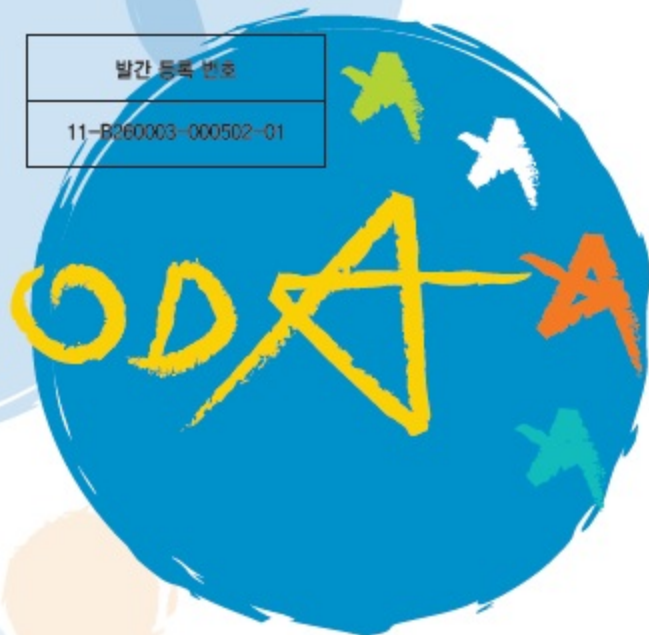


발간 등록 번호

11-B260003-000502-01



한국 ODA 중점협력국 기후변화 취약성 분석

2014. 12



한국 ODA 중점협력국 기후변화 취약성 분석

2014. 12

ODA연구팀
홍은경

저자

홍은경 Ph. D. (Email: shireen@koica.go.kr)

▶ 주요 경력

- KOICA ODA 연구팀 상임연구원 (현)
- 알래스카 주립대학교 기후변화 정책 및 평가 박사, Ph. D.
(Interdisciplinary Ph. D. in Climate Change Policy and Assessment)
- Alaska Center for Climate Assessment and Policy 연구원
- Resilience and Adaptation Program 수료/ 알래스카 주립대학교

▶ 주요 연구실적

- 환경 ODA 사업으로서의 녹색기후기금 능력배양사업, 연구보고서, 2014, KOICA
- 녹색기후기금과 능력배양사업(Readiness Program), 개발과 이슈, 2014, KOICA
- Enhancing Readiness Programs for the Green Climate Fund, KOICA Working Paper, 2014, KOICA
- Post-2015 체제 대응을 위한 에너지 분야 ODA 지원방안, 연구보고서, 2013, KOICA

본 연구 보고서의 내용은 한국국제협력단의 공식적인 입장과 일치하지 않을 수 있음을 밝힙니다. 본 연구의 내용은 출처 및 집필자를 명시하는 한 인용할 수 있습니다.

※ 본 자료는 KOICA 홈페이지(<http://www.koica.go.kr>)를 통해서도 볼 수 있습니다.

목 차

국문요약	1
 1. 서론	 3
1.1. 연구의 배경	3
1.2. 연구의 목적 및 내용	4
1.3. 연구의 범위와 방법	6
 2. 기후변화 피해 및 미래 예측	 8
2.1. 전세계 기후변화 피해 및 미래 예측	8
2.2. 우리나라 26개 중점협력국 기후변화 피해	20
2.2.1. 우리나라 26개 중점협력국	20
2.2.2. 우리나라 26개 중점협력국 기후피해(과거)	21
2.2.3. 우리나라 26개 중점협력국 기후피해(예측)	25
 3. 취약성 개념 및 취약성 평가의 이론적 배경	 29
3.1. 취약성 개념	29
3.1.1. 일반적 취약성 정의	29
3.1.2. 기후변화 취약성 정의	31
3.2. 취약성 평가 접근법	36
3.3. 기후변화 취약성 평가의 목적 및 평가 유형	38
3.3.1. 기후변화 취약성 평가의 목적	38
3.3.2. 기후변화 취약성 평가 유형	39

3.4. 선행연구 검토	41
3.4.1. 국가단위 기후변화 취약성 평가	41
3.4.2. 국내 기후변화 취약성 평가	45
3.5. 취약성 지표	49
3.5.1. 지표의 개념 및 표준화 방법	49
4. 기후변화 취약성 평가 지표 및 방법론	53
4.1. 취약성 평가 단계	53
4.2. 취약성 평가 구성요소 및 평가틀	55
4.3. 자료의 수집	66
4.4. 취약성 평가지표의 계산	69
5. 기후변화 취약성 평가 결과	70
5.1. 산술평균에 의한 취약성 지수	70
5.1.1. 부문별 지표 항목의 분포	70
5.2. 가중치를 고려한 취약성 지수	74
5.2.1. AHP 분석 결과	74
5.2.2. 각국별 기후변화 영향과 적응능력 유형 분석	85
6. 기후변화 취약성 평가의 시사점 및 결론	91
6.1. 기후변화 취약성 평가의 시사점	91
6.1.1. 기후변화 적응정책 관련 ODA 사업 우선순위 파악	91
6.1.2. 취약성 유형에 따른 국가별 차별화 사업지원 필요	91
6.2. 요약 및 결론	92
6.3. 연구의 한계	94
참고문헌	95

표 목차

표 1 전세계 모든 지역과 분야에서 나타나는 주요 기후변화 위험요소	9
표 2 아시아의 기후변화로 인한 위험 및 전망	10
표 3 아프리카의 기후변화로 인한 위험 및 전망	12
표 4 중앙/남아메리카의 기후변화로 인한 위험 및 전망	14
표 5 도서지역의 기후변화로 인한 위험 및 전망	15
표 6 DARA의 기후변화 영향 취약성 22개 지표	18
표 7 기후피해 상위 20개국 국가(2010년, 2030년)	19
표 8 우리나라 유·무상 ODA 통합 중점협력국	20
표 9 26개 중점협력국 기후관련 재해상황 (2000-2009)	22
표 10 26개 중점협력국 CRI 순위 각각 지표의 세부사항	25
표 11 26개 중점협력국 지표별 2030년 피해점수	26
표 12 IPCC의 취약성 정의	33
표 13 취약성의 정의	35
표 14 취약성 평가의 질문, 의사결정 맥락, 목적	38
표 15 기후변화 취약성 평가의 목적	39
표 16 기후변화 취약성 평가의 4단계와 각각의 특징	40
표 17 Moss(2001)의 변수와 대리변수	42
표 18 Brooks et al.(2005)의 취약성변수 구성과 대리변수	43
표 19 German Watch 지표구성 및 가중치	44
표 20 기후위기지수(Climate Risk Index: CRI)(1993년-2012년)	45
표 21 유가영 외(2008)의 취약성변수 구성과 대리변수	46
표 22 명수정 외(2010)의 취약성변수 구성과 대리변수	48
표 23 지표의 일반적인 기준	51
표 24 표준화 방법	51
표 25 기후노출지표	57
표 26 선행연구의 민감도 지표	57
표 27 민감도 지표	58
표 28 선행연구의 적응능력 지표	59
표 29 기후변화 위험 관리를 위한 접근들	60

표 30 적응능력지표	62
표 31 기후변화 취약성 평가지표 변수자료 -기능적 관계	64
표 32 기후변화 취약성 평가지표 변수자료 -출처	67
표 33 산술평균에 의한 기후노출 순위	70
표 34 산술평균에 의한 민감도 순위	72
표 35 산술평균에 의한 적응능력 순위	73
표 36 AHP 분석 결과에 따른 취약성 지표 가중치 결과	75
표 37 평가지표의 최종 가중치 결과	77
표 38 계층 2의 가중치 순위	78
표 39 계층 3의 가중치 순위	79
표 40 가중치를 고려한 기후노출 국가순위	80
표 41 가중치를 고려한 민감도 국가순위	81
표 42 가중치를 고려한 적응능력 국가순위	82
표 43 가중치를 고려한 26개국 중점협력국 기후변화 취약성 국가순위	83

그림 목차

그림 1 연구흐름도	7
그림 2 기후변화 피해 등급에 따른 국가 지도(2030년 예측치)	17
그림 3 취약성 개념틀	31
그림 4 기후영향, 적응능력, 취약성 간의 관계	32
그림 5 취약성과 그 구성요소	34
그림 6 기후변화에 있어서 상향식 접근법과 하향식 접근법	36
그림 7 취약성 평가 단계	53
그림 8 IPCC의 기후변화 취약성 개념도	56
그림 9 기후노출 지표 항목별 분포	71
그림 10 민감도 지표 항목별 분포	72
그림 11 적응능력 지표 항목별 분포	74
그림 12 기후노출, 민감도, 적응능력 가중치	76
그림 13 기후노출 하위 지표 가중치	76
그림 14 민감도 하위 지표 가중치	76
그림 15 적응능력 하위 지표 가중치	76
그림 16 아시아 가중치	83
그림 17 아프리카 가중치	83
그림 18 중남미 가중치	84
그림 19 중동, CIS 가중치	84
그림 20 최빈국 가중치	85
그림 21 저중소득국 가중치	85
그림 22 고소득국 가중치	85
그림 23 각국별 기후변화 잠재영향과 적응능력 유형	86

부록 목차

부록 1 AHP 분석을 위한 설문 조사지	98
부록 2 기후변화 취약성 표준화값	106

국문요약

기후변화로 인한 기후재해로부터 부정적인 영향 및 피해는 특정 지역이나 나라에 따라 편차를 보이고 있으나 경제적 입지가 약한 지역이나 개발도상국에 그 피해가 집중되고 있다. 향후 기후변화가 미래에 지속 혹은 악화된다면 빈곤층과 개도국의 생계, 식량 생산량의 감소와 식량 질의 저하, 거주지 파괴 등 피해와 함께 이 지역 빈곤 문제가 심화될 수 있다. 또한 기후변화로 인한 취약성을 증가시키게 될 가능성이 높다. 따라서 기후변화에 취약한 계층과 나라(지역)의 적응 능력 제고를 위한 적절한 자원배분과 이들을 위한 적응 대책수립과 함께 이들의 적응능력을 증진시키기 위한 선진국들의 지원, 즉 개도국의 기후 변화 적응을 위한 ODA 사업의 지원이 요구된다. 이를 위하여 정확한 개도국의 기후변화 영향 및 취약성 평가가 요구된다.

취약성이란 어떤 시스템이 외적영향 및 상황에 대해 영향을 받는 정도로 그러한 영향에 대해 얼마나 잘 대처하고, 적절한 속도로 대응하느냐에 따라 취약성의 정도는 달라진다. 따라서 개도국의 취약성 평가를 통하여 적응이 시급한 지역과 취약성 유형을 파악하게 되고 이를 통해 취약성 유형과 특성에 따른 기후변화 적응방안을 구축할 수 있게 된다. 궁극적으로 기후변화에 대해 적절한 속도로 대응하게 되어 기후변화의 피해로부터 취약정도가 낮아질 수 있다.

본 연구는 많은 개도국 중에 우리 정부의 26개 유무상 통합 중점협력국만을 대상으로 취약성 분석을 실시하였다. 이를 통해 26개국 간 각 국가의 상대적 취약성을 평가하여 적응이 시급한 지역과 취약성 유형을 파악하고, 이를 환경/기후변화 ODA 정책수립에 필요한 자료로 제공되기 위하여 수행되었다. 또한 각국의 취약성 지표 파악을 통해 개도국 기후변화 ODA 사업 시행에 대한 불확실성을 줄임으로서 효율적인 ODA 사업의 배분을 결정하고, 각 국가의 취약성 유형과 특성에 따르는 기후변화 적응 방안 수립 시 정책적 도구를 제공하기 위하여 본 연구를 실시하였다.

취약성 분석을 위하여 IPCC가 제안한 기후노출, 민감도, 적응능력의 함수로 취약성을 개념을 정의하고 선행연구 검토 및 26개 중점협력국 중 필리핀과 베트남의 환경관련 공무원, 기관 관계자와의 인터뷰를 통하여 최종 대리변수(노출, 민감도, 적응능력 등 3개 카테고리, 13개 항목에 총 34개의 지표)를 선정하였다. 선정된 대리변수를 설문조사를 통해 가중치를 도출하여 이를 합산하여 각 국가의 최종 취약성 지수를 산출하였는데 지표의 가중치 도출을 위해 26개 중점협력국 환경관련 공무원 대상으로 계층분석(AHP)을 실시하였다. 마지막으로 도출된 가중치를 통해 26개 중점협력국의 각각의 취약성 지수를 도출하였다.

가중치를 적용하지 않은 기후노출, 민감도, 적응능력 지수와 가중치를 적용한 결과와는 약간의 차이를 보였는데, AHP 분석 결과 가중치는 적응능력(0.402) > 민감도(0.378) > 기후노출(0.220) 순으로 나타났다. 취약성 평가 결과 가중치를 적용한 기후노출 지수가 높은 그룹에는 방글라데시, 파키스탄, 모잠비크, 인도네시아, 필리핀 등이 속해 있으며 특이한 사항은 이 상위 5개국 중 4개국이 아시아 지역임을 알 수 있다. 또한 민감도 지수는 인도네시아, 우즈베키스탄, 베트남, 아제르바이잔, 스리랑카 등이 높게 나타났으며 우간다, 파라과이, 동티모르, 몽골, 가나 등은 민감도가 낮은 그룹에 속하는 것으로 나타났다. 반면에 기후변화 취약성을 낮추는 적응능력은 페루, 가나, 베트남, 콜롬비아, 아제르바이잔 등에서 높게 나타났으며 솔로몬군도, 르완다, 방글라데시, 동티모르, 나이지리아 등의 적응능력은 낮게 나타났다.

기후노출 지수, 민감도 지수, 적응능력지수를 종합한 취약성 평가 결과 방글라데시, 인도네시아, 모잠비크, 파키스탄, 필리핀 국가가 취약성이 높은 상위 국가로 나타났는데, 이들 지역은 대부분 기후노출과 민감도가 높은 특징이 있다. 이러한 취약성 지수는 과거 발생한 자연재해 규모 등과 양의 상관관계를 보여 취약성 지수가 자연재해 취약지역과 일정 정도 관련이 있음을 알 수 있다.

1. 서론

1.1. 연구의 배경

‘기후변화에 관한 정부간 협의체’인 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change, 이하 “IPCC”¹⁾의 제5차 보고서 중 기후변화 영향 및 적응에 관한 보고서(Working Group II Report; “Impacts, Adaptation, and Vulnerability”)는 20세기 보다 2℃ 이상 온도가 상승하게 될 때 2030년부터 식량부족 심화 위험이 있으며, 육상생물 종의 멸종위험 증가 및 폭염사망자 증가 등 인류건강의 지속적인 악화 예상되는 등 위험 수준이 증가할 것이라고 전망하고 있다. 추가적으로 이로 인한 세계경제 손실액은 소득의 0.2-2.0% 수준(1400억-1조 4천억 달러)에 이를 것으로 예측하였다(IPCC, 2014b).

기후변화로 인한 영향은 식량, 물, 에너지 안보, 이주 등 지구적인 여타 이슈와 상호 연계되어 있고 이로 인한 피해가 경제적인 피해로 가시화 되면서 국제사회에서 중요 의제로 논의되고 있다. IPCC(2014b)는 관측된 기후변화로 인한 영향은 매우 크고 그 범위도 한 지역에 국한되지 않고 광범위하게 발생하고 있으나 지구 시스템은 기후변화에 상당히 취약한 것으로 관측되고 있음을 설명하고 있다. 추가적으로 IPCC(2014b)는 기후변화로 인한 영향은 지역과 영역에 국한되지 않고 그 부정적인 영향이 증가되고 있으나 효율적인 적응을 통해서 이러한 위험을 줄일 수 있는 기회가 있다고 설명하고 있다. 따라서 효율적인 적응정책의 구축이 기후변화의 부정적인 영향을 감소시키는 핵심요소라고 할 수 있는데 이를 위해서는 기후변화 영향평가 및 취약성 평가와 함께 지역의 특성과 여건을 고려한 취약성 평가방법론을 개발할 필요가 있다(고재경, 2009).

가뭄, 홍수 등 기후재해로 인한 부정적인 영향 및 피해는 특정 지역이나 나라에 따라 편차를 보이고 있으나 경제적 입지가 약한 지역이나 개발도상국에 그 피해가 집중되고 있

1) 기후변화에 대처하고자 세계기상기구(WMO)와 유엔환경프로그램(UNEP)이 공동 설립한 M유엔 산하 국제 협의체로 지금까지 4차에 걸친 기후변화 평가보고서를 발간하였다: 제1차(1990년), 제2차(1995년), 제3차(2001년), 제4차(2007년), 제 5차(2014년)

음을 많은 연구들이 보여주고 있다(DARA, 2012; German Watch 2013). 이러한 기후 관련 피해는 개발도상국가 및 그 빈곤층에게 추가적 부담으로 작용하고 있다. 특히 미래 기후변화 피해는 빈곤층과 개도국의 생계, 식량 생산량의 감소와 식량 질의 저하, 거주지 파괴 등 직간접적으로 영향을 미치게 되어 빈곤의 악순환을 초래하게 되고 더욱 더 기후 변화로 인한 취약성을 증가시키게 될 가능성이 높다. 따라서 분배적인 관점에서 기후변화에 취약한 계층과 나라(지역)의 적응 능력 제고를 위한 적절한 자원배분과 이들을 위한 적응 대책수립과 함께 이들의 적응능력을 증진시키기 위한 선진국들의 지원이 요구된다.

이처럼 개도국에 기후변화 적응은 중요하면서도 시급한 이슈이며 이를 위하여 정확한 개도국의 기후변화 영향 및 취약성 평가가 요구된다. 이를 위해 개도국의 여건과 특성을 고려한 취약성 평가 방법론을 개발할 필요가 있다. 취약성이란 어떤 시스템이 외적영향 및 상황에 대해 영향을 받는 정도로 그러한 영향에 대해 얼마나 잘 대처하고, 적절한 속도로 대응하느냐에 따라 취약성의 정도는 달라진다. 따라서 개도국의 취약성 평가를 통하여 적응이 시급한 지역과 취약성 유형을 파악하게 되고 이를 통해 취약성 유형과 특성에 따른 기후변화 적응방안을 구축할 수 있게 된다. 궁극적으로 기후변화에 대해 적절한 속도로 대응하게 되어 기후변화의 피해로부터 취약정도가 낮아질 수 있다.

1.2. 연구의 목적 및 내용

개도국은 지역적으로 집중호우, 태풍 등 극단적인 기후노출 빈도가 잦으며 기후변화의 부정적인 영향에 상대적으로 크게 노출되어 있다. 경제적인 저발전, 사회적 자본 및 제도 부재 등으로 이미 심각한 빈곤과 개발 문제에 직면한 많은 개도국들에게 기후변화는 추가적으로 이들의 문제를 심화시키는 요인이 되는 것으로 사료된다. 따라서 개도국의 기후변화 적응정책 수립을 위해서는 기후변화 영향과 취약성에 대한 이해와 함께 이를 위한 취약성 평가 방법론을 개발할 필요가 있다. 이러한 배경 하에 본 연구에서는 취약성 개념 및 취약성 평가의 이론적 배경 검토하여 본 연구에서의 취약성 개념을 정의하고 취약성 평가의 방법론을 검토하여 개도국의 취약성 분석 연구 지표를 개발하고자 한다.

본 연구는 많은 개도국 중에 우리 정부의 26개 유무상 통합 중점협력국만을 대상으로 취약성 분석을 실시하였다. 이를 통해 26개국 간 각 국가의 상대적 취약성을 평가하여

적응이 시급한 지역과 취약성 유형을 파악하고 이를 환경/기후변화 ODA 정책수립에 필요한 자료로 제공되기 위함이다. 이를 통하여 궁극적으로 각국의 취약성 지표 파악을 통해 개도국 기후변화 ODA 사업 시행에 대한 불확실성을 줄임으로서 효율적인 ODA 사업의 배분을 결정할 수 있으며 또한 각 국가의 취약성 유형과 특성에 따르는 기후변화 적응 방안 수립 시 정책적 도구를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구는 우선적으로 기후변화 취약성 평가에 대한 이론적 배경을 검토하며, 특히 이를 통해 많은 학문과 분야에서 다루고 있는 취약성의 개념을 파악하고 취약성 평가의 목적과 유형을 파악한다. 동시에 취약성 평가에 대한 필요성 및 시사점을 도출한다. 선행연구를 토대로 국가단위 취약성 평가를 위한 지표에 대한 항목을 설정하고 이를 나타낼 수 있는 대리변수(proxy indicators)를 선정한다. 선정된 대리변수를 설문조사를 통해 가중치를 도출하여 이를 합산하여 각 국가의 종합 취약성 지수를 산출한다. 추가적으로, 도출된 각 국가의 취약성 결과를 분석하여 결과가 반영하고 있는 개도국 취약성의 특징을 파악하고자 한다. 또한 각국의 취약성 결과유형분석을 통해 유형별로 적절한 접근법을 제시하고 취약성 평가과정을 통해 나타난 문제점을 통해 본 연구의 한계에 대한 논의와 향후 개선방안에 대해 논하고자 한다.

이를 위한 본 연구의 구성은 다음과 같다. 제 1장 서론에서는 연구의 배경, 필요성 목적을 짚어보고 연구의 범위를 설명한다. 이어 제 2장에서는 전 세계 및 우리나라 26개 중점협력국 기후변화 피해 상황 점검 및 미래 피해 예측에 대해 살펴본다. 이어 제 3장에서는 기후변화 취약성 평가에 대한 이론적 배경을 검토한다. 제 4장에서는 기후변화 취약성 평가 지표선정 과정을 설명하며 아울러 취약성 평가를 위한 방법론을 설명한다. 5장에서는 4장에서 설정한 지표와 평가 방법을 가지고 산정된 각국의 취약성 평가 결과와 함께 각국별 기후변화 영향과 적응능력유형을 분석하였다. 이를 통해 마지막으로 6장에서는 지금까지 논의된 사항을 정리하고 본 연구에서 시사하는 점을 찾아 향후 26개 개도국의 기후변화 ODA 수원국 선정에 있어서 방향성을 제시한다. 또한 본 연구의 한계와 함께 향후 개선방안에 대해 논의해보도록 한다.

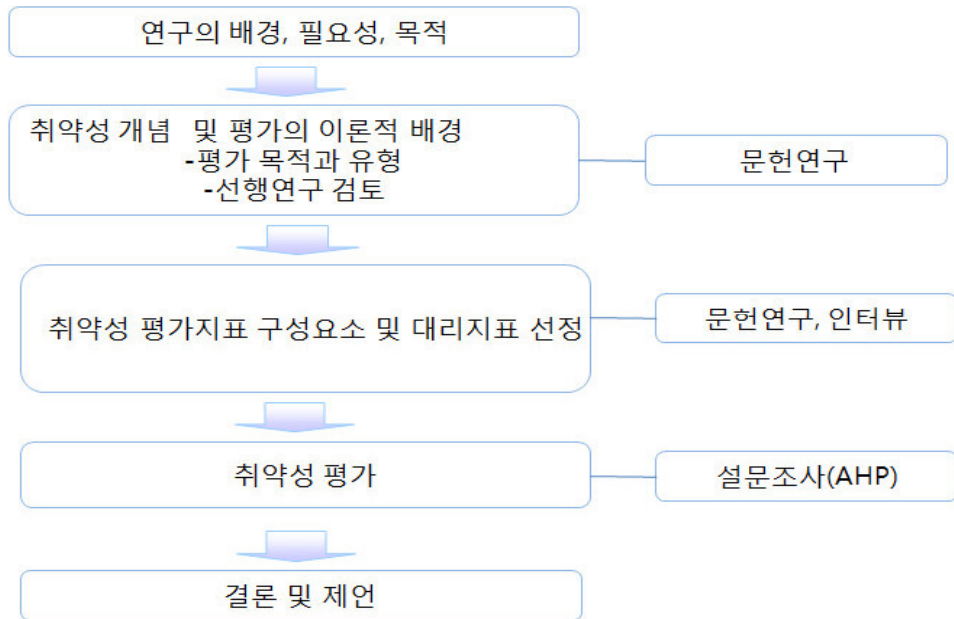
1.3. 연구의 범위와 방법

기후변화의 취약성 평가는 궁극적으로 미래에 발생할 기후피해에 대비하기 위한 기초 자료가 되어야 한다. 따라서 취약성 평가 연구는 현재 취약성 뿐 아니라 미래 취약성에 대한 예측을 제시하는 것이 옳으나 미래 기후변화로 인한 영향에 대한 불명확성 및 미래 기후현상과 사용될 대리변수간의 상관관계 증명의 불명확성으로 인해 본 연구는 현재 국제사회가 제시하고 있는 과거 기상자료를 중심으로 현재의 취약성 평가만을 다루는 것으로 연구의 범위를 한정한다.

또한 연구의 대상국가의 경우, 본 연구는 전 세계 취약성 지표를 다루는 것이 아닌 우리 정부의 26개 유무상 통합 중점협력국만을 대상으로 이들의 취약성 지표를 제시한다. 이는 이를 통해 우리 정부가 개도국에 기후변화 관련한 ODA 사업을 실시하고자 할 때 가장 우선적으로 도움이 요구되는 나라의 우선순위를 파악하기 위함이다. 기후변화 ODA 사업이 우선적으로 요구되는 수원국 파악을 통해 우선적인 ODA 사업지원이 가능하게 되고 궁극적으로 그들의 기후변화로 인한 피해에 미리 대처할 수 있도록 돕고자 하는 것이다.

연구방법은 주로 문헌연구와 다른 취약성 분석 사례연구, 설문조사를 활용한다. 먼저 문헌연구를 통해 취약성의 정의 및 취약성 평가 방법에 대해 파악하고 다른 선행연구의 취약성 분석 방법 및 그들이 사용한 대리변수들을 검토한다. 1차적인 대리변수 선정 후 26개 중점협력국 중 필리핀과 베트남의 환경관련 공무원, 기관 관계자와의 인터뷰를 통하여 지표의 적합성을 검토한 후 최종 대리변수를 선정한다. 최종 선정된 대리변수는 노출, 민감도, 적응능력 등 3개의 부분으로 나누어지며, 지표의 가중치 도출을 위해 26개 중점협력국 환경관련 공무원 및 기후변화/환경 전문가를 대상으로 계층분석(Analytic hierarchy process, 이하 “AHP”)을 실시한다. 마지막으로 도출된 가중치를 통해 26개 중점협력국의 각각의 취약성 지수를 도출하며, 이 결과의 시사점을 파악한다.

그림 1 연구흐름도



2. 기후변화 피해 및 미래 예측

2.1. 전세계 기후변화 피해 및 미래 예측

‘기후변화에 관한 정부간 협의체’인 IPCC는 3월 25일~29일 간 일본 요코하마에서 제10차 제2실무자그룹(Working Group, WG II) 회의 및 제38차 총회를 개최하여 기후변화 영향 및 적응에 관한 보고서(Working Group II Report; "Impacts, Adaptation, and Vulnerability")를 승인하였다²⁾. 본 보고서는 20세기 보다 2℃ 이상 온도가 상승하게 될 때 2030년부터 식량부족 심화 위험이 있으며, 육상생물종의 멸종위험 증가 및 폭염사망자 증가 등 인류건강의 지속적인 악화 예상되는 등 위험수준이 증가하여 이로 인한 세계경제 손실액은 소득의 0.2~2.0%수준(1400억~1조 4천억 달러)에 이를 것으로 전망하고 있다.

기후변화 영향은 전 지역에 걸쳐 증가하고 있지만 본 보고서는 기후변화의 부정적인 영향을 줄이기 위한 수단으로 적응의 중요성을 크게 강조하고 있다. 특히 인류에게 중대하고 돌이킬 수 없는 영향을 미칠 수 있는 기후변화의 주요 위험(key risk)을 구체적으로 제시하고, 지역과 상황에 따른 효과적인 적응 행동이 기후변화의 위험 수준을 크게 감소시켜 인류의 지속가능한 발전을 이끌 수 있다고 강조하였다.

IPCC(2014b)는 관측된 기후변화로 인한 영향은 매우 크고 그 범위도 한 지역에 국한되지 않고 광범위하게 발생하고 있으나, 지구 시스템은 기후변화에 상당히 취약한 것으로 관측되고 특히 기후관련 위험은 빈곤층에게 추가적 부담으로 작용하고 있다고 보고 있다.

2) IPCC Fifth Assessment Report(AR 5): Climate Change 2013(제5차 평가보고서)는 3개 실무그룹(WG I, II, III) 보고서와 1개 종합평가보고서로 총 4개의 보고서로 구성되어 있는데 각각의 내용 및 공개일정은 아래와 같음.

구 성	일정
WG I : 기후변화 과학적 근거(The Physical Science Basis)	2013.9.
WG II : 기후변화 영향적응 및 취약성(Impacts, Adaptation, and Vulnerability)	2014.3.
WG III : 기후변화 완화(Mitigation of Climate Change)	2014.4
종합평가보고서(Synthesis Report)	2014.10

아래의 <표 1>는 지역과 분야를 망라하고 전 지역에 향후 나타나게 될 기후변화 관련한 주요 위험을 나열한 것이다.

표 1 전세계 모든 지역과 분야에서 나타나는 주요 기후변화 위험요소

1) 폭풍 해일, 연안 홍수 및 해수면 상승으로 인해 저지대 연안 지역과 군서도서 개도국에서 사망, 부상, 건강 악화 및 생계의 붕괴가 발생할 위험
2) 내륙 홍수로 인해 일부 지역에서 상당수의 도시인구에게 극심한 건강피해 및 생계의 붕괴가 발생할 위험
3) 사회기반시설 망과 핵심 공공 서비스의 파괴를 야기하는 극한현상에 대한 시스템적 위험
4) 도시와 농촌의 야외근무자와 취약한 도시인구에게 폭서로 인한 사망, 질병이 발생할 위험
5) 온난화, 가뭄, 홍수, 강수의 변동성 및 극한성과 연계된 식량 불안정 및 식량 시스템의 붕괴가 도시 및 농촌 환경의 가난한 계층에게 미칠 위험
6) 반건조 지역의 농민과 목축민을 위한 식수와 관개용수의 부족 및 농업 생산성의 저하로 인한 생계와 수입 손실이 발생할 위험
7) 연안 생태계(열대와 북극지방의 어업 공동체)를 제공하는 서비스와 해양 및 해변생태계, 생물다양성, 생태계 재화 및 기능, 생태계유지기능의 손실 위험
8) 육상과 내륙의 담수 생태계, 생물다양성, 생태계 재화 및 기능, 생태계유지기능의 손실 위험

IPCC(2014b) p.13 재구성

IPCC(2014b)가 지역별로 제시한 기후변화로 인한 위험 및 전망에 대해 본 연구보고서는 26개 중점협력국³⁾이 해당되는 지역(아시아, 아프리카, 중앙/남아프리카, 도서지역)에 대해 자세히 살펴보았다.

3) '2.2.1. 우리나라 26개 중점협력국' <표 8> 참조

표 2 아시아의 기후변화로 인한 위험 및 전망

아시아				
주요위험	적응 이슈와 전망	기후요인	시간	위험과 적응잠재력
강, 해안, 도시에서 증가하는 범람이 아시아의 광범위한 인프라 및 정주공간에 피해로 이어짐	■ 구조와 비구조적 측정 및 토지사용 계획과 선택된 지역으로의 이동을 통해 위험에 대한 노출 축소 ■ 생명과 직접적인 관련이 있는 인프라 및 서비스 (예, 물, 에너지, 폐기물관리, 식량, 바이오매스, 이동, 로컬생태계, 통신)의 취약성 감축 ■ 모니터링과 초기 경보시스템의 구축; 위험에 노출된 지역을 식별할 수단들, 취약한 지역과 가정을 보조하고, 삶을 다각화 ■ 경제적 다각화	■ 폭우 ■ 태풍으로 인한 피해 ■ 해수면 상승	현재	현재 수준에서 중간정도. 강도 높은 적응전략을 취할 경우 낮아질 수 있음.
			단기예측 2030-2040	현재 수준에서는 중간정도. 강도 높은 적응전략을 취할 경우 낮아질 수 있음.
			장기예측 2080-2100	기온 2도 상승 시에는 현재 수준의 적응전략을 취할 때 위험은 높은 편. 적응전략의 강도를 높이면 중간 정도로 줄일 수 있음. 기온 4도 상승 시에는 매우 높고 적응전략의 정도를 높임으로써 다소 낮출 수 있음.
열과 관련된 사망자수의 증가	■ 열과 관련된 경보 시스템 ■ 열섬을 줄이기 위한 도시 계획; 건축 환경의 개선; 지속가능한 도시 개발 ■ 야외에서 일하는 노동자들의 열기 위험을 감축하기 위한 새로운 작업 기법 위촉	■ 기후온난화 ■ 극한 기온	현재	현재 수준에서는 중간. 강도 높은 적응전략을 취할 경우 낮은 정도로 유지가능
			단기예측 2030-2040	현재 수준에서는 높은 편. 강도 높은 적응전략을 취할 경우 중간 정도로 유지가능
			장기예측 2080-2100	기온 2도 상승 시에는 현재 수준의 적응전략을 취할 때 위험은 아주 높은 편. 적응전략의 강도를 높이면 다소 줄일 수 있음. 기온 4도 상승 시에는 매우 높으며 적응전략의 정도를 높인다 하더라도 크게 위험을 줄일 수 없음.

