

제주지역 기후변화 적응 세부시행계획 수립과 과제

제주발전연구원 책임연구원 강진영

우리나라는 물론 전 지구적으로 향후 최소 30~40년간은 과거 배출한 온실
가스로 인한 가속화가 불가피한 상황으로, IPCC의 제 4차 평가보고서에서는
이를 확인하고 있으며, 향후 “적응(adaptation)”이 이에 대처할 수 있는 유일
한 수단으로 보고되고 있다.

I. 서론

제27차 IPCC총회(2007.11.17. 스페인 발렌시아)에서 최종 승인된 SPM(Summary for Policy marker of the Synthesis Report of the IPCC Fourth Assessment Report)보고에 따르면, 지난 1906~2005년 동안 지구 평균기온의 선형 상승추세는 100년간 0.74[0.56~0.92]℃로 지구 전체에서 광범위하게 나타나고 있으며 북반구 고위도로 갈수록 더 크게 나타나는 경향을 나타내고 있다.

이러한 현상은 육지가 해양보다 더 빠르게 온난화되는 것으로 나타나는 한편, 1990년부터 2005년까지 북남미의 동부와 북유럽, 북부아시아, 중앙아시아에서는 강수량이 상당히 증가했으나, 사헬(Sehal), 지중해지역, 남아프리카, 일부 남부아시아에서는 오히려 감소하는 경향을 나타냈다.

IPCC배출량 시나리오에 관한 특별보고서(IPCC Special Report on Emission Scenarios)(SRES, 2000)에 따르면, 2000년에서 2030년까지 온실가스는 25~90%(CO₂-eq) 증가할 것이며, 화석연료는 2030년 이후에도

전 세계 에너지원에서 주도적 위치를 고수할 것이라고 전망하였다. 또한 지구 표면온도는 향후 20년 동안 10년마다 약 0.2℃씩 온난화가 진행될 것으로 추정하였는데, 모든 온실가스와 에어로졸의 농도가 2000년 수준으로 유지된다 하더라도 10년마다 약 0.1℃씩 온난화가 진행될 것으로 예상하였다.

또한 우리나라는 물론 전 지구적으로 향후 최소 30~40년간은 과거 배출한 온실가스로 인한 가속화가 불가피한 상황으로, IPCC의 제 4차 평가보고서에서는 이를 확인하고 있으며, 향후 “적응(adaptation)¹⁾”이 이에 대처할 수 있는 유일한 수단으로 보고되고 있다.

이에 저탄소 녹색성장 기본법 제48조(기후변화 영향평가 및 적응대책의 추진)에서는 ‘정부는 기후변화로 인한 피해를 줄이기 위하여 사전 예방적 관리에 우선적인 노력을 기울여야 하며 대통령령으로 정하는 바에 따라 기후변화의 영향을 완화시키거나 건강·재해 등에 대응하는 적응 대책을 수립·시행하여야 한다.’라고 되어 있으며, 본 법 시행령 제38조(기후변화 영향평가 및 적응대책 수립)에서는 각 시도에서는 기후변화대책에 따라 소관사항에 대하여 기후변화 적응대책 세부시행계획을 수립·시행토록 하고 있다.

이에 따라 제주도에서도 기후변화적응 세부시행계획을 수립하여야 하기 때문에 제주지역에 있어서 적응방향과 과제에 대해서 제시하고자 한다.

II. 제주지역 기후변화 영향²⁾

제주지역의 사계절 평균기온은 1930년대부터 꾸준히 증가하고 있으며, 특히 여름철(7~8월)의 최고기온과 겨울철 최저기온의 변화율을 살펴보면, 제주도의 여름철 기온상승으로 인한 열대야 일수는 지속적으로 증가하고 있으며, 난방일, 서리일 그리고 결빙일은 감소하는 추세를 나타냈다.

강수 및 풍속에 있어서 제주도는 비가 내리는 일수는 줄어들고 있지만 한번 비가 오면 단시간에 집중적으로 내리는 집중호우가 점점 많아지고 있음을 알 수 있었으며, 최대순간풍속 극값자료의 경향을 살펴보면, 57년간 10m/s의 풍속이 증가하는 것으로 나타났고, 이는 제주도에서 최대순간 풍속의 증가는 기후변화로 인한 악기상의 강도가 증가하고 있음을 시사한다고 하였다.

