


청소년이 이해한
IPCC특별보고서 SREX



목차

| | |
|---|-----|
| 제 1장. 기후변화: 재해위험, 노출, 취약성, 복원력의 새로운 범위. | 5 |
| 제 2장. 위험 결정 요소: 노출과 취약성 | 13 |
| 제 3장. 극한 기후의 변화와 자연환경에 미치는 물리적 영향 | 21 |
| 제 4장. 극한 기후의 영향의 변화: 인류 시스템과 생태계 | 41 |
| 제 5장. 지역 수준의 극한기후 위험 관리 | 57 |
| 제 6장. 극한기후와 재해 위험을 관리하기 위한 국가 제도들 | 65 |
| 제 7장. 위험관리: 국제적 수준 및 규모의 통합 | 77 |
| 제 8장. 지속 가능하고 회복력 있는 미래를 향해 | 85 |
| 청소년들을 위한 기후변화 적응의 발전을 위한 극한 현상과 재해 위험관리에 대한 IPCC 특별보고서 요약본 | 103 |
| 용어 풀이 | 133 |
| 후기모음 | 151 |



제 1장. 기후변화:

재해위험, 노출, 취약성, 복원력의 새로운 범위.

기후변화가 무엇일까요?

기후변화란, 평균 기후나 기후 성질의 변화가 10년 이상 지속적인 경우를 말합니다. 좀 더 구체적으로 말하자면, 기후변화는 자연적인 내부 과정이 외부 강제력으로 인해 또는 대기 조성이나 토지 이용의 지속적인 인위적 변화로 인해 발생할 수 있습니다. 연구에 따르면, 인위적 기후변화는 금세기 이후에 온실가스 배출이 감축된다 하더라도 계속될 것이라고 합니다. 이로 인해 기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC)에서는 '기후변화 적응을 위한 극한 현상 및 재해의 위험관리'라는 주제의 특별보고서(SREX)를 제작하여 기후변화의 새로운 관리 테마와 난제에 대하여 이야기하고 있습니다. 이 책에서는 여러분들에게 기후변화에 관한 정부 간 협의체에서 제작한 SREX특별보고서가 어떤 이야기를 하고 있는지 이해하기 쉽게 설명해 줄 것입니다.

IPCC에서 SREX특별보고서가 제작된 계기는 무엇일까요?

과학은 지난 세기동안 전 세계적으로 비상한 발전을 이룩하였습니다. 이는 기후변화에 대한 정보를 얻는 데도 큰 도움을 주었지요. 현재는 조기 경보 체제가 발전되어 지역별 강수량과 태풍 경로를 미리 예측할 수 있습니다. 덕분에 홍수조절을 비롯한 수리기상학적 대응을 할 수 있게 되었고 이로 인한 사상자 수가 눈에 띄게 줄어들고 있습니다. 뿐만 아니라 많은 사람들이 기상이나 기후로 인한 부정적 영향에 대하여 이해하게 되었습니다. 하지만 역사적으로 유례없는 기후변동이 끊이지 않아 사회·경제적으로 부정적인 영향이 빠르게 증가하고 있는데 사회적 중재는 이에 효과적으로 대응하지 못하고 있습니다. 전 세계 많은 지역에서 기후변화로 인해 경제적 손실이 커지고 생계 수단이 붕괴되고 있는 것이지요. 경제적 손실에 대한 노출과 추산된 위험이 일인당 국민 총 생산량(GDP)보다 큰 것이 현실입니다.

이와 같은 상황으로 168개국의 정부는 효과 행동 계획을 채택하여 재해 위험 관리

와 현실적인 실행을 위한 기준을 제공하였습니다. 그 후 UN성명서는 모든 개발 및 개발계획에서 재해 위험 관리 및 기후변화 적응 문제와 목표에 대한 보다 긴밀한 통합의 필요성에 대해 발표하였습니다. 이러한 UN의 염려로 곧 IPCC와 UN재해경감 국제 전략기구(UNISDR)는 노르웨이 정부의 지원으로 "기후변화 적응을 위한 극한 현상 및 재해의 위험관리"에 대한 본 특별보고서 제작에 착수한 것입니다.

SREX특별보고서에서 이야기하고자 하는 것은 무엇일까요?

SREX특별보고서에서는 기후변화가 재해위험을 관리하는 데 있어서 어떤 영향을 끼치는지에 대하여 이야기하고 있습니다. 기후변화 적응 목표와 과정을 수립하기 위해서 인간이 기여할 수 있는 바가 무엇일지, 그리고 어떻게 대응할 수 있을지를 설명합니다. 본 특별보고서에서는 이에 대한 답을 제시하고자 기후변화에 대한 적응이 어떻게 재해위험관리의 실행과 밀접하게 통합될 수 있는가를 고찰하고 있습니다.

본 보고서에서 현재의 과학지식을 활용하여 다루고자 하는 세 가지 목표

- 1) 미래에 기후변화 적응과 극한 현상 및 재해의 관리를 보다 더 향상시키기 위하여 과거의 기후변화 패턴 아래 기후 관련 재해 위험 관리로부터 얻은 개념, 방법, 계획, 수단, 경험의 타당성과 유용성을 평가합니다.
- 2) 재해 위험 관리 분야에서 기후변화로 인한 새로운 관점과 난제를 평가합니다.
- 3) 적응의 관점에서 사회 복원력과 지속가능성의 바람직한 증가에 대하여 재해 위험 관리 및 적응의 진전과 기후변화 분야의 상호간 영향 및 발전을 평가합니다.

보고서를 이해하기 위해서 기후변화 관련 기본용어를 알아볼까요?

극한 현상은 일정하거나 변화하는 기후 상황에 따른 기후의 변동성을 의미합니다. 관찰된 기상 또는 기후 변수의 관측 값 범위가 상한(혹은 하한)에 가까운 기준 값보다 높은(혹은 낮은)값이 발생하는 것으로 정의합니다.

재해란 인간, 자원, 경제, 혹은 환경에 광범위하게 불리한 영향을 주게 되어, 인간의 위급한 상황에 충족시키기 위한 즉각적인 응급 대처와 회복을 위한 외부 자원을 요하는 취약한 사회 환경과 이와 상호작용하는 위험한 물리적 상황 때문에 사회나 공동체의 정상적인 기능이 어렵게 변화하는 것입니다.

위험한 물리적 현상은 자연적, 사회자연적(인간으로 인한 물리적 환경의 악화나 변화로부터 오는), 완전 인위적 원인으로부터 일어날 수 있습니다. 수문기상 현상과 해양 현상이 노출과 취약성의 문제로 위협의 징조가 된다면 위험할 수 있는 다양한 물리적 현상을 말합니다. 이를 반영하는 위험한 물리적 현상으로는 지진, 화산, 쓰나미가 있습니다.

물리적 영향이란 위험한 물리적 현상들 중 한 가지 현상 또는 복합적 현상으로 인해 동시에 또는 서로 다른 시간에 끼치게 되는 영향을 말합니다. 물리적 영향의 예로는 홍수와 가뭄이 있습니다.

재해위험이란 취약한 사회 상황과 상호작용하는 위험한 물리적 현상으로 인해 공동체나 사회의 정상적인 기능을 어렵게 변화시키는 구체적인 기간에 관한 가능성을 말합니다. 여기서 위험이란, 생명의 잃음, 상해, 또는 다른 건강상 영향·손상, 재산의 손실, 시설의 손실, 생계의 손실, 식량의 손실, 환경자원의 손실을 야기할 수 있는 모든 물리적 현상을 유발하는 음직한 자연적·인위적 사건의 발생입니다.

노출은 물리적 현상으로 인해 미래에 잠재적으로 손상, 손실, 손해를 입을 수 있고 불리한 영향을 받을 수 있는 장소에 사람이 존재하거나, 생계가 직결되어 있거나, 환경적 유익과 자원, 하부 조직, 경제적·사회적·문화적 자산이 존재하는 것을 말합니다.

취약성은 일반적으로 불리하게 작용하기 쉬운 성향 또는 기질로 정의됩니다. 여기서 성향은 내적인 특성을 말합니다. 재해위험의 분야에서 취약성은 한 사람이나 특정 집단의 특징을 반영하여 물리적 상황의 불리한 영향을 예상하고, 대처하고, 저항하고, 회복하는 능력에 타격을 주는 상황을 포함합니다.

능력은 수립된 목표를 달성하기 위해 개인이나 지역사회, 사회, 조직이 활용할 수 있는 모든 강점, 속성, 그리고 자원의 통칭을 이르는 말입니다. 능력은 취약성을 줄이고 재해의 결과에 대처하기 위해 제반사회(기관, 지역 공동체, 개인 등)가 필요한 정보 및 통치 기관에 접근할 수 있도록 할 뿐 아니라 사회적, 경제적, 심리적, 문화적, 생계관련 천연 자원에 접

근하고 사용할 수 있도록 하는 조건과 특징을 포함합니다.

대응은 일반적으로 단기에서 중기적으로 기본 기능을 달성한다는 목표 하에 부정적 상태를 다루고, 관리하고, 극복하기 위하여 가용 기술, 자원, 그리고 기회를 사용하는 것을 의미합니다.

복원력은 위험한 상황의 결과를 제시간에 효과적인 방법으로 예측, 흡수, 적응, 만회하는 체제와 그 체제를 구성하는 성분의 능력입니다. 여기서 효과적인 방법이란, 위 체제의 중요한 기본적 구조와 기능의 보전, 복구, 개선을 보장하는 것입니다.

보고서에서 이야기하는 재해위험관리 용어를 알아볼까요?

인간안보, 복지, 삶의 질, 지속가능한 개발의 증진이라는 명백한 목표를 가지고 재해위험에 대한 이해를 증진시키고 재해위험 완화 및 전가를 촉진시키며 재해 대비, 대응, 복구 방식의 지속적인 개선을 장려하기 위하여 전략, 정책, 수단을 설계하고, 이행하고, 평가하는 과정을 **재해 위험 관리(=위험 관리)**라고 정의합니다.

1) 재해 위험 저감: 미래 재해위험을 예측하고 현존하는 노출, 위험, 취약성을 감소시키고, 복원력을 향상시키는데 쓰이는 전략과 대책을 의미합니다. 정책적 목표나 목적, 전략적·제도적 수단으로 인간, 생계, 자산의 취약성을 감소시키고 땅, 물과 같은 기타 환경 구성물에 대한 적절한 지속가능 관리를 보장합니다.

2) 재해 관리: 여러 조직과 사회의 수준에서 재해준비, 대응, 복원 실행을 증진 및 향상시키는 전략·정책을 설계하고, 실행하고, 평가하는 사회적 절차를 말합니다. 초기의 경고 체제, 접근 계획, 비상대응(위기 상황 아래 응급한 인간의 필요를 충족시키기 위한 즉각적인 원조), 최후에는 복원의 활성화를 포함합니다. 하지만 재해관리로도 ‘잔류하는’ 재해위험이 존재하여 계속되는 재해위험이 충분히 완화 또는 감소되지 않거나 완전히 제거 혹은 예방되지 않습니다.

기후변화 적응은 정책적, 전략적, 제도적 측면에서 인간체계와 자연체계 모두를 아우르는 개념입니다. 인간체계의 적응은 위험을 경감시키고 이로온 기회를 활용하기 위해 현재 혹은 예상 기후 및 그 영향에 적응하는 과정입니다. 자연체계의 적응은 현재 기후와 그 영향에

적응하는 과정을 일컬으며, 여기서 인간의 간섭이 예상되는 기후에 대한 적응을 촉진시킬 것 입니다. IPCC에서는 2007년에 “기후변화 적응은 위험을 경감시키거나 이로온 기회를 활용하는 것과 같이 현재 및 예상 기후의 자극에 대응하는 자연과 인간체계의 적응”이라고 총칭적으로 말한 것에서 수정된 것입니다. 이는 자연체계가 예상기후 자극에 적응할 수 있다는 암시가 존재하는 정의를 피하고, 인간중재의 형식이 인간에 의해 예상되는 미래 기후자극에 자연체계 적응을 위한 기회를 제공할 수 있다는 의미를 함축합니다.

재해 대비는 잔류하는 위험, 완화되지 않은 위험, 일시적인 물리적 현상 발생을 경험할 수 있는 해로운 영향을 확실히 제거하는 것입니다. 노출된 상황과 취약한 상황으로부터 사람과 가축이 피하는 것이 그 예가 될 수 있습니다. 동시에, 실현하기 불리한 외견에 보다 나은 대응을 제공하기도 합니다. 예를 들어 타격을 입은 사람들이나 빈곤한 사람들을 위한 적절한 피난장소와 마시기에 알맞은 물의 공급, 혹은 타격을 입은 동물이나 인구를 위한 음식을 공급할 수 있습니다.

재해완화는 이전에 재해가 실현되었던 더 불리한 상황을 제한하고자 시도하는 행동을 말합니다. 재해완화는 때때로 첫 번째 물리적 영향에 따른 ‘2차적 재해’의 회피를 의미합니다. ‘2차적 재해’는 무엇보다 건강에 대한 불리한 영향, 그리고 부적절한 재해대응과 사회복원 계획, 현존하는 계획의 부적절한 법규, 눈에 보이지 않거나 예측 불가능한 상황으로 인한 삶에 의한 것으로 특징지어 질 수 있습니다.

재해위험 방지와 **재해 방지**는 엄격하게 말하여 근원적인 원인과 재해를 유발하는 상황의 제거나 회피로 재해위험이나 재해실현의 가능성을 막는 것을 의미합니다. 이 개념은 재해위험이 관리가능하고 그 실현을 범위(상황에 따라 변화하는 것)내에서 방지할 수 있다는 사실에 관심을 집중시키는 것을 말합니다. 예기되는(사전행동의) 재해위험 관리와 적응은 단지 존재하는 것을 감소시키는 것이 아니라 이전에 일어났던 미래 위험과 재해를 개정하는 관리, 혹은 반동하는 관리의 경우로서 명확하게 회피하는 중요한 방법입니다.

제 1장에서 하고 싶은 이야기는 무엇일까요?

위험한 상황과 취약한 사회 환경이 맞물려 사회나 공동체의 정상적인 기능이 어려워지고, 이 때 극심한 영향을 겪게 되는 것을 재해라고 합니다. 따라서 재해위험의 주요 요인은 사회적 취약성과 노출이라고 할 수 있습니다. 실제로 사회적 취약성과 노출로 인해 극

한 현상은 재해로 이어져도 비-극한 현상은 재해로 이어지지 않는다는 일반적인 견해가 깨져버리기도 합니다. 때로는 오히려 극한 현상이 재해로 이어지지 않는 반면에 비-극단적인 물리적 현상이 만성적 위험과 맞물려 극한 영향과 재해로 이어집니다. 따라서 인적, 생태적, 물리적 시스템에 영향을 주는 극한 영향은 각기 다른 극한 현상이나 비-극한 현상 모두에서 발생 가능합니다. 게다가 이 둘의 복합 현상이나 그 현상의 영향을 발생시켜 가뭄이 강한 불길을 만든다거나 강한 비가 산사태나 토양을 침식시키는 사례가 발생합니다.

일상적·만성적 위험요소와 비-극한 현상에 관련한 위험을 저감하는 데에 기초한 관리 전략은 재해 위험 저감과 재해의 대처 및 준비를 돕는 구조를 제공합니다. 이는 전적으로 이례적이고 극단적인 현상에 기초한 극한 현상 관리 전략으로는 기대할 수 없는 효과입니다. 기후변화에 효과적으로 적응하기 위해서는 사회적 절차와 발전 경로로 재해 위험을 호전시킬 수 있는 다양한 방법에 대한 이해가 필요합니다. 실제로 재해 위험은 진행 중이거나 지속적인 환경적, 경제적, 사회적 위험요소 모두와 관련되어 나타날 수 있습니다. 이 같은 재해 위험을 대처하는 데 있어서는 개발을 위한 실행, 정책, 결과물이 큰 영향력을 갖습니다. 개발의 결정은 재해의 위험성을 증가시킬 수 있다는 것입니다. 그러므로 재해 위험 저감과 기후변화 적응의 복합 안전을 진척시키기 위해서는 생태계의 고갈 속도 감소, 도시의 토지 사용 및 국토 공간조직 절차 개선, 자방지역의 생계 강화, 도시와 지방지역 관리방식의 총괄적이고 구체적인 진보가 필요합니다.

기후변화는 재해 위험 관리를 위한 노력의 적합한 배치에 대하여 보다 더 도제적인 난제를 제시할 것입니다. 모든 특성이 변화할 수 있는 기후의 잠재력은 그 결과로 나타나는 위험의 평가, 전달, 관리를 복잡하게 하기 때문입니다. 이러한 기후변화의 특성 아래 재해 위험을 저감 및 전가시키기 위한 하나의 시작점은 보다 넓은 위험 제어 체제 차원에서의 위험 평가입니다. 평가와 분석절차는 관리 상황, 자료와 기술에 대한 접근력, 그리고 이와 관련된 이해 관계자들에 따라 다양한 수단을 사용할 수 있습니다. 여기서 말하는 수단은 지역적 수준의 정형화된 전망에 대한 위험 분석에서 참여방식의 위험과 상황분석 방법론에 이르기까지 다양합니다. 하지만 위험 평가만으로 극한 현상과 그에 따른 영향 발생 가능성 및 중대성을 측정하는 데는 어려움이 있습니다. 게다가 각기 다른 이해 관계자들과 집단 사이에서 위험에 대한 인식은 심리적·문화적 요소와 가치, 신념에 의해 여러 가지로 성립됩니다. 위험을 효과적으로 전달하기 위해서는 모든 이해 관계자와 집단 사이에서 기후관련 위험에 대한 지식이 교화되고 공유되고 통합되어야 합니다. 또한 각기 다른 위험의 유형이나 특정 지역만의 위험을 개별적으로 관리하는 것과는 상반되는 통합 시스템에 도달하는 것이 좋습니다. 하나의 행동 유형에 유일한 집중보다는 위험을 저감 및 이전시키고 현상이나 재해에 대응하기 위한 행동 포트폴리오가 더욱 바람직합니다.

기후변화 적응의 핵심은 학습입니다. 적응의 개념, 목표, 절차는 재해위험 감소 요

인으로서 재해위험 관리와 많은 것을 공유하고 있기 때문입니다. 재해위험 관리와 기후변화 적응은 선진화된 학습절차의 기틀과 예시를 제공합니다. 이에 계획된 적응 노력을 좌절시키거나 부적절한 적응방법의 이행을 유도하는 방해물을 최소화 혹은 모면할 수 있도록 도움을 줍니다. 실제로 높은 불확실성, 동적인 복잡성¹⁾, 기후변화의 장기적 시간 규모 때문에 확고한 적응 노력을 위해서 반복하는 위험 관리 전략이 요구됩니다. 즉, 기후변화 및 개발과 관련된 위험, 노출, 취약성의 전망된 추세와 불확실성은 현 상태로 복원 혹은 대처하는데 어려움을 주고 있다는 것입니다. 그러므로 사회생태계의 복원을 위한 이러한 접근은 시간이 지남에 따라 스스로 조직하고 배우고 적응하는 능력을 포함하는 개념으로 확장될 것입니다.

재해위험 관리의 과거 약점 및 기후변화의 새로운 범위가 주어진에 따라 훨씬 개선되고 강화된 재해위험 관리와 적응이 발전 과정의 일부로서 미래 위험을 줄여나갈 것입니다. 노력의 결과는 최근 수십 년 동안 다른 지역에서 재해위험 관리의 경험과 성공에 의해 알려질 때, 그리고 위험 증명, 감소, 이전, 재해 관리를 위한 적절한 접근에 의해 이루어질 때 더 효과적일 것입니다. 미래에는 재해위험 관리 및 적응의 실행이 각각 제도적, 재정적, 정책적, 전략적, 실제적 조건에 더 큰 시너지효과와 연관효과를 불러일으켜야 하기 때문입니다. 공동체의 제한된 참여, 지역공동체의 지식과 능력의 제한된 사용, 그리고 국가적, 국제적 정책과 활동에 의해 분배된 의사결정은 재해 위험 자감에 있어서 부정적입니다. 재해 위험 관리가 권장하고 최근 문명사회와 정부의 지역수준 적응 안건에 의해 수용된 위험 대처 능력 및 상황 분석 방법론은 기후변화와 재해위험의 관리에 큰 통합 효과를 보일 것입니다.

1) 동적인 복잡성(dynamic complexity): 인과관계가 뚜렷하지 않고, 시간의 조정에 따른 효과가 명확하지 않은 상황



2. 위험 결정 요소: 노출과 취약성

1. 위험을 결정하는 요소는 무엇일까요? : 위험, 노출, 그리고 취약성

재해 위험은 미래에 재해가 발생할 가능성을 의미합니다. 이는 사회생태적 상호작용과 취약성의 복합으로 발생하게 됩니다. 물론 재해만 이러한 위험을 발생시키는 것은 아닙니다. 사회 시스템의 취약성이 발생시키는 역효과도 그 위험의 큰 부분을 차지하고 있습니다. 재해 위험은 시간적, 공간적으로 항상 그 강도가 유지되는 것은 아닙니다. 실질적으로 발생하는 재해는 사회생태적 상호작용을 통해 연속적으로 존재하는 재해 위험 가운데 한 ‘순간’일 뿐이며 때때로 대처하지 못했던 위험도 포괄합니다. 이렇게 발생한 재해와 그 위험은 기존의 재해에 대한 노출 요소를 악화시킬 수 있습니다. 또한 이것은 잠재된 성질이었던 위험이 물질적 피해로 드러나는 것임과 동시에 불확실했던 조건이 구체적으로 현실화되는 것을 의미하기도 합니다. 재해 위험은 사회 시스템의 역효과와도 연관됩니다. 그 영향은 여러 유형의 재해 성격을 띠는데요. 나아가서 작은 재해들이 쌓이면 공동체와 사회 시스템의 수용능력이 위험에 노출되는 정도를 증가시킬 수 있다는 주장도 신뢰를 얻고 있습니다.

본 보고서에서 다루는 여러 가지 위험 요소를 알아보까요?

앞에서 설명되었듯, 재해 위험은 취약성과 노출 요소를 악화시킬 수 있는 현상의 발생을 말합니다. 그럼에도 불구하고, 때로 재해 위험은 위험과 같은 의미라고 여겨졌는데요. 현재는 재해 위험이 위험 자체가 아닌 위험의 구성 요소라고 알려져 있습니다. 재해 위험 현상의 피해 정도나 재발은 환경 파괴와 자연에 대한 인간 개입에 의해 결정되는 부분도 있습니다.

① **노출**의 정도는 재해 현상이 발생할 수 있는 지역을 예측할 수 있게 해줍니다. 만약 인구와 자원이 잠재적으로 위험한 상황에 노출되지 않았다면 재해 위험의 문제는 존재하지 않았겠죠. 따라서 노출은 취약한 상황에 필연적인 조건입니다.

② **환경**은 인간 발전을 위한 자원을 제공함과 동시에 위험한 조건에 인류를 노출시킵니다.

이렇게 인구 변동과 현상에 대한 노출이 불가피한 상황에서 토지의 사용과 그에 대한 계획은 위험 저감을 위한 핵심 열쇠가 될 수 있습니다.

③ **취약성**은 위험에 노출된 요소의 성질을 나타낼 때 사용되는 단어입니다. 이 단어는 노출의 부정적 영향을 뒷받침하는 재해에 대한 민감함이나 허술함, 취약성, 그리고 결핍이나 능력의 부족 같은 항목과 관련이 있습니다.

초기에 취약성은 위험을 관리하는 맥락에서 물리적으로 저항이 필요한 요소로만 여겨졌습니다. 하지만 최근에는 사회적, 환경적 측면과도 연결시켜 분석하고 있습니다. 이러한 분석은 기후변화의 맥락 속에서 우리가 극복하고 적응해야 할 상황에 대한 여러 성질을 파악하는데 있어서도 중요한 역할을 하게 되었습니다. 취약성은 상황에 따라 변화하면서 이미 존재하는 위험과 상호작용하여 상황을 악화시키는 것처럼 보일 수 있습니다. 하지만 기후변화의 관점에서는 기본적 환경조건의 변화가 선행한 뒤에야 그 사회의 위험 조건이 발생하게 됩니다. 아직 드러나지 않은, 그러나 훗날 드러날 수 있는 미래의 취약성이 공동체의 현재 조건 속에 묻혀있는 것이지요. 그 말인즉슨, 기존의 것이 아닌 경험한 적 없는 새로운 재해가 그곳의 잠재된 취약 요소들을 드러내게 한다는 것입니다. 취약성은 또한 소통의 부족함과 특히 관련이 있습니다. 위험에 대한 원활한 소통은 기후변화와 환경 파괴 요인에 맞서 행동하거나 적응할 수 있는 동기와 능력을 부여합니다. 잘못된 적응 과정은 취약성과 위험을 증가시킬 수 있습니다. 추가적으로, 재해 위험 관리 맥락에서의 취약성도 큰 위험요소입니다. 이 개념은 사회가 물리적 세계와 상호작용할 때 기후 및 기상 현상들을 서로 다른 강도와 크기의 재해로 변화시킵니다. 높은 취약성과 노출은 일반적으로 파괴된 환경, 인구 변화, 위험한 도시화, 관할의 실패, 그리고 가난한 이들을 위한 생계수단의 부족과 같은 왜곡된 발전 과정의 결과물이기도 합니다. 재해 위험과 재해 발생 빈도는 지난 50년간 분명히 증가되어 왔습니다. 미래에 취약성을 감소시키고 기후 변화에 적응하기 위해 위에 제시된 위험 요소들에 대처하기 위한 행동이 취해지지 않는 이상 재해 위험은 계속 심화될 것입니다.

취약성을 다루기 위해서는?

효과적으로 위험을 관리하기 위해서는, 어떻게 취약성이 촉진되고, 증가하고, 형성되는 지를 이해해야 합니다. 취약성은 사람들의 일반적인 특성을 설명합니다. 왜냐하면 복잡한 발생 요인들과 교류 조건을 통해 발생한 재해는 사람들에게 그 타격을 입히기 때문입

니다. 따라서 사람이 주요한 희생양임과 동시에 능동적인 관리자가 될 수 있다는 것을 숙지하는 것이 중요합니다. 취약성은 인류를 환경적, 사회적, 그리고 경제적 한계점으로 이끌 수 있습니다. 그렇기 때문에 기후 변화에 있어서, 기술적 측면에만 집중하는 것보다 ‘취약성의 원인’을 고려하는 것이 필요합니다.

취약성을 이해하기 위한 네 가지 접근에 대해 알아보까요?

첫 번째 접근은 사회과학 관련 취약성 연구에서 공통적으로 사용되는 ‘압박 및 이완 모델’에서 재해 위험보다 노출의 사회적 조건과 근본 원인들을 더 강조하는 것입니다. 이 접근법은 보다 넓은 범위에서 다양한 취약성과 위험을 서로 연관시킵니다. 두 번째는 사회생태학적 관점으로 인간과 환경 간의 구조에 주목해야 할 필요를 강조하는 것입니다. 이 관점은 자연을 변화시키는 사회의 능력뿐만 아니라, 환경의 변화가 사회에 미치는 영향도 강조합니다. 세 번째로 취약성에 대한 전체론적 관점을 활용하여 기술적 설명을 넘어 취약성에 대한 더 넓고 다양한 설명을 위해 사용됩니다. 네 번째 접근은 취약성을 노출, 민감성 그리고 적응 능력의 함수로 설명하는 관점으로 평가하는 것입니다. 이것은 기존의 재해 위험 관리 관점에서 이해하는 취약성과는 달리 장기적 충격이나 스트레스와 같은 요인을 포함하여 잠재적 위험까지 고려할 수 있습니다.

위험 현상은 대체로 재해 위험의 원인으로 여겨지지만, 사실 취약성과 노출이 재해 위험의 주요한 결정 요인입니다. 취약성과 노출은 중장기적으로 정책적 요인에 의해 나타날 수 있기 때문에 재해 위험 관리의 과정에서 위와 같은 고려가 필요하지요. 사회의 복원 능력과 적응 능력을 발전시키기 위해서는 우선적으로 자연 재해에 대한 집중을 취약성 식별과 평가로 옮기는 패러다임의 전환이 필요합니다. 이를 위해서는 취약성에 대한 이해가 필수적입니다.

그렇다면 어떻게 대응하고 적응해야 할까요?

재해와 변화에 의해 생겨난 위험을 줄이기 위해 대응하고 적응하는 능력을 갖는 것은 사람들을 재해로부터 보호하고, 상황이 악화되는 것을 방지합니다. 위험이 줄어드는 것은 사람들이 재해를 예측할 능력을 가지고 있다는 것을 뜻합니다. 또한 사후 복구 능력과 위험 상황을 변화시키는 능력도 중요합니다. 이러한 능력은 기후 변화에 적응하기 위한 필수적인 수용 능력의 종류입니다. 위험 예측 능력은 현재 존재하거나 미래에 발생 가능한 위험을 줄이려는 목적으로 위험과 취약성을 예측하는 대책이자 도구라고 이해할 수 있습니다. 이는

당장의 생존을 보장하거나 미래 생계수단을 확보할 수 있을 만큼 다양한 능력을 포함할 수 있습니다. 대응 능력은 재해가 발생했을 때 대응하기 위해 필요한 모든 것을 포함합니다. 따라서 재해 발생 이전과 이후 모두에게 중요하지요. 이 능력은 여러 기관들이 가장 많이 사용하는 능력이지만 그만큼 사전 계획과 투자에 많은 노력과 단계가 필요합니다. 변화 능력은 기후변화에 적응하기 위한 능력입니다. 사람들의 행동양식이나 물리적 시설을 보완하는 능력이기 때문에 주로 재해 이후 복구 단계에서 필요한 능력인 것입니다.

-재해 위험 관리에 있어서의 민감성과 연약함 또는 기후 변화 적응에 있어서의 민감도
-재해 위험 관리에 있어서의 복원력의 부족 또는 기후 변화 적응에 있어서의 대응과 적응 능력의 부족

취약성과 노출의 경향과 양상들을 알아보까요?

이 부분은 재해, 기후 변화, 그리고 극한 현상에 대한 노출과 취약성의 다양한 양상을 보여줍니다. 취약성은 물리적 공간을 가로지르고 사회적 그룹 안팎에서 다양하고 다면적으로 나타나게 됩니다. 다음의 문건은 취약성과 노출의 다면적 성격을 보여주는 세 가지의 큰 주제 아래: 환경적, 사회적, 그리고 경제적 측면에서 정리했습니다.

1) 환경적 측면

환경적 요소들

- | | |
|----------------|--------------------|
| -잠재적으로 취약한 자연계 | -환경 조건에 대한 대응과 적응 |
| -시스템에 미치는 영향 | -그러한 영향을 유발하는 매커니즘 |

기후 변화 맥락에서 취약성을 정리하기 위해서는 사회 생태적 시스템을 구성하는 환경과 인류가 긴밀하게 연결되어 있고, 따라서 복잡할 뿐 아니라 계속 진화한다는 것을 인정하는 것이 중요합니다. 사회와 환경 사이 상호 작용의 부정적 결과는 사람들을 취약하게 만듭니다. 예를 들자면 재해를 줄이기 위해 설계된 행동이 반대로 더 많은 재해를 일으킬 수 있다는 것이지요. 또한 생태계 서비스와 역할을 조절하기도 합니다. 이는 인간의 복지에도 즉각적으로 영향을 미치는데요, 특히 생태계에 크게 의존하는 생계수단을 가진 사회적 그룹이 그러합니다. 개도국과 과도기에 놓인 국가들, 빈곤한 농경 사회들이 주로 생태계 시

시스템과 기능에 전적으로 의존합니다. 또한, 생태계 서비스와 기능의 악화는 서비스에 대한 접근 비용도 증가시킬 것입니다. 나아가서, 환경적 취약성은 또한 재해 사건이 발생하는 상황에서 물의 부족과 같은 부정적인 상황들을 초래할 수 있습니다.

취약성의 환경적 측면은 물리적, 지리적 측면을 포함합니다. 인간이 위험에 물리적으로 노출되는 것은 위험한 지형임을 인식할 수 있지만 그 위험보다 큰 이익을 위해 정착했을 때 발생합니다. 지리적으로는 재해에 대한 노출이 높은 개도국과 같은 경우에 취약성이 증가합니다.

2) 사회적 측면

취약성의 사회적 측면은 다양하고 여러 분야에 걸쳐서 나타납니다. 인구의 측면에서 특정한 인구 집단은 기후 다양성과 극한 현상에 다른 집단보다 취약할 수 있습니다. 예를 들자면 노인들은 극한 더위에 다른 집단보다 취약합니다. 이주와 이동의 측면에서, 극한 기후 현상의 영향 때문에 사람들이 살던 곳을 떠나 이동하기도 합니다. 이들은 경제상, 환경상의 이유로 이주를 택합니다. 이러한 현상은 선진과 개도국 모두에서 발생하고 국외 이주, 국내 이주 모두를 포함합니다. 사회 집단들 간에도 서로 다른 취약성의 양상이 나타납니다. 이에 따라 기후변화가 소외된 집단에 미치는 불균형한 영향들에 대한 우려는 증가하고 있습니다. 이것은 인종/민족, 계층/계급, 성별/젠더, 나이, 주택 보유 여부 등에 따라 달라집니다. 주로 소수 민족, 최근에 이주한 사람들, 관광객, 장애인, 아동과 청소년, 그리고 여성가장 가구의 경우에 증가한다고 알려져 있습니다.

교육적 관정도 매우 다양합니다. 교육 건물 구조의 취약성, 교육 접근성, 재해 위험 교육과 기후 적응 정보와 지식의 공유에 대한 접근성까지 매우 광범위하게 나타납니다. 취약성의 보건적 측면은 서로 다른 지역과 서로 다른 사회적 그룹에서 발생하는 특징 있는 신체적, 생리학적, 정신적 건강결과들을 포함합니다. 문화는 자연 재해나 기후 변화로 인한 극한 위험의 많은 측면들을 설명할 때 다양하게 쓰입니다. 서로 다른 문화가 위험을 수용하는 방법, 위험, 취약성, 두려움 등의 부정적인 문화, 인권 문제의 문화적 측면, 단체/협회의 문화와 그들의 반응 등을 포함합니다. 이에 대한 대응으로는 위험 예방을 위해 행동하는 문화, 위험을 관리하려는 문화, 안전 문화 혹은 적응 문화를 만들고 지속하는 방법이 있습니다. 마지막으로, 제도적 관점은 극한 현상에 대한 취약성의 주요 결정 요인입니다. 이는 공식적 제도만을 의미하는 것이 아니라 습관화된 행동과 규범을 포괄합니다. 제도적 측면을 이해하면 취약성에 있어서 사회 네트워크의 역할, 지역적 유대관계, 조직의 구조, 그리고 사회적 화합을 증가시키거나 감소시키는 과정을 인식하고 대책을 마련할 수 있게 됩니다.

3) 경제적 관점

경제적 취약성은 경제 체제의 민감성으로 이해될 수 있습니다. 이것은 공공 혹은 개인적인 경제적 피해에 대해 처리하고 완화하는데 있어서 개인, 지역 사회, 기업, 그리고 정부의 무능력함을 의미합니다. 경제적 취약성의 정도는 재해 이후에 간접적으로 지속되는 피해 규모와 지속 기간에 의해 나타납니다. 기업의 경우 공급자로부터 물품을 받지 못한다거나 소비자들에게 서비스를 제공하지 못할 경우에 재정적 상황이 악화됩니다. 가정의 경우 일을 할 수 없어서 수입을 잃은 가구가 발생했을 때, 그리고 정부의 경우 재해 후에 낮은 세금을 걷음으로써 재정적 상황이 악화됩니다. 재해에 의한 재정적 취약성에 대한 연구는 지금까지 경제적으로 보다 취약한 개발도상국에 초점을 맞춰 왔습니다. 재정적 취약성이란 재해 이후에 보다 빠르게 복구하고 거대한 부정적 파급 효과를 피하기 위해 재해 복구에 필요한 국가 자원을 이용할 능력을 말합니다. 많은 개도국과 위험에 노출된 국가에서 보고된 재정적 취약성의 큰 위험 때문에 재정 관리가 재해 위험 관리의 중요한 요소로 여겨지게 되었습니다.

위험은 어떻게 인식하고 평가하나요?

위험의 축적, 취약성의 악화, 그리고 위기와 재해 현상의 다양성 때문에 위험에 대한 평가는 보다 복잡해지게 됩니다. 하지만 이러한 다양성 때문에 재해에 대한 이해는 적응 전략과 위험 관리의 맥락에서 필수적입니다. 재해 위험 관리를 위한 최근의 접근은 일반적으로 아래의 네 가지 구성 요소를 포함합니다.

- 1) 위험 식별: 개별적인 인식, 위험 평가, 사회적 해석을 수반
- 2) 위험 저감: 위험과 취약성의 예방과 완화를 수반
- 3) 위험 전가: 재정적인 보호와 관련되며 공공 투자에서 위험이 전가되는 것을 의미
- 4) 재해 관리: 대비, 경고, 대응, 재활, 재해 이후의 재건 단계를 포함

앞의 세 가지 접근은 잠재적 위험을 인식하고, 그 위험을 감소시키거나 이전시키는 등의 행동이기 때문에 대부분 재해 전에 취하게 됩니다. 그리고 네 번째 접근은 주로 재해 후의 행동에 속하지만, 재해에 대한 대비와 초기 경보에 있어서는 사전 계획도 필요한 접근입니다.

위험은 통합적이고 전체적인 관점을 통해 평가하는 것이 중요합니다. 지역적, 국가적 영역을 포함한 다양한 규모에서의 연결고리를 알기 위해서 꼭 필요하기 때문입니다. 이 때문에 취약성을 측정하기 위한 포괄적이고 여러 전문 분야에 걸친 다양한 방법들이 사용되어 왔습니다. 위험 관리와 기후 변화 적응을 향상시키기 위해서 위험 식별과 취약성 평가는 다양한 맥락에서 이루어져야 할 것이고, 이는 재해 발생 전 단계, 발생 도중, 그리고 발생 후에 걸쳐서 지속적으로 이루어져야 합니다. 그리고 다양한 위험과 취약성을 측정하고 평가하기 위해서 좀 더 넓은 맥락에서 서로 다른 방법론들을 발전시키는 것이 매우 중요한 앞으로의 과제입니다.

제 2장에서 하고 싶은 이야기는 무엇일까요?

날씨와 기후 영향의 강도는 현상에 대한 취약성과 노출의 정도에 달려있습니다. 취약성과 노출의 다양한 측면을 이해하면 재해 발생에 있어서 기상 및 기후 현상이 어떤 작용을 하는지 알 수 있습니다. 이는 효과적인 적응 전략과 재해 위험 관리 전략을 마련하고 실행하기 위해 전제되어야 합니다. 취약성과 노출은 잘 변화하고, 시간과 공간에 따라 다르게 나타납니다. 그리고 경제적, 사회적, 지리적, 인구통계적, 문화적, 제도적, 관리 요인과 환경적 요인에 따라서도 변화합니다. 개인과 지역사회는 노출과 취약성의 정도에 차이가 있으며 이는 기상, 교육, 인종/민족/종교, 성별, 나이, 사회계층, 장애, 보건상태 같은 요인들에 기초합니다. 극한현상과 변화에 대한 복원력 및 예측, 대응 및 적응 능력이 없는 것은 취약해지기 쉬운 이유입니다. 여러 기상, 기후현상은 지역사회, 사회, 또는 사회생태계의 회복력, 대응 및 적응 능력을 변경시킴으로써 미래의 취약성에 영향을 끼칩니다. 위험한 기상 및 기후현상의 타격과 그로 인해 위험에 노출되는 것은 일반적으로 그 현상이 발생시킨 손실 정도로 설명됩니다. 발생 빈도는 높지만 타격은 크지 않은 자잘한 현상일수록 그에 대한 취약성이 점점 더 중요한 역할을 합니다. 준 국가(subnational) 또는 국지적 수준에서 재발하는 중소규모 재해의 누적 효과는 사회와 지역사회가 미래 재해에 대비하고 대응할 능력에 상당히 나쁜 영향을 줄 수 있습니다. 높은 취약성과 노출은 일반적으로 부실한 환경관리, 인구변화, 위험 지역의 급속하고 무분별한 도시화, 관리의 실패, 빈곤층의 생계유지 방식의 선택 부족 같은 편향된 개발 과정 때문에 발생합니다. 취약성과 위험을 평가하기 위한 적절한 방법의 선택은 의사결정을 어떻게 하느냐에 달려있습니다. 취약성 및 위험 평가방법은 넓은 범위의 평가부터 작은 규모의 접근법까지 다양합니다. 어떤 방법이 적합한지 여부는 관련된 시간 및 지역 규모, 행동주체의 개수와 유형, 경제 측면, 관리 측면을 비롯해 다루어야 할 적응 또는 위험관리 이슈에 따라 달라집니다.

위험에 대한 적절한 소통은 효과적인 적응 및 재해 위험 관리에 매우 중요합니다. 위험에 대한 논의는 위험을 평가함으로써 결정되는데, 이 과정을 통해 논의는 각 평가자의 관점에 맞게 조정됩니다. 위험 평가자는 정부 각 계층의 의사결정자부터 민간 분야, 지방 지역사회, 특정 사회집단을 비롯한 공공분야까지 다양할 수 있습니다. 불확실성과 복잡성에 대한 분석은 재해 관리에 도움이 됩니다. 적응 및 위험관리 정책은 취약성과 노출의 역동적인 성격을 고려하면 효과적일 수 있습니다. 그러나 그러한 역동성을 정량화하기 위한 접근법은 아직 충분히 개발되지 않았습니다. 기후변화 영향 예측은 취약성과 노출이 변화하는 시나리오를 도입해봄으로써 강화할 수 있습니다. 적응 및 위험관리 전략과 정책을 만들고 시행하는 것이 단기적으로 위험을 줄일 수 있으나 장기적으로는 취약성과 노출을 증가시킬 수 있다는 점을 고려할 때 시공간적 물리법칙에 주목하는 것이 특히 중요합니다. 취약성을 줄이는 것은 적응 및 재해 위험 관리의 핵심 공통 요소입니다. 따라서 취약성을 감소시키는 것은 정책과 실무 두 분야에서 공통적으로 중요한 기반입니다.



제 3장.

극한 기후의 변화와 자연환경에 미치는 물리적 영향

3장은 어떤 내용인가요?

이번 장에서는 극한 현상의 영향과 재해관련 기상 또는 기후 현상의 변화를 다룹니다. 또한, 가뭄이나 홍수, 파도 등 물리적 환경에 극한 현상이 미치는 영향이 무엇인지를 알아볼 것입니다. 이 장에서는 극한 영향 및 재해와 관련 있는 기상 및 기후 현상을 다음의 세 가지 범주로 다룰 것입니다.

- 1) 기상 또는 기후 요소(기온, 강수, 바람)의 극값
- 2) 기상 또는 기후 요소의 극값 발생에 영향을 미치거나 그 자체가 극한인 기상 및 기후 현상(몬순, 엘니뇨 및 기타 변동성 모드, 열대 및 온대저기압)
- 3) 물리적 자연 환경에 대한 영향(가뭄, 홍수, 해수면의 극값, 파랑, 연안 영향, 그리고 빙권 관련 영향, 산사태, 먼지 폭풍 등의 기타 물리적 영향)

복합(다중) 현상이란 무엇인가요?

복합(다중) 현상은 여러 가지 의미가 있습니다. 두 개 이상의 현상이 동시에 또는 연속적으로 발생하는 경우, 그리고 이미 발생한 극한 현상과 그 현상의 영향을 증폭시키는 배경 조건을 가지는 극한 현상을 복합 현상이라 할 수 있습니다. 또한, 각각의 현상은 극한 현상이 아니지만, 결합되었을 때 극한 영향을 초래하는 현상 또한 복합 현상이라 합니다. 건조한 지역에서의 산불, 혹은 비가 많이 오는 지역에서의 해수면 상승 등도 복합적 현상에 해당됩니다. 이런 복합적 현상들은 물리적 현상에 의해 발생할 수도 있는데, 이미 수분으로 포화된 토양을 가진 지역에서는 토양이 건조한 지역에서보다 홍수가 더 잘 일어납니다. 가뭄 역시 이미 존재하고 있는 토양의 낮은 습도와 강우량 부족의 결과일 수 있습니다. 복합적 현상은 생태계에 영향을 끼칠 수 있는데, 기온과 습도와 사람들의 건강이 연관되어 있다는 사실 또한 이를 나타냅니다.

되먹임(피드백)이란 무엇인가요?

되먹임이란 한 현상 내부에 순환적으로 영향을 끼치는 걸 뜻하는데, 첫 번째 과정이 두 번째 과정에 영향을 주고 두 번째 과정이 그 다음과정에 영향을 주면서 결국에 첫 번째 과정을 강화 혹은 약화하는 현상입니다. 양의 되먹임은 이러한 과정이 반복되면서 각각의 영향이 강화되는 것을 의미하며, 음의 되먹임은 그 영향이 감소되는 것을 의미합니다. 예를 들어, 가뭄과 장기간 폭서는 양의 되먹임을 가지고 있는데 가뭄이 들면 토양 수분이 증발하여 습도 결핍이 일어나고, 이 때문에 열 흐름이 제한되어 폭서가 야기되는 것입니다. 이러한 폭서는 가뭄을 발생하고 똑같은 과정이 반복되면서 폭서와 가뭄이 강화되겠죠? 하지만 가뭄에 영향을 주는 토지 사용의 변화에 대한 추가적인 요소가 고려된다면 이런 가뭄과 폭서의 되먹임은 양성이라고 단정 지을 수는 없습니다. 증가된 가뭄으로 인한 토양 탄소 흡수나 영구 동토층의 저하로 인한 탄소배출 역시 전 세계 기후에 영향을 끼칠 수 있는 되먹임입니다.

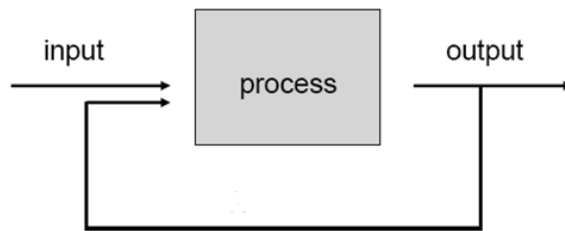


그림 10 되먹임의 모형. 양의 되먹임은 출력값(output)이 과정(process)을 강화하는 반면 음의 되먹임은 출력값이 과정을 약화한다.

극한 현상의 변화의 신뢰수준은 어떻게 판단하나요?

극한 현상의 관측된 변화는, 현상을 측정할 수 있는 근원적 과정의 복잡성이나 그 변화를 이해하는데 사용될 수 있는 증거의 양에 따라 불확실성의 수준에 차이가 나타납니다. 따라서 어떤 극한 현상의 변화는 높은 확신이 있는 반면, 어떤 극한 현상의 변화는 굉장히 낮은 확신이 있습니다. 하지만 전반적으로, 극한 현상의 신뢰도는 과거와 미래의 극한 현상의 종류, 가용한 정보, 계절, 고려되는 시간 범위에 따라 다르다는 것을 기초적인 물리적 과정 시뮬레이션의 신뢰성과 이해의 정도에 따라 추론될 수 있습니다.

극한 현상의 변화는 지역적·세계적 평균기후의 변화와 연관이 있나요?

놀랍게도, 평균기후와 극한 기후의 지역적, 계절적 변화 사이에는 일관된 관계가 없다는 것이 관측경험과 실험연구에서 밝혀졌습니다. 지역적인 극한 현상은 전 세계적 평균 변화를 측정하지 않을뿐더러, 최근 몇 십 년간의 전 세계적 평균 온난화는 특정 지역의 냉각 가능성을 배제하지 않기 때문입니다.

전 세계적인 극한 현상 예측의 신뢰도는 지역에 따라 많이 다릅니다. 홍수와 가뭄과 같은 특정한 극한 현상에 관한 지역적 예측은 전 세계적 평균 예측의 경우보다 더 큰 변화를 암시하기도 합니다. 하지만 대부분의 경우, 기온에 관련된 극한 현상의 예측은 지역적 범위보다는 세계적인 범위에서 더욱 신뢰도가 높습니다.

극한 기후의 변화는 왜 분석하기 어렵나요?

기온과 강수량 같은 단기간에 일어나는 극한 현상의 변화를 조사하기 위해서는 20세기 중반의 옛 데이터도 사용해야 하는데 충분한 데이터가 이러한 문제점을 모두 해결해 주지는 않습니다. 많은 나라에서 고해상도 자료를 자유롭게 배포하지 않을뿐더러, 측정된 기후 데이터가 국가마다 균일하지 않을 수도 있기 때문입니다. 예를 들어, 대부분의 지역에서 이용 가능한 데이터가 북남아메리카, 아프리카와, 호주 일부지역에서는 이용이 불가능하기 때문에 데이터의 지역적 밀도 차이가 클 수밖에 없습니다.

인위적 변화는 극한 기후에 어떤 영향을 미치나요?

지구 온난화의 전지구적 경향성은 외부 영향력 없이 설명되기 힘들고, 자연적 외부 원인 하나 때문이라는 것은 매우 믿기 힘듭니다. 20세기 후반의 전구 연평균 지상기온의 증가를 고려할 때, 전구 연평균 지상기온의 증가는 대부분이 인류가 발생한 온실가스의 증가 때문이라는 것에 많은 학자들이 주목하고 있습니다. 하지만, 에어로졸이나 다른 촉매의 냉각 효과가 온실가스를 상쇄하지 않았다면, 현재 관측된 것보다 더 큰 온난화가 일어났겠죠?

Hegerl et al.(2007)은 작게는 약 500km 규모까지 온도경향을 관측한 문헌을 평가했는데 더 작은 공간적 규모에서 인위적 영향의 신호를 관측하는 데 대한 증거를 제공해왔습니다. 또한, 미국 서부의 물 순환, 뉴질랜드의 기온, 그리고 유럽의 기온에서도 인류 발생

적 신호가 발견되었다고 합니다.

규모축소

용어사전에 있듯이 규모축소(downscaling)는 “더 큰 규모의 모델이나 데이터 분석으로부터 지역적 규모(100km 이내)의 정보를 얻는 것”입니다. 두 가지의 주요 방법은 역학적 축소규모와 경험적/통계적 규모축소로 뚜렷하게 구별됩니다.

FAQ 3.1 | 오늘날 기후가 더욱 극한으로 치달고 있는가?

온실가스 증가가 몇 가지 극한 유형의 변화를 야기할 가능성이 높음을 보여주는 증거가 있지만, 오늘날 기후가 더욱 극한으로 치달고 있는지에 관해 질문에 대한 답은 결코 간단하지 않다. ‘더욱 극한적’ 및 ‘덜 극한적’이라는 용어는 다양한 방식으로 정의될 수 있기 때문에, 관측된 극한 현상 변화는 다양하게 특성화된다. 또한, 물리 기후 과학 관점에서 볼 때, 기후에서 극한 현상의 모든 측면을 포괄하는 하나의 종합적인 척도를 고안하는 것은 어렵다.

기후가 더 극한적으로 되고 있는지의 여부를 평가하기 위한 한 가지 접근법은 특정 기후 요소의 일반적인 변동 범위에서의 변화가 있었는지의 여부를 결정하는 것이 될 것이다. 예를 들어, 어떤 지역에서 기온의 변동성이 과거보다 유의하게 커졌다는 증거가 있다면 그 지역에서는 기온이 더 극한적으로 변하였다고 결론을 내리는 것이 합리적일 것이다. 간단히 말해, 1년 동안 관측된 최고기온과 최저기온의 차이가 증가하고 있는 경우에는 기온의 변동성이 더 극한적으로 되고 있다고 간주할 수 있다. 이러한 접근법에 따르면, 20세기 후반에 걸쳐 전세계적으로 일평균 최저기온의 상승이 일평균 최고기온의 상승보다 대체로 컸기 때문에 전지구에서 일 기온이 덜 극한적으로 변화했을 것이다. 한편, 강력한 호우의 규모가 세계의 많은 지역에서 증가되었음이 관측 자료를 통해 조사됨에 따라 따라서 일 강수의 규모가 더 극한적으로 변화하였다는 결론을 내릴 수 있을 것이다. 또 다른 접근법은 기후 요소가 인간에 대한 영향이나 다른 영향과 관련이 있었던 고정된 기준값을 넘어섰던 빈도에서 유의한 변화가 있었는지의 여부를 묻는 것이 될 것이다. 예를 들어, 평균기온의 증가는 통상 극한 고온의 증가와 극한 저온의 감소를 야기한다. 그러한 기온 분포의 이동은 일 기온변동성의 ‘극한성’을 증가시키지 않을 것이다. 하지만, 더 극한적인 온난한 기후와 덜 극한적인 한랭한 기후를 초래하는 것으로 간주될 것이다. 따라서 여기에 제시된 질문에 대한 답은 관심 대상 요소에 따라, 그리고 그 요소의 극한성을 조사하는 특수한 척도의 유형에 따라 달라질 것이다. 또한, 위 질문에 대한 완벽한 답을 제공하기 위해서는, 단일 요소의 추세뿐만 아니라 개별 현상들의 연속적인 발생이나 다양한 유형의 극한 현상들의 동시 발생에 기인한 복합적인 극한 현상의 변화에 대한 지표도 수집하고 분석해야 할 것이다. 따라서 관심 대상의 현상 일체를 종합적으로 기술하거나 그러한 모든 지표를 기후가 물리적 관점에서 전체적으로 더 극한적으로 변화하였는지의 여부를 종합적으로 평가하는 데 사용될 수 있는 단일의 극한성을 측정하는 척도로 통합하는 방법을 찾기는 어려울 것이다. 그리고 특정한 한 지점 이상에서 유용한 척도를 만들기 위해서는, 무엇이 ‘극한’인지에 관한 관점이 각각 다른, 많은 지점에서의 결과들을 결합해야 할 것이다.

[다음 페이지에 계속 →](#)

이러한 문제를 방지하기 위하여 3가지 유형의 척도가 고려되었으며, 이로써 이 질문에 답할 수 있게 된다. 첫 번째 접근법은 하나의 요소에서 기록적인 현상의 수를 세고 그 수를 어떤 추세에 대하여 조사하는 방법이다. 하지만, 예를 들면, 극한 고온은 새로운 기록을 갱신했음에도 극한 저온이 과거만큼 빈번하게 발생하지 않고 있는 경우 무엇을 해야 하는가의 문제에 직면할 것이다. 그러한 경우에는, 기록의 수를 세는 것이 기후가 더 극한적으로 변화하고 있는지 아니면 덜 극한적으로 변화하고 있는지를 보여주는 것이 아니라, 단지 기후 평균의 이동이 있었는지의 여부만을 보여줄 수도 있다. 또한, 여러 극한(예: 일 강수와 고온)에서 기록적인 현상의 수를 어떻게 결합할 것인가의 문제도 고려할 필요가 있을 것이다. 두 번째 접근법은 주요한 극한 현상의 지표를 극한기후 지수(Climatic Extremes Index: CEI)와 같은 하나의 단일 지수로 결합하는 것이다. CEI는 지역 또는 국가에서 월평균 지표 온도, 일 강수 및 가뭄의 극한 현상이 발생하는 면적의 비율을 측정한다 하지만, CEI에는 열대저기압 및 토네이도와 같이 주요한 많은 극한 현상이 빠져있기 때문에, '극한성'의 완벽한 지수로 간주될 수 없다. CEI는 복잡하거나 다중적인 극한 현상을 고려하지 않을 뿐만 아니라, 극한을 여러 부문에서의 영향과 관련시키는 다양한 기준값들도 고려하지 않는다.

이러한 딜레마를 해결하기 위한 세 번째 접근법은 흔히 극한 현상이 유해한 경제적 결과를 가져온다는 사실로부터 유래한 것이다. 따라서, 다양한 유형의 극한 현상의 발생이 경제에 미치는 영향들을 보험금 지급과 같은 하나의 공통적인 매개체로 통합하여 측정함으로써 그 매개체의 증가가 있었는지 아니면 감소가 있었는지의 여부를 결정하는 것이 가능할 수도 있다. 이러한 접근법은 경제적 결과를 야기하는 극한을 확실히 고려한다는 점에서 가치가 있을 것이다. 하지만 그러한 매개체의 추세는 취약성 및 노출 변화에 좌우될 것이며, 오직 극한기후의 변화만을 반영하는 분석을 수행하기 위하여 취약성 또는 노출에 대한 기후와 관련이 없는 변화에 의해 야기된 매개체의 변화를 구분하는 것은 불가능하지는 않지만 어려울 것이다. 예를 들어, 연안의 개발은 허리케인에 대한 인구의 노출을 증가시킬 수 있다: 따라서, 허리케인 상륙으로 인한 연안 지역의 피해 증가는 대부분 노출의 변화를 반영할 것이며 허리케인 활동의 증가를 나타내는 것이 아닐 수도 있다. 더욱이, 극한기후로 인한 인명 손실이나 생태계 피해와 같은 영향을 하나의 측정 가능한 매개체와 연관시키는 것이 항상 가능하지 않을 수도 있다.

