

재해위험도 저감 및 복원력 강화를 위한 지속가능한 개발 주류화

정태성 | 국립방재연구원 기후변화연구팀장

기후변화 전망

IPCC(2012) 기후(氣候, climate)전망에 따르면 전 지구적으로 21세기 후반에는 폭염(暴炎, heat wave) 강도 및 빈도가 현재보다 증가할 것이며, 집중호우 또한 그 강도와 빈도가 증가할 것이다. 즉, 20년 빈도의 폭염은 2~5년으로, 집중호우는 5~15년으로 각각 짧아져 현재보다 극한(極限, extreme)기상 현상이 더 자주 발생하리라 예측한다. 특히 동아시아 지역의 기온은 전 세계 기온보다 높은 3.3℃ 정도 상승하고 강수량은 경년(經年, long-term) 변동 폭이 커서 극한 현상이 빈발하는 등 아시아 지역 전체에서 홍수 및 가뭄과 관련한 사망률이 증가할 것으로 예측된다. 우리나라의 경우, 21세기 말 기온은 30년(1971~2000) 평균 대비 4℃ 상승, 강수량은 17% 증가할 것으로 예측되며, 극한 고온현상의 빈도 증가, 강수량 증가, 호우 빈도 증가가 예측된다.

재해영향 분석

IPCC(2012)는 극단적 기후현상에 따른 재해영향을 <표 1>과 같이 제시하였다. 자연재해는 자연력의 외적 강도, 지형 및 지질 특성, 대상지역의 개발정도, 재해 취약지역 유무, 그리고 인간, 사회 및 경제적 요인의 지역특성, 지역방재역량, 주민의식 등에 의해 규모 및 특성이 결정된다. 즉, 장기적인 관점에서 기후변화로 인한 재해의 특성변화를 파악하는 데는 많은 요인들과 관련 자료들의 검토·분석이 필요하다. 풍수해의 경우, 기후변화, 토지이용변화 그리고 사회구조·시스템 등의 변화를 분석함으로써 재해 추이를 예측하는 것이 가능하다. 기후위험에 따른 재해영향 분석은 <그림 1>과 같이 재해 취약성(vulnerability)과 노출도(exposure) 등을 분석하는 것으로써 i) 다운스케일링(down scaling) 기법을 통한 도시 혹은 분수계 차원에서 기후변수 판단, ii) 수문·수리학적 모델링, iii) GIS 매핑을 통한 취약성/노출도 분석과 같은 순차적인 단계로 이루어진다. 이러한 재해 영향 분석에 있어 어려운 점은 현 상태에서

특집 더 이상 미룰 수 없는 기후변화적응대책

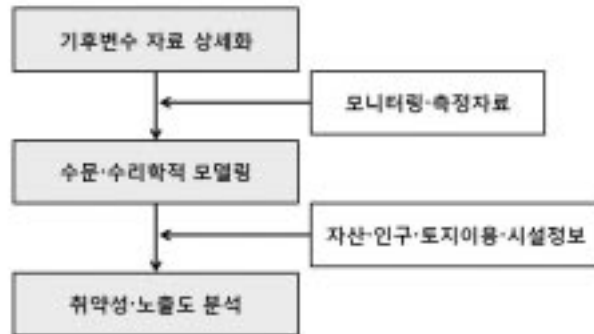
과거의 경험을 바탕으로 장래의 불확실한 재해를 예측하고 이에 대한 적응 및 저감대책 및 예방사업계획을 수립해야 한다는 것이다. 여기서, 불확실한 상황이란 기후변화, 빈번한 태풍, 홍수규모 증대, 하천주변 토지이용의 고도화, 인구증가 및 도시화에 따른 침수지역의 증대, 정치적·사회적 관심 증대 등으로 인해 발생된다.

〈표 1〉 21세기 예상되는 극단적 기후 현상과 영향(IPCC)