아시아				
주요위험	적응 이슈와 전망	기후요인	시간	위험과 적응잠재력
증가하는 가뭄과 관련하여 물과 음식의 부족으로 인한 영양실조	■ 초기 경보 시스템과 지역대처 전략을 포함한 재난대비 ■ 적응/통합된 수자원 관리 ■ 수자원 인프라 및 급수장 개발 ■ 물 재사용을 포함한 수자원 다각화 ■ 물의 보다 효율적인 사용(예, 개선된 농법, 개간 관리, 회복 탄력적 농법)	■ 기후온난화 ■ 극한 기온 ■ 건조화	현재	현재 수준에서는 낮은 편이며 적응전략의 강도를 높여도 차이 없음.
			단기예측 2030-2040	현재 수준에서는 중간정도. 강도 높은 적응전략을 취할 경우 낮아질 수 있음.
			장기예측 2080-2100	기온 2도 상승 시에는 현재 수준의 적응전략을 취할 때 위험은 중간정도. 강도 높은 적응전략을 취할 경우 낮아질 수 있음. 기온 4도 상승 시에는 높으나 적응전략의 정도를 높임으로써 중간정도로 유지가능

IPCC(2014b) p. 21-25 재구성

〈표 2〉는 IPCC가 예측한 아시아의 기후변화로 인한 위험 및 전망을 정리한 것이다. 표에서 보듯이 IPCC(2014b)는 우리나라를 포함한 아시아 지역은 홍수로 인한 인프라 및 정주공간에 대한 피해, 지구온난화 및 극심한 기온 등의 원인으로 폭염 관련 사망 위험 증가, 그리고 지구온난화, 극심한 기온, 사막화에 따른 가뭄과 식량부족 위험 증가가 중요한 위험요소가 될 것으로 보고 있다. 특히 지구온난화 및 극심한 기온관련 위험은 중장 기적으로 볼 때 위험수준이 상당히 높으나 적응정책이 있을 경우 어느 정도 위험수준을 낮출 수 있는 것으로 보인다.

표 3 아프리카의 기후변화로 인한 위험 및 전망

아프리카				
주요위험	적응 이슈와 전망	기후요인	시간	위험과 적응잠재력
현재의 과잉개발과 미래의 수요 증가로 인해 수자원의 복잡하고 심각한 문제 발생 및 아프리카의 가뭄 위험지역의 가뭄 악화	■ 수자원에 대한 기후 외 부정적 요인 감축 ■ 수요관리, 지하수 평가, 통합적인 상하수 계획, 토지와 수자원에 대한 통합된 거버넌스 등에 관한 제도적 역량 강화 ■ 지속가능한 도시 개발	■ 기후온난화 ■ 건조화 ■ 극한 기온 ■ 해수면 상승	현재	현재 수준에서도 낮은 편이나 강도 높은 적응전략을 취할 경우 아주 낮아질 수 있음.
			단기예측 2030-2040	현재 수준에서는 중간정도. 강도 높은 적응전략을 취할 경우 낮아질 수 있음.
			장기예측 2080-2100	기온 2도 상승 시에는 현재 수준의 적응전략을 취할 때 위험은 높은 편. 적응전략의 강도를 높이면 중간 정도로 줄일 수 있음. 기온 4도 상승 시에는 매우 높으나 적응전략의 정도를 높임으로써 2도 상승 시만큼의 효과를 얻을 수 있음.
열과 가뭄위기로 인한 곡물생산성의 감소가 지역/국가/가정의 삶과 식량안보에 심각한 부정적인 영향을 끼치며 식량 구조에 질병 및 홍수 등의 부정적 영향 증가	■ 기술적인 적응 대응(예, 스트레스 내성을 키운 작물의 다양성, 관개, 관측시스템의 강화) ■ 소규모 자작의 신용 및 다른 중요한 생산 자원에 대한 접근 강화, 삶의 다각화 ■ 농업(초기경보 시스템)을 포함)과 성인지적 정책에 대한 주변지역, 국가, 지역 수준의 제도 강화 ■ 작물의 적응 대응(예, 혼농임업, 보존농업 (conservation agriculture))	■ 기후온난화 ■ 건조화 ■ 극한 기온 ■ 폭우	현재	현재 수준에서는 중간. 강도 높은 적응전략을 취할 경우 낮은 정도로 유지가능
			단기예측 2030-2040	현재 수준에서는 높은 편. 강도 높은 적응전략을 취할 경우 낮은 정도로 유지가능
			장기예측 2080-2100	기온 2도 상승 시에는 현재 수준의 적응전략을 취할 때 위험은 높은 편. 적응전략의 강도를 높이면 중간 정도로 줄일 수 있음. 기온 4도 상승 시에는 매우 높으며 적응전략의 정도를 높인다 하더라도 크게 위험을 줄일 수 없음.

아프리카				
주요위험	적응 이슈와 전망	기후요인	시간	위험과 적응잠재력
기온이나 강수량의 변동성이나 평균값의 변화에 따라 수인성 질병의 지질학적 범위나 발생정도에 변화가 있고 특히 그 분포의 가장자리에서 변화가 심함.	■ 개발 목표, 특히 안전한 물이나 개선된 하수도 설비 등에 대한 접근 및 감시와 같은 공중보건 기능을 강화 ■ 취약성 지도화와 초기 경보 시스템 ■ 분야를 넘나드는 조정 ■ 지속가능한 도시 개발	■ 기후온난화 ■ 강우 ■ 폭우	현재	현재 수준에서는 높은 편이나 강도 높은 적응전략을 취할 경우 중간정도
			단기예측 2030-2040	현재 수준에서는 높은 편이나 강도 높은 적응전략을 취할 경우 낮아질 수 있음.
			장기예측 2080-2100	기온 2도 상승 시에는 현재 준의 적응전략을 취할 때 위험은 높은 편. 적응전략의 강도를 높이면 중간 정도로 줄일 수 있음. 기온 4도 상승 시에는 매우 높으나 적응전략의 정도를 높이면 중간정도로 유지가능

IPCC(2014b) p. 21-25 재구성

상기 <표 3>은 아프리카 지역의 기후변화로 인한 위험 및 전망을 보여준다. 아프리카 지역은 지구온난화와 건조화로 인한 기후요인으로 오는 위험이 큰 부분을 차지하고 있는데 온난화와 건조화 등으로 인한 수자원 문제, 가뭄발생, 온난화, 건조화, 그리고 폭우로 인해 발생하게 될 식량수요 공급문제 및 이로 인한 식량안보 이슈, 마지막으로 온난화와 강우 및 폭우로 인해 발생하는 질병 발생 등이 이 지역에 대두된 기후변화로 인한 위험 요인이다. 위험과 적응잠재력의 상관관계를 볼 때 아프리카의 기후관련 적응정책은 특히 중장기적으로 볼 때 상당히 그 위험요소를 낮출 수 있을 것으로 여겨진다.

아래의 <표 4>는 중앙/남아메리카의 기후변화로 인한 위험 및 전망을 보여준다. 폭우로 인해 도시와 교외 지역에서 홍수 및 산사태, 식량생산 및 식량 질의 감소, 고지에서 매개인자성 감염의 확산 등이 이 지역에서 관찰되고 전망되는 주요 기후변화 관련 주요위험이다. 위험과 적응잠재력의 상관관계를 볼 때, 식량생산과 품질의 감소와 매개인자성 감염의 경우는 중장기적으로 볼 때 적응정책의 효과가 상당히 큰 것으로 전망하고 있는데 만약 효과적인 적응정책이 부재 시 그 위험의 정도는 높거나 아주 높을 것으로 보고 있다.

표 4 중앙/남아메리카의 기후변화로 인한 위험 및 전망

중앙/남아메리카				
주요위험	적응 이슈와 전망	기후요인	시간	위험과 적응잠재력
반건조 지역 및 용빙 의존지역과 중앙 아메리카에서 물의 이용가능성; 폭우로 인해 도시와 교외 지역에서 홍수 및 산사태	■ 통합된 수자원 관리 ■ 도시와 교외 지역의 홍수 관리 (인프라 포함), 초기 경보 시스템, 더 나은 일기예보, 감염성 질병 관리	■ 기후온난화 ■ 건조화 ■ 폭설 ■ 폭우	현재	현재 수준에서는 중간 강도이나 높은 적응전략을 취할 경우 낮아질 수 있음.
			단기예측 2030- 2040	현재 수준에서는 아주 높은 편. 강도 높은 적응전략을 취할 경우 중간정도로 유지가능
			장기예측 2080- 2100	기온 2도 상승 시에 현재 수준에서는 아주 높은 편. 강도 높은 적응전략을 취할 경우 중간정도로 유지가능. 기온 4도 상승 시에는 매우 높은편. 적응전략 강도 높여도 아주 높음.
식량생산 및 식량 질의 감소	■ 기후변화(기온과 가뭄)에 보다 잘 적응된 새로운 작물 다양성 개발 ■ 식량 질의 하락에 따른 인간과 동물의 건강 영향 감축 ■ 토지 용도 변경에 따른 경제적 영향 감축 ■ 전통적인 소수민족의 지식 체계와 실천 강화	■ 다량의 이산 화탄소 ■ 강우 ■ 극한 기온 ■ 폭우	현재	현재 수준에서는 높은 편. 강도 높은 적응전략을 취할 경우 중간 정도로 유지가능
			단기 예측 2030- 2040	현재 수준에서는 아주 높은 편. 강도 높은 적응전략을 취할 경우 중간 정도로 유지가능
			장기 예측 2080- 2100	기온 2도 상승 시에는 현재 수준의 적응전략을 취할 때 위험은 높은 편. 적응전략의 강도를 높이면 중간 정도로 줄일 수 있음. 기온 4도 상승 시에는 매우 높으며 적응전략의 정도를 높인다 하더라도 크게 위험을 줄일 수 없음.

중앙/남아메리카				
주요위험	적응 이슈와 전망	기후요인	시간	위험과 적응잠재력
매개인자성 감염의 확산	- 기후변화나 다른 관련 인자들에 기초한 질병관리와 감축을 위한 초기경보 시스템 개발. - 많은 요인들이 취약성 증가시킴. - 기초 공중 보건서비스를 확대하기 위한 프로그램 구축	- 기후온난화 - 강우 - 극한 기온 - 폭우	현재	현재 수준에서는 높음. 강도 높은 적응전략을 취할 경우 중간 정도로 유지가능
			단기예측 2030-2040	현재 수준에서는 높음. 강도 높은 적응전략을 취할 경우 중간 정도로 유지가능
			장기예측 2080-2100	자료 없음

IPCC(2014b) p. 21-25 재구성

표 5 도서지역의 기후변화로 인한 위험 및 전망

소도서국가				
주요위험	적응 이슈와 전망	기후요인	시간	위험과 적응잠재력
생계수단, 해안 정착지, 생태시스템, 경제적 안정성 등의 손실	- 섬 자체에 적응을 위한 핵심 잠재 요소가 있을 수 있으나 추가적인 외부 자원이나 기술이 요구됨. - 생태기능 및 서비스, 수자원, 식량안보에 대한 유지와 강화 - 전통적 공동체는 (적응전략에 대응하는) 기후 피해를 상당히 감소시킬 수 있음.	- 건조화 - 태풍으로 인한 피해 - 해안산성화 - 해수면상승 - 폭우	현재	현재 수준에서는 낮은 편. 강도 높은 적응전략을 취할 경우 매우 낮음
			단기 예측 2030-2040	현재 수준에서는 중간정도. 강도 높은 적응전략을 취할 경우 낮음
			장기 예측 2080-2100	기온 2도 상승 시에 현재 수준에서는 높음. 강도 높은 적응전략을 취할 경우 중간 정도. 기온 4도 상승 시에는 아주 높은 편. 강도 높은 적응전략을 취할 경우에도 위험은 높은 정도

소도서국가				
주요위험	적응 이슈와 전망	기후요인	시간	위험과 적응잠재력
21세기 수문 관련 변화로 인한 전지구적 해수면 상승작용-> 낮은 해안지대에 위치한 지역(나라)에 위험	■ 내륙지역대비 높은 해안지역의 비율의 섬들(국가)은 적응에 필요한 상당한 재정적, 자원적 부담 ■ 해안 지형, 생태계 유지 및 통양, 수자원관리 개선, 적절한 건축법규와, 정주유형의 정비 등이 이 지역에 적절한 적응유형임	■ 태풍으로 인한 피해 ■ 해수면상승	현재	현재 수준에서는 중간 정도. 강도 높은 적응전략을 취할 경우 낮은 정도
			단기 예측 2030- 2040	현재 수준에서는 높음. 강도 높은 적응전략을 취할 경우 중간 정도 수준
			장기예측 2080- 2100	기온 2도 상승 시에 현재 수준에서는 아주 높음. 강도 높은 적응전략을 취할 경우 높은 정도 기온 4도 상승 시에는 아주 높음. 강도 높은 적응전략을 취할 경우 높은 수준

IPCC(2014b) p. 21-25 재구성

상기 <표 5>는 도서지역의 기후변화로 인한 위험 및 전망을 정리한 것이다. 도서지역의 경우, 이 지역에 관찰 및 전망되는 기후관련 위험요소는 해안지역의 불안정성 증가와 경제적 손실 그리고 해수면 상승작용으로 인한 해안지역의 위험성 증가가 그것이다. 이 지역 역시 효과적이고 강도 높은 적응정책은 미래 위험을 평균적으로 한단계정도 낮출 것으로 예상되므로(가령 적응정책이 부재 시 ‘매우 높음’에서 적응정책을 취할 경우 ‘높음’ 정도로 낮아짐) 각 위험요소에 대응하기 위한 적응정책이 요구된다.

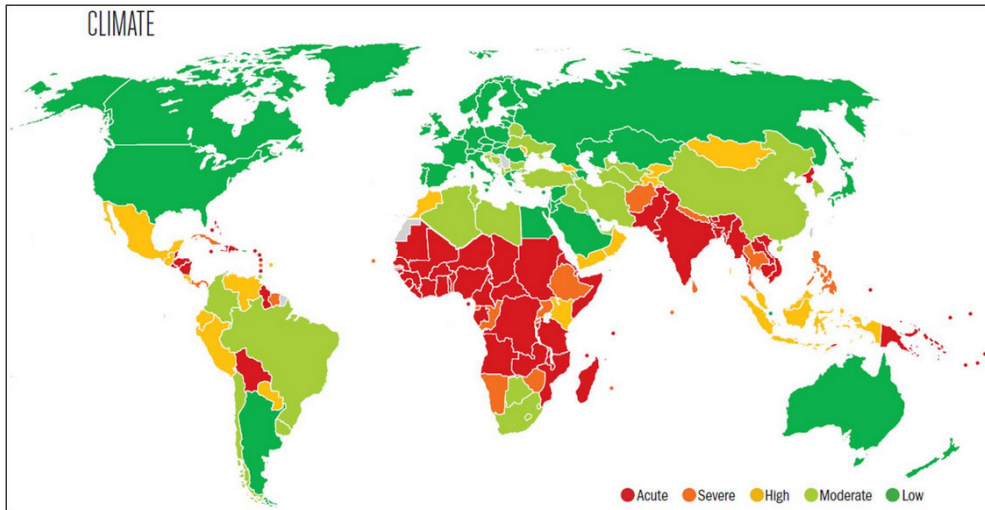
유럽의 비영리단체 DARA와 Climate Vulnerable Forum는 공동으로 기후취약성 모니터 2(Climate Vulnerability Monitor 2, 2012)⁴⁾를 공동으로 발간하였는데 이 보고서는 2010년 한 해 동안 기후변화가 초래한 경제적인 피해는 전 세계 GDP의 1%에 해당하는 7천억 달러 규모정도로 예측하고 있다(DARA, 2012)⁵⁾. DARA(2012)는 경제적 피해

4) Climate Vulnerability Monitor 2는 두 번째 보고서로 Climate Vulnerability Monitor 1은 2010년에 발간되었다.

5) DARA(2012)는 기후변화로 인한 경제적인 피해 이외에 대기오염에 따른 질병 증가 등 탄소 집약경제

정도 예측과 함께 기후변화 영향 취약성 지도를 발표하였는데 아래의 <그림 2>가 그것이다.

그림 2 기후변화 피해 등급에 따른 국가 지도(2030년 예측치)



DARA(2012) p. 19

주: 빨간색=매우 심각, 주황색=심각, 노란색=높음, 녹색=약간 높음, 초록색=낮음

상기 취약성 지도를 작성하기 위해 고려한 DARA의 취약성 지표는 아래의 <표 6>과 같다. DARA의 취약성 지표는 다른 연구들의 취약성의 개념(가령, IPCC의 정의, <그림 5> 참조)과 다르게 기후변화로 인한 피해로만 이루어져 있다. 다만 기후변화의 피해를 크게 4가지 영역으로 세분화(환경재해, 서식처 변화, 건강/보건, 산업스트레스 등) 하였으며 이 각각의 영역에 해당 지표로 총 22개의 지표를 고려하였다. 다른 기후변화 취약성 연구의 지표구성요소와 비교하여 볼 때, DARA의 취약성 지표는 기후노출(exposure)로 해당되는 부분이 환경재해영역이고 나머지, 서식처 변화, 건강/보건, 산업스트레스가 민감도(sensitivity)에 상응하는 영역이라 여겨진다.

(carbon-intensive economy)가 유발한 피해 역시 추정하였는데 이는 세계 GDP의 약 0.7%가 된다고 추정하였으며, 이 두 가지를 합하면 피해 규모는 약 1조2천억 달러 규모(세계 GDP의 1.6%에 해당)가 된다고 발표하였다.

표 6 DARA의 기후변화 영향 취약성 22개 지표

영역	지표
환경 재해	가뭄
	홍수/산사태
	폭풍
	산불
서식처 변화	생물다양성
	사막화
	고온/저온현상
	노동생산성
	영구동토층
	해수면상승
	수자원
건강/보건	설사병 전염
	고온/저온 질병
	기아
	말라리아/매개체 감염
	수막염
산업스트레스	농업
	수산업
	임업
	수자원에너지
	관광
	교통수송

DARA(2012)

DARA의 연구결과는 사회의 적응능력에 해당되는 요소가 포함되어 있지 않으므로 그 공동체(혹은 국가)가 기후의 영향으로부터 결과적으로(혹은 최종적으로) 피해를 입는지 정도에 대해서는 알기가 어려우나 기후변화의 자연·환경적 조건과 함께 그 조건으로 인한 직접적인 피해에 대한 정도 파악에 용이할 것으로 보인다.

아래 <표 7>는 DARA(2012)의 자료 중, 기후변화로 인한 사망자수(2010년 데이터와

2030년 예측자료)와 기후변화로 인한 경제적 피해(2010년 데이터와 2030년 예측자료)가 가장 큰 상위 20개 국가를 보여준다. 사망자 데이터의 경우는 이를 통해 기후피해가 큰 대륙 지역을 일반화하기는 어렵다고 판단되나, 기후변화로 인한 높은 사망자수는 최빈개도국과 연관되어 있는 듯 보인다. 반면에 기후변화로 인한 경제적 피해액이 높은 정도는 그 나라의 경제규모와 관련성이 있는 것으로 보인다. 즉 경제규모가 클수록 피해정도가 높으며 특히 아시아 신흥경제국이 이에 해당되는 것으로 판단된다.

표 7 기후피해 상위 20개국 국가(2010년, 2030년)

기후변화로 인한 사망자수			기후변화로 인한 경제적 피해액(단위:10억달러)		
국가	2010	2030	국가	2010	2030
인도	182,000	333,000	중국	72	727
파키스탄	17,000	37,000	인도	89	680
나이지리아	26,000	31,000	멕시코	48	368
DR 콩고	17,000	25,000	인도네시아	36	282
방글라데시	15,000	21,000	타이	21	166
에티오피아	10,000	16,000	베트남	14	159
인도네시아	9,000	13,000	말레이시아	15	119
아프가니스탄	8,000	13,000	브라질	16	118
미얀마	7,000	11,000	미국	45	116
수단/남수단	6,000	8,000	필리핀	13	102
탄자니아	6,000	8,000	나이지리아	15	94
우간다	5,000	7,000	콜롬비아	11	87
모잠비크	4,000	6,000	베네수엘라	11	84
앙골라	4,000	5,000	파키스탄	11	81
브라질	3,000	5,000	방글라데시	7	69
코트디부아르	3,000	5,000	러시아	17	61
니제르	3,000	4,000	이란	7	50
카메룬	4,000	4,000	미얀마	5	39
버kina파소	3,000	4,000	아르헨티나	7	38
차드	3,000	4,000	남아프리카	5	32

DARA(2012) p. 48

주: 각각의 나라는 각각의 피해정도(2030년 기준)의 내림차순임

2.2. 우리나라 26개 중점협력국 기후변화 피해

2.2.1. 우리나라 26개 중점협력국

우리정부는 국제개발협력기본법(제8조 2항 2호)과 ‘ODA 선진화 방안’ (’10.10.25, 제7차 국제개발협력위원회)에 따라 유·무상 통합 26개의 중점협력국을 선정하고(아래 <표 8> 참조) 이들 국가에 양자예산의 70% 이상 지원을 원칙으로 하고 있다. 또한 대외 원조 효과성 및 수원국의 예측가능성 제고를 위해 이들 국가에 대한 국가별 파트너십 전략(Country Partnership Strategy, 이하 “CPS”)을 2011년부터 수립해 왔다(국제개발협력위원회, 2012). 이 CPS는 한국 중장기 지원방향, 예산, 지원 분야를 포함하고 있으며 정부는 이 CPS를 국가별 지원의 기본적인 지침으로 활용하고 또한 CPS에서 정한 3-4개의 중점협력분야에 맞춰 ODA 사업 계획을 수립하고 시행하여 원조 효과성을 높이려는 노력을 하고 있다. 2011년부터 개발되기 시작한 중점협력국 CPS는 2011년 3개국을 시작으로 2012년에 11개국을 완료하였고, 2013년 8월에 잔여 12개국에 대한 CPS 수립을 완료하였다.

표 8 우리나라 유·무상 ODA 통합 중점협력국

지역	중점협력국
아시아(11개국)	베트남, 인도네시아, 캄보디아, 필리핀, 방글라데시, 몽골, 라오스, 스리랑카, 네팔, 파키스탄, 동티모르
아프리카(8개국)	가나, DR콩고, 나이지리아, 에티오피아, 모잠비크, 카메룬, 르완다, 우간다
중동, 독립국가연합(Commonwealth of Independent States, CIS)(2개국)	우즈베키스탄, 아제르바이잔
중남미(4개국)	콜롬비아, 페루, 볼리비아, 파라과이
오세아니아(1개국)	솔로몬군도

출처: <https://oda.koica.go.kr/intro/Odalntroduce5.do>

26개 중점협력국의 지역적 분포를 보면 아시아에 11개국으로 가장 많이 집중되어 있으며, 아프리카(8개국), 중남미(4개국), 중동, 독립국가연합(2개국), 오세아니아(1개국)이 각각 그 뒤를 따르고 있다.

2.2.2. 우리나라 26개 중점협력국 기후피해(과거)

아래 <표 9>는 2000년부터 2009년 사이에 26개 중점협력국의 기후 관련한 재해(기후학적 요소, 수문학적 요소, 기상학적 요소)로 인한 피해정도를 정리한 것이다. 이 자료를 근거로 볼 때 2000년 2009년 사이에 기후 관련한 재해가 763건이 발생하였으며 이로 인하여 38,939명이 사망하고 224,785,686명이 피해를 입었다. 3가지 기후관련 지표 중에 수문학적 피해가 가장 두드러지는데 이 기간 동안 487번 발생하였으며 이로 인해 21,488명이 사망, 116,948,575명이 피해를 입었다. 기상학적요소로 인한 피해는 수문학적 피해가 다음으로 높은 것으로 보이는데 같은 기간 동안 202번 발생하였으며 이로 인해 14,978명이 사망, 70,748,917명이 피해를 입었다.

국가별로 보면 기후변화 관련 재해발생은 필리핀이 가장 많았으며(134건), 그 다음이 인도네시아(95건), 베트남(77건), 방글라데시(71건)가 그 뒤를 따르고 있다. 2000년부터 2009년 사이에 기후 관련한 재해로 인한 사망자수는 필리핀이 가장 많고(9,474명) 그 다음으로 방글라데시(9,205명), 인도네시아(3,840명), 베트남(3,428명), 파키스탄(3,400명)이 뒤를 따르고 있다. 2000년부터 2009년 사이에 기후 관련한 재해로 인한 피해자는 방글라데시가 가장 많으며(71,849,450명) 그 뒤를 필리핀(49,438,470명), 에티오피아(22,820,949명), 베트남(20,316,122명) 파키스탄(11,212,094명)이 따르고 있다.

이를 종합해보면 지난 2000년부터 2009년 동안 26개 중점협력국에 피해를 큰 피해를 주었던 기후관련 재해는 수문학적 요소(홍수, 폭풍해일, 연안침수 등)로 우리나라 중점협력국 대상 기후변화 적응활동을 위한 ODA 사업은 수문학적 재해 상황에 미리 대처하는데 초점을 두고 이를 고려하여 사업이 설계되어야 한다. 또한 26개 중점협력국 중 주요 피해(빈도수, 사망자, 피해자수 모두 고려)는 아시아 지역이 다른 지역보다 훨씬 많이 집중되어 있음을 알 수 있다.

표 9 26개 중점협력국 기후관련 재해상황 (2000-2009)

국가	기후학적 피해(2000-2009) -극한기온(호서, 혹한), 가뭄 등				수문학적 피해(2000-2009) 홍수, 폭풍해일, 연안침수 등				기상학적 피해(2000-2009) 열대성 태풍, 열대성 저기압 등				합계		
	재해 발생수	사망자 수	피해자수	재해 발생수	사망자 수	피해자수	재해 발생수	사망자 수	피해자수	재해 발생수	사망자 수	피해자수	재해 발생수	사망자 수	피해자수
DR콩고	-	-	-	12	151	31,370	5	49	75,000	17	200	106,370			
가나	-	-	-	7	112	691,345				7	112	691,345			
나이지리아	1	60	-	28	568	532,865	1	-	-	30	628	532,865			
네팔	3	108	200,000	16	1,839	2,277,432	-	-	-	19	1,947	2,477,432			
동티모르	1	-	-	5	5	4,505	1	-	8,730	7	5	13,235			
리오스	-	-	-	5	33	1,257,190	1	16	128,796	6	49	1,385,986			
르완다	1	-	1,000,000	8	135	40,795				9	135	1,040,795			
모잠비크	7	67	3,239,500	15	1,012	6,212,111	9	65	351,650	31	1,144	9,803,261			
몽골	1	-	450,000	3	41	15,500	6	94	1,911,000	10	135	2,376,500			
방글라데시	8	1,200	151,000	23	2,417	58,601,793	40	5,588	13,096,657	71	9,205	71,849,450			
베트남	3	-	1,710,000	41	2,109	10,961,710	33	1,319	7,644,412	77	3,428	20,316,122			
볼리비아	7	15	103,277	13	430	1,431,485	2	20	18,740	22	465	1,553,502			
솔로몬군도	-	-	-	2	21	7,000	3	-	275	5	21	7,275			

국가	기후학적 피해(2000-2009) -극한기온(폭서, 폭한), 가뭄 등				수문학적 피해(2000-2009) 홍수, 폭풍해일, 연안침수 등				기상학적 피해(2000-2009) 열대성 태풍, 열대성 저기압 등				합계		
	재해 발생수	사망자 수	피해자수	재해 발생수	사망자 수	피해자수	재해 발생수	사망자 수	피해자수	재해 발생수	사망자 수	피해자수	재해 발생수	사망자 수	피해자수
스리랑카	1	-	1,000,000	17	348	3,737,043	2	14	425,000	20	362	5,162,043			
이제르비잔	1	-	-	3	11	35,000				4	11	35,000			
에티오피아	4	-	21,600,000	24	1,443	1,220,949				28	1,443	22,820,949			
우간다	3	79	2,005,000	14	139	489,066	3	-	-	20	218	2,494,066			
우즈베키스탄	1	-	600,000	1	-	1,500				2	-	601,500			
인도네시아	5	-	15,000	88	3,836	3,685,941	2	4	3,715	95	3,840	3,704,656			
키메룬	2	-	-	6	72	24,500				8	72	24,500			
캄보디아	3	-	1,550,000	8	455	6,644,182	2	19	178,000	13	474	8,372,182			
콜롬비아	1	-	-	34	1,265	4,488,763	2	5	3,074	37	1,270	4,491,837			
파라과이	6	20	380,990	2	-	14,800	3	-	48,355	11	20	444,145			
파키스탄	7	527	-	41	2,504	9,562,094	5	369	1,650,000	53	3,400	11,212,094			
페루	6	496	3,083,427	20	326	659,997	1	59	86,682	27	881	3,830,106			
필리핀	2	-	-	51	2,216	4,319,639	81	7,258	45,118,831	134	9,474	49,438,470			
합계	74	2,572	37,088,194	487	21,488	116,948,575	202	14,879	70,748,917	763	38,939	224,785,686			

UNSD Environmental IndicatorsUN <http://unstats.un.org/unsd/environment/qindicators.htm>

German Watch는 2006년부터 매년마다⁶⁾ 기후변화로 인한 총사망자수, 인구 10만 명당 사망자수, 피해 금액과 GDP 대비 피해 금액의 비중, 이 네 가지 지표를 바탕으로 각 국가별 기후위기지표(Climate Risk Index: CRI)를 고안하여 발표하고 있는데 CRI는 다른 취약성 평가와 달리 기후변화로 인해 재산이나 사람에게 실질적인 피해를 준 재해의 결과로만 되어 있는 것이 특징이다.

아래 <표 10>는 German Watch의 CRI 전체 결과 표에서 26개 우리나라 중점협력국의 CRI 순위 및 각각 지표의 세부내용을 정리한 것이다. 앞서 설명한 바와 같이 CRI는 다른 취약성 평가와 달리 기후변화로 인해 재산이나 사람에게 실질적인 피해를 준 재해의 결과로만 되어 있어 기후변화 재해로 인한 종합적인 지표라기에는 다소 무리가 있다. 그럼에도 불구하고 이 CRI는 중요한 사실을 보여주는데 26개국 중 상위 순위에 해당되는 나라의 대부분은 아시아 국가라는 사실을 알 수 있다. 즉 이를 통해 26개 중점협력국 중 기후변화로 인한 상당한 인명피해와 재산피해를 입는 국가는 개별적인 국가의 특징이기도 하지만 지역적인 특징(아시아 편중)이라는 것을 알 수 있다. 이는 앞서 살펴본 2000년 2009년 동안 26개 중점협력국의 기후변화 관련 피해가 아시아 지역에 훨씬 많이 집중되어 있다는 데이터 분석과 일치한다.

6) 2007년에는 연구결과를 발표하지 않음

표 10 26개 중점협력국 CRI 순위 각각 지표의 세부사항

국가	CRI 순위	CRI 총점	사망자수		10만명 당 사망자 수		재산손실 (백만 US\$)		GDP 대비 손실(%)	
			평균	랭킹	평균	랭킹	평균	랭킹	평균	랭킹
방글라데시	5	19.67	816.35	7	0.56	30	1832.7	9	1.161	21
베트남	6	24	419.7	13	0.52	33	1637.5	13	0.906	26
필리핀	7	31.17	643.35	9	0.79	20	736.31	26	0.293	56
몽골	8	31.33	12.85	73	0.52	34	327.38	37	3.678	5
파키스탄	12	31.83	469.95	12	0.32	53	2394.93	5	0.743	34
네팔	14	35	293.85	16	1.16	14	97.54	74	0.381	46
모잠비크	19	40.17	88.2	30	0.47	39	102.26	71	0.8	31
캄보디아	26	43	45.8	49	0.35	48	153.34	59	0.857	27
볼리비아	39	53	33.3	59	0.37	46	122.61	67	0.352	50
콜롬비아	42	54.17	111.3	26	0.27	59	608.07	29	0.184	76
파라과이	53	60.67	7.15	93	0.13	90	242.17	43	0.949	24
페루	59	63.67	109.2	27	0.41	42	171.02	57	0.095	107
스리랑카	61	64.5	38.45	54	0.2	68	146.61	61	0.207	68
인도네시아	72	74.67	246.15	17	0.11	94	744.63	25	0.093	109
라오스	73	75	4.8	100	0.09	106	83.03	78	0.806	30
에티오피아	79	81.33	91.25	28	0.13	89	55.62	88	0.109	97
우간다	83	83.67	32.45	60	0.12	93	41.42	98	0.166	79
솔로몬군도	91	87.67	0.75	147	0.17	79	6.77	147	0.555	37
나이지리아	113	102.5	73.95	39	0.06	120	123.77	66	0.042	135
르완다	117	106.33	7.65	88	0.09	100	7.3	144	0.101	103
가나	124	112.17	17.3	70	0.09	103	16.85	125	0.04	136
아제르바이잔	140	126.33	2.25	123	0.03	153	53.44	89	0.072	120
카메룬	143	128.17	7.65	88	0.05	131	10.33	139	0.031	140
우즈베키스탄	152	134.67	10.3	79	0.04	135	7.53	143	0.013	158
DR콩고	156	142	17.35	69	0.03	149	1.6	158	0.009	164
동티모르	176	170	0.1	167	0.01	166	0.07	175	0.001	173

2.2.3. 우리나라 26개 중점협력국 기후피해(예측)

아래 <표 11>는 DARA 보고서가 발표한 기후변화로 인한 대표적인 피해 9가지(해수면 상승, 폭풍, 홍수, 산불, 가뭄, 생물다양성, 보건, 사망자수, 경제적 피해 등)에 대한 2030년 피해 예측치를 단순 점수한 표로 본 연구를 위하여 26개 우리나라 중점협력국에

대해 정리한 것이다. 피해점수는 1에서 8까지 점수로 나타내었는데 숫자가 커질수록 피해 정도가 크다. 본 자료를 해석하면, 가령 나이지리아의 경우 날씨요소로 인한 피해는 거의 없을 것으로 보이나 가뭄으로 인한 피해가 다소 예상되며, 또한 건강과 기후변화로 인한 사망률 영향은 다소 높을 것으로 예상된다. 또한 기후변화로 인한 심한 경제적 손해 역시 예상된다.