위의 매개체들 중 어느 것도 우리가 여기에 제기된 질문에 확실하게 답할 수 있기에 충분한 정도로 개발되어 있지 않다. 그러므로 질문은 특정 극한 현상의 빈도가 높아지는지 아니면 낮아지는지에 대한 것으로 한정되고, 특정한 극한 변화의 방향 및 크기를 포함하여, 그러한 질문의 답에 대한 신뢰수준은 근원적 과정들에 대한 이해 수준과 모델에서 그 모의의 신뢰성에 관련된 극한 현상의 유형과 지역 및 계절에 좌우된다.

FAQ 3.2 | 기후변화가 개별적인 극한 현상에 영향을 미쳤는가?

기후변화가 극한기후 및 극한기상의 변화를 야기할 것으로 예측할 수 있다. 하지만, 변화가 없는 기후에서도 광범위한 극한 현상이 발생할 수 있고, 극한 현상은 통상 인자들의 조합에 의해 야기되기 때문에, 단일 극한 현상을 증가하는 온실가스와 같은 하나의 특정 원인과 결부시키기는 어렵다. 그럼에도 불구하고, 하나의 특정 기상 현상에 대하여, 그 발생 확률의 변화를 하나의 특정 원인에 기인한 것으로 봄으로써 원인을 규명하는 것이 가능할 수도 있다. 예를 들어, 인간의 영향으로 인해 2003년과 같은 유럽 여름철 폭염이 발생할 확률이 2배 이상 높아진 것으로 추정되었다.

최근 수년 간 다양한 극한 현상들이 나타났다. 유럽 일부에서는 2003년과 2010년 여름에 폭염이, 그리고 북대서양에서는 2004년과 2005년에 강한 허리케인이 나타났다. 증가된 대기 중 온실가스 농도를 그러한 극한 현상들의 '원인'으로 간주할 수 있을 것인가? 다시 말하면, 만약 CO2 농도가 산업화 이전 수준을 유지했다면 이러한 현상들이 발생하지 않았을 것이라고 말할 수 있을까? 예를 들어, 2009년 11월 동안 오스트레일리아 뉴사우스웨일즈 지역의 11월 평균기온은 1950-2008년 평균보다 약 3.5 표준편차만큼 따뜻했다. 이것은 1950-2008년 기후에서는(기후가 변하지 않는다고 가정할 때) 그러한 기온이 나타날 확률이 상당히 낮음을 시사한다. 그렇다면, 이러한 현상은 변화하는 기후를 보여주는 것인가? CRUTEM3V 전자구 지표 온도 자료에 따르면, 1900년과 1949년 사이에 관측된 월평균기온 중 약 1개월이 1950-2008년의 월평균기온보다 3.5 표준편차 이상 높았다. 전자구 기온이 20세기 전반에 더 낮았기 때문에, 이것은 어떠한 특정 위치에서는 2009년 11월의 기온만큼 드문 극한의 온난 현상이 최근에 그 발생확률이 높아졌다 하더라도, 과거에도 발생했을 수 있음을 명백히 보여준다.

두 번째 복잡한 문제는 극한 현상은 통상 인자들의 조합에 의해 야기된다는 점이다. 이것은 어떤 극한을 단 하나의 요인에 의해서 발생한 것으로 간주하는 것을 어렵게 만들 것이다. 2003년 유럽의 더운 여름은 지속적인 고기압(이로 인해 하늘이 맑았고 그 결과 더 많은 태양 에너지가 지표면에 도달함) 및 매우 건조한 토양(이는 증발에 사용되는 태양 에너지가 줄어들기 때문에 더 많은 에너지가 토양을 가열하게 됨을 의미)과 관련이 있었다. 또 하나의 예는 허리케인 발생에는 매우 따뜻한 해수면 온도와 함께 약한 연직바람 시어(shear)가 필요하다는 것이다. 어떤 인자들은 증가하는 온실가스 농도와 같은 하나의 특정 원인의 영향을 받을 수 있지만 다른 인자들은 그렇지 않을 수도 있기 때문에, 단일한 특정 극한 현상에 대한 인간의 영향을 그 극한에 영향을 미치는 다른 인자들과 구별하기는 어렵다.

그럼에도 불구하고, 때때로 기후 모델을 사용하여 특정 인자들이 극한 현상의 발생 가능성을 변화시키고 있는지를 식별하는 것이 가능할 수 있다. 2003년 유럽 열파의 경우에는, AR4에서 논의된 것과 같이, 모델 실험은 인간의 영향으로 인해 유럽에서 2003년과 같은 여름이 나타날 가능성이 2배 이상으로 높아짐을 보여주었다. 그러한 확률-기반 접근법("인간의 영향이 어떤 현상의 가능성을 변화시키는가?")은 이 접근법이 온실가스 증가와 같은 외부 인자들이 열파나 저온 극한과 같은 특수한 유형의 현상의 빈도에 미치는 영향을 추정함에 있어 사용가능하다는 데 가치가 있다. 동일한 가능성-기반 접근법이 인위적 온실가스가 홍수 발생 확률에 미치는 영향을 조사하기 위하여 사용되었다.

위의 논의는 어떤 극한 현상(예: 열파)의 개별적이며 특정한 발생과 관련이 있다. 위에 개략된 이유들로 인해, (물리적 추론이나 모델 실험이 그러한 극한 현상이 변화된 기후에서 발생할 가능성이 더 높을 수도 있음을 시사한다 하더라도) 어떠한 개별 현상을 온난화를 야기하는 온실가스에 기인한 것으로 보기는 여전히 매우 어렵다. 한편, 어떤 극한 현상의 장기 추세(예: 열파 발생)는 또 다른 문제이다. 어떤 추세의 가능성 있는 원인을 결정하기 위하여 지구온난화 추세를 평가할 수 있는 것과 마찬가지로, 어떤 추세가 기후에 대한 인위적 영향으로부터 야기되었을 가능성이 높은지의 여부를 조사하는 것은 확실히 실현 가능하다.

1 CRUTEM3V 지표 온도 자료를 사용했다. 정기의 관측자료가 있는 각자 점들에 한하여 계산을 수행하였다. 계산에는 1950-2008년 동안 달력상의 1개월 및 하나의 각자 점에서 최소한 50개의 결측이 없는 값이 요구된다. 1950-2008년 기간에 대하여 표준 편차를 계산한다. 그 다음 1900-1949년 동안 1950-2008년 평균 대비 3.5 표준편차 이상 높은 기온이 나타난 횟수를 세고 그 횟수를 그 기간의 각자 및 월에 대한 관측자료의 총수와 비교한다. 이 두 수의 비는 0.00107이다.

날씨와 극한 기후에 대해 관찰되고 예상된 변화들

본 장에서는 온도, 강수, 바람 등 날씨의 기본적인 요소들을 다룹니다. 관찰된 변화와 그 원인으로부터 변화를 예상하고 불확실성을 가늠합니다.

온도가 어떤 관련성이 있나요?

온도는 열파와 한파와 같은 극한 현상의 종류, 인간보건, 물리적 환경, 생태계, 에너지 소비로 인한 영향과 큰 연관이 있습니다.

그럼 그 결과로 발견된 것은 무엇이 있나요?

지난 IPCC4차보고서에서는 표면적인 극한 온도는 인위적인 영향을 받아왔다는 결론을 내렸습니다. 극한 기온의 예상과 관련하여 지난 4차 보고서는 온도가 내려간 사례들이 미래 온난 기후에서 심각성이 크게 줄어줄 것으로 예상됩니다. 또한 열파²⁾는 더욱 강력해지고 빈번해질 것이며 더욱 오랫동안 지속될 가능성이 매우 높다고 강조했습니다. 범지구적인 규모에서 추운 낮과 밤의 수가 종합적으로 감소하고 더운 낮과 밤의 수가 종합적으로 증가되어왔을 가능성이 높습니다. 이는 충분한 지표가 존재하는 내륙지역에 대한 것입니다. 동시에 이런 변화는 북 아메리카, 유럽, 그리고 호주 안 대륙규모로 발생되어왔을 것입니다. 많은 아시아지역에서 일일 극한 기온의 더운 추세에 대해 중간정도의 확신이 있으며, 아프리카와 남아메리카의 일일 극한 기온의 역사적 추세에 대한 확신은 일반적인 지역을 기반으로 하여 낮은 정도에서 중간 정도의 확신으로 다양합니다. 내륙지역에서 극한 온도는 전 지구적 연평균 온도보다 더 빠르게 더워질 것으로 예상됩니다. 작은 대륙 규모에서 예상된 변화는 전 지구적 규모의 경우보다 덜 정확합니다. 극한 기온의 지역적 변화는 평균 지구 온도 변화와는 다릅니다. 평균 지구 온난화는 모든 지역과 계절의 온난화를 포함시키지 않기 때문입니다.

강수량에 대해서 무엇을 배우나요?

이 부분은 하루의 극심한 기후현상이나 호우 현상의 변화를 다룹니다. 기후는 세계 여러 지역에 걸쳐 매우 다양해서 심각한 강수나 호우의 단일 정의를 내리기는 어렵습니다. 우리는 강수와 강우를 구분지어 다루지 않지만 다른 강수 유형에서 우박의 변화는 구별합니다. 사람들의 인식과 관행 보고의 변화의 증가들은 극심한 뇌우들과 우박의 이런 사건들의 강도나 빈도의 추세를 알아내는데 어렵게 하는 기록의 불일치로 이끌어 왔습니다. 더군다나, 우박 같은 날씨 현상은 현재 관찰 체계에 잘 포착되지 않으며, 세계 여러 지역에서 관찰망은 극심한 강수에 대한 불확실한 평가를 낳을 정도로 매우 적습니다.

관찰된 변화로는 무엇이 있나요?

20세기 후반기에는 많은 육지 지역에서 호우 현상의 빈도수가 높게 증가해왔을 가능성이 있습니다. 이러한 지역은 온난화 기후와 대기 수증기가 심각하게 증가했더라도 총 강수량은 감소했을 가능성이 있습니다. 또한 강수량이 증가했던 사례도 드물게 보고된 바 있지만, 소수 지역에서만 그런 추세를 평가할 수 있는 충분한 자료를 가지고 있습니다. 과거에 관찰된 극한 강수의 변화는 당시에 공간적으로 거의 일관되지 않았고 극한 기온에서 발견된 변화에 비해 통계적으로 중요한 것으로 밝혀졌습니다. 대부분의 지역에서 일반적인 호우의 증가는 총 강수의 증가를 동반합니다. 많은 분석에서 20세기 후반에 걸친 강우 통계는 수년에서 수십 년 규모의 변화들에 의해 두드러진다는 것을 보여주고 그 방향의 평가는 공간적으로 일관성이 없습니다. 우박 발생의 변화는 일반적으로 정량화하기 어렵습니다. 왜냐하면 우박발생은 관찰 체계에 의해 잘 잡히지 않고 역사적 자료가 동등하지 않기 때문입니다. 때때로, 우박 발생을 만드는 환경적 조건의 변화는 우박 발생의 변화를 추론하는데 사용되었습니다. 그러나 기상학적인 조건은 일반적으로 재분석이나 라디오존데 자료들로부터 평가되고 그 평가들은 높은 불확실성과 연관됩니다. 결과적으로, 우박 빈도 변화는 평가하기 어렵습니다.

어떤 원인으로 인해 유발된 것인가요?

관찰된 호우변화는 인위성에 대한 예상된 답변과 일관성 있어 보이지만, 외부 강제

력과 극한 강수의 변화 사이의 직접적인 인과 관계가 지난 4차보고서의 시기에 형성되지 않았습니다. 기후 모델 예상들은 클라우시스 클라페이론 공식에 근거한 열역학적 제약은 주변 자연이 조금씩 변화하는 지방의 더 온난한 세계 안에 극한 강수 변화들의 좋은 예측변수라고 주장합니다. 이는 많은 지방에서 극한 강수의 증가가 인위적 영향에 대한 예상되는 극한 강수 반응과 관련됩니다. 그러나 열역학적 제약은 순환 변화들과 함께 중위도에서 고위도, 열대적인 건조 지역안의 좋은 예측변수들이 못될지도 모릅니다. 추가적으로, 온도와 관련된 극한 강수의 변화들은 또한 습윤 단열 변화³⁾ 감률, 상승하는 속도 그리고 예상 극한 온도가 일어나는 온도안의 변화에 근거합니다. 새로운 연구와 4차 보고서에 쓰인 지구 온난화 패턴으로부터 도출된 증거에 근거한 현재 평가는 인위적 영향들이 지구적 규모에서 극한 강수의 변화들에 기여하는 중간의 확신이 있다고 하는 것입니다. 그러나 이 결론은 계절이나 공간적 규모에 의존될지도 모릅니다. 예를 들어, 지금 인위적 영향을 영국의 겨울 극한 강수 안에서 발견 할 수 있는 대략 50프로의 확률이 있지만, 다른 계절에서 발견 가능성은 매우 적습니다.

앞으로 강수량은 어떻게 변화 할까요?

4차 보고서에서는 극한 강수의 예상된 변화에 관해서 호우 빈도나 호우로부터 총 강수량의 비율 같은 호우 현상은 21세기 지구 대부분의 지역에서 증가할 가능성이 높다는 결론에 도달했습니다. 일일 호우 현상의 증가 경향은 총 강수량이 감소되는 것으로 예상했던 몇몇 지역을 포함하는 많은 지역에서 발견되었습니다. 통계적으로 호우 사건의 중대한 감소수보다 증가수가 많은 마을이 더 많았을 것 같지만 그 추세들 안에 강한 지역적인 변화들이 있었습니다. 특히, 많은 지역은 통계적으로 중요하지 않거나 부정적인 추세를 보여주고 계절별로 변화가 평가되어왔던 곳에서 계절 간의 변화 또한 존재했습니다(유럽의 여름보다 겨울에 더욱 일관된 추세들). 역사적 자료 불균등과 감시 체계들안에 부적합성 때문에 우박과 같은 현상의 관찰된 추세에 대한 확신이 낮습니다. 새로운 증거와 4차보고서에서 쓰인 그것들에 기반을 둔 증거들은 인위적 영향이 지구 규모에서 극한 강수 강화에 기여해왔다는 중간의 확신입니다. 극한 우박현상 변화의 귀속에 대한 자료들이 없고, 그러한 이유로 평가 없이는 시간 안에 이러한 것들에 대해 증명할 수 없습니다. 21세기는 겨울에 지구의 많은 지역들, 특히 고위도, 열대와 북반반구 중위도 지역에 걸쳐 지구적이고 지역적인 연구에서는 호우의 빈도나 호우 중 총 강수량의 비율이 증가할 것이라는 예측을 합니다. 호우는 총강수량의 예상된 감소와 함께 전체는 아닌 몇몇 지역들에서 증가할 것으로 예상됩니다.

3) 습윤한 공기의 온도가 변할 때 잠열에 의해 영향을 받는 온도변화

배출 시나리오들(A2, A1B, 및 B1)의 범위에서, 예상은 20년 중 1년 꼴로 연 최고 24시간 강수 비율이 21세기 많은 지역들에서 15년 중 1년 꼴의 사건으로 될 수도 있다고 나타냅니다. 그럼에도 불구하고, 증가나 4)재현기간들간의 통계적으로 중요하지 않은 변화들 몇몇 지역들안에서 예상됩니다.

바람이 기후변화와 인간에 끼치는 영향은 무엇이 있나요?

극한 풍속은 해양과 항공 활동에 대한 사람의 안전과 온전한 사회기반시설에 위험을 줍니다. 게다가 바람의 다른 속성인 극심한 풍속은 극심한 영향을 끼칠 수 있습니다. 평균 풍속의 추세는 잠재적인 증발과 수분이용능(水分利用能⁵⁾)과 가뭄에 차례차례 영향을 끼칠 수 있습니다. 건조하거나 반-건조한 환경들의 형성과 진화에 중요한 영향을 가할 수 있기 때문입니다. 풍향의 급격한 변화는 산불의 가장 앞부분을 재배열 시킬지도 모르는 반면에, 불 자체가 토네이도 발생과 같은 지역 순환 응답을 발생시킬 수 있습니다.

바람의 정의를 알아볼까요?

다른 날씨와 온도와 강수 같은 기후 요소와는 다르게, 극심한 바람은 종종 열대와 온대 저기압, 강한 하강기류 그리고 토네이도와 관련된 극한 현상의 흐름으로 여겨집니다. 그러나 바람 자체는 극한 현상으로 정의하지 않습니다.

바람의 측정이나 통계는 어떻게 되나요?

극심한 바람의 변화는 관련 현상의 강도, 위치의 변화(지역 대류 활동 안에 변화 등), 큰 규모의 순환 패턴의 움직임 같은 기후 체계의 다른 변화로부터 나타날지도 모릅니다. 극심한 바람은 특정 시간 규모에 걸친 높은 비율의 최고치나 보통 하루단위에서 일 년 단위의 폭풍과 관련 가장 높은 가치와 같은 양의 범위에 의해 정의됩니다. 보통 3초의 짧은 시간동안 부는 가장 높은 바람의 측정인 돌풍은 가까운 지상풍의 일일 최고 속도에 적용되

4) 어떠한 현상이 다시 일어나는 동안의 필요한 기간

5) 식물체가 수분을 이용하여 물질을 생산하는 능력

는 돌풍 매개 변수화(를) 사용하는 모델들 안에서 평가됩니다. 북반구의 변화들이 궤도 축성의 변화로 인한 결과였던 반면에 해양의 열전도의 순환에 대한 추가적인 역할을 최대한 반영했습니다. 또한 태양변동성과 화산폭발들은 이 시간 기간에 걸쳐 수 십 년에서 수 백 년의 변동에 기여해왔을지도 모릅니다. 극심한 바람들의 추세들은 특정한 현상들로부터 추론되어 왔었습니다. IPCC4차보고서는 열대나 온대 저기압 및 파랑과 같은 다른 현상들의 흐름 안에서 바람의 변화에 대해 보고했고 중위도 편서풍이 북반구 남반구 모두에서 강력히 증가해왔었다고 결론을 내렸음에도 불구하고 4차보고서에서는 극심한 바람의 변화들을 자세하게 추적하지 않았습니다. 하지만 세계 다른 지역 안에 평균적이고 극심한 풍속들의 최근 연구 보고 추세의 수는 바람 관찰과 재분석들에 기초하고 있습니다.

날씨와 기후 극치들과 관련된 현상들 안에 관찰되고 예상된 변화들

본 장에서는 엘니뇨 남방 진동, 가변성의 다른 방식, 열대저기압, 온대저기압을 차례로 배우며 기후변화에 있어서 어떤 역할을 하는지 배우게 됩니다.

우기란 무엇인가요?

우리가 계절구분을 할 때 상대적으로 비가 많이 오는 계절이라고 할 수 있을 만큼 매년 거의 같은 시기에 나타나며 기간이 충분히 길고 그 기간의 강수량이 그 전후에 비해 명확하게 보이는 기간을 말합니다. 한편 적도부근에서는 1년에 2회의 우기가 나타나며 적도로부터 멀어질수록 1회의 우기가 됩니다. 인도, 아프리카 서안, 오스트리아의 북안지역 등 열대계절풍 기후인 곳에서 우기와 건기의 뚜렷한 구별을 볼 수 있습니다.

그러면 우기에 관한 변화는 무엇을 의미하나요?

우기와 관련된 극심한 강수의 변화들과 기후 변화로 인한 바람은 잘 이해되지 않았습니다. 일반적으로, 강수는 가장 중요한 변수이자 기후 모의실험과 예상에서의 큰 불확실

6) 두 개 이상의 변수 사이의 함수 관계를 간접적으로 표시하도록 하는 것

성과 관련된 변수이죠. 우기에 나타나는 변화는 단지 강수로 인해 나타나기 보다는 큰 규모의 역학, 순환 혹은 수분 수렴에 의해 묘사되는 것이 더욱 대략적입니다. 그러나 적은 수의 연구는 큰 규모 안에 관찰된 변화와 지역적 우기 순환에 초점을 맞춥니다. 이런 이유로, 강력한 강수에 대한 대부분의 토의들과 함께 연구자들은 우기로 인한 전체 강수와 계절별 강수에 대한 변화들에 집중합니다.

지난 4차 보고서에서는 우기지역들안에 기후 변화의 현재 이해가 순환과 강수에 관한 상당한 불확실성들 중 하나로 남겨져있다고 결론 내렸습니다. 몇몇 우기 지역들 안에 적은 예외와 함께, 이 불확실성은 변하지 않았습니다. 이러한 결론들은 우기의 묘사와 근본적인 과정들과 함께 많은 문제점들과 기후 모델들안에 적은 동의가 있는 매우 적은 연구들에 기반 해왔고, 그러므로 심지어 변화의 조짐에 대해서도 우기들안에 변화들의 예상에 대한 확신이 낮습니다. 그러나 우기의 흔한 패턴이 비록 우기 특성에 대한 변화들에 의해 필수적으로 설득되지 않고 모든 우기 지역들에 대해 필수적으로 발생하진 않았지만 한 흔한 패턴은 우기지역 안에서 극한 강수 빈도가 증가되었습니다.

엘니뇨는 많이 들어봐서 아는데 남방 진동은 또 무엇인가요?

남방 진동은 인도네시아를 중심으로 하는 지역과 남동 태평양 간의 대규모 지상 기압이 한쪽 지역의 기압이 높으면 또 한쪽 지역의 기압은 낮은 관계로 즉 놀이더의 시소와 같은 현상이라고 보면 됩니다. 동쪽의 기압이 낮은 해에 엘니뇨현상이 생기므로 엘니뇨와 남방 진동을 합하여 ENSO(*El Niño Southern Oscillation*)라고 합니다.

엘니뇨의 발생으로 인해 시사하는 바는 무엇인가요?

더욱 흔한 적도 태평양 중부 엘니뇨현상을 향한 최근 추세에 대한 절반의 확신있고 ENSO안의 관찰된 추세에 대한 더 자세한 평가의 증거는 부족합니다. 증가된 온실 가스 농도의 결과로 엘니뇨현상의 ENSO 가변성과 빈도 안에 변화모델 예상은 지속적이지 않습니다. 그러므로 현상 변화의 예상은 불확실합니다. 그러나 전형적으로 고전적인 동태평양 현상보다 기후의 다른 패턴을 보이는 적도 태평양 중부 현상의 상대적인 빈도의 예상된 증가에 역시 절반의 확신을 갖습니다.

변동하는 다른 방식은 어떤 게 있나요?

극한 현상 및 재해와 관련된 엘니뇨와 남반진동(ENSO)외에 가변성의 다른 자연적인 방식들은 북대서양 진동(NAO), 남반구 극진동(SAM), 인도양 쌍극현상(IOD)을 포함합니다. 온실 가스만의 변화보다 성층권의 오존층 안에서의 추세들과 연결된 남반구 극진동안에 최근 경향들에 대한 인위적 영향이 있어 왔을법하지만, 북대서양 진동안의 관찰된 경향에 대한 인위적 영향만이 있어 왔을 거 같지만 이는 사실이 아닙니다. 이러한 자연 방식의 현재 행동을 모의 실험하는 모델의 능력이 있는 문제들. 현재 그리고 미래 방식 행동에 대해 경쟁하는 요인들 (가령, 성층권의 오존층, 온실 가스들)의 영향, 그리고 모델 예상들(과 이러한 예상들의 계절별 의존성)사이에 불일치는 북대서양 진동, 남반구 극진동 그리고 인도양 쌍극현상을 포함하는 방식들안에 변화들을 예상하는 능력에 대한 확신이 낮다는 것을 의미합니다. 그러나 모델은 여름에 성층권의 오존층 회복이 강화를 상쇄시킬 것으로 예상됨에도 불구하고, 모델은 증가하는 온실 가스들로부터 남반구 안에 극 소용돌이의 강화가 지속적일 것을 예상합니다.

열대 저기압에 대해 알고 싶어요!

열대 저기압은 우리가 흔히 날씨예보에서 일컫는 태풍을 말합니다. 역량을 관찰하는데 있어 과거의 변화를 토대로 열대 저기압 활동이 장기적으로(40년 혹은 그 이상) 빈도가 증가했다는 관찰은 신뢰성이 낮습니다. 열대 저기압의 과거 기록이 불확실성하고 열대 저기압의 계량 값과 기후변화를 연결하는 물리적 메커니즘이 불완전하게 이해되었을 뿐 아니라 열대 저기압의 변수는 열대 저기압 활동의 변화 원인은 쉽게 감지할 수 없기 때문입니다. 따라서 열대 저기압의 변화에 인위적인 영향을 언급하기에는 신뢰성이 매우 낮습니다. 열대 저기압 발생, 위치, 경로, 지속성, 또 타격지역의 변화의 예측 또한 신뢰성이 낮습니다. 모델 간에 일관성의 수준과 물리학적 이론에 기초하여 열대 저기압과 관련한 강수량이 온실 효과에 따라 증가할 가능성이 높습니다. 하지만 지구상 열대 저기압 빈도가 감소하거나 본질적으로 변할 가능성이 거의 없습니다. 반면에 모든 열대 지역이 해당하지 않더라도 열대 저기압의 평균 최고 풍속은 증가할 가능성이 높습니다. 결과적으로, 전체적인 세계 열대 저기압 발생 빈도는 감소할 가능성이 없고 본질적인 변화는 없을 것이나, 초강력 폭풍의 빈도가 실질적으로 몇몇 해분⁷⁾에서는 증가할 가능성이 매우 높습니다.

7) 수심 3,000~5,000m에 위치하는 원형 또는 타원형의 해저분지지형

열대 저기압과 이름이 비슷한데, 온대 저기압은 또 무엇인가요?

주로 고위도나 중위도에서 발생하는 저기압으로, 차고 따뜻한 두 기단의 전선면에서 파동이 일어나며 발생합니다. 남반구, 북반구의 중위도에 걸쳐 존재하고, 산지 위의 유수(저기압성 순환의 발생이 불어가는 쪽)의 결과로서 또는 열대에서온대시스템으로의 변환을 통해 주로 해분 위에 대류권 상부의 제트기류에 근접하여 발달합니다. 온대 저기압은 극지방으로 열과 수분을 전하는 주 운반자이며 바람폭풍이나 파도의 형성과 폭풍 증대, 극한강수(호우) 현상 같은 역 기상 조건들을 동반할 수 있습니다. 따라서 온대 사이클론의 강도의 변화나 온대 사이클론 활동의 지리적 위치의 시스템적 변이는 온도와 강수량의 장기적인 변화뿐만 아니라 넓은 범위의 지역적 이상 기후들에도 강력한 영향을 줄 것입니다.

지난 50년 동안 북/남반구 온대 폭풍 경로는 주로 극지 방향으로 변이가 있어왔을 가능성이 높습니다. 이 관찰된 극지 방향으로의 변이에 인위적 영향들에 대해서는 신뢰도가 중간정도입니다. 이것은 공식적으로 원인이 밝혀진 바가 없으며 지역적 강도의 과거 변화에 대해서는 50%의 신뢰도를 갖습니다. 증가한 인위적 축성이 각각의 반구에 걸쳐 중위도 저기압의 평균의 감소를 이끌 것이라는 것에 대해서는 신뢰도가 중간 정도입니다. 그리고 미래의 인위적 축성들로 인한 대류권 폭풍경로들의 극지 방향으로의 변이도 신뢰도가 중간정도입니다. 그러나 많은 CMIP3⁸⁾ 에서 형편없이 해석된 성층권이 지역적 결과에 어떻게 영향을 미칠지 여전히 불확실성이 존재합니다. 뿐만 아니라, 저기압 활동과 폭풍 경로를 대표하기 위해 다른 분석 기술, 다른 물리적 수량들, 다른 한계치 그리고 다른 대기의 수직 고도를 사용한 연구들은 지역적 변화들에 대한 각각 다른 예측 결과를 가져왔습니다. 이는 특정 지역 예측에 대한 낮은 신뢰도를 가져왔습니다.

자연의 물리적 환경에서 관찰되고 예측된 영향들

가뭄과 건조현상에는 어떤 차이가 있나요?

용어 해설에서 가뭄은 “심각한 수분 불균형을 초래하기에 충분할 만큼 긴 비정상적이게 건조한 날씨의 기간”이라고 정의하고 있습니다. ‘비정상적이게’, ‘긴’ 등의 표현에서 알 수 있듯이 가뭄은 상대적인 용어입니다. 따라서 가뭄 여부에 대한 판단은 강수량 차에 대한

8) 1979~1999년 사이의 기후 모델

어떤 논의도 특정한 강수량과 관련된 또 다른 활동을 참조하지 않는 이상 이루어질 수 없습니다. 반면에, 건조현상에서 건조란 ‘말라서 습기가 없는 상태’를 의미하므로 가뭄에 비해 판단 기준이 명확한 편입니다. 덧붙이자면, 가뭄은 습기가 부족한 상태가 지속될 경우 발생한다고 볼 수 있으므로 건조현상은 가뭄의 근본적인 원인으로 취급할 수 있겠군요.

가뭄의 발생 원인은 무엇이며 가뭄을 판단할 수 있는 지표에는 무엇이 있나요?

가뭄의 원인을 두 가지 관점에서 파악해보겠습니다. 먼저, 토양 수분 또는 수문학적 가뭄⁹⁾에 대하여 말하자면, 주원인들은 감소한 강수량 혹은 증가한 증발산량입니다. 일반적으로 강수량의 차를 더 큰 원인으로 고려하고 있지만 몇몇 가뭄 지표들에 의하면 증발산량의 효과 또한 명백하게 고려할 만합니다. 다음으로, 기후 예측의 맥락에서 살펴본다면, 토양 수분 가뭄 모의실험에서 더 높은 증기압차로 인해 증가한 증발산량 및 일부 변화들을 조정하는 유효 복사량과 함께 강수량의 변화를 주요 원인으로 꼽을 수 있습니다. 한편, 강수량, 토양수분과 같은 변수의 선택과 시간 범위는 가뭄 현상의 등급에 상당한 영향을 줄 수 있습니다.

앞서 언급한, 용어 해설에 의한 가뭄의 정의는 비교적 명료해 보이지만, 사실상 가뭄의 정의는 일일이 헤아리기 힘들 정도로 복잡합니다. 게다가 토양 수분과 관련한 관측 자료는 부족한 실정이지요. 이에 따라 기상학적, 토양 수분, 그리고 수문학적 관점에서 가뭄을 특징짓기 위한 몇몇 지표들이 개발되었는데, 이 지표들은 지표의 기후 모델 모의실험과 관련된 기상학적 수문학적 변수들을 포함하고 있습니다. 본 특별보고서에는 최근의 변화와 예측되는 변화들에 대하여 분석한 문헌에서 사용된 가뭄 지표들의 넓은 범위를 간략한 개요로서 제공하고 있습니다. 다만, 본 보고서를 읽을 경우에는 나이데, 동굴 이차 생성물, 호수 침전물, 역사적 증거와 같은 고대기후 정보는 세부적으로 다루고 있지 않음에 주의해야 합니다.

9) 수문학: <물리> 물의 순환을 중심 개념으로 하여 물의 존재 상태, 순환, 분포, 물리적·화학적 성질 따위를 연구하는 학문. 지구 물리학의 한 분야이다.

강수량과 기온 변화에 대한 예측 결과 이외에도 홍수의 발생 가능성을 예측하는 데 영향을 미치는 다른 요인이 있나요?

네, 있습니다. 하지만 홍수에 영향을 미치는 요인의 범위가 매우 다양할 뿐만 아니라 증거의 한계 및 지역 별로 관찰된 변화의 원인이 매우 복잡하다는 사실 때문에 신뢰도가 매우 낮습니다. 신뢰도를 상, 중, 하 세 단계로 구분하여 몇 가지만 언급을 해보자면, 다음과 같습니다. 증가할 것으로 예측이 되는 강한 강우 현상의 경우, 비로 인해 지역별 홍수의 발생횟수가 증가할 수 있다는 점을 감안하면 그로 인한 홍수 발생 가능성의 신뢰도는 ‘중’입니다. 반면에, 해빙으로 인해 물의 양이 증가하는 강들의 경우, 초봄에 유수가 증가할 가능성은 매우 높습니다만 그것들을 근거삼아 홍수 발생을 예측할 수 있는 가능성은 매우 낮기 때문에 신뢰도는 ‘하’에 해당합니다.

폭풍의 변화보다 해수면의 상승이 극한 해수면의 변화에 더 큰 원인은 제공한다고 판단할 수 있는 근거가 뭐죠?

폭풍의 변화들이 극한 해수면의 변화에 원인제공을 하는 것은 맞습니다. 하지만 현재까지 진행된 연구들을 분석해 보았을 때, 폭풍의 변화는 지리적으로 국한되어 있을 뿐 아니라 전체적으로 그와 관련된 불확실성이 너무 큼니다. 이는 곧 지리적으로 관찰되는 폭풍의 변화의 영향들에 대하여 일반적인 평가가 현 시점에서는 불가능함을 의미하며 따라서 극한 해수면의 변화를 발생시키는 주요 원인으로는 볼 수 없는 것입니다. 한편, 해안의 극한 최고수위 추세들에 대한 연구들에 기초하면, 평균 해수면의 상승이 미래의 극한 해수면의 변화의 상승 추세에 기여할 가능성이 매우 높다는 결론이 나왔기 때문에 해수면의 상승을 더 큰 원인으로 보고 있습니다.

제 3장에서 하고 싶은 이야기는 무엇일까요?

극한 현상은 극한 기상이나 극한 기후 현상을 의미하는데, 이는 관측된 기후값들의 한계점에 위치한 날씨나 기후 변수들의 발생을 뜻합니다. 한계점이란 정해진 조사기간 중, 그 해의 주어진 시간에서 발생할 확률 보다 낮거나, 약 10 퍼센트 이하의 확률로 일어날 수

있는 값을 의미합니다. 열대 지역에서의 더운 날이 중위도 지역에서의 더운 날과 다르듯이, 극한 기상 또는 극한 기후 현상은 장소에 따라 다르게 나타납니다. 또한, 극한 현상은 연속된 현상의 결과로 나타날 수 있는데, 각각의 두 현상이 극하지 않았어도 이들이 연속되어 일어나면 곧 극한 기후(가뭄, 홍수)로 발전할 수 있습니다.

기후과학에서 복합적 현상이란 크게 세 가지로 구분할 수 있습니다. 첫 번째는 두 개 이상의 사건이 연속적으로 일어나거나 동시다발적으로 일어나는 경우이고, 두 번째는 현상의 영향이 극대화 될 수 있는 조건에서 발생하는 극한 현상의 조합이고, 세 번째는 각각의 현상은 극하지 않지만 합쳐졌을 때 극한 영향을 내는 현상입니다. 복합적 위험의 예를 들자면, 춥거나 건조한 조건에서의 산불과 가뭄이 동시다발적으로 일어났을 때, 그리고 해수면 상승과 높은 강우량으로 인한 강의 범람과 같은 현상으로 설명할 수 있습니다. 이런 복합적 현상들은 홍수와 가뭄이 같이 일어나듯이 두 가지의 상반된 현상이 동시다발적으로 일어날 수 있습니다.

되먹임(피드백)이란 한 현상 내부에 영향을 끼치는 걸 뜻하는데, 첫 번째 요소가 두 번째 요소에 영향을 주고, 두 번째 요소가 세 번째 요소에 영향을 주면서 결국 그 결과가 초기 요소로 돌아오는 식으로 반복됩니다. 양의 되먹임은 이러한 과정이 반복되면서 각각의 영향이 강화됨을 말하며, 음의 되먹임은 영향이 감소함을 말합니다. 복합적 현상도 때로는 기후 시스템 되먹임과 연관되어있으며 양의 되먹임과 음의 되먹임을 일으킬 수 있는 몇몇 기후과정과도 상호작용을 하고 있습니다.

놀랍게도, 평균과 극한 현상의 지역적, 계절적 변화들 사이에는 일관된 관계가 없다는 것이 경험적 사실의 관찰과 실험에 의한 연구로 주목되었습니다. 지역적으로 극한 현상들이 전 세계적 평균 변화들을 측정하지 않는다는 것과 근 몇 십 년간의 전 세계적 평균 온난화는 어느 지역의 냉각 가능성을 배제하지 않는다는 것을 알아야합니다. 특정한 극한 현상의 전 세계적 예측은 특정한 극한 현상의 지형적 균등성에 따라서 신뢰도가 갈립니다. 어떤 기후예측은 전 세계적으로 예측된 변화의 신호에도 불구하고 일관되지 않았기 때문입니다. 기후 시스템의 일시적이고 복잡한 성질 때문에, 잘 이해되지 않은 기후 극한점을 지나는 것에 대한 시나리오들은 사회에 중요한 의미를 가지고 있습니다. 그러므로 특정한 극한 현상의 예상에 대한 낮은 확신을 가지고 있는 평가나 본 장에서 다룬 카테고리의 주어진 기후변화의 고려 부족으로 인해, 이러한 극한 현상이 기후변화에 아무런 영향이 없다는 의미로 해석해서는 안 됩니다.

데이터 가능성에 관한 현상들은 특히 주어진 기후 변수들의 극한 현상의 변화를 조사하는데 특히 중요합니다. 또한 현상이 더 희소할수록, 장기간의 변화들을 확인하기 더 어려운데 이것은 평가할 사례들이 더 적기 때문입니다. 기온과 강우량 같은 단기간에 일어나는 극한 현상들의 변화를 조사하기 위해서는, 1960년대 가능했던 고시대적 데이터를 이용

해야 하지만, 충분한 데이터가 이러한 문제점을 모두 해결해 주지는 않습니다. 많은 국가들이 일시적인 고해상도 자료를 자유롭게 배포하지 않고, 측정의 질도 장담하지 못할 뿐만 아니라, 기후 데이터의 균일성의 문제가 제기 되기 때문입니다.

극한 현상의 발생은 주로 큰 범위 혹은 지역적 범위에 작용할 수 있는 다양한 요소의 결과입니다. 극한 현상들에 영향을 미치는 외부 힘의 관련된 규모가 큰 영향들은 복사의 변화에 따른 총 기온 상승, 대기 중의 수분 함량 증가, 어떤 경우에는 순환 패턴을, 어떤 경우에는 장마를 일으킬 수 있는 육지와 바다 온도차이의 증가로 인해 일어납니다. 구성, 평가, 지역적 예측과 극한 현상에 대한 기후변화 예측의 소통에 대한 작업은 (1) GCMs (2) GCM 시뮬레이션의 축소 모형 (3) 지역적 영향이 발생하는 과정의 물리적 이해 (4) 최근 역사상 기후변화의 네 가지 방법에 의존합니다. 4차보고서 시기에 GCM은 극한 현상을 포함한 가능한 미래 기후 범위의 세계적으로 가능한 정보의 주요한 근원이었습니다. 극한 현상들이 발전하고 그들의 공간적 해결책과 복합성이 계속 개선될수록 GCM은 극한 기상현상의 변화를 포함한 작은 범위의 특성을 탐구하는 데 매우 유용해지고 있습니다.

1950년대 이후로 남부 유럽이나 아프리카 서부와 같은 일부 지역에서 발생하는 가뭄현상은 이전보다 더 강력하고 장기적으로 지속되는 경향이 있습니다. 반면에 북아메리카 중부와 오스트레일리아 북서부처럼 가뭄의 빈도가 낮아졌을 뿐 아니라 더 약해지거나 단기적으로 변화한 지역도 있지요. 20세기 후반부터 진행된 이러한 가뭄 패턴의 변화는 강수량 내지는 기온의 변화 등에 원인이 있으며 그 원인은 주로 인간에 의해 발생하였습니다. 그러나 이처럼 일부 지역에 국한된 가뭄의 변화에 대한 증거는 일관성이 없고 불충분한 경우가 많기 때문에 신뢰도가 낮은 편입니다.

4차 보고서가 발표된 이후에 진행된 연구는 남부 유럽, 지중해 지역, 중부유럽, 북아메리카 중부, 중앙아메리카와 멕시코, 브라질 북동부, 아프리카 남부를 포함하는 일부 지역에서 가뭄의 지속 기간과 강도가 심화될 것이라는 예측 결과가 어느 정도 믿을 만하다는 것을 보여주지만, 이외의 지역에서 발생한 가뭄변화에 대한 예측은 일관성이 낮아 정확하지 않을 수 있습니다. 그러나 가뭄변화에 대한 관찰의 결과를 불확실하다고 결론짓는 가장 큰 이유는 정의의 모호함과 자료의 부족이라고 할 수 있습니다. 이 문제는 가뭄예측의 정확성을 떨어뜨리기도 하는 한편, 가뭄모델(model, 가뭄현상과 관련된 모의실험을 할 때 본보기가 됨)의 불확실성을 가중시켜 더욱 문제가 될 수 있습니다. 지역별로 기후와 연관된 홍수의 강도와 빈도의 변화를 평가하는데 활용되는 증거는 제한적인 것에서부터 어느 정도 믿을 만한 것까지 그 범위가 다양합니다. 측정 기구에 의해 기록된 홍수는 공간적이나 시간적으로 한계가 있어 측정 기구가 설치되어 있지 않은 지역에 대해서는 예측하기가 힘들기 때문입니다. 뿐만 아니라 토지사용의 변화를 비롯한 토목공사의 변화 등 관찰에 혼동을 미치는 변수가 다수 존재하기 때문이기도 합니다.

인간에 의해 발생한 기후변화가 강수량이나 눈의 해빙과 같은 일부 요소들에 눈에
 될 정도로 영향을 주어 홍수 추세에 영향을 줄 수 있다는 점을 감안하더라도 인간이 홍수의
 강도나 빈도에 영향을 주었다고는 판단할 수는 없습니다. 이렇듯 하천 홍수의 변화에 대한
 예측은 전체적으로 신뢰도가 낮지만 예측된 강수량과 기온의 변화는 홍수의 변화양상을 예
 측하는 데 도움을 줍니다. 4차 보고서가 발표된 이후에 진행된 연구에 따르면 폭풍의 변화
 보다는 해수면의 상승이 해안의 극한최고수위를 증가시켰을 가능성이 높을 것으로 예상되는
 한편, 평균해수면의 상승을 고려하면 인간에 의한 원인이 존재할 가능성도 무시할 수 없습
 니다. 제한된 범위에서 진행된 연구이긴 하지만, 파도와 관련된 대부분의 연구에서는 유의
 파고와 극한파랑을 포함한 모든 파랑의 변화는 내부적인 기후 변화와 연관되어 있음을 발견
 했습니다. 결과적으로 극한 파고가 인간으로 인한 영향을 받아왔을 가능성은 거의 없습니
 다. 하지만 연구 샘플링 수가 부족하고 예측의 일관성이 떨어지며 기술 등이 부족하여 파고
 를 예측하는 작업은 정확성이 매우 떨어집니다. 그러나 파고와 바람 그리고 폭풍 사이의 강
 한 연결성은 미래의 유의파고가 감소 또는 증가하는 변화가 이 변수의 변화 양상을 예측하
 는 데 도움이 될 가능성이 높습니다. 해안의 영향과 변화양상을 확인하는 최근의 관측 연구
 는 인간에 의한 기후변화가 구체적으로 ‘어떤’ 변화의 원인으로 작용하였는가에 대한 증거
 가 불충분하기 때문에 확실하지가 않습니다. 최근 해안 평가에 기반을 둔 연구는 현재 연안
 침식과 침수와 같은 부정적인 영향을 받고 있는 지역들이 다른 기여요인의 변화가 전혀 없
 는 상태에서 해수면 상승 때문에 계속해서 피해를 보게 될 것이라는 사실에 근거하여 해수
 면 상승과 침식에 대하여 낮은 해안선일수록 취약하다는 추가적인 증거를 제공하였습니다.

산은 산사태, 눈사태, 석편류, 홍수 등의 거대한 움직임에 취약한데, 빙설권의 변화
 는 그러한 극한 현상들뿐만 아니라 물 공급량과 수력 발전에도 영향을 끼칩니다. 대부분의
 높은 산맥들은 강수의 강도가 증가할 가능성이 높다는 점을 감안하면 기후와 지질학적 과정
 들 사이에서 잠재적으로 위험한 상호 작용을 발생시킬 확률이 높다는 것을 알 수 있습니다.
 그러므로 단기간에는 거대한 움직임의 변화가 관찰될 수 있고 장기간에 걸쳐서는 지진 및
 화산 운동의 변화가 발생할 수 있습니다. 영구동토층의 해빙은 최근에 일어나기 시작했을
 확률이 높고 더욱이 온도가 지속적으로 증가할 확률을 비롯한 활동층 두께가 두꺼워지고 영
 구동토층의 면적이 감소할 확률은 더욱 높습니다.

미래 모래 변화 및 그와 관련된 예측은 불확실하지만 점차 건조해지는 지역에 대해
 서만큼은 모래가 증가할 것이라고 예측해볼 수 있습니다. 과거의 변화에 대한 자료와 조사
 도 부족해 변화를 발생시키는 여러 요소들 사이의 우선순위가 불명확하고 습도, 강수량, 바
 람 등 모래 폭풍을 좌우하는 주요 요소들에 대한 모의실험결과도 불확실합니다.



제 4장.

극한 기후의 영향의 변화: 인류 시스템과 생태계

4장은 무엇에 관한 내용인가요?

본 장은 인간과 생태계가 극한 기후에 얼마나 노출되었는지, 그리고 극한 기후에 얼마나 취약한지에 대한 진단을 바탕으로 극한 기후에 미치는 부정적인 영향에 대해 알아볼 것입니다. 조금 더 구체적으로 말씀드리자면, 우선 기후 현상이 인간 및 생태 시스템에 미칠 수 있는 나쁜 영향에 대해 알아본 후, 인간 및 생태계의 노출과 취약성이 어떻게 결정되는지, 그리고 이 특성과 극한 기후와 어떤 관계에 놓여 있는지를 알아볼 것입니다. 마지막으로 이러한 기후 극한들에 대해 대비하고 적응할 수 있는 방안에 대한 논의로 본 장을 마칠 것입니다.

극한 기후는 인간과 생태계에 어떠한 영향을 미칠 수 있나요?

인간과 생태계에 대한 극한 기후의 영향은 ‘재해’라는 말로 개념화될 수 있는데요, 이러한 재해는 극한 기후의 영향력이 인간 및 생태계 시스템의 수용한계를 넘어서 일상적 활동에 심각한 방해가 되는 상태를 일컫는 말입니다. 재해는 사람들의 재산과 목숨을 앗아가며, 그들의 정신적 건강을 해칩니다. 그리고 생태계는 번식·질병·보편적 건강상태에 있어서 극한 기후에 의해 많은 영향을 받습니다. 예를 들어 화재나 폭풍이 오래된 생명체들을 새 생명으로 대체하곤 하듯이 말이죠. 또한 극한 기후는 특정한 종에게 멸종의 위기에 처할 정도로 치명적인 영향을 줄 수도 있기 때문에 생태계에서 어떤 종이 살아남을지를 결정해주는 역할을 하기도 합니다. 예컨대, 가뭄은 나무의 죽음을 초래하여 숲을 변화시키는 역할을 한다고 볼 수 있습니다.

기후 현상, 노출, 그리고 취약성은 어떤 관계를 갖나요?

기후 현상, 노출, 그리고 취약성 사이에는 복잡한 상호작용이 존재합니다. 이들 간의 관계를 살펴보기에 앞서, 우선 용어의 개념부터 정리해보도록 하겠습니다. 노출이란 극

한 기후에 의해 영향을 받는 지역의 인간·생태계·재산이라고 볼 수 있습니다. 따라서 노출이 없다면 극한 기후로부터 아무런 영향도 받지 않을 것입니다. 하지만 취약성이 존재하지 않는 한, 지역이 노출되었다고 해서 필연적으로 그곳이 날씨나 기후로부터 큰 영향을 받는다고 이야기 할 수는 없습니다. 여기서 취약성이란 극한 기후로부터 부정적인 영향을 받는 경향을 지칭하는 말입니다. 따라서 극한 기후의 영향은 이러한 노출과 취약성에 의하여 많은 부분 결정된다고 볼 수 있습니다. 그러므로 노출과 취약성을 변화시키기 위한 노력은 극한 기후에 대한 적응 활동으로 여겨지곤 합니다.

기후 현상, 노출, 그리고 취약성에 영향을 미치는 기후 외적 요소로는 무엇이 있나요?

사회 경제적 변화는 노출을 결정하는 주요소이며, 그 중에서도 인구의 증가는 노출과 취약성을 변화시키는 큰 요인입니다. 예컨대 도시화로 인해 인구 밀도가 증가하면서, 사람들은 불가피하게 홍수의 빈도가 높은 지역으로 이동할 수밖에 없게 됩니다. 이처럼 위험한 지역에 인구와 재산이 축적되면서 홍수와 같은 자연 재해로 인한 피해가 잠정적으로 증가하게 됩니다. 많은 선진국에서는 편리한 생활방식과 낮은 생활비용으로 인해 위험도가 높은 지역에도 인구와 재산의 축적이 이루어집니다. 어떤 사람들은 경제적 상황으로 인해 이러한 지역에서 거주하기를 선택할 수밖에 없어서 불가피하게 위험을 부담하기도 하지만, 이러한 지역에서 극한 기후의 위험에 대한 인식 수준이 낮은 경우가 특히 많은 이유는 사람들이 독과 같은 홍수 보호 시스템에 대해 근거 없는 믿음을 가지고 있기 때문이라고 합니다.

또한 토지를 어떻게 개발하고 이용하느냐에 따라 생태계가 변화하여 극한 기후로부터의 영향이 달라질 수 있습니다. 인간의 개발로 인한 사막화, 도시화, 습지대의 감소 등은 토지의 물 저장 수용력을 줄여 땅위를 흐르는 빗물의 양의 증대시킵니다. 또한 시멘트와 같은 불 침투성 지역의 비중 증가도 마찬가지로 땅위로 범람하는 빗물의 양을 증가시켜서 빗물이 강이나 바다로 나아가는 속력이 더 가속이 붙게 됩니다. 그리고 이로 인해 사람들이 경보나 위험상황에 대처할 수 있는 시간이 단축되고 맙니다. 한편 산지 지역에서 급한 경사를 확장하는 개발은 극한 강우로 하여금 산사태를 일으킬 위험을 높입니다. 지나친 경작과 방목과 같은 인간 활동은 이미 아프리카와 아시아의 취약 지역을 사막화한 바 있습니다. 인간이 발생시킨 가뭄의 가장 극명한 예는 중앙아시아의 아랄해 유역에서 찾아볼 수 있는데, 사람들이 이용하고자 하는 용도에 따라 과도한 양의 물을 유출시킨 반면 아랄해로의 물 유입량은 축소되어 심각한 경제적, 생태적 피해가 발생한 것입니다.

뿐만 아니라 재해 위험 요소 간의 상호작용으로 인해 극한 기후의 위험이 증가될

수 있습니다. 한 위험 요소는 다른 위험 요소에 영향을 주거나 그들의 효과를 심화시킬 수 있는데요, 예컨대 기온 상승은 영구 동토층을 변질시키고 비탈길의 안정성을 저해함으로써 결과적으로 건축물에 대한 피해를 야기합니다. 강도 높은 강우도 마찬가지로 산사태, 다리·길·건축물의 붕괴와 같은 사회기반시설의 파괴를 야기하여 전력 및 물 공급에 큰 방해가 될 수 있습니다.

취약성, 노출 및 영향의 지역적 측면

사회 및 경제적 차원에서 지역에 대한 이해와 전망이 특히 중요한 이유는 기후 변화에 대한 의사결정이 종종 지역의 상황에 크게 좌우되기 때문입니다. 따라서 이번 장에서는 극한 기후 현상의 영향을 각 지역의 관점에서 살펴볼 예정입니다.

아프리카(Africa)

아프리카에서는 극한 현상이 빈번하게 일어남에도 불구하고, 빈도와 전망에 대한 과학적인 정보는 매우 한정적입니다. 정보가 많이 부족하다보니, 극한 기후에 매우 취약하기 마련입니다. 농업 분야는 아프리카에서 극한 기후에 가장 취약하고 많이 노출되는 분야인데요. 특히 농업이 비효율적인 사하라 사막 이남 아프리카는 극한기후에 매우 취약한데, 부실한 보건, 교육 및 관리 규범 등으로 인해 상황이 더 악화된다고 합니다.

아프리카에서 오랫동안 이어진 사헬 가뭄과 함께 전반적으로 건조한 기후가 발생하는 빈도가 증가중이라고 관측되었지만, 여기에는 지역적인 변동성, 즉 지역마다 다르다는 점이 눈에 띄었습니다. 예를 들자면 사헬, 아프리카 동부 및 남아프리카처럼 가뭄이 특히 크게 영향을 끼치는 지역들이 있겠습니다. 수년에 걸친 가뭄의 주요 결과중 하나는 극심한 기근을 예로 들 수 있는데, 아프리카에서 가뭄이 자주 발생하는 지역에 사는 사람들은 가뭄의 직접적 영향(기근, 토양 산성화)뿐 아니라 간접적 영향(말라리아 같은 질병)에도 취약하다고 합니다.

이번에는 물 관련 부분에 대해 말하자면, 물 저장 기반시설이 부족한 대륙에서 오랜 가뭄은 매우 큰 영향을 끼치는 것이 당연하겠죠. 아프리카의 여러 국가들에서는 기후 변화로 인한 가뭄이 수자원 보유량과 보유 능력에 큰 악영향을 끼치기도 했고, 이는 인간 시스템(사회)과 생태계에 수분스트레스(수분이 소실됨에 따라 발생하는 스트레스)를 야기하기

도 했습니다. 그런데 이러한 상황에서 물의 수요가 증가하고 있기 때문에 여러 가지 가뭄으로 인해 피해 인구도 증가할 것으로 예상됩니다. 또한, 가뭄으로 인한 위험의 증가는 관광, 어업, 경작의 감소를 야기할 수 있고, 이것은 정부, 기업, 개인의 소득을 저감시키거나 투자능력을 악화시킬 수 있습니다.

아프리카에서 호우 변화 패턴은 일관성이 없고 부분적으로 자료도 부족하기 때문에 그 자료를 통해 관측된 강수추세는 이용하기 어렵습니다. 일반적으로 호우는 열대 산간지역에서 산사태와 토석류를 유발할 수 있는 반면, 아프리카의 뿔 국가들(지도상의 모양 때문에 ‘아프리카의 뿔(The Horn of Africa)’로 불리는 나라는 일반적으로 아프리카의 북동부 10개국을 말함. 에티오피아, 소말리아, 에리트레아, 수단 등을 예로 들 수 있음.)의 건조 및 반건조 지역에서 극한 강수는 종종 말라리아, 뎅기열 등 질병 매개체 증가 및 전염병 위험을 높입니다. 또한 극한 강수 기간과 홍수 기간은 엘니뇨와 관련이 있는 것으로 나타나기도 했습니다. 아프리카 항구도시들의 홍수, 폭풍해일, 강풍피해는 기후변화로 인해 증가할 지도 모릅니다.

게다가 사하라 사막은 황사의 세계 최대 원천입니다. 황사는 농업, 건강, 구조물에 부정적 영향을 주기 때문에 하루빨리 대응 방안을 찾는 것이 중요합니다. 하지만, 사헬 지대에서 먼지현상의 빈도는 증가하고 있음에도 먼지현상에 대한 관측과, 전망에 대한 연구는 여전히 부족한 실정입니다.

아시아(Asia)

아시아에는 대형 삼각주가 많은데, 이러한 삼각주들은 하천, 해안 홍수, 도시지역의 팽창으로 인한 인구 증가 등으로 인해 극한 기후에 취약해집니다. 폭풍해일로 인한 피해는 열대저기압에서 어떤 변화에도 민감합니다. 예를 들어, 해수면이 60cm 높은, 표준보다 1.3배 강한 태풍이 찾아오면 3대 만에서는 각각 30억, 400억, 270억 달러의 피해가 발생할 것이라고 합니다. 사람들의 인식, 관리의 개선 및 개발은 아시아의 개발도상국이 열대 저기압과 태풍에 대응하는 데 있어 필수요소입니다. 예를 들어 인도양에서 발생한 2개의 태풍은 규모와 강도에서는 서로 비슷했지만 사망자 수에서는 상당한 차이가 있었다는 점에서 이러한 요소가 중요하다는 것을 알 수 있습니다.

