건설기술혁신사업 최종보고서

R&D/07 기술혁신 C01

기후변화 대응 물관리 기술 기획연구

2009. 03. 04.

주관연구기관 / (주)기술과가치

Construction & Transportation R&D Report

RP04934

국 토 해 양 부
한국건설교통기술평가원

기후변화 대응 물관리 기술 기획연구

최종보고서

2009. 3. 4.

국 토 해 양 부

한 국 건 설 교 통 기 술 평 가 원

제 출 문

한국건설교통기술평가원장 귀하

본 보고서를 "기후변화 대응 물관리 기술 기획연구"의 최종보고서로 제출합니다.

2008. 3. 4.

주관연구기관 : (주)기술과가치

대 표 이 사 : 임 윤 철

■ 총 괄 연 구 책 임 자	/ (주)기술과가치 기술정책/사업화본부 본부장	양 현 모	기획연구 총괄 책임
■ 주관연구기관 참여연구원	/ (주)기술과가치 SIM center 이사	윤 한 술	타당성 분석
	/ (주)기술과가치 기술정책본부 수석컨설턴트	김 동 남	SWOT 분석
	/ (주)기술과가치 기술사업화본부 책임컨설턴트	허 광 범	기술수요 조사
	/ (주)기술과가치 기술정책본부 책임컨설턴트	김 추 린	국내동향 분석
	/ (주)기술과가치 기술정책본부 책임컨설턴트	황 아 름	우선순위 도출
	/ (주)기술과가치 기술정책본부 전임컨설턴트	은 희 운	기초현황조사(간사)
	/ (주)기술과가치 기술정책본부 전임컨설턴트	천 명 진	국외동향 분석
■ 기획자문위원회 위원	/ 기상연구소 실장	권 원 태	기획 및 자문
	/ 한국건설기술연구원(수자원프론티어사업단 단장)	김 승	기획 및 자문
	/ 한강홍수통제소 하천정보센터 센터장	김 양 수	기획 및 자문
	/ 인하대 토목공학과 교수	심 명 필	기획 및 자문
	/ 제주대 해양과학부 교수	양 성 기	기획 및 자문
	/ 한국건설기술연구원 수자원연구부 실장	윤 석 영	기획 및 자문
	/ 경기대학교 토목환경공학부 교수	윤 세 의	기획 및 자문
	/ (주)동호 연구소장	홍 태 희	기획 및 자문
■ 기획자문위원회 위원	/ 연세대학교 토목환경공학과 교수	허 준 행	세부과제 도출(기술위원장)
	/ 단국대학교 토목환경공학과 교수	강 부 식	세부과제 도출(간사)
	/ 수자원공사 연구소장	고 익 환	세부과제 도출
	/ 건국대학교 사회환경시스템공학과 교수	김 성 준	세부과제 도출
	/ 서울대학교 건설환경공학부 교수	김 영 오	세부과제 도출
	/ 인하대학교 환경토목공학부 교수	김 형 수	세부과제 도출
	/ 서울시립대학교 토목공학과 교수	문 영 일	세부과제 도출
	/ 미래수자원환경연구소 소장	박 성 제	세부과제 도출(간사)
	/ 세종대학교 토목환경공학과 교수	배 덕 효	세부과제 도출
	/ 서경대학교 토목공학과 교수	안 재 현	세부과제 도출(간사)
	/ 한국건설기술연구원 수자원연구부 책임연구원	이 동 률	세부과제 도출(간사)
	/ 중부대학교 토목공학과 교수	이 주 헌	세부과제 도출
	/ 한양대학교 토목공학과 교수	조 용 식	세부과제 도출
	/ 한강홍수통제소 하천정보센터 실장	조 효 섭	세부과제 도출

요 약 문

1. 제목

기후변화 대응 물관리 기술 기획연구

2. 연구의 배경 및 필요성

○ 지구의 평균기온 상승과 이상기후는 지구상의 물 순환 메커니즘을 변화시켜 수자원 이용에 큰 영향을 미칠 것으로 전망됨

○ 특히, 단위면적당 인구 비율이 높은 우리나라는 수자원 등의 국토자원 이용의 강도가 다른 나라에 비해 현저히 높아 약간의 기후변동으로도 심각한 수자원 문제가 발생할 것으로 예상됨

○ 그러나, 우리나라는 국가차원의 기후변화에 대응한 중장기 계획 없이 산발적인 연구수행으로 인해 기후변화 대응기술 미비 및 체계적 적응정책 활용에 한계가 있음

○ 이에 기후변화 대응 수자원 관련 선행 연구 및 진행 중인 과제와 연계된 현업화 기반의 지속 가능한 기후변화 대응 물관리 기술을 개발할 수 있도록 관련 기술의 기획 연구가 필요함

3. 연구의 목적

○ 지구의 평균기온 상승과 이상기후 변화에 대응하기 위한 수자원 관리의 기술적 기반을 마련하고, 국가차원의 기후변화 정보제공 및 정책 수립의 기본계획으로 활용하고자 함

4. 주요 연구내용

[1 세부과제 : 전망 기술개발]

1-1 수문변동전망을 위한 유역의 기온 및 강수-유출 전망

1-2 하천유역의 물수요 및 수문순환변동 정량화기술 개발

1-3 기후변화에 의한 극치수문량 전망기술

[2 세부과제 : 취약성 평가 기술개발]

2-1 기후변화의 치수영향평가기법의 개발과 적용

2-2 기후변화의 이수영향평가기법의 개발과 적용

2-3 해수면 상승에 따른 하구의 수리학적 취약성 평가기술의 개발과 적용

[3 세부과제 : 적응 기술개발]

3-1 기후변화에 의한 치수재해위험저감 기술개발

3-2 기후변화에 의한 이수재해위험저감 기술개발

3-3 기후변화에 의한 하구지역재해위험저감 기술개발

[4 세부과제 : 실용화 및 국제화 전략 기술개발]

4-1 법·정책·경제성 전략 수립

4-2 불확실성 대비 거버넌스 구축 전략 수립

4-3 통합운영관리 기술개발

4-4 국제협력 및 사업화 추진 전략 수립

5. 예상 성과물 활용방안 및 기대효과

○ 기후변화 적응을 위한 물관리 분야의 구체적인 전략 수립 및 연구개발 활동이 추진됨에 따라 국제사회에서 관련 분야의 국가 위상이 향상될 것으로 기대됨

○ 기후변화에 의해 발생 가능한 치수/이수 측면에서의 위험 관리 및 대응이 가능하게 됨으로써 안전한 사회 구현을 통한 국민의 삶과 질이 향상될 것으로 기대됨

○ 국제사회에서의 국내 기후변화 대응 물관리 기술의 기술력 향상은 물론 일부 기술개발 분야에 있어서는 기술 선점을 통한 기술이전이 가능할 것으로 판단됨

○ 향후 물관리 기술이전과 국가간 협력 강화를 통한 효율적인 기후변화 대응 물관리 기술개발 체계 구축이 가능할 것으로 기대됨

SUMMARY

1. Title

A Study on the Planning of Technology Water resources for responses to Climate Change

2. Background and Necessity

The increase of average temperature and the abnormal weather condition will change the usage of water resource by effecting to water-cycle mechanism.

Especially the density of using National Territorial Resources is so high that a little Climate Change will cause the serious problems about water resource in Korea which has high population density.

But, in Korea, the technology of the Climate Change is not developed and systematic and practical application of policies of the Climate Change is limited because of carrying out researches about the Climate Change without long-term plan.

So, it is necessary for research on the technology of Water resource to link preceding researches for Water resource to researches progressing of sustainable technology for same topic.

3. Research Purpose

The purpose of research is to set up the technical basis of Water resource and to establish a standard of making polices and giving an information about the Climate Change.

4. Main Research contents

[Research Subjects 1 : Prediction Technology Development]

- ㅇ Basin-wide temperature and rainfall-runoff prediction for hydrologic variability prediction
- ㅇ Quantifying basin-wide water demand and hydrologic circulation variability
- ㅇ Prediction for hydrologic extremes due to climate change

[Research Subjects 2 : Vulnerability Assessment Technology Development]

- ㅇ Development and application of flood impact assessment
- ㅇ Development and application of drought impact assessment
- ㅇ Development and application of hydraulic impact assessment in estuary under sea level rise

[Research Subjects 3 : Adaptation Technology Development]

- ㅇ Flood disaster risk mitigation technology under climate change
- ㅇ Drought disaster risk mitigation technology under climate change
- ㅇ Estuary disaster risk mitigation technology under climate change

[Research Subjects 4 : Operational Application and International Strategy Development]

- ○ Institutional·Policy-making·economic evaluation technology
- ○ Governance establishment in provision for uncertainty
- ○ Integrated operation and management technology
- ○ International cooperation and project creation strategy

5. Application Plan and Expectation

The national prestige of a Water resource field by the international community will be improved by accomplishment concrete strategy and R&D of the field to adaptation of Climate Change.

The national life and quality by implement safety community will be improved by possible risk management and response of flood/drought causing by Climate Change.

The technology transfer by dominated technology will be possible to national technology improvement of the international community.

The efficient system building will be possible to technology transfer of Water resource and cooperation strengthening between nations.

- 목 차 -

제 1 부

제 1 장 서론 ····· 3

1.1 연구 배경 및 필요성 ····· 3

1.2 기후변화 대응 물관리 기술의 개념 및 기획의 필요성 ····· 13

1.3 기획 연구의 개요 ····· 16

제 2 장 기후변화에 따른 영향 및 전망 ····· 20

2.1 기후변화에 따른 부문별 영향 및 전망 ····· 20

2.2 기후변화에 따른 수자원 분야의 영향 ····· 32

제 3 장 국외 정책 및 연구개발 동향 ····· 36

3.1 국외 정책 동향 ····· 37

3.2 국외 기술개발 동향 ····· 77

제 4 장 국내 정책 및 연구개발 동향 ····· 103

4.1 국내 정책 동향 ····· 104

4.2 국내 기술개발 동향 ····· 121

제 5 장 기후변화 대응 물관리 동향 종합분석 ····· 127

5.1 국내외 기후변화 대응 물관리 환경분석 ····· 127

5.2 기후변화 대응 물관리 기술 SWOT 분석 ····· 142

5.3 기후변화 대응 물관리 기술 연구 기본방향 ····· 145

제 2 부

제 6 장 기후변화 대응 물관리 기술개발 기본설계 ····· 149

6.1 기후변화 대응 물관리 기술개발 비전 및 목표 ····· 149

6.2 기후변화 대응 물관리 기술개발 연구범위 ····· 155

6.3 기후변화 대응 물관리 기술 세부과제 ····· 159

6.4 기존 연구과제와의 차별성 및 연계성 ····· 163

제 7 장 세부과제 주요 연구내용 및 추진전략 ····· 174

7.1 전망 기술 분야 ····· 175

7.2 취약성 평가 기술 분야 ····· 184

7.3 적응 기술 분야 ····· 192

7.4 실용화 및 국제화 전략 기술 분야 ····· 199

제 8 장 예상 성과물 활용방안 및 기대효과 ····· 210

8.1 예상 성과물 활용방안 ····· 210

8.2 기대효과 ····· 215

제 9 장 연구과제 운영방안 ····· 217

9.1 연구과제별 우선순위 도출 설문조사 ····· 217

9.2 세부과제별 투자계획 ····· 222

9.3 연구과제 성과지표 ····· 248

9.4 과제 RFP(안) ····· 254

제 3 부

제 10 장 연구과제 타당성 분석 275

10.1 정책적 타당성 분석 275

10.2 기술적 타당성 분석 280

10.3 경제성 및 파급효과 분석 288

10.4 종합분석 296

제 11 장 전략적 추진 타당성 분석 300

11.1 전략적 추진 타당성 분석 목적 및 방법론 300

11.2 전략적 추진 시나리오 도출 304

11.3 시나리오별 추진방안 310

11.4 시나리오별 전략적 추진 타당성 분석 317

11.5 시나리오별 전략적 추진 타당성 분석 소결 326

제 12 장 정책 제언 328

참 고 문 헌

참 고 문 헌 343

- CONTENTS -

Part 1.

Chapter 1. Introduction ····· 3

Chapter 2. Effect and Prospect under Climate Change ····· 20

Chapter 3. Oversea Policy and R&D Trends ····· 36

Chapter 4. Domestic Policy and R&D Trends ····· 103

Chapter 5. Trends Analysis of Water resource to response to Climate Change ····· 127

Part 2.

Chapter 6. Main Idea on the technology development of Water resource to response to Climate Change ····· 149

Chapter 7. Main Research Contents and Promotion Strategy ····· 174

Chapter 8. Application Plan and Expectation ····· 210

Chapter 9. Main Research Conduct Plan ····· 217

Part 3.

Chapter 10. Main Research Feasibility Study ····· 275

Chapter 11. Strategic Promotion Feasibility Study ····· 300

Chapter 12. Policy Proposal ····· 328

REFERENCES

References ····· 333

- 표 목 차 -

[표 1-1] 2006년 대륙별 이상기상현상 발생현황 ····· 4
[표 1-2] 온실가스 배출 시나리오 별 미래 기온 및 해수면 변화 ····· 6
[표 1-3] 지구온난화의 부문별 영향 ····· 6
[표 1-4] 기후변화 인프라 구축 사례 ····· 8
[표 1-5] 국가별 기후변화 관련 연구개발과제 ····· 9
[표 1-6] 환경친화적 수자원시스템의 전략프로젝트 및 중점과제 ····· 12
[표 1-7] 자문위원회 구성 ····· 19
[표 1-8] 기술위원회 구성 ····· 19
[표 2-1] 기후변화에 의한 건강영향 사례 ····· 22
[표 2-2] 작물의 생산성과 안정성의 변화 예측 결과 ····· 25
[표 2-3] 기후변화에 따른 파생상품 및 유형 ····· 31
[표 2-4] 지구온난화에 따른 부문별 영향 ····· 33
[표 3-1] UNEP내 CCAU의 주요 추진 사업 현황 ····· 40
[표 3-2] CCSP의 국제 교류 활동 내용 ····· 49
[표 3-3] CCSP목표 수행에 관한 FY 2007-2009 예산 ····· 50
[표 3-4] RISA 프로그램 분야 및 내용 ····· 51
[표 3-5] Cool Earth 50 Initiative 세부행동계획에 따른 내용 ····· 52
[표 3-6] FP7의 연구테마별 주요 연구내용 및 예산 ····· 56
[표 3-7] WFD의 주요 원칙들의 실천을 위한 3단계 ····· 57
[표 3-8] 중국 10차 5개년 계획 수리분야 주요 과학기술연구 성과 ····· 61
[표 3-9] 기후변화법에 따른 주요내용 ····· 63
[표 3-10] The Climate Change Budget Overview 2008-09 ····· 72
[표 3-11] NOAA 5년 장기계획 중 Climate 부분의 내용 ····· 78
[표 3-12] NOAA 5년 장기계획 중 Weather and Water 부분의 내용 ····· 79
[표 3-13] ESC 협업연구기관에 따른 연구내용 ····· 89
[표 3-14] MRI의 9개 연구그룹 ····· 95
[표 3-15] MRI 기후연구부의 연구실별 프로젝트 ····· 96
[표 3-16] FP7의 환경연구 ····· 98
[표 4-1] 녹색성장을 위한 실천전략 및 주요 내용 ····· 105
[표 4-2] 세부이행계획 중 국토해양부 주요사업내용 ····· 108
[표 4-3] 국가 기후변화 대응 적응 종합계획 3대 분야별 역점 추진과제 ····· 111
[표 4-4] 역점 추진과제별 세부 사업내용(기후변화 위험·평가 체계 구축 분야) ····· 112
[표 4-5] 역점 추진과제별 세부 사업내용(부문별 기후변화 적응 프로그램 추진 분야) ····· 115
[표 4-6] 역점 추진과제별 세부 사업내용(국내외 협력 및 제도적 기반 확보 분야) ····· 116
[표 4-7] 국내 사업단/연구단 규모의 연구과제별 주요연구내용 ····· 121

[표 4-8] 국내 부처별 연구과제 주요연구내용 ····· 124
[표 4-9] 정부 및 부처별 기후변화 대응 물관리 기술개발 분야 향후 추진 과제 목록 ····· 125
[표 5-1] 국내 기술개발과제 Matrix ····· 129
[표 5-2] 유역종합치수계획의 성격구분 및 역할규정 ····· 132
[표 5-3] SWOT 분석에 따른 사업 추진전략 ····· 144
[표 6-1] 기후변화 대응 물관리 기술개발 단계별 세부 목표 ····· 153
[표 6-2] 기술수요조사 결과 ····· 160
[표 6-3] 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단의 단계별 목표 ····· 164
[표 6-4] 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단 세부과제별 주요 연구 분야 ····· 165
[표 6-5] 이상기후에 대비한 시설기준 연구단 세부과제별 주요 연구내용 ····· 167
[표 6-6] 차세대 홍수방어기술개발 연구단 세부과제별 추진방향 및 주요개발기술 ····· 168
[표 6-7] 도시홍수재해관리기술 연구단 연구과제별 최종목표 ····· 169
[표 6-8] 기후변화 대비 국가 물안보 확보방안 연구내용 ····· 170
[표 6-9] 유사과제와의 차별성 ····· 172
[표 7-1] 세부과제에 따른 세세부과제 및 핵심기술 ····· 174
[표 9-1] 평가 항목별 가중치 도출 결과 ····· 218
[표 9-2] 세부과제 및 세세부과제별 우선순위 산정 결과(가중치 적용 前) ····· 219
[표 9-3] 가중치 적용에 따른 세부과제 및 세세부과제별 우선순위 산정 결과 ····· 220
[표 9-4] 연구비 총예산(안) ····· 222
[표 9-5] 연차별 세부과제 소요예산 ····· 224
[표 9-6] 연도별 과제 총사업비 분포 ····· 243
[표 9-7] 기후변화 대응 물관리 기술 세세부과제별 평균사업비 ····· 244
[표 9-8] 세부과제별 주요연구내용 ····· 246
[표 9-9] 세부과제별 최종 성과물 분포 ····· 247
[표 9-10] 기획·집행 지표 ····· 248
[표 9-11] 성과지표 ····· 249
[표 10-1] 건설교통기술연구개발사업 환경친화적수자원시스템 분야의 전략프로젝트 및 중점과제 ·· 279
[표 10-2] 기존 R&D 사업과의 차별화 Point ····· 286
[표 10-3] 최근 10년간 시설별 피해복구비 총괄 ····· 291
[표 10-4] 연차별 생산유발액 ····· 292
[표 10-5] 세부과제별 과학기술적 파급효과 및 기대효과 ····· 294
[표 10-6] 평가 항목별 가중치 도출 결과 ····· 298
[표 10-7] 평가항목별 AHP 분석 결과 ····· 299
[표 11-1] 가중치 적용에 따른 세부과제별 세세부과제별 우선순위 ····· 305
[표 11-2] 유사 프로젝트별 연구 수행 기간 ····· 319
[표 11-3] 시나리오별 전략적 추진 타당성 분석 주요 결과 ····· 327

- 그 림 목 차 -

[그림 1-1] 전지구의 온도 상승 추세 ····· 3
[그림 1-2] 전지구의 연평균 해수면 수위 추세 ····· 4
[그림 1-3] 기후변화에 따른 적설면적 감소 현황 ····· 5
[그림 1-4] 온실가스 배출 시나리오 별 전지구 온도 상승 전망 ····· 5
[그림 1-5] 기후변화 대응을 위한 국내 대응 현황(정책 중심) ····· 10
[그림 1-6] 기후변화의 영향을 받는 수자원 영역 ····· 11
[그림 1-7] 국내 기상재해로 인한 경제적 피해액 ····· 11
[그림 1-8] 향후 물관리 개념 ····· 14
[그림 1-9] 기후변화 대응 물관리 기술개발 필요성 ····· 16
[그림 1-10] 연구 추진 Framework ····· 17
[그림 1-11] 연구추진체계도 및 구성 ····· 18
[그림 2-1] 기후변화에 따른 영향(환경적, 산업/경제적, 사회/문화) ····· 20
[그림 2-2] 우리나라 산불 발생면적과 산사태 발생면적 변화 ····· 23
[그림 2-3] 주요 농산물의 주산지 이동 현황 ····· 24
[그림 2-4] 온도변화에 따른 사과재배지 변화 ····· 24
[그림 2-5] 20세기 자연 재해로 인한 경제적 손실(1950-2000) ····· 32
[그림 3-1] 기후변화관련 국제기구 조직도 ····· 37
[그림 3-2] IPCC 조직도 ····· 38
[그림 3-3] WMO의 2004-2007년 승인 프로그램과 예산 ····· 40
[그림 3-4] GCOS 연구분야별 조직도 ····· 42
[그림 3-5] GAW의 모니터링 구성요소 ····· 43
[그림 3-6] 미국 정부의 조직도(2009, 자료제공: NOAA) ····· 44
[그림 3-7] NOAA의 조직도(2009, 자료제공: NOAA) ····· 46
[그림 3-8] NOAA의 2008년 예산(2009, 자료제공: NOAA) ····· 47
[그림 3-9] 미국 기후변화과학기술 관련 조직도 ····· 48
[그림 3-10] 중국내 물관리 관련 기관 ····· 58
[그림 3-11] C-CIARN 홈페이지 모습 ····· 69
[그림 3-12] NCCP 관련 주요체제 ····· 70
[그림 3-13] DCC의 조직도 ····· 72
[그림 3-14] NOAA의 ESRL(지구시스템연구소) ····· 80
[그림 3-15] JAMSTEC 예산 및 인력 추이(자료제공: JAMSTEC) ····· 87
[그림 3-16] 수문순환 프로세스(자료제공: JAMSTEC) ····· 91
[그림 3-17] 지구온난화로 인한 영향 예측 시뮬레이션(자료제공: JAMSTEC) ····· 92
[그림 3-18] 지구환경모델링 연구 프로그램(자료제공 : JAMSTEC) ····· 93
[그림 3-19] MRI의 예산('04년도-'08년도) ····· 94

[그림 4-1] 기 추진된 기후변화 종합대책 주요 내용 ····· 104
[그림 5-1] 수자원장기종합계획 비전 및 목표, 추진전략 ····· 131
[그림 5-2] 국내 건설 R&D 인력분포 ····· 134
[그림 5-3] 국내 대학 건설인력 학위분포 ····· 135
[그림 5-4] 건설교통기술 주요기술분야별 특허 및 논문순위(국내) ····· 136
[그림 5-5] 건설교통분야의 목적물별 선진국 대비 기술수준 ····· 137
[그림 5-6] 수자원시스템 분야의 특허출원 및 논문연구 동향(국내) ····· 138
[그림 5-7] 이수분야 기술수준 분석결과 ····· 139
[그림 5-8] 치수분야 기술수준 분석 결과 ····· 140
[그림 5-9] 하천환경분야 기술수준 분석결과 ····· 141
[그림 5-10] 수자원 조사 및 정책분야 기술수준 분석결과 ····· 141
[그림 5-11] 기후변화 대응 물관리 기술 SWOT 분석 ····· 143
[그림 5-12] 기후변화 대응 물관리 기술 개발의 연구 추진 방향 ····· 145
[그림 6-1] 기후변화 대응 물관리 기술개발 단계별 목표 ····· 152
[그림 6-2] 기후변화 대응 물관리 기술개발 연구범위 ····· 155
[그림 6-3] 기후변화 대응 물관리 기술개발 연구범위(공간적 범위) ····· 157
[그림 6-4] 기후변화 대응 물관리 기술개발과제 구성(세부과제) ····· 161
[그림 6-5] 유사과제 유/무 분석 결과 ····· 163
[그림 6-6] 기후변화 대응을 위한 기존 연구과제와의 차별성 ····· 172
[그림 6-7] 선행 연구과제와의 연계성 ····· 173
[그림 7-1] 1세부과제(전망 기술개발) 주요 연구내용 ····· 179
[그림 7-2] 1 세부과제 연차별 추진전략 ····· 180
[그림 7-3] 1-1세세부과제 연차별 예상성과물 ····· 181
[그림 7-4] 1-2세세부과제 연차별 예상성과물 ····· 182
[그림 7-5] 1-3세세부과제 연차별 예상성과물 ····· 182
[그림 7-6] 2세부과제[취약성 평가 기술개발] 주요연구내용 ····· 187
[그림 7-7] 2세부과제 연차별 추진전략 ····· 188
[그림 7-8] 2-1세세부과제 연차별 예상성과물 ····· 189
[그림 7-9] 2-2세세부과제 연차별 예상성과물 ····· 189
[그림 7-10] 2-3세세부과제 연차별 예상성과물 ····· 190
[그림 7-11] 3세부과제[적응기술개발] 주요연구내용 ····· 194
[그림 7-12] 3세부과제 연차별 추진전략 ····· 195
[그림 7-13] 3-1세세부과제 연차별 예상성과물 ····· 196
[그림 7-14] 3-2세세부과제 연차별 예상성과물 ····· 197
[그림 7-15] 3-3세세부과제 연차별 예상성과물 ····· 197
[그림 7-16] 4세부과제[실용화 및 국제화전략 기술개발] 주요연구내용 ····· 200
[그림 7-17] 연차별 추진전략 ····· 204

[그림 7-18] 4-1세세부과제 연차별 예상성과물 ····· 206
[그림 7-19] 4-2세세부과제 연차별 예상성과물 ····· 206
[그림 7-20] 4-3세세부과제 연차별 예상성과물 ····· 207
[그림 7-21] 4-4세세부과제 연차별 예상성과물 ····· 208
[그림 8-1] 세부과제별 주요 연구성과물 연계도 ····· 213
[그림 8-2] 예상성과물 활용방안 ····· 214
[그림 8-3] 기후변화 대응 물관리 기술 개발에 따른 기대효과 ····· 215
[그림 9-1] 과제별 사업비 분포 비교 ····· 245
[그림 9-2] 세부과제별 예산비율 ····· 246
[그림 10-1] 일반적인 AHP 기법 수행 절차 ····· 296
[그림 10-2] 기후변화 대응 물관리 기술개발사업의 AHP 계층구조 및 평가항목 ·· 297
[그림 11-1] 전략적 추진 타당성 분석 목적 ····· 300
[그림 11-2] 전략적 추진 타당성 분석 Framework ····· 301
[그림 11-3] 세부과제 및 세세부과제간 연계도 ····· 304
[그림 11-4] 기후변화 대응 물관리 기술 세세부과제 우선순위화 Matrix ····· 306
[그림 11-5] [시나리오 1] 연구 추진 범위 ····· 307
[그림 11-6] 우선순위화 Matrix에서의 [시나리오 2] 적용범위 ····· 308
[그림 11-7] [시나리오 2] 연구 추진 범위 ····· 308
[그림 11-8] 우선순위화 Matrix에서의 [시나리오 2] 적용범위 ····· 309
[그림 11-9] [시나리오 3] 연구 추진 범위 ····· 309
[그림 11-10] [시나리오 1] 실행과제 추진 Roadmap ····· 311
[그림 11-11] [시나리오 2] 실행과제 추진 Roadmap ····· 314
[그림 11-12] [시나리오 3] 실행과제 추진 Roadmap ····· 316

제 1 부

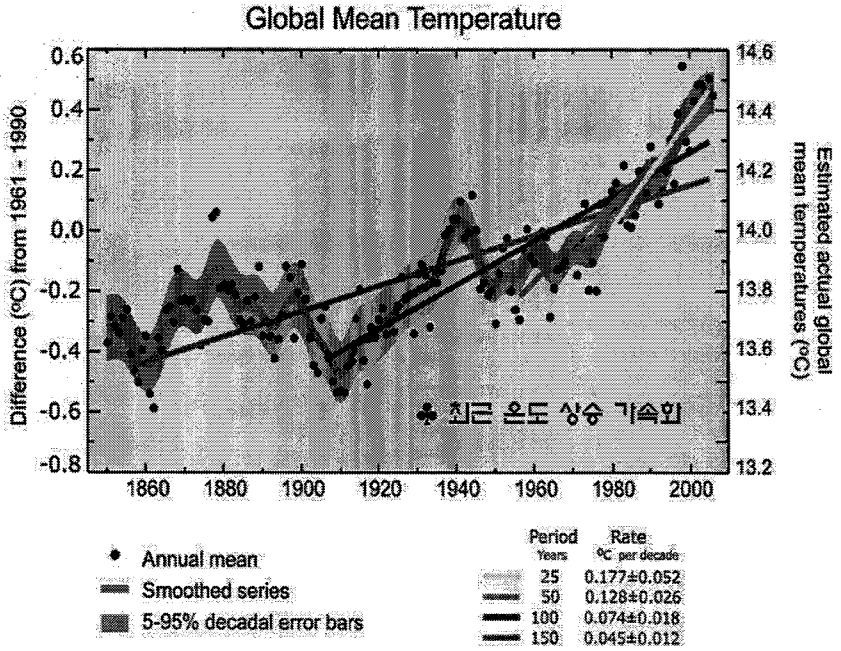
제 1 장 서 론

1.1 연구 배경 및 필요성

1.1.1 기후변화에 따른 영향 및 추세

○ 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

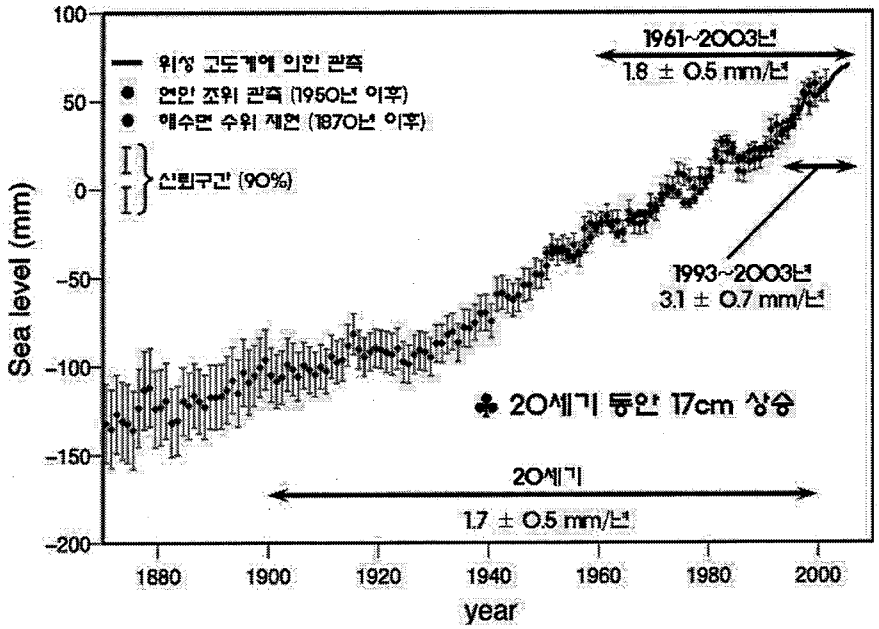
- 전지구의 평균 온도는 1906~2005년까지 0.74℃ 상승한 것으로 조사되고 있으며, 최근 50년의 결과가 과거 100년 동안의 결과의 약 2배에 달하는 등 온도 상승이 가속화되고 있는 것으로 조사됨



자료: 기후변화과학대책과, 선진국 기후변화 동향보고서(2008.10.)

[그림 1-1] 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.)

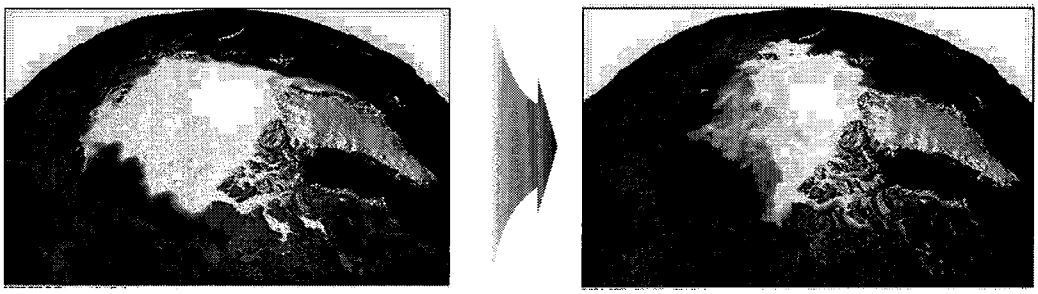
[그림 1-2] 전지구의 연평균 해수면 수위 추세

- 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

[표 1-1] 2006년 대륙별 이상기상현상 발생현황

대륙	국가	종류	내용
유럽	동유럽	폭설과 한파	▪ 1월 폭설과 함께 찾아온 강추위로 동유럽에서 11명 이상이 사망 ▪ 러시아에서는 28년만에 찾아온 최악의 한파로 7명이 동사
	유럽전체	폭염	▪ 7월 40도가 넘는 폭염으로 유럽전체로는 50명 이상이 사망 (영국은 7월 폭염이 90년 중 최대의 폭염을 기록, 독일은 지난 1백년 중 가장 더운 7월로 기록됨)
오세아니아	호주	가뭄	▪ 호주의 남동부 지역은 지난 1월부터 비가 내리지 않아 기상기록이 시작된 이후 114년 동안 전례가 없었음 ▪ 호주의 올해 가뭄은 지난 천년 동안 있었던 가뭄 가운데 최악의 것으로 보고
아시아	필리핀	폭우	▪ 2월 폭우로 인한 산사태가 발생하여 주민 2,500명이 거주하는 마을 전체가 흙더미에 묻히면서 1,700여명 이상이 실종되거나 사망
	중국, 일본	폭설과 한파	▪ 1월의 폭설과 강추위로 중국은 62만 명 이상 피해 ▪ 일본에서는 1,900여 명이 피해
	중국	황사	▪ 22년만에 최악의 황사로 16명 사망·실종, 항공기 운항 취소
	한국, 일본, 중국	홍수	▪ 7월 태풍과 장마전선의 영향으로 홍수와 산사태가 발생, 많은 사상자 기록 ▪ 북한은 549명 이상이 사망, 남한은 48명 이상이 사망 ▪ 중국은 6월 들어 홍수가 빈번히 발생하여 349명이 기상재해로 사망 ▪ 일본의 가고시마현에는 7월 20일부터 3일간 1,100mm가 넘는 기록적인 폭우를 기록, 24명 사망
남아메리카	브라질	가뭄	▪ 브라질은 7~8월 비가 거의 내리지 않아 76년 만에 최악의 가뭄사태로 180여만 명이 식수 부족 경험, 8월 14~15일에는 이상고온과 건조한 날씨로 120건의 화재가 발생
아프리카	케냐, 에티오피아 등	가뭄 및 홍수	▪ 1월 극심한 가뭄으로 40여명 이상이 사망, 1천 100만 명 이상이 아사 위기

자료: 기후변화과학대책과, 선진국 기후변화 동향보고서(2008.10.)

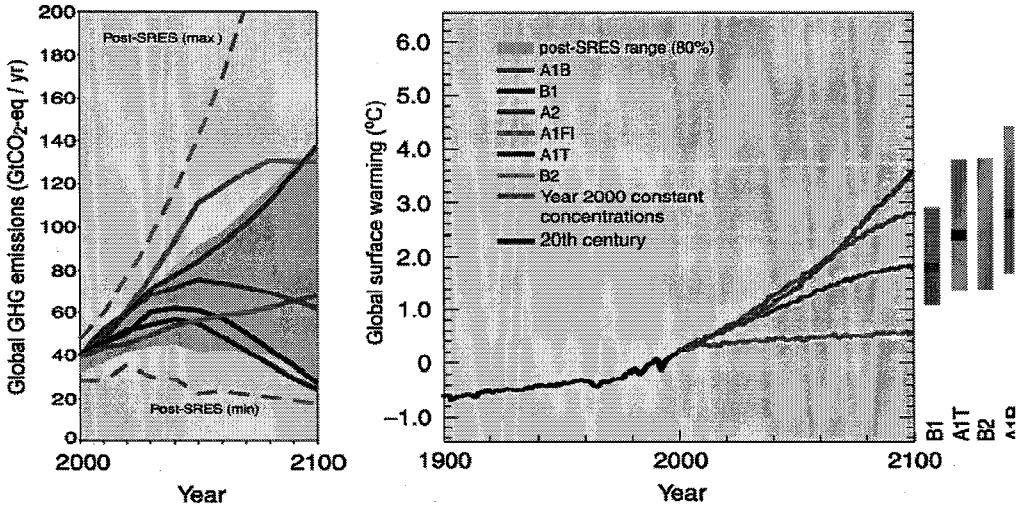


자료: SSMI Composite Data

[그림 1-3] 기후변화에 따른 적설면적 감소 현황

○ 또한, 지구환경 변화에 따른 지구온난화는 21세기 경제 발전 현황을 고려할 경우 더욱 가속화 될 것이라는 견해가 공통적으로 제시됨

- IPCC[1]의 기후전망에 따르면 21세기 말까지 온실가스 배출량에 따라 최악의 경우(화석 에너지원을 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



자료: 기상청(2007), 기후변화 2007 종합보고서

[그림 1-4] 온실가스 배출 시나리오 별 전지구 온도 상승 전망

1) 기후변화협약에 관한 정부간 협의체(IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change) : '88에 세계 정상기상기구(WMO)와 유엔환경계획(UNEP)에 의해 설립되어 기후변화에 관련된 과학적·기술적 사실에 대한 평가를 제공

[표 1-2] 온실가스 배출 시나리오 별 미래 기온 및 해수면 변화

시나리오 (2100년 온실가스 농도)	2090년대 기온변화	2090년대 해수면 상승
2000년 농도 (370ppm)	0.6 [0.3~0.9]℃	NA
B1 (550ppm)	**1.8 [1.1~2.9]℃**	**18 ~ 38 cm**
A1T (540ppm)	2.4 [1.4~3.8]℃	20 ~ 45 cm
B2 (600ppm)	2.4 [1.4~3.8]℃	20 ~ 43 cm
A1B (720ppm)	2.8 [1.7~4.4]℃	21 ~ 48 cm
A2 (830ppm)	3.4 [2.0~5.4]℃	23 ~ 51 cm
A1FI (970ppm)	**4.0 [2.4~6.4]℃**	**26 ~ 59 cm**

자료: 기후변화과학대책과, 선진국 기후변화 동향보고서(2008.10.)

- 이는 지난 100년간 관측 결과에 비해 최악의 경우 평균기온이 9배, 최선의 경우에는 평균기온이 1.5배 상승한 결과라 할 수 있음

o 이런 결과는 향후 수자원, 생태계, 식량, 해안, 건강 등 다양한 부문별로 지구 환경 변화에 큰 영향을 미칠 것으로 예상되며, 안전적인 국민 삶의 질 측면에서도 악영향이 발생될 것으로 예상됨

[표 1-3] 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

1.1.2 각국의 기후변화 대응 현황

○ 지구온난화에 따른 기후변화 현상이 향후 세계 각국의 경제·사회적 환경 변화에 큰 영향을 미칠 것으로 예상됨에 따라 국제사회를 중심으로 기후변화 대응을 위한 정책 추진의 필요성이 제기됨[2)]

- '세계경제포럼' 연차총회를 통칭하는 다보스 포럼[3)]에 참가한 CEO의 38%가 최우선의제로 기후변화 문제를 선택('07.1.)하였으며, 파이낸셜 타임즈가 선정한 세계 500대 기업의 70% 이상이 기후변화를 기업경영 위기요인으로 지목함

- APEC[4)] 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('07.12.)

< 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
- ▸ 삼림보호
  - 개발도상국의 삼림 황폐화를 막기 위해 인센티브 부여
  - 삼림을 벌목하지 않고 보전하는 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)

자료 : http://cafe.naver.com/uriforest/34 참고

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

[표 1-4] 기후변화 인프라 구축 사례

주요 내용	사례
기후변화 대응을 위한 관련특별법 구축	- 영국에서는 부처 특성에 따라 감축목표치를 할당하여 달성을 의무화하는 'Climate Change Bill'을 제정('07) - 일본은 온실가스 저감을 위한 국가·지자체 등의 책무, 배출량 공표 의무 등을 규정하는 '지구온난화대책 추진에 관한 법률'을 제정
탄소세 도입 등 별도의 재원대책 마련	- 독일, 영국 등에서는 에너지 소비억제 및 온실가스 감축을 위해 탄소세 또는 기후변화 부담금을 도입함(독일은 '99년에 환경친화적 조세개혁 도입에 관한 법률에 따라 환경세(Eco-Tax : 석유세, 전기세) 도입, 영국은 기후변화 부담금(Climate Change Levy)을 도입('01)하고, 감축목표를 달성한 기업에 기후변화 부담금의 80%를 면제)
녹색교통 활성화	- 네델란드, 프랑스(Velib) 등 북구유럽은 자전거 중심의 제도 및 인프라 등을 통해 녹색교통 활성화 정책을 지속적으로 추진하고 있으며, 프랑스의 경우 CO2 배출 할인·할증제3)를 도입하여 온실가스 배출량을 줄이고 소형차 선호를 적극 유도함
탄소시장 활성화 및 해외시장 진출 확대	- 선진국들은 감축목표 달성을 위해 청정개발체제(CDM[5]) 등 청정기술개발보다 비용이 저렴한 배출권 확보를 위해 공적펀드를 운영함 - 비자발적 배출권거래제 도입 및 미국 CCX(Chicago Climate Exchange) 등 주요 해외시장과의 교차거래 및 협력 추진
민간의 자발적 CO_2 감축을 위한 제도적 기반 구축	- 일본은 CO2 삭감은행[6], 친환경대출[7](미쓰이스미토모은행) 등을 통해 시민들의 자발적 CO2 감축 노력 유도

자료 : 외국의 기후변화 대응 현황과 정책적 시사점(2008.5.)

5) 청정개발체제(Clean Development Mechanism)란 의무감축 미부담국에서 시행한 온실가스 감축사업 실적을 배출권으로 인정받는 제도
6) 가정에서 CO2 배출을 줄인 만큼 은행으로부터 포인트를 지급받고 그 포인트로 상점에서 물건을 구매할 수 있는 제도
7) 태양열 주택 등 에코주택 건설을 위해 대출을 받은 사람에게 이산화탄소 배출권을 구입해 주는 상품

[표 1-5] 국가별 기후변화 관련 연구개발과제

국가명	연구개발과제
미국	- 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	- 온난화 예측 모델의 고도화 및 미래 예측 - 불확실성의 정량화·저감 - 자연재해에 관한 영향평가
EU (유럽연합)	- 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	- 호주에서의 기후변화의 주요 원인 규명 - 기후 모델링 시스템의 개선 - 기후변화, 기후변동 및 극단기상 연구 - 지역 기후변화 전망 - 국제 연구 협력

○ 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

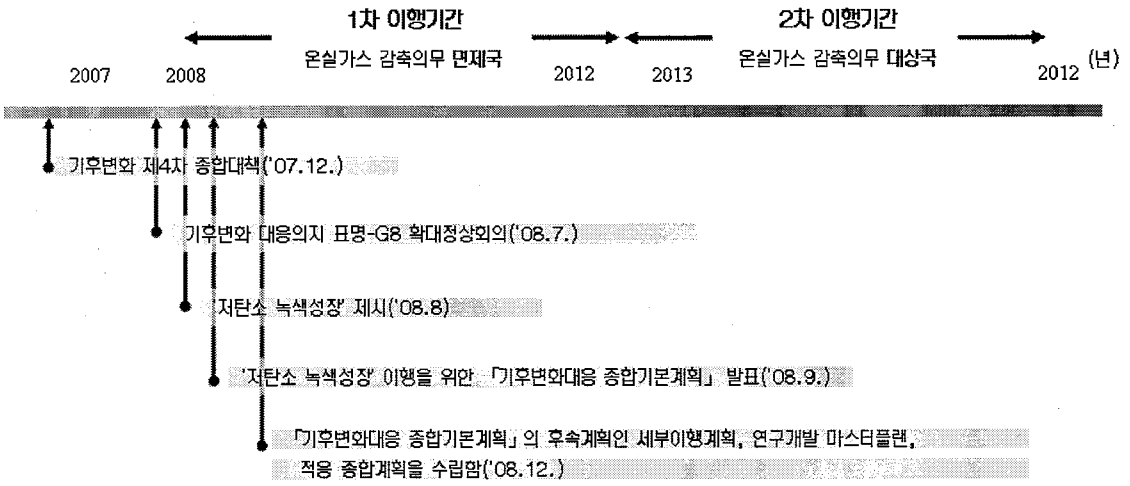
- '07년 유럽 CAN(Climate Action Network)[8]의 보고에 따르면 한국의 기후변화 대응 수준은 평가대상 56개 국가 중 48위로 평가되었으며, 기후변화 관련지표를 포함한 세계경제포럼(WEF)[9]의 환경성과지수(EPI:Environment Performance Index) 순위 또한 '06년 42위에서 '08년 51위로 하락함

8) 기후변화에 대처하기 위해 모인 전 세계 300개 이상의 NGOs 모임
9) 세계경제포럼(World Economic Forum)에서 발표(격년)하는 지수로 기후변화 관련지표는 총 38개 중 온실가스배출량 변화 등 8개

○ 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 국가성장을 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 예측·적응 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.)

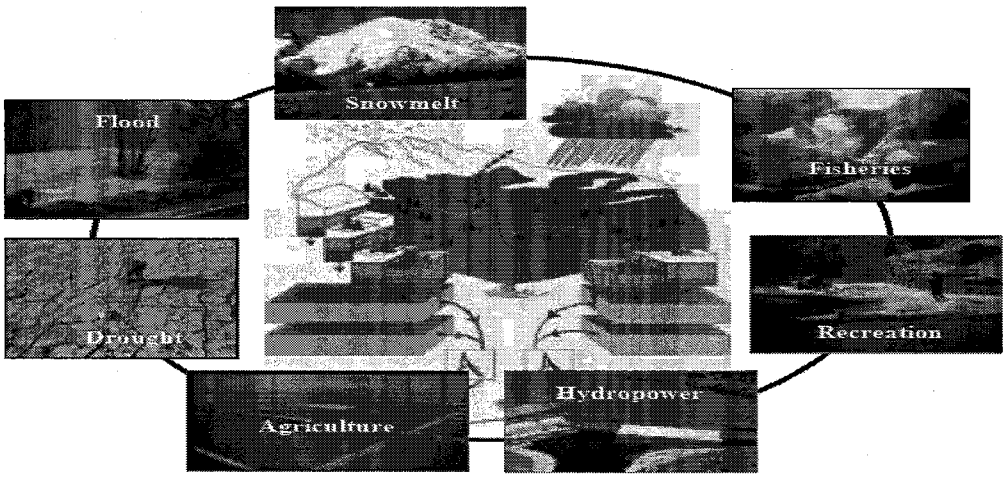


[그림 1-5] 기후변화 대응을 위한 국내 대응 현황(정책 중심)

1.1.3 기후변화 적응을 위한 물관리 필요성

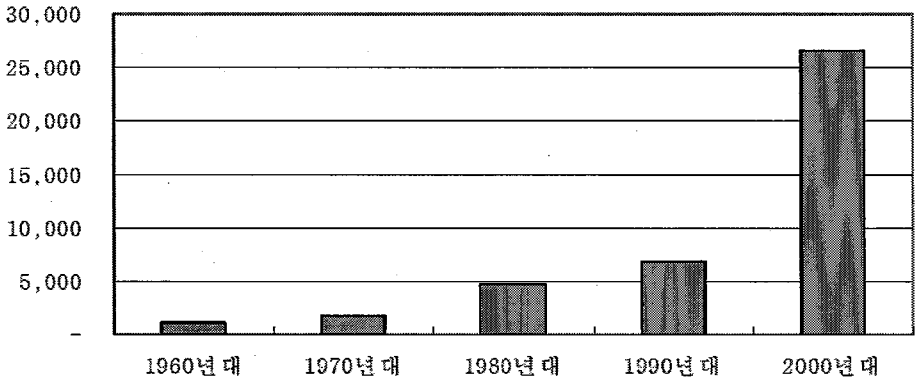
○ 지구온난화가 가속화됨에 따라 기후변화 현상이 생태계, 수자원, 식량안보, 주거지와 사회, 인간보건 등에 영향을 미칠 것으로 예상됨

○ 이 중 수자원 분야는 강수량, 강수특성, 증발산량 등의 변화로 유역의 물순환을 변화시켜 수자원 부존량의 변화와 홍수 및 가뭄의 빈도·규모에 영향을 미칠 것으로 전망되고 있음[10]



자료 : 배덕효(2005), 기후변화에 따른 수자원계획의 영향평가, 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단

[그림 1-6] 기후변화의 영향을 받는 수자원 영역



자료 : 기상청, [과거 재해상황 통계], 2006

[그림 1-7] 국내 기상재해로 인한 경제적 피해액

10) 유철상, 이동률(2000), 기후변화와 수자원 : 국내의 연구동향, 한국수자원학회지

○ 기후변화에 관한 정부간협의체인 IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 제4차 보고서(2007)에서도 이러한 기후변화 현상은 결국 지하수량과 하천유출량을 감소시키고 홍수량 빈도 및 규모를 증가시킬 것으로 전망하고 있으며, 이에 적응하기 위한 기본 정책 구조로 국가적 물 정책과 통합 수자원 관리, 물 관련 위협요소 관리, 기후변화를 고려한 수공구조물 설계 등의 필요성을 강조하고 있음

○ 이에 우리나라에서는 국토면적에 비해 과다한 인구로 2001~2002년 109개 시·군의 제한급수, 2002~2004년 홍수피해가 증가하는 등 기후변화에 의한 수자원 분야의 취약성이 타 국가에 비해 상대적으로 높게 발생[11]되는 것을 감안하여 국토해양부를 중심으로 향후 수자원 분야의 국가 정책 및 기술개발 계획 수립에 있어 기후변화 현황을 고려한 다양한 과제들을 추진 중에 있음

- 국토해양부는 기후변화에 따른 물관리를 효율적으로 추진하기 위하여 건설교통R&D 혁신로드맵 수립 및 건설교통 R&D 중장기 계획('08~'12) 수립에 있어 건설기술혁신사업 중 환경친화적수자원시스템 분야 개발 계획을 수립함

[표 1-6] 환경친화적 수자원시스템의 전략프로젝트 및 중점과제

분야	전략 프로젝트	중점과제
환경친화적 수자원 시스템	광역비상용수 시스템	지속적인 수자원확보기술
		비상용수 관리시스템 구축 기술 개발
		차세대 광역용수공급시스템 설계/시공/유지관리 기술 개발
	차세대 홍수방어	U-River 기술 개발
		실시간 첨단 하천 예보기술 개발
		유역단위 통합 홍수방어 및 관리기술 개발
	기후변화 대응 물관리 기술개발	기후변화 관련 물관리/하천관리 영향 평가
		기후변화에 따른 물관리 대응방안 개발
	자연친화적 미래하천	자연과 함께하는 하천 복원기술
		자연친화적 하천 계획·관리 기술개발
		한강 하구통합관리기술 개발

11) 배덕효(2005), 기후변화에 따른 수자원계획의 영향평가, 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단

1.2 기후변화 대응 물관리 기술의 개념 및 기획의 필요성

1.2.1 기후변화에 따른 물관리 개념 및 범위

○ 국제물환경회의에서 제시한 더블린4원칙과 유엔환경개발회의에서 선언된 Agenda21에 따르면 물관리는 단순한 환경 생태적인 접근만으로 해결될 수 없고 경제·사회·생태적인 접근이 유기적으로 연결된 상태에서만 이루어진다고 보고 있음

[더블린4원칙의 주요 내용]

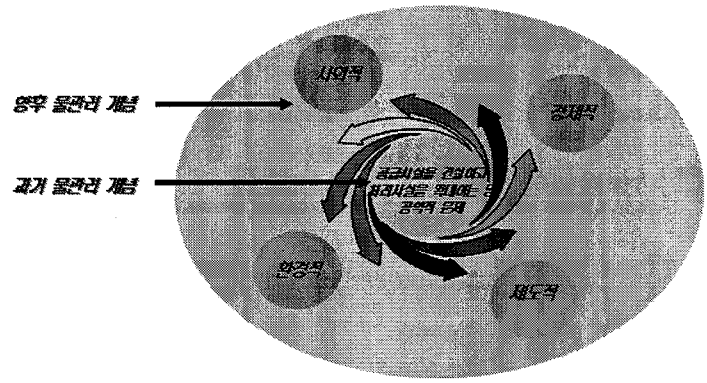
- 수자원의 개발과 관리는 매 단계마다 사용자, 계획가, 정책결정가들이 함께 참여하여 결정하여야 함
- 물은 모든 경쟁적인 이용에서 경제적인 가치를 가지고 있으며, 물은 반드시 경제재로 간주되어야 함

[유엔환경개발회의 Agenda21]

- 수자원개발의 사회경제적 다면성과 수자원이용의 용도별 다양성 인정
- 합리적인 물이용계획은 물 보전과 손실의 최소화에 바탕을 둠
- 통합수자원관리(Integrated Water Resources Management)의 필요성이 점증하고 있음

○ 과거 물관리의 개념이 공급시설을 건설하고 처리시설을 확대하는 등 공학적 문제를 해결하는 것이었다면 앞으로는 환경과 생태에 대한 적극적인 고려와 경제적 효율성을 위한 효과적 관리제도 확립 등 전방위적인 지식과 노력을 일컫는 것으로 바뀜

- 1980년대 출발한 지속가능한 성장이라는 논리에 의하여 환경의 중요 요소인 물의 역할과 기능은 환경적, 경제적, 사회적, 제도적인 제반 여건을 동시에 포함하는 포괄적인 개념으로 확대됨
- 따라서 현재의 물관리는 물에만 국한된 시각으로 바라볼 것이 아니라 다각적이고 복합적인 관점에서 고민해야 하는 상황에 이름



[그림 1-8] 향후 물관리 개념

1.2.2 기후변화에 따른 물관리 기술 기획의 필요성

○ 이처럼 물관리 개념이 확대되고 기후변화에 의한 효율적인 물관리의 중요성이 강조됨에 따라 기존의 물관리 기술개발의 한계점을 보완하기 위한 다음과 같은 4가지 측면에서 기후변화에 따른 물관리 기술 기획이 필요함

[건설기술측면에서의 효율적인 물관리 방안 구축]

○ 신정부 출범에 따라 '안전한 사회 구현'의 필요성이 강조되고, 행정안전부 출범으로 국가 안전·안보의 총괄업무를 수행함에 따라 국토해양부 또한 건설·교통뿐 아니라 수자원과 관련하여 기존 사업과 연계 활용 측면이 높아짐

○ 그러나, 급변하는 자연환경 변화로 인해 수자원 분야가 단지 수량관리에서 벗어나 수질관리 등 전방위적인 지식과 노력을 일컫는 것으로 바뀜에 따라 환경부, 농림부, 산업자원부 등 타 부처에서 관련 사업에 대한 업무를 추진함으로써 기존 국토해양부의 영역이 불명확해짐

○ 이러한 타부처의 사업 추진으로 인해 물관리가 수직적, 수평적으로 분리, 단절됨으로써 통합수자원 관리가 이루어지지 못하고 있음

○ 이에, 국토해양부는 건설기술측면에서 타 부처와 연계·통합하여 기후변화에 따른 물관리를 효율적으로 수행할 수 있도록 사업 영역을 확보하고 제도적 근거 및 관리 방안을 구축하는 것이 필요함

[기존 선행 연구 및 진행 중인 과제와 연계된 체계적인 기획의 필요성 강조]

○ 기존 선행 연구의 경우 학문분야별로 세분화되어 연구가 분리·단절됨으로써 기후변화에 대응할 수 있는 물관리 체계 구축이 효과적으로 수행되지 못함

○ 또한, 타 부처들간 연계 부족으로 기술개발 및 사업 추진 영역이 중복됨으로써 국가차원의 재원 낭비가 예상됨

○ 이에, 본 기획에서는 이러한 문제점을 극복하기 위하여 사전에 선행연구 및 진행 중인 과제에 대한 조사를 철저히 진행하고 연계·활용 전략을 수립하여 사업을 기획하는 것이 필요함

[실용화 및 현업화를 기반으로 민간 참여를 유도할 수 있는 기술 기획을 통한 R&D투자 선순화 구조 확립에 대한 요구 증대]

○ 관련 분야 기술개발의 경우 공공기반기술개발이란 사업의 특수성으로 인해 기존 연구 성과물은 설계 및 가이드라인 제작에 머물러 있으며, 실질적으로 활용 사례는 발생하지 못함

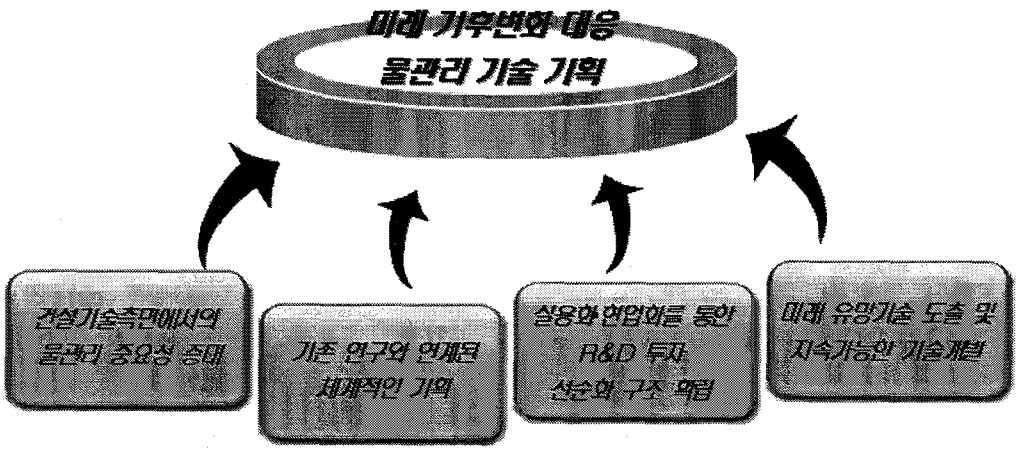
○ 이에, 본 사업 기획은 유럽(EU)의 통합정보의사결정시스템 등과 같이 실질적인 구현 뿐 만 아니라 타 국가에 적용될 수 있는 실용화 및 현업화에 기반을 둔 기술 개발이 필요함

[기술 융합을 통하여 미래 유망기술 도출 및 지속가능한 기술개발이 강화되는 기술 기획의 진화 추세]

○ 물관리 개념이 단지 수량관리에서 벗어나 전방위적인 지식의 접근이 요구됨에 따라 건설기술에 국한된 설계 및 기술개발은 한계가 있음

○ 이에, 국내의 IT, ST 기술들과의 융합을 통하여 미래 기후환경 변화에 융합한 기술도출의 필요성이 부각되고 있음

○ 또한, 이러한 기술들을 단기적 관점에서 기술을 도출하는 것이 아닌 지속적인 기후변화 대응을 위한 물관리 기술의 방향성 및 관련 기술 체계를 수립함으로써 향후 연구 기획의 기반을 마련하는 것이 중요함



[그림 1-9] 기후변화 대응 물관리 기술개발 필요성

1.3 기획 연구의 개요

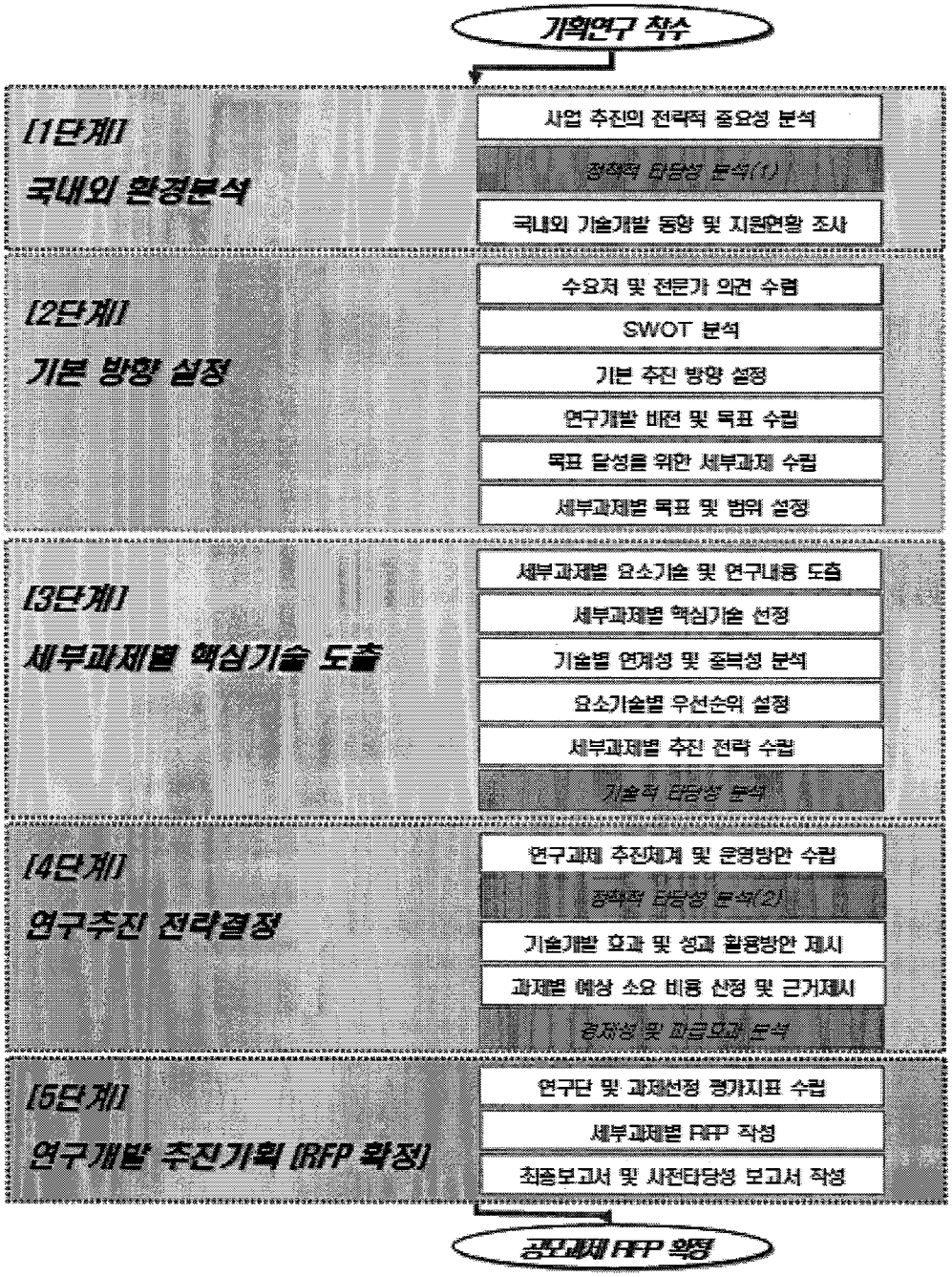
1.3.1 기획연구의 목표

○ 기후변화 종합대책 수립에 따른 수자원의 기술적 기반을 마련하고, 국가차원의 기후변화 정보제공 및 정책 수립의 기본계획으로 활용하고자 함

- 국내외 관련 기본자료의 수집 및 분석
- 국내 기술수준 분석 및 동향 파악과 분석 기법을 통한 기술수요의 도출
- 국내·외 선행연구와 연계성, 중복성 및 차별성의 검토
- 연구과제의 최종연구에 대한 목표 및 범위의 설정
- 세부연구 과제의 구성과 각 과제별 연구목표 및 범위, 내용의 도출
- 과제의 정량적인 평가가 가능하도록 연구의 성과지표를 제시

1.3.2 기획연구 추진 Framework

○ 연구 내용 및 성과물 도출을 위하여 다음과 같이 크게 5개의 모듈로 구성하여 연구를 추진함



[그림 1-10] 연구 추진 Framework

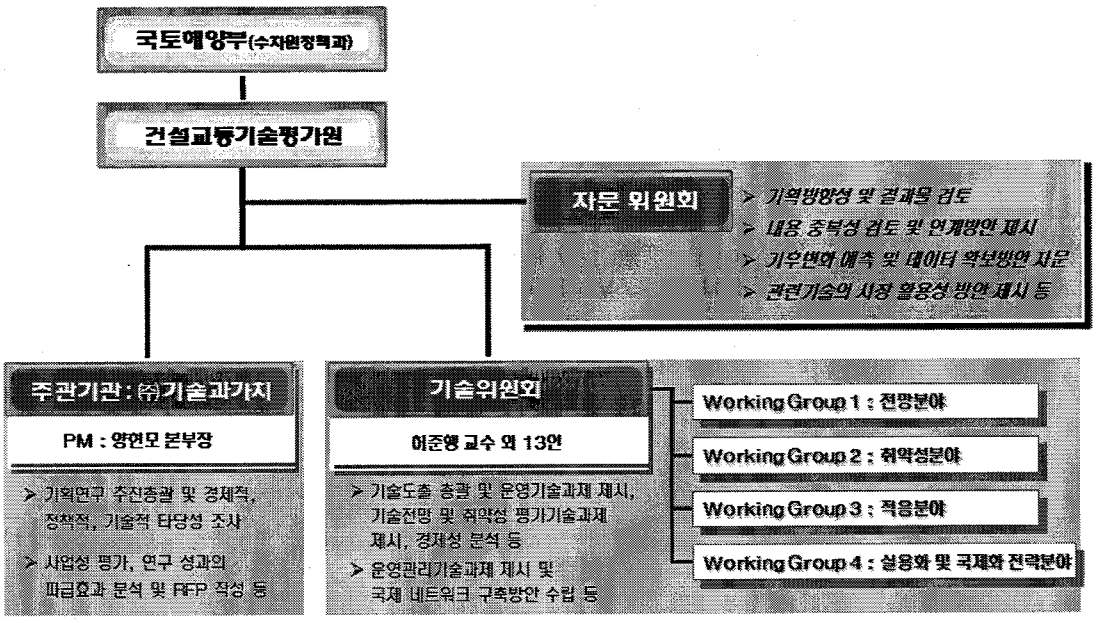
1.3.1 기획연구 추진 체계

□ 연구추진팀 구성

○ 본 기획연구를 효과적으로 수행하기 위하여 자문위원회 및 기술위원회를 구성하였으며, 기술위원회에서는 4개의 세부과제별로 각각 Working Group을 구성하여 본 과제의 기획 내용 및 전반적인 추진방향 등에 대한 의견을 수렴함

- 연구의 방향성 및 세부과제별 주요연구내용을 구성하고 검토한 후, 연구추진 전략에 대한 수립을 계획함

○ 본 기획연구의 연구추진체계도 및 자문위원회, 기술위원회 구성은 다음과 같음



[그림 1-11] 연구추진체계도 및 구성

[표 1-7] 자문위원회 구성

성명	소속
심명필	인하대 토목공학과
김 승	한국건설기술연구원/수자원프론티어사업단장
윤세의	경기대학교/차세대홍수방어기술기획연구 연구책임자
김양수	한강홍수통제소 하천정보센터
홍태희	동호
윤석영	한국건설기술연구원/이상홍수대비시설기준연구단 단장
권원태	기상연구소
양성기	제주대 해양과학부

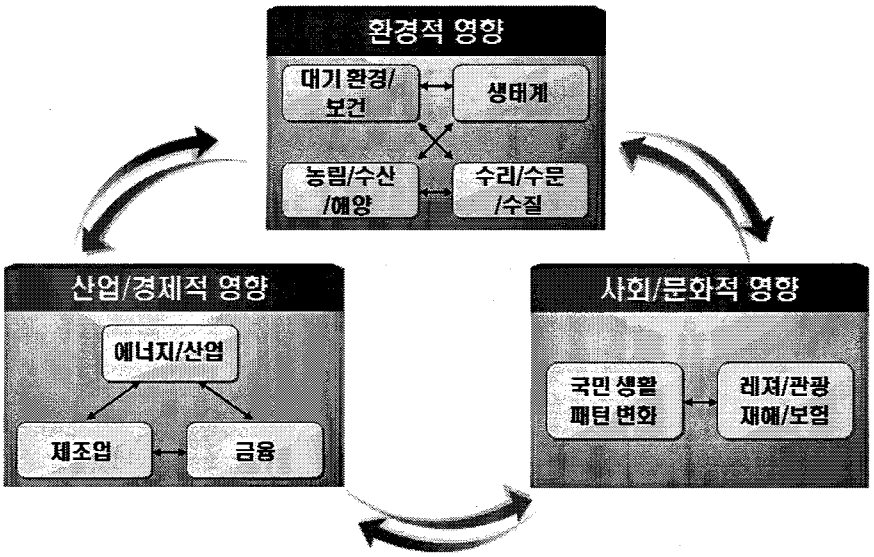
[표 1-8] 기술위원회 구성

성명	연구 수행 분야	소속
허준행	기술위원장	연세대 토목공학과
강부식	전망 working group 간사	단국대 토목환경공학과
김성준	전망분야	건국대 사회환경시스템공학과
김형수		인하대 환경토목공학부
문영일		서울시립대 토목공학과
배덕효		세종대 토목환경공학과
이동률	취약성평가 working group 간사	한국건설기술연구원 수자원연구부
김영오	취약성평가분야	서울대 건설환경공학부
안재현	적응 working group 간사	서경대 토목공학과
조용식	적응분야	한양대 토목공학과
박성제	실용화 및 국제화전략 working group 간사	미래수자원연구원
고익환	실용화 및 국제화전략 분야	한국수자원공사 통합물관리연구단
이주헌		중부대 토목공학과
조효섭		한강홍수통제소 하천정보센터

제 2 장 기후변화에 따른 영향 및 전망

2.1 기후변화에 따른 부문별 영향 및 전망

○ 지구온난화에 따른 기후변화로 인해 기온변화, 강수변화, 해수면상승, 극단적 이상기후 현상 등 다양한 기상현상이 발생될 것으로 예상됨에 따라 기후변화 현상은 환경적, 산업/경제적, 사회/문화적 측면에서 총체적으로 영향을 미칠 것으로 예상됨



자료 : 환경부, '환경정책토론워크숍', 2008

[그림 2-1] 기후변화에 따른 영향(환경적, 산업/경제적, 사회/문화)

○ 이에 본 보고서에서는 기존 정책 보도자료 및 분석 결과자료 등을 기반으로 기후변화에 따라 야기될 현상을 다음과 같이 환경적, 산업/경제적, 사회/문화적 측면으로 세분화하여 정리함

- 환경적 영향 : 대기환경/보건, 생태계, 농림/수산/해양, 수리/수문/수질[12)]
- 산업/경제적 영향 : 산업, 제조업, 금융 등
- 사회/문화적 영향 : 국민생활 패턴 변화, 레저/관광, 보험 등

12) 수리/수문/수질 측면의 환경적 영향은 본 보고서의 2.2에서 구체적으로 제시함

2.1.1 기후변화에 따른 환경적 영향

□ 대기 환경/보건 측면

○ 기후변화에 따라 전지구 평균 온도가 상승하고 대기오염이 가속화될 것으로 예상됨에 따라 인간의 건강수준은 예전에 비해 환경에 취약할 것으로 평가되며, 특히 고온현상으로 인한 전염질병의 발생률이 증가할 것으로 전망됨

○ 1999년부터 2003년까지의 월별 연간 사망자수의 분포를 보면 여름철 사망자수가 겨울철에 비해 다소 증가하는 경향이 발생하고 있으며, 고온으로 인한 심장병환자의 사망은 36.5℃에서 1℃ 증가할 때마다 사망률이 28.4% 증가[13]하는 것으로 나타남

- 열 스트레스로 인한 사망은 최고기온이 나타난 1-2일 후에 가장 많이 발생하는 것으로 알려져 있으며, 열지수(체감온도지수)로 인한 사망은 최고 열지수 2-4일 후에 가장 많이 발생하는 것으로 알려짐

- 국내 연구결과에 따르면 열지수 37℃이상에서 1℃ 증가할 때마다 사망자가 8명씩 증가[14]할 것으로 나타났으며, 서울의 경우, 29.9℃에서 1℃ 상승할 때마다 사망률이 3.0% 증가하고 혹서가 7일 이상 지속시 사망증가가 9% 이상 발생[15]할 것으로 전망됨

○ 또한, 기후변화에 따른 고온 현상은 말라리아 및 렙토스파라증[16], 츠츠가무시증[17] 등 전염질병 발생률을 증가시킬 것으로 예상되며, 국민이 앓고 있는 만성질병의 비율도 증가시킬 것으로 조사됨

- 연간 만성질병을 앓는 인구비율 또한 1995년 29.9%에서 1998년 41.0%, 그리고 2001년 46.2%로 증가하는 추세임[18]

13) Diaz J. H., 2004, "The public health impact of global climate change, Farm Community Health", 27(3)
14) 최광용 외, 2005, "높은 체감온도가 서울의 여름철 질병사망자 증가에 미치는 영향, 1991-2000", 예방의학회지, 38(3)
15) 김소연, 2004, 기후변화로 인한 여름철 혹서현상이 사망률에 미치는 영향 , 아주대학교 의학박사 학위 논문
16) 1898년이래 유럽 등지에서 많이 발생한 질병으로 갑작스런 고열, 오한, 황달 그리고 유산을 일으키는 등의 증산을 보이며, 사람에게도 전파되어 비슷한 증상을 보이는 인수공통전염병으로서 들쥐에 의하여 전파되는 질병
17) 그람음성 간균인 리케치아 츠츠가무시에 감염된 좀진드기를 매개로 하여 발생하며, 가피·발열·발진을 특징으로 하는 급성 발진성 열성 질병
18) 보건복지부, 2001 국민건강영향조사, 2002

○ 이외에 기후변화 현상은 극한 기후현상으로 인한 건강과 식수 및 식품오염, 도시 및 지방지역 주민의 취약성 등 다양한 측면에서 인간의 건강문제에 영향을 미칠 것으로 예상됨

[표 2-1] 기후변화에 의한 건강영향 사례

건강문제	건강 영향 사례
기온 관련 질병이환 및 사망	• 혹한 및 혹서관련 질병 • 호흡기 및 심장혈관질환
극한 기후현상으로 인한 건강영향	• 공중보건 인프라 피해 • 상해 및 질병이환 • 재난으로 인한 사회·정신적 스트레스 • 산업보건위해요인 • 인구의 이동
대기오염 관련 건강영향	• 옥외 및 실내 공기오염물질에 대한 노출 변화 • 천식 및 다른 호흡기계 질병 • 심장마비 및 뇌졸중, 기타 심혈관질환
식수 및 식품오염	• 장 관계 질병(설사, 구토 등)
매개동물로 인한 전염성 질병	• 박테리아, 바이러스 및 모기, 진드기와 같은 매개동물로 인한 질병
성층권 오존 감소로 인해 자외선 노출 증대	• 피부암 • 백내장 • 면역기능의 장해
도시 및 지방지역 주민의 취약성	• 노인, 어린이, 장애인 • 생계형 인구집단 • 만성질환자 • 최근 이민자 • 저소득층 및 노숙자
지역사회 보건 및 사회·경제적인 영향	• 건강의 결정요인 변화 • 전 세계적인 질병의 부담 • 지역사회 경제의 취약성 • 온실가스감축 기술의 위험과 건강이익

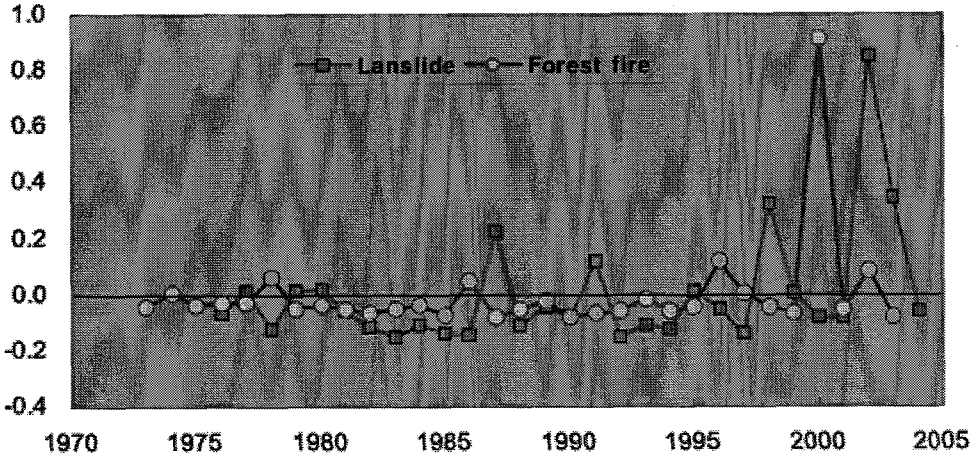
자료 : IPCC(2001b), Climate Change 2001: Impacts, Adaption & Vulnerability Third Assessment Report

□ 산림/임업/생태계 측면

○ 기온 상승에 따른 기후변화는 병해충 분포 확대로 인한 산림피해와 여름철 태풍 발생 빈도 증가 및 강도 증가로 인한 산림지대 토양 침식 증가 등의 피해가 증가할 것으로 전망됨

- 제주도 지역 솔나방의 연 2회 산란으로 인해 해송의 피해 증가

- 토양 침식 증가에 따른 산불과 산사태 발생 증가



자료 : 임종환, 기후변화에 따른 산림부문 영향과 관리방향, 2008

주) 그래프의 Y축은 최대와 최소의 차이를 1로 표준화하여 표현한 것이며, 원 자료는 임업통계연보 각 년판 및 산림청 내부자료를 활용하여 작성된 것임

[그림 2-2] 우리나라 산불 발생면적과 산사태 발생면적 변화

○ 또한, 이러한 현상은 생태계의 교란을 증가시켜 수목 및 생물체의 서식지 및 수종의 변화를 발생시킬 것으로 예측됨

- 국내 대나무 등의 서식지의 북상

- 남해안과 섬에서 서식하는 동백나무가 서울에서도 생장

- 기온상승으로 백령도 및 설악산에 아열대성 나비 출현

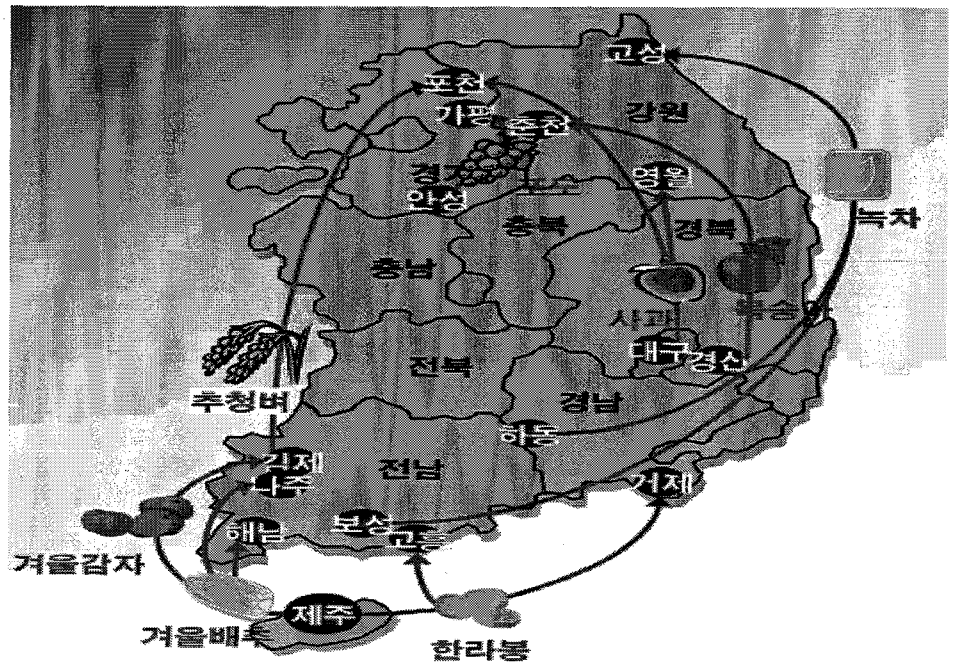
○ 그러나, 온실가스 증가는 흡수원에 대한 연구진행을 활발하게 함으로써 수목 및 토양 생태계에 대한 예측 모델 개발 및 모니터링과 산림 조성 산업을 육성시킬 것으로 예상됨

□ 농림/수산/해양 측면

○ 전통적으로 농업은 기상 및 기후에 가장 민감한 영역으로 기온상승, 강수량 패턴의 변화, 수분 증발률 변화 등의 요인이 복합적 농업 생산에 영향을 미쳐 지역별로 생산의 변화를 가져올 것으로 예측됨

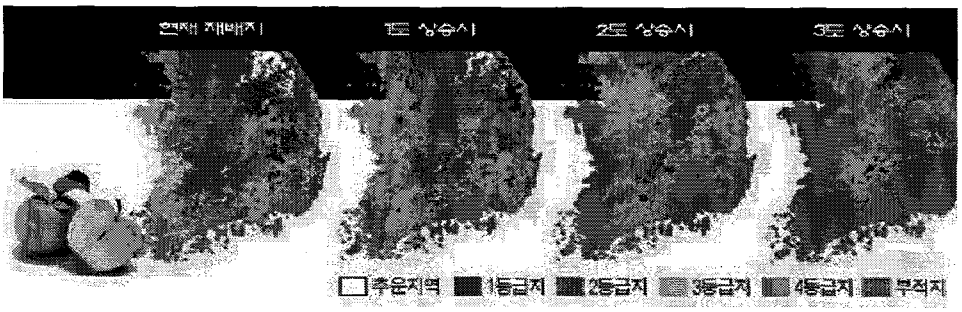
- 기온 상승으로 작물의 경작 가능지역 변화, 한랭한 곳에서 자라는 작물은 재배가 어려워짐

- 기온 상승은 작물 재배 속도를 증진시키나, 해충의 성장을 촉진시킴



자료 : 한국농촌경제연구원, '기후변화가 농업부문에 미치는 영향', 2009

[그림 2-3] 주요 농산물의 주산지 이동 현황



자료 : 서영호, 기후변화가 과수 재배에 미치는 영향, 「기후변화 전문가 워크숍」, 2005

[그림 2-4] 온도변화에 따른 사과재배지 변화

○ 또한, 이러한 기상이변은 식량 생산, 가축 사육, 생태계 등에 영향을 미쳐 향후 작물의 생산성과 안정성에 커다란 위협을 미칠 것으로 예상됨

[표 2-2] 작물의 생산성과 안정성의 변화 예측 결과

작물명	변화 예측 결과
벼 및 보리	- 5℃ 상승시 벼 수확량 15% 감소 - 벼에 대한 출수기가 과거(1931-1961)보다 최근(1971-2000)에 2-10일 가량 빨라지고 있음 - 보리 재배 한계지 북상 및 가을보리 재해 한계선 북상 - 겉보리는 철원에서 충주까지 재배 한계지 확대
사과 등 과수	- 사과에 대한 재배면적이 기온 3℃ 상승시 현재 재배면적 27,000ha에서 15,000ha로 축소 예상 - 근본적으로 장기간의 재배기간 경과에 따라 사과의 기온 요구도 등 기후조건에 의해 품질이 떨어지고, 재배가 불리한 지역은 도태되는 등 사과재배에 적합한 지역이 전체적으로 북상한 것으로 확인 - 전통적인 대구경북 등 지역에서 경기도 북부, 충북 북부, 강원도 일대까지 사과 재배지역이 확장됨

○ 반면, 제주 등 남해안 일대에서는 아열대성 농작물의 재배 가능으로 인해 비닐하우스 및 난방에 의한 재배가 아니라 노다지 재배가 가능해져 생산단가 및 수입 대체 효과가 가능할 것으로 전망됨

○ 수산업 측면에서는 근해의 해수온도 상승(0.03℃/년)으로 인해 어종의 변화 및 어획량 변화에 영향을 미칠 것으로 예상됨

- 아열대성 해파리의 서해안 출몰 및 독성 불가사리 등의 남해안 서식으로 인해 양식장의 폐해가 급증하는 등 악영향 초래
- 명태, 대구, 도루묵 등의 어획량이 감소하고 오징어, 자리돔의 어획량이 증가하며, 난류성 플랑크톤 증가
- 연안 수온상승으로 인해 남해안의 적조현상 발생이 빨라짐과 고등어, 멸치, 오징어 등의 생산율 증가

2.1.2 기후변화에 따른 산업/경제적 영향[19)]

□ 건축 및 부동산 산업

○ 기후변화에 따른 물리적 영향은 건물의 기초를 위협하며, 부동산 및 건물의 가치를 하락시킬 것으로 예상되며, 건축물 건설에 있어 공사기간 지연, 안전사고 증가, 규제강화, 비용 증가 등의 문제를 야기 시킬 것으로 전망됨

○ 또한, 건물에 대한 규제강화는 신축 건물 및 보수한 건물에 높은 에너지 효율 기준을 부과하고 탄소 중립을 요구할 것으로 예상되며, 이러한 규제는 소규모 사업자에게 타격을 주고, 대규모 사업자에게는 큰 영향이 되지 않을 것으로 전망됨

○ 그러나, 물리적 위험이 증가함에도 불구하고 해안이나 강변에 주거지 수와 부동산 수요는 증가할 것으로 예상되며, 이러한 현상을 극복하기 위한 새로운 기술 등의 개발 기회가 촉진될 것으로 전망됨

□ 수송 산업

○ 운송업계는 기상 악화로 인한 연착, 결항 등이 빈번해질 것으로 예상되며, 이를 극복하기 위해 기상정보시스템 및 기상 예측 프로그램 등을 발전시킬 것으로 전망됨

○ 또한, 현재 유럽에서 실시하고 있는 항공부문 규제와 같이 수송부문의 환경 규제가 가속화 될 것으로 예상됨

- 유럽 공항에서 출발·도착하는 모든 항공사에 대한 배출 규제와 항공연료 세금 부과가 진행되며, 이를 전 세계적으로 확장할 것을 요구하고 있음

□ 자동차 산업

○ EU는 신규등록차량의 이산화탄소 배출 한도를 '12년도 까지 120g/km로 규제하는 등 온실가스 배출규제에 따른 새로운 무역장벽이 등장함

19) 이상엽, "기후산업", 환경정책평가연구원 내부회의자료 재정리, 2008

○ 이로 인해 에너지 및 탄소 집약적 부문의 비용이 증가될 것으로 예상되며, 철강, 알루미늄, 유리 등 자동차 부품의 가격 동반 상승이 예상됨

○ 또한, 강화되는 연료 효율기준과 소비자 요구에 의해 오염물질과 이산화탄소의 배출저감, 연료소비 감소, 재생 가능한 에너지 등의 개발 가속화될 것으로 예상됨

□ 정유 및 가스 산업

○ 주요 정유 및 가스 시설이 대부분 해안 지역에 위치해 있어 기후변화에 따른 연안지역의 지반 약화는 수송관 붕괴 등의 원인이 되어 관련 산업의 피해가 예상됨

○ 또한, 에너지 다소비 산업의 온실가스 감축비용 증대로 탄소 집약도가 낮은 산업구조의 이동으로 저탄소연료 수요가 증가하면서 천연가스의 사용이 촉진되어 특정 원료의 가격 상승이 예상됨

○ 그러나, 탄소 포집 및 저장(CCS) 기술개발을 통해 온실가스 저감과 폐유정의 잔류 원유를 채취하는 기술적 효과가 발생할 것으로 기대됨

□ 발전 산업

○ 값 싼 석탄에서 온실가스 배출이 적은 천연가스로 연료전환이 발생함에 따라 발전 비용이 증가하고, 건조한 여름철 기간의 증가로 수력발전량과 발전소 냉각수 감소 등 발전감소에 따른 손실이 예상됨

○ 그러나, 온실가스가 발생하지 않는 원자력 발전, 신재생 발전기술 투자 촉진시켜 관련 산업의 기술적 발전이 예상됨

□ 정보통신산업

○ 기후변화 현상은 높은 에너지 비용에도 불구하고 급격한 수요 증가로 통신장비 분야는 긍정적 영향을 받을 것으로 예상되며, 극한 기후에 대한 정부의 조기경보 시스템 구축 등 관련 기술에 대한 연구에 있어서도 긍정적인 영향이 발생될 것으로 전망됨

○ 또한, IT 분야는 온실가스 배출이 없고 이동이 필요 없어 향후 원거리 통신 분야에 있어 더욱 각광을 받을 것으로 전망됨

○ 그러나, 반도체 분야에 있어서는 반도체 생산비용의 80% 이상을 차지하는 에너지 가격 상승에 의한 부정적 영향을 받을 것으로 예상되고 특히 수송 비용이 더 큰 영향인자로 작용할 것으로 예상됨

□ 광업 및 금속 산업

○ 제철부문은 기후변화에 관한 규제강화로 인해 타격을 받을 것으로 예상되며, 철강제품이 천연가스와 같은 청정연료와 같은 다른 물질로 대체되면서 수요 감소도 예상됨

○ 그러나, 온실가스를 발생하지 않는 원자력 발전의 수요가 증가하여 우라늄의 수요는 증가하고, 수송 산업의 온실가스 배출감축 노력으로 에너지 집약도가 낮고, 가벼운 알루미늄의 수요가 증가할 것으로 전망됨

○ 이외에도 에너지 및 탄소 집약도를 낮추기 위한 효율적인 제조 공정기술 개발 노력이 가속화될 것으로 예상됨

□ 화학 산업

○ 화학공정에 대한 배출규제 강화로 선진국과 개도국은 2013년 이후 규제를 받을 것으로 예상되며, 규제로 인한 비용 증가가 가격 비탄력적인 화학 산업에 큰 부담으로 작용할 것으로 전망됨

○ 이에 열병합 발전, 가스 액체화 공정, 지속가능한 발전을 위한 신물질 개발 (광전압 셀과 같은 가볍고 얇은 재료 등) 등의 기회가 확산되고 에너지 효율을 높일 수 있는 잠재력이 존재하는 바이오기술 개발이 촉진될 것으로 예상됨

○ 또한, 대량의 화석연료 연소가 일어나는 대량 배출원에서 이산화탄소를 제거하는 CCS를 이용한 이산화탄소의 회수 용매의 개발이 촉진됨으로써 화학 산업 발전의 기회가 확산될 것으로 전망됨

□ 의료 및 제약 산업

○ 제약 생산 공장은 대부분 해안가에 존재하지 않아 위치에 따른 물리적 영향이 크지 않으나, 기후변화로 인한 기온 상승과 기온 변동 증가로 인해 항생물질 생산에 악영향을 받을 것으로 예상됨

○ 또한, 극한 이상기후 현상에 의한 불의의 사건으로 인간의 수명 감소가 발생할 확률이 높아짐에 따라 고급 의료기술의 주요 소비자인 노년층이 줄면서 관련 분야의 성장 및 개발의 기회가 감소될 가능성도 존재함

○ 그러나, 기후변화에 따른 기온 상승으로 천식, 알러지 등을 유발하는 식물의 증가로 순환기 질환과, 가뭄 및 강수증가로 수인성 전염병, 곤충 매개 전염병이 널리 증가함으로써 관련 치료제 수요가 크게 증가하여 의료 및 제약 산업의 성장 기회가 촉진될 것으로 전망됨

□ 식료품 산업

○ 기후변화는 계절별 온도 상승으로 기존의 겨울과 여름철에 나타난 일반적인 소비 패턴을 바꿀 것으로 예상되며, 이는 상품의 원재료를 생산하는 산업에 파급효과를 미칠 것으로 전망됨

