보안과제( ), 일반과제(○) / 공개(○), 비공개( )
국토교통연구기획사업 최종보고서

발 간 등 록 번 호
11-1613000-001375-01

R&D / 15RDPP-C101706-01

골든타임 확보를 위한 유역 시공간 상세 홍수예보기술 개발 기획 최종보고서

2016. 3. 31

주관연구기관 / 한국건설기술연구원

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

R&D / 15RDPP-C101706-01

골든타임 확보를 위한 유역 시공간 상세 홍수예보기술 개발 기획 최종보고서

Ministry of Land Infrastructure and Transport
R&D Report

2016

국토교통부 국토교통과학기술진흥원

주 의

1. 이 최종보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통연구기획사업의 연구보고서입니다.
2. 이 최종보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구개발성과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.

비매품
93530
9 791195 770861
ISBN 979-11-957708-6-1

보안과제( ), 일반과제(○) / 공개(○), 비공개( )
국토교통연구기획사업 최종보고서

발 간 등 록 번 호
11-1613000-001375-01

R&D / 15RDPP-C101706-01

골든타임 확보를 위한 유역 시공간 상세 홍수예보기술 개발 기획 최종보고서

2016. 3. 31

주관연구기관 / 한국건설기술연구원

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

Ministry of Land Infrastructure and Transport
R&D Report

제 출 문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

‘골든타임 확보를 위한 유역 시공간 상세 홍수예보 기술개발 기획’(연구개발 기간 : 2015.08.01. ~ 2016.03.31.) 과제의 최종보고서 1부를 제출합니다.

2016. 3. 31

주관연구기관명 : 한국건설기술연구원

주관연구책임자 : 선임연구위원 이동률
연 구 원 : 선임연구위원 김 원
연 구 원 : 연구위원 김경탁
연 구 원 : 연구위원 윤광석
연 구 원 : 수석연구원 김지성
연 구 원 : 수석연구원 최윤석
연 구 원 : 수석연구원 황석환
연 구 원 : 전임연구원 김형준
연 구 원 : 전임연구원 한명선

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제38조에 따라
최종보고서 열람에 동의합니다.

보 고 서 요 약 서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>15RDPP-C101706-01</td><td>해 당 단 계
연 구 기 간</td><td>2015.08.01
~2016.03.31</td><td>단 계 구 분</td><td>1/1</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 사 업 명</td><td>중 사 업 명</td><td colspan="4">국토교통연구기획사업</td></tr>
<tr><td>세부사업명</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>대 과 제 명</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4">골든타임 확보를 위한 유역 시공간 상세 홍수예보기술 개발 기획</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 책 임 자</td><td rowspan="2">선임연구위원
이 동 률</td><td>해당단계
참 여
연구원수</td><td>총 : 9명
내부 : 9명
외부 : -명</td><td>해당단계
연 구 비</td><td>정부 :
80,000천원
기업 : -
계 :
80,000천원</td></tr>
<tr><td>총연구기간
참 여
연구원수</td><td>총 : 9명
내부 : 9명
외부 : -명</td><td>총연구비</td><td>정부 :
80,000천원
기업 : -
계 :
80,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소 속 부 서 명</td><td colspan="2">한국건설기술연구원</td><td>참여기업명</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="2">상대국명 : 해당없음</td><td colspan="3">상대국연구기관명 : 해당없음</td></tr>
<tr><td>공 동 연 구</td><td colspan="2">연구기관명 : 해당없음</td><td colspan="3">연구책임자 : 해당없음</td></tr>
<tr><td colspan="4">연구요약</td><td>보고서 면수</td><td>177</td></tr>
</table>

○ 연구개발개요

- 현재 국토교통부는 하천홍수 중심으로 43개 지점에 대한 홍수예·경보 정보를 제공하고 있으나 지방자치단체와 주민의 실질적인 홍수대응을 개선하기 위해서는 피해가 예상되는 지역에 대한 상세한 홍수 예·경보 정보를 생산·제공하여야 하며, 홍수피해 발생예상 지역에서 골든타임을 확보하고 사전에 대응할 수 있는 새로운 시공간 상세 홍수예·경보 기술 개발 필요

- 지역별로 실시간 강우, 토지이용 및 방재 인프라 등 특성이 상이하므로, 일반국민 및 지자체를 대상으로 홍수정보 제공을 위해 지역특성이 반영된 실시간 홍수취약 지역평가 기술 필요

- 홍수 도달시간이 짧아 집중호우와 함께 심각한 홍수가 발생하는 지역의 재해·재난 피해를 최소화하기 위해서는 홍수피해를 사전에 인지·대응할 수 있는 최신 기술인 강우레이더를 활용한 IoT(Internet of Things, 사물인터넷) 기반의 홍수 전조감지 기술 필요

- 수문학적 홍수예경보에 국토교통부 강우레이더의 활용을 확대하기 위하여 레이더를 이용한 강우예측과 홍수취약지역을 연계한 홍수예측 고도화 기술 필요

- 하천 둔치 친수공간, 도로 및 교통망이 집중되어 있는 하천변 저지대 침수예측 정확도 개선 및 선행시간 확보를 위한 하천홍수위 예측 기술 선진화 필요

○연구개발 최종목표

- 골든타임 확보를 위한 빠른 상세지역 홍수예·경보 기술 개발로 국민의 홍수에 대한 안전도 강화 및 국가 재난 대응능력 향상
- 구체적인 목표기술은 현재 43개 홍수예보지점을 67개 지점으로 확대 및 시·군(구) 상세 공간 홍수정보(100x100m)를 제공하며, 1시간 선행 돌발홍수예보(도시·산지·소하천)와 더불어 하천홍수예보 선행시간을 현재 3시간에서 6시간 확보
- 일반국민 및 지자체를 대상으로 지역특성에 적합한 체감형 홍수정보 제공하기 위한 실무활용 프로토 타입 국지홍수예보시스템 개발
- 2017년부터 국토교통부의 강우레이더가 제공하는 2.5분 및 125m×125m의 전국 시공간 고해상도의 강우량을 활용하기 위한 국지홍수예보체체를 구축하고 국토교통부의 "홍수예보 3.0 미래비전"을 실현을 중점목표로 연구기획

세부과제명	주요연구내용
【1 세부과제】 행정구역 홍수 위기경보 단계 설정 및 정보제공 기술 개발	- 홍수피해 이력을 이용한 행정구역 홍수피해 특성 평가 (단기 실용화 과제) - 행정구역 홍수위험 판단 기준 설정(홍수위험 매트릭스) 기법 개발 - 행정구역 위기경보 단계 홍수정보 제공체계 구축
【2 세부과제】 동네규모의 홍수 사전감지 및 동적 공간홍수예보 기술 개발	- 100x100m 3차원 상세 공간강우 생산 기술 개발 - 상세 공간강우와 디지털 그물망(Digital Mesh) 활용 홍수사전감지 기술 개발 - 동적(Dynamic) 공간홍수예보를 위한 예측강우 시공간 상세화 기술 개발 - 스마트머신(Smart Machines) 기반 동적공간홍수 해석 기술 개발 - 스마트머신 기반 동네규모(도시·산간·소하천 지역)의 동적 공간홍수 예보 기술 개발 - IoE(Internet of Everything) 기반 동적 홍수재해환경 변화 추적 기술 개발 - FLBS(Flood Location-based Service) 기반 홍수재해정보 통합 활용 시스템 개발(단기 실용화 과제)
【3 세부과제】 시·공간적 상세 하천유역홍수예측의 고성능(HPC)수치모형 개발	- 홍수예보지점 선정 및 예보기준 상세화 기준 수립 (단기 실용화 과제) - 하천홍수정보 기반 도시하천 주변 사회기반시설 침수예측기술 개발 (단기 실용화 과제) - 1-2차원 하이브리드 홍수예측을 통한 공간홍수정보 제공기술 개발 - 확률홍수예측을 통한 선행예보시간 확장기술 개발 - 상시 하천홍수위 정보제공을 위한 홍수예측 매개변수 최적화 기술 개발 - HPC기반 유역 및 하도 고정확·고효율 홍수예측 기술개발
【4 세부과제】 위치(LBS)기반 홍수정보 생산·제공 플랫폼 개발	- 오픈모형 기반 홍수예측 평가 체계 구축 - 지역 시·공간 상세 홍수정보 통합관리운영기술개발 - HPC연계 통합홍수예보 시스템 구축 및 운영 기술개발 - 홍수위치기반(Flood Location-based Sevice) 홍수정보제공 플랫폼 개발

색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	홍수예보, 홍수예측, 레이더강우량, 돌발홍수, 수문 및 수리모형, 사물인터넷, 홍수위치기반정보
	영 어	Flood Warning, Flood Forecasting, Radar Rainfall, Flash flood, Hydrologic and hydraulic model, IOT, FLBS

요 약 문

Ⅰ. 제 목

: 골든타임 확보를 위한 유역 시공간 상세 홍수예보기술 개발 기획

Ⅱ. 기 술 의 정 의 및 필 요 성

1. 기술의 정의

○ 홍수예보에 있어 '골든타임'은 홍수로부터 안전을 확보(생명과 재산 보호)할 수 있는 최소한의 시간으로 정의 가능하나,

○ 본 연구의 '골든타임'은 일반적 의미의 시간 범주에 한정되지 않고, 국가가(who) 홍수피해 발생 이전에(when) 전국 어디든(where) 홍수위험 정보를(what) 정확하고 상세하게(how) 국민의 생명과 재산을 안전하게 보호하기 위해(why) 이행하는 일련의 과정을 의미

○ 유역의 규모가 비슷하더라도 지역마다 하천이나 생활특성에 따라 요구되는 골든타임이 다르므로 이러한 지역적 특성을 효과적으로 고려하여 골든타임의 설정이 필요하고 확보 가능한 골든타임에 따라 맞춤형 홍수예보 기법 개발 및 적용 필요

○ **'골든타임 확보를 위한 유역 시공간 상세 홍수예보기술 개발'**은 국민이 생활에서 체감할 수 있는 홍수정보 생산과 제공을 목적으로, 홍수예보를 하천 유역으로 확대하고 충분한 홍수리드타임 확보를 통해 국민생활 중심 홍수예보를 실현하는 제반 기술로 정의

□ 행정구역 홍수 위기경보 단계 설정 및 정보제공 기술 개발

○ 홍수피해 대상인자(인적, 물적 등)를 이용한 잠재홍수피해등급과 발생가능성을 포함한 수문조건(강우, 수위 등의 관측 및 예측자료)을 연계한 행정구역(기초자치단체) 홍수위험 판단 기준 설정 및 위기경보단계(관심, 주의, 경계, 심각) 정보 제공 기술 개발

□ 동네규모의 홍수 사전감지 및 동적 공간홍수예보 기술 개발

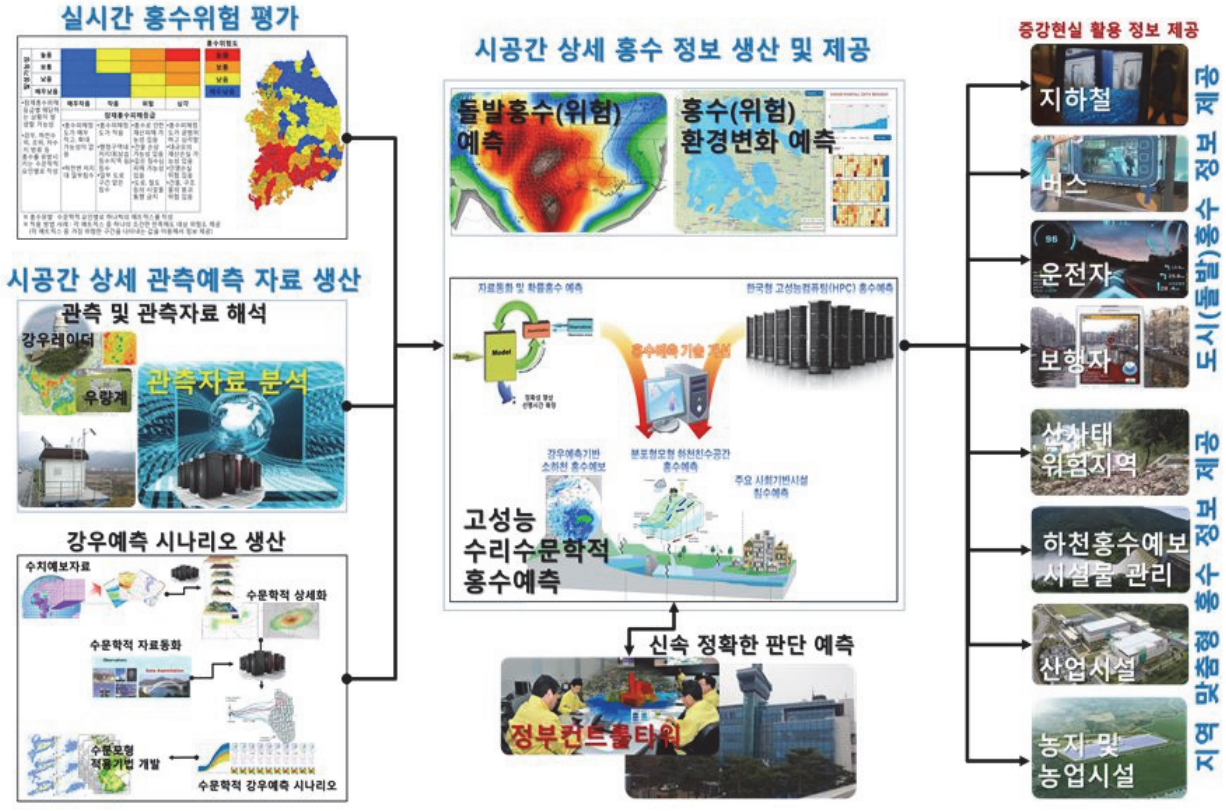
○ 동적 공간강우정보와 ICT 기술을 활용하여 빠르고(1시간 리드타임 확보), 상세한(100m 수준) 동네규모의 홍수 사전감지 및 동적 공간홍수예보를 목적으로, 홍수 사전감지를 위한 인자를 생성하고 이를 기반으로 한 홍수재해 환경변화 예측 및 홍수재해 관련 정보를 제공할 수 있는 기반 기술 및 통합 활용 시스템 개발

□ 시 · 공간적 상세 하천유역홍수예측의 고성능(HPC) 수치모형 개발

○ 현행 지점위주의 홍수예측정보의 문제점을 개선하여 공간적 정보전달범위를 확대하고 기상 및 수문학적 불확실성을 고려하여 확률적인 홍수위 변화를 예측하여 선행시간을 확장하기 위한 목적으로 고정확도 및 하이브리드 수치모형기반의 홍수예측모형을 개발하고 홍수예측 효율성 확보를 위하여 고성능 컴퓨팅기술(High Performance Computing)을 홍수예보모형에 적용하는 기술 개발

□ 위치기반(LBS) 홍수정보 생산 · 제공 플랫폼 개발

○ 실시간 상세홍수정보 처리(수집, 처리, 저장, 분석) 표준화 기술 및 지역 시·공간 상세 홍수정보 통합관리운영기술을 개발하고, 수요자인 국민의 위치 및 주변 여건을 고려한 홍수 위치기반(LBS)의 홍수예보 및 정보를 국민이 체감할 수 있도록 빠르고 정확히 전달하는 기술 및 체계 개발



골든타임 확보를 위한 유역 시공간 상세 홍수예보기술의 정의

2. 연구의 필요성

- ㅇ 지방자치단체 방재담당자와 지역주민이 홍수의 위험정도를 손쉽게 판단하여 홍수대응 초기 단계부터 활용될 수 있는 **행정구역 특성을 반영한 상세 홍수정보** 제공 필요
- ㅇ 최근 홍수의 경우는 전국적에 걸쳐 지협적이고 동시다발적으로 발생하고 있으며, 이를 위해서는 **상세한 시공간 강우추정이 가능한 강우레이더 활용을 통해 공간홍수예보 체계의 구축** 필요
- ㅇ 그러나, 현재 홍수예보 체계는 지상 우량계 수준에 맞춰져 있고, 공간홍수를 위한 강우레이더 자료의 생산(품질관리 포함) 및 가공 그리고 이를 활용한 예보체계의 구성 등 전반적인 부분에 있어 제도적, 기술적 기반 부재
- ㅇ 따라서, 공간홍수예보를 위한 지역, 홍수형태 및 골든타임에 따른 공간홍수예보의 범위 및 방법에 대한 기준 설정 필요
- ㅇ 현행 홍수예측 정확도의 문제로 주의보 및 경보의 전파는 수위관측치가 지정수위를 넘거나 짧은 시간내에 초과할 것으로 예측되는 경우 수행되고 있음, 선행예보시간의 확보를 통하여 6시간 이후의 홍수정보를 정확히 예측하기 위해서는 **시·공간 상세 홍수예측 모형 및 기술 개발** 필요
- ㅇ 국민생활 중심의 홍수정보생산을 위해서는 하천의 특성을 정확히 반영하고 상세화된 홍수정보 제공이 가능한 고도화된 기술과 공간적 홍수정보제공을 위한 홍수예보 개선기술 개발 필요
- ㅇ 도시홍수가 빈발하고 있는 상황에서 국민생활에 불편을 초래할 가능성이 있으므로, 홍수정보 제공을 통한 문제해결을 위해서는 현재 하천주변 중심의 예보를 유역단위 홍수예보로 확장 필요
- ㅇ 현재 홍수예측정보는 수위관측소별 수위정보를 제공하고, 주요지점에 대해서는 홍수주의보 및 홍수경보를 발령하고 있으나, 국민생활과 연결된 홍수정보의 제공을 위해서는 **전국의 동네 단위 홍수정보를 제공**하기 위한 공간적 확장 필요
- ㅇ 현행 하천홍수예보에서는 큰 규모의 홍수에 대해서만 2단계(주의보, 경보) 예보정보를 지점에 대해서만 제공함으로써 하천단위 예보로 인지되지 못하는 어려움이 있으므로 기존 주의보/경보 수위 이외에 **세분화된 홍수예보 기준을 설정**하여 상세한 실생활에 밀접한 정보 제공 필요
- ㅇ 도시나 행정구역을 대상으로 한 공간홍수예보 시스템 및 홍수정보를 통합적으로 수집/처리/저장/활용할 수 있는 고도화 된 홍수정보 통합활용시스템이 미비하므로, 신속·정확한 **국민생활 체감형 홍수정보 제공 플랫폼 개발** 필요

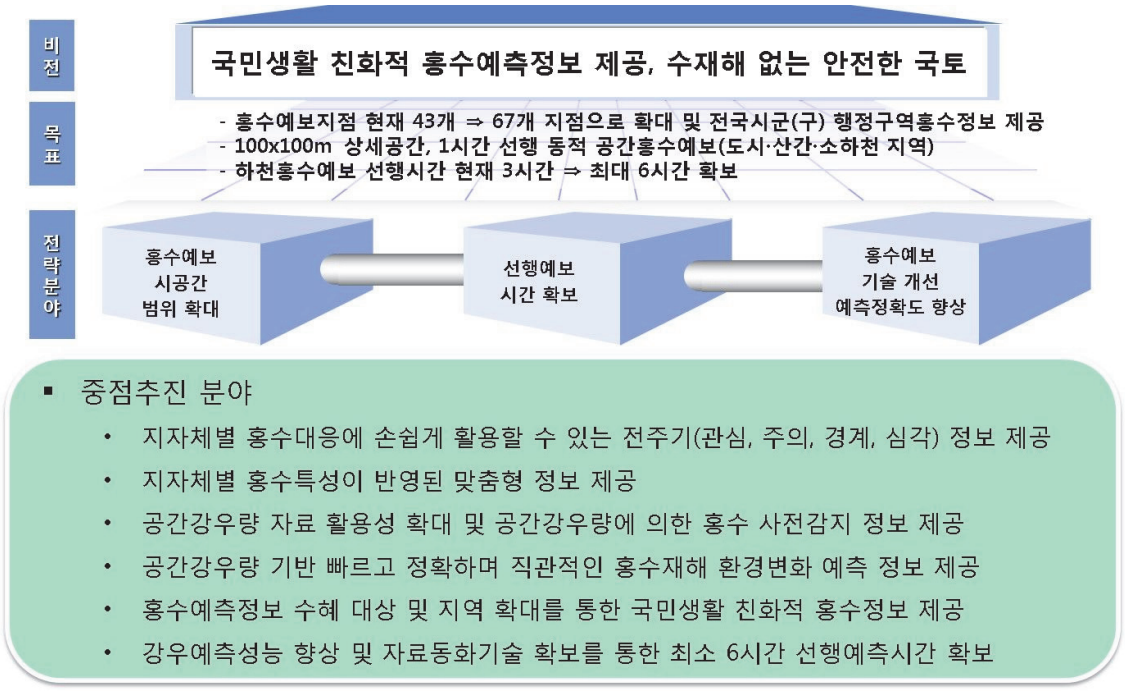
Ⅲ. 연 구 개 발 과 제 비 전 및 목 표

국민생활 친화적 홍수예측정보 제공, 수재해 없는 안전한 국토

○ 최종목표 :

- 홍수예보지점 현재 43개 지점 ⇒ 67개 지점으로 확대 및 시·군(구) 행정구역 홍수정보 제공
- 100x100m 동네규모, 1시간 선행 동적 공간홍수예보(도시·산간·소하천 지역)
- 하천홍수예보 선행시간 현재 3시간 ⇒ 6시간 확보

○ 적응기술 : 비전을 달성하기 위해 "지역특성에 적합한 체감형 홍수정보 제공하기 위한 실무활용 홍수예보시스템개발"을 주 목표로 확정하고 4개 핵심 세부과제와 22개 세세부과제를 도출하였음

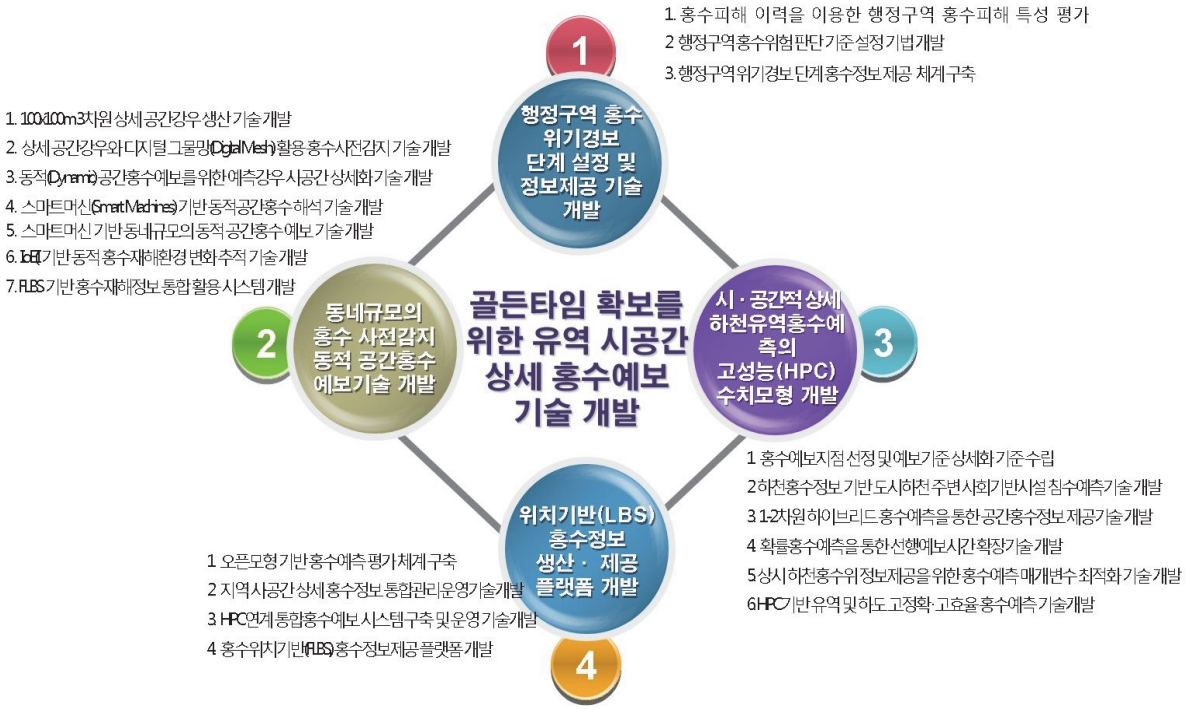


본 연구과제의 비전 및 목표

Ⅳ. 연 구 개 발 과 제 구 성 및 추 진 체 계

1. 과제의 구성 및 핵심기술

○ 본 연구과제는 기술개발의 결과물들이 국토교통부 '홍수예보 3.0의 미래비전' 목표 달성과 홍수예보에 관한 현업 적용 및 기준에 반영할 수 있는 국가정책으로서의 실현 가능한 기술들로 구성4개 핵심 세부과제와 20개 세세부과제로 구성

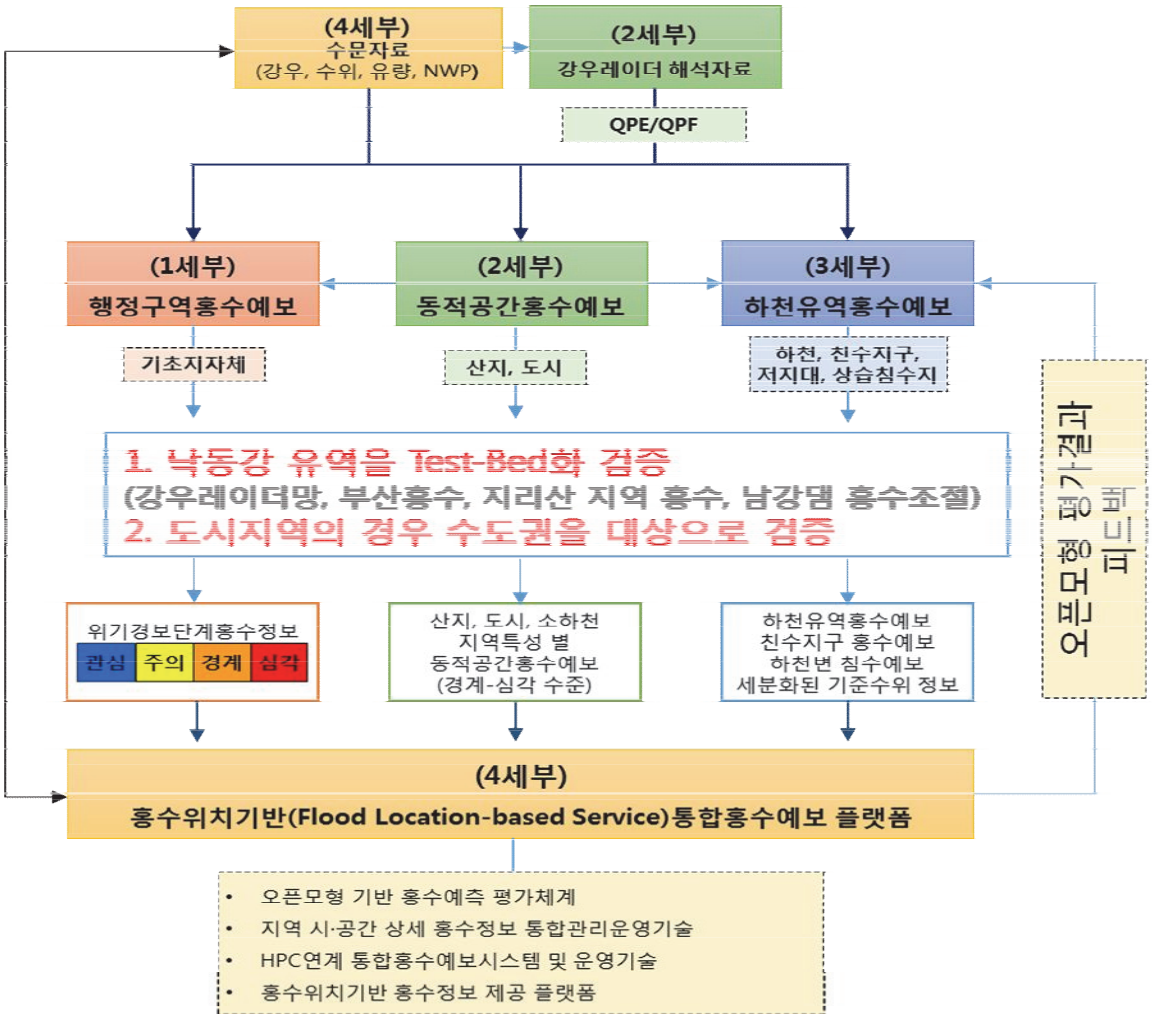


세부 및 세세부 과제 기술 분류

세부 과제	세세부과제	핵심기술
1세부 행정구역 홍수 위기경보 단계 설정 및 정보제공 기술 개발	1. 홍수피해 이력을 이용한 행정구역 홍수피해 특성 평가	행정구역별 홍수발생 원인 및 과정 평가 기술
		행정구역별 홍수피해 특성 규명 및 홍수 예보 활용 기술
	2. 행정구역 홍수위험 판단 기준 설정 기법 개발	지역별, 홍수 상황별 홍수피해등급 설정 기술
		지역별 홍수유발인자 도출 및 특성화 기술
		행정구역별 홍수위험 판단기준 설정 기법
	3. 행정구역 위기경보 단계 홍수정보 제공 체계 구축	물리적 분포형 모형, 실시간(관측, 예측) 수문자료, 홍수위험 매트릭스를 연계한 행정구역 홍수위험 평가 기술
		행정구역 위기경보 단계 정보 제공 기술 및 실시간 운영기술
2세부 동네규모의 홍수 사전감지 및 동적 공간홍수 예보기술 개발	1. 100x100m 3차원 상세 공간강우 생산 기술 개발	상세 공간강우 관측 정확도 향상 기술
		상세 공간강우 생산 및 표준화 기술
	2. 상세 공간강우와 디지털 그물망(Digital Mesh) 활용 홍수사전감지 기술 개발	디지털 그물망과 상세 공간강우 기반 선행시간 확대 기술
		상세 공간강우와 기상변수 상관을 통한 고속홍수사전감지 기술
	3. 동적(Dynamic) 공간홍수예보를 위한 예측 강우 시공간 상세화 기술 개발	예측강우 시공간 상세화 기술
		NWP(Numerical Weather Prediction)자료 응용 기술
	4. 스마트머신(Smart Machines) 기반 동적 공간홍수 해석 기술 개발	공간강우 관측 모의(simulator) 기술
		스마트머신(사물정보) 기반 동적 공간홍수 해석 기술
	5. 스마트머신 기반 동네규모(도시·산간·소하천 지역)의 동적 공간홍수 예보 기술 개발	동네규모 동적 공간홍수 예보 기준
		스마트머신 기반 동네규모 동적 공간홍수 예보 기술
	6. IoE(Internet of Everything) 기반 동적 홍수재해환경 변화 추적 기술 개발	스마트데이터 기반 동적 홍수재해환경 변화 분석 및 모의 기술
		IoE 활용 및 동적 홍수재해환경 변화 추적 기술
	7. FLBS(Flood Location-based Service) 기반 홍수재해정보 통합 활용 시스템 개발	동적 공간홍수정보 통합 활용 기술
		동적 공간홍수재해정보 통합 활용 시스템
3세부 시·공간적 상세 하천유역 홍수예측의 고성능(HPC) 수치모형 개발	1. 홍수예보지점 선정 및 예보기준 상세화 기준 수립	홍수예보지점 우선순위 설정 및 선정 가이드라인
		지역특성을 고려한 홍수예보 상세화 기준
	2. 하천홍수정보 기반 도시하천 주변 사회기반시설 침수예측기술 개발	하천홍수정보 연계 하천인접 제내지 침수예측 기술
		하천변 사회기반시설 침수예측 기술
	3. 1-2차원 하이브리드 홍수예측을 통한 공간홍수정보 제공기술 개발	공간홍수예측을 위한 1-2차원 연계 하이브리드 수치해석 기술
		고정확도 수치모형기반 하천천수공간 공간홍수예측기술
	4. 확률홍수예측을 통한 선행예보시간 확장 기술 개발	가상 및 유역특성 불확실성을 반영한 확률홍수 입력자료 생성기술
		수문학적 불확실성을 고려한 확률홍수예측기술
	5. 상시 하천홍수위 정보제공을 위한 홍수예측 매개변수 최적화 기술 개발	유역유출모형 매개변수 고효율 자동최적화기술
		수리학적모형 매개변수 고효율 자동최적화기술
	6. HPC기반 유역 및 하도 고정확·고효율 홍수예측 기술개발	HPC기반 2차원 고정확도 하천홍수예측 기술
		HPC기반 분포형모형을 이용한 상세 유역유출 예측 기술
4세부 위치기반 홍수정보 생산·제공 플랫폼 개발	1. 오픈모형 기반 홍수예측 평가 체계 구축	오픈모형 적용성 평가기술
		홍수예측 정확성 평가기술
	2. 지역 시·공간 상세 홍수정보 통합관리 운영기술개발	수문기상 자료(강우레이더 자료 등)의 통합 저장 및 처리 시스템 및 운영 기술
	3. HPC연계 통합홍수예보 시스템 구축 및 운영 기술개발	HPC 시스템 운영기술
		HPC기반 홍수예측시스템 운영기술
	4. 홍수위치기반(FLBS) 홍수정보제공 플랫폼 개발	최적의 홍수정보 제공 가능한 맞춤형 시스템 및 운영 기술

2. 과제의 추진체계

○ 본 연구과제는 연구단 형태로 추진 예정이며, 국토교통과학기술진흥원(KAIA)의 기본적인 사업관리체계를 따름



과제 추진체계 및 연계도

Ⅴ. 주 요 성 과 물

□ 행정구역 홍수 위기경보 단계 설정 및 정보제공 기술 개발

- 행정구역별 홍수피해 발생과정과 피해특성 규명 및 홍수예보 활용 기술
- 시범지역내 기초지방자치단체별로 특성화된 잠재홍수피해등급 판단 기준
- 시범지역 기초지방자치단체별 홍수위험 판단 기준 설정 기법
- 홍수위험 매트릭스, 실시간 수문자료, 물리적 분포형 모형이 연계된 홍수위험 평가 기술
- 위기경보 단계별 실시간 행정구역 홍수정보제공시스템

□ 동네규모의 홍수 사전감지 및 동적 공간홍수예보기술 개발

- 3차원 상세 강수 해석 및 추정 알고리즘
- 3차원 강우생성 알고리즘, 고속강우예측 알고리즘
- 예측강우 조합 및 활용 기술
- 레이더관측망 관측 시뮬레이터, 이중편파변수 활용 홍수해석 기술
- 동적 공간홍수예측 기술, 레이더 유량 생산 기술
- 재해환경 변화 추적 예측 시스템
- 예측시스템, 운영 매뉴얼

□ 시·공간적 상세 하천유역홍수예측의 고성능(HPC) 수치모형 개발

- 홍수예보지점 선정 정량화 기준 및 예보기준
- 하천홍수정보를 이용한 하천변 주요시설의 침수예측 기법
- 하천변 친수공간 공간홍수예측을 위한 1-2차원 하이브리드 홍수예측모형
- 기상 및 수문현상 불확실성을 반영한 확률홍수예측모형
- 유역유출/수리학적 모형 입력자료 자동최적화 모듈
- 고효율/고정확도 홍수예측을 위한 HPC기반 수치모형

□ 위치기반(LBS) 홍수정보 생산· 제공 플랫폼 개발

- 홍수예측 정확성 평가기준
- 실시간 상세홍수정보 처리 기술 및 홍수정보 통합관리운영 기술
- 홍수예보용 HPC 운영 기술
- 홍수정보 제공 통합시스템
- LBS 기반 홍수정보 제공 통합시스템

Ⅵ. 기대효과 및 활용방안

○ 직관적이고 실생활 체감도 높은 홍수정보 제공을 통한 국민 및 지자체 홍수대응 효율화

○ 사전 홍수정보를 이용한 방재 인력 및 장비 운영계획의 효과적 수립

○ 행정구역별 홍수정보 제공을 통해 지자체 홍수업무에서의 홍수정보 활용성 향상

○ 기존 기상정보 위주의 지자체 홍수대응에서 국토부 홍수정보의 활용확대를 통한 국토교통부 위상 제고

○ 홍수 골든타임 확보를 통해 집중호우로 인한 홍수피해 저감

○ 도달시간 및 예보전파 등의 소요시간을 반영한 선행시간 확보를 통하여 침수피해 저감

○ 전국 언제, 어디서나 홍수발생 시 대응을 위한 골든타임 확보 가능

목 차

제1장 기술의 정의 및 필요성 ····· 21

1절 기술의 정의 및 필요성 ····· 21

1. 기술의 정의 ····· 21
2. 기술개발의 필요성 ····· 26

제2장 국내외 동향 및 환경분석 ····· 33

1절 국내외 정책동향 ····· 33

2절. 국내외 시장 현황 및 전망 ····· 41

3절. 기술(특허, 논문 등) 동향 ····· 42

1. 연도별 현황 ····· 42
2. 국가별 현황 ····· 43
3. 기술별 현황 ····· 46
4. 경쟁자 현황 ····· 50
5. 미국등록특허 현황 ····· 52
6. 결론 및 시사점 ····· 55
7. 국내외 기술(연구) 동향 ····· 56

