



WATER
FOR
FUTURE



물 관련 재해 취약국가의 기후변화 적응대책 및 지원 방안



안 재 현 |
서경대학교 토목공학과 교수
wrr@skuniv.ac.kr



이 자 원 |
성신여자대학교 지리학과 교수
jw1109@sungshin.ac.kr



여 호 준 |
서경대학교 대학원 석사과정
newblack7@gmail.com



윤 초 룡 |
성신여자대학교 대학원 석사과정
sunyheejun@nate.com

1. 서론

전 세계적으로 기후변화에 따른 관련 재해의 발생 빈도 및 규모가 증가하고 있으며, 그에 따른 홍수, 태풍 등의 물 관련 재해 발생 비율 또한 증가하고 있다. 세계 각국은 기후변화로 인한 문제점을 인식하고 국가별 기후변화 적응 대책을 수립하는 한편 UN 등의 국제기구 및 기타 민간기관 들도 재해경감을 위한 대

책수립 및 연구를 활발히 진행하고 있다. 하지만 기후변화로 인한 피해는 세계 각지에서 발생하고 있으며 그 피해는 선진국보다 사회적, 경제적으로 취약한 개발도상국과 후진국에 주로 집중되고 있다.

본고에서는 전 세계적으로 발생하고 있는 물 관련 재해 발생 현황으로부터 상대적으로 취약한 국가를 알아보고 그에 따른 국가별 기후변화 대응 노력과 적응대책을 소개하였다. 본 내용을 바탕으로 기후변화에 따른 재해의 심각성을 상기하고 방재 선진국으로서 우리나라가 개발도상국에 대한 지원체계를 수립하는데 도움이 되길 기대한다.

2. 대륙별 재해발생 현황 및 재해 취약국 분류

2.1 대륙별 재해발생 현황

전 세계적으로 자연재해는 지속적으로 발생하고 있고 발생 형태 또한 다양하다. 이에 따라 국제사회에서는 여러 형태의 기관을 통해 자연재해 발생을 기록하고 재난 데이터를 수집하고 있으며, 그 중 한 곳이 CRED(Centre for Research on the Epidemiology of Disasters)이다. CRED에서는



그림 1. 1990~2007년 자연재해 발생 현황

표 1. 1990-2007년 대륙별 자연재해 발생 현황 (www.emdat.be)

구분	가뭄	폭염	홍수	산사태	산불	태풍	지진&쓰나미	화산	전염병	기생충	Total
Africa	145	9	336	14	15	88	26	5	378	15	1,031
America	57	45	381	61	85	443	80	34	73	3	1,262
Asia	91	66	672	151	33	519	270	28	193	6	2,029
Europe	19	96	260	23	51	132	41	3	41	1	667
Oceania	14	5	45	9	12	99	14	10	11	2	221
Total	326	221	1,694	258	196	1,281	431	80	696	27	5,210

국제 재난 데이터(EM-DAT, The International Emergency Disasters Database)를 제공하고 재해 취약성 평가와 재난상황에서의 합리적 의사결정에 사용하도록 권고하고 있다. CRED에서 정의하는 가뭄, 폭염, 홍수, 산사태 등 10가지 재해에 대하여 1990년부터 2007년까지 대륙별 발생현황을 조사하였다. 조사 결과 그림 1에서와 같이 대륙별 재해 발생은 아시아(2029건), 북아메리카(1262건), 아프리카(1031건), 유럽(667건), 오세아니아(221건) 순으로 아시아에서의 재해 발생비율이 다른 대륙들에 비해 높게 나타났다. 표 1에 나타난 재해 종류별 발생비율을 정리하면 홍수(32.5%), 태풍(24.6%), 전염병(13.6%), 지진과 쓰나미(8.3%) 순으로 나타나며 특히 홍수와 태풍과 같은 물 관련 재해 발생 비율이 높음을 알 수 있다.

2.2 아시아지역 자연재해 발생 현황

자연재해 발생 빈도가 가장 높게 나타난 아시아지역을 확대해서 살펴보면 중앙아시아(763건), 동남아시아(564건), 동아시아(536건), 서아시아(166건) 순으로 아시아 중에서도 중앙아시아와 동남아시아에서의 재해발생비율이 높게 나타났다. 재해 종류별 발생비율은 홍수(33.1%), 태풍(25.6%), 지진과 쓰나미

(13.3%), 전염병(9.5%) 순으로 조사되었다. 아시아 지역에서도 대륙별 자연재해 발생 현황과 마찬가지로 홍수, 태풍과 같은 물 관련 재해의 발생비율이 절반 이상인 58.7%로 나타났다. 또한 경제협력개발기구(Organization for Economic Cooperation and Development, OECD)에서 발표한 공적개발원조(Development Assistance Committee, DAC) 수원국 목록(DAC List)에 따른 개발도상국 분류에서 최빈개도국과 여타 저소득국가가 대다수 포함되어 있는 중앙아시아와 동남아시아 국가의 발생 비율이 높은 것을 알 수 있다.

