

기후변화에 의한 수문 영향분석 및 전망기술

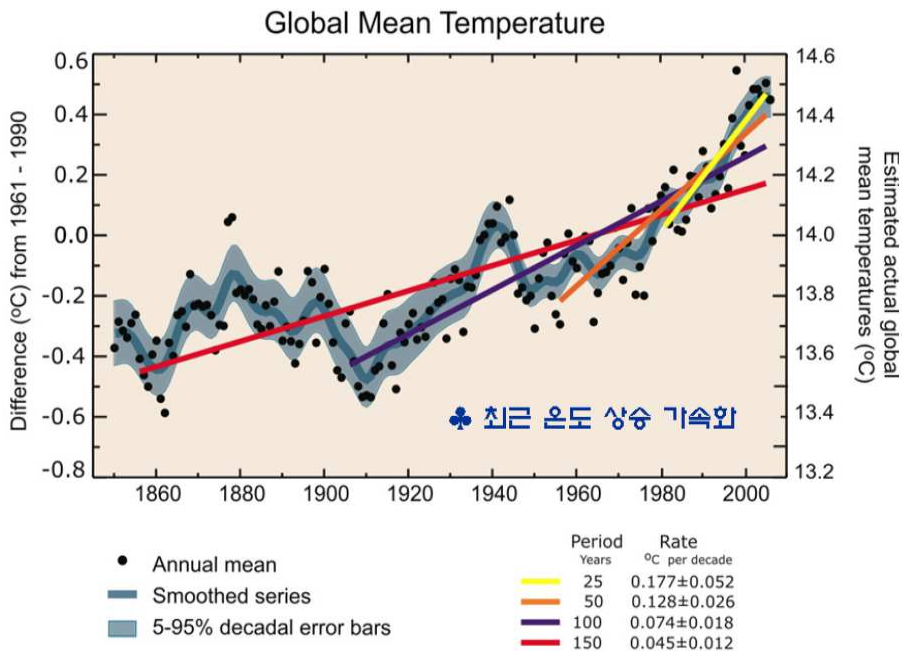
[기획 보고서]

1. 연구개발 배경 및 필요성

1.1 연구개발 배경

- 산업혁명 이후 급격한 온실가스의 증가로 인해 최근 전지구 평균 온도 상승, 해수면 상승, 해양의 산성화, 빙권 감소, 이상기상 현상 발생 빈도 증가 등 다양한 지구환경 변화 현상이 발생됨

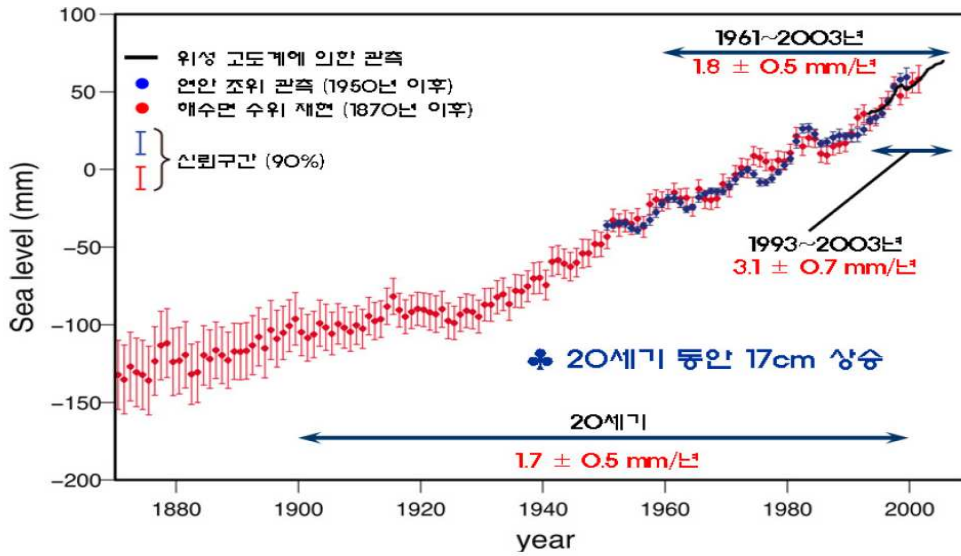
- 전지구의 평균 온도는 1906~ 2005년까지 0.74℃ 상승한 것으로 조사되고 있으며, 최근 50년의 결과가 과거 100년 동안의 결과의 약 2배에 달하는 등 온도 상승이 가속화되고 있는 것으로 조사됨



자료: 기후변화과학대책과, 선진국 기후변화 동향보고서(2008.10.)

[그림] 전지구의 온도 상승 추세

- 또한, 전지구의 해수면도 지난 100년 동안 평균 17cm 상승한 것으로 조사되었으며, 최근 10년의 연간 해수면 상승률이 지난 40년의 연간 평균보다 1.7배에 이르는 것으로 나타남



자료: 기후변화과학대책과, 선진국 기후변화 동향보고서(2008.10.)

[그림] 전지구의 연평균 해수면 수위 추세

- 이외에도 직접적인 원인으로 규명되진 않았지만 지구온난화로 인해 이상기상 현상(태풍·허리케인·사이클론, 집중호우, 한발, 열파 등)의 발생 빈도 증가 및 해양 산성화, 빙권감소 등의 현상이 발생될 것이라는 견해가 제시됨
- 또한, 지구환경 변화에 따른 지구온난화는 21세기 경제 발전 현황을 고려할 경우 더욱 가속화 될 것이라는 견해가 공통적으로 제시됨
- IPCC¹⁾의 기후전망에 따르면 21세기 말까지 온실가스 배출량에 따라 최악의 경우(화석 에너지를 중시하면서 높은 경제 성장을 실현) 평균기온이 최고 6.4℃, 해수면은 최고 59cm 상승할 것으로 조사되었으며, 최선의 경우(환경의 보전과 경제의 발전이 양립하는 사회) 평균기온은 최저 1.1℃, 해수면은 최저 18cm 상승할 것으로 전망함
- 이런 결과는 향후 수자원, 생태계, 식량, 해안, 건강 등 다양한 부문별로 지구환경 변화에 큰 영향을 미칠 것으로 예상되며, 안정적인 국민 삶의 질 측면에서도 악영향이 발생될 것으로 예상됨

[표] 지구온난화의 부문별 영향

구분	2020년대 (1°C 상승)	2050년대 (2~3°C상승)	2080년대 (3°C이상 상승)
수자원	4억~7억 명 물부족	10억~20억 명 물부족	11억~32억 명 물부족
생태계	양서류 멸종 산호 백화현상 생물종 다양성 변화	생물 20~30% 멸종위기	지구생물 대부분 멸종 이산화탄소 배출로 생물권 분포변화
식량	농산물 수확량 일시적 증가 1,000~3,000만 명 기근 위협		
해안	홍수, 폭우 증가	300만 명 홍수 위협	해안가 30% 이상 유실 1,500만 명 이상 홍수 위협
건강	알레르기 및 전염성 질병 확산	영양부족, 과다출혈, 심장관련 질병 증가 더위, 홍수, 가뭄으로 인한 사망 증가	

자료 : IPCC 4차 보고서 2007.4

1.2 연구개발의 필요성

- 지구온난화에 따른 기후변화에 의해 이수 및 치수 측면에서의 재해 발생빈도와 강도가 강해질 것으로 예상됨에 따라 국가 차원에서의 수문전망 적응 전략 수립의 중요성이 대두
- 그러나 기존 연구 과제의 경우 개별 요소만을 고려한 기후변화 전망 기술 개발에 대부분의 연구가 편중됨으로써 신뢰성 있는 데이터를 통한 전략 수립에 한계가 발생
- 이에 불확실한 기후변화 현상에 대한 영향요소를 총체적으로 고려한 수문 전망 측면에서의 전망기술을 개발하고 이를 활용한 취약성 평가 기술의 개발이 필요한 시점
- 또한, 전망 및 취약성 평가를 통해 도출된 결과물이 수문전망 적응기술개발 및 계획수립을 위한 자료로 활용될 수 있도록 체계적이며 실용적인 전략 수립이 필요

2. 각국의 기후변화 대응 현황

- 지구온난화에 따른 기후변화 현상이 향후 세계 각국의 경제·사회적 환경 변화에 큰 영향을 미칠 것으로 예상됨에 따라 국제사회를 중심으로 기후 변화 대응을 위한 정책 추진의 필요성이 제기됨²⁾
- '세계경제포럼' 연차총회를 통칭하는 다보스 포럼³⁾에 참가한 CEO의 38%가 최우선의제로 기후변화 문제를 선택('07.1.)하였으며, 파이낸셜 타임즈가 선정한 세계 500대 기업의 70% 이상이 기후변화를 기업경영 위기로인으로 지목함
- APEC⁴⁾ 정상회의('07.9.)에서 『기후변화에 관한 정상 선언문』을 채택하여 에너지 집약도를 '30년까지 '05년 대비 25% 개선하고, 산림을 '20년까지 2,000만ha 확대·조성하기로 결의함
- 교토의정서 효력이 끝나는 '12년 이후 기후변화 대응체제를 결정하는 Post- 2012 체제논의를 위한 『발리로드맵(Bali roadmap)』을 채택함

< 발리로드맵 주요내용 >

- ▶ 온실가스 협상대상국 확대(미국, 개도국 모두 포함)
- ▶ 협상 규칙 정의
 - 선진국과 개도국의 참여 아래 기후변화 대응책 논의
- ▶ 기후변화 대응재원 마련방법 및 활용방안 논의
 - 탄소세 부과, 탄소배출권 거래시 2%씩 기금 조성하여 개발도상국의 기후변화 적응기금으로 활용
 - 가뭄과 해수면 상승 등 기후변화로 인한 피해를 극복할 수 있도록 지원
- ▶ 산림보호
 - 개발도상국의 산림 황폐화를 막기 위해 인센티브 부여
 - 산림을 벌목하지 않고 보존하는 행위에 대해 보상
- ▶ 과학기술 이전
 - 개발도상국의 온실가스 축소를 도울 수 있도록 과학기술 이전을 촉진하는 제도 확립
- ▶ 구체적 감축 목표와 방법은 2009년 결정
 - 2008년 3월 회의 시작
 - 2009년 15차 기후변화 총회에서 최종결정(덴마크 코펜하겐)

2) 자료 : 외국의 기후변화 대응 현황과 정책적 시사점(2008.5.)

3) 다보스 포럼 : 세계 각국의 정계(政界)·관계(官界)·재계(財界)의 수뇌들이 모여 각종 정보를 교환하고, 세계경제 발전방안 등에 대하여 논의한다. 공식적인 의제는 없으며, 참가자의 관심 분야에 대해 자유롭게 의견 교환이 이루어짐

4) 아시아태평양경제협력체(APEC : Asia-Pacific Economic Cooperation) : 아시아·태평양 지역의 경제협력 증대를 위한 역내 각료들의 협의기구

- 이에, 미국, 일본, EU 등 선진 국가에서는 기후변화에 대응하기 위한 인프라 시설 및 지원제도 구축, 기후변화 관련 연구개발 등 다양한 활동을 추진함
- 그러나, 우리나라의 경우 온실가스 총 배출량이 전세계 배출량의 1.7%(OECD 국가 중 6위, 세계 10위)를 차지함에도 불구하고 온실가스 감축노력 및 기후변화 대응을 위한 활동은 국제사회에서 낮은 평가를 받고 있음

