농업용수 공급 및 관리
프로그램 모델 연구

2012. 9

경제개발팀

연구책임자

이 주 헌
- 중부대학교 토목공학과 교수

공동연구원

강 민 구
- 미래자원연구원 연구위원

연구보조원

박 민 재
- 중부대학교 토목공학과 석사과정

신 정 수
- 중부대학교 토목공학과 석사과정

장 호 원
- 중부대학교 토목공학과 석사과정

본 연구보고서는 KOICA 선진화 계획에 제시된 25개 중점 프로그램 중 하나인 농업용수 공급 및 관리에 관한 사업의 발굴, 기획, 수행, 평가와 사후관리를 위한 가이드라인을 제공하기 위하여 만들어졌습니다.
모든 진행 과정은 KOICA의 프로세스를 기준으로 하였으며, 일부 의견은 저자의 개인적인 의견으로 KOICA의 공식적인 입장과 다를 수 있음을 밝힙니다.

목 차

요 약 ····· 1

제 1장 서 론 ····· 19
1.1 연구의 배경 및 필요성 ····· 19
1.2 연구의 목표 ····· 25
1.3 연구의 내용 ····· 26
1.4 연구방법 ····· 27

제 2장 농업용수 공급 및 관리 개요 ····· 29
2.1 농업용수 및 수자원의 개요 ····· 29
2.2 농업용수 관련 통계 및 주요지표 ····· 32
2.3 농업용수 공급 및 관련 시설 ····· 82

제 3장 농업용수 공급 및 관리 원조 사업 현황 ····· 97
3.1 국제 원조사업의 최근 동향 ····· 97
3.2 농업분야 관련 원조사업의 국제적 동향 ····· 106
3.3 농업용수 및 수자원 관련 국제기구 ····· 114
3.4 KOICA 농업용수 개발 원조사업 현황 ····· 122

제 4장 농업용수 공급 및 관리 원조를 위한 국내기반 분석 ····· 152
4.1 한국 농업용수 개발 과정 고찰 ····· 152
4.2 농업생산기반정비사업의 성과 ····· 157
4.3 농업생산기반정비사업 효과 ····· 158
4.4 농업생산기반정비사업 실제 투자효과분석 ····· 161
4.5 농업용수개발사업 사례 분석 ····· 162
4.6 국내 농업용수 관련 설계 및 PMC업체의 도급순위 ····· 176

제 5장 원조국 농업환경에 적합한 최신 관개기술 분석 ····· 180
5.1 국가별 농업환경 고찰 ····· 181
5.2 인터넷 보급 국가에 적합한 관개기술 ····· 234
5.3 물부족국가에 적합한 관개기술 ····· 244
5.4 대체에너지를 이용한 관개기술 ····· 256
5.5 정밀농업기술 ····· 260

제 6장 농업용수 공급 및 관리 사업의 프레임워크와 프로그램 개발 ··· 265
6.1 농업용수 공급 및 관리 사업의 프레임워크 개발 ····· 265
6.2 농업용수 관련 프로그램의 시행 단계별 체크 리스트 ····· 268
6.3 농업용수 공급 및 관리 프로그램 개발 ····· 275
6.4 농업용수 공급 및 관리 프로그램을 활용한 사업모델 구성방법 ····· 315

제 7장 농업용수 공급 및 관리 프레임워크 적용 ····· 319
7.1 농업용수 관련 대표사업 선정: 세네갈 다가나 사업 ····· 319
7.2 개발된 프레임워크의 대표사업 대한 적용 및 평가 ····· 339

제 8장 결론 및 제언 ····· 348

참고 문헌 ····· 350

표 목차

[표 1] 국내 수자원 사용용도 ····· 31
[표 2] 국가별 국민 1인당 재생가능한 수자원 ····· 34
[표 3] KOICA 수원국별 국민 1인당 연간 재생가능한 수자원량 ····· 37
[표 4] 물 부족지수 산출에 사용되는 자료 ····· 44
[표 5] 국가별 물빈곤 지수(WPI) ····· 45
[표 6] KOICA 수원국별 물빈곤 지수(WPI) ····· 47
[표 7] 대륙별 농지면적 현황 ····· 49
[표 8] 대륙별 농업용수 사용량(2003) ····· 51
[표 9] 대륙별 관개농지 현황 ····· 52
[표 10] 국가별 농업용수 사용량(2000) ····· 53
[표 11] 작물에 필요한 용수량 ····· 81
[표 12] 2010년 순 공적개발원조 금액 ····· 99
[표 13] 2008~2010간의 Net ODA ····· 104
[표 14] ODA 원조의 10대 수혜국 (USD million) ····· 105
[표 15] 2003-2008년간 국가별 농업분야 국제원조 현황 ····· 109
[표 16] DAC 국가의 농업분야 주요 원조국 및 수혜국 현황 ····· 111
[표 17] 농업용수 관련 국제기구 ····· 115
[표 18] 농업용수 개발 원조사업 및 목적 소개 ····· 123
[표 19] 농업생산기반정비 사업별 효과항목 ····· 160
[표 20] 국내 토목 설계업체 도급순위(2011년 기준) ····· 177
[표 21] 국내 토목 시공업체 도급순위 ····· 178
[표 22] KOICA의 무상협력사업 진행 절차 ····· 266
[표 23] 농업용수 프로그램 시행 단계별 세부내용 ····· 268
[표 24] 농업용수 관련 사업의 타당성 조사시 체크리스트 ····· 271
[표 25] DAC의 평가 기준표 ····· 274
[표 26] 농업용수 공급 및 관리 사업 평가 체크리스트 ····· 275
[표 27] 농업용수 공급 및 관리 프로그램의 모듈을 활용한 사업모델 구성 ····· 317
[표 28] 사업시행 조직 ····· 326

[표 29] 사업추진일정표 ····· 327
[표 30] 세부사업별 추진현황 ····· 328
[표 31] 공사감리단 구성 현황표 ····· 329
[표 32] 시범사업 추진현황표 ····· 330
[표 33] 기존의 세네갈 다가나 지역 관개배수 및 농지개발 사업 개요서 ····· 341
[표 34] 세네갈 다가나 지역 관개배수 및 농지개발 사업 개요서(신규작성 예) ····· 343
[표 35] 개발된 모듈을 이용하여 세네갈 관개배수 및 농지개발 사업
PDM(Project Design Matrix) 작성 예 ····· 344

그림 차례

[그림 1] 연구 세부 목표 및 최종 목표 ····· 26
[그림 2] 세부연구과제 ····· 27
[그림 3] 물의 순환과정 ····· 30
[그림 4] 국내 수자원 현황 ····· 31
[그림 5] 지구상의 물 분포 ····· 32
[그림 6] 국가별 국민 1인당 재생가능 수자원량 (m3/인구/year) ····· 38
[그림 7] 물빈곤지수의 국가간 비교 ····· 40
[그림 8] 전세계 국가별 국토면적대비 농지면적 비율 현황 ····· 48
[그림 9] 전 세계 목적별 물 사용량 비율 ····· 50
[그림 10] 국가별 평균 물 사용량 ····· 50
[그림 11] 국가별 농업용수로 활용되는 재생가능한 수자원 비율 (2001) ····· 56
[그림 12] 국가별 수자원 사용량(생활, 공업, 농업용수)중 농업용수 사용량 비율 (2001) ····· 57
[그림 13] 논 관개 분류 ····· 84
[그림 14] 월류 관개와 필지별 관개 ····· 85
[그림 15] 연속 관개와 간단 관개 ····· 86
[그림 16] 윤번 관개와 순환 관개 ····· 86
[그림 17] 밭 관개 분류 ····· 87
[그림 18] 지표관개 ····· 88
[그림 19] 스프링클러 관개 ····· 88
[그림 20] 점적 관개 ····· 89
[그림 21] 지하 관개 ····· 89
[그림 22] 수로 터널 ····· 91
[그림 23] 수로교 ····· 91
[그림 24] 원통 분수공 ····· 92
[그림 25] 조정지 ····· 93
[그림 26] 농업 수자원 시설물 ····· 95
[그림 27] 농업지구의 관개배수 시스템 ····· 96
[그림 28] DAC 회원국 연도별 전체 ODA 지출규모 추이 ····· 97
[그림 29] DAC 공여국의 ODA 요소별 원조규모 추이 ····· 98

[그림 30] 2005년에 예상했던 ODA 실적과 2010년의 실제 실적 현황 ····· 100
[그림 31] DAC 국가 원조프로그램의 감소 경향 ····· 102
[그림 32] DAC 회원국의 ODA 공여실적 (2010년 순지출 기준) ····· 103
[그림 33] 대륙별 ODA 현황 (USD million) ····· 104
[그림 34] 한국의 핵심(Core) 또는 비핵심(non-core) 다자간 원조, 2009 ·····105
[그림 35] 한국의 양자간 원조 중 구속성원조와 비구속성 원조의 비율 (2008-09) ····· 106
[그림 36] 농업분야 국제원조의 경향(1973-2008) ····· 107
[그림 37] 농업분야 원조의 지역별 분배 ····· 112
[그림 38] 2008~2010년 분야별 지원 실적 ····· 113
[그림 39] 2008~2010년 농어촌개발 분야 대륙별 실적 ····· 113
[그림 40] 2008~2010년 간 대륙별 ODA 지원을 많이 받는 수원국 1위~3위 ····· 114
[그림 41] 농업환경 조사 대상 국가 ····· 181
[그림 42] WSN을 이용한 농장관리(Velliidis et al., 2007) ····· 235
[그림 43] WSN을 이용한 스마트 관개 시스템(Dassanayake et al., 2009) ····· 237
[그림 44] 인터넷 기반의 수자원 관리 ····· 238
[그림 45] 농촌수자원관리의 효율화를 위한 검측장비 개발 ····· 242
[그림 46] 무동력 자동수문(정광근과 천만복, 2003) ····· 246
[그림 47] 자동 급수 물꼬(김하집, 2002) ····· 247
[그림 48] SRI(System of Rice Intensification) 재배 ····· 250
[그림 49] 논에서 절수관개기법(손성호와 정상옥, 2002) ····· 253
[그림 50] Center Pivot 관개(류우환, 2008) ····· 256
[그림 51] 점적관개(류우환, 2008) ····· 256
[그림 52] 태양광 발전 수문 ····· 259
[그림 53] 태양광 전지를 이용한 계측시스템 ····· 260
[그림 54] 농업용수 공급 및 관리 사업 프레임워크 ····· 267
[그림 55] 성과평가 과정 모식도 ····· 269
[그림 56] 농업용수 공급 및 관리 프로그램의 구성 ····· 276
[그림 57] 사업지구 위치도 ····· 319
[그림 58] 사업수행 체계 ····· 326

요 약

KOICA에서 선정한 25개의 한국 ODA 비교우위 섹터 프로그램에는 농촌개발사업과 농업용수 확보 프로그램이 각각 중점 프로그램과 일반 프로그램에 포함되어 있다. 이는 한국형 농업용수개발 프로그램이 다른 공여국들과 비교하여 우위를 점할 수 있다는 것과 한국형 모델을 수원국에 적용하여 원조사업의 효과를 향상시킬 수 있다는 것을 의미한다. 따라서 복잡한 국제적 정황과 공여국 및 수원국의 정황을 고려하여 한국형 농업용수 공급 및 관리 원조 프로그램을 성공적으로 추진하기 위해서는 추진전략과 시행프로세스를 포함한 프레임워크의 개발이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 농업용수 공급 및 관리 원조 프로그램 추진을 위한 프레임워크를 개발하고, 개발된 프레임워크 및 사업에 필요한 세부모듈을 이용하여 사업모델을 구성하는 방법을 제시함과 동시에 기 시행된 사업들의 평가에 적용하여 새로운 패러다임에 부합하기 위한 원조사업의 발전방향을 수립하고자 한다.

2장에서는 수원국의 농업환경 및 수자원 환경을 간접적으로 평가할 수 있는 농업용수 및 수자원 관련 각종 통계와 국제적 지표를 제시하였다. 제시된 통계 및 지표로는

- 국가별 재생가능한 수자원량(Renewable Water Resources)
- 국가별 물빈곤지수(Water Poverty Index, WPI)
- 전세계 농지면적 현황
- 국가별 농업용수 사용량

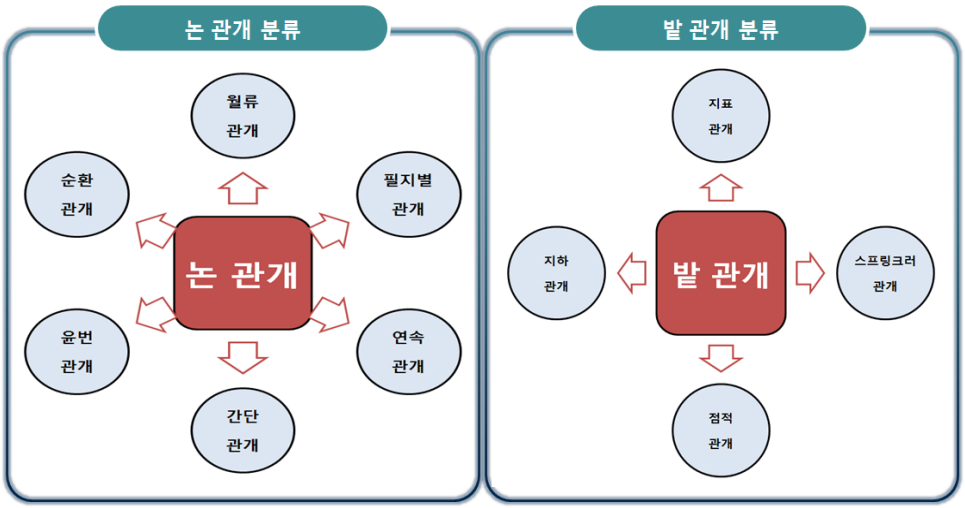
등이 KOICA의 중점 지원국인 주요 국가별로 순위와 함께 정리되어 제시되었다. 또한 KOICA에서 지원하는 중점 대상 국가를 중심으로

- 국가별 주요 작물 재배량
- 주요 작물별 작물 계절(crop calendar)
- 작물재배에 필요한 수량

을 조사하여 제시함으로써 수원국의 정황, 농업환경, 사업의 시급성 등을 개략적으로 평가할 수 있도록 하였다.

또한, KOICA의 사업관리자가 농업용수와 관련된 전문용어를 쉽게 이해할 수 있도록 사업과 관련된 전문용어를 그림과 함께 설명하였으며, 관개배수의 정의와 함께 논관개 및 밭관개의 관개배수 방식 분류 등을 설명했다.

- 관개방식의 분류



이와 함께, 농업용수의 공급을 위해서 필요한 용수시설(water supply facility)의 종류를 설명하였으며, 농업용수의 수원시설 및 종류에 대해서도 자세히 설명하여 농업용수 관련시설물 전반에 걸친 용어와 체계상의 분류를 설명하여 이해를 도왔다.

- 용수시설, 분수 및 조절시설, 중간저류시설과 기타 시설의 분류



농업용수의 수원으로는 하천, 저수지, 호소, 지하수 및 양수장을 이용하는 방법이 있으며 이들 각각의 방법별 장, 단점을 기술하였다.

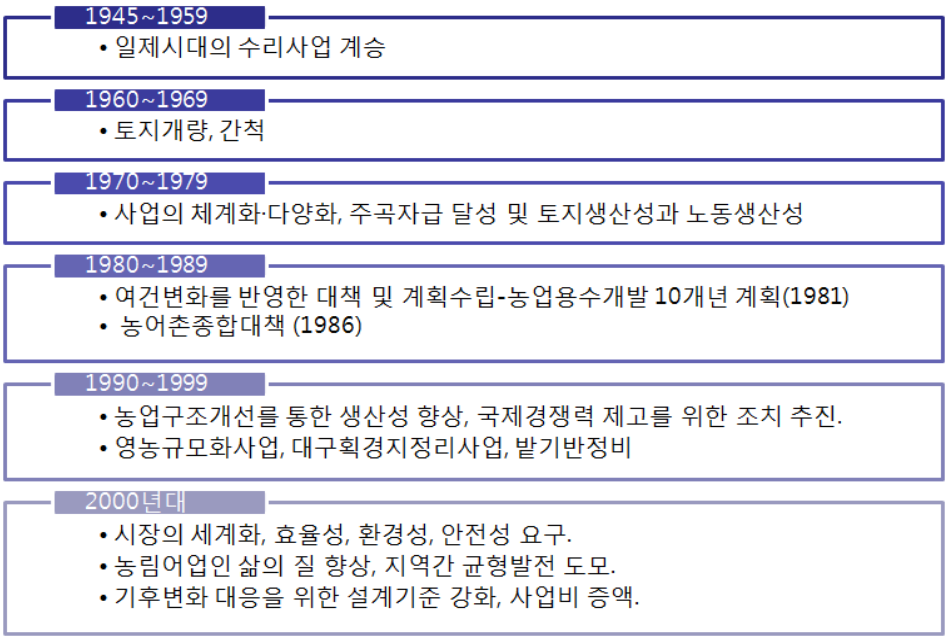
3장에서는 국제원조사업의 최근동향과 함께 우리나라의 국제원조 사업 최근동향을 조사하였으며, 농업분야와 관련된 국제원조사업의 동향과 KOICA의 농업용수 관련 원조실적을 조사하여 제시하였다.

또한 농업용수 및 수자원 관련 국제기구를 열거하였으며 각각의 기구별 임무와 설립목적을 다음절에 소개하였다.

FAO	Food and Agriculture Organization		Secretariat of United Nations Framework Convention on Climate Change
GWP	Global Water Partnership	SIWI	Stockholm International Water Institute
	International Commission on Irrigation & Drainage		United Nations Economic Commission for Africa
IFAD	International Fund for Agricultural Development	WFP wfp.org	World Food Programme
	International Grains Council		World Meteorological Organization
IWMI	International Water Management Institute		World Water Council

특히, 최근에 KOICA에서 수행되었던 14개의 농업용수관련 지원 실적을 조사하여 사업내용과 함께 사업의 준공을 통하여 얻어진 경험 및 교훈을 정리함으로써 사업수행시에 겪었던 애로사항 및 개선점 등을 자세히 언급하였다.

4장에서는 농업용수 공급 및 관리 원조를 위한 국내기반을 분석하여 제시하였다. 이를 위해서 1940년대에서 2000년대까지의 농업용수 개발 과정을 고찰하였다.



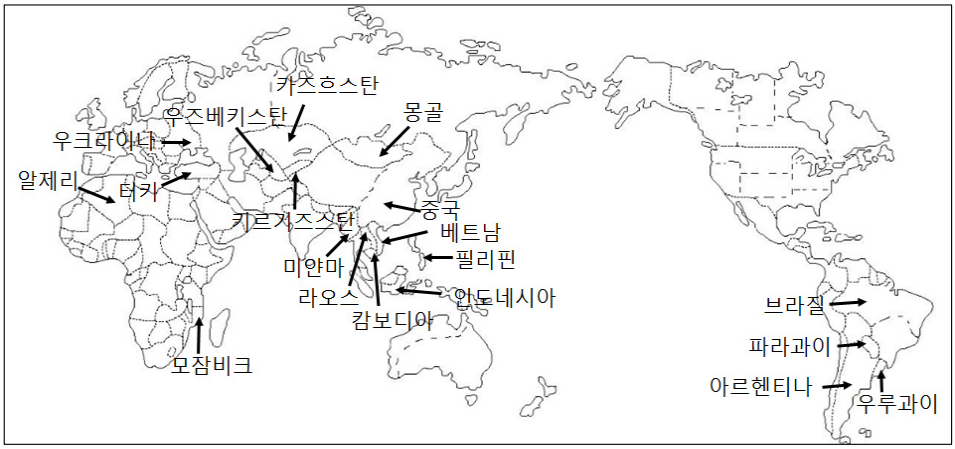
농업생산기반정비사업의 성과, 농업생산기반정비사업 효과 및 농업생산기반정비사업 실제 투자효과 분석 결과를 제시하여 우리나라의 농업환경 개선 사업의 역사에 대한 고찰과 함께 해외원조를 위한 국내기반 분석을 실시하여 제시하였다.

또한, KOICA의 농업용수 관련 해외사업을 추진할 수 있는 국내 토목

및 건축, 농업관련 설계업체와 시공업체를 2011년 기준의 도급순위별로 조사하여 제시함으로써 PMC 업체로서의 능력을 간접적으로 평가했다.

5장에서는 원조국 농업환경에 적합한 최신 관개기술을 분석하여 제시하였다. 이를 위해서 KOICA의 중점 지원대상국을 중심으로 해서 각국의 농업환경을 자세히 조사하여 제시하였다.

- 농업환경 조사 대상 국가



또한 지원국의 농업환경에 적합한 관개기술을 조사하여 제시하였다.

① 인터넷 보급 국가에 적합한 관개기술
- 융합형 농업용수관리 기술
- 포도원 환경자료의 실시간 모니터링 및 포도원관리
- WSN을 이용한 스마트 관개 시스템
- 인터넷 기반의 가상수계를 이용한 수자원 관리
- WNS를 이용한 원예작물 관리
- 농촌수자원관리의 효율화를 위한 검측장비 개발
- PDA(Personal Digital Assistant)를 이용한 유량측정 관리

② 물부족국가에 적합한 관개기술

- 저에너지 물관리 기술
- 무동력 자동수문
- 자동 급수 물꼬
- 자율항법 및 무인탐사선 기술을 이용한 저수지 내용적 측정
- 용수절약 논관개 방법
    - SRI(System of Rice Intensification) 재배
    - 녹비작물의 토양 환원에 의한 용수절감
    - 논에서 절수관개기법
    - 영농비용 절감 재배법
    - 밭포장의 절수관개기법

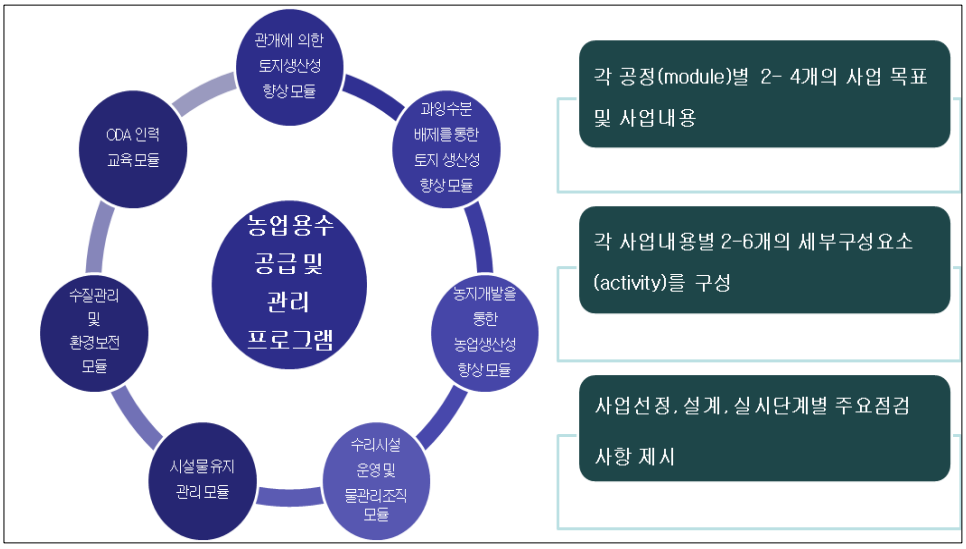
③ 대체에너지를 이용한 관개기술
- 태양광을 이용한 물관리
- 태양광발전시스템 종류
- 태양광 전동수문
- 태양전지를 이용한 농촌용수계측관리시스템

④ 정밀농업기술
- 정밀농업(Precision Farming) 개요
- 정밀농업 국내외 동향
- 정밀농업에 필요한 기술
- 정밀농업 적용

6장에서는 농업용수 공급 및 관리 프로그램을 시행하기 위한 프레임워크를 개발하여 제시하였다. 농업용수 공급 및 관리 프로그램은 일반적으로 농업용수개발, 농지개발, 배수개선, 기타 사업을 추진하기 위한 계획, 설계, 시행, 평가, 사후관리 등의 전 과정을 체계적으로 나타낸 것이다. 또한 프로그램은 독립된 여러 개의 모듈로 구성이 되며, 각 모듈

은 특정사업의 프로그램이 될 수도 있으며, 여러 모듈의 조합이나 모듈을 구성하는 activity의 조합에 의해 특정사업의 프로그램이 구성될 수 있도록 하였다.

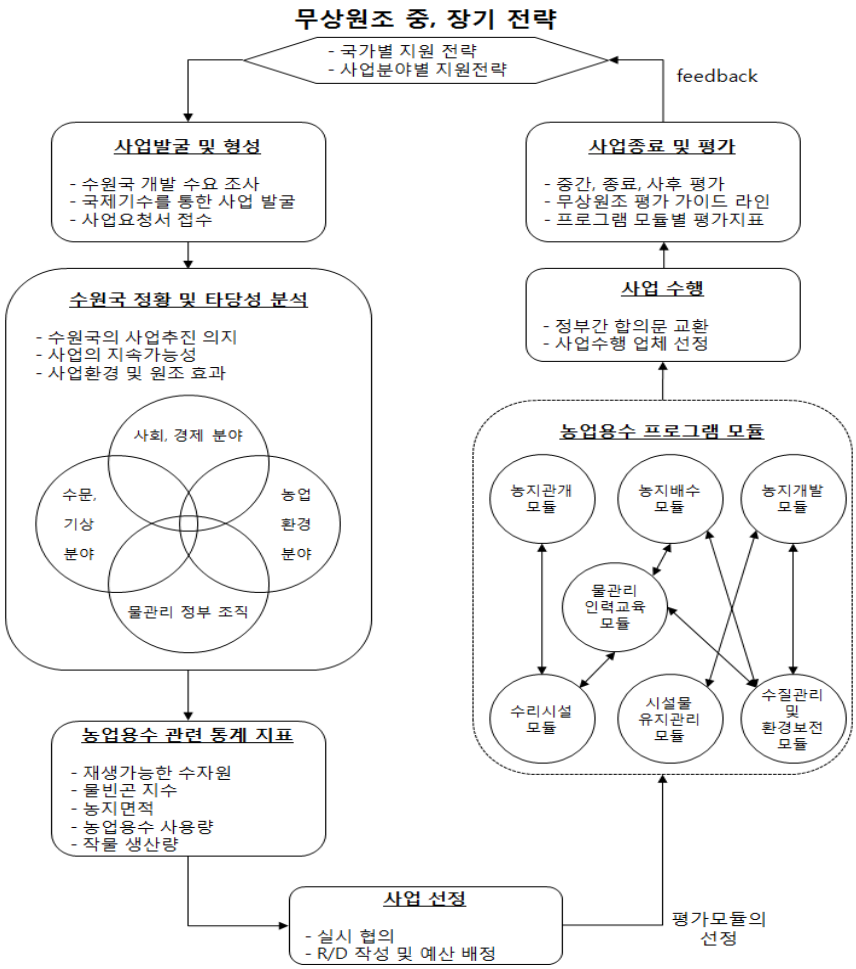
-농업용수 공급 및 관리 프로그램의 7개 세부 모듈구성



특히, 사전조사를 위한 체크리스트로는 관개시설에 대한 기술적, 인문사회적, 제도적인 체크리스트를 작성하여 현지 수원기관과 충분한 협의가 필요하며, 사업에 댐건설과 같은 대규모 건설 사업이 포함되는 경우에는 지역에 거주하는 주민들에 대한 보상 및 이주, 환경 영향 등의 문제가 고려되어야 하므로 이에 대한 수원기관과의 협의가 없으면 자칫 사업개발이후 수행단계에서 중단될 위험이 있다.

따라서 현지 조사시에 이에 대한 세밀한 검토가 반드시 이루어져야 하며, 농업용수 관련사업의 타당성 조사 및 사전조사시에 필요한 체크리스트와 농업용수 공급 및 관리사업의 사후평가를 위한 5개 분야의 평가기준별 체크리스트를 정리하여 제시하였다.

- 농업용수 공급 및 관리 사업 프레임워크



7장에서는 개발된 농업용수 공급 및 관리 프레임워크를 기존 KOICA에서 시행한 사업에 적용 하였다. 기존 KOICA에서 시행한 사업중 세내갈 다가나 사업을 대표사업으로 선정하여 개발된 7개의 모듈을 적용할 수 있는 부분에 대해서 검토 후 모듈들을 선별하고 이를 달성하기 위한 세부구성요소들을 사업지구의 특성을 고려하여 선정하였다. 선정된 모듈과 세부구성요소를 적용하여 대상사업의 추진을 위한 프로그램을 구성하였으며 또한 선정된 대표사업에 모듈을 적용한 사업개요서와 사업 PDM 작성 방법을 제시하였다.

Summary

In the 25 Official Development Assistance(ODA) Comparative Advantage sector program designated by Korea International Cooperation Agency(KOICA), rural development project and agricultural water securing program are included in the key programs and in the general programs respectively. This means that Korean model agricultural water development program can occupy superior position as compared to other donor countries and effect of aid project can be enhanced by applying Korean model in the recipient countries.

To drive Korean model for agricultural supply and management aid program successfully considering complicated international situation, and status of donor countries and recipient countries, framework development including drive strategy and execution process is required. Therefore, in this study, it is intended to set up direction of aid program to meet new paradigm by developing a framework to drive agricultural water supply and management aid program, and by applying this model in the evaluation of completed projects at the same time using developed framework and sub modules required for the execution of project.

In the Chapter 2, various statistics and international indices related with agricultural water and water resources that can indirectly evaluate the agricultural environment and water resources environment of recipient countries are provided. Projected statistics and indices are as below;

- Renewable Water Resources of each country
- Water Poverty Index(WPI) of each country
- Total Irrigated Area in the world
- Agricultural water use of each country

The above indices are provided with ranks of major aid countries in

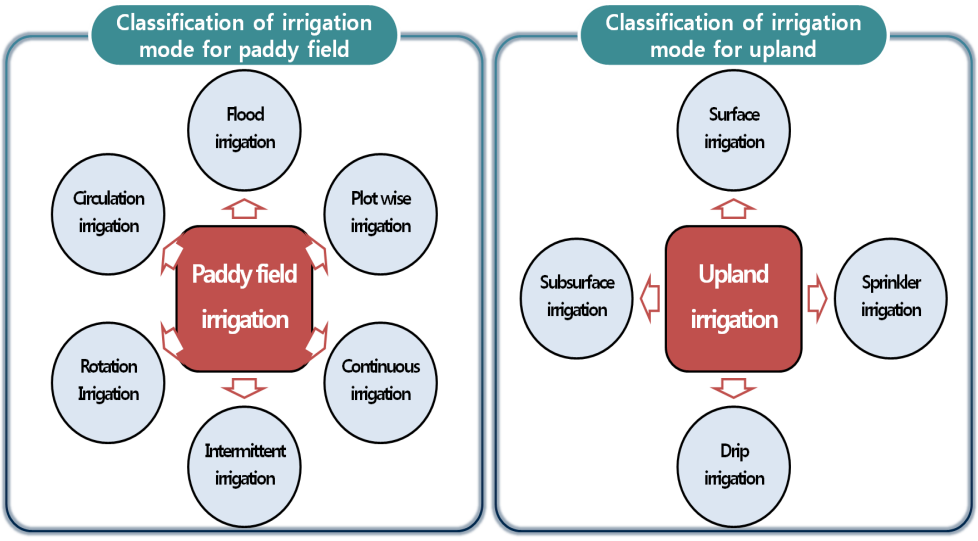
KOICA program. Also, by providing the indices of the recipient countries supported by KOICA like,

- Major crop cultivation amount of each country
- Crop calendar for major crops
- Required water for crop cultivation

status of recipient countries, agricultural environment, and urgency of the project can be briefly evaluated.

Besides, technical terms are explained along with figures so that project managers of KOICA can understand technical terms related with agriculture, and classification of irrigation, drainage types for paddy field along with definition of irrigation and drainage were explained.

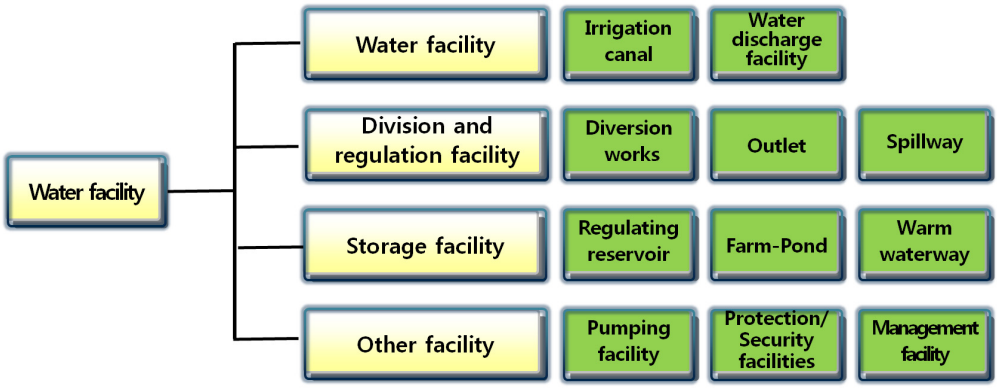
- Classification of irrigation type



Along with terminology, types of water supply facility required for agricultural water supply are explained and by explaining the water source and water source facilities for agriculture in detail, terminology and

systematic classification throughout the agricultural water related facilities are explained to help better understanding the subject.

- Classification of water facilities, diversion and regulation facility, storage facility, and other facilities



As sources for agricultural water, rivers, reservoirs, lakes, ground water, and pumping stations can be utilized, the merits and drawbacks of these water sources are described.

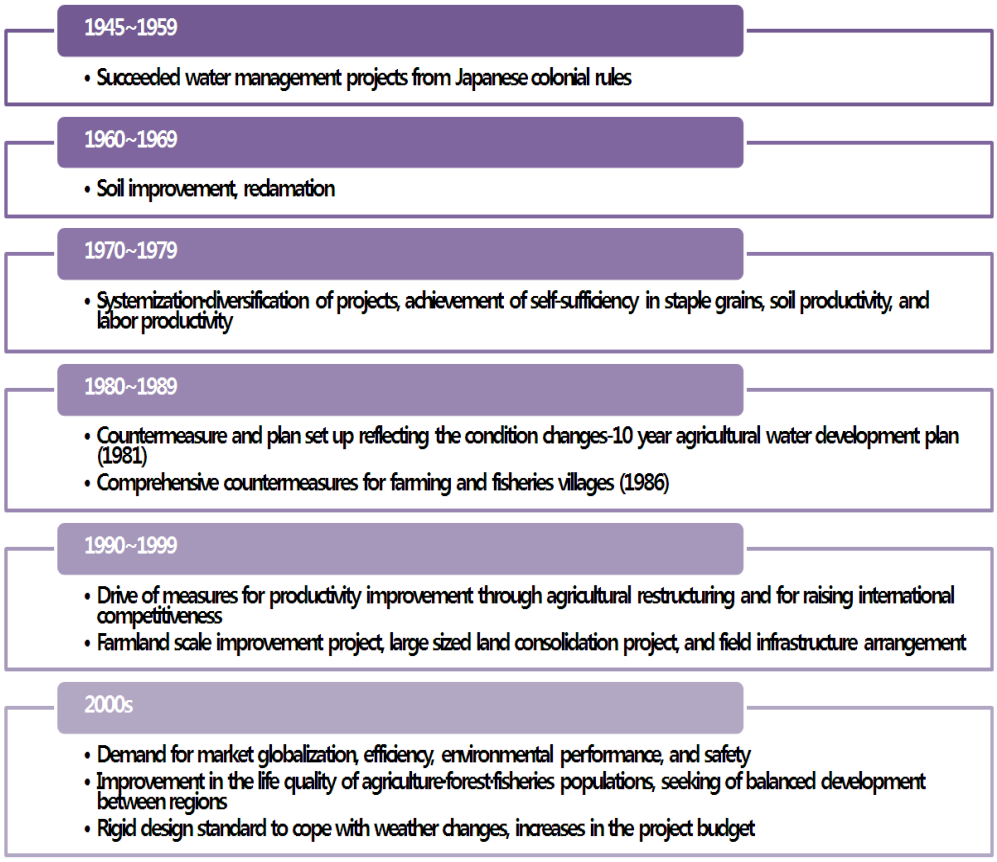
In Chapter 3, recent trends about international aid project as well as international aid project participated by Korea are investigated, also international aid project related with agriculture and achievement by agricultural water related aid by KOIC are provided.

Besides international organization in association with agricultural water, the mission and objectives of each organization are introduced in the following Chapter.

	Food and Agriculture Organization		Secretariat of United Nations Framework Convention on Climate Change
	Global Water Partnership		Stockholm International Water Institute
	International Commission on Irrigation & Drainage		United Nations Economic Commission for Africa
	International Fund for Agricultural Development		World Food Programme
	International Grains Council		World Meteorological Organization
	International Water Management Institute		World Water Council

Especially, by examining the aid result of 14 agricultural water related aids programs that were performed by KOICA in recent years, this research arranged project detail and experiences and lessons through completion of project and shared difficulties and the points to be improved gone through during project execution in detail.

In the Chapter 4, domestic foundation for the aid of agricultural water supply and management is analyzed and provided. For that, agricultural water development process from year 1940s till year 2000s is discussed.



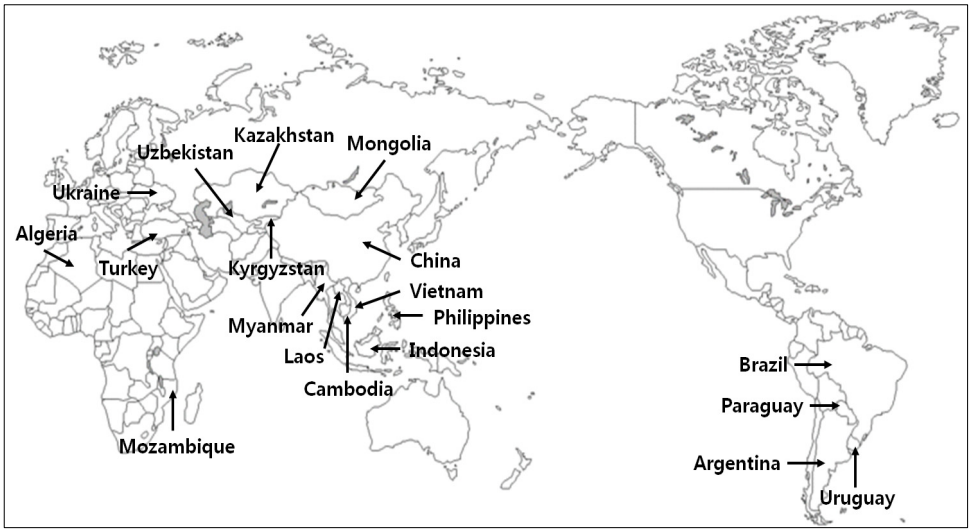
By providing the analysis for the achievement of agricultural infrastructure project of Korea, effect of agricultural infrastructure project, and actual invest outcome on agricultural infrastructure project, the history of agricultural environment improvement project in Korea as well as domestic infrastructure for overseas aids are analyzed and presented.

Also, ranks of domestic engineering, construction, and agriculture related industries and construction industries that can drive overseas agricultural water related project are investigated as of year 2011 and proposed to indirectly evaluate their capabilities as PMC vendors.

In Chapter 5, latest irrigation technology suiting to agricultural

environment of recipient countries are analyzed and suggested. For that, agricultural environment of each country focusing on the major aid subjected countries by KOICA are investigated and provided in detail.

- Subjected countries for agricultural environment survey



Besides, irrigation technologies suiting to agricultural environments of aid subjected countries are investigated and proposed.

① Appropriate irrigation technology for the internet provided countries

- Mixed type agricultural water management technology
- Real time monitoring of vineyard environmental data and vineyard management
- Smart irrigation system using Wireless Sensor Network(WSN)
- Water resources management using internet based virtual water system
- Horticultural crop management using WNS
- Development of testing and measuring equipments for effective agricultural water resources management
- Flow measurement using PDA(Personal Digital Assistant)

② Irrigation technology suiting to water shortage countries
- Low energy water management technology
- No power automatic floodgate
- Automatic water supply inlet for irrigation
- Measurement of reservoir capacity using autonomous navigation and unmanned prober
- Saved water irrigation in the paddy fields
- SRI(System of Rice Intensification) cultivation
- Water saving by soil reduction of green manure crops
- Water saving irrigation in the paddy fields
- Cultivation method for farming cost saving
- Water saving irrigation in the upland

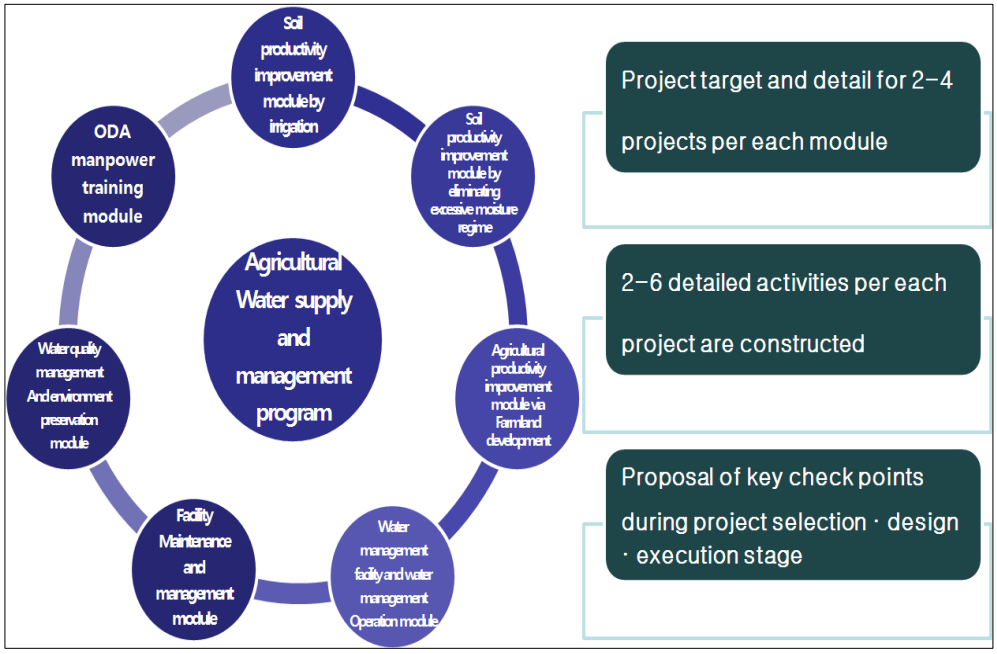
③ Irrigation using alternative energy
- Water management using solar energy
- Solar energy power generation types
- Solar Energy Flood Gate
- Agricultural water measurement system using solar battery

④ Precision farming
- Overview of precision farming
- Current trends of precision farming
- Technology for precision farming
- Application of precision farming

In Chapter 6, framework for the execution of agricultural water supply and management program is developed and proposed. Agricultural water supply and management program is generally a systematic program displayed whole process of planning, design, execution, assessment, and follow up to drive agricultural water development, cultivation land development, drainage improvement, and other projects. Also, program comprises several independent modules, and each model could be a

program of particular project, by combining several modules or activities that construct module program for particular project is enabled to be constructed.

- 7 sub modules in agricultural water supply and management program

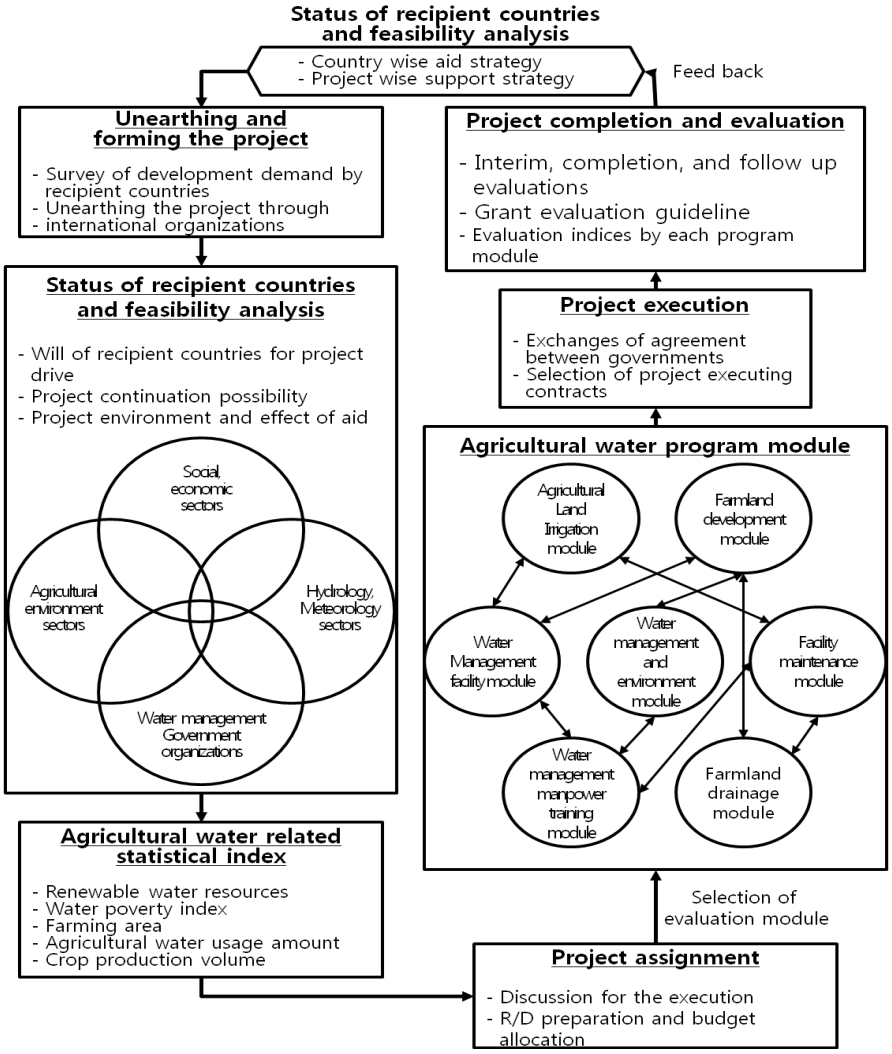


Especially, as a checklist for preliminary survey, natural, environmental, technical, social, and systematic checklist is to be prepared to have sufficient discussion with water resources institutions, in case large scale project is included like dam construction, since compensation and migration, and effect on the environment etc. have to be considered, without enough discussion with water resources institutions, there comes risk of project stop during execution stage after the project kick off.

Therefore, meticulous review is needed during site survey, checklists that are required during feasibility survey and preliminary survey for agricultural water related projects and checklists about 5 categories for

the follow up assessment of agricultural water supply and management project are arranged and proposed.

- Framework for agricultural water supply and management project



In Chapter 7, developed agricultural water supply and management program model was applied in the existing project of KOICA. Among the projects carried out by KOICA, the Dagana, Senegal project is chosen as a sample project, 7 modules can be applied, sub activities are selected to

achieve the same considering the characteristics of project implementing areas. By implementing the selected modules and sub activities, newly developed project summary and Project Design Matrix(PDM) is proposed.

제 1장 서 론

1.1 연구의 배경 및 필요성

1.1.1 연구의 배경

2010년 1월 1일 부로 한국이 경제협력개발기구(OECD)의 개발원조위원회(DAC) 회원이 됨에 따라 공적개발원조에 대한 관심이 국내·외적으로 높아지고 있으며, 한국의 원조사업 패러다임에 대한 변화가 요구되고 있다. 이에 따라 국제개발협력기본법이 제정되었으며, 원조의 질과 효율성 향상, 한국형 모델 정립, 민간부분의 참여 등을 효과적으로 추진하기 위한 방안들을 모색하고 있다. 그러나 무엇보다도 한국의 ODA를 기존의 공여자 편의적 원조사업에서 글로벌 원조 규범을 준수하고 수원국의 자체 개발역량의 강화를 지원하는 방식으로의 전환이 선행되어야 한다(전승훈 등, 2007; 정우진 등 2010).

최근 국제사회에서 영향력, 패러다임, 재원 등이 극심하게 변하고 불확실성이 높다. 또한 수원국의 정치, 사회, 경제, 문화, 환경 등의 정황을 분석하지 않은 공여국 위주의 일방적인 원조는 사업의 효과성 저하뿐만 아니라 수원국의 거부반응을 일으키기도 한다. 예를 들어, 미국과 유럽의 선진국들은 개도국들이 댐건설, 수력발전, 관개사업 보다는 비구조적 수자원 관리 정책을 추진할 것을 요구하고 있으나, 개도국들은 자국의 자원개발에 대한 선진국들의 구속을 수용하지 않는다. 오히려 부담이 적은 중국, 인도, 브라질 등과 같은 중진국들의 원조를 더 선호한다. 또한 경제성장을 위한 기반시설 건설에 대해 학습하길 원하는 개도국들은 환경보호를 패러다임으로 하고 있는 미국에 큰 기대를 하지 않고 있으며, 심지어 연수국가를 미국이나 유럽에서 오스트레일리아, 멕시코, 칠레, 브라질 등으로 바꾸고 있다. 이는 미국의 수자원교육이 자국의 경험이나 저개발국가들에 대한 온정주의적 원조에 기반한

경험들이고, 개도국과정을 경험한 중국이나 브라질과 같은 중진국들의 경험을 포함하지 않고 있기 때문으로 알려지고 있다(Briscoe, 2010). 이와 같은 맥락에서 미국은 국제사회의 변화를 반영하여 새로운 참여모델을 개발해야 하며, 미국의 경험을 역사적 관점에서 객관적으로 평가하고, 타국의 경험을 인정하고 이를 연구하고 학습해야 하며, 수원국의 역사적, 정치적, 경제적, 환경적 상황 등을 고려하여 보다 적절한 수자원 개발과 관리를 위한 대책들을 제공해야 한다는 주장이 제기되고 있다(Briscoe, 2010).

현재 국내의 원조사업 패러다임 변화를 고려할 때 위와 같은 주장은 우리에게 시사하는 바가 크다. 따라서 한국도 기존의 공여자 편의적 한국형 원조사업을 평가하여 문제점을 파악하고, 국제원조 전략인 'Glocalization' 개념을 도입하여 21세기 한국형 원조 모델을 개발하고, 수원국 주도 개발 파트너쉽을 준수하여 한국형 모델을 현지화시키는 방향으로 국제원조사업 정책을 추진할 필요가 있다(김도훈 등, 2011; 정상희 2011). 특히 개도국 과정을 겪은 한국의 경험을 바탕으로 하여 수립된 한국형 모델은 수원국의 거부반응을 줄일 수 있으며, 수원국에서 선진공여국들에 대해 비교우위를 가질 수 있기 때문에 국제적으로 검증된 한국형 원조 모델의 개발이 필요하다.

1.1.2 연구의 필요성

KOICA에서 선정한 25개의 한국 ODA 비교우위 섹터 프로그램에는 농촌개발사업과 농업용수 확보 프로그램이 각각 중점 프로그램과 일반 프로그램에 포함되어 있다. 이는 한국형 농업용수개발 프로그램이 다른 공여국들과 비교하여 우위를 점할 수 있다는 것과 한국형 모델을 수원국에 적용하여 원조사업의 효과를 향상시킬 수 있다는 것을 의미한다(이정환 등, 2009; 정기환 등, 2011).

한국의 농업용수개발사업은 원조자금을 사용하여 농업생산기반정비

사업의 일환으로 추진되었다. 1960년대에는 미국 원조자금을 사용하여 농업용수 개발 및 소류지 축조 사업을 실시하였으며, 1970년대에는 경지정리 및 기계화 영농을 중심으로 하는 농업생산기반정비 사업이 실시되었으며, 세계은행, 아시아개발은행, 일본 차관 등의 자금을 사용하여 대단위농업종합개발사업이 실시되었다. 1980년대에는 농업용수개발 10개년계획을 수립하고, 주곡자급달성 및 소득원 개발을 위한 정비사업이 추진되었다. 1990년 대 이후에는 농촌의 생활개선, 문화마을 조성, 첨단 영농시설, 대구획 경지정리, 농촌관광휴양시설 조성 등을 포함한 쾌적한 농촌건설 사업이 추진되고 있다.

이와 같은 사업들을 통하여 1955년에 약 45%인 수리답율이 2009년에 약 79.8%가 되었으며, 농업용수 공급의 안정성과 영농방식의 편리성이 향상되었다. 또한 생산기반시설의 현대화와 사회-경제시스템의 성장으로 인해 쌀자급률은 1970년 93.1%, 1985년 103.3%, 2009년 101.1%를 달성하였으며, 1970년대 중반에 쌀자급률 100%를 달성하였다. 이와 같은 과정을 통하여 국내에서는 농업용수 공급 및 관리에 관련된 많은 사업들이 진행되었다. 이들을 문화와 사회-경제 제도가 다른 수원국에 전수하기 위해서는 사업들의 성공여부와 수원국에 대한 적용가능성 여부를 평가하고 체계적으로 분류할 필요가 있다. 특히 발굴된 사례들은 한국형 농업용수 공급 및 관리 프로그램의 켄텐츠 부족을 극복하는데 이용될 수 있다. 또한 이들을 최신관개기술 및 국제사회에서 검증된 기술들과 함께 관리하여 수원국의 정황에 적합한 기술선정에 활용할 수 있다. 따라서 국내의 우수 사례들에 대한 세밀한 검토가 필요하다.

수원국에 대한 원조사업의 효과는 장기간에 걸쳐 사회-경제시스템, 문화, 환경 등과 같은 분야에서 복합적으로 나타나며, 영향범위가 넓다. 따라서 사업추진에 따른 영향평가가 필요하며, 추진 단계별로 평가지표 및 체크리스트를 사용하여 상태를 평가하고, 평가결과가 만족스럽지 못하면, 피드백하여 전 단계를 수정 및 보완해야 한다. 특히 국제상황, 공여국 및 수원국의 정치, 사회, 경제 정황 등의 변화로 인해서

원조사업에는 높은 불확실성이 포함되어 있기 때문에 훌륭한 원조프로그램을 적용하더라도 높은 효과를 기대하기 어려운 경우들이 발생한다.

따라서 성공적인 원조사업을 위해서는 추진과정과 사후관리에 모니터링 및 평가, 피드백, 평가결과에 대한 공여국과 수원국의 상호학습, 이들을 총괄적으로 포함하는 적응적 관리의 도입이 필요하다. 사업 추진 및 관리에 대한 적응적 관리는 대상 시스템이 포함된 사회-경제시스템, 자연시스템, 패러다임 및 목표 등이 변경됨에 따라 발생하는 시스템의 상태를 반영하여 대책을 수립한다. 계획은 전략을 유형화하고 다양한 시나리오를 바탕으로 수립된 정책과 제도를 통하여 실행된다. 계획의 실행 기간 동안 대상 시스템의 상태를 계속적으로 모니터링 하면서 실행 결과를 검토하며, 주기적으로 실행 결과를 평가하여 계획을 수정 및 보완한다. 적응적 관리는 미국의 여러 지역에서 수자원 개발 및 관리에 적용이 되고 있으며, 미국의 플로리다 에버그레이드 생태시스템의 복원 프로그램, 루지애나의 해안 생태계 복원 계획, 미시시피강 상류와 미조리강 시스템 등에 적용되고 있다. 또한, 수운과 홍수조절 프로젝트와 같은 미국 공병단 수자원 사업에 적응적 관리가 적극적으로 적용되고 있다(PAMRS, 2004).

적응적 관리에서는 각 단계의 상태 및 성과에 대한 평가가 중요한 요소들 중의 하나이며, 장기적으로 수행되는 사업은 불확실성이 높은 요인들에 의해 영향을 받으며, 사업의 결과가 목표를 달성하는 방향으로 추진되고 있는 가를 주기적으로 평가하여 사업의 비젼, 목표, 목적 등을 효율적이고 효과적으로 달성할 필요가 있다. 이와 같은 평가는 추진단계별로 시행되며, 각 단계의 상태를 평가하여 문제점들을 파악하고 이를 해결하기 위한 대책을 추진하거나 계획 및 목표를 변경한다. 따라서 각 단계별 상태 평가와 문제점 파악은 향후 추진될 단계의 추진여부와 추진방향 수립에 중요한 요인으로 작용한다. 성과평가(Performance Evaluation)는 달성된 성과와 목표를 비교하여 사업 활동

의 효율성 및 효과성을 평가하는 것이며, 사업의 성과를 세부기준별 평가지표를 사용하여 평가하며, 계량 및 비계량 지표를 사용한다. 사업 성과는 예산, 인력, 시간 등의 투입과 이를 사용하여 사업목표를 달성하기 위해 추진되는 활동 및 수행과 같은 과정을 거쳐 달성된다. 특히 사업의 효과성은 사업의 목표 및 목적을 달성한 정도를 평가하는 결과평과의 평가항목이며, 다양한 성과지표를 사용하여 산출물과 결과를 초기에 수립된 목표와 목적과 비교하여 나타낼 수 있다.

위와 같은 적응적 관리와 성과평가가 한국의 원조사업에 도입되면, 제안된 한국형 농업용수 공급 및 관리 프로그램은 국내·외 정황과 변화들을 반영하여 주기적으로 재검토되어야 하며, 평가결과들은 한국의 ODA 정책의 기본 요소로 활용될 수 있다. 또한 적절한 성과지표를 사용하여 KOICA 원조사업을 평가하고 목표 및 목적의 달성정도와 원칙 준수여부를 파악하여 원조사업의 문제점을 파악할 필요가 있다(한국국제협력단, 2008). 이와 같은 과정을 통해 추출된 교훈들은 새로운 원조사업에 반영될 수 있으며, 학습시간과 비용을 절감시켜 다음 원조사업의 효과성을 높일 수 있다. 따라서 한국의 원조사업에 적응적 관리 개념의 도입이 필요하며, 효과적인 평가지표 및 체크리스크와 평가기법을 사용하여 사업 추진 단계별 평가와 성과평가를 통한 사후관리가 필요하다.

한국형 농촌개발 모델에 관련된 연구는 여러 차례 시행된 바가 있으나(정기환 등, 2008; 정기환 등 2011), 프로그램의 성공적인 추진을 위한 구체적인 프로세스가 제시되지 않았으며, 과거 사업들에 대한 사후평가와 이들의 원조사업에 대한 적용가능 여부에 대한 고찰이 미흡한 실정이다. 한국형 농업용수 공급 및 관리 프로그램은 한국 상황에서 성공한 사례들을 반영하여 개발된 것이므로 수원국에 적용하기 위해서는 현지의 사회-경제시스템, 자연 및 환경, 문화, 법 및 제도 등에 맞도록 현지화(Localization)하는 작업이 필요하다. 또한 국제원조사업에는 다양한 요소들이 관련되어 있으며, 이들은 복잡하게 얽혀있기 때

문에 이로 인해 발생하는 문제들을 해결하고 한국형 모델을 성공적으로 적용하기 위해서는 공여국, 수원국, 국제기구 등과 같은 참여자들이 동일한 맥락으로 목표달성을 위해 효과적으로 프로그램을 수행하기 위한 프레임워크(framework), 추진전략, 구체적인 시행프로세스가 필요하다.

프레임워크는 복잡한 문제를 해결하기 위해 사용되는 기본 개념 구조로서 문제해결의 목표 및 목적, 원칙, 방안, 결과의 평가 및 반영 등으로 구성된다. 최근 여러 분야에서 사회-경제시스템의 영향을 고려한 프레임워크들이 개발되고 있으며, 이에 기반하여 실행계획을 수립하고 관련 문제들을 해결하려는 접근방법이 도입되고 있다. 추진전략은 수립된 비젼과 목표을 달성하기 위해 필요한 포괄적인 방법론이며, 이를 구체화시키기 위한 것이 시행프로세스이다.

Achet와 Fleming(2006)은 네팔의 유역관리 경험으로부터 얻은 교훈, 사회 및 제도적 학습, 유역관리 프로그램 평가 등에 기반한 유역관리 프레임워크를 제안한 바가 있다. 이 프레임워크는 자연자원관리와 유역보전을 위하여 논리적이고 일관된 계획의 수립과 실행결과의 평가에 유용하게 사용될 수 있도록 개발되었다. ISDR(International Strategy for Disaster Reduction)은 국가와 공동체의 회복력 구축과 위험에 대한 취약성의 저감을 목표로 하는 재해저감전략을 국제사회에서 공동으로 추진하기 위해서 효고 프레임워크를 제시한 바가 있다. 국제사회는 이 프레임워크를 공유하면서 재해저감을 위해 국제적인 네트워크를 형성하여 실행계획들을 지속적으로 실천하고 있다(ISDR, 2007). 강민구(2009)는 보다 객관적으로 국내 홍수관리의 발전방향을 수립하기 위하여 수자원전문가들에 대한 설문조사를 실시하였으며, 이를 바탕으로 국내 정황에서 효과적인 홍수관리를 시행하기 위한 프레임워크와 시행프로세스를 제시한 바가 있다.

따라서 복잡한 국제적 정황과 공여국 및 수원국의 정황을 고려하여 한국형 농업용수 공급 및 관리 원조 프로그램을 성공적으로 추진하기

위해서는 추진전략과 시행프로세스를 포함한 프레임워크의 개발이 필요하다. 또한 새로운 패러다임, 원조 목표 및 목적, 원조원칙 등에 근거하여 개발된 프레임워크를 기존 사업들의 평가에 적용하여 이들의 문제점들을 파악하고 향후 발전방향을 수립할 필요가 있다.

1.2 연구의 목표

국제적 원조사업의 패라다임 변화로 인해 원조분업이 예상되고 있는 정황에서 한국의 농업용수 공급 및 관리 원조 프로그램이 선진 공여국보다 비교우위에 있기 위해서는 공여국 및 수원국의 정황을 정확히 파악하고 현지에 적합한 프로그램을 개발하여 적용해야 하며, 성공적인 원조목표를 달성하기 위한 공동협력이 이뤄져야 한다. 이를 위해서는 비젼, 목표 및 목적, 원칙 등이 필요하며, 이들을 달성하기 위한 프레임워크 및 프로세서에 대한 국제적인 합의가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 [그림 1]과 같은 세부목표를 달성하면서 농업용수 공급 및 관리 원조 프로그램 추진을 위한 프레임워크를 개발하고 이를 기시행된 사업들의 평가에 적용하여 새로운 패러다임에 부합하기 위한 원조사업의 발전방향을 수립한다.

세 부 목 표

○ 농업용수 공급 및 관리 원조와 관련된 국내·외 정황 분석 및 기존 사업의 사후평가를 통한 교훈 추출

○ 최신 기술 동향 분석을 통한 국별 원조전략(CAS) 수립에 활용할 수 있는 농업용수 공급 및 관리와 관련된 최신 정보 생성

○ 농업용수 공급 및 관리 원조 프로그램 추진 프레임워크 (추진전략, 시행프로세스, 평가지표 및 체크리스트) 개발

○ 개발된 프레임워크를 이용한 기존 사업들의 평가와 발전 방향 수립

○ CAS의 세부 프로그램 디자인을 위한 가이드라인 수립



최 종 목 표

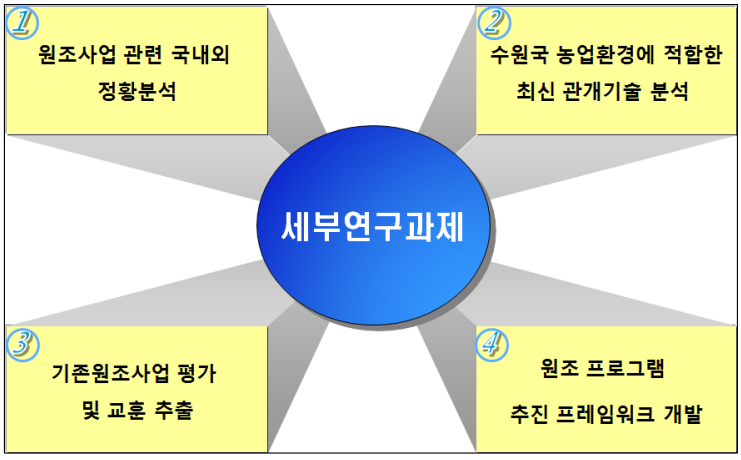
○ 한국형 농업용수 공급 및 관리 원조 프로그램 추진 프레임워크 개발과 원조사업 발전방향 수립

[그림 1] 연구 세부 목표 및 최종 목표

1.3 연구의 내용

본 연구의 내용은 원조사업 관련 국내·외 정황분석, 수원국 농업환경에 적합한 최신 관개기술 분석, 기존 농업용수 관련사업의 평가

및 교훈 추출, 원조 프로그램 추진 프레임워크 개발로 구분된다. 원조사업 관련 국내·외 정황분석에서는 원조사업 관련 국내·외 정황의 다차원적 분석, 국제사회의 원조 프로그램 동향 분석, 선진국 원조 프로그램 패러다임 분석 결과가 제시되었다. 수원국 농업환경에 적합한 최신 관개기술 분석에서는 수원국 농업환경, 선진국의 최신 관개기술, 물부족국가에 적합한 관개기술, 지속가능한 농업에 적합한 관개기술, 인터넷 보급 국가에 적합한 관개기술, 대체에너지를 이용한 관개기술 등을 분석한 결과를 제시하였다. 기존 농업용수 관련사업의 평가 및 교훈 추출에서는 한국 농업용수 공급 및 관리 사업의 성공요인과 국내·외 농업용수 공급 및 관리 원조 사업 평가 결과를 제시하였다. 원조 프로그램 추진 프레임워크 개발에서는 원조 프로그램 추진을 위한 개념적 프레임워크, 평가지표 및 체크리스트, 프로그램 모듈을 제시하였으며, 원조 프로그램 프레임워크를 적용하여 기존 사업을 평가한 결과를 제시하였다.



[그림 2] 세부연구과제

1.4 연구방법

연구목표를 달성하기 위하여 연구과정을 문헌 수집 및 고찰, 원조

프레임워크 개발, 적용 및 결과 분석, 모델제안 등으로 구분한 접근방법을 도입하였다. 1단계인 문헌 수집 및 고찰 단계에서는 국제적 원조사업의 패러다임 분석과 국내·외 정황파악, 과거 사업들의 사후평가를 고찰하여 교훈을 추출한다. 2단계인 원조 프레임워크 개발 단계에서는 프로그램을 효과적으로 추진하기 위한 프레임워크를 개발하고 추진전략, 시행프로세스, 체크리스트, 프로그램 모듈 등과 같은 구성요소들을 개발한다. 3단계인 적용 및 결과 분석 단계에서는 기시행된 사업을 개발된 프레임워크를 적용하여 평가하고 발전방향을 수립한다.

연구목표를 달성하기 위해서 다양한 문헌고찰과 체계적인 분류, 프레임워크의 적용성 향상, 연구결과의 실용화 등과 같은 연구추진 전략을 수립하였다. 연구목표를 달성하기 위해서 국제적인 원조 패러다임 파악을 위한 문헌고찰, 기시행된 사업들에 대한 고찰, 공여국 및 수원국의 정황 분석 등이 필요하며, 이들을 체계적으로 분류하고 정리하도록 하였다. 원조 프로그램의 효과적인 수행을 위해서는 국제적 패러다임에 부합하는 프레임워크가 필요하며 수집된 문헌들을 고찰한 결과를 활용하여 프레임워크를 개발하도록 하였다. 또한 연구결과의 실용화를 위해서 개발된 프레임워크를 사용하여 기시행된 사업들을 평가하고 적용방법을 제시하도록 하였다.

제 2장 농업용수 공급 및 관리 개요

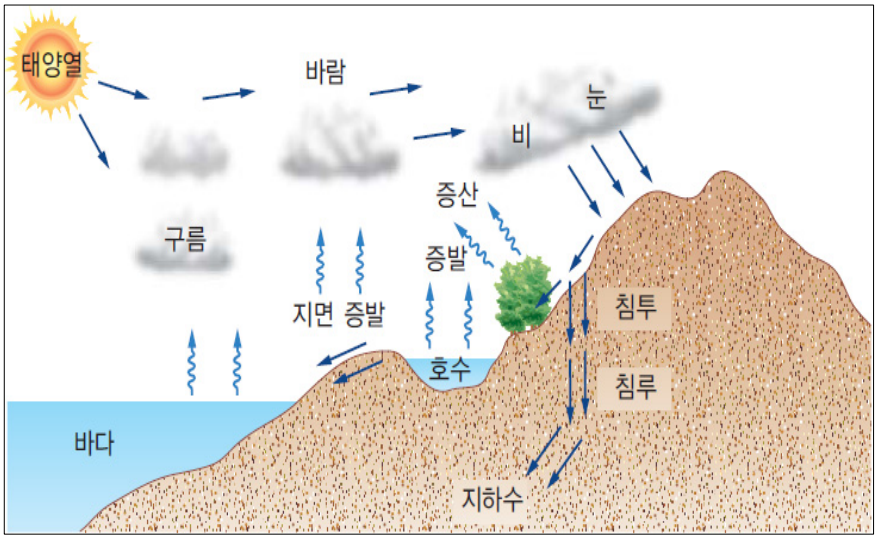
2.1 농업용수 및 수자원의 개요

2.1.1 물의 순환과정

물의 순환은 물이 지표면이나 바다로부터 증발하여 습한 공기기단을 형성한 후 적합한 조건이 형성되면 강수를 초래하고 다시 육지로 이동하는 연속적인 과정이다. 구름으로부터 지표면으로 떨어지는 강수는 여러 경로를 통해 물의 순환과정을 따라 이동하게 된다. 강수 또는 강우의 일부는 떨어진 곳의 토양에 저류되어 증발을 통해 수증기로 변하거나, 식물조직을 통해 증산되어 대기 중으로 되돌아간다. 이는 물의 손실을 의미하며, 증발과 증산을 합하여 증발산이라 한다.

강수의 일부는 지표면흐름이나 유출을 통해 하천과 강으로 이동하게 된다. 지표면에 떨어진 강우의 일부는 침투를 통해 토양 속으로 이동하게 되고, 토양을 통해 침투된 강우는 침루를 통해 지하수위까지 내려가게 되며 이러한 지하수의 일부는 지하공간을 채우게 된다. 침투된 물의 일부는 증발하거나 지표면으로 다시 유출되어 흐르게 된다.

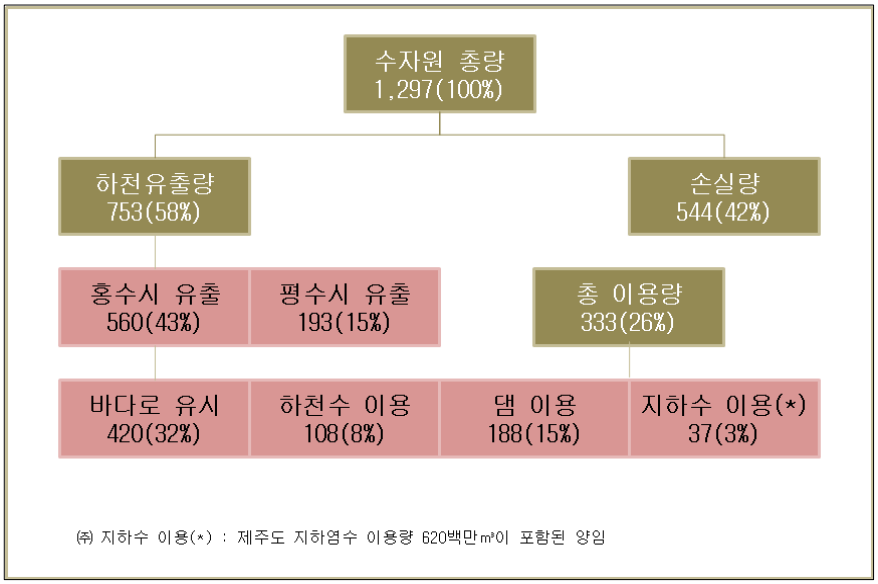
지표수 및 지하수는 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동하여 결국 바다로 유출되게 된다. 하지만 많은 양의 지표수 및 지하수는 증발 또는 증발산을 통해 대기로 되돌아가 자연적인 수문순환의 과정을 마무리한다. 강수는 수문순환의 주요 원동력이자 중요한 기후 인자가 된다. [그림 3]은 이러한 물의 순환과정을 보여주고 있다(이재수, 2006).



[그림 3] 물의 순환과정

2.1.2 국내 수자원 현황

다음 [그림 4]는 국내 수자원 현황을 나타내고 있는 그림이다. 현재 우리나라의 수자원 총량은 1,297억㎥/년이며, 그 중 증발산에 의해 손실되는 수자원량이 544억㎥/년(42%), 나머지 753억㎥/년(58%)의 수자원량은 하천을 통해 유출이 된다. 하지만 여름철에 집중된 강우로 인하여 홍수시 단시간에 강과 하천의 유량이 증가하며, 이로 인해 420억㎥/년(32%)의 많은 수자원량이 바다로 유실된다. 결론적으로 수자원의 총량 1,297억㎥/년 중 964억㎥/년(74%)의 많은 수자원량은 증발로 인한 손실과 바다로 유출되기 때문에 사실상 이용할 수 있는 수자원의 양은 544억㎥/년(26%)으로 면적이 적고 인구밀도가 높은 국내 상황을 고려해보면, 절대적으로 수자원이 부족한 실정이다.



[그림 4] 국내 수자원 현황

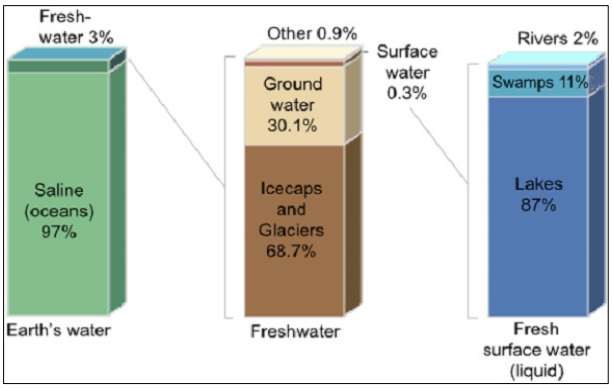
[표 1]은 국내 수자원의 사용용도를 나타낸 것으로써 앞에서 설명했던 총 이용량 333억㎥/년 중에서 하천유지용수 78억㎥/년을 제외하면 실제 이용량 255억㎥/년이다. 이 중 생활용수로 75억㎥/년을 사용하며, 공업용수로 21억㎥/년을 사용한다. 나머지 159억㎥/년은 농업용수로 사용하고 있으며 실제 이용량 255억㎥/년을 백분율 했을 때 농업용수가 차지하는 비율은 62%이다. 그 만큼 국내에서 농업용수로 많은 양의 수자원이 사용된다는 것을 알 수 있다.

[표 1] 국내 수자원 사용용도

구 분	이 용 량(억㎥)	비 율(%)
계	255	100
생 활 용 수	75	30
공 업 용 수	21	8
농 업 용 수	159	62
유 지 용 수	78	

2.1.3 지구상 수자원의 분포 현황

지구상에 물은 [그림 5]와 같이 염수(바다) 97%, 담수 3%로 이루어져 있으며, 담수에는 지하수 30.1%, 만년설과 빙하가 68.7%, 지표면 0.3%, 기타 0.9%이고, 그 중 지표면에는 강 2%, 늪 11%, 호수 87%로 이루어졌다. 이 처럼 지구상에 수자원은 많으나 실제로 우리가 사용할 수 있는 수자원은 매우 제한적이고 양적으로도 매우 적은 것을 알 수 있다.



[그림 5] 지구상의 물 분포

2.2 농업용수 관련 통계 및 주요지표

2.2.1 재생가능한 수자원(Renewable Water Resources)

우리에게 수자원으로 공급되는 강수의 모든 양을 활용할 수 없다. 즉 강수의 지역적 편차와 계절적 편차는 수자원을 활용하는 입장에서 매우 열악한 조건을 제시하게 된다. 따라서 총 강수량 중에서 실질적으로 이용가능한 수자원을 재생가능한 수자원(Renewable Water Resources)이라고 하며, [표 2]는 국가별 국민 1인당 연간 재생가능한 수자원을 나타낸 것으로써 161개국 중 이 지표가 가장 높은 국가는 아

이슬란드로 국민 1인당 연간 재생가능한 수자원량이 624,535㎥이며, 가장 낮은 국가는 몰타로 국민 1인당 연간 재생가능한 수자원량은 82㎥이다. 그리고 OECD회원국가 중 가장 낮은 국가는 이스라엘 389㎥이며, 우리나라에 국민 1인당 연간 재생가능한 수자원은 1,472㎥로 134위로써 영국, 벨기에 등과 함께 물 부족 국가로 분류되고 있다. 이는 국토면적에 비해 인구밀도가 높아 이와 같은 낮은 순위의 결과로 나타났다.

[표 2] 국가별 국민 1인당 재생가능한 수자원

Ranking	국가	1995		Ranking	국가	1995	
		Population (thousands)	Per capita water availability (㎥)			Population (thousands)	Per capita water availability (㎥)
1	Iceland	269	624,535	30	Colombia	35,814	29,877
2	Suriname	427	468,384	31	Namibia	1,536	29,622
3	Congo	2,593	320,864	32	Argentina	34,768	28,590
4	Guyana	830	290,361	33	Costa Rica	3,424	27,745
5	Papua New Guinea	4,301	186,236	34	Ecuador	11460	27,400
6	Gabon	1,076	152,416	35	Guinea-Bissau	1,069	25,257
7	Solomon Islands	378	118,254	36	Bulgaria	8,509	24,092
8	Liberia	2,123	109,279	37	Myanmar	45,106	23,988
9	Canada	29,402	98,667	38	Madagascar	14,874	22,657
10	New Zealand	3,561	91,828	39	Malaysia	20,140	22,642
11	Norway	4,332	90,489	40	Zaire	45,453	22,419
12	Belize	213	75,117	41	Finland	5,107	22,126
13	Equatorial Guinea	400	75,000	42	Sweden	8,788	20,482
14	Paraguay	4,828	65,037	43	Cameroon	13,192	20,315
15	Venezuela	21,844	60,291	44	Bangladesh	118,229	19,936
16	Laos	4,882	55,305	45	Australia	17,866	19,198
17	Panama	2,631	54,732	46	Turkmenistan	4,075	17,669
18	Bhutan	1,770	53,672	47	Tajikistan	5,828	17,382
19	Cambodia	10,024	49,691	48	Angola	10,816	17,012
20	Central African Rep.	2,929	48,139	49	Zambia	8,081	14,355
21	Brazil	159,015	43,707	50	Ireland	3,546	14,100
22	Nicaragua	4,123	42,445	51	Kyrgyzstan	4,460	13,834
23	Bolivia	7,414	40,464	52	Croatia	4,505	13,629
24	Uruguay	3,186	38,920	53	Latvia	2,536	13,407
25	Sierra Leone	4,195	38,141	54	Indonesia	197,460	12,813
26	Fiji	784	36,416	55	Luxembourg	407	12,285
27	Chile	14,210	32,935	56	Mozambique	17,260	12,051
28	Guinea	7,349	30,752	57	Hungary	10,106	11,874
29	Russian Federation	148,460	30,298	58	Estonia	1,488	11,828

Ranking	국가	1995		Ranking	국가	1995	
		Population (thousands)	Per capita water availability (㎥)			Population (thousands)	Per capita water availability (㎥)
59	Austria	8,045	11,224	89	Senegal	8,312	4,740
60	Honduras	5,654	11,213	90	Ukraine	51,757	4,463
61	Guatemala	10,621	10,922	91	Azerbaijan	7,531	4,379
62	Botswana	1,450	10,138	92	Japan	125,068	4,374
63	Kazakhstan	16,817	10,073	93	Trinidad and Tobago	1,287	3,963
64	Mongolia	2,463	9,988	94	Mexico	91,145	3,921
65	United States	267,115	9,277	95	Djibouti	601	3,827
66	Romania	22,728	9,152	96	Syria	14,203	3,780
67	Nepal	21,456	7,923	97	Armenia	3,632	3,654
68	Gambia	1,111	7,201	98	Niger	9,151	3,552
69	Belarus	10,352	7,129	99	Pakistan	136,257	3,435
70	Portugal	9,815	7,091	100	France	58,104	3,408
71	Switzerland	7,166	6,977	101	Jamaica	2,468	3,363
72	Chad	6,335	6,788	102	Uganda	19,689	3,352
73	Lithuania	3,736	6,478	103	El Salvador	5,662	3,347
74	Albania	3,383	6,296	104	Turkey	60,838	3,174
75	Mali	10,795	6,207	105	Cuba	10,964	3,147
76	Netherlands	15,482	5,813	106	Moldova	4,437	3,088
77	Slovakia	5,338	5,770	107	Thailand	58,242	3,073
78	Sudan	26,707	5,766	108	Ghana	17,338	3,068
79	Uzbekistan	22,762	5,694	109	North korea	22,097	3,032
80	Côte d'Ivoire	13,694	5,674	110	Tanzania	30,026	2,964
81	Czech Republic	10,263	5,671	111	Togo	4,085	2,938
82	Greece	10,454	5,610	112	Italy	57,204	2,919
83	Iraq	20,095	5,434	113	Spain	39,627	2,809
84	Swaziland	857	5,251	114	Eritrea	3,171	2,775
85	Vietnam	73,793	5,095	115	Burkina Faso	10,479	2,672
86	Mauritania	2,274	5,013	116	Lesotho	2,027	2,565
87	Benin	5,409	4,770	117	Dominican Republic	7823	2,557
88	Philippines	67,839	4,761	118	Afghanistan	19,661	2,543

Ran king	국가	1995		Ran king	국가	1995	
		Population (thousands)	Per capita water availability (㎥)			Population (thousands)	Per capita water availability (㎥)
119	Nigeria	111,721	2,506	141	South Africa	41,465	1,206
120	Denmark	5,223	2,489	142	Morocco	26,524	1,131
121	Sri Lanka	17,928	2,410	143	Kenya	27,150	1,112
122	China	1,220,224	2,295	144	Egypt	62,096	936
123	India	929,005	2,244	145	United Arab Emirates	2,210	902
124	Germany	81,594	2,096	146	Oman	2,207	874
125	Mauritius	1,117	1,970	147	Cape Verde	386	777
126	Ethiopia	56,404	1,950	148	Burundi	6,064	594
127	Malawi	9,673	1,933	149	Algeria	28,109	527
128	Lebanon	3,009	1,854	150	Tunisia	8,987	434
129	Zimbabwe	11,190	1,787	151	Israel	5,525	389
130	Iran	68,365	1,719	152	Yemen	15,027	346
131	Peru	23,532	1,700	153	Jordan	5,373	318
132	Comoros	612	1,667	154	Saudi Arabia	18,255	249
133	Haiti	7,124	1,544	155	Barbados	261	192
134	South Korea	44,909	1,472	156	Singapore	3,327	180
135	Poland	38,557	1,458	157	Bahrain	557	162
136	Somalia	9,491	1,422	158	Libya	5,407	111
137	Belgium	10,127	1,234	159	Kuwait	1,691	95
138	United Kingdom	58,079	1,222	160	Qatar	548	91
139	Rwanda	5,184	1,215	161	Malta	367	82
140	Cyprus	745	1,208				

▨(음영처리된 부분) : OECD 국가

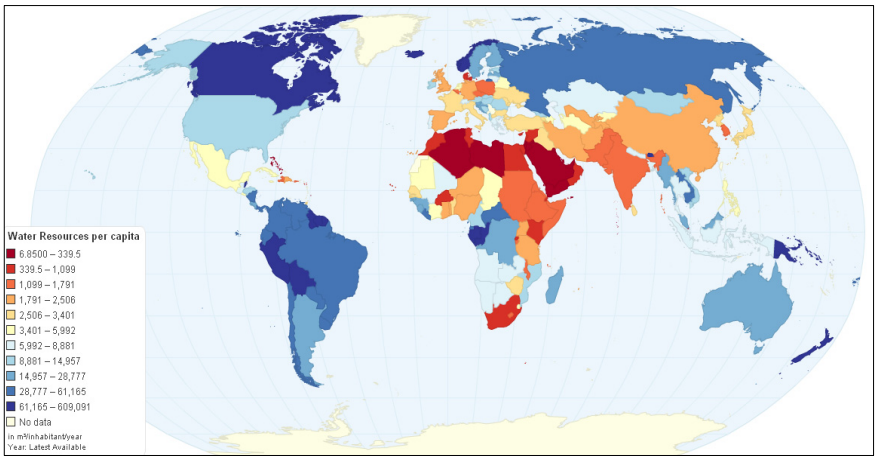
[표 3]은 [표 2] 국가별 1인당 수자원에서 KOICA에서 지원하는 수원국을 대상으로 정리하여 나타내었다. KOICA 수원국 중 국민 1인당 재생가능한 수자원이 많은 국가는 콩고(320,864㎥), 파푸아뉴기니(186,236㎥), 파라과이(65,037㎥) 순이며, 반대로 적은 국가는 튀니지(434㎥), 요르단(318㎥), 리비아(111㎥) 순으로 나타났다.

[표 3] KOICA 수원국별 국민 1인당 연간 재생가능한 수자원량

Ranking	국가	1995		Ranking	국가	1995	
		Population (thousands)	Per capita water availability (㎥)			Population (thousands)	Per capita water availability (㎥)
3	Congo	2,593	320,864	91	Azerbaijan	7,531	4,379
7	Solomon Islands	378	118,254	99	Pakistan	136,257	3,435
14	Paraguay	4,828	65,037	102	Uganda	19,689	3,352
16	Laos	4,882	55,305	103	El Salvador	5,662	3,347
19	Cambodia	10,024	49,691	108	Ghana	17,338	3,068
23	Bolivia	7,414	40,464	110	Tanzania	30,026	2,964
30	Colombia	35,814	29,877	118	Afghanistan	19,661	2,543
34	Ecuador	11460	27,400	119	Nigeria	111,721	2,506
37	Myanmar	45,106	23,988	121	Sri Lanka	17,928	2,410
43	Cameroon	13,192	20,315	122	China	1,220,224	2,295
44	Bangladesh	118,229	19,936	126	Ethiopia	56,404	1,950
54	Indonesia	197,460	12,813	131	Peru	23,532	1,700
56	Mozambique	17,260	12,051	133	Haiti	7,124	1,544
61	Guatemala	10,621	10,922	139	Rwanda	5,184	1,215
64	Mongolia	2,463	9,988	142	Morocco	26,524	1,131
67	Nepal	21,456	7,923	143	Kenya	27,150	1,112
79	Uzbekistan	22,762	5,694	144	Egypt	62,096	936
83	Iraq	20,095	5,434	149	Algeria	28,109	527
85	Vietnam	73,793	5,095	150	Tunisia	8,987	434
88	Philippines	67,839	4,761	153	Jordan	5,373	318
89	Senegal	8,312	4,740				

[그림 6]은 [표 3]의 지표를 지도로 나타낸 것으로써 국민 1인당 연간 재생 가능한 수자원량이 아프리카대륙에서 알제리(527㎥)와 리비아(111㎥)지역이 매우 낮으며, 중동에서는 사우디아라비아(249㎥)와 예멘(346㎥)지역이고, 유럽대륙에서는 덴마크(2,489㎥)가 낮은 것을 알 수 있다. 반면 국민 1인당 재생가능 수자원량이 높은 곳은 아메리카 대륙에서 캐나다(98,667㎥)와 페루(1,700㎥)가 높으며, 아프리카대륙에서는 가봉(152,416㎥)이 높으며, 오세아니아대륙에서는 파푸아뉴기니와 뉴질

랜드(91,828㎥)가 1인당 재생가능 수자원량이 많은 것으로 나타났다.



[그림 6] 국가별 국민 1인당 재생가능 수자원량 (m^3/인구/year)

2.2.2 물빈곤지수 (WPI, Water Poverty Index)

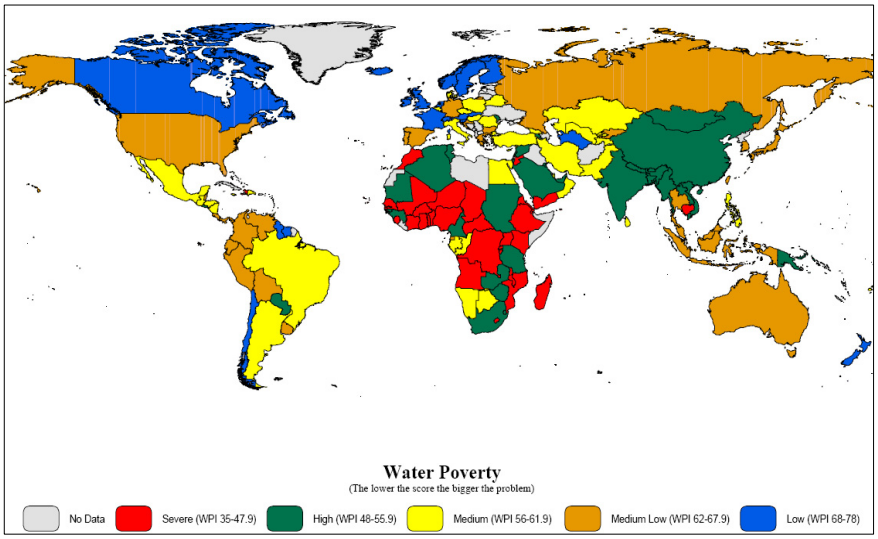
물빈곤지수 (WPI, Water Poverty Index)란 UN산하 23개 담수관련 기관이 참여해 구성한 'UN세계물평가계획(World Water Assessment Programme: WWAP)'이 2003년 3월 세계물포럼에서 '민중을 위한 물, 생명을 위한 물(Water for People, Water for Life)'라는 보고서에서 제시한 지수이다.

물 빈곤지수는 영국의 키일대학교 연구자들이 주도해 작성한 것으로, 수자원의 양(Resource), 수자원 배분의 공평성(Accsss), 수자원 이용능력(Capacity), 수자원 이용의 효율성(Use), 물환경의 건전성(Environment)에 각각 점수를 매기는 방식으로 구성되어 있다. Sullivan과 동료들(2003)은 "물 빈곤 지수"를 개발하여 물리적인 물 이용가능성과 인간이 물을 이용하는 정도와 생태적 완전성의 유지를 모두 함께 고려하고자 했다. 이 지수는 물에 대한 접근, 수량과 수질과 변이성, 가정과 농업과 산업 목적의 물 이용, 물 관리 역량, 환경 측면 등 다섯 가지 영역의 요소들을 평가한다.

물 빈곤 지수는 물 부족과 물 이용 가능성이 물리적 이용가능성 뿐만 아니라 경제적, 사회적, 환경적인 측면과 연계시키는 포괄성 측면에서 장점이 있지만 복잡하고 직관적이지 못하다는 점이 한계다. 이 지수는 스리랑카, 탄자니아, 남아프리카공화국 등의 지역사회 수준에 적용되었다. 물 빈곤 지수는 그 복잡성 때문에 Falkenmark 지표 대신 널리 사용되기는 쉽지 않을 것으로 전망된다(Rijsberman, 2006).

각각의 구성요소를 전체 국가에 대한 상대적 순위를 나타냄으로써 지표값을 구하는데, 요소를 지수에 반영하는 기본적인 계산방법은 정규화된 순위를 구하는 것이다. 즉, 개별 국가의 값에서 최저치를 나타낸 국가의 값을 뺀 것을 최고치를 나타낸 국가의 값과 최저치를 나타낸 국가의 값의 차이로 나누어 구한다. 이 계산과정을 통해 지표는 0에서 1 사이의 값이 되며, 여기에 20을 곱하고 다섯 개 요소값을 더하면 각 나라별로 물부족 지수는 0에서 100사이의 값을 가지게 된다.

이 분석에 의하면, 우리나라는 수자원 양의 부족과 물 환경의 지속가능성에서는 낮은 점수를 받았으나, 나머지 항목에서는 비교적 높은 점수를 받아 147개국에서 43번째의 순위를 기록하고 또한 아프리카 지역에 순위가 높은 것을 알 수 있다.



[그림 7] 물빈곤지수의 국가간 비교

각각의 구성요소를 전체 국가에 대한 상대적 순위를 나타냄으로써 지표값을 구하는데, 요소를 지수에 반영하는 기본적인 계산방법은 정규화된 순위를 구하는 것이다. 즉 개별 국가의 값에서 최저치를 나타낸 국가의 값을 뺀 것을 최고치를 나타낸 국가의 값과 최저치를 나타낸 국가의 값의 차이로 나누어 구한다. 이 계산과정을 통해 지표는 0에서 1 사이의 값이 되며, 여기에 20을 곱하고 다섯 개 요소값을 더하면 각 나라별로 물부족 지수는 0에서 100사이의 값을 가지게 된다.

이 분석에 의하면, 우리나라는 수자원 양의 부족과 물 환경의 지속가능성에서는 낮은 점수를 받았으나, 나머지 항목에서는 비교적 높은 점수를 받아 147개국에서 43번째의 순위를 기록하고 있다.

1) 자원(Resource)

이 요소는 내부 수자원량과 외부로부터 유입되는 수자원량의 두 하위요소로 구성되어 있다. 너무 높은 값들로 인한 왜곡을 피하기 위해 둘은 모두 로그값으로 계산되며, 인구당 수자원량으로 계산된다. 외부로부터 유입되는 수자원량은 50%만을 반영하는데 외부 수자원량은 한

나라의 물 공급에서 내부에서 발생하는 수자원량에 비해 안정성이 낮기 때문이다. 자원지수는 물 이용가능성을 나타내는 가장 기본적인 지표이다. 이용가능성에 영향을 주는 다른 중요한 요인들로 자원의 확실성 혹은 가변성(reliability or variability of the resource)을 들 수 있다. 이 요인은 반드시 포함되어야 하는데 자원의 가변성이 높을수록 실제로 사용되는 총 자원의 비율이 줄어들기 때문이다. 그러나 국가적 차원에서 수자원의 가변성을 나타낼 수 있는 지표를 찾을 수가 없어서 이 요인은 고려되지 못하였다. 마지막으로 수질 역시 수자원의 이용가능성에 영향을 미치는 중요한 요인이다. 수질을 나타내는 자료도 확보되지만, 이는 환경요소에 포함시켰고, 중복을 피하기 위해서 자원요소에는 포함시키지 않았다.

2) 물에 대한 접근성 (Access)

이 지표에는 다음의 세가지 구성요소가 있다.