표 11 26개 중점협력국 지표별 2030년 피해점수

국가	해수면 상승	폭풍	홍수	산불	가뭄	생물 다양성	보건	사망자 수	경제적 피해
DR콩고	2	1	2	2	4	7	8	8	7
가나	2	1	2	1	4	3	5	5	8
나이지리아	2	1	2	1	4	3	7	7	7
네팔	1	1	8	8	4	3	5	5	4
동티모르	6	1	8	1	3	8	3	3	8
라오스	1	1	7	1	5	5	3	3	6
르완다	1	1	2	1	4	2	6	6	5
모잠비크	8	3	8	8	8	8	8	8	8
몽골	1	2	3	8	2	8	2	2	7
방글라데시	3	8	8	1	5	2	5	6	6
베트남	4	2	8	1	8	2	2	2	8
볼리비아	1	2	8	1	8	8	5	5	7
솔로몬군도	8	1	7	1	3	8	3	3	8
스리랑카	2	2	4	1	4	2	2	2	7
아제르바이잔	1	2	3	1	5	6	2	2	2
에티오피아	1	1	2	1	5	6	7	7	4
우간다	1	1	2	1	4	3	6	6	5
우즈베키스탄	1	2	3	1	6	5	2	2	2
인도네시아	2	1	3	1	3	3	3	3	6
카메룬	2	1	2	1	4	6	8	8	8
캄보디아	3	1	8	1	8	4	3	3	4
콜롬비아	2	1	4	1	4	5	2	2	5
파라과이	1	2	2	5	4	8	2	2	4
파키스탄	2	3	8	1	6	3	7	7	5
페루	2	2	3	1	7	8	3	3	4
필리핀	2	2	4	2	4	2	2	2	6

주: 스코어 점수는 각각의 기후변화로 인한 피해지표를 간단하게 점수화 한 것으로 DARA 보고서는 1에서 8까지 범위를 나누었다. 숫자가 커질수록 피해 정도가 높음을 의미한다.

26개 국가 중에 해수면상승으로 인해 큰 피해가 예상되는 국가는 솔로몬군도, 모잠비크(8), 동티모르(6)이며 대부분의 나라는 해수면 상승으로 인한 피해는 그리 크지 않을 것으로 예상된다. 폭풍으로 인한 피해도 25개의 국가는 아주 낮거나 약간의 피해가 예상되는 정도이며(1-3 수준) 방글라데시만이 폭풍으로 인한 강한 피해가(8) 예상된다. 반면에 홍수로 인한 26개국의 피해는 상대적으로 클 것으로 보이는데, 네팔, 동티모르, 모잠비크, 방글라데시, 베트남, 볼리비아, 캄보디아, 파키스탄(8), 라오스(7), 솔로몬군도(7) 등 10개의 국가가 홍수로부터 심한 피해가 예상된다. 산불의 피해는 네팔, 모잠비크, 몽골이 이로 인한 피해가 상당할 것(8)으로 예상되며 파라과이는 중간이상의 피해(5)가 예상된다. 그 밖의 나머지 22개 국가는 산불로 인한 피해는 크지 않을 것으로 보인다(1-2 수준). 가뭄으로 인한 피해는 대부분의 국가들이 중간정도의 피해가 예상되며(16개 국가가 4-6수준), 모잠비크, 베트남, 볼리비아, 캄보디아가 아주 큰 피해(8)가 예상되며 페루 역시 상당한 피해(7)가 예상된다. 생물다양성의 경우 7개의 국가가 아주 큰 피해(8)가 예상되는데, 동티모르, 모잠비크, 몽골, 볼리비아, 솔로몬군도, 파라과이, 페루가 이에 해당되며, DR 콩고 역시 상당한 피해(7)가 있을 것으로 보인다. 보건/건강분야 피해는 14개의 국가가 약하거나 적은 피해국(2-3수준)에 해당되며 중간수준(5-6)의 피해는 6개의 국가에서 예상된다. DR콩고, 모잠비크, 카메룬의 경우 아주 큰 피해(8)가 예상되며 나이지리아, 에티오피아, 파키스탄 역시 상당한 피해(7)가 있을 것으로 보인다. 기후변화로 인한 직접적인 사망자수에 관해 14개 국가가 크지 않은 수준(2-3수준)의 피해가, 6개의 국가가 중간수준의(5-6) 피해가 예상된다. 사망자수가 높은 나라의 경우는 보건/건강부분의 피해가 높은 국가와 일치하는데, DR콩고, 모잠비크, 카메룬의 경우 아주 큰 피해(8)가 예상되며 나이지리아, 에티오피아, 파키스탄 역시 상당한 피해(7)가 있을 것으로 보인다. 마지막으로 기후변화로 인한 경제적 피해의 경우 13개국의 국가가 중간수준(5-6)의 피해가 예상되며 11개국의 국가가 상당히 높은 수준의 피해(7-8)가 예상된다. 이중 가나, 동티모르, 모잠비크, 베트남, 솔로몬 군도, 카메룬 등 6개 국가는 기후변화로 인한 상당히 큰 피해(8)가 예상되며 반면에 아제르바이잔과 우즈베키스탄은 기후변화로 인한 경제적 피해가 다소 작은(2) 수준에서 예상된다.

요약해 보면, 지표별로 보았을 때 26개 중점협력국 중 가장 관련이 있는 지표는 ‘홍수’로 26개국 중 8개 국가가 상당한 피해가 예상된다고 DARA 보고서는 예측하고 있다. 그

다음 지표는 ‘생물다양성’으로 26개국 중 7개 국가가 상당한 피해가 예상되는 국가에 해당되며, 그 다음으로 많은 나라에 해당되는 지표는 ‘경제적 피해’로 26개국 중 6개 국가가 상당한 피해가 예상되는 국가라고 DARA 보고서는 전망하고 있다.

나라별로 2030년 피해 예상정도를 보면 모잠비크의 2030년 피해정도는 상당할 것으로 보이는데 폭풍을 제외한 8개의 지표에서 모두 아주 상당한 수준의 피해(8)가 예상되는 것으로 보인다. 동티모르, 베트남, 볼리비아, 솔로몬 군도, 카메룬 등 5개의 국가는 3개 부문 지표에서 아주 상당한 수준의 피해(8)가 예상되며, DR 콩고, 네팔, 몽골, 방글라데시, 캄보디아 등 4개의 국가는 2개 부문 지표에서 아주 상당한 수준의 피해(8)가 예상된다.

이와 같은 나라별, 지표별 2030년 피해정도 예측자료는 향후 해당국가에 적응지원 등 기후변화 관련한 환경 ODA 사업을 지원할 경우 나라선정에 있어서 우선순위 선정 및 주력분야에 있어서 우선순위 결정에 있어서 중요한 기초자료가 될 것으로 보인다. 단지 앞서 설명한 바와 같이 DARA 연구는 자연환경적인 요인인 기후노출과 민감도만 나타내는 것으로서 그 사회가 이러한 요인을 적응 및 극복할 수 있는 적응능력이 반영되지 않았으므로 적응지원 등 기후변화 관련한 환경 ODA 사업을 지원 시, 나라선정에 있어서 우선순위 선정 및 주력분야에 있어서 우선순위 결정에 있어서 중요한 기초자료로 온전히 사용되기에는 부족함이 있다. 이에 각 국가의 사회적 적응능력을 고려한 통합적인 지표 역시 같이 고려되어야 한다.

3. 취약성 개념 및 취약성 평가의 이론적 배경

3.1. 취약성 개념

3.1.1. 일반적 취약성 정의

취약성 용어는 많은 학문분야에서 사용되고 있으며(고재경, 2009) 이에 따라 의미와 개념도 상이하며(Kelly and Adger, 2000) 전세계적으로 공인된 개념은 없다 (UNDP, 2005). 취약성의 개념은 자연재해, 재난관리, 보건, 기후변화 등의 다양한 분야에서 조금씩 다른 의미로 사용되는데(유가영 외, 2008), Füssel and Klein(2006)은 취약성과 관련하여 아래의 이유로 취약성 개념과 다른 분야와의 경계가 모호하다고 설명하고 있다.

- 취약성을 논의의 시작점(starting point)으로 봐야하는지, 중간요소(intermediate element)로 봐야 하는지 아니면 평가의 결과로 봐야하는 지에 대한 의문
- 기후변화와 같은 외부 스트레스 요인이나 기근과 같은 바람직하지 못한 결과 등을 정의해야하는 지에 대한 의문
- 취약성을 정적인 개념으로 봐야하는지 동적인 개념으로 고려해야하는 지에 대한 의문

이처럼 취약성의 모호성으로 인하여 취약성에 대한 개념들은 여러 학문에서 다양하게 설명되고 있는데 취약성의 개념들은 크게 세 가지로 볼 수 있다(고재경, 2009; 유가영 외, 2008; Füssel and Klein, 2006; UNDP, 2005).

첫째로, 위험관리, 재난관리 등의 분야에서 통용되는 개념으로 이 분야에서 취약성은 ‘잠재 피해 현상으로부터 생긴 손실의 정도’로 정의될 수 있으며(유가영, 김인애, 2008) 몇몇 논문들은 취약성을 위험-위해틀(risk-hazard framework)안에서 이해하기도 한다(고재경, 2009). 자연재난 연구 분야에서 취약성은 시스템에 가해지는 외부적인 위해요소(exogenous hazard)와 그것의 부정적인 영향이라는 투입-반응단계(dose-response

relationship)이라는 것으로 개념 지어진다. 이러한 관점에서의 전통적인 정의는 Kaspersen et al.(2002)의 정의가 대표적인데(UNDP, 2005), Kaspersen et al.(2002)은 노출단위가 ‘시스템의 대처, 회복, 적응(새로운 시스템을 만들든지 혹은 없어지든지 하)는)과 관련된 능력과 결합하여 노출, 교란, 스트레스로 인한 피해에 민감한 정도’라고 정의하였다(UNDP, 2005:78에서 재인용). 이러한 재난관리 등에서 이해되는 취약성은 IPCC의 민감도(sensitivity) 정의와 아주 유사하다(Füssel and Klein, 2006)⁷⁾.

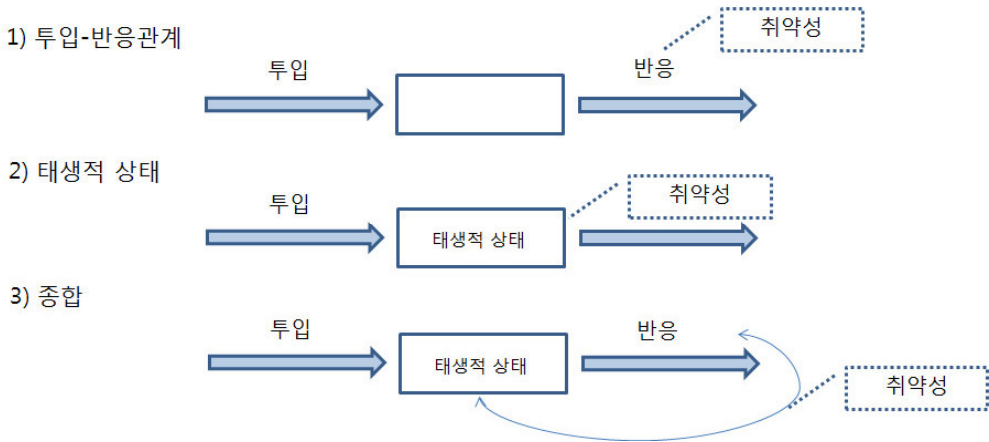
두 번째로, 사회 구성주의틀(social constructivist framework)에서 설명되는 정의로 이는 정치경제학이나 인문지리학분야에서 많이 설명되는 개념이다(Füssel and Klein, 2006). 이는 사회적 취약성(social vulnerability)으로도 이해될 수 있는데 이는 하나의 사회 및 커뮤니티가 가지는 사회경제적이고 정치적 요인을 종합한 태생적(a priori)상태를 말한다(Füssel and Klein, 2006; Brooks, 2003; 고재경, 2009:15 재인용). 가난과 기근분야에서 정의하는 ‘취약성은 현재의 사회, 경제, 정치적인 조건에 초점을 맞추어 취약성을 다양한 유해한 교란에 환경, 사회, 경제, 정치적 노출정도가 결합된 인간복지의 총계’로 정의되기도 한다(Bohle et al., 1994, UNDP, 2005:78에서 재인용). 이러한 사회과학 측면의 정의는 i) 취약성은 스트레스에 민감한 생물/물리화적인 시스템보다 사회 적단위(인간공동체)나 시스템과 관련되어 있으며, ii) 다양한 범위의 스트레스와 인간 능력 의의 범위와 통합하여 이해되는 것이라고 특징지어진다(UNDP, 2005:78).

세 번째로, 앞에 기술된 두 개의 개념을 통합한 접근법이다. 이는 기후변화 분야에서 많이 언급되는 접근으로 외부노출, 결과(피해 혹은 영향), 적응능력을 통합한 접근법이다(고재경, 2009). IPCC의 취약성 정의(IPCC, 2001, 2007)가 이 접근법을 가장 대표한다고 볼 수 있는데, IPCC는 ‘한 시스템이 기후의 변이와 극한 상황을 포함한 기후변화의 부정적 영향에 쉽게 영향을 받거나 대처하지 못하는 정도로 한 시스템이 노출되어 있는 기후변이의 특성, 정도 및 속도, 그 시스템의 민감도와 적응능력의 함수’로 정의하고 있다. IPCC의 취약성 정의는 기후변동에 대한 시스템의 노출이라는 외부적요인과 함께 그 외부적 요인에 대한 민감도, 적응능력이라는 내부적인 요인을 포함한다(Füssel and Klein, 2006).

7) 민감도(Sensitivity): 기후관련 자극에 의해 한 시스템이 해롭거나 이로인 영향을 직/간접적으로 받는 정도 (IPCC, 2007)

위에서 서술한 세 가지 취약성 개념들을 도식화하면 아래 <그림 3>과 같다

그림 3 취약성 개념들



유가영 외(2008) p. 7 재구성

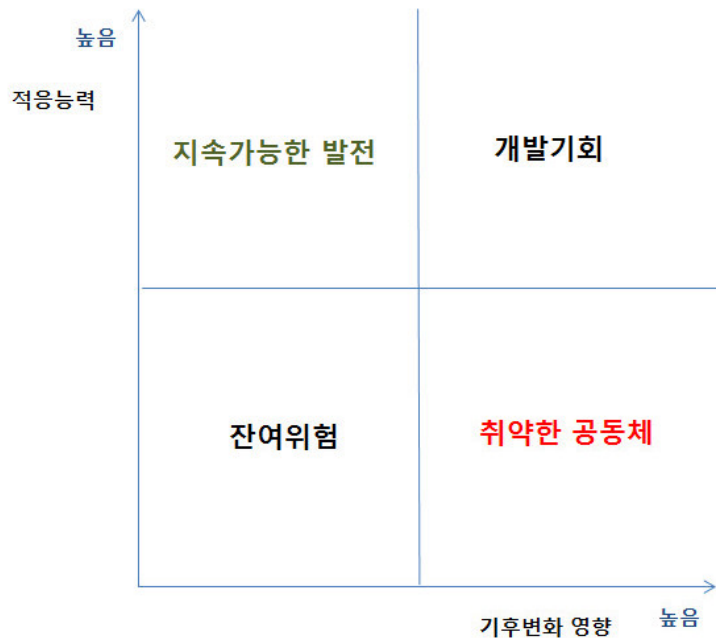
3.1.2. 기후변화 취약성 정의

기후변화 취약성 개념은 다른 분야의 취약성 개념 발전에 비해 그 역사가 짧은편인데 1990년대 초반부터 기후변화에 대한 관심이 고조됨에 따라 기후변화 취약성 개념에 대한 이론이 발전하기 시작하였다(유가영 외, 2008). 기후변화 취약성 정의 역시 연구자의 관심분야와 정책주제에 따라 다양하게 나타나며 취약성을 구성하는 요소도 조금씩 차이가 있다(고재경, 2009). UNDP (2005)는 취약성에 대한 정확한 정의가 현재 없는 실정이라고 설명하면서 ‘기후영향에 대한 위해성과 시스템의 취약성을 조합함으로써 한 시스템이 기후위해에 노출되는 위험정도’라고 정의하고 있다. 또한 취약성을 한 시스템의 기후변화에 대한 민감도와 적응능력의 함수로 취약성을 정의하고 있다.

$$\text{취약성(vulnerability)} = f [\text{민감도(sensitivity), 적응능력(adaptive capacity)}]$$

아래 <그림 4>는 UNDP에서 말하는 취약성을 적응능력과 영향에 관한 함수로 정리해 본 것이다.

그림 4 기후영향, 적응능력, 취약성 간의 관계



UNDP(2005) p. 76 재구성

기후 변화 영향에 취약한 정도는 기후노출 정도 및 특성 뿐 아니라 사회의 적응능력에 의해서도 결정된다. UNDP(2005) 기후변화 영향과 적응능력 정도에 따라 취약성 정도를 4가지로 설명하였다.

첫째로 기후변화 영향은 높고 동시에 대처할 수 있는 능력도 작은 공동체로 이 공동체는 취약하다고 여겨진다. 그러나 만약에 기후변화 영향은 높으나 동시에 적응능력도 높다면 그 공동체는 기후변화 영향을 감소시킬 수 있는 ‘개발기회’를 가질 수 있다. 그러나 만약 기후변화로 인한 영향은 크지 않지만 적응능력이 낮을 경우 이 지역은 잔여위험이 존재한다. 마지막 유형은 지속가능한 발전이 가능한 공동체인데 이는 기후변화의 영향을 적게 받으면서 동시에 적응능력이 높아 취약성이 가장 낮아 지속가능한 발전을 기대할 수 있다. 기후변화의 영향은 자연 지역적인 조건으로 공동체가 회피할 수 없는 조건이나 적응능력의 정도는 한 사회의 노력여하로 갓출 수 있는 조건이다. 이러한 적응능력을 갖춘 정도에 따라 그 사회는 지속가능한 발전을 실현할 수도 개발기회를 갖게 될 수도 있다.

기후변화 취약성 분석연구에 있어 많은 연구가 IPCC의 취약성 정의를 많이 인용하고 그 틀 안에서 취약성 분석을 시행하고 있는데 IPCC는 ‘취약성은 기후 다양성과 극한 기후상황을 포함한 기후변화의 부정적 효과에 대한 한 시스템의 민감도 또는 대처할 수 없는 정도로서 한 시스템이 노출되어 있는 기후 변의의 특성, 크기, 속도, 그 시스템의 민감도와 적응능력의 함수’로 정의하고 있다(IPCC 2001, 2007).

기후변화 취약성 평가의 개념 및 정의는 IPCC 제2차 평가보고서(1995)에서 본격적으로 도입되었는데 이후 2014년까지 취약성 정의는 미세하게 변화되고 있음을 볼 수 있다(아래 <표 12> 참조). 특히 5차 보고서에 나타난 취약성 정의는 기존의 3,4차 보고서의 정의보다 좀 더 포괄적이며 많은 개념을 포함하고 있다.

표 12 IPCC의 취약성 정의

	취약성 정의
IPCC(1995)- 2차보고서	기후변화가 시스템에 손해 혹은 손상을 끼치는 정도로 이는 그 시스템의 민감도 뿐 아니라 새로운 기후 조건에 적응할 수 있는 능력에 달려있음.
IPCC(2001, 2007)- 3, 4차보고서	기후 다양성과 극한 기후상황을 포함한 기후변화의 부정적 효과에 대한 한 시스템의 민감도 또는 대처할 수 없는 정도로서 한 시스템이 노출되어 있는 기후 변의의 특성, 크기, 속도, 그 시스템의 민감도와 적응능력의 함수
IPCC(2014a)- 5차보고서*	부정적인 영향을 미칠 수 있는 성향이나 경향. 취약성은 대처나 적응할 수 있는 능력을 저해시키거나 부족하게 만드는 민감도, 혹은 감수성(susceptibility)을 포함한 다양한 개념을 포함함

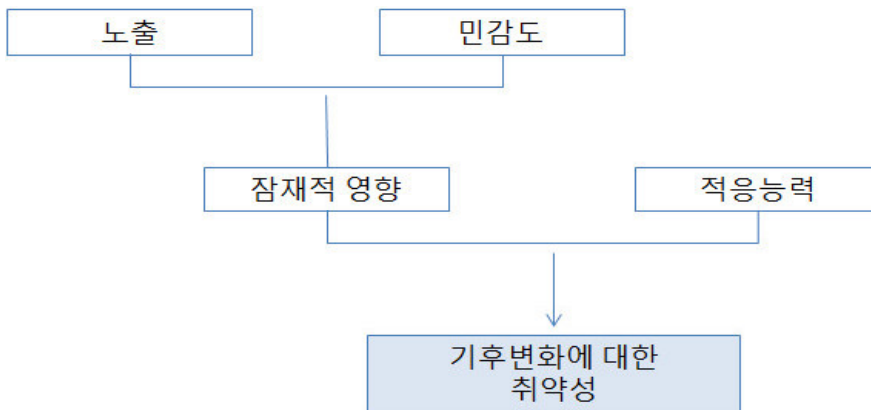
*: 5차 보고서에서는 과학의 진보를 반영하여 4차 보고서의 취약성 다루는 범위와 관점이 다름(IPCC, 2014a)

현재 많은 취약성 분석은 IPCC의 정의와 개념틀(IPCC, 2001)을 사용 및 적용하고 있는데 이는 기후변동에 대한 시스템의 노출이라는 외부적 요인과 함께 이러한 요인에 대한 민감도, 적응능력이라는 내부적 요인을 포함하고 있기 때문이라고 여겨진다. IPCC(2001)의 취약성평가 틀(<그림 5> 참조)은 기후변화 취약성을 기후노출과 시스템의 민감도를 포함하는 잠재영향 및 적응역량의 함수로 표현하는데, 이는 아래와 같이 표현될 수 있다.

기후변화 취약성 = f (민감도, 노출, 적응역량)

여기서 노출이란 시스템에 충격을 가하는 자극이나 영향을 의미하며, 민감도는 기후영향에 시스템이 얼마나 민감하게 반응하는가를 의미한다. 따라서 기후변화 취약성이란 어떤 시스템의 기후변화에 대한 잠재적 위험과 적응역량의 함수라고 할 수 있다

그림 5 취약성과 그 구성요소



유가영 외(2008) p. 11 재구성

〈표 13〉은 주요 국제기구에서 내린 취약성에 대한 정의를 요약한 것이다.

표 13 취약성의 정의

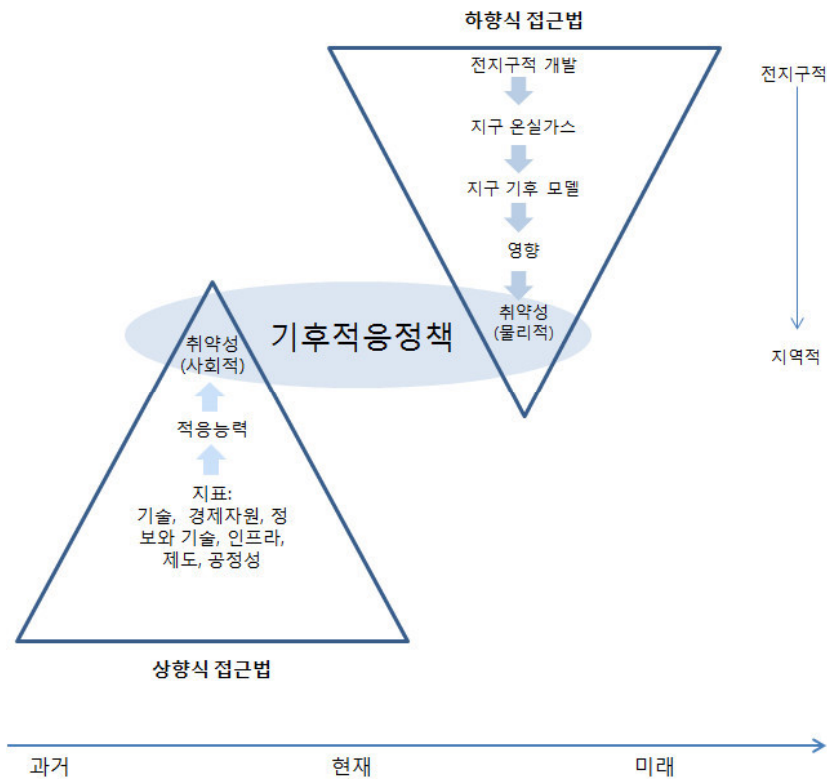
기관 및 연구출처	정의
IPCC	기후 다양성과 극한 기후상황을 포함한 기후변화의 부정적 효과에 대한 한 시스템의 민감도 또는 대처할 수 없는 정도
IPCC(2014a)	부정적인 영향을 미칠 수 있는 성향이나 경향. 취약성은 대처나 적응할 수 있는 능력을 저해시키거나 부족하게 만드는 민감도, 혹은 감수성(susceptibility)을 포함한 다양한 개념을 포함함
UNDP	기후변동이나 스트레스에 대한 노출과 이에 대한 대처 회복, 적응능력에 따른 노출단위의 위험에 대한 민감도
UK CIP	특정 위험상황에서 야기되는 손해의 범위(IPCC의 정의를 바탕으로 하며 취약성은 시스템의 민감도뿐 아니라 적응 능력에 의해서도 결정됨)
UNFCCC	사회 인구 생물종 생태계 지역 농업시스템이나 그 외 다른 시스템이 기후변화의 역효과에 민감한 정도 또는 대처할 수 없는 정도
UN/ISDR	물리적 사회적 경제적 환경적 요소나 과정에 의해 결정되는 조건으로 위험의 영향에 대한 지역사회의 민감성을 증가시킴
Australian Greenhouse Office	자연계와 인간사회가 기후변화 다양성 극한 기후상황의 부정적 영향에 대처할 수 없는 범위/ 시스템이나 사회의 민감도 적응능력 뿐만 아니라 기후변화에 의해서도 좌우됨
E. Tomkins (2005)	개인이나 집단 시스템이 위험이나 스트레스에 노출되어 나타나는 위험과 그에 대한 대처 회복 적응능력에 대한 민감성
Pew Center (2004)	기후변화에 대한 시스템의 민감도 측정지표로, 시스템의 노출, 민감도, 적응 능력의 함수
미국 에너지부	기후변화에 대한 시스템 혹은 과정의 민감도(기후 투입 변화에 따른 결과 혹은 특성의 변화 정도)와 시스템의 적응성(변화가 새로운 조건을 활용할 수 있는 정도)
Blaikie et al. (1994)	자연재해의 영향에서 회복할 수 있는 정도를 포함한 개인이나 집단의 노출
Kelly and Adger(2000)	개인이나 사회집단이 생계와 복지에 영향을 주는 외부적 스트레스에 대처하고 회복하며 적응할 수 있거나 없는 능력
Brooks(2003)	리스크는 기후위해와 취약성의 함수이며, 여기서 취약성은 기후 위해와 별개로 시스템 내에 존재하는 상태로서 사회적 취약성과 동일한 의미임

출처: 한화진 외(2007) p. 24, 고재경(2009) p. 16 수정 및 재보완

3.2. 취약성 평가 접근법

기후변화 취약성 평가는 기후정책을 수립하기 위해 반드시 선행되어야 하는데 이처럼 취약성 평가는 적응정책 수립의 기반이 된다. 취약성 평가에는 두 가지 접근법이 있는데 하나는 상향식 접근법(bottom-up approach)이고 다른 하나는 하향식 접근법(top-down approach)이다.

그림 6 기후변화에 있어서 상향식 접근법과 하향식 접근법



Dessai S. and Hulme M.(2004) p. 6 재구성

하향식 접근법은 상기 <그림 6>에서 보듯이 기후모델 및 기후 시나리오를 바탕으로 하여 기후변화로 인한 영향 평가를 통해 물리적인 취약성을 평가하는 접근법이다. 지구환경 오염문제 같은 초기 환경문제에 대한 적응접근법은 하향식방식이 주를 이루었는데 이

접근법은 IPCC의 기후변화 영향과 적응 평가를 위한 기술 지침서(IPCC Technical Guidelines for Assessing Climate Change Impacts and Adaptations)에서 잘 나타나 있으며 이 가이드라인은 추후 많은 영향평가 및 적응관련 연구에 많이 사용되었다(van Aalst et al., 2009). 하향식 접근은 기후변화의 물리학적 측면과 특정 요소의 동적인 상호작용을 살펴보는 데 유용하나 인간의 상호작용과 지역의 적응능력 분석, 지역단위의 적응방안과 정책을 개발을 제시하기에는 한계가 있다(고재경, 2009). 또한 미래 기후 시나리오에 기반을 두기 때문에 미래 기후예측에 대한 불확실성이 존재하며 따라 적응 방안을 마련하기에 어려움이 따르는 한계 역시 존재한다(van Aalst et al., 2009).

이러한 하향식 접근에 대한 한계로 인하여 지역단위의 적응 연구가 모색되었고 이는 상향식 연구에 대한 연구로 이어지게 되었다. 상향식 접근법은 어떠한 지역에 바탕을 둔 여러 지표(상기 그림에서는, 기술, 경제자원, 정보와 기술, 인프라, 제도, 공정성 등을 설명하고 있음)를 바탕으로 하여 그 공동체의 사회적 취약성을 평가하는 접근법이다. 상향식 접근법은 UNEP 가이드라인에서 처음 제시되었으나 UNDP 적응정책 프레임워크(UNDP Adaptation Policy Framework, 이하 "APF")에서 보다 구체적으로 설명되어 있다. 이 접근법으로 실시되는 평가 과정은 지역 이해당사자들과 밀접하게 관련되어 있으며, 둘째로 지구모델 시나리오를 사용하는 대신에 상향식 접근은 현재 기후 변이 및 극단적 기후현상, 현재 적응정책 등을 검토한다. 따라서 상향식 접근의 초기 단계는 이론적, 미래 지향적이 아닌 실증적인 성격을 가진다. 또한 현재 기후 위험요소에 대한 실제적 관찰과 이것에 대해 공동체들이 어떻게 대응할 것인가에 초점을 맞추고 있다.

상향식 접근은 일반적으로 미래 기후변화영향 평가보다는 현재 취약성 및 적응능력, 그리고 취약성을 야기한 기저요인 등을 다루고 이해하는데 있어서 더 적합한 반면에(van Aalst et al., 2009; Dessai and Hulme, 2004), 하향식 접근은 기후변화 영향 예측에 적합하며 스케일에 있어서도 작은 스케일보다는 큰 스케일의 분석에 적합하다. 이 두 접근법은 적응정책을 계획하고, 적응능력을 강화하고, 여러 이해 당사자들 간의 이해관계를 통하기 위해서 통합으로 사용되어야 한다(van Aalst et al., 2009). 상향식과 하향식 접근법은 배타적이지 않으며, 적응정책의 필요에 따라 병행하거나 통합적으로 사용될 수 있을 뿐 아니라 두 접근법을 모두 사용하는 것은 지속가능한 발전의 맥락과 일치한다(고재경 2009).

3.3. 기후변화 취약성 평가의 목적 및 평가 유형

3.3.1. 기후변화 취약성 평가의 목적

Patwardhan(2006)은 기후변화가 해안지역에 미치는 영향을 토대로 취약성 평가에 요구되는 기초적인 질문, 의사결정 맥락에 따라 취약성 평가의 목적을 5가지로 세분화하였는데 그 내용은 아래 <표 14>와 같다. 취약성의 개념은 관찰하고자 하는 주제에 따라 달라질 수 있는데 이에 따라 취약성 측정방법이 달라지며 이는 추가적으로 데이터 구성, 분석법, 필요한 정보의 내용 등이 달라지기 때문이다. 따라서 효과적인 취약성평가와 취약성에 대한 적절한 해석을 위해서는 취약성 평가의 목적, 그리고 취약성에 대한 개념을 상세하게 기술할 필요가 있다(Patwardhan, 2006).