홍수는 인도, 방글라데시 등 집중되어 있는 곳이 있는데, 다양한 곳에서 여러 가지 홍수추세가 관측되었고 전망되었지만, 더 넓게 보았을 때 그 관측은 아직 일정한 패턴이 없고 한정적입니다. 또한, 홍수의 영향은 주변환경의 변화로 인해 증가해왔는데요. 중국 남부에서는 제방 건설로 인해 지난 몇십년 동안 홍수가 증가하기도 하였습니다. 호우와 홍수는

지표수를 빠르게 오염시킬 수 있기 때문에 도시 지역 거주민의 건강에도 영향을 끼친다고 합니다. 또한, 아시아에서는 인간과 자연에 악영향을 동반한 온난일/온난야 및 열파의 지속 기간, 빈도, 강도의 증가가 다양하게 관측되기도 하는데요. 임시 거주지와 구조물에 사는 사람들은 고온에 더 취약하고 농업도 극한 기온에 직접적으로 영향을 받는다고 합니다. 아시아는 오랜 가뭄의 역사를 갖고 있으며, 여타 극한 기후와도 맞물려 있습니다. 20세기 후반기에 다양한 추세가 관측되었고, 일부 지역, 특히 동아시아에서는 건조가 증가하여 사회경제, 농업, 환경조건에 악영향을 끼치는 것으로 관측되었습니다. 동남아시아에서 엘니뇨는 비교적 건조한 상태와 연관이 있기도 하며, 가뭄동안의 극심한 물 부족은 충분하지 않은 강수, 높은 증발산(지면과 수목에서 일어나는 증발)과, 수자원의 과잉취수 등 이 중 한 가지 이상의 복합적인 요인으로 인해 발생합니다. 이에 반해 아시아의 습지들은 가뭄에 취약한 침수지역의 주민들에게 자원을 제공하기도 합니다.

들불(Grassland fire)로 인한 재해는 중국에서 방대한 영토와 복잡한 지형 탓에 매우 중요한 문제로 인식됩니다. 통계 분석에 의하면, 중국 북동부의 12개 성에서는 경제 개발 및 인구성장과 함께 들불로 인한 재해가 점진적으로 증가하였다고 합니다. 어느 정도 상관관계가 있다고 볼 수 있겠네요. 가뭄, 산불, 논의 배수, 대규모 팜유 농장으로 인해 이탄지(해안습지, 배후습지 등에서 수생식물, 정수식물의 유해가 미분해되거나 약간 분해된 상태로 두껍게 퇴적된 토지)가 건조화 되어 화재에 더욱 취약해 지기도 하는데요, 이탄지 화재는 진화가 어렵다는 점과 기후에 미치는 잠재적 영향 때문에 중요한 문제로 여겨집니다.

중남 아메리카(Central and South America)

극한 강수는 남미 일부에서 재해를 일으켜 진흙사태와 산사태로 수백 내지 수천명의 목숨을 앗아갔지만, 안타깝게도 이 지역의 호우 변화 패턴은 일관성이 부족해 신뢰하기 어렵습니다. 연구 결과에 의하면, 남미의 상당한 지역에서 산불빈도는 증가할 전망이다. 이러한 영향으로, 멕시코 중부와 북부의 대부분에서, 반건조 식생은 건조지역 식생으로 대체될 가능성이 큼니다. 산불, 벌채, 가뭄, 기후변화는 서로 긴밀하게 연관되어 있기 때문에 이것들 중 하나 만으로는 서로 연결된 전체의 복잡한 정도를 설명하기 어렵다고 합니다. 기후 재해는 영토의 대부분이 열대 및 적도 지역에 위치하는 중미에서 자연재해의 대부분을 차지하며, 중남 아메리카 중 저지대에 위치한 주들은 허리케인과 열대폭풍에 특히 취약합니다.

유럽(Europe)

유럽 대부분에서 여름 열파는 그 빈도와 지속기간이 증가하였고 유럽사회의 취약분야에 영향을 끼쳐왔습니다. 가장 영향을 많이 받는 계층은 노약자와 사회적 소외층입니다. 유럽의 주요 대도시에서는 많은 인구 때문에 열 강도의 증가에 대한 우려가 커지고 있는데, 그러한 도시들의 일부에서는 열파 발생 시 건물 특징, 에어컨과 차량의 인위적 열 방출, 녹색공간의 부족으로 인해 열이 심화될 수 있습니다. 그러나 여름철 고온과 도시 열파가 점점 특별한 현상이 아닌 일반화가 됨에 따라 주민들은 그런 ‘예상된’ 기온 조건에 적응할 수 있고 이후에 열파가 발생할 때 사망률을 줄일 수 있습니다. 가뭄 위험은 건조기의 빈도, 심각도, 공간 및 시간 범위, 인구와 경제활동의 취약성이 연관되어 있습니다. 인간에게 미치는 가뭄의 가장 심각한 영향은 반건조 지역에서 발생하는데요. 반건조 지역에서는 이미 쓸 수 있는 물의 양이 정상 조건보다 부족하고, 물 수요는 자연이 제공하는 물의 양과 비슷하거나 이를 초과하며, 사회는 가뭄을 완화하거나 적응할 능력이 부족합니다. 산불 위험은 가뭄의 발생에 따라 달라지는데요, 산불 발생 후 복원력에 대한 분석은 산불 발생 후 우선적으로 관리해야 하는 ‘위험 핵심 지역’을 선정하는 데에 기여합니다.

유럽에는 해안 근처에 하천이 많기 때문에 연안 홍수는 중요한 자연재해로 간주되며, 폭풍해일은 바람에 의한 파도와 겨울 폭풍의 결과로 발생할 수 있고, 반면에 장기적 과정은 지구 평균 해수면의 상승과 관련되어 있습니다. 폭풍은 원래부터 유럽의 기후 위험 중 하나였고, 강풍으로 인한 배전설비, 교통, 통신라인등의 피해를 발생시켰습니다. 유럽에서 가장 빈번한 자연재해는 홍수인데요, 유럽에서 홍수 위험으로 인한 경제손실은 지난 몇십년간 상당히 증가하였는데요. 홍수로 인한 인적 및 경제적 자산의 노출 증가가 아마도 경제적 재해 손실의 장기적 변화의 주요 원인일 것입니다. 위험의 크기는 홍수 많이 발생하는 지역의 사회 경제적 발전, 도시화, 기반시설 건설에 좌우되고, 도시화로 인한 유출량 증가는 댐 손상 위험을 증가시키며 환경 및 사회 경제에 큰 피해를 줄 수 있습니다. 또한, 일반적으로 산사태 활동 추세에 관한 정보는 부족한 편이며, 합리적으로 정립된 데이터 베이스가 마련되어 있는 지역의 경우에도 산사태의 발생수와 영향에서 특별한 추세는 발견되지 않았습니 다. 눈 사태는 유럽에 항상 존재하는 위험으로, 인명손실, 재산피해, 교통망 붕괴의 잠재력을 가지고 있습니다. 여가와 관광의 목적으로 산악지역의 이용이 증가함에 따라 위험이 증가하여 눈사태로 인한 사망률도 증가했습니다. 눈사태 발생률 증가는 인간에게 부정적 영향을 끼칠 가능성이 크지만, 영향 받은 지역에서는 생물다양성이 높아져 산림에 긍정적인 결과가 생기기도 한다고 합니다.

북미(North America)

북미는 상대적으로 선진국에 속하지만, 국가 내는 물론 국가 간에도 생활수준의 차이가 존재합니다. 이러한 적응능력의 차이는 본질적으로 기후 변화에 대한 대응능력과 결합해 그 지역에서 취약성의 원인을 이룹니다. 더욱이 지역 내 인구 추세는 극한현상의 영향을 받는 지역의 사람과 재산의 위험을 증가시켜왔습니다.

북미의 열파는 증가하는 추세를 보이고 있습니다. 열파는 많은 부분에 영향을 끼치는데, 특히 인간의 건강, 농업, 산림, 자연생태계, 에너지 기반시설에 두드러지게 영향을 끼칩니다. 열파의 강도와 지속기간은 증가할 것으로 전망되지만, 미래의 도시 구조, 적응대책, 냉방의 접근성이 불확실하기 때문에 인간의 건강에 대한 열파의 좋은 영향 역시 불확실하다고 합니다. 몇몇 연구들에 의하면 미국 대도시 인구의 극한 열파에 대한 민감성은 시간이 지날수록 감소해왔다고 하는데요, 1950년부터 북미대륙의 건조상태는 지역마다 다르기는 했지만 전반적으로 약간 감소하였다고 합니다. 또한, 1950년부터 북미의 많은 지역에서는 꾸준히 호우가 증가할 가능성이 있었고, 일부 지역에서는 호우가 더 증가할 것으로 전망됩니다. 홍수와 호우는 인간의 건강에 다양하고 중요한 직·간접적 영향을 끼치는데, 홍수는 재산의 직접적 파괴를 넘어 교통과 농업을 비롯한 다양한 경제부문에 부정적 영향을 끼칩니다.

전 지구적으로 관측되고 전망된 해안 폭풍 및 홍수의 변화는 매우 복잡합니다. 해수면 상승 추세가 지속될 가능성이 매우 높은 가운데, 현재 해안 침식 및 침수를 경험하는 곳들은 향후에도 그러한 현상을 계속 겪을 가능성이 높습니다. 미래의 해수면 상승과 폭풍해일의 잠재적 증가는 연안 지역의 침수와 재산 피해를 증가시킬 수 있습니다. 전지구적으로, 열대저기압과 온대저기압의 변화에 대한 불확실성은 폭풍이 미래의 폭풍해일에 끼치는 예상 영향을 평가하는 것이 현재로서는 가능하지 않음을 의미합니다.

오세아니아(Oceania)

극한 현상은 호주와 뉴질랜드에 심각한 영향을 끼칩니다. 호주에서 기상 및 기후 관련 현상은 자연재해로 인한 경제손실의 약 87%를 야기합니다. 온난화로 인해 열 관련 사망자가 증가할 것으로 전망됩니다. 인구변화를 포함해 모든 배출 시나리오에서 호주 온대지역 도시들의 사망자수는 현재 연간 1115명에서 2020년에는 두배 증가하고 2050년까지는 연간 4300~6300명으로 증가할 전망입니다.

오세아니아 지역의 건조상태 변화에 대한 관측과 전망의 패턴은 복잡합니다. 일부 지역에서는 건조상태가 증가 중이고 다른 지역에서는 건조상태가 감소하거나 변화가 없습니다. 기후 변화는 호주 남부에서 토지 이용 변화를 야기할 수 있는데, 강수량이 상당히 감소하면 CO2 증가가 이러한 효과를 부분적으로 상쇄한다 해도 건조한 한계지역에서는 경작이 불가능해 질 수 있습니다. 호주에서의 화재 위험의 증가는 화재 발생간격의 감소, 화재 강도 증가, 소방설비 저감, 화재전파 속도 증가와 관련 있습니다. 호주와 뉴질랜드 모두 화재 발생철의 지속기간은 길어지고 연료 감소를 위한 기회는 겨울로 이동할 것으로 예상됩니다.

호주 남부와 뉴질랜드의 많은 부분에서 호우가 감소할 가능성이 있어왔고, 뉴질랜드에서 홍수는 가장 빈번하게 발생하는 위험이며, 토지 표면의 침식증가, 산사태 증가, 제방에 의한 보호 감소가 예상됩니다.

외해(Open Ocean)

해수면 온도의 상승은 온도에 민감한 종들의 성장을 방지함으로써 그 자체로 생물 다양성에 직접적으로 영향을 줄 수 있기 때문에 매우 중요한 요인입니다. 또한 해수의 계절적 해빙 사이클은 생물학적 서식지에 영향을 끼친다고 합니다.

극지방(Polar Region)

극지역은 관련된 수계를 포함하여 북극과 남극으로 구성되는데요, 북극지역은 나무 등의 식물 없이 방대한 영구 동토로 되어 있습니다. 그러나 극지역은 추워서 인구밀도가 낮기 때문에 기후변화 및 극한 현상이 인간에게 미치는 영향은 전세계 어느 지역만큼 뚜렷하지 않을 수는 있습니다.

하지만 극지역은 최근 몇 십년간 상당한 온난화를 겪어 왔는데요. 온난화는 북극에서 가장 뚜렷했으나 신기하게도 남극대륙 본토의 기온은 최근 몇 십년간 온난화를 보이지 않았습니다. 해빙의 발생 시기 및 범위의 변화는 많은 고등 영양단계에게 에너지 요구량과 얻을 수 있는 먹이의 양 간에 부조화를 야기할 수 있어 번식 성공률의 감소, 개체수 감소, 분포 변화를 초래할 수 있습니다.

1960년대 중반부터 1990년대 초까지 시베리아의 가장 큰 하천 3개의 하천 유출량이 매우 크게 증가하였습니다. 러시아 북극의 하천에서 위험한 홍수의 가장 빈번한 원인은

융설(눈이 녹는 것을 이야기합니다)과 비였습니다. 21세기 초에는 재앙 수준의 바람 조류 관련 홍수와 얼음 쌓임과 관련한 홍수의 확률이 증가하였고 홍수로 인한 피해는 홍수의 정도뿐만 아니라 홍수의 지속기간에도 좌우됩니다.

연안 침식은 북극에서 매우 중요한 문제인데요. 해안 후퇴의 증가는 북극의 모습에 한층 더 영향을 끼쳐 담수 및 육상 야생 서식지, 지역사회 존립기반, 문화 유적지 등이 손실될 뿐만 아니라 해안 마을도 악영향을 받을 가능성이 높습니다.

군소 도서국들

태평양, 인도양, 대서양의 군소 도서국들은 기후변화와 극한 기후에 가장 취약한 곳 중 하나로 여겨져 왔습니다. 현재의 재해 경험과 모델(시뮬레이션이라고 보면 좋을 것 같네요) 전망에 비춰보면, 취약성이 높고 적응능력이 낮은 군소 도서국들에게는 미래에 상당한 위험이 있음을 알 수 있었습니다. 크기가 작은 군소 도서국가들 역시 극한 기후에 영향 받을 때 큰 손실을 입을 위험이 있습니다. 해수면이 상승하면 섬 규모가 작아지기 마련입니다. 그리하여 섬 지역사회 및 국가들의 사회경제적 안녕을 손상시킬 것입니다. 태평양 도서 국가 및 영토는 일반화하기 어려운 다양한 특징을 보이기 때문에 더욱 예측하기 어렵습니다.

가뭄은 군소 도서국들에서 상당히 유의해야 할 위험 요소입니다. 특히 산호환상대는 담수 렌즈에 의존하는 매우 한정된 수자원을 보유하고 있습니다. 담수 렌즈(염수지하수를 떠다니는 담수 덩어리)는 해수면 상승에 따라 두께가 감소합니다. 가뭄동안 군소도서국들에서 종종 긴급한 물 부족 사태가 발생하여 배급이 실시되기도 하는 정도이지요. 태평양 도서 국가 및 영토에서 극한 기우의 주 영향은 열대저기압 기간 동안에 구조물, 기반시설, 작물에 미치는 피해와 가뭄동안에 발생하는 작물피해와 급수 부족 등을 예로 들 수 있겠는데요. 산호환상대에서 담수렌즈와 거주지역의 염류화는 폭풍해일, 높은 파도 및 대규모의 조류를 뒤따르는 심각한 문제입니다.

극한 현상 및 재해의 비용

이번 장에서는 극한 기후와 재해가 인간, 사회, 생태계에 유발하는 경제 비용과 그 영향에 대한 적응 비용에 초점을 맞추어 이야기 할 것입니다. 비용 추정은 간략하게 말해, 경제적 손실, 극한 현상의 미래 추세, 핵심 지역의 재해, 적응 비용을 비롯한 경제 영향 관측치와 전망치로 구성되어 있습니다.

그렇다면 이러한 극한 기후 및 재해로 인한 비용을 알아보까요?

극한 기후 및 재해에 관련된 경제비용은 영향 또는 손실과 적응비용으로 나눌 수 있습니다. 피해 비용 중 잔류 피해비용이라는 것이 있는데, 잔류 피해비용은 모든 바람직하고 실용적인 적응조치가 이행되고 난 후의 영향 및 피해비용입니다. 즉, 할 수 있는 모든 방법을 동원해서 적응조치를 시행하고 난 뒤, 상황이 개선된 뒤의 피해비용을 말하는 것이죠. 당연히 적응비용을 적응 전 피해비용과 모든 조치를 취한 후의 잔류 피해비용과 비교하면 적응의 경제적 효율을 평가하는 데 도움이 될 수 있겠지요?

극한 기후 및 재해가 경제, 사회, 생태계에 미치는 영향은 피해비용과 경제적 자산 또는 주식의 손실뿐 아니라 추후에 GDP(국내 총생산을 말합니다. 각국의 경제를 비교하는 지표로 사용됩니다.)나 소비 같은 경제흐름에 미치는 간접 영향으로도 측정할 수 있습니다. 직접적 피해비용 또는 손실은 종종 기상 또는 기후 현상의 직접적 결과인 피해비용 또는 손실을 말하는 것인데요. 이에 반해, 간접영향 비용은 일반적으로 재해 때문에 발생한 물품 및 서비스 흐름의 중단으로 인해 발생하며, 때로는 손실이 전형적으로 기후 현상의 직접적 영향에서 오기 때문에 후차적 또는 2차적 영향이라고도 부릅니다. 중요한 점은 비공식적인 경제에 대한 영향이 일부 지역 및 부문에서 매우 중요하게 작용될 수 있지만 일반적으로는 추정 손실 보고에 포함되지 않는다는 점입니다. 마치 집에서 어머니가 청소, 집안일 등을 하는 것은 비공식적인 경제활동이고, 매우 중요하게 작용되지만, 이는 GDP에 추정되지 않는다는 것과 마찬가지죠. 이렇게 비공식적인 경제가 추정손실 산정에 빠지기 때문에 피해가 과소평가 될 수 있다는 것입니다.

영향 중에는 인명, 문화유적, 생태계 서비스의 손실 등 측정하기 어려운 유형도 다수 존재하는데, 이는 대체로 금전적 가치가 추정되지 않거나, 매입/매각이 되지 않기 때문에 손실 추정에서 부실하게 반영되기 때문입니다. 적응 비용은 기획, 실제적응, 반응적 적응, 최종적으로 적응대책 이행 측면에서 적응과 촉진에 관련된 비용등 다양한 비용을 포괄하는데요. 일반적으로 적응의 이익은 줄어든 영향 및 피해의 가치뿐 아니라 적응대책 이행

으로 생긴 공동이익으로 평가할 수 있습니다. 또한, 기후 현상에 대한 노출 및 취약성의 미래 패턴 및 적응 메커니즘에 대한 불확실성으로 인해 최적 적응수준을 평가하기는 어렵습니다. 또한 사회적 가치와 기술이 변함에 따라 이미 영향이 간주되었던 것들도 변하여 미래를 전망하는 데에 추가적인 불확실성이 생기기도 합니다.

극한 현상으로 인해 나타나는 영향을 알려주세요!

연구에 따르면, 자연재해는 경제발전의 속도와 성격에 악영향을 미친다는 주장이 있습니다. 그래서 단기(현상 후 3년까지) 경제 성장에 대한 재해의 부정적 영향을 다룬 연구들도 많은데요. 그러나 발전을 지연시킨다고 밝혀진 매우 심각한 재해를 제외하고 장기적 경제성장 측면에서는 단기와는 달리 혼합적인 의견들이 존재합니다. 또한, 발전과 재해 취약성의 관계 측면에서, 연구자들은 더 빈곤한 개발도상국과 더 작은 경제일수록 특히 극한 영향에 관하여 선진국들보다 미래에 재해를 더 많이 겪을 가능성이 더 크다고 주장합니다. 일반적으로, 발전과 재해 영향간의 관측된 결과에 의하면, 더 부유한 국가일수록 영향의 위험을 줄이고 재해가 발생할 때의 영향을 관리함으로써 극한 현상의 결과를 관리할 준비가 더 잘되어 있다고 합니다. 이것은 더 높은 소득수준, 더욱 폭넓은 관리능력, 더 높은 수준의 전문성, 축적된 기후대비 투자, 개선된 보험체계가 있기 때문에 그러한 대응 조치를 더 잘 수행 할 수 있기 때문입니다.

선진국과 비교해 개발도상국이 경제면에서 극한 기후에 더 취약한 이유로 다음을 꼽을 수 있습니다. 1) 개발도상국은 자연적인 자본과 기후에 민감한 활동에 더 많이 의존하는, 덜 탄력적인 경제를 갖고 있습니다. 2) 개발도상국은 현재 직면한 기후의 변동성과 물리적 위험을 다룰 준비 상태가 부실한 상황입니다. 3) 위험관리의 자금조달, 정보 및 기법의 부재로 인한 부적응과 부실한 관리 체계로 인해 더 많은 피해가 발생합니다. 4) 인구와 자산주가 빠르게 증가하는 지역에 대한 기후대비 투자가 그다지 고려되지 않았습니다. 5) 경제발전 수준이 낮고 보험과 회계를 통한 비용 전이 능력이 없어 적응이 부족합니다. 6) 비공식 부문들이 방대합니다. 이러한 요인들로 인해, 작은 국가에서 재해는 국가의 상당한 부분에 직접적으로 영향을 끼칠 수 있고 따라서 손실 규모와 복구 수요가 GDP와 공공재정자원(국가적·공적 자원)에 비해 상대적으로 크게 높을 수 있습니다. 단기간에 재해들이 여러 개 또는 연달아 발생하는 경우에는 특히 심각하겠지요.

비용과 영향은 개발도상국과 선진국 사이에서만 차이 나는 것이 아니라 취약성과 복원력의 이질성으로 인해 국가들 사이에서도 그리고 국가, 지역, 지방 부문 및 시스템 내에서도, 개인들 간에도 차이가 난다고 합니다. 적응능력의 분배가 잘 되어 있지 않은 상황

이네요.

영향비용과 적응비용 평가방법에 대해 알아보아요!

현상의 직접적인 영향은 비교적 측정하기 쉽지만 비용 산출법이 반드시 표준화되어 있는 것은 아니며 평가도 종종 불완전합니다. 일부 국가들, 예를 들어 영국과 미국 일부에서는 홍수 영향에 대한 평가가 오래전부터 표준화되어 있습니다. 하지만 사회, 문화, 환경분야에서 극한 현상과 재해의 무형의 영향을 평가하기는 더 어려우며, 방법에 관한 이견도 매우 분분합니다. 간접적 경제 손실 평가방법은 존재하긴 하지만 신뢰하기 어렵습니다. 종합적으로, 재해의 많은 영향을 평가하는 데는 문제가 많으며, 과대 평가 또는 과소평가되기 쉽습니다. 재해 영향의 평가 방식은 평가되는 영향의 유형, 평가의 목적, 고려되는 시간 및 공간 범위, 그리고 이용 가능한 정보, 전문 지식 및 자료등과 같은 수많은 요인에 좌우됩니다.

지난 몇 십 년 간, 서로 다른 척도, 기간 및 가정을 사용하는 매우 다양한 방법들이 개발되었고, 이는 적응 비용 및 이득의 평가에 적용되었습니다. 그러나 상당수의 문헌은 여전히 해수면 상승과 농업에의 영향 같은 점진적인 변화에만 초점을 맞추고 있습니다.

비용 편익 분석은 발전의 경제적 효율을 구하는 데 사용되는 확립된 도구입니다. 비용 편익 분석은 적응 프로젝트를 수행하는 비용을 그것의 이익과 비교하여 순 이익 또는 경제적 효율을 구합니다. 이상적으로 비용편익 분석은 개별사업에 대한 재정적 영향만이 아니라 환경 영향을 비롯한 사회의 모든 비용과 편익을 고려합니다. 하지만 이러한 비용과 편익은 다양한 가치로 계산되어 있기 때문에 비교하기 어려운데요, 비용편익 분석은 모든 비용과 편익을 화폐가치로 환산하므로 상쇄효과를 공통척도와 함께 비교할 수 있죠. EU의 영국, 핀란드, 네덜란드 뿐 아니라 국가적응 행동 프로그램 접근법을 사용하는 보다 많은 수의 개발도상국들에서도 적응효과에 대한 국가 수준의 연구들이 수행되어 왔거나 현재 수행 중입니다. 하지만 적응의 경제적 효율을 비롯한 경제 측면에 기반한 증가는 아직 한정적이며 단편적입니다.

기상 및 기후 관련 재해로 인한 경제 손실이 증가했다는 주장은 신뢰수준이 높습니다. 핵심적인 의문은 그러한 손실 또는 특정한 현상으로 인한 손실의 추세를 기후 변화 때문이라고 볼 수 있는가 여부인데요. 이런 맥락에서 시간이 지남에 따른 손실변화는 노출과 취약성을 제어할 필요가 있습니다. 인적 및 경제 자산의 노출 증가는 기상 및 기후 관련 재해로 인한 경제손실의 장기간 증가의 주요 원인이었습니다. 경제적 재해 손실의 원인 규명은 오늘날 연구에서 수많은 한계에 직면하기도 합니다. 자료의 가용성, 연구된 위험의 유형,

시간 경과에 따른 손실자료 정규화에 사용된 프로세스, 서로 다른 연구는 상이한 정규화 접근법을 사용하고, 대부분의 정규화 접근법은 사람 및 자산의 노출 변화를 고려하지만 의문의 여지가 있는 척도만을 사용하기 때문입니다.

연구에서 일반적인 불확실성 분야는 기상 및 기후 현상이 특히 개발도상국의 임시 거주지 및 경제 부문의 생계와 사람들에 미치는 영향과 관련이 있습니다. 또 한 가지 일반적인 불확실성 분야는, 그러한 변수가 있다는 것을 알 수는 있지만 숫자로 정량하기 어려운 혼란 변수이며, 손실 추세 연구에서 일정한 취약성을 가정하는 것과 관련이 있습니다. 이는 복원력을 증가시키고 그럼으로써 기후 변화의 영향력을 감소시킬 것으로 예상되는 요인들, 그리고 기후 변화의 영향을 증가시키는 작용을 할 수 있는 요인들을 포함하고 있습니다.

영향 비용 평가

자연재해로 인한 직접적 경제 손실의 분석에 관하여 많은 연구가 수행되었습니다. 극한 영향의 관측된 추세에 따르면, 1960년대부터 보고된 전 지구적 기상 및 기후 관련 재해 손실에 대한 자료는 주로 화폐가치로 환산된 직접적 자산피해를 반영하며, 지역마다 불균등하게 분포한다고 합니다. 전 지구적 범위에서 대형의 기상 및 기후 현상으로 인한 연간 물질적 피해는 1960년대와 1990년대 사이에서 8배 이상 증가한 것으로 밝혀졌고 반면에 보험 손실은 동일 기간에 인플레이션(화폐가치가 하락하여 물가가 전반적·지속적으로 상승하는 경제현상)을 반영한 화폐가치로 17배 증가한 것으로 밝혀졌습니다.

개발 중인 지역은 기상 및 기후 관련 극한 현상에 노출되고 개발도상국 경제의 상태에 있기 때문에 취약합니다. 그러나 재해 영향은 재해 유형, 지역, 국가에 따라 그리고 서로 다른 지역 사회 및 부문의 노출과 취약성에 따라 불균등하게 분포합니다. 재해 위험 정보는 일반적으로 선진국과 북반구에 집중되어 있습니다. 그러나 일부 전 지구적 데이터베이스에서는 재해 영향을 지역별로 나누는 것이 가능합니다. 자연재해의 인간에 미치는 영향의 불균등한 분포는 지역별 재해 및 손실 건수에도 반영됩니다. GDP의 백분율로 표현된 직접 손실 측면의 상대적 경제부담은 개발도상국들에서 훨씬 더 높았는데요. 몇몇 제한적인 증거에 의하면, 자산기반이 급격히 팽창 중인 중소득 국가들이 가장 큰 부담을 지어왔다고 합니다. 또한 경제적 기반시설의 취약성 역시 개발도상국에서 훨씬 더 높았습니다.

보고된 기상 및 기후 관련 재해 건수와 그것들의 직접적 재정비용은 지난 몇 십년간 증가하였습니다. 이러한 영향을 받는 인구 및 직접적 경제손실의 증가는 기상 및 기후 관련 재해의 보고 건수 증가와도 관련되어 있습니다. 또한, 극한 기후의 미래 추세는 각각 다른 경향을 보일 수 있습니다. 열파는 대부분의 지역에서 기간, 빈도, 강도가 증가할 것으

로 전망되고, 반면에 다른 일부 극한 현상들의 변화 전망은 신뢰하기 어렵습니다. 문제는 극한 현상의 미래 변화에 따른 손실 전망을 현재 인구와 경제가 아니라 가능한 미래 사회경제 발전 시나리오에 비추어 조사하도록 보장하는 것입니다.

일반적으로 온대 저기압으로 인한 손실은 기후변화와 함께 증가할 것이고 일부 지역에서는 감소하거나 변화가 일어나지 않을 가능성이 있습니다. 미래의 홍수 위험에 관한 연구들이 수행되었는데, 추가적 보호대책이 없으면 미래의 홍수 손실이 증가할 지역이 많지만, 추정된 변화의 규모는 장소, 사용된 기후 시나리오, 강물 유량 및 홍수발생에 대한 영향을 평가하는 데 사용된 방법에 따라 매우 차이가 큼니다. 극한 기상 및 기후 현상의 빈도와 강도는 위험에 영향을 주는 유일한 요인이며, 인구 변화, 인적 및 경제자산의 노출 변화, 취약성 변화는 손실 잠재력을 결정합니다. 일부 극한 기후의 경우, 많은 지역에서 향후 손실 증가의 주요 요인이 사회 경제적 변동 요인이 될 가능성이 크다고 합니다. 마지막으로, 많은 연구는 열대 폭풍과 온대 폭풍이 서로 영향력을 증폭시키므로 두 요인 모두 고려할 필요가 있고, 따라서 공동으로 연구될 필요가 있다고 전문가들은 강조합니다.

적응 비용 평가

세계은행(World Bank)은 극한기후 방지에 대한 해외 직접 투자의 비용, 총 국내투자, 그리고 수정된 공적 개발 원조의 비용을 추정하였습니다. 전 지구적 평가를 보충할 국가수준의 연구를 다수 수행하였지만, 기존 및 신규 기반시설의 극한기후 방지를 평가하고 보다 정밀한 원가 추정치를 사용하며 유지관리 비용뿐 아니라 향후 업그레이드 비용, 해수면 상승 및 폭풍해일로 인한 위험 비용을 포함시킴으로써 평가의 질을 향상시키는 것을 목표로 하였습니다. 또한 극한 기상의 영향을 상쇄하기 위해 필요한 교육 투자 역시 계산되었다고 합니다. 하지만, 기후 변화에 적응하는 비용의 추정치는 대부분 개발도상국에 대하여 추정되었으며, 비용의 폭이 넓고 평가기간이 서로 다르며, 추정치들이 최소한 2~3% 정도 과소 평가 되었고, 적응 비용의 추정치도 많은 지역의 낮은 투자수준에 기초하기 때문에 불가피한 피해가 여전히 이 분석에서 빠졌다는 것을 알 수 있습니다.

지역적 비용 측면에서, 그리고 세계은행(World Bank)의 연구에서 보고된 바와 같이, 가장 큰 절대적 적응비용이 드는 것은 극동 및 태평양 지역에서 발생할 것이고, 그다음 이 라틴 아메리카와 카리브해, 사하라 사막 이남의 아프리카 순일 것입니다. 아프리카를 예로 들면, 다양한 추정치에 근거해 적응 투자의 잠재적 추가 비용은 2030년까지 연간 30~100억 미국달러입니다. 그러나 극한 기후에 대한 아프리카의 복원력을 향상하는 것이 바람직하다는 것과 재해 후 국제 인도주의적 지원이 있어야 한다는 것을 생각하면 이 역시

과소평가될 수 있습니다.

경제 비용 평가가 불확실성하다고요?

현재까지의 추정치를 검토한 결과, 기상 및 기후 관련 재해의 비용 산출과 적응 비용의 추정에는 셀 수 없는 만큼의 가정이 적용되는데, 이는 아직 예비 단계에 머물러 있고, 불완전하며, 불확실한 결과를 유발한다는 것을 의미합니다. 주로 기후 변화 및 피해 추정에서 모델링의 불확실성, 한정된 자료, 재해 피해 통계 분석에서 방법상의 단점을 원인으로 꼽을 수 있습니다. 이러한 비용 산정은 수많은 적응 옵션과 향후 노출 및 취약성, 사회 선호도 및 기술에 대한 가정들 간의 상호작용 뿐 아니라 특정 사회의 복원력에 의해서도 제한됩니다. 또한 크게 3가지 문제가 발생할 수 있습니다.

1) 위험 평가 방법: 짜임새 있는 위험 평가 및 피해 비용 산출 방법을 개발하는 데는 여전히 기술적 문제가 남아있습니다. 상향식 접근법과 하향식 접근법은 연구 결과에서 상당한 차이를 보일 수 있습니다. 오늘날 기후 모델은 공간적으로 명확한 극한 기후를 재현할 때는 미약한 분해 능력과 관련 프로세스의 물리적 이해 부족, 그리고 저확률 고영향 현상 모델링의 문제로 인해 까다롭기 때문에 미래 극한 현상 위험의 전망은 돌발 홍수 같은 갑작스런 발생 위험에 대한 이해를 막을 수 있는 불확실성을 가지고 있습니다. 미래의 사회 경제 발전 역시 본질적으로 불확실합니다. 균일한 가정은 전 지구 전반을 일관성 있게 파악하고 지역 간에 비교를 하는 데 도움이 될 수 있습니다.

2) 자료의 가용성 및 일관성: 데이터 및 정보의 부재는 매우 제한된 증거를 바탕으로 전 지구 수준으로 확장할 때 비용 산출의 불확실성이 커집니다. 더욱이 개발도상국에서 기상 및 기후 관련 극한 현상들의 모든 영향이 완전히 이해되지 않았으며, 피해, 적응 및 잔류비용에 대한 포괄적 연구의 부재도 전체 비용이 과소평가됨을 의미합니다.

3) 향후 취약성에 대한 정보: 기후 변화와는 별개로 취약성과 노출도 시간이 지나면서 변할 것이므로 이 측면들의 상호작용을 고려해야 합니다. 초기 연구들은 문제 분석에 초점을 맞추었지만 점차 잠재적 영향과 위험을 평가하는 쪽으로 바뀌었고, 최근에는 그러한 평가들에 특정 위험 관리 방법을 고려하는 것도 결합하기 시작했습니다. 일부 연구들은 적응계획 단계에 단기적 영향뿐 아니라 재해의 지속적 또는 만성적 경제 영향 분석을 포함 시킬 것을 주장하였습니다. 다양한 공간 및 시간 범위의 재해 비용과 인간, 사회, 건설 및 자연 자원에

대한 영향 관련 비용, 그리고 여러 수준의 관련 내용을 보다 종합적으로 평가하면 재해 발생 이후 발전 전략을 비교할 수 있는 기반을 마련할 수 있을 것이고, 재해 위험 저감 계획 및 대비 투자의 비용 효율이 보다 높아질 것이라 기대가 됩니다.



5장. 지역 수준의 극한기후 위험 관리

5장의 주제는 무엇일까요?

5장은 재해가 어디에서 경험되는지, 어떻게 재해 위험이 현 상황에서 관리되고 있는지에 대한 증거, 그리고 기후 다양성과 변화의 면에서 대처 메커니즘과 수용 능력의 다양성을 제시합니다. 이 모든 것은 지역적 위치와 지역 행위자의 관점에서 시작합니다. 이 장은 세 가지 주제에 대해 다루고 있습니다. 첫 번째, 현재 어떻게 재해 위험을 관리하고 있을까요? 두 번째, 어떻게 기후 극한 상황의 타격이 지역 수준에서 인간의 안전을 위협하고 있을까요? 세 번째, 취약성, 대처하기, 적응 능력, 그리고 지역 수준에서의 재해 위험과 기후 극한 상황에 대한 관리를 다듬어내는 데에 있어서의 지역의 범위와 맥락의 역할은 무엇일까요? 5장에서는, 세 가지 물음에 대한 답을 찾아보도록 합니다.

지역이란 무엇일까요?

지역은 하위 국가적 규모로 존재하는 다양한 범위의 장소, 사회적 그룹, 경험, 관리, 기관, 조건, 그리고 지식의 집합을 의미합니다. 지역(Local)이란 다양한 범위의 장소(공동체, 도시, 도[道], 지방, 주[州]), 관리 구조, 기관들, 사회적 그룹, 조건들, 그리고 국가 수준 아래에서 존재하는 여러 경험과 지식들을 의미합니다. 지역은 또한, 공간과 자원에 지배권을 행사하는 것뿐만 아니라 사회적 관계를 유지하고 보호해주는 다양한 기관들(공[公]/사[私])을 포함합니다. 지역(Local)에 대한 정의는 재해 위험 관리, 재해에 대한 경험, 그리고 기후 변화에 대한 조건, 조치, 그리고 적응의 맥락에 영향을 줍니다.

왜 지역이 중요할까요?

지역주민들이 재해를 첫 번째로 경험하고 그에 대해서 대응하므로, 그들은 재해 감소와 적응 계획에 대한 귀중한 지역적, 전통적 지식을 가지고 있고, 이를 통해 그들이 적응 계획을 시행하기 때문에 지역(Local)은 중요합니다. 기후변화는 큰 의미에서 전 지구적인 환경에도 영향을 끼치지만, 지역적 수준에서 인류의 안전을 위협할 수 있기 때문에 지역적

으로도 기후변화에 대한 대비가 필요합니다. 기후변화에 취약한 지역이 있고 아닌 지역이 있을 수 있습니다. 지역적 단위에서의 취약성은 지역화 된 환경 파괴와 기후 변화를 포함한 요인들과, 사회적, 정치적, 경제적 조건이 결정하게 됩니다.

지역 사회는 어떻게 재해를 극복해나가고 있을까요?

지역에 사는 사람들은 발전된 기술, 지식 그리고 관리 시스템을 가지고 그들이 그들의 환경과 교류할 수 있도록 하고 있습니다. 때로 이러한 교류는 유익하고 또한 그 지역 사람들이 의존할 수 있는 직업과 삶을 제공하기도 합니다. 동시에, 공동체는 파괴적인 환경 현상들에 대응 가능한 발전된 방법들을 가지고 있습니다. 이러한 상황에 대처하기 위한 메커니즘에는 파괴적인 현상의 영향을 조정하거나, 현상으로부터 생기는 영향 또는 환경적인 부분을 조정하거나, 또는 재해의 위험부담을 줄이거나 공유하는 방법 등이 있습니다. 같은 맥락에서, 삼림 벌채, 산호 채굴과 같이 지역적인 수준에서 행해진 행동들 또한 재해 위험을 증가시킬 수 있습니다. 안타깝게도, 사회적, 경제적 그리고 정치적인 과정들은 복잡하고 깊으며, 재해 위험 감소의 주요한 장애물이고, 기후 변화의 조건 하에서 공동체의 극한 현상에 대한 취약성을 감소시키려는 노력을 억압할 수 있습니다.

지역 수준에서의 효과적인 재해관리 및 기후 변화 적응에서 무엇을 배웠을까요?

재해에 대한 회복력이 있고, 지속가능한 지역을 조성할 때, 극단적인 기후에 대한 지역의 대처는 기후의 다양성과 변화, 그리고 그와 관련된 불확실한 상황의 영향과, 그것이 장기적인 적응 방식에 일정 부분 기여를 하리라는 것에 대한 생각을 포함해야 합니다. 기후 변화에 대한 위험성과 불확실성을 예측하기 위해, 지역 차원에서의 부상하는 접근·대처 방식에는 여러 가지가 있습니다. 기후 위험을 재해 계획과 미래의 시나리오의 평가로 바꾸는 지식을 통합하는데 중점을 두는 대응 방식이 있습니다. 또한, 기후 변화를 고려하면서 위험을 관리 하는 방법을 설정하는데 도움을 주는 지역사회 기반 적응이 필요합니다. 지역 사회 기반의 행동에 중요한 요소는 지역 사회의 구성원들이 행동의 과정들을 제어하기 위한 능력이 있어야 한다는 것입니다. 지역 사회 기반의 접근 방식을 확장하는 것은 생태계 관리 및 복원, 유역 재할, 농업 생태, 그리고 산림 경관 복원 등의 중재 요인과 기후 정보를 통합하는 것과 같은 난제를 가지고 있습니다. 이러한 유형의 중재 요인은 지역수준에서 천연 자원

을 보호하고 미래의 기후에 적응할 수 있는 지역적 능력을 강화하며, 또한 즉각적인 개선 요구를 다룰 수 있습니다.

지역 위험 기반 기후 정보에 대한 성공적인 의사소통을 위한 질문들은?

다음 질문들은 위험 기반의 기후 정보에 대한 성공적인 의사소통을 유도하는 것으로 확인되었습니다.

- 이미 제기된 위험에 대해서 사람들은 얼마나 이것에 대해서 믿고, 알고 있는가?
- 이전 정보 이용의 경험과 결과는 어떠하였는가?
- 새로운 정보가 특정 지역사회의 결정과 관련이 있는가?
- 대상 사용자가 정보원/제공자를 신뢰할 수 있는가?
- 전문직 종사자(예를 들어 농장 관리자들)가 정보와 연구 결과에 대해 수용적인가?
- 정책결정자들이 이용가능한 정보인가?
- 현존하는 정책 모델(예를 들어 농사법)과 호환가능한 정보인가?
- 지역사회(또는 지역의 구성원들)가 정보를 이용할 능력이 있는가?

위기관리와 대응에서의 차이를 만드는 요소에는 무엇이 있나요?

재해 위험 관리 행동은 단기적으로는 장소의 위험에 대한 대처 능력을 증가시키고 장기적으로는 공동체의 탄력성에 이익을 주고 있습니다. 지역적 수준에서의 재해위험 관리와 함께하는 대처, 위험 관리와 적응에서의 차이는 극한기후 적응에 대한 도전과 기회를 제시합니다. 지역과 인구그룹에서의 재해와 극한기후에 대비하고 반응하고 극복하고 적응하는 능력에 있어서 중요한 차이가 존재합니다. 대부분의 중요한 개인적 특징은 성별, 나이, 부, 인종, 직업, 권리, 건강 및 거주지입니다. 하지만, 이러한 특징들만 개인적으로 실행시키는 것이 아니라 이들의 공동적인 효과를 발생시키기 위해서 지역적 수준에서의 위험을 극복하고 관리하는 것이 중요합니다.

지역적인 수준에서 위험 관리와 적응을 추정하는 것이 가능한가요?

지방 재해위험관리 비용에 관한 연구는 아직까지 드물고 단편적이며, 대부분 농촌 지역에서 수행된 것입니다. 대부분의 경제 자료는 국가 차원에서 이용 가능합니다. 더욱이, 개발도상국의 재해 추정치에 대한 연구는 확실히 부족하며, 이는 미래 연구를 필요로 하는 큰 격차를 의미합니다. 선진국에서는, 도시 지역과 농촌 지역 간에 적응 전략 비용의 차이가 존재합니다. 재해 경제 손실 추정치의 신뢰성은, 공간 범위 및 해상도의 전 지구적 성격에 관련된 요소들로 인해, 지역수준에서 특히 문제가 있습니다. 게다가, 기후변화 및 적응 능력의 물리적 영향에 관한, 그리고 시장 비용의 평가에 관한 동의 부족과 같은 지역수준의 경제 분석에 영향을 미치는 충격 및 적응 비용에는 다소 모호성이 존재하며, 이는 지역의 충격 및 적응 비용에 대한 불확실성을 야기합니다.

지역적 수준에서의 적응에 대한 한계는 무엇일까요?

전통적으로, 지역 위험 관리 전략들은 변화하는 기후에 의해 나타나는 장기적 현상을 고려하지 않은 채 단기 기후 현상에만 초점을 맞추었습니다. 극한 기후 현상 및 그 영향에 대응하는 것이 중요하다 하더라도, 이제는 미래 기후변화의 영향을 완화시키기 위하여 지역사회와 도시의 복원력을 구축하는 데 초점을 맞추는 것이 더욱 중요합니다. 개인이나 가구 차원에서 취할 수 있는 조치들의 범위와 선택은 흔히 현상 특이적이고 시간 의존적입니다. 이러한 조치들은 장소, 충분한 기반시설, 사회경제적 특성, 재해 위험 정보에의 접근성에 의해서도 제약을 받습니다. 커뮤니케이션 및 교환에 대한 장애물은 기후시스템 모델링의 제약에서부터 기후 정보와 사전 경보를 수용 또는 이해함에 있어서의 절차적, 제도적 및 인지적 장벽과 조치를 변경하려는 의사결정자의 능력 및 자발성에 이르기까지 다양합니다. 많은 농촌 지역사회 내부에서는, 낮은 대역폭과 열악한 컴퓨팅 인프라로 인해 위험-메시지 수령의 제약이 심각합니다. 이러한 격차는 개발도상국은 물론 선진국에서도 명백하게 나타납니다. 지역적으로 조직된 집단행동에는, 다른 조직과의 효과적 연합 구축의 어려움으로 인해, 제약이 존재합니다.

제 5장에서 하고 싶은 이야기는 무엇일까요?

재해 관련 경험은 지역수준에서 가장 극명하게 이루어집니다. 재해로 인한 인명 및 재산 손실을 실제로 경험하는 것은 지역사회와 지역주민입니다. 이러한 국지적 영향은 차례

로 국가적 결과와 국제적 결과를 야기할 수 있습니다. 5장에서는, 지역은 준 국가(sub-national) 규모로 존재하는 일련의 장소, 사회적 집단, 경험, 관리, 제도, 상태 및 지식 집합을 통칭합니다. 기후변화에 따른 재해 위험 관리 전략을 개발할 때 특수한 지역 상황을 고려하여 그에 맞게 만들어진 다양한 접근방법이 필요합니다. 이러한 차이와 그 차이가 위치한 상황이 지역 취약성과 지역 영향을 좌우합니다.

극한 기후 및 기상 현상의 영향은 지역수준에서 인간의 안전을 위협할 수도 있습니다. 지역수준의 취약성은 사회적, 정치적 및 경제적 여건과 국지적 환경 파괴 및 기후변화를 비롯한 동인들에 기인합니다. 지역수준에서 재해 위험과 극한 기후를 다루기 위해서는 지속가능한 발전에 관련된 보다 폭넓은 문제들에 주목할 필요가 있습니다. 구조적 대책은 재해에 대한 어느 정도의 보호를 제공하긴 하지만, 그릇된 안전 의식을 만들어 낼 수도 있습니다. 구조적 대책은 부동산 개발 증가, 인구 밀도 증가, 재해 노출 증가를 야기합니다. 구조적 대책을 위한 현재의 규제 및 설계 수준이 기후변화 상황 하에서는 부적절할 수도 있습니다.

지속가능한 토지 관리는 효과적인 재해 위험저감 도구입니다. 토지 관리에는 토지 이용, 계획, 용도 지정, 보존 지대, 완충 지대, 토지 취득 등이 포함됩니다. 개발에 대한 정치적, 경제적 압력으로 인해 지방 정부가 토지 관리 대책을 이행하는 데에는 어려움이 따릅니다. 하지만, 지역수준에서는 종종 토지 관리 대책이 구조적 대책보다 환경을 덜 파괴하며, 지속가능성이 더욱 두드러집니다. 재해 위험저감 대책이 존재하지 않거나 부적절한 때에는 흔히 인도주의적 구호가 필요합니다. 인도주의적 원조는, 지역의 사회적, 문화적, 경제적 여건을 고려하고, 재해 대응에 있어 지역 기관의 권한을 인정하며 재해 발생 동안 및 재해 직후의 초기 원조는 대부분이 지역에서 이루어진다는 점을 인지할 때 더 효과적입니다. 재해 발생 후 복구 및 재건은 기상 및 기후 관련 재해 위험을 저감시키고 적응 능력을 향상시킬 기회를 제공합니다. 신속하게 주택을 다시 짓고, 기반시설을 재건하며, 생계를 회복하는 데 중점을 두는 것은 흔히 기존의 취약성을 재생시키거나 심지어 증가시키기도 하며 복원력과 지속가능한 발전을 증강시키기 위한 장기 계획 및 정책 변경을 불가능하게 하는 방식으로 복구가 이루어지게 합니다. 지역 주체들을 포함시키는 것이 복구 과정에 유익합니다.

극한 기후와 관련된 재해는 인구 이동 및 이주에 영향을 미침으로써 이주민 지역사회와 원주민 지역사회에 영향을 미칩니다. 대부분의 사람들은 그들이 살던 지역으로 돌아와 재해 복구에 참여합니다. 재해가 더 빈번하고 더 큰 규모로 발생한다면, 어떤 지역은 생계를 유지하거나 삶을 영위하는 터전으로서의 한계가 점점 더 많이 드러나게 될 것입니다. 그러한 경우에는, 이동과 이주가 영구적인 것이 될 수 있고, 이주 지역에는 새로운 압력이 가해질 수 있습니다. 산호 환상대와 같은 장소에서는, 어떤 경우에는 많은 거주민이 이주해야만 하게 될 가능성이 있습니다. 다른 경우에는, 기후변화에 대한 적응으로서 이주가 이루어

지고, 송금을 통해 집에 남아있는 지역사회 구성원을 지원하게 됩니다.

지역의 지식을 추가적인 과학 기술 지식과 통합함으로써 재해 위험저감과 기후변화 적응을 개선할 수 있습니다. 지역 주민들은 변화하는 기후, 특히 극한기상 현상에 대한 그들의 경험을 다양한 방식으로 기록하는데, 이렇게 자체 생성된 지식은 선제적인 적응 전략의 논의를 이끌어내고 지역사회 내부의 기존 능력과 당면한 주요 문제를 드러낼 수 있습니다. 효과적인 위험 커뮤니케이션을 위해서는 의사결정자와 지역 주민이 다수의 경로를 통해 정보를 교환해야 합니다. 위험 커뮤니케이션을 하나의 사회적 과정으로 보는 것은 효과적인 참여적 접근방법과 관계 구축, 그리고 지역 이해 관계자에 의한 이용을 위한 시각적이고 설득적이며 관심을 끄는 정보의 생성을 가능하게 합니다.

불균등은 지역 대응 및 적응 능력에 영향을 미치고, 재해 위험 관리와 적응에 어려움을 야기합니다. 이 불균등은 성별, 연령, 부, 계층, 민족성, 건강 및 장애의 차이를 나타냅니다. 또한 불균등은 생계수단 및 수급권에 대한 접근성의 차이에서 나타날 수도 있습니다. 지역수준의 생계수단의 맥락에서 대응 메커니즘들을 이해하고 그에 대한 인식을 증진시키는 것이 기후변화 적응 계획과 위험 관리에 중요합니다. 이것은 적응 계획 및 재해 대응에 이들 차이를 포함시킬 때 생기는 기회를 강화하기 위해서는 이들 차이를 식별하고 수용하는 것이 필요함을 의미합니다.

파괴되고 있는 환경 상태를 다루는 데 중점을 두는 생태계 관리 및 복원 활동은 극한 기후에 직면하여 사람의 생계를 보호하고 유지하는 데 필수적입니다. 그러한 활동으로는 유역계 복원, 생태농업, 산림경관 복원 등이 있습니다. 더욱이, 자원에 대한 우수한 접근성과 관리를 제공하는 것은 사람들의 생계를 개선하고 장기 적응 능력을 구축할 것입니다. 이 접근방법은 과거에도 권장되었던 것이지만, 지금까지는 능력 구축과 통합되지 않았었습니다. 지역수준의 제도 및 자체 조직이 사회적 학습, 혁신 및 행동에 매우 중요합니다. 이 모두는 지역 위험 관리와 적응의 필수 요소입니다. 적응 능력은 아무 것도 없는 상태에서 생겨나지 않습니다. 지역 제도가 지역사회 기반 적응 계획 및 이행을 가능하게 할 환경을 제공합니다. 지역 참여가 가장 취약한 사람들에게 권한을 부여하고 혁신을 강화하는 데 기여합니다. 지역수준에서 정치적 및 문화적 문제들을 다루는 것이 지속적인 재해 위험 관리 및 적응을 목표로 하는 전략을 개발함에 있어 핵심적입니다.

준국가에서 인구의 급격한 도시화와 대도시의 성장은, 특히 개발도상국에서, 주로 임시 주거지와 불충분한 토지 관리에 기인한 매우 취약한 도시 사회의 출현을 초래했으며, 이는 재해 관리에 어려움을 야기했습니다. 이러한 중대한 취약성을 다루는 것은 지방에서 도시로의 이주, 생계수단의 변화, 부의 불균등을 비롯한 사회적, 정치적 및 경제적 원동력이 의사결정의 주요 입력 자료로서 고려된다는 것을 의미합니다. 효과적인 지역 적응 전략에는 극한 기후와 재해로부터 자신을 보호하기 위해 필요한 대책을 강구하는 지역 주민의

능력을 제한하는 많은 요소들을 다루는 것이 필요합니다. 자연 자원에 의존하는 지역사회의 취약성을 저감시키기 위해서는 정보 격차를 줄이는 것이 매우 중요합니다. 중요 자원 및 자산에 대한 공평한 접근성과 수급권을 보장하는 사회의 능력을 유지하는 것은 변화하는 기후에서 지역 적응 능력을 구축하는 데 필수적입니다. 더욱이, 지역 생계수단을 다각화하기 위한 능력 구축 및 새로운 기능의 개발은 유연한 재해 저감, 지역 적응 개선 및 재해 관리에 핵심적입니다.

지역 재해 위험에 대한 종합적 평가가 많은 지역에서 부족한 실정입니다. 관리 옵션들의 기반으로서, 지역 기반 취약성 평가 및 잠재 비용에 대한 방법론의 더 많은 개발과 지역 상황에서의 적용 시험이 필요합니다. 보험은 지역수준에서 이용되는 위험 이전 메커니즘입니다. 위험 분담이 위험저감과 재해 후 생계 복원을 위한 도구가 될 수 있습니다. 어떤 상황에서는 그러한 도구들이 위험의 공간적 또는 시간적 이전을 통해 지역수준의 재해 위험을 저감시키는 것을 억제할 수 있습니다.

지역 참여는 재해 위험 및 극한 기후 관리에 유용한 지역사회 기반 적응을 뒷받침합니다. 하지만, 인적 및 금융 자본의 가용성과 지역 이해관계자들에게 맞춰진 재해 위험 및 기후 정보의 가용성을 개선하는 것도 지역사회 기반 적응을 증진시킬 수 있습니다. 자연 재해 및 재해 위험저감에 대한 자료가 지역수준에서 부족한 실정이며, 이로 인해 지역 취약성 저감의 개선이 제약될 수 있습니다. 이것은 모든 지역에서 그러하며, 개발도상국들이 특히 그러합니다. 재해 위험 관리에서는 흔히 지역 지식 체계가 무시됩니다. 재해 관리 활동을 지원하기 위하여 지리정보시스템이 지역수준의 지식을 포함하도록 개선될 상당한 가능성이 있습니다.

재해 손실 추정은 일관적이지 않고 분석 규모에 크게 의존하기 때문에, 지역사회, 주, 도 및 준국가 지역들 간에서 큰 변동성을 보입니다. 간접 손실이 부정적인 경제 영향을 예측함에 있어 중요한 요소로서 점점 더 많이 고려되고 있습니다. 적응 비용은, 예측이 어렵긴 하지만, 기후변화 적응이 기존의 재해 위험 관리에 통합되고, 재해 위험 관리가 결국 개발 전략과 의사결정에 포함된다면, 저감될 수 있습니다. 재해 위험 관리를 정책 및 관행에 주류로 편입시킴으로써 지역수준의 기후변화 적응에 적용되는 중요한 교훈을 얻게 됩니다. 단기적으로 사회 복지, 삶의 질, 기반시설, 생계를 다루고 다중위험 접근법을 재해에 대한 계획 및 조치에 포함시키는 것은 장기적으로 극한 기후에 대한 적응을 용이하게 합니다. 확실적인 전략은 특정 장소 및 이해관계자에 대해 제한적일 수 있으므로, 극한 기후에서의 지역 적응에 대한 중요한 도전과제는 접근방법들의 균형 잡힌 포트폴리오를 적용하는 것입니다. 성공적 대책은 지역의 집단행동 증진에 관련된 근본적인 문제들과 그러한 지역 행동을 보완, 지원 및 정당화하는 국가 및 국제 규모의 접근방법의 창안을 동시에 다룹니다.

5장은 극단적인 기후가 지역에 영향을 미친 방법에 대한 증거를 제시합니다. 이러

한 증거는 최근에 지역이 비상상태와 재난구조와 같은 상황에 대처하는 방법과 댐과 제방, 토지사용관리와 생태계 보호, 자원의 저장과 같은 향상된 통신 구조를 사용하여 미래 재난 위험을 예상하고 계획하는 방법과 같은 것들이 있습니다. 규모와 전후 상황은 지역수준에서 적응능력을 기르는 데에 변동 가능성에 차이를 만듭니다. 또한, 위험관리와 대처방법에서의 차이는 앞뒤 정황상 명확하고 지역수준에서 이상기후에 대한 적응에 영향을 미치거나 제한을 주기도 합니다. 최근에 이상 기후는 인류의 안정을 위협하고 있습니다. 다양한 규모의 기후변화요인과 사회적·경제적·환경적 요인 때문에 국한된 취약성은 지역에 대한 극단적인 기후의 영향을 고조시킵니다. 일부 지역에서는 상당히 많은 재난 경험과 극단적인 기후에 대항할 수 있는 내력을 가지고 있는 반면, 다른 지역들은 그렇지 않습니다. 이러한 대항과 관리차원에서의 차이는 재난위험관리와 기후변화적응에 대한 다양한 접근방식을 필요하게 합니다. 따라서 사회복지와 삶의 질, 그리고 지속가능성과 관련 있는 보다 광범위한 일련의 국내 및 국제적 전후사정이 필요합니다.