4절. 국내 연구개발 인프라 분석 ····· 70

1. 홍수예보 및 레이더분야 연구 및 기술개발 인프라 ····· 70
2. 시스템 및 IoT분야 연구 및 기술개발 인프라 ····· 73

제3장 연구개발과제 구성 및 추진전략 ····· 77

1절 비전 및 목표 ····· 77

1. 기본 전략방향 ····· 77
2. 비전 ····· 79
3. 목표 ····· 79
4. 기술개발 방향 ····· 79
5. 추진전략 ····· 80

2절 기술개발에 따른 미래상 ····· 81

1. 행정구역 홍수 위기경보 단계 설정 및 정보제공 기술 개발 ····· 81
2. 동네규모의 홍수 사전감지 및 동적(Dynamic) 공간홍수예보기술 개발 ····· 82
3. 시·공간적 상세 하천유역홍수예측의 고성능 수치모형 개발 ····· 83

4. 위치기반(LBS) 홍수정보 생산· 제공 플랫폼 개발 ····· 84
3절 연구개발 과제 구성 ····· 85
1. 핵심기술요소(CTE) 도출 절차 ····· 85
2. 핵심기술요소(CTE) 도출 ····· 85
3. 후보과제 선정 절차 및 결과 ····· 96
4. 연구개발과제 구성 ····· 103
4절 세부과제별 주요내용 및 추진전략 ····· 105
1. 행정구역 홍수 위기경보 단계 설정 및 정보제공 기술 개발 ····· 105
2. 동네규모의 홍수 사전감지 및 동적 공간홍수예보 기술 개발 ····· 107
3. 시·공간적 상세 하천유역홍수예측의 고성능(HPC) 수치모형 개발 ····· 109
4. 위치기반(LBS) 홍수정보 생산· 제공 플랫폼 개발 ····· 112
5절 연구추진체계 ····· 114
1. 단계별 총괄 로드맵 ····· 115
2. 세부과제별 로드맵 ····· 116
제4장 자원투입 계획 ····· 123
1절 연구시설 및 장비 투입계획 ····· 123
2절 인력투입계획 ····· 123
3절 소요예산 투입계획 ····· 125
1. 소요예산(1안) ····· 125
2. 소요예산(2안) ····· 127
제5장 과제공모 방안 ····· 129
1절 과제제안 요구서 ····· 129
1. 연구단 RFP ····· 129
2. 1세부 3개 세세부과제 RFP ····· 135
3. 2세부 7개 세세부과제 RFP ····· 141
4. 3세부 6개 세세부과제 RFP ····· 155
5. 4세부 4개 세세부과제 RFP ····· 156
2절 공모조건 ····· 173
3절 선정평가 방법 ····· 174
부록. 사전타당성 검토 ····· 175

그 림 목 차

<그림 1.1> 전국 동시다발적인 최근 홍수피해 ····· 27
<그림 1.2> 공간홍수예보의 범위 및 방법 ····· 28
<그림 1.3> 친수시설 이용 증가 및 홍수예보 미래 비전 ····· 30
<그림 2.1> 국토교통부 홍수통제소 ····· 33
<그림 2.2> 기상청 방재기상정보시스템 ····· 34
<그림 2.3> 국토교통부 강우레이더 설치현황 및 강우 관측 ····· 36
<그림 2.4> 미국 하천예보센터(RFC, NOAA) ····· 37
<그림 2.5> 일본 기상청과 국토교통성의 홍수예보 지정 하천 ····· 38
<그림 2.6> 기상 경보·주의보 발표 지역의 이미지 (JMA) ····· 39
<그림 2.7> 유럽연합의 The European Flood Awareness System 업무흐름 ····· 40
<그림 2.8> 골든타임 확보를 위한 유역 시공간 상세 홍수예보 기술의 전체 연도별 특허동향 ·· 42
<그림 2.9> 주요시장국 연도별 특허동향 ····· 43
<그림 2.10> 시장국별 내외국인 출원 현황 ····· 44
<그림 2.11> 주요시장국 전체 기술시장 성장단계 분석 ····· 45
<그림 2.12> 구간별 세부기술 출원현황 ····· 46
<그림 2.13> 지역특성을 반영한 전주기 홍수정보 제공 기술 개발(A) ····· 47
<그림 2.14> 공간강우를 활용한 홍수 사전감지 및 대응기술 개발(B) ····· 47
<그림 2.15> 증강현실기술 활용 홍수재해 대응기술 개발(C) ····· 48
<그림 2.16> 수문 및 수리 모형 홍수 예측 성능 평가(D) ····· 48
<그림 2.17> 주요시장국별 세부기술 출원현황 ····· 49
<그림 2.18> 세부기술별 전세계 출원현황 ····· 50
<그림 2.19> 주요출원인 출원 현황 ····· 51
<그림 2.20> 주요출원인 동향 ····· 52
<그림 2.21> 질적/양적 수준 분석 ····· 53
<그림 2.22> 전후방 인용도 분석 ····· 54
<그림 2.23> 특허/비특허 인용도 분석 ····· 55
<그림 2.24> 연도별 논문발표 건수(국내) ····· 57

<그림 2.25> 연도별 논문발표 건수(국외) ····· 58
<그림 2.26> 주요저널 별 논문발표 건수(국외) ····· 58
<그림 2.27> Hydro-NEXRAD에 포함된 NEXRAD 레이더의 위치 ····· 61
<그림 2.28> Hydro-NEXRAD 시스템 구조 ····· 62
<그림 2.29> 일본 기상청의 강수 단시간 예보 (JMA) ····· 63
<그림 2.30> 일본 기상청의 강수 나우캐스트 예보 (JMA) ····· 64
<그림 2.31> 고해상도 강수 나우캐스트 예측 (JMA) ····· 65
<그림 2.32> 16시를 초기치로 20분 예측 결과와 그 시간의 실황 및 해석치 (JMA) ····· 65
<그림 2.33> 영국의 홍수예보 체계 ····· 66
<그림 2.34> 네덜란드의 홍수예보 업무흐름 ····· 68
<그림 2.35> 프랑스 분포형 홍수예측모형 ATHYS ····· 69
<그림 2.36> 국가과학기술정보연구원의 슈퍼컴퓨터 ····· 74
<그림 3.1> 본 연구과제의 비전 및 목표 ····· 80
<그림 3.2> 과제 추진전략 ····· 80
<그림 3.3> 과제 추진체계 및 연계도 ····· 114

표 목 차

<표 2.1> 일본의 홍수예보 발령단계 ····· 38
<표 2.2> 국내 논문 검색 방법 ····· 56
<표 2.3> 국외 논문 검색 방법 ····· 57
<표 2.4> 최근 국내 연구 및 기술개발 동향 ····· 72
<표 2.5> 국외 주요 공공 DB 목록 ····· 76
<표 3.1> 핵심기술요소 체크리스트 ····· 85
<표 4.1> 소요인력 총괄 ····· 123
<표 4.2> 소요인력 세부 ····· 124
<표 4.3> 소요예산(1안) 총괄 ····· 125
<표 4.4> 소요예산(1안) 세부 ····· 125
<표 4.5> 소요예산(2안) 총괄 ····· 127
<표 4.6> 소요예산(2안) 세부 ····· 127
<표 5.1> 신규과제 선정평가 기준 ····· 174

제1장 기술의 정의 및 필요성

1절 기술의 정의 및 필요성

1. 기술의 정의

○ 홍수예보에 있어 '골든타임'은 홍수로부터 안전을 확보(생명과 재산 보호)할 수 있는 최소한의 시간으로 정의 가능하나,

○ 본 연구의 '골든타임'은 일반적 의미의 시간 범주에 한정되지 않고, 국가가(who) 홍수피해 발생 이전에(when) 전국 어디든(where) 홍수위험 정보를(what) 정확하고 상세하게(how) 국민의 생명과 재산을 안전하게 보호하기 위해(why) 이행하는 일련의 과정을 의미

- 유역의 규모가 비슷하더라도 하천 특성(대하천, 중소하천, 댐 유역 등), 지역 특성(범람, 내수, 산사태 등), 생활 특성(주거지역, 산업지역, 농업지역 등)에 따라 지역마다 요구되는 골든타임 상이

- 따라서 가능한 이러한 지역적 특성을 효과적으로 고려하여 골든타임 설정 필요하고, 확보 가능한 골든타임에 따라 적합한 홍수예보 기법 개발·적용 필요

○ '골든타임 확보를 위한 유역 시공간 상세 홍수예보기술'은 국민이 생활에서 체감할 수 있는 홍수정보 생산과 제공을 목적으로, 현행 하천중심의 홍수예보를 하천 유역으로 확대하고 충분한 홍수리드타임 확보를 통해 국민생활 중심 홍수예보를 실현하는 제반 기술을 의미

○ 본 기술은 행정구역 홍수 위기경보 단계 설정 및 정보제공 기술, 동네규모의 홍수 사전감지 및 동적 공간홍수예보기술, 시·공간 상세 홍수예측모형 개발, 골든타임 홍수정보 생산 및 제공 플랫폼 개발을 범위로 설정

- 행정구역 홍수 위기경보 단계 설정 및 정보제공 기술 개발은, 홍수피해 대상인자(인적, 물적 등)를 이용한 잠재홍수피해등급과 발생가능성을 포함한 수문조건(강우, 수위 등의 관측 및 예측자료)을 연계한 행정구역(기초자치단체) 홍수위험 판단 기준 설정 및 위기경보단계(관심, 주의, 경계, 심각) 정보 제공 기술

- 동네규모의 홍수 사전감지 및 동적 공간홍수예보 기술 개발은, 공간적으로 관측된 자료를 처리하여 홍수 사전감지를 위한 인자를 생성하고 이를 기반으로 한 홍수재해 환경변화 예측 및 홍수재해 관련 정보를 제공할 수 있는 기반 기술 및 통합 활용 시스템 개발

가. 행정구역 홍수 위기경보 단계 설정 및 정보제공 기술 개발

기술명	행정구역 홍수 위기경보 단계 설정 및 정보제공 기술 개발
기술의 정의	▪ 홍수피해 대상인자(인적, 물적 등)를 이용한 잠재홍수피해등급과 발생가능성을 포함한 수문조건(강우, 수위 등의 관측 및 예측자료)을 연계한 행정구역(기초자치단체) 홍수위험 판단 기준 설정 및 위기경보단계(관심, 주의, 경계, 심각) 정보 제공 기술
기존기술의 한계	▪ 기존의 행정구역 홍수위험은 주로 강우를 기준으로 평가되었으나, 유역특성 및 홍수발생 특성이 각기 다른 지방자치단체에 대해 강우를 기준으로(호우주의보 등) 일률적으로 홍수위험을 판단하는 것은 한계가 있음
동 기술의 차별적 우수성	▪ 지역간 상대적 홍수취약성을 평가할 수 있는 기존의 홍수위험지수와는 달리 특정지역의 특정 수문상황에 대한 홍수위험정도를 판단 ▪ 유역 출구를 기준으로 홍수위험을 판단하는 기존의 소하천 유역 홍수예보와는 달리 행정구역 내에서의 홍수상황을 이용한 홍수위험정도 판단 ▪ 행정구역별로 상이한 유역 특성과 홍수발생 특성을 기반으로 다양한 홍수유발 수문인자(강우, 수위 등)를 이용한 행정구역 홍수정보 제공 기술을 개발함으로써 지방자치단체별 특성에 맞는 홍수대응이 가능
주요 기술개발 내용	▪ 홍수피해 이력을 이용한 행정구역 홍수피해 특성 평가 - 행정구역별 홍수피해 이력 조사 및 원인 분석 - 행정구역별 홍수피해 특성(인적, 물적) 규명 ▪ 행정구역 홍수위험 판단 기준 설정 기법 개발 - 행정구역별 잠재홍수피해등급 설정 기법 개발 - 행정구역별 홍수유발인자 특성화 및 잠재홍수피해등급과 연계한 홍수위험 판단 기준 설정(홍수위험 매트릭스) 기법 개발 ▪ 행정구역별 위기경보 단계 홍수정보 제공체계 구축 - 물리적 분포형 모형과 홍수위험 매트릭스를 연계한 행정구역 홍수위험 평가 기법 개발 - 홍수위험 매트릭스와 실시간 수문자료(관측, 예측)를 이용한 기초지방자치단체 단위 실시간 위기경보 단계 홍수정보제공시스템 개발

나. 동네규모의 홍수사전감지 동적 공간홍수예보기술 개발

기술명	동네규모의 홍수 사전감지 및 동적 공간홍수예보 기술 개발
기술의 정의	▪ 동적 공간강우정보와 ICT 기술을 활용하여 빠르고(1시간 리드타임 확보), 상세한(100m 수준) 동네규모의 홍수 사전감지 및 동적 공간홍수예보를 목적으로, 홍수 사전감지를 위한 인자를 생성하고 이를 기반으로 한 홍수재해 환경변화 예측 및 홍수재해 관련 정보를 제공할 수 있는 기반 기술 및 통합 활용 시스템 개발
기존기술의 한계	▪ (인프라 활용성) 지점 관측자료 위주의 제한적인 정보만을 해석 예측 가능하여 상세하고 가변적인 돌발 상황 예측 한계 ▪ (기술의 실효성) 기존 기술은 실제 상황 전개를 따라 갈 수 없는 이론적이고 복잡한 기술적용으로 신속한 예측 어려움 ▪ (사용자 접근성) 홍수 상황 전달 기술이 사실적이고 가시적이지 못해 위험 정도를 체감하기 어려움
동 기술의 차별적 우수성	▪ 하천 중심 홍수예보에서 탈피하여 지역, 수요자 특성에 맞춘 상세 동적 공간홍수 예보 가능 ▪ 스마트머신 기반 공간홍수예보 시스템 운영으로 신속하고 긴 선행시간 예측 가능 ▪ 첨단 기술 및 정보(디지털그물망, 스마트머신, IoE, FLBS)를 효과적으로 활용하여 홍수재해 환경변화를 다각도로 예측하고 관련정보를 사실적으로 제공 가능
주요 기술개발 내용	▪ 홍수사전감지 기술 - 100x100m 3차원 상세 공간강우 생산 기술 개발 - 상세 공간강우와 디지털 그물망(Digital Mesh) 활용 홍수사전감지 기술 개발 - 동적(Dynamic) 공간홍수예보를 위한 예측강우 시공간 상세화 기술 개발 ▪ 동적 공간홍수해석 기술 - 스마트머신(Smart Machines) 기반 동적공간홍수 해석 기술 개발 - 스마트머신 기반 동네규모(도시·산간·소하천 지역)의 동적 공간홍수 예보 기술 개발 ▪ 홍수재해환경 변화 추적 기술 - IoE(Internet of Everything) 기반 동적 홍수재해환경 변화 추적 기술 개발 - FLBS(Flood Location-based Service) 기반 홍수재해정보 통합 활용 시스템 개발

다. 시·공간적 상세 하천유역홍수예측의 고성능(HPC) 수치모형 개발

기술명	시·공간적 상세 하천유역홍수예측의 고성능(HPC) 수치모형 개발
기술의 정의	▪ 하천 수위관측소 중심 홍수예측정보의 시·공간 적용성 확대를 위하여 기존 홍수예측과정의 문제점을 개선하여 하천인접지역에 대한 공간적 정보전달범위를 확대하고 최신 및 개선 예측기술 적용을 통하여 하천 홍수예측의 선행시간을 연장하는 기술
기존기술의 한계	▪ 현행 홍수예보지점 선정 절차 경험에 의존, 정보활용도가 낮은 지점에 대해서도 홍수예보지점으로 운영되고 있음 ▪ 홍수예측정보는 하도의 홍수위 변화 위주로 국민체감도 낮음 ▪ 하도홍수 1차원 수치모의결과 기반 침수예측으로 공간정확도 낮음 ▪ 홍수예측모형에는 강우예측정보/하천조도/유역침투/기저유량 등의 불확실한 요소가 많아 예측정보 향상에 한계가 있음 ▪ 유역유출모형 및 수리학적 하도예측 모형의 매개변수 보정을 위하여 예측모의 및 매개변수 보정의 절차를 다수 수행하여 단시간내에 정확성 높은 홍수예측정보 전달 어려움 ▪ 현행 홍수예측모형은 단일 CPU기반의 수치모의 수행으로 고성능/고정확도 홍수예측수행에 한계가 있음
동 기술의 차별적 우수성	▪ 하천수위관측소 홍수예보지점에 대한 정량화된 선정 절차 및 기준 수립을 통하여 실효성 높은 홍수예보지점 운영 ▪ 하천변 주요 시설물 대상 현행 하도홍수예측정보 적용성 확대 ▪ 하천변 공간적 홍수정보제공을 통한 정확도 향상으로 홍수정보 신뢰성 향상 ▪ 하천홍수예측과정에 포함된 기상/수문/지형 인자의 불확실성을 반영하여 홍수위변화 범위정보 제공을 통한 홍수정보 신뢰성 향상 ▪ 하천홍수예측 정확성의 주요 인자인 매개변수 검보정의 자동화를 통하여 예측절차 효율성 향상 및 정확도 향상 ▪ 계산효율이 높은 고성능 컴퓨팅기술 적용을 통한 최신 고성능 수치모의 기술 활용을 통한 홍수예측 고도화
주요 기술개발 내용	▪ 홍수예보지점 선정 기준 및 예보기준 정량화 기술 개발 ▪ 하천홍수정보를 이용한 하천변 주요시설의 침수예측 개발 ▪ 하천변 친수공간 공간홍수예측을 위한 하이브리드 홍수예측기술 개발 ▪ 기상 및 수문현상 불확실성 반영한 확률개념 적용 홍수예측기술 개발 ▪ 홍수예측 모형인 유역유출/수리학적 모형 입력자료 자동최적화 기술 개발 ▪ 고효율/고정확도 홍수예측을 위한 HPC기반 수치모형 개발

라. 위치기반(LBS) 홍수정보 생산· 제공 플랫폼 개발

기술명	위치기반(LBS) 홍수정보 생산· 제공 플랫폼 개발
기술의 정의	▪ 실시간 상세홍수정보 처리(수집, 처리, 저장, 분석) 표준화 기술 및 지역 시·공간 상세 홍수정보 통합관리운영기술 개발 ▪ 국민이 체감할 수 있도록 홍수정보를 빠르고 정확히 전달하는 기술 및 체계 ▪ 일반 수요자의 위치 및 환경적 여건을 고려한 맞춤형 홍수정보 제공
기존기술의 한계	▪ 국내외 적으로 기 개발된 수문해석 모형과 적용 사례는 많으나 실제 소스코드의 공개 및 테스트베드에 적용하여 상호 우수성의 평가사례 부재 ▪ 기존 홍수예보 시스템은 대하천 위주의 예보시스템으로 홍수특성에 맞는 홍수예보 시스템 접목 활용 불가 ▪ 도시나 행정구역을 대상으로 한 공간홍수예보 시스템이나 플랫폼 미비 ▪ 다양한 홍수정보를 통합적으로 수집/처리/저장/활용할 수 있는 고도화 된 홍수정보 통합활용시스템 미비
동 기술의 차별적 우수성	▪ 기존에 개발된 홍수예측모형의 진단평가를 통한 현업화 모형으로 활용 ▪ 다양한 홍수해석을 위한 수문기상 자료(강우레이더 자료 등)의 통합 저장 및 처리 시스템 구축 ▪ 지역특성에 맞춘 다양한 골든타임의 홍수정보를 생산하고 제공하는 플랫폼 최초 개발 ▪ 각각의 홍수예보 방법에 따라 구축된 시스템 및 생산자료를 하나로 연계하여 동일한 플랫폼에서 비교 평가하고 각 지역에 최적의 홍수정보를 제공하는 맞춤형 시스템
주요 기술개발 내용	▪ 오픈모형 기반 홍수예측 평가체계 구축 ▪ 지역 시·공간 상세 홍수정보 통합관리운영기술 개발 ▪ HPC연계 통합홍수예보시스템 구축 및 운영기술 개발 ▪ 신속·정확한 국민생활 체감형 홍수정보 제공 플랫폼 개발 ▪ LBS 기반 신속·정확한 국민생활 체감형 홍수정보 제공 플랫폼 개발

2. 기술개발의 필요성

○ 홍수대응 초기 단계부터 활용될 수 있는 홍수정보 제공 필요

- 홍수예보의 주요 목적인 선제적 홍수대응 측면에서 살펴볼 때, 풍수해에 대해 직접 대응을 수행하는 지방자치단체에서는 국토교통부의 홍수예보 보다는 기상청의 예비특보에 의해 홍수대응 준비를 시작하고 있으며,

- 지역에 따라 상이하지만 현행 홍수예보인 홍수주의보와 홍수경보는 대체로 홍수대응 단계(관심, 주의, 경계, 심각) 중 각각 '경계'단계 및 '심각'단계와 연계되어 있어서 홍수 초기단계에서의 활용성이 낮은 실정

- 그러므로 홍수예보가 지방자치단체의 홍수대응 및 국민생활에 보다 직접적으로 활용되기 위해서는 홍수대응 초기 단계부터 활용될 수 있는 홍수정보 제공 필요

○ 지자체 방재담당자와 지역주민이 홍수의 위험정도를 손쉽게 판단할 수 있는 정보 제공 필요

- 국토교통부 홍수통제소에서는 하천중심의 홍수예보를 공간홍수예보로 확대하는 방안의 하나로 행정구역 홍수예보를 제시한 바 있으며, 기존의 홍수예보를 정보와 특보로 구분하고, 전국 행정구역 단위로 실시하는 홍수예보는 홍수정보로 분류

- 지역별 홍수대응 효율화를 위해서는 행정구역 방재담당자와 지역주민이 홍수의 위험정도를 사전에 직관적으로 인지하고 이에 대한 대응책을 빠르게 수립해야 하며, 행정구역 홍수예보는 이러한 과정에서의 기초정보의 제공을 위해 그 필요성을 제시[1)]

○ 지자체 수방활동과 국민생활에서 직접적으로 활용될 수 있는 홍수정보 제공 필요

- 우리나라는 현재('15 기준) 대하천 중심의 43개 지점에 대해 홍수예보를 실시하고 있으나, 이와 같은 홍수예보지점 중심의 홍수예보는 실질적인 홍수대응을 수행하는 행정구역별 홍수위험과 국민생활과 밀접한 지역에서의 홍수위험을 직접적으로 전달하는데 한계 존재

- 영국과 미국 등 외국의 경우 하천수위에 의한 홍수예보뿐만 아니라 홍수관리 책임이 있는 지방기관의 구역별로 행정구역 홍수예보 실시

- 우리나라의 기상청 동네예보는 전국 읍면동 3,538개소('13.11기준)에 기상정보를 제공하고 있으며, 산림청 산사태정보는 전국 4,006개소에 매시간 산사태 예측정보를

---

1) 홍수예보 : 홍수에 의한 피해를 예방하거나 줄이기 위하여 관련된 모든 정보를 제공하는 것을 의미하며, 홍수정보와 홍수특보로 구분
홍수정보 : 수문 현상을 기초로 한 홍수의 현재 및 향후 상황을 알리는 것. 행정구역 홍수예보, 돌발홍수예보, 하천변 침수예보(특보 제외), 도시 침수예보, 사전홍수예보 등 마스터플랜을 통해 새로 도입된 홍수예측 결과를 포함
홍수특보 : 중대한 홍수재해가 발생할 가능성이 있을 때 이에 대한 주의를 환기하거나 경고하는 것으로 하천변 침수예보 중 현행 홍수주의보, 홍수경보와 동일

제공함으로써 국민 생활과 가까운 지역에 대한 정보를 제공

- 그러므로 지자체와 국민의 효과적인 홍수대응을 위해서는 실생활에서 홍수위험에 대한 인식이 용이하고 지자체별 홍수관리 구역과 밀접한 행정구역 홍수예보를 추진하기 위한 기술개발이 필요

○ 홍수예보 실무자 의견 수렴 결과를 정리하면, 홍수예보에 활용성 제고 및 이를 위한 강우레이더의 역할 정립과 활용성 제고가 중심

- 특히, 공간홍수예보를 위한 강우레이더의 역할은 지배적이기 때문에 공간홍수예보에 활용하기 위한 정확도 향상 및 다양한 응용자료의 생산을 요구

○ 그림 1.1과 같이 최근 홍수의 경우는 전국적에 걸쳐 지협적이고 동시다발적으로 발생하고 있으며 이를 위해서는 상세한 시공간 강우추정이 가능한 강우레이더의 활용과 이를 이용한 공간홍수예보 체계의 구축이 필요

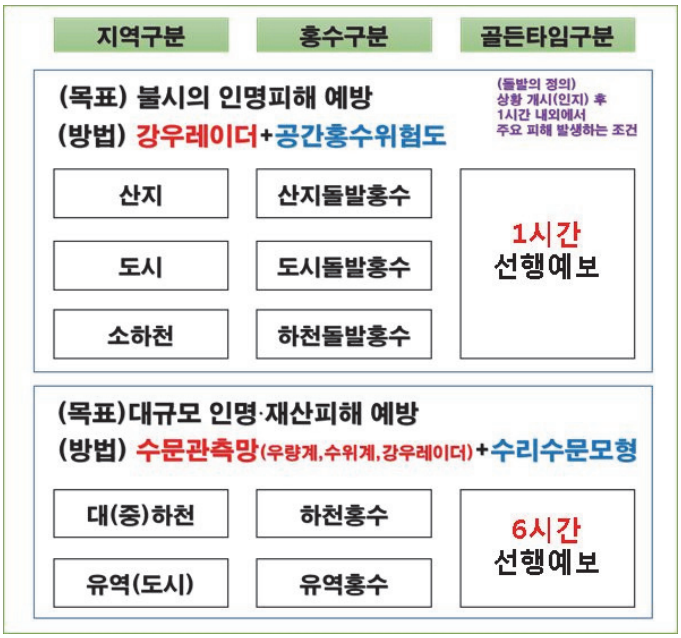


<그림 1.1> 전국 동시다발적인 최근 홍수피해

○ 그러나, 현재 홍수예보 체계는 지상 우량계 수준에 맞춰져 있고, 공간홍수를 위한 강우레이더 자료의 생산(품질관리 포함) 및 가공 그리고 이를 활용한 예보체계의 구성 등 전반적인 부분에 있어 제도적, 기술적 기반이 부재

○ 따라서, 공간홍수예보를 위한 지역, 홍수형태 및 골든타임에 따른 공간홍수예보의 범위 및 방법에 대한 기준 설정이 필요

○ 더불어, 각각의 경우에 강우레이더를 최적으로 활용하기 위한 강우레이더 정확도 향상 기술 및 강우레이더 기반 공간홍수예보 프레임워크 개발 필요



〈그림 1.2〉 공간홍수예보의 범위 및 방법

○ 현재, 강우레이더 현업활용 및 홍수예보 활용을 위한 기술적 문제점의 해결을 위한 기술개발의 핵심은 다음과 같이 평가

- (강우레이더 현업활용 화두) 상세한 레이더 강우자료가 홍수예보에 주도적으로 활용이 안되는 이유

• (원인분석) 인프라부분 제외하면, 사용해도 기존 강우자료에 비해 큰 개선이 없거나, 개선의 여지는 있는데 지역과 상황에 따라 차이가 커서 신뢰도가 높지 않은 경우가 대부분

• (해소방안) 강우레이더 자료는 알고리즘 외에도 지역과 상황(기상)에 따라 정확도가 달라질 수 있는데 지역과 상황에 따른 오차의 주요 원인과 발생 패턴을 규명(신뢰도 부여)해야 실무 활용성 극대화 가능

- (강우레이더 기술적 화두) 상습적으로 발생하는 돌발홍수를 신속히 예측·판단해 효과적으로 알리지 못하는 이유

• (원인분석) 실제 상황 전개를 따라 갈 수 없는 이론적이고 복잡한 기술적용으로 신속한 예측 어렵고, 상황 전달 기술이 사실적이고 가시적이지 못해 위험정도를 체감하기 곤란

• (해소방안) 강우레이더를 활용해, 빠르고(1시간 리드타임 확보), 상세하고(100m 수준), 직관적인(실제 대상지역에 홍수발생 양상 그대로 투영) 기술 개발 필요

○ 국민생활 중심의 홍수정보생산을 위해서는 하천의 특성을 정확히 반영하고 상세화된

홍수정보 제공이 가능한 고도화된 기술과 공간적 홍수정보제공을 위한 홍수예보 개선 기술 개발 필요

- 도시홍수 정보제공을 위해서 국토교통부 홍수통제소에서는 단기적으로 돌발홍수 조기예측시스템, 장기적으로 수치모델 기반 도시홍수예보시스템 구축을 계획하고 있으며, 이를 대비하여 유역단위 분포형 모형 관련 기초연구 필요
- 미계측 중소하천유역의 유출량에 대해서는 현행 모형의 소유역 예측값 및 설계홍수량과 연계하는 기법 개발 필요
- 현재 대하천 중심의 홍수예측을 소하천 및 도시하천에도 확장이 필요하며 이를 위해서는 분포형 유출해석기법, 강우레이더 기반 초단기 예측, 하천과 제내지 연계 홍수예측 등과 같은 원천기술개발이 필요
- 국민의 활용도가 높은 친수시설에 대한 홍수정보 제공을 위해서는 모형 정확성 향상이 필요하며, 이를 위해서는 다양한 하천시설의 운영을 현재 모형에 반영하여 정확성 향상을 도모 할 필요
- 홍수정보제공이 단순 수위정보에 그치지 않고 하천변 주요시설의 홍수피해를 예방할 수 있는 정보를 제공하여 홍수재난 확산 방지 필요
- 현재 홍수통제소에서는 본류 구간 수리학적 모형 결과 활용 용역을 추진중, 장기적으로 분포형 모형 결과를 수리학적 모형의 경계조건으로 활용 기술 개발 필요
- 홍수예보모의 기법의 다양화(자료동기화, 도시홍수, 접경지역, 시나리오 기반)를 통하여 선진홍수예보기술 구축을 위한 원천기초연구 수행 필요

o 도시홍수가 빈발하고 있는 상황에서 국민생활에 불편을 초래할 가능성이 있으므로, 홍수정보 제공을 통한 문제해결을 위해서는 현재 하천주변 중심의 예보를 유역단위 홍수예보로 확장 할 필요

- 지방하천 재방피해로 인한 홍수피해 발생횟수(1987년~2006년)는 국가하천의 12배에 달하며, 2012~2013년에 발생한 190개 침수지구 중 국가하천 인접 지역은 19개소(10%)에 불과(대한지적공사, 2014)
- 현재 국가하천 중심으로 43개 지점에 대해 홍수예보를 실시하고 있으나, 국가하천 하천정비사업이 거의 완료되어 홍수피해위험성이 줄어든 반면, 상대적으로 중소규모 하천에서 피해가 증가하고 있는 실정임. 따라서, 홍수범람에 취약한 지방하천 이하의 중소 규모 하천까지 홍수정보제공 범위를 확장 할 필요
- 소규모 하천의 경우, 도달시간이 매우 짧아 선행예보시간 확보가 불가능하므로 1시간 이상의 강우예측자료를 확보하는 것이 필수적
- 소하천에 대해서는 신속성 및 정확성 측면에서 강우-유출모형을 적용하는 것은 어려우므로 강우법 등과 같은 단순한 예보 기법 개발 필요

○ 4대강 살리기 사업 및 각종 친수시설 사업 이후, 하천에 대한 접근성이 향상되고 이용객이 증가하여 홍수예보에 대한 시간 및 공간적 정확성 향상이 필요하며, 홍수위험정보를 유관기관 관계자 이외에 일반 주민에게 전달 필요성 증가

- 국토교통부 홍수예보 3.0의 미래비전 목표달성 필요
- 홍수예보 대상을 하천에서 도시지역으로 확대하고, 내배수시설과 하천을 연계한 홍수예보를 통해 국민에게 침수예측정보 제공 필요



(a) 4대강 자전거 이용객 (b) 홍수예보 3.0 미래비전

〈그림 1.3〉 친수시설 이용 증가 및 홍수예보 미래 비전

○ 현재 홍수예측정보는 수위관측소별 수위정보를 제공하고, 주요지점에 대해서는 홍수주의보 및 홍수경보를 발령하고 있으나, 국민생활과 연결된 홍수정보의 제공을 위해서는 전국의 동네 단위 홍수정보를 제공하기 위한 공간적 확장 할 필요

- 홍수통제소에서 제공하는 홍수정보는 제내지에서 생활하는 국민생활과 연계성이 낮아, 홍수위험도 인지에 어려움을 격고 있어, 실생활과 연계된 정보제공 시스템 및 제도 필요
- 현재 홍수정보는 대규모 홍수를 기준으로 주의보 및 경보수위에 대한 정보를 제공하는 지점 중심 예보이나 하천의 공간적 특성을 반영한 선형 또는 공간적 홍수정보 제공을 위한 국민생활중심의 홍수정보 제공 및 시스템 구축 필요
- 동네예보 실시를 위해서 하천홍수측면에서 소하천에 대한 예보 방안 마련 필요하며, 산간지역이나 소규모 배수구역에 사용되는 강우량-수위 관계를 개발하여 예보에 활용하는 방안 마련 필요

○ 기후변화영향으로 인구·기반시설이 집중된 도시에서 잦은 홍수 피해와 피해규모 대형화 추세, 도시 홍수 해석에 필요한 내·외수 연계 홍수예측모형, 수문관측자료, 도시 배수관망 현황 자료 및 유출 관측자료 등이 연구단계 수준으로 현업에 활용 곤란

- 도시 돌발홍수 조기예측시스템을 고도화하여 수치 모델 기반의 도시홍수예보시스템 구축이 필요하며, 강우-배수체계에 대한 시나리오 기반 침수예측을 위한 새로운 기법 개발 필요

- 전국주요도로 침수예보(침수우려 하상도로 침수 예측정보 제공 포함, 강우-배수체계를 고려한 시나리오 기반 침수예측)를 통한 국민생활중심 홍수정보예측 기술 필요

  ※ 하상도로의 침수 예측을 위해서는 저유량 예측 정확도 향상을 위한 기법 개발 필요

○ 현행 하천홍수예보에서는 큰 규모의 홍수에 대해서만 2단계(주의보, 경보) 예보정보를 지점에 대해서만 제공함으로써 하천단위 예보로 인지되지 못하는 어려움이 있으므로 기존 주의보/경보 수위 이외에 세분화된 기준을 설정하여 상세한 실생활에 밀접한 정보 제공 필요

- 하천 홍수예보는 현행 주의보, 경보에서 실제 지자체에서 활용하는 4단계 방식으로 전환 필요(고수부지 침수 홍수예보 포함)하며, 하천 홍수예보의 단계를 고수부지 침수 예측을 포함하여 4단계로 세분하기 위해서는 저유량 단계부터 정확도를 확보한 모형 개발 필요

- 현재 수문학적 모형 및 수리학적 모형은 2단계(주의보 : 계획홍수량의 50%, 경보 : 계획홍수량의 70%) 홍수예보에 최적화된 모형이므로 저유량 예측의 정확도를 높이기 위해서는 고정확도 수리학적 모형 개발 필요

○ 현재 운영중인 국토교통부 및 기상청의 수문정보 활용 기술을 향상시키고 홍수예보 모형의 성능향상을 통하여 홍수피해 대비를 위한 선행예보시간 확보기술 개발 필요

- 현재 홍수통제소에서는 시간단위 홍수정보제공을 수행하고 있으나 고도화된 홍수정보제공을 위하여 홍수정보 실시간(10분 단위) 제공 및 홍수위험정보 6시간 전망 예측정보 제공 방안 모색중

  ※ 현재 운영중인 43개 홍수예보지점 중에서 6시간 전망 예측정보 제공이 가능한 지점은 20% 미만으로 추정

- 하천홍수예보에서 모의를 통해서 10분 단위 정보제공을 위해서는 모형의 신뢰성이 바탕이 되어야 하므로 10분 단위 예측치 정확도를 높이기 위해서는 고정확도 예측 모형 개발 필요

○ 현행 홍수예측 정확도의 문제로 주의보 및 경보의 전파는 수위관측치가 지정수위를 넘거나 짧은 시간내에 초과할 것으로 예측되는 경우 수행되고 있음, 선행예보시간의 확보를 통하여 6시간 이후의 홍수정보를 정확히 예측하기 위해서는 고성능 예측기술의 개발 필요

- 6시간 전망은 대하천에서는 현시간 강우량만으로 유출량 예측이 가능하나, 예측시간이 장기간 일수록 정확도는 현저히 떨어지므로 강우예측이 필요, 소규모 하천에 대해서는

강우예측치를 반영한 홍수예보모형 개발이 필수

※ 현재 nowcasting 위주의 홍수예측에서 forecasting 개념의 홍수예측으로 개선하여 6시간 이후의 홍수예측 정확성 확보 필요

- 고정확도 홍수예보를 위해서 관련 장비(슈퍼컴퓨터, 클러스터 컴퓨터 등)을 구축하고 시설의 성능을 최대한 활용할 수 있는 병렬처리기법 기반 고성능 컴퓨팅(High Performance Computing) 수치모형 개발을 통하여 상세한 홍수정보를 정확하고 빠르게 예측할 수 있는 기술개발 필요

※ 홍수예측 대상 구간을 세분화하고 다수의 CPU를 활용하여 최적의 예측성능 구현을 위한 수치모의기술 개발 필요

- 수문자료와 예측모형 자료의 동기화를 통하여 예측정확성 향상 도모하고, 강우레이더 자료를 활용한 강우-유출 모의결과 정확도 향상 추진 필요

※ 강우확률과 연계된 확률홍수예보모형 개발 필요

- 현재 국토교통부 활용중인 수치모형은 국외에서 개발된 모형을 활용중이나, 지속적인 모형의 개선 및 성능향상을 위해서는 국내 홍수예보 특성을 반영한 신규모형의 개발 필요(홍수예보프로그램의 국산화)

○ 신속·정확한 국민 생활 체감형 홍수정보제공을 위한 고성능 통합홍수예보체계의 구축과 맞춤형 정보생산 필요

제2장 국내외 동향 및 환경분석

1절 국내외 정책동향

○ 홍수피해 예측 및 저감 관련 업무는 국내 정부기관 중 국토교통부, 기상청, 국민안전처 등이 수행

○ 국내의 경우 2013년 기준 전국 수위관측소 463개소에 대해 수위관측소가 설치된 시군구는 228개 기초지방자치단체[2] 기준 150개(66%)이며, 홍수예보 발령 시군구 34개(15%), 수위정보 알림서비스 제공 시군구 84개(37%)에 불과

- 국토교통부 홍수통제소에서는 홍수예보지점을 늘이고[3], 수위정보 제공을 확장하는 등 홍수예보를 개선하기 위한 노력을 기울이고 있으나, 대하천 홍수예보지점 중심의 홍수예보로는 전국토의 홍수대응에 한계 존재



<그림 2.1> 국토교통부 홍수통제소

- 현행 하천 중심 홍수예보의 공간적 범위를 확대하고, 실시간 자료를 이용한 홍수예보의 시간적 범위를 확대함으로써 전국범위의 홍수예측 정보를 제공하기 위하여 공간홍수예보, 침수예보, 사전홍수예보 추진

○ 국토교통부 한강, 낙동강, 금강, 영산강 홍수통제소를 설치하여 각 수계의 국가하천 홍수예보 업무를 수행

2) 2015년 기준 전국 기초지방자치단체 개수 228개(세종특별자치시 및 제주특별자치도 포함)

3) '75(4개소) → '86(25개소) → '00(27개소) → '07(37개소) → '15(43개소)

- 홍수예보 및 전달과 더불어 하천홍수의 통제 및 관리, 댐조작 및 관리, 강우레이더 설치, 수문조사시설 설치·운영 및 관리, 홍수예보 관련 전산개발업무 등 자료 수집에서 분석·전파까지 홍수예보 전반의 업무 수행

○ 한강홍수통제소는 홍수예보의 선진화를 위한 「홍수예보마스터플랜(한강홍수통제소, 2015)」을 수립한 바 있으며, 이를 통해 전국 지방자치단체별로 홍수위험을 예보할 수 있는 기술개발 전략을 제시.