표 14 취약성 평가의 질문, 의사결정 맥락, 목적

질문	의사결정 맥락	목적
해수면상승의 물리적 영향은 어떤 것들이 있는가	예비 영향평가를 위한 자료	데이터 필요와 데이터 구성요소 파악
해수면상승과 관련하여 시장과 비시장에서의 손실은 어떤 것이 있는가	국제 협상을 위한 자료	저감비용과 기후 피해 추정액을 파악
해수면상승과 관련하여 가장 최선의 대응은 무엇인가	적응정책형성을 위한 자료	최선의 대응과 함께 피해를 저감시키는 방안 수립
어떠한 연구전략이 가치를 크게 만드는가	연구 우선순위 결정을 위한 자료	연구를 통해 주요 불확실성을 감소시키는 방안 수립
어떤 지역이 보호를 위해 먼저 선정되어야 하는가	정책 우선순위 결정을 위한 자료	해수면상승 관련 최선의 대응을 하기 위한 효과적인 자원배분

Patwardhan(2006)

본 연구는 ‘1.2. 연구의 목적 및 내용’에서 기술 한 바와 같이 연구의 목적을 아래와 같이 두고 있다.

기본적으로 우리 정부의 26개 유무상 통합 중점협력국 기후변화 취약성 분석을 통해 각 국가의 상대적 취약성을 평가하여 적응이 시급한 지역과 취약성 유형을 파악하고 이를 환경/기후변화 ODA 정책수립에 필요한 자료를 제공하기 위함이다.

본 연구의 목적의 내용에 비추어 볼 때 이는 Patwardhan(2006)의 마지막 취약성 평가 목적에 해당된다고 여겨진다.

아래의 <표 15>는 Patwardhan(2006)이 제시한 취약성 평가 목적 이외에 여러 학자들이 제시한 기후변화 취약성 평가의 목적을 정리한 것으로 이처럼 취약성 평가의 목적은 연구자의 연구 목적과 적응의 관점에 따라 상이함을 알 수 있다.

표 15 기후변화 취약성 평가의 목적

구분	취약성 평가 목적
Burton(2002)	-장기적인 온실가스 저감목표 설정을 위한 영향평가 -적응정책의 개발
Smith and Wondel(2006)	-기후영향 추정 -적응정책과 대안 개발 -국가, 지역, 지역사회의 상대적인 취약성 비교 -특정지역 수요에 의한 적응 대책의 집행
Patt and Schröter(2009)	-온실가스 저감 프레임워크 개발을 위한 기후영향 평가 -적응의 증진 -사회적 불평등 해소 -과학적 연구 수행
Füssel and Klein(2006)	-온실가스 저감을 위한 기후영향 평가 -온실가스 저감을 위한 사회경제적 취약성 평가 -취약한 부문과 지역파악을 통한 자원배분 -적응정책의 개발

고재경(2009) p. 23 재구성

3.3.2. 기후변화 취약성 평가 유형

본 연구는 기후변화 취약성 평가 유형을 Füssel and Klein(2006)의 논의를 중심으로 살펴 보았다. 이들의 연구에 의하면 취약성 평가는 영향평가, 1세대 취약성 평가, 2세대

취약성 평가, 적응정책 평가 등 네 단계로 구분된다(〈표 16〉 참조).

영향평가는 기후변화 시나리오를 토대로 기후변화의 잠재적 생물·물리적 영향을 파악하여 적절한 온실가스 수준을 파악하여 이를 저감할 수 있는 방안을 파악하는데 목적이 있다. 영향평가가 생물·물리적 영향을 파악하는데 주력하였다면 1세대 취약성 평가는 영향평가 연장선 위에 기후변화로 인한 사회경제적 영향까지 포함하고 있다는 차이점이 있다. 2세대 취약성 평가는 1세대 취약성 평가에 비해 적응정책을 고려한 기후변화 취약성 파악에 목적을 두며 집단의 적응능력을 중요하게 다룬다. 마지막으로 정책결정에 필요한 구체적인 적응 조치를 제시하는데 목적이 있어 기존의 영향평가와 1세대 취약성 평가와 비교하여 볼 때 큰 차이점이 있다. 마지막으로 적응정책평가는 기후변화와 변동에 대한 취약성 감소를 위해 필요한 적응정책은 무엇인지에 대해 구체적 조치를 제시하는데 목적을 두고 있어 지금까지의 평가와 근본적으로 다른 차이점을 가지고 있다. 이 평가에서는 기후에 적응하기 위한 여러 가지 정책옵션을 제시하고 이 옵션에 대한 가용성, 편익, 비용, 효율성 등을 평가하는 것을 말한다.

이 네 단계의 평가법은 연속적으로 영향평가에서부터 적응정책을 적용하는 것이 아닌 평가의 목적에 맞게 적절한 방법으로 선택하여 적용하는 것이 바람직하다(Füssel and Klein, 2006).

표 16 기후변화 취약성 평가의 4단계와 각각의 특징

	영향평가	취약성 평가		적응정책평가
		1세대	2세대	
주요 정책 초점	저감정책	저감정책	자원배분	적응정책
분석접근	실증적	주로 실증적	주로 실증적	규범적
주요결과	잠재적 영향	적응 전 취약성	적응 후 취약성	적응전략 제안
시간적 경계	장기	장기	중기-장기	단기-장기
공간적 범위	국가-전지구적	국가-전지구적	지역-전지구적	지역-국가
기후변동, 비기후적인자 및 적응에 대한 고려	적음	부분적	충분	충분
불확실성 고려	적음	부분적	부분적	광범위
자연과학 및 사회과학의 통합	낮음	낮음-중간	중간-높음	높음

	영향평가	취약성 평가		적응정책평가
		1세대	2세대	
이해당사자들의 참여 정도	낮음	낮음	중간	높음
연구주제 예시	기후변화의 잠재적 생물·물리적 영향은 무엇인가?	기후변화로 인한 사회경제적 영향은 어떤 것인가?	적응정책을 고려한 기후변화 취약성은 어떤 것인가?	기후변화와 변동에 대한 취약성 감소를 위해 필요한 적응정책은 무엇인가?

Füssel and Klein(2006) p. 310 재구성

3.4. 선행연구 검토

3.4.1. 국가단위 기후변화 취약성 평가

국가 단위 기후변화 취약성 평가는 국가 간 취약성 비교 연구와 정성적인 기준이나 매트릭스를 사용한 연구로 나뉜다(고재경, 2009). 본 연구의 경우 26개 중점협력국 간 취약성을 산정하고 이를 비교하는 것이므로 두 가지의 분류 중에 전자에 해당된다. Moss et al.(2001)의 연구는 국가 간 취약성 연구에 있어 시초가 되는 연구라고 여겨지는데 이들은 취약성을 민감도와 적응능력의 함수로 정의하고 취약성-탄력성 지표 원형모형(Vulnerability-Resilience Indicator Prototype model, 이하 “VRIP”)을 평가 방법으로 사용하였다. 민감도에는 인간정주/사회기반시설, 식량안보, 보건, 생태계, 수자원 항목이 포함되어 있으며 적응능력에는 경제적 능력, 인력/시민자원, 환경 역량이 포함되어 있다. 각 항목은 아래 <표 17>과 같은 대리변수가 그 내용을 반영하고 있으며 이들은 1990년 자료를 100을 기준으로 표준화 작업을 하였는데 이는 표준화 방법 중 기준선과의 차이(distance to reference country) 방법에 해당된다. 표준화된 대리변수는 민감도와 적응능력으로 나누어지고(아래 <표 17> 참조) 각 항목 대리변수의 기하 평균치가 각각 민감도지수(-)와 적응능력지수(+)로 나타나게 되고 이 둘을 합하여 전체 취약성 지수로 계산된다. 추가적으로 Moss et al.(2001)은 몬테카를로 분석(Monte Carlo Analysis)과 연계하여 미래 취약성 지표를 계산하였다.

표 17 Moss(2001)의 변수와 대리변수

카테고리	항목	대리변수
민감도	인간정주/사회기반시설	해수면상승으로 인해 위험에 빠진 인구수
		깨끗한 물에 접근할 수 있는 인구수
		위생시설에 접근할 수 있는 인구수
	식량안보	단위 면적당 곡물 생산량
		일인당 동물성 단백질 섭취량
	보건	출산율
		평균 수명
	생태계	관리되고 있는 토지 (%)
		비료 이용량/농경지
	수자원	수자원 민감도(가용성과 소비 기준)
적응능력	경제적 능력	일인당 GDP
		수입분배공평성
	인력/시민자원	노동인구(%)
		문맹률
	환경 역량	관리되지 않은
		아황산가스 배출량
		토지인구밀도

Moss et al.(2001) p. 11

또 다른 국가단위의 연구로는 Brooks et al.(2005)의 연구가 있는데 이 역시 국가 수준의 취약성을 구성하는 여러 변수들을 종합하여 주요 변수를 파악하려는 경험적인 연구 방법을 사용하였다. 문헌조사와 전문가의견을 통하여 경제, 건강 및 영양, 교육, 기반시설, 정부(거버넌스), 지리 및 인구요인, 농업, 생태, 기술 분야의 46개 변수를 도출하였다(아래 <표 18> 참조). 추가적으로 이 46개 중에 대리변수와 기후위험에 따른 사망률 자료 간의 상관성 계산을 통해 10% 유의수준에서 사망률과 유의한 상관성을 갖는 11개의 주요 대리변수를 선정⁸⁾하였다. 또한 전문가 의견을 통하여 지표의 가중치를 두어 국가 취약성 순위의 변동을 분석하였는데 다양한 가중치를 두어 국가별 취약성을 평가한 결과, 사하라 이남 아프리카에 위치한 국가들이 대체로 취약한 것으로 나타났다.

8) 깨끗한 물에 접근할 수 있는 인구수, 15-24세의 식자율, 산모 사망률, 15세 이상의 식자율, 평균 칼로리 섭취율, 언론/책임성, 시민자율성, 정치적 권리, 정부 효율성, 남성 대 여성 식자율, 평균 기대수명

표 18 Brooks et al.(2005)의 취약성변수 구성과 대리변수

구분	변수	대리변수
경제	국부	일인당 GDP(US\$ PPP)
	불평등	GINI 계수
	경제자치	채무반환금(% GNI, 10년 평균)
	국부	GNI(Total, PPP)
건강 및 영양	건강국가보조	일인당 건강지출(US\$ PPP)
		공공보건 지출(% of GDP)
	질병부담	장애기대여명
	일반건강	평균수명
	의료 유효성	100,000명당 임산부 사망률
	경제활동 인구의 감소	AIDS/HIV 감염률(성인 중 %)
	영양상태	일인당 섭취열량
	일반 식량 유효성	식량생산지표(1981-90, 1991-99 기간의 연평균 변화)
교육	교육의 의무	교육지출(GNP에 대한 %)
		교육지출(정부지출에 대한 %)
	정보에 대한 권리	교육률(15세 이상 인구에 대한 %)
		교육률(15-24세 연령 중 %)
		교육률(남성 대비 여성 비율)
기반시설	농촌지역의 고립	도로(km, 99%의 인구거주지역)
	농촌지역에 대한 의무	안전한 급수를 공급받지 못하는 농촌인구(%)
	기본 기반시설의 질	하수도 설비에 접근 가능한 인구(%)
정부	분쟁	인구대비 내부 난민수
	정책효과	부패관리
	서비스 제공 능력	정부의 효율성
	적응에 대한 투자의지	정치적 안정성
	적응에 대한 장애	규제 수준
	적응에 대한 투자의지	법규
	참여형 의사 결정	의견 및 책임
	정치적 과정에 대한 영향	시민적 자유
		정치적 권리
지리 및 인구	연안 위험	해안선(km, 면적대비)
		해안선 100km 이내 거주인구(%)
	자원압박	인구밀도

구분	변수	대리변수
농업	농업의존도	농업고용인(총인구 중 %)
		농촌지역 인구(총인구 중 %)
		농업고용인(남성인구 중 %)
		농업고용인(여성인구 중 %)
	자급자족 농업	농업생산지표(1985, 1995)
생태	환경스트레스	보호지역(%)
		산림변화율(연간 %)
		산림률(%)
		인구 비거주 지역
	수자원의 지속성	일인당 지하수 함양
		일인당 수자원량
기술	연구에 대한 책임 및 자원	연구개발 투자(% GNP)
	연구수행능력 및 이해능력	인구 백만 명 당 연구개발 인력(과학자 및 공학자)

Brooks et al.(2005)

German Watch는 2006년부터 매년마다⁹⁾ 기후변화로 인한 총사망자수, 인구 10만 명 당 사망자수, 피해 금액과 GDP 대비 피해 금액의 비중, 이 네가지 지표를 바탕으로 각 국가별 기후위기지표(Climate Risk Index: CRI)를 고안하여 각국의 기후위기정도를 발표하고 있다. 각국의 CRI 점수는 4가지 지표의 평균 랭킹에서 산출된 것으로 <표 19>에서 주어진 가중치가 고려되어 산출되었다.

표 19 German Watch 지표구성 및 가중치

지표	가중치
사망자수	1/6
인구 10만명 당 사망자수	1/3
손실액 (구매력환율 기준)	1/6
GDP 당 손실	1/3

9) 2007년에는 연구결과를 발표하지 않음

CRI 지표가 보이듯이, CRI는 다른 취약성 평가와 달리 기후변화로 인해 재산이나 사람에게 실질적인 피해를 준 재해의 결과로만 되어 있는 것이 특징이다. 아래의 <표 20>는 2014년 기준으로 1993년-2012년 사이 기후변화 위기에 크게 노출된 10대 국가들을 보여준다. 이 기후위기 지수는 각 나라의 기후위기의 정도를 보여줄 뿐만 아니라 1993년-2012년 사이 기후변화 위기에 크게 노출된 10대 국가들은 모두 개도국임을 보여주고 있다. 이는 앞서 설명한 것처럼 CRI의 지표 자체가 경제적 재해와 인구적 피해로 구성되어 있기 때문에 많은 빈곤국가, 즉 개도국이 상위에 랭크되어 있는 것으로 보인다.

표 20 기후위기지수(Climate Risk Index: CRI)(1993년-2012년)

순위	국가	CRI점수	연평균 사망자 수	연평균 10만명 당 사망자 수	총 피해액 (백만달러)	GDP 대비 피해 규모(%)	재해 발생수 (1993- 2012)
1	혼두라스	10.17	329.80	4.86	667.26	2.62	65
2	미얀마	11.83	7135.90	13.51	617.79	1.20	38
3	아이티	16.83	307.50	3.45	212.01	1.73	60
4	니카라과	17.17	160.45	2.81	224.61	1.74	44
5	방글라데시	19.67	816.35	0.56	1832.70	1.16	242
6	베트남	24.00	419.70	0.52	1637.50	0.91	213
7	필리핀	31.17	643.35	0.79	736.31	0.29	311
8	도미니칸 공화국	31.33	212.00	2.43	182.01	0.32	54
8	몽골	31.33	12.85	0.52	327.38	3.68	25
10	타이	31.50	160.35	0.26	5410.06	1.29	193
10	과테말라	31.50	82.35	0.69	312.23	0.58	72

German Watch(2014) p. 6

3.4.2. 국내 기후변화 취약성 평가

국내 기후변화 연구는 대부분 농업, 산림, 보건, 수자원 등 부문별로 기후변화가 각 부문에 미치는 영향에 대한 연구가 주를 이루고 있는데 유가영 외(2008)와 고재경(2009) 등이 국내 기후변화 취약성 평가 관련 종합적 평가를 실시하였다.

유가영 외(2008)는 Moss et al.(2001)의 국가단위 취약성-탄력성 지표원형모형(Vulnerability-Resilience Indicator Prototype Model)을 변형하여 우리나라 지역별(16개 시·도를 대상) 취약성을 평가하였다. 취약성 지수는 민감도, 적응능력, 기후노출 등 3가지 부문으로 구성되어 있으며 민감도 부문은 인간정주/기반시설, 생태계, 농업, 보건/복지의 네가지 세부요소가, 적응능력 부문에는 경제적 능력, 거버넌스, 인력자원/교육, 환경용량, 산업구조의 다섯 가지 세부요소로 구성되어 있다. 기후 노출의 경우 호우, 가뭄 및 열파 등 세 가지 세부 요소로 나누어져 있으며, 최종적으로 전문가 의견 등 수집 과정과 국내 통계자료의 가용성에 근거하여 총 33개의 대리변수를 선정하였다(〈표 21〉참조).

표 21 유가영 외(2008)의 취약성변수 구성과 대리변수

카테고리	세부요소	대리변수
민감도	인간정주/ 기반시설	상수도 인구(%)
		하수도 보급률(%)
		단위면적당 도로길이(km/km ²)
		국토이용면적 중 제방사용면적률(%)
		1일 1인당 급수량
		저수율
		해안선 길이(m)
	생태계	관리되는 토지율(%)
		경작지당 비료사용량(ton/ha)
		국토면적 중 산림면적(%)
		국토면적당 산림축적(km3/km2)
	농업	총인구 중 농작인구(%)
		농작지당 곡물생산(M/T)
	보건/복지	출산율(birth/woman)
		기대여명
		인구당 응급의료기관 수(개/백만 명)
		인구당 건강보험 적용인구
		인구당 보건소 인력
		인구 중 기초생활 수급자(%)
		독거노인비율(%)

카테고리	세부요소	대리변수
적응능력	경제적 능력	GDP(백만원)
		재정자립도(%)
	거버넌스	인구당 공무원수
		성인문자해독률(%)
		의무교육적령아동취학률(%)
	교육	지역 내 총생산에 대한 교육지출(%)
		인구밀도(명/km ²)
		단위면적당 SO ₂ 배출량(ton)
		관리되지 않은 토지율(%)
기후노출	산업구조	(1차+2차산업)/(1차+2차+3차산업)*100(%)
	호우	호우자료
	가뭄	연속적인 무강수일수의 최대값(일)
	홍수	열파자료

유가영 외(2008) p. 38-40

고재경 외(2009)는 IPCC가 제안한 기후노출, 민감도, 적응능력의 함수로 취약성 개념을 정의하고 경기도의 기후변화 취약성을 평가하였는데 경기도 31개 시군에 대한 지역 간 상대적 취약성을 평가하였다. 고재경 외(2009)의 취약성지표는 크게 기후노출, 민감도, 적응능력으로 구성되어 있으며, 기후노출은 강수량(호우, 가뭄), 기온, 해수면 상승 등 3가지 부문으로 구성되어 있다. 민감도 지표는 크게 지리적 특성 및 토지이용, 인구적 특성, 기반시설/산업 등 3가지로 부문으로 구성되어 있으며 적응능력 지표는 경제적 능력, 물적 인프라, 사회적 자본, 제도적 역량 등 4가지로 구성되어 있다. 각각의 지표에 관해 전문가 의견수렴과 자료의 가용성을 토대로 3개 분야 11개 부문에 총 35개의 지표를 선정하였다¹⁰⁾.

명수정 외(2010)는 우리나라에서 주로 피해를 일으키는 기후사상인 태풍과 홍수에 대해 사회기반시설의 기후변화 취약성 평가를 통해 전국 단위에서 기후변화에 대한 취약성을 공간적으로 파악하였다¹¹⁾. 이 연구의 취약성 지표는 노출, 민감도, 적응역량으로 구성되어 있으며, 여기서의 노출은 상기 두 국내 연구의 노출과 다르게 기후적 노출과 그 기

10) 고재경 외(2009)의 취약성변수 구성과 대리변수에 대해서는 4.2.를 참조

11) 명수정 외(2010)은 전국을 대상으로 기후변화에 대한 취약성 분석(취약성 지도 구축)과 함께 사회기반시설의 위험도 진단도 시행하여 이를 통합하여 사회기반시설의 기후변화 대응방안을 제시하였다.

후에 노출되는 기반시설을 포함하고 있다. 민감도 요소는 기반시설에 영향을 미치는 요소로 이루어 지고 있는데 크게 재해취약성과 자연·사회적 요소로 나뉘어 있다. 적응역량은 경제적·제도적 역량과 물리적 역량으로 구성되어 있는데 이렇게 나뉜 부분에 총 42개 요소를 고려하여 지표를 표준화 한 후, 이를 공간적으로 분석하여 취약성 지도로 나타내었다(〈표 22〉 참조).

표 22 명수정 외(2010)의 취약성변수 구성과 대리변수

구분	상위요소	하위요소	세부항목
민감도	재해취약성	재해이력	기반시설 재해이력
			재해발생건수
			인명피해
		홍수취약성	홍수취약지
			수해취약지
			상습침수피해
	자연·사회적 요소	자연적 특성	해안선
			해발고도
			하천
		토지이용적 특성	하천부지점용
			시가화 면적
		사회적 취약성	노후주택
			노령인구
			인구밀도
			취학전 아동
노출	기반시설	교통시설	도로
			철도
			공항
			항만
		에너지시설	발전소
		하천시설	제방
		시설환경	주거시설
			교육시설
			환경기초시설
			국립공원
	기후	홍수	호우경보수준의 강우횟수
			100년 빈도 홍수량
			강우강도
		태풍	태풍발생빈도

구분	상위요소	하위요소	세부항목
적응역량	경제적·제도적 역량	경제적능력	GRDP
			재정자주도
		제도적역량	공무원
			재해관리 역량
	물리적역량	녹지보급률	녹지보급률
		하천개수율	하천개수율
		도로망보급률	도로망보급률
		상하수도	상수도보급률
			하수도보급률
			(우수)배수로
		의료시설	의료시설
		인터넷보급률	인터넷보급률

명수정 외(2010) p. 56

3.5. 취약성 지표

취약성 개념은 앞서 살펴본 바와 같이 자연/재해적인 기후노출 뿐만 아니라 이에 반응하는 시스템의 민감도, 그리고 이에 대응하기 위한 사회, 경제, 문화, 인프라 등 다양한 측면들을 포함하고 있다. 따라서 취약성 분석에 있어서 이러한 다양한 측면의 정보를 종합하고 정리하는데 지표(indicator)가 용이하며 따라서 취약성 분석에 있어서 지표연구가 가장 활발히 진행되고 있다(Moss et al., 2001). 취약성 분석이 여러 가지 정보를 종합하고 정리하는 과정이므로 지표선택은 연구 목적이 반영하고자 하는 내용과 현상들을 잘 포함하고 반영할 수 있는 것이어야 한다.

3.5.1. 지표의 개념 및 표준화 방법

연구자와 연구 분야에 따라 지표(indicators), 지수(index), 복합지수(composite indicator), 변수(variables), 통계(statistics), 자료(data), 추정치(estimates), 측정치(measures) 등의 용어는 사용되는 맥락에 따라 구분되거나 같은 의미로 사용된다. 외국의 연구를 인용하거나 번역할 때 이러한 용어들은 혼동되어 사용되어 상이 용어 사용에 대한 통일성이 결여되어 있는 경우도 많다(김호석 외, 2007)¹²⁾.

지표는 여러 다른 분야에서 널리 사용되어 왔는데 이는 어떠한 문제점 강조, 경향파악, 우선순위 설정과정, 정책형성 및 평가와 모니터링 등 다양한 분야에서 유용하게 사용된다. 특히 지표는 보건, 환경, 개발 관련 분야에서 여러 가지 종합적이고 복합적인 정보를 간단하게 표현하는데 유용하게 사용된다(WHO, 2002).

Aall(2005)은 자료의 처리 및 활용방식에 따라 지표를 몇 가지 유형으로 구분하였다. 자료를 그대로 지표로 정의하는 경우에는 ‘특정지표(specific indicators)’로, 만약 많은 자료 중에서 일부 자료만을 선택하여 지표로 사용하는 경우에는 ‘핵심지표(key indicators)’로 구분된다(Aall, 2005; 김호석 외, 2007, p40 재인용). 둘 이상의 자료를 이용하여 지표를 정의하는 경우에는 ‘복합지표(composite indicators)’로 정의되는데 이는 각각의 다르지만 연계되어 있는 현상을 하나의 측정단위로 집계하여 하나의 지표로 정의하는 방법을 말한다(WHO, 2002). 복합지표는 개별지표나 자료 자체가 표현하기 힘들거나 모호하게 표현될 때 이를 명확하게 표현할 수 있다는 장점이 있다. 각각의 개별지표는 표준화(normalization), 가중치부여(weighting), 집계(aggregation) 등의 과정을 통해 복합지표로 정의된다(김호석 외, 2007).

이슈와 주제에 따라 지표의 종류와 선택하는 지표의 수준은 달라지는데, 지표가 실용적으로 사용되기 위해서는 지표는 기술적으로 관련되는 것이 아닌 사용자에게 적용 가능한 것이어야 한다. 지표의 선택은 그들의 사용목적, 대상청중의 목적에 따라 다르다. 그밖에 올바른 지표가 사용되기 위한 일반적인 기준은 아래 <표 23>와 같다.

12) 3.4.2. 국내 기후변화 취약성 평가에서 예시로 보여준 세 연구의 취약성변수 구성과 대리변수의 표에 나와 있듯이 서로 개념은 같더라도 쓰는 용어들이 각기 다를 수 있다. 즉 각각의 연구들은 변수, 항목, 요소 등의 용어를 사용하고 있다.

표 23 지표의 일반적인 기준

일반적 관련성	
• 어떠한 특수 질문이나 이슈에 대해 관련이 있어야 함 • 보건관련이나 환경/개발요인과 관련이 있어야 함 • 논의가 되고 있는 조건들의 변화에 민감하게 반응해야 함 • 변화에 대해 경계하도록 미리 알릴 수 있어야 함	
과학적인 합리성	
• 논의되고 있는 조건 및 상태에 대해 편파적이지 않으며 이 상황을 잘 표현해야 함 • 과학적으로 신뢰할 수 있고, 신빙성이 있으며 타당해야 함 • 신뢰할 수 있는 데이터를 사용해야 함 • 방법이나 단위에 있어서 작은 변화에도 영향을 받지 않고 견고해야 함 • 시간과 공간의 변화에 일관성이 있으며 비슷한 성향을 가지고 있어야 함	
사용자에게 적용가능성	
• 정책과 관리 수요와 관련성이 있어야 함 • 적절한 재정/시간 투입과 함께 수집과 모니터링이 가능하고, 수집이 가능한 데이터를 사용해야 함 • 잠재 사용자에게 쉽게 이해되고 적응 가능하여야 함 • 이해당사자들이 수용할 수 있는 내용이어야 함	

WHO(2002, p. 49)

상기 설명한 바와 같이 복합지표는 표준화(normalization), 가중치부여(weighting), 집계(aggregation)등의 과정을 통해 정의될 수 있는데 이 중 각각의 지표들을 표준화하는 방법을 정리한 것은 아래의 <표 24>와 같다.

표 24 표준화 방법

구분	설명
순위 매기기(ranking)	지표의 값에 순위를 매기는 방법으로 가장 단순하고 간단하지만 많은 정보를 알려주지 못하는 단점이 있음
z-스코어 방법(Z-score)	모든 자료를 평균은 0, 표준편차는 1이 되도록 만드는 방법, 자료의 수치가 그 분포의 평균으로부터 표준편차의 몇 배 정도가 떨어져 있는지 표준화된 확률변수인 Z 방법으로 나타냄. 가장 보편적으로 사용되는 방법
스케일 재조정(re-scaling)	표준편차 보다 지표의 범위에 기분을 둔 방법으로 지표들을 표준화하여 이들이 모두 동일한 범위(0-1)를 갖도록 함

구분	설명
기준선과의 차이 (distance to reference country)	기준으로 하는 대리지표에 대한 측정지표의 비율을 이용
범주 스케일 (categorical scales)	각 자료를 범주값(categorical score)로 대입하는 방법으로, 우선 범주를 선택하고 각 범주를 점수화하여 모든 자료에 범주에 해당되는 지정점수를 할당하는 방법
평균 상위 및 하위지표(indicators above or between the mean)	평균값 부근에 경계값 p 를 임의로 정하여 이 p 값의 상위와 하위지표를 고려하는 방법
순환지표(cyclical indicators)	시계열 자료를 이용하여 순환지표를 계산하는 방법으로, 자료들이 시계열 분포를 이룰 때 시간의 평균값을 뺀 후, 평균과의 차이에 대한 절대값의 시간평균으로 나눔으로써 변환을 하는 방법

유가영 외(2008) p 19-20 표로 재구성

각각의 표준화 방법은 장단점을 뚜렷하게 가지고 있는 바, 자료의 성격을 파악하여 자료의 정보를 잃지 않는 범위 내에서 적절한 표준화 방법을 선정하여 적용하여야 할 것이다. 본 연구는 가장 보편적으로 사용되는 z -스코어방법을 통하여 지표를 표준화하였다.

4. 기후변화 취약성 평가 지표 및 방법론

4.1. 취약성 평가 단계

기후변화 취약성은 직접적으로 관찰되거나 측정하기 어렵기 때문에 취약성 지표 연구에서는 취약성의 개념을 잘 반영할 수 있는 대리변수들(proxy variables)을 사용한다. 대리변수는 i) 필요한 정보를 종합하고 단순화시키고, ii) 현상을 가시화하거나 인지할 수 있도록 하며, iii) 필요한 정보들을 정량화하고 상호 교환할 수 있어야하며, iv) 측정가능하거나 관측 가능해야 한다(유가영, 김인애, 2008).

본 연구에서 기후변화 취약성 평가는 아래 <그림 7> 과 같은 단계로 진행된다.

그림 7 취약성 평가 단계



이에 따라 본 연구는 일차적으로 문헌연구를 통하여 취약성 평가를 위한 지표를 노출, 민감도, 적응능력으로 나누어 구성하였다. 지표 구성 뒤, 본 연구는 KOICA 46개 지역사무소¹³⁾ 중 German Watch의 기후위기지표(CRI) 중 상위를 차지하고 있는 필리핀과 베트남 환경공무원, 그리고 이 나라에서 근무하는 GIZ와 ADB의 직원 등을 대상으로 인터뷰를 실시¹⁴⁾하였다. 또한 추가적으로 국제환경연구소 기후/환경을 담당하고 있는 전문가¹⁵⁾와 본 연구물에서 설명한 선행연구 중 하나인 Moss et al.(2001) 연구 제1저자¹⁶⁾와의 인터뷰를 통하여 지표구성에 관한 조언을 통해 지표 구성을 조정하였다. 이처럼 개도국의 기후변화 취약성 평가를 위해 고려해야 할 변수에 대해 전문가 의견을 고려하여 지표를 수정한 뒤, 자료의 가용성을 고려하여 최종 지표를 선정하였다.

8개 기관 총 20여명과의 인터뷰를 통하여 수렴된 의견은 다음과 같으며 최종지표(〈표 31〉 참조)는 아래의 의견들을 반영하여 결정되었다.

첫째, 기후 노출인자에 대해 기후관련 기본 자료(온도, 강수량, 해수면상승) 이외에 극단적인 기후노출인자 (가뭄, 홍수, 태풍 등)에 대한 고려가 요구된다. 특히 아시아는 최근 에 상기 극단적인 기후 재해로부터 많은 피해를 입었으며 이에 대한 자료 적용이 기후 취약성을 설명하기에 더 적합할 것으로 여겨진다.

둘째, 적응능력 변수 중 국가 제도 및 정부 안정성에 대한 고려가 요구되며 또한 국가의 기후변화정책 유무 정도도 그 국가의 적응능력을 판단할 수 있는 좋은 지표라고 여겨진다.

13) 네팔, 동티모르, 라오스, 몽골, 미얀마, 방글라데시, 베트남, 스리랑카, 솔로몬군도, 인도네시아, 캄보디아, 파키스탄, 필리핀, 과테말라, 볼리비아, 아이티, 에콰도르, 엘살바도르, 콜롬비아, 파라과이, 페루, 아제르바이잔, 아프가니스탄(바그람), 아프가니스탄(카불), 요르단, 우즈베키스탄, 이라크(바그다드), 이라크(아르빌), 팔레스타인, 가나, 나이지리아, 르완다, 모로코, 모잠비크, 세네갈, 알제리, 에티오피아, 우간다, 이집트, 카메룬, 케냐, 탄자니아, 튀니지, DR 콩고, USAID, OECD대표부 이상 44개국 46개 지역사무소

14) 2014년 2월~3월, 필리핀, 베트남 방문을 통해 면담실시: 필리핀 ADB Climate Change Program 기후전문가, 필리핀 ADB Environment and Safeguards Division 기후전문가, 필리핀 Climate Change Commission (CCC) 직원(공무원), GIZ 필리핀 사무소 환경/기후사업 담당자, 베트남 Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE) 공무원, 베트남 Embassy of Denmark (주 베트남 덴마크대사관) 기후변화 프로그램 담당자, 베트남 World Bank 베트남 사무소 환경경제학자, GIZ 베트남 사무소 환경/기후사업 담당자 등 8개 기관 총 20여명과의 면담을 통한 전문가 의견 수렴

15) World Resources Institute, Vulnerability and Adaptation Initiative Climate and Energy Program 담당자

16) Joint Global Change Research Institute의 Dr. Richard Moss

셋째, 기후변화 피해에 취약한 인구에 대한 고려도 중요한 부분이며 다양한 기후변화 취약인구 형태가 존재하므로(아동, 여성, 원주민 등) 이에 대한 반영 역시 필요하다.