제주지역 주변해역의 수온변화에 있어서, 겨울철 수온 상승률은 높게, 여름철 수온 상승률은 미비하게 나타났으며, 이에 따른 해수면 변화는 서귀포가 6mm/y, 제주시가 5mm/y로 나타났다.

생태계분야에서는 여러 형태로 나타나고 있지만 한 예로 동물분야에서는 기온 상승에 따라 겨울철 새의 종수와 개체수가 감소하는 것으로 나타났으며, 식물분야에 있어서는 한라산의 대표적인 아한대 구상나무림이 면적이 점차 감소하는 것으로 나타났다. 해조류분야에서는 해양생태계 교란생물들인

1) 현재 나타나고 있거나 미래에 나타날 것으로 보이는 기후변화의 파급효과와 영향에 대해 자연·인위적 시스템의 조절을 통해 피해를 완화시키거나, 더 나아가 유익한 기회로 촉진시키는 활동을 말한다.

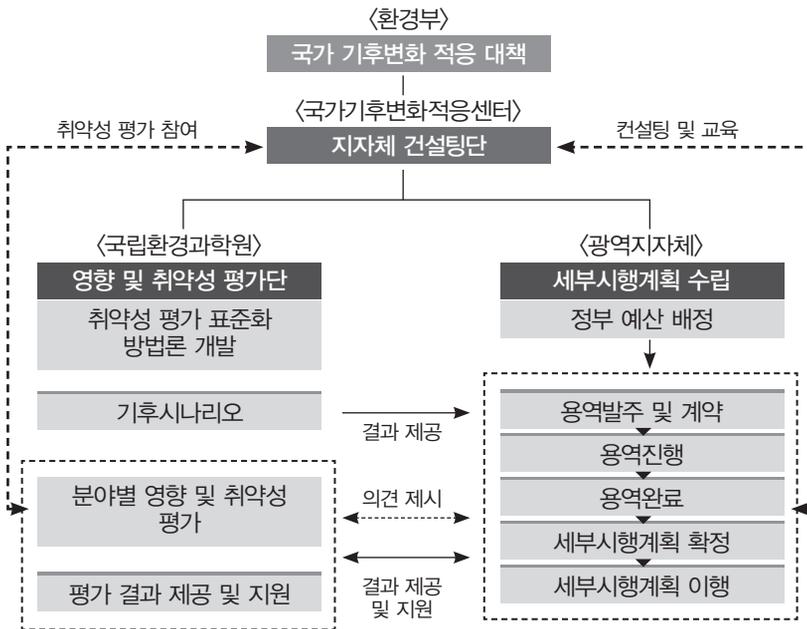
2) 제주특별자치도, 기후변화 영향평가 및 적응모델 개발(2009)

분홍명게류, 말미잘류, 거품돌산호 등이 점차 확산되고 있으며, 이러한 교란생물은 해조류의 조기 착생을 교란시키기 때문에 해조류의 서식장이 점차 감소되는 경향을 보여주고 있다.³⁾

또한 제주지역에서의 주요 산업인 농업분야에 있어서 영향으로, 온난화에 따른 기온상승은 새로운 병해충을 발생시키며, 이로 인한 농작물 피해가 증가할 것으로 판단되며, 온주밀감은 중앙부 중산간 지까지 재배되고, 재배가능한 면적도 크게 증가할 것으로 예상되고 있다. 그리고 수산업에 있어서 기후변화에 따른 수온 상승은 일부 어종에 대해서는 불리한 조건으로 작용하겠으나, 연근해 어획량의 많은 부분을 차지하는 고등어, 멸치, 화살오징어, 전갱이, 갈치 등 난류성 어종에게는 당분간 좋은 조건으로 작용하겠으며, 더 나아가 아열대성 어종의 출현 빈도 및 출현 양도 점점 증가할 것으로 전망되고 있다.