(1) 전체 국민 중 안전한 물을 얻을 수 있는 인구의 비율
(2) 전체 국민 중 위생에 접근할 수 있는 인구의 비율
(3) 관개의 필요성이 충족되는 농지의 비율

관개의 필요성이 충족되는 농지의 비율은 경작 가능한 전체 농지 중에서 내부 수자원에 의해 관개하고 있는 농지의 비율로 계산하였다. 그러나 비가 적당히 내리는 나라에서는 관개비율은 무의미하므로 우선 관개를 필요로 하는 농지의 면적을 추정하는 것이 필요하다. 연간 300㎜의 강수량만 있으면 관개가 필요 없는 것으로 가정한 다음, 각 나라의 연간 강수량을 300㎜의 비율로 표시한다. 경작되는 농지 중 관개되는 농지의 비율을 강수량 비율ü없는 하면 원하는 관개 필요성의 충족도가 도출된다. 이 충족도가 100% 이상이면 이 값을 무시한다. 물론 이 지표는 과도한 단순화의 위험을 가지고 있으며, 특히 국토가 넓어서 국가 내의 각 지역마다 강수 특성이 다른 경우에는 사실을 왜곡할 가능성이 높다. 식량 생산을 위한 농업용수의 이용가능성이 가정용 소

비만큼이나 중요하다는 점을 염두에 두고, 기본적인 물과 위생시설의 필요성이 얼마나 충족되고 있는지를 나타내기 위해 이 지표가 만들어졌다.

3) 이용능력 (Capacity)

이 지표에는 다음과 같은 네가지 구성요소가 있다.

(1) 1인당 GDP의 로그값(GDP per Capita, PPP US$)

1인당 평균소득을 화폐의 구매력으로 조정한 값이다. 이 값은 흔히 각 나라들의 생활수준을 나타내는 지표로 많이 사용된다. 너무 높은 값이 가져오는 왜곡을 막기 위해 로그값을 이용했다.

(2) 5세 이하 영아 사망률(출생한 1,000명의 아이 중 5세 미만에 사망하는 아이들의 비율) : 각 나라의 건강상태를 잘 나타내 주는 지표이다. 이 지표가 깨끗한 물을 이용할 수 있는 정도와 밀접한 관련이 있다.

(3) 2001 인류발전보고서(유엔개발계획 발간)에 의한 교육지수

(4) 지니계수(Gini coefficient) : 한 사회의 소득불평등을 나타내는 것으로 유명한 경제학 지수로, 로렌츠 곡선에 의해 계산된다. 지니계수를 얻을 수 없는 나라에 대해서는 앞의 세 요소만 고려한다. 수자원의 접근 가능성에 영향을 주는 사회, 경제적 요인을 반영하기 위해 이 지표를 고려했으며, 이 지수는 수자원 접근 가능성과 평등의 정도를 반영한다. 지니계수를 반영한 것은 수자원 접근 가능성에서의 불평등 정도가 소득불평등정도와 비례한다고 가정했기 때문이다.

4) 이용량 (Use)

(1) 가정용수 이용량(1인당 연간 이용량) : 1인당 1일 50ℓ가 개발도상국의 경우 합당한 달성목표로 간주했다. 여기서는 50ℓ와 150ℓ의 평균을 잡고 양 방향 모두에 낮은 점수를 매기는 방식을 채택했다. 50ℓ 미만의 물을 이용하면 그 이용량이 적을수록 낮은 점수를 받고, 150ℓ를 초과하는 물을 이용하면 그 이용량이 많을수록 낮은 점수를 받는

다. 왜냐하면 150ℓ를 초과하여 사용한다는 것은 물을 낭비한다는 것으로써 향후 물부족에 시달릴 수 있기 때문이다.

(2) 산업용수 이용량(1인당, 연간) : 여기서는 GDP 중 산업부문 기여도가 물 이용량 중 산업용수 이용량으로 나누어진다. 이 지표의 평균값은 0.5이다. 이보다 높은 나라는 1에 가까운 값을 가지고, 평균(m)보다 낮은 나라는 0에 가까운 값을 가진다. 이 지표는 물 이용의 효율성을 개략적으로 나타내 준다.

(3) 농업용수 이용량(1인당, 연간) : 산업용수 이용량과 같은 방식으로 계산된다.

5) 환경(Environment)

물 공급과 관리에 영향을 미치는 환경지표들을 고려할 수 있도록 이 지표를 설정했다. 여기에 사용된 지표들은 모두 ESI(Environmental Sustainability Index)에도 들어 있는 것들이다. 이 지표들은 수질이나 물 압박 등을 포함한다. 또한 물과 환경의 문제가 한 나라의 정책이나 규제 등에서 얼마나 중요시 되는가를 나타내는 지표도 포함되어 있다. 이 지표는 다음의 5개의 지표로 구성되어 있다.

(1) 수질 지수(Index of Water Quality) : 용존산소 농도, 인농도, 부유물질(Suspended Solids), 전기전도도(Electrical Conductivity)

(2) 물 압박 지수(Index of Water Stress) : 농지 1 헥타아르당 비료 소비량, 경작지 1 헥타아르당 농약 사용량, 이용가능한 담수 당 산업 유기오염물질, 심각한 물 압박 하에 있는 국토의 비율(ESI의 정의)

(3) 규제와 관리 능력 지수(Index of Regulation and Management Capacity) : 환경규제의 강도, 환경규제의 혁신성, 전체 국토 중 보호상태에 있는 토지의 비율, 환경영향평가 항목의 개수

(4) 정보력 지수(Index of Informational Capacity) : 국민들이 지속가능한 개발에 대한 정보를 얻을 수 있는 정도, 환경보호를 위한 전략과 행동

계획이 얼마나 잘 짜여 있는지 정도, ESI에 열거된 지표들 중에서 국제자료에 공표된 지표의 개수

(5) 종다양성 지수(Index of Biodiversity) : 포유류와 조류 중 멸종위기에 처한 종의 비율

물빈곤지수를 산출하기 위해 각 구성요소별로 사용된 자료는 다음 표와 같다.

[표 4] 물 부족지수 산출에 사용되는 자료

물부족 지수 구성요소	사용된 자료
자원	내부 담수 유량 외부에서 유입되는 물량 인구
물에 대한 접근	깨끗한 물을 이용하는 인구의 비율 위생시설을 이용하는 인구의 비율 관개의 필요성 충족도
이용 능력	1인당 GDP 5세미만 유아 사망률 교육률 소득배분의 공평성을 나타내는 지니계수
이용 효율성	1일 가정용수 사용량 산업용수 비율과 제조업이 GDP에서 차지하는 비율 농업용수 비율과 농업이 GDP에서 차지하는 비율
환경	수질 물 오염도 환경규제와 관리 정보의 투명성 멸종위기 종에 근거한 종의 다양성

[표 5] 국가별 물빈곤 지수(WPI)

Ranking	국가	WPI	Ranking	국가	WPI
1	Finland	78	47	Gabon	62
2	Canada	78	48	Hungary	61
3	Iceland	77	49	Denmark	61
4	Norway	77	50	Brazil	61
5	Guyana	76	51	Czech Rep.	61
6	Suriname	75	52	Argentina	61
7	Austria	75	53	Italy	61
8	Ireland	73	54	Belarus	61
9	Sweden	72	55	Uzbekistan	61
10	Switzerland	72	56	Belgium	61
11	United Kingdom	72	57	Philippines	61
12	Slovakia	71	58	Iran	60
13	Turkmenistan	70	59	Honduras	60
14	New Zealand	69	60	Georgia	60
15	Slovenia	69	61	Namibia	60
16	Chile	69	62	Mauritius	60
17	Netherlands	69	63	Dominican Rep.	59
18	France	68	64	Oman	59
19	Croatia	68	65	Tajikistan	59
20	Equatorial Guinea	68	66	Guatemala	59
21	Malaysia	67	67	Trinidad and Tobago	59
22	Ecuador	67	68	Romania	59
23	Uruguay	67	69	Kazakhstan	58
24	Costa Rica	67	70	Nicaragua	58
25	Panama	67	71	Egypt	58
26	Belize	66	72	Pakistan	58
27	Barbados	66	73	Jamaica	58
28	Colombia	66	74	Mexico	58
29	Greece	66	75	Congo (Rep.)	57
30	Portugal	65	76	Qatar	57
31	USA	65	77	Botswana	57
32	Venezuela	65	78	Turkey	57
33	Indonesia	65	79	Poland	56
34	Japan	65	80	Singapore	56
35	Germany	65	81	Sri Lanka	56
36	Thailand	64	82	Bahrain	56
37	Peru	64	83	Bhutan	56
38	Kyrgyzstan	64	84	El Salvador	56
39	Spain	64	85	Paraguay	56
40	Russia	63	86	Lebanon	56
41	Bolivia	63	87	Syria	55
42	Bulgaria	63	88	Mongolia	55
43	Korea (Rep.)	62	89	Papua New Guinea	55
44	Australia	62	90	Nepal	54
45	Fiji	62	91	Bangladesh	54
46	Cyprus	62	92	Myanmar	54

[표 5] 계속

Ranking	국가	WPI	Ranking	국가	WPI
93	Israel	54	121	Congo DR (ex-Zaire)	46
94	Armenia	54	122	Togo	46
95	Cameroon	54	123	Côte d'Ivoire	46
96	Kuwait	54	124	Ghana	45
97	Laos	54	125	Senegal	45
98	Zimbabwe	53	126	Mozambique	45
99	Swaziland	53	127	Comoros	44
100	India	53	128	Central African Rep.	44
101	Saudi Arabia	53	129	Uganda	44
102	Vietnam	52	130	Nigeria	44
103	South Africa	52	131	Yemen	44
104	United Arab Emirates	52	132	Lesotho	43
105	Guinea	52	133	Sierra Leone	42
106	China	51	134	Burkina Faso	42
107	Tunisia	51	135	Angola	41
108	Zambia	50	136	Cape Verde	41
109	Mauritania	50	137	Mali	41
110	Algeria	50	138	Burundi	40
111	Sudan	49	139	Rwanda	39
112	Moldova	49	140	Benin	39
113	Gambia	48	141	Chad	39
114	Tanzania	48	142	Djibouti	38
115	Guinea-Bissau	48	143	Malawi	38
116	Madagascar	48	144	Eritrea	37
117	Kenya	47	145	Ethiopia	35
118	Jordan	46	146	Niger	35
119	Cambodia	46	147	Haiti	35
120	Morocco	46			

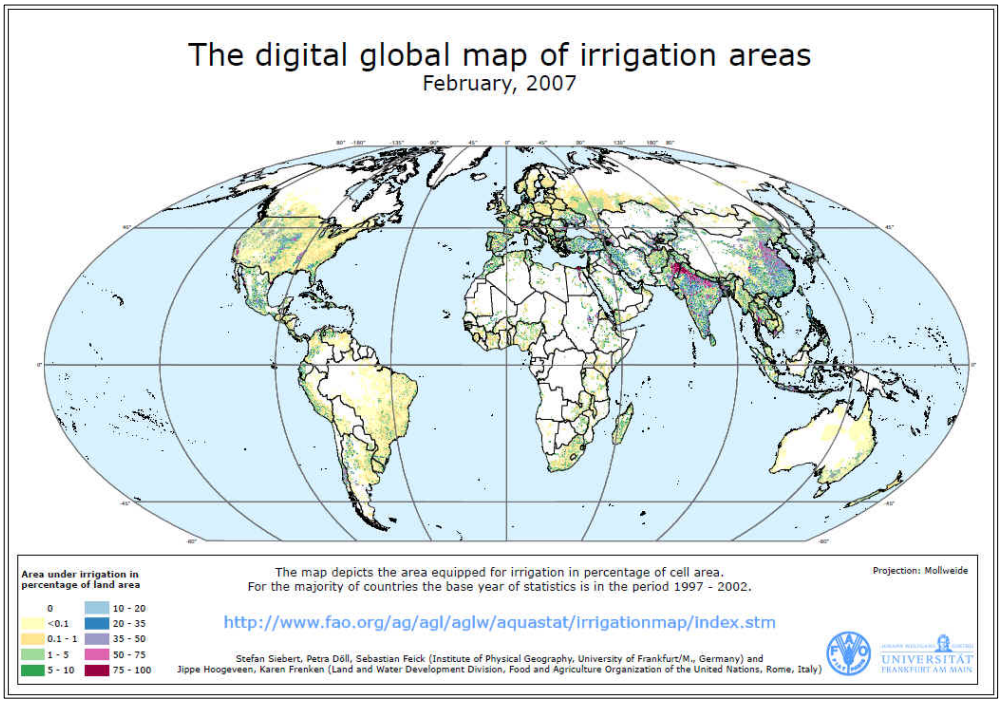
▨(음영처리된 부분) : OECD 국가

[표 6] KOICA 수원국별 물빈곤 지수(WPI)

Ranking	국가	WPI	Ranking	국가	WPI
22	Ecuador	67	102	Vietnam	52
28	Colombia	66	106	China	51
33	Indonesia	65	107	Tunisia	51
37	Peru	64	110	Algeria	50
41	Bolivia	63	114	Tanzania	48
55	Uzbekistan	61	117	Kenya	47
57	Philippines	61	118	Jordan	46
66	Guatemala	59	119	Cambodia	46
71	Egypt	58	120	Morocco	46
72	Pakistan	58	121	Congo DR (ex-Zaire)	46
81	Sri Lanka	56	124	Ghana	45
84	El Salvador	56	125	Senegal	45
85	Paraguay	56	126	Mozambique	45
88	Mongolia	55	129	Uganda	44
90	Nepal	54	130	Nigeria	44
91	Bangladesh	54	139	Rwanda	39
92	Myanmar	54	145	Ethiopia	35
95	Cameroon	54	147	Haiti	35
97	Laos	54			

2.2.3 전세계 농지면적 현황

[그림 8]은 전세계 국가별 국토면적대비 농지면적 비율 현황을 나타낸 것으로 북아메리카대륙은 캐나다지역이 북극의 영향과 많은 산림지역으로 국토면적에 비해 농지면적 비율이 현저히 낮다. 또한 유럽대륙에서는 러시아지역이 산악지대이며, 기후 또한 영하로 떨어지는 지역이 많아 국토면적에 비하여 농지면적이 적다. 아시아대륙에서는 중국의 고비사막과 서부지역의 사막으로 인해 국토면적이 가장 크지만 농지면적은 적은 것으로 나타나고, 그 외 아프리카대륙과 오세아니아대륙의 호주 또한 사막에 의해 국토면적보다 농지면적이 매우 적은 것으로 나타난다.



[그림 8] 전세계 국가별 국토면적대비 농지면적 비율 현황

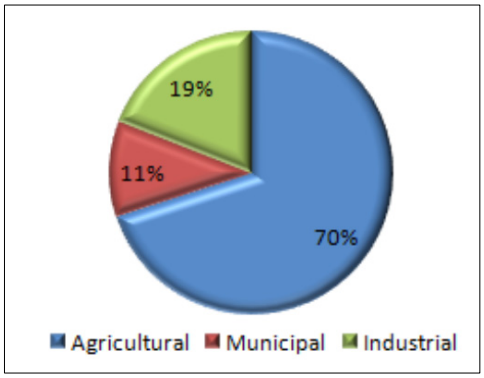
[표 7]은 대륙별 농지면적 현황으로써 전세계의 농지면적은 133700㎢이며, 그 중 아프리카(30046㎢), 아메리카(40157㎢), 아시아(32417㎢), 유럽(23007㎢), 오세아니아(8074㎢)순으로 나타난다. 대륙별 농지면적은 아메리카가 가장 크며, 오세아니아의 5배 정도의 농지면적을 보유한 것으로 나타난다.

[표 7] 대륙별 농지면적 현황

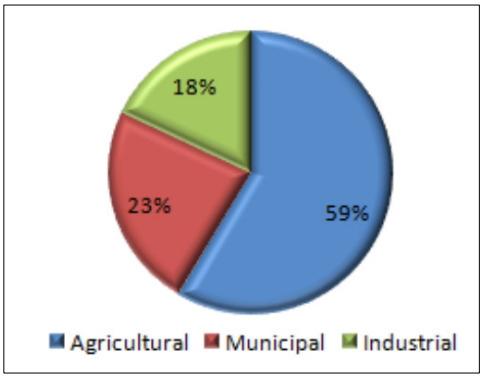
Continent Regions / Subregions	Population			Area			GDP	
	Total (1000 inh)	Density (inh/㎢)	% of econ. active pop. In agricult	Total (1000ha)	Culti-vated (%)	cult./ pop. ec. act. in agric (ha)	Per capita in 2008 (US$/ cap)	value added by agricult (%)
World	6,741,605	50	41	13,370,063	12	1.2	8,813	4
Africa	981,127	33	54	3,004,568	8	1.2	1,592	16
Northern Africa	163,969	29	24	575,289	5	2	3,434	11
Sub-Saharan Africa	817,158	34	59	2,429,279	9	1.1	1,222	18
Americas	919,615	23	10	4,015,671	10	8.7	21,657	2
Northern America	453,480	21	5	2,158,108	12	23	36,805	1
Central America and Caribbean	81,246	108	24	75,134	20	1.9	3,820	7
Southern America	384,889	22	14	1,782,429	7	4.8	7,574	7
Asia	4,081,022	126	52	3,241,673	18	0.6	3,805	8
Middle East	296,556	45	21	656,510	10	2.9	8,242	6
Central Asia	87,214	19	31	465,513	9	3.6	2,272	12
Europe	732,396	32	6	2,300,711	13	12.8	29,026	2
Western and Central Europe	524,777	107	5	488 875	26	9.7	36,777	2
Eastern Europe	207,619	11	9	1,811,836	9	16.8	9,434	5
Oceania	27,445	3	7	807,440	6	46.3	21,657	4
Australia and New Zealand	25,304	3	5	800,893	6	72.5	45,286	4
Other Pacific Islands	2,141	33	41	6,547	9	1.7	2,847	16

2.2.4 전세계 농업용수 사용량

[그림 9]는 전세계 목적별 물 사용량 비율을 나타낸 것으로써 목적별 사용되는 비율은 농업용수 70%, 생활용수 11%, 공업용수 19%로 농업용수가 차지하는 비율이 매우 높다. 이러한 통계는 각 국가별로 상당한 차이를 나타내고 있으며, [그림 10]은 국가별로 평균한 목적별 물 사용량을 나타낸 것으로써 농업용수 59%, 생활용수 23%, 공업용수 18%로 농업용수로 사용되는 물의 양이 월등히 많다.



[그림 9] 전 세계 목적별 물 사용량 비율



[그림 10] 국가별 평균 물 사용량

대륙별 농업용수 사용량은 [표 8]과 같으며, 전세계 총취수량(withdrawal)은 3,856㎦/year이다. 이 중 생활용수 429㎦/year, 공업용수 723㎦/year, 농업용수 2710㎦/year으로 나누어지며, 전 세계적으로 농업용수에 사용양이 많은 것을 알 수 있다. 대륙별로 농업용수를 많이 사용하는 대륙순서로는 아시아(2012㎦/year), 아메리카(385㎦/year), 아프리카(184㎦/year), 유럽(109㎦/year), 오세아니아(19㎦/year)순으로 나타난다. 농업용수 사용량이 많은 아시아와 오세아니아의 차이는 106배 정도이며, 아시아가 세계 농업용수 사용량의 74%로 높은 이용률을 나타내고 있다.

[표 8] 대륙별 농업용수 사용량(2003)

Continent Regions / Subregions	Total withdrawal by sector						Total water withdrawal ** (㎦/year)	Total freshwater withdrawal (㎦/year)	Freshwater withdrawal as % of IRWR
	Municipal		Industrial		Agricultural				
	㎦/year	%	㎦/year	%	㎦/year	%			
World	429	11	723	19	2,710	70	3,862	3,856	9
Africa	21	10	9	4	184	86	215	215	5
Northern Africa	9	9	5	6	80	85	94	94	201
Americas	126	16	280	35	385	49	791	790	4
Northern America	88	15	256	43	258	43	603	602	10
Central America and Caribbean	6	26	2	11	15	64	24	24	3
Southern America	32	19	21	13	112	68	165	165	1
Asia	217	9	227	9	2,012	82	2,456	2,451	20
Middle East	25	9	20	7	227	83	271	268	55
Central Asia	5	3	8	5	150	92	163	162	61
Europe	61	16	204	55	109	29	374	374	6
Western and Central Europe	42	16	149	56	75	28	265	265	13
Eastern Europe	19	18	56	51	35	32	110.0	110.0	2
Oceania	5	17	3	10	19	73	26	26	
Australia and New Zealand	5	17	3	10	19	73	26	26	
Other Pacific Islands	0.01	14	0.01	14	0.05	71	0.1	0.1	0.1

[표 9]는 대륙별 관개농지 현황을 나타내고 있으며, 전세계의 관개 면적은 1970년에 167.9ha에서 2009년 300.9ha으로 증가한 것을 볼 수 있으며, 관개를 하기 위한 총 관개 면적으로는 2009년을 기준으로 300.9ha이고, 지하수 이용 면적은 112.9ha로 총 37.5%를 이용 가능하다.

대륙별로는 관개 및 경작지를 갖추고 있는 지역 비율이 높은 대륙 순서로는 아시아(211.8 ha), 아메리카(48.9ha), 유럽(22.7만ha), 아프리카(13.6ha), 오세아니아(4.0ha) 순으로 나타난다. 이 중 면적이 넓은 아시아의 경우 지하수 이용 면적은 80.6ha로 총 38.0%이다. 면적이 적은 오세아니아의 경우 지하수 이용 면적은 0.9ha로 총 23.9%로 아시아와 8.5% 비율 차이가 나지만, 지하수 이용 면적으로는 79.7ha의 차이가 난다.

[표 9] 대륙별 관개농지 현황

Continent Regions / Subregions / year	Total area equipped for irrigation (million ha)			By groundwater		Total irrigation %of cultivated land		
				Area	% of total			
	1970	1990	2009	2009	2009	1970	1990	2009
World	167.9	245.7	300.9	112.9	37.5	11.8	16.2	19.7
Africa	8.4	11.0	13.6	2.5	18.5	4.7	5.4	5.4
Northern Africa	4.4	5.1	6.4	2.1	32.8	18.4	19.2	22.7
Sub-Saharan Africa	4.1	5.9	7.2	0.4	5.8	2.6	3.3	3.2
Americas	26.6	38.5	48.9	21.6	44.1	7.2	9.9	12.4
Northern America	20.0	27.2	35.5	19.1	54.0	7.5	10.2	14.0
Central America and Caribbean	0.9	1.7	1.9	0.7	36.3	7.8	11.8	12.5
Southern America	5.7	9.6	11.6	1.7	14.9	6.3	8.7	9.1
Asia	116.2	168.4	211.8	80.6	38.0	23.3	30.3	39.1
Middle East	11.0	19.8	23.6	10.8	46.0	17.8	30.0	36.6
Central Asia	8.1	13.6	14.7	1.1	7.8	15.3	26.0	37.2
Southern and Eastern Asia	97.0	135.0	173.6	68.6	39.5	25.3	30.8	39.6
Europe	15.1	25.7	22.7	7.3	32.4	4.6	8	7.7
Western and Central Europe	10.8	17.7	17.8	6.9	38.6	7.4	12.8	14.2
Eastern Europe	4.3	8.0	4.9	0.5	10.1	2.3	4.4	2.9
Oceania	1.6	2.1	4.0	0.9	23.9	3.5	4.1	8.7
Australia and new Zealand	1.6	2.1	4.0	0.9	24.0	3.5	4.2	8.8
Other Pacific Islands	0.001	0.001	0.004	0.0	18.7	0.2	0.2	0.6

국가별 농업용수 사용량을 [표 10]으로 나타낸 것으로써 농업용수 사용량이 많은 국가는 인도(558.39㎦), 중국(426.85㎦), 파키스탄(162.65㎦), 태국(82.75㎦), 방글라데시(76.35㎦), 등의 순으로 나타난다. 이 중 사용량보다 더 농업용수를 필요한 나라로는 인도(303.24㎦), 중국(153.9㎦), 파키스탄(72.14㎦), 이집트(28.43㎦), 태국(24.83㎦), 등 의 순으로 나타난다. 이 결과 인도가 농업용수 558.39㎦을 사용하지만 303.24㎦ 더 요구하고 있으며, 중국도 426.85㎦의 사용량 보다 153.9㎦ 더 요구하고 있다.

우리나라의 경우 69.7㎦의 재생가능한 수자원 량 중 8.92㎦을 농업용수로 사용하며, 2.67㎦ 만큼의 사용량을 요구하고 있다.

[표 10] 국가별 농업용수 사용량(2000)

Country	Total renewable water resources (㎦) : (A)	Irrigation water requirements (㎦) : (B)	Water requirement ratio in (%) (B/C)	Water withdrawal for agriculture (㎦) : (C)	Water withdrawal as (%) of renewable water resources (C/A)
Afghanistan	65	8.78	38	22.84	35
Algeria	14.32	1.45	37	3.94	27
Angola	184	0.04	20	0.21	0
Argentina	814	3.43	16	21.52	3
Bangladesh	1210.644	19.09	25	76.35	6
Benin	24.8	0.06	30	0.19	1
Bolivia (Plurinational State of)	622.531	0.26	23	1.16	0
Botswana	14.4	0.02	30	0.06	0
Brazil	8233	6.21	17	36.63	0
Burkina Faso	12.5	0.21	30	0.69	5
Burundi	3.6	0.06	30	0.19	5
Cambodia	476.11	1.2	30	4	1
Cameroon	285.5	0.22	30	0.73	0
Chad	43	0.07	35	0.19	0
Chile	922	1.59	20	7.97	1
China	2829.569	153.9	36	426.85	15
Colombia	2132	1.23	25	4.92	0
Congo	832	0	30	0	0
Costa Rica	112.4	0.36	25	1.43	1
Côte d'Ivoire	81	0.17	28	0.6	1
Cuba	38.12	1.41	25	5.64	15
Democratic People´s Republic of Korea	77.135	1.49	30	4.96	6
Democratic Republic of the Congo	1283	0.03	30	0.11	0
Dominican Republic	20.995	0.56	25	2.24	11
Ecuador	432	2.67	19	13.96	3
Egypt	58.3	28.43	53	53.85	92
El Salvador	25.23	0.19	25	0.76	3
Eritrea	6.3	0.09	32	0.29	5
Ethiopia	110	0.56	22	2.47	2
Gabon	164	0.02	30	0.05	0
Gambia	8	0.01	30	0.02	0
Ghana	53.2	0.06	26	0.25	0
Guatemala	111.27	0.4	25	1.61	1
Guinea	226	0.41	30	1.36	1

[표 10] 계속

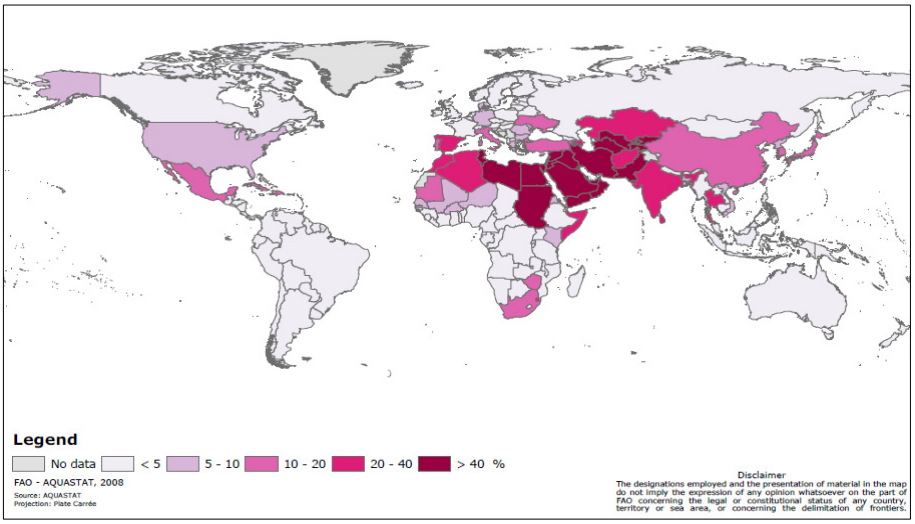
Country	Total renewable water resources (㎦) : (A)	Irrigation water requirements (㎦) : (B)	Water requirement ratio in (%) (B/C)	Water withdrawal for agriculture (㎦) : (C)	Water withdrawal as (%) of renewable water resources (C/A)
Guyana	241	0.45	28	1.6	1
Haiti	14.025	0.18	20	0.93	7
Honduras	95.929	0.17	25	0.69	1
India	1896.66	303.24	54	558.39	29
Indonesia	2838	21.49	28	75.6	3
Iran (Islamic Rep of)	137.51	21.06	32	66.23	48
Iraq	75.42	11.2	28	39.38	52
Jamaica	9.404	0.01	25	0.02	0
Jordan	0.88	0.29	39	0.76	86
Kenya	30.2	0.3	30	1.01	3
Lao People´s Democratic Republic	333.55	0.81	30	2.7	1
Lebanon	4.407	0.37	40	0.92	21
Libyan Arab Jamahiriya	0.6	2.56	60	4.27	712
Madagascar	337	3.58	25	14.31	4
Malawi	17.28	0.2	25	0.81	5
Malaysia	580	1.68	30	5.6	1
Mali	100	2.06	30	6.87	7
Mauritania	11.4	0.44	29	1.5	13
Mexico	457.222	18.53	31	60.34	13
Morocco	29	4.28	37	11.48	40
Mozambique	216.11	0.22	39	0.55	0
Myanmar	1045.601	9.79	30	32.64	3
Namibia	17.94	0.07	40	0.17	1
Nepal	210.2	2.45	25	9.82	5
Nicaragua	196.69	0.3	27	1.08	1
Niger	33.65	0.62	30	2.08	6
Nigeria	286.2	1.65	30	5.51	2
Pakistan	222.67	72.14	44	162.65	73
Panama	147.98	0.05	20	0.23	0
Paraguay	336	0.08	23	0.35	0
Peru	1913	5.07	31	16.42	1
Philippines	479	6.33	30	21.1	4
Republic of Korea	69.7	2.67	30	8.92	13
Rwanda	5.2	0.01	30	0.03	1
Saudi Arabia	2.4	6.68	43	15.42	643
Senegal	39.4	0.43	30	1.43	4
Sierra Leone	160	0.12	33	0.35	0

[표 10] 계속

Country	Total renewable water resources (㎦) : (A)	Irrigation water requirements (㎦) : (B)	Water requirement ratio in (%) (B/C)	Water withdrawal for agriculture (㎦) : (C)	Water withdrawal as (%) of renewable water resources (C/A)
Somalia	13.5	0.98	30	3.28	24
South Africa	50	2.34	21	11.12	22
Sri Lanka	50	2.92	24	12	24
Sudan	64.5	14.43	40	36.07	56
Suriname	122	0.18	30	0.62	1
Swaziland	4.51	0.12	16	0.76	17
Syrian Arab Republic	26.26	8.52	45	18.93	72
Thailand	409.944	24.83	30	82.75	20
Togo	14.7	0.02	30	0.08	1
Tunisia	4.56	1.21	54	2.23	49
Turkey	229.3	11.27	40	27.86	12
Uganda	66	0.03	30	0.12	0
United Republic of Tanzania	91	0.56	30	1.85	2
United Republic of Tanzania	91	0.56	30	1.85	2
Uruguay	139	0.66	22	3.03	2
Venezuela (Bolivarian Republic of)	1233.17	1.24	31	3.97	0
Viet Nam	891.21	15.18	31	48.62	5

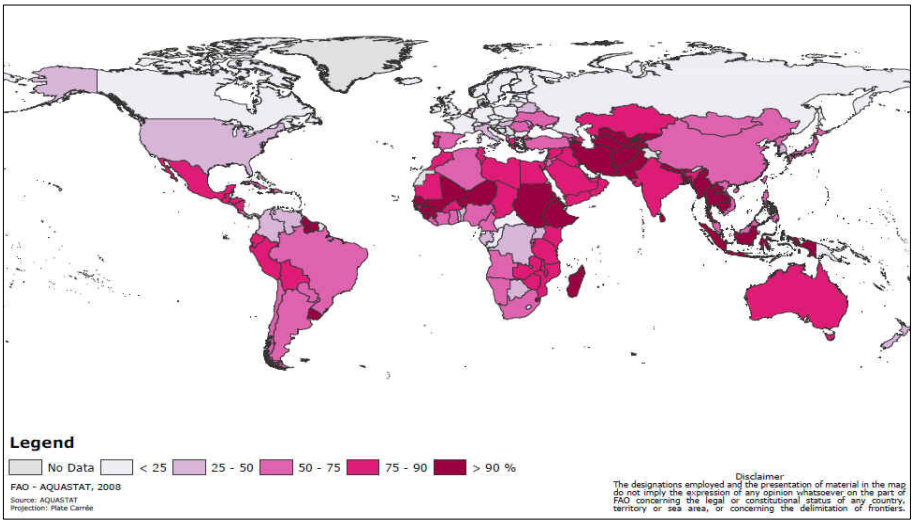
▨(음영 처리된 부분) : OECD 국가

[그림 11]은 국가별 농업용수로 활용되는 재생가능한 수자원 비율을 나타낸 것으로써 중동은 터키와 아프가니스탄을 제외한 지역이 매우 높으며, 북아프리카는 리비아와 이집트, 수단지역의 비율이 높은 것으로 나타난다. 아시아는 파키스탄과 카자흐스탄지역이 유럽은 에스파냐 지역, 남아메리카에는 멕시코와 과테말라지역의 농업용수로 활용되는 재생가능한 수자원 비율이 높게 나타나고 있다. 이 처럼 수자원 비율은 중동 지역과 북아프리카지역이 매우 높은 것을 알 수 있다.



[그림 11] 국가별 농업용수로 활용되는 재생가능한 수자원 비율 (2001)

[그림 11]은 국가별 수자원 사용량 중 농업용수 사용량 비율을 나타낸 것으로 써 여러 지역중 중동지역에 농업용수 사용량 비율이 전체적으로 높은 것으로 나타났으며, [그림 10]에 나타낸 농업용수로 활용되는 재생가능한 수자원량과 비교해서 보면 중동지역에 재생가능한 수자원 비율이 높고, 농업용수 사용량도 많은 지역임을 알 수 있다. 또한 반대로 호주는 재생가능한 수자원은 적은 반면, 농업용수 사용량은 많은 지역임을 알 수 있다. 이 처럼 [그림 10]과 [그림 11]을 비교해서 농업용수 시설에 필요한 지역과 불필요한 지역을 간략하게 파악할 수 있다.



[그림 12] 국가별 수자원 사용량(생활, 공업, 농업용수)중 농업용수 사용량 비율 (2001)

2.2.5 전세계 작물 생산량

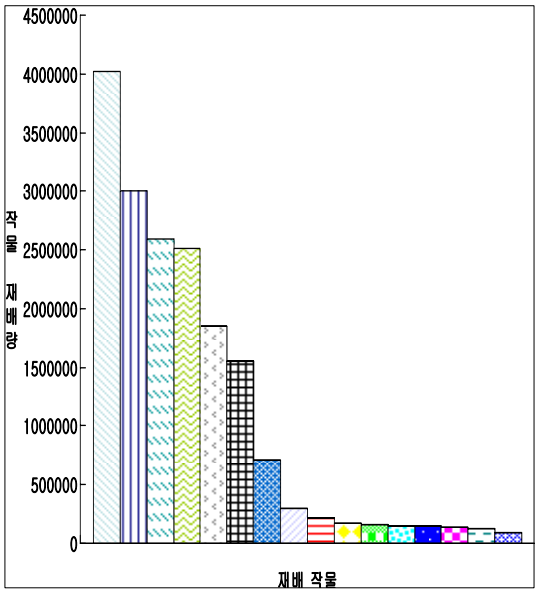
1) 주요 국가별 작물 생산량 및 작물계절(Crop calendar)

본 절에서는 KOICA사업 중 농업용수 관련 및 원조를 많이 받은 국가 20개국을 선정하여 국가별 작물생산 현황을 나타낸 것으로써 국가별로 많이 재배되는 작물을 순서대로 정리하여 나타내었다. 정리된 결과를 보게 되면 아시아 국가에서는 주로 벼와 사탕수수, 옥수수 및 각종 채소를 많이 재배하는 것으로 나타났으며, 아프리카 국가에서는 지역별로 다소의 차이를 보이고 있으나 주로 카사바, 옥수수, 마 등의 곡류를 주로 생산하는 것으로 나타났다.

중남미 국가에서는 사탕수수, 바나나, 벼 등의 곡물을 많이 재배하는 것으로 나타났으며, 열대지방 작물의 생산량이 많은 것으로 나타났다. 기타 KOICA의 지원국가에서는 주로 소맥, 감자류, 사탕무 등이 많이 재배되는 것으로 나타났으며, 주로 온대지방 작물 생산량이 많은 것으로 나타났다. 이 결과 20개국에서는 사탕수수, 벼, 카사바를 가장 많이 생산하는 것으로 나타났다.

(1) 아시아

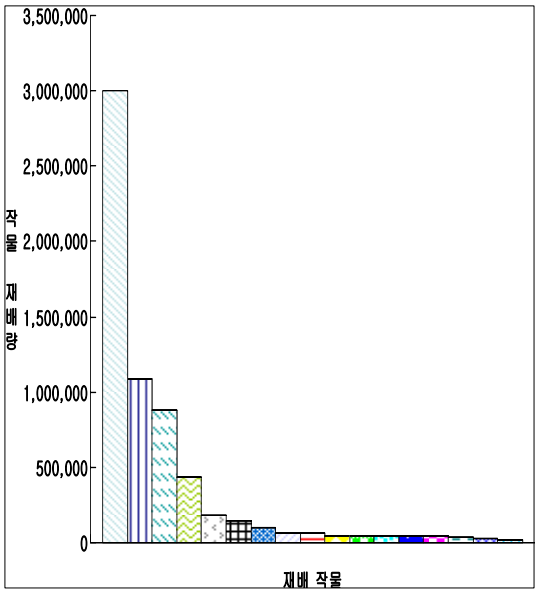
① 네팔(Lepal)



작물	재배량(MT)
Rice, paddy(벼)	4,023,820
Vegetables fresh nes(채소류)	3,003,820
Sugar cane(사탕수수)	2,592,500
Potatoes(감자류)	2,517,700
Maize(옥수수)	1,855,180
Wheat(소맥)	1,556,540
Fruit Fresh Nes(과일)	706,972
Millet(조)	299,523
Ginger(생강)	210,790
Tangerines, mandarins, clem(탄제린, 만다린, 클렘)	174,867
Mustard seed(겨자종실)	155,050
Lentils(렌즈콩)	151,757
Oilseeds, Nes(종유)	149,625
Roots and Tubers, nes(뿌리와 덩이줄기)	140,200
Mangoes, mangosteens, guavas(망고, 망고스틴, (구아바)	127,315
Bananas(바나나)	91,042

주요 작물	Irrigated area (1000ha)	Crop area as percentage of the total area equipped for irrigation by monet											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Wheat(소맥)	597	53	53	53	53	53						53	53
Rice(벼)	487						43	43	43	43	43		
Maize(옥수수)	54						5	5	5	5	5		
Sugar cane(사탕수수)	31	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Vegetables(채소류)	29							3	3	3	3	3	
Oil crops(기름감작물)	23	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
All irrigated crops (전체 관개 작물)	1221	57	57	57	57	57	55	55	55	55	55	57	57
Equipped for irrigation	1134												
Cropping intensity	108												

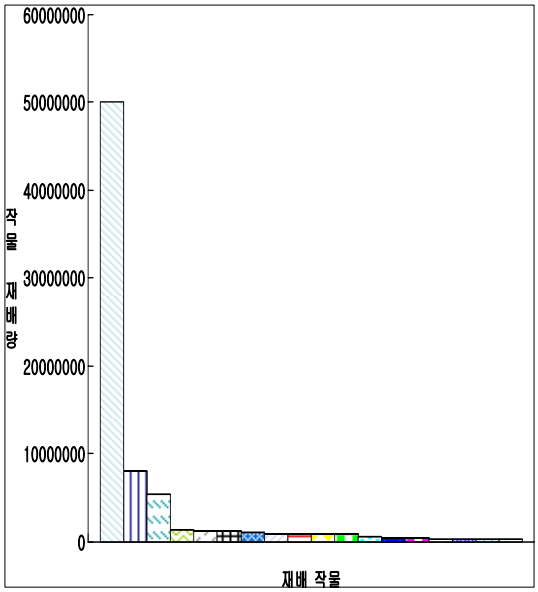
② 라오스(Lao)



작물	재배량(MT)
Rice, paddy(벼)	3,006,000
Maize(옥수수)	1,084,300
Vegetables fresh nes(채소류)	876,800
Sugar cane(사탕수수)	433,500
Sweet Potatoes(고구마)	174,900
Cassava(카사바)	140,100
Watermelons(수박)	101,800
Bananas(바나나)	60,500
Other melons (inc . cantaloupes)(멜론)	57,700
Coffee, green(커피)	47,200
Pineapples(파인애플)	44,600
Fruit Fresh Nes(과일)	44,400
Oranges(오렌지)	40,100
Potatoes(감자류)	40,000
Groundnuts, with shell(땅콩)	34,200
Tobacco, unmanufactured(담배)	29,100
Chillies and peppers, green(고추와 후추)	16,400

주요 작물	Irrigated area (1000ha)	Crop area as percentage of the total area equipped for irrigation by monet											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Rice(벼)	150												
Rice-one						48	48	48	48	48			
Rice-two		48	48								48	48	48
Sugarcane(사탕수수)	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Vegetables(채소류)	18	12	12								12	12	12
Citrus(감귤)	9	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Cotton(목화)	6	4	4						4	4	4	4	4
All irrigated crops (전체 관개 작물)	186	72	72	8	8	56	56	56	60	60	72	72	72
Equipped for irrigation	155												
Cropping intensity	120												

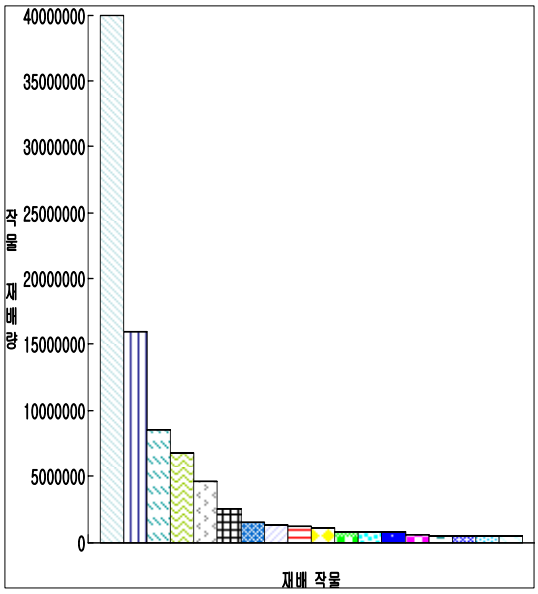
③ 방글라데시(Bangladesh)



작물	재배량(MT)
Rice, paddy(벼)	50,061,200
Potatoes(감자)	7,930,000
Sugar cane(사탕수수)	5,304,000
Vegetables fresh nes(채소류)	1,290,000
Jute(황마)	1,200,600
Fruit Fresh Nes(과일)	1,094,500
Mangoes, mangosteens, guavas(망고, 망고스틴, (구아바)	1,047,850
Wheat(소맥)	901,490
Maize(옥수수)	887,391
Onions, dry(양파)	872,081
Bananas(바나나)	818,254
Fruit Fresh Nes(과일)	490,000
Pumpkins, squash and gourds(호박, 저장호박, 뒤웅박)	351,739
Sugar crops, nes(당료작물)	314,976
Sweet potatoes(고구마)	306,633
Pineapples(파인애플)	234,493
Rapeseed(유채씨)	221,928
Cabbages and other brassicas(양배추 그리고 유채속)	219,958

주요 작물	Irrigated area (1000ha)	Crop area as percentage of the total area equipped for irrigation by monet											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Wheat(소밀)	342	9	9	9	9								9
Rice(벼)	5671												
Rice-one								76	76	76	76	76	
Rice-two		76	76	76	76								76
Potatoes(감자)	85	2	2	2	2								2
Sugarcane(사탕수수)	175	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Pulses(펄스)	29	1	1	1	1								1
Vegetables(채소류)	78	2	2	2	2								2
Rapeseed(유채씨)	51	1	1	1	1								1
All irrigated crops (전체 관개 작물)	6431	96	96	96	96	5	5	80	80	80	80	80	96
Equipped for irrigation	3751												
Cropping intensity	171												

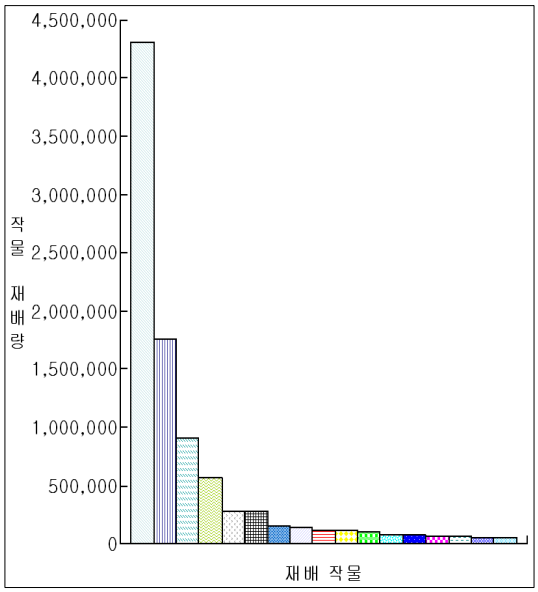
④ 베트남(Vietnam)



작물	재배량(MT)
Rice, paddy(벼)	39,988,900
Sugar cane(사탕수수)	15,946,800
Cassava(카사바)	8,521,670
Vegetables fresh nes(채소류)	6,732,700
Maize(옥수수)	4,606,800
Fruit Fresh Nes(과일)	2,564,500
Bananas(바나나)	1,481,400
Sweet potatoes(고구마)	1,317,060
Coconuts(코코넛)	1,179,900
Coffee, green(커피잎)	1,105,700
Cabbages and other brassicas(양배추 그리고 유채속)	778,000
Natural rubber(천연 고무)	754,482
Oranges(오렌지)	729,400
Mangoes, mangosteens, guavas(망고, 망고스틴, 구아바)	574,000
Groundnuts, with shell(땅콩)	485,792
Pineapples(파인애플)	477,200
Potatoes(감자)	446,200
Watermelons(수박)	416,400

주요 작물	Irrigated area (1000ha)	Crop area as percentage of the total area equipped for irrigation by monet											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Rice(벼)	4500												
Rice-one						75	75	75	75	75			
Rice-two		75	75								75	75	75
Maize(옥수수)	110	4	4								4	4	4
Sweet potatoes(고구마)	16	1	1								1	1	1
Sugar cane(사탕수수)	168	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Vegetables(채소류)	276	9	9								9	9	9
Bananas(바나나)	23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Citrus(감귤)	35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
All irrigated crops (전체 관개 작물)	5128	96	96	8	8	83	83	83	83	83	96	96	96
Equipped for irrigation	3000												
Cropping intensity	171												

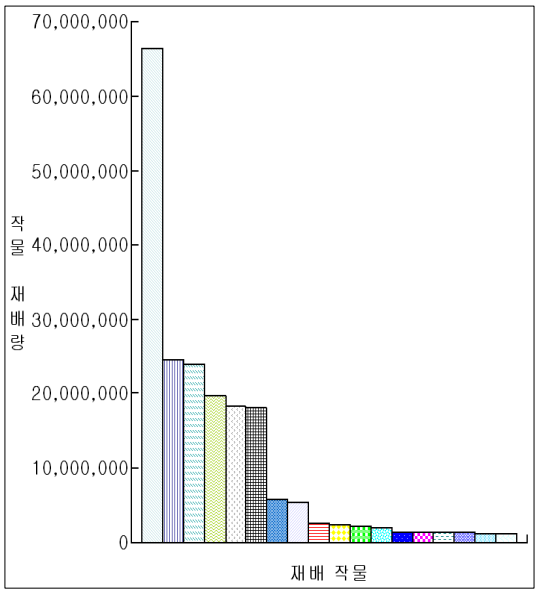
⑤ 스리랑카(Sri Lanka)



작물	재배량(MT)
Rice, paddy(벼)	4,300,620
Coconuts(코코넛)	1,761,680
Sugar cane(사탕수수)	914,850
Plantains(질경이)	572,420
Cassava(카사바)	282,760
Tea(차)	282,300
Maize(옥수수)	161,690
Natural rubber(천연 고무)	139,300
Onions, dry(양파)	120,740
Pumpkins, squash and gourds(호박, 저장호박, 뒤웅박)	119,440
Eggplants(aubergines)(가지)	107,300
Mangoes, mangosteens, guavas(망고, 망고스틴, 구아바)	86,580
Tomatoes(토마토)	75,330
Cabbages and other brassicas(양배추 그리고 유채속)	62,840
Vegetables fresh nes(채소류)	62,200
Fruit fresh Nes(과일류)	61,400
Pineapples(파인애플)	53,030

주요 작물	Irrigated area (1000ha)	Crop area as percentage of the total area equipped for irrigation by monet											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Rice(벼)	662												
Rice-one		58	58	58								58	58
Rice-two							58	58	58	58	58		
Sugar cane(사탕수수)	20	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Vegetables(채소류)	45						8	8	8	8	8		
Tobacco(담배)	5						1	1	1	1	1		
All irrigated crops (전체 관개 작물)	732	62	62	62	4	4	70	70	70	70	70	62	62
Equipped for irrigation	570												
Cropping intensity	128												

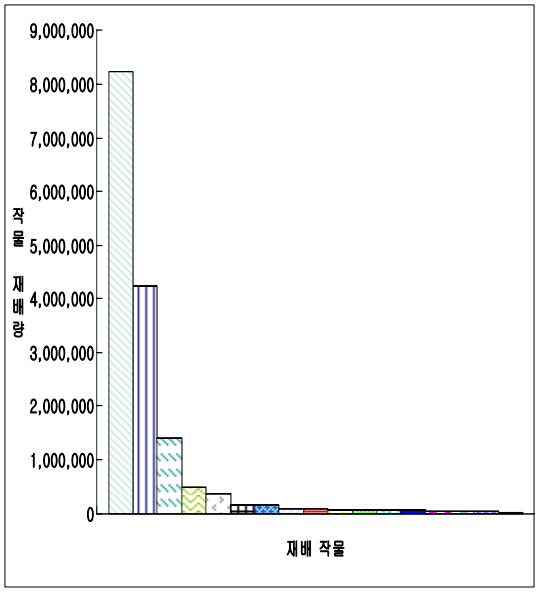
⑥ 인도네시아(Indonesia)



작물	재배량(MT)
Rice, paddy(벼)	66,469,400
Sugar cane(사탕수수)	24,450,000
Cassava(카사바)	23,918,100
Palm oil(팜 오일)	19,760,000
Maize(옥수수)	18,327,600
Coconuts(코코넛)	18,000,000
Bananas(바나나)	5,755,070
Palm kernels(야자 알맹이)	5,380,000
Natural rubber(천연 고무)	2,591,940
Fruit, tropical fresh nes(열대과일)	2,321,050
Sweet potatoes(고구마)	2,051,050
Oranges(오렌지)	2,028,900
Pineapples(파인애플)	1,406,450
Cabbages and other brassicas(양배추 그리고 유채속)	1,385,040
Chillies and peppers, green(칠레고추 그리고 후추)	1,332,360
Mangoes, mangosteens, guavas(망고, 망고스틴, 구아바)	1,287,290
Fruit Fresh Nes(과일)	1,204,000
Potatoes(감자)	1,060,810

주요 작물	Irrigated area (1000ha)	Crop area as percentage of the total area equipped for irrigation by monet											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Rice(벼)	1927	87	87	87	87								87
Maize(옥수수)	171							8	8	8	8	8	
Sugar cane(사탕수수)	181	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Pulses(펄스)	20							1	1	1	1	1	
Vegetables(채소류)	147							7	7	7	7	7	
Soybean(대두)	56							3	3	3	3	3	
All irrigated crops (전체 관개 작물)	2501	95	95	95	95	8	8	26	26	26	26	26	95
Equipped for irrigation	2214												
Cropping intensity	113												

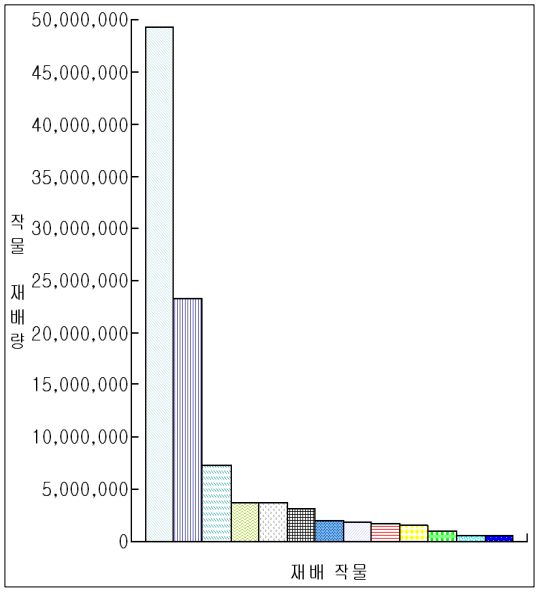
⑦ 캄보디아(Cambodia)



작물	재배량(MT)
Rice, paddy(벼)	8,245,320
Cassava(카사바)	4,247,420
Maize(옥수수)	1,411,540
Vegetables fresh nes(채소류)	480,300
Sugar cane(사탕수수)	365,555
Bananas(바나나)	159,000
Soybeans(대두)	156,589
Sweet Potatoes(고구마)	79,406
Coconuts(코코넛)	76,400
Beans, dry(콩)	71,220
Fruit Fresh Nes(과일)	60,700
Mangoes, mangosteens, guavas(망고, 망고스틴, 구아바)	56,000
Oranges(오렌지)	53,000
Roots and Tubers, nes(뿌리와 덩이줄기)	43,200
Natural rubber(천연 고무)	37,500
Sesame seed(깨)	29,916
Pineapples(파인애플)	22,000

주요 작물	Irrigated area (1000ha)	Crop area as percentage of the total area equipped for irrigation by monet											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Rice	313												
Rice-one						58	58	58	58	58			
Rice-two		58	58								58	58	58
Sugar cane	6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
All irrigated crops (전체 관개 작물)	319	60	60	2	2	60	60	60	60	60	60	60	60
Equipped for irrigation	269												
Cropping intensity	119												

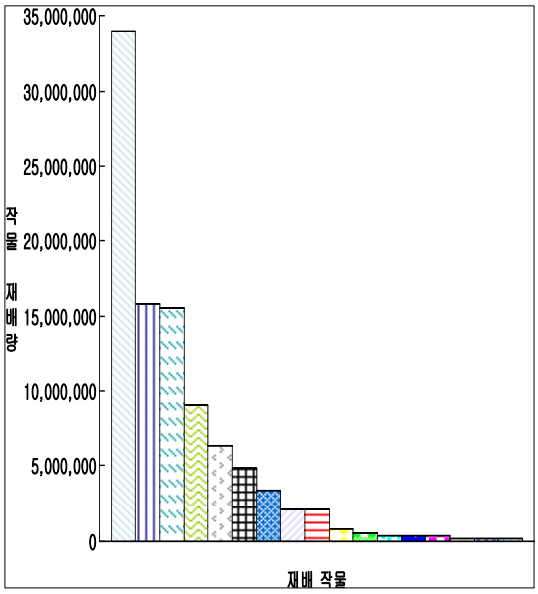
⑧ 파키스탄(Pakistan)



작물	재배량(MT)
Sugar cane(사탕수수)	49,372,900
Wheat(소맥)	23,310,800
Rice, paddy(벼)	7,235,000
Maize(옥수수)	3,707,000
Cottonseed()	3,700,000
Potatoes(감자)	3,141,500
Cotton lint(목화씨)	1,948,200
Mangoes, mangosteens, guavas(망고, 망고스틴, 구아바)	1,845,500
Onions, dry(양파)	1,701,100
Oranges(오렌지)	1,505,000
Vegetables fresh nes(채소류)	941,042
Chick peas(병아리콩)	561,500
Tangerines, mandarins, clem(탄제린, 만다린, 클렘)	559,000

주요 작물	Irrigated area (1000ha)	Crop area as percentage of the total area equipped for irrigation by monet											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Wheat(소맥)	7554	48	48	48	48	48						48	48
Rice(벼)	2419						15	15	15	15	15		
Maize(옥수수)	720						5	5	5	5	5		
Barley(보리)	100						1	1	1	1	1		
Millet(조)	105						1	1	1	1	1		
Sorghum(수수)	240						2	2	2	2	2		
Potatoes(감자)	90						1	1	1	1	1		
Sugar cane(사탕수수)	1059	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Pulses(펄스)	893						6	6	6	6	6		
Vegetables(채소류)	273						2	2	2	2	2		
Citrus(감귤)	197	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fruits(과실류)	374	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Rapeseed(유채씨)	262	2	2	2								2	2
Cotton(목화)	2955						19	19	19	19	19	19	19
Fodder(사료)	916	6	6	6								6	6
All irrigated crops (전체 관개 작물)	18157	66	66	66	58	58	60	60	60	60	60	85	85
Equipped for irrigation	15729												
Cropping intensity	115												

⑨ 필리핀(Philippines)

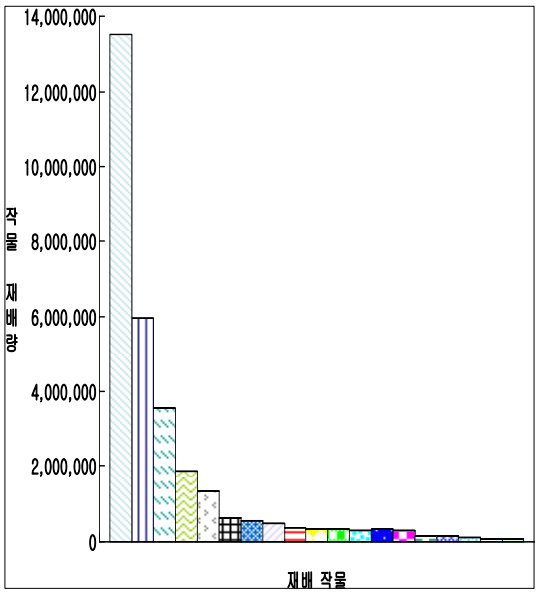


작물	재배량(MT)
Sugar cane(사탕수수)	34,000,000
Rice, paddy(벼)	15,771,700
Coconuts(코코넛)	15,540,000
Bananas(바나나)	9,101,340
Maize(옥수수)	6,376,800
Vegetables fresh nes(채소류)	4,842,200
Fruit, tropical fresh nes(열대성 과일)	3,341,600
Pineapples(파인애플)	2,169,230
Cassava(카사바)	2,101,270
Mangoes, mangosteens, guavas(망고, 망고스틴, 구아바)	825,676
Sweet Potatoes(고구마)	541,525
Natural rubber(천연 고무)	395,237
Pumpkins, squash and gourds(호박, 저장호박, 뒤웅박)	342,345
Fruit Fresh Nes(과일)	308,774
Eggplants(aubergines)(가지)	208,252
Tomatoes(토마토)	204,272
Citrus fruit, nes(감귤)	188,340

주요 작물	Irrigated area (1000ha)	Crop area as percentage of the total area equipped for irrigation by monet											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Rice(벼)	1810												
Rice-one						58	58	58	58	58			
Rice-two		58	58								58	58	58
Sugar cane(사탕수수)	173	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Vegetables(채소류)	84	5	5								5	5	5
All irrigated crops (전체 관개 작물)	2067	75	75	11	11	70	70	70	70	70	75	75	75
Equipped for irrigation	1550												
Cropping intensity	133												

(2) 아프리카

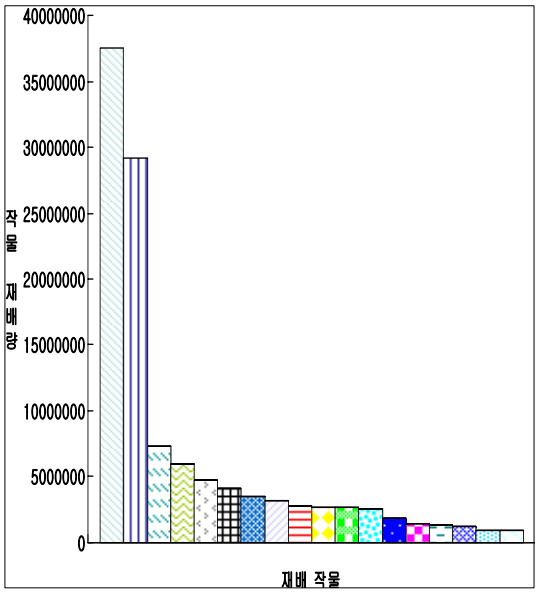
① 가나(Ghana)



작물	재배량(MT)
Cassava(카사바)	13,504,100
Yams(마)	5,960,490
Plantains(질경이)	3,537,730
Maize(옥수수)	1,871,700
Taro(cocoyam)(토란)	1,354,800
Cocoa beans(카카오 씨)	632,037
Oranges(오렌지)	556,100
Groundnuts, with shell(땅콩)	530,887
Rice, paddy(벼)	491,603
Tomatoes(토마토)	350,000
Sorghum(수수)	324,422
Coconuts(코코넛)	324,422
Chillies and peppers, green(고추, 후추)	294,100
Millet(조)	294,100
Sugar cane(사탕수수)	145,000
Sweet potatoes(고구마)	130,300
Palm oil(팜유)	120,000
Okra(오크라)	82,500
Chillies and peppers, dry(고추와 후추)	81,100

주요 작물	Irrigated area (1000ha)	Crop area as percentage of the total area equipped for irrigation by monet											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Rice(벼)	12												
Rice-one							100	100	100	100	100		
Rice-two		100	100	100	100	100							
All irrigated crops (전체 관개 작물)	12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0
Equipped for irrigation	6												
Cropping intensity	200												

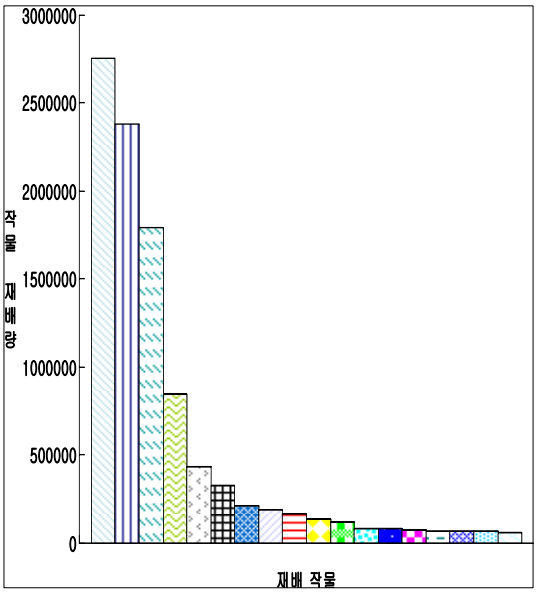
② 나이지리아(Nigeria)



작물	재배량(MT)
Cassava(카사바)	37,504,100
Yams(마)	29,148,200
Maize(옥수수)	7,305,530
Vegetables fresh nes(채소류)	5,945,600
Sorghum(수수)	4,784,100
Millet(조)	4,124,560
Citrus fruit, nes(감귤류)	3,488,400
Rice, paddy(벼)	3,218,760
Plantains(질경이)	2,733,300
Sweet potatoes(고구마)	2,703,500
Groundnuts, with shell(땅콩)	2,636,230
Taro (cocoyam)(토란)	2,593,860
Tomatoes(토마토)	1,860,600
Sugar cane(사탕수수)	1,413,710
Palm oil(팜유)	1,350,000
Fruit Fresh Nes(과일)	1,212,000
Okra(오크라)	955,600
Pineapples(파인애플)	910,000

주요 작물	Irrigated area (1000ha)	Crop area as percentage of the total area equipped for irrigation by monet											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Wheat(밀)	50						17	17	17	17	17		
Rice(벼)	10												
Rice-one		2	2	2								2	2
Rice-two							2	2	2	2	2		
Maize(옥수수)	19						2	2	2	2	2		
Potatoes(감자)	5	2	2	2	2								2
Sugar cane(사탕수수)	26	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Vegetables(채소류)	152	51	51	51	51								51
All irrigated crops (전체 관개 작물)	262	63	63	63	61	9	29	29	29	29	29	10	63
Equipped for irrigation	300												
Cropping intensity	87												

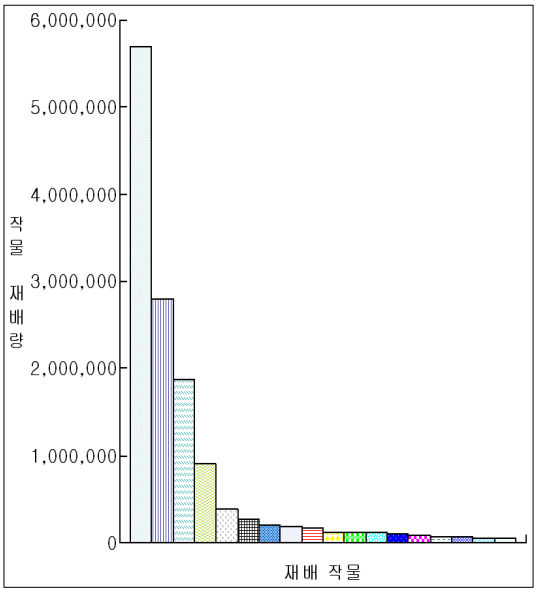
③ 르완다(Rwanda)



작물	재배량(MT)
Plantains(질경이)	2,749,150
Cassava(카사바)	2,377,210
Potatoes(감자)	1,789,400
Sweet potatoes(고구마)	840,072
Maize(옥수수)	432,404
Beans, dry(콩)	327,497
Pumpkins, squash and gourds(호박, 저장호박, 뒤웅박)	210,400
Taro (cocoyam)(토란)	185,964
Sorghum(수수)	161,229
Tomatoes(토마토)	135,000
Sugar cane(사탕수수)	115,304
Wheat(소맥)	77,193
Pineapples(파인애플)	76,500
Avocados(아보카도)	73,500
Fruit Fresh Nes(과일)	68,600
Rice, paddy(벼)	67,253
Cabbages and other brassicas(양배추 그리고 유채속)	65,100
Soybeans(대두)	57,089

주요 작물	Irrigated area (1000ha)	Crop area as percentage of the total area equipped for irrigation by monet											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Rice(벼)	2		50	50	50	50	50						
Vegetables(채소류)	2												
Vegetables-one		17	17	17	17								
Vegetables-two						17	17	17	17				
Vegetables-three										17	17	17	17
All irrigated crops (전체 관개 작물)	4	17	67	67	67	67	67	17	17	17	17	17	17
Equipped for irrigation	4												
Cropping intensity	100												

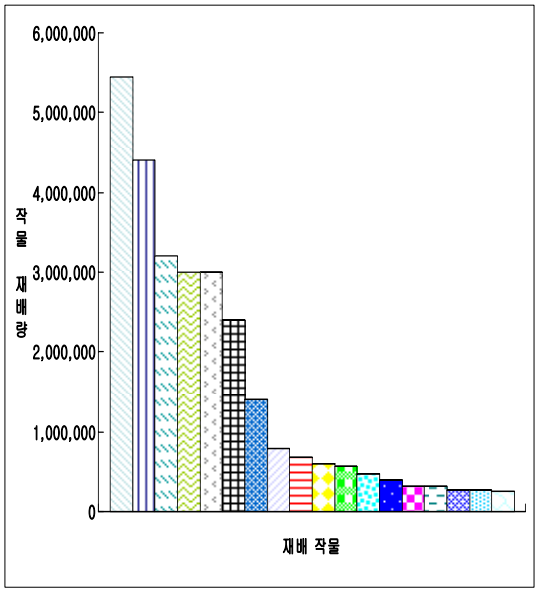
④ 모잠비크(Mozambique)



작물	재배량(MT)
Cassava(카사바)	5,700,000
Sugar cane(사탕수수)	2,800,000
Maize(옥수수)	1,878,000
Sweet potatoes(고구마)	920,000
Sorghum(수수)	395,000
Coconuts(코코넛)	277,900
Pulses, nes(펄스)	205,000
Vegetables fresh nes(채소류)	195,000
Rice, paddy(벼)	180,000
Fruit Fresh Nes(과일)	125,000
Cottonseed()	115,500
Bananas(바나나)	115,000
Potatoes(감자)	110,500
Tobacco, unmanufactured(가공되지 않은 담배)	86,000
Groundnuts, with shell(땅콩)	70,000
Cashew nuts, with shell(캐슈너트)	67,200
Castor oil seed(피마자기름 씨)	60,000
Cotton lint(조면)	58,000

주요 작물	Irrigated area (1000ha)	Crop area as percentage of the total area equipped for irrigation by monet											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Rice(벼)	22	21	21	21								21	21
Maize(옥수수)	18				17	17	17	17	17				
Sugar cane(사탕수수)	20	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Vegetables(채소류)	7						7	7	7	7	7		
All irrigated crops (전체 관개 작물)	67	39	39	39	36	36	42	42	42	25	25	39	39
Equipped for irrigation	107												
Cropping intensity	63												

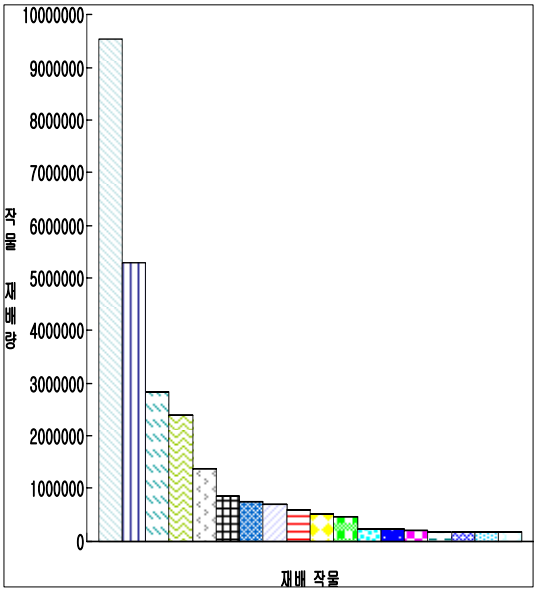
⑤ 에티오피아(Ethiopia)



작물	재배량(MT)
Roots and Tubers, nes(뿌리와 덩이줄기)	5,439,400
Maize(옥수수)	4,400,000
Cereals, nes(곡물)	3,207,300
Wheat(소맥)	3,000,000
Sorghum(수수)	2,997,400
Sugar cane(사탕수수)	2,400,000
Barley(보리)	1,400,000
Potatoes(감자류)	785,800
Vegetables fresh nes(채소류)	682,800
Broad beans, horse Beans, dry(콩)	606,800
Millet(조)	565,000
Yams(마)	470,100
Sweet Potatoes(고구마)	401,600
Sesame seed(깨)	314,000
Chick peas(병아리 콩)	310,000
Coffee, green(커피)	270,000
Beans, dry(콩)	263,100
Cabbages and other brassicas(양배추와 유채속)	257,100

주요 작물	Irrigated area (1000ha)	Crop area as percentage of the total area equipped for irrigation by monet											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Maize(옥수수)	23						14	14	14	14	14		
Sorghum(수수)	20						12	12	12	12	12		
Sugar cane(사탕수수)	17	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Pulses(펄스)	2	1	1	1								1	1
Vegetables(채소류)	70	43	43	43								43	43
Bananas(바나나)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Citrus(감귤)	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Soybean(대두)	4	2	2	2								2	2
Tobacco(담배)	4	2	2	2								2	2
Cotton(목화)	43				27	27	27	27	27	27	27		
All irrigated crops (전체 관개 작물)	187	63	63	63	40	40	66	66	66	66	66	63	63
Equipped for irrigation	161												
Cropping intensity	116												

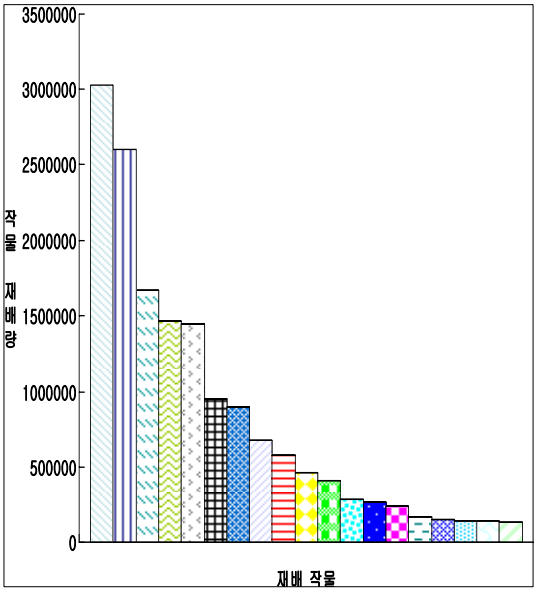
⑥ 우간다(Uganda)



작물	재배량(MT)
Plantains(질경이)	9,550,000
Cassava(카사바)	5,282,000
Sweet potatoes(고구마)	2,838,000
Sugar cane(사탕수수)	2,400,000
Maize(옥수수)	1,373,000
Millet(조)	850,000
Vegetables fresh nes(채소류)	760,000
Potatoes(감자)	695,000
Bananas(바나나)	600,000
Sorghum(수수)	500,000
Beans, dry(콩)	455,000
Sunflower seed(해바라기씨)	230,000
Rice, paddy(벼)	218,111
Onions, dry(양파)	195,000
Soybeans(대두)	175,000
Groundnuts, with shell(땅콩)	172,000
Sesame seed(참깨)	170,000
Coffee, green(커피)	162,000

주요 작물	Irrigated area (1000ha)	Crop area as percentage of the total area equipped for irrigation by monet											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Rice(벼)	5				56	56	56	56	56				
Sugar cane(사탕수수)	4	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
All irrigated crops (전체 관개 작물)	9	44	44	44	100	100	100	100	100	44	44	44	44
Equipped for irrigation	9												
Cropping intensity	100												

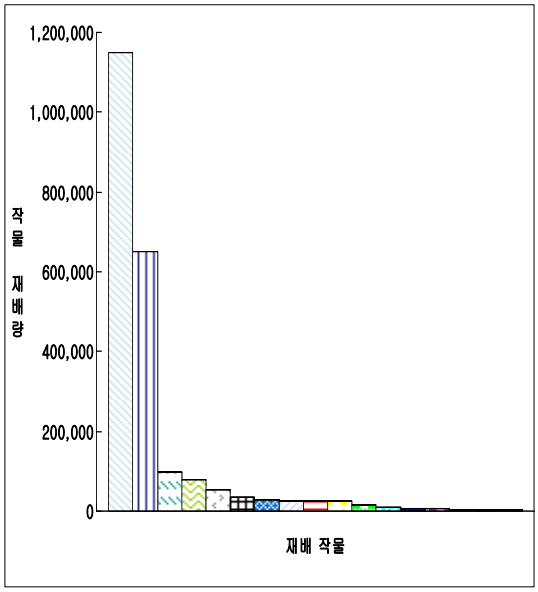
⑦ 카메룬(Cameroon)



작물	재배량(MT)
Cassava(카사바)	3,024,000
Plantains(질경이)	2,604,100
Maize(옥수수)	1,674,400
Taro(cocoyam) (토란)	1,470,000
Sugar cane(사탕수수)	1,450,000
Bananas(바나나)	950,200
Sorghum(수수)	900,000
Vegetables fresh nes(채소류)	675,000
Tomatoes(토마토)	575,800
Groundnuts, with shell(땅콩)	460,000
Yams(마)	410,000
Beans, dry(콩)	285,400
Cocoa beans(코코아 콩)	264,077
Sweet potatoes(고구마)	242,000
Rice, paddy(벼)	174,800
Potatoes(감자)	150,900
Pumpkins, squash and gourds(호박, 저장호박, 뒤웅박)	146,000
Cucumbers and gherkins(오이, 오이피클)	145,800
Pineapples(파인애플)	136,800

주요 작물	Irrigated area (1000ha)	Crop area as percentage of the total area equipped for irrigation by monet											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Rice(벼)	12					57	57	57	57	57			
Vegetables(채소류)	15	71	71	71	71								71
Bananas(바나나)	5	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
All irrigated crops (전체 관개 작물)	32	95	95	95	95	81	81	81	81	81	24	24	95
Equipped for irrigation	21												
Cropping intensity	152												

⑧ 콩고(Congo)

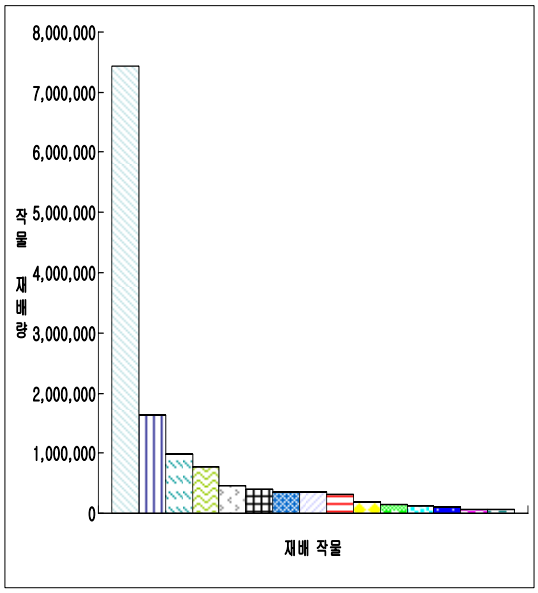


작물	재배량(MT)
Cassava(카사바)	1,148,500
Sugar cane(사탕수수)	650,000
Bananas(바나나)	100,000
Plantains(질경이)	81,100
Roots and Tubers, nes(뿌리와 덩이줄기)	55,000
Vegetables fresh nes(채소류)	36,500
Groundnuts, with shell(땅콩)	29,100
Mangoes, mangosteens, guavas(망고, 망고스틴, 구아바)	28,000
Fruit Fresh Nes(과일)	28,000
Palm oil(팜유)	25,500
Yams(마)	16,500
Maize(옥수수)	10,500
Sweet Potatoes(고구마)	7,700
Avocados(아보카도)	6,800
Peas, dry(완두류)	6,050
Potatoes(감자류)	5,130
Palm kernels(야자 알맹이)	4,700

주요 작물	Irrigated area (1000ha)	Crop area as percentage of the total area equipped for irrigation by monet											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Sugar cane(사탕수수)	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
All irrigated crops (전체 관개 작물)	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Equipped for irrigation	1												
Cropping intensity	100												

(3) 중남미

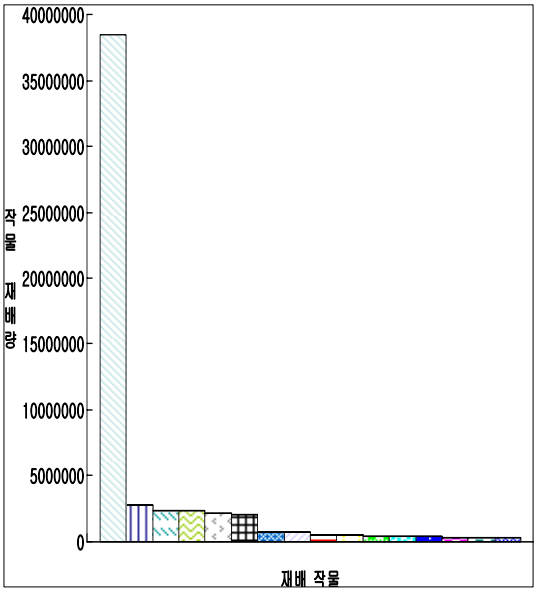
① 볼리비아(Bolivia)



작물	재배량(MT)
Sugar cane(사탕수수)	7,437,700
Soybeans(대두)	1,637,000
Maize(옥수수)	981,700
Potatoes(감자류)	782,800
Plantains(질경이)	464,200
Sorghum(수수)	403,200
Cassava(카사바)	364,500
Rice, paddy(벼)	362,700
Wheat(소맥)	310,700
Bananas(바나나)	194,600
Sunflower seed(해바라기씨)	153,000
Tomatoes(토마토)	121,300
Oranges(오렌지)	100,700
Barley(보리)	75,000
Cottonseed(목화)	64,200

주요 작물	Irrigated area (1000ha)	Crop area as percentage of the total area equipped for irrigation by monet											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Rice(벼)	10	8	8	8	8								8
Maize(옥수수)	26	20	20	20	20								20
Barley(보리)	8	6	6	6	6								6
Potatoes(감자)	40	31	31	31	31								31
Other root crops(뿌리작물)	2	2	2	2	2								2
Sugar cane(사탕수수)	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Vegetables(채소류))	30	23	23	23	23								23
Citrus(감귤)	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Fruits(과일)	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
All irrigated crops (전체 관개 작물)	127	99	99	99	99	9	9	9	9	9	9	9	99
Equipped for irrigation	128												
Cropping intensity	99												

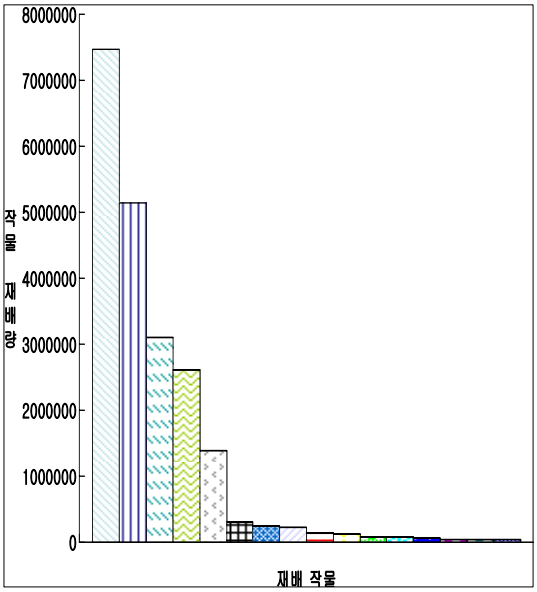
② 콜롬비아(Colombia)



작물	재배량(MT)
Sugar cane(사탕수수)	38,500,000
Plantains(질경이)	2,815,050
Rice, paddy(벼)	2,412,220
Cassava(카사바)	2,363,530
Potatoes(감자)	2,121,880
Bananas(바나나)	2,034,340
Palm oil(팜유)	753,100
Citrus fruit, nes(감귤)	730,000
Tomatoes(토마토)	546,322
Coffee, green(커피)	514,128
Fruit, tropical fresh nes(열대과일)	445,000
Pineapples(파인애플)	398,010
Yams(마)	395,374
Oranges(오렌지)	330,000
Onions, dry(양파)	329,793
Papayas(파파야)	263,178

주요 작물	Irrigated area (1000ha)	Crop area as percentage of the total area equipped for irrigation by monet											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Rice(벼)	10	8	8	8	8								8
Maize(옥수수)	26	20	20	20	20								20
Barley(보리)	8	6	6	6	6								6
Potatoes(감자)	40	31	31	31	31								31
Other root crops(뿌리작물)	2	2	2	2	2								2
Sugar cane(사탕수수)	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Vegetables(채소류))	30	23	23	23	23								23
Citrus(감귤)	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Fruits(과일)	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
All irrigated crops (전체 관개 작물)	127	99	99	99	99	9	9	9	9	9	9	9	99
Equipped for irrigation	128												
Cropping intensity	99												

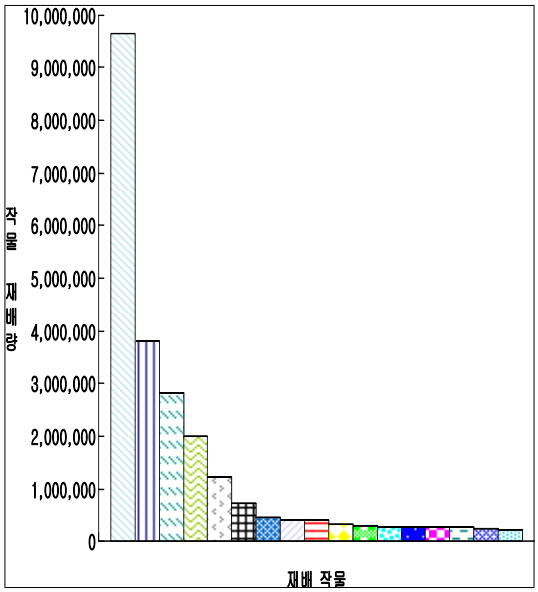
③ 파라과이(Paraguay)



작물	재배량(MT)
Soybeans(대두)	7,460,440
Sugar cane(사탕수수)	5,130,940
Maize(옥수수)	3,108,820
Cassava(카사바)	2,624,080
Wheat(밀)	1,401,990
Rice, paddy(벼)	315,213
Sunflower seed(해바라기씨)	262,293
Oranges(오렌지)	229,898
Sorghum(수수)	149,543
Watermelons(수박)	130,000
Rapeseed(유채씨)	88,000
Mate(마테차)	85,490
Bananas(바나나)	79,856
Pineapples(파인애플)	59,126
Tomatoes(토마토)	58,335
Tung Nuts(견과)	52,285

주요 작물	Irrigated area (1000ha)	Crop area as percentage of the total area equipped for irrigation by monet											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Rice(벼)	18	27	27	27								27	27
Sugar cane(사탕수수)	34	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
Vegetables(채소류)	2	3	3	3								3	3
All irrigated crops (전체 관개 작물)	54	81	81	81	51	51	51	51	51	51	51	81	81
Equipped for irrigation	67												
Cropping intensity	81												

④ 페루(Peru)

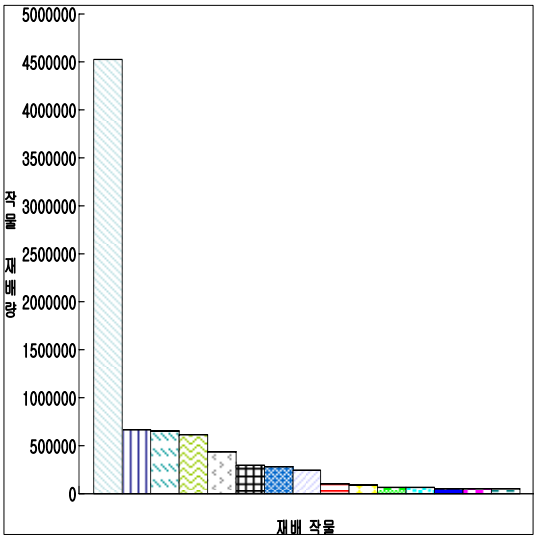


작물	재배량(MT)
Sugar cane(사탕수수)	9,660,900
Potatoes(감자류)	3,814,370
Rice, paddy(벼)	2,831,370
Plantains(질경이)	2,007,280
Cassava(카사바)	1,240,120
Onions, dry(양파)	724,042
Mangoes, mangosteens, guavas(망고, 망고스틴, 구아바)	454,330
Maize(옥수수), green	408,181
Oranges(오렌지)	394,573
Asparagus(아스파라거스)	335,209
Pineapples(파인애플)	310,566
Roots and Tubers, nes(뿌리와 덩이줄기)	284,700
Grapes(포도)	280,468
Coffee, green(커피)	264,605
Sweet Potatoes(고구마)	263,456
Lemons and limes(레몬과 라임)	233,032
Tomatoes(토마토)	224,897

주요 작물	Irrigated area (1000ha)	Crop area as percentage of the total area equipped for irrigation by monet											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Rice(벼)	219		18	18	18	18	18						
Maize(옥수수)	169		14	14	14	14	14						
Barley(보리)	118		10	10	10	10	10						
Other Cereals(기타 곡물)	34		3	3	3	3	3						
Potatoes(감자)	118							10	10	10	10	10	
Sweet potatoes(고구마)	9							1	1	1	1	1	
Other root crops(기타 작물)	30							3	3	3	3	3	
Plantans	40	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Sugarcane(수수)	58	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Pulses(펄스)	66							6	6	6	6	6	
Vegetables(채소류)	133							11	11	11	11	11	
Citrus(감귤)	52	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Fruits(과일)	72	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Cotton(목화)	81	7	7	7	7	7	7						
All irrigated crops (전체 관개 작물)	1199	25	71	71	71	71	71	48	48	48	48	48	25
Equipped for irrigation	1195												
Cropping intensity	100												

(4) 기타

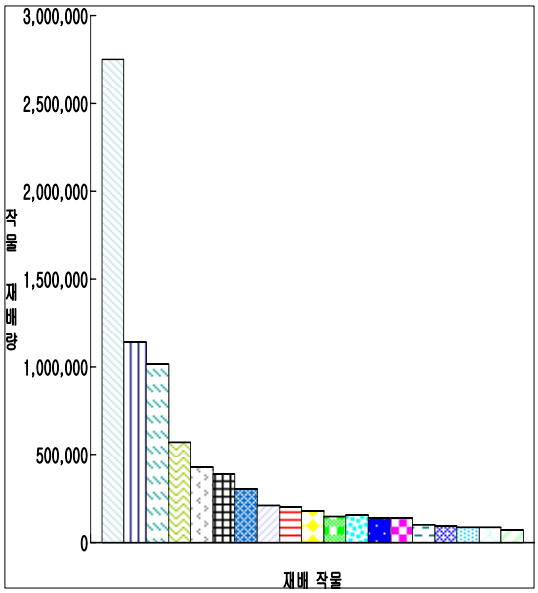
① 아프가니스탄(Afghanistan)



작물	재배량(MT)
Wheat(밀)	4,532,000
Rice, paddy(벼)	672,000
Vegetables fresh nes(채소류)	660,000
Grapes(포도)	611,320
Barley(보리)	437,000
Maize(옥수수)	301,000
Watermelons(수박)	281,900
Potatoes(감자)	246,000
Fruit Fresh Nes(과일)	100,956
Sugar cane(사탕수수)	92,400
Apricots(살구)	66,000
Apples(사과)	59,850
Almonds, with shell(아몬드)	56,000
Pulses, nes(펄스)	45,600
Stone fruit, nes(핵과)	45,000

주요 작물	Irrigated area (1000ha)	Crop area as percentage of the total area equipped for irrigation by monet											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Wheat(밀)	1426	60	60	60	60	60						60	60
Rice(벼)	167						7	7	7	7	7		
Maize(옥수수)	179						8	8	8	8	8		
Barley(보리)	93	4	4	4	4								4
Potatoes(감자)	14	1	1	1	1	1							
Pulses(펄스)	25						1	1	1	1	1		
Vegetables(채소류)	55						2	2	2	2	2		
Fruits(과일)	87	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Oil crops(유료작물)	34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sesame(참깨)	27						1	1	1	1	1		
Cotton(목화)	60					3	3	3	3	3	3	3	
Fodder(사료)	115	5	5	5	5							5	5
All irrigated crops (전체 관개 작물)	2282	74	74	74	74	68	27	27	27	27	27	72	74
Equipped for irrigation	2386												
Cropping intensity	96												

② 이라크(Iraq)



작물	재배량(MT)
Wheat(소맥)	2,748,840
Barley(보리)	1,137,170
Tomatoes(토마토)	1,013,180
Dates(대추)	566,829
Cucumbers and gherkins(오이와 피클오이)	432,500
Eggplants(가지)	387,435
Watermelons(수박)	304,193
Grapes(포도)	212,649
Potatoes(감자류)	204,697
Other melons (inc.cantaloupes)(멜론)	176,996
Rice, paddy(벼)	155,829
Okra(오크라)	151,219
Pumpkins, squash and gourds(호박, 저장호박, 뒤웅박)	144,514
Leguminous vegetables, nes(콩과의 채소류)	140,542
Oranges(오렌지)	97,907
Vegetables fresh nes (채소류)	96,400
Lettuce and chicory (상추와 치코리)	89,795
Onions, dry(양파)	88,474
Fruit Fresh Nes(과일)	73,400

주요 작물	Irrigated area (1000ha)	Crop area as percentage of the total area equipped for irrigation by monet											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Wheat(밀)	717	20	20	20	20	20	20						20
Rice(벼)	126					4	4	4	4	4			
Maize()	60					2	2	2	2	2			
Barley(보리)	785	22	22	22	22								22
Potatoes(감자)	26		1	1	1	1	1						
Pulses()	26			1	1	1	1	1					
Vegetables(채소류)	226			6	6	6	6	6					
Citrus()	72	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Fruits(과일)	285	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Sunflower(해바라기)	49				1	1	1	1	1				
Sesame()	23				1	1	1	1	1				
Cotton()	19				1	1	1	1	1	1	1		
Fodder(사료)	25	1	1	1	1							1	1
All irrigated crops (전체 관개 작물)	2439	53	54	62	64	46	46	25	18	16	11	11	53
Equipped for irrigation	3525												
Cropping intensity	69												

2.2.6 작물에 필요한 용수량

농작물별로 농업용수를 필요로 하는 양은 모두 다를 뿐만 아니라, 동일한 농작물에 대해서도 성장단계 및 수문, 지형학적 환경에 따라서 농업용수 수요량이 다르게 된다. 즉, 기후환경, 작물의 종류, 작물의 성단단계에 따라서 작물의 용수수요량이 다르게 되지만 개략적인 지표를 통하여 작물이 성장하는 전체기간 동안 필요로 하는 농업용수의 양을 대략적으로 추정할 있다. [표 11]은 전 세계적으로 재배되고 있는 주요 작물이 전체 성장기간 동안 필요로 하는 용수수요량을 강우량의 단위인 mm로 환산하여 제시한 값이다.

[표 11] 작물에 필요한 용수량

작물	작물 재배에 필요한 용수량 (mm)
알팔파	800-1600
바나나	1200-2200
보리/귀리/밀	450-650
콩	300-500
양배추	350-500
감귤류	900-1200
목화	700-1300
옥수수	500-800
멜론	400-600
양파	350-550
땅콩	500-700
완두	350-500
후추	600-900
감자	500-700
벼	450-700
수수/조	450-650
대두	450-700
사탕무	550-750
사탕수수	1500-2500
해바라기	600-1000
토마토	400-800

2.3 농업용수 공급 및 관련 시설

2.3.1 농업용수와 농촌용수의 정의

1) 농업용수의 정의

농촌지역에서 농작물 생육 및 농업경영에 농경지에 체계적으로 공급하는 물을 말하며, 용도에 따라 논에서 사용하면 논 용수, 밭에서 사용하면 밭 용수 등으로 구분된다. 이를 농업용수라 한다.

2) 농촌용수의 정의

과거 논 관개를 위한 농업용수가 1990년대 중반부터 농촌의 생활환경 개선을 통해 농촌지역 내에서 사용되는 농업용수 이외에 생활용수 및 공업용수 통틀어 농촌용수라 한다.