○ 이에 따라 청량음료의 소비가 증가하고 청량음료 용기 재료인 알루미늄 수요 증가를 유발하여 알루미늄 산업에 긍정적인 요인으로 작용할 것으로 예상됨

2.1.3 기후변화에 따른 사회/문화적 영향

□ 국민의 생활 패턴의 변화

○ 기후변화 현상은 자연재해와 달리 피해가 눈앞에 보이지는 않지만 점진적으로 평균 기온을 상승시키고 하천 및 유역의 물 순환 구조를 변화시킴에 따라 국민의 옥외 활동 및 식습관의 변화 등 생활 패턴에 변화를 가져올 것으로 예상됨

○ 특히, 저탄소배출의 필요성이 증대되고 물 수요가 급증함에 따라 기후변화에 대처하기 위한 목재자원을 활용한 대체에너지자원화, 신재생에너지확산 및 보급, Carbon Neutral 생활패턴구축 등 지구환경 보전을 위한 활동이 추진될 것으로 전망됨[20]

○ 또한, 이상기후로 인한 빈번한 피해로 이동의 제한이 발생하여 박람회, 야외 놀이공원, 공항 등의 이용자가 감소하는 등 옥외 활동에 다소 부정적 영향이 발생될 것으로 예상됨

□ 레저관광산업

○ 레저관광산업은 기후변화에 따른 기온상승으로 인해 해수욕장의 개장 시간 증가 등 수상레저산업 및 여름관광산업의 활성화를 가져올 것으로 기대됨

○ 그러나, 이상기후 발생 빈도 및 강우량의 증가로 인해 실질적인 여름 스포츠 경기 일수 및 관광 가능 일수가 감소할 것으로 예상됨

○ 또한, 겨울철 레저관광 기간의 단축으로 스키, 스케이트 등 겨울 스포츠와 겨울관광을 위해 해외 관광이 활성화 되는 등 전체적으로 레저관광산업에 있어 부정적인 영향이 작용할 것으로 예상됨

□ 보험 및 기상 산업

○ 태풍·게릴라성 집중호우로 인해 피해액이 매 10년 단위로 3.2배 증가, 해수면 상승으로 해안선 유실·침수 및 범람 증가 등 기후변화 피해가 증가하면서 최근 보험에 대한 수요가 증가하고 있음

○ 현재 세계적으로 인구와 사회 기반시설의 밀도증가로 극한 기후에 의한 최대 잠재적 손실 증가하고 있으며, 기후변화로 인한 미래손실의 빈도와 심각성에 대한 불확실성 증가로 내재적인 위험이 커지고 있음

○ 이에 이상기후 및 기상재해 날씨보험 뿐만 아니라 일상적인 날씨변동으로 인한 수익감소 등의 재무적 손실에 대비하기 위한 파생상품이 증가하고 있으며, 파생상품 거래액 또한 증가할 것으로 예상됨

20) www.eco2korea.co.kr

- 날씨에 대한 파생상품 시장은 '97년 미국에서 처음으로 등장하였으며, '98년부터 영국, 독일, 벨기에, 노르웨이 등 유럽에 등장하고 '99년부터는 아시아에서는 유일하게 일본에서 활용을 시작함

- 또한, 거래소시장에는 미국의 시카고 상업거래소(CME; Chicago Mercantile Exchange)시장에서 최초로 등장('99년)함

- 미국 경제(7조 달러) 중 날씨 위험에 노출되어 있는 경제규모는 약 1조 달러이며, 농업 및 운송업 등 산업에서 날씨 파생상품 등을 활용하여 날씨위험을 관리하고 있으며, 일본은 '98년 12월 '금융시스템개혁을 위한 관계법률의 정비 등에 관한 법률'에 의거하여 손해보험회사의 파생상품거래업무 허용하고 있음

[표 2-3] 기후변화에 따른 파생상품 및 유형

사업종류	상품/서비스	날씨사건	손해유형
농업	농작물	더위/추위/눈/비/바람	수확량/수입감소
제설차 제조/판매업	제설차	눈	판매감소
우산제조/제조업	우산	비/눈	판매감소
선글라스제조/판매업	선글라스	추위/비	판매감소
야외콘서트기획	오락	더위/추위/눈/비/바람	행사취소/매출감소
음료업	음료	추위	추위로 판매 감소
전력공급업	전력	더위/추위	냉방연료 수요감소/증가
가스/난방유 공급업	가스/난방유	더위/추위	난방연료 수요감소/증가
건설업	건축물	더위/추위/눈/비/바람	건축지연
스키리조트	스키	눈	수입감소
항공사	운송	분/비/바람	운송지연/취소로 수입감소

자료 : 이상엽(2008), 한국환경정책평가연구원 내부회의 발표자료

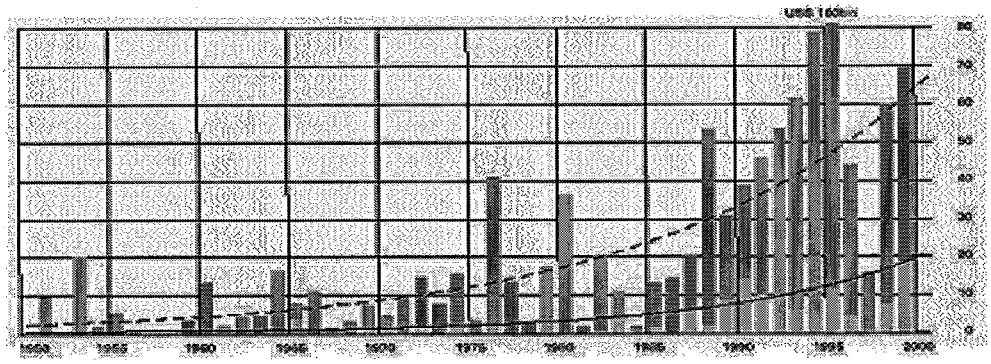
2.2 기후변화에 따른 수자원 분야의 영향

2.2.1 자연재해에 미치는 영향

○ 기후변화로 인해 전 세계적으로 홍수 및 가뭄의 강도와 빈도 증가, 지구 온난화에 의한 계절적인 하천 건천화 등의 자연재해에 따른 피해가 해마다 증가하는 추세임

○ 유럽의 경우 2005년 이후 폭염으로 인명 및 재산 피해가 발생하고 2006년 이후에도 기상이변에 의한 피해가 발생하는 등 자연재해에 의한 피해 사례들이 속출함

- 2005년 7~8월 유럽의 여름 평균 기온이 36~39℃로 기상관측 이래 최고치를 기록하였으며, 이로 인한 물과 전력부족 현상으로 농작물 등 산업피해도 증가함
- 이에 프랑스 등 유럽 각국에서는 노인, 어린이 등 50여명이 사망하였으며, 스페인에서는 40℃까지 치솟는 더위로 농지가 갈라지는 등 농작물과 가축에도 심각한 피해가 발생함
- 또한, 포르투갈에서는 1940년 이래 최악의 가뭄으로 국토의 97%가 물 부족에 직면하고 대형 산불 또한 발생함
- 이외에도 미국과 캐나다의 서부, 유럽 등지에서 겨울철에 눈 대신 비가 옴으로 인해 홍수가 발생하는 등 기후변화에 따른 자연재해 현상이 두드러짐



자료 : 한기주(2007), 기후변화가 산업에 미치는 영향, 산업연구원

[그림 2-5] 20세기 자연 재해로 인한 경제적 손실(1950-2000)

○ 우리나라의 경우도 남부지방의 연 강수량이 7% 증가하고 연 강수일수 14% 감소 등 과거에 비해 강수강도가 18% 증가했고, 극한 강우사상의 발생빈도가 증가하는 현상이 발생됨

- 1960년대 이후 극심한 가뭄의 빈도가 증가하고 1990년대 이후 호우의 발생빈도와 강도가 과거에 비해 증가하고 있는 경향을 보임

○ 또한, IPCC 4차 보고서("Impact, Adaptation and Vulnerability")에서는 지구온난화에 따라 부문별로 다음과 같은 현상이 발생할 것으로 전망함

[표 2-4] 지구온난화에 따른 부문별 영향

구분	2020년대 (1℃ 상승)	2050년대 (2~3℃상승)	2080년대 (3℃이상 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(2007), Impact, Adaptation and Vulnerability

2.2.2 수질 및 생태계에 미치는 영향

○ 지구온난화에 따라 20세기 동안 우리나라의 평균기온은 1.5℃ 상승하였으며, 특히 겨울철 최저기온이 크게 상승함

○ 기온 상승은 최근 식물과 토양의 증발산을 증가시켜 갈수기의 하천유량을 더욱 감소시켰으며, 식생의 변화에 따른 토지피복의 변화로 더욱 악화시킴

○ 또한, 이러한 하천 수위의 저하 및 수온의 상승은 수질 악화 초래하여 박테리아와 부영양소 및 금속에 의한 오염 증가를 야기 시키고, 수중동식물의 생존에 위협을 주어 극단적으로 수중 생태계 파괴에 영향을 주는 것으로 조사됨

○ IPCC 제4차 평가보고서에 따르면 미래의 기후변화로 인해 생태계의 복원력이 초과될 가능성이 있으며, 지금까지 평가된 동식물 종의 약 20~30%가 멸종 위험성이 증가할 것으로 전망함

2.2.3 수자원 관리 및 계획에 미치는 영향

○ 최근 지구 온난화의 영향으로 유출량의 변화와 더불어 유출시기의 변화가 예상되고 있으며, 이러한 현상은 유출량의 시간 및 공간적 변화에 절대적 영향을 받는 수자원 계획과 유역관리에 큰 어려움으로 작용함

- 기후변화는 강수량 및 강수 특성, 그리고 증발산량 등의 변화를 야기해 유역의 물순환에 영향을 줄 뿐만 아니라 수자원 부존량의 변화와 홍수 및 가뭄의 빈도와 규모에 영향을 미침

- 기온 상승과 강수량 규모 및 빈도 변화는 인간 생활과 생태계 변화를 야기해 안정적인 수자원 공급과 계획 수립을 저해할 수 있으며, 가뭄과 홍수 등과 같은 자연재해의 빈도나 강도를 증가시켜 사회·경제적으로 많은 피해가 예상됨

- 생활 및 공업용수의 수요에도 커다란 파급효과를 가져올 뿐만 아니라, 강수량 변화에 따른 증발량의 증가와 감소를 야기해 농업측면의 관개수량과 회귀수량에도 영향을 미칠 것으로 예상됨

- 또한, 안정적 수자원 확보를 위해서는 장기적이고 효율적인 수자원계획이 요구되지만, 기후변화로 인한 수자원 부존량과 수요량의 변동성이 커지면 수자원의 안정적 확보에 대한 불확실성도 증가됨

○ 이에 미래의 수문조건이 과거와 동일할 것이라는 가정에 근거한 지금까지의 수자원계획과는 달리 급격한 온실가스의 증가로 인한 기후변화는 미래의 수문순환과정이 과거와 다른 패턴으로 변화할 수 있음을 인식함

○ 또한, 수자원 측면에서 기후변화에 효율적으로 대처하기 위해서 유역규모의 영향평가와 대응책 마련을 통한 적절한 유역관리의 필요성이 제기됨

- 유역관리란 인간 활동에 의해 구획된 행정단위가 아니라 자연적인 유역단위의 이수 및 치수 관리를 뜻하는 것으로 유역통합관리 개념이며, 수자원의 고도 이용이 절실하게 요구되는 하천, 저수지, 지하수를 연계하고 수량과 수질을 동시에 고려한 통합적 관리방법 적용의 필요성이 제기됨

- 기온, 강수량, 바람, 습도, 증발량 등과 같은 기후요소의 변화에 따른 민감도 분석을 통해 수자원의 취약성 분석과 취약한 요수에 대한 적절한 관리기법 개발 및 대응책 마련을 통한 효율적인 유역관리 방안 모색의 필요성이 강조됨

제 3 장 국외 정책 및 연구개발 동향

□ 조사 목적

○ 본 장에서는 본 기획연구의 타당성 및 시급성을 위해 기후변화에 대응한 물관리에 관하여 국제기구 및 각 국가별로 추진하는 추진 정책 및 기술개발 동향 등을 조사함

□ 조사 범위 및 방법

○ 본 조사는 기후변화 대응과 관련된 국제기구와 EU, 미국, 일본 등의 국가별 정책 추진 동향 및 기술개발 동향을 구분하여 정리하였으며, 각각의 조사 범위 및 방법은 다음과 같음

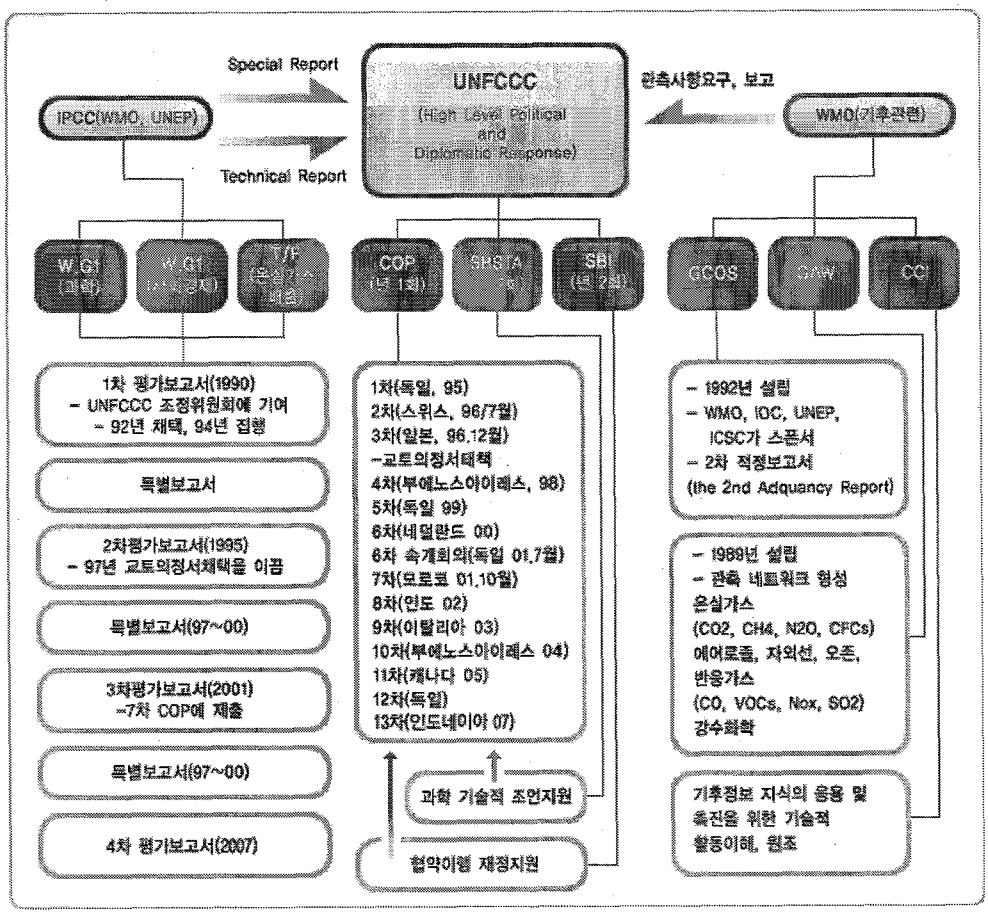
- 정책 조사는 국제기구에서 전반적으로 행해지는 기후변화 대응과 관련한 추진 계획 및 정책 조사를 바탕으로 미국, 일본 등의 선진 국가를 중심으로 하여 각 국가별 기후변화에 대응하기 위한 정책 및 프로그램, 그리고 예산 등을 조사함
- 국외 기술개발 현황 조사는 정책 조사와 마찬가지로 미국, 일본 등의 선진 국가를 중심으로 하여 각 해당 국가의 정부 부처 및 산하기관별로 수행되는 기후변화 대응에 대한 전반적인 과제 현황과 본 기획연구와 연계된 기후변화에 따른 물관리에 대한 기술개발 현황을 조사함
- 조사 범위 및 방법에 있어서는 기존의 국내 문헌 및 자료에 근거하여 선정한 각 국가의 부처별 홈페이지를 참조하여 기후변화 대응과 관련한 정책 및 기관 등을 조사하였으며, 해당 기관의 관련 보고서 및 국내의 관련 보고서를 토대로 본 장의 내용을 작성함

3.1 국외 정책 동향

3.1.1 국제기구

○ 최근 지구온난화에 따른 기후변화 현상이 향후 세계 각국의 경제·사회적 환경 변화에 큰 영향을 미칠 것으로 예상됨에 따라 국제기구를 중심으로 기후변화 대응을 위한 정책 추진의 필요성이 제기됨[21)]

○ 이에 WMO, IPCC 등에서 추진하는 주요 역할 및 기능, 활동 등을 조사하여 다음과 같이 정리함



자료 : 기후변화정보센터(http://www.climate.go.kr)

[그림 3-1] 기후변화관련 국제기구 조직도

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

□ UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change)

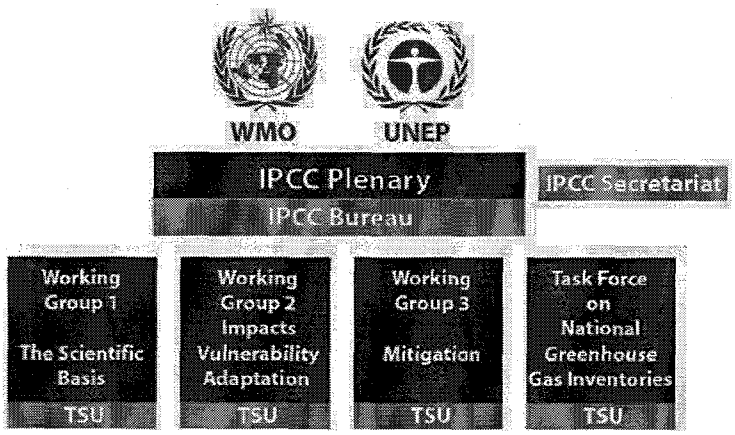
○ '92년 6월 브라질의 리우환경회의에서 지구온난화에 따른 이상 기후현상을 예방하기 위한 목적으로 UN기후변화협약(UNFCC : United Nations Framework Convention on Climate Change)이 채택됨

○ 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), 이행보조기구 (SBI : Subsidiary Body for Implementation) 등으로 구성됨

□ IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, 정부간기후변화패널)



자료 : http://www.ipcc.ch/

[그림 3-2] IPCC 조직도

○ 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 국가온실가스배출량에 대한 방법론을 결정하는 데 보조역할을 수행함

1차 평가보고서 (Climate Change1990)	1990년에 완성 UNFCCC를 만들기 위해 국제 협상위원회를 설립하는데 기여 1992년에 UNFCCC가 채택되었고, 1994년에 실행됨 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

□ WMO (World Meteorological Organization, 세계기상기구)

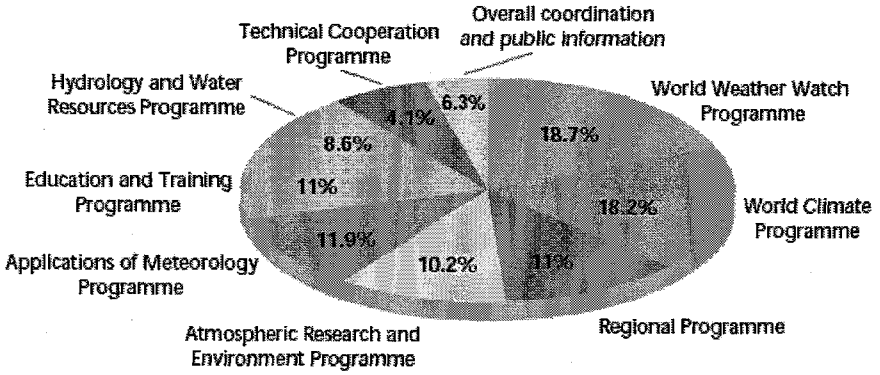
○ UN(United Nations : 국제연합)의 전문기구로, 1879년에 창립한 IMO(International Meteorological Organization : 국제기상기구)가 그 전신으로 1947년 IMO 이사회에서 새로운 기구를 창설하기 위하여 세계기상협약을 채택함

○ 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



자료 : http://www.wmo.ch/

[그림 3-3] WMO의 2004-2007년 승인 프로그램과 예산

□ 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 3-1] UNEP내 CCAU의 주요 추진 사업 현황

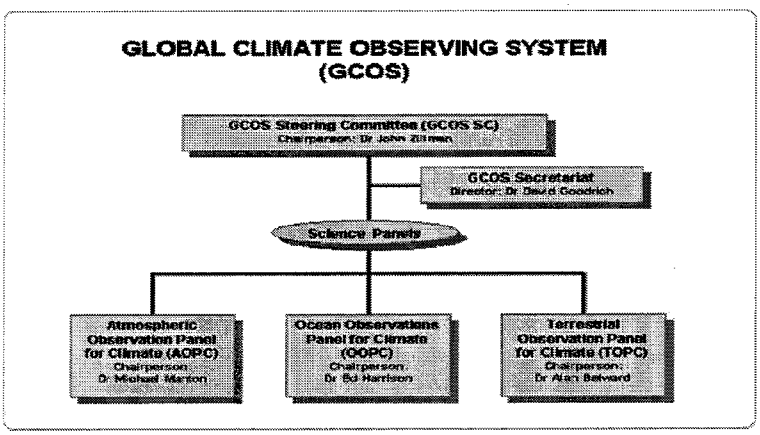
프로젝트 명	주요 내용
파키스탄 Karakorum 프로젝트	- 히말라야 최고봉 K2를 포함하는 파키스탄 북부 Karakorum 국립공원의 체계적 관리와 기후변화 적응을 지원하기 위한 사업으로, UNEP과 이탈리아 전문기관(Ev-K2-CNR)이 협력 약정서에 서명하고 ('08.12월), 현재 프로젝트 집행 중 ※ 이탈리아 정부가 3백만 유로를 지원, '08.12월부터 3년간 추진 - 주요 사업내용은 동 지역 기후변화 영향평가 및 적응사업 수요 파악, 환경·기후·생태관련 정보와 자료 모니터링 시설 구축, 통합 생태관리 방안 마련, Karakorum 국립공원 지속가능발전 마스터플랜 수립, 지식기반 의사결정 지원체계 구축, 재난 요인 감소와 조기경보체계에 대한 인식제고 등
아프리카의 물 관련 적응 촉진 프로젝트	- 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 위함 - '09년부터 2013년까지 3천만 불을 투자할 예정이며, 현재 세부 사업계획 작성 중
기후변화로 인한 히말라야지역 재난저감을 위한 상·하 지역 파트너십 구축 프로젝트	- 대 히말라야(힌두쿠시-카라코럼-틴샨-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	- 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	- 아프리카의 기후변화 취약성 및 주요 부문의 사업 우선순위 분석, 2020년까지와 2050년까지의 적응비용 추산 - 노르웨이에서 40만 불을 지원받아 Stockholm Environment Institute와 공동 수행 중

□ 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 기후시스템을 처리할 뿐 GCOS는 그 자체로 관측이나 데이터를 생산하지는 않음



자료 : http://www.wmo.int/pages/prog/gcos

[그림 3-4] GCOS 연구분야별 조직도

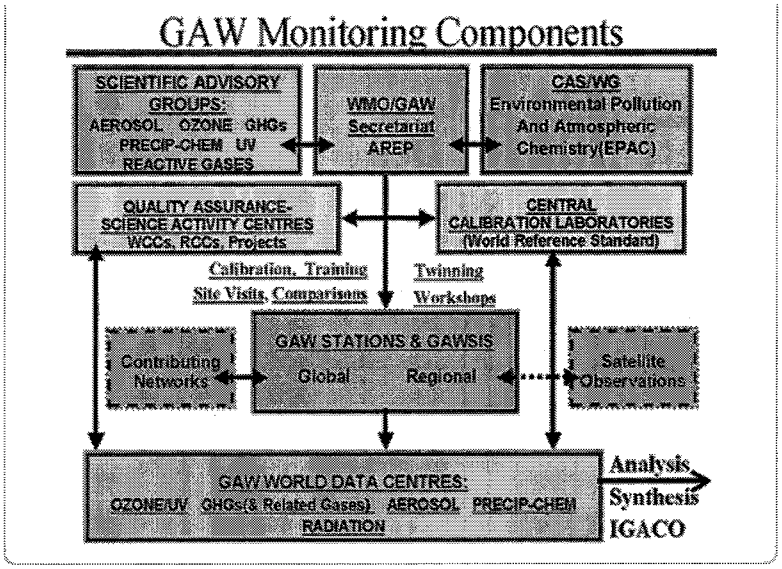
□ GAW (Global Atmosphere Watch)

○ 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



자료 : http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/gaw_home_en.html

[그림 3-5] GAW의 모니터링 구성요소

□ 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

3.1.2 미국

○ 미국은 교토의정서 탈퇴 선언('01. 3) 이후 '경제성장을 전제한 기술개발을 통해 온실가스를 감축'한다는 입장을 견지함

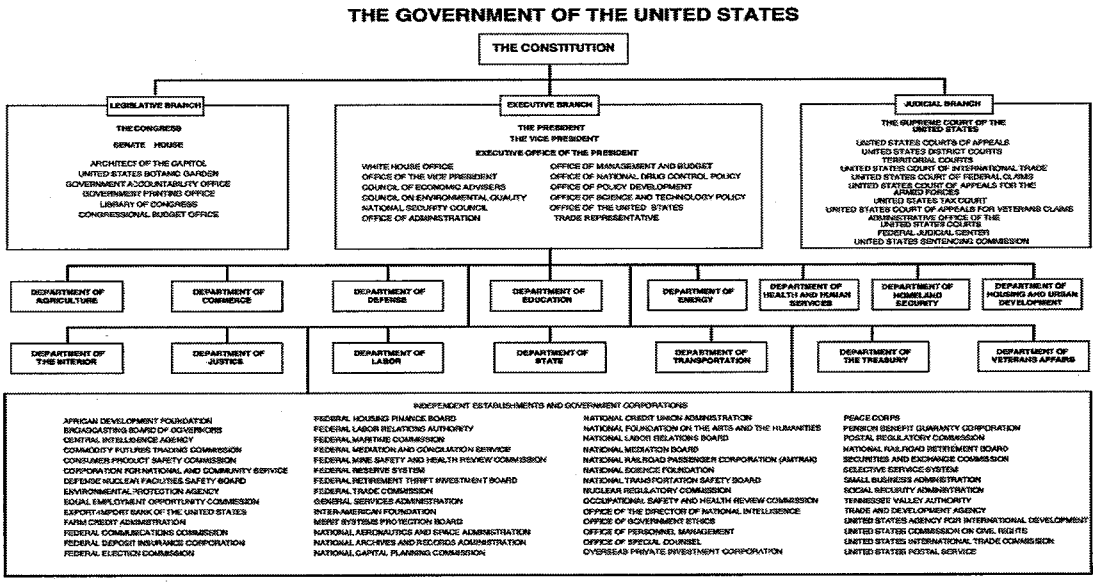
○ 이에 『Global Climate Change Initiative』('02.2), 『Post-2012 기후변화 대응 체제 구축에 대한 입장』('07.5, 부시대통령) 등을 발표함으로써 에너지안보 향상 기여와 동시에 경제성장을 저해하지 않는 저탄소 기술개발 및 확산을 기후변화 문제 해결방안으로 제시함

- 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 조사됨[22)]

- 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

- 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



[그림 3-6] 미국 정부의 조직도(2009, 자료제공 : NOAA)

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

□ 대통령의 글로벌 기후 변화 발의(2002. 02)

○ 대통령의 글로벌 기후 변화 발의의 목표는 미국경제의 온실가스 정도를 향후 10년간 18%로 줄이고 이산화탄소 배출의 저감 기록을 대폭 향상시키며 신규 및 학대된 국제 정책을 국내 프로그램에 적용하여 과학 및 기술 선도에 공헌하는 것임

○ 이에 따라 지구 변화 연구 프로그램을 위한 포괄적인 전략 계획을 먼저 업데이트하고 기후변화 과학프로그램 워크숍에서 과학연구단체, 국제적 전문가들, 책임자들을 통해 포괄적인 검토를 수행함

□ 미국 기후변화 정책(2003. 09)

○ 국가 목표 배출량을 줄이기 위해 발전을 위하여 부시 행정부는 향후 10 년간 18%로 미국 경제의 온실 가스의 강도를 줄이기 위해 종합적인 전략을 하며, 이 정책은 2012 년까지 탄소 5천만 톤 이상 배출하지 않도록 되어있음

○ 글로벌 기후 변화에 대한 예산을 대폭 증가하여 '04년도 예산 15%증가 모색, 기후변화 관련 프로그램에 대한 자금을 지원함

○ 신재생 에너지와 하이브리드와 연료 전지 차량에 대한 세금 장려를 위해 '08년도 조세 장려를 통하여 신재생 에너지와 에너지 효율 기술의 사용을 촉진함

- 에너지 정책의 일환으로 조세 장려에 바이오매스와 풍력 같은 대체에너지로 얻은 전기, 태양열 난방 시스템, 대체연료 전지의 구매, 쓰레기 매립 가스로 얻은 에너지 등이 포함됨

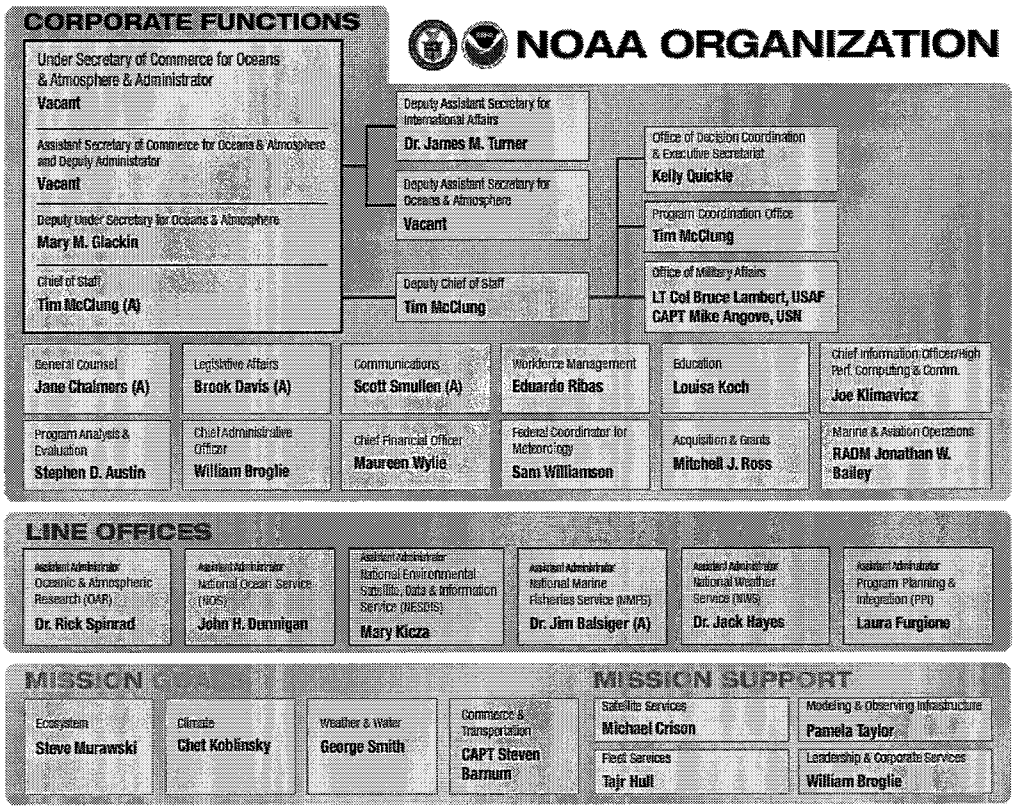
○ 기후변화과학과 기술 통합의 내각 위원회 구성을 통하여 대통령에 대한 정책을 권고하고 하위 과학 및 내각 기관의 프로그램을 총괄함

○ 연방 에너지 및 탄소 관리 프로그램을 통하여 '04년도 17억 달러 펀드를 포함한 예산 요청 연방 기술 연구, 개발 및 배포 활동을 함

(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 예측하여 해안과 해양자원의 보존 및 관리를 미션으로 하고 있음

○ 또한, NOAA는 연구개발의 5년 장기 계획(5 Year Plan Objectives and Milestones by Goal, '08-'12)을 수립하고 연구개발에 집중투자를 하고 있음

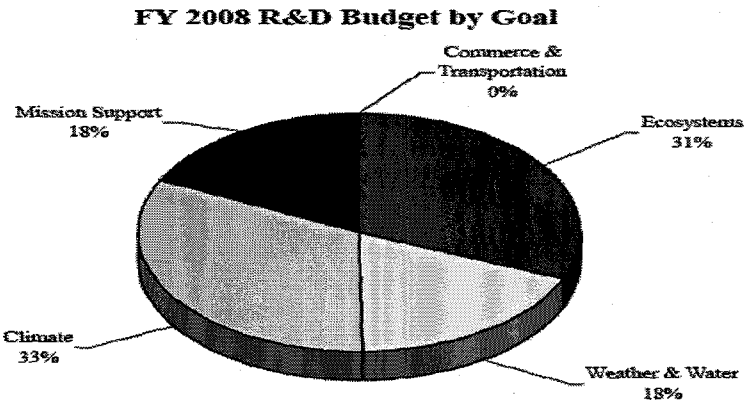


[그림 3-7] NOAA의 조직도(2009, 자료제공 : NOAA)

[NOAA의 세부 예산현황]

○ 2008년 R&D를 위한 총 예산은 전체 예산에서 16% 정도를 차지함

○ R&D 예산의 86%는 연구가, 14%는 개발이 차지하며 R&D 예산의 33%는 기후에, 31%는 생태시스템에, 18%는 기상과 물에 배분되고 있음

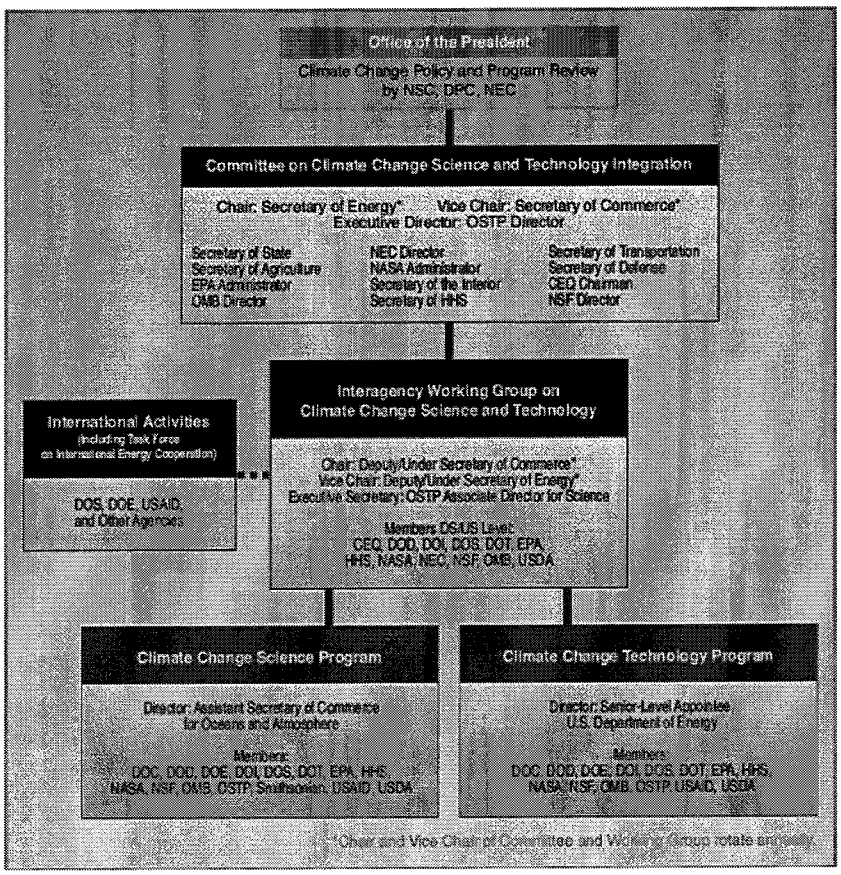


[그림 3-8] NOAA의 2008년 예산(2009, 자료제공: NOAA)

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

○ 2002년 2월 기후변화이니셔티브(Climate 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



자료 : http://www.climatetechnology.gov/

[그림 3-9] 미국 기후변화과학기술 관련 조직도

□ CCTP(Climate Change Technology Program, 기후변화기술 프로그램)

○ 2001년 6월 당시의 미국 부시대통령이 국가 기후변화 기술 지침을 제시하면서 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

□ 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 통합 연구를 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 3-2] CCSP의 국제 교류 활동 내용

분야	내용
글로벌 환경 설비	22억 달러 국제공급협정의 일환으로 부시 행정부는 5천만 달러를 향후 4년간 기후변화는 물론 개발도상국의 환경 문제를 돕기로 선언함
미국 국제 개발 기구	최소 1억7천5백만 달러의 자금의 융자를 통해 개발도상국의 위생, 에너지 기술, 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 1이 2009년 예산의 31%를 차지함

[표 3-3] CCSP목표 수행에 관한 FY 2007-2009 예산

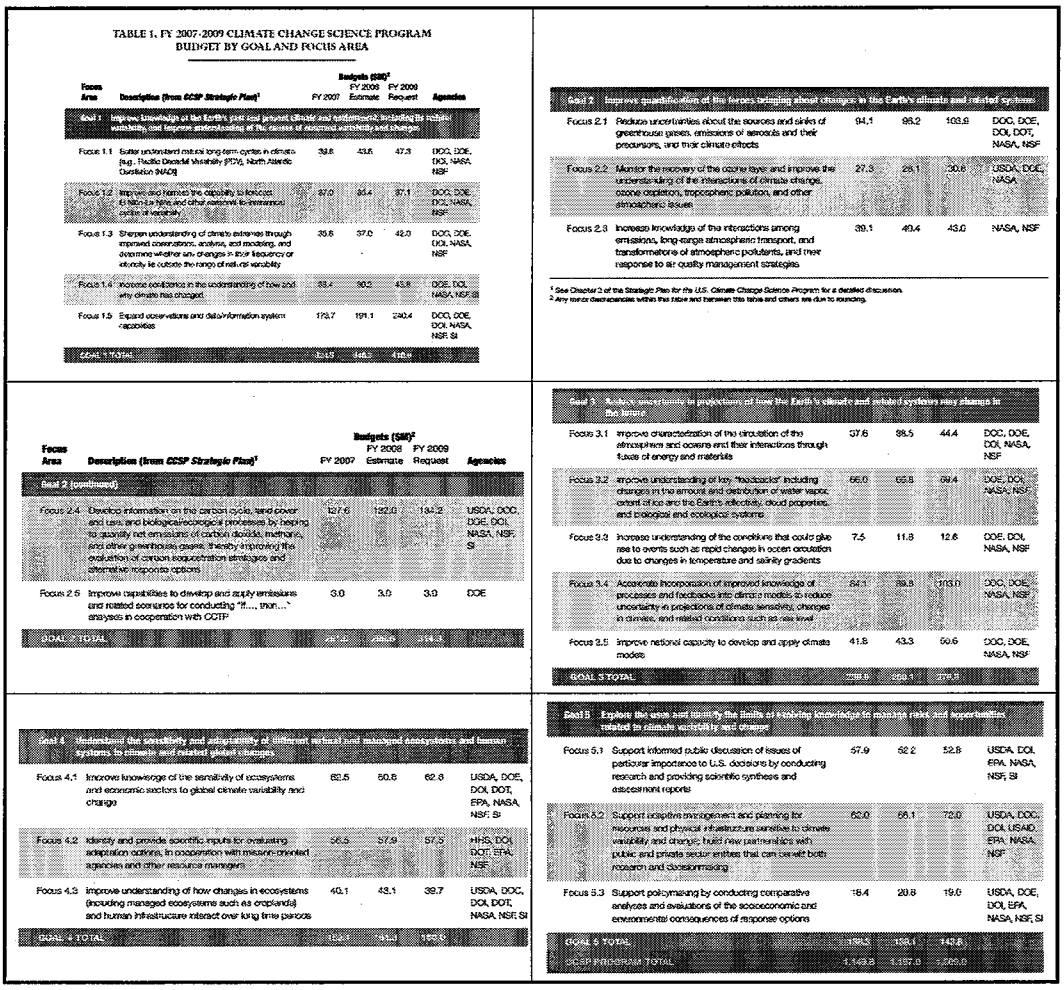


TABLE 1. FY 2007-2009 CLIMATE CHANGE SCIENCE PROGRAM
BUDGET BY GOAL AND FOCUS AREA

Focus Area	Description (from CCSP Strategic Plan)[1]	Budgets ($M)[2] FY 2007	FY 2008 Estimate	FY 2009 Request	Agencies
Goal 1	Improve knowledge of the Earth's past and present climate and environment, including its natural variability, and improve understanding of the causes of observed variability and change				
Focus 1.1	Better understand natural long-term cycles in climate (e.g., Pacific Decadal Variability (PDV), North Atlantic Oscillation (NAO))	39.8	43.6	47.3	DOC, DOE, DOI, NASA, NSF
Focus 1.2	Improve and maintain the capability to forecast El Niño-La Niña and other seasonal-to-interannual cycles of variability	87.0	93.4	97.1	DOC, DOE, DOI, NASA, NSF
Focus 1.3	Sharpen understanding of climate extremes through improved observations, analysis, and modeling, and determine whether any changes in their frequency or intensity lie outside the range of natural variability	35.8	37.0	42.0	DOC, DOE, DOI, NASA, NSF
Focus 1.4	Increase confidence in the understanding of how and why climate has changed	33.4	36.2	43.8	DOE, DOI, NASA, NSF, SI
Focus 1.5	Expand observations and data/information system capacities	173.7	191.1	240.4	DOC, DOE, DOI, NASA, NSF, SI
GOAL 1 TOTAL		369.8	401.3	470.6	
Goal 2	Improve quantification of the forces bringing about changes in the Earth's climate and related systems				
Focus 2.1	Reduce uncertainties about the sources and sinks of greenhouse gases, emissions of aerosols and their precursors, and their climate effects	94.1	98.2	103.8	DOC, DOE, DOI, DOT, NASA, NSF
Focus 2.2	Monitor the recovery of the ozone layer and improve the understanding of the interactions of climate change, ozone depletion, tropospheric pollution, and other atmospheric issues	27.3	29.1	30.6	USDA, DOE, NASA
Focus 2.3	Increase knowledge of the interactions among emissions, long-range atmospheric transport, and transformations of atmospheric pollutants, and their response to air quality management strategies	39.1	40.4	43.0	NASA, NSF
Goal 2 (continued)					
Focus 2.4	Develop information on the carbon cycle, land cover and use, and biological/ecological processes by helping to quantify net emissions of carbon dioxide, methane, and other greenhouse gases, thereby improving the evaluation of carbon sequestration strategies and alternative response options	127.6	182.0	184.2	USDA, DOC, DOE, DOI, NASA, NSF, SI
Focus 2.5	Improve capabilities to develop and apply emissions and related scenarios for conducting "if..., then..." analyses in cooperation with CCTP	3.0	3.0	3.0	DOE
GOAL 2 TOTAL		297.0	349.0	364.5	
Goal 3	Reduce uncertainties in predictions of how the Earth's climate and related systems may change in the future				
Focus 3.1	Improve characterization of the circulation of the atmosphere and oceans and their interactions through fluxes of energy and materials	37.6	38.5	44.4	DOC, DOE, DOI, NASA, NSF
Focus 3.2	Improve understanding of key "feedbacks" including changes in the amount and distribution of water vapor, extent of ice and the Earth's reflectivity, cloud properties, and biological and ecological systems	66.0	65.5	69.4	DOE, DOI, NASA, NSF
Focus 3.3	Increase understanding of the conditions that could give rise to events such as rapid changes in ocean circulation due to changes in temperature and salinity gradients	7.5	11.8	12.6	DOE, DOI, NASA, NSF
Focus 3.4	Accelerate incorporation of improved knowledge of processes and feedbacks into climate models to reduce uncertainty in projections of climate sensitivity, changes in climate, and related conditions such as sea level	84.1	89.8	113.0	DOC, DOE, NASA, NSF
Focus 3.5	Improve national capacity to develop and apply climate models	41.8	43.3	50.6	DOC, DOE, NASA, NSF
GOAL 3 TOTAL		236.9	248.9	290.0	
Goal 4	Understand the sensitivity and adaptability of different natural and managed ecosystems and human systems to climate and related global changes				
Focus 4.1	Improve knowledge of the sensitivity of ecosystems and economic sectors to global climate variability and change	62.5	60.8	62.8	USDA, DOE, DOI, DOT, EPA, NASA, NSF, SI
Focus 4.2	Identify and provide scientific inputs for evaluating adaptation options, in cooperation with resource-oriented agencies and other resource managers	56.5	57.9	57.5	HHS, DOI, DOT, EPA, NSF
Focus 4.3	Improve understanding of how changes in ecosystems (including managed ecosystems such as croplands) and human infrastructure interact over long time periods	40.1	43.1	39.7	USDA, DOC, DOI, DOT, NASA, NSF, SI
GOAL 4 TOTAL		159.1	161.8	160.0	
Goal 5	Explore the uses and limits of existing knowledge to manage risks and opportunities related to climate variability and change				
Focus 5.1	Support informed public discussion of issues of particular importance to U.S. decisions by conducting research and providing scientific syntheses and assessment reports	57.9	62.2	52.8	USDA, DOI, EPA, NASA, NSF, SI
Focus 5.2	Support adaptive management and planning for resources and physical infrastructure sensitive to climate variability and change; build new partnerships with public and private sector entities that can benefit both research and decisionmaking	62.0	66.1	72.0	USDA, DOC, DOI, USAID, EPA, NASA, NSF
Focus 5.3	Support policymaking by conducting comparative analyses and evaluations of the socioeconomic and environmental consequences of response options	18.4	20.8	19.0	USDA, DOE, DOI, EPA, NASA, NSF, SI
GOAL 5 TOTAL		138.3	149.1	143.8	
CCSP PROGRAM TOTAL		1,149.8	1,157.0	1,309.0	

[1] See Chapter 2 of the Strategic Plan for the U.S. Climate Change Science Program for a detailed discussion.
[2] Any minor discrepancies within the table and between this table and others are due to rounding.

자료 : Highlights of Recent Research and Plans for FY 2009

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

○ RISA는 NOAA ESRL(지구시스템연구소)이 운영하는 프로그램으로서 기후변화의 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 3-4] 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 기후정보에 크게 의존함
수산업	엘니뇨, 라니냐 등으로 인한 바다 생태계의 영향에 관한 사항을 관리 및 연구함

3.1.3 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 지구온난화 대책 추진 법률이 그 핵심을 이루고 있음

□ 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 3-5] 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

□ '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

□ 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 의무감축 준수를 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

□ 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

□ 부처별 심의회

○ 지구온난화와 관련한 정부기관에는 분야별 심의회가 있으며, 심의회에는 여러 안건별로 심의회나 조사회 등이 있음

○ 심의회에서는 범국가적으로 추진할 사항이 생겼을 때에는 Task-Force 팀의 형태로 관련 심의회 대표자들로 구성된 합동 심의회를 구성하고 있으며, 심의회의 결정사항이 바로 정책과 법 마련에 반영되어 이를 통하여 일반인의 의견수렴 및 관심을 얻을 수 있는 창구 역할을 하고 있음

3.1.4 EU

○ EU는 기후변화에 관한 연구 및 기술개발을 위해 1980년대부터 자금을 조성하여 현실적인 정책 목표를 설정하여 추진하여 오고 있으며, 수년 마다 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

□ 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

□ 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

[표 3-6] FP7의 연구테마별 주요 연구내용 및 예산

연구테마	주요 연구내용	예산(백만유로)
1. 보건	의요 도구, 바이오 기술 질별, 유전자 정보 해석 기술 의료서비스 제공 기술 등	6,100 (19%)
2. 식품, 농업, 바이오	생물자원의 지속관리 기술 식품, 건강, 웰빙 지원기술 수확증진 기술, 바이오 매스 및 정제기술 등	1,935 (6%)
3. 정보통신기술	유비쿼터스 네트워크 및 서비스 인프라 기술 상호작용, 로봇틱스 컴포넌트, 시스템 및 엔지니어링 기술 등	9,050 (28%)
4. 나노 및 신생산기술	나노 스케일 통합 기술 나노기기, 시스템 및 제어 기술 나노, 바이오 및 하이브리드 물질 개발 등	3,475 (11%)
5. 에너지	수소 및 연료 전지 기술 이산화탄소 포집, 저장 기술 스마트 에너지 기술, 에너지 축적 기술 등	2,350 (7%)
6. 환경	기후변화, 오염 및 재앙 예측 평가 기술 지속가능한 자원관리 기술 환경복구, 관리, 영향평가 기술 등	1,890 (6%)
7. 운송	항공 운송기술의 연료 효율성, 소음저감 기술 지상교통의 환경 공해 저감 기술 유럽식 글로벌 네비게이션 시스템지원 등	4,160 (13%)
8. 사회경제 및 인문학	유럽의 경제성장, 고용, 경쟁력 강화 방안 세계 사회 문화 추이 분석 EU의 민주사회 발전을 위한 연구 등	623 (2%)
9. 안보 및 우주	각종 안보 솔루션 개발 다양한 응급 태세 대응 체계 연구 우주관련 애플리케이션 개발 등	2,830 (8%)

□ 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 3-7] 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

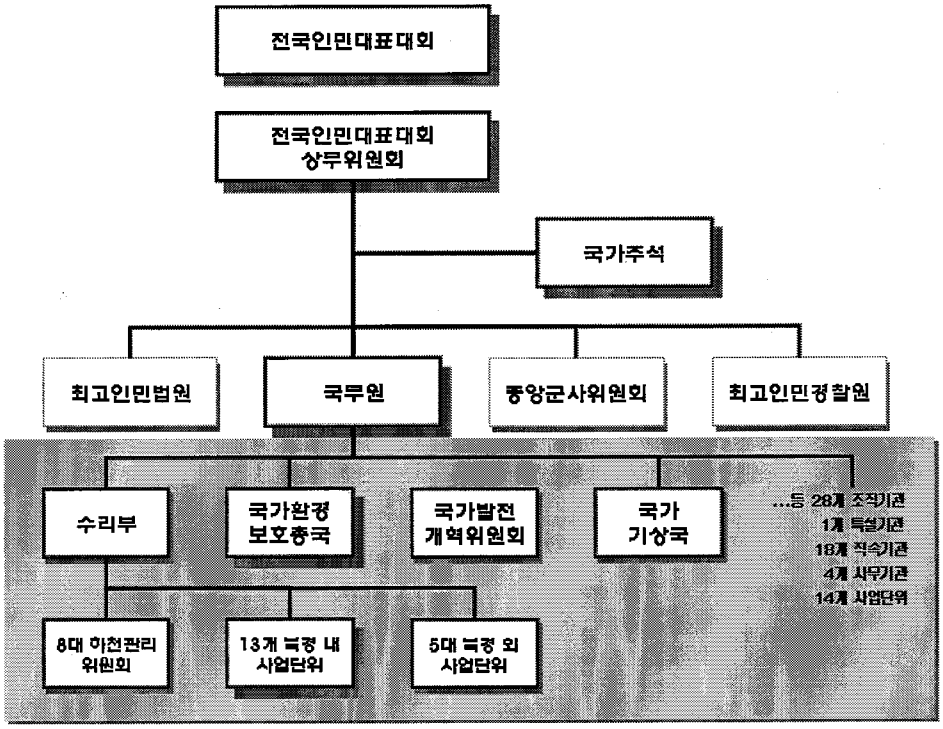
○ 또한 WFD는 다음과 같은 원칙을 갖음

- 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 물가격 정책을 요구하며, 환경에 의존하는 사람들의 이해관계를 조정함

3.1.5 중국

□ 물관리 기관 및 기관별 주요 역할

○ 중국의 국무원은 28개의 조직부, 1개의 특설기구, 18개 직속기구, 4개 사무기구, 14개의 직속사업단위로 구성되어 있으며, 이 중 수리부, 국가발전개혁위원회, 국가환경보호총국, 국가기상국 등에서 물관리와 관련한 업무를 수행하는 것으로 조사됨



[그림 3-10] 중국내 물관리 관련 기관

- 수리부 : 수자원의 합리적인 개발과 수자원 관리를 위하여 8대 하천관리 위원회, 13개 북경 내 사업단위, 5대 북경 외 사업단위로 구성되어 국가에서 확정한 주요 하천, 호수의 종합계획과 가뭄과 홍수방지 계획 등 수리 관련 계획을 제정하고 생산과 생태환경에 필요한 수자원 통일적인 배분, 수리 시설 보호, 수리과학기술 개발과 외교 활동 등의 업무 수행

- 국가환경보호총국 : 수자원(지하수 및 음용수) 오염 평가 업무
- 국가발전개혁위원회 : 생태건설과 에너지 절약 등 수자원 절약과 관련한 종합개발이용 지원
- 국가기상국 : 가뭄 검사 측정 및 예보, 강우량 분석 및 예보 업무

□ 기후변화 대응 물관리 정책 추진 현황

○ 중국은 지난 20여 년간 공업화 도시화를 위한 기초시설건설로 인하여 2006년 말까지 기후변화 대응과 관련한 정책 및 계획 추진이 미흡하였으며, 2007년 6월 "중국기후변화대응국가방안"이 반포되면서 국가 차원의 기후변화 대응과 관련한 기본 정책이 명확히 제시됨

- 2007년 6월 2010년 전까지 중국기후변화대응에 관한 대책 방안인 "중국기후변화대응국가방안"을 발표됨으로써 기후변화 대응과 관련하여 구체적인 목표, 기본원칙, 연구중점분야 및 기본 정책 등이 명확히 제시됨
- 또한, 동월 국무원을 중심으로 국가기후변화대응 및 에너지절약배출감소 지도부가 설립되면서 국가 기후변화 대응 전략, 방침, 정책 제정과 업무의 통일적 배치, 국제교류 및 협상과 관련한 대안 심의 및 연구가 진행됨

○ 2008년 6월에는 중국 성급 이상의 기후변화대응 방안 프로젝트가 정식으로 가동되었으며, 10월엔 "중국 기후변화 대응 정책과 행동" 백서가 발표됨으로써 구체적인 수행계획이 수립됨

- 연합국개발계획서(UNDP), 중국국가발전개혁위원회, 중국국제경제기술교류센터의 공동집행과 중국국가환경보호부, 재정부, 국가기상국, 노르웨이정부와 유럽연맹위원회 등 기구의 기술과 자금의 지원으로 2008년 6월 중국 성급 기후변화대응 방안 프로젝트가 정식 가동됨
- 또한, 국무원에서는 기후변화가 중국에 주는 영향, 기후변화 감소완화와 적응 대책 및 행동 그리고 기후변화와 관련하여 중국이 진행하는 체제와 기제 건설 등을 소개한 "중국기후변화대응정책과행동" 백서를 발표함

□ 기후변화 대응 물관리 목표 및 중점 추진 분야

○ 중국은 대부분의 대륙이 대륙계절풍 기후로 동일한 위도에 위치한 북미 및 서유럽과 비교하여 기온 변화가 심각하게 발생함에 따라 최근 40년 동안 기후변화에 의해 북방은 가뭄, 남방은 홍수 등 수문관련 재해가 빈번히 일어나고 있음

○ 이에, 기후변화에 대한 적응 능력을 강화하고 기후변화에 대한 취약성을 감소시키기 위하여 다음과 같은 물관리 목표를 수립하여 추진함

- 수리기초시설 건설을 강화하여 대강대하(大江大河) 목표 달성
- 남방 주요 지역의 홍수방지 안전을 확보
- 수자원 절약형 사회건설 촉진을 통한 생활용수를 확보
- 과학연구 및 기술개발 강화 및 시민의식과 관리수준 강화

○ 또한, 기후변화 대응과 관련한 물관리 중점 추진 분야를 다음과 같이 수립함으로써 2010년 전까지 관련 분야 연구를 추진할 계획임

- 수자원 관리를 강화하기 위하여 개인 댐건설 방지를 통한 통일적 관리 및 계획 수립
- 기존의 "수요에 따른 공급"에서 현재는 "공급에 따른 수요"로 전환
- 수리기초시설계획과 건설 강화
- "남방의 물을 북방으로 이동"하는 공정 촉진 및 수자원 배치 강화
- 종합적인 물 절약 및 해수이용기술개발과 관련한 연구발전 촉진

<기타 : 10차 5개년 계획 수리분야 과학기술연구 성과 >

○ 중국 정부는 5년 단위로 국가과학기술계획을 수립하여 추진해 오고 있으며, 2001년 ~ 2005년까지 추진된 10차 계획 중 수리분야에서 500여개 프로젝트 중 30여개 프로젝트가 세계선도 기술 수준에 도달하였고 100여개 프로젝트가 세계 선진기술수준에 도달함

○ 수리분야의 주요 기술연구성과로는 '물기능구분과 수자원보호이론기술 및 응용' 등 아래 [표 3-8]과 같은 연구 성과를 이룩함

[표 3-8] 중국 10차 5개년 계획 수리분야 주요 과학기술연구 성과

·물기능구분과 수자원보호이론기술 및 응용
·서부지역 수자원 합리배치와 적재량 기술연구
·중국폭우통계지수로드맵
·황하유역 수자원 변천규칙과 이원변화모델
·황하유역수자원변천의 다원화임계조절패턴
·수자원배치모니터링관리배치시스템주요기술연구
·흑해유역수자원배치관리정보시스템연구
·해하유역홍수자원안전이용주요기술연구
·수자원실시간모니터링관리주요기술
·중국가뭄과수해연구
·홍수가뭄방지기상종합업무시스템기술연구
·전국물정보및 홍수예보예측시스템연구
·전국댐홍수방지조절지원시스템공정기술연구
·호수재해의 검측, 예보와 위험관리시스템기술연구
·홍수방지안전보장시스템 및 홍수방지위험관리 기초연구
·홍수재해위험분석과 방지설비표준기술연구
·도시홍수재해분석주요기술연구
·호수땜위험평가와 분석기술
·가뭄법칙과 가뭄위험관리기술연구
·타리무하천하류물수송검측기술
·관팅호수유역수질개선기술
·오염수에 대한 관리기술연구와 시범
·지역별생태사용수표준측정기술
·물오염통제시스템기술과시범공정연구
·흑해하류지역수자원종합통치기술연구
·호수물오염조절기술
·수질분석유기표준물질의 연구

3.1.6 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'[23] 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

□ 기후변화법(Climate Change Act 2008)

○ 0asf211세계 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

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

[표 3-9] 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 권고하고 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

□ 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 프레임 워크(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 측정을 위한 경우가 있을지 고려하기 위해 2008년에 Water Saving Group의 일을 확장함

(1) 식품환경농산부(Department for Environment, Food and Rural Affairs, Defra)

□ 기후 변화 사무국(Office of Climate Change, OCC)

○ Defra에 의해 개설되어 현재 DECC 내부에 있는 기후 변화 사무국(The Office for Climate Change)은 2006년 9월에 업무를 시작하였으며, 기후 변화 정책과 전략 수립을 위해 자료와 정보를 제공하는 것을 목적으로 기후 변화에 대한 분석적 업무 수행과 기후 변화 정책 및 전략 개발을 지원함

○ OCC의 역할은 영국의 기후변화 활동에 대한 관리를 계획하며, 각 부서간의 연구 통합 및 연계, 정부 내의 기후 변화 이슈에 대한 주창자로서의 활동하는 것임

□ CCC(The Committee on Climate Change, 기후 변화 위원회)

○ 기후 변화 위원회는 배출목표(emissions targets)에 대하여 정부에 조언을 하거나 그린하우스 가스 배출을 감소하기 위한 과정을 의회에 보고하기 위해서 기후변화법(The Climate Change Act) 하에 독립적으로 설립된 조직임

○ CCC는 정부에게 탄소예산 및 목표를 설정하고 충족시키기 위한 조언을 제공하며, 탄소 예산을 달성하고 배출을 억제하는 과정을 모니터링하며, 또한 기후변화에 대한 자체적인 연구 및 분석을 수행함

□ 기타

○ 2006년에 발표된 영국 기후 변화 프로그램(The UK Climate Change Programme)은 영국 내와 국제적인 활동에 대한 영국 정부의 정책과 선행 사항들을 설정하며, 공약들을 의회에 매년 보고함

○ 일반 국민을 대상으로 환경파괴를 멈추고 좀 더 친환경적인 생활실천을 촉진하기 위한 온라인 정보시스템(Directgov)을 운영하여, 가정과 사무실, 학교, 쇼핑, 여행 등 일상생활에서 기후변화와 환경문제 방지를 위해 일반국민이 무엇을 할 수 있는지를 소개함

(2) Carbon Trust(탄소 재단)

○ 카본 트러스트는 저탄소경제의 신속한 이동을 목표로 2001년 주재국 정부에 의해 설립되었으며, 정부가 관여하지 않은 독립된 회사(independent company)로 운영되고 있음

○ 설립 당시 정부 예산 50백만 파운드로 시작하였으나, 사업성과를 인정받아 현재 정부예산규모는 112백만 파운드에 달함

○ 사업 방향은 기후변화 대처를 위한 탄소배출 저감(2050년까지 60% 감축)및 저탄소 경제로의 이동은 도전이 되는 동시에 새로운 사업 기회를 제공한다는 기본 인식에 바탕을 두고 있으며 주요 활동사항은 다음과 같음

- Insights : 기업체와 정부가 참고할 수 있도록 탄소배출 저감(2050년까지 60% 감축) 및 저탄소 경제로의 이동은 도전이 되는 동시에 새로운 사업 기회를 제공한다는 기본인식에 바탕을 두고 있음

- Solutions : ①연간 3,500여 개의 업체를 대상으로 탄소배출 저감을 위한 맞춤형 카운슬링 제공, ②연간 500여개의 중소업체를 대상으로 에너지 효율성 있는 장비 구매를 위한 무이자 융자금(loan) 제공(2006/07년 482개 업체에 18백만 파운드 상당 제공), ③연간 30,000여건의 전화 상담 접수 및 처리(Helpline) 등의 활동을 통해 2006/07년 전체 고객의 CO_2 저감 규모는 2백만 톤에 달하였음 (170백만 파운드 상당의 예산 절감)

- Innovations : 연구개발단계에서부터 상용화에 이르기까지 기술개발에 자금을 지원하고 있으며, 현재까지 125개의 기술개발 프로젝트를 지원하여, 이 중 20%는 특허권을 획득함
- Enterprises : "Partnership for Renewable", "Carbon Label Company" 등 개별 목적의 회사를 설립하여 운영함
- Investments : 현재까지 9백만 파운드 상당의 11개 프로젝트에 투자하였으며, 쉘 등 업체나 기관과의 공동 투자 프로젝트도 진행함

□ 탄소 라벨링(Carbon labelling) 제도

○ 카본 트러스트는 환경부 및 영국표준협회(BSI)와 함께 2007. 3월부터 탄소라벨링 제도를 시범 운영하고 있으며, 현재 감자칩 제조업체 Walkers, 음료회사 Innocent 등 20여개 기업이 100여개 물품을 통해 자발적으로 참여하고 있음

○ 라벨에 표시되는 내용은 제품 생산에서부터 서비스 과정에서 발생되는 CO2의 양으로, 업체로 하여금 탄소 배출을 계속하여 저감하고자 하는 의지를 갖도록 하는 효과를 의도함

○ 현재 카본 트러스트는 제품 생산 및 서비스 전과정에서 배출되는 탄소 배출량 산정을 표준화하는 작업을 진행하고 있음

(3) 수도사업 감독기관 (The Water Services Regulation Authority, Ofwat)

○ Ofwat은 영국과 웨일즈에서 민영화된 물과 하수도 산업의 경제적 규정에 책임을 가지고 있음

○ Ofwat의 가장 중요한 역할은 제안된 자본 투자 설계에 대하여 물과 하수도 서비스에 대한 가격을 설정하는 것임

□ 'Ofwat's strategy - 'taking a forward look'

○ 기후 변화에 대응하기 위해 Ofwat은 2008년 4월 'taking a forward look'이란 전략을 발표함

○ 기후변화 대처, 기후 변화 경감, 주요 이슈 등 세부분으로 나누어 전략을 제시하고 있으며, 이중 물관리에 대한 전략을 살펴보면 다음과 같음

- 수자원(Water resource) : 기업이 수자원 대한 수요와 공급의 기후 변화 영향을 이해하고 계획하도록 하기 위해 다양한 이해관계자들과 함께 장기적인 수자원 계획에 대한 지침과 데이터를 개발함
- 누수 대상(Leakage targets) : 물 공급 확보를 유지하기 위한 장기적 전략으로, 외부 환경적 요소를 적절히 제어함
- 효율성(Water efficiency) : 기업이 현재나 미래의 물 공급과 수요에 대한 균형을 계획할 때 물 효율에 대한 역할을 충분히 고려하도록 하기 위해 지속적으로 물 효율의 토론에 선행적으로 기여할 것임
- 수질관리(Water quality and treatment) : 기후 변화가 가져올 물과 하수도 관리의 영향에 대해 이해하고 행동하도록 하기위해 다른 이해관계자 및 규정자들과 함께 기후 변화 경감과 지역 수질 개선 간에 있는 다양한 논의를 실시함
- 배수(Drainage) : 기업이 하수도 네트워크를 설계하거나 유지할 때 기후 변화를 참작하도록 하기 위해 홍수 위험 관련 보고서를 발간하거나 홍보 활동을 실시함
- 복원력(Resilience) : 기업이 그들의 자산이나 서비스를 보호하고 이해하기 위해 분석적인 평가 프레임워크를 사용하도록 하기 위해 물과 하수도의 기후 변화 대처에 대한 보고서를 발간함

3.1.7 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

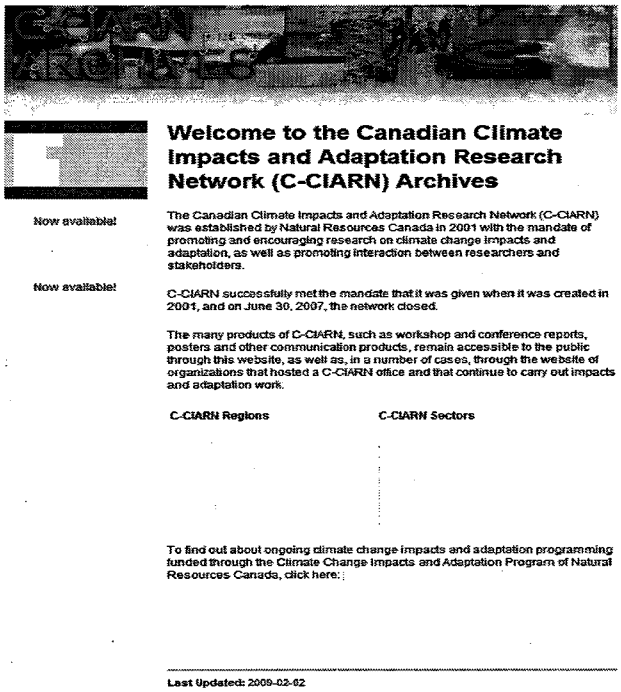
○ AIRG는 기후변화 영향 및 적응계획(C-CIAP, Climate Change Impacts and Adaptation Program)을 실시하여 기후변화에 따른 캐나다의 취약성 분석과 상호 지식 공유를 통해 정책결정을 위한 정보를 제공함

○ 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 가이던스를 공유함



Welcome to the Canadian Climate Impacts and Adaptation Research Network (C-CIARN) Archives

Now available!

The Canadian Climate Impacts and Adaptation Research Network (C-CIARN) was established by Natural Resources Canada in 2001 with the mandate of promoting and encouraging research on climate change impacts and adaptation, as well as promoting interaction between researchers and stakeholders.

Now available!

C-CIARN successfully met the mandate that it was given when it was created in 2001, and on June 30, 2007, the network closed.

The many products of C-CIARN, such as workshop and conference reports, posters and other communication products, remain accessible to the public through this website, as well as, in a number of cases, through the website of organizations that hosted a C-CIARN office and that continue to carry out impacts and adaptation work.

C-CIARN Regions

C-CIARN Sectors

To find out about ongoing climate change impacts and adaptation programming funded through the Climate Change Impacts and Adaptation Program of Natural Resources Canada, click here:

Last Updated: 2009-02-02

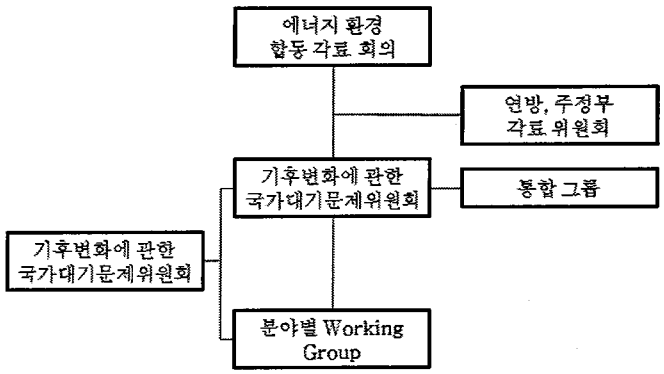
자료 : http://www.c-ciarn.ca/

[그림 3-11] C-CIARN 홈페이지 모습

(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 국가기후변화 과정(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



자료 : http://www.nccp.ca/

[그림 3-12] NCCP 관련 주요체제

□ 에너지·환경합동 각료회의

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

○ 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

□ 분야별 Working Group

○ 캐나다 국가전략 수립을 위한 Working Group은 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 Group은 분야별, 이슈별 작업을 통하여 기초보고서를 작성하며 전체회의를 통하여 온실감축 및 기후변화 적응에 관한 분야별 조정 작업을 수행함

3.1.8 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
- 기후 변화에 대한 효과적인 국제적 대응책 추구

○ 기초과학 기술 분야에 강점을 가진 호주는 저비용 CO2 포집 및 저장(CCS : Carbon Capture and Storage) 기술의 핵심국가로 발돋움 하겠다는 전략 하에 현재 각종 프로젝트를 진행 중에 있으며, CCS 관련 입법 및 특별 전문 위원회 설치 추진함

○ 물관리 관련하여 호주 정부는 물 안보(water security)의 심각성을 인식하고 2007년 1월, National Plan for Water Security를 발표함

[호주의 기후변화 관련에 대한 예산]

○ 호주 정부는 기후변화와 관련한 비용 및 추정 예산이 계속 증가할 것이라고 발표하였으며, 연도별 예산은 다음과 같음

[표 3-10] The Climate Change Budget Overview 2008-09

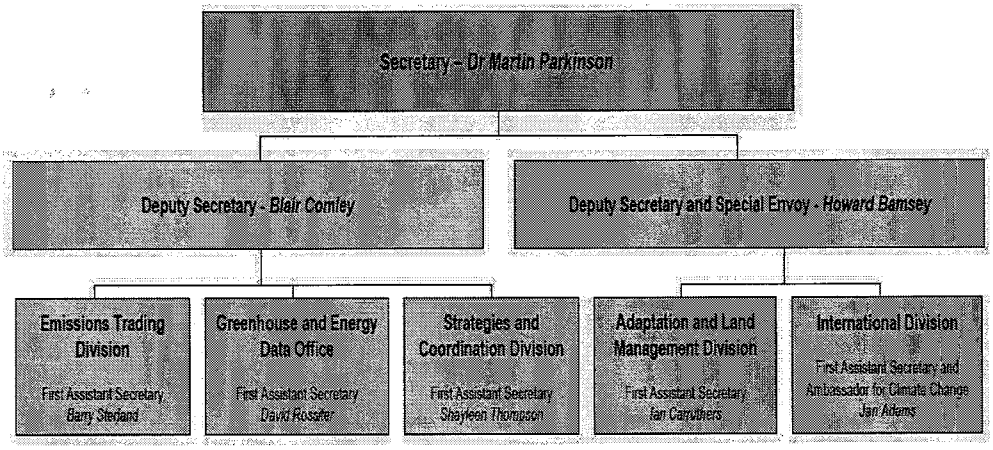
연도	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11	2011-12
비용 ($, million)	1.6	251.0	518.4	524.5	532.8

제공 : http://www.climatechange.gov.au/

(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



자료 : http://www.climatechange.gov.au/

[그림 3-13] DCC의 조직도

○ 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 기후 변화의 영향에 대해 호주 정부와 산업, 공동체들이 준비하여 4년에 걸쳐 ①기후 변화에 대한 정책적 이슈를 정부에 제언, ②효과적인 대처 전략의 개발을 지원할 수 있는 역량 구축, ③이해관계자들을 참여시키고, 정보와 도구들을 제공하는 것 등이 그 목표임

□ 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

○ 호주 정부는 온실가스 감축을 극대화하기 위해 가능한 모든 산업분야를 포함 하는 포괄적인 제도를 시행함

- 전력 산업을 포함한 에너지 산업과 자원 산업, 운송 산업, 산업 처리 및 폐기물, 조림 산업 분야가 포함될 것임

- 운송 산업과 관련, 제도시행으로 인해 발생하는 연료비 인상 부담을 줄이기 위해 제도시행 3년간(2010-13) 연료 물품세(fuel excise)를 인하할 계획임 (2013년에 연료 물품세 인하 방침 재평가 계획)

(2) 호주 환경문화부(Department of Environmental, Water, Heritage and the Arts)

○ 호주 환경 문화부는 호주의 환경과 유산을 보호하고 예술과 문화를 촉진하기 위해 정책과 기획, 법령 등을 개발하고 실행하는 부서임

○ 수자원 관련한 다양한 프로그램이 호주 환경문화부에서 실행되고 있음

□ Water for the Future

○ 호주 환경문화부는 Water for the Future 라는 프로그램을 10년에 걸쳐 129억 달러를 투자하여 장기적인 물 공급을 확보하기위해 노력 중이며, 이 프로그램의 핵심과제는 다음과 같음

① 기후 변화에 대한 행동 개시(Taking Action on Climate Change)

- Improving Water Information Program에 4.5억 달러 지원하여 수자원의 사용, 상태 등을 정확하게 모니터링하고 평가, 예측함
- 머레이-달링 유역 공사(The Murray-Darling Basin Authority)를 설립하여, 이 유역의 수자원에 대한 위험을 식별함

② 현명한 물 사용(Using Water Wisely)

- 관개시스템 정비와 같은 수자원 절약을 위한 다양한 프로젝트 지원함 (Sustainable Rural Water Use and Infrastructure Program)
- National Rainwater And Greywater Initiative에 2.5억 달러를 지원하여 빗물 탱크와 그레이워터 시스템을 구축, 식수 확보에 노력 중임
- Water Efficiency Opportunities Program은 최고 수위를 사용하는 기업체들이 물을 좀 더 현명하게 사용하도록 지원함

③ 물 공급처 확보(Securing Water Supplies)

- National Urban Water and Desalination Plan에 10억 달러를 투자하여 제염(Desalination) 및 폭우의 재사용 등에 지원함
- National Water Security Plan for Cities and Towns를 통해 물 절약 인프라 구축 및 물 처리 계획과 같은 실용적인 프로젝트에 자금 지원을 함

④ 위생적인 강 조성(Supporting Healthy Rivers)

- Restoring the Balance in the Murray-Darling Basin Program은 Back Water 권리를 구매하고, 머레이 달링 유역에 강과 지하수를 분리하는 새로운 Cap을 설치함

□ National Water Initiative

○ NWI는 2004년 호주 정부 의회에 의해 결의된 물 개혁(water reform)에 대한 국가적 청사진임

- NWI의 실행은 Water for the Future에 의해서 지원을 받으며 국가 수자원 위원회(The National Water Commission)에 의해 모니터링 됨

○ NWI 하에서, 호주 정부는 환경을 위한 수자원 계획 준비, 과부과되거나 집중된 물관리 시스템 처리, water accounting에 대한 기준 및 권리의 도입, 물 거래(trade) 확대, 물 저장 및 전달에 대한 개선, 지역 물 수요 관리 및 충족 등의 활동을 수행함

□ 기타

○ Northern Australia Water Futures Assessment

- 환경 문화부와 국가 수자원 위원회가 수행하는 다학제적인 프로그램으로 호주 북부지역의 물자원 개발에 대한 정보를 제공하는데 그 목적이 있음
- Water for the Future 프로그램에 의해 2008-09, 2011-12에 걸쳐 1,300만 달러의 지원이 승인되었음

(3) 물 안보에 대한 국가 계획(National Plan for Water Security)

○ 호주 정부는 물 안보에 대하여 심각성을 인식하여, 2007년 초에 물의 효율성을 개선하기 위하여 다음과 같은 10 가지의 계획을 세우고 100억 달러의 예산을 지원함

① 주요 전달 채널을 연결하기 위한 호주의 관개 인프라에 대한 전국적인 투자

② 농장 관개기술과 계량을 향상시키기 위한 전국적 프로그램 계획

③ 물안보 강화 및 환경적 흐름 증가를 위한 물 절약 공유

④ 머레이-달링 유역(The Murray-Darling Basin) 물 할당을 다름

⑤ 머레이-달링 유역를 위한 국가 조직의 신설

⑥ 머레이-달링 유역에 지하수와 표면의 Cap 설치

⑦ 머레이-달링 유역의 핵심 지역에 주요 엔지니어 배치

⑧ 정부와 산업의 의사결정 결정에 필요한 물 데이터를 제공하기 위한 기상청의 역할 확대

⑨ 호주 북부 지역에 물 개발을 위한 TF 형성

⑩ 호주의 그레이트 아테시안 분지(Great Artesian Basin : GAV)의 복구 완성

(4) 국가 수자원 위원회(The National Water Commission, NWC)

○ NWC는 NWI(The National Water Initiative) 결의 하에 호주 수자원에 대한 사용과 지속적인 관리를 이끄는 데 그 목적이 있음

○ The National Water Commission Act 2004를 구축하여 위원회는 COAG와 호주 정부에 국가적인 물관리 주제와 NWI 과정에 대한 조언을 하고, The Raising National Water Standards Program을 재정 지원을 관리함

3.2 국외 기술개발 동향

3.2.2 미국

○ 기후변화 시나리오를 이용한 21세기 기후전망 뿐만 아니라 자연재해, 해양환경, 수문환경에 대한 영향을 예측한 연구가 다수 수행되고 있음

○ 대통령 과학자문위원회의 요구에 의하여 USGCRP(U.S. Global Change Research Program, 미국 지구변화연구프로그램)를 중심으로 기후변화 영향평가 및 적응방안에 관한 연구를 수행하고 있음

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

○ NOAA에서 연구되는 기후변화과학 관련 R&D프로그램 내용은 다음과 같음

- 지구시스템을 구성하는 요소들과 그들 간의 상호작용에 대한 이해를 기반으로 향상된 지구 시스템 모델의 구축
- 지구 시스템 이해를 위한 데이터 제공과 예측 모형 향상
- 지구 관측 시스템 통합에 기여 및 태풍, 가뭄 등과 같은 국지적 문제를 위한 관찰

○ NOAA의 5년 장기 연구 계획에서 Climate 부분과 Weather and Water 부분에 대한 구체적인 내용은 다음과 같음

[표 3-11] NOAA 5년 장기계획 중 Climate 부분의 내용

CLIMATE 1	
연구범위	통합된 글로벌 관찰과 기후상태의 속성을 포함하는 정보의 정기적인 교부를 위한 데이터 관리 시스템 개발
수행과제	통합된 관찰, 분석, 데이터를 통한 기후 시스템의 상태를 이해 및 설명
0-2년 마일스톤	갑작스러운 기후 변화와 기후 극단 상태, 역사적 데이터의 재분석에 대한 Assessment Product 수행
3-5년 마일스톤	정기적인 현재예보 능력, MOC변화에서 10년간의 예측 위한 Prototype 수행 및 조류 측정 연구소와 같은 기후를 위한 해양 관찰 시스템의 구성요소를 완성
CLIMATE 2	
연구범위	기후 촉진 및 순환에 대한 기록 및 이해, 그에 대한 기후 예측에서의 불확실성 감소
수행과제	적기에 제공되는 지구의 기후변화 및 촉진과 순환의 정보를 이용한 기후 불확실성 감소
0-2년 마일스톤	초기 구름/에어러솔의 상호작용에 대한 현장 조사 및 연구
3-5년 마일스톤	기후에 대한 에어러솔의 영향을 살펴보는 시뮬레이션 모델의 불확실성 감소
CLIMATE 3	
연구범위	기후 예측 능력 관리와 개선
수행과제	10년 기상예측을 위한 주간 기상 예측 능력 개선
0-2년 마일스톤	CCTP(기후변화기술프로그램)의 시나리오에 기반한 기후 예상에 대한 CCSP 통합 Assessment Product (기후변화과학프로그램) 수행
3-5년 마일스톤	외부 연구 그룹의 사용에 의한 주간, 월간, 계간에 따른 NOAA의 예측 능력 개선, 10년 간의 기후 예측을 제공하기 위한 능력 개발

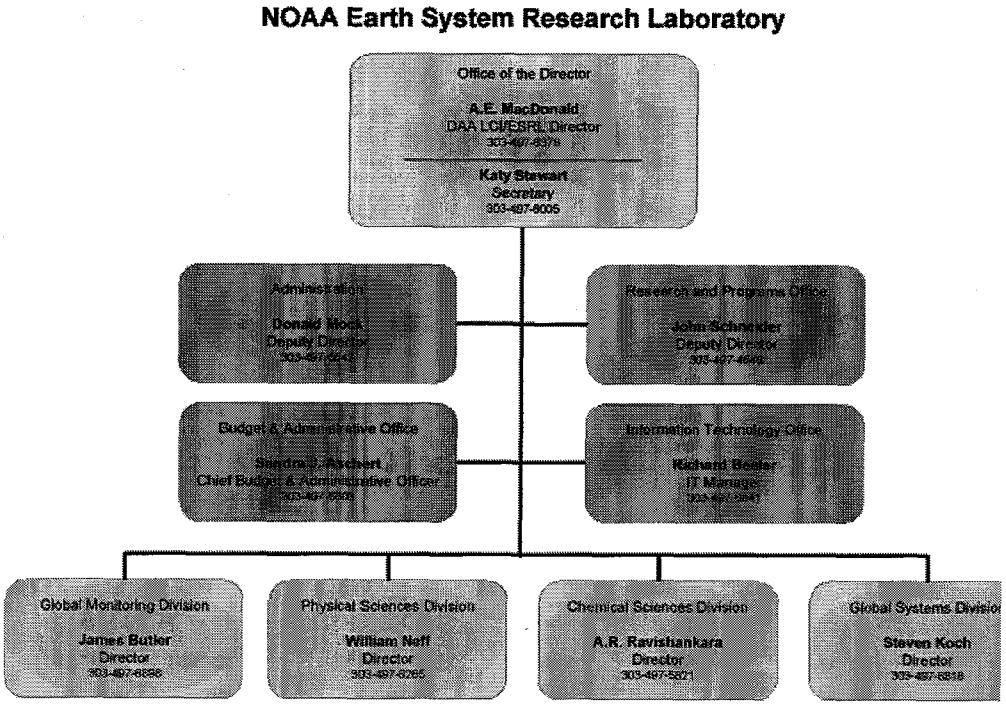
자료 : Milestones by Goal: NOAA5 Year Research Plan for FY 2008-2012

[표 3-12] NOAA 5년 장기계획 중 Weather and Water 부분의 내용

Weather and Water 1	
연구범위	기상 예·경보의 정확도 및 lead-time의 향상
수행과제	기상 및 홍수 예·경보에 대한 lead-time 및 정확성 증가
0-2년 마일스톤	토네이도에 대한 잘못된 경보율의 감소에 초점을 맞춰 적용 가능한 prototype 개발
3-5년 마일스톤	파워 그리드와 인공위성 운영에 대하여 우주의 빠른 기상 감시 및 경보 제공(1-4일)
Weather and Water 2	
연구범위	수자원 예측능력 향상
수행과제	운영 및 서비스에 대하여 진보된 과학기술 개발, 적용에의 증가
0-2년 마일스톤	향상된 레이더 측정 및 위성데이터의 결합
3-5년 마일스톤	분산된 지표의 유거수(하천으로 흘러드는 강우)에 대한 수문학 모델 평가
Weather and Water 3	
연구범위	연안, 하구, 해양에서 NOAA의 이해 및 예측 능력 향상
수행과제	유해하고 심각한 기상 및 수해의 영향에 대한 예측가능성 향상
0-2년 마일스톤	강, 하구, 연안지역 모델의 통합 시스템 정의
3-5년 마일스톤	전조 및 범람에 주안을 둔 쓰나미 경보시스템의 향상

자료 : Milestones by Goal: NOAA5 Year Research Plan for FY 2008-2012

(2) ESRL(Earth System Research Laboratory, 지구시스템연구소)



자료 : http://www.esrl.noaa.gov/

[그림 3-14] NOAA의 ESRL(지구시스템연구소)

○ NOAA의 6개 산하 기관 중 하나인 OAR(The Office of Oceanic and Atmospheric Research, 해양대기연구부)에 지구시스템연구소를 비롯한 7개의 연구소가 운영되고 있음

○ 전 지구 규모에서 지역규모까지 지구 환경 정보와 예보 서비스의 향상을 위해 지구 시스템을 관측하고 이해하는데 목적을 둠

- 기후변화에 영향을 주는 에어로졸, 오존층 파괴, 물관리 등 주요요인을 파악하여 차세대 대기질 모델을 개발함

○ ESRL은 4개의 과(GMD, PSD, CSD, GSD)로 나뉘어 과학과 기술 분야에 있어 필요한 부분을 서로 공유하며, PSD(Physical Sciences Division)와 GSD(Global Systems Division)가 본 연구와 관련이 있음

① PSD(Physical Sciences Division)

- NOAA에서 기후, 날씨, 수자원과 연관된 장단기의 사회 및 과학정책을 수립하는데 지원하고 장단기 예보를 수정 보완함
- 기후모델의 지표 매개 변수 수정으로 기후 예측의 불확실성을 낮추고, 악기상에 대한 단기 예보를 개선함
- 수문학에 초점을 맞추어 날씨-기후에 관한 과학 및 기술을 향상하며, 물관리와 관련된 기후변화 정보 및 이슈를 제공함

② GSD(Global Systems Division)

- 대기, 해양, 물에 관한 과학과 기술의 지식을 NOAA의 다른 부서나 환경과 관련된 단체 및 일반인들에게 연구결과를 발표하며, 단기예보에서 장기 예보까지 지구환경에 관한 모든 정보와 예측 사항을 공유함
- 지역-전지구 규모의 관측시스템 개선, 환경정보 시스템의 개발, 전지구 예보 모델의 개발을 주요 연구내용으로 함

(3) CPO(Climate Program Office, 기후프로그램사무국)

○ CPO는 2005년에 설립되었으며 기후 다양성과 변화가 어떻게 우리의 건강, 경제, 그리고 미래에 영향을 미치는지에 대한 지식을 구축함

○ 기후의 이해를 앞당기고 해양의 변화뿐만 아니라 가뭄을 비롯한 여러 요인들에 의한 기후 영향의 결과에 대한 연구를 제공하며 이 연구는 북극을 포함하여 국제적인 규모로 실시되며 CPO의 세 가지 주요 목적은 다음과 같음

- 통합 관측과 데이터 관리, 그리고 모니터링을 통한 기후 시스템의 상태를 이해하고 기술
- 수십 세기 미래로의 기후 다양성과 변화를 이해하고 예측
- 기후 다양성과 변화에 대한 대응 및 계획의 사회적 기능을 개선

□ 활동 사항

○ CPO는 행정 서비스, 프로그램 기획, 기후 관측, 연구 프로그램, 기후 서비스 및 평가의 5개 부문으로 구성됨

○ 그 중 기후 관측, 연구 프로그램, 그리고 기후 서비스 및 평가에 관련된 사항은 다음과 같음

① 기후관측

- 대양 기후관측 프로그램 : 대양 관측의 글로벌 네트워크를 지원함
- 북극 연구 프로그램 : 북국의 기후 데이터에 대한 분석을 지원하고 기후평가 활동에 대한 정보를 제공함
- 대기 기후관측 프로그램 : 정밀한 관측을 위해 글로벌네트워크를 구축함
- 기후관찰국 : 대양관측의 성과를 다른 기관들의 사항과 조합함

② 연구 프로그램

- 기후변화데이터검출 프로그램 : 데이터 세트 연구자가 이해할 필요가 있는 기후 시스템에 대하여 이용가능한 분석이 될 수 있도록 보장함
- 아메리카에 대한 기후 예측 프로그램 : 북아메리카, 중앙 및 남아메리카에 대한 기후 예측과 수위 예측을 향상시키는 연구를 지원함
- 기후 다양성과 예측 프로그램 : 글로벌 기후 시스템 내에서 대양과 대기의 구성 요소 간의 상호관계에 대한 연구를 지원함
- 기후 테스트베드 : 국립환경예측센터에서 기후 예측 작업에 대한 연구의 변화를 촉진하기 위해 노력함

③ 기후서비스 및 평가

- 지역 통합 연구와 평가 프로그램 : 대학을 기반으로 한 지역 연구기관과 과학 협회를 지원함
- 분야 응용 연구 프로그램 : 사회의 특정 분야에 대한 변화와 잠재적인 반응에 영향을 미치는 제휴연구를 촉진시킴

- 기후서비스 응용연구의 이행 : 운영상의 설정 안의 연구모드에서 신중히 기후 정보를 실험적으로 진행함

- 기후와 사회의 국제 연구 협회 : 국제 기후의 예측과 응용에서 미국의 리더십을 보여줌으로 응용시설과 기후 예측을 이어줌

□ CPO의 기후 프로그램 내용

○ 과거의 기후, 현재와 미래의 기후에 귀착하기 위해서 넓고 복잡한 데이터를 지구 시스템 모델 안에서 이해하는 능력이 제공되며 더 나은 정보를 척도를 대기의 조성과 지구의 기후 변화에 기여하는 피드백에 최적화하는 기능이 제공되며 프로그램의 구성요소는 다음과 같음

① 기후 시스템 관찰 : 관찰 연구와 분석을 토대로 보다 나은 지구 기후 시스템, 기후 예측 향상, 현재 기후변화 예측과 역사적인 관점에서의 이해를 이끌어 내기 위함이며 기후 시스템 관찰 능력을 집중하는 세 분야에는 대기, 해양, 그리고 제어가 있음

② 데이터 관리 및 정보전달 : 사용자에게 관찰 시스템의 센서에서 데이터 및 정보의 이동을 포함한 데이터를 최종 처리하며, 새로운 데이터의 기록과 품질 빠른 액세스 분석 기능을 지원함