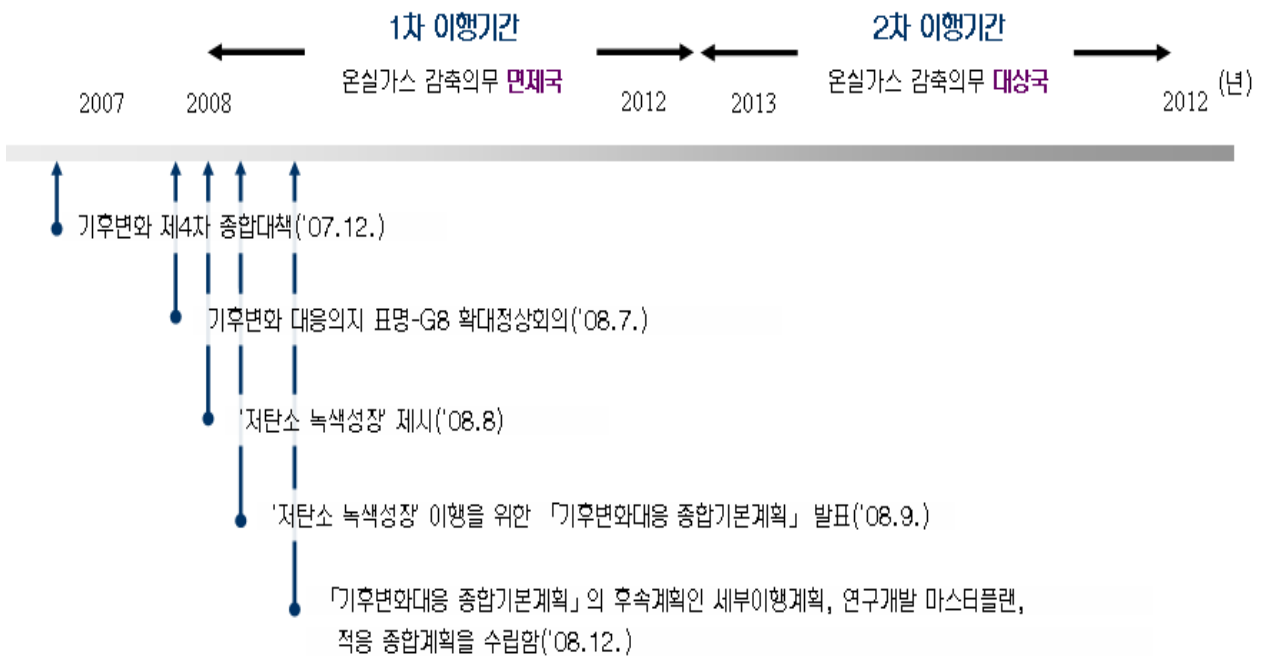
[표] 국가별 기후변화 관련 연구개발과제

국가명	연구개발과제
미국	<ul style="list-style-type: none"> - 통합형 지구권 해석 - 1979년 이후의 대기와 해양의 관측기록 정밀 집계 - 연속적인 물순환 예측 기술과 그 응용 기술의 개발 - 고위도 지역의 탄소순환 연구 - 에어러솔이 기후에 미치는 영향의 정량화 - 이산화탄소 외 온실가스, 수증기, 구름 - 지구온난화 과정에서 발생하는 돌발적인 급격한 기후변동 조사 - 돌발적인 급격한 기후변동에 대한 조기경계시스템의 실현 가능성에 대한 검토 - 생태계의 변화 예측
일본	<ul style="list-style-type: none"> - 온난화 예측 모델의 고도화 및 미래 예측 - 불확실성의 정량화·저감 - 자연재해에 관한 영향평가
EU (유럽연합)	<ul style="list-style-type: none"> - 기후변화와 그 영향에 대한 이해·관측·예측 - 기후변화 경감, 그 영향에 대응하는 방법의 유효성, 이익 분석을 위한 도구 개발 - 기존의 기후 관련 기술의 개선, 검증, 전개 및 신기술 개발
호주	<ul style="list-style-type: none"> - 호주에서의 기후변화의 주요 원인 규명 - 기후 모델링 시스템의 개선 - 기후변화, 기후변동 및 극단기상 연구 - 지역 기후변화 전망 - 국제 연구 협력

- '07년 유럽 CAN(Climate Action Network)⁵⁾의 보고에 따르면 한국의 기후 변화 대응 수준은 평가대상 56개 국가 중 48위로 평가되었으며, 기후변화 관련지표를 포함한 세계경제포럼(WEF)⁶⁾의 환경성과지수(EPI:Environment Performance Index) 순위 또한 '06년 42위에서 '08년 51위로 하락
- 이에 신정권 출범 이후 G8 확대정상회의에서 국제사회의 온실가스 감축정책 노력에 적극적으로 동참하여 기후변화에 대한 대응의지를 표명('08.7.)하는 한편, 『새로운 60년 국가비전』으로 기후변화위기를 기회로 전환하여 국가 성장을 견인하는 ‘저탄소 녹색성장(Low Carbon, Green Growth)’을 제시 ('08.8.)하는 등 기후변화에 대응하기 위한 다양한 활동 등을 추진함
- 그간 3차에 걸쳐 기후변화 종합대책을 수립하여 기후변화 모니터링 및 연구개발 추진전략, 온실가스 감축 잠재량 분석을 위한 통계기반 등 예측적응 및 협약 이행 기반을 구축하는 것에서 '07년 12월에는 '국제적 위상에 부합하는 온실가스 감축 및 기술개발을 통한 기후변화 영향 최소화'를 위한 기후변화 제4차 종합대책을 확정함
- 또한, 지난 제5차 기후변화대책위원회('08.9.)에서 “저탄소 녹색성장(Low Carbon, Green Growth)”의 이행을 위한 『기후변화대응 종합기본계획』을 발표하고 후속계획으로 기후변화대응 종합기본계획 세부이행계획(주관 : 국무총리실), 연구개발 마스터플랜(주관 : 교육과학기술부), 적응 종합계획(주관 : 환경부)을 수립함('08.12.)

5) 기후변화에 대처하기 위해 모인 전 세계 300개 이상의 NGOs 모임

6) 세계경제포럼(World Economic Forum)에서 발표(격년)하는 지수로 기후변화 관련지표는 총 38개 중 온실가스배출량 변화 등 8개



[그림] 기후변화 대응을 위한 국내 대응 현황(정책 중심)

3. 국외 정책 동향

3.1 국제기구

- 최근 지구온난화에 따른 기후변화 현상이 향후 세계 각국의 경제·사회적 환경변화에 큰 영향을 미칠 것으로 예상됨에 따라 국제기구를 중심으로 기후변화 대응을 위한 정책 추진의 필요성이 제기됨⁷⁾
- 이에 WMO, IPCC 등에서 추진하는 주요 역할 및 기능, 활동 등을 조사하여 다음과 같이 정리함

(1) UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change)

- '92년 6월 브라질의 리우환경회의에서 지구온난화에 따른 이상 기후현상을 예방하기 위한 목적으로 UN기후변화협약(UNFCCC : United Nations Framework Convention on Climate Change)이 채택됨

7) 자료 : 외국의 기후변화 대응 현황과 정책적 시사점(2008. 5.)

□ 이에, '94년 3월 21일에 공식적으로 발효되었고, 동서국가연합 및 EU 등은 구속력 있는 감축 의무를 규정할 것을 주장하였으나 미국 등 여타 선진국들의 반대로 인하여 단순한 노력 사항으로 규정됨

- 우리나라는 non-Annex(개도국) 지위로 1993년 12월에 가입함

□ 또한 주요 조직은 당사국총회(COP : Conference of Parties), 과학기술자문부속기구 (SBSTA : Subsidiary Body for Science and Technological Advice), 이행

(1) IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, 정부간기후변화패널)

□ 기후변화에 대한 잠재적 문제점들을 인식하면서 WMO와 UNEP(The United Nations Environment Programme)에 의해 1988년에 설립됨

□ IPCC는 세 개의 실무그룹과 하나의 Task Force로 이루어져 있으며, 각 그룹별 업무는 다음과 같음

실무그룹1	기후시스템과 기후변화에 관한 과학적 측면의 평가
실무그룹2	기후변화와 관련된 사회, 경제적 자연 시스템의 취약성 평가
실무그룹3	온실기체 방출의 제한과 그 외 기후 변화 완화에 대한 사항을 평가
Task Force	IPCC의 국가 온실가스의 배출량 프로그램 담당

□ 또한, 5~6년에 한번씩 기후변화 평가보고서를 제공하여 UNFCCC가 국가 온실가스배출량에 대한 방법론을 결정하는 데 보조역할을 수행함

1차 평가보고서 (Climate Change1990)	1990년에 완성 UNFCCC를 만들기 위해 국제 협상위원회를 설립하는데 기여 1992년에 UNFCCC가 채택되었고, 1994년에 실행된 기후변화에 대한 다양한 정책을 수립하는데 기여
2차 평가보고서 (Climate Change1995)	1995년에 완성 1997년에 교토의정서 채택을 이끌어내는데 주요 역할을 함
3차 평가보고서 (Climate Change2001)	7차 당사국총회에서 의제에 대한 관련 정보 제공
4차 평가보고서 (Climate Change2007)	2007년 발간. 제 13차 당사국 총회에 정보제공

(3) WMO(World Meteorological Organization, 세계기상기구)

- UN(United Nations : 국제연합)의 전문기구로, 1879년에 창립한 IMO(International Meteorological Organization : 국제기상기구)가 그 전신으로 1947년 IMO 이사회에서 새로운 기구를 창설하기 위하여 세계기상협약을 채택함
- 기구에는 정책입안을 담당하며 4년마다 개최하는 총회를 비롯하여 29명으로 구성된 집행위원회, 지역기상협회, 전문위원회 및 행정조직의 중심 기능을 담당하는 사무국 등이 있으며,
- 주요 사업으로는 세계기상 감시, 세계기후 프로그램, 대기조사 및 환경 프로그램, 기상학 장비 프로그램, 수문학 및 수원(水原) 프로그램, 기술협력 프로그램, 교육 및 훈련 프로그램 등 10개의 사업을 구성하여 추진하고 있음
 - 각 프로그램별로 8년간 장기(8년), 중기(4년), 단기(2년) 계획을 수립하여 추진하고 있으며, '04년부터 '11년까지 6차 장기 계획(6th Long-term Plan)이 진행 중임
 - 또한, WMO의 2004~2007년에 승인된 기후프로그램 예산은 253,000Franc인 것으로 조사되었으며, 이중 세계기상 감시와 세계기후 프로그램이 가장 높은 비중을 차지하는 것으로 나타남

(4) UNEP (The United Nations Environment Program, 유엔환경프로그램)

- UNEP는 '07년 8월, 환경정책 집행국 내에 설치된 기후변화 적응반(CCAU, Climate Change Adaptation Unit)을 중심으로 적응분야 사업을 본격적으로 추진하고 있으며,
- CCAU에서는 기후변화에 취약한 개도국, 특히 아프리카와 소도서 개도국, 아시아와 아프리카의 대규모 델타지역 생태계와 경제시스템의 기후 탄력성 (Resilience) 강화에 초점을 둔 기후변화 적응전략을 마련함

[표] UNEP내 CCAU의 주요 추진 사업 현황

프로젝트 명	주요 내용
파키스탄 Karakorum 프로젝트	<ul style="list-style-type: none"> - 히말라야 최고봉 K2를 포함하는 파키스탄 북부 Karakorum 국립공원의 체계적 관리와 기후변화 적응을 지원하기 위한 사업으로, UNEP과 이탈리아 전문기관(Ev-K2-CNR)이 협력 약정서에 서명하고 ('08.12월), 현재 프로젝트 집행 중 ※ 이탈리아 정부가 3백만 유로를 지원, '08.12월부터 3년간 추진 - 주요 사업내용은 동 지역 기후변화 영향평가 및 적응사업 수요 파악, 환경·기후·생태관련 정보와 자료 모니터링 시설 구축, 통합 생태관리 방안 마련, Karakorum 국립공원 지속 가능발전 마스터플랜 수립, 지식기반 의사결정 지원체계 구축, 재난 요인 감소와 조기 경보체계에 대한 인식제고 등
아프리카의 물 관련 적응 촉진 프로젝트	<ul style="list-style-type: none"> - 2020년까지 기후변화로 인한 물 부족 또는 홍수로 고통을 받게 될 아프리카의 인구가 7,500만~2억 5천만 명에 이를 것으로 전망되는 바, 이에 대한 시나리오 분석, 적응사업 개발, 시범사업 등을 추진하기 위한 - '09년부터 2013년까지 3천만 불을 투자할 예정이며, 현재 세부 사업계획 작성 중
기후변화로 인한 히말라야지역 재난저감을 위한 상·하 지역 파트너십 구축 프로젝트	<ul style="list-style-type: none"> - 대 히말라야(힌두쿠시-카라코럼-탄산-알타이-사얀) 주요 하천유역에 기후변화로 인한 재난 조기경보를 위한 모니터링과 정보교류 네트워크 구축, 생태계가 제공하는 핵심 서비스에 대한 금전적 보상 메커니즘 마련 등 - '09년부터 2013년까지 1천 8백만 불 투자 예정이며, 현재 세부 사업계획 작성 중
해수면 상승 대비 해안관리 프로젝트	<ul style="list-style-type: none"> - 소도서 개도국과 아시아 및 아프리카의 대규모 델타 지역의 기후변화 적응을 위한 정책지침 및 수단, 기술, 성공사례 등 보급 및 역량 제고 - '09년부터 2013년까지 2천만 불 투자 예정이며, 현재 세부 사업계획 작성 중
아프리카의 기후변화 적응 비용분석 프로젝트	<ul style="list-style-type: none"> - 아프리카의 기후변화 취약성 및 주요 부문의 사업 우선순위 분석, 2020년까지와 2050년까지의 적응비용 추산 - 노르웨이에서 40만 불을 지원받아 Stockholm Environment Institute와 공동 수행 중

(5) GCOS (Global Climate Observing System)

- WMO, UNEP, IOC, ICSU의 지원을 받아, 1992년에 처음 설립되어 기후관련 이슈에 대해 필요한 정보와 관측사항이 모든 사용자들에게 유용하도록 하는데 그 목적이 있음
- 본 시스템은 기후시스템의 예측, 모델링, 이해력 향상, 기후 변화 영향 평가, 기후 모니터링을 위해 포괄적인 관측자료를 제공할 수 있는 사용자 위주의 장기간 운영시스템이며,
- 물리적, 화학적, 생물학적 요소와 대기, 해양, 수문, 빙권의 과정을 포함한 종합적 기후 시스템을 처리할 뿐 GCOS는 그 자체로 관측이나 데이터를 생산하지는 않음