2.3.2 관개배수의 의의와 목적

1) 관개배수의 정의

관개란 강우가 충분하지 않을 경우 농작물이 잘 자랄 수 있도록 농업용수를 인공적으로 농경지에 공급해 물 환경을 조절하는 것을 말하며, 배수란 관개의 반대 개념으로 인공적으로 과잉수를 배제시켜 물 환경을 조절하는 것을 말한다. 즉 관개배수란 농경지에 공급되는 물에 양에 따라 인공적으로 물을 보급하거나 배제시키는 것을 말한다.

2) 관개배수의 목적

관개배수의 목적은 농경지의 토지 생산성과 노동 생산성을 향상시키기 위해 첫째로 작물의 생육환경을 개선하고, 둘째로 농업의 환경을 개선하는 것이 관개배수의 목적이다.

3) 논 관개와 밭 관개의 차이

논 관개와 밭관개는 다음과 같은 차이점이 있다. 논으로 관개된 물은 증발산량 외에 상당량이 지표 혹은 심층으로 침투된 후 배수되지만, 밭으로 관개된 물은 대부분 증발산한다. 이러한 침투량 때문에 논의 용수량은 밭의 용수량보다 훨씬 많다. 논 관개의 대상 작물은 거의 논벼에 한정되고 물 이용이 4월에서 9월까지 집중하는 데 반하여, 밭관개에서는 대상 작물이 다양하고 연중에 걸쳐 있다.

논 관개의 경우, 광역지구에서는 용수를 반복하여 이용할 수 있기 때문에 광역 지구에서의 용수량은 단위 논에서의 용수량의 합보다 적다. 그러나 밭 관개의 경우, 용수의 반복 이용이 거의 없기 때문에 광역 지구의 밭 용수량은 단위 밭에서의 용수량의 합과 거의 같다(교육과학기술부, 2011).

2.3.3 농업용수 확보를 위한 관개방식

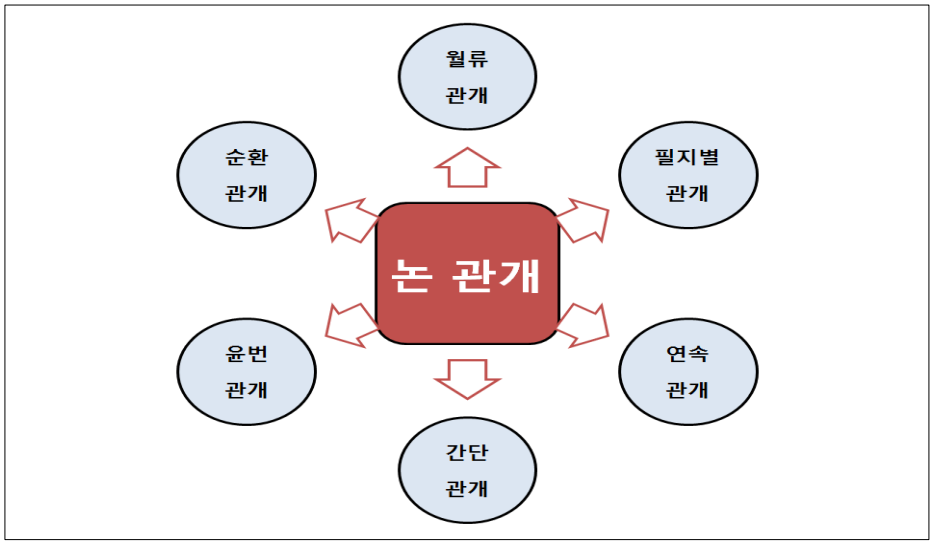
1) 관개방식의 분류

작물의 성장과 관개방식에는 깊은 관계가 있으며, 관개방식에 따라서 작물의 성장도 잘되고 용수량이 절약되며, 시설 및 노동력이 절감으로 연결되어 중요하다.

일반적으로 논에서는 담수작물을 재배하기 때문에 담수법을 이용하며, 밭작물에는 담수법을 이용하여 재배를 할 수 없어 습윤 관개를 사용한다. 이는 지형, 기상, 토양, 작물과 물의 침수속도, 용수 상태, 농촌의 노동상태, 경제성 등에 따라 적합한 관개 방법을 이용한다.

2) 논 관개(paddy field irrigation)

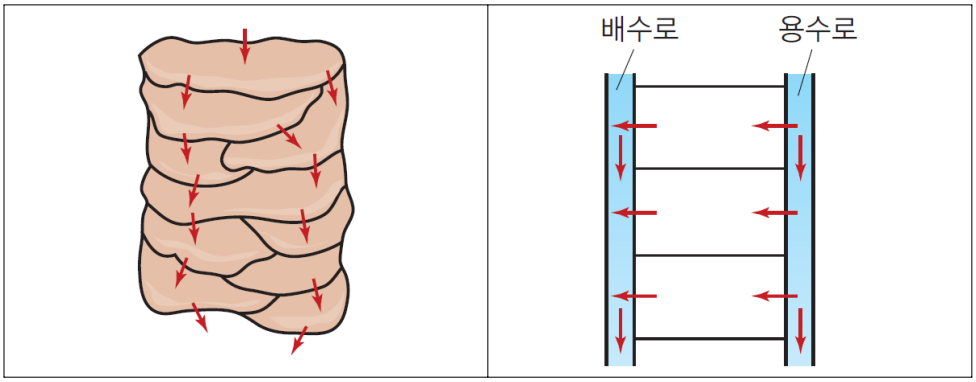
논에 관개한 방식은 물이용과 관개형태에 따라서 월류 관개, 필지별 관개, 연속 관개와 간단 관개, 윤번 관개와 순환 관개로 나누어진다.



[그림 13] 논 관개 분류

(1) 월류 관개(free flooding) - 월류 관개는 상류의 논에서 사용하고 남은 물을 논둑을 통하여 하류의 논으로 월류시켜 다시 사용하는 방식이다. 이 방식은 물의 손실을 줄일 수 있어 용수가 부족한 지역에서 효과적이지만 상류지역에서 물 사용량이 많으면 하류지역에서 사용할 수 있는 물 사용량이 줄어 사용을 할 수 없다는 단점이 있다.

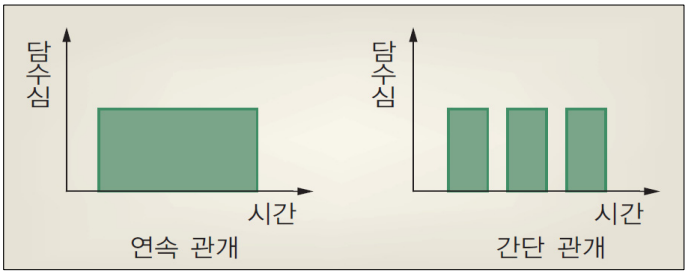
(2) 필지별 관개: 필지에 접하는 용수로와 배수로가 분리되어 있어, 용수로를 통하여 용수를 공급하고, 배수로를 통하여 남은 물을 배수하는 방식이다. 이 방법은 필지별로 자유롭게 농업을 경영 할 수 있어 현대농업에서 많이 사용되고 있으나, 필지의 논에서 배수된 물은 다음 논에서 재사용을 하지 않고 바로 배수로로 배수되는 단점이 있어 용수사용양이 많다.



[그림 14] 월류 관개와 필지별 관개

(3) 연속 관개(continuous irrigation): 관개방법의 하나로 하천 상류부의 물이 풍부하고 토양이 사질토로 누수가 심한 곳에서 많이 쓰이는 방법이다. 관개 기간 중에 용수를 지속적으로 공급하는 방식으로 누수가 심한 곳에서 사용할 수 있는 장점이 있지만 논에 경우 용수를 직접 지속적으로 관개하므로 수온의 온도가 낮아져 냉해에 영향을 받는 단점이 있다.

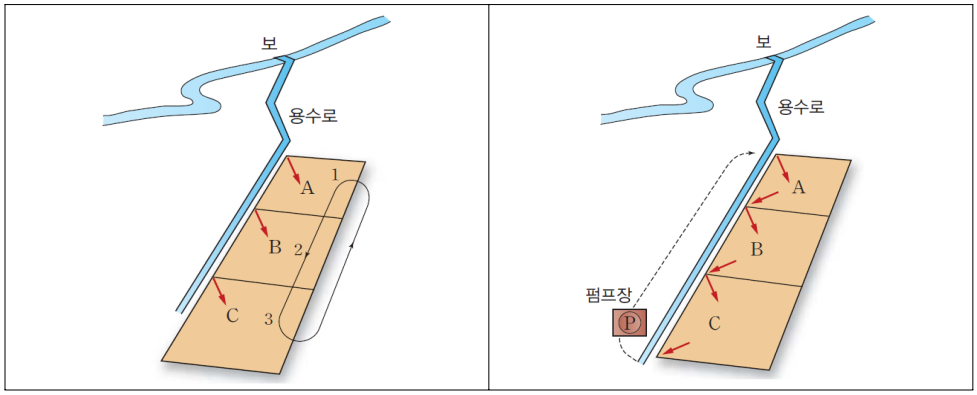
(4) 간단 관개(intermittent flow irrigation): 용수를 항상 담수상태로 유지하지 않고 며칠간 용수를 뺀 다음 다시 관개하는 방식으로 불필요한 관개용수의 낭비를 줄이고 제한된 수량을 유효하게 이용하며, 일시적으로 물을 빼내어 토양에 산소를 공급함으로써 작물의 뿌리를 건전하게 성장하는 장점이 있으나, 너무 오래 용수를 빼 심하게 건조되면 작물의 뿌리가 손상되는 단점이 있다.



[그림 15] 연속 관개와 간단 관개

(5) 윤번 관개(rotational irrigation): 관개구역을 몇 개의 구역으로 분할하여 구역마다 돌려가면서 용수를 대는 방식으로 용수가 부족하거나 가뭄시 용수를 절약하는 장점이 있다. 반면 경지정리를 최우선으로 해야 하는 단점이 있다.

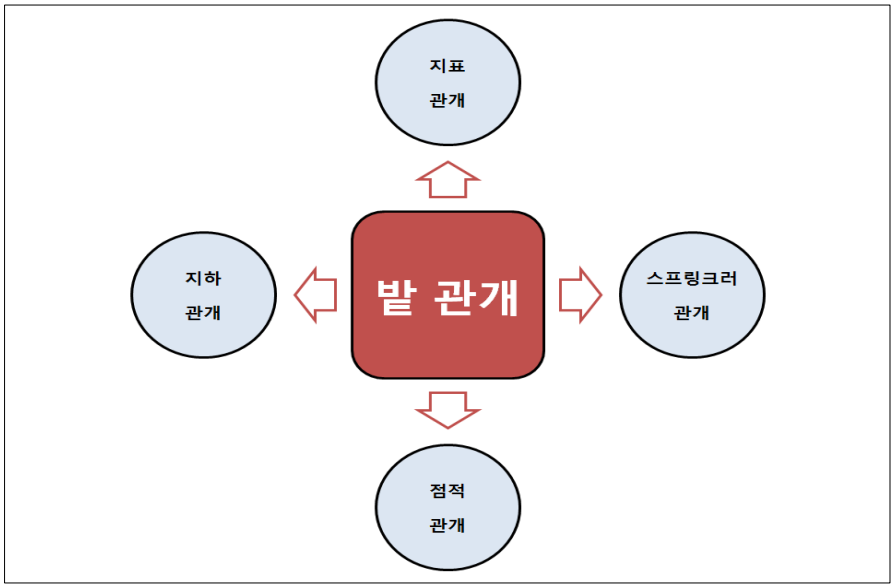
(6) 순환 관개(rotation irrigation): 상류에서 배수로에 침투된 용수나 재배관리상 배수로로 배수한 용수를 하류에서 펌프를 이용하여 다시 상류로 보내 다시 이용하는 관개방식으로 용수배수가 분리된 지구에는 적합한 장점이 있지만, 그렇지 못한 지구에는 적용하기 힘든 단점이 있다.



[그림 16] 윤번 관개와 순환 관개

3) 밭 관개(upland irrigation)

밭 관개 방식은 관개목적, 토양의 종류, 토지의 모양과 크기, 작물의 종류 등의 조건에 의해 지표관개, 지하관개, 스프링클러관개, 물방울관개로 구분된다.



[그림 17] 밭 관개 분류

(1) 지표 관개(surface irrigation): 지표면을 따라 용수를 공급하는 방식으로 고랑 관개 수반 관개등 여러 방법들이 있지만 용수로로부터 중력을 이용하여 용수를 공급한다는 공통점이 있다.

(2) 스프링클러 관개(sprinkler irrigation): 이동식, 준이동식, 고정식, 다공파이프식 등을 이용하여 적절한 압력이 걸린 용수를 강우의 형태로 공급하는 방식이다. 스프링클러는 크기가 다양하고 또한 압력의 세기도 조절이 가능하여 적절한 간격으로 설치하여 균일하게 관개할 수 있는 장점이 있다.



[그림 18] 지표관개



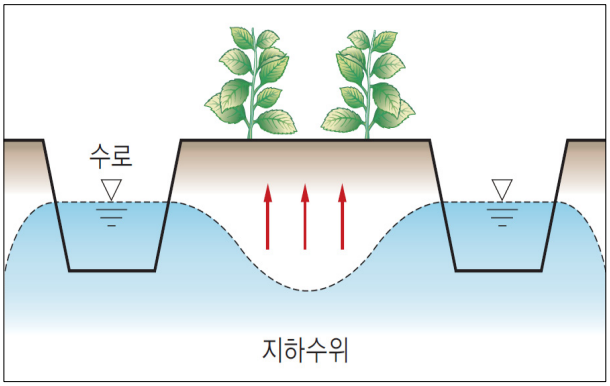
[그림 19] 스프링클러 관개

(3) 점적 관개(drip irrigation): 직경이 5~20mm되는 호스에 1mm 이하의 구멍을 뚫어 낮은 수압으로 물방울 형태의 용수를 천천히 떨어뜨려 관개하는 방식으로 관개효율이 높고 정확한 수분제어가 가능한 장점이 있지만, 근군역에 부분적으로 관개해야하는 제약과 호스 구멍이 막히지 않도록 주의해야 하는 단점이 있다.

(4) 지하 관개(subirrigation): 지면 밑에서 용수를 대는 방식으로 모관작용에 의해 용수를 공급하는 방식과 파이프를 매설해 압력을 가해 용수를 공급하는 방식 등이 있다.



[그림 20] 점적 관개



[그림 21] 지하 관개

2.3.4 농업용수 공급 및 관련 시설의 분류

1) 용수시설(water facilities)

용수시설이란 수원으로부터 취수되어진 용수를 관개지구로 보내기 위해 필요한 시설을 말한다. 용수시설의 종류로는 용수로, 분수 및 조절시설, 보호보안 시설, 부대시설 관리시설 등으로 이루어져있다.

(1) 용수로(irrigation canal)

용수로는 용수의 기본적인 역할인 송수 및 배분, 집합을 위한 수리구조물로 수원에서부터 관개지역으로 물을 끌어오기 위한 것으로 용수

로의 종류로는 도수로, 간선 용수로, 지선 용수로, 지거 용수로가 있다.

◆ 도수로(feed canal): 수원에서 관개 지역으로 보내야 하는 용수를 직접 또는 조절지를 통해 용수를 끌어오기 위해 설치하는 수로이다.

◆ 간선 용수로(main irrigation canal): 수원에서 시작하거나 도수로에서 지선 용수로에 용수를 공급하는 수로이다.

◆ 지선 용수로(branch channel): 간선 용수로에서 갈라져 용수지거에 공급하는 수로이다.

◆ 지거 용수로(offset channel): 간선용수로에서 직접 갈라져서 지선용수로에 공급하는 수로이다.

(2) 통수시설(conveyance structure)

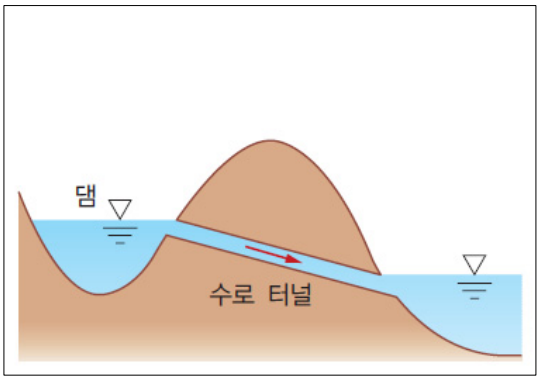
수로구조의 큰 비중을 차지하고 있는 부분으로 수로구조의 기능을 좌우하고, 공사비에 큰 영향을 끼친다. 형식에 따라 개수로와 관수로로 구분되며, 지형과 장애물에 따라 수로터널, 암거, 잠관 및 수로교, 낙차공 및 급류공등의 시설을 설치한다.

◆ 개수로(open channel): 개수로는 자연하천이나 인공적으로 만든 수로에 수면이 대기와 접하여 흐르는 수로를 말하며, 목적, 안전성, 공사비, 유지관리등으로부터 개수로를 흙수로, 라이닝수로, 플룸으로 구별한다.

◆ 관수로(pipeline): 관수로는 단면 형상에 관계없이 물이 만수 상태로 흐르는 수로로 수압조정의 기구로 분류하면, 개방형과 폐쇄형 및 반폐쇄형이 있으며, 배관방식에 따라 수지상 배관과 관망배관이 있다.

◆ 수로터널(aqueduct tunnel): 산간지역에서 터널을 뚫어 수로의 연장

을 단축시킴으로써 총공사비와 수두를 절약하는 것이 유리하다.



[그림 22] 수로 터널

◆ 암거(culvert): 수로가 철도, 도로, 둑 등의 아래로 수로가 지나야 할 경우나 수로터널을 설치하기 힘든 곳에 암거를 철시한다.

◆ 잠관 및 수로교(inverted siphon and aqueduct bridge): 수로가 하천이나 계곡을 지나가야 할 경우 설치한다. 잠관은 계곡이 깊고 넓은 곳에 설치하고 수로교는 계곡이 얕고 좁은 경우에 설치한다.



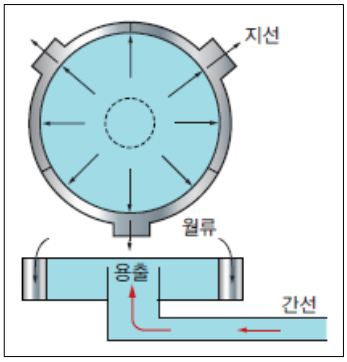
[그림 23] 수로교

◆ 낙차공 및 급류공(drop works and chute structure): 수로의 노선에 비탈이 너무 급한 경우 이를 조절하여 수로의 비탈을 느리게 하는 역할을 한다.

2) 분수 및 조정시설

간선 수로에 보내진 용수를 소정의 지역으로 필요량에 따라 배분하는 시설로써, 분수, 배수량 조정을 위하여 수로내의 수위유량을 조정하는 시설이다. 종류로는 분수공, 수로물넘이, 방수공이 있다.

◆ 분수공(diversion work): 관개 면적에 따라 용수를 나누는 구조물로 용수가 필요한 지구로 그 필요량에 따라 조정 및 배분을 할 수 있다.



[그림 24] 원통 분수공

◆ 수로물넘이(spill way): 홍수시 또는 수문의 고장으로 물을 조절할 수 없는 경우에 여유고보다 많을 물이 둑을 넘쳐흘러 수로의 안전을 유지할 수 없게 되는 경우를 방지하기 위해 물을 배제시킬 수 있는 시설이다.

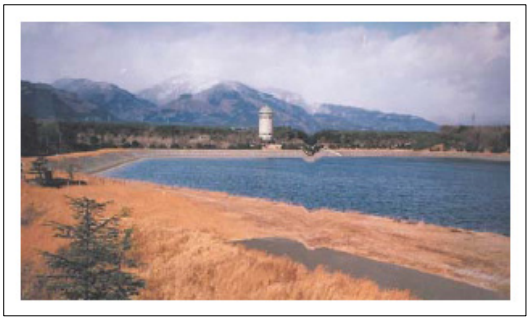
◆ 방수공(waste way): 수로의 안전과 유지관리를 위하여 수로내 수위를 낮추기 위한 구조물이다.

3) 중간 저류시설(storage facility)

조정 시설은 취수량, 통수량 및 용수량의 불균형을 조절하는 시설을 말한다. 종류에는 조정지 및 farm pond가 있다.

◆ 조정지(regulation reservoir): 물 수요량이 적을 때에 남은 물을 모아

놓고 물 수요량이 많을 때에 빼서 수요량을 충족시키는 역할을 하고 있다. 장점으로는 상류의 간선수로의 단면을 축소할 수 있고, 수로의 구조를 단순화시킬 수 있으며, 하천의 여유수를 유효하게 이용 가능하다. 또한 배분조작이 원활하여 조작손실을 줄이는 기능한다. 마지막으로 수로의 유지보수가 용이하다는 점이 있다.



[그림 25] 조정지

◆ 팜폰드(farm pond): 용수로의 통수량과 실제의 사용 수량 등 시간적 변동을 조절하기 위한 소규모의 농업용 저수지이다.

◆ 온수로(warm waterway): 태양열을 이용해 수온상승을 도모하는 온수시설로 수로의 수심이 얕고 폭이 넓어 유속이 느리다.

4) 기타 시설

기타 시설로는 양수 시설, 보호· 보안시설, 관리시설이 있다.

◆ 양수시설(water measuring structure): 통수량을 계측 및 기록하는 시설로 구성은 파셜 플룸, 양수표, 관로용 유량계로 되어있다.

◆ 보호·보안시설: 수로에 외수가 유입되는 것을 방지하기 위한 구조물로 사면 배수구, 횡단암거, 오버 슈트, 유입공 등이 있다.

◆ 관리시설(management facilities): 수로 관리자의 경계 및 순회, 자제

운반용 도로, 관리기구 보관소, 통신 및 제어, 기록시설 등을 말한다.

2.3.5 농업용수 수원시설 및 종류

1) 하천(river)

하천은 수량 및 수질에서 일반적으로 가장 적당한 수원이며, 관개용수원으로 가장 경제적이며, 알맞은 수온으로 사용되며, 많이 사용되는 방법으로는 하천에 보를 설치하여 하천의 수위를 높여 취수하는 방식으로 취입보에 해당한다.

2) 저수지(reservoir)

저수지는 하천으로부터 관개용수를 안정적으로 얻을 수 없는 지역에서 이용되는 수원으로, 관개기간중 강우량이 적은 지에서는 중요한다. 용수를 주로 하천에 의지하는 경우에도 갈수량을 증가시키기 위해 또는 하천에서 멀리 있거나 취입보, 양수장으로 필요한 관개 수량을 확보하기 어려운 경우 저수지를 설치한다. 종류에는 축조재료에 따라서 필댐, 콘크리트댐으로 구분된다.

3) 호수(lake)

호소는 기본적으로 저수지와 같고 취수가 안정되어 있으며, 수원으로서 양호한 특성을 지니고 있다. 우리나라에는 천연호소는 거의 없으나. 하구나 천해를 막아서 인공적으로 조성한 하구호나 담수호는 비교적 많이 있다.

4) 지하수(ground water)

지하수는 광정과 같은 비교적 간단한 수언 시설로 취수할 수 있는 장점이 있지만, 관개용수로서는 수온이 낮은 단점이 있다. 수량은 비교적 연간 변화가 적고, 갈수기에도 비교적 안정되게 취수할 수가 있다.

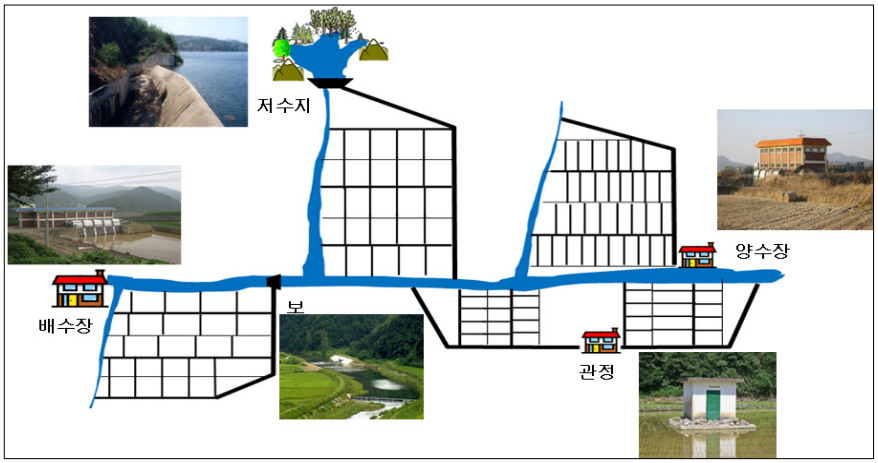
방식으로는 집수 암거와 관정으로 나누어지며, 집수 암거는 복류수라는 하천부지 아래의 얕고 투수정이 높은 자갈층의 흐름이며 이를 취수하는 시설이다. 관정은 지하수를 채취하기 위해 땅 굴착하여 설치한 관 형태의 구조물을 말한다.

5) 양수장(pumping station)

관개지역이 하천수위보다 높은 곳에 위치하여 자연 관개를 할 수 없거나, 보의 설치나 유지·관리에 어려움이 있는 경우 양수장을 설치한다.



[그림 26] 농업 수자원 시설물



[그림 27] 농업지구의 관개배수 시스템

2.3.6 관개시설의 유지관리

1) 우리나라의 유지 · 관리 체계

2010년 현재, 우리나라의 관개 시설의 유지·관리 구역은 한국농어촌공사 관리 구역과 시군관리 구역으로 구분된다. 또한 시군 관리 구역은 수리계 관리 구역과 비수리계 관리 구역으로 나누어져 있다. 주요 관개 시설은 정부 산하 기관인 한국농어촌공사가 관리한다.

2) 관개 시설 관리 조직

관개 조직은 수리 시설의 유지·관리를 담당하고 수리비를 징수한다. 수리비는 농지의 면적에 비례하여 징수한다. 관개 조직은 농민과 정부가 수리 시설의 관리 참여도에 따라 관개 조합, 공공 관개 기관, 복합 관개 기관으로 구분된다.

3) 일상적 유지 · 관리

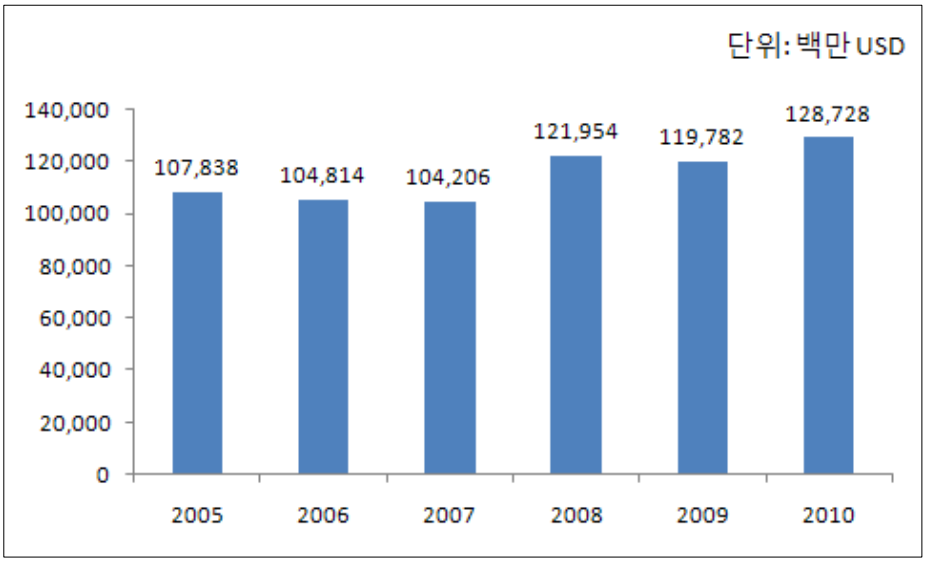
수리 시설이 최상에 기능을 유지하기 위하여 매년 정상적으로 이루어지는 형태이다. 또한 재난이나 노후 및 파손에 대한 복구 및 보수 업무도 포함된다.

제 3장 농업용수 공급 및 관리 원조 사업 현황

3.1 국제 원조사업의 최근 동향

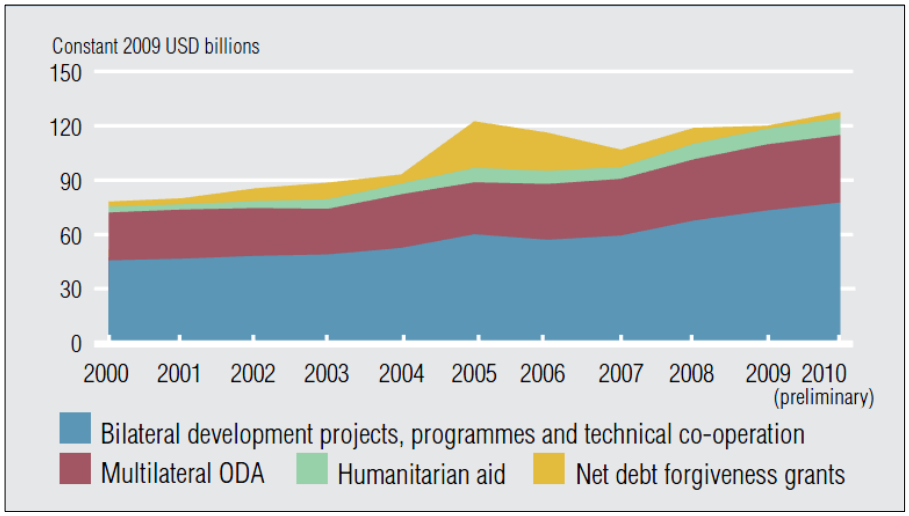
3.1.1 DAC 회원국의 원조현황

2010년에 DAC회원국으로부터의 순수 ODA는 128.7억 달러였으며, 2009년보다 6.5%이상 증가하였다. 이 액수는 2005년 실제 ODA 중 가장 높은 수준을 능가하는 규모의 원조를 제공하였다.



[그림 28] DAC 회원국 연도별 전체 ODA 지출규모 추이

DAC 회원국의 공적개발원조는 총 국민소득(GNI)의 약 0.32%로서 1992년 이후 가장 높은 비율로 나타났으며 2005년과 동일한 규모이다. 핵심 개발 프로그램 및 프로젝트와 (채무 완화 및 인도주의적 지원을 제외한) 관련된 양자간 원조가 2009년에 비하여 5.9% 이상 상승했다.



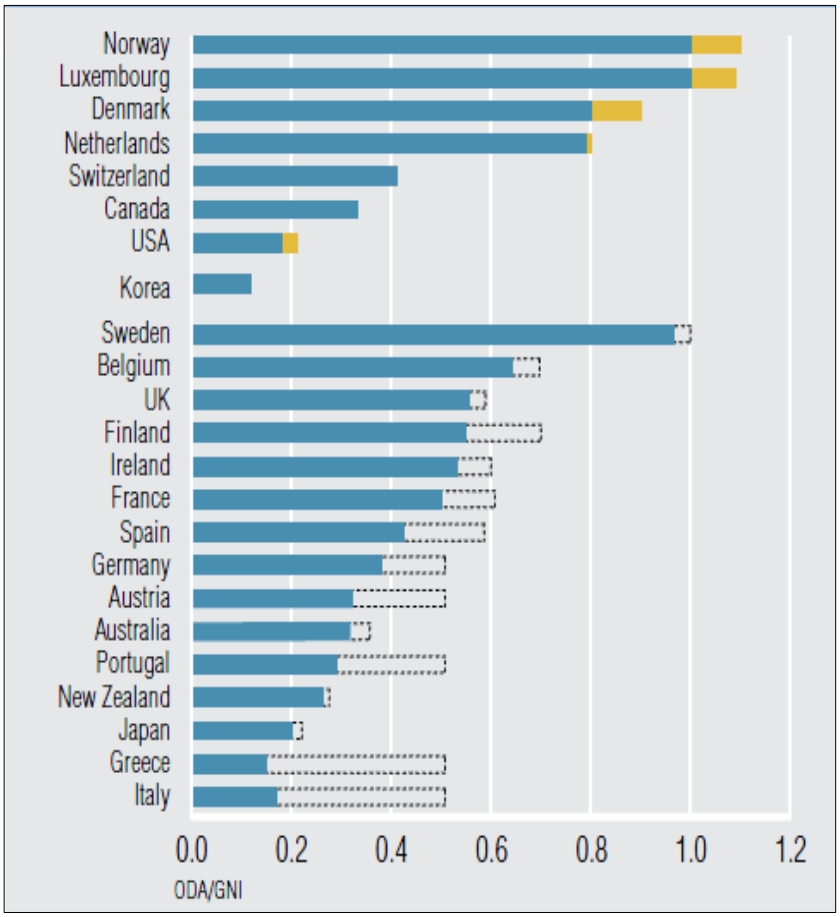
[그림 29] DAC 공여국의 ODA 요소별 원조규모 추이

2010년에 가장 많이 원조한 나라는 미국, 영국, 프랑스, 독일, 일본이었다. 덴마크, 룩셈부르크, 네덜란드, 노르웨이 그리고 스웨덴은 유엔의 공적개발원조 목표인 총 국민소득 대비 0.7%의 원조규모를 지속적으로 초과했다. 2009년과 2010년 사이에 공적개발원조 규모를 보게 되면 실제로 호주, 벨기에, 캐나다, 일본, 한국, 포르투갈 그리고 영국 등의 국가에서 큰 증가를 나타냈다.

[표 12] 2010년 순 공적개발원조 금액

DAC member	2010		2009		2010	Percent change 2009 to 2010(1)
	ODA USD million current	ODA/GNI %	ODA USD million current	ODA/GNI %	ODA USD million(1)	
					At 2009 prices and exchange rates	
Australia	3849	0.32	2762	0.29	3096	12.1
Austria	1199	0.32	1142	0.3	1242	8.8
Belgium	3000	0.64	2610	0.55	3109	19.1
Canada	5132	0.33	4000	0.3	4509	12.7
Denmark	2867	0.9	2810	0.88	2931	4.3
Finland	1335	0.55	1290	0.54	1380	6.9
France	12916	0.5	12600	0.47	13523	7.3
Germany	12723	0.38	12079	0.35	13272	9.9
Greece	500	0.17	607	0.19	509	-16.2
Ireland	895	0.53	1006	0.54	957	-4.9
Italy	3111	0.15	3297	0.16	3248	-1.5
Japan	11045	0.2	9457	0.18	10574	11.8
Korea	1168	0.12	816	0.1	1026	25.7
Luxembourg	399	1.09	415	1.04	413	-0.3
Netherlands	6351	0.81	6426	0.82	6570	2.2
New Zealand	353	0.26	309	0.28	297	-3.9
Norway	4582	1.1	4086	1.06	4233	3.6
Portugal	648	0.29	513	0.23	674	31.5
Spain	5917	0.43	6584	0.46	6197	-5.9
Sweden	4527	0.97	4548	1.12	4225	-7.1
Switzerland	2295	0.41	2310	0.45	2205	-4.5
United Kingdom	13763	0.56	11283	0.51	13475	19.4
United States	30154	0.21	28831	0.21	29852	3.5
TOTAL DAC	128728	0.32	119781	0.31	127518	6.5
Average country effort		0.49				
Memo items:						
EUinstitutions	12986		13444		13546	0.8
DAC-EUcountries	70150	0.46	67210	0.44	71726	6.7
G7countries	88844	0.28	81548	0.26	88453	8.5
Non-G7countries	39884	0.49	38233	0.5	39065	2.2
Non-DAC economies:						
CzechRepublic	224	0.12	215	0.12	225	4.6
Estonia	18	0.1	18	0.1	19	4.7
Hungary	113	0.09	117	0.1	114	-2.2
Iceland	29	0.28	35	0.35	27	-22.6
Israel	141	0.07	124	0.06	139	12.4
Poland	378	0.08	375	0.09	359	-4.1
SlovakRepublic	74	0.09	75	0.09	77	2.7
Slovenia	63	0.13	71	0.15	66	-7.4
Turkey	967	0.13	707	0.11	875	23.8

2005년 Gleneagles (G8) 정상회의 및 여러 포럼에서 공여국들은 다양한 규모의 기부를 증가하기로 약속하였다. 특히 15개의 DAC- 유럽연합(EU)회원은 2010년 공적개발원조를 총 국민소득 대비 0.51%로 하는 야심찬 목표를 달성하기 위해 노력하고 있으며 몇 가지 높은 수준을 기획 중에 있다. DAC 사무국은 2010년을 목표로 공적개발원조/총 국민소득을 평가하기 위한 표를 모의하였다. [그림 30]은 2010년 실제 결과와 6년 전에 모의실험을 통해 분석된 결과를 비교한 것이다.



[그림 30] 2005년에 예상했던 ODA 실적과 2010년의 실제 실적 현황

미국은 2004년과 2010년 사이에 사하라 사막 이남의 아프리카에 대한 원조를 두배 규모로 확대할 것을 약속하였으며 2009년 초에 목표를 뛰어넘는 원조를 달성하였고, 캐나다는 2001년에 비교하여 두배의 국제원조 목표를 달성했다.

스위스는 공적개발원조/총국민소득 비율 0.41%를 충족하기 위해 지속적으로 노력하고 있다. 호주는 400백만 호주달러 규모의 공적지원을 목표로 하였으며, 역시 이 목표를 달성하였다. 하지만 예상을 초과하는 국민총생산의 증가로 인하여 목표로 했던 ODA/GNI 에는 미치지 못하는 규모였다.

노르웨이와 룩셈부르크는 공적개발원조를 GNI의 1%를 넘어 각각 1.10%와 1.09%로 유지하였으며, 덴마크는 2010년 모의수준을 뛰어넘는 0.90%에 이르고 네덜란드 또한 모의수준을 초과하는 0.80% 정도로 예상된다.

다른 EU 국가들 중에서는, 벨기에(0.64%), 핀란드(0.55%), 아일랜드(0.53%), 스웨덴(0.97%)과 영국(0.56%)로서 2005년에 예상한 EU국가별 목표에 조금 미치지 못하지만 EU국가의 최소목표치인 0.51% 정도는 모두 달성한 것으로 나타나고 있다.

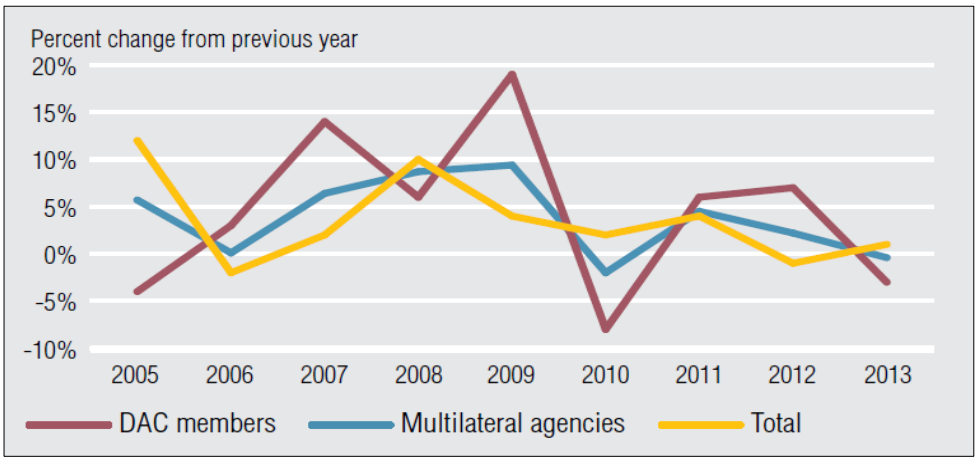
프랑스(0.50%)는 거의 최소목표치를 달성했지만 다른 국가들은 최소 목표치에 미치지 못하는 것으로 나타났다[오스트리아 (0.32%), 독일(0.38%), 그리스(0.17%), 이탈리아(0.15%), 포르투갈(0.29%)과 스페인(0.32%)].

일본은 2005년에 예상된 공적개발원조 규모 및 수준에 다소 미흡하지만 2010년에 크게 상승했다.

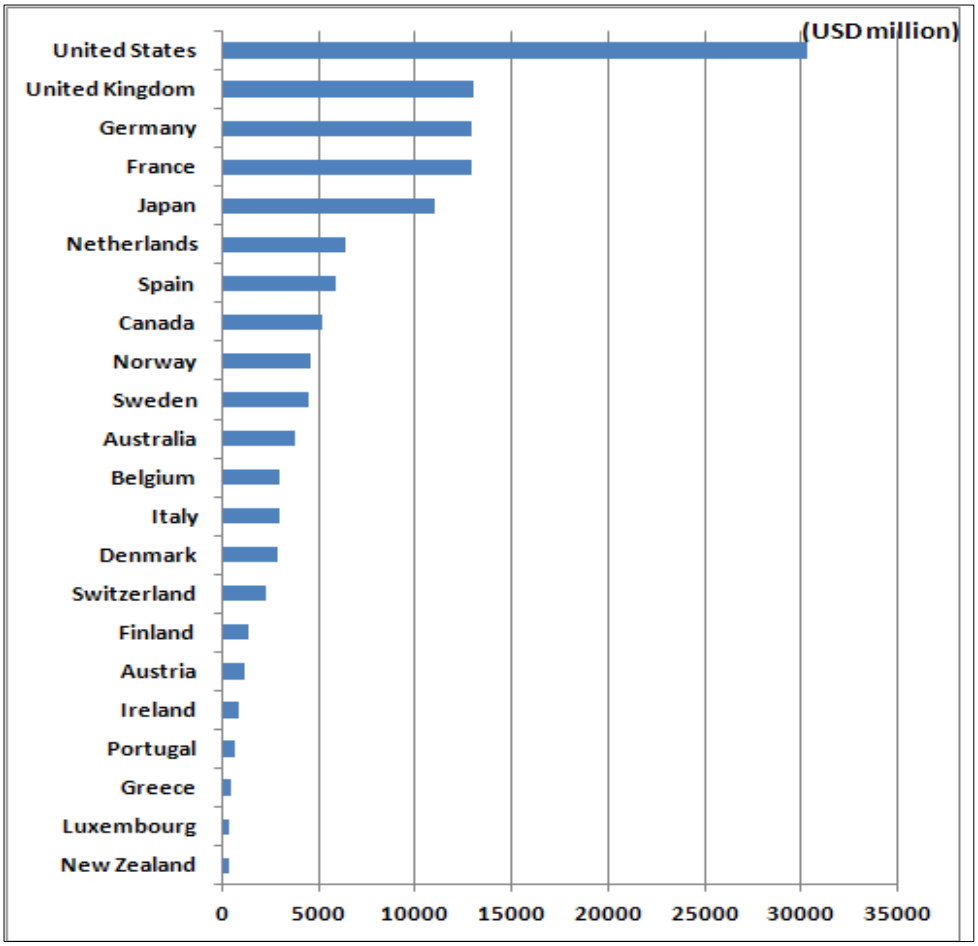
2012-13년에 뉴질랜드는 공적개발원조 규모로서 600백만 뉴질랜드 달러의 수준을 달성하기 위한 계획을 세워놓고 있으며, 2010년에는 GNI 대비, 0.28%의 공적개발원조 규모로서 목표치에 다소 미치지 못하는 것으로 나타났다.

2010년 이후의 원조규모에 대해서 OECD(경제개발협력기구)는 2013

년까지 많은 원조국들이 다양한 프로그램을 통하여 제공할 종합적인 미래 원조규모에 대한 4번째 조사(OECD DAC 2011B)를 하였다. 이 조사의 결과로는, 향후 국가별 원조액의 증가율이 점점 감소할 것이라고 제안하고 있다. 또한 국제적인 국가 원조프로그램(country programmable aid, CPA)은 2011에서 2013년까지 연간 2%의 비율로 원조규모가 성장할 것이라고 예측하고 있으며, 이는 지난 3년간 연간 평균 8%의 성장률과 비교할 때 매우 작은 규모임을 알 수 있다. DAC 국가 양쪽만의 연간 1.3%에서 약간 낮은 원조 증가가 예상된다.



[그림 31] DAC 국가 원조프로그램의 감소 경향



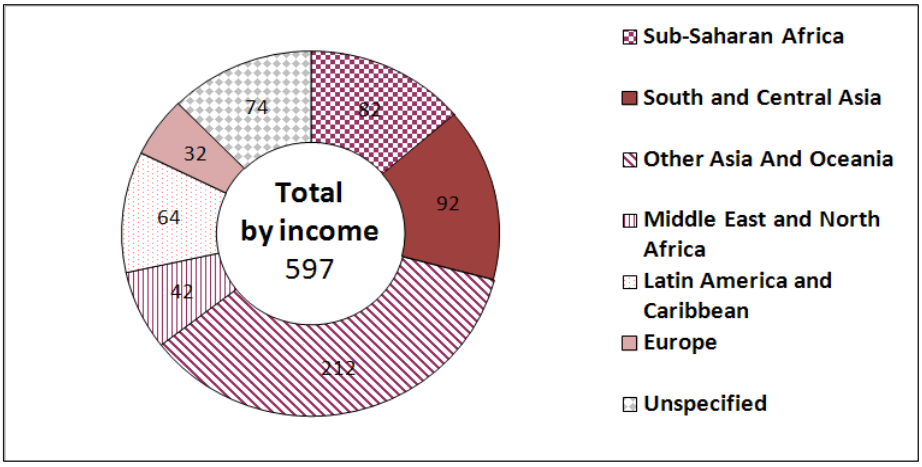
[그림 32] DAC 회원국의 ODA 공여실적 (2010년 순지출 기준)

3.1.2 우리나라의 국제원조 현황

2010년 한국 공적개발원조에서 양자간 원조가 차지하는 비율은 76%이며 2009년의 71%에서 증가된 규모임을 알 수 있다. 한국 양방향 공적개발원조는 지리적인 위치를 감안하여 동 아시아 및 오세아니아 지역에 집중되어 지원되고 있으며(2008-09 총 공적개발원조의 35%) 나머지 지역에는 비슷한 규모의 지원이 이루어지고 있는 것으로 나타나고 있다.

[표 13] 2008~2010간의 Net ODA

Net ODA	2008	2009	2010	Change 2009/10
Current (USD m)	802	816	1168	43.1%
Constant (2009 USD m)	723	816	1026	25.7%
In Won (billion)	891	1040	1349	29.8%
ODA/GNI	0.09%	0.10%	0.12%	
Bilateral share	67%	71%	76%	

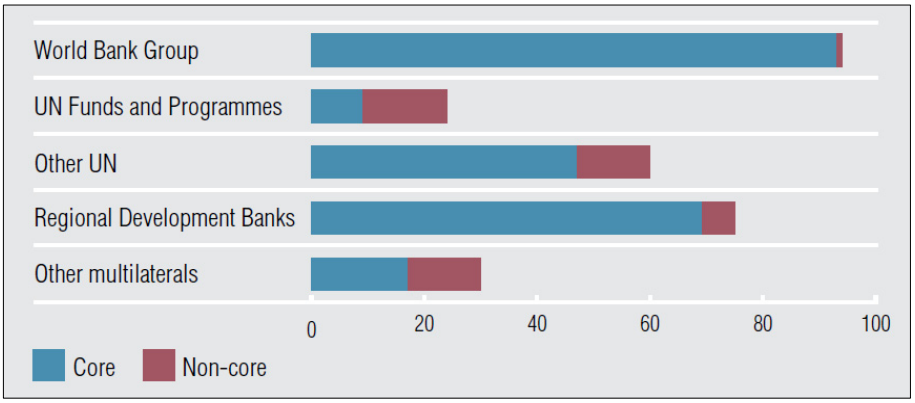


[그림 33] 대륙별 ODA 현황 (USD million)

[표 14] ODA 원조의 10대 수혜국 (USD million)

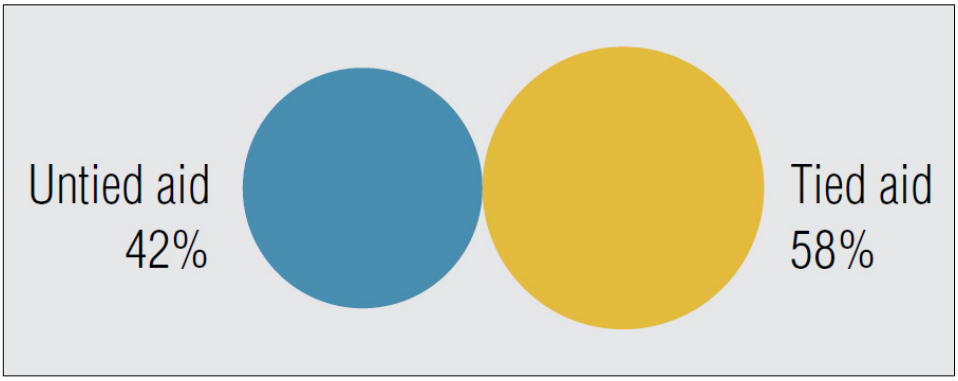
1	Vietnam	60
2	Indonesia	27
3	Angola	27
4	Cambodia	26
5	Philippines	25
6	Mongolia	25
7	Sri Lanka	23
8	Turkey	19
9	Laos	18
10	Afghanistan	14
Memo: Share of gross bilateral ODA		
Top 5 recipients		28%
Top 10 recipients		44%
Top 20 recipients		61%
Top recipient of gross ODA VIET NAM USD 60 million		

2009년 한국은 총 공적개발원조의 29%에 해당하는 다자간 공적개발원조에(“핵심”) 총 285만 달러를 제공했으며 이중 대부분의 원조액이 세계은행 그룹(World Bank Group)과 지역개발은행(Regional Development Bank)을 통하여 이루어 졌다.



[그림 34] 한국의 핵심(Core) 또는 비핵심(non-core) 다자간 원조, 2009

2008~09년 한국 원조의 절반가까이가 구속성원조(tied aid)인 것으로 나타났으며, DAC의 회원국에 합류한 한국은 2015년까지 총 공적개발원조의 75%를 비구속성 원조(untied aid)로 전환하기 위한 로드맵을 설정하고 2012년까지 저개발 국가에 대한 모든 원조를 비구속성 원조로 전환하는 계획에 합의했다.



[그림 35] 한국의 양자간 원조 중 구속성원조와 비구속성 원조의 비율 (2008-09)

2009년, 한국의 인도적 지원 규모는 2천 백 7십만 달러로서, 그 중 88%는 다자간(multilateral) 경로를 통해, 4%는 NGO를 통해 그리고 나머지 8%는 다른 경로를 통해 제공되었다. 그 결과 한국은 최근 몇 년간의 노력으로 인도적 원조를 확장하고 있다.

3.2 농업분야 관련 원조사업의 국제적 동향

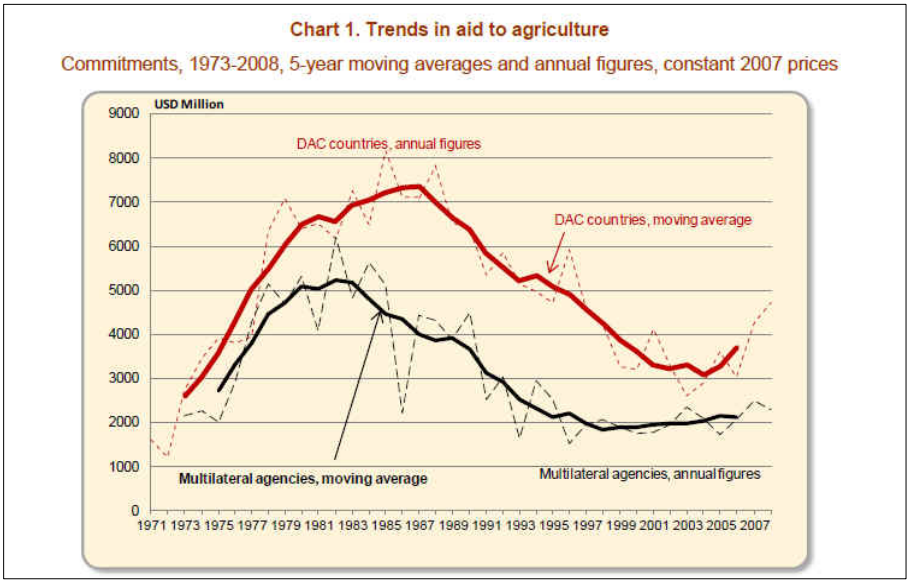
3.2.1 국제적 동향

2007-2008년 사이에 DAC 회원국가의 농업분야에 대한 양자 상호원조액(bilateral aid)은 47억 달러 로 집계되었으며, 다국적 기구(multilateral aid)를 통한 원조액을 포함할 경우 72억 달러로 집계되었다.

DAC 회원국을 중심으로 보면, 2007-2008년 간 가장 큰 원조 국가는 미국으로서 원조액이 연평균 14억달러이며 다음으로 일본 (10억 달러)과 프랑스 (5.8억 달러) 이다.

1980 년대 중반 이후부터, 농업분야에 대한 국제원조는 최고대비 43% 가까이 감소되었지만, 최근에 와서는 농업분야에 대한 국제원조가 다시 증가하는 추세로 바뀌고 있다.

2003-2008년 기간 동안, 농업분야의 원조액은 연평균 13%의 증가율을 보이고 있으며 농업분야의 원조사업은 주로 사하라 사막 이남의 아프리카 (31%)와 동남아시아 및 중앙아시아 (22%)를 중심으로 하여 지원되었으며 이 지역을 중심으로 하는 저개발국가 및 저소득 국가가 전체 지원액의 절반 이상을 지원받은 것으로 조사되고 있다.



[그림 36] 농업분야 국제원조의 경향(1973-2008)

2007-2008년간 농업 분야에 대한 국제 원조의 경향은 몇몇 큰 공여국의 원조가 상당 부분을 차지하고 있으며, 농업에 대한 DAC 회원국 지원중 양자 원조(bilateral aid)의 절반 이상은 미국 (30%), 일본 (21%), 프랑스 (12%) 등 3개국의 원조가 매우 큰 부분을 차지하고 있다. 이들 3개국은 농업분야뿐만 아니라 지원전체 금액으로도 세계에서 가장 많은 국제원조를 지원하고 있는 국가이기도 하다.

다자간 지원(multilateral aid) 측면에서 보면, 국제개발협회(IDA)는 2007-2008년간 총 다자간 농업분야 지원의 50 %를 차지하는 가장 큰 지원기관이다.

[표 15]의 내용을 보게 되면 한국은 2010년 1월 1일에서 처음으로 DAC 회원이 되었지만 이번 통계에는 포함되지 않았다. 2007-2008년간 한국의 농업분야에 대한 국제지원은 8천2백만 달러로서 한국 전체 원조액의 7%에 해당하는 규모이다.

[표 15] 2003-2008년간 국가별 농업분야 국제원조 현황

	Commitments, USD million			% of Donor Total			% All Donors		
	2003_04	2005_06	2007_08	2003_04	2005_06	2007_08	2003_04	2005_06	2007_08
Australia	78	112	110	6	8	4	2	2	2
Austria	7	11	12	3	4	3	0	0	0
Belgium	81	91	106	10	10	9	2	2	1
Canada	232	149	169	13	9	7	5	3	2
Denmark	89	171	67	8	14	7	2	3	1
Finland	23	44	61	7	9	11	0	1	1
France	235	191	582	6	4	10	5	4	8
Germany	204	323	228	4	6	3	4	6	3
Greece	2	2	5	1	1	2	0	0	0
Ireland	25	24	45	7	6	8	1	0	1
Italy	39	28	60	6	3	7	1	1	1
Japan	609	755	991	9	9	9	12	14	14
Luxembourg	11	6	14	8	4	8	0	0	0
Netherlands	203	154	99	10	4	3	4	3	1
New Zealand	6	14	8	5	7	4	0	0	0
Norway	98	116	139	7	6	6	2	2	2
Portugal	4	3	2	2	1	1	0	0	0
Spain	131	113	211	10	7	7	3	2	3
Sweden	72	114	83	6	5	6	1	2	1
Switzerland	70	63	83	10	9	10	1	1	1
United Kingdom	164	180	239	5	4	4	3	3	3
United States	379	722	1397	2	4	7	7	14	19
Total DAC countries	2763	3388	4713	6	6	6	54	63	65
AfDF	280	249	118	19	18	7	6	5	2
AsDF	273	225	120	15	17	8	5	4	2
EC	365	334	539	5	3	5	7	6	7
FAO	211	211	210	100	100	100	4	4	3
IDA	963	756	1261	9	9	11	19	14	17
IDB Sp.Fund	75	15	10	16	3	3	1	0	0
IFAD	136	168	262	32	37	53	3	3	4
UNDP*	5	3	1	1	1	0	0	0	0
Total Multilateral	2308	1961	2521	21	16	17	46	37	35
Total	5071	5349	7234	9	8	9	100	100	100

최근 들어서 국가별 총 원조액이 크게 증가하고 있기 때문에, 농업 분야에 대한 지원이 차지하는 비율이 감소하는 것으로 나타나고 있다. DAC 국가의 경우 1980 년대 후반에 농업분야 지원액이 차지하는 비율이 17%에 이르던 것이 1990년대 중반 이후 13% ~ 6 % 까지 떨어졌다.

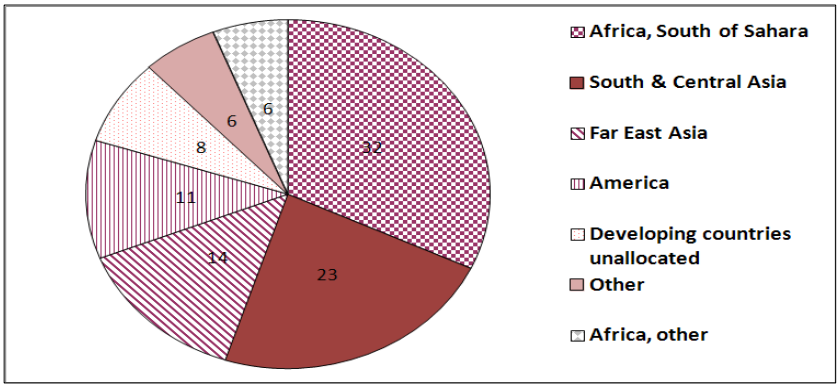
국가별로 농업분야 지원액이 차지하는 비율을 볼 때, 비교적 높은 비율을 보이는 국가로는, 핀란드 (11%), 프랑스와 스위스 (각 10%), 벨기에와 일본 (각 9%)로서 DAC 평균인 6% 이상으로 나타났다.

[표 16]을 보게 되면, 10대 원조 수혜국중에서 6개 국가가 아시아 국가이며 DAC 회원 (EU 기관 포함)중에서 일본의 대규모 원조는 주로 인도와 중국으로의 지원에 사용되었고, 그리고 미국의 대규모 보조금은 아프카니스탄 (불법 마약 재배를 줄이기 위해)과 이라크 (농업 생산성 향상을 위하여)를 지원하는데 사용되었다.

[표 16] DAC 국가의 농업분야 주요 원조국 및 수혜국 현황

	United States	Japan	France	EU Institutions	United Kingdom	Other DAC members	Total DAC members	% of aid to agriculture to all recipients
Afghanistan	283	3	0	20	12	49	368	7
India	3	290	2	0	0	27	322	6
Morocco	206	5	6	0	0	16	233	4
Ghana	128	5	14	3	5	76	231	4
Iraq	101	41	0	0	0	13	155	3
Mali	113	4	13	10	0	42	183	3
Indonesia	2	112	15	0	0	40	169	3
Colombia	83	1	4	0	0	20	109	2
China	0	74	0	0	0	33	108	2
Viet Nam	1	9	50	0	0	55	114	2
Other recipients	477	446	476	506	222	1134	3260	62
Total amount	1397	991	581	539	239	1505	5252	100
% of aid to agriculture from all DAC members	27	19	11	10	5	29	100	

사업분야 국제원조는 주로 사하라 사막 남부 아프리카 (32%)와 동남아시아 및 중앙 아시아(23%)에 집중되고 있다. 이 두 개의 지역은 지난 10여 년간 원조액이 꾸준히 증가하고 있으며 사하라 사막 남부 아프리카의 경우, 1997-1998년 27 %에서 2007-2008년에는 31%로 증가하였고, 그리고 중앙아시아의 경우에도 19%에서 21%까지 증가한 것으로 나타나고 있다.

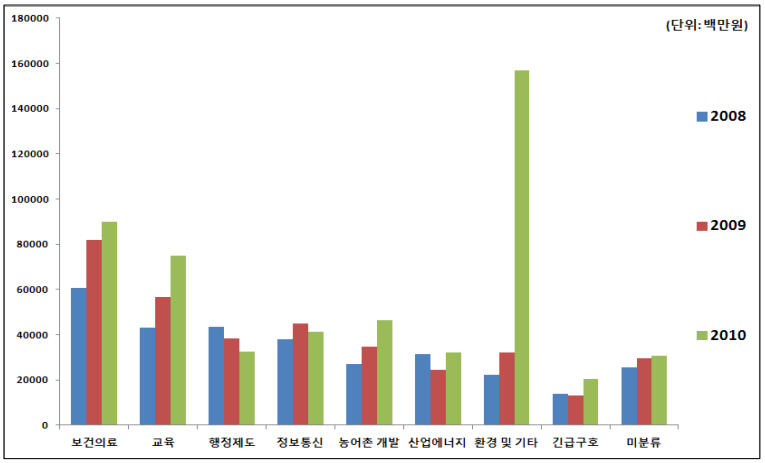


[그림 37] 농업분야 원조의 지역별 분배

3.2.2 KOICA의 농업용수관련 원조 실적

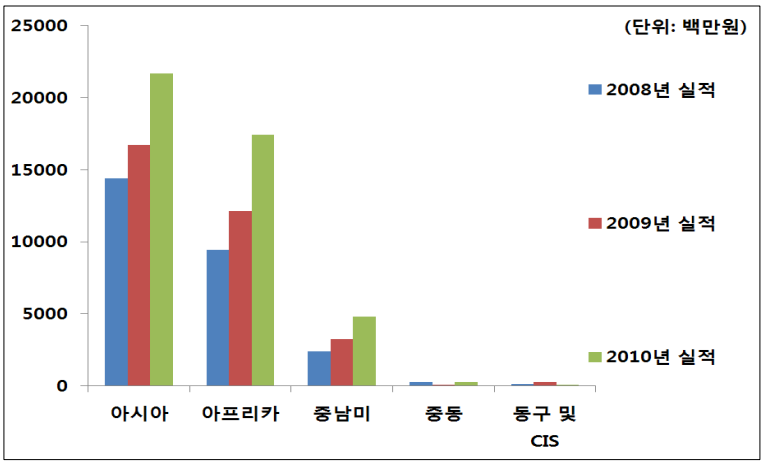
2008~2010년 동안에 KOICA에서 분야별 원조 실적을 [그림 38]로 나타낸 것으로써 매년 원조 실적이 증가하는 추세를 나타내고 있다. 보건의료에 총 232,417백만원(20%)의 큰 비중을 차지하고 있으나, 반면 긴급구호에 총 47,456백만원(4%)에 적은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타나고 있다. 또한 2010년에 원조에서는 다른 분야보다 환경 및 기타 분야에 매우 많은 원조를 한 것을 알 수 있다.

농어촌개발에는 매년 원조 실적이 증가하는 추세를 나타내고 있으나 전체 분야에서 농어촌개발 원조는 107,803백만원(9%)으로 적은 것으로 나타난다.



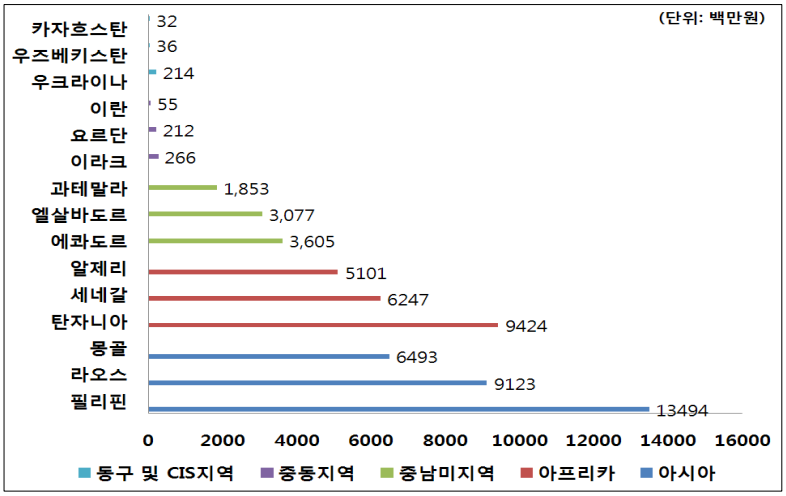
[그림 38] 2008~2010년 분야별 지원 실적

2008~2010년 동안 농어촌개발 분야에서 대륙별 실적을 [그림 39]로 나타낸 것으로 써 2008~2010년 동안 농어촌개발 원조로 총 103,270백만원이 지원 되었다. 그 중 아시아 총 52,796백만원 (51.12%)으로 가장 높은 지원을 받았으며, 그 다음으로 아프리카가 총 39,003백만원 (37.77%)나타났다. 중남미는 총 10,427백만원 (10.10%), 중동은 총 597백만원(0.58%), 동구 및 CIS 총 93백만원 (0.43%)순으로 지원 되었다.



[그림 39] 2008~2010년 농어촌개발 분야 대륙별 실적

대륙별로 ODA 지원을 많이 받은 수원국을 [그림 40]으로 나타내고 있다. 그림에서 나타내는 ODA 지원 수원국들의 1~3위를 보게 된다면 필리핀이 13,494백만원으로 ODA 지원을 가장 많은 지원을 받으며, 그 다음으로 탄자니아가 9,424백만원이고, 그 뒤로 라오스가 9,123백만원으로 지원을 받고 있다. 지역적으로는 아시아 지역과 아프리카 지역이 ODA 지원을 많이 받는 것을 알 수가 있다.



[그림 40] 2008~2010년 간 대륙별 ODA 지원을 많이 받는 수원국 1위~3위

3.3 농업용수 및 수자원 관련 국제기구

농업용수와 관련된 가장 대표적인 국제기구로는 FAO(국제연합식량농업기구)를 들 수 있으며 농촌개발과 빈곤퇴치를 목표로 하고 있다. 특히, FAO 에서는 AQUASTAT database system을 통하여 농업용수 및 국제 농업관련 각종 통계정보를 매년 업데이트하여 제공하고 있다.

그밖에도 ICID(국제관개배수위원회)는 관개 농업과 관련된 연구 및 기술개발과 적용을 장려하고 진흥하는 것을 목적으로 설립되었으며, IFAD(국제농업개발기금)는 개발도상국의 농촌지역 개발을 목표로 많은 국제적인 활동을 수행하고 있다. 또한 IGC(국제곡물이사회)는 국제 곡

물의 생산량 조절 및 가격안정을 목표로 활동하고 있다.

이상에 언급된 국제기구 이외에도 수자원의 통합적 관리 및 수자원 빈국에 대한 원조를 위해서 많은 국제기구가 설립되어 활동하고 있으며 이러한 국제기구들을 통합하여 UNWATER라는 조직이 운용되고 있기도 하다.

[표 17]은 농업용수 및 물관련 국제기구를 열거하였으며 각각의 기구별 임무와 설립목적을 다음절에 소개하였다.

[표 17] 농업용수 관련 국제기구

	Food and Agriculture Organization		Secretariat of United Nations Framework Convention on Climate Change
GWP	Global Water Partnership	SIWI	Stockholm International Water Institute
	International Commission on Irrigation & Drainage		United Nations Economic Commission for Africa
	International Fund for Agricultural Development	WFP wfp.org	World Food Programme
	International Grains Council		World Meteorological Organization
IWMI INTERNATIONAL WATER MANAGEMENT INSTITUTE	International Water Management Institute	World Water Council World Water Forum	World Water Council

3.3.1 FAO

기관명	• FAO(Food and Agriculture Organization)
주소 및 홈페이지	• Viale delle Terme di Caracalla 00153 Rome, Italy • http://www.fao.org/index_en.htm
설립목적	• 세계 식량과 농산물의 효율적인 생산 및 분배, 개발도상국 농민의 생활환경 개선, 전세계인구의 영양상태 및 생활환경 개선을 통하여 세계경제발전에 기여를 목표로 한다.
주요역할 및 이벤트	• UN 전문기구 중 가장 큰 규모의 기구로서, 1943년 5월 미국에서 개최된 식량 농업화를 기반으로 하여, 1945년 10월 캐나다 퀘벡에서 소집된 제1회 총회에서 34개국의 헌장서명으로 발족되었다. 현재 회원국은 192개국이며, 한국은 1949년에 가입하였다. FAO에서는 농업, 임업, 어업등 각 분야의 전문가들이 개발정책을 돕기 위해 정보의 수집과 분석, 보급을 담당하고 있으며, 농촌개발과 빈곤퇴치 목표를 위한 국가전략을 수립에 대한 전문적인 지식을 제공하고 있다. 또한 제한적인 수자원을 지속적으로 사용할 수 있도록 식량 안보를 위한 수자원 개발, 지속가능한 농업개발에 대한 특별 시행 프로그램을 지원하고 있다. FAO에서 수자원관련 주요활동은 토지/물 개발분과(Land and Water Development Division)에서 다루고 있다.

3.3.2 GWP

기관명	• GWP(Global Water Partnership)
주소 및 홈페이지	• GWP Secretariat Drottninggatan 33, SE-111 51 Stockholm, Sweden • http://www.gwp.org/
설립목적	• 물의 지속가능한 발전을 위해서는 통합적인 접근이 필요하다는 인식에서 비롯하여, 이러한 자각은 물과 관련된 보다 참여적인 기구 및 새로운 중개기구의 필요성을 의미했다. 이에 1996년 세계은행과 UNDP, UNEP 및 웨덴국제개발기구(Swedish International Development Cooperation Agency, SIDA)가 함께 "GWP"을 발족하게 되었다. GWP은 재정, 기술, 정책, 인적자원을 동원한 전 지구적인 네트워크를 구축하여 통합수자원 관리를 소개하고 이행하려는데 목적이 있다.
주요역할 및 이벤트	• 지역적·국가적·지구적 차원에서 필요한 중요한 정보를 제공하고, 이행을 위한 프로그램을 개발하며, 협력과 정보교환을 통하여 통합수자원관리를 추진하여 전 지구적으로 지속가능한 수자원 관리를 지원하는 역할을 수행한다. 또한, 수자원 관리 및 이용에 관련된 기구들과의 협력 증진과 협력 기구 사이에서 가이드라인을 제시 및 통합수자원관리를 위한 이행방안 개발을 지원한다. GWP는 이러한 활동들을 수행하기 위해서 다음과 같은 프로그램을 기획, 추진 중이다. • 국제 유역 기구 네트워크 : 유역 기구의 발전 및 강화 • 통합수자원관리를 위한 역량 확립 네트워크 • 지하수관리 자문

3.3.3 ICID

기관명	• ICID(International Commission on Irrigation & Drainage)
주소 및 홈페이지	• 48 Nyaya Marg, Chanakyapuri, New Delhi 110021, India • http://www.icid.org/
설립목적	• 인도에서 1950년 6월 24일에 설립된 비정부 과학기술단체로서, '공학적, 경제적, 사회적 관점에서 관개, 배수, 홍수조절 및 하천 개수에 관한 과학기술의 개발을 장려 추진하는 것'을 목적으로 하고 있다. 구체적인 내용으로는 다음과 같이 요약할 수 있다. • 관개배수, 홍수조절 등에 대한 기술 도입에 의한 효율적인 물 관리와 환경보전 • 물 자원과 농지의 생산성 향상 도모 • 세계 식량의 안정적인 공급에 기여
주요역할 및 이벤트	• 회원국은 105개 국가에 이르며, 전 세계적인 관개, 배수, 및 하천 개수에 대한 연구, 개발 보급을 위하여 다음과 같은 역할을 수행하고 있다. • 회원 상호간의 서신 교환과 심포지엄, 세미나, 기술 회의와 총회를 통한 기술 정보 교류 및 토론과 간행물 교환 • 매 1년마다 집행위원회, 매 3년마다 총회 및 주기적인 세미나, 심포지엄, 특별기술회의 등을 개최하여 회원국 상호간의 기술개발에 협력 • 각국에서 공동관심을 갖는 주제에 대하여 공동으로 연구조사 및 시험을 하여 보고서를 발간 • ICID는 UN경제사회 이사회의 B급 자문기관이며, FAO, WMO의 자문기관을 맡고 있으며 WHO, UNDP, UNEP, IBRD 등의 다수의 국제기구에도 대표를 파견시켜 공동으로 연구조사, 서적발간 등의 협력

3.3.4 IFAD

기관명	• IFAD(International Fund for Agricultural Development)
주소 및 홈페이지	• International Fund for Agricultural Development Via del Serafico, 107 00142 Rome, Italy • http://www.ifad.org/
설립목적	• 1977년 11월에 설립된 농업관계의 국제기구로서, 개발도상국의 농업개발, 특히 식량증산을 위한 자금의 공급을 목적으로 한다.
주요역할 및 이벤트	• UN의 전문기관인 국제식량농업기구(FAO;Food and Agricuture Organization of the United Nations)가 식량 및 농업에 관한 정보수집 등의 간접원조를 주목적으로 하는 데 비해서 국제농업개발기금(IFAD)은 식량생산의 증대뿐만 아니라 농업개발, 농촌주민의 생활수준의 향상, 기아 추방 등을 위해서 직접 융자를 해준다. 특히 신국제경제의 질서를 배경으로 새로이 창설된 국제기구이기 때문에 선진국에 유리한 가중투표제가 배제된다. IFAD의 Strategic Framework 2007-2010의 주요목표는 개발도상국의 농촌지역의 개발을 목표로 하고 있으며, 수자원분야는 Natural Resources - land and water와 관련이 있다.

3.3.5 IGC

기관명	• IGC(International Grains Council)
주소 및 홈페이지	• nternational Grains Council1, Canada Square Canary Wharf London E14 5AE England • http://www.igc.int/en/Default.aspx
설립목적	• 국제 곡물 가격을 안정시킬 목적으로 세워진 국제기구이다. 국제곡물이사회 배경에는 1949년 체결된 국제소맥협정(International Wheat Agreement)이 크게 영향이 있으며, 국제소맥협정은 제2차 세계대전이 끝나고 폭등하는 밀 가격을 안정시키기 위해 체결 된 협정이었다. 밀의 주요 수출 국가였던 미국과 캐나다 등 수출국과 인도, 레바논 등 16개 수입국이 협정에 참여했다. 국제곡물이사회는 소맥협정을 유지하고 관리하기 위해 세워졌다.
주요역할 및 이벤트	• 국제곡물협정에 따라 곡물에 관한 정보를 제공함으로써 곡물 가격을 안정시키는 데 기여한다. 그러나 곡물가격을 안정시키기 위해 가격을 규정한다거나 수요와 공급을 조율하는 등 시장에 직접 개입하는 행동은 하지 않는다. 주로 각 나라의 수출입 동향을 파악해 이를 회원 국가에 배포하는 역할을 담당하고 있으며 국가의 곡물 정책과 시장 영향의 변화를 모니터링 내용을 매년 6월과 12월에 정기적으로 진행 된다.

3.3.6 IWMI

기관명	• IWMI(International Water Management Institute)
주소 및 홈페이지	• 127, Sunil Mawatha, Pelwatte Battaramulla, Sri Lanka • http://www.iwmi.cgiar.org/
설립목적	• 농업용수 사용과 개도국 물 필요성에 관심을 집중하는 과학리서치 단체로서, 음식, 삶 그리고 자연을 위해서 육지자원과 수자원의 관리를 개선하는 것을 목적으로 1984년에 세계은행의 지원 하에 설립되었다.
주요역할 및 이벤트	• 수자원의 효율적 관리를 통하여 남반구 국가들의 빈곤 퇴치에 도움을 주기 위한 수단과 방법을 개발한다. 연구소는 10개의 국적을 대변하는 여러 분야의 과학자들로 구성되어 있으며, 인도, 파키스탄, 스리랑카, 멕시코 및 필리핀, 이란, 베트남, 중국 및 아프리카에서 학제적 연구 및 개발 프로젝트를 수행하고 있다. • 관개와 수자원에 관한 새로운 지식의 개발 (Generate new knowledge on irrigation and water resources) • 통합수자원관리를 위한 수단과 방법의 개발 (Create tools and methods for Intergrated Water Resources Management) • 농업에서의 물 관리로 인한 이익, 경제성, 그리고 미래의 방향에 대한 전반적인 평가 (Comprehensive Assessment of the benefits, costs and future directions of water management in agriculture)

3.3.7 UNFCCC

기관명	• UNFCCC (Secretariat of United Nations Framework Convention on Climate Change)
주소 및 홈페이지	• Haus Carstanjen Martin-Luther-King-Strasse 8, 53175 Bonn, Germany http://www.iwmi.cgiar.org/
설립목적	• 1992년 6월에 채택된 UNFCCC는 인간이 초래한 행동들이 기후 시스템에 대한 '위험한 간섭(dingerous interference)'이 되는 것을 방지하는 수준으로 대기 중의 온실가스 농도를 안정화시키는 것을 목적으로 하고 있으며, 1994년 3월 21일에 발효되었다.
주요역할 및 이벤트	• 기후변화는 세계의 환경, 인간 건강과 복지, 그리고 지구 경제의 지속가능성에 대한 가장 심각한 위협으로 간주되고 있으며, 대부분의 과학자들은 지구의 기후가 인간 활동에 기인한 이산화탄소와 같은 온실가스들의 축적에 의해서 영향을 받고 있다는 데 동의하고 있다. 이에 대하여 다수의 과학자들이 예방적이고 즉각적인 행동을 취하는 것에 대한 필요성을 제기함에 따라, UNFCCC의 개발이 정형화 되었다. 기후변화협약 체결국은 192개국에 이르며, 염화불화탄소(CFC)를 제외한 모든 온실가스의 배출량과 제거량을 조사하여 협상위원회에 보고해야 하고 기후변화 방지를 위한 국가적인 계획도 마련해야 한다.

3.3.8 SIWI

기관명	• SIWI(Stockholm International Water Institute)
주소 및 홈페이지	• Stockholm International Water Institute Drottninggatan 33 SE - 111 51 Stockholm, SWEDEN • http://www.siwi.org/sa/site.asp?site=4
설립목적	• 스톡홀롬 국제물기구는 1997년에 설립되었으며, 혁신적이면서 지속가능 한 개발과 물과 토지의 관리를 위해 국제적 영향과 국가의 의사결정에 도움을 준다. SIWI는 세계에서 점점 증가하는 물 위기의 지속가능한 해결책을 찾아 공헌하는데 있다.
주요역할 및 이벤트	• SIWI는 현재와 미래의 물과 환경, 거버넌스, 인적자원개발을 관리하며 IWRM을 통하여 사회·경제적 개발, 삶의 질, 음용수의 이용가능성, 공중위생보호, 건강증진, 오염물질 예방과 빈곤감소를 해결하기위하여 노력한다. 또한 물과 관련된 문제에 대해서 혁신적인 정책개발과 과학적 기반의 해결책을 제시한다. 또한 개발도상국과 전 세계의 단체 및 기구의 장기능력개발, 정책이슈에 초점을 둔 응용연구기반 프로젝트와 지역적, 국가적, 국제적 수준에서의 물과 관련된 프로젝트의 이행평가등의 분야에서의 프로젝트를 진행하고 있다.

3.3.9 UNECA

기관명	• UNECA(UN WATER/Africa)
주소 및 홈페이지	• Menelik II Ave. P.O. Box 3001, Addis Ababa, Ethiopia • http://www.uneca.org/
설립목적	• 아프리카 지역의 경제개발 및 협력 촉진을 목적으로 하며 이 지역의 경제·사회개발을 위한 조사·연구를 하는 등의 활동을 하고 있다.
주요역할 및 이벤트	• 국제연합(UN) 경제사회이사회의 하부기구이며, 전신기구는 IGWA(Iinteragency Group for Water in Africa)이다. • 1958년에 설립된 지역경제위원회로서, 아프리카 수자원 관련하여 많은 업무가 진행되고 있으며, 주요토픽은 강우와 기후자료 (Rainfall and Climatic Data), 환경 (Environment), 하천 (River), 호수 (Lakes), 지하수 (Ground water), 바다/해양 (Sea/Oceans), 수질 (Water Quality) 등이다.

3.3.10 WFP

기관명	• WFP(World Food Programme)
주소 및 홈페이지	• World Food Programme Via C.G.Viola 68 Parco dei Medici 00148 - Rome - Italy • http://www.wfp.org/
설립목적	• 전 세계 기아 퇴치를 위해 세워진 국제연합(UN) 산하의 식량 원조 기구이며, 1960년 국제연합 식량농업기구(FAO)가 주도해 만들어 졌다.
주요역할 및 이벤트	• 유엔기구중 하나이며 식량 지원을 지원하며, 식량 생산에 어려움을 가지고 있으면 영구적 또는 식량생산 기간 동안 인력을 파견하여 가난한 사람들의 삶 개선에 도움을 준다. • 보편성 위해 몇 가지 원칙과 일반성을 반영하고 있다. • 식량 지원은 경제 및 사회 발전위해 사용한다. • 난민 및 기타 비상식량은 수요와 관련하여 물류지원을 충족하게 지원한다. • 유엔과 FAO의 권장 사항에 일치하여 세계 식량 보장에 관여한다. • 난민 및 기타 비상상황은 생명을 구하기 위해 제공한다. • 삶의 중요한 영양 및 품질을 향상시키기 위해 제공한다. • 노동-프로그램을 통해 지역사회의 자립을 할 수 있도록 도움을 준다.

3.3.11 WMO

기관명	• WMO(World Meteorological Organization)
주소 및 홈페이지	• World Meteorological Organization 7bis, avenue de la Paix Case postal No. 2300, CH-1211 Geneva 2, Switzerland • http://www.wmo.int/pages/index_en.html
설립목적	• 세계기상기구는 UN의 기상과 물에 관련된 전문기구이며, 기상, 기후, 수자원, 수문학등 국가간의 협력을 목표로 한다.
주요역할 및 이벤트	• 세계기상기구는 기상 및 관련 정보의 신속한 교환을 위한 시스템의 설립 및 유지, 기상관련 관측활동의 기준 제시 및 통계자료발간, 인간활동에 있어서 기상학 적용,등의 업무를 담당하고 있다. 또한 기상과 물의 긴밀한 협력을 통하여 수문 분야의 발전을 도모한다. 세계기상기구의 현재 추진되는 프로그램 중에서 The Hydrology and Water Resources Programme (HWRP)는 물과 관련된 프로그램으로서 기상학과 수문학의 협력을 도모하는 부분이다.

3.3.12 WWC

기관명	• WWC(World Water Council)
주소 및 홈페이지	• World Water Council Espace Gaymard 2-4 place d'Arvieux 13002 Marseille, France • http://www.worldwatercouncil.org/
설립목적	• 캐나다 몬트리올(1995. 03)과 이탈리아 바리(1995. 09)에서 개최된 두 설립 모임에 이어 1996년 6월 프랑스 마르세유에서 공식적으로 설립되었으며, 국제 수자원 정책의 싱크탱크(Think-Tank)로서, 세계 수자원과 수자원 사업부문의 향상된 관리를 위한 세계 수자원 움직임을 강화하는데 주력하고 있다.
주요역할 및 이벤트	• 회원조직들의 활동과 자체 주관행사 및 보고를 통해 모든 단계에 걸쳐 물과 관련된 심각한 문제에 대한 인식을 촉진하며 지역적 또는 전 세계적으로 중요한 물 관련 이슈에 대해 규명하고, 고위급 인사에서 일반 대중에 이르기까지 각 층의 의사를 반영하여 물 관련 정책 및 활동 계획을 수립한다. 이와 같은 WWC의 목표를 구체적으로 명시하면, 첫째 지역적 또는 전 세계적으로 중요시 되는 물 관련 이슈들에 대하여 현재 진행되고 있는 평가들을 기반으로 규명, 둘째 고위급 인사에서 일반 대중에 이르기까지의 모든 차원의 의사결정에 있어서 물 관련 이슈들에 대하 인식을 증대, 셋째 지속가능한 통합수자원관리의 전략적 비전을 개발하고 효과적인 정책과 전략의 이행을 촉진, 넷째 통합수자원관리의 정책과 이행에 있어서의 진단사항들에 대한 정보를 환경, 사회, 성 평등에 기인하여 학회와 의사결정자들에게 제공, 다섯째 국경 하천(Transboundary River) 문제와 같은 수자원의 공유에 대한 문제 해결에 기여하는 것이다.

3.4 KOICA 농업용수 개발 원조사업 현황

3.4.1 KOICA 농업용수관련 원조사업 실적

본 절에서는 2007년~2013년간 KOICA 원조사업 중 농업용수 관련 사업을 조사하였다. 2007년~2013년간 KOICA에서 실시 및 계획 중인 농업용수 관련 사업은 총 15건이며, 주로 아시아, 아프리카 지역을 중심으로 계획 및 실시 중이며, 라오스, 세네갈이 가장 많은 사업을 계획 및 시행 중인 국가로 나타났다. 또한 농업용수 관련 사업은 대부분 관개시설 건설 및 증축 사업으로 관개수로와 댐 건설이 가장 많으며, 그 다음으로는 전문가 파견이 많은 것으로 나타났다.

[표 18] 농업용수 개발 원조사업 및 목적 소개

사업명	목적
제2차 라오스 비엔티안주 5개마을 농촌종합개발사업	• 농산물 생산성 향상으로 인한 소득증대 및 주민 조직 활성화를 통한 라오스 농촌개발모델 사업제시
DR콩고 츄엔게 농촌개발사업	• 농업기반시설 구축을 통한 농업생산성 증가 기반 확보 • 추엔게 지역사회 생활화경 개선 및 농민조합 활 성화 • 농업생산성 향상 및 자립적 농촌공동체 구축
라오스 비앤티안주 사나칸군 관개용 댐 건립사업	• 관개지역 확대를 통한 농업생산성 및 소득수준 제고, 농업여건 개선
라오스 비엔티안주 폰홍군 관개수로 건립사업	• 관개지역 확대를 통한 농업생산성 및 소득수준 제고, 농업여건 개선
라오스 힌헙군 관개용 댐 및 수로건설 사업	• 관개 인프라 시설지원을 통한 소수민족 정착지원 및 빈곤퇴치
모로코 농업기반시설(관개수로) 및 농촌개선사업	• 관개수로 개발을 통한 농업활성화 도모 및 식수·농업용수 문제 해결
몽골 바얀노르소움 호수 및 수자원 복원사업	• 신재생에너지를 이용 관계시스템을 구축 및 조립 사업 추진으로 자연환경을 복원하고 농축산분야 개발로 주진 소득증대 기여
세네갈 그랑디그뗄렐 관개개발 타당성 조사사업	• 관개시설의 운용 및 유지관리 기술 전수
세네갈 다가나지역 농업생산성 개선 지원사업	• 농촌개발을 통해 세네갈 정부의 식량 증산 계획 및 농업·농촌종합개발 노력에 부응하고 종적으로 현지 농민들의 소득증대 및 생활개선에 기여
압세론 주소로의 개보수에 대한 타당성 조사 및 세부설계 사업	• 아제르바이잔 북부에 위치한 6개 하천의 취수시설 건설(기존 2개는 개선,4개는 신설)을 위한 타당성 조사 및 실시설계 • 북부하천에서 취수한 물을 압세론 반도남부(바쿠 주변)의 생활용수와 농업용수로 공급하기 위한 압 세론 주수로 개보수 타당성조사 및 실시설계
우즈베키스탄 농업배수 염분저감기술 개발사업	• 농업배수 염분처리기술 개발을 통한 농업용수 확보
에콰도르 침보라소 관개수로 건설 및 영농기술이전사업	• 관개수로 건설을 통하여 연중 안정적인 농업용수 공급으로 농업 생산성 증대를 꾀하고 수확성이 높은 품종 도입이 가능하도록 기술교육센터를 건립하여 농업구조 변화 및 다양한 작물의 공급 증대를 꾀함
캄보디아 바테이 지역 관개시스템 건설사업	• 건기 시 농업용수 공급을 위한 관개시스템을 건설 함으로써, 경지 확장을 통한 농업생산성 증대를 도모하여 지역주민의 삶의 질 향상
탄자니아 관개시설 재건 및 농업기계화 사업	• 탄자니아 농촌의 관개시설 재건 및 농기계화를 지원하고, 영농기술의 전수 등을 통해 농업생산성 향 상 및 주민 소득 증대를 도모

1) 제2차 라오스 비엔티안주 5개마을 농촌종합개발사업

사업기간: 2010~2012(3년)

사업비: 150만불

구분		내용
한국	인프라 건설	• 관개시설 보강 및 증축: 틴융마을(간선:2,927m 및 2차 지선: 3,970m)
	컨설팅 및 민시설지원	• 컨설팅: 시범포, 유통·마케팅 지원, 나넌마을 지원 방안 • 주민시설지원: 죽세공작업장 및 초등학교 건축
	전문가파견	• 사업관리:8MM, 관개:3MM, 영농:2MM
	주민 현지연수	• 현지 공무원 및 마을주민 현지 연수 실시
	기자재	• 죽세공작업장: 염색장비 • 초등학교 기자재 • 유통지원: 운송용트럭 • 식수수질측정장비
	사업 관리	• 사전조사, 실시협의. 중간·종료 평가 등

2) DR콩고 츄엔게 농촌개발사업

사업기간: 2010~2013(4년)

사업비: 750만불

구분		내용
한국	농업기반시설 구축	• 제방신설, 용·배수로 건설(간선, 지선), 교량, 보, 취수시설, 저류지, 방수제 • 진입도로 건설(800m)
	주민생활개선시설 구축	• 학교, 보건소, 벼 건조장, 농기구창고, 양계장, 공동화장실, 국유지관리소, 조경 등
	기자재지원	• 포크레인, 학교 및 보건소 기자재 등
	전문가파견	• PMC/CM(52M/M) (설계 및 감리지원, 관개시설설계, 교육, 보건)
	초청연수	• 정책결정자, 프로젝트실무급 (2회 각 10명)
	기타	• 지형도 제작, 평가, 사업관리, 예비비 등

3) 라오스 비엔티안주 사나칸군 관개용 댐 건립사업

사업기간: (3년)

사업비: 320만불

구분		내용
한국	관개댐 및 수로 구축	• 관개 댐 및 수로, 용수로 구조물 등 구축 공사
	전문가 파견	• 관개, 설계, 영농 전문가
	국내초청연수	• 관개 시설 운영 및 유지 관리
	기자재 지원	• 차량 및 사무용기기
	사업관리	• 현지조사, 사업평가 등

4) 라오스 비엔티안주 폰홍군 관개수로 건립사업

사업기간: (2년)

사업비: 170만불

구분		내용
한국	관개수로 구축	• 관개 수로 및 보 개보수, 취수문, 용수로 구조물 등 구축 공사
	전문가 파견	• 관개, 설계 전문가
	국내초청연수	• 관개 시설 운영 및 유지 관리
	기자재 지원	• 차량 및 사무용기기
	사업관리	• 현지조사, 사업평가 등

5) 라오스 힌헙군 관개용 댐 및 수로건설 사업

사업기간: 2010~2012(3년간)

사업비: 400만불

구분		내용
한국	관개용 댐 및 수로 건설	• 댐 건축(토사댐) - 길이 : 77m × 높이 : 27m, 규모 : 총 250만톤, 관개면적 330ha(기존:140ha, 신규: 190ha) • 수로건설(흙수로) 총수로 약 12.5km (지선 6.1km 및 간선 6.3km) • 동 흙수로 설계는 주재국 재설계 예정
	전문가 파견	• 총 20개월 • PM 12개월, 물관리 3개월, 영농 3개월, 농촌개발 2 개월
	주민 현지교육	• 총 20명 3주간 현지교육 (영농 및 물관리, 주민조직 기술전수, KOICA타 관개사례지역 방문)
	소득증대사업	• 시범포 사업 (농업기계화 지원, 유통개선 지원, 모내기 시범포, 축산 시범포, 채소재배 시범포 등)
	사업관리	• 현장조사, 중간 및 종료 평가 등

6) 모로코 농업기반시설(관개수로) 및 농촌개선사업

사업기간: 2010~2012(3년간)

사업비: 300만불

구분		내용
한국	기자재지원	• GPS 2기, 4WD 차량 3대, OA기기 등
	전문가 파견	• 총 10명/84MM (관개수로 1명 20MM, 설계 2명 20MM, 농경제 1명 6MM, 지역개발 1명 8MM, 지하수 1명 6MM, 관정 3명 18MM, 농기계 1명 6MM)
	초청연수	• 관개개발 및 영농 과정 10명/2주
	기타	• 기타 사업관리

7) 몽골 바얀노르군 호수 및 수자원 복원사업

사업기간: (36개월)

사업비: 150만불

구분		내용
한국	전문가활용	• 신재생에너지시스템, 조림
	현지교육	• 발전 및 관개시스템 교육
	지질 및 측량조사	• 지질조사, 측량조사
	설계	• 기본 및 실시설계
	시공	• 발전시스템, 수자원공급시스템, 농업기반시설

8) 세네갈 그랑디그뗄렐 관개개발 타당성조사 및 기본 설계사업

사업기간 2009~2010년 (3년)

사업비: 150만불

구분		내용
한국	타당성조사 및 기본설계	• 관개지구(Grande Digue 지구 1,700ha, Tellel 지구 800ha)에 대한 관개개선 및 인접한 신규 개간지 500ha에 대한 관개사업을 포함하는 총면적 3,000ha에 대한 타당성조사 및 기본설계 사업 (전체 사업구역에 대한 지형도 제작, 토양, 토질, 농업, 수문 등 현지조사, 양수장, 용·배수간선, 지선, 농로 및 주요 구조물에 대한 기본 설계)
	국내초청 연수	• 설계참여 OJT(2명/8주) • 관개개발 기술(10명/2주)
	전문가파견	• 관개분야 (12개월/해외:국내=6:6) • 수리분야 (6개월/해외:국내=2:4) • 토목분야 (6개월/해외:국내=2:4) • 기계분야 (3개월/해외:국내=1:2) 등 총 50M/M
	기자재지원	• 사륜 구동 차량 1대, 픽업 트럭 1대 • 사무용품 (컴퓨터, 복사기, 레이저 프린터 등)
	사업관리	• 실시협의 및 사업평가 등

9) 세네갈 다가나지역 농업생산성 개선 지원사업

사업기간 2007~2009년 (3년)

사업비: 150만불

구분		내용
한국	건축	• 지형조사 및 지형도 작성 • 관개농지 개발 (농지 개보수(60ha) 및 확장(60ha), 양수장 시설, 관개수로 보강 및 신규설치) • 마을 인프라 (농로건설(8.5km/4m/자갈포장), 교실(6개/약 70㎡) 및 교무실(1개/약 35㎡) 신축, 다목적 마을회관(약 260㎡))
	기자재지원	• 차량(사륜구동)/1대 • PC(1대), 복사기(1대), 레이져프린터(1대) • 교실용 기자재 • 보건소용 기자재
	국내초청 연수	• 수도작재배/5명/2주 • 관개 시스템개발/5명/2주
	전문가파견	• 농촌개발분야/1명/15개월/3회 • 농촌 인프라분야/1명/18개월/3회
	시범사업수행	• 3개 마을별 시범사업 수행
	기타	• 사전조사 및 실시협의, 사업관리비 등

10) 세네갈 포도르 관개개발 사업

사업기간 (3년)

사업비: 200만불

구분		내용
한국	관개시설 개보수	• 4개지구/9개소지구 (9개의 소지구별로 각각 복수의 디젤엔진 구동 펌프를 설치 (펌프용량 400ton/hr의 원심펌프), 관개수로망 개보수 300ha)
	기자재	• 농산시설 지원 (탈곡기 9대(디젤엔진 구동 1.5ton/hr), 농산물 저장고 4개소(100㎡), 자동차 1대(4륜구동))
	연수생 초청 훈련차	• 고위 공무원 5명(10명/2주) • 실무 공무원 5명(10명/2주)
	전문가 파견	• 총 33인 (사업총괄 18개월, 관개전문가 6개월, 영농전문가 6개월, 기계전문가 3개월)

11) 아제르바이잔 북부하천 취수시설 건설 및 압세론 수로개보수 타당성 조사 및 실시설계

사업기간 2008~2010(15개월)

사업비: 170만불

구분		내용
한국	전문가 파견	• 분야별 전문가 총 140MM 전문가 파견 (현지 80MM, 국내 60MM, PM, 관개, 수리학, 수문학, 토목, 농업 엔지니어링, 전기, 환경(수질), 지역개발, 건축)
	국내초청연수	• 관개시스템 개발 및 유지, 관리분야 (관리자 2명, 기술자 9명 각 2주)
	기자재 지원	• 차량 및 사무용 기기 (차량 2대, 컴퓨터 5대, 노트북 5대, 레이저 프린터 1대, 잉크젯 프린터 2대, 프로젝터 1대, 디지털 카메라 2대, 팩스 1대, 복사기 1대)
	사업관리	• 현지조사, 사업평가 등

12) 우즈베키스탄 농업배수 염분저감기술 개발사업

사업기간: 2009~2010(2년)

사업비: 65만불

구분		내용
한국	기자재 지원	• 수질 분석 및 실험실 환경개선 장비, 컬럼 실험 시설
	전문가 파견	• 수질분석 및 실험설계 등 수처리 기술 연구(3명, 14.5M/M)
	연수생 초청	• 수처리 기술 및 수자원 관리(3명*10일)
	기타	• 사전조사, 사업협의 및 평가 등 사업관리

13) 에콰도르 침보라소 관개수로 건설 및 영농기술이전사업

사업기간: 2008~2009(2년)

사업비: 250만불

구분		내용
한국	건설	• 관개시설 건설 • 관개수로 21.3km • 기술교육센터(1,000㎡) 1동 • 육묘비닐온실(1,000㎡) 1동
	기자재 지원	• 농기계 (경운기, 관수장치, 농기구, 멀칭비닐, 비료, 농약, 간판 등) • 실습용 기자재 (광학현미경, 토양분석기, 식물체 영양 분석 장치, 건조기, 전자거울 Chemical Balance, pH측정기 등) • 차량 1대
	전문가 파견	• 작물재배 (1명/12개월) • 관개시설유지관리 (1명/14개월)
	연수생 초청	• 관개시설관리(5명/2주) • 작물재배(5명/2주)
	기타	• 사전조사 및 실시협의, 중간 및 종료평가 등

14) 캄보디아 바테이 지역 관개시스템 건설사업

공사기간: (16개월)

사업비: 250만불

구분		내용
한국	전문가파견	• PM(1인 16개월), 시공감리(1인, 11개월)
	현지교육	• FWUC(농민수리회) 교육
	현지조사	• 측량조사(2만6천불), 토질조사(11만불)
	설계	• 기본 및 실시설계
	시공	• 관개수로, 제수문 및 컬버트 등 관개시스템 축조
	기타	• 실시협의 및 평가 등 사업관리비

15) 탄자니아 관개시설 재건 및 농업기계화 사업

사업기간: 2007~2009(3년간)

사업비: 170만불

구분		내용
한국	관개시설 재건	• 관개시설 및 용수로 등 농업용수 공급시설 보강 및 개선
	기자재 지원	• 농장현대화를 위한 수확기, 트랙터 등 농기계 지원 • 관개시설 개발을 위한 기자재 지원
	전문가 파견	• 관개, 지하수 개발, 기계 농업기계화 전문가
	연수생 초정	• 관개시설 관리, 작물재배 분야 연수
	기타	• 현지조사, 사업평가 등

3.4.2 기존사업의 경험 및 교훈

1) 라오스 비엔티안주 폰홍군 관개수로 건립사업

(1) 사업규모

◆ 사업기간: (2년)

◆ 사업비: 170만불

(2) 사업내용

구분		내용
한국	관개수로 구축 (124만불)	• 관개 수로 및 보 개보수, 취수문, 용수로 구조물 등 구축 공사
	전문가 파견 (34만불)	• 관개, 설계 전문가
	국내초청연수 (4만불)	• 관개 시설 운영 및 유지 관리
	기자재 지원 (4만불)	• 차량 및 사무용기기
	사업관리 (4만불)	• 현지조사, 사업평가 등

(3) 교훈 및 제안 사항

① 교훈사항

◆ 전문가 파견 및 초청연수 기간 확대

동 사업의 경우 파종부터 수확까지 기본 4개월이 걸리는데 비해 관련 전문가의 파견기간이 2개월로 마지막 단계까지 지도하지 못하였음. 전문가 파견 및 초청연수 시 사업의 성격을 반영하여 충분한 기간을 계획하는 것이 필요함. 국내초청 연수의 경우에도 가능한 충분히 기술지도를 할 수 있도록 기간을 주는 것이 필요함.