표 3. OECD/DAC의 2009-2010년 ODA수원국 목록에 따른 개발도상국의 분류

최빈개도국 (Least Developed Countries)	유엔이 정한 소득, 경제적 다변화, 사회 발전 등의 기준에 따라 분류하며 기준은 수시로 바뀜, 현재 방글라데시, 미얀마, 아이티, 예멘 등 49개국.
여타 저소득국 (Other Low Income Countries)	1인당 GNI 935 달러 미만으로 최빈개도국이 아닌 국가. 가나, 케냐, 파키스탄, 베트남 등 12개국.
중하소득국 (Lower Middle Income Countries and Territories)	1인당 GNI 936-3,705 달러인 국가. 인도, 인도네시아, 필리핀, 스리랑카 등 46개국과 토켈라주제도 등 2개 지역.
중상소득국 (Upper Middle Income Countries and Territories)	1인당 GNI 3,706~11,455 달러인 국가. 벨리즈, 칠레, 멕시코, 말레이시아 등 38개국과 세인트 헬레나 등 5개 지역.

표 2. 1990년 이후 아시아 대륙에서의 자연재해 발생 현황 (www.emdat.be)

구분	가뭄	폭염	홍수	산사태	산불	태풍	지진&쓰나미	화산	전염병	기생충	Total
Eastern Asia	31	8	132	34	8	219	81	5	17	1	536
South Central Asia	22	47	285	63	7	137	95	0	103	4	763
South East Asia	25	0	198	47	13	140	56	23	61	1	564
Western Asia	13	11	57	7	5	23	38	0	12	0	166
Total	91	66	672	151	33	519	270	28	193	6	2,029

2.3 기후위험지표에 따른 재해 취약국

그렇다면 기후변화로 인해 발생한 재해로 가장 많은 피해를 입은 국가는 어디일까? 매년 기후위험지표(Climate Risk Index, CRI)를 발표해왔던 독일의 비영리 민간기후연구소 저먼워치(German Watch)의 최근 보고서(Global Climate Risk Index 2010)에 따르면 방글라데시가 가장 취약한 것으로 나타났다. 2010년 기후위험지표란 독일의 보험회사 뮌헨레(Munich Re)에서 조사한 1990년부터 2008년까지의 NatCatSERVICE 자료에 기초해 기후변화로 발생한 폭풍과 홍수, 가뭄 등의 재해에 따른 사망자수와 피해액을 종합적으로 평가한 결과이다. 이 기간 중(1990~2008년) 자연재해 피해가 가장 극심했던 나라는 개발도상국들로 총 1만 1천번의 자연재해로 약 60만명이 목숨을 잃고, 그에 따른 경제적 피해액

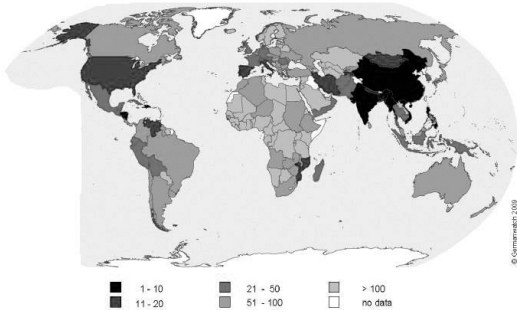


그림 2. World map of Global Climate Risk Index 1990-2008 (GermanWatch 2009)