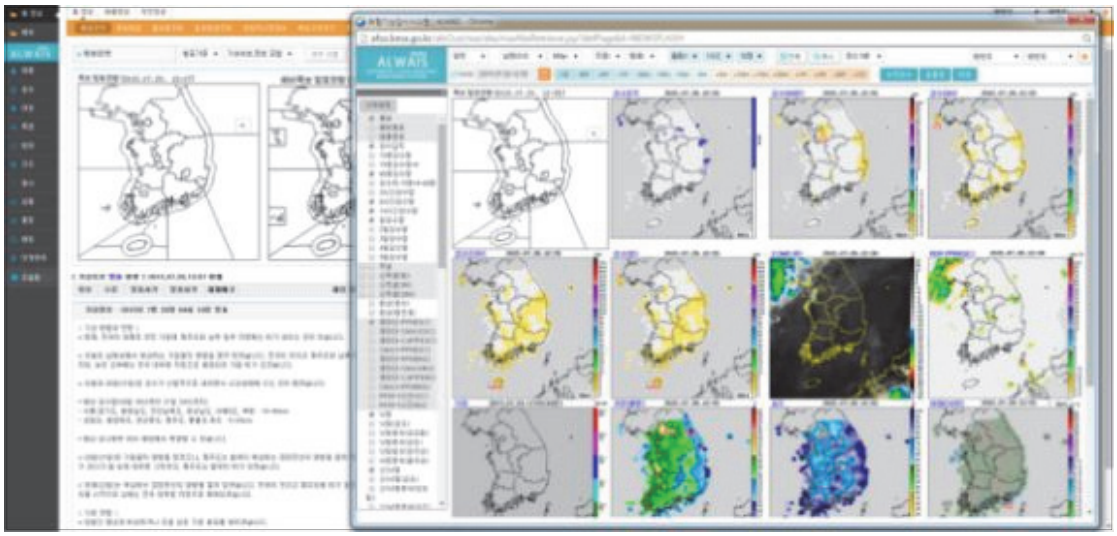
- 유관기관 중심의 홍수예보를 국민 생활에서 직접적으로 활용할 수 있는 홍수정보 제공으로 전환 추진, 지자체 위기대응 단계(관심, 주의, 경계, 심각) 전주기에 활용 가능한 국민생활 중심 홍수정보 제공을 추진

- 다양한 홍수정보(공간홍수예보, 침수예보 등)의 제공 및 이를 홍수대응에 활용하기 위한 가이드라인을 제공하여, 수변활동이 활발한 지역의 안전한 친수활동(낚시, 래프팅 등)을 위한 정보를 제공함으로써 안전한 수변생활 활성화를 도모

- 홍수예보 선진화를 위한 인프라 및 제도 개선 추진, 수문관측소 및 통신설비를 확대, 첨단기술 기반의 홍수예보시스템의 선진화를 추진

○ 기상청은 대기를 관측하고 예보하며 기상·기후 정보를 생산하고 연구하는 환경부 소속의 중앙행정기관으로, 본청과 수도권, 부산, 광주, 강원(강릉), 대전, 제주 6개의 지방기상청, 45개의 기상대, 국립기상과학원, 국가기상위성센터, 기상레이더센터, 항공기상청 등의 소속기관으로 구성

- 기상청은 일기예보안내전화(131), 신문, 방송, 기상청 홈페이지, 동네예보 홈페이지, 모바일 웹(Web), 앱(App) 등을 통해 기상정보를 제공하며, 산악기상예보 등 국민의 생활에 다양하게 활용할 수 있는 정보를 개발하여 제공



〈그림 2.2〉 기상청 방재기상정보시스템

- 기상청은 수치모델을 이용하여 각종 기상현상을 분석, 예측 하며, 기상예측에 필요한 자료를 생산하여 예보부서에 제공, 예보관은 전문적 지식과 경험을 바탕으로 수치예보 자료를 분석하여 예보시 참고자료로 활용하며, 다른 응용모델의 기초자료로 적용되어 최고·최저기온 예보, 강수확률예보 등에 활용

○ 국민안전처는 국가 재난관리를 위한 재난안전 총괄기관으로 2014년 11월에 기존의 소방방재청의 재난관리 기능을 포함하여 설립

- 재난안전관련 안전정책실, 재난관리실, 특수재난실, 중앙소방본부, 해양경비안전본부 등을 두고 있으며, 중앙119구조본부, 국립재난안전연구원 등이 주된 소속기관

- 국민안전처의 국가재난관리정보시스템은 예방·대비·대응·복구 등 재난관리 단계별 업무를 지원하는 전국단위 종합정보시스템으로 풍수해, 지진 등 재난유형별 업무지원 시스템과 기상청, 홍수통제소 등 유관기관의 재난정보를 연계·활용하는 재난정보공동 활용시스템이며, 재난현장을 지원하는 119 소방현장대응시스템 등이 구축되어 운영중

- 여름철 행락객이 많은 산간계곡, 하천변 유원지에서 갑자기 불어난 계곡 급류로부터 인명피해를 최소화하기 위해 산간계곡에 대해 예·경보시설을 구축, 산간계곡 상류에 우량계, 하류에 경보기, 시군구 재난상황실에는 통제기를 설치하여 강우상황 관측결과에 따라 하류지역에 자동으로 경보를 발령하고 안내 실시

- 기상학적인 변동과 지형적인 특성으로 인해 산지돌발홍수에 취약한 우리나라의 특성을 고려하여 국내 산지유역에 대한 홍수예측 및 의사결정 지원시스템인 산지돌발 홍수예측시스템 운영중

○ 지역별 홍수위험과 관련하여 국내에서는 크게 지역별 홍수취약성(홍수위험성)의 상대적 평가를 위한 지수의 개발에 대한 연구와 호우특보의 지역적 차별화를 위한 연구가 기 수행

- 홍수위험지수에 대한 연구는 지역별 상대적 홍수취약성을 평가하고, 치수사업의 우선순위 등과 같은 계획수립을 위한 것으로서 특정 수문상황에 대한 특정 지역의 홍수위험정도를 판단할 수 없기 때문에 홍수예보에는 활용 곤란

- 기상특보의 지역별 차별화에 대한 연구는 호우특보의 발령 기준의 보완을 위한 연구로 일부 지방자치단체에 대해 수행되었으나, 특정 수문상황에 대한 홍수피해의 정도를 판단하는 데는 한계 존재

○ 국내 레이더 관측 기관은 기상청(기상감시예측), 국토교통부(홍수예보), 국방부(안보)에서 수행하고 있으나 각 기관별로 관측목적이 상이한데, 국토교통부는 강우 추정과 이를 이용한 홍수예보, 기상청은 악기상 감시, 실황예보 및 수치예보의 입력자료, 공군은 항공작전 지원을 위한 기지내 및 주변 악기상 감시를 목적으로 레이더를 이용

○ 국토교통부는 홍수예보 목적으로 2001년 임진강 강우레이더를 처음 설치한 후, 2017년까지 대형 7기, 소형 2기 등 총 9기의 강우레이더를 전국에 설치할 계획으로 향후 시공간 해상도가 높은 강우자료의 확보가 가능하여 레이더를 이용한 국지 홍수 예보체제 구축 필요

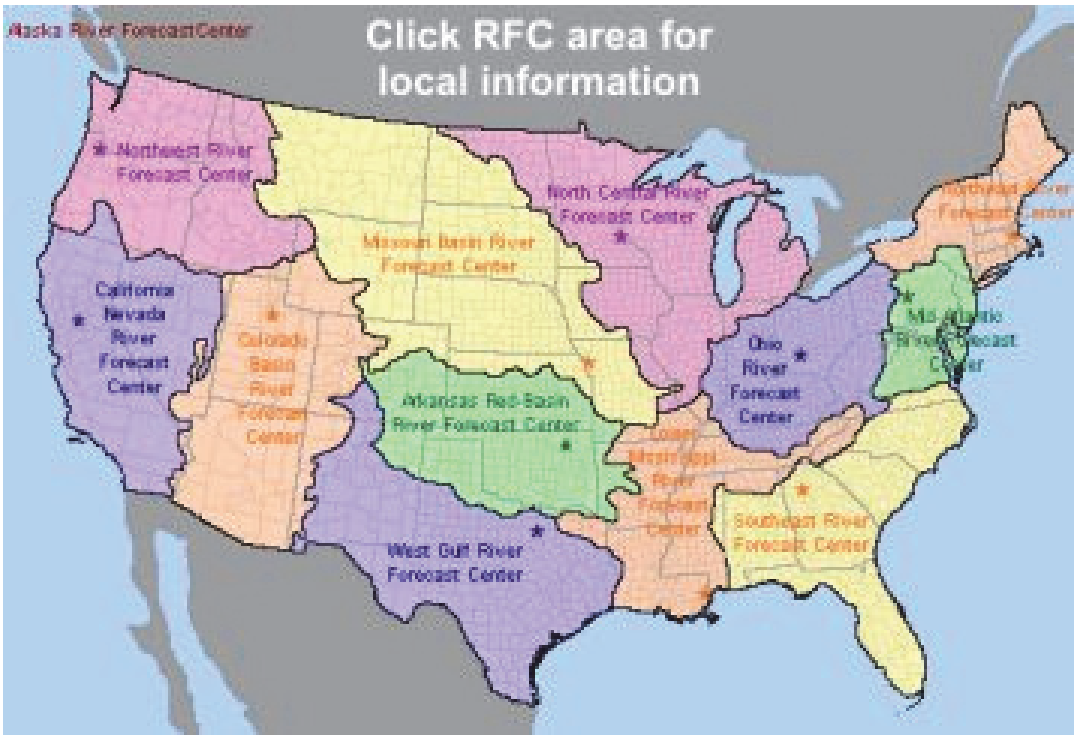


〈그림 2.3〉 국토교통부 강우레이더 설치현황 및 강우 관측

○ 미국 해양대기관리처(NOAA) 기상청(NWS)의 수문분야 예보운영은 13개소의 하천예보센터(River Forecast Center, RFC) 및 122개소의 기상예보실(Weather Forecast Office, WFO)로 구성

- NWSRFS(National Weather Service River Forecast System)는 하천수문예측모형으로 시스템 내에는 자료처리와 후처리기능뿐만 아니라 다양한 수문/수리학적인 처리와 자료처리 기능을 하는 다양한 소프트웨어로 구성
- 하천예보센터는 하천홍수에 대하여 단기적인 예보(~7일)와 물공급관리 및 홍수저감 등을 위한 중장기적 예보(중기: 7일~14일, 장기: 2주~3개월 또는 이상)에 NWSRFS를 활용
- 하천예보센터의 기본 임무는 각 센터 관할지역 내 대하천 주요 지점들에 대한 장단기 하천유량 및 수위 예측자료의 생성
- 기상예보실은 소유역 돌발홍수의 모니터링 및 경보에 주안점을 두고 있으며 각 현장 사무소의 직원들은 실시간 지점 자료(강우, 수위, 기온 등), 인공위성 및 레이더로부터의 강우추정치를 수집, 품질관리 및 해석
- 이러한 자료들은 통합되어 격자기반 1시간 강우자료를 생성하고 생성된 강우자료는 예보를 위한 수문모형으로 입력

○ 하천예보센터의 관측 및 예보자료는 아래의 표에 수록된 각 웹사이트를 통해 전달되며 QPE 및 QPF, 예보지점에서의 현재수위 및 예측수위(홍수 시 필요에 따라) 등이 인터랙티브(interactive) 툴을 이용해 제공



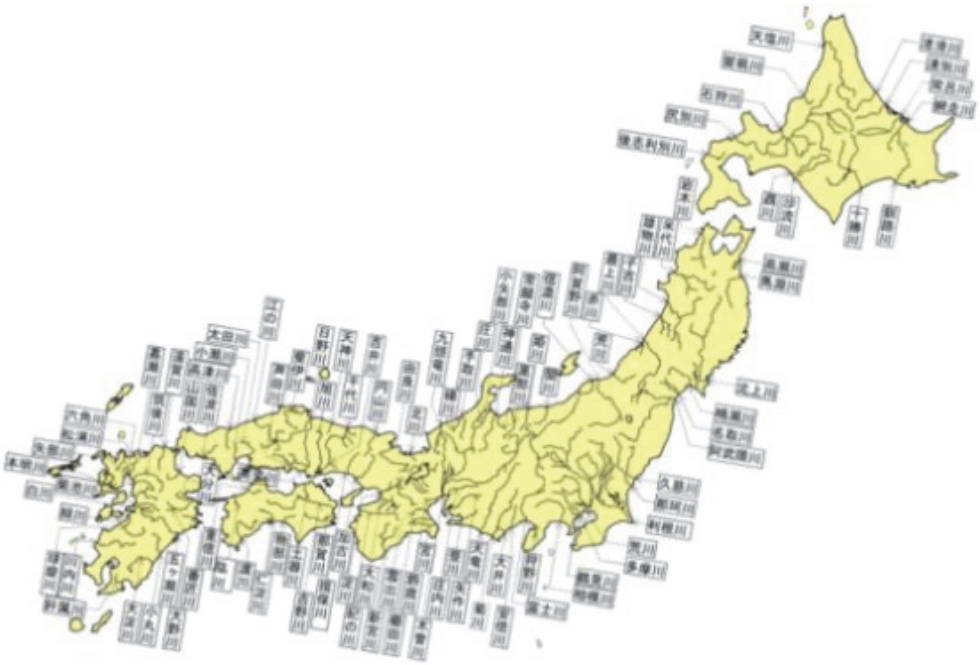
<그림 2.4> 미국 하천예보센터(RFC, NOAA)

○ 일본에서 홍수예측 및 경보 발령은 국토교통성(지방하천사무소)과 지방자치단체(도도부현)가 담당, 홍수경보는 수방법(水防法, Flood Fighting Act)에 의거하여 국가적 피해를 야기하는 하천, 호수, 연안에 대해서는 국토교통성에서 발령

- 그 외 하천, 호수, 지역에 대해서는 지방행정부에서 발령(수방법 세부사항은 부록 참고), 도도부현과 함께 하는 홍수예보는 2001년 7월 수해 방지 법 및 기상 업무 법 개정으로 2002년 5월부터 시작(수방법 대상 하천 1870개(국토교통성 관할 404개, 지방정부 1466개, 2010년3월 기준)

- 일본의 경우 하천의 수위 상승과 범람 등에 대한 수해 방지 활동의 판단과 주민 피난 행동의 참고가 되도록 기상청은 국토 교통성 또는 도도부현의 기관과 공동으로 미리 지정한 하천에 대해서 구간을 정하고 수위 또는 유량을 나타내는 홍수 예보를 실시

- 일본 기상청이 홍수 예보의 대상이 되는 지정 하천은 크게 국토 교통성과 함께하는 지정하천 홍수예보와 도도부현과 함께 하는 지정 하천 홍수예보 2가지로 구분, 2개 이상의 도도 부현에 걸친 하천 또는 유역 면적이 큰 하천에서 홍수로 인하여 중대한 인명손실 등의 발생 우려가 있는 하천에 대해서 국토 교통성 장관이 지정하며, 지정된 전국 109개의 수계에서 지정 하천 홍수 예보를 실시



〈그림 2.5〉 일본 기상청과 국토교통성의 홍수예보 지정 하천

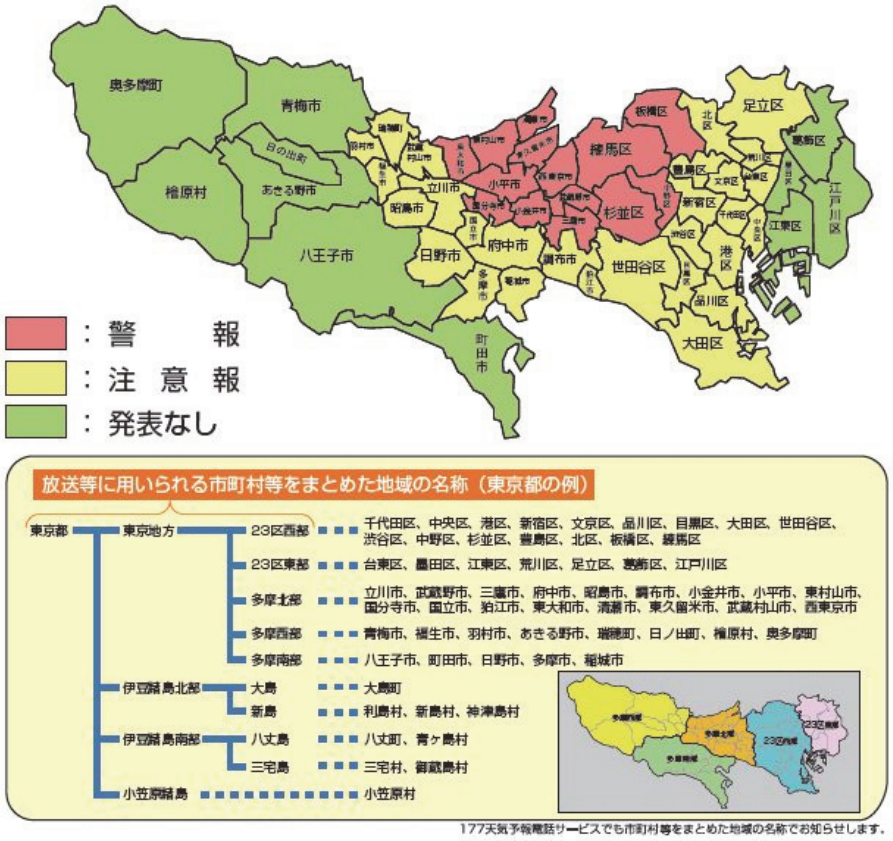
- 홍수예보단계는 표 2.1의 5단계로 설정하여 운영 중이며 각 단계별로 시군구 및 주민의 행동요령을 설정

〈표 2.1〉 일본의 홍수예보 발령단계

홍수예보 단계	행동요령
레벨 5. 범람발생 (홍수경보)	시군구: 신규 범람위험지역 주민 피난 유도 주민: 신규 범람위험지역에서는 피난 여부 검토/판단
레벨 4. 범람위험 (홍수경보)	주민: 피난 완료
레벨 3. 범람경계 (홍수경보)	시군구: 피난 권고 등을 상황에 따라 발령 주민: 피난 여부 판단
레벨 2. 범람주의 (홍수주의보)	시군구: 피난준비정보의 발령을 상황에 따라 발령 주민: 범람에 대한 정보에 주의
레벨 1. 수방위기	주의단계

○ 일본 기상청은 폭우와 강풍 등으로 재해 및 홍수가 일어날 우려가 있을 때는 주의보를 발표하고, 중대한 재해가 일어날 우려가 있을 때는 경보, 또한 중대한 재해가 일어날 우려가 두드러지게 클 때는 특보를 발표

- 기상 경보·주의보는 대상으로 하는 기상 현상의 발생이 예상된 경우에 발표하며, 예상되는 기상 현상이 발생하는 3 ~ 6시간 전에 발표
- 단시간의 강한 강우에 관한 호우 경보·주의보 및 홍수 경보·주의보에 대해서는 대체로 2 ~ 3시간 전에 발표
- 또한 야간, 이른 아침에 경보 발표 가능성이 있는 경우에는 저녁에 주의보를 발표하고 경보를 발표할 가능성의 시간대를 그 주의보 발표 속에 "새벽에 경보로 전환
- 기상청은 방재 기관의 방재 활동을 원활히 실시할 수 있도록 2010년 5월부터 개별의 시읍면을 발표 구역으로 지정하여 기상 경보·주의보를 발표(현재 발표 구역 수는 1,768 곳)



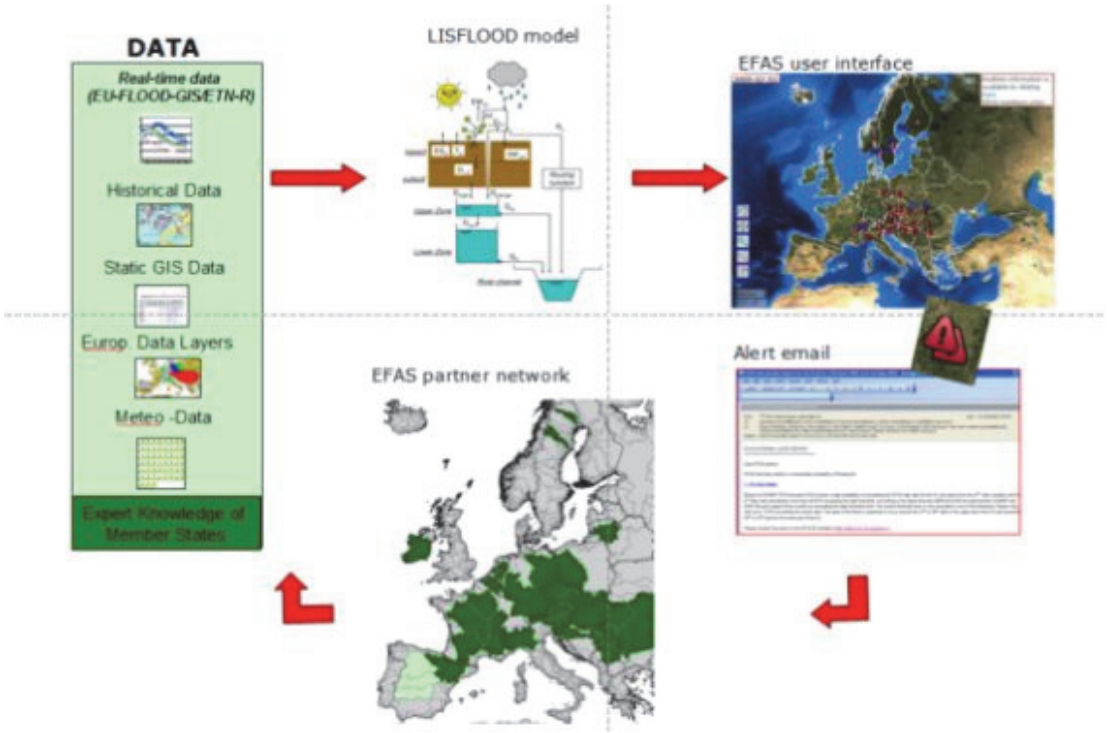
〈그림 2.6〉 기상 경보 · 주의보 발표 지역의 이미지 (JMA)

○ 유럽연합에서는 물협약지침(water framework directive)과 홍수지침(flood directive)을 통하여 물관리와 홍수대비 지침을 제시, 홍수지침에 의하면 유럽연합의 회원국은 지역적 특성에 맞는 홍수방어대책을 수립하여야 함, 홍수지침의 결과로 다양한 홍수예측 프로그램을 공유하고 홍수위험을 관리하기 위한 정책을 공유

- 유럽연합의 홍수인지시스템(The European Flood Awareness System, EFAS)은 유럽 전역에 설치된 5,000개소의 기상관측소와 500여개소의 수문관측소로부터 자료를 수집, 수집된 자료를 활용하여 회원국 내의 홍수예측을 LISFLOOD 모형을 이용하여 모의

- EFAS는 유럽전역의 수문상황을 관측하고 홍수정보를 예측하여 선행시간 3일 이상의 홍수위험정보를 유관기관에 제공, 이와 같은 홍수정보 제공을 위하여 70여개의 다른 기상예보결과를 수집하여 분석/반영

- 유럽연합 내의 European Exchange Circle on Flood Forecasting(EXCIFF)에서는 수집된 자료를 이용하여 모의를 수행하고 수문자료를 모니터링, European Exchange Circle on Flood Mapping(EXCIMAP)은 EXCIFF에서 제공한 모의결과와 사전에 제작한 홍수지도와 비교하여 현재 홍수상황에 대한 자료를 축적



<그림 2.7> 유럽연합의 The European Flood Awareness System 업무흐름

2절 국내외 시장 현황 및 전망

○ 물관리의 복잡성과 불확실성 확대에 따라 상하수도와 수자원, 하천관리 기술을 연계한 통합적 솔루션(Total solution)에 대한 시장수요 확대

- 과거 물산업이 상하수도 분야에 국한된 것은 전체 물관리 활동 중 수익-비용 구조가 명확하고, 비교적 민간기업의 참여가 활발한 경향을 반영한 결과
- 장래 기후변화 등으로 인한 물관리의 복잡성과 불확실성 확대 등의 문제점에 대응하기 위해서는 확장된 개념의 물산업 육성 필요성 대두

○ 국내 공간정보 산업적 특성은 공공시장이 전체의 58.7%에 이르고 민간과 국민은 각각 32%, 8%에 지나지 않아 공공부문에 대한 의존도가 매우 높은 실정

- 정부주도의 지리정보 제작 시장이 국내 공간정보 시장의 대부분을 차지함

○ 최근 국내 공간정보 산업의 경쟁력 제고와 수익모델 개발을 위해 사업 및 서비스 다각화와 다양한 공간정보 수요의 범위 확산으로 민간 비즈니스 모델영역을 확대하고 있음

- 응용 솔루션 및 서비스 부문에서 민간기업 시장이 확대되고 있어 장기적인 시장 전망은 매우 긍정적임
- METI(일본 총무성, 2008) 자료에 따르면 측량, GIS, 응용기술, 융복합 산업의 2008년 기준 세계시장 규모는 4,00억 달러 이며 이는 전통적 공간정보산업과 응용기술, 서비스 산업에 공간정보를 활용한 융복합 산업을 더한 총 규모로 평가

○ 우리나라에서 강우레이더 활용 공간홍수예보 기술이 성공적으로 개발된다면, 미국, 일본 등과 연계해 국제공동연구 및 해외시장 기술동참 가능

- 현재 미국 및 일본을 중심으로 국가망을 구축하고 방재를 위한 기술개발이 활발하게 추진

○ 강우레이더를 이용한 수문정보 생성 및 이를 활용한 방재 체계의 구축은 최첨단 기술이며 본 과제를 통하여 이에 대한 원천기술 확보가 가능

○ 해외 기관(일본, 미국)의 기술과 교류를 통하여 노하우를 습득할 수 있으며 이를 통해 향후 저개발 국가의 재해 예방 기술 지원을 위한 시장개척 및 산업화의 가능성 예상

- 4대강 살리기를 통한 기후변화 대응 기술과 경험을 토대로 물관련 해외 시장을 선점·리드 계획 수립
- 지역별 맞춤형 해외사업 개발, 물 관련 통합사업 해외진출, 해외 투자지원, 민·관 및 정부 간 협력모델 제시

3절 기술(특허, 논문 등) 동향

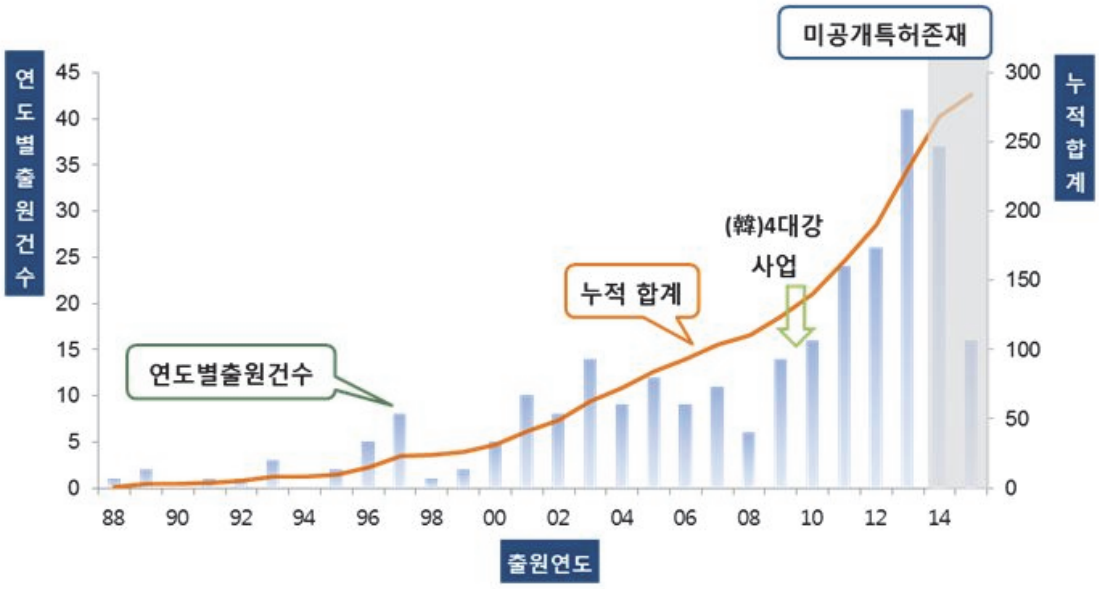
1. 연도별 현황

가. 전체 연도별 특허동향

○ 골든타임 확보를 위한 유역 시공간 상세 홍수예보 기술은 '80년대 후반 들어 출원 시작이 시작되었으며, '90년대까지는 10건 이하의 출원으로 큰 경향 미존재

○ 이어 본 기술은 '00년대부터 본격적인 출원이 시작된 이후로 '10년대 들어 급격한 증가세를 보였는데, 이는 한국의 4대강 사업을 비롯한 각국의 재해 방지를 위한 노력의 일환인 것으로 판단

○ 이러한 현상은 자연재해에 대한 수동적인 대응에서 적극적인 대응으로의 전환을 의미하는 것으로 판단



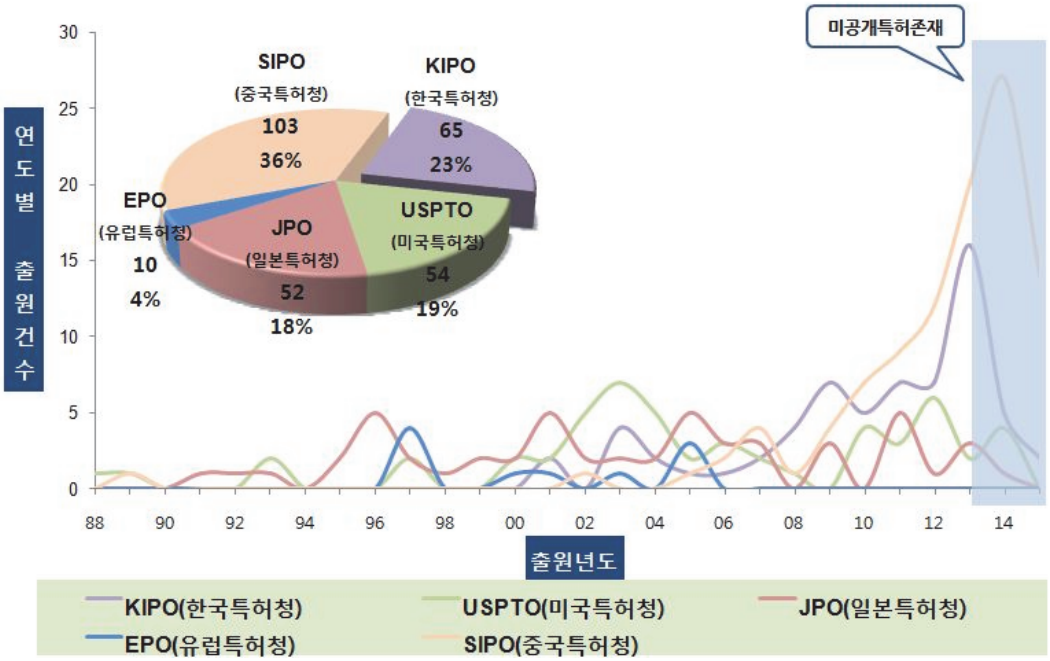
〈그림 2.8〉 골든타임 확보를 위한 유역 시공간 상세 홍수예보 기술의 전체 연도별 특허동향

나. 주요시장국 연도별 특허동향

○ 주요시장국 연도별 특허동향에 있어서는 중국(SIPO)의 최근 급격한 신장세가 가장 눈에 띄며, 이는 경제 부흥의 성과가 치수로 연계되고 있는 것으로 판단

○ 이와 더불어, 한국(KIPO)도 최근 출원건수 급증하고 있는 경향을 보이며, 4대강 사업에 대한 연계 R&D 성과로서 나타난 결과라고 할 수 있겠는데, 양적인 측면에 있어서 선진국인 미국과 일본을 추월한데 이어 이러한 추세를 실질적인 성과로 이어질 수 있도록 하는 사업화 연계가 필요한 것으로 판단