(6) GAW (Global Atmosphere Watch)

- 1989년 제11차 세계기상총회에서 주요 우선 프로그램으로서 설립된 GAW는 UN 환경개발회의(1992년) 이후의 환경 이슈들을 연구하는데 있어서 WMO의 가장 중요한 기여를 함
- GAW 지역급 관측소는 공장지대나 농업활동의 영향을 받지 않는 지역으로, 약 400개의 관측소가 있다. 산성강하물, 미량가스의 이동, 에어러솔, 자외선 등의 지역적인 이슈의 적용에 사용되며,

	GAW 지구급 관측소	GAW 지역급 관측소
개수	22개 관측소	400개 관측소
위치	오염물에서 멀리 떨어진 곳 (배경대기 지역)	공장지대나 농업활동의 영향을 받지 않는 곳
관측 요소	기후변화(10년이상 대기성분관측), 성층권의 오존 감소	산성강하물, 미량가스, 에어로솔, 자외선

- 또한, 주요 역할은 자연적 및 인위적 대기변화 관점에서 복잡한 메커니즘 이해, 대기·해양 및 생물권 사이의 상호작용의 이해 증진, 국가적 및 국제적 정책 결정자를 위해 신뢰할만한 자료와 정보 제공 등이 있으며, 조직 구조는 다음과 같이 구성됨

(7) CCI (The Commission for Climatology)

- CCI는 사회 경제적 발달과 환경보호를 바탕으로 기후정보를 얻고 이에 적응하기 위한 국제 과학기술활동을 이해, 재현, 협동하는 것을 비전으로 세계기후 프로그램(WCP : World Climate Programme)의 활동에 대한 조언과 가이드를 제공하며, 그 외에도 기후 관련의 많은 활동을 지원하고 있음

3.2 미국

- 미국은 교토의정서 탈퇴 선언('01. 3) 이후 '경제성장을 전제한 기술개발을 통해 온실가스를 감축'한다는 입장을 견지함
- 이에 『Global Climate Change Initiative』('02.2), 『Post- 2012 기후변화 대응체제 구축에 대한 입장』('07.5, 부시대통령) 등을 발표함으로써 에너지안보 향상 기여와 동시에 경제성장을 저해하지 않는 저탄소 기술개발 및 확산을 기후변화 문제 해결방안으로 제시함
- 기후변화 관련 정책 운영은 기후변화 과학 프로그램(CCSP), 기후변화 기술 프로그램(CCRP), NOAA 지구시스템 연구소(ESRL), 미국 대기과학연구소(NCAR)을 중심으로 추진되고 있으며, 주요 연구 분야로는 대기 및 기후변화와 변동, 탄소의 순환, 물 순환, 생태계의 변화, 토지이용도, 인간의 영향에 걸쳐 다양하게 다루고 있는 것으로 조사됨⁸⁾
- 미국의 기후변화 관련 연구는 다방면에서 종합적으로 진행되고 있으며, 정책적으로 매우 체계적인 지원을 받고 있음
- 미국은 국가조직인 기후변화과학기술 통합위원회(CCCSTI)에서 기술개발을 통합 추진하고 있으며, 기술개발의 통합추진을 위하여 범국가적 차원에서 기후변화 대응 방안을 종합하고 연방정부 부처들이 합동으로 참가하는 CCSP와 CCTP의 두 가지 형태로 통합관리되고 있음

8) 건설기술연구원(2008), 기후변화 대비 국가 물 안보 확보 방안(1차년도), 국토해양부

- 또한 CCSP와 CCTP의 의사결정은 기후변화과학기술 부처간 작업그룹 (IWGCCST)을 통하여 내각수준의 CCCSTI에 보고함으로써 이루어지며, IWGCCST 위원회는 관련 내각부서와 기관의 차관 및 차장급 대표자, 그리고 행정관리 예산국(OMB), 환경품질위원회(CEQ) 및 과학기술정책청(OSTP)을 포함하는 대통령행정사무국 대표자를 포함하고 있음

(1) NOAA(National Oceanic & Atmospheric Administration, 해양대기관리처)

- NOAA는 미국 상무부(Department of Commerce)의 연방정부기관으로서 해양, 수산, 기상, 환경 위성 및 자료정보, 해양 대기 연구, 프로그램 계획 및 통합 등의 서비스기관을 두고 있으며 지구 환경의 변화를 이해하고 예측
- 또한, NOAA는 연구개발의 5년 장기 계획(5 Year Plan Objectives and Milestones by Goal, '08- '12)을 수립하고 연구개발에 집중투자를 하고 있음

(2) CCCSTI(Committee on Climate Change Science and Technology Integration, 기후변화과학기술위원회)

- 2002년 2월 기후변화이니셔티브(Climature Change Initiative) 발표와 함께 상무부(Depart of Commerce)와 에너지부(DOE)가 주도적으로 참여하는 기후변화과학기술위원회(CCCSTI : Committee on Climate Change Science and Technology Integration)가 설립되어 기후변화와 관련된 과학기술개발에 관한 정책에 대하여 대통령자문기구로 활동
- CCCSTI는 크게 기후변화과학프로그램(CCSP : Climate Change Science Program)과 기후변화기술프로그램(CCTP : Climate Change Technology Program)에 대하여 주요 의사결정을 수행함

1) CCTP(Climate Change Technology Program, 기후변화기술프로그램)

- 2001년 6월 당시의 미국 부시대통령이 국가 기후변화 기술 지침을 제시하

면서 대학과 국가 연구기관의 연구기능 강화, 응용연구의 파트너십 강화, 온실가스(GHC) 배출량 측정 및 감시기술의 개선, 첨단기술 실증실험 프로젝트의 기금 조성 등을 위하여 설립됨

- CCTP는 에너지 최종 사용자 및 인프라의 이산화탄소 배출량 감소, 에너지 공급원에 따른 배출량 감소 등의 6대 전략목표를 세워 온실가스를 감소시키면서 기후변화 위기를 완화시키고 경제성장을 지속시킬 수 있는 비전을 달성하고자 함

2) CCSP(Climate Change Science Program, 기후변화과학프로그램)

- 기후변화 과학기술에 대한 공공투자를 감시하기 위해 새로운 내각수준의 관리구조의 일부로서 2002년 2월에 대통령에 의해 설립함
- NOAA(해양대기관리처)에서 총괄하고 13개 정부부처와 기구가 참여하며, 연간 약 18억 달러(약 2조원)를 투자하여 지구변화와 기후변화에 대한 통합연구를 수행함
 - ※ 13개 연방 기관: 농무부, 상무부, 국방부, 보건복지부, 국내부, 국무부, 교통부, 환경청, 해양대기청, 국가항공우주국, 국가과학재단, 국제개발청, 스미소니언 연구소
- 2002년 11월, 35개국의 대표 1300명이 참여한 워크숍에서 10년 전략적 계획인 미국 기후 변화 과학 프로그램이 제안되었으며 최종 종합 계획이 2003년 7월 국무 장관에 의해 발표됨
- 미국의 주최로 첫 지구 관측 정상회의가 개최되었으며, 2003년 국제 지원에 수천 개별 기술 자산의 링크를 생성하기 위해 지속적이고 포괄적인 글로벌 지구 관측 시스템 조정을 목적으로 두고 있음
- 2003년 2월 부시대통령은 "기후 비전"파트너십을 통해 12개 주요산업 부문과 비즈니스 라운드 테이블(BRT) 회원들은 내각 4개 기관(교통부, 농무부, 환경보호국, 에너지부)과 향후 10년간 온실가스 배출을 줄이기 위해 전념하라고 발표함

- CCSP의 국제 교류 활동에는 글로벌 환경 설비, 미국 국제 개발기구, 열대 산림 보존 등이 있음

[표] CCSP의 국제 교류 활동 내용

분야	내용
글로벌 환경 설비	22억 달러 국제공급협정의 일환으로 부시 행정부는 향후 4년간 기후변화는 물론 개발도상국의 환경 문제를 돕기로 선언함
미국 국제 개발 기구	최소 1억7천5백만 달러의 자금의 용자를 통해 개발도상국의 위생, 에너지기술, 생산기술, 보다 효율적인 농업기술, 산림육성 프로그램 등을 포함한 기술지원을 통하여 기후변화 프로그램을 진행함
열대 산림 보존	'04년도에 부시 행정부는 열대우림의 보존을 위해 바로 5천만 달러를 준비하였으며 이 기금은 “자연을 위한 부채”프로젝트 하에 열대우림 보존 활동 과 기여의 부가적인 수행을 위해 제공됨

- 또한, CCSP에서는 2008년 5개의 목표와 21개의 세부연구에 대해 \$1,149.8(백만)의 예산이 집행되었고, 2009년에는 \$1,309.0(백만)이 계획되어 있으며 기후변화에 대한 역사 및 원인 연구가 목표인 Goal 10이 2009년 예산의 31%를 차지함

(3) RISA(Regional Integrated Science and Assessments Program)

- RISA는 NOAA ESRL(지구시스템연구소)이 운영하는 프로그램으로서 기후 변화의 다양성으로 직면한 여러 사항들을 결정하는데 필요한 과학기술의 종류를 수행함
- 정책결정을 내리는 데 도움이 되는 사항들을 미국 내의 각 지역에 있는 대학들과 연계되어 수행하고 있음
- RISA 프로그램은 농업, 물, 가뭄, 에너지, 수산업의 5개 분야를 주로 수행하고 있으며 세부 내용은 다음 표와 같음

[표] RISA 프로그램 분야 및 내용

분야	내용
농업	RISA가 제공한 기후관련 정보를 통해 농민들이 미리 위험요소를 줄이는 장기 계획을 수립함
물	연간 16억 달러가 되는 물의 경제적 손실을 저감하기 위해 RISA의 과학자들이 수문학관련의 다양한 연구와 모형모의를 수행함
가뭄	가뭄을 피하거나 줄이기 위한 과학적 노력을 수행함
에너지	2020년까지 에너지 수요는 현재보다 32% 정도 증가할 것으로 예상되고, 에너지의 상당 부분이 지구 온난화와 냉각화에 영향을 주므로 에너지 산업은 RISA의 기후 정보에 크게 의존함
수산업	엘니뇨, 라니냐 등으로 인한 바다 생태계의 영향에 관한 사항을 관리 및 연구함

3.3 일본

- 일본 정부는 지구온난화 문제를 해결하기 위하여 자원 순환형의 경제사회를 건설하고, 국민의 이해와 각계각층의 참여, 협력 및 모든 정책수단을 동원하여 실질적인 목표가 달성되도록 기본적인 방향을 설정함
- 일본 정부의 기후변화 대책 추진의 주체는 지구온난화대책 추진본부이며 추진본부에 의하여 1998년 제정된 지구온난화대책 추진 대강 및 지구온난화대책 추진 법률이 그 핵심을 이루고 있음

(1) Cool Earth 50 Initiative

- '07년 5월 'Cool Earth 50 Initiative' 발표하여 전 지구적으로 2050년까지 온실가스 배출량의 현재수준 대비 50% 감축목표를 선언과 동시에 주요 배출국의 참여와 각국의 사정을 고려한 유연한 접근 등을 골자로 한 Post-2012체제에 대한 기본입장을 제시하였음

- '08년 1월 'Cool Earth Promotion Programme' 발표하고 Cool Earth 50 구상 실현을 위하여 Post- Kyoto체제, 국제환경협력 및 혁신 3개 분야의 세부 행동계획을 제시하였음

[표] Cool Earth 50 Initiative 세부행동계획에 따른 내용

분야	내용
Post Kyoto체제 부문	주요 배출국 전원이 참여하는 체제가 될 수 있도록 공정한 삭감부담을 전제로 Bottom-Up Approach에 기반한 국가별 총량목표 설정하고 삭감의무의 기준연도를 재검토하는 내용이 포함되어 있음
국제환경협력 부문	2020년까지 세계 전체의 30% 에너지효율 개선을 추진하고, 개도국 지원을 위한 재정 메커니즘(Cool Earth Partnership) 구축하는 방안을 마련함
혁신 부문	일본은 환경-에너지 분야 연구개발 투자에 향후 5년간 \$300억을 투입하여 혁신기술 개발 및 저탄소사회 구축을 위한 선도적 역할을 수행하는 방안을 포함하고 있음

(2) '98년 '지구온난화 대책의 추진에 관한 법률'을 제정·시행

- 교토의정서 목표 달성계획 수립('05. 4) 및 개정('08. 3)과 더불어 교토메커니즘을 통한 배출권 확보를 동시에 추진하여 자발적인 감축을 위한 노력을 기울이고 있음

(3) 지구온난화대책추진본부

- 일본 정부는 기후변화협약 및 교토의정서의 원활한 수행과 지구온난화 방지에 관련한 구체적이고 실효성 있는 대책을 종합적으로 추진하기 위하여 재각에 지구온난화대책추진본부를 1997년에 설립함