기후현상	예상되는 재해	비고
거의 모든 육지 지역에서 더 높은 최고온도, 더 많은 더운 날, 열파 출현	<ul style="list-style-type: none"> 노인층과 도시 빈민의 사망과 질병 발생률 증가 가축과 야생동물에 대한 열 스트레스 증가 관광 여행지 특성 변화 많은 곡물에 대한 손실 위험 증가 전기 냉각수요 증가, 에너지 공급 신뢰도 감소 	아주 높은 가능성
거의 모든 육지지역에서 최저온도 증가, 추운날 서리, 한파 감소	<ul style="list-style-type: none"> 추위와 관련된 인간의 질병률과 사망률 감소 약간의 곡물에 대해서 손상 위험 감소, 나머지에 대한 위험 증가 일부 해충과 전염 곤충의 범위 및 활동성 증가 에너지 수요 감소 	아주 높은 가능성
강수 강도 증가	<ul style="list-style-type: none"> 홍수, 산사태, 진흙사태 위험 증가 토양 침식 증가 홍수 유수의 증가로 일부 홍수 투수층의 재침수 증가 정부 및 개인 홍수 보험 시스템과 재난 구조의 압력 증가 	여러 지역에서 아주 높은 가능성
대부분의 중위도 대륙 내부에서 여름 건조 증가와 관련된 가뭄 위험 증가	<ul style="list-style-type: none"> 곡물 생산 감소 지반 침하로 인한 건물 기반의 위험 증가 수자원의 양과 질 저하 산불 위험 증가 	보통 가능성
많은 다른 지역에서 엘니뇨와 관련된 가뭄과 홍수 강화	<ul style="list-style-type: none"> 인간 생활에 대한 위험과 전염병, 그 밖의 위험 증가 해안 건물과 기반 시설물에 대한 해안 침식 위험 증가 산호초와 같은 해안 생태계의 손상 증가 	일부 지역에서 보통 가능성
아시아 여름 몬순 강수 변동성 증가	<ul style="list-style-type: none"> 홍수 및 가뭄 발생 가뭄이나 홍수가 우세한 지역에서 농업 생산성 하락 가뭄 지역에서 수력발전 가능성 감소 온대 및 열대 아시아에서 홍수와 가뭄의 정도 및 위험 증가 	보통 가능성

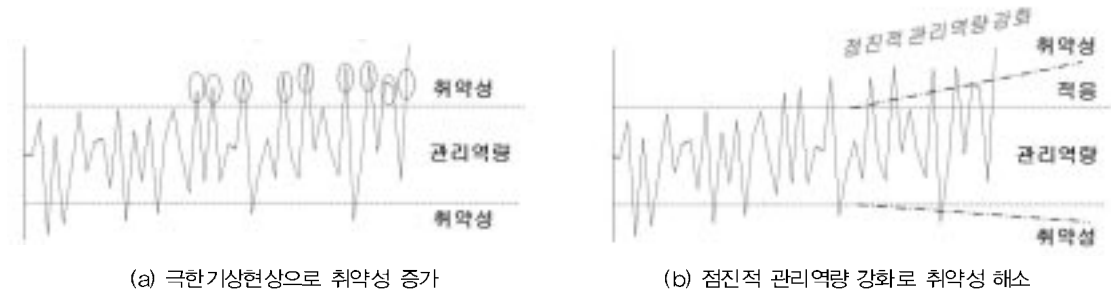
재해위험도 저감

재해위험도저감(disaster risk reduction)은 한정된 재해관리 자원과 역량을 효율적으로 관리하기 위한 기존의 재해관리에 대비되는 개념이다. 재해관리는 재해를 관리하고자 하는 개념으로써 재해의 취약성과



〈그림 1〉 기후위험에 따른 취약성평가 흐름도

노출도를 제거하는 예방(prevention), 준비(preparedness)와 위험을 저감(mitigation)하거나 혹은 피해(damage)와 손실(loss)을 최소화하는 응급대응(emergency response) 그리고 복구(recovering)이다. 재해 위험도관리는 〈그림 2〉(a)와 같이 기후변화로 인해 재해의 취약성이 커져 재원을 포함한 국가의 재해관리역량을 초과하는 부분이 발생함에 따라 최근 새롭게 대두된 개념이다.



〈그림 2〉 재해위험도관리 개념도

재해위험도관리란 재해위험도를 관리하고자 하는 것이며 이때, 재해위험도(risk)는 취약성과 재난관리역량의 함수이다. 재해위험도관리에 있어 취약성을 일시에 해소하는 것이 이상적이지만, 이를 위해서는 과도한 재원이 동시에 투입되어야만 하는 어려움이 발생한다. 따라서 국가의 한정된 재원을 효율적으로 활용하기 위하여 그림 2(b)와 같이 하드웨어와 소프트웨어 대책을 동시에 고려하는 등 관리역량을 점진적으로 증가하여 취약성을 줄여나가는 것이 필요하다. 동시에 재해위험도를 이전하기 위하여 i) 중앙정부 중심의 재해관리를 지방정부 혹은 지역공동체 중심의 재해관리로 변환, ii) 정부중심의 재해관리를 민간분야와 공동대응하는 방안으로 전환, iii) 풍수해보험과 같은 재해보험 활성화 등의 재해위험도 이전 노력이 필요하다.