③ 2009년도 활동 내용

- 기후 위성 센서의 오랜 기간 동안의 기록으로부터 데이터 분석, 일어날 계획의 데이터 생성함

- 글로벌 오션 시스템 관찰을 유지함

- 미국의 기후 관련 네트워크는 유지하고 국가 통합 가뭄 정보 시스템의 지원으로 114개 관측소에 토양 수분 센서의 설치를 계속함

- 북태평양과 남대서양을 따라 가로지르는 대양의 속성 재측정을 계속함

○ 또한 CPO의 기후 프로그램은 주, 10년, 한 세기로 부터 기후 다양성과 변화를 이해하고 예측하며, 기후 다양성의 영향에 대한 지역 및 국가의 관리자로 더 좋은 계획을 활성화하고 기후 평가와 객관적이고 정확한 정보와 정책 결정을 지원하기 위해 기후 변화 예측을 제공하며 프로그램의 구성요소는 다음과 같음

① 기후 프로세스 이해 : 가스와 에어로졸 관련 중요한 정책 결정에 기후 변화, 탄소 경영 관련 지원하기 위해서 그리고 오존 계층의 복구, 협력의 관계에 있는 다른 기후 프로그램 구성 요소와 정보를 제공함

② 지구 시스템 모델링, 예측, 그리고 예상치 : 기후 다양성 예측에서, 연구 수행, 변경 적용 및 프로젝션 시스템을 개발하고 실험적인 예측을 수행하는 새로운 예측 응용 제품을 개발함

③ 2009년도 활동 내용

- 갑작스러운 기후 변화가 미치는 영향의 패턴, 원인을 계속 실험함
- 대서양 남부 순환의 다양성과 급속한 기후 변화에 대한 영향을 평가하기 위해 시스템을 구축하도록 함
- 20세기 글로벌 기후 분석의 주요 기능을 기후 변화의 원인을 설명하는데 필요한 프로젝트의 개선 예측으로 제공함

o 프로그램, 기후 다양성과 변화의 영향을 평가하기 위해 지역의 적응 전략을 지원하고, 사용자가 필요로 기후 변화에 대한 정보는 해당 제품과 도구를 개발하며 프로그램의 구성요소는 다음과 같음

① 기후, 영향, 그리고 적응력 평가 : 지역 및 섹터의 기후 연구에 주로 초점을 맞춘 경쟁력 있는 보조금 프로그램을 통해 실시하고 있으며 대학에서 지역 통합 과학과 평가 실시

② 기후 서비스 개발 및 납품 : 생산과 지역주의를 해석 및 응용 프로그램에 대한 지속적인 고객 상호 작용을 통해 지방의 기후 서비스를 제공하고 개선함 (원칙적으로 지역 기후 센터와 국립 기상청 현장 사무소의 활동의 조정을 통해 이루어짐)

③ 2009년도 활동 내용

- 기초 및 응용 연구와 진단 및 모델링을 연구를 통해 지역의 기후에 미치는 영향 이해를 높임
- 국가 통합 가뭄 정보 시스템 개발을 유지함

- 연방 파트너 (미국 지질 조사소, 나사, 그리고 미국 농무부) 및 비연방 파트너 (가뭄 완화 센터와 지구 시스템 통합 엔터프라이즈)와 함께 미국의 가뭄 포털의 개발 유지함
- 지역 통합 과학 및 평가 프로그램을 통해 응용 연구 기능을 강화하기 위해 지역 프로그램들을 이어서 통합, 개발 및 기후 정보 서비스를 제공함
- 다음 세대 기후 예보 시스템과 다양한 기후 예보 시스템의 모델을 예측하여 시스템을 새롭게 개선된 객관적인 가뭄 모니터링 및 예측 연구 발전의 전환을 가속화하기 위해 제품 개발을 계속함

(5) CCSP(Climate Change Science Program, 기후변화과학프로그램)

○ CCSP는 USGCRP(U.S. Global Change Research Program, 미국 지구변화연구 프로그램)와 CCRI(U.S. Climate Change Research Initiative, 미국 기후변화 연구이니셔티브)를 포함하고 있으며 각각의 내용은 다음과 같음

① USGCRP

- 1989년 대통령의 발의에 의하여 시작되어 자연적으로 일어나는 기후변화와 인간에 의해 야기된 기후변화가 환경 및 사회에 미치는 영향의 과학적인 연구를 위하여 1990년에 설립됨
- 기후변화와 관련하여 대기구성, 기후변동성 및 변화, 전지구 탄소순환, 전지구 수문순환, 생태계, 토지이용 및 토지피복, 인류의 기여와 반응을 주요 연구 주제로 삼아 워크숍, 세미나 등의 각종 정보와 보고서 또는 연구 성과를 인터넷상에 제공함

② CCRI

- 2001년 6월 행정부의 요청에 따라 국립과학아카데미에 의해 작성된 보고서를 토대로 하여 설립됨
- 기후과학에서 핵심적인 불확실성을 줄이고 불확실성의 측정치를 포함하는 과학지식을 효과적인 결정지원 시스템과 자원으로 통합하는 것을 현저히 개선하는 것에 목적을 둠

○ CCSP의 목표는 과거 및 현재의 지구 기후, 환경의 변화를 분석하여 기후변화를 야기하는 요소에 대하여 정량적으로 입증하고 기후와 관련된 지구변화에 대한 상이한 자연생태와 관리생태계 및 인간시스템의 민감성과 적응성을 이해하며 기후변동성 및 변화와 관련된 위험성과 기회를 관리하기 위해 사용 방법을 개발하고 발전하는 지식의 한계를 식별하는데 있음

○ 또한 본 과제와 관련하여 CCSP의 주요 연구 분야는 기후변화 및 변동, 물순환이며 그에 따른 내용은 다음과 같음

① 기후변화와 변동

- 기후변화와 변동에 관한 연구는 가장 중요한 연구 영역으로써 인간과 자연계에 특히 중요한 기후요소(온도, 강수, 구름, 바람, 폭풍우 등)가 인간의 활동뿐만 아니라 자연적인 변화에 의해서 어떻게 영향을 받는지에 중점을 두고 있음
- 계절 및 10년 단위의 기후예측, 기후변화의 탐지 및 원인규명, 기후변화의 장기예측, 광역 및 지역규모의 극한기후변화, 급격한 기후변화의 원인규명 등을 연구함

② 물순환

- 강수 측정의 정확도 향상, 대기의 온도, 수증기, 복사량, 구름, 강수, 바람 표층 해수의 온도, 식생분포, 눈 및 얼음의 분포 연구 등에 중점을 두고 있음
- 육지로부터 연안으로 유입되는 영양염의 이동 및 계절적인 물순환 변화 예측 향상을 위하여 많은 노력을 기울임
- 인간의 영향과 자연현상의 변화가 어떻게 물의 분포와 질에 영향을 미치는지를 중점적으로 연구함

3.2.3 일본

○ 일본의 기후변화 연구개발은 JAMSTEC, MRI, 동경대가 수행하고 있으며, 이중 JAMSTEC의 R&D 규모와 비중이 가장 큼

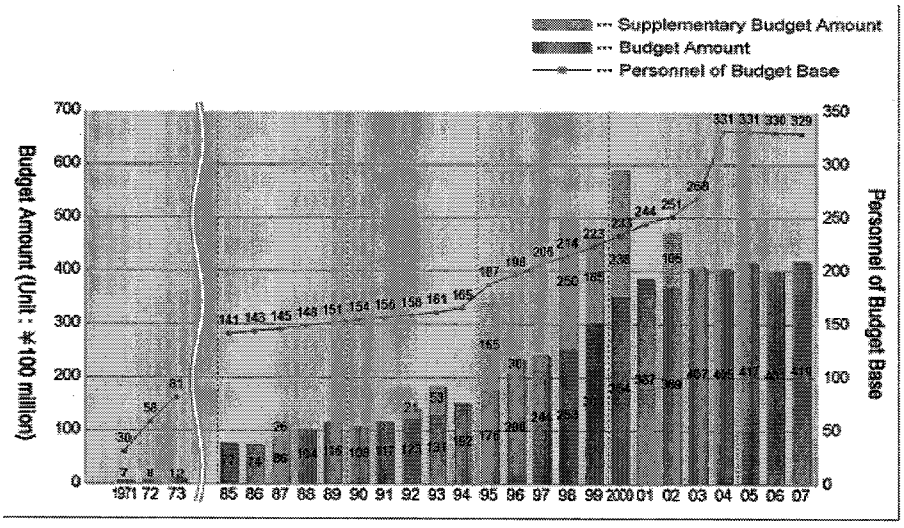
○ 지구변화 프론티어 연구센터(FROGC)를 통해 기후변화에 따른 물순환의 변화와 예측에 관한 연구를 수행하고 있음

○ 이를 기반으로, 고정밀 지구 변동 프로세스 연구와 예측연구를 수행하고 있으며, 국제 프로젝트에도 적극적으로 참여하고 있으며, 영향평가보고서는 주기적('93, '98, '01년)으로 출판되어 IPCC 및 각계에 전달됨

(1) JAMSTEC(Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

○ 1971년 설립된 일본 해양과학기술센터(JMSTEC[24])를 '04년 재구성한 독립 행정기구이며, 해양과학 기술의 학문적 연구에 기여하여 인간의 복지와 번영에 기여하고 있음

○ 예산부문은 '07년 예산이 419억¥으로 매년 지속적으로 증가 추세이고, 인력부문은 지속적으로 증가하여 '04년 이후 정점인 330명 수준임



[그림 3-15] JAMSTEC 예산 및 인력 추이(자료제공 : JAMSTEC)

24) Japan Maine Science and Technology Center

□ JAMSTEC 연구활동

○ 연구 개발 활동은 4개의 주요 연구활동과 2개의 주요 개발 활동을 수행[25] 하고 있으며, 기후변화에 관한 연구는 '미래 지구변화 예측 연구'에서 수행 하고 있음

○ 지구 변화에 관한 연구를 위해 JAMSTEC과 NASDA[26]가 '97년 공동 설립한 프로젝트이며, 20년 계획으로 시작되어 현재 새로운 5년 계획 프로젝트 착수 중에 있음

- 주요 목표는 대기, 해양, 육지의 복잡한 상호 작용을 명확히 하며 이를 포괄하는 모형을 개발하여 지구의 환경 변화에 대한 신뢰성 있는 예측을 수행하는 것임

- 지구 환경 변화의 정확한 예측을 위하여 Earth Simulator[27]를 위한 모형을 개발하고, 현재 기후변화 연구 프로그램을 포함한 5개의 연구를 수행[28]하고 있음

○ 기후변화 연구 프로그램은 아시아 태평양 지역의 장단기 기후 변화를 예측하며 이를 위해 CLIVAR와 WCRP 등 다른 세계 기후연구 프로그램과 긴밀히 협조 체계를 구축하고 있으며, 180명의 연구자 중 약 1/3이 해외 인력임

○ JAMSTEC 산하 일본 지구시뮬레이터센터(ESC, The Earth Simulator Center)에서는 2002년부터 2개 프로젝트를 자국 내 연구소와 계약하여 시뮬레이션, 과학기술 시행을 위한 타당성 공동연구를 추진해 왔음

- 2008년 협업연구과제는 지구 과학(16개 사업), 컴퓨터 과학(2개 프로젝트), Epoch Making Simulation(23개 사업)이 있음

25) 세계 환경 변화 관측 연구, 미래 지구 변화 예측 연구, 지구 내부 역학 연구, 해양 유기체와 극한미생물 연구, 해양 과학과 공학을 위한 기반 기술 연구 개발, 시뮬레이션 연구 개발

26) National Space Development Agency of Japan

27) 지구 환경 변화 예측 연구를 위한 초대형 컴퓨터 시스템으로 현재 세계에서 가장 빠른 속도임

28) 기후 변화 연구 프로그램, 물순환 연구 프로그램, 대기구성 연구 프로그램, 생태계 변화 연구 프로그램, 지구 온난화 연구 프로그램

[표 3-13] ESC 협업연구기관에 따른 연구내용

협업연구기관	연구명	연구내용
건축연구소 (BRI)	지구 시뮬레이터를 이용한 도시지역의 이상기상에 대한 공동연구	· Ultra-High resolution ocean-atmosphere coupled model and urban model의 통합과 발전을 통해 super-high -resolution simulation으로 도시계획과 지역의 이상 기상현상에 대한 홍보를 명확히 하여 도시환경계획, 건축지도, 건설 등에 반영될 수 있도록 함 · 수행기간(2006년~2009년)동안 공동연구를 수행하며, JAMSTEC에서는 해양-대기 연계모델을 개발하고, BRI에서는 도시모델을 개발하여 시뮬레이터의 통합을 추진할 예정임
도쿄대학	지구시뮬레이터를 이용한 풀역터빈발전기의 성능평가 기술개발	· Ultra-High resolution ocean-atmosphere coupled model and urban model의 통합과 발전을 통해 로컬영역의 바람예측능력을 결합시킴 · 수행기간(2006년~2009년)동안 공동연구를 수행하며, JAMSTEC에서는 해양-대기 연계모델을 개발하고, 도쿄대학에서는 풍력터빈모델을 개발하여 시뮬레이터의 통합을 추진함

□ 지구환경변화 감시연구

○ 지구 관측을 통한 환경변화 메커니즘 규명이 주된 연구이며, 하부로는 1) 기후다양성감시, 2) 북해 대변화 감시, 3) 해양의 CO_2축적 조사가 수행되고 있으며, 관련 연구프로그램으로는 기후변화관측연구소(IORGC, Institute of Observational Research for Global Change)가 있음

○ IORGC는 5개의 프로그램과 프로젝트가 수행중이며, 최종 목표는 글로벌 환경변화의 예측임

- 기후다양성 관측연구 프로그램: 10년 이상 기간 동안의 대기와 해양의 다양성, 규명정의, 서태평양, 인도양, 다른 대양과의 상호협력 하에 해양관측시스템을 지속적으로 운영하고, 광범위한 개발을 하는 것임

- 수문순환관측 프로그램: 모델링과 시뮬레이션, 민감도분석을 통해 모델을 통해 구형과 수문순환에 영향을 주는 대륙에 대해 지속적으로 연구를 수행하고 있음

- 전지구온난화 관측 연구프로그램: 해양의 CO_2상승과 해빙 다양성 등과 같이 글로벌 기후의 중요한 프로세스에 대해 조사하는 관찰연구를 수행중임

- 해양의 일반 순환 관측 연구프로그램: 해양의 일반적인 순환과 변화에 따른 물의 이동과 온난화에 대한 규명에 따라 대륙과 대륙 간 수문관찰에 대한 연구를 수행하고 있음

- 해양, 육지, 대기, 상호작용의 통합연구 프로젝트: 각각의 관찰을 통해 구름 시스템 규칙과 메커니즘 규명연구를 위해 노력하고 있음

□ 미래지구변화 예측 연구

○ 인류 및 지구를 위한 미래 기후변화 예측이 주요 연구이며, JAMSTEC의 관리기관인 지구변화 프론티어 연구센터(FRCGC)가 2003년에 설립되었으며, 목적은 지구 미래에 대해 기후와 관련된(생태계, 대기, 수문순환 등) 메커니즘을 규명하여 더 정확한 예측을 하기 위함이며 본 연구와 관련된 프로그램은 다음과 같음

① 기후변화 연구프로그램

- 기후변화 모델그룹(Climate Variations Model Group) : 일반 순환모델들로 커플링된 것과 해양, 대기 모델을 이용하여 인도-태평양 저위도 및 중위도의 해양변화와 대기 메커니즘의 연구를 수행함

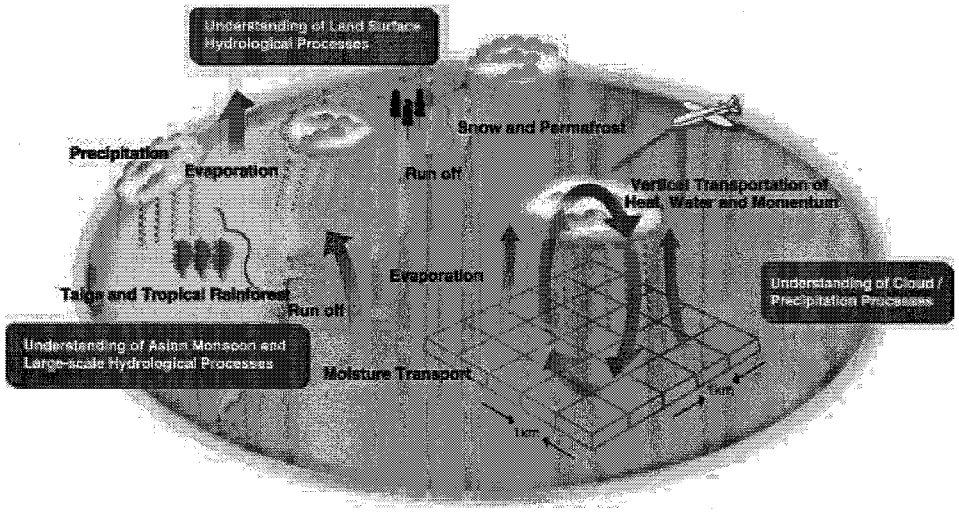
- 기후변화 진단그룹(Climate Variations Diagnostics Group) : 대기-해양 시스템으로 커플링된 자연적 변화에 대한 메커니즘을 연구함

- 기후변화 예측도그룹(Climate Variations Predictability Group) : 기상 및 기후예측의 정확성과 기술적 강화를 위해서 J-COPE활동을 하고 있음

② 수문순환 연구프로그램

- 수상기상 데이터의 종합평가와 모델링을 기반으로 시간규모별 1년 단위의 계절적 수문의 현상에 대해 예측하기위해 물리적 원리를 제공하기 위한 연구를 주요 타겟으로 하고 있으며,

- 대규모의 수문순환 프로세스 그룹(Large-Scale Hydrological Cycle Process Group), 육지표면 수문순환 프로세스 그룹(Land-surface Hydrological Cycle Process Group), 구름/수증기 프로세스 그룹(Cloud/Precipitation Process Group)의 3개 프로세스그룹이 있음



[그림 3-16] 수문순환 프로세스(자료제공: JAMSTEC)

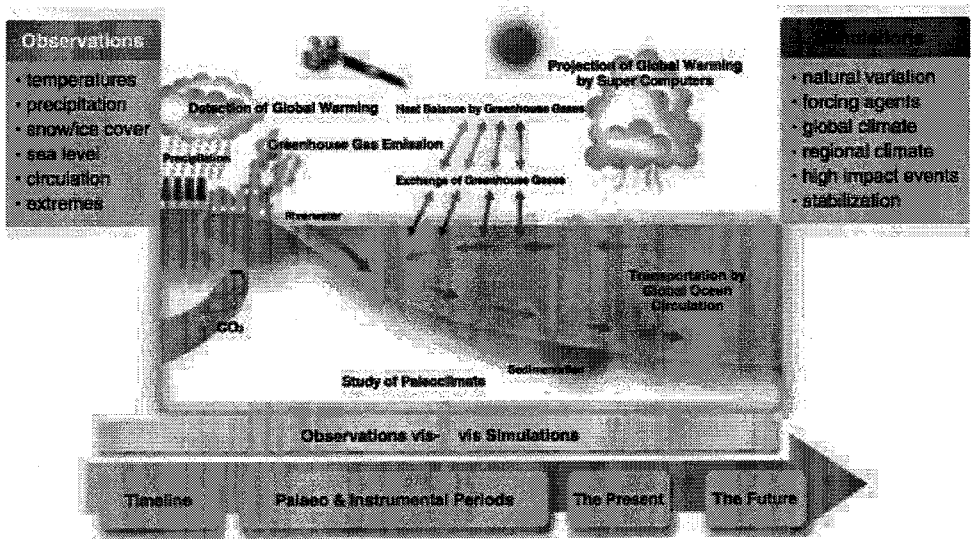
③ 지구온난화 연구프로그램

- 지구온난화의 양적인 측면과 신뢰성 높은 데이터 생산을 위한 연구활동을 수행하고 있으며, 다음과 같은 3개의 하위 연구그룹을 통해 최종 목적을 달성하고자 함

  · 지구온난화 연구그룹(Global Warming Research Group) : 미래 기후변화, 기상변화의 물리적 메커니즘을 탐사함

  · 조합모델개발 그룹(Coupled Model Development Group) : 다양한 시간규모에서 기후변화 재현(복구)할수 있는 대기-해양-대륙이 조합된 모델을 개발하는 것임

· 고기후 연구그룹(Paleoclimate Research Group) : 본 연구는 고시대의 기후변화 제어, 얼음층 크기, 해양순환의 물리화학적 프로세스를 탐구하는 것으로써, 천문학 이론을 바탕으로 빙하기, 중빙하기에 대해 4차원의 기후변화에 대해 평가할 수 있는 것으로 이는 고기후 예측과 지구변화의 시뮬레이션은 향후 미래기후의 예측에 매우 중요한 정보로 작용될 수 있음



[그림 3-17] 지구온난화로 인한 영향 예측 시뮬레이션(자료제공: JAMSTEC)

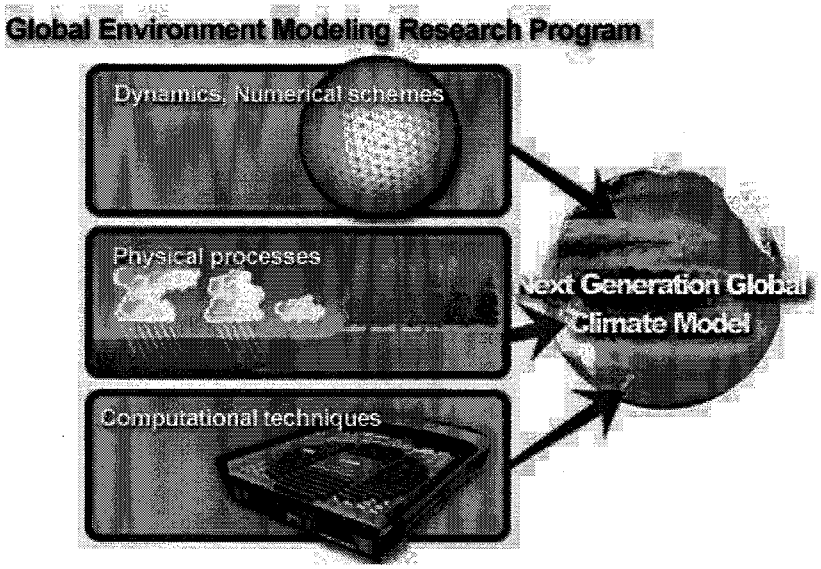
④ 지구환경모델링 연구프로그램

- 본 연구프로그램은 기후예측에 절대적으로 필요하고 충분히 사용될 수 있는 것으로 매우 고도화된 모델과 새로운 모델을 개발하는 미션을 가지고 있으며 각 모델 개발 그룹은 다음과 같은 특징을 갖고 있음

· 차세대모델 개발 그룹(Next-Generation Model Development Group) : 슈퍼 고해상도 대기모델과 해양 일반 순환 모델을 개발하는 연구그룹으로 5km mesh보다 적은 규모의 시뮬레이션 모델을 개발하려고 하고 있음

· 통합 지구시스템 모델 개발 그룹(Integrated Earth System Model Development Group) : 지구기후변화를 위한 신뢰성 높은 예측제공과, 상호작용에 대한 시뮬레이션이 가능한 통합 지구시스템 모델을 개발하는 것이 주요 연구목적임

· 해양데이터 동화 연구그룹(Ocean data Assimilation Research Group) : 주요 연구는 4차원의 다양한 데이터 동화방법(4D-VAR)을 개발하는 것임



[그림 3-18] 지구환경모델링 연구 프로그램(자료제공 : JAMSTEC)

□ 시뮬레이션 연구 및 개발

○ JAMSTEC 지구시뮬레이션 센터(ESC)에서는 태풍의 이동경로, 지구내부구조, 이상기후 공간의 예측에 관한 시뮬레이션을 수행하고 있음

○ 지구시뮬레이션 센터(ESC)에 3개로 분류된 시뮬레이션 및 연구프로그램이 있으며 그에 대한 내용은 다음과 같음

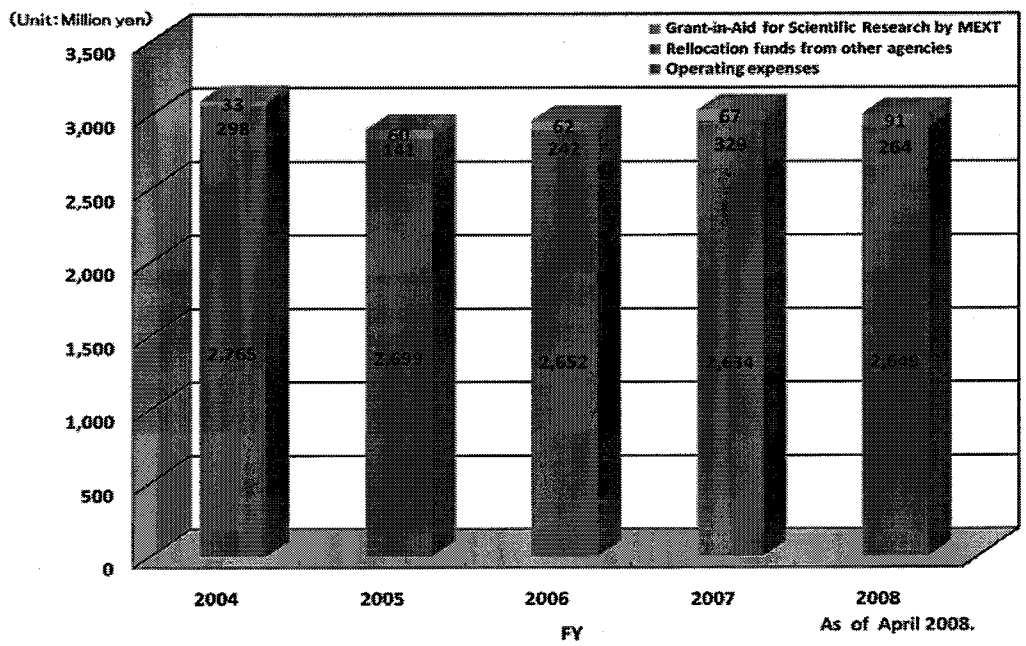
- 컴퓨터 지구과학 연구프로그램 : 대기와 해양 시뮬레이션 연구그룹, 토양 지구 시뮬레이션 연구그룹
- 시뮬레이션 고도화 및 기술개발 프로그램 : 멀티스케일 시뮬레이션 연구그룹, 인식 고도화 연구그룹
- 전체 시뮬레이션 연구 프로그램

○ 또한 지구시뮬레이터(OFES) 데이터 이용을 위한 OGCM과 슈퍼 컴퓨터 시스템 계획수립 및 운영부서가 연계되어 있음

(2) MRI(Meteorological Research Institute)

○ JMA(Japan Meteorological Agency)의 부속기관인 MRI는 1997년 설립되어 2개의 조정부서와 함께 현재 9개의 부서에서 기상, 기후, 태풍 등에 관한 연구를 수행하고 있음

○ MRI에서는 2004년에 3,096만엔, 2007년에는 3,004만엔, 2008년에는 3,030만엔의 R&D 예산이 투자되었음



[그림 3-19] MRI의 예산('04년도-'08년도)

○ MRI는 IPCC의 지구 온난화 연구에 기여하고, WMO에서 수행 중인 WCRP에도 적극적으로 참여하고 있음

□ MRI 연구활동

○ MRI(Meteorological Research Institute)는 9개의 연구그룹별로 특성 있는 프로젝트를 수행하고 있음

[표 3-14] MRI의 9개 연구그룹

연구부서	연구 프로젝트
예보연구부	- 비정역학 모델을 이용한 Meso스케일의 기후현상의 이해와 예측 연구 - 기후변화와 관계된 부분과 일본의 이상기상에 관한 연구
기후연구부	- 2002년 고해상도 지구 및 지역기후모델 RR2002를 개발하였음 - 기후시스템과 기후다양성에 관한 연구 수행 - 기후변화와 관계된 일본의 이상기상에 관한 연구 - 대기중 복사강제력 프로세스의 종합적 연구 - 계절적 예보모델의 커플을 통해 대기-해양 모델 개발과 뉴 앙상블방법에 관한 연구 - 지구온난화의 일본기후변화 종합프로젝트를 수행하고 있음
태풍연구부	- 태풍예측의 증진의 목적 달성을 위해 수치 모델 개발을 수행하고 있음
물리기상연구부	- 1st 연구센터에서는 구름과 수증기의 물리학을 연구하고 있음 연구테마 : 복합구름의 초기증발 메커니즘 연구 - 2nd 연구센터에서는 대기층에 대해 연구하고 있음 연구테마 : 대기층의 난류이송프로세스와 구조 연구, 에너지 균형의 종합감시 - 3rd 연구센터에서는 대기복사강제력에 대해 연구를 하고 있음 연구테마 : 대기와 표면시스템의 복사이송모델링, 대기 에어로솔과 눈/얼음 표면 자체 빛의 이론 및 실험 연구
대기환경 및 기상연구지원부	- 수치모델과 관측방법을 이용하여 이산화탄소, 오존 및 에어로솔의 농도 변화 프로세스를 이해하는 연구를 주로 수행중임
기상위성 및 감시시스템 연구부	- 도플러 레이더, 광선 레이더, 풍향모형, 기타 다른 방법으로 지구위성감시 및 기상을 포함한 관측시스템의 연구를 촉진하는 것임 연구활동 : 위성데이터 분석과 프로세스 연구, 알고리즘 분석을 위한 도플러 레이더 활동, 대기의 미세한 구성물질의 광선레이더 관측기법 연구, 기상감시 시스템 연구
지진 및 화산 연구부	- 1st 연구센터는 해일예보 예측의 정확도 증진 연구를 수행 - 2nd 연구센터에서는 지구지각의 구조 및 지진프로세스 기초연구와 지진 싸이클의 일시적 특징과 공간변화, 지각변동에 대한 연구를 수행 - 3rd 연구센터는 기상교정 및 다른 방법에 의한 화산관측의 정확도 증진 연구를 수행 - 4th 연구센터는 지진활동현상 및 진원지 현상에 따른 지각불균형 효과 연구
해양학 연구부	- 해양변화예측과 해양현상을 이해하는 수치 모델구조와 관측데이터를 분석하는 방법을 개발하는 연구를 수행하고 있음
지구화학 연구부	- 기상연구, GRD의 연구자에 의한 기후변화, 환경과 연계된 해양 및 대기의 화학물질에 대한 연구를 수행

○ 연구그룹 중 기후연구부의 경우 5개의 연구실과 1개 지원실이 있으며, 각 연구실의 프로젝트는 다음과 같음

[표 3-15] MRI 기후연구부의 연구실별 프로젝트

연구실	연구 프로젝트
1st	· 기후모델개발(대기-해양-육지 표면모델) · 기후 및 기후다양성 수치모델연구 · 계절적 예측과 예측가능성 · 21세기 아시아의 수자원과 수자원 다양성 · 산업혁명이후의 기후시뮬레이션 · 강을 기본으로 빠르게 증가하는 오염에 대한 수자원 유지 시나리오(CREST) · 건조지역의 농업 생산시스템의 기후변화영향(ICCAP) · 지구 토양 습윤 프로젝트(GSWP2) · TRMM데이터를 이용한 GCM시뮬레이션 예측 평가 · 고기후 시뮬레이션(PMIP2) · 인도네시아 해양로, ENSO 파나마운하, 몬순의 영향
2nd	· 기후변화와 이상기상 메커니즘을 이해하는 관측데이터를 이용한 지구규모대기순환의 장기간의 다양성예측 시험 · 다양성 수치시험은 AGCM 대기일반 순환모델로 수행함
3rd	· 주로 항공기를 이용한 구름의 다양한 요소(속성) 분석을 위한 관측을 실시하고 있으며, 3가지 영역의 연구를 수행하여 기후의 상호작용 이해도를 높이는 연구를 진행 중 1) 항공기를 이용한 관측 : 지상-에어로솔, 구름 구조, 종류, 복사특성 관측을 실시 2) 분석 : 구름의 높이와 크기, 모양, 종류 등을 분석하고, 구름높이에서 위성데이터 분석을 실시 3) 에어로솔과 구름의 복사효과에 대한 수치모델링 연구를 실시
4th	· 지구시스템 모델개발(Earth System Model, ESM) 프로젝트를 수행하고 있으며, MRI의 ESM은 대기권, 지권(land), 수권(River Lake, Ocean)으로 구분되어 있음 · 각각의 모델개발과 원인규명과정의 연계와 피드백을 통해 상관(Coupling)관계 분석모델 개발을 통해 ESM개발을 추진해 왔음 · IPCC 4차 보고서의 평가를 위해 기고하였으며, 지구기후모델(MRI-CGCM2.3.2)로 지구온난화 프로젝트를 수행 · MRI-CGCM1으로 지구온난화 시뮬레이션을 연구 중
5th	미개설

3.2.4 EU

○ EU의 기후변화과학에 대한 연구개발은 영국이 주도적이며 핀란드, 프랑스, 독일, 스페인 등의 국가에서도 기후변화 예측·영향 프로그램이 추진 중임

○ EU는 기후변화 중점연구 개발 분야를 다음과 같이 3가지 분야로 나누어 진행함

- 기후변화와 그 영향에 대한 이해·관측·예측
- 기후변화 경감, 그 영향에 대응하는 방법의 유효성·비용·이익 분석을 위한 도구
- 기존의 기후 관련 기술의 개선·검증·전개 및 신기술 개발

□ FP7(7th Framework Program, '07-'13)의 환경연구

○ FP7의 테마6인 환경연구는 인간 활동과 생태계의 상호작용을 기초로 환경과 자원의 지속가능한 관리를 목적으로 함

- 범세계적 환경이슈에 대응하는 신기술, 도구 및 서비스를 개발
- 기후, 생태계, 지구 해양시스템의 변화 예측에 주안점을 두는 것보다 환경 감시, 예방, 환경압력과 위험 완화를 위한 도구 개발에 초점을 둔 연구 추진
- 환경연구의 주요 4개 분야를 ①기후변화·오염과 위험, ②자원에 대한 지속가능한 관리, ③환경기술, ④지구감시 및 지속가능한 개발을 위한 평가 도구로 구분하여 추진함

○ 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

[표 3-16] FP7의 환경연구

연구활동	연구요약	내용
기후변화에 따른 위협	FP7의 주요 연구주제인 기후변화와 자연재해 등을 포함한 연구활동	- 기후와 지구시스템 간의 연구와 대기, 수질, 토양오염 문제, 기후와 대륙 및 해양 간 대류현상이 생물다양성과 생태에 미치는 영향에 대한 연구 - 인간 건강에 영향을 끼치는 환경 인자에 대한 연구와 동물 실험을 대체할 수 있는 유독 물질 위해성 평가 방법, 환경건강 위험도를 시험할 수 있는 정량화된 비용측면의 효과적 방법론과 예방 평가 항목 개발 - 지리학적 취약성을 파악하고 조기에 환경 재앙(지진, 화산폭발, 쓰나미, 폭풍, 홍수 등)을 예측할 수 있는 방안 개발과 환경재앙 예방을 위한 조기 경보시스템과 재앙 완화 전략도 개발
지속 가능한 자원 관리	천연자원, 인공자원, 그리고 생물다양성의 보호 및 관리에 대한 연구와 해양 환경 분야의 연구	- 자연 및 인공자원의 지속가능한 관리 기술이 개발 <세부주제> 생태계, 수자원 관리, 폐기물 처리와 보호, 생물다양성 관리와 보호 토양 보호, 해변보호, 사막화 및 토지 침식 방지, 삼림관리, 도시환경관리, 데이터 관리와 정보 서비스 등 - 해양 환경 변화에 대한 지속적인 연구 <세부주제> 인간 활동이 해양 환경과 해양 자원에 미치는 영향에 대한 연구, 근해 및 해변 주위 오염과 부영양화 문제, 심해 생태계 연구, 해양 생물 다양성 추이 평가, 해저 지리학 연구가 병행됨
환경기술	자연 및 인공 환경에 대한 관찰, 시뮬레이션, 예방, 개선, 적응 등에 관련된 연구 및 문화유산 보호, 기술평가 등과 관련된 기술개발	- 자연 및 인공환경에 대한 관측, 예방, 완화, 적응, 조치 및 복구를 위한 환경 기술로 물, 기후, 공기, 바다, 도시 및 농촌환경, 토지, 폐기물 처리, 재활용, 재사용, 청정 생산, 화학물질 안전성, 문화 유산보호와 관련된 각종 환경 기술에 대한 연구가 이루어짐 - 기술평가, 검증 및 시험 기술로서 기술, 공정 및 제품의 수명주기 평가, 환경 위험 평가를 위한 도구 및 방법론도 개발
지구관찰 및 지속 가능한 개발을 위한 평가 툴	글로벌 지구 관찰 시스템(GEOSS) 개발과 미래예측 방법 및 평가 툴 개발	- 지구환경현상을 이해하고, 모델링화, 예측하기 위한 정보의 최적화, 시스템 간 상호 운영성 확보를 위한 지구관측 기술과 시장, 외부효과 등을 고려한 경제, 환경 사회간 영향력 체계의 모델링, 토지 사용과 해양 이슈 등에서 지속 가능성 평가를 위한 방법론 개발, 기후변화에 따른 사회경제적 동태 파악에 대한 연구

3.2.5 영국

□ UKCIP(The UK Climate Impacts Programme, 영국 기후 영향 프로그램)

○ UKCIP는 1997년에 기후변화의 영향에 대한 과학적 연구를 끌어올리고, 이런 불가피한 영향들에 여러 조직들이 적응하는 것을 도와주기 위해 설립됨

○ UKCIP는 환경식량농촌지역부(Department for Environment, Food and Rural Affairs, DEFRA)에서 지원을 받으며 옥스퍼드 대학의 환경변화연구소(The Environmental Change Institute)에 기초를 두고 있음

○ UKCIP에서는 정부를 대신해서 기후변화 시나리오를 발간하며 이는 현 세기에 영국의 기후가 어떻게 변화할 것인지를 보여주며, 이는 기후변화의 영향에 대한 연구에 넓게 사용됨

○ 또한 기업체 및 여러 조직이 기후변화에 어떻게 영향을 받을 것인가를 평가하는 것을 도와주기 위한 파트너십을 맺고 있음

○ UKCIP의 수자원에 대한 연구는 크게 다음과 같음

① Climate Change & the Demand for Water (CC:DeW)

- CC:DeW는 물수요에 대한 더 많은 정보를 산업체나 이해관계자에게 제공하기 위해 환경식량농촌지역부(Department for Environment, Food and Rural Affairs, DEFRA)에 의해 임명한 컨소시엄임

② Defra Cross-Regional Research Project C: Water

- 기후변화 안에서 어떻게 수자원을 관리할 것인가에 대한 실무적인 지침을 개발하는 것이 이 연구의 목적임

- 이 프로젝트는 영국의 두지역의 기후변화의 영향과 적응가능 전략에 대한 사례 연구에 기반을 두어 수행되었음

③ RegIS & RegIS2

- RegIS Project는 이스트 앵글리아(East Anglia)와 영국의 북서지역의 미래 기후와 사회경제적(Socio-economic) 변화를 모의실험이 가능하도록 제작된 소프트웨어임

- 이를 통해서 기후 지표 및 사회경제적 변화에 대한 민감도를 빠르게 측정할 수 있으며, 미래 시나리오의 불확실성에 대한 영향과 미래 변화에 대한 지역적인 반응 등을 연구할 수 있음

3.2.5 캐나다

□ C-CIARN

○ C-CIARN은 해수면, 농업, 수산업, 산림, 건강, 수자원의 연구분야에 참여하고 있으며 각각의 세부적인 사항은 다음과 같음

① 해수면

- 2001년 3월 인위적 기후변화로 인한 해안가의 영향과 적응 연구 및 취약성에 대하여 워크숍을 개최, 해안가의 환경이 대기, 지표온도, 폭풍의 강도 등에 의해 상당히 취약하다는 것을 밝히는 등의 다양한 연구가 진행 중임

② 농업

- 기후변화로 인한 농업분야의 취약성, 위험성에 대한 연구 활동을 활성화하여 정책 수립을 위한 기초자료를 제공하고자 하며, 기후변화의 영향으로 인한 농업의 취약성을 극복하기 위하여 각종 실험을 수행하고, 그 결과를 C-CIARN의 네트워크를 통해 전달하고자 함

③ 수산업

- 캐나다 태평양 해양수산 연합단체와 연관되어 있으며, 정책적 측면의 중요성을 가지고 있을 뿐만 아니라 이를 뒷받침하기 위한 다양한 연구를 수행하고 있음

④ 산림

- 연구가, 산림 관리자, 정책 결정자, 산림 관련 위원회 대표들이 연합을 이루어 기후변화로 인한 영향 및 효과를 이해·분석하며 이를 통해 효과적응 전략을 수행하여 기후변화의 현실성을 감지하고자 노력하고 있음

⑤ 건강

- 기후변화와 건강에 관한 연구개발의 촉진을 위해 설립되었으며, 보건관련 정책 결정자들에게 정보를 제공하고 캐나다 국민들에게 인류건강에 대한 기후변화의 효과를 이해할 수 있도록 지원하고 있음

- CCHO(The Climate Change and Health Office)에 의해 운영되고 있으며 건강과 기후변화에 대한 8개의 주요 이슈를 다루고 있고, C-CIARN의 건강 분야는 CCHO의 주요 이슈 중 5개의 분야에 걸쳐서 연구를 진행하고 있음

⑥ 수자원

- 기후변화와 수자원에 관한 지식 정보를 실시간으로 웹 사이트를 통해 전달하고 있으며 정책결정자, 연구자, NGO 간에 네트워크 형성으로 원활한 활동을 도모하고 있음

- 2002년 1월에 설립되어, 각종 워크숍과 세미나, 포럼을 개최하여 관련 연구자 및 정책결정자들에게 많은 지식과 정보를 제공하고 있으며 지역대학, 연방정부, 개안, NGO 등에게 재정적 지원을 받고 있음

3.2.6 호주

□ 호주 기상·기후 연구 센터(The Centre for Australian Weather and Climate Research, CAWCR)

o 호주 기상청의 호주 기상·기후 연구센터는 호주의 대기 및 해양에 관련하여 기상청과 CSIRO(연방과학산업연구기구) 간의 파트너십 관계임

o 이 센터는 두 기관에 의해 2007년에 설립되었으며, 기상 및 해양의 관측과 평가, 기후변화, 계절예측과 기후 가변성, 기상 및 환경 예측에 관련된 연구를 수행함

o 이 중 기후 변화에 대한 연구는 기후 변화에 대한 지식 및 사회적 위험 평가에 대한 데이터와 툴을 제공하며, 기후 변화에 대한 더 나은 의사 결정을 촉진하는데 그 목적이 있음

□ 호주 기후변화 연구 프로그램(Australian Climate Change Science Program)

o 호주 정부는 그린하우스에 대한 다양한 영역의 과학 연구 활동을 지원하고 있으며 호주의 기후변화부(DCC)에 기후변화 연구 프로그램을 진행하고 있음

o 이 프로그램은 호주 정부연방과학산업연구기구(CSIRO, Commonwealth Scientific Industrial Research Organisation)나 호주 기상청과 같은 다른 과학부서와 함께 수행됨

o 이 프로그램의 주요 테마는 4가지로 호주의 기후 변화의 핵심 요인의 이해, 기후 모델링 시스템의 개선, 기후 변동 및 극한 현상, 지역 기후 변화 연구 및 국제 연구 협력 등이 있음

제 4 장 국내 정책 및 연구개발 동향

□ 조사 목적

○ 국내 정책 및 연구개발 동향 조사는 본 기획연구의 방향성 수립을 위해 정부 및 각 부처에서 추진하는 정책과 기 수행되거나 현재 추진 중인 국가연구과제를 조사하여 향후 시사점을 도출하기 위함임

□ 조사 범위 및 방법

○ 본 조사는 기후변화 대응과 관련된 정책 추진 동향과 기술개발 동향을 구분하여 정리하여 2000년 이후 자료 중심으로 정리하였으며, 각각의 조사 범위 및 방법은 다음과 같음

- 정책 조사는 1차 기후변화 종합대책에서 기후변화 대응 종합기존계획 및 상세계획까지 정부 측면에서 추진된 계획을 조사하였으며, 각 부처별 정책은 국가 물관리와 관련된 국토해양부, 환경부, 행정안전부, 농림수산식품부 등을 중심으로 정리함

- 기후변화 대응 물관리 기술개발 현황 조사는 크게 사업단 및 연구단에서 수행되거나 추진 중인 과제와 각 부처별 국가연구개발과제, 향후 추진과제로 구분하여 조사하였으며,

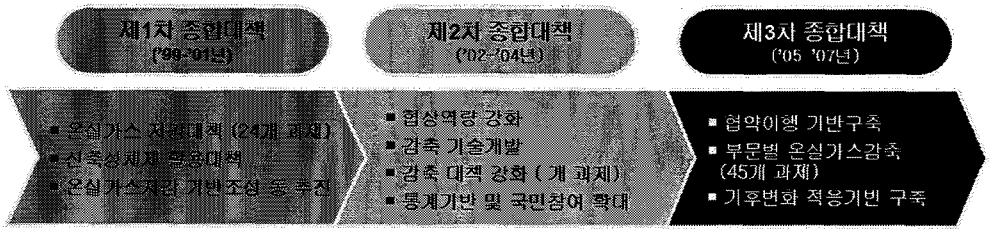
- 조사 범위 및 방법에 있어서는 2000년 이후 국가 물관리와 관련된 국가연구개발과제를 교육과학기술부에서 운영하는 국가과학기술지식정보서비스(NTIS) 자료와 관련 분야의 문헌, 인터넷 자료 등을 활용하여 정리함

4.1 국내 정책 동향

4.1.1 국가 차원의 기후변화 대응 정책 동향

○ 우리나라는 기후변화에 대응하기 위하여 '99년부터 '07년까지 3차에 걸쳐 종합대책(3개년)을 수립·추진하여 온실가스 감축 및 기후변화 협약 대응과 관련한 종합대책을 수립함

- 또한, '01년 9월 기후변화대책위원회(위원장 : 국무총리)를 설치하고 기후변화 대응을 위한 실무조직을 운영함



자료 : 국무총리실(2008), 기후변화 4차 종합대책

[그림 4-1] 기 추진된 기후변화 종합대책 주요 내용

○ 그러나, 기후변화 대응 중장기 전략 및 목표가 부재하고 소극적인 대응 문제 등이 발생함에 따라 환경대책·산업정책·국제협상 등을 포괄하는 기후변화대응 종합대책을 수립·추진할 필요성이 제기됨

○ 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 국가성장을 견인하는 '저탄소 녹색성장(Low Carbon, Green Growth)'을 제시('08. 8.)하는 등 기후변화에 대응하기 위한 다양한 활동 등을 추진하였으며,

○ 지난 제5차 기후변화대책위원회('08.9.)에서는 "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.)

□ 녹색성장전략

○ 정부는 환경위기와 자원위기에 동시 직면함에 따라 녹색기술개발과 투자확대를 통한 지속가능한 미래 선진 국가 실현을 위하여 '08. 8. 녹색성장(Green Growth)* 전략을 수립하고,

* 녹색성장(Green Growth) : 환경(Green)과 경제(Growth)가 상충된다는 고정관념에서 탈피하여, 양자의 시너지를 극대화하는 것(경제성장이 환경개선에 기여하고 환경이 성장 동력으로 전환되어 경제와 환경이 선순환하는 새로운 국가발전 전략')

○ 에너지·환경문제뿐만 아니라 일자리와 성장 동력 확충, 기업경쟁력과 국토 개조 및 생활혁명을 포괄하는 종합적인 실천전략을 수립함

[표 4-1] 녹색성장을 위한 실천전략 및 주요 내용

실천전략	주요 내용
신성장동력 확충을 통한 新국가발전	- 녹색기술 연구개발 투자를 두배이상 확대하여 핵심 녹색기술 확보 - 녹색산업의 집중육성과 수출산업화(에너지 수입국에서 수출국으로) - 에너지 다소비·요소집약형에서 저탄소·지식집약형 산업구조로 전환 및 녹색산업을 통해 일자리를 창출하여 '일자리없는 성장' 문제 해결
국민의 삶의 질 제고와 환경개선	- 사회시스템(국토·도시, 교통 등) 개선을 통해 생태효율성 및 삶의 질 개선 - 점진적 가격구조 조정, 녹색제품 구매유도 및 국민 실천운동을 통해 저탄소 녹색소비·생산양식으로의 전환 - 기후변화 예측 선진화 및 폭염·홍수 등 재난관리체계 강화
국제사회 노력에 기여	- 국가 환경비전을 브랜드화하고 그린코리아 홍보로 국가 브랜드가치 제고 - 선·개도국간 가교역할 수행을 통해 글로벌 리더십 발휘

자료 : 국무총리실(2008), 저탄소 녹색성장 추진전략 주요내용

□ 기후변화 대응 종합기본계획

○ '08년 9월 "범지구적 기후변화대응 노력에 동참하고 녹색성장을 통한 저탄소 사회 구현"을 비전으로 하는 기후변화대응 종합기본계획을 수립하고 같은 해 12월 이에 따른 세부이행계획을 심의·확정함

○ 본 계획에서는 기후친화산업을 신성장동력으로 육성, 국민의 삶의 질 제고와 환경 개선, 기후변화 대처를 위한 국제사회 노력의 선도라는 3가지 목표를 달성하기 위해 11개 추진과제를 제시함

○ 이 중 국민의 삶의 질 제고와 환경개선이란 목표아래 기후변화 적응대책 추진으로 안전사회 구축이란 추진과제를 제시함으로써 국가차원의 기후변화 영향평가 및 적응종합계획을 수립함

< 부문별 적응대책 주요 추진과제(예시) >

① 생태계 부문
- ○ 단기 생태계 변화연구 및 생태 장기 모니터링 기반 구축
- ○ 생물다양성 영향 및 식생대 이동에 따른 대응책 수립
- ○ 고유종 서식지 변화 및 생태계분야 종합적 취약성지도 작성

② 대기 부문
- ○ 국제 공동관측 및 모델검증 프로그램 참여
- ○ 대기오염 측정망 확충 및 예·경보시스템 운영

③ 건강 부문
- ○ 기후변화로 인한 건강영향평가 및 건강위해감시체계 구축
- ○ 기상재해대비 건강경보체계 구축 및 건강보호대책 수립
- ○ 말라리아 등 기후변화 관련 질병 예방관리체계 강화

④ 농업/수산 부문
- ○ 농작물 품종개량, 농업기상 재해경보 및 피해경감 시스템 구축
- ○ 기후변화에 따른 수산·양식자원 변동과 대응방안 수립
- ○ 한반도 온난화 대응 난지 및 고랭지 작물의 지역적응 대책 수립

⑤ 산림 부문
- ○ 산불, 산사태, 병충해 등 산림재해 예측 및 적응시스템 구축
- ○ 산림 생태계 변화 모니터링과 기후변화 영향 평가 및 적응전략 수립

⑥ 해양 부문
- ○ 해양부문 기후시스템 모델 및 예측기술 개발 등 해양관측 인프라 구축
- ○ 해수면 상승에 따른 연안재해관리 시스템 및 생태계 기반 연안환경 통합관리체계 구축

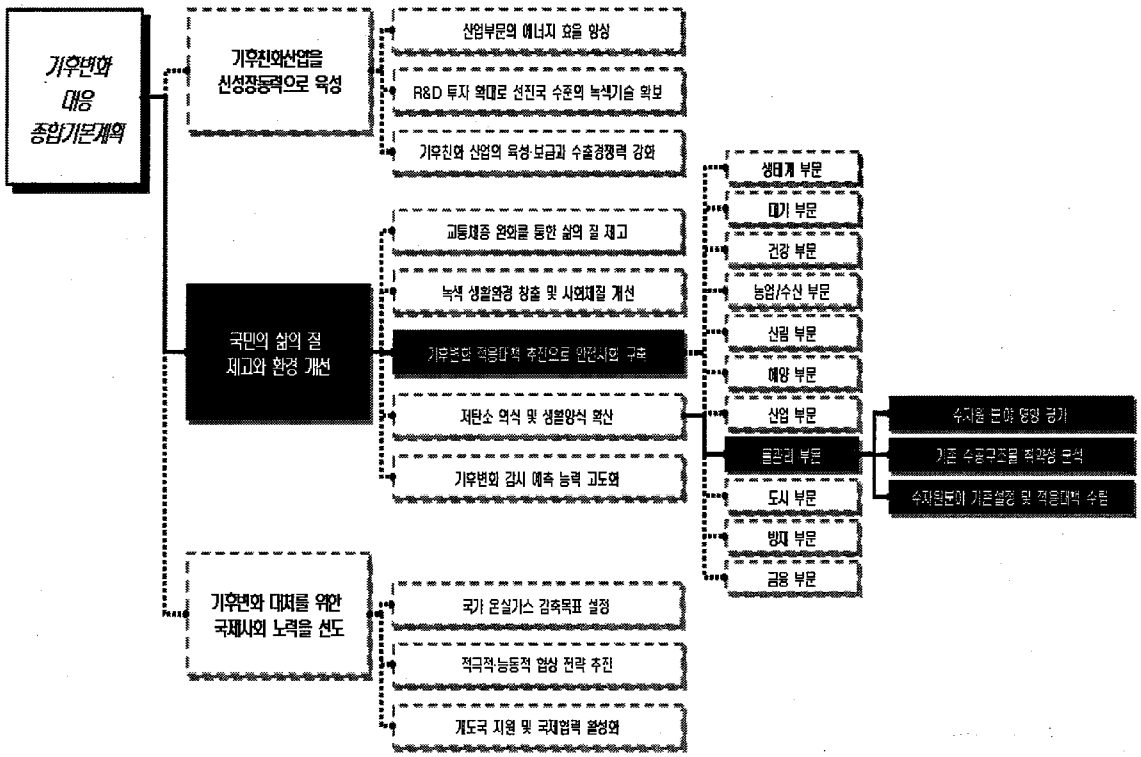
⑦ 산업 부문
- ○ 에너지수급부문 장단기 영향 분석 및 전력 수요관리대책
- ○ 에너지·산업부문 기후변화 적응방안 수립

⑧ 물관리 부문
- ○ 기후변화에 따른 홍수, 가뭄, 하천환경 등 수자원분야 영향평가
- ○ 기후변화에 따른 기존 수공구조물 취약성 분석
- ○ 기후변화에 대비한 수자원분야 기준설정 및 적응대책 수립

⑨ 도시 부문
- ○ 도시하천 침수피해 방지대책 수립 및 건축물 안전기준 강화
- ○ 건물, 교통 분야 재해 취약성 영향평가 및 적응대책 수립

⑩ 방재 부문
- ○ 기후변화와 재난 발생 유형 변화에 대한 영향 분석 및 연구
- ○ 국가차원의 통합 재난대응체계 구축 및 방재기준 재설정
- ○ 거대 재해대비 방재산업, 교육기반, 재해경감활동 등 인프라 조성

⑪ 금융 부문
- ○ 탄소배출권펀드 등의 기후변화 관련 파생 금융시장 활성화
- ○ 풍수해 및 농작물재해보험 등 자연재해 관련 보험제도 강화



[그림 4-2] 기후변화 대응 종합기본계획의 물관련 연구 대상 분야

□ 기후변화 대응 세부이행계획

○ 또한, 정부는 '08년 12월 '기후변화 적응대책 추진으로 안전사회 구축' 과제를 추진하기 위해 주관부처 및 협조부처를 지정하여 23개 세부이행계획을 수립하였으며, 이중 국토해양부에서 예산을 투입하여 추진할 사업내용을 정리하면 다음과 같음

< 기후변화 적응대책 추진으로 안전사회 구축 세부이행계획 >

2-3-1. 국가 기후변화 적응 종합계획(마스터플랜) 수립
2-3-2. 한반도 기후변화 백서 발간
2-3-3. 기후변화 영향에 관한 보고서(한국판 "스턴보고서") 발간
2-3-4. 기후변화 통합 영향평가 모델 구축
2-3-5. 취약성 분석도구(취약성 지표) 개발
2-3-6. 부문별 취약성 지도 작성

< 기후변화 적응대책 추진으로 안전사회 구축 세부이행계획 >

2-3-7. 기후변화에 취약한 국내 멸종위기종·야생종의 생태변화 연구 및 유전자의 확보·보존방안 수립
2-3-8. 산림 영향분석 및 적응대책 마련
2-3-9. 지역별·부문별 자연재난 위험예측 시스템 구축
2-3-10. 기후변화대응 통합적 방재기준 구축
2-3-11. 자연친화적 물 순환 방재시스템 구축
2-3-12. 천변저류지 및 생태하천 조성(하천정비)
2-3-13. 생태하천복원(수질개선) 및 수변습지 조성
2-3-14. 기후변화대응 수방시설물 설계기준 재설정 및 수방시설 신·증설
2-3-15. 기후변화 적응 건강관리대책
2-3-16. 생태계·인체 건강영향 감시체계 구축 및 적응 프로그램 개발
2-3-17. 기후변화 관련 보험제도 강화
2-3-18. 국민 참여형 재난안전 훈련모델 개발
2-3-19. 자연재난 대비 긴급구조·구호 체계 강화
2-3-20. 기후변화 적응 포럼 강화·운영
2-3-21. 한국기후변화협의체(KPCC) 확대 운영
2-3-22. 지자체 기후변화 적응대책 모델 및 추진 가이드라인 작성·보급
2-3-23. 정부-지자체-민간 기후변화대응 적응 협력체계 구축

[표 4-2] 세부이행계획 중 국토해양부 주요사업내용

사업명	연도별 주요사업내용	
2-3-5. 취약성 분석도구 (취약성 지표) 개발 (협조부처)	'09	- 연안역 변화 추출 소프트웨어 개발 - 기후변화 연안 민감도 평가기술 개발 - 연안시설물 안전도 진단 및 평가 기준 작성 - 연안관리선 설정 기본계획 수립
	'10	- 연안역 변화 추출 소프트웨어 개발 - 연안역 변화 종합분석시스템 구축 - 기후변화 연안 민감도 평가기술 개발 - 연안시설물 안전도 진단 및 평가 기준 작성 - 연안시설물 취약성 평가를 위한 실태조사 및 DB구축 - 연안취약지역평가툴(K-CVAT) 기본계획 수립 - 지역별 연안관리선 설정
	'11	- 연안역 변화 종합분석시스템 구축 - 기후변화 연안 민감도 평가기술 개발 - 연안시설물 취약성 평가를 위한 실태조사 및 DB구축 - 연안취약지역평가툴(K-CVAT) 시스템 구축 - 지역별 연안관리선 설정

사업명	연도별 주요사업내용	
	'12	- 연안역 변화 종합분석시스템 구축 - 연안시설물 취약성 평가를 위한 실태조사 및 DB구축 - 연안취약지역평가툴(K-CVAT) 시스템 구축 - 지역별 연안관리선 설정
2-3-6. 부문별 취약성 지도 작성 (협조부처)	'09	- 홍수위험지도 제작(영산강권역, 한강권역 착수) - 해안침수예상도 제작(남해동부권 5개소) - 해안침수예상도 제작 기반 구축 - 해안침수예상도 공유체계 구축(지자체 연계)
	'10	- 홍수위험지도 제작(한강권역, 금강권역 착수) - 해안침수예상도 제작(남해중부권 20개소) - 해안침수예상도 제작 기반 구축 - 해안침수예상도 공유체계 구축
	'11	- 홍수위험지도 제작(한강권역, 금강권역) - 해안침수예상도 제작(남해서부권 25개소) - 해안침수예상도 제작 기반 구축 - 해안침수예상도 공유체계 구축(지자체 연계)
	'12	- 홍수위험지도 제작(섬진강권역 착수, 낙동강권역 보완) - 해안침수예상도 제작(서해남부권, 동해남부권, 제주권 30개소) - 해안침수예상도 제작 기반 구축 - 해안침수예상도 공유체계 구축(지자체 연계)
2-3-9. 지역별·부문별 자연재난 위험예측 시스템 구축 (협조부처)	'09	- 안성천 유역에 대한 공간단위 홍수예보 모형 시험운영 - 하천정보표출시스템 2기 시범운영 및 확대 계획 수립 - 강우레이더 1기 설치 완료(비슬산) - 제주도 북부 지역 기상/해양 통합 관측망 구축 - 행자부, 건교부 등 2개 관측기관 연계 확대 - 무지향성 안테나 부이 구축(I) - 해양예측시스템 구축(II, 해양순환모델 Tuning, 기상모델 연계)
	'10	- 중소하천 지역단위 홍수예보기법 개발 및 강우레이더를 이용한 공간단위 예보모형의 기능 강화 - 하천정보표출시스템 하천 정보제공 확대 - 강우레이더 2기 설치 완료(모후산, 소백산) - 목포/진도권,여수권 등 남서부지역 기상/해양 통합 관측망 구축 - 지경부, 농촌진흥청 등 2개 관측기관 연계 확대 - 무지향성 안테나 부이 구축(II) - 해양예측시스템 구축(III, 해일모델 연계, 파랑모델 연계, 모델링 시스템 1차튜닝)

사업명	연도별	주요사업내용
	'11	- 강우레이더를 이용한 공간단위 홍수예보 및 하천정보표출 시스템 적용지역 확대 - 가리산, 서대산, 검단산 및 소형(5기)레이더 설치 - 영광/군산권 등 서해 서부 지역 기상/해양 통합 관측망 구축 - 환경부, 해양경찰청 등 2개 관측기관 연계 확대 - 무지향성 안테나 부이 구축(II) - 해양예측시스템 구축(VI, 모델링시스템 2차튜닝)
	'12	- 강우레이더를 이용한 공간단위 홍수예보 및 하천정보표출 시스템 적용지역 확대 - 가리산, 서대산, 검단산 및 소형(5기)레이더 설치 - 인천/ 평택권 등 북부 지역 기상/해양 통합 관측망 구축 - 한국도로공사 등 유관 관측기관 연계 확대 - 해양예측시스템 구축(VI, 모델링시스템 3차튜닝)
2-3-10. 기후변화대응 통합적 방재기준 구축 (협조부처)	'09 '10 '11 '12	- 권역별 하천기본계획 수립 추진 · 『하천기본계획 수립지침』에서 선정된 우선순위에 따라 권역별 하천기본계획 수립
2-3-11. 자연친화적 물 순환 방재시스템 구축 (협조부처)	'09	- "우수 저류 및 활용 시스템 적용 연구" 추진('08～'11) · 빗물관리 시범적용 및 모니터링 계획 실행 - "도시 빗물관리시설의 빗물활용 효율성 제고를 위한 연구" 용역 추진('08～'09)
	'10	- "우수 저류 및 활용 시스템 적용 연구" 추진('08～'11) - 빗물관리 의사결정지원시스템 실용화
	'11	- "우수 저류 및 활용 시스템 적용 연구" 추진('08～'11) · 빗물관리기술 가이드라인 보급
	'12	- 성과확산 및 개발기술의 보급 확대
2-3-12. 천변저류지 및 생태하천 조성(하천정비) (주관부처)	'09 '10 '11 '12	- 국가·지방하천 생태하천조성사업 투자확대 - 영산강·낙동강 유역 천변저류지 조성사업 추진
2-3-14. 기후변화대응 수방시설물 설계기준 재설정 및 수방시설 신·증설 (주관부처)	'09	- 하천설계기준 · 하천설계기준 개정완료 - 치수능력증대 · 공사시행 : 대암, 대청, 임하, 섬진강, 안동댐 · 설계시행 : 주암, 사연, 보령, 밀양, 부안, 운문댐 · 준　　공 : 소양강댐
	'10 '11 '12	- 치수능력증대 · 진행 중인 11개댐 설계 및 공사 추진 · 충주댐 등 미착수 5개댐 연차별 사업추진

□ 국가 기후변화 대응 적응 종합계획

○ 기존의 기후변화 대책이 온실가스 저감에 치중하였던 것을 보완하여 '기후변화 적응을 통한 안전사회 구축 및 녹색성장 지원'을 추진하기 위해 환경부 주관 하에 13개 관계부처가 참여하여 '08년 국가 기후변화 적응 종합계획'을 수립함

○ 과제는 기후변화 위험 평가 체계 구축, 부문별 적응프로그램 추진, 제도적 기반 구축 등 3대 분야에 걸쳐 183개 적응 장·단기 과제를 발굴하였으며, 이중 다음과 같은 과제들이 본 연구 내용과 관련성이 높은 것으로 조사됨

[표 4-3] 국가 기후변화 대응 적응 종합계획 3대 분야별 역점 추진과제

3대분야	역점 추진과제	
기후변화 위험평가 체계 구축	- 기후변화 감시 및 예측 능력 고도화 - 기후변화로 인한 영향의 장기 모니터링 - 부문별 영향 및 취약성 평가	
부문별 기후변화 적응 프로그램 추진	생태계	- 자연 생태계 적응 프로그램 - 산림 생태계 적응 프로그램 - 농업·해양 생태계 적응 프로그램
	물관리	- 기후변화에 대비한 수자원계획 수립 및 안정적 용수공급 - 기후변화에 따른 물환경관리 대책 - 홍수에 강한 국토기반 조성
	건강	- 기후변화에 따른 건강 영향 최소화 - 대기오염에 의한 건강영향 대책 - 전염병 예방·관리
	재난	- 방재패러다임 전환 및 위기관리 체계 강화 - 기후변화로 인한 산림재해 방지
	적응산업·에너지	- 농업 부문 적응대책 - 임업 부문 적응대책 - 수산업 부문 적응대책 - 에너지 부문 적응대책 - 제조·서비스 산업 부문 적응대책
	사회기반시설	국토·도시의 적응체계 구축
국내외 협력 및 제도적 기반 확보	- 적응 역량 배양을 위한 여건 조성 - 국내·외 협력기반 구축 및 교육·홍보	

[표 4-4] 역점 추진과제별 세부 사업내용(기후변화 위험·평가 체계 구축 분야)

- 기후변화 위험평가 체계 구축 분야 -	
역점 추진과제	세부 사업내용
기후변화 감시 및 예측 능력 고도화	○ 기후변화 및 지구환경변화 감시체계 강화 - 한반도의 조밀한 관측자료 생산을 위한 기후변화 감시망 보강 - 원격탐사 감시 등 3차원 입체 기후변화감시체계 및 지구환경변화 통합 감시체계 구축 - 기후변화.대기오염 동시감시용 종합슈퍼사이트 개설 및 운영('08~'12) - 우리나라 연근해 해양관측 강화 및 해양관측 인프라 구축 ○ 선진 기후변화감시 기술 확보 - 세계기상기구(WMO) 온실가스 측정 세계표준센터 유치 기반 구축 - 대기/생권/지권 탄소 순환 감시.예측.분석(Carbon Tracker) 시스템 구축('09~) ○ 기후변화 적응대책 지원을 위한 시나리오 생산 및 활용 - 국가 표준 기후변화 시나리오 개발('09~) - 기후변화 영향.취약성 평가와 적응 대책 추진을 위한 기후변화 정보 지원체계 강화('08~) - 영향 및 취약성 평가 지원을 위한 국지(미세)규모 기후변화 기술 개발('09~) - 동아시아 기후변동 원인규명 및 예측 기술 개발('09~) ○ 기후변화 예측 능력 제고를 위한 모델 개발 - 대기-해양-해빙-지표-에어러솔-탄소순환-황순환 과정이 결합된 선진국 수준의 차세대 지구시스템 모델 개발('08~'11) - 한반도 지형에 적합한 고해상도 지역기후모델 개발 - 해양기후변화 예측능력 향상을 위한 장기 해양기후변동 예측모델 개발('09~'12) ○ 기후변화와 대기환경 통합 예측시스템 구축 - 기후-대기환경 통합 예측 모델링 시스템 구축('08).운용 - 기후변화-대기오염 물질 통합적 관리 체제 구축('10~'15) - 한반도 기후 및 대기환경 실시간 예.경보 시스템 구축('09~)
기후변화로 인한 영향의 장기 모니터링	○ 자연생태계 변화 장기 모니터링 - 육상.담수.연안 생태계, 동물 및 생물종 변화에 대한 국가장기생태연구사업 확대('04~'13) - 생태계 변화 장기 모니터링 자료의 생태계별, 지역별 종합 D/B 구축('11~) - 해양생태계 변동 파악 및 지표종 모니터링 - 한반도 주변 주요 수산자원 및 어종 변화 모니터링 ○ 산림생태계 변화 및 취약성 장기 모니터링 - 장기 산림생태계 변화 모니터링 강화('95~) - 기후변화 취약 산악지 생태계 모니터링 체계 강화('06~) - 기후변화 적응 및 생태적 건강성 제고를 위한 전국 시.도별 『산림의 건강 및 활력도 진단.평가』 실시('08~'12)

- 기후변화 위험평가 체계 구축 분야 -	
역점 추진과제	세부 사업내용
기후변화로 인한 영향의 장기 모니터링	○ 해양변동 장기 모니터링 - 기후변화에 의한 지구규모 기상현상이 해양에 미치는 영향을 관측하는 해양변동 장기 모니터링 시스템 구축('11~'20) - 새로운 해양변동 관측기법 및 수산자원 변화 예측 기법 개발('11~) - 국가관할 해역의 해양 물리 및 생지화학적 특성 중장기 변동 파악('08~) ○ 건강 영향 감시 및 장기 모니터링 - 기후변화에 의한 건강영향 감시 및 장기 모니터링 시스템 구축 - 전염병 감시체계 구축 - 생태계 변화에 따른 건강영향 조기감시체계 구축 - 해외 유입 아열대성 질환 감시시스템 구축
부문별 영향 및 취약성 평가	○ 자연생태계 영향 및 취약성 평가 - 생태계·생물다양성 영향 및 취약성 평가 - 기후변화에 의한 생태계 영향 및 취약성 평가기법 개발 - 신.재생에너지(풍력, 조력 등) 시설건립에 의한 생태계 영향평가 - 한국형 탄소순환모형을 구축하여 기후변화 영향 및 취약성 평가('10~'12) ○ 해양생태계 영향 및 취약성 평가 - 기후변화에 따른 연안 오염 환경 실태 파악 ('11~'20) - 갯벌어장 생물환경 서식 파악 ('04~) - 기후변화가 해양 및 생태계에 미치는 영향평가('09~'12) - 기후변화에 의한 해양환경 취약성 평가('09~'12) ○ 대기환경 부문 영향 및 취약성 평가 - 기후변화가 대기환경에 미치는 영향 분석('09~'12) - 오존 및 미세먼지 등 대기환경 변화에 따른 생태계 및 건강 영향 분석('09~) - 신.재생 에너지 및 저공해 자동차 확대, 발전 방식 변화 등이 대기오염에 미치는 영향분석('10~'15) - 대기환경 부문 취약성 분석('09~'12) - 기후변화에 따른 대기환경 변화의 사회.경제적 효과 분석('09~'12) - 기후변화 영향평가.적응 인터페이스 구축('08~'12) **○ 물관리 부문 영향 및 취약성 평가** **- 기후변화에 따른 이수, 치수, 하천환경, 수질 등 물관리 부문 영향 및 취약성 평가** ○ 건강 부문 영향 및 취약성 평가 - 기후변화에 따른 건강영향 평가 기법 및 예측기법 개발('10~) - 기후변화에 따른 주요 질병 취약성 평가('09~) - 취약계층 건강영향 감시체계 구축 - 자연재해에 대한 건강 영향 진단 및 취약성 지도 작성(~'10)

- 기후변화 위험평가 체계 구축 분야 -	
역점 추진과제	세부 사업내용
부문별 영향 및 취약성 평가	○ 자연재해 취약성 평가 - 기후변화에 따른 국토유실 등 연안재해의 취약성 평가('09~'12) - 기후변화 대응 자연재해 기본외력도 선진화 기술 개발('10) - 기후변화에 따른 지역별·부문별 자연재난 취약성 평가 및 위험예측 시스템 구축('10~'12) ○ 농업 분야 영향 및 취약성 평가 - 농업의 기후변화 취약성 지도 개발('08~) - 지구온난화에 따른 작물 생산환경 및 병해충 변화 평가('09~'11) - 대기환경 변화에 따른 농축산 영향 평가('08~'12) ○ 수산자원 영향 및 취약성 평가 - 기후변화에 의한 취약 어종 및 취약 품종 파악 ○ 산림 및 임업에 대한 영향 및 취약성 평가 - 기후변화에 따른 산림 재해 및 병해충 피해 취약성 평가('06~'14) - 산림생태계 생산성 및 임업부문 취약성 평가('09~'13) ○ 에너지 부문의 기후변화 영향과 취약성 분석 - 국내 에너지 산업 현황 분석 - 기후변화로 인한 발전부문 효율 변화 평가 - 기후변화에 따른 수력 및 신재생에너지 자원 변화 영향 평가 - 에너지 부문 취약성 검토 ○ 관광산업의 기후변화 취약성 평가 - 기후변화가 관광산업에 미치는 영향 분석 및 취약성 평가 ○ 국토 취약성 평가시스템 구축 - 기후변화에 따른 국토 취약성 평가시스템 구축 - 도로, 철도, 산업단지 등 사회기반시설의 취약성 평가

[표 4-5] 역점 추진과제별 세부 사업내용(부문별 기후변화 적응 프로그램 추진 분야)

- 부문별 기후변화 적응 프로그램 추진 분야 -		
역점 추진과제		세부 사업내용
물관리	기후변화에 대비한 수자원계획 수립 및 안정적 용수공급	ㅇ 기후변화의 영향을 고려한 중장기계획 수립 - 기후변화에 대비하여 이수, 치수, 하천관리 등을 종합적으로 고려한 『수자원장기종합계획』 수립('11) - 기후변화 대비 안정적 용수공급 등을 위한 『전국수도종합계획』 수립('14) ㅇ 기후변화에 대비한 안정적 용수공급 시스템 구축 - 이상 가뭄 및 비상시 안정적 용수공급 시스템 마련 - 취수체계 다원화로 수질오염 사고 예방 및 고품질 상수원수 확보 - 대체수자원의 지속적 개발 및 확보 - 지역적 물수급 불균형 완화를 위한 하수 재이용 및 빗물이용 확대 ㅇ 기온상승에 따른 물 수요 증가 관리 - 물 절약 인프라 구축(~'16)
	기후변화에 따른 물환경관리 대책	ㅇ 기후변화의 영향을 최소화하는 물환경관리대책 추진 - 홍수에 따른 비점오염원 관리 강화 - 기후변화로 인한 하천 및 호소 수질 악화 관리 대책 마련 - 수생태계 영향 조사 및 수생태 건강성 지도 제작 ㅇ 기후변화에 대응하는 능동적 하천관리 추진 - 훼손된 하천환경을 복원하기 위한 자연친화적 하천정비사업 추진 - 수변습지 생태복원을 통한 수질 개선
	홍수에 강한 국토기반 조성	ㅇ 유역단위 종합치수계획 수립으로 유역의 홍수저감능력 극대화 - 제방위주의 선적인 홍수방어 대책에서 면적인 유역단위의 종합치수계획으로 전환하여 홍수저감 능력 강화 ㅇ 기후변화 대비 수방시설물 안전도 강화 - 기후변화로 인한 이상홍수에 안전하게 대응하기 위해 댐, 제방 등 수방시설물의 안정성 재검토 및 치수능력 강화 ㅇ 이상홍수에 대비한 홍수예보시스템 강화 - 첨단기술을 적용한 차세대 홍수예보시스템 구축(~'12) - 지역별 홍수위험지도 제작(~'12) ㅇ 도시지역 홍수피해 저감대책 수립 - 빗물저류 및 침투 등 자연친화적 물순환 시스템 구축을 통한 도시지역 홍수방어능력 증대
사회기반시설	국토·도시의 적응체계 구축	ㅇ 기후변화에 적응하는 국토 관리 - 도시설계 변경을 통해 도시내 미기후 개선 - 기후변화 완화 및 적응 요소를 고려한 국토개발 및 도시계획 유도 - 사회기반시설에 대한 방재 및 안전대책 마련 - 연안항 항만시설물의 안전성 평가 및 보수.보강 방안 수립('09) - 대규모 산업단지의 기후변화 취약성 저감을 위한 방안 수립 - 신도시 개발, 도시재생 등 개발사업 추진 시 쾌적하고 재해에 안전한 기후변화 적응형 도시 조성 - 도시·기후변화·재해계획 특성 등을 고려한 방재 도시계획 수립 방안 마련 ㅇ 도심내 기후변화 영향 완충용량 확보 - 온난화 완화를 위해 생활권 녹지 확대

[표 4-6] 역점 추진과제별 세부 사업내용(국내외 협력 및 제도적 기반 확보 분야)

- 국내외 협력 및 제도적 기반 확보 분야 -	
역점 추진과제	세부 사업내용
적응 역량 배양을 위한 여건 조성	○ 기후변화 적응 대책 추진 지원 기반 마련 - 분야별/지역별 적응계획 수립 및 이행에 관한 가이드라인 마련('08~) - 기후변화 적응분야 전문인력 양성('08~) - 적응 정책 인벤토리 작성 및 활용시스템 구축('09~) - 적응 정책 우선 순위 선정을 위한 사회.경제적 분석('09~) - 한국형 기후변화 종합보고서 작성.보급 ○ 평가 체계 및 법적.제도적 기반 마련 - 적응 성과.이행 평가 기법 마련 및 평가시스템 구축('09~) - 국가 장기 계획 및 정책 수립시 기후변화 위험요소를 반영하도록 법·제도 개선('09~) - 기후변화 적응에 대한 전략적 연구·지원을 수행할 국가 기후변화 적응 센터 설립 및 운영('09~)
국내·외 협력기반 구축 및 교육·홍보	○ 주요 당사자와의 기후변화 적응 협력 강화 - 정부.지자체 적응 파트너십 구축('08~) - 산업계와 공동으로 산업단지, 제품 등에 대한 기후변화 영향평가 및 적응대책 마련 지원('08~'12) ○ 기후변화 적응을 위한 국제협력 강화 - 선진국, 개도국과의 기후변화 적응분야 협력 활성화 추진('09~) - 기후변화 여파로 황사발원지 확대방지를 위한 국제협력 강화('07~) ○ 한반도 기후변화 현상의 체계적 기록 및 홍보 활용 - 한반도 기후변화 백서 발간('09~) - 다양한 한반도 기후변화 기록자료 제작 .보급('09~) ○ 기후변화 인식제고를 위한 학습·체험 인프라 확대 - 기후변화 교육 체험관 설치·운영('09~) - 기후변화 교육·홍보 콘텐츠 및 프로그램 개발.보급('09~) ○ 인식증진·홍보 프로그램 및 캠페인 전개 - 기후변화대응 국민 캠페인 전개 - 정책고객(PCRM) 서비스 활성화('08~)

4.2.2 부처별 기후변화 대응 물관리 정책 동향

□ 국토해양부

① 『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 안정적 확보, 기상이변에 강한 국토형성, 도시와 자연이 공존하는 친환경·친문화적 하천공간 조성 등을 위한 21세기 기후변화에 대응한 수자원 정책 방향을 제시할 계획을 수립함

② 국회 기후변화대책특위 업무보고

○ 국회 차원에서의 기후변화 대책을 마련하기 위한 특별위원회가 구성됨에 따라 국회 기후변화대책특별위원회에 국토해양 분야의 기후변화 대응 업무 현황 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)

① 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

③ 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 저감대책와 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 재난대응 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 감축 기술 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 녹색성장을 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 관련기관이 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

4.2 국내 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

4.2.1 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 4-7] 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 융설모형구축, 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, 이상홍수대비 수공구조물 설계기법 개발 및 기준 개선 연구, 이상기후에 대비한 시설기준 강화 기본계획 수립 및 시설기준 재개정 등의 연구 수행

차세대홍수방어기술 개발 연구단 (국토해양부)	미래환경변화에따른 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
도시홍수재해관리 기술연구단 (국토해양부)	도시홍수 예경보 및 침수예측 기술 (2003~2008)	- 기후변화 및 도시화의 영향을 고려한 강우특성의 변화 추정하고 도시 강우특성 조사 및 지상강우관측 수집 체계를 구축하는 등 국내외 도시홍수 예경보 기법 조사 및 평가 - 이외에 확률강우량 산정모형의 개발, 도시홍수를 대비한 시나리오적 수문모형의 개발 및 검증, 도시하천제방붕괴 경사에 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

4.2.2 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 4-8] 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 드레이크해협 해역 역할과 반응을 파악하고 기후변화 예측을 위한 해양 기인 인자를 정량화하고자 함
과학기술부 (기초과학학술연구 조성사업)	기후변화로야기될수위변화가습지 생태계내의메탄동태및관련미생물 군집구조에미치는영향 (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)	해양환경오염및기후변화가미치는 생태학적영향의신속한검출을위한 해양환경생체지표로서환경유전체 및단백질체의이용 (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 연구 모델종으로 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 농업수자원 영향평가 모델링 기법 정립-기후변화에 따른 농업수자원 영향 분석 및 적정 농지이용체계 제시-기후변화에 대비하는 농업용 저수지 운영 방안 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 - 조간대, 천해조, 낙조우세 등 지역적 특성을 감안한 해석(해일/범람, 오염 등)
과학기술부 (한국해양연구원)	기후변화에따른동해해수순환과중장기변동반응및예측연구 (2006~2007)	- 기후변화에 따른 동해의 반응을 규명하고 향후 동해의 변동성을 예측하기 위하여, 분지간 연결해역을 포함한 동해의 순환 변화와 해수면 상승을 평가하고 기후변화를 고려한 KORDI형 모델을 개발함 - 도출된 결과는 기후변화에 따른 동해반응에 대한 국가 정책 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 저감기술 개발
교육인적자원부 (국제공동연구)	기후변화에 따른 해양어류의 자원량 변동 예측 (2007~2008)	- 기후변화에 따른 수산자원 관리 및 해양 생물자원의 보존 및 이용을 위한 기술개발
해양수산부 (국립수산과학원)	기후변화해양생태계및수산자원에 미치는영향과대응연구 (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 재생산 기구 규명으로 과학적 근거를 바탕으로 한 수산자원 관리 방향등 대응책 제시
해양수산부 (해양환경보전연구개발)	기후변화가해양생태계및수산자원에 미치는영향연구 (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,황사의 해양환경영향연구,산샤댐건설로 인한남해(동중국해)의해양환경 영향연구,기후변화에따른동중국해 해양생태계변동예측연구 (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

4.2.3 향후 추진 과제

○ 향후 기후변화 대응 물관리 기술개발 동향을 분석하기 위하여 정부 및 각 부처별로 수립한 기후변화 대응 국가연구개발 계획을 바탕으로 다음과 같이 향후 추진 가능한 연구과제 목록을 정리함

[표 4-9] 정부 및 부처별 기후변화 대응 물관리 기술개발 분야 향후 추진 과제 목록

관련 분야	향후 추진 과제
[해양 및 해안]	
전망 및 취약성	- 해양기후변화 예측 능력 향상을 위한 장기해양 기후변동 예측모델 개발('09~'12) - 대기-해양 상호작용 관측 시스템 구축('11~'20) - 한반도 부근 해역 및 동아시아 연해 해양순환 모니터링('11~'20)
수량	- 국토유실 등 연안재해의 취약성 평가체계 개발('09~'12) - 해양의 물리구조 변동 조사('11~'20) - 연안침식 감지 및 예측기술 개발 - 해안 시설물에 대한 영향피해 저감대책 수립
수질	- 해수담수화, 빗물이용 등 지역특성에 맞는 친환경 대체수자원 확보기술개발('11)
[하천]	
전망 및 취약성	- 기후변화 감시망 보강('12까지 3개소) - 울릉도 기후변화 감시소 신설추진('10~) - 기후변화감시 요소 및 위탁 관측망 확대('09~) - 지구환경센서 위성 탑재체 도입 추진('08~'16) - 항공, 선반 등을 이용한 3차원 기후변화입체 감시체계 구축('09~) - 전지구 실시간 이상기상 실황감시 기술 개발('09~) - 국가 표준 기후변화 시나리오 개발('09~) - 수요자 중심의 기후변화 예측자료 제공을 위한 웹기반 기후변화 시나리오 관리·제공 시스템 개발('09~) - 기후변화 영향취약성 평가와 적응 대책 추진을 위한 기후변화 정보지원체계 강화('08~) - 국지 미기후 기후변화 시나리오 산출기법 개발('09~) - 지구시스템 모델 개발('08~) - 기후변화 대응 자연재해 기본외력도 선진화 기술 개발('10)

관련 분야	향후 추진 과제
	- 기후변화에 따른 지역별·부문별 자연재난 취약성 평가 및 위험예측 시스템 구축('10~'12) - GIS 연계 재해대비 기후변화 영향 모니터링 및 취약성 평가 시스템 구축(~'12) - 각 분야별 국토 적응 전략 및 시스템 수립('12)
수량	- 기후변화로 인한 이수, 치수, 하천환경, 수질 등의 영향을 종합적으로 고려한 수자원장기종합계획 수립('11) - 9개 권역별 광역상수도 급수체계 조정을 통한 지역간 용수수급 불균형 해소('11) - 댐 통합연계 운영시스템을 구축하여 용수공급능력 증대('11) - 물 절약 인프라 구축(~'16) - 12대 하천에 대한 '유역종합치수계획' 수립('08) - 유역종합치수계획과 연계한 권역별 하천기본계획 수립('08~'17) - 기존댐의 안정성 확보를 위해 여수로 확장 및 비상여수로 설치 등 치수능력 증대사업 추진(~'15) - 하천제방 등 수방시설물 설계기준 재설정(~'09) - 첨단기술을 적용한 차세대 홍수예보시스템 구축(~'12) - 지역별 홍수위험지도 제작(~'12) - 적응성과·이행 평가 기법 마련 및 평가시스템 구축('09~) - 국가 장기 계획 및 정책 수립시 기후변화 위험요소를 반영하도록 법·제도 개선('09~) - 기후변화 적응에 대한 전략적 연구·지원을 수행할 국가 기후변화적응센터 설립 및 운영('09~) - 가뭄 등에 대비한 취약분야 재난관리 시스템 강화
수질	- 지방하천의 생태하천 조성사업 추진('09) - 1,000km 하천구역 생태복원, 수변 매수토지 20%까지 수변습지 등 수변생태구역으로 조성(~'12) - 국가하천 50개 지구를 지역 특화사업과 연계하여 테마가 있는 생태하천으로 조성('05 '15) - 국지적 집중호우시 상수원 상류지역의 흙탕물 저감 추진 - 하수처리시설 총인 처리강화 방안 수립('09) - 빗물저류 및 침투 등 자연친화적 물순환 시스템 구축을 통한 도시지역 홍수방어능력 증대('06~'11)
방재	- 기후변화 및 사회구조변화에 따른 재난 발생 메커니즘 규명 및 방재대책 마련('07~'09) - 통합적 재난·안전관리 시스템 수립 및 운영('09~'12) - 기후변화 및 사회구조변화에 따른 재난 발생 메커니즘 규명 및 방재대책('07~'09) - 국지성 집중호우에 대비한 사방댐 설치 확대(매년 500개) - 기후변화와 재난발생 메커니즘 규명 연구 - 국가 방재목표 설정 및 중장기 전략 수립

제 5 장 기후변화 대응 물관리 동향 종합분석

5.1 국내외 기후변화 대응 물관리 환경분석

5.1.1 국내외 기후변화 대응 물관리 동향 시사점

(1) 국내외 기후변화 대응 물관리 정책 시사점

○ 기후변화 따른 다양한 현상들이 발생됨에 따라 주요 선진국은 기후변화에 대응하기 위한 정책을 수립하고 개도국 지원을 통한 국제네트워크를 강화하는 등 범지구적 노력의 교두보 역할에 집중하고 있음

- 미국 : CCSP(기후변화과학프로그램)의 연방 전략적 연구 10년 계획 발표
- 일본 : Cool Earth 50 Initiative라는 기후변화 정책 추진
- 유럽연합 : 교토의정서 상의 감축목표를 달성하기 위한 FP7(2007~2013) 중심의 정책 추진
- 영국 : 기후변화법 시행 및 물관리 전략 발표

○ 우리나라의 경우 신정부 출범 이후 기후변화의 심각성을 인식하고 2008년 녹색성장 전략을 통한 저탄소 사회구현을 위한 기후변화 대응 종합기본계획 및 세부이행계획을 수립함

- 2008년 9월 범지구적 기후변화대응 노력에 동참하고 녹색성장을 통한 저탄소 사회구현을 비전으로 하는 '기후변화 대응 종합기본계획'을 수립함
- 2008년 12월 기후변화 적응대책 추진으로 '안전사회 구축'과제를 추진하기 위해 주관부처 및 협조부처를 지정하여 23개 '세부이행계획을 수립'하였으며, 온실가스 저감에 치중하였던 기존의 기후변화 대책을 보완하여 '기후변화 적응을 통한 안전사회 구축 및 녹색성장 지원'을 추진하기 위해 '국가 기후변화 적응 종합계획'을 수립함

○ 그러나 정부 추진계획이 온실가스 저감과 이를 위한 관련 산업 육성에 중점을 두고 있어 국민의 삶의 질 향상을 위한 인프라 구축 사업 지원에는 한계가 있음

- 또한, 기후변화 대응을 위한 세부이행계획이 국외 기후변화 예측 자료를 활용하여 작성됨으로써 국내 상황에 적용하는데 한계가 발생될 것으로 판단됨

- 이에 한반도 기후변화에 대한 총체적인 조사결과와 국내 기술수준 조사결과 등을 활용으로 향후 적용 가능한 수자원 정책을 수립하고 이를 위한 세부 이행계획을 구체적으로 작성하는 것이 필요함

- 또한, 기존에 수립된 국가 계획에 기후변화 대응을 위한 정책을 반영하여 향후 사업 추진에 활용하는 것이 필요함

(2) 국내외 기후변화 대응 물관리 기술개발 시사점

- 국외 기후변화 대응 물관리 기술개발 현황 분석 결과 현재 선진국에서는 기후변화에 따른 물 순환 변화 및 물의 분포와 질 등 수자원 예측 능력의 향상에 관한 연구가 중점적으로 추진되고 있으며,

- 일본, 호주 등에서는 예측을 통한 시설물 설계 기준 재설계 방안 및 네트워크 구축 등에 관한 연구가 진행되고 있음

- 국내에서도 수자원의 지속적인 확보기술개발 사업단, 이상기후에 대비한 시설 기준 강화 사업단, 기후변화 대비 국가 물안보 확보방안 등에서 기후변화에 따른 수자원 측면의 변화에 관한 예측 연구가 진행됨

- 그러나, 기존 연구의 경우 기후변화에 따라 발생되는 다양한 요인 중 일부 데이터만을 활용하여 분석함으로써 총체적인 수자원 분야의 예측 결과 도출에는 한계가 있으며, 기후변화에 따른 수자원 분야의 예측 이후의 취약 지역에 대한 평가 및 적응 계획 수립을 위한 연구 추진은 미흡한 것으로 나타남

- 또한, 대부분의 연구 범위가 일부 지역을 중심으로 기후변화 대응을 위한 연속성 있는 프로세스 형식의 연구가 아닌 단편적인 연구만을 수행함으로 결과물에 대한 활용성이 낮게 나타남