- 지구온난화대책추진본부의 주요업무는 교토의정서 상의 온실가스 의무감축준수를 위한 이행방안 마련, 지구온난화 대책의 종합적 계획 수립 및 추진, 환경·에너지 부분 기술의 연구개발 강화, 그리고 국제협력의 추진 등을 포함하고 있음
- 지구온난화와 관련한 포괄적인 업무를 효율적이며 체계적으로 추진하기 위해 본부는 1998년 지구온난화대책 추진대강 및 지구온난화대책추진법률을 제정함

(4) 기후변화협약 대응 합동 심의회

- 지구온난화 대책의 추진에 관한 기본 방향 및 주요 정책 결정은 지구온난화 문제와 관련 있는 9개의 심의위원회로 구성된 합동심의회에서 결정됨
- 합동심의회를 구성하는 9개 심의회의 검토분야는 온실가스배출 및 감축과 관련된 산업, 민생 운송 부분 등 관련분야 전반을 포함하고 있으며, 이들의 검토를 통하여 기후변화협약 대응에 관한 국가 기본방향 및 목적, 그리고 주요 정책을 결정하고 있음

3.4 EU

- EU는 기후변화에 관한 연구 및 기술개발을 위해 1980년대부터 자금을 조성하여 현실적인 정책 목표를 설정하여 추진하여 오고 있으며, 수년마다 결정되는 체제 계획을 통해 유럽 연구개발 계획을 수립하고 있음
- 이 프로그램을 통하여 EU 27개 회원국의 모든 과학자들을 하나로 결집시키고 있으며, 그 참여 기회를 유럽 이외의 과학자들에게도 개방함
- 또한 환경연구의 투자에 대한 인식 및 예산이 증대됨에 따라 EU의 FP5에서는 ‘에너지, 환경과 지속가능한 개발’의 하부 프로그램인 ‘지속가능한 개발’로 할당되어 추진, FP6에서는 ‘지속가능한 개발, 지구변화와 생태계’의 하부 프로그램인 ‘지구변화와 생태계’로 지원, FP7에서는 ‘환경(기후변화 포함)’을 별도의 우선순위 테마로 선정함

(1) 홍수의 평가 및 관리에 관한 지침 (*Directive on the assessment and management of floods*) 정책

- Flood Risk 평가 예측(~2011)을 통해 EU회원 국가는 홍수 위험 예비 평가를 실시할 의무가 있음

- 홍수 재해 map 및 Flood Risk map 마련(~2013)을 바탕으로 홍수 위험 예비 평가 결과를 바탕으로 홍수의 위험요소와 위험 도표는 홍수로 인한 피해 가능성의 최대치로 지정되도록 그려져야 함

- Flood Risk 관리 계획 마련(~2015)에 따라 위험 관리 계획의 준비는 반드시 홍수 위험요소 도표와 홍수 위험 도표를 바탕으로 준비되어야 함

(2) FP 7(7th Framework Program, '07- '13)

- FP7의 협력 프로그램은 ①보건, ②식품·농업·바이오기술, ③정보통신기술, ④나노과학·나노기술·재료·신생산기술, ⑤에너지, ⑥환경(기후변화 포함), ⑦운송(항공기술 포함), ⑧사회경제과학 및 인문학, ⑨안보 및 우주분야의 9개의 연구테마로 구성됨

- ERC(European Research Council, 유럽연구이사회)를 구성하여 연구 프로젝트에 대해 더 많은 책임을 부여하고 '창시적 과학(ground-breaking science)'을 장려함

- 유럽연구영역(European Research Area, ERA) 조직으로 더 나은 협력을 통해 EU의 일관된 환경연구를 촉진함

- 유럽의회는 FP7의 추진을 위해서 각종 산업분야의 연구개발에 약 540억 유로를 투입할 예정이며, 기후변화분야가 포함되어 있는 테마 6의 환경은 전체예산의 6%인 18.9억 유로의 예산이 투입될 예정임

(3) WFD(Water Framework Directive)

- EU의 물관련 기구로서 2000년에 설립되었으며, 물에 대한 전 범주(하천, 호수, 지하수, 해안수 등)를 다루고 있음
- WFD는 주요 원칙들의 실천을 위하여 3단계에 걸친 순환적인 계획을 수립하며, 그 중 제1단계는 2009년까지로 계획되었고 6년마다 계획들을 검토하여 목표에 도달하지 못한 경우 재조정하도록 되어 있음

[표] WFD의 주요 원칙들의 실천을 위한 3단계

단계	내용
1단계	현존하는 지리학적, 수문학적 질적 자료를 바탕으로 하여 물자원의 기초 특성화 작업의 완성
2단계	WFD에 적합한 모니터링 네트워크 디자인
3단계	모든 하천에 대하여 특정한 측정프로그램을 포함하는 하천관리계획의 초안을 마련함

- WFD의 주요목표는 2015년까지 "양호한 상태(Good status)"를 성취하고, 수자원의 이용이 유럽 전역에서 지속가능 하도록 하는 것임
- 또한 WFD는 다음과 같은 원칙을 가짐
 - 2015년까지 모든 물에 대한 "good status"를 성취한다는 야심찬 목표 하에 모든 범주의 물에 대한 보호를 실천함
 - 하천관리계획(River Basin Management Plan)을 통하여 물에 대한 조건을 하천수준으로 관리하도록 함. 국가 사이의 경계에 놓인 수자원의 경우 국가간의 공동 작업이 필요함
 - 비정부기관이나 지방조직 등 모든 이해관계자들이 물관리 활동에 능동적으로 동참하게 함

- "사용자부담"원칙에 입각한 물가정책을 요구하며, 환경에 의존하는 사람들의 이해관계를 조정함

3.5 영국

- 영국은 2008년에 제정된 기후변화법에서는 1990년 대비 온실가스를 2050년까지는 80%, 2020년까지는 최소한 26% 저감하는 목표를 법적으로 명시함
- 이러한 노력으로 그간 온실 가스 배출의 저감에 상당한 진척을 이루어 왔으며, 실제 영국 국토 내에서의 탄소 배출은 1990년과 2006년 사이에 15% 정도가 감소하였고, 순 배출량은 20%이상 감소함
- 영국 정부와 기업들은 '온실가스 저감'에 집중하고 있으며, 이러한 기후변화 대응을 선도하기 위해 영국 환경청은 '카본 트러스트'(탄소재단)를 설립함. 탄소재단의 대표적 프로그램은 '카본 풋프린팅'⁹⁾ 제도로, 현재 테스코를 비롯하여, 코카콜라, 토머스쿡, 킴벌리-클라크 등 20여개 글로벌 대기업이 참여하고 있음
- 또한 세계 최초로 기후변화 관련한 국내법인 기후변화법(Climate Change Act 2008)을 발효함으로써 영국의 저탄소사회 구현의지를 천명하였음

(1) 기후변화법(Climate Change Act 2008)

- 세계 최초로 기후변화 관련법을 자국법화 한 영국의 기후변화법이 영국 의회를 통과한 후, 2008년 11월 여왕의 재가(royal assent)를 받음으로써 발효되며 기후변화법의 주요 내용은 다음 표와 같음

9) 숲속이나 모래밭을 걸을 때 발자국이 남는 것처럼 제품과 서비스의 생산에서 유통에 이르는 모든 과정에서 배출되는 이산화탄소의 수치를 합해 표시하는 제도

[표 3-8] 기후변화법에 따른 주요내용

기후변화법	주요내용
법적구속력을 가진 의무 감축목표 설정	2050년까지 1990년 대비 온실가스 배출량 80% 감축
탄소 예산화 제도(Carbon Budgeting System)	2050년까지 온실가스 감축을 위한 탄소예산 제도를 2009년부터 2050년까지 수립
기후변화위원회 창설	독립적이고 전문적인 기관으로서 매년 정부에 온실가스 배출 목표량을 권고 하고 진행상황에 대해 의회에 보고서 제출
국제항공 및 해운 관련 온실가스	정부는 국제항공 및 해운의 온실가스 관련 2012. 12. 31까지 상기 온실가스를 감축 목표 대상에 포함시켜야 하며, 그렇지 않기로 결정한 경우에는 그 이유를 명시하여 의회에 보고해야 함
온실가스 감축을 위한 추가조치 실시 권한 부여	국내 온실가스 배출권 거래제도(emissions trading schemes), 바이오 연료 사용 증대 및 가정 폐기물 감축 방안 도입 등 온실 가스 감축을 위한 추가 조치를 2차 법안(secondary legislation)을 통해 실시
민간업체 온실가스 감축 기여도 보고 의무	정부는 2012. 4월까지 민간업체의 온실가스 감축 기여도 보고 의무를 규정

(2) Future Water

- 영국 정부는 2008년 2월 ‘Future Water’라는 새로운 물관리 전략을 발표하였으며, 해당 전략의 큰 틀은 지속가능한 물 공급처 확보, 수질 환경 개선 및 보호, 공정하고 비용 반영적인 물 사용료 정립, 물 분야 온실 가스 배출 감소, 더 지속가능하고 효과적인 지표수 관리가 있음
- 이에 따른 전략을 다음과 같이 총 8개 영역으로 나누어 각 영역의 2030년까지의 비전과 활동 사항을 제시하며 8개 영역은 다음과 같음
 - 물 수요(Water demand), 물 공급(Water supply), 천연 환경의 수질(Water

quality in the natural environment), 지표수 배수(Surface water drainage), 강 및 연안 범람(River and coastal flooding), 온실 가스 배출(Greenhouse gas emissions), 물 요금 부과(Charging for water), 경쟁 및 혁신 규정 프레임워크(Regulatory framework competition and innovation)

- 또한 영국 정부는 새로운 집에서 물 효율의 최소 표준에 대한 요구사항을 포함하기 위해 건설 법규를 수정하여 1999년에 개정된 물 공급 규정을 2008년 이후에 재검토함
- 산업적이고 상업 부문에서 진급하는 물 효율을 위한 배열을 재검토하고 추가적 축정을 위한 경우가 있을지 고려하기 위해 2008년에 Water Saving Group의 일을 확장함

3.7 캐나다

- 캐나다는 기후변화와 관련한 다양한 대응 정책을 제시하여 왔으며 인간의 활동이 기후에 미치는 영향 분석 및 그에 대한 대응 사례들을 체계적으로 제시하고 있음
- 캐나다는 1994년 기후변화적응과 영향 연구그룹(The Adaptation and Impacts Research Group, AIRG)을 구성하였으며, AIRG는 정책입안자 및 결정자에게 기후변화 적응 및 완화노력을 위한 정보 제공과 자연재해에 대한 완화를 위한 과학적 이해의 증대를 목표로 하고 있음
- AIRG는 기후변화 영향 및 적응계획(C- CIAP, Climate Change Impacts and Adaptation Program)을 실시하여 기후변화에 따른 캐나다의 취약성 분석과 상호 지식 공유를 통해 정책결정을 위한 정보를 제공함
- 또한, 물 관련 분야의 기후변화에 따른 취약성과 적응방안 도출을 목표로 지표 및 지하수, 수자원 관리를 구분하여 지역별 영향평가를 수행하고, 기후변화 영향 및 적응연구(C- CIARN, Climate Change Impacts and Adaptation, Research Network)를 지원하고 있음

(1) C- CIARN(Climate Change Impacts and Adaptation Research Network)

- C- CIARN은 캐나다의 각 지역 연구소간의 네트워크 형성으로 상호협력 체제를 구축하고 기후변화에 대한 불확실성 극복을 위한 적응방안을 마련하고 있으며, 이를 바탕으로 정보 공유를 통해 일반인의 이해력 향상 및 정책 결정의 방향을 정립하고 있음

- C- CIARN은 각 연구소마다 지역의 기후변화 전문가가 회원으로 참여하고 있으며, 일반인 및 전문가들에게 기후변화 관련 정보 제공 및 매년 보고서를 작성하여 한 해 동안의 업무를 대외적으로 공개하고 매일의 기후변화 관측을 통하여 가이드를 공유함

(2) NCCP(National Climate Change Process, 국가기후변화과정)

- 캐나다는 교토의정서 이행협상이 타결된 후 기후변화에 관한 종합대책을 마련하기 위하여 1997년 12월 연방, 주 및 준 주 정부의 장들이 국가기후변화과정(NCCP)을 창설함

- NCCP는 캐나다의 각 정부를 중심으로 산업계, 환경단체, 전문가 등이 참여하는 기후변화에 관한 포괄적인 정책결정과정으로 NCCP 활동 결과 2001년 10월 캐나다 기후변화 국가전략인 ‘기후변화에 관한 국가이행전략’, ‘제1차 기후변화 업무계획’을 수립·발표하였음

1) 에너지·환경합동 각료회의

- 에너지·환경합동 각료회의는 캐나다 연방(Federal), 주(Provincial) 및 준 주(Territorial)의 에너지 및 환경 장관들로 구성되어 있으며, NCCP의 최고 의사 결정기구임

- 에너지·환경합동 각료회의는 기후변화영향에 대한 적응, 온실가스 감축 및 교토의정서의 비용편익 분석, 기후변화협약상의 다양한 이행의무 등과 관련한 캐나다의 국가전략수립 및 수립된 전략 이행을 감독하는 역할을 함