◆ 국내초청 연수 시 다양한 현장 방문 기회 제공

동 사업 평가에서 라오스측에서는 흙 수로가 아닌 콘크리트 수로의

필요성을 계속 역설하였음. 전문가가 라오스의 농업환경이나 여러 가지 조건을 고려하여 흙 수로의 유익한 점을 설명하고 콘크리트수로가 필요한 이유에 대해 질문하였을 때의 답이 “한국에 가서 관개수로 현장을 방문해보니 다 콘크리트 수로였다”는 것이었음. 따라서 한국 초청 연수 시 방문 현장을 선정할 때에는 최신, 최고의 현장뿐만 아니라 수원국의 현실에서 적용할 수 있는 가능성이 높은 다양한 현장을 선택하여 방문토록 하는 것이 좋을 것으로 사료됨.

◆ 사업계획 및 협의 시 지속가능성(사후관리 등)에 대한 수원국측의 책임 비중에 대한 강조 필요

동 사업의 사후관리에 대해서는 물세를 거두어 기금을 만들어서 유지보수 비용으로 사용하고 있는 등 지속가능성의 제도화를 잘 구축해 놓았음. 또한 근본적인 문제가 있어 보수비용이 많이 들어가는 사업의 사후관리 비용에 대해서는 차년도 예산에 반영하여 신청해놓은 상태임. 그럼에도 라오스측은 사업 평가 시 사후관리 비용에 대해 지속적인 요청을 하고 있는 바, 당초 사업계획 시 확실하게 지속가능성의 비용에 대해서는 수원국 측의 부담으로 하는 것에 대해 확정하고 그 방안에 대해 지속적으로 지도할 필요가 있음.

예를 들어, 관개수로의 유지보수 및 부분 개선을 수행한다든가, 더 확장하여 더 많은 농민들이 혜택을 보기위한 확장, 중간 보의 추가 등에 대한 내용들을 대상국에서 자체적으로 책임지고 발전시켜 나갈 수 있도록 대상국의 역할을 강화할 필요가 있음. 그렇지 않을 경우 필요 이상으로 KOICA의 원조에 과도하게 의지하는 역효과를 부를 수 있음.

◆ 사업의 계획 및 운영에 대한 교육 강화

동 사업의 주된 부분이 관개시설 건설이나 농업 생산성 증대 및 지역 발전이 목표라는 점을 고려할 때, 기술적인 차원의 교육 및 관련

전문가 파견뿐만 아니라 계획 및 경영/운영 차원의 교육 및 관련 전문가 파견이 동시에 이루어질 필요가 있음. 예를 들어, 모든 주요 활동을 기록하고 정리하는 역량을 강화할 필요가 있음. 유량의 측정이나 증발량의 측정, 물 관리 관련 수입 및 지출 등을 기록하는 역량도 강화해야 함. 이러한 문화가 향후 지역개발에 중요한 자료로 사용되어 더 정확하고 효과적인 개발이 가능하도록 하기 때문임. 이러한 기록 문화 또는 조직운영, 자금의 수입-지출에 관한 자금운영에 관한 부분이 같이 발전해야 함.

◆ 사업계획 변경 발생 시 수혜자들에게 충분한 공지 필요

프로젝트 운영에 있어 사업의 완성 그 자체도 매우 중요하지만, 대상국과의 평판관리에도 좀 더 많은 신경을 쓸 필요가 있음. 본 프로젝트의 경우 기자재 전달 사항에서 급격한 경제여건의 변화로 인하여 내용을 변경하는 상황이 발생함. 이를 대상국도 충분히 인지하고 이러한 변경이 불가피하며 프로젝트를 위하여 더 나은 결정이었음을 알리는 노력을 해야 할 것으로 판단됨. 그렇지 않은 경우, 대상국의 불필요한 오해 또는 소음을 일으켜 KOICA 의 위상과 신뢰에 도움이 되지 않는 것으로 보임. 대상국과의 의사소통을 강화하여 평판관리를 하는 것이 필요함.

◆ 농업관련 사업의 지속적인 교육 및 관리 필요

농업은 그 특성상 단기간에 결과가 나오는 것도 아니며, 기후나 지역여건에 의존하는 부분이 크기 때문에 지속적인 농업환경 관련 자료 구축을 독려하고, 건설 완료 후 적어도 1년이 지나서 후속 연수 또는 전문가 파견, 나아가 2~3년이 지난 시점에서 후속 연수나 전문가파견이 추가될 경우 본 사업의 효용성이 증대될 것으로 예상됨. 본 사업과 같은 인프라 건설이 중심인 경우, 1차적으로는 인프라의 완성도로써 프로젝트의 성공여부를 판단할 수 있음. 그러나 더 나아가 인프라를

활용한 농업개발이나 생산량 증대, 소득증대를 목표로 추구하고 있기 때문에 후속적인 교육 및 연수 또는 전문가파견이 장기적으로 긴밀하게 추진될 필요가 있음. 즉, 프로젝트에 연결하여 전문가 파견을 한다거나 장기적으로 대상국 농민들의 한국 연수를 지속할 필요가 있음.

② 제안 사항

◆ 관개수로사업의 모델화 및 확대

라오스는 기후 조건이 맞아서 동 관개수로 사업 실시 후 이모작으로 생산량과 수입의 증대가 가능하여 사업의 효과가 빠르게 나타나고 있음. 개발도상국의 주요 산업이 농업임을 고려하여 성공적인 관개수로 사업을 모델화하여 라오스에서의 확대는 물론 기후조건이 맞는 다른 개발도상국으로의 확대가 필요하다고 판단됨.

◆ 사업추진 및 평가 등 전 과정에서의 결과물에 대한 피드백 시스템 구축

수원국 측에서는 공여국이 프로젝트를 진행하는 과정에서 만드는 각종 보고서 내용을 알고 자신들의 사업을 향상시키는데 반영할 필요성이 있음. 따라서 PM 보고서, CM 보고서, 전문가 파견 보고서, 연수사업 보고서, 중간평가 보고서, 종료평가 보고서, 사후평가 보고서 등 각종 보고서에 대한 영문화 작업 또는 요약 내용의 영문화 또는 현지어 번역 작업이 필요함. 사업 추진 중 또는 사업 완료 후에도 우리 측의 보고 내용을 피드백하고 그 내용에 대해 함께 평가하는 과정이 필요함. 이러한 피드백이 프로젝트별로 하기 어려울 경우 분야별로 종합하여 일정기간(2년~3년)을 정해 워크숍 또는 프로젝트 종합 평가회(예를 들어, 한국-라오스 농촌개발사업 종합평가) 등의 형태로 만드는 것이 필요하다고 판단됨.

◆ 농촌개발사업에 마케팅 접목 등 다각화사업 확대

라오스측에서도 향후 5년간 농업 생산과 판매를 함께 하는 복합사

업 전략을 세우고 있으며 중소규모의 사업에 대한 필요성을 제기하고 있음. 따라서 향후 농촌개발사업 내용에 생산성 증대를 위한 사업과 아울러 가공 및 판매를 위한 사업내용에 대한 교육과정 및 지도를 더하여 더 많은 농촌 소득 증대 및 농촌개발이 가능하도록 할 필요가 있음.

◆ 농촌개발사업과 봉사단파견사업의 접목화를 통한 종합지역개발사업 확대

한국의 프로젝트는 사업현장에 봉사단원을 파견하여 사업관리 및 지속가능성을 연계하는 것이 보편화되어 있음. (예: 한국이 보건사업으로 지은 병원에 협력의사 및 간호사 파견 등) 농촌개발사업의 경우에도 농업관련 봉사단원을 연계하여 파견할 경우 수원국 측에서는 봉사단원을 통한 기술 습득 등으로 사업의 지속가능성을 확보하고 우리 측은 봉사단원이 안전하게 활동할 수 있는 자리를 확보한다는 점에서 고려해볼 필요가 있음.

또한 프로젝트사업으로 좋은 협력관계가 형성되어 있으므로 농촌개발 사업에 보건, 유아교육 등의 단원을 함께 파견할 경우 종합적인 지역개발사업으로 발전할 수 있음. 이러한 종합적인 지역사업개발은 수원국 내에서 '지역의 집중화'를 통해 한국 ODA사업의 효과를 높일 수 있을 것으로 판단됨.

◆ 인프라 구축 사업에 도시 및 지역계획 전문가 참여로 중장기적 발전 방안 마련

인프라 사업의 경우 도시 및 지역계획 전문가와 팀을 이루어 진행할 필요가 있음. 본 사업대상지의 경우, 농업용수 수로 측면에서 매우 우수하게 완성된 모범적인 사례로 평가할 수 있음. 다만, 아쉬운 점은 농수로 건설과 더불어 만들어지는 도로 등의 교통체계, 주택 등이 입

지하는 패턴 등을 고려해 볼 때 머지않아 기반시설들과 상충하는 문제가 발생할 가능성이 있음. 예를 들어, 간선(MC)을 가로지르는 수로 제방이(canal bank) 이 마을의 주요 간선 도로 역할을 하게 되었는데, 이 도로가 주요 간선 도로와 만나는 부근에 주택이 혼재해 있어 연결이 되지 못하고 있음. 따라서 기반시설의 역할과 파급효과를 고려해 볼 때, 농업시설 전문가와 함께 도시 및 지역계획 전문가와 함께 작업하게 함으로써 마을의 중장기적인 발전에 부합하고 향후 발생할 수 있는 토지이용간의 상충의 미리 조정하는 것이 바람직함.

◆ 사업의 편익비용분석의 강화

동 사업의 경우 약 20억이 들어가는 사업으로서 현재 기준으로 비교적 큰 비용이 들어가는 사업임을 감안할 때, 사업의 편익비용분석(Benefit-Cost Analysis)이 보다 강화될 필요가 있음. 여기서의 편익비용분석은 사업의 타당성을 판단하는 근거라는 기능보다는 당해 프로젝트의 완성도를 높이고 보다 높은 성공을 달성하기 위한 기능이 강조될 필요가 있음. 특히 편익(Benefit)을 분석할 때, 단순히 금전적인 편익(benefit)만을 고려하는 것이 아닌 인간개발(human development) 및 사회적 개발(social development) 측면도 포함될 필요가 있음. 시간적으로도 한 시점에 대한 평가가 아닌 시계열적인 발전과정을 보여줄 수 있는 틀로 구성되어야 함.

여기서 제시하는 편익비용분석(Benefit-Cost Analysis)은 시나리오적 접근을 통해서 제 가정의 변화에 따른 편익비용을 파악함으로써 프로젝트 전반적인 현황을 파악할 수 있고, 나아가 세부 항목의 우선순위를 판단하는데도 종합적인 틀 거리를 제공할 수 있을 것으로 기대됨. 나아가 이를 발전적으로 활용하기위해 프로젝트의 목적 및 목표를 분명히 하고 목적을 이루기 위한 수단 및 방법에 대한 내용을 담아야 하며, 이러한 전 과정에서의 성취정도를 가늠할 수 있는 측정지표들도

구체적으로 담아낸다면 그 용도가 넓어질 것으로 판단됨.

◆ 산출물과 투입자원간의 긴밀한 고찰 선행 및 문서화

산출물(output)과 이를 달성하기 위한 투입자원(input)간의 긴밀한 고찰이 선행되어야 하며 이를 문서로 잘 정리할 필요가 있음. 예를 들어, 동 사업의 경우 생산량 및 생산성의 증대를 목표로 삼고 있는데 생산량의 증대는 이모작으로도 크게 향상될 수 있으나 생산성의 증대는 농업용수만 공급만으로는 충분치 않음. 비료나 해충제의 적용이라든지, 모판의 효율적인 활용, 기계화 등 여러 가지 측면이 있을 수 있음을 일정 정도 정리할 필요가 있음.

다만, 이 모든 것을 본 프로젝트 하나에서 모두 해결한다는 것이 아니라 큰 목표를 달성하기 위한 기반으로서의 역할을 할 수 있을 것으로 기대함. 이러한 기반이 있다면 큰 목표와 구체적인 사업 간의 연계성에 대한 논란이 줄어들고, 본 사업의 완성도와 효과성에 보다 집중하여 성과를 높일 수 있을 것으로 보임. 나아가 목표나 수단을 시기적으로 단기, 중기, 장기로 구분할 필요가 있음. 이러한 장기적인 로드맵은 KOICA의 사업 성공률을 높이고 향후 더 많은 사업과 원조를 진행할 때 많은 참고가 될 것으로 기대됨.

◆ 체계화된 프로젝트 관리시스템 구축

프로젝트에 대한 관리시스템이 보다 체계화 되어야 함. 기록이나 문서관리는 매우 중요한 것으로 파견전문가 또는 평가자뿐만 아니라 많은 관계자들이 기존의 자료나 KOICA와 대상국간의 협의 내용 등을 충분히 이해할 수 있도록 잘 정리되어 전달될 필요가 있음.

◆ 예산의 탄력적인 운용 및 지역사무소에의 일부 재량권 부여

동 사업은 추진기간(2008~2009년)에 세계적인 경제변화로 인해 환

율이 급등하여 예산이 매우 부족한 상태가 됨으로써 장비지원의 필요성에 대해 협의한 후 제공하지 않기로 결정하였음. 그러나 개발도상국의 공공기관이나 주민자치단체 등에 제공하는 장비가 가격 대비 효율성과 효과성이 높은 것을 고려하여 가능하면 장비는 제공하는 것이 좋을 것으로 사료됨. 따라서 불가피한 예산 변동 사유가 발생하였을 시 차년도 예산에 반영하여 지원하는 제도화가 필요함.

또한 예산 배정 시 지역사무소 전체 사업비의 10%~20% 정도를 추가 배정하여 지역사무소에서 자율적으로 판단하여 지원할 수 있는 제도를 마련하는 것이 좋을 것으로 판단됨. 이는 개발도상국에서 이루어지는 사업을 디자인함에 있어 프로젝트의 내용이나 예산이 사업 현지와 사업 당시의 특성에 맞게 조정될 수 있는 유연성이 필요하기 때문임.

2) 세네갈 그랑디그뗄렐 관개개발 타당성조사 및 기본 설계사업

(1) 사업규모

◆ 사업기간 2009~2010년 (3년)

◆ 사업비: 150만불

(2) 사업내용

구분		내용
한국	타당성조사 및 기본설계	• 관개지구(Grande Digue 지구 1,700ha, Tellel 지구 800ha)에 대한 관개개선 및 인접한 신규 개간지 500ha에 대한 관개사업을 포함하는 총면적 3,000ha에 대한 타당성조사 및 기본설계 사업 (전체 사업구역에 대한 지형도 제작, 토양, 토질, 농업, 수문 등 현지조사, 양수장, 용·배수간선, 지선, 농로 및 주요 구조물에 대한 기본 설계)
	국내초청 연수	• 설계참여 OJT(2명/8주) • 관개개발 기술(10명/2주)
	전문가파견	• 관개분야 (12개월/해외:국내=6:6) • 수리분야 (6개월/해외:국내=2:4) • 토목분야 (6개월/해외:국내=2:4) • 기계분야 (3개월/해외:국내=1:2) 등 총 50M/M
	기자재지원	• 사륜 구동 차량 1대, 픽업 트럭 1대 • 사무용품 (컴퓨터, 복사기, 레이저 프린터 등)
	사업관리	• 실시협의 및 사업평가 등

(3) 교훈 및 제안 사항

① 교훈사항

본 사업 결과인 타당성 조사와 실시설계에 따라 실제 사업을 추진한다면, 그간 KOICA에서 다가나 지역 농업생산성 개선사업(관개개발 200ha), 포도르 관개개발사업 (관개개발 300 ha)을 통해 세네갈 농정의 제 1의 목표인 쌀 생산 증대를 통한 식량자급 능력 증대에 기여할 것으로 판단됨. 이 뿐만 아니라, 수입대체를 통한 국제 수지 개선, 토마토, 가지, 오크라 등 채소 작물 생산 증대를 통한 국민들의 영양 개선,

농가 소득 증대를 통한 빈곤 감소, 열악한 농촌지역의 생활환경 개선, 사막화 방지를 통한 생태 환경 보존 등에 기여할 수 있을 것으로 평가됨.

본 사업이 계획대로 추진된다면, 3,500ha에 관개용수를 공급하여 연간 27,873톤(조곡)의 미곡(해뭄 Plan 목표의 5.5%)과 5,997톤의 채소의 생산이 증가될 것으로 추정되며, 한국 정부는 세네갈의 식량 증산에 대한 지속적이고 집중적인 지원을 통해 세네갈의 농업 및 경제사회 개발에 크게 기여하게 될 것으로 예상됨. 이에 따라 KOICA 지원 사업의 중요 목표 중에 하나인 빈곤 감소, 기아문제 해결, 농촌지역의 개발, 사막화 방지 등 환경 개선 등에 기여할 것으로 기대됨.

향후 동 분야의 사업 추진 시, 다음 사항에 대한 고려가 필요할 것으로 사료됨

①지원 대상국(수원국)의 경제 사회적 요구와 수요, 현지 여건에 맞는 적절한 개발 기법 및 기술의 적용 ②직접 수혜자인 농민들에 대한 직접적인 영농기술 및 가공, 판매 시설 및 기술의 지원 ③자조자립적인 농민 조직의 결성 및 능력 향상을 통한 지원시설의 자율적 운영 및 사업효과의 지속성 제고 ④현지 여건에 맞는 적정공법 적용 등을 통해 최소의 비용 지원으로 사업 효과의 극대화 ⑤태양광 전기시설 설치를 통해 농민들의 유지관리 비용의 절감은 물론 탄소 발생 억제를 통한 친 환경적 개발 기술의 도입 및 이전으로 관련 분야 한국 기업의 지출 기회 확대

본 중간평가의 경우, 타당성 조사 및 기본설계 사업에 대한 평가로 실제 건축이 아직 추진되지 않아 문헌조사 및 전문가 현장실사, 국내·외 면담 등을 토대로 평가가 이루어졌음. 하지만 짧은 현장실사 기간을 고려할 때, 사업효과 및 지속성 등의 항목에 대한 조사의 정확성에 한계가 있었음.

② 사후관리 시 필요사항

이번 사업의 내용은 타당성 분석 (Feasibility Study)및 기본 설계이며, 사업의 타당성 평가 이후 관개시설 개발 사업비가 약 2천만불, 농민지원 사업비 미화 3백만 불이 필요할 것으로 예상됨. 세네갈 정부에서는 우리 정부의 EDCF자금(관개시설 사업비) 및 KOICA의 추가적인 지원 (농민지원 사업비)을 기대하고 있음. 위에서 언급한 바와 같이 사업의 농업 및 경제사회적, 환경 개선의 효과 등을 감안할 때 추가적인 지원을 적극적으로 검토할 필요가 있는 것으로 판단됨.

③ 제안 및 건의 사항

기본 설계 시 국내 설계인력의 투입이 포함되어야 하며, 관개개발 면적에 따른 사업기간의 산정이 필요함.

3) 세네갈 다가나지역 농업생산성 개선 지원사업

(1) 사업규모

◆ 사업기간 2007~2009년 (3년)

◆ 사업비: 150만불

(2) 사업내용

구분		내용
한국	건축 (72만불)	• 지형조사 및 지형도 작성 • 관개농지 개발 (농지 개보수(60ha) 및 확장(60ha), 양수장 시설, 관개수로 보강 및 신규설치) • 마을 인프라 (농로건설(8.5km/4m/자갈포장), 교실(6개/약 70㎡) 및 교무실(1개/약 35㎡) 신축, 다목적 마을회관(약 260㎡))
	기자재지원 (4만불)	• 차량(사륜구동)/1대 • PC(1대), 복사기(1대), 레이져프린터(1대) • 교실용 기자재 • 보건소용 기자재
	국내초청 연수 (13만불)	• 수도작재배/5명/2주 • 관개 시스템개발/5명/2주
	전문가파견 (50만불)	• 농촌개발분야/1명/15개월/3회 • 농촌 인프라분야/1명/18개월/3회
	시범사업수행 (9만불)	• 3개 마을별 시범사업 수행
	기타 (2만불)	• 사전조사 및 실시협의, 사업관리비 등

(3) 교훈 및 제안 사항

① 교훈사항

◆ 사업지구의 문제점 사전 파악

관개사업의 재건을 위해서는 사전에 사업대상 관개지구의 관개시설 및 경지가 어떤 문제로 인하여 붕괴되었는가를 먼저 조사하여 파악하여야 함. 관개지구의 경우 관개시설과 수로조직이 붕괴되는 문제는 매우 다양하여 그 문제를 사전에 파악하고 해결하지 않으면 같은 문제가 반복되어 재건사업을 통하여 관개시설이 복구되었다고 하더라도 일시적인 해결책이 될 수밖에 없기 때문임. 다가나 사업지구는 우기의 범

람으로 인하여 통공수로의 벽면에 침식이 발생하고 경지는 갈대가 무성하고 웅덩이가 패여 지균작업이 필요하는 등 향후 경지로 다시 활용되기 위해서는 많은 노력이 필요한 실정임. 만약 이전의 관개사업에 의한 관개시설과 경지가 이와 같은 범람에 의하여 훼손되어 붕괴된 것이라면 사전에 이에 대한 대비책이 필요했을 것이며, 이와 같은 범람에 의해 다시 동 사업 결과의 효과에 심각한 영향이 있을 것으로 우려되기 때문임.

관개조직이 붕괴되는 원인은 다양하지만 이를 하드웨어문제와 소프트웨어 문제로 분리하여 정리하면 다음과 같음.

○ 하드웨어 문제

- 수원시설(양수기, 동력, 취수시설 등)의 노후 및 결함(파손)
- 일상적인 수로시설 및 수로의 붕괴 또는 보수에 대한 유지관리 소홀로 기능 마비
- 자연재해 (홍수나 침수)로 인한 붕괴 및 보수 미비
- 경지의 훼손 및 관리 소홀

○ 소프트웨어 문제

- 유지관리조직의 미비
- 수혜농민의 비협조

등으로 구분할 수 있으며, 다가나 사업지구의 경우 Guier 호수의 범람에 의한 침수로 인하여 경지가 훼손되고 수로조직이 붕괴되었다면 이번 사업의 경우 Guier 호수의 수위변동이나 침수사례에 대한 조사를 통하여 침수방지를 위한 제방 축조와 같은 사업 SAED와 사전에 이 문제에 대하여 심각하게 토의되어 해결되었어야 할 것임. 따라서 향후 관개지구 복구나 재건 사업은 이전 관개사업의 문제점을 미리 파악하여 사전에

이를 차단하는 노력이 필요함

② 사업대상 지구의 면적

◆ 다가나 지역은 세네갈강 유역에 매우 넓은 논농사 지역으로 SAED의 다가나 지역 사무소에 토양학자가 상주하면서 운영되는 Laboratory와 기상측정시설 등이 있는 것으로 보아 다가나 지역이 SAED의 중요 사업지역 중 하나라는 것으로 보아 다가나 지역이 SAED의 중요 사업지라는 점을 교려했을 때, 이번 KOICA 사업지구는 상대적으로 너무 규모가 작았음. 세나갈 다가나 지구의 사업은 관개시설 개선 사업이 사업의 큰 부분을 차지하지만 이외에도 학교 건물, 농로포장, 마을회간 건설과 같은 다양한 사업이 약 $1.5백만의 사업비로 추진되었고, 이로 인해 관개시설 개선 사업이 다가나 논 농업 지역에 비하여 상대적으로 작은 면적을 대상으로 시행되었음. 이에 따라, 주 사업인 관개개선 사업의 효과가 상대적으로 적게 나타날 수 있게 되었음.

③ 마을 시설의 차별화 및 표준화

◆ 현지 방문 결과 KOICA에서 신축해 준 마을회관과 학교 건물의 경우 현재 다가나 마을의 학교 건물 또는 마을 건물과 비교하여 시설이나 모양이 차별화되지 않았음. 현지의 기후와 건축재료, 운영여건 등을 고려하더라도 KOICA 가 지원하여 건설되는 건물인 만큼 단열을 위한 시공자재의 사용이 필요했을 것으로 판단되며, 마감제, 지붕과 창문 등은 보다 한국의 특징을 보여줄 수 있는 설계와 시공자재를 사용하여 건축하여, 해당 건물이 KOICA 지원사업의 건축물로서 홍보효과를 보일 수 있도록 하는 등의 고려가 필요할 것으로 판단됨. 아울러 이와 같은 내용이 실현될 수 있도록, 지원 대상국의 기후와 지형, 문화 등을 고려한 농촌마을의 건축물의 표준도 및 시방서 등의 제정이 필요할 것으로 판단됨.

④ 예산 문제

◆ 현장방문 및 인터뷰 결과, 연수생 초청 및 전문가 파견 등의 기술지원 분야에 다소 많은 예산이 책정된 면이 있으며, 향후에는 인프라 구축을 위한 하드웨어 분야에 대한 지원 확대가 필요할 것이라는 의견이 있었음. 또한 예산 부족 문제는 예산 부족 자체로 끝나는 것이 아니라 사업 규모 축소로 이어져 세네갈 내의 능력 있는 중견 기업이 사업에 참여하지 않으려는 문제가 발생하였고 이에 따라 산출물의 완성도가 상대적으로 떨어질 수밖에 없다는 의견도 있었음. 사업규모 축소의 가능성이 있는바, 향후 예산책정 시 하드웨어 측면에 보다 투입을 증대시키는 방향을 고려해야할 것으로 판단됨.

⑤ 제안 사항

◆ 통합 및 장기계획의 필요성

- 세네갈 정부의 농업/농촌개발 계획
- 세네갈 국가의 국토 종합개발 계획
- 농업생산기반 (용수 (관개수로 및 용수원) + 경지 + 농로) 정비
- 농업시설 및 기계화 (창고 및 저장시설, 처리 및 가공시설)
- 마을 생활 개선 (식수 + 학교 + 공동시설)
- 훈련 및 교육

4) 탄자니아 관개시설 재건 및 농업기계화 사업

(1) 사업규모

◆ 사업기간: 2007~2009(3년간)

◆ 사업비: 170만불

(2) 사업내용

구분		내용
한국	관개시설 재건 (74만불)	• 관개시설 및 용수로 등 농업용수 공급시설 보강 및 개선
	기자재 지원 (44만불)	• 농장현대화를 위한 수확기, 트랙터 등 농기계 지원 • 관개시설 개발을 위한 기자재 지원
	전문가 파견 (37만불)	• 관개, 지하수 개발, 기계 농업기계화 전문가
	연수생 초정 (8만불)	• 관개시설 관리, 작물재배 분야 연수
	기타 (7만불)	• 현지조사, 사업평가 등

(3) 교훈 및 제안 사항

① 교훈사항

◆ 관개시설의 유지관리 시스템 마련

관개시설은 양수기 등과 같은 기자재와 현장에 건설된 수로 및 수리구조물로 구분됨. 기자재의 경우는 일정기간 유지 관리할 수 있는 부품이 같이 공급되는 것이 바람직함. 또한 일정기간 기술 습득 후, 스스로 유지관리가 가능할 것이며, 현장 구조물은 물사용자조직(WUA, Water User Association)과 관개국 기술자의 협력체계하에서 유지관리가 되도록 해야 함. 잔지바르의 경우는 물사용자조직(WUA)이 향후 관개조직 유지관리의 주체가 되도록 해야 하며, 관개국은 한국에서 실시한 연수 경험을 바탕으로 기술 지원을 할 수 있도록 해야 함.

◆ 전기 문제: 관련 기관과의 협조체계에 대한 면밀한 검토

잔지바르의 관개개선 사업은 지하수를 이용한 관개지구의 관개개선 사업으로서 전기의 공급이 필수적이나 일부(5개 관정)는 잔지바르 전기회사(ZECO, Zanzibar Electric Company)와의 협의가 원활하지 않아 2010년 5월에 고압전기 송전을 위한 대금 지불이 끝났고 11월에 준공 예정이었음에도 불구하고 아직 공사중에 있어 가동이 되고 있지 않음. 관개국장의 설명에 의하면 같은 정부기관이지만 잔지바르 전기회사(ZECO)가 관개국보다는 해외공여기관인 KOICA의 요청에 더욱 빨리 대응한다는 설명이 있었음.

향후 사업추진에 이어 수혜국의 여러 정부기관이 관련되어 있을 경우 사업 추진의 공사기간 등을 고려하여 협조체계에 대한 보다 면밀한 검토가 요망됨. 따라서 향후에는 이와 같은 경우 전기 또는 도로와 같은 기반 시설의 공급의 원활한 제공 여부와 관개사업의 사업기관과의 조율이 필요할 것을 판단됨.

◆ 시추공의 위치선정에 주위가 필요

한편 잔지바르의 사업 대상지역의 1개 지하수 시추공은 사전에 탐사를 실시하고 선정된 위치지만 지하수가 없어 현재 사용되고 있지 않고 방치되어 있어 이에 대한 철저한 폐공처리가 필요한 실정임. 이 시추공은 기존 시추공에서 불과 수백 미터 떨어진 곳에 위치하며 깊이도 낮게 시추되었음. 기존 84m, 새로운 시추공 65m로서 19m 낮게 시추되었고, 기존 시추공도 다른 지역은 25 liter/sec 정도의 양수량인데 비하여 45 liter/sec의 시추량으로 상대적으로 많은 양을 양수하고 있었음. 비록 시추공의 위치 및 대상 지구를 잔지바르 관개국에서 선정하여 추천하였지만 펌핑 테스트를 통한 시추공의 위치선정에 주의가 필요한 것으로 판단됨.

◆ 긴밀한 협조관계 형성의 중요성

잔지바르 농업부 부토 국장은 KOICA, PMC, 수원국 정부, 수혜 농민 간의 긴밀한 협조관계 형성이 매우 중요하다고 지적함. 수원국의 의견을 충분히 수렴하는 것이 보다 성공적인 프로젝트 완성을 보장할 수 있다고 설명함. 일례로 잔지바르 정부는 고압선 이용 정책을 선호하고 있으나, KOICA 제공 장비는 저압선 장비들이어서 낭비요인이 될 수 있음을 지적함.

② 모로고로 농업기계화 사업

◆ 농기계의 효율적 운영을 위한 수혜농민그룹 구성

탄자니아에서 ODA의 농기계 사업의 50%는 무상, 50%는 현금이나 AITF(Agricultural Input Trust Funds)의 저리융자로 농민이나 농민그룹에 전달되었음. 현장방문결과, 농민들은 KOICA지원 사업에 의한 농기계를 본인의 농업과 수확 대행 및 임대에 활용하고 있었으며, 이를 통한 부의 축적이 가능함을 보여 주었음.

향후 ODA 농기계 사업은 적어도 기계의 종류에 따라 차이가 있을 수 는 있지만 적어도 5인 이상의 농민이 그룹으로 수혜를 받도록 하고 그 중 1-2인을 지정, 농기계 운영과 수리를 전담하게 하여 인건비를 지급하고, 농기계 운영과 수리를 전담하게 하여 인건비를 지급하고, 농기계 운영에 의한 수익으로 융자를 갚거나 이윤은 농민 그룹이 배분하도록 하는 구조로 가야할 것으로 판단됨. 이는 현재는 ODA 사업에 의한 농기계가 탄자니아 농민 중에서 부농에게 부를 더욱 창출하게 하는 수단이 될 수 잇음을 보여주는 예로 보이며, 이는 향후 수혜국 정부의 관련자 및 제도를 잘 활용하여 정책 실현으로 이어질 수 있도록 해야 할 것임.

◆ 농민들에 대한 교육 강화

탄자니아 모로고로 주정부 부지사는 농민들에 대한 교육이 가장 중요하다고 강조함. 탄자니아 자체의 부품 조달을 위한 Revolving Fund가 있으나 농민들이 이에 대한 지식이 없어 이 펀드를 이용하지 않는 경우가 많고, 수확기와 이양기의 경우 엄청난 기능을 제대로 이해하지 못하여 실제 기계의 활용률은 매우 떨어진다고 전함. 물론 교육을 지속적으로 시키고 있지만 사전적으로도 보다 충실한 교육을 시키는 것이 필요하다는 의견을 제시함.

③ 제안 사항

◆ 사전 평가자 미팅

이번 관개사업의 종료평가는 매우 유용하다고 판단됨. 하지만 동 관개사업은 대상이 다양하여 평가자가 단시일 내에 현장을 방문하여 심도 있게 평가하는 데는 한계가 있었다고 생각됨. 따라서 향후 종료평가의 경우에는 한국에서 사전에 사업에 참여했던 PMC, KOICA 그리고 평가자의 미팅을 갖고 사업의 추진과정과 추진 결과 등에 대한 설명을 듣는 시간을 가지면 현장 평가 시 현장 파악과 이해에 보다 도움이 될 것으로 판단됨.

◆ 농민들에 대한 초청연수 실시

탄자니아 잔지바르 농업부 부토 국장은 초청연수에 실제 농사를 짓는 농민들도 초청하여 교육하면 좋겠다는 의견을 제시함. 교육은 반드시 한국이 아니라도 효과를 얻을 수 있으며, 케냐의 나이로비, 잠비아, 또는 탄자니아 대륙에서의 교육도 좋다는 의견을 덧붙임.

◆ KOICA 관개사업에 대한 총괄 제언

아프리카 세네갈과 탄자니아의 관개사업은 4개 지역에서 다양한 형태의 관개사업을 대상으로 이루어졌음. 향후 저개발국에서 지속적으로 발생할 관개개선 사업을 추진함에 있어서 사업효과를 향상시키기 위해

서 현장 평가를 바탕으로 판단해 볼 때 다음과 같이 제언할 수 있음.

관개사업을 내용과 지원 사업비에 따라 분류하여 사업내용에 따라 사업비, 사업 세부 내용을 표준화함. 아래 표의 내용은 예시로서 향후 연구에 필요할 것으로 판단됨. 사업을 아래의 표와 같이 분류한 후, 위 분류 항목을 서로 조합하여 사업비와 세부 사업내용을 정한 다음 추진하여 사업별 목표와 정량적 지표 등을 설정, 사업추진의 가이드라인으로 활용한다면 사업관리와 모니터링 그리고 사후 관리가 체계적으로 이루어질 수 있을 것으로 사료됨.

제 4장 농업용수 공급 및 관리 원조를 위한 국내기반 분석

한국의 농업용수개발사업은 원조자금을 사용하여 농업생산기반정비사업의 일환으로 추진되었다. 또한 생산기반시설의 현대화와 사회-경제 시스템의 성장으로 1970년대 중반에 쌀자급률 100%를 달성하였다. 이와 같은 성공을 이루는 과정에는 많은 시행착오가 있었으며, 이를 해결하는 과정에서 관련 기술력이 향상되었으며, 다양한 경험과 교훈을 얻었다. 이들을 문화와 사회-경제 제도가 다른 수원국에 전수하기 위해서는 국내에서 시행되었던 사업들을 분석하고 수원국 현지에 대한 적용가능성 여부를 평가하고 체계적으로 분류할 필요가 있다. 본 보고서에서는 수원국에 국내 농업용수 개발 사업의 성공요인을 보급하기 위하여 국내에서 추진된 농업용수 개발 사업의 추진 과정을 분석하였다. 또한 최근 국내에서 시행된 농업용수개발사업을 지표수개발 사업, 담수호를 이용한 농업용수개발, 농업용수관리자동화사업, 농업용관수로사업, 간척지개발사업 및 대단위농업종합개발사업, 밭기반정비사업 등으로 구분하여 각 사업에 대한 우수사례들을 소개하였다. 본 보고서에서 정리한 자료들은 사업 특성 및 수원국 여건에 효과적인 사업 계획 및 추진에 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

4.1 한국 농업용수 개발 과정 고찰

4.1.1 1945년~1959년

해방과 6.25 전쟁으로 인하여 정치, 경제, 사회적으로 급격한 변화를 겪었으며, 베이비붐 세대의 인구증가로 인해 식량부족이 심각했다. 해방이후 조선농지개발영단, 조선수리조합연합회 등이 발족되었으며, 1946년 3월 토지개량사업이 재개되었으며, 일제시대의 수리사업을 계승하였다. 이 기간에는 식량부족을 해결하기 위하여 해외원조에 의한 사업재건에 치중하였으며, 농조중심의 농업용수개발사업이 추진되었다.

총 388지구 94,833ha에 농업용수를 공급하기 위한 사업을 실시하였다. 농지개량조합은 1945년에 425개 조합, 186천 ha의 인가면적에서 1959년에 699개 조합, 335천 ha의 인가면적으로 발전하였다.

4.1.2 1960년~1969년

경제개발계획과 함께 해외원조에서 탈피하고 국내재정에 의한 농업생산기반정비사업을 추진하였다. 1961년에 '토지개량사업법'이 제정되어 이 기간동안에 근대적 토지개량사업체제의 기초가 확립되었다. 1961년에 '수리조합 합병에 관한 특별조치법', 1962년 '공유수면매립법'과 '개간촉진법'이 제정되었다. 농업용수 개발의 방향이 가뭄극복과 단기 효과 실현으로 바뀌어 양수장과 지하수가 집중적으로 개발되었으며, 농지개량조합 관할 400개 지구 116,22ha의 농업용수가 개발되었다. 범국민운동 차원의 개간사업이 강행되어 계단식 개간이 추진되었으며, 농촌 근대화 선도차원의 경지정리사업이 추진되었다. 이에 따라 152,833ha가 개간되었으며, 95,935ha가 경지정리되었다. 또한 난립된 수리조합을 1군·1조합으로 합병하였으며, 1969년에 269개 조합 404천 ha 인가면적으로 정리되었다. 또한 수리사업지구의 농민부담을 탕감하였으며, '식량증산범국민운동'을 통하여 수도작뿐만 아니라 밭작물을 위한 용수개발을 병행하였다(농림부와 농업기반공사, 2000).

4.1.3 1970년~1979년

1970년대에는 경제개발계획에 의한 고도성장으로 도·농간, 산업간, 지역간 경제성장 격차가 확대되었다. 1970년 '농촌근대화촉진법'에 의해 농업생산기반정비사업 분야에도 외국차관이 도입되었다. 토지개량조합연합회 및 지하수개발공사가 농업진흥공사로 합병되었으며, 농업진흥공사가 차관자금의 차입 및 관리를 담당하였다. 외국차관입을 통한 농업생산기반정비 분야에 대한 집중 투자로 사업의 체계화·다양화

가 이루어졌으며, 주곡자급 달성을 이룩하였다. 이 시기에는 차관도입으로 대규모 용수개발사업이 시행되었으며, 대단위 농업종합개발사업으로 68,707ha가 개발되었고, 간척사업으로 1,550ha가 개발되었다. 또한 '농지확대개발촉진법'이 1975년에 제정되었으며, 세계적인 식량위기에 대처하기위한 식량기지를 확보하기 위하여 단지화, 광역화, 야산개발사업을 적극적으로 추진하였으며, 이 시기에 경지정리사업이 정착되어 사업의 양적·질적 확대되었다. 개간사업으로 27,550ha가 개발되었으며, 196,972ha에 대하여 경지정리사업이 진행되었다. 이 시기에는 214,648ha의 농지를 대상으로 농업용수개발사업이 추진되었으며, 202,418백만 원이 투입되었다. 이와 같은 사업들을 통하여 토지생산성과 노동생산성이 향상되었다.

4.1.4 1980년~1989년

1980년대는 농업생산기반정비사업이 확대되는 시기였다. 농업노동력의 급격한 감소와 함께 영농규모 확대와 경지의 집약화를 통한 기계화 영농이 요구되기 시작하였다. 이러한 가운데 경지정리사업이 질적 개선과 함께 양적으로 확대 시행됨으로써 농업생산기반정비의 중심사업으로 자리잡게 되었다. 특히 1986년 '농어촌종합대책'이 마련된 이후 연간 사업비가 1,000억 원을 초과하게 되었으며, 1989년에는 2,000억 원을 돌파하기에 이르렀다. 이시기에 총사업비는 31,191억 원에 이르렀다. 1981년에는 '농업용수개발 10개년 계획'이 수립되어 새로운 농업용수원 개발에 대한 집중투자가 이루어지는 계기가 마련되었다. 또한 신규, 보강, 가뭄대비 등으로 구분하여 수리답의 내한능력을 보강하였다. 총 82,627ha에 대하여 농업용수가 개발되었다. 1980년대에는 1970년대에 착공됐던 대단위농업종합개발사업의 마무리와 미완공 사업의 완결사업이 전개되었고 3,0362ha가 개발되었다. 새로운 간척사업이 추진되어 5,038ha의 농지가 조성되었다. 이와 같이 1980년대는 농업노동력의

감소에 대비하여 영농대규모화, 기계화를 추진하여 노동생산성을 향상시키기 위한 경지정리사업이 추진되었고, 2,023지구에서 160,759ha가 경지정리되었다. 또한 농조의 통폐합이 진행되어 1972년 127개 조합이 1983년 103개 조합으로 조정되었으며, 농조운영개선 및 조합비 국고보조 지원제를 채택하여 조합비를 경감시켰다(농림부와 농업기반공사, 2000).

4.1.5 1990년~1999년

1990년대에는 농촌인구, 농업노동력 부족, 농촌공동화, 농경지 감소, 농산물 개방, 식량자급률 저하, 이상기온 현상 등으로 인해 농업에 대한 우려가 심각했다. 이를 해결하기 위하여 농업구조개선, 농산물 생산성 향상, 국제경쟁력 제고를 위한 대책들이 세워져 추진되었다. 1990년에 '농어촌발전특별조치법', '농지의 보전 및 이용에 관한 법률', '농어촌진흥공사 및 농지관리기금법'에 의거하여 영농규모화사업이 추가적으로 실시되었다. 또한 1992년에는 '농어촌구조개선대책'을 수립하여 UR에 따른 농산물 시장의 전면개방에 대처하기 위해 농업경쟁력 강화 위주의 기반정비에 투자를 확대하였다. 이에 따라 농업진흥지역내 일반경지정리대상 지구를 집중적으로 정비하였으며, 대구획경지정리사업과 밭기반정비사업을 추진하였으며, 수리시설개보수사업에 투자규모를 확대하였다. 1993년 7월에는 '신농정 5개년계획'을 수립하여 농업구조개선의 조기 실현을 도모하였으며, 1994년 6월에는 '농어촌발전대책'을 수립하여 WTO에 대응하기 위한 농정의 기본 틀을 마련하였으며, 농어촌생활환경개선사업을 중점적으로 추진하도록 하였다. 1994년 3월에는 '농어촌특별세법'이 제정되었으며, 농어촌특별세법은 농어업의 경쟁력 강화와 농어촌의 산업기반시설의 확충에 필요한 재원을 충당하기 위하여 과세하는 목적세를 징수하기 위한 것이다. 농어촌특별세는 우루과이라운드 타결에 따라 농어촌경쟁력 강화를 위한 투자재원 조달방법으

로 제정되었으며, 적용기간은 1994년 7월 1일부터 2014년 6월 30일까지 20년간이다. 1994년 12월에는 '농어촌정비법'을 제정하여 농업생산기반정비사업체계가 재정비되었다. 이를 통해 농업, 농촌용수개발, 경지정리, 배수개선, 수리시설 개보수, 간척, 매립과 같은 생산기반정비사업의 범위 내에 포함되는 기초사업이외에 농업주산단지 조성 및 영농시설확충사업, 기타 농지의 개발 또는 이용을 위해 필요한 사업이 추가되었다. 그리고 국가, 지방자치단체, 농진공, 농조, 농지소유자와 같은 기존사업 시행주외에 농협이 추가되었다. 이 시기는 농업생산기반정비의 준공공사업화 및 생활환경개선사업체제를 정립하였다. 이와 같은 법과 대책들을 통하여 노동생산성 향상, 국제경쟁력 제고, 농촌생활환경개선 등이 적극적으로 추진되었으며, 쾌적하고 살기 좋은 농촌 건설을 통하여 농민들의 도시 이주를 방지하기 위한 사업들이 농업생산기반정비사업의 일환으로 추진되었다(농림부와 농업기반공사, 2000).

4.1.6 2000년대

시장의 세계화로 인하여 농업생산기반정비사업에서는 효율성, 환경성, 안전성이 요구되고 있다. 2000년 1월 1일 농어촌의 경제·사회적 발전에 기여할 목적으로 농어촌진흥공사가 주축이 되어 농지개량조합·농지개량조합연합회 등 3개 기관이 농업기반공사로 통합되었다. 농어촌정비사업과 농업기반시설의 종합관리, 환경친화적 농업생산기반 구축, 농업인의 영농규모 적정화 촉진 등으로 농업생산성을 증진하고 농업인의 소득향상을 통해 농어촌의 경제·사회적 발전에 기여함을 목적으로 출범하였다. 2000년대에 물관리자동화사업이 착수되었으며, 국내의 IT 기술을 물관리에 융합시켜 비효율적인 기존 물관리 시스템의 효율성을 향상시키고자 하였다. 쌀의 과잉생산과 농업시장 개방으로 인하여 농정의 중심이 생산기반정비사업에서 소득정책과 농촌정책으로 이동함에 따라 농업생산기반정비의 예산이 축소되었다. 특히 2004년 '농림어업인

삶의 질 향상 및 농산어촌지역개발촉진에 관한 특별법'이 제정으로 농업생산기반정비사업이 축소되었다. 이 법은 농림어업인등의 복지증진, 농산어촌의 교육여건 개선, 농산어촌의 종합적·체계적인 개발 등을 통하여 농림어업인의 삶의 질을 향상시키고 지역간 균형발전을 도모하고자 하였다. 그러나 수리시설의 재해예방을 위한 개보수사업에는 투자가 계속되고 있다. 이는 기후변화에 따른 기상이변에 대응하기 위한 것으로 설계기준을 강화하고 단위당 사업비가 증가되었다. 2000년~2007년 사이에 497,131ha의 농지에 대한 농업용수개발사업이 진행되었으며, 74,426ha가 경지정리되었으며, 81,744ha의 밭기반정비사업이 추진되었다(김성준, 2010).

4.2 농업생산기반정비사업의 성과

2010년까지 논 984천 ha와 밭 731천 ha에 대하여 실시한 농업기반정비사업을 통하여 수리답율 80.1%(870천 ha), 경지정지율 83.4%(826천 ha), 밭기반정비율 12.2%(89.5천 ha)가 달성되었으며, 배수개선 대상면적의 64.1%인 149천 ha에 대하여 배수개선사업이 시행되었고, 개간을 통하여 202천 ha, 간척을 통하여 86천 ha의 농지가 조성되었다(농림수산식품부와 한국농어촌공사, 2011).

이와 같은 농업기반정비사업의 효과로는 한해 및 수해 피해 감소, 토지 및 노동 생산성 증대, 국토확장, 수자원확보, 지역개발, 국민경제의 균형발전, 농업자본의 축적 및 주곡자급 등이 있다. 지속적인 용수개발과 배수개선 사업으로 한해 및 수해로부터 피해를 저감할 수 있었다. 전체 논면적의 80.1%인 870천 ha에 대하여 안정적인 농업용수를 공급할 수 있게 되었다. 수리답면적 788천 ha 중에서 저수지를 통해 57.1%, 양수장을 통해 24.7%, 보를 통해 10.0%, 관정을 통해 5.3%, 집수암거를 통해 1.6%, 기타 방법으로 1.3%가 관개용수를 공급받으며, 10년 빈도 한발에 대응할 수 있는 수리안전답 비율이 1990년 39.4%에서

2010년 66.0%로 증가하였다. 2010년 현재 용수로 길이는 116,525km, 배수로 길이는 67,831km이다. 용수로 중 토공수로는 50.2%, 구조물된 용수로가 49.8%이며, 배수로 중 토공배수로가 72.9%이며 구조물된 배수로가 27.1%이다. 용수로와 배수로의 구조물화가 계속 진행하고 있다. 이와 같은 농업용수개발 사업의 추진에 따라 가뭄피해를 저감할 수 있었다. 일반경지정리 대상지구 721천 ha에 대한 경지정리를 2010년 현재 100% 완료하였으며, 이들에 대한 기계화 영농기반을 조성하였다. 또한 농기계의 대형화에 따른 대구획경지정리사업을 116.3천 ha에 시행하여 대형농기계에 의한 기계화영농이 가능하도록 하였다. 이를 통하여 생산성이 향상되고 노동력이 감소되었다. 간척사업을 통하여 1965년 국토면적이 9,843천 ha이던 것이 2010년에는 10,003천 ha가 되어 45년 동안 160천 ha가 증대되었다. 이 중 농지로 조성된 면적이 86천 ha이며 주곡 자급의 기반이 확충되었다(농림수산식품부와 한국농어촌공사, 2011). 하구둑과 같은 대규모 농업생산기반시설이 설치되어 주변지역개발을 촉진하고, 운송거리를 단축하여 물류비용을 절감하며, 대규모의 수자원 확보가 가능해졌다. 이로 인하여 대규모 공단과 배후도시, 관광단지가 개발되었으며, 고용창출과 농외소득이 증대되었다. 농업생산기반정비사업을 통하여 국민경제의 균형발전과 농업자본이 축적되었다. 1990년대까지는 산업간 불균형이 심각했으나 1992년 시작된 농업구조개선사업으로 산업간 불균형이 해소되고 있으며, 농촌경제가 발전하였다(한국농공학회, 2006).

4.3 농업생산기반정비사업 효과

농업생산기반정비사업의 농업효과로는 [표 19]와 같이 작물생산효과, 품질향상효과, 영농경비절감효과, 영농주행경비절감효과, 유지관리비 절감효과 등이 있다. 작물생산효과는 사업실시로 인해 농지 및 수리가 개발되거나 개량됨에 따라서 수혜지역 작물생산의 양적 증대와

질적 향상을 의미하며, 품질향상효과는 사업실시로 인해 농산물의 규격, 등급, 질 등이 향상된 경우 수익의 증가분을 의미한다. 영농경비절감효과는 대형기계화 및 고도 영농기술화에 따라 작물생산에 소요되는 경비가 절감되는 효과이다. 영농주행경비 절감효과는 농로가 신설 또는 변경됨으로 인해 주행속도, 수송수단의 변화에 따라 연료비, 소모품의 절약, 차량수리비, 감가상각비, 인건비 등이 경감되는 효과이며, 유지관리비 절감효과는 생산기반시설을 신설하거나 개보수하여 유지관리 경비가 절감되는 효과이다. 농업생산기반정비사업의 농업외 효과로는 [표 19]와 같이 기반시설정비효과(해일방지, 국토확장, 토양형성, 토양유실방지), 홍수피해경감효과(홍수조절, 지역배수, 논의 저수), 생활환경정비(일반교통, 고용증대, 인구정착, 소득증대, 지적확정, 안전성 향상, 지역진흥), 수원함양효과(하천유량안정, 지하수 함양, 지역용수, 지역 환경보전, 수질정화, 대기정화, 산소공급, 수변환경, 환경보전), 보건 및 휴양기능효과(관광, 보건, 식량안보), 기타효과(신규갯벌창조, 담수호창출, 인공어초) 등과 같은 효과가 있다(농림부와 농업기반공사, 2000).

[표 19] 농업생산기반정비 사업별 효과항목

효과항목 \ 사업	경지정리			배수개선		용수개발				농지조성		밭기반정비	
Ⅰ.농업생간성 향상효과													
1.작물생산효과	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2.품질향상효과		○	○	○	○	○	○	○	○				○
Ⅱ.농업경영향상효과													
3.영농경비절감효과	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
4.영농주행경비절감효과		○								○	○	○	
5.유지관리비절감효과	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Ⅲ.기반시설정비효과													
1.해일방지효과										○			
2.국토확장효과										○			
3.토양형성효과										○			
4.토양유실방지효과	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Ⅳ.홍수피해경감효과													
5.홍수조절효과		○				○				○			
6.지역배수효과		○		○	○								
7.논의 저수효과	○									○	○		
Ⅴ.생활환경정비효과													
8.일반교통효과		○								○	○	○	
9.고용증대효과	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10.인구정착효과	○										○	○	
11.소득증대효과	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
12.지적확정효과													
13.안전성 향상효과		○		○	○	○	○	○		○			○
14.지역진흥효과	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Ⅵ.수원함양효과													
15.하천유량안정효과						○		○			○		○
16.지하수 함양효과						○	○	○					
17.지역용수효과						○	○	○	○	○			○
Ⅶ.지역 환경보전효과													
18.수질정화효과				○		○	○	○					
19.대기정화효과				○		○	○	○		○			
20.산소공급효과													
21.수변환경효과						○				○			
22.환경보전효과				○									
Ⅷ.보건,휴양기능효과													
23.관광효과						○				○			
24.보건휴양효과		○		○		○	○			○	○		○
25.식량안보효과	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Ⅸ.기타효과													
26.신규갯벌창조효과										○			
27.담수호창출효과										○	○		
28.인공어초효과										○	○		

4.4 농업생산기반정비사업 실제 투자효과분석

4.4.1 저수지개발사업의 투자효과

대상사업지구인 황락지구는 충청남도 서산군 해미면 황락리와 4개리에 산재한 천수답지대로 논의 경사가 급하고 필지별 면적이 협소하여 재래적인 경작방법으로 영농을 하고 있었으며 황락 저수지를 건설하기 전까지는 상습적인 한해피해를 겪었다. 수도 단작체계였으며, 저수지와 같은 수리시설이 없이는 지역소득증가나 지역농민의 복리증진이 이루어지기 어려웠다. 사업을 통해 개발된 면적은 논 107ha이었으며, 사업후 일반계 품종의 벼가 재배되었다.

사업완전운영시의 미곡증가량은 190M/T이고 부산물을 포함한 금액은 354백만 원이며, 생산비 증가총액은 4백만 원으로 추정되었으며, 이로 인해 350백만 원의 미곡증산효과가 발생하였다. 공사기간에 실업상태에 있던 농촌노동력이 사업에 고용됨으로 발생한 농외소득은 7년 공사기간 동안 총 154백만 원이었으며 년 평균 22백만 원이었다. 천수답 내지는 수리불안전답에 농업용수를 공급하면 미곡이 증산됨에 따라 미곡증산에 따른 공익적 기능으로써 대기정화기능과 산소공급기능이 왕성해 진다. 그리고 저수지는 여름철에 대기냉각기능을 발휘한다. 황락저수지 지구의 환경적 공익기능효과는 사업이 완전 운영되는 1999년 이후부터 연간 178백만 원의 환경가치를 생산하는 것으로 나타났다. 황락저수지 부근은 경치가 수려하고 수질이 양호하여 봄, 여름 및 가을철에는 행락객들이 즐겨 찾을 뿐만 아니라 서산시의 낚시인구들이 즐겨 찾는다. 사업이 완전 운영되는 1999년 이후부터는 연간 77백만 원의 관광 및 심미적 효과를 생산하는 것으로 나타났다. 미곡 증산을 위한 저수지개발사업은 식량안보적 가치를 창출해 내며, 사업이 완전히 운영되는 1999년부터는 연간 326백만 원의 식량안보가치가 발생하는 것으로 나타났다(농림부와 농업기반공사, 2000).

4.4.2 양수장사업의 투자효과

대상사업지구인 용전지구는 충청북도 중원군에 위치하고 있으며, 충주호 조정댐인 용수원을 활용하지 못하고 있었으며 몽리지역이 곡간답으로 수도수량이 매우 낮았다. 호당 평균 경지면적은 1.27ha이었으며, 농기계의 이용이 어렵고 필지 당 면적이 소규모이기 때문에 경지정리를 하기도 어려운 지구였다. 사업전에는 일반벼가 70%, 통일계가 30%정도 재배되고 있었으며 답리작으로 대맥이 주로 재배되고 있었고 그밖에 오이, 딸기, 메론, 참외 등이 시험 재배되고 있었으나 용수부족으로 확대되지 못하고 있었다. 사업후에는 개발면적 229ha에서 수도작 위주의 작부체계가 행해지고 있다. 본 사업지구는 사업후 TC/TM 물관리시스템이 처음으로 도입되었으며, 용수간선은 라이닝되었다.

사업전의 사업지구 미곡수량으로 ha당 4,000㎏수준이었으며, 사업시행후 미곡수량은 ha당 5,500㎏로 증가하였다. 사업으로 인한 이 지구의 미곡 총증수량은 293M/T였다. 용전지구 양수장사업으로 얻어진 미곡증수효과를 금액으로 환산하면 사업완전 운영시에 531백만 원에 달했고, 추가로 소요된 생산비 증가액은 9백만 원을 제외하면 미곡증수순수익은 522백만 원이다. 사업비중 공가기간에 실업상태에 있던 농촌노동력이 사업에 고용됨으로서 얻은 농외소득효과는 공사기간인 9년간 연평균 39백만 원이었다. 미곡 증산을 위한 양수장지구개발사업은 식량안보적가치를 창출해 내며, 사업이 완전히 운영되는 2003년부터는 연간 516백만 원의 식량안보가치가 발생하는 것으로 나타났다(농림부와 농업기반공사, 2000).

4.5 농업용수개발사업 사례 분석

4.5.1 지표수개발 사업

1) 고무보를 이용한 지표수개발

밀양지구 지표수 보강개발사업(밀양강 제2수중보)은 밀양시 가곡동과 상남면 예림리를 잇는 예림교 상류 100m지점에 길이 266m, 높이 2.5m의 고무수중보를 설치하여 675ha에 농촌용수를 공급할 수 있는 생산기반을 확충하고 기계화 영농기반 조성하여 식량을 증산하며, 농촌환경과 작부체계를 개선하고 농지이용율을 향상시키며, 수변공간을 조성하여 시민들에게 휴식처를 제공하기 위하여 계획되었다. 사업계획시 사업으로 인한 증수량은 280.2M/T이었으며, B/C는 2.61(5.5%할인), IRR은 17.53%이었다(구본충, 2003).

주요공사는 취입보(가동고무보) 1개소, 양수장 1개소, 도수로 1개소를 설치하는 것이었다. 특히 취입보 형식은 환경친화적 공법으로 고무보를 설치하여 홍수피해가 없도록 계획하였다. 고무보는 기복형 가동보의 일종이며, 하천을 횡단하여 설치한다. 고무보는 콘크리트 기초상판 위에 얇은 2겹의 특수합성 고무판을 설치하고 공기를 튜브내에 주입하여 저류공간을 확보하는 것이다. 또한 콘크리트 기초 위에 정착설치되고 금속판체에 의해 고정되므로, 설치와 유지관리가 용이하며, 고무본체를 수축 및 팽창시켜서 저류와 홍수조절이 가능하다. 이와 같은 특징으로 인해 고무보는 취수펌프장의 수위확보, 배수펌프장의 유지관리, 하천 저수량 확보, 위락 경관조성을 위한 수변환경조성 등에 이용되고 있다. 기존 고정보는 토사퇴적, 하천수 오염, 홍수시 하천 범람 등의 문제점을 가지고 있으며, 최근 자동수문 및 전도게이트를 갖춘 고무보에 대한 관심이 높아지고 있다.

밀양지구 지표수 보강개발사업을 통하여 밀양강은 유량이 확보되어 하천환경이 개선되었으며, 수시로 도복과 기립이 가능하여 홍수피해를 방지할 수 있게 되었다. 또한, 어도를 설치하여 어류의 이동이 가능하므로 생태환경이 개선되었고, 인근 둔치에 휴식공간을 확보할 수 있게 되었다. 밀양시는 맑은 물을 담수하기 위하여 하상준설사업을 실시하였으며, 준설골재는 고속도로 건설현장과 수해복구공사 현장에 활용하였다.

2) 수질개선을 고려한 친환경적 저수지 개발 사업

성읍지구 농촌용수개발사업은 제주특별자치도 서귀포시 표선면, 성읍리외 2개리 일대의 지구에 관개를 하기 위한 수자원 확보와 관개개선, 소득증대 및 생활환경 개선을 위하여 2003년에 착공하여 2013년 준공예정으로 추진 중에 있다. 주요공사는 길이 188m, 높이 15m, 총저수용량 1250천 ㎥인 저수지 1개소 건설, 용수로 27조 34,240m 건설, 폭 6m인 방수제 2,248m 건설, 진입도로 1조 2,380m 건설, 길이 50m, 높이 2.2m의 취입보 건설 등이다. 사업계획시 B/C는 1.06(5.5% 할인), IRR은 6.8%, 증수량은 1,277M/T이었다.

성읍지구의 토지이용은 감자, 콩, 당근과 같은 밭작물과 감귤 재배다. 관개용수는 자연강우에 의존하거나 지하수를 이용하고 있으며, 한발시에 물부족이 심하여 영농에 곤란을 겪고 있다. 성읍지구 농촌용수개발사업은 성읍저수지를 건설하고 표선면 일대의 400ha 밭에 관개용수를 관수로를 통해 공급하여 지구의 용수부족을 해결하기 위하여 계획되었다. 지구의 상류부와 하류부가 100m정도의 표고차가 있고 완만한 경사의 지형을 이루고 있기 때문에 저수지와 지구의 수두차를 이용한 자연압력식 관수로시스템을 도입하도록 계획하였다.

성읍지구에서 발생하는 오염물질은 대부분 저수지 상류부 목장에서 발생하는 축산폐수이다. 또한 수원공 상류에 위치한 성읍2리 마을에서 발생하는 생활오수는 수원공의 수질에 직접적으로 영향을 미칠 것으로 예상된다. 따라서 이들 오염원의 저수지 유입에 대처하기 위하여 오폐수처리장을 설치토록 계획하였다. 향후 저수지 수질오염의 정도가 높아질 경우에는 인공식물섬과 Bio-Park 설치와 조류 억제 및 제거를 위한 조류준설선 도입을 계획하였다. 또한, 부영양화에 대비하여 인공순환식 수중폭기 도입도 계획하였다(심좌근, 1999).

제주도 성읍지구 중규모 농촌용수개발사업은 제주도 지표수개발의 시험사업이다. 따라서 공사 시공 및 준공 이후의 유지관리까지 지속적으로 전문분야별 연구검토가 이루어져야 한다. 이 사업을 통하여 농업

용수공급, 관광자원 확보, 홍수피해방지, 토지이용률 및 농업생산성 증대, 주민생활 수준 향상 등의 효과가 발생할 것으로 예상되고 있다.

3) 저수지재개발 사업

기후변화로 인한 이상강우 및 집중호우로 자연재해가 증가하고 있으나, 댐건설이 환경에 미치는 영향으로 인해 댐 건설적지가 부족하기 때문에 농업용저수지를 재개발하여 용수를 공급하고 홍수조절을 하기 위한 사업이 진행되고 있다. 성덕다목적댐 건설사업은 한국농촌공사가 관리하고 있는 수락저수지를 재개발하는 사업으로 한국수자원공사와 공동건설단을 구성하여 시행하는 사업이다.

성덕다목적댐은 경상북도 청송군 안덕면 성재리에 건설되며 낙동강 3지류인 보현천에 위치한다. 한국농촌공사가 관리하고 있는 수락저수지 하류 약 1.2㎞지점에 다목적 댐을 건설하는 사업이다. 유역면적은 41.3㎢이고, 년평균 강우량은 1,043.3㎜, 년평균 유입량은 24.3백만 ㎥이며, 댐 형식은 콘크리트 중력댐으로 높이 58.5m, 길이 274m이며, 총저수용량은 27.9백만 ㎥, 유효저수량은 24.8백만 ㎥이다. 생공용수 15.4백만 ㎥, 농업용수 3.1백만 ㎥, 하천유지 2.1백만 ㎥으로 연간 20.6백만 ㎥의 용수를 공급한다. 또한 홍수조절 4.2백만 ㎥과 발전용량 1,409MWh/년을 포함하고 있다(최진동, 2007).

현재까지 농업생산기반시설은 이수용도로 건설되었기 때문에 기후변화로 인해 가중되고 있는 홍수피해를 저감하기 위해서는 치수능력을 향상시켜야 한다. 따라서 기존 농업용저수지들을 구조적으로 개선하거나 홍수 예·경보 시스템과 같은 비구조적인 대책이 필요하다. 이를 통해서 농업용저수지에 홍수조절 능력을 부여하고 시설의 안전성을 확보해야 한다.

4) 수자원의 다목적 이용을 위한 저수지 개발 사업

송강지구는 충북 충주시 산척면 일대에 위치하고 있으며, 사업 전

에는 산간평야 지대로서 고지대는 천수답이고 저지대는 일부 수리시설물(소류지 5개소, 양수장 1개소, 보 4개소 등)을 이용하여 농업용수를 공급함에 따라 상습적으로 한해피해를 겪고 있었다. 사업의 수혜면적 235ha 중 천수답 107ha, 노후시설 및 능력이 부족한 소규모 수리답 78ha, 밭 35ha, 과수원 15ha이었으며, 이들에 필요한 용수공급을 공급하기 위하여 송강리에 저수지를 설치하고 용수로를 설치하였으며, 수자원을 다목적으로 활용하기 위하여 주민들에게 생활용수를 공급하도록 계획하였다. 특히 이 사업을 통하여 안정적인 농업 용수의 확보하고, 노동생산성과 토지생산성을 향상시켜 식량의 안정적 확보와 농가소득 증대를 도모하고자 하였다.

송강저수지를 주수원공으로 하여 235ha의 관개지에 용수를 공급하기 위하여 등고선 방향으로 적절히 용수로를 배치하였다. 또한 저수지 하류부 송강리의 상산, 증촌, 송정 마을을 급수구역으로 하여 120가구 400명을 대상으로 350ℓ일/인을 공급하여 연간 51,100㎥의 생활용수공급계획을 수립하였다. 용수간선은 수혜면적의 최고위부에 배치하여 원활한 송수가 되게 하였으며, 용수지선은 농로에 접하게 배치하여 물관리 및 수로관리가 용이하도록 하였다. 노선을 직선화하여 공사비를 절감하도록 하였으며, 수로 손실 및 유지관리를 고려하여 콘크리트 구조물로 시공하였다. 사업은 1997년~2005년에 시행되었다(이병덕, 2000).

이 사업을 통하여 송강지구에 농업용수를 안정적으로 공급할 수 있게 되었으며, 충청북도는 양수장 건설, 경지정리, 관정개발, 저수지준설 등을 병행하여 원활한 농업용수공급이 이뤄지도록 하였다. 송강저수지와 같이 수자원을 다목적으로 이용할 수 있도록 사업을 추진하면 기후변화로 인해 심화될 것으로 예상되는 물부족에 대처할 수 있을 것으로 사료된다.

5) 복합관개시스템에 의한 용수공급

하점지구 농촌용수개발사업은 인청광역시 강화군 하점면 삼거리외

3개리의 482ha에 대하여 농업용수공급시스템을 건설하여 관개개선 및 농업생산성 증대를 도모하고자하는 사업이다. 총개발면적 482ha 중 182ha는 배수로에서 양수한 용수를 관개지에 직접급수하고 300ha에는 저수지에 양수하여 저류한 용수를 관개기에 급수하는 복합용수공급 지구이다.

대상지구에 농업용수를 공급하기 위하여 유역면적 160ha, 총저수량 112만 ㎥의 저수지 1개소와 배수로 퇴수를 저수지에 양수하기 위한 양수장 1개소를 설치하여 300ha를 급수한다. 하점저수지가 자체유역만으로는 필요수량의 확보가 어려우므로 지역 유역 1,520ha에서 유출되는 유량을 삼거양수장을 통하여 0.7㎥/s로 저수지에 양수하여 저류량을 확보한다.

일반적인 농업용수개발사업의 공정순서는 수원공건설, 용수로설치, 경지정리 순이지만, 하점지구에서는 이와 반대로 농업용수병행경지정리를 먼저 실시한 후 수원공 공사를 시행하였다. 이는 기존 시스템이 유역내 유출량을 배수로에 저장하였다가 양수하여 공급하는 시스템이기 때문에 사업효과를 조기에 달성하기 위하여 평야부 용·배수로와 경지정리를 실시하여 급수하도록 하였다. 이후 10년 빈도 한발에 대한 용수공급능력을 확보하기 위하여 하점저수지를 축조하였다(고영조, 2000).

하점지구는 부족한 수자원을 최대한 활용하여 복합용수공급 시스템을 도입하였으며, 특히 대상지구의 특징을 고려하여 측방유입수를 저수지로 양수하여 저류를 시킨 후에 관개용수를 공급하기 때문에 양수장 운영비용이 소요되나 향후 물부족으로 인한 피해가 가중될 것으로 예상되기 때문에 안전영농으로 농업생산성을 증대시키기 위한 합리적인 농촌용수개발 방안으로 사료된다.

4.5.2 담수호를 이용한 농업용수 개발

1) 인공습지를 이용한 담수호 수질 정화 및 TC/TM을 이용한 관개용수 관리

고흥지구 간척지 개발사업은 전남 고흥군 두원면 풍류리와 도덕면 용동리 사이에 방조제 2.873㎞를 축조한 후 745ha의 담수호를 조성하여 1,752만 ㎥의 수자원을 확보하고 간척농지 1,581ha와 인접 한해상습지 435ha의 관개지구에 용수를 공급하고 농어촌 생활환경 개선, 농가소득증대, 육운 개선 등을 도모하기 위하여 시행된 간척지 개발사업이다.

담수호의 총저수량은 3,580만 ㎥이며 유역면적은 7,320ha이다. 담수호를 수원으로 하여 1, 2 공구와 배후지 435ha에 용수를 공급하기 위하여 양수장 1개소가 건설되었다. 3,200㎥ 규모의 양수장 배수조로부터 개답지 및 배후지에 용수를 공급하기 위한 용수로는 1공구 일부개수로 구간을 제외하고는 관수로로 설치되었다. 2공구는 관리수위보다 낮은 지역이 34% 정도여서 배수를 원활하게 하기 위하여 지구외 유입수를 담수호로 직접 배수하기 위한 환배수로를 설치하였다. 배수간선, 배수지선, 배수지거를 적절히 배치하여 20년 빈도 홍수시 자연배수가 가능하도록 계획하였다(이덕현, 1997).

고흥지구에는 물관리를 효율적으로 수행하기 위하여 집중물관리시스템이 도입되었으며, 배수갑문, 양수장, 배수장, 어도, 배수문, 관수로의 상태를 모니터링하기 위하여 RTU를 설치하였다. 양수장 부지에 고흥지구의 각종 수리시설을 원격측정 및 제어하는 중앙관리소를 설치하였으며, 시설들을 원격측정 및 제어하여 물관리를 수행한다. 또한 418ha의 인공습지는 농경지로부터 유입되는 오염물질로 인해 발생할 수 있는 담수호 수질오염을 예방하기 위한 환경친화적 시설로 유용할 것으로 사료된다.

2) 환경관리시설를 통한 담수호의 농업용수 수질 관리

경상남도 고성군에 고성읍, 마암면, 동해면, 거류면, 회화면, 구만면

등을 포함하는 마동지구 농촌용수개발사업은 저수지 건설의 적지가 없어 소규모 소류지와 관정, 보시설 등을 이용하여 농업용수를 확보하여 이용하는 영농형태였으며, 1994년과 1995년에 연속적인 한해 피해를 겪었다.

마동지구사업은 중규모 농업용수개발사업으로 수원공이 고성만의 공유수면에 방조제와 배수갑문을 축조하여 조성한 담수호이며, 평양부는 양수장 및 용수로를 설치하여 고성군 일대 한해상습지 1,400ha에 농업용수를 공급한다. 방조제, 배수갑문 등으로 조성된 담수호에 의해 7,41만 ㎥의 수자원이 확보되며, 양수장과 용수로를 통하여 용수를 공급한다. 지대가 높은 일부지역은 2단 양수장을 설치하여 관개하며, 높은 표고차를 이용하기 위해 관수로로 계획하였다. 또한, 자동물관리시스템을 구축하여 물관리의 효율성 향상과 영농비 절감을 도모하며, 안정된 영농환경을 제공하고자 하였다.

인구증가와 생활수준 향상 및 산업발달로 증가된 하수를 처리하는 하수종말처리시설에서 방류되는 방류수가 마동담수호로 유입되면 담수호 수질에 영향을 미치게 되므로 환배수로를 설치하여 방류수를 차집한 후 Bio-Park를 경유하여 외해로 배제하는 것으로 계획하였다. Bio-Park 시설은 생태공학적 수질개선 공법의 일종이며, 미나리, 창포, 줄, 애기부들, 갈대, 부레옥잠 등의 6단계 수초 식수조를 설치하고 이들을 단계적으로 통과하면서 처리되도록 하며, 지역주민 및 관광객들에게 휴식공간 제공으로 이용할 수 있다. 마동호 유입부에 위치한 기설저류지 내에 형성된 약 63만㎡에 갈대군락을 보존하여 유입되는 질소, 인 등을 자연적으로 제거하며, 조류의 서식지도 보호할 계획이다 (윤두헌, 2000).

마동지구 농업용수 개발사업은 수자원개발 및 국토확장, 농어가 소득증대 및 농어촌 생활환경 개선, 관광권역 형성, 지역개발 및 균형적인 발전 여건 조성 등을 목표로 2015년까지 공사가 추진될 예정이다. 이 사업은 간척사업에 대한 부정적 시각때문에 사업이 장기화되고 있

으며, 최근 정부예산을 투입하여 한국농어촌공사에서 진행하고 있고, 환경보호 및 수질관리를 위한 적절한 대책들이 수립되었으며, 이의 효과를 최대화하는 노력이 필요하다.

4.5.3 농업용수관리자동화 사업

기존수리시설물을 최대한 활용하면서 물관리 문제를 해결하기 위하여 1990년 금강지구 하구둑을 시작으로 농업용수관리자동화(TM/TC)사업이 추진되고 있다. 농업용수관리자동화(TM/TC)사업은 농업용수를 체계적으로 관리하기 위한 방안으로 적정한 시기의 용수 공급과 함께 홍수로 인한 피해를 최소화하여 농업생산성을 향상시키고, 물관리비용과 용수 절감을 통해 물관리 효율을 향상시킨다.

농업용수관리자동화(TM/TC)사업은 중앙감시제어식 물관리시스템을 설치 및 운영하는 것이며, 저수지, 양·배수장, 용·배수로 등과 같은 주요 수리시설물에 원격측정 및 제어 장치를 설치하여 용수수급상황을 실시간으로 모니터링하고 DB로 구축하여 용수를 적기에 공급하고, 물관리 손실을 최소화하도록 한다. 또한, 가뭄과 홍수관리 정보를 제공하여 물관리 계획을 수립하고, 축적된 자료를 활용하여 물관리 기술의 발전에 기여할 수 있다(김종일 2004). 한국농어촌공사는 농업용수관리자동화시스템 실용화를 위한 연구를 추진하였으며, 대단위 농업종합개발사업, 농촌용수개발사업, 간척개발사업으로 조성된 대규모 지구를 대상으로 2001년～2010년에 농업용수관리자동화사업을 37개 지구에 추진하였다. 농림수산식품부는 2008년 10월에 농업용수관리자동화사업 중장기 추진계획(안)을 수립하여 2009년~2016년에 공사 관리면적의 60% 수준까지 사업을 추진하며, 2017년~2021년에 공사 관리면적의 80% 수준까지 사업을 추진할 계획이다.

농업용수관리자동화사업의 사례 지구 중의 하나인 성주지구의 주수원공인 성주댐은 성주군 가천면 중산동 대가천에 위치하며 관개면적은

3,683ha이다. 성주지구는 농경지 중 논비율이 높아 벼중심 농업지역이었고 수리답율은 약 56%이었으며, 사업실시로 수리답율이 63%로 높아졌다. 성주지구는 사업 후 관개조직이 대규모화되고 복잡해짐에 따라 재래식 용수관리 방법으로 관개할 경우 용수낭비와 용수의 균등배분이 어려워질 것으로 예상되었다. 또한, 재배면적 중 40%는 참외와 수박을 재배하고 있으며, 생산면적이 계속적으로 증가함에 따라 관개수량, 관개시기, 관개방법이 재배 작물의 변화에 맞춰서 계획되어야 했다. 그리고 농업인구 감소, 고령화, 관리요원 부족, 관리비 과다 소요 등이 예상됨에 따라 농업용수관리자동화시스템을 도입하였다.

성주지구 농업용수관리자동화시스템은 하드웨어와 소프트웨어로 구성된다. 시스템 구성 장비와 프로그램을 이용하여 성주지구 관개조직내의 주요지점에서의 수위와 유량 등의 자료를 수집하고 전송하여 이를 바탕으로 중앙관리소에서 댐, 저수지, 소류지, 양수장, 용수로 등의 상황을 감시하고 통제하며, 각종 응용프로그램을 이용하여 물관리 방안을 검토하여 적절한 관개방식을 선정하여 지구의 용수관리를 시행한다. 이 사업을 통해서 용수의 효율적인 이용, 용수의 합리적 배분, 농업용수의 다목적 이용, 재해의 예방 및 경감, 환경개선, 용수관리기술의 향상을 도모하였다(이용철, 1997).

4.5.4 농업용관수로 사업

농업용 관수로란 농업용수를 수원공 시설에서 말단 포장까지 압력관로로 송배수하기 위한 수로 조직이며, 관수로 흐름은 단면 형상에 관계없이 유수가 단면 내를 완전히 채우면서 흐름이 형성된 것이다. 농업용 관수로는 지하 매설로 인해 관개수로의 용지비용을 줄이고, 농작업 기계의 통행이 가능하며, 용수조직의 구성이 쉽고, 농업용수의 오염 방지 효과가 있으며, 복잡한 지형의 제한이 없고, 용수조절이 용이하여 동일 구획 내에 다른 작물의 재배가 가능하고, 관개방법의 선택

이 가능하며, 농지의 다목적 이용을 가능하다는 장점이 있다. 이와 같이 농업용 관수로는 여러 가지 장점이 있는 반면에 경제적으로 부담이 큰 제한으로 작용하여 지금까지는 국내에서 널리 채택되지 않고 있다. 최근에는 영농의 편의성이 강조됨에 따라 일부지역에서 용수지거의 관로화사업이 실시되고 있으며, 재배농가들의 호응도가 높다.

덕곡지구는 경상남도 합천군 덕곡면 일대로 낙동강에 회천이 합류되는 곳에 위치하고 있다. 지구의 지형은 비교적 완만한 경사를 이루고 있으며, 사업전에는 필지규모가 20~30a로 작고 용·배수시설이 토공으로 토사퇴적 및 용수손실량이 많았으며 기존의 농도가 1.5~2.0m로 협소하여 기계화 영농이 어려웠다. 용수원은 덕곡양수장을 이용하여 낙동강의 물을 취수하기 때문에 용수량은 풍부한 곳이다. 덕곡지구 대구획 경지정리사업은 구획을 100m×100m로 대형화하고 용·배수로 및 농로 등의 시설물을 현대화하였다. 덕곡지구는 주수원공인 덕곡양수장으로부터 용수간선 1조 3,870m. 용수지선 2조 2,658m, 용수지거 19조 8,028m를 설치하여 필지별 급수가 가능하도록 하였다. 또한 배수로는 배수지선 2조 3,414m, 배수지거 23조 9,456m를 설치하여 침수지역을 최소화하며 필지별 배수를 원활하게 하도록 하였다.

지구내의 관로 조직은 수원공에서부터 말단 급수전까지 전노선을 폐쇄된 형태로 필요한 수두를 확보하여 각각의 필지에 용수를 공급할 수 있도록 수지상 및 관망 관수로를 채택하였다. 14개 용수지거 단일노선에 관을 매설하여 용수간선에서 유입된 용수를 각 필지로 급수하는 수지형 관수로는 총 연장이 6,189m이며, 128.97ha에 대하여 관개용수를 공급한다. 그물형(관망) 관수로는 7조 6,189m로서, 수위 확보가 충분하고 지형이 평탄한 37.2ha의 단일 몽리구역에 대하여 간선 수위에 의한 자연 압력식 급수방식을 적용하여 설치하였다. 덕곡지구 관수로 시스템의 주요 자재로는 주관은 Φ200～Φ350㎜의 P.E. 일반관을 사용하였으며, 급수관은 Φ75㎜의 P.E. 일반관을 설치하였다. 급수밸브는 분사밸브와 나이프게이트 밸브 2종을 설치하였으며, 부대시설로 맨홀

과 급수 보호통을 제작하여 설치하였다(한광석, 1996).

대구획 경지정리 사업지구는 지형적으로 평탄하고, 용배수 조건이 불량한 충적토가 대부분으로 토공수로는 침하의 발생과 안비탈면의 붕괴와 유속이 느려 수로 내에 잡초나 수초가 밀생되어, 물관리 효율이 낮고, 필요한 양의 도수가 어렵다. 특히 필지의 대구획화로 인해 구획의 단위 용수량이 증가하며, 이를 효율적으로 도수할 수 있는 기술 발전이 필요하다. 관수로 시스템은 대구획 경지정리지구의 용수지거로 적합할 뿐만 아니라, 장기적으로 토공수로에 비해 경제적 가치가 높다. 따라서 대구획경지정리지구에 관수로를 설치하여 관개용수의 손실을 최소화하고, 노동력절감과 경지이용율 향상을 시킬 수 있으며, 농기계 이용의 편리성을 제공하여 영농조건을 개선할 수 있을 것으로 사료된다.

4.5.5 간척지 개발 사업 및 대단위농업종합개발사업

간척지 개발사업은 서남해안에 산재되어 있는 간석지와 유휴지를 우량농경지로 개발하여 줄어드는 농지를 대체함과 동시에 농업생산기반구조를 개선하여 식량안보 및 농업의 국가경쟁력을 제고하기 위해 수행되고 있다. 최근까지 14개 지구 11.9천 ha가 개발되었으며, 현재 2개 지구에서 8.1천 ha를 개발하고 있다. 1970년대부터 도입된 대단위농업종합개발사업은 농업용수, 경지정리, 개간, 간척 등의 사업을 한 지구내에서 동시에 계획하고 개발하는 사업이다. 현재까지 총 22개 지구에서 추진되었으며, 15개 지구가 외국차관을 도입하여 추진되었다. 최근까지 15개 지구에서 162천 ha가 개발되었으며, 7개 지구에서 121천 ha가 개발되고 있다.

석문지구 간척지종합개발사업은 충청남도 당진군 석문면, 고대면, 송산면 일대의 바다를 막아 간척지와 담수호를 조성하고, 내부개발지를 기계화영농을 위한 대구획화된 농경지를 조성하고, 농어민주택단지,

생산관련시설단지, 공원위락시설단지를 조성하며, 서해안 지역의 수자원 확보하기 위해서 시행되었다. 이 사업은 1987년 7월~2005년 12월까지 사업이 진행되었으며, 총 2,828.8ha가 조성되었으며, 농경지 1,594.8ha, 담수호 874ha, 용배수로 182ha, 주택 및 위락시설 55ha, 방수제 및 도로 46ha, 기타 77ha가 조성되었다. 용수원은 방조제 내측에 조성한 담수호에서 양수하여 이용하도록 하였으며, 담수호의 준설토를 저지대 개발지에 성토하여 저수량 증대시키고 저지대의 배수를 원활하게 하였다. 내부토지 이용계획에 따라 조성된 농지에 용수를 공급하기 위하여 양수장과 용수로를 설치하였으며, 노선 전반에 포장도로를 병설하여 물관리 및 영농에 편리토록 하였다. 농기계의 대형화를 고려하여 농기계 효율 증대와 생산원가 절감을 위하여 2ha 정도의 대구획으로 정지하였다(이효찬, 1997).

미호천Ⅱ지구 대단위농업종합개발사업은 금강 본류에 건설된 대청댐을 주수원으로 하는 3,573ha, 오창저수지를 수원공으로 하는 857ha의 농경지에 농업용수를 공급하여 수리안전답화하는 사업이다. 무심천은 청원군 낭성면 추정리와 가덕면 한계리, 내암리 일대에서 발원하여 청주를 동과 서로 가르며 남에서 북으로 흐르는 하천으로 유역면적 177.71㎢인 지방 1, 2급 하천이다. 대청댐에서 도수된 용수는 남계양수장과 청원양수장을 통하여 취수하고 나머지는 무심천으로 방류되며, 무심천 하류에 위치한 청주보에서 취수하여 청주, 주성, 비홍양수장을 통해 양수하여 공급한다. 청원군 오창면, 옥산면, 강외면 일대에 857ha 관개논에 용수를 공급하기 위한 오창저수지사업은 안정적인 농업용수 공급과 하천생태계 보호를 목적으로 수행하고 있다. 미호천Ⅱ지구 대단위농업종합개발사업은 1989년에 시작하였으며 2012년까지 수행할 예정이다. 사업효과로는 미곡 증수량 4,219M/T, 고용증대 1,480천명, 연평균 759만 ㎥의 수자원 확보이다(송기헌, 2006). 이 사업은 농업용수 공급은 물론 갈수기에 무심천 하천수를 증가시켜 청주시의 도시 환경개선, 하천생태개선, 하천생태보전 등의 역할을 동시에 수행하고 있다.

이와 같은 간척지 개발사업이나 대단위사업은 사회적으로 다양한 역할을 수행할 수 있도록 계획 및 수행되어야 할 것으로 사료된다.

4.5.6 밭기반정비사업

1994년 후반기부터 채소, 특작, 화훼, 과수 등 주산단지와 집단화된 밭을 대상으로 용수공급용 수원공 개발, 농로 개설, 용수이용시설 설치, 밭경지정리 등을 실시하여 기계화와 물류비용 절감으로 노동생산성을 향상시키고, 농촌의 소득증대를 도모하기 위한 밭기반정비사업이 추진되고 있다. 이 사업은 110천 ha를 우선 정비대상 목표로 하고 있으며, 2009년 현재 85.4천 ha에 대하여 사업이 추진되었다.

밭기반정비사업에서는 저수지, 양수장, 보 등과 같은 기존 수원공을 활용하고 수량이 부족하고 수질이 부적절한 경우에는 새로이 개발한다. 수원은 지표수와 지하수에 대하여 경제성과 타당성을 비교하여 선정한다. 용수로는 관수로로 계획하며 수원공에서 저수조까지 송수관로, 저수조에서 분수공까지의 급수관로를 시공한다. 저수조는 관개시 최대용량을 조절할 수 있고 전원의 차단으로 인한 급수중단을 예방하기 위하여 설치된다. 국도 및 지방도로부터 경작지까지 진입로는 지역여건에 따라 다양한 공법을 적용하여 확포장하며, 농기계 통행을 고려하여 진입로를 정비한다. 경사지가 완만하고 토양 및 토심이 양호한 지역을 대상으로 밭두렁 정리, 경사정리, 수평정지 등을 지역여건을 고려하여 계획 및 시공한다(이철오, 2001).

밭기반사업정비사업의 성공적인 추진을 위해서는 다른 투자사업과 연계하여 종합정비방식으로 추진해야 하며, 지하수에 편중되어 있는 용수원을 다양화할 필요가 있으며, 휴경답을 이용하기 위한 전작기반정비가 필요하다. 경기 고능지구 등 8개 지구의 사업들을 사후평가한 결과, 영농수익증대, 생산비절감, 품질향상 등을 달성하여 5,814천원/ha의 소득증대가 발생한 것으로 나타났다. 따라서 청정한 고급농산물

을 생산하여 농가소득을 향상시킬 수 있기 때문에 밭기반정비사업은 계속해서 추진될 필요가 있을 것으로 사료된다.

4.6 국내 농업용수 관련 설계 및 PMC업체의 도급순위

본 절에서는 국내 설계 및 시공업체 중 상위 50개 업체를 각 설계 및 시공으로 분류하여 도급순위로 나타내었다. 설계업체에는 한국전력기술(1조 514억 원), 대림산업(8,234억 원), 현대엔지니어링(3,847억 원) 순으로 나타났으며, 시공업체에는 현대건설(11조 7,108억 원), 삼성물산(10조 1,002억 원), 대우건설(9조 2,224억 원) 순으로 나타났다.