넷째, 적응능력에서 재해정보시스템과 관련된 지표를 포함시켜야 한다. 모바일(전화), 인터넷사용 등은 그 국가의 인프라 시설을 설명하고 있으면서 동시에 그 사회가 내부적으로 가지고 있는 재해정보시스템 정도를 나타내고 있으므로 이에 대한 고려가 요구된다.

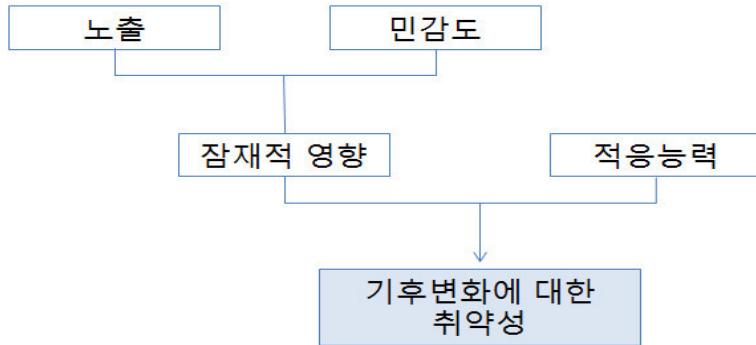
지표의 가중치는 26개 중점협력국 환경부처 및 기후변화 담당 부처 공무원(사정에 따라 KOICA 지역사무소 직원)을 대상으로 계층분석(AHP)을 실시하여 산정하였다. 도출된 가중치를 적용하여 26개국 취약성 지수를 산정하고 이에 따른 시사점을 도출한다.

4.2. 취약성 평가 구성요소 및 평가틀

본 연구의 취약성 평가 개념틀은 기후변화 취약성을 기후의 부정적인 영향에 대한 시스템의 노출, 민감도, 적응 능력의 함수로 이해하는 IPCC의 정의를 따랐다. 상기 서술한 바와 같이 IPCC는 취약성에 대하여 ‘자연 또는 사회 시스템이 기후변화의 부정적인 영향에 대처할 수 있는 정도’로 정의하고 기후의 부정적인 요소에 대한 시스템의 노출(exposure), 민감도(sensitivity), 적응능력(adaptive capacity)의 함수로 보았는데 최근의 많은 취약성연구들이 이 정의와 개념을 바탕으로 이루어지고 있다. 각각의 취약성을 구성하고 있는 구성요소의 정의 및 개념을 정리하면 아래와 같다.

노출은 생계수단, 종, 혹은 생태계, 환경 서비스, 자원, 인프라, 혹은 경제, 사회 문화 자산 등이 부정적인 영향에 처한 상태를 의미한다(IPCC, 2014a). 민감도란 기후변동 혹은 기후변화로 인해 시스템이 영향을 받는 정도로 부정적인 영향과 긍정적인 영향을 모두 포함한다. 이로 인한 영향은 직접적인 영향과 간접적인 영향이 있는데, 평균 기온의 변화로 작물생산이 감소하는 등의 영향은 직접적인 영향이며 해수면 상승에 의해 해안 침수 빈도가 증가하여 발생하는 피해 등은 간접 영향을 말한다(IPCC, 2007, 2014a). 적응능력이란 시스템, 조직, 인류, 유기체 등이 잠재적 피해에 적응, 기회를 이용하거나, 기후변화 결과 결과에 대처하는 능력을 의미한다(IPCC, 2014a).

그림 8 IPCC의 기후변화 취약성 개념도



IPCC(2001)

본 연구는 IPCC의 개념을 기준으로 취약성 개념을 설정하였다. 다시 말하면 기후변화에 대한 노출이 각 나라(시스템)의 민감도에 따라 잠재영향으로 나타나게 되어 이 시스템이 가지는 적응능력에 따라 시스템의 취약성이 결정되는 것이다.

26개 우리나라 중점협력국 취약성 지표작성을 위해 본 연구는 IPCC 취약성 개념틀을 활용하여 기후학적 요소, 수문학적 요소, 기상학적 요소 등 3개 기후변화 영향에 대한 지역의 노출(exposure) 요소와, 민감도(sensitivity), 적응능력(adaptive capacity)를 각각 평가한 후에 종합하였다. 노출과 민감도는 기후변화로 인한 잠재적인 부정적 영향을 나타내며 적응능력은 잠재적인 부정적인 영향을 줄이고 취약성을 개선하는 역할을 한다.

고재경(2009)의 경우 기후노출 지표를 크게 강수량(호우, 가뭄), 기온(폭서), 해수면 상승 이 3가지의 요소로 나누고 있으며 유가영 외(2008)는 기후노출 지표로 호우, 생태계, 농업의 요소로 나누고 이를 대표하는 대리변수로 각각 일일 강수량 80mm 이상의 날의 수, 무강우 일수, 열대야 일수를 고려하였다. 아래 <표 25>는 본 연구가 선정한 기후노출 지표와 이를 나타내는 대리변수로 기후노출을 크게 기후학적 요소, 수문학적 요소, 기상학적 요소로 나누었다.

기후학적 재해는 계절 간 변동부터 수 십년 기간의 시간적 스펙트럼에서 오랜기간 거시적 규모로 야기된 이벤트로 정의되는데 극단적인 온도, 가뭄, 산불이 여기에 해당된다. 극단적인 온도 이벤트는 열파, 한파와 극단적인 겨울 조건(눈의 압력, 장식, 동결 비, 눈 사태)을 일컬으며 산불은 산불과 토지 화재(잔디, 관목, 덩불 등)를 말한다. 수문학적인

재해는 수역의 정상적인 물순환 내에서의 편차 및/ 또는 바람에 의해 야기된 또는 범람에 의한 이벤트로 정의된다. 홍수(강 홍수, 플래시 홍수, 폭풍 해일/해안 홍수), 그리고 젖은 매스무브먼트(낙석) 등이 이 재해에 속한다. 기상학적 재해는 짧은 기간부터 중간기간 동안 대기과정(분 minutes에서 일일 days 정도 유지되는)에 의해 발생하는 이벤트를 의미하며 열대성태풍, 열대성저기압(겨울폭풍)이 이에 해당된다.

표 25 기후노출지표

카테고리	지표	대리변수
기후 노출	기후학적 요소	극한기온(혹서, 혹한), 가뭄, 자연화재 빈도수
	수문학적 요소	홍수, 폭풍해일, 연안침수 빈도수
	기상학적 요소	열대성 태풍, 열대성 저기압 빈도수

민감도를 별도의 항목으로 구분하여 종합지표를 산정한 Moss et al.(2001)과 유가영 외(2008)의 경우 인간정주/사회기반시설, 식량안보, 보건, 생태계, 수자원의 항목으로 구분하고 있다. 하지만 민감도의 일부 지표는 여러 부문에 공통적으로 해당되어 시스템의 구성요소로서 통합적인 접근을 필요로 하기 때문에 민감도를 시스템의 구성요소 관점에서 구성하였다. 이는 고재경(2008)의 민감도 지표 구분법으로 고재경(2008)의 민감도 지표 구성은 크게 지형적 특성 및 토지이용, 인구적 특성, 기반시설/산업으로 이루어져 있다.

표 26 선행연구의 민감도 지표

항목	지표	대리변수
지리적 특성 및 토지이용	생태적 민감지역	멸종위기종 수
	가뭄 취약지역	경작지 면적/전체면적
	홍수 취약지역	- 홍수범람구역 면적/전체면적 - 하천부지 점용면적/전체면적
	연안침수 취약지역	표고 1미터 이하 면적/전체면적
인구적 특성	인구밀도	인구수/전체면적
	65세 이상 인구비율	65세 이상 인구수/전체인구
	사회적 취약 인구	- 독거노인 인구/전체인구
	기후 민감 질환자 비율	- 호흡기질환 환자수/전체인구 - 매개체질환 환자수/전체인구
기반시설/산업	사회기반시설	교통 및 공급시설 면적/전체 면적
	산업단지	산업단지 면적/전체면적
	건물	1970년대 이전 건축 단독주택수/전체 주택수

고재경(2008) p. 92

아래의 <표 27>은 본 연구가 구성한 민감도 지표를 보여준다. 본 연구는 고재경 (2008)의 민감도 지표 구성인 크게 지형적 특성 및 토지이용, 인구적 특성, 기반시설의 항목의 틀은 고수하고 지표와 대리변수는 개도국의 기후변화로 인한 피해실정, 데이터와 자료의 입수가가능성(26개국 해당), 또한 개도국 환경관련공무원과의 인터뷰를 통한 결과를 반영하여 고려하여 아래와 같이 구성하였다.

표 27 민감도 지표

카테고리	항목	지표	대리변수
민감도	자연/지리적/토지이용 특성	생태적 민감정도	멸종위기종수
		가뭄 민감정도	가뭄지역(dry land)(전체면적 중 가뭄지역)
		홍수 민감정도	산림변화(%)
		연안민감정도	해안선의 길이
	인구적 특성	인구밀도	인구밀도(population density)
		위험지역 인구분포	해안에서 100km 이내에 거주하는 인구
			총 인구 중 가뭄지역에 거주하는 인구
		기후취약 인구	아동인구(4세이하 인구)
			노인인구(65세이상 인구)
			원주민인구
	사회기반 시설	철도	기차선로의 밀도
		도로	전체 도로 중 포장된 도로 비율

<표 28>는 고재경 (2008)의 적응능력 지표 구분법으로 이의 지표 구성은 크게 경제적 능력, 물적 인프라, 사회적 자본, 제도적 역량 등으로 구성되어 있으며 각각의 항목은 세부 지표들을 포함하고 있다. 하지만 고재경(2008)의 적응 능력 지표는 국내(경기도) 지역을 다루고 있어 자료획득 및 자료를 대체할 정보(가령 설문조사를 통하여¹⁷⁾) 획득이 가능하였으나 본 연구의 경우 자료획득의 제한으로 인하여 지표의 수정이 불가피 하였다.

17) 고재경(2008)의 대리변수 자료 중 특히 사회적 자본과 제도적 역량 항목에서는 지방의제 21 담당자와 시군 공무원을 대상으로 설문을 실시하여 이를 데이터화하였다.

표 28 선행연구의 적응능력 지표

항목	지표	대리변수
경제적 능력	GRDP	GRDP
	경제성장률	최근 5년간 GRDP 증가율
	재정자립도	지방세+세외수입/일반회계 예산
물적 인프라	녹지 면적	공원면적/인구 수
	하천개수율	하천개수 연장(km)/요개수 연장(km)
	의료시설 확보율	전체 인구/병원 병상수 의료기관 종사자 수/전체 인구 보건소 인력/전체 인구 종합의료시설 수
	깨끗한 물에 대한 접근성	상수도 보급 인구수/전체인구 하수도 보급 인구수/전체인구 지하수 이용량/개발가능량
	통신	휴대폰 보유 가구수/전체 가구 PC 보급 가구수/전체 가구 인터넷 전용통신 가입 가구수/전체 가구
사회적 자본	민관 파트너십	기후변화에 대한 민관 파트너십 인식
	시민의 기후변화 대응 역량	기후변화 대응을 위한 시민 실천 정도 재난관리 교육 및 홍보 수준 건강생활실천교육 이수자/ 전체 인구
	공동체 의식	자원봉사자수/전체 인구 지역자율방재단 구성 및 운영 수준
제도적 역량	기후변화에 대한 지자체장의 관심	재난관리에 대한 지자체장의 관심 기후변화 적응에 대한 지자체장의 관심
	사전예방 시스템	재난안전선 전달체계 예경보시스템 운영 재난예방시스템 관리
	적응 담당 인력	공무원 수/전체 인구 장기요양보험급여대상자/요양보호사
	정책대응수준	기후변화 적응정책 수준에 대한 인식 기후변화 관련제도 및 정책 기반 재난관리 정책 수준

고재경(2008) p. 92

IPCC (2014b)는 기후변화 위험을 감소시키고 또한 이를 관리하기 위한 여러 가지 접근들을 기후변화 위험 관리를 위한 접근방법을 보여주는데(IPCC,2014b), IPCC(2014b)는 인간개발, 빈곤구제, 생계보장, 재난위험관리, 생태계관리, 공간/토지이용계획, 구조상/물리적조건, 제도적조건, 사회적 조건, 사회변화 등이 기후변화위험을 감소시키는 항목으로 보고 있다(아래 <표 29> 참조).

표 29 기후변화 위험 관리를 위한 접근들

중복 접근	항목	예시
취약성 & 노출 감소	인간개발	교육, 영양, 보건시설, 에너지, 안전한 주거, 사회적 지지의 구조로의 개선된 접근; 성불평감소 및 사회소외현상 감소
	빈곤구제	지역자원에 대한 개선된 접근; 토지보유권; 재난위험감소, 최저 생활 보장 제도 및 사회적보호; 보험설계
	생계보장	수입, 자산, 생계의 다양화; 개선된 사회기반시설; 기술 및 의사결정 포럼으로의 접근; 의사결정권 증가; 농작물, 가축, 수산양식실습법의 변화
	재난위험 관리	조기경보시스템; 위해도 및 취약성 지도화; 수자원 다양화; 개선된 배수시설; 홍수 및 싸이클론 대피소; 건축법규; 폭풍 및 폐수관리; 수송 및 도로 기반시설 개선
	생태계관리	습지대 및 도시 녹지공간 유지; 해안 조림; 분수계(watershed) 및 저수지 관리; 생태계에 영향을 미치는 요인 및 서식지 단편화 감소; 유전적 다양성 보장; 자연적 요란 상황 조종; 공동체 중심 자연자원 관리
	공간/토지이용 계획	적절한 주거, 사회기반시설 및 서비스의 권한설정; 해안침수지역 및 다른 고위험지역에서의 개발 관리; 도시계획 및 프로그램 업그레이드; 토지구획법; 지역권; 보전지역
	구조상/물리적	공학&구축환경(built environment) 옵션: 방파제&해안보호 구조물; 홍수방지 재방; 물저장;개선된 배수시설; 홍수&싸이클론 대피소; 건축법규; 폭풍 및 폐수관리; 수송 및 도로 기반시설 개선; 수상가옥; 발전소&전력시설망 조정
		기술적옵션: 새로운 농작물&동물 다양성; 원주민, 전통&지역지식, 기술& 방법들; 효과적 관개; 절수기술; 탈염(desalinization); 보존농업; 식품저장& 보관 시설; 위해도 및 취약성 지도화& 모니터링; 조기경보시스템; 건물 단열; 기계적&수동냉각; 기술발전, 이전& 유포
		생태계기반 옵션: 생태학적 복구; 토양보전; 신규조림&재조림; 맹그로브보전&재식(replanting); 녹색기반시설(예:차광나무, 옥상녹화); 어류남획통제; 어업 공동관리; 종(species) 이동&분산; 생태이동통로; 종자은행, 유전자은행& 다른 현지 외 보전; 공동체 중심 자연자원 관리
적응	제도적	서비스: 사회안전망& 사회보호; 푸드뱅크& 식량잉여 배분; 물&위생을 포함한 지방자치서비스; 예방접종프로그램; 주요 공공건강서비스; 강화된 응급의료서비스
		경제적 옵션: 금융혜택; 보험; 재해 채권(bonds); 생태서비스에 대한 비용부담; 일반적인 공급 및 신중한 물 사용을 위한 물에 대한 가격책정; 재해 유발위험 준비금; 현금지원; 민-관 파트너십

중복 접근	항목	예시
변 화		법&규정: 토지지구(land zoning)법; 건축기준법&실제; 지역권; 수질규제&협정; 재난위험감지원을 위한 법; 보험구매 권장을 위한 법; 정의된 재산권과 토지보유권 보장; 보호지역; 어획할당; 특허품&기술이전
		국가&정부정책&프로그램: 주류화 포함 국가 및 지역 적응 계획; 지방&지역 적응계획; 경제다변화; 도시개선 프로그램; 지방 수자원 관리 프로그램; 재해 계획 및 준비프로그램; 통합수자원관리; 통합 해안지역 관리; 생태계 기반 관리; 지역사회기반 적응
	사회	교육 옵션: 지식 고양 및 교육으로의 통합; 교육에서의 성평등; 서비스 확장; 원주민, 전통, 지역 지식의 공유; 참가활동 연구&사회적 학습; 지식 공유 및 학습 플랫폼
		정보제공 옵션: 위해도 및 취약성 지도화: 조기 경보 및 대응시스템; 체계적인 모니터링 및 원격탐사; 기후 서비스; 원주민 기후 관찰법 사용; 참여시나리오 개발; 통합적 평가
		행태론적 옵션: 가구당 준비 및 피난 계획; 이주; 토양 및 물 보호; 빗물배수관 정리; 생계다양화; 변화된 작물, 가축 및 양식경영; 사회연결망에 의지
	변화 영역	실제적: 사회 및 기술 혁신, 행동의 변화 혹은 수입에 있어서 상당한 변화를 야기시키는 제도 및 운영의 변화
		정치적: 정치, 사회, 문화 및 생태적 결정& 취약성 및 위험을 감소하는 것과 일관된 행동& 적응과 완화 지원& 지속가능한 발전
		개인: 기후변화 반응에 영향을 미치는 개별적이고 공동의 추정, 믿음, 가치 및 세계관

IPCC(2014b) p. 27

주: 이 접근들은 별개의 것이 아닌 서로 연관되어 있으며 동시다발적으로 추구되는 접근 들임. 제시된 예의 경우도 특별한 서열에 의해 제시되어 있지 않으며 한 개 이상의 카테고리들과 연관되어 있기도 함

본 보고서는 IPCC의 상기 <표 29>의 ‘IPCC의 기후변화 위험 관리를 위한 접근’을 기반으로 하되 데이터 사용 가능성과 개도국의 공무원과의 인터뷰를 통하여 아래 적응능력 지표와 대리변수를 선정하였다(<표 30> 참조). 특이한 것으로 기후변화 제도 및 정책 항목을 추가하여 국가의 기후변화에 대한 정책적 관심을 반영하였다. 이를 위한 대리변수로 개도국의 자발적 감축행동(Nationally Appropriate Mitigation Action, 이하 “NAMA”)의 존재 유무를 선정하였는데 NAMA는 개도국이 기술, 재정, 능력 배양을 지원받아 자발적으로 국가별 수준 및 역량에 부합하게 추진하는 온실가스 감축활동을 의미한다. 개도

국의 NAMA 작성 및 참여는 개도국의 환경 및 기후변화에 대한 정치적 의지와 함께 환경정책 인프라로 이해될 수 있으며 이런 면에서 개도국의 NAMA 전략의 여부는 각 국가의 환경/기후변화 문제에 관한 의지이자 기반 요소로 볼 수 있다(홍은경, 2014). 26개 국가 중 10개국(라오스, 몽골, 베트남, 아제르바이잔, 우간다, 인도네시아, 콜롬비아, 파키스탄, 페루, 필리핀) NAMA 작성 및 참여를 하고 있다¹⁸⁾. 본 연구의 적응능력지표가 구성하고 있는 내용은 아래 <표 30>과 같다. IPCC의 기후변화 위험 관리를 위한 접근을 기반을 기반으로 본 연구의 적응능력지표는 인간개발, 빈부감소, 생계보장, 재난위험관리, 생태관리, 공간/토지이용계획, 물적인프라, 제도/정부안정성, 기후변화 제도 및 정책 등 9개의 항목으로 구성되어 있다.

표 30 적응능력지표

카테고리	항목	지표	대리변수
적응능력	인간개발	교육	식자율
		영양	평균적인 식사의 에너지 공급 적절성
		보건	전체 인구 중 개선된 위생시설 사용 인구의 비율
		의료	인구 1000명 당 병원침상 수
	빈부감소	국부	GDP/capita
		불평등	GINI 계수
	생계보장	개인소득	총 인구 중 일 1.25\$를 버는 가난한 사람의 비율
	재난위험관리	댐건설	댐 용량
	생태관리	산림조림	산림조림변화
	공간/토지이용계획	자연보호지역 관리	전체 영토 중 보호구역의 비율
	물적인프라	수자원접근	개선된 식수에 접근할 수 있는 교외/도시지역 인구
		전기 및 통신	전기혜택을 받는 인구비율
			인구 100명 당 모바일 사용 인구
			집에서 인터넷 접속하는 가구수
	제도/정부안정성	부패 제어	부패 제어
		정부의 효율성	정부의 효율성
		규제의 질	규제의 질
		목소리와 책임성	목소리와 책임성
	기후변화 제도 및 정책	기후변화와 관련된 국가계획	NAMA 여부

18) http://www.nama-database.org/index.php/Main_Page

아래의 〈표 31〉은 지금까지 논의한 본 연구의 민감도, 적응능력, 기후노출의 지표와 대리변수, 그리고 각 대리변수가 설명하는 내용과 이들 대리변수와 민감도, 적응능력, 기후노출과의 기능적 관계에 대해 설명한 것이다.

기후노출 부문은 크게 기후학적, 수문학적, 기상학적 요소로 민감도 지표는 크게 자연 지리적 및 토지이용 특성, 인구적 특성, 인프라 등 3가지로 부문으로 구성되어 있으며 적응능력 지표는 인간개발, 빈부감소, 생계보장, 재난위험관리, 생태관리, 공간/토지이용계획, 물적인프라, 제도/정부안정성, 기후변화 제도 및 정책 등 9개의 항목으로 구성되어 있다. 각각의 지표에 관해 개도국의 기후변화 담당공무원과 해당개도국에 종사하는 국제기구, 타 무상원조기관 관련자와의 인터뷰와 자료의 가용성을 토대로 3개 카테고리, 13개 항목에 총 34개의 지표를 선정하였다.

또한 아래 〈표 31〉은 각 대리변수가 설명하는 내용과 이들 대리변수와 민감도, 적응능력, 기후노출 정도간의 기능적 관계를 설명하고 있다. 대리변수가 설명하는 내용과 대리변수 사이의 기능적 관계는 최종적으로 취약성 평가지표를 계산할 때 부호 및 연산과정을 결정짓는 중요한 작업이다(유가영 외, 2008).

표 31 기후변화 취약성 평가지표 변수자료 -기능적 관계

카테고리	항목	지표	대리변수	대리변수가 설명하는 내용	기능적관계
기후 노출	기후학적 관련피해	기후학적 요소	극한기온(혹서, 혹한), 기름, 자연화재 빈도수	기후변화의 심한 정도(기후변화 현상-기후학적 요소)	
	수문학적 관련피해	수문학적 요소	홍수, 폭풍해일, 연인침수 빈도수	기후변화의 심한 정도(기후변화 현상-수문학적 요소)	빈도수 ↑ 기후노출 ↑
	기상학적 관련피해	기상학적 요소	열대성 태풍, 열대성 저기압 빈도수	기후변화의 심한 정도(기후변화 현상-기상학적 요소)	
		생태적민감정도	멸종위기종수(동식물)	자연 및 토지이용으로 인한 동식물 스트레스	종수 ↑ 민감도 ↑
민감도	자연 지리적 및 토지이용 특성	기름민감/ 위험정도	가름지역(전체면적 중 기름지역 %)	기름으로 인한 스트레스 정도	% ↑ 민감도 ↑
		홍수민감/ 위험정도	산림감소변화 %	인간교란 및 자연변화로 의해 야기된 산림감소로 인한 홍수가능성	감소변화 ↑ 민감도 ↑
		연안민감/ 위험정도	해안선의 길이	기후변화 및 범람에 따른 해수면 상승 등으로 받을 수 있는 잠재적 피해	길이 ↑ 민감도 ↑
		인구밀도	인구밀도	기후변화 영향에 의한 인구피해정도의 크기	밀도 ↑ 민감도 ↑
적응 능력	인프라	위험지역 인구분포	해안에서 100km 이내에 거주하는 인구 총 인구 중 가름지역에 거주하는 인구 아동인구(4세이하 인구) 노년인구(65세이상 인구) 원주민인구	기후변화 영향으로부터 직접적 피해가 예상되는 취약인구	인구 ↑ 민감도 ↑
		철도	기차선로의 밀도	기후변화 피해에 노출된 사회기반시설	밀도 ↑ 민감도 ↑
		도로	전체 도로 중 포장된 도로 비율	기후변화 피해에 노출된 사회기반시설	비율 ↑ 민감도 ↑
		교육	식자율(15세 이상 성인 중 글을 읽는 사람들의 비율)	기후변화 적응을 위한 개인의 지식정도	식자율 ↑ 적응능력 ↑
	인간개발	영양	평균적인 식사의 에너지 에너지 공급 적절성	건강에 영향을 끼치는 개인적인 영양 조건	영양 ↑ 적응능력 ↑

키테 고리	항목	지표	대리변수	대리변수가 설명하는 내용	기능적관계
적응 능력	인간개발	보건	전체 인구 중 개선된 위생시설 사용 인구의 비율	건강에 영향을 끼치는 위생시설 접근 비율	비율 ↑ 적응능력 ↑
		의료	인구 1000명 당 병원침상 수	건강에 영향을 끼치는 의료시설 접근 비율	비율 ↑ 적응능력 ↑
	빈부감소	국부	GDP/capita	기후변화 적응을 위한 국가의 경제적 능력	GDP ↑ 적응능력 ↑
		불평등	GINI 계수	적응능력 배양에 부정적 영향을 끼치는 국가소득분배정도	계수 ↑ 적응능력 ↓
	생계보장	개인소득	총 인구 중 일 1.25\$ 이하를 버는 사람의 비율	기후변화 적응을 위한 개인의 경제적 능력	% ↑ 적응능력 ↓
	재난위험 관리	대건설	댐 용량	재난위험을 막는 시설의 위험을 막는 정도	용량 ↑ 적응능력 ↑
	생태관리	산림조림	산림조림변화	산림감소로 인한 부정적 요인을 상쇄시키는 정도	+변화 ↑ 적응능력 ↑
	공간/토지 이용계획	자연보호 지역관리	전체 영토 중 보호구역의 비율	무분별한 개발 억제를 통해 기후변화 피해를 낮추는 정도	비율 ↑ 적응능력 ↑
	물적 인프라	수자원접근	개선된 식수에 접근할 수 있는 교외/ 도시지역 인구	개인의 적응능력에 영향을 미치는 인프라시설 존재 여부	인구 ↑ 적응능력 ↑
			전기혜택을 받는 인구비율	개인의 적응능력에 영향을 미치는 인프라시설 존재 여부	인구비율 ↑ 적응능력 ↑
		전기 및 통신	인구 100명 당 모바일 사용 인구	기후변화 관련 정보의 취득의 용이와 확산을 위한 인프라시설 존재 여부	인구 ↑ 적응능력 ↑
			집에서 인터넷 접속하는 가구수	기후변화 관련 정보의 취득의 용이와 확산을 위한 인프라시설 존재 여부	가구수 ↑ 적응능력 ↑
		부패 제어	부패 제어 케이스 보고수	한 국가의 제도 및 정책의 효율성, 정부안정성을 파악할 수 있는 척도	보고수 ↑ 적응능력 ↑
		정부의 효율성	정부 효율성 케이스 보고수	한 국가의 제도 및 정책의 효율성, 정부안정성을 파악할 수 있는 척도	보고수 ↑ 적응능력 ↑
	제도/ 정부안정성	규제의 질	규제의 질 케이스 보고수	한 국가의 제도 및 정책의 효율성, 정부안정성을 파악할 수 있는 척도	보고수 ↑ 적응능력 ↑
		시민의 능동적인 참여	시민의 능동적인 참여 케이스 보고수	한 국가의 제도 및 정책의 효율성, 정부안정성을 파악할 수 있는 척도	보고수 ↑ 적응능력 ↑
		기후변화 제도 및 정책 관련된 국가계획	NAMA 여부	국가의 기후변화 관련 정책의지의 반영정도	NAMA 존재시, 적응능력 ↑

4.3. 자료의 수집

본 연구는 국가단위 기후변화 취약성 평가분석이므로 무엇보다도 해당 26개국을 공통적으로 다루고 있는 자료의 여부가 지표의 선택과정에서부터 제약적으로 작용하였다. 따라서 해당 26개국을 모두 다루는 자료로 UN 자료(산하기관 포함)을 주로 사용하였으나, UN자료 역시 26개국을 모두 포함하지 않는 경우도 발생하고 있다(아래 <표 32> 참조). 데이터가 존재하지 않는 국가의 경우 표준화 시, 해당지표의 중간값을 부여하였다.

기준년도에 대하여 동일 지표내에서 수집년도가 다른 자료의 경우, 예를 들면 나라별로 상이한 기준년도를 가지는 지표들, 즉 자료 수집에 있어 수집년도가 다른 자료들(예를 들면, 원주민인구, 기차선로의 밀도, 전체 도로 중 포장된 도로 비율, 식자율, GINI 계수, 총 인구 중 일 1.25\$ 이하를 버는 사람의 비율, 집에서 인터넷 접속하는 가구수) 각 국가에서 집계된 가장 최신의 년도의 자료를 사용하였다.

본 연구를 위한 지표선정 과정에 있어 기후노출 자료는 2000-2009년 동안 발생한 기후학적, 수문학적, 기상학적 요소의 기후관련 재해상황의 UNSD 자료를 사용하였다. 민감도와 적응능력 관련한 자료는 IUCN, UNEP, FAO, WDI, WB 등의 국제기구 혹은 국제조직에서 제공하는 자료를 이용하였다.

사용된 대리변수의 출처와 기준년도, 그리고 자료자체가 다루지 않는 제외 국가 들에 관한 정보 등에 관한 내용은 아래 <표 32>과 같다.

표 32 기후변화 취약성 평가지표 변수자료 -출처

카테고리	항목	지표	대리변수	출처	기준년도	비고
기후 노출	기후학적 관련피해	기후학적 요소	극한기온(혹서, 혹한), 가뭄, 자연화재 빈도수	UNSD	2000-2009	
	수문학적 관련피해	수문학적 요소	홍수, 폭풍해일, 연안침수 빈도수	UNSD	2000-2009	
	기상학적 관련피해	기상학적 요소	열대성 태풍, 열대성 저기압 빈도수	UNSD	2000-2009	아제르바이잔, 카메룬, 에티오피아, 가나, 르완다, 우즈베키스탄 제외
		생태적민감정도	멸종위기종수(동식물)	IUCN	2013년 기준	
민감도	자연 지리적 및 토지이용 특성	가뭄민감/ 위험정도	기물지역(전체면적 중 기물지역 %)	UNEP	2000년 기준	콩고 제외
		홍수민감/ 위험정도	산림감소변화(%)	FAO	2000-2010	
		연안민감/ 위험정도	해안선의 길이	UNEP	2001년 기준	콩고 제외
		인구밀도	인구밀도	UNEP	2010년 기준	
	인구적 특성	위험지역 인구분포	해안에서 100km이내에 거주하는 인구	UNEP	2007년 기준	
			총 인구 중 기물지역에 거주하는 인구	UNEP	2000년 기준	
			이동인구(4세이하인구)	UNEP	2010 기준	
		기후취약인구	노인인구(65세이상 인구)	UNEP	2010 기준	
	인프라		원주민인구	wikipedia	나라별로 상이	
		철도	기차선로의 밀도	FAO	나라별로 상이	라오스, 네팔, 파라과이, 르완다, 솔로몬군도, 동티모르 제외
		도로	전체 도로 중 포장된 도로 비율	WDI	나라별로 상이	

카테고리	항목	지표	대리변수	출처	기준년도	비고
적응 능력	인간개발	교육	식자율(15세 이상 성인의 중 글을 아는 사람들의 비율)	WDI	나라별로 상이	슬로몬군도 제외
		영양	평균적인 식사의 에너지 에너지 공급 적절성	FAO	2012-2014	콩고 제외
		보건	전체 인구 중 개선된 위생시설 사용 인구의 비율	WDI	2010년 기준	
		의료	인구 1000명 당 병원침상 수	WDI	2010년 기준	
		국부	GDP/capita	WB	2012년 기준	
	빈부감소	불평등	GINI 계수	WDI	나라별로 상이	동티모르, 슬로몬군도 제외
	생계보장	개인소득	총 인구 중 일 1.25\$ 이하를 버는 사람의 비율	WB	나라별로 상이	콩고, 가나, 몽골, 슬로몬군도, 동티모르, 우즈베키스탄 제외
	재난위험관리	맹간설	댐 용량	UNEP	2008-2012	
	생태관리	산림조림	산림조림변화	UNEP	2005-2010	
	공간/토지이용계획	자연보호지역관리	전체 영토 중 보호구역의 비율	UNEP	2012년 기준	
물적인프라		수자원접근	개선된 식수에 접근할 수 있는 교외/도시지역 인구	UNEP	2010 기준	
		전기 및 통신	전기혜택을 받는 인구비율	WDI	2010년 기준	아제르바이잔, 르완다, 슬로몬군도, 우즈베키스탄 제외
			인구 100명 당 모바일 사용 인구	WDI	2012년 기준	
			집에서 인터넷 접속하는 가구수	ITU	나라별로 상이	에티오피아, 모잠비크, 파키스탄, 르완다, 슬로몬군도, 동티모르, 우간다, 우즈베키스탄 제외
			부패 제어 케이스 보고수	WB	2012년 기준	
	제도/정부인정성	정부의 효율성	정부 효율성 케이스 보고수	WB	2012년 기준	
		규제의 질	규제의 질 케이스 보고수	WB	2012년 기준	
		시민의 능동적인 참여	시민의 능동적인 참여 케이스 보고수	WB	2012년 기준	
		기후변화 관련된 국가계획	NAMA 여부	NAMA-DB	2014년 기준	
	기후변화 제도 및 정책					

적응 능력

4.4. 취약성 평가지표의 계산

취약성 지수산정을 위해 가장 먼저 표준화를 하여야 하는데 본 연구는 Z-스코어 방법을 사용하였다¹⁹⁾. Z-스코어 방법은 자료가 정규분포를 이루지 않으면 왜곡된 결과를 나타낼 수 있으므로 왜곡도 분석을 통하여 왜곡도가 높은 지표에 대해서는 자연로그변화를 취하였다²⁰⁾.