2) 분야별 **Working Group**

- 캐나다 국가전략 수립을 위한 **Working Group**은 정부, 산업계, 학계 및 NGO를 포함한 450여명의 전문가들로 구성되어 기후변화에 대한 분야별 영향 및 대응방안 비용 편익 분석 등에 관하여 종합적인 검토 분석을 실시하는 역할을 하고 있음
- **Working Group**은 분야별, 이슈별 작업을 통하여 기초보고서를 작성하며 전체회의를 통하여 온실감축 및 기후변화 적응에 관한 분야별 조정 작업을 수행함

3.8 호주

- 호주 정부('07. 12 노동당 신정부 출범)는 기후변화 대책을 주요 국정과제로 설정함
- 또한 호주는 기후변화 대응이라는 세계적 추세에 능동적으로 대처해 나간다는 방침 하에 기후변화 대책을 정부의 핵심 국정과제로 설정 및 추진함
 - Kevin Rudd 총리는 '07. 12. 3 노동당 新내각 출범하는 날 첫 공식 업무를 교토의정서 서명으로 시작하였으며, 정부 내 기후변화부를 신설함
- 호주 정부의 기후변화 정책의 궁극적인 목적은 다음과 같음
 - 범세계적인 탄소 배출의 감소 달성을 기여
 - 기후 변화의 영향을 준비하고, 주요 에너지와 자원을 보존하여 호주 경제의 이점을 유지
- 이에 따른 기후변화 정책의 구성은 다음과 같음
 - 국내 탄소 배출량 감소
 - 에너지 효율성을 높이고 가구 및 공동체의 탄소 배출 감소를 위한 핵심 탄소저감 기술 개발
 - 기후변화의 영향에 대처하고 세계적인 수준의 기상 과학을 지원

(1) 기후변화부(The Department of Climate Change, DCC)

- DCC는 2007년 12월 신설되어 호주의 기후 변화 정책의 개발과 협조를 이끄는 역할을 담당하고 있음

- 즉, ①국내 이산화탄소 배출량 감소를 통한 완화정책, ②기후 변화의 불가피한 영향에 대한 대처, ③호주의 국제적 기후변화 전략을 통한 범세계적인 해결책 형성 등에 대한 정책적 조언, 실행 및 계획에 관련한 책임을 짐

- DCC의 기후 변화에 대한 대처(Adapting to climate change)는 다음의 프로그램을 통해 이루어짐
 - Climate Change Adaptation Skills for Professionals Program : 건축가 및 엔지니어, 천연자원 관리자 등을 대상으로 기후 변화에 대한 전문적인 개발을 발전하고 개선하기 위해 3차 교육장, 훈련 기관 등에 기부금을 보조하는 프로그램임
 - The Local Adaptation Pathways Program : 이 프로그램을 통해 호주 정부는 지방 의회가 기후변화에 지역적인 영향에 대한 위험 평가 및 활동 계획을 개발하는데 도움을 줌
 - The National Climate Change Adaptation Programme : 이 프로그램은 기후변화의 영향에 대해 호주 정부와 산업, 공동체들이 준비하여 4년에 걸쳐 ①기후변화에 대한 정책적 이슈를 정부에 제언, ②효과적인 대처 전략의 개발을 지원할 수 있는 역량 구축, ③이해관계자들을 참여시키고, 정보와 도구들을 제공하는 것 등이 그 목표임

1) 호주 탄소오염감축제도(Carbon Pollution Reduction Scheme)

- 탄소오염감축제도의 핵심은 시장에 기반(market-based)을 두고 유연하고 필요시 조정 가능토록 운영하며, "cap and trade" 방식으로 추진하는데 있음
- 호주 정부는 2010. 7. 1부터 동 제도를 시행할 예정이며, 시행대상에 포함되는 산업분야의 온실가스 총 배출량의 최고 한도(cap)를 설정함
- 제도의 시행대상에 포함된 기업들은 온실가스 배출권을 매입해야 하며, 이들 기업들의 배출량은 감시 및 감사를 받게 됨
- 매년 연말에 해당 기업들은 배출량에 대한 자료를 제출해야 하며, 경매 또는 배출권 거래 시장을 통해서 배출권을 구입해야 함

4. 국내 부처별 기후변화 대응 정책 동향

□ 국토해양부

○ 『기후변화에 대한 국내외 연구동향 및 대응』 국제심포지엄

- '08년 3월 국내외의 기후변화 관련 전문가를 초청하여 "기후변화에 대한 국내외 연구동향 및 대응"이란 주제를 가지고 국제심포지엄을 개최함
- 국토해양부는 이번 국제심포지엄을 통해 기후변화가 수자원에 미치는 심각성을 재인식하고 인간과 자연이 함께 하는 물관리를 통해 수자원의 안정적인 확보, 기상이변에 강한 국토형성, 도시와 자연이 공존하는 친환경·친문화적 하천공간 조성 등을 위한 21세기 기후변화에 대응한 수자원 정책 방향을 제시할 계획을 수립함

○ 국회 기후변화대책특위 업무보고

- 국회 차원에서의 기후변화 대책을 마련하기 위한 특별위원회가 구성됨에 따라 국회 기후변화대책특별위원회에 국토해양 분야의 기후변화 대응 업무현황 보고를 실시함
- 이번 보고에서 국토해양부는 "저탄소 녹색국토와 안전한 국토해양공간 구현"이란 비전아래 목표를 실현하기 위한 3대 추진 전략을 제시함
- 3대 추진 전략은 온실가스 감축(Mitigation), 기후변화 적응(Adaptation), 저탄소 녹색기술 및 녹색산업 육성이며,
- 이중 기후변화 적응(Adaptation)은 국토·도시의 적응체계 구축과 수자원의 지속적 확보와 안정적관리, 안전한 해양공간 조성을 주요 정책과제로 제시함

□ 환경부(기상청)

○ 2008 대통령 업무보고

- '08년 실시한 대통령 업무보고에 있어 향후 5년간 환경정책의 비전과 목표에서 기후변화 등 지구환경위기를 **Eco- Innovation** 기회로 활용하는 것을 정책목표로 수립하고 이에 따른 핵심정책과제로 기후변화 대응 및 에너지 대책강화를 제시함
- 또한, 환경부에서는 기후변화 예측·적응 기반 구축을 실천하기 위하여 환경·재해·보건·산업 등 부문별 적응정책 발굴 및 추진계획을 마련하고 농업, 수산업 등 부문별 영향 평가 연구를 실시하며, 대기-해양-식생 연계 기후변화 예측 모델 개발을 실시할 계획임

○ 수자원 분야에 대한 적응 전략 수립 방안 제안

- 환경부에서는 '06년 "국제현경현안 대응·해결기술- 기후변화에 의한 물순환의 예측 및 영향평가" 보고서에서 수자원 분야에 대한 적응 전략의 중요성과 전략 수립 및 평가방법을 제시함
- 보고서 내용 중 **Roger and Pielke(1998)**에 의하면 저감대책과 적응대책에 대하여 저감은 대기 온실가스의 증가를 막기 위해 현재 또는 미래의 온실가스 증가 원인을 제어하여 방출량을 줄이는 노력을 의미하고 적응은 기후변화에 따른 사회의 취약성을 감소시키려는 노력이라고 정의하면서 저감이 성공할 수 없으며 적응을 위한 기술개발이 더 중요함을 강조함

□ 행정안전부

- 행정안전부는 '08년 업무보고에 있어 재난 피해자 지원제도 보완, 첨단 재난 대응 체계 마련이란 주제로 풍수해 보험제도를 31개 시군에서 시범 실시하던 것을 전국으로 확대하고, 보험의 영역도 공장·상가 등 재난 사각지대로 확대 추진할 계획을 발표함
- 또한, 소방방재청에서는 기후변화대응과를 조직하여 해일, 지진 등 위기 상황 대응을 위한 교육 및 매뉴얼 구축 활동을 추진함

□ 지식경제부

- '08년 업무보고에 있어 지식경제부는 "지식·혁신 주도형 산업강국으로의 전환"이란 비전 수립을 위하여 혁신역량강화라는 발전전략의 정책과제로 해외자원개발과 기후변화대응을 정책과제로 제시함
- 지식경제부는 해외자원개발과 기후변화대응 정책과제의 주요 추진과제인 '기후변화 대응은 지속성장의 기회'에서 기후변화 대응 측면에서의 산업기술 개발, 법·제도 정비 등의 다양한 추진 내용*을 제시함
 - 주요 추진 내용 : 경제성장과 온실가스 감축의 조화, 선진국형 저탄소 에너지 시스템 구현, 기후변화 대응역량 강화, 기후변화 대응을 통한 신산업 육성, 온실가스 감축기술 사업화 지원

□ 교육과학기술부

- 교육과학기술부는 '08년 국정감사에 거대과학지원관(거대과학협력과)에서 기후변화협약 대응과 관련한 업무를 추진할 것을 보고하였으며,
- 주요 업무 추진 계획에서 국가과학기술 전략 추진을 위해 저탄소 녹색 성장을 위한 녹색기술(GT) 개발 지원시스템 구축, 범부처 기후변화 대응 연구개발 강화 등 과학기술투자의 전략적 추진을 강화할 것을 계획함

- 교육과학기술부는 기후변화 대응 기초 연구개발 확대를 위하여 신재생 에너지, 이산화탄소 감축 분야 등의 기초원천 연구를 추진하고 있으며,
- 『기후변화 대응 중장기 연구개발 마스터플랜』(안)을 마련('08. 12)할 계획임

□ 농림수산식품부

- 농림수산식품부는 '08년 말까지 수산과학원, 농진청 및 산림청 등 관련 기관이 협력하여 품종개발부터 생산확대, 수집 및 에너지화 등에 걸친 기후변화에 대응을 위한 종합 계획을 마련할 예정임
- 또한, 기후변화대책위원회 협의 결과 기후변화대응 종합기본계획('08년)에서 농림수산식품부는 감축, 적응, 통계 측면의 사업을 추진할 계획으로 조사됨
 - 감축 측면에서 온실가스 감축, 청정에너지원료인 유채재배 시범사업('07~'09, 1,500ha) 및 인공 바다숲 조성, 탄소 흡수원으로서 산림 확충 등의 사업 추진
 - 적응 측면에서 농작물 재배적지 변화 예측, 기후적응 품종개발, 난지 및 고랭지 작물 지역적응 대책 수립, 농업 기상재해 경보시스템 구축, 수산·양식자원 변동, 산림재해 예측, 생태계 모니터링 등을 추진
 - 통계측면에서 농림분야 인벤토리(온실가스 통계) 구축도 강화할 계획

5. 국내 기후변화 기술개발 동향

- 본 기획연구 과제와 기 수행되거나 현재 추진 중인 국가연구개발과제와의 중복성 검토 및 활용성 분석을 위해 NTIS 자료를 활용하여 국내의 기후변화 대응 물관리 기술개발 과제를 조사하였으며, 추가적으로 향후 추진 가능한 연구과제 목록을 정리함
- 그 결과, 대부분의 과제가 유역 중심의 전망 및 취약성 평가기술 분야를 중심으로 기술개발이 추진되거나 이상기후에 대비하기 위한 홍수 예측 및 홍수 대응/관리와 관련된 연구 과제를 수행 중인 것으로 조사됨

5.1 국내 사업단/연구단 연구과제

- 국내에서 추진 중인 사업단/연구단 규모의 연구과제 중 기후변화 대응 물관리 기술개발 연구는 수자원의 지속적 확보기술개발사업단, 이상기후대비 시설기준연구단 등으로 총 8개 과제가 존재하는 것으로 조사되었으며, 과제별 주요연구내용은 다음과 같음

[표] 국내 사업단/연구단 규모의 연구과제별 주요연구내용

사업단/연구단 명	과제명	주요연구내용
수자원의 지속적 확보기술개발 사업단 (국토해양부, 교육과학기술부)	기후변화에 의한 수자원 영향 예측 및 평가 시스템 구축 (통합수자원관리기술) (2001~2011)	- 기후변화에 의한 수자원 영향 평가 체계 구축과 한반도 수자원 영향 평가 결과 제시를 위하여 수자원영향평가를 위한 한반도 기후변화 시나리오 구축, 관측자료에 의한 기후변화 수자원 영향의 통계적 평가, 기후변화에 의한 유출분석 체계 구축, 기후변화분석을 위한 용설모형구축, 기후변화에 따른 수자원 관리기법 개발, 기후변화에 따른 수자원의 사회경제적 영향평가 등의 연구 수행
이상기후대비 시설기준 연구단 (국토해양부)	이상홍수대비수공구조물 설계기준 개선	- 기후변화에 따른 이상홍수에 대비하기 위하여 극치수문사상 변화특성 분석, 이상홍수 평가 기술 개발, 이상홍수에 대한 선택적 대응전략 시스템 개발, 이상홍수 대비 수공구조물 설계기법 개발 및 기준 개선 연구, 이상기후에 대비한 시설기준 강화 기본계획 수립 및 시설기준 재개정 등의 연구 수행