III. 지자체 기후변화 적응 계획 수립 방법⁴⁾

1. 추진 체계



〈그림 1〉. 지자체 기후변화 적응대책 수립 추진체계

광역시자체가 세부시행계획 수립주체로 연구용역을 통해 세부시행계획 수립을 추진하여야 하는데, 세부시행계획은 광역지자체(수립 주체), 환경부(적응 총괄부서), 국립환경과학원(기후변화 영향 및 취약성 평가 총괄 및 결과 제공), 한국환경정책·평가연구원 국가기후변화 적응센터(지자체 지원 컨설팅단 운영 및 매뉴얼 보급 등 실제 세부시행계획 수립 지원 총괄) 등 여러 관련기관의 파트너십을 통해 추진하게 되는데, 지자체 기후변화적응 수립 추진체계는 〈그림 1〉과 같다.

3) 제주특별자치도, 기후변화영향평가 및 적응모델개발(2차년도)(2010)

4) 환경부, 한국환경정책·평가연구원, 국가기후변화적응센터, 지자체 기후변화 적응대책 세부시행계획 수립 매뉴얼(1)

2. 고려 사항

세부시행계획 수립시 고려사항으로는 통합성, 양면성, 참여성, 지역성, 그리고 지속성 등이 있다.

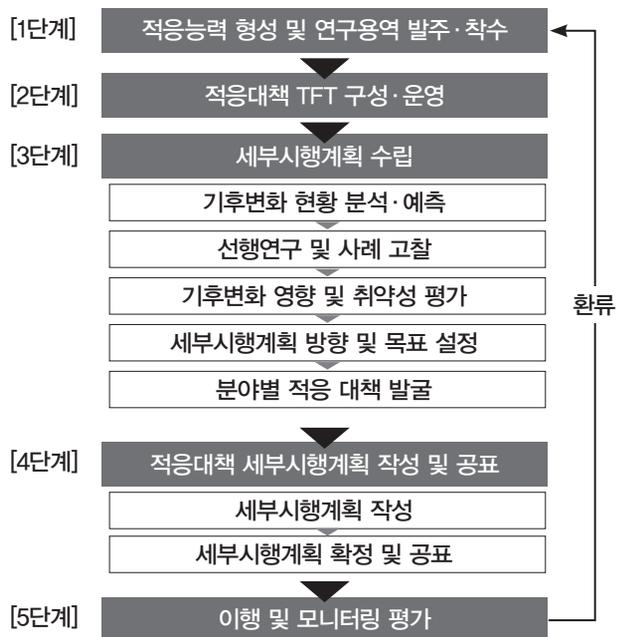
〈표 1〉 기후변화 적응 세부시행계획 수립시 고려사항

고려사항	내 용
통합성	세부시행계획은 기후변화 적응의 다양한 분야를 통합하고, 기존 정책과 기후변화로 인한 신규정책을 통합할 수 있어야 함
양면성	세부시행계획은 기후변화로 인한 악영향뿐 아니라 순영향을 함께 고려하여 수립하여야 함
참여성	세부시행계획은 다양한 적응관련 이해당사자의 참여를 바탕으로 수립함
지역성	세부시행계획은 지자체 고유의 특징을 반영하여 수립해야 하며, 지역성은 지자체의 자연환경, 인문·사회환경 등 지역상황을 고려하여 구분할 수 있음
지속성	세부시행계획은 단기간에 완성되어 끝나는 것이 아니라 다른 정책과 연계되고 모니터링·평가를 통해 보완되는 환류 과정을 통해 적응 정책의 지속성을 확보하도록 함

3. 수립 절차

세부시행계획 수립 절차는 연구용역 발주 및 착수단계에서 이행 및 모니터링·평가까지 총 5단계 절차로 구성되는데 세부시행계획 수립절차는 다음과 같다(그림 2).

지자체 세부시행계획을 수립하기 위한 준비단계인 [1단계]에서는 기후변화적응에 대한 인식확대, 세부시행계획 수립을 위한 예산 및 조직의 확보, 세부시행계획 수립 용역 발주 및 착수 등 3가지 사항이 필수적으로 이루어져야 하는데, 세부시행계획을 원활하고 적극적으로 추진하기 위한 분위기 형성을 위해 기후변화 적응에 대한 교육을 통하여 적응대책 마련의 필요성을 알리



〈그림 2〉. 지자체 기후변화 적응대책 세부시행계획 수립절차

고, 세부시행계획 수립을 위한 조직을 마련하고 예산을 확보하여 추진기반을 다지며, 세부시행수립 연구용역을 발주함에 있어서 용역기관을 선정하여 용역에 착수하여 본격적으로 세부시행계획 수립을 시작하여야 한다.