○ 그 밖에 다른 국가는 특별한 등락세를 보이지 않고 있으며, 이전의 연구 추세가 꾸준히 존재



〈그림 2.9〉 주요시장국 연도별 특허동향

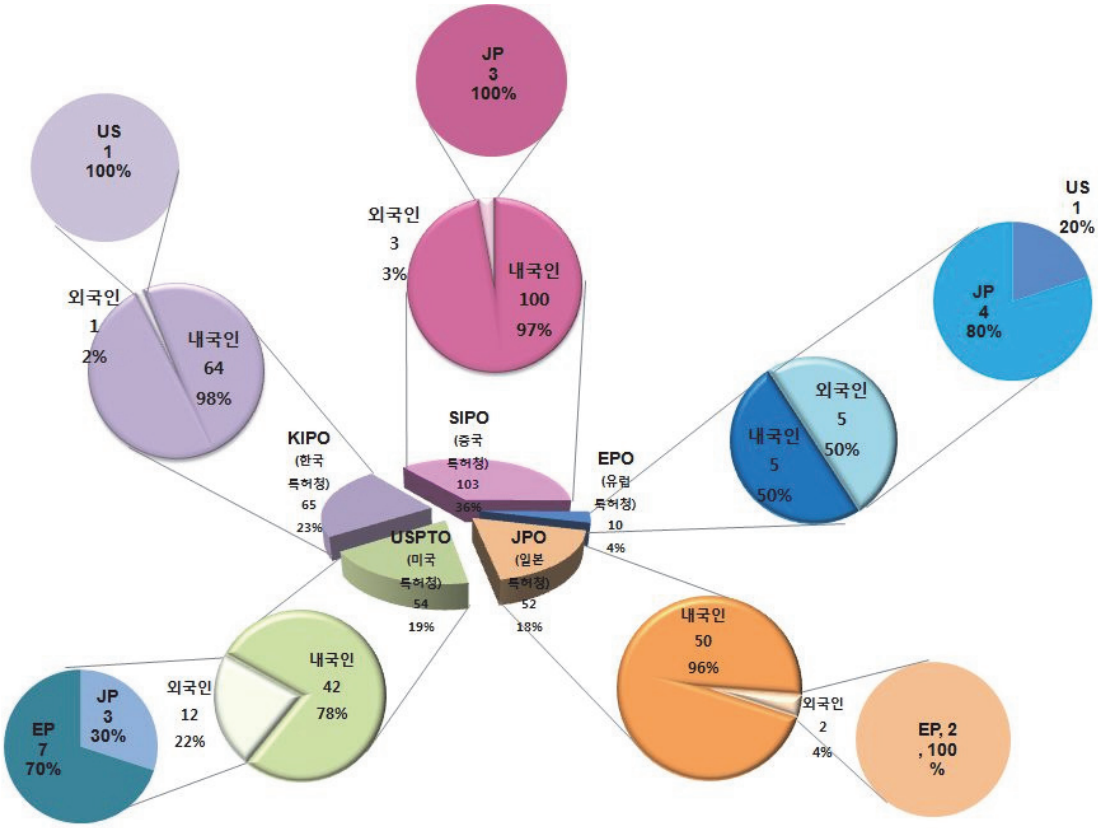
2. 국가별 현황

가. 특허 시장확보력 분석

○ 전반적으로 거의 자국위주로 출원하는 경향을 보이고 있으며, 이는 특허를 통한 비즈니스가 아직은 미약하기 때문인 것으로 판단

○ 이에 반해 미국이나 유럽은 비교적 시장교류가 활발한 것으로 나타났는데, 자국뿐만 아니라 상대국도 동일한 시장권역으로 보고 있기 때문으로 사료

○ 한국(KIPO)의 경우에는 해외 시장국 진출도, 해외의 국내 진입도 거의 없으므로 더욱 교류가 약한 상황



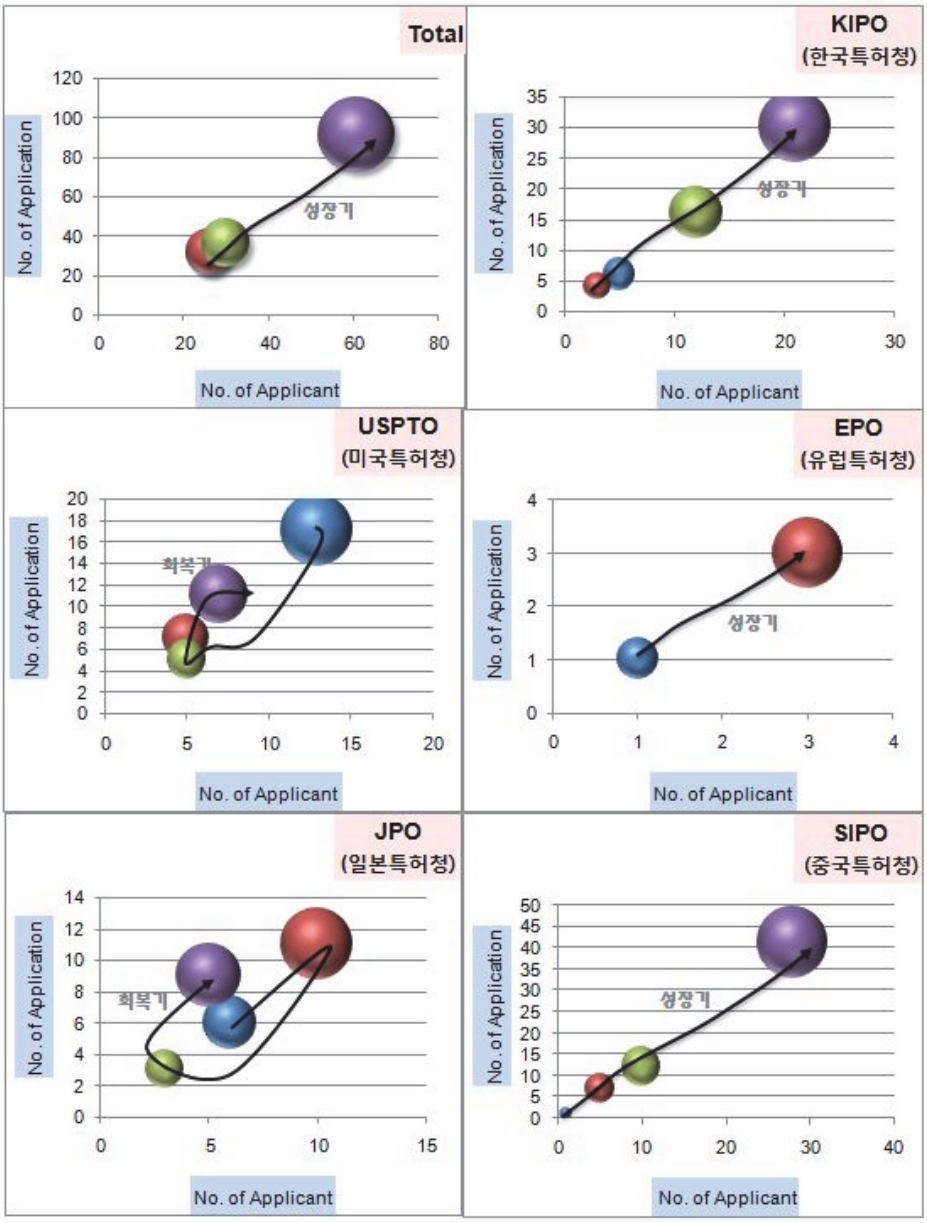
〈그림 2.10〉 시장국별 내외국인 출원 현황

나. 주요시장국 전체 기술시장 성장단계 분석

- 주요시장국 전체 기술시장 성장단계 분석은 출원인수-건수 관계에 의한 기술발전 모델링 기법
- 본격적 출원이 시작된 '00년대 이후를 분석구간으로 설정

  (1구간: '02 ~ '04, 2구간: '05 ~ '07, 3구간: '08 ~ '10, 4구간: '11 ~ '13)
- 전체적으로는 성장기를 나타내고 있으며, 최근 성장세가 급증하는 경향을 보이고 있는 것이 특징
- 미국과 일본 등의 선진국은 2000년대 이전에도 홍수관리를 위해 상대적으로 꾸준한 연구를 해왔었기 때문에, 최근에는 다소 쇠퇴한 모습 보인 후 회복기가 존재
- 이에 대비하여 신흥국이라 할 수 있는 대한민국과 중국은 경제 성장의 효과가 반영되어 최근 구간 성장폭이 확대되면서, 본 분야의 연구개발을 주도



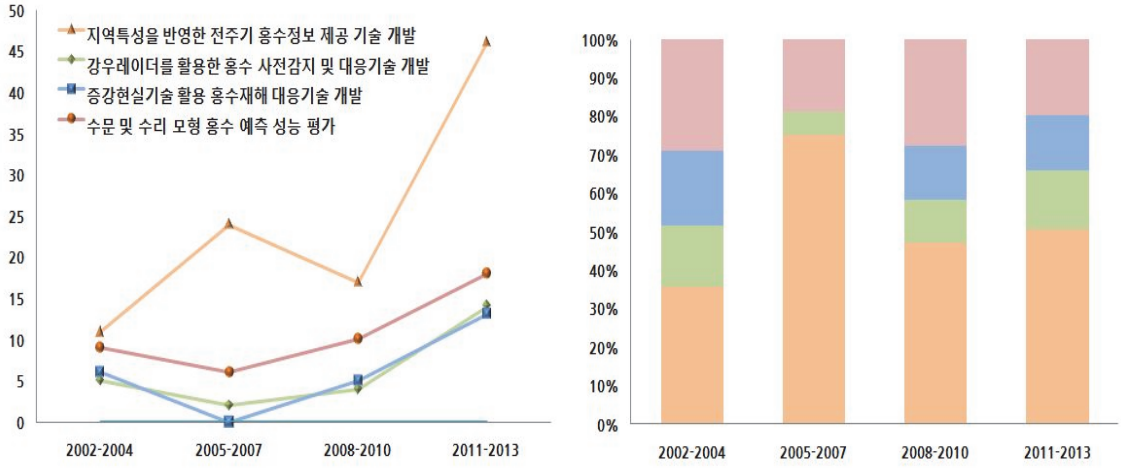


〈그림 2.11〉 주요시장국 전체 기술시장 성장단계 분석

3. 기술별 현황

가. 구간별 세부기술 출원 현황

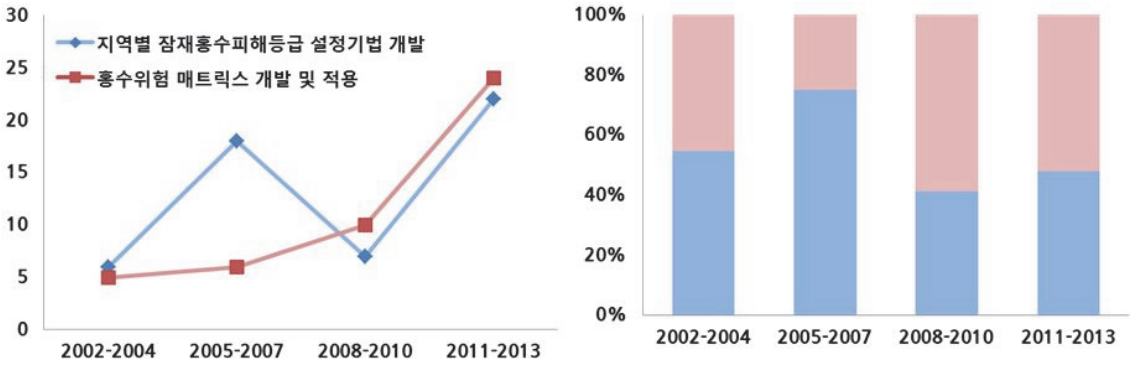
- 4가지 중분류에 해당하는 기술 전체가 모두 최근 구간의 출원이 이전 구간에 비해 증가세를 보이고 있으므로, 향후에 이어지는 출원 전망도 좋을 것으로 기대
- 특히, 유역 시공간 상세 홍수예보 기술개발의 기반이 되는 기술이라 할 수 있는 위기경보 단계 홍수정보 제공 기술의 출원이 가장 활발하며 최근 증가율도 가장 높으므로, 효과 달성을 위한 기초적인 연구가 착실히 진행
- 수문 및 수리 모형 관련 기술이 그 다음으로 많은 출원되었으며, 해당 기술은 이론적 토대를 구축하기 위한 기술로 볼 수 있으므로, 이에 대한 시도도 활발한 것으로 판단



<그림 2.12> 구간별 세부기술 출원현황

(1) 지역특성을 반영한 전주기 홍수정보 제공 기술 개발(A)

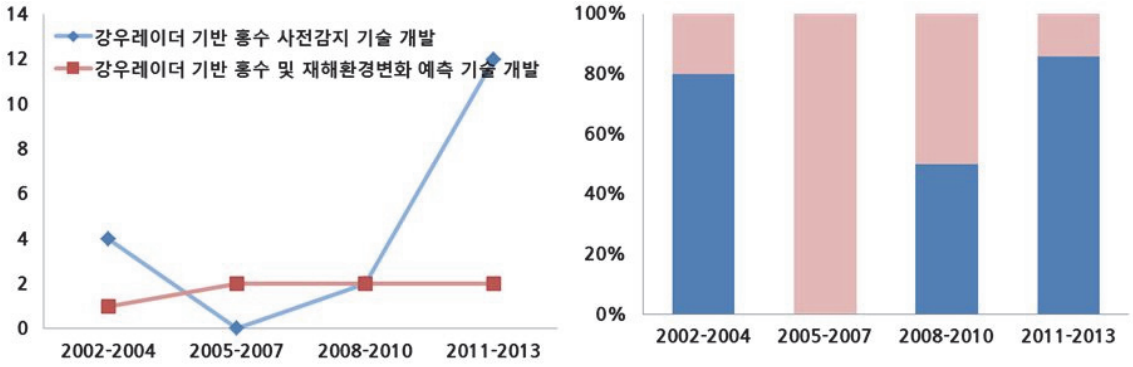
- 지역별 잠재홍수피해등급 설정기법 개발 기술이 한 때 많이 출원되었으나 현재는 비슷한 수준
- 최근 구간에 증가세를 보이므로 향후 지속적 발전 전망



〈그림 2.13〉 지역특성을 반영한 전주기 홍수정보 제공 기술 개발(A)

(2) 공간강우를 활용한 홍수 사전감지 및 대응기술 개발(B)

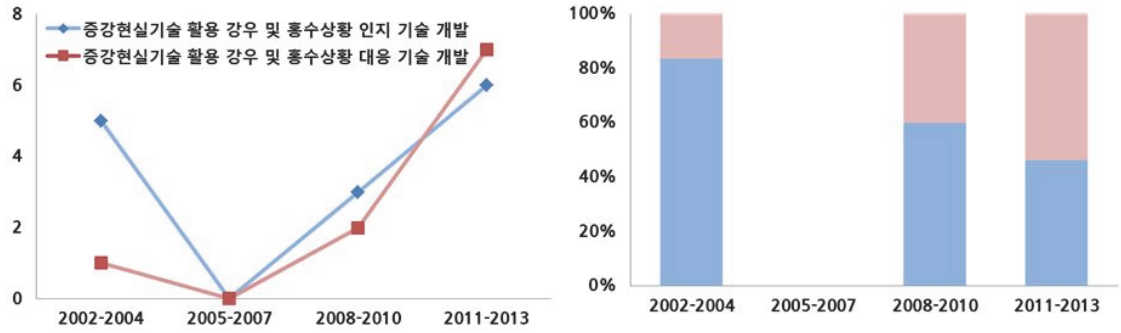
- 공간강우량 기반 홍수 사전감지 기술의 최근 급증세가 눈에 띄며, 기술이 본격 적용되고 있는 것으로 추측
- 공간강우량 기반 홍수 및 재해환경변화 예측 기술은 기반 기술의 정착 후 확대가 예상



〈그림 2.14〉 공간강우를 활용한 홍수 사전감지 및 대응기술 개발(B)

(3) 증강현실기술 활용 홍수재해 대응기술 개발(C)

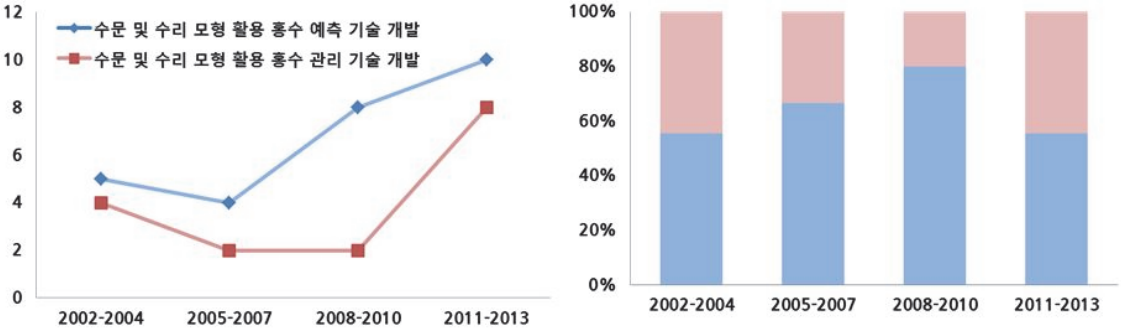
- 증강현실기술 활용 강우 및 홍수상황 인지 기술은 선도적 출원 후 감소세를 보이다가 최근 관심도가 다시 향상
- 증강현실기술 활용 강우 및 홍수상황 대응 기술의 최근 증가세가 오히려 높은 경향



〈그림 2.15〉 증강현실기술 활용 홍수재해 대응기술 개발(C)

(4) 수문 및 수리 모형 홍수 예측 성능 평가(D)

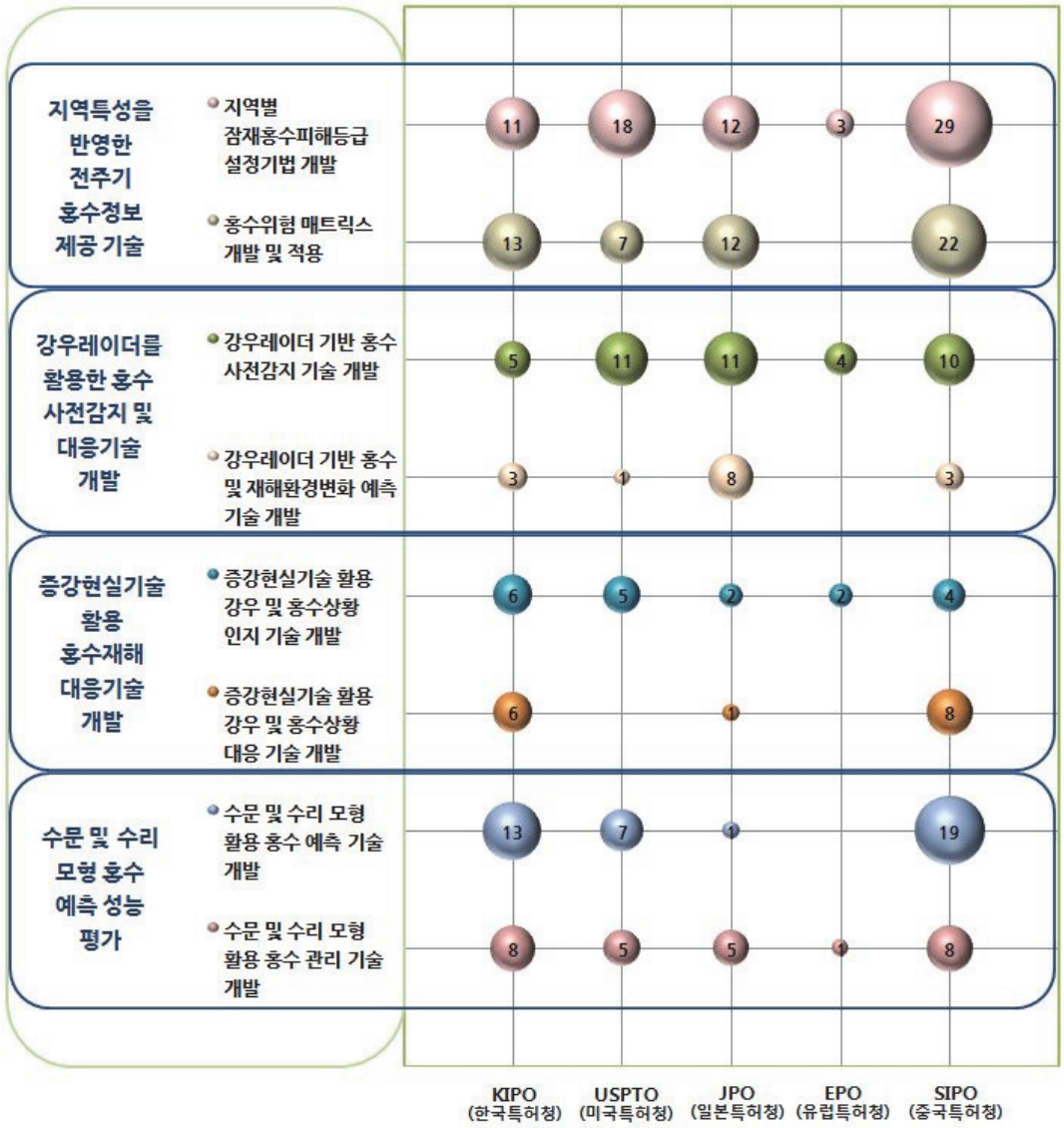
- 수문 및 수리 모형 활용 홍수 예측 기술은 꾸준한 관심 아이템으로 존재
- 수문 및 수리 모형 활용 홍수 관리 기술도 최근 많이 증가하고 있으므로 종합적인 기술의 적용을 위한 시도가 이루어지고 있는 것으로 판단



〈그림 2.16〉 수문 및 수리 모형 홍수 예측 성능 평가(D)

나. 주요시장국별 세부기술 출원현황

- 행정구역 홍수 위기경보 단계 설정 및 정보제공 기술이 가장 큰 관심 존재
- SIPO(중국특허청)에는 전반적으로 고른 출원이 이루어진 한편, KIPO(한국특허청)에도 고른 출원이 이루어졌으며, 특히 상대적으로 증강현실 활용 기술이 강세
- 반면, 강우레이더 등의 공간강우와 IoE(디지털그물망, 스마트데이터, 스마트머신, AR, FLBS) 활용 기술은 다소 약세이므로 이에 대한 대응책 마련이 필요할 것으로 판단



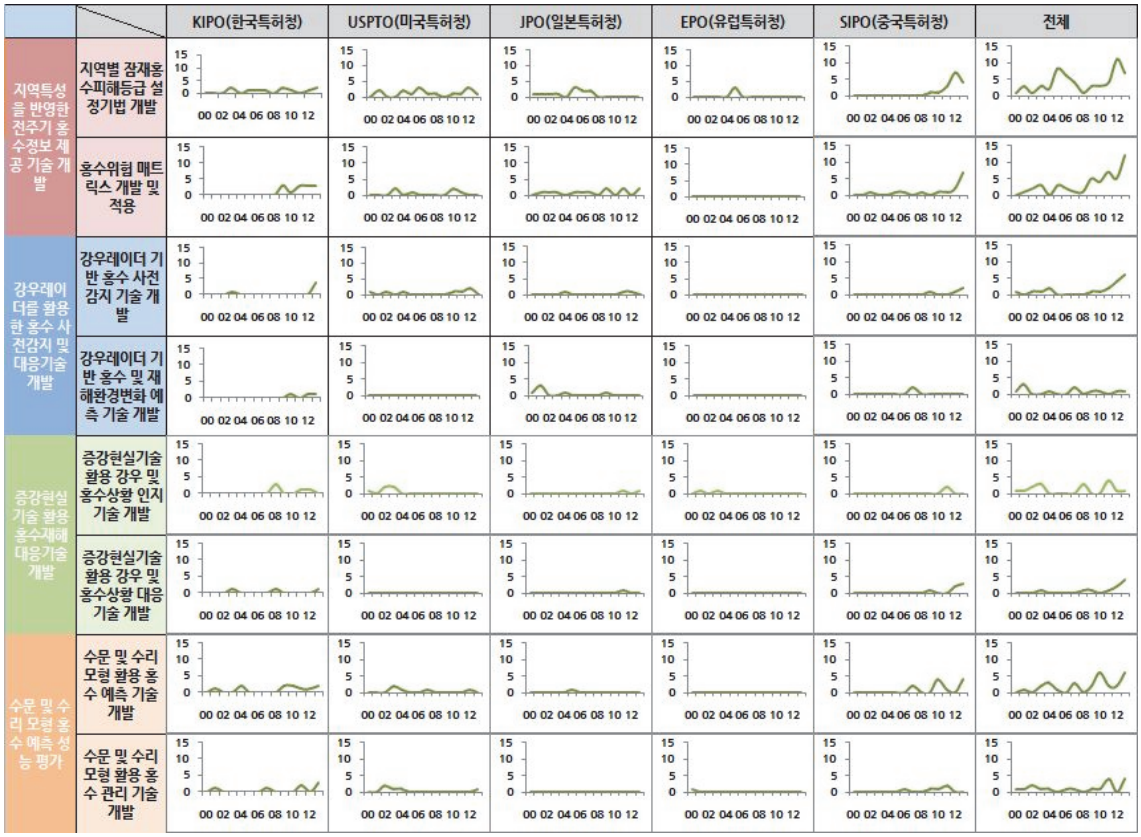
〈그림 2.17〉 주요시장국별 세부기술 출원현황

다. 세부기술별 전세계 출원현황

○ 각 국별 결과를 통합한 전체 결과를 살펴봤을 때 최근 증가세가 뚜렷한 것이 특징

○ SIPO(중국특허청)의 경우에도 일부 기술을 제외하고는 대부분 최근 들어 증가세를 보이고 있으므로 향후에도 꾸준한 R&D가 이어질 것으로 예상되어, 본 분야의 주도권을 확보해가기 위해 노력하고 있는 것으로 판단

○ KIPO(한국특허청)는 전반적으로 최근 증가되는 기술이 보이지 않는 편이지만, 홍수위험 매트릭스 개발 및 강우레이더 기반 홍수 사전 감지기술의 최근 증가세가 다른 기술에 비해 상대적으로 높은 경향



〈그림 2.18〉 세부기술별 전세계 출원현황

4. 경쟁자 현황

가. 주요출원인 출원 현황

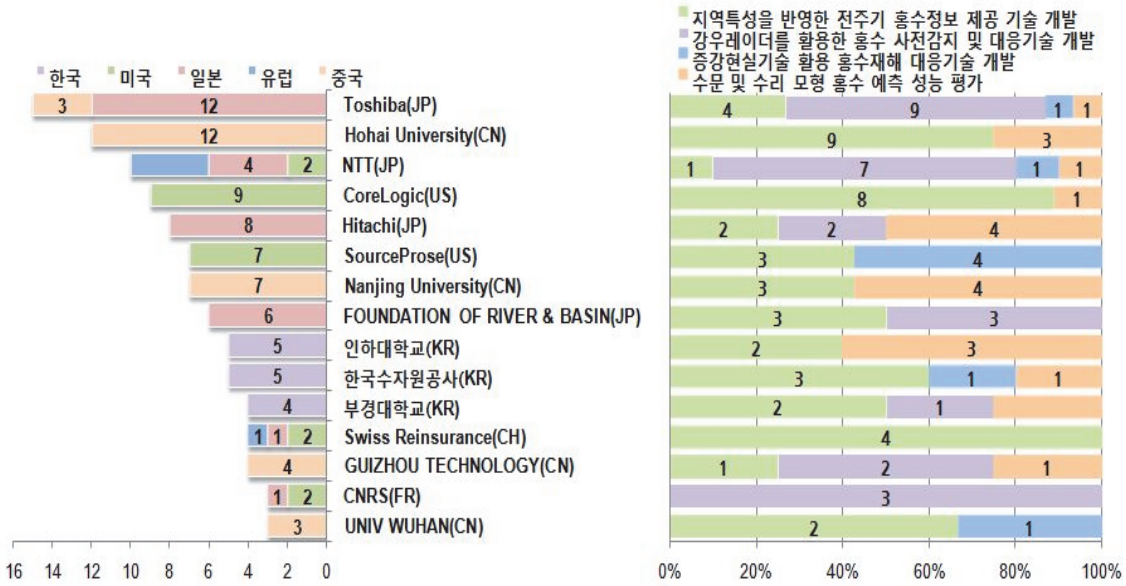
- Toshiba의 특허가 가장 많이 출원되었으며, 중국에도 출원한 것으로 봤을 때, 중국 시장 진출을 모색하고 있는 것으로 추측
- Hohai University는 중국에만 출원한 한계는 있지만 최근 출원증가율이 가장 높은 편이므로 연구개발에 있어서는 주목할 필요가 존재
- 전반적으로 주력기술 분야가 다양하므로 개별기술별로 주요출원인들을 살펴볼 필요가 존재

분석항목 / 출원인	출원인 국적	주요 IP시장국(건수)					IP시장국중함	특허출원 증가율 (최근5년)	주력기술분야
		한국특허청	미국특허청	일본특허청	유럽특허청	중국특허청			
		KIPO	USPTO	JPO	EPO	SIPO			
Toshiba	일본	0 (0%)	0 (0%)	12 (80%)	0 (0%)	3 (20%)	일본특허청	0.0%	강우레이더 기반 홍수 및 재해 환경변화 예측 기술 개발
Hohai University	중국	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	12 (100%)	중국특허청	18.9%	지역별 잠재홍수피해등급 설정 기법 개발
NTT	일본	0 (0%)	2 (20%)	4 (40%)	4 (40%)	0 (0%)	일본특허청	-100.0%	강우레이더 기반 홍수 사전감지 기술 개발
CoreLogic	미국	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	미국특허청	0.0%	지역별 잠재홍수피해등급 설정 기법 개발
Hitachi	일본	0 (0%)	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	일본특허청	-100.0%	수문 및 수리 모형 활용 홍수 관리 기술 개발
SourceProse	미국	0 (0%)	7 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	미국특허청	-100.0%	증강현실기술 활용 강우 및 홍수상황 인지 기술 개발
Nanjing University	중국	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	7 (100%)	중국특허청	-100.0%	수문 및 수리 모형 활용 홍수 예측 기술 개발
FOUNDATION OF RIVER & BASIN	일본	0 (0%)	0 (0%)	6 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	일본특허청	-100.0%	강우레이더 기반 홍수 및 재해 환경변화 예측 기술 개발
인하대학교	한국	5 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	한국특허청	-100.0%	지역별 잠재홍수피해등급 설정 기법 개발
한국수자원공사	한국	5 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	한국특허청	-100.0%	홍수위험 매트릭스 개발 및 적용
부경대학교	한국	4 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	한국특허청	-100.0%	홍수위험 매트릭스 개발 및 적용
Swiss Reinsurance	스위스	0 (0%)	2 (50%)	1 (25%)	1 (25%)	0 (0%)	미국특허청	-100.0%	지역별 잠재홍수피해등급 설정 기법 개발
GUIZHOU TECHNOLOGY	중국	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (100%)	중국특허청	-100.0%	강우레이더 기반 홍수 사전감지 기술 개발
CNRS	프랑스	0 (0%)	2 (67%)	1 (33%)	0 (0%)	0 (0%)	미국특허청	-100.0%	강우레이더 기반 홍수 사전감지 기술 개발
UNIV WUHAN	중국	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (100%)	중국특허청	0.0%	지역별 잠재홍수피해등급 설정 기법 개발
범아엔지니어링	한국	3 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	한국특허청	-100.0%	증강현실기술 활용 강우 및 홍수상황 인지 기술 개발
Beijing Univ of Tech	중국	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (100%)	중국특허청	-100.0%	수문 및 수리 모형 활용 홍수 관리 기술 개발
IBM	미국	0 (0%)	3 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	미국특허청	18.9%	지역별 잠재홍수피해등급 설정 기법 개발
한국건설기술연구원	한국	3 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	한국특허청	-100.0%	수문 및 수리 모형 활용 홍수 예측 기술 개발
NANJING HYDRAULIC RES INST	중국	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (100%)	중국특허청	-100.0%	지역별 잠재홍수피해등급 설정 기법 개발

<그림 2.19> 주요출원인 출원 현황

나. 주요출원인 동향

- 주요출원인으로서는 일본 출원인이 강세를 나타내고 있으며, 해외 패밀리 출원 및 포트폴리오 측면의 활동도 강한 편이므로, 일본의 경우에는 주요출원인 위주로 활동이 집중
- 한국 주요출원인들은 4~5건씩 출원하며 나름 독자적인 영역을 구축하고 있는 것으로 판단
- 미국의 SourceProse는 증강현실 활용분야에서 독보적 영역 구축하고 있는 점이 특이사항으로 판단
- 신흥국은 대학 및 연구소 위주의 연구개발이 이루어지지만, 선진국은 기업 위주로 연구개발이 진행

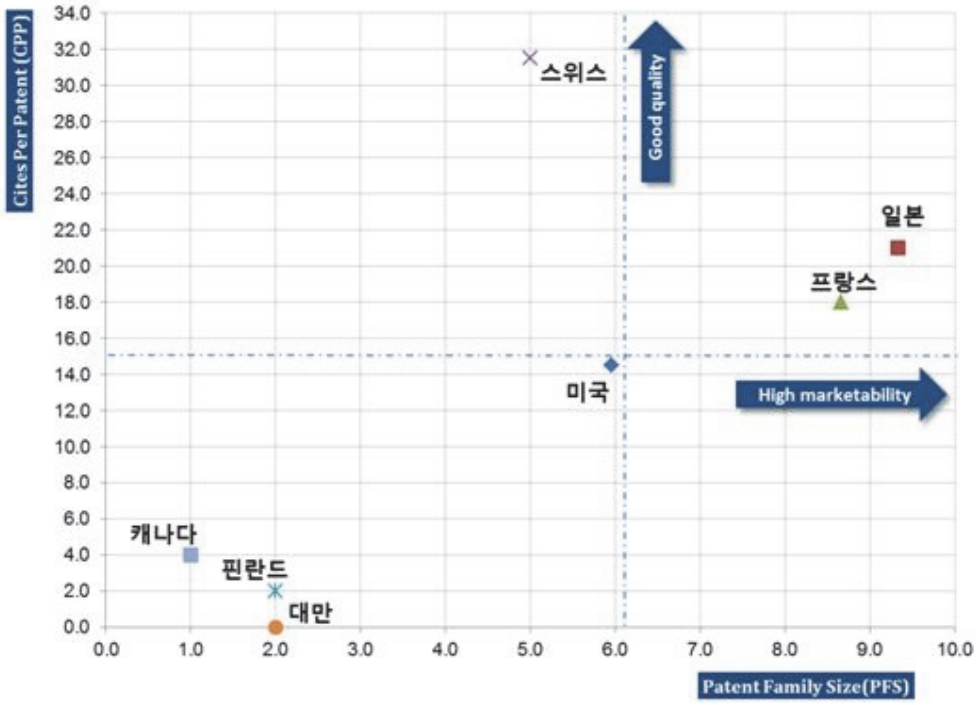


<그림 2.20> 주요출원인 동향

5. 미국등록특허 현황

가. 질적/양적 수준 분석

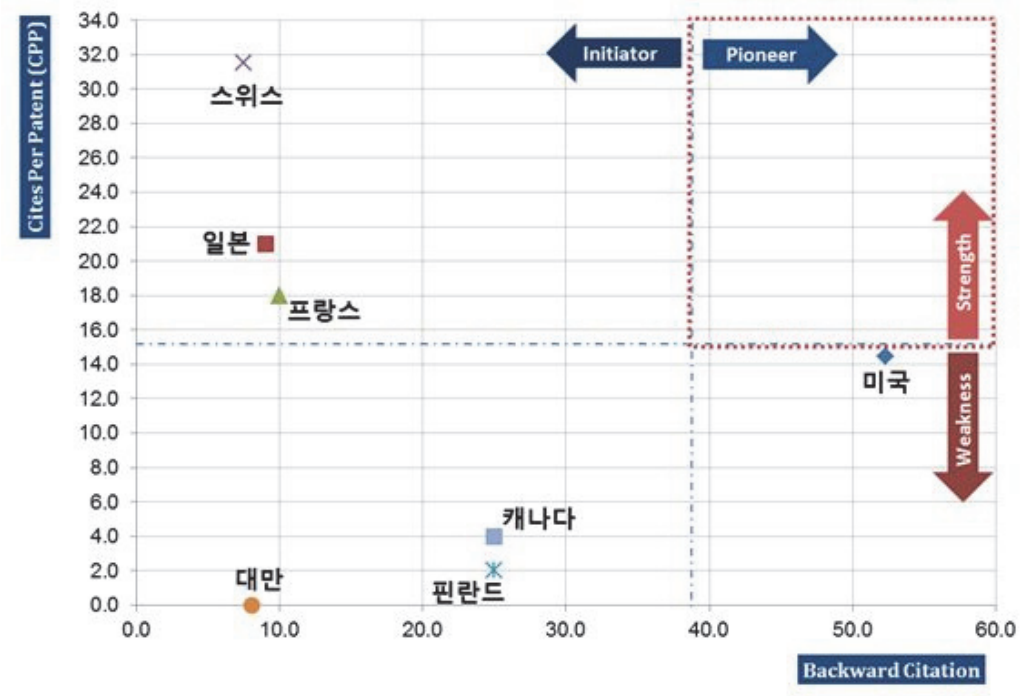
- 미국등록특허를 기준으로 질적수준(CPP, 피인용도)과 양적수준(PFS, 패밀리 사이즈)을 파악하기 위한 분석
- 일본과 프랑스가 질적, 양적 수준 모두 평균 이상으로 선도하고 있으며, 스위스는 가장 높은 질적 수준 보유
- 한국은 미국등록특허를 1건도 보유하지 않았기 때문에 미국등록특허 현황의 분석 대상으로 미등재