표 4. 1990-2008년 기후위험지표(CRI) 순위

순위 1990-2008	국 가	국가 분류	CRI score	사망자수*	인구 만명당 사망자*	경제적 피해 (US 백만달러)*	GDP당 경제적 손실률(%)*
1	방글라데시	최빈국	8.00	8,241	6.27	2189.5	1.81
2	미얀마	최빈국	8.25	4,522	9.60	707.24	2.55
3	온두라스	중하소득국	12.00	340	5.56	660.1	3.37
4	베트남	저소득국	18.83	466	0.64	1525.44	1.31
5	니카라과	중하소득국	21.00	164	3.37	211.11	2.03
6	아이티	최빈국	22.83	335	4.58	94.88	1.08
7	인도	중하소득국	25.83	3,255	0.33	6132.1	0.38
8	도미니카	중하소득국	27.58	222	2.93	191.06	0.45
9	필리핀	중하소득국	27.67	799	1.11	544.2	0.30
10	중국	중하소득국	28.58	2,023	0.17	25960.66	0.78

주: * 표시의 자료는 연평균 자료임

1) 독일의 재보험회사 Munich Re의 자연재해 조사자료

은 약 1조 7천억 달러에 달한다. 또한 그림 2에서와 같이 최근 홍수와 태풍, 지진해일의 영향으로 해안연안 국가들의 기후위험지표에 대한 수치가 낮게 나타남을 보인다. 기후위험지표의 적용에 따른 국가별 순위는 매년 재해 발생지역의 변화에 따라 순위가 바뀌나 전반적으로 개발도상국이 기후변화로 인한 재해 피해가 크며, 이들 국가에 대한 기후변화 적응대책이 시급하다는 점이 나타난다.

3. 대상국가별 기후변화 대응 노력 및 대책

개발도상국에 효과적인 기후변화 적응대책 적용을 위하여 우선 적절한 대상국 선정이 수반된다. 그에 따라 경제적으로 취약한 중하소득국(LMICs) 이하의 국가들 중 빈곤상황, 우리나라와의 경제적·외교적 관계 등을 종합적으로 선정하여 고려하여 대상국을 선정하였다. 본 연구에서는 기후위험지표(CRI) 상위 6개국 중 서남아시아 최빈국인 방글라데시와 개발수요가 큰 베트남을 대상국가로 삼고 그에 따른 기후변화 적응 대책을 알아보았다.

3.1 방글라데시

방글라데시는 기후변화로 인한 영향을 인식하고

잠재적인 기후변화 영향을 줄이기 위해 기후변화 대응 프로그램을 마련하였다. 방글라데시 수상은 2002년 9월 수도 다카에서 방글라데시의 환경삼림부에 의한 NAPA(National Adaptation Programme of Action) 프로그램을 준비하였고 유엔기후변화협약(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)의 제7차 당사국총회(Conference of the Parties, COP7)에 의해 결정이 되었다. NAPA 프로그램은 국가 취약성과 자연재해의 영향을 살피고 방글라데시의 지속가능한 성장을 장려하는데 목적이 있으며, NAPA를 통하여 교토의정서 및 유엔기후변화협약의 국제적 기후변화 경감 역할을 고취시키려는 의도가 있다.

3.2 베트남

베트남은 1994년 11월 16일에 기후변화에 관한 유엔기후변화협약(UNFCCC)과 2002년 9월 25일에 교토의정서(Kyoto Protocol, KP)를 비준하여 기후변화에 대한 적극적 대응의사를 나타냈다. 이후 2004년 8월에 베트남 총리는 공식적으로 Vietnam Agenda 21(Guidelines for the sustainable development in Vietnam)을 발효하였다. 따라서 “기후변화를 저감하는데 도움이 되는 조치를 이행”하는 것이 지속가능발전의 목표를 실현하는데 필요한 우선분야 중 하나로 보고 다음과 같은 분야별 중점

추진대책을 수립하였다.

〈분야별 중점 추진대책〉

- 부문별, 지역별 기후변화 영향 평가
- 2010년부터 2100년까지 베트남의 기후변화 시나리오 대응전략 수립
- 기후변화 대응을 위한 실행 프로젝트(부문별, 지역별 기후변화 대처)
- 기후변화 대응을 위한 초기사업의 개발, 시행
- 해결능력 개발(인적자원, 기구, 법적문서, 정책 등)
- 과학, 기술의 개발과 적용
- 기후변화에 대한 인식의 증가
- 국가중점 프로그램을 국가전략으로 통합; 사회, 경제적 개발계획과 프로그램
- 국제 협력 강화

베트남 정부는 각 부처 및 부문, 지방정부의 기후변화 상황에 따른 자원, 환경, 경제, 사회에 미치는 영향에 대한 연구프로젝트를 추진 예정이며 국가 대응 프로그램을 시기적으로 3단계를 구분해서 1단계(2008년~2010년), 2단계(2010년~2015년), 3단계(2015년 이후)로 추진하고 있다.