제 6장

극한기후와 재해 위험을 관리하기 위한 국가 제도들

서론

자연 재해로 인한 사회·경제적 영향은 모든 나라들에게 중대한 문제지만, 특히 중·저소득층 국가들은 이에 취약하고, 비슷한 규모의 재해를 겪더라도 더 높은 치사율을 보입니다. 지역 사회와 국가의 낮은 개발 상태는 그들의 자연 재해로부터의 민감도를 증가시킵니다. 자연 재해의 피해는 가정을 매우 가난하게 만들어 다른 충격들로부터의 취약성을 더욱 증가시킵니다.

최근 보고된 바에 의하면 각 나라 별로 대응이 각기 다르고, 각기 다른 단계에서 잘 이루어지지 않을 뿐만 아니라 자연재해 위험요소 관리를 지속 가능한 개발 정책들과 계획들의 주안점으로 만드는 일이 어렵다는 문제가 남아있습니다. 선진국의 국가 수준의 정부는 사실상 ‘마지막 수단’으로 생각되어지고 사회의 가장 효율적인 보험기구라고 여겨졌습니다. 정부는 특히 세금을 기반으로, 핵심적인 불확실성과 위험요소를 인식하고 전략적 조치를 취하기에 좋은 위치에 있습니다.

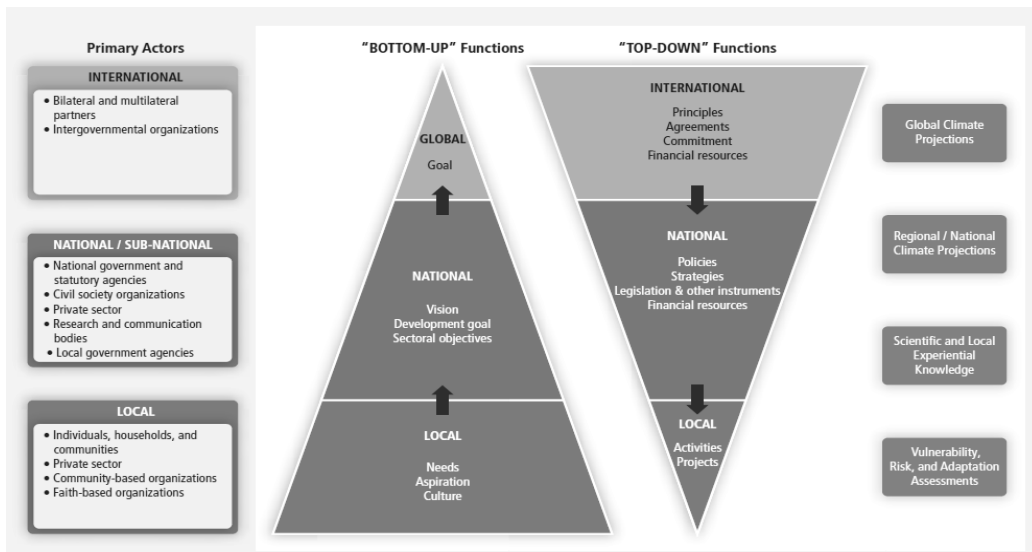


그림 6-1 | 자연재해 위험요소를 관리하고 기후 변화에 적응하기 위한 국가 제도의 활동 부서들과 기능들.

극한 기후와 자연 재해의 위험을 관리하기 위한 국가 제도와 부서들

가정, 지역 사회, 그리고 사회의 위험 부담을 줄이는 것을 돕고자 기후 관련 자연 재해 위험을 관리하는 것은 여러 부서의 고민거리입니다. 각각의 부서들은 보완적인 역할을 수행할 시, 과학적 지식과 지역적 지식을 합쳐 활동 방향과 위험 요소의 역동적인 특성을 이해하는 일을 구체화할 것입니다. 이 과는 국가 제도가 위험에의 노출, 취약성, 이상 날씨 및 기후 동향을 상대하는 핵심 요소라는 점을 전제로, 이러한 제도 내에서 일하는 각각의 부서들이 행하는 역할에 관한 자료들을 평가할 것입니다.

자연재해 위험 관리에 있어서 국가 정부가 하는 일은 무엇일까요?

국가적 단계는 공공재 제공과 재정적 권한을 가지고 있기 때문에 자연 재해 위험 요소를 통치하고 관리하는 데 핵심적 역할을 합니다. 국가 정부는 시민들을 자연 재해로부터 안전과 안보, 경제적·사회적 안정을 보장해야 할 도덕적, 법적 책임이 있습니다.

- 1) 현재의 자연재해 위험요소 관리의 허점을 다룬다.
- 2) 극한 현상의 발생 빈도, 규모, 그리고 지속 시간의 증가에 따라 바뀌는 필요 요소들과 불확실성에 대응한다.
- 3) 정치적 권한을 제공한다.
- 4) 자연재해 위험요소 관리를 위한 행정상, 재정상의 자원들을 할당한다.

민간 부문 조직들의 역할이 점점 중요해지고 있어요.

민간 부문은 자연재해 위험요소 관리와 적응에 작지만 점점 중요해지고 있는 역할을 수행합니다. 몇몇 재해위기 관리의 측면들은 오히려 민간 부문이 수행하기에 더 적합할 수 있습니다. 민간 부문이 개입 할 수 있는 방법은 다음과 같이 세 가지가 있습니다.

(1) 기업의 사회적 책임 (CSR)

자금 지원과 자원 봉사자들과 전문가들의 도움을 위험요소 관리 방안에 시행시키는 것 뿐만 아니라 사업을 통해 자발적 관심을 높이는 것을 포함합니다.

(2) 정부-민간 합작 (PPP)

대중과 민간 부문 참가자들의 자연재해 위험요소 감소를 위한 공동 사업을 위한 공공재 제공을 개선시키는 것에 주력합니다.

(3) 비즈니스 모델 접근 방안

기업의 운영상의 그리고 전략적 목표와 자연재해 위험요소 감소의 통합을 추구합니다.

시민 사회와 지역 사회 기반 조직들은 무엇을 하나요?

시민 사회 조직들(CSOs)과 지역 사회 기반 조직들(CBOs)은 자연재해에 대응하고 위험요소를 감소시키고, 최근에는 기후 관련 위험에 적응하기 위한 계획들을 개발하는 데 중요한 역할을 합니다. 대부분 인도주의적 차원에서 시작되는 이들의 계획은 더 넓은 범위의 자연재해 위험요소 감소 문제를 다룰 수 있도록 진화합니다. 정부가 훈련, 식량 안전 보장, 적당한 주택 제공과 같은 특정한 자연재해 위험요소 관리 기능을 수행하지 못하거나 하지 않는 몇몇 나라에서는 시민 사회 조직과 사회 기반 조직이 나서는 경우도 있습니다.

상호 단체와 다각적 단체의 역할은 무엇일까요?

개발도상국에서 상호 단체와 다각적 단체들은 여러 방면의 자연재해 위험요소 관리와 기후변화 적응의 문제점을 해결하기 위해 정부와 비정부 단체들에게 재정적, 기술적, 전략적 도움을 주는 핵심 역할을 맡고 있습니다.

연구와 소통이 얼마나 중요한가요?

극한 기후와 자연재해 위험을 관리하기 위한 국가제도의 효과는 시의적절한 과학적

자료와 정보의 이용 가능성과 공유, 그리고 전통적 지식에 달려 있습니다. 이러한 정보는 정책 결정자뿐만 아니라 의사결정을 위한 분석적인 정보를 제공하는 연구자들이 이용 가능해야 합니다.

통합적 위험 관리와 적응 그리고 개발 접근법을 위한 계획과 정책들

본 소단원에서는 다양한 행위 주체들을 인식하면서, 자연재해 위험 관리와 기후 변화 적응 계획 및 정책, 계획과 정책의 주류화, 그리고 다양한 분야별 자연 재해 위험 관리와 기후 변화 적응 대안들을 위한 기본 틀을 다룰 것입니다.

국가 계획과 정책 수립 과정의 개발 및 지원

중앙 정부와 지방 정부 그리고 법적으로 설립된 기구들은 관련 부서, 공공 행정 기구, 민간 부문, 그리고 개인이 행동할 수 있는 환경을 만들어주기 위한 다양한 계획과 정책 대안들을 가지고 있습니다. 적응 방안은 복잡하고 다양하기 때문에 이를 평가, 계획, 이행 할 때 오직 하나의 접근법만이 있는 것은 아닙니다. 연구들은 어떠한 경우에선 관측된 기후와 이의 동향에 관한 정보를 기반으로 한 적응 방안들이 더 좋을 수도 있지만, 오래 지속될 위험과 그에 관한 결정에서는 기후 변화 시나리오가 안내해 주는 적응 방안들이 필요하다고 합니다. 시나리오-영향 우선주의 접근법과 취약성-한계 우선주의 접근법의 차이점(그림6-2)은 작아 보이지만 불확실성 관리, 적응 방안의 타이밍, 그리고 정책결정의 효율성에 중요한 영향을 미칩니다. 연구들은 시나리오-영향 그리고 취약성-한계 접근법들은 상호보완적이며 통합되어야 하고 둘 다 이를 통해 기후 변화 취약성에 대한 한계를 알아내는 데 이익을 얻을 수 있다는 것을 인정하고 있습니다.

자연 재해 위험 관리와 기후 변화 적응을 각 부문과 조직에 편입시키기

국가 기후 변화 적응은 앞으로 독립형 적응 정책과 계획뿐만 아니라 적응 조치의 현존하는 활동으로의 통합 또는 편입하는 것을 포함할 것입니다. 이는 국가 및 지방 당국들이 재해 및 기후 위험을 요인으로 포함시키는 조치들을 적용, 확장시킨다는 것을 얘기합니다. 적응

정책의 성공 사례를 조사하던 연구들은, ‘원-원’ 또는 다른 국가적 목표와 시너지 효과를 누리는 방안들을 우선순위로 해야 한다는 것과 적응을 현재의 국가 정책과 계획에 추가할 필요성을 보여줍니다. 기후 변화의 적응과 자연 재해 위험 관리는 제한적인 자원으로 인해 대부분의 나라들이 짧은 시간 안에 합리적으로 이행할 수 있는 것보다 더 많은 적응 방안들을 알아내야 합니다.

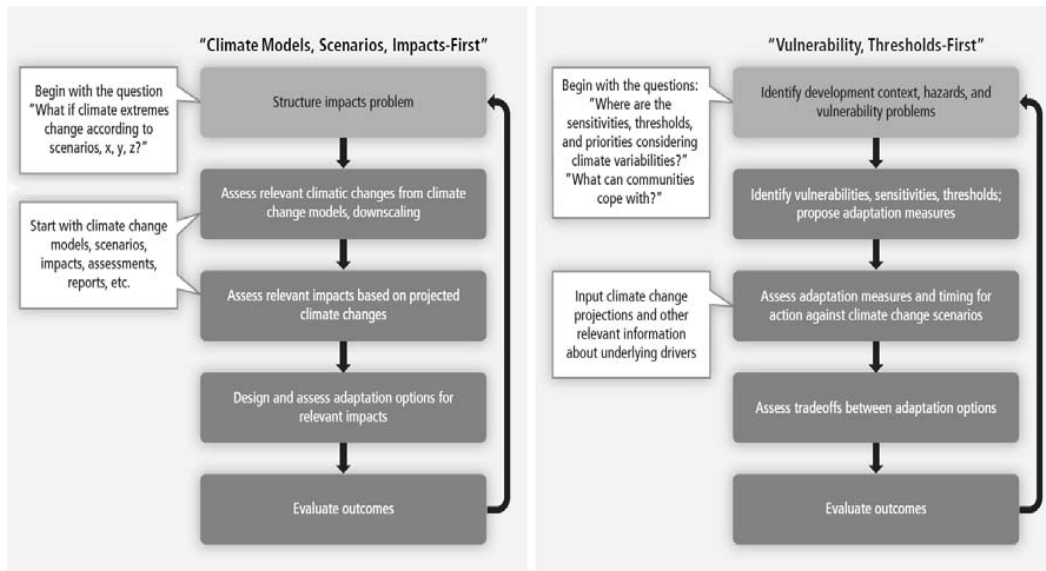


그림 6-2 | 하향식 시나리오, 영향 우선주의 접근법(왼쪽 패널)과 상향식 취약성, 한계 우선주의 접근법(오른쪽 패널) 그리고 상향식의 취약성, 한계 우선주의(오른쪽 패널)-변화하는 기후 조건 아래에서 적응 방안들을 알아내고 평가하는 것에 포함되어있는 단계들의 비교. Kwadijk et al. (2010) and Ranger et al. (2010)에서 발췌.

부문별 위험 관리와 적응

단기 기후 변동성을 다루는 동시에 다른 섹터들과 시스템들이 장기간으로 바뀌는 극한 상황들과 위험들에 적응 할 수 있고 회복력을 갖추는 것을 보장하는 문제가 아직 남아있습니다. 적응과 자연 재해 위험 관리 목표를 이루면서 인간 개발 목표를 이루는 것은 부문 내와 부문 간 협동 내의 효율적 전략을 필요로 합니다.

법을 제정, 기관, 그리고 재정을 포함한 전략들

극한 상황과 자연 재해 위험을 다루기 위한 국가 시스템은 입법부의 공급, 준수 체계, 이해 당사자들과 교차하는 단체들의 성질, 그리고 다른 범위에서 일하는 부서에 자원을 할당하는 재정적, 예산 과정에 의해서 형태가 잡혀집니다. 이러한 요소들은 국가 제도의 기술적 건축 양식을 만드는데 도움을 주고 종종 국가 정부 기관이 주도합니다.

입법화란 무엇인가요?

자연 재해 위험 관리 입법화는 일반적으로 조직과 그들의 권한을 설립하고, 예산을 명확하게 하고, 인센티브(또는 자제동기)를 제공하고, 준수와 의무 체계를 개발합니다. 입법화는 다른 범위에서 일하는 사람들이 행동할 수 있는 환경을 법적으로 만들어주고, 자연 재해로부터의 보호, 도움 및 보상이라는 사람들의 권리를 밝혀주기 때문에 효율적 국가 자연재해 위험관리 시스템의 중요한 요소로 여겨지고 있습니다.

효율적 자연 재해 위험 관리 입법의 요소들

- (a) 이해할 수 있어야 한다.
- (b) 관리 구조를 설립하고 다른 규모의 개발 과정들 간의 연결 고리를 확보해야 한다.
- (c) 정보 제공과 대중 의식과 교육을 기반으로 한 참여와 효율적인 의무 체계를 설립해야 한다.

국가 플랫폼이란?

국가적 자연 재해 위험 감소를 위한 합동과 정책 안내 구조를 통칭하는 용어입니다. 대중, 개인, 시민 사회와 관련된 모든 국가 내 독립체들의 참여를 통해 서로를 징계할 수 있는 성질을 가지고 있습니다. 변화하는 기후 조건의 위험 요소들, 이상 기후 현상들, 그리고 자연 재해를 관리하는 일이 다수의 부문에 해당되고 광범위한 부서들이 포함되면서, 자연 재해 위험 관리 시스템을 국가적 차원에서 ‘조직’하는 방법을 선호하게 되었습니다.

수단과 도구를 비롯한 실무

안전문화 구축, 기후 관련 재해 위험 저감, 잔류위험 이전 및 공유, 전체론적 재해 영향 관리를 위한 노력들을 다룹니다. 따라서 여기서 나오는 접근법과 방법, 도구들은 상호 보완적이고 종종 중복되며 동시에 추진할 수 있다는 것을 알아 두어야 합니다.

안전문화 구축

안전문화란?

Culture of Safety, 말 그대로 위험(여기서는 이상 기후, 자연 재해)으로부터 안전하게 해주는 것을 모두 포함하는 국가 또는 지역의 문화이다.

조기경보시스템이란?

위험을 미리 예측하고 적절한 조치를 취할 수 있게 해주는 종합적 시스템이다.

안전문화를 구축하기 위해서는 위험 요인들을 평가하고 중요한 의사결정과 관련된 정보를 제공할 수 있는 정보 시스템을 개발하는 것이 중요하다. 조기경보시스템은 신속한 대응을 통해 위험 관리에 중요한 역할을 하지만 많은 국가들이 대형 재해를 겪고 나서야 제대로 구축하는 경우가 많습니다. 조기경보시스템은 기술적 도구로 좁은 의미에서 해석되어 왔지만 현실적으로 ‘사람 중심’이어야 하고 위험에 처한 사람에게 이해할 수 있는 용어로 설명하여 필요할 때에 어떻게 행동해야 할지에 대한 정보를 제공해야 합니다. 뿐만 아니라 단기적인 위험을 경고할 뿐 아니라 몇 주에서 몇 계절에 걸쳐 서서히 진행되는 위험을 경고할 수 있어야 합니다. 기후변화의 영향으로 재해 위험이 역동적으로 바뀌고 불확실성이 커졌기 때문에 재해 관련 정보들은 정기적으로 업데이트되어야 합니다. 또한 조기경보시스템 만으로는 충분하지 않으며, 교육 및 인식 프로그램이 상호보완적으로 활용되어야 합니다.

기후 관련 재해 위험 저감

지배적 지방 관행(prevalent local practice)이란?

특정한 지역(지방)에서 거의 독보적으로 사용되는 방식, 관습, 관례, 등등이다.

기후변화는 기존 기반시설들에게 부정적 영향을 줄 잠재력이 있기에 건축 규정 및

표준이 변해야 합니다. 그렇지 않으면 자연 재해 발생 시 지역시스템이 필수서비스를 제공하지 못하게 될 수 있습니다. 개발도상국의 도시 지역들의 급속한 성장과 팽창은 기반시설의 발전보다 빨라 기상 및 기후 극한 현상에 대한 취약성을 증가시킵니다. 또한 구조물들이 지배적 지방 관행(prevalent local practice)을 기반으로 만들어지는데 대개 국가 건축표준이 비용이 너무 많이 든다는 생각 때문인데 오히려 국가 건축표준을 따르는 것이 손실 저감에도 유리하고 장기적으로 봤을 때도 좋습니다.

전반적으로 기후변화에 취약한 정도는 국가경제와 생계가 기후에 민감한 자연자원에 의존하는 정도에 의해 형성됩니다. 취약한 커뮤니티는 수분 부족, 식량 불안, 질병 위험, 생계 손실로 고통을 이미 겪고 있고, 이것들이 기후변화로 인해 증가할 수 있습니다. 이 중에서 취약 인구의 식량안보 문제는 기후변화로 인해 더 영양을 받을 것으로 예상됩니다. 이러한 문제는 자료와 네트워크가 부족한 아프리카, 특히 사하라 사막 이남 아프리카에서 발생할 가능성이 있습니다. 그렇기에 강수 관측, 예보, 자료 관리 및 모델링 적용에 대한 능력을 키워야하고 보다 장기적으로는 농업 생산성을 높이는 것이 중요합니다.

생물다양성과 생태계서비스를 종합 적응전략에 통합하는 생태계 기반 적응은 극한 기상 및 극한기후 현상의 영향에 대응할 효율적인 전략일 수 있습니다. 비록 과학적 증거는 적지만 자연 생태계 관리를 통해 재해 위험을 저감하는 방법은 오래 동안 사용되어 왔습니다(Box6-4에 예들이 있다). 이러한 생태계 기반 적응전략은 장/단기적으로 이익을 실현할 수 있고 기반시설 및 엔지니어링 해법보다 비용 면에서도 효율적일 수 있기에 무난하게 사용할 수 있는 옵션입니다.

‘잔류’위험의 이전과 공유

잔류위험이란?

가능한 모든 안전수칙을 따르더라도 어쩔 수 없이 남게 되는 위험 요소이다.

모든 위험이 저감 가능하지는 않으며, 그에 따른 잔류위험이 존재하기 마련입니다. 시장은 이러한 위험을 공유하고 이전할 수 있는 해법을 보험시장을 통해 제공합니다. 하지만 보험 보장범위는 제한되어 있고 아예 보험이 존재하지 않고 정부 보조금만 제공되는 나라도 있습니다. 이처럼 보험에는 빈틈이 많은데 나라들은 각각 다른 방법을 통해 이 틈을 메우려 노력합니다.

영향 관리

잠재적 재해 영향이란?

어떤 지역에서 자연 재해가 실제로 일어났을 때 발생할 잠재적 피해를 뜻합니다.

아무리 많은 노력이 있다 하더라도 위험을 완전히 없애는 것은 사실상 불가능하기 때문에 잠재적 재해영향을 관리할 능력이 필요합니다. 재해에 대한 대응의 수준은 영향과 호환되어야 합니다. 예를 들자면 피해가 개별 가구의 능력으로 감당할 수 없으면 지역자원을 이용하는 것이다.

기후변화 문제에 부합하는 국가 재해 위험 관리시스템을 알아보까요?

FAQ 정부는 국민들을 기후 관련 재해 위험에 더 잘 대비시키기 위해 무엇을 할 수 있는가?

- 재해 위험에 대한 정보를 생산하여 보급
- 확실한 정보가 없다 하더라도 ‘후회가 없거나 후회가 적은’전략을 채택한다.
- 재정안정(financial security)을 보호하기 위해 위험 공유 및 이전 메커니즘을 사용한다 (예. 보험).
- 잔류 위험을 관리하기 위한 조치 마련

기후변화 속에서 재해 위험 관리의 효과 평가는 꼭 필요합니다. 그렇기에 비용편익, 국가수준의 적응비용 등에 맞추어 평가를 하는 방식이 있습니다. 하지만 이러한 평가를 하기 위한 정보는 매우 부족합니다. 또한 다른 한계점도 존재하는데 재해의 무형영향의 경제적 가치를 추정하기 어렵다는 것입니다. 사회의 부문별로 비용과 편익의 분포를 적절히 고려하기 어려운 탓이지요.

국가 시스템의 불확실성 및 적응적 관리

극한 현상 관련 재해는 본질적으로 복합하고, 사회경제, 환경 및, 기상 면에서 불확실성을 내포합니다. 이러한 불확실성은 예측모델과 조기경보시스템의 발전을 통해 어느 정도는 관리가 가능하지만 훨씬 효율적인 방법으로는 ‘적응적 관리’가 있습니다. 적응적 관리란

이미 이행된 전략들의 결과에서 배우고 다른 외부요인들의 변화를 고려하여 관치 정책 및 관행을 개선하기 위한 구조적 프로세스입니다. 즉, 쉽게 말해서 과거로부터 배우고 ‘적응’한다는 뜻입니다. 대부분의 적응적 관리는 지방 또는 지역 범위에서 이행되었고 국가수준에서 이행된 예는 거의 없습니다. 적응적 관리에 중요한 과제는 적응 및 재해 위험관리 프로세스를 조사하는 과학자와 엔지니어들이 서로에게서 배울 수 있도록 보장하는 것입니다.

제 6장에서 하고 싶어 하는 이야기는 무엇일까요?

본장에서는 각 나라가 현재 그리고 앞으로 예상되는 자연 재해 위험들을 위험 요소들이 기상 및 기후 극한 현상, 취약성과 노출, 그리고 영향의 관측과 예측들을 통해 바뀔다는 점을 고려하여 어떻게 관리 하는지를 평가합니다. 특히 이러한 위험 요소를 관리하기 위한 국가 제도의 설계, 관련된 부서의 역할들, 그리고 그들의 기능에 초점을 두었습니다.

국가 제도는 관측되고 예측되는 노출, 취약성, 이상 날씨 및 기후를 상대할 수 있는 국가적 수용력의 핵심에 있으며 자연 재해 위험을 통치하고 관리할 때 핵심 역할을 해요. 왜냐하면 국가 정부는 대개 위험 관리 관련 공공재 계획과 실시의 재정적, 조직적 권한을 갖고 있어 공공재를 제공하는 역할의 중심이기 때문이지요. 정부는 이러한 공공재를 제공하기 위해 위험 요소가 완전히 사라질 수는 없다는 사실을 인식하면서 국가 제도가 당사자들이 위험 요소를 줄일 수 있는 곳에서 줄이고 남은 위험 요소들을 관리하는 것을 돕는 방법을 택합니다. 위험 요소 관리 의무를 이행할 수 있는 정부의 능력은 각 나라마다 그들의 능력과 자원 제약 조건에 따라서 큰 차이가 있습니다. 근본적인 원인을 해결하고 자연재해 위험 감소에 투자하는 정책을 하기 위해서는 더 많은 노력이 필요하지만, 대부분 국가 제도는 사회분야에 걸쳐 행동 강령을 적용함으로써 더욱 강화 되었습니다.

현재 재해 위험요소를 저지하기 위한 노력에 대해서는 강력한 증거가 있고 동의수준이 높지만, 평가 자료는 국가 재해 위험 관리 제도가 정확히 예측된 노출, 취약성, 극한 기후의 정보를 통합적으로 이용하고 있다는 점에서는 증거가 부족하다는 것을 발견했습니다. 기후와 여러 가지 미래 기후변화 시나리오에서 이득을 얻게 해주는 대책들, 즉 낮은-후회 대책들이라 불리는 것들은, 예측된 노출, 취약성, 그리고 극한 기후에 대처하기 위한 출발점입니다. 기후 위험 요소가 변화하는 상황에서 생태계 기반 대책들은 ‘일석삼조’의 효과를 얻을 수 있는데, 이는 비용 효율적 위험 요소 감소, 생태계 다양성 보존, 그리고 특히 가난하고 취약한 사람들의 생계와 인류 복지 개선을 할 수 있기 때문입니다. 보험 관련 기구들은 가정, 기업, 그리고 정부가 재해로부터 받는 피해를 줄이는 일을 도와주기 위한 핵심 구조입니다. 하지만 그들의 활용도는 지역과 위험 요소에 따라 고르게 분포되어 있지 않습니다.

국가 정부들 간의 협력으로 만들어진 위험 풀은 국가 재정적, 사회 경제적 자연 재해 피해를 감소시키는 역할을 할 수 있습니다. 또, 유연한 국가 제도는 융통성 없는 국가 제도보다 노출, 취약성, 그리고 극한 날씨·기후의 예측된 동향과 이와 관련된 불확실성을 관리하기에 더 적합합니다.



제 7장. 위험관리:

국제적 수준 및 규모의 통합

국제적 수준에서의 위험관리란 무엇인가요?

국제적 수준의 위험관리란 전 세계에서 발생하는 여러 위험들을 한 국가나 여러 국가들이 힘을 모아 관리하는 것을 말합니다.

왜 위험관리를 국제적 수준에서 다뤄야 하나요?

전 세계에는 항상 대기현상과 관련된 위험들에 대처할 필요성이 존재했습니다. 그런데 최근 수십 년 간 경제적 피해로까지 이어지는 극한 현상들이 자주 발생하게 되었고, 한 국가가 혼자서는 문제를 해결할 수 없게 되었습니다. 그래서 다른 여러 국가들과 힘을 모아 해결하는 국제적 수준으로까지 이어지게 된 것입니다. 그런데, 과거에 발생했던 오랜 역사를 가진 '정상적인', 즉 우리가 예측 가능하거나 이해할 수 있는 과거의 기후변화와 관련된 위험이 '인위적 요소'라는 새로운 위험 요소들과 연관되게 되었습니다. 이 인위적 요소는 예측하기가 어렵고, 새로운 문제들이 많이 발생해서 현재 전 세계는 극한 기상위험관리와 새로운 극한 기상의 문제 사이에 놓이게 되었습니다.

7장은 어떠한 내용을 이야기 하나요?

여기서는 인위적 요소에 의한 극한기후변화적응이라는 새로운 부분이 어떻게 예전부터 오랜 경험이 존재하는 재해위험관리로부터 이익을 얻을 수 있는지에 대해 살펴볼 것입니다. 또한, 이 보고서는 재해위험관리 경험이 어떻게 기후변화 적응을 위해 정보를 제공하고 도움을 줄 수 있는지에 대한 궁금증들을 해결할 수 있는 방안들을 제시합니다. 여러분들은 각 소단원에서 아래와 같은 내용을 볼 수 있습니다.

- 1) 국제적 수준의 재해위험관리 및 기후변화적응과 관련된 근거
 - 체계적인 위험과 국제안보, 경제효율성, 연대, 보완성의 문제
- 2) 자연과 국제적 수준에서 기관의 성격 및 개발, 역량
 - 효고 행동계획 및 UN기후변화 협약
- 3) 국제적 수준에서 재해 위험 관리와 기후변화 적응의 기회와 제약
 - 법률, 재정, 기술, 위험이전, 협력문제, 지식구축 및 그 관리와 전파
- 4) 미래정책 및 연구에 관한 고려사항
- 5) 재해위험관리로부터 얻은 교훈을 기후변화 적응영역에 도입하기 위한 다른 시공간차원에서의 다른 양상으로서의 접근
 - 전 차원에 걸친 문제 전반

국제적 수준으로 행동하는 이유는 무엇인가요?

국제적 수준으로 행동하는 이유로는 체계적 위기, 경제적 효율성, 책임 분담, 보완성, 법적의무로 총 5가지가 있습니다. **‘체계적 위기’**는 하나의 독립적인 존재물이나 여러 것들이 모여 만들어진 집합체들의 실패가 다른 것들에게도 연속적으로 영향을 미칠 수 있는 규정된 위험을 말합니다. 만약 체계적 위기가 증가한다면, 국가들이 서로에게 의존하는 국제적 상호의존성이 커져 서로에게 영향을 줄 수 있는 가능성이 생겨납니다. 그러나 영향을 줄 가능성뿐만 아니라 재정적 결과, 국제무역, 그리고 보통 사람들의 안전에까지 영향을 미칠 수 있는 가능성 또한 존재하게 되어 위험의 범위가 더욱 커지게 됩니다. 또한, **‘경제적 효율성’**으로서 공공정책과 관련된 문헌들에서는 정부 개입이 시장결함과 비효율성을 해결하기 위해 정당화 된다고 말합니다. 이러한 이유는 국제적인 개입에도 사용될 수 있어서 국제적으로 문제를 해결하려는 수준에 정당성을 부여합니다. 2000년 9월 채택된 밀레니엄 선언에는 “우리는 우리의 개별사회에 관한 책임과 별개로 인간의 존엄과 평등, 세계적 수준의 형평성의 원칙을 유지하기 위한 공동의 책임을 갖는다. 지구적 도전은 이의 기본 원칙에 따라 비용과 부담을 나누는 방식으로 관리되어야 한다.”라는 구절이 존재합니다. 이 구절에서 알 수 있듯이, 밀레니엄 선언은 공동의 책임을 제시하면서 기본 원칙에 따라 비용과 부담을 나누는 방식, 즉 **‘전 세계적인 책임 분담’**을 실행할 것을 주장하였습니다. 마지막으로, 마스트리히트 조약 제 5조에는 중앙정부의 행동실행을 주장하는 **‘보완성의 원칙’**이 존재합니다. ‘보완성의 원칙’은 보완성이 낮은 수준에서의 행동보다 높은 수준에서의 행동이 더욱 효율적이거나 더 필요하다고 여겨지는 경우 중앙통치구조가 행동을 시작해야 한다는 개념에

근거하는 것입니다. 또한 보완성의 목표는 책임을 강화하고 적용 지점부터 먼 거리에 있는 곳에서의 의사결정 위험을 낮추는 것입니다.

현 국제사회의 제도에는 어떠한 것들이 있는지 알아보아요.

현 국제사회의 제도에는 효고 행동계획과 UN기후변화협약이 있습니다. ‘**효고 행동계획**’은 2005년 1월 인도양 쓰나미가 발생한 지 3주 후, 2차 세계재해저감회의가 일본 고베에서 개최되었을 때 168개 정부가 채택한 계획입니다. 효고 행동계획은 많은 국가에 가시적인 프레임워크를 제시했는데, UN총회에서 만장일치로 지지되었습니다. 그러나 효고 행동계획은 구속력 있는 협약이 아닌 국가가 자발적으로 선택하여 사용할 수 있는 제안사항입니다. 효고 행동계획의 초안이 작성되었을 때, 재해위험관리 실행에 대한 성과 측정이 논쟁의 대상이 되었습니다. 그래서 국제재해경감전략기구(UNISDR)는 행동을 관리하기 위한 지침서를 만들게 되었는데, 이 지침서는 아래의 효고 행동 계획의 5가지 행동우선순위에 대해 측정됩니다. 효고 행동계획의 전략적 목표가 제시하는 다섯 가지 행동 우선순위는 아래와 같습니다.

- 1) 재해위험저감이 실행을 위해 강력한 제도적 근거를 갖고 국가 및 지역에서 우선시됨을 보장한다.
- 2) 재해위험을 규명, 평가, 감시하고 조기경보를 개선한다.
- 3) 지식, 혁신, 교육을 통해 모든 수준에서 안전과 회복력의 문화를 구축한다.
- 4) 근원적인 위험요소를 저감시킨다.
- 5) 모든 수준에서 효과적으로 대응하기 위한 재해준비를 강화한다.

효고 행동계획의 채택과 성과지표의 개발로서 재해위험관리를 다루기 위한 노력이 더욱 체계화 되었습니다. ‘**UN기후변화협약**’은 기후변화 해결을 목표로 하는 다자간 조약이며, 1992년 6월 리우데자네이루에서 열린 UN환경개발회의에서 체결되었습니다. UN기후변화협약의 주요 취지는 이산화탄소(CO2)와 같은 온실가스 배출을 줄이고, 산림, 해양, 지하저장고 등에 이를 보유하고 억류하는 것을 목표로 합니다. 효고 행동계획이 UNISDR에서 지속적으로 진행상황이 평가되어온 것과 달리, UN기후변화협약은 지금까지 진행상황의 평가가 없었습니다. 그러나 UN기후변화협약의 내용 중에서 국제 적응 정책의 전개는 협상에서 적응의 중요성이 커지고 있습니다.

국제적 수준의 재해위험관리와 기후변화 적응을 위한 대안, 제약, 기회

국제법의 도구와 수단은 재해위험저감 및 관리, 그리고 기후변화에 적응하게 만들도록 도움을 줄 수 있습니다. 국제법은 구조적으로 시스템을 만드는 한 국가에 의해 명시적 또는 묵시적으로 수용될 필요성에 의해 촉진되기도 합니다. 그러나 이와 동시에 이러한 과제들을 다루는 데 국제법을 적용할 때는 범위와 강제성에 제한이 있다는 것을 인식해야 합니다. 만들어진 조약의 타당성은 국가의 동의에 달려있습니다. 그래서 관습법은 국가의 관행과 법적 확신이 있을 때에만 존재하게 됩니다. 일부 국제법은 재해위험관리 또는 기후변화 적응에 적용 가능할 것으로 보이는 도구를 제공하고 있습니다. 하지만 아직 내재적인 능력이 한계가 있어 제약이 존재합니다. 국제법과 관련해 알려진 개념과 정의, 절차의 잠재적인 확대는 국제법을 적용해 재해위험저감 및 기후변화 적응을 해결할 수 있는 기회로 이해될 수도 있습니다. 기후변화의 영향을 완화하고, 재해대응을 촉진하며, 대응 노력을 위한 국제적 추진을 지시하는 현재의 국제법 의무를 넘어, 국제법이 국가들에 의해 형성되며 국가 관행과 관련이 있다는 사실은 국제법이 미래 상황에도 적용할 수 있다는 것으로 해석될 수 있습니다.

현재 및 미래 기후 체제 하의 극한기후관리에서 가장 중요한 것은 예측 및 조기경보를 제공하는 능력입니다. 개발도상국의 경우 극한 기상의 예측 변화와 관련해 지역에서 이용 가능한 기후변화 정보가 부족해 재해관리에 제약이 됩니다. 이러한 점에서 규모축소화 및 도구의 개발 및 실현을 지원하고 그러한 기술을 개발도상국에 이전하기 위한 지역적 매커니즘의 개발이 요구됩니다. 보고서는 관심 및 기금 조성 측면에서 적응을 위한 기술 이전이 완화를 위한 기술 이전보다 뒤처지고 있음을 분명하게 보여줍니다. 기후관련 극한 현상에 대한 취약성을 저감시키는 데에 도움이 되는 기술과 관련해 자금 이전 및 자금 조성 매커니즘은 기후변화 적응과 재해위험저감 모두에게서 중요한 것으로 보입니다. 위험의 국제 이전 및 공유는 내부적으로 기후위험 포트폴리오를 충분히 분산할 수 없는 모든 국가들의 개인과 정부에게 기회를 제공합니다. 경험에 의하면 개인과 국가, 국제사회의 기술 공유 및 이전 전략을 실행하는 데 있어 국제 커뮤니티가 중요한 역할을 수행할 수 있습니다. 또한 국제 커뮤니티는 위험이전과 위험 공유를 재해위험 관리 및 기후변화적응의 필수요소로 인식합니다. 공금은 비공식적인 위험공유 및 이전에서 큰 부분을 차지하며 심지어 공적인 개발원조비를 초과하기도 합니다. 국제 커뮤니티는 재해 사후 송금을 위한 비용 및 장벽을 낮추기 위해 적극적인 노력을 기울여 왔는데, 가장 중요한 재해 사후금융지원 수단 중 하나인 차관은 재해 사후 정부와 개인에게 자원을 제공하며, 보험은 위험에 처한 가구와 농장, 비즈니스, 정부의 재해 손실을 분배하기 위한 수단입니다. 또한 대안보험수단과 지역리스크 풀이 존재합니다. 재해위험저감과 기후변화적응의 긴밀한 통합뿐 아니라 전 수준에 걸쳐 이

두 가지를 위험 관리를 위한 지속 가능한 개발계획으로 통합하기 위해서는 모든 수준에서 다양한 방식을 통한 지식의 습득, 개발, 관리, 보급이 요구된다.

결론적으로 기후변화 위험 관리의 다양한 단계에서 어떠한 정보가 필수적이며 다양한 위험 저감 시나리오 하에서 다양한 참여자들이 그러한 정보를 어떻게 이해하고 이용해야 하는지를 파악하기 위해서는 국제 커뮤니티의 더 많은 관심이 필요합니다. 기후변화적응, 재해위험저감, 개발 커뮤니티의 경험을 통합하기 위한 정보자원도구의 구축 프로세스는 아직 약합니다. 그러나 이러한 도구는 미래에 재해에 대한 취약성을 낮출 가능성이 높습니다.

국제적 수준에서 재해위험저감에 관한 경험이 어떻게 기후변화 적응을 강화하거나 지원하는 데 이용될 수 있을까요?

재해위험저감 체제와 기후변화 적응체제가 자세히 기술되고 문헌이 허용하는 범위까지 평가되었으며, 재해위험저감과 기후변화적응이 ‘통합’되어야 한다는 주장이 폭넓게 제기되고 있는 중입니다. 기후변화 적응과 재해위험저감의 통합요구는 계속 증가하고 있으나 이들은 여전히 개발활동의 중심에서 벗어나 있습니다. UN글로벌재해위험저감평가보고는 취약한 재해위험저감의 신속한 패러다임 이동을 요구했으며, 기존제도와 정부협약의 조화를 요구하고, 위험저감을 위한 20단계 계획을 제시했습니다. 이러한 결론은 공식 UN보고서로부터 도출되었으며, 과학문헌뿐 아니라 다른 정부보고서 및 옹호문헌에서 폭넓게 지지되고 있습니다. 또한 벨몬트 과제와 그랜드 과제 모두 국제적인 수준에서 재해위험저감과 기후변화적응, 개발과 같은 과제에 대한 통합적인 접근법을 취하고 있습니다. 재해 위험 저감과 기후변화 적응을 통합하기 위한 정책 제안이 부족합니다. 공식 보고서는 또한 이러한 방향의 움직임은 발전이 느린지와 관련하여 이유를 제시하고 있으며, 두 가지 제약을 제시합니다.

규모의 통합이란 무엇일까요?

문헌은 재해 위험 저감 및 기후변화 적응의 통합에 관한 세 가지 다른 관점을 반영합니다. 전문가 및 실무자 커뮤니티 사이의 공통된 견해 중 하나는 기후변화 적응이 재해 위험 저감에 통합되어야 한다는 것입니다. 재해 위험 저감 실무자들은 기후변화가 취약성 재해에 기여하는 수많은 요인 중 하나이며, 이런 점에서 기후변화 적응을 수용할 필요가 있다고 인식하는 경향이 있습니다. 또한 기후변화 적응 커뮤니티에서 주로 채택되고 있는데, 이러한 견해는 재해위험 저감이 기후변화 적응으로 통합되어야 합니다. 일반적 수용의 마지막 견해는 재해위험 저감과 기후변화 적응이 더 폭넓은 개발계획에 효과적으로 통합되어야

한다는 것입니다. 통합의 잠재적인 혜택과 장애물은 공간차원, 시간차원, 기능차원의 이 세 가지 차원측면에서 조사될 수 있습니다. 문헌은 재해위험저감과 기후변화적응과 다른 공간 차원에서 운영되며 실무에서 재해위험저감과 기후변화적응의 통합이 문제가 있거나 실현 불가능하다는 견해를 반영합니다. 또한 재해위험저감과 기후변화적응은 시간적 차원에서도 차이가 인식되고 있습니다. 이러한 재해위험저감과 기후변화적응의 기관, 조직, 메커니즘의 기능차원의 통합은 지역, 국가, 국제적 수준 관리 전반으로 확대되며, ‘하향식 접근’과 ‘상향식 접근’의 대립 또한 존재합니다. 문헌들에 의하면, 긴밀한 통합이 인과관계의 재해위험 저감과 기후변화적응 모두에게 이익이 될 수 있으며, 지속 가능한 발전으로 통합될 때 사회에 더 많은 이익을 제공할 수 있습니다. 이러한 의미에서 통합은 기관 차원의 형식적인 통합이 아니라 공생 또는 융합으로 이해됩니다. 국제적 수준의 통합은 국가적, 지역적, 수준의 통합을 촉진하는 데 도움을 줄 수 있으며, 그 반대 또한 가능합니다.

제 7장 요약

전 세계적으로 발생하고 있는 기후관련 현상은 국제적 수준에서 해결해야 합니다. 최근에는 인위적 요소의 새로운 영향으로 인해 과거 재해위험 관리경험과는 다른, 새로운 기후관련 재해들이 발생하고 있습니다. 때문에 현재의 극한 현상은 과거와 달리 예측하기 어려워 여러 국가가 힘을 모아 해결해야 하는 국제적 수준에서 관리해야 합니다. 국제적 수준의 위험관리에 대해서는 이를 뒷받침하는 5가지 근거가 존재합니다. 5가지 근거로는 체계적 위기, 경제적 효율성, 책임 분담, 보완성, 법적의무가 해당됩니다. 이는 국제적 수준에서의 위험관리에 대하여 정당성을 부여하며, 전 세계적인 책임분담을 실행할 것을 주장합니다.

현 국제사회의 관리제도 중 하나인 ‘효고 행동강령’은 재해 위험 관리를 다루기 위한 노력을 더욱 체계화해야 합니다. 또한 ‘UN기후변화협약’은 지속적으로 평가되어오고 있지는 않으나 협약 하의 국제적응정책의 전개가 협상에서 중요해지고 있습니다. 국제법의 도구와 수단은 재해위험저감 및 관리, 기후변화에 적응하게 만들도록 도움을 줄 수 있기 때문입니다. 체결된 조약의 타당성은 국가의 동의에 달려있으므로 관습법은 국가의 관행과 법적 확신이 있을 때에만 존재하게 됩니다.

현재 및 미래 기후 체제 하의 극한기후관리에서 가장 중요한 것은 예측 및 조기경보를 제공하는 능력입니다. 빈도국의 경우 이용 가능한 기후변화관련 정보가 부족하여 재해 관리에 제약이 따른다. 따라서 도구의 개발 및 실현을 지원할 지역적 메커니즘의 개발이 요구됩니다.



8. 지속 가능하고 회복력 있는 미래를 향해

무엇을 알아보나요?

- 변화하는 극한기후의 개발과 관련성에 초점을 맞춰 재해 위험관리와 기후변화 적응이 지속가능하고 복원력 있는 미래에 어떻게 함께 기여할 수 있는지를 알아보아요.
- 재해 위험저감과 기후변화 적응에 관한 다양한 이해와 관점이 어떻게 보다 지속가능하고 복원력 있는 미래를 조성하는 데 도움이 될 수 있는가에 대한 문헌 평가를 이해해요.

변화하는 극한기후에 대한 대응에서의 혁신

혁신은 가치시스템을 비롯한 기술적 또는 생물물리 시스템을 근본적으로 변화시킨다 (용어집 참고). 이 장은 극한기후의 맥락에서 기후변화 적응전략과 보다 폭넓은 인간개발 시스템과의 통합을 통한 재해 위험관리시스템의 혁신에 초점을 맞춘다.

- 이 절에서는 8장에서 사용되는 주요 개념의 정의를 살피고, 생태계서비스, 가치관과 인식, 기술, 의사결정에서의 절충이 지속가능한 개발 계획 및 결과에 어떻게 영향을 끼치는지 고찰하며, 의사결정에 관련한 절충도 고찰할거예요.

적응, 재해 위험저감 및 지속가능한 개발의 개념과 상호 관계

적응과 적응능력이란 무엇일까요?

적응이란 위험을 저감하거나 이로인한 기회를 활용하기 위하여 실제 또는 예상되는 기후와 그 효과에 적응하는 과정이라고 정의할 수 있습니다. 원칙과 실무에서 적용하는 것은 여러 인사들에 대한 대응을 망라하는 지속적인 과정입니다. 적응능력이란 다양한 사회집단이 이용할 수 있고 적응 준비 및 착수에 사용될 수 있는 강점, 속성 및 자원의 조합을 말합니다. 따라서 이는 제도 이행의 기초가 됩니다. 적응능력은 부문, 지역, 국가 간, 그리고 국가 내부에서도 상이하며 다양한 인자(경제적 및 자연적 자원, 사회적 네트워크, 권한, 제도, 거버넌스, 인적자원, 기술)에 좌우됩니다.

재해 위험이란 무엇일까요?

재해 위험(risk)은 위험(hazard), 노출 및 취약성 개념과 연관되어 정의될 수 있습니다. 위험(hazard)이란 부정적 결과를 유발할 수 있는 자연적 또는 인위적 물리현상이 발생할 잠재력으로 정의됩니다. 한편 노출은 극한기후에 악영향을 받을 수 있는 곳에 인간, 생계, 환경 서비스, 자원, 기반시설, 그리고 사회적, 경제적, 문화적 자산이 있는 것으로 정의됩니다. 위험과 노출은 기후변화와 더불어 인위적 요소에 의해 변화 중입니다.

취약성이란 무엇일까요?

취약성의 정의와 해석은 재해 위험 커뮤니티와 기후 커뮤니티에서 서로 분분합니다. 취약성은 시간이 지나면서 환경 변화와 사회경제적 변화의 결과로 증가 또는 감소할 수 있습니다.

지속가능한 개발이란 무엇일까요?

지속가능한 개발이란, 미래 세대의 필요 충족 능력을 손상시키지 않고 현재의 필요를 충족시키는 개발(브루트란트 보고서, Brundtland Commission Report에서의 정의)을 말하며, 사회적 목표와 환경적 목표를 모두 달성하고자 하기에 근본적으로 정치적인 개념입니다. 재해위험 저감과 기후변화 적응은 지속가능한 개발에 중요하게 기여할 수 있습니다. 재해와 개발 사이의 중요한 연관성을 고려하여 재해위험 저감, 기후변화 적응, 지속가능한 개발을 일관되고 통합된 틀 안에서 고찰할 필요가 있습니다.

재해 위험관리와 기후변화 적응이라는 맥락에서 생태계서비스의 지속가능성

생태계 서비스의 체제 전환에 대해 알아보아요.

생태계에 인구 압력을 줄이고 자연자원을 보다 지속가능한 방식으로 관리하는 것은 기후변화 완화와 취약성 저감을 돕습니다. 생태계서비스의 체제전환은 현대 뿐 아니라 현대와 미래 사람들 사이의 복지 분배에 영향을 끼칩니다. 그러나 생태계가 체제전환을 겪게 되

는 기준 값과 그것들이 사회적 압력을 촉진시킬 수 있는 지점은 부분적으로 공간적 시간적 변동성 때문에 아직 알려진 바가 거의 없습니다.

생태계를 기후변화와 관련하여 알아보아요.

생태계는 기후 관련 극한 현상을 막아줄 자연장벽 역할을 하여 재해 위험을 줄여줄 수 있습니다. Peterson(2009)은 생태계 체제전환에 대해 극한기후의 충격의 결과로 일어날 수 있지만 그러한 전환은 생태계의 복원력에 좌우되며 여러 범위에서 진행되는 공정들에 의해 영향 받는다고 강조했습니다. 생태계와 생태계 접근법은 변화하는 기후조건에 대한 적응을 수월케 할 수 있으며 생태계 구성요소의 변화는 사회생태시스템의 복원력을 강화할 수 있습니다. 생물다양성도 적응에 중요한데, 기능적으로 다양한 시스템과 유전자는 다양하지 못한 것에 비해 기후변화 및 기후다양성에 적응할 여지가 더 많습니다.

대응 양상에서 가치와 인식의 역할

가치와 인식, 그리고 가치판단이란 무엇일까요?

가치와 인식은 기후변화 극한 현상에 대한 이행에 막대한 영향을 주며, 지속가능한 개발에도 상당한 영향을 줄 수 있다. 가치판단은 문제 설정, 해법, 개발 결정, 결과 평가에 포함되기에 가치판단은 명확하고 가시적으로 하는 것이 중요하다.

가치에 기반을 둔 손실 측정에 대해 알아보시다.

극한 현상으로 인한 손실은 객관적이고 측정 가능한 영향 뿐 아니라 측정 불가능한 손실도 포함합니다. 가치에 기반을 둔 접근법은 사회경제시스템이 구성요소들의 혁신, 야망, 가치 및 선호도 변화에 의해 연속적으로 진화한다고 인정하며 이 접근법은 ‘누구의 가치가 중요한가’ 뿐 아니라 ‘누가 결정하는가’ 하는 물음도 제기합니다. 이 물음들은 기후변화와 재해 위험의 상호작용을 고려할 때 중요합니다.

위험관리 우선순위는 어떻게 정할까요?

- 인권 접근법 : 회피 가능한 위험과 특정 손실을 줄일 도덕적 의무를 강조. 예) 스피어 표준(Sphere standards)
- 공리주의 접근법 : 사람 간의 복지 비교가 가능하다고 가정하고, 국민의 복지를 요약하는 사회복지 기능을 구축할 수 있다고 가정(Pigou). 이를 최대화했을 경우 공공투자의 경제적 이익이 비용을 초과하는 지점을 식별할 수 있게 됨.

위와 같은 가치 프레임들은 극한기후 및 기상에 대한 대응 유형에 상당한 영향을 줍니다.

기술의 선택, 가용성 및 접근

기술은 어떻게 이용되어야 가장 효과적일까요?

기술은 기후변화 적응과 재해 위험저감에서 두드러지게 주목받습니다. 그러나 기술의 선택은 극한기후 및 극한기상 현상에 상대적인 위험저감과 위험 강화 두 가지 모두에 기여할 수 있으며 이 균형에 대한 문제가 제기됩니다. 기술 선택, 가용성 및 접근은 기술, 기술사용 기량, 기술 배치 제도적 접근법이 효과적으로 제공자에게서 사용자에게로 이전되었을 경우에만 그 효과가 최대화될 수 있으며, 지적재산권 관련 장애물만 극복된다면 발전된 정보기술로부터 효과적인 기술이전이 가능해질 것입니다.

극한기후의 해법으로 기술을 더욱 강조하는 이유는 무엇일까요?

극한기후에 대한 대응에 있어 기술은 필수적인 요소입니다. 기술은 연구개발 선택의 산물이고, 특정한 가치, 이해관계 및 우선순위를 반영합니다. 사·공간적으로 기술의 사회적, 경제적, 환경적 결과를 더 많이 되돌아볼 필요가 있으며, 극한기후에 대한 대응은 오로지 기술적 대응에만 초점을 맞추기보다 사회적 취약성을 다룸으로써 향상될 수 있습니다.

의사결정에서 절충: 다중적 범위 및 압력원 다루기

절충은 어디서 나타나고, 어떻게 해결해야 할까요?

절충은 다양한 곳에서 나타납니다. 첫째, 다중 목표들 사이에서 절충을 이야기할 수 있습니다. 둘째, 경제발전과 위험관리 사이의 갈등을 통해서도 발생할 수 있는데 위험 증가는 위험이 있는 지역의 발전의 사회경제적 이익과 균형을 맞춰야 합니다. 또한, 극한기후의 기간과 규모와 관련한 기후변화/개발 절충이 있으며 이는 생태적, 역사적으로 중요한 지역에서 변화를 요하는 위험저감 기반시설의 필요성과 직결됩니다. 그리고 극한 현상이 영향을 끼친 여러 범위를 다루는 강점을 결합할 방도를 찾을 때에도 나타납니다. 절충과 갈등을 개방적이고 효율적이면서 투명하게 관리하기 위해서는 제도적 및 법적 장치가 극히 중요합니다.

극한 현상에 대한 장/단기적 대응의 통합

단기 적응과 장기 적응 사이의 시너지와 절충에 관한 문헌들을 평가해요.

- 오늘날의 대응이 미래에 어떤 의미를 갖는지 고려해요.
- 단기 목표와 장기 목표의 조율을 가로막는 장벽을 평가해요.
- 장기적 관점에 통합하는 것을 다룰 수단으로써 사회생태시스템의 복원력에 관한 연구들에서 나온 통찰을 고려해요.

현 세대의 대응과 미래의 안녕 간의 관계

재해는 어떤 영향을 줄 수 있고, 어떻게 대응해야 할까요?

재해 위험과 기후변화에 대한 현재의 대응은 장기적으로 인간의 안전과 안녕에 긍정적 영향과 부정적 영향 모두를 줄 수 있습니다. 대응(coping)과 적응(adaptation)이라는 용어는 변화하는 기후 및 환경 조건에 적응하기 위한 전략을 반영합니다. 대응과 적응의 시간틀이 다르므로 위험관리에 까다로울 수 있는데, 단기 대응과 대응전략에 초점을 맞추면 장기적으로 적응의 범위가 제한될 수 있습니다. 기후변화는 선진국에서건 개발도상국에서건 장기적인 문제로 간주되며, 정황을 잘 따져 단기 위험과 장기 위험을 다루는 것 사이의 절충을

다뤄내야 합니다. 재해는 경제적 피해로 인한 빈곤을 가져올 뿐 아니라 심리적 건강과 아동 발달에도 장기적 영향을 줄 수 있습니다. 커뮤니티에 기반한 지역수준의 재해 위험저감 경험에 대한 방대한 문헌들은 적어도 빈발하는 위험 현상의 맥락에서는 단기 대응에서 장기 대응으로 전환하기 위한 옵션을 보여줍니다. 기존 위험을 관리하는 것은 손실을 포함하지만, 근본적인 위험 인자를 다루는 것은 극한기후에 대한 미래 위험의 저감에 기여할 것입니다.

장기 목표와 단기 목표의 조화를 이뤄낼 수 있는 태도에 대해 알아보아요.

장기 목표와 단기 목표의 조화를 방해하는 장벽에는 여러 가지가 있습니다. 기술 접근기회와 기반시설 유지관리의 문제, 자금과 기술 뿐 아니라 거버넌스 능력과 제도적 장치, 법정 장치 사이의 시너지 불충분 또는 부재가 그것이며, 이는 빈곤 국가에서 두드러지게 나타납니다. 행정에서도 재해 위험관리와 기후변화 적응대책을 다루는 부서가 다른 경우가 많은데 창조적 파트너십이나 커뮤니티 권한 강화 등으로 장벽을 허물자 일부 사례에서는 극적으로 비용이 감소된 것으로 나타났습니다. 이외에도 개인과 집단이 비교적 단기간을 중시하고 저확률, 고영향의 현상을 무시하는 경향도 있습니다. 아래는 사람들이 불확실성 아래서 결정을 내리는 방식을 형성하는 심리적·경제적 장벽을 고찰한 것입니다: 위험의 과소평가, 예산 제약, 절충의 어려움, 지연, 사마리아인의 딜레마(Samaritan's dilemma), 정치인의 딜레마(Politician's dilemma) 더불어 장기적 기후와 그에 상응하는 위험을 예측하는 데 있어서 자연적 위험이 이후 몇 십 년 동안 어떻게 변할지 예측해야 하는데 기후변화 및 자연적 변동성에 대한 불확실성이 걸림돌이 됩니다. 재해 위험관리와 기후변화 적응 사이의 시너지를 실현하는 데는 단기 관점과 장기 관점의 연계가 매우 중요합니다.

복원력과 복원지향적 사고에 대해 알아보아요.

복원력이란, 시스템이 외부 교란을 예상하고 대처하고 대응하고 회복될 능력을 말합니다. ‘복원지향적 사고(Resilience thinking)’는 기후 변화와 다른 변화들 사이의 상호작용을 이해하고, 대응전략 수정 시 단기목표와 장기목표 사이의 절충을 조화시키고 평가하는데 유용한 틀을 제공할 수 있습니다.