<그림 2.21> 질적/양적 수준 분석

나. 전후방 인용도 분석

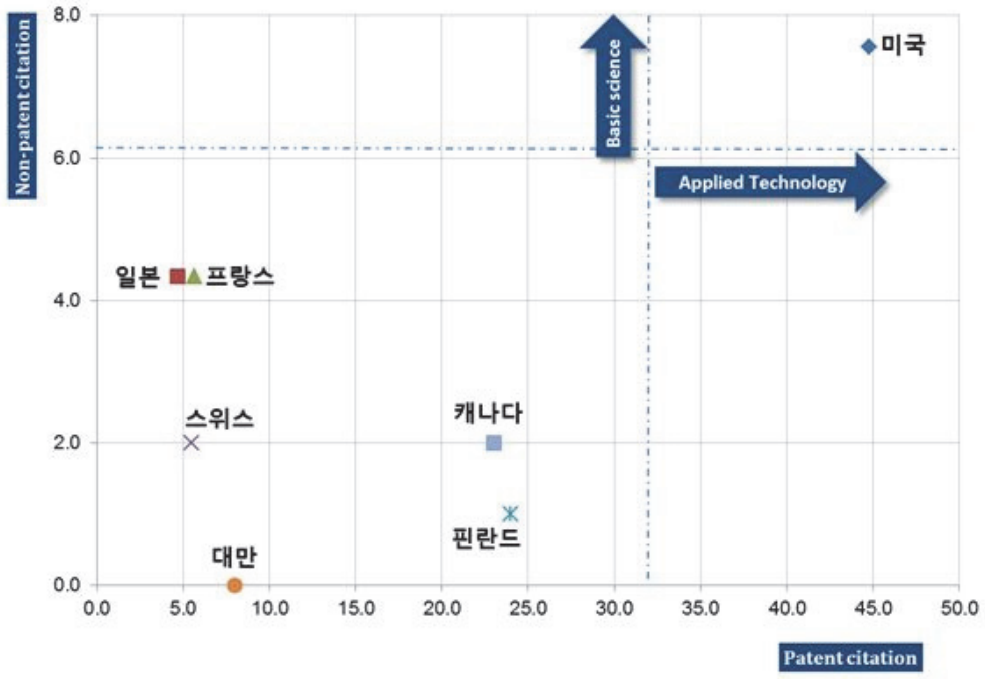
- 미국등록특허를 기준으로 전방인용도(CPP, 피인용도)와 후방인용도(Backward Citation)를 파악하는 분석
- 미국은 후방인용도가 높으므로 이전 기술에 대한 꾸준한 개량을 이어가고 있는 것으로 판단
- 스위스, 일본, 프랑스는 전방인용도가 높은 가운데 후방인용도는 낮으므로 독자적 영역을 구축하고 있는 것으로 판단



<그림 2.22> 전후방 인용도 분석

다. 특허/비특허 인용도 분석

- 미국등록특허를 기준으로 특허인용도(응용기술)와 비특허 인용도(기초과학)를 파악하는 분석
- 미국을 제외하면 일본과 프랑스의 비특허 인용도가 높으므로 기초과학 수준이 높은 편이라 판단
- 이에 비해 캐나다와 핀란드는 비특허 인용도에 비해 특허 인용도가 높으므로 응용과학에 집중하는 경향



<그림 2.23> 특허/비특허 인용도 분석

6. 결론 및 시사점

가. 전반적 특허출원 현황

- 최근 전체적인 기술 활황세가 뚜렷하게 나타나고 있으므로 관련 기술의 미래 전망이 좋은 것으로 예측
- 선진국이 꾸준한 연구개발 경향을 보이고 있지만, 최근에는 신흥국의 강세가 두드러지므로 우리나라도 충분한 경쟁력이 있는 것으로 판단
- 다만, 신흥국은 대학 및 연구소 위주의 연구개발이 이루어지지만, 선진국은 기업 위주로 연구개발이 이루어지고 있으므로 실제적인 기술의 활용 측면에서는 선진국이 다소 유리한 위치를 점하고 있는 것으로 판단

나. 세부기술별 기술개발 수준

- 기초 기술인 위기경보 단계 홍수정보 제공기술이 가장 강세를 보이고 있으므로, 아직은 기본적인 기술의 효능 확대 위주로 기술개발이 이루어지고 있다고 판단
- 융합 기술인 강우레이더 및 증강현실 활용기술은 아직은 절대적인 특허출원 건수가 많지 않은 편이지만, 역으로 판단하면 앞으로의 기술 개발여지가 많은 것으로 판단

○ 증강현실 활용 기술에 있어서 우리가 상대적인 강점을 보이고 있으므로 이에 대한 연계를 모색할 필요가 있으며, 반대로 강우레이더 활용 기술은 다소 약한 모습을 나타내고 있으므로 강화 전략을 수립할 필요가 있는 것으로 판단

다. 우리나라 국가 경쟁력

○ 양적으로는 중국에 이어 2위를 기록하고 있으므로 충분한 강세를 보이고 있는 것으로 판단

○ 다만, 미국을 비롯한 해외에 대한 출원이 없는 점은 사업화에 있어서 약점이라 할 수 있으므로 이에 대한 보완책이 필요하다고 판단

○ 이를 위하여 프로젝트를 바탕으로 한 대학 및 연구소 위주 출원에 대한 성과를 이어받아 강화할 수 있는 방안의 모색이 필요

7. 국내외 기술(연구) 동향

가. 국내외 연구동향

○ 본 기획과제 핵심내용을 중심으로 최근 5년간 국내외 논문 발표 현황을 조사하여 경향성을 파악

○ 국내 논문의 경우 NDSL(National Digital Science Library)에서 2010년부터 2015년까지 최근 6년간의 논문경향을 조사

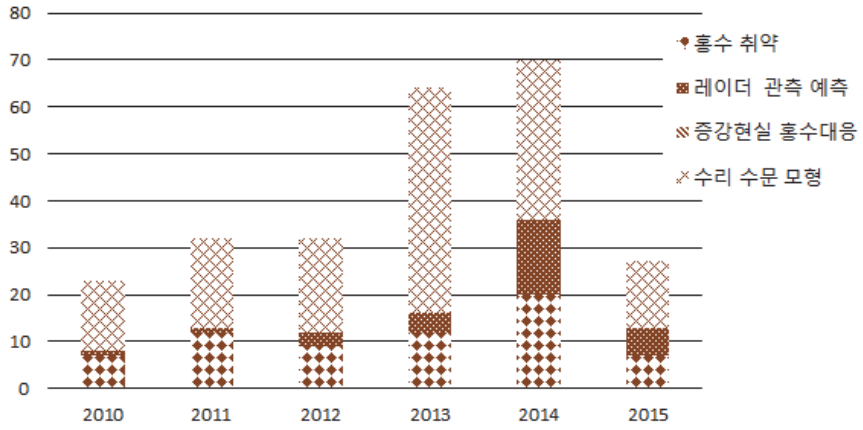
<표 2.2> 국내 논문 검색 방법

검색조건	방법
검색 DB	NDSL
검색 기간	2010 ~ 2015
검색 범위	한국수자원학회논문집, 대한토목학회논문집, 대한방재학회논문집
검색 방식	키워드 검색

○ 연구항목별로 홍수 위험, 레이더 관측 및 예측 사물인터넷, 빅데이터, 증강(가상)현실, 수문모형, 수리모형과 홍수 시나리오 등 중요단어로 검색한 결과 점차적으로 증가하는 경향

※ 2015년의 경우는 상반기까지의 집계 결과로 일반적인 논문 등록 추세를 볼 때 지속적 증가 예상

○ 수리 & 수문 모형 분야가 주를 이뤘고 홍수취약, 레이더 관측 예측 순서로 많았고, 증강현실부분 논문은 많이 부족



<그림 2.24> 연도별 논문발표 건수(국내)

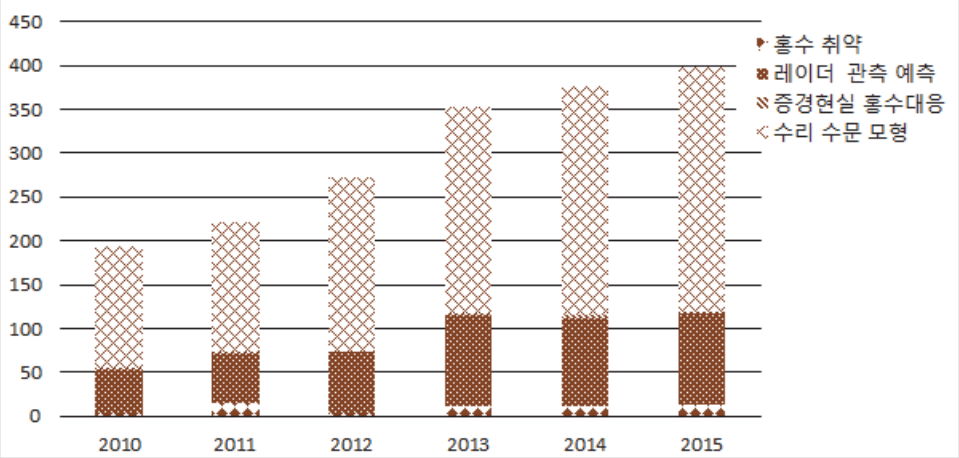
○ 국외 논문은 Web of Science 홈페이지에서 2010년부터 2015년 까지 논문을 조사하여 결과를 정리

<표 2.3> 국외 논문 검색 방법

검색조건	방법
검색 DB	Web of Science
검색 기간	2010 ~ 2015
검색 범위	논문 제목 및 내용
검색 방식	키워드 검색

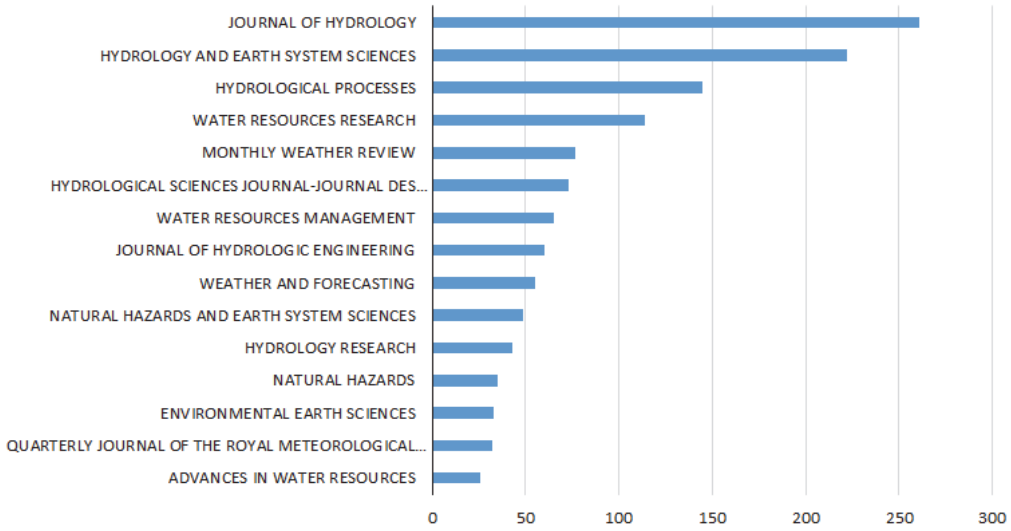
○ 2010년부터 2015년까지 점진적으로 증가하는 경향

○ 수리 & 수문 모형 분야가 주를 이뤘고 국내 논문과는 다르게 레이더 관측 예측 분야 논문이 홍수취약 분야 논문보다 많은 경향을 보였고, 증강현실부분 논문은 국내와 비슷하게 많이 부족



<그림 2.25> 연도별 논문발표 건수(국외)

○ 발표 저널별로 상위 15개를 선정하여 경향을 분석한 결과 전통적인 수문학 저널이 대부분이였고, 기상관련 저널이 소수를 차지



<그림 2.26> 주요저널 별 논문발표 건수(국외)

나. 국내외 기술 동향

(1) 미국

○ 하천예보센터는 하천예보시스템(NWS River Forecast System, NWSRFS)을 이용해 주요 하천의 다양한 예보지점에서 결정론적 및 확률론적 예보자료를 생성하기 위한 실시간 자료처리 시스템을 지원

- NWSRFS는 레이더나 지상우량계에 의해 산정한 유역평균 강우량, 융설, 증발산 등에 의해 실행되는 새크라멘토(Sacramento) 모형(Burnash, 1995)과 같이 토양수분을 반영한 보정, 연속형 모형들을 포함하고 있는 시스템 체계

○ NWSRFS(NWS River Forecast System)는 1980년대 중반 실시간 운영시스템으로 채택된 이래로 수많은 수치모형, 기능, 디스플레이, 프로그램들이 추가되어왔으며 예보자료의 생성 소요시간을 단축하고 새로운 모형을 쉽게 적용 및 실행하기 위해 지속적인 개선

- 앙상블하천유량예측(Ensemble Streamflow Prediction, ESP) 시스템은 선진수문예측서비스(Advanced Hydrologic Prediction Service, AHPS)를 위한 NWSRFS의 핵심요소

- 첨단수문예측서비스(Advanced Hydrologic Prediction Service, AHPS)는 홍수경보 및 수자원 예측 향상을 위한 서비스로 NWS 기상, 물 그리고 기후서비스의 핵심적 요소, 홍수 유형 정의와 하천별 홍수 발생 가능성, 90일 동안 하천의 특정지점에서 수위, 물의 체적, 유량 등이 특정 값을 초과할 확률, 홍수로 침수될 중요 도로, 철도, 경계표시 등 인근지도와 과거 홍수위를 연계하여 제공

- 지역단위의 홍수예보를 위한 대표적인 시스템인 ALERT(Automated Local Evaluation in Real Time)는 NWS 산하 California-Nevada 하천예보센터에 의해서 개발, ALERT는 홍수관련 자료, 예측 및 경보시스템 및 결과물들을 서로 원활하게 공유하기 위한 지역정부 간의 온라인 연계시스템으로 전국단위 홍수경보와도 연계되어 운영

- 미국에서 재난관련 발령은 Watch와 Warning으로 구분되고, 홍수로 인한 재난의 경우는 일반적인 홍수(Flood)와 돌발홍수(Flash Flood)로 분류

  · Flood Watch : 수문기상 조건에 의해 약 12~48시간 이내 홍수가 발생가능하거나 예상될 때 발령. 단, 홍수발생이 확실하거나 임박한 것은 아닌 상황

  · Flood Warning : 생명이나 재산에 심각한 위협이 되는 홍수가 넓은 지역에 걸쳐 일어날 것으로 예상되는 경우 발령. 일반적으로 하천 수위 예측정보도 동시에 제공

  · Flash Flood Warning : 돌발 홍수 또는 댐/제방 붕괴처럼 홍수가 임박하여 긴급한 조치가 필요한 경우 발령

- 미국의 재난경보 발령 실황은 NWS 홈페이지(http://www.weather.gov)에서 확인 할 수 있으며, 지도를 클릭하면 관심지역이 확대되어 구체적인 정보를 확인 가능

  · 지도정보 뿐만 아니라 주(State) 단위 또는 카운티 단위로 정리된 경보발령 목록을 제공

○ CHPS(Community Hydrologic Prediction System)와 같은 미국 및 전 세계에 걸쳐 개발된 모형 및 실시간 운영의 개념들을 수용할 수 있는 수문모형화의 기본체계를 개발하기위해 아이디어와 프로덕트의 상호교환을 기반으로 하는 커뮤니티 개념은

NOAA 예보능력의 점진적인 발전을 위한 핵심으로 존재

- CHPS는 모듈식 구조로 설계된 개방형 예보시스템으로 표준 소프트웨어 패키지, 모던 프로토콜, 개방형 자료모형 기준들을 기반으로 하며 기존 또는 새로운 수리, 수문 모형 및 자료들를 커뮤니티와 공유할 수 있는 기능을 제공

- NWS 및 미공병단(U.S. Army Corps of Engineer, USACE) 수리수문 모형들과 연계운영하는 핵심요소로 델프트 조기홍수경보시스템(Delft Flood Early Warning System, FEWS; http://www.wldelft.nl/soft/fews/int/index.html)을 사용

○ 기상예보실은 하천예보센터로부터의 지침에 근거하여 하천예보자료 생성, 하천홍수 주의보 및 경보 등을 발령하고 돌발홍수 주의보 및 경보를 위한 호우를 관측하는 데에 초점

- 레이더 강우 추정치는 돌발홍수 예보의 운영에 중요하며 이러한 예보운영을 위해 이용되는 수문학적 응용프로그램들로는 수원예측 모형(Headwater Predictor Model, HPM) 및 돌발홍수 모니터링 및 예측(Flash Flood Monitoring and Prediction, FFMP) 시스템 운영

- 기상예보실은 하천예보센터로부터의 지침에 근거하여 하천예보자료 생성, 하천홍수 주의보 및 경보 등을 발령하고 돌발홍수 주의보 및 경보를 위한 호우를 관측하는 데에 초점

- HPM은 1 시간 격자강우의 입력을 기반으로 수원유역에 대한 예측 수문곡선을 생성 (Erb, 2002).

- FFMP는 250 km2 이내의 작은 유역을 모니터링하기 위한 시스템으로 레이더 격자 강우량으로부터 유역 평균값을 계산하고 돌발홍수예보를 위해 누적강우량 값을 모니터(Smith et al., 2000).

- FFMP는 AWIPS(Advanced Weather Interactive Processing System) D2D(Display 2 Dimension; Biere, 1998) 내의 수문기상학적 응용프로그램으로 누적강우량을 모니터하여 돌발홍수기준(FFG)과 비교

- 예보자는 FFMP를 통해 소규모 하천유역이나 그 주변의 호우 시작 및 이동경로에 대하여 레이더, 인공위성 등을 이용해 추적 가능

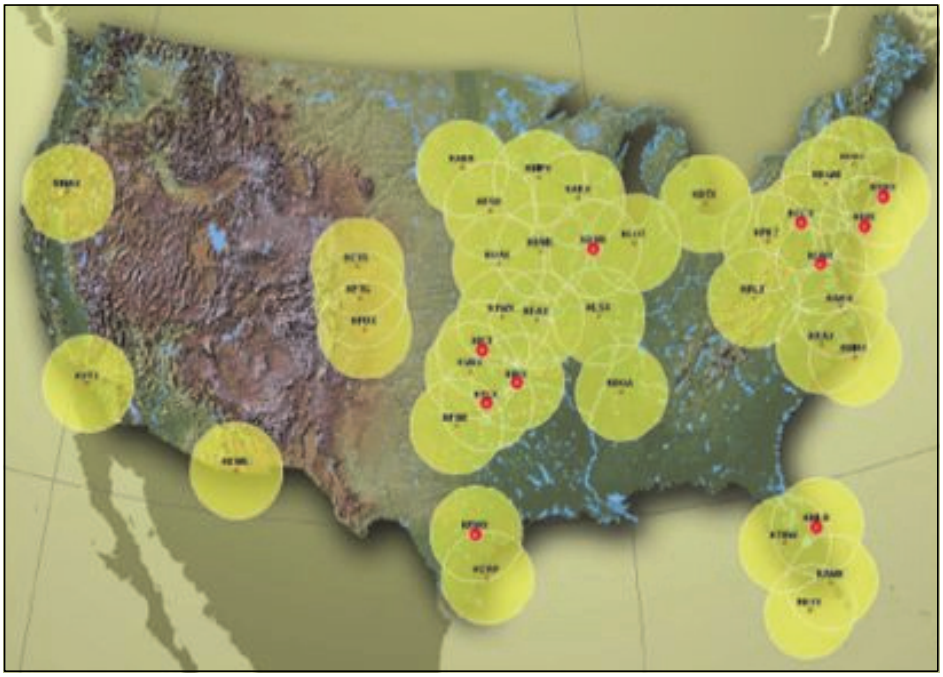
- 단시간 QPE와 결합되는 이러한 정보를 통해 경보 선행시간을 증가시키고 정확한 돌발홍수 위험지역을 선정 가능

- FFMP는 첫 번째 버전(FFMP v1.0)이 WSR-88D 레이더의 DPA(Digital Precipitation Array) 프로덕트 및 MAP(Mean Areal Precipitation) 수문 유역을 이용하던 점에 반해 그 두 번째 버전(FFMP v2.0)은 DHR(Digital Hybrid Reflectivity) 프로덕트 및 더 작은 소유역을 기반으로 운영

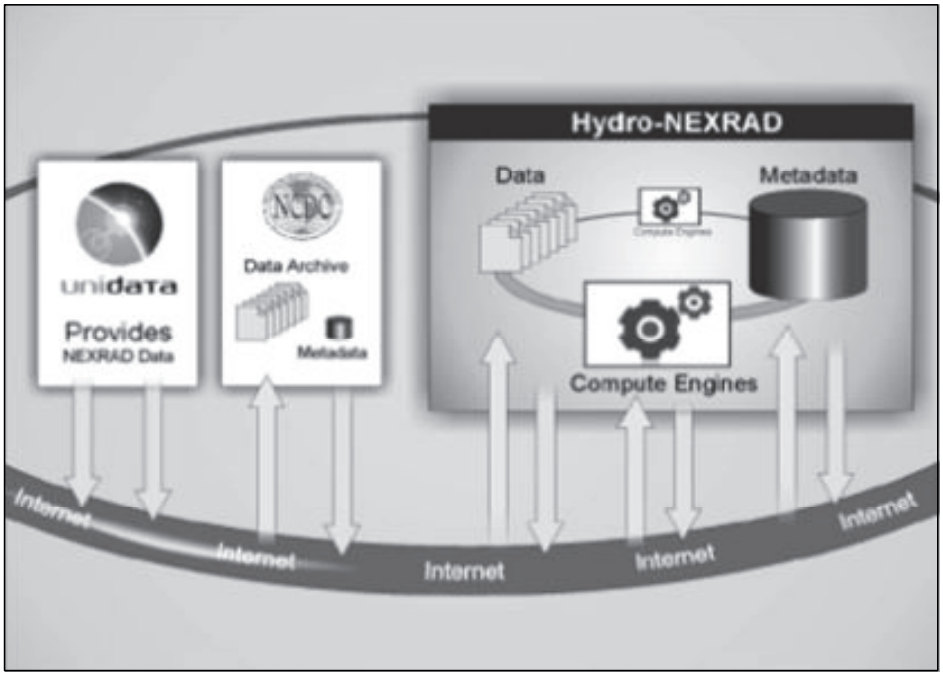
○ Hydro-NEXRAD 수문/기상 레이더 관측망은 광범위한 지역에 대한 강우량 정보를 생산할 뿐만 아니라, 특히 지상우량계의 관측 값들에 의해 보완함으로서 정량적인

정보를 제공

- 넓은 활용을 가능하게 하고 수문학적 연구를 확대하기 위해 미국 아이오와 대학(University of Iowa), 프린스턴 대학(Princeton University), 유니데이터(Unidata Center Program of the University Corporation for Atmospheric Research) 및 국립 기상데이터 센터(National Climatic Data Center of the National Oceanic and Atmospheric Administration) 연구자들의 공동노력으로 Hydro-NEXRAD 시스템 개발 시작
- Hydro-NEXRD는 브라우저에서 이용 가능한 소프트웨어 시스템으로 NEXRAD 관측망의 기본 레이더 반사도(Level II) 자료를 이용하여 사용자들의 요구에 맞는 강우량도(rainfall map)를 생산
- Hydro-NEXRAD는 사용자들에게 미기상청(National Weather Service)에서 제공하는 1시간 및 4km 해상도의 누적강우량보다 나은 유연성/탄력성을 제공
- Hydro-NEXRAD의 사용자들은 시간적으로 최고 5분, 공간적으로 1km까지의 해상도를 가진 강우량 자료를 획득할 수 있으며 강우량 정보는 그 응용 분야에 적합한 투영법을 바탕으로 제공
- Hydro-NEXRAD 시스템은 150여개의 미국 NEXRAD 레이더 중 40여개의 레이더 자료를 체계화하여 관리
- Hydro-NEXRAD는 대규모의 원형(prototype) 시스템으로 분류될 수 있으며, 그림 2.27은 Hydro-NEXRAD에 포함된 레이더들의 위치정보



<그림 2.27> Hydro-NEXRAD에 포함된 NEXRAD 레이더의 위치



<그림 2.28> Hydro-NEXRAD 시스템 구조 (Krajewski et al., 2011)

- NEXRAD 레이더에 의해 수집되고 NCDC로부터 이용 가능한 Level II 자료는 하나의 볼륨스캔(volume scan) 자료를 의미하며 이는 하나의 파일에 해당
- Level II 파일은 3차원 구조의 반사도 및 도플러 관측 정보를 포함하므로(최근에는 이중편파 정보까지 포함) 그 크기는 매우 대용량
- Hydro-NEXRAD의 주 프로덕트는 강우량도 이므로 강우가 아닌 다른 현상에 의한 레이더 에코는 추가적인 과정을 거쳐 제거 필요
- Hydro-NEXRD는 브라우저에서 이용 가능한 소프트웨어 시스템으로 NEXRAD 관측망의 기본 레이더 반사도(Level II) 자료를 이용하여 사용자들의 요구에 맞는 강우량도(rainfall map)를 생산
- Hydro-NEXRAD에서는 레이더 반사도 자료에서 강우 및 비강우 에코를 구분하기 위해 Steiner and Smith (2002) 알고리즘을 적용
- 비강우 에코는 지형에코 뿐만 아니라 비기상학적 에코(비행기나 새 등)를 포함하는 반면, 알고리즘은 실제 강우의 특성을 지니는 에코의 특성을 반영
- 알고리즘은 3차원 구조의 반사도 볼륨자료를 이용하여 비정상 전파(AP)의 발생 가능성을 산정하게 되며 AP의 발생 가능성을 결정하는 인자로는 레이더 에코의 수직 범위, 반사도 값의 수직 및 수평 변동성 및 구배가 존재
- 레이더로부터 거리의 증가에 따른 거리종속 오차, 레이더 샘플링 볼륨의 크기 증가, 레이더 빔의 품질저하 등은 심각한 강우량의 과소 추정을 초래

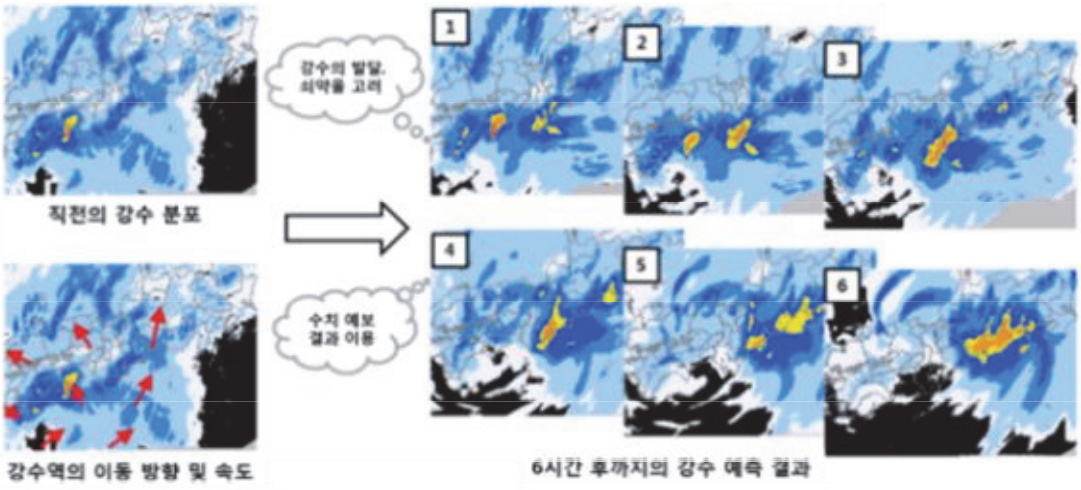
(2) 일본

○ 일본 기상청 및 국토 교통성, 지자체의 행정기관에서는 레이더 정보를 홍수 예경보에 활용하기 위해 강수의 단시간 예보와 나우캐스트 (Nowcast)를 이용

- 강수의 단시간 예보와 나우캐스트는 과거의 강우 지역의 이동 움직임과 현재의 강수의 분포를 바탕으로 1 ~ 6시간 후까지 강우 분포를 1 km X 1 km 격자로 예측
- 보통 하루 3회 발표되는 날씨 예보와 달리 짧은 시간 간격으로 발표함으로써 1 ~ 6시간까지의 강우의 예측을 가능한 한 상세하고 신속히 제공
- 단시간 예보는 일본 기상청의 지상 강우계(AMeDAS)와 합성 보정하여 제공하는 해석 강우량과 마찬가지로 30분 간격으로 발표되면서 6시간 앞까지의 각 1시간 강우량을 예보
- 수십분 정도의 강한 강우에서 발생하는 도시형 돌발 홍수등에서는 강수 나우캐스트가 신속한 방재 활동에 도움

○ 강수 단시간 예보에서는 일본 기상청의 지상 강우계(AMeDAS)와 합성 보정한 해석 강우에 의한 시간 강수량 분포를 이용

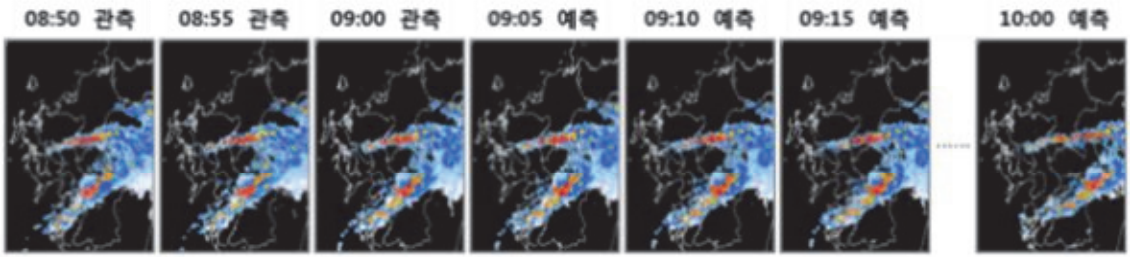
- 예측 계산으로는 강수역의 단순한 이동뿐만 아니라 지형의 효과와 직전의 강수역의 변화를 바탕으로 향후 비가 거세기도 약해지기도 고려
- 또한 예보 시간이 연장되면서 강수 지역의 위치나 강도의 차이가 커지므로 예보 시간의 후반에는 수치 예보에 의한 강수 예측 결과와 합성하여 이용



<그림 2.29> 일본 기상청의 강수 단시간 예보 (JMA)

○ 나우캐스트에 의한 예측에는 강수역의 공간 분포 및 발달과 쇠퇴의 경향, 과거 1시간 정도의 강우 지역의 이동이나 지상·고층의 관측 데이터에서 구한 이동 방향 및 속도를 이용

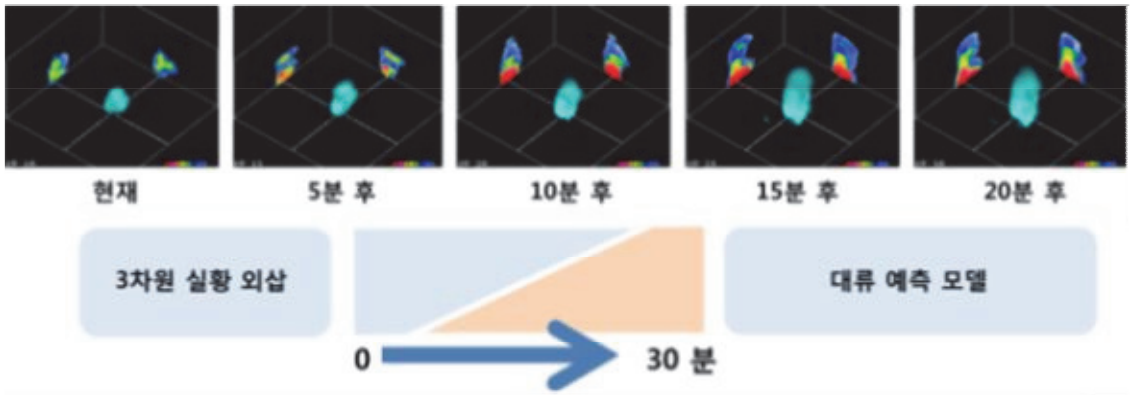
- 예측하는 시점에서 구한 강수역의 이동 상태가 그 앞으로도 변화하지 않는다고 가정하여 강수역의 발달 및 쇠약의 경향을 가미하여 강수 분포를 이동시켜 60분 후까지의 강우 강도 및 분포 계산
- 이 방법은 강수 단시간 예보에서도 사용되고 있다. 새롭게 발생하는 강수역 등을 예측에 반영할 수는 없지만 짧은 시간의 예측에서는 비교적 정확한 예측을 얻을 수 있음



〈그림 2.30〉 일본 기상청의 강수 나우캐스트 예보 (JMA)

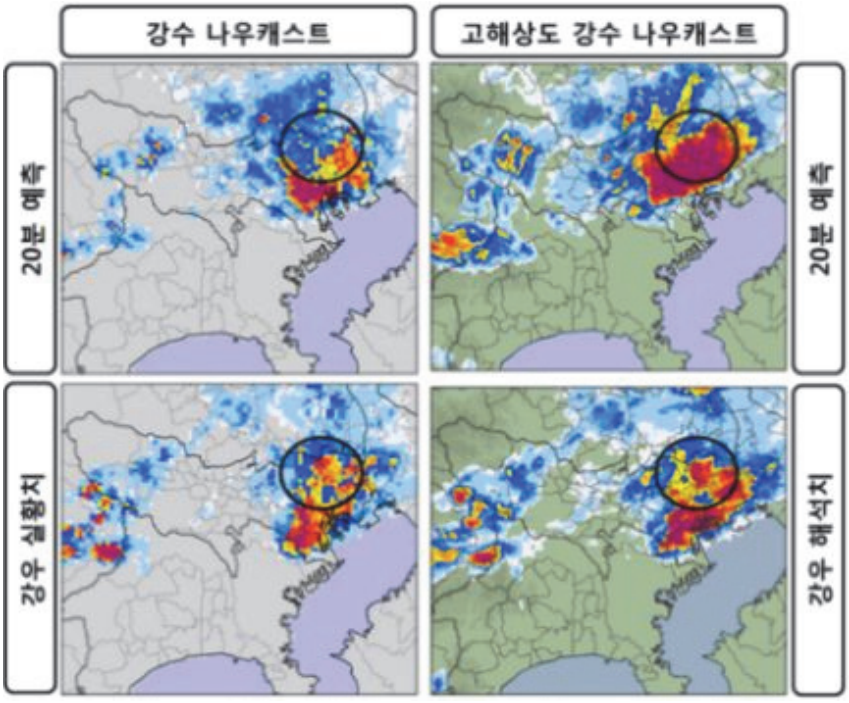
○ 고해상도 강수 나우 캐스트는 기상 레이더의 관측 데이터를 이용하여 250m 해상도로 강수의 단시간 예보를 제공

- 일본의 기상청은 전국 20개소에 기상 도플러 레이더를 설치하고 일본 전국의 레이더 강수 관측을 실시
- 도플러 레이더 관측망은 국지적 호우의 관측 정밀도 향상하기 위하여 2012 ~ 2013년에 레이더 관측 데이터의 거리 방향의 해상도를 기존 500m에서 250m로 향상시키기 위한 기기 갱신을 실시
- 국토 교통성 X 밴드 레이더(XRAIN)의 데이터도 활용하여 강수역 내부를 입체적으로 해석하여 250 m 해상도의 강수 분포를 30분 앞까지 예측
- 나우캐스트는 기상청의 기상 레이더 이외에 국토 교통성의 XRAIN을 이용하고 지상 우량계와 지상에서 대가의 상층 관측 결과 등을 이용하여 강수 예측의 초기치를 작성
- 강수 나우캐스트는 예상 초기치를 실황치라고 부르는 반면 고해상도 강수 나우캐스트에서는 해석치 혹은 실황 해석치로 명명



〈그림 2.31〉 고해상도 강수 나우캐스트 예측 (JMA)

- 고해상도 강수 나우 캐스트는 고해상도화와 나우캐스트의 속보성을 둘다 만족하기 위해서, 육상과 해안 인근 해상에서는 250 m 해상도의 강수를 예측하고, 기타 해상에서는 1 km의 해상도의 강수 예측을 제공
- 아래의 그림은 2014년 6월 29일의 강수를 예측한 예시이다. 특히 원으로 표시한 지역에서는 강수 나우캐스트와 비교하여 고해상도 강수 나우캐스트에서 실제 관측과 더 가까운 강우역을 예측



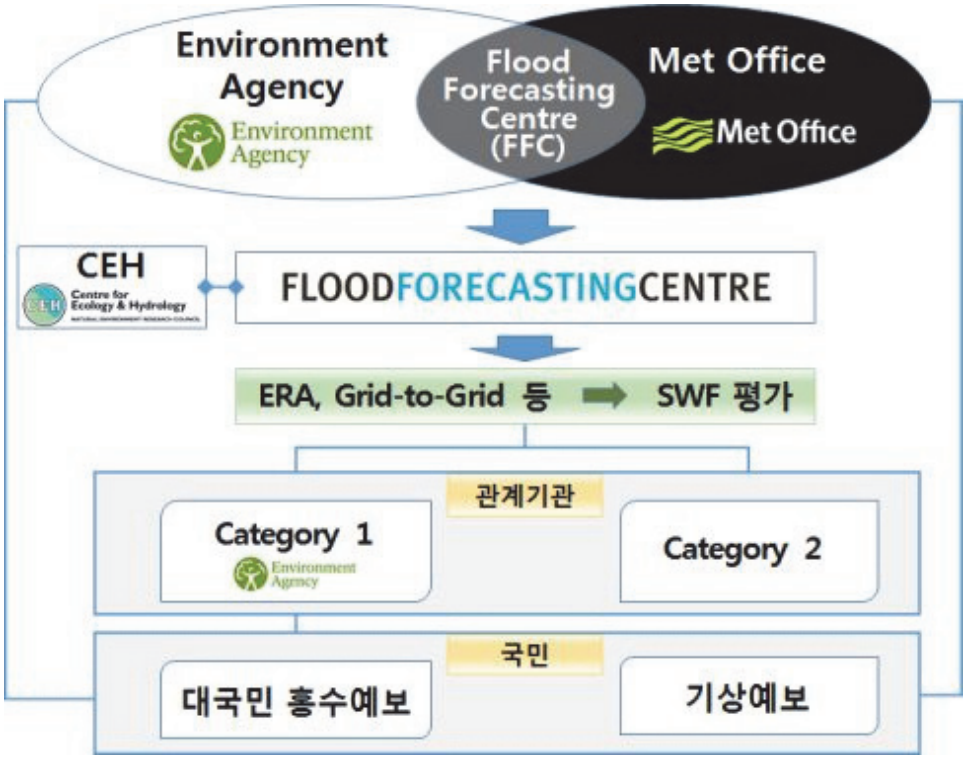
〈그림 2.32〉 16시를 초기치로 20분 예측 결과와 그 시간의 실황 및 해석치 (JMA)

(3) 영국

○ 잉글랜드와 웨일즈의 홍수예보는 Environment Agency와 웨일즈의 Natural Resource Wales가 협조하여 수행하고 있으며, 홍수예보 정보는 Environment Agency에서 잉글랜드와 웨일즈 전역에 대해서 제공, 또한 Met Office는 Environment Agency와 협조하며, 홍수예보 관련 기상정보를 제공

- 영국에서는 홍수예보의 효율을 높이기 위해 2009년에는 수문과 기상분야의 전문가로 구성된 Flood Forecasting Centre(FFC) 설립, FFC는 Environment Agency와 Met Office의 전문가로 구성

- 본부는 Met Office에 위치, FFC는 강우자료를 이용한 Extreme Rainfall Alerts(ERAs)를 이용해서 Surface Water Flooding(SWF)를 평가, 강우예측자료와 Grid-to-Grid 모형을 연계하여 홍수예보를 수행, Center for Ecology and Hydrology(CEH)와 홍수예측 전반에 대해서 협조(Susana et al., 2013).