차세대홍수방어기술개발 연구단 (국토해양부)	미래환경변화에 따른 홍수대응기술개발 (2008~2013)	- 유역 홍수 대응 최적 기술 개발을 목적으로 홍수정보 영상화 및 전달기술개발, 위성활용 실시간 홍수 상황 통제 시스템 개발, 미래환경 변화에 따른 홍수 대응 기술개발 등을 수행할 계획
도시홍수재해관리기술 연구단 (국토해양부)	도시홍수 예경보 및 침수예측 기술 (2003~2008)	- 기후변화 및 도시화의 영향을 고려한 강우특성의 변화 추정하고 도시 강우특성 조사 및 지상강우관측 수집체계를 구축하는 등 국내의 도시홍수 예경보 기법 조사 및 평가 - 이외에 확률강우량 산정모형의 개발, 도시홍수를 대비한 시나리오적 수문모형의 개발 및 검증, 도시하천제방붕괴경사에 따른 제내지 유입량 산정 실험 등의 연구를 수행함
차세대핵심환경 기술개발사업 (환경부)	기후변화에 따른 생물권 변화 예측 모델 개발 및 취약지역에 대한 관리기법 개발 (2007~2008)	- 유역영향평가시스템의 구축 및 기후변화 영향평가 - 토지이용변화 모형의 구축과 통합 영향평가 - 기후변화에 피해 함수의 개발과 영향평가
	기후변화에 의한 물순환의 예측 및 영향평가 (2003~2006)	- 한반도 고해상 지역기후와 물순환 예측 시스템 개발/한반도 고해상도 지역기후에 근거한 물순환 예측 시스템의 신뢰도 구축/기후변화의 지역기후와 물순환에 미치는 영향 평가
국가장기생태사업 (환경부)	담수/연안/동물생태 분야 (2004~2013)	- 강, 습지 등 5개 지역을 대상으로 기후변화, 환경오염 및 서식지 변화에 따른 담수 생태계 변화 조사·연구·모니터링 체계 구축 - 연안 2개 지역을 대상으로 기후변화, 환경오염 및 서식지 변화에 따른 연안 생태계 변화 조사·연구·모니터링 체계 구축 등 - 기상조건, 서식 밀도와 서식지의 질, 질병과 포식압 등에 의한 특정 개체군(까치 등 2종)의 개체수 변동에 관한 연구 등
기상지진기술개발 (기상청)	남해안지역의 기후변화에 대한 취약성 평가 (2004~2013)	- 한반도 남해안 지역에서 기후변화에 대한 피해를 저감하기 위한 기후변화 자료를 발굴하여 기후변화 취약성을 정량적으로 평가 - 즉, 한반도 남해안 지역에 대한 현장연구를 통해 자연재해, 해안생태, 농업, 수산업, 임업 등의 여러 분야의 기후변화 관련 자료를 발굴하고, 이 지역의 기후변화 시나리오에 따른 각 분야별 취약성 평가

5.2 기타 부처별 연구과제

- 국내에서 추진 중인 사업단/연구단 규모의 연구과제 외에 2000년 이후 각 부처별로 추진한 연구과제를 NTIS 자료를 활용하여 정리하였으며, 각 과제별 주요연구내용은 다음과 같음

[표] 국내 부처별 연구과제 주요연구내용

수행기관	과제명	주요연구내용
기후변화 대비 국가 물안보 확보방안 (국토해양부)	기후변화 대비 국가 물안보 확보 (2007~2010)	- 3차에 걸쳐 기후변화에 대처하기 위한 폭넓은 기후조건 하에서 능동적인 수자원 관리 및 계획의 수립에 정보를 제공하고, 수자원에 대한 기후변화의 영향을 평가하고 변동성을 정량적으로 제시하며 기후변화로 인해 발생하는 홍수, 가뭄 그리고 생태환경 변화에 대처 할 수 있는 국가 물안보 확보 방안을 제시함
국무조정실 (해양연구원)	21세기 기후변화 협약대응책 마련을 위한 남극권 고해양 및 고기후 변동 연구 (2001~2003)	- 기후변화 모니터링 및 예측을 위한 요소기술 개발을 목적으로 기후변동에 대한 트레이드해협 해역 역할과 반응을 파악하고 기후변화 예측을 위한 해양 기인 인자를 정량화하고자 함
과학기술부 (기초과학학술연구 조성사업)	기후변화로야기될수위변화가습지생태 계내의메탄동태및관련미생물군집구조 에미치는영향 (2006~2007)	- 기후변화 환경 예측 및 감시, 평가를 통한 생태계에 미치는 영향 분석
과학기술부 (기초과학학술연구 조성사업)	기후변화에따른해양미세생물 먹이망의변동연구 (2006~2009)	- 기후변화에 따른 해양 생태계 영향 연구
과학기술부 (국가지정연구실사업)	해양환경오염및기후변화가미치는생태 학적영향의신속한검출을위한해양환경 생체지표로서환경유전체및단백질체의 이용 (2006~2011)	- 해양환경오염 및 기후변화에 따른 해양생물(요각류, 대수리, 해파리)의 환경유전체 및 단백질체를 대량 발굴하여 이들 환경 스트레스에 반응하는 핵심 유전체를 찾아 분자생물학적 수준에서 해양환경오염 및 기후변화에 관련된 기작을 해석 - 해양환경오염 및 기후변화와 관련하여 적절한 연구모델 종으로 생각되는 요각류를 이용하여 종 분화 및 수온 변화 등의 상관관계를 생식생물학적 및 유전학적 수준에서 규명하고, 대수리를 이용하여 다른 종에서도 유사한 현상이 일어나는지 확인 - 기후변화와 관련하여 해파리의 이동 및 blooming 등의 관계를 분자계통학적 접근 및 분자환경생물학적 분석을 통해 상관관계를 규명한다.
과학기술부 (특정기초연구)	기후변화가 농업 수자원에 미치는 영향 연구 (2006~2009)	- GCM 기후변화 모의결과의 활용을 위한 스케일 상세화(downscaling) 기법 제시-기후변화를 고려한 농업수 자원 영향평가 모델링 기법 정립-기후변화에 따른 농업 수자원 영향 분석 및 적정 농지이용체계 제시-기후변화에 대비하는 농업용 저수지 운영방안 제시

수행기관	과제명	주요연구내용
과학기술부 (특정기초연구)	기후변화에 따른 영산강하구역에서의 방재기술 및 수자원관리기술 개발 (2007~2010)	- 방조제/배수갑문의 치수, 이수, 환경기능성 평가 및 개선 (연계운영) 방안 도출 - 미래지향적 해일/홍수 방재대책 강구 - 하천환경/해안환경의 인위적 변화/기후변화를 감안한 종합적 이수/치수 방안 도출 - 조건대, 천해조, 낙조우세 등 지역적 특성을 감안한 해석 (해일/범람, 오염 등)
과학기술부 (한국해양연구원)	기후변화에 따른 동해해수순환과증장기 변동반응및예측연구 (2006~2007)	- 기후변화에 따른 동해의 반응을 규명하고 향후 동해의 변동성을 예측하기 위하여, 분시간 연결해역을 포함한 동해의 순환 변화와 해수면 상승을 평가하고 기후변화를 고려한 KORDI형 모델을 개발함 - 도출된 결과는 기후변화에 따른 동해반응에 대한 국가정책 및 대응방안 수립을 위한 해양 과학적 근거자료로 활용
교육인적자원부 (학문후속세대양성)	기후변화에 의한 낙동강 수계의 수자원 영향평가 및 대응전략 제시 (2007~2008)	- 기후변화 환경 변화 예측 및 분석을 통한 저감기술개발
교육인적자원부 (국제공동연구)	기후변화에 따른 해양어류의 자원량 변동 예측 (2007~2008)	- 기후변화에 따른 수산자원 관리 및 해양 생물자원의 보존 및 이용을 위한 기술개발
해양수산부 (국립수산과학원)	기후변화해양생태계및수산자원에미치 는영향과대응연구 (2003~2015)	- 기후변화에 대응하는 해양환경 요소의 변천과정을 추적하고 해양생태계에 미치는 영향평가, 예측 및 대응전략 수립, 기후와 해양환경변동에 따른 주요 수산자원의 변동, 예측 및 연안 생물자원의 재생산기구 규명으로 과학적 근거를 바탕으로 한 수산자원 관리 방향등 대응책 제시
해양수산부 (해양환경보전연구개발)	기후변화가해양생태계및수산자원에미치 는영향연구 (2002~2003)	- 기후변화에 대응하는 우리나라 해양생태계의 이상현상을 분석하고, 그에 따른 생태계의 재편을 예측함으로써, 과학적 근거에 기초한 수산자원 관리 방향 및 정책을 제시하여 국가식량자원의 안정적 수급에 기여함을 목적으로 함
해양수산부 (황해환경종합조사사업)	황해퇴적물이동관측연구,황사의해양 환경영향연구,산사댐건설로인한남해(동중국해)의해양환경영향연구,기후변 화에 따른동중국해해양생태계변동예측 연구 (2003~2011)	- 기후변화에 따른 동중국해 해양생태계변동예측연구(해양의 수온상승 등 지구 온난화에 따른 해양생태계 등 변화예측을 위한 단계별 사업추진)

※ 수행기관명은 과제 추진시점을 기준으로 관련 기관명을 표기함

6. 연구목표

□ 수문변동 전망기술 개발

- 기후변화에 따른 수문변동 전망기술 개발
- 기후변화에 의한 극치수문량 전망기술

□ 수문변동 정량화 및 수자원정책 수립

- 하천유역의 물수지 및 수문순환변동 정량화 기술 개발
- 기후변화대응 수자원 정책수립

7. 연구내용

[1 세부과제 : 수문변동 전망기술 개발]

□ 1-1 기후변화에 따른 수문변동 전망기술 개발

- 기후변화에 따른 장기수문시나리오 표준화 및 전망(시나리오 기반의 전망기술)
 - 1) 50- 100년 장기 기후변화 표준시나리오를 바탕으로 한 수문변화 전망 기술
 - 2) 한반도 공간규모에 적합한 수문전망용 기후시나리오 Down scaling 표준화 및 적용 기술
 - 3) 한반도 지형 및 토지이용특성을 반영한 수문(증발산, 융설, 토양함수, 하천유출, 지하수 등) 예측 기술
 - 4) 중단기 수문전망과의 연계 기술
 - 5) 수문변화 장기전망자료 신뢰도 분석 기술
 - 6) IPCC 자료에 기초한 한국형 장기 수문변동 전망 분석
 - 7) 수문자료 생산 표준화를 위한 수문변동 요인 분석

(목표성능 기준)

- 1) 주요성과물

- 50- 100년 장기 기후변화 표준시나리오

- 한반도의 수문전망

- 장기 수문변화 전망 표출 프로그램

2) 성과물 필요 정보

- 기후모델(GCM, 지역기후모델 등)에 기반한 기후변화 예측 정보

- 한반도 수문예측을 위한 공간격자 정보

- 장기 수문변화 전망결과 표출 프로그램 매뉴얼

- 수문변동 전망에 필요한 수문자료 및 정보(한반도의 증발산, 융설, 토양함수, 하천 유출, 지하수 등)

- 미래의 수문량(강수량, 증발량, 유출량 등) 변동성 정보

3) 수문전망 시공간적 해석 범위

- 5대강유역 각각 및 남한전체 (단위격자: 30km 내외)

- 50- 100년간 장기 기후변화 표준 시나리오별 (10년 단위 이상)

4) 수문전망 결과 표출프로그램 성능기준

- 50- 100년 장기 기후변화 표준시나리오의 자유로운 선택

- 기후변화 표준 시나리오별 한반도의 수문전망 결과의 중첩 가능

- 수문변화를 그래프, 맵핑 이미지로 구현

○ 기후변화에 따른 중단기 수문전망(비시나리오 기반의 전망기술)

- 1) 10- 20년 정도의 관측수문자료의 통계적 경향성 분석 및 예측 모형 개발기술

- 2) 유역단위 규모에 적합한 수문전망용 기후시나리오 Down scaling 표준화 및 적용 기술

- 3) 유역단위 공간상관성을 고려한 다지점 수문예측모형 개발 기술

- 4) 유역단위 장기 수문전망과의 연계 기술

- 5) 수문변화 중단기 전망자료 신뢰도 분석 기술

- 6) 과거사상분석을 이용한 장단기 이벤트(태풍 등) 정량적 전망 예측 기술

(목표성능 기준)

- 1) 주요성과물

- 20세기 관측수문자료

- 유역단위의 수문전망

- 중단기 수문변화 전망 표출 프로그램

- 2) 성과물 필요 정보

- 10- 20년 중단기 통계적 기후변화 예측 정보

- 유역단위 수문예측을 위한 공간격자 정보
 - 유역단위의 증발산, 융설, 토양함수, 하천유출 및 지하수 등 수문정보
 - 중단기 수문변화 전망결과 표출 프로그램 매뉴얼
 - 태풍의 발생빈도 정보 제시
 - 기후변화로 인한 태풍이 수문변화에 미치는 영향
- 3) 수문전망 시공간적 해석 범위
- 5대강유역 각각 및 남한전체 (단위격자: 10km 내외)
 - 10- 20년 목표연도별 (1년 단위 이상)
 - 홍수사상 5회 이상
- 4) 수문전망 결과 표출프로그램 성능기준
- 10- 20년 중단기 기후변화 시나리오의 자유로운 선택
 - 기후변화 시나리오별 유역단위의 수문전망 결과의 중첩 가능
 - 수문변화를 그래프, 맵핑 이미지로 구현