그 다음단계로는 가중치 적용인데 각각의 개별지표에 대해 가중치를 부여하는 방법에 대해 아직 합의된 방법론이 존재하지 않는다(WHO, 2002). 가중치는 다양한 이해당사자의 관점을 반영하기 위해서 정책의 우선순위와 이론적 배경을 잘 알고 있는 전문가의 의견에 따라 부여될 수 있다. 따라서 가중치를 산정하는 것은 주관적인 평가과정이라 할 수 있다. 가중치는 복합지표 결과 및 순위변화에 크게 영향을 미치므로 가중치는 적어도 명확하게 서술된 이론적인 틀을 바탕으로 선택되어야 한다(WHO, 2002). 본 연구는 앞서 서술한 바와 같이 전문가 설문조사를 바탕으로 AHP 분석을 통하여 가중치를 도출하였다. 가중치를 적용한 지수는 기후노출, 민감도, 적응능력 부분별 각 지표의 표준화 값에 지표별 종합가중치를 곱한 후 합산하여²¹⁾ 산정한다.

$$\begin{aligned} \text{기후노출 지수} &= \sum_{i=1}^a \text{기후노출} (a_i W_i) \\ \text{민감도 지수} &= \sum_{i=1}^b \text{자연지리적특성} (a_i X_i) + \sum_{i=1}^c \text{인구적특성} (b_i Y_i) + \sum_{i=1}^d \text{인프라} (c_i Z_i) \\ \text{적응 지수} &= \sum_{i=1}^e \text{인간개발} (a_i R_i) + \sum_{i=1}^f \text{빈부감소} (b_i S_i) + \sum_{i=1}^g \text{생계보장} (c_i T_i) + \sum_{i=1}^h \text{재난관리} (d_i U_i) + \\ &\quad \sum_{i=1}^i \text{생태관리} (e_i V_i) + \sum_{i=1}^j \text{공간관리} (f_i W_i) + \sum_{i=1}^k \text{인프라} (g_i X_i) + \sum_{i=1}^l \text{제도} (h_i Y_i) + \sum_{i=1}^m \text{기후정책} (i_i Z_i) \\ \text{기후변화 영향지수} &= \text{기후노출지수} + \text{민감도 지수} \\ \text{취약성 지수} &= \text{기후노출지수} + \text{민감도 지수} + \text{적응 지수} \\ \text{※ } a_i, b_i, c_i, d_i, e_i, f_i, g_i, h_i, i_i, \text{는 지표별 가중치이며, } R_i, S_i, T_i, U_i, V_i, W_i, X_i, Y_i, Z_i \text{는 각 부문별 지표(표준화값)} \\ &\quad \text{을 의미함} \end{aligned}$$

19) 표준화 방법에 대해서는 <표 24> 참조

20) 왜곡도 값이 2 이상인 지표에 대해서는 엑셀에서 자연로그(LN)를 취하여 데이터의 왜도(skewness)를 보정하였다.

21) 각 대리변수에 대한 부호결정은 평가지표 산정 이전에 계산하여야 하는데, 표준화방법이 기준선과의 차이 방법이나 z-스코어방법처럼 어떤 기준에 대한 상대적 거리로 표현된다면 임의적 부호를 결정할 필요 없이 기준보다 큰 수에는 양수, 기준보다 적은 수에는 음수가 부여될 것이다. 합산의 부호에 있어서는 민감도 및 기후노출에 해당하는 변수에 양의 부호를 부여하고 적응능력에 해당하는 변수에 음의 부호를 부여하였다.

5. 기후변화 취약성 평가 결과

5.1. 산술평균에 의한 취약성 지수

5.1.1. 부문별 지표 항목의 분포

1) 기후노출

아래의 <표 33>는 산술평균에 의해 계산된 26개 중점협력국의 기후노출 순위이다. 기후학적 요소, 수문학적 요소, 기상학적 요소를 종합한 기후노출은 방글라데시, 필리핀, 베트남, 파키스탄 등이 높게 나타났으며 우즈베키스탄, 라오스, 솔로몬 군도, 동티모르 등이 낮게 나타났다. 전체적인 순위로 볼 때 일반적으로 아시아의 국가들이 상위 그룹에 속하면서 이 지역에 대한 자연적인 기후변화로 인한 기후노출 빈도가 지난 2000-2009년 동안 잦았음을 설명하고 있다.

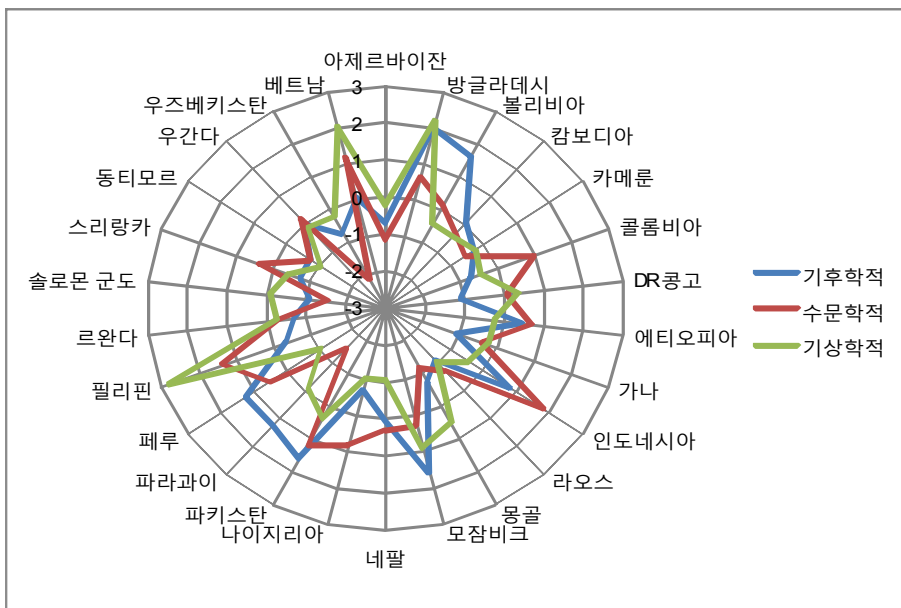
표 33 산술평균에 의한 기후노출 순위

순위	국가	순위	국가	순위	국가
1	방글라데시	10	우간다	19	르완다
2	필리핀	11	콜롬비아	20	몽골
3	베트남	12	파라과이	21	가나
4	파키스탄	13	네팔	22	아제르바이잔
5	모잠비크	14	DR 콩고	23	동티모르
6	인도네시아	15	캄보디아	24	솔로몬 군도
7	볼리비아	16	스리랑카	25	라오스
8	에티오피아	17	나이지리아	26	우즈베키스탄
9	페루	18	카메룬		

아래의 <그림 9>는 기후노출 지표 항목별 기후노출을 나타낸 것이다. 극한 기온, 가뭄, 자연화재 빈도수를 나타내는 기후학적 요소는 방글라데시, 볼리비아, 모잠비크가 높게 나

타났으며, 홍수, 폭풍해일, 연안침수 빈도수를 나타내는 수문학적 요소는 인도네시아, 필리핀, 파키스탄, 베트남 등이 높게 나타났다. 열대성 태풍, 열대성 저기압 빈도수를 나타내는 기상학적 요소는 필리핀, 방글라데시, 베트남 등에서 높게 나타났다. 방글라데시, 필리핀, 베트남 이 세 개의 국가의 경우 3개의 기후노출 지표 중 2개의 지표에서 상위 순위국가에 해당되고 있음을 알 수 있는데 이는 전체 기후노출 순위를 결정하는 근거가 되고 있다고 추측된다.

그림 9 기후노출 지표 항목별 분포



2) 민감도

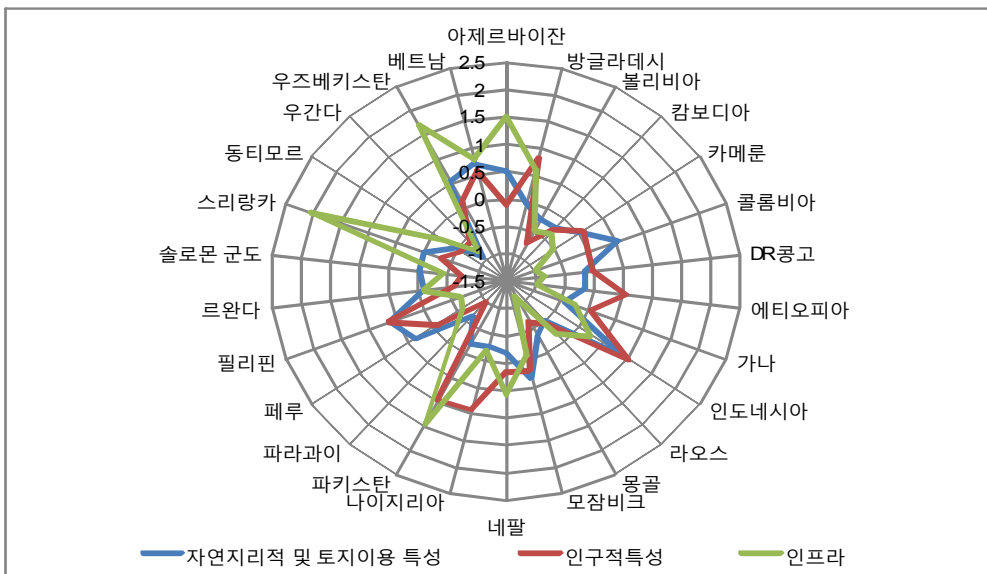
아래의 <표 34>는 산술평균에 의해 계산된 26개 중점협력국의 민감도 순위이다. 자연 지리적 및 토지이용 특성, 인구적 특성, 인프라요소를 종합한 민감도는 우즈베키스탄, 파키스탄, 인도네시아, 베트남 등이 높게 나타났는데 이는 26개 중점협력국 민감도의 지역적 편중을 보여주기도 한다. 즉 아시아 지역과 중동-독립국가연합 지역에 속한 국가들의 민감도 순위가 다른 나라에 비해 높게 나타나는 것을 알 수 있다.

표 34 산술평균에 의한 민감도 순위

순위	국가	순위	국가	순위	국가
1	우즈베키스탄	10	나이지리아	19	DR 콩고
2	파키스탄	11	모잠비크	20	라오스
3	인도네시아	12	페루	21	솔로몬 군도
4	베트남	13	카메룬	22	동티모르
5	아제르바이잔	14	콜롬비아	23	볼리비아
6	스리랑카	15	에티오피아	24	파라과이
7	방글라데시	16	가나	25	몽골
8	네팔	17	캄보디아	26	우간다
9	필리핀	18	르완다		

아래의 <그림 10>는 민감도 지표 항목별 분포를 나타낸 것이다. 자연지리적 및 토지이용 특성 부문에서는 인도네시아, 베트남, 필리핀, 콜롬비아, 우즈베키스탄이, 인구적 특성 부문에서는 인도네시아, 파키스탄, 나이지리아, 방글라데시가 높게 상위국가에 속하고 있다. 인프라부문에서는 스리랑카, 우즈베키스탄, 아제르바이잔, 파키스탄, 베트남 등이 높게 나타났다.

그림 10 민감도 지표 항목별 분포



3) 적응능력

아래의 <표 35>는 산술평균에 의해 계산된 26개 중점협력국의 적응능력 순위이다. 인간개발, 빈부감소, 생계보장, 재난위험관리, 생태관리, 공간/토지이용계획, 물적 인프라, 제도/정부안정성, 기후변화 제도 및 정책을 종합한 적응능력은 콜롬비아, 가나, 페루, 나이지리아, 모잠비크 등이 높게 나타났다. 반면에 솔로몬 군도, 동티모르, 방글라데시, DR 콩고, 라오스는 적응능력이 낮은 국가로 나타났다.

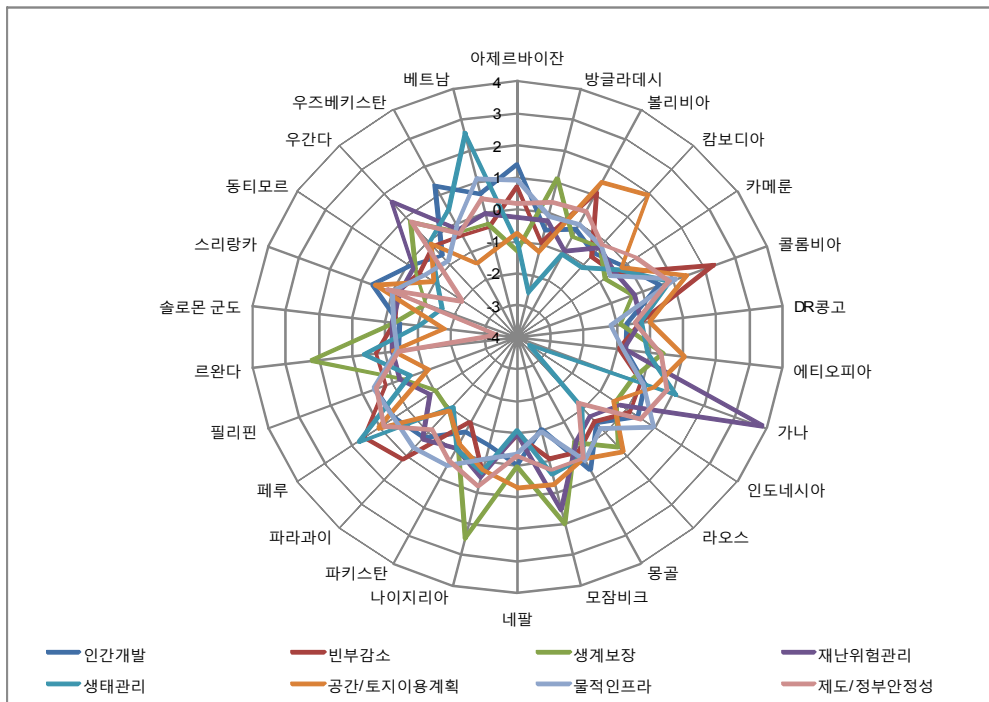
표 35 산술평균에 의한 적응능력 순위

순위	국가	순위	국가	순위	국가
1	콜롬비아	10	볼리비아	19	카메룬
2	가나	11	아제르바이잔	20	인도네시아
3	페루	12	필리핀	21	네팔
4	나이지리아	13	파라과이	22	라오스
5	모잠비크	14	우즈베키스탄	23	DR 콩고
6	베트남	15	캄보디아	24	방글라데시
7	우간다	16	파키스탄	25	동티모르
8	르완다	17	에티오피아	26	솔로몬 군도
9	몽골	18	스리랑카		

아래의 <그림 11>는 적응능력 지표 항목별 분포를 나타낸 것인데, 인간개발 부문은 아제르바이잔, 우즈베키스탄, 몽골, 스리랑카, 베트남, 콜롬비아가 높게 나타나고 있으며, 빈부감소 부문은 콜롬비아, 페루, 파라과이, 볼리비아, 아제르바이잔이 다른 나라보다 높다. 생계보장의 경우는 나이지리아, 르완다, 모잠비크, 방글라데시, 우간다가 상위 국가로 나타났으며, 재난위험관리 부문에 있어서는 가나, 우간다, 모잠비크, 나이지리아, 파라과이가 적응능력이 높으며 생태관리는 베트남, 페루, 가나, 콜롬비아, 르완다가 높은 것으로 나타났다. 공간/토지이용계획을 통한 적응능력은 캄보디아, 볼리비아, 콜롬비아, 에티오피아, 페루가 높으며 물적인프라의 적응능력은 콜롬비아, 베트남, 인도네시아, 아제르바이잔, 파라과이가 높은 나라인 것으로 나타났다. 제도 및 제도 안전성의 경우 콜롬비아, 페루, 가나, 나이지리아, 우간다가 다른 나라에 비해 높게 나타났다. 기후변화 정책은

오직 NAMA 정책의 존재 여부만을 가렸는데 NAMA 작성 및 참여를 하고 있는 10개국 이(라오스, 몽골, 베트남, 아제르바이잔, 우간다, 인도네시아, 콜롬비아, 파키스탄, 페루, 필리핀) 기후변화 정책으로 인한 적응능력이 있는 나라로 나타났다.

그림 11 적응능력 지표 항목별 분포



5.2. 가중치를 고려한 취약성 지수

5.2.1. AHP 분석 결과

1) 계층별 가중치

지표에 의한 가중치 적용을 위해 26개 중점협력국 기후변화 전문가를 대상으로 계층분석(AHP) 설문조사를 실시²²⁾하였다. KOICA 지역사무소 중 26개 국가에 해당하는 사무

22) 2014년 11월3일부터 11.20일까지 17일간 실시

소에 설문지를 배포하였으며 이중 18개 국가 KOICA 지역사무소(국가 응답률 69.23%)에서 설문에 응답하였으며 총 35개 설문응답이 회수되었다. 설문응답자는 26개 해당국가의 환경/기후변화 담당 공무원 및 정부 관계자(22인), 해당국가에서 근무하고 있는 UN 및 국제기구 직원(7인), OXFARM과 같은 국제 구호단체 및 국제기관 종사자(4인), 타 원조 기관 직원(2인) 등으로 구성되어 있으며 평균 환경/기후 관련 종사년수는 6.65년이었다. 이들의 응답 분석을 위한 프로그램으로 엑셀 프로그램을 사용하였다.

표 36 AHP 분석 결과에 따른 취약성 지표 가중치 결과

계층 1		계층 2		계층 3	
기후 노출	0.220	기후학적 요소	0.483	기후학적 재해빈도	0.483
		수문학적 요소	0.305	수문학적 재해빈도	0.305
		기상학적 요소	0.212	기상학적 재해빈도	0.212
민감도	0.378	자연 지리적 및 토지이용 특성	0.514	생태적 민감정도	0.314
				가뭄민감 위험정도	0.229
				홍수민감/위험정도	0.348
				연안민감/위험정도	0.110
		인구적 특성	0.207	인구밀도	0.147
				위험지역 인구분포	0.449
				기후취약인구	0.404
		인프라	0.279	철도	0.285
				도로	0.715
				교육	0.284
적응 능력	0.402	인간개발	0.105	영양	0.265
				보건	0.287
				의료	0.165
				국부	0.476
				불평등	0.524
		빈부감소	0.140	개인소득	0.147
				댐건설	0.111
				산림조림	0.121
		생계보장	0.147	자연보호 지역관리	0.112
				수자원접근	0.706
				전기 및 통신	0.294
		재난위험 관리	0.111	부패 제어	0.155
				정부의 효율성	0.399
				규제의 질	0.204
		생태관리	0.121	시민의 능동적인 참여	0.241
				기후변화와 관련된 국가계획	0.119
		공간/토지 이용계획	0.112		
		물적인프라	0.068		
		제도/정부 안정성	0.078		
		기후변화 제도 및 정책	0.119		

상기 <표 36>은 본 연구가 실시한 설문을 바탕으로 AHP 분석을 한 결과인 취약성 지표 가중치 결과를 보여준다. 가장 상위 계층인 기후노출, 민감도, 적응능력 중에서는 적응능력이 0.402로 가중치가 가장 높았으며, 그 다음이 민감도로 0.378, 마지막으로 기후노출이 0.220으로 나타났다(그림 12 참조).

그림 12 기후노출, 민감도, 적응능력 가중치

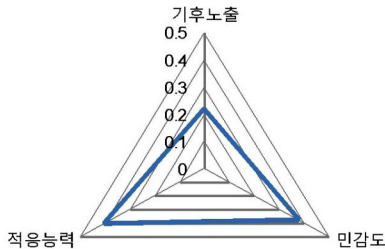


그림 13 기후노출 하위 지표 가중치

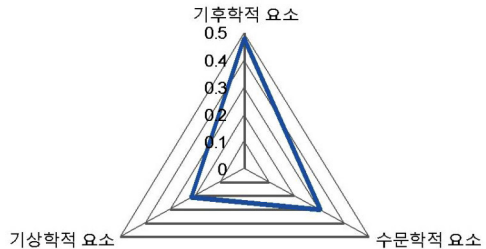


그림 14 민감도 하위 지표 가중치

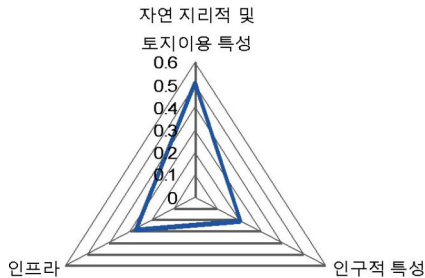
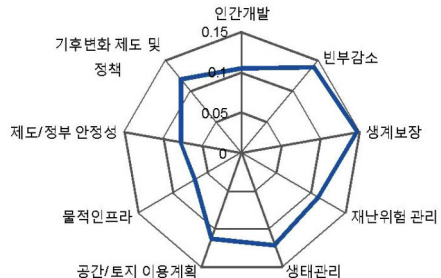


그림 15 적응능력 하위 지표 가중치



<그림 13>에서 <그림 15>는 기후노출, 민감도, 적응능력의 하위지표 가중치를 그림으로 나타낸 것이다. 기후노출 부문의 기후학적 요소, 수문학적 요소, 기상학적 요소 중 기후학적 요소가 0.483으로 가장 높았고, 그 다음으로 수문학적 요소가 0.305로 그 뒤를 따랐다. 마지막으로 기상학적 요소가 0.212로 이에 대한 가중치는 가장 낮았다. 민감도 부문의 경우 자연 지리적 및 토지이용 특성, 인구적 특성, 인프라 중에 자연 지리적 및 토지이용 특성이 0.514로 가장 높게 나타났으며 인프라(0.279)와 인구적 특성(0.207)이 각각 그 뒤를 따랐다. 적응능력 부문은 인간개발, 빈부감소, 생계보장, 재난위험관리, 생

태관리, 공간/토지이용계획, 물적인프라, 제도/정부안정성, 기후변화 제도 및 정책 중 생계보장이 0.147로 가장 높았고, 그 다음으로는 빈부감소(0.14), 생태관리(0.121), 기후변화제도(0.119), 공간/토지 이용계획(0.112), 재난위험 관리(0.111), 인간개발(0.105), 제도/정부 안정성(0.078), 물적인프라(0.068)이 각각 그 뒤를 따르고 있다.

2) 최종가중치

표 37 평가지표의 최종 가중치 결과

계층 1		계층 2		계층 3	
기후 노출	0.220	기후학적 요소	0.106	기후학적 재해빈도	0.106
		수문학적 요소	0.067	수문학적 재해빈도	0.067
		기상학적 요소	0.047	기상학적 재해빈도	0.047
민감도	0.378	자연 지리적 및 토지이용 특성	0.194	생태적 민감정도	0.061
				가뭄민감 위험정도	0.044
				홍수민감/위험정도	0.068
				연안민감/위험정도	0.021
		인구적 특성	0.078	인구밀도	0.011
				위험지역 인구분포	0.035
				기후취약인구	0.032
		인프라	0.105	철도	0.030
				도로	0.075
적응 능력	0.402	인간개발	0.042	교육	0.012
				영양	0.011
				보건	0.012
				의료	0.007
		빈부감소	0.056	국부	0.027
				불평등	0.029
		생계보장	0.059	개인소득	0.059
		재난위험 관리	0.045	댐건설	0.045
		생태관리	0.049	산림조림	0.049
		공간/토지 이용계획	0.045	자연보호 지역관리	0.045
		물적인프라	0.027	수자원접근	0.019
				전기 및 통신	0.008
		제도/정부 안정성	0.031	부패 제어	0.005
				정부의 효율성	0.013
				규제의 질	0.006
				시민의 능동적인 참여	0.008
		기후변화 제도 및 정책	0.048	기후변화와 관련된 국가계획	0.048

상기 <표 37>은 평가지표의 최종 가중치 결과를 나타낸 것이다. 계층 2간의 항목을 비교하여 볼 때(<표 38>참조), 이 중에는 민감도의 자연지리적 및 토지이용 특성 항목이 가장 높으며(0.194), 그 뒤를 기후학적 요소(기후노출, 0.106), 인프라(민감도, 0.105), 인구적 특성(민감도, 0.078), 수문학적 요소(기후노출, 0.067)가 따르고 있다. 특히 상위 순위(1-5위) 항목이 모두 민감도와 기후노출 카테고리에 속한 지표들이며 적응능력 지표들은 상대적으로 낮은 가중치를 보이고 있다

표 38 계층 2의 가중치 순위

	지표	카테고리	가중치
1	자연지리적 및 토지이용 특성	민감도	0.194
2	기후학적 요소	기후노출	0.106
3	인프라	민감도	0.105
4	인구적 특성	민감도	0.078
5	수문학적 요소	기후노출	0.067
6	생계보장	적응능력	0.059
7	빈부감소	적응능력	0.056
8	생태관리	적응능력	0.049
9	기후변화제도 및 정책	적응능력	0.048
10	기상학적 요소	기후노출	0.047
11	재난위험 관리	적응능력	0.045
12	공간/토지 이용계획	적응능력	0.045
13	인간개발	적응능력	0.042
14	제도/정부 안정성	적응능력	0.031
15	물적인프라	적응능력	0.027

아래 <표 39>는 계층 3간의 가중치의 순위를 보여주고 있다. 계층 3 항목 중에는 기후노출의 기후학적 재해빈도 항목이 가장 높게(0.106) 나타났으며, 그 뒤를 도로(민감도, 0.075), 홍수 민감/위험정도(민감도, 0.068), 수문학적 재해빈도(기후노출, 0.067), 생태적 민감정도(민감도, 0.061)가 따르고 있다. 계층 3 순위 역시 상위 순위(1-5위) 항목이 모두 민감도와 기후노출 카테고리에 속한 지표들이며 적응능력 지표들은 상대적으로 낮은 가중치를 보이고 있다.

표 39 계층 3의 가중치 순위

	지표	카테고리	가중치
1	기후학적 재해빈도	기후노출	0.106
2	도로	민감도	0.075
3	홍수민감/위험정도	민감도	0.068
4	수문학적 재해빈도	기후노출	0.067
5	생태적 민감정도	민감도	0.061
6	개인소득	적응능력	0.059
7	산림조림	적응능력	0.049
8	기후변화와 관련된 제도 및 정책	적응능력	0.048
9	기상학적 재해빈도	기후노출	0.047
10	댐건설	적응능력	0.045
11	자연보호 지역관리	적응능력	0.045
12	가뭄민감 위험정도	민감도	0.044
13	위험지역 인구분포	민감도	0.035
14	기후취약인구	민감도	0.032
15	철도	민감도	0.03
16	불평등	적응능력	0.029
17	국부	적응능력	0.027
18	연안민감/위험정도	민감도	0.021
19	수자원접근	적응능력	0.019
20	정부의 효율성	적응능력	0.013
21	교육	적응능력	0.012
22	보건	적응능력	0.012
23	인구밀도	민감도	0.011
24	영양	적응능력	0.011
25	전기 및 통신	적응능력	0.008
26	시민의 능동적인 참여	적응능력	0.008
27	의료	적응능력	0.007
28	규제의 질	적응능력	0.006
29	부패 제어	적응능력	0.005

아래의 <표 40>은 가중치를 고려하여 계산된 26개 중점협력국의 기후노출 순위이다. 기후학적 요소, 수문학적 요소, 기상학적 요소를 가중치를 적용하여 종합한 기후노출은 방글라데시, 파키스탄, 모잠비크, 인도네시아, 필리핀 등이 높게 나타났으며 우즈베키스

탄, 솔로몬군도, 라오스, 동티모르, 아제르바이잔 등이 낮게 나타났다. 앞서 보인 산술평균에 의한 26개 중점협력국의 기후노출 순위와 비교하여 볼 때 (〈표 33 참조〉) 순위에 있어서 약간의 변화가 있을 뿐 많은 국가들이 산술평균 결과와 크게 다르지 않음을 알 수 있다.

표 40 가중치를 고려한 기후노출 국가순위

순위	국가	순위	국가	순위	국가
1	방글라데시	10	파라과이	19	르완다
2	파키스탄	11	우간다	20	몽골
3	모잠비크	12	네팔	21	가나
4	인도네시아	13	콜롬비아	22	아제르바이잔
5	필리핀	14	캄보디아	23	동티모르
6	베트남	15	나이지리아	24	라오스
7	볼리비아	16	스리랑카	25	솔로몬군도
8	페루	17	카메룬	26	우즈베키스탄
9	에티오피아	18	DR콩고		

아래의 〈표 41〉는 가중치를 고려하여 계산된 26개 중점협력국의 민감도 순위이다. 자연지리적 및 토지이용 특성, 인구적 특성, 인프라요소를 가중치를 고려하여 종합한 민감도는 인도네시아, 우즈베키스탄, 베트남, 아제르바이잔, 스리랑카 등이 높게 나타났는데 이 역시 산술평균에 의해 계산된 상위 5위권 국가들과 순위의 변동만 있을 뿐 거의 같게 나타나고 있다. 특징적으로는 아시아 지역과 중동—독립국가연합 지역에 속한 국가들의 민감도 순위가 다른 나라에 비해 높게 나타나는 것을 알 수 있다.

표 41 가중치를 고려한 민감도 국가순위

순위	국가	순위	국가	순위	국가
1	인도네시아	10	방글라데시	19	라오스
2	우즈베키스탄	11	콜롬비아	20	캄보디아
3	베트남	12	페루	21	솔로몬군도
4	아제르바이잔	13	르완다	22	가나
5	스리랑카	14	카메룬	23	몽골
6	파키스탄	15	에티오피아	24	동티모르
7	네팔	16	DR콩고	25	파라과이
8	필리핀	17	나이지리아	26	우간다
9	모잠비크	18	볼리비아		

아래의 <표 42>는 가중치를 적용하여 계산된 26개 중점협력국의 적응능력 순위이다. 인간개발, 빈부감소, 생계보장, 재난위험관리, 생태관리, 공간/토지이용계획, 물적 인프라, 제도/정부안정성, 기후변화 제도 및 정책을 가중치를 고려하여 종합한 적응능력은 페루, 가나, 베트남, 콜롬비아, 아제르바이잔 등이 적응능력이 높은 상위 5개 국가로 나타났는데 상기 산술평균에 의한 적응능력 결과와 비교해 볼 때 가중치를 적용하였을 때 순위의 변동과 함께 아제르바이잔이 적응능력 점수가 높게 나온 것을 알 수 있다. 반면에 솔로몬군도, 르완다, 방글라데시, 동티모르 등이 적응능력이 낮은 국가들로 나타났는데 이는 역시 산술평균에 의한 적응능력 결과와 비교해 볼 때 가중치를 적용하였을 때 순위의 변동이 다소 크게 있음을 알 수 있다. 특히 산술평균 적용 시 상위 4, 5위 국가였던 나이지리아, 모잠비크의 경우, 가중치를 고려하였을 시, 순위 변동이 크게 있음을 알 수 있다.

표 42 가중치를 고려한 적응능력 국가순위

순위	국가	순위	국가	순위	국가
1	페루	10	필리핀	19	네팔
2	가나	11	우간다	20	모잠비크
3	베트남	12	우즈베키스탄	21	라오스
4	콜롬비아	13	카메룬	22	나이지리아
5	아제르바이잔	14	인도네시아	23	동티모르
6	몽골	15	파라과이	24	방글라데시
7	파키스탄	16	에티오피아	25	르완다
8	스리랑카	17	볼리비아	26	솔로몬군도
9	캄보디아	18	DR콩고		

아래의 <표 43>은 가중치를 고려한 26개국 중점협력국 기후변화 종합취약성 국가순위와 함께 각국이 속한 지역 및 소득정도를 보여주고 있다. 보이는 바와 같이 기후변화 취약성이 높은 상위 5개 국가는 방글라데시, 인도네시아, 모잠비크, 파키스탄, 필리핀 등으로 이 5개 국가 중 4개의 국가가 아시아 국가임을 알 수 있다. 반면에 종합취약성의 소득별 차이는 크게 작용하지 않는 것으로 보여진다.

<표 43>를 앞의 <표 40> 가중치를 고려한 기후노출 국가순위와 비교하여 보았을 때 순위는 다르나 상위 5개 국가명과 정확히 일치함을 알 수 있다. 이를 통해 본 취약성 지수가 적응능력, 민감도, 기후노출 순서로 가중치를 적용하여 산출했음에도 불구하고 기후노출 지표가 민감도에 직간접적으로 영향을 미침으로서²³⁾ 종합취약성 순위가 높게 나온 것으로 보여진다. 따라서 취약성 가중치가 적응능력, 민감도, 기후노출 순서로 적용되었다 하더라도 기후변화로 인한 절대적 피해 정도는 종합 취약성 순위에 영향을 크게 미친다고 보여진다. 또한 적응능력의 가중치가 크고 민감도와 기후노출 가중치가 적게 적용되었다 하더라도, 이 두 항목에서 고려한 대리 변수의 수가 적응능력과 비교하여 볼 때 작으므로, 이 두 항목의 대리변수가 종합 취약성 지수에 크게 영향을 미친 것으로 보인다.