<그림 2.33> 영국의 홍수예보 체계

- 영국의 Environment Agency에서는 주요 하천 뿐만아니라 저수지, 연안, 해양 등 전국에 대한 홍수위험 관리를 담당하고 있으며, 잉글랜드 6개의 구역과 웨일즈를 포함하여 총 7개 구역으로 구분하여 홍수예보 수행

- Environment Agency에서는 홍수의 위험을 3단계(Flood alert, Flood warning,

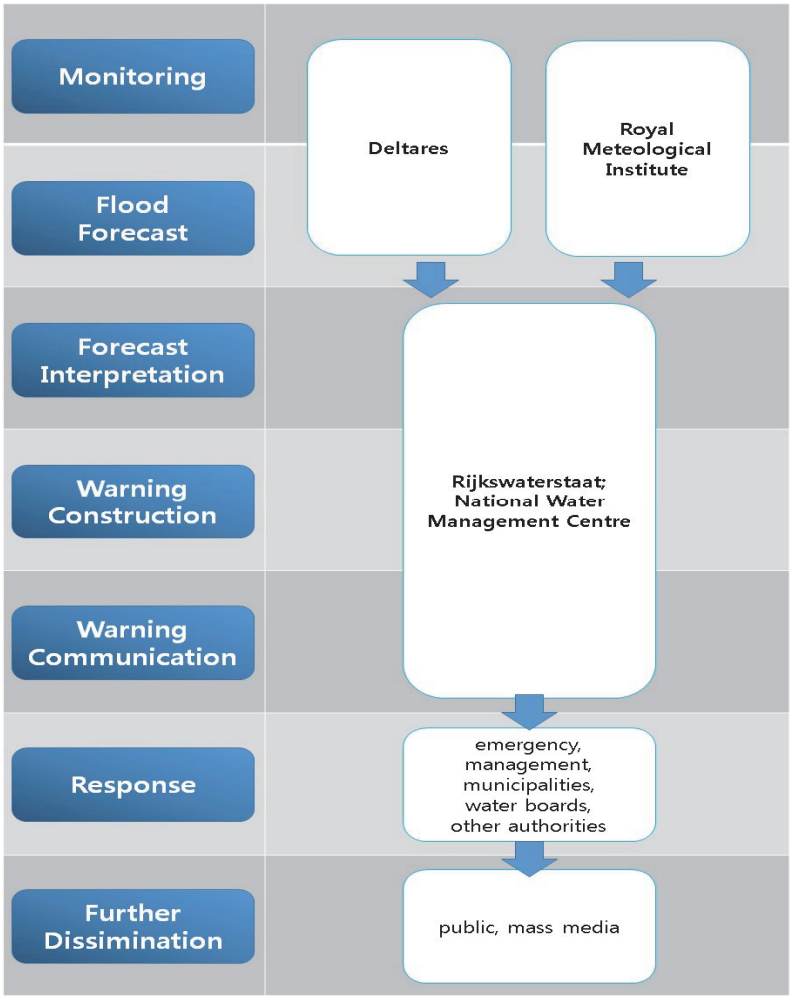
Severe flood warning)로 구분하여 홍수예보를 발령하고 있으며, 하천과 바다의 수위를 인터넷을 통해서 제공, FFC에서는 'Category 1' 및 'Category 2' 기관을 대상으로 매일 오전에 FGS(Flood Guidance Statements)를 발표

- FGS에는 홍수위험에 대한 요약, 홍수의 원인 및 향후 전망 등 향후 5일까지의 홍수위험과 이에 대한 대응을 위해 참고할 수 있는 전반적인 자료를 제공
- Met Office에서는 강우, 바람, 안개, 눈, 얼음 등 날씨와 관련된 위험수준을 4 단계(No Severe Weather, Be Aware, Be Prepared, Take Action)로 구분한 NSWWS(National Severe Weather Warning Service)를 국민 및 관계 기관을 대상으로 제공, 강우자료로는 과거자료를 포함하여 연강우량, 월강우량, 기간별 30년 평균 값 대비 강우량 비율, 강우 통계 값 등 다양한 강우자료를 제공

(4) 네덜란드

o 네덜란드는 국토의 26 %가 해수면보다 낮은 지역에 위치하여 홍수재해관리 분야 오랜 경험과 다양한 성과를 축적함, 20세기초 라인강 하류에 위치한 도시에 극심한 홍수피해가 발생하여 제방 및 댐 축조를 통한 구조물적 대책 수립하였으나 홍수피해를 근본적으로 해결함에 한계가 있었음, 통합홍수예보 시스템을 구축하여 항구적 홍수재난저감을 위한 대책수립 추진

- 네덜란드의 물관리센터(Water Management Centre)는 하천전반의 정보를 관리하며, 국립기상청(the National Meteorological Institute, KNMI)에서는 기상정보를 제공하고, Deltares에서는 홍수예측 모형을 관리
- 네덜란드 수문정보관리를 위해서 Deltares에서 개발한 Delft-FEWS 모형 활용, Delft-FEWS는 수문자료를 관리할 수 있을 뿐만 아니라 홍수 및 갈수예측 가능, 이외에도 수자원관리, 지하수 모니터링, 수질관리 등에 활용
- Deltares에서 개발한 SOBEK 모형을 이용하여 하도추적 수행, SOBEK 모형의 결과는 Delft-FEWS 모형의 입력자료로 활용되며 통합홍수예보를 통하여 홍수예측정보 및 긴급대피권고를 각 유관기관에 전파

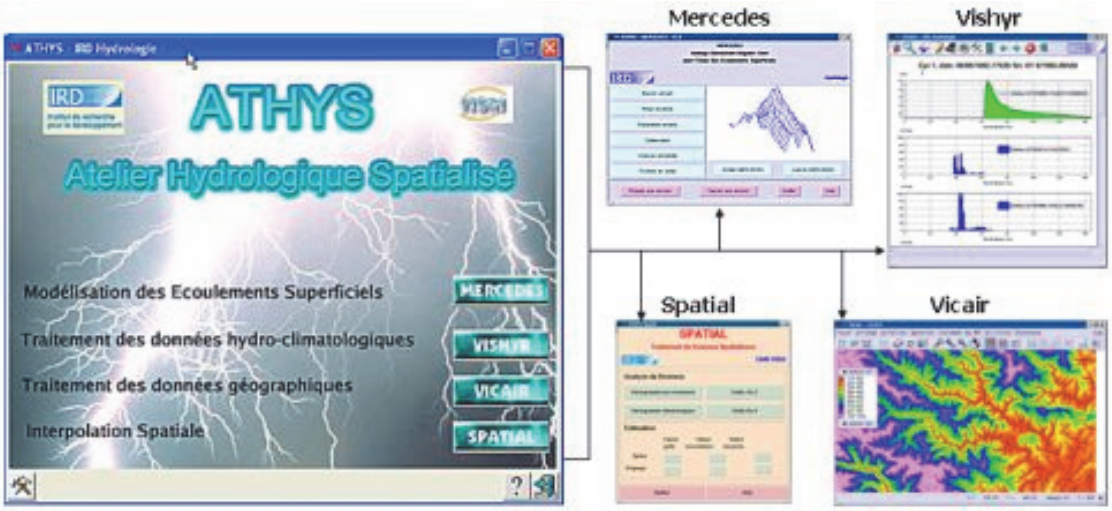


<그림 2.34> 네덜란드의 홍수예보 업무흐름

(5) 프랑스

○ 프랑스의 홍수예보는 생태·지속가능개발·에너지성(Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie) 산하의 국립수문기상 및 홍수예보센터(Service Central d'Hydrometeorologie et d'Appui a la Prevision des Inondations, SCHAPI)에서 수행, SCHAPI는 태풍피해 정보제공을 위하여 2003년 설립 이후 홍수경계지도(flood vigilance map) 형태의 정보를 매일 제공

- 프랑스의 홍수예측에는 위기관리프로그램인 OSIRIS가 적용되고 있음, 홍수예측을 통하여 홍수예방대책, 사전행동계획, 하천모니터링 및 월류 예측, 홍수경보, 홍수피해저감대책, 위험상환 대처계획 및 복구단계 모니터링 등의 홍수피해저감대책과 연계하여 운영
- 유럽연합에서 제공하는 EFAS 정보를 활용하여 조기경보를 발령하며, 프랑스 전역에 대하여 분포형 강우-유출모형인 ATHYS를 적용하여 홍수정보의 정밀예측 수행



〈그림 2.35〉 프랑스 분포형 홍수예측모형 ATHYS

(6) 독일

○ 독일의 홍수예보는 16개의 주정부에서 독립적으로 운영 중, 상류유역에 위치한 주정부의 홍수정보는 하류유역 주정보 홍수예보센터에 전달됨, 독일연방정부의 수자원 관리기관은 각 주정부의 정보를 수집하여 물이용 및 선박운항 등을 조정하는 역할 수행

- 독일연방정부는 수문자료를 수집하여 각 홍수단계별 정보를 대중에게 공지하며, 네덜란드에 수문정보를 전달하고 Delft-FEWS 및 WAVOS에서 산정된 경과를 주단위 홍수정보서비스센터에 전달하여 활용
- 독일의 주정부 산하 홍수정보서비스센터에서는 수문정보를 활용하여 홍수예측 및 경보업무를 수행하며 이에 대한 정보를 독일연방정부 및 인접 주정부에 전달하여 홍수재해관리를 위한 업무를 상호조율
- 독일의 홍수예측은 River Flood Model(RMS)를 주로 활용하여 수행되며, 각 주정부에 따라서 COSMO-EU/DE/LEPS, SNOW 3, GFS, ALADIN, MOSS 및 LISFLOOD 등의 다양한 모형을 활용

4절. 국내 연구개발 인프라 분석

1. 홍수예보 및 레이더분야 연구 및 기술개발 인프라

○ 홍수정보 제공 체계를 구축하기 위해서는 홍수피해 대상인자 자료를 조사하고, 이를 이용하여 홍수피해등급을 설정 필요

- 홍수피해 대상인자는 해당 지자체의 지형, 시설물, 가옥, 농작물 등 홍수피해가 발생할 수 있는 상세한 자료구축이 필요하며, 기존의 홍수피해 사례가 있는 경우에는 이를 포함 필요

- 그러므로 지방자치단체별로 상세한 홍수피해 대상인자의 자료 구축 선행 필요

○ 우리나라는 홍수피해등급을 구분할 수 있는 다양한 기초자료를 제공하고 있음

- 국토교통부, 통계청 등에서 주택, 인구, 공공시설 등의 자료를 구축하여 제공하고 있으며, 수문학적 지형특성 분석을 위한 DEM, 하천망도, 토지피복도 등은 국가수자원관리종합정보시스템(WAMIS)을 통해서 수집 가능

- 침수지역 정보로 LX한국국토정보공사 과거의 침수에 대한 침수흔적도를 제작하고 있으며, 국토교통부에서는 빈도별 침수가상 범위를 나타내는 홍수위험지도로를 구축 추진

○ 임의 지역에서 진행되는 특정한 수문상황이 발생시킬 수 있는 홍수피해 정도는 기존의 사례 분석을 통한 통계적 방법과 현재 상황의 모의를 통한 해석적 방법이 사용

- 현재 진행되고 있는 수문상황은 국토교통부, 기상청 등에서 제공되는 실시간 수문자료를 이용

- 홍수피해 정도의 추정을 위한 통계적 방법은 홍수재해와 관련된 보고서, 재해연보, 통계자료, 침수흔적보고서, 홍수위험지도 등을 이용할 수 있으며, 해석적 방법은 강우-유출해석, 범람 및 침수해석 모형을 이용

○ (기상청) 2012년부터 대형의 이중편파 S-밴드 레이더를 도입하기 시작하였으나 시·공간해상도의 제약과 비싼 가격 및 유지비용으로 효율성이 낮고, 지형의 차폐를 줄이기 위해 산 정상에 설치되어 경북 내륙지역에 대한 강우예보에 제한적으로 활용

○ (기상연구소) 2013년 Ka밴드 구름레이더(cloud radar)를 도입하여 구름 관측 및 연구에 활용하기 시작

- 국내에서는 아직 이중편파 레이더에 대한 활용이 미흡하고 이를 활용한 수치모델의 초단기 고분해능 예측시스템 개발 또한 활발하지 못한 실정

○ (미래창조과학부) 재해유형별로 지진예측기법, 토사재해 선제대응기술, 국가태풍분석

및 예측기술, 침수재해 경감기술 등으로 구분하여 기술적 해결방안을 위한 재난 및 재해 연구개발 투자전략을 강화

○ (국민안전처) 피해조사요령, 시설별 단가, 관련 법령 등의 정보를 일반 사용자가 쉽게 열람할 수 있도록 자연재난조사 및 복구계획 수립 훈령을 모바일앱으로 제공

○ (중규모 단기예보 모델링) 기상청 및 공군의 단일편파 S-밴드 레이더 정보를 이용하여 반사도와 시선속도를 모델의 3차원 자료동화기법에 적용

- 국내의 레이더 자료를 활용한 수치모델링 연구는 극히 제한적이며 일부 대학교에서 연구를 수행하고 있으나 실용화/상용화시키지는 못한 실정

○ (홍수예측개선) 개선된 관측망 자료의 홍수예측 개선과 관련한 활용성을 극대화하기 위한 동적자료동화 시스템의 연계 연구를 수행중

- 선진화된 국내 IT환경으로 인하여 네트워킹 및 컴퓨팅 기술이 지속적으로 개선되고 있는 상황이므로 통합 관측망자료를 활용한 수문학적 자료동화 시스템의 구축과 홍수예측 분야의 적용을 위한 환경은 양호한 상황

- 국내의 위성관측 및 레이더관측 개선 등 최근 국내의 수문기상 관측체계는 개선되고 있으나 초보적인 수준

○ (수문레이더) 호우의 공간특성을 잘 구현하는 이중편파 강우자료의 활용과 각종 수문관측망 자료를 활용한 홍수예측 관련 연구 추진

- 기존의 홍수예측 시스템의 한계를 극복해야 하는 매우 도전적이고 필요한 분야이며, 지속적인 연구의 축적이 필요한 상황

○ (고해상도 홍수해석 인프라) 공간적 고해상도 홍수해석을 위해서는 분포형 강우-유출 등 고해상도 모형의 적용이 필요

- 우리나라는 전국 단위의 DEM, 토지피복도, 정밀토양도 등의 지형공간자료가 구축되어 있으므로, 이를 활용하여 유역별 입력자료 및 모형 구축 가능

- 우리나라는 현재 낙동강 유역 전역에 대해서 시공간 고해상도 강우레이더 자료를 제공하고 있으며, 이는 향후 전국으로 확대될 예정임. 강우레이더 자료를 이용한 고해상도 수문자료 활용 가능

〈표 2.4〉 최근 국내 연구 및 기술개발 동향

주요 연구 동향	일정	관련 주요 내용
• 도시홍수재해관리기술	2003-2008, 방재청, 경기대	• 도시홍수 해석, 도시홍수예보 및 침수예측
• 산지특성을 고려한 GIS 기반 돌발홍수예측시스템 프로토타입 개발	2008-2010, 방재청, 방재연	• 한계유출량을 이용한 산지 소하천 돌발홍수 예보기법 개발, 초단기 강우예측자료(MAPLE), 집중형 모형 적용
• GIS 기반의 소하천 홍수방재시스템 프로토타입 개발	2010-2011, 방재청, 방재연	• 한계유출량을 이용한 산지 소하천 돌발홍수 예보기법 개발,분포형 모형 적용
• 차세대홍수방어기술	2009-2013, 국토부, 경북대	• 홍수조사, 국가 홍수관리시스템 개발, 홍수위험성 산정기법 적용, QPE 기법(단일레이더, 수상체분류, 강수추정, 지상보정)
• 추계학적 기법을 이용한 홍수예측체계 개선	2011, 국토부, 건기연	• 홍수예측 불확실성 분석, 확률예보 방안 제시
• 중소하천 홍수 예경보 체계 구축	2011-2015, 방재청, 한서대	• 한계유출량을 이용한 소하천 유역 홍수예보, 표준유역별 상대적 홍수위험도 평가, 레이더 부분 없음
• 범부처활용 고품질·고정밀 레이더융합 합성기술개발 • 범부처 융합 이중편파레이더 활용기술 개발	2013-2014, 기상청, 레이더센터	• 수상체 분류 알고리즘, 강우추정(HSR),강우량 합성,강수량 후처리보정기법
• 차세대 도시농림 융합스마트 기상서비스 개발 - 스톰규모 수도권 위험기상감지 및 예측시스템 개발	2012-2019,기상청, WISE사업단	• 도시 위험기상예측이 주 목적으로, 레이더 자료동화 분석장과중규모 모델(수치) 결합 등 초점
• 내외수 연계 도시 침수저감 능력향상 기술 - 내외수 연계 홍수위험 및 침수예측 선진화 기술 개발	2013-2018, 국토부, 시립대	• 도시 침수예측 선진화, 최적운영 기술 개발, 위성-레이더(반사도) MPE, 외삽기반QPF 적용
• 국토관측센서 기반 광역 및 지역 수재해 감시·평가·예측 기술 개발 - X-Net 기반 수문정보 생성 및 예측 기술 개발	2014-2019, 국토부, 경북대	• X-Net 운영 및 활용 기술 개발(국지), S밴드 관측망(광역)과 목적, 범위 차별
• 풍수해 직접·간접피해를 고려한 피해 산정 및 예측 기술개발	2015-2019, 인하대, 안전처	• 호우/태풍 피해 원인별·지역별 패턴 및 통계 분석을 통한 피해예측 기술 개발 • 호우/태풍에 의한 직·간접 손상함수 개발, 호우피해 예측지도 작성, 풍수해 지도 및 예상 피해액 평가기법 개발

2. 시스템 및 IoT분야 연구 및 기술개발 인프라

- ㅇ 국내 연구소 및 학교의 경우, 전자, 기상 및 수문 분야에서 오랜 경험을 가진 기술진을 보유하고 있어 융복합 연구를 통한 시너지 효과 창출 가능
- ㅇ 최근, 국토교통부 이중편파 강우레이더 관측망이 구축 중에 있으며(2017년 완성 예정) 기상청의 경우도 이중편파로 업그레이드 추세임에 따라, 검증 및 활용성 극대화를 기대 가능
- ㅇ 우리나라의 경우 다양한 원격탐사관측(위성, S밴드 레이더, AWS)기반 수문정보 산정기술에 대한 장기간 축적된 전문경험 및 지식 보유
- ㅇ 우리나라는 IT, IoT 등 첨단기술 분야의 급속한 발달과 풍부한 인프라 구축으로 관련 분야 연구개발의 잠재성이 매우 큰 상황
- ㅇ 우리나라 전역에 대한 조밀한 기상레이더 및 강우레이더 관측 네트워크 인프라 보유
- ㅇ 그러나 방대한 수문정보의 신속한 처리를 위한 수문관련 전문 인력이 다소 부족한 실정이며, 현재 강우레이더 자료 분석 및 알고리즘 개발이 미흡
- ㅇ 또한 현행 기반 레이더 기술 중 대부분의 지적재산권의 소유가 해외기관(일본 및 미국)에 선점되어있는 실정
- ㅇ 그러나 본 연구를 통하여 강우레이더 기술개발에 대한 지속적인 지원이 확보된다면 강우레이더와 첨단 IT(컴퓨터 기술, 무선통신망, IoT) 기술의 융합을 기반으로 기존 관측체계의 관측사각지역에 대한 높은 해상도의 수문 및 홍수정보를 제공 가능
  - 수문, 기상 및 IT의 다학제간 교류를 통한 혁신적 상세수문제공 기술 구현
  - 추가적인 인프라와 표준검정장비 도입 없이 상세수문정보 제공
  - 앞선 IT 기술력을 기반으로 높은 시공간분해능의 공간홍수예보 인프라 구축
  - 민·관·학 연계의 방재 시스템 구축을 통한 방재산업육성 및 국제시장선점
- ㅇ 고정확도 홍수예보를 수행하기 위해서 병렬연산기법의 적용이 모색될 수 있음, 이를 위하여 고성능 컴퓨팅(High Performance Computing) 기술 구현할 수 있는 시설을 다수의 기관에서 보유
- ㅇ 슈퍼컴퓨터(supercomputer)는 계산 속도가 매우 빠르고 많은 자료를 오랜 시간 동안 꾸준히 처리할 수 있는 컴퓨터, 국방, 우주 개척, 재난 예방, 에너지 분야 등 국가 안보와 관련된 분야에서 활용되고 있으며, 최근에는 바이오, 자동차, 항공, 전자, 신소재 등 주요 산업 분야에서 신제품의 설계 및 개발에 슈퍼컴퓨터를 활용
- ㅇ 국내에서는 기상청, 국가과학기술정보연구원 등에서 슈퍼컴퓨터를 보유하고 있으며, 한국건설기술연구원에서는 병렬계산을 위한 클러스터 컴퓨팅 설비를 최근 구축

- 기상청에서는 기상예측을 위하여 슈퍼컴퓨터 운영중

  · 슈퍼컴퓨터 1호기로 일본 NEC사의 SX5 벡터 시스템을 도입하여 1999년 6월부터 2005년 12월까지 주 시스템으로 운영, 현재는 전시용 물품으로 보관 중, 슈퍼컴퓨터 1호기의 최대 이론성능은 약 224GF 1GF(Giga Flops)

  · 슈퍼컴퓨터 2호기는 미국 크레이사의 X1E 벡터시스템으로 2005년부터 슈퍼컴퓨터 1호기의 용도를 완전히 대체하여 2010년 말까지 주 시스템으로 활용, 512개의 X1E 벡터 MSP(CPU)를 갖고 있는 2대의 클러스터는 2005년에 설치되어 현업운영과 현업 백업 및 연구용시스템으로 운영, CRAY X1E 시스템의 최대 이론성능은 18.5TF 1TF(Tera Flops)

  · 기상청은 기상용 슈퍼컴퓨터의 안정적인 운영을 위해 충청북도 청원군 오창과학산업단지에 국가기상슈퍼컴퓨터센터를 신축하고, 2009년부터 2010년까지 세 단계로 나누어 슈퍼컴퓨터 3호기를 설치, 2010년 12월 하반기에 최종적으로 도입 완료된 기상청 슈퍼컴퓨터 3호기는 미국 CRAY사의 스칼라 계열의 XE6 시스템으로 계산성능 758TF, 공유자료저장장치 약 2.5PB, 백업저장장치 4.5PB로 구성된 2012년 기준 국내 최대 규모의 시스템

- 국가과학기술정보연구원에서는 국가슈퍼컴퓨팅연구소를 개설하고 국가의 초고성능 컴퓨터의 효율적인 구축과 관리를 위하여 슈퍼컴퓨터를 운영

<table>
<tr><td rowspan="6">  </td><td>Rpeak</td><td>24TFLOPS</td></tr>
<tr><td>Nodes(#)</td><td>188</td></tr>
<tr><td>Processor</td><td>AMD Opteron 2GHz (Barcelona)</td></tr>
<tr><td>CPU(#)</td><td>3,008</td></tr>
<tr><td>Memory</td><td>6 TB</td></tr>
<tr><td>Storage</td><td>207 TB</td></tr>
<tr><td colspan="3">Tachyon (SUN B6408)</td></tr>
<tr><td rowspan="6">  </td><td>Rpeak</td><td>300TFLOPS</td></tr>
<tr><td>Nodes(#)</td><td>3,176</td></tr>
<tr><td>Processor</td><td>Intel Xeon X5570 2.93GHz (Nehalem)</td></tr>
<tr><td>CPU(#)</td><td>25,408</td></tr>
<tr><td>Memory</td><td>76.8 TB</td></tr>
<tr><td>Storage</td><td>1,061 TB</td></tr>
<tr><td colspan="3">Tachyon II (SUN B6275)</td></tr>
</table>

<그림 2.36> 국가과학기술정보연구원의 슈퍼컴퓨터

	Rpeak	5,888GFLOPS
	Nodes(#)	10
	Processor	POWER 5+ (2.3GHz)
	CPU(#)	640
	Memory	2,772 GB
	Storage	63 TB
GAIA (IBM p595)		
	Rpeak	30.7TFLOPS
	Nodes(#)	24
	Processor	POWER 6 (5GHz)
	CPU(#)	1,536
	Memory	8,704 GB
	Storage	336 TB
GAIA (IBM p6)		

<그림 2.36> 국가과학기술정보연구원의 슈퍼컴퓨터 (계속)

<표 2.5> 국내 주요 공공 DB 목록

구분		제공 DB	제공형태	비고
건물·토지	건축행정정보시스템 (e-AIS)	- 건축인허가, 건축물대장, 건축물현황도 - 통계 DB 등	.txt .dwg	
	도로명주소안내 시스템	- 건물/건물군·실폭도로 - 건물별 속성·도로별 속성 - 도로명주소(코드) 등	.shp	
	건물기본지리정보	- 건물경계, 건물명칭 - 건물종류(일반주택, 공공주택 등)	.dwg	
	건물통합정보 DB (국토교통부)	- 주거용: 일반주택, 공동주택 - 주거외: 공공기관, 산업시설, 문화/교육 시설, 의료/복지시설 등	.shp	
	한국토지정보시스템 (KLIS)	- 지형도, 지적도 - 용도지역지구, 토지거래관리 - 공시지가 등	.dwg	
도로·교통	국가교통 DB 센터 (국토교통부)	◦ 도로DB - 도로중심선 : 단위도로, 교차점 - 도로경계 : 단위도로면, 교차면 ◦ 철도DB - 철도중심선 : 단위철도, 교차점 - 철도경계 : 단위철도면	.shp	

<표 2.5> 국내 주요 공공 DB 목록(계속)

구분		제공 DB	제공형태	비고
라이프라인	지하시설물 통합정보시스템 (국토교통부)	- 상수도, 하수도, 전기, 통신, 가스, 난방 등 16개 기관에서 관리 중인 라이프라인 시설 DB 구축	.shp	구축중
인구·가구	통계지리정보시스템	- 인구, 가구, 주택과 관련한 센서스 정보를 집계구 단위 형태로 제공	.txt .shp	
사업체	통계지리정보시스템	- 사업체수, 종사자수 등의 센서스 정보를 집계구 단위 형태로 제공	.txt .shp	
수문기상, 수자원	국가수자원관리종합 정보시스템 (WAMIS)	- 수문기상 - 유역, 하천 - 댐, 지하수, 이수, 수도 - 환경생태, 자연재해 - 지형공간자료 등	.txt .shp	
	기상청	- 강우자료	.txt	
	LX한국국토정보공사	- 침수흔적도	-	
	국토교통부	- 홍수위험지도, 수문자료(강우, 수위, 댐방류 등)	-	
	한국수자원공사	- 댐방류	.txt	
	농촌용수종합정보시스템(한국농어촌공사)	- 농업용 저수지	.txt	
	환경부	- 토지피복도	raster	
	국립농업과학원	- 정밀토양도	.shp	
해양	KOOFS (국립해양조사원)	- 조위, 파고	.txt	

제3장 연구개발과제 구성 및 추전전략

1절 비전 및 목표

1. 기본 전략방향

가. 내부역량 분석: 강점과 약점

○ 국내외 기술개발 현황 조사, 전문가 자문 등을 통해 홍수재해 취약지역 평가, 사전감지, 선행시간 확보 고정확도 예측 및 강우예측 등에 대한 우리나라의 강점과 약점을 도출

- 홍수예보업무를 수행한 이후 홍수예측을 위한 다양한 실무 경험을 축적하였으며 관련 연구개발을 통한 기초연구성과 다수 축적
- 국내 연구개발을 통하여 다양한 성과를 도출하였으나 홍수예보업무 특성상 실무 활용율이 낮고, 홍수예보 실무에 적용되고 있는 기술은 국외기술에 의존
- 대하천 중하류 지점의 홍수예보는 성공적으로 수행하고 있으나, 전국범위의 국민생활 밀착형 정보제공 미흡

강점 (Strength)	약점 (Weakness)
S1. 국내 대하천의 홍수예보 실무 경험 축적 S2. 홍수예측관련 연구개발성과 축적 S3. 첨단 홍수예보 체계 구축을 위한 국내 첨단기술 활용 가능	W1. 홍수예측 관련 원천기술 부족 및 전국범위의 홍수피해 빈발지역 홍수정보 제공 미흡 W2. 기존 연구개발 결과의 실무활용 미흡 W3. 국민생활 체감형 홍수정보 제공 미흡

나. 외부환경분석: 기회요인과 위협 요인

○ 미래사회 이슈, 국내·외 정책 동향, 시장환경 분석 등을 통해 홍수재해 취약지역 평가, 사전감지, 선행시간 확보 고정확도 예측 및 강우예측을 둘러싼 기회요인과 위협요인을 파악

- 기후변화의 영향으로 도심지역 홍수저감 관련 연구 수요 증가, 홍수방어에 대한 구조적대책 한계로 국내외적으로 비구조적 방안 수립의 중요성 증대
- 재해저감을 위한 국가정책이 추진 중이나, 국민의 요구에 부합하는 첨단 융복합 기술개발 부족

- 홍수관련 해외사업 진출이 늘어나고 있으나, 홍수예측분야 국외기술 수준 도달을 위한 국내원천기술 부족

기회 (Opportunity)	위협 (Threat)
O1. 재해저감을 위한 국가적 정책 및 연구 수요 증가	T1. 홍수예보 총괄을 위한 체계 미흡
O2. 비구조적 홍수방어에 대한 국내외적 필요성 증가	T2. 홍수정보 제공을 위한 부처간 경쟁 심화
O3. 홍수관련 해외사업 진출 확대	T3. 해외 선진국과의 경쟁 심화

다. SWAT 분석 및 전략방향 도출

ㅇ 도출된 SWOT를 바탕으로 4가지 유형의 전략 도출

- SO전략 : 강점과 기회요인의 시너지 전략
  - 국내 홍수예보 실무 기술 및 경험을 바탕으로, 이를 확대 및 고도화 할 수 있는 기술 개발
  - 기존 연구성과를 개선 및 통합하여, 실무에 활용형 기술 개발
  - 첨단 ICT 기술을 이용한 홍수예보 시스템 노하우 및 패키지 형식의 해외사업 진출
- ST전략 : 위기 극복 전략
  - 홍수예보 총괄을 위한 전국 범위의 홍수예보 추진
  - 국민생활에 쉽게 활용될 수 있는 ICT 융합형 정보제공
  - 부처간 역할을 명확히 하고, 업무 및 기술의 개방적 협업을 통한 홍수예보 및 대응 시너지 극대화
- WO전략 : 약점 극복 전략
  - 홍수피해 빈발지역에 대해 우선적으로 홍수정보 제공 체계 구축
  - 국가정책과 부합하는 국민 체감형/개방형 홍수정보 제공 체계 구축
- WT전략 : 위협 회피 전략
  - 홍수예보 총괄기관으로서의 국토교통부의 역할을 강화할 수 있는 전국 범위의 위기경보 단계 홍수예보 추진
  - 요소기술 통합을 통한 홍수정보 대국민 서비스 체계 구축

• 원천기술 확보를 통한 해외사업 진출 능력 제고

	강점 (Strength)	약점 (Weakness)
기회 (Opportunity)	**SO전략 : 강점과 기회 시너지 전략** SO1. 국내 홍수예보 실무 기술 확대 및 고도화 SO2. 기존 연구성과를 개선 및 통합 SO3. 첨단 ICT 기반 홍수예보 시스템 노하우 및 패키지 기술 개발	**WO전략 : 약점 극복 전략** WO1. 홍수피해 빈발지역 홍수정보 제공 WO2. 국민 체감형/개방형 홍수정보 제공 체계 구축
위협 (Threat)	**ST전략 : 위기 극복 전략** ST1. 전국 범위의 홍수예보 추진 ST2. 국민중심 ICT 융합형 정보제공 ST3. 부처간 업무 및 기술의 개방적 협업	**WT전략 : 위협 회피 전략** WT1. 홍수예보 총괄기관으로서의 국토교통부의 역할을 강화 WT2. 요소기술 통합 및 홍수정보 대국민 서비스 체계 구축 WT3. 원천기술 확보를 통한 해외사업 진출 능력 제고

2. 비전

○ 국민생활 친화적 홍수예측정보 제공, 수재해 없는 안전한 국토

3. 목표

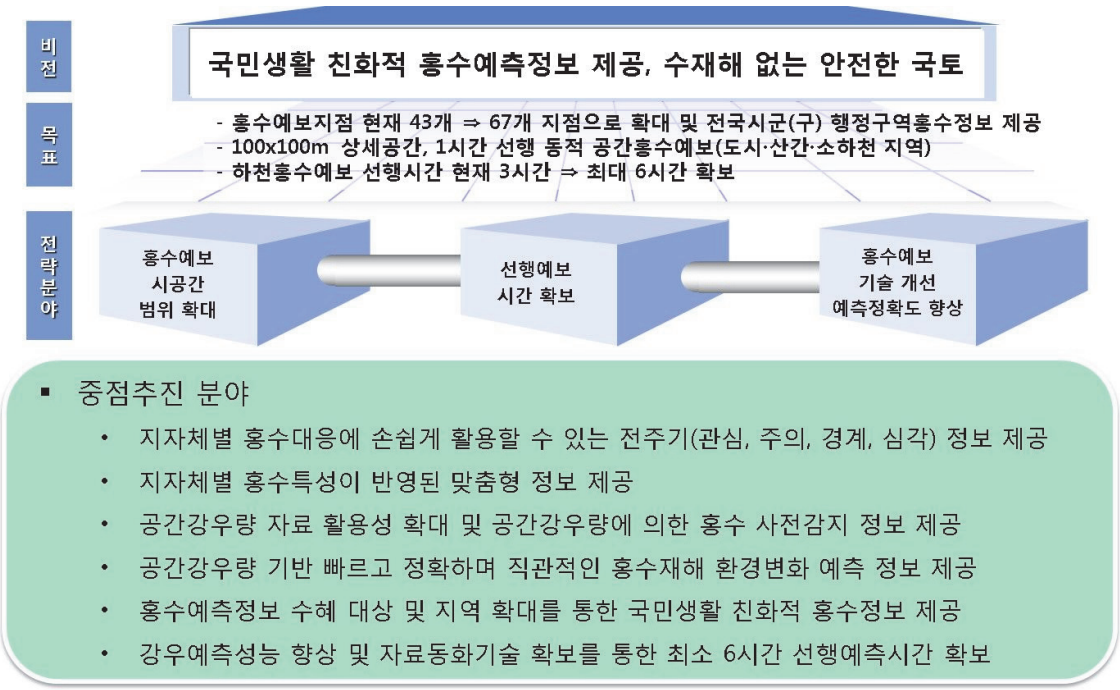
○ 홍수예보지점 현재 43개 지점 ⇒ 67개 지점으로 확대 및 시·군(구) 행정구역 홍수정보 제공