[2단계]에서는 세부시행계획 수립뿐만 아니라 이행 및 모니터링 등 기후변화 적응 추진을 위한 모든 단계에서 핵심적인 역할을 수행할 조직을 구성하여야 하며, 이를 위한 조직으로 TFT, 위원회, 협의체 등 다양한 형태로 구성할 수 있다.

[3단계]는 세부시행계획을 본격적으로 수립하는 과정으로 기후변화 현황 분석 및 예측에서부터 적응분야별 대책 발굴까지 실질적으로 세부시행계획 수립에 필요한 자료를 생산하고 조사·분석이 이루어지는 단계이다.

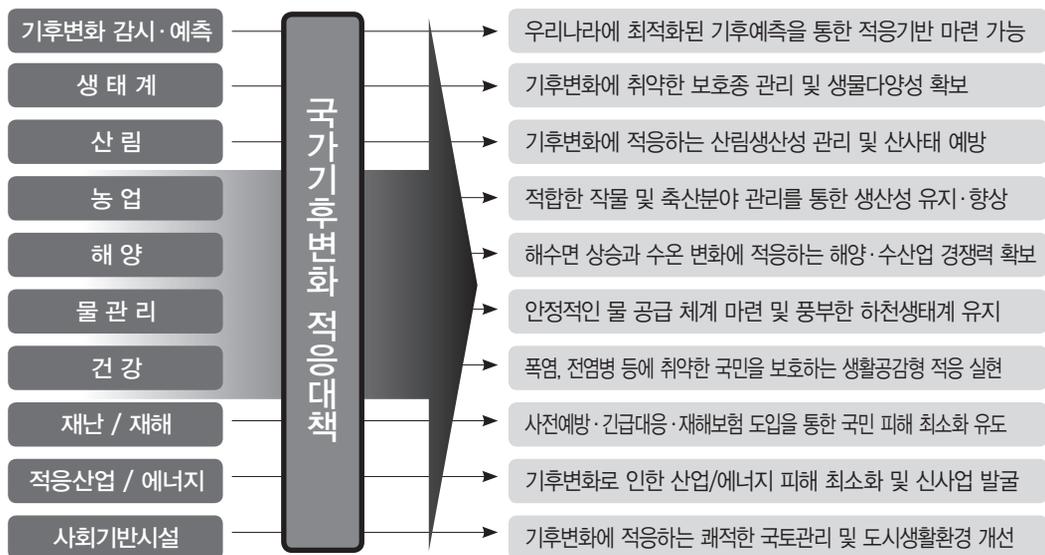
[4단계]에서는 1차로 작성된 적응대책 세부시행계획(안)을 TFT와 공무원 검토를 통해 2차로 작성하고 이를 부서 내 회람하여 최종적으로 확정하고 공표하는 단계로 지자체에서 실질적으로 시행되는 정책이 도출되는 과정이다.

[5단계]는 적응정책의 지속성을 담보하기 위한 단계로 세부시행계획 작성후 실질적인 이행과 이를 평가하여 적응 대책을 보완하는 단계이다.

4. 수립 분야

국가 기후변화 적응대책은 10개 분야로 기후변화 감시·예측, 생태계, 산림, 농업, 해양, 물관리, 건강, 재난/재해, 적응산업/에너지, 사회기반시설 등으로 나눌 수 있으며, 그에 대한 주요 목표 설정은 <그림 3>과 같다.

생태계분야에 있어서 기후변화는 개화기, 개엽기, 철새이동, 산란 등의 생물계절(phenology)에 큰 혼란을 초래하며 생물다양성, 생태계 군집의 구성과 기능, 분포범위 등에 영향을 끼치며, 또한 기온상승은 단기적으로 새로운 종의 침입, 생산량과 호흡의 증가, 생육기 연장 등으로 나타난다. 세계자연보전 연맹(IUCN)은 전 세계 조류 37%, 양서류 60%, 산호초 79%가 기후변화에 취약하거나 또는 멸종위기에 처해 있는 것으로 보고하



<그림 3> 기후변화 적응대책의 분야 구분 및 주요 목표 설정

고 있으며, IPCC 제 4차 보고서(2007)에 따르면, 전 지구적 온도가 1.5~2.5℃ 상승할 경우 동식물의 20~30%가 멸종하고 지리적 분포 범위가 크게 변하는 등 생물 다양성과 생태계에 되돌릴 수 없는 영향을 끼치게 될 것으로 예측하고 있다.