복원지향적 접근법의 장단점은 무엇일까요?

복원지향적 접근법은 시스템 전체의 관련성에 대한 통찰을 제공할 수 있으며, 극한

현상을 이겨내는 데 많은 기여를 하기 때문에 많은 연구와 조사, 분석에 이용되었습니다. 복원력과 거버넌스에 관해서는 하향식 명령 및 통제 접근법보다 융통성 있고 적응적인 형태의 위험관리 사이에 올바른 균형을 이루는 것에 대한 중요성을 알게 합니다.

한편, 복원지향적 사고에도 비판이 있습니다. 복원지향적 사고는 현 상태를 유지시키기 위하여 적응적 관리, 사회적 학습, 또는 포괄적 의사결정을 지원하기보다는 특정 이해관계에 기여합니다. 따라서 시스템 복원력의 성격을 고려하지 않은 채 특정 위험에 대처하는 것은 장기적 복원력을 잠재적으로 약화시키는 대응이 될 수 있으며, 복원력만으로 혁신적 이행으로 나아가기에는 우리가 있습니다.

자원에의 접근, 형평성 및 지속가능한 개발과의 관련성

이 절에서는 극한기후에 대한 단기 대응과 장기 대응 사이의 연관성을 더욱 심도 있게 다루어 능력과 자원, 국제적 이해관계, 안전과의 관련성, 국제목표 달성 문제에 대해 고찰해요.

[능력과 자원: 가용성과 한계]

위험을 관리하고 변화에 적응할 능력의 특성에 대해 알아보아요.

위험을 관리하고 변화에 적응할 능력은 국가, 지역, 커뮤니티, 가구들 사이에서도 고르지 않게 분포합니다. 이러한 능력들이 재해 위험관리와 기후변화 적응에 어떻게 기여하는가에 대한 문헌은 경제적, 재정적, 사회적, 문화적, 인적, 자연적 자본의 역할과 제도적인 내용을 강조합니다. 가장 큰 예로 빈곤층이 재해로 영향을 받을 경우 빈곤 및 취약성 탓에 걸리게 되며, 아동, 노령자, 여성은 극한기후 및 기상 현상에 더욱 취약합니다. 따라서 복구에서 개발로의 이행을 계획할 때 인구 통계적 및 사회학적 다양성과 그 특징이 반영되어야 장기적 지속가능성이 증가됩니다.

BOX. 기후변화 속에서 아동, 극한 현상 및 형평성

아동과 극한 현상 간의 관계는 두 가지 주요 관점을 통해 다루어져 왔어요.

1. 차등적 영향과 취약성

아동에 대한 재해 영향에 관한 연구는 장단기 신체 및 심리 건강 영향에 초점을 맞춘

다. 아동의 신체 및 정신 상태가 덜 발달되어 있어 재해 시 공황과 압력에 대처할 능력이 차등적이기 때문이다.

2. 아동 기구(Children's Agency)와 자원 접근

아동은 보호가 필요한 취약한 희생자가 아닌 기후변화 맥락에서 극한 현상을 차단하는데 중요한 역할을 한다. 최근 연구들은 아동의 위험 인식 과정과 위험소통 과정, 그리고 재해현상 발생 전, 도중, 이후의 변화의 대리인으로써 행동할 능력을 인정한다.

[지방, 국가 및 국제적 승자와 패자]

기후변화에 따른 이해관계에 대해 알아보아요.

기후 관련 재해로 인한 손실 범위와 손실의 사회적 및 지리적 분포에는 상당한 차이가 있으며 한편 이익을 보는 사람들도 있습니다. 기후변화와 각각의 위험에 관련된 승자와 패자를 분석하려면 구별이 필요합니다. 승자와 패자가 나오는 것에 대하여 자연스럽다는 의견과 불평등한 사회조건에 의한다는 의견이 있으며, 책임에 대한 노력은 정부와 법원의 문제로 부상할 것입니다.

[인간의 안전에 대한 잠재적 관련성]

인간의 안전이란 무엇일까요?

인간의 안전은 의사결정에서 형평성, 윤리 및 반영(reflexibility)과, 기후변화의 동인 및 지역 영향에 대한 중요한 질의와 논쟁을 강조하며, 환경, 사회, 인권에 대한 위협에 대응할 개인 및 커뮤니티의 능력을 통해 실현됩니다.

인간의 안전과 기후변화의 관련성은 무엇일까요?

기후변화에 관련된 가장 널리 고찰된 인도주의 및 인간의 안전의 문제는 기후변화에 관련된 생물물리적 또는 생태적 교란으로 인해 이주나 난폭한 갈등이 증가할 가능성입니다. 기후변화에 관련된 환경 악영향은 더 많은 사람들의 이주를 촉발시킬 잠재력이 있습니다.

안보에 관해서도 생각해 보아요.

안보에 관하여 재해와 기후변화에서 새로운 관심사는 상대적으로 저확률, 고영향의 미래를 위한 계획에 관한 국제법과 보안 정책으로부터 교훈을 주었습니다. 스트레스가 있는 동안에 정부형태는 재해 위험관리를 위한 군사화(militarization)와 권위주의 쪽으로 나아가기 쉽지만, 지속가능한 발전 및 인간 안보의 목표를 장기적으로 달성할 수 있는, 포괄적 거버넌스 같은 대안이 있습니다.

[관련된 국제목표 달성과의 관련성]

기후변화는 국제 목표 달성에는 어떤 영향을 끼칠까요?

재해 위험저감과 기후변화 적응을 다루거나 다루지 못하면 특히 개발에 관련된 국제 목표의 성공에 영향이 미칠 수 있습니다. 새천년 개발목표(Millennium Development Goals, MDGs)에 영향을 직, 간접적으로 줄 수 있습니다. UNISDR 효고 행동 계획 2005-2015: 재해에 대한 국가와 커뮤니티의 복원력 구축(Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters) (HFA)은 기후 변동성과 기후 변화는 재해 위험에 중요하게 기여하며, 재해관리 노력과 기후변화 적응 노력을 더 잘 연계하기 위한 강한 지원을 포함한다고 명시적으로 인정합니다.

재해 위험관리, 기후변화 적응, 온실가스 저감 사이의 상호작용

[복원력에 대한 한계로써의 기준값과 전환 정점]

체제 전환을 촉발시킬 전환 정점이란 무엇일까요?

최근 문헌들은 기후변화가 사회경제적 조건을 상당히 바꾸어 놓을 수 있는 시스템 수준의 대규모 체제전환을 촉발시킬 수 있다고 보고하고 있습니다. 전환 정점(tipping point), 즉 시스템이 한 상태에서 다른 상태로 전환되는 지점을 비유한 이것은 재해현상에도 적용될 수 있는데, 왜냐하면 재해 자체는 커뮤니티의 대응능력을 능가하는, 기준값을 넘어서는 현상이기 때문입니다. 기존 시스템의 극한점으로써 기준값의 비선형성과 중요성이 인정되면서 기후 과학자들은 영향 확률밀도 함수의 '꼬리(tail)'에 더욱 주목하게 되었습니다. 이것은 재해 연구 커뮤니티와는 대조적이며, 두 논점 모두 재해영향과 발전 간의 상호작용을 포괄적으로 이해하는 데 있어 중요합니다.

[적응, 저감, 재해 위험관리 상호작용]

완화, 재해 위험저감, 적응이 도시 및 농촌 상황에서 개발과 상호작용하는 방식을 평가해요.

- 도시

점점 도시화되는 세계에서, 기후변화 맥락에서 전 세계의 지속가능성은 지속가능하고 기후 복원력이 있는 도시의 창출에 달려있습니다. 아직은 도시화에 의해 제공되는 시너지적 계획의 기회가 실현되고 있다는 증거는 한정적이고, 도시계획은 시너지의 수단일 수는 있지만 유의미한 효과를 기대하기까지는 다소 시간이 걸립니다. 계획상의 시너지를 위해서는 기후 변화에 대한 예측, 정보의 불확실성, 도시 시스템의 취약성, 사회적 행위자들의 능력을 고려하면서 미래 기후변화를 예측해야 합니다. 한편 재해 복구는 시너지 효과를 도모할 수 있는 개발계획의 기회도 창출합니다.

- 농촌

농촌지역은 기후변화 완화의 1차 대상입니다. 농촌 지역은 도시지역의 경우처럼 기후변화 완화, 적응, 재해 위험관리를 고려하는 시너지적 개발 프로젝트 및 정책에 대한 경험적 증거가 한정되어 있지만 몇몇 중요한 기회들이 혼농임업에서 탐구되고 있습니다. 농촌 지역의 시너지의 여지는 당대의 개발 압력 맥락 안에서 볼 필요가 있으며, 압력으로는 기후변화나 소통 네트워크, 정치 및 경제 시스템이 있습니다. 농촌 인구는 또한 경제의 팽창과 자연자본 사이에서도 까다로운 선택을 해야 하는데, 자연자원 이용 통제이행의 균형과 시행은 현재의 능력 강화를 잠재적으로 억제하기도 하고 농촌 생계와 생태계서비스의 장기적 지속가능성을 보장하는 중요한 매커니즘이기도 합니다.

미래 극한기후에 대한 전향적, 장기적 복원력을 위한 옵션

이 절에서는 미래를 위한 계획의 문제들을 고찰하고, 그러한 문제를 다루는 데 유용한 도구와 실무에 관련된 문헌을 평가해요. 문헌 평가에 기초하여 마지막 절에서는 그러한 변화에 적응적 관리, 학습, 혁신, 리더십의 조합이 필요할 수 있는 이유를 고찰해요.

[미래를 위한 계획 수립]

미래를 위한 계획 수립의 어려움에 대해 알아보아요.

재해 위험관리와 기후변화에 대한 적응은 근본적으로 사람들(개인과 집단)의 열망

을 미래에 대한 관점과 결합하는 과정인 불확실한 미래를 위해 계획하는 것입니다. 미래를 한층 더 예상할수록 필히 더 큰 불확실성이 따릅니다. 이러한 불확실성을 다루는 가장 흔한 접근법은 초반에 실제 변화방향과 비교할 수 있는 미래에 대한 여러 비전(정량적 시나리오 또는 서술적 과정)을 개발하는 것입니다. 시나리오는 이에 적응전략을 설계하고 절충을 분석하기 위해 다양한 미래를 고려해야 합니다.

미래를 위한 계획 수립은 어떻게 이루어져야 할까요?

시나리오, 전망, 예측은 모두 계획 수립에 유용하고 중요한 입력 자료이지만, 실제 계획 수립과 의사결정은 여러 이해관계자와 행위자들이 관련된 복잡한 사회정치적 과정입니다. 복잡성과 불확실성을 수용하는 적응적 학습 능력을 개발하는 데는 선택을 지원하고 다중 가치와 야심을 수용할 수 있는 탐구적이고 창의적인 미래 비전이 필요합니다.

접근법, 도구 및 통합 관행

이 절에서는 의사결정자와 기획자들이 극한기후 및 기상 현상의 맥락에서 미래 계획을 수립하는 데 도움이 되는 도구를 고찰하고, 이러한 도구들의 개선과 방법에 대해 다뤄 보아요.

[분석과 모델링 도구의 개선]

분석과 모델링 도구는 어디에 쓰이고, 어떤 한계가 있을까요?

환경 및 기후 정책을 설계하는 데 있어서 통합 환경-에너지-경제 모델들은 다양한 정책의 결과 평가 등에 사용됩니다. 그러나 이러한 모델들은 대부분 특정 극한기후나 재해를 해결하지 못하는 시간 및 공간 범위를 갖고 있습니다. 모델에 통합되거나 다른 형태의 분석에도 사용되는 비용편익분석은 비용과 편익을 비교하는 데 유용합니다. 그러나 무형의 것들이 중요한 역할을 하고 그 가치를 평가할 수 없을 경우 다른 의사결정 도구와 접근법이 필요합니다. 덧붙여서, 정책의 성패를 측정할 지표도 필요합니다. GDP와 같은 고전적 경제 지표는 그 한계가 매우 잘 알려져 있습니다.

[제도적 접근법]

재해 위험관리의 제도적 접근법에 대해 알아보아요.

가장 성공적인 재해 위험관리 및 적응 노력은 지역정부 이외에 지역 리더와 이해관계자들 간의 파트너십 개발을 촉진시킨 요소들을 포함합니다. 사회기금 같은 메커니즘을 통해 지방정부, 국가정부, 국제기관의 지원을 받는 커뮤니티 주도적 접근법의 사례가 증가하고 있다. 보험 등의 위험 이전 장치들은 경제적 위험을 다른 곳으로 전환시켜 보험료 같은 납입금의 대가로 보상을 제공하며, 이는 위험 예기와 자감에도 도움이 됩니다. 재해 위험관리와 적응은 위험별 대응전략과 더불어 일반 적응능력 강화를 통해서도 다룰 수 있으며, 시스템 및 구조의 변화는 다양한 당사자들의 관리와 책임을 기술하는 사회적 계약에 대하여 새로운 사고방식이 필요할 수 있습니다.

[다중 목표 달성을 위한 혁신적 전략과 이행]

기후변화에 대한 다양한 목표를 달성하기 위해서는 어떻게 해야 할까요?

기후변화 적응과 재해 위험저감은 시스템과 제도의 점진적 변화 뿐 아니라 혁신적 변화도 요할 가능성이 높습니다. 혁신적 정책은 극한 현상에 의해 촉발되며 이 현상이 어떤 변화를 일으키는가에 대한 것은 불명확합니다. 의도적 변화와 변화관리의 과정에 대한 이해는 극한기후 및 극한기상 현상에 대한 사회적 대응에 대한 통찰을 제공하며, 근본적인 변화는 사람들, 집단 정부로 하여금 결과적인 불균형을 잘 관리하도록 해야 합니다. 변화와 혁신에 대한 최근 접근법들의 상당수는 학습하는 조직과, 개인과 집단의 의식구조 또는 심성모형을 바꾸는 것의 중요성에 초점을 맞춥니다. 전통적인 관리 접근법은 불확실성 저감을 강조하고, 확실성을 줄이면 시스템이 예측 가능하고 통제 가능해질 것이라 기대합니다.

[혁신적 변화 촉진]

혁신적 적응이란 무엇일까요?

혁신적 적응은 선형 적응 접근법과 쉽게 식별 가능한 개별 전략과 결과를 가진 유한한 프로젝트를 강조하던 것에서 적응적 관리, 학습, 혁신, 리더십을 포함하는 접근법으로 전환하는 것을 말합니다.

[적응적 관리 & 학습 & 혁신]

적응적 관리와 학습, 그리고 혁신에 대해 알아보아요.

적응적 관리는 이행된 전략의 결과로부터 체계적으로 학습하고 외부 인자들의 변화를 전향적으로 고려하여 관리 정책 및 실무를 개선하기 위한 구조적 과정이라고 정의할 수 있습니다. 학습은 경쟁하는 세계관 지식체계, 가치를 고려하고 혁신과 창조적 적응을 촉진시키는 학습과 실험에 적합한 종류의 사회적/제도적 여지를 구축함으로써 촉진됩니다. 행동 연구와 학습은 복원 지향적 사고를 강력히 보이며, 실험행동의 성공과 실패에 대한 숙고, 학습주기 사이에 지식 전달, 그리고 새로운 종류의 행동으로 이어질 그 다음 번 학습루프를 통해 반복적 또는 주기적 학습을 하는 데 초점을 맞춥니다. 혁신은 지식, 인지, 소통 또는 기능에 관련된 bit물질적 변화를 의미할 수도 있고 또는 각종 물질자원을 의미할 수도 있습니다.

[인도주의 부문에서 제도화된 연구와 학습]

인도주의 부문의 학습은 무엇일까요?

연구와 학습은 인도주의적 행동의 책임성과 성능을 위한 적극적 학습 네트워크가 착수한 것과 같은 수행의 실무에 대한 범 부문 검토를 비롯해 여러 수준에서 수행됩니다. 실무 분야에서 적극적 실험은 전향적 학습 측면에서 덜 발달되었으며, 실천학습(learning-while-doing) 실험을 수행하기 어려웠던 인도주의 부문에서는 적극적인 실험이 어렵습니다. 그러나 기후변화에 관련된 그리고 글로벌 불평등 및 도시화의 증가 같은 다른 개발 동향에 의해 심화된 범위 증가와 위험 다양성은 부문들 간에 생산적 혁신과 혁신의 기반이 되는 연구 및 실험을 더욱 소통하도록 기부자에게 압력을 가합니다.

[물 관리에서 혁신과 혁신]

물 관리에서 혁신은 어떻게 이루어져야 할까요?

물 관리와 공간계획의 통합이 더욱 강조되고 있습니다. 물이 자연적·구조적 요소로 인식될 수 있도록 자연적 홍수관리를 위한 토지이용 실제의 개편과 통합적 경관 계획을 점진적으로 이행해야 합니다.

[리더십]

기후변화에서 리더십은 무엇을 말하는 것일까요?

리더십은 사람들, 집단, 조직 또는 정부가 지위, 재산, 안전, 충성, 역량, 사랑하는 사람 등의 손실 같은 혁신적 변화를 통해 경험할 수 있는 각종 손실을 진단합니다. 리더는 개인들과 집단들이 각자의 커뮤니티에서 ‘적응적인 일’을 기동할 이행을 취하도록 돕고 그 리하여 선택과 변화의 시기에 위험을 관리하고 대체적 발전경로를 만들거나, 변화하는 세계에서 번영할 수 있도록 돕습니다.

FAQ. 지속가능하고 복원력 있는 미래로 나아가기 위해 취할 수 있는 현실적인 이행은 무엇일까요?

현실적인 이행은 인권, 양성평등 및 환경 완전성의 강화를 비롯해 개발 관계에서 나타난 위험의 근본원인과, 특히 지역 수준에서 가장 흔히 토지권, 재산권, 중요 서비스와 기본 필요에 대한 접근, 투명한 의사결정을 확대할 필요성으로 표현되는 근접원인을 둘 다 다룰 수 있습니다. 위험에 처한 사람도 위험을 관리하는 사람도 이행을 취할 수 있게 권한을 주는 방식으로 위험과 취약성의 동인을 규명하는 것이 핵심입니다.

[복원력 있고 지속가능한 미래를 위한 재해 위험관리와 기후변화 적응 간의 시너지]

재해 위험관리와 기후변화 적응 간의 시너지에 대해 알아보아요.

기후변화 적응과 재해 위험저감에서 적응적 관리, 예방적 학습, 혁신을 통해 불확실성을 관리하면 더 유연하고 동적이고 효율적인 정보흐름과 적응계획이 나올 수 있고 혁신의 이행을 취할 여지가 생긴다는 것을 보여줍니다. 혁신적 변화는 개발과 위험 미래를 형성하는 가치와 우선순위, 승자와 패자, 절충의 균형에 대한 질문을 촉발하므로, 언제 어디서 누구에게 이롭게 혁신적 변화를 촉진시킬 것인가의 문제는 본질적으로 규범적이고 정치적이다. 혁신은 윤리 차원과 거버넌스 차원에 관련된 이해가 없으면 근접할 수 없습니다. 재해는 종종 긴급적인 이행을 요하며, 이는 의사결정을 위한 일상적 과정이 중단되는 시기를 의미합니다. 재해기간은 가장 극심한 영향을 받은 사람들의 미래를 위한 발전 비전과 열망이 인정되지 않는 기간이며, 재해 위험기간의 이해와 기후변화 대응은 다른 사회적 목표들과의 절충과, 미래에 대한 여러 가치와 비전에 관련된 충돌을 수반합니다.

8장에서는 어떤 이야기를 하고 있는 것일까요?

증가 단계에서부터 혁신적 변화에까지 이르는 행동은 극한 날씨와 기후에 대한 위험을 저감시키는 데 매우 중요한 역할을 합니다. 증가 단계에서는 현존하는 기술, 거버넌스, 그리고 가치 체계의 효율성을 개선하는 데 초점을 맞추고 있는 한편 혁신은 그러한 체계의 근본적 속성을 포함할 수 있습니다. 증가와 혁신적 접근들 간의 조화는 위험 측면에서의 발전과 사회적 그리고 생태학적 상태의 기반에 달려있습니다. 재해 위험, 기후 변화 영향, 그리고 대응과 적응 능력은 균등하게 분배되지 않습니다. 부유한 측들도 극한 현상에 대해 또한 취약해질 수 있지만 취약성은 대개 더 가난한 국가나 집단에 집중되어 있습니다. 취약성이 높고 적응 능력이 상대적으로 낮은 곳에서, 극한 기후와 날씨의 변화는 그곳의 시스템을 혁신적인 변화 없이는 지속가능하게 적응하기 어렵게 만듭니다. 그러한 혁신들은, 이들이 필요한 곳에서, 적응 매니지먼트와 학습, 쇄신, 그리고 리더십 강조의 증가로 가능하게 할 수 있습니다.

재해 위험 관리와 적응 정책은 서로 통합되고, 상호보완적이고, 도울 수 있다는 증거를 보여줍니다. 그러나 이는 정책과 행동의 영역을 아우르는 신중한 합동을 필요로 합니다. 복원력 있고 지속 가능한 개발의 길에 재해 위험 관리를 포함하는 것은 대응할 수 있는, 적응할 수 있는, 그리고 현재 펼쳐진 변화의 과정을 형성하는 능력을 길러주는 통합적이고, 전체적인 접근을 통해 가능해지며, 이는 다수의 스트레스 요인과, 서로 다른 우선적 가치와, 대립되는 정책 목표를 고려하면서 이루어집니다. 발전 계획과 재해 후 복원은 종종 가난하고 소외된 집단의 생계와 복지보다 전략적 경제 부문과 사회 기반 시설들을 우선순위로 두게 할 수 있습니다. 이는 지역적 능력을 구축하고 지역 발전 비전들을 재해 위험 감소와 기후 변화 적응을 위한 장기 전략에 통합시키는 기회를 잃게 할 수 있습니다. 재해 후 복원을 향한 길을 막는 주요 제약은 바로 복원 자금의 시간에 얽매인 성질 때문이다. 주요 서비스를 제공하는데 생긴 생태계의 악화는 또한 지역적인 미래 위험 관리와 적응 행동의 옵션을 제한한다.

학습 과정은 재해 위험 관리, 기후 변화 적응, 그리고 지속가능한 개발 속 복원력의 결과와 능력을 형성하는 데 중심을 두고 있습니다. 모니터링, 연구, 평가, 학습, 그리고 혁신의 반복되는 과정은 재난 위험을 감소시킬 수 있으며 또한 극한의 맥락에서의 적응 관리를 촉진시킬 수 있다. 기술적 혁신과 접근은 회복력을 달성하는 데 도움을 줄 수 있으며, 특히 지역적인 맥락에 기반을 둔 능력 개발과 합쳐질 경우 그러합니다. 변화하는 극한 기후의 맥락에서 복원력 있고 지속가능한 개발을 향한 과정은 추정과 패러다임에 질문을 하는 것으로부터 이득을 얻을 수 있으며, 대응에 대한 새로운 패턴을 복돋우면서 혁신을 자극할 수 있습니다. 성공적으로 재해 위험, 기후 변화, 그리고 다른 스트레스 요인들을 분석하는

것은 전략 개발의 넓은 참여를 포함하며, 다수의 관점을 포함하는 능력과 사회적 관계를 구성하는 서로 다른 방법들을 포함합니다. 다수의 위험 관리 접근은 농촌과 도시의 맥락에서 복잡하고 혼합된 위험들을 줄이기 위한 기회를 제공합니다. 다양한 타입의 위험을 고려하는 것은 한 가지 타입의 위험에만 집중된 위험 감소 노력이 현재와 미래의 다른 위험에 대한 노출과 취약성을 증가시킬 것이라는 가능성을 감소시킵니다. 적응을 다수의 위험 관리 속에 구축하는 것은 최근의 기후 변동성과 제시된 극단적 기후의 변화를 고려하는 것을 포함하며, 이는 영향 받은 인간과 자연 시스템들을 향해 변화 그 자체보다 다양한 문제들을 제기합니다. 극한 현상의 변화가 인간과 자연 시스템에 더 큰 스트레스를 야기하는 곳에서는, 직접적인 영향은 더욱 예측할 수 없을 수 있으며, 적응 문제와 더욱 크게 연관이 되어 있을 수 있습니다.

더 효과적인 적응과 재해 위험 축소 행동들은 상대적으로 가까운 기간에 발전 이득을 제공하며, 좀 더 긴 기간에는 취약성의 감소를 가져옵니다. 미래를 위한 다양한 가치, 관심, 그리고 우선순위와 연관된 최근의 결정과 장기간의 목표들 간에는 교환이 존재합니다. 그리하여 재해 위험 관리와 기후 변화의 적응 모두에 대한 장·단기간의 관점은 조화되기 어려울 수 있다. 그러한 조화는 지역적 위험 관리 행동들과 국가기관의 합법적 구성, 정책, 계획 간의 분리를 극복하는 것을 포함합니다. 탄력적 사고는 단기간 그리고 장기간 대응의 조화를 위한 몇 가지 도구를 제공하며, 이는 서로 다른 형태의 지식, 포괄적인 거버넌스의 강조, 그리고 적응 매니지먼트의 원칙들의 통합을 포함합니다. 그러나 사회적 그리고/혹은 자연적 시스템과 연관된 한계점이나 티핑 포인트에 맞닥뜨렸을 때에는 탄력에 대한 한계에 부딪히게 됩니다.

재해 위험 관리와 기후 변화에 대한 적응을 통합하는 것에 대한 강력한 기반을 구축하는 것은 개발을 뒷받침하는 가치와 관심들을 명백하게 하는 것을 포함하는데, 이는 다시 최근의 정책과 실행, 그리고 인간 안보를 위한 영향에 대해 누가 이득을 보고 누가 손해를 보는지를 포함합니다. 재해 위험 관리와 기후 변화에 대한 적응은 다음에 연관된 문제들을 공유합니다. (1) 기관들과 거버넌스 방식들의 목표, 기능, 그리고 구조를 재평가하고 잠재적으로 변형시키는 것; (2) 시간적 그리고 공간적 규모를 아우르는 시너지를 창조하는 것; (3) 정보, 기술, 자원, 능력에 대한 접근을 증가시키는 것이 그것입니다. 이러한 도전들은 특히 가장 높은 기후-관련 위험을 가지고 있고 그러한 위험들에 대처하는 데 미약한 능력을 가지고 있는 국가들과 장소들에 요구됩니다. 중요 능력과 강력한 위험 관리 기록을 가지고 있는 국가들 같은 경우도 또한 이러한 도전들을 다루는 것으로부터 이득을 얻을 수 있습니다.

사회적, 경제적, 그리고 환경적 지속 가능성은 재해 위험 관리와 적응 접근을 통해 증가될 수 있다. 지속 가능성의 전제 조건은 취약성의 숨겨진 원인들을 다루고 있는데, 이

는 빈곤을 형성하고 유지시키며 자원에 대한 접근을 제한하는 제도적 불평등을 포함합니다. 이것은 위험 관리를 위한 장기간의 헌신 뿐 아니라, 다른 사회적 그리고 경제적 정책 영역에서 재해 위험 관리를 통합시키는 것을 포함합니다. 기후 변화 완화, 적응, 그리고 재해 위험 관리 간의 상호 작용은 회복력 있고 지속가능한 길에 주요 영향을 끼칠 것입니다. 특히 완화와 적응의 목표 간의 상호 작용은 지역적으로 발생할 것이지만, 전 세계적인 결과를 가져옵니다.

지속 가능하고 복원력 있는 미래를 위해서는 많은 방법들과 길들이 있습니다. 다수의 접근과 발전 진로는 극한 기후에 대한 복원력을 증가시킬 수 있습니다. 극한 기후를 향한 적응 행동의 선택과 결과는 서로 다른 능력과 자원, 그리고 다양한 상호 교류 과정을 반영해야 합니다. 행동은 서로 대립하는 우선적인 가치와 목적, 그리고 시간의 흐름에 따라 변화하는 발전의 다양한 관점들 간의 교환에 의해 형성됩니다. 반복적이고, 되풀이되는 접근은 발전 진로가 위험 관리를 통합하도록 하며, 이는 위험과 그 관리, 관점, 그리고 이해가 시간의 흐름에 따라 발달하듯이 다양한 정책 솔루션들이 고려될 수 있도록 해야 합니다. 오늘날에 만들어진 선택들은 최근의 혹은 미래의 취약성을 감소시킬 수 있으며, 미래의 대응을 가능하게 하거나 강요할 수 있습니다.

**청소년들을 위한
기후변화 적응의 발전을 위한 극한 현상과 재해 위험관리에 대한
IPCC 특별보고서 요약본
Summary of SREX for Young Students**

※ 청소년을 위한 본 요약본은 *Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation (SREX)*의 정책결정자를 위한 요약본 (*Summary for Policymakers*)을 청소년 독자들을 위해 편집하고 도움말을 덧붙인 것입니다. 청소년들을 위한 것으로 원문과 다른 어휘와 내용이 추가되었음을 알려드립니다.

1. 요약본을 작성하게 된 배경은 무엇이며, SREX는 무엇을 다루고 있을까요?

SREX는 기후 변화와 극한 기후, 그리고 기상 현상 ('기후 극한 현상')에 대한 내용은 물론, 이 현상이 사회에 미치는 영향과 지속 가능한 개발까지 아우르는 과학적 자료들을 분석하며 주제에 접근하고 있습니다. 이러한 분석은 기후, 환경, 그리고 그 외 원인이 되는 요소의 상호작용과 관련되어 있습니다. 또한 피해와 재해를 불러오는 기후, 환경, 인위적 요소들의 상호작용과, 피해와 재해에 따른 위험을 관리하는 데에 있어 인간의 선택, 그리고 피해의 정도를 결정짓는데 있어 기후와 상관없는 요소들이 하는 역할을 다룹니다. 청소년을 위한 본 요약본은 SREX의 핵심적인 내용을 알기 쉽게 제시해 줄 것입니다.

SREX보고서의 주요 정의

박스 SPM. 1 - SREX의 중요한 정의

SREX 용어정리(1)에 정의되어 있고 보고서 전반에 사용된 핵심 개념은 아래를 보면 됩니다.

기후 변화: 평균의 또는 그것의 변동성의 변화에 의해 확인 될 수 있고 (예를 들면, 통계상의 검증을 통해 변화가 밝혀질 수 있겠죠.), 일반적으로 수십 년, 혹은 더 길게 확장된 기간 동안 지속되는 기후 상태의 변화. 기후 변화는 자연 내적인 과정이나 외적인 압력에 의

한 것이거나 대기의 혼합이나 토지 사용에 미치는 지속적인 인위개변적 영향에 의한 변화일 수 있음.

기후 극한 상황 (극한 기상이나 기후 사건): 지금까지의 기상/기후 관측에 있어서 최고최저 값을 벗어나는 변수가 나타날 때를 말함. 단순히 말하자면, 극단적인 기상 현상과 극단적인 기후 현상 모두 ‘극단적인 기후’에 포함됨. 전체 정의는 제 3.1.2.에서 다룸.

노출: 사람, 가축, 환경적 서비스 및 자원, 기반시설, 혹은 경제적, 사회적, 문화적 자산들이 악영향을 받을 수 있는 상태에 놓여 있음을 말함.

취약성: 부정적 효과를 받을 수 있는 경향이나 성질.

재해: 공동체나 사회의 정상적 기능에 발생한 심각한 변화. 취약한 사회적 조건과 상호작용하면서 즉각적인 응급 반응이 필요할 인간, 자원, 경제적, 환경적 측면에의 광범위한 부정적 효과를 빚어냄. 중대한 인간의 필요의 충족과 회복을 위한 대외적인 지지가 필요함.

재해 위험: 특정 기간 동안의 공동체나 사회의 정상적 기능에 발생할 심각한 변화의 가능성. 취약한 사회적 조건과 상호작용하면서 즉각적인 응급 반응이 필요할 인간, 자원, 경제적, 환경적 측면에의 광범위한 부정적 효과를 빚어냄. 중대한 인간의 필요의 충족과 회복을 위한 대외적인 지지가 필요함.

재해 위험 관리: 재해 위험 이해를 증진시키고 재해 위험 감소와 이동의 증진, 그리고 재난 준비, 반응, 그리고 회복 실행에서의 지속적인 발전 도모 위한 척도를 디자인하고, 권한을 부여하고, 전략과 정책을 평가하는 과정. 인류 안전, 복지, 삶의 질, 유연성, 그리고 지속 가능한 발전을 위한 분명한 목적을 가지고 있음.

적응: 인간 시스템에서 말하자면, 위험을 완화시키고 이로온 기회들을 이끌어 냄을 목적으로, 실제적이거나 예상된 기후 모두에 대한 적응의 과정을 말함. 자연의 시스템에서는 실제 기후에 대한 적응 과정을 말함. 인간의 개입은 예측된 기후에 대한 적응을 촉진시킬 수 있음.

복원력: 위험한 사건의 결과에 대해 적절한 타이밍에, 효율적인 방법으로, 예측, 상쇄, 적절한 대응, 또는 회복을 할 수 있는 시스템과 그 구성요소들의 능력. 그것은 시스템의 필수적인 기본 구조와 기능의 보존, 복원, 발전을 확실히 하는 것도 포함함.

변환: 시스템의 기초적인 속성의 변형 (가치 체계; 규정상의, 입법상의, 또는 관료적인 정권; 재정적 기관; 그리고 기술적 아니면 생물학적 시스템을 포함).

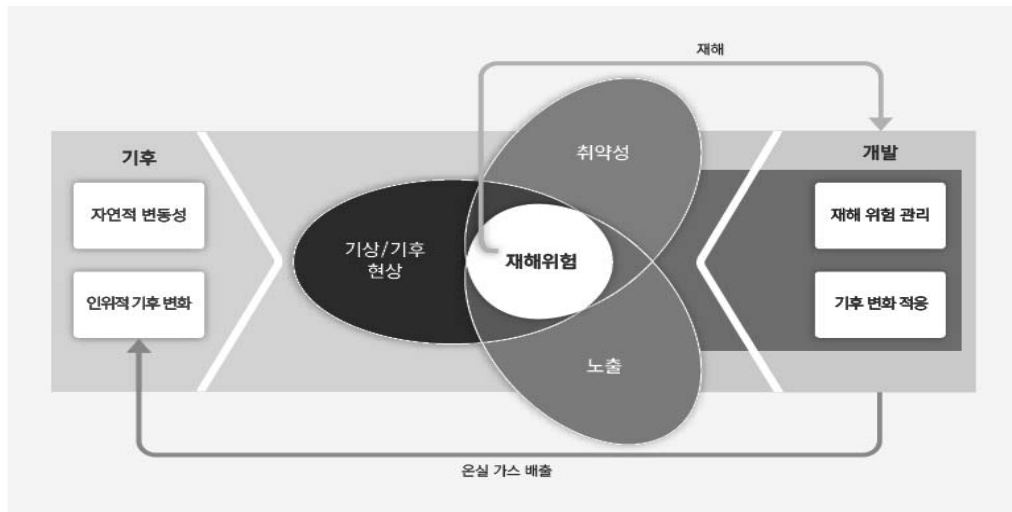
여기서 잠깐! 기후와 기상의 차이를 알아보까요?

기상과 기후의 차이점 (출처: 기상청)

기상은 대기 중에서 일어나는 각종 물리 현상으로서 바람·비·구름·눈·무지개 등 대기 중에서 일어나는 여러 가지 대기 현상을 말함. 기상업무법에서는 대기의 정적 및 동적 상태를 가리키는 뜻으로, 기상이란 대기의 여러 가지 현상을 말한다고 정의하고 있습니다. 또한 기상의 구체적인 범위는 기상업무법시행령에 기압·기온·습구온도·증기압·이슬점온도·상대습도·바람·강수량·구름·증발량·일조시간·일사량 및 기타 현상 등으로 명시되어 있음. 때로는 대기의 상태를 포함한 일기 또는 날씨의 뜻으로 쓰이기도 함.

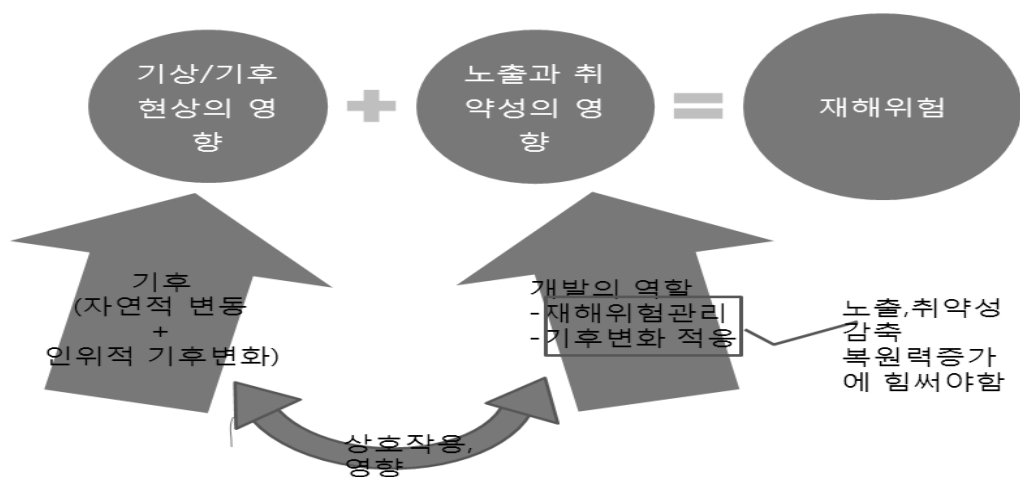
기후는 어떤 지역에서 규칙적으로 되풀이되는 일정 기간의 평균 기상 상황으로, 대기의 종합 상태 또는 대기 현상의 적분 결과라고 할 수 있음. 따라서 기후는 장소에 따라 달라지지 만 같은 장소에서는 일정한 것이 특징. 그러나 기후도 엄밀히 말하면 일정한 것이 아니고 수십 년 또는 수백 년이라는 긴 주기를 가지고 변화. 세계기상기구에서는 30년 동안의 평균값을 기준으로 삼고 있으며, 대개 온도·강수량 및 바람과 같은 지상 요소들인 경우가 많음.

기후 극한 상황에서 오는 피해의 성격과 강도는 극한 상황 그 자체뿐만 아니라 노출과 취약성에 따라서도 달라집니다. 이 보고서에서, 부정적 피해는 그것이 공동체나 사회의 일반적 기능에 광범위한 손상을 초래하고 심각한 변형을 야기할 때라고 말할 수 있습니다. 극한 기후, 노출, 그리고 취약성은 인위개변적인 기후 변화, 자연적 기후 변이성, 그리고 사회경제적 개발과 같은 넓은 범위의 요소들에 의해 영향을 받습니다. (그림 SPM.1). 기후 변화에 대한 재난 위험 관리와 적응은 위험을 완전히 제거시키지는 못하더라도, 노출과 취약성을 감소시키고 잠재적인 기후 극한 상황의 부정적 타격에 대한 유연성을 증가시키는 데에 집중합니다. (Figure SPM.2). 기후 변화 완화가 이 보고서의 핵심이 아니더라도, 적응과 완화는 서로를 보완할 수 있고 같이 기후 변화의 위험을 크게 줄일 수 있다. [SYR AR4, 5.3]



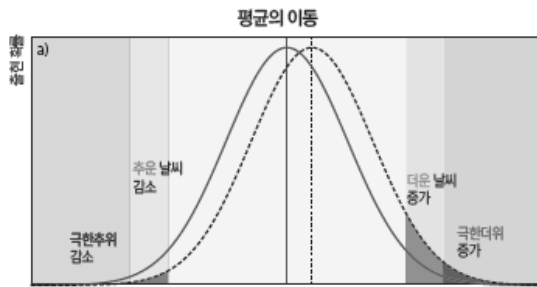
위의 그림이 학생들의 눈에 한눈에 파악하기 어려운 형태이지요?

아래 그림은 학생들을 위해 다시 한 번 정리한 그림입니다↴

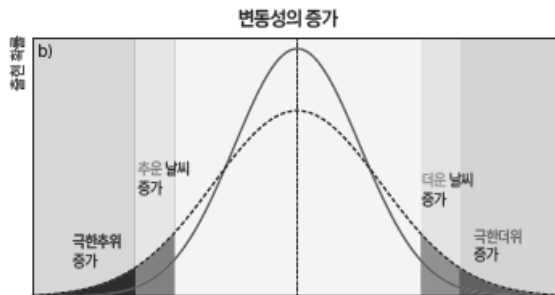


by. 안희수 SREX 내용에 전제되는 기본 틀

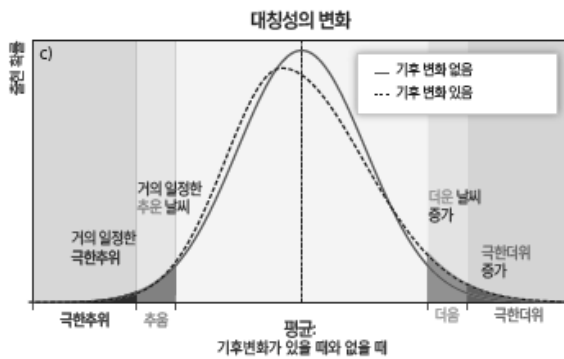
극한 상황에서의 변화는 평균, 분산, 또는 확률 분포의 형태 아니면 이것 모두의 변화와 연관될 수 있습니다 (Figure SPM.3).



평균의 변화그래프-평균(가장 분포도가 높은 중간 값을 보면 됨)이 더 더운 날씨 쪽으로 옮겨갔습니다.



분산의 형태변화- 더 덥거나, 추운 쪽으로 더욱 분산되었습니다.



점선이 기후변화 요소가 있을 때의 그래프임.

확률분포(=대칭성)의 형태 변화- 확률 분포가 더 더운쪽, 더 추운 쪽에서 증가하고, 중간 값에서의 확률 분포는 줄어들었습니다.

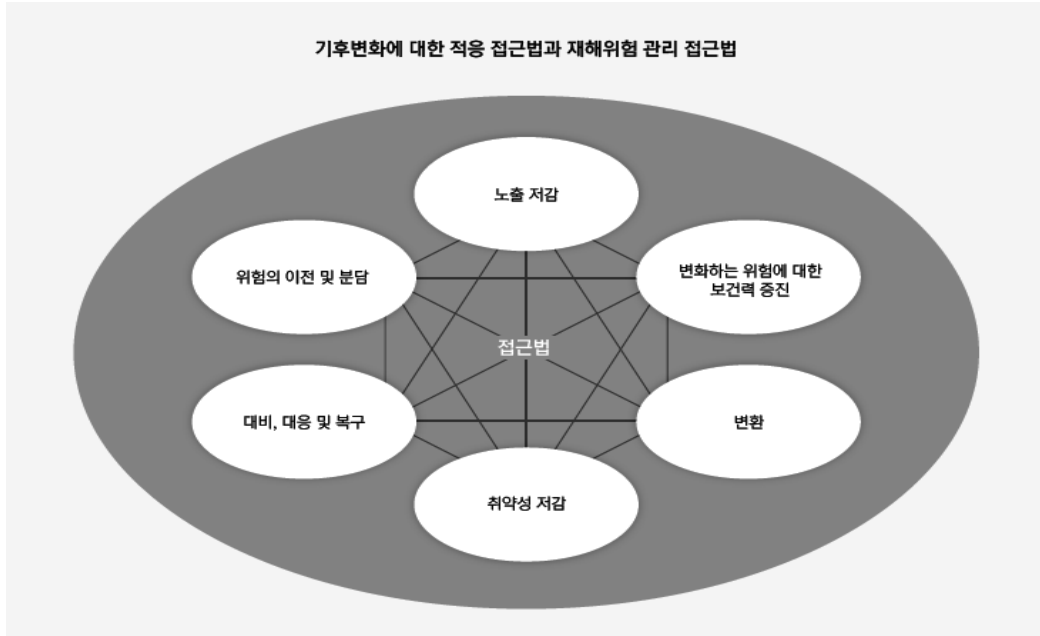


그림 SPM.2 - 변화하는 기후 속에서 재난 위험을 감소하고 관리하기 위한 적응과 재난 위험 관리 접근들. 이 보고서는 기후 극한 상황과 재난의 위험을 줄이고 변화하는 위험에 대한 유연성을 기르는 넓은 범위의 보완적 재난 위험 관리 접근을 평가합니다. 이러한 접근들은 겹칠 수 있고 동시에 추진 될 수 있습니다. [6.5, 그림 6-3, 8.6]

이 보고서는 여러 단체들이 연구한 기후 과학, 기후 타격, 기후 변화에 대한 적응, 그리고 재난 위험 관리 등의 몇 가지 명백한 역사적 연구로부터 여러 관점들을 종합합니다. 각각의 단체들은 서로 다른 관점, 어휘, 접근, 그리고 목표를 가지고 있습니다. 그리고 각각의 관점들은 각기 다른 지식적 기반의 상태와 그것들 간의 틈에 대해 중요한 통찰을 할 수 있도록 합니다. 많은 중요한 분석적 발견들은 이러한 공동체들 사이의 중간점으로부터 나옵니다. 이러한 중간점들은 또한 표 SPM.1.에 나와 있습니다. 핵심적 발견들의 정확도를 정확히 전달하기 위해 이 보고서는 박스 SPM.2.에 소개된 불확실성을 표현하는 어휘를 보고서 전반에 걸쳐 사용했습니다. 이 학생들을 위한 요약본의 문단에 대해 실질적인 내용을 찾아보고 싶다면, [](꺾쇠괄호)된 부분의 챕터로 가면 됩니다.

노출과 취약성은 재난 위험과 위험이 발견되었을 때 타격의 중요한 결정 요소입니다. [1.1.2, 1.2.3, 1.3, 2.2.1, 2.3, 2.5] 예를 들면, 열대 저기압은 그것이 어디에 그리고 언제 도착하느냐에 따라 정말 다양한 타격을 줄 수 있습니다. [2.5.1, 3.1, 4.4.6] 비슷하게, 열파는 서로 다른 인구에 그들의 취약성에 따라 서로 다른 영향을 줄 수 있습니다. [박스

4-4, 9.2.1] 인간의, 생태학적, 아니면 물리적 시스템에 대한 심한 타격은 개별적인 극한 기상이나 기후 사건으로부터 도출 될 수 있습니다. 심한 타격은 또한 노출과 취약성이 높은 곳에서 극하지 않은 현상으로부터도 도출 될 수도 있습니다. [2.2.1, 2.3, 2.5] 아니면 타격이나 사건이 복합적으로 영향을 미쳐 야기될 수도 있습니다. [1.1.2, 1.2.3, 3.1.3] 예를 들면, 극한의 열과 낮은 습도로 배가 된 가뭄은 산불의 위험을 증가시킬 수 있습니다. [박스 4-1, 9.2.2] 극한 그리고 비(非)극한 기상 혹은 기후 사건은 유연성, 대처 수용 능력, 그리고 적응 수용 능력을 변형시켜 미래 극한 사건에 대한 취약성에 영향을 미칩니다. [2.4.3] 또한 아직 국가를 이루지 않은 단계의 정부에서, 재해의 누적 효과는 미래의 재난에 대비하고 준비하는 사회와 공동체의 수용 능력, 생계수단 옵션, 그리고 자원에 영향을 미칠 수 있습니다. [2.2, 2.7] 변화하는 기후는 극한 기상과 기후 사건의 빈도, 강도, 공간적 확장, 지속도, 그리고 타이밍의 변화를 이끌고 선례 없는 극한 기상과 기후 사건을 발생 시킬 수 있다. 몇몇 기후 극한 상황은 (예를들면,, 가뭄) 개별적으로 보았을 때는 극한 상황이 아닌 기상,기후 사건이 축적된 결과일 수 있습니다. 많은 극한 기상·기후 현상은 여전히 자연적 기후 변동성의 결과일 것입니다. 자연적 변동성은 기후의 인위적 변화의 효과와 더불어 미래 극한기후를 형성하는 중요한 원인이 될 것입니다. [3.1]

2. 노출, 취약성, 기후 극한 상황, 영향,

그리고 재난 손실의 관측에 대하여 알아보까요?

※ 이번 문단부터는 글의 구성상 문체의 변화는 지양하였고, 어휘의 변화와 문단 밑에 검토자의 도움말을 붙이는 형태로 청소년들의 이해를 도왔습니다.

노출과 취약성은 역동적이고 시공간적 단위에서 변화합니다. 그리고 경제적, 사회적, 지리적, 인구학적, 문화적, 기구적, 정부적, 그리고 환경적 요인에 달려있다 (**높은 신뢰도**) [2.2, 2.3, 2.5] 개인과 공동체는 부와 교육, 장애, 그리고 건강 상태, 또 성별, 나이, 계급 그리고 다른 문화적 성격에 따라 발생하는 불평등 때문에 서로 다른 노출성과 취약성을 지닌다. [2.5]

주거양식, 도시화, 그리고 사회경제적 조건의 변화는 기후 변화의 취약성과 노출에 있어 관측된 경향성에 영향을 미친다. (**높은 신뢰도**). [4.2, 4.3.5] 예를 들어, 작은 섬들과 거대 삼

각주를 포함하는 해안 주거지와 산악 주거지는 선진국과 개발도상국 모두에서 극한기후에 노출되고 취약하지만 지역과 국가 간에는 차이가 존재한다. [4.3.5, 4.4.3, 4.4.6, 4.4.9, 4.4.10] 급속한 도시화와 대도시의 성장은 특히 개발도상국에서 비공식 주거지와 부적절한 토지 관리로 인해, 매우 취약한 도시 공동체의 출현을 유발했다(높은 동의수준, 강한 증거수준). [5.5.1] 9.2.8 및 9.2.9의 사례 연구 참고. 취약한 인구집단에는 난민, 이주민, 경계 지역에서 살고 있는 사람들이 또한 포함된다. [4.2, 4.3.5]

검토자도움말: 즉, 자연, 기후, 환경 조건이 유사하더라도 주거양식, 도시화, 사회경제적 조건들의 차이에 따라 노출, 취약성이 다양하게 나타날 수 있다는 의미입니다. 비공식 주거지는, 개발도상국에서 중심도시 외곽에 나타나는 도시빈민가들의 가난하고 불안정한 주거 집단을 떠올리면 됩니다.

기후 극한 현상과 영향

1950년 이래 수집된 관측결과로부터 일부 극한기후변화에 대한 증거가 도출되었다. 극한 상황에서 관측된 변화들에 대한 확신은 지역에 따라, 그리고 서로 다른 극한 상황에 모두 걸치는 데이터의 질과 양, 그리고 이러한 데이터를 정리하는 연구에 대한 사용가능성에 달려 있다. 특정 지역적, 전 지구적 단위의 특정 극한 상황에서의 관측된 변화에 대해 ‘낮은 신뢰도’를 지정하는 것은 이러한 극한 상황 변화의 가능성을 반드시 암시하지 않다고 해서, 배제하는 것은 아니다. 극한 상황은 드물다. 이것은 그것들의 강도나 빈도 변화에 주목한 평가를 위한 자료가 적다는 것을 의미한다. 그 사건이 드물수록 장기간의 변화를 확인하기가 어렵다. 특정 극한 상황의 전 지구적 단위의 경향은 특정한 극한 상황에서의 지형적 통일감에 따라 어떤 지역 단위 경향보다 더 신뢰가 가거나 (예를 들면, 극한기후) 덜 신뢰가 갈 수 있다(예를들면, 가뭄). 뒤따르는 문단에서는 1950년도부터 시작된 관측에 의한 특정 기후 극한 상황의 묘사를 제공할 것이다 [3.1.5, 3.1.6, 3.2.1]

검토자 도움말: ‘낮은 신뢰도’를 지정하는 것은 이러한 극한 상황 변화의 가능성을 반드시 암시하지 않다고 해서, 배제하는 것은 아닙니다. 앞으로의 글에 이러한 표현이 많이 나오는데, 신뢰수준이 낮더라도 내용의 주의해서 읽어볼 필요가 있다는 의미를 함축하는 듯합니다. 자료가 부족할 뿐이지, 저명한 학자들에 의해 연구되고 정리된 내용이기 때문입니다. 또한 신뢰수준이 낮은 현상들이 가뭄, 열대저기압 등인데 우리 생활과 밀접한 관련이 있으므로 더욱 주의해서 읽어볼 필요가 있습니다.

전 지구적 규모에서 볼 때, 추운 낮과 밤 일수의 전반적 감소와 따뜻한 낮과 밤 일수의 전

반적 증가가 있었을 가능성이 매우 높다. 즉, 대부분의 육지 지역에 대해 충분한 자료가 존재한다. 이러한 변화들이 또한 북아메리카, 유럽, 그리고 오스트레일리아에서 대륙 단위로 발생할 가능성도 있다. 그곳에서도 아시아처럼 일일 기온 극한 낮기온이 따뜻해지고 있는 성향이 있다는 것에 대한 신뢰수준은 보통이다. 아프리카와 남아메리카의 매일의 기후 극한 상황의 관측된 경향에 대한 확신은 지역에 따라 낮음에서부터 중간까지로 다양하다. 충분한 자료를 가진 지구 위의 많은 지역에서 온난 기간(warm spell)이나 열파의 길이나 횟수가 증가했다는 데에 대한 신뢰수준은 보통이다. [3.3.1, 표 3-2]

일부 지역에서는 호우 현상의 발생 횟수에서 통계적으로 유의한 추세가 나타났다. 이 지역들 중 보다 많은 지역이 감소보다는 증가를 경험했을 것으로 보이나, 이 추세는 지역과 소 지역에 따라 변동이 크다. [3.3.2]

검토자 도움말: 추운낮/밤, 더운 낮/밤의 일수는 전 지구적으로 보면, 즉 큰 범위에서 보면 증가 경향이 뚜렷하지만, 대륙별로 보면 신뢰수준이 보통이라고 했습니다. 호우현상의 발생횟수에도 유의한 추세가 나타났다는 것도, 위의 문장이 말해주듯이 많은 지역, 큰 범위에서 보았을 때는 증가가 통계적으로 보이지만, 작은 지역에 대해서는 변동이 있을 수 있다는 말입니다.

장기간(즉, 40년 이상) 관측된 열대 저기압 활동(즉, 강도, 빈도, 지속기간)의 증가는, 과거 관측 능력의 변화를 고려했을 때, 신뢰수준이 낮다. 주요 북부와 남반구 중위도 온대성 저기압(폭풍)의 진로가 극쪽으로 변했다는 가능성은 크다. 데이터 비균질성 및 모니터링 시스템의 부적절성 때문에 토네이도와 우박 같이 작은 공간 규모의 현상에서 관찰된 것에 대해서는 신뢰수준이 낮다. [3.3.2, 3.3.3, 3.4.4, 3.4.5]

지구의 특정 지역은 더 강하고 긴 가뭄을 경험했다는 것, 특히 남부 유럽과 서부 아프리카, 하지만 어떤 지역에서는 가뭄이 덜 비번하고 덜 심하거나 짧다는 데에 신뢰수준이 보통이다. 예를 들면 중앙 북아메리카와 서북부 오스트레일리아가 그렇다. [3.5.1]

지역 규모에서 홍수의 크기와 빈도에 대하여 관측된 기후로 인한 변화를 평가함에 있어 이용 가능한 증거는, 관측소에서 측정된 이용 가능한 홍수 계측 기록의 시공간적 한계와 토지 이용 변화 및 공학기술의 복합 효과로 인해, 그 증거수준이 제한적이거나 보통이다. 더욱이, 이 증거수준에 대한 동의수준은 낮으며, 따라서 심지어 이들 변화의 징후에 관한 전지구적

규모에서의 신뢰수준도 전반적으로 낮다. [3.5.2]

해안선 상승과 연관된 극한 해안선 만조의 증가가 증가했을 가능성이 있다. [3.5.3]

몇몇 극한 상황들이 온실가스의 대기 축적의 증가를 포함한 인위개변적인 영향의 결과로 변화해왔을 가능성이 있다. 인위 개변적 영향들이 전 지구적 단위에서 매일의 극한 최소와 최대 온도의 온난화로 이끌었다는 데에 높은 신뢰도가 있다. 인위개변적 영향이 전 지구적 단위에서 극한 강수량의 증가에 공헌했다는 데에 중간 정도의 신뢰도가 있다. 평균 해수면의 상승으로 인한 극한 해안선 만조의 증가에 인위 개변적 영향이 있을 가능성이 있다. 과거 열대 저기압 기록들의 불확실성, 열대 저기압 계측값을 기후변화와 연관시키는 물리적 메커니즘에 대한 불완전한 이해, 그리고 열대 저기압 변동성의 정도로 인해 열대 저기압 활동에서 관측 가능한 변화의 원인을 인위적 영향으로 보는 데 대한 신뢰수준은 낮다. 단일 극한 현상의 원인을 인위적 기후변화로 보기는 힘들다 [3.2.2, 3.3.1, 3.3.2, 3.4.4, 3.5.3, Table 3-1]

재해 손실

기상(그리고 기후)과 관련된 재해로 인한 경제적 손실들은 증가해왔지만, 커다란 공간적 그리고 연간 변화를 보인다(높은 신뢰도, 높은 동의율에 기초함, 중간정도의 증거). 지난 몇 십년간에 걸쳐 보고된 세계적 기상(그리고 기후)으로 인한 재해 손실들은 화폐로 수치화했을 때 자산에의 직접적인 타격을 반영했고 불평등하게 분포하고 있다. 연간 손실의 추정량은 1980년부터 미국 달러 십억달러에서 2000억 달러(2010년 달러환율)까지 다양했고, 2005년 (허리케인 카트리나의 영향)에 가장 높은 수치를 보인다. 인간의 삶에서의 손실, 문화 유산, 그리고 생태계 역할과 같은 많은 영향들을 화폐가치로 환산하기 어렵기 때문에 손실 추정에 잘 반영되지 않고, 손실 측정들은 최솟값의 추정이다. 몇몇 지역과 분야에서 간접적인 경제적 영향뿐만 아니라 비공식적 혹은 비문서화된 경제적 측면에의 타격은 중요하지만, 보고 되는 손실 추정에서 일반적으로 잘 헤아려지지 않는다.