[표 20] 국내 토목 설계업체 도급순위(2011년 기준)

순위	업체명	건수	금액 (단위: 백만)
1	한국전력기술㈜	113	1,051,497
2	대림산업㈜	4	823,423
3	현대엔지니어링㈜	130	384,758
4	㈜도화엔지니어링	408	193,331
5	㈜포스코플랜텍	41	181,462
6	㈜삼안	277	161,835
7	㈜대우엔지니어링	74	148,531
8	㈜유신	235	147,136
9	㈜한국종합기술	200	141,353
10	㈜이산	185	131,220
11	㈜동명기술공단종합건축사사무소	162	128,575
12	㈜동호	217	118,274
13	㈜건화	280	107,314
14	한전산업개발㈜	5	87,832
15	동부엔지니어링㈜	131	79,260
16	㈜선진엔지니어링종합건축사사무소	186	71,789
17	㈜제일엔지니어링종합건축사사무소	211	70,982
18	㈜삼보기술단	72	65,492
19	㈜서영엔지니어링	121	64,660
20	㈜다산컨설턴트	91	57,152
21	수자원기술㈜	26	55,326
22	㈜티에스케이워터	21	52,497
23	㈜동일기술공사	123	51,832
24	㈜케이지엔지니어링종합건축사사무소	171	50,806
25	한전케이피에스㈜	76	48,550
26	벽산엔지니어링㈜	125	48,469
27	㈜평화엔지니어링	173	45,641
28	㈜수성엔지니어링	87	43,000
29	㈜코센	11	40,471
30	디비정보통신㈜	31	40,275
31	㈜대우엔텍	18	37,321
32	㈜경동기술공사	111	34,901
33	㈜청석엔지니어링	65	33,808

순위	업체명	건수	금액 (단위: 백만)
34	㈜휴다임건축사사무소	109	33,108
35	㈜한국해외기술공사	37	32,372
36	㈜디에이그룹엔지니어링종합건축사사무소	44	30,432
37	아시아나IDT㈜	25	29,187
38	㈜경호엔지니어링종합건축사사무소	159	28,343
39	㈜신성엔지니어링	66	27,847
40	㈜세일종합기술공사	114	27,121
41	㈜동해종합기술공사	191	25,067
42	㈜건일엔지니어링	132	23,896
43	㈜삼호기술공사	74	23,773
44	㈜제이티	26	23,136
45	세진종합기술㈜	78	22,371
46	선광원자력안전㈜	2	21,483
47	한국지역난방기술㈜	36	21,416
48	㈜글로텍엔지니어링	36	21,371
49	㈜포스코아이시티	2	20,991
50	문엔지니어링㈜	69	20,852

[표 21] 국내 토목 시공업체 도급순위

순위	업체명	금액 (단위: 억)
1	현대건설(주)	117,108
2	삼성물산(주)	101,002
3	(주)대우건설	92,224
4	지에스건설(주)	89,002
5	(주)포스코건설	81,298
6	대림산업(주)	80,556
7	롯데건설(주)	50,240
8	현대산업개발(주)	46,029
9	에스케이건설(주)	40,157
10	두산중공업(주)	29,795
11	(주)한화건설	27,961
12	두산건설(주)	24,051
13	쌍용건설(주)	20,991
14	경남기업(주)	20,637
15	삼성엔지니어링(주)	20,565

순위	업체명	금액 (단위: 억)
16	금호산업(주)	20,452
17	한라건설(주)	18,799
18	(주)태영건설	18,467
19	계룡건설산업(주)	18,144
20	(주)한진중공업	18,101
21	현대엠코(주)	17,601
22	코오롱글로벌(주)	16,933
23	동부건설(주)	15,734
24	(주)케이씨씨건설	15,154
25	한신공영(주)	14,794
26	삼성중공업(주)	14,151
27	(주)한 양	12,768
28	벽산건설(주)	12,418
29	풍림산업(주)	12,208
30	(주)서희건설	11,974
31	삼환기업(주)	10,591
32	(주)호반건설	10,395
33	신동아건설(주)	9,722
34	삼부토건(주)	9,057
35	남광토건(주)	8,999
36	삼성에버랜드(주)	8,731
37	에스티엑스건설(주)	8,617
38	극동건설(주)	8,402
39	현대중공업(주)	8,351
40	(주)동양건설산업	8,111
41	(주)서브원	8,003
42	고려개발(주)	7,425
43	진흥기업(주)	7,230
44	동아건설산업(주)	6,983
45	(주)포스코엔지니어링	6,888
46	신세계건설(주)	6,749
47	우미건설(주)	6,412
48	현대엔지니어링(주)	5,758
49	한일건설(주)	5,599
50	울트라건설(주)	5,597

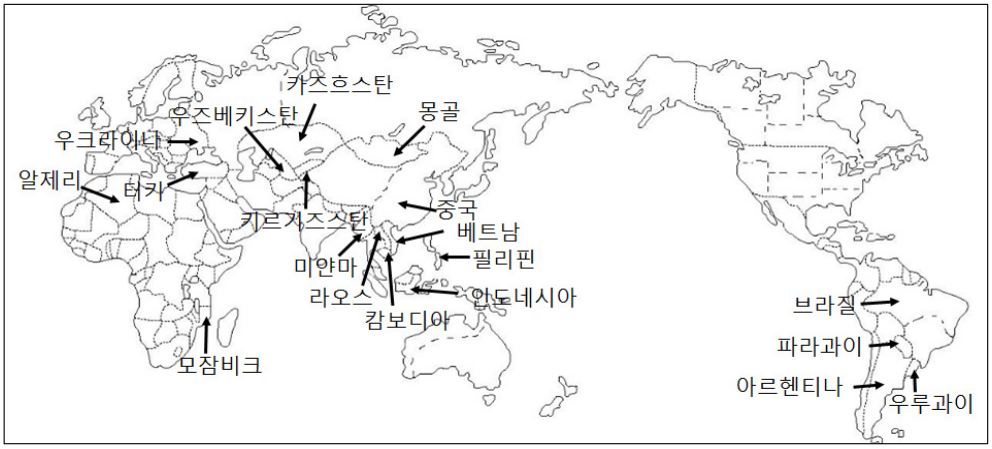
제 5장 원조국 농업환경에 적합한 최신 관개기술 분석

원조국에 적합한 농업용수 공급 시스템 및 관개기술을 선정하기 위해서는 해당국가의 농업환경에 대한 조사 및 분석이 필요하다. 농업환경은 작부체계, 사회-경제시스템의 상황, 관개배수 현황 등에 대한 평가를 통하여 파악된다. 특히 작부체계는 사회-경제, 기후, 지리 및 지형, 토양 등으로부터 영향을 받으며, 오랜 기간 동안 시행착오를 거쳐서 확립되어 왔으며, 동일한 국가 내에서도 지역에 따라 작부체계가 상이하다. 사업지구에 대한 농업환경 및 작부체계에 대한 조사는 사업의 성공여부를 좌우할 수 있으므로 사업 선정 및 사업 설계 단계에서 수원국의 일반현황, 농업현황, 지형·지질·토양 상태, 관개배수 상황에 대한 철저한 조사가 필요하다.

KOICA의 아시아 중점지원대상국은 네팔, 라오스, 몽골, 방글라데시, 베트남, 스리랑카, 아프카니스탄, 인도네시아, 동티모르, 캄보디아, 필리핀, 파키스탄, 솔로몬군도이며, 기타 지원국은 중국, 미얀마이다. 아프리카 중점지원대상국은 에티오피아, 나이지리아, 가나, 르완다, 모잠비크, 우간다, 카메룬, DR콩고이며, 기타지원국은 케냐, 이집트, 모로코, 세네갈, 탄자니아, 튀니지, 알제리이다. 중남미 중점지원대상국은 파라과이, 페루, 콜롬비아, 볼리비아이며, 기타지원국은 과테말라, 에콰도르, 엘살바도르, 아이티이다. 동구권 및 독립국가연합(CIS)의 중점지원대상국은 우즈베키스탄, 아제르바이잔이며, 중동지역의 중점지원대성국은 이라크이며, 팔레스타인과 요르단은 기타지원국이다. 총 28개 중점지원국과 15개 기타지원국이며 이들 43개 지원국의 농업환경에 대한 자료를 전부 수집하기 어려운 관계로 본 보고서에서는 OECD의 DAC 지정 수원국 중에서 [그림 41]에 나타낸 것과 같이 19개 국가의 농업환경을 조사하였다.

본 보고서에서는 중아시아의 우즈베키스탄, 키르키즈스탄, 카자흐스탄, 유럽의 우크라이나, 터키, 아프리카의 알제리, 모잠비크, 남아메리

카의 파라과이, 아르헨티나, 브라질, 우루과이, 동남아시아의 라오스, 캄보디아, 미얀마, 베트남, 인도네시아, 필리핀, 동북아시아의 중국, 몽골 등과 같은 19개국에 대한 농업환경을 조사하였다. 또한 수원국의 여건을 고려하여 적절한 관개기술 및 농업용수 공급 시스템을 선정하기 위하여 최신기술을 정리하였다.



[그림 41] 농업환경 조사 대상 국가

5.1 국가별 농업환경 고찰

5.1.1 중앙아시아

1) 우즈베키스탄

(1) 일반 현황

우즈베키스탄은 중앙아시아의 중앙에 동서로 펼쳐져 있으며, 동경 56~73°, 북위 97~46° 사이에 위치하고 있다. 국토면적은 447,400㎢으로 41,424천 ha가 육지 면적이고, 나머지 3,366천 ha는 내륙의 바다인 아랄해 등이 차지하고 있다. 국토의 약 79%는 중앙아시아에서 가장 큰 사막인 Kyzyl Kum사막을 포함하는 저지대의 사막 또는 평원으로 구성되어 있다. 서부지역과 중부지역이 여기에 해당된다. 동북부에 있는

Fergana Valley는 우즈베키스탄에서 가장 비옥한 곳으로 넓이는 21,440㎢이며, 우즈베키스탄, 키르기즈스탄, 타지키스탄이 공유하고 있다. Fergana Valley의 연평균강수량은 100~300㎜이지만 수로가 개발되어 밸리의 가장자리와 중앙의 일부만 사막지역으로 남아있다.

우즈베키스탄의 주요 강에는 Amu Darya 강과 Syr Darta 강이 있다. Amu Darya 강은 타지키스탄에서 발원하여 우즈베키스탄과 투르크메니스탄을 지나 아랄해로 유입되며, Syr Darta 강은 키르기즈스탄에서 발원하여 우즈베키스탄과 카자흐스탄을 지나 아랄해로 유입된다. 이 두 강 사이에 대부분의 국토가 존재하므로 주요한 수원이다.

우즈베키스탄은 사막형 대륙성 기후를 나타내며, 기온의 계절 및 일별 차이가 심하다. 여름은 길고 무덥고 건조하며, 5월 중하순부터 8월 하순까지 무더위가 지속된다. 봄은 습하고 겨울은 따뜻하지만 변화무쌍한 특징을 나타낸다. 7월의 평균기온은 27~30℃이고, 최고 기온은 45~47℃에 이른다. 1월의 평균기옥은 -1~-8℃이고, 최저 기온은 Ustyurt 고원에서 -38℃에 이른 바가 있다. 주요 농업지대인 안디잔 지역의 1월 평균온도는 -1.3℃, 7월 평균온도는 27.5℃ 정도이다. 여름철은 다소 길어 5월 중하순부터 8월 하순까지 무더위가 지속된다.

강수량은 12월~4월에 집중되고 지역별 차이가 크다. 작물 재배지역에서는 100~400㎜를 나타내며, 초원에서는 80~200㎜, 구릉지역은 300~400㎜, 산등선의 동부와 남동부의 경사면에는 600~800㎜ 가량이다. 적은 강수량으로 인해서 농업용수가 부족하며, 부족분은 겨울철에 집중되는 강설을 저수지에 저류하여 충당한다. 여름철에는 적은 강우량, 낮은 습도, 적은 구름 등으로 인해서 일사량이 800~1,000Mj/㎡이며, 일조시간은 남부지방 2,800~3,130시간, 북부지방은 2,700~2,980시간으로서 유럽 국가들보다 25~40% 정도 많다(한국농어촌공사, 2009c).

(2) 농업현황

우즈베키스탄의 전체 인구는 2008년 현재 2,730만 명이며, 농촌인구

가 62.7%를 차지하고 있다. 2007년 현재 농업생산은 GDP의 22% 정도이며, 과거 보다 낮아지고 있으며, 농업에 종사하는 인구는 전체 노동인구의 28% 정도를 차지한다. 농경지는 국토면적의 9% 정도인 4,050천 ha이며, 농업생산성을 제고하기 위하여 1993년부터 국가소유 농장을 개인농장화하고 있으나 진행률이 낮은 상태이다.

농작물 재배면적은 2007년 현재 3,560천 ha 정도이며, 관개농지가 50% 정도를 차지한다. 주요작물별 재배면적은 밀, 벼, 옥수수, 두류 등 곡물류 1,538천 ha, 목화 1,451천 ha, 감자 56천 ha, 채소 160천 ha, 메론 39천 ha, 사료작물 290천 ha 등이다. 우즈베키스탄에서는 목화와 밀은 전략적 작물이며, 특히 목화는 수출로 외화를 획득하기 위하여, 밀은 식량자급을 위하여 매우 중요하다. 2008년 목화 재배 목표는 재배면적은 1,391천 ha, 생산량은 3,600천 톤이다. 국가에서는 계획재배면적을 지역별로 할당하고, 목표달성을 독려하기 때문에 실제 재배면적이나 생산량은 목표량을 상회한다. 밀은 목화, 채소 및 사료작물 등을 대체하면서 재배면적이 2배 이상 증가하였다. 밀의 평균수량은 4.23톤/ha으로 최근에 많이 높아졌지만 생산성이 낮다. 곡류 및 두류는 국내자급을 목표로 하고 있으며, 밀은 3,127천 톤, 논벼는 178천 톤, 옥수수는 118천 톤, 과수는 1,576천 톤, 채소는 4,098천 톤을 생산하였다. 과일과 채소는 최근 들어 우즈베키스탄의 주요 수출 품목으로 부상하고 있으며, 연평균 5,000천 톤을 생산해 50% 정도는 국내에서 소비되고, 나머지는 주변 국가들에 수출하고 있다.

우즈베키스탄 농업의 문제점의 하나는 겨울철에 맥류수확 후 짚을 대부분 가축사료로 사용하여 토양 유기물이 부족하고 대체로 토양비옥도가 낮다는 것이다. 따라서 부족한 질소성분을 공급하여 토양비옥도를 향상시키기 위하여 두과작물의 질소고정 근류균을 활용하고 있다. 또한 수리가 안전한 관개농지가 재배면적의 50%정도이고, 포장이 대규모이며, 대형 농기계가 보급되었으나, 최근 정부예산 부족으로 관개시설 및 농기계의 유지관리가 어렵고 장비 및 시설들이 노후화되었다(한

국농어촌공사, 2009c).

(3) 관개배수

우즈베키스탄에서는 Amu Darya 강과 Syr Dary 강이 주요한 수원이며, 물수요의 80%를 공급한다. 중부지역에 위치한 Zrafshan 강과 Surkhandarya 강은 유량이 많지 않으나, 중부지역 농업용수의 주요한 수원이다. 중북부지역의 Djizak과 Navoi 사이에 위치한 Aydar-Arnasay 인공호수는 홍수조절용이며 염분이 많이 함유되어 농업용수로 잘 이용되지 않고 있다. 우즈베키스탄의 연간 물 사용량은 62~65㎦이나 중앙아시아 국가간 수자원조정위원회(Interstate Coorination Water Commission)에 의하여 매년 Amu Darya 강과 Syr Darya 강으로부터 41㎦의 물을 이용하도록 되어 있어, 부족한 물은 중소하천이나 지하수를 개발하여 이용한다. 또한 불균등한 수자원 분포를 해결하기 위하여 대규모의 운하가 건설되어 운영되어 왔으며, 강에서 멀리 떨어진 곳까지 관개용수를 공급하고 있다.

수자원의 용도별 상태를 살펴보면, 음용수 4.0%, 산업용 2.2%, 수산업 1.3%, 농업용 91.6%, 기타 0.9%로서 대부분이 관개목적으로 이용된다. 관개효율이 40% 정도로 매우 낮으며, 과도한 지하수 개발로 인한 토양의 염분집적은 심각한 문제를 야기하고 있다. 관개는 주로 고랑관개를 적용하고 있으며, Amu Darya 강과 Syr Darya 강 관개면적의 97.4 %인 340.3천 ha에 고랑관개가 적용되고 있다. 또한 스프링클러 관개가 5천 ha, 점적관개가 3.9천 ha를 차지하고 있다. 고랑관개는 스프링클러나 점적관개에 비해 관개효율이 낮으며, 평균효율은 65% 정도이다.

우즈베키스탄에서는 1960년 이래 관개면적의 40~60%가 목화재배에 이용되었다. 그러나 목화는 물, 화학비료 및 농약 사용이 많이 요구되는 작물이기 때문에 관개용수 취수로 인해 아랄해의 사막화, 관개수 및 토양의 오염, 토양 염분집적 등의 문제가 발생하고 있다. 이와 같은

문제점들과 곡물증산 정책의 영향으로 점차 목화 재배면적이 줄어들고 있다. 따라서 관개수량을 줄일 수 있는 관개방법 연구가 최근 활발히 추진되고 있으며, 목화재배에 점적관개를 적용하여 관개수량을 32~38% 정도 줄이고, 면화수량을 21~22% 증수하는 관개방법이 개발되고 있다(한국농어촌공사, 2009c).

2) 키르키즈스탄

(1) 일반 현황

키르키즈스탄은 Tian-Shan산맥과 Pamir Alay산맥 사이에 위치하고 있다. 전 국토의 약 80% 이상이 해발 2,000m에 해당되며, 그 중에서도 40%이상이 해발 3,000m이상이다. 또한 북쪽의 Chui계곡과 동남쪽의 Fergana계곡이 주요 평지를 이루고 있으며, 수도인 Bishkek는 해발 700~850m에 위치하고 있다. 경제 성장률은 2006년 현재 2.7% 정도이며, 농업이 GDP의 33%를 차지하는 전통적인 농업 국가이다. 특히 저장 및 가공기술의 혁신으로 최근 생산성과 부가 가치가 높아져 수출의 35% 이상을 차지하고 있다.

키르키즈스탄의 기후는 산악지형으로부터 영향을 받고 있으며, 기후지대는 4개로 구분된다. 북부와 북서부지대는 온난하며 상대적으로 습윤한 기후로, 연평균 기온은 5~10℃이며, 1월의 평균기온은 -10~-5℃이고, 7월의 평균기온은 20~25℃이다. 남서부지대는 가장 온난한 기후지대로 타 지대와는 달리 겨울철에 상당한 양의 강수량을 나타낸다. 북동부지대는 해발 1,600m에 위치하며, 결빙하지 않는 Issyk-Kul 호수의 영향으로 겨울은 온난하고, 여름철은 비교적 서늘하여 연간 기온변화가 심하지 않다. Talas와 Kyrgyz 산맥과 Teskei Ala-Too의 남부, Fergana 산맥의 동부 산악지대가 포함된 내부지대는 사방이 산맥으로 둘러싸인 폐쇄 기후지대로 연간 강수량이 거의 없다.

대부분의 산들은 초지로 이용되고 있으며, 그중 7~8%인 약 131만 ha가 영농에 이용되고 있으며, 그중 약 64.4%인 84.4만 ha가 관개가능

면적이다. 농지가 가장 많은 주는 Naryn 주, Osh 주, Chui 주로 이 지역들의 농산물은 러시아로 수출되고 있다. 초지가 넓어 이동식 목축업이 발달하였으며, 국가 경제의 근간도 농목축업이다. 바다를 접하지 않은 내륙지역으로 강수량이 부족하기 때문에 천산에서 흘러내리는 빙설을 저장하는 호수로부터 용수를 공급받고 있다. 또한 전국에 1,932개의 호수가 산재하고 있으며, 내수면 총면적은 7,200㎢에 이른다. 특히 세계에서 가장 크고 깊은 호수 중의 하나인 Issyk-Kul 호수는 표면적 6,236㎢, 깊이 668m이며, 용수원으로 이용되고 있다(농업기반공사, 2002b).

(2) 농업현황

전체 노동인력의 65%인 약 951,000명이 농업부문에 종사하고 있으며, 농업부문의 생산량은 GDP의 1/3을 차지하고 있다. 키르기즈스탄의 면적 1,98,500㎢ 중에서 1,400만 ha가 경작이 가능한 농지이며, 밀, 감자, 담배와 사탕무를 재배하고 있다. 주요 생산 품목은 육류, 모, 가죽, 면, 견, 담배 등이다. 토지의 90%를 개인이 소유하고 있고 상속 및 사용권 양도가 가능하다. 전국토의 절반 이상이 산지 방목이나 유목형태로 이용되며, 여름에는 산지에서 이동사육하고 겨울에는 저지대에서 사육한다. 추강 운하, 오르도토고이 저수지, 아트바시강이 형성하는 관개망으로부터 용수를 공급받는 관개지구에서는 곡물이 재배되고 있으며, 식량 자급국이다. 북부지역에서는 사탕무, 케나프가 재배되며, 이쉬쿨 호반 지역에서는 의약용 양귀비가 재배되며, 남부 페르가나 분지에서는 황색잎 담배, 목화, 남방종의 대마가 재배된다. 특히 남부 페르가나 분지에서는 양잠, 벼농사, 과수농업이 행해지고 있다.

키르키즈스탄에서 생산되는 곡물은 보리, 밀, 옥수수, 쌀 등이다. 과거에는 많은 지역에서 용수가 부족하여 작물재배가 어려웠으나 최근에는 고산의 만년설과 빙하를 관개용수로 사용하여 관개농업을 보급하고 있다. 키르키즈스탄의 가장 중요한 농산물인 밀의 수확량은 1997년

1,109.1천 톤이었으나 점차 감소하여 2007년 현재 708.9천 톤에 이르고 있다. 이는 기후의 변화, 농업 인구의 감소, 종자의 부족, 농약 및 비료구입 제한 등에 기인하고 있다. 또한 키르키즈스탄의 다양한 자연환경 요소와 복잡한 산악지형이 사막과 아열대부터 아한대까지 매우 다양한 토양형을 형성하고 있으며, 전국의 토양조성은 풍식, 수식, 방목침식 등에 노출되어 있다. 산간지 평야의 표토는 관개로 인한 침식에 영향을 가장 많이 받으며, Issyk-Kul 분지의 서부, Kochkor와 Alai 계곡, Tash-Rabat 관문지역은 풍식이 일어난다. 산간 경사지는 방목침식이 발생한다. 전체 농경지 중에서 심한 침식지가 31%, 중간정도의 침식이 27.1%, 약간 침식이 17%이며, 침식에 영향을 받지 않은 면적은 3.5% 정도이다(농업기반공사, 2002b).

(3) 관개배수

키르키즈스탄은 천산에 쌓인 눈이 연중 녹아서 수많은 강과 하천을 이루는 수자원 부국이다. 연평균 유출량은 470억 ㎥ 정도이며, 국제협약에 따라 이 중 25%인 117.5억 ㎥을 이용하며, 이중 90%가 농업용으로 이용된다. 이용 가능한 지하수량은 137억 ㎥으로 추정되나, 전체 이용량 중에서 지하수 사용량은 크지 않다. 연평균 강수량은 지역에 따라서 130~680㎜까지 분포하며, 이 중 거의 절반이 4월~9월의 영농기에 내린다. 내한성이 있는 작물들을 제외하고는 작물재배에 크게 부족한 양이다. 특히 Bishkek, Jaral-Abad, Osh 지역에서는 영농기 평균 강수량이 각각 229, 179, 119㎜이고, 평균 잠재증발산량은 각각 886, 806, 947㎜로 강수량 보다 크다. 따라서 부족한 물을 관개해 주어야 하며, 관개는 키르키즈스탄에서 작물재배에 가장 주요한 요소이다.

관개면적은 전체 경작면적의 80% 이상에 해당하는 약 1,048천 ha로 관개면적이 가장 많은 주는 Chui 주로 약 328.9천 ha이고, Issyk-Kul 주는 164천 ha, Osh주는 134천 ha, Jalal-Abad 주는 129천 ha 정도이다. 수로의 총 연장은 28,222.14㎞이며, 마을 및 도시를 연결하는 수로

가 6,502.34㎞이고, 마을내부 수로가 21,356.85㎞이다. 전체 수로 연장의 57%가 흙수로이고, 나머지는 라이닝수로, 콘크리트 개거수로, 관수로이다. 저수지는 총 330개소가 있으며, 총 저수용량은 224.24백만 ㎥이다. 저수지가 많은 주는 Chui 주로 총 139개소가 있으며, Talas 주 84개소, Naryn 주 56개소, Issyk-Kul 주 56개소 등이다. 가장 큰 저수지는 Talas 주의 Toktogul 저수지로 저수량은 19,500백만 ㎥이다. 전체 수자원 이용량의 90%를 관개에 사용하고 있으며, 관개용수의 손실률이 20%를 상회하고 있다. 2000년도의 총 이용수량은 4,976백만 ㎥으로 독립 전해인 1990년의 8,993백만 ㎥에 비해 44.7%가 감소하였다. 이는 관개에 대한 정부투자 감소와 기존 수리시설의 유지관리 미흡으로 인한 것이다(농업기반공사, 2002b).

3) 카자흐스탄

(1) 일반 현황

카자흐스탄은 밀, 보리 등 곡물을 생산하는 세계 10대 식량수출국이기도 하며, 원유, 가스, 텅스텐, 우라늄, 크롬, 금, 구리, 철광석 등과 같은 자원의 보고이다. 특히, 소련연방으로 부터 독립한 이후 석유와 천연가스 부분에 대한 외국인 투자자금의 유입이 증가되고 유전개발이 확대되고 있다.

카자흐스탄의 국토면적은 272.5백만 ha이며, 국토의 대부분이 스텝지대와 산악 지대로 구분된다. 용도별 면적을 살펴보면, 경지(농경지 및 목초지) 85.3백만 ha, 산림 23.5백만 ha, 호수· 하천 3.7백만 ha, 특별보호구역 3.3백만 ha, 산업· 운송· 비농업 용지 2.5백만 ha, 보전토지 122백만 ha, 기타 33백만 ha이다.

카자흐스탄은 해양으로 부터 상당히 떨어져 있고 영토가 넓으며, 산악지대가 많아서 대륙성 기후를 나타낸다. 겨울은 북부지역에서는 춥고 길며, 중지역부에서는 추운편이나 남부지역에서는 온난하고 짧다. 1월의 평균 기온은 북부지역에서 -18℃, 남부지역에서 -3℃이다. 여름은

길고 건조하며, 북부지역에서는 따뜻하며 중부지역에서는 덥고 남부지역에서는 무덥다. 7월의 평균기온은 북부지역 19℃, 남부지역 28~30℃이다. 산악지대에서는 여름이 짧고 선선하며 겨울은 비교적 따뜻하다.

카자흐스탄은 강우량이 적어 연평균 강수량은 250㎜ 내외이며, 남쪽으로 갈수록 적으며, 사막에서 100㎜ 미만, 산악지역에서 1,000㎜ 정도이다. 식물성장일수는 북부지역에서 190~200일이며, 남부지역에서는 230~290일이다. 연간 일조시간은 북부지역에서 2,000시간, 남부지역에서 3,000시간이며, 한국의 연평균 일조시간인 약 2,300시간 보다 많다.

카자흐스탄에는 85,000여 개의 하천이 있으며, 그 중 약 90%는 유로연장이 10㎞ 이하인 소규모 하천이고, 약 2.7%가 유로연장이 100㎞ 이상인 대규모 하천이다. 카자흐스탄 연평균 수자원량은 1005억 ㎥이며, 자체 수자원량은 약 56%, 인접국가에서 유입되는 수자원은 44%이다. 전체 수자원량 중에서 가용수자원은 426억 ㎥ 정도이며, 이용가능 지하수량은 연평균 643억 ㎥정도이다(한국농어촌공사, 2008b).

(2) 농업현황

카자흐스탄은 국토면적은 세계 9위이며, 국토 면적 중에 농지가 차지하는 비중이 76.9%에 달해 세계에서 가장 높다. 농촌인구는 6,564천 명으로 총인구의 42.6%를 차지하고 있으며, 농업인구는 총인구의 35.4%를 차지한다. 2007년 현재 농업생산은 GDP의 6%이다. 주요 재배작물의 분포를 보면 밀, 보리, 귀리, 해바라기, 사료용 식물 등이 전국에 걸쳐 재배되고 있다. 전체 경작면적은 18,954.5천 ha이며, 이중 곡물 15,427.9천 ha, 산업작물(담배, 사탕무, 면화 등) 878.9천 ha, 감자 155.5천 ha, 채소 104.1천 ha, 덩굴작물 38.8천 ha, 사료작물 2,329천 ha를 차지하고 있다. 특히, 북부지역에서는 봄에 파종하여 가을에 수확하는 봄갈이 밀을 재배하며, 남부지역에서는 가을에 파종하여 봄에 수확하는 밀을 재배하고 있다. 2007년 밀 재배면적은 1,290만 ha, 생산량은 약 1,600만 톤이었으며, 그 중 절반 이상을 주변 국가, 유럽, 중동 등에

수출하였다. 곡물 생산량 중 밀이 전체의 81%를 차지하며, 보리 12%, 옥수수 2%, 쌀 2%, 귀리1%, 기타 2%이다(한국농어촌공사, 2008b).

(3) 관개배수

카즈흐스탄의 남동부지역의 평야에는 빙하와 눈이 녹아 형성된 하천들이 있으며, 이들은 봄에 범람하다가 여름에 건천이 된다. 산악계곡의 하천은 많은 수자원을 보유하고 있으며, 카자흐스탄 경제에 중요한 역할을 한다. 남부지역에서는 하천들로부터 주로 관개용수를 취수하고 있으며, 주요 운하가 하천에서 시작된다. 카자흐스탄에는 48,000여 개의 호수가 있으며 면적은 45,000㎢이다. 이들은 주로 홍수때 물이 범람하는 범람원과 강하구의 삼각주호수이다. 또한 4,000여 개의 저수지와 저류지가 있으며, 연중 이용이 가능하다.

카자흐스탄의 농경지 관개비율은 남부지역이 높으며 상대적으로 북부지역은 낮다. 중부지역은 스텝과 사막지역으로 관개가 이루어지지 않는다. 카자흐스탄의 수자원은 원칙적으로 국가의 소유이며, 수자원법에 따라 농업부 수자원위원회와 8개 강 유역관리조직이 수자원의 이용과 보호에 대해 권한을 가진다. 용수간선은 정부에서 관리하고 간선에서 경지까지의 도수는 경작자가 수로나 관개시설을 설치하여 급수하는 방식으로 채택하고 있다. 그러나 1991년 이후 유지관리가 되지 않아 사용이 어려워진 관개시설로 인하여 관개지역이 감소하고 있으며, 관개효율이 낮은 실정이다. 관개면적은 전체면적의 약 55%로 추정되며, 관개면적의 약 70%는 남부 카자흐스탄 4개 주에 위치하고 있다. 남부지역에서는 면화, 쌀, 사탕무, 사료와 같은 전략적인 작물 재배와 같은 높은 수익성을 가진 작물에 대하여 관개를 하고 있다. 지표관개는 수반관개(basin irrigation)와 고랑관개법을 적용하고 있으며, 용수 이용효율이 낮다.

카자흐스탄 정부는 AIC 정책으로 농촌지역의 관개시설 보수와 재건을 위하여 예산을 지원하고 있으며, IBRD, ADB, 쿠웨이트, 독일, 일

본의 지원을 받아 카라간다주, 남카자흐스탄주, 북카자흐스탄주, 크질오르다주, 아랄스크시, 노보카잘린스크지역의 관개시설 재건과 신규설치사업을 시행하고 있다. 그러나 대부분의 관개배수 체계는 20~40년 전에 건설되었으며, 유지관리 부족으로 수로와 구조물이 파손되어 기능을 수행하지 못하고 있다. 또한, 카자흐스탄의 관개지역은 토양 염분화가 심각한 수준이다. 토양의 염분화는 염도가 높은 용수 사용, 부적절한 관개기술, 배수 부족, 토양의 배수 불량 등에서 기인하며, 농경지의 생산성이 점차 감소하고 있다(한국농어촌공사, 2008b).

5.1.2 유럽

1) 우크라이나

(1) 일반 현황

우크라이나는 북위 44°22′~52°18′와 동경 22°08′~40°13′에 위치하며, 국토면적이 603,700㎢이다. 지형학적으로 국토의 약 95%가 스텝 대평원 지대이며 나머지 5%는 남서쪽 카르파티아 산맥과 남쪽 크림반도의 크림산맥의 산악지대로 구분된다. 또한 약 73천여 개의 하천들과 20천여 개의 호수들로 인해 수계가 잘 발달되어 있다. 특히 서부에 Voiyn-podolsk 고원 평원지대가 있고, 중부지역의 드니프로 강 일원과 남동부 도니츠크 강 일원에 평야지대가 넓게 분포하며, 국토의 대부분이 지형의 기복이 심하지 않은 광활한 평야지대이다. 우크라이나는 건조한 대륙성 기후 영향으로 여름은 덥고 건조하며 겨울은 매우 춥다. 연평균 강우량은 약 400~600㎜이며, 봄에 강우량이 많다. 지역적으로 서쪽 및 북쪽 지역이 동쪽 및 남쪽지역 보다 많은 강우량을 나타낸다. 이로 인해 남쪽지방에서 가뭄피해가 빈번히 발생한다(한국농어촌공사, 2008a).

(2) 농업현황

우크라이나의 농업용지는 전국토면적 60.3백만 ha의 69%인 41.7백만 ha이다. 농업용지중 경작지가 32.4백만 ha, 목초지가 8백만 ha, 과수지가 0.9백만 ha, 나지가 0.4백만 ha이다. 우크라이나의 농지, 기후, 토양 등은 농업에 매우 적합하다. 국내총생산(GDP)중 농림업부문이 차지하는 비중은 소비에트연방시절의 약 25%에서 점차 감소하여 현재는 10% 이하이나, 농업과 관련된 식품가공, 음료, 담배 등의 농공업이 산업부문의 약 15.3%를 차지하고 있어 농업부문이 국내총생산에 실제로 기여하는 비중은 17% 이상으로 추정된다.

농촌지역에 거주하는 인구는 전체인구 46,372천 명 중 약 30%인 14,704천 명으로, 농림업에 간접적으로 종사하는 인구는 약 3.5백만 명으로 추정된다. 기업농장에 고용된 농업근로자들은 약 1,004천 명, 기업농장 관리자와 기술자들은 약 190천 명, 개인농부들은 약 135천 명이다. 농장근로자들은 2000년 2,753천 명에서 2007년 1,104천 명으로 계속 감소하는 반면, 개인농장에 취업하는 사람들은 증가하는 추세이다. 개인농장이 농촌지역에서 일자리 창출에 중요한 역할을 담당하고 있으며, 약 3백만 명이 개인농장과 관련되어 일하고 있다.

우크라이나 전체 국토의 약 60%가 비옥한 흑토로 덥여 있다. 또한 대부분의 내륙지역이 따뜻한 대륙성 온대기후를 나타내며, 크림반도는 지중해성 기후를 나타낸다. 따라서 우크라이나는 곡물과 채소, 과수 등의 재배에 적합한 자연환경을 가지고 있다. 토양과 식생에 따라 크게 농업지대를 플레시에 지역, 삼림스텝 지역, 스텝 지역으로 구분해 보면, 플레시에 지역에서는 감자, 목초, 아마, 삼림스텝 지역에서는 곡물, 사탕무, 스텝 지역에서는 밀, 해바라기 등이 주로 재배되며, 크림반도에서는 과수가 재배되고 있다.

우크라이나는 유럽최대의 곡물생산국가로 밀, 보리의 최대 수출 국가이다. 우크라이나에서 생산되는 작물은 밀, 보리, 옥수수 등의 곡물과 해바라기, 사탕무, 유채 등의 산업작물과 감자, 채소, 포도 등의 과수 등이다. 곡물생산은 2000년 이후 가뭄, 냉해 등으로 연도별 수확량

의 차이가 있으나, 약 30백만 톤 내지 35백만 톤 사이에서 안정화가 되었다. 사탕무는 재배면적과 생산량 감소가 더욱 심하여 국내 설탕 수요를 충족하기에 부족한 상황이다. 해바라기, 채소, 감자 등은 개인 농들의 주재배작물이다. 이들의 생산량은 과거 구소련시절과 큰 차이를 보이지 않으며, 해바라기는 재배면적과 생산량이 증가하는 추세를 보이고 있다.

우크라이나 정부는 토양침식을 방지하고 수분 및 지력을 유지하기 위하여 휴경을 포함하여 4개 작물 이상의 윤작을 권장하고 있으며, 주로 가뭄이 발생하는 남부 및 동부지역을 윤작을 하고 있다. 겨울 곡물을 재배하는 지역은 6년 윤작을 하는데 휴경, 겨울밀, 해바라기, 봄보리, 옥수수 순으로 재배를 하며, 이는 2년 연속 밀재배와 다음 해 휴경도 포함한다. 사료작물을 재배하는 경우는 휴경, 2년 연속 겨울밀, 그리고 4년 동안 다년생 목초 등으로 윤작을 한다. 다년생 목초는 주로 콩과에 속하는 알팔파(Alfalfa)로, 1년에 3번 내지 4번, 특히 관개가 이루어지면 다섯 번까지 수확할 수 있다. 남부 지역은 휴경 대신에 주요 산업작물인 사탕무와 해바라기 윤작작물로 포함된다. 보통 전형적인 7년 윤작은 겨울밀, 겨울보리, 사탕무, 겨울밀, 겨울보리, 해바라기, 그리고 옥수수 순으로 이루어져 있다(한국농어촌공사, 2008a).

(3) 관개배수

우크라이나의 전체 사용가능 지표수량은 연평균 1,366억 톤 정도이며, 국내 사용가능 수자원량은 연평균 501억 톤 정도이다. 수자원은 지역적으로 불균등하게 분포하며, 특히 북부지방에서 수자원이 풍부하고, 수요량이 많은 남부지역에서 수자원은 매우 부족하다. 또한 봄철에 강우의 60~80%가 집중됨에 따라 수자원이 계절적으로 불균등하게 분포한다. 이와 같은 수자원의 불균등을 해결하기 위하여 주요 강과 댐 용수를 수자원이 부족한 지역에 공급하며, 산업용수, 생활용수, 농업용수, 수산용수를 공급하기 위한 대규모 수로들이 건설되어 운영되고 있다.

우크라이나의 관개농업은 오랜 역사를 가지고 있으며, 잠재관개면적은 5.5백만 ha인 것으로 추정되고 있다. 기술적, 경제적 관점에서 관개농업에 가장 적합한 지역은 흑해 연안 평야지대에서 오데사, 다뉴브 델타 지대 사이에 이르는 지역과 오데사와 Southern Bug Valley 사이 지역, 크림과 아조프 해의 연안지역이다. 1994년에 집계된 관개가능면적은 2.6백만 ha이며, 관개용수원은 하천과 댐이다. 특히 Dnepr 강과 같은 주요 하천에 댐이 건설되었고, 하류 관개지역에 용수를 공급하기 위하여 연장 500㎞ 이상의 대규모 관개수로들이 건설되었다. 이러한 관개수로는 크림 반도와 남서부 지역에 관개용수와 도시와 산업단지에 생활용수와 공업용수를 공급하고 있다. 지하수에 의한 관개 시설은 거의 보급되지 않았다. 1992년 이후에는 관개시설 건설이 거의 중단되었으며, 유지관리가 어려워 일부 관개시설들은 사용이 불가능할 정도로 노후화되고 파손되었다. 특히 지거급 수로는 구조물이 파손되어 이용이 어려운 시설들이 많다.

우크라이나 관개농업의 주요작물은 밭작물이기 때문에 스프링클러 관개가 보편적이다. 또한 관련 기술들이 발달되어 있으며, 분사장치 개발기술이 널리 보급되어 있다. 일부에서는 지표 관개시스템과 마이크로 관개시스템이 도입되어 있다. 우크라이나의 지형은 기복이 심하지 않기 때문에 중력을 이용한 자연유하식 보다는 대부분의 지역에서 양수하여 용수를 공급한다. 최근 에너지 부족과 경기침체로 인해 양수장과 같은 관개시설 가동에 필요한 에너지와 자본이 부족한 상태이다. 또한 다량의 용수를 필요로 하지 않는 밭작물를 재배하기 때문에 농민들의 관개에 대한 인식이 부족하며, 관개시설이 갖춰진 지역조차도 자연강우에 의존하는 영농을 하고 있다.

우크라이나에서 배수개선이 필요한 지역은 주로 북부와 서북부 강우량이 많은 지역과 일부 하안 저지대이며, 이들 지역에서는 지표배수, 관거배수, 제염배수 등이 적용되고 있다. 북부와 서북부, 중부 일부지역에서는 작물의 침수피해가 빈번히 발생하고 있으나 배수시설에 대한

지속적 투자 및 농업인의 인식이 부족한 상태이다(한국농어촌공사, 2008a).

2) 터키

(1) 일반 현황

터키는 아시아의 서부에 위치하고 있으며, 유럽의 동남부와 연결되어 있다. 터키는 흑해, 마르마라 해, 에게 해를 연결하는 보스포러서 해협과 다다넬즈 해협에 의하여 트레이스 반도와 아나톨리아 반도로 구분된다. 국토면적은 779,452㎢로 한반도의 3.5배이며, 인구는 2003년 현재 7,071만 명이다. 기후는 내륙지방은 대륙성 기후, 해안지방은 해양성 기후를 나타낸다. 지중해 및 에게 해 연안은 지중해성 기후로서 여름은 고온건조하며, 겨울은 온화하며, 연평균기온이 18~20℃정도이다. 흑해 연안은 온화한 해양성기후로서 연평균 강우량이 2,500㎜ 정도이며, 연중 고게 분포하며, 기온의 월교차가 거의 없다. 북동부 및 아나톨리아 고원지대는 대륙성 기후를 나타내며, 여름에는 고온건조하며, 겨울에는 눈이 많이 내린다. 또한 봄과 가을이 짧으며, 4월, 11월, 12월이 우기에 해당된다(한국농촌공사, 2007).

(2) 농업환경

터키의 농업발전의 주요 목적은 자급자족, 수입대체, 농촌개발, 농촌영양수준향상, 원활한 산업용 원재료 공급 등이다. 농지면적은 41,223천 ha이며, 전국토의 52%를 차지하고 있으며, 경작면적은 전국토의 34%인 26,600천 ha 정도이다. 농촌인구는 전체인구의 30% 정도이다. 경지가 넓고 일조량이 많고 기온교차가 커서 작물재배에 유리한 조건이다. 그러나 농가당 경지면적은 6.0ha로 EU의 13ha에 비해 매우 적으며, 농장의 65% 이상이 5ha이하의 소농이다. 또한 강수량이 적어 한발의 피해가 크지만 관개농지는 전체 경지면적의 20% 정도이다.

주재배작물은 밀, 보리, 옥수수, 해바라기 등이며 그 외에 사탕수수,

감자, 면화 등이 많이 재배된다. 옥수수는 재배면적이 증가하는 추세로 주재배지역은 지중해 연안이나 꼬냐 지방이며, 재배면적이 증가되고 있다. 벼는 북해연안에서 일부 재배되고 있으며, 재배면적이 점증 추세이나 관개용수 부족으로 재배면적 증대가 어려운 실정이다. 1985년 이후부터 유기농으로 재배한 채소와 과일의 생산량이 지속적으로 증가추세에 있으며, 생산량의 대부분은 EU 국가에 수출되고 있다.

터키 GDP에서 농업 비율은 1980년대 26.1%이었으나 2005년도에는 10.3%까지 떨어졌다. 원인으로는 낙후된 기계화, 소규모 영농, 조정되지 않는 비계획적인 생산 등으로 파악되고 있다. 특히 관개시설이 미흡하여 한발 피해가 발생하며, 농업인의 노령화에 따라 신농업기술의 조기보급이 어려운 실정이다(한국농촌공사, 2007).

(3) 관개배수

터키의 강수량은 지역과 겨절별로 변동 폭이 크며, 산이 많은 해안지역은 연평균 1,000~2,500㎜ 정도이다. 해안지역에서 떨어진 내륙지역은 상대적으로 적은 강수량을 나타내며, 마르마나 지역, 에게해 지역, 동부 아나카톨리아 고원지대의 강수량은 연평균 200~1,000㎜, 중부 및 남동부 아나톨리아지역의 강수량은 연평균 350~500㎜, Tuz호수 주변지역은 연평균 250~300㎜ 정도의 강수량을 나타낸다. 터키의 잠재지표수량은 약 대략 2,340억 ㎥이고, 지하수이용가능량은 120억 ㎥이다. 2003년 현재 총용수이용량은 약 401억 ㎥이었으며, 이 중 관개용수 396억 ㎥, 생활용수 62억 ㎥, 산업용수 43억 ㎥이었다.

터키의 경작가능면적은 전체 면적의 1/3인 28백만 ha이며, 이중에서 8.5백만 ha는 경제적으로 관개가 가능한 것으로 나타났다. 2005년 현재 4.9백만 ha가 관개시설이 정비되었으며, 이중 2.8백만 ha는 국립수리사업청에 의해 정비되었으며, 나머지는 농업개발국과 소규모 개인관개개발에 의해 정비되었다. 수로의 45%가 개수로이며, 7%가 관수로였으며, 관개효율은 45%정도이었다. 낮은 관개효율의 주요 원인은 휴

경지, 강수에 의한 경작, 수자원 부족, 관개시설 부족, 높은 지하수위, 유지관리미흡, 지형 및 지리적 조건, 농지전용 등이다. 국립수리사업청은 물적약을 위하여 관수로보급을 확대하려고 한다. 특히 스프링클러 및 점적관개법을 사용하는 경우에 관개효율을 80~90% 정도까지로 향상시킬 수 있다.

터키는 관개시설이 완비되어 있지 않으나, 이용 가능한 충분한 수자원을 가지고 있어 향후 인프라의 구축에 따라 비옥하고 광활한 토지를 바탕으로 농업의 경쟁력 확보가 가능하다. 또한, 관개비용의 절감 정도가 농업 경영 수지에 큰 영향을 줄 수 있으므로 적절한 관개기법이 채택되어야 한다. 특히, 총 3천억 달러의 투자액으로 중동부지역에서 대규모의 종합 동남부 농촌개발사업 프로젝트를 추진하고 있으며, 향후 이와 같은 관개시설 설치사업을 통해 영농조건이 향상될 것으로 전망된다(한국농촌공사, 2007).

5.1.3 아프리카

1) 알제리

(1) 일반 현황

알제리 국토면적은 238,174,100ha이며, 지형학적으로 지중해와 접해있는 북쪽의 연안 지역, 아틀라스 산맥의 고산지대, 사하라 사막으로 구분된다. 지중해와 접해있는 북쪽의 연안지역은 지중해성 기후를 나타내며, 연평균 강우량이 400~1,000㎜로 주요 강들이 이들 지역에서 발원하여 지중해로 유입된다. 아틀라스 산맥의 고산지대는 연평균 강우량이 200~400㎜이며, 염수호(Chott)가 산재되어 있다. 사하라 사막은 알제리 전국토 면적의 85% 이상을 차지하며, 연평균 강우량이 200㎜ 미만이다. 아틀라스 산맥의 북쪽은 농지가 비옥하고 기후가 적합하여 알제리 인구의 대부분이 아틀라스 산맥 북쪽에 거주하고 있다. 사하라 사막지역에는 350만 명이 거주하며, 알제리 인구의 10.6% 정도이다.

알제리의 기후는 아틀라스산맥 북쪽의 지중해 연안 저지대에서는 해안성 기후, 아틀라스 산맥 고원지대를 중심으로 하는 반대륙성 기후, 사하라 사막을 중심으로 하는 사하라기후와 같이 3가지로 구분된다. 북풍 또는 북서풍이 부는 북부 해안평지는 연평균 기온이 14℃, 연평균강우량이 400~700㎜, 연평균강우일이 100일 이하이며, 고온건조한 여름과 온난다습한 겨울을 나타내는 전형적인 지중해성 기후지대이다. 아틀라스 산맥의 고원지대는 사하라 사막의 열풍으로 여름에 덥고 건조하며, 연평균 강우량이 100~400㎜ 정도이다. 사하라 지대는 풍향이 일정하지 않고 연평균 기온이 24℃정도이며, 연평균강우량이 150㎜ 이하이며, 연평균 강우일이 30일 이하이다(한국농촌공사, 2008c).

(2) 농업환경

알제리의 농경지면적은 국토 면적의 17.8%인 42,380,630ha이며, 실제경작면적은 농경지면적의 19.8%인 8,389,640ha이다. 농업인구 1인당 농경지면적은 1.1ha정도이다. 1980년대 후반까지 농업생산은 알제리 총 국내생산의 15%를 차지했으나, 최근에는 GDP에 10~11% 정도를 기여하고 있으며, 농업인구는 총경제활동인구의 25%정도이다. 1987년 국영농장이 해체되어 작은 규모의 공동농장이나 개인농장으로 전환되었으며, 현재 농지에 대한 사유화 정책이 지속적으로 추진되고 있다. 최근까지 1/3이 국가소유의 농지로 남아 있고 개인투자자나 농부들에게 임차되고 있다.

주요작물은 밀, 보리, 귀리, 감귤류, 포도주용 포도, 올리브, 담배, 대추야자이다. 곡류 재배면적은 350만 ha, 채소 30만 ha, 과일 45만 ha, 두류 18만 ha이다. 채소류는 완두, 해바라기, 감자, 강낭콩, 오이, 토마토, 양파, 당군, 멜론, 아티쵸크, 사탕무우 등이 재배되고 있으며, 포도, 오렌지, 만다린, 레몬, 자몽, 클레민타인 등과 같은 과일이 재배되고 있다. 밀, 보리, 수수는 10월 초순~1월 하순에 파종하며, 6월 초순에 수확한다. 벼는 3월 초순~6월 하순에 이앙하며, 9월 초순에 수확한

다. 사탕무우는 2월 초순~3월 중순에 파종하고 7월 초순에 수확한다. 토마토는 2월과 3월에 파종, 육묘 정식한 후 수확하며, 다음해 파종기까지 수확이 가능하여, 토지 이용효율이 매우 높다. 감자는 2월, 3월에 파종 후 7월까지 수확하며, 다시 7월~10월에 파종하고 이듬해 2월까지 수확이 가능하다.

알제리 정부의 투자와 정책적 지원에도 불구하고 식량의 1/3 이상을 수입하고 있다. 흑밀이 전체 농경지의 43%, 보통밀이 19%에 재배되고 있다. 알제리 농업의 가장 큰 문제는 곡물 생산기술의 낙후성이다. 특히 낮은 기계화율, 적은 비료사용, 윤작체계 미확립 등으로 인해 식량 자급률은 30~60% 정도이며, 곡물 자급률이 11%이다. 알제리 정부는 포도산업의 활성화를 위해 1994년부터 ONCV(알제리 포도제품 전매청)는 포도 산업에 투자를 확대하며 포도재배 및 와인생산을 장려하고 있다(한국농촌공사, 2008c).

(3) 관개배수

알제리의 수자원 이용은 지형학적인 영향에 의해 크게 지배를 받고 있다. 지중해 연안 및 아틀라스 고산지대의 주요 수자원은 강, 하천, 댐 등이며, 남부사하라 지역에서는 일부 고지대를 제외하고는 지하수를 이용한다. 알제리의 수자원총량은 약 152억 ㎥이며, 이 중 40%인 60억 ㎥이 사용되며, 농업용 39억 ㎥, 식수 13억 ㎥, 산업용 8억 ㎥으로 농업용수로 약 65%가 이용된다.

알제리 남부 사하라사막 지역에서는 지하수가 주로 이용되고 있으며, 사하라 사막의 대수층에서 최근 20년간 사용된 지하수량은 알제리 1.33십억 ㎥, 튀니지 0.55십억 ㎥, 리비아 0.33십억 ㎥으로 총 2.2십억 ㎥이었으며, 최근 관개용수 및 식수 수요 증가로 채수량이 급격히 증가하고 있다. 총 8,800개의 지하수 관정이 개발되었으며, 국가별로는 알제리 6,500개, 튀니지 1,200개, 리비아에 1,100개가 각각 개발되었다. 현재 연간 지하수이용량이 함양량을 초과하기 때문에 지하수위강하 또

는 수질오염의 우려가 있으며, 일부지역에서는 지하수위 강하가 발생하고 있다.

알제리 남부 사하라의 과거 관개 수원공은 댐, 천충우물, 오아시스, 포가라 등이었으며, 현재 일부지역에서는 아직도 전통적인 관개방법을 사용하고 있다. 최근에는 심층지하수를 주로 사용하는 자동화 관개시스템을 갖춘 현대화 농장들이 개발되고 있다. 포가라는 지하수 대수층에 지하터널을 설치하여 오아시스로 용수를 이송하는 시설이다. 포가라는 2~3년에 한번씩 퇴적물을 제거해야 하며, 유지관리가 힘들기 때문에 그 개수가 점차 줄어 현재 절반정도만 사용되고 있다. 댐은 강우량이 적은 사하라에서 와디에 흐르는 물을 저장하여 이용하기 위하여 건설되었다. 저류수는 지하수로 유도하거나 직접 관개수로 이용한다. 천충지하수는 지하수위가 깊지 않은 우물에서 물을 끌어 올리는 방법이며, 콘크리트 개거를 통해 작물에 용수를 공급한다. 피벗 관개는 심층지하수를 수원공으로 하는 대규모의 농장에서 주로 사용하는 관개방법이며, 점적관개는 대규모 농장에서 피벗 관개와 함께 널리 사용되고 있는 관개시설이며, 재식거리가 5~10m인 대추야자, 올리브 등에 적용된다(한국농촌공사, 2008c).

2) 모잠비크

(1) 일반 현황

모잠비크는 남부 아프리카의 동부 해안에 위치하며 위도 10°27′~26°52′, 경도 30°12′~40°51′ 사이에 있다. 남쪽으로는 스와질랜드와 남아프리카 공화국에 접해있으며, 북쪽으로는 탄자니아와 말라위, 서쪽으로는 잠비아와 짐바브웨, 동쪽으로는 인도양에 각각 접해있다. 모잠비크 총 면적은 794,090㎢이며, 행정구역은 11개 주와 수도인 마푸토로 구분된다(수성엔지니어링, 2011).

기후는 4월~9월에 서늘하고 건조하며, 10월~3월에 덥고 습한 날씨를 나타낸다. 평균기온은 산악지역에서 18~22℃, 북부와 중부 지역의

중앙 고원지대에서 22~24℃, 남부 내륙지역 및 중부 및 북부 지역의 동부지역에서 24~26℃를 나타낸다. 강우는 12월~2월에 집중되며, 강수량은 남부의 가자 지방은 연평균 강우량이 400㎜, 북부 잠베지아 지방은 연평균 강우량이 2,000㎜으로 남북으로 차이가 크다. 또한, 남부 해안지역의 연평균 강수량은 800~900㎜이며, 해안에서부터 내륙으로 갈수록 강수량이 감소한다. 남부 가자 지구와 서부 지역은 건조하다. 모잠비크의 농업 기후는 잠베지 강 북부 지역, 중부 지역, 남부 지역으로 구분된다. 잠베지 강 북부 지역은 강수량이 많으며 습한 지역이며, 작물의 생육기간에 용수를 사용할 수 있다. 중부지역은 잠베지 강 남쪽부터 세이브 강 북부까지의 지역이며 십 년에 4회 정도의 가뭄이 발생한다. 남부지역은 십 년에 7회 이상의 가뭄이 발생한다(수성엔지니어링, 2011).

(2) 농업환경

모잠비크의 전국토 면적은 794,090㎢이고 그 중 46%인 36만 ㎢가 경작가능지이며, 경작가능지의 10% 정도에 작물이 재배되고 있다. 농업생산은 모잠비크 GDP의 23% 정도를 차지하며, 설탕, 목화, 캐슈넛, 목재, 참새우 등이 수출의 80%를 차지한다. 중북부 지역이 농업의 잠재성이 높으며, 남쪽지역은 강우량이 부족하며 가뭄과 홍수의 피해를 빈번히 격고 있다. 농촌경제는 아주 취약한 상태이며, 농산물의 생산성은 비슷한 기후조건에 있는 인접 국가들 보다 낮다.

모잠비크는 옥수수, 카사바, 두류, 채소는 자급하며, 쌀, 밀, 식물성 기름, 소고기와 닭고기는 수요를 충당하지 못하고 있다. 옥수수생산량은 꾸준히 늘어나고 있으며, 일부는 수출을 하고 있다. 옥수수, 수수, 기장과 같은 곡류는 북부와 북중부에 위치한 4개주에서 주로 생산되며 전국 생산량의 58.7%가 생산되고 있다.

모잠비크의 화학비료, 농약, 개량종자 사용율이 낮으며, 축력을 사용하고 있으며, 농기계는 거의 사용되지 않는다. 모잠비크의 농업생산

성은 대단히 낮으며, 이로 인해 식량작물의 단위당 생산성이 답보상태이다. 그 원인은 도시이주로 인한 노동인구의 감소, 자가소비를 목적으로 하는 소농, 대량판매 수단 부재 등이다(수성엔지니어링, 2011).

(3) 관개배수

모잠비크의 기상을 보면 남부와 내륙지역으로 갈수록 강수량이 적어지며, 남쪽으로 내려올수록 기온이 낮아진다. 월별 강수량 변화를 보면 11월~1월에 많은 강수량을 기록하고 4월~9월에 작은 강수량을 나타낸다. 특히, 5월~9월에 전지역에서 월강수량이 50㎜ 이하이기 때문에 관개시설 없이 이모작이 어렵다. 모잠비크의 관개가능면적은 3,702천 ha 정도이며, 현재 관개지역에는 대부분 소규모 자급농이나 농업기업에 의한 농업이 수행되고 있다.

주요 관개지역은 Chokwe지역과 Incomati, Buzi와 Zambezi 계곡지역이며 각각 30,000ha와 340,000ha에서 사탕수수를 재배하고 있다. 관개시설은 대부분 매우 노후화되었고 관개율은 3%에 불과하다. 모잠비크의 관개 유형은 대규모 공공 관개 유형, 아프리카 개발은행의 자금지원 받은 소규모 관개시설, 건기 채소 생산을 위한 농장단위 극소규모 관개 시설 등으로 구분된다. 대규모 공공 관개는 Chokwe, Limpopo Valley 지역에서 시행되고 있으며, 아프리카 개발은행의 자금지원 받은 소규모 관개시설은 Maputo, Sofala, Zambezia 지역에서 시행되고 있다.

모잠비크의 농업은 내전 중인 1980년대부터 1992년까지 대부분 붕괴되었으며, 1992년 휴전이후 흩어졌던 사람들이 다시 농촌으로 들어오고 전쟁 중 버려졌던 농토에 다시 농사를 짓기 시작하였다. 그 이후로 농업생산이 증가하고 있으나, 이는 단위면적당 생산성 증가보다는 재배면적의 증가에 기인한 것이다. 농촌인구의 귀환에 따라 농업기반시설이 복구되었으나 관개시설은 아직도 복구가 진행 중이다(수성엔지니어링, 2011).

5.1.4 남아메리카

1) 파라과이

(1) 일반 현황

파라과이는 남아메리카 중앙부에 위치하고 있으며, 서쪽 아르헨티나, 북쪽 볼리비아, 동쪽과 남쪽 브라질과 접경을 이루고 있다. 국토면적은 406,752㎢, 인구는 5,534천 명이다. 파라과이는 산지가 적고, 85%는 해발 600m정도의 낮은 산이며, 국토의 중앙을 관통하는 파라과이강과 동부에서 남부로 흐르는 파라나 강의 주변 저지대는 호소가 많으며, 우기에는 범람하기 때문에 개발이 어려워 다년생 자연초지와 관목지대가 형성되어 있다. Oriental 지방에는 여러 산들이 있으며, 이들은 해발 700m이하의 낮은 산맥을 이루고 있다. 파라과이 강의 수계를 따라 서부의 Chaco 지방은 저지대로 넓은 평원을 이루고 있으나 강수가 적고 척박하여 농업에 적당치 못하며, 농업은 거의 Paraneña 지역에서 행해지고 있다.

파라과이의 기후는 아열대 기후를 나타낸다. 연평균기온은 20.5~30℃ 정도이며, 북부 Occidental 지방은 30.5℃ 이상의 고온지대이며, Oriental 지방은 15.5~20℃ 정도를 나타낸다. Oriental 지방은 강수량이 많고 Occidental 지방은 강수량이 적다. 파라과이 강을 중심으로는 연평균 강수량이 975~1,474㎜이며, 파라과이 강 동쪽은 1,475㎜ 이상의 다우지대이다. Chaco지방은 연평균강수량이 475~724㎜ 정도이고 Alto Paraguay와 Presidente Hayes 주의 대부분은 연평균 강수량이 725~974㎜ 정도이다(한국농촌공사, 2006).

(2) 농업환경

파라과이의 토지면적은 39,730천 ha이며, 농업면적은 24,815천 ha로 토지면적의 약 62%에 해당된다. 농업면적 중 경작면적은 12.2%이며, 나머지는 다년생 목초지이다. 1인당 농업면적은 4.32ha이나, 목초지 면

적을 고려하면 경작면적은 작다. 농촌인구는 전체인구의 42%, 농업인구는 전체인구의 38%이다. 2003년의 GDP의 농업부분 생산 비율은 14.3%, 농축임업의 비율은 20.1%이었으며, 농업수출이 총수출의 54.3%를 차지하였다.

작물 재배면적은 곡류가 766,670ha, 두류 85,580ha, 뿌리작물 329,940ha, 유료작물 2,306,700ha, 경제작물 112,700ha, 과일 34,920ha, 채소 40,220ha로 콩을 포함한 유료작물의 재배면적이 가장 많다. 생산량은 곡류 1,604,040톤, 두류 76,370톤, 유료작물 3,842,800톤이며, 뿌리작물 5,052,210톤, 과일 346,130톤, 채소 276,320톤이다. 단위면적당 생산량은 옥수수 2,075kg/ha, 벼 3,445kg/ha, 강낭콩 893kg/ha, 고구마 7,126kg/ha, 콩 1,818kg/ha, 참깨 490kg/ha 등으로 생산성이 낮으며, 이는 낙후한 생산기술, 비료 및 농약 부족, 기반시설의 미흡 등에 기인한다.

작부체계는 콩+옥수수 2기작+개량유체, 밀, 해바라기이다. 여름에는 콩, 옥수수, 수수를 재배하고, 겨울에는 개량유채, 밀, 보리, 귀리, 해바라기를 재배한다. 대표 작물인 콩은 단작과 2기작 재배가 이루어지는데 단작은 10월 초순~12월에 파종하여 3월~7월에 수확한다. 2기작 콩의 여름재배는 9월 파종, 12월 수확하며 겨울재배는 10월 말 ~11월 파종, 2월에 수확한다. 벼는 우기인 9월~11월에 파종하여 2월~5월에 수확한다. 목화는 10월 초~12월 중순에 파종하여 2월 중순~6월 상순에 수확한다. 건기에 강수량이 적어 관개용수의 공급이 없이는 작물재배가 어렵기 때문에 작부체계가 단순하다.

파라과이 농업형태는 가족농업, 축산, 대규모 기계화농로 구분된다. 가족농업농가는 35만여 호, 농업인구는 2.55백만 명, 영농규모는 0.1~10ha이며, 중앙 Oriental 지역에 집중되어 있다. 축산농가는 1만2천호, 농지면적 2천7백만 ha를 차지하며, 발전된 축산기술을 이용하고 있다. 대규모 기계화농은 농업기술이 가장 발전한 농민이며, 주로 콩을 재배하며, 그 외에 옥수수, 밀, 해바라기를 재배하고 있다. 기계화 농업

은 Oriental 지역에서 발전하였으며, 점차 확대되고 있다.

파라과이 농업의 제한 요소는 자연환경, 자재부족 및 기술의 낙후성, 농지소유의 불균형, 수출을 위한 인프라 미비 등이다. 농경지의 토양이 산성이며, 유기물함량이 작고, 인산과 칼륨 함량이 낮다. 또한, 비료공급이 원활하지 않으며, 정부의 수자원관리 정책이 전무하여 한발 피해를 빈번히 겪고 있다. 기계화 영농으로 인해 대규모 농장이 확대됨에 따라 소규모 농가들이 이주하게 되어 토지소유의 불균형이 발생하고 있다. 또한, 수출을 위한 농산물의 수송시설과 저장시설도 부족하다(한국농촌공사, 2006).

2) 아르헨티나

(1) 일반 현황

아르헨티나는 지구 서반구의 남미대륙 최남단에 위치해 있으며, 서경 53°38′~73°35′, 남위 21°46′~55°03′에 걸쳐있다. 국토면적은 3,761.3천 ㎢에 달하고, 대륙부분이 2,791.8천 ㎢, 남극대륙이 964.8천 ㎢, 남부도서가 4.6천 ㎢이다. 국토의 54%가 비옥한 대평원(pampas)이고, 23%가 고원지대이며, 나머지 23%는 험준한 산악지대이다. 국토면적의 45%가 해발 200m이하에 분포하며, 35%가 500m 이상 고지대에 분포한다.

아르헨티나의 기후는 동쪽으로 대서양과 접하여 서남해양성 기후의 영향을 받고 있으며, 서쪽은 험준한 안데스 산맥으로 인해 태평양 영향권과는 분리된다. 국토의 종단길이가 길어, 기후대는 아열대, 온대, 건조, 한냉 등으로 구분되며, 사계절이 뚜렷하지 않다. 연중 강우량의 70%가 하절기인 12월~2월에 집중된다. 또한, 봄철인 9월~11월에는 강우량이 작아 수자원이 부족하다. 연평균 강우량에 따라 습윤 지대 800㎜ 이상, 반건조 지대 500~800㎜, 건조 지대 500㎜ 이하 등으로 구분된다. 국토의 24%가 습윤 지대에 속하며, 나머지 76%는 건조 지대 또는 반건조 지대에 속한다. 습윤 지대에서는 농업과 축산이 주로 이뤄지며, 건조 지대와 반건조 지대는 영농은 가능하나 작물재배를 위한 관개가

필수적이다(한국농촌공사, 2005a).

(2) 농업환경

국토의 대륙부분 면적 중 62.6%인 174,808천 ha가 농업용지이며, 33.7%인 94,086천 ha가 산림지역이다. 농업용지 중에서 경작농지는 총 33,491천 ha로 19%를 차지하며, 기타목적으로 사용되는 농지는 141,317천 ha로 81%를 차지한다. 경작농지는 1년생 재배지가 57.7%로 가장 많고 기타목적으로 사용되는 농지는 자연목초지가 65.1%로 주류를 이룬다. 아르헨티나의 비옥한 토양은 오랜 동안 높은 곡물수확과 양질의 육류 생산을 가능케 함으로써 아르헨티나를 세계의 곡창으로 불리게 하는데 기여하였다.

농가인구는 2002년 현재 3,671천 명으로 전체 인구의 37,981천 명의 9.7%를 차지하고 있다. 농가당 경지의 평균 규모는 260ha이다. 경작면적의 지역별 분포를 보면, 팜파 지역이 81.5%로 가장 많으며, 서북부 지역 7.2%, 동북부 지역 6.8%, 꾸요 지역 3.9%, 파타고니아 지역 0.7%이다. 농업지대는 팜파 초원지역, 메소포타미아 지역, 동부 차코 지역, 뚜꾸만오란 지역, 파타고니아 고원지역, 안데스 파고니아 지역 등과 같이 구분되며, 이중 팜파 초원지역이 중요한 농업지대이다.

2003년 농산품 생산량은 유지작물 및 곡류 6,786만 톤, 과일 726만 톤, 채소는 330만 톤이었다. 최근 수년간 지속적으로 곡물 생산량이 크게 증가하였는데 이는 유전자변형종자나 최소경운법을 통해 경작면적이 증가하고 생산력이 개선되었기 때문이다.

작부체계는 겨울작물인 밀, 보리, 귀리, 호밀 등을 수확한 후 최소경운하여 콩을 이모작으로 파종하는 것이 가장 일반적이다. Mendoza 주에서는 당근+맥주보리, 마늘+호박, 마늘+토마토, 마늘+고추 등의 작부체계가 있다. 주요 작물의 1ha당 파종량은 해바라기 5~8㎏, 유채 5~7㎏, 수수 5~6㎏, 완두가 180㎏ 등이다. 파종기는 일팔파 3월, 벼 10월~11월이며, 수확기는 일팔파 1월~4월, 보리 12월이다(한국농촌공사,

2005a).

(3) 관개배수

수자원은 지표수와 지하수가 각각 연평균 24,000백만 ㎥, 10,000백만 ㎥이며, 시·공간적으로 불균등하게 분포되어 있어 지역별로 물부족을 겪는다. 지표수 유출량의 계절적 차이를 완화하고 필요 따라 수자원을 공급하기 위하여 100여 댐들을 건설하였다.

농지의 68%는 건조지대와 반건조지대에 분포하며, 32%가 습윤지대에 분포한다. 이 중 관개가 가능한 농지는 약 6.3백만 ha이나 실제 관개면적은 약 1.5백만 ha이다. 주요 관개시스템은 지표수관개 70%, 스프링클러 관개 21%, 점적관개 7%, 기타 방법 2%를 이용하고 있다.

관개지역은 농업지역 면적의 6.7%에 불과하나, 농업부문 총생산량의 25~38%에 이른다. 그러나 관개시설 투자에 따른 생산자의 이익감소와 생산시스템 전반에 걸친 낙후된 기술 때문에 관개농업은 어려움을 겪고 있다. 특히, 1995년 경제위기 이후 연방정부와 주정부의 재정적 어려움으로 인하여 품종개량에 대한 투자와 토목구조물 및 기계시설에 대한 유지관리가 미흡한 실정이다. 또한, 새로운 품종 도입과 관개기법에 대한 정보가 부족하여 관행적인 재배방식을 반복하고 있으며, 소·중규모의 농민들은 정부로부터 허가를 받지 않고 용수를 취수하는 실정이다(한국농촌공사, 2005a).

3) 브라질

(1) 일반 현황

브라질의 국토면적은 851만㎢, 총인구는 1억9천만 명이며, 인구밀도는 18명/㎢이다. 전국토면적의 60%가 보존 및 기타 사용지역으로 되어 있으며, 경작면적 340만 ㎢의 22.6%인 77만 ㎢가 미경작지이다. 지형은 대부분 평원이며 산이 적으나, 동쪽에 브라질 고원과 북쪽에 기아나 고원이 있다. 북부 아마존 지역, 중서부 및 남부 지역은 해발

400m이하의 평원을 형성하고 있다.

브라질은 북위 5°~남위 34°에 걸쳐있어 다양한 기후특성을 나타낸다. 온도와 강수량에 따라 분류한 브라질 기후대는 열대우림기후지역, 열대몬순기후지대, 사바나기후지대, 습윤온난기후지대, 서안해양성 기후지대, 온대동건기후지대, 반스텝기후지대 등과 같이 7가지 유형으로 구분된다. 기온과 강우량의 지역별 분포를 보면, 북부 적도의 아마존 지역은 평균기온이 25~27℃이며, 연간 온도 차이가 작고, 강수량이 2,000㎜정도로 고온다습한 열대우림지역을 형성하고 있다. 중서부의 세하도 지역은 열대기후로 평균기온 18~28℃, 강수량 1,500㎜로 작물생육에 적합하며, 곡창지대를 형성하고 있다. 동부의 열대 고원지대는 해발 800m 정도로 연평균 온도 18~22℃이다. 북동부의 대서양 열대지역은 평균기온이 18~26℃, 강수량 2,000㎜정도이다. 아열대로 분류되는 남부지역은 평균기온이 12~18℃이며, 중동부 반건조지대의 평균기온은 27℃, 연평균 강수량 700㎜ 정도이다.

북동부 건조지대를 제외하고는 생육기간이 길어 이기작이 가능하다. 작물의 재배는 열대 우림지대를 제외한 중·남부와 북동부 해안 일부지역에서 이루어지고 있으며, 생육기간이 180일 이상 되는 지역으로 곡창지대를 형성하고 있다. 북동부의 건조지대는 강수가 적어 우기에 제한적으로 작물재배를 할 수 있지만 온도와 일조가 충분한 지역이기 때문에 관개시설을 갖추면 높은 작물 생산성을 확보할 수 있다. 아마존강 수계를 중심으로 국토의 대부분이 아마존 열대우림을 이루어 산림대가 아마존 열대 우림의 북과 남쪽으로 형성되었으며, 그 남쪽에는 사바나 관목지대가 형성되어 있다(한국농어촌공사, 2009b).

(2) 농업환경

브라질의 농지면적은 전국토면적의 34%인 263,500천 ha이다. 농업인구는 22백만 명으로 전체인구의 11.7%이며, 경제활동인구 중 농업종사자 비율도 11.8%다. 농지 중 1년생 및 다년생 작물의 재배를 위한

농경지로 25%가 이용되고 있으며, 나머지는 75%는 목초지로 이용되고 있다. 농경지 중 관개시설을 갖춘 면적은 4% 정도이나 충분한 강우량을 고려할 때 관련 시설만 갖춘다면 관개농업으로의 전환이 용이하다.

2008년 현재 대두, 옥수수, 사탕수수, 재래콩, 쌀 등 5대 품목의 수확면적은 전체의 79.9%이고 밀, 커피, 카사바, 목화, 오렌지 등을 포함한 10대 품목의 수확면적은 전체 수확면적의 92.5%다. 이중 사탕수수, 커피, 오렌지, 재래콩 등은 세계 1위의 생산품목이고 대두는 미국에 이어 2번째로 생산량이 많다. 단위면적당 생산량이 세계 평균보다 높은 품목은 대두, 사탕수수, 재래콩, 카사바, 오렌지 등이다. 쌀의 경우는 단위면적당 생산량이 세계평균 수준과 비슷하나 미국, 중국 등에 비해 낮은데 이는 수자원 관리 기술이 부족하기 때문이다. 또한, 옥수수, 밀 등의 단위면적당 생산량은 세계평균 보다 낮다(한국농어촌공사, 2009b).

(3) 관개배수

브라질은 수자원이 풍부한 나라이며, 세계 지표수의 12%가 브라질에서 나온 것으로 알려져 있다. 2007년 수자원 이용가능량은 1인당 연간 43,027㎥이나 이용가능량은 지역에 따라 큰 편차가 있고 지역들 사이에 수자원의 분배가 고르지 않아 관개시설 건설이 필요하다. 지하수는 농촌지역의 가정용 급수 및 보통 정도의 관개를 위해 사용된다. 전국적으로 약 30만 개의 우물이 사용되고 있으며, 매년 1만 개 이상이 설치되고 있는 것으로 조사되고 있다.

브라질에서의 관개는 리오그란데 두술 지역과 북쪽의 반건조지역에서 먼저 시작되었다. 리오그란데 두술 지역에서는 79만 ha이상의 논에서 관개농업이 행해지고 있다. 관개는 소하천에서 인공수로를 통해 농장입구로 운반하는 시스템으로, 1.5백만 ha 정도에 적용되고 있다. 높은 관개효율과 저노동력을 요구하는 현대의 관개기술은 밀, 콩, 옥수수, 면화와 같은 작물의 재배를 위해 대농들이 자주 사용한다. 관개효

율은 표면살수 40~65%, 스프링클러살수 60~85%, 미세살수 78~97%인 것으로 나타났다.

공공관개는 점진적으로 이뤄지고 있으나 기대치에 미달되며, 민간부문은 효율성이 높으며, 빠르고 높은 이윤을 주고 있는 것으로 알려져 있다. 브라질은 농업기반시설 설치 시 정부의 보조금 지원이 없다. 그러나 관개배수 관련 국가적 프로그램이 있으며, 공공계획으로 시행된 면적은 전체 관개면적 중 6% 정도이다. 주로 민간 투자에 의한 민간계획으로 개인 또는 유한회사에서 96%의 관개시설이 건설되고 있다. 현재 브라질에서의 관개기술은 정립되어 있지 않은 상태이며, 지역마다 관개기술 적용도 다르며, 주로 관개기술은 고부가가치 작물인 채소 및 과실에 적용되고 있다. 또한 생태계 보호를 위한 보전지역으로 농장별로 농지의 20%를 법으로 지정하고 있다(한국농어촌공사, 2009b).

4) 우루과이

(1) 일반 현황

우루과이는 서경 53°~58°, 남위 30°~35°사이의 남미대륙 남동부, 대서양 연안에 위치해 있다. 서쪽 아르헨티나, 북쪽 및 동북쪽 브라질, 남동쪽 대서양에 접해 있다. 전국토 면적은 176.2㎢이며, 90% 정도를 농업활동에 이용하고 있다. 중부 지역은 구릉지대이고, 북부 지역은 브라질 고원 파라나대지의 일부에 속하며, 남부 지역은 아르헨티나의 팜파지대의 연장이다. 중부, 북부, 남부 지역의 토질은 비옥하며, 이들 지역에는 평평한 평원들이 있다. 넓은 수역이 우루과이를 지역적으로 동쪽, 남쪽, 서쪽으로 구분하며, 북쪽의 브라질과의 경계에는 소하천이 발달했다. 호수 및 늪지대가 많으며, 높은 지하수면은 우물 파는 것을 용이하게 한다. 주요 하천들은 우루과이 강을 향해 서족으로 흐르며, 대서양을 향해서 동쪽으로 흐르고, 라플라타 강을 향해서 남쪽으로 흐른다.

기후는 온대기후의 특징을 나타내며, 계절적으로 변화가 있다. 수면

이 풍부하기 때문에 습도가 높고 안개일수가 많다. 계절은 상당히 뚜렷이 구분되며 우루과이의 대부분 지역에서 봄은 습기가 많고 싸늘하며, 여름은 따뜻하고, 가을은 온화하며, 겨울은 싸늘하고 습기가 많다. 수도인 몬테비데오는 6~28℃의 범위를 나타내며, 북서부 지역은 7~38℃의 범위를 나타내며, 계절별 기온차가 크다. 강우량은 연중 매우 고른 분포를 나타내며, 남동쪽으로부터 북서쪽으로 갈수록 증가한다. 연평균기온은 몬테비데오는 950㎜, 북서부 지역은 1,235㎜이다(한국농촌공사, 2005b).

(2) 농업환경

토지면적은 17,502천 ha, 경지면적은 1,380천 ha이며, 1년생 작물은 1,340천 ha, 다년생 작물은 40천 ha에서 재배된다. 농지면적 중 관개면적은 181천 ha로 경작면적의 13%에 불과하다. 2003년 현재 농축산업 생산은 GDP의 18.6% 정도를 차지하고 있다. 농가인구는 2002년 현재 371천 명으로 전체 인구의 9.8%, 농업인구는 259천 명, 농업종사자수는 189천 명으로 경제활동인구의 12.3%를 차지한다. 수출의 70~80%가 농업관련 상품이고, 농산물 수출의 50% 이상이 소고기이다.

우루과이의 남부 지역과 남서부 지역의 토양은 비옥하다. 특히 산호세와 콜로니아 지역의 토양이 가장 비옥하다. 밀 및 곡물재배 지대는 콜로니아, 리오네그로, 소리아노 등이며 남서부에 위치해 있다. 쌀 농사는 트레인타, 트레스 등 동부지역에서 행해지고 있으며 과일, 채소 및 포도는 카넬로네스, 플로리다, 한호세 지역에서 재배되고 있다. 생산량의 90% 이상이 수출되는 쌀은 우루과이에서 가장 중요한 농업생산물 중 하나이며, 과일 및 포도의 80%가 몬테비데오와 카넬로네스에서 생산된다. 작부체계는 콩과 해바라기가 이모작으로 재배되고 있으며, 옥수수와 수수는 단작으로 재배되며, 벼는 목초재배와 윤작한다.

농업의 제한요소로는 토양문제와 높은 수출의존도다. 축산업에 의존도가 높아 곡물재배면적이 감소하였으나, 기계화를 통해서 생산량을

유지하였고, 이로 인해 경작지 표층의 침식 문제가 발생하였다. 경작지의 약 30%가 표층침식의 영향을 받고 있다. 생산이 증가하더라도 국내 수요는 매우 제한되어 수출에 의존하며, 대외경쟁력이 다소 낮다. 특히 최대수출농산물인 쌀도 국제 수요로부터 영향을 받으며, 생육초기와 생식생장기에 저온피해를 겪는 경우가 있다(한국농촌공사, 2005b).

(3) 관개배수

우루과이의 강우량은 연중 고르게 분포하나 연간 편차가 커서 가뭄과 홍수가 빈번히 발생한다. 여름과 가을에 강우량이 많으며, 여름에 증발산량이 강우량보다 커서 토양 내 물부족이 발생하기도 한다. 지표수 및 지하수의 수자원 현황은 각각 연평균 59㎦, 23㎦ 정도이며, 이중 농업용수로 이용되는 수자원은 전체 이용량의 96%인 3.03㎦정도이다. 수자원은 전력생산을 위해 개발되고 있으며, 아르헨티나와 공동으로 건설하여 운영하고 있는 우루과이 강 유역의 살토그란테(Salto Grande) 댐은 공사비용이 10억 달러에 달하며, 1982년에 준공되어 시간당 180만 메가와트의 에너지를 공급하고 있다. 대부분의 수력발전소들은 네그로 강에 위치하고 있다.

우루과이의 토양여건과 온화한 기후 및 광대한 자연초지는 목축에는 유리하지만 곡물재배에는 부적합하여 곡물재배는 축산품 생산만큼 중요시 되지 못하였다. 그러나 경작면적 감소추세와 대조적으로 쌀재배 면적은 증가추세에 있다. 쌀 생산시스템은 가축사육과 병행하여 쌀을 2년간 재배한 후 4~5년간 방목을 위한 목초지로 사용하는 윤작시스템을 사용하고 있다. 우루과이는 주로 지표수와 스프링클러를 이용한 관개를 하고 있으며, 관개면적은 181,200ha이며, 지표수관개면적은 96%, 지하수관개면적은 4 %정도이다(한국농촌공사, 2005b).

5.1.5 동남아시아

1) 라오스

(1) 일반 현황

라오스는 인도차이나 반도에 위치하고 있으며, 동경 100°05′~107°41′, 위도 북위 13°54′~22°30′사이에 위치하고 있다. 북쪽은 중국과 미얀마, 서쪽은 태국, 동쪽은 베트남, 남쪽은 캄보디아와 접해 있다. 국토면적은 236,800㎢이며, 인구는 610만 명이다. 라오스는 지형적으로 상·하 라오스로 구분되며 상 라오스는 2,000m 이상의 산악지대이며, 하 라오스에는 메콩 강을 따라서 저지대가 펼쳐지며 쌀 재배지역이다.

라오스의 기후는 사바나 및 열대 몬순의 특성을 나타내며, 4월~10월의 우기와 11월~3월의 건기로 구분된다. 연평균 강우량은 약 1,635㎜이며, 이중 80% 정도가 우기에 집중된다. 또한, 지역별 강우량 편차가 크며, 북부 계곡지역은 1,300㎜, 남쪽 고지대는 3,000~3,700㎜의 연평균 강수량을 나타낸다. 연평균기온은 25.6~27.8℃의 범위를 나타내며, 북부지역의 루앙프라방 주는 기온편차가 크다. 습도는 평균 71~78%이며, 계절별로는 건기인 11월~4월까지가 70%내외로 낮고 우기인 5월~10월까지가 80%내외로 높다. 일조시간은 2,149~2,631시간으로 지역별로는 중부지역에서 길고, 북부 산악지역에서 짧다(한국농어촌공사, 2010).

(2) 농업환경

2009년 현재, 라오스의 농업분야 총생산액은 GDP의 약 31%정도 이다. 라오스의 주요작물별 재배면적은 쌀 812,896ha, 옥수수 207,500ha, 채소콩 115,769ha, 커피 46,758ha 등이다. 작물별 생산량은 쌀 3,144800톤, 옥수수 1,134,386톤, 사탕수수 856,915톤, 채소콩 722,166톤 등이다.

트랙터와 탈곡기 같은 농기계는 거의 보급되지 않았으며, 경운기만 사용되고 있다. 축력으로 물소가 이용되고 있으며, 낫을 이용하여 벼 수확을 하고 있다. 라오스는 3모작이 가능하나, 관개수로가 설치되지

않아 대부분 우기철에 경작하고 있다. 경제여건상 농업인의 농업기계화 의지가 낮으나 라오스 정부는 농기계 보급사업을 추진 중이다. 산악지역에서는 화전농업을 중심으로 농사를 짓고 있어 토양비옥도가 떨어진 토지가 방치되어 산림 훼손과 토양유실 문제가 발생하고 있다(한국농어촌공사, 2010).

(3) 관개배수

라오스 수자원의 대부분은 메콩 강 유역에서 생산되며, 메콩 강의 유역면적은 전체 국토면적의 90%를 차지한다. 라오스의 주요 하천은 메콩강의 1차 또는 2차 지류로 39개의 지류 하천으로 구성된다. 하천의 유출은 강우량의 패턴을 따르며 우기인 4월~10월 80%, 건기인 11월~3월 20%를 나타낸다. 연간 수자원이용량은 10억 ㎥이며, 이중 농업용수로 82%, 산업용수로 10%, 생활용수로 8%가 이용되고 있다. 농업용수는 83%를 강의 지류로부터 이용하며, 15%는 강에서 직접양수하며, 2%는 저수지로부터 이용한다.

라오스의 경작면적은 135만ha로 국토면적의 5.7%정도이다. 벼 재배면적은 90만 ha로 경작면적의 67%를 차지하고 있으며, 북부지역과 중남부의 산간지대에서는 밭벼가 재배되며, 메콩 강 인근의 저지대에서는 논벼가 재배되고 있다. 논벼의 재배면적 중 관개면적은 40만 ha이며, 중부지역의 관개면적은 25만 ha이며, 북부지역은 10만 ha, 남부지역은 5만 ha이다. 관개지역에서는 메콩 강 본류 및 지류의 풍부한 수자원을 이용하는 양수장, 보, 저수지 등에 의해 농업용수를 공급하고 있다. 농업용 양수장은 34개이며, 관개면적은 114천 ha이며, 메콩 강 본류 및 지류에서 운영되고 있다.

농업용수개발 사업은 홍수와 가뭄 같은 자연재해 대책수립과 연계하여 추진하고 있다. 또한, 메콩 강과 유역을 중심으로 관개용수와 수력발전을 위한 Mega Project를 외국으로부터 지원을 받아 추진하고 있다. 그리고 2015년까지 관개용수 공급면적을 건기 25만 ha, 우기 35만

ha를 목표로 하여 사업을 추진하고 있으며, 중부 및 남부지역의 저지대 벼 재배지역에서는 외국원조를 받아 사업을 추진하고 있다(한국농어촌공사, 2010).

2) 캄보디아

(1) 일반 현황

캄보디아는 인도차이나 반도의 남서쪽에 위치하며, 국토면적은 181,035㎢이며, 북위 10°~14°, 동경 103°~107°에 걸쳐 있다. 북쪽에 라오스, 동쪽에 베트남, 서쪽에 태국, 남쪽에 태국만과 각각 접해 있다. 국토는 타원형 형태를 띠며, 산림이 56.5%, 농지가 20.7%를 차지한다.

캄보디아는 많은 강이 교차하는 저평원으로 주로 이루어져 있고 태국과 접해있는 국경지역과 남서부에 산지가 있다. 캄보디아 국토의 절반 이상이 메콩 강 유역에 속한다. Tonle Sap 호수는 동남아시아에서 가장 큰 호수이며, 북서부로부터 흘러서 프놈펜에서 메콩 강과 합류한다. 5월~10월의 우기에는 메콩 강의 수위가 높아져서 Tonle Sap 호수로 물이 흐르고, 건기에는 다시 메콩 강으로 물이 흐른다.

캄보디아 기후는 열대 몬순 기후로 뚜렷한 우기와 건기를 나타낸다. 5월 중순 남서 몬순으로 인해 우기가 시작되며 10월 초순까지 계속된다. 또한, 북동 몬순으로 인해 건조한 공기가 몰려와 건기가 지속된다. 연평균 강우량은 남서 해안과 산악지대의 경우 3,800㎜에 이르며, 중부 평야 지대는 1,250~1,800㎜, 동부산악시대는 2,500㎜ 내외다. 연평균 기온은 27℃ 정도이며, 12월~1월이 가장 선선하며, 3월~4월이 가장 덥다. 상대습도는 연간 60~80%정도이며 4월~5월 초가 가장 건조하다(한국농어촌공사, 2009e).

(2) 농업환경

캄보디아 국토면적의 20%가 농업에 이용되고 있으며, GDP 중 34.4%를 농업생산이 차지하고 있다. 전체 농업생산중에서 곡물생산이

52.7%, 축산이 15.5%, 수산업이 25%, 임업이 6.9%를 차지하고 있다. 농촌에는 전체 인구 14,500,000명의 85~90%가 거주하고 있다. 캄보디아의 농업생산 면적은 3백만 ha 정도이며, 주요 작물은 벼, 옥수수, 카사바 및 콩 등이다. 작물별 재배면적을 살펴보면 벼가 86.2%로 절대적으로 높다. 2007년 현재 벼재배면적은 2,585,900ha이며, 2.6톤/ha의 생산성을 기록하고 있다.

캄보디아의 벼 재배는 기후조건 상으로는 3모작이 가능하지만 대부분이 천수답이며, 건기 및 우기에 1모작을 주로 하고 있다. 캄보디아에서 옥수수는 주로 사료용으로 생산되며 종자는 대부분 태국에서 수입되는 품종의 종자를 사용한다. 태국 종자를 사용한 지역의 옥수수 생산성은 4~5톤/ha이며, 기타 지역의 생산성은 3톤/ha 정도이다. 옥수수 생산량은 2007년 522,700톤이었으며, 바이오 에탄올의 국제적 수요증가의 영향으로 옥수수 생산량이 증가하고 있다. 2007년 카사바 생산량은 2,215,400톤이었으며, 고구마 생산량은 383,000톤, 땅콩 생산량은 30,800톤, 사탕수수 생산량은 286,800톤, 콩 생산량은 117,900톤, 담배 생산량은 13,600톤이었다.

캄보디아의 농업생산에 있어서의 제한요인으로는 수자원 및 우량품종의 부족, 낮은 토지 생산성, 벼 재배 중심의 작부체계 등이다. 물관리 시설이 거의 없는 상황에서 우기에는 홍수피해가 빈번히 발생하고 있으며, 건기에는 농업용수 부족으로 인해 3모작이 가능한 환경임에도 단작에 그치고 있다. 현재 캄보디아 농민들이 재배하고 있는 품종은 대부분 재래종이어서, 수량성, 품질 및 내병성 등이 매우 불량하다. 캄보디아 토양의 53%가 비옥도가 낮은 토양이나 화학비료를 베트남과 태국에서 전량 수입하고 있으며, 일반 소규모 농가에서는 경제적 부담으로 농자재들을 구매를 할 수 없기 때문에 토양이 개선되지 않고 있다. 작부체계가 단순하고 재배 작물이 주로 벼에 집중되어 있어 농가경영 합리화를 통한 소득증대가 이루어지지 못하고 있다(한국농어촌공사, 2009e).

(3) 관개배수

캄보디아의 주요 수자원은 Tonle Sap 호수, 메콩 강이며, 풍부한 수자원을 보유하고 있으나, 국가차원의 기반시설 미비로 관개시스템이 설치되지 않아 수자원의 이용이 부진한 상태이다. 강수량은 지역별로 많은 차이를 보이며, 대부분이 천수답인 상황에서 건기에는 물부족이 발생할 가능성이 높으며, 배수시설 미비로 인해 우기는 침수피해의 우려가 있으며, 농업생산의 효율성이 낮다.

캄보디아 정부는 관개사업을 위한 재원이 부족하여 불완전한 수원공의 개보수를 중심적으로 시행하고 있으며, 수원공 이외의 사업은 지역 농업인들에게 맡기는 정책을 시행중이다. 수자원기상부(MOWRAM)는 연간 3만 ha의 관개면적을 증가시켜 2007년까지 재배면적의 20~24%까지 관개면적을 확대하는 것을 목표로 사업을 추진하고 있다. 캄보디아의 관개분야에 대한 대외원조는 여러 세계기구들을 통하여 실질적으로 이루어져 왔다. 메콩위원회(Mekong River Commission)의 경우 수력발전으로 가능한 적정장소와 관개개발사업의 효과적인 지역을 조사하였으며 장기적인 국가관개시설 개보수 연구사업을 추진하고 있다. 아시아개발은행(ADB)은 관개개발을 포함한 특별 개보수지원사업 프로젝트를 진행하기 위한 자금을 제공하였다. 국제노동기구(ILO)는 농업기반시설의 개보수사업을 계획하면서 노동집약적인 사업으로 계획하였으며, 수로와 소규모 관개시설의 개보수 사업이 주로 진행되고 있다. 일본의 국제협력단(JICA)는 홍수부지개발과 개보수 사업을 위해 10백만 달러를 지원하고 있으며 세계은행(WB)은 농업생산성향상사업의 일환으로 주로 수자원기상부내의 수공분야 능력을 집중적으로 배양하고 있다. 또한 식량농업기주(FAO)는 수자원통제기술에 관련된 시범사업에 자금을 지원하고 있으며, 유럽연합(EU)은 프놈펜 근교의 지방 농민을 조직하고 지역 자치단체의 농민조직능력배양에 참여하고 있다(한국농어촌공사, 2009e).

3) 미얀마

(1) 일반 현황

미얀마는 인도차이나 반도의 북서부에 위치하며, 북위 9°32′~28°31′, 동경 92°10′~101°10′ 사이에 걸쳐있다. 북서쪽은 방글라데쉬와 인도, 북동쪽은 중국, 남동쪽은 라오스와 태국, 남쪽과 남서쪽은 안다만 해와 벵갈 만과 각각 접해있다. 미얀마는 고원, 계곡, 평원과 함께 산림이 덮인 북고남저의 지형구조를 가진 산악국가라고 할 수 있다. 서부와 북부의 산맥들은 매우 높으며, 히말라야산맥의 외곽 돌출부이다. 동부의 Shan고원은 해발 912m이고, Tibet 고원에서 발원한 Thanlwin 강이 매우 좁고 항해가 불가능한 협곡으로 흘러내린다. Himalaya에서 발원한 Aveyarwady 강은 대표적인 교통수단으로 이용되고 있으며, 우기마다의 홍수인해 벼농사에 적절한 퇴적지와 삼각주를 만든다.

계절은 세 가지로 구분되며, 10월 중순~5월 중순까지는 건기이고, 5월 중순~10월말까지는 우기 또는 몬순계절, 11월초~2월 말까지는 서늘한 기후이다. 기후는 미얀마의 지형과 지역에 따라 다르며, 남부지방은 계절에 따른 기후변화가 매우 작다. 중부평야지대는 최고 40.6~43.3℃부터 최저 10.0~15.6℃의 기온 변화를 나타낸다. 북부지방은 연간 서늘한 기후이다. 연평균 강수량은 2,341㎜이며, 5월 중순~10월 중순까지 벵갈 만에서 형성된 남서몬순의 영향으로 강수량의 차이를 나타낸다. 전국적으로 7월 강수량이 가장 많으며, 연간 최대강수량은 2,540~5,080㎜이나 중부 건조지역의 연간강수량은 1,000㎜이하이며, 그 외 지역의 몬순기간 강우량은 1,000~2,000㎜이다(농업기반공사, 2002a).