[표 5-1] 국내 기술개발과제 Matrix

연구대상 \ 연구분야		전망 및 취약성 기술개발	적응기술개발	운용기술개발
기후		▸기후변화 대응 기술 개발사업		
수량	하천(유역)	▸이상홍수 대비 수공구조물 설계기준 개선 ▸*기후변화에 의한 수자원 영향 예측 및 평가시스템 구축* ▸*관측자료에 의한 기후변화 수자원 영향의 통계적 평가* ▸*수자원 영향 평가를 위한 한반도 기후변화 시나리오 구축* ▸*기후변화에 의한 국가 수자원 영향 분석 및 평가체계 적용* ▸*기후변화 앙상블 시나리오 생산 및 기후변화 전망* -기후변화 대비 물 안보 확보 방안(1차년도) -기후변화가 농업 수자원에 미치는 영향 연구 -수자원 변화에 의한 낙동강 수계의 수자원 영향 평가 및 대응전략 제시 *-CA-Markov기법을 이용한 기후변화에 따른 소양강댐 유역의 수문분석* *-기후변화가 기상학적 가뭄과 홍수에 미치는 영향* *-기후변화에 따른 대청댐 유역의 유출 영향 분석* *-기후변화에 따른 유역의 수문요소 및 수자원 영향 평가*	▸이상홍수 대비 수공구조물 설계기준 개선	▸이상홍수 대비 수공구조물 설계기준 개선 ▸*기후변화에 의한 수자원 영향평가체제 구축* -기후변화 대비 물 안보 확보 방안(1차년도)
	해안		-기후변화에 따른 영산강 하구역에서의 방재기술 및 수자원 관리기술개발	-기후변화에 따른 영산강 하구역에서의 방재기술 및 수자원 관리기술개발
수질	하천(유역)	▸*기후변화에 의한 물순환의 예측 및 영향 평가*	▸*기후변화에 의한 물순환의 예측 및 영향 평가*	▸*기후변화에 의한 물순환의 예측 및 영향 평가*
	해안	-기후변화에 따른 해양미세생물 먹이망의 변동 연구		

▸ : 연구단 또는 사업단에서 추진 중이거나 기 수행된 국가연구개발과제
- : 연구단 및 사업단 과제 외의 국가연구개발과제
기 수행과제의 경우 이텔릭체로 표기

5.1.2 국내 관련 제도/인프라/기술수준 분석

(1) 국내 관련 제도 분석

□ 하천법

○ 하천법은 하천사용의 이익을 증진하고 하천을 자연친화적으로 정비·보전하며 하천의 유수(流水)로 인한 피해를 예방하기 위하여 하천의 지정·관리·사용 및 보전 등에 관한 사항을 규정함으로써 하천을 적정하게 관리하고 공공복리의 증진에 이바지함을 목적으로 제정됨

○ 동 법은 1961년 제정된 '하천법'을 시작으로 31번의 개정을 거쳐 현행 시행되고 있으며(2009. 4. 1), 조사 및 계획 수립을 위하여 수자원장기종합계획(제23조), 유역종합치수계획(제24조), 하천기본계획(제25조) 등에 관한 사항을 규정하고 있음

[수자원장기종합계획]

○ 수자원장기종합계획은 하천법 제23조에 따라 국토해양부장관이 수자원의 안정적인 확보와 하천의 효율적인 이용·개발 및 보전을 위한 20년 단위의 수자원장기종합계획을 수립하여야 하며, 수립된 날부터 5년마다 그 타당성 여부를 검토하여 필요한 경우에 변경하도록 함

○ 본 계획은 국가 최상위 수자원 계획으로 2001년 7월 수립된 수자원장기종합계획(Water Vision 2020) 이후 사회·경제 및 수자원 환경 여건변화에 의해 2006년 일부 내용이 보완됨

○ 수자원장기종합계획은 안정적 수자원 확보를 위한 이수종합계획 수립과 홍수조절기능 강화 등 치수종합계획 수립, 환경 친화적인 하천환경관리계획 수립, 수자원 조사·연구 및 기술개발계획 수립 등 세부과업이 크게 4부문으로 구성되어 있으며, '사람과 자연이 바라는 지속가능한 물관리'가 비전으로 수립됨

Water Vision 2020 Update 비전

사람과 자연이 바라는 지속가능한 물관리

- 경제발전, 안전한 국토, 물 환경 보전의 조화 -

부문별 비전과 목표	추진전략
물이용의 안정성, 형평성과 효율성 향상 - 국민과 자연에 깨끗하고 충분한 물 공급 -	• 수요관리를 통한 건전한 물이용 체계 강화 • 하천유량 복원을 통한 하천생태계·수질보전 • 지역적 물이용 형평성과 안정성 확보 • 지역특성과 경제 효율성에 적합한 수자원개발 • 이상가뭄대비 위기대처능력 향상 • 지하수의 효율적 활용과 보전
홍수에 안전한 기반 구축 - 홍수에 대한 사회적 대응력 강화 -	• 구조물적 대책의 다양화 및 활성화 • 선택적 방어개념의 도입 • 유역중심의 치수대책 수립 • 예방사업 위주의 치수투자정책 • 이상홍수에 대비한 홍수대책 활성화 • 홍수터관리계획 수립 • 홍수에 대한 사회적 인식의 전환
생명이 살아있는 물 환경 조성 - 자연과 인간이 어울려 사는 하천환경복원 -	• 하천환경 현황조사 및 평가체계 구축 • 하천환경 보전·복원 강화 • 하천환경관리 제도·행정체계 정비 • 지역주민과 함께하는 하천 문화 및 공간 창출 • 하천환경계획 수립방법 개선
수자원 정보 및 기술의 혁신 - 수자원 정보고도화 및 기술선진화 -	• 수자원정보화 혁신기술 개발 • 국가 물 안보 확보기술개발 • 홍수위험 극복 지역사회 기반구축 기술개발 • 자연형 하천복원 및 관리기술 개발

2020년 수자원 비전

지역별 수요대비 물 부족 비율 10% 이하로 저감

홍수 피해액을 현재의 70%로 저감

생명이 살아있는 하천환경복원

수자원연구 조사기술의 OECD 선도국 대비 90% 수준달성

자료 : 국토해양부(2006), 수자원장기종합계획(2006~2020)

[그림 5-1] 수자원장기종합계획 비전 및 목표, 추진전략

[유역종합치수계획]

○ 본 계획은 하천법 제24조에 근거하여 국토해양부장관이 대통령령으로 정하는 바에 따라 하천유역의 수자원 개발·이용의 적정화, 하천환경의 개선, 홍수예방 및 홍수발생시 피해의 최소화 등을 위하여 필요한 사항 등을 내용으로 하는 10년 단위의 유역종합치수계획을 수립하도록 함

○ 또한, 기존 하천중심의 단편적인 치수대책과 달리 유역이 지니고 있는 치수 측면에서 잠재적으로 활용 가능한 이차원적인 대책으로, 구조물 및 비구조물 측면에서의 대책을 모두 포함함[29]

[표 5-2] 유역종합치수계획의 성격구분 및 역할규정

법 정 계 획	유 역 종 합 치 수 계 획	
사업성격 구분	기 본 방 침	특 별 대 책
수 립 목 적	- 거시적인 검토로 최적 수방시설별 설치대안 및 종합치수대책 마련 - 주요지점 홍수량 제시로 하천정비기본계획 수립 기준 제시	- 도시하천 특별대책지구의 최적 수방시설 설치 및 종합치수대책 마련 - 사업추진계획, 재원확보 등 사업 실행방안 마련
과업 정밀도	- 하천정비기본계획 보완을 거쳐 구체적인 사업시행계획이 마련됨	- 하천정비기본계획 보완 없이 직접 시행계획 수립이 가능한 수준
수립대상유역	- 13대강 수계(필요시 독립수계 추가)	- 홍수피해 잠재능이 큰 도시하천 유역
계획수립범위	- 국가, 주요 지방하천	- 국가, 지방 소하천, 하수도 포함 가능 - 유역여건에 따라 과업범위 조정
홍수량 산정	- 국가, 지방하천의 주요지점 및 이에 합류하는 지류의 하천종점	- 홍수피해가 발생되어 대책마련이 필요한 지점 전체
주 요 내 용	- 장래 도시화 진행 등에 따른 홍수량 증가 등 검토 - 댐, 저수지 등 기존 수방시설 홍수조절능력 재검토 및 조정 검토 - 홍수조절지, 저류지, 방수로, 하도 등 유역 총량적 치수방향 설정 - 하천 주요지점에 대한 홍수 분담량 배분 및 결정 - 하천, 수방시설의 계획 설계빈도의 기준 제시 - 비구조적 대책 추진 방향 제시 - 유역협의체 구성 및 운영 - 연차별 사업시행계획 수립 - 도시하천 유역종합계획 대상지 선정	- 장래 도시화 진행 등에 따른 홍수량 증가 등 검토 - 저수지, 조절지 등 기존 수방시설 홍수조절능력 재검토 및 조정 - 홍수조절지, 저류지, 방수로, 하도 등 유역의 종합적인 치수대책 마련(즉시 시행이 가능한 수준) - 하천 주요지점에 대한 홍수 분담량 배분 및 결정 - 수방시설 설치 등을 위한 기본계획 수립 및 하천정비기본계획 보완 - 비구조적 대책의 구체적인 추진 방안 마련 - 유역협의체 구성 및 운영방안 - 연차별 사업시행계획, 사업시행주체, 재원확보방안 등 구체적인 시행방안 마련

자료 : 한국건설교통기술평가원(2008), 차세대 홍수방어기술 기획연구 보고서

29) 한국건설교통기술평가원(2008), 차세대 홍수방어기술 기획연구 보고서

[하천기본계획]

○ 하천기본계획은 하천법 제25조에 따라 하천관리청이 관리하는 하천에 대하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 하천의 이용 및 자연친화적 관리에 필요한 기본적인 사항 등을 내용으로 하는 10년 단위의 계획을 수립함

○ 또한 계획 수립에 있어 하천유역의 국토계획 및 도시계획 등에 대한 변동 상황을 고려하여 공통유역도(국토해양부장관이 이수·치수·환경을 고려하여 전국을 권역별로 구분한 유역도를 말한다)를 기본으로 권역별로 수립함

□ 기상법

○ 기상법은 국가기상업무의 효율적 수행에 필요한 기본적인 사항을 정함으로써 기상업무의 건전한 발전에 힘쓰게 하여 기상재해로부터 국민의 생명과 재산을 보호하고 공공복리를 증진하는 데에 이바지하는 것을 목적으로 제정됨

○ 동 법은 1961년 제정된 '기상업무법'을 시작으로 2007년 기상법으로 개정된 후 일부개정(2008. 12. 31.)을 통해 현재 시행되고 있음

- 기상업무법의 목적 : 기상업무에 관한 기본적 사항은 규율하여 기상업무의 건전한 발전을 도모함으로써 재해의 예방, 교통안전의 확보, 산업의 진흥등 공공의 복리증진에 기여하는 동시기상업무에 관한 국제적 협조를 행함을 목적으로 함

○ 현행 법령에 따르면 기상청장이 기후변화에 대한 대책 마련을 지원하기 위하여 기후에 관한 영향조사 및 변화추세 예측을 하여야 하며(제21조), 특보를 하거나 해제한 경우에는 다음 각 호의 기관(국토해양부)에 즉시 그 사실을 통보하여야 한다(제15조)는 사항이 수록되어 있으며, 기상업무의 업무 정의를 다음과 같이 정의(제2조)함

- 기상현상의 관측 및 예보
- 기후변화에 대한 대책 수립 및 영향조사, 기후변화 감시 및 기후 예측
- 기상현상 및 기후에 관한 통계·정보의 교환, 조사, 분석, 연구 및 그 부대업무

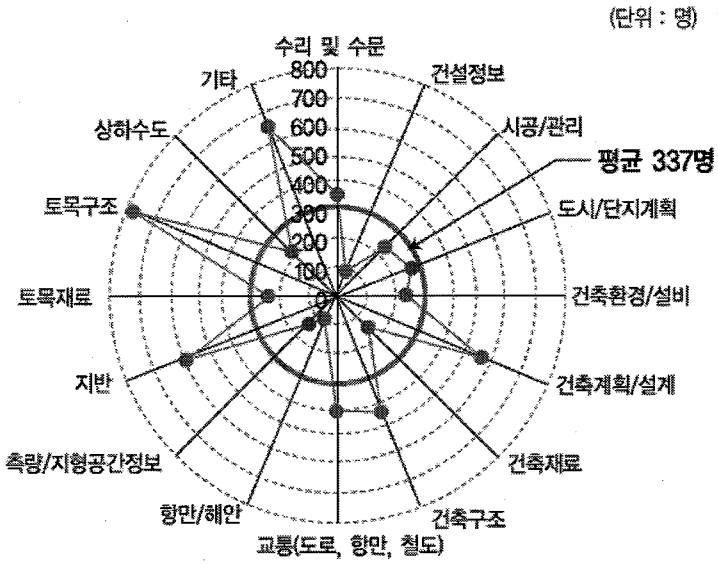
(2) 국내 수자원 분야 인프라 현황 분석

□ 연구 인력 인프라 현황[30]

○ 기후변화 대응 물관리 기술개발의 성공적인 R&D 사업추진을 위해 중요한 인프라 요소는 역량 있는 인력 현황이라 할 수 있음

○ 그러나 건설의 16개 주요 분야별 인력 분포를 정리한 결과 특정 분야에 지나치게 집중되어 있는 것으로 조사되었으며, 특히 토목구조 및 지반분야에 많은 인력이 존재함

○ 그 결과 건설인프라 구축을 위한 조사연구(2004년)에 있어 건설교통분야의 기술분야별 전문 인력분포가 상이한 것으로 나타남

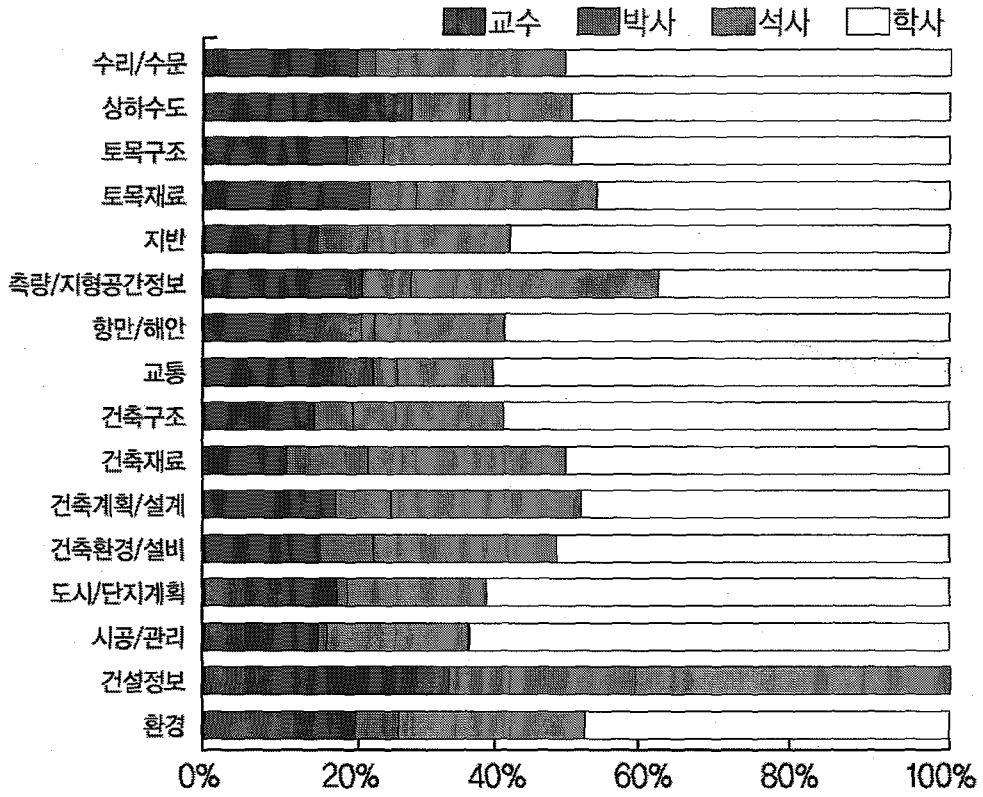


자료 : 건설교통부(2004), 건설인프라 구축을 위한 조사연구

[그림 5-2] 국내 건설 R&D 인력분포

○ 또한, 수리 및 수문 분야 인력의 학위분포는 교수, 박사, 석사 전체의 비중이 50% 내외로 주요 분야별 불균형이 나타나는 것으로 조사되었으며, 대부분의 인력이 민간기업 또는 연구소에서 적절히 활용되지 못하고 있는 것으로 조사됨

30) 건설교통 R&D 혁신로드맵(2004)을 요약, 재정리



자료 : 건설교통부(2004), 건설인프라 구축을 위한 조사연구

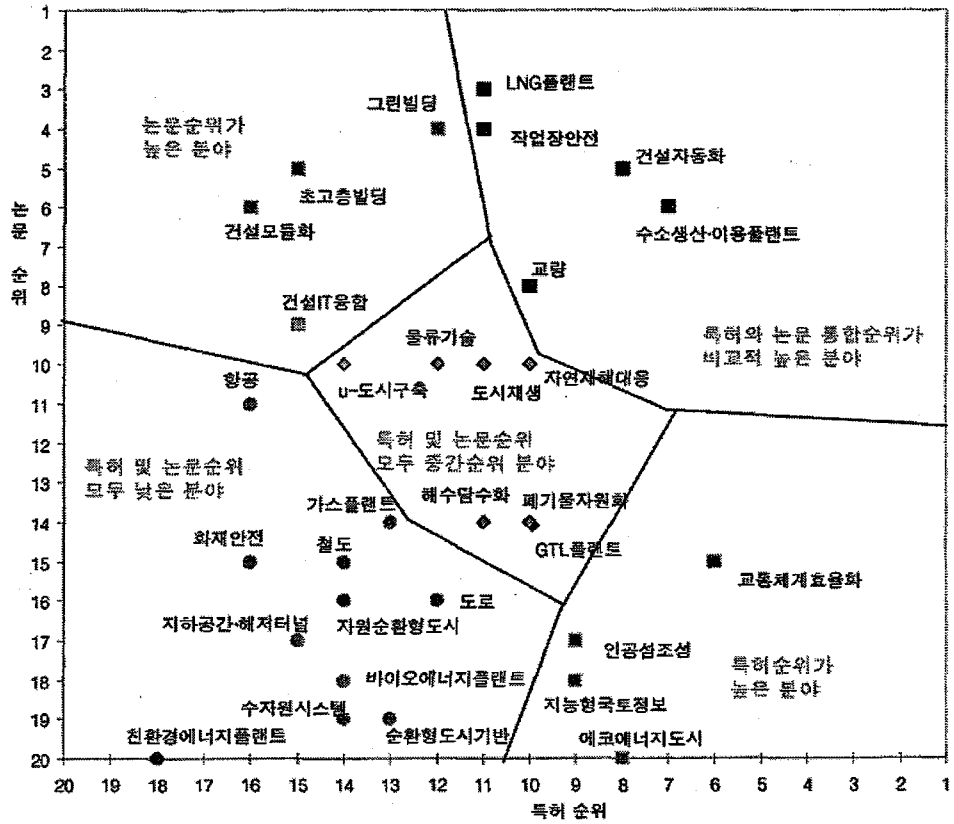
[그림 5-3] 국내 대학 건설인력 학위분포

□ 관련 특허 및 논문 동향[31]

○ 기후변화 대응 물관리 기술개발의 인프라 현황 중 특허 및 논문 동향을 분석하기 위해 건설교통기술 분야 중 수자원 시스템 관련 자료를 조사함

○ 그 결과 건설교통기술 종합 기술 경쟁력 측면에서 수자원 시스템의 특허 및 논문 순위는 총 20개 분야 중 각각 14위와 19위로 조사되었으며, 종합순위는 17위인 것으로 나타남

31) 건설교통기술특허·논문동향조사 보고서(2007)를 요약, 재정리



자료 : 건설교통부(2007), 건설교통기술특허·논문동향조사

[그림 5-4] 건설교통기술 주요기술분야별 특허 및 논문순위(국내)

○ 그러나, 수자원시스템기술 분야의 경우 국내 연구 기간 및 관련 분야의 전문 인력 부족으로 특허 및 논문 건수는 높지 않으나 특허출원 건수가 매년 약 400건씩 지속적으로 이루어지고 있으며, 논문 발표는 연평균 5.9% 증가율을 보이는 등 성장세를 나타내고 있는 것으로 조사됨

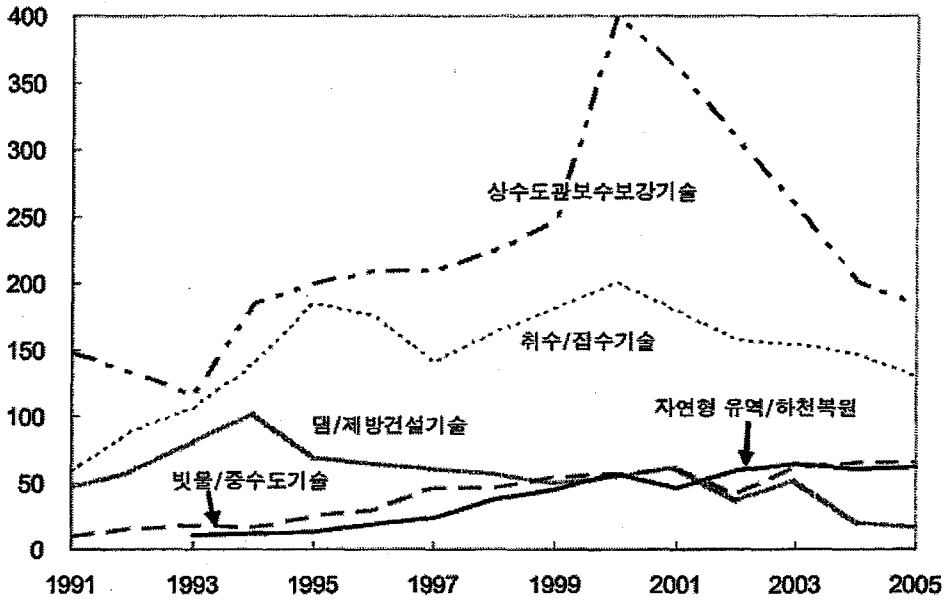
○ 또한, 목적물 중심의 가치창출이 가능한 사업 분야를 분류하여 기술수준을 조사한 결과 본 사업 영역과 관련성이 높은 수공 부분의 기술수준은 타 분야에 비해 높은 60%내외로 조사됨



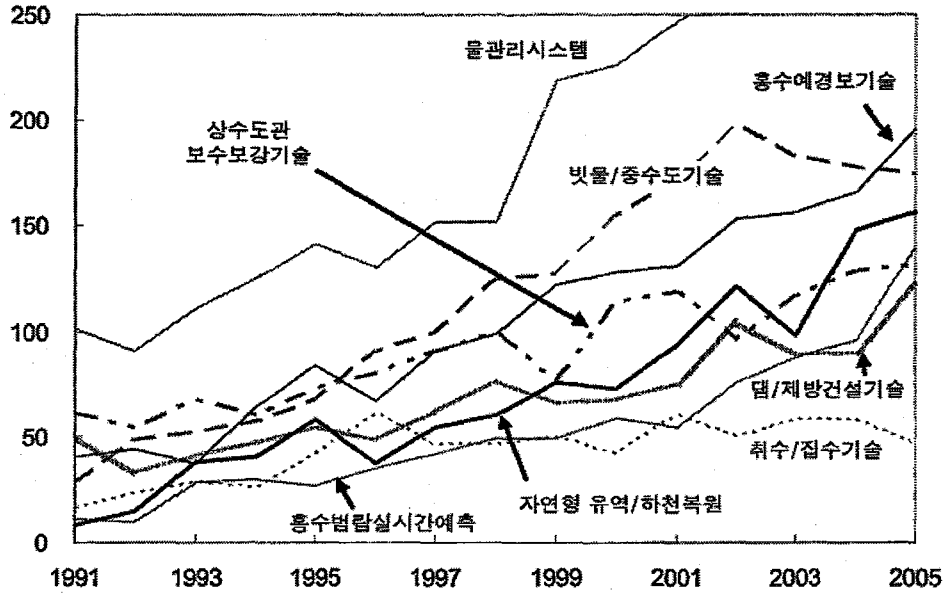
자료 : 건설교통부(2006), 건설교통 R&D 혁신로드맵

[그림 5-5] 건설교통분야의 목적물별 선진국 대비 기술수준

o 이외에 수자원시스템 분야 중 세부 기술분야의 특허출원동향 및 논문출원동향을 살펴보면 다음과 같이 특허출원 건수에는 상수도관보수보강기술이 논문연구에는 물관리시스템기술이 높게 나타남



<특허출원 동향>



<논문연구 동향>

자료 : 건설교통부(2007), 건설교통기술특허·논문동향조사

[그림 5-6] 수자원시스템 분야의 특허출원 및 논문연구 동향(국내)

(3) 국내 관련 분야 기술수준 분석[32)]

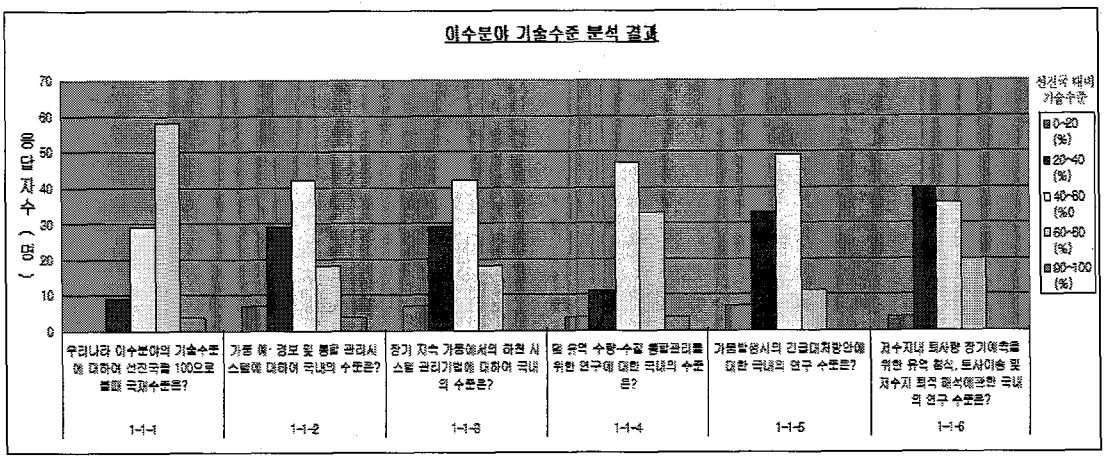
○ 기후변화 대응 물관리 기술개발의 기술수준은 국가별 기후변화 현상이 상이하고 관련 기술에 대한 연구 추진 기간이 짧은 상황을 고려하여 국내 수자원 분야의 기술수준을 선진국과 비교 분석 자료로 활용함

○ 분석은 수자원장기종합계획의 4개 연구 분야인 이수분야, 치수분야, 하천환경 분야, 수자원 조사 및 정책분야로 구분된 수자원장기종합계획(보완) 보고서(2006)와 물관련 연구개발 공동활용체계 구축(2006) 자료를 활용하여 관련 내용을 요약 정리함

□ 이수분야

○ 이수분야의 기술수준은 총 5개의 연구 분야를 대상으로 조사가 실시되었으며, 그 결과 가뭄시의 긴급대처 방안과 저수지내 퇴사량 장기예측을 위한 유역 침식, 토사이송 및 저수지 퇴적 해석에 관한 연구 수준이 타 연구 분야에 비해 낮게 나타남

○ 그러나 국내 이수분야의 전반적인 기술수준 조사결과 국제수준의 60~80%에 해당하는 기술수준을 보유한 것으로 제시됨



자료 : 건설기술연구원(2006), 물관련 연구개발 공동활용체계 구축, 건설교통부

주) 우측 범례는 선진국대비 기술수준을 0~100%까지 20% 단위로 나누고 이를 색깔별로 구분하였으며 좌측 y축은 선진국 대비 해당 국내 기술수준에 대해 전문가들이 응답한 명수를 나타냄

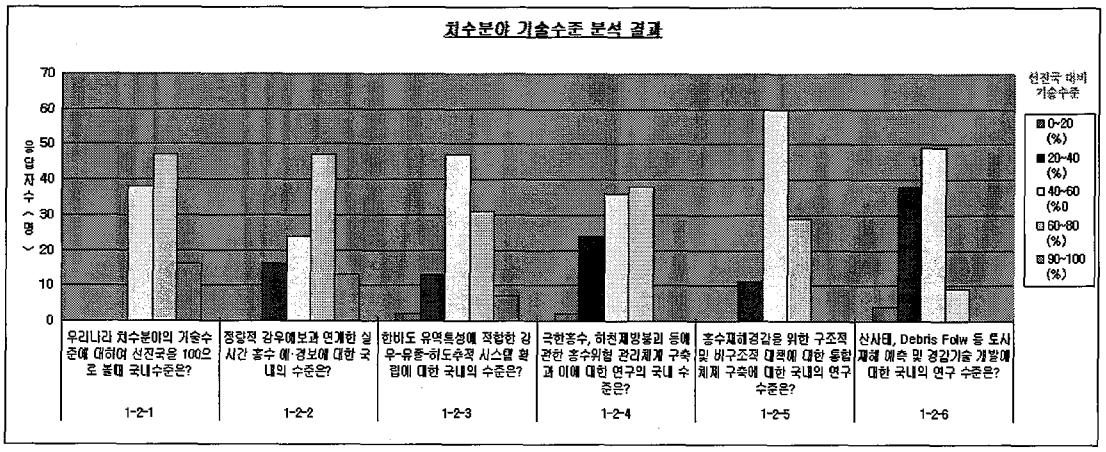
[그림 5-7] 이수분야 기술수준 분석결과

32) 수자원장기종합계획(보완) 보고서(2006)와 물관련 연구개발 공동활용체계 구축(2006) 자료를 요약, 재정리

□ 치수분야

○ 치수분야의 경우 UN의 국제자연재해경감 10개년 사업에 참여하는 등 국제사업에 참여하였으나, 홍수재해의 지역별 특수성을 고려할 경우 관련 활동이 미흡하였고 총체적인 홍수방재연구가 진행되지 못하고 있음

○ 그 결과 선진국 대비 치수분야의 기술수준이 요소기술 개발 상황에서는 일정 수준 수행 되었으나, 치수분야를 통합적이고 체계적으로 운영·관리할 수 있는 통합 과정은 취약하게 나타남



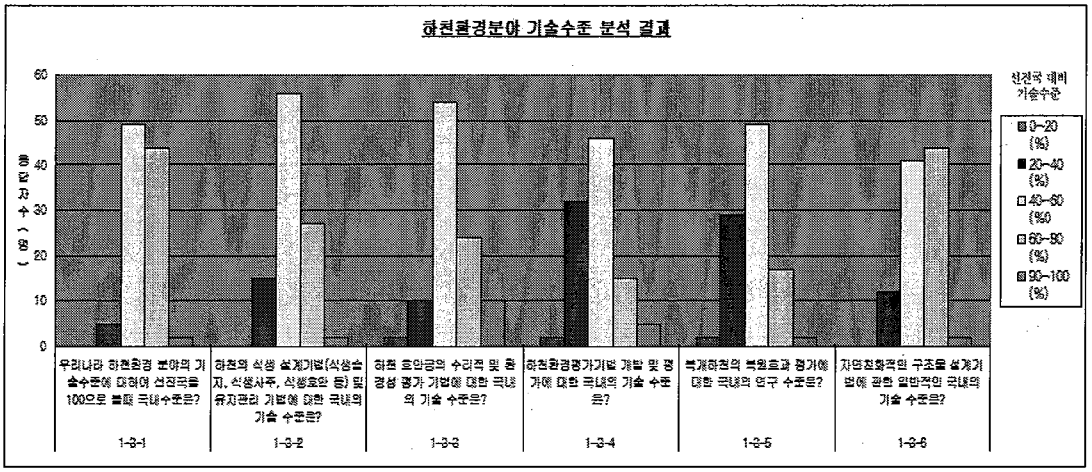
자료 : 건설기술연구원(2006), 물관련 연구개발 공동활용체계 구축, 건설교통부

[그림 5-8] 치수분야 기술수준 분석 결과

□ 하천환경분야

○ 기존 문헌 조사 결과 하천환경분야의 기술개발 수준은 하천복원기술의 기획연구사업(2006)과 기존 수행된 국토해양부의 하천환경 관련 기술 수준 및 개발 기술 수요 조사에서 나타난 현재 국내 하천환경기술 수준을 분석한 결과 기술수준이 선진국의 65% 수준의 도입단계이고 선진국과의 기술격차는 10~17년 정도로 나타남

○ 그러나 정부 차원의 수자원 관련 정부 계획에 나타난 하천환경 기술수준 분석 결과를 살펴보면 전반적으로 이수 및 치수의 기술수준보다 많이 부족한 것으로 나타났고 특히 하천환경평가기법 개발 및 평가와 복개하천의 복원효과 평가에 대한 국내의 기술수준이 상대적으로 취약한 것으로 나타남



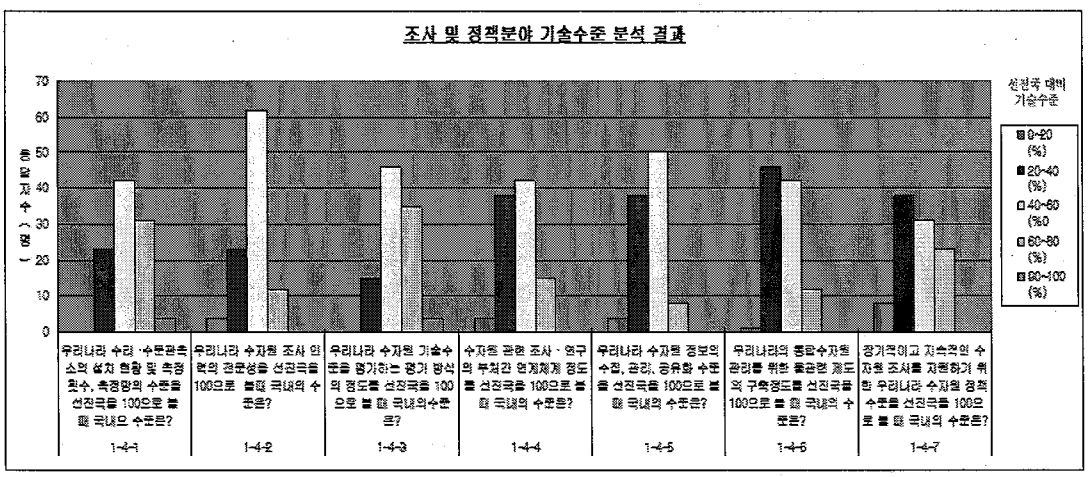
자료 : 건설기술연구원(2006), 물관련 연구개발 공동활용체계 구축, 건설교통부

[그림 5-9] 하천환경분야 기술수준 분석결과

□ 수자원 조사 및 정책분야

○ 수자원 분야의 조사 및 정책분야의 기술수준은 일련의 자료처리기술의 낙후 등에 기인하는 것으로 조사됨

○ 이는 수자원 조사와 정책 발전을 위해 적정 비용 보다 적은 비용이 투자되고 있으며, 수자원 자료의 공유화에 대한 국내의 기술수준 및 관련 제도가 상대적으로 취약하기 때문인 것으로 나타남



자료 : 건설기술연구원(2006), 물관련 연구개발 공동활용체계 구축, 건설교통부

[그림 5-10] 수자원 조사 및 정책분야 기술수준 분석결과

5.2 기후변화 대응 물관리 기술 SWOT 분석

5.2.1 국내외 환경분석을 통한 SWOT 분석

○ 체계적이며 실용적인 기후변화 대응 물관리 기술개발을 위해서는 미래사회 전망, 국내외 정책/기술 동향 등을 종합한 추진 방향의 수립이 중요함

○ 이에, 기후변화에 따른 영향 및 전망 자료와 국내외 정책 및 기술개발 동향 자료 등을 종합적으로 분석한 환경분석 자료를 활용하여 내·외부 환경, 긍정적·부정적 요인을 종합한 SWOT 분석을 실시함

○ 그 결과 기후변화 대응 물관리 기술개발 사업 추진의 강점(Strengths), 약점(Weaknesses), 기회(Opportunities), 위협(Threats)의 결과가 다음과 같이 도출됨

[강점(Strengths)]

- 기존 국내 기술개발 현황을 조사한 결과 기후변화에 따른 수자원측면 중 전망 기술개발 측면의 활용 가능한 연구 수행 결과물이 많은 것으로 나타남
- 또한, 지속적인 물관리 연구로 인해 연계 가능성이 높은 하천(유역) 중심의 이수 및 치수 관련 연구과제가 존재하는 것으로 조사됨
- 이외에 기후변화에 따른 홍수 및 가뭄으로 인한 피해가 증가함에 따라 국내외의 기후변화 대응 물관리의 중요성이 증대되고 있는 것으로 분석됨

[약점(Weaknesses)]

- 기후변화 대응을 위한 국내 기후 현상에 대한 기초 데이터 및 기술개발을 위한 원천기술이 미흡한 것으로 나타남
- 기후변화 대응을 위한 종합계획 및 적응 계획이 수립되었지만 수자원 측면에서의 정책 및 연구개발 계획이 현재는 미흡한 것으로 조사됨
- 건설교통 분야의 인프라 현황 조사연구 결과 및 학회 회원 명단 조사 결과 수리/수문 분야의 전문연구인력이 타 분야에 비해 부족한 것으로 조사됨

[기회(Opportunities)]

- 지구온난화에 따른 기후변화에 대응하기 위해 선진국간 교토의정서 체결 등 다양한 활동이 추진됨에 따라 기후변화 대응을 위한 국가별 정책적 중요성 및 필요성이 증대함
- 기후변화 현상이 일부 국가의 노력으로 해결되지 않는다는 측면에서 국경을 초월한 협력 네트워크 구축 및 연구개발 활동이 활성화됨
- 최근 홍수 및 가뭄 등 이상기후 현상에 대한 피해가 증가하고, 이에 대한 심각성이 대중매체를 통해 전 국민에게 전달됨으로써 기후변화에 대한 국민의 관심이 증대됨

[위협(Threats)]

- 기후변화는 장기적 관점에서 향후 예상되는 기상현상을 예측해야 한다는 측면에서 불확실성이 높게 나타남
- 녹색성장 정책 및 기후변화 종합대응대책 등의 정책 추진에 따라 부처별 이에 대한 연구의 중요성을 인식하여 기후변화 대응 연구개발 영역을 확대하여 추진하고자 하는 경향이 있음
- 현재 기후변화 대응을 위해 미국, 일본 등 선진국을 중심으로 기술개발 활동이 활발히 추진됨에 따라 선진국의 기술우위 및 기술표준 선점에 따른 위험성이 증대됨



[그림 5-11] 기후변화 대응 물관리 기술 SWOT 분석

5.2.2 SWOT 분석에 따른 추진전략

○ SWOT 분석 결과를 활용하여 '기후변화 대응 물관리 기술 개발' 기획의 추진 방향을 수립하기 위하여 다음과 같이 S-O 전략, S-T 전략, W-O 전략, W-T 전략으로 구분하여 본 사업의 추진전략을 도출함

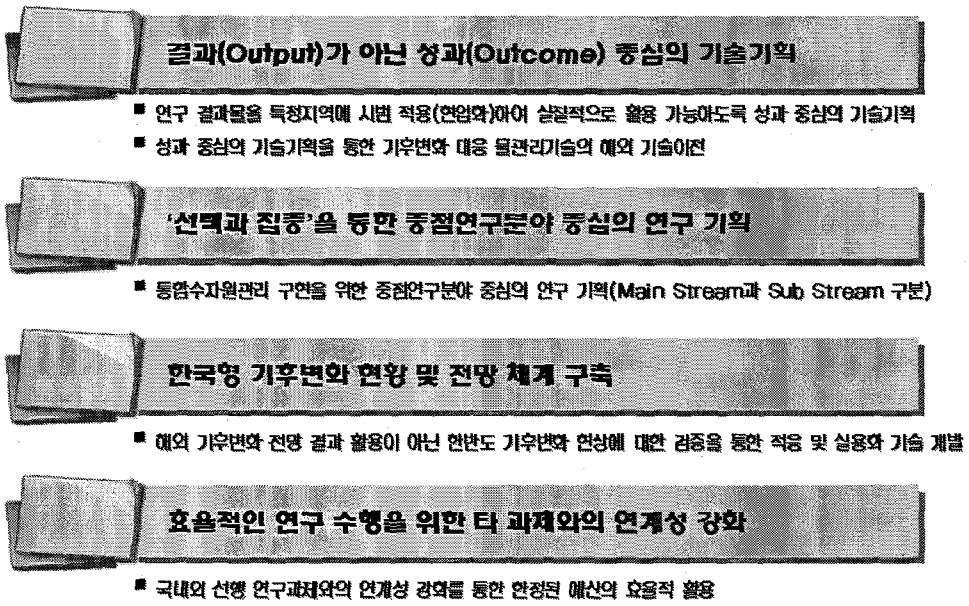
[표 5-3] SWOT 분석에 따른 사업 추진전략

전략구분	전략 도출
S-O 전략	○ 기존 전망기술개발 결과를 활용한 효율적인 기술개발 ○ 하천 중심의 연구과제와의 연계성 강화 ○ 글로벌 협력 연구개발 활동 추진 ○ 기후변화 대응 물관리 홍보전략 강화
S-T 전략	○ 기후변화 전망 데이터 조기 확보를 통한 기후변화 예측의 불확실성 최소화 ○ 부처간 협력을 통한 통합·연계된 물관리 기술개발 추진 ○ 선행 연구과제를 활용한 조기 선진기술력 확보 및 기술우위 선점
W-O 전략	○ 기후변화 대응원천기술 및 기초 데이터 확보를 위한 기술개발 추진 ○ 국가 정책 방향에 부합하는 기후변화 대응 물관리 기술 기반구축 ○ 실용적인 기술개발을 통한 민간 및 지자체 참여 활성화
W-T 전략	○ 기후변화 전망을 위한 원천기술 확보를 통한 한반도 기후변화 예측 정확도 강화 ○ 수자원 정책 및 연구개발 계획 수립을 통한 부처별 R&D 조정 기능 강화 ○ 관련 기관 참여 활성화를 통한 기후변화 대응 물관리 기술 보급·확산

5.3 기후변화 대응 물관리 기술 연구 기본방향

○ 체계적이고 효과적인 사업 기획을 위해 선행 조사된 SWOT 분석 결과를 바탕으로 본 사업이 추진할 연구 방향성을 수립함

○ 그 결과 다음과 같이 결과(Output)가 아닌 성과(Outcome) 중심의 기술기획, '선택과 집중'을 통한 중점연구분야 중심의 연구기획, 한국형 기후변화 현황 및 전망 체계 구축, 효율적인 연구 수행을 위한 타 과제와의 연계성 강화 등 크게 4가지의 연구 추진 방향이 도출되었으며, 각각의 세부 내용은 다음과 같음



[그림 5-12] 기후변화 대응 물관리 기술 개발의 연구 추진 방향

[결과(Output)가 아닌 성과(Outcome) 중심의 기술기획]

- 기 수행된 대부분의 국가연구개발과제의 경우 도출된 기술의 효과적인 활용을 위하여 성과 중심으로 연구개발의 필요성이 증대됨에도 불구하고 대부분의 연구 성과물이 요소 기술의 결과로만 도출됨에 따라 실제 활용에 한계가 발생함
- 이에 본 연구에서는 연구 결과물을 특정지역에 시범 적용(현업화)하여 실질적으로 활용 가능하도록 각 요소 기술들의 연계를 강화하고, 최종 성과물이 국내 기후여건과 비슷한 국가에 기술이전이 되도록 연구 방향성을 수립함

['선택과 집중'을 통한 중점연구분야 중심의 연구기획]

- 기후변화에 따른 물관리 기술개발 연구 범위는 크게 지역적인 측면에서 유역 및 해안과 수환경 분야에 따른 수량 및 수질로 구분됨
- 그러나 한정된 정부예산으로 인해 수자원 전 분야 연구 추진은 한계가 있으므로 기 추진과제와 연계성이 높으며 시급한 분야의 연구를 본 사업에서 선행하여 추진함
- 또한, 본 사업 중 통합수자원관리 구현을 위한 분야를 Main Stream으로 구성하여 중점연구분야 중심으로 연구가 추진될 수 있도록 과제를 기획함

[한국형 기후변화 현황 및 전망 체계 구축]

- 기후변화 현상으로 인해 국외의 경우 자국의 기후변화 현황에 대한 분석 자료가 존재하는데 반해 국내의 경우 기상 환경에 대한 일부 연구결과만이 존재할 뿐 총체적인 현상을 고려한 수자원 측면에서의 기후변화에 관한 자료는 미흡한 상황임
- 이에 대부분의 연구가 타 국가의 기후변화 자료를 기반으로 수자원 분야의 연구를 추진되고 있는 상황임
- 따라서, 본 연구에서는 한반도 기후변화 현상에 대한 구체적인 검증을 통한 기후변화 대응 물관리 기술을 개발하고자 함

[효율적인 연구 수행을 위한 타 과제와의 연계성 강화]

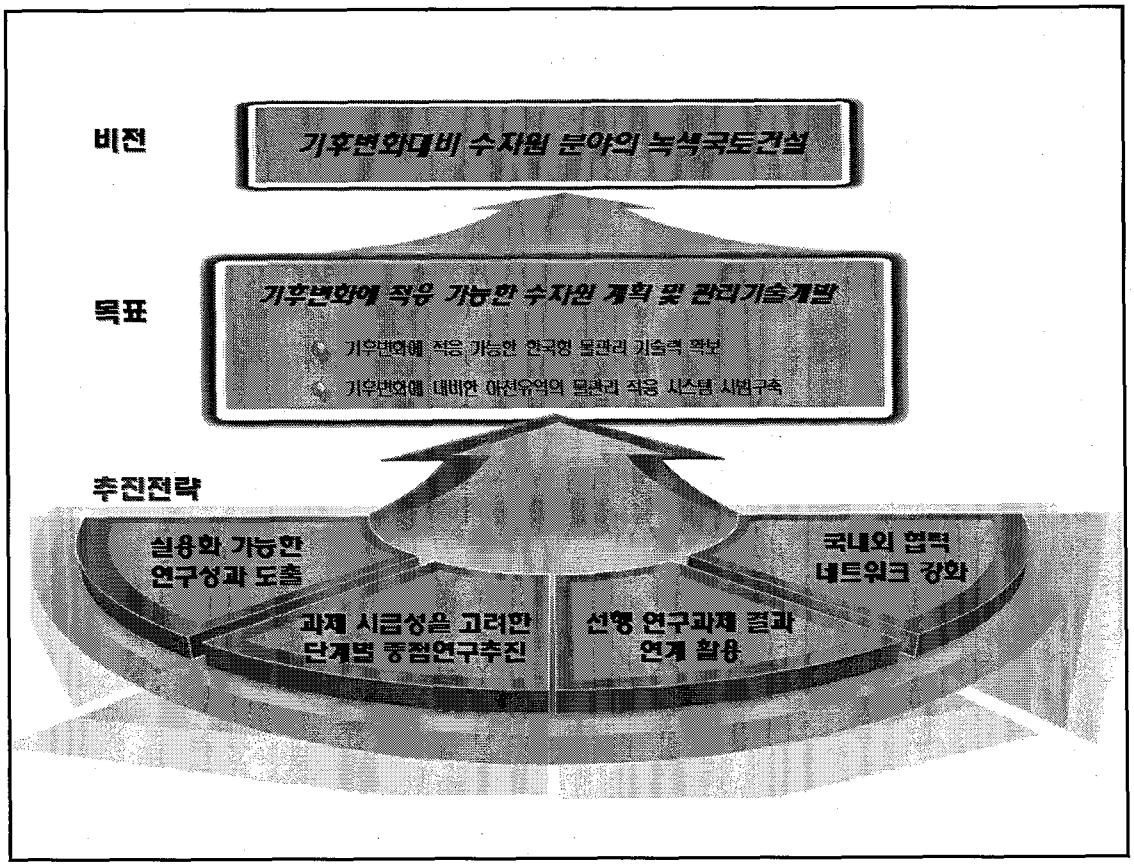
- 한정된 정부 예산을 효율적으로 활용하여 효과적이며, 실용적인 연구 성과물을 도출하기 위하여 국내외에서 기 추진된 선행 연구과제 결과를 최대한 활용할 수 있도록 과제를 기획함
- 또한, 기존 과제와 중복성을 피하기 위해 선행과제 중 유사과제를 도출하여 세부 연구내용을 분석함

제 2 부

제 6 장 기후변화 대응 물관리 기술개발 기본설계

6.1 기후변화 대응 물관리 기술개발 비전 및 목표

○ 구체적이며 체계적인 연구 성과물 도출을 위하여 국내외 기후변화 대응 물관리 환경분석을 통해 도출된 SWOT 분석결과 및 연구 기본방향 결과인 기후변화 대응 물관리 동향 종합분석 내용을 기반으로 향후 기후변화 대응 물관리 기술개발의 비전 및 목표, 추진전략을 다음과 같이 도출함



6.1.1 기후변화 대응 물관리 기술개발 비전

기후변화대비 수자원 분야의 녹색국토건설

○ 기후변화 대응 물관리 기술개발을 통해 향후 전망되는 상황을 도출하기 위해 관련 전문가 의견을 수렴하여 본 과제와 연계된 중요 Keyword를 도출함

○ 이렇게 도출된 Keyword는 기술위원회 및 자문가 회의를 통해 본 과제 특성과의 적합성을 고려하여 최종 선별하여 비전을 수립함

○ 비전 수립을 위해 기후변화대비, 수자원, 녹색국토건설 등 3개의 Keyword를 선별하였으며 각각 의미는 다음과 같음

- 기후변화대비 : 지구온난화로 인한 기후변화 현상에 장기적 측면에서의 대응을 의미하며, 온실가스 저감 등 완화(Mitigation) 관점이 아닌 적응(Adaptation) 중심의 기술개발을 의미함
- 수자원 : 한정된 정부 예산과 관련 부처의 미션(Mission)을 고려하여 본 사업에서 추진하고자 하는 연구범위를 의미함
- 녹색국토건설 : 관련 부처 및 기관의 미션과 본 사업의 최종 연구 성과물의 목적을 고려하여 향후 추진하고자 하는 성과물을 의미함

6.1.2 기후변화 대응 물관리 기술개발 목표

기후변화에 적응 가능한 수자원 계획 및 관리기술개발

기후변화에 적응 가능한 한국형 물관리 기술력 확보

기후변화에 대비한 하천유역의 물관리 적응 시스템 시범구축

(1) 목표

○ 기후변화 대응 물관리 기술개발 비전을 달성하기 위해 지구의 평균기온 상승과 이상기후 변화에 대응하기 위한 수자원 관리의 기술적 기반을 마련하고, 국가 차원의 기후변화 정보제공 및 정책 수립의 기본계획으로 활용할 수 있도록 본 사업 목표를 기후변화에 적응 가능한 수자원 계획 및 관리기술개발로 수립함

○ 또한, 과학기술적 효과와 최종 연구 성과물 형태를 세부목표로 수립함으로써 구체적인 연구 성과물이 도출되도록 하였으며, 각 세부목표의 의미는 다음과 같음(사회경제적 효과는 기후변화라는 특수성으로 인해 측정이 불가능하며, 구체적인 연구 성과물 도출에 한계가 발생되어 세부목표에는 제외시킴)

[기후변화에 적응 가능한 한국형 물관리 기술력 확보]

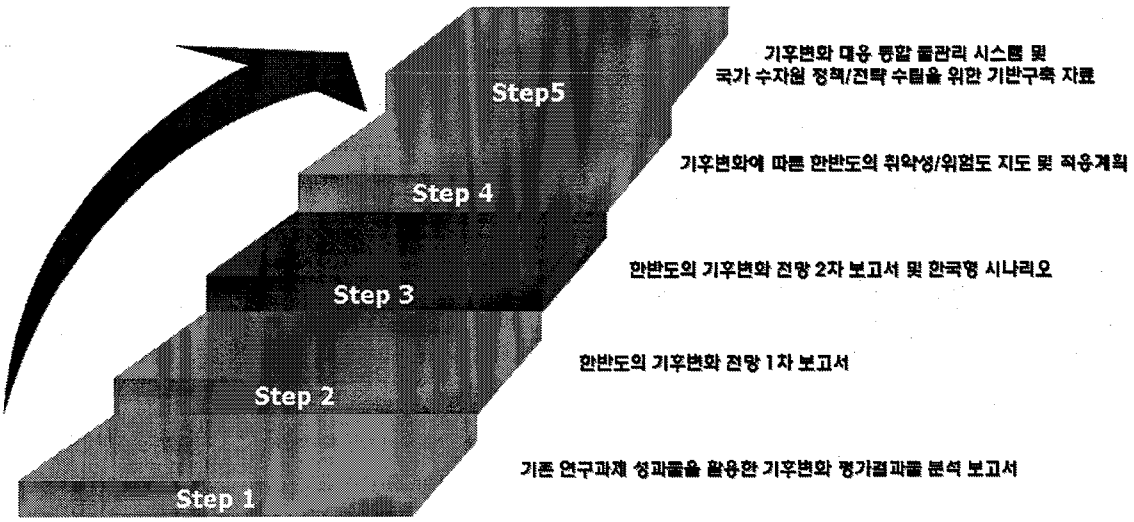
- 기후변화에 적응 가능한 한반도의 물관리 기술개발을 통해 관련 분야의 기술수준을 향상시키는 것을 의미하며, 기후변화 적응 기술의 특수성을 고려하여 해외 기술과의 기술수준 비교 분석은 언급하지 않음

[기후변화에 대비한 하천유역의 물관리 적응 시스템 시범구축]

- 본 사업의 최종 연구 성과물 형태를 고려하여 4대강 유역 중 특정 하천유역을 선정하여 통합 물관리 시스템을 시범 구축하는 것을 세부목표로 함

(2) 단계별 목표

○ 성공적인 연구 성과물 도출을 위하여 Milestone 개념의 체계적인 연구가 수행될 수 있도록 다음과 같이 단계별 추진 목표를 수립함



[그림 6-1] 기후변화 대응 물관리 기술개발 단계별 목표

▶ **Step 1** : 기존 연구과제 성과물을 활용한 기후변화 평가결과물 분석 보고서

▶ **Step 2** : 한반도의 기후변화 전망 1차 보고서

▶ **Step 3** : 한반도의 기후변화 전망 2차 보고서 및 한국형 시나리오

▶ **Step 4** : 기후변화에 따른 한반도의 취약성/위험도 지도 및 적응계획

▶ **Step 5** : 기후변화 대응 통합 물관리 시스템 및 국가 수자원 정책/전략 수립을 위한 기반구축 자료

[표 6-1] 기후변화 대응 물관리 기술개발 단계별 세부 목표

단계	세부 목표
Step 1	- 기존 문헌 조사를 바탕으로 한 기후변화 가시나리오 제공 - 20세기 관측수문자료의 통계적 경향 분석을 통한 관측수문자료의 저빈도 분석 - 통계적 다운스케일링 기법의 앙상블체계 구축 - 생활·공업용수 수요전망 및 가강수량의 시공간적 추세분석 - 가강수량의 시공간적 추세분석 - 치수 및 이수 영향평가 기법 DB구축 및 영향평가절차 개발
Step 2	- 지역기후모형을 통한 상세 기후모의 검증 - 가강수량의 시공간적 전망 - 비정상성 빈도해석 기법 조사 및 평가 - 기후변화를 반영할 수 있는 기상인자의 조사 및 분석 - 하천유역의 상·하류 홍수의 원인과 매커니즘 분석 및 기후변화에 의한 홍수 변동과정 개념화 - 전국의 하천유역별 이수 및 치수관련 정보수집 및 DB구축 - 기후변화에 의한 물관리의 사회·경제적 영향 인과분석
Step 3	- Multi-model ensemble을 통한 시나리오 표준화 - 기상인자의 선별을 통한 중단기 예측 기법 구축 및 적용 - 수문자료의 중단기 주기성을 고려한 확률론적 예측기법 구축 - 표준시나리오에 의한 권역별 앙상블 상세전망(낙동강 권역) - 기후변화에 따른 융설예측 기술 보고서 작성 - 환경용수 수요전망
Step 4	- 기후변화에 따른 기상인자를 고려한 중단기 수문시나리오 개발 - 치수 및 이수 영향평가 toolkit 개발 - 기후변화에 의한 치수 및 이수 영향평가 가이드라인 개발 - 대유역의 치수 영향평가모형 개발 구축 및 저적용 매뉴얼 개발 - 전국 하천유역의 치수 및 이수 재해, 취약성, 위험도 지도 작성 - 하구홍수의 발생전망 및 빈도 해석 기술 개발 - 지역의 사회·경제 취약성과 치수시설물 설계기준 평가 - 한국형 기후변화 홍보 및 교육 기술 개발 및 갈등 조정 모형 개발 - 통합물관리 해석 모듈 개발 - 국제기구, 선진국 물관리기관, 수문기상 전문가 집단과의 기술정보 교류 시스템 및 운영 - 아태지역 물관리 국제협력 네트워크 운영 및 해외 시범유역 시험 적용
Step 5	- 지역의 치수 및 이수 재해위험 저감 및 관리전략 개발 - 치수 취약성, 위험도의 변동에 따른 유역 및 지역별 적정홍수량 저감시스템 개발 - 기후변화에 의한 치수 및 이수 위험도 변동 및 치수 안전도 설정 - 다단계 하천수 저류시설 및 조절시스템 개발 - 사회·경제적 취약성 평가기법 개발 및 영향 평가 분석 - 기후변화 대응 국가 수자원정책 체계구축

6.1.3 기후변화 대응 물관리 기술개발 추진전략

○ 비전 및 목표를 달성하기 위해 기후변화 대응 물관리 기술개발의 연구 기본 방향에 부합하는 본 사업의 추진전략을 수립함

○ 추진전략은 크게 실용화 가능한 연구성과 도출, 과제 시급성을 고려한 단계별 중점연구추진, 선행 연구과제 결과 연계 활용, 국내외 협력 네트워크 강화 등 4가지로 구성되며, 각 추진전략의 의미는 다음과 같음

[실용화 가능한 연구성과 도출]

- 본 사업의 성과 도출에 있어 실질적으로 현업에 활용될 수 있는 통합 물관리 시스템 시범 구축 및 정책추진을 위한 관련 자료 도출 등의 연구를 수행하고자 함

[과제 시급성을 고려한 단계별 중점연구추진]

- 기후변화 대응을 위한 국제 위상 확립 및 향후 연계된 과제 추진을 위해 과제 시급성을 고려하여 단계별로 연구를 추진하며, 통합 물관리 시스템 확보를 위한 연구과제를 중심으로 Main Stream과제와 Sub Stream과제를 구분하여 추진하고자 함

[선행 연구과제 결과 연계 활용]

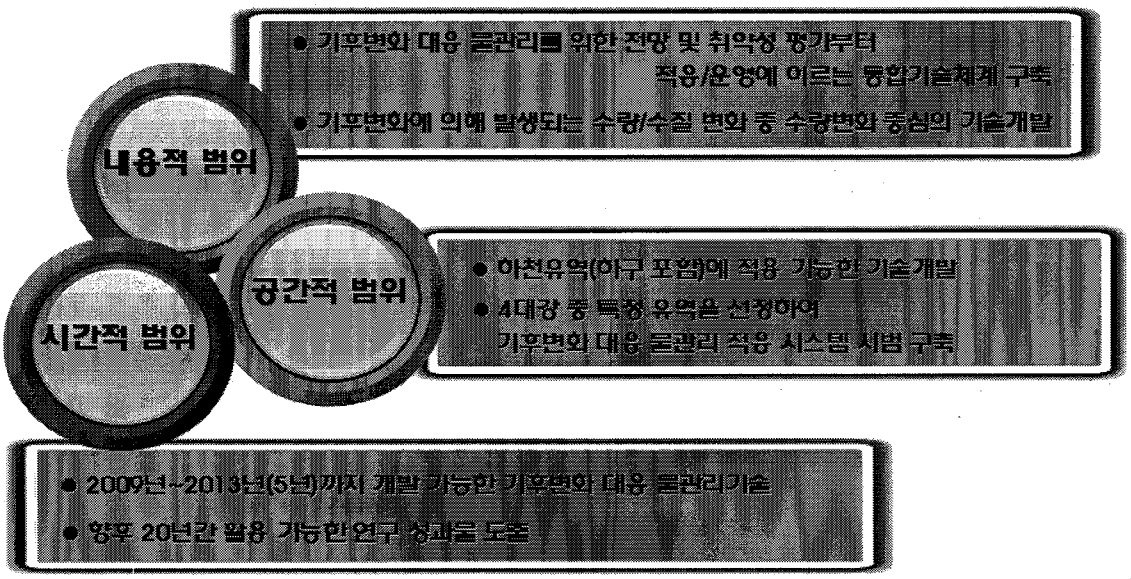
- 효율적인 사업 추진을 위해 과제 수행에 있어 선행 연구과제 결과물에 대한 검토를 선행 실시하여 활용 가능성 및 시기를 결정하며, 특히 적응기술 개발에 있어 기 추진 중인 이수 및 치수관련 사업과 연계하여 추진하도록 함

[국내외 협력 네트워크 강화]

- 기후변화 특성상 국내외 협력 네트워크의 중요성이 강조됨에 따라 해외 국가와의 공동연구개발 및 성과물 공유를 위한 네트워크 체계를 강화시킴
- 또한, 향후 최종 연구 성과물의 기술이전을 위한 특정국가와의 전략적 네트워크를 구축하고자 함

6.2 기후변화 대응 물관리 기술개발 연구범위

○ 기후변화 대응 물관리 기술개발 추진에 있어 한정된 정부 예산과 과제 추진의 시급성을 고려해 연구범위를 다음과 같이 시간적, 공간적, 내용적으로 구분하여 해당 영역의 연구에 집중하여 추진함



[그림 6-2] 기후변화 대응 물관리 기술개발 연구범위

6.2.1 시간적 범위

□ 5년간 개발 가능한 기술 기획

○ 기후변화 전망의 시급성과 현재 국내 수자원 분야의 기술수준을 고려하여 2009년(하)부터 2013년까지 개발 가능한 기술을 도출함

○ 또한, 세부과제별 특성 및 시급성을 고려하여 연구 추진 기간을 연차별로 구분하여 기획함

□ 향후 20년간 활용 가능한 연구 성과물 도출

○ 최종 연구 성과물의 활용성을 제고시키기 위하여 관련 기술개발 및 전략 수립에 있어 향후 20년간 활용될 수 있도록 연구를 수행하도록 함

○ 이를 위해 취약성 평가 기술개발과 적응기술개발, 실용화 및 국제화 전략 기술개발 도출에 있어 전망 기술개발 연구 결과물을 활용하여 연구를 추진하도록 함

6.2.2 공간적 범위

□ 하천유역(하구 포함)에 적용 가능한 기술개발

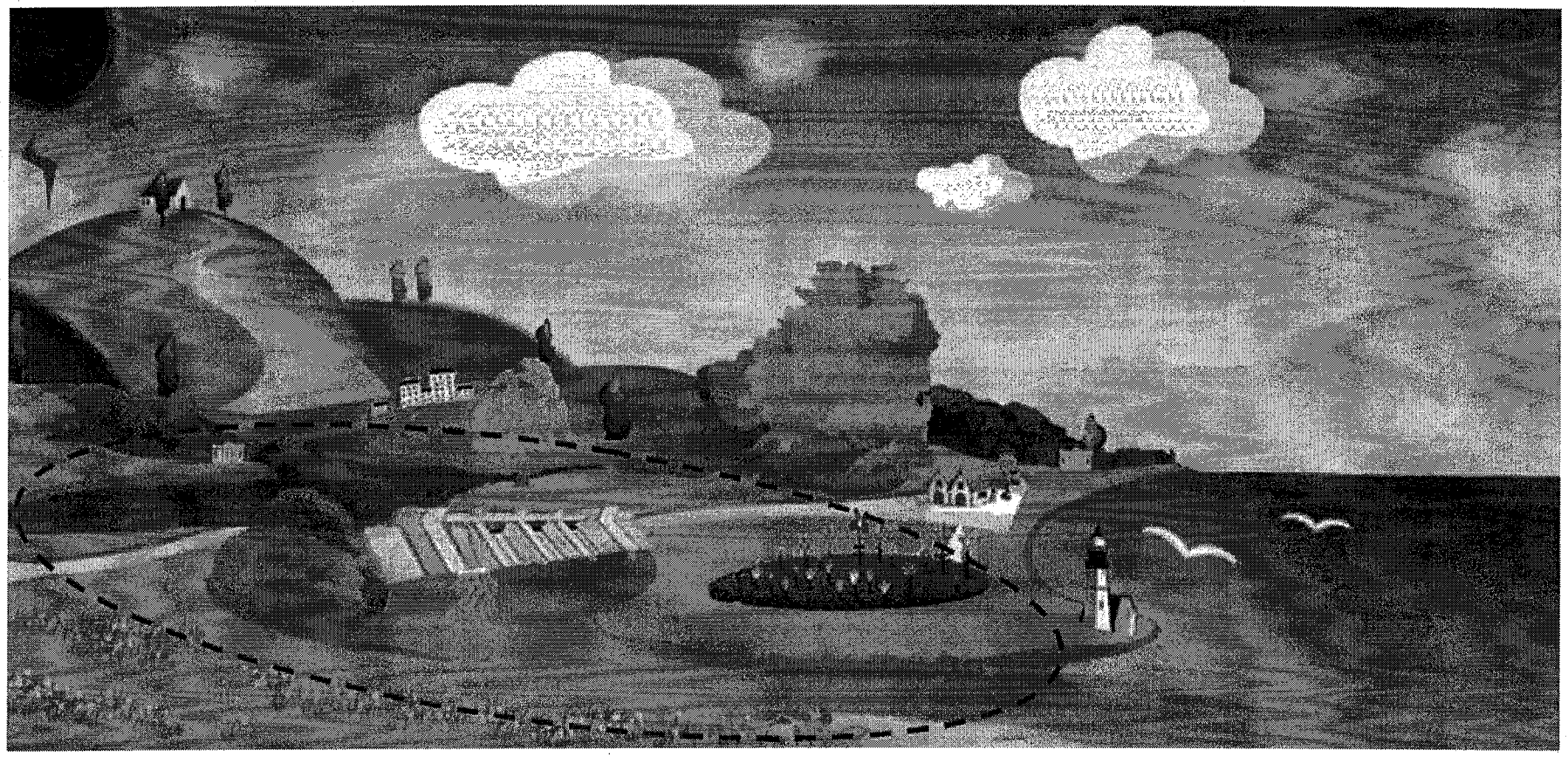
○ 한정된 예산과 관련 인프라 현황을 고려하여 시급성이 높은 하천유역 중심의 적용 가능한 기후변화 대응 물관리 기술을 개발하도록 함

○ 또한, 현재 기온 및 해수면 상승으로 인해 피해가 급증할 것으로 예상되는 하구지역까지 연구를 수행하도록 함

□ 4대강 중 특정 유역 선정을 통한 최종 연구 성과물 시범구축

○ 최종 연구 성과물이 현업에 활용될 수 있도록 4대강 중 적용 가능한 특정 유역을 선정하여 연구 성과물을 시범구축 함

○ 이 외에 향후 한반도 전역에 적용 가능하도록 시범구축을 위한 주요 검토사항 및 전략을 도출함



연구 성과물 적용 범위

[그림 6-3] 기후변화 대응 물관리 기술개발 연구범위(공간적 범위)

6.2.3 내용적 범위

□ 전망에서 취약성 평가 및 적응/운영에 이르는 통합기술체계 구축

- ○ 기후변화에 대응하기 위한 통합 물관리 시스템 구축을 위하여 기후변화에 따른 수자원 영향에 대한 전망에서 취약성 평가 및 적응에 이르는 총체적인 연구를 수행하도록 함

- ○ 또한, 향후 기후변화 대응 물관리 정책 및 전략 수립을 위하여 기반구축 자료를 개발하도록 함

□ 수량 변화 중심의 기술개발

- ○ 물관리를 위한 수량 및 수질 측면 중 연구 인프라 및 예산을 고려하여 수량 변화 중심의 기술을 개발하도록 함

- ○ 수량변화는 크게 이수측면과 치수측면을 구분하여 연구를 수행하며, 상황에 따라 이수측면을 세분화하여 연구를 추진하도록 기획함

6.3 기후변화 대응 물관리 기술 세부과제

6.3.1 기후변화 대응 물관리 기술 과제 도출 방법론

○ 기후변화 대응 물관리 기술개발을 위한 과제를 도출하기 위하여 본 기획연구에서는 Top-down 방식을 통해 세부과제를 도출하고, Bottom-up 방식을 통해 세부과제별 세세부과제 및 핵심기술을 도출함

○ Top-down 방식을 활용한 세부과제 도출은 국가 계획 및 IPCC 보고서 체계 등을 활용하여 향후 연구과제 성과물의 활용성을 높일 수 있는 방향으로 전망 기술개발, 취약성 평가 기술개발, 적응 기술개발, 실용화 및 국제화 전략 기술개발 등을 도출하였으며,

- '국가 기후변화 적응 종합계획'(2008. 12.)에서는 연구 분야를 기후변화 감시 및 예측, 기후변화 영향 및 취약성 평가, 부문별 기후변화 적응 프로그램, 기후변화 적응 기반 등 4개로 구분하여 구성함

- 또한, IPCC 등 기후변화 관련 국제기구에서도 관련 연구과제 구분에 있어 영향(Impact), 취약성(Vulnerability), 적응(Adaptation) 등 3가지 연구 영역으로 구분함

- 이에 본 사업에서는 세부과제를 기후변화 대응을 위한 절차(Procedure)에 따라 구성하고, 이 중 적응 분야는 실용화 및 국제화 측면을 강화하기 위해 적응 기술개발과 실용화 및 국제화 전략 기술개발로 세분화함

○ Bottom-up 방식을 통한 세세부과제 및 핵심기술은 관련 분야의 연구 수행 실무자를 대상으로 한 기술수요조사 결과 및 기술위원회 회의를 통해 도출된 결과를 기술을 자문가 회의 및 이해당사자 인터뷰 등을 통해 선별하여 확정함

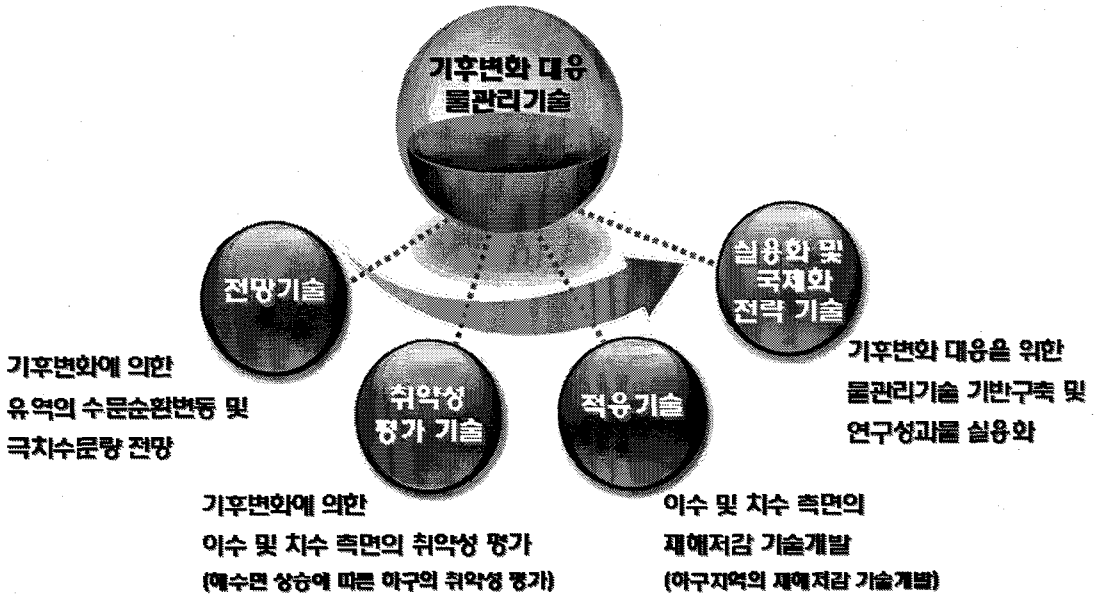
- 자문가 회의 및 이해당사자 인터뷰 등을 통한 세세부과제 및 핵심기술 선별은 사업 목표 및 세부과제 목표와의 부합성과 타 과제와의 연계성 등을 고려하여 확정함

[표 6-2] 기술수요조사 결과

세부과제 분야	기술개발 목록
전망 기술개발	- 수자원 지속가능성에 대한 영향 평가 - 하천의 유출량 산정 기술 - 국지성호우의 선행예보시간 단축 기술 - 장단기 기후예측 시뮬레이션 구축기술 - 미래 기상요소 변화 모의 시스템 개발
취약성 평가 기술개발	- 수계 수자원시스템의 취약성 분석 - 기후변화를 고려한 홍수위험도 산정 기술 - 지역안전도 평가기술 - 수자원 구조물 안전진단 및 보강 표준화 기술 - 시나리오별 수자원 관리 취약성 및 대책 수립
적응 기술개발	- 수계 수문순환의 적응과정 모델링 - 하천관리 표준화 기술 - 지역별 홍수재해 유형분류 기술 - 하천/수자원구조물 재평가기술 - 기후 변화 대응 인벤토리 작성 및 적응 옵션 개발 - 적응 매트릭스 작성 및 시나리오 개발
실용화 및 국제화 전략 기술개발	- 수자원네트워크 구축 표준매뉴얼개발 - 기후 변화 대응책 공유를 위한 수자원 네트워크 구축 - 중앙정부와 지자체간의 네트워크 구축 기술 - 통합관리방안 구축 - 관리시스템 구축기술 - 대응체계 구축 - 비상대피계획 재구축 - 자연 시스템 및 사회-경제 시스템의 적응 옵션 평가 기술 - 극한홍수 발생시 재해대응시스템 구축 기술

6.3.2 기후변화 대응 물관리 기술 세부과제

○ 기후변화에 의한 수자원 분야의 영향을 체계적으로 조사하여 현업에 활용 가능한 성과물을 도출하기 위해 기후변화 대응을 위한 절차(Procedure)에 따라 기후변화 대응 물관리 기술개발 세부과제를 다음과 같이 크게 4개 과제로 구분하여 구성하였으며, 주요 추진내용은 다음과 같음



[그림 6-4] 기후변화 대응 물관리 기술개발과제 구성(세부과제)

[전망 기술개발]

- 미래 발생 가능한 국내외 기후변화 시나리오 비교 검토 후 한반도에 발생될 홍수 및 가뭄 시나리오를 구축함으로써 기술전략 수립 및 적응기술 도출에 활용
- 수자원 및 하천분야에 대한 거대규모(Macro-scale)와 미세규모(Micro-scale)의 지구온난화 영향 파악, 미래 기후변화에 대한 합리적이고 신뢰성 있는 프로젝션 근거 마련

[취약성 평가 기술개발]

- 시나리오별 물재해 전망 및 하천 중심의 취약성 평가 기술 개발을 통한 적응전략 수립 지원
- 기온상승에 따라 발생될 증발산량 변화 및 물수요 변화에 따른 물수급 취약성 지역 평가

[적응 기술개발]

- 하천의 유량변화, 가용수자원 변화, 물수요 변화 등에 대한 현 수자원 및 하천관리시스템의 종합적 취약성 평가를 근거로 불확실성에 탄력적으로 적응할 수 있는 전략 수립
- 물순환 구조 변화에 대비한 하천/수자원 구조물 재평가 및 관련 기술의 선진화/표준화 대책 마련
- 기온상승 및 수문변화에 따른 하천지역 구조물/비구조물의 지속가능한 적응 기술 및 비상대처기술 개발

[실용화 및 국제화 전략 기술개발]

- 수자원/하천 계획 및 관리의 지속가능성 평가 및 구현 체계 구축
- 수자원 네트워크 구축을 위한 국제협력 방안 수립 및 법제도적 개정 방안 도출에 따른 표준 매뉴얼 개발
- 하천지역의 대응 체계 확보를 위한 전망 및 취약성 기술, 적응기술 간의 통합관리체계 구축 방안 수립

6.4 기존 연구과제와의 차별성 및 연계성

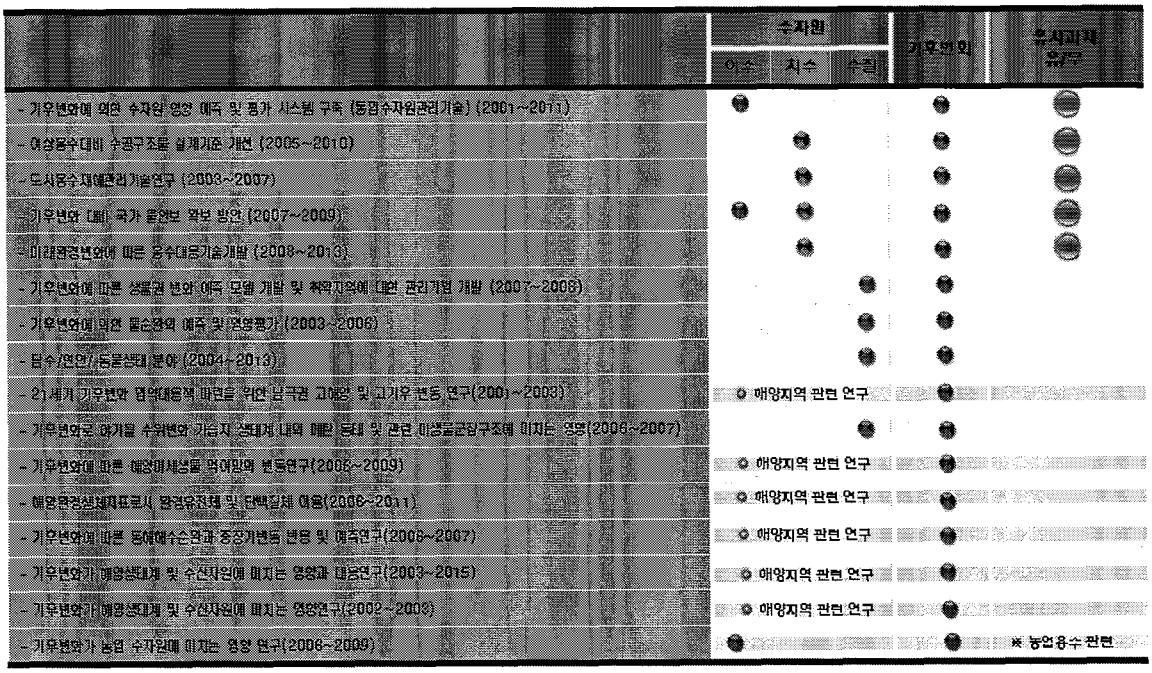
6.4.1 유사과제 분석

(1) 유사과제 도출 방법

○ 효율적이고 효과적인 연구 성과물 도출을 위하여 기 수행되거나 현재 추진 중인 국가연구개발과제와의 차별성 및 연계성 분석이 중요함

○ 이에 국내 기술개발 동향 조사를 통해 도출된 과제 중 향후 추진과제를 제외한 과제를 대상으로 본 사업의 목표 및 연구범위가 유사한 과제를 다음과 같이 도출함

- 유사과제 유/무를 판정하기 위하여 과제 연구내용 분석 결과 기후변화 연구를 수행하며, 이수 및 치수 측면의 연구를 수행하였는지 여부를 판단함
- 단, 해양 지역의 연구과제는 본 사업의 공간적 연구범위를 벗어나기 때문에 유사과제에서 유/무 판정에 있어 제외시킴



[그림 6-5] 유사과제 유/무 분석 결과

○ 그 결과 다음과 같이 기후변화에 의한 수자원 영향 예측 및 평가시스템 구축(수자원의 지속적 확보기술개발사업단)과 이상홍수 대비 수공구조물 설계기준 개선(이상기후에 대비한 시설기준 강화 사업단), 미래통합유역홍수 대응기술(차세대 홍수방어기술연구단), 도시홍수재해관리기술연구(도시홍수재해관리기술연구단), 기후변화대비 국가 물안보 확보방안 등이 유사한 과제로 판별됨

(2) 유사과제별 주요연구내용

□ 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단

○ 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단은 "국가 물부족을 극복하기 위하여 통합수자원관리기술의 연구·개발·적용"을 목표로 2001년~2011년까지 3단계에 걸쳐 사업을 추진함

[표 6-3] 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단의 단계별 목표

구분	단계별 목표
1단계(3년) 2001년~2004년	수자원 확보를 위한 요소·기반기술 개발 - 총 6억㎥(연간)의 수자원 확보 기술개발 - 기술 수준을 선진국 대비 60%로 제고
2단계(3년) 2004년~2007년	수자원의 안정적 확보기반 구축을 위한 요소·기반 기술의 실용화 및 시스템화 - 총 9억㎥(연간)의 수자원 확보 기술개발 (누적 총 15억㎥(연간)의 수자원 확보 기술개발) - 기술 수준을 선진국 대비 70%로 제고
3단계(4년) 2007년~2011년	수자원 확보의 적용성 증진을 위한 시스템 통합 및 상용화 - 총 15억㎥(연간)의 수자원 확보 기술개발 (누적 총 30억㎥(연간)의 수자원 확보 기술개발) - 기술 수준을 선진국 대비 80%로 제고

○ 주요 연구는 국가 물부족 문제를 벗어날 수 있도록 4개의 세부과제로 구분하여 추진하며, 각 세부과제 주요 연구 분야는 다음과 같음

[표 6-4] 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단 세부과제별 주요 연구 분야

세부과제명	주요 연구 분야	
통합수자원 관리기술	- 통합기반 - 수문계측 - HyGIS - 통합계획 - 하천운영	- 도시물순환(안양천) - 유역물수지(Hydrokorea) - **기후변화** - 가치평가
지표수 확보기술	- 지표수 조사 - 지표수 수문	- 2D 하천모형(RAMS) - 도시물순환(청계천)
지하수 확보기술	- 지하수 순환 - 해안지하수	- 지하수 개발 - 지하댐
대체수자원 확보기술	- 하수이용공정 - 누수관리 - 빗물	- 염수담수화 - 하수농업이용 - 하수재처리

○ 이중 통합수자원관리기술 세부과제에서는 기후변화에 의한 수자원 영향 평가 체계 구축연구를 수행하며, 수자원의 안정적 확보를 위한 기후변화 평가체계를 구축하고자 함

< 기후변화에 의한 수자원 영향 평가체계 구축연구 목표 >

☐ **최종 목표**

○ 기후변화에 의한 수자원 영향 평가 체계 구축과 한반도 수자원 영향 평가 결과 제시

☐ **단위과제별 목표**

○ 관측자료에 의한 기후변화 수자원영향의 통계적 평가
○ 수자원 영향평가를 위한 한반도 기후변화 시나리오 구축
○ 기후변화분석을 위한 융설모형 구축
○ 장기유출분석 체계 구축 및 수자원 영향평가
○ 기후변화에 따른 수자원관리기법 개발
○ 기후변화에 따른 수자원의 사회경제적 영향평가

< 기후변화에 의한 수자원 영향 평가체계 구축연구 10대 연구결과 >

- ▸ 기후모델의 불확실성 분석을 통한 기후모사능력 평가
- ▸ 동아시아 영역(60X60 km) 110년 동안의 기후시나리오 생산
- ▸ 한반도 영역(20X20 km) 110년 동안의 고해상도 기후시나리오 생산
- ▸ 통계기법을 이용한 관측자료의 시공간 변동성 평가기법 정립
- ▸ RS와 GIS를 이용한 적설면적감소곡선 산정 기법 개발
- ▸ 신뢰성 있는 장기유출분석 체계 구축
- ▸ 139개 유역별 A2/B2 시나리오에 따른 수문시나리오 생산
- ▸ 기후변화 시나리오를 이용한 수자원의 시공간 변동성 분석 기법 개발
- ▸ 기후변화에 따른 다중 저수지 연계 모의 운영시스템 개발
- ▸ 국내 수자원의 사회경제적 영향평가를 위한 기법 제시

○ 이에 기후변화 대응 물관리 기술개발 연구내용과 본 연구과제와의 차별성 및 연계성을 고려한 사업 추진이 필요할 것으로 판단됨

□ 이상기후에 대비한 시설기준 연구단

○ "극한 재해에 대비한 시설기준의 제정으로 피해액 30% 절감"을 위하여 2005년~2010년까지 국토해양부의 R&D예산을 지원받아 한국건설기술연구원에서 주관으로 사업을 추진함

- 세부 사업목표

  - 이상기후에 대비한 제기준의 상향조정 및 특별기준 제정
  - 기존 시설 정비(안) 제시 및 기전시설물의 유지관리기준 제시
  - 기준상향조정에 따른 경제성 평가에 의한 투자효과 분석방안 제시

○ 주요 연구과제는 이상홍수대비 수공구조물 설계기준 개선과 이상기상대비 내풍설계기준 정비 및 개발로 구분되며, 각 세부과제별 연구내용은 다음과 같음

[표 6-5] 이상기후에 대비한 시설기준 연구단 세부과제별 주요 연구내용

세부과제명	주요 연구내용
이상홍수대비 수공구조물 설계기준 개선	- 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
이상기상대비 내풍설계기준 정비 및 개발	- 건축, 토목 구조물 설계를 위한 기본풍속 맵 작성 - 돌풍에 의한 풍환경 피해방지 방안 및 평가 기준 작성 - 강풍시 건축물의 풍진동 인지도 평가 및 고유주파수대별 풍진동 설계기준 개발

○ 본 연구는 기후변화를 고려하여 발생 가능한 이상홍수 및 이상기상에 대비하여 시설기준을 제정하는 사업으로 기후변화 대응 물관리 기술개발에 있어 본 연구과제와의 차별성을 고려해야 할 것으로 판단됨

□ 차세대홍수방어기술개발 연구단

○ 본 사업은 지구환경 변화에 따른 이상기후로 인한 홍수피해를 절감시키기 위하여 IT/ST기술을 적용한 첨단 실시간 홍수예보 관리 시스템 개발을 목적으로 2008년 이후 5년에 걸쳐 추진 중인 사업임

○ 세부과제는 크게 4가지로 구성되어 있으며, 각 과제별 추진방향 및 주요 개발기술은 다음과 같으며, 이중 미래 환경 변화에 따른 홍수대응기술 개발은 기후변화에 따른 환경변화에 대응하기 위하여 홍수정보 영상화 및 전달기술 개발, 위성활용 실시간 홍수 상황 통제 시스템 개발, 미래환경 변화에 따른 홍수 대응 기술개발 등을 추진할 계획임

[표 6-6] 차세대 홍수방어기술개발 연구단 세부과제별 추진방향 및 주요개발기술

세부과제	추진방향	주요개발기술
IT/ST를 활용한 차세대 홍수예보기술	IT/ST 기술적용을 통한 홍수예보기술선진화	- 홍수 모니터링 고도화 기술개발 - 기상정보활용 홍수 예보 신뢰도 향상 기술개발 - 하천유역 공간 홍수 예보 다양화 기술 개발
치수능력 증대기술	국가 치수계획, 홍수대응구조물 표준화 및 설계기술개발	- 국가 치수계획 평가 및 표준화 기술개발 - 홍수대응 구조물의 친환경 설계기술개발
미래 통합 유역홍수 대응기술	가능최대강수 및 수공구조물 붕괴에 대한 유역홍수 대응기술개발	- 유역홍수 대응 최적 기술 개발 - 수공구조물 붕괴에 의한 극한 홍수 관리 기술개발 **- 미래 환경 변화에 따른 홍수대응기술 개발**
국가 홍수 관리시스템 구축기술	대응가능한 홍수재해 통합관리 시스템 개발	- 홍수정보 영상화 및 전달기술개발 - 위성활용 실시간 홍수 상황 통제 시스템 개발 - 홍수 재해 통합 관리 시스템 개발

○ 이에 기후변화 대응 물관리 기술개발 중 적응 기술개발에 있어 본 연구단과의 차별성을 고려하여 연구를 추진하는 것이 필요할 것으로 판단됨

□ 도시홍수재해관리기술 연구단

○ 본 연구는 현업적용 및 실용화가 가능한 도시하천 유역 종합치수대책을 수립하기 위하여 2003년~2008년까지 수행된 과제로서 크게 4개의 연구과제로 구성되어 추진되었음

- 세부 사업목표

  - 도시홍수에 대한 체계적인 연구개발을 통해서 인명피해 '0', 재산피해 30% 이상 경감을 최종목표로 함
  - 국토해양부의 도시하천 유역종합치수대책 수립 및 시행을 위한 이론적, 기술적인 근거를 지원함
  - 도시홍수에 대한 해석기술/예·경보기술/경감기술/관리기술 등에 관하여 연구결과의 현업적용과 실용화를 목표로 함

[표 6-7] 도시홍수재해관리기술 연구단 연구과제별 최종목표

연구과제	사업별 최종목표
도시홍수 재해해석 기술 개발	- 도시하천 유역의 유출해석 기술 및 하천설계 기술 개발 - 도시하천 배수계통 설계기술 개발 - 도시하천 종횡단 및 복개구조물 설계기술 개발 - 홍수시 도시하천의 생태 수리 해석 및 복원기술 개발 - 도시하천 시험유역의 구축 및 운영
도시 홍수 예·경보 및 침수예측 기술 개발	- 도시유역 강우 분석 및 예측기술의 실용화 - 도시홍수 예·경보의 실용화 기술 개발 - 도시하천 제방붕괴 특성 및 수리해석 기술 개발 - 도시지역 침수예측기술의 실용화
도시홍수 재해경감 기술 개발	- 도시 하천제방 붕괴 모형실험을 통한 적정 설계기술 개발 - 모형실험을 통한 방수로(지하)분수로 효과 평가 및 적정 설계기술 개발 - 모형실험을 통한 다목적 지하 저류지 설계 기술 개발 - 지체 및 저류에 의한 도시유역 홍수유출 저감시설 설계기술개발
도시홍수 방어계획 및 관리기술 개발	- 도시하천 유역종합치수계획 수립 기술 정립 및 제시 - 도시내 배수 시설의 운영 및 유지관리 기술 제시 - 도시홍수 피해발생 잠재위험도 및 피해액 평가 기술 제시 - 방재 도시계획 및 비구조적 홍수대응 기술 제시

□ 기후변화 대비 국가 물안보 확보방안

○ 본 연구는 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 제시하기 위하여 2007년~2010년까지 3차에 걸쳐 수행되고 있는 과제로써 현재 2차까지 연구가 진행됨