확실하지 않은 것들도 포함하여, 기상, 기후, 그리고 지구물리학적 현상들과 관련된 재해 손실들은 선진국에서 더 크다. 국내총생산(GDP)의 비율로 나타나는 치사율과 경제적 손실들은 개발도상국에서 더 높다(높은 신뢰도). 1970년에서 2008년까지의 기간 동안, 95%가 넘는 자연 재해로부터의 사망사건은 개발도상국에서 발생했다. 빠르게 팽창하는 자산 기반

을 가진 중소득 국가들은 커다란 짐을 가지고 있어왔다. 2001년에서 2006년의 기간동안, 위 비율이 저소득 국가에서는 0.3%정도 이고 고소득 국가에서는 0.1%보다 적은 반면, 제한적인 증거에 기초 했을 때 중소득 국가의 손실들은 국내총생산의 1%까지 쌓였다. 위험에 노출된 작은 나라에서는, 특히 작은 섬 개발도상국에서, 1970년에서 2010년까지의 기간 동안 재해로 인한 것과 재해로 인한 것이 아닌 것들을 평균 냈을 때, 국내총생산의 비율에 나타나는 손실들은 많은 사례들에서 1%를 넘고 매우 극한 상황에서는 8%로 특히 높다.

검토자 도움말: 경제적 피해는 선진국의 피해규모가 더 큼니다. 하지만 그것은 선진국이 경제규모 자체가 크기 때문일 것입니다. GDP에 대한 손실의 비율로 따지자면, 개발도상국이 훨씬 피해정도가 크다고 봐야합니다. 즉, 쉽게 말하면, GDP가 1000인 선진국의 피해가 10이고 GDP가 10인 개발도상국의 피해가 5라고 하면, 선진국의 피해규모가 더 크긴 하지만 개발도상국의 피해가 더 심각하다고 봐야하는 거죠.

사람들과 경제적 자산들의 증가하는 노출성은 기상(그리고 기후)와 관련된 재해로 인한 경제적 손실들의 장기적 증가의 주원인이다(높은 신뢰도). 부와 인구 증가에 맞춰 조정된 경제적 손실들의 장기적 추세들은 기후 변화로 인한 것으로 생각되지 않았지만, 기후변화의 역할은 배제되지 않았다(높은 동의율, 중간정도의 증거). 이 결론들은 현재까지의 연구들의 많은 한계점들에 취약하다. 취약성은 재해 손실의 주요 요인이거나, 아직 잘 설명되지 않는다. 다른 한계점들은: (1) 대부분의 자료들이 선진국에서 표준 경제 분야에 대해 유효하므로, 자료 유효성 (2) 대부분의 연구들이 관찰된 추세나 변화 원인으로서의 인간 영향에 대한 신뢰도가 낮은 열대 저기압에 집중하고 있으므로, 연구된 위험들의 유형 두 번째 결론은 추가적 한계점들에 취약하다: (3) 시간이 지남에 따라 잃어버린 자료들의 조정에 사용되는 과정들, 그리고 (4) 기록들의 연속 기간 [4.5.3]

3. 기후 변화에 대한 재난 위험 관리와 적응에 있어 기후 극한 상황과의 과거 경험의 영향에 대해 알아보까요?

기후 변화와의 과거 경험은 재난 위험 관리와 적응에 대한 효과적인 이해에 도움을 준다.

기후 극한 상황 타격의 심각도는 이러한 극한 상황에 대한 노출과 취약성에 크게 달려있다. 노출과 취약성의 경향은 재난 위험의 변화에 대한 주요 요인들이다. (높은 신뢰도) [2.5] 노출과 취약성 둘 다의 다면적인 성격을 이해하는 것은 어떻게 기상과 기후 사건이 재난 발

생에 영향을 주는지 이해하고 효과적인 적응과 재난 위험 관리 전략을 디자인하고 효력을 부여하는 데 있어서 선행조건이다 [2.2, 2.6] 취약성 감소는 적응과 재난 위험 관리의 핵심 공통 요소이다. [2.2, 2.3]

개발 방식, 정책, 결과는 개발의 단점들로 인해 증가될 수도 있는 재해 위험을 구체적으로 설명함에 있어 매우 중요하다(높은 신뢰수준). [1.1.2, 1.1.3] 높은 노출과 취약성은 일반적으로 환경 파괴, 위험한 지역이 급격하고 비계획적 도시화, 통치의 실패, 그리고 가난한 이들을 위한 생계수단 옵션이 부족 등의 뒤뜰린 개발 과정의 결과물이다 [2.2.2, 2.5] 증가하는 경제적 그리고 생태적 시스템의 전 국가적인 연계와 공통의 상호의존성은 취약성과 재난 위험을 증폭시키거나 감소시키면서 가끔 상반되는 결과를 가질 수 있다. [7.2.1] 국가들은 국가적 개발과 지구 계획에 있어서 재난 위험의 고려를 포함하거나 기후 변화 적응 정책을 받아들인다면 취약한 지역과 그룹을 대상으로 이러한 계획과 정책들을 행동으로 옮기면서 더 효과적으로 재난을 관리할 수 있다 [6.2, 6.5.2]

재난과 재난 위험 감소에 대한 자료들은 지역적 단계에서는 부족하다. 그것은 지역적인 취약성 감소의 발전을 억제한다. (높은 동의, 중간 정도 증거) [5.7] 국가적 재난 위험 관리 시스템과 관련된 위험 관리 측정의 적은 수의 예시가 있다. 그것은 명백하게 지식과 그리고 노출, 취약성, 그리고 기후 극한 상황의 보고된 변화의 불확실성을 종합한다. [6.6.2, 6.6.4]

불평등은 지역적인 대처와 적응 수용능력에 영향을 미친다. 그리고 지역에서 국가적 단계까지의 재난 위험 관리와 적응 도전을 제시한다. (높은 동의, 확고한 증거) 이러한 불평등은 사회경제적, 인구학적, 그리고 건강 관련 차이와 통치, 생계수단에 대한 접근, 명칭 부여, 그리고 다른 요소들의 차이들을 반영한다. [5.5.1, 6.2] 불평등은 또한 많은 국가에 걸쳐 존재한다. 개발된 국가들은 개발 중인 국가들보다 종종 명백한 측정들에 적응하고 효과적으로 반응하고 보고된 노출, 취약성, 그리고 기후 극한 변화에 적응하고 더 재정적으로 그리고 기구적으로 준비되어 있다. 그럼에도 불구하고 모든 국가들은 평가, 이해, 그리고 반응하는 데에 있어서 어려움을 마주한다. [6.3.2, 6.6]

인도주의적인 구제는 종종 재난 위험 감소 측정이 부재하거나 부적절할 때 필요하다. (높은 동의, 확고한 증거) [5.2.1] 규모가 작거나 경제적으로 덜 다각화된 국가들은 재난 위험 관리와 관련된 공공재를 마련하는 데에 있어서 특정한 어려움을 마주한다. 기후 극한 상황과 재난으로 인한 손실을 흡수하고 재건립과 안정을 돕는데 있어서 그러하다. [6.4.3]

검토자 도움말: 문단들은 길지만, 내용은 하나로 압축할 수 있겠습니다. 국가마다 개발정도가 다르고, 지역마다 인구, 환경, 경제 등의 측면에서 제각기 다릅니다. 물론 개발 수준이 낮은 국가들이나 규모가 작은 지역들의 노출과 취약성이 낮겠죠. 보고서는 불평등이라 표현하고 있습니다. 불평등으로 인한 재해위험 감소의 어려움을 줄이기 위해서는, 국가 간의 상호작용이나 국가적 차원의 구제가 필요하다는 내용을 담고 있습니다.

재난 이후 회복과 재건립은 기상과 기후 관련 재난 위험을 감소시키기 위한 그리고 적응 수용 능력을 증가시키기 위한 기회를 마련한다. (높은 동의, 확고한 증거) 급격하게 재건축되는 집들, 재건립 기반, 그리고 복원하는 생계수단에 대한 강조는 종종 취약성을 재생산시키거나 아니면 아예 증가시킬 수 있다. 그리고 그것은 유연성과 지속가능한 개발을 확보하기 위한 장기적 계획과 정책 변화를 미리 배제한다. [5.2.3] 또한 8.4.1.과 8.5.2. 부분의 평가를 보라. 기후변화 적응과 재해위험감소 전략의 설계와 실행은 단기간에는 위험을 감소시키지만 장기간에는 노출과 취약성을 증가시킬 수 있기 때문에 노출과 취약성의 시간적이고 공간적인 조건에 주의하는 것은 매우 중요하다. (높은 정도의 동의, 중간 정도의 근거) 예를 들어 제방 설치는 즉각적인 보호를 함으로서 홍수로부터 노출되지 않도록 할 수 있지만, 동시에 장기적으로는 위험을 증대시키는 주거 양식을 조장할 수 있다. [2.4.2, 2.5.4, 2.6.2] (1.4.3, 5.3.2, 8.3.2 섹션에 있는 평가 참고)

검토자 도움말: 장기적 영향을 고려하지 않고 빠르게만 진행된 복구 작업은 소용이 없습니다.

국가적 체제는 국가의 관찰되고 예측되는 노출, 취약성, 그리고 이상기후에 대한 대응 역량의 중심에 있다. (높은 정도의 동의, 확고한 근거) 효과적인 국가 체제는 국가와 하위 부처, 사기업, 연구 기관, 그리고 시민 단체 등 국가 내의 여러 주체들을 포괄하며, 각자의 기능과 역량에 따라서 상이하지만 상호 보완적인 역할을 수행한다. [6.2]

재해위험감소와 기후변화 적응이 더 밀접하게 융화되고, 그것들이 지역적, 지방적, 국가적, 그리고 국제적인 개발 정책과 관행에 사용된다면 모든 단계에서 혜택이 돌아올 수 있다. (높은 정도의 동의, 중간 정도의 근거) [5.4, 5.5, 5.6, 6.3.1, 6.3.2, 6.4.2, 6.6, 7.4] 국제적으로 인정된 바와 같이 사회 복지, 삶의 질, 기반 시설, 그리고 생계 문제를 공략하고, 여러 위험 요소를 반영해서 계획과 재난 행동 대책을 수립하는 것은 장기적으로 이상기후에 적응하는 것을 가능케 한다. [5.4, 5.5, 5.6, 7.3] 전략과 정책은 다양한 스트레스 요인, 우선되는 가치, 그리고 정책 목적이 존재한다는 사실을 인정할 때 가장 효과적이다. [8.2,

검토자 도움말: 여러 측면을 고려한 대책만이 장기적으로 가장 효과적일 수 있겠죠.

4. 미래의 극한 기후, 영향, 그리고 재난 피해에 대해 알아보까요?

자연적인 기후 변동성, 인위적 활동에 의한 온난화, 그리고 사회경제적인 개발에 따른 노출, 취약성, 그리고 극한 기후의 변화는 극한 기후가 인간과 자연에 미치는 영향을 변화시킬 수 있다.

극한 기후와 영향

극한 기후의 방향과 규모를 예측하는 것에 대한 신뢰도는 여러 요인에 따라서 변하는데, 예를 들어 극한 기후의 종류, 관측된 데이터의 질과 양, 지역과 계절, 기반하는 과정에 대한 이해도, 그리고 시뮬레이션의 신뢰도 등이 영향을 미친다.¹⁰⁾ 여러 배출 시나리오에 따른 예측되는 변화는 다가오는 20에서 30년 사이에는 크게 차이나지 않지만, 이러한 신호들은 같은 기간 동안의 자연적인 기후 변동성에 비해서는 상대적으로 작다. 어떤 극한 기후 현상들은 이 기간 동안의 예측된 변화의 신호가 불확실하다. 21세기 말까지의 예상된 변화에서는 극한 기후 현상의 종류에 따라서 모델의 불확실성 또는 배출 시나리오의 불확실성이 지배적이게 된다. 기후 체제의 가변적이고 복잡한 성질로 인해 이해가 충분히 되지 않은 기후 한계점을 넘는 낮은 빈도, 높은 피해의 변화가 일어날 가능성도 제외할 수 없다. 특정 이상 기후 현상에 대해서 ‘낮은 확신’을 주장하는 것은 일어날 가능성을 완전히 배제하는 것이 아니다. 예측에 대한 가능성과 확신에 대한 다음 진단은 주로 21세기 후반에 대한 것이며, 20세기 후반 기후와 비교한 것이다.

모델은 21세기 말까지 극단 기온의 온난화가 진행될 것이라고 예측한다. 21세기 말까지 전 지구적인 차원에서 높은 일평균 온도의 빈도가 높아지고 강도가 커질 것이고 저온 극치는 줄어들 것이 확실하다. 대부분의 육지에서는 고온 현상과 열파의 기간이 길어지고 빈도가

10) 5.복사 물질에 대한 배출 시나리오들은 사회경제 및 기술 개발 경로들에 근거한다. 본 보고서에서는 “배출 시나리오에 관한 IPCC 특별 보고서(IPCC Special Report on Emissions Scenarios: SRES)”에 기술되고 추가적인 기후 사업들이 포함되지 않은, 2100년까지 확장된 40개 시나리오의 하위집합(B1, A1B, A2)이 사용된다. 이 시나리오들은 기후변화 전망에서 널리 사용되어 온 것으로서, 상당한 범위의 이산화탄소 상당 농도를 포괄하고 있지만 SRES에 포함된 시나리오들의 전 범위를 포함하고 있지는 않다.

높아지고 강도가 커질 가능성도 매우 높다. A1B와 A2 배출 시나리오에 따르면, 북반구 고위도 지역을 제외한 대부분의 지역에서 21세기 말까지 20년에 한 번 발생하는 고온은 2년에 한 번 발생할 정도로 빈도가 높아질 가능성이 높다. 북반구 고위도 지역에서는 5년에 한 번 발생하게 될 가능성이 높다. (그림 SPM.4A 참조) B1 시나리오 상에서는 20년에 한 번 발생하는 현상은 5년에 한 번 발생할 가능성이 높고, 북반구 고위도 지방에서는 10년에 한 번 발생할 가능성이 높다. 지역과 배출 시나리오 (B1, A1B, A2 시나리오를 따랐을 때)에 따라서 다르지만, 20년에 한 번 발생하는 하루 최고 온도의 극치(즉, 1981-2000 사이에 한번만 초과되는 수치)는 21세기 중반까지 1°C 에서 3°C 높아질 가능성이 높고, 21세기 후반까지는 2°C 에서 5°C로 인상될 가능성이 높다. [3.3.1, 3.1.6, 표 3-3, 그림 3-5]

21세기에는 지구 곳곳에서 호우의 빈도와 전체 강수에서 호우의 비율이 높아질 가능성이 높다. 특히 고위도와 열대 지방에서 이러한 변화들이 일어날 것이고, 북쪽 중위도 지방의 겨울에 그러할 것이다. 열대 저기압과 연결된 호우는 진행되는 온난화에 따라 빈번해질 가능성이 높다. 어떤 지방에서는 전체 강수량이 감소하면서도 호우가 늘어날 것이라는 예측에 대해서 신뢰수준은 보통이다. 다양한 배출 시나리오 (B1, A1B, A2)에 따라서 지구 많은 지방에서 21세기 말까지 20년에 한 번 발생하는 연 최고 일일강수량이 5년에서 한 번에서 15년에서 한 번 정도로 잦아질 가능성이 높다. 대부분의 지방에서는 배출량이 많은 시나리오 (A1B와 A2)는 재현 기간이 짧아지는 것을 예측한다. 그림 SPM.4B 참조. [3.3.2, 3.4.4, 표 3-3, 그림 3-7]

평균 열대 저기압 최대 풍속이 증가할 가능성이 높지만, 모든 대양분지에서 변화가 일어나지 않을 수는 있다. 전 지구적인 차원에서 열대 사이클론의 빈도가 낮아지거나 변하지 않을 가능성이 높다. [3.4.4]

열대지방 외의 저기압의 횡수의 모든 반구에 걸친 평균이 낮아진다는 예측에 대한 확신은 중간 정도이다. 열대지방 외의 저기압 활동에 대한 자세한 지리적인 예측에 대한 확신은 낮지만, 열대지방 밖에서 일어나는 저기압이 양 극과 가까워질 것이라는 예측에 대한 확신은 중간 정도이다. 다양한 현상들이 영향을 미칠 수 있고 현재의 기후 모델만으로는 충분히 예측할 수 없기 때문에 공간적으로 규모가 작은 토네이도와 우박의 예측에 대한 신뢰수준은 낮다. [3.3.2, 3.3.3, 3.4.5]

21세기 중 감소된 강수량과 증가된 증발량으로 인해 특정 지역과 계절에 가뭄이 심해진다는 증거에 대한 확신은 중간 정도다. 이것은 유럽 남부, 지중해 연안, 유럽 중부, 북아메리

카 중부, 중앙아메리카, 멕시코, 브라질 북동부, 그리고 아프리카 남부 등의 지역에 해당된다. 그 외 지역에서는 (모델과 건조도 지표에 따라) 일관성이 없는 예측 때문에 전체적으로 증거에 대한 확신이 낮다. 정의에 대한 문제, 관측된 데이터의 부재, 그리고 가뭄에 영향을 미치는 모든 요인을 포함시키지 못하는 모델로 인해서 가뭄 예측에 대해서 신뢰수준은 보통 이상이 되지 않는다. 그림 SPM.5 참조. [3.5.1, 표 3-3, 상자 3-3]

전체적으로 하천 홍수에 대한 예측의 확신은 낮지만, 예측된 강수량과 기온 변화는 홍수의 변화를 암시한다. 증거가 불충분하고 지역적인 변화의 원인은 복잡하기 때문에 확신이 낮지만, 이 명제에 대한 예외는 존재한다. (물리적인 추론으로 미루어 보아) 호강수의 증가가 예측된 특정 지역에는 지역적인 홍수의 증가도 일어날 수 있다는 증거에 대한 신뢰수준은 보통이다. [3.5.2]

평균 해수면 상승이 극단적인 해안 만조 수치로 이어질 확률이 매우 높다. 다른 조건이 모두 동일할 때 또한 해수면 상승으로 인해서 이미 연안 침식과 침수 등의 부정적인 영향을 받는 지역이 미래에도 영향을 받을 확신도 높다. 평균 해수면 상승이 극단적인 만조 수치로 이어질 가능성도 매우 높으며, 이와 함께 열대 사이클론 최대 풍속이 증가할 가능성도 매우 높다. 이는 열대 지방에 있는 군소도서국가에 특별히 영향을 미친다. [3.5.3, 3.5.5, 상자 3-4]

열파, 빙하 후퇴 및/또는 영구동토 붕괴의 변화가 사면 불안정, 쇄설물의 이동, 빙하호 붕괴 홍수와 같은 고산 현상에 영향을 미칠 것이라는 데 대한 신뢰수준은 높다. 또한 호우의 변화가 특정 지역의 산사태에 영향을 미칠 가능성도 높다. [3.5.6]

검토자 도움말: 영구동토층이란, 한 대기후지역의 토양층 중 여름에도 녹지않는 부분을 말합니다. 영구동토층이 녹으면, 그 위의 건물이나 나무가 기울어지겠죠. 그래서 열파, 빙하 후퇴, 영구동토 붕괴로 인해 사면불안정이나 쇄설물의 이동, 빙하호 붕괴와 같은 고산현상이 발생할 수 있다는 것입니다.

자연 환경 변화의 대규모 패턴 예측에 대한 신뢰수준은 낮다. 앞으로 계절풍이 변화할 양상에 대한 과학적인 합의가 이루어지지 않았기 때문에 계절풍의 변화를 나타내는 예측에 대해서도 신뢰도가 낮다. 엘니뇨 에피소드들의 엘니뇨•남방 진동 변동성 및 빈도 변화에 대한 모델 전망들은 일치하지 않으며, 따라서, 이 현상의 변화 전망에 대한 신뢰수준은 낮다. [3.4.1, 3.4.2, 3.4.3]

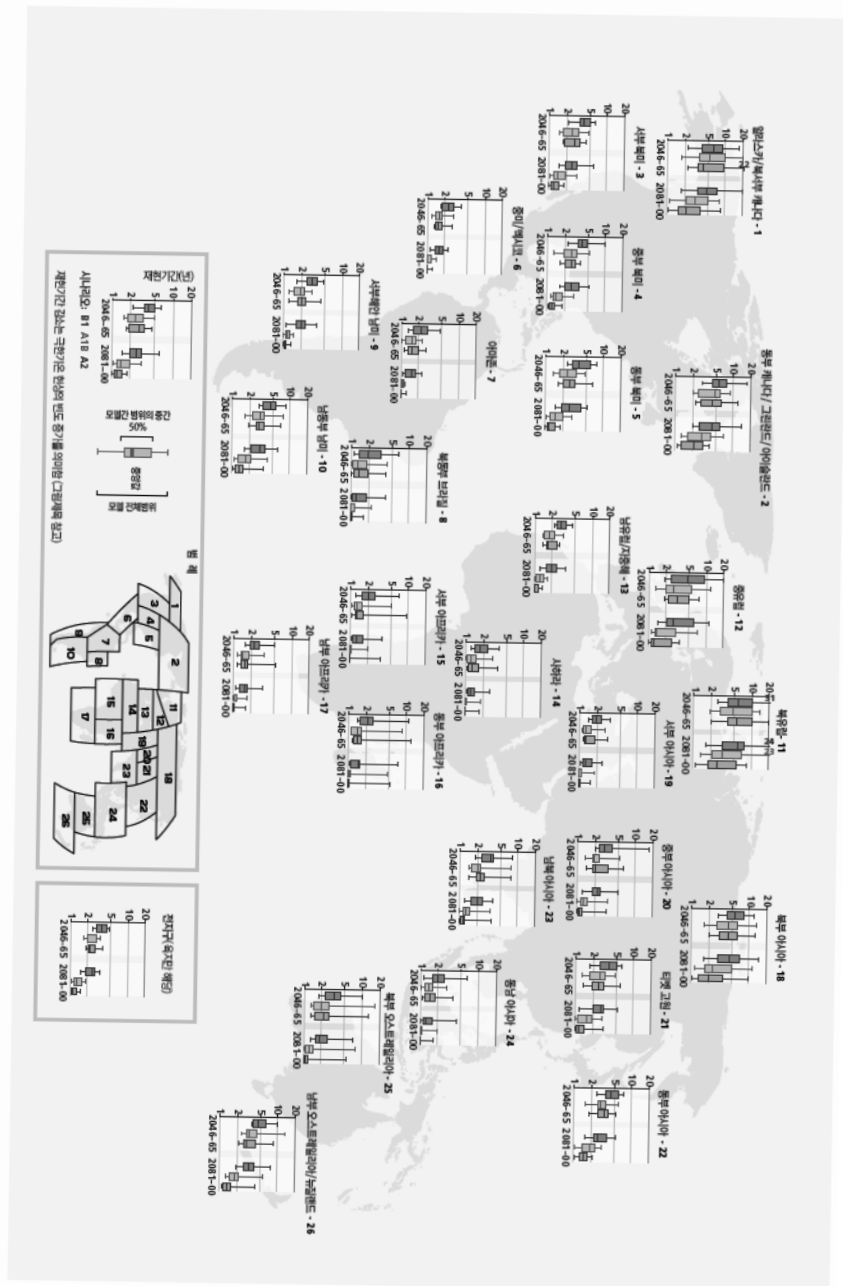


그림 3. SPM4A1 20세기(1981~2000년)의 20년 기간 동안 평균 1회 초과되었던 일 최고기온에 대한 재현 주기 전망. 재현 주기의 길이는 극한 기온 발생이 더욱 빈번해질(즉, 평균적으로 한사 발생 건의 간격이 짧아짐)을 의미한다. Box plots은 결과를 3가지 SRES 배출 시나리오(B1, A1B, A2)에 대한 지역 평균 전망 결과를 2006~2065년과 2081~2100년의 두 기간에 대하여 20세기 말과 비교하여 보여준다(변태 참고). 결과들은 '결합 모델 상호 비교 프로젝트(Coupled Model Intercomparison Project)'의 3단계(CMIP3)에 사용된 12개 지구 기후 모델(GCM)에 기초한 것이다. 모델들 간의 일치 정도는 색상된 Box의 크기(Box에는 모델 전망들의 50%가 포함된다)와 (모든 모델들로부터 얻은 최고 및 최저 전망치를 보여주는) 위스커 whiskers의 길이로 표시된다. 지역 범위의 정역에 대해서는 변태 참고. 간혹은 오직 육지 지점에 대해서만 계산된 것이다. "지구(육지)만 해당"에 삽입된 Box는 오드 육지(지점 grid points)를 사용하여 계산된 결과를 보여준다. [3.3.1, Fig. 3.1, Fig. 3.5]

재현기간 범위가 모든 대륙에서, 모든 시나리오에서 내려가고 있음을 발견할 수 있다. 즉, 비정상적으로 높은 일평균 기온의 출현 빈도가 높아짐을 의미한다.

인간에의 영향과 재해 손실

극한현상은, 물, 농업 및 식량 안보, 임업, 보건, 관광과 같이 기후와 더 밀접한 관련이 있는 부문에 더 큰 영향을 미칠 것이다. 예를 들어, 집수지 규모에서 특정 변화를 신뢰할 수 있을 정도로 전망하는 것은 현재 불가능하지만, 기후변화가 물 관리 시스템에 심각 한 영향을 미칠 가능성이 있다는 데 대한 신뢰수준은 높다. 하지만, 기후변화는 많은 경우에서 미래 변화의 동인 중 하나일 뿐이 며, 반드시 국지 규모에서 가장 중요한 동인이 되는 것은 아니다. 기후-관련 극한현상은 기반시설에도 큰 영향을 미칠 것으로 예상되지만, 가능성 및 전망되는 손해에 대한 상세한 분석은 몇몇 국가, 기반시설 유형 및 부문들에 국한되어 있다 [4.4 .3.2, 4.3.5]

많은 지역에서, 어떤 극한기후로 인한 경제 손실의 미래 증가의 주요 동인은 사실상 사회경제적 동인일 것이다(보통 동의수준, 제한된 증거수준에 근거한 보통 신뢰수준). 극한기후는 위험에 영향을 미치는 요소 중 하나일 뿐임에도 불구하고, 손실의 결정요소로서 인구의 변화, 사람 및 자산의 노출, 취약성의 효과를 특별히 정성화한 연구는 거의 없다. 하지만, 이용 가능한 소수의 연구에 서는 위험에 노출된 인구 및 자본에 대해 전망되는 변화(증가)의 중요한 역할을 강조한다. [4.5.4]

검토자 도움말: 극한 기후, 극한현상으로 인한 미래 손실의 원인중 하나는 기후변화일 것입니다. 왜냐하면 기후와 관련된 부분에서의 피해가 대부분이기 때문이지요. 하지만, 기후변화가 오직 하나의 중요한 원인이라고 단정 지을 수 없다고 합니다. 많은 지역에서 사실상 미래손실 증가의 원인은 사회경제적 원인(인구변화, 노출성, 취약성)이라고 볼 수 있기 때문이지요. 하지만 이 부분에 대해서는 아직 많은 연구가 이루어지지 않았다고 합니다. 검토자가 덧붙여 강조하고 싶은 것이 있는데, 극한 현상으로 인해 타격을 받는 기후와 관련된 부분 중 하나가 물 관리 시스템에 대해서 강조하고 있는 걸 보면, 우리나라가 물 부족 국가인 것이 미래에 더 큰 위험으로 다가올 수 있음을 생각해 봐야겠습니다.

노출 증가는 열대 저기압으로 인한 직접 경제 손실의 증가를 야기할 것이다. 손실은 열대 저기압 빈도 및 강도의 미래 변화에도 좌우될 것이다(높은 신뢰수준). 온대 저기압으로 인한 총 손실 또한 증가하겠지만, 일부 지역에서는 감소하거나 변화가 없을 가능성도 있다(보통 신뢰수준). 추가 보호 대책이 없는 경우 많은 장소에서 미래 홍수 손실이 증가하겠지만(높은 동의수준, 보통 증거 수준), 추정되는 변화의 크기는 장소, 사용된 기후 시나리오, 강의 흐름 및 홍수 발생에 대한 영향을 평가하는 데 사용된 방법에 따라 크게 변한다. [4.5.4]

극한기후에 관련된 재해는 인구 이동 및 재배치에 영향을 미치며, 따라서 유입 공동체와 유출 공동체에 영향을 미친다(보통 동의수준, 보통 증거수준). 재해가 더 빈번하게/하거나 더 큰 규모로 발생한다면, 일부 지방(local area)은 생계를 유지하거나 살아갈 장소로서 한계상황에 처할 것이다. 그러한 경우에는, 이동 및 재배치가 영구적인 것이 될 수 있으며 재배치 지역에 새로운 압력이 가해질 수 있다. 산호섬(atoll)과 같은 장소에서는, 경우에 따라 많은 주민이 재배치되어야 할 가능성이 있다. [5.2.2]

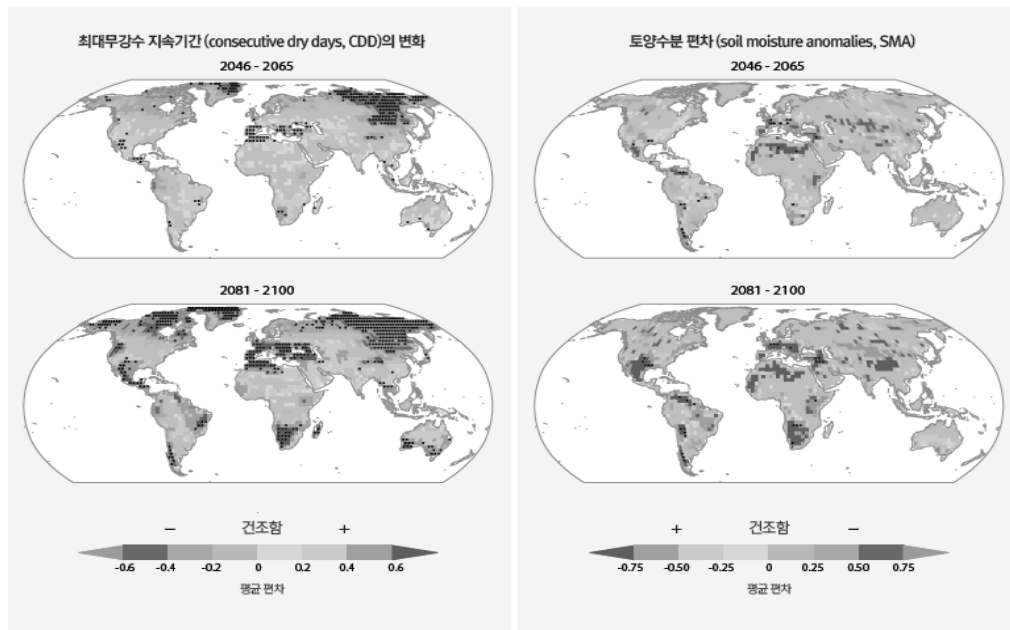


그림 SPM.5 | 두 지수에 의거해 평가된 연간 건조 변화 전망. 좌측: 최대무강수 지속기간(CDD, 강수량 < 1 mm인 일수)의 변화. 우측: 토양 수분(토양수분 편차, SMA)의 변화. 건조 증가는 노란색~빨간색으로 표시된다; 건조 감소는 초록색~파란색으로 표시된다. 전망된 변화는 3개 20-년 기간, 즉 1980-1999년, 2046-2065년, 2081-2100년에서의 경년 변동성의 표준 편차 단위로 표현된다. 그림들은 20세기 말에 대한 대응 시뮬레이션에 관련된 배출 시나리오 SRES A2 하에서 GCM 시뮬레이션에 근거하여, 2046-2065 년과 2081-2100년의 두 시간 지평에 대한 변화를 20세기 말(1980-1999년)의 값과 비교하여 보여준다. 결과들은 CMIP3에 사용되는 17개 (CDD) 및 15개 (SMA) GCM 에 근거한 것이다. 색상 음영은 최소한 모델의 66%(CDD의 경우에는 17개 모델 중 12개, SMA의 경우에는 15개 모델 중 10개)에서 변화의 징후가 일치한 지역들에 적용된다; 최소한 모든 모델의 90% CDD의 경우에는 17개 모델 중 16개, SMA의 경우에는 15개 모델 중 14개)에서 변화의 징후가 일치한 지역에 대해서는 반점이 추가된다. 회색 음영은 모델 간의 일치가 불충분한(66%) 지역을 표시한다. [3.5.1, 그림 3.9]

대부분의 대륙과 모든 시나리오에서 비정상적으로 많은 일평균 강수량이 출현하는 주기의

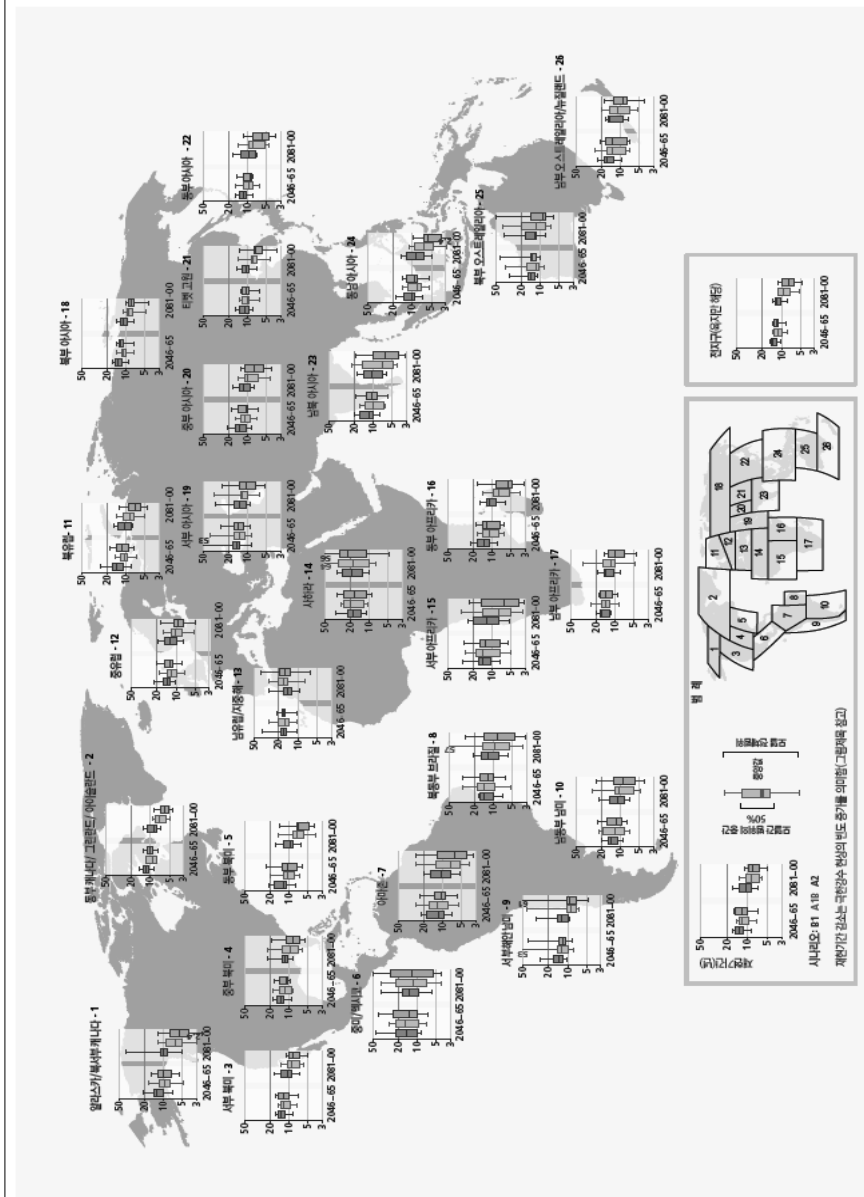


그림 3.1 2046-65년(2006-65년 대비) 기간 동안 평균 1번 초과되었던 극한 일 강수 현상에 대한 재현 주기 전의 재현 주기의 강수는 보다 빈번한 즉, 평균적으로 항상 발생 간의 간격이 짧아진) 극한 강수 현상을 의미한다. Box plots은 37가지 SRES 배출 시나리오(B1, A1B, A2)에 대한 지역 평균 전의 결과를 2046-2065년과 2081-2100년의 두 기간에 대하여 20세기 말과 비교 계산한(다행히 참고), 결과는 CMIP3에 사용된 14개 GCM에 기 포함 것이다. 모델들 간의 일치 정도는 색칠된 Box의 크기(이 Box에는 모델 전의들의 50%가 포함된다)와 whiskers의 길이(모든 모델들로부터 얻은 최고 및 최저 전의치를 보여줌)로 표시된다. 지역 범위의 정의를 위해 참고, 같은 오직 육지 시점에 대해서만 계산된 것이다. "자주"에 포함된 Box는 모든 육지 격자점(grid points)를 사용하여 계산된 것들이다. [3.2, Fig. 3.1, Fig. 3.7]

범위가 넓어졌음을 확인 할 수 있다. 특히 주기가 짧은 쪽으로의 변화 경향성도 확인할 수 있다.

5. 변화하는 극한기후와 재해 위험의 관리에 대해 알아보까요?

기후변화에 대한 적응과 재해 위험 관리는 극한기후 및 재해의 위험을 관리하기 위한 다양한 보완적 접근법을 제공한다(그림 SPM.2). 접근법을 효과적으로 적용하고 결합함에 있어 지속가능 발전의 광범위한 도전을 고려하면 혜택을 얻을 수도 있다.

Low-regrets 대책으로 불리는, 현재 기후와 다양한 미래 기후변화 시나리오 하에서 혜택을 제공하는 대책들은 노출, 취약성 및 극한기후의 추세 전망을 다루는데 있어 출발점으로 이용될 수 있다. 그러한 대책들은 현재 시점에서 혜택을 제공할 가능성을 가지고 있고 전망된 변화를 다루기 위한 토대가 된다(높은 동의수준, 보통 증거수준). 이 Low-regrets 전략들 중 많은 전략이 공동-혜택을 산출하고, 생계수단의 개선, 인간 복지 및 생물다양성 보전과 같은 다른 개발 목표들을 다루는 데 도움이 되며, 부적응의 범위를 최소화하는 데 도움이 된다. [6.3.1, 표 6-1]

가능한 Low-regrets 대책으로는 조기 경보 시스템; 의사결정자와 지역(local) 시민 간의 위험 정보교환; 토지 사용 계획을 포함 하는, 지속 가능한 토지 관리; 생태계 관리 및 복원이 있다. 다른 Low-regrets 대책으로는 보건 감시, 상수도, 위생 시설, 관개 및 배수 시스템의 개선; 기후변화에 대비한 기반시설의 보강; 건축법의 개발 및 강화; 보다 나은 교육 및 인식이 있다. [5.3.1, 5.3.3, 6.3.1, 6.5.1, 6.5.2] 사례 연구 9.2.11 및 9.2.14와 7.4.3의 평가 참고 .

효과적인 위험 관리는, 어떤 한 가지 조치나 조치 유형에 특별히 초점이 맞추는 것이 아니라, 위험을 감축 및 전가하고 현상 및 재해에 대응하기 위한 일련의 조치들을 포함한다(높은 신뢰수준). [1.1.2, 1.1.4, 1.3.3] 그러한 통합 접근법은 특수한 지역(local) 상황에 의해 알려지고 맞춰질 때 보다 효과적이다(높은 동의수준, 강한 증거수준) [5.1] 성공적인 전략에는 구조적인 사회기반시설-기반 대응과 개인적 및 제도적 능력 구축, 생태계-기반 대응과 같은 비구조적 해법들을 결합시키는 것이 포함된다. 다중-위험 관리 접근법은 복잡하고 복합적인 위험을 감축시킬 기회를 제공한다(높은 동의수준, 강한 증거수준). 많은 유형의 위험을 고려하면, 한 가지 유형의 위험을 표적으로 하는 위험 감축 노력으로 인해 현재와 미래에 다른 위험들에 대한 노출과 취약성이 증가될 가능성이 감소된다.[8.2.5, 8.5.2, 8.7]

재해 위험 관리와 기후변화에 대한 적응을 위한 국제 자원에서 시너지 효과를 창출할 기회가 존재하지만, 아직 완전히 실현되지 않고 있다(높은 신뢰수준). 재해 위험 감축을 위한 국

제적 재정 지원은 국제적 인도적 대응을 위한 지원 규모와 비교했을 때 아직 상당히 낮다. [7.4.2]

재해 위험 감축과 기후변화 적응을 촉진하기 위한 기술 이전 및 협력이 중요하다. 이 두 분야 간에서 기술 이전 및 협력이 충분히 조정되지 못했으며, 따라서 기술 이전 및 협력은 단편적으로 실행되었다. [7.4.3]

국제 수준에서의 더 강력한 노력이 반드시 지방(local) 수준에서 실질적이고 신속한 결과를 유발하는 것은 아니다(높은 신뢰수준). 국제적 규모부터 지방(local) 규모까지에 걸쳐 통합을 개선할 여지가 있다. [7.6]

현지 지식을 추가적인 과학 기술 지식과 통합함으로써 재해 위험 감축과 기후변화 적응을 개선할 수 있다(높은 동의수준, 강한 증거수준). 지방(local) 주민들이 변화하는 기후, 특히 극한 기상현상에 대한 그들의 경험을 다양한 방식으로 기록하면, 이 자기-생성 지식으로부터 공동체 내부의 기존 능력과 현재 중요한 결점들을 알아낼 수 있다. [5.4.4]

지방(local) 참여는 재해 위험 및 극한기후의 혜택 관리에 대한 공동체-기반 적응을 지원한다. 그러나, 인적 및 금융 자본 가용성의 개선과 지방(local) 이해관계자들에 맞춰진 재해 위험 및 기상 정보의 개선은 공동체-기반 적응을 강화할 수 있다(보통 동의수준, 보통 증거수준). [5.6.]

적시에 이루어지는 적절한 위험 정보교환이 효과적인 적응 및 재해 위험 관리에 있어 매우 중요하다(높은 신뢰수준). 불확실성과 복잡성의 명백한 특성화는 위험 정보교환을 강화한다. [2.6.3]

효과적인 위험 정보교환은 모든 이해관계자 집단 간에서 기후-관련 위험에 대한 지식을 교환, 공유, 통합함으로써 이루어진다. 개별 이해관계자들과 단체들 간에서는, 심리 문화적 요인, 가치, 신념에 의해 위험이 인식된다 [1.1.4, 1.3.1, 1.4.2] 7.4.5의 평가 참고.

모니터링, 연구, 평가, 학습, 혁신의 반복적 과정이 극한기후 상황에서 재해 위험을 감축하고 적응형 관리를 촉진할 수 있다(높은 동의수준, 강한 증거수준). [8.6.3, 8.7] 기후변화는 복잡성, 불확실성, 장기성을 가지므로, 적응 활동은 반복적 위험 관리 전략으로부터 혜택을 얻는다(높은 신뢰수준). [1.3.2] 강화된 관측 및 연구를 통해 지식 격차를 해소하는 것은 불

확실성을 감소시킬 수 있고 효과적인 적응 및 위험 관리 전략들을 설계함에 있어 도움이 될 수 있다. [3.2, 6.2.5, 표 6-3, 7.5, 8.6.3] 6.6 의 평가 참고.

검토자 도움말: 한 가지 위험에만 초점을 맞추고 한 방향으로만 이루어지는 위험감축노력은 한계가 있습니다. 오히려 다른 위험들에는 부정적인 영향을 미칠 수 있죠. 따라서 많은 유형의 위험을 고려하고, 여러 가지 해법들과 노력들이 결합한 조치들이 필요합니다. 위의 문단들 하나하나가 세부적인 내용이 됩니다. 모든 이해집단 간의 상호작용과 정보교환을 통해, 국가차원만이 아니라 현지의 경험과 지식도 도입하여, 국제적인 협력, 기술이전을 통한 해법들이 강조되고 있습니다.

표 SPM.1은 노출, 취약성, 극한기후에서 관측되고 전망되는 추세들이 어떻게 위험 관리 및 적응 전략, 정책, 대책에 영향을 미칠 수 있는지에 관한 예들을 보여준다. 의사 결정에 있어서의 추세의 중요성은 위험이 관리되는 시공간적 규모에서 그 추세의 크기 및 신뢰도에, 그리고 위험 관리 옵션들을 실행하는 데 이용 가능한 능력에 좌우된다(표 SPM.1 참고).

맹그로브란 무엇일까요?



맹그로브: 열대와 아열대의 갯벌이나 하구에서 자라는 목본식물의 집단으로 줄기와 뿌리에서 많은 호흡근이 내리고 열매는 보통 바닷물로 운반되나 어떤 종은 나무에서 싹이 터서 50-60cm 자란 다음 떨어지는 것도 있는 데 이를 특히 태생식물이라고 한다 (출처: 두산대백과)

내건성 작물이란 무엇일까요?

건조함에 강한 작물을 말합니다. 예를 들면 옥수수, 밀이 있죠. 반대로 습윤한 기후환경을 필요로 하는 작물에는 쌀이 있습니다.

윤작이란 무엇일까요?

같은 토지에서 해마다 몇 가지의 작물을 돌아가며 심는 것을 의미 합니다. 돌려짓기라고도 불립니다. 첫 번째 해에 작물a에 많이 필요한 영양분a가 토지에서 흡수되었다면, 두 번째 해에는 작물b를, 세 번째해에는 작물c를 심습니다. 그 동안 영양분a가 다시 보충되고 그 다음 해에 작물a를 또 심을 수 있습니다. 이러한 원리로 몇 가지 식물을 돌려 심어 생산성을 높일 수 있는 것이죠.

| 사례 | 위험 관리 규모에서의 노출과 취약성 | 공간규모 전체의 국한된 정보 | | | 위험 관리 및 적응을 위한 옵션 |
|--|--|--|---|---|-------------------|
| | | 지구 관측되고(1950년까지) 전망되는(2100년까지) 전지구적 변화 | 지역 관측되고(1950년까지) 전망되는(2100년까지) 변화 | 위험관리 규모 관측되고(1950년까지) 전망되는(2100년까지) 전지구적 변화 | |
| 유럽 도시 지역에서의 엘파의 영향 | 노출과 취약성에 영향을 미치는 요인으로는 연해, 산재 건강 상태, 이외 활동 정도; 빈곤과 사회적 고립을 비롯한 사회경제적 요인들; 농양의 전근로 및 사용; 시민의 식의 및 행동 적응; 도시 기반시설이 있다. [2.5.2, 4.3.5, 4.3.6, 4.4.5, 9.2.1] | 관측된 변화: 지구상의 (모든 지역은 아니지만) 많은 지역에서, 20세기 중반 이래 온난기 또는 엘파의 길이와 발생횟수가 증가했다는 데 대한 신뢰수준은 보통이다. 전지구 규모에서 온난한 및 온난아 발생 횟수가 증가했을 가능성이 매우 높다. 전망되는 변화: 대부분의 북지 지역에서 온난기 또는 엘파의 길이, 빈도 및/또는 강도가 증가할 가능성이 매우 높다. 전지구 규모에서 온난한 및 온난아의 빈도와 크기가 증가할 것이 사실일 것이다. [표 3-1, 3.3.1] | 관측된 변화: 유럽에서 엘파 또는 온난기의 증가에 대한 신뢰수준은 보통이다. 대륙 대부분에서 온난한 및 온난아가 전반적으로 증가했을 가능성이 있다. 전망되는 변화: 유럽에서 엘파 또는 온난기가 더 빈번하고, 더 짧고, 더 강해질 가능성이 있다. 온난한 및 온난아가 증가할 가능성이 매우 높다. [표 3.2, 표 3.3, 3.3.1] | 관측되고(1950년까지) 전지구적 변화 전망되는(2100년까지) 전지구적 변화 [3.3.1, 4.4.5] | |
| 미국 및 카리브해 지역에서 허리케인으로 인해 손실의 증가 | 인구 성장과 재산 가치의 상승으로 인해, 특히 멕시코 연안 지역과 미국의 대서양 연안을 따라, 노출과 취약성이 증가하고 있다. 이러한 증가는 건축 법규의 개선으로 일부 상쇄되었다. [4.6] | 관측된 변화: 열대 저기압 활동에서 관측된 장기(즉, 40년 이상) 증가에 대한 신뢰수준은, 관측 능력의 과거 변화들을 고려했을 때, 높다. 전망되는 변화: 열대 저기압의 전지구 빈도가 감소하거나 실질적으로 변하지 않고 유지될 가능성이 있다. 폭풍 열대 저기압 최대 폭속은 증가할 가능성이 있지만, 이 증가가 모든 해안 본지에서 나타나지 않을 수도 있다 열대 저기압과 관련된 호우가 증가할 가능성이 있다. 전망되는 해수면 상승은 열대 저기압 해일 영향을 더 심화시킬 것으로 예상된다 [표 3.1, 3.4.4] | 전지구 전망에 대해서는 전지구 변화 부분 참고 | 지구 모델들이 열대 저기압의 발생, 경로, 강도 발달에 관련된 요인들을 제한하게 모호할 수 있기 때문에, 특정 국가나 다른 장소와 관련하여 정보를 전달하는 모델의 능력은 제한적이다. [3.4.4] | |
| 식량 안보 속면에서 서아프리카의 가뭄 | 열 건조화된 농업 활동은 증가하는 개발적 강우, 가뭄, 극한 기상의 변동성에 대하여 지역을 취약하게 만든다. 취약성은 인구성장, 생태계 파괴, 천안 자원 남용과 빈약한 보건, 교육, 홍수 때문에 더욱 악화된다. [2.2.2, 2.3, 2.5, 4.4.2, 9.2.3] | 관측된 변화: 세계 어떤 지역에서는 더 강하고 더 긴 가뭄을 경험했지만 어떤 지역에서는 가뭄이 덜 빈번하거나, 덜 길거나, 더 많이 왔다는 데 대한 신뢰수준은 보통이다. 전망되는 변화: 일부 가뭄 및 지역에서 전방된 가뭄 종대에 대한 신뢰수준은 보통이다. 다른 지역에서는, 전방의 불확실성으로 인해 전반적으로 신뢰수준이 낮다. [표 3.1, 3.5.1] | 관측된 변화: 건조한성 증가에 대한 신뢰수준은 보통이다. 이전 40년보다 더 긴 건년 빈도수를 특정하는 하는 최근 몇 년간, 사헬 서부는 건조화 상태를 유지했지만 사헬 동부는 보다 습한 상태로 바뀌었다. 전망되는 변화: 모로 전방에서 장수의 불일치로 인해 신뢰수준이 낮다; [표 3.2, 표 3.3, 3.5.1] | 다양한 위험 추세에 대하여 노출과 취약성을 강조하는 Low-regrets 옵션들: • 전통적인 오수 및 지하수 채취 및 저장 시스템 • 물 수요 관리 및 개선된 관개 효율성 제도 • 토질 농업, 목축, 삼림수단의 다양화 • 가뭄에 강한 벼종 작물의 사용 증가 • 계절 예측을 가뭄 전방과 통합한 조기 경보 시스템과 연결 서비스를 포함한 통신의 개선 • 지역 및 국가 수준에서의 위험 공동 대응 [2.5.4, 5.3.1, 5.3.3, 6.5, 표 6-3, 9.2.3, 9.2.11] | |

표 SPM.1.1은 노출, 변동성, 극한기후의 변화, 정황에서 위험 관리와 적응을 위한 옵션들의 설명적 예를 제공한다. 각 예에서, 정보는 의사 결정에 직접 관련된 범위에서 특성화된다. 전지구 및 지역적 규모에서 관측되고 전망되는 극한기후변화는 그 규모에 따라 변화의 방향, 크기 및/또는 확실성의 정도가 다를 수도 있음을 보여준다.

예들은 노출, 취약성, 기후 정보, 위험 관리 및 적응 옵션, 등에 관한 기본 정황에서 증가하여 선택된 것이다. 예들은 포괄적인 지역별 정보를 제공하기 보다는 관련 위험 관리 주제들과 범위들을 보여주기 위한 것이다. 예들은 노출과 취약성의 지역차를 반영하거나 위험 관리에서의 경험을 보여주기 위한 것이 아니다.