그러나 전 세계적으로 기후변화에 대한 생태계의 민감도 및 영향평가는 현재 개발단계이며, 우리나라의 경우 기후변화 영향평가에 대한 자료가 축적되어 있지 않아 제한된 자료를 이용하거나 그 동안의 모니터링 및 현장 경험과 전문가의 의견을 토대로 평가가 이루어지고, 영향평가를 위한 기법을 마련하는 시작 단계이다.

산림분야에 있어서는 산림생태계(산림생물 다양성, 산림생물계절, 산림생태계 구조와 기능), 산림 재해/병해충(산불, 홍수 및 산사태, 병해충), 산림수자원, 임업 등을 고려할 필요가 있다.

농업분야에 있어서는 기후변화로 온난화, 농경지 건조 상태의 변동, 극단적인 기후사상 발생 빈도 증가 및 이산화탄소 증가 등이 농업분야에 영향을 미칠 것으로 예측되며, 기후변화가 농업에 미치는 영향은 긍정적 영향과 부정적 영향으로 구분할 수 있을 것이다.

해양 및 수자원 분야에 있어서는 수온상승에 따른 어류자원 생태 변화, 유해생물 및 외래종 유입, 어류자원 변동 등을 고려할 수 있을 것이며, 해수면 상승에 따른 해안 침식 및 유실을 고려할 수 있을 것이다.

물관리에 있어서는 수자원 부문과 수질분야로 나눌 수 있을 것이며, 이중 기후변화로 인한 수자원에 대한 영향은 하천유량의 변화, 용수 공급(농업용수, 발전용수, 생활용수), 홍수, 가뭄 등을 고려할 수 있을 것이다. 그리고 수질 분야에 있어서는 수온상승에 따른 영향과 강우패턴변화에 따른 영향으로 구분할 수 있을 것이며, 수온

상승에 따라 용존산소 감소, 퇴적물중의 오염물질 용출이 증가하고 그에 따라 부영양화가 증가할 것으로 예측되며, 또한 조류의 발생이 증가할 것으로 예측된다. 또한 강우패턴 변화에 따라 강우 유출 및 집중호우의 증가로 인해 비점오염물질이 증가할 것으로 예측된다.

건강분야에 있어서 건강에 영향을 끼치는 요인으로는 기온변화(폭염과 한파), 기상재해, 기상조건 변화, 수인성질환 매개 동물 서식 환경 변화(기온상승), 전염병 매개 동물 서식 환경 및 서식처 변화 등을 들 수 있다. 이중 기온변화로 인한 영향으로는 기온이 심혈관계와 뇌혈관에 영향을 주므로 고온/저온 관련 질병, 사망과 관련이 있으며, 기상조건 변화에 따라 대기오염증가, 천식 및 알레르기 유발물질의 농도 및 발생 시기의 변화가 일어날 것으로 예상되며, 수인성 질환 매개 동물 서식 환경변화에 있어서는 바이러스와 박테리아, 원생동물의 생존 유지, 번식능력이 증가할 것으로 예상된다. 또한 전염병 매개 동물 서식 환경 및 서식처 변화로 인하여 매개체의 개체수 및 성장속도가 증가함으로써 말라리아와 같은 동물 매개 질병이 증가할 것으로 예상된다.

재난/재해 분야에 있어서 재난/재해에 영향을 주는 기후 사상은 홍수, 가뭄, 산불, 해수면 상승, 강풍, 열파 등이 있으며, 이로 인해 영향을 받는 사회기반시설은 도로, 대형건축물, 전기공급 시설 등이 있을 수 있다.