○ 연구 성과물은 향후 수자원장기종합계획의 2차 보완을 위한 근거 자료로 활용될 예정이며, 연차별 주요연구내용은 다음과 같음

[표 6-8] 기후변화 대비 국가 물안보 확보방안 연구내용

단계	주요연구내용	세부연구내용
1차	기후변화의 국제적 협약 조사 및 분석	- 기후변화관련 국제기구 및 협약 조사: UNFCC, IPCC, WMO, UNEP, COP, SBSTA, SBI, GCOS, GAW, CCI - 기후변화 협약관련 국외 정책 현황 조사: 미국, 일본, 캐나다, 호주, 영국, 멕시코, 중국 - 기후변화 협약관련 국내 정책 현황 조사: 기후변화 협약 대응 종합대책 및 기후변화 관련 법률안
	기후변화가 사회 경제적으로 미치는 영향평가 사례 조사 및 분석	- 사회적 영향 평가 사례조사: 기후변화로 인한 물 분쟁, 국토 유실, 식량공급 감소 및 보건 위생에 미치는 영향 파악 - 경제적 영향 평가 사례조사: 기후변화로 인한 건설 경제, 농업 경제, 산업, 수산업 등에 미치는 영향 조사 - 생태계에 미치는 영향평가 사례조사: 기후변화에 따른 식생 및 연안역의 영향 사례조사
	기후변화가 수자원에 미치는 영향평가 사례조사	- 국가별 기후변화 영향평가 연구 프로젝트 분석 - 기후변화가 수자원(이수측면)에 미치는 영향 평가 - 기후변화가 수자원(치수측면)에 미치는 영향 평가
	국외의 기후변화에 대비한 수자원 정책 수립 사례조사 및 분석	- 국가별 기후변화 관련 수자원 정책 사례 조사: 영국, 미국, 호주, 일본, 핀란드, 캐나다
	관측자료에 의한 기후변화 및 기후변동이 수문순환 과정에 미치는 영향	- 연 수문기상자료의 변동성 및 경향성: 통계적 방법을 이용하여 경향성을 검정한 국내외 사례조사 - 극한 수문 사상의 시계열 특성 분석: 극한지수의 설정 및 경향성 분석, IDF 분석을 이용한 극한 강수 사상의 경향성 분석 - 기후변동성이 극한강우 특성에 미치는 영향 분석
2차	고해상도 RCM 자료의 수문학적 적용성 검토	- RCM 시나리오 분석: 최저온도 및 강수량에 대한 기후변화 시나리오, EOF Pattern 비교 분석 및 스펙트럼 분석 - 관측기간의 지점강수량과 RCM 강수량 상관관계 비교 - 불확실성 정량화 방안: HBN Model 적용
	RCM 자료의 수문학적 활용을 위한 추계학적 축조기술 개발	- 비정상성 Markov Chain 모형: Climate change 시나리오를 외부인자로 고려하여 일강수량 발생 - 외부인자로서 월강수량 또는 계정강수량을 고려하여 모형의 매개변수를 추정 - 기후변화 시나리오부터 월강수량 및 계절강수량을 모형에 입력시켜 미래의 일강수량 자료 모의
	기후변화가 한반도의 수문기상학적 특성에 미치는 영향 평가	- 현재 강수량과 미래강수량 자료의 특성치 및 확률밀도 비교 - 확률강우량 산정: 재현기간별 RCM 강수량 공간분포, 각 지점별 빈도분석 결과(24시간) - SPI을 이용한 기상학적 가뭄의 공간적 특성 비교
	준분포형 강수-유출 모형을 이용한 대유역에서 유출 해석	- 대상유역 위치 및 특성 파악 - SLURP 모형을 이용한 강우-유출 모의 및 모의 결과 분석 - 수문변화지표법(IHA)를 이용한 유황변화 분석 - 기후변화가 토지피복변화에 미치는 영향 평가
	기후변화를 고려한 극한홍수 해석 기술 개발	- 일 단위 RCM 자료의 카오스적 분해 - RCM 결과에 지속시간 개념 도입: 강우->HUFF 4분위법->HMS 입력자료활용, 한강유역의 도시지역 및 소유역을 대상으로 취약성 평가

6.4.2 기존 연구과제와의 차별성

○ 기후변화 대응 물관리 기술개발에 있어 정부 재정운영의 효율성을 제고시키고 위해 국가연구개발사업과의 중복성을 분석함

○ 그 결과 본 사업은 기후변화 대응을 위한 기존 연구과제와 달리 기후변화에 대응하기 위한 물관리 측면에서의 연구개발, 한반도 기후변화 영향에 대한 단기적·중장기적 분석, 요소기술의 연계를 통한 성과 중심의 연구개발, 기후변화 대응을 위한 절차에 따라 연차별 체계적인 연구추진체계 수립, 국내외 관련 기관과의 네트워크 체계 강화를 위한 과제구성 등 5가지 측면에서 차별성이 존재하는 것으로 분석됨

- 기존 연구과제의 경우 대부분이 온실가스 저감 중심의 연구개발을 추진하는데 반해 본 사업은 기후변화에 대응하기 위한 물관리 측면 중 하천유역의 수량 측면을 중심으로 연구를 추진함

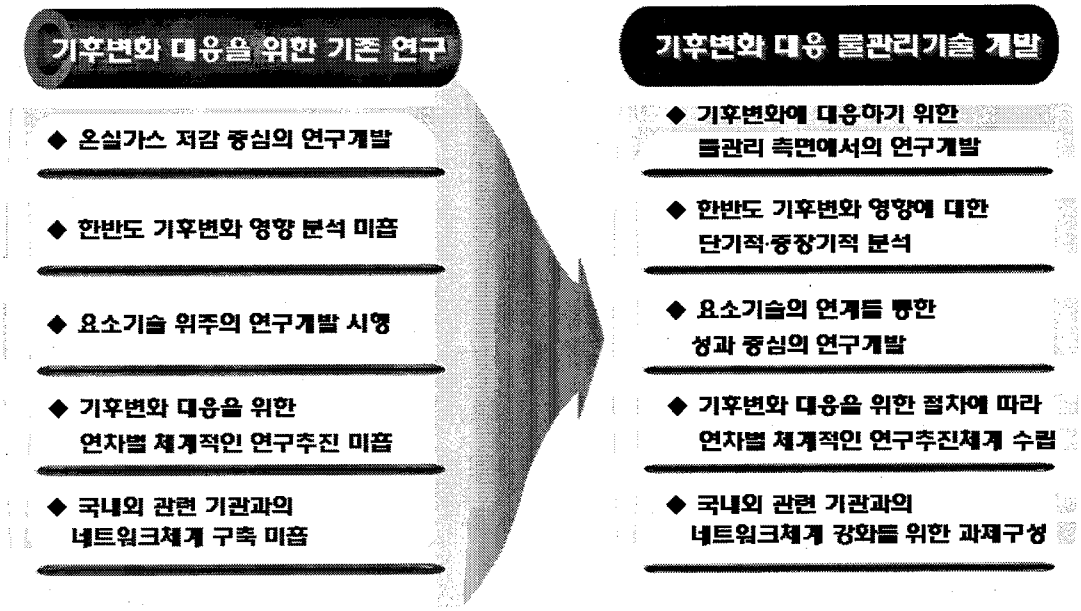
- 현재 기후변화 영향 분석에 대한 자료 대부분이 해외 자료를 인용하거나 일부 기상 데이터만을 활용하는데 반해 본 사업은 한반도 기후변화 영향에 대한 수자원 측면에서 단기적·중장기적으로 강수량, 유출량, 증발산량 등 다양한 요소를 고려하여 분석을 실시함

- 기 추진된 과제의 경우 요소기술 중심의 연구 수행으로 인해 연구 결과물 간의 연계 및 최종 성과물 도출에는 한계가 발생함

- 그러나 본 과제의 경우 통합 물관리 시스템 시범구축이라는 최종 성과물 도출을 위해 각 요소기술을 연계시킴으로써 현업화 가능한 성과물 도출이 가능함

- 또한, 본 사업의 경우 각 요소기술간 연계성을 높이고 체계적으로 연구를 수행할 수 있도록 연차별 계획을 수립하여 연구를 추진함

- 이 외에 기후변화 대응 물관리 기술개발 연구는 실용화 및 국제화 전략 기술개발을 세부과제로 하여 추진함으로써 국내외 기후변화와 관련된 기관과 네트워크 체계를 구축함으로써 효율적인 연구 수행이 가능함



[그림 6-6] 기후변화 대응을 위한 기존 연구과제와의 차별성

○ 또한, 기후변화 대응 물관리 기술개발의 경우 기 분석된 5개 유사과제와는 다음과 같은 측면에서 차별성이 나타나는 것으로 분석됨

[표 6-9] 유사과제와의 차별성

유사과제명	한계점	차별성
수자원의 지속적 확보기술개발 사업단	- 수자원의 안정적 확보를 위한 이수 측면의 기후변화 전망기술 개발에 국한된 연구추진	[기술적 측면] - 전망, 취약성 평가, 적응기술 개발과 기반구축 및 연구성과물 실용화를 위한 기술개발 등을 통해 기후변화 대응을 위한 물관리 통합운영시스템 시범 구축 [정책적·사회적 측면] - 기후변화 대응 물관리 기술개발 기반구축 및 활성화를 위해 국가 수자원정책 및 네트워크 구축 전략 수립
이상기후 대비 시설기준 연구단	- 극치수문량 전망을 통해 이상홍수에 대비한 구조물의 시설기준을 제정하는데 국한된 연구	
차세대 홍수방어기술개발 연구단	- 치수측면에 국한된 치수재해 대응 기술개발	
도시홍수재해관리기술 연구단	- 도시지역에 국한된 치수 측면의 메커니즘 연구	
기후변화 대응 국가 물안보 확보 방안 연구과제	- 기후변화가 한반도 수자원에 미치는 영향평가를 통한 수자원장기 종합계획 수립 목적의 연구과제로 기후변화에 대비한 메커니즘 연구 미비	

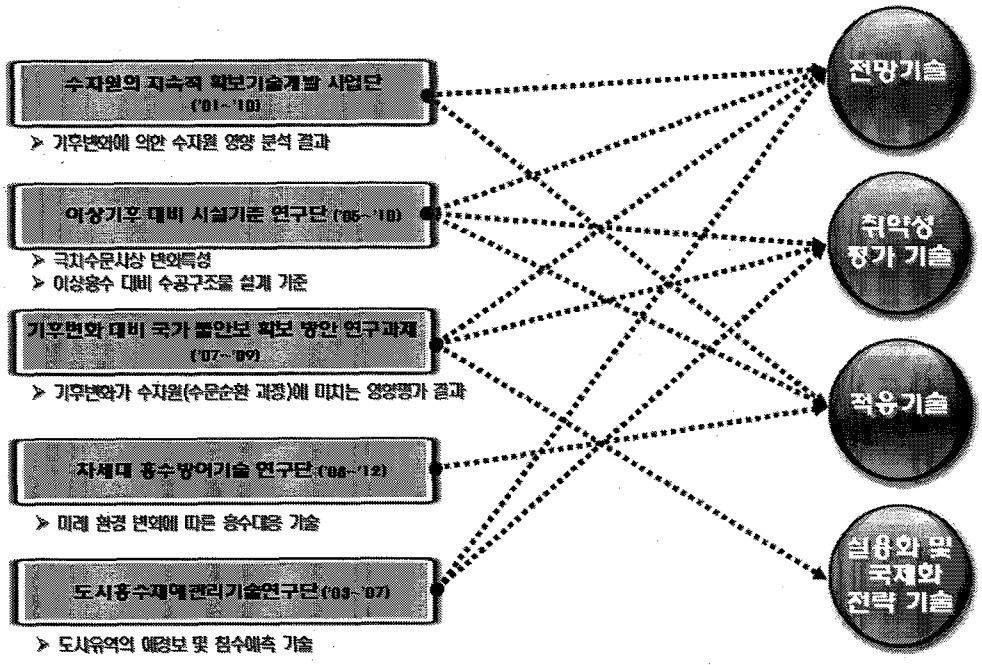
6.4.3 기존 연구과제와의 연계성

○ 효율적인 사업 추진을 위해 선행 연구과제의 연구 성과물과의 연계성 및 활용방안에 대한 분석을 실시함

○ 그 결과 5개의 유사과제 연구 성과물 및 예상 성과물은 기후변화 대응 물관리 기술개발 사업의 각 세부과제와 다음과 같이 연계되어 추진 가능한 것으로 조사됨

- 본 과제의 전망 기술개발 및 취약성 평가 기술개발은 선행 연구과제에서 조사된 수자원 영향 분석 결과 및 기초 데이터등이 활용가능하며, 적응 기술개발은 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단 및 차세대 홍수방어기술 연구단에서 개발된 기술이 활용 가능함

- 또한, 수자원장기종합계획 수립을 위해 연구 중인 기후변화 대비 국가 물안보 확보 방안 연구과제는 실용화 및 국제화 전략 기술개발에 있어 연계 활용성이 높은 것으로 조사됨



[그림 6-7] 선행 연구과제와의 연계성

○ 또한, 추가적으로 선행 연구과제 연구 결과물과 각 세부과제의 연계 활용방안은 세부과제별 주요 연구내용 및 추진전략 제시에 있어 구체적으로 언급함

제 7 장 세부과제 주요 연구내용 및 추진전략

기후변화 대응 물관리 기술의 주요 세부과제는 전망기술, 취약성 평가기술, 적응기술, 실용화 및 국제화 전략기술로 구성되어 있으며 세부과제별 세세부과제 및 핵심기술의 구성은 다음과 같음

[표 7-1] 세부과제에 따른 세세부과제 및 핵심기술

세부과제	세세부과제	핵심기술
1. 전망 기술 개발	1-1 수문변동전망을 위한 유역의 기온 및 강수-유출 전망	기후변화에 따른 장기수문시나리오 표준화 및 전망(시나리오 기반의 전망기술)
		기후변화에 따른 중단기 수문전망(비시나리오 기반의 전망기술)
		유역단위 시공간적 스케일상세화(downscaling) 기법 개발 및 상세 전 체계 구축
	1-2 하천유역의 물수요 및 수문순환변동 정량화기술 개발	기후변화에 따른 한국형 대기수문순환구조 평가
		기후변화에 따른 물수요 전망
		기후변화를 고려한 수문과정의 불확실성 정량화
	1-3 기후변화에 의한 극치수문 전망기술	극한 강수량의 전망기술 개발
		극한 가뭄사상의 전망기술개발
		기후변화를 고려한 비정상성 빈도해석기법
2. 취약성 평가 기술 개발	2-1 기후변화의 치수영향평가기법 개발과 적용	기후변화의 치수영향평가기법 개발
		기후변화의 치수영향평가를 위한 DB 및 모형 구축
		지역의 기후변화에 의한 치수영향평가와 관리전략 개발
	2-2 기후변화의 이수영향평가기법의 개발과 적용	기후변화의 이수영향 평가기법 개발
		기후변화의 이수영향평가를 위한 DB 및 모형 구축
		지역의 기후변화에 의한 이수영향평가와 관리전략 개발
	2-3 해수면 상승에 따른 하구의 수리학적 취약성 평가기술의 개발과 적용	하구 홍수의 취약성 평가기술 개발 및 적용
		염수의 침입 해석기술 개발과 적용
3. 적응 기술 개발	3-1 기후변화에 의한 치수재해 위험저감 기술개발	기후변화 대응 유역홍수량 저감기술 개발 및 적용
		지역의 사회·경제 및 기후변화에 따른 치수안전도 설정
	3-2 기후변화에 의한 이수재해 위험 저감 기술개발	기후변화 대응 수자원확보 능력향상 기술 개발 및 적용
		지역의 사회·경제 및 기후변화에 따른 물공급안전도 설정
	3-3 기후변화에 의한 하구지역 재해 위험저감 기술개발	기후변화 대비 하구 홍수피해 저감기술 및 적용
		하구의 염수침입 저감기술 개발 및 적용
4. 실용화 및 국제화 전략 기술 개발	4-1 법·정책·경제성 전략 수립	기후변화에 의한 물관리의 사회적·경제적 영향평가 기술 개발
		기후변화 적응기술 정착을 위한 법·제도 개선
		기후변화 대응 국가 수자원정책 구축
	4-2 불확실성 대비 거버넌스 구축 전략 수립	기후변화 불확실성 고려 적응형 의사결정
		기후변화 적응을 위한 홍보·교육 및 시민 참여 체계 구축
		기후변화의 적응지원 정보관리·제공시스템 구축 및 활용 기술
	4-3 통합운영관리 기술개발	기후변화 대응 물관리 기술 통합운영 시스템 구축
		기후변화를 고려한 통합 물관리 체계 구현
	4-4 국제협력 및 사업화 추진 전략 수립	기후변화 대응 물관리 기술의 국제 네트워크 체계 구축
		기후변화 적응 물관리 기술 해외 기술이전

7.1 전망 기술 분야

7.1.1 연구 배경 및 필요성

○ 최근 지구온난화에 따라 기후변화 현상이 기정사실로 받아들여짐에 따라 국민의 생명과 재산에 직접적으로 관련된 물관리 연구개발 필요성이 증대됨

○ 그러나 기존 연구의 경우 단편적인 데이터 결과만을 활용하여 기후변화 영향을 전망함으로써 신뢰성 있는 전망 자료 도출에는 한계가 발생함

○ 이에 기후변화 전망 자료가 취약성 평가 및 적응기술 개발에 활용될 수 있도록 자연적, 인문적 측면을 총체적으로 고려한 물 변동성 예측·전망 기술 개발이 필요함

7.1.2 연구 목표

○ 미래 안정적 이수 및 치수를 위한 중장기 기후변화 전망 및 수자원변동성 평가를 통한 중장기 반영 기술을 개발함

- 한반도의 이수 및 치수의 수문학적 안정성을 위한 중장기 기후변화 전망
- 기후변화에 따른 하천유역의 수자원변동성 평가를 통한 중장기 정책 반영 기술 개발
- 기후변화를 고려한 극치수문사상 전망 및 비정상성 빈도 해석

7.1.3 연구 범위

○ 문헌조사 및 기후변화가 시나리오 제공 및 지역기후모형을 통한 상세기후모의 검증을 통하여 한국형 시나리오 구축 및 장기수문시나리오를 제공함

○ 20세기 관측 수문자료의 통계적 경향을 분석하여 중단기 변동성을 반영한 기상인자의 특성을 파악하고, 통계적 다운스케일링 기법의 앙상블체계를 구축하여 권역별 앙상블 상세전망 체계를 구축함

○ 기존의 기후변화 평가결과물 분석보고서를 분석하여 기후변화에 따른 한국형 대기수문순환구조를 평가하며 우리나라의 생활용수, 공업용수, 환경용수 등의 수요를 전망함

○ 가강수량의 시공간적 추세분석을 통해 극한강수량을 전망하고 가뭄평가방법 분석보고서를 통한 미래의 기후변화에 따른 가뭄전망 기술을 개발하며 비정상성 빈도해석기법을 마련함

7.1.4 주요 연구내용

□ 수문변동전망을 위한 유역의 기온 및 강수-유출 전망

○ 기후변화에 따른 장기수문시나리오 표준화 및 전망(시나리오 기반의 전망기술)

- GCM 및 지역기후모델과 Multi-model Ensemble기법 등을 활용한 한반도 미래 기후변화 표준시나리오 구축 및 이를 이용한 50-100년의 장기 기후변화 전망
- 기후변화 시나리오로부터 Downscaling 진행과정에서 불확실성 전파과정을 종합적으로 모의할 수 있는 Super Ensemble 모형 개발

○ 기후변화에 따른 중단기 수문전망(비시나리오 기반의 전망기술)

- 20세기 관측수문자료의 통계적 경향성 분석과 통계적 예측모형을 통한 10-20년 정도의 중단기 기후변화 전망 기술 개발
- 수문순환 과정의 공간적 변동성을 평가하기 위한 입력자료를 구축하기 위해서 유역단위 공간상관성을 고려할 수 있는 다지점(multsite or multivariate) 예측모형 개발

○ 유역단위 시공간적 스케일상세화(downscaling) 기법 개발 및 상세 전망 체계 구축

- 지역기후모형(RCM)을 이용한 물리적 downscaling 혹은 통계적 downscaling 기법을 이용한 유역단위 상세 기후변화 전망
- 최종 성과물로서 불확실성 및 시공간적 축소가 가능한 Bayesian Spatio-Temporal (시공간적) Multisite Downscaling 기법 개발 및 기후변화에 따른 유역별 및 지역별 수문시나리오 구축

□ 하천유역의 물수요 및 수문순환변동 정량화기술 개발

○ 기후변화에 따른 한국형 대기수문순환구조 평가

- 강우, 기온 등 기본수문량을 포함하여 증발산, 융설, 하천유출 등의 수문순환 계통의 순환체계에 대한 기후변화영향을 분석·평가
- 기후변화에 따른 기온, 증발산, 강수, 토양함수, 지하수 등의 수직, 수평적 물 순환 구조 변화 양상을 모의할 수 있는 복합적 해석 기술 개발
- 미래 기후변화에 따른 융설 변화 예측 기술 개발 및 영향 평가 기술 개발
- 기후변화에 따른 NDVI의 변화와 토지피복 변화를 예측할 수 있는 시공간적 해석 기술 개발

○ 기후변화에 따른 물수요 전망

- 기후변화 시나리오와 유역의 토지이용 및 토지피복변화 전망에 따른 하천의 장기자연유출 변화 전망
- 중단기 기상전망과 유역의 토지이용 및 토지피목전망에 따른 하천의 자연 유출변화 전망
- 하천의 자연유출변화 전망과 유역의 섹터별 물수요전망에 따른 유역내 미래 물수지를 분석·평가

○ 기후변화를 고려한 수문과정의 불확실성 정량화

- 관측자료와 모형의 모의자료, 기준시나리오에 대한 관측과 GCM모의패턴의 분석 등의 다양한 기법을 이용하여 수문과정별 기후변화전망의 불확실성을 정량화
- 각 수문과정에서의 불확실성 Feedback 과정 정량화 및 모형 매개변수들에 대한 불확실성 구간 설정 기술 개발
- 최종성과물로서 Super Ensemble 개념 실현을 위한 다중 강수-유출 모형들에 대해서 최적 조합 구현을 위한 Bayesian Ensemble 모형 개발

□ 기후변화에 의한 극치수문량 전망기술

○ 극한 강수량의 전망기술 개발

- 기후변화를 반영할 수 있는 수문기상정보 및 기후변화시나리오와 극한 강우와의 상관관계분석을 수행하고 이를 바탕으로 설계수문량에 대한 기후변화보정
- 대규모강제력과 대기포텐셜과의 상관성, 대기포텐셜과 가능최대강수량과의 상관성을 유도하여 기후변화에 따른 가능최대강수량 변화를 추정
- 극치 강수사상을 재현하기 위한 다차원의 수문기상인자의 차원 저감 기술 및 최적 기상자료 선별 기술 개발

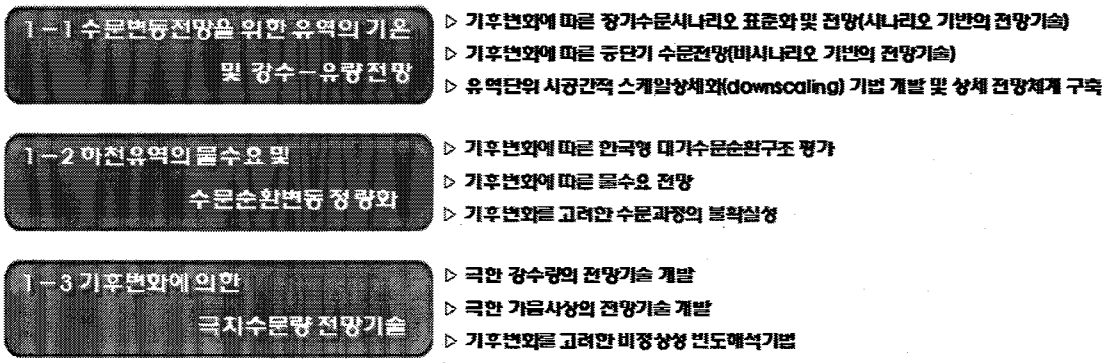
○ 극한 가뭄사상의 전망기술 개발

- 미래 기후변화 수문전망시계열로부터 극한 가뭄사상을 추출하여 미래 가뭄 빈도해석 수행
- 가뭄 변동성 평가를 위한 우리나라 대표 가뭄지수의 개발 및 과거/미래 가뭄의 시공간적 전망기술 개발

○ 기후변화를 고려한 비정상성 빈도해석기법

- 과거의 자료를 대상으로 극치분포를 활용하는 기존 빈도해석 기법에서 미래 기후변화를 입력 자료로 고려할 수 있으며 불확실성을 동시에 평가할 수 있는 비정상성 빈도해석 기법 개발

- 기후변화에 따른 수문통계의 비정상성을 분석하고, 모수적 혹은 비모수적 기법을 이용하여 비정상성을 고려한 빈도해석기법 제시
- 기후변화와 태풍 발생 빈도 및 강우강도 패턴 변화를 동시에 반영할 수 있는 비정상성 빈도해석 기법 개발



[그림 7-1] 1세부과제(전망 기술개발) 주요 연구내용

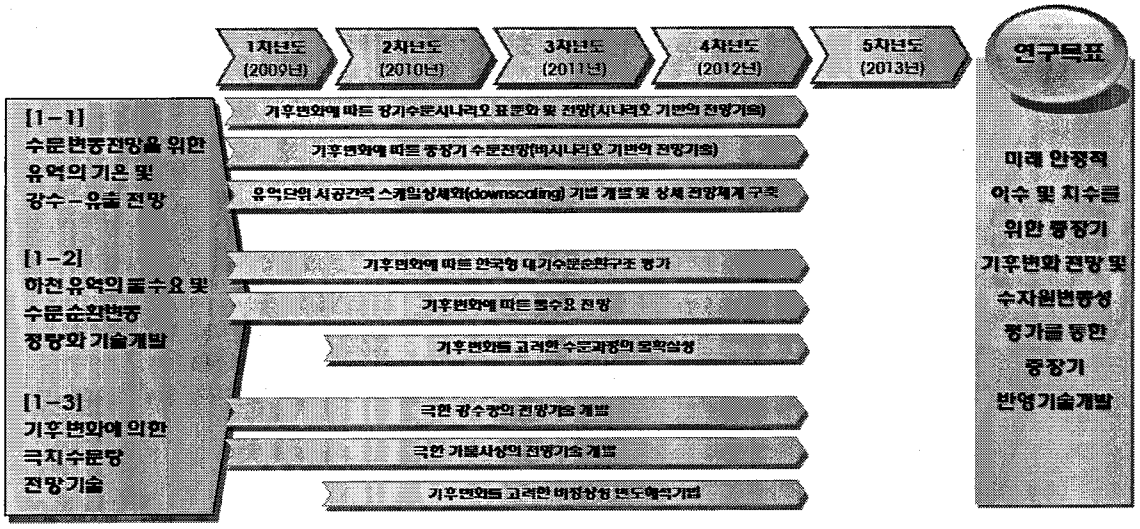
7.1.5 추진전략 및 추진체계

□ 추진전략

○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 과제 중 기후변화에 따른 수자원 측면에서의 전망 결과를 종합하여 취약성 평가를 위한 데이터를 산출함

- 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단, 이상기후대비시설기준연구단, 차세대 홍수방어기술연구단, 도시홍수재해관리기술연구단, 기후변화 대비 국가 물안보 확보 방안 연구 등과의 차별화 및 연계·활용 방안 수립

○ 과제간 연계성 및 차별성을 고려하여 세부 연구개발의 전략을 수립한 후, 기후변화에 의한 전망 결과의 신뢰성 도출을 위한 불확실성 평가를 실시함



[그림 7-2] 1 세부과제 연차별 추진전략

□ 추진체계

○ 전략적 자료 확보를 위한 기상청 및 기타 산·학·연·관의 정보를 활용하여 기후변화에 따른 수자원 전망 결과의 수혜기관과 긴밀한 협력연구를 수행함

- 기존의 국내외 연구성과를 최대한 활용하고, 단기간 내에 전망기술 결과를 확보하기 위해 관련 기관과의 공동연구체계를 구축

○ 또한, IPCC 및 선진 외국기관과의 전망 예측 결과에 따른 공유체계를 마련하여 최신 연구동향을 파악하며 기술이전을 도모함

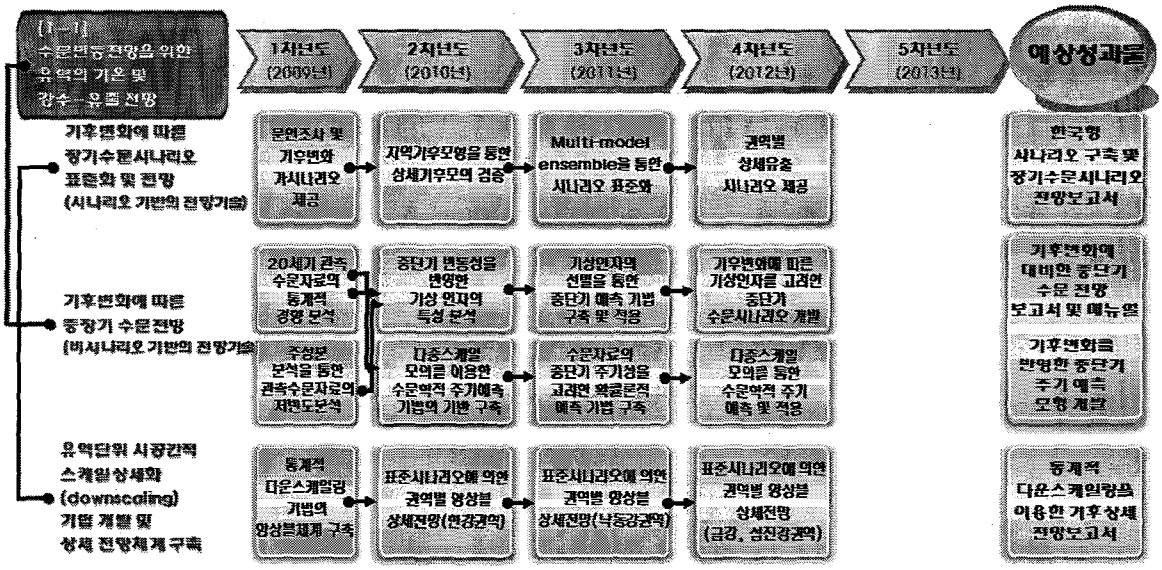
7.1.6 최종 예상 성과물 및 기대효과

□ 예상 성과물

○ 수문변동전망을 위한 유역의 기온 및 강수-유출 전망

- 한국형 시나리오 구축 및 장기수문시나리오 전망 보고서
- 기후변화에 대비한 중단기 수문전망 보고서 및 매뉴얼
- 기후변화를 반영한 중단기 주기 예측 모형 개발

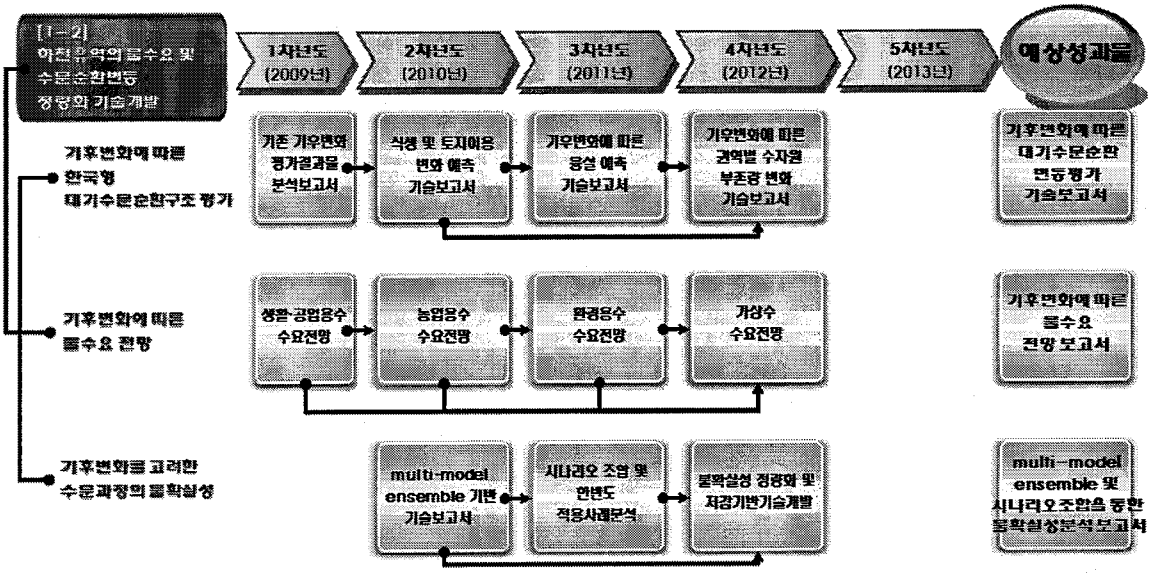
- 통계적 다운스케일링을 이용한 기후상세전망보고서



[그림 7-3] 1-1세세부과제 연차별 예상성과물

○ 하천유역의 물수요 및 수문순환변동 정량화기술 개발

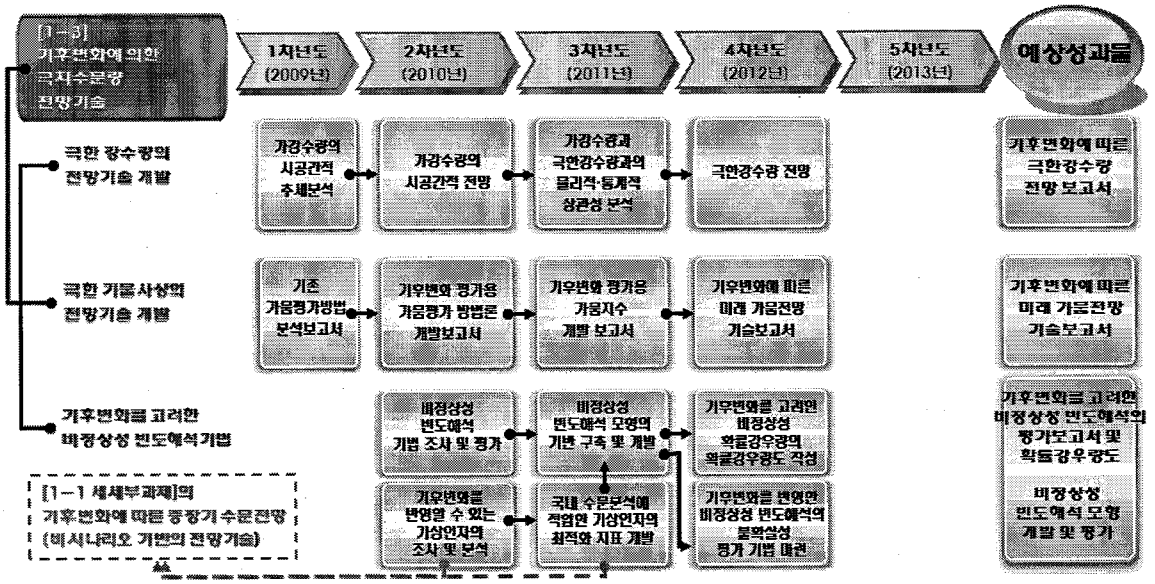
- 기후변화에 따른 대기수문순환 변동평가 기술보고서
- 기후변화에 따른 물수요 전망 보고서
- multi-model ensemble 및 시나리오조합을 통한 불확실성 분석 보고서



[그림 7-4] 1-2세세부과제 연차별 예상성과물

○ 기후변화에 의한 극치수문량 전망기술

- 기후변화에 따른 극한강수량 전망 보고서
- 기후변화에 따른 미래 가뭄전망 기술 보고서
- 기후변화를 고려한 비정상성 빈도해석의 평가보고서 및 확률강우량도
- 비정상성 빈도해석 모형 개발 및 평가



[그림 7-5] 1-3세세부과제 연차별 예상성과물

□ 기대효과

[기술적 효과]

○ 취약성 평가 및 적응기술 개발에 활용될 수 있도록 자연적·인문적 측면을 총체적으로 고려한 신뢰성 있는 전망 자료의 도출이 가능함

○ 표준시나리오에 의한 권역별 앙상블 상세전망으로 한반도의 이수 및 치수의 수문학적 중장기 기후변화 전망 기술 개발이 가능함

[경제적 효과]

○ 기후변화에 따른 한국형 대기수문순환구조의 평가 및 각종 용수 등의 수요 전망을 통하여 적절한 대응이 가능하고, 그에 따른 경제적 효율성 확보가 가능함

○ 기후변화로 인한 극한 강수량 및 가뭄사상의 전망을 통해 피해를 최소화하기 위한 대책 마련 및 기초자료를 제공할 수 있음

7.2 취약성 평가 기술 분야

7.2.1 연구 배경 및 필요성

○ 사회·경제가 발전하는 과정에서 기후변화에 의한 새로운 홍수와 가뭄의 위험도의 증가 예상. 국민의 생명과 재산을 보호하기 위하여 국가의 물 안보 차원에서 홍수와 가뭄의 재해위험관리가 절대적으로 필요

○ 홍수와 가뭄의 재해위험관리는 각 국의 고유한 사회·경제환경, 기후, 지형, 물이용 등에 따라 취약성과 대응력이 상이하여 우리나라 고유의 위험관리 기법 개발 필요

○ 해수면 상승에 의해 하구로 유입되는 염수에 의한 생태계의 변화 및 하구 도시의 인구 밀집지역 또는 농경지에 홍수범람의 취약성이 증가하여 하구의 수리학적 거동 및 취약성에 대한 대응연구가 필요

7.2.2 연구 목표

○ 기후변화에 의한 지역별 이수 및 치수 측면의 취약성 및 위험도 평가기술을 개발함

- 기후변화에 의한 이수치수 측면의 취약성 평가 DB 및 모형구축
- 기후변화에 의한 취약성 평가기법 개발 및 가이드라인 제작
- 기후변화에 의한 하천유역 및 하구 지역의 취약성 평가기술 개발
- 기후변화 대응 계획 수립을 위한 위험관리대응전략 구축기술 개발

7.2.3 연구 범위

○ 기후변화에 의한 홍수 및 가뭄위험도 평가기법 개발을 위하여 GIS·자료 DB구축 및 모형평가를 함

○ 이에 따라 지역의 홍수 및 가뭄의 재해·취약성·위험도 지수평가와 관리 전략을 개발함

○ 또한 하구 홍수의 취약성 평가기술 개발 및 적용을 통해 하구의 수리학적 특성을 해석하기 위한 수치모형 개발, 하구의 수위 변화에 따른 범람 예측, 그리고 하구둑으로 인해 하구에 미치는 수리학적 영향을 분석함

○ 그리고 염수의 침입 해석기술 개발과 적용을 통해 수치모형을 이용한 염수 침입 해석, 수치모형을 이용한 염수의 영향범위 및 염수확산을 해석함

7.2.4 주요 연구내용

□ 기후변화의 치수영향평가기법 개발과 적용

○ 기후변화의 치수영향평가기법 개발

- 치수영향평가기법의 문헌연구 및 DB 구축
- 치수영향평가를 위한 홍수 발생빈도(Hazard), 취약성(Vulnerability), 위험도(Risk) 평가기법 개발
- 치수영향평가를 위한 필요 모형 조사
- 치수영향평가 가이드라인 작성

○ 기후변화의 치수영향평가를 위한 DB 및 모형 구축

- 치수영향평가를 위한 하천유역의 GIS 정보 및 평가자료 DB구축
- 치수영향평가를 위한 모형 평가 및 구축

○ 지역의 기후변화에 의한 치수영향평가와 관리전략 개발

- 지역의 과거-미래 지역 홍수 발생빈도, 발생지역, 발생확률, 피해대상유형 평가
- 과거 및 미래의 치수재해영향지수(재해·취약성·위험도) 평가
  (전국유역의 거시적 및 시범유역의 미시적 치수영향지수 평가)
- 지역의 치수재해위험 저감 및 관리 전략 개발

□ 기후변화의 이수영향평가기법의 개발과 적용

○ 기후변화의 이수영향 평가기법 개발

- 이수영향평가기법의 문헌연구 및 DB 구축
- 이수영향평가를 위한 가뭄 발생빈도(Hazard), 취약성(Vulnerability), 위험도(Risk) 평가 기법 개발
- 이수영향평가를 위한 필요 모형의 조사
- 이수영향평가의 가이드라인 작성

○ 기후변화의 이수영향평가를 위한 DB 및 모형 구축

- 이수영향평가를 위한 물 수요-공급 네트워크 및 DB 구축
- 이수영향평가를 위한 모형 평가 및 구축

○ 지역의 기후변화에 의한 이수영향평가와 관리전략 개발

- 지역의 과거-미래 가뭄의 발생빈도, 발생지역, 발생확률, 피해대상지역 평가
- 과거 및 미래의 지역 이수재해영향지수(재해·취약성·위험도) 평가
  - 전국유역의 거시적 물 수급 및 시범유역의 미시적 물 수급 평가
  - 거시 및 미시적 이수재해영향지수 평가
- 지역의 이수재해위험 저감 및 관리전략 개발

□ 해수면 상승에 따른 하구의 수리학적 취약성 평가기술의 개발과 적용

○ 하구 홍수의 취약성 평가기술 개발 및 적용

- 하구의 수리학적 특성 예측을 위한 수치모형 개발 및 하구둑으로 인한 영향 분석 및 적용

○ 염수의 침입 해석기술 개발과 적용

- 염수와 담수의 거동을 분석하여 염수의 침입 해석 기술개발 및 적용



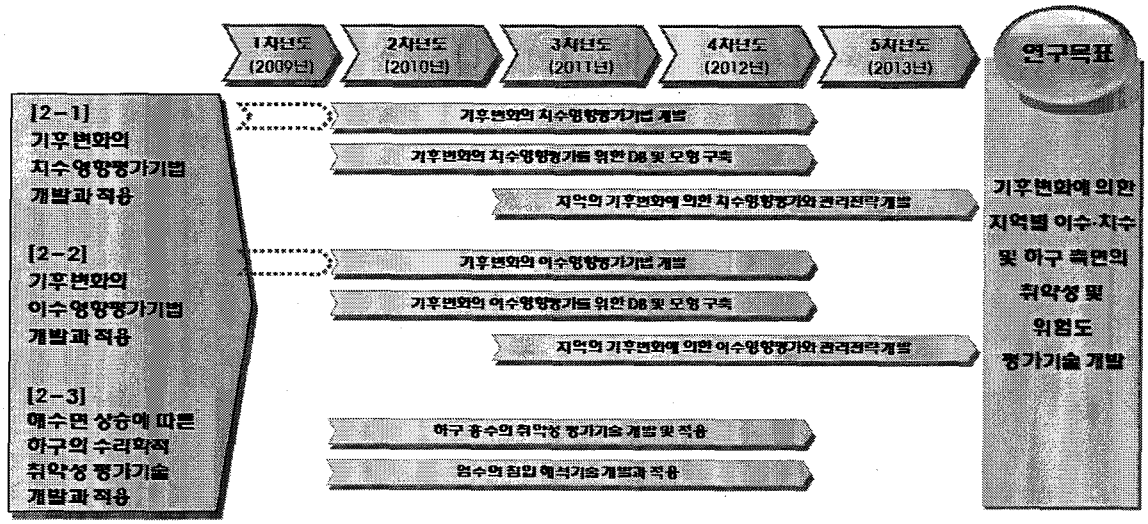
[그림 7-6] 2세부과제[취약성 평가 기술개발] 주요연구내용

7.2.5 추진전략 및 추진체계

□ 추진전략

○ 과제간 연계성을 고려한 연차별 목표 달성 전략 수립을 위하여 전망기술 데이터를 활용한 지역별 취약성 평가 결과를 도출하여 지역별 취약성 평가 결과에 대한 적응기술로의 적용방안을 제시함

○ 또한, 이수 및 치수 측면의 연구에 있어 용수공급, 관개, 전력생산, 홍수, 가뭄, 수질, 유지용수 등 수자원의 제반분야별로 연구 성과물을 도출함



[그림 7-7] 2세부과제 연차별 추진전략

□ 추진체계

○ 산·학·연·관 데이터를 종합한 지역별 취약성을 평가하고 국토해양부·홍수통제소·지자체 등과의 협동체제 구축을 통한 연구를 추진함

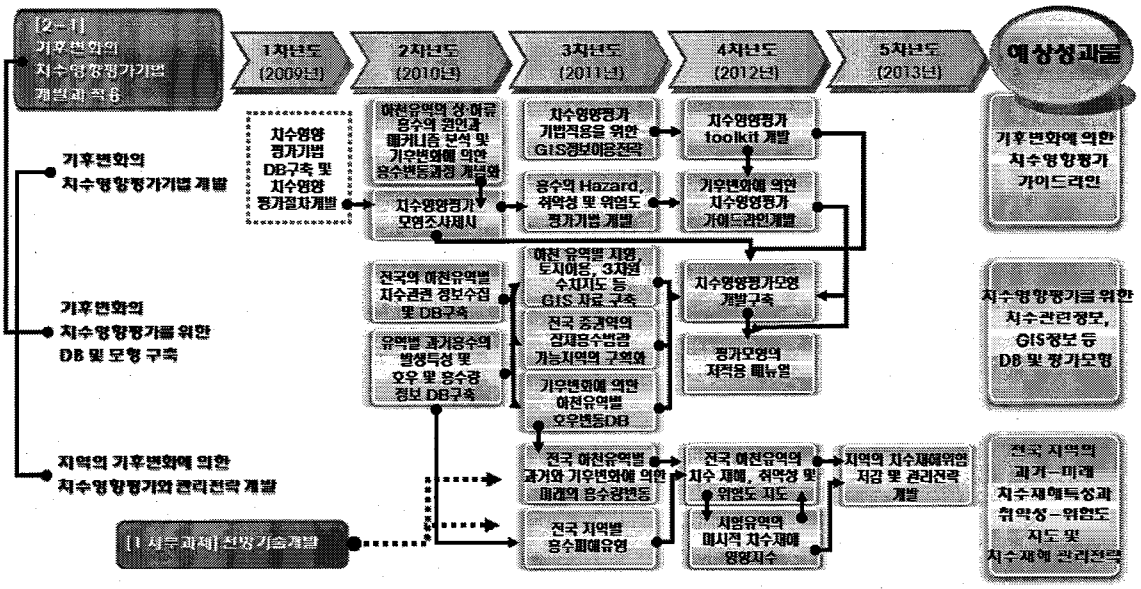
○ 취약성 평가기술개발에 대한 기술개발 및 평가의 전주기적 관리를 통해 신뢰성과 활용성을 고려하여 종합적인 운영·관리를 도모함

7.2.6 최종 예상 성과물 및 기대효과

□ 예상 성과물

○ 기후변화의 치수영향평가기법 개발과 적용

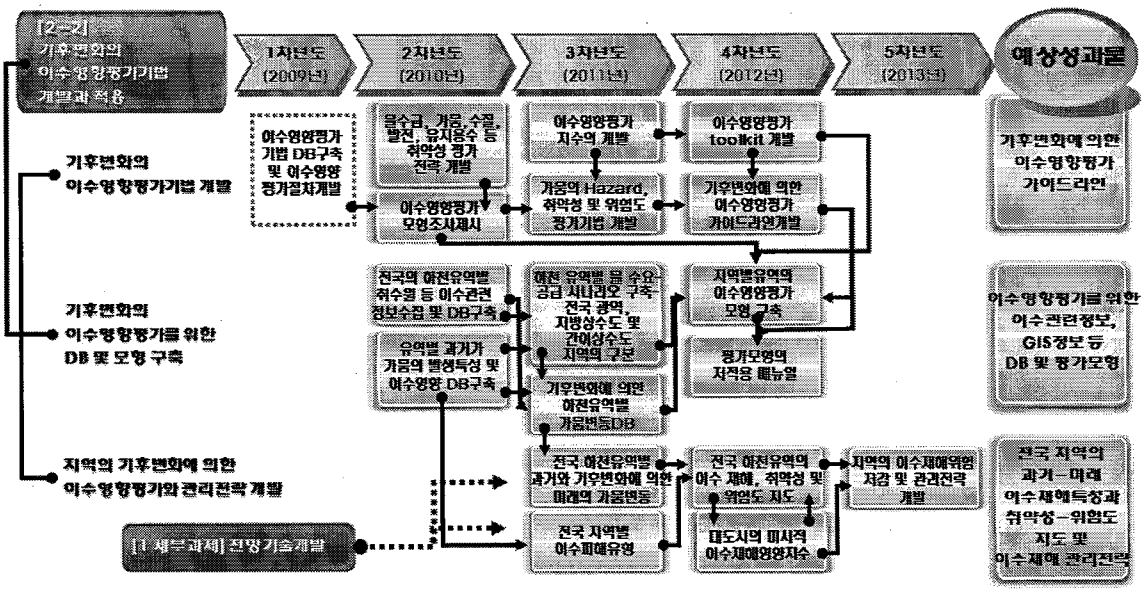
- 기후변화에 의한 치수영향평가 가이드라인
- 치수영향평가를 위한 치수관련 정보, GIS 정보 등 DB 및 평가 모형
- 전국 지역의 과거, 미래 치수재해특성과 취약성, 위험도 지도 및 치수재해 관리전략



[그림 7-8] 2-1세세부과제 연차별 예상성과물

○ 기후변화의 이수영향평가기법의 개발과 적용

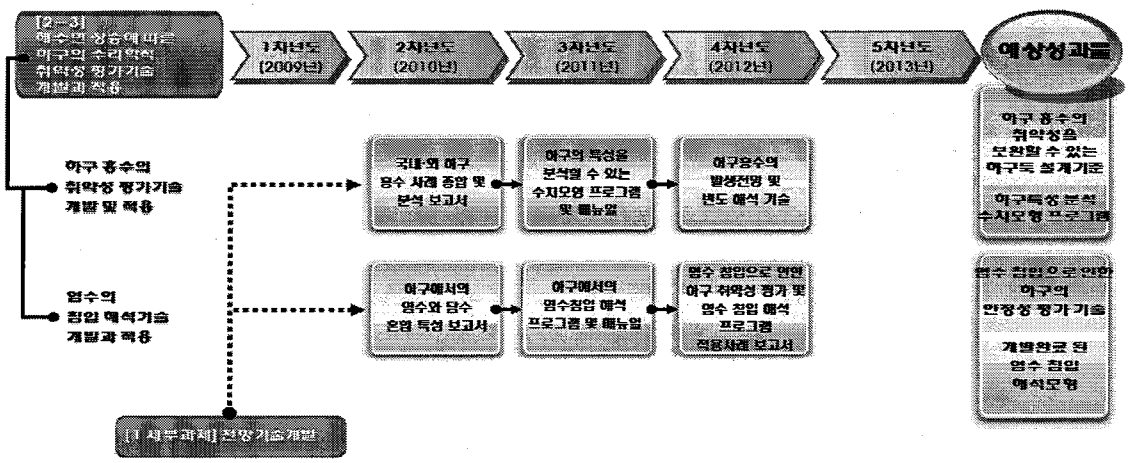
- 기후변화에 의한 이수영향평가 가이드라인
- 이수영향평가를 위한 치수관련정보, GIS정보 등 DB 및 평가모형
- 전국 지역의 과거, 미래 이수재해특성과 취약성, 위험도 지도 및 이수재해 관리전략



[그림 7-9] 2-2세세부과제 연차별 예상성과물

○ 해수면 상승에 따른 하구의 수리학적 취약성 평가기술의 개발과 적용

- 하구 홍수의 취약성을 보완할 수 있는 하구둑 설계 기준
- 하구특성 분석 수치모형 프로그램
- 염수 침입으로 인한 하구의 안정성 평가 기술
- 개발완료 된 염수 침입 해석 모형



[그림 7-10] 2-3세세부과제 연차별 예상성과물

□ 기대효과

[기술적 효과]

○ 국내에 적합한 기후변화에 의한 홍수 및 가뭄위험도 평가 방법론과 가이드라인 제시가 가능함

- 홍수 및 가뭄 위험도 평가를 위한 GIS·자료 DB 및 모형개발에서 선진국 수준의 기술력을 확보하여 홍수 및 가뭄 재해 특성해석기술의 확보 및 취약성·위험도의 국내 고유 지수 개발

○ 하구둑 건설이 주변 환경에 미치는 영향 평가 및 해수면 상승으로 인한 재해지도 작성의 기초자료 제공과 함께 수치모형을 통하여 하구의 수리학적 특성 해석과 염수침투를 모의할 수 있으며, 이는 기후변화에 따른 하구에서의 환경변화 예측에 필수적인 역할을 할 것으로 기대됨

[경제적 효과]

○ 표준화된 기후변화에 의한 홍수 및 가뭄위험도 평가 방법론과 가이드라인 개발에 의한 홍수 및 가뭄대책에 필요한 자원을 절약하며, 홍수 및 가뭄 재해 특성해석기술의 확보 및 취약성·위험도에 의한 지역 특성에 적합한 홍수대책 추진 및 경제적 효율성 확보가 가능함

○ 해수면 상승에 따른 하구의 수리학적 취약성 평가기술의 개발과 적용을 통해 하구시설물 안전성 평가의 기초자료 제공이 가능함

7.3 적응 기술 분야

7.3.1 연구 배경 및 필요성

○ 지구온난화에 따른 기후변화에 의해 한반도의 이수 및 치수 안전도가 지속가능한 사회·경제발전의 제약요인으로 야기됨에 따라 안전한 적응 대책 수립의 필요성이 강조됨

○ 그러나 현재까지 국내외에서 기후변화 적응과 관련된 구체적인 연구가 추진되지 못하고 있으며, 전략 수립을 위한 기본방향조차 미흡한 실정임

○ 이에 기후변화 예측결과를 활용하여 이수 및 치수 측면에서 한반도 기후변화 적응 전략 수립을 위한 기술개발이 필요함

7.3.2 연구 목표

○ 기후변화에 의한 이수·치수 및 하구 재해 위험도 저감 및 재해적응기술을 개발함

- 기후변화 대응 유역홍수량 저감 및 수자원확보 능력 향상을 위한 기술개발 및 적용
- 지역의 사회·경제 및 기후변화에 따른 치수안전도 및 물공급안전도 설정
- 기후변화 대응을 위한 하구의 홍수피해 및 염수침입 저감기술 개발 및 적용

7.3.3 연구 범위

○ 기후변화대비 유역 치수능력 극대화 기술 개발 및 적용을 통해 지역의 사회·경제 및 기후변화에 따른 치수안전도를 설정하고, 기후변화에 대비한 하구의

홍수피해 저감기술 및 적용과 물공급 능력 극대화 기술의 개발 및 적용을 통해 지역의 사회·경제 및 기후변화에 따른 물공급안전도를 설정함

○ 또한, 기후변화 관련 앙상블 시나리오 조합 기술 및 불확실성 통합 분석 기술, 그리고 불확실성에 근거한 적응형 의사결정 기술 개발을 통해 기후변화 정보관리시스템 구축 및 활용 기술을 개발함

7.3.4 주요 연구내용

□ 기후변화에 의한 치수재해위험저감 기술 개발

○ 기후변화 대응 유역홍수량 저감기술 개발 및 적용

- 산지, 도시, 하천 홍수 특성과 홍수피해유형 분석
- 유역의 상·중·하류의 지형, 토지 이용 등에 따른 홍수유출 특성 분석
- 유역의 홍수량 및 유출량 집중 저감체계 및 홍수파 전달 자체시설 평가
- 홍수 취약성·위험도에 따른 유역 및 지역별 적정 저감시스템 구축

○ 지역의 사회·경제 및 기후변화에 따른 치수안전도 설정

- 지역의 치수시설물 설계기준 DB 및 평가
- 지역의 사회·경제 취약성과 치수시설물의 설계기준 평가
- 기후변화에 의한 지역의 홍수위험도 변동에 따른 치수안전도 설정

□ 기후변화에 의한 이수재해위험저감 기술개발

○ 기후변화 대응 수자원확보 능력향상 기술 개발 및 적용

- 유역의 물 순환-저류-이용 순환체계 분석
- 신개념의 수자원 저류공간 및 운영 전략 개발
- 다단계 하천수 저류 시설 및 조절 시스템 개발

○ 지역의 사회·경제 및 기후변화에 따른 물공급안전도 설정

- 지역의 물이용 순환체계분석
- 지역의 물 수요-공급 시나리오에 따른 사회·경제 파급효과 분석
- 기후변화에 의한 지역의 가뭄위험도 변동에 따른 물공급안전도 설정

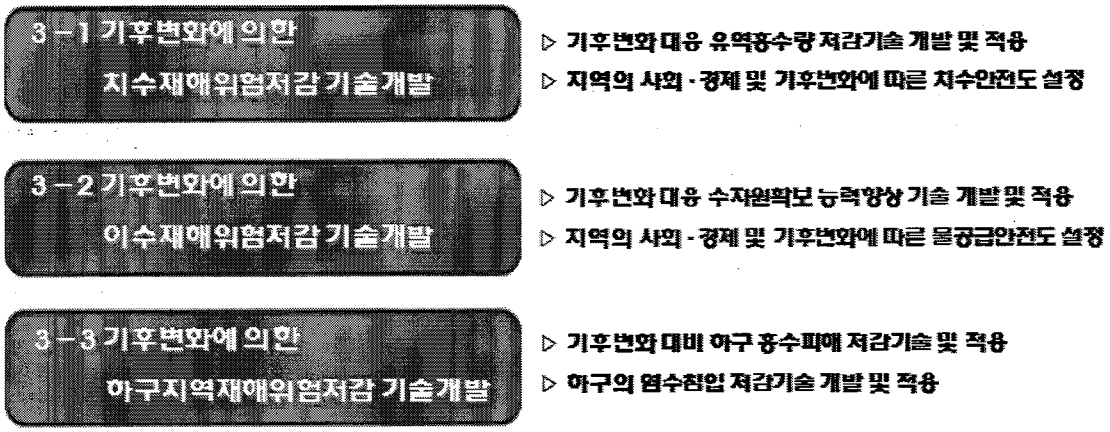
□ 기후변화에 의한 하구지역재해위험저감 기술개발

○ 기후변화 대비 하구 홍수피해 저감기술 및 적용

- 해수의 역류특성 연구를 기반으로 해수침입으로 발생하는 피해 저감기술 개발

○ 하구의 염수침입 저감기술 개발 및 적용

- 하구의 염수침입 방지를 위한 구조물의 방지능력 분석 및 안전도 설정



[그림 7-11] 3세부과제[적응기술개발] 주요연구내용

7.3.5 추진전략 및 추진체계

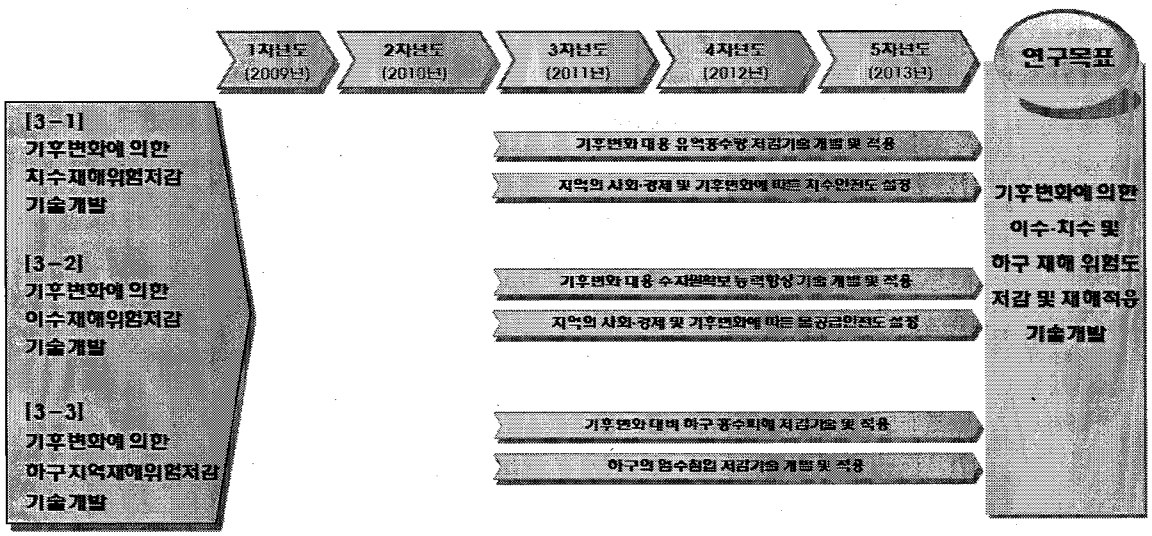
□ 추진전략

○ 현실성을 고려한 이수 및 치수, 하구 측면에서 용수공급, 관계, 전력생산, 주운, 홍수, 가뭄, 수질, 유지용수 등의 세부 적응 전략을 수립하여 국토해양부·홍수통제소·지자체 등에서 활용 가능하도록 성과물을 도출함

- 연구 성과물의 현장 적용 시기 및 예상 소요 비용에 대한 구체적인 제시를 하며 기후변화 대응 통합운영시스템 구축에 적극 활용되도록 이수 및 치수, 하구 측면의 연구 성과물 도출

- 기후변화 관련 정보 확보 및 관리를 위한 구체적인 계획을 수립하여 기후변화 적응지원 정보관리·제공시스템과 기후변화를 고려한 통합 물관리 체계를 구현하고, 기술개발간 연계 추진 방안 수립

○ 이를 통해, 과제간 연계성을 고려한 연차별 목표 전략을 수립하여 취약성 평가기술 자료를 활용한 한반도 적응기술을 개발함



[그림 7-12] 3세부과제 연차별 추진전략

□ 추진체계

○ 산·학·연·관의 체계적인 연구 추진체계를 마련하며 연구 성과물의 적용 가능 여부에 대한 전문평가기관의 타당성을 검증함

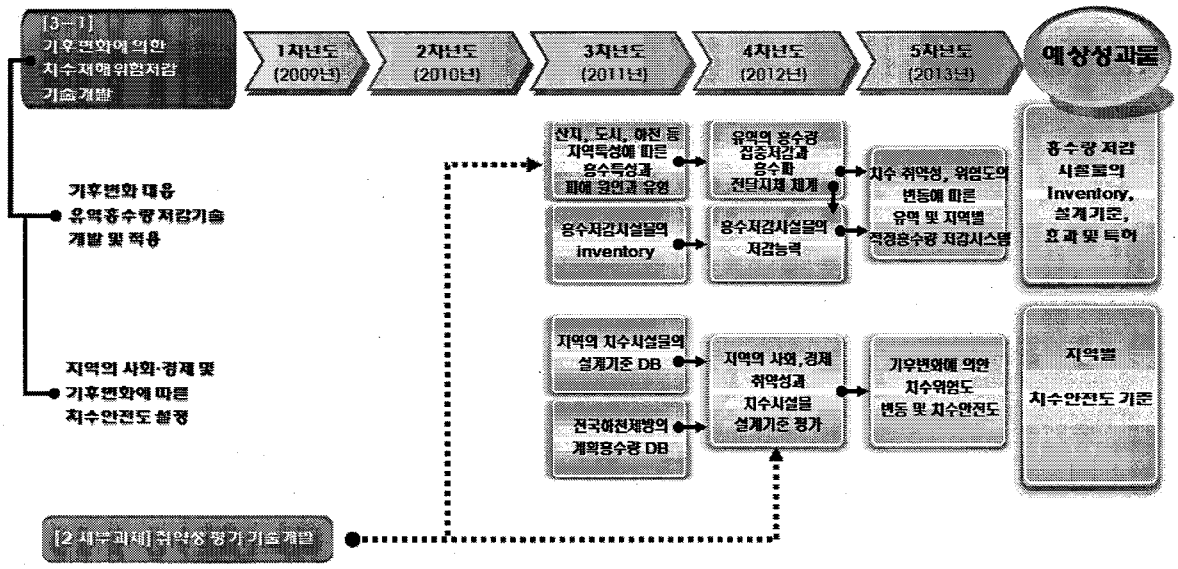
○ 기존의 국내외 연구성과를 최대한 활용하고, 단기간 내에 외국의 기술을 확보하기 위하여 각 부문별로 외국의 연구기관의 공동연구를 적극적으로 추진함

7.3.6 최종 예상 성과물 및 기대효과

□ 예상 성과물

○ 기후변화에 의한 치수재해위험저감 기술 개발

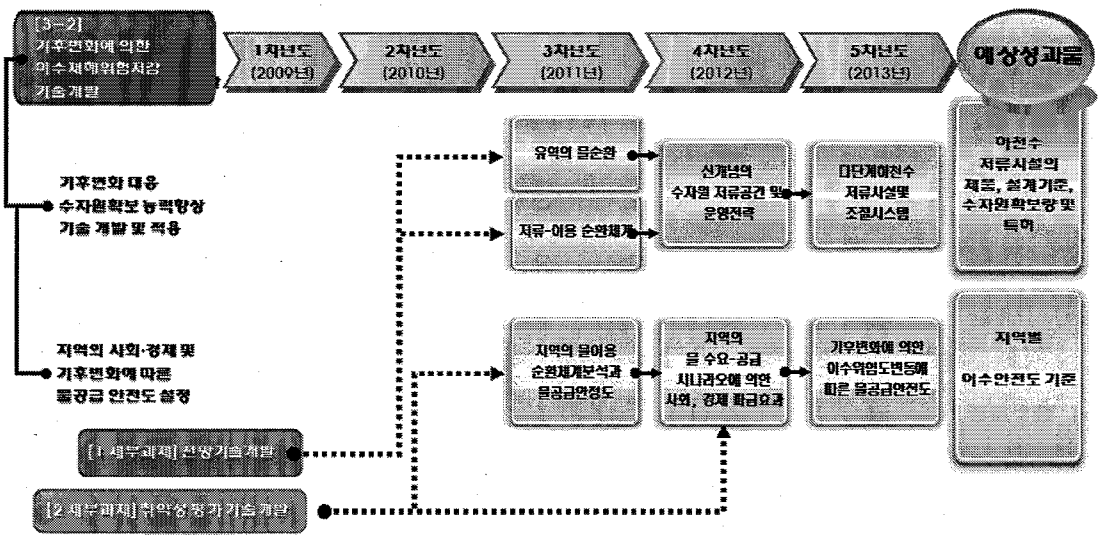
- 홍수량저감 시설물의 Inventory, 설계기준, 효과 및 특허
- 지역별 치수안전도 기준



[그림 7-13] 3-1세세부과제 연차별 예상성과물

○ 기후변화에 의한 이수재해위험저감 기술개발

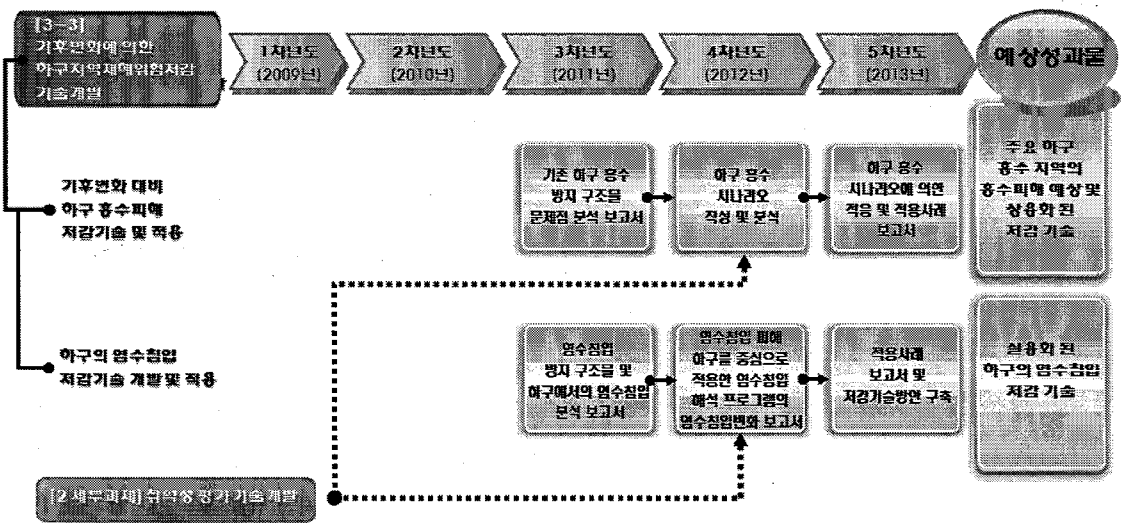
- 하천수 저류시설물의 제품 및 설계기준, 수자원확보량 및 특허
- 지역의 이수안전도 기준



[그림 7-14] 3-2세세부과제 연차별 예상성과물

○ 기후변화에 의한 하구지역재해위험저감 기술개발

- 주요 하구 홍수 지역의 홍수피해 예상 및 상용화 된 저감 기술
- 실용화 된 하구의 염수침입 저감 기술



[그림 7-15] 3-3세세부과제 연차별 예상성과물

□ 기대효과

[기술적 효과]

○ 유역에서 통합적으로 홍수저감을 위한 시설물에 대한 Inventory의 구축으로 홍수저감시설물의 기술적 현황 및 효과의 비교·평가로 산업계의 제품 및 기술경쟁력을 제고하며 유역치수계획 차원에서 기후변화에 대응할 수 있는 치수안전도 확보 및 홍수저감관리기술 확보가 가능함

○ 하구 수위 변화에 따른 범람구역 예측 및 범람으로 인한 피해 저감 대책을 위한 자료를 제공할 수 있음

○ 다단계 하천수 저류시설물의 개발 및 IT에 의한 조절시스템의 상용화와 함께 기후변화에 의한 지역의 물공급 안전도 평가 및 확보기술을 확보할 수 있으며 하구지역에서의 염수의 역류로 인한 피해 예상과 저감대책을 위한 기초자료 제공이 가능함

○ 결과적으로 수자원장기종합계획 수립 등과 같은 국가 정책 수립시 관련 연구 성과를 손쉽게 활용할 수 있는 기반을 구축할 수 있음

[경제적 효과]

○ 새로운 홍수저감 시설물의 개발과 특허로 국내 홍수저감시설물의 생산 활성화 유도 및 국외 수출기반을 확보하고, 하구 수위 변화에 따른 범람구역 예측 및 범람으로 인한 피해 저감 대책을 위한 자료를 제공함

○ 시공과 운영이 저렴한 다단계 하천수 저류시설물의 개발로 경제적 효과 극대화 및 추가 수자원 확보 및 하구지역에서의 염수의 역류로 인한 피해 예상과 저감대책을 위한 기초자료를 제공함

○ 기후변화에 대한 적절한 시나리오 제공을 통한 연구의 집중 및 효율성 증진에 기여하고, 불확실성을 최소화한 의사결정 기술의 제공을 통해 기후변화와 관련된 수자원정책 수립 및 산업의 활성화에 기여가 가능함

7.4 실용화 및 국제화 전략 기술 분야

7.4.1 연구 배경 및 필요성

○ 기후변화에 따른 재해 발생빈도 및 강도가 강해질 것으로 예상됨에 따라 최근 선진 국가를 중심으로 수자원을 효과적으로 관리하기 위한 전략 수립 연구가 진행됨

○ 그러나 우리나라의 경우 '기후변화 대응 종합기본계획' 및 '기후변화 적응 종합계획' 등 총체적인 기후변화 대응 계획은 수립된 반면 현업에 활용 가능한 실질적인 추진 계획은 미흡한 상황임

○ 이에 체계적이며 활용 가능한 기후변화 대응 물관리 정책을 수립함으로써 장기적인 연구개발 체계 구축이 필요하며, 각 요소기술의 통합 운영·관리를 위한 체계적인 시스템 구축 마련 및 이해관계자들의 정보공유를 위한 지속적인 정보자료 확보 체계 구축이 필요함

7.4.2 연구 목표

○ 전망기술 및 취약성 평가기술, 적응기술의 총체적인 통합관리체계 및 국제 협력 네트워크를 구축함

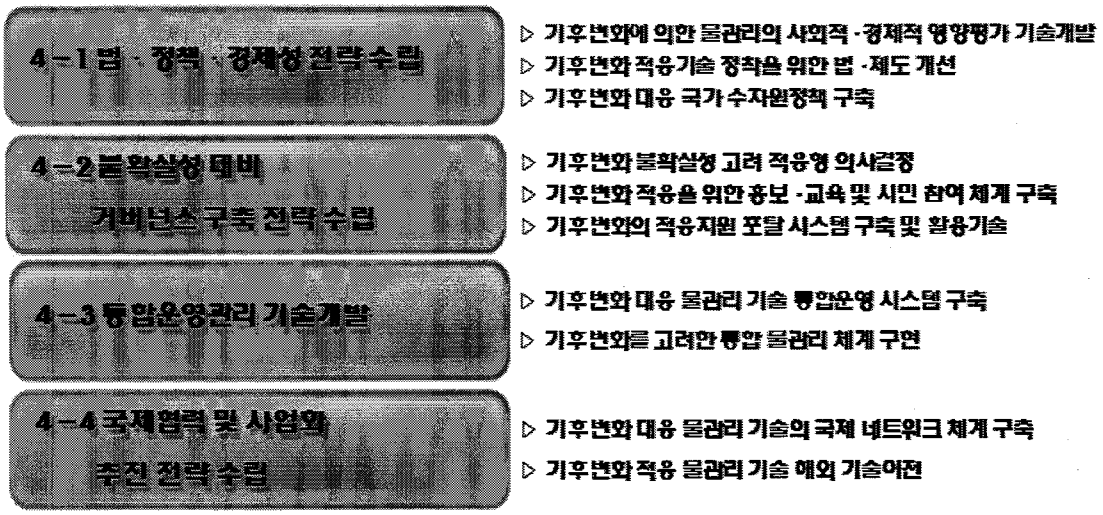
- 기후변화에 따른 체계적인 전략 수립 및 기술개발을 위한 법제도 개선 및 수자원정책 수립을 위한 정책자료 개발
- 기후변화 예측결과의 불확실성으로 발생하는 물관리 측면에서의 사회적 갈등을 완화시키기 위한 산·학·연·관 등의 홍보, 의사결정 체계 및 포탈시스템 구축
- 기후변화 대응 통합운영시스템 구축 및 통합수자원관리 방안 수립
- 한반도 기후변화 대응 물관리 기술개발 성과물을 활용한 동남아 개발도상국 기술이전 전략 수립 및 적용

7.4.3 연구 범위

○ 전망/취약성 기술개발 성과를 토대로 한 기후변화 적응기술의 국내 시범유역 현장 적용, 평가를 통하여 통합수자원관리(IWRM) 기반의 한국형 물관리 적응기술 확보(실용화), 신규 수자원 사업 창출 및 국가 수자원관리 대응전략 로드맵을 제시함

○ 국제기구 및 개도국들과 연대한 아태지역 수자원 국제협력 네트워크를 구축하고 이들과의 연대 운영을 통하여 우리나라가 기후변화에 대응한 21세기 물 문제 해결을 선도하는 리더십을 보여 주며, 개발된 적응기술의 개발도상국 Test Bed 시범적용 연구사업을 통하여 해외 사업 확산 기반을 마련함

7.4.4 주요 연구내용



[그림 7-16] 4세부과제[실용화 및 국제화전략 기술개발] 주요연구내용

□ 법·정책·경제성 전략 수립

○ 기후변화에 의한 물관리의 사회적·경제적 영향평가 기술개발

- 기후변화에 따른 물관리의 사회·경제적 취약성 분석
- 기후변화 물관리의 사회·경제적 영향 인과지도 작성
- 기후변화 물관리의 사회·경제적 영향평가

○ 기후변화 적응기술 정착을 위한 법·제도 개선

- 기후변화 연구 각 모형화 단계마다 불확실성을 요인별로 분석하고 정량화
- 정량화된 불확실성을 통합하여 관리할 수 있는 이론 개발
- 다양한 시나리오들이 존재할 경우 최적 의사결정 이론 개발
- 최적 의사결정 이론을 적응형으로 업데이트 할 수 있는 이론 개발
- 기후변화 대비 적응형 통합 리스크 관리기법 연구

○ 기후변화 대응 국가 수자원정책 구축

- 기후변화 대응 선진국의 수자원정책 대응전략 분석
- 기후변화에 의한 수자원의 정치·사회적 여건 변화 분석
- 기후변화 대응 국가 수자원정책 시나리오 설정
- 기후변화 대응 국가 수자원정책 추진전략 수립
- 기후변화 대응 국가 수자원정책 실천방안 분석
- 국가 수자원정책 실천 가이드라인 제시

□ 불확실성 대비 거버넌스 구축전략 수립

○ 기후변화 불확실성 고려 적응형 의사결정

- 기후변화 연구 각 모형화 단계마다 불확실성을 요인별로 분석하고 정량화
- 정량화된 불확실성을 통합하여 관리할 수 있는 이론 개발
- 다양한 시나리오들이 존재할 경우 최적 의사결정 이론 개발
- 최적 의사결정 이론을 적응형으로 업데이트 할 수 있는 이론 개발
- 기후변화 대비 적응형 통합 리스크 관리기법 연구

○ 기후변화 적응을 위한 홍보·교육 및 시민 참여 체계 구축

- 국내외 대국민 홍보·교육 및 시민참여·갈등해소 전략 분석
- 대국민 홍보·교육 및 시민참여·갈등해소의 추진전략 수립
- 대국민 홍보·교육 및 시민참여·갈등해소의 실천방안 제시
- 대국민 홍보·교육 및 시민참여·갈등해소에 따른 기대효과 분석

○ 기후변화의 적응지원 정보관리·제공시스템 구축 및 활용기술

- 기후변화정보 관리·제공시스템 구축기술
  - 국내외 기후변화정보 및 적응 관련 기술 수집과 Inventory 구축
  - 기후변화정보 DB 및 Web 포털(Portal) 구축
- 기후변화정보 관리·제공시스템 활용기술
  - 연구성과의 DB 구축과 중앙정부, 자자체 및 산업계 등의 활용을 위한 연구성과 전파 방안 구축
  - 국내외 홍보 및 활용 방안 구축
  - 국내 기후변화 적응지원의 포털시스템으로서의 장기적인 유지관리 방안 구축

□ 통합운영관리 기술개발

○ 기후변화 대응 물관리 기술 통합운영 시스템 구축

- 선진국의 통합 물관리 Infrastructure 및 현황 분석

- 기후변화 영향평가 및 적응기술의 통합운영 시스템 구축 기술 개발
- 국내 Test-bed 선정 및 Test 시스템 구축

○ 기후변화를 고려한 통합 물관리 체계 구현

- 기후변화시나리오, 취약성 정보 및 적응기술을 활용한 물관리 시스템 반응 모의 분석
- 통합수자원관리(IWRM) 기반의 한국형 물관리 적응기술 개발
- 기후변화에 따른 국가 물관리 적응 전략 로드맵 작성
- 정부의 녹색성장 시책에 부응하는 새로운 패러다임의 지속가능한 국가 수자원 사업 창출 아이템 제시

□ 국제협력 및 사업화 추진 전략 수립

○ 기후변화 대응 물관리 기술의 국제 네트워크 체계 구축

- 수자원 국제협력 네트워크 참여전략 수립
- 한국 주도 국제 네트워크 구축 전략 수립
- 아시아 태평양 수자원 국제협력 네트워크 구축 운영

○ 기후변화 적응 물관리 기술 해외 기술이전

- 주요 경쟁대상국의 진출현황과 전략 파악
- 수자원 적응기술의 해외 기술이전 추진전략 수립
- 해외 시범유역 시험 적용
- 해외진출의 중장기 방향 제시

7.4.5 추진전략 및 추진체계

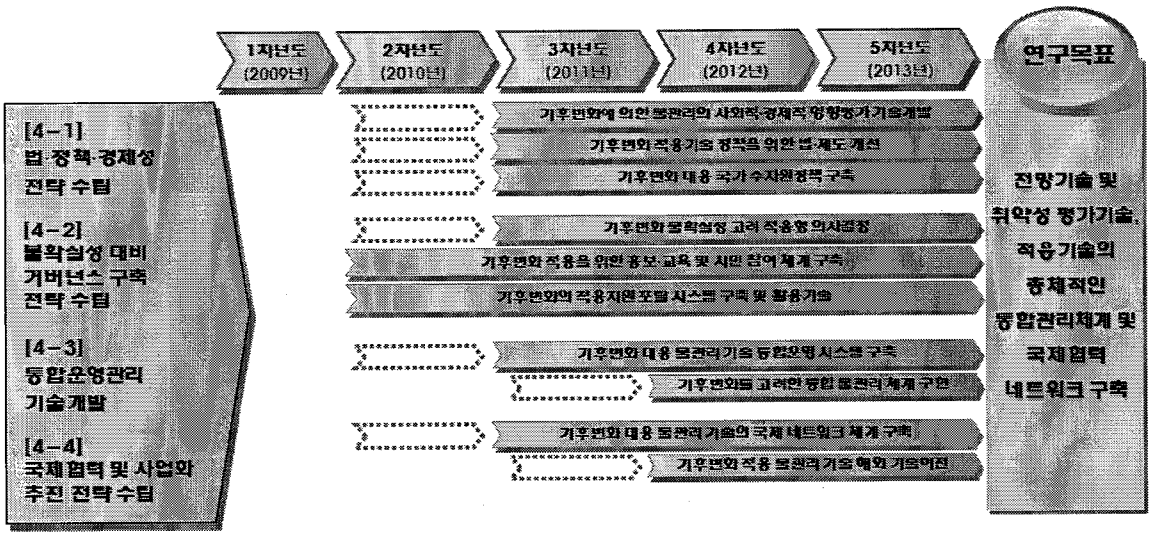
□ 추진전략

○ 과제간 연계성을 고려한 연차별 목표 전략을 수립하여 산·학·연·관 등에서 활용 가능하도록 과제 성과물의 도출을 통해 연구 성과물의 현장 적용 시기에 대한 구체적인 추진전략을 제시함

- 기후변화에 따른 구조적 대책과 비구조적 대책을 최적 연계할 수 있는 물관리 전략 수립

- 시범 적용 대상을 활용하여 현실성 있는 기후변화 적응을 위한 홍보·교육 및 시민참여 체계 구축

○ 전망기술, 취약성 평가기술, 적응기술의 연구결과를 총체적으로 고려한 기후변화 대응 통합운영시스템을 구축하여 통합 물관리 체계를 구현하고, 최종적으로 국제협력 및 사업화 추진을 위한 단계별 추진 계획을 제시함



[그림 7-17] 연차별 추진전략

□ 추진체계

○ 산·학·연·관의 역할 분담을 통한 효율적인 연구 추진체계 마련을 위해 사회·경제적 측면을 고려한 인문사회 분야의 연구진과의 협력체계 구축 방안을 수립함

- 홍보·교육 및 시민참여를 위한 구체적인 이해당사자 추진체계 수립
- 정책 추진 담당자 및 전문 평가기관과의 협력을 통한 신뢰성 있는 경제성 분석 결과 도출

○ 국제기구 및 선진국 물관리 기관과의 현실성을 고려한 주기적인 협력체계 구축 방안을 수립함

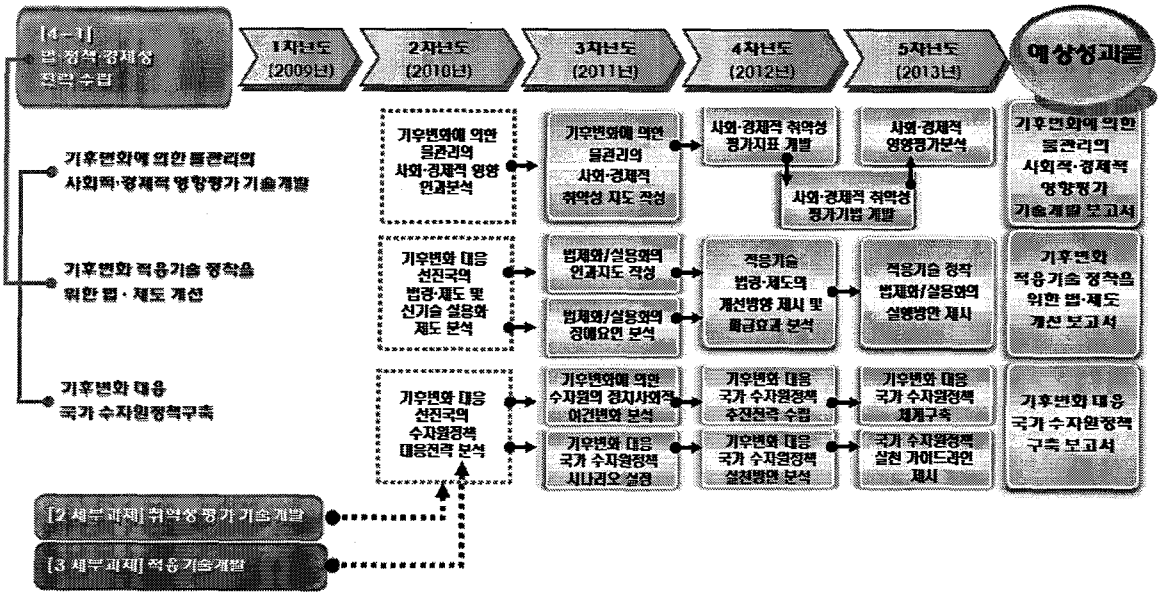
○ 해외 기술이전 대상국가의 관련 부처 및 정책 실무자와의 체계적인 업무 추진 방안 구축을 통해 *MOU* 체결을 위한 구축적인 추진 전략을 제시함

7.4.6 최종 예상 성과물 및 기대효과

□ 예상 성과물

○ 법·정책·경제성 전략 수립

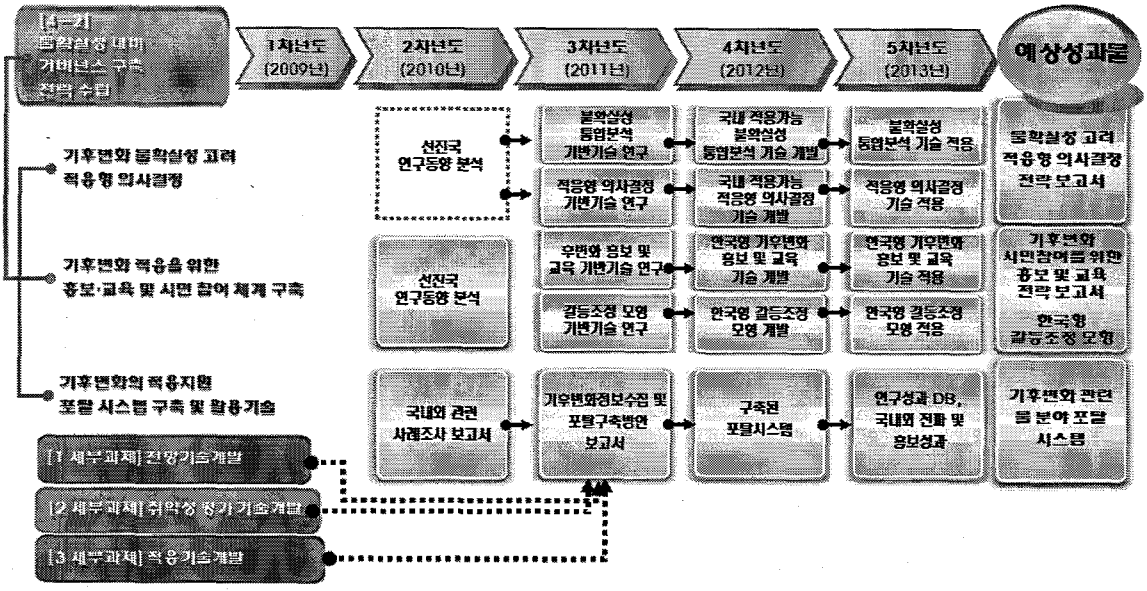
- 기후변화에 의한 물관리의 사회적·경제적 영향평가 기술개발 보고서
- 기후변화 적응기술 정착을 위한 법·제도 개선 보고서
- 기후변화 대응 국가 수자원정책 구축 보고서



[그림 7-18] 4-1세세부과제 연차별 예상성과물

○ 불확실성 대비 거버넌스 구축전략 수립

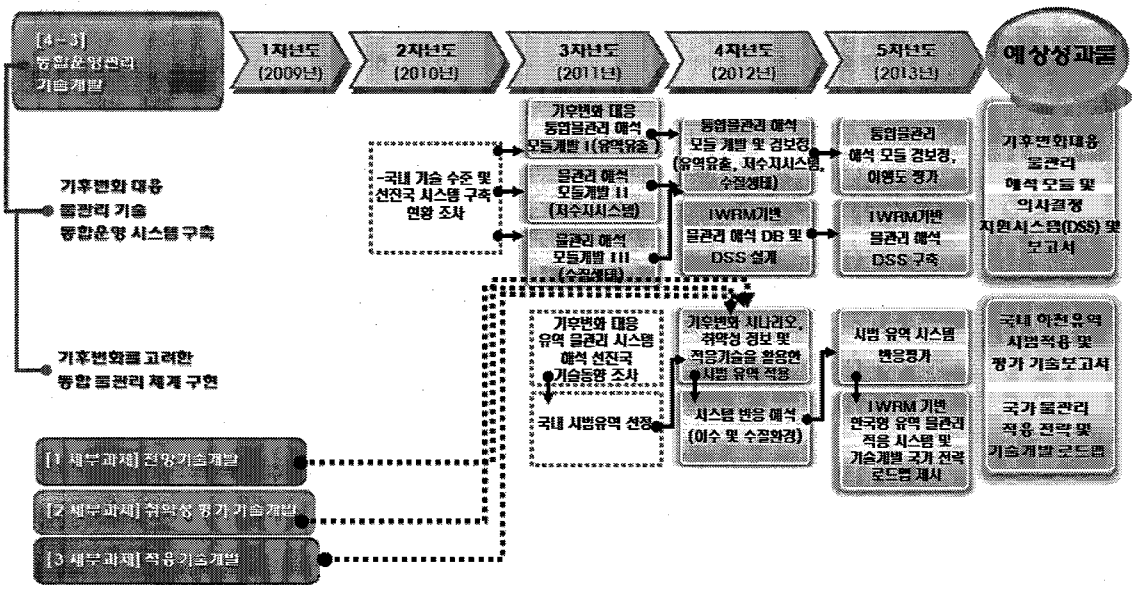
- 불확실성 고려 적응형 의사결정 전략 보고서
- 기후변화 시민참여를 위한 홍보 및 교육 전략 보고서
- 한국형 갈등조정 모형
- 기후변화 관련 물 분야 포탈 시스템