국지적 규모에서 전망된 극한기후변화에 대한 신뢰수준은 전망된 지역적 및 전지구 변화에 대한 신뢰수준보다 흔히 더 제한적이다. 변화에 대한 이러한 제한된 신뢰수준은 노출과 취약성을 감축하고 원천이 제거될 수 없는 위험에 대한 대비와 복원력을 증가시키는 것을 목적으로 하는 low-regrets 위험 관리 옵션들에 초점을 맞춘다. 적응 및 위험 관리 결정에 관련된 범위에서, 전망된 극한기후변화에 대한 더 높은 신뢰수준은 전략, 정책, 대책의 보다 표적화된 초점을 가능하게 한다. [3.1.6, Box 3.2, 6.3.1, 6.5.2]

| 사례 | 위험 관리 규모에서의 노출과 취약성 | 공간규모 전체의 극한기후 정보 | | | 위험 관리 및 적응을 위한 옵션 |
|--|--|--|--|---|--|
| | | 지구 관측되고(1950년까지) 전망되고(2100년까지) 변화 | 지역 관측되고(1950년까지) 전망되고(2100년까지) 변화 | 위험관리 규모 관측되고(1950년까지) 전망되고(2100년까지) 변화 | |
| 열대 도시 개발도상 국가들(SIDS)에서 극한 해수면 상승에 관련된 침수 | 태평양, 인도양, 대서양의 도시 국가들은 흔히 해일고도 증가, 기온 상승, 해수면 상승과 침식, 침수, 해안선 변경, 연안 대수층(aquifers)으로의 염수 침입과 같은 영향에 특히 취약하다. 이러한 영향은 생태계, 관광, 농업, 생산성의 감소, 질병 패턴의 변화, 관개시스템과 같은 경제, 속성, 인구, 재해성을 야기할 수 있다. 이들 결과는 모두 극한기후변화에 대한 취약성을 강화한다. | 관측된 변화: 평균 해수면 상승과 관측되어 전세계 극한 연안 고수위기 상승했을 가능성이 있다. 전망되는 변화: 평균 해수면 상승이 극한 연안 고수위 상승 속도에 기여할 가능성이 매우 높다. 해안 침식과 침수를 방지 결정하고 있는 한, 해수면 증가는 다른 기여 요인들에 의해 제한되는 데 대한 신뢰수준은 높다. 연안 저지대의 전지구 규모가 감소하거나 침식적으로 전이하여 접근가능성이 있다. 평균 해수면 상승은 증가할 가능성이 있지만, 이용가능이 모든 해안 분야에서 나타나지 않을 수도 있다. [3.5.5, Box 3.4, 4.3.5, 4.4.10, 9.2.9] [표 3.1, 3.4.4, 3.5.3; 3.5.5] | 관측된 변화: 조수과 월노조-남방 진동으로 인해 최근 수년 간 일부 태평양 도시들에서 극한 연안 고수위와 이와 관련된 홍수가 보다 빈번하게 나타났다. 전망되는 변화: 극한 연안 고수위 상승에 대한 평균 해수면 상승의 높은 기여 가능성은 열대 저기압의 빈도에서 제한된 자료의 빈약과 불충분, 열대 해안 저지대의 빈약과 불충분, 불확실성은 주로 해일에 대한 평가가 현실에서 불가능함을 의미한다. [Box 3.4, 3.4.4; 3.5.3] | 지구-기반 관측은 지역 및 시간 범위가 분산되어 있고 해양 현장 관측은 제한적이다. 하지만 최근 수 십 년 간 위성-기반 관측은 개선되었다. 육상 및 해양이 극한 연안 고수위 변화에 기여할 수도 있지만, 해양에서의 연구들에서 제한된 자료의 빈약과 불충분, 불확실성은 주로 해일에 대한 평가가 현실에서 불가능함을 의미한다. [4.3.5, 4.4.10, 5.2.2, 6.3.2, 6.5.2, 6.6.2, 7.4.4, 9.2.9, 9.2.11, 9.2.13] [Box 3.4; 3.5.3] | 다양한 위험 주제에 대하여 노출과 취약성을 감축하는 Low-regrets 옵션들: • 해수 시스템의 유지보수 • 지하수와 침수 위험을 제한하기 위한 우수 기술 • 조기 경고 시스템의 개선 • 지역 위험 공동 대응 • 영그로브 보전, 복구, 이식 특수한 적응 옵션으로는 예를 들면 국가 장제를 더 기능-적용적으로 만드는 것과 민박적 혁신을 수반하는 적응형 관리가 있다. 어떤 경우에는, 예를 들면 복원 계획에 의해 완전히 정수된 관상 산호도의 경우에는, 재배치를 고려할 필요가 있을 수도 있다. [4.3.5, 4.4.10, 5.2.2, 6.3.2, 6.5.2, 6.6.2, 7.4.4, 9.2.9, 9.2.11, 9.2.13] |
| 케냐 나이로비 비공식 주거지에서 물할 홍수 | 나이로비 주위의 비공식 주거지에 살고 있는 빈민의 지속적인 홍수으로 인해 장 비로 인해 제한 건자제로 침몰이 건설되고 자전 해수 구역이 막아버렸으며, 그 결과 노출과 취약성이 증가되었다. [6.4.2, Box 6-2] | 관측된 변화: 홍수의 크기와 빈도에서 관측된 (기후-유형) 변화에 관한 전지구 규모에서의 신뢰수준은 낮다. 전망되는 변화: 제한적 증거수준과 지역 변화의 빈민들의 복잡성으로 인해, 홍수 변화 전망에 대한 신뢰수준은 낮다. 하지만, 전망되는 홍수 증가가 일부 저수지 또는 지역에서 강우로 인한 국지적 홍수에 기여할 것이라는 데 대한 신뢰수준은 (물리적 측면에 근거할 때) 보통이다. [Table 3-1, 3.5.2] | 관측된 변화: 불충분한 증거로 인해, 용 이브라키에서의 홍수 수세에 대한 신뢰수준은 낮다. 전망되는 변화: 용 이브라키에서 홍수 자료의 증가 가능성이 있다. [Table 3-2, Table 3-3, 3.3.2] | 국지적 물할 홍수를 전망하는 능력에 한계가 있다. [3.5.2] | 다양한 위험 주제에 대하여 노출과 취약성을 감축하는 Low-regrets 옵션들: • 건축 설계 및 규제 강화 • 빈곤 감소 계획 • 전 도시에 걸친 배수 및 이수 설계 개선 나이로비강 복원 및 복구 프로그램(Nairobi Rivers Rehabilitation and Restoration Programme)에는 수변 완충지, 수로, 배수로, 기존 수로의 청소, 현지 기후 변동성 및 변화에의 주의깊은 배수 기반시설의 설계, 홍수 조기 경보를 위한 환경 모니터링이 포함된다. [6.3, 6.4.2, Box 6-2, Box 6-6] |

Continued next page →

지속 가능한 발전의 영향

점진적 단계에서부터 혁신적 변화를 아우르는 조치는 극한기후로 인한 위험을 감소시키는 데 필수적 이다 (높은 일치성과 확고한 증거). 점진적 단계의 목표는 현존하는 기술, 통치, 가치 체제의 효능을 발전시키는 것인 반면, 변환은 그러한 체제들의 근본적 체질의 변형을 수반한다. 변환이 요구 되는 곳에서 적응 관리 및 학습에 대한 강조가 증가하면서 변형 또한 촉진된다. 취약성이 높고 적응력이 낮은 곳에서는 극한 기후의 변화로 인해 시스템들이 혁신적인 변환 없이는 지속 가능한 적응이 어렵게 된다. 취약성은 저소득 국가나 그룹에 집중되는 경향이 있지만, 고소득 국가나 그룹 또한 극한 기후에 취약하다. [8.6, 8.6.3, 8.7]

사회, 경제, 환경적 지속가능성은 재난위험관리 및 적응 방법에 의해 더욱 발전할 수 있다. 기후변화 측면에서의 지속가능성을 위해 반드시 우선적으로 취해야 할 사항은 취약성을 일으키는 근원적 원인들을 다루는 것이다. 그 원인들에는 빈곤의 창출 및 유지, 그리고 자원으로의 접근을 제한하는 구조적 불평등이 포함된다 (중간의 일치성과 확고한 증거). 여기에는 통합적 재난 위험 관리 및 모든 사회적, 경제적, 환경적 정책 영역으로의 적응이 포함된다. [8.6, 8.6.3, 8.7]

검토자 도움말: 혁신적 변화 = 변환 = 체질의 변형 = 변형

즉, 점진적 단계의 위험감소 목표 달성만을 추구할 것이 아니라 근본적이고 혁신적인 변화를 추구하고 있습니다. 취약성이 많이 높지 않은 선진국이라 해도, 극한기후에 대해서는 여전히 취약하기 때문이지요. 지속가능한 적응이 필요할 때입니다. 자세한 방법들을 알아보고 싶어지지 않나요? 숫자들이 나타내는 챕터에 가서 읽어보도록 합시다.

가장 효과적인 적응 및 재난위험감소 조치란 장기간에 걸친 취약성의 감소뿐 아니라 상대적으로 빠른 기간 내 개발적 혜택을 제공하는 것이다 (높은 동의성과 보통수준의 증거). 현존하는 결정 사항과 다양한 가치, 이익, 미래를 위한 우선순위와 관련한 장기적 목표 간에는 트레이드오프가 존재한다. 그러므로 재난위험관리 및 기후 변화의 적응에 관한 단기 및 장기적 관점은 조화를 이루기 힘들다. 본 조화에서 해야 할 일 중 하나는 지방 위험 관리 관행 및 국가 제도적 및 법적 체제, 정책, 기획 간의 단절을 극복 하는 것이다.[8.2.1, 8.3.1, 8.3.2, 8.6.1]

검토자 도움말: 트레이드오프란, 두 개의 정책목표 가운데 하나를 달성하려고 하면 다른 목표의 달성이 늦어지거나 희생되는 경우 두 가지 사이의 관계를 말합니다(참조: 네이버 지식백과) 재난위험 적응과 감소를 위해서 충족해야하고 고려해야하는 다양한 가치와 이익이 있겠죠. 우선순위를 어디에 두느냐에 따라 단기적 측면만 고려 할 수도 있고 장기적 측면에만 도움이 될 수 있습니다. 어느 한쪽에만 치우쳐서는 안 되고, 적절한 조화가 필요하겠습니다.

변화하고 있는 극한 기후 측면에서의 회복력이 있고 지속 가능한 개발을 향한 전진은 의구심이 드는 추측과 패러다임 그리고 새로운 패턴의 응답을 장려하는 고무적인 혁신의 덕을 볼 수 있다 (보통수준의 동의성과 확고한 증거). 재난 위험, 기후 변화, 기타 스트레스 요인을 제대로 다루는 과정에는 전략 개발을 위한 광범위한 참여, 복합적 시각을 융합할 수 있는 능력, 사회적 관계를 형성하는 대조적인 방법도 다루게 된다. [8.2.5, 8.6.3, 8.7]

기후변화 완화, 적응, 재난위험관리 사이에 존재하는 상호작용은 회복력이 있고 지속 가능한 경로에 중대한 영향을 미칠 수 있다 (높은 일치성과 제한적 증거). 특히 완화하고자 하는 목표와 적응 간의 상호작용은 지역적 범위에서 끝나지만 세계적 범위에서는 의의를 갖게 된다. [8.2.5, 8.5.2]

지속 가능하고 회복력이 있는 미래에 대해 여러 가지 방법 및 경로가 존재한다. 하지만 사회적 그리고 자연적 시스템(혹은 그 둘 중 하나)과 연관된 한계점 내지는 티핑 포인트를 넘어서게 될 때, 회복력은 한계에 부딪치게 되며, 적응에 있어서는 크나큰 시련을 겪게 된다. 기후 관련 사항을 위한 적응 조치에 대한 선택 및 결과는 반드시 확산적 능력과 자료, 복합적 상호작용을 반영해야 한다. 조치를 형성하는 요인은 대립하면서 우선순위가 매겨지는 가치, 대상, 시간에 따라 변하는 상이한 시각들이다. 반복적 접근으로 인해 발전 경로는 위험관리를 통합할 수 있게 된다. 그럼으로써 위험 및 대응 방안, 인식 그리고 이해가 시간이 갈수록 발전하게 되면서 다양한 정책 솔루션의 고찰이 실현 되는 것이다. [8.2.3, 8.4.1, 8.6.1, 8.7]

검토자 도움말: 시간이 더 흐르기 전에 적응에 대한 대책을 촉구하고 있습니다. 우선적 가치에 대한 숙고를 권하며 반복적 접근법의 중요성을 강조하고 있습니다.

Box SPM.2 | 불확실성의 처리

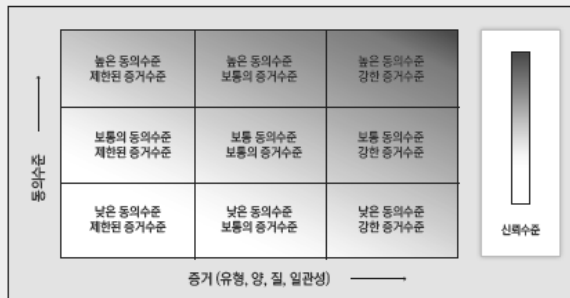
"제5차 IPCC평가 보고서 주 저자를 위한 일관된 불확실성 처리 안내문(Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties)"⁶에 따라, 정책결정자를 위한 본 요약서는 근본적인 과학적 이해에 대한 저자들의 평가에 근거한, 중요 결과의 확실성의 정도를 나타내기 위하여 다음 두 가지 도량형(metrics)을 사용한다:

- 증거(예: 기계론적 이해, 이론, 데이터, 모델, 전문가의 판정)의 유형, 양, 질 및 일관성에 근거한, 결과의 타당성과 합의 수준에서의 확실성. 확실성은 정성적으로 표현된다.
- (관측 또는 모델 결과나 전문가 판정의 통계적 분석에 근거하여) 확률통계적으로 표현된 결과의 불확실성의 정성화된 척도들

이 안내문은 제3차 및 제4차 IPCC 평가보고서를 뒷받침하기 위해 제공된 지침을 개정한 것이다. 본 보고서에서의 결과들의 불확실성의 평가와 IPCC AR4에서의 결과들의 불확실성의 평가를 직접 비교하는 것은, 불가능하지는 않다 할지라도, 불확실성에 대한 개정 안내문의 적용, 새로운 정보의 가용성, 증진된 과학적 이해, 계속된 자료 및 모델의 분석, 평가된 연구들에 적용된 방법론에서의 특수한 차이로 인해 사실상 어렵다. 일부 극한기후의 경우, 평가가 서로 다른 측면들에 대하여 이루어졌기 때문에 직접적인 비교는 부적절할 것이다.

각 중요 결과는 관련 증거수준 및 동의수준에 대한 저자들의 평가에 기초한 것이다. 신뢰수준 도량형은 증거수준과 동의수준에 대한 평가를 통해 결정되는 것과 같이, 결과의 타당성에 대한 저자들의 판단을 정성적으로 합성한다. 불확실성이 확률통계적으로 정성화될 수 있다면, 저자들은 보정된 가능성 용어나 보다 정확한 확률 표현을 사용하여 결과를 특성화할 수 있다. 별도로 표시되지 않는다면, 높은 또는 매우 높은 신뢰수준은 저자들이 가능성 용어를 부여한 결과와 관련이 있다.

이용 가능한 증거를 묘사하기 위하여 다음 요약 용어를 사용한다; 제한적, 평균, 강한; 동의수준에 대해서는 다음 용어를 사용한다: 낮은, 보통, 높은. 신뢰수준은 다음의 다섯 가지 수식어를 사용하여 표현한다: 매우 낮은, 낮은, 보통, 높은, 매우 높은. Box SPM.2 그림 1은 증거수준 및 동의수준에 대한 요약 설명과 증거수준 및 동의수준과 신뢰수준과의 관계를 보여준다. 이 관계에는 유연성이 있다; 주어진 증거수준 및 동의수준 설명에 대하여, 다양한 신뢰수준이 부여될 수 있지만, 증거수준과 동의수준의 증가는 신뢰수준의 증가와 관련이 있다.




SPM.2 그림 1 | 증거수준 및 동의수준의 표현 및 그 표현들과 신뢰수준과의 관계. 신뢰수준은 명암의 강도 증가로 표시된 것과 같이 오른쪽 상단으로 갈수록 증가한다. 일반적으로, 증거수준은 일관되고 독립적인 다수의 고품질 증거들이 있을 때 가장 강하다.

평가된 가능성은 다음 용어들을 사용하여 표현하였다:

| 용어* | 결과의 발생가능성 |
|------------------------------------|------------|
| 사실상 틀림없음(Virtually certain) | 99–100% 확률 |
| 가능성 매우 높음(Very likely) | 90–100% 확률 |
| 가능성 높음(Likely) | 66–100% 확률 |
| 가능성이 절반임(About as likely as not) | 33–66% 확률 |
| 가능성 낮음(Unlikely) | 0–33% 확률 |
| 가능성 매우 낮음(Very unlikely) | 0–10% 확률 |
| 사실상 가능성 없음(Exceptionally unlikely) | 0–1% 확률 |

* AR4에서 제한된 경우에서 사용되었던 추가 용어들(극히 가능성 높음 : 95–100% 확률, 가능성이 없는 : 50–100% 확률, 극히 가능성 없는 : 0–5% probability)이 적절한 경우에 사용될 수도 있다.

⁶ Mastrandrea, M.D., C.B. Field, T.F. Stocker, O. Edenhofer, K.L. Ebi, D.J. Frame, H. Held, E. Kriegler, K.J. Mach, P.R. Matschoss, G.-K. Plattner, G.W. Yohe, F.W. Zwiers, 2010: Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). <<http://www.ipcc.ch>>에서 이용 가능



용어 풀이

급격한 기후 변화

기후 시스템의 비선형성은 급격한 기후 변화를 일으킬 수 있는데, 이것은 가끔 빠른 기후변화, 급격한 현상들, 또는 놀랄만한 사건이라고 불리기도 한다. 급격한(abrupt)이라는 단어는 주로 책임 있는 강제력에 대한 전형적인 시간의 척도보다 빠른 때를 의미한다. 그러나 모든 기후 변화들이 외부적인 힘에 의한 것은 아니다. 몇몇 변화들은 강한, 급격하게 변화하는 비선형적 시스템의 힘으로 인해 정말로 예상되지 못한 것들이다.

적응

인간 체계 내에서, 위험을 완화시키고 이로인한 기회들을 추출하기 위한 실제의, 또는 예상된 기후와 그 영향에 대한 적응의 과정을 말한다. 자연 체계에서는 실제 기후와 그 영향에 대한 적응 과정을 말한다. 인간의 개입은 예측된 기후에 대한 적응을 촉진시킬 수 있다.

적응 평가

기후 변화에 적응하기 위한 옵션을 알아보고, 수용력, 이득, 비용, 영향력, 효율성, 탄력성의 측면에서 그것들을 평가하는 것을 말한다.

적응 능력

개인, 단체, 사회, 또는 조직들에게 제공 가능한, 기후 변화에 대비하고, 악영향을 줄이기 위한 조치를 수행하고, 위험을 완화시키고, 또는 이익이 되는 기회들을 추출할 수 있는 힘, 기여, 그리고 가능한 자원들을과의 통합을 말한다.

에어로졸

적어도 몇 시간동안 대기에서 존재하는, 일반적으로 크기가 0.01~10 μ m인 공중 고체, 또는 액체 입자의 집합체를 말한다. 에어로졸은 자연적 아니면 인류학적 기원을 가지고 있을 것이다. 에어로졸은 기후에 다양한 영향을 끼친다. 직접 산란된 방사선을 흡수하면서, 간접적으로 구름 응축 핵의 역할 또는 구름의 광학적인 특징과 수명을 수정하는 역할을 한다.

알베도

표면이나 물체에 의해 반사된 태양 복사열의 일부로서, 주로 퍼센트로 나타낸다. 눈으로 덮

인 표면은 높은 알베도를 가지고 있는데, 토양의 표면 알베도는 높음에서 낮음으로 다양하며 식물로 덮인 표면과 대양은 낮은 알베도를 가지고 있다. 지구 행성의 알베도는 구름, 눈, 얼음, 식물 공간, 그리고 땅이 무엇으로 덮여있냐에 따라 다양하다.

인위적인 발생

인류로 인해 발생되거나 기원한 것을 말한다.

인위적 배출

인간의 활동과 관련된 온실가스의 방출, 온실가스 물질, 그리고 에어로졸 등을 말한다. 이러한 인간의 활동들은 화석연료의 연소, 삼림 벌채, 토지 이용 변화, 가축, 비옥화 등 방출을 증가시키는 것들을 포함한다.

대서양 10년 규모 진동(Atlantic Multidecadal Oscillation, AMO)

0.4° C의 범위에서 1860년에서 1880년, 1940년에서 1960까지 표면이 따뜻하고, 1905년에서 1925년, 1970년에서 1990년까지는 차가워지는, 북대서양에서의 수십년(65년~75년)의 진동을 말한다.

대기

지구를 둘러싸고 있는 기체를 말한다. 건조한 기후는 주로 질소(혼합 비율 78.1%), 산소(혼합 비율 20.9%), 그리고 아르곤(혼합 비율 0.93%), 헬륨(혼합 비율 0.035%), 방사성 온실가스(이산화탄소, 그리고 오존 등)과 같은 미량 가스들로 이루어져있다. 게다가, 대기는 그 양은 매우 다양하지만 대략 1%정도인 이산화탄소 수증기를 포함한다. 또한, 구름과 에어로졸 등을 포함한다.

유효 잠재에너지(Available Potential Energy, APE)

단열적으로 에워싸인 시스템 안에서 운동에너지로 변환될 수 있는 잠재적 에너지가 차지하는 부분을 말한다.

기준 / 참조

기준(또는 참조)은 변화를 측정하는 상태를 말한다. 그것이 객관적인, 현재의 상태를 나타낼 때, ‘현재 기준’이 될 수 있다. 또한, 관심의 추진 요인을 제외한 계획된 미래의 상태들은 ‘미래 기준’이 될 수 있다. 참조 상태에 대한 대체 해석들은 여러 기준들을 만들어 낼 수 있습니다.

능력

설립된 목표를 달성하기 위한 개인, 지역사회, 사회, 또는 조직에 사용될 수 있는 힘, 특성, 그리고 자원의 조합을 말한다.

탄소 순환

대기, 대양, 지상 생물권, 그리고 암석권에서의 탄소(다양한 형태, 예를 들어 이산화탄소 등)의 흐름을 설명하기 위해 사용되는 용어이다.

이산화탄소 (CO₂)

자연적으로 발생한 가스 중 광합성에 의해 유기물질로 고정된 것을 말한다. 화석 연료의 연소 및 바이오매스 연소의 부산물로, 토지 이용의 변경 및 기타 산업 공정에서도 배출된다. 이것은 지구의 방사성 균형에 영향을 주는 주요 인류발생 온실가스이다. 그것은 지구온난화의 가능성중 1의 특성을 가진 다른 온실가스를 측정할 때 쓰이는 참조 가스이다.

집수 시설

강우량을 배수하고 수집하는 공간을 말한다.

클라우지우스-클라페롱 관계 (또는 방정식)

물질(주로 수증기)의 압력과 물질의 두 단계가 평형상태에 있을 때의 시스템 안에서의 온도와 연관 짓는 미분 방정식을 말한다.

기후

좁은 의미에서 기후는 보통 날씨 또는 더 넓게는 몇 달에서 수천, 또는 수백만 년에 이르기까지, 관련 측정량들의 다양성과 수단에 대한 통계적 설명을 말한다. 이러한 다양성의 평균의 일반적인 기간은 세계 기상기구에 의해 정의된 30년이다. 관련 측정량들은 대부분 온도, 강수량, 바람 등 표면적인 다양성들을 포함한다. 넓은 의미에서 기후는 기후 시스템의 통계적 설명을 포함하는 상태를 말한다. 이 보고서의 여러 장에서는 20년의 기간과 같은, 다른 평균 기간을 가지고 있는데, 이것 역시 넓은 의미에서 사용된다.

기후 변화

수단 또는 기후특성의 다양성과 더 오랜 기간 동안 지속되는 경우로 식별될 수 있는 (통계를 이용하여) 기후 상태에서의 변화는 일반적으로 수십년 이상, 또는 더 오랜 기간 동안 지속된다. 기후 변화는 기후의 구성 요소와 토지 이용에서, 자연 내부과정 및 외부 강제력 또

는 지속적인 인위적 변화가 원인이 될 수 있다. 기후 다양성과 감지 및 속성을 참조하라.

극한 기후 (극단적인 날씨 또는 기후 현상)

위에서 말한 날씨 또는 기후의 변화의 발생은 관찰된 변화들의 범위의 가까운 한계점을 넘어섰다. 단순히, 극단적인 기상 현상과 극단적인 기후 현상 모두 ‘극단적인 기후’에 포함된다. 전체 정의는 제 3장에서 다루어진다.

기후 되먹임과정(Feedback)

기후 시스템에서의 상호 메커니즘은 첫 번째 과정이 두 번째 과정에서의 변화를 일으키고 그것이 결국 첫 번째 것에 영향을 줄 때, 이것을 기후 되먹임(피드백)이라고 부른다. 양의 되먹임(피드백)은 본래 과정을 강화시키고, 음의 되먹임(피드백)은 그것의 영향을 약화시킨다.

기후 모델

기후 시스템의 다양한 상징 구성 요소의 물리적, 화학적, 그리고 생물학적 자산, 상호작용과 되먹임과정, 그리고 알려진 과정의 전체 또는 일부로 간주하는 것. 기후 시스템은 스펙트럼이나 모델의 계층을 식별할 수 있는, 공간적 차원과 물리적, 화학적, 그리고 생물학적 과정들의 확장으로 달라지는 다양한 복잡성들을 명시적으로 나타내고, 실증적인 모수화의 방법을 포함한다. 해양-대기 결합 국제 기후 모델(AOGCMs)는 해양-대기 순환 모델을 말하며, 이것은 가능한 범주 안에서 가장 종합적인 기후 시스템을 표현한다. 이것은 화학과 생물학의 상호 교류를 포함한 더 복잡한 모델로 나아가는 혁신이다. 기후 모델들은 기후를 공부하고 예측하기 위한 연구 도구로 사용되며, 월별, 계절별, 년별 기후 예측을 포함하여, 실험을 목적으로 쓰이기도 한다.

기후 프로젝트

방출과 기후 시스템에 대응하는 프로젝트 또는 온실가스와 에어로졸에 관한 농도 시나리오, 또는 복사강제력 시나리오는 주로 기후모델의 시뮬레이션을 기반으로 한다. 기후 프로젝트는 기후 예측과는 다른데, 기후 프로젝트는 예를 들어, 미래 사회경제학, 가능하거나 불가능한지 못한, 기술적 개발, 그리고 상당한 불확실성으로 가정된, 사용되는 방출/농도/복사강제력 시나리오에 의존한다는 것을 강조한다.

기후 시나리오

미래 기후를 인류발생 기후 변화의 잠재적인 결과를 조사하기 위해 구성된, 내부의 일정한

기후학적인 관계들에 기반하여 그럴듯하고, 보통 단순하게 표현한 것은 영향력 있는 모델의 인풋으로 여겨진다. 기후 프로젝트는 기후 시나리오를 구성하기 위한 원료로 역할을 하는데, 반면 기후 시나리오는 관찰된 현재 기후에 대한 것과 같은 추가 정보를 필요로 한다.

기후 시스템

기후 시스템은 대기, 태양, 빙권, 토지 표면, 생물권의 다섯 개의 주요인과 이들 시스템 간의 상호작용을 포함하는 매우 복잡한 시스템이다. 기후 시스템은 그것의 내적 다양성과 화산 폭발, 태양력 변화, 인위적 강제력, 예를 들어 대기와 토지 이용 변화에 따라 구성을 변화하는 것들과 같은 외부적인 힘의 영향아래에서 발달한다.

기후의 한계

기후 시스템의 결정적인 한계는 주어진 힘에 대해 비선형적인 응답을 요구한다는 것이다. 급격한 기후 변화를 참고하라.

기후의 다양성

기후의 다양성은 상태와 다른 개별적인 기상 현상을 넘어선 공간적, 일시적인 규모에서의 기후에 대한 통계들(표준편차, 극한의 존재와 같은 것들 등)을 말한다. 다양성은 아마 기후 시스템(내적인 다양성) 내외의 자연 내적의 과정 때문이거나, 자연적 또는 외부의 인위적 강제력 때문이다. 기후 변화를 참고하라.

한랭한 날/한랭한 밤

낮 최고 온도와 밤 최저 온도가 10th백분위수 아래로 떨어지는 낮과 밤. 여기서 각각의 기온 분포는 1961-1990년의 참고기간에 대하여 일반적으로 정의된 것이다.

신뢰도 (Confidence)

증거의 유형, 양, 질, 그리고 일관성에 근거하거나, 동의를 얻은 정도에 기초한 결과물의 타당성이다.

기준 실험 (Control run)

기후 변화 실험들과의 비교를 위한 ‘기초 라인’을 제공하기 위해 수행된 실행 모형이다. 컨트롤 런은 온실 가스 및 산업화 이전 상태에 적합한 인위적 에어로졸에 의한 복사강제력의 상수를 사용한다.

대류 (Convection)

정력학적 불안정에 기인한 부력에 의한 수직 운동으로, 보통 지표면 가까운 곳의 냉각이나 해양 염분의 증가, 그리고 대기에 관련된 지표면 가까운 곳의 가열로 야기된다. 대류가 일어나는 곳에서, 수평 범위는 수직 범위와 거의 동일하며, 이는 일반적인 순환에서 이 범위들 간에 큰 차이가 생기는 것과 반대되는 현상이다. 수직 질량 이동은 보통 상향 및 하향 교류보다 훨씬 적다.

대응 (Coping)

중, 단기적 기간 내에 기초적인 기능 복구를 달성하는 것을 목적으로, 불리한 상황들을 밝혀내고, 관리하고, 극복하기 위하여, 이용 가능한 기술, 자원, 그리고 기회들을 활용하는 것이다.

대응 능력 (Coping capacity)

불리한 상황들을 밝혀내고, 관리하고, 극복하기 위하여, 이용 가능한 기술, 자원, 그리고 기회들을 활용하는 사람, 조직, 그리고 시스템의 능력을 말한다.

탐지 및 원인규명 (Detection and attribution)

모든 시간 척도에서 기후는 끊임없이 변한다. 기후 변화의 탐지는, 기후가 일종의 주어진 통계적 관점에서 변화하였다는 것을, 그 변화의 이유를 제공하지 못한 채 나타내는 과정이다. 기후 변화원인들의 원인규명은, 어느 정도의 신뢰도를 가지고, 그 탐지된 변화에 대한 가장 높은 가능성을 가지는 원인들을 정립하는 과정이다.

비단열 (Diabatic)

외부 열이 시스템에 의하여 얻어지거나 잃어지는 과정이다.

재해 (Disaster)

취약한 사회적 상태와 상호작용을 하는 위험한 물리적 사건으로 인해, 공동체나 사회의 일상적인 기능이 심각하게 변화하는 것을 말한다. 이는, 인간에게 급히 필요한 것들을 충족시켜주기 위한 즉각적인 비상 대응을 필요로 하거나, 복구를 위하여 외부적인 지원이 요구될 수 있는, 해로운 인적, 물적, 경제적, 환경적 영향을 퍼뜨린다.

재해 관리 (Disaster management)

각기 다른 조직적, 사회적 수준에서, 재난 대비, 대응, 그리고 복구를 촉진시키고 개선시키

는 전략, 정책, 수단을 설계하고, 시행하고, 평가하기 위한 사회적 과정이다.

재해 위험 (Disaster risk)

인간에게 급히 필요한 것들을 충족시켜주기 위한 즉각적인 비상 대응을 필요로 하거나, 복구를 위하여 외부적인 지원이 요구될 수 있는, 해로운 인적, 물적, 경제적, 환경적 영향을 퍼뜨리며 취약한 사회적 상태와 상호작용을 하는 위험한 물리적 사건으로 인해, 공동체나 사회의 일상적인 기능이 심각하게 변화하는 일이 특정 기간에 걸쳐 일어날 가능성을 말한다.

재해 위험 관리 (DRM)

인간안보, 안녕, 삶의 질, 그리고 지속 가능한 발전을 증대시킨다는 분명한 목적으로, 재난 위험에 대한 이해도를 증진시키고, 재난 위험을 감소시키며, 재해 대비, 대응, 회복에 대한 지속적인 개선을 추구하기 위해, 전략, 정책, 그리고 수단들을 설계하고, 시행하고, 평가하는 과정들을 말한다.

재해 위험 감소 (DRR)

미래 재해 위험을 예측하고, 현재의 노출, 위험, 취약성을 감소시키며, 탄성을 증진시키기 위해 취해진 정책 목표와 전략적 및 도구적 수단들을 나타낸다.

일일 온도범위 (Diurnal temperature range)

24시간 동안의 최대와 최저 온도의 차이를 말한다.

규모 축소 (Downscaling)

규모 축소는, 넓은 규모의 모형이나 데이터 분석으로부터 국지적 혹은 지역적인 규모의 정보를 도출해내는 방법이다.

가뭄

심각한 수자원적 불균형을 초래하기에 충분한 이상적으로 건조한 날씨가 길게 지속되는 기간이다. 가뭄은 상대적인 용어이며, 따라서 강수량 부족에 대한 모든 논의는 특정 강수 관련 활동과 연관시켜야 한다.

조기 경보 시스템 (Early warning system)

위험에 처할 수 있는 개인, 공동체, 그리고 조직들에게 대비 및 적절한 조치를 취할 수 있

게 하며, 피해와 손실의 가능성을 줄이기에 충분한 시간을 제공할 수 있는 정보를 적시에 퍼뜨리기 위한 일련의 시스템이다.

엘니뇨 남방 진동 (El Niño-Southern Oscillation (ENSO))

엘니뇨라는 단어는 처음에, 에콰도르와 페루 해안을 따라 정기적으로 흐르며 현지 어업을 와해시키는 난류를 지칭하는데 사용되었다. 그 후, 이는 열대 태평양 동부 날짜 변경선의 분지 지역을 온난화시키는 것으로 확인되었다. 이러한 현상은, 남방 진동이라고 불리는 전 지구적 규모의 열대 및 아열대 지상 기압 패턴의 변동성과 연계된다. 이러한 대기-해양 연동 현상은 2~7년에 걸쳐 일어나며, 집합적으로 엘니뇨 남방 진동이라고 알려져 있다. 이는 종종 Darwin과 Tahiti 사이의 지상 기압 이상 차이, 그리고 중앙 및 동부 적도 태평양의 해수 표면온도로 측정된다. ENSO가 발발된 시기 동안, 무역풍이 약화되어 상승류를 감소시키고, 해류를 변화시켜 해수 표면온도를 상승시키며, 이는 다시 무역풍을 약화시킨다. 이는 열대 태평양의 바람, 해수 표면온도, 그리고 강수 패턴에 커다란 영향을 미친다. ENSO와 반대되는 개념이 라니냐이다.

배출 시나리오 (Emissions scenario)

원동력들 (기술적 변화, 인구학적 및 사회경제적인 발달)과 그 관계에 대한 일관된 가정에 근거하여, 잠재적으로 복사작용 (온실 가스, 에어졸 등)을 할 수 있는 오염물질들의 향후 방출 진행과정을 편하게 표현한 말이다. 배출 시나리오에서 파생된 농도 시나리오는, 기후 예측을 위한 기후 모형에 사용된다.

앙상블 (Ensemble)

기후 예측을 위해 활용되는 한 그룹의 평행 모형 시뮬레이션이다. 앙상블 멤버들 간의 결과 변동은 불확실성 측정값을 제공한다. 같은 모형이지만 다른 초기 조건으로 만들어진 앙상블은, 오직 내적인 기후 다양성과 연계된 불확실성을 특성화하며, 다중 모형 앙상블들 또한 모형 차이의 영향을 포함한다. 모형 파라미터들이 체계적인 형태로 변화하는 섭동된 파라미터 앙상블들은, 전통적인 다중 앙상블보다 더욱 객관적인 모형과 불확실성 측정값을 생산한다.

증발산 (Evapotranspiration)

지구 표면의 증발과 식물계 증산 (김내기)의 결합된 과정이다.

노출 (Exposure)

악영향을 받을 수 있는 사람; 가족; 환경적 서비스 및 자원들; 기반시설; 혹은 경제적, 사회적, 문화적 자산들의 존재를 말한다.

외력(外力) (External forcing)

외력이란, 기후 시스템에 변화를 유발하는 외부의 힘을 일컫는다. 화산 폭발, 태양 변이, 대기 구성의 인위적 변화, 그리고 토지이용 변화 등이 이에 해당한다.

온대 저기압 (Extratropical cyclone)

열대 저기압이 아닌 저기압성 규모의 폭풍이다. 일반적으로, 거대한 수평적 온도변화 지역들에 형성된 중, 고위도 이동성 폭풍 전선을 일컫는다.

극단적 해안 만조 (Extreme coastal high water) (극단적 해수면이라고도 칭함)

극단적 해안 만조 상태는 평균 해수면, 조수, 그리고 지역적 기상 시스템에 달려있다. 이는 일반적으로, 특정 시간 동안 기상청에서 관측된 해수면의 시간당 수치 분포 중, 높은 백분위수로 정의된다.

Extreme weather or climate event 극한 기후 또는 이상 기후

‘극한 현상’ 참조.

기아 (Famine)

국가 규모의 넓은 지역에 걸쳐 장기간 일어나는 식량의 부족현상이다. 기아는 가뭄이나 홍수와 같은 극단적인 기후에 의해 촉발될 수도 있지만, 또한 질병, 전쟁, 혹은 기타 다른 요인들에 의해 야기될 수도 있다.

홍수 (Flood)

강줄기가 넘치거나, 보통 잘 침수되지 않는 지역에 물이 차는 것을 말한다. 여기에는 하천 홍수, 돌발 홍수, 도시 홍수, 강우 홍수, 하수구 범람, 해안가 침수, 빙하 호수의 개방으로 인한 홍수 등이 있다.

동결 지반 (Frozen ground)

흙이나 돌에 함유된 물의 일부나 전부가 얼어붙은 것이다. 지속적으로 얼어있는 땅을 영구 동토층 이라고 부른다. 연중 얼었다 녹았다 반복하는 땅은 계절적 동결 지반이라고 한다.

빙하호 개방 홍수 (GLOF)

빙하의 호수가 방출되면서 생기는 홍수이다. 빙하호 개방 호수는 누적된 발달작용의 결과이며, 오직 한번만 발생하거나, 처음으로 발생하거나, 반복적으로 발생하는 경우가 있다.

빙하 (Glacier)

중력 하에 비탈을 흘러내려가는 대륙빙 덩어리이며, 내부 응력과 마찰에 의해 구속 받는다. 빙하는 고위도 지방에서는 눈이 축적되고, 저위도 지방에서는 녹거나 바다로 방출됨에 따라 유지된다.

지구 표면온도 (Global surface temperature)

글로벌 표면온도는 지구의 표면 공기 온도의 평균 측정값이다. 하지만, 시간에 걸친 변화에 대해서는, 해수 표면온도 이상과 대륙 표면 공기온도 이상에 기초하여 오직 이상 수치들만이 사용된다.

거버넌스 (Governance)

최근 수 십 년 동안, 사회적, 경제적, 그리고 기술적 변화에 따라 정부가 이해되는 방식이 변화하였다. 국가-주에 의해 엄격히 정의되던 정부는, 그 의미가 더욱 포괄적인 개념인 국가경영/공공경영으로 바뀌었는데, 이는 정부의 다양한 수준의 공헌들 및 민간 부문, 비정부 행위자들, 그리고 시민사회의 역할들을 나타내는 의미가 되었다.

온실효과 (Greenhouse effect)

온실 가스는 지구 표면에서 방출된 적외선 열복사를 효과적으로 흡수한다. 대기 복사는 모든 방향으로 방출되며, 지구 표면 아래로도 퍼진다. 이렇게 온실 가스는 지표면-대류권계 내의 열을 가두어놓는데, 이를 온실효과라고 부른다. 대류권 내의 적외선 열복사는 대기의 온도와 강력히 연계된다. 대류권 내에서는 고도가 높아질수록 온도가 점점 감소한다. 방출된 적외선은 태양 복사와 균형을 맞추는 과정에서 대기 온도가 영하 19도인 지점의 위도에서 생겨난 것인 반면, 지구의 지표면 온도는 그보다 훨씬 높은 수준인, 평균 영상 14도에서 유지된다. 온실가스 농도의 증가는 대기의 적외선을 불투명하게 만들며, 이는 다시 저온 고위도 지역으로부터 효과적인 복사 방출을 낮게 한다. 이는 복사 강제력을 야기하여 온실가스를 증대시키며, 이를 온실효과의 상승이라고 부른다.

온실가스 (Greenhouse gas)

온실 가스는 대기 중의 가스 구성물질들로, 적외선 열복사 스펙트럼 내 특정 파장의 복사를

흡수하고 방출한다. 바로 이러한 특성이 온실효과를 야기시킨다. 수증기, 이산화탄소, 아산화질소, 메탄, 오존 등이 지구 대기의 주요 온실가스들이다. 게다가, 대기 중에는 완전히 인간에 의해 창조된 온실가스들도 존재하는데, 할로겐화탄소와 염소 및 브롬 함유물질 등이 그것들이며, 이는 몬트리올 의정서에 의해 통제되었다.

위험 (예측 가능하지만 피할 수 없는) (Hazard)

자연적으로 혹은 인간에 의해 유도되며, 생명 손실, 상해, 건강에 대한 손상뿐만 아니라, 재산, 기반시설, 가축, 서비스 공급, 그리고 환경적 자원에 해를 끼치는 물리적 사건의 잠재적인 발생가능성이다.

열파 (Heat wave)

더운 날씨가 이상적으로 오래 지속되는 것이다. 열파은 다양하며 중첩되는 정의들을 가지고 있다.

완신세(完新世) (Holocene)

완신세의 지질학적 시기는 11600년 전부터 현재까지를 나타낸다.

인간 안보 (Human security)

인간 안보는 두 가지 주된 측면들을 가진다. 첫째는 배고픔, 질병, 그리고 우울증으로부터의 안전성을 의미한다. 그리고 둘째는, 집, 직장, 혹은 공동체 내에서 일상의 갑작스러운 붕괴로부터 보호되는 것을 의미한다.

물 순환 (Hydrological cyce)

물이 바다와 대륙 표면에서 증발하여 증기의 형태로 대기에서 운반되며, 응축되어 구름을 형성하고, 다시 비나 눈이 되어 내리며, 나무와 식물에 잡히거나 토양 표면에 유출되고, 흙에 침투하고, 지하수를 채우고, 강줄기로 방출되어 바다로 흘러가며, 궁극적으로 다시 대양과 대륙 표면에서 증발하는 순환과정을 말한다.

타격 (Impacts)

자연 및 인간계에 대한 영향을 말한다. 본 글에서 ‘타격’이라는 단어는, 물리적 사건, 재난, 그리고 기후변화가 자연 및 인간계에 미치는 영향을 의미한다.

인도양 쌍극자 (IOD)

인도양의 바다 표면온도의 큰 변동성을 나타낸다. 이 패턴은 열대 바다 표면온도의 구역 기울기를 통해 드러나는데, 한 극단적인 단계에서 이는 수마트라를 냉각시키고 소말리아를 덥히며, 적도를 타고 오는 이례적인 편동풍과 합쳐진다.

보험/재보험 (Insurance/reinsurance)

위험에 처할 수 있는 가정, 기업, 정부 사이에 위험을 공유하고 전이시키기 위한 가격의 금융적 도구이다.

산사태 (Landslide)

물질이 포화되어 중력에 의해, 종종 물의 도움을 받아, 경사면을 타고 이동하는 것을 말한다. 이러한 흙, 돌, 혹은 석편들의 이동은 경사를 따라 빠르게 이루어질 수도 있고, 천천히 움직이며 피해를 끼칠 수도 있다.

지표면 대기온도 (Land surface air temperature)

지표면에서 1.5-2미터 높이에 통풍이 잘 되는 곳에서 측정된 대기온도를 말한다.

토지이용 및 토지이용 변화 (Land use and land use change)

토지이용은, 특정 토지피복 유형에서 이루어진 전체적인 배치, 활동, 그리고 투입을 의미한다. 토지이용이라는 용어는 또한, 토지가 관리되는 사회적 및 경제적 목적의 측면에서 사용되기도 한다. 토지이용 변화는, 토지피복에 변화를 일으킬 수 있는, 인간에 의한 토지 사용 및 관리의 변화를 의미한다. 토지피복 및 토지이용 변화는, 표면 반사율, 증발산, 온실가스의 기원 등에 영향을 미쳐, 국지적 및 전체적인 기후에 복사 강제력을 야기시킬 수 있다.

기온감율 (Lapse rate)

높이에 따른 대기 변수들 - 주로 온도 - 의 변화율을 의미한다. 높이에 따라 이 변수가 감소할 때 기온감율은 양의 값을 가지게 된다.

잠열속 (Latent heat flux)

물방울의 증발 및 응축과 연계되어 지표면에서 대기로 방출되는 열의 유량.

가능성 (Likelihood)

기후 파라미터, 관찰된 경향, 돌출된 변화 등과 같은 사건들의 발생의 확률적 측정값을 말한다. 이 가능성은 통계적 혹은 모델링 분석, 전문가 도출, 정량적 분석 등에 기초한다.

국지적 재난위험관리 (LDRM)

국지적 행위자들 (시민, 공동체, 정부, 비영리 조직, 기관, 기업 등)이 재난위험과 재난의 확인, 분석, 평가, 모니터링, 처리 등에 참여하는 과정을 말한다. LDRM은 보통 지역적, 국가적, 혹은 국제적 수준의 외부 행위자들로부터 지원을 필요로 한다. 공동체-기초 재난위험관리는, 공동체 구성원들과 조직들이 의사결정과정의 핵심에 자리하는 LDRM의 하위집합이다.

물질 이동 (Mass movement)

산에서 발생하는 물질 이동은, 사태, 낙석, 석편 흐름 등과 같은 물질이동 과정의 각기 다른 유형들을 일컫는다.

평균 해수면 (Mean sea level)

검수기로 측정된 대륙 대비 해수면이다. 평균 해수면은, 파도나 조수의 평균을 구할 수 있을 만큼 충분히 긴 시간 - 한 달이나 일 년 - 동안 측정된 상대적 평균 해수면으로 정의된다.

자오선 역전 순환 (MOC)

자오선 역전 순환은, 깊이나 밀도 증가층 내 위도상(동-서) 질량 이동의 합계로 정량화된다. 북대서양에서 MOC는 주로 열염분 순환으로 확인되며, 이는 개념적인 해석이다.

(재해위험과 재해의)완화 (Mitigation)

위험, 노출, 취약성을 줄여주는 행위들을 통한 물리적 위험물들의 잠재적인 부정적 영향의 감소이다.

(기후변화의) 완화 (Mitigation)

온실가스의 원천을 감소시키거나 하강시키기 위한 인간적인 중재이다.

기후 변동성의 유형들 (Modes of climate variability)

대기 순환의 역동적인 특성들을 통해, 그리고 대륙과 해양 표면과의 상호작용을 통해 발생하는 기후 시스템의 자연적인 변동이다. 이에는 북대서양 진동 (NAO), 엘 니뇨 남방 진동, 남반구 극진동, 북반구 극진동 등이 있다.

장마 (Monsoon)

장마는, 대륙 및 그에 가까운 해안이 가열되는 속도의 차이에 의해 야기되는 열대 및 아열대성 계절적 역전으로, 지상풍 및 그에 연계된 강우를 동반한다. 장마는 주로 여름에 발생한다.

비선형성 (Nonlinearity)

원인과 결과 사이에 명확한 확률적인 관계가 존재하지 않는 과정을 비선형적이라고 말한다. 기후 시스템은 기본적으로 수많은 비선형성을 가지고 있으며, 그에 따라 잠재적으로 매우 복잡한 행동양식을 보인다. 이러한 복잡성은 갑작스런 기후 변화로 이어질 수 있다.

북대서양 진동 (NAO)

북대서양 진동은, 아조레스 제도와 아이슬란드 근처 기압의 상반되는 변동들로 이루어진다. 이는 따라서 대서양을 거쳐 유럽으로 부는 서풍의 강도변화에 대응하며, 또한 그에 연계된 전선계를 가지는 내부 사이클론의 변화에 부합한다.

북반구 극진동 (NAM)

북극의 낮은 지상기압과 강력한 중위도 편서풍으로 특징지어지는 진폭 패턴의 겨울적 변동이다. NAM은 성층권으로 들어가는 북극 소용돌이와 연계성을 가진다. 그 패턴은 북대서양으로 편향을 가지며, 북대서양 진동과 큰 상호관계를 지닌다.

태평양 10년 변동 진동 (Pacific Decadal Oscillation)

북태평양 해수면 온도의 첫 번째 실증적 직교함수의 패턴과 시계열이다.

매개변수화 (Parameterization)

기후 모형에서, 이 용어는 공간 및 시간적인 해결법으로 명확히 설명되지 않는 과정들을 나타내기 위한 기술을 말한다.

백분위수 (Percentile)

백분위수는 데이터 세트값의 백분율을 나타내는 백분위의 값이다. 백분위수는 종종 분배상의 양극단을 나타내는데 쓰이기도 한다. 예를 들어, 90th(10th)는 상한선 (하한선)을 표현하는데 사용된다.

영구 동토층 (Permafrost)

최소한 2년 연속으로 0도 이하로 유지되는 땅을 말한다.

예측 가능성 (Predictability)

과거 및 현재 시스템에 대한 지식에 근거하여 예측할 수 있는 미래 시스템 상태의 정도를 말한다.

확률 밀도 함수 (Probability density function)

확률 밀도 함수는, 변수의 각기 다른 결과들의 상대적인 발생확률을 나타내는 함수이다.

추정 (Projection)

추정은, 양의 잠재적인 미래 변동이며, 종종 모형의 도움을 받아 계산된다. 추정은 실현 가능성의 여부를 점칠 수 없는 사회경제적 및 기술적 발달과 관련한 가정들을 포함한다는 점에서, 예측과는 구분된다.

프록시 기후지표 (Proxy climate indicator)

프록시 기후지표는, 기후관련 변동들의 조합을 나타내기 위해 물리적 및 생물물리학적 원칙들을 사용하여 해석된 국부적인 기록이다. 이러한 방식으로 도출된 기후관련 데이터를 프록시 데이터라고 한다. 프록시의 예로는 꽃가루 분석, 나무 고리 기록, 산호의 특성 등이 있다.

복사 강제력 (Radiative forcing)

복사 강제력은, 기후 변화의 외부 동인 - 예를 들어, 이산화탄소 농도나 태양 조도의 변화 - 에 의한 총 권계면 복사조도의 변화를 말한다. 복사 강제력은, 구름 복사 강제력과 혼동되어서는 안 되는데, 이는 대기권 최상부의 복사조도에 대한 구름의 영향을 측정하기 위한 용어이다.

재분석 (Reanalysis)

재분석은, 첨단 기후 예측 모형과 고정 데이터 동화 기술을 활용하여, 과거의 대기 및 해양기상을 처리함으로써 이루어지는 기온, 바람, 해류 등의 분석을 의미하는 것이다. 고정 데이터 동화를 활용하면, 운용 분석에서 발생하는 분석시스템 변동의 영향을 피할 수 있다. 그 일관성은 계속 개선되고 있지만, 글로벌 재분석은 아직도 변동성과 관찰 시스템의 편향으로 어려움을 겪고 있다.

복원력 (Resilience)

기초적인 구조와 기능의 보존, 복구, 개선을 통하여 적시에 효율적인 방식으로 유해한 현상의 영향을 예측하고, 흡수하고, 혹은 그로부터 복원하기 위한 시스템 및 그 구성물들의 능력을 말한다.

회복 주기 (Return period)

정해진 규모나 강도의 사건 발생들 사이의 평균 시간차 측정값이다.

회복값 (Return value)

평균적으로 주어진 기간 동안 한 번 발생하는 주어진 변수의 가장 높은 (대안적으로 가장 낮은) 값을 말한다.

위험 전가 (Risk transfer)

특정 위험들로 인한 금전적인 결과를 한 쪽에서 다른 쪽으로, 공식 및 비공식적으로 이동시키는 과정이다.

지표 유출량 (Runoff)

강우의 일부로, 증발되지 않고 토양을 통과하거나 지표면 위로 흘러, 다시 수원으로 돌아가는 부분이다.

시나리오 (Scenario)

원동력들과 핵심 관계들에 대한 일련의 일관된 가정에 근거하여, 미래가 어떻게 발전할지에 대한 간략하고 단순한 기술을 말한다. 시나리오는 추정으로부터 도출되기도 하지만, 주로 기타 다른 원천들로부터 나온 부가적인 정보에 근거한다.

해수면 변동 (Sea level change)

(1) 해양 분지 형태의 변화, (2) 대륙 빙하의 총 면적과 분포의 변화, (3) 해수 밀도의 변화, 그리고 (4) 해수 순환의 변화로 인한 세계적 및 국지적인 해수면의 변화를 말한다.

해수면 온도 (SST)

해수면 온도는, 배, 부표 등으로 측정된 바다 표면으로부터 수 미터 내의 온도를 말한다. 양동으로 물의 표본을 길러 측정하던 것에서, 1940년 엔진으로 끌어올려 측정하는 방식으로 바뀌었다.

현열속(顯熱束) (Sensible heat flux)

물의 단계변화에 연계되지 않는 지표면 열의 대기 중 복사속도를 말한다.

유의 파고 (Significant wave height)

특정 시간에 발생하는 파고의 상부 1/3의 평균 높이를 말한다.

토양 수분 (Soil moisture)

지표면에 저장되어 증발산 될 수 있는 수분을 말한다.

남반구 극진동 (SAM)

북반구 극진동과 같은 변동 양상을 가지지만, 남반구에서 일어나는 진동.

폭풍 해일 (Storm surge)

극단적인 기상조건 (낮은 대기압이나 강한 바람 등)으로 일어나는 파고의 일시적인 상승이다. 폭풍 해일은, 그 시간과 그 장소에서 예상을 뛰어넘는 초과 높이로 정의된다.

폭풍 진로 (Storm track)

원래는 격렬한 기후 시스템의 진로를 나타내기 위한 용어였지만, 현재는 주로 저기압과 고기압에 후속적으로 발생하는 온대저기압의 진로와 그 지역을 나타낸다.

하천 유량 (Streamflow)

하도 내의 물의 흐름을 말하며, 단위는 m^3s^{-1} 이다.

보완성 (Subsidiarity)

정부의 의사결정은 시민들에게 가장 가까운 탈 중앙집권화 된 수준에서 가장 최적으로 이루어진다는 원칙이다. 보완성은, 책임을 강화하고, 적용되는 지점에서 멀리 떨어진 곳에서 의사결정을 함에 따른 위험성을 줄이기 위해 설계되었다.

지속 가능한 개발 (Sustainable development)

미래 세대들이 자신들의 필요를 충족시키는데 필요한 능력에 영향을 끼치지 않으면서 현재의 필요를 충족시키는 개발.

증산 (Transpiration)

식물들의 기공을 통한 잎 표면의 물의 증발.

변형 (Transformation)

시스템 (가치 체계; 규제적, 법적, 관료적 체계; 금융 기관들; 그리고 기술적 혹은 생물적 시스템 등) 특성의 근본적인 변화

열대 저기압 (Tropical cyclone)

열대 대양에서 발생하는 강력한 사이클론 규모의 기상 악화를 통칭하는 용어이다. 풍속 상한점을 넘어서므로써 약한 시스템과 구분된다. 열대 폭풍우는 분당 평균 풍속이 $18-32\text{ms}^{-1}$ 인 열대 저기압이며, 32ms^{-1} 을 넘어서는 열대 저기압은 지형학적인 위치에 따라 허리케인, 태풍, 사이클론 등으로 불린다.

불확실성 (Uncertainty)

가치나 관계의 정도가 밝혀지지 않은 것을 뜻한다. 불확실성은 정보의 부족, 혹은 알려진 상황에 대한 의견 차이에 기인할 수 있다. 불확실성은, 데이터의 정량적 오류, 애매모호하게 정의된 개념이나 용어, 혹은 인간 행위의 불확실한 추정 등과 같은 다양한 원인들로부터 발생할 수 있다. 따라서 불확실성은, 다양한 모형이나 질적 서술 등으로 추정된 값의 범위와 같은 정량적인 측정으로 나타내어질 수 있다.

도시 열섬 (Urban heat island)

주변 외곽 지역과 비교한 도시의 상대적인 온량이며, 이는 지표 유출량, 열 잔류에 의한 정글 효과, 지표면 반사율의 변화, 오염도와 에어로졸의 변화 등과 연계된다.

취약성 (Vulnerability)

부정적인 영향을 받는 성향이나 경향.

온난한 낮/ 온난한 밤 (Warm days/warm nights)

낮 최고기온 혹은 밤 최저기온이 90^{th} 백분위수를 초과하는 낮과 밤

온난 기간 (Warm spell)

이상적으로 따뜻한 기후를 보이는 기간. 열파 (Heat wave)과 온난 기간은 다양한 의미를 가지며, 가끔은 그 정의가 중첩되기도 한다.

후기모음



Passion Wins

한국외대부속용인외국어고등학교 3학년

김현지

번역작업은 기본적으로 실력을 갖추고 있어야 한다고 사람들은 말합니다. 이 같은 전제조건에 따르면 우리 고등학생은 번역가로서 실격일지도 모릅니다. 그럼에도 저는 지난 겨울, 전 세계 수천여 명의 학자들이 모여 작성한 IPCC SREX특별보고서를 번역하고자 하는 꿈을 품었습니다. 그리고 서울대학교에서 주최한 기후변화 특강을 함께 들은 동기들에게 보고서를 번역하자는 제 포부를 밝혔습니다. 기대 이상으로 많은 학생들이 호응해 주었고 덕분에 지난 8개월간 14명의 든든한 프로젝트 팀원들과 동고동락할 수 있었습니다.

처음 번역프로젝트를 기획하고 함께할 팀원을 구성할 무렵, 저는 같은 학년 학생으로부터 장문의 이메일을 한 통 받았습니다. 환경에 관심이 있고 600페이지에 달하는 보고서를 끈기 있게 번역해나갈 열정이 있지만 외고학생들에 비해 상대적으로 부족한 영어실력으로 팀 프로젝트에 차질이 생길까 우려하는 내용이었습니다. 저는 영어를 잘하든 못하든 어떤 방법으로도 주어진 기한 내에 번역작업을 완성시킬 수 있다면 누구나 팀원으로 활동해도 좋다고 답변했습니다. 실제로 이 친구는 본인이 번역하면서 학교 선생님의 도움을 적극적으로 활용해 할당된 분량을 성실히 수행해냈습니다.

이 프로젝트의 지원 자격은 “지원할 수 있는 용기가 있느냐”였던 것 같습니다. 번역 프로젝트를 시작하기 전 팀원들에게 간단한 테스트를 했지만 테스트를 실시한 모든 학생들과 지난 8개월을 함께 보냈으니깐요. 물론 테스트를 실시한 학생들 모두(그리고 저 역시)가 탁월한 실력을 가지고 있었던 것은 아닙니다. 다만 저는 열정이 실력보다 못하진 않다는 믿음을 가지고 있었습니다. 이러한 다소 이상적인 신념을 지켜내는 것이 쉬운 일은 아니었지만 이 프로젝트가 성공적으로 마무리될 수 있었던 이유도 어쩌면 열정이란 놈을 높이 샀기 때문일지도 모른다는 생각을 합니다. 열심히 번역한 총 600페이지에 달하는 보고서를 마무리하던 시점에 한국어 번역본이 이미 존재한다는 사실을 알게 되었을 때 포기하지 않고 전국 각지에서 대책회의에 참석해 열띤 토론을 벌일 수 있었던 건 모두 우리 팀원들이 실력만 있는 학생들이 아니라 걸어보지 않은 길을 걸을 줄 아는 열정과 모험심이 있는 친구들이었기 때문이 아닐까 하는 생각을 합니다.

우리가 번역을 하며 보낸 지난 시간은 이제 우리의 기억 한 칸에 말없이 자리 잡고 있겠지만, 이 때 가졌던 열정의 불꽃은 각자에게 소중한 활동에 또다시 이어질 수 있기를 바랍니다. 그리고 우리의 열정이 이 책을 읽는 다른 청소년 독자들에게도 나눠지기를 진심으로 소망합니다.

IPCC 특별보고서 SREX의 번역·요약을 마무리하며

민족사관고등학교 3학년

김서희

“나의 작은 행동이 세상을 바꾼다.”