○ 유역단위 시공간적 스케일 상세화(**downscaling**)기법 개발 및 전망

- 1) 지형 및 토지이용특성을 반영한 소유역단위 상세수문(증발산, 융설, 토양함수, 하천 유출, 지하수 등) 예측 기술
- 2) 스케일 상세화기법의 운용 및 적용을 위한 입력자료 생성 기술
- 3) 해상도 변경에 따른 수문관측자료 변동성 최소화 기술

(목표성능 기준)

- 1) 주요성과물
 - 소유역 단위의 수문전망 및 전망결과 표출 프로그램
- 2) 성과물 필요 정보
 - 장중단기별 기후변화 예측 정보
 - 소유역 단위 수문예측을 위한 공간격자 정보
 - 소유역 단위 증발산, 융설, 토양함수, 하천유출 및 지하수 등 수문정보
 - 소유역 단위 수문변화 전망결과 표출 프로그램 매뉴얼
 - 유역별/권역별 상세수문전망 자료의 제시
 - 스케일 변화에 따른 수문자료 변동성 최소화
- 3) 수문전망 시공간적 해석 범위
 - 5대강유역 각각 및 남한유역전체 (단위격자: 1km이내)
 - 지역별/유역별(대표 소유역별), 정량적/정성적 수문변동 전망 제시
- 4) 수문전망 결과 표출프로그램 성능기준

- 단기 기후변화 시나리오의 자유로운 선택
- 기후변화 시나리오별 소유역 단위의 수문전망 결과의 중첩 가능
- 수문변화를 그래프, 맵핑 이미지로 구현

□ 1-2 기후변화에 의한 극치수문량 전망기술

○ 극한 홍수량의 전망기술 개발

- 1) 장기 기후변화 표준시나리오를 바탕으로한 극한 홍수량 전망 기술
- 2) 다차원의 수문기상인자의 차원 저감기술 및 최적 기상자료 선별 기술
- 3) 유역특성을 고려한 극한홍수량 산정기술 제시
- 4) 지역에 따른 I-D-F 곡선 작성 기술
- 5) 극한 홍수량 전망 알고리즘

(목표성능 기준)

- 1) 주요성과물
 - 극한 홍수량전망, 홍수량 전망결과 표출프로그램
- 2)성과물 필요 정보
 - 시나리오별 극한홍수량 예측 정보
 - 수문기상인자 정보
 - 유역별/면적별 극한홍수량 제시
 - 지역에 따른 I-D-F 곡선의 제시
 - 극한홍수량 전망 알고리즘의 신뢰도
- 3) 수문전망 시공간적 해석 범위
 - 5대강유역 각각 및 남한유역전체 (단위격자: 1km이내)
 - 홍수사상 5회 이상
 - 대표 소유역별/목표연도별
- 4) 홍수량 전망 결과 표출프로그램 성능 기준
 - 시나리오의 자유로운 선택
 - 시나리오별 홍수량 결과의 중첩 가능
 - 홍수량 변화를 그래프, 맵핑 이미지로 구현

○ 극한 가뭄으로 인한 수자원 전망기술 개발

- 1) 장기 기후변화 표준시나리오를 바탕으로 극한 가뭄 전망 기술
- 2) 수문전망 시계열(時系列)로부터 극한 가뭄 빈도해석 기술
- 3) 가뭄에 따른 하천 건천화 전망 기술

- 4) 하천특성에 따른 유출특성 기술
- 5) 극한 가뭄 전망 알고리즘

(목표성능 기준)

- 1) 주요성과물
 - 극한 가뭄 전망
- 2) 성과물 필요 정보
 - 시나리오별 가뭄 전망 정보
 - 하천별(권역별) 특성을 고려한 시나리오별 하천 건천화 전망 정보
 - 시나리오에 따른 극한가뭄발생시의 수자원량
- 3) 가뭄 전망 시공간적 해석 범위
 - 5대강유역 각각 및 남한유역전체 (단위격자: 5km내외)
 - 가뭄 사상 5회 이상
 - 대표 유역별/목표연도별
- 4) 가뭄 전망 결과 성능 기준
 - 시나리오별/유역별 가뭄 빈도 제시
 - 시나리오별/유역별 가뭄으로 인한 하천 건천화 빈도 제시

○ **기후변화를 고려한 비정상성 수문모형 해석기법 개발**

- 1) 한반도의 극한강우와 연계할 수 있는 수문기상인자의 도출 기술
- 2) 한반도의 극한강우와 연계할 수 있는 수문해석 기술
- 3) 수문통계의 비정상성 빈도해석 기술
- 4) 극한강우 선정기법 기술
- 5) 극치 수문량 전망에 대한 불확실성 분석 기법

(목표성능 기준)

- 1) 주요성과물
 - 비정상성 수문모형 해석 기법 및 불확실성 분석 기법
- 2) 성과물 필요 정보
 - 수문기상인자 정보
 - 수문전망 불확실성 인자 정보
- 3) 수문전망 시공간적 해석 범위
 - 5대강유역 각각 및 남한유역전체 (단위격자: 5km내외)
 - 극한 또는 극치 사상 5회 이상
- 4) 성능기준

- 홍수, 가뭄, 태풍 등 수문현상의 비정상성 빈도 제시

[세부과제 2 : 수문변동 정량화 및 수자원정책 수립]

□ 2-1 하천유역의 물수지 및 수문순환변동 정량화 기술 개발

○ 기후변화에 따른 한국형 수문순환 평가 기술 개발

- 1) 장중단기 기후변화 시나리오를 바탕으로 한 권역별 수자원 부족량 예측 기술
- 2) 장중단기 기후변화 시나리오를 바탕으로 한 권역별 용설 예측 기술
- 3) 한국형 장기유출 수문모형 프로그램 개발 및 운용 기술 개발
- 4) GIS기반의 식생, 토지이용변화 예측 및 프로그램 개발 기술
- 5) 기후변화에 따른 권역별 수자원 변화량 분석

(목표성능 기준)

- 1) 주요성과물
 - 기후변화에 따른 수문순환변동 평가 기법
 - 장기 유출 수문모형 프로그램
- 2) 성과물 필요 정보
 - 시나리오별/권역별 수자원 부족량, 장기 유출량, 용설량 및 수문예측정보
 - 시나리오별 식생 및 토지이용변화 지도
 - 수자원 변화량 시계열 전망
 - 식생, 토지이용 변화
- 3) 수문전망 시공간적 해석 범위
 - 5대강유역 각각 및 남한유역전체 (단위격자: 유역단위)
 - 홍수/건천화 사상 각 5회 이상 및 10년 이상
 - 권역별/시나리오별
- 4) 성능기준
 - 시나리오별 장기유출 수문예측 중첩 기능
 - 시나리오별 GIS기반 식생, 토지이용변화 및 변화율 표출 가능
 - 권역별/유역별/지역별 수자원 변화량 및 부족량 제시
 - 권역별 장기수문모형(유출, 용설, 식생) 프로그램 개발
 - 식생도 및 토지이용도 제시

○ 기후변화에 따른 물수지 전망

- 1) 장중단기 기후변화 시나리오를 바탕으로 한 권역별 물수지 예측 기술
- 2) 한국형 장기유출 수문모형기반 권역별 물수지 예측 프로그램 개발 기술

(목표성능 기준)

- 1) 주요성과물
 - 권역별 물수지 예측 및 예측 프로그램
- 2) 성과물 필요 정보
 - 시나리오별 권역별 물수지
 - 기간에 따른 물수지 전망 제시
- 3) 수문전망 시공간적 해석 범위
 - 5대강유역 각각 및 남한유역전체 (단위격자: 10km이내)
 - 권역별/시나리오별
 - 홍수/건천화 사상 각 5회 이상 및 10년이상
- 4) 성능기준
 - 시나리오별/권역별 물수지 중첩 기능
 - 권역별 정량적 물수지 제시
 - 그래프, 맵핑 이미지로 구현

○ 기후변화를 고려한 수문 전망과정의 불확실성정량화 기법 개발

- 1) 기후변화에 따른 수문변동 전망의 불확실성 요인 분석
- 2) 기후변화에 따른 수문변동 전망의 불확실성 정량화 기법

(목표성능 기준)

- 1) 주요성과물
 - 수문전망의 불확실성 분석 기법
- 2) 성과물 필요 정보
 - 수문전망 결과의 변동범위 정보
 - 불확실성 인자 및 범위(전망 오차의 범위) 정보
- 3) 시공간적 해석 범위
 - 5대강유역 각각 및 남한유역전체 (단위격자: 유역단위, 예_남한강 유역 등)
 - 홍수/건천화 사상 각 5회 이상 및 10년이상
 - 권역별/시나리오별
- 4) 성능기준
 - 기후변화에 따른 수문순환변동, 물수지의 불확실성 지표 제시

□ 2-2 기후변화 대응 수자원 정책 수립

○ 기후변화에 의한 수문변동의 영향평가 및 시설물(댐, 제방) 영향분석

- 1) 시나리오작성별 사회·경제적 피해규모 함수 도출과 추정 기술
- 2) 기후변화에 따른 시설물(댐, 제방 등)의 위험도 조사 분석 기술
- 3) 기후변화에 따른 시설물(댐, 제방 등)의 위험도 정량화 및 평가기술

(목표성능 기준)

- 1) 주요성과물
 - 수문변동에 따른 사회·경제적 피해영향평가를 위한 모형
 - 시설물(댐, 제방 등)별 위험도
- 2) 성과물 필요 정보
 - 피해영향평가 알고리즘 정확도
 - 댐 위험도 평가를 위한 첨단 조사/진단 기법
 - 댐 타입별 파괴모드 분석 및 구조적 위험도 평가기법
 - 댐 성능 고도화를 위한 선택형 의사결정 tool-kit 개발
- 3) 시공간적 해석 범위
 - 권역별 주요 시설물(댐 제방 등) 3개소 이상
 - 시나리오별
- 4) 성능기준
 - 사회·경제적 피해규모의 정량적 제시
 - 이치수 시설물의 위험도 정량적 제시

○ 기후변화를 대비한 법·제도 개선 및 수자원정책 제시

- 1) 관련법 조사 분석 기술
- 2) 선진국 수자원 정책 동향 분석(우리 나라와 유사한 하천형태 국가 포함)

(목표성능 기준)

- 1) 주요성과물
 - 법 제도 개선안 및 수자원정책
- 2) 성과물 필요 정보
 - 전문가 설문조사 및 공청회
 - 선진국 법 제도 및 정책 동향과 시사점
 - 관련 법령, 기준 개선 방안(법령 정비 또는 조직 개편 등)
 - 기후변화 시나리오별 수자원 정책 제시

9. 최종성과물

□ 1세부과제: 수문변동 전망기술 개발

○ 1-1 기후변화에 따른 수문변동전망기술 개발

- 1) 한국형 장기수문시나리오 전망보고서
 - 기후변화에 따른 수문(유량 등)자료 생산 표준화기법 제시
 - IPCC SRES 시나리오별 과거 기준기간 및 미래100년의 수문변화 전망자료
- 2) 기후변화에 대비한 중단기 수문 전망 보고서
 - 관측자료기반의 중단기 수문전망자료
 - 기후변화를 반영한 태풍의 수문학적 특성변화 전망제시
 - 기후변화를 반영한 중단기 수문자료 모의기법의 개발 및 제시
 - 기상자료를 이용한 유역/권역별 중단기 수문 전망 자료
- 3) 다운스케일링을 이용한 상세 수문 전망보고서
 - 스케일상세화를 통한 유역별 상세 수문전망자료

○ 1-2. 기후변화에 의한 극치수문량 전망기술

- 1) 기후변화에 따른 극한홍수량 전망 보고서
 - 기후변화에 따른 극한홍수량 전망
 - 기후변화가 고려된 I-D-F 곡선
- 2) 기후변화에 따른 극한 가뭄으로 인한 수자원 전망 보고서
 - IPCC 시나리오별 50~100년 극한 가뭄으로 인한 수자원 전망자료
 - 기후변화에 따른 하천의 건천화 전망
- 3) 기후변화를 고려한 비정상성 수문모형 해석 기법 개발 및 수문평가보고서
 - 한반도의 극한강우와 연계할 수 있는 수문 기상인자의 선정 및 해석기법 개발
 - 기후변화에 대비한 극치수문량의 전망 및 불확실성 분석

□ 2세부과제: 수문변동 정량화 및 수자원정책 수립

○ 2-1 하천유역의 물수지 및 수문순환변동 정량화 기술 개발

- 1) 기후변화에 따른 수문순환 변동평가 기술보고서
 - 기후변화에 따른 우리나라 권역별 수자원 부족량 변화 보고서
 - 기후변화 평가용 한국형 장기유출 수문모형 프로그램 및 매뉴얼
 - 기후변화에 따른 용설예측 기술보고서