[그림 7-19] 4-2세세부과제 연차별 예상성과물

○ 통합운영관리 기술개발

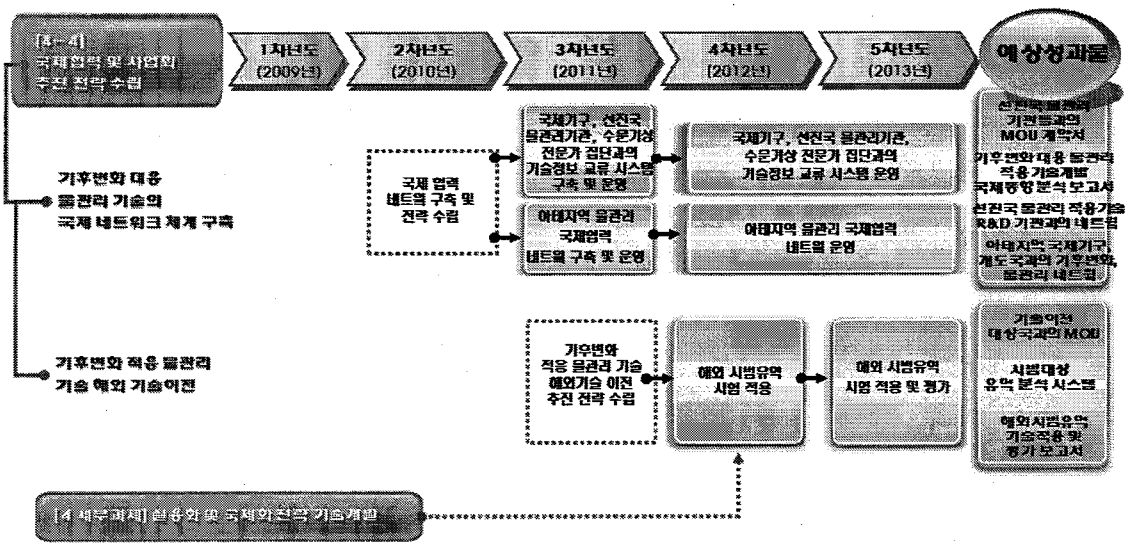
- 기후변화대응 물관리 해석 모듈 및 의사결정지원시스템(DSS) 및 보고서
- 국내 하천유역 시범적용 및 평가 기술보고서
- 국가 물관리 적응전략 및 기술개발 로드맵



[그림 7-20] 4-3세세부과제 연차별 예상성과물

○ 국제협력 및 사업화 추진 전략 수립

- 국제기구 및 선진국 물관리 기관들과의 MOU 계약서
- 기후변화 대응 물관리 적응기술 개발 국제동향 분석 보고서
- 선진국 물관리 적응기술 R&D 기관과의 네트워크
- 아태지역 국제기구, 개도국과의 기후변화, 물관리 네트워크
- 기술이전 대상국과의 MOU
- 시범대상 유역 분석 시스템
- 해외시범유역 기술적용 및 평가 보고서



[그림 7-21] 4-4세세부과제 연차별 예상성과물

□ 기대효과

[기술적 효과]

○ 기후변화에 대응한 하천유역 물관리 적응 시스템 구축을 통한 통합수자원관리(IWRM) 기반의 한국형 수자원 적응기술 확보 및 극한 가뭄, 환경생태 훼손을 최소화 하는 국가 수자원 위기관리 능력 확보를 통한 통합운영관리 전략을 수립할 수 있음

○ 국제기구, 개도국들과 연대한 아태지역 수자원 국제협력 네트워크 구축 및 이들과의 연대 운영을 통하여 우리나라가 기후변화에 대응한 21세기 물 문제 해결을 선도하는 리더십 제시가 가능함

○ 개발된 적응기술의 개발도상국 Test Bed 시범적용 연구사업을 통한 우리나라 수자원관리 기술의 국제화 확산 기반을 마련할 수 있음

[경제적 효과]

○ 정부의 녹색성장에 부응한 새로운 패러다임의 지속가능한 수자원 신규사업(중장기 계획 및 단기 운영관리 측면) 창출 방안 제시를 통한 통합운영관리 전략이 가능함

○ 기후변화에 대응한 한국 물관리 기술의 국제적 브랜드 가치 창출로 국내 물 기업의 해외 수자원 사업 진출 지원 촉진이 가능함

제 8 장 예상 성과물 활용방안 및 기대효과

8.1 예상 성과물 활용방안

8.1.1 세부과제별 주요 예상 성과물

[전망 기술개발]

○ 유역의 기온 및 강수-유출량 전망 결과

- 기후변화에 대비한 중단기 수문 전망 보고서 및 매뉴얼
- 기후변화를 반영한 중단기 주기 예측 모형 개발
- 통계적 다운스케일링을 이용한 기후상세 전망보고서

○ 하천유역의 물수요 및 수문순환변동량

- 기후변화에 따른 대비수문순환 변동평가 기술보고서
- 기후변화에 따른 물수요 전망 보고서
- multi-model ensemble 및 시나리오조합을 통한 불확실성분석 보고서

○ 기후변화에 의한 극치 수문량

- 기후변화에 따른 극한강수량 전망 보고서
- 기후변화에 따른 미래 가뭄전망 기술보고서
- 기후변화를 고려한 비정상성 빈도해석의 평가보고서 및 확률 강우량도
- 비정상성 빈도해석모형 개발 및 평가

○ 기후변화에 따른 장기 수문 시나리오

- 한국형 시나리오 구축 및 장기수문시나리오 전망보고서

[취약성 평가 기술개발]

○ 기후변화의 치수영향평가기술

- 기후변화에 의한 치수영향평가 가이드라인
- 치수영향평가를 위한 치수관련정보, GIS 정보 등 DB 및 평가모형
- 전국 지역의 과거-미래 치수재해특성과 취약성-위험도 지도 및 치수재해 관리전략

○ 기후변화의 이수영향평가기술

- 기후변화에 의한 이수영향평가 가이드라인
- 이수영향평가를 위한 이수관련정보, GIS 정보 등 DB 및 평가모형
- 전국 지역의 과거-미래 이수재해특성과 취약성-위험도 지도 및 이수재해 관리전략

○ 하구의 수리학적 취약성평가기술

- 하구 홍수의 취약성을 보완할 수 있는 하구둑 설계기준
- 하구특성 분석 수치모형 프로그램
- 염수 침입으로 인한 하구의 안정성 평가 기술
- 개발완료 된 염수 침입 해석모형

[적응 기술개발]

○ 기후변화에 의한 치수재해위험저감기술

- 홍수량 저감 시설물의 Inventory, 설계기준, 효과 및 특허
- 지역별 치수안전도 기준

○ 기후변화에 의한 이수재해위험저감기술

- 하천수 저류시설의 제품, 설계기준, 수자원확보량 및 특허
- 지역별 이수안전도 기준

○ 기후변화에 의한 하구지역재해위험저감기술

- 주요 하구 홍수 지역의 홍수피해 예상 및 상용화 된 저감 기술
- 실용화 된 하구의 염수침입 저감 기술

[실용화 및 국제화 전략 기술개발]

○ 법·정책·경제성 전략

- 기후변화에 의한 물관리의 사회적·경제적 영향평가 기술개발 보고서
- 기후변화 적용기술 정착을 위한 법·제도 개선 보고서
- 기후변화 대응 국가 수자원 정책 구축 보고서

○ 기후변화 적응을 위한 홍보·교육 및 시민참여 체계

- 기후변화대응 물관리 해석 모듈 및 의사결정지원시스템(DSS) 및 보고서
- 국내 하천유역 시범적용 및 평가 기술보고서
- 국가 물관리 적용 전략 및 기술개발 로드맵

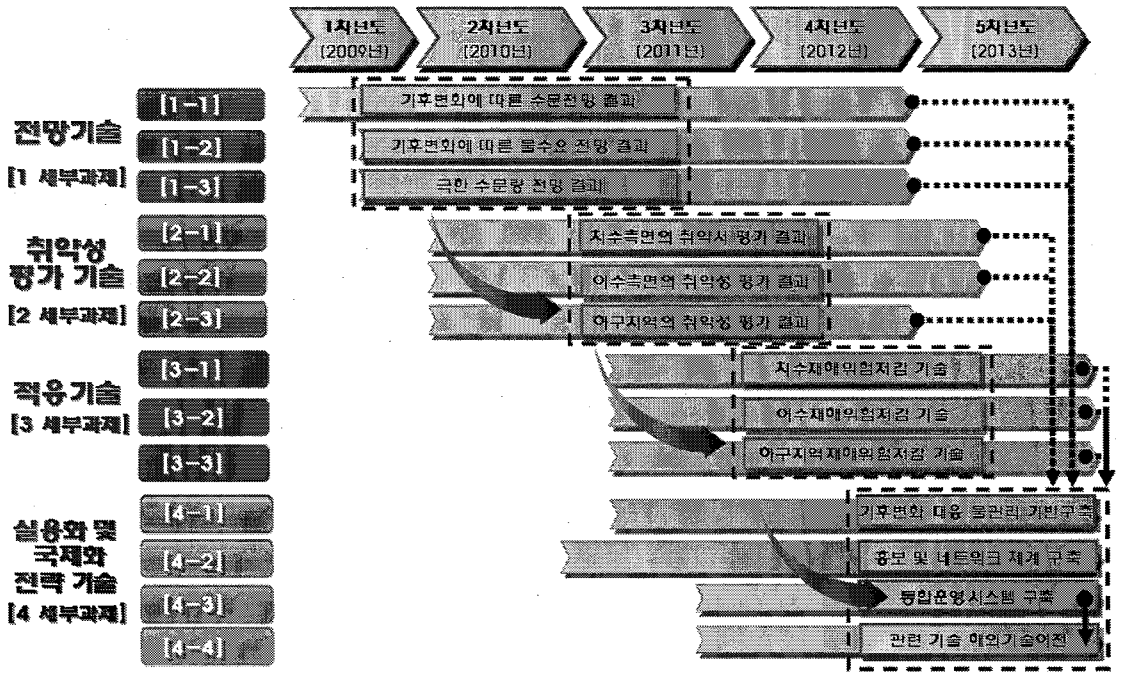
○ 기후변화 대응 물관리 기술의 국제 네트워크 체계

- 선진국 물관리 기술들과의 MOU 계약서
- 기후변화 대응 물관리 적응기술개발 국제동향 분석 보고서
- 선진국 물관리 적응기술 R&D 기관과의 네트워크
- 아태지역 국제기구, 개도국과의 기후변화, 물관리 네트워크

8.1.2 주요 예상 성과물 연계방안

○ 기후변화 대응을 위한 절차(Procedure)에 따라 구성된 각 세부과제의 주요 연구 성과물은 다음과 같이 상호 연계되어 추진됨으로써 실용화 및 국제화 전략 기술개발의 통합 물관리 시스템을 구축하게 될 것으로 판단됨

- 전망 기술개발을 통해 도출되는 기후변화에 따른 수문전망 결과 및 기후변화에 따른 물수요 전망 결과, 극한수문량 전망 결과는 취약성 평가 기술개발을 위한 기초 자료로 활용되며,
- 취약성 평가 기술개발의 치수 및 이수측면의 취약성 평가 결과, 하구지역의 취약성 평가결과는 적응 기술개발을 위한 자료로 활용됨
- 또한, 적응 기술개발의 치수 및 이수 재해위험저감기술과 하구지역재해위험저감기술은 실용화 및 국제화 전략 기술개발의 통합 물관리 시스템을 구축하는데 활용될 것임
- 이외에 각 세부과제별 최종 연구성과물은 향후 통합 물관리 운영시스템 구축을 위한 최종 수정/보완 자료로 활용될 것으로 판단됨

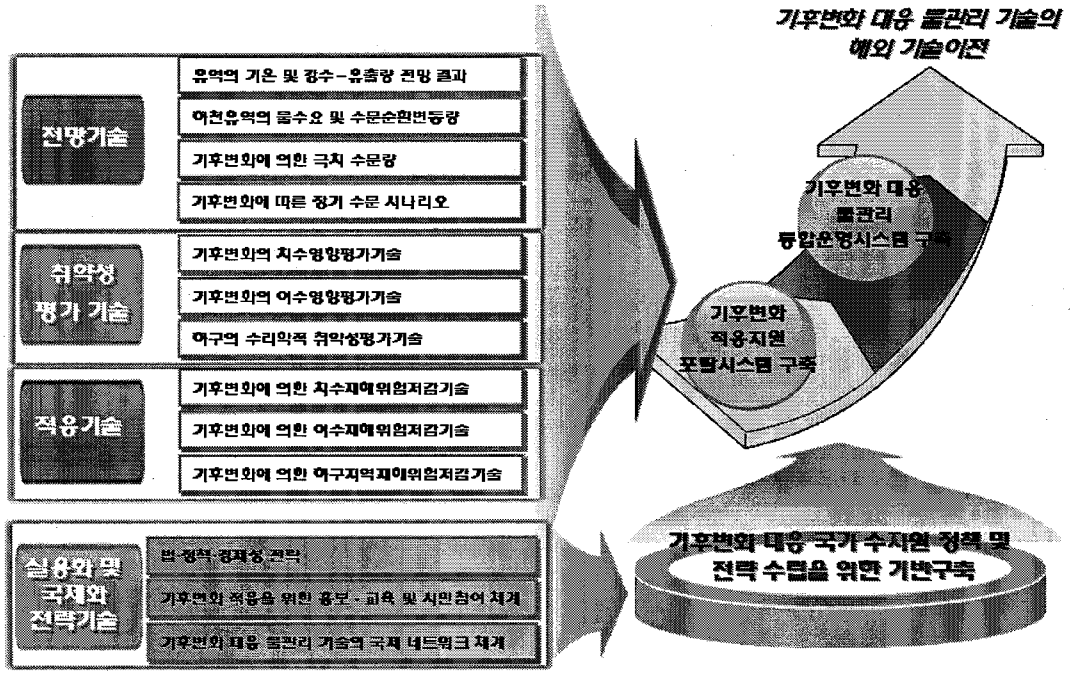


[그림 8-1] 세부과제별 주요 연구성과물 연계도

8.1.3 예상 성과물 활용방안

○ 각 세부과제별 주요 연구 성과물은 다음과 같이 크게 기후변화 대응 물관리 통합운영시스템 구축과 기후변화 대응 국가 수자원 정책 및 전략 수립을 위한 기반구축으로 활용 가능하며, 이는 향후 기후변화 대응 물관리 기술의 해외 기술이전을 통한 시범 사업 적용이 가능할 것으로 판단됨

- 전망 기술, 취약성 평가 기술, 적응 기술에 의해 도출된 기술은 기후변화 적응지원 포탈시스템 구축에 활용되며, 이는 향후 기후변화 대응 물관리 통합운영시스템 구축에 활용될 것임
- 또한, 실용화 및 국제화 전략 기술개발을 통한 연구 성과물은 기후변화 대응 국가 수자원 정책 및 전략 수립을 위한 기반구축 자료로 활용되어 향후 기후변화 대응 물관리 통합운영시스템 구축을 위한 기반을 마련할 것임
- 마지막으로 각 세부과제를 통해 도출될 기후변화 대응 물관리 통합운영시스템과 기후변화 대응 국가 수자원 정책 및 전략 수립을 위한 기반구축 자료는 향후 기후변화 대응 물관리 기술의 해외 기술이전에 활용될 것으로 판단됨



[그림 8-2] 예상성과물 활용방안

8.2 기대효과

○ 본 기획연구를 통해 예상되는 6개 주요 연구 성과물이 성공적으로 추진됨에 따른 기대효과는 다음과 같이 크게 4가지로 세분화 할 수 있으며, 각 기대효과의 세부내용은 다음과 같음



[그림 8-3] 기후변화 대응 물관리 기술 개발에 따른 기대효과

[국가 위상 향상]

- 현재 우리나라는 기후변화에 대한 대응의지를 표명하고 기후변화 위기를 기회로 전환하여 국가 성장을 지향하는 '저탄소 녹색성장'을 제시하고 있으나 기후변화 대응을 위한 구체적인 전략 수립 및 연구 활동은 미흡한 실정임

- 그러나, 본 연구를 통해 한반도 기후변화 전망보고서에서부터 한국형 수문순환변동 시나리오, 기후변화 대응 전략 보고서 등이 개발됨으로써 기후변화 적응을 위한 물관리 분야의 구체적인 전략 수립 및 연구개발 활동이 추진됨에 따라 국제사회에서 관련 분야의 국가 위상이 향상될 것으로 기대됨

[국민의 삶과 질 향상]

- 지구온난화에 따라 전지구 평균 온도 상승, 이상기상 현상 발생 빈도 증가 등으로 인해 치수/이수 측면에서 국민의 삶과 질 향상에 악영향을 미칠 것으로 예상됨
- 그러나, 본 기획을 통해 기후변화 적응지원 포탈시스템 및 기후변화 대응 물관리통합운영시스템 등이 구축된다면 기후변화에 의해 발생 가능한 치수/이수 측면에서의 위험 관리 및 대응이 가능하게 됨으로써 안전한 사회 구현을 통한 국민의 삶과 질이 향상될 것으로 기대됨

[국내 기술력 향상]

- 현재 수자원 분야의 국내 기술력은 선진국 대비 70% 기술수준[33]이며, 기후변화 대응 수자원 분야의 연구개발 수준은 초기 단계라고 할 수 있음
- 이에 본 연구를 통해 기후변화 대응 물관리 통합운영시스템이 구축된다면, 국제사회에서의 국내 기후변화 대응 물관리 기술의 기술력 향상은 물론 일부 기술개발 분야에 있어서는 기술 선점을 통한 기술이전이 가능할 것으로 판단됨

[물관리 기술이전 및 협력 강화]

- 기후변화 대응은 한 국가의 노력으로 해결되지 않으며, 국가간 네트워크 구축을 통한 연계를 통해 효율적인 연구 추진이 가능함
- 이러한 측면에서 본 연구를 통한 기후변화 대응 물관리 기술의 국제 네트워크 구축은 향후 물관리 기술이전과 국가간 협력 강화를 통한 효율적인 기후변화 대응 물관리 기술개발 체계 구축이 가능할 것으로 기대됨

33) 한국건설교통기술평가원, 건설교통 R&D 혁신로드맵

제 9 장 연구과제 운영방안

9.1 연구과제별 우선순위 도출 설문조사

9.1.1 설문 개요

□ 설문 목적

○ 본 조사의 목적은 「기후변화 대응 물관리 기술 기획연구」에서 도출된 각 세부과제 및 세세부과제의 우선순위를 파악함으로써 향후 과제 지원 및 추진시 참고자료로 활용하기 위함임

□ 설문 결과 도출 과정

① 가중치와 평가항목별 점수를 분리하여 도출하기 위해 1차 설문대상 계층과 2차 설문대상 계층 선별

② 1차 설문대상 계층을 활용하여 기술적, 정책적, 경제적 항목의 상대적 중요도를 AHP 분석을 통해 판단

③ 2차 설문대상인 관련 분야 전문가를 대상으로 본 기획연구에서 도출된 세부과제 및 세세부과제에 대한 평가항목별 점수 산정

④ 마지막으로 도출된 가중치와 세부과제 및 세세부과제 평가항목별 점수를 기하평균을 통해 우선순위를 도출함

□ 설문 대상 및 조사방법

○ 1차 설문 대상은 설문결과의 신빙성이 결여되는 것을 막기 위해 본 사업에 대한 이해도가 높은 관련 전문가 7인을 대상으로 2009년 2월 23일(월)~28일(금)까지 전화설문 및 e-mail 설문을 실시함

○ 또한, 2차 설문 대상은 본 기획연구에서 도출된 각 세부과제 및 세세부과제의 평가항목별 점수를 산정하는데 있어 관련 분야에 대한 지식이 풍부하며, 관련 기술의 수요처(한강홍수통제소, 수자원공사 등)에 종사하는 17인을 대상으로 2009년 2월 23일(월)~3월 3일(화)까지 전화설문 및 e-mail 설문을 실시함

9.1.2 설문 결과

□ 1차 설문 결과 (가중치 도출 결과)

○ 평가 항목별 가중치를 도출하기 위하여 1차 설문을 실시한 결과 다음과 같이 각 세부 항목별 가중치가 도출됨

[표 9-1] 평가 항목별 가중치 도출 결과

평가항목		항목별 가중치	상대적 중요도 종합	종합 가중치
기술적 타당성	기술개발의 필요성	0.366	0.298	0.109
	기술개발의 실현가능성	0.412		0.123
	타사업과의 차별성 및 연계성	0.223		0.066
정책적 타당성	국가전략적 중요성 및 시급성	0.698	0.504	0.352
	상위계획과의 부합성	0.302		0.152
경제적 타당성	기술개발의 경제성 효과	0.338	0.197	0.067
	기술개발의 간접적 파급효과	0.662		0.130
종 합				1.000

- 그 결과, 본 과제 추진에 있어서 정책적 타당성이 0.504로 가장 높게 나타났으며, 경제성 및 파급효과는 0.197로 낮게 나타남

- 세부 항목별 가중치에 있어서도 국가 전략적 중요성 및 시급성이 0.352로 가장 높게 조사되었으며, 기술개발의 경제성 효과는 0.067로 가장 낮게 나타남

□ 2차 설문 결과 (평가항목별 점수 산정)

○ 관련 분야에 대한 지식이 풍부하며, 관련 기술의 수요처(한강홍수통제소, 수자원공사 등)에 종사하는 전문가를 대상으로 도출된 세부과제 및 세세부과제의 우선순위를 평가한 결과 다음과 같은 과제별 점수 및 순위가 산정됨

[표 9-2] 세부과제 및 세세부과제별 우선순위 산정 결과(가중치 적용 前)

		평균	순위
1. 전망 기술개발		3.410	2
	1-1 수문변동전망을 위한 유역의 기온 및 강수-유출 전망	3.436	5
	1-2 하천유역의 물수요 및 수문순환변동 정량화기술 개발	3.200	9
	1-3 기후변화에 의한 극치수문량 전망기술	3.595	3
2. 취약성 평가 기술개발		3.340	3
	2-1 기후변화의 치수영향평가기법의 개발과 적용	3.330	8
	2-2 기후변화의 이수영향평가기법의 개발과 적용	3.621	2
	2-3 해수면 상승에 따른 하구의 수리학적 취약성 평가기술의 개발과 적용	3.069	12
3. 적응 기술개발		3.423	1
	3-1 기후변화에 의한 치수재해위험저감 기술개발	3.456	4
	3-2 기후변화에 의한 이수재해위험저감 기술개발	3.724	1
	3-3 기후변화에 의한 하구지역재해 위험저감 기술개발	3.088	11
4. 실용화 및 국제화 전략 기술개발		3.234	4
	4-1 법·정책·경제성 전략 수립	3.403	6
	4-2 불확실성 대비 거버넌스 구축 전략 수립	3.163	10
	4-3 통합운영관리 기술개발	3.395	7
	4-4 국제협력 및 사업화 추진 전략 수립	2.972	13

- 적응 기술개발의 '기후변화에 의한 이수재해위험저감 기술개발'이 3.724로 가장 높게 나타났으며, 실용화 및 국제화 전략 기술개발의 '국제협력 및 사업화 추진 전략 수립'이 2.972로 가장 낮게 나타남

□ 가중치를 고려한 과제별 우선순위 도출 결과

○ 마지막으로 1·2차 설문을 통해 도출된 가중치 및 평가항목별 점수를 종합하여 세부과제 및 세세부과제별 우선순위를 도출한 결과 다음과 같이 우선순위가 결정됨

[표 9-3] 가중치 적용에 따른 세부과제 및 세세부과제별 우선순위 산정 결과(가중치 적용 後)

		평균	순위
1. 전망 기술개발		0.495	2
	1-1 수문변동전망을 위한 유역의 기온 및 강수-유출 전망	0.504	5
	1-2 하천유역의 물수요 및 수문순환변동 정량화기술 개발	0.465	9
	1-3 기후변화에 의한 극치수문량 전망기술	0.516	3
2. 취약성 평가 기술개발		0.484	3
	2-1 기후변화의 치수영향평가기법의 개발과 적용	0.481	8
	2-2 기후변화의 이수영향평가기법의 개발과 적용	0.529	2
	2-3 해수면 상승에 따른 하구의 수리학적 취약성 평가기술의 개발과 적용	0.440	11
3. 적응 기술개발		0.495	1
	3-1 기후변화에 의한 치수재해위험저감 기술개발	0.506	4
	3-2 기후변화에 의한 이수재해위험 저감 기술개발	0.540	1
	3-3 기후변화에 의한 하구지역재해 위험저감 기술개발	0.440	12
4. 실용화 및 국제화전략 기술개발		0.466	4
	4-1 법·정책·경제성 전략 수립	0.491	7
	4-2 불확실성 대비 거버넌스 구축 전략 수립	0.457	10
	4-3 통합운영관리 기술개발	0.492	6
	4-4 국제협력 및 사업화 추진 전략 수립	0.423	13

- 그 결과 가중치 적용 전과 후의 우선순위가 거의 대부분 동일하게 나타났으며, 일부 세세부과제의 우선순위만이 변동됨

핵심기술별 우선순위 (가중치 적용 後)

세부과제	세세부과제	핵심기술	평균	순위
1. 전망 기술개발	1-1 수문변동전망을 위한 유역의 기온 및 강수-유출 전망	기후변화에 따른 장기수문시나리오 표준화 및 전망(시나리오 기반의 전망기술)	0.532	7
		기후변화에 따른 중단기 수문전망(비시나리오 기반의 전망기술)	0.492	16
		유역단위 시공간적 스케일상세화(downscaling) 기법 개발 및 상세 전 체계 구축	0.488	17
	1-2 하천유역의 물수요 및 수문순환변동 정량화 기술 개발	기후변화에 따른 한국형 대기수문순환구조 평가	0.410	33
		기후변화에 따른 물수요 전망	0.517	11
		기후변화를 고려한 수문과정의 불확실성 정량화	0.468	20
	1-3 기후변화에 의한 극치 수문량 전망기술	극한 강수량의 전망기술 개발	0.533	5
		극한 가뭄사상의 전망기술개발	0.553	1
		기후변화를 고려한 비정상성 빈도해석기법	0.462	23
2. 취약성 평가 기술개발	2-1 기후변화의 치수영향 평가기법의 개발과 적용	기후변화의 치수영향평가기법 개발	0.517	10
		기후변화의 치수영향평가를 위한 DB 및 모형 구축	0.484	19
		지역의 기후변화에 의한 치수영향평가와 관리전략 개발	0.443	26
	2-2 기후변화의 이수영향 평가기법의 개발과 적용	기후변화의 이수영향 평가기법 개발	0.549	2
		기후변화의 이수영향평가를 위한 DB 및 모형 구축	0.519	8
		지역의 기후변화에 의한 이수영향평가와 관리전략 개발	0.518	9
	2-3 해수면 상승에 따른 하구의 수리학적 취약성 평가 기술의 개발과 적용	하구 홍수의 취약성 평가기술 개발 및 적용	0.461	24
		염수의 침입 해석기술 개발과 적용	0.420	31
3. 적응 기술개발	3-1 기후변화에 의한 치수 재해위험저감 기술 개발	기후변화 대응 유역홍수량 저감기술 개발 및 적용	0.511	12
		지역의 사회·경제 및 기후변화에 따른 치수안전도 설정	0.500	13
	3-2 기후변화에 의한 이수 재해위험 저감 기술 개발	기후변화 대응 수자원확보 능력향상 기술 개발 및 적용	0.547	3
		지역의 사회·경제 및 기후변화에 따른 물공급안전도 설정	0.532	6
	3-3 기후변화에 의한 하구 지역재해위험저감 기술 개발	기후변화 대비 하구 홍수피해 저감기술 및 적용	0.460	25
		하구의 염수침입 저감기술 개발 및 적용	0.421	30
4. 실용화 및 국제화 전략 기술개발	4-1 법·정책·경제성 전략 수립	기후변화에 의한 물관리의 사회적·경제적 영향평가 기술개발	0.437	28
		기후변화 적응기술 정착을 위한 법·제도 개선	0.498	14
		기후변화 대응 국가 수자원정책 구축	0.538	4
	4-2 불확실성 대비 거버넌스 구축 전략수립	기후변화 불확실성 고려 적응형 의사결정	0.464	22
		기후변화 적응을 위한 홍보·교육 및 시민 참여 체계 구축	0.440	27
		기후변화의 적응지원 정보관리·제공시스템 구축 및 활용기술	0.466	21
	4-3 통합운영관리 기술 개발	기후변화 대응 물관리 기술 통합운영 시스템 구축	0.496	15
		기후변화를 고려한 통합 물관리 체계 구현	0.487	18
	4-4 국제협력 및 사업화 추진 전략 수립	기후변화 대응 물관리 기술의 국제 네트워크 체계 구축	0.426	29
		기후변화 적응 물관리 기술 해외 기술이전	0.420	32

9.2 세부과제별 투자계획

9.2.1 연구비 산정 근거

○ 연구비 소요예산은 각 세부과제별 연구기간 및 특성, 타과제와의 연계성 및 중점추진과제, 그리고 우선순위 도출 등을 통해 예산(안)을 작성하였으며, 전문가 자문 등을 통하여 예산의 적절성을 검증받아 최종 연구비 소요예산(안)을 확정함

○ 또한, 연차별 예산은 정부에서 집행 가능한 예산 확보 방안을 고려하여 연구비 산정 범위를 조정함

○ 연구비 소요예산(안) 민간부담금 산정은 동 사업의 특성상 민간 참여율이 낮은 것을 감안하여 각 세세부과제별로 예상되는 기업 참여율을 산정하고 [표 9-4]와 같이 총 예산을 약 147억원으로 산정하고, 이 중 정부부담금은 약 136억원(92.6%), 민간부담금은 약 11억원(7.4%)으로 산정함

- 세부비목별 연구비 소요예산은 총연구비를 인건비, 직접비, 위탁연구개발비, 간접비의 비목별로 산정하였고, 인건비 산정시 대학 및 공공기관의 연구원 인건비는 미지급 내부인건비로 산정하여 총 연구비에 포함시키지 않음

[표 9-4] 연구비 총예산(안)

(단위 : 천원)

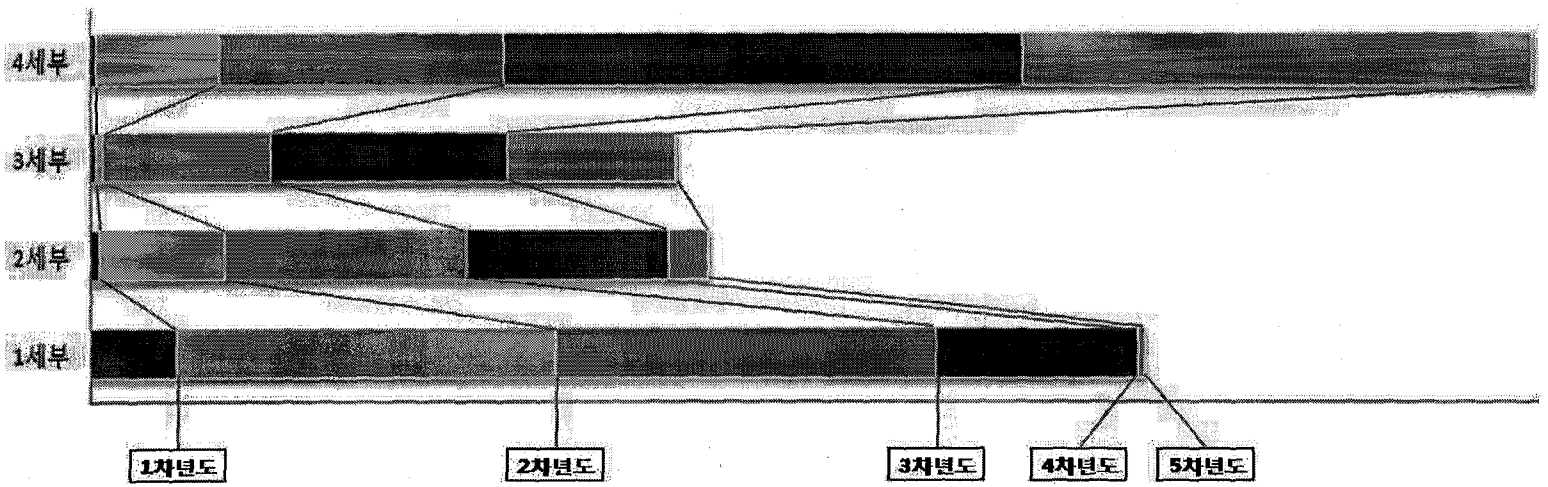
		정부	민간	계
총연구비		**13,620,000**	**1,082,500**	**14,702,500**
세부과제	[1세부과제] 전망 기술	4,230,000	0	4,230,000
	[2세부과제] 취약성평가 기술	2,450,000	0	2,450,000
	[3세부과제] 적응 기술	2,110,000	212,500	2,311,500
	[4세부과제] 실용화 및 국제화 전략기술	4,830,000	870,000	5,700,000

9.2.2 총 소요 연구비

(단위 : 천원)

과제명	세목	연차별										합계	
		1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도			
		연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)
1세부	예산	400,000	100.0	1,500,000	100.0	1,500,000	100.0	800,000	100.0	30,000	100.0	4,230,000	100.0
	정부	400,000	100.0	1,500,000	100.0	1,500,000	100.0	800,000	100.0	30,000	100.0	4,230,000	100.0
	민간	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
2세부	예산	40,000	100.0	500,000	100.0	950,000	100.0	800,000	100.0	160,000	100.0	2,450,000	100.0
	정부	40,000	100.0	500,000	100.0	950,000	100.0	800,000	100.0	160,000	100.0	2,450,000	100.0
	민간	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
3세부	예산	30,000	100.0	30,000	100.0	662,500	100.0	937,500	100.0	662,500	100.0	2,322,500	100.0
	정부	30,000	100.0	30,000	100.0	600,000	90.6	850,000	90.7	600,000	90.6	2,110,000	90.8
	민간	0	0.0	0	0.0	62,500	9.4	87,500	9.3	62,500	9.4	212,500	9.2
4세부	예산	30,000	100.0	485,000	100.0	1,125,000	100.0	2,050,000	100.0	2,010,000	100.0	5,700,000	100.0
	정부	30,000	100.0	460,000	94.8	1,000,000	88.9	1,690,000	82.4	1,650,000	82.1	4,830,000	84.7
	민간	0	0.0	25,000	5.2	125,000	11.1	360,000	17.6	360,000	17.9	870,000	15.3
계	예산	500,000	100.0	2,515,000	100.0	4,237,500	100.0	4,587,500	100.0	2,862,500	100.0	14,702,500	100.0
	정부	500,000	100.0	2,490,000	99.0	4,050,000	95.6	4,140,000	90.2	2,440,000	85.2	13,620,000	92.6
	민간	0	0.0	25,000	0.1	187,500	4.4	447,500	9.8	422,500	14.8	1,082,500	7.4

(주1) 1세부과제명 : 전망 기술개발　　2세부과제명 : 취약성 평가 기술개발
3세부과제명 : 적응 기술개발　　4세부과제명 : 실용화 및 국제화 전략 기술개발



[표 9-5] 연차별 세부과제 소요예산

(단위 : 천원)

	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
1 세부과제	400,000	1,500,000	1,500,000	800,000	30,000	4,230,000
2 세부과제	40,000	500,000	950,000	800,000	160,000	2,450,000
3 세부과제	30,000	30,000	662,500	937,500	662,500	2,322,500
4 세부과제	30,000	485,000	1,125,000	2,050,000	2,010,000	5,700,000
합계	**500,000**	**2,515,000**	**4,237,500**	**4,587,500**	**2,862,500**	**14,702,500**

9.2.3 세부과제별 소요 연구비

□ 1세부과제 - 전망 기술개발

(단위 : 천원)

과제명	비목	세목	연차별										합계	
			1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도			
			연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)
[1 세부과제] 전망 기술개발	예산	**총예산**	**400,000**	**100.0**	**1,500,000**	**100.0**	**1,500,000**	**100.0**	**800,000**	**100.0**	**30,000**	**100.0**	**4,230,000**	**100.0**
		정부	400,000	100.0	1,500,000	100.0	1,500,000	100.0	800,000	100.0	30,000	100.0	4,230,000	100.0
		민간	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	연구비	인건비	240,000	60.0	720,000	48.0	720,000	48.0	355,000	44.4	9,000	30.0	2,044,000	48.3
		직접비	122,000	30.5	380,000	25.3	380,000	25.3	177,000	22.1	18,000	60.0	1,077,000	25.5
		위탁연구개발비	0	0.0	240000	16.0	240000	16.0	200000	25.0	0	0.0	680,000	16.1
		간접비	38,000	9.5	160,000	10.7	160,000	10.7	68,000	8.5	3,000	10.0	429,000	10.1
		총계	400,000	100.0	1,500,000	100.0	1,500,000	100.0	800,000	100.0	30,000	100.0	4,230,000	100.0

[1-1 세세부과제] 수문변동전망을 위한 유역의 기온 및 강수-유출 전망

(단위 : 천원)

			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	총계	구성비(%)
1-1. 수문변동 전망을 위한 유역의 기온 및 강수-유출 전망	총예산		200,000	600,000	600,000	350,000	10,000	1,760,000	100.0
	정부		200,000	600,000	600,000	350,000	10,000	1,760,000	100.0
	민간		0	0	0	0	0	0	0
	인건비	인건비	130,000	320,000	320,000	155,000	3,000	928,000	52.7
	직접비	연구기자재 및 시설비	2,000	5,000	5,000	5,000	0	17,000	1.0
		재료비 및 전산처리비	2,000	5,000	5,000	5,000	1,600	18,600	1.1
		시작품 제작비	9,000	5,000	5,000	2,000	0	21,000	1.2
		여비	5,000	15,000	15,000	5,000	3,000	43,000	2.4
		수용비 및 수수료	1,000	5,000	5,000	5,000	0	16,000	0.9
		기술정보활동비	5,000	15,000	15,000	10,000	1,000	46,000	2.6
		연구활동비	26,000	70,000	70,000	40,000	400	206,400	11.7
		소계	50,000	120,000	120,000	72,000	6,000	368,000	20.9
	위탁연구개발비		0	100,000	100,000	90,000	0	290,000	16.5
	간접비	간접경비	20,000	50,000	50,000	23,000	1,000	144,000	8.2
		지적재산권 출원등록비	0	10,000	10,000	10,000	0	30,000	1.7
		소계	20,000	60,000	60,000	33,000	1,000	174,000	9.9

최종성과물	기후변화에 따른 장기수문시나리오 표준화 및 전망	기후변화 가시나리오 제공	상세기후모의 검증	시나리오 표준화	권역별 상세유출 시나리오 제공	● 한국형 시나리오 구축 및 장기수문 시나리오 전망보고서
	기후변화에 따른 중장기 수문전망	20세기관측 수문자료의 통계적 경향분석	기상인자 특성 분석 및 중단기 수문시나리오 개발			● 기후변화에 대비한 중단기 수문 전망 보고서 및 매뉴얼 ● 기후변화를 반영한 중단기 주기 예측 모형 개발
		관측수문자료의 저빈도분석	수문학적 주기예측 기법의 기반구축	확률론적 예측 기법 구축	수문학적 주기예측 및 적용	
	유역단위 시공간적 스케일상세화(downscaling)기법 개발 및 상세 전망체계구축	앙상블체계 구축	권역별 앙상블 상세전망			● 통계적 다운스케일링을 이용한 기후상세 전망보고서

[1-2 세세부과제] 하천유역의 물수요 및 수문순환변동 정량화기술 개발

(단위 : 천원)

			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	총계	구성비(%)
1-2. 하천유역의 물수요 및 수문순환 변동 정량화 기술개발	총예산		100,000	450,000	450,000	200,000	10,000	1,210,000	100.0
	정부		100,000	450,000	450,000	200,000	10,000	1,210,000	100.0
	민간		0	0	0	0	0	0	0
	인건비	인건비	55,000	200,000	200,000	90,000	3,000	548,000	45.3
	직접비	연구기자재 및 시설비	3,000	20,000	20,000	5,000	0	48,000	4.0
		재료비 및 전산처리비	2,000	15,000	15,000	5,000	1,600	38,600	3.2
		시작품 제작비	5,000	5,000	5,000	5,000	0	20,000	1.7
		여비	3,000	15,000	15,000	5,000	3,000	41,000	3.4
		수용비 및 수수료	2,000	5,000	5,000	5,000	0	17,000	1.4
		기술정보활동비	10,000	20,000	20,000	5,000	1,000	56,000	4.6
		연구활동비	11,000	50,000	50,000	15,000	400	126,400	10.4
		소계	36,000	130,000	130,000	45,000	6,000	347,000	28.7
	위탁연구개발비		0	70,000	70,000	50,000	0	190,000	15.7
	간접비	간접경비	9,000	40,000	40,000	15,000	1,000	105,000	8.7
		지적재산권 출원등록비	0	10,000	10,000	0	0	20,000	1.7
		소계	9,000	50,000	50,000	15,000	1,000	125,000	10.3

최종성과물						
기후변화에 따른 한국형 대기수문순환구조 평가	기존 기후변화 평가 결과물 분석 보고서	식생 및 토지이용 변화 예측 보고서	융설 예측 보고서	수자원 부존량 변화 보고서		● 기후변화에 따른 대기수문순환 변동 평가 기술보고서
기후변화에 따른 물수요 전망	생활 및 공업용수 수요전망	농업용수 수요전망	환경용수 수요전망	가상수 수요전망		● 기후변화에 따른 물수요 전망보고서
기후변화를 고려한 수문과정의 불확실성		multi-model ensemble 기반 보고서	시나리오 조합	불확실성 정량화		● multi-model ensemble 및 시나리오 조합을 통한 불확실성 분석보고서

[1-3 세세부과제] 기후변화에 의한 극치수문량 전망 기술

(단위 : 천원)

			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	총계	구성비(%)
1-3. 기후변화에 의한 극치수문량 전망 기술	총예산		100,000	450,000	450,000	250,000	10,000	1,260,000	100.0
	정부		100,000	450,000	450,000	250,000	10,000	1,260,000	100.0
	민간		0	0	0	0	0	0	0
	인건비	인건비	55,000	200,000	200,000	110,000	3,000	568,000	45.1
	직접비	연구기자재 및 시설비	3,000	20,000	20,000	5,000	0	48,000	3.8
		재료비 및 전산처리비	2,000	15,000	15,000	10,000	1,600	43,600	3.5
		시작품 제작비	5,000	5,000	5,000	5,000	0	20,000	1.6
		여비	3,000	15,000	15,000	5,000	3,000	41,000	3.3
		수용비 및 수수료	2,000	5,000	5,000	5,000	0	17,000	1.3
		기술정보활동비	10,000	20,000	20,000	10,000	1,000	61,000	4.8
		연구활동비	11,000	50,000	50,000	20,000	400	131,400	10.4
		소계	36,000	130,000	130,000	60,000	6,000	362,000	28.7
	위탁연구개발비		0	70,000	70,000	60,000	0	200,000	15.9
	간접비	간접경비	9,000	40,000	40,000	20,000	1,000	110,000	8.7
		지적재산권 출원등록비	0	10,000	10,000	0	0	20,000	1.6
		소계	9,000	50,000	50,000	20,000	1,000	130,000	10.3

최종성과물					
극한 강수량의 전망기술 개발	가강수량의 시공간적 추세분석 및 전망	가강수량과 극한 강수량과의 물리적 및 통계적 상관성 분석	극한강수량 전망		● 기후변화에 따른 극한강수량 전망 보고서
극한 가뭄사상의 전망기술 개발	기존 가뭄평가방법 분석보고서	가뭄평가 및 지수 개발보고서	가뭄전망 기술보고서		● 기후변화에 따른 미래 가뭄전망 기술보고서
기후변화를 고려한 비정상성 빈도해석기법		해석모형의 기반구축 및 개발	확률강우량도 작성		● 기후변화를 고려한 비정상성 빈도해석의 평가보고서 및 확률강우량도 ● 비정상성 빈도해석 모형 개발 및 평가
		기상인자의 최적화 지표 개발	불확시성 평가기법 마련		

□ 2 세부과제 - 취약성 평가 기술개발

(단위 : 천원)

과제명	비목	세목	연차별										합계	
			1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도			
			연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)
[2 세부과제] 취약성평가 기술개발	예산	**총예산**	**40,000**	**100.0**	**500,000**	**100.0**	**950,000**	**100.0**	**800,000**	**100.0**	**160,000**	**100.0**	**2,450,000**	**100.0**
		정부	40,000	100.0	500,000	100.0	950,000	100.0	800,000	100.0	160,000	100.0	2,450,000	100.0
		민간	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	연구비	인건비	12,000	30.0	260,000	52.0	410,000	43.2	370,000	46.3	78,000	48.8	1,130,000	46.1
		직접비	24,000	60.0	190,000	38.0	260,000	27.4	225,000	28.1	68,000	42.5	767,000	31.3
		위탁연구개발비	0	0.0	0	0.0	170000	17.9	130000	16.3	0	0.0	300,000	12.2
		간접비	4,000	10.0	50,000	10.0	110,000	11.6	75,000	9.4	14,000	8.8	253,000	10.3
		총계	40,000	100.0	500,000	100.0	950,000	100.0	800,000	100.0	160,000	100.0	2,450,000	100.0

[2-1 세세부과제] 기후변화의 치수영향평가기법 개발과 적용

(단위 : 천원)

			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	총계	구성비(%)
2-1. 기후변화의 치수영향 평가기법 개발과 적용	총예산		10,000	150,000	300,000	300,000	50,000	810,000	100.0
	정부		10,000	150,000	300,000	300,000	50,000	810,000	100.0
	민간		0	0	0	0	0	0	0
	인건비	인건비	3,000	70,000	140,000	140,000	25,000	378,000	46.7
	직접비	연구기자재 및 시설비	0	10,000	10,000	10,000	5,000	35,000	4.3
		재료비 및 전산처리비	1,000	5,000	5,000	5,000	3,000	19,000	2.3
		시작품 제작비	0	5,000	5,000	5,000	2,000	17,000	2.1
		여비	3,000	10,000	10,000	10,000	3,000	36,000	4.4
		수용비 및 수수료	0	5,000	5,000	5,000	3,000	18,000	2.2
		기술정보활동비	1,500	10,000	15,000	15,000	2,000	43,500	5.4
		연구활동비	500	15,000	20,000	20,000	4,000	59,500	7.3
		소계	6,000	60,000	70,000	70,000	22,000	228,000	28.1
	위탁연구개발비		0	0	60,000	60,000	0	120,000	14.8
	간접비	간접경비	1,000	20,000	20,000	20,000	3,000	64,000	7.9
		지적재산권 출원등록비	0	0	10,000	10,000	0	20,000	2.5
		소계	1,000	20,000	30,000	30,000	3,000	84,000	10.4

최종성과물					
기후변화의 치수영향평가기법 개발	치수영향평가기법 DB구축 및 이수영향평가절차개발	치수 측면 취약성 평가 전략개발	치수영향 평가 GIS정보이용전략 및 toolkit 개발		● 기후변화에 의한 치수영향평가 가이드라인
		치수영향평가모형 조사제시	Hazard, 취약성 및 위험도 평가기법 개발	치수영향평가 가이드라인개발	
기후변화의 치수영향평가를 위한 DB 및 모형 구축		치수관련 DB 구축 및 이수영향평가 모형 구축			● 치수영향평가를 위한 치수관련정보, GIS 정보 등 DB 및 평가모형
		하천유역별 호우변동 DB 및 GIS 자료 구축		평가모형의 지적용 매뉴얼	
지역의 기후변화에 의한 치수영향평가와 관리전략 개발			치수재해, 취약성 및 위험도 지도	치수재해위험저감 및 관리전략 개발	● 전국 지역의 과거미래 치수재해특성과 취약성위험도 지도 및 치수재해 관리 전략
			전국 및 대도시 치수재해영향지수 평가		

[2-2 세세부과제] 기후변화의 이수영향평가기법의 개발과 적용

(단위 : 천원)

			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	총계	구성비(%)
2-2. 기후변화의 이수영향평가기법의 개발과 적용	총예산		20,000	250,000	450,000	400,000	100,000	1,220,000	100.0
	정부		20,000	250,000	450,000	400,000	100,000	1,220,000	100.0
	민간		0	0	0	0	0	0	0
	인건비	인건비	6,000	140,000	200,000	180,000	50,000	576,000	47.2
	직접비	연구기자재 및 시설비	0	10,000	10,000	10,000	5,000	35,000	2.9
		재료비 및 전산처리비	2,000	5,000	5,000	5,000	5,000	22,000	1.8
		시작품 제작비	0	10,000	15,000	10,000	4,000	39,000	3.2
		여비	6,000	10,000	20,000	20,000	5,000	61,000	5.0
		수용비 및 수수료	0	10,000	10,000	10,000	5,000	35,000	2.9
		기술정보활동비	3,000	15,000	20,000	20,000	6,000	64,000	5.2
		연구활동비	1000	30,000	50,000	40,000	10,000	131,000	10.7
		소계	12,000	90,000	130,000	115,000	40,000	387,000	31.7
	위탁연구개발비		0	0	70,000	70,000	0	140,000	11.5
	간접비	간접경비	2,000	20,000	40,000	25,000	10,000	97,000	8.0
		지적재산권 출원등록비	0	0	10,000	10,000	0	20,000	1.6
		소계	2,000	20,000	50,000	35,000	10,000	117,000	9.6

최종성과물						
기후변화의 이수영향평가기법 개발	이수영향평가기법 DB구축 및 이수영향평가절차개발	이수 측면 취약성 평가 전략개발	이수영향 평가 지수 및 toolkit 개발			● 기후변화에 의한 이수영향평가 가이드라인
		이수영향평가모형 조사제시	Hazard, 취약성 및 위험도 평가기법 개발	이수영향평가 가이드라인개발		
기후변화의 이수영향평가를 위한 DB 및 모형 구축		이수관련 DB 구축 및 이수영향평가 모형 구축				● 이수영향평가를 위한 이수관련정보, GIS 정보 등 DB 및 평가모형
		하천유역별 가뭄변동 DB 구축		평가모형의 지적용 매뉴얼		
지역의 기후변화에 의한 이수영향평가와 관리전략 개발			이수재해, 취약성 및 위험도 지도		이수재해위험저감 및 관리전략 개발	● 전국 지역의 과거미래 이수재해특성과 취약성위험도 지도 및 이수재해 관리 전략
			전국 및 대도시 이수재해영향지수 평가			

[2-3 세세부과제] 해수면 상승에 따른 하구의 수리학적 취약성 평가기술의 개발과 적용

(단위 : 천원)

			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	총계	구성비(%)
2-3. 해수면 상승에 따른 하구의 수리학적 취약성 평가기술의 개발과 적용	총예산		10,000	100,000	200,000	100,000	10,000	420,000	100.0
	정부		10,000	100,000	200,000	100,000	10,000	420,000	100.0
	민간		0	0	0	0	0	0	0
	인건비	인건비	3,000	50,000	70,000	50,000	3,000	176,000	41.9
	직접비	연구기자재 및 시설비	0	5,000	5,000	5,000		15,000	3.6
		재료비 및 전산처리비	1,600	5,000	5,000	5,000	1,600	18,200	4.3
		시작품 제작비	0	4,000	5,000	4,000		13,000	3.1
		여비	3,000	5,000	10,000	6,000	3,000	27,000	6.4
		수용비 및 수수료		5,000	10,000	6,000		21,000	5.0
		기술정보활동비	1,000	6,000	10,000	4,000	1,000	22,000	5.2
		연구활동비	400	10,000	15,000	10,000	400	35,800	8.5
		소계	6,000	40,000	60,000	40,000	6,000	152,000	36.2
	위탁연구개발비		0	0	40,000	0	0	40,000	9.5
	간접비	간접경비	1,000	10,000	20,000	10,000	1,000	42,000	10.0
		지적재산권 출원등록비	0	0	10,000	0	0	10,000	2.4
		소계	1,000	10,000	30,000	10,000	1,000	52,000	12.4

최종성과물	하구 홍수의 취약성 평가기술 개발 및 적용		수치모형 프로그램 및 매뉴얼		전망 및 빈도해석 기술		● 하구 홍수의 취약성을 보완할 수 있는 하구둑 설계기준 ● 하구특성 분석 수치모형 프로그램
	염수의 침입 해석기술 개발과 적용		염수 및 담수 혼합 특성 보고서	염수침입해석 프로그램 및 매뉴얼	염수 침입 해석 적용사례 보고서		● 염수침입으로 인한 하구의 안정성 평가 기술 ● 개발완료 된 염수 침입 해석모형

□ 3 세부과제 - 적응 기술개발

(단위 : 천원)

과제명	비목	세목	연차별										합계	
			1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도			
			연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)
[3 세부과제] 적응 기술개발	예산	**총예산**	**30,000**	**100.0**	**30,000**	**100.0**	**662,500**	**100.0**	**937,500**	**100.0**	**662,500**	**100.0**	**2,322,500**	**100.0**
		정부	30,000	100.0	30,000	100.0	600,000	90.6	850,000	90.7	600,000	90.6	2,110,000	90.8
		민간	0	0.0	0	0.0	62,500	9.4	87,500	9.3	62,500	9.4	212,500	9.2
	연구비	인건비	9,000	30.0	9,000	30.0	260,000	39.2	380,000	40.5	260,000	39.2	918,000	39.5
		직접비	18,000	60.0	18,000	60.0	167,500	25.3	227,500	24.3	167,500	25.3	598,500	25.8
		위탁연구개발비	0	0.0	0	0.0	160000	24.2	230000	24.5	160000	24.2	550,000	23.7
		간접비	3,000	10.0	3,000	10.0	75,000	11.3	100,000	10.7	75,000	11.3	256,000	11.0
		총계	30,000	100.0	30,000	100.0	662,500	100.0	937,500	100.0	662,500	100.0	2,322,500	100.0

[3-1 세세부과제] 기후변화에 의한 치수재해위험저감 기술개발

(단위 : 천원)

			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	총계	구성비(%)
3-1. 기후변화에 의한 치수재해 위험저감 기술개발	총예산		10,000	10,000	225,000	337,500	225,000	807,500	100.0
	정부		10,000	10,000	200,000	300,000	200,000	720,000	89.2
	민간		0	0	25,000	37,500	25,000	87,500	10.8
	인건비	인건비	3,000	3,000	80,000	130,000	80,000	296,000	36.7
	직접비	연구기자재 및 시설비	0	0	5,000	10,000	5,000	20,000	2.5
		재료비 및 전산처리비	1,600	1,600	5,000	5,000	5,000	18,200	2.3
		시작품 제작비	0	0	5,000	5,000	5,000	15,000	1.9
		여비	3,000	3,000	10,000	10,000	10,000	36,000	4.5
		수용비 및 수수료	0	0	5,000	5,000	5,000	15,000	1.9
		기술정보활동비	1,000	1,000	10,000	10,000	10,000	32,000	4.0
		연구활동비	400	400	15,000	22,500	15,000	53,300	6.6
		소계	6,000	6,000	55,000	67,500	55,000	189,500	23.5
	위탁연구개발비		0	0	60,000	100,000	60,000	220,000	27.2
	간접비	간접경비	1,000	1,000	30,000	30,000	30,000	92,000	11.4
		지적재산권 출원등록비	0	0	0	10,000	0	10,000	1.2
		소계	1,000	1,000	30,000	40,000	30,000	102,000	12.6

최종성과물	기후변화 대응 유역홍수량 저감기술 개발 및 적용	[redacted]	홍수특성 및 피해원인 유형 분석	적정홍수량 저감 시스템	● 홍수량 저감 시설물의 Inventory, 설계기준, 효과 및 특허	
			홍수저감시설물의 inventory	홍수저감시설물의 저감능력 분석		
	지역의 사회·경제 및 기후변화에 따른 치수안전도 설정	[redacted]	지역의 치수시설물 설계기준 DB	취약성 및 설계기준 평가	치수안전도 평가	● 지역별 치수안전도 기준
			전국하천제방의 계획홍수량 DB			

[3-2 세세부과제] 기후변화에 의한 이수재해위험 저감 기술개발

(단위 : 천원)

			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	총계	구성비(%)
3-2. 기후변화에 의한 이수재해 위험 저감 기술개발	총예산		10,000	10,000	337,500	450,000	337,500	1,145,000	100.0
	정부		10,000	10,000	300,000	400,000	300,000	1,020,000	89.1
	민간		0	0	37,500	50,000	37,500	125,000	10.9
	인건비	인건비	3,000	3,000	130,000	180,000	130,000	446,000	39.0
	직접비	연구기자재 및 시설비	0	0	10,000	10,000	10,000	30,000	2.6
		재료비 및 전산처리비	1,600	1,600	5,000	5,000	5,000	18,200	1.6
		시작품 제작비	0	0	5,000	5,000	5,000	15,000	1.3
		여비	3,000	3,000	10,000	15,000	10,000	41,000	3.6
		수용비 및 수수료	0	0	5,000	5,000	5,000	15,000	1.3
		기술정보활동비	1,000	1,000	10,000	20,000	10,000	42,000	3.7
		연구활동비	400	400	22,500	30,000	22,500	75,800	6.6
		소계	6,000	6,000	67,500	90,000	67,500	237,000	20.7
	위탁연구개발비		0	0	100,000	130,000	100,000	330,000	28.8
	간접비	간접경비	1,000	1,000	30,000	40,000	30,000	102,000	8.9
		지적재산권 출원등록비	0	0	10,000	10,000	10,000	30,000	2.6
		소계	1,000	1,000	40,000	50,000	40,000	132,000	11.5

최종성과물						
기후변화 대응 수자원확보 능력향상 기술 개발 및 적용		유역의 물순환 저류-이용 순환체계	신개념의 수자원 저류공간 및 운영 전략	다단계하천수 저류 시설 및 조절시스템	● 하천수 저류시설의 제품, 설계기준, 수자원확보량 및 특허	
지역의 사회·경제 및 기후변화에 따른 물공급 안전도 설정		물이용 순환체계분석, 물공급안정도	지역의 물수요 공급 시나리오에 의한 사회,경제적 파급 효과 분석	이수위험도변동에 따른 물공급안전도	● 지역별 이수안전도 기준	

[3-3 세세부과제] 기후변화에 의한 하구지역재해 위험저감 기술개발

(단위 : 천원)

			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	총계	구성비(%)
3-3. 기후변화에 의한 하구지역재해 위험저감 기술개발	총예산		10,000	10,000	100,000	150,000	100,000	370,000	100.0
	정부		10,000	10,000	100,000	150,000	100,000	370,000	100.0
	민간		0	0	0	0	0	0	0
	인건비	인건비	3,000	3,000	50,000	70,000	50,000	176,000	47.6
	직접비	연구기자재 및 시설비	0	0	10,000	10,000	10,000	30,000	8.1
		재료비 및 전산처리비	1,600	1,600	5,000	5,000	5,000	18,200	4.9
		시작품 제작비	0	0	4,000	5,000	4,000	13,000	3.5
		여비	3,000	3,000	6,000	10,000	6,000	28,000	7.6
		수용비 및 수수료	0	0	6,000	10,000	6,000	22,000	5.9
		기술정보활동비	1,000	1,000	4,000	15,000	4,000	25,000	6.8
		연구활동비	400	400	10,000	15,000	10,000	35,800	9.7
		소계	6,000	6,000	45,000	70,000	45,000	172,000	46.5
	위탁연구개발비		0	0	0	0	0	0	0.0
	간접비	간접경비	1,000	1,000	5,000	10,000	5,000	22,000	5.9
		지적재산권 출원등록비	0	0	0	0	0	0	0.0
		소계	1,000	1,000	5,000	10,000	5,000	22,000	5.9

최종성과물	기후변화 대비 하구 홍수피해 저감기술 및 적용		기존 하구 홍수 방지 구조물 문제점 분석 보고서	하구 홍수 시나리오 작성 및 분석	하루 홍수 시나리오에 의한 적응 및 적용 사례 보고서	● 주요 하구 홍수 지역의 홍수피해 예상 및 상용화된 저감 기술
	하구의 염수침입 저감기술 개발 및 적용		염수침입 방지 구조물 및 하구에서의 염수침입 분석 보고서	염수침입해석 프로그램의 염수침입변화 보고서 (염수침입 피해 하구 중심)	적용사례 보고서 및 저감기술방안 구축	● 실용화된 하구의 염수침입 저감 기술

□ 4 세부과제 - 실용화 및 국제화 전략 기술개발

(단위 : 천원)

과제명	비목	세목	연차별										합계	
			1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도			
			연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)
[4 세부과제] 실용화 및 국제화 전략 기술개발	예산	총예산	30,000	100.0	485,000	100.0	1,125,000	100.0	2,050,000	100.0	2,010,000	100.0	5,700,000	100.0
		정부	30,000	100.0	460,000	94.8	1,000,000	88.9	1,690,000	82.4	1,650,000	82.1	4,830,000	84.7
		민간	0	0.0	25,000	5.2	125,000	11.1	360,000	17.6	360,000	17.9	870,000	15.3
	연구비	인건비	9,000	30.0	210,000	43.3	460,000	40.9	640,000	31.2	650,000	32.3	1,969,000	34.5
		직접비	17,600	58.7	187,000	38.6	415,000	36.9	805,000	39.3	805,000	40.0	2,229,600	39.1
		위탁연구개발비	0	0.0	50000	10.3	150000	13.3	420000	20.5	375000	18.7	995,000	17.5
		간접비	3,400	11.3	38,000	7.8	100,000	8.9	185,000	9.0	180,000	9.0	506,400	8.9
		총계	30,000	100.0	485,000	100.0	1,125,000	100.0	2,050,000	100.0	2,010,000	100.0	5,700,000	100.0

[4-1 세세부과제] 법·정책·경제성 전략 수립

(단위 : 천원)

			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	총계	구성비(%)
4-1. 법·정책·경제성 전략 수립	총예산		10,000	150,000	250,000	400,000	300,000	1,110,000	100.0
	정부		10,000	150,000	250,000	400,000	300,000	1,110,000	100.0
	민간		0	0	0	0	0	0	0
	인건비	인건비	3,000	70,000	140,000	170,000	150,000	533,000	48.0
	직접비	연구기자재 및 시설비	0	10,000	10,000	10,000	10,000	40,000	3.6
		재료비 및 전산처리비	1,600	5,000	5,000	5,000	5,000	21,600	1.9
		시작품 제작비	0	10,000	10,000	10,000	10,000	40,000	3.6
		여비	3,000	10,000	10,000	15,000	10,000	48,000	4.3
		수용비 및 수수료	0	5,000	10,000	10,000	10,000	35,000	3.2
		기술정보활동비	1,000	15,000	20,000	25,000	20,000	81,000	7.3
		연구활동비	400	15,000	20,000	25,000	20,000	80,400	7.2
		소계	6,000	70,000	85,000	100,000	85,000	346,000	31.2
	위탁연구개발비		0	0	0	100,000	45,000	145,000	13.1
	간접비	간접경비	1,000	10,000	25,000	30,000	20,000	86,000	7.7
		지적재산권 출원등록비	0	0	0	0	0	0	0.0
		소계	1,000	10,000	25,000	30,000	20,000	86,000	7.7

최종성과물						
기후변화에 의한 물관리의 사회적·경제적 영향평가 기술개발	기후변화에 의한 물관리의 사회·경제적 영향 인과분석	기후변화에 의한 물관리의 사회·경제적 취약성 지도 작성	사회·경제적 취약성 평가지표 개발	사회·경제적 영향 평가분석	● 기후변화에 의한 물관리의 사회적·경제적 영향평가 기술개발 보고서	
			사회·경제적 취약성 평가기법 개발			
기후변화 적응기술 정착을 위한 법·제도 개선	선진국의 법령제도 및 신기술 실용화 제도 분석	법제화/실용화의 인과지도 작성	적응기술 법령제도의 개선방향 제시 및 파급효과 분석	적응기술 정착 법제화/실용화의 실행방안 제시	● 기후변화 적응기술 정착을 위한 법·제도 개선 보고서	
		법제화/실용화의 장애요인 분석				
기후변화 대응 국가 수자원정책 구축	선진국의 수자원 정책 대응전략 분석	국가 수자원정책 추진전략 수립 및 체계구축			● 기후변화 대응 국가 수자원정책 구축 보고서	
		시나리오 설정	실천방안 분석	가이드라인 제시		

[4-2 세세부과제] 불확실성 대비 거버넌스 구축 전략 수립

(단위 : 천원)

			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	총계	구성비(%)
4-2. 불확실성 대비 거버넌스 구축 전략 수립	총예산		10,000	235,000	295,000	345,000	405,000	1,290,000	100.0
	정부		10,000	210,000	270,000	320,000	380,000	1,190,000	92.3
	민간		0	25,000	25,000	25,000	25,000	100,000	7.7
	인건비	인건비	3,000	100,000	120,000	120,000	150,000	493,000	38.2
	직접비	연구기자재 및 시설비	0	5,000	5,000	5,000	5,000	20,000	1.6
		재료비 및 전산처리비	1,600	5,000	10,000	10,000	10,000	36,600	2.8
		시작품 제작비	0	10,000	10,000	10,000	10,000	40,000	3.1
		여비	3,000	10,000	15,000	15,000	20,000	63,000	4.9
		수용비 및 수수료	0	10,000	10,000	10,000	10,000	40,000	3.1
		기술정보활동비	1,000	15,000	20,000	20,000	30,000	86,000	6.7
		연구활동비	400	10,000	20,000	20,000	20,000	70,400	5.5
		소계	6,000	65,000	90,000	90,000	105,000	356,000	27.6
	위탁연구개발비		0	50,000	50,000	100,000	110,000	310,000	24.0
	간접비	간접경비	1,000	20,000	25,000	25,000	30,000	101,000	7.8
		지적재산권 출원등록비	0	0	10,000	10,000	10,000	30,000	2.3
		소계	1,000	20,000	35,000	35,000	40,000	131,000	10.2

최종성과물				
기후변화 불확실성 고려 적응형 의사결정	선진국 연구동향 분석	국내 적용가능 불확실성 통합분석 기술개발 및 적용		● 불확실성 고려 적응형 의사결정 전략 보고서
		국내 적용가능 적응형 의사결정 기술 개발 및 적용		
기후변화 적응을 위한 홍보·교육 및 시민 참여 체계 구축	선진국 연구동향 분석	한국형 기후변화 홍보 및 교육기술 개발·적용		● 기후변화 시민참여를 위한 홍보 및 교육 전략 보고서
		한국형 갈등조정 모형기반기술 연구 및 모형 개발·적용		● 한국형 갈등조정 모형
기후변화의 적응지원 포탈 시스템 구축 및 활용기술	국내외 관련 사례 조사 보고서	기후변화정보수집 및 포탈구축방안보고서		● 기후변화 관련 물 분야 포탈 시스템
			연구성과 DB, 국내외 전파 및 홍보성과	

[4-3 세세부과제] 통합운영관리 기술개발

(단위 : 천원)

			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	총계	구성비(%)
4-3. 통합운영 관리기술 개발	총예산		5,000	50,000	350,000	825,000	825,000	2,055,000	100.0
	정부		5,000	50,000	250,000	550,000	550,000	1,405,000	68.4
	민간		0	0	100,000	275,000	275,000	650,000	31.6
	인건비	인건비	1,500	20,000	100,000	200,000	200,000	521,500	25.4
	직접비	연구기자재 및 시설비	0	2,000	40,000	100,000	100,000	242,000	11.8
		재료비 및 전산처리비	500	2,000	10,000	10,000	10,000	32,500	1.6
		시작품 제작비	0	2,000	90,000	300,000	300,000	692,000	33.7
		여비	2,000	5,000	10,000	20,000	20,000	57,000	2.8
		수용비 및 수수료	0	2,000	10,000	10,000	10,000	32,000	1.6
		기술정보활동비	0	10,000	10,000	30,000	30,000	80,000	3.9
		연구활동비	300	3,000	10,000	20,000	20,000	53,300	2.6
		소계	2,800	26,000	180,000	490,000	490,000	1,188,800	57.8
	위탁연구개발비		0	0	50,000	70,000	70,000	190,000	9.2
	간접비	간접경비	700	4,000	20,000	50,000	50,000	124,700	6.1
		지적재산권 출원등록비	0	0	0	15,000	15,000	30,000	1.5
		소계	700	4,000	20,000	65,000	65,000	154,700	7.5

최종성과물	기후변화 대응 물관리 기술 통합운영 시스템 구축	[redacted]	국내 기술수준 및 선진국 시스템 구축 현황 조사	통합물관리 해석 모듈개발 및 이행도 평가		● 기후변화대응 물관리 해석 모듈 및 의사결정 지원시스템(DSS) 및 보고서
				IWRM 기반 물관리해석 DSS 구축		
	기후변화를 고려한 통합 물관리 체계 구현	[redacted]	기후변화 대응 유역 물관리 시스템 해석 선진국 기술 동향 조사	기후변화 시나리오, 취약성 정보 및 적응기술을 활용한 시범 유역 적용	시범 유역 시스템 반응평가	● 국내 하천유역 시범적용 및 평가 기술보고서
			국내 시범유역선정	시스템 반응해석	IWRM 기반 한국형 유역 물관리 적응 시스템 및 기술개발 국가 전략 로드맵제시	● 국가 물관리 적응 전략 및 기술개발 로드맵

[4-4 세세부과제] 국제협력 및 사업화 추진 전략 수립

(단위 : 천원)

			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	총계	구성비(%)
4-4. 국제협력 및 사업화 추진 전략 수립	총예산		5,000	50,000	230,000	480,000	480,000	1,245,000	100.0
	정부		5,000	50,000	230,000	420,000	420,000	1,125,000	90.4
	민간		0	0	0	60,000	60,000	120,000	9.6
	인건비	인건비	1,500	20,000	100,000	150,000	150,000	421,500	33.9
	직접비	연구기자재 및 시설비	0	2,000	5,000	5,000	5,000	17,000	1.4
		재료비 및 전산처리비	500	2,000	5,000	5,000	5,000	17,500	1.4
		시작품 제작비	0	2,000	5,000	20,000	20,000	47,000	3.8
		여비	2,000	5,000	10,000	25,000	25,000	67,000	5.4
		수용비 및 수수료	0	2,000	10,000	10,000	10,000	32,000	2.6
		기술정보활동비	0	10,000	15,000	30,000	30,000	85,000	6.8
		연구활동비	300	3,000	10,000	30,000	30,000	73,300	5.9
		소계	2,800	26,000	60,000	125,000	125,000	338,800	27.2
	위탁연구개발비		0	0	50,000	150,000	150,000	350,000	28.1
	간접비	간접경비	700	4,000	20,000	35,000	35,000	94,700	7.6
		지적재산권 출원등록비	0	0	0	20,000	20,000	40,000	3.2
		소계	700	4,000	20,000	55,000	55,000	134,700	10.8

최종성과물	기후변화대응 물관리 기술의 국제 네트워크 체계 구축	국제 협력 네트워크 구축 및 전략 수립	국제기구, 선진국 물관리기관, 수문기상 전문가 집단과의 기술정보 교류시스템 구축 및 운영		● 선진국 물관리 기관들과의 MOU 계약서 ● 기후변화대응 물관리 적응기술개발 국제동향 분석 보고서 ● 선진국 물관리 적응기술 R&D 기관과의 네트워크 ● 아태지역 국제기구, 개도국과의 기후변화, 물관리 네트워크
			아태지역 물관리 국제협력 네트워크 운영		
	기후변화 적응 물관리 기술 해외 기술이전		기후변화 적응 물관리 기술 해외기술 이전 추진전략 수립	해외 시범유역 시험 적용 및 평가	● 기술이전 대상국과의 MOU ● 시범대상 유역 분석 시스템 ● 해외시범유역기술적용 및 평가보고서

9.2.4 연구비 산정의 적절성 분석

○ 본 기획연구에서 도출된 세부과제에 대한 투자 타당성 및 적절성을 분석하기 위하여 본 기획연구에서 산정된 소요예산(안)을 기반으로 예산 규모의 적절성 및 과제별 예산 배분의 적절성을 다음과 같이 분석함

(1) 예산 규모의 적절성

○ 본 기획에서 산정한 예산 규모[34]의 적절성을 분석하기 위하여 전체 예산을 비교하는 방법은 사업 내용 및 기간이 각 추진 사업별로 상이하기 때문에 본 연구에서는 타 부처의 과제별 사업비 분포와 기술수요조사에서 도출된 관련 연구개발 비용, 유사 사업과의 연차별 과제 비목 비교 등의 방법을 활용하여 예산 규모의 적절성을 분석함

- 전체 연구비 규모는 과제 특성 및 과제수에 따라 부처별 또는 부처내 타 사업과 상호 차이가 발생하기에 본 연구에서는 전체 사업을 구성하는 각 세부과제 규모 및 예산 항목 등의 적절성을 비교하여 분석을 실시함

□ 타 부처 과제별 사업비 분포 조사를 통한 예산 규모의 적절성 분석

○ 본 분석은 타 부처와의 과제별 사업비 규모를 비교하기 위하여 국토해양부의 '차세대 홍수방어기술 기획연구'의 사업비 분포와 본 기획연구에서 도출된 과제별 연구비 분포를 조사하여 비교함

○ 그 결과, '차세대 홍수방어기술 기획연구'의 연도별 총사업비 분포는 다음 [표 9-6]과 같이 연간 1억원 이상 2억원 미만의 과제가 48개로(25.3%) 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타남

34) 4개 세부과제, 13개 세세부과제를 수행하기 위하여 총 173억원의 예산을 산정함

[표 9-6] 연도별 과제 총사업비 분포

총 사업비 구간	연차별 과제수					계
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
1억원 미만	37	-	-	-	-	37
1~2억원	1	7	11	7	22	48
2~3억원	-	11	11	15	10	47
3~4억원	-	13	10	10	3	36
4~5억원	-	4	3	3	-	10
5~6억원	-	3	-	-	3	6
6~7억원	-	-	3	3	-	6
합계	38	38	38	38	38	190

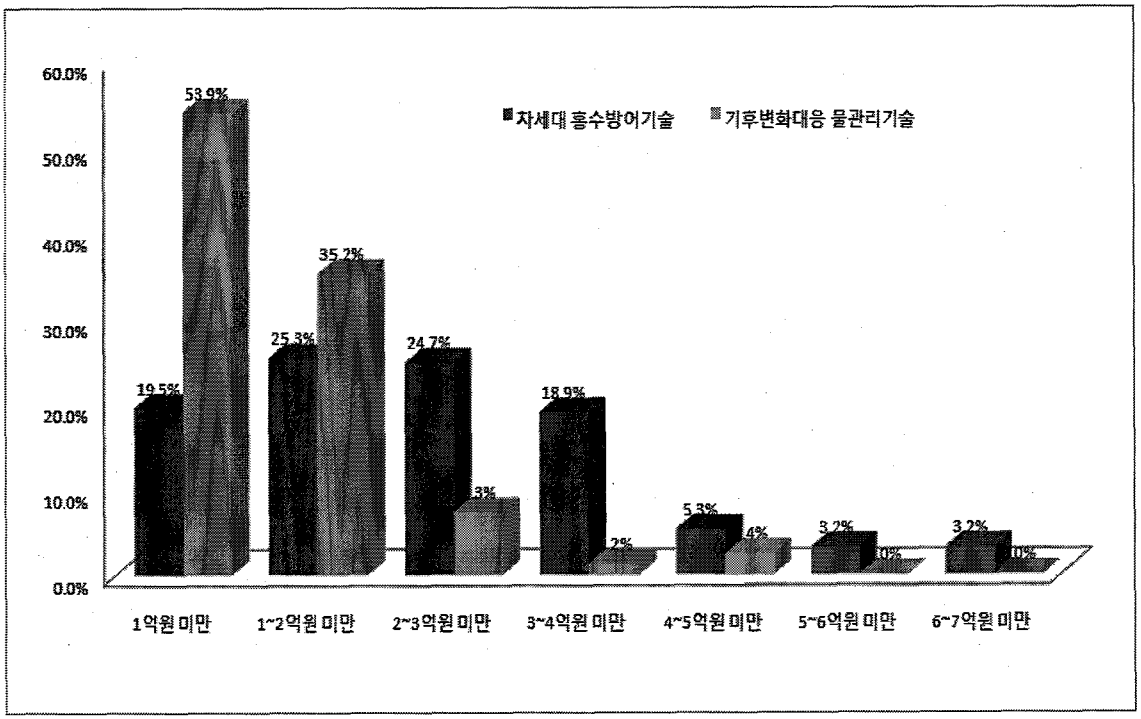
○ 그러나 본 기획연구에서 도출된 과제별 연구비 분포는 세세부과제별 연구개발 내용을 바탕으로 33개 과제에 대하여 연차별 소요 예산에 대한 조사를 실시한 결과 다음 [표 9-7]과 같이 연차별 1억원 미만의 사업비가 소요되는 과제는 연차별 총 165개 중 89개로(53.9%) 가장 많은 비중을 차지하는 것으로 조사됨

[표 9-7] 기후변화 대응 물관리 기술 세세부과제별 평균사업비

	과제수	사업비	연차별 사업비				
			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
1-1	3	총사업비	200,000	600,000	600,000	350,000	10,000
		과제별평균사업비	66,667	200,000	200,000	116,667	3,333
1-2	3	총사업비	100,000	450,000	450,000	200,000	10,000
		과제별평균사업비	33,333	150,000	150,000	66,667	3,333
1-3	3	총사업비	100,000	450,000	450,000	250,000	10,000
		과제별평균사업비	33,333	150,000	150,000	83,333	3,333
2-1	3	총사업비	10,000	150,000	300,000	300,000	50,000
		과제별평균사업비	3,333	50,000	100,000	100,000	16,667
2-2	3	총사업비	20,000	250,000	450,000	400,000	100,000
		과제별평균사업비	6,667	83,333	150,000	133,333	33,333
2-3	2	총사업비	10,000	100,000	200,000	100,000	10,000
		과제별평균사업비	5,000	50,000	100,000	50,000	5,000
3-1	2	총사업비	10,000	10,000	225,000	337,500	225,000
		과제별평균사업비	5,000	5,000	112,500	168,750	112,500
3-2	2	총사업비	10,000	10,000	337,500	450,000	337,500
		과제별평균사업비	5,000	5,000	168,750	225,000	168,750
3-3	2	총사업비	10,000	10,000	100,000	150,000	100,000
		과제별평균사업비	5,000	5,000	50,000	75,000	50,000
4-1	3	총사업비	10,000	150,000	250,000	400,000	300,000
		과제별평균사업비	3,333	50,000	83,333	133,333	100,000
4-2	3	총사업비	10,000	235,000	295,000	345,000	405,000
		과제별평균사업비	3,333	78,333	98,333	115,000	135,000
4-3	2	총사업비	5,000	50,000	350,000	825,000	825,000
		과제별평균사업비	2,500	25,000	175,000	412,500	412,500
4-4	2	총사업비	5,000	50,000	230,000	480,000	480,000
		과제별 평균사업비	2,500	25,000	115,000	240,000	240,000

총 사업비 구간	연차별 과제수					계
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
1억원 미만	33	24	6	10	16	89
1~2억원 미만	-	6	20	19	13	58
2~3억원 미만	-	3	5	2	2	12
3~4억원 미만	-	-	2	-	-	2
4~5억원 미만	-	-	-	2	2	4
합계	33	33	33	33	33	165

- 본 기획연구를 통해 도출된 1차년도 과제의 경우 기존의 문헌조사 및 보고서 등의 활용을 통한 연구에 중점을 두고 있으며, 한정된 정부 예산의 한계로 대부분의 과제는 1억원 미만의 연구비가 소요될 것으로 산정됨



[그림 9-1] 과제별 사업비 분포 비교

○ 결과적으로, 타 부처과제별 사업비 분포와 본 기획연구를 통해 산정된 연차별 예산(안)의 대부분 지원 규모가 1~3억원 사이에 존재하는데, 본 기획연구에서 도출된 과제 중 반 이상의 과제 예산이 1억원 미만이고 89.1%에 해당하는 과제가 2억원 미만임

○ 이는 본 기획에서 도출된 연차별 과제 연구비 산정 규모가 타 과제와 비교했을 경우 최소한의 소요예산을 연구비로 산정하였다는 것을 알 수 있음

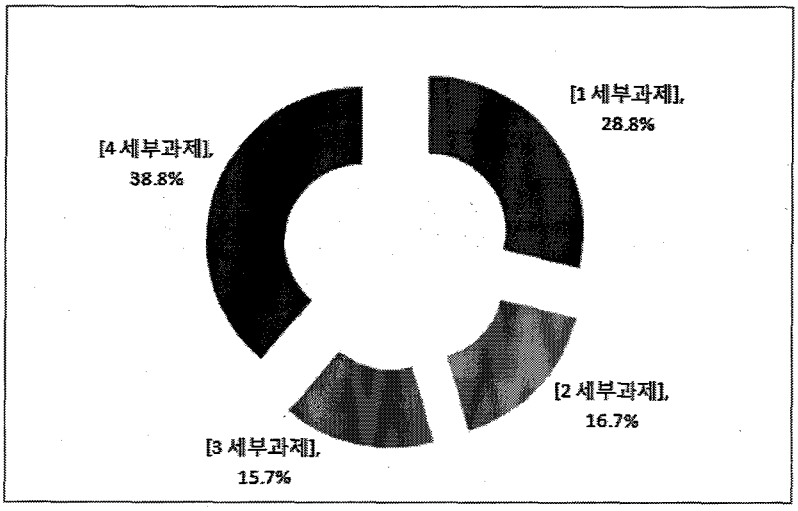
- 환경기술진흥원의 환경관리 평가기술 과제의 경우, 평균 3년 동안 3.22억 이상의 연구비를 소요함

(2) 과제별 예산 배분의 적절성

○ 과제별 예산 배분의 적절성을 분석하기 위하여 본 기획연구에서 도출된 4개 세부과제 및 13개 세세부과제의 연구비 규모 및 연구내용을 기반으로 다음과 같이 분석을 실시함

□ 4개 세부과제별 예산 배분의 적절성 분석

○ 본 기획연구에서 산정된 세부과제 예산의 비율을 살펴보면 다음 [그림 9-1]과 같이 [세부과제 1]과 [세부과제 4]의 연구비 예산이 다른 세부과제보다 많이 산정된 것으로 나타남



[그림 9-2] 세부과제별 예산비율

[표 9-8] 세부과제별 주요연구내용

세부과제명	세세부과제
전망기술개발	- 수문변동전망을 위한 유역의 기온 및 강수-유량 전망 - 하천유역의 물수요 및 수문순환변동 정량화 - 기후변화에 의한 극치수문량 전망기술
취약성평가 기술개발	- 기후변화의 치수영향평가기법 개발과 적용 - 기후변화의 이수영향평가기법 개발과 적용 - 해수면 상승에 따른 하구의 수리학적 취약성 평가기술 개발과 적용
적응 기술개발	- 기후변화에 의한 치수재해위험저감 기술개발 - 기후변화에 의한 이수재해위험저감 기술개발 - 기후변화에 의한 하구지역재해위험저감 기술개발
실용화 및 국제화전략 기술개발	- 법·정책·경제성 전략 수립 - 불확실성 대비 거버넌스 구축 전략 수립 - 통합운영관리 기술개발 - 국제협력 및 사업화 추진 전략 수립

○ 이에, 다음 [표 9-9]와 같이 최종 성과물 특성을 조사한 결과 [1세부과제] 및 [4세부과제]의 경우 시범유역 및 모형적용 등 연구비 투자가 많이 소요되는 기술 개발을 기획하고 있어 예산 배분 비율이 높은 것으로 분석됨

[표 9-9] 세부과제별 최종 성과물 분포

세부과제	법, 제도 및 설계 가이드라인	시범유역 및 모형적용	네트워크 및 시스템	시나리오 구축	합계
[1세부과제]	-	2	-	9	11
[2세부과제]	3	-	4	3	10
[3세부과제]	4	-	-	2	6
[4세부과제]	8	4	5	-	17

○ 결과적으로, 본 기획연구에서의 세부과제별 예산 배분이 최종 성과물 및 추진 방법에 적합하게 산정됨으로써 향후 연구단 추진에 있어 실질적인 활용이 가능할 것으로 판단됨

(3) 연구비 산정의 적절성 분석 소결

○ 본 기획 연구의 연구비 산정의 적절성을 분석하기 위하여 크게 연구비 규모 측면과 과제별 예산 배분의 적절성을 분석함

- 연구비 규모 측면에서는 '차세대 홍수방어 기술 기획연구'를 비교대상으로 선정하였으며 과제별 측면에서는 세부과제별 최종 성과물의 분포도를 분석하여 적절성을 분석함

○ 또한, 과제별 예산 배분에 있어서도 최종 예상 성과물 및 연구개발 추진 방법에 부합하도록 연구비가 산정되어 향후 RFP 공고 후 제안 기관 선정에 있어서의 기준으로 활용이 가능할 것으로 판단됨

○ 결과적으로, 본 기획과제의 연구비 산정은 연구비 규모 측면과 과제별 예산 배분 측면에서 볼 때 각 과제의 특성 및 향후 개발 상황에 맞게 산정된 것으로 분석됨

9.3 연구과제 성과지표

9.3.1 성과지표 분석방안

○ 기관 사업특성에 적합한 성과평가체제의 구축하여 국가연구개발사업의 성과를 극대화하기 위하여 과학기술부의 국가연구개발사업 자체평가매뉴얼(2008년도)을 작성함

○ 본 지표분석은 조분평의 자체평가매뉴얼로써 동 사업의 성과 측정 방안 수립을 위한 성과목표 및 지표 산정을 위해 활용 가능성이 높다고 판단하여 관련 자료를 수록함

○ 각 세세부과제 연구기관은 사업유형별로 측정 가능한 성과목표를 자율적으로 설정하고 표준성과지표를 참조하여 성과지표를 설정하도록 함

9.3.2 과제 성과지표 추출

[표 9-10] 기획 · 집행 지표

구분	성과지표	목표치
기획 · 집행	사업목적 및 내용의 타당성	- 사업목적의 명확성 - 추진방향의 적정성 - 사업내용의 타당성
	사업추진체계의 합리성	- 재원조달의 적절성 - 사업추진지원방식의 적절성 - 사업추진 주체간 역할분담·협력체계의 적절성
	사업관리 및 사업집행의 적절성	- 재원집행의 적절성 - 사업추진 일정의 적정성
	성과관리의 적절성	- 성과달성을 위한 전략 및 계획의 적절성 - 성과관리시스템의 구축 수준
	평가결과 활용 정도	- 지적·권고사항의 이행실적

[표 9-11] 성과지표

구분	성과목표	성과지표	달성 목표치			가중치	
			최종 목표치	1차 년도 목표치	1차 년도 달성 목표치		
결과	공공의 이익에 기여	14-1. 공공기반기술개발 여부				0.02	0.15
		14-2. 재해·재난 관련 기술개발 건수				0.03	
		32-1. 수요자 만족도				0.05	
		32-2. 정책 반영도				0.05	
	정책제안 및 활용	11-1. 정책(고시/법령) 제안 실적				0.02	0.18
		11-2. 정책 채택 및 활용 실적				0.07	
		11-3. 국체정책·규범 대응관련 국가보고서 작성 건수				0.05	
		24-1. 고용창출효과				0.04	
	국가 경쟁력 강화	12-2. 기술수준 향상도				0.05	0.12
		12-3. 미래 기술수요에 대한 대처 능력				0.07	
		12-4. 선진기술 도입건수				0.05	
	연구시설 구축 및 활용	30-1. DB 구축				0.08	0.35
		30-2. 연구시설 구축				0.05	
		30-4. 시험·설계 등 시설이용 기술 확보				0.04	
		31-2. 공공 인프라 개선 정도				0.04	
		31-3. 연구시설 고도화				0.05	
		31-4. 연구시설 운영여건 구축				0.04	
		31-5. 시설활용을 위한 지원 건수				0.05	
	실용화 및 국제협력	3-2. 기술확산을 위한 상호 교류 정도				0.02	0.15
		7-11. 안전 및 성능기준 확보				0.04	
		28-7. 양해각서(MOU) 체결				0.01	
		28-9. 국제공동연구로 인한 기술개발 건수				0.05	
		29-1. 해외 연구자 국내유치				0.02	
		29-2. 국내 연구자 해외파견				0.01	
합 계						1.0	

9.3.3 성과지표 선정근거 및 측정방법

①「공공의 이익에 기여」성과지표

성과지표	14-1. 공공기반기술개발 여부
지표해설	- 민간이 투자하기 어려운 공공부문의 기술개발 여부
측정방법	공공기술개발 건수

성과지표	14-2. 재해·재난 관련 기술개발 건수
지표해설	민간이 해결할 수 없는 재난, 재해, 유지관리 등 국민의 안전성 확보를 위한 공공부문 기술개발
측정방법	재해, 재난 부분의 기술개발 건수 및 기여 건수

성과지표	32-1. 수요자 만족도
지표해설	해당 연구개발사업과 관련하여 수행한 업무에 대한 고객 만족도
측정방법	해당사업에 의해 창출된 파급효과의 수혜를 받는 수요자를 대상으로 해당 사업에 대한 만족도 조사

성과지표	32-2. 정책 반영도
지표해설	해당 연구개발사업과 관련하여 수행한 업무에 대해 국가정책에 반영되어 궁극적으로 그 결과가 수요자 만족도 향상으로 연계
측정방법	정부정책에 대한 반영(법, 제도, 정책 개선 등) 건수

성과지표	33-2. 공공 인프라 개선 정도
지표해설	공공 서비스의 질적 향상을 위한 인프라 개선 정도
측정방법	- 설문조사, 면담, 온라인투표 등의 실시로 사용자의 의견청취 - 인프라 개선을 위하여 시행한 제도 건수

②「정책제안 및 활용」성과지표

성과지표	11-1. 정책(고시/법령) 제안 실적
지표해설	연구수행결과를 정부정책에 반영시키기 위하여 관련 정책자료를 해당부처 및 유관기관 등에 건의한 건수
측정방법	기술기준, 법제도, 정부정책 등에 대한 제안 건수

성과지표	11-2. 정책 채택 및 활용 실적
지표해설	연구수행결과를 정부정책에 반영시키기 위하여 제안한 정책자료 등이 채택되어 기술기준, 법제도가 제·개정되거나 해당 정책이 관련부처 및 유관기관 등에 활용된 건수
측정방법	- 정책 등의 채택·활용 건수 - 채택·활용 건수/제안건수

성과지표	11-3. 국제정책·규범 대응관련 국가보고서 작성 건수
지표해설	세계무역기구(WTO, World Trade Organization), 국제협력개발기구(OECD, Organization for Economic Co-operation and Development), 국제연합(UN, United Nations) 산하 국제기구 등에서 추진하는 국제규범 및 정책의 제·개정과 관련하여 국제협력사업 또는 연구개발을 통한 국가보고서를 서면으로 제출한 건수
측정방법	서면으로 제출한 국가보고서 건수

성과지표	24-1. 고용창출효과
지표해설	매출이 증대된 결과 고용창출이 발생된 경우와 같이 해당 사업이 관련 산업분야의 고용창출에 기여한 정도
측정방법	사업수행 전후의 관련 산업분야의 고용인원 증감 수

③「국가 경쟁력 강화」성과지표

성과지표	12-2. 기술수준 향상도
지표해설	사업수행 전과 비교하여 관련 기술 분야의 기술수준 향상 정도
측정방법	사업수행 전과 비교하여 관련 기술 수준 향상 정도를 퍼센트(%)로 환산

성과지표	12-3. 미래 기술수요에 대한 대처 능력
지표해설	급변하는 과학기술 환경 및 경제사회적 필요를 만족시키기 위해 미래 유망 기술개발에 대한 대처능력 향상 정도
측정방법	- 미래 유망 신기술 등에 대한 기술력 보유 현황 및 투자실적 - 해당사업에서 개발된 기술로 인한 미래유망 기술 분야 발전 가능성을 정성적으로 판단