적용산업/에너지 분야에 있어서 영향을 주는 요소로는 강우패턴 및 수량변화, 기온상승, 수온상승, 해수면 상승 그리고 태풍 등이 있을 것으로 판단되며, 강우패턴 및 수량변화에 따라 영향을 주는 산업에 있어서는 물수요(산업용, 음료용)에 관련된 산업 그리고 물 부족에 직면하는 식품 및 제품 제조업에 영향을 줄 것으로 판단된다. 그리

고 기온상승에 따라서는 공기조절 및 냉난방 기기, 주택 및 건물의 단열구조, 계절형 산업, 방한복, 의료, 난방 기기 관련 산업분야에 영향을 줄 것으로 판단된다. 또한 수온상승에 따라서는 어업자원 관리 분야의 산업과 급탕용 가스 수요의

변화로 관련 산업에 영향을 줄 것으로 판단된다. 그리고 해수면 상승에 따라 레저산업, 연안입지 설비 및 제방 설비 관련 업체에 영향을 줄 것으로 판단되고, 태풍 등으로 인해 운수업, 통신, 통신 정보기기산업 등에 영향을 줄 것으로 판단된다.

IV. 제주지역 기후변화 적응 세부시행계획 수립 분야와 과제

제주지역의 경우 지역의 특성상 기후변화 적응 방향은 10개 분야 전체에 대해서 해당되며, 어느 한 분야를 우선시 하거나 간과할 수 있는 부분이 없는 상태이다. 이중 기후변화 적응 대책 세부 시행계획을 수립함에 있어서 참고할 수 있는 부분은 적응에 관련된 지역 연구사례인, 서울시, 인천시, 강원도 등의 연구사례를 참고하여 작성할 수 있을 것이다.

이에 각 지자체에서 연구된 사례와 관련하여 참고할 수 있는 부분으로는 서울시의 경우 건강, 재난/재해 분야를, 인천시의 경우 건강, 재난/재해, 해양/수산 분야를 강원도의 경우 생태계, 산림, 해양/수산, 농업 분야 등을 참고할 수 있을 것이다. 나머지 다른 부분에 있어서는 각 지자체의 공통사항이므로 모든 분야에 대해서 참고할 수 있을 것이다.

그러나 세부 시행계획을 수립함에 있어서 각 지역마다 특성이 다르기 때문에 제주지역 기후변화 적응 세부시행계획 수립시 우선적으로 각 분야에 대한 이슈가 무엇인지?, 제주지역에 있어서 각 분야에 미치는 영향은 어떠한 것이 있는지, 그리고 각 분야에 있어서 주요 선정 부문이 어떤 부문인지? 에 대해서 조사가 필요하다. 그리고 이러한 부분에 있어서 취약성 평가가 필요하며, 이에 대한 대책을 마련하는 것이 무엇보다 중요하다.

그렇지만 앞서도 언급하였듯이 기후변화에 대

한 민감도 및 영향평가는 현재 개발단계이며, 우리나라의 경우도 기후변화 영향평가를 위한 자료가 축적되어 있지 않은 부분이 많기 때문에 적응 대책 세부시행계획을 수립하기에는 어려움이 많다.

기후변화는 향후 어떻게 진행될 것인지 그 누구도 확신하지 못하므로, 도민의 삶의 안정성과 더불어 질의 향상을 위해서는 적응 세부시행계획 수립에 있어, 현재까지의 제한된 자료일지라도 관련된 자료의 취합과 더불어 종합적으로 정리하는 것이 필요하며, 각 분야에 대해서 자료가 부족할 경우 모니터링 및 현장 경험이 풍부한 전문가의 의견을 토대로 평가를 하여야 할 것이다.

또한 지자체 기후변화 적응 세부시행계획 수립 절차에서도 언급하였듯이 세부시행계획을 수립하여 확정한다고 하여도 이에 대한 이행 및 모니터링과 평가가 필요하며, 이러한 평가를 통해서 적응 세부시행계획을 수정하거나 재작성하여야 할 것이다.

결국 현재 우리 뿐만 아니라 우리의 자식, 후손들의 안전장치로서, 그리고 후손 대대로 남겨줘야 하는 천혜의 자연환경의 보전을 위해서는 기후변화 적응 세부시행계획의 체계적인 작성이 필요하며, 이를 위해서는 기후변화에 대한 영향에 대해서 지속적인 모니터링 및 자료축적이 필요할 것이다. ●