- 식생, 토지이용 변화 예측 프로그램 및 매뉴얼
- 2) 기후변화에 따른 물수지(Water budget) 전망 보고서
 - 기후변화를 고려한 미래 물수지 전망기법 제시
 - 기후변화에 따른 물수지 전망
- 3) multi- model ensemble 및 시나리오조합을 통한 불확실성 분석 보고서
 - 기후변화에 따른 수문전망 결과의 변동 범위 제시
 - 수문전망의 불확실성 분석 결과 제시

○ **2-2 기후변화대응 수자원 정책수립**

- 1) 기후변화에 의한 수문변동의 영향평가보고서
 - 수문변동에 따른 사회적·경제적 피해 영향평가
 - 이·치수 시설물(댐, 제방)영향 분석
- 2) 법·제도 개선 보고서
 - 유사사례 조사
 - 개선 대상 선정
 - 정책 환경 변화에 따른 법 제도 정비 방안 제시
- 3) 기후변화를 대비한 국가 수자원 정책 보고서

10. 연구개발 추진전략

□ 추진전략

- 연차별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립
 - 1차년도 ('09년 ~ '10년)
 - 2차년도 ('10년 ~ '11년)
 - 3차년도 ('11년 ~ '12년)
 - 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단, 이상기후대비시설기준연구단, 차세대 홍수방어 기술연구단, 도시홍수재해관리기술연구단, 기후변화 대비 국가 물안보 확보 방안 연구 등 기 수행되었거나, 현재 수행 중인 관련 연구개발결과의 구체적인 연계·통합 및 활용 방안을 연구계획에 포함하여 추진

10. 연구개발비

10.1 총 연구개발비

개정 비목	계상기준	연구개발비(단위 : 백만원)			비율(%)	
		1세부과제	2세부과제	합계		
인건비		1,254	510	1,764	47	
직접비	연구장비·재료비	187	47	209	6	
	연구활동비	673	274	947	25	
	연구수당	인건비의 20% 이내	188	77	265	7
	소계		1,049	397	1,421	37
위탁연구개발비	(인건비+직접비)의 40% 이내	-	-	-	-	
간접비	(인건비+직접비)의 17% 이내	433	172	605	16	
합계		2,736	1,079	3,790	100	

10.2 연구개발비 산정 근거

10.2.1 인건비

구분	인건비단가 (백만원/년/명)	인원수(명)	참여기간(년)	참여율(%)	인건비합계
책임연구원(대학 부교수 수준)	61	3	3	100	549
연구원(대학 조교수 수준)	47	4	3	100	564
연구보조원(대학 조교 수준)	31	7	3	100	651
합계		14			1764

10.2.2 연구기자재 및 시설비, 시제품 제작비

구분	과제명	내역	수량	단가	금액
1-1	기후변화에 따른 수문변동 전망기술 개발	작업용 컴퓨터	1	2,000	2,000
		작업용 컴퓨터	1	5,000	5,000
		노트북 컴퓨터, 관련 소프트웨어	1	5,000	5,000
		기후변화정보 표출시스템 구축	1	9,000	9,000
		기후변화 가시나리오 분석을 위한 시스템제작	1	5,000	5,000
		기후변화 시나리오 표준화 시스템 제작	1	5,000	5,000
		기후변화에 따른 수문학적 시스템 제작	1	2,000	2,000
		소계			
1-2	기후변화에 의한 극치수문량 전망기술	작업용 컴퓨터	1	3,000	3,000
		강수량 시공간적 분석 시스템 구축	1	5,000	5,000

		실험계측장비, 2차원 분석용 소프트웨어	1	20,000	20,000
		가뭄평가 분석 시스템 구축	1	5,000	5,000
		실험계측장비, 2차원 분석용 소프트웨어	1	20,000	20,000
		해석모형 제작	1	5,000	5,000
		확률강우량도 제작	1	5,000	5,000
소계					63,000
1세부과제 계					96,000
2-1	하천유역의 물수지 및 수문순환변동 정량화 기술 개발	작업용 컴퓨터	1	3,000	3,000
		용수 수요전망 분석 시스템 제작	1	5,000	5,000
		실험 계측장비, 소프트웨어	1	20,000	20,000
		수리모형 제작	1	5,000	5,000
		실험 계측장비, 소프트웨어	1	20,000	20,000
		융설 실험장치 제작	1	5,000	5,000
		대기-수문 모형	1	5,000	5,000
소계					63,000
2-2	기후변화대응 수자원 정책 수립	작업용 컴퓨터 SET 구입, 관련 소프트웨어 구입	1	10,000	10,000
		물관리 연계 운영 시스템 구축	1	10,000	10,000
		관련 소프트웨어 구입	1	10,000	10,000
		기관별 자료 공유 시스템 구축	1	10,000	10,000
		기후변화 적응기술 관리 시스템	1	10,000	10,000
소계					50,000
2세부과제 계					113,000
총계					209,000

참 고 문 헌

참 고 문 헌

- 건설교통부 외, 2008년도 건설교통기술연구개발사업 시행계획, 2008
- 건설선진화본부, 건설교통 R&D중장기계획(안)(2008~2012), 2007
- 건설교통부, 제4차 건설기술진흥기본계획, 2007
- 건설교통부 외, 제15회 세계 물의 날 자료 '물과 미래', 2007
- 건설교통부 외, 건설교통 R&D 혁신로드맵 보고서, 2006
- 건설교통부 외, 물관리기본법(안), 2006
- 건설교통부, 수자원장기종합계획(Water Vision 2020), 2001
- 과학기술부, 기후변화 대응 연구개발 종합대책, 2008
- 과학기술부, 국가R&D사업 Total Roadmap- 중장기 발전전략(안)-, 2006
- 교육인적자원부 외, 과학기술기본계획 '07년도 시행계획(안), 2006
- 고익환 외, 유역통합 물관리를 위한 기상정보의 활용과 수문기상 연구동향, 2007
- 국립환경연구원, 지구온난화에 따른 한반도 영향평가 및 적응전략 기술개발, 2000
- 국무총리실, 과학기술기본법 제7조, 2008
- 국무총리실, 기후변화대책기본법안, 2008
- 국토해양부, 국토해양부 소관 기후변화대응 업무현황 보고, 2008
- 김규범, 미국의 기후변화에 대비한 지하수 조사·이용 및 관리, 2008
- 기상지진 개술개발 사업단, 기상 지진 기술개발 사업단 운영계획[2005~2006], 2005
- 기상청, 기후변화 감시·예측 대응방안, 2008
- 기상청, 기상지진기술개발사업 10개년 계획, 2006

- 김영오 외, 선진국의 기후변화 연구동향(II)- 수자원관리에 대한 영향을 중심으로-, 2000
- 기획재정부, 외국의 기후변화 대응 현황과 정책적 시사점, 2008
- 기획재정부 외, 선진일류국가를 향한 이명박정부의 과학기술기본계획(안), 2008
- 기후변화대책기획단, 기후변화대응 종합기본계획, 2008
- 기후변화대책기획단, 기후변화대응 종합기본계획(상세 자료), 2008
- 기후변화대책기획단, 기후변화대응 종합기본계획 세부이행계획, 2008
- 기후변화과학대책과, 선진국 기후변화 동향 보고서, 2008
- 기후변화대책기획단, 기후변화대응 정책 추진방향, 2008
- 기후변화대책기획단, “새로운 전환”- 기후변화 제4차 종합대책(5개년 계획)-, 2007
- 기후변화정보센터, 중국 기후변화 국가평가보고서 요약, 2007
- 기후변화협약대책위원회, 기후변화협약 대응 제3차 종합대책, 2006
- 기후변화협약대책위원회, 기후변화협약 대응 제3차 종합대책, 2005
- 농림수산식품부, 농어업에 밀물시대를 열겠습니다=공정, 신뢰, 희망, 창조=, 2008
- 녹색성장위원회, 저탄소 녹색성장 추진방안, 2009
- 대외경제정책연구원, EU의 기후변화 대응정책과 시사점, 2008
- 박성제, 효율적인 물 관리 체제 구축의 필요성과 방향, 2008
- 배덕효 외, 기후변화와 수자원의 대응(Climate Change and Water Resources Response), 2004
- 산업자원부, 기후변화 대응 신국가 전략, 2008
- 산업연구원, 기후변화가 산업에 미치는 영향 - 에너지, 제조업 및 서비스 산업을 중심으로, 2007
- 삼성경제연구소, CEO Information 675호 녹색성장시대의 도래, 2008
- 서울대학교, 국제환경현안 대응· 해결기술 기후변화에 의한 물순환의 예측 및 영향 평가, 2007

- 서울시정개발연구원, 기후변화에 대응한 서울시 물관리 전략, 2008
- 수자원국 하천관리과, 수문조사 선진화 5개년 계획, 2005
- 신준석, SERI 경제 포커스 152호 ‘세계 물산업의 구조변화와 시사점’, 2007
- 안재현, 외국의 물관리 현황검토 및 국내 적용방안 연구(1)- 미국에 물관리 조직 및 운영시스템-, 2007
- 안재현, 외국의 물관리 현황검토 및 국내 적용방안 연구(2)- 유럽연합 및 일본의 물관리 조직 및 운영시스템-, 2007
- 유철상 외, 기후변화와 수자원 : 국내의 연구동향, 2000
- 유호현, 물 비즈니스 성공의 핵심 포인트, 2008
- 이경석, 2007 수자원 관련 시장의 전모와 장래 예측, 2007
- 이동률, 지속가능한 수자원 관리를 위한 수자원 계획, 2003
- 이서원, ‘녹색성장’정책의 베스트 프랙티스, 2008
- 장희준 외, 미국에서의 지형학과 수문지리학의 최근 연구동향, 2004
- 재정경제부 외, 국가기술지도 비전Ⅲ 환경·에너지 프론티어진흥- 제1권, 2002
- 재정경제부 외, 국가기술지도 비전Ⅵ 기반주력산업 가치창출- 제1권, 2002
- 재정경제부 외, 국가기술지도- 총론-, 2002
- 지식경제부, 지식·혁신주도형 산업강국 건설, 2008
- 최윤찬, 효율적인 물관리체계 구축 방안- 부산광역시를 중심으로-, 2001
- 한국교원대학교, 일본의 기후변화대응정책 사례 분석, 2008
- 한국건설산업연구원, 기후변화가 건설업에 미치는 영향과 대응 방안, 2004
- 한국과학기술연구원, 기후변화가 한반도에 미치는 영향과 지구 환경관련 대책 연구(Ⅱ), 1995
- 한국산업기술평가원, 산업기술혁신 5개년계획(2009~ 2013) (초안), 2008
- 한국에너지자원기술기획평가원, 2008 에너지 기술전망 G8 정상회담의 후속조치 시나리오와 전략 2050 요약, 2008

- 한국환경정책·평가연구원 외, 차세대핵심환경기술개발사업 10개년(2001- 2010) 종합계획 수립 연구, 2002
- 해양수산부, 기후변화 대응 해양수산부문 종합대책, 2008
- 행정안전부, 중앙·지방이 함께 만드는 선진일류국가, 2008
- 환경부, 기후변화 대응 적응대책 추진 방향, 2008
- 환경부, 2008년 환경정책 실천계획, 2008
- 환경부, OECD가 바라본 2030년 환경전망, 2008
- 환경부, OECD 2030 환경전망보고서 정책결정자를 위한 요약문, 2008
- 환경부, 기후변화대응 인식도 조사 개요, 2008
- 환경부 외, 국가 기후변화 적응 종합계획, 2008
- 환경부, 항목별 관련 그래프/도표 [지구 온난화로 인한 기후변화 인지도], 2008
- 환경운동연합 물위원회, [물의 날] 기념 심포지엄 기후변화와 물, 2005
- 國家科學技術委員會, 參與政府의 科學技術 基本計劃, 2003
- CCTP, Roadmaps From the U.S. Climate Change Technology Program Strategic Plan, 2008
- CCTP, U.S. Climate Change Technology Program STRATEGIC PLAN, 2006
- EEA, Climate change and water adaptation issues, 2007
- European Communities, Climate Change and the European Water Dimension, 2007
- European Communities, Climate Change and the European Water Dimension, 2005
- IPCC, Climate Change 2007: The Physical Science Basis Summary for Policymakers, 2007
- IPCC, CLIMATE CHANGE AND WATER , IPCC Technical Paper VI, 2007
- IPCC, Climate Change and Water Resources: A Primer for Municipal Water Providers, 2007
- Kathleen Miller and David Yates, Climate Change and Water Resources: A Primer for Municipal Water Providers, 2005

<http://www.climate.noaa.gov/>
<http://www.climatescience.gov/>
<http://www.climate-technology.gov/>
<http://www-cger.nies.go.jp/>
<http://www.jamstec.go.jp/>
<http://www.jamstec.go.jp/iorgc/research/index-e.html>
<http://www.nies.go.jp>
<http://www.wins.go.kr/WINS/>
<http://211.114.42.237:9000/>
<http://www.wamis.go.kr/>