○ 100x100m 상세공간, 1시간 선행 동적 공간홍수예보(도시·산간·소하천 지역)

○ 하천홍수예보 선행시간 현재 3시간 ⇒ 최대 6시간 확보

4. 기술개발 방향

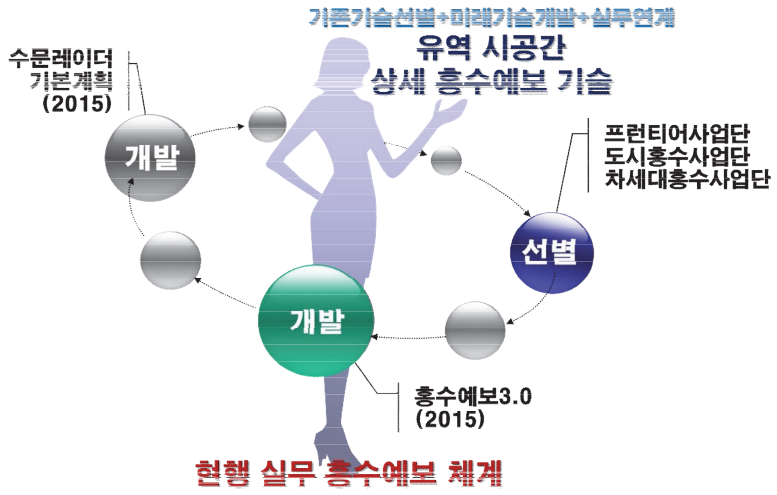
○ 골든타임 확보를 위한 빠른 상세지역 홍수예·경보 기술 개발로, 국민의 홍수에 대한 안전도 강화 및 국가 재난 대응능력 향상



<그림 3.1> 본 연구과제의 비전 및 목표

5. 추진전략

○ 지역특성에 적합한 체감형 홍수정보 제공하기 위한 실무활용 홍수예보시스템개발



<그림 3.2> 과제 추진전략

2절 기술개발에 따른 미래상

○ 하천 중심, 제공자 중심, 현재 중심의 홍수예보에서 국민 생활과 밀접한 지역에 대해 누구나 쉽게 활용할 수 있는 홍수예보로 전환

As-Is	To-Be
하천 중심의 홍수예보	**국민 생활과 밀접한 지역 홍수예보**
- 하천 홍수예보지점 43개 지점 - 산지 돌발홍수 시범시스템(소하천)	- 하천 홍수예보지점 67개 - 홍수취약지(저지대, 상습침수지역 등) 침수예보 - 하천변(친수지구, 하천변 저지대 등) 침수예보 - 기초지자체(시・군・구) 홍수정보 제공 - 전국 도시・산지 돌발홍수예보(100×100m, 1hr)
제공자 중심의 홍수정보	**국민 중심의 홍수정보**
- 2단계(홍수주의보, 홍수경보) 홍수예보 - 유관기관 중심의 홍수정보 제공	- 국민생활에서 쉽게 활용될 수 있는 생활밀착형 홍수정보 - 국민이 빠르게 인지할 수 있는 정보 전달
현재 중심의 홍수예보	**미래를 예측할 수 있는 홍수예보**
- 하천홍수예보 선행시간 3시간 - 위기경보단계 중 경계와 심각 단계 수준의 정보 제공	- 하천홍수예보 선행시간 최대 6시간 확보 - 홍수 사전 대비(3일 이내)를 위한 위기경보 단계(관심, 주의, 경계, 심각) 홍수정보 제공

1. 행정구역 홍수 위기경보 단계 설정 및 정보제공 기술 개발

As-Is	To-Be
강우정보 중심의 홍수대응 준비	**홍수정보 중심의 홍수대응 준비**
- 기상청의 예비특보, 기상특보 중심의 지자체 홍수대응 단계 설정 - 국토부의 홍수예보는 경계 및 심각 단계에서 참고 자료로 활용	- 홍수발생 사전단계 및 위험성 낮은 단계에서부터 홍수정보 제공 - 국토부 홍수정보 중심의 지자체 홍수대응 단계 설정
강우정보 중심의 국민생활 홍수 인식	**홍수정보 중심의 국민생활 홍수 인식**
- 강우정보(동네예보, 기상특보 등)를 이용한 국민 생활 홍수대비 및 대응	- 국민 생활권(전국 지자체)으로의 홍수정보 제공 확대 - 일상 생활에서 체감할 수 있는 홍수정보 제공

2. 동네규모의 홍수 사전감지 및 동적(Dynamic) 공간홍수예보기술 개발

As-Is	To-Be
지점 관측자료 제공 중심 - 지점 관측자료 제공 중심 - 유역평균 강우량 제공 중심 - 관측자료 제공 중심 (예측자료 제공 미비)	**공간 강우 기반 홍수사전감지 정보 제공** - 강우레이더 QPE 정확도 향상 - 상세 공간강우량 제공 중심 - 돌발강우 생성·발달 추적 가능 - 기상정보와 융합을 통한 돌발홍수 예측 가능 - 홍수발생위험도 연계 가능
지점자료 기반 홍수예보 - 과거 관측자료 내에서 수문해석하여 샘플부족으로 인한 불확실성 극대화 - 표준화되지 못한 자료의 생산으로 자료의 활용성 제약	**동네규모 상세 공간홍수 기준 및 표준화 기술 개발** - 관측해석모형 개발로 다양한 조건의 호우상황 시뮬레이션 가능 - 과학적이고 신뢰도 높은 공간홍수 정보 제공 - 상세 공간강우정보 기반 홍수예측자료 생산 및 다양한 ICT 활용 기반 구축
강우레이더 및 첨단 ICT 기술 응용 기반 미약 - 강우레이더 홍수예보 활용 기반 미비 - ICT 기술의 홍수예보 활용 기반 미비	**홍수재해환경 변화 추적 및 상세 동적 공간홍수예보 기술 개발** - 강우레이더 기반 공간홍수 기술 개발로 전국 어디서나 어떤 형태의 홍수예보 가능 - 시공간 변화에 따른 사회변화의 추적을 통한 홍수로 인한 재해환경 변화도 예측 가능 - 홍수위험이 실시간으로 전이되는 상황을 시각적으로 확인 가능 - ICT 기술(디지털 그물망, 스마트머신, IoE, FLBS등)을 활용 홍수재해환경 변화를 예측하여 다이내믹하고 정확한 위험 예보 가능

3. 시·공간적 상세 하천유역홍수예측의 고성능 수치모형 개발

As-Is	To-Be
수위관측소 위주 지점 홍수예보 - 수위관측지점의 수위변화 예측 기반 홍수예보 - 계획홍수량 기반의 경계 및 주의보 발령, 국민생활과 동떨어진 정보 제공 - 하천내의 수위변화 중심 홍수예측, 도시지역 내에서 발생하는 홍수정보 연계되지 못함	**홍수예보 대상공간 확대를 통한 국민 생활중심형 정보제공** - 하천 친수시설 및 하천주변 주요시설(도로, 공공기관 등) 대상 홍수예측 - 현행 홍수예측정보 기반의 간편법 활용, 홍수정보 제공영역 확대
관측자료 기반의 nowcasting - 부정확한 강우예측자료 기반의 단기 수위변화 예측 수행 - 반복시행을 통한 기관측수위 재현을 통한 홍수예측 효율성 및 정확성 부족	**선행예보시간 확보를 통한 forecasting** - 강우예측정확성 향상 및 확률홍수예측을 통한 선행시간 확대를 통한 장기예측 정보 제공 - 홍수예측모형의 입력 매개변수 자동 최적화를 통한 고정확도 예측기술의 효율성 및 정확성 향상
국외개발기술 기반의 홍수예측모형 - 미국 및 일본 개발 수치모의 기술 개발 홍수예측 - 제한된 기능내의 홍수예측 성능 개선	**국내 고유 수치예측기술확보를 통한 홍수예측 고도화기반 구축** - 국내 하천특성(지형, 하천시설, 댐 운영 등)을 반영할 수 있는 수치모의 기초기술 개발을 통한 고유 홍수예측기술 기반 확보 - 고유 수치모형 기반의 HPC(High Performance Computing) 홍수예측 구현을 통한 도시/하천/유역 대상 고정밀 홍수예측 수행

4. 위치기반(LBS) 홍수정보 생산· 제공 플랫폼 개발

As-Is	To-Be
국내 홍수조건에 최적화되고 검증된 수문모형 부재 - 국내외 적으로 기 개발된 수문해석 모형과 적용 사례는 많으나 실제 공개된 테스트베드나 구축 사례 없음	**수문모형 객관적 검증을 통한 국내 수문모형 수준 및 홍수예보 정확도 향상** - 국외 개발된 모형과의 비교 평가를 통한 국내 수문모형 수준 향상 - 오픈 플랫폼을 구축하여 다양한 기관에서 국내 수문모형의 활용성 평가가 가능하여 수문모형의 실무 활용성 제고
공간홍수예보 시스템 부재 - 기존 홍수예보 시스템은 대하천 위주의 예보시스템으로 홍수특성에 맞는 홍수예보 시스템 접목 활용 불가 - 도시나 행정구역을 대상으로 한 공간 홍수예보 시스템이나 플랫폼 미비	**홍수예보 시공간 범위 확대를 통한 맞춤형 홍수정보 제공** - 지역특성에 맞춘 다양한 골든타임의 홍수정보를 생산하고 제공하는 플랫폼 최초 개발 - 수요자의 위치 및 주변 환경 여건을 고려한(LBS) 홍수정보의 제공 및 홍수예보
홍수정보 통합운영활용 플랫폼 미비 - 다양한 홍수정보를 통합적으로 수집/처리/저장/활용할 수 있는 홍수정보 통합활용시스템 미비	**다양한 홍수정보 통합운영활용 플랫폼 구축 및 신속 정확한 정보 제공** - 각각의 홍수예보 방법에 따라 구축된 시스템 및 생산자료를 하나로 연계하여 동일한 플랫폼에서 비교 평가하고 각 지역에 최적의 홍수정보를 제공하는 맞춤형 시스템 개발

3절 연구개발 과제 구성

1. 핵심기술요소(CTE) 도출 절차

○ 국내외 동향분석, SWOT 분석(사회 현안적 요구 분석), 현재 기술수준 평가 등을 통해 도출한 사업의 기본 전략방향과 비전체계 및 기술 수준 평가를 토대로 후보과제를 pooling 하고, 기획자문위원 검토, 유관기관 및 주관부처의 타당성 검토(홍수통제소, 전문가 기술 수요 조사)를 거쳐 최종 추진과제를 확정

① 최종 목표 및 비전달성을 위해 추진 가능한 연구개발 과제를 동향분석, 수요처 수요조사, 기술수준 분석을 통해 pooling하여 과제를 도출

② 도출된 과제에 대해 과제 제안자의 자체평가를 실시하고, 연구개발 계획 및 자체평가 결과를 기획자문위원회 검토를 통해 분류/조정하여 후보과제를 선정

- 자기평가는 기술개발 성공가능성, 파급효과의 크기, 정부지원의 타당성 항목으로 실시
- 기획자문위원회에서는 각 과제에 대한 동 사업과의 목적부합성, 기존사업 및 유관기관 추진사업과의 중복 가능성 등을 중점적으로 검토

③ 후보과제 구성(안)에 대해 국토교통부, 미래창조과학부, 기상청, 국민안전처 등 유관기관들과 중복성 및 연구개발 추진범위를 검토하고, 미래부 대상 예산설명/검토와 국토교통과학기술진흥원 주관 기획타당성검토회의를 실시 (계획)

④ 유관기관 협의사항, 검토회의 결과를 반영하여 추진과제를 선정하고 국토교통과학기술진흥원의 검토를 통해 최종 확정 (계획)

2. 핵심기술요소(CTE) 도출

가. 핵심기술요소(CTE) 체크리스트

〈표 3.1〉 핵심기술요소 체크리스트

항목번호	체크리스트
1	이 기술이 사용요구조건, 비용, 일정 등에 직접적으로 영향을 미치는가?
2	해당기술을 개발하거나 시연하는데 중대한 (실패)위험이 예상되는가?
3	해당기술이 새롭거나 독창적인가
4	기존에 성공적으로 적용된 이후에, 이번에 개발시 변경된 기술인가?
5	해당기술이 유사환경에서 실현되도록 재개발되는가?
6	이 기술이 임의의 환경에서 작동할 것으로 기대되거나 당초의 설계 의도 혹은 규정된 성능을 뛰어넘는 성능을 달성할 것으로 기대되는가?

나. 핵심기술요소(CTE) 후보 및 선정

번호	CTE명	체크리스트						CTE 선정 여부
		1	2	3	4	5	6	
후보 1	지역별 홍수피해 대상인자 잠재홍수위험등급 설정 기술	○						
후보 2	지역별 홍수유발 수문학적 인자 특성화 기술	○				○		○
후보 3	지역별 홍수피해 대상인자와 홍수유발 인자를 이용한 홍수위험 평가 기술	○		○			○	○
후보 4	홍수피해 지역, 내용, 규모 DB 구축 기술	○						
후보 5	홍수발생 원인 DB 구축 기술	○						
후보 6	하천 홍수위험 정보 전달 기술	○						
후보 7	위기경보 단계 홍수위험 가시화 및 정보전달 기술	○				○		○
후보 8	이중편파 강우레이더 자료 해석 정확도 향상 및 표준화 기술	○			○			○
후보 9	지상강우량 기반 레이더 자료동화 기술	○						
후보 10	공간강우 기반 홍수사전감지 기술	○		○				○
후보 11	공간강우 기반 공간홍수해석 기술	○		○				○
후보 12	도시유출해석(유출/관망 해석)에 의한 도시홍수 예보 기술	○						
후보 13	공간강우 기반 공간홍수예보 기술	○		○				○
후보 14	도시홍수 침수 예측 기술	○						
후보 15	레이더 자료 활용 유역 홍수 예측 기술	○						
후보 16	공간강우 기반 홍수재해환경 변화 추적 기술	○		○				○
후보 17	공간강우 기반 홍수재해정보 통합 활용 시스템	○		○				○
후보 18	ICT 기반 자동홍수예경보 시스템	○						
후보 19	예측 강우 상세화 및 정확도 향상 기술	○		○				○
후보 20	동적 자료동화 시스템 개발 기술	○						
후보 21	홍수예보를 위한 지역상세 강우예측 고도화 기술	○		○				○
후보 22	멀티센서를 이용한 강우 융합 및 조정 기술	○						

번호	CTE명	체크리스트						CTE 선정 여부
		1	2	3	4	5	6	
후보 23	지역특성을 반영한 강우예측 시나리오 생산 기술	○						
후보 24	지역 맞춤형 강우예측 시나리오의 홍수예보 활용 기술	○						
후보 25	홍수예측 선행시간 확장을 위한 예측 강우 활용 시스템	○						
후보 26	도시하천/소하천 대상 돌발홍수 예측기법	○				○		○
후보 27	미계측 유역 홍수예보를 위한 강우-유출 해석 기법	○	○					
후보 28	분포형 강우-유출모형 기반 도심지역 홍수예측 기술	○				○		
후보 29	중소하천 수문학적 유역유사성 평가기반 집중형 강우-유출 해석기법	○	○					
후보 30	하천시설 현황 및 운영기법 반영 1차원 수치모의 기법	○			○			
후보 31	하천홍수정보 기반 하천변 도심지역 홍수위험도 산정기술	○		○				○
후보 32	2차원 수치모의기법을 이용한 홍수예보기술	○						
후보 33	하천친수지구 공간홍수예측 기법	○				○		○
후보 34	분포형 수치모의기법을 이용한 도심홍수 실시간 예측기술	○	○					
후보 35	우수관망/하천/치수시설 연계운영을 반영한 도심지역 침수예측 기법	○	○					
후보 36	수문자료 동화기법을 적용한 홍수예측기술	○		○				○
후보 37	시공간 강우변동성을 고려한 수문학적 홍수예측 기술	○				○		
후보 38	앙상블기법을 적용한 확률홍수예보기법	○		○				○
후보 39	분포형 강우-유출해석기법 기반 실시간 홍수예측기법 개발을 위한 HPC 기술	○		○				
후보 40	High Performance Computing 기술을 이용한 유역/하도 통합홍수예측 기술	○		○				○

다. 핵심기술요소(CTE) 목록

번호	CTE명	유형	최종 TRL
1	지역별 홍수유발 수문학적 인자 특성화 기술	공법/기법	7
2	전주기 홍수위험 가시화 및 정보전달 기술	S/W	8
3	위기경보 단계 홍수위험 가시화 및 정보전달 기술	S/W	8
4	공간강우 정보 정확도 향상 및 수문활용 기술	S/W	8
5	공간강우 기반 지역 상세 공간홍수 예측 기술	S/W	7
6	지역특성을 고려한 공간홍수 예보 기준/지침 및 공간강우 기반 공간홍수 예보시스템	시스템	8
7	집중 호우 이동 및 지역/시간/사회환경 특성을 고려한 스마트데이터 동적 활용 기술	시스템	8
8	IoE/스마트데이터/스마트머신(머신러닝)/AR 기술 융합을 통한 지능형 홍수예보 기술	시스템	7
9	단기 예측 홍수예보 적용 기술(NWP 정확도 향상 및 수문 활용 기술)	시스템	7
10	지역특성을 반영한 예측 공간강우 상세화 기술	S/W	7
11	홍수예보지점 선정 및 운영 기준	공법/기법	8
12	하천변 사회기반시설 홍수예측 기술	S/W	8
13	하천변 공간분포 홍수예측을 위한 1-2차원 연계 기술	S/W	7
14	확률홍수 예측기술	S/W	7
15	홍수예보 유역 및 하도 매개변수 자동최적화 기술	공법/기법	7
16	HPC 기반 홍수예보모형	S/W	7

라. 기술성숙도(TRL) 단계별 목표

○ 1세부과제 : 행정구역 홍수 위기경보 단계 설정 및 정보제공 기술 개발

연구과제명	홍수피해 이력을 이용한 행정구역 홍수피해 특성 평가	유형			공법/기법		
프레임워크		선행단계		개별요소 기술 및 성능검증		성능평가 및 안정성 평가	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		'16	'17	'18	'19	'20	'21
CTE No.	기술명						
CTE 1	지역별 홍수유발 수문학적 인자 특성화 기술	3	4	6	7	-	-

연구과제명	행정구역 홍수위험 판단 기준 설정 기법 개발	유형			공법/기법		
프레임워크		선행단계		개별요소 기술 및 성능검증		성능평가 및 안정성 평가	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		'16	'17	'18	'19	'20	'21
CTE No.	기술명						
CTE 2	지역별 홍수피해 대상인자와 홍수유발 인자를 이용한 홍수위험 평가 기술	2	3	4	5	6	7

연구과제명	행정구역 위기경보 단계 홍수정보 제공체계 구축	유형			공법/기법		
프레임워크		선행단계		개별요소 기술 및 성능검증		성능평가 및 안정성 평가	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		'16	'17	'18	'19	'20	'21
CTE No.	기술명						
CTE 3	위기경보 단계 홍수위험 가시화 및 정보전달 기술	3	4	5	6	7	8

○ 2세부과제 : 동네규모의 홍수 사전감지 및 동적(Dynamic) 공간홍수예보기술 개발

연구과제명	100x100m 3차원 상세 공간강우 생산 기술 개발	유형			S/W		
프레임워크		선행단계		개별요소 기술 및 성능검증		성능평가 및 안정성 평가	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		‘16	‘17	‘18	‘19	‘20	‘21
CTE No.	기술명						
CTE 1	상세 공간강우 정확도 향상 및 표준화 기술	3	3	4	5	7	8

연구과제명	상세 공간강우와 디지털 그물망 활용 홍수사전감지 기술 개발	유형			S/W		
프레임워크		선행단계		개별요소 기술 및 성능검증		성능평가 및 안정성 평가	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		‘16	‘17	‘18	‘19	‘20	‘21
CTE No.	기술명						
CTE 2	선행시간 확대 및 고속홍수감지 기술	3	3	4	5	7	8

연구과제명	동적 공간홍수예보를 위한 예측강우 시공간 상세화 기술 개발	유형			S/W		
프레임워크		선행단계		개별요소 기술 및 성능검증		성능평가 및 안정성 평가	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		‘16	‘17	‘18	‘19	‘20	‘21
CTE No.	기술명						
CTE 3	지역특성을 반영한 예측강우 상세화 기술 및 NWP 활용 기술	3	3	4	5	7	8

연구과제명	스마트머신 기반 동적공간홍수 해석 기술 개발	유형			S/W		
프레임워크		선행단계		개별요소 기술 및 성능검증		성능평가 및 안정성 평가	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		'16	'17	'18	'19	'20	'21
CTE No.	기술명						
CTE 4	공간강우 관측 모의 기술, 동적 공간홍수 해석 기술	3	3	4	5	7	8

연구과제명	스마트머신 기반 동네규모의 동적 공간홍수 예보 기술 개발	유형			시스템		
프레임워크		선행단계		개별요소 기술 및 성능검증		성능평가 및 안정성 평가	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		'16	'17	'18	'19	'20	'21
CTE No.	기술명						
CTE 5	동네규모(도시,산간,소하천) 동적 예보 기준/지침 및 스마트머신(머신러닝) 기반 동네규모 동적 공간홍수 예보 기술	3	3	4	5	7	8

연구과제명	IoE 기반 동적 홍수재해환경 변화 추적 기술 개발	유형			시스템		
프레임워크		선행단계		개별요소 기술 및 성능검증		성능평가 및 안정성 평가	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		'16	'17	'18	'19	'20	'21
CTE No.	기술명						
CTE 6	집중 호우 이동 및 지역/시간/사회환경 특성을 고려한 IoE 및 스마트데이터 동적 활용 기술	3	3	4	5	7	8

연구과제명	FLBS 기반 홍수재해정보 통합 활용 시스템 개발	유형				시스템	
프레임워크		선행단계		개별요소 기술 및 성능검증		성능평가 및 안정성 평가	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		‘16	‘17	‘18	‘19	‘20	‘21
CTE No.	기술명						
CTE 7	스마트데이터/IoE/FLBS 기술 융합을 통한 동적 공간홍수예보 기술	3	3	4	5	7	8

○ 3세부과제 : 시·공간적 상세 하천유역홍수예측의 고성능(HPC) 수치모형 개발

연구과제명	홍수예보지점 선정 및 예보기준 상세화 기준 수립	유형			공법/기법		
프레임워크		선행 단계	–	요소 기술 개발	성능 향상	성과 도출	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도 (종료)	5차 년도
마일스톤 일정		‘16	‘17	‘18	‘19	‘20	‘21
CTE No.	기술명						
CTE 1	홍수예보지점 선정 및 운영 기준	3	–	4	6	8	–

연구과제명	하천홍수정보 기반 도시하천 주변 사회기반시설 침수예측기술 개발	유형			S/W		
프레임워크		선행 단계	요소 기술 개발	성능 향상	성과 도출	–	–
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도 (종료)	5차 년도
마일스톤 일정		‘16	‘17	‘18	‘19	‘20	‘21
CTE No.	기술명						
CTE 2	하천변 사회기반시설 홍수예측 기술	3	4	6	8		

연구과제명	1-2차원 하이브리드 홍수예측을 통한 공간홍수정보 제공기술 개발	유형			S/W		
프레임워크		선행 단계	성능 목표 설정	요소 기술 개발	요소 기술 심화	시범 적용	성능 평가
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		‘16	‘17	‘18	‘19	‘20	‘21
CTE No.	기술명						
CTE 3	하천변 공간분포 홍수예측을 위한 1-2차원 연계 기술	2	3	4	5	6	7

연구과제명	확률홍수예측을 통한 선행예보시간 확장기술 개발	유형			공법/기법		
프레임워크		선행 단계	성능 목표 설정	요소 기술 개발	요소 기술 심화	시범 적용	성능 평가
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		‘16	‘17	‘18	‘19	‘20	‘21
CTE No.	기술명						
CTE 4	확률홍수 예측기술	2	3	4	5	6	7

연구과제명	상시 하천홍수위 정보제공을 위한 홍수예측 매개변수 최적화 기술 개발	유형			공법/기법		
프레임워크		선행 단계	성능 목표 설정	요소 기술 개발	요소 기술 심화	시범 적용	성능 평가
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		‘16	‘17	‘18	‘19	‘20	‘21
CTE No.	기술명						
CTE 5	홍수예보 유역 및 하도 매개변수 자동최적화 기술	2	3	4	5	6	8

연구과제명	HPC기반 유역 및 하도 고정확·고효율 홍수예측 기술개발	유형			공법/기법		
프레임워크		선행 단계	성능 목표 설정	요소 기술 개발	요소 기술 심화	시범 적용	성능 평가
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		‘16	‘17	‘18	‘19	‘20	‘21
CTE No.	기술명						
CTE 6	HPC 기반 홍수예보모형	2	3	4	5	6	7

○ 4세부과제 : 위치기반(LBS) 홍수정보 생산· 제공 플랫폼 개발

연구과제명	오픈모형 기반 홍수예측 평가체계 구축	유형			시스템(S/W, H/W)		
프레임워크		선행단계		요소 기술 개발 및 성능검증		성능평가 및 적용성 평가	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도 (종료)	5차 년도
마일스톤 일정		‘16	‘17	‘18	‘19	‘20	‘21
CTE No.	기술명						
CTE 1	오픈모형 기반 홍수예측 기술	3	3	4	5	6	7

연구과제명	지역 시·공간 상세 홍수정보 통합관리운영기술 개발	유형			시스템(S/W, H/W)		
프레임워크		선행 단계			요소 기술 개발	성능 평가	적용성 평가
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		‘16	‘17	‘18	‘19	‘20	‘21
CTE No.	기술명						
CTE 2	지역 시·공간 상세 홍수정보 통합관리운영 기술	3	3	4	5	6	7

연구과제명	HPC연계 통합홍수예보시스템 구축 및 운영기술 개발	유형			시스템(S/W, H/W)		
프레임워크		선행단계		요소 기술 개발 및 성능검증		성능평가 및 적용성 평가	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		‘16	‘17	‘18	‘19	‘20	‘21
CTE No.	기술명						
CTE 3	HPC연계 통합홍수예보시스템 구축 및 운영 기술	3	3	4	5	6	7

연구과제명	홍수위치기반(FLBS) 홍수정보제공 플랫폼 개발	유형			시스템(S/W, H/W)		
프레임워크		선행단계		요소 기술 개발 및 성능검증		성능평가 및 적용성 평가	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		‘16	‘17	‘18	‘19	‘20	‘21
CTE No.	기술명						
CTE 4	신속·정확한 국민생활 체감형 홍수정보 제공 기술	3	3	4	5	6	7

3. 후보과제 선정 절차 및 결과

가. 후보과제 선정 절차

○ 후보과제의 선정 절차는 국내외 동향분석, SWOT 분석(사회 현안적 요구 분석), 현재 기술수준 평가 등을 통해 도출한 사업의 기본 전략방향과 비전체계 및 기술 수준 평가를 토대로 후보과제를 pooling 하고, 기획자문위원 검토, 유관기관 및 주관부처의 타당성 검토(홍수통제소, 전문가 기술 수요 조사)를 거쳐 최종 추진과제를 확정

○ 사회 현안적 요구 분석

사회 환경적 현안 및 요구		
- 최근 홍수는 대하천 보다는 중소규모 하천 인근 및 제내지에서 주로 발생 - 하천 중심 홍수예보에서 유역 및 행정구역 공간홍수예보로 확대 필요	- 최근 홍수는 전국에 걸쳐 지협적이고 동시다발적으로 발생 - 현행 홍수예보 체계는 우량계 수준에 맞춰져 있고, 공간홍수예보 위한 강우레이더 자료의 생산~활용 등 전반적인 제도적, 기술적 기반 부재	- 홍수예보의 수혜범위 다양화 및 확대 필요 - 홍수예보기법 다양화(자료동기화, 도시홍수, 접경지역, 시나리오 기반) 및 모형 구축 필요
현행체계 미비점 및 해소방안		
(1) 홍수예보 기준	(2) 강우레이더 활용	(3) 예측 및 홍수예보모형 개선
- 홍수예보가 지자체 홍수대응단계 초기 부터 활용되지 못하는 이유 - 지방자치단체별 위기경보 단계(관심, 주의, 경계, 심각) 홍수정보 제공을 통한 홍수정보 활용성 극대화 필요 - 지역별로 차별화된 홍수정보 제공하지 못하는 이유 - 지역별 홍수유발인자와 홍수피해 대상인자의 상세 평가를 통한 지역 맞춤형 홍수정보 제공 필요	- 강우레이더자료가 홍수예보에 주도적으로 활용이 안되는 이유 - 지역과 상황에 따른 오차 주요 원인과 발생 패턴을 규명해야 실무 활용성 극대화 가능 - 빈번한 돌발홍수를 신속 예측해 효과적으로 알리지 못하는 이유 - 강우레이더 활용해, 빠르고, 상세하고, 직관적인홍수예보 기술 개발 필요	- 소하천 및 도시지역 돌발홍수 예보 위한 모형 및 기법 부재 - 도달시간이 짧아 홍수발생 시간 내 적용 가능한 정보제공 기술 필요 - 실시간 홍수 예측 및 홍수위험정보 6시간 전망 예측정보 어려움 - 강우예측자료 정확성 향상, 하천수문현황 및 자료 동기화, 고정확도 수치모의 기술 개발 필요

○ 현행 기술수준 평가 과제

- 홍수피해특성 분석 및 홍수피해지표 개발에 관한 연구(국토연구원, 2005)
- 강우레이더에 의한 돌발홍수예보시스템 개발(건설교통부, 2007)
- 국가수자원 관리지표 설정(국토교통부, 2008),
- 치수특성평가체계 연구(국토교통부, 2008)
- 산지특성을 고려한 GIS 기반 돌발홍수예측시스템 프로토타입 개발(방재연구소, 2010)
- GIS 기반의 소하천 홍수방재시스템 프로토타입 개발(방재연구소, 2011)
- 중소하천 홍수 예경보 체계 구축(국민안전처, 2015)
- 하천종합관리지표 개발에 관한 연구(국토교통부, 2012)
- 풍수해 직접·간접피해를 고려한 피해 산정 및 예측 기술개발(국민안전처, 2015 - 2019)
- 기타(유관기관 자체 사업, 현행 실무 등)
- 범부처 융합 이중편파레이더 활용기술, 범부처활용 고품질·고정밀 레이더융합 합성기술(13-14,기상청)
- 차세대 홍수방어기술(09-13,국토부)
- S밴드 이중편파레이더를 이용한 강수계 분석 및 한국의 지형효과를 고려한 레이더 강수량예측 기술(14,기상청)
- 국토관측센서 기반 광역 및 지역 수재해 감시·평가·예측 기술(14-19)
- 차세대 도시농림융합 스마트 기상서비스 개발(12-19,기상청)
- 중소하천 홍수 예경보 체계(11-15,안전처)『레이더 무관』
- 내외수 연계 도시 침수저감 능력향상 기술(13-18,국토부)
- 국외기술차용(시범)
- 중소규모의 유역 홍수량 산정 시스템 개발(계측 및 미계측 유역의 적용)(미래부)
- 유역유출 모형의 정확도 향상을 위한 지역 보정 및 자동 보정 기법 개발(미래부)
- 범부처 융합 이중편파레이더 활용기술, 범부처활용 고품질·고정밀 레이더융합 합성기술(13-14,기상청)
- S밴드 이중편파레이더를 이용한 강수계 분석 및 한국의 지형효과를 고려한 레이더 강수량예측 기술(14,기상청)
- 차세대 도시농림융합 스마트 기상서비스 개발(12-19,기상청)
- 응용기상기술개발연구(기상청, 2013)

- 차세대홍수방어기술개발에 관한 연구 - 미래 통합 유역홍수 대응기술 -(국토해양부 09-13)
- 국토관측센서 기반 광역 및 지역 수재해 감시·평가·예측 기술(14-19)
- 내외수 연계 도시 침수저감 능력향상 기술(13-18,국토부)
- 도시홍수재해관리기술(국토교통부)
- 첨단기술 기반 하천운영 및 관리 선진화 연구(국토교통부)
- 지능형 돌발홍수예경보 시스템 개발(소방방재청)
- 돌발홍수 예측시스템 확장 및 의사결정지원시스템 프로세스 개발(소방방재청)
- GIS 및 신경망을 이용한 돌발 홍수 예측 연구(소방방재청)
- 도시 지상-지하공간 연계 1차원 침수예측모형 개발 및 통합기반 구축(소방방재청, 2012-2015)
- 국외기술차용(시범)

○ 홍수위험도 평가 및 기준 설정 분야

구성기술	소분류	보유	기술수준			
		비보유	0 기술전무	1 기술의존	2 기술자립	3 기술선도
홍수피해 특성 평가 기술	홍수피해 지역 정보 구축 기술	1) 지자체 별 홍수피해 조사, 종이지도 위주 자료 구축				
		1) 지속적 조사, GIS 기반 피해지역 정보 구축				
	홍수피해 내용, 규모 정보 구축 기술	1) 홍수피해 지역과 연계한 피해 내용, 규모 등에 대한 조사 및 정보 구축 기술				
	홍수발생 원인 평가 기술	1) 지자체 별 홍수원인 개략적 평가				
		1) 홍수피해 지역과 연계한 다양한 홍수 발생원인 조사 및 지역별 홍수피해 특성 평가				
홍수위험 평가 기술	홍수피해 내용, 규모에 따른 홍수위험등급 설정 기술	1) 지역별/상대적 홍수취약성 평가 2) 유역 출구에서 한계 유출량 이용한 홍수위험 평가				
		1) 홍수위험(수문/지형/구조물/사회 등의 조건 별)정도를 지역에 맞게 평가/판단 기술				
	지역별 홍수위험등급 설정 기술	1) 유역 유출구 홍수량 혹은 하천 수위를 이용한 홍수위험 판단				
		1) 지역에 산재한 홍수피해 현황을 종합적 판단하여 홍수위험등급 평가				
정보제공 기술	홍수위험 정보 전달 기술	1) 현재 및 가까운 미래에 예상되는 수위를 이용하여 홍수위험 정보 전달				
		1) 홍수위험지도,침수예상도 등 정보를 국민 및 유관기관이 홍수대응에 활용토록 제공하는 기술				
	홍수위험 가시화 기술	1) 홍수위험 지역, 홍수위험 정도 등에 대한 정보를 국민 및 유관기관이 손쉽게 활용할 수 있도록, 웹 및 모바일 플랫폼에서 가시화				

○ 홍수사전감지(강우레이더 및 단기강우예측 활용) 분야

구성기술	소분류	보유	기술수준			
		비보유	0 기술전무	1 기술의존	2 기술자립	3 기술선도
강수추정기술 (QPE)	레이더 자료 품질관리(QC)	1)비기상에코 제거				
	레이더 강수추정 (QPE)	1)Fuzzy 이중편파변수 활용 2)알고리즘 3)지상보정 4)CAPPI 산출				
		1)공간강우산출(홍수예보활용) 2)응용정보생산(응용/시스템)				
	레이더 자료 품질지수(QI)	1)품질정보 생산				
동적 공간홍수 예측기술	초단기예측기술 (QPF)	1)2차원 외삽법(지역추적)				
		1)3차원 해석법(통계, 셀추적)				
	단기예측기술 (NWP 병합활용기술)	1)자료동화(강수)				
		1)레이더+NWP 블랜딩 2)상세화(지역) 3)예측정보해석(통계) 4)예측정보활용 5)시스템				
	동적 공간홍수 예측기술 및 모형	1)수문해석모형(역학)				
		1)자료동화(수문) 2)모의해석(물리) 3)수문해석모형(통계)				
공간홍수 예보기준	공간강우 기반 공간홍수 예보시스템	1)내수/내외수연계 2)지천 3)강우레이더 운영분석관리시스템				
		1)동적예보(통계/확률) 2)강우레이더 돌발홍수예보시스템				
	공간홍수 예보기준	1)예보기준(한계강우량)				
		1)예보기준(우량지수)				
	공간홍수 예보 지침	1)지침				