(2) 농업환경

국토의 전체면적은 6,766만 ha이며, 산림이 328만 ha로 전 국토의 48.5%를 차지하고, 농경지는 전국토의 15.4%인 약 1,004만 ha이다. 열대, 아열대, 온대 기후를 모두 나타내므로 다양한 작물 재배가 가능하다. 광활한 삼각주 지역, 좁고 긴 해안지역, 중부지역, 산악지역 등 다

양한 농업기후지대는 각각의 작부체계 아래에서 곡물류, 유료작물, 두류, 공예작물, 채소, 과일, 화훼 등을 재배하고 있다. 미얀마의 농업생산은 전체 GDP의 34%를 차지하며, 총 수출액의 23%를 차지한다, 전체 고용인구의 63%가 농업에 종사하고 있으며, 전체 인구의 73%가 농촌에 거주하고 있다.

미얀마는 농업생태지대에 기초하여 60가지 이상의 각기 다른 작물을 재비하고 있다. 주요작물의 연도별 재배면적은 벼 628만 ha, 뽕나무 187만 ha, 참깨 128만 ha, 녹두 74만 ha, 땅콩 57만 ha, Black gram 56만 ha, 해바라기 49만 ha이다. 외화벌이와 자급을 위하여 정책적으로 벼, 두류, 목화, 사탕수수에 대해여 재배를 권장하고 있다. 농업기계화의 진전과 대규모 댐 완공에 따른 관개용수 공급으로 경지이용율은 146% 정도이다.

남부 삼각주지대는 강 하구 지역으로 물관리와 배수시설이 취약하고 주기적인 홍수와 폐농에 시달리고 있다. 대부분의 가난한 농가들은 우기에 한번 벼농사를 짓는다. 중부 건조지대는 작고 간헐적인 강우량, 기복이 심한 지형, 얇은 표토, 침식된 토양, 삼림 등에 의해 농업이 제약을 받고 있다. 대부분의 중부 건조지대 농업인들은 자급자족보다 상업농에 가까우며, 수출용 참깨, 두류를 재배한다. 건조지대의 북부에서는 목화를 재배하고, 충적토지대에서는 양파, 감자, 토마토 등을 재배한다. 대부분의 농가는 관개를 하지 못하고, 비료의 사용량도 매우 적다. 북동서부 밭농사지대에서는 화전을 일구고 있어 매년 상당한 면적의 삼림이 불태워지고 있다. 토양 비옥도의 감소와 작물의 수량 감소가 문제가 되고 있으며, 이용 가능한 토지가 감소할수록 더욱 가파른 토지까지 화전을 일구므로 토양침식이 문제가 되고 있다.

미얀마 농업의 수량저해 요인은 자연환경 요소와 제도적인 요소로 구분된다. 작물생육이 남부지방에서는 우기의 홍수, 중부지방에서는 건기의 한발에 의해 결정된다. 일정 품목의 강제 수매와 수출입제한이 농업인들의 작목 선택에 영향을 주고 있고, 증산 노력을 저해한다. 또

한 우량종자와 비료 등의 영농자재 수급이 부족하고, 농촌금융에 대한 농업인들의 접근이 어려우며, 토지정책이 불명확하여 농업개발을 제한하고 있다(농업기반공사, 2002a).

(3) 관개배수

미얀마의 연간 총수자원량은 1,577㎥이며, 3%인 47.32㎥만을 이용하고 있고, 분야별로 사용량은 농업용수 42.82㎥, 생활용수 3.0㎥, 산업용수 1.5㎥이다. 연간 강수량은 변이가 심하여 작물의 주년재배가 어려우며, 보충관개가 없이는 작물생산이 불가능하다. 미얀마의 4대 강은 Ayeyarwady 강, Chindwin 강, Sittaung 강, Thanlwin 강이며, 이들 지류와 함께 중요한 수원이다.

미얀마의 관개면적은 파종면적의 18.3%인 1.7백만 ha이다. 관개에 의한 이모작 면적인 0.4백만 ha까지 포함시키면 2.1백만 ha이다. 미얀마의 관개 가능한 면적은 10.6백만 ha이며, 이를 모두 관개하기 위해서는 248억 ㎥의 물이 필요하며, 이는 현재 가용수자원량의 25%에 달한다. 따라서 이외에 필요량을 추가하고 관개시설을 증설한다하더라도 이용 가능한 수자원의 양은 충분하다.

미얀마는 강수와 수문학적 경향 때문에 중부 건조지역은 관개가 필요하나, 남부 델타지역은 배수와 홍수문제에 직면하고 있다. 댐과 관개네트워크는 60년대에 집중적으로 건설되었으며, 토양 및 수자원 조건을 고려할 때 잠재적인 관개가능면적은 1,060만 ha에 이른다. 관개지역은 일반적으로 강, 보, 댐, 저류지로부터 용수공급이 이루어지지만 최근에는 강에 인접한 펌프장과 관정에 의한 공급도 증가 추세에 있다. 양수에 의한 관개는 80년대에 집중적으로 개발되었으며, 대부부의 관개는 지표수에 의해 공급되고 있다. 미얀마에서 지하수 이용은 매우 중요하지만 농가에서 생활용수와 야채 및 고부가치 작물재배에 이용되고 있다. 중부지방에서는 댐과 지하수를 이용한 관개시설 개발사업이 1980년대에 본격적으로 시작되었다. 지하수를 이용한 목화, 밀, 대두,

콩 등의 작물 재배면적은 1995년 55,175ha이었며, 주로 디젤펌프를 이용하여 양수하고 1개 관정당 4ha를 관개하고 있다. 1992년 이후에 WRUD에 의해 매년 3,000여개 관정이 개발되어지고 있으며, 농민 개인이 개발하는 관정도 연 9,000개에 이른다. 정부의 관개시설로부터 용수를 공급받는 농민은 수세를 지불하고 있다(농업기반공사, 2002a).

4) 베트남

(1) 일반 현황

베트남은 동경 102°09′～109°30′, 북위 8°10′～23°24′ 사이 인도차이나 반도에 위치하고 있으며, 국토면적은 331,690㎢이다. 중국, 라오스, 캄보디아와 국경을 이루고 있으며, 최북단과 최남단의 거리가 1,750km에 이른다. 주요 강으로는 북부의 홍 강과 남부의 메콩 강이 있으며, 높이 2,400m 이상 되는 산이 11개가 있다.

베트남의 북부지방에서는 아열대성 기후를 나타내고, 남부지방에서는 열대몬순 기후를 나타내며, 북동풍과 남서풍의 계절풍으로 부터 영향을 받는다. 베트남의 우기는 5월～10월, 건기는 12월～2월이다. 우기에는 연평균 강우량의 75～85% 정도가 내리며, 건기에는 강우량이 상대적으로 작다. 산악지형의 영향으로 연평균 강수량은 600~5,000mm의 범위를 나타내며, 지역에 따라 큰 차이를 보인다.

베트남의 연평균 기온은 지역에 따라 차이가 많지만 대략 20℃～27℃의 범위이다. 북부지방의 연평균 기온은 23℃, 남부지방의 연평균 기온은 26℃, 중부지방의 25℃ 정도이다. 북부지방의 여름과 겨울 기온차이는 10℃이상 차이가 나며, 남부지방에서는 여름과 겨울의 기온차이가 비교적 작다. 베트남의 일조시간 분포는 1,300～2,600시간으로 지역별 편차가 크다. 북부지방은 1,600시간 이하이며, 남부지방은 2,000시간 이상이다. 특히 메콩 강 유역과 메콩 강 북동쪽 해안지역은 일조시간이 2,400시간 이상이고 수자원이 풍부하여 2~3모작이 가능하다(한국농어촌공사, 2009a).

(2) 농업환경

베트남은 2008년 현재 전체 인구의 약 70% 정도가 농업에 종사하고 있고, 농업생산은 GDP의 22%를 차지하고 있다. 또한 농산물 수출은 84억 달러에 이르며, 쌀 85%, 캐슈넛 49%, 커피, 고무, 후추는 거의 100% 수출되고 있다. 농업부문의 급속한 성장으로 베트남은 자급자족 중심의 경제에서 식량 안보체계를 갖춘 농산물 수출국이 되었다.

베트남의 벼 재배면적은 2008년 현재 741.4만 ha로 생산량은 3,872만 톤이다. 봄벼 301백만 ha에서 1,832만 톤, 가을벼 237만 ha에서 1,141만 톤, 겨울벼 203만 ha에서 898만 톤의 쌀을 각각 생산하였다. 옥수수 재배면적은 1,125.9천 ha, 생산량은 4,531.2천 톤이며, 북부에서 남부까지 전역에서 생산되고 있다. 고구마 재배면적은 162.2ha, 생산량은 1,323.9천 톤이며, 재배면적이 감소하고 있다. 사탕수수 재배면적은 271.1ha, 생산량은 16,128천 톤이다. 차 재배면적은 129.3천 ha, 생산량은 760.5천 톤이다. 커피 재배면적은 530.9천 ha, 생산량은 1,055.8천 톤이다.

베트남에서 쌀-옥수수의 지역별 경작체계는 ㉠ 봄: 벼, 여름: 벼, 가을 및 겨울: 옥수수, ㉡ 봄: 옥수수, 여름: 콩, 겨울: 옥수수, ㉢ 봄: 수수, 여름: 콩, 겨울: 휴경, ㉣ 봄: 옥수수, 여름: 옥수수, 겨울: 휴경, ㉤ 봄: 옥수수, 여름 및 겨울: 휴경 등이다. 가장 널리 행해지는 작부체계는 봄: 벼, 여름: 벼, 가을 및 겨울: 옥수수이며, 벼의 이모작이 가능한 홍 강 델타지역, 메콩 강 델타지역, 강안지역에서 행해지고 있다.

베트남의 벼 재배면적은 총 741.4만 ha로 총 생산량은 3,872만 톤을 생산하였다. 작부체계를 지준으로 한 벼 재배면적과 생산량은 봄벼 301백만 ha, 1,832만 톤, 가을벼 237만 ha, 1,141만 톤, 겨울벼 203만 ha, 898만 톤의 쌀을 생산하였다. 2008년 베트남의 옥수수 재배면적은 1,125.9천 ha, 생산량은 4,531.2천 톤이다. 북부에서 남부까지 전역에서 생산되고 있다. 고구마 재배면적은 2008년 162.2ha로 생산량은 1,323.9천 톤이었으며, 재배면적이 감소하고 있다. 사탕수수 재배면적은 2008

년에는 271.1ha로 생산량은 16,128천 톤이다. 차 재배면적은 129.3천 ha, 생산량은 760.5천 톤이다. 커피 재배면적은 530.9천 ha, 생산량은 1,055.8천 톤이다.

베트남의 농업기계화 비율은 약 30% 수준으로 베트남 농업 성장의 장애요인인 되고 있다. 농작업이 인력이나 축력에 대부분 의존하고 있으며, 베트남 정부는 최근까지 농기계화율을 약 60~70% 정도로 향상시킨다는 목표를 설정하고 있다. 다른 장애요인은 농민 1인당 경작면적이 0.1ha로 매우 작다는 것이다. 농작물의 생산을 증가시키기 위해서는 가구당 생산 규모를 증가시켜야 한다(한국농어촌공사, 2009a).

(3) 관개배수

베트남의 농업부문은 2000년 766억 톤의 수자원을 이용하였으며, 이는 전체 수자원 이용양의 84% 정도이다. 연간 지표수양은 8,300~8,700억 ㎥ 정도이며, 메콩 강과 홍 강을 통한 지표수 유출이 전체의 75%를 차지한다. 베트남 정부는 농업수리시설의 확충을 위해 많은 투자를 해왔으며, 약 100개 정도의 중규모이상 관개시스템, 20만 ㎥이상 용량의 저수지 1,967개소, 800여개 이상의 대·중규모 저수지, 5000여개 이상의 보, 10,000여 개소의 펌프시설들이 건설되었다. 이를 통하여 2008년 현재 345만 ha의 경작지에 용수를 공급할 수 있으며, 동남아시아에서 관개시설이 잘 갖춰진 국가로 발전하였다.

대부분의 관개시설은 벼 농사를 위해 개발된 것이며, 전체 관개면적 중 약 54%가 정부정책에 의해 개발되었으며, 펌프를 이용한 양수관개나 중력관개방식이다. 나머지 45%는 농민들에 의해 운영되는 지역으로 버켓, 스윙 버켓, 소형펌프를 이용한 관개방식을 사용한다. 관개시설의 보급이 열악한 북부산간지역에는 12,000여 개소의 소규모 관개시설이 있으나, 상당부분 황폐화되어 있다.

베트남 정부가 장기간 농업기반시설에 대해 투자를 하였음에도 불구하고 아직도 취약하다. 제한된 투자로 인해 관개시설을 충분히 제공

하지 못하고 있으며, 유지관리가 없이 방치된 상태이다. 따라서 새로운 관개시설을 건설하고 기존의 시설을 유지관리해야 하며, 이를 위해서는 막대한 투자자금이 필요하다. 또한, 관개서비스의 결과로서 발생하는 발전, 관광, 수로운송, 생산과 가정용수 공급 등의 편익을 관개 부문에 재투자해야 한다(한국농어촌공사, 2009a).

5) 인도네시아

(1) 일반 현황

인도네시아는 17,000여 개의 섬으로 구성되며, 국토면적은 1억 8,000만 ha이다. 주요 섬은 수마트라, 칼리만탄, 슬라웨시, 파푸아, 자바 등과 같이 5개이며, 다른 섬들은 30여 개의 군도를 구성한다. 칼리만탄 섬의 면적은 544,150.48㎢로 인도네시아 전체면적의 28.5%로 가장 크다. 인도네시아는 다우지역으로 라테라이트 토양이나, 산지에서 범람한 물질에 의해 화산암질 토양이 형성되어 비옥하며, 농사에 유리하다. 따라서 화산암질 토양의 분포는 자바 섬과 수마트라 섬에 인구가 밀집해 있으며, 거름을 거의 주지 않아도 농사를 지을 수 있다.

인도네시아는 열대성 기후를 나타내며, 동남아시아 계절풍대의 전형적인 특징을 보인다. 전지역의 평균기온은 25~27℃이며, 적도변의 중앙지대에서는 월별 변화가 거의 없다. 강수량은 몬순의 영향을 받아 적도 부근의 연중 강우지역을 제외하면 4월~9월의 건기와 10월~3월의 우기로 구별된다. 주요지역의 연평균 강수량은 자바 2,600㎜, 수마트라 2,600㎜, 칼리만탄 2,800㎜이다.

고온다습한 기후의 영향으로 전국토가 녹색식물로 덮여 있다. 기온차에 따라 식물분포도는 복잡하며, 해안저지대에서는 맹그로브림과 상록우림, 해발고도 3000~4000m 산지에서는 고랭지식물 주종을 이룬다. 식물 종류도 다양해서 속씨식물의 경우에 2만 5000종이나 있으며, 야자나무도 100여 종이 넘는다(한국농어촌공사, 2009d).

(2) 농업환경

인도네시아 농업생산은 GDP의 13~15%이다. 농촌에 거주하는 인구는 총인구 2억 2,467만 명의 약 50% 정도이며, 농가인구가 약 39%, 농업취업인구가 약 21%이다. 농지면적은 전체 국토 면적의 약 19%인 3,039만 ha이다. 농가의 영농규모도 영세하여 1ha 미만의 농가가 전체 농가의 약 75%정도 차지하고 있으며, 평균농장규모는 0.25ha이다.

인도네시아의 작물의 생산량은 2008년 현재 벼 60,326천 톤, 옥수수 16,317천 톤, 콩 776천 톤, 땅콩 770천 톤, 카사바 21,757천 톤, 고구마 1,882천 톤이다. 벼의 경우 재배면적이 증가하고, ha당 수량이 증가하여 벼 생산량이 증가하고 있다. 옥수수도 재배면적과 ha당 수량이 매년 증가하여 생산량이 늘어나고 있다. 콩은 재배면적의 변동 폭이 크고, ha당 수량이 1.3톤 정도로 생산량이 정체되고 있다. 땅콩은 재배면적이 줄어들고, ha당 수량이 정체되어 생산량이 감소하고 있다. 카사바는 재배면적은 변화가 없으나 ha당 수량이 증가하여 전체 생산량이 증가하고 있다. 고구마는 재배면적은 변동이 없으나 ha당 수량이 증가하여 전체 생산량이 증가하고 있다.

인도네시아 농업의 강점은 기후대가 연중 작물을 재배할 수 있는 열대기후이며, 작물의 종이 다양하다는 것이다. 특히 인도네시아는 벼 이모작 지대이며, 작물의 품종개량을 위한 종자보관소로 유명하다. 그러나 인구당 경작지면적이 태국이나 베트남보다 작으며, 경지의 비농업으로의 전용율이 높다(한국농어촌공사, 2009d).

(3) 관개배수

인도네시아는 세계에서 5번째로 수자원이 풍부한 국가이나, 물이용의 계절별, 지역별 차이가 크다. 특히 우기에는 80%, 건기에는 20%의 물을 이용되고 있다. 인도네시아에서는 1969년부터 Repelita라고 불리는 5개년 개발계획을 착수하였으며, 수자원 및 수리시설 개발, 유지관리 기술의 도입, 효율적이고 지속가능한 O&M의 시행, 신용사업, WUA(수리조합)의 기능강화 등을 추진하고 있다. 수자원 관리와 관계

된 기관들이 많으며, 관련 기관들의 역할과 임무를 법률로 정하였다. 공공사업부 수자원청은 수자원개발에 관한 계획, 설계, 설비, 유지관리, 지침 등의 책임을 맡으며, 산림부는 유역의 개발에 책임을 맡으며, 환경부는 개발, 관리 과정에서 환경에 대한 책임을 맡는다.

900만 ha 이상인 쌀경작지의 71%가 관개용수를 공급받으며, 평균 쌀생산량은 4~6톤/ha이다. 관개지역 중 550만 ha가 공식적인 관개시스템이고, 160만 ha는 농민에 의해서 관개가 행해진다. 관개지역의 210만 ha이상은 소규모 시스템에 의해 관개되며, 그 중 90만 ha가 공공 시스템으로 관개된다. 용수공급을 위한 댐으로는 19개의 대규모댐, 30개 중규모댐, 67개 소규모댐이 있다. 댐 형식은 86.3%가 필댐이며, 9.4%의 콘크리트댐은 수력발전을 위해 건설되었다.

인도네시아의 수리시설 유지관리는 관개면적이 500ha이하이면 '농민 또는 용수이용자회(WUA, Water User Association)'에서 유지관리하고, 501ha이상이면 '중앙정부, 지방정부 또는 특별법인(공사, PJTⅠ, PJTⅡ)과 용수이용자회(WUA)'에서 유지관리한다. 인도네시아 정부는 앞으로 모든 수리시설의 유지관리를 보다 효율적으로 수행하기 위하여 '정부 주도의 관리체계'에서 '농민주도의 관리체계'로의 전환을 계획하고 있다. 인도네시아에서는 물사용량 증가로 물부족이 발생하고 있으며, 새로 개발된 관개지역에서는 지하수 고갈, 수질오염, 생태계 훼손, 관리비용증가 등의 문제가 발생하고 있다. 또한, 산림벌채와 불모지로 인해 경사지의 토사유출이 발생하여 강, 저수지, 관개수로에서 퇴적이 발생하고 있다(한국농어촌공사, 2009d).

6) 필리핀

(1) 일반 현황

필리핀은 북위 4~21°, 동경 116~127°에 걸쳐있으며, 전체 7,107개의 섬으로 구성되었다. 총면적은 30만 ㎢이며, 총인구는 81.1백만 명이다. 11개의 주요 섬이 전체 면적의 95%를 차지하며, 루손 지방, 비사야 지

방, 민다나오 지방으로 나뉜다.

기후는 우기와 건기로 구분되며, 북동 몬순, 무역풍, 남서 몬순 또는 적도풍으로부터 영향을 받는다. 연평균기온은 27℃이며, 5월 28.4℃, 1월 25.5℃이며, 계절간 기온차가 2.9℃ 정도로 작다. 상대습도는 높으며, 연평균 상대습도는 82%이다. 필리핀은 전지역이 태풍의 영향권에 속하며, 북위 11~13°지역은 매년 태풍 피해를 겪는다(한국농촌공사, 2004).

(2) 농업환경

경작지는 950만 ha이며, 53%가 1년생 작물 경작지이고, 42%가 다년생 작물 경작지이다. 2003년 현재 총고용 인구는 30.7백만 명이며, 농업부분 고용인력은 11.2백만 명으로 전체 고용인구 중 36.6%이다. 농가구수는 4.61백만 호이며, 농가당 경지면적은 2.16ha이다. 농축수산업의 부가가치생산액 중 농작물 58.5%이며, 벼농사가 차지하는 비율이 16.6%이다. 주요농산물 자급도는 쌀 88%, 옥수수 94%, 마늘 56%, 양파 64%, 소고기 85%, 돼지고기 98%, 닭고기 98%이다. 또한, 열대과일생산의 적지이며, 과수원예 생산면적 621,861ha, 생산량 6,067,175톤, 농업총생산액의 약 19%를 차지하며, 주요 과종은 바나나, 망고, 파인애플, 감귤류, 두리안, 잭후루츠, 란쪼네즈, 파파야 등이다.

필리핀의 농업성장 저해요인으로는 소수의 인원이 대부분의 농경지를 소유하고 있다는 점이다. 농업분야의 투자재원이 부족하여 농업기반시설에 대한 투자는 증대되지 않고 있으며, 농가의 기술수준이 낮다. 또한 유통· 판매 면에서도 생산물의 상품화 기술이 취약한 실정이다(한국농촌공사, 2004).

(3) 관개배수

필리핀은 421개의 주요하천이 있으며, 주로 Luzon 섬에 분포하며, 이 지역의 수자원이 가장 풍부하다. 대규모댐은 65개소이며, 총저류량

4,753백만 ㎥이며, 다목적댐 6개소가 전체의 98% 정도를 차지한다. 풍부한 양을 가진 지하수 층이 있으며, 연간 잠재이용가능량이 20,200백만 ㎥로 전체 수자원이용가능량의 14%이다.

2003년 현재 관개가능 면적 3,126천 ha 중에서 45%인 1,396천 ha에 관개용수가 공급되고 있으며, 경지이용율은 우기에 70~80% 건기에 60% 정도다. 필리핀 정부는 지속적으로 관개시설물 확충에 많은 예산을 투자하고 있으나, 저지대 농지의 배수개선은 미비한 상태이다.

관개시스템은 규모 및 시설물의 설치, 운영관리의 주체에 따라 NIS, CIS, PIS로 크게 나뉘며, 이들은 건설비 및 유지관리비를 충당하기 위하여 용수이용료를 징수한다. 최근 시설물들의 노화로 인해 유지관리비용 부담이 계속 증가하고 있다.

최근 수도작을 제외한 과수 및 특용작물의 경우에는 대규모 수원공을 개발하고 긴 노선의 용수로를 설치하는 대규모 관개시스템 구축을 지양하고 있으며, 풍부한 지하수 자원을 이용하는 소규모 관정을 개발하는 방향으로 관개사업이 추진되고 있다. 수원공 개발, 용수로설치, 유지관리 비용을 절감하기 위해 민간주도의 관정개발이 새로운 대안으로 각광받고 있다(한국농촌공사, 2004).

5.1.6 동북아시아

1) 중국

(1) 일반 현황

중국의 국토면적은 960만 ㎢이며, 동서로 5,000㎞, 남북으로 5,500㎞ 뻗어 있다. 위도상 온대성 기후가 중심이나 다양한 기후 특성을 나타낸다. 지형은 서쪽에서 동쪽으로 하향하는 모양을 나타내며 주요하천들이 동남쪽 또는 동쪽을 향해 흐르고 있다. 넓은 국토에 대평원, 산맥, 고원지대, 협곡 및 분지 등이 다양하게 존재한다. 평야지대는 115만 ㎢이며, 주요평야는 동북지역, 북부지역, 양자강의 중간 지역 및 하

류지역 등이며, 각각 30만 ㎢ 정도이다. 분지는 국토면적의 19% 정도이며, 사천분지는 붉은색 토양이 많아 홍색분지라고도 하며, 그 면적이 20만 ㎢에 이른다. 구릉지대는 국토면적의 9.9% 정도이며, 구릉지는 동부해안의 여러 성에 위치하고 있으며, 계단식 영농이 행해지고 있다.

기후는 매우 다양하며, 열대지역, 아열대지역, 온대지역, 한냉지역, 혹한지역으로 구분된다. 연평균 강우량은 북서지역으로부터 동부, 남부, 남동부지역으로 이동함에 따라 증가한다. 북동지역은 연평균 강우량이 400~1,000㎜, 남동 해안일대의 연평균 강우량이 2,000㎜이상이 된다. 남동지역은 매우 습한 지역이며, 연평균 강우량이 750㎜정도이다. 북동지역과 북부지역의 평원지대, 동남부 일부지역은 습한 지역이며, 연평균 강우량은 500㎜정도이다. 내몽고지역의 대부분, 청해성과 신강성 고원지대의 대부분은 건조지역이며, 연평균 강우량은 300㎜ 정도이다. 내몽고 고원지대의 서부지역, 신강성지역, 청해성과 신강성 고원지역의 북서쪽 일부지역은 매우 건조한 지역이며, 연평균 강우량은 250㎜이하이다. 연평균 강우량의 80% 이상은 5월~10월 사이의 하기 몬순계절 동안 내리며, 농산물 생산에도 도움이 된다(농업기반공사, 2000b).

(2) 농업환경

중국의 경지면적은 1995년 현재 94,971천 ha이며, 농촌지역인구는 전체인구의 70% 정도인 86,637만 명, 농림수산업 분야의 노동력은 32,000만 명 정도이다. 작물파종면적은 2001년에 155,707.9천 ha이다. 주요 작부체계는 겨울 밀-여름 작물이며, 파종면적 중에 곡류인 벼, 밀, 옥수수의 파종면적이 전체의 53.0%인 82,595.6천 ha이다.

농업지대는 지형에 따라서 동남부 해안과 인접한 저지대의 집약적 농업지대, 북동부와 서부의 반추동물 생산에 적합한 밭 및 방목지대, 남서부의 거친 고원지대로 구분된다. 경작지의 집약적 농업은 동부지방에서 행해지며, 기후조건, 관개조건, 이모작, 시비에 의한 다수확이 가능하다. 북동부와 서부에서는 토양 비옥도와 생산성은 급격히 감소

하며, 경작지의 비율도 감소한다. 이들 지역의 대부분은 방목지대이며, 방목에 의한 가축사육이 행해지고 있다. 남서부의 거친 고원지대는 작물재배에 부적합하며 임업조차 불가능하며, 야크를 사육하고 있다.

벼 재배면적이 많은 성은 호남성과 강서성, 밀을 많이 재배하는 성은 하남성과 산동성이고, 옥수수는 산동성과 길림성, 콩은 흑룡강과 내몽고자치주에서 많이 재배한다. 땅콩의 주산지는 산동성과 하남성이고, 유채는 하북성에서 가장 많이 재배한다. 대분분 곡류는 파종면적이 감소하였지만, 밀, 대두, 서류는 증가하였다. 2001년도 곡류의 전국평균 수확량은 4.8톤/ha이고, 곡류의 수확량이 높은 성은 상해시 7.3톤/ha, 강소성이 6.3톤/ha이다. 2001년도의 식량작물 총 생산량은 45,263.7만 톤이며, 이중에 곡류가 87.6%, 두류가 4.5%, 서류가 7.9%를 나타냈다. 곡류 중에서 쌀이 44.8%인 17,758.0만 톤으로 가장 많고 옥수수가 25.2%인 11,408.8만 톤, 밀이 20.7%인 9,387.3만 톤이었다. 벼 생산량이 많은 성은 호남성, 강소성, 강서성, 호북성, 사천성 등이다.

2001년 중국의 국영농장 현황을 살펴보면, 농장수는 1,961개소로 366만 명의 직원이 종사하고 있으며, 총 면적은 약 481.5만 ha이다. 1998년의 2,101개소에 437.5만 명이 종사했던 것과 비교하면 농장수와 종업원수가 감소하였다. 파종면적은 곡류가 65.2%, 목화가 12.8%를 차지하며, 차, 뽕나무, 과수원, 고무나무 등이 재배되고 있다(농업기반공사, 2000b).

(3) 관개배수

중국의 수자원 원천은 4대강과 5개 지류인데 이들 강과 하천은 중국대륙을 가로질러 동부로 흐르고 있다. 연유출량은 27,840억 ㎥ 정도이며, 세계 담수의 9%에 해당하며, 수자원은 농경과 공업발전에 크게 기여하고 있다. 양자강, 황하강, 송화강, 주강과 그 지류들은 농업용 관개, 수로를 이용한 내륙교통, 수력발전을 생산하는 거대한 잠재력을 제공해 주고 있다. 총 9만 5천 ㎞에 달하는 강과 하천은 수로교통로의

구실을 하고 있으며, 잠재적인 수력발전능력은 5억 8천만 kW 정도이다. 남북을 수로로 연결하는 대운하는 용수공급과 교통수단으로 활용되고 있다.

지하수자원이 풍부하여 지하수개발이 용이하며, 이를 이용하여 관개 및 음용수로 활용하고 있다. 파미르고원을 중심으로 천산산맥의 기슭에 위치한 서장성, 감숙성 및 청해성은 빙하에 의하여 용수가 공급되지만 풍부한 용수는 지하수로부터 공급되고 있다. 이러한 건조한 지방의 지하수는 농업에 있어서 가장 중요한 요소라 할 수 있다. 중국의 수자원은 전체적으로 풍부하지만, 지역에 따라 불균등하게 분포되어 있으며, 강우량의 지역별 차가 커서 홍수와 한발 피해를 빈번히 겪고 있다.

중국의 여러 성들 중에서 산동성의 관개배수 현황을 조사하였다. 산동성의 총 면적은 1,567만 ha이며, 경지면적은 658.6만 ha, 관개면적은 532.3만 ha이며 경지면적의 81%이다. 관개면적 중 지하수에 의한 관개면적은 약 266.7만 ha이며, 지표수에 의한 관개면적은 약 266.6만 ha이다. 관개용수 수원은 지표수와 지하수가 각각 50%이다. 수리시설물 개보수 비용은 관리자가 부담하고, 대형사업의 개보수업무는 국가가 부담한다. 관개지역내에서는 개혁개방 및 WTO 가입의 영향으로 농업재배 및 산업 구조조정이 이루어지고 있다. 1990년대 이전에는 대부분 밀, 옥수수와 목화를 재배하였으나, 현재는 밀, 옥수수, 채소, 과일, 목화, 땅콩, 목초, 찻잎 등으로 다양화되었다(농업기반공사, 2000b).

2) 몽골

(1) 일반 현황

몽골은 아시아 내륙국가로서, 북위 41°35‘~52°09’, 동경 87°44‘~119°56‘에 걸쳐있다. 국토의 80% 이상이 해발 1,000m 이상의 고지대이며, 고산지대, 산악형 고지대, 평원과 계곡 등 다양한 지형으로 구성되어 있다.

기후는 반건조 한대기후에 속하지만, 지역마다 상당한 차이가 있다. 겨울이 6개월로 아주 길며, 겨울철의 날씨 중 반 이상이 맑은 날이다. 대기가 아주 건조하며 강수량이 적고, 기온의 일교차와 연교차가 아주 크며, 계절의 변화가 아주 급격히 진행된다. 연평균기온은 북부와 중부 지방은 -2~8℃, 동부지방은 -2~0℃, 남부지방은 2~6℃에 이른다. 1월의 평균기온은 북부지방의 경우 -35℃, 고비지대는 -15℃, 기타 지역은 -20~25℃에 이른다. 7월 평균기온은 북부지방의 산악지대의 경우 15~20℃, 평원지대와 고비지역은 20~25℃다. 강수량은 계절에 따라 매우 불균등하며, 연평균 강수량은 200~250㎜정도다. 알타이산맥 북사면의 연평균 강수량은 600~1,000㎜, 홉스굴 산악지대, 항가이 산맥 및 헨티 산맥의 북사면과 서사면의 연평균 강수량은 각각 400~500㎜정도다. 몽골 동부 평원의 연평균 강수량은 250~300㎜, 고비지역은 100~150㎜다(농업기반공사, 2000a).

(2) 농업환경

국토면적은 156,412천 ha, 농업용지는 123,591천 ha이며, 전체 농업용지의 약 61%가 중부지역에 분포한다. 가축을 방목하는 초지가 전체 면적의 76.9%이다. 경작지 면적은 총 121.7천 ha로, 농업용지의 약 0.98%에 불과하였다. 농업 생산액 중 농작물이 차지하는 비율은 1999년도에는 10.2%였다. 농업형태는 조방적 축산, 대규모 기계화 작물생산, 감자와 채소를 생산하는 집약적 농업, 집약적 축산으로 구분된다. 토양은 비옥하며, 대부분 율색토다. 고산지대의 툰드라부터 건조한 사막 토양까지 다양한 토양이 존재하며, 토양의 화학적 성질이 농사에 제한인자로 작용하지 않는다.

1999년도의 경작면적은 약 119만ha, 파종면적은 24.9%인 30만 ha였으며, 곡류가 차지하는 면적은 약 94%였다. 밀은 일반적으로 관개하지 않고 재배하며, 윤환재배한다. 1년 재배 후 1년을 휴경하거나, 2년 재배 후 1년을 휴경한다. 관리수준이 낮아 수확과 저장 중 손실량이 많

으며, 농기계와 농기계 부품이 부족하고, 기상재해로 인해 생산량이 작다. 감자는 밀 다음으로 중요한 작물이고, 저장성 및 가공성이 양호하며, 중간규모 농장에서 밀과 윤환재배한다. 채소는 노지재배와 온실 재배되고 있으며, 오이, 토마토, 수박, 메론은 온실에서 재배한다.

1992년부터는 국영농장의 사유화가 추진되었으나, 실적이 부진한 상태이다. 사회주의 계획경제에서 시장경제 도입을 위한 전환기에는 작물생산이 급격히 감소하였다. 최근에는 계획경제시설 생산량의 30% 이하에 불과하다. 이는 COMECON의 붕괴로 비료, 농약, 종자, 농기계, 기타 영농자재의 구입이 어렵고, 시장경제하의 효과적인 경영능력이 부족하기 때문이다(농업기반공사, 2000a).

(3) 관개배수

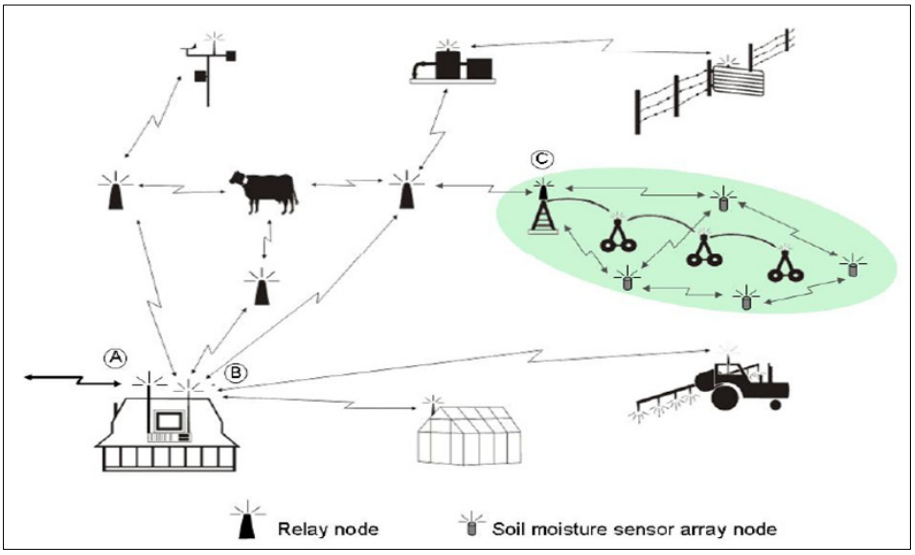
몽골의 수자원은 지표수 327억 ㎥, 지하수 부존량 61억 ㎥이며, 총 388억 ㎥ 정도이다. 강은 남쪽방향보다는 북쪽으로 더 발달되어 있으며, 예니세이 강, 이르티쉬 강, 셀렝게 강과 같은 아시아의 주요한 강들이 몽골에서 발원한다. 강우는 대부분 6월~8월에 내리며, 연평균 강우량의 80~90%이다. 강설로 인한 유출량은 연유출량의 15~20% 정도이다. 개발 가능한 수력발전량은 5,500~6,000MW 정도이다. 1993년도 용수이용량은 4억3천만 ㎥이었으며, 이중 53%는 농업용, 27%는 공업용, 20%는 가정용으로 이용되었다. 지하수가 총용수공급량의 82%를 차지하며, 가정용수, 가축용수, 산업용수로 이용되고 있다.

1990년에는 공학적 관개시설의 수혜면적이 전체 관개면적의 87.7%인 33,600ha이었으나, 1999년에는 12.2%인 3,900ha이었다. 이와 같이 최근 관개시설의 이용이 크게 감소하였다. 관개시설은 대부분이 스프링클러 관개시설이며, 68.1%는 대형 스프링클러, 27.5%는 트랙터 스프링클러, 4.4%는 이동식 스프링클러 형태이다. 관개면적 중 23,708ha가 양수설비가 갖추어진 암거에 의해 용수가 급수되며, 전력과 연료가 소요되므로 관개시설의 운영 및 유지관리가 미흡하다(농업기반공사, 2000a).

5.2 인터넷 보급 국가에 적합한 관개기술

5.2.1 융합형 농업용수관리 기술

최근 WSN(Wireless Sensor Network)기술과 마이크로 센서기술이 농업용수관리에 도입되고 있다. WSN 기술은 안전, 유연한 접속성, 자원공유 향상, 설치용이, 저전력 소모, 이동성 등의 장점을 갖추고 있다. 세계 각지에서는 WSN을 이용하여 관개지구 및 포장의 상황을 모니터링하고 관개시설물을 자동조절하는 기술을 개발하여 적용해 오고 있다. 또한, 인력 및 장비의 효과적인 운영과 물절약을 통한 물관리 효율을 향상시키기 위해서는 농민들의 관개지구물관리에 참여를 유도할 수 있는 유용한 물관리 정보 제공이 필요하다. 이를 위해서는 첨단의 정보통신기술(PDA, GPS, RFID/USN 등)을 이용한 모니터링기술, 수집된 정보의 분석, 예측, 제공을 위한 웹기반의 전산화 물관리 기술, 정보수집 및 양방향 정보교환을 위한 네트워크 기술 등의 첨단기술들을 융합하고 통합운영할 수 있는 시스템이 필요하다. 제시된 기술들은 수원국의 포장 및 용수관리에 활용이 가능하며, 수자원 절약과 재해예방 효과뿐만 아니라 농업인과 지역민에게 제공하는 용수정보 서비스의 질을 향상시킬 수 있을 것이다.



[그림 42] WSN을 이용한 농장관리(Velliidis et al., 2007)

5.2.2 포도원 환경자료의 실시간 모니터링 및 포도원관리

뉴질랜드의 Auckland University of Technology의 Geoinformatics Research Centre에서는 포도원 환경을 실시간으로 모니터링할 수 있는 WSN 시스템을 개발하였다. 개발된 WSN 시스템은 모트 레이어(Mote layer), 서버 레이어(Server layer), 어플리케이션 레이어(Application Layer)와 같은 3개의 레이어로 구성되어 있다. 모트 레이어는 무선 센서와 기지국으로 구성되며, 각 노드(node)는 트랜스미터, 전원, 마이크로 컨트롤러 등으로 구성된 하드웨어에 연결된 센서를 하나 이상씩 갖는다. 서버 레이어는 인터넷을 통하여 기지국으로부터 자료를 받아 저장 및 가공하며, 어플리케이션 서버에서는 WSN 자료를 사용자에게 제공하고, 사용자는 웹 브라우져를 통해서 실시간으로 자료를 확인할 수 있다. 특히, 모트 레이어에 포함된 센서들은 온도, 습도, 압력, 엽수분, 태양, 토양수분을 측정하며 이들은 라우터를 통하여 데이터 서버에 연결된다. 이 시스템은 센서를 통하여 실시간으로 수집된 자료들을 농작물 관리 지원 프로그램으로 분석하고 결과를 그래픽으로 처리하여

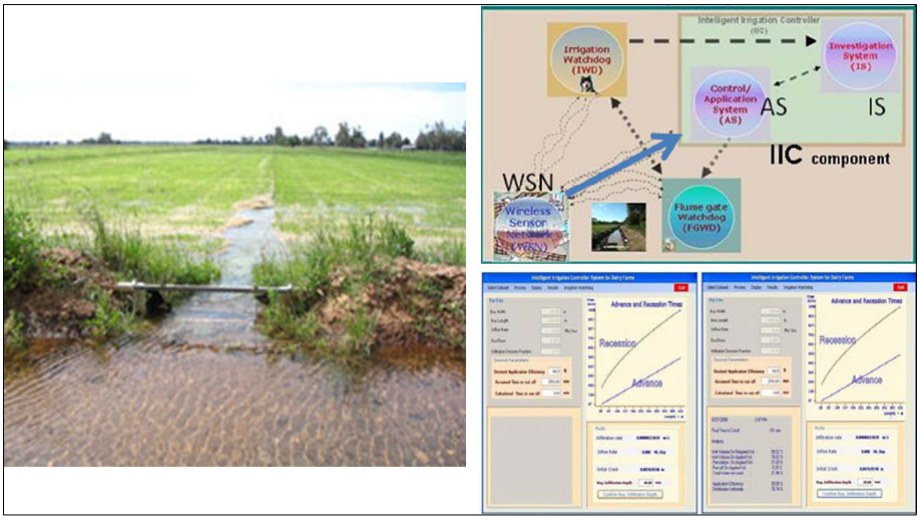
관리자에게 제공하며, 정확한 농작물 관리 의사결정이 이뤄질 수 있도록 지원한다. 또한, 자료관리 시스템과 관련 해석 모형들은 농장관리자가 서리피해를 방지하기 위한 적절한 대책(스모그 발생, 방상선 운영, 스프링쿨링, 난방)의 수립과 이의 시행시기를 결정하는 의사결정에 활용한다. 이 시스템은 현재 칠레, 우르과이, 아르헨티나, 일본, 뉴질랜드 등의 포도원에서 성공적으로 적용되고 있다.

5.2.3 WSN을 이용한 스마트 관개 시스템

오스트레일리아 the University of Melbourne의 J. Langford 교수 연구팀은 STI(Science Technology and Innovation) Project인 Regional and Economic Benefits through Smarter Irrigation을 수행하여 스마트 관개가 용수절약에 효과가 있음을 밝힌 바가 있다. 이 프로젝트를 수행하기 위하여 4.5백만 달러가 투입되었으며, the University of Melbourne, NICTA (National Information and Communications Technology Australia Ltd), Goulburn Murray Water 등이 다학제적 연구를 수행하였다. 오스트리아에서는 보더관개를 통하여 주로 목장의 초지에 관개용수를 공급하고 있다. 전통적인 관개법에서는 물머리가 포장길이의 2/3 정도에 도달하면 관개를 종료한다. 이와 같은 방법은 침투량 증가로 인하여 water productivity가 낮아지며, 이러한 관개방법의 문제들을 해결하기 위해 센서를 사용하는 실시간 피드백 컨트롤 관개시스템 ARTIIC(Automated Real Time Intelligent Irrigation Controller)가 개발되었다. ARTIIC는 WSN 자료를 받는 IIS는 IS(Investigation System)과 AS(Application System)으로 구성된다. 포장자료는 WSN에 의해 사무실의 SQL 데이터베이스 서버로 전송되며, 수로의 플름 게이트의 상태도 데이터베이스에 저장되며, 물머리의 도달상태가 포장에 매설된 센서를 통하여 실시간으로 확인된다. 실시간으로 전송된 자료들을 통하여 관개 파라메터를 추정하며 최적 관개 중단

시간 추정에 사용된다.

ARTIIC에 의한 보더관개법의 효율성 검증은 the University of Melbourne의 Dookie 캠퍼스에서 실시되었다. 시험포장에 인접한 Broken 강에서 펌프로 수로에 취수한 물을 보더관개하여 용수가 공급되며, 시험포장의 두 지점에 물머리가 도달하는 시간을 측정하기 위한 센서가 설치되었다. 해당 포장에서 2007년~2008년에 시행한 관개시험의 결과는 IIC에 의해 추정된 관개중단시간이 관행법에 의한 관개중단시간 보다 짧았다. 이에 따라 용수가 최소 33%, 최대 43%가 절약되었으며, 평균 용수절약율은 38%, 표준편차는 4.7%를 나타냈다. ARTIIC를 사용하여 보더관개를 조절하면 4시간 이상의 노동력이 절감될 것으로 추정되었다(Dassanayake et al., 2009).



[그림 43] WSN을 이용한 스마트 관개 시스템(Dassanayake et al., 2009)

5.2.4 인터넷 기반의 가상수계를 이용한 수자원 관리

컴퓨터 및 자동화 기술, 휴대폰 및 무선통신기술을 포함한 통신네트워크 기술의 발달로 인해 StoneFly Technology, 개척국(USBR), Utah

State University(USU), Utah 용수 사용자 그룹 등은 Sevier 강, San Rafael 강, Duchense 강 등에 대해 인터넷에서 가상수계(Virtual river basin)을 만들어 활동하고 있다. 이들 수계에 대한 웹사이트 및 자동화 시스템은 실시간 환경 모니터링 시스템, 저비용의 자동화 시스템, 자료의 가시화를 위한 웹사이트 개발, 웹사이트, 셀폰, PDA 등을 통해 실시간 접속이 가능한 데이터베이스 개발, 의사결정지원시스템 등으로 구성되어 있다. 수계 주요 지점의 기상 자료 및 하천과 수로의 수위자료를 측정하기 위하여 모니터링 장비를 설치 및 운영하고 있으며, 데이터로거와 라디오 원격측정 장치를 사용하여 자료를 송수신하고 있다. 수계에 있는 수자원 시설물을 자동으로 원격조절하기 위하여 엑추에이터 설치하고 저전압이나 태양열을 이용하여 시설물을 자동으로 작동하고 있다. 또한, 웹 캠을 이용하여 측정지점의 상황을 실시간으로 감시할 수 있도록 하고 있다. 하천의 주요지점 및 수로의 유량을 실시간으로 제공하기 위하여 웹사이트를 운영하고 있으며, 해당 수계에 위치한 저수지 및 수로의 상황을 실시간으로 웹사이트를 통해 제공하고 있다.



[그림 44] 인터넷 기반의 수자원 관리

5.2.5 WNS를 이용한 원예작물 관리

Lopez 등(2009)은 WNS을 정밀원예에 적용하였다. 포장의 토양특성을 파악하기 위하여 GAIA Soil-Mote 센서 노드를 개발하였으며, GAIA Soil-Mote에 여러 개의 센서를 연결하여 토양특성을 측정하고 수집된 자료를 무선으로 베이스스테이션에 전송한다. 개발된 시스템은 소수의 센서 노드들을 이용하여 실험실에서 성능이 평가되었으며, 실제 포장에 센서를 매설하고 센서노드, 게이트웨이, 베이스스테이션 등을 설치하여 개발된 시스템을 실제 운영하였다.

실험실에서 성능시험을 위하여 설치된 시스템은 토양 매개변수 추적을 위한 센서와 센서 노드, 작물 주변의 온도 및 습도를 측정하기 위한 환경센서, 이들로부터 수집된 자료들을 수신하고 베이스스테이션을 송신하는 게이트웨이, 현장자료를 수집, 저장, 관리하는 베이스스테이션 등으로 구성되었다. GAIA-Soil-Mote는 토양센서를 통하여 온도, 토양수분, 염도, 전기전도도 등을 측정하고 이를 게이트웨이에 송신한다. 이들의 훼손을 방지하기 위하여 작물속에 숨겼으며, 이 때문에 태양광 판넬을 사용하지 않는다. 환경센서와 게이트웨이는 배터리를 사용하며, 특히 게이트웨이는 태양광 판넬을 사용하여 재충전이 가능하도록 하였다. 작물에 공급되는 용수의 수질을 모니터링하기 위하여 EC250센서를 사용하였다. 시스템에 대한 포장 실험은 각각 4ha의 두 개의 포장에 브르쿨리를 재배하여 시행하였으며, 각 포장들은 농장사무실에서 각각 5.2km와 8.7km 떨어져 있다. 각 포장에는 GAIA Soil Mote, Environmental-Mote, Data-Sink/Gateway가 배치되어 있으며 용수의 수질을 모니터링하기 위한 Water-Mote가 농장사무실에서 약 5.5km 떨어진 곳에 설치되었다. 이들은 센서로부터 측정된 자료를 실시간으로 농장 사무실에 위치한 Base Station으로 전송하며, 수신된 자료들을 처리하여 인터넷을 통하여 제공된다. 이 시스템이 설치되어 운영되기 전에는 농장 작업부가 직접 작물상태와 용수상태를 측정하였으

나, 시스템 운영이후에는 작물환경을 실시간으로 확인할 수 있으며, 브로콜리 생육에 최적조건(2-4 mmhos/cm의 염도, 10˚C~24˚C의 온도, 60~90%의 상대습도)을 유지하기 위하여 실시간으로 포장상태를 점검할 수 있다.

5.2.6 농촌수자원관리의 효율화를 위한 검측장비 개발

최근 한국농어촌공사 농어촌연구원에서는 농촌용수 관리기관의 효율적인 물관리와 수리시설물의 안전한 관리를 위해 농촌용수 및 시설관리 방식을 수작업방식에서 과학적이고 전산화된 관리방식으로 바꾸고, 농업인에게 현장의 농촌용수 정보를 효과적으로 제공하기 위한 시스템을 개발하였다. 이 연구에서는 첨단의 정보통신기술(PDA, GPS, RFID/USN 등)과 웹기반 및 전산화 물관리 기술을 개발하고 이들을 통합운영할 수 있는 시스템을 개발하고자 한다. 개발된 농촌용수 및 수리시설 관리용 현장단말장치 및 통합시스템은 국내의 수많은 수리시설물 관리에 활용이 가능하다. 또한, 수자원 절약과 재해예방 효과뿐만 아니고 농업인과 지역민에게 제공하는 용수정보 서비스의 질을 향상시킬 수 있을 것으로 예상된다.

이 연구에서는 농촌수자원의 효율적 관리를 위해 농수로의 수위 및 유량 정보를 자동측정하고, 농업수리시설물의 상태 정보를 관리할 수 있는 휴대형 단말장치 및 그 시스템을 개발하였다. 휴대형 단말장치로서 안드로이드 플랫폼 기반의 스마트폰을 활용하였으며 여기에는 시설물 고유정보가 포함된 QR 코드를 읽을 수 있는 카메라 및 위성위치확인시스템(GPS)이 구비되어 있다. 또한 시설물의 상태정보를 원격에 있는 서버 컴퓨터로 전송할 수 있는 원거리 무선통신 모듈이 구비되어 있다. 이 연구에서 개발된 900MHz 대역 RFID 태그를 부착한 수위표는 현장운용자가 운용단말을 통해 시설물을 자동으로 식별하도록 하여 시설물의 상태정보를 입력할 수 있도록 하였다. 수로 유량을 측정하기

위한 수로유량계는 수로의 유속을 측정하기 위한 프로펠러 유속센서, 수위측정을 위한 초음파 수위센서, 운용단말과 무선통신을 위한 RF통신 모듈과 이를 제어하기 위한 컨트롤러로 구성된다. 아울러 시설물 식별을 위한 RFID 태그가 부착된 수위표를 통해 운용단말에 장치식별 정보를 제공하도록 구성한다. 수량조절을 위해 농수로에 설치된 수문을 효율적으로 관리하기 위해서는 개도계를 수문에 부착하여 개도율을 측정하고 컨트롤러를 통해 원격으로 전송하여 관리한다. 측정된 데이터는 USN을 통해 CDMA 망과 연결된 장치로 데이터를 전송하도록 구성하여 개도율을 통해 용수공급현황을 관리할 수 있다.

RFID를 활용한 검측장비의 성능검증을 위하여 경기도 안성 이동지구 진위용수간선 지역을 시범지구로 선정하였다. 이동저수지는 경기지역본부의 평택지사에서 관리하고 있는 관개지구로서 타 지구에 비해 모니터링 장비가 많이 설치되어 있어 시범지구로 선정하였다. 현장 관리자의 수기방식에 의한 농촌수리시설물 관리체계의 개선을 위해 스마트폰과 첨단 IT기술을 융합한 농촌수리시설물 관리시스템이 시범적으로 구축되었다. 스마트폰을 이용하여 점검한 데이터 및 수위정보는 무선통신에 의해 한국농어촌공사의 내부망으로 전송되며 농촌수리시설물 관리시스템이 설치되어 있는 모바일 서버와 RAWRIS 서버, 그리고 RIMS 및 한국농어촌공사 업무서버와 상호 연동된다(농림수산식품부와 한국농어촌공사, 2012).



[그림 45] 농촌수자원관리의 효율화를 위한 검측장비 개발

5.2.7 PDA(Personal Digital Assistant)를 이용한 유량측정 관리

PDA는 정보의 수집, 저장, 작성, 검색, 통신기능이 결합된 휴대용 정보단말기이다. PDA는 노트북 보다 저렴하며, 경량이고, 저전력이 소요되며, 장시간 사용이 가능하고, 현장에 도입이 용이하며, 초기부팅과정이 불필요하다는 장점이 있다. 이와 동시에 PDA는 저성능이며, 화면이 작으며, 특정 프로그램만 사용이 가능하며, 인터넷 등 네트워크 접속을 위해서는 추가 기술이 필요하다는 단점이 있다. 그러나 PDA와 무선인터넷을 결합하면 외부에서도 데스크탑과 같은 일을 할 수 있으며, 외출지에서 PDA로 무선인터넷을 이용하여 웹 브라우징을 하거나 메일을 전송하고, 기존 정보시스템에 접속하여 업무 수행이 가능하다. 또한, 기존 정보시스템에서 데이터의 일부를 가져가 현장에서 데이터를 변경한 후 다시 사무실 데이터에 반영이 가능하므로 PDA를 사용하여 현장에서만 사용할 수 있는 정보를 제공하는 서비스를 사용하여 작업을 할 수 있다.

건설현장이나 모니터링 현장에서는 상시적으로 발생하는 각종 자료들을 수집하여 정리하고 이들을 논리적으로 연결시켜 필요한 정보를 제공할 수 있는 관리시스템이 필요하다. 특히, 건설현장에서는 공정의

각 단계에서 발생되는 정보를 체계적으로 수집하여 각 단계에서 적시에 도달할 수 있는 정보를 제공하는 시스템 개발을 목적으로 IT기술과 통신수단의 접목이 필요하다. 따라서 인터넷 기반의 PDA를 건설현장에 도입시 높은 정확도의 신속한 자료 추출 및 이용이 가능하며, 현장에서 기본적인 업무처리가 가능하므로 업무효율이 증대된다. 또한, 중복작업을 피할 수 있어 작업인력의 절감과 경비절약이 가능하며, 다량의 정보를 신속하게 이용해 이익을 증대시킬 수 있다.

수자원 분야에서 PDA는 하천 및 수로의 유량 측정 자료 관리에 이용되고 있다. 최근 개발된 PDA 유량 측정 관리시스템은 유량측정시 측정 수행자의 잦은 교체 등으로 인한 일관성 있는 조사 불가능, 수행자별 유량 측정 및 측정 방법 상이함, 장비의 유속검정 등 관리 미흡 및 성능 저하, 유량 측정후 상당시간 경과 후에 유량측정 성과 정리로 오류 수정 곤란, 유량측량 성과의 체계적인 관리 미흡 등과 같은 문제점을 개선하고 현장에서 유량 측정 신뢰도를 향상시키기 위해 개발된 시스템이다. 이 시스템을 이용하면 현장의 유량 측정 결과를 PDA를 이용하여 기록 및 저장하고 이를 실시간으로 중앙의 서버로 전송하여 과거 자료와 비교 및 분석을 통하여 측정자료의 신뢰도를 검증할 수 있다. 또한, 과거의 종이야장 작성시 보다 측정 성과의 관리측면에서 매우 유용하다.

PDA를 이용한 유량측정 관리 시스템은 측정자가 범할 수 있는 오류 및 현장에서 발생할 수 있는 오류를 최소화하여 객관적인 유량측정이 가능할 수 있도록 도와주는 도구이다. 유량측정업무를 지원하기 위한 인터넷 시스템이 구축되므로 계획수립 및 유량측정업무가 표준화되어 효율적으로 신속하게 진행될 수 있다. 또한, 웹시스템을 통한 관리로 현장측정자료에 대한 신뢰성있는 관리가 가능하며, 분석결과 및 오측여부를 실시간으로 판단이 가능하기 때문에 현장에서의 측정오류를 최소화할 수 있다. 용역팀에 따라 유량측정의 정확도가 차이를 나타냈으나, 이 시스템을 사용하면 을 표준화된 방법 및 표준화 지원체계를

통해 측정 정확도의 편차를 최소화할 수 있다. 오측된 결과를 현장에서 직접 확인할 수 있고, 신뢰성이 확보되지 않는 경우에는 즉각적인 재측정을 요청하기 때문에 측정결과의 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 전자야장을 통한 결과물 산출의 표준화를 통해 객관적 자료수집이 용이하며, 유량측정이 완료되는 시점에는 실시간으로 중앙서버내의 데이터베이스에 측정자료가 저장되므로 효과적으로 자료를 축적할 수 있다.

5.3 물부족국가에 적합한 관개기술

5.3.1 저에너지 물관리 기술

쌀 생산 비용에 차지하는 노력비와 노동시간을 저감하기 위해서는 물관리자동화시스템의 도입이 필요하다. 자동물꼬에 의한 물관리는 과잉 취수량과 무효 방류량을 저감하고 관개 작업에 소요되는 노력 일수의 저감하며, 이에 따라 노동 생산성이 향상된다. 제수문은 용수로에서 취수를 원활하게 하고, 수로의 수위를 적정하게 유지하기 위해서 필요한 장치이나, 제수문 관리에 노동력이 많이 소요된다. 노동력과 유지관리가 필요한 수동 제수문을 적절하게 관리하기 위해서 무동력 자동 제수문으로 바꿀 필요가 있다.

5.3.2 무동력 자동수문

농촌 노동인력의 부족 및 수리시설물 관리 전문 인력의 부족을 해결하기 위해서는 물관리자동화시스템이 필요하다. 특히, 용수로 수문 운영과 유지관리에는 많은 비용과 인력이 소요되므로 전기나 인력이 아닌 무동력으로 수문을 자동으로 작동시키면 비용과 인력을 저감시킬 수 있다. 이를 위해서 요구되는 무동력 자동수문의 조건은 외부동력의 도움이 없이 수문 작동, 인력에 의한 유지관리 최소화, 상류에서 원활한 용수공급을 위해 상류수심을 일정하게 유지, 수문비에 오물이 끼는

문제 해결, 수로범람에 의한 인접 농경지 침수 방지 등이며, 적절한 무동력 수문을 선정하기 위해서는 이와 같은 조건들을 면밀히 검토해야 한다.

무동력 수문을 개발하고 설치 및 운영하고 있는 사례는 프랑스와 일본에서 찾을 수 있다. 프랑스는 운하의 수위조절을 위해 인력이 필요하지 않는 무동력 수문 개발에 관심을 갖어 왔다. 1960년대부터 무동력 수문을 개발하여 왔으며, 약 8,000여 대를 전세계 20여 개국에 보급하고 있다. 1970년대 이후부터 ALSTOM 사에서 AMIL GATE, AVIO GATE, AVIS GATE 등과 같은 Neyrpic Series를 개발하였으며, 상류수심을 일정하게 유지하는 수문과 하류수심을 일정하게 유지하는 수문으로 구분된다. 일본에서는 마루시마 공업사가 프랑스 AMIL GATE의 제작권을 들여와 최초로 무동력 수문을 제작하였으며, 도네가와 지구의 간선용수로에 설치하여 사용을 하고 있다. 그 후에 호우코쿠 제작소가 WATCHMAN GATE를 자체기술로 제작하였으며, 정밀하게 수위를 감지하여 수문을 작동시킨다. WATCHMAN GATE는 수원공에서부터 말단 배수갑문까지 기능을 고려하여 15종이 개발되어 있으며, 선택의 폭이 넓다. 현재 6개 용수종합개발사업지구에서 다양한 용도로 설치하여 운영 중이다(정광근과 천만복, 2003).



[그림 46] 무동력 자동수문(정광근과 천만복, 2003)

5.3.3 자동 급수 물꼬

논의 물꼬관리는 많은 노동력과 시간이 소요되고, 농민의 고령화 및 농업용수관리에 대한 인식부족으로 인해 용수낭비가 발생하고 있다. 현재 사용되는 물꼬는 밸브형, 마개형, 자동형이 있으며, 밸브형과 마개형은 기존 물꼬에 비해 용수조절이 원활하고 가격이 저렴하나 인력에 의해 조작되므로 용수나 노동력의 절감을 기대할 수 없다. 이에 반하여 자동형은 포장 담수심을 감지하여 급수를 자동으로 조절할 수 있으므로 용수 및 노동력절감을 기대할 수 있다.

자동 급수 물꼬는 외부동력을 사용하지 않고 논의 수위변화를 감지하여 부력으로 밸브를 조절하는 방식이다. 자동 급수 물꼬는 용수 유입구, 흐름조절부, 수위 감지부, 정수지부로 구성된다. 유입구로 유입된 용수는 중간 유출구를 통해서 정수지부로 유출되며, 정수지부에서 감세된 용수는 유출구를 통해서 논으로 유출된다. 용수유입시 밸브는 개방되어 고정되며, 담수심이 상승하여 설정된 상한 수심에 이르면 밸브가 하강하여 중간유출구를 차단하여 용수공급을 중단시킨다. 이와 같은 작동원리에 의해 설계 및 제작된 자동 급수 물꼬는 용인시에 위치

한 이동지구에 설치하여 수동물꼬와 성능을 비교하였으며, 자동 급수 물꼬를 사용할 경우에 수동물꼬에 비하여 29%의 용수절감을 나타냈다 (김하집, 2002).



[그림 47] 자동 급수 물꼬(김하집, 2002)

5.3.4 자율항법 및 무인탐사선 기술을 이용한 저수지 내용적 측정

효과적인 국가 수자원계획과 안정적으로 농업용수를 공급하기 위해서는 저수지 내용적과 저수량을 정확히 파악해야 한다. 농업용저수지 내용적 측정에는 많은 비용, 시간, 인력이 소요되며, 유인선박을 이용하여 측정함으로써 수심이 얕은 곳의 측량이 어려우며 선박 전복시 수질오염 및 인명피해가 발생할 수 있다. 자율항법 및 무인탐사선 기술은 저수지 내용적을 무인탐사선이 자동으로 측정하는 시스템으로써 무인탐사선의 수심측정을 위한 적정항로를 자동으로 생성하고 탐사선이 DGPS와 자세센서 등을 이용하여 항로를 자동으로 운항하며, 선저부분의 음향측심센서에 의해 저수지 수심을 자동으로 측정한다.

농업용 저수지 내용적 측량용 무인탐사선은 대형 선박이 접근할 수 없는 협소한 지역이나 저수심 지역에서 선회성능이 우수하도록 설계

및 제작되었다. 저수지 수표면에서 바닥면까지의 수심 측량은 음향측심기를 주로 사용하며, 수중에서의 음파를 이용하는 것이 효율적이다. 자율항법 및 무인탐사선 기술은 기존 방식에 비해 초기 설치비가 1/2 이하이며, 이를 실무에 적용하면 500억여 원의 비용이 절감될 수 있다. 또한, 수집된 자료를 농업용 저수지의 저수량 및 퇴적량 관리에 활용할 수 있으며, 이를 통하여 효율적인 물관리를 수행할 수 있고, 가뭄 및 홍수 피해를 저감할 수 있다(김진택, 2009).

5.3.5 용수절약 논관개 방법

1) SRI(System of Rice Intensification) 재배

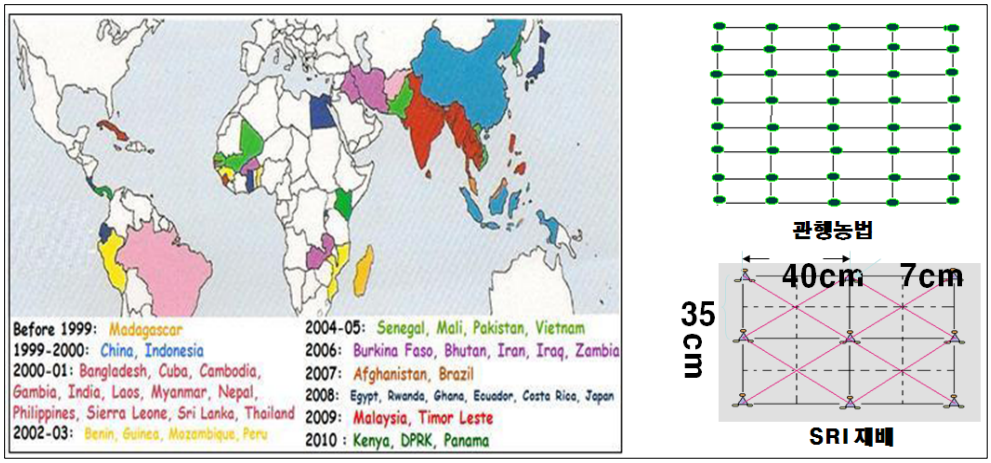
SRI 벼재배 방법은 1980년대 아프리카의 마다가스카르에서 프랑스인 선교사 Henri de Laulane에 의해 발전되었으며, 논농업의 생산성 향상과 관개용수의 절감을 이룰 수 있는 획기적인 방법으로 인식되고 있다. 미국 코넬대학교 CIIFAD(the Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development)에 의해서 전세계로 보급되고 있으며, 2011년을 기준으로 중국, 인도네시아 등 40개국 이상에서 SRI 방법을 이용하여 벼농사를 짓고 있다. SRI의 장점은 50~100% 이상까지 생산성 향상, 20~50% 정도의 관개용수 절약, 초기 투자비용의 최소화, 농업화학물질 사용의 최소화, 병충해 저항성의 증대, 가뭄저항성과 도복저항성의 증대, 미질의 향상, 10~20% 정도의 생산비 절감 등이다.

SRI는 실체가 없는 벼농사 방법으로 농민들의 경험과 과학적 관측사실을 종합하여 정립된 일련의 원칙으로 구성되어 있다. SRI는 벼의 성장환경을 개선하여 생산성을 증대하는 방법이지 첨단의 농업기술은 아니다. 그리고 SRI는 현재도 세계의 많은 나라에서 과학적인 실험을 통하여 지속적으로 개선되고 있다. 이와 같은 SRI 재배를 성공적으로 수행하기 위해서는 ① 어린묘(5~7cm)의 사용, ② 이앙시 뿌리에 피해를 최소 ③ 최소 30cm 이상의 이앙간격을 유지, ④ 비담수재배를 통해

토양수분을 촉촉하게 유지, ⑤ 토양의 통기성 개선, ⑥ 유기비료를 사용하여 토양의 유기물 개선 등과 같은 6가지 원칙을 준수해야 한다. SRI 재배의 물관리는 비담수 재배를 원칙으로 하며, 영양생장기부터는 최소한의 물을 공급하고, 수잉기부터 출수기까지는 지면을 겨우 덮을 정도로 얕게 담수한다. 이를 통해서 25~50%의 관개용수를 절약할 수 있으며, 노동력을 줄이기 위하여 간단관개를 시행할 수 있다. SRI 재배는 50~100% 정도의 쌀 생산량을 증가시킬 수 있으며, 볍씨의 사용량이 약 50~200% 절약되며, 19~20%의 생산비를 절감할 수 있다. 또한, 벼의 도정시 약 15%의 추가적인 증수효과를 거둘 수 있다. 따라서 소규모 경작자들의 영농소득을 증가시킬 수 있다. SRI는 병충해 저항성 증대로 농약의 사용량을 감소시킬 수 있다. 또한, 토양을 호기성 상태로 유지하며 많은 유기물을 투입하므로 토양의 비옥도와 미생물의 활성도를 증가시켜 뿌리의 발육이 양호하며, 쌀 생산의 지속성을 크게 높일 수 있다. SRI의 호기성 논토양에서는 혐기성 논토양에서 발생하는 메탄가스가 발생하지 않아 온실가스 발생량을 저감할 수 있다. 반면에 SRI는 잡초제거를 위한 노동력이 많이 소요되며, 토양을 포화시키지 않으면서 통기성이 향상되도록 물관리하는 것이 용이하지 않다. 이를 개선하기 위한 다양한 장비와 방법이 필요하다.

SRI 벼농사 재배법은 동남아시아를 포함한 저개발국을 중심으로 빠르게 전파되고 있으며, 중국에서 많은 연구가 이루어지고 있다. 중국 절강대학의 Zhao 등(2010)은 관행벼재배법과 SRI 벼재배법을 비교연구하였다. SRI에 의한 쌀수확량이 관행재배보다 26.4% 더 높은 것으로 나타났으며, 관개용수효율이 194.9% 증가하였다. 중국의 China National Hybrid Rice Research and Development Center(CNHRRDC)에서는 SRI 재배시 관개용수가 65% 절감된다는 것과 하이브리드 벼로 수확할 수 있는 최고 산출량보다 1~2ton/ha 이상 많이 수확된다는 것을 보고하였다. 또한, CNHRRDC는 SRI 방법으로 12.9톤/ha의 생산량을 기록한 바가 있으며, SRI에 의해 재배된 슈퍼-1 하이브리드벼는 여

러 실험에서 16톤/ha의 산출량을 나타냈다고 보고한 바가 있다. 캄보디아에서는 SRI 벼재배로 관행재배 보다 벼생산량이 41% 증가하였으며, 경제수익은 ha당 47%가 증가하였다는 것이 보고된 바가 있다. 동부 인도네시아에서 시행된 수차례의 시험에서는 SRI 재배에 의한 수량이 평균 7.23톤/ha으로 관행재배 보다 84%가 증가하였으며, 40%의 용수절약을 달성하였다. 필리핀에서는 SRI방법으로 재배한 논에서 용수사용량이 67%까지 감소하였으며, 수량은 7.33톤/ha로 관행재배 보다 거의 세배 높은 값을 나타낸 바가 있다. 스리랑카에 소재한 IWMI에 의해 실시한 SRI 재배에 의해 수량이 44%가 증가하였으며, 관행재배법 보다 경제적 순이익이 두배 이상 높게 나타난 것으로 보고되었다(농림수산식품부와 한국농어촌공사, 2011b).



[그림 48] SRI(System of Rice Intensification) 재배

2) 녹비작물의 토양 환원에 의한 용수절감

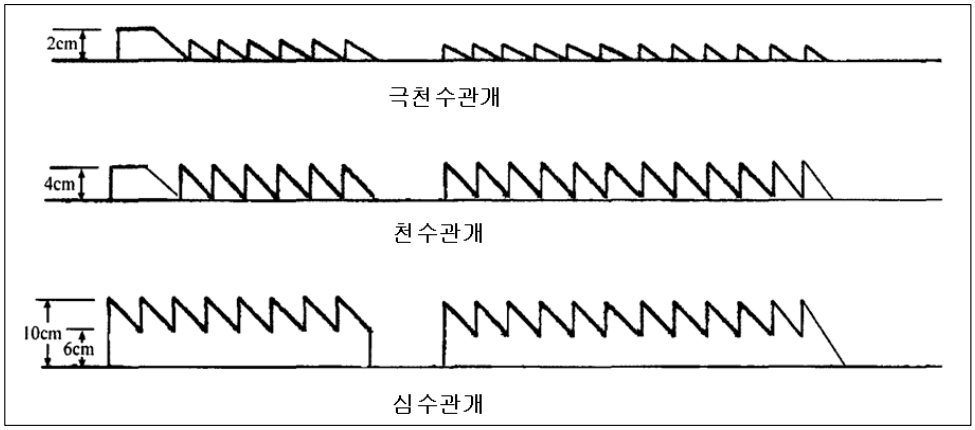
논벼는 일반적으로 용수소비량이 많은 작물이며, 전세계적으로 용수절약을 위해서 간단관개, 연속토양포화, 호기성 품종 재배, 플라스틱 필름을 이용한 멀칭, 녹비작물의 토양 환원 등과 같은 기법들이 시도되고 있다. 특히, 녹비작물의 토양 환원에 의한 방법은 콩과 및 화본작물을 푸를 때 베어서 토양에 넣어 주는 방법이며, 이를 통해서 토양

의 물리성이 개선되고 용수를 절약할 수 있다. 국내에서는 전원태 등(2011)이 농촌진흥청 국립식량과학원 벼 시험 포장에서 2008년부터 2009년까지 녹비작물 헤어리베치를 이용하여 관개용수 절감과 생산량 변화를 확인하였다. 시험에 사용된 녹비작물 헤어리베치는 중국에서 수입한 H-1이며, 화학비료를 전혀 사용하지 않고 재배하였으며, 논에 사용된 헤어리베치의 건물중은 2,690㎏/ha~3,840㎏/ha였다. 2년간 헤어리베치 환원 포장과 관행재배 포장에 각각 주 1회 관개와 주 2~3회 관개로 구분하여 실험한 결과, 녹비작물 환원 포장에서 주 1회 관개시 다른 포장들 보다 관개용수가 46.0~61.3% 절감되었다. 관행재배 포장과 녹비작물 환원 포장의 쌀수량은 유의적 차이가 없었으며, 공극률, 입단화율, 글로마린 함량이 증가하고 용적밀도가 감소하여 토양의 물리성이 개선되었다.

3) 논에서 절수관개기법

벼의 절수관개에 대한 연구는 오랜 기간 동안 추진되어 왔다. 국제적으로 절수관개의 절수효과와 벼 수량에 미치는 영향에 대한 연구 중에서 Borell 등(1997)의 연구에 의하면 1㎝정도의 극천수관개로 토양수분을 포화상태로 유지하는 포화토 관개(Saturated Soil Culture : SSC) 기법을 적용하면 담수심을 6㎝로 상시담수할 경우보다 관개량을 34% 절약하였으나 수확량이 16~34%감소하였다. Heenan과 Thompson(1984)은 호주의 New South Wales지역에서 60~100㎝ 폭의 육묘상면 형태로 SSC 기법으로 관개하면 관개량과 수확량이 10%정도 감소되었다고 하였다. 일본에서는 Hatta(1967)와 Tabbal 등(1992)은 논 담수심을 매우 얕게 유지하거나, 토양만 포화시키거나, 습윤과 건조를 교대로 하는 물관리를 통해 재배된 논에서 관개수량이 관행적인 방법과 비교하여 40~70%절감했으며, 수확량은 감소하지 않았다. 향정 등(1999)은 일본의 논담수심 관리 실태를 조사하였으며, 북부의 아오모리지방은 냉해방지를 위하여 심수관개를 하고 있으며 남쪽으로 내려올수록 천수관개 및

간단관개를 하고 있다고 보고하였다. 또한, Barker와 Molden(1999)의 보고에 의하면, 중국 Hubei의 Zhang He 관개지구에서 IWMI, IRRI, 및 Wuhan 대학이 공동으로 논에서의 물절약 관개의 이점을 조사하였으며, 천수 간단관개가 용수절약 및 생산량의 증가에도 기여하는 것으로 나타났다. Xu(2000)는 중국에서 1990년대 이래로 보급되고 있는 물절약형 관개방식은 논 담수심을 2~4㎝ 정도로 얕게 유지하도록 물을 공급하며 지면이 건조해지면 다음 관개를 하는 방법이며 벼 생육에도 도움이 되고 관개용수도 재래식 물 관리에 비해 30%정도 절약할 수 있다고 하였다. 국내 연구로는 이창구와 김철회(1966)가 5일 1회 관개하는 극절수재배가 상시담수재배 보다 8.2% 증수효과가 있다고 보고한 바가 있다. 농촌진흥청(1993)은 논 물관리 체계의 자동화 연구에서 담수심을 60㎜ 정수위, 60㎜, 40㎜, 20㎜의 변수위 및 60㎜에서 0㎜의 임의수위 등의 세 가지 형태로 관리하였으며, 동일한 증발산량 조건 하에서 변수위 관리가 높은 수확량을 나타냈다고 보고하였다. 정하우 등(2011)은 심수관개는 7~10㎝, 천수관개는 1~3㎝ 깊이가 적당하며 이앙 직후 2주 정도와 중간낙수 이후 3주정도 이외에는 간단관개가 생육에 도움이 된다고 보고한 바가 있다. 손성호와 정상옥(2002)은 담수심 처리가 논의 물수지에 미치는 영향과 벼생육 및 수확량을 조사하였으며, 천수간단관개에 관개용수 사용량이 가장 작게 나타났으며, 관개기간동안 천수간단관개가 벼의 생육이 가장 활발했으며, 가장 많은 수확량을 나타냈다고 보고한 바가 있다. 이와 같은 연구결과들에 의해 천수간단관개가 심수관개 보다 적은 양의 관개용수가 소요되며, 작물재배 시기에 따라서 물꼬높이를 조정하여 유효우량을 증가시킬 수 있고, 용수량 절감을 통하여 가뭄대처 능력을 향상시킬 수 있는 것으로 사료된다.



[그림 49] 논에서 절수관개기법(손성호와 정상옥, 2002)

4) 영농비용 절감 재배법

농촌 인구의 고령화, 영농인구 감소 등으로 인해 농작업이 기계화되고 생력화되고 있다. 벼 재배과정 중에서도 영농 인력, 시간, 비용을 저감하기 위한 기술들이 개발되고 있으며, 특히 벼 묘판 준비 및 이앙작업을 생략할 수 있는 직파재배에 대한 관심이 높아지고 있다. 직파재배 방식은 건답직파, 무논골뿌림, 무경운 무논골뿌림, 이모작 건답직파 등으로 구분된다.

건답직파는 파종 4일 전에 1차로 논을 15~20㎝깊이로 고르게 간 후에 배수를 신속하게 하기 위하여 5~10m깊이의 물고랑을 설치한다. 물고랑은 트랙터에 부착한 배토기로 설치하며, 파종 전일에 2차 로타리를 친다. 파종은 3~5㎝깊이에 점파로 줄뿌림하며, 파종량량은 50㎏/ha 정도가 적당하다. 파종 후 물고랑에 물을 공급하며, 파종 후 10일 정도까지는 논에 물을 대지 않고 유지하며, 12일 경에 초중기 제초제를 살포한다. 파종 후 40~50일 경에 중간 물떼기를 하며, 파종 후 50~60일 경에 중기제초제를 살포한다.

무논골뿌림 직파는 파종전 제초제 처리하며, 파종 13일 전에 논을 15~20㎝깊이로 고르게 간 후에 물고랑을 개설한다. 파종 10~13일 전에 제초제를 살포하고 10여 일간 담수상태로 유지하여 흙이 고르게 굳어

지게 한다. 파종 전날 물을 완전히 빼고, 55㎏/ha 정도를 파종한다. 파종은 3~5㎝깊이의 골에 볍씨가 위치하게 되므로 제초제의 영향을 받지 않으며, 파종 이후의 관리는 건답직파와 동일하다. 파종 전 제초제 처리를 하지 않고 로타리 친 후 바로 파종하는 방법은 파종 전날 15~20㎝ 깊이로 고르게 갈고 물고랑을 5~10㎝간격으로 개설하고 물을 공급하며, 물이 약간 있는 상태에서 60㎏/ha 정도를 파종한다. 파종 1일 후에 물을 완전히 빼면 로타리 친 흙탕물이 볍씨 위에 가라앉게 되며, 파종 이후의 관리는 건답직파와 동일하다.

무경운 직파재배는 파종 16일 전에 트랙터에 부착한 배토기로 5~10m 간격으로 물고랑을 개설하고, 파종 10일 전에 3~5㎝ 깊이로 담수하여 제초제를 살포하며, 파종 전날 물을 뺀다. 파종은 3~5㎝깊이의 골에 하며, 파종량은 55㎏/ha이고, 파종 이후의 논관리는 직파재배와 동일하다.

이모작 건답직파는 보리 수확 후 건답직파하며, 보리수확시 콤바인 부착장비로 보리짚을 5㎝정도로 잘라 논에 고르게 펴 준다. 파종 전일 건답상태에서 10㎝정도 깊이로 2회 정도 로타리를 친다. 직파기로 65~75㎏/ha를 파종하며, 물고랑도 설치한다. 파종이 끝나면 물고랑에 관개하여 수분을 공급하며, 파종이후는 건답직파와 동일한 관리를 시행한다.

직파재배시 천수간단관개를 실시하면 관개용수량이 20% 정도 감소하며, 수확량도 관행재배 보다 많은 것으로 알려져 있다. 직파재배나 무경운 직파재배는 영농비용을 절감할 수 있으며, 1999년 물가 기준으로 직파재배시에는 640,000원/ha, 무경운 직파재배시에는 1,220,000원/ha 정도의 비용절감이 발생한다(정상옥 등, 2000).

5) 밭포장의 절수관개기법

점적관개는 물방울 관개라고도 하며, 작물의 근군역에 설치된 이미터를 통해 낮은 수압으로 물방울의 형태로 관개하는 방식이다. 스프링

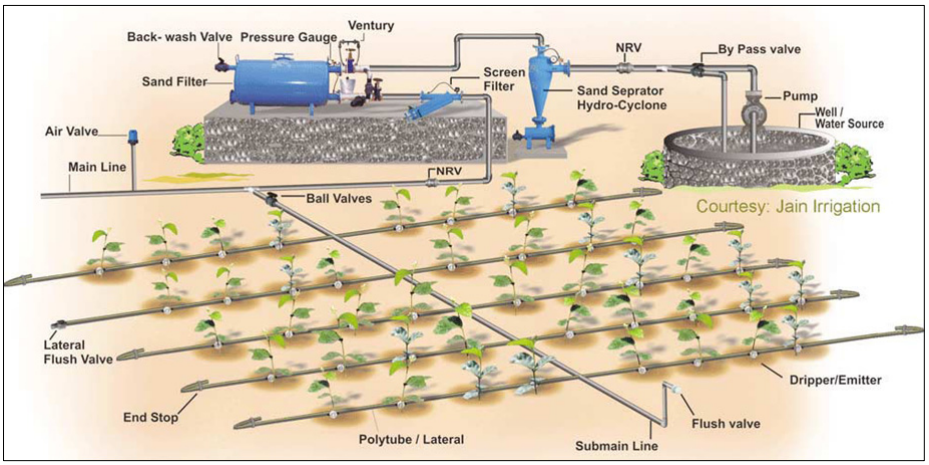
클러 관개가 포장 전면에 관개하는 방식인데 반하여, 점적관개는 한정된 근군역에 부분적으로 관개하는 방식이다. 점적관개는 관개효율이 높고 정확한 토양수분의 제어가 가능하며, 토양침식을 최소화할 수 있다. 또한, 건조 지역에서는 과잉의 급수를 회피할 수 있어 지하수 상승에 따른 작물 근군역에의 염분집적을 방지할 수 있다. 점적관개는 1860년대 독일에서 처음 시도되었으며, 1920년대에 폴리에틸렌이 발병되면서 비약적인 발전을 이루게 되었다. 1960년대에는 시설원예에 적용되었으며, 1970년대에는 점적관과 점적관개를 멀칭하는 기술이 도입되었으며, 비료를 동시에 공급하는 관비기술이 도입되었다. 1970년대 후반에는 점적기가 막히는 문제를 해결하기 위한 연구가 진행되었으며, 1980년대에는 세균을 제어하기 위해 균사를 관수와 공급하는 방법이 연구되었고, 이후 점적관개는 채소, 화훼, 과수 증의 집약 재배에 적용되는 관개기술 중 가장 발전된 관개 방법으로 발전하여 전 세계에 급속히 보급되고 있다(우상원, 1999).

센터 피벗 관개는 건조 지역에서 대규모로 작물을 재배하기 위하여 지하 100~200m의 지하수를 양수하여 비료를 혼입한 후, 압력을 가하여 바퀴가 달린 스프링클러를 통하여 관개하는 것으로, 농장의 모양이 원형이다. 스프링클러의 평균 반경은 400m이며, 큰 것은 1㎞에 이른다. 살수기의 회전수는 1일 1~12회이며, 이동 속도가 빠른 주변부는 살수량을 많게 하여 균일하게 살수한다. 보리, 밀, 감자 등과 같이 조밀하게 식재된 작물에 대해 특별한 조작없이 회전축을 중심으로 경작지를 원형으로 회전하면서 용수를 공급한다. 대기중으로 분사시켜 약 35% 수분손실이 발생하는 스프링클러 관개방식보다 노즐을 통한 밀착분사로 용수 및 에너지 절감효과가 높다. 미국 중부 대평원에는 오갈라라 대수층을 수원으로 하는 센터 피벗 관개에 의해 상업적으로 밀을 대량으로 생산하는 곡창지대가 형성되어 있다(교육과학기술부, 2011). 아프리카 대륙의 알제리 남부 사하라 사막의 관개현황은 사막 기후 특성상 강우 의한 지표수가 거의 없으며, 지하수를 수원공으로 용수가 공급되

고 있다. 특히 점적관개를 통해서 팜, 올리브를 재배하며, 센터 피벗 관개는 보리, 밀, 감자 등에 적용되고 있다(류우환, 2008).



[그림 50] Center Pivot 관개(류우환, 2008)



[그림 51] 점적관개(류우환, 2008)

5.4 대체에너지를 이용한 관개기술

5.4.1 태양광을 이용한 물관리

태양광발전은 태양광 모듈에 입사되는 태양광에 의해서 전력이 생산되는 광전자효과를 이용하여 발전하는 방식이다. 이러한 발전방식은

운전이 용이하고 운용 및 관리 비용을 저감할 할 수 있으며, 설치가 쉬운 규격화된 모듈 구조를 채택하고 있기 때문에 적용성이 뛰어나다. 특히, 태양광은 지역적 편차가 적기 때문에 어디에서도 이용이 가능하며, 태양광발전시스템은 오지에서도 사용이 가능하다. 또한, 수요지에 설치하므로 송전 손실 및 비용이 절감되며, 일부 발전시스템 운영되지 않더라고 전체 전력공급에 영향이 작다. 반면에 태양광 발전은 넓은 면적이 필요하며, 운영시 일사조건을 고려해야 하는 단점이 있다.

5.4.2 태양광발전시스템 종류

태양광발전시스템은 태양전지 어레이, 인버터, 축전지, 출력 및 기록장치 등으로 구성된다. 태양광발전시스템은 태양광발전시스템의 계통선 연계유무, 태양광어레이의 형태, 집광유무, 태양전지의 용량, 부하형태와 이용방법에 따라 구분한다. 태양광발전시스템의 계통선 연계유무에 따라 독립형과 계통 연계형으로 구분되며, 독립형 태양광발전시스템은 발전된 전력을 수요처에서 바로 사용하는 시스템이며, 계통 연계형 태양광발전시스템은 남은 잉여 전력을 전력선을 통하여 전력회사에 공급할 수 있는 시스템이다. 태양광 어레이는 고정형과 추적형으로 구분되며, 추적형은 태양전지 판을 태양의 위치에 따라 센서, 프로그램 등을 이용하여 변경시키는 방식이다. 집광유무에 따라 평판형 태양전지 모듈과 집광형 태양전지 모듈이 있으며, 집광형은 태양광선을 집광시켜 태양전지에 조사하여 발전하는 방식이다. 태양전지 용량에 따라 소형, 소규모, 중규모, 대규모로 구분되며, 소형은 가로등, 유·무인 측정기, 유·무인 중계소, 무전기 등에 이용된다. 100kW 미만인 소규모 시스템은 등대용, 주택용, 오지 전원, 소규모 발전 사업자용으로 이용된다. 100kW~500kW 중규모 시스템은 발전사업자용과 비상 전원 공급용으로 이용되며, 500kW 이상의 대규모 시스템은 대규모 발전사업자용으로 이용되며, 10MW 이상까지 운영되고 있다. 태양광발전시스템 설

치형태 중에서 지붕설치형은 주택이나 고층건물의 지붕에 설치하는 형태이며, 경사지붕형, 지붕일체형, 톱라이트형이 있으며, 건물의 지붕이 아닌 다른 부분에 설치하는 벽면형, 차양형, 난간형 등이 있다. 지상설치형은 다양한 형태로 설치되며, 주차장, 산간지방, 폐염전 등이 활용되고 있다(주윤태와 이점형, 2008).

5.4.3 태양광 전동수문

국내에서는 물관리자동화사업의 일환으로 전동수문이 보급되고 있으나, 전기인입이 어렵거나 지역적 여건들 때문에 수동식 수문이 여전히 이용되고 있다. 전동수문은 중량이 과다하여 작동에 과다한 전력이 소모된다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해서 수문을 경량화하고 구동장치를 소형화하여 문비조작에 태양광을 이용할 수 있게 하는 전동수문이 개발되어 설치되고 있다. 태양광 전동수문은 노후화되고 작동이 어려운 수동수문들을 교체하여 시설물의 운영 및 관리 인력 및 비용이 저감되며, 홍수시 신속한 수문조작을 통하여 침수피해를 저감할 수 있다. 전동수문의 수문개폐정보를 디지털화할 수 있으므로 데이터를 계측하고 제어할 수 있도록 제작하면 물관리 자동화에 활용될 수 있으며, 태양광을 이용하므로 댐, 하천, 저수지, 양·배수장, 용·배수로, 정수장, 하수처리장 등과 같은 시설의 운영에 적용이 가능하다. 현재, 한국농어촌공사에서는 태양광 전동수문을 전국에 시범적으로 설치 및 운영하고 있다(이종남, 2005).

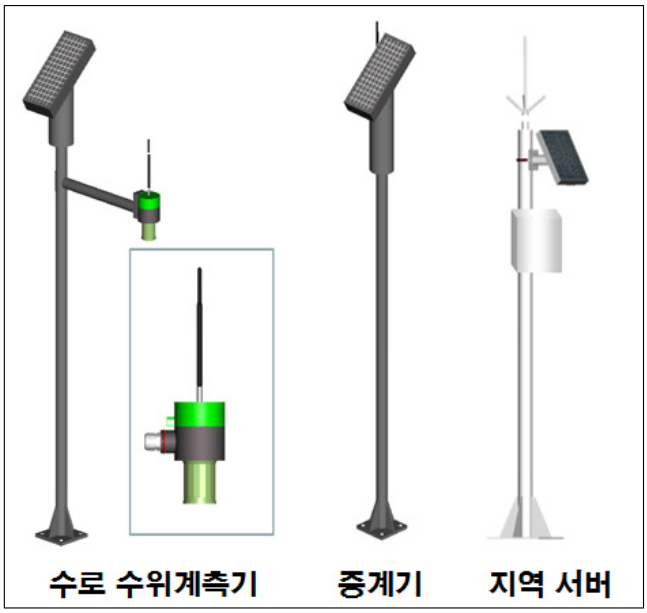


[그림 52] 태양광 발전 수문

5.4.4 태양전지를 이용한 농촌용수계측관리시스템

과학적인 물관리를 위해서는 용배수로의 유량을 정확히 측정해야 하며, 이를 위해서는 다양한 종류의 자동계측기가 필요하다. 2010년 현재 용수로 길이는 116,525km, 배수로 길이는 67,831km이며, 이들을 감시하기 위해서는 다량의 계측기기가 필요하며, 많은 관리 및 운영 인력과 비용이 소요된다. 최근에 저가의 수로 수위관측기가 개발되고 있으며, 관리비용을 저감하기 위하여 태양전지를 이용하고 있다. 수위계측기는 시점부 수로 수위측정을 위한 센서부와 배터리를 분리하여 장착하고 각각은 착탈이 용이한 구조로 설계되었다. 또한, 태양전지를 탑재하여 지속적인 운용이 가능하도록 설계 되었으며 주로 시점부 수로 수위측정기로 사용하기에 적합하도록 개발되었다. 중계기는 센서 노드간의 통신거리가 멀거나 산, 제방, 숲 등의 지형지물의 영향으로 통신이 원활하지 않은 현장에 신호를 중계해 주는 역할을 한다. 지그비 무선 네트워크의 라우터 역할을 수행하며 전원은 뱃터리와 태양전지를 이용하여 지속적인 운용이 가능하도록 제작되었다. 데이터 수집을 위한 지역 서버의 전원부는 태양전지, 뱃터리, 솔라 컨트롤러로 구성된

다. 이와 같은 농촌용수계측관리시스템에서 관측기의 전원으로 태양전원을 사용하며 저전력 관측시스템이며, 전기인입을 위한 공사가 불필요하며, 운영 및 관리 비용을 절감할 수 있으며, 환경에 대한 건설의 영향을 줄일 수 있다(농림수산식품부와 한국농어촌공사, 2008).



[그림 53] 태양광 전지를 이용한 계측시스템

5.5 정밀농업기술

5.5.1 정밀농업(Precision Farming) 개요

동일한 농장에 동일한 양의 종자, 비료, 농약 등을 투입했음에도 불구하고 위치에 따라 수확량이 다르다. 이는 수확량이 영농법, 토양특성, 환경인자들에 의해 영향을 받기 때문이다. 일반적으로 생육상태가 좋은 곳은 수로 주변과 평탄지이며, 경사진 곳은 침식에 의해 표토층이 유실되고, 토양수분함량이 낮아 식생상태가 불량하다. 수확량에 영향을 주는 토양 특성인자는 토성, 토양구조, 수분함량, 유기물, 토양비

옥도, 지형 등이며 기상, 잡초방제, 병충해 등도 수확량과 밀접한 연관을 갖는다. 정밀농업은 이와 같은 특성을 이용하여 농지특성에 따라 농약 및 비료 양과 종류를 결정하여 투입 농자재를 최대한 줄이면서 수확량을 증대하고 환경오염을 줄이는 농법이다.

최근 농장규모가 커지고 임차제도가 도입됨에 따라 과거와 같이 통계적 방법으로 시비량, 관개량, 수확량을 산출하는 방식으로는 경제적인 농사를 짓기 어렵다. 농장에 대한 다양한 정보가 필요하고, 고비용의 노동력과 시간이 소요되기 때문에 관련 정보에 대한 분석과 수집을 자동화하고 이를 바탕으로 농작업의 기계화가 필요하다. 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 정밀농업은 정보화시대의 기술들을 농업에 접목시킨다.

5.5.2 정밀농업 국내외 동향

미국에서는 1980년대 중반 항공기를 이용한 변량시비기가 처음으로 개발되었으며, 1990년대 초반 GPS와 수확량 모니터링 장치를 상용화하였다. 2000년대에는 고정밀도 GPS를 이용한 무인주행 농작업, 농자재 조간 변량살포 기술, 실시간 센서기술이 활용되고 있다. 특히, 수확량 모니터링 시스템이 옥수수, 콩 재배지에 적용되고 있으며, 변량 비료 살포, 변량 파종, 변량 농약 살포 기술이 보급되고 있다. 미국의 정밀농업은 농자재 절감과 수익증대에서 환경보전 효과에 더 중점을 두면서 발전할 것으로 전망되고 있다.