성과지표	12-4. 선진기술 도입건수
지표해설	해당 연구개발사업의 우수한 성과달성을 위하여 미국, 유럽, 일본 등 선진기술국의 세계 최고 수준의 기술을 도입·활용한 내용
측정방법	선진 기술 도입 건수, 도입한 기술을 해당 연구개발사업에 활용한 건수, 활용 내용

④「연구시설 구축 및 활용」성과지표

성과지표	30-1. DB 구축
지표해설	연구 시설, 보유 장비 및 연구 인력 등의 체계적인 관리를 위한 DB구축 여부
측정방법	연구 시설, 보유 장비, 연구인력 등의 DB 구축 정도

성과지표	30-2. 연구시설 구축
지표해설	실험실, 기기실, 공동연구센터, 창업보육센터 등의 연구시설 구축 정도 및 공간 확보
측정방법	연구시설 구축 정도 및 확보된 공간

성과지표	30-4. 시험·설계 등 시설이용 기술 확보
지표해설	시험·설계 등 구축된 연구시설 및 장비를 적절히 사용할 수 있는 이용기술 확보여부, 시설이용을 지원해 줄 수 있는 전문 인력의 확보 여부
측정방법	시설이용기술 확보여부, 이용설명 프로그램 또는 전문인력 보유 수

성과지표	31-3. 연구시설 고도화
지표해설	연구시설 및 장비 등에 대한 지속적인 유지관리 및 개선 등이 이루어지고 있는지 여부
측정방법	- 연구시설의 지속적인 유지관리를 위한 비용 확보 여부 - 연구시설 업그레이드 건수

성과지표	31-4. 연구시설 운영여건 구축
지표해설	연구시설 및 장비 등과 관련된 운영자립도 확립 및 운영전문요원 확보 여부
측정방법	- 전체 운영관리비 대비 자체수익률 측정 - 운영전반에 관한 전문관리요원 확보 여부

성과지표	31-5. 시설활용을 위한 기술지원 건수
지표해설	연구시설·장비를 사용하기 위한 수요자가 구축된 시설 등을 적절히 활용할 수 있도록 수요자 요청에 따라 사용 기술을 지원해 준 건수
측정방법	시험·측정 등 기술지원 건수

⑤「실용화 및 국제협력」성과지표

성과지표	3-2. 기술확산을 위한 상호 교류 정도
지표해설	연구기관(대학, 연구소) 및 기업 등간의 기술개발 정보 교류정도
측정방법	연구기관 및 기업 등과의 개발기술 상호교류 실적

성과지표	7-11. 안전 및 성능기준 확보
지표해설	상용화를 위한 국내 안전 기준서 및 성능 기준서 작성
측정방법	안전기준서, 성능 기준서 등

성과지표	28-7. 양해각서(MOU) 체결
지표해설	국가간 기술개발 협력 및 공동연구 협약 체결 여부
측정방법	국제공동연구 협약 체결 건수 및 체결액

성과지표	28-9. 국제공동연구로 인한 기술개발 건수
지표해설	국내기술력만으로 기술개발 성공이 어려웠거나 애로사항이 있었던 연구분야에 대하여 해외 특정국가와의 공동연구를 통해 기술개발에 성공한 건수
측정방법	국제공동연구로 인한 기술개발 건수

성과지표	29-1. 해외 연구자 국내유치
지표해설	해외 연구기관 및 관련기관에 속한 연구자가 기초연구 수행을 목적으로 국내 연구기관에서 단/장기로 연구를 수행한 경우
측정방법	국내 관련기관에 유치된 해외 연구자의 수, 유치기간, 대상국가 수

성과지표	29-2. 국내 연구자 해외파견
지표해설	국내 연구기관 및 관련기관에 속한 연구자가 기초연구 수행을 목적으로 해외 연구기관에서 단/장기로 연구를 수행한 경우
측정방법	해외 관련기관에 파견된 국내 연구자의 수, 유치기간, 대상국가 수

9.4 과제 RFP(안)

□ 기후변화 대응 물관리 기술 RFP(안)

연구과제명	기후변화 대응 물관리 기술개발
1. 연구개발 목표	○ 기후변화 적응을 위한 물관리 계획 및 관리기술 개발 - 기후변화에 적응 가능한 선진 물관리 기술력 확보 - 기후변화에 대비한 하천유역 및 하구 중심의 물관리 적응시스템 구축
2. 연구개발 필요성	○ 지구온난화에 따른 기후변화에 의해 이수 및 치수 측면에서의 재해 발생빈도와 강도가 강해질 것으로 예상됨에 따라 국가 차원에서의 물관리 적응 전략 수립의 중요성이 대두됨 ○ 그러나 기존 연구 과제의 경우 개별 요소만을 고려한 기후변화 전망 기술개발에 대부분의 연구가 편중됨으로써 신뢰성 있는 데이터를 통한 전략 수립에 한계가 발생함 ○ 이에 불확실한 기후변화 현상에 대한 영향요소를 총체적으로 고려한 물관리 측면에서의 전망기술을 개발하고 이를 활용한 취약성 평가 기술의 개발이 필요한 시점임 ○ 또한, 전망 및 취약성 평가를 통해 도출된 결과물이 물관리 적응기술 개발 및 계획 수립을 위한 자료로 활용될 수 있도록 체계적이며 실용적인 전략 수립이 필요함
3. 연구개발 내용	**[세부과제 1 : 전망기술 개발]** ○ 수문변동전망을 위한 유역의 기온 및 강수-유출 전망 - 기후변화에 따른 장기수문시나리오 표준화 및 전망(시나리오 기반의 전망기술) - 기후변화에 따른 중단기 수문전망(비시나리오 기반의 전망기술) - 유역단위 시공간적 스케일상세화(downscaling) 기법 개발 및 상세 전망체계 구축

ㅇ 하천유역의 물수요 및 수문순환변동 정량화기술 개발
- 기후변화에 따른 한국형 대기수문순환구조 평가
- 기후변화에 따른 물수요 전망
- 기후변화를 고려한 수문과정의 불확실성 정량화

ㅇ 기후변화에 의한 극치수문량 전망기술
- 극한 강수량의 전망기술 개발
- 극한 가뭄사상의 전망기술 개발
- 기후변화를 고려한 비정상성 빈도 해석기법

[세부과제 2 : 취약성 평가기술 개발]

ㅇ 기후변화의 치수영향평가기법 개발과 적용
- 기후변화의 치수영향평가기법 개발
- 기후변화의 치수영향평가를 위한 DB 및 모형 구축
- 지역의 기후변화에 대한 치수영향평가와 관리전략 개발

ㅇ 기후변화의 이수영향평가기법의 개발과 적용
- 기후변화의 이수영향평가기법 개발
- 기후변화의 이수영향평가를 위한 DB 및 모형 구축
- 지역의 기후변화에 대한 이수영향평가와 관리전략 개발

ㅇ 해수면 상승에 따른 하구의 수리학적 취약성 평가 기술의 개발과 적용
- 하구 홍수의 취약성 평가기술 개발 및 적용
- 염수의 침입 해석기술 개발과 적용

[세부과제 3 : 적응기술 개발]

ㅇ 기후변화에 의한 치수재해위험 저감기술 개발
- 기후변화 대응 유역홍수량 저감기술 개발 및 적용
- 지역의 사회·경제 및 기후변화에 따른 치수안전도 설정

ㅇ 기후변화에 의한 이수재해위험 저감기술 개발
- 기후변화 대응 수자원확보능력 향상기술 개발 및 적용
- 지역의 사회·경제 및 기후변화에 따른 물공급안전도 설정

ㅇ 기후변화에 의한 하구지역재해위험 저감기술 개발
- 기후변화 대비 하구 홍수피해저감 기술개발 및 적용
- 하구의 염수침입 저감기술 개발 및 적용

[세부과제 4 : 실용화 및 국제화 전략기술 개발]

ㅇ 법·정책·경제성 전략 수립
- 기후변화에 의한 물관리의 사회적·경제적 영향평가기술 개발

- 기후변화 적응기술 정착을 위한 법·제도 개선
- 기후변화 대응 국가 수자원정책 구축

○ 불확실성 대비 거버넌스 구축 전략 수립
- 기후변화 불확실성을 고려한 적응형 의사결정
- 기후변화 적응을 위한 홍보·교육 및 시민참여 체계 구축
- 기후변화의 적응지원 정보관리·제공시스템 구축기술

○ 통합운영관리 기술개발
- 기후변화 대응 물관리 기술 통합운영시스템 구축
- 기후변화를 고려한 통합 물관리 체계 구현

○ 국제협력 및 사업화 추진 전략 수립
- 기후변화 대응 물관리 기술의 국제 네트워크 체계 구축
- 기후변화 적응 물관리 기술에 대한 해외 기술이전 추진

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 연차별 연구목표 및 성과물 중심의 기술개발 추진

○ 단기추진과제 및 장기추진과제를 구분하여 효율적이며 체계적인 연구 추진

○ 각 세부과제 연구 성과물에 대한 구체적인 연계 추진방안 수립

○ 세부과제간 연계성을 극대화하여 궁극적인 연구목표 달성

○ 단계별 주요 연구결과 도출을 위한 집중 연구분야 수립

○ 이수 및 치수 측면에 있어 용수공급, 관개, 전력생산, 홍수, 가뭄, 수질, 유지용수 등 수자원의 제반분야별로 도출된 연구 성과물이 기후변화 대응기술 통합운영시스템에서 활용될 수 있도록 전략 수립

○ 국가 물관리 정책 및 기술개발 전략 수립에 적극 활용될 수 있도록 현업에 적용 가능한 연구 성과물 도출

○ 관련 분야의 인력양성 및 국내외 네트워크 구축을 위한 구체적이며 현실적인 추진 전략 수립

○ 국제기구 및 선진 국가의 연구기관과 적극적인 국제공동연구 및 기술이전 체계 수립

○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 과제 중 기후변화에 따른 물관리 측면에서의 연구 결과와의 차별화 및 연계·활용방안 수립
- 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단, 이상기후대비시설기준연구단, 차세대 홍수방어기술연구단, 도시홍수재해관리기술연구단, 기후변화 대비 국가 물안보 확보 방안 연구 등과의 차별화 및 연계·활용 방안 수립

□ 추진체계

- ㅇ 기후변화 대응 물관리를 국토해양부 주관 하에 관련부처가 협력하는 "기후변화 대응 물관리 기술 연구단"의 형태인 국책연구개발사업으로 운영
- ㅇ 연구 성과물의 신뢰성 및 활용성을 최우선으로 사업추진
- ㅇ 기후변화 대응 물관리 실무와 정부 정책에 대한 이해를 바탕으로 축적된 연구경험을 가진 연구주관자를 선정
- ㅇ 기술개발 결과의 실수요기관 관계자를 계획단계·수행단계·평가단계 등의 제반 과정에 참여토록 하여 연구개발 결과의 활용도 제고 및 정부정책에 대한 반영유도
- ㅇ 개발사업의 책임과 자율성을 부여하는 책임운영제로 종합적인 운영·관리를 도모
- ㅇ 연구 및 경영능력이 뛰어난 전문가를 연구단장으로 선정
- ㅇ R&D, 시험·평가, 관련기관간 네트워크 구축 등에 대한 전주기적 관리
- ㅇ 국내외 기후변화 대응 물관리 관련 산·학·연·관 등 연구개발 주체간의 유기적 연계
- ㅇ 기술개발 주체간의 협동연구 수행
- ㅇ 연구단계별 필요에 따라 관련 연구기관 간의 전문가 그룹 통합·연계연구 수행
- ㅇ 기존의 국내외 연구성과를 최대한 활용하고, 단기간 내에 전망기술 결과를 확보하기 위해 관련 기관과 공동연구체계 구축
- ㅇ 기술개발 주체 및 관련 분야 기관(산·학·연·관)과의 네트워크 체계 구축을 통한 기술정보 갱신 및 수집, 개발기술의 공유 및 보완·수정, 최신 연구동향 파악 및 기술이전 도모
- ㅇ 원활한 사업 및 연구 성과물 관리를 위한 평가·자문단 구성 및 운영
  - 수요기관의 실무자와 관련 분야 전문가를 포함하여 평가자문단 구성

5. 연구기간 및 예산

- ㅇ 총 사업기간 : 2009년 ~ 2013년(5년)
- ㅇ 총 사업비 : 미정

※ 총 지원예산 및 연차별 지원예산은 선정평가 결과 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음

※ 정부출연금은 미지급내부인건비가 포함되어 있지 않음

6. 기타

○ 연구책임자(기관)는 성과목표·지표별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 함. 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용할 계획이므로 신중히 작성요망

○ 연구내용, 연구기간, 연구비 및 연구단 선정기준 등 상세내용은 본 과제제안 요구서 및 "기획연구보고서" 참조하여 작성

○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발결과와의 중복성 검토 및 연계·활용방안을 구체적으로 연구계획에 포함

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kictep.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr 및 유사과제 목록 참조

- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ **참여기업**(단순참여기업)은 참여하고자 하는 과제와 **관련**된 **연구** 또는 **사업 수행실적**이 있고, **과제추진시 역할**(자료·기술 조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 **명확**하여야 하며 **연구개발결과**를 **직접 활용**하고자 하는 기업에 한함

- 선정평가시 참여기업의 연구 수행실적 및 역할, 연구 성과물의 활용계획 등 자격기준을 엄격히 검토하여 연구 참여 여부를 결정할 예정임

□ 세부과제별 RFP(안)

세부과제명	세부과제 1 : 전망기술
1. 연구개발 목표	○ 미래 안정적 이수 및 치수를 위한 중장기 기후변화 전망 및 수자원 변동성평가를 통한 중장기 반영 기술개발 - 한반도의 이수 및 치수의 수문학적 안정성을 위한 중장기 기후변화 전망 - 기후변화에 따른 하천유역의 수자원변동성평가를 통한 중장기 정책 반영기술 개발 - 기후변화를 고려한 극치수문사상 전망 및 비정상성 빈도 해석
2. 연구개발 필요성	○ 최근 지구온난화에 따라 기후변화 현상이 기정 사실로 받아들여짐에 따라 국민의 생명과 재산에 직접적으로 관련된 물관리 연구개발 필요성이 증대됨 ○ 그러나 기존 연구의 경우 단편적인 데이터 결과만을 활용하여 기후변화 영향을 전망함으로써 신뢰성 있는 전망 자료 도출에는 한계가 발생함 ○ 이에 기후변화 전망 자료가 취약성 평가 및 적응기술 개발에 활용될 수 있도록 자연적, 인문적 측면을 총체적으로 고려한 물 변동성 예측·전망기술 개발이 필요함
3. 연구개발 내용	**[수문변동전망을 위한 유역의 기온 및 강수-유출 전망]** ○ 기후변화에 따른 장기수문시나리오 표준화 및 전망(시나리오 기반의 전망기술) - GCM 및 지역기후모델과 Multi-model Ensemble 기법 등을 활용한 한반도 미래 기후변화 표준시나리오 구축 - 기후변화 시나리오로부터 스케일상세화 진행과정, 불확실성 전파과정까지 종합적으로 모의할 수 있는 Super Ensemble 모형 개발 - 동아시아 규모의 기후변화 시나리오에 대한 유출 시나리오 구축 - 수자원의 취약성 및 적응전략 도출에 활용 가능한 한반도 고해상도 기후 및 유출 시나리오 구축 - 다양한 일 및 월 유출 수문모형을 이용한 Super Ensemble 유출 시나리오 개발 및 불확실성 분석

○ 기후변화에 따른 중단기 수문전망(비시나리오 기반의 전망기술)
- 20세기 관측수문자료의 통계적 경향성 분석과 통계적 예측모형을 통한 10-20년 정도의 중단기 기후변화 전망기술 개발
- 수문순환 중단기 주기를 확률적으로 예측할 수 있는 다중스케일 모의 기법 개발
- 대표적인 기상자료를 이용한 중·단기 강수 변동성 및 전망기술 개발
- 중·단기 기후자료를 이용한 우리나라 유역별 강우모의 기술 개발
- 기후변화를 반영한 태풍의 수문학적 특성 변화 전망기술 개발
- 수문순환 주기 예측을 위한 다중스케일 모의 기법 개발

○ 유역단위 시공간적 스케일상세화(downscaling) 기법 개발 및 상세 전망체계 구축
- 수문순환 과정의 공간적 변동성을 평가하기 위한 입력자료를 구축하기 위해서 유역단위 공간상관성을 고려할 수 있는 다지점(multsite or multivariate) 예측모형 개발
- 수자원분야 기후변화 영향평가를 위한 GCM 기후변화 시나리오의 최적 시간스케일 평가
- 기후변화를 입력 자료로 활용하여 대규모 기상순환 거동을 유역단위로 상세화 할 수 있고 유역의 공간상관성을 재현할 수 있는 비정상성 다지점 스케일상세화 기법 개발
- 스케일상세화 과정에서 발생하는 매개변수, 모형, 입력자료 불확실성의 정량화 기법 개발
- 비정상성 빈도해석 기법을 활용한 유역단위 시공간적 극치 수문 시나리오 작성기법 개발
- 대규모 격자에서 모의된 GCM기반의 장기기후모의자료를 수문학적 모형에서 요구되는 적절한 스케일의 상세정보로 변환
- 대규모 강제력과 이에 따른 소규모스케일에서의 수문변수의 시공간적 분포와 변동성에 대한 물리적·통계적 특성 분석
- 지역기후모형(RCM)을 이용한 물리적 스케일상세화 혹은 통계적 스케일상세화 기법을 이용한 유역단위 상세 기후변화 전망
- GCM(전지구기후모형) 또는 RCM(지역기후모형) 기준시나리오 (Reference scenario) 모의결과에 대한 한반도 지역에서의 모의 성능 검증 및 지역화(Regionalization)
- 한반도 단일표준시나리오 혹은 수퍼앙상블시나리오에 대한 스케일 상세화

[하천유역의 물수요 및 수문순환변동 정량화기술 개발]

○ 기후변화에 따른 한국형 대기수문순환구조 평가
- 강수, 기온 등 기본수문량을 포함하여 증발산, 융설, 하천유출 등의 수문순환계통의 순환체계에 대한 기후변화 영향분석·평가
- 기후변화에 따른 기온, 증발산, 강수, 토양함수, 지하수 등의 수·수평적 물 순환구조 변화 양상을 모의할 수 있는 복합적 해석기술 개발
- 미래 기후변화에 따른 융설 변화 예측기술 개발 및 영향 평가 기술 개발
- 기후변화에 따른 정규화식생차지수(NDVI)의 변화와 토지피복 변화를 예측할 수 있는 시공간적 해석기술 개발

○ 기후변화에 따른 물수요 전망
- 경제발전, 인구변화, 물 절약 등의 사회경제인자에 근거한 물수요 변화 예측 연구
- 기후변화와 미래 토지이용 변화에 따른 물수요 변동성 전망
- 도시지역과 농업지역을 포함한 물이용 부분의 변동성 전망
- 가격과 시장원리를 적용한 물이용 변동성 전망
- 기후변화 시나리오와 유역의 토지이용 및 토지피복변화 전망에 따른 하천의 장기자연유출 변화 전망

○ 기후변화를 고려한 수문과정의 불확실성 정량화
- 수문과정별 기후변화전망의 불확실성 정량화
- 각 수문과정에서의 불확실성 Feedback 과정 정량화 및 모형 매개변수들에 대한 불확실성 구간 설정기술 개발
- multi-model ensemble 기법, 확정론적 또는 확률론적 시나리오 조합기법, 불확실성 분해기법 등의 기술개발

[기후변화에 의한 극치수문량 전망기술]

○ 극한 강수량의 전망기술 개발
- 수문기상정보 및 기후변화시나리오, 극한강우의 상관관계 분석을 통해 설계 수문량에 대한 기후변화보정
- 기후변화를 반영하는 수문기상인자 선정을 통한 기후변화 지표 비교분석
- 수문기상인자와 극한강우의 상관관계 분석 방안 도출
- 기후변화에 따른 극한강우평가 방안 도출
- 기후변화에 따른 가능최대강수량 변화 추정
- 극치 강수사상을 재현하기 위한 다차원의 수문기상인자 저감

	기술 및 최적 기상자료 선별기술 개발 ○ 극한 가뭄사상의 전망기술 개발 - 미래 기후변화 수문전망시계열로부터 극한 가뭄사상을 추출하여 미래 가뭄빈도해석 - 가뭄 변동성 평가를 위한 우리나라 대표 가뭄지수의 개발 및 과거/미래 가뭄의 시공간적 전망기술 개발 ○ 기후변화를 고려한 비정상성 빈도 해석기법 - 기존 빈도 해석기법에서 미래 기후변화를 입력 자료로 고려할 수 있으며 불확실성을 동시에 평가할 수 있는 비정상성 빈도 해석기법 개발 - 기후변화에 따른 수문통계의 비정상성을 분석하고, 모수적 혹은 비모수적 기법을 이용하여 비정상성을 고려한 빈도해석기법 제시 - 기후변화와 태풍 발생빈도 및 강우강도 패턴 변화를 동시에 반영할 수 있는 비정상성 빈도 해석기법 개발
4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 과제 중 기후변화에 따른 수자원 측면에서의 전망 결과를 종합하여 취약성 평가를 위한 데이터 산출 - 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단, 이상기후대비시설기준연구단, 차세대 홍수방어기술연구단, 도시홍수재해관리기술연구단, 기후변화 대비 국가 물안보 확보 방안 연구 등과의 차별화 및 연계·활용 방안 수립 ○ 과제간 연계성 및 차별성을 고려한 세부 연구개발 전략 수립 ○ 기후변화에 의한 전망 결과의 신뢰성 도출을 위한 불확실성 평가 실시
□ 추진체계	○ 전략적 자료 확보를 위한 기상청 및 기타 산·학·연·관의 정보 활용 ○ 기후변화에 따른 수자원 전망 결과의 수혜기관과 긴밀한 협력연구 ○ IPCC 및 선진 외국기관과의 전망 예측 결과 공유체계 마련
5. 최종성과물	
	[수문변동전망을 위한 유역의 기온 및 강수-유출 전망] ○ 기후변화에 따른 기상 및 유량자료 생산 표준화기법 제시 ○ IPCC SRES 시나리오별 과거 기준기간 및 미래 100년의 기상 및 수문변화 전망자료 ○ 관측자료기반의 중단기 수문전망자료 ○ 기후변화를 반영한 태풍의 수문학적 특성변화 전망제시

	○ 기후변화를 반영한 중단기 수문 자료 모의 기법의 개발 및 제시 ○ 기상자료를 이용한 유역별 중단기 수문 전망 자료 ○ 스케일상세화를 통한 유역별 상세수문전망자료 **[하천유역의 물수요 및 수문순환변동 정량화기술 개발]** ○ 기후변화에 따른 우리나라 권역별 수자원 부존량 변화 보고서 ○ 기후변화 평가용 한국형 장기유출 수문모형 프로그램 및 매뉴얼 ○ 기후변화에 따른 융설예측 기술보고서 ○ 식생, 토지이용 변화 예측 프로그램 및 매뉴얼 ○ 기후변화를 고려한 미래 물수요 전망기법 제시 ○ 기후변화 전망 결과의 변동 범위 제시 **[기후변화에 의한 극치수문량 전망기술]** ○ 기후변화에 따른 극한 강수량 전망 분포도 ○ 기후변화가 고려된 I-D-F 곡선 ○ IPCC 시나리오별 50~100년 미래 극한가뭄 전망자료 ○ 기후변화 평가용 가뭄지수 프로그램 및 매뉴얼 ○ 기후변화에 따른 미래 가뭄전망 분포도 ○ 한반도의 극한강우와 연계할 수 있는 수문기상인자의 선정 및 지표 개발 ○ 기후변화에 대비한 극한강우의 전망 및 불확실성 분석
6. 연구기간 및 예산	○ 사업기간 : 2009년 ~ 2013년(5년) ○ 지원예산 : 미정 ※ 지원예산은 연구단 선정 후 세부과제별 내용 및 범위에 따라 연구단 내에서 조정 가능 단, 본 세부과제의 경우 조기 연구 성과물 도출을 위하여 1차년도에 연구개발비 대부분을 지원할 계획임
7. 기타	○ 연차별 연구 성과물에 대해 자체 검증단을 운영하여 성과평가 실시 ○ 2차년도까지의 연구 성과물에 대한 한반도의 기후변화 전망 결과 공청회 또는 세미나 개최 ○ 연구 성과물은 기후변화 대응 국가 수자원 정책 자료로 활용할 수 있도록 국외 현황과 비교하여 도출 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발 결과와의 차별성 및 연계·활용방안에 대한 구체적인 연구계획 수립

세부과제명	세부과제 3 : 적응기술

1. 연구개발 목표

○ 기후변화에 의한 이수·치수 및 하구 재해 위험도 저감 및 재해적응 기술개발
- 기후변화 대응 유역홍수량 저감 및 수자원확보 능력 향상을 위한 기술개발 및 적용
- 지역의 사회·경제 및 기후변화에 따른 치수안전도 및 물공급 안전도 설정
- 기후변화 대응을 위한 하구의 홍수피해 및 염수침입 저감기술 개발 및 적용

2. 연구개발 필요성

○ 지구온난화에 따른 기후변화에 의해 한반도의 이수 및 치수 안전도가 지속가능한 사회·경제발전의 제약요인으로 야기됨에 따라 안전한 적응 대책 수립의 필요성이 강조됨

○ 그러나 현재까지 국내외에서 기후변화 적응과 관련된 구체적인 연구가 추진되지 못하고 있으며, 전략 수립을 위한 기본방향조차 미흡한 실정임

○ 이에 기후변화 예측결과를 활용하여 이수 및 치수 측면에서 한반도 기후변화 적응 전략 수립을 위한 기술개발이 필요한 상황임

3. 연구개발 내용

[기후변화에 의한 치수재해위험 저감기술 개발]

○ 기후변화 대응 유역홍수량 저감기술 개발 및 적용
- 산지, 도시, 하천 홍수 특성과 홍수피해유형 분석
- 유역의 상·중·하류의 지형, 토지 이용 등에 따른 홍수유출 특성 분석
- 유역의 홍수량 집중저감과 홍수파 전달지체의 체계평가 및 시설물의 저감능력 평가
- 기후변화에 의한 치수 취약성·위험도의 변동에 따른 유역 및 지역별 적정 홍수량 저감시스템 구축

○ 지역의 사회·경제 및 기후변화에 따른 치수안전도 설정
- 지역의 치수시설물 설계기준 DB 구축 및 평가
- 지역의 사회·경제 취약성과 치수시설물의 설계기준 평가
- 기후변화에 의한 지역의 치수위험도 변동에 따른 치수안전도 설정

[기후변화에 의한 이수재해위험 저감기술 개발]

○ 기후변화 대응 수자원확보능력 향상기술 개발 및 적용
- 유역의 물 순환-저류-이용 순환체계 분석
- 신개념의 수자원 저류공간 및 운영 전략 개발
- 다단계 하천수 저류 시설 및 조절시스템 개발

○ 지역의 사회·경제 및 기후변화에 따른 물공급안전도 설정
- 지역의 물이용 순환체계분석 및 물공급 안전도평가
- 지역의 물 수요-공급 시나리오에 따른 사회·경제 파급효과 분석
- 기후변화에 의한 지역의 이수위험도 변동에 따른 물공급안전도 설정

[기후변화에 의한 하구지역재해위험저감 기술개발]

○ 기후변화 대비 하구 홍수피해 저감기술 및 적용
- 해수의 역류특성 연구를 기반으로 해수침입으로 발생하는 피해 저감기술 개발

○ 하구의 염수침입 저감기술 개발 및 적용
- 하구의 염수침입 방지를 위한 구조물의 방지능력 분석 및 안전도 설정

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 과제간 연계성을 고려한 연차별 목표 전략 수립
○ 취약성 평가기술 자료를 활용한 한반도 적응기술 개발
○ 현실성을 고려한 이수 및 치수, 하구 측면에서 용수공급, 관계, 전력생산, 주운, 홍수, 가뭄, 수질, 유지용수 등의 세부 적응 전략 수립
○ 국토해양부·홍수통제소·지자체 등에서 활용 가능하도록 성과물 도출
○ 연구 성과물의 현장 적용 시기 및 예상 소요 비용에 대한 구체적인 제시
○ 기후변화 대응 통합운영시스템 구축에 적극 활용되도록 이수 및 치수, 하구 측면의 연구 성과물 도출
○ 기후변화 관련 정보 확보 및 관리를 위한 구체적인 계획 수립
○ 기후변화 적응지원 정보관리·제공시스템과 기후변화를 고려한 통합물관리 체계 구현 기술개발간 연계 추진 방안 수립

□ 추진체계

○ 산·학·연·관의 체계적인 연구 추진체계 마련
○ 연구 성과물의 적용 가능 여부에 대한 전문평가기관의 타당성 검증
○ 기후변화 관련 정보 확보를 위한 국내외 연구기관과의 협력체계 구축

5. 최종성과물

[기후변화에 의한 치수재해위험 저감기술 개발]

- ㅇ 홍수량저감 시설물의 Inventory, 설계기준, 효과 및 특허
- ㅇ 지역별 치수안전도 기준

[기후변화에 의한 이수재해위험 저감기술 개발]

- ㅇ 하천수 저류시설물의 제품 및 설계기준, 수자원확보량 및 특허
- ㅇ 지역의 물공급 안전도 기준

[기후변화에 의한 하구지역재해위험 저감기술 개발]

- ㅇ 하구의 역류에 의한 침수피해 저감 방안 제시
- ㅇ 염수침입에 따른 시설물의 피해 예측 및 설계 기준 제시

6. 연구기간 및 예산

- ㅇ 사업기간 : 2009년 ~ 2013년(5년)
- ㅇ 지원예산 : 미정

※ 지원예산은 연구단 선정 후 세부과제별 내용 및 범위에 따라 연구단 내에서 조정 가능

7. 기타

- ㅇ 연구 성과물은 국토해양부, 행정안전부, 환경부 등 주요 기관에서 활용 가능하도록 구성
- ㅇ 기후변화 적응지원 정보관리·제공시스템과 유관기관의 정보활용 시스템간 연계 체계 마련
- ㅇ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발 결과와의 차별성 및 연계·활용방안에 대한 구체적인 연구계획 수립

세부과제명	세부과제 4 : 실용화 및 국제화 전략기술

1. 연구개발 목표

○ 전망기술 및 취약성 평가기술, 적응기술의 총체적인 통합관리체계 및 국제협력 네트워크 구축
- 기후변화에 따른 체계적인 전략 수립 및 기술개발을 위한 법제도 개선 및 수자원정책 수립을 위한 정책자료 개발
- 기후변화 예측결과의 불확실성으로 발생하는 물관리 측면에서의 사회적 갈등을 완화시키기 위한 산·학·연·관 등의 홍보 및 의사결정 체계 구축
- 기후변화 대응 통합운영시스템 구축 및 통합수자원관리 방안 수립
- 한반도 기후변화 대응 물관리 기술개발 성과물을 활용한 동남아 개발도상국 기술이전 전략 수립 및 적용

2. 연구개발 필요성

○ 기후변화에 따른 재해 발생빈도 및 강도가 강해질 것으로 예상됨에 따라 최근 선진 국가를 중심으로 수자원을 효과적으로 관리하기 위한 전략 수립 연구가 진행됨

○ 그러나 우리나라의 경우 '기후변화 대응 종합기본계획' 및 '기후변화 적응 종합계획' 등 총체적인 기후변화 대응 계획은 수립된 반면 현업에 활용 가능한 실질적인 추진 계획은 미흡한 상황임

○ 이에 체계적이며 활용 가능한 기후변화 대응 물관리 정책을 수립함으로써 장기적인 연구개발 체계 구축이 필요하며, 각 요소기술의 통합 운영·관리를 위한 체계적인 시스템 구축 마련 및 이해관계자들의 정보공유를 위한 지속적인 정보자료 확보 체계 구축이 필요함

3. 연구개발 내용

[법·정책·경제성 전략 수립]

○ 기후변화에 의한 물관리의 사회적·경제적 영향평가기술 개발
- 기후변화에 따른 물관리의 사회·경제적 취약성 분석
- 기후변화 물관리의 사회·경제적 영향 인과지도 작성
- 기후변화 물관리의 사회·경제적 영향평가

○ 기후변화 적응기술 정착을 위한 법·제도 개선
- 국내/국외 적응기술 관련 법령·제도의 비교 및 이슈 도출
- 적응기술 관련 법령·제도 개선 실천방안 및 제도적 한계점 제시
- 법령·제도 개선에 따른 기대효과 분석

○ 기후변화 대응 국가 수자원정책 구축
- 국내/국외 기후변화 대비 수자원정책 대응전략 비교분석
- 기후변화 적응기술 고려 수자원정책의 추진전략 및 실천방안 수립
- 정책 구축을 통한 기대효과 분석

[불확실성 대비 거버넌스 구축 전략 수립]

○ 기후변화 불확실성을 고려한 적응형 의사결정
- 기후변화 연구 각 모형화 단계마다 불확실성을 요인별로 분석하고 정량화
- 정량화된 불확실성을 통합하여 관리할 수 있는 이론 개발
- 다양한 시나리오들이 존재할 경우 최적 의사결정 이론 개발
- 최적 의사결정 이론을 적응형으로 업데이트 할 수 있는 이론 개발
- 기후변화 대비 적응형 통합 리스크 관리기법 연구

○ 기후변화 적응을 위한 홍보·교육 및 시민참여 체계 구축
- 국내외 대국민 홍보·교육 및 시민참여·갈등해소 전략 분석
- 대국민 홍보·교육 및 시민참여·갈등해소의 추진전략 수립
- 대국민 홍보·교육 및 시민참여·갈등해소의 실천방안 제시
- 대국민 홍보·교육 및 시민참여·갈등해소에 따른 기대효과 분석

○ 기후변화의 적응지원 정보관리·제공시스템 구축 및 활용기술
- 기후변화정보 관리·제공시스템 구축기술
  · 국내외 기후변화정보 및 적응 관련 기술 수집과 Inventory 구축
  · 기후변화정보 DB 및 Web 포털(Portal) 구축
- 기후변화정보 관리·제공시스템 활용기술
  · 연구성과의 DB 구축과 중앙정부, 자자체 및 산업계 등의 활용을 위한 연구성과 전파 방안 구축
  · 국내외 홍보 및 활용 방안 구축
  · 국내 기후변화 적응지원의 포털시스템으로서의 장기적인 유지관리 방안 구축

[통합운영관리 기술개발]

○ 기후변화 대응 물관리 통합운영 시스템 구축 기술 개발
- 선진국의 통합 물관리 Infrastructure 및 현황 분석
- 기후변화 영향평가 및 적응기술의 통합운영 시스템 구축 기술 개발
- 국내 Test-bed 선정 및 Test 시스템 구축

○ 기후변화를 고려한 통합 물관리 체계 구현
- 기후변화시나리오, 취약성 정보 및 적응기술을 활용한 물관리 시스템 반응 모의 분석

- 통합수자원관리(IWRM) 기반의 한국형 물관리 적응기술 개발
- 기후변화에 따른 국가 물관리 적응 전략 로드맵 작성
- 정부의 녹색성장 시책에 부응하는 새로운 패러다임의 지속가능한 국가수자원 사업 창출 아이템 제시

[국제협력 및 사업화 추진 전략 수립]

○ 기후변화 대응 물관리 기술의 국제 네트워크 체계 구축
- 산·학·연·관 등의 국제협력 네트워크 참여전략 수립
- 한국 주도의 아시아 태평양 물관리 국제협력 네트워크 구축 및 운영
- 국제기구, 선진국 물관리기관, 전문가집단과의 적응기술 정보교류 시스템 구축 및 운영

○ 기후변화 적응 물관리 기술에 대한 해외 기술이전 추진
- 기후변화 적응 물관리 기술의 해외 기술이전 추진전략 수립
- 국제협력 전문 민간컨설팅 육성전략 수립
- 개발된 물관리 기술의 해외 시범유역 시험 적용
- 기후변화 적응 물관리 기술의 민관협력 해외진출 중장기 방향 제시

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 과제간 연계성을 고려한 연차별 목표 전략 수립

○ 산·학·연·관 등에서 활용 가능하도록 성과물 도출

○ 연구 성과물의 현장 적용 시기에 대한 구체적인 추진전략 제시

○ 기후변화에 따른 구조적 대책과 비구조적 대책을 최적 연계할 수 있는 물관리 전략 수립

○ 시범 적용 대상을 활용하여 현실성 있는 기후변화 적응을 위한 홍보·교육 및 시민참여 체계 구축

○ 전망기술, 취약성 평가기술, 적응기술의 연구결과를 총체적으로 고려한 기후변화 대응 통합운영시스템 구축

○ 전망기술, 취약성 평가 기술, 적응기술의 연구결과를 총체적으로 고려한 통합 물관리 체계 구현

○ 국제협력 및 사업화 추진을 위한 단계별 추진 계획 제시

□ 추진체계

○ 산·학·연·관의 역할 분담을 통한 효율적인 연구 추진체계 마련

○ 사회·경제적 측면을 고려한 인문사회 분야의 연구진과의 협력체계 구축 방안 수립

○ 홍보·교육 및 시민참여를 위한 구체적인 이해당사자 추진체계 수립

○ 정책 추진 담당자 및 전문 평가기관과의 협력을 통한 신뢰성 있는 경제성 분석 결과 도출

○ 국제기구 및 선진국 물관리 기관과의 현실성을 고려한 주기적인 협력

체계 구축 방안 수립

- ㅇ 해외 기술이전 대상국가의 관련 부처 및 정책 실무자와의 체계적인 업무 추진 방안 구축
- ㅇ MOU 체결을 위한 구축적인 추진 전략 제시
- ㅇ 연구 성과물의 적용 가능 여부에 대한 전문평가기관의 타당성 검증

5. 최종성과물

[법·정책·경제성 전략 수립]

- ㅇ 기후변화 물관리의 취약성 인과지도 및 사회·경제적 영향평가 보고서
- ㅇ 기후변화 적용기술의 실용화 촉진을 위한 법·제도 개선방안 보고서
- ㅇ 기후변화 대응 국가 물관리 정책 전략수립 보고서

[불확실성 대비 거버넌스 구축 전략 수립]

- ㅇ 기후변화 대비 적응형 의사결정 가이드라인
- ㅇ 기후변화 대응 물관리 홍보 및 교육 자료
- ㅇ 기후변화 적응을 위한 갈등조정 가이드라인
- ㅇ 기후변화 적응 물관리 갈등조정을 위한 공영시각(Shared Vision) 모형
- ㅇ 기후변화 대비 홍수피해 및 염수침입 저감기술 실용화

[통합운영관리 기술개발]

- ㅇ 기후변화 대응 물관리 통합운영 전산시스템
- ㅇ 하천유역 시범적용 평가 연구보고서
- ㅇ 기후변화를 고려한 통합 물관리 가이드라인
- ㅇ 국가 물관리 적응 전략 로드맵

[국제협력 및 사업화 추진 전략 수립]

- ㅇ 국제기구 및 선진국 물관리 기관과의 MOU 계약서
- ㅇ 기후변화 대응 물관리 기술의 국제화 전략 보고서
- ㅇ 해외 기술이전 대상국과의 MOU 계약서
- ㅇ 해외 기술이전 전략 보고서
- ㅇ 국제협력 전문 민간컨설팅 육성전략 보고서
- ㅇ 해외 시범사업 평가 보고서 및 시스템

6. 연구기간 및 예산

- ㅇ 사업기간 : 2009년 ~ 2013년(5년)
- ㅇ 지원예산 : 미정

※ 지원예산은 연구단 선정 후 세부과제별 내용 및 범위에 따라 연구단 내에서 조정 가능

7. 기타	
	○ 연구 성과물은 국토해양부, 홍수통제소, 지자체 등에서 지속적으로 활용 가능하도록 도출 ○ 개발된 한반도 기후변화 대응 물관리 기술이 직접 연계 활용되어 기술이전을 할 수 있도록 해외 기술이전 대상 국가 선정 ○ 국내 기후변화 대응 물관리 관련 부처와 해외 기술이전 대상 국가와의 지속적인 연계 체계 마련 ○ 기후변화 대응 물관리 관련 법·제도 수립에 있어 현업에 적극 활용되도록 연구 성과물 도출 ○ 시범유역 선정을 통한 모의실험을 통해 연구 성과물 검증 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발 결과와의 차별성 및 연계·활용방안에 대한 구체적인 연구계획 수립

제 3 부

제 10 장 연구과제 타당성 분석

10.1 정책적 타당성 분석

□ 조사 목적

○ 정책적 타당성 분석은 동 사업이 국가 전략적 측면에서 가지는 의미를 판단하고 국가에서 추진 중인 정책 및 R&D 상위 계획에 대한 부합성 여부를 분석함과 동시에 사업 추진체계의 일관성, 추진력 등을 종합적으로 조사·분석하는 것을 목적으로 함

- 기후변화 대응 물관리 기술 기획연구를 통해 도출된 연구과제 추진에 대한 국가 전략적 중요성을 분석하고 상위계획과 얼마만큼 부합되는지, 이를 추진하는 사업주체의 추진력 및 일관성 등의 타당성을 분석

□ 분석 방법 및 내용

○ 정책적 타당성 분석은 국가 전략적 중요성 및 시급성, 상위계획과의 부합성 등과 같이 2가지 분석항목으로 구분하여 분석하며 이를 바탕으로 정책적 타당성 종합 분석 결과를 도출함

○ 본 연구는 "기후변화 대응 물관리 기술 기획연구"를 통해 도출된 내용을 토대로 정성적(qualitative) 분석 위주로 수행함

- 분석은 기획연구 보고서의 내용에 기반을 두어 문헌조사 및 전문가 평가, 국내외 사례 분석 등을 통해 종합적 분석을 실시함

10.1.1 국가 전략적 중요성 및 시급성

□ 사업 추진의 시급성

○ 지구온난화에 따른 기후변화로 인해 최근 전지구 평균 온도 상승, 해수면 상승, 해양의 산성화, 빙권 감소, 이상기상 현상 발생 빈도 증가 등 다양한 지구환경 변화가 발생함에 따라 안전한 국민 삶의 질 측면에서 악영향을 미칠 것으로 예상됨

- 극심하게 더운날과 추운날의 발생 빈도가 증가하고, 기온상승으로 물의 순환을 촉진시켜 특정지역에서 극심한 가뭄과 홍수를 발생시킬 것으로 예상됨
- 농업용수 부족으로 경작을 포기해야 할 토지는 세계 기준 경작지의 5%에 이르는 약 1천3백만 헥타르에 이르며, 이러한 손실을 회복시키기 위한 댐, 운하, 기타 하부구조의 건설에 260~520억 달러가 요구될 것으로 예상됨
- 증발량 증가로 토양수분이 손실되어 전 세계적으로 약 6천만 헥타르의 관개가 필요하며, 이로 인해 관개에 드는 총액은 약 1천5백억~3천억 달러가 예상됨

○ 이에 미국, 일본, EU 등 선진 국가에서는 기후변화에 대응하기 위해 온실가스 저감 및 기후변화 적응과 관련된 다양한 정책 및 연구개발 사업 등을 추진하고 있음

- 기후변화 대응을 위한 관련특별법 구축(영국, 일본)
- 탄소세 도입 등 별도의 재원대책 마련(독일, 영국)
- 기후 모델링 시스템의 개선(호주)

○ 국내에서도 신정권 출범 이후 온실가스 감축정책에 적극 동참하기 위한 대응 의지를 표명하고 새로운 60년 국가 비전을 수립하기 위한 '저탄소 녹색성장(Low Carbon, Green Growth)'을 제시('08. 8.)

○ 그러나, 대부분의 연구가 온실가스 저감과 관련된 연구를 추진함으로써 국민의 삶의 질 향상을 위해 시급한 인프라 구축 및 보완과 관련된 사업 추진은 미흡한 상황임

○ 이에 급변하는 기후변화 현상 및 국제사회의 요구에 능동적으로 대처하고, 국민의 생명과 재산을 보호하며 삶의 질을 향상 시킬 수 있는 국가차원의 전략적인 연구개발 과제 추진이 시급한 상황임

□ 정부주도의 R&D사업 추진의 당위성

○ 기후변화 대응 물관리 기술개발의 주요 연구내용인 전망 기술 및 취약성 평가 기술, 적응 기술은 장기적인 관점에서 공공성 및 공익성 등이 중요하며, 민간의 직접적인 활용 가능성이 낮은 특성을 지님

○ 특히 본 사업의 경우 실용화 관점에서 연구 성과물을 활용한 경제적 가치 산정이 불명확하며, 특정 소수 대상이 아닌 불특정 다수를 대상으로 사업을 추진함으로써 산업적 관점이 아닌 국가 공공적 측면이 강함

○ 이로 인해 민간의 역량으로 사업 성과물을 도출하기에는 한반도의 예보 및 구조물과 연계되어 사업을 추진하는데 규모 및 범위 측면에서 무리가 있음

○ 이에 동 사업의 경우 국민의 삶의 질 향상에 기여하는 등의 연구 성과물 활용성과 공익적 측면에서 정부 중심으로 투자가 이루어지며, 관련 부처에서 이를 담당하고 추진하는 것이 타당한 것으로 분석됨

10.1.2 상위계획과의 부합성

□ 국가 기본 계획과의 부합성

[저탄소 녹색성장 전략]

○ '저탄소 녹색성장(Low Carbon, Green Growth)' 전략은 환경위기와 자원위기에 직면한 상황을 극복하고 지속 가능한 미래 선진 국가 실현을 위하여 '08년 8월 국무총리실 주관으로 수립됨

○ 동 전략에서는 3가지 실천전략과 8가지 주요 내용 통해 에너지·환경문제뿐만 아니라 일자리와 성장 동력 확충, 기업경쟁력과 국토개조 및 생활혁명을 포괄하는 종합적인 실천전략을 다루고 있음

○ 기후변화 대응 물관리 기술개발은 동 전략의 국민의 삶의 질 제고와 환경 개선이란 실천전략 측면에서 기후변화 예측 선진화 및 폭염·홍수 등 재난 관리체계 강화라는 측면에서 부합하는 것으로 분석됨

[기후변화 대응 종합기본계획 및 세부이행계획]

○ '08년 9월 "저탄소 녹색성장(Low Carbon, Green Growth)"의 이행을 위해 총리실·교과부·국해부 등 총 15개 기관이 참여하여, 기후변화대응 종합기본계획을 수립하고 같은 해 12월 세부이행계획을 심의·확정함

○ 동 계획에서는 국민의 삶의 질 제고와 환경 개선, 기후친화산업을 신성장 동력으로 육성, 기후변화 대처를 위한 국제사회 노력을 선도 등 3가지 목표를 달성하기 위해 11개 추진과제를 제시함

○ 동 사업(기후변화 대응 물관리 기술개발)은 이 중 국민의 삶의 질 제고와 환경개선이란 목표아래 기후변화 적응대책 추진으로 안전사회 구축이란 추진과제의 일환으로 물관리 부문의 기후변화에 따른 홍수, 가뭄, 하천환경 등 수자원분야 영향평가, 기후변화에 따른 기존 수공구조물 취약성 분석, 기후변화에 대비한 수자원분야 기준설정 및 적응대책 수립 등의 측면에서 동 계획과 부합하는 것으로 분석됨

□ 건설교통 R&D 정책과의 부합성

[건설교통기술연구개발사업 중장기 계획]

○ 국토해양부의 건설교통기술연구개발사업에서는 '08년~'12년까지 "안전과 삶의 질을 고려한 가치창조형 건설기술의 개발"을 위해 '07년 건설기술혁신사업을 추진함

○ 동 계획의 중점추진분야로는 미래형 도로, 차세대 교량, 환경친화적수자원시스템, 생산성향상, 재해·안전 등이 있으며, "환경친화적 수자원시스템"은 기후변화에 대비한 기술 개발을 주요 골자로 하고 있음

[표 10-1] 건설교통기술연구개발사업 환경친화적수자원시스템 분야의 전략프로젝트 및 중점과제

분야	전략프로젝트	중점과제
		(중략)
환경친화적 수자원시스템	광역 비상용수 시스템 (2순위)	지속적인 수자원확보기술
		비상용수 관리시스템 구축 기술 개발
		차세대 광역용수공급시스템 설계/시공/유지관리 기술 개발
	차세대 홍수 방어 (1순위)	U-River 기술 개발
		실시간 첨단 하천 예보기술 개발
		유역단위 통합 홍수방어 및 관리기술 개발
	기후변화 대응 물관리 기술개발 (2순위)	**기후변화 관련 물관리/하천관리 영향 평가**
		기후변화에 따른 물관리 대응방안 개발
	자연친화적 미래하천 (2순위)	자연과 함께하는 하천 복원기술
		자연친화적 하천 계획·관리 기술개발
		한강 하구통합관리기술 개발
		(중략)

10.1.3 정책적 타당성 분석 소결

○ 기후변화 대응 물관리 기술개발의 경우 건설기술연구개발사업과 비교하여 경제적 가치의 산정이 명확하지 않고 불확실한 미래에 대한 대응 측면의 연구분야라는 특성을 지니고 있으나, 연구과제간 체계적인 연계를 통해 국민의 생명과 재산을 보호하고 삶의 질을 향상 시킨다는 측면에서 국가 차원의 지원 당위성이 존재하는 것으로 분석됨

○ 또한, 건설교통기술연구개발사업 중장기 계획에서 과제 추진의 필요성 및 중요성에 대한 언급이 제시되어 있다는 점에서 국가 정책과의 부합성이 높은 것으로 조사됨

○ 그러나, 과제 범위가 기후변화에 대응하기 위한 물관련 연구개발 사업이란 측면에서 환경부를 비롯한 타 부처 및 국토해양부에서 추진 중이거나 향후 추진될 과제와 비교해 정책적 우선순위가 다소 낮은 우려가 있으며, 불확실한 미래에 대한 대응책이라는 측면에서 과제 추진의 시급성에 대한 논란이 야기될 것으로 판단됨

10.2 기술적 타당성 분석

□ 조사 목적

○ 기술적 타당성 분석은 R&D 사업 대상기술의 적정성 및 우수성, 기술개발 역량 및 잠재력, 여타 기술개발사업과의 관계 및 연계방안 등을 종합적으로 조사·분석하는 것을 목적으로 함

- 해당 R&D 사업의 대상기술 설정의 적정성을 분석하고, 기술개발계획이 현실적으로 실현가능한지의 여부, 여타 기술개발과의 중복성 및 연계 활용방안 등의 타당성 분석

□ 분석 방법 및 내용

○ 기술적 타당성 분석은 기술개발의 필요성, 성공가능성, 기존 사업과의 차별성 및 연계성 분석 등 3가지 분석항목으로 구성되며, 각 항목에 대한 분석을 토대로 종합 분석결과를 도출함

- 위 3가지 분석항목은 각각 2~3의 세부 분석항목으로 구성되며, 세부 분석항목은 보다 세분화된 검토항목으로 구성

○ 본 분석은 "기후변화 대응 물관리 기술 기획연구" 결과를 토대로 정성적(qualitative) 분석 위주로 수행하며, 기술개발의 대상이 되는 개별 세부/세세부 기술에 대한 타당성 분석보다는 전체 기술개발계획의 타당성 측면에서 분석을 수행함

10.2.1 기술개발의 필요성

□ 기후변화로부터 안전한 사회 구현

○ 기후변화 대응 물관리 기술개발은 한반도의 기후변화 현상에 대한 전망에서 취약성 평가, 적응 기술개발을 통해 특정 유역에 시범 구축하도록 연구내용이 구성됨

○ 이에 최근 기후변화 현상으로 야기되는 이상기후 현상 및 물부족 현상에 대한 구조적, 비구조적 대응이 가능할 것으로 예상되며, 이는 재해로 인해 발생될 경제적 손실을 감소시킬 것으로 분석됨

○ 또한, 국가 차원에서 기후변화로 인해 발생될 상황을 미리 분석하고 예방할 수 있어 향후 한반도의 안전한 사회 구현이 가능할 것으로 판단되며, 이러한 측면에서 동 분야의 연구 추진이 필요할 것으로 사료됨

□ 기후변화 대응 기술 선점

○ 현재 기후변화 대응 기술개발 활동은 미국, 일본, EU 등 일부 선진국가를 중심으로 추진되고 있으며, 현재 대부분의 연구가 기후변화 원인 및 현황을 규명하기 위한 측면에서 진행 중임

○ 현재 국내에서도 국토해양부 및 기상청을 중심으로 1990년 후반부터 한반도 기상현상 및 수자원 변화에 대한 연구가 추진되고 있으며, 대부분의 예측 자료는 IPCC 연구 결과를 활용하는 실정임

○ 수자원의 취약성 평가 및 적응 관련 연구 분야에 있어서도 EU에서 추진 중인 WATCH 프로젝트에서 이미 수자원 상태를 분석·정량화하여 취약성을 평가하고 관리·교육 및 보급까지 연구가 진행되고 있는 반면 국내에서는 한반도의 수자원 취약지역 및 위험도 측정도 이루어지지 못하고 있는 상황임

○ 이러한 점을 감안할 경우 향후 선진국 중심의 관련 분야 기술의 선점이 우려됨에 따라 국내의 물관리 분야에 대하여 초기 기술개발 연구 추진을 통한 기술 획득이 필요할 것으로 판단됨

10.2.2 기술개발의 성공가능성

□ 보유기술 수준 및 기술격차

○ 지구온난화에 따른 기후변화에 대응하기 위해 현재 국내에서는 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단 및 차세대홍수방어기술개발 연구단, 이상기후에 대비한 시설기준 연구단 등에서 기후변화 전망 기술 및 적응 기술에 대한 연구를 추진함

○ 그러나 현재 개발된 기술은 일부 자료만을 활용하여 연구를 수행하거나, 시작 단계에 있어 관련 기술의 실용화가 이루어지지 못한 상태임

- 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단을 통해 개발된 기후변화에 의한 수자원 영향 평가체계 구축연구는 강우량만을 기반으로 불확실성을 분석하였으며, 물 순환 구조 파악을 위한 강수-유량 변동에 대한 총체적인 연구 추진이 이루어지지 못함
- 이상기후에 대비한 시설기준 연구단 및 차세대 홍수방어기술개발연구단에서 추진 중인 기후변화 적응 관련 연구는 현재 실질적으로 적용 가능한 결과물 도출이 이루어지지 못함

○ 또한 지구온난화에 대비한 수공구조물 대응기술 측면에서도 현재 미국 NWS UN UNSECO의 기술력의 40%에 불과한 것으로 조사되었으며, 선진 국가와 비교하여 기술 및 경험측면에서 부족한 것으로 분석됨

□ 기술개발 역량 및 잠재력

○ 기후변화 대응 물관리 기술개발을 위한 국내 수자원 분야의 기술개발 연구 역량은 인프라 측면 중 R&D 전문인력 측면에서 여타 건설기술분야에 비해 다소 취약한 상황으로 조사됨

○ 특히, 현재까지의 대부분의 연구가 치수 분야에 중점적으로 추진됨에 따라 이수 분야에 있어서 관련 연구 실적 및 Data가 부족한 실정임

○ 또한, 예측 및 예보와 관련하여 다양한 관측망 등이 운영 중에 있으나 재방 및 수공구조물에 대한 표준설계기준에 따른 구체적인 조사 및 상시 모니터링 체계 등은 부재한 상황임

○ 그러나, 최근 들어 기후변화에 대비한 환경 및 수자원 관리 등의 관련 사업 육성을 위한 정책 및 계획이 수립되고 각 부처별 연구가 추진됨에 따라 기술개발 여건은 점차 성숙해가는 것으로 분석됨

□ 세부과제별 성공가능성

[전망 기술개발]

○ 전망 기술개발의 성공 여부는 기존 과제와의 연계성을 통한 관련 Data 조기 확보와 향후 시나리오 구축을 위한 관련 기관(기상청, 기상연구소)과의 협조 체계 구축이 중요함

○ 이러한 측면에서 볼 때 전망 기술개발은 현재 기존 연구개발 과제 수행 결과를 통한 자료가 일정 부분 확보가 되어 있으며, 연구 수행 경험 또한 풍부한 것으로 조사됨에 따라 관련 분야의 기술개발 성공 가능성은 높을 것으로 판단됨

○ 연구 범위에 있어 하천유역을 중심으로 연구가 추진됨에 따라 보다 구체적인 연구성과물이 확보될 수 있을 것으로 판단됨

○ 그러나, 실질적인 연구기간이 2009년 하반기 이후 약 2년~3년간 추진됨에 따라 조기에 관련 연구 실적 및 내용에 대한 이해가 필요하며, 이러한 측면에서 기존 연구 수행 경험을 보유한 전문인력의 참여가 중요할 것임

[취약성 평가 기술개발]

○ 취약성 평가 기술은 초기 치수 및 이수 영향평가기법을 개발하고 이를 적용하여 한반도 하천유역 및 하구 지역의 취약성을 평가하도록 구성됨

○ 이러한 측면에서 취약성 평가 기술개발은 초기 영향 평가 기법에 대한 신뢰성 있는 지표 도출과 전망 기술개발 결과를 활용한 정확한 평가가 중요할 것으로 판단됨

○ 그러나, 기존 연구의 대부분이 치수 측면에서의 취약성에 대한 평가로 진행되었으며, 이수 측면에 대한 연구 진행이 미흡하여 이에 대한 대응책 마련이 필요함

○ 또한, 전망 기술개발 결과를 활용한 취약성 평가 결과 도출이란 측면에서 전망 기술개발팀과의 연구 성과물의 긴밀한 협조 체계 구축이 중요할 것으로 판단됨

[적응 기술개발]

○ 적응 기술개발은 전망 및 취약성 평가 기술개발을 통해 도출된 연구 성과물을 활용하여 한반도 지역의 구조물 및 비구조물에 대한 적응 기술을 효율적으로 개발하는 것이 중요함

○ 기존 국토해양부에서 추진해온 이상기후 및 돌발홍수 대비 연구 추진과제는 이러한 측면에서 활용 가능성이 높을 것으로 판단되며, 기존 연구 수행 경험 또한 본 세부과제의 성공 가능성을 높일 수 있을 것으로 분석됨

○ 그러나, 전망 및 취약성 평가 기술개발 결과물과 연동되어 사업을 추진해야 성공적인 결과물을 도출할 수 있다는 점에서 취약성 평가 연구진과의 지속적인 결과물 공유가 필요하며, 효율적인 연구 수행을 위해 기존에 추진되었거나, 추진 중인 과제와의 연계가 중요할 것으로 판단됨

[실용화 및 국제화 전략 기술개발]

○ 본 세부과제는 크게 전망 및 취약성 평가 기술, 적응 기술의 통합화 측면과 향후 통합 물관리 시스템 운영을 위한 기반 연구과제 수행으로 구성됨

○ 이에 세부과제 성공 유/무는 기존 연구 성과물간의 연계 강화와 효율적인 시스템 구축에 달려 있다고 판단됨

○ 이러한 측면에서 실용화 및 국제화 전략 기술개발 기획이 세세부과제별로 단계적이며, 체계적으로 구축되어 연구 성과물 도출 및 현업화가 가능할 것으로 판단됨

○ 그러나, 이를 위해선 수요자 중심의 연구 성과물 도출을 위한 관련 기술개발 역량을 보유한 민간기업의 참여가 활성화 되어야 하며, 관련 기관들의 사업 추진 의지가 중요할 것으로 판단됨

10.2.3 기존사업과의 차별성 및 연계성

□ 기존 R&D사업과의 관계 및 중복성

○ 기후변화 대응 물관리 기술개발과 기 추진되었거나 추진 중인 R&D사업과 중복성 검토 '수자원의 지속적 확보기술개발 사업단', '이상기후 대비 시설기준 연구단', '기후변화 대비 국가 물안보 확보 방안 연구과제', '차세대 홍수방어기술연구단', '도시홍수재해관리기술연구단'과 일부 내용이 관련성이 높은 것으로 조사됨

○ 이에 본 기획연구내용의 주요 성과물과 기존 R&D 사업의 세부 연구내용을 비교하여 중복성을 분석한 결과 일부 과제와 유사한 연구 내용을 추진하는 것으로 나타남

- 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단의 경우 기후변화에 대응하기 위한 수자원 측면의 전망기술을 개발함
- 이상기후 대비 시설기준 연구단의 연구 결과물은 극치 수문량 전망을 통한 구조물의 시설기준을 제정하는 연구를 진행함
- 기후변화 대비 국가 물안보 확보 방안 연구과제는 수자원장기종합계획 수립을 위한 기후변화 현상에 대한 분석 및 전망과 관련된 연구를 추진함
- 차세대 홍수방어기술연구단은 치수재해에 대응하기 위한 기술을 개발함

○ 그러나, 유사하다고 판단되는 사업들의 세부 연구 범위 및 목표를 조사한 결과 본 기획연구에서 도출된 연구과제와 연구 범위 및 활용 방안 등에 차이가 발생하는 것으로 나타났으며, 일부 내용에 대한 자료 활용 방안까지 고려하여 연구 기간 및 투자 예산을 산정한 것으로 조사되어 중복성에 따른 문제는 없는 것으로 평가됨

□ 기후변화 대응 물관리 기술개발 사업의 차별성

○ 기후변화 대응 물관리 기술개발 기획결과와 유사한 기존 R&D 사업과 비교한 결과 기술적 측면 및 정책적·사회적 측면의 한계, 실행 연계 등 다양한 부분에서 기존 사업과 차별화된 것으로 판단됨

- 기술적 측면의 차별성 : 전망, 취약성 평가, 적응기술개발과 기반구축 및 연구성과물 실용화를 위한 기술개발 등을 통해 기후변화 대응을 위한 물관리 통합운영시스템 시범 구축

- 정책적·사회적 측면의 차별성 : 기후변화 대응 물관리 기술 개발 기반구축 및 활성화를 위해 국가 수자원정책 및 네트워크 구축 전략 수립

○ 또한, 본 연구의 경우 적용기술, 적용범위, 기후변화 대응 물관리 Process Coverage, 실행력 한계 측면에서 기존 R&D 사업과 차별되어 연구가 추진될 것으로 기대됨

[표 10-2] 기존 R&D 사업과의 차별화 Point

	기존 R&D 사업의 한계		기후변화 대응 물관리 기술개발사업 차별화 Point
적용 기술	- 건설/토목 기술에 국한 - 기술간 연계를 위한 기술적 노력 미흡	⇒	- 기상 결과를 활용한 기술 연계 - 기존 R&D 성과물 활용을 통한 효율적인 기술개발 추진
적용 범위	- 치수 분야에 중점을 둔 연구개발 - 사업 실행력 강화를 위한 기반 조성 사업에 대한 연구 부재(不在)	⇒	- 하천 유역 및 하구지역을 중심으로 이수/치수 분야에 대한 연구 수행 - 사업의 실행력 강화를 위한 과제간 성과물 연계 및 공유체계 마련
기후변화 대응 물관리 Process Coverage	- 전망 또는 적응 등 일부에 국한된 연구개발 추진 - 구조물 관리 중심의 연구 추진	⇒	- 기후변화 대응 물관리를 위한 Process 전체 최적화를 위한 연구개발 계획 수립 - 구조물 관리 및 운영을 위한 시스템 형식의 연구 기획
실행력 한계	- 연구개발사업 성과물 창출에 국한되어 정책 및 실무 반영을 위한 노력 부족	⇒	- 한반도의 기후변화 대응 물관리 기술 기반 마련을 위한 체계적이며, 다각적인 기획

□ 타 사업과의 전후방 연계 효과

○ 기후변화 대응 물관리 기술개발 연구의 경우 전망 기술개발부터 취약성 평가 기술개발, 적응 기술개발 및 실용화 및 국제화 전략 기술개발까지 각 세부 과제간 연계 추진되도록 구성됨

- 이 중 전망 기술개발의 경우 단기간의 연구 성과물 도출을 위하여 기존 R&D 연구 성과물을 활용하여 연구를 추진할 수 있도록 기획됨에 따라 기존 R&D 과제 및 기상 관측 자료와의 전방 연계 효과가 발생할 것으로 분석됨

- 또한, 적응 기술개발에 있어서도 기 추진되었거나 추진 중인 '차세대 홍수 방어기술연구단', '도시홍수재해관리기술연구단', '이상기후 대비 시설기준 연구단' 등의 연구결과물과 연계되거나 활용성이 높을 것으로 예상됨

- 특히, 적응 기술개발에 있어 기존 R&D 연구 성과물을 활용한다면 효율적이며 우수한 연구 성과물 도출이 가능할 것으로 판단됨

10.2.4 기술적 타당성 분석 소결

- 본 사업의 경우 기존 R&D 사업과 일부 내용이 유사한 것으로 조사되었으나 연구개발 범위 및 목표에 있어 기존 사업과는 차별성이 존재하는 것으로 분석됨

- 또한, 기존 R&D 성과물을 활용하여 연구 성과물을 도출하도록 연구 기간 및 내용이 작성되어 중복 투자로 인한 재원 낭비 등의 문제는 발생하지 않을 것으로 전망됨

- 그러나, 기존 R&D 사업의 대부분의 연구가 치수 분야에 국한되어 이수 분야에 대한 조기 연구 수행을 통한 Data 확보가 중요할 것으로 예상되며, 관련 분야의 전문 인력을 초기 사업 추진시 확보하는 것이 중요할 것으로 판단됨

- 또한, 기술개발의 성공에 있어 과제간 연계 추진이 중요한 핵심요인으로 작용할 것을 감안하여 향후 연구단장의 역할이 중요할 것으로 판단됨

10.3 경제성 및 파급효과 분석

□ 조사 목적

○ 경제성 및 파급효과 분석은 본 사업의 기술개발의 경제적 효과와 간접적 파급효과 등을 종합적으로 조사·분석하는 것을 목적으로 함

□ 분석 방법 및 내용

○ 기술개발의 경제적 효과 분석은 세부과제별 사업이 성공적으로 종료되었을 때 얻을 수 있는 결과물이 가져오는 직접적인 효과를 기존 관련 자료 및 전문가 의견을 수렴하여 정성(Qualitative) 분석 중심으로 제시함

- 기후변화 대응 물관리 기술개발의 경우 미래 불확실한 결과에 대한 예측을 통한 기술개발과 공공복지기술개발사업이라는 특수성으로 인해 향후 도출될 편익 산정 및 정량적인 경제성 분석의 한계가 발생됨
- 이에 본 사업의 경제성 분석은 실질적으로 도출 가능한 결과물에 따라 발생될 효과를 정성적 분석 중심으로 도출함

○ 기술개발의 간접적 파급효과는 본 사업 추진에 따라 향후 경제사회적 측면과 과학기술적 측면에서 발생 가능한 효과를 세분화하여 정성적으로 제시함

10.3.1 기술개발의 경제적 효과 분석

○ 경제적 효과 분석은 미래 불확실한 결과에 대한 예측을 통한 기술개발과 공공복지기술개발사업이라는 특수성으로 인해 직접적인 효과를 기존 관련 자료 및 전문가 의견을 수렴하여 정성(Qualitative) 분석 중심으로 제시함

□ 전망 기술개발에 따른 경제적 효과 분석

○ 전망 기술개발은 향후 연구과제 추진을 통해 미래 안정적 이수 및 치수를 위한 중장기 기후변화 전망 및 수자원변동성평가가 가능할 것으로 판단됨

○ 이에 따라 기존에 강수량에 국한되어 개발된 기후변화 대응 수자원역량평가 결과 이상으로 총체적인 기후변화 원인을 고려한 한반도 수자원 변동량 및 물순환 구조 평가 뿐 아니라 한국형 대기 수문순환구조의 평가 및 각종 용수 등의 수요 전망이 가능해짐

○ 이는 결과적으로 국제 물포럼 등 국제사회에서 기후변화 전망 결과에 대한 구체적이고 정량적인 예측 결과를 제시할 수 있게 되며, 향후 국제사회에서 신뢰성 있는 전망 자료 및 시나리오를 제시하게 됨으로써 국가 위상을 향상시키는 효과를 발생시키게 됨

○ 선진국가에서 주도적으로 추진한 인공위성 개발 등 우주개발의 경우 1992년 우리별 1호를 시작으로 국내에서 인공위성 기술개발에 성공한 이후 관련 산업의 발전이라는 직접적 효과뿐만 아니라 한국제품의 인지도 향상과 수출 유발 효과 등 다양한 파급효과가 발생한 점을 미루어 볼 때 기후변화 대응을 위한 물관리 전망기술 확보는 경제적으로 국가 경쟁력 향상에 도움을 줄 것으로 전망됨

- 산업연구원이 2005년 작성한 '우주개발 가속화에 따른 경제적 파급효과 기대' 자료에는 국내에서 개발중인 저궤도용 소형 발사체 KSLV-1을 대상으로 한 경제적 파급효과는 투입비용의 3.6배 내지 5.9배에 달하는 1조 8,200억원 내지 3조원 정도에 달할 것으로 추정함

- 전망 기술개발의 경우 우주개발 분야와 비슷하게 기술력 확보를 통한 경제적 파급효과가 투입비용과 대비하여 높게 발생될 것으로 전망됨

□ 취약성 평가 기술개발에 따른 경제적 효과 분석

○ 취약성 평가 기술개발은 기후변화에 의한 지역별 이수·치수 및 하구 측면의 취약성 및 위험도를 평가함으로써 향후 표준화된 평가 방법론과 가이드라인을 제시함

○ 이에 따라 기후변화에 따른 홍수 및 가뭄 재해, 해수면 상승 등의 재해특성 해석기술이 확보 되고 지역별 신뢰성 있는 대응 전략 수립이 가능한 결과가 도출됨으로써 경제적 효율성 확보가 가능해질 것으로 전망됨

○ 또한, 기후변화에 대한 하천 및 하구 지역의 수자원 평가 방법론 및 가이드라인은 향후 타 국가의 기후변화 취약성 및 위험성 평가에 활용이 가능할 것이며, 국내 고유 취약성 지수 개발에도 도움이 될 것으로 판단됨

○ 이외에 정부의 국토개발계획에 있어 평가 결과를 활용한 경제적 효과 측면의 우선순위 도출이 가능해짐에 따라 효율적인 투자 및 운영이 가능할 것으로 예상됨

□ 적응 기술개발에 따른 경제적 효과 분석

○ 적응 기술개발은 기후변화에 의한 이수·치수 및 하구 재해 위험도 저감 및 재해적응기술을 개발함으로써 치수안전도 및 물공급안전도 설정이 가능해질 것으로 전망됨

○ 또한, 새로운 기후변화 적응을 위한 시설물 개발과 특허로 국내 관련 산업 분야의 생산 활성화 유도 및 국가 수출기반 확보가 가능할 것이며, 시공 및 운영이 저렴한 구조물 개발을 통한 경제적 효과가 발생할 것으로 예상됨

○ 이외에 기후변화 현상에 따라 치수 및 이수 측면에서 발생되는 국내의 경제적 손실이 저감됨에 따라 재해복구로 발생되는 비용을 줄일 수 있을 것으로 판단됨

- 소방방재청 자료에 따르면 1997년~2006년까지 하천 및 수리시설의 피해 복구비는 총 7초 6천억원이 소요되었으며, 이는 연간 7,600억에 이르는 비용이 하천 및 수리시설의 재해복구를 위해 발생된 것을 의미함

[표 10-3] 최근 10년간 시설별 피해복구비 총괄

(단위 : 천원)

시설	합계 (1997년~2006년)	시설	합계 (1997년~2006년)
이재민	320,706,391	농작물	363,442,705
주택	564,861,471	어항	294,452,451
도로	3,574,609,880	선박	70,699,259
하천	***5,877,011,646***	교실	57,602,667
상하수도	406,308,715	통신	4,868,446
항만	120,556,263	사방	1,079,266,956
수리시설	***1,781,026,929***	철도	118,695,088
방조제	155,015,413	소규모시설	2,143,268,664
농경지	764,886,879	기타	13,280,574,568
합계			***30,977,854,391***

자료 : 소방방재청(2006), 재해연보

□ 실용화 및 국제화 전략 기술개발에 따른 경제적 효과 분석

○ 실용화 및 국제화 전략 기술개발은 전망에서 취약성 평가, 적응 기술에 이르는 총체적인 통합관리체계 및 국제협력 네트워크를 구축함으로써 국가 수자원 위기관리 능력 확보 및 통합운영관리 전략의 수립이 가능할 것으로 판단됨

○ 이를 통해 기후변화 대응을 위한 새로운 패러다임을 창출함으로써 수자원 분야뿐만 아니라 타 분야 연구개발에 있어 국가 정책 및 전략에 부합하는 연구 성과물을 도출하도록 선도하는 효과가 발생할 것으로 전망됨

○ 또한, 기존 R&D 연구 성과 및 본 사업의 연구 추진을 통해 구축된 DB를 활용한 향후 동 분야의 연구 수행의 효율적 및 효과성을 높임으로써 예산의 효율적인 투입이 가능하며, 한반도 물관리 기술의 해외 이전을 통한 국가 브랜드 가치 창출 효과 발생이 가능할 것으로 예상됨

○ 이외에 기후변화에 의한 물관리의 사회적·경제적 영향평가 기술을 개발함으로써 향후 국가 정책 수립 및 사업 추진에 있어 효율적인 재정 운영 및 계획 수립이 가능할 것으로 판단됨

10.3.2 기술개발의 간접적 파급효과

□ 경제사회적 파급효과

[생산유발효과]

○ R&D 투자의 경제사회적 파급효과 중 생산유발효과를 조사하기 위하여 한국은행의 2003년 산업연관표(2007년에 발표된 가장 최신 연도 기준의 산업연관표) 활용하여 분석을 실시함

- 분석 기준은 본 연구의 특성을 고려하여 '연구기관' 부문의 산업분류에 따른 기준 값을 활용하여 분석을 실시함

○ 그 결과 2009년 하반기~2012년 기간 동안 R&D 투자지출 중 간접비를 제외한 약 146.6억원의 투입으로 동기간 총투자지출액(172.5억원)의 약 1.208배인 208.4억 원의 생산유발효과가 있는 것으로 나타남

[표 10-4] 연차별 생산유발액

(단위 : 천원)

산업분류	생산유발계수	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계	산업별 비중
농림수산	0.006	2,725	16,144	27,251	29,501	18,369	93,990	0.005
광산	0.001	220	1,302	2,198	2,379	1,481	7,580	0.000
음식료	0.012	5,186	30,726	51,864	56,148	34,960	178,884	0.009
섬유,가죽	0.003	1,406	8,332	14,065	15,227	9,481	48,511	0.002
목재,종이	0.013	5,626	33,330	56,259	60,906	37,923	194,044	0.009
인쇄,출판및복제	0.034	14,592	86,449	145,923	157,975	98,363	503,301	0.024
석유,석탄	0.015	6,505	38,537	65,050	70,423	43,849	224,363	0.011
화학	0.025	10,460	61,972	104,607	113,247	70,513	360,800	0.017
비금속광물	0.003	1,231	7,291	12,307	13,323	8,296	42,447	0.002
제1차금속	0.005	1,978	11,717	19,779	21,412	13,332	68,219	0.003
금속	0.003	1,275	7,551	12,746	13,799	8,592	43,963	0.002
일반기계	0.004	1,494	8,853	14,944	16,178	10,073	51,543	0.002
전기,전자기기	0.010	4,263	25,258	42,634	46,155	28,739	147,049	0.007
정밀기기	0.005	2,285	13,540	22,855	24,743	15,406	78,830	0.004
수송장비	0.004	1,582	9,374	15,823	17,130	10,666	54,575	0.003
가구및기타제조업	0.003	1,187	7,030	11,867	12,847	7,999	40,931	0.002
전력가스및수도	0.027	11,603	68,743	116,035	125,619	78,216	400,215	0.019
건설	0.006	2,549	15,103	25,492	27,598	17,184	87,926	0.004
도소매	0.017	7,032	41,662	70,324	76,133	47,404	242,555	0.012
음식점및숙박	0.030	12,658	74,992	126,583	137,039	85,327	436,598	0.021

산업분류	생산유발계수	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계	산업별 비중
운수및보관	0.014	5,889	34,892	58,896	63,761	39,701	203,140	0.010
통신및방송	0.019	7,867	46,610	78,675	85,173	53,033	271,358	0.013
금융및보험	0.035	14,811	87,751	148,120	160,354	99,844	510,881	0.025
부동산및사업서비스	0.060	25,535	151,286	255,364	276,456	172,135	880,777	0.042
공공행정및국방	0.000	132	781	1,319	1,427	889	4,548	0.000
교육및보건	1.007	428,120	2,536,443	4,281,419	4,635,047	2,886,003	14,767,033	0.708
사회및기타서비스	0.005	2,285	13,540	22,855	24,743	15,406	78,830	0.004
기타	0.056	23,821	141,130	238,223	257,899	160,580	821,654	0.039
계	1.422	604,317	3,580,339	6,043,478	6,542,644	4,073,765	20,844,544	1.000

[국민행복지수]

○ 기후변화 대응 물관리 기술개발의 경우 거주지 및 생활환경, 국민적 자긍심 고취 등의 파급효과는 비용절감과 부가가치 창출 등 직접적인 경제적 효과 외에 국민의 행복감 또는 생활만족도에 대한 효과를 발생시킴

○ 영국의 심리학자인 로스웰과 인생 상담자 코언이 2002년 발표한 행복공식에 따르면 국민의 행복감 또는 생활만족도는 '인생관·적응력·유연성 등 개인적 특성을 나타내는 P(personal), 건강·돈·인간관계 등 생존조건을 가리키는 E(existence), 야망·자존심·기대·유머 등 고차원 상태를 의미하는 H(higher order) 등 3가지 요소에 의해 결정 된다'고 주장함

- 로스웰과 인생 상담자 코언은 이 3가지 조건의 지수를 공식화하여 다음과 같이 행복공식을 (P + (5 × E) + (3 × H))로 도출함
- 이 공식은 생존조건인 E가 개인적 특성인 P보다 5배 더 중요하고, 고차원 상태인 H는 E보다 3배 더 중요하다는 의미를 나타냄

○ 기후변화 대응 물관리 기술개발의 경우 타 사업과 달리 생존조건을 가리키는 E(existence)와 밀접하게 관련이 있으며, 이는 향후 성공적인 연구수행을 통해 본 사업이 불특정 다수의 생존조건 및 생활환경을 개선한다면 현재에 비해 국민행복지수가 5배 상승될 수 있음을 의미함

□ 세부과제별 과학기술적 파급효과

○ 본 기술개발 사업의 경우 향후 지구온난화에 따라 발생될 기후변화 현상에 효과적으로 적응하기 위한 수자원 분야의 기술을 개발함으로써 각 세부과제를 성공적으로 추진함에 따른 미래 관련 분야의 새로운 기술개발 영역 창출이 가능할 것으로 예상됨

○ 또한, 기후변화 대응이란 특수한 상황을 고려할 때 본 연구를 통해 실용성 있는 연구 성과물 도출은 중국, 일본 등 주변 국가와의 공동연구 활성화를 가져올 것으로 예상되며, 국제적으로 과학기술 측면에서 다양한 파급효과가 발생할 것으로 전망됨

[표 10-5] 세부과제별 과학기술적 파급효과 및 기대효과

세부과제명	과학기술적 파급효과 및 기대효과
[세부과제 1] 전망 기술개발	- 국가별 기후변화에 따른 수자원 변동성 평가 체계 확립 - 국가별 기후변화에 따른 중장기 시나리오 구축 기술 향상 - 기후변화에 따른 하천유역 및 해안지역의 물수요 및 수문순환 변동 평가 기술 고도화 - 시공간적 유역 변동성 상세 전망체계 구축 및 활용성 촉진 - 기후변화에 의한 극한 강수량 및 가뭄 전망을 통한 기존 유사 R&D 연구 성과물 개발 기준 마련 - 기후변화에 의한 수량 변동에 따른 수질 개선을 위한 기반 마련
[세부과제 2] 취약성 평가 기술개발	- 기후변화에 의한 취약성 평가 DB 구축을 통한 향후 R&D 연구 기초 자료 확보 - 기후변화에 의한 이수·치수 평가기법 개발에 따른 수질 평가 기법 개발의 연구 활성화 - 한반도 지역별 취약성 및 위험도 분석을 통한 방재분야의 재해 관리 방안 수립의 효율화 - 하구 지역의 홍수 및 염수 침입 취약성 평가기술 개발을 통한 해당 지역의 시설물 설비 기준 확보 - 지역별 기후변화에 의한 이수 및 치수 관리 전략 개발을 통한 통합 수자원 관리 계획 수립의 신뢰성 있는 데이터 제공

세부과제명	과학기술적 파급효과 및 기대효과
[세부과제 3] 적응 기술개발	- 기후변화 대응 유역홍수량 저감기술 개발을 통한 치수 분야의 R&D 연구와의 연계 활용 촉진 - 기후변화 대응 수자원확보 능력향상 기술개발을 통한 물산업 관련 연구개발 활성화 - 지역의 사회·경제 및 기후변화에 따른 치수 및 물공급 측면의 안전도 설정에 따라 지역별 효과적인 적응기술개발 연구 촉진 - 하구 지역의 홍수 피해 및 염수 침입 저감기술개발 및 적용을 통한 해안 지역의 연구개발 촉진
[세부과제 4] 실용화 및 국제화 전략 기술개발	- 법제도 개선 및 수자원정책 수립을 위한 정책자료 개발에 따른 관련 분야의 활성화를 위한 추진 근거 확보 - 기후변화에 따른 물관리 측면에서의 사회적 갈등을 완화시키기 위한 주체별 홍보 및 의사결정 체계, 포탈시스템 구축을 통한 국내외 네트워크 체계 구축 및 공동 연구 활성화 - 기후변화 대응 통합운영시스템 구축 및 관리 방안 수립을 통한 체계적인 기후변화 적응 체계 확립 - 기후변화 적응 물관리 기술 해외 기술이전을 통한 관련 기술 분야의 연구 활성화 및 국내 기술 홍보 - 기후변화 대응 물관리 기술의 국제 네트워크 체계 구축을 통한 국내 기술력 향상 및 선진화 촉진

10.3.3 경제성 및 파급효과 분석 소결

○ 기후변화 대응 물관리 기술개발의 경우 불확실한 미래에 대한 적응 기술개발이라는 사업의 특수성으로 인해 경제성을 명확하게 파악하기에는 한계가 발생함

○ 그러나, 각 세부과제의 경제성 분석 결과 성공적인 연구 성과물 도출은 국가 인지도 및 위상 향상과 피해복구비 절감 효과가 발생 할 것으로 전망됨

○ 또한, 경제사회적, 과학기술적 파급효과 분석결과 향후 기상 분야 및 환경 분야, 방재 분야 등 다양한 측면에서 본 연구의 성과물이 활용 가능할 것으로 예측됨

10.4 종합분석

10.4.1 분석 개요

○ 기술적 타당성, 정책적 타당성, 경제성 및 파급효과 측면의 세 분야별 사업 추진의 타당성을 종합적으로 판단하기 위하여 AHP(Analytic Hierarchy Process)를 이용하여 세부평가항목별 분석결과들을 종합평가함

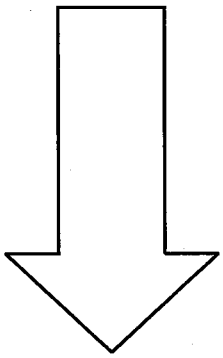
- AHP 기법은 의사결정의 목표 또는 평가기준이 다수이며, 개별 평가기준에 대해 서로 다른 선호도를 가진 대안들을 체계적으로 평가할 수 있도록 지원하는 의사결정기법의 하나임

- AHP 기법의 가장 큰 특징은 문제를 구성하는 다양한 평가요소들을 주요 요소와 세부 요소들로 나누어 계층화하고, 계층별 요소들에 대한 쌍대비교(pairwise comparison)를 통해 요소들의 상대적 중요도를 도출하는 데 있음

- 이 기법은 인간의 사고와 유사한 방법으로 문제를 분해하고 구조화 한다는 점, 그리고 평가요소 사이의 상대적 중요도와 대안들의 선호도를 비율척도로 측정하여 정량적인 형태로 결과를 도출한다는 점에서 그 유용성을 인정받고 있으며,

- 간결한 적용절차에도 불구하고 척도선정, 가중치 산정절차, 민감도 분석 등에 사용되는 각종 기법이 실증분석과 엄밀한 수리적 검증과정을 거쳐 채택된 방법들을 활용한다는 점에서 이론적으로 높게 평가받고 있음

○ 이를 위해 본 사업의 특수성을 고려하여 다음과 같은 일반적인 AHP 기법 수행 절차에 따라 분석을 실시함



① 평가대상 사업의 개념화(conceptualizing)
② 평가기준과 계층구조 설정(structuring)
③ 평가기준 가중치 측정(weighting)
④ 대안간 선호도 측정(scoring)
⑤ 종합점수 산정(synthesizing)
⑥ 환류과정(feedback)
⑦ 종합판단 (concluding)

[그림 10-1] 일반적인 AHP 기법 수행 절차

10.4.2 분석 결과

[조사대상 집단]

○ AHP 기법을 적용하는 과정에서 평가자의 선정은 평가 결과에 직접적인 영향을 미치게 되므로, 평가자는 다음과 같은 두 가지 조건을 충족하는 범위에서 신중하게 선정함

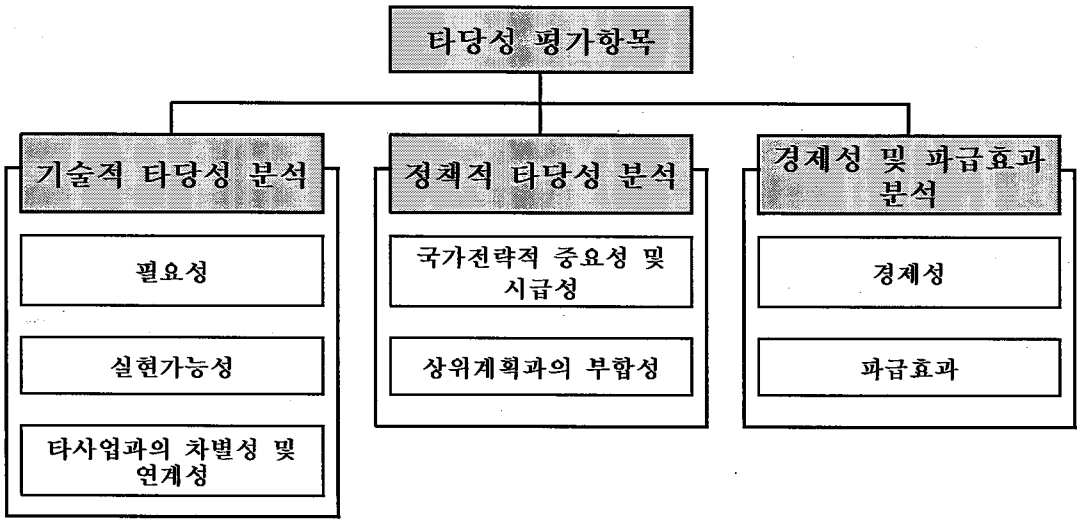
① 평가자는 평가대상 사업에 대한 충분한 지식을 가진 해당분야 종사자이어야 함

- 평가자는 평가대상 사업의 목표, 목표달성을 위한 요구사항, 사업의 구체적 내용, 관련분야에 대한 지식 등을 갖추고, 그 사업이 미치는 사회경제적, 정책적 파급효과를 예측할 수 있어야 함

② 국가연구개발사업이라는 특성상 공공이익의 관점에서 사업을 평가할 수 있는 객관성을 지니고 있어야 함

[AHP 구조 및 평가항목]

○ 본 AHP 분석의 최종 목표는 기술적 타당성, 정책적 타당성, 경제성 및 파급효과를 종합하여 사업의 시행 여부에 대한 의사결정을 도출하기 위함이며, 동 사업의 타당성 평가를 위한 AHP 계층구조 및 평가항목은 다음과 같음



[그림 10-2] 기후변화 대응 물관리 기술개발사업의 AHP 계층구조 및 평가항목

[가중치 산정]

○ 대안과 평가항목의 가중치는 평가항목간 쌍대비교 질문에 대한 응답결과로 결정되며, 쌍대비교에는 Saaty가 제안한 9점 척도를 채택함

○ 그 결과 AHP 평가항목별 가중치는 다음과 같이 기술적 타당성 항목에서는 기술개발의 실현 가능성이, 정책적 타당성 항목에서는 국가전략적 중요성 및 시급성이, 경제성 및 파급효과 항목에서는 기술개발의 간접적 파급효과가 가장 중요하게 고려된 것으로 나타남

○ 또한, 전체 가중치 산정 결과 정책적 타당성 항목의 국가전략적 중요성 및 시급성이 가장 높게 나타났으며, 기술적 타당성 항목의 타사업과의 차별성 및 연계성이 가장 낮은 것으로 나타남

○ 이는 본 사업이 미래에 발생되는 예측 현상에 대한 연구라는 특수성으로 인해 타사업과의 차별성 및 연계성과 기술개발의 경제성 효과 보다 국가 전략적으로 현 시점에서 추진하는 것이 평가 결과 더 중요하며, 시급하다는 것을 의미함

[표 10-6] 평가 항목별 가중치 도출 결과

평가항목		항목별 가중치	상대적 중요도 종합	종합 가중치
기술적 타당성	기술개발의 필요성	0.366	0.298	0.109
	기술개발의 실현가능성	0.412		0.123
	타사업과의 차별성 및 연계성	0.223		0.066
정책적 타당성	국가전략적 중요성 및 시급성	**0.698**	**0.504**	**0.352**
	상위계획과의 부합성	0.302		0.152
경제적 타당성	기술개발의 경제성 효과	**0.338**	**0.197**	**0.067**
	기술개발의 간접적 파급효과	0.662		0.130
종 합				**1.000**

[평가항목별 AHP 분석 결과]

○ AHP조사 대상자의 세부평가항목별 '사업시행'과 '사업미시행'에 대한 대안을 상대평가를 통해 도출한 결과 다음과 같이 본 사업 추진에 있어 147억원의 연구비를 투입할 경우 기술적 측면과 정책적 측면에서는 타당성이 있으나, 경제적으로는 사업 추진의 시행-미시행을 가리기 힘든 것 조사됨

○ 이는 본 사업의 특수성으로 인해 도출될 예상 성과물의 직접적인 경제적 가치를 산정하는데 한계가 발생됨에 따라 이에 대한 타당성을 논하기가 힘든 것을 알 수 있음

○ 또한, 기후변화 대응 물관리 기술개발이 안전한 사회 구현 및 국민의 삶의 질 향상이란 특수한 측면으로 인해 국가 정책적 측면에서 볼 때 연구비 투입에 따른 연구 시행이 중요하게 받아들여진 결과라 할 수 있음