23) 가중치를 고려한 민감도 국가순위(<표 41> 참조)를 보았을 때 위의 5개 국가는 민감도 상위 10개 국가에 모두 포함되어 있다.

표 43 가중치를 고려한 26개국 중점협력국 기후변화 취약성 국가순위

순위	국가	지역	소득	순위	국가	지역	소득	순위	국가	지역	소득
1	방글라데시	아시아	최빈	10	에티오피아	아프리카	최빈	19	페루	중남미	고
2	인도네시아	아시아	저중	11	스리랑카	아시아	저중	20	동티모르	아시아	최빈
3	모잠비크	아프리카	최빈	12	우즈베키스탄	중동, CIS	저중	21	콜롬비아	중남미	고
4	파키스탄	아시아	저중	13	나이지리아	아프리카	최빈	22	캄보디아	아시아	최빈
5	필리핀	아시아	저중	14	DR콩고	아프리카	최빈	23	라오스	아시아	최빈
6	베트남	아시아	저중	15	솔로몬군도	오세아니아	최빈	24	우간다	아프리카	최빈
7	네팔	아시아	최빈	16	카메룬	아프리카	저중	25	몽골	아시아	저중
8	르완다	아프리카	최빈	17	아제르바이잔	중동, CIS	고	26	가나	아프리카	저중
9	볼리비아	중남미	저중	18	파라과이	중남미	저중				

주- 최빈: 최빈국, 저중: 저중소득국, 고: 고소득국

2) 중점협력국 지역별/소득별 가중치 비교

본 장에서는 설문에 응답한 35개의 설문지를 지역별/소득별 분류를 통하여 이 두가지의 분류를 통해 가중치의 변화가 있는지 살펴보고자 한다.

첫 번째로, <그림 16>에서 <그림 19>는 응답한 국가를 지역별로 나누어 가중치의 결과의 차이를 비교한 것이다.

그림 16 아시아 가중치

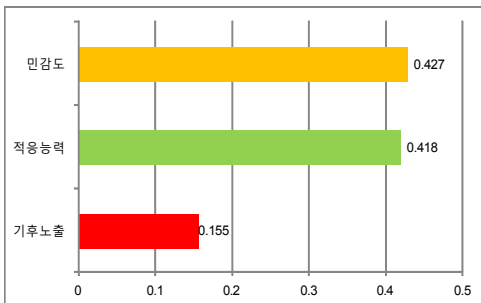


그림 17 아프리카 가중치

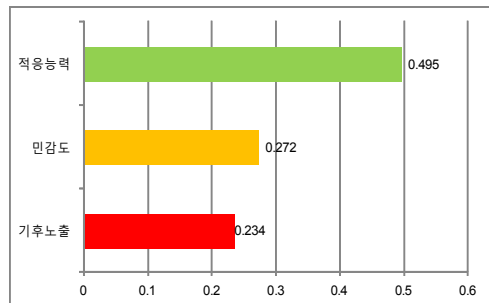


그림 18 중남미 가중치

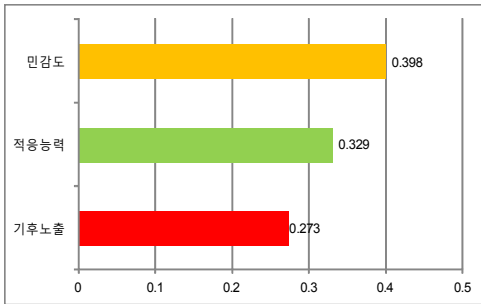
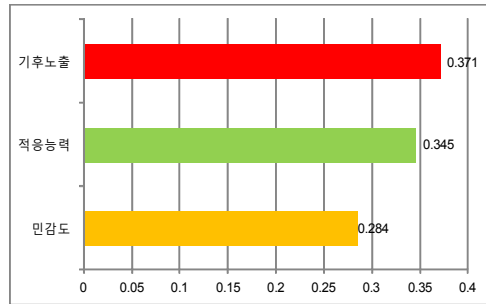


그림 19 중동, CIS 가중치



앞의 <표 33>은 지난 10년간 기후변화로 인해 발생한 기후노출 빈도수를 보여주고 있는데 아시아의 국가가 대부분 상위순위를 차지하고 있다. 남미와, 아프리카가 중위순위를, 중동, CIS지역이 하위순위를 차지하고 있는 등 기후노출에 있어서 지역적인 차이가 발생하고 있다. 기후변화로 인한 영향에 비교적 많이 노출되어 있는 아시아와 중남미의 경우 민감도>적응능력>기후노출 순의 같은 패턴으로 가중치의 중요도를 나타내고 있다. 이 두 지역은 기후노출에 비교적 많이 노출되어 있는 지역임에도 불구하고 취약성 인식에 있어서는 기후노출이 가장 작게 나온 것은 흥미 있는 결과라고 보여진다. 아프리카의 경우 가중치 순위가 적응능력>민감도> 기후노출로 나왔는데 특히 적응능력이 다른 두 부분에 비해 압도적으로 높게 나타났다. 중동-CIS 지역의 경우 기후노출은 다른 지역에 비해 낮음에도 불구하고 기후노출을 취약성을 구성하는 큰 요소로 인식하고 있는 것도 다른 지역과 비교하여 볼 때 큰 인식의 차이라고 여겨진다.

반면에 아래 <그림 20>에서 <그림 22>는 26개 중점협력국가를 소득별로 나누어 가중치의 결과의 차이를 비교한 것이다. 최빈국과 저중소득국에 있어서는 비중이 높은 가중치의 순서가 민감도>적응능력>기후노출로 같은 순서로 나타나고 있으며 고소득국의 경우 적응능력>기후노출>민감도로 기후변화 취약성에 있어서 적응능력이 취약성을 가장 크게 좌우하는 요인으로 보고 있다. 최빈국과 저중소득국이 취약성에 가장 영향을 미치는 요인으로 민감도라고 의식하고 있는 반면에 고소득국은 가장 적은 영향을 미치고 있다고 인식하고 있다는 것은 큰 차이라고 여겨진다.

그림 20 최빈국 가중치

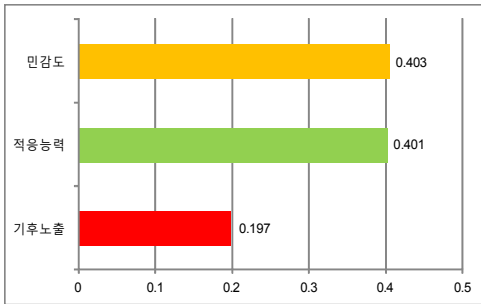


그림 21 저중소득국 가중치

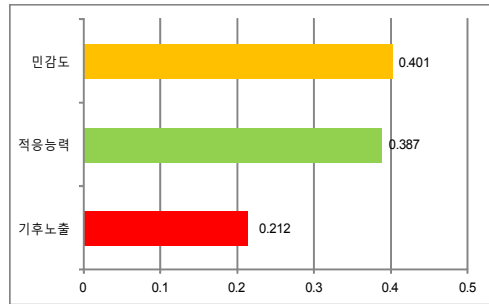
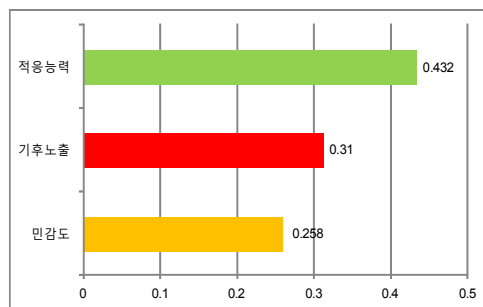


그림 22 고소득국 가중치

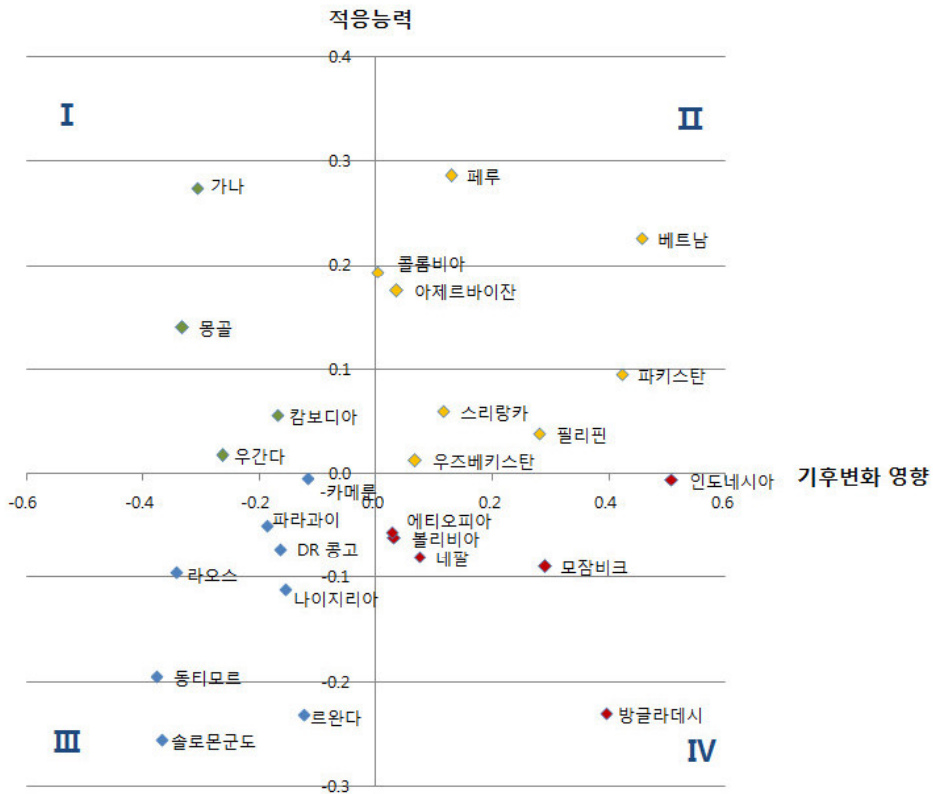


5.2.2. 각국별 기후변화 영향과 적응능력 유형 분석

본 장에서는 각국별 기후변화 취약성 점수를 바탕으로 각국별 기후변화 영향과 적응능력 유형을 살펴보았다. 아래 <그림 23>에서 보듯이 기후변화 영향과 적응능력의 유형을 보여주고 있으며 X축은 기후변화 영향²⁴⁾, Y축은 적응능력을 나타낸다. 그림에서 보듯이 기후변화 영향과 적응능력간의 관계는 크게 4가지 유형으로 나누어 볼 수 있는데 그 유형별 특징은 아래와 같다.

24) 기후변화 영향은 기후노출지수와 민감도지수를 합하여 계산하였다(이에 대한 설명은 '4.4. 취약성 평가지표의 계산'을 참조).

그림 23 각국별 기후변화 잠재영향과 적응능력 유형



1) I - 기후변화 영향 작고 적응능력이 높은 유형

I 유형은 기후변화 영향 작고 적응능력이 높은 유형으로 실제 <표 43> 기후변화 종합 취약성 국가순위에서 취약성이 낮은 국가에 속하는 국가그룹이라고 할 수 있다. 하지만 수치상으로 볼 때 절대적인 적응능력이 높기 보다는 기후노출 빈도가 다른 지역에 비해 낮고 또한 기후노출로 인한 민감한 정도가 낮기 때문에 전체 취약성이 낮은 그룹으로 나타난 것으로 여겨진다.

같은 그룹에 있더라도 기후노출, 민감도, 적응능력의 정도는 다르게 나타나는데, 몽골과 가나의 경우 기후노출과 민감도가 낮고 반면에 적응능력은 크게 나타나는 이 그룹의 전형적인 예라고 할 수 있다. 따라서 미래 기후변화로 인한 불확실한 영향으로부터 취약성이 낮은 국가로 지속적으로 유지되기 위해서는 적응능력을 강화하는데 초점을 두고 국

가기후정책의 수립이 이루어지고, ODA 사업 역시 이 부분에 초점을 두고 추진되어야 한다. 우간다의 경우 기후노출 정도(11위)에 비해 민감도는 제일 낮으며(26위) 반면에 적응능력은 중위권(11위)에 머물러 있다. 우간다의 적응능력내용을 보면 상대적으로 ‘전기 및 통신’ 지표 점수가 낮은 것으로 보이는 바(부록 2 참조), 이를 위한 지원이 이루어 질 때 적응능력이 높아질 수 있다고 여겨진다. 캄보디아의 경우 기후노출 정도(14위)에 비해 민감도는 낮으며(20위) 반면에 적응능력은 9위에 머물러 있다. 캄보디아는 민감도가 낮은 편이나 민감도 세부내용을 보면 연안민감정도가 높은 편이며 또한 해안지역인구가 높은 편이다(부록 2 참조). 따라서 캄보디아는 연안지역 대상의 기후변화 적응 인프라설비 및 해당 정책이 요구된다.

2) II - 기후변화 영향 크고 적응능력이 높은 유형

II 유형은 기후변화로 인한 잠재적 영향이 크지만 동시에 적응능력도 높은 그룹으로 전체 취약성 순위는 기후노출, 민감도, 적응능력의 각각의 점수에 따라 고르게 퍼져 있다. 가령 같은 그룹 안에서도 기후변화 영향이 큰 베트남, 파키스탄, 필리핀은 전체 취약성 국가순위 중 상위를 차지하고 있으며 적응능력의 점수가 높은 페루, 콜롬비아, 아제르바이잔은 취약성 국가순위 중 하위를 차지하고 있다. 즉 이 그룹은 전반적으로 기후변화의 영향에 많이 노출되어 있으나 적응능력에 따라 종합취약성 점수는 다양한 편차를 보임에 따라 이 그룹의 기후변화 대응 정책 및 ODA 사업은 지역의 여건에 따라 차별화할 필요가 있다. 예를 들면 베트남, 파키스탄, 필리핀은 기후노출 순위가 높은 뿐만 아니라 이로 인한 민감도 역시 높은 국가로 이들 국가는 기후노출로 인한 민감도를 낮추는 접근과 함께 이를 위한 적응능력 강화 및 증진에 초점을 두는 사업지원 및 정책접근이 필요하다. 콜롬비아는 기후노출과 민감도 모두 중위권이나(각각 13위, 11위) 적응능력은 상위(4위)로 이 나라는 민감도를 낮추기 위한 노력이 요구되는데 민감도 세부내용을 보면 연안민감정도가 높은 편이며 또한 해안지역인구가 높은 편이다(부록 2 참조). 따라서 콜롬비아는 연안지역 대상의 기후변화 적응 인프라설비 및 해당 정책이 요구된다. 아제르바이잔은 기후노출은 낮지만(22위) 민감도와 적응능력은 높게(각각 4위, 5위) 나왔는데 향후 기후노출이 높아질 경우를 대비하여 민감도를 낮추기 위한 노력이 요구된다. 가뭄에 대한 민감도가 상대적으로 높게 나타났는데(부록 2 참조) 즉 가뭄에 대비한 인프라 조성, 가령 관개

사업, 식수원확보 사업 등이 필요하다. 페루의 경우, 기후노출이 높은 편이고(8위), 민감도도 중위(12위)이나 적응능력이 높은(1위) 지역으로 이 지역 역시 민감도를 낮추기 위한 고려가 필요하다. 민감도 세부내용을 보면(부록 2 참조) 연안민감정도가 높은 편이며 또한 해안지역인구가 높은 편으로 연안지역 대상의 기후변화 적응 인프라설비 및 해당 정책이 요구되며 또한 생태적 민감 정도도 상대적으로 높게 나온 바(부록 2 참조), 멸종위기종에 대한 관리가 요구된다. 스리랑카는 기후노출은 중위권(16위)이나 민감도가 높으며(5위) 또한 적응능력 역시 높은 편이다(8위). 민감도 세부내용을 보면(부록 2 참조), 인프라 부분에서 상대적으로 높게 나왔는데 스리랑카는 기후노출에 파괴 될 가능성이 높은 인프라에 대한 정비 사업이 요구된다. 우즈베키스탄은 기후노출은 낮지만(26위) 민감도는 아주 높으며(2위) 반면에 적응능력은 중위(12위)로 이 나라는 미래 기후노출에 대한 대비가 필요한 국가이다. 특히 민감도를 낮추기 위한 노력이 요구되는데 가뭄에 대한 민감도가 상대적으로 높게 나타나는 바, 즉 가뭄에 대비한 인프라 조성, 가령 관개사업, 식수원확보 사업 등이 필요하다.

3) Ⅲ- 기후변화 영향 작고 적응능력이 낮은 유형

Ⅲ유형은 기후변화로 인한 잠재적 영향이 작지만 동시에 적응능력도 낮은 그룹으로 이 그룹 역시 적응능력의 정도에 따라 종합 취약성 점수는 편차를 보이고 있다. 이 그룹은 이 그룹 내 상대적으로 적응능력이 높은 카메룬과 파라과이를 제외하고 나머지 국가들이 모두 최빈국에 속하는 것이 특징이다. 이 유형은 현재 기후변화 영향이 작을 지라도 미래 기후변화로 인한 재해가 이 지역에 빈번하게 발생한다면 이 지역의 취약성 정도는 급격히 높아질 수 있는 가능성이 높다. 동티모르, 라오스, 솔로몬 군도, 르완다, 나이지리아가 이 유형에 대표적인 국가이다. 이 유형에 속하는 국가들에 대한 기후변화 정책접근 및 ODA 사업지원 접근은 미래 불확실한 기후재해에 대비한 적응능력의 강화에 초점을 맞추어야 한다. 추가적으로 미래 기후변화로 인한 재해로부터 민감도를 낮추기 위한 정책, 가령 자연 지리적 토지이용과 관련된 사업, 인프라 정비 등도 이 지역에 필요한 접근일 수 있다. 파라과이의 경우 기후노출은 중위(10위)이나 민감도는 하위(25위)이며 반면에 적응능력은 중위(15위)로 이 나라는 적응능력을 높이기 위한 노력이 요구되는데 상대적으로 적응능력이 낮은 생태관리(산림조림)와 공간계획(자연보호지역관리)에 대한 정비가 요구된다. 카메

문은 기후노출과 민감도, 적응능력 모두 중위(각각 17위, 14위, 13위)로 민감도를 낮추고 이 나라는 적응정책을 높이는 접근이 필요하다. 카메룬은 원주민 취약인구가 상대적으로 높은 바(부록 2 참조) 기후적응 정책에 있어서 이들에 대한 고려가 요구된다. 적응능력의 경우 물적인프라(수자원 접근, 전기 및 통신) 점수가 상대적으로 낮게 보이는데 이 나라는 물적인프라에 대한 지원에 대한 고려가 필요하다. DR 콩고는 기후노출과 민감도, 적응능력 모두 중위(각각 18위, 16위, 18위)로 민감도를 낮추고 이 나라는 적응정책을 높이는 접근이 필요하다. 민감도에서는 생태적 민감 정도가 상대적으로 높게 나온 바(부록 2 참조), 멸종위기종에 대한 관리가 요구된다. 적응능력의 경우 상대적으로 '전기 및 통신' 지표 점수가 낮은 것으로 보이는 바(부록 2 참조), 이를 위한 지원이 이루어 질 때 적응능력이 높아질 수 있다고 여겨진다.

4) IV- 기후변화 영향 크고 적응능력이 낮은 유형

IV유형은 기후변화로 인한 잠재적 영향이 크고 동시에 적응능력도 낮은 그룹으로 특히 기후변화로 인한 영향이 큰 국가인 인도네시아, 방글라데시, 모잠비크는 종합취약성 지수의 상위 그룹에 속하고 있다. 이 유형에 속하는 국가들 중 방글라데시, 모잠비크는 가장 전형적인 이 유형으로 전체적인 취약성을 낮추기 위한 종합적이면서도 집중적인 접근이 요구되는데 기후변화로 인한 재해로부터 민감도를 낮추기 위한 정책과 함께 적응능력을 높이는 접근이 동시에 요구된다. 앞서 서술한 III유형의 접근처럼 기후변화로 인한 재해로부터 민감도를 낮추기 위한 정책, 가령 자연 지리적 토지이용과 관련된 사업, 인프라 정비 등도 이 지역에 필요한 접근과 함께 적응능력을 높이는 정책의 수립 및 인프라 조성 및 제도의 변화가 요구된다. 에티오피아, 볼리비아의 경우 기후노출은 높은 편이고(각각 7위, 9위), 민감도는 중위(각각 15위, 18위), 적응능력 역시 중위(각각 16위, 17위)로 나타났으나 각각의 나라에 필요한 접근은 달라 보인다. 볼리비아의 경우 두드러지게 민감도가 높은 항목이 없으나 연안민감정도를 제외한 자연지리적 및 토지이용특성에 대한 전반적인 정비가 필요하며 아울러 원주민에 대한 고려 역시 요구된다(부록 2 참조). 에티오피아의 경우, 가뭄에 대한 민감도가 상대적으로 높게 나타나는 바(부록 2 참조), 즉 가뭄에 대비한 인프라 조성, 가령 관개사업, 식수원확보 사업 등이 필요하다. 또한 기후취약인구에 대해서도 상대적으로 민감도가 높게 나타났는데 이들에 대한 정책적인 고려가 요구된다.

네팔은 기후노출은 중위(12위)인 반면 민감도는 상위(7위), 적응능력은 하위(19위)로 이 나라 역시 민감도는 낮추고 적응능력은 높이는 접근이 요구된다. 민감도에서 가뭄에 대한 민감도가 상대적으로 높게 나타나는 바(부록 2 참조), 즉 가뭄에 대비한 인프라 조성, 가령 관개사업, 식수원확보 사업 등이 필요하다. 적응능력의 경우 교육, 불평등, 댐건설, 모바일 사용인구, 인터넷 가구수 등에서 상대적으로 낮게 나오는 바(부록 2 참조), 이들 능력을 높이려는 인프라 지원 및 정책이 필요하다. 인도네시아의 경우, 기후노출과 민감도 모두 높고(각각 4위, 1위) 반면에 적응능력은 중위(14위)로 역시 민감도는 낮추고 적응능력은 높이는 접근이 요구된다. 민감도 세부내용을 보면(부록 2 참조) 또한 기후취약인구에 대해서도 모두 상대적으로 민감도가 높게 나타났는데 이들에 대한 정책적인 고려가 요구된다. 생태적 민감 정도도 상대적으로 높게 나온 바, 멸종위기종에 대한 관리가 요구된다. 또한 연안민감정도가 높은 편이며 또한 해안지역인구가 높은 편으로 연안지역 대상의 기후변화 적응 인프라설비 및 해당 정책이 요구된다.

6. 기후변화 취약성 평가의 시사점 및 결론

6.1. 기후변화 취약성 평가의 시사점

6.1.1. 기후변화 적응정책 관련 ODA 사업 우선순위 파악

본 연구는 무상원조기관으로 KOICA가 향후 26개 중점협력국을 대상으로 기후변화 적응 ODA 사업 수행 시, 사업이 가장 필요한 국가에 대한 필요를 먼저 파악하고, 이들에게 사업의 우선순위 고려와 함께 필요한 기후변화 적응 ODA 사업 내용을 파악하기 위하여 수행되었다.

기후노출인자는 피할 수 없는 자연적인 현상이지만, 같은 기후노출이 발생하더라도 그 국가의 시스템의 민감도가 높으면 기후노출(기후변화)로 인한 실질적인 피해는 더 심각하게 발생할 수 있다. 이러한 피해를 줄일 수 있는 것이 그 국가(사회)의 적응능력이라고 할 수 있는데, 적응능력이 높은 국가는 취약성을 낮출 수 있으며 기후변화 적응을 위한 ODA 사업 지원은 적응능력을 높이는 방안이 될 수 있다. 따라서 수원국의 기후변화 취약성 평가를 통하여 기후변화 적응 ODA 사업이 우선적으로 필요한 국가와 요구되는 정책 및 사업의 파악을 통하여 ODA 사업의 효과성을 높일 뿐 아니라 개도국의 기후변화 적응에 기여할 수 있다.

6.1.2. 취약성 유형에 따른 국가별 차별화 사업지원 필요

본 연구의 취약성 분석 결과는 26개 중점협력국의 기후변화 취약성의 순위를 나타낼 뿐 만 아니라 각 나라의 취약성을 구성하는 세부 지표에 대한 정보를 제공하였다. 상기 설명한 바와 같이 기후변화 노출 인자가 비슷한 수준으로 나타나다 하더라도, 그 나라의 시스템의 민감도와, 그 사회의 적응능력에 따라 지역의 취약성 특성은 다르게 나타난다. 기후변화 취약성을 구성하는 기후노출, 민감도, 적응 능력 중 기후노출은 자연적인 조건

이므로 한 나라(사회)가 통제할 수 있는 조건이 아니다. 역으로 말하면 민감도와 적응능력은 사회가 통제 및 조절, 증진할 수 있는 조건으로 기후변화 취약성을 낮추기 위해서는 민감도를 낮추고 적응능력을 높이는 접근이 요구된다. 특히 본 연구에서는 종합취약성 점수와 함께 기후변화 영향과 적응능력 유형을 4개의 그룹으로 분류하여 설명하였다. 따라서 이러한 분석결과는 일률적인 기후변화 적응 사업지원이 아닌 각 나라의 취약성을 구성하는 내용의 특징에 따라 차별화된 사업을 구상하는데 있어서 기초자료가 될 것으로 예상된다.

6.2. 요약 및 결론

기후변화로 인한 기후재해로부터 부정적인 영향 및 피해는 특정 지역이나 나라에 따라 편차를 보이고 있으나 많은 연구들이 경제적 입지가 약한 지역이나 개발도상국에 그 피해가 집중되고 있음을 보여주고 있다(DARA, 2012; German Watch, 2013). 특히 이러한 기후관련 피해는 개발도상국가 및 그 빈곤층에게 추가적 부담으로 작용하고 있는데 향후 기후변화가 미래에 지속 혹은 악화된다면 빈곤층과 개도국의 생계, 식량 생산량의 감소와 식량 질의 저하, 거주지 파괴 등 피해와 함께 이 지역 빈곤의 악순환을 초래할 수 있다. 추가적으로 기후변화로 인한 취약성을 증가시키게 될 가능성이 높다. 따라서 기후변화에 취약한 계층과 나라(지역)의 적응 능력 제고를 위한 적절한 자원배분과 이들을 위한 적응 대책수립과 함께 이들의 적응능력을 증진시키기 위한 선진국들의 지원, 즉 개도국의 기후변화 적응을 위한 ODA 사업의 지원이 요구된다.

이처럼 개도국에 기후변화 적응은 그들의 생존을 위협하는 중요한 이슈이며 따라서 정확한 개도국의 기후변화 영향 및 취약성 평가가 요구된다. 취약성이란 어떤 시스템이 외적영향 및 상황에 대해 영향을 받는 정도로 그러한 영향에 대해 얼마나 잘 대처하고, 적절한 속도로 대응하느냐에 따라 취약성의 정도는 달라진다. 따라서 개도국의 취약성 평가를 통하여 적응이 시급한 지역과 취약성 유형을 파악하게 되고 이를 통해 취약성 유형과 특성에 따른 기후변화 적응방안을 구축할 수 있게 된다. 궁극적으로 기후변화에 대해 적절한 속도로 대응하게 되어 기후변화의 피해로부터 취약정도가 낮아질 수 있다.

이를 위하여 본 연구는 많은 개도국 중에 우리 정부의 26개 유무상 통합 중점협력국만을 대상으로 취약성 분석을 실시하였다. 이를 통해 26개국 간 각 국가의 상대적 취약성을 평가하여 적응이 시급한 지역과 취약성 유형을 파악하고 이를 환경/기후변화 ODA 정책수립에 필요한 자료를 제공하기 위하여 수행되었다. 또한 각국의 취약성 지표 파악을 통해 개도국 기후변화 ODA 사업 시행에 대한 불확실성을 줄임으로서 효율적인 ODA 사업의 배분을 결정할 수 있으며, 추가적으로 각 국가의 취약성 유형과 특성에 따르는 기후변화 적응 방안 수립 시 정책적 도구를 제공하기 위하여 본 연구를 실시하였다.

취약성 분석을 위하여 IPCC가 제안한 기후노출, 민감도, 적응능력의 함수로 취약성을 개념을 정의하고 선행연구 검토 및 26개 중점협력국 중 필리핀과 베트남의 환경관련 공무원, 기관 관계자와의 인터뷰를 통하여 최종 대리변수(노출, 민감도, 적응능력 등 3개 카테고리, 13개 항목에 총 34개의 지표)를 선정하였다.

선정된 대리변수를 설문조사를 통해 가중치를 도출하여 이를 합산하여 각 국가의 최종 취약성 지수를 산출하였는데 지표의 가중치 도출을 위해 26개 중점협력국 환경관련 공무원 대상으로 계층분석(AHP)을 실시하였다. 우리나라 혹은 다른 선진국의 공무원과 기후/환경 전문가를 대상으로 설문을 하지 않고 26개 중점협력국 대상으로 설문을 실시한 것은 실제 기후변화 취약지역에서 쌓아온 전문적인 지식반영과 함께 ODA 사업의 수혜국의 입장에서 기후변화 취약성을 파악하는 정도를 반영하기 위함이었다. 마지막으로 도출된 가중치를 통해 26개 중점협력국의 각각의 취약성 지수를 도출하였다.

가중치를 적용하지 않은 기후노출, 민감도, 적응능력 지수와 가중치를 적용한 결과와는 약간의 차이를 보였는데, AHP 분석 결과 가중치는 적응능력(0.402) > 민감도(0.378) > 기후노출(0.220) 순으로 나타났다. 또한 기후노출 중에서는 기후학적 요소, 수문학적 요소, 기상학적 요소 순으로 그 가중치가 높게 나타났으며, 민감도의 경우 자연지리적 및 토지이용 특성, 인프라, 인구적 특성 순으로 가중치가 높게 나타났다. 적응능력 부문은 생계보장이 가장 높았고, 그 다음으로는 빈부감소, 생태관리, 기후변화제도, 공간/토지 이용계획, 재난위험 관리, 인간개발, 제도/정부 안정성, 물적인프라가 각 그 뒤를 따르고 있다.

취약성 평가 결과 가중치를 적용한 기후노출 지수가 높은 그룹에는 방글라데시, 파키스탄, 모잠비크, 인도네시아, 필리핀 등이 속해 있으며 특이한 사항은 이 상위 5개국 중 4개국이 아시아 지역임을 알 수 있다. 또한 민감도 지수는 인도네시아, 우즈베키스탄, 베

트남, 아제르바이잔, 스리랑카 등이 높게 나타났으며 우간다, 파라과이, 동티모르, 몽골, 가나 등은 민감도가 낮은 그룹에 속하는 것으로 나타났다. 반면에 기후변화 취약성을 낮게 하는 적응능력은 페루, 가나, 베트남, 콜롬비아, 아제르바이잔 등에서 높게 나타났으며 솔로몬군도, 르완다, 방글라데시, 동티모르, 나이지리아 등의 적응능력은 낮게 나타났다.

기후노출 지수, 민감도 지수, 적응능력지수를 종합한 취약성 평가 결과 방글라데시, 인도네시아, 모잠비크, 파키스탄, 필리핀 국가가 취약성이 높은 상위 국가로 나타났는데, 이들 지역은 대부분 기후노출과 민감도가 높은 특징이 있다. 이러한 취약성 지수는 과거 발생한 자연재해 규모 등과는 양의 상관관계를 보여 취약성 지수가 자연재해 취약지역과 일정 정도 관련이 있음을 보여주며 서로 간에 유의미성을 가지고 있음을 알 수 있다.

6.3. 연구의 한계

본 연구는 26개 유무상 중점협력국만을 대상으로 취약성 분석을 실시하였기 때문에 지표 선정에 있어서 자료의 가용성의 정도가 먼저 지표선정의 여부를 결정하였다. 따라서 좀 더 정확하고 많은 현상을 반영할 수 있는 지표를 선정하는데 제약이 있었다. 특히 기후노출 부문에 있어서 본 연구는 기후 관련한 재해(기후학적 요소, 수문학적 요소, 기상학적 요소)로 인한 피해정도를 나타내는 자료만 사용하고 기후변화를 파악하는 기초자료인 기온과 강수량, 해수면 상승 자료 등은 데이터 부족으로 인해 본 연구에서 사용하지 못하였는데 따라서 향후 연구 수행 시 더 많은 기후노출 자료의 확보가 요구된다.

기후관련 재해 자료와 관련하여 향후 연구에서 추가적으로 고려되어야 할 사항은 동적인 취약성 분석에 대한 고려이다. 본 연구에서는 과거 발생한 기후 관련한 재해 빈도수를 고려하였는데 이는 과거에 기초한 자료이므로 현재 혹은 미래 취약성 분석을 설명하기에는 무리가 있다. 따라서 기후예측자료의 이용을 통하여 미래 취약성 예측분석이 가능하며 이는 개도국의 기후변화 적응을 위한 대응 사업 구상에 대한 좀 더 구체적인 근거자료로 이용될 수 있을 것으로 예상된다.