일본은 1996년부터 정말농업 관련 연구가 시작되었으며, 대학, 정부연구기관을 중심으로 수도작, 전작용 정밀농업 센서와 장비개발은 완료되어 상용화 추진 단계에 있다. 특히, 여러 농가를 대상으로 인공위성 영상 정보를 GIS로 분석하고, 수확한 벼를 단백질 함량에 따라 분류하는 기술을 개발하여 일본의 상황에서 정밀농업의 적용가능성을 보여준 바가 있다. 유럽에서는 변량살포기술이 질소비료 살포, 농약 살

포, 차별경운, 변량파종에 적용되고 있다. 또한, 정밀농업을 위하여 GIS 및 센서를 이용하여 다수의 소규모 필지를 통합관리, 농기계의 자동화, GPS와 여러 센서로부터 자동 취득되는 자료를 문서화가 진행되고 있다.

국내 정밀농업 연구는 농촌진흥청과 대학을 중심으로 진행되고 있다. 1990년대 말부터 정밀농업의 필요성과 추진전략, 기술개발 내용이 국내에 소개되었고 정밀농업에 대한 논의가 시작되었다. 또한, 농기계 자율 주행기술, 농기계 원격제어기술, 벼 수확량 측정센서, 작물의 건강도 판단센서, 토양의 특성 계측용 토양센서 개발 등과 같은 기술들이 개발되고 있다. 평택시와 연계하여 정밀농업을 적용하는 수도작 시험포장을 운영하고 있으며, 정밀농업을 위한 농업기계 및 센서 개발 위주로 연구가 진행되고 있다. 최근에는 유비쿼터스 기반의 정밀과학농업에 대한 관심이 높아지고 있다(전상옥, 2008).

5.5.3 정밀농업에 필요한 기술

정보를 수집하거나 효율적으로 이용하기 위한 기술은 하드웨어, 소트트웨어, 현장운용기술로 구분된다. GPS 수신장치는 GPS를 통하여 위도, 경도, 고도를 측정하며, 토양특성, 작황 등을 수치지도화하기 위한 정확한 위치 정보를 제공할 수 있다. 작물수확량 모니터링은 콤바인로부터 수확되는 곡물량을 측정하며, GPS 수신기와 연결하면 지점별 생산량을 수치지도화하는 것이 가능하다. 수확량 지도를 분석할 때는 필수적으로 토양, 지형, 기타 환경인자들을 고려하며, 다년간의 기상자료와 수확량자료가 필요하다. 토양시료는 격자방식으로 채취하면, 위치정보와 시비처방을 제공하는 지도를 만들 수 있다. 특히, 도면정보와 GPS수신기를 활용하여 시비량과 종류를 결정한다.

원격탐사기법은 인공위성, 항공기, 비행선 등을 이용하여 지상의 대상물의 상태와 그 변동을 계측 평가하며, 얻어지는 이미지로 수분, 양

분, 작물밀도, 병해 등 작물생육과 관련된 상태를 쉽게 판단할 수 있다. 작물에 대한 생육조사는 잡초 종류 및 면적, 병충해 피해상황, 작물영양상태, 침수면적, 침식면적 등을 포함하며, GPS 수신장치를 이용하여 현장조사한다. GIS는 지형정보를 수집, 저장, 분석, 출력 할 수 있는 컴퓨터 응용시스템으로 지형공간에 관한 모든 정보를 이용하여 효율적인 의사결정을 하기 위하여 활용된다. 농업목적으로 수확량, 토양도, 토양비옥도 등과 같은 주제도를 작성하며, 사용자의 판단에 도움을 줄 수 있는 시각적 디스플레이가 가능하다.

정밀농업을 실시하기 위해서는 농업기술과 관련된 데이터베이스 구축이 필요하며, 농민이 요구하는 정보를 제공할 수 있어야 한다. 농민이 정밀농업을 실시하고자 할 때는 기술제공자로부터 다양한 정밀농업 기술을 제공받아야 한다. 비용을 고르게 분배하고 전문기술을 효과적으로 이용하여 정밀농업의 효율을 향상시킨다(조국현, 2003).

5.5.4 정밀농업 적용

토양의 토성, 토양구조, 수분함량, 유기물, 토양비옥도 등은 풍화작용 및 수문현상 뿐만아니라 경운방법, 작물생육, 시비 등에 의해 크게 영향을 받으므로 매우 복잡하고 다양하게 변한다. 이와 같은 특성을 갖는 농지에 정밀농업을 시행하기 위해서는 먼저 포장관리단위를 결정해야 한다. GPS, 원격탐사자료, GIS, 현장조사 등을 이용하여 개발된 토양도, 잡초 발생 형태, 토양 비옥도, 작물수확량 등을 바탕으로 포장관리의 단위를 결정할 수 있다. 작물 생육에 영향을 미치는 토양 종류, 유기물 함량을 고려하여 가변적으로 파종을 할 수 있다. 예를 들어, 수분보지력이 더 좋은 식양토에 더 많은 씨를 뿌리고 사양토에는 보다 적은 파종을 하는 것을 결정하여 시행할 수 있다. 정밀농법에 의해 농경지 조건에 따라 필요한 만큼의 비료를 필요한 곳에 적정 시비할 수 있다. 작물성장의 농경지내 공간적 불균형을 고려하여 추가로 국부적

인 시비를 할 수 도 있고, 시비 시기, 양, 방법 등의 결정에 정밀농업 기술들이 적용될 수 있다. 수확시 수확계량장비와 GPS를 이용하여 수확량 지도를 작성하고 다른 인자들과 관계를 파악하여 차후 농사에 이용한다. 최소한 3년 정도의 자료가 쌓여야 수확량에 대한 정밀농법의 영향을 파악할 수 있는 것으로 알려져 있다. GPS와 GIS를 이용하여 병충해의 공간적 분포를 파악하고 목표지점을 찾아낼 수 있지만 시간적 변화를 예측하기가 어렵다. GPS와 GIS를 이용하여 농기계가 금지구역에 접근하면 농약살포가 자동적으로 정지하게 할 수 있다. 잡초는 운동성이 없기 때문에 제초는 정밀농업 기법을 적용하기 용이한 작업이다. 잡초분포 지도와 특수분무장치를 사용해서 국부적인 제초제 살포를 하면 35% 이상의 제초제 사용을 줄일 수 있는 것으로 보고되고 있다(윤광식, 1997).

제 6장 농업용수 공급 및 관리 사업의 프레임워크와 프로그램 개발

6.1 농업용수 공급 및 관리 사업의 프레임워크 개발

프레임워크는 복잡한 문제를 해결하기 위해 사용되는 기본 개념 구조로서 문제해결의 목표 및 목적, 원칙, 방안, 결과의 평가 및 반영 등으로 구성된다. 최근 여러 분야에서 사회-경제시스템의 영향을 고려한 프레임워크들이 개발되고 있으며, 이에 기반하여 실행계획을 수립하고 관련 문제들을 해결하려는 접근방법이 도입되고 있다. 추진전략은 수립된 비젼과 목표을 달성하기 위해 필요한 포괄적인 방법론이며, 이를 구체화시키기 위한 것이 시행프로세스이다.

복잡한 국제적 정황과 공여국 및 수원국의 정황을 고려하여 한국형 농업용수 공급 및 관리 원조 프로그램을 성공적으로 추진하기 위해서는 추진전략과 시행프로세스를 포함한 프레임워크의 개발이 필요하다. 또한 새로운 패러다임, 원조 목표 및 목적, 원조원칙 등에 근거하여 개발된 프레임워크를 기존 사업들의 평가에 적용하여 이들의 문제점들을 파악하고 향후 발전방향을 수립할 필요가 있다.

[표 22]는 KOICA의 무상협력사업 진행절차를 사업의 형성단계에서부터 사업종료후 사후평가까지를 단계별로 정리하여 나타낸 것이다. 물론 농업용수 공급 및 관리를 위한 사업 역시도 이와 같은 시행 프로세스를 거쳐서 진행되며 [그림 55]에는 농업용수 공급 및 관리 프로그램을 시행하기 위한 프레임워크를 나타내었다. [그림 55]에 나타낸 농업용수 공급 및 관리 프로그램은 일반적으로 농업용수개발, 농지개발, 배수개선, 기타 사업을 추진하기 위한 계획, 설계, 시행, 평가, 사후관리 등의 전 과정을 체계적으로 나타낸 것이다. 또한 프로그램은 독립된 여러 개의 모듈로 구성이 되며, 각 모듈은 특정사업의 프로그램이 될 수도 있으며, 여러 모듈의 조합이나 모듈을 구성하는 activity의 조합에 의해 특정사업의 프로그램이 구성될 수 있다.

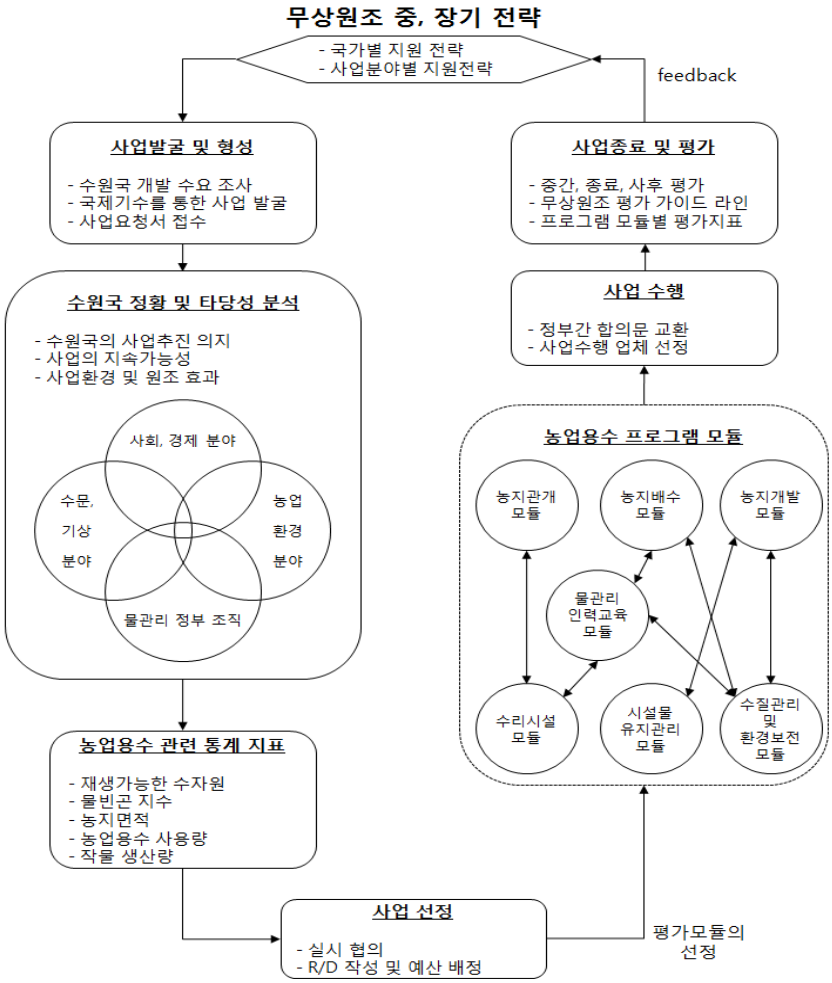
[표 22] KOICA의 무상협력사업 진행 절차

단 계	진 행 절 차
사업형성	• 수원국 정부와 사업발굴 협의 • 수원국 공식 사업요청서 접수(KOICA 사무소) • 사업 검토(KOICA 사무소)* • 관계부처 의견 수렴**(외교부, KOICA) • 사업형성전문가 파견 (KOICA 본부) • 사전 타당성 조사 • 지원사업 형성
사업계획 수립	• 사업계획 검토 및 수립 (KOICA 본부) • 사업별 사업심의위원회 개최(KOICA 본부)***
사업조정	• 사업계획 외교부 제출(KOICA, 각 기관) • 기관 간 중복사업 조정(외교부)
예산반영	• 기재부 예산심의 • 예산안 국회 제출 • 국회 예산심의 • 국회 예산승인
승인	• 국제개발협력 시행계획(안) 상정 • 시행계획 채택 • KOICA 사업계획 승인(외교부 장관) • KOICA 사업계획 수원국 통보
사업시행	• 사업시행자 선정 • 연수생 초청, 전문가 파견, 건축 등
사업평가 및 사후관리	• 모니터링 및 사업평가(중간, 종료, 사후) • 사후관리

[그림 54]의 농업용수 공급 및 관리 사업의 프레임워크를 보면 알 수 있듯이 농업용수와 관련된 원조사업에 대한 일반적이고 획일화된 모델을 구성한다는 것은 불가능하다. 그만큼 농업용수와 관련된 사업이 수자원 확보를 위한 댐 건설, 취수시설의 건설, 수질 개선, 관개배수 시설 건설뿐만 아니라 사업에 따라서는 농촌 환경 개선, 에너지 공급, 농작물 재배, 인력 교육 등 매우 다양한 분야가 관련되어 있기 때문이다.

그렇기 때문에 경우에 따라서는 농업용수 및 농촌개발과 관련된 원조사업의 경우에도 case by case식의 사업형태별로 전문화된 프로그램의 개발이 필요할 것이다.

농업용수 공급 및 관리사업의 프레임워크는 크게 사업의 발굴, 사업의 타당성 평가, 사업선정, 사업의 프로그램 구성, 사업수행 및 사업의 종료와 평가 단계로 구성되며 사업의 타당성 및 수원국의 정황 분석을 위해서는 2장 및 5장에서 제시된 각종 농업용수 관련지표와 수원국의 농업환경을 검토하고, 사업프로그램의 구성을 위해서는 5장의 최신 관개기법 및 6장의 프로그램 모듈을 활용하게 된다. 사업의 평가를 위해서는 6.2.2 절이 사업평가 방법을 참조할 수 있다.



[그림 54] 농업용수 공급 및 관리 사업 프레임워크

6.2 농업용수 관련 프로그램의 시행 단계별 체크 리스트

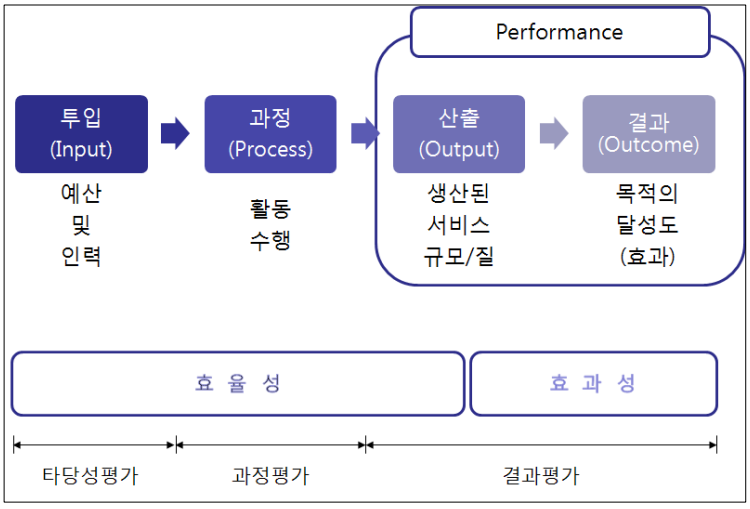
6.2.1 KOICA 무상협력 사업의 세부 시행단계

[표 23] 농업용수 프로그램 시행 단계별 세부내용

단 계	세부 내용
전략수립	◇ 무상원조 중기전략 수립 - ODA국제동향, 수원국의 개발수요, 우리의 개발경험 및 비교우위 등 고려, 무상원조 중기전략 수립(3년주기) ◇ 국별 지원전략(CPS) 수립 - 중점협력대상국에 대하여 개발수요 분석, 지원전략, 지원분야 등이 포함된 국별지원전략 수립(EDCF, 각 정부부처, 공공기관 등과 공동수립)
사업발굴	◇ 수원국 정부와 정례 정책협의, 수원국 개발수요 조사 ◇ 각 정부부처 및 중앙행정기관, 지자체 등의 수요조사 ◇ UN, ASEAN, SICA 등 국제기구를 통한 사업 발굴
사업요청서 접수/사업형성 (사업시작 전년도)	◇ 수원국 수원총괄기관 공식사업요청서(국별연수포함) 주재국 공관에 제출 ◇ 수원국 요청서 검토·보완 후 사업형성조사(사업형성전문가 파견) 실시
타당성심사 (사업시작 전년도 상반기)	◇ 사전타당성조사(F/S) 실시 - 국별지원전략과의 연계성, 원조효과성, 현지여건, 수원국의 사업 추진의지, 경제성, 지속가능성 등 타당성 조사실시 ◇ 사업심사위원회 개최 - 사전타당성조사 결과보고를 토대로 내부위원 및 외부위원을 섭외, 해당사업 심의통과시 예비사업 선정
신규사업선정 및 실시협의 (사업시작 전년도 하반기)	◇ 신규사업 선정 및 대외무상원조사업계획 수립 ◇ 대외무상원조 사업계획에 대해 이사회 심의, 외교통상부부 장관 승인, 제개발협력위원회(국무총리실) 심의 ◇ 실시협의(I/S) 실시 - 실시협의 결과보고 및 협의의사록(R/D) 작성 후 사업예산 배정
사업수행 및 모니터링 (사업시작 당해연도)	◇ 프로젝트/프로그램형 사업 - 정부간합의문(구상서,N/V)교환, 집행계획수립, 사업수행기관 입찰 및 업체선정 (전문가파견, 초청연수, 현지연수, 기자재구매, 설계, 건축,감리 등 실시) ◇ 사업수행 및 모니터링 실시 - 계약 및 업무범위에 따라 사업수행기관은 정기적 보고 - KOICA는 수원국과 진행사항 모니터링 실시
평가	◇ 무상원조 평가가이드라인 활용 - 원조효과성, 파급효과, 지속가능성 등에 대한 섹터지표 대비 또는 예산집행 대비 사업성과 측정을 위한 수원기관, 현장조사 평가실시 ◇ 프로젝트형 사업 - 중간(사업기간별 중간시점)·종료평가(종료후 1년이내), 사후평가(종료후 2~3년 이내)실시 및 성공·실패사례에 대한 분석 실시
사업종료 및 사후관리	◇ 사업종료 보고 : 종합마무리 및 수원국과 인수인계사항 정리, 사후관리 사항 예측 ◇ 사후관리 - (사업종료 2년 경과시점) PMC 등을 활용하여 사후관리 점검 및 지원방안 수립, 5년 이내에 사후관리 지원을 1차 완료 - (사업종료 5년 이상 경과사업) 매 3년마다 사무소 자체적인 현장 점검실시, 전담기관을 활용하여 사후관리 실시

6.2.2 농업용수 관련 프로그램 시행단계별 체크리스트

농업용수 공급 및 관리 프로그램을 성공적으로 추진하기 위해서는 추진과정과 사후관리에 모니터링 및 평가, 피드백, 평가결과에 대한 공여국과 수원국의 상호학습이 필요하다. 이와 같은 과정을 통해서 한국형 농업용수 공급 및 관리 프로그램의 추진 프레임워크는 국내·외 정황과 변화들을 반영하여 주기적으로 재검토되어야 하며, 평가결과들은 한국의 ODA 정책의 기본 요소로 활용될 수 있다. 또한 적절한 성과지표를 사용하여 KOICA 원조사업을 평가하고 목표 및 목적의 달성정도와 원칙준수 여부를 파악하여 원조사업의 문제점을 파악할 필요가 있다(한국국제협력단, 2008). 이와 같은 과정을 통해 추출된 교훈들은 새로운 원조사업에 반영될 수 있으며, 학습시간과 비용을 절감시켜 다음 원조사업의 효과성을 높일 수 있다. 따라서 농업용수 공급 및 관리 프로그램의 추진단계별로 효과적인 평가지표 및 체크리스크와 평가기법을 사용하여 단계별 문제점 파악과 성과 평가가 필요하다. 특히 사업 종료후 성과평가는 효과적인 사후관리를 위해서 필요하다.



[그림 55] 성과평가 과정 모식도

1) 농업용수 관련사업의 타당성 조사 및 사전조사시 체크리스트

농업용수 공급 및 관리 원조사업의 원조에 대한 타당성 조사시에는 현지조사가 수행되어야 하며, 전문가를 파견한 현지 조사에 앞서서 수원국의 사회적, 자연적 현지여건 및 법적, 제도적으로 고려되어야 할 체크리스트를 [표 24]와 같이 4개 분야로 정리하였다.

특히, 사업시행단계에서 기본설계 완료후에 사업비를 산정하면 사전조사결과와 상이한 결과로 인하여 수원기관과 이견을 보일 때가 종종 발생할 수 있다. 따라서 충분한 사전조사기간과 적절한 전문가의 투입을 통해 신뢰성있는 사전조사가 이루어져야 하며, 신뢰성 있는 사전조사결과를 통해 수원국과 사업에 대한 추진도 원만하게 수행할 수 있다.

이를 위해서는 사전조사의 성격으로 추진되는 현지조사의 경우에 사업의 타당성 조사와 함께 사업규모 및 사업비의 개략적인 추정이 가급적 정확하게 이루어 져야 하며, 현지조사를 위한 전문가로는 대학(농공학과, 토목공학과의 수자원 분야) 및 농업분야 전문기관(농촌공사, 수자원공사, 연구소)에 근무하는 학술적 전문가(교수, 박사)와 함께 농업 및 수자원 분야의 실무 설계 경험과 예산 추정 경험이 많은 책임자급 기술자(설계회사 임원급 및 전문기술사)가 동시에 참여하도록 해야 한다.

사전조사를 위한 체크리스트로는 관개시설에 대한 기술적, 인문사회적, 제도적인 체크리스트를 작성하여 현지 수원기관과 충분한 협의가 필요하며, 사업에 댐건설과 같은 대규모 건설 사업이 포함되는 경우에는 지역에 거주하는 주민들에 대한 보상 및 이주, 환경 영향 등의 문제가 고려되어야 하므로 이에 대한 수원기관과의 협의가 없으면 자칫 사업개발이후 수행단계에서 중단될 위험이 있다. 따라서 현지조사시에 이에 대한 세밀한 검토가 반드시 이루어져야 한다.

[표 24] 농업용수 관련 사업의 타당성 조사시 체크리스트

1. General Information

1.1 Project title
1.2 Project location
1.3 Socio-economic information of Country and project area(province)
- Population at present and future
- Economic information (GDP, GNP...)
- National economic structure
- Importance of agriculture in the National economy
- Share of agriculture in the national(local project) income

2. Administrative and Legal Information

2.1 Project implementing organization
- Organization of government
- Institutions(department) for agriculture and water supply
- Mission and rolls of organization
- Representatives and contact point

2.2 Administrative and legal information
- Approval procedures and practice laws/regulations for the non-refundable project financed by foreign country and international organization
- Laws and policies with relation to irrigation and water
- Regulations, specifications and guidelines for irrigation and water supply facilities

2.3 Policies and strategic plan of government
- Policies, medium- and long-term national plans for the irrigation development and water resources development
- Roles of this project on the field of irrigation development

2.4 Financing plan for the project
- Budget allocation plan of the beneficiary country and secured budget status
- Source of fund

[표 24] 계속

3. Technical Information

3.1 Hydro-meteorological information of project site

(with available national data)

- Location of gauging stations(weather, rainfall, discharge(water level))
- Monthly temperature
- Monthly precipitation
- Monthly evaporation
- Monthly discharges at rivers in project site
- Water quality
- Water demand and supply(municipal, industrial, agricultural)
- Current main source for water supply system

3.2 Agricultural information of project site

(with available national data)

- Population and farmers
- Number of farm households
- Soil map and land use map
- Irrigation system
- Delivery system
- Irrigated area and crops
- Cropping pattern and crop calendar
- Yield of crop in irrigated and non-irrigated area
- Water related infrastructures(reservoir, pump, weir, intake facilities...)

3.3 Local procurement costs for construction and maintenance

(for project cost estimation)

- Local labor wages(engineer, manager. driver & operator, worker...)
- Material costs
- Local rental costs of construction equipments
- Unit cost for surveying and drilling

3.4 Lists of recommendable local company for investigation and construction

- Topographic survey and digital mapping
- Geological and geotechnical investigation
- Investigation of construction material sources
- Investigation of water resources
- Detailed design companies capable working together with Korean consultants

[표 24] 계속

4. Information for the project implementation

4.1 Cooperation situations and strong intention for the project implementation in the beneficiary country
- Cooperation situations for the past projects supported by Korea, if any
- Cooperation plan for the Project implementation (ex: office space, local engineer support and others)
- Interest of various authorities, such as government, local communities, NGO, and other concerned parties in the implementation of this Project

4.2 Information of local and foreign companies, institutes, government agencies related the irrigation and the water resources development and water supply sectors working in your country and their project.

4.3 Significance and priority of the project on national development plans
- Annual budget status in the field of irrigation development, water resources development and water supply system

4.4 Expected effects of the project to the host country
- economic, technical, social and environmental effects

4.5 Financial assistance situations from foreign countries and international organizations (IDB, WB, IBRD, CAF and others) as grant and loan for the similar projects in Bolivia
- On-going, past projects, their components, and financial sources
- Organization and budget

4.6 Project sustainability
- Organization of Communities of Water Users or Irrigation Facilities Management
- Expectation of the government subsidy for the Project
- Positive or negative influence on the sustainablity of the Project implementation, if any.
- Expected problems after completion of the Project

2) 농업용수 공급 및 관리 사업의 효과성 평가

프로젝트형 사업의 경우에는 사업의 중간(사업기간별 중간시점), 종료 평가(종료후 1년이내) 및 사후평가(종료후 2~3년 이내)를 실시하게

되며 원조사업의 성공・실패사례에 대한 분석 실시하게 된다.

이때 KOICA의 무상원조 평가가이드라인을 활용하게 되며 원조효과성, 파급효과, 지속가능성 등에 대한 사업성과 측정을 위한 수원기관의 현장조사를 통하여 평가를 실시한다.

모든 평가는 사업의 이익 또는 가치를 평가하는 명확한 또는 내재적인 기준이 있다. 다음 다섯 가지 항목은 OECD/DAC에서 권장하고 있는 KOICA에서도 사용하는 개발사업의 평가의 기준이다.

[표 25] DAC의 평가 기준표

DAC의 평가 기준	평가 내용
적절성 Relevance	개발 사업의 목표(objectives)들이 수혜 대상의 필요(needs)와 우선순위를 충족하고 수혜국과 공여국의 정책에 부합하는 정도
효과성 Effectiveness	사업의 목적이나 목표의 달성 정도 평가
효율성 Efficiency	다른 대안을 감안할 때 개발 사업으로 인한 비용이 얼마나 합리화 될 수 있는가. 즉 여러 투입물(inputs)이 경제적으로 사용되어 산출물(outputs) 및 성과(results)로 전환된 정도
지속가능성 Sustainability	평가대상 정책 시행 후 또는 사업종료 후 긍정적 효과가 장기적으로 지속될 수 있는 정도
영향력 Impact	개발 사업의 긍정적 또는 부정적, 의도한 또는 의도하지 않은 효과의 전체적인 결과

상기 5개 항목은 모든 개발사업에 적용이 가능하다. 다만, 평가대상의 성격과 평가의 범위, 시기 등에 따라 5개 기준을 모두 평가하기 어려울 수 있다. 따라서 평가실 담당자는 평가대상과 평가의 목적 등을 고려하여 각 평가별로 중점적으로 평가되어야할 기준을 선정하고 이에 따라서 세부평가질문을 작성한 뒤 평가를 수행한다.

따라서, 농업용수 공급 및 관리사업의 평가를 위한 5개 분야의 평가기준별 체크리스트를 [표 26]에 정리하였다.

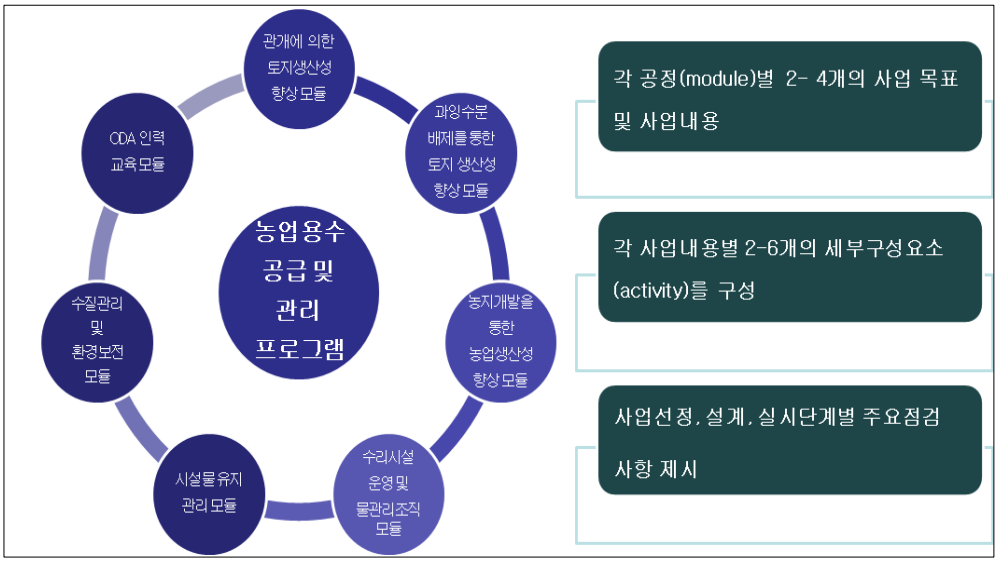
[표 26] 농업용수 공급 및 관리 사업 평가 체크리스트

평가기준	체크리스트
적절성	1. 사업성과가 KOICA 정책목표와 일치하는 정도 2. 사업성과가 수원국의 정책과 일치하는 정도 3. 사업성과가 지역경제발전에 기여한 정도 4. 초정연수교육이 시설물관리와 관련기술 보급에 기여한 정도 5. 사업성과의 타지역 보급 및 재시행 가능성
효과성	1. 사업지역 농민의 소득 향상 정도 2. 농업 생산기반시설 개선 정도 3. 지역 농민들의 사업성과에 대한 만족도 4. 농업관련 전문기술자 양성 및 관련기술의 보급 정도
효율성	1. 사업비에 대한 식량(농작물) 생산량 증가율 2. 사업비에 대한 홍수피해 및 배수불량 피해액 감소율 3. 사업비에 대한 농업생산기반시설에 대한 지역민 만족도 4. 사업비에 대한 초정 연수생의 연수결과(만족도)
지속가능성	1. 수원국의 정책 추진에 지속적으로 기여를 하는가? 2. 사업결과가 수원국의 경제발전에 지속적으로 기여하는가? 3. 사업을 시행으로 인하여 시설물관리 조직이 설립되고 효과적으로 운영되는가? 4. 지역 농민들이 사업결과에 대하여 지속적으로 만족하는가? 5. 사업시행 및 운영으로 인한 환경피해가 발생하는가?
영향력	1. 사업이 수원국 사회, 경제, 문화 등에 영향을 미치는가? 2. 사업이 수원국의 정책 개발과 추진방향에 영향을 미치는가? 3. 사업이 지역민의 복지 및 문화에 영향을 미치는가? 4. 사업이 관련기술의 발전에 영향을 미치는가? 5. 사업이 지역의 환경 및 생태계에 미치는 영향은 어떠한가?

6.3 농업용수 공급 및 관리 프로그램 개발

농업용수 공급 및 관리 사업은 여러 가지 공정으로 구성이 되어 있으며, 대상지구의 특성에 따라 일부 공정만을 선별하여 사업계획이 수립되어 추진된다. 따라서 사업 담당자가 미리 만들어진 공정(module)과 세부구성요소(activity)들을 조합하여 수원국에 적합한 농업용수 공급 및 관리 프로그램을 구성하면 보다 효율적으로 사업을 추진할 수 있다. 또한 각 공정을 추진할 때 고려사항과 사업에 필요한 세부 구성요소들의 내용을 파악하고, 모듈별로 점검사항을 바탕으로 사업을 계획하여 추진하면 사업과정에서 시행착오를 감소시킬 수 있으며, 관련

여건들의 변화로 인해 발생하는 불확실한 상황에 유연하게 대처할 수 있다. 본 보고서에서는 농업용수 공급 및 관리 프로그램을 관개에 의한 토지 생산성 향상 모듈, 과잉수분 배제를 통한 토지 생산성 향상 모듈, 농지개발을 통한 농업 생산성 향상 모듈, 수리시설 운영 및 물관리조직 모듈, 시설물 유지관리 모듈, 수질관리 및 환경보전 모듈, ODA 인력 교육 모듈 등과 같이 7개의 모듈로 구분하였다. 각 모듈은 여러 개의 세부 구성요소를 포함하고 있으며, 사업특성에 따라 세부구성요소들을 조합하여 수원국의 사업지구의 상황에 적합한 프로그램을 구성한다.



[그림 56] 농업용수 공급 및 관리 프로그램의 구성

6.3.1 관개에 의한 토지 생산성 향상 모듈

1) 개요

관개를 통해서 토지 생산성을 향상시키기 위한 관개사업은 용수가 부족하거나 신규 농경지를 조성할 경우에 고려된다. 용수가 부족한 경우는 용수원이 부족하여 한해피해를 겪는 경우와 용수가 충분하지만 취수시설이나 용수로 시설이 미비하여 농지에 효율적으로 용수를 공급

하지 못하는 경우로 구분된다. 신규 농경지에 관개용수를 공급하기 위한 관개사업은 용수확보, 관개지역 및 관개면적 결정, 수원공 및 용수로 시설 건설, 포장에서 관개방식의 선정 등이 필요하다. 관개사업에는 많은 공사비가 소요되므로 사업을 통해 달성되는 농업 생산성 향상과 공사비의 관계(B/C)를 고려하여 경제적인 효과를 얻을 수 있도록 계획해야하며, 사업의 목적을 달성하기 위해서는 영농기술 및 농업경영과 관련된 전문기술과 지식이 필요하다.

2) 목표 및 세부구성요소

(1) 안정적인 용수원 확보

◆ 주요내용 및 고려사항

농작물은 기온, 일조, 토양 등과 환경조건이 양호하여도 생육에 필요한 수량이 적절하게 공급되지 않으면 생육장해를 일으키고 수확량이 감소한다. 해당 지역에 대한 관개사업의 필요성을 파악하기 위해서는 과거 가뭄으로 인한 작물 피해량 및 용수 부족량에 대한 조사가 선행되어야 한다. 적절한 용수원 계획을 수립하기 위해서는 하천, 호소, 지하수 등과 같은 자연수의 이용가능성, 수질 및 수온의 적절성, 시기별 이용가능수량 등을 조사하여 해당지구에서 용수수요량을 충족시킬 수 있는가를 검토해야 한다. 시기별 이용가능수량이 부족하면 저수지, 양수장, 취입보, 관정 등과 같은 신규수자원개발을 고려한다. 사업계획을 수립할 때에는 대상지구에 대한 현황조사에서 파악된 여러 가지 조건하에서 용수수요를 어떻게 충족시킬 수 있는가에 대한 구체적인 대안들을 만들어 안전성, 경제성, 유지관리 측면에서 비교 및 검토하여 최적안을 선정한다.

① 세부구성요소

◆ 관개지구 선정 및 현황 조사

- 대상지구 선정: 지역 주민 신청이나 국가 계획 반영, 도상계획 후 답사,

관개시설의 규모 및 관개용수량을 고려하여 수혜면적 결정

- 현황조사: 용수부족으로 인한 과거 피해 조사, 용수부족량 조사, 용배수계통조사, 지형·지질·토양·지하수위 조사, 기상조사, 수문조사, 영농 및 재배실태 조사, 수온 및 수질 조사, 지역개발계획조사

◆ 사업의 계획기준년 및 계획용수량 선정

- 계획기준년 선정: 지역계획에서 사용한 수문자료 확보, 특정 빈도의 한발년을 계획기준으로 선정, 관개시설 규모에 따른 건설비와 관리비 고려

- 계획 용수량 결정: 재배작물을 고려하여 용수가 가장 많이 소요되는 시기 선정, 계획기준년의 관개기 중에 나타나는 최대 용수량 산정, 취수장치의 규모, 양수기의 구경, 용수로의 통수단면의 크기 결정에 활용

◆ 용수원 선정

- 하천, 호소, 지하수 이용가능성 평가, 부족수량 산정 및 신규용수원 개발여부 결정, 저수지의 용수공급 안정성, 경제성, 안전성 평가를 통한 댐 사이트 및 적정규모 결정, 취입보, 양수장, 지하수원공 등의 취수위치, 취수방법, 시설용량 결정 경제적이고 안전한 수원시설 설치

(2) 경제적이고 안전한 수원시설 설치

① 주요내용 및 고려사항

농업용수의 수원은 하천, 저수지, 호소, 지하수로 구별된다. 하천은 수량 및 수질면에서 일반적으로 가장 적당한 수원이며, 경제적이고, 보나 양수장과 같은 간단한 시설로 취수가 가능하다. 저수지는 하천으로부터 안정적인 취수가 어려운 지역에서 이용되는 수원이며, 하천수에 비하여 시설비가 많이 들고 수질이 떨어지는 단점이 있으나 풍부하고 계획된 수량을 확보할 수 있다. 호소는 저수지와 같이 안정적인 취수

가 가능하며, 하류에 위치한 하구호나 담수호 같은 인공호는 수질관리 대책이 필요하다. 지하수는 보조수원공 역할을 하며, 간단한 시설로 취수할 수 있으며, 수량의 연간 변화가 작다. 일반적으로 농업용수 수원으로 적당한 조건은 이용가능수량이 클 것, 수온 및 수질이 양호할 것, 취수하기 쉽고 안정되어 있을 것, 관개지역에서 가까울 것 등이다. 이와 같은 용수원들은 환경친화적으로 개발되어야 하며, 환경 및 생태계를 고려한 체계적인 유지관리가 필요하다.

② 세부구성요소

◆ 수원시설용량 결정

- 저수지: 하천유량 산정, 시기별 조용수량 산정, 계획저수용량 산정, 저수지 수위-저수량 관계 결정
- 취입보: 하천유량 산정, 시기별 조용수량 산정, 시설용량 결정
- 양수장: 하천유량 산정, 시기별 조용수량 산정, 시설용량 결정
- 관정: 지하수 양수 가능량 산정, 시기별 조용수량 산정, 시설용량 결정

◆ 수원 위치 선정

- 저수지: 댐터의 지질 및 지층 조사, 물넘이 지반 조사, 저수지 집수량, 상류유역의 토지이용상황, 저수지 용적과 지형, 저수역의 지층 조사 및 대안 비교
- 취입보: 하천의 유량 및 하상 조사, 수혜지역 조사, 취입보 설치로 인한 상·하류 영향조사, 공사 및 유지관리 문제점 조사 및 대안 비교
- 양수장: 하천유량 및 하상조사, 수혜지역 조사, 양수장 설치로 인한 상·하류 영향조사, 공사 및 유지관리 문제점 조사 및 대안 비교
- 관정: 지하수위 및 지질조사, 수혜지역 조사, 관정설치로 인한 영향 조사, 지역개발계획 조사 및 대안 비교

◆ 수원공 및 부대시설 설치

- 저수지: 환경친화적 제체 및 물넘이 설치, 취수시설 설치, 호안공
- 취입보: 환경친화적인 고정보 및 가동보 설치, 취수구 설치, 부대시설(배사구, 어도, 통선로, 침사지) 설치
- 양수장: 양수장 시설 설치, 양수설비(펌프, 원동기) 설치, 전기설비 설치
- 관정: 관정 시설 설치, 양수설비(펌프, 원동기) 설치, 전기설비 설치

◆ 유지관리

- 저수지: 환경 및 생태계를 고려한 유지관리 계획수립, 수질조사, 준설, 주민참여 활성화
- 취입보: 체계적인 유지관리 계획수립, 어도 유지관리, 준설
- 양수장: 체계적인 유지관리 계획수립, 정기적인 시설 점검, 양수장 주변 점검, 토사 준설
- 관정: 체계적인 유지관리 계획수립, 정기적인 시설 점검

(3) 효율적인 용수로 시설 설치

① 주요내용 및 고려사항

용수로는 농경지에 필요한 물을 공급하고 잉여수를 적기에 배제하는 기능을 하며, 제 기능을 발휘할 수 있는 상태를 유지해야 한다. 용수로는 하류로 갈수록 단면이 축소되는 특성이 있으나 규모가 축소되고 지형이 변화해도 용수로 본래의 기능은 유지되어야 한다. 용수로에는 물이 흘러간다는 특성을 활용하여 생태환경, 생활환경, 어메니티 향상에 기여할 수 있다. 용수로는 관개지구의 농경지들 보다 높은 곳에서 등고선방향으로 유하하면서 자연급수가 되도록 설치하는 것이 일반적이다. 또한 저수지, 양수장, 취입보와 같은 수원공에서 하류의 평야부에 송수되기까지 산지의 경사면을 통과하는 구간, 하천변 또는 경지를 통과하는 구간, 마을을 통과하는 구간 등을 통과하기 때문에 각 구간별로 적절한 시설물 배치가 필요하다. 통수시설은 개수로 및 관수로로 구분되며, 관개지구의 특성을 고려하여 형식을 결정하며, 용수로 공

사 중에서 차지하는 비중이 가장 크다. 또한 효율적으로 용수를 공급하기 위해서는 분수 및 조정 시설, 중간저류시설, 기타시설 등의 설치가 필요하다.

② 세부구성요소

◆ 송배수 계획수립

- 관개지역 구역분할: 지형 조건을 고려하여 송배수에 적합한 구역으로 분할, 구역별 용수량 산정
- 수로노선 선정: 지형, 지질, 지가, 토지이용 조사 및 수리구조물의 위치 결정
- 소요수두 결정: 각 포장의 필요한 수심/수압 결정, 취수점 수두 및 구조물의 손실수두를 고려하여 수리경사 결정
- 통수용량 결정: 계획 용수량, 배분방법, 손실수량 등을 고려한 수로 구간의 통수량 결정
- 송수 배분조작 방법 선정: 용수의 분수 방법결정, 분수공·수문·밸브의 기능 및 구조 결정, 수로물넘이, 조정지, 팜폰드등의 필요성 검토
- 조정지 배치: 조정지 위치 결정, 최대/최소 사용수량, 용수 도달시간, 허용 무효방류량 등을 고려한 용량 산정

◆ 통수시설 설치

- 개수로: 구조물의 안전성, 사회적 제약, 공사비, 유지관리 등을 고려하여 수로 종류(흙수로, 라이닝수로, 플륨) 선정
- 관수로 설치: 수압조정 방식 결정, 개방형, 폐쇄형, 반폐쇄형 중 관수로 형태 선정, 수지상배관, 관망배관 중에서 배관방식 선정
- 수로 터널: 대상지구의 지질 조사, 공사비 및 수두 손실 조사, 터널 단면 결정
- 암거: 지질, 지반, 토지이용상황 조사, 암거 단면 결정
- 잠관 및 수로교: 지형, 지질, 지반 조사, 잠관 단면 결정, 수로교 형식

및 스팬 크기 결정
- 낙차공 및 급류공: 지형 및 토사량을 고려한 구조물 선정, 낙차공 종류(수직낙차공, 경사낙차공) 선정, 급류공 단면 결정

◆ 분수 및 조정시설 설치
- 분수공: 용수로 종별 및 규모 조사, 용수이용 관행 조사, 분수공 종류(유량조절 분수공, 비율분수공) 선정
- 수로물넘이: 수로 여유고 결정, 유입홍수량 및 예상 시나리오 결정, 수로물넘이 규모 결정
- 방수공: 유입홍수량 및 예상 시나리오 결정, 방수공 및 제수문 규모 결정

◆ 중간저류시설 설치
- 조정지: 수로조직 내에서 취수량, 통수량, 용수량의 불균형 조사, 기술적, 경제적, 사회적 관점에서 규모 결정
- 팜폰드: 지선의 통수량, 용수량의 시간적 변동 조사, 지선 수로 부근의 지형 조사, 팜폰드 규모 결정

◆ 기타 시설 설치
- 온수로: 관개용수 수온 조사, 수로 부근의 지형조사, 온수로 구성(상류설치 수로, 승온부, 하류설치 수로) 설계 및 시공
- 양수시설: 통수량을 계측하기 위하여 파샬플륨, 양수표, 관로용 유량계 설치
- 보호·보안 시설: 외수 유입 방지를 위한 횡단배수구조물(사면배수구, 횡단암거, 오버슈트, 유입공 등) 설치, 수로시설을 보호를 위한 배수구 및 펜스 설치
- 관리시설: 시설 관리 및 자재운반용 도로, 관리건물, 통신·제어·기록 시설 설치

(4) 포장의 관개시설 설치 및 절수 관개방식 결정

① 주요내용 및 고려사항

작물의 생장은 관개방식으로부터 영향을 받으므로 관개지구 특성, 용수이용 특성, 재배작물 등을 고려하여 작물의 생장에 도움이 되고, 용수량이 절약되며, 시설비 및 노력이 절감되는 관개방식을 선정한다. 일반적으로 논에서는 담수재배를 하기 때문에 담수법을 이용하며, 밭에서는 습윤관개를 목적으로 하기 때문에 지형, 기상, 토양, 작물, 침투속도, 용수상태, 노동력, 경제성 등을 고려하여 적절한 관개방식을 선정한다. 포장의 관개시설은 선정된 관개방식을 효율적으로 수행하기 위하여 설치되며, 관개지구 지형, 포장 경사, 구획크기, 토양 종류 등을 고려하여 시설의 종류와 규모가 결정된다. 벼의 절수관개에 대한 연구는 오랜 기간 동안 추진되어 왔으며, 국제적으로 절수관개의 절수효과와 벼 수량에 미치는 영향에 대한 연구가 추진되고 있다. 특히 절수형 벼 재배 기술인 SRI(System of Rice Intensification)는 중국, 인도네시아 등 40개국 이상에 보급되고 있으며, 용수량 절감과 수확량 증가가 증명되고 있다. 논에 적용되는 절수관개방식으로는 천수간단관개가 있으며, 심수관개 보다 적은 양의 관개용수가 소요되며, 수확량도 많은 것으로 보고되고 있다. 밭포장의 절수관개기법으로는 점적관개 및 센터 피벗 관개가 있으며 이들은 스프링클러 관개 보다 관개효율이 높은 것으로 보고되고 있다.

② 세부구성요소

◆ 관개방식 선정

- 논관개: 관개지구의 농업용수량, 물이용 특성, 지형 조사, 적절한 관개방식(연속관개, 간단관개, 윤번 관개, 순환관개) 선정
- 밭관개: 관개목적, 토양 종류, 구획 모양 및 크기, 작물 종류 조사, 지표관개(고랑관개법, 코루게이션법, 수반법, 보더 관개법, 등고선 월류 관개법), 지하관개(암거법, 개거법, 피처법), 살수관개(이동식, 준이동식,

고정식, 다공파이프식), 물방울관개(drip법, subsurface법, bubbler법) 중에서 적절한 관개방식 선정

◆ 포장의 관개시설 설치

- 지형, 토성, 토지의 기울기, 침입도, 풍향 및 풍속, 용수원의 수량, 관개작업의 능률, 관개효율, 작물의 종류, 재배방법, 영농규모, 관개시설비, 유지관리비 등 고려
- 고랑관개법: 보조수로 설치, 목통 및 사이펀 등과 같은 분수관 설치, 포장 내 고랑 설치
- 보더 관개법: 포장의 경사도 조정 및 정지작업, 물꼬 설치
- 구분법 및 수반법: 두둑 설치, 물꼬 설치
- 등고선 월류 관개법: 보조 수로 설치, 물꼬 설치
- 지하관개: 관개방식(개거, 암거, 피처) 선정, 선정된 관개 방식별 포장 내 시설 설치
- 살수관개: 스프링클러 종류(고정식, 회전식, 분사관로식) 선정, 스프링클러 관개효율 결정, 살수기 간격, 지거관 직경 및 간격 결정, 펌프와 동력 결정
- 물방울 관개: 이미터 종류(선형 테입, 점원 이미터, 스프레이 이미터) 선정, 관개조절장치 설치, 지거관 및 이미터 설치

◆ 절수관개기법 도입

- SRI(System of Rice Intensification) 재배: 어린묘(5~7cm)의 사용, 이앙시 뿌리에 피해 최소, 최소 30cm 이상의 이앙간격을 유지, 비담수재배를 통해 토양수분을 촉촉하게 유지, 토양의 통기성 개선, 유기비료를 사용하여 토양의 유기물 개선
- 녹비작물의 토양 환원에 의한 용수절감: 콩과 및 화본 작물을 푸를 때 베어서 토양에 넣어 주어 토양의 물리성 개선 및 용수 절약
- 천수간단관개에 의한 용수절감: 심수관개 보다 적은 양의 관개용수가

소요, 물꼬높이를 조정을 통한 유효우량을 증가
- 밭포장의 절수관개기법: 점적관개 및 센터 피벗 관개를 통한 관개효율 향상

(5) 주요 점검 사항

① 사업의 선정 단계
- 수원국의 관개사업 요청에 대한 충분한 검토: 사업지구 현황조사, 정부 및 지역 주민 의견 청취
- 중앙 정부 및 지역개발개발 계획과 관련성 및 상충성 검토
- 관개사업과 관련된 주요 지표 조사: 농가 및 지역소득 지표, 주요 농작물의 생산성 지표, 안전한 식수 보급, 지역사회 주요 사회조직 및 가입률, 경지면적, 관개면적 비율, 농기계보급율 등 조사
- 사업 적지: 관련 자연자원이 충분한 곳, 수원공 건설에 적합한 입지건, 수원공에 근접한 관개지구, 지역민 및 정부의 개발의지가 강하고 참여의지가 높은 곳, 개발효과가 큰 곳, 시공재료의 취득이 용이한 곳, 용지매수 및 지장물 보상액이 적은 곳, 사업효과가 타지역으로 확산되기 용이한 곳

② 사업의 설계 단계
- 사업 시행에 따른 환경영향, 이주, 보상 등에 대한 수원국과 충분한 협의
- 사업 타당성 조사 결과 검토 및 적정 투자 규모 고려하여 사업설계
- 중앙정부 및 지역사업개발 계획과 연계하여 개발효과가 극대화되도록 사업계획 수립
- 관련 여건 변화에 따른 사업비 증감 가능성 분석 및 대책 수립
- 공사기간 동안 기상 상황 예측 및 자연재해에 대한 대책 수립
- 지역민의 공사 방해에 대한 대책 수립
- 수원국의 정책변화에 대한 대책수립

③ 사업의 실시 단계

- 개발사업의 경제적, 사회적 효과가 가시화될 수 있도록 사업을 추진하며, 사업추진의 지속성 유지
- 수원국 정부와 지역주민의 참여 유도하면서 사업 추진
- 전문가 파견을 통한 사업 시행 중 철저한 공사감독
- 사업 추진 상황을 철저히 모니터링하여 계획 및 공정표와 비교
- 사업결과를 주기적으로 평가하여 사업의 질적 수준 유지 및 사업 목표 달성

6.3.2 과잉수분 배제를 통한 토지 생산성 향상 모듈

1) 개요

농경지의 과잉수분을 인위적으로 배제시켜 토지 생산성을 향상시키기 위한 배수사업은 홍수로 인한 침수피해 방지, 지하수위가 높거나 과습한 농지의 토양수분조절, 강우로 인한 토양침식 방지, 간척지대나 건조지대의 농지의 제염 등을 달성하기 위하여 시행된다. 적절한 배수계획을 수립하기 위해서는 지형, 지질, 토성, 지하수위, 주변조건 등을 분석하여 배수불량의 원인을 파악해야 하며, 지역전체에 대한 배수와 포장에 대한 배수가 동시에 고려되어야 한다. 배수에는 많은 시설비와 유지관리비가 소요되기 때문에 배수사업으로 인한 편익과 비용을 고려해서 적정한 규모의 배수시설, 배수방식 등을 선정해야 한다. 또한, 사업의 목적을 달성하기 위해서는 농경지의 유출 및 배수특성, 배수관련 영농기술, 배수시설 계획, 설계, 운영, 유지관리에 관한 전문기술과 지식이 필요하다.

2) 목표 및 세부구성요소

(1) 사업지구 특성을 반영한 배수방식 선정

① 주요내용 및 고려사항

적절한 농지배수계획을 수립하기 위해서는 대상지역의 현황을 조사하고, 배수구역을 설정해서 배수불량의 원인을 구명해야 한다. 대상지역 및 포장의 과잉수를 효과적으로 배제하기 위해서는 계획기준 강우량, 홍수시 및 평상시의 계획기준 내수위, 계획기준 외수위, 허용 담수심 등을 설정하고 배수방식 및 계획배수량을 고려하여 배수시설을 계획한다. 효과적인 농지배수를 위해서는 합리적인 농지배수량 산정이 이뤄져야 하며, 농지배수량은 유역유출량이나 농지를 침수시키는 유량 중 공작물의 안전과 작물의 건전한 생육을 위하여 배제되어야 할 지표배수량과 지하수위가 높은 농경지의 토층 중에서 지하를 통하여 배제되어야 할 지하 배수량을 의미한다. 이와 같은 농지배수량에 따라 배수시설물의 규모와 배수방식이 선정되며, 효과적인 배수계획을 수립하기 위해서는 적절한 배수방식의 선정이 필요하다.

② 세부구성요소

◆ 배수사업 지구선정 및 현황 조사

- 답사: 유역 및 수혜지구의 하천, 배수시설, 토지이용 상태 조사
- 지형: 배수유역 전체의 지형도 준비 및 지형 조사
- 작목별 면적: 사업지역의 재배작목별 면적 조사
- 토양: 토양통 및 토성 조사
- 지하수위: 관개기 및 비관개기의 지하수위 조사
- 강우량 및 유출량 조사: 강우량 자료 조사, 하천 수위 기록 조사
- 외수위: 배수하천의 홍수위, 홍수량, 홍수지속 기간 조사
- 배수상황: 배수계통, 배수시설의 규모, 담수면적 조사
- 피해상황: 10년 빈도 정도의 홍수피해, 상습적 과습 피해 조사
- 배수관행: 구역별 배수순위, 수문조작 관행 조사
- 지역개발계획 조사: 다른 사업과의 관련성 조사

◆ 농지배수량 산정

- 광역배수는 지구 전체에 걸친 홍수시의 배수, 포장배수는 전답에 내린 중소규모 강우 배제와 평상시의 지하배수
- 광역배수량: 유출해석을 통하여 배수량 추정, 대상지구의 기간배수시설(배수로, 배수문, 배수펌프) 규모 결정에 활용, 농지의 도시화, 용·배수 개량, 포장정비 등의 미래 여건 변화를 고려한 홍수량 산정
- 포장배수량: 평상시 지구 내 지하수 유출, 농경지의 지표 및 지하배수, 주거지로부터 하수량 조사, 관개기 배수량 산정을 통한 배수펌프의 설치대수를 계획, 비관개기의 배수량 산정을 통한 지하배수에 적합한 배수로의 바닥 높이 결정

◆ 농지배수 방식 선정

- 외수 침입방지: 대상지구의 특성을 고려하여 하천제방 숭상, 지표 유입수 배제를 위한 승수로 계획, 지하 침입수 배제를 위한 승수거 계획
- 내수배제 촉진: 배수로망의 정비, 배수펌프 및 배수구 개수, 암거배수 시공
- 배수피해 분산: 기존 배수관행 고려, 배수로 신설 및 개수, 배수로 노선 위치의 변경, 외수 영향을 고려한 배수문 배수 및 기계배수 검토

(2) 경제적이고 효과적인 배수시설 설치

① 주요내용 및 고려사항

농지배수 시설에는 배수로, 승수로, 배수문, 암거배수조직, 배수펌프장, 유수지, 제방, 방수공, 하구처리시설 등이 있다. 배수시설들은 대상지구의 특성에 따라 자연배수와 기계배수로 구분되며, 배수목적을 최대한 달성하기 위하여 각 시설의 기능을 명확하게 파악한 후 지형, 지구 특성, 배수 관행 등을 고려하여 적절하게 조합되어 설치 및 운영된다. 배수계획은 배수시설의 종류, 규모, 배치, 배수방식, 배수계통, 계획배수량 등을 종합적으로 검토하여 수립되며, 배수시설은 대상지역 전체를 고려하여 설치 및 운영된다. 경제적이고 효과적인 배수를 위해서

는 지연배수방식으로 처리하는 것이 좋지만, 자연배수처리가 불가능할 때에는 자연배수가 가능한 한 고위부와 기계배수를 실시하는 저위부로 나누어 배수계획을 수립한다. 홍수량이 증가하는 저위부에는 배수계통을 적절히 분할하고 배수펌프장과 배수로를 설치하여 경제적으로 홍수량을 배제 할 수 있도록 한다. 또한 자연배수와 기계배수가 대상지역에서 통합운영되어 충분히 기능을 발휘할 수 있도록 배수조직을 설치 및 운영한다.

② 세부구성요소

◆ 배수로 및 배수문 설치

- 지형, 배수목적, 유지관리비, 배수관행 등을 고려한 배수로 노선 결정
- 배수로 설치: 배수로 기울기, 허용유속, 단면형상 결정, 배수로 호안공 설치, 낙차공 및 급류공 설치
- 배수능력, 기초지반 지지력, 풍파나 조류의 충격, 유사퇴적 등을 고려하여 배수문 위치 선정
- 배수문 설치: 배수문 턱 표고 및 단면 결정, 배수문 유량 결정, 어도 설치

◆ 암거배수 시설 설치

- 지구배수 특성 조사, 암거배수와 지구배수의 관계 파악, 포장 영농 형태 및 환경 조건 조사, 보조 암거 필요성 검토, 계획 지하수위 설정
- 암거배수 조직 설치: 지형, 토지이용, 유지관리를 고려하여 암거배수 조직 배치 방식 선정, 흡수거 매설깊이 및 간격 결정, 암거의 기울기, 유속, 지름 결정

◆ 기계배수 시설 설치

- 지형, 배수목적, 유지관리비, 배수관행 조사
- 기준 강우량, 홍수시 및 평상시의 계획기준 내수위, 계획기준 외수위, 허용 담수심 등 설정

- 배수펌프 종류(원심펌프, 사류펌프, 축류 펌프) 선정, 설치 대수 결정, 배수펌프 바닥면 결정, 원동기 및 소요 동력 결정
- 배수펌프장 위치 및 구조 결정과 설치
- 침사지 및 인수로 계획과 설치

③ 기타 시설 설치
- 유수지 설치: 배수문 배수나 기계배수의 첨두 유량을 완화시키기 위하여 설치, 유수지 유입량, 유출량, 유수지 면적 결정, 배수문 위치 및 크기 결정
- 제방 설치: 유역유출량을 고려하여 외수의 침입을 방지하기 위하여 하천 및 간선수로에 축조
- 방수공 설치: 펌프장이나 제방의 계획배수량을 초과하는 유출량의 원활한 배제를 위하여 월류웨어나 수문설치
- 하구처리시설 설치: 하천의 배수 기능 향상을 위한 도류제 및 하구암거 설치

(3) 주요 점검 사항

① 사업의 선정 단계
◆ 수원국으로부터 배수개선 사업 요청시 필요성 검토: 사업지구 현황조사, 정부 및 지역 주민 의견 청취

② 중앙 정부 및 지역개발개발 계획과 관련성 및 상충성 검토
◆ 배수개선 사업과 관련된 주요 자료 조사: 농가 및 지역소득 지표, 주요 농작물의 생산성 지표, 지역사회 주요 사회조직 및 가입률, 과거 침수피해액, 과거 침수피해면적, 첨두홍수량, 강우량

◆ 대상지역 선정 기준: 하천에 인접한 상습침수지역, 침수로 인한 농작물 및 주거지 피해가 큰 지역, 배수개선으로 인한 농산물 증가 및 사업효과가 큰 지역, 시설비 및 유지 관리비가 저렴한 지역, 지역주민 및 정부의 개발의지가 강한 지역

③ 사업의 설계 단계

◆ 사업 시행에 따른 환경영향, 이주, 보상 등에 대한 수원국과 충분한 협의
◆ 사업 타당성 조사 결과 검토 및 적정 투자 규모 고려하여 사업설계
◆ 중앙정부 및 지역사업개발 계획과 연계하여 개발효과가 극대화 되도록 사업계획 수립
◆ 관련 여건 변화에 따른 사업비 증감 가능성 분석 및 대책 수립
◆ 공사기간 동안 기상 상황 예측 및 자연재해에 대한 대책 수립
◆ 지역민의 공사 방해에 대한 대책 수립
◆ 수원국의 정책변화에 대한 대책수립

④ 사업의 실시 단계

◆ 개발사업의 경제적, 사회적 효과가 가시화될 수 있도록 사업을 추진하며, 사업추진의 지속성 유지
◆ 수원국 정부와 지역주민의 참여 유도하면서 사업 추진
◆ 전문가 파견을 통한 사업 시행 중 철저한 공사감독
◆ 사업 추진 상황을 철저히 모니터링하여 계획 및 공정표와 비교
◆ 사업결과를 주기적으로 평가하여 사업의 질적 수준 유지 및 사업 목표 달성

6.3.3 농지개발을 통한 농업 생산성 향상 모듈

1) 개요

농지개발은 신규 농지를 조성하거나 기존 농지의 영농조건을 개선하여 농업생산성을 향상시키는 사업이다. 신규 농지 조성은 야산개발과 간석지 개발을 통해서 이뤄지며, 기존 농지의 정비는 구획정비, 농도 및 수로 정비 등을 통하여 이뤄진다. 농지개발은 대상지역 조사 및

영농계획 수립, 농지조성, 농도 및 용배수시설 계획, 설계, 시공, 유지관리 등의 업무를 통하여 추진된다. 농지개발에 포함되는 사업들은 개간, 간척, 경지정리, 농지보전 등이다. 개간은 야산, 황무지, 하천부지 등을 농지로 조성하는 것이며, 작물재배에 적합한 영농조건을 갖추기 위해서 용배수로 및 토양유실방지 시설을 설치하며 토양개량을 실시한다. 간척은 바다나 호소를 매립하여 농지를 조성하는 것이며, 방조제 공사, 용수원 공사, 개답공사, 농도 및 용배수로 공사 등을 통하여 신규 농지가 개발된다. 경지정리는 기존 농지의 생산성을 향상시키기 위하여 시행되며, 구획정리, 농도 정비, 용배수시설 정비, 토층개량 등을 실시하고 경작지를 집단화한다. 농지보전은 표토유실을 방지하고 토양수분을 보전하기 위하여 적절한 영농법을 채택하거나 토목구조물을 설치한다.

2) 목표 및 세부구성요소

(1) 개간

① 주요내용 및 고려 사항

개간사업은 임야, 황무지, 초생지, 하천 부지 등과 같이 농업에 이용되지 않는 땅을 농지로 조성하고, 농도와 용·배수로 등 영농에 필요한 부대시설을 설치하며, 새로 조성한 개간지의 토양조건을 작물 재배에 적합한 상태로 개량하는 것이다. 개간사업을 통하여 국토의 효율적인 이용, 농업 생산량 증대, 농가 당 경지면적 증가, 지역경제에 기여 등의 효과를 얻을 수 있다.

② 세부구성요소

◆ 개간 대상 지구 선정 및 현황 조사

- 개간적지 선정: 기상조건, 토지 표고, 토지 기울기, 토양, 용수, 임업과의 조정, 도로와 교통, 개발 제외 지역 등을 고려하여 대상 후보지 선정
- 예비조사: 개간 대상지의 토목조사를 위한 자료, 개간 사업과 관련되는

자료 수집, 개간지역의 현지 상황조사 등을 실시, 조사결과를 검토하여 개간계획의 적정여부를 판단

- 세부조사: 개간 사업에 필요한 상세한 자료를 수집하여 분석하는 것으로 지형조사, 식생조사, 용・배수 상황조사, 기상조사, 토양조사, 농업조사, 사회・경제적 상황조사, 개간 공사용 재료 조사, 환경 영향 조사 등을 포함

◆ 개간 계획 및 설계

- 개간계획: 영농 계획과 토지이용 계획을 수립하고, 이를 바탕으로 경지조성, 농도, 농업용수, 배수, 마을 등을 계획하며, 필요한 경우에 토양개량과 객토를 계획함
- 개간 설계: 개간 대상지역에 적합한 경지, 농도, 용배수로 등 설계

◆ 개간 공사

- 밭 개간: 벌목, 제초제 살포, 가설 도로 설치, 관목류 베기, 불태우기, 뿌리뽑기, 뿌리치우기, 돌과 자갈 제거, 배수구와 배수로의 설치, 승수구와 승수로의 설치, 땅고르기, 막갈이, 토양 개량제 살포, 흙부수기 및 경사면 보호 등의 작업을 시행함
- 논 개간: 겉흙다루기, 계단공, 땅고르기와 바닥다짐, 논두렁 만들기 등의 작업을 시행함

(2) 간척

① 주요내용 및 고려사항

간척은 해면, 하천, 호소 등의 공유수면에 제방을 축조하여 유・출입을 차단하고, 내부의 물을 배제한 후에 새로운 토지를 조성하는 사업이다. 간척기술의 발달로 수심이 얕은 곳의 간척지 개발에서 점차 수심이 깊은 바다로 나아가면서 대규모의 간척사업으로 발전하고 있다. 간척사업은 토지 및 식량의 자급기반 조성, 수자원 확보, 홍수조절, 한・수해 방지 및 기존 농지의 이용효율성 제고, 교통여건의 개선, 관

광 및 휴양효과, 고용 창출 등과 같은 효과가 있다.

② 세부구성요소

◆ 간척 대상 지구 선정 및 현황 조사

- 간척대상지구 선정: 간석지 지형, 조석 및 기상, 토양, 농업용수, 지반, 어업권, 공사자재 조달, 환경영향 등을 고려하여 간척개발 적지 선정
- 대상지구 현황조사: 공사계획, 토지이용계획, 농업경영계획 등을 수립하기 위한 기초자료를 얻기 위하여 시행. 농업경제조사, 지형조사, 지질과 토질조사, 토양조사, 지하수조사, 수질조사, 기상조사, 해상조사, 용·배수 상황조사, 축제재료와 시공여건 조사, 여러 가지 권리와 연안농업 실태조사, 환경영향 예측조사 등을 실시함

◆ 간척 계획 및 설계

- 방조제 노선 선정: 관련 여건들을 종합적으로 고려하여 경제적이고 효율적인 노선 선정
- 축제계획 수립: 지형, 수심, 토질, 해상, 축제 재료의 종류, 채취 위치 및 운반수단, 인접지구와의 도로 등을 고려하여 방조제 축제 계획 수립
- 방조제 단면 설계: 토질, 수심, 해상, 바깥 비탈의 형상, 구조 및 축제재료를 고려하여 단면 결정

◆ 간척 공사

- 방조제 축조: 공사기간을 고려하여 방조제 노선을 따라 설계된 방조제 축조
- 배수 갑문 설치: 간척지구로부터 물을 안전하게 배제하기 위하여 방조제 일부구간에 설치
- 끝막이 공사: 유·출입 조류속과 내·외 수위차 등의 수리조건과 시공재료 및 공법, 해상조건과 작업시간, 보유장비와 작업능력 등을 종합

적으로 검토하여 점축식 공법, 점고식 공법, 점축점고 병행식 공법 등으로 실시

◆ 간척 농지 개발

- 토지이용계획: 영농 측면 및 지역사회에 대한 기여 측면을 고려하여 토지이용계획 수립
- 조사측량: 간척지 내부에 대한 지형측량
- 도로: 영농을 위해 필요한 자량 유통, 농작업 기계의 이동, 주변 배후와 간척 예정지의 교통, 주변의 도로상황 등을 고려하여 결정
- 배수로: 지하수위를 낮추고, 염분을 빨리 제거할 수 있게 하는 적절한 배수조직과 배수로의 배치
- 용수시설: 용수원을 고려하여 효율적인 용수공급이 가능한 시설 설치
- 제염: 물관리 이나 배수시설에 의한 제염, 생물학적 제염, 화학적 제염, 경운과 객토에 위한 제염 등을 지역특성을 고려하여 적용

(3) 농지 보전

① 주요내용 및 고려사항

농지보전은 흙과 물을 효율적으로 관리하고 보전하여 지속적으로 농지의 생산성을 유지하고 재해로부터 농지를 지키는 일이다. 농지의 표토층이 빗물이나 바람에 의하여 씻겨져 유실되면 비옥도가 떨어지고 보수력이 낮아진다. 또한, 하천의 수질 오염, 대기 오염, 하류의 수리구조물이나 댐, 저수지의 매몰 등을 초래할 수 있다. 따라서 적절한 영농법이나 토목 공학적인 방법 등을 이용하여 토양 침식을 줄이고, 토양 수분을 보전하여 농업 생산성을 유지시켜야 한다.

② 세부구성요소

◆ 대상지구 토양유실 현황 조사

- 물 침식에 의한 토양유실 현황 조사: 대상지구의 기상, 지형, 토양, 식

생상태, 경운방법, 경운방향 등을 조사하며, 연간 토양유실량 조사
- 바람 침식에 의한 토양유실 현황 조사: 대상지구의 풍속, 토양, 지표, 경지의 기울기 및 형상 등을 조사하며, 연간 토양유실량 조사

◆ 농지보전 대책 수립 및 시행
- 물 침식 방지 대책 시행: 토양 보전적 영농법이나 토목공학적 보전법을 대상지구의 특성을 고려하여 활용
- 바람 침식 방지 대책 시행: 지면 풍속을 줄이는 방법이나 토양인자를 조절하는 방법을 대상지구의 특성을 고려하여 활용

(4) 경지정리

① 주요내용 및 고려사항

경지정리는 기계화 영농과 편리한 물관리를 통하여 노동 생산성과 토지 생산성을 높이기 위하여 규모가 작고 불규칙 형상의 농지를 사각형 모양으로 바꾸고 필지의 규모를 확대하며, 용수로, 배수로, 농도 등을 정비하며, 토층을 개량gi여 농지를 종합적으로 정비하는 사업이다. 경지정리사업은 일반 경지 정리, 대구획 경지 정리, 간이 경지 정리, 밭기반 정비 등으로 구분된다. 경지정리 사업의 효과는 노동의 생산성 향상, 편리한 영농작업, 물관리, 재배관리, 농자재의 운반 및 영농의 기계화, 토층개량으로 인한 수확량 증대, 작목선정의 범위 확대, 2모작으로 인한 실질적 경지면적 확대 등이 있다.

② 세부구성요소

◆ 경지정리 대상 지구 현황 조사
- 지형조사, 영농환경조사, 용・배수 상황조사, 기상조사, 토양조사
- 농업조사, 사회・경제적 상황조사
- 환경 영향 조사

◆ 구획정리

- 필지(경구)의 형상 및 크기 결정: 농기계의 작업능률, 지형경사도와 토양 등의 입지조건, 용・배수관리의 편의성, 사회・경제적 조건 등을 검토하여 결정
- 구획(포구)의 형상 및 크기 결정: 용수와 배수관리를 고려하여 구획의 배치, 형상, 면적 결정

◆ 농도정비

- 농도 배치: 포장조건, 구획형상, 용・배수로의 배치, 촌락, 농업시설, 기존도로의 위치 등을 고려하여 농수산물 운송 및 영농작업이 안전하고 효율적으로 이루어지도록 노선배치
- 농도 형상 및 구조 설계: 농도의 유효 폭, 노면 높이, 비탈 기울기, 종횡단 기울기, 곡선부 폭넓힘 및 바깥쪽 기울기 결정

◆ 용배수시설 정비

- 계획용수량 결정: 수로 용량 결정을 위한 최대용수량 산정
- 용수로 설계: 용수로 단면 및 기울기 결정, 용수지거 길이 및 단면 결정
- 포장 유입구 설계: 유입구 단면 및 구조, 유입구 개소수 결정
- 지표배수시설 설계: 배수로 형식 및 제원결정, 배수지거 길이 및 단면 결정
- 지하배수 시설 설계: 암거 깊이, 간격 결정
- 포장 배출구 설계: 배출구 단면 및 구조, 배출구 개소수 결정

◆ 토층개량

- 표토 처리: 경지정리 지구내 표토의 별도 관리 및
- 객토: 타지역에서 반입된 흙을 원토와 혼합
- 복토: 경작에 영향을 미치는 작토층 조성
- 돌 및 자갈 제거: 돌 및 자갈 제거하여 작토층 확보

- 지내력 확보: 암거배수에 의한 지하수위 저하, 객토에 의한 토질 개량을 통한 지내력 확보

(5) 주요 점검 사항

① 사업의 선정 단계

◆ 수원국으로부터 농지개발사업 요청시 필요성 검토: 사업지구 현황조사, 정부 및 지역 주민 의견 청취

◆ 농지개발 대상지구 현황조사: 경지정리 사업 계획을 위한 자료 수집. 지형조사, 영농환경조사, 용・배수 상황조사, 기상조사, 토양조사, 농업조사, 사회・경제적 상황조사, 환경 영향 조사 등을 포함

◆ 중앙 정부 및 지역개발개발 계획과 관련성 및 상충성 검토

◆ 농지개발사업과 관련된 주요 지표 조사: 농가 및 지역소득 지표, 주요 농작물의 생산성 지표, 지역사회 주요 사회조직 및 가입률, 관개농지 면적율,

◆ 농지개발사업 선정 단계에서 고려할 사항: 영농활동으로 인한 토양오염 및 수질오염 가능성, 표토층 유실 및 토양 침식에 미치는 영향, 산림 훼손 및 토양층 변화, 산림 훼손이 기후변화에 미치는 영향, 지역주민의 거주지 이전이나 분산에 미치는 영향, 희귀 야생동물의 서식지 파괴 및 생태계 교란에 미치는 영향, 기존 농작물 작부체계 및 농가경제에 미치는 영향

② 사업의 설계 단계

◆ 사업 타당성 조사 결과 검토 및 적정 투자 규모 고려하여 사업설계

◆ 중앙정부 및 지역사업개발 계획과 연계하여 개발효과가 극대화되도록 사업계획 수립

◆ 관련 여건 변화에 따른 사업비 증감 가능성 분석 및 대책 수립

◆ 공사기간 동안 기상 상황 예측 및 자연재해에 대한 대책 수립

◆ 지역민의 공사 방해에 대한 대책 수립

◆ 수원국의 정책변화에 대한 대책수립

③ 사업의 실시 단계

◆ 개발사업의 경제적, 사회적 효과가 가시화될 수 있도록 사업을 추진하며, 사업추진의 지속성 유지

◆ 수원국 정부와 지역주민의 참여 유도하면서 사업 추진

◆ 전문가 파견을 통한 사업 시행 중 철저한 공사감독

◆ 사업 추진 상황을 철저히 모니터링하여 계획 및 공정표와 비교

◆ 사업결과를 주기적으로 평가하여 사업의 질적 수준 유지 및 사업 목표 달성

6.3.4 수리시설 운영 및 물관리조직 모듈

1) 개요

수리시설 운영은 농지에서 필요한 수량의 적절한 공급, 침수피해 방지, 농기계작업 효율 향상을 위한 과잉수 배제 등을 위하여 수리시설물을 조작하는 것이다. 물관리의 목적은 적기에 필요한 수량 공급, 효율적인 급수, 용수의 균등배분, 안전한 급수, 관개기간 이후 용수원의 최적 저수위 확보, 원활한 배수처리 등이며, 이들은 상호의존적이거나 상충적인 관계를 나타내므로 관련 여건들을 고려하여 물관리 목표를 달성하도록 물관리 방식을 선정해야 한다. 효율적인 수리시설 운영을 위해서는 관리조직이 필요하며, 사회-경제적 특성, 물관리 목적에 따라 적절한 관리조직이 구성된다. 물관리시설물의 효과적인 운영을 위해서는 목표설정, 계획수립, 거동관찰, 비교 및 판단, 수정작업 등이 필요하며, 이 과정을 통해서 물관리 목표를 달성한다.

2) 목표 및 세부구성요소

(1) 대상지구 특성을 고려한 물관리시설 관리조직 구성

① 주요내용 및 고려사항

물관리시설 관리조직은 물관리 목표 달성을 위해서 필요한 활동들을 결정하고 수행하는 것이며, 효과적인 목표 달성을 위해서 인력을 적재적소에 배치하고 자원을 효율적으로 활용하는 것이다. 물관리시설 관리조직은 대상지구의 특성 및 사회-경제시스템을 고려하여 구성되며, 시설물의 기능을 최대한 발휘하도록 운영 및 유지관리하기 위하여 물관리시설과 관리체제가 체계화된다. 특히 물관리 시설물 운영 및 유지관리에는 다양한 업무가 필요하며, 효과적으로 물관리시설물을 관리하기 위해서는 물관리 조직내에 합리적인 의사결정 수단으로 필요하다. 정부주도의 관개사업 이후에 효과적인 물관리를 위해서 관리조직이 필요하며, 물관리시설물의 기능을 유지하기 위한 세부조직이 필수이며, 세부조직의 임무와 활동에 관련된 지침이 필요하다.

② 세부구성요소

◆ 물관리지구의 현황 조사 및 물관리 방식 선정

- 물관리지구 현황 조사: 관개 및 배수 시설물 현황, 관행 물관리, 사회-경제시스템, 지역개발계획, 사회조직, 농민 참여도 조사
- 물관리조직: 통합관개조직(모든 수리시설개발 활동이 일사불란한 명령체제에 의해 수행되는 통합조직 구조), 특정관개조직(관개를 위한 물의 효율적 이용을 목적으로 하는 사회조직), 다목적 관개조직(수리시설의 개발과 물관리를 목적으로 하는 복합조직)

◆ 물관리시설 관리조직 수립

- 물의 효율적 이용을 위해 관개 및 배수시설 운영, 시설물 유지관리, 물사용료 부과 및 징수 등의 활동 수행
- 관개조합 : 주로 농민들에 의해 운영되는 조직, 미국의 관개구와 수리구, 인도네시아의 Subak관개조합, 아프가니스탄의 관개조합, 칠레의 수로조합
- 공공관개기관 : 주로 정부관리들에 의해 운영되는 조직, 스페인, 터키,

볼리비아, 이라크, 에콰도르, 케냐

- 복합관리조합 : 농민과 정부관리가 혼합관리 하는 조직, 정부에 의한 간선조직 관리, 농민들에 의한 지거조직 관리, 아시아 국가에서 채택

(2) 물관리 목적 달성을 위한 물관리시설물 운영

① 주요내용 및 고려사항

대상지구의 물관리시설물이 제 기능을 발휘하기 위해서는 시설물의 운영 및 관리에 관심을 가져야 한다. 효과적인 시설물 운영을 위해서는 시설물의 계획, 조작 및 모니터링에 관련된 기술 확보, 충분한 인력, 시설물 결함 방지 등이 필요하다. 이를 체계적으로 수행하기 위해서는 목표 및 목적 설정, 계획 수립, 거동 관찰, 비교 및 판단, 수정작업 등의 절차가 필요하다. 효과적으로 물관리시설물을 운영하기 위해서는 수요량과 공급량에 대한 정확한 예측이 필요하며, 물관리시설이 제기능을 발휘할 수 있도록 중앙에서 집중적이고, 체계적으로 관리할 필요가 있다. 특히 관개 및 배수 조직은 관련된 구조물들의 집합체이기 때문에 각 시설의 계획된 기능이 발휘되지 못하면 조직 전체의 기능수행이 어렵게 된다. 따라서 효과적으로 물관리 목표를 달성하기 위해서는 물관리시설물을 중앙관리소에서 일정한 규칙에 따라 관리해야 한다.

② 세부구성요소

◆ 운영계획 수립 및 용수공급 방식 선정

- 운영계획 수립: 실험공식, 통계모형, 시뮬레이션 모형 등을 이용한 공급 가능수량 추정, 영농방식 및 관개효율을 고려한 수요량의 추정, 공급과 수요의 균형을 위한 물수지 조절, 공급량이 수요량보다 많이 부족한 경우에 대한 작물, 관개 방법, 물 사용료 등에 관련된 대책 수립
- 물공급 방식선정: 사회적, 경제적, 기술적 특성 고려, 수요자 요구방식, 준 수요자 요구방식, 공급자 주도 방식(윤환방식, 연속방식) 중에서 선정

◆ 물관리시설 모니터링 시스템 구축

- 물관리시설 관리 및 제어를 위해 계획 용수량과 사용량을 비교 및 검토하기 위한 모니터링 시스템 구축
- 물수요량, 공급량, 운영 등에 관련된 자료를 장래의 관개사업계획 및 운영에 활용하기 위한 자료관리 시스템 구축
- 수원의 수량, 수질 관리를 위한 모니터링 시스템 구축
- 배수 문제가 발생하는 지구에서는 침수면적, 침수심, 침수시간, 퇴적상황을 모니티링하기 위한 시스템 필요
- 물관리시설의 규모가 큰 지구에서는 작물의 필요수량과 물수지 계산을 위한 기상관측 모니터링 시스템 필요

◆ 집중물관리 시스템 구축

- 물의 효율적 이용, 물의 합리적 배분, 재해의 경감, 관리비의 경감 등을 위하여 집중물관리 필요,
- 집중물관리시스템 계획: 물관리 대상에 따른 자동화 계획수립, 지역특성에 알맞은 시스템 계획, 간단하고 조작이 용이한 시스템, 시스템의 표준화, 유지관리 용이, 시스템의 확장성 고려
- 집중물관리 시스템의 구성: 자료관리시스템, 모형시스템, 사용자편의시스템, 물관리시설 제어시스템으로 구성
- 집중물관리 시스템의 설계: 현장 상황의 감시를 위한 각종 계측 센서와 제어장치, 각종 시설물의 관리를 위한 중앙관리소 및 현장관리소로 구분, 시설물 자동제어, 정보처리, 물관리 상황의 감시제어계, 정보전송 등을 수행하기 위한 시스템 설계

(3) 주요 점검 사항

① 사업의 선정 단계

- 수원국으로부터 물관리조직 및 시설물 운영 사업 요청시 필요성 검토: 사업지구 현황조사, 정부 및 지역 주민 의견 청취
- 물관리 조직 및 시설물 운영 사업과 관련된 주요 자료 조사: 대상지구의

시설물 현황조사, 관련 산업 현황 및 전문인력 조사, 지역사회 주요 사회조직 및 가입률, 농가 및 지역소득 지표, 주요 농작물의 생산성 지표

◆ 사업의 설계 단계

- 사업 시행에 따른 환경영향, 이주, 보상 등에 대한 수원국과 충분한 협의
- 대상지구 특성을 고려한 물관리 조직의 규모 결정 및 시설물 운영 방향 수립
- 중앙정부 및 지역민의 지속적인 관심과 참여를 유도하기 위한 사업설계
- 관련 여건 변화에 따른 사업비 증감 가능성 분석 및 대책 수립
- 공사기간 동안 기상 상황 예측 및 자연재해에 대한 대책 수립
- 지역민의 공사 방해에 대한 대책 수립
- 수원국의 정책변화에 대한 대책 수립

◆ 사업의 실시 단계

- 사업의 효과가 조기에 나타날 수 있도록 사업 추진
- 지속적인 사업 추진을 위한 농민 및 지역민에 대한 교육 및 홍보
- 수원국 정부와 지역주민의 참여 유도하면서 사업 추진
- 전문가 파견을 통한 사업 시행 중 철저한 공사감독
- 사업 추진 상황을 철저히 모니터링하여 계획 및 공정표와 비교
- 사업결과를 주기적으로 평가하여 사업의 질적 수준 유지 및 사업 목표 달성

6.3.5 시설물 유지관리 모듈

1) 개요

시설물 유지관리는 시설물의 효율적 운영, 고장의 최소화, 경제적 관리비용, 사용연한 증가, 안전성 확보 등을 위해서 시설물을 관리하는 것이다. 시설물의 유지관리가 제대로 되지 않으면 침전물 및 잡초로

인한 기능 상실, 구조물 파손에 따른 오기능, 이들로 인한 부적절한 상황 등이 발생한다. 시설물의 유지관리 불량의 원인은 자금 부족, 인력 부족, 농민의 관심 부족, 유지관리 중요성에 대한 인식 부족 등이다. 특히 관리와 보수를 위한 자금 및 인력 부족이 유지관리 불량의 일반적인 원인이다. 유지관리 목표를 달성하기 위해서는 비효율적인 시설 운영, 불필요한 시설고장, 시설물 조기 개보수 등을 예방할 수 있는 유지관리 계획이 필요하며, 계획의 효과적인 실행을 위해서는 시설물 관리 조직의 구성원들 사이의 신뢰와 긴밀한 협조가 필요하며, 농민들의 적극적인 참여가 필요하다.

2) 목표 및 세부구성요소

(1) 대상지구 특성을 고려한 유지관리 계획 수립

① 주요내용 및 고려사항

유지관리는 일상적 유지관리, 비상복구, 개수로 구분된다. 일상적 유지관리는 관개조직이 제 기능을 발휘하도록 하는데 필요한 모든 활동이며, 매년 주기적으로 이뤄지고, 시설물의 대규모 보수를 저감시킨다. 비상복구는 재난에 의해 발생하는 피해를 복구하는 것이며, 효과적인 추진을 위해서는 복구예산이 필요하다. 개수는 시설물의 성능이 저하된 경우에 이를 극복하기 위한 활동이며, 지역개발, 작부체계 변화, 배수문제 발생 등으로 인해 시설물의 대규모 개수가 필요한 경우가 발생한다. 효율적인 유지관리를 위해서는 체계적인 계획이 필요하며, 유지관리계획은 수리시설의 효율적 운영, 부적절한 계획에 의한 긴급보수의 지양, 동일한 작업의 반복 지양, 불필요한 비용 절감 등을 고려하여 수립된다.

② 세부구성요소

◆ 유지관리 목표 수립

- 적절한 용수 공급

- 시설물 고장 감소
- 비상사태의 발생 가능성 감소
- 예산 절감
- 용수 손실 저감
- 수질 개선
- 물관리 효율 향상
- 조합원 불만 감소
- 재해 경감

◆ 유지관리 계획 수립
- 유지관리가 필요한 시설물 목록작성
- 연간 추진해야 할 유지관리 활동의 범위 결정
- 주요 작업별 최적주기 수립
- 인력과 장비 투입계획
- 예산편성 및 우선순위 결정

(2) 유지관리 목적 달성을 위한 시설물 유지관리

① 주요내용 및 고려사항

물관리시설물 유지관리는 경지에서 수확량을 최대화 시킬 수 있는 조건을 조성하기 위하여 수리시설물의 최적조건을 유지하는 것이다. 이를 위해서는 자금과 인력이 필요하며, 시설물의 문제를 점검하고 향후 발생할 문제를 예상하여 체계적으로 시설물을 관리해야 한다. 효과적인 유지관리를 위해서는 농민들의 적극적인 참여가 필요하며, 조합원들 사이의 소통과 협력이 필요하다. 유지관리의 성공적인 수행을 위해서는 유지관리가 계획대로 진행되고 있는 가를 정기적으로 모니터링하고 평가해야 하며, 그 결과를 유지관리 프로세스에 피드백해서 반영되도록 한다. 또한 모니터링 결과는 관련 여건들의 변화를 반영하여 유지관리 계획 및 유지관리 대책들을 수정 및 보완하는데 활용이 가능하다.

② 세부구성요소

◆ 효과적인 유지관리 수행

- 제한된 시간과 자원을 효율적으로 활용하기 위한 공정표나 막대그래프 사용
- 유지관리의 결과의 모니터링
- 유지관리업무에 농민들의 참여 유도
- 유지관리 업무 참여 인력에 대한 인센티브 제공
- 유지관리 대행업체 고려

◆ 유지관리 모니터링

- 유지관리의 결과의 모니터링: 현실적인 자료를 평가하여 계획과정에 feedback시킴, 여건변화를 고려하여 계획된 업무의 수정 및 타 업무와의 조정
- 정기적인 모니터링: 수집된 자료를 수행중인 유지관리 업무에 활용, 향후 유지관리 계획의 수정 및 보완에 활용

(3) 주요 점검 사항

① 사업의 선정 단계

◆ 수원국으로부터 시설물 유지관리 사업 요청시 필요성 검토: 사업지구 현황조사, 정부 및 지역 주민 의견 청취

◆ 시설물 유지관리 사업과 관련된 주요 자료 조사: 대상지구의 시설물 현황조사, 관련 산업 현황 및 전문인력 조사, 지역사회 주요 사회조직 및 가입률, 농가 및 지역소득 지표, 주요 농작물의 생산성 지표

② 사업의 설계 단계

◆ 사업 타당성 조사 결과 검토 및 적정 투자 규모를 고려한 유지관리 목표 수립

◆ 중앙정부 및 지역민의 지속적인 관심과 참여를 유도하기 위한 사업설계

◆ 관련 여건 변화에 따른 사업비 증감 가능성 분석 및 대책 수립
◆ 공사기간 동안 기상 상황 예측 및 자연재해에 대한 대책 수립
◆ 지역민의 공사 방해에 대한 대책 수립
◆ 수원국의 정책변화에 대한 대책 수립

③ 사업의 실시 단계
◆ 사업의 효과가 조기에 나타날 수 있도록 사업 추진
◆ 지속적인 사업 추진을 위한 농민 및 지역민에 대한 교육 및 홍보
◆ 수원국 정부와 지역주민의 참여 유도하면서 사업 추진
◆ 전문가 파견을 통한 사업 시행 중 철저한 공사감독
◆ 사업 추진 상황을 철저히 모니터링하여 계획 및 공정표와 비교
◆ 사업결과를 주기적으로 평가하여 사업의 질적 수준 유지 및 사업 목표 달성

6.3.6 수질관리 및 환경보전 모듈

1) 개요

간척지 개발, 야산개발, 대규모 플랜테이션 농업 등으로 인한 생태계 다양성의 훼손은 농업과 농촌개발이 환경에 미치는 부정적인 영향이나 농업을 친환경적으로 시행하면 자연경관 보존, 주민 취락지 유지, 생태계 보존 등의 효과를 얻을 수 있다. 수원국의 농업개발사업에서 고려되어야 할 환경문제는 수질오염, 토양유실, 종다양성 훼손 등이며, 사업시행에 따른 환경영향 평가가 필요하며, 관개 및 배수 시설이 설치된 이후에도 이와 같은 환경문제가 빈번히 발생하기 때문에 피해를 저감하기 위한 대책을 수립하여 지속적으로 시행해야 한다. 또한 농업생산의 경제성 확보, 환경보전, 농산물의 안전성 확보를 위해서 비료 및 농약 사용의 최소화를 통한 병충해 종합관리, 작물양분 종합관리, 천적과 생물학적 기술 이용, 토양보존 농법 등과 같은 환경보전형 농

업의 보급이 필요하다.

2) 목표 및 세부구성요소

(1) 대상지구 특성을 고려한 수질관리 및 환경보전 계획 수립

① 주요내용 및 고려사항

농촌유역에서 발생하는 오염은 공장, 하수처리장, 축사 등에서 배출되는 오염원에 의한 점원오염과 도로, 주거지, 농경지, 산지 등에서 불특정하게 배출되는 비점원오염으로 구분된다. 점원오염은 유출경로가 명확하여 관리가 용이하나, 비점원오염은 오염의 발생과 배출이 기상조건과 밀접한 관계를 갖고 있어 관리가 어렵다. 비점원오염원으로서 농경지는 농업용수 및 농촌하천의 수질과 밀접한 관계를 나타내며 적절한 관리가 필요하다. 또한, 축산시설의 분뇨, 도축장의 폐기물, 시설원예의 폐비닐, 농약 등도 환경오염물질이며 이들에 대한 적절한 관리가 필요하다. 농업용수 및 하천의 수질을 관리하기 위해서는 오염원별로 발생기작, 이동경로, 분해과정에 대한 이해가 필요하며, 이들에 영향을 미치는 인자들을 파악하여 오염저감대책을 수립한다. 농촌유역의 오염원 관리에는 효과적인 수질관리 대책뿐만 아니라 지역민의 적극적인 참여가 필요하며, 지역민에 대한 교육과 홍보를 통한 사회적 학습이 이뤄질 수 있도록 계획을 수립해야 한다.

② 세부구성요소

◆ 수질관리 및 환경보전 목표 수립

- 농민, 지역민, 중앙 및 지방 정부, 환경단체 등과 같은 이해관계자의 참여
- 대상지구의 수질 및 생태계 상태 조사
- 농업용수의 수질관리 목표 수립
- 생태계 관리 목표 수립

◆ 수질관리 및 환경보전 계획 수립

- 주요 오염원 조사
- 수질관리 대책 비교 검토
- 주민 홍보 및 교육 계획
- 추진 일정 수립

(2) 목표 달성을 위한 수질관리 및 환경보전 대책 시행

① 주요내용 및 고려사항

농촌유역의 오염원 관리는 용수원, 관개용수, 하천 등의 수질관리에 영향을 미친다. 농촌유역의 점원오염원은 배출원에 대하여 엄격한 규제를 제도적으로 가하여 조절할 수 있으나, 비점원오염원을 효과적으로 제어하기 위해서는 오염원에 적합한 관리방법을 선정하고 시행해야 한다. 농경지의 배출오염원양을 제어하기 위하여 비료관리, 병충해종합관리, 최적관리기법 등이 고려되며, 하천에 오염물질이 도달하기 전에 저감하기 위하여 초생수로, 초생대, 배수로, 테라스, 침사지, 인공습지, 식생완충대 등이 고려되며, 하천에서는 비오톱, 자연습지, 하수처리시설 등이 고려된다. 효과적인 수질 및 환경관리를 위해서는 체계적인 계획을 수립하여 지역특성에 적합한 대책을 선정하고 시행해야 한다.