[표 10-7] 평가항목별 AHP 분석 결과

구분		기술적 타당성		정책적 타당성		경제성 및 파급효과	
평가자		시행	미시행	시행	미시행	시행	미시행
1		.4653	.5347	.5625	.4375	.3750	.6250
2		.7500	.2500	.8125	.1875	.5625	.4375
3		.7500	.2500	.5000	.5000	.6250	.3750
4		.7500	.2500	.8125	.1875	.6875	.3125
5		.0417	.9583	.0625	.9375	.0000	1.0000
6		.6667	.3333	.5625	.4375	.1250	.8750
7		.8333	.1667	.9375	.0625	.6875	.3125
종합	평점	.6081	.3919	.6071	.3929	.4375	.5625
	평가자 수	5	2	5.5	1.5	4	3

제 11 장 전략적 추진 타당성 분석

11.1 전략적 추진 타당성 분석 목적 및 방법론

11.1.1 전략적 추진 타당성 분석 목적

○ 전략적 추진 타당성 분석은 기후변화 대응 물관리 기술 기획연구를 통해 도출된 각 세부과제 및 세세부과제를 효율적으로 추진하기 위해 추진 가능한 상황을 시나리오별로 구성하여 각 상황별 추진 타당성을 종합적으로 분석하는 것을 목적으로 함

- 이를 위해 먼저 기술적 타당성 분석과 정책적 타당성 분석, 경제성 및 파급효과 분석 등의 평가 지표를 통해 도출된 우선순위 결과 및 과제간 선후행 관계를 분석하여 추진 가능한 상황을 시나리오별로 구성하고,
- 도출된 각 시나리오를 전략적 추진 타당성을 분석하는데 필요한 평가지표인 수행용이성, 기존 R&D 사업과의 연계성, 위험요인 및 대응방안, 기대효과 등을 활용하여 각 지표별 추진 타당성을 분석함

○ 이렇게 도출된 결과는 향후 사업 추진에 있어 한정된 환경요인으로 인해 기획된 과제 추진에 한계가 발생할 경우 선행 추진해야할 과제를 판단하는 근거 자료로 활용이 가능할 것으로 예상됨

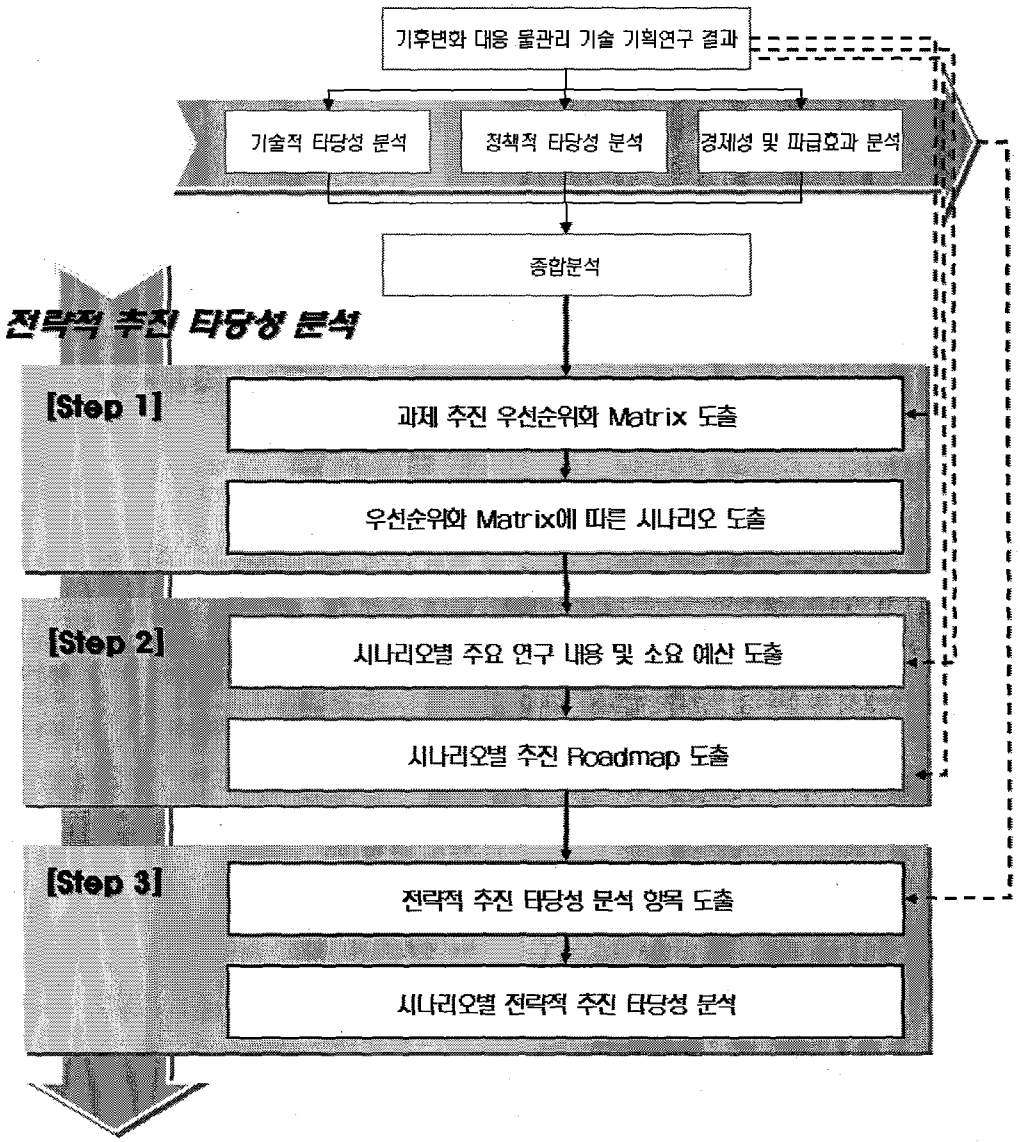


[그림 11-1] 전략적 추진 타당성 분석 목적

11.1.2 전략적 추진 타당성 분석 방법

□ 전략적 추진 타당성 분석 Framework

○ 전략적으로 추진 타당한 시나리오를 도출하여 향후 효율적이고 실효성 있는 사업을 추진 할 수 있도록 다음과 같이 크게 3단계로 구분하여 전략적 추진 타당성 분석을 실시함



[그림 11-2] 전략적 추진 타당성 분석 Framework

□ 전략적 추진 타당성 세부 분석 방법

[Step 1] 과제간 선후행관계 및 우선순위를 통한 시나리오 도출

○ 과제 추진 우선순위화 Matrix 도출

- 전략적 사업 추진 시나리오 도출을 위해선 과제 추진의 시급성과 중요성에 따라 기존 연구과제를 세분화하여 구분하는 것이 필요함
- 이에 과제 추진에 있어 선후행관계와 우선순위를 기준으로 기후변화 대응 물관리 기술 기획연구에서 도출된 과제를 우선순위화 Matrix에 도식화함

○ 우선순위화 Matrix에 따른 시나리오 도출

- 이렇게 Matrix에 도식화된 과제는 연구 성과물간의 연계성을 1차 기준으로 시나리오 1과 시나리오 2를 구분하고 연구과제 타당성 분석 기준*에 따라 산정된 우선순위를 2차 기준으로 하여 시나리오 2와 시나리오 3을 구분함

* 기술개발의 필요성, 기술개발의 실현가능성, 타사업과의 차별성 및 연계성, 국가 전략적 중요성 및 시급성, 상위계획과의 부합성, 기술개발의 경제성 효과, 기술개발의 간접적 파급효과

[Step 2] 시나리오별 소요예산 및 추진방안 도출

○ 시나리오별 주요 연구 내용 및 소요 예산 도출

- [Step 1]에서 도출된 3개의 시나리오는 기후변화 대응 물관리 기술 기획연구를 통해 도출된 연구 내용 및 소요 예산을 활용하여 관련 내용을 재정리함*

* 기존 기획결과의 타당성 분석 결과 사업 시행이 적절한 것으로 분석됨에 따라 시나리오에 의한 연구 내용 및 소요 예산을 추가적으로 기획하지 않음

- 특히 소요 예산은 기존에 기획된 과제별 연구 내용을 동일하게 추진한다는 가정 하에 연구기간이 축소됨에도 불구하고 과제별로 산정된 소요 예산을 동일하게 적용함

○ 시나리오별 추진 Roadmap 도출

- 시나리오별 향후 사업 추진을 위해 현실적으로 추진 가능한 방안을 수립하고자 각 시나리오에 따른 과제 추진 Roadmap을 도출함*

* Roadmap 도출은 연차별 과제 연구기간을 고려하여 작성하였으며, 각 과제간 연계성은 연구 성과물 활용성을 감안하여 가시화함

[Step 3] 시나리오별 전략적 추진 타당성 분석

○ 전략적 추진 타당성 분석 항목 도출

- 전략적 추진 타당성 분석은 기존에 분석된 기술적 타당성 분석, 정책적 타당성 분석, 경제성 및 파급효과 분석 등과 달리 사업 추진의 타당성을 평가하기 위해 과제 추진의 효율성 및 실효성, 파급효과 등의 의미를 내포하고 있는 4개의 분석 지표*를 도출하여 타당성 분석을 실시함

① 수행용이성 : 연구기간, 연구비, 연구난이도 등을 분석하여 향후 과제 추진에 있어 연구개발의 수행용이성을 분석함

② 기존 R&D 사업과의 연계성 : 기존 R&D 사업 및 향후 추진 가능한 사업과의 연계성 및 파급효과를 분석하기 위하여 기존 R&D 사업과의 연계성을 정성적으로 분석함

③ 위험요인 및 대응방안 : 본 사업 추진에 따라 발생 가능한 내외부 위험요인을 도출하고, 이를 해결하기 위한 대응방안을 제시함

④ 기대효과 : 사업 추진의 목표 달성으로 인해 발생될 기대효과를 기술적 측면과 경제·사회적 측면을 등을 종합적으로 분석하여 발생 가능한 기대효과만을 제시함

○ 시나리오별 전략적 추진 타당성 분석

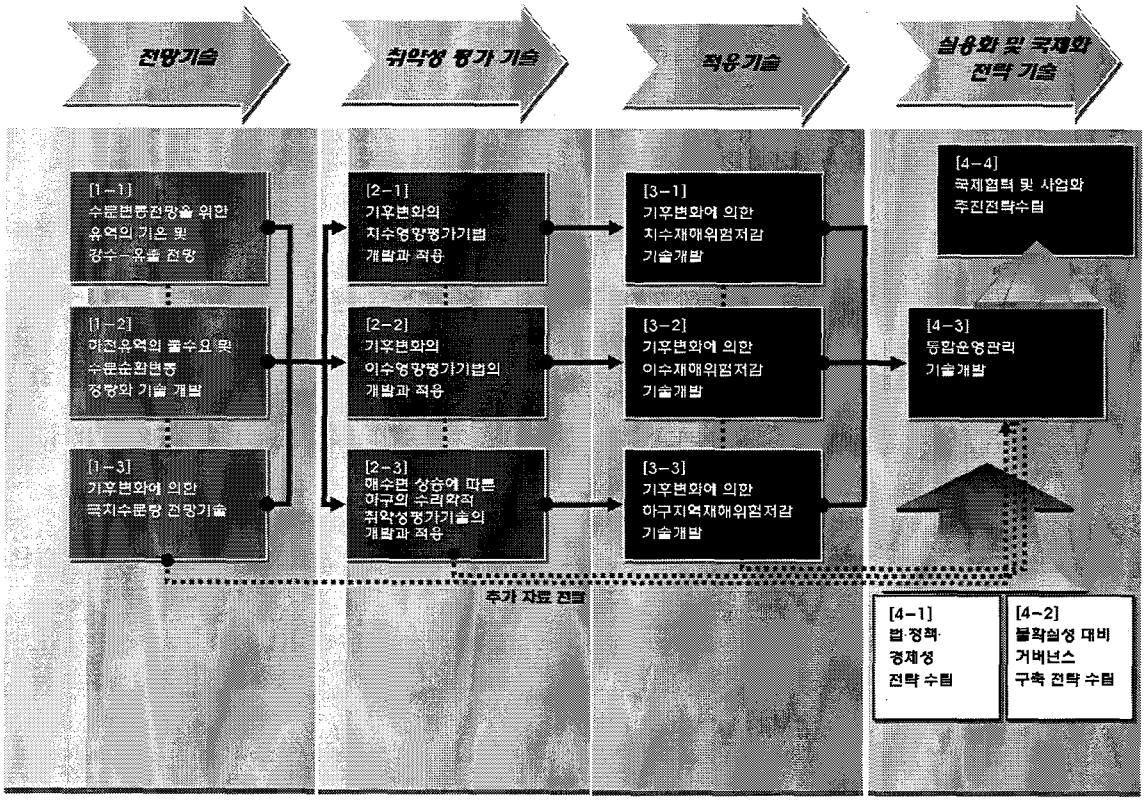
- 시나리오별 전략적 추진 타당성은 앞에서 도출된 4개의 분석 지표를 기준으로 분석을 실시하며, 최종적으로 전략적 추진 타당성 소결에 타당성 분석 결과를 종합 함

11.2 전략적 추진 시나리오 도출

11.2.1 우선순위화 Matrix

□ 과제간 선후행관계

○ 기후변화 대응 물관리 기술개발은 과제 계획 수립에 있어 전망 기술개발, 취약성 평가 기술개발, 적응 기술개발, 실용화 및 국제화 전략 기술개발 등 세부과제가 연계되어 추진됨



[그림 11-3] 세부과제 및 세세부과제간 연계도

○ 이러한 과제간 선후행관계는 과제 추진의 시급성과 중요성을 내포하며, 향후 전략적 **사업 추진을 위한 기준 근거로 활용**될 것으로 판단됨

○ 이에 우선순위화 Matrix 구성에 있어 각 세부과제의 선후행관계를 기준으로 전략적 과제 추진 시나리오를 도출함

□ 세세부과제별 우선순위 결과

○ 세세부과제별 우선순위는 기술적 타당성, 정책적 타당성, 경제적 타당성 등을 종합적으로 검토하여 수요처의 의견을 수렴한 결과로써 향후 **과제 지원 및 추진을 위한 참고자료로 활용하기 위해 도출된 결과임**

○ 이에 우선순위화 Matrix 구성에 있어 다음과 같은 세부과제별 세세부과제의 우선순위 결과를 기준으로 과제 지원 및 추진 타당성 측면에서의 전략적 추진 시나리오를 도출함

[표 11-1] 가중치 적용에 따른 세부과제별 세세부과제별 우선순위

		평균 점수	순위
1. 전망 기술개발			
	1-1 수문변동전망을 위한 유역의 기온 및 강수-유출 전망	0.504	2
	1-2 하천유역의 물수요 및 수문순환변동 정량화기술 개발	0.465	3
	1-3 기후변화에 의한 극치수문량 전망기술	0.516	1
2. 취약성 평가 기술개발			
	2-1 기후변화의 치수영향평가기법의 개발과 적용	0.481	2
	2-2 기후변화의 이수영향평가기법의 개발과 적용	0.529	1
	2-3 해수면 상승에 따른 하구의 수리학적 취약성 평가기술의 개발과 적용	0.440	3
3. 적응 기술개발			
	3-1 기후변화에 의한 치수재해위험저감 기술개발	0.506	2
	3-2 기후변화에 의한 이수재해위험저감 기술개발	0.540	1
	3-3 기후변화에 의한 하구지역재해 위험저감 기술개발	0.440	3
4. 실용화 및 국제화전략 기술개발			
	4-1 법·정책·경제성 전략 수립	0.491	2
	4-2 불확실성 대비 거버넌스 구축 전략 수립	0.457	3
	4-3 통합운영관리 기술개발	0.492	1
	4-4 국제협력 및 사업화 추진 전략 수립	0.423	4

※ 평균점수의 의미는 다음과 같은 의미를 지니고 있음
실행이 시급한 기술(0.714) ⇐ 실행이 어느 정도 필요한 기술(0.428) ⇒ 향후 실행해도 무관한 기술(0.142)

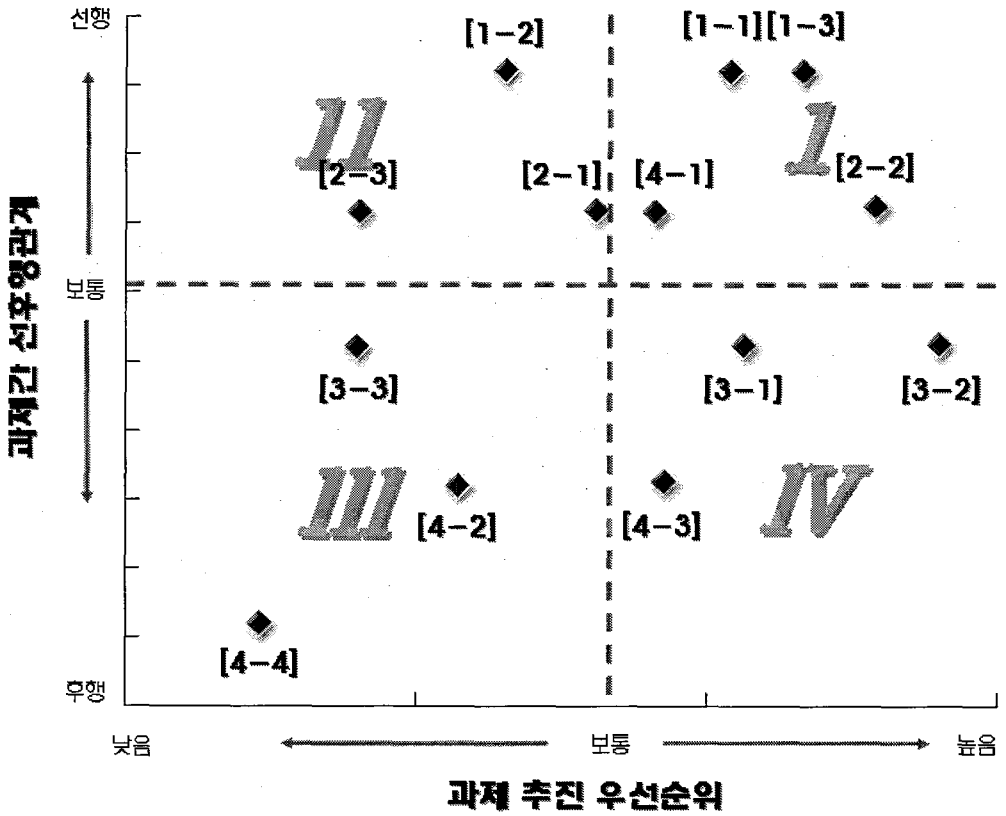
※※ 세세부과제별 핵심기술의 우선순위는 과제 추진 Roadmap 수립에 있어 활용하며, 시나리오 도출을 위한 우선순위화 Matrix는 세세부과제 단위에서 작성함

□ 기후변화 대응 물관리 기술 세세부과제 우선순위화 Matrix

○ 기후변화 대응 물관리 기술 세세부과제 우선순위화(Prioritization) Matrix는 실행과제들을 과제간 선후행관계(전략적 중요도 및 시급성)와 세세부과제별 우선순위 측면에서 분석하여 우선적으로 추진이 필요한 과제를 도출하는 과정임

○ 그 결과 기후변화 대응 물관리 기술 기획연구를 통해 도출된 13개의 세세부 과제가 다음과 같이 구성됨

- 1 사분면 : 선행 추진되어야 하며, 우선순위도 높은 과제
- 2 사분면 : 선행 추진되어야 하지만 우선순위는 낮은 과제
- 3 사분면 : 선행 추진 필요성이 적으며, 우선순위 또한 낮은 과제
- 4 사분면 : 선행 추진 필요성은 적으나, 우선순위가 높은 과제



[그림 11-4] 기후변화 대응 물관리 기술 세세부과제 우선순위화 Matrix

11.2.2 우선순위화 Matrix에 따른 시나리오 도출

□ 시나리오 도출 목적 및 방법

○ 본 연구의 시나리오 도출 목적은 향후 효율적인 사업 추진과 효과적인 사업 운영을 위해 기존 기획연구를 통해 도출된 연구과제를 전략적으로 추진하기 위한 주제를 정하여 그 실효성을 분석하기 위함임

○ 이에 전략적 추진 타당성 분석에 있어서는 우선순위화 Matrix 결과를 활용하여 3가지 시나리오를 도출함으로써 타당성 분석을 실시하고자 함

□ 전략적 추진 시나리오

[시나리오 1 : 기획연구를 통해 도출된 모든 연구과제를 활용한 사업 추진]

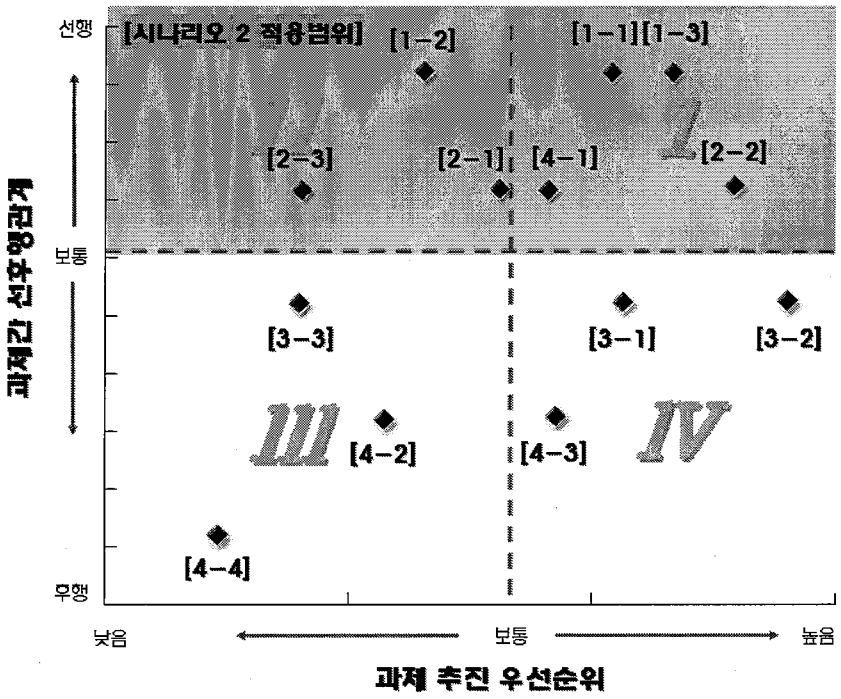
○ 기후변화 대응 물관리 기술 기획연구를 통해 도출된 4개의 세부과제를 과제별 선후행관계 및 우선순위를 고려하여 2009년~2013년까지 5년간 사업을 추진하는 경우로써 최종 목표를 "기후변화에 대비한 하천유역의 물관리 적응 시스템 시범 구축"으로 함



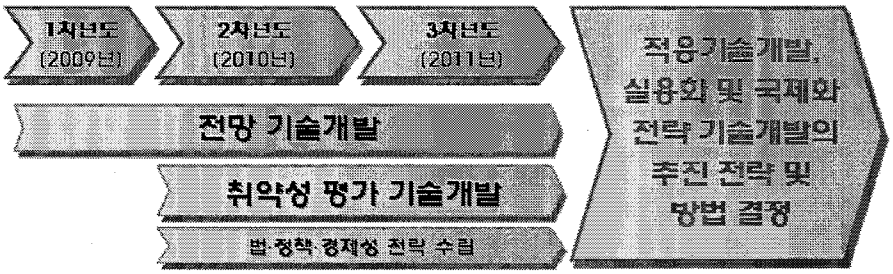
[그림 11-5] [시나리오 1] 연구 추진 범위

[시나리오 2 : 선행 추진되어야할 2개 세부과제 중심의 사업 추진]

○ 우선순위화 Matrix 분석 결과 과제간 선후행관계에서 선행 추진되어야할 2개 세부과제를 중심으로 2009년~2011년까지 3년간 사업을 추진하는 경우로 선행 추진되는 2개의 세부과제 연구 성과물 결과에 따라 향후 적응 기술개발과 실용화 및 국제화 전략 기술개발의 추진 전략 및 방법을 정립함



[그림 11-6] 우선순위화 Matrix에서의 [시나리오 2] 적용범위

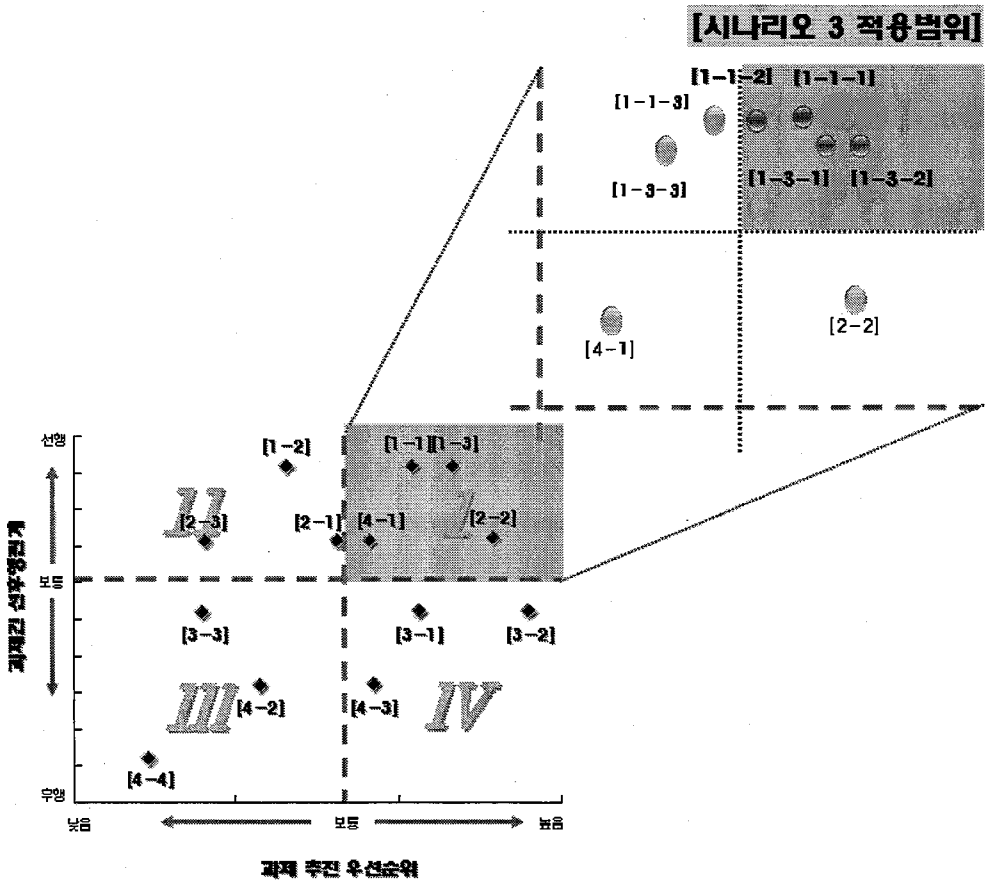


[그림 11-7] [시나리오 2] 연구 추진 범위

○ 단, 실용화 및 국제화 전략 기술개발의 '1 세세부과제'인 법·정책·경제성 전략 수립은 선행 과제 추진이 가능한 점을 고려하여 본 시나리오에서 연구를 수행하는 것으로 분류함

[시나리오 3 : 과제 선후행관계 및 우선순위를 고려한 과제단위 사업 추진]

○ 우선순위화 Matrix 분석 결과 과제 선후행관계 및 우선순위가 높은 1 사분면 연구과제를 대상으로 선후행관계 및 우선순위를 심층 조사하여 최우선으로 연구수행이 필요한 세세부과제의 연구내용을 분석함



* 주) [1-1-1] 세세부과제 [1-1] 중 기후변화에 따른 장기수문시나리오 표준화 및 전망 기술
[1-1-2] 세세부과제 [1-1] 중 기후변화에 따른 중단기 수문전망 기술
[1-1-3] 세세부과제 [1-1] 중 유역단위 시공간적 스케일상세화 기법 개발 및 상세 체계 구축
[1-3-1] 세세부과제 [1-3] 중 극한 강수량의 전망기술개발
[1-3-2] 세세부과제 [1-3] 중 극한 가뭄사상의 전망기술개발
[1-3-3] 세세부과제 [1-3] 중 기후변화를 고려한 비정상성 빈도해석기법

[그림 11-8] 우선순위화 Matrix에서의 [시나리오 2] 적용범위



[그림 11-9] [시나리오 3] 연구 추진 범위

11.3 시나리오별 추진방안

11.3.1 [시나리오 1] 추진방안

□ 주요 연구내용

[1 세부과제 : 전망 기술개발]

1-1 수문변동전망을 위한 유역의 기온 및 강수-유출 전망

1-2 하천유역의 물수요 및 수문순환변동 정량화기술 개발

1-3 기후변화에 의한 극치수문량 전망기술

[2 세부과제 : 취약성 평가 기술개발]

2-1 기후변화의 치수영향평가기법의 개발과 적용

2-2 기후변화의 이수영향평가기법의 개발과 적용

2-3 해수면 상승에 따른 하구의 수리학적 취약성 평가기술의 개발과 적용

[3 세부과제 : 적응 기술개발]

3-1 기후변화에 의한 치수재해위험저감 기술개발

3-2 기후변화에 의한 이수재해위험 저감 기술개발

3-3 기후변화에 의한 하구지역재해위험저감 기술개발

[4 세부과제 : 실용화 및 국제화 전략 기술개발]

4-1 법·정책·경제성 전략 수립

4-2 불확실성 대비 거버넌스 구축 전략 수립

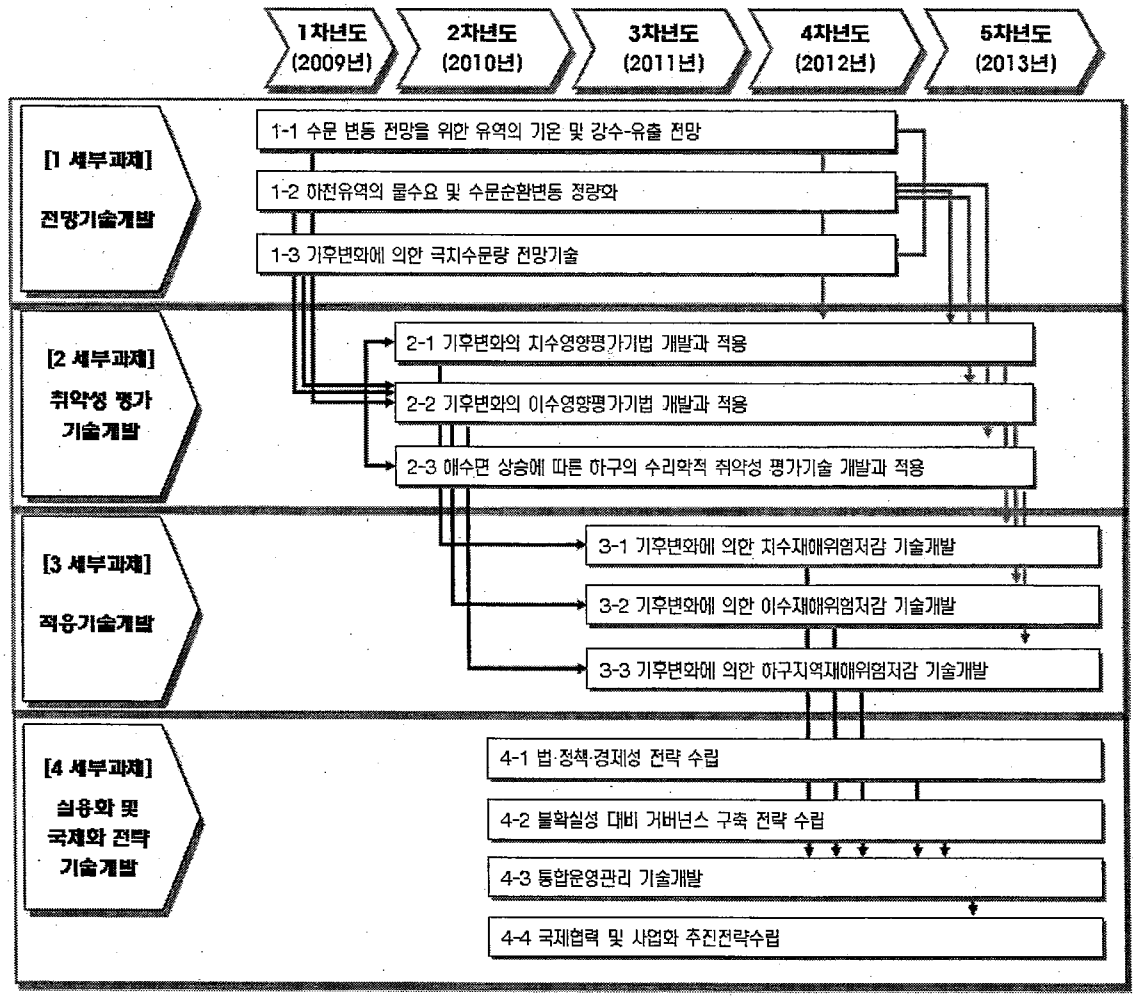
4-3 통합운영관리 기술개발

4-4 국제협력 및 사업화 추진 전략 수립

□ 실행과제 추진 Roadmap

○ [시나리오 1]의 실행과제 추진은 아래 그림과 같이 연차별로 과제 추진 일정이 차이가 있으며, 세부과제간 연구성과물의 선후행 연계 체계가 구축되어 있음

- 총 연구 수행 기간 2009년~2013년 (4.5년)
- 1 세부과제 연구기간 2009년~2012년 (3.5년)
- 2 세부과제 연구기간 2010년~2013년 (3.5년)
- 3 세부과제 연구기간 2011년~2013년 (3년)
- 4 세부과제 연구기간 2010년~2013년 (3.5년)



[그림 11-10] [시나리오 1] 실행과제 추진 Roadmap

□ 소요 예산(안)

(단위 : 천원)

과제명	세목	연차별										합계	
		1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도			
		연구비	구성비(%)	연구비	구성비(%)	연구비	구성비(%)	연구비	구성비(%)	연구비	구성비(%)	연구비	구성비(%)
1세부	예산	400,000	100.0	1,500,000	100.0	1,500,000	100.0	800,000	100.0	30,000	100.0	4,230,000	100.0
	정부	400,000	100.0	1,500,000	100.0	1,500,000	100.0	800,000	100.0	30,000	100.0	4,230,000	100.0
	민간	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
2세부	예산	40,000	100.0	500,000	100.0	950,000	100.0	800,000	100.0	160,000	100.0	2,450,000	100.0
	정부	40,000	100.0	500,000	100.0	950,000	100.0	800,000	100.0	160,000	100.0	2,450,000	100.0
	민간	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
3세부	예산	30,000	100.0	30,000	100.0	662,500	100.0	937,500	100.0	662,500	100.0	2,322,500	100.0
	정부	30,000	100.0	30,000	100.0	600,000	90.6	850,000	90.7	600,000	90.6	2,110,000	90.8
	민간	0	0.0	0	0.0	62,500	9.4	87,500	9.3	62,500	9.4	212,500	9.2
4세부	예산	30,000	100.0	485,000	100.0	1,125,000	100.0	2,050,000	100.0	2,010,000	100.0	5,700,000	100.0
	정부	30,000	100.0	460,000	94.8	1,000,000	88.9	1,690,000	82.4	1,650,000	82.1	4,830,000	84.7
	민간	0	0.0	25,000	5.2	125,000	11.1	360,000	17.6	360,000	17.9	870,000	15.3
계	예산	**500,000**	**100.0**	**2,515,000**	**100.0**	**4,237,500**	**100.0**	**4,587,500**	**100.0**	**2,862,500**	**100.0**	**14,702,500**	**100.0**
	정부	500,000	100.0	2,490,000	99.0	4,050,000	95.6	4,140,000	90.2	2,440,000	85.2	**13,620,000**	**92.6**
	민간	0	0.0	25,000	0.1	187,500	4.4	447,500	9.8	422,500	14.8	**1,082,500**	**7.4**

(주) 1세부과제명 : 전망 기술개발　　2세부과제명 : 취약성 평가 기술개발
3세부과제명 : 적응 기술개발　　4세부과제명 : 실용화 및 국제화 전략 기술개발

※ 세부 소요 예산(안) 산출근거는 본 보고서 p225 ~ p241 참조

11.3.2 [시나리오 2] 추진방안

□ 주요 연구내용

[1 세부과제 : 전망 기술개발]

1-1 수문변동전망을 위한 유역의 기온 및 강수-유출 전망

1-2 하천유역의 물수요 및 수문순환변동 정량화기술 개발

1-3 기후변화에 의한 극치수문량 전망기술

[2 세부과제 : 취약성 평가 기술개발]

2-1 기후변화의 치수영향평가기법의 개발과 적용

2-2 기후변화의 이수영향평가기법의 개발과 적용

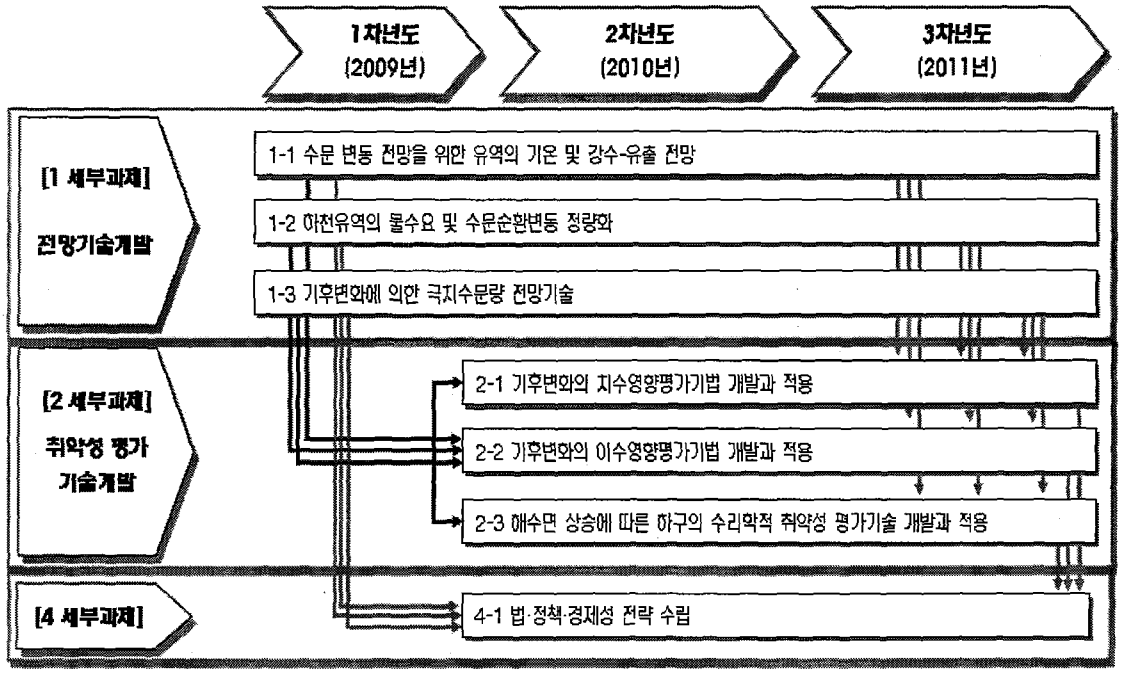
2-3 해수면 상승에 따른 하구의 수리학적 취약성 평가기술의 개발과 적용

[4 세부과제 : 실용화 및 국제화 전략 기술개발]

4-1 법·정책·경제성 전략 수립

□ 실행과제 추진 Roadmap

- [시나리오 2]의 실행과제 추진은 아래 그림과 같이 전망기술개발이 2009년부터 시작되고 취약성 평가 기술개발과 법·정책·경제성 전략 수립 연구가 2010년부터 2년간 추진되는 것으로 기획됨
- 또한, 각 연구과제의 성과물은 연구과제 선후행관계에 따른 연별 상호 연계 추진이 가능하도록 구성되어 있음



[그림 11-11] [시나리오 2] 실행과제 추진 Roadmap

□ 소요 예산(안)

(단위 : 천원)

과제명	연차별			합계	
	1차년도	2차년도	3차년도	연구비	구성비 (%)
1세부	400,000	1,500,000	2,330,000	4,230,000	**54.4**
2세부	100,000	600,000	1,750,000	2,450,000	**31.5**
4세부	0	400,000	700,000	1,100,000	**14.1**
계	**500,000**	**2,500,000**	**4,780,000**	**7,780,000**	**100.0**
구성비 (%)	**6.4**	**32.1**	**61.4**	**100.0**	

(주1) 1세부과제명 : 전망 기술개발　　2세부과제명 : 취약성 평가 기술개발
3세부과제명 : 적응 기술개발　　4세부과제명 : 실용화 및 국제화 전략 기술개발

□ 세부 소요 예산(안)

(단위 : 천원)

과제명	비목	세목	연차별						합계	
			1차년도		2차년도		3차년도			
			연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)
[1 세부과제] 전망 기술개발	예산	**총예산**	**400,000**	**100.0**	**1,500,000**	**100.0**	**2,330,000**	**100.0**	**4,230,000**	**100.0**
		정부	400,000	100.0	1,500,000	100.0	2,330,000	100.0	4,230,000	100.0
		민간	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	연구비	인건비	240,000	60.0	720,000	48.0	1,084,000	46.5	2,044,000	48.3
		직접비	122,000	30.5	380,000	25.3	575,000	24.7	1,077,000	25.5
		위탁연구개발비	0	0.0	240000	16.0	440,000	18.9	680,000	16.1
		간접비	38,000	9.5	160,000	10.7	231,000	9.9	429,000	10.1
		총계	400,000	100.0	1,500,000	100.0	2,330,000	100.0	4,230,000	100.0

(단위 : 천원)

			1차년도	2차년도	3차년도	총계	구성비(%)
1-1. 수문변동 전망을 위한 유역의 기온 및 강수-유출 전망	총예산		200,000	600,000	960,000	1,760,000	100.0
	정부		200,000	600,000	960,000	1,760,000	100.0
	민간		0	0	0	0	0
	인건비	인건비	130,000	320,000	478,000	928,000	52.7
	직접비	연구기자재 및 시설비	2,000	5,000	10,000	17,000	1.0
		재료비 및 전산처리비	2,000	5,000	11,600	18,600	1.1
		시작품 제작비	9,000	5,000	7,000	21,000	1.2
		여비	5,000	15,000	23,000	43,000	2.4
		수용비 및 수수료	1,000	5,000	10,000	16,000	0.9
		기술정보활동비	5,000	15,000	26,000	46,000	2.6
		연구활동비	26,000	70,000	110,400	206,400	11.7
		소계	50,000	120,000	198,000	368,000	20.9
	위탁연구개발비		0	100,000	190,000	290,000	16.5
	간접비	간접경비	20,000	50,000	74,000	144,000	8.2
		지적재산권 출원등록비	0	10,000	20,000	30,000	1.7
		소계	20,000	60,000	94,000	174,000	9.9

최종성과물	기후변화에 따른 장기수문시나리오 표준화 및 전망	기후변화 가시나리오 제공	상세기후모의 검증	시나리오 표준화 권역별 상세유출 시나리오 제공	● 한국형 시나리오 구축 및 장기수문시나리오 전망보고서
	기후변화에 따른 중장기 수문전망	20세기관측 수문자료의 통계적 경향분석	기상인자 특성 분석 및 중단기 수문시나리오 개발		● 기후변화에 대비한 중단기 수문 전망 보고서 및 매뉴얼 ● 기후변화를 반영한 중단기 주기 예측 모형 개발
		관측수문자료의 저빈도분석	수문학적 주기예측기법의 기반구축	확률론적 예측 수문학적 주기예측 및 적용 기법 구축	
	유역단위 시공간적 스케일상세화(downscaling)기법 개발 및 상세 전망체계구축	앙상블체계 구축	권역별 앙상블 상세전망		● 통계적 다운스케일링을 이용한 기후상세 전망보고서

(단위 : 천원)

			1차년도	2차년도	3차년도	총계	구성비(%)
1-2. 하천유역의 물수요 및 수문순환 변동 정량화 기술개발	총예산		100,000	450,000	660,000	1,210,000	100.0
	정부		100,000	450,000	660,000	1,210,000	100.0
	민간		0	0	0	0	0
	인건비	인건비	55,000	200,000	293,000	548,000	45.3
	직접비	연구기자재 및 시설비	3,000	20,000	25,000	48,000	4.0
		재료비 및 전산처리비	2,000	15,000	21,600	38,600	3.2
		시작품 제작비	5,000	5,000	10,000	20,000	1.7
		여비	3,000	15,000	23,000	41,000	3.4
		수용비 및 수수료	2,000	5,000	10,000	17,000	1.4
		기술정보활동비	10,000	20,000	26,000	56,000	4.6
		연구활동비	11,000	50,000	65,400	126,400	10.4
		소계	36,000	130,000	181,000	347,000	28.7
	위탁연구개발비		0	70,000	120,000	190,000	15.7
	간접비	간접경비	9,000	40,000	56,000	105,000	8.7
		지적재산권 출원등록비	0	10,000	10,000	20,000	1.7
		소계	9,000	50,000	66,000	125,000	10.3

최종성과물	기후변화에 따른 한국형 대기수문순환구조 평가	기존 기후변화 평가결과물 분석 보고서	식생 및 토지이용 변화 예측 보고서	융설 예측 보고서 수자원 부존량 변화 보고서	● 기후변화에 따른 대기수문순환 변동평가 기술 보고서
	기후변화에 따른 물수요 전망	생활 및 공업용수 수요전망	농업용수 수요전망	환경용수 수요전망 가상수 수요전망	● 기후변화에 따른 물수요 전망보고서
	기후변화를 고려한 수문과정의 불확실성		multi-model ensemble 기반 보고서	시나리오 조합 불확실성 정량화	● multi-model ensemble 및 시나리오 조합을 통한 불확실성 분석보고서

(단위 : 천원)

			1차년도	2차년도	3차년도	총계	구성비(%)
1-3. 기후변화에 의한 극치수문량 전망 기술	총예산		100,000	450,000	710,000	1,260,000	100.0
	정부		100,000	450,000	710,000	1,260,000	100.0
	민간		0	0	0	0	0
	인건비	인건비	55,000	200,000	313,000	568,000	45.1
	직접비	연구기자재 및 시설비	3,000	20,000	25,000	48,000	3.8
		재료비 및 전산처리비	2,000	15,000	26,600	43,600	3.5
		시작품 제작비	5,000	5,000	10,000	20,000	1.6
		여비	3,000	15,000	23,000	41,000	3.3
		수용비 및 수수료	2,000	5,000	10,000	17,000	1.3
		기술정보활동비	10,000	20,000	31,000	61,000	4.8
		연구활동비	11,000	50,000	70,400	131,400	10.4
		소계	36,000	130,000	196,000	362,000	28.7
	위탁연구개발비		0	70,000	130,000	200,000	15.9
	간접비	간접경비	9,000	40,000	61,000	110,000	8.7
		지적재산권 출원등록비	0	10,000	10,000	20,000	1.6
		소계	9,000	50,000	71,000	130,000	10.3

최종성과물				
극한 강수량의 전망기술 개발	가강수량의 시공간적 추세분석 및 전망	가강수량과 극한강수량의 물리적 및 통계적 상관성 분석 극한강수량 전망	● 기후변화에 따른 극한강수량 전망보고서	
극한 가뭄사상의 전망기술 개발	기존 가뭄평가방법 분석보고서	가뭄평가 및 지수 개발보고서 가뭄전망 기술보고서	● 기후변화에 따른 미래 가뭄전망 기술보고서	
기후변화를 고려한 비정상성 빈도해석기법		해석모형의 기반구축 및 개발 확률강우량도 작성	● 기후변화를 고려한 비정상성 빈도해석의 평가 보고서 및 확률강우량도 ● 비정상성 빈도해석 모형 개발 및 평가	
		기상인자의 최적화 지표 개발 불확시성 평가기법 마련		

(단위 : 천원)

과제명	비목	세목	연차별						합계	
			1차년도		2차년도		3차년도			
			연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)	연구비	구성비 (%)
[2 세부과제] 취약성 평가 기술개발	**예산**	**총예산**	**100,000**	**100.0**	**600,000**	**100.0**	**1,750,000**	**100.0**	**2,450,000**	**100.0**
		정부	100,000	100.0	600,000	100.0	1,750,000	100.0	2,450,000	100.0
		민간	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	연구비	인건비	30,000	30.0	312,000	52.0	780,000	44.6	1,122,000	45.8
		직접비	60,000	60.0	228,000	38.0	485,000	27.7	773,000	31.6
		위탁연구개발비	0	0.0	0	0.0	300,000	17.1	300,000	12.2
		간접비	10,000	10.0	60,000	10.0	185,000	10.6	255,000	10.4
		총계	100,000	100.0	600,000	100.0	1,750,000	100.0	2,450,000	100.0

(단위 : 천원)

			1차년도	2차년도	3차년도	총계	구성비(%)
2-1. 기후변화의 치수영향 평가기법 개발과 적용	총예산		60,000	150,000	600,000	810,000	100.0
	정부		60,000	150,000	600,000	810,000	100.0
	민간		0	0	0	0	0
	인건비	인건비	28,000	70,000	280,000	378,000	46.7
	직접비	연구기자재 및 시설비	5,000	10,000	20,000	35,000	4.3
		재료비 및 전산처리비	4,000	5,000	10,000	19,000	2.3
		시작품 제작비	2,000	5,000	10,000	17,000	2.1
		여비	6,000	10,000	20,000	36,000	4.4
		수용비 및 수수료	3,000	5,000	10,000	18,000	2.2
		기술정보활동비	3,500	10,000	30,000	43,500	5.4
		연구활동비	4,500	15,000	40,000	59,500	7.3
		소계	28,000	60,000	140,000	228,000	28.1
	위탁연구개발비		0	0	120,000	120,000	14.8
	간접비	간접경비	4,000	20,000	40,000	64,000	7.9
		지적재산권 출원등록비	0	0	20,000	20,000	2.5
		소계	4,000	20,000	60,000	84,000	10.4

최종성과물	기후변화의 치수영향평가기법 개발	치수영향평가기법 DB구축 및 이수영향평가절차개발	치수 측면 취약성 평가 전략 개발	치수영향 평가 GIS정보이용 전략 및 toolkit 개발
			치수영향평가모형조사제시	Hazard, 취약성 및 위험도 평가 기법 개발 치수영향평가 가이드라인개발
	기후변화의 치수영향평가를 위한 DB 및 모형 구축		치수관련 DB 구축 및 이수영향평가 모형 구축	
			하천유역별 호우변동 DB 및 GIS 자료 구축 평가모형의 지적용 매뉴얼	
	지역의 기후변화에 의한 치수영향평가와 관리전략 개발		치수재해, 취약성 및 위험도 지도 치수재해위험저감 및 관리전략 개발	
			전국 및 대도시 치수재해영향지수 평가	

● 기후변화에 의한 치수영향평가 가이드라인
● 치수영향평가를 위한 치수관련정보, GIS 정보 등 DB 및 평가모형
● 전국 지역의 과거-미래 치수재해특성과 취약성-위험도 지도 및 치수재해 관리전략

(단위 : 천원)

			1차년도	2차년도	3차년도	총계	구성비(%)
2-2. 기후변화의 이수영향 평가기법의 개발과 적용	총예산		20,000	350,000	850,000	1,220,000	100.0
	정부		20,000	350,000	850,000	1,220,000	100.0
	민간		0	0	0	0	0
	인건비	인건비	6,000	190,000	380,000	576,000	47.2
	직접비	연구기자재 및 시설비	0	15,000	20,000	35,000	2.9
		재료비 및 전산처리비	2,000	10,000	10,000	22,000	1.8
		시작품 제작비	0	14,000	25,000	39,000	3.2
		여비	6,000	15,000	40,000	61,000	5.0
		수용비 및 수수료	0	15,000	20,000	35,000	2.9
		기술정보활동비	3,000	21,000	40,000	64,000	5.2
		연구활동비	1000	40,000	90,000	131,000	10.7
		소계	12,000	130,000	245,000	387,000	31.7
	위탁연구개발비		0	0	140,000	140,000	11.5
	간접비	간접경비	2,000	30,000	65,000	97,000	8.0
		지적재산권 출원등록비	0	0	20,000	20,000	1.6
		소계	2,000	30,000	85,000	117,000	9.6

최종성과물	기후변화의 이수영향평가기법 개발	이수영향평가기법 DB구축 및 이수영향평가절차개발	이수 측면 취약성 평가 전략 개발	이수영향 평가 지수 및 toolkit 개발
			이수영향평가모형조사제시	Hazard, 취약성 및 위험도 평가 기법 개발 이수영향평가 가이드라인개발
				● 기후변화에 의한 이수영향평가 가이드라인
	기후변화의 이수영향평가를 위한 DB 및 모형 구축		이수관련 DB 구축 및 이수영향평가 모형 구축	
			하천유역별 가뭄변동 DB 구축 평가모형의 지적용 매뉴얼	
				● 이수영향평가를 위한 이수관련정보, GIS 정보 등 DB 및 평가모형
	지역의 기후변화에 의한 이수영향평가와 관리전략 개발		이수재해, 취약성 및 위험도 지도 이수재해위험저감 및 관리전략 개발	
			전국 및 대도시 이수재해영향지수 평가	
				● 전국 지역의 과거-미래 이수재해특성과 취약성-위험도 지도 및 이수재해 관리전략

(단위 : 천원)

			1차년도	2차년도	3차년도	총계	구성비(%)
2-3. 해수면 상승에 따른 하구의 수리학적 취약성 평가기술의 개발과 적용	총예산		20,000	100,000	300,000	420,000	100.0
	정부		20,000	100,000	300,000	420,000	100.0
	민간		0	0	0	0	0
	인건비	인건비	6,000	50,000	120,000	176,000	41.9
	직접비	연구기자재 및 시설비	0	5,000	10,000	15,000	3.6
		재료비 및 전산처리비	3,200	5,000	10,000	18,200	4.3
		시작품 제작비	0	4,000	9,000	13,000	3.1
		여비	6,000	5,000	16,000	27,000	6.4
		수용비 및 수수료	0	5,000	16,000	21,000	5.0
		기술정보활동비	2,000	6,000	14,000	22,000	5.2
		연구활동비	800	10,000	25,000	35,800	8.5
		소계	12,000	40,000	100,000	152,000	36.2
	위탁연구개발비		0	0	40,000	40,000	9.5
	간접비	간접경비	2,000	10,000	30,000	42,000	10.0
		지적재산권 출원등록비	0	0	10,000	10,000	2.4
		소계	2,000	10,000	40,000	52,000	12.4

최종성과물	하구 홍수의 취약성 평가기술 개발 및 적용	수치모형 프로그램 및 매뉴얼 전망 및 빈도해석 기술		● 하구 홍수의 취약성을 보완할 수 있는 하구둑 설계기준 ● 하구특성 분석 수치모형 프로그램
	염수의 침입 해석기술 개발과 적용	염수 및 담수 혼합 특성 보고서	염수침입해석 프로그램 및 매뉴얼 염수 침입 해석 적용사례 보고서	● 염수침입으로 인한 하구의 안정성 평가 기술 ● 개발완료 된 염수 침입 해석모형

[4세부과제] 중 법·정책·경제성 전략 수립 세부 소요 예산(안)

(단위 : 천원)

			1차년도	2차년도	3차년도	총계	구성비(%)
4-1. 법·정책·경제성 전략 수립	총예산		0	400,000	700,000	1,100,000	100.0
	정부		0	400,000	700,000	1,100,000	100.0
	민간		0	0	0	0	0
	인건비	인건비	0	210,000	320,000	530,000	48.0
	직접비	연구기자재 및 시설비	0	20,000	20,000	40,000	3.6
		재료비 및 전산처리비	0	10,000	10,000	20,000	1.9
		시작품 제작비	0	20,000	20,000	40,000	3.6
		여비	0	20,000	25,000	45,000	4.3
		수용비 및 수수료	0	15,000	20,000	35,000	3.2
		기술정보활동비	0	35,000	45,000	80,000	7.3
		연구활동비	0	35,000	45,000	80,000	7.2
		소계	0	155,000	185,000	340,000	31.2
	위탁연구개발비		0	0	145,000	145,000	13.1
	간접비	간접경비	0	35,000	50,000	85,000	7.7
		지적재산권 출원등록비	0	0	0	0	0.0
		소계	0	35,000	50,000	85,000	7.7

최종성과물					
기후변화에 의한 물관리의 사회적·경제적 영향평가 기술개발	기후변화에 의한 물관리의 사회·경제적 영향 인과분석 기후변화에 의한 물관리의 사회·경제적 취약성 지도 작성	사회·경제적 취약성 평가지표 개발 사회·경제적 영향평가분석		사회·경제적 취약성 평가기법 개발	● 기후변화에 의한 물관리의 사회적·경제적 영향 평가 기술개발 보고서
기후변화 적응기술 정착을 위한 법·제도 개선	선진국의 법령 제도 및 신기술 실용화 제도 분석 법제화/실용화의 인과지도 작성 법제화/실용화의 장애요인 분석	적응기술 법령제도의 개선방향 제시 및 파급효과 분석 적응기술 정착 법제화/실용화의 실행방안 제시			● 기후변화 적응기술 정착을 위한 법·제도 개선 보고서
기후변화 대응 국가 수자원정책 구축	선진국의 수자원 정책 대응전략 분석	국가 수자원정책 추진전략 수립 및 체계구축			● 기후변화 대응 국가 수자원정책 구축 보고서
		시나리오 설정	실천방안 분석	가이드라인 제시	

11.3.3 [시나리오 3] 추진방안

□ 주요 연구내용

[1 세부과제 : 전망 기술개발]

1-1 수문변동전망을 위한 유역의 기온 및 강수-유출 전망

- 기후변화에 따른 장기수문시나리오 표준화 및 전망(시나리오 기반의 전망기술)
- 기후변화에 따른 중단기 수문전망(비시나리오 기반의 전망기술)

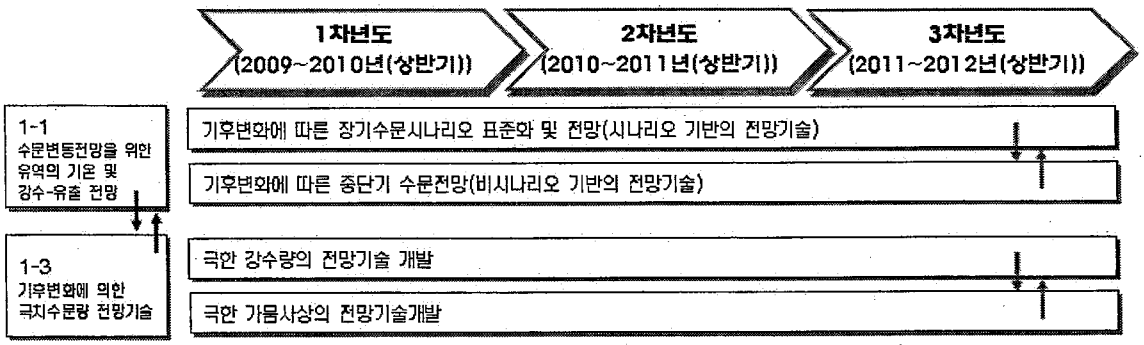
1-3 기후변화에 의한 극치수문량 전망기술

- 극한 강수량의 전망기술 개발
- 극한 가뭄사상의 전망기술개발

□ 실행과제 추진 Roadmap

○ [시나리오 3]은 과제 선후행관계 및 우선순위가 높은 과제만을 연구과제 형태로 공고하여 수행하는 경우로 2009년부터 2012년 상반기까지 단기적으로 추진됨

○ 이에 실행과제 추진 Roadmap은 다음과 같이 각 과제간 성과물 연계가 이루어지도록 구성함



[그림 11-12] [시나리오 3] 실행과제 추진 Roadmap

□ 소요 예산(안)

(단위 : 천원)

과제명		연차별			합계	
		1차년도 (2009~2010년(상))	2차년도 (2010~2011년(상))	3차년도 (2011~2012년(상))	연구비	구성비 (%)
1-1 수문변동 전망을 위한 유역의 기온 및 강수·유출 전망	기후변화에 따른 장기수문시나리오 표준화 및 전망 (시나리오 기반의 전망기술)	150,000	300,000	360,000	810,000	37.3
	기후변화에 따른 중단기 수문전망 (비시나리오 기반의 전망기술)	150,000	150,000	200,000	500,000	23.1
	소계	300,000	450,000	560,000	1,310,000	60.4
1-3 기후변화에 의한 극치수문량 전망기술	극한 강수량의 전망기술 개발	100,000	150,000	210,000	460,000	21.2
	극한 가뭄사상의 전망기술개발	100,000	150,000	150,000	400,000	18.4
	소계	200,000	300,000	360,000	860,000	39.6
총계		**500,000**	**750,000**	**920,000**	**2,170,000**	100.0
구성비 (%)		23.0	34.6	42.4	100.0	

□ 세부 소요 예산(안)

(단위 : 천원)

			1차년도	2차년도	3차년도	총계	구성비(%)
1-1. 수문변동 전망을 위한 유역의 기온 및 강수·유출 전망	총예산		300,000	450,000	560,000	1,310,000	100.0
	정부		300,000	450,000	560,000	1,310,000	100.0
	민간		0	0	0	0	0
	인건비	인건비	120,000	170,000	200,000	490,000	37.4
	직접비	연구기자재 및 시설비	30,000	10,000	10,000	50,000	3.8
		재료비 및 전산처리비	20,000	20,000	20,000	60,000	4.6
		시작품 제작비	10,000	10,000	20,000	40,000	3.1
		여비	25,000	25,000	25,000	75,000	5.7
		수용비 및 수수료	15,000	15,000	15,000	45,000	3.4
		기술정보활동비	30,000	30,000	30,000	90,000	6.9
		연구활동비	20,000	25,000	30,000	75,000	5.7
		소계	150,000	135,000	150,000	435,000	33.2
	위탁연구개발비		0	100,000	150,000	250,000	19.1
	간접비	간접경비	30,000	40,000	50,000	120,000	9.2
		지적재산권 출원등록비	0	5,000	10,000	15,000	1.1
		소계	30,000	45,000	60,000	135,000	10.3

최종성과물				
기후변화에 따른 장기수문시나리오 표준화 및 전망	기후변화 가시나리오 제공	상세기후모의 검증	시나리오 표준화 권역별 상세유출 시나리오 제공	● 한국형 시나리오 구축 및 장기수문시나리오 전망보고서
기후변화에 따른 중장기 수문전망	20세기관측 수문자료의 통계적 경향분석	기상인자 특성 분석 및 중단기 수문시나리오 개발		● 기후변화에 대비한 중단기 수문 전망 보고서 및 매뉴얼 ● 기후변화를 반영한 중단기 주기 예측 모형 개발
	관측수문자료의 저빈도분석	수문학적 주기예측기법의 기반구축	확률론적 예측 수문학적 주기예측 및 적용기법 구축	

(단위 : 천원)

			1차년도	2차년도	3차년도	총계	구성비(%)
1-3. 기후변화에 의한 극치수문량 전망 기술	총예산		200,000	300,000	360,000	860,000	100.0
	정부		200,000	300,000	360,000	860,000	100.0
	민간		0	0	0	0	0
	인건비	인건비	100,000	120,000	150,000	370,000	28.2%
	직접비	연구기자재 및 시설비	10,000	10,000	10,000	30,000	2.3%
		재료비 및 전산처리비	10,000	10,000	14,000	34,000	2.6%
		시작품 제작비	10,000	10,000	10,000	30,000	2.3%
		여비	10,000	15,000	15,000	40,000	3.1%
		수용비 및 수수료	10,000	15,000	15,000	40,000	3.1%
		기술정보활동비	15,000	20,000	25,000	60,000	4.6%
		연구활동비	15,000	20,000	25,000	60,000	4.6%
		소계	80,000	100,000	114,000	294,000	22.4%
	위탁연구개발비		0	50,000	50,000	100,000	7.6%
	간접비	간접경비	20,000	30,000	36,000	86,000	6.6%
		지적재산권 출원등록비	0	0	10,000	10,000	0.8%
		소계	20,000	30,000	46,000	96,000	7.3%

최종성과물				
	극한 강수량의 전망기술 개발	가강수량의 시공간적 추세분석 및 전망	가강수량과 극한강수량과의 물리적 및 통계적 상관성 분석 극한강수량 전망	● 기후변화에 따른 극한강수량 전망보고서
	극한 가뭄사상의 전망기술 개발	기존 가뭄평가방법 분석보고서	가뭄평가 및 지수 개발보고서 가뭄전망 기술보고서	● 기후변화에 따른 미래 가뭄전망 기술보고서

11.4 시나리오별 전략적 추진 타당성 분석

11.4.1 [시나리오 1] 추진방안

□ 수행용이성

[연구기간]

○ '시나리오 1'의 총 연구기간은 기후변화 대응 물관리 기술 기획을 통해 계획된 내용과 동일한 5년으로 2009년 하반기를 시작으로 2013년까지 기후변화에 적응 가능한 수자원 계획 및 관리기술개발을 목표로 함

○ 그러나, '시나리오 1'의 경우 전망기술에서 실용화 및 국제화 전략 기술개발까지 총 5년 동안 연구가추진됨에 따라 급변하는 기후변화 대응 기술개발 주기에 뒤쳐질 우려가 있음

- NOAA의 경우 불확실한 미래에 적절히 대응하기 위하여 기후변화 대응 물관리 기술을 2~3년 주기로 Milestone을 수립하여 연구개발을 실시함

○ 이에 과제 추진에 있어 단계별로 결과물을 도출하고 국내외 상황을 고려하여 기존 R&D 연구와의 연계성을 고려한 전망기술 개발이 필요할 것으로 판단됨

[연구비]

○ 기후변화 물관리 기술 기획연구에서 도출된 4개 세부과제를 모두 추진하는 '시나리오 1'의 경우 과제 추진에 따른 소요 연구비로 약 147억원이 소요될 것으로 예상되며, 이는 현재 '건설교통기술 중장기계획'에 산정된 본 과제의 정부 지원금 예산이 100억원인 점을 감안할 경우 과제 추진을 위한 민간자금과 추가 정부 지원금이 필요할 것으로 예상됨

○ 이러한 측면에서 '시나리오 1'은 조기 예산 확보를 위한 활동과 연구개발 활동을 병행하여 추진해야 한다는 부담으로 인해 연구기간 내 성공적인 연구 성과물 도출에 한계가 발생할 것으로 판단됨

[연구난이도]

○ '시나리오 1'은 기존 R&D 연구 결과 및 관측 자료를 최대한 활용하여 기술을 개발하는 과제로 대부분의 연구 성과물 형태가 보고서 또는 시스템이며, 기후변화 대응을 위한 수자원 분야의 전망에서 취약성 평가, 적응까지의 기술개발 연구를 추진함

○ 이러한 측면에서 연구난이도는 높지 않을 것으로 예상되나 각 세부과제 성과물간의 연계성 및 불확실한 미래에 대한 예측을 통한 연구라는 측면에서 성공적인 성과물 도출에는 어려움이 발생할 것으로 판단됨

□ 기존 R&D 사업과의 연계 가능성

○ '시나리오 1'은 기후변화에 대응하기 위한 물관리 측면에서의 전망기술에서 취약성 평가 기술개발, 적응 기술개발, 실용화 및 국제화 기술개발까지 전 프로세스에 걸쳐 연구를 수행함으로써 기존 R&D 사업과의 연계 가능성이 높을 것으로 예상됨

○ 특히, 전망기술개발은 연구 범위 및 내용이 기존 R&D 사업 및 관측 자료 활용 측면에서 선행기술개발과제와의 연계성이 높을 것으로 예상되며, 적응 기술개발과 실용화 및 국제화 전략 기술개발에 있어서도 유사 연구과제인 '차세대 홍수방어기술연구단'과 '이상기후 대비 시설기준 개발 연구단'과의 연구 내용 공유를 통한 연계 추진이 가능할 것으로 판단됨

○ 이러한 점을 감안할 경우 '시나리오 1'은 단계별 사업을 추진하는 타 시나리오와 비교하여 기후변화 대응을 위한 물관리 기술개발의 전 과정에서 기존 R&D 사업과 연계성이 높고 향후 연구 성과물의 활용 범위 또한 전망 기술에서 실용화 전략 기술개발까지 광범위하게 작용할 것으로 판단됨

□ 위험 요인 및 대응 방안

○ '시나리오 1'의 추진에 있어 주요 위험 요인은 연구 성과물 관리 측면과 전문 연구 인력 확보 측면 등으로 인해 야기될 기술적 위험요인으로 정리됨

○ 이 중 연구 성과물 관리 측면에서의 위험요인은 4개의 세부과제 연구 성과물간의 연계성이 결여됨으로 인해 발생 가능한 최종 성과물의 신뢰성 및 실효성 문제이며, 전문 연구 인력 확보 측면에서의 위험요인은 기후변화와 수자원 관련 분야의 전문 연구 인력 부재로 인한 적응 기술개발과 실용화 및 국제화 전략 기술개발의 우수 인력 확보에 어려움이 발생될 것으로 판단됨

- 기후변화 대응 물관리 기술 기획연구를 통해 도출된 4개 세부과제는 기후변화 대응을 위한 절차에 따라 과제가 구성됨으로써 최종 연구 성과물인 통합 물관리 시스템 구축에 있어 신뢰성 및 실효성 측면에서 세부과제간 연계성이 중요한 핵심요인으로 작용됨
- 기존 R&D 사업 분석 결과 '차세대 홍수방어기술개발 연구단'을 비롯하여 현재 추진되고 있는 유사 프로젝트 사업 대부분이 본 사업의 연구 기간과 중복되어 추진됨
- 이로 인해 국내 관련 분야의 인력 현황을 감안할 경우 향후 본 사업 추진 초기에 관련 분야 전문 우수 인력 확보에 어려움이 발생할 것으로 예상됨

[표 11-2] 유사 프로젝트별 연구 수행 기간

유사 프로젝트명	연구 수행 기간
수자원의 지속적 확보기술개발 사업단	2001년 ~ 2011년
이상기후에 대비한 시설기준 연구단	2005년 ~ 2010년
차세대 홍수방어기술개발 연구단	2008년 ~ 2013년
기후변화 대비 국가 물안보 확보방안	2007년 ~ 2010년

○ 또한, 이러한 측면에서 성과물 관리 측면에서 세부과제 및 세세부과제 연구 성과물 관리팀 운영과 전문 연구 인력 조기 확보를 위한 전체 연구인력 대상의 워크샵 또는 세미나 개최 등 다양한 활동이 필요함에도 불구하고 본 시나리오에 대한 연구 기획결과는 이에 대한 구체적인 계획 및 대응방안 수립이 미흡한 것으로 판단됨

□ 기대효과

○ '시나리오 1'에 따른 연구수행은 기후변화에 대응하기 위한 하천유역 및 하구 지역의 물관리 측면에서 총체적인 연구를 추진한다는 점에서 기후변화 관련 전후방 기술개발 및 타 분야의 기술개발 등에 다양한 과학기술적 파급효과를 발생시킬 것으로 기대됨

○ 또한, 취약성 평가 및 적응 기술개발에 있어서도 현재 추진 중인 선진 국가와 비교하여 동일한 범위 및 수준의 연구를 추진한다는 점에서 국내 기술력 및 국가 위상을 향상 시킬 수 있을 것이라고 예상됨

○ 이외에 법·정책·경제성 전략 및 불확실성 대비 거버넌스 구축 전략 등을 수립함으로써 지속적인 통합 물관리 시스템 운영체계 확립 및 관련 산업 분야 육성을 위한 제도적 기반 등이 조성될 것으로 전망됨

11.4.2 [시나리오 2] 추진방안

□ 수행용이성

[연구기간]

○ '시나리오 2'의 총 연구기간은 기획연구 결과의 전망 기술개발과 취약성 평가 기술의 연구의 주요 결과물이 도출되는 2009년 하반기부터 2011년까지 2.5년 동안을 목표로 함

○ 상기 연구기간은 국가 전략적 측면에서 기후변화 대응을 위한 연구 활동을 향후 지속적으로 추진하기 위해 한반도 전망 및 취약성 평가 기술을 개발할 수 있는 적절한 연구 기간으로 판단되며, 급변하는 기후변화 대응 기술 개발 주기에도 부합할 것으로 판단됨

[연구비]

○ '시나리오 2'의 연구비는 기존 세부과제별 예상 소요예산에 근거하여 정부 지원금이 약 91억원 소요될 것으로 예상됨

- 전망 기술개발 : 42.3억
- 취약성 평가 기술개발 : 24.5억
- 실용화 및 국제화 전략기술개발(법·정책·경제성 전략 수립) : 11.0억원

○ 이는 중장기 계획 상에 산정된 정부 지원금 100억원과 비슷한 금액으로 연구 수행에 있어 자금 문제로 인한 연구개발의 어려움이 적게 발생할 것으로 예상됨

○ 그러나, '시나리오 2'는 국내 인력 분포 및 개발 역량을 비추어 볼 때 민간의 참여 가능 과제가 적을 것으로 예상됨에 따라 대부분의 연구가 정부 지원금에 의존하는 경향을 보일 것으로 판단됨

[연구난이도]

○ 본 시나리오에 의해 개발될 전망 기술개발 연구와 취약성 평가 기술개발은 대부분 기존 R&D 연구 결과 및 관측 자료를 활용한다는 측면에서 연구 난이도가 높지 않을 것으로 판단됨

○ 그러나, 단기간의 연구 추진에 따른 연구기간의 한계로 인해 사업에 대한 이해 및 경험을 보유한 전문인력 확보에 어려움이 발생할 것으로 판단됨

□ 기존 R&D 사업과의 연계 가능성

○ 현재 기후변화에 따른 한반도 영향에 대한 신뢰성 있는 연구결과가 존재하지 않기 때문에 '시나리오 2'를 통한 연구 결과는 향후 '차세대 홍수방어기술 연구단'과 '이상기후 대비 시설기준 개발 연구단' 등 적응 기술개발과 관련된 기존 R&D 사업과 연계성이 높을 것으로 예상됨

○ 또한, 단기간내 연구 결과물 도출을 위하여 기존 R&D 사업 및 관측 자료를 활용함으로써 기존 연구 성과의 연계·활용성 또한 높을 것으로 판단됨

○ 결과적으로 '시나리오 2'를 통한 사업 추진은 기후변화 대응 물관리 측면에서 신뢰성 있는 전망 및 취약성 평가 결과를 도출함으로써 향후 관련 기술개발을 위한 R&D 사업 및 기존 R&D 사업과 연계 가능성이 높을 것으로 판단됨

□ 위험 요인 및 대응 방안

○ 동 시나리오는 짧은 연구 기간 동안 최대한 활용가치가 높은 기존 자료를 활용하여 한반도의 기후변화 현상에 대한 시나리오를 구축하고 취약 지역을 평가해야 한다는 측면에서 성공적인 성과물 도출에 어려움이 발생할 것으로 판단됨

○ 이를 해결하기 위해서는 관련 분야의 노하우가 있으며, 구체적인 시간계획에 따라 사업을 관리하고 운영할 수 있는 역량을 보유한 연구 단장 선정이 중요할 것으로 예상됨

○ 이러한 측면에서 볼 때 '시나리오 2'의 사업 추진은 한정된 연구기간에 신뢰성 있는 성과물을 도출하기에 어려움이 발생할 것으로 예상되나 연구 단장과 관련 기관의 추진 의지가 있다면 성공적인 연구 성과물 도출이 가능할 것으로 판단됨

□ 기대효과

○ '시나리오 2'에 따른 연구 수행은 기존 기획연구 결과 중 과제별 선후행관계 및 우선순위를 고려한 일부 세부과제만을 추진한다는 측면에서 기존에 계획된 통합물관리시스템 및 시범 유역 구축을 통한 기대효과가 발생되지 못할 것으로 판단됨

○ 그러나, 기후변화에 의한 수자원 분야의 한반도 영향 평가가 미흡한 현 상황을 고려해 볼 때 관련 연구는 국민의 안전한 삶의 질을 위한 기반 자료로 활용성이 높으며, 국제적으로도 기후변화 예측과 관련한 국가 위상을 높일 수 있을 것으로 판단됨

○ 또한, 취약성 평가 기술개발은 기후변화에 의한 한반도 지역의 취약성 및 위험도 평가 뿐 만 아니라 향후 국가 시설물 관리를 위한 전략 수립에도 활용성이 높을 것으로 예상됨

○ 이외에 법·제도·경제성 전략 수립은 향후 과제 수행 및 민간기업 참여 촉진을 위한 근거 자료로 활용이 가능할 것으로 기대됨

11.4.3 [시나리오 3] 추진방안

□ 수행용이성

[연구기간]

○ '시나리오 3'은 '시나리오 1'과 '시나리오 2'와는 달리 총 연구기관이 과제 특성에 따라 2009년 하반기부터 2012년(상반기)까지 3년으로 계획됨

- 기후변화에 따른 장기수문시나리오 표준화 및 전망(시나리오 기반의 전망기술)
- 기후변화에 따른 중단기 수문전망(비시나리오 기반의 전망기술)
- 극한 강수량의 전망기술 개발
- 극한 가뭄사상의 전망기술개발

○ 그러나, '시나리오 3'의 세세부과제인 수문변동전망을 위한 유역의 기온 및 강수-유출 전망과 기후변화에 의한 극치수문량 전망기술은 세부 연구 내용에 비해 연구 기간이 타 과제에 비해 짧게 측정됨으로써 사업 추진을 위한 연구 추진에 어려움이 발생할 것으로 예상됨

- 매커니즘 연구를 수행하지 않는 '기후변화 대비 국가 물안보 확보 방안' 연구과제의 경우 연구기간은 총 3년으로 산정됨

[연구비]

○ '시나리오 3'은 기존 기획연구 결과를 기반으로 각 세세부과제별 예상을 종합한 결과 정부 지원금이 약 62.4억원 소요될 것으로 예상됨

- 기후변화에 따른 장기수문시나리오 표준화 및 전망 : 8.1억원
- 기후변화에 따른 중단기 수문전망 : 5.0억원
- 극한 강수량의 전망기술 개발 : 4.6억원
- 극한 가뭄사상의 전망기술개발 : 4.0억원

○ 이러한 측면에서 총 연구비만을 분석할 경우 중장기 계획에 산정된 예산에 비해 적은 금액으로 연구를 추진함에 따라 정부 지원금 확보가 용이할 것으로 판단되나 세부 연구과제 단위에서 타 과제와 비교할 경우 연구기간에 비해 연구비가 적게 산정된 것으로 판단됨

- '기후변화 대비 국가 물안보 확보 방안' 연구과제의 경우 연구기간 3년에 10억원의 연구비가 산정되었으며, 대부분의 국가 연구개발 과제의 경우 연간 3억원 이내에서 연구비가 산정되는 점을 감안할 경우 본 세부 연구과제의 연구비는 다소 높은 것으로 판단됨

[연구난이도]

○ '시나리오 3'의 연구난이도는 '시나리오 1, 2'와 같이 사업단위가 아닌 개별 과제별로 연구 난이도가 상이할 것으로 전망되며, 각 과제의 연구 난이도는 기존 R&D 연구 결과 및 관측 자료 확보 여부에 따라 결정될 것으로 예상됨

○ 그러나, 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단에서 '기후변화 수자원 영향평가 기법 및 한반도 영향평가'를 旣 추진함으로써 국내 관련 기술개발의 수준이 향상됨에 따라 성공적인 성과물 도출은 가능할 것으로 판단되나 한정된 연구기간과 적은 예산으로 인해 연구기간 내 성공적인 성과물 도출에는 어려움이 발생할 것으로 판단됨

□ 기존 R&D 사업과의 연계 가능성

○ '시나리오 3'은 과제별 연구를 추진함에 따라 추진 과제간의 연계가 원활하게 진행되지 못할 우려가 있으나 연구 개발 추진과정에서 기존 R&D 사업 결과 및 관측 자료를 활용하는 연구를 추진한다는 측면과 향후 결과에 따른 활용성이 높은 점을 감안할 경우 타 사업과의 연계 가능성은 높을 것으로 예상됨

○ 또한, 타 과제 추진에 있어 연구 방향성 및 전략을 결정하는 주요 정보를 제공하는 전망기술을 중점적으로 추진함에 따라 개발과정 및 이후에 활용성 또한 높을 것으로 판단됨

○ 그러나, 旣 추진된 과제와 중복성 논란이 제기될 우려가 있으므로, 향후 과제 담당자 선정에 있어 관련 연구내용 및 범위에 있어 중복성 및 차별화 방안에 대한 심층적인 평가가 필요할 것으로 판단됨

□ 위험 요인 및 대응 방안

○ 과제별 연구를 수행하는 '시나리오 3'은 짧은 연구 기간에 다양한 특성의 과제를 일괄적으로 추진하는데 있어 연구 성과물 및 연구 수행 일정을 관리하는데 한계가 발생될 것으로 예상되며, 각 과제가 산발적으로 진행됨으로써 과제간 연계성이 결여된 결과물이 도출될 가능성이 있음

○ 이러한 점에서 과제를 관리하고 검토하는 기관 및 기관 담당자는 각 과제별 연구책임자가 주어진 기간내에 성공적으로 성과물을 도출할 수 있도록 체계적인 업무 추진 프로세스를 구축하고, 각 과제별 성과물이 연계 가능하도록 과제 결과에 대한 검토 및 수정/보완 사항에 대한 의견을 구체적이고 신속하게 과제별 연구책임자에게 전달하는 것이 필요함

○ 그러나, 건설기술혁신개발사업 중 현재 진행되고 있는 타 사업에 비해 본 과제의 중요도가 낮은 것을 감안할 때 상기 위험요인을 대처할 대응 방안이 체계적으로 진행되는데 한계가 있을 것으로 판단됨

□ 기대효과

○ '시나리오 3'의 연구 성과물은 기후변화 대응 물관리 기술기획 내용과 달리 선행 추진되어야 하고 우선순위가 높은 특정 세세부과제만을 선별하여 추진함으로써 기후변화 대응을 위한 물관리 측면에서의 종합적인 기대효과 도출에 한계가 있음

○ 그러나, 한정된 예산으로 각 개별과제별로 다음과 같은 주요 연구 성과물이 도출됨으로써 향후 기후변화 대응 물관리 시스템 구축을 위한 기반을 마련할 수 있을 것으로 예상됨

- 수문변동전망을 위한 유역의 기온 및 강수-유출 전망 : 한국형 시나리오 구축 및 장기수문시나리오 전망보고서, 기후변화에 대비한 중단기 수문 전망 보고서 및 매뉴얼, 기후변화를 반영한 중단기 주기 예측 모형
- 기후변화에 의한 극치수문량 전망기술 : 기후변화에 따른 극한강수량 전망 보고서, 기후변화에 따른 미래 가뭄전망 기술보고서

11.5 시나리오별 전략적 추진 타당성 분석 소결

o 기후변화 대응 물관리 기술 기획연구 결과의 효과적인 사업 추진을 위하여 과제별 선후행관계 및 우선순위를 고려하여 3가지 시나리오를 도출하고, 각 시나리오별 전략적 추진 타당성을 분석함

- 시나리오 1 : 기획연구를 통해 도출된 모든 연구과제를 활용한 사업 추진
- 시나리오 2 : 선행 추진되어야할 2개 세부과제 중심의 사업 추진
- 시나리오 3 : 과제 선후행관계 및 우선순위를 고려한 과제단위 사업 추진

o 전략적 추진 타당성 분석은 기존 연구과제의 사업 추진 타당성 분석결과에서 한정된 정부 예산과 연구 기간을 고려하여 전략적으로 선행 추진해야할 과제의 타당성을 분석하기 위해 시나리오별 수행용이성(연구비, 연구기간, 연구난이도), 기존 R&D 사업과의 연계 가능성, 위험요인 및 대응방안, 기대효과 등을 분석 항목으로 타당성 분석을 실시함

o 그 결과, 다음과 같이 분석항목에 따라 시나리오별 특성이 다양하게 도출되었으며, 이는 향후 사업 추진 부처 및 기관에서 효과적인 사업추진 방안을 결정하는데 있어 활용 가능성이 높을 것으로 판단됨

[표 11-3] 시나리오별 전략적 추진 타당성 분석 주요 결과

		[시나리오 1]	[시나리오 2]	[시나리오 3]
수행 용이성	연구 기간	5년	2.5년	3년(2009~2012년(상반기))
	연구비	147.0억원	77.8억원	21.7억원
	연구 난이도	- 세부과제 성과물간 연계성의 어려움에 따라 성공적인 성과물 도출에 한계가 발생할 것으로 판단됨	- 국내 기술력 및 관련 자료를 활용할 경우 연구 기간내 개발이 가능할 것으로 판단됨	- 旣 추진된 과제 성과물과 국내 기술력을 감안할 경우 연구 기간내 개발이 가능할 것으로 판단됨
기존 R&D 사업과의 연계성		- 기후변화 대응을 위해 추진 중이거나 추진될 기존 R&D 사업과 전망 측면에서 적응측면까지 광범위하게 연계성이 높게 작용할 것으로 예상됨	- 본 사업 추진은 과제 수행과정에서 기존 R&D 사업과 연계성이 높고, 연구성과물은 현재 추진 중인 적응 기술에 연계 활용의 가능성이 높을 것으로 판단됨	- 기존 R&D 사업 결과 및 관측 자료를 활용하는 연구를 추진한다는 측면과 향후 결과에 따른 활용성이 높은 점을 감안할 경우 타 사업과의 연계 가능성은 높을 것으로 예상됨
위험요인 및 대응방안		- 세부과제간 연계 추진을 위한 성과물 관리팀 - 연구인력 부족으로 인한 전문 연구인력 조기 확보가 필요함에도 불구하고 이에 대한 대응 방안은 미흡한 상황임	- 짧은 연구기간 내 다양한 상황에 대한 자료 확보를 통한 전망 기술 개발을 위하여 관련 분야의 경험이 있는 단장의 관리 능력 필요하며, 과제 선정시 이에 대한 대응 방안 수립이 가능할 것으로 판단됨	- 과제 단위의 사업 추진에 따른 연구 수행 일정 및 성과물 관리에 어려움이 발생할 것으로 예상되며, 이에 대한 구체적인 대응 방안 수립이 필요함
기대효과		- 전망에서 적응까지 총체적인 연구 수행을 통한 과학기술적 파급효과 - 국내 기후변화 대응 물관리를 위한 기술력 향상 및 국가위상 향상	- 국내 물관리 전망 및 취약성 평가 기술 기술력 향상 및 국가 위상 향상 - 국가 정책 및 전략 수립을 위한 근거 자료 확보	- 기후변화에 따른 물관리 기술 개발을 위한 기반 마련 - 다양한 기후변화 전망 자료(DB) 구축

제 12 장 정책 제언

□ 기후변화 대응 물관리 기술개발을 위한 R&D 지원 예산 증액

○ 최근 기후변화에 따른 국내외 이상기후 현상으로 인한 피해가 급증함에 따라 우리나라는 신정권 출범('08년) 이후 기후변화 위기를 기회로 전환하여 국가 성장을 견인하고자 하는 다양한 활동들이 추진됨

○ 국토해양부는 이러한 현상을 사전에 인식하여 '07년 건설교통 R&D 중장기 계획 수립('08년~'12년)에 있어 기후변화 대응을 위한 물관리 기술개발을 반영함

○ 그러나, 기후변화 대응 물관리 기술개발을 위해 산정된 예산이 폭넓은 연구 대상 및 범위에도 불구하고 타 과제와 비교하여 적게 산정됨으로써 현업에 적용 가능한 성과물을 도출하기에는 한계가 있음

○ 이에 본 과제 기획에 있어서도 현재 국민의 안전한 삶의 질과 직접적으로 연관이 있는 하천유역 및 하구 지역을 중심으로만 연구를 추진함

○ 이는 건설교통 R&D 중장기 계획 수립 및 예산 산정 당시 녹색성장의 중요성과 기후변화 대응의 시급성에 대한 인식이 현 시점과 비교하여 미흡한 상황이었기 때문임

○ 따라서, 장기적인 측면에서 기후변화 대응 물관리 기술을 체계적으로 개발하고 현업에 적용하기 위해서는 관련 분야의 R&D 지원 예산이 현 시점보다 대폭 증액되어야 할 것으로 판단됨

□ 선행연구과제와 기후변화 대응 물관리 기술개발 과제간 추진 일정의 아쉬움을 극복하기 위한 연구과제간 연계성 강화 노력

○ 기후변화 대응 물관리 기술개발과 관련된 유사 과제 조사 결과 旣 추진 중인 '수자원의 지속적인 확보 기술 개발 연구', '차세대 홍수방어기술개발 연구', '이상기후 대비 시설기준 연구' 등 대부분의 과제가 이수 및 치수로 인한 피해를 절감시키기 위한 적응 측면의 연구인 것으로 조사됨

o 이러한 측면에서 볼 때 본 과제 기획연구가 선행되었다면 기후변화 대응(적응) 관점에서 보다 실용성 있는 연구를 유사 연구과제에서 추진 할 수 있었을 것으로 판단됨

o 이에 향후 과제 추진에 있어 유사과제 및 연계성 있는 과제의 연구책임자 및 세부과제책임자가 참여하는 워크숍 또는 간담회를 연간 주기적으로 한국건설교통기술평가원 등 관련 기관에서 개최함으로써 중장기 계획에 수립된 추진 일정의 한계 및 문제점을 보완하고 과제간 차별성 및 연계성을 높일 수 있는 다양한 활동 및 작업이 필요할 것으로 사료됨

□ 부처별 연구 성과물을 고려한 연동계획(Rolling Plan) 형식의 과제 추진 필요성

o 기후변화에 따른 환경적 영향이 가시화됨으로써 국내에서는 기후변화 적응을 위해 국토해양부, 환경부 등 15개 부처 및 기관에서 다양한 계획 및 연구개발 활동을 추진함

o 그러나, 기후변화 R&D 사업이 범부처에서 다양하게 실시됨에 따라 최근 부처별 효과적인 R&D 사업 추진의 필요성이 강조됨

o 이에 향후 기후변화 대응 물관리 관련 연구 추진 계획 수립에 있어서는 부처별 추진 계획 중인 과제의 연구 성과물을 고려하여 연동계획(Rolling Plan) 형식으로 과제가 추진 될 수 있도록 기획하는 것이 필요함

o 이는 연구 성과물의 연계성 및 활용성을 촉진시켜 향후 기후변화 대응 물관리 측면의 연구 방향성을 제시하는 데 도움이 될 수 있을 것으로 판단됨

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=긍정, 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 후속조처 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.climatetechnology.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/

주 의 사 항

1. 본 보고서는 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행 한 건설기술연구개발사업의 최종 연구보고서입니다.
2. 본 보고서의 내용을 발표할 때에는 반드시 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행 한 건설기술연구개발사업임을 밝혀야 합니다.
3. 국가보안 차원에서 필요하다고 인정되는 내용은 대외적으로 발표 및 공개하여서는 아니됩니다.

본 보고서와 관련하여 문의를 원하시는 분은 아래 문의처로 연락을 주시기 바랍니다.

■ 문의처 : 한 국 건 설 교 통 기 술 평 가 원 TEL 031) 389 - 6446
(주) 기 술 과 가 치 TEL 02) 2165 - 0770