참고문헌

- 국제개발협력위원회 (2012). 『제14차 국제개발협력위원회 의결안건 (제14-1~3호)』. 국제개발협력위원회.
- 김호석, 송영일, 김이진, 임영신 (2007). 환경평가와 지속가능발전지표 연계운용 방안에 관한 연구, 한국환경정책평가연구원.
- 명수정, 김지영, 신상희, 안병옥 (2010). 기후변화 적응강화를 위한 사회기반시설의 취약성 분석 및 대응방안 연구 II, 한국환경정책평가연구원.
- 유가영, 김인애 (2008). 기후변화 취약성 평가지표의 개발 및 도입방안, 한국환경정책평가연구원.
- 고재경 (2009). 경기도 기후변화 취약성 평가 연구, 경기개발원.
- 채여라, 김용진, 이윤, 조광우 (2014). 우리나라 기후변화의 경제학적 분석(Ⅲ), 국립환경과학원.
- 한화진, 안소은 (2006). 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축 II, 한국환경정책평가연구원.
- Aall, C. (2005). “The Concept of Indicators”, Paper presented at a seminar within the EUproject Capacity building to enable the incorporation of urban sustainability parameters in spatial urban development and planning policy practices through the use of indicators (URBANGUARD). Nicosia, Cyprus. 8 – 9 August 2005.
- Brooks et al. (2005). The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation, Global Environmental Change.
- DARA (2010). Climate Vulnerability Initiative, DARA, available from <http://daraint.org/dara-in-usa/climate-change-vulnerability/>.
- DARA (2012). Climate Vulnerability Monitor 2: a Guide to the Cold Calculus of a Hot Plane, available from <http://www.daraint.org/wp-content/uploads/2012/10/CVM2-Low.pdf>.

- Dessai S. and Hulme M. (2004). “Does Climate Adaptation Policy Need Probabilities?” *Climate Policy* 4(2), pp. 107–128.
- Füssel H-M and Klein R. J. T. (2006). *Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking*, *Climatic Change* 75(3), pp. 301–329.
- IPCC (1995). *Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific–Technical Analyses*, Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the IPCC, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- IPCC (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- IPCC (2014a). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC. available from <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>.
- IPCC (2014b). *Summary for Policymakers, Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, available from http://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WG2AR5_SPM_FINAL.pdf.
- Kelly, P. M., Adger, W. N. (2000). Theory and practice in accessing vulnerability to climate change and facilitating adaptation, *Climate Change*, 47, pp. 325–352.
- Kreft S., Eckstein D. (2013). *Global Climate Risk Index 2014*, Germanwatch, available from www.germanwatch.org/en/download/8551.pdf.
- Moss, R. H., Brenkert, A. L., and Malone, E. L. (2001). ‘Vulnerability to Climate Change: A Quantitative Approach’, Technical Report PNNL-SA-33642, Pacific Northwest National Laboratories, Richland, WA.
- NO-GAIN (2012). *NO-GAIN Index*, No-Gain, available from

<http://index.gain.org/>.

- UNDP (2005). Adaptation policy frameworks for climate change: Developing strategies, policies, and measures, Cambridge University Press, USA.
- UNFCCC (2011). Assessing Climate Change Impacts and Vulnerability, UNFCCC, available from
http://unfccc.int/resource/docs/publications/pub_nwp_making_informed_adaptation_decisions.pdf.
- O' Brien, K., Leichenko, R., Kelkar U., Venema H., Aandahl G., Tompkins H., Javed A., Bhadwal S., Barg S., Nygaard L., and West J.. (2004). Mapping Vulnerability to Multiple Stressors: Climate Change and Economic Globalization in India, Global Environmental Change 14, pp. 303–313.
- Patwardhan, A. (2006). Assessing Vulnerability to Climate Change: The Link between Objectives and Assessment, Current Science, 90(3), pp.376–383.
- Schröter D. and the ATEAM consortium (2004) Global change vulnerability — assessing the European human-environment system, Potsdam Institute for Climate Impact Research.
- van Aalst, M. K., Cannon T., and Burton I. (2008). Community level adaptation to climate change: The potential role of participatory community risk assessment, Global Environmental Change 18(1), pp. 165-179.
- WHO (2002). Health in Sustainable Development Planning: The Role of Indicators. WHO.

부록 1. AHP 분석을 위한 설문 조사지

Evaluation index on vulnerability to climate change of 26 priority partners

Dear climate change expert:

You have been invited to participate in a survey to assess vulnerability to climate change of 26 priority partners by KOICA ODA research team. The aim of this survey is to set relative hierarchy of evaluation index on vulnerability to climate change of 26 priority partners drawn from experts' expertise.

Please read short explanation about how to answer and composition of the index. Then, answer the questionnaire. I guess it will take about 5-10 minute to answer to all questions.

Thank you for your contribution to this important survey. Your responses will be processed confidentially and used only for statistical analysis and research.

Sincerely,

Eunyoung Hong

Ph. D. in Climate Change Assessment and Policy
ODAResearchTeam
KoreaInternationalCooperationAgency(KOICA)

- ☐ The purpose of this survey is to research importance of evaluation index on vulnerability to climate change of 26 priority partners. Please check(✓) what you think more important between the two indices. Please read the note and example below carefully.

☐ Standard of relative importance(hierarchy)

Index	Definition	Meaning
1	equal(moderate) importance	The two are equally important.
3	a little higher importance	A is a little more important than B.
5	higher importance	A is more important than B.
7	much higher importance	A is much more important than B.
9	absolutely higher importance	A is absolutely more important than B.

* 2, 4, 6, 8 represent importance in-between.

☐ Example

♠ In case you think "adaptability" is much more important than "sensitivity"

A	important>>> equal <<<important																	B
adaptability	9	8	7 $\sqrt{\quad}$	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	sensitivity

A	important>>> equal <<<important																	B
adaptability	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3 $\sqrt{\quad}$	4	5	6	7	8	9	sensitivity

♠ In case you think "sensitivity" is a little more important than "adaptability"

I. Comparison of relative importance of Climate exposure, Sensitivity, Adaptive capacity

I-1. What do you think which is more important in order to evaluate vulnerability to climate change?

A	important>>> equal <<<important																	B
Climate exposure	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sensitivity
Climate exposure	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Adaptive capacity
Sensitivity	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Adaptive capacity

II-1. Climate exposure: Climate exposure is composed of Climatological disasters, Hydrological disasters, and Meteorological disasters. What do you think which is more important in order to evaluate climate exposure?

A	important>>> equal <<<important																		B
Climatological disasters	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Hydrological disasters	
Climatological disasters	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Meteorological disasters	
Hydrological disasters	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Meteorological disasters	

Climatological disasters are defined as events caused by long-lived/meso to macro scale processes in the spectrum from intra-seasonal to multi-decadal climate variability. Such events are further classified as: Extreme Temperature; Drought; Wildfire. Extreme Temperature events are heat waves, cold waves and extreme winter conditions (snowpressure, icing, freezingrain, avalanche).

Hydrological disasters are defined as events caused by deviations in the normal water cycle and/or overflow of bodies of water caused by wind set-up. Such events are further classified as: Flood(riverflood, flashflood, stormsurge/coastal flood), and Wet Mass Movement(rockfall).

Meteorological disasters are defined as events caused by short-lived/small to meso scale atmospheric processes (lasting minutes to days). Such events are classified as: Tropical Storms and Extra-tropical Cyclones(winterstorms).

II-2. Sensitivity: Sensitivity is composed of Natural/geographical/land use characteristics, Demographical characteristics, and Infrastructure. What do you think which is more important in order to evaluate sensitivity?

A	important>>> equal <<<important																		B
Natural/ geographical/ land use characteristics	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Demographical characteristics	
Natural/ geographical/ land use characteristics	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Infrastructure	
Demographical characteristics	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Infrastructure	

II-3. Adaptive capacity: Adaptive Capacity is composed of Human development, Poverty alleviation, Livelihood security, Disaster risk management, Ecosystem management, Spatial or land-use planning, Structural/physical, Institutional, Climate change policy. What do you think which is more important in order to evaluate adaptive capacity?

A	important>>> equal <<<important																B
Human development	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	Poverty alleviation
Human development	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	Livelihood security
Human development	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	Disaster risk management
Human development	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	Ecosystem management
Human development	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	Spatial or land-use planning
Human development	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	Structural/physical
Human development	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	Institutional
Human development	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	Climate change policy
Poverty alleviation	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	Livelihood security
Poverty alleviation	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	Disaster risk management
Poverty alleviation	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	Ecosystem management
Poverty alleviation	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	Spatial or land-use planning
Poverty alleviation	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	Structural/physical
Poverty alleviation	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	Institutional
Poverty alleviation	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	Climate change policy
Livelihood security	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	Disaster risk management
Livelihood security	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	Ecosystem management

Livelihood security	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Spatial or land-use planning
Livelihood security	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Structural/physical
Livelihood security	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Institutional
Livelihood security	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Climate change policy
Disaster risk management	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ecosystem management
Disaster risk management	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Spatial or land-use planning
Disaster risk management	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Structural/physical
Disaster risk management	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Institutional
Disaster risk management	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Climate change policy
Ecosystem management	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Spatial or land-use planning
Ecosystem management	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Structural/physical
Ecosystem management	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Institutional
Ecosystem management	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Climate change policy
Spatial or land-use planning	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Structural/physical
Spatial or land-use planning	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Institutional
Spatial or land-use planning	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Climate change policy
Structural/physical	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Institutional
Structural/physical	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Climate change policy
Institutional	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Climate change policy

III. Sensitivity

III-1. Natural/geographical/land use characteristics: Biodiversity, dry lands (% of total area), Forestry change, Length of coastline

What do you think which is more important in order to consider natural/geographical/land use characteristics to evaluate sensitivity?

A	important>>> equal <<<important																		B
Biodiversity	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Dry lands	
Biodiversity	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Forestry change	
Biodiversity	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Length of coastline	
Dry lands	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Forestry change	
Dry lands	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Length of coastline	
Forestry change	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Length of coastline	

III-2. Demographical characteristics: Population density, Spread of population living climate vulnerable areas, Climate vulnerable groups(e.g. infant, indigenous peoples)

What do you think which is more important in order to consider demographical characteristics to evaluate sensitivity?

A	important>>> equal <<<important																		B
Population density	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Spread of population living climate vulnerable areas	
Population density	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Climate vulnerable groups	
Spread of population living climate vulnerable areas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Climate vulnerable groups	

III-3. Infrastructure: Rail lines density (per 100 square km of land area), Roads, paved (% of total roads)

What do you think which is more important in order to consider infrastructure to evaluate sensitivity?

A	important>>> equal <<<important																	B
Rail lines density	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Roads, paved

IV. Adaptive Capacity

IV-1. Human Development: Literacy rate, adult total (% of people ages 15 and above), Average dietary energy supply adequacy, Improved sanitation facilities (% of population with access), Hospital beds (per 1,000 people)

What do you think which is more important in order to consider human development to evaluate adaptive capacity?

A	important>>> equal <<<important																	B
Literacy rate	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Average dietary energy supply adequacy
Literacy rate	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Improved sanitation facilities
Literacy rate	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Hospital beds
Average dietary energy supply adequacy	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Improved sanitation facilities
Average dietary energy supply adequacy	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Hospital beds
Improved sanitation facilities	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Hospital beds

IV-2. Poverty alleviation: GDP per capita, GINI index

What do you think which is more important in order to consider poverty alleviation to evaluate adaptive capacity?

A	important>>> equal <<<important																	B
GDP per capita	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	GINI index

IV-3. Structural/physical: Improved drinking water coverage – rural population, access to electricity (% of population)

What do you think which is more important in order to consider structural/physical options to evaluate adaptive capacity?

A	important>>> equal <<<important																	B
Improved drinking water coverage	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Access to electricity

IV-4. Institutional: Control of corruption, Government effectiveness, Regulatory quality, Voice and accountability

What do you think which is more important in order to institutional options to evaluate adaptive capacity?

A	important>>> equal <<<important																	B
Control of corruption	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Government effectiveness
Control of corruption	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Regulatory quality
Control of corruption	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Voice and accountability
Government effectiveness	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Regulatory quality
Government effectiveness	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Voice and accountability
Regulatory quality	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Voice and accountability

부록 2. 기후변화 취약성 표준화값

국가명	기후노출			자연지리적 및 토지이용 특성					인구적특성						인프라	
	기후학적 요소	수문학적 요소	기상학적 요소	생태적 민감정도	기물 민감정도	홍수 민감정도	연안 민감정도	인구밀도	위험지역인구			기후취약인구			철도	도로
									해안지역	가물지역	아동인구	노인인구	원주민			
아제르바이잔	-0.718	-1.174	-0.244	-1.187	2.323	0.546	0.309	0.279	-1.433	1.505	-0.752	-0.436	0.163	2.057	0.963	
방글라데시	2.004	0.647	2.193	-0.480	-0.755	0.402	0.628	1.956	0.950	-0.713	1.085	1.324	0.195	1.856	-0.668	
불리비아	1.615	0.137	-0.440	0.113	0.119	0.122	-1.307	-1.491	-1.433	-0.450	-0.682	-0.528	0.163	-0.236	-0.708	
캄보디아	0.080	-0.297	-0.440	-0.078	-0.755	-0.430	0.371	0.075	0.507	-0.713	-0.640	-0.023	-0.721	0.081	-0.795	
카메룬	-0.329	-0.554	-0.244	0.471	-0.375	-0.310	0.482	-0.365	0.534	0.114	-0.408	-0.246	0.983	-0.684	-0.370	
콜롬비아	-0.718	0.997	-0.440	1.649	-0.679	0.410	0.765	-0.410	0.708	-0.675	-0.273	0.678	-0.136	-1.448	-0.474	
DR콩고	-1.107	0.065	0.365	1.041	-0.755	0.386	-1.307	-0.723	0.424	-0.713	0.566	0.334	0.010	-0.684	-0.973	
에티오피아	0.449	0.685	-0.244	-0.395	1.411	-0.342	-1.307	0.071	0.289	0.340	0.900	0.758	0.926	-1.448	-0.501	
가나	-1.107	-0.417	-0.244	-0.291	-0.489	-1.206	0.276	0.256	0.675	-0.337	-0.397	-0.119	0.163	0.081	-0.545	
인도네시아	0.837	1.847	-0.440	2.921	-0.717	-0.022	1.430	0.414	1.069	-0.713	2.313	1.592	1.626	-0.684	1.213	
라오스	-1.107	-0.717	-1.050	-0.150	-0.755	0.154	-1.307	-0.710	0.043	-0.675	-0.735	-0.747	0.010	0.081	-0.501	
몽골	-0.718	-1.174	0.525	-1.226	1.259	-0.046	-1.307	-2.711	-1.433	2.032	-0.805	-1.238	0.163	-1.448	-0.906	
모잠비크	1.615	0.265	0.882	0.226	0.195	0.122	0.805	-0.636	0.689	1.505	-0.307	-0.288	0.163	0.081	-0.220	
네팔	0.080	0.323	-1.050	-0.447	0.499	0.546	-1.307	0.681	-1.433	0.866	-0.441	0.125	1.185	0.081	1.094	
나이지리아	-0.718	0.823	-1.050	0.046	0.879	-2.653	0.614	0.642	0.847	0.415	2.682	0.909	0.163	0.081	-0.450	
파키스탄	1.615	1.164	0.365	-0.592	0.575	-1.350	0.570	0.809	0.717	1.167	1.840	1.182	0.163	1.091	1.820	
파라과이	1.226	-1.537	-0.084	-0.834	-0.185	-0.246	-1.307	-1.097	-1.433	-0.713	-0.747	-0.689	-1.296	0.081	-0.442	
페루	1.226	0.522	-1.050	1.195	-0.755	0.370	0.632	-0.834	0.730	-0.713	-0.472	0.400	0.246	-0.684	-0.493	
필리핀	-0.329	1.359	2.813	0.864	-0.755	1.129	1.184	1.071	0.948	-0.713	0.566	0.831	1.019	-0.684	-0.652	
르완다	-0.718	-0.297	-0.244	-0.883	-0.755	2.521	-1.307	1.274	-1.433	-0.713	-0.616	-0.474	-1.828	0.081	-0.291	
솔로몬군도	-1.107	-1.537	-0.084	-0.540	-0.755	0.346	0.889	-0.997	0.275	-0.713	-0.831	-2.333	0.163	0.081	-0.948	
스리랑카	-0.718	0.377	-0.440	-0.027	-0.527	-0.070	0.590	1.082	0.749	-0.525	-0.607	0.148	-2.760	1.961	2.169	
동티모르	-0.718	-0.717	-1.050	-1.271	-0.755	-0.606	0.829	0.010	0.384	-0.713	-0.818	-2.454	0.163	0.081	-0.450	
우간다	0.080	0.203	-0.084	-0.047	-0.755	-1.629	-1.307	0.494	-1.433	-0.713	-0.013	0.065	-1.951	-1.448	-0.132	
우즈베키스탄	-0.718	-2.157	-0.244	-1.233	2.437	0.450	0.470	-0.104	-1.433	2.445	-0.479	0.139	0.163	0.975	2.419	
베트남	0.080	1.164	2.024	1.156	-0.679	1.409	0.923	0.963	0.924	-0.600	0.069	1.132	0.861	0.698	0.844	

부록 2. 기후변화 취약성 표준화값 (계속)

국가명	적응능력																	제도/정부안전성				기후변화 제도
	인간개발				빈부감소		생계 보장	재난 관리	생태 관리	공간 계획	물적인프라				정부의 효율성			시민의 능동적 참여				
	교육	영양	보건	의료	국부 불평등	개인 소득	맹견을	산림 조림	자연 보호 지역 관리	수자원 접근	전기 및 통신		부패 제어	정부의 효율성	규제의 질							
											전기 인구 비용	모바일 사용 인구				인터넷 기구수						
아제르바이잔	1.320	1.736	1.307	1.205	2.336	-0.976	-1.301	-0.258	-1.070	-0.767	-0.672	0.167	0.809	0.809	0.043	0.268	0.549	-0.131	1.000			
방글라데시	-0.990	-0.561	0.099	-0.773	-0.725	-1.190	1.104	-0.236	-2.595	-1.283	1.557	-0.547	-0.509	-0.509	0.420	0.268	0.549	0.179	0.000			
볼리비아	0.848	-0.860	-0.266	-0.514	0.145	2.057	-0.448	-0.946	-1.070	1.460	-0.645	0.740	0.361	0.361	0.796	0.268	-0.100	0.799	0.000			
캄보디아	-0.101	-0.361	-0.859	-0.703	-0.633	-0.664	-0.280	-0.236	-1.070	1.942	-0.639	-1.135	1.547	1.547	0.043	-0.365	-0.100	-0.441	1.000			
카메룬	-0.245	0.338	-0.167	-0.414	-0.527	-0.381	-0.788	-0.449	-0.265	-0.179	-0.520	-0.463	-0.501	-0.501	0.043	0.268	0.549	0.489	0.000			
콜롬비아	0.980	0.538	1.122	-0.364	2.615	2.006	-0.285	-0.236	0.915	1.459	0.021	1.397	0.679	0.679	1.172	0.901	0.549	1.108	0.000			
DR콩고	-0.799	-0.361	-0.928	-0.663	-0.959	0.464	-0.867	-0.236	-0.265	0.006	-0.230	-1.743	-1.587	-1.587	-0.709	-0.365	-0.749	-0.131	0.000			
에티오피아	-2.020	-1.659	-1.375	2.076	-0.868	-0.991	0.396	-0.776	-0.054	1.059	-0.092	-1.445	-1.716	-1.716	0.043	0.268	0.549	0.489	0.000			
가나	-0.233	2.834	-1.641	-0.613	-0.318	0.240	-0.285	3.870	1.125	0.398	-0.406	-0.012	0.592	0.592	0.796	0.901	0.549	1.108	0.000			
인도네시아	0.938	1.037	0.263	-0.763	0.614	-0.381	-0.415	-0.236	-3.563	-0.487	3.039	0.465	1.041	1.041	0.796	0.268	0.549	0.489	1.000			
라오스	-0.167	-1.160	0.297	-0.703	-0.408	-0.569	0.578	-0.702	-1.070	0.773	-0.735	0.083	0.639	0.639	-1.461	-0.999	-1.397	-1.371	1.000			
몽골	1.188	-0.660	0.048	2.301	0.669	-0.596	-0.285	-0.236	0.243	0.294	-0.772	0.969	1.115	1.115	0.043	0.268	1.198	-0.441	1.000			
모잠비크	-1.383	-0.561	-1.418	-0.713	-0.814	0.629	2.020	1.562	0.454	0.727	-0.599	-1.750	-1.432	-1.432	0.043	0.901	-0.100	0.489	0.000			
네팔	-1.010	0.338	-0.752	1.429	-0.755	-1.095	0.069	-0.953	-1.070	0.724	-0.294	0.591	-0.839	-0.839	-0.333	-0.365	-0.100	-0.441	0.000			
나이지리아	-1.356	1.037	-0.885	-0.798	-0.342	1.055	2.492	0.526	0.356	0.301	0.999	-0.402	-0.391	-0.391	0.796	0.901	0.549	1.108	0.000			
파키스탄	-1.146	-0.561	-0.184	-0.763	-0.484	-1.472	-0.143	-0.078	-0.054	-0.238	2.299	0.251	-0.418	-0.418	0.420	0.268	0.549	0.179	1.000			
파라과이	0.996	-0.561	0.826	-0.414	0.736	1.537	-0.923	0.269	-1.070	-0.925	-0.707	1.397	0.633	0.633	0.043	0.268	-0.749	-0.131	0.000			
페루	0.761	0.538	0.826	-0.314	2.160	0.962	-1.049	-0.830	1.767	1.041	-0.332	0.942	0.548	0.548	1.172	0.901	0.549	1.108	1.000			
필리핀	1.082	0.737	0.967	-0.563	0.151	0.269	-0.291	-0.236	-0.562	-1.147	0.875	0.858	0.787	0.787	0.796	0.268	0.549	0.489	1.000			
르완다	-0.544	-1.160	0.366	-0.265	-0.788	1.322	2.222	-0.236	0.617	-0.240	-0.680	0.167	-0.909	-0.909	-0.709	-0.365	-0.749	-0.131	0.000			
슬로문니아	-0.139	-0.161	-1.005	-0.414	-0.208	-0.381	-0.285	-0.236	-1.070	-1.809	-0.347	0.167	-0.823	-0.823	-2.966	-3.532	-3.344	-0.230	0.000			
스리랑카	0.849	-0.361	1.651	0.483	0.311	-0.615	-1.094	-0.236	-1.578	0.562	-0.443	0.602	0.456	0.456	0.043	0.268	0.549	-0.131	0.000			
동티모르	-0.958	-0.860	-0.563	1.877	-0.574	-0.381	-0.285	-0.236	-1.070	-0.950	-0.801	-0.872	-0.854	-0.854	-2.214	-2.265	-2.046	-1.681	0.000			
우간다	-0.139	-0.660	-0.726	-0.812	-0.823	0.447	0.809	1.644	-0.054	-0.091	-0.347	-1.998	-1.047	-1.047	0.796	0.901	0.549	1.108	1.000			
우즈베키스탄	1.302	0.837	2.081	1.175	-0.265	-0.572	-0.285	-0.236	0.454	-1.429	-0.347	0.167	-0.254	-0.254	-0.709	-0.365	0.549	-1.061	0.000			
베트남	0.968	0.538	0.920	0.019	-0.246	-0.726	-0.379	-0.045	2.572	-1.203	0.817	1.404	2.073	2.073	0.796	0.268	0.549	0.179	1.000			

한국국제협력단(Korea International Cooperation Agency)

한국국제협력단(Korea International Cooperation Agency)은 1991년 4월 설립된 정부 차원의 대외무상협력 전담 기관입니다. 교육, 보건, 공공행정, 농림수산, 산업에너지 등 5대 중점 분야에서 제도구축, 인적자원 양성, 인프라 확충을 위한 다양한 프로그램을 수행하여 개발도상국의 빈곤퇴치와 경제사회 발전을 지원하고 있으며 지난 20년 동안 학교·병원·직업훈련원 등 710여건의 프로젝트 사업, 1만여명의 해외 봉사단 파견, 40,000여명의 개도국 공무원 초청연수, 620여건의 NGO와의 협력 사업 등을 성공적으로 추진하였습니다. 아울러 사업수행 시 환경 및 양성평등, 인권 등의 가치를 고려하여 개발과 인간다운 삶이 공존하는 따뜻하고 진정성 있는 원조를 구현하기 위해 노력하고 있습니다. 앞으로 KOICA는 지구촌 행복시대 실천에 앞장섬으로써 개도국의 발전과 지구촌의 평화를 위해 매진해 나가겠습니다.

KOICA ODA 연구팀(ODA Research Team)

KOICA ODA 연구팀은 한국 ODA 발전을 위한 싱크탱크(Think Tank) 역할을 목표로 하고 있습니다. OECD/DAC(개발원조 위원회)에 가입하고 부산 세계개발원조 총회를 개최함으로써 우리나라는 명실공히 국제개발협력 논의의 중심에 서게 되었습니다. ODA 연구팀은 그러한 우리나라의 위상에 걸맞게 국제적인 ODA 흐름에 적극 부응하면서도 우리나라의 강점을 잘 조화시킨 바람직한 개발협력을 모색하기 위해 노력하고 있습니다. 또한 ODA 연구팀은 그동안의 사업수행 과정에서 얻은 교훈을 바탕으로 개도국의 실정에 맞는 실용적인 제언을 제시함으로써 개도국 발전에 기여하고 우리나라의 ODA를 선진화시키기 위해 계속 노력할 계획입니다.

2013년도 KOICA 연구보고서

- KOICA 주요 다자협력 기구 적정성 평가 및 다자협력 운영체계 조사연구
- 개발협력사업에서의 적정기술 활성화 방안
- DEEP 프로그램 발전방안 연구
- 다자기구 협력사업 개선방안 연구 : 멀티바이와 양자사업의 비교분석을 중심으로
- Post-2015 체제 대응을 위한 에너지 분야 ODA 지원방안
- 기초선조사(Baseline Survey) 수행체계와 활성화 방안 연구
- 경제발전이론의 변천과 원조 전략 : 경제적 관점에서 KOICA의 향후 연구 제안
- 개도국 청년고용정책과 ODA : ‘노동시장 연계형’ 직업교육훈련 시스템 형성 논의를 중심으로
- 초·중등 교육분야 ODA 프로그램 모델 개발 연구
- KOICA 성평등 개발협력사업 방안
- 타 해외 원조기관 정책 수립 및 사업수행체계연구
- 농촌종합개발 프로그램 모델 연구
- 개발도상국 선거제도 지원 ODA연구
- ‘개발을 위한 커뮤니케이션(C4D)’ KOICA 사업 적용을 위한 타 기관 사례 연구
- 타 해외원조기관 정책수립 및 사업수행체계 사례연구 : DFID
- 젠더기반폭력에 대한 이해와 사례 연구
- 가족계획 및 생식보건 ODA 프로그램 현황 연구
- 교육분야 ODA 성과측정 가이드라인 개발 연구 : PDM 성과 지표를 중심으로
- 한국 보건의료 무상 ODA의 협업방안에 관한 연구
- 개발효과성 제고를 위한 증거기반 접근법 활용방안
- 한국적 개발 모델의 교훈 : 효과적 개발 협력과 제도-정책 시너지
- 민관협력사업 성과관리 프레임워크 개발 연구 : CSO 역량강화활동 평가 가이드라인
- 민관협력사업 성과관리 프레임워크 개발 연구 : CSO 국제개발 질적 평가 매뉴얼
- 보건의료체계강화 세부전략 연구 : 최종보고서
- 보건의료체계강화 세부전략 연구 : 세부전략 매뉴얼
- KOICA-경상북도 새마을리더봉사단 평가방안 연구
- 국제개발협력지 2014년 1호
- 21세기 국제사회의 개발협력 규범과 동향 : 제1차 부산 글로벌 파트너십 이행 모니터링과 2014년 멕시코 고위급 회의를 중심으로
- 글로벌 CSR 사례집
- 국제 새마을운동 ODA사업 표준모형 구축과 콘텐츠 개발
- 국가협력전략(CPS) 수원국 사업환경 분석과 역량진단
- 개발협력 프로젝트 사업(타당성)조사와 수원국 역량진단
- 새마을운동 성공요인과 개도국 적용가능성 및 한계 보완방안

- 국제개발협력지 2014년 2호
- 관광부문 ODA 사업선정을 위한 평가지표 개발 및 KOICA 사업모델 발굴
- 교통인프라 ODA 대상사업의 선정기준 및 선정방법 연구
- 아시아 개도국과의 녹색도시 협력체계 구축 연구
- 개발을 위한 커뮤니케이션(C4D) 가이드라인
- 아프리카 중점협력국 3개국 농업분야 지원방안 연구: 모잠비크
- 아프리카 중점협력국 3개국 농업분야 지원방안 연구: 에티오피아
- 아프리카 중점협력국 3개국 농업분야 지원방안 연구: 콩고민주공화국
- 타 해외원조기관 정책수립 및 사업수행체계 사례연구: 독일 GIZ의 정책 및 수행체계
- ODA 사업에서 효율적인 의료기기 지원 방안 연구
- 글로벌 CSR의 개발협력 현황과 발전과제: 국내외 사례 비교분석
- 효과적인 개발협력을 위한 전통지식 개념 도입: 지역개발사업에의 시사점을 중심으로
- KOICA 국제협력의사제도의 영향과 국제협력의사 출신 보건의료인의 역할 제언
- 환경분야 ODA 사업 유·무상 연계 방안 연구
- Socio-Economic Development Plan (SEDP) of 63 Cities and Provinces and Analysis of Development Cooperation Activities in Vietnam (Vol.1, 2)
- 개발협력사업평의 평가 및 성과중심관리를 위한 평가정보의 효율적인 생산 및 관리
- 환경 ODA 사업으로의 녹색기후기금 능력배양사업
- 미디어, 통신 매체를 활용한 개도국의 고등교육 발전방안 연구
- 개발공헌지수(CDI)의 의의와 한계 및 우리원조에 대한 시사점 고찰
- 국제개발협력지 2014년 3호
- 국제개발협력지 2014년 4호
- ODA 의료보험분야 공여기관별 사례 연구 및 KOICA 의료보험 사업 적용 방안 도출
- 한국ODA 중점협력국 기후변화 취약성 분석

개발과 이슈

- [8호] 국제개발협력 패러다임 변화에 따른 2012년 한국의 OECD DAC 동료검토 결과와 합의
- [9호] 국제사회의 혁신적 개발재원 논의와 우리나라 ODA에 주는 시사점
- [10호] Post-2015 개발 프레임워크와 UN 고위급패널 보고서
- [11호] 개도국 지역공동체개발 논의 동향과 전망 : 새마을운동 ODA 정책과 사업 전략 형성을 위한 시사점
- [12호] 모두를 위한 품위 있는 삶 : Post-2015 개발의제를 위한 UN사무총장 보고서
- [13호] 개도국 지역공동체개발 사업 사례 연구 : 새마을 운동 ODA 확대 가능성을 중심으로
- [14호] 임팩트투자 및 DIB 논의와 시사점
- [15호] 녹색기후기금과 능력배양사업(Readiness Program)

- [16호] 적정기술과 시장중심적 접근법 : 사회적 기업을 통한 적정기술 성공 사례를 중심으로
- [17호] 공적개발원조질적평가(QuODA) 분석 및 우리원조 대응방안
- [18호] 국제개발협력에서 원조투명성 의의 분석 : IATI와 원조투명성 지수를 중심으로
- [19호] Post-2015 개발의제 동향연구 1 : SDGs 초안 분석
- [20호] ‘취약국 개입을 위한 뉴딜’ : 논의 배경, 주요 내용, 그리고 시사점
- [21호] 한중일 대외원조정책 비교분석

Working Paper

- [2014-1] Forging 'Soft' Accountability in Unlikely Settings : The Prospects of Mutual Accountability in South-South Cooperation
- [2014-2] Revisiting the Roles of Development Aid: Resonated between Researchers and Practitioners
- [2014-3] Enhancing Readiness Programs for the Green Climate Fund
- [2014-4] The Practice of Industrial Policy – Lessons for Africa

연구자료 ODA연구 2014-40-233

한국 ODA 중점협력국 기후변화 취약성 분석

발행 2014년 12월
발행인 김 영 목
발행처 한국국제협력단
편집인 ODA연구팀
주소 경기도 성남시 수정구 대왕판교로 825 (우:461-833)
전화 031) 740-0114
팩스 031) 740-0655
홈페이지 <http://www.koica.go.kr>
인쇄 동 화

[본 보고서의 저작권은 한국국제협력단에 있으며,
한국국제협력단의 허락없이 무단 전재와 복제를 금합니다.]

발간물 등록번호 11-B260003-000502-01

ISBN 978-89-6469-264-6 93320