3.3 기후변화 적응 대책 사례

앞선 내용에서 방글라데시와 베트남은 각자 기후변

표 5. 방글라데시 NAPA Project

우선순위	프로젝트 명	프로젝트 분야	분야 요소	프로젝트비용(USD)
1	지역의 참여와 함께 연안의 조리를 통한 기후변화위험저감	Coastal and Marine Ecosystems	Coastal zone	23,000,000
2	해수면상승으로 인한 염분침투를 방지하여 지역사회에 안전한 식수 제공	Water resources	Water resource development	1,525,000
3	기후변화를 Planning으로의 통합, 기반시설의 디자인, 물관리 기관을 위한 지대설정과 분쟁조정을 위한 능력의 수립	Educational and Capacity building	Capacity-building	5,050,000
4	긴급상황 준비와 촉정을 위한 취약적인 지역으로의 기후변화 적응과 정보의 보급	Educational and Capacity building	Awareness raising and Capacity building	7,050,000
5	주요 범람원에서 반복되는 홍수를 다루기 위한 홍수 대피소, 정보, 원조 센터의 건설	Cross sectoral	Terrestrial ecosystems, water resources, infrastructure and early warning system	5,050,000



화로 인한 영향을 인식하고 재해경감을 위한 노력을 기울이고 있다. 하지만 두 국가 모두 물 관련 재해에 대한 비중이 높게 나타나고 있어 무엇보다도 물 관련 재해대책이 시급한 것으로 판단된다. 또한 사회·경제적으로 취약한 개발도상국은 사회기반시설이 부족한 상황에서 대규모 방재대책을 수행하기에는 무리가 있으며 인명피해를 최소화 시킬 수 있는 기술적 대응이 가장 시급할 것이다. 특히 유엔과 세계은행(The World Bank, The United Nations, 2010)이 최근 발표한 보고서에서도 간단한 예방조치만으로 자연재해로 인한 손실을 줄일 수 있을 것이며 구호작업보다는 예방조치에 초점을 맞출 것을 촉구하고 있다.

이에 대한 좋은 사례로 방글라데시의 '사이클론 대피소'를 들 수 있다. 방글라데시는 국토의 대부분이 삼각주, 범람원인 자연제방에 위치하여 홍수와 범람의 위험이 상존하고 있다. 주기적으로 발생하는 사이클론은 벵골만을 따라 북상하여 방글라데시의 인구 밀집지역에 홍수를 일으켜 피해를 준다. 이에 따라 사이클론 발생 시 인명피해 최소화를 목적으로 방글라데시는 다중 목적의 사이클론 대피소를 건설하였다.

다중 목적의 사이클론 대피소는 15~19개 연안 구역에 건설되었으며, 약 2,900여개의 대피소가 있고 홍수에 대비한 대피소는 200여개가 건설되어 있다. 대피소는 700~1000명의 난민 수용이 가능하다 1960~1970년대 지어진 오래된 대피소는 단일 목적으로만 쓰였으나 최근의 대피소는 학교, 지방정부 사무실, 보건소 등 다중 목적으로 이용되고 있다. 대피소의 설계방식은 다양하나 일반적으로 2층 정도의 높



그림 3. 방글라데시 사이클론 대피소 (www.uni.edu)

이로 바람에 저항할 수 있는 삼각형 모양의 건물 외형을 갖추고 있다. 철책이 계단 양쪽에 설치되어 있어 강한 바람이 불 때에도 쉽게 올라설 수 있는 구조로 지어졌으며, 남녀의 방이 따로 되어 있고 화장실은 아래층이나 건물 가까이에 마련되어 있다.

4. 결론

지금까지 범지구적으로 발생하고 있는 기후변화와 관련된 재난피해 현황을 분석, 기후위험지표(CRI)를 통한 기후변화 취약국가를 살펴보고 방글라데시와 베트남의 기후변화 대응 정책 기본 방향과 실질적인 적응 대책 사례를 소개하였다.

지구온난화에 따른 기후변화 영향평가 및 적응방안에 관한 기술분야로서 국제적인 기후변화 예측에 대한 연구들이 활발하게 이루어지고 있으며, 우리나라에서 선진국의 현황을 검토하고 후진국 등을 대상으로 적용 가능한 우리나라 현실에 맞는 기후변화 적응기술 연구가 필요한 상황이다.