복원력(Resiliency) 강화

2011년 일본 북동부 연안의 지진해일이나 태국의 홍수는 자국경제 뿐만 아니라 세계경제에도 영향을 끼칠 만큼 큰 피해를 입혔는데, 이러한 재해는 규모가 커 복구에 어려움을 줄 수 있으며 복구지연으로 인한 2, 3차 피해를 유발할 수 있다. 복원력이 중요한 이유는 재해이후 복구가 적시에 이루어지지 않을 경우, 재해 피해가 주변지역 혹은 국가 전체로 확대되거나 재해가 같은 지역에서 반복하여 발생할 가능성이 있다는 것이다. 복구는 경제규모와도 밀접한 관계가 있는데, 아태지역의 개발국들은 재해복구를 위한 비용을 마련하지 못해 복구가 지연되거나 전혀 복구를 하지 못하고 있는 실정이다. 복원력을 강화한다는 의미는 피해복구가 가능할 정도로 지역경제 혹은 국가경제를 규모화 한다는 것으로 이는 UN의 Millennium Development Goals(MDGs) 중 하나인 기근해소와도 그 맥을 같이한다. 즉 홍수, 태풍, 가뭄 등의 재해는 곡물피해를 유발하고 이렇게 발생한 손실로 지역, 국가 경제가 더욱 악화되어 재해복구가 지연됨으로써 재해 규모가 더욱 확대, 반복되는 등 기근이 더욱 심화된다는 것이다. 이렇듯 복원력 강화는 재해가 발생하더라도 지역·국가경제에 미치는 영향을 최소화 하고자하는 것으로써, 지역·국가경제 규모를 피해예측 규모보다 크게 유지함으로써 적시에 복구가 가능하게 하는 것을 말한다.

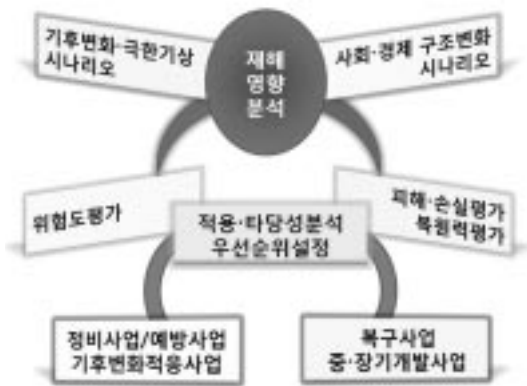
지속가능한 개발

재해는 개발을 후퇴시킬 수도 있으나 긍정적인 면에서 보면 개발기회를 제공할 수도 있는데(그림 3), 지속가능한 개발의 목적은 재해 예방·복구사업을 지속가능한 지역·국가 경제개발과 연결함으로써 지역·국가의 복원력을 강화하고 재해위험도를 저감함으로써 재해가 없는 안전한 지역·국가를 건설하는 것이다. 이를 위해서는 지역·국가 재원을 고려하여 종합적인 위험도분석과 이에 기반한 개발계획수립, 계획에 대한 컨센서스 마련 및 우선순위설정이 매우 중요하다. 재해 예방·복구사업이 지속가능한 개발로 이어지기 위해서는 신뢰성 있는 기후변화·극한기후 시나리오에 기반하여 위험도평가 및 피해·손실평가가 가능한 플랫폼 개발이 우선되어야 한다.



피해·손실평가를 위해서 국토해양부(2004)는 실제 조사된 자산 자료를 토대로 침수심, 침수편입률 <그림 3> 개발과 재해의 긍정적인 측면과 부정적인 측면 비교

을 고려하여 피해액을 산정하는 다차원 홍수피해산정방법을 제시하였다. 이 방법에서는 통계연보 등 확보가 용이하고 검증이 완료된 자료를 이용하여 피해액을 산정함으로써 실제피해액과 가까운 홍수피해액을 산정하는 것이 가능하다. 미국은 자연재해 피해손실추정을 위해 HAZUS-MH를 개발 운영 중에 있으며, 캐나다, 대만, 싱가포르 등은 HAZUS-MH를 자국에 맞게 개발하여 자국의 재해 피해손실을 평가하고 적정 응급대응, 계획수립, 위험경감 그리고 예방사업을 준비하는 모든 수준의 의사결정 지원에 활용하고 있다. 국립방재연구원(2012)은 한국에 적합한 피해손실평가 플랫폼을 개발하기 위한 중장기 계획을 수립



〈그림 4〉 피해·손실평가 플랫폼 개념도

하고 개발·연구를 진행 중에 있다. 피해손실평가 플랫폼은 위험도 및 손실평가 뿐만 아니라 i) 사업 타당성분석 및 우선순위 설정, ii) 기후변화적응방안 및 지속가능한 중장기 국가개발계획 수립 등 효율적인 예방사업 및 복구사업 수립을 위한 평가에 활용할 수 있다(그림 4). 더불어 플랫폼은 재해 위험관련 과거 자료가 없는 경우에도 가용한 기본 자료와 추정 방법에 기반하여 피해·손실을 추정함으로써 위험의 경각심을 높이고 흥미를 유발하기 위한 도구로도 이용이 가능하다.