어느 겨울날 학교 상담실 홈페이지에 올라와있던 be a changer 프로그램의 문구였습니다. 중학교 때부터 있었던 환경에 대한 막연한 관심으로 시작하게 된 고등학교 환경 동아리 활동과, 환경 분야의 과학적 리서치를 통해 관심을 가지게 된 환경 분야 쪽으로 진로를 정했을 무렵이었습니다. Be a changer 라는 프로그램은 환경 문제를 사회적, 경제적, 환경적, 그리고 인류학적 관점에서 다룬다는 점에서 매우 흥미로웠기 때문에 망설임 없이 지원하게 되었고 프로그램에 결국 참여하게 되었습니다. 총 6일간 다양한 분야의 교수님께 강의를 듣고 서울대학교 기숙사에서 친구들과 정을 쌓아 갔습니다. 강의를 통해, 기후 변화의 문제는 굉장히 광범위하게 영향을 미치며, 문제를 해결하기 위한 다양한 접근 방법이 절실히 필요하다는 것을 뼈저리게 느끼게 되었습니다. 특히, 첫 수업 중 교수님께서 알려주신 IPCC에 대한 관심을 가지게 되었는데, 이 보고서는 지구의 급격한 기후 변화에 대한 문제 의식을 가진 여러 학자들이 만든 보고서가 있는데 바로 그것이 IPCC (International Panel on Climate Change)라고 합니다.

마침, 현지와 용인외고 후배들이 마지막 날 발표한 IPCC 번역 활동을 보고 반가운 마음에 지원하게 되었고 저를 비롯한 약 스무 명의 학생들이 처음 IPCC 번역에 참여하게 되었습니다. IPCC번역도 기대 반, 걱정 반으로 시작했습니다. 이러한 전문적인 보고서를 학생의 신분에서 공부하고, 번역할 수 있다는 기대감과 전문가들이 보는 보고서를 과연 잘 번역할 수 있을까 하는 의구심이 들기도 하였습니다. 또한, 입시를 앞둔 고등학교 3학년으로서 과연 번역 작업에 충실히 임할 수 있을까 하는 걱정도 되었습니다.

드디어, 저의 번역 할 당분을 받고, 하루에 한 쪽 식 번역을 시작했습니다. 2월 초에 개학을 해서 학교를 들어간 이후와 설 연휴, 그리고 시험기간에도 저녁시간을 번역에 할애했습니다. 학교의 일과가 끝나고 지친 몸으로 컴퓨터를 켜서 원본을 읽을 때면 가끔씩 '내가 번역을 하고 있는 것이 의미가 있는 건가' 라는 생각도 많이 들었지만, 점점 쌓여가는 번역량을 보며 뿌듯함을 느꼈습니다.

번역 활동 중간에 이미 IPCC 번역본이 존재한다는 사실도 알게 되었고, be a changer 프로그램과의 소통 문제로 팀원들이 힘든 시간을 보냈지만, 상황을 현명하게 대처한 팀장 현지와, 다른 팀원들의 관심 속에 이렇게 잘 마무리를 하게 되었습니다.

IPCC 번역은 값지고 정말 의미 있는 활동이었습니다. 저 자신도 원본 보고서를 읽으면서 많은 내용들을 배웠고, 중고등학생들을 위한 편집을 할 때에는 많은 학생들이 내가 번역한 부분을 읽고 많은 것을 배웠으면 좋겠다는 생각에 더 열심히 임할 수 있었습니다. 비록, 고등학생들이 번역하고 편집한 것이라 다소 어색한 부분이 있을 수도 있지만, IPCC라는 보고서를 고등학생의 관점에서 이해하고 그 내용을 책에 그대로 담았기에 어린 독자들이 더 쉽게 이해할 수 있을 것이라고 믿습니다.

이 보고서의 번역을 마치기까지 팀 리더로서 너무 훌륭하게 번역 팀을 이끌어준 용인외고의 현지에게 감사함을 전합니다. 많은 어려움에도 불구하고 항상 팀원들을 격려해주고, 솔선수범하여 번역에 도움을 준 덕분에 팀원들이 잘 따라 번역을 성공적으로 마쳤다고 생각합니다. 그리고 이 번역을 함께 한 모든 팀원들과, 이 번역 팀이 만들어 질 수 있었던 계기를 만들어준 be a changer 프로그램 담당자 분들께도 모두 감사의 말씀을 전하고 싶습니다.

우리의 작은 행동이 지구를 변화한다는 말과 번역을 함께 했던 친구들과의 열정을 잃지 않고, 항상 환경 문제에 관심을 가지며 살아가는 사람이 되어야겠습니다. 독자여러분들도 이 책이 조금이나마 생각의 변화를 이끌었으면 좋겠습니다.

1월에 시작해서 8월까지, 장장 7개월에 걸친 IPCC 프로젝트가 드디어 막바지에 다다랐다. 처음 시작할 때는 이렇게 거대하고 험난한 프로젝트가 될 줄은 꿈에도 몰랐다. 하지만 그 과정이 힘들었던 만큼 결과물은 더욱 값지고 뿌듯한 결과가 나오지 않았나 싶다.

우리는 IPCC보고서 중 SREX, Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation (기후변화 적응을 위한 극한 현상 및 재해 위험 관리)를 번역했고 검토했고 요약했다. 처음 번역은 매일 1페이지 분량으로 총 27페이지를 번역했는데 시작부터 정말 녹록치 않은 일이었다. 다 번역하고는 peer to peer 시스템으로 짝을 지어서 각자 서로의 번역본을 검토했다. 하지만 그 와중에 우리는 이 보고서의 번역본이 이미 존재한다는 청천벽력 같은 이야기를 듣게 되었다. 또 이 프로젝트를 시작하고 진행하는데 있어서 가장 결정적 역할을 했던 기존의 협력기관에서 그 문제에 대해서 책임회피를 하는 바람에 우리의 피와 땀을 쏟은 번역물이 무용지물이 될 뻔 했다. 하지만 우리는 좌절하지 않고 모여서 회의 끝에 독립적으로 프로젝트를 진행하기로 했다. 나와 다른 프로젝트가 요약본으로 만들어 기존 번역물과 차별화를 두어 출간하자고 제안했고 여러 전문가와 환경, 기후변화 관계자들에게 도움과 자문을 구하여 마침내 이렇게 완성했다. 힘들었고 갈등도 많은 과정이었지만 우리가 주체적이고 민주적으로 이렇게 프로젝트를 여기까지 이끌었다는 것이 정말 자랑스럽다.

이 IPCC프로젝트의 가장 큰 의미는 SREX 요약본의 완성이 아닐까 싶다. 단순 번역본보다 우리가 맞닥뜨린 그 난관을 극복하고 더 의미 있는 결과물-요약본을 통하여 무언가를 이루겠다는 구체적 목표를 설정한-을 내고자 했다는 노력이 그대로 담긴 것이기 때문이다. 이 요약본은 전문가나 학자들을 위한 것이 아니다. 우리는 요약본의 타겟을 우리와 같은 청소년으로 잡았고 그러한 공익적 목적을 가지고 청소년들이 기후변화를 더 잘 이해할 수 있도록 진행했다. 또 그에 맞게 이해하기 쉽고 질리지 않도록 간단하면서도 핵심이 잘 전달되도록 요약하려고 노력했다.

아직까지 기후변화와 환경 문제에 대하여 잘 모르고 또 마땅히 자료를 접할 기회가 없는 청소년들이 많다. 나조차도 이렇게 잘 정돈된 전문적인 보고서를 제대로 접해본 것은 이번이 처음이었고 이 프로젝트 과정에서 기후변화와 환경에 대해 많은 것을 배웠다. 우리의 이러한 노력을 통해 많은 청소년들이 요약본을 읽음으로써 더 효과적으로 기후변화를 이

해하고 그 심각성을 깨달았으면 좋겠다. 거기서 더 나아가서 이 문제를 더 깊게 탐구하고 싶은 흥미가 생기거나 미래에 이 문제를 해결하고 싶다는 꿈을 꾸게 된다면 프로젝트의 목표가 더할 나위 없이 완벽하게 성취되는 것이라고 해야겠다.

나는 이 프로젝트를 하면서 힘들고 걱정스러웠고 우리가 잘 할 수 있을까 라는 의문이 들기도 했다. 하지만 다 같이 적극적으로 방향을 설정하고 대안을 세우고 목표를 설정하고 마침내 이렇게 결과물을 만들어 내는 것을 보면서 괜한 걱정을 했다는 생각이 들었다. 힘든 시간이 있었을지라도 그 시간들이 있었기에 노력이 더 빛을 발한다고 생각한다.

끝으로 여기까지 함께한 프로텍터들과, 특히 여러 가지 계획 수립과 힘든 일들을 도맡아 한 리더 현지에게 고맙다는 말을 전하고 싶다. 부디 이 프로젝트와 요약본이 환경문제와 기후변화에 대한 이해에 있어서 의미 있고 값진 역할을 해 냈으면 좋겠다.

장장 7개월에 걸쳐 SREX 특별보고서의 번역, 검토, 요약 작업이 모두 이루어졌다. 하루에 1페이지 번역을 위해 매일 두 시간을 다시 보내라고 하면 또 할 수 있을까라는 생각이 든다. 고등학교 3학년의 위치에서 공부 이외의 또 뜻 깊은 일을 하나 해냈다는 사실에 뿌듯할 따름이다.

나는 본 보고서가 잘 활용되어 기후변화 적응과 재해 위험에 대한 더 나은 정책들이 수립 될 날을 상상하며 사명감을 다졌다. 또한 내가 맡은 30페이지를 번역 하는 동안 초심을 잃지 않으려고 노력했다. 아는 단어도 찾아보며 문맥에 가장 적합한 어휘를 선택하고, 내가 먼저 문장을 이해하려 몇 번씩 읽고 나서야 한국어로 번역을 시작했다. 그럼에도 불구하고 과학적 내용이 많았던 몇몇 페이지들은 번역이 질이 좋지 않을까 걱정이 되는데, 앞으로 개정판을 낼 일이 있다면 완벽하게 하고 싶은 욕심도 생긴다.

본 번역 보고서의 가장 큰 특징은 학생들이 직접 제작한 요약본의 존재라고 생각한다. 우리 모두는 여름방학 전을 활용하여 검토, 수정 작업이 끝났음에도 내용 전체를 포괄할 수 있는 요약본 작업에 나섰다. 그 중 나는 ‘정책 결정자들을 위한 SREX 요약 보고서’ 부분을 ‘청소년 들을 위한 SREX 요약 보고서’로 편집 하였다. 번역물이 중학교에 배포될 것을 고려하여, 내가 제안하고 시작한 일이었기에 더 공을 들였다. 서론 부분은 쉬운 어휘로 대체하고 문장들을 가다듬었으며 보기 난해한 그림은 이해하기 쉬운 그림으로 다시 조직하였다. 본론 부분은 글 체계를 건드릴 수 없었기에 어려운 문단 밑에 검토자 도움말과 용어 설명을 덧붙였다. 또한 그래프와 지도 밑에는 쉬운 말로 주석을 달았다.

7개월이 순탄하게 흘러간 것만도 아니었다. 우리는 검토 작업이 끝나갈 때 즈음 없다고 들었던 SREX 한국어 번역본이 이미 존재함을 발견하고 혼란에 빠졌었다. 게다가 기존 협조기관의 정보제공과 번역물 활용 방안에 대한 책임 회피로 순수한 학생들의 땀이 모두 날아갈 뻔 하기도 했다. 그러나 우리 IPCC 프로젝트들은 굴하지 않고 더 의미 있는 활용과 번역본 차별화를 위한 대책 수립을 위해 강남역에서 회의를 열어 성공적인 결과의 출구로 다시 나올 수 있었다. 당시 팀원들의 차분한 의견제시와 민주적이었던 의견 통합과정은 아직도 잊을 수 없다.

IPCC에서 발행되는 많은 보고서들은 학자들만을 위해 나온 것이 아니다. 모든 사

람들의 각성을 위해 발간된 것이며 우리나라 말로 대부분의 보고서가 번역되어 있기도 하다. (심지어 SREX full report 는 영어와 한국어로만 존재한다는 사실에 놀랐다) 그러나 세계시민 중 몇 명이나 보고서의 요약본이나 서론이라도 읽어보았을까? 우리나라 환경재해정책가, 입법가들은 보고서를 읽어보고 좀 더 나은 상황분석과 정책 수립을 시도해보았을까? 기후변화대응 교육은 최신 정보들을 가지고 이루어지기는 할까? IPCC 보고서가 일찍부터 적극적으로 활용 되었다면 세상은 조금 달라졌을 지도 모른다. 나는 중학교와 여러 도서관에 배포되는 본 번역, 요약본이 미래의 기후변화 문제를 함께 극복해 나갈 많은 사람들에게 읽혔으면 한다. 나도 현재는 부족한 지식의 소유자지만, IPCC를 현명히 활용할 수 있는 연구자나 정책가가 되도록 노력할 것이다.

마지막으로, 팀원들에게 고맙다는 말을 하고 싶다. 현지는 프로젝트 첫 기획에서부터 작업량 배분, 검토확인, 스케줄 확인, 각종 기관과의 연락 등을 맡아서 해준 훌륭한 리더였다. 나의 검토 peer에게도 나의 미숙한 번역본을 봐준 수고, 당신의 뛰어났던 번역 실력에 대해 칭찬을 해주고 싶다. 또한 모든 IPCC 프로젝트들이 끈기 있게 달려왔기에 이런 후기를 쓰는 것이 가능했다고 생각한다.

본 보고서가 기후변화에 대한 좀 더 정확한 이해, 기후변화 대응 정책 수립에 있어서 좀 더 전문적인 지식 제공에 도움이 되길 바라며, 후기를 이만 마친다.

Good Bye, IPCCer!

<길고도 새롭고도 알찼던 여정을 끝마치며...>

영복여자고등학교 3학년

유영임

후기를 작성하기에 앞서 지난 7개월에 걸쳐 프로젝트를 위해 함께 애써온 13명의 프로젝트들 모두에게 감사의 말씀을 전하고 싶습니다. 하지만 누구보다도 패기 넘치는 이 프로젝트를 우리들에게 제안해 주었던 프로젝트 최초기획자, 김현지 학생에게 가장 먼저 고맙다는 인사를 해야 할 것 같습니다. 현지가 없었더라면 이 프로젝트를 통해 얻을 수 있었던 무한하고도 값진 경험들, 협력과 믿음 속에서 솟아나는 감동과 노력의 결실들을 감히 상상조차 할 수 없었을 테니까 말입니다.

지난 7개월을 되돌아보면 번역과 수능준비 그리고 학교행사 사이에서 수많은 갈등을 했던 것 같습니다. 개인적인 우선순위를 지켜야 할지, 공동으로 진행하는 프로젝트를 우선 시 해야 할지, 학교 과제를 먼저 처리해야 할지 말입니다. 모의고사, 내신고사, 경시대회가 있을 때마다 매번 반복되는 같은 고민이었습니다만 저의 결정은 항상 번역으로 기울었습니다. 저를 믿고 기다려주는 현지에게 실망을 주고 싶지 않았고 뛰어난 동료들 사이에서 조금이라도 뒤처지지 않으려면, 적어도 공동의 프로젝트에 폐를 끼치지 않기 위해서는 조금 더 노력해야 하는 입장임을 잘 알고 있었기 때문입니다. 사실, 부족한 능력을 닦으면서 위축되어 있는 것은 성미에 맞지 않았던 이유도 있습니다.

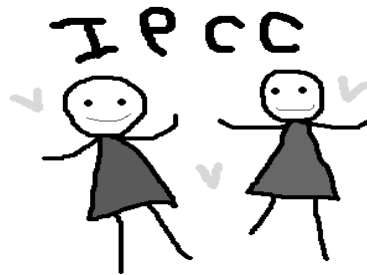
과거에 저는 쇼트트랙 국가대표를 꿈꾸었던 훈련생이었고 때문에 대부분의 또래 학생들이 공부를 하던 시기에 저는 빙상에서 육체적인 훈련을 받았습니다. 하지만 어떤 계기로 인해 꿈이 바뀌었고 현재는 신재생에너지공학자를 꿈꾸며 대입을 준비하고 있습니다. 새로운 목표를 갖게 된지 이제 3년째 접어들고 있지만 제게는 항상 남들보다 공부를 시작한 시기가 늦은 만큼 불리할 수밖에 없다는 고정관념이 있었습니다. 특목고 학생들은 물론이고 일반고에 다니는 여타의 학생들보다도 뒤떨어질 수밖에 없다는 그런 생각 말입니다. 그러한 마음가짐은 시험공부를 할 때, 함께 토론을 하거나 고민할 때면 걸림돌이 되고는 했습니다. 그런데 이번 프로젝트는 타 학교 학생들과 장기간 지적 능력을 공유하며 추진하는 프로젝트였다는 점에서 제게 자신감과 성취감을 남겨주었습니다. 이제는 인정받을 수 있다는 뿌듯함이었다고 할까요? 어쨌든 결과적으로 이번 프로젝트는 그러한 저의 한계점을 극복하는 데 있어 단단한 디딤돌이자 성장의 계기가 되었다고 생각합니다.

쇼트트랙 이후 저의 1등 관심사는 항상 기후변화였습니다. 이 프로젝트의 바탕을 마련해주었던 서울대학교와 KRICCS가 함께하는 기후변화 교육프로그램이 저에게 매력적으로 다가왔던 가장 큰 이유라고 할 수 있겠습니다. 하지만 저는 전형적인 이과생답게도 기후변화를 ‘과학 및 기술적인 관점에서 효과적으로 해결할 수 있는 방법이 무엇이 있을까’ 이외에는 별다른 생각을 해본 적이 없었습니다. 그러니 1차 번역을 할 때 재해위험성, 노출도, 취약성, 회복력의 새로운 범위(저는 1차 번역 당시 제 1장을 담당했습니다)에 대해서 고민해보는 일은 생소할 수밖에 없었습니다. 그랬던 만큼 한 문장, 한 문장이 의미하는 바를 파악해내는 작업이 쉽지 않았습니다. 어떤 날에는 수학 문제를 푸는 시간보다 한 페이지 분량의 보고서를 번역하는 데 투자한 시간이 더 많았을 정도니까요. 시간 낭비하지 말라는 말을 들은 적도 많았지만 되짚어 봐도 저는 결코 2월 달부터 고민했던 그 시간들이 감히 헛되었다고는 생각하지 않습니다. 스스로의 흥미분야(기후변화)에 관한 더 넓은 시각과 높은 안목을 기를 수 있었던 유일한 시간이었다고 확신하기 때문입니다.

하지만 혼자만의 신념과 의지만으로는 고삼이라는 이 바쁜 시기에 여기까지 오지 못했을 것이 분명합니다. 그리고 제가 여러분 앞에 (글로서) 설 수 있도록 해준 동력원은 전부 동료들의 격려와 겸손 그리고 책임의식 덕분이었을 겁니다. 정해진 기간을 지키기 위해 필사적인 모습들, 늦더라도 미안하다는 말을 잊지 않던 팀원들, 번역의 질을 높이기 위해 각자 나서서 용어를 정리한다거나 어려웠던 점들을 공유하는 모습들은 때로 지쳐가는 제 자신을 채찍질하기에 충분했습니다. 학교에서는 배울 수 없었던 특별한 동료의식(공동체 의식)과 책임감 그리고 협력의 미학을 배워갑니다. 앞으로 다시는 없을 특별한 경험을 하게 해준 당신들에게 다시 한 번 감사드립니다. 끝으로 우리가 프로젝트 진행 도중 새롭게 설정한 목표이자 결과물인 이 책은 후배들을 위한 것이므로 이 책을 읽고 있을, 기후변화에 관심 만!뽕!인 독자들에게 전하는 말을 마지막으로 후기를 마치겠습니다. 수고하셨습니다.

이 책을 읽을 독자들에게^-^

여러분! 여러분께서는 기후변화에 관심을 가지고 있기 때문에, 혹은 과제물을 수행하기 위해 이 책을 선택하셨을까요? 저는 제 이름이 수록되어 있는 첫 출판물이라는 점에서 이 책에 큰 의미를 두고 싶습니다. 책을 완성하기 위해 번역을 하고 요약을 하고 후기를 작성하면서 저의 꿈과 희망을 되새겨보았을 뿐만 아니라 그 속에서 꽃피운 우정과 깨달음의 과정들은 평생 잊을 수 없는 경험들이었기 때문입니다. 저는 여러분들도 이 같은 소중한 경험을 10대라는 이름이 시들어버리기 전에 꼭 한 번쯤 겪어보길 바라며 그것이 제가 이 글을 남겨두는 이유가 될 것입니다. 이 책을 읽는 청소년 여러분들이 꿈을 잃지 않고 쉬지 않고 도전하는, 새로운 시대를 이끌어갈 주역으로 성장하길 바랍니다. 조금이라도 여러분의 앞날에 이 책이 도움이 되었기를 기원하며 후기를 이만 마치도록 하겠습니다. 감사합니다.



IPCC 특별보고서 SREX의 번역·요약을 마무리하며

한국외대부속용인외국어고등학교 3학년

이혜린

2013년 1월에 시작한 IPCC SREX의 번역이 현재, 8월에 드디어 종점을 바라보고 있다. 예상보다 많이 힘들고, 어려움도 많았지만, 비 온 뒤에 땅이 굳어진다고, 그러한 어려움들이 우리를 더욱 성장시키고, 더 좋은 결과물을 만들게 해 준 원동력이 되었다고 생각한다.

이 값진 경험의 시작은 2013년 초, 1월로 돌아간다. 중학교 때부터 환경문제 중 특히 기후변화에 관심이 많았던 나는 기후변화 캠프에 참가하게 되었다. 캠프에서 기후변화에 대한 여러 강의를 듣고, 마지막 날에는 앞으로의 활동계획에 대해 발표하는 시간이 있었다. 그 때 처음 지금 부원들과 만나게 되었다.

IPCC 4차 보고서는 이미 한글 번역본이 있었기에 IPCC 특별 보고서 SREX를 번역하게 되었다. 그렇게 우리 IPCC프로젝트의 초기 목표는 IPCC의 기후변화 적응을 위한 극한 현상 및 재해 위험 관리에 관한 특별보고서(Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation; SREX)를 한국어로 번역하는 것이 되었다. 하루에 한 페이지 씩 번역을 하는 것이었는데, 나는 제 5장, 지역적 수준에서의 기후극한 상황에 대한 위험관리 부분을 맡아 번역을 진행해 나갔다.

번역을 처음 하는 것은 아니었지만 이전에 해보았던 번역과는 차원이 달랐다. 1페이지 씩 번역을 하느라 힘들다고 하면 친구들은 겨우 한 페이지 가지고 뭐 그러냐고 나를 타박하기도 했지만, 1페이지를 번역하는 데에 1시간 30분 정도 소요되었다. 하지만 이것은 나의 개인 활동이 아니고, 공동작업인 만큼, 그에 걸맞는 책임감을 가져야 한다고 생각했기에 힘들지만 꾸준히 번역을 할 수 있었다. 또한, 내가 직접 관심을 가지고 있는 분야에 대해 번역하는 것이었으므로 많은 것을 새로 접하게 되고, 그러한 것들을 배우는 즐거움 역시 이 활동을 꾸준히 하게 한 동인이었다.

그나마 여유 있었던 겨울방학이 지나고, 오지 않을 것만 같았던 3학년이 되었다. 그리고 우리 활동에도 변화가 생겼다. 그동안 전체 번역을 끝내고 수정작업에 들어가게 된 것이다. 수정 방식은 Peer-Editing이었다. 다른 한명의 번역을 검토하고, 수정하는 작업이었다. 이 방법은 확실히 효과적이었다. 나 혼자 번역을 하다보면, 착오가 생겨 틀리는 부분이

꽤 있었는데, 다른 친구가 내 번역을 새로운 시각으로 보기 때문에 더욱더 완성도 높은 번역본이 될 수 있었다. 그리고, 같은 단어, 같은 표현이라도 친구와 내가 다르게 표현하였던 것을 보면서 번역에 대해 여러번 고민하고, 가장 적절한 표현을 찾기 위해 신중해야 한다는 것을 깨달았다.

3학년이 되어 활동을 계속 진행하니 확실히 부담이 되었다. 번역을 하고 있을 때마다 항상 갈등이 되었다. 고3인데 이러고 있어도 되는 걸까...? 그런 상황에서 엄청난 소식을 전해 들었다. 바로 이 보고서의 한국어 번역본이 이미 존재한다는 사실이었다. 우리가 공들여온 탑이 무너지는 것만 같았다. 단순히 우리는 사람들이 더욱 보고서를 많이 읽을 수 있도록 번역을 하고자 하는 마음뿐이었는데 그걸 잘 몰라주는 어른들, 여러 이해관계 속에서 방황하는 우리 팀을 보며 좌절감 밖에 들지 않았다. 그래서 우리는 그 이해관계를 탈피하고 우리는 우리들의 노력을 다시 일으켜 세우기 위해 대책을 찾기 시작했고, 우리는 중학생을 위한 요약활동을 진행하게 되었다.

그렇게 진행하게 된 중학생을 위한 요약 활동에서 나는 힘을 얻을 수 있었다. 중학생을 위한 활동에서 나의 모티브는 줄곧 나 ‘자신’ 이라고 할 수 있다. 내가 환경에 관심을 가지게 된 것은 중학교 2학년 때부터였지만, 중학생이었던 나는 조금이라도 전문적인 내용이 나오면 이해하기 어려웠고, 외국문헌들이 많아 보고서를 읽을 수도 없었다. 요약활동을 진행하면서 옛 기억이 새록새록 떠올랐다. 그러면서 나와 같은 학생들에게 힘이 되고 싶었다. 마치 내가 이 활동을 하는 진짜 이유를 찾은 듯 했다. 그래서 그림과 표와 같은 시각자료를 통해 이해를 도왔고, 적응 비용이라는 내용을 일반 가정의 사례에 빗대어 표현하는 등 어려운 용어는 내용이 조금 길어지더라도 쉽게 풀어 설명하려고 노력했다.

그러한 노력이 깃들여져 나온 결과물은 팀원 모두의 노력과 나만의 경험이 더해졌기 때문에 그 어떤 것도 대신할 수 없는 값진 결과를 얻을 수 있었다고 생각한다. 우리의 결과물을 중학생들이 읽으면서, 기후변화의 미래에 대해 이야기 하는 모습을 상상하니 절로 웃음이 지어졌다. 어려움이 많았던 만큼, 약 8개월동안 우리는 서로를 이끌며 많이 성장할 수 있었다. 아마 이 경험은 과도기에 서 있는 우리들을 어른으로 만들어 줄, 어느 때라도 잊을 수 없는, 그러한 소중한 선물이 되지 않을까.

제가 IPCC의 기후변화 적응을 위한 극한현상 및 재해 위험 관리에 관한 특별보고서(Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation; SREX)를 한글로 번역하는 본 “IPCC 프로젝트”에 참여하게 된 계기는 서울대학교와 KRICCCS가 함께하는 청소년 기후변화교육 프로그램에 참가하면서 부터였습니다. 사실 이 프로그램에 참가하기 전까지만 해도 환경 파괴를 초래하는 과도한 개발은 저지되어야 한다고 생각하면서도, 한편으로는 이미 진행되고 있는 환경오염 내지 기후 변화에 대해서는 우리가 할 수 있는 일이 별로 없다는 안일한 생각을 가지고 있었던 것 같습니다. 그러나 이 프로그램을 통하여 환경 보존에 대한 학계의 다양한 연구들을 접하고 이에 대해 정말 열정적으로 알아가고자 하는 제 또래의 다른 학생들의 모습들을 바라보면서, 그 동안 무조건 안 될 거라는 저의 부정적이고 뼈뺀 인식에 대해 스스로 굉장히 부끄러움을 느꼈으며 깊이 반성했습니다.

프로그램의 막바지에 다다를 즈음에, 향후 활동 계획을 발표하는 시간이 다가왔습니다. 이 때 저는 용인외고의 김현지 학생과 후배 2명이 나와 IPCC 프로젝트에 대하여 야심차게 프레젠테이션을 하는 것을 눈여겨보았습니다. 다른 학생들이 모두 각자의 학교에서 진행할 동아리 활동이나 개인적인 봉사활동에 대해 발표한 반면, 김현지 학생은 이 프로그램에 함께 참여한 학생들과 함께 하는 활동을 제시하였기 때문입니다. 저는 우선 환경에 대하여 저보다 훨씬 더 경험이 많고 열정적인 타 학교 학생들과 공동 작업을 한다는 것 자체가 굉장히 의미 있는 일이 될 것이라 생각했고, 나아가 학생들이 아직 SREX와 같은 전문화된 보고서를 직접 의역한다는 것은 쉽지 않을 것이라 생각이 되었지만 많은 학생들이 함께 참여하고 협력한다면 충분히 해낼 수 있을 것이라 판단되어 이 프로젝트에 참여하기로 결정했습니다.

IPCC 프로젝트는 금년 2월 달에 본격적으로 진행되었는데, SREX를 번역하는 일은 생각보다 무척 까다롭고 어려운 작업이었습니다. 처음에는 매일 한 쪽씩 번역해나간다면 서른 쪽은 금방 해낼 수 있을 것이라는 생각을 가지고 있었습니다. 그러나 막상 번역 작업에 들어가니, SREX가 워낙 고도로 전문화된 보고서라서 그런지 한 쪽을 번역하는데 적어도 한 시간, 많게는 두세 시간이 걸릴 정도로 번역이 어렵다는 것을 깨달았습니다. 나아가 다른 고등학교보다 한 달 일찍 2월 달에 개학을 하는 바람에 번역 작업을 본격적으로 시작하는 시기가 학교생활에 적응하는 바쁜 시기와 겹치고 말았습니다. 학교에서의 생활이 점점 바빠질

수록 번역 작업을 위해 하루에 두세 시간을 내는 것이 매우 부담스러워졌습니다. 하지만 저 혼자 힘든 것이 아니라 다른 친구들도 모두 저와 똑같이 이 프로젝트를 위해 노력하고 있다는 생각을 하여 투정부리지 않고 성실히 번역에 임할 수 있도록 저 자신을 추슬렀습니다.

가끔은 너무 복잡한 개념이 나와 제가 번역해야 할 부분을 도저히 이해할 수 없을 때도 있었습니다. 솔직히 말씀드리자면 이럴 때에는 이 부분을 해석의 수준에서 마무리하고 싶은 마음이 불쑥 생기기도 했습니다. 하지만 이 때 역시도 다른 팀원들의 수고를 생각하며 유혹을 뿌리쳤고, 나아가 혹여 저의 어설픈 번역으로 독자들에게 정보가 잘못 전달되는 경우가 생길 수도 있다는 걱정이 들어 보다 명료하고 완성도 있게 번역을 해야 한다는 책임의식을 가질 수 있었습니다. 뿐만 아니라 용어 자체가 너무 생소할 때에는 그 뜻을 정확히 알아보고, 이를 IPCC 프로젝트 팀원들과 공유함으로써 팀원들의 번역 시간을 절약하고 관련 내용의 일관성을 유지할 수 있었습니다. 맥락이 전체적으로 이해되지 않을 경우에는 학교에서 영어를 잘한다는 친구들을 불러 물어보면서까지 번역본의 완성도를 높이기 위해 노력했습니다.

제게 분담된 부분을 모두 번역하고 나니, 다음으로는 팀원들이 번역한 내용을 수정하는 단계에 들어갔습니다. 이 과정은 무엇보다도 번역본에 있어서 내용의 일관성을 유지하는데 매우 중요한 작업이었기에, IPCC 프로젝트 카페에서 온라인상으로 여러 용어들을 올리고 이것들이 동일하게 번역될 수 있도록 팀원들과 협력하였습니다. 많은 친구들이 그러했겠지만 이 즈음에 학교의 정기고사를 비롯한 여러 대회를 준비하던 와중이었기에 이 작업에 대해서도 부담감을 느낄 수밖에 없었습니다. 그러나 지금 돌이켜보니 이 때 저희 모두가 포기하지 않고 끝까지 수정 작업을 완료할 수 있었기에 지금의 번역본이 완성도 있게 나올 수 있었다는 생각이 들어 뿌듯함을 느끼며, 이는 저 뿐만이 아니라 다른 모든 팀원들도 그러할 것이라 생각합니다.

중간에 이미 SREX 한글 번역본이 존재한다는 사실을 알게 되고 이로 인하여 그때까지 한 노력이 무산될 수도 있다는 이야기를 들었을 때, 그 동안의 노력이 무산된 것 같아 너무 아쉬웠습니다. 하지만 기존에 제공되어있던 SREX 번역본을 보지 못한 것은 팀원 모두의 과실이기에 누군가를 탓할 상황이 아니었습니다. 나아가 한편으로는 지식적으로도 많은 것들을 배웠고, 나아가 한 팀의 구성원으로서 책임감이라는 것을 절감하고 이에 따라 행동했다는 사실만으로도 뜻 깊다는 생각이 있었기에 절망하지는 않았습니다. 다행히도 김현지 학생이 청소년들이 읽을 수 있는 번역본으로 조금 방향을 바꾸어 보자는 현명한 대처 방안을 제시하여 다시 한 번 힘을 내어 성공적으로 SREX 번역 작업을 마무리 할 수 있었

습니다. 그 때의 고비를 계기로 저는 다시 한 번 이번 번역 과정에 참여하면서 배운 점들에 대하여 돌이켜 볼 수 있었고, 결과에 집착하기 보다는 과정 자체에서 의의를 찾아보는 경험도 가져볼 수 있었던 것 같습니다.

그리고 제가 개인적으로 본 번역 과정을 통하여 깨달은 또 다른 중요한 점이 있습니다. 제게 분담된 부분은 노출도·취약성 간의 복합적인 상호관계로 인한 기후 극한의 부정적 영향이 주된 내용이었는데, 이 부분을 번역하면서 저는 기후 변화가 초래하는 악영향이 놀랄 정도로 다양한 면에서 개발도상국에 심각하게 집중되어있다는 사실을 알게 되었습니다. 기후변화의 가장 큰 피해자는 지난 수십 년간 유해 물질을 무분별하게 방출한 선진 국가들이 아니라 사회기반시설이 제대로 갖추어지지 않은 개발도상국들이라는 점 자체에 대해서도 매우 부당하다고 생각하고 있었지만, 실질적인 수치들을 바라보며 거의 모든 면에서 개발도상국이 선진국들에 비해 기후변화에 훨씬 취약하다는 것을 절실히 실감하는 것은 무척 다른 경험이었습니다. 저는 이 깨달음을 계기로 제가 미래에 국제개발에 종사하는 데 있어서 기후변화를 완화하기 위한 전 지구적 노력의 필요성을 알리고 특히 개발도상국들의 대응 방안을 마련하는데 일조하겠다는 결심을 하게 되었습니다.

이것을 끝으로 지금까지 IPCC 프로젝트의 팀원으로서 함께 열과 성을 다해 노력해 준 모든 학생들에게 정말 수고했다는 말을 전하고 싶으며, 특히 그 과정에서 있었던 어려움들을 딛고 이 프로젝트를 성공적으로 마무리할 수 있도록 노력해준 김현지 학생에게 고마움을 전하고 싶습니다. 나아가 앞으로 이 번역본을 통해 많은 청소년들이 기후변화에 대해 더욱 관심을 가지고 환경을 보존하는 활동에 더욱 활발히 참여하는 계기가 되기를 바랍니다.

쉽지 않았던 도전과 아름다운 마무리

한국외대부속용인외국어고등학교 2학년

남다운

‘번역은 흔히들 제 2의 창작이라고 한다. 그리고 그 창작의 고통은 생각보다 컸다...’

처음에 현지 언니가 제안한 이 프로젝트를 듣고 번역이라는 새로운 분야에 끌려 호기심 반 설렘 반으로 발을 들여 놓았다. 프로젝트 성격 상 빨리 끝나쳐야 하기 때문에 빡빡한 일정 속에 진행됐다. 하루에 한 쪽이라는 분량은 어마어마했다. 말이 한 쪽이지 단단이 나눠져 있어 글로 빡빡하게 채워져 있다. 가끔 그림이나 표가 나오면 어찌나 반갑던지.

초기에는 용어나 표현들이 너무나도 생소하여 한 쪽을 번역하는데만 해도 엄청난 시간과 에너지가 들었다. 더구나 내 관심분야와는 거리가 먼 정책과 경제 부문을 맡아서 배경지식도 알았기 때문에 시간은 배로 걸렸다. 그래도 나를 몰랐던 부분의 공부도 되고 기후 변화에 대한 이해의 폭이 조금 더 넓어졌다. 한 문장을 가지고 어떻게 하면 더 의미 전달이 잘 될까 수십 번을 고민해보고 이미 아는 단어라 해도 혹시나 더 알맞은 표현이 있지는 않을까 사전에 일일이 검색해 보았다.

친구들과 오랜만에 만나서 놀다가도 먼저 들어와 번역을 끝마쳤던 적도 있고 심지어 명절에 할아버지 댁에 가서도 컴퓨터를 부여잡고 몇 시간 동안 밀린 번역물과 씨름하던 기억도 아직 생생하다. 중간고사 몇 주 전까지 이어지는 작업에 정신적 스트레스도 많이 받았다. 그래도 Peer Editing 작업을 할 때는 기후 변화의 자연 현상들에 관한 1장을 맡게 되어서 꽤나 즐겁게 검토를 할 수 있었다.

하지만 나중에 이미 번역본이 존재한다는 청천벽력 같은 소식을 듣고 우리의 프로젝트는 수많은 선택의 길에 놓이게 되었다. 또 다시 시험기간에 이 사태를 해결하고자 이틀 연이어 야자를 날리며 혼자 고민하고 엄마랑 장시간의 통화를 하면서 시간도 많이 빼앗겼다. 같은 학교인 현지 언니랑 소정아랑 만나 함께 의논하기도 했다. 지금 생각해보면 프로젝트가 순탄치 못 했던 게 오히려 더 잘 된 일인 것 같다. 번역 그 자체보다는 문제를 해결하기 위해 프로젝트의 일원으로서 역할을 수행해 나가면서 배운 점이 더 많았기 때문이다.

결과적으로는 청소년들을 위한 더 좋은 목적에 쓰이게 되어 기쁘다. 아직 출간과

기부의 단계가 남아있지만 진통을 겪은 만큼 이 프로젝트가 성공리에 마무리되길 기원한다.
고3이라는 바쁜 시기에도 프로젝트를 이끄느라 수고한 현지 언니와 힘든 과정을 함께 겪어
온 우리 프로잭터들에게 감사와 격려의 박수를 보낸다.

꿈과 그 도전 이어가기

IPCC 보고서 번역 및 요약 프로젝트를 마치며…….

한국외대부속용인외국어고등학교 2학년

이소정

IPCC 프로젝트. 2013년 시작 즈음부터 지금까지 길고 긴 여정이었다. 지금 후기를 쓰고 나면 프로젝트의 마침표를 찍는다고 하니 후련하기도 하고 아쉬움도 많이 남는다. 이번 IPCC 프로젝트는 나에게 있어 학문적으로도 많이 배운 시간이었지만 내가 앞으로 꿈을 가지고 어떤 태도로 살아가야 할지에 대해서도 많은 깨달음을 준 시간이었다. 프로젝트를 성공적으로 완료할 수 있도록 모두 책임감을 가지고 임한 팀원들에게 박수를 보낸다. 프로젝트에 참여하는 동안 팀원들 얼굴은 몇 번 보지 못했지만 함께 프로젝트를 성공적으로 진행했다는 자부심과 동지애가 저절로 생겨나는 것을 많이 느꼈다. 그리고 IPCC 프로젝트의 리더로 모두를 이끄느라 마음고생도 심했을, 그리고 나의 고민 상담도 많이 해 준 현지언니에게도 진심으로 고마운 마음을 전하고 싶다.

IPCC 프로젝트에 대해 처음 현지언니, 그리고 다은이와 모여 이야기를 나눌 때가 생각난다. 청소년의 입장에서 어떻게 하면 기후변화에 대해 알리고 기후변화를 막는 데 조금이나마 일조할 수 있을지 방법을 궁리하던 찰나, 언니가 IPCC 보고서를 번역하자고 했다. 나는 정말 기발하다고 생각했지만 ‘우리가 어떻게…….’ 하는 생각이 앞섰고 분위기가 IPCC 번역 프로젝트로 흘러가자 걱정이 되었다. 그래도 언니를 믿어야 한다고 생각했고 프로젝트에 동참하게 되었다. 원래는 IPCC 제 4차 기후변화 평가보고서(AR4)를 번역하기로 했는데 이미 번역본이 있어 기후변화 적응 특별 보고서(SREX)를 번역하기로 하였다. 또한 SREX는 AR4보다 과학적인 용어도 더 적고 오히려 실생활과 더욱 연관성이 깊어 우리 청소년이 번역하기에 용이할 것 같았다. 한 명 두 명 팀원들을 모으고, 보고서를 번역하여 우리 청소년도 기후변화에 실질적 도움을 줄 수 있다는 것을 보일 마음에 한껏 기대가 되었다.

본격적으로 프로젝트가 시작되자, 나는 예린 언니와 함께 노출과 취약성을 중심으로 다루는 챕터 2를 번역하게 되었다. 꿈과 기대에 부풀어 시작한 번역은 한 마디로 ‘완전 힘듦’이었다. 나의 부족한 영어실력에 처음에는 한 장 번역할 때 6시간을 넘게 붙잡고 있어 매일매일 이렇게 번역해야 하는 건 아닌지- 절망에 빠졌었다. 그러나 차차 요령도 생기고 반복되는 단어도 많아지면서 사전을 찾아보는 횟수도 줄어들어 나중에는 한 장 번역하는데 1시간 30분 정도로 줄어 보다 빠르게 번역을 이어나갈 수 있었다. 번역하면서 느낀 점

이 있다면 번역은 영어 뿐 아니라 한국어도 잘 해야 한다는 것이다. 영어가 이해가 안 되어서 한국말로 번역하지 못한 경우도 많지만, 영어로 읽으면 이해는 가는데 어떻게 한국말로 옮길지 고민한 경우도 한 두 번이 아니었다. 이런 보고서를 번역하는 사람들이 매우 존경스러웠다. 그리고 나도 영어 책과 한국어 책을 고루 읽어 언어 실력을 향상시키는 데 더욱 힘써야겠다고 생각했다.

그렇게 겨울을 번역과 함께 보냈다. 겨울 내내 엄마의 구박도 많이 들었다. 공부는 안 하고 번역만 한다는 것이다. 방학 내내 하루에 한 장씩 번역이 이루어졌는데, 말이 한 장이지 실제 번역은 그리 호락호락하지 않았다. 숙제와 일들이 번역과 함께 쓰나미처럼 밀려오는 날이면 프로젝트를 포기하고 싶은 마음도 들었지만 내가 번역본을 내지 않아 번역이 밀리게 되면 다른 IPCCer들에게 피해를 준다는 생각에 놓을 수 없었다. 나름 한 장 한 장 번역된 페이지가 쌓이는 모습을 보는 것이 매우 뿌듯했을 뿐 아니라 문장 구조를 파악하는 능력도 날로 높아가고 기후변화에 대한 상식도 얻게 되어 보람찼다.

학기가 시작되고 나서는 번역을 위한 시간을 내기가 많이 힘들어졌다. 주중에는 학교 수업에 숙제에 동아리에 일이 많다보니 자연스럽게 주말에 몰아서 하는 상황이 많아졌다. 나는 번역 날짜를 맞추려고 고군분투했는데, 자투리 시간에 모르는 단어를 다 찾아놓고 번역은 일정하게 시간을 정해 놓고 하면서 밀리지 않으려고 노력했다. 함께 IPCC 프로젝트에 동참하여 고생하고 있는 팀원들을 생각하면 혼자서 힘들다고 투정부릴 수는 없다고 생각했다. 아마 지금 무사히 프로젝트를 완료할 수 있었던 이유도 모든 팀원들이 책임감을 갖고 노력했기 때문이 아닐까 생각한다.

1차 번역이 다 끝나고 나서, 한시름 놓았지만 더욱 중요한 작업이 남아 있었다. 바로 Peer Editing이었다. 서로 짝을 이뤄 상대방이 번역한 부분에 대해 글의 흐름과 맞춤법을 알맞게 수정하고 보고서 용어도 통일하는 작업이었는데, 나는 이 작업이 번역보다 힘들었다. 번역은 그냥 영문 보고서를 한국말로 옮기는 것이고 내 스스로 하면 되는 거지만 Peer Editing은 나의 짝이 번역한 번역물을 영문 보고서와 대조시켜가면서 읽어야 했기 때문에 눈이 매우 피곤했다. 용어도 통일해야 했기에 더욱 꼼꼼히 읽어야 했다. 시간도 더 오래 걸리고 신경도 더 많이 쓰여 수정 작업이 점점 밀렸고 나는 감당하기가 힘들어졌다.

그때 또 청천벽력같은 소식이 들려왔다. SREX 보고서가 이미 번역되어 있다는 것이다. 우리는 보고서의 출판만을 바라보고 여기까지 달려왔는데 보고서가 이미 번역되어 있다니……. 여태까지의 노력이 물거품이 되어버리고 마는 것인지 걱정이 되었다. 팀원들 모

두 머리를 맞대어 대응 방안을 생각해 보았다. 그냥 출판을 하자는 의견도 있었다. 한 소설에 대한 번역본이 하나는 아닌 것처럼 SREX 보고서에 대한 번역본도 전문가의 번역과 청소년의 번역 두 가지가 있을 수 있다는 것이다. 그러나 그렇게 된다면 굳이 우리의 서툰 번역본을 사용할 사람은 없어 보였다. 고민 끝에 결국 우리는 ‘청소년이 이해한 IPCC SREX 보고서’로 SREX의 요약본을 출간하기로 하였다. 우리가 이해한 보고서를 다른 청소년들이 읽기 쉽게 좀 더 쉬운 언어로 바꿈으로써 청소년들의 IPCC 보고서에 대한 접근성을 높이고, 우리의 IPCC 프로젝트도 잘 마칠 수 있는 방안이 될 것이라는 생각이 들었다. 한편 오히려 청소년을 위한 요약 출간이 완역 출간보다 우리가 기후변화에 이바지할 수 있는 정도가 더 크다고 생각되기도 했다.

그 후로는 일이 일사천리로 진행되었다. 기상청에서 검토를 맡아 주시기로 하였고, 우리는 각자 분량을 맡아 요약을 진행하였다. 나는 이번에는 지속 가능하고 복원력 있는 미래에 대한 총체적인 평가 및 방안을 제시하는 부분인 챕터 8을 요약하게 되었고, 이미 번역을 한 번 해 본 터라 비교적 빠르게 요약을 마칠 수 있었다.

IPCC 번역 및 요약 출간 프로젝트를 하면서 포기하고 싶은 순간이 한 두 번이 아니었다. 특히 요약 출판 기간에는 대회를 3개나 나가게 되고 성적도 떨어져 체력적으로도 정신적으로도 힘든데 요약까지 겹치니 그냥 암울한 생각밖에는 안 들었다. 처음에는 청소년의 입장에서 기후변화에 이바지하겠다는 꿈을 가지고 시작한 프로젝트였지만 힘들 때면 그 꿈마저 잊어버릴 때가 많았다. 하지만 요약을 마치고 후기를 쓰면서 돌아보니, 그 순간순간들을 잘 이겨냈기에 지금 이렇게 보람 있게 프로젝트를 마치면서 후기를 쓰고 있지 않나 하는 생각이 든다. 앞으로 내가 살아가면서 어떠한 꿈을 위해 노력할 때, 그 꿈을 위한 여정에 순간순간마다 힘든 일이 있겠지만, 포기하지 않고 달려가야 IPCC 프로젝트처럼 잘 마칠 수 있다는 것을 상기해야겠다. 그리고 내가 포기하고 싶을 때 포기하지 않도록 나를 다독이고 응원해 준 현지언니와 다은이에게 매우 고맙다고 전하고 싶다. 나도 이들처럼 꿈을 위해 노력하는 나의 주변 사람들에게 그들이 포기하지 않도록 옆에서 응원해 주는 사람이 되고 싶다.

기후변화에 대한 것만 생각하고 시작한 IPCC 번역 및 출간이었지만 그 외에 나의 마음가짐과 꿈을 향한 나의 태도에 관해서도 많은 깨달음을 준 프로젝트였다. 우리 IPCCer 모두 고생 많았고 앞으로 우리가 세상의 어디에 서 있던 우리의 도전은 계속될 것이다.

다소 험난했지만 한층 성장하게 해준, IPCC Project를 마치며...

전남외국어고등학교 2학년

정지혜

2013년 2월부터 시작한 약 6개월여 간의 긴 여정이 드디어 막바지에 다다랐다. 모든 활동을 마무리하고 마지막으로 후기작업을 하고 있는 지금, 그동안의 있었던 일들이 주마등처럼 스치고 지나가 입가에 미소가 피어오른다. 6개월이란 짧지도, 그리 길지도 않은 기간 동안 참 많은 일들이 있었고, 그 일들을 통해 한층 더 성장할 수 있었던 것 같아 프로젝트 팀에 합류하게 된 걸 다시 한 번 영광스럽게 생각한다.

내가 처음 IPCC 프로젝트 팀을 만나게 된 건 서울대학교의 청소년들을 위한 기후 변화 강의에서였다. 강의 후 진행된 향후 활동 계획의 발표에서 현지 언니를 중심으로 구성된 용인외고 팀의 발표는 강의수강생 누구에게나 관심을 끌 만한 활동이었다. 기후변화 강의로써 끝나는 것이 아닌 강의 후 활동으로 기후변화 보고서를 번역하면서 더 많은 정보를 알아가고, 더 많은 이들에게 기후변화를 알리자는 취지가 좋았기 때문이다. 때문에 나 역시도 다른 수강생들과 같이 프로젝트 팀에 관심이 생겨 합류하고 싶다는 연락을 드리고 싶었으나 선뜻 참여의사를 보이기엔 과연 내가 잘 해낼 수 있을까 하는 의문이 생겼었다. 영어를 잘하고, 영어원서로 공부하는 친구들 사이에서 기한을 맞출 수 있을지, 번역의 질도 맞출 수 있을지 하는 문제에 확신이 들지 않았기 때문이었다. 하지만 고민도 잠시, 그래도 기후변화에 대해 더 많이 알아보고 싶었고, 남들보다 배로 열심히 하면 될 것 같다는 생각에 현지 언니에게 참여의사 문자를 보냈고, 간단한 테스트 후 IPCC 프로젝트팀의 일원으로서 활동할 수 있게 되었다.

내가 프로젝트 팀에 합류하기 전 우려했던 것과 마찬가지로 보고서 번역활동은 상당히 어렵고도 힘든 작업이었다. 번역할 양도 하루 1페이지로 많았기 때문이기도 했지만, 영어로는 이해할 수 있는 말들을 한국어로 쉽게 풀어서 표현해내는 작업이 어려웠다. 그래서 처음 시작할 때에는 한 페이지를 번역하는 데 4시간 정도가 소요되었고, 약속된 번역 기한을 맞추기 위해 나는 매일 쉬는 시간과 점심시간 등 빈 시간을 틈틈이 사용하여 아슬아슬하게 번역활동을 이어나갔다. 그래서 번역활동 초반에는 밀린 번역 양 때문에 힘들어서 포기하고 싶은 마음도 여러 번 들었었다. 따로 공부해야 할 시간도 부족한데 시간을 많이 소

비해서 번역활동을 진행하기에는 놓칠 수 있는 것들이 많았기 때문이었다. 하지만 포기하고 싶다는 생각이 들 때마다 ‘이번 활동까지만 하고 그만두자’라는 생각을 가지고 끝까지 포기하지 않고 활동을 이어나갈 수 있었다. 그래서 꾸준히 번역활동을 진행해서였는지 몰라도 처음 4시간이 걸렸던 활동이 1시간 30분 정도로 짧게 단축되었고, 덕분에 번역활동에 사용하는 시간을 줄여 다른 공부를 하는데 사용할 수 있었다.

모두 시간이 지나자 본인들만의 노하우를 가지게 되었는지 번역활동은 수월하게 흘러갔고, 번역활동 후에는 Peer Editing을 진행하였다. 둘이 짝을 지어 상대방의 번역본을 검토해주는 작업이었는데, 나는 프로젝트를 계획했던 소정리와 Peer가 되어 활동을 진행해 나갔다. (사실, 내가 번역활동에 서툴러 실수를 많이 했는데, 오역이 많은 내 부분을 실제 보고서와 일일이 번역한 후 수정하는 작업을 진행한 소정리에게 많이 미안하다. 소정리는 놓친 문장 몇 줄을 제외하고는 수정할 곳이 거의 없어 내가 고생을 적게 했는데 말이다.) 수정작업은 정해진 단어의 뜻도 맞춰야 해서 꼼꼼하게 작업을 진행한다고 했는데 가끔 놓친 부분이 있어 수정을 따로 진행하기도 했다.

순탄하게 잘 흘러가는 듯한 프로젝트 활동에 갑자기 브레이크가 잡혔었다. 존재하지 않는 줄 알았던 IPCC 특별보고서의 한글판이 이미 출판되어 있었기 때문이었다. 이 사실에 대해서 우리 프로젝트들은 당혹감을 감추지 못했고 주위에서 계속적으로 도움을 주신 분들에게 대안방법을 요청하였으나 대안을 찾지 못해 결국 우리 프로젝트들은 긴급회의를 통해 대안방안을 강구했다. 처음 목적은 IPCC 보고서 번역활동에서 그치는 작업이었지만 회의 후 번역본을 바탕으로 요약하여 책으로 출판하고, 기부금을 통해 다시 사회로 환원하는 방식으로 활동 목표를 바꾸었다. 사실, 문제가 발생했을 때 나는 걱정을 하기에만 급급했었는데 다른 프로젝트들은 차분히 상황을 이해하고, 어떻게 풀어나가야 할지 본인들의 의견을 제시하는 모습을 보면서 나도 걱정만 할 것이 아니라 우리 팀에 도움이 될 수 있는 방안들을 찾아보아야겠다는 생각을 했었다.

번역활동을 마치면서 앞서 말한 것과 같이 번역활동을 진행하는 데 어려움을 느끼고 지칠 때마다 ‘여기서 포기할까?’라는 생각을 수도 없이 했었다. 하지만 그런 생각이 들었음에도 14명의 IPCC 프로젝트들이 낙오 없이 끝까지 IPCC 프로젝트를 진행할 수 있었던 이유는 앞에서 리더역할을 톡톡히 해준 현지 언니가 있었기 때문이 아닐까 싶다. 팀의 리더가 된다는 건 그에 대한 책임감도 따르지만 모든 구성원의 역량을 최대한으로 끌어올려 주어야 하는 막중한 임무를 수행해야 하기 때문이다. 하지만 내가 우려했던 것과는 달리 현지 언니는 각각의 프로젝트들에게 관심을 가지고 조언도 해주고, 프로젝트들의 의견도 스스럼

없이 받아들이는 리더의 역할에 맞는 사람이었다. 그래서 우리 프로젝터들 모두 현지 언니를 중심으로 하여 본인의 역할에 충실할 수 있었다. 또한, 현지 언니뿐만 아니라 어려운 내용이 있으면 알려주고, 좋은 의견을 항상 제공해준 IPCC 프로젝터들이 있었기 때문에 또 번역활동을 뒤처지지 않고 열심히 해낼 수 있었지 않았나 싶다.

IPCC 번역 프로젝트는 여러 경험들을 제공해주고, 여러 생각들을 하게 해 준 나에게 있어 정말 특별한 활동이었다. 본인의 역할을 충실히 이행해주고, 팀원들을 서로 챙겨주는 IPCC 프로젝터들을 만나게 되어 무엇보다 제일 기쁘고, 리뷰번역이라는 어려운 활동을 하는데 많은 조언을 주고, 진행하는 데 있어 어려움을 느끼지 않게 배려해 준 리더 현지 언니에게 다시 한 번 감사하다. 6개월이라는 시간동안 애착을 가지고, 자부심을 가지고 진행한 IPCC 번역 프로젝트를 이 후기를 끝으로 이제 정말 마감해야 한다는 걸 생각하니 아쉽기도 하고, 한편으론 노력의 결과물이 나와 뿌듯하기도 하다. 마지막으로 활동하는 데 많은 도움을 주신 분들과 조언을 해주신 분들에게 감사드리며, 우리 IPCC 프로젝터들이 번역활동에 있어 많은 지원을 해주시고, 많은 도움을 해주신 IPCC 프로젝터들의 모든 부모님에게도 감사드린다. 나 역시도 우리 부모님께 감사드리며, 옆에서 지속적으로 격려해주고 도움을 준 친구들과 담임선생님께 감사의 말씀을 전하고 싶다.

앞으로도 우리 IPCC 프로젝터들이 더 멋진 세상을 향해 나아갈 준비를 열심히 하는 대한민국의 학생들이 되길 바라면서, 이상으로 IPCC 번역활동에 대한 후기를 마친다.