② 세부구성요소

◆ 효과적인 수질관리
- 수질관리 대책 시행
- 주민 교육 및 홍보
- 수질 관리 대책의 효과 평가

◆ 수질 및 환경관리 상태 모니터링
- 모니터링 체계 구축
- 자료 질 확보 및 개선
- 모니터링 결과 평가

◆ 환경보전 농업 도입

- 환경보전형 농법
- 병충해 종합 관리
- 작물양분 종합 관리

(3) 주요 점검 사항

① 사업의 선정 단계

◆ 수원국으로부터 수질관리 및 환경보전 사업 요청시 필요성 검토: 사업지구 현황조사, 정부 및 지역 주민 의견 청취

◆ 수질관리 및 환경보전 사업과 관련된 주요 자료 조사: 사업지구 인구, 토지이용상태, 산업구조, 농가 및 지역소득 지표, 주요 농작물의 생산성 지표, 지역사회 주요 사회조직 및 가입률, 수질 측정 자료, 생태계 관리 현황

◆ 농약사용으로 인한 토양오염 및 수질 오염 상태, 농업 및 축산으로 인한 수질 오염 발생 가능성, 농지 표토층 유실 및 토양 침식 상태 조사

② 사업의 설계 단계

◆ 사업 타당성 조사 결과 검토 및 적정 투자 규모를 고려한 수질관리 및 환경 보전 목표 수립

◆ 중앙정부 및 지역민의 지속적인 관심과 참여를 유도하기 위한 사업 설계

◆ 관련 여건 변화에 따른 사업비 증감 가능성 분석 및 대책 수립

◆ 공사기간 동안 기상 상황 예측 및 자연재해에 대한 대책 수립

◆ 지역민의 공사 방해에 대한 대책 수립

◆ 수원국의 정책변화에 대한 대책 수립

③ 사업의 실시 단계

◆ 사업의 효과가 조기에 나타날 수 있도록 사업을 추진

◆ 지속적인 사업 추진을 위한 농민 및 지역민에 대한 교육 및 홍보

◆ 수원국 정부와 지역주민의 참여 유도하면서 사업 추진
◆ 전문가 파견을 통한 사업 시행 중 철저한 공사감독
◆ 사업 추진 상황을 철저히 모니터링하여 계획 및 공정표와 비교
◆ 사업결과를 주기적으로 평가하여 사업의 질적 수준 유지 및 사업 목표 달성

6.3.7 ODA 인력 교육 모듈

1) 개요

ODA 인력 교육은 1960년대 이후 국내에서 시행된 농업용수, 관개시설, 배수개선, 농지개발 등과 관련된 경험과 기술을 수원국에 전파하여 농업생산성 향상을 통한 농가소득증대와 농촌개발을 촉진시키는 것을 목적으로 한다. 교육의 주요내용은 한국의 농촌용수개발 경험과 기술, 관개기술, 농업용수관리 기법, 수리시설 유지관리 기법, 배수개선 기술 및 사업 경험, 농지개발 경험 및 기술 등이다. 교육대상은 수원국의 중앙정부 및 지방정부의 농촌개발정책 담당 공무원, 관개 및 배수시설 개발 및 유지관리 실무 담당 공무원, 농촌종합개발과 관련된 전문가 및 연구기관 연구원, 관개 및 배수시설 운영 및 유지관리 담당 기술자 및 농민 등이다. 교육기간은 2~4주 정도이며, 연수대상자의 전문적 지식과 관심도에 따라 적절히 조정된다. 교육은 강의, 실습, 현장견학 등을 통하여 이뤄지며, 교육내용은 기술의 기본개념 및 기술의 활용성 교육, 사업의 계획, 조사, 설계, 시공 과정 소개, 사업 담당기관 방문, 개발시설의 운영 및 유지관리에 대한 현장견학 등이다.

2) 목표 및 세부구성요소

(1) 농업용수개발 교육

① 주요내용 및 고려사항

농업용수 부족으로 인해 농업생산성이 낮은 수원국들의 관련자들에

게 한국의 농업용수개발 사례와 관련 기술을 교육하여 수원국에서 농업용수개발사업을 촉진시키도록 하기 위하여 시행된다. 교육 내용은 농업용수개발의 필요성, 농업용수개발 기술, 농업용수개발 계획, 조사, 설계, 시공 과정, 시설물 운영 및 유지 관리, 한국의 농업용수개발 사업 사례 등이다.

② 세부구성요소

◆ 농업용수 주요 시설 개발 교육

- 농업용수개발 필요성
- 저수지, 양수장, 보, 관정 등의 시설별 개발 계획 수립
- 시설별 조사, 설계, 시공 과정
- 시설물별 운영 및 유지관리

◆ 한국의 농업용수 개발 교육

- 한국 농업용수개발 기술
- 한국 농업용수개발 성과
- 한국 농업용수개발 기관 및 농업용수 시설 견학

(2) 관개시설개발 교육

① 주요내용 및 고려사항

관개시설이 미비하여 효율적으로 농업용수를 활용하지 못하거나 농업용수개발과 병행하여 관개시설을 설치해야 하는 수원국들에게 국내에서 시행된 과거 경험을 통해서 습득한 관개기술과 용수관리 기법을 전수하여 시행착오를 줄이고 기아와 빈곤으로부터 벗어날 수 있도록 교육한다. 교육내용은 관개시설 계획, 설계, 시공, 유지관리와 관련된 기술 및 지식, 한국의 관개기술 개발 현황 및 사업 사례 등이다.

② 세부구성요소

◆ 관개시설개발 및 관리 교육
- 관개시설 계획, 설계, 시공
- 관개시설 운영
- 관개시설 유지관리 및 개보수
◆ 한국의 관개시설개발 교육
- 한국 관개기술개발 및 성과
- 한국 관개시설개발 사례 및 교훈
- 한국 관개시설개발 기관 및 관개시설 견학

(3) 배수개선 교육
① 주요내용 및 고려사항

빈번한 홍수발생과 침수로 인해 수확량이 조조하거나 과잉수 배제를 통한 농지의 범용화가 필요한 수원국에 한국의 배수개선 사업을 소개하고 관련 기술을 전수하여 수원국에서 배수개선을 사업을 촉진시키기 위해 시행된다. 교육내용은 배수시설 계획, 설계, 시공, 운영, 유지관리와 관련된 지식 및 기술, 한국의 배수개선 사업 사례 및 교훈 등이다.

② 세부구성요소
◆ 배수시설 계획 및 유지관리 교육
- 배수개선 사업의 필요성
- 배수시설 계획, 설계, 시공
- 배수시설물 운영
- 배수시설물 유지관리 및 개보수

◆ 한국의 배수개선 사업의 성과 및 사례 교육
- 한국 배수개선 기술 개발 및 성과
- 한국 배수개선 사업 사례 및 교훈

- 한국 배수사업 추진 기관 및 배수시설 견학

(4) 농지개발 교육

① 주요내용

농지개발 교육은 농지가 부족하거나 농지의 생산성이 낮아 식량자원이 부족한 수원국에 한국의 농지개발 사업을 소개하고 관련 기술을 전수하여 수원국에서 농지개발 사업을 촉진시키기 위해서 시행된다. 교육내용은 개간, 간척, 경지정리, 농지보전 등과 관련된 전문지식 및 기술, 한국의 농지개발 사업 사례 및 교훈 등이다.

② 세부구성요소

◆ 농지개발 사업의 계획 및 공사 교육

- 농지개발 사업의 필요성
- 농지개발 사업의 계획, 설계, 시공
- 농지개발 지구의 영농활동 및 농지보전 대책

◆ 한국의 농지개발 성과 및 사례 교육

- 한국 농지개발 기술 개발 및 성과
- 한국 농지개발 사업 사례 및 교훈
- 한국 농지개발 사업 추진 기관 및 농지개발 사업지구 견학

(5) 주요 점검 사항

① 교육 프로그램 계획 단계

◆ 수원국에서 추진하고 있는 사업성과 분석 및 사업 관련 현황

◆ 교육 대상자의 전문지식 수준 및 관심도

◆ 교육결과의 수원국 확산 가능성

◆ 교육 내용 관련 국내 전문인력 및 시설 인프라 현황

◆ 교육 내용과 관련된 국내 경험 및 기술 보유 현황

② 교육 프로그램 설계 단계

◆ 교육 기간과 연수 대상자 수준을 고려한 프로그램 설계
◆ 수원국과 협의하여 교육효과가 극대화되도록 현지 상황 조사
◆ 국내 전문 인력 및 우수강사 확보
◆ 관련 여건 변화에 따른 교육 프로그램 수정 가능성 및 대책 수립

③ 교육 프로그램 실시 단계

◆ 교육 효과가 가시화 될 수 있도록 수원국 상황을 반영한 교육 실시
◆ 교육 상황 모니터링 및 교육 계획 준수
◆ 교육 성과를 주기적으로 평가하여 교육의 질적 수준 유지
◆ 강의, 실습, 현장 견학, 다양한 매체 활용을 통한 교육생의 관심 유지

6.4 농업용수 공급 및 관리 프로그램을 활용한 사업모델 구성방법

본 연구에서 개발된 7가지의 농업용수 관련 모듈을 활용하게 되면 대상 사업에 대한 전체적인 모델을 비교적 쉽게 구성할 수 있다. 즉, 협력국에서 작성된 사업요청서를 확인하여 현지의 사업여건 및 문제점 등을 자세히 분석하여 보면, 사업의 목적과 기대효과를 작성하기 위한 적절한 농업용수 관련 모듈을 선정할 수 있으며 이렇게 선정된 모듈을 조합하여 최종적으로 수원국의 대상사업을 추진하기 위한 프로그램을 구성하게 된다. 이 과정을 요약하면 다음과 같다.

① 협력국의 사업요청서를 확인하여 사업목적과 기대효과를 달성하기 위한 적절한 모듈을 선정한다.
② 각 사업의 프로그램 모델에는 2개~5개의 모듈이 있을 수 있고, 각각의 모듈에는 2~3개의 달성 가능한 outcome이 있으며 각각의 outcome마다 3~6개의 activity가 있다.
③ 경우에 따라서는 하나의 모듈에 있는 모든 activity가 사용되지 않을 수도 있으며, 여러 모듈의 activity를 조합하여 새로운 프로젝트를 만

들 수도 있다.

④ 이러한 모듈간의 조합 및 activity간의 조합을 통하여 보다 구체적인 완벽한 사업개요서와 실질적인 PDM을 작성할 수 있다.

다음 표는 기존에 수행되었던 농업용수 공급 및 관리 사업을 내용을 분석하여 각 사업에 적용가능한 모듈을 선정하여 사업모델을 구성한 결과이다. 농지정비 및 농업용수개발 관련 사업들은 수원국의 현지 사정에 따라 상이하므로 일반화시키기 어렵기 때문에 본 보고서에서는 기존 사업들을 모델로 하여 개발된 모듈을 적용하는 방법을 [표 27]에 제시하였다.

[표 27] 농업용수 공급 및 관리 프로그램의 모듈을 활용한 사업모델 구성

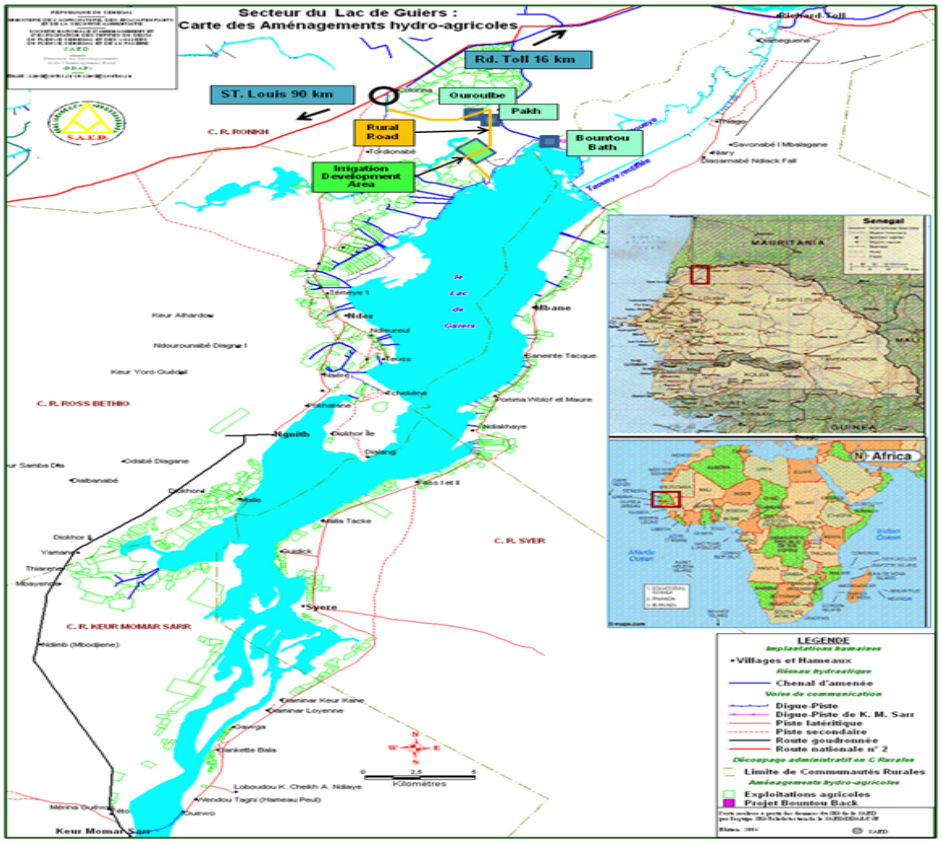
사업명	적용가능 모듈	현지 여건 및 사업요청서의 내용
DR콩고 츄엔게 농촌개발사업	관개에 의한 토지 생산성 향상 모듈	우기시에 강우를 이용한 한정된 농업용수 사용
	과잉수분 배제를 통한 토지생산성 향상 모듈	우기시에는 지대가 높은 일부지역을 제외한 기타 지역에서는 영농이 불가하여 과잉수분배제를 통한 모듈이 필요함
	수리시설 운영 및 물관리 모듈	농업센터는 전국에 56개소가 있으나 기능은 거의 없음.
	시설물 유지관리 모듈	경작지로 연결된 용수로 매몰 및 시설물 파손으로 제기능을 발휘하지 못하고 있음
라오스 비엔티안주 폰홍군 관개수로 건립사업	관개에 의한 토지 생산성 향상 모듈	라오스는 전통적인 농업국가로 인구의 80%가 농촌에 살고 있으나 관개 시설이 미비한 상황
	농지개발을 통한 농업 생산성 향상 모듈	개간 가능한 평탄지가 많아 농업지역으로 잠재력이 큼.
라오스 힌헙군 관개용 댐 및 수로건설 사업	관개에 의한 토지 생산성 향상 모듈	수자원 및 토지자원이 풍부함에도 농업 인프라 미비
	농지개발을 통한 농업 생산성 향상 모듈	경작 가능한 농지가 92만ha이며 발전가능성이 크다
	ODA인력 교육 모듈	수확후 가공기술 낙후 및 전통농업구조를 벗어나지 못 함.
	수리시설 운영 및 물관리조직 모듈	해당지역은 물관리 경험이 전무한 바, 물관리 별도 조직을 구성할 필요가 있음.
모로코 농업기반시설 및 농촌개선사업	관개에 의한 토지 생산성 향상 모듈	잠재적 가용 수자원이 풍부한 지역임
	과잉수분 배제를 통한 토지생산성 향상 모듈	우기에는 상습적인 홍수피해를 입고 있음.
	수질관리 및 환경	경작, 생활하수에 의한 지하수 오염이 우려됨
몽골 바얀누르소움 호수 및 수자원 복원사업	관개에 의한 토지 생산성 향상 모듈	기후변화에 의한 수자원고갈 현상으로 지하수 외 수자원이 부족함
	시설물 유지관리 모듈	지하수 관정을 10년간 방치
	수질관리 및 환경	지하수는 대체로 석회질성분이 많아 담석증 환자가 사회문제가 됨

[표 27] 계속

사업명	적용가능 모듈	현지 여건 및 사업요청서의 내용
세네갈 그랑디그뗄렐 관개시설 개선사업	시설물 유지관리 모듈	바닥퇴적, 경사면 유실, 수로내 초목 성장 등 유지관리 부실
	관개에 의한 토지 생산성 향상 모듈	관개시설의 노후화 생산성 저하
세네갈 다가나지역 농업생산성 개선 지원사업	시설물 유지관리 모듈	수로시설 및 수로의 붕괴 또는 보수에 대한 유지관리 소호로 기능 마비
	과잉수분 배제를 통한 토지생산성 향상 모듈	홍수나 침수에 대한 대비가 부족
	관개에 의한 토지 생산성 향상 모듈	관개시설의 노후 및 결함
아제르바이잔 북부하천 취수시설 개보수 및 압세론 수로개보수 사업	관개에 의한 토지 생산성 향상 모듈	자연환경은 좋으나 건조한 토질과 일부지역의 생활용수가 충분히 확보되지 않고 있음.
	시설물 유지관리 모듈	유지관리가 미흡하여 수로시설이 노후 됨.
	ODA인력 교육 모듈	전문인력 부족
에콰도르 침보라소 관개수로 건설 및 영농기술이전 사업	관개에 의한 토지 생산성 향상 모듈	관개시설이 부족하여 식량 자급자족이 불가능
	ODA인력 교육 모듈	작물생산량을 향상 시킬 신작물 개발이 필요함
우즈베키스탄 농업배수 염분저감기술 개발사업	수질관리 및 환경	농경지 염분농도의 증가
	관개에 의한 토지 생산성 향상 모듈	관개용수 사용량 증가에 따른 물 부족
	ODA인력 교육 모듈	전문인력 부족
제2차 라오스 비엔티안주 5개 마을 농촌종합개발 사업	관개에 의한 토지 생산성 향상 모듈	풍부한 수자원을 보유한 반면 관개시설이 미흡
	시설물 유지관리 모듈	관리미흡으로 인한 누수
캄보디아 바테이 지역 관개시스템 건설사업	관개에 의한 토지 생산성 향상 모듈	건기동안의 가뭄에 의한 물부족 현상
	과잉수분 배제를 통한 토지생산성 향상 모듈	홍수에 의한 침수피해
	수질관리 및 환경보전 모듈	침수범람 구역을 대규모의 유수지와 농토로 활용 가능

제 7장 농업용수 공급 및 관리 프레임워크 적용

7.1 농업용수 관련 대표사업 선정: 세네갈 다가나 사업



[그림 57] 사업지구 위치도

7.1.1 사업개요

1) 사 업 명

- 세네갈 Dagana지역 농업생산성개선 지원사업

- Project for the Improvement of Agricultural Productivity in the Dagana District, Senegal

2) 사업기간/사업비

- 2007년 7월~2009년 7월(2년)/US$ 1,500,000

3) 사업목적

- 관개농업 확대 및 쌀 재배기술 향상을 통한 세네갈의 식량 자급도 제고 및 빈곤 경감.
- 사업지구 내 거주 주민들의 농촌 Infra개선을 통해 자력기반 구축 및 농촌지역 주민의 생활환경개선을 위한 세네갈 정부의 농촌지역개발 목표 달성에 기여.
- 학교 시설 개선을 통한 사업대상마을의 취학률 제고 및 교육환경 개선.
- 양국간 농업, 농촌 개발분야의 친선관계 및 협력 강화.
- 중앙 및 지방공무원들의 농촌지역 개발 능력 강화.

4) 사업추진경위

- 2006년 10월 : 신규사업 요청서 접수
- 2006년 12월 : 사전조사단 파견(12. 8~12.14)
- 2007년 03월 : 실시협의단 파견(3.7~3.15), 협의의사록(R/D) 서명(3.12)
- 2007년 07월 : KOICA와 (주)한국종합기술간 용역업무 수행계약 체결
- 2007년 08월 : 전문가 현지파견 사업 착수
- 2008년 01월 : 농민지원분야(Farmer Support Services) 시행계획(Action Plan) 수립시행
- 2008년 02월 : 기공식 거행 및 건축공사(학교 및 마을회관) 착공

- 2008년 02월 : 관개 및 도로개발 설계 착수
- 2008년 10월 : 관개 및 도로개발 시공업체 선정 (입찰)
- 2008년 11월 : 관개 및 도로개발 공사 착공
- 2009년 02월 : 건축공사 준공
- 2009년 06월 : 관개 및 도로개발 공사 준공 및 준공식(6월 23일) 거행
- 2009년 07월 : 사업 시행 완료

5) 사업추진배경

- 1988년 한국정부는 미화 811천불규모의 Bountou Bath 관개개발(수도작)시범사업을 지원하여 60ha의 관개농업지의 개발과 마을회관, 농기계 창고 건설, 농기계 및 농자재 등을 지원하였음.

- 시범사업이 성공적으로 완료하였으나 유지관리 불량 및 1992년 홍 수시 관개시설 파괴로 인해 사용이 불가능하고, 창고, 마을회관 등은 시설이 노후화되어 사용이 곤란한 상태임.

- 이에 따라, 한국정부에서는 관개농지 120ha(신규 60ha포함)개발과 도로, 학교, 마을회관 건설 등으로 지역 주민의 소득 증대, 생활환경 개선 등 빈곤퇴치와 주곡의 자급, 고용 증대 등을 목적으로 동 사업을 지원.

6) 사업지구 개황

(1) 위 치

① 서부 아프리카의 세네갈 생루이(Saint Louis)도 다가나(Dagana)군 로스세네갈(Ross Senegal)면 3개 마을 - Bountou Bath, Pakh, Ouroulbe 마을수도 Dakar에서 Saint Louis까지 270km, Saint Louis에서 현장까지 포장도로 84km, 포장도로에서 사업지구 마을까지 비

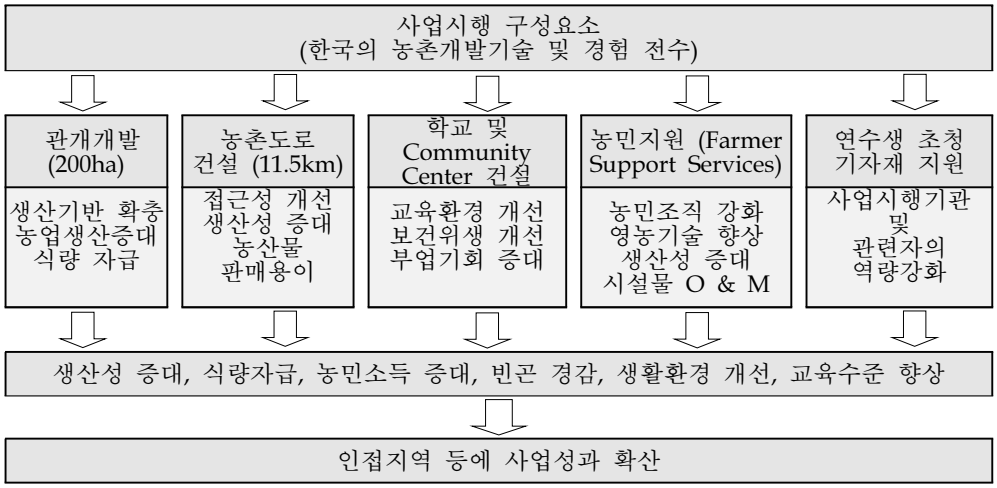
포장도로 5~8km 떨어져 있으며, Guier 호수 서북부에 위치.

(2) 일반현황

구분	내 용
기상조건	• 연평균 강우량 300mm의 Sahelian기후지대에 속하고 우기는 7월부터 10월. • 1983년에는 연 강우량이 34.8mm를 기록한 실적이 있는 건조한 지역. • 연 평균기온 섭씨 22~28도, 연 평균 증발량 3,000mm 이상으로 논농사뿐만 아니라 타작물의 재배를 위해서는 관개시설이 필수적인 지역.
지 형	• 사업대상 지역이 평탄하고 식생이 울창하지 않아 농지로의 개발이 용이한 지역.
토 양	• 1988년 KCI 용역단에서 분석한 토양조사 결과에 의하면 - 토양구조는 식양토로 점질의 함량이 높은 편. - PH 5.9, 유기물함량 2.1%, 질소(N) 0.1%, 인산(P2O5) 7 PPM으로 우리나라 토양에 비해 유기물함량이 낮고, 유효인산이나 질소의 함량이 매우 낮은 척박한 처녀 개간지의 특성을 보이고 있음. - Sodium, Potasium이 과다한 염기성 토양조건을 나타내고 있음. - 따라서, 토양개량 대책을 시행하면 수도작 재배 등이 가능한 지역.
관개 및 농지개발 조 건	• 관개개발지역은 Guier호수에 인접하여 있고 평탄지로 관개용수의 확보 및 개간이 용이 한 지역. • 1990년 세네갈강의 Diama Dam(하구둑)이 준공되어 Guier호수의 수위가 약 2~2.5m 상승되고 연중 건기와 우기간의 호수수위가 안정적으로 유지되어 사업지구 인접지역의 적지를 선정한다면 중력관개로 개발이 가능한 지역. • 1988~1991년 외교부의 지원으로 개발 되었던 지역 60ha는 경지정리가 되어 있어 용배수로의 개보수로 용이하게 개발이 가능. • 인접지역도 평탄지로서 확장 개발 적지의 선정에 유리하나 신규개발 60ha는 기존개발 지역 60ha 주변으로 하여 개발 가능.
농 산 물 생산가공 판매조건	• 1990년 1단계 개발시의 영농결과 수도작의 경우 ha당 약 4.5톤(조곡)을 생산하여 우리나라 (7톤)보다는 낮은 수준이지만 세네갈의 평균 수량이 약 2.5톤인 것을 감안하면 높은 생산성을 보였음. • 이는 한국 전문가의 영농지도와, 토양분석에 따른 지도 등의 결과에 의한 것으로 추정 됨. • 현재 사업대상 마을에 도정시설 등 가공 시설은 없으며, 농산물은 자가 소비용 으로 사 용 하고, 쌀, 양배추 등 환금성 작물을 인접 Richard Toll, Rosso Senegal, Saint Louis 등에 판매하고 있음. • 생필품 및 농자재 등은 Richard Toll, Rosso Senegal등에서 구입하여 사용하고 있음.

7) 주요 사업 내용

(1) 사업시행 구성요소



(2) 사업내용 양국분담사항

국 가	구 분	사 업 내 용
한 국	설 계	• 지형조사 및 지형도 작성 (Topographic survey & mapping) • 기본 및 실시설계
	관개농지 개발 및 건축 (마을지원)	• 관개농지 개발 및 진입도로 - 농지 개보수 140ha (개보수 60ha + 용수공급 80ha) 및 신규 개발 60ha - 취수시설(Sluice Gate 및 Pump) 및 도수로 신설 - 진입도로 (연장 11.5km, 폭 4m, Laterite 포장) • 건축 (마을지원) - 교실(4개/약 280m2), 교무실(1개/약 35m2), 화장실, 울타리 및 정문 신축 - 다목적 마을회관(약 260m2), 농기계 보관창고 개보수
	기자재 지 원	• 차량(사륜구동)/1대 • Desk Top PC(1대), 복사기(1대), 레이저프린터(1대) • 교실용 기자재(책상 및 의자, 칠판 등) 및 마을회관용 기자재
	전문가 파 견	• 농촌 인프라분야/1명/19.8개월/3회 • 농촌개발분야/1명/13.2개월/3회
	시범사업	• 3개 마을별 시범사업 (농민지원) 수행
	연 수 생	• 관개 시스템개발/5명/2주 및 수도작재배/5명/2주
	기 타	• 사전조사 및 실시협의; 중간 및 종료평가 등
세네갈	• 사업조정위원회(Project Steering Committee) 구성 • 사업소(Project Management Office) 설립 • 사업수행을 위한 제반 토지 제공, 인허가 등 법적절차 수행 • 현지 시공업체 선정 지원 • 사업수행과 관련된 제반 장애물 제거 • SAED 직원 지원: 농업전문가, 관개전문가, 농촌지도 전문가 : 3명 • 우리측 전문가의 활동을 위한 관련자료 제공, 안전 확보, 면세 및 특권 부여 • 우리측 전문가 조사 수행에 필요한 장비 및 기자재 면세 조치 • 우리측 전문가 업무수행을 위한 사무실 제공 (SAED 본부 - Saint Louis) • 기타 효율적인 업무수행에 필요한 제반 사항 등 • 국내 초청연수 적격참가자 선발 및 명단 통보	

8) 사업수행기관 (세네갈측)

(1) 세네갈 농업부 (Ministry of Agriculture, Ministere du e L'Agriculture, 이하 농업부) 산하 세네갈강 유역개발공사(Senegal River Delta and Valley Development Authority, Société nationaled'Aménagement des Terres du Delta et de la Vallée du Fleuve Sénégal. 이하 SAED)

(2) SAED는 세네갈강 유역의 농업용수 개발을 목적으로 세워진 세네갈 농업부 산하 기관으로서 ① 관개농지의 개발; ② 개발 관개농지의 보존; ③ 관개시설의 유지관리; ④ 농지의 개발 및 소유권 보존; ⑤ 영농지도; 경영지원; ⑥ 농촌지역의 개인기업의 육성등의 업무를 맞고 있음.

(3) SAED에는 청장(Director General), 부청장, 5개부서, 4개 지역 사무소 (Dagana, Pordor, Matam, Bakal)에 약 300여명의 직원이 근무 중 이며, 직원들의 구성은 관개개발, 토목, 농업, 지질 분야 등 기술 분 야와 경제, 사회, 행정직 등으로 구성 되어 있음.

(4) 본 사업은 SAED의 DAIH에서 담당하고 현장업무 지원은 Dagana 지역사무소에서 담당하고 있음.

(5) 세네갈 강 유역의 총 관개개발 면적은 95,030ha이며 이 중 53.4% 50,756.5ha가 공공기관에서 개발하고 나머지 1987년 6월 4일 공표된 "Decree 87-720"에 의해서 전에는 국가 소유이던 농지가 Rural Community로 이양 되면서 개인이 개발한 농지들 이다. SAED의 5개 지사 (Delegation)별 관개면적은 다음과 같음.

(6) SAED는 세네갈강 유역의 농업용수 개발을 목적으로 세워진 세네갈 농업부 산하 기관으로서 ① 관개농지의 개발; ② 개발 관개농지의 보존; ③ 관개시설의 유지관리; ④ 농지의 개발 및 소유권 보존; ⑤ 영농지도; 경영지원; ⑥ 농촌지역의 개인기업의 육성 등의 업무를 맞고 있다.

(7) SAED의 관할 지역은 주로 쌀농사를 위주로하고 있으며 일부 지역에서 옥수수, Sorgum(수수), 면화, 땅콩, 고구마, Okra 등을 재배하고 서늘한 건기에 양배추, 양파 등을 재배하고 있다. 1980년대 이후 쌀 이외 작물의 재배면적이 증가되고는 있으나 아직까지는 쌀이 주 재배작물이라 할 수 있음.

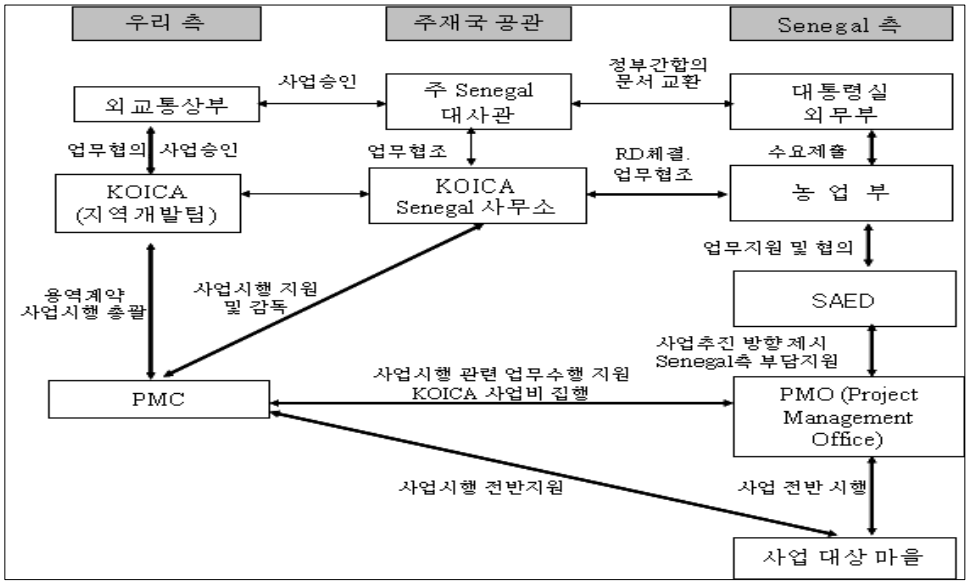
9) 사업수행 체계 및 사업시행 조직

(1) 효과적 사업 추진을 위해 세네갈 측에서는 SAED에 사업조정위원회(Project Steering Committee, PSC)를 설립하여 사업 시행을지원하고 SAED 내에 사업 시행을 위한 사업소(Project Management Office, PMO)를 설립하여 한국 측 및 현지 전문가의 지원을 받아 사업을 직접 시행함.

(2) 국제협력단에서는 PMC 업체를 선정하여 사업 시행을 지원함.

(3) PMC에서 적임의 분야별 전문가를 파견하여 관개개발계획 및 마을 개발 Action Plan이 포함된 사업의 전반적인 시행 계획을 수립하고, 연수생초청, 전문가 파견, 관개개발 및 농촌 인프라 시설물 설계, 업체선정, 시공감리, 마을개발 시범사업 시행, 기자재 구입 사양 조사보고, 사업시행 Monitoring 등 전반적인 업무를 책임지고 시행함.

(4) • 관개개발, 학교교실 건립 등 시설물의 시공은 소규모 공사인 점을 감안 하여 현지 업체를 PMC에서 선정, KOICA 세네갈 사무소 및 국제협력단의 승인을 받아 시공.



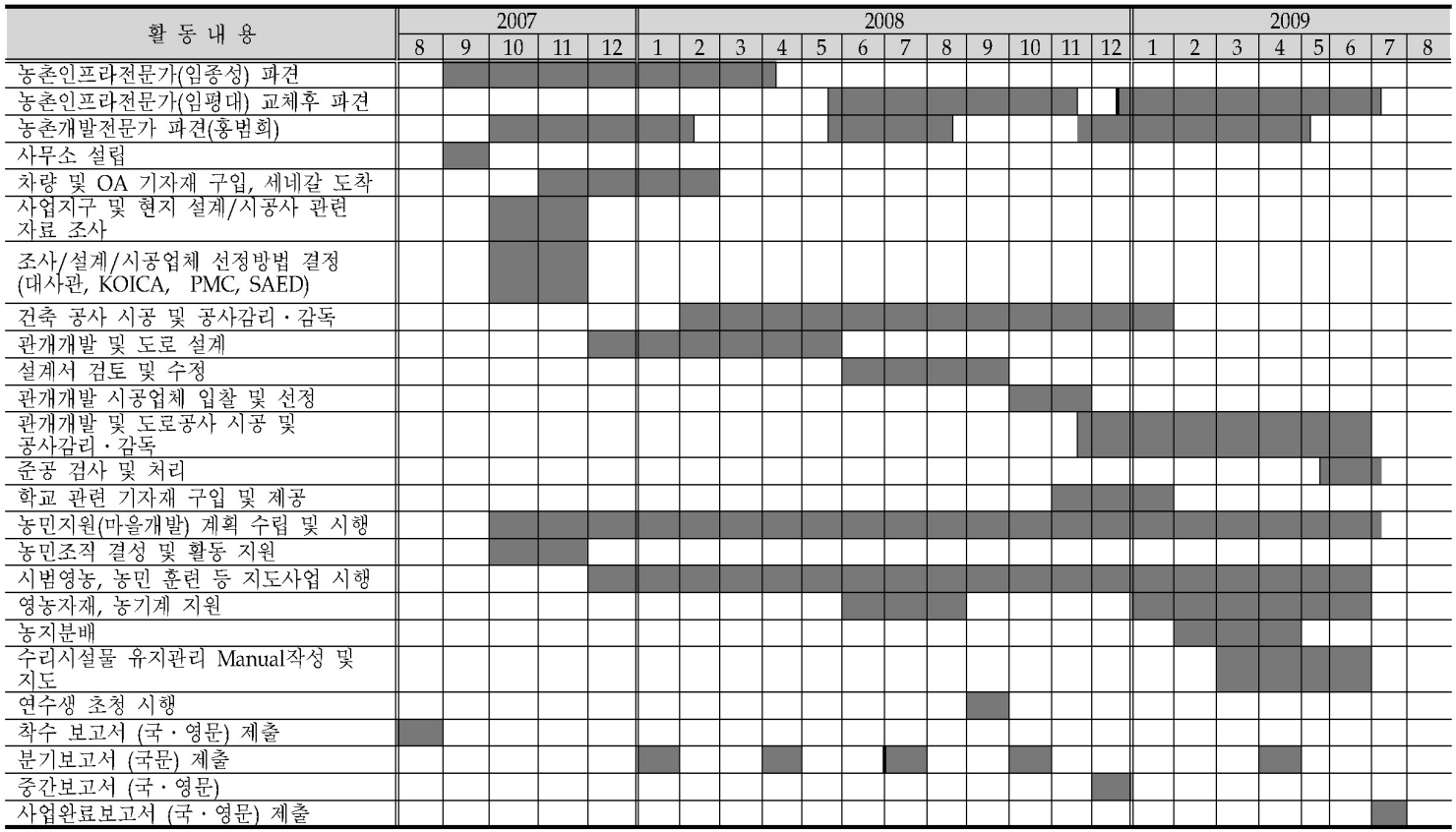
[그림 58] 사업수행 체계

[표 28] 사업시행 조직

KOICA 주세네갈대사관 KOICA사무소	외교부 농촌개발농업부	개발협력협정(R/D)채결 사업시행 지도감독
PMC ㈜ 한국종합기술 농촌시설 전문가 농촌개발 전문가	SAED (PSC) PMO 관개 전문가 농업 전문가 농촌지도 전문가	계획수립, 사업시행 관개시설 개발 (200 ha) 농촌도로 건설 (11.5km) 학교 • 마을회관 건축 작물입식 등 영농지도 수리시설의 관리 및 개보수 지도 영농자재 및 농기계 지원 Monitoring 및 사업평가
사업지구내 농민조직 (GIE/IFA)		농민조직, 운영 인프라 건설 지원 농민조직 결성 및 활동강화 생산계획 수립 수리시설물의 유지관리 및 물 관리 영농자재의 공동 수급관리 농기계 공동운영관리 생산물의 공동판매 등 Marketing 보건위생 개선, 문맹교육, 부업 창출 등
선도농가 (Key Farmers)		시범영농 참여 및 전파 농민 훈련 참가 및 전파
사업 참여농가		생산성 증대 영농자재 및 공여 농기계의 수급 농가소득 증대 빈곤 경감 • 삶의 질 향상

10) 사업추진일정

[표 29] 사업추진일정표



7.1.2 사업추진현황

1) 세부사업별 추진현황

[표 30] 세부사업별 추진현황

주요내용	건축공사	관개농지 및 진입도로 공사		비 고
		조사 설계	시 공	
• 입찰				
- 참여회사	SLTP사 ACAUR사	HYDROCONSULT 외 2개회사	AGRIBAT사 외 5개회사	
- 현장설명	1차 : '07.10.09 2차 : '07.10.27	'08.1.18	'08. 10.27	
- 입찰일	'07.12.04	'08.1.21	'08. 11.05	
- 평가	'07.12.24	07.12.23	'08. 11.11	
• 계약				
- 계약회사	SLTP Mr. Abdou Tall	HYDROCONSULT	AGRIBAT	
- 계약방법	정액일식계약	정액일식계약	정액일식계약	
- 계약일자	'08.2.01	'08.2.06	'09.11.13	
- 계약기간	'08.2.12～'08.6.30	'08.2.12~'08.3.21(35일)	'08.11.21~'09.4.20	
- 준공일	'09.4.15	'98. 10.17	'09. 6 30	
• 시공회사				
- 위 치	SAINT LOUIS	DAKAR	RICHARD TOLL	
- 전문분야	건 축	설 계	도로, 건축, 토목 관개개발	
- 유사분야 공사실적	매년시행	매년시행	매년시행	
• 공사감리				
- PMO	단장 임종성,임평대	단장 임종성,임평대	단장/임평대 보조/Mr. GUEYE	
- SAED	Mr. DIA	Mr. DIA	Mr. DIA Mr. TALL/현장주재	
• 주요활동	• 추가계약(4.17)정문 2개소 • 하자보증합의(PMC, SAED, 시공사)	• 설계심의:5회 <설계심의참석자> • PMC:단장 • SAED:Mr.SOW외2인 • HYDROCONSULT	• 사업설명회:3회 • 공사관련회:98회 <회의 참석자> • PMC:단장외1인 • SAED: Mr.DIA외2인 • 농민:3개마을 • 시공회사:사장외2인	

2) 공사감리사무소 운영

(1) 위치 : PMO 위치(Saint Louis SAED/DAIH 사무실)와 동일하며 사업 현장 까지 약 100km거리에 있으며 편도 차동차 주행시간은 약 1시간 30분 정도임.

(2) 공사감리단 구성현황

[표 31] 공사감리단 구성 현황표

구 분	구 성 현 황	비 고
P M C	• 임평대 / 단장, 농촌인프라전문가 / 공사전반 시행관리 • Mr. DJIBRIL GUEYE / 통역 및 보조 공사감독	
S A E D	• Mr. OUMAR DIA / 공사전반시행협조 및 SAED관련업무 협조 • Mr. PAPA IBRA TALL / SAED파견 공사감독(현장 주재근무)	
농민대표	• 3개 마을 대표 (PMO에서 명예공사감독으로 임명함) • Mr. YAMA BOH / 파크마을대표/영농편의시설 및 농민의견 취합 및 건의 • Mr. AMADOW SOW / 본트바트 마을대표 / 의견취합 및 건의 • Mr. MADIAW DIENG / 우롤베 마를대표 / 의견취합 및 건의	

3) 시범사업(농민지원분야, Farmer Support Services) 추진현황

[표 32] 시범사업 추진현황표

Project Activity		Date	Status
Step 1	사업지구 농민 대상 사업 및 민지원분야 소개 및 추진방향 협의	9 Oct. 2007	완 료
Step 2	마을 현황 조사	19 Oct.~7 Nov. 2007	완 료
Step 3	농가조사 사업 참여 신청 접수	8 Nov.~17 Nov. 2007	완 료
Step 4	잠정적인 농민조직 결성	Nov. 2007~Jan. 2008	완 료
Step 5	GIE 결성	17 Dec.~30 Jun. 2008	완 료
Step 6	농지 분배 계획 수립 및 협의	Jan.~Apr. 2009	완 료
Step 7	GIE 내 Micro-Credit관리 위원회 등 설립 운영	Dec. 2007~Apr. 2009	완 료
MILESTONE 1			
Step 8	GIE/IFA 활동 강화 (교육, 선진지 견학, Meeting 등)	Oct. 2007~Nov. 2008	완 료
Step 9	관개시설 운영 조직(IFA) 결성 및 교육	Jan.~May 2009	완 료
Step 10	토지 수용, 관개개발 설계 등 농민 협의	Jan.~Dec. 2008	완 료
MILESTONE 2			
Step 11	농민들과의 설계 협의	Nov. 2007~Aug. 2008	완 료
MILESTONE 3			
Step 12	대 농민 설계 내용 설명	Oct. 2008	완 료
Step 13	GIE agree and sign Farmers onstruction Contract (if needed)		생 략
Step 14	관개개발 착공	Nov. 2008	완 료
Step 15	Farmers Construction Commences (if needed)		생 략
MILESTONE 4			
Step 16	농민지원분야 세부시행계획(FAA Action Plan) 수립	Dec. 2007~Jan. 2008	완 료
Step 17	농민지도 시행(시범영농, 훈련, 부업 훈련, 생활환경 개선 등) 지원	Nov. 2007~Jul. 2009	완 료
Step 18	수리시설 유지관리 Manual준비 및 훈련	Apr.~Jun. 2009	완 료
Step 19	건설 공사 완료	May 2009	완 료
MILESTONE 5			
Step 20	관계시설 농민조직(GIE/IFA)에게 인수 인계	May 2009	완 료
Step 21	관개시설 운영유지 관리 지원	Mar.~Jul. 2009	완 료

4) 기자재 지원

(1) 차량 구입 및 활용

① 사업의 원활한 수행과 사업 종료 후 세네갈 측 사업 시행기관의 업무 수행 능력향상을 위하여 PMO/PMC 업무용 차량을 아래와 같이 구입하여 사용 후 인계

◆ 구입 및 조달 : KOICA

◆ 차종 : Hyundai Santafe (V6, 4WD)

◆ Saint Louis 도착 : 2008년 2월 초

(2) 학교 및 마을회관용 기자재 지원

① 구입 및 조달 : KOICA 세네갈 사무소

② 지원 대상

◆ 신축중인 교실 4개 및 교무실용 책걸상 및 교사용 Table 및 의자

◆ 신축중인 마을회관용 책상, 의자 양호실용 침대 및 약장 등

5) 사업 홍보

(1) 사업안내 입간판설치 및 보수

① 입간판 설치

◆ 크기 : 전체높이 4.0 m, 간판(삼각형) 높이 2.2m, 3변 각 2,5m

◆ 재질

- 프래임 : 철재, 간판 : 갈바 (녹 방지용 재질)
- 내용 인쇄 : 접착식 실사 인쇄(Computer Printing)

◆ 위치 : 사업지구 진입도로 입구 (2번 국도, 생루이 북쪽 85km지점)

◆ 설치 완료일: 설치 2008년 1월; 보수 2009년 5월

(2) 언론기관 보도

① 건축 기공식 보도

◆ 2008년 2월 12일 건축공사 기공식 때 세네갈의 유수 방송사 중에 하나인 RTS TV와 라디오에서 현지 취재를 하여 당일 전국 뉴스시간에 기공식 광경을 방영하였으며, RTS 라디오에서는 당일 저녁에 특별

대담 프로그램에서 SAED의 Counterpart인 Mr. Omar DIA와 Mr. ALIOUNE THIOUBOU SAMB이 출연하여 사업의 구체적인 내용을 소개하였음.

◆ 또한 세네갈 제1의 국영 신문사인 Le Soleil 지와 최대 일간지 중에 하나인 Wal Fadjri지의 기자가 기공식 현지에서 직접 취재하여 한국의 원조 사업과 다가나 사업에 대하여 소개하는 보도를 하였음.

② Dagana 사업 및 한국의 농촌개발 보도

◆ 한국의 농업농촌의 발전상과 한국의 대 세네갈 농촌개발분야 협력 내용, 다가나사업 등을 세네갈 국민들에게 소개해야 된다는 공감대가 형성되어 SAED 담당자를 통하여 관련 보도 자료를 준비하여 언론기관에 배포하여 2009년 1월 15일과 1월 16일에 아래 언론기관의 지상에 보도가 되고 각 언론사의 Internet Homepage에 게시가 되어 한세네갈간의 우의와 상호협력, 한국의 개발상 등을 소개하는 등 사업의 홍보에 크게 기여하고 있음.

- Le Soleil : 세네갈 최대 국영 일간지
- Wal Fadjri: 세네갈 최대 일간지
- Matin: 세네갈 전국단위 일간지
- L'Office: 세네갈 전국 단위 일간지
- Saint Louis Infos: 생루이 지역 일간지

③ KOICA 봉사단의날 행사 보도

◆ 2009년 4월 23일 다가나 사업지구에서 시행한 세네갈 파견 KOICA 봉사단원들의 의료봉사 및 어린이 놀이봉사 활동이 세네갈 RTS Radio방송을 통해 4월 26일(토요일) 오후 2시와 6시에 전국 방송으로 보도 됨.

④ 관개개발 준공식 보도

◆ 보도내용

- 한 국 측 : 연합뉴스, 한국일보, chosun.com 등
- 세네갈측
: 일간지-SOLEIL, OBSERVATEUR, SUD QUOTIDIEN
: 방송국-RTS STLouis(지역방송국), RTS Dakar(국립방송국)

6) 연수생 초청

(1) 목 적

◆ 세네갈강유역개발공사(SAED)등 세네갈공무원들의 관개개발 및 농촌 인프라 개발기술 향상

(2) 교육장소

◆ 한국종합기술 본사, 한국농촌공사 사업지구 현장, 농촌진흥청(작물과학연구소, 원예시험장), 영농조합 법인, RPC, 농기계 공장, 축산 농가 등

(3) 연수 시행 개요

◆ 연수과정 및 인원 : 2008. 9. 18~10. 1(14일간)

과 정 별	인 원	연수대상
1. 관개개발	5	• 세네갈 농업부 및 SAED 관련 공무원 등 관련자 7명 • 사업대상지구 농민 지도자 3명
2. 수도작 및 작물재배 기술	5	
합 계	10	

(4) 교육내용

◆ 관개개발

- 수도작재배를 위한 농업용수개발 (Agricultural water development for paddy field farming)

- 농업용수 관리 (Water management)
- 농업용수 시설 유지관리를 위한 조직 및 운영 (Organization and Farmers Group for Irrigation System Operation and Maintenance in Korea)
- 하구둑 개발 및 유지관리
- 농촌개발과 새마을 운동 (Rural development and New Village Movement)

◆ 수도작 및 작물재배 기술

- 다수확계 수도작 재배기술 (Cultivation Practices of Stable and High-Yielding Rice)
- 노동력 절감을 위한 담수직파 재배 기술 (Labor saving cultivation technologies of rice in Korea - Direct Seeding and Machine Transplanting)
- 우리나라의 채소 재배 및 접목재배 기술 (The status of vegetable cultivation and grafting of vegetable crops in Korea

◆ 공통

- 한국의 농촌개발 정책 소개 (Introduction of agricultural development and agriculture policy in the republic of Korea
- 농촌개발을 위한 농민조직 (Farmers' organization for the rural development project)
- 우리나라의 농업 현황 (Agriculture in Korea)
- 우리나라의 친환경농업(Environmental friendly farming in Korea)
- 관개시설 유지관리조직 소개 및 우리나라의 농업역사 소개

◆ 현장 견학 및 산업시찰

- 농촌진흥청 작물과학원, 원예연구소
- 삽교천 방조제 및 운정 양수장
- 새만금 사업지구, 농촌공사 동진지사

- 충남 당진군 대호농업종합개발사업지구
- 국제종합기계 옥천 공장 (농기계)
- 충북 괴산군 반곡 RPC, 장현 과수 영농조합, 양재동 화훼(꽃) 도매 시장 등
- 삼성전자 수원공장, 현대자동차 아산공장
- 경복궁, 국립박물관, 남산, 이태원, 남대문시장 등 서울 시내관광, 민속촌, 자연농원, 등

(5) 연수결과 평가

◆ 연수생들의 구성은 전체적으로 "다가나지역 농업생산성개선사업" 관련자들로 구성되어 연수생의 선발은 적정한 것으로 평가됨.

◆ 연수 평가 설문조사에서 관개개발 분야에서는 관개개발, 유지관리, 운영조직, 농촌개발과 새마을 사업 등에 대하여 만족 한 것으로 답하였으며

◆ 벼 재배기술 분야에서는 벼, 채소재배 기술 분야에서의 만족도가 매우 만족 또는 만족한 것으로 답하였으나 농민들의 경우는 이해 정도에 따라 보통이라 답한 경우도 있었음.

◆ 우리나라의 농촌개발 정책, 농촌개발과 농민조직 강화 등 공통과목에 대하여는 농업부 및 SAED의 연수생들은 매우 만족 또는 만족으로 답한 반면, 농민들은 이해 정도에 따라 매우만족, 만족 또는 보통 등으로 답하였음.

◆ 사업지구 현장 견학 및 산업시찰에 대하여는 대부분의 연수생들이 매우 만족한 것으로 답하였고, 경복궁, 국립박물관 등 관광 프로그램에 대하여서도 매우 만족하다고 답하였음.

◆ 전반적으로 연수내용, 준비상황, 진행 등에 대해 연수생들이 매우 만족해하였으며, 연수를 준비하여 준 KOICA 및 KECC에 대하여 매우 감사해 하고 본국으로 귀국 후 다가나지역 농업생산성 개선사업의 성공적인 수행에 최선을 다하기로 함.

7.1.3 사업종료후 분석 및 평가 (성공요인 분석)

1) 문제점 파악 및 해결방안

구 분	문 제 점	해 결 방 안
1. 공통부분	• 현지 조사없이 제안서를 작성하여 현지 여건에 대한 충분한 정보 부족	→초기에 사전조사를 실시하여 현지여건을 조사하고 관계기관과 협의하여 사업추진계획 수립
	• 공용어가 불어이므로 협의 및 문서작업시 관계기관과의 소통부족	→영어-불어 가능인력을 현지인으로 채용하여 사무보조 및 통역요원으로 채용
	• 급격한 환율변동에 따른 사업비 집행상의 곤란	→환율변동에 대한 지속적인 모니터링을 통한 사업비 변동에 대비한 위험도 예측
	• 현지 정부의 소극적 협조로 인한 비효율적인 사업추진	→대사관 및 KOICA 현지사무소를 통한 협조요청 및 적극적인 홍보로 현지 정부의 인식 전환계기 마련
2. 설계	• 현지 설계기준에 대한 정보 부족	→현지 정부, 현지 전문가를 통한 설계기준자료조사 기설계된 성과품에 대한 검토를 통해 자료조사실시
	• 현지업체의 측량장비 및 기술력 부족	→금회 전문가 파견을 통해 부족한 기술력에 대한 보완 실시
	• 기상 및 수문관련 관측자료의 부족	→사업시행초기에 사업대상지구에 관측실시 인근지역의 설계자료 이용
	• 환경영향평가등 현지 행정업무에 대한 이해부족	→현지 전문가 채용을 통한 행정업무 처리 및 협의
3. 공사	• 시공업체 선정시 입찰에 대한 현지업체의 이해부족	→국제입찰기준에 대한 설명실시, 현지언론에 본 사업에 대한 입찰공고 실시 및 현장에서 현장설명회 실시
	• 현지 정부의 비협조로 인하여 각종 인허가에 대한 행정처리 지연	→현지 전문가 채용을 통한 행정업무 처리 및 협의
	• 현지 주민들의 본 사업에 대한 이해부족으로 인해 각종 민원 발생, 사업이 시행되는 3개 마을간 다툼 발생	→사업에 대한 지속적인 홍보 및 행사를 통해 양국간 유대관계 증진 및 인식제고
4. 시범사업	• 현지 주민들의 소극적 참여로 인한 사업추진의 어려움 발생	→사업에 대한 적극적인 홍보 및 지속적인 현장방문을 통해 지역주민과의 소통, 유대관계 증진
	• 농민조직 구성시 부족간 마찰 발생	→관계기관 및 마을 지도자의 협조를 통한 부족간 문제점에 대한 조율 실시

구 분	문 제 점	해 결 방 안
5. 연수생 초청	• 연수단 명단 구성시 관계기관의 무분별한 간섭 및 요구 발생 • 연수단의 언어(영어)구사능력의 부족으로 인한 연수추진의 문제점 발생 • 종교적 원인으로 인한 한국 음식문화의 적응이 부족함.	→공식적인 수원기관(SAED)외의 기관과의 협의를 사전에 불허하여 혼란 차단 →최소 1인에 한하여 영어가능자를 연수단에 포함시키고 한국 초청시에도 불어가능자로 통역을 별도 준비함. →KOICA에 사전통보하여 식단구성시 이슬람 문화권을 존중하는 식단으로 구성
6. 기자재 지원	• 지원 기자재에 대한 부가세 면제를 위한 현지 정부의 비협조 • 일부 품목에 대한 보증기간의 확보가 불확실함	→관계기관과 협의하여 통관 및 면세에 대한 일괄적인 행정업무를 협조받았으며, 이에 대한 보증은 현지 KOICA 사무소에서 실시 →관계기관의 추천업체를 통해 신뢰가능한 업체에서 관련 기자재를 구매
7. 전문가 파견	• 아프리카 사업의 경험부족으로 인한 잦은 전문가 교체 및 변경 발생 • 각종 질병 및 사고로 인한 발병시 응급처치의 문제발생가능 • 현지 전문가 및 통역, 사무직등 고용시 검증된 인력의 채용이 어려움	→사전조사이후 아프리카 사업 유경험자를 물색하여 조기투입 →현지 KOICA 사무소와 지속적,정기적인 소통을 통해 파견된 전문가에 대한 활동 모니터링이 가능하도록 함. →관계기관으로부터유사사업을 수행한 경험이 있는 전문가를 추천받아 면접을 통해 검증후 채용

2) 사업성공 요인 분석

(1) 지속적인 사업홍보

① 현지 언론 및 지역주민을 대상으로 본 사업에 대한 지속적인 홍보를 실시하여 무관심했던 현지 정부관계자 및 지역주민들에게 인식 변화의 계기를 마련

② 이로 인해 점진적으로 정부관계자 및 지역주민의 사업에 대한 관심을 이끌어냄으로서 본 사업의 참여를 유도함.

③ 국내 연수생 초청시 발전된 한국의 모습을 다각적으로 보여줌으로서 한국에 대한 인식의 변화를 갖게 되었고, 이로 인해 국내 기술력에 대한 평가가 높아졌으며, 이로 인해 본 사업에 대한 현지 정부의 신뢰가 한층 강화되었음.

(2) 아프리카 사업에 대한 (주)한국종합기술의 전략적 진출

① 아프리카 지역에 대한 초기진출사업으로서 반드시 성공적으로 완수하여 대내외적인 홍보 및 실적으로서 활용가치를 높이고자 하였음.

② 그 결과, 사업완료이후 연합뉴스 및 각종 국내 언론에서 성공적인 사업으로 알려지게 됨

③ 이에 따라 당사의 신뢰도 및 이미지가 KOICA는 물론, 세네갈에서도 강한 인상을 남기게 됨.

(3) 현지 여건을 반영한 시설물 지원

① 현지 주민들과의 지속적인 유대관계유지, 관계기관과의 원활한 소통을 바탕으로 설계단계에서부터 시공단계까지 3개 마을 농민들의 의견을 상시 반영한 시설물을 계획하여 완공후 현지 주민들의 만족도가 상당히 높았음.

② PMC와 시공업체와의 긴밀한 협조를 통해 자재 및 노동력등 현지 여건을 고려한 공정계획 수립으로 공기내에 관개시설 및 건축물 공사를 완료하여 한국정부에 대한 신뢰도 향상에 기여

7.2 개발된 프레임워크의 대표사업 대한 적용 및 평가

7.2.1 사업개요서 및 PDM 작성

농업용수 공급 및 관리 프로그램은 7개의 모듈로 구성되어 있으며 각각의 모듈은 2~4개의 달성 가능한 결과(outcome)와 이를 달성하기 위한 2~5개의 세부구성요소(activities)로 구성되어 있다. 농업용수 공급 및 관리와 관련된 사업들은 사업지구 특성, 수원국 정부 및 주민의 의지, 영농상황, 예산 등으로부터 영향을 받기 때문에 사업을 몇 가지 형태로 분류하기 어렵다. 따라서 사업계획은 사업의 특성을 반영하여 개별적으로 작성하며, 사업 목적과 사업내용을 명확히 파악하고, 사업지구 특성을 반영하여 사업을 계획한다. 사업구성은 본 보고서에서 제시한 농업용수 공급 및 관리 프로그램의 7개 모듈 중에서 사업내용에 부합되는 모듈들을 선별하고 이를 달성하기 위한 세부구성요소들을 사업지구의 특성을 고려하여 선정한다. 선정된 모듈과 세부구성요소들의 조합에 의해서 대상사업의 추진을 위한 프로그램이 구성된다.

사업개요서는 사업목적, 사업내용, 사업구성, 사업대상지, 사업규모 및 기간, 수혜자, 기대효과, 사업시행구간 등으로 구성된다. 사업목적은 사업을 통해서 달성하고자하는 바를 작성하며, 사업내용은 수원국의 사업요청서를 바탕으로 작성한다. 사업구성의 항목들은 사업내용을 고려하여 7개의 모듈과 세부구성요소들의 조합으로 만들어진다. 각 모듈을 시행하기 위해 소요되는 사업비는 세부구성요소를 고려하여 산정한다. 사업의 기대효과는 사업구성에 사용된 모듈의 결과를 바탕으로 작성한다.

사업 PDM(Project Design Matrix)은 사업개요서를 바탕으로 사업을 계획, 시행, 평가하여 계획된 목표를 달성하기 위해 필요한 사항들을 구체적으로 제시하기 위하여 작성한다. PDM의 상위목표, 사업목표, 성과는 사업개요서 내용을 파악하여 작성하며, 이들을 평가할 수 있는 지표와 방법들은 현지에서 수집이 가능한 통계자료, 조사가능한 항목,

평가가능한 항목 등을 고려하여 선정한다. PDM의 활동은 사업개요서의 사업내용을 구체적으로 작성하며, 본 보고서에서 제시한 세부구성요소들을 수행하기 위한 제반 사항들을 사업내용에 따라 수정하여 작성한다. PDM의 투입은 사업에 필요한 자금, 인력, 기자재 및 지원품, 수원국의 협조사항 등을 구체적으로 작성한다. PDM의 외부조건은 사업시행과정에서 발생하는 불확실성을 고려하기 위한 것이며, 수원국의 정치, 사회, 경제 상황이 불안정해지거나 지역민의 거부반응 발생하는 경우를 고려하여 사업계획을 수립할 필요가 있다.

7.2.2 세네갈 다가나지역 관개배수 및 농지개발 사업 프로그램

세네갈 다가나 지역 사업은 대상지역의 농업생산성 개선 지원 사업이었으며, 2006년 10월부터 2009년 7월 까지 3개년에 걸쳐 사업의 계획 및 시행이 완료되었다. 이 사업은 생산기반 확충, 농업생산성 증대, 식량자급 등을 위한 관개농지 개발과 농촌도로 건설, 교육환경 개선, 보건위생 개선, 부업기회 증대를 위한 학교 및 Community Center 건설, 농민조직 강화, 영농기술 향상, 농업생산성 향상을 위한 농민지원, 사업시행기관 및 관련자의 역량 강화를 위한 연수생 초정 및 기자재 지원 등으로 구성되었다. 본 보고서에서는 당초 사업내용 중에서 관개배수 사업과 농지개발 사업을 분리하여 새로운 사업으로 재구성하여 사업개요서와 사업 PDM 작성 방법을 제시하였다.

[표 33]에는 기존에 작성된 세네갈 다가나 지역 관개배수 및 농지개발 사업에 대한 개요서를 나타내었다. [표 34]에는 본 연구결과를 통하여 개발된 프레임워크 및 프로그램 모듈을 활용하여 재구성한 사업개요서를 나타내었다. 새롭게 구성된 사업개요서에는 기존의 사업개요서에서 농업용수와 직접적으로 관련이 없는 마을 인프라 건설 부분을 제외시켰으며, 순수하게 농업용수와 직접적으로 관련이 있고 본 연구에서 개발된 7개의 모듈을 적용할 수 있는 부분에 대해서 검토후 적용하였다.

[표 33] 기존의 세네갈 다가나 지역 관개배수 및 농지개발 사업 개요서

구 분		내 용	
사업목적		다가나지역 3개 마을에 대한 종합적인 농촌개발을 통해 세네갈 정부의 식량증산 계획 및 농촌종합개발 노력에 부응하 현지농민들의 소득증대 및 생활개선에 기여	
사업내용		관개농지개발, 도로, 학교, 마을회관, 농기계지원 등으로 지역주민의 소득증대, 생활환경개선 등을 기대	
양국 부담 사항	한국 (150만불)	○ 설계	○ 지형조사 및 지형도 작성 (Topographic survey & mapping) ○ 기본 및 실시설계
		○ 인프라건축 (62만불)	○ 관개농지 개발 - 농지 개보수(60ha) 및 확장(60ha) - 양수장(pumping station) 시설 - 관개수로 보강 및 신규설치 ○ 마을인프라 - 농로건설(8.5km/4m/자갈포장) - 교실(6개/약 70㎡) 및 교무실(1개/약 35㎡) 신축 ・화장실 포함 - 다목적 마을회관(약 260㎡) ・보건소, 마을공동회관, 부녀자 부업공간,저장고 - 농기계 보관창고 개보수
		○ 기자재지원 (4만불)	○ 차량(사륜구동)/1대 ○ Desk Top PC(1대),복사기(1대),레이져프린터(1대) ○ 교실용 기자재(책상 및 의자/360개, 칠판/6개) ○ 보건소용 기자재(침대/2개, 책상/2개, 의자/5개)
		○ 시범사업 수행(9만불)	○ 3개 마을별 시범사업 수행
		○ 전문가파견 (50만불)	○ 농촌개발분야/1명/15개월/3회 ○ 농촌 인프라분야/1명/18개월/3회
		○ 연수생초청 (13만불)	○ 수도작재배/5명/2주 ○ 관개 시스템개발/5명/2주
		○ 기타 (12만불)	○ 사전조사, 사업협의, 평가
	세네갈	○ 면세 및 토지배상문제 해결, 전문가 입출국 지원 등 행정편의 제공	

재구성된 세네갈 다가나지역 관개배수 및 농지개발 사업은 쌀 재배 면적 확대, 토지 이용률 증대, 단위 생산량 증대를 통한 식량 자급률 제고, 주민 소득 증대를 통한 빈곤 경감, 양국간 농업 및 농촌 개발 분야의 친선 관계 및 협력 강화 등을 목표로 계획되었다. 사업요청서와 대상지역 조사를 통해서 수립된 사업내용은 농지개보수 140ha 및 신규 개발 60ha, 취수시설(Sluice Gate 및 양수장 설치) 및 도수로 신설, 용수로 및 배수로 보강 및 신규 설치, 연수생 초청 및 교육이다. 사업내용을 바탕으로 본 보고서에서 제시한 모듈과 세부구성요소를 이용하여 사업을 구성하였으

며 각 항목을 수행하기 위한 소요예산을 산정하여 기록하였다. 사업을 통해서 얻을 수 있는 기대효과는 관개시설이 완비된 200 ha 경지 확보를 통한 식량 생산량 증가, 농도설치를 통한 노동생산성 향상과 대상지구의 배수개선, 다가나 지역 농업생산성 향상에 기여할 인력 양성 등이다.

새롭게 작성된 사업개요서에는 [표 34]에 작성된 기존의 사업개요서에 비해서 사업의 범위를 쉽게 이해할 수 있으며 훨씬 자세하고 뚜렷하게 사업내용이 기술되어 있는 것을 알 수 있다.

세네갈 다가나지역 관개배수 및 농지개발 사업의 PDM(Project Design Matrix)은 사업개요서를 반영하여 사업 추진 계획을 구체적으로 제시한다. PDM의 상위목표는 사업지역의 경제발전이며 사업추진을 통해서 이뤄지는 목표달성은 사업지역의 농민 소득 향상과 농업생산기반시설의 개선 정도에 대한 통계자료를 이용하여 평가한다. 사업목표는 사업지역의 주민 소득향상과 농업생산기반 조성이며, 이의 달성여부는 중간 및 최종평가의 점수, 연수생들의 연수결과, 농민들의 만족도들을 조사하여 평가된다. 사업의 성과는 식량생산량 증가, 대상지구 배수개선, 농도 설치를 통한 노동생산성 향상, 농업생산성 향상에 기여할 인력 양성 등이며 식량 생산량 증가율, 홍수 배제 및 배수불량으로 인한 피해액, 농업생산기반시설에 대한 만족도, 연수생의 기술 향상 등을 조사하여 평가한다. 사업 활동은 농지개발 및 경지정리(개보수 및 신규농지 개발), 수원공 시설 설치(취수시설 및 양수장 설치), 용수로 시설 설치(도수로 및 용수간선/지선), 배수시설 설치, ODA 인력 교육으로 구분되며 각각에 대하여 구체적인 활동들은 본 보고서에서 제시한 모듈과 세부구성요소들을 활용하여 작성한다. PDM의 투입은 사업에 필요한 자금을 구체적으로 추산하여 작성하며, 인력은 현지에서 활동할 전문인력의 소요내역을 기록한다. 기자재 및 지원품은 현지 사무실 운영과 활동에 필요한 용품들을 고려하여 산정한다. 수원국 협조사항은 기시행된 사업들을 참조하여 원활한 사업수행을 위해 수원국으로부터 협조할 사항을 예측하여 기록한다. PDM의 외부조건은 세네갈의 정치적, 경제적 안정성 유지, 세네갈 정부의 관련

정책의 지속적인 추진, 지역민의 협조, 공사비 급증요인 미발생 등이다. 사업시행과정에서 이와 같은 요인이 발생할 것에 대비하여 대책을 수립해 둘 필요가 있다.

[표 34] 세네갈 다가나 지역 관개배수 및 농지개발 사업 개요서(신규작성 예)

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th colspan="3">내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">사업목적</td><td colspan="3">• 쌀 재배 면적 확대, 토지 이용률 증대, 단위 생산량 증대를 통한 식량 자급률 제고; 주민 소득 증대를 통한 빈곤 경감; 양국간 농업 및 농촌 개발 분야의 친선 관계 및 협력 강화</td></tr>
<tr><td colspan="2">사업내용</td><td colspan="3">• 농지개보수 140ha 및 신규 개발 60ha
• 취수시설(Sluice Gate 및 양수장 설치) 및 도수로 신설
• 용수로 및 배수로 보강 및 신규 설치
• 연수생 초청 및 교육</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="8">사업구성</td><td>사업 조사 설계
(5만불)</td><td>• 사업지구 일반 현황 조사
• 사업 공정 및 시설 설계</td><td>적용 모듈</td></tr>
<tr><td>농지개발 및
경지정리
(25만불)</td><td>• 대상 지구 현황 조사
• 구획정리
• 농도정비
• 용배수시설 정비</td><td>농지개발을 통한
농업생산성 향상
모듈</td></tr>
<tr><td>취수시설 및
양수장 설치
(6만불)</td><td>• 수원시설용량 결정
• 수원위치 선정
• 수원공 및 부대시설 설치
• 유지관리</td><td>관개에 의한
토지생산성 향상
모듈</td></tr>
<tr><td>용수로 시설
설치
(10만불)</td><td>• 송배수 계획 수립
• 통수시설 설치
• 분수 및 조정시설 설치</td><td>관개에 의한
토지생산성 향상
모듈</td></tr>
<tr><td>배수시설 설치
(10만불)</td><td>• 배수 계획 수립
• 배수로 및 배수문 설치
• 제방설치</td><td>과잉수분 배제
모듈</td></tr>
<tr><td>ODA 인력 교육
(6만불)</td><td>• 농업용수개발 교육
• 관개시설개발 교육
• 배수개선 교육
• 농지개발 교육</td><td>인력교육 모듈</td></tr>
<tr><td>기타
(2만불)</td><td>• 타당성 조사, 중간평가, 종료평가, 사업모니터링 등</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">사업대상지</td><td colspan="3">세네갈 생루이도 다가나군 Bountou Bath, Pakh, Ouroulbe 마을</td></tr>
<tr><td colspan="2">사업규모/기간</td><td colspan="3">81만불; 2013년~2015년(3년)</td></tr>
<tr><td colspan="2">수혜자</td><td colspan="3">세네갈 다가나군 3개 마을 농민 및 거주민</td></tr>
<tr><td colspan="2">기대효과</td><td colspan="3">• 관개시설이 완비된 200 ha 경지 확보를 통한 식량 생산량 증가
• 농도설치를 통한 노동생산성 향상과 대상지구의 배수개선
• 다가나 지역 농업생산성 향상에 기여할 인력 양성</td></tr>
<tr><td rowspan="2">사업
시행
기관</td><td>한국</td><td colspan="3">PMC: (주) 한국종합기술</td></tr>
<tr><td>세네갈</td><td colspan="3">농업부 세네갈강 유역개발공사(SAED)</td></tr>
</table>

7.2.3 세네갈 다가나지역 관개 배수 및 농지개발 사업의 PDM(P개ject Design Matrix) 구성 예

1) 사업명: 세네갈 다가나지역 관개 배수 및 농지개발 사업
2) 기간 및 예산 2013년 ~ 2015년/81만불
3) 양식번호: 1.0
4) 사업대상지역: 세네갈 다가나 지역 Bountou Bath, Pakh, Ouroulbe 마을
5) 수혜그룹: 사업대상지역 농민

[표 35] 개발된 모듈을 이용하여 세네갈 관개배수 및 농지개발 사업 PDM(Project Design Matrix) 작성 예

Narrative Summary (프로젝트 요약)	Verifiable Indicators (지표)	Means of Verification (지표 데이타 입수수단)	Important Assumptions (외부조건)
Overall (상위목표) 1. 사업지역의 경제발전	1. 사업지역 경제성장율	1. 경제현황 통계자료 2. 농업부 통계 자료	1. 국가개발계획내 농업개발 부문의 유지 2. 세네갈의 정치적, 경제적 안정성 유지
Project Purpose **(사업목표)** 1. 사업지역 주민의 소득향상 2. 주곡생산을 위한 농업생산 기반 조성	1. 사업전후의 농민 소득변화 2. 농업생산기반시설 개선 정도	1. 지역경제 통계자료 2. 타지역과 농업생산 기반 상태 비교	1. 세네갈 정부의 지속적인 정책 추진 2. 연수교육 수준 유지
Output(성과) 1. 식량 생산량 증가 2. 대상지구의 배수개선 3. 농도설치를 통한 노동생산성 향상 4. 농업생산성 향상에 기여할 인력 양성	1. 식량 생산량 증가율 2. 홍수 및 배수불량 피해액 3. 농업생산기반시설에 대한 만족도 3. 연수생의 기술 향상	1. 사업전/후 생산량 조사 2. 홍수 및 배수불량 피해 조사 3. 대상지역 농민들에 대한 설문조사 4. 연수생 평가	1. 수원국측 관계기관과 긴밀한 협조관계유지 2. 사업지역 주민들의 적극적인 협조 3. 급격한 공사비용 증가요인 미발생 4. 적절한 연수생 선발

Activities(활동)

• 농지개발 및 경지정리(개보수 및 신규농지 개발)

1-a 대상 지구 현황 조사
- 지형조사, 영농환경조사, 용·배수 상황조사, 기상조사, 토양조사
- 농업조사, 사회-경제적 상황조사, 환경영향 조사

1-b 구획정리
- 필지(경구)의 형상 및 크기 결정
- 구획(포구)의 형상 및 크기 결정
- 구획정리 시공 및 관리

1-c 농도정비
- 농도 배치
- 농도 형상 및 구조 설계
- 농도 시공 및 관리

1-d 용배수시설 정비
- 계획용수량 결정
- 용수로 설계
- 포장 유입구 설계
- 지표배수시설 설계
- 포장 배출구 설계
- 용배수시설 시공 및 관리

• 수원공 시설 설치(취수시설 및 양수장 설치)

2-a 수원시설용량 결정
- 하천유량 산정, 시기별 조용수량 산정, 시설용량 결정

2-b 수원위치 선정
- 하천유량 및 하상조사, 수혜지역 조사, 양수장 설치로 인한 상·하류 영향조사
- 공사 및 유지관리 문제점 조사 및 대안 비교

Input(투입)

<한국측>

• 자금

1. 농지개발 및 관개사업 조사 및 설계 45천불
2. 농지개발 및 경지정리 250천불
3. 양수장 및 취수시설 설치 55천불
4. 용수로 시설 설치 100천불
5. 배수로 시설 설치 100천불
6. ODA 인력 교육 63천불
7. 타당성조사, 중간평가, 종료평가, 사업 모니터링 200천불

• 인력

1. PMC 운영: 단장 1명, 농촌시설 전문가 1명

• 기자재 및 지원품

1. 데스탑 컴퓨터 1대
2. LCD 모니터 1대
3. 복사기 1대
4. 토너(복사기) 5개
5. 드럼(복사기) 1개
6. 레이져 프린터 1대
7. 토너(프린터) 1대
8. 차량 구입 및 활용

1. 수원국측 관계기관과 긴밀한 협조관계 유지
2. 사업지역 주민들의 적극적인 협조
3. 급격한 공사비용 증가요인 미발생

Pre-Condition(전제조건)

1. 사업지역에 관개용수 공급이 원활하지 않음
2. 배수불량으로 인해 번한 침수 피해 발생
3. 농도가 확보되지 않아 기계화영농이 어려움
4. 농지개발 및 관개배수 기술자가 부족하여 관련 기술 수준이 매우 낮음

2-c 수원공 및 부대시설 설치 - 양수장 시설 설치 - 양수설비(펌프, 원동기) 설치 - 전기설비 설치 2-d 유지관리 - 체계적인 유지관리 계획수립 - 정기적인 시설 점검 - 양수장 주변 점검 - 토사 준설 **• 용수로 시설 설치(도수로 및 용수간선/지선)** 3-a 송배수 계획수립 - 관개지역 구역분할 - 수로노선 선정 - 소요수두 결정 - 통수용량 결정 - 송수 배분조작 방법 선정 3-b 통수시설 설치 - 수로 설치 - 수로 터널 설치 - 암거 설치 - 잠관 및 수로교 설치 - 낙차공 및 급류공 설치 3-c 분수 및 조정시설 설치 - 분수공 설치 - 수로물넘이 설치 - 방수공 설치	<협력국> - 사업조정위원회(Project Steering Committee) 구성 - 사업소(Project Management Office) 설립 - 사업수행을 위한 제반 토지 제공, 인허가 등 법적 절차 수행 - 현지 시공업체 선정 지원 - 사업수행과 관련된 제반 장애물 제거 - SAED 직원 지원: 농업전문가, 관개전문가, 농촌지도 전문가 등 3명 - 한국측 전문가 활동을 위한 관련 자료 제공, 안전 확보, 면세 및 특권 부여 - 한국측 전문가 조사 수행에 필요한 장비 및 기자재 면세 조치 - 한국측 전문가 업무수행을 위한 사무실 제공 - 한국 초정연수 적격 참가자 선발 및 명단 통보 - 기타 효율적인 업무수행에 필요한 제반 사항 지원	

• 배수시설 설치 4-a 배수계획 수립 - 배수사업 지구 현황 조사 - 농지배수량 산정 - 농지배수 방식 선정 4-b 배수로 및 배수문 설치 - 배수로 노선 결정 - 배수로 설치 - 배수문 위치 선정 - 배수문 설치 4-c 제방설치 - 제방 제원 설계 - 제방축조 **• ODA 인력 교육** 5-a 농업용수개발 교육 - 농업용수 주요 시설 개발 교육 - 한국의 농업용수 개발 교육 5-b 관개시설개발 교육 - 관개시설개발 및 관리 교육 - 한국의 관개시설개발 교육 5-c 배수개선 교육 - 배수시설 계획 및 유지관리 교육 - 한국의 배수개선 사업의 성과 및 사례 교육 5-d 농지개발 교육 - 농지개발 사업의 계획 및 공사 교육 - 한국의 농지개발 성과 및 사례 교육		

제 8장 결론 및 제언

KOICA의 최근 5년간 분야별 원조실적을 보게 되면 농어촌 개발 분야가 점차로 증가하고 있는 실정이다. 농어촌 개발분야 원조 내용을 보게 되면, 대부분 농업용수의 안정적인 확보와 공급을 위한 사업이 포함되어 있고 기존의 관개 시스템을 개선하여 농촌의 농업환경을 개선하는 내용이 주를 이루고 있다. 특히 산업에너지 분야의 수자원관련 지원사업까지 포함하면 KOICA에서 지원하는 원조사업의 상당 부분이 수자원 및 농업용수와 관련된 분야임을 알 수 있다. 그만큼 농업용수 공급 및 관리 프로그램을 모델화하여 제시하는 본 연구가 갖는 의미는 매우 크다고 볼 수 있다.

본 연구는 KOICA의 실무자가 농업용수 공급 및 관리와 연관된 프로젝트를 수행함에 있어서 사업의 구상 및 집행에 필요한 각종 관련정보와 주요지표를 유형별로 구분하여 수록하였으며, 또한 농업용수와 관련된 전문적인 용어 및 관개시스템의 개요를 자세히 설명함으로써 농업용수와 관련된 개론적인 내용을 포함하여 이해를 돕고자 했다.

특히 한국의 관개배수 관련 기술을 개도국에 적용함에 있어서 야기될 수 도 있는 문제점을 지양하기 위하여 국내 농업용수 개발과정을 고찰하고 동시에 원조국의 농업환경을 고찰하여 제시함으로써 원조국의 다양하고 독특한 농업환경에 적합한 최신 관개기술을 제시하기도 하였다.

또한 전체 농업용수 관리 프로그램을 실행하기 위하여 7개의 세부모듈을 개발하여 제시하였으며 각각의 모듈은 2-4개의 달성 가능한 결과(output)와 이를 달성하기 위한 2-5개의 세부구성요소(activities) 구성하였다. 동시에 담당 실무자가 사업의 성격 및 원조 항목, 사업지구의 특성을 고려하여 7개의 세부모듈을 조합하여 모델화하는 과정 및 방법을 제시함으로써 최종적인 사업의 큰 프레임워크를 구성하는데 도움을 줄 수 있도록 했다.

본 연구에서 제시된 농업용수 공급 및 관리를 위한 프로그램 모델이 모든 사업에 완벽하게 적용될 수 있을 것이라고 기대하고 싶지만, 농업용수관련 사업이 수자원 확보, 관개, 배수, 수질 및 환경, 농작물 재배, 인력 교육 등 매우 다양한 분야를 포함하고 있기 때문에 경우에 따라서는 실무자의 주관적인 판단과 응용능력이 필요할 것으로 예상된다. 또한, 대부분의 농업용수 관련 사업이 농업용수 개발에만 국한된 사업이기 보다는, 농촌 생활환경 개선, 지역의 농업관련 조직 설립 및 지역민이 교육 등과 같은 다양한 사업이 연계되어 수행되는 경우가 많이 있으므로 본 연구에서 다루지 못한 부분에 대해서는 추가 연구를 통하여 새로운 프로그램 모델 개발이 수행되어야 할 것으로 사료된다.

이와 같은 연구결과의 한계에도 불구하고 본 연구를 통하여 제시된 여러 가지 연구결과가 향후 개도국의 농업용수 관리 및 지원을 위한 사업에 적극적이고 효과적으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

강민구 (2009). 설문조사를 통한 홍수관리 발전방향과 지속가능한 홍수관리 프레임워크 수립, 대한토목학회논문집, 29(6B), pp. 527-535.

고영조 (2000). 하점지구 농촌용수개발사업 소개, 한국농공학회지, 42(5), pp. 35-38.

교육과학기술부 (2011). 농업과 물.

구본충 (2003). 밀양지구 지표수 보강개발사업, 한국관개배수, 10(1), pp. 132-138.

국토해양부, 수자원장기종합계획 (2011~2020)

국토해양부, 한국수자원공사 (2008). 국가수자원 관리지표 설정 보고서.

김도훈 외 4인 (2011). 경제개발전략 프로그램 개발협력모델 연구.

김성준 (2010). 대단위농업종합개발사업의 변천 및 평가, 전원과 자원, 52(1), pp. 35-43.

김종일 (2004). 농업용수관리자동화(TM/TC)사업소개, 전원과자원, 46(1), pp. 5-6.

김진택 (2009). 자율항법 기술의 저수지 내용적 측정 시스템, 농어촌과 환경, 19(4), pp. 92-103.

김하집 (2002). 논의 자동화 급수 물꼬 개발, 농어촌과 환경, 12(1), pp. 83-92.

농림부 (1999). 농업용수 관리 자동화 시스템 기술 개발

농림부, 농업기반공사 (2000). 농업생산기반정비사업 추진성과분석 및 효율적인 농촌개발 방안 연구(최종).

농림부, 한국농촌공사 (2006). 물부족 시대에 대비한 농업수로 적정 관리 기법 연구.

농림수산식품부, 한국농어촌공사 (2012). 농촌수자원관리 효율화를 위한 검측기술 개발.

농림수산식품부, 한국농어촌공사 (2011a). 2010 농업생산기반정비사업통계 연보.

농림수산식품부, 한국농어촌공사 (2011b). 용수절약을 위한 SRI 벼재배 적용성 연구(Ⅱ).

농림수산식품부, 한국농어촌공사 (2008). 농업용수 급배수 적정관리를 위한 수로유량 관측기술 개발 연구.

농업기반공사 (2003). 물 관리생력화 기술의 실용화.

농업기반공사, 농어촌연구원 (2003). 농업용 자동급수장치 실용화연구.

농업기반공사 (2002a). 미얀마 농업투자환경 조사보고서.

농업기반공사 (2002b). 키르기즈스탄 농업투자환경 조사보고서.

농업기반공사 (2000a). 몽골 농업투자환경 조사보고서.

농업기반공사 (2000b). 중국 밀산·호림지구 농업투자환경 조사보고서.

류우환 (2008). 알제리 남부 사하라 사막 관개현황, 한국관개배수소식, 제 40호, pp. 14-15.

손성호 외 1인 (2004). 물수지 모형을 이용한 절수관개기법 개발, 한국농공학회논문집, 46(5). pp. 3-11.

손성호 외 1인 (2002). 담수심 처리가 논의 물수지에 미치는 영향, 한국농공학회논문집, 44(2). pp. 67-74.

송기헌 (2006). 미호천(Ⅱ)지구 대단위 농업개발사업 현황, 전원과 자원, 48(2), pp. 30-36.

수성엔지니어링 (2011). 모잠비크(마푸토시) 농업투자환경 조사보고서.

심좌근 (1999). 제주도 성읍지구 농촌용수개발사업, 한국농공학회지, 41(3), pp. 9-17.

우상원 (1999). 점적관개수분의 토양내 경시적 분포·이동 연구, 서울대학교 석사학위논문.

윤광식 (1997). 정밀농업에 의한 농업환경 최적관리기법, 한국농공학회지, 39(2), pp. 18-24.

윤두헌 (2000). 마동지구 농촌용수 개발사업, 한국농공학회지, 42(2), pp. 13-18.

이덕현 (1997). 고흥지구 간척지 개발사업, 한국농공학회지, 40(6), pp. 15-24.

이병덕 (2000). 송강지구 농촌용수개발 사업, 한국농공학회지, 42(4), pp. 2-38.

이용철 (1997). 성주지구 농업용수개발사업, 한국농공학회지, 39(2), pp. 12-17.

이정환 외 3인 (2009). 글로벌 식량위기 해결을 위한 KOICA 지원방안, 한국국제협력단.

이종남 (2005). 태양광 전동수문 시범사업, 한국관개배수, 12(2), pp. 78-88.

이재수 (2006). 수문학

이창구 외 1인 (1966). 수도작에 있어서 물관리에 대한 연구, 농업토목학회지, 8(2), pp. 11-16.

이철오 (2001). 밭기반정비사업의 현황과 발전방향, 한국농공학회지, 43(6), pp. 82-85.

이효찬 (1997). 석문지구 간척지종합개발사업 현황, 한국농공학회지, 39(4), pp. 25-29.

전원태 외 5인 (2011). 녹비작물 헤어리베치가 벼 생육 및 관개량 절약에 미치는 효과, 한국토양비료학회지 44(2), pp. 181-186.

전상옥 (2008). 정밀농업 시행을 위한 생산기반조성사업, 농어촌과 환경, 18(3), pp. 116-129.

전승훈 외 3인 (2007). 한국적 개발협력 프로그램 발전방안 연구, 한국국제협력단.

정기환 외 5인 (2011). 농촌개발 협력 프로그램 연구, 한국국제협력단.

정기환 외 2인 (2008). 대 개도국 농촌개발 경험 전수 방안 연구, 한국국제협력단.

정상옥 외 2인 (2000). 직파재배 벼의 영농기법 및 비용절감효과 - 현장사 례 연구, 한국농공학회 2000년도 학술발표회 발표논문집, pp. 144-150.

정상옥 외 1인 (2000). 용수절약형 논관개 기법, 한국농공학회 2000년도 학술발표회 발표논문집, pp. 108-113.

정상희, 2011. 선진 원조 집행방안 모색을 위한 국별 비교 연구, 한국국제협력단.

정우진, 2010. 한국형 개발협력모델-한국적 경험과 비교우위에 근거한 섹터별 프로그램, 한국국제협력단.

정광근 외 1인 (2003). 효율적인 물관리를 위한 무동력 자동 수문 개발, 농어촌과 환경, 13(2), pp. 111-122.

정하우 외 11인 (2011). 관개배수공학. 동명사.

정하우 외 6인 (1999). 관개배수공학, 동명사.

조국현 (2003). 정밀농업에 대한 소개, 농어촌과 환경, 13(2), pp. 123-128.

주윤태 외 1인 (2008). 태양광발전시스템의 설계 및 설치사례, 농어촌과 환경, 18(3), pp. 130-145.

최진동 (2007). 성덕 다목적댐 공동건설, 한국관개배수, 14(1), pp. 121-125.

한광석 (1996). 덕곡지구 대구획 경지정리 관수로의 설계와 시공, 한국농공학회지, 38(4), pp. 38-45.

한국국제협력단 (2006). 대 개도국 농촌개발 경험 전수 방안 연구.

한국농공학회 (2006). 농공비젼 2020 생명의 물과 흙 쾌적한 농촌 만들기.

한국농어촌공사 (2010). 라오스 해외농업투자환경 조사보고서.

한국농어촌공사 (2009a). 베트남 농업투자환경 조사보고서.

한국농어촌공사 (2009b). 브라질 농업투자환경 조사보고서.
한국농어촌공사 (2009c). 우즈베키스탄 농업투자환경 조사보고서.

한국농어촌공사 (2009d). 인도네시아 농업투자환경 조사보고서.

한국농어촌공사 (2009). 캄보디아 농업투자환경 조사보고서.

한국농어촌공사 (2008a). 우크라이나 농업투자환경 조사보고서.

한국농어촌공사 (2008b). 카자흐스탄 농업투자환경 조사보고서.

한국농촌공사 (2008c). 알제리 남부지역(사하라) 개발 타당성 조사.

한국농촌공사 (2007). 터키 농업투자환경 조사보고서.

한국농촌공사 (2006). 파라과이 농업투자환경 조사보고서.

한국농촌공사 (2005a). 아르헨티나 농업투자환경 조사보고서.

한국농촌공사 (2005b). 우르과이 농업투자환경 조사보고서.

한국농촌공사 (2004). 필리핀 농업투자환경 조사보고서.

한국국제협력단 (2007). 에콰도르 침보라소 관개수로 건설 및 영농기술이전사업 사전조사 결과보고서.

한국국제협력단 (2008). 개발협력사업평가 가이드라인.

한국국제협력단 (2008). 라오스 비엔티안주 폰홍군 관개수로 건립사업, 사나칸군 관개용 댐 건립사업, 톨라콤군 관개수로 건립사업 사전조사 결과보고서.

한국국제협력단 (2008). 아제르바이잔 북부하천 취수시설 개보수 및 압세론 수로개보수 타당성조사 및 실시설계 사업협의 결과보고서.

한국국제협력단 (2009). 세네갈 그랑디그뗄렐 관개시설 개선 타당성조사 및 기본설계사업 실시협의 결과보고서.

한국국제협력단 (2009). 우즈베키스탄 농업배수 염분저감기술 개발사업 실시협의 결과보고서.

한국국제협력단 (2009). 캄보디아 바테이 지역 관개시스템 건설사업 실시협의 결과보고서.

한국국제협력단 (2010). 라오스 힌헙군 관개용 댐 및 수로건설 사업 실시협의 결과보고서.

한국국제협력단 (2010). 모로코 농업기반시설(관개수로) 및 농촌개선사업 사전타당성조사 결과보고서.

한국국제협력단 (2010). 몽골 바얀누르소움 호수 및 수자원 복원사업 사전타당성조사 결과보고서.

한국국제협력단 (2010). 제2차 라오스 비엔티안주 5개마을 농촌종합개발사업 실시협의 결과보고서.

한국국제협력단 (2010). DR콩고 츄엔게 농촌개발사업 기본설계조사 및 실시협의 보고서

한국국제협력단 (2011). 세네갈 지역 농업생산성개선 지원사업 종료평가 보고서.

한국국제협력단 (2011). 탄자니아 관개시설 재건 및 농업기계화 사업 종료평가 결과보고서

Achet, S. H. and Fleming, B. (2006). A watershed management framework for mountain areas: Lessons from 25 years of watershed conservation in Nepal, Journal of Environmental Planning and Management, 49(5), pp. 675-694.

Barker, R. and Molden, D. (1999). Water saving irrigation for paddy rice: Perceptions and misperceptions, Paper presented at the symposium on water saving irrigation ofr paddy rice, Guiling, China, pp. 1-17.

Borell, A., Garside, A., and Fukai, S. (1997). Improving efficiency of water for irrigated rice in a semi-arid tropical environment, Field Crops Research, 52, pp. 231-248.

Bos M. G. (1989). Discharge measurement structures, International Institute for Land Reclamation and Improvement(ILRI).

Briscoe, J. (2010). Practice and teaching of American water management in a changing world, Journal of water resources planning and management, 136(4), pp. 409-411.

Dassanayake, D., Dassanayake K., Malano H., Dunn G. M., Douglas P., and Langford J. (2009). Water saving through smarter irrigation in Australian dairy farming: Use of intelligent irrigation controller and wireless sensor network, 18th World IMACS / MODSIM Congress, Cairns, Australia.

Hatta, S. (1967). Water consumption in paddy field and water saving rice culture in the tropical zone, Japanese Tropical Agriculture.

Heenana, D. P. and Thompson, J. A. (1984). Growth, grain yield and water use of rice grown under restricted water supply in New South Wales, Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 24, pp. 104-109.

International Strategy for Disaster Reduction(ISDR) (2007). Words into action: A guide for implementing the Hyogo framework.

Lopez, J. A., Soto, F., Sanchez, P., Iborra, A., Suardiaz, J., and Vera, J. A. (2009). Development of a sensor node for precision horiculture, Sensors, Vol. 9, pp. 3240-3255.

Panel on Adaptive Management for Resource Stewardship(PAMRS) (2004). Adaptive Management for Water Resources Projet Planning, The National Academies Press.

Rural Development Administration (1993). A study on automation of irrigation management system for paddy fields.

Tabbal, D. F. et al. (1992). Water-efficient irrigation technique for rice. In soil and water engineering for paddy field management, Proceedings of the international workshop, Bangkok, Thailand, pp. 146-159.

Vellidis, G., Garrick V., Pocknee S., Perry C., Kvien C., and Tucker M. (2007). How wireless will change agriculture, Proceedings of the Sixth European Conference on Precision Agriculture, Skiathos, Greece.

Xu, Z. (2000). Water saving for paddy rice in China, Proceedings of Asian regional workshop on sustainable development of irrigation and drainage for rice paddy fields, Tokyo, Japan, pp. 167-176.

대한건설협회(http://www.cak.or.kr/)

대한전문건설협회(http://www.kosca.or.kr/)

식량 농업기구(http://www.fao.org/)

한국국제협력단(http://www.koica.go.kr/)

한국수출입은행(http://www.koreaexim.go.kr/kr/index.jsp)

ODA KOREA(http://www.odakorea.go.kr/index.jsp)

OECD publishing(www.oecd.org/publishing)

Sevier River Water Users Association(http://www.sevierriver.org)

연구자료 경제개발 2012-02-251

농업용수 공급 및 관리 프로그램 모델 연구

발 행 2012년 9월
발 행 인 박 대 원
발 행 처 한국국제협력단
편 집 인 경제개발팀
주 소 경기도 성남시 수정구 대왕판교로 825 (우 : 461-833)
전 화 031) 740-0234
팩 스 031) 740-0698
홈 페 이 지 http://www.koica.go.kr
인 쇄 동화인쇄

[본 보고서의 저작권은 한국국제협력단에 있으며,
한국국제협력단의 허락없이 무단 전제와 복제를 금합니다.]

ISBN 978-89-6469-125-0 93520