홍수와 태풍 등의 물 관련 재해는 기후변화에 의한 이상기후에 따라 발생빈도나 심도가 증가하는 대표적인 자연재해이다. 현재 전 세계적으로 빈번히 발생하고 있는 자연재해로 인해 국가 사회기반과 경제, 개인 재산 등의 손실 증가에 따라 선진국과 글로벌 기업들은 기후변화 관련 시장 선점에 적극적으로 나서고 있는 실정이다. 계속되는 세계 경제침체와 현재의 기후위기에 대한 해결책을 연결시켜 두 문제 모두에 대한 해답을 찾기 위한 노력이 진행되어야 하고, 또한 기후위기에 효과적으로 대응하기 위한 지구촌 경제의 녹색 혁명이 필요하며 법과 기준, 정치적 규제와 신기술, 신상품과 시장을 포함한 새로운 경제적 기회를 만들어야 한다. 이에 따라 우리나라가 방재 선진국으로서 기후변화 적응기법에 대한 효과적인 개발도상국에 지원을 위해서는 전략적인 지원체계 구축이 필요하며 다음과 같은 관점에서의 접근이 필요하다.

첫째, 적절한 지원대상국 설정 및 지원규모의 결정

이다. 기후변화 적응을 위한 기술의 효과적인 적용을 위해서는 홍수, 태풍 등의 재해 피해 분석을 통하여 적절한 지원대상국 설정이 선행되어야 한다. 또한 대상국에 대한 사회·경제적 여건, 빈곤상황(소득수준, 절대빈곤인구 등), 각종 인프라 상황, 우리나라와의 경제적·외교적 관계 등 다방면에서 대상국 분석이 수반되어야 한다. 지원규모 또한 우리나라의 국제적 위상에 걸맞은 결정이 필요하고 적절한 지원규모의 산정을 위해서는 고려요소와 기준, 원조대상국의 특성, 지원의사결정체계 등의 요소가 함께 고려되어야 한다.

둘째, 국제원조를 통한 지속적인 국제경쟁력 확보이다. 오늘날의 국제원조시장은 인도적인 가치체계와 국익을 추구하는 경쟁양상을 동반하고 있다. 따라서 지원국에 대한 기술 지원을 통하여 해외투자기반을 확보하고 수출시장화를 통하여 국제경쟁력을 확보하여 국익을 도모하여야 한다. 또한 방재산업 및 관련 기업에 참여를 높여 산업 전반에 대한 가치를 높이는 기회로 삼아야 한다.

마지막으로 유기적인 지원체계 및 자발적 원조사업 형태 확립이다. 현재 우리나라 국제원조 운영체계는 양자간 협력에서 기본적 실시체계가 무상원조와 유상원조로 이원화 되어 있으며 무상원조는 한국국제

협력단(KOICA)이, 유상원조는 한국수출입은행 대외경제협력기금(Economic Development Cooperation Fund, EDCF)이 담당하고 있으며, 기술협력사업은 그 외 다른 정부부처 및 기관에서 분담해서 실시하고 있다. 따라서 전체적으로 유·무상원조의 효과적인 조정 및 부처 간 원활한 협의를 위해서는 유기적인 지원체계의 확립이 중요하다. 또한 수혜국 요청에 의한 원조에서 벗어나 재해·재난관리의 지속적 원조가 가능한 유망한 재난관리 사업의 집중개발이 필요하다.

이와 같은 관점을 토대로 소방방재청, KOICA 등 관계 부처와 해당 기업들의 상호협력 체계가 구축되고 지속적인 유지관리가 이루어져야 실질적인 지원체계 확립을 기대할 수 있으며, 이를 통한 재난지원 및 사업 참여를 통해 이미지 제고 및 사업아이템 수출 등의 확장 또한 가능할 것이다.

감사의 글

이 글은 소방방재청에서 출연하고 자연재해저감기술개발사업단에 의한 「기후변화에 따른 자연재난 환경변화에측 및 방재기준에 미치는 영향연구」(과제번호 : NEMA-09-NH-02)의 연구성과입니다. ☺

참고문헌

1. Bangladesh Ministry of Environment and Forest (2005). National Adaptation Programme of Action, Final Report
2. Bangladesh Ministry of Environment and Forest (2009). Bangladesh Climate Change Strategy and Action Plan
3. EM-DAT Home page, <http://www.emdat.be> (February 16, 2011)
4. German Watch (2010). Global Climate Risk Index, Briefing Paper
5. The World Bank, The United Nations (2010). Natural Hazards, Unnatural Disasters