○ 수리수문 해석(홍수예보모형) 및 평가 분야

구성기술	소분류	보유	기술수준			
		비보유	0 기술전무	1 기술의존	2 기술자립	3 기술선도
홍수량 예측기술	집중형 예측기술	1)단위도 산정 및 합성기술 2)유역 매개변수 산정기술				
		1)돌발홍수예측기술				
	분포형 예측기술	1)자료 전처리 기술 2)분포형 매개변수 산정기술 3)유출량 산정기법				
	추계학적 예측기술	1)미계측유역 매개변수 추정기법 2)미계측 유역 유출량 산정기법				
홍수위예측기술	수문학적 예측기술	1)저류함수 해석 수치모형				
	1차원 수리학적 예측기술	1)1차원 수치해석 모형 2)지류합류 반영기술 3)하천시설물 운영현황 반영기술				
		1)제내지 연계 침수해석 기술				
	2차원 수리학적 예측기술	1)2차원 수치해석 모형				
		1)지형자료 생성기술 2)하천시설물 운영현황 반영기술				
도시지역 유출해석 기술	관망 해석기술	1)도시관망 자료구축 기술 2)관거흐름 해석기술				
	지표수 해석기술	1)분포형 강우-유출 해석기술				
		1)집체형 강우-유출 해석기술 2)지표수 거동해석 기술 3)관거/지표수 연계 해석기술				
홍수예측 고도화 기술	자료동화기술	1)관측자료 동화기술				
	검보정기술	1)매개변수 최적화 기법				
	모형불확실성 처리기술	1)매개변수 불확실성 정량화				
		1)앙상블 예측기술				
	고성능 컴퓨팅 기술	1)침수해석 고성능 컴퓨팅 기술				
		1)유역유출 고성능 컴퓨팅 기술 2)유역하도연계고성능컴퓨팅기술				
	홍수예측용 고성능 컴퓨터 활용기술	1)클러스터/슈퍼 컴퓨터				

나. 후보과제 선정 결과

○ 기술 수준 분석 및 기술 수요 분석을 통한 후보과제 선정

사회 현안적 개선 요구 분야	검토위원회 기술 수요 분석 (홍수통제소)	자문위원회 기술 수요 분석 (전문가)	후보과제 선정안
홍수예보 기준	▪ 홍수예보를 위한 기준제시		▪ 행정구역 홍수위험 판단 기준 설정 기술 ▪ 하천 홍수예보 및 침수예보 기준 설정 기술
	▪ 지자체의 방재업무 현장에서 즉시 활용 가능	▪ 구역(zone) 단위 도시유역의 홍수예측 시스템 개발	▪ 홍수위험 매트릭스 개발 및 적용
강우레이더 활용	▪ 지자체의 방재업무 현장에서 즉시 활용 가능	▪ 이중편파레이더용 실시간 강수추정 알고리즘 개발	▪ 강우레이더 기반 홍수사전 감지 기술
	▪ 홍수예보를 위한 기준제시 ▪ 수문레이더 정보의 활용을 통해서, 국토부 홍수예보의 다양한 분야에 대한 니즈를 잘 정리	▪ 침수(또는 하천범람)를 유발하는 목표 강우강도를 지향한 QPE 개발 ▪ 이중편파 레이더 예측강수를 활용하여 산악돌발홍수를 사전 예측할 수 있는 기법을 개발	▪ 강우레이더 기반 돌발홍수 해석 기술
	▪ 수문레이더 정보의 활용을 통해서, 국토부 홍수예보의 다양한 분야에 대한 니즈를 잘 정리	▪ ICT기반, 분석결과, DB 그리고 IoT의 융합 ▪	▪ 강우레이더 기반 홍수재해 환경 변화 추적 기술
		▪ 실시간 자료동화기법과 복잡한 도시홍수특성을 고려	▪ 홍수예보를 위한 예측강우 정량적 정확도 향상 기술 개발
홍수예보모형 개선	▪ 다양한 시나리오와 모형을 개발	▪ 실시간 자료동화기법과 복잡한 도시홍수특성을 고려	▪ 홍수예보 시공간범위 확대 기술 개발
		▪ 실무적용 분포형 강우-유출 시스템 개발 ▪ 도시하천 하류부의 실시간 홍수위 예측을 위한 시스템 개발	▪ 홍수예보 선행시간 및 정확도 향상 기술

4. 연구개발과제 구성

가. 1세부

○ 홍수피해 대상인자(인적, 물적 등)를 이용한 잠재홍수피해등급과 발생가능성을 포함한 수문조건(강우, 수위 등의 관측 및 예측자료)을 연계한 행정구역(기초자치단체) 홍수위험 판단 기준 설정 및 위기경보단계(관심, 주의, 경계, 심각) 정보 제공 기술

중분류	소분류
1. 행정구역별 홍수피해 특성 평가 기술	1-1. 홍수피해 이력을 이용한 행정구역 홍수피해 특성 평가
2. 행정구역 홍수위험 판단 기준	2-1. 행정구역 홍수위험 판단 기준 설정 기법 개발
3. 위기경보 단계 홍수정보 제공 기술	3-1. 행정구역 위기경보 단계 홍수정보 제공체계 구축

나. 2세부

○ 동적 공간강우정보와 ICT 기술을 활용하여 빠르고(1시간 리드타임 확보), 상세한(100m 수준) 동네규모의 홍수 사전감지 및 동적 공간홍수예보 기술 개발

중분류	소분류
1. 홍수사전감지 기술	1-1. 100x100m 3차원 상세 공간강우 생산 기술 개발
	1-2. 상세 공간강우와 디지털 그물망(Digital Mesh) 활용 홍수사전감지 기술 개발
	1-3. 동적(Dynamic) 공간홍수예보를 위한 예측강우 시공간 상세화 기술 개발
2. 동적 공간홍수해석 기술	2-1. 스마트머신(Smart Machines) 기반 동적공간홍수 해석 기술 개발
	2-2. 스마트머신 기반 동네규모(도시·산간·소하천 지역)의 동적 공간홍수 예보 기술 개발
3. 홍수재해환경 변화 추적 기술	3-1. IoE(Internet of Everything) 기반 동적 홍수재해환경 변화 추적 기술 개발
	3-2. FLBS(Flood Location-based Service) 기반 홍수재해정보 통합 활용 시스템 개발

다. 3세부

○ 유역 크기 및 특성을 고려하여 도달시간을 고려한 하천홍수위 변화 예보선행시간 확보, 지역적 특성에 맞는 수문 및 수리학적 홍수예보모형 구축 및 예보능력 향상 기술

중분류	소분류
1. 홍수예보 시공간범위 확대 기술 개발	1-1 홍수예보지점 선정 및 예보기준 상세화 기준 수립
	1-2 하천홍수정보 기반 도시하천 주변 사회기반시설 침수예측 기술 개발
	1-3 1-2차원 하이브리드 홍수예측을 통한 공간홍수정보 제공 기술 개발
2. 홍수예보 선행시간 및 정확도 향상 기술	2-1 확률홍수예측을 통한 선행예보시간 확장기술 개발
	2-2 상시 하천홍수위 정보제공을 위한 홍수예측 매개변수 최적화 기술 개발
	2-3 HPC기반 유역 및 하도 고정확·고효율 홍수예측 기술 개발

라. 4세부

○ 다양한 조건(지역, 시간, 상황 등)에서 골든타임을 확보할 수 있는 맞춤형 통합홍수정보 제공 플랫폼 개발

중분류	소분류
1. 위치(LBS)기반 홍수정보 생산·제공 플랫폼 개발	1-1 오픈모형 기반 홍수예측 평가체계 구축
	1-2 지역 시·공간 상세 홍수정보 통합관리운영기술 개발
	1-3 HPC연계 통합홍수예보시스템 구축 및 운영기술 개발
	1-4 홍수위치기반(FLBS) 홍수정보제공 플랫폼 개발

4절 세부과제별 주요내용 및 추진전략

1. 행정구역 홍수 위기경보 단계 설정 및 정보제공 기술 개발

과제명	행정구역 홍수 위기경보 단계 설정 및 정보제공 기술 개발

키워드		
	한글	홍수예보, 위기경보 단계 홍수정보, 행정구역, 홍수위험 매트릭스
	영문	Flood forecasting, crisis alert stage flood information, administrative district, flood risk matrix

연구목적	- 지자체와 국민의 효과적인 홍수대응을 위해 실생활에서 홍수위험에 대한 인식이 용이하고 지자체별 홍수관리 구역과 밀접한 행정구역 홍수정보 제공 기술개발		
성과목표	- 시범지역 기초지방자치단체별 특성에 맞는 홍수위험 판단 기준(홍수위험 매트릭스) 및 정보제공 기술 개발		
핵심성과지표	지표명	목표치(1.0)	평가기준 (질적 성능)
	홍수피해등급설정 기술	- 시범지역 기초지방자치단체(시, 군, 구) 홍수피해 발생 과정 및 피해특성 규명 - 홍수예보 연계 기법	홍수피해등급 구분의 적절성, 지역적 특성화
	행정구역 홍수위험 판단 기준 설정	- 시범지역내 기초지방자치단체(시, 군, 구)별로 특성화된 잠재홍수 피해등급 판단 기준 - 시범지역 기초지방자치단체(시, 군, 구)별 홍수 위험 판단 기준 설정 기법	행정구역 홍수위험 판단 기준의 적합성
	실시간 행정구역 홍수정보 제공 기술	- 홍수위험 매트릭스, 실시간 수문자료, 물리적 분포형 모형이 연계된 홍수위험 평가 기술 - 위기경보 단계별 실시간 행정구역 홍수 정보제공시스템	예측 가능성
이슈정의	- 홍수피해 대상인자를 이용한 잠재홍수피해등급과 발생가능성을 포함한 실시간 수문조건(강우, 수위 등의 관측 및 예측자료)을 연계한 지역별 홍수위험 매트릭스 개발 및 홍수정보 제공 기술		
기술개발 현황	- 국내는 홍수에 대한 취약성의 상대적 평가 및 기상특보 지역별 차별화 연구는 수행된바 있으나, 수문상황에 대한 홍수위험정도 예측의 행정구역별 특성화는 진행된바 없음. 영국은 홍수위험 매트릭스 기반 행정구역 홍수예보 현업 적용		
기술수준 (선진국 대비)	현재	과제종료시	
	40%	80%	
기대효과 (파급효과)	- 직관적이고 실생활 체감도 높은 홍수정보 제공을 통한 국민 및 지자체 홍수대응 효율화 - 사전 홍수정보를 이용한 방재 인력 및 장비 운영계획의 효과적 수립 - 행정구역별 홍수정보 제공을 통해 지자체 행정구역별 홍수업무에서의 홍수정보 활용성 향상		

(1-1) 홍수피해 이력을 이용한 행정구역 홍수피해 특성 평가

가. 기술의 정의

- 기초지방자치단체별 과거 홍수피해 이력 정보를 이용해서 대상 지역의 홍수발생 및 피해 원인과 피해 특성(인적, 물적)을 평가하는 기술

나. 성과물(Output)

- 시범지역 행정구역별 홍수피해 발생과정 및 피해특성 규명
- 홍수예보 연계 기법

(1-2) 행정구역 홍수위험 판단 기준 설정 기법 개발

가. 기술의 정의

- 기초지방자치단체별 홍수피해 대상인자(건물, 자산, 인명, 시설물 등)와 홍수유발 수문학적 인자를 특성화 하고, 홍수피해 발생가능성을 고려한 행정구역 홍수위험 판단 기준(홍수위험 매트릭스) 설정 기술

나. 성과물(Output)

- 시범지역내 기초지방자치단체별로 특성화된 잠재홍수피해등급 판단 기준
- 시범지역 기초지방자치단체별 홍수위험 판단 기준 설정 기법

(1-3) 행정구역 위기경보 단계 홍수정보 제공체계 구축

가. 기술의 정의

- 기초지방자치단체별 홍수위험 매트릭스, 실시간(관측, 예측) 수문자료, 물리적 분포형 모형을 연계한 실시간 행정구역 홍수정보 제공 기술

나. 성과물(Output)

- 홍수위험 매트릭스, 실시간 수문자료, 물리적 분포형 모형이 연계된 홍수위험 평가 기술
- 위기경보 단계별 실시간 행정구역 홍수정보제공시스템

2. 동네규모의 홍수 사전감지 및 동적 공간홍수예보 기술 개발

과제명	동네규모의 홍수 사전감지 및 동적 공간홍수예보 기술 개발

키워드	한글	공간강우, 강우레이더, 홍수예측, 동적 공간홍수예측
	영문	Spatial rainfall, Rainfall radar, flood forecasting, Dynamic flash flood forecasting

<table>
<tr><td>연구목적</td><td colspan="3">- 홍수 도달시간이 짧아 집중호우와 함께 심각한 홍수가 발생하는 지역(도시・산간・소하천 지역)의 골든타임 확보를 통한 홍수 재해・재난 피해를 최소화하기 위해, 상세 공간강우 정보와 홍수피해를 사전에 인지・대응할 수 있는 ICT 기술 기반의 홍수 사전감지 및 사회환경변화에 따른 동적 홍수재해추적 기술 개발</td></tr>
<tr><td>성과목표</td><td colspan="3">- 공간강우 정확도 향상 기술, 동적 공간홍수예보 기술, 예측강우 정확도 향상기술, 공간홍수재해 정보 통합활용 시스템</td></tr>
<tr><td rowspan="4">핵심성과지표</td><td>지표명</td><td>목표치(1.0)</td><td>평가기준
(질적 성능)</td></tr>
<tr><td>홍수예보 선행시간 확보 기술</td><td>- 상세 공간강우 관측 정확도 향상 기술
- 상세 공간강우 생산 및 표준화 기술
- 디지털 그물망과 상세 공간강우 기반 선행시간 확대 기술
- 상세 공간강우와 기상변수 상관을 통한 고속홍수사전감지 기술
- 예측강우 시공간 상세화 기술
- NWP(Numerical Weather Prediction) 자료 응용기술</td><td>선행예보 1시간</td></tr>
<tr><td>상세 공간홍수예보 모형</td><td>- 공간강우 관측 모의(simulator) 기술
- 스마트머신(사물정보) 기반 동적 공간홍수 해석 기술
- 동네규모 동적 공간홍수 예보 기준
- 스마트머신(머신러닝) 기반 동네규모 동적 공간홍수 예보 기술</td><td>선행 1시간 예보 정확도 80% 이상</td></tr>
<tr><td>홍수 재해 환경 추적 및 예측 기술</td><td>- 스마트데이터 기반 동적 홍수재해환경 변화 분석 및 모의 기술
- IoE 활용 및 동적 홍수재해환경 변화 추적 기술
- 동적 공간홍수정보 통합 활용 기술
- 동적 공간홍수재해정보 통합 활용 시스템</td><td>실시간</td></tr>
<tr><td>이슈정의</td><td colspan="3">- 홍수 도달시간이 짧아 집중호우와 동시에 심각한 홍수가 발생하는 지역(도시・산간・소하천)의 골든타임 확보를 통한 재해・재난 피해 최소화
- 실시간 공간 수문정보를 활용하여 홍수피해 발생지역을 예측하고 IoT, ICT 기술을 활용하여 수집・분석・예측된 사회환경 변화(실시간 인구이동 등)를 토대로 피해의 확산 범위와 방향을 사전에 예측
- 예측정보를 지역과 수요자 상황에 맞춰(FLBS) 개인이 효과적으로 인지・대응할 수 있는 홍수 사전감지 및 정보제공 기술</td></tr>
<tr><td>기술개발 현황</td><td colspan="3">- 지점 강수량 추정, 하천 홍수예보 중심으로 개발되어 실무에서 활용 가능한 공간 강수량 추정 및 공간 홍수예보 기술 미비
- 실시간 인구이동 등 사회환경변화에 따른 동적 홍수예보 기술 미비</td></tr>
<tr><td>기술수준
(선진국 대비)</td><td>현재</td><td colspan="2">과제 종료시</td></tr>
<tr><td></td><td>60 %</td><td colspan="2">95 %</td></tr>
<tr><td>기대효과
(파급효과)</td><td colspan="3">- 홍수 골든타임 확보를 통해 집중호우로 인한 홍수피해 저감</td></tr>
</table>

(2-1) 100x100m 3차원 상세 공간강우 생산 기술 개발

가. 기술정의

- 강우레이더 등 첨단 관측망 활용 3차원 상세 공간강우 생산기술 개발

나. 성과물

- 상세 공간강우 관측 정확도 향상 기술
- 상세 공간강우 생산 및 표준화 기술

(2-2) 상세 공간강우와 디지털 그물망(Digital Mesh) 활용 홍수사전감지 기술 개발

가. 기술정의

- 동네규모 공간홍수 감지를 위해 디지털 그물망 기술(관측기기 간 연결, 사용자 정보 공유 기술)을 활용해 1시간까지의 공간홍수예측 정확도를 높이는 기술

나. 성과물

- 디지털 그물망과 상세 공간강우 기반 선행시간 확대 기술
- 상세 공간강우와 기상변수 상관을 통한 고속홍수사전감지 기술

(2-3) 동적(Dynamic) 공간홍수예보를 위한 예측강우 시공간 상세화 기술 개발

가. 기술정의

- 시간과 지역에 따른 실시간 사회환경변화(인구이동 등)를 고려한 동적 홍수예보를 위한 예측강우 시공간 상세화 기술

나. 성과물

- 예측강우 시공간 상세화 기술
- NWP(Numerical Weather Prediction)자료 응용 기술

(2-4) 스마트머신(Smart Machines) 기반 동적공간홍수 해석 기술 개발

가. 기술정의

- 상세 공간강우, 공간홍수 해석모형과 사물정보, 머신러닝 기술 등의 스마트머신 기술을 활용한 동적 공간홍수 해석 기술 개발

나. 성과물

- 공간강우 관측 모의(simulator) 기술
- 스마트머신(사물정보) 기반 동적 공간홍수 해석 기술

(2-5) 스마트머신 기반 동네규모(도시・산간・소하천 지역)의 동적 공간홍수 예보 기술 개발

가. 기술정의

- 10분 이내에 도시・산간・소하천 지역의 상세 홍수정보 수집, 처리, 분석이 가능한 동네규모의 동적 상세 공간홍수 예보 기술 개발

나. 성과물

- 동네규모 동적 공간홍수 예보 기준
- 스마트머신(머신러닝) 기반 동네규모 동적 공간홍수 예보 기술

(2-6) IoE(Internet of Everything) 기반 동적 홍수재해환경 변화 추적 기술 개발

가. 기술정의

- IoE(사물정보, 스마트데이터, 정보공유) 기술을 활용하여 홍수의 시공간적 진행에 따라 홍수 재해 환경이 어떻게 변화하는지 실시간 추적 예측하는 기술

나. 성과물

- 스마트데이터 기반 동적 홍수재해환경 변화 분석 및 모의 기술
- IoE 활용 및 동적 홍수재해환경 변화 추적 기술

(2-7) FLBS(Flood Location-based Service) 기반 홍수재해정보 통합 활용 시스템 개발

가. 기술정의

- 동적 공간홍수예보 기술 및 공간홍수재해정보 통합 활용 시스템 구축을 통한 지역 및 수요자 맞춤형 정보서비스

나. 성과물

- 동적 공간홍수정보 통합 활용 기술
- 동적 공간홍수재해정보 통합 활용 시스템

3. 시·공간적 상세 하천유역홍수예측의 고성능(HPC) 수치모형 개발

과제명	시・공간적 상세 하천유역홍수예측의 고성능(HPC) 수치모형 개발

키워드	한글	홍수예보, 수치모의, 선행시간
	영문	flood forecasting, numerical simulation, lead time

<table>
<tr><td>연구목적</td><td colspan="3">- 국민생활중심형 홍수정보제공을 위한 하천홍수예측 정확성 향상
- 수문학적 불확실성을 고려한 하천홍수위 변화 확률예측을 통하여 선행시간 최대 확보
- 고정확도 홍수예측을 통한 대상공간 확대를 통하여 홍수예보정보의 활용성을 극대화</td></tr>
<tr><td>성과목표</td><td colspan="3">- 홍수예측의 불확실성을 고려한 선행시간 확보, 고정확도 수치예측기술을 적용한 하천중심 홍수예측의 공간적 확장, 유역 및 하천특성을 반영한 개선홍수예보모형 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="4">핵심성과지표</td><td>지표명</td><td>목표치(1.0)</td><td>평가기준
(질적 성능)</td></tr>
<tr><td>홍수예보 선행시간 확보기술</td><td>- 기상 및 유역특성 불확실성을 반영한 확률홍수 입력자료 생성기술
- 수문학적 불확실성을 고려한 확률홍수예측기술</td><td>선행예보 6시간</td></tr>
<tr><td>홍수예보 적용범위 확대</td><td>- 홍수예보지점 우선순위 설정 및 선정 가이드라인
- 지역특성을 고려한 홍수예보 상세화 기준</td><td>유역면적 100㎢ 이하 홍수정보 제공
하천변 1㎞ 침수정보제공</td></tr>
<tr><td>고성능 홍수예측기술</td><td>- 하천홍수정보 연계 하천인접 제내지 침수예측 기술
- 하천변 사회기반시설 홍수예측 기술
- 공간홍수예측을 위한 1-2차원 연계 하이브리드 수치 해석 기술
- 고정확도 수치모형기반 하천친수공간 공간홍수예측기술
- 유역유출모형 및 수리학적모형 매개변수 고효율 자동 최적화기술
- HPC기반 2차원 고정확도 하천홍수예측 기술
- HPC기반 분포형모형을 이용한 상세 유역유출예측 기술</td><td>고성능 홍수예측 소요시간</td></tr>
<tr><td>이슈정의</td><td colspan="3">- (선행시간 확보) 홍수위험을 사전에 인식할 수 있도록 홍수발생 예측정보 제공, 현재 Nowcasting 홍수예보에서 Forecasting으로 점진적 확장 필요
- (홍수예보 공간확대) 하천중심의 홍수정보를 확장하여 제내지 침수위험예측, 지점홍수예측에서 공간홍수예측으로 확장을 통한 홍수정보 제공범위 확대</td></tr>
<tr><td>기술개발 현황</td><td colspan="3">- 미국은 1,553개 수위관측소 중 19.1%에 대하여 최대 9일까지의 예측정보 제공
- 국내에서도 주요지점 대상으로 6시간 ~ 24시간 예측정보 제공 필요
- 친수공간 침수에 대한 정보제공을 위해서는 하천변 시설물에 의한 영향을 정확히 반영할 수 있는 기법 필요
- 유역 및 하도의 홍수예측범위 확장을 위한 고정확도/고효율 수치모의기술 적용 필요</td></tr>
<tr><td rowspan="2">기술수준
(선진국 대비)</td><td colspan="2">현재</td><td>과제 종료시</td></tr>
<tr><td colspan="2">70 %</td><td>95 %</td></tr>
<tr><td>기대효과
(파급효과)</td><td colspan="3">- 도달시간 및 예보전파 등의 소요시간을 반영한 선행시간 확보를 통하여 침수피해 저감</td></tr>
</table>

3-1) 홍수예보지점 선정 및 예보기준 상세화 기준 수립

가. 기술정의

- 홍수예보 정보 제공을 위한 홍수예보지점 선정에 관한 정량적인 정책기준 제시를 통하여 효과적으로 홍수예보지점을 운영하기 위한 상세한 기준

나. 성과물

- 홍수예보지점 우선순위 설정 및 선정 가이드라인
- 지역특성을 고려한 홍수예보 상세화 기준

(3-2) 하천홍수정보 기반 도시하천 주변 사회기반시설 침수예측기술 개발

가. 기술정의

- 하천홍수예보 및 도심지 침수상황 연계정보를 활용하여 주요 도로 및 공공시설에 대한 홍수피해정보 제공을 위한 침수예측 기술

나. 성과물

- 하천홍수정보 연계 하천인접 제내지 침수예측 기술(붙임 전략분야 1-2)
- 하천변 사회기반시설 홍수예측 기술

(3-3) 1-2차원 하이브리드 홍수예측을 통한 공간홍수정보 제공기술 개발

가. 기술정의

- 침수범위에 대한 정보가 필요한 친수지역 또는 기타 하천변 지역에 대하여 공간홍수에 대한 예측과 전체 수계에 대한 1차원 수치모의를 동시에 수행하여 홍수정보제공범위를 증가시키는 기술

나. 성과물

- 공간홍수예측을 위한 1-2차원 연계 하이브리드 수치해석 기술(붙임 전략분야 1-2)
- 고정확도 수치모형기반 하천친수공간 공간홍수예측기술

(3-4) 확률홍수예측을 통한 선행예보시간 확장기술 개발

가. 기술정의

- 강우예측의 변동성 및 수치모의 입력자료 불확실성 인자의 영향을 고려하여 유역유출 확률개념 적용을 통하여 예측자료 신뢰구간 확장을 통한 선행시간 연장 하는 기법

나. 성과물

- 기상 및 유역특성 불확실성을 반영한 확률홍수 입력자료 생성기술(신규 제안)
- 수문학적 불확실성을 고려한 확률홍수예측기술(신규 제안)

(3-5) 상시 하천홍수위 정보제공을 위한 홍수예측 매개변수 최적화 기술 개발

가. 기술정의

- 홍수예보 업무상 10분 단위 정보에 대하여 단기간 내에 정확한 예측정보 산출 필요, 매개변수 산정과정 효율화를 위한 강우-유출량 산정 매개변수 최적화 기술 하도홍수위 정확성 향상을 위한 수리학적 모형 매개변수 최적화 기술

나. 성과물

- 유역유출모형 및 수리학적모형 매개변수 고효율 자동최적화기술(붙임 전략분야 1-3)

(3-6) HPC기반 유역 및 하도 고정확/고효율 홍수예측 기술개발

가. 기술정의

- 슈퍼컴퓨터 또는 클러스터 컴퓨터를 이용하여 병렬처리계산을 수행하여 고성능 컴퓨팅이 가능한 수치모의를 개발함으로써, 다수의 CPU를 활용하여 침수피해 대상지역을 정밀하게 반영하여 정확한 홍수예측이 가능한 기술
- 고성능 수치모의기법을 적용한 수치모형 개발을 통하여 도심지 분포형 홍수예측 기술, 확률강우기반 홍수변화 예측 등 고성능 홍수예측 구현을 위한 기초원천 기술 개발

나. 성과물

- HPC기반 2차원 고정확도 하천홍수예측 기술(신규 제안, 붙임 전략분야 3-8 관련)
- HPC기반 분포형모형을 이용한 상세 유역유출예측 기술(신규 제안, 붙임 전략분야 3-8 관련)

4. 위치기반(LBS) 홍수정보 생산· 제공 플랫폼 개발

과제명	위치(Location-based Service)기반 홍수정보 생산·제공 플랫폼 개발

키워드	한글	홍수예보, 홍수정보, 시스템, 플랫폼
	영문	flood forecasting, flood information, system, platform

<table>
<tr><td>연구목적</td><td colspan="3">- 지역특성에 따른 골든타임을 고려한 FBLS기반 홍수정보 생산 및 제공</td></tr>
<tr><td>성과목표</td><td colspan="3">- 오픈모형기반 홍수예측 평가 체계 구축
- 통합홍수예보 관리 및 운영 기술 개발
- 홍수 LBS 기반 홍수정보 플랫폼 구축</td></tr>
<tr><td rowspan="4">핵심성과지표</td><td>지표명</td><td>목표치(1.0)</td><td>평가기준
(질적 성능)</td></tr>
<tr><td>오픈모형 기반
홍수예측 평가체계</td><td>- 홍수예측 정확성 평가기준</td><td>예측 시간,
정확도</td></tr>
<tr><td>통합홍수예보
시스템 구축 및
운영기술 개발</td><td>- 실시간 상세홍수정보 처리 기술 및 홍수정보 통합관리 운영 기술
- 홍수예보용 HPC 운영 기술</td><td>통합시스템 연계
및 활용성</td></tr>
<tr><td>국민생활 체감형
홍수정보 제공
플랫폼 개발</td><td>- 홍수정보 제공 통합시스템</td><td>홍수정보의
다양성 및 활용성</td></tr>
<tr><td>이슈정의</td><td colspan="3">- (홍수정보 플랫폼) 다양한 조건(지역, 시간, 상황 등)에서 골든타임을 확보할 수 있는 맞춤형 통합홍수정보 시스템</td></tr>
<tr><td>기술개발 현황</td><td colspan="3">- 미국, 일본 등은 홍수특성 별로 최적의 예측성능을 발휘할 수 있는 다양한 홍수예보 시스템 구축 활용</td></tr>
<tr><td rowspan="2">기술수준
(선진국 대비)</td><td colspan="2">현재</td><td>과제 종료시</td></tr>
<tr><td colspan="2">60 %</td><td>90 %</td></tr>
<tr><td>기대효과
(파급효과)</td><td colspan="3">- 전국 언제, 어디서나 홍수발생 시 대응을 위한 골든타임 확보 가능</td></tr>
</table>

(4-1) 오픈모형 기반 홍수예측 평가 체계 구축

가. 기술정의

- 기존 국가연구개발 성과물인 오픈모형을 다양한 홍수예측관련 연구 성과물에 대한 적용하여 정확성 평가를 통한 적용성 검토, 현재 활용되지 않고 있는 우수한 성과를 현업에 적용하고 적용성 평가 결과 기반의 홍수예측 성능 평가체계를 구축하기 위한 기술

나. 성과물

- 홍수예측 정확성 평가기준

(4-2) 지역 시·공간 상세 홍수정보 통합관리운영기술 개발

가. 기술정의

- 실시간 상세홍수정보 처리(수집, 처리, 저장, 분석) 표준화 기술 및 지역 시·공간 상세 홍수정보 통합관리운영기술 개발

나. 성과물

- 실시간 상세홍수정보 처리 기술 및 홍수정보 통합관리운영 기술

(4-3) HPC연계 통합홍수예보 시스템 구축 및 운영 기술개발

가. 기술정의

- 수문/기상자료 수집, 분석 및 고정확도/고성능 최신 홍수예측 기법의 성능구현을 위한 고성능 컴퓨팅(High Performance Computing) 홍수예측 시스템 구축 및 운영기술 개발

나. 성과물

- 홍수예보용 HPC 운영 기술

(4-4) 홍수위치기반(FLBS, Flood Location -based Sevice) 홍수정보제공 플랫폼 개발

가. 기술정의

- 수요자인 국민의 위치 및 주변 여건을 고려한 홍수예보 및 정보를 국민이 체감할 수 있도록 빠르고 정확히 전달하는 기술 및 체계

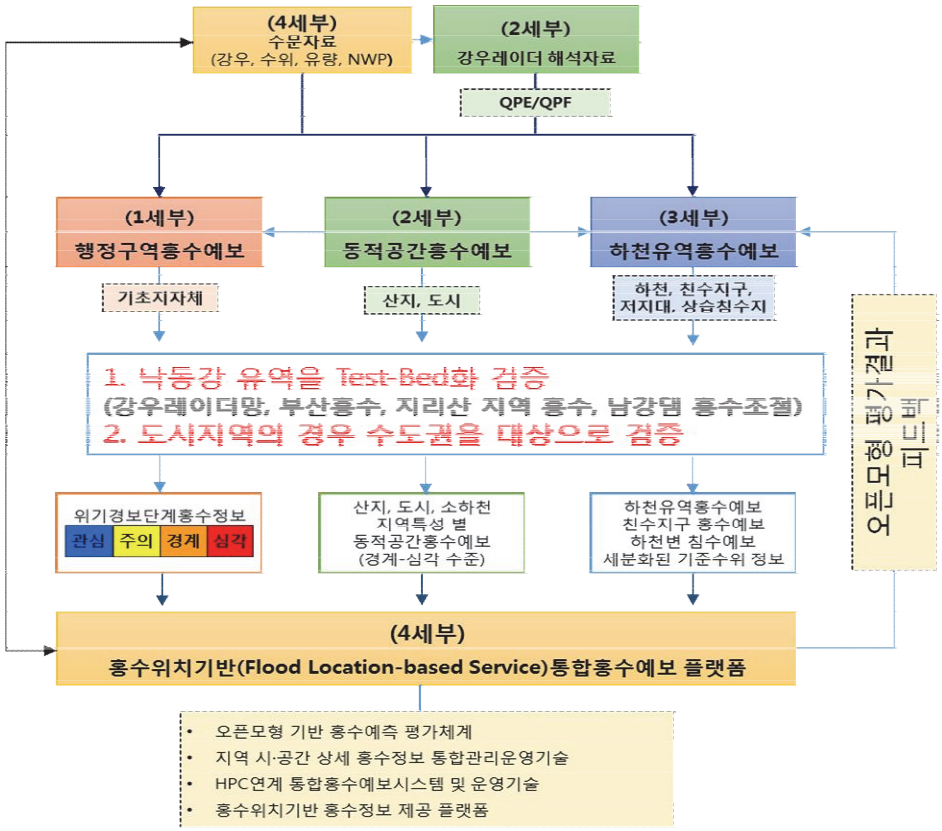
나. 성과물

- 홍수정보 제공 통합시스템

5절 연구추진체계

○ 『골든타임 확보를 위한 유역 시공간 상세 홍수예보 기술 개발 기획 기획』 과제는 연구단 형태로 추진 예정이며, 국토교통과학기술진흥원(KAIA)의 기본적인 사업관리 체계를 따름

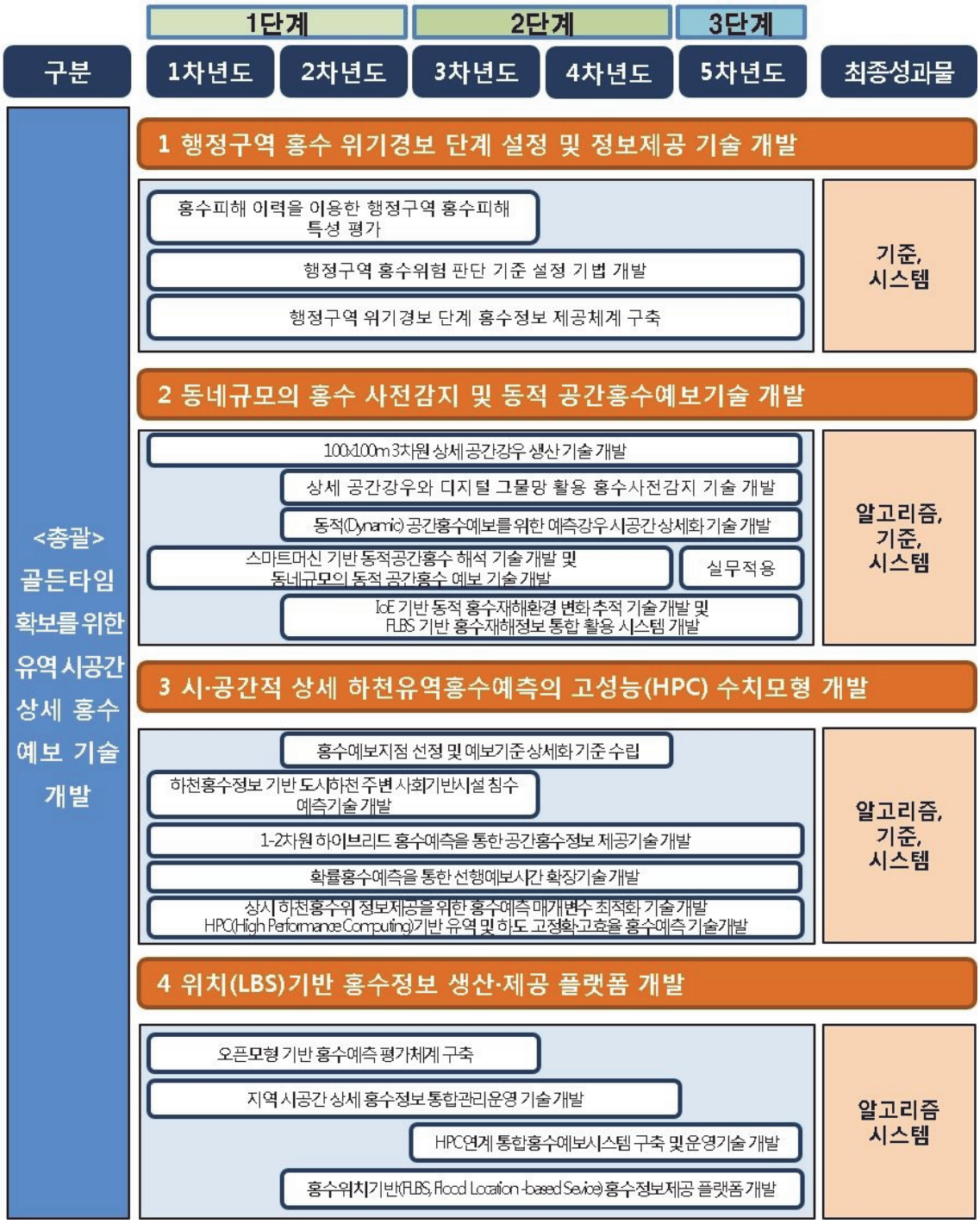
- (국토교통부) 사업을 총괄하는 주관부처로서 예산 편성 및 상위계획과의 연계성을 검토
- (국토교통과학기술진흥원) 사업의 성공적인 수행을 위한 총괄 책임 및 권한을 가지며, 사업 및 성과를 관리
- (연구단장) 세부과제 책임자 중 1인을 선정하여 연구단의 비전과 목표달성을 위해 일정 및 진도관리를 수행하고, 과제간 연계·협력을 유도
- (세부과제 책임자) 세세부 과제 책임자 중 1인을 선정하여 과제간 시너지를 유도하며, 위탁연구 및 공동연구를 추진할 수 있음
- (세세부과제 책임자) 연구개발 과제를 주도하며 직접적인 연구개발을 수행



〈그림 3.3〉 과제 추진체계 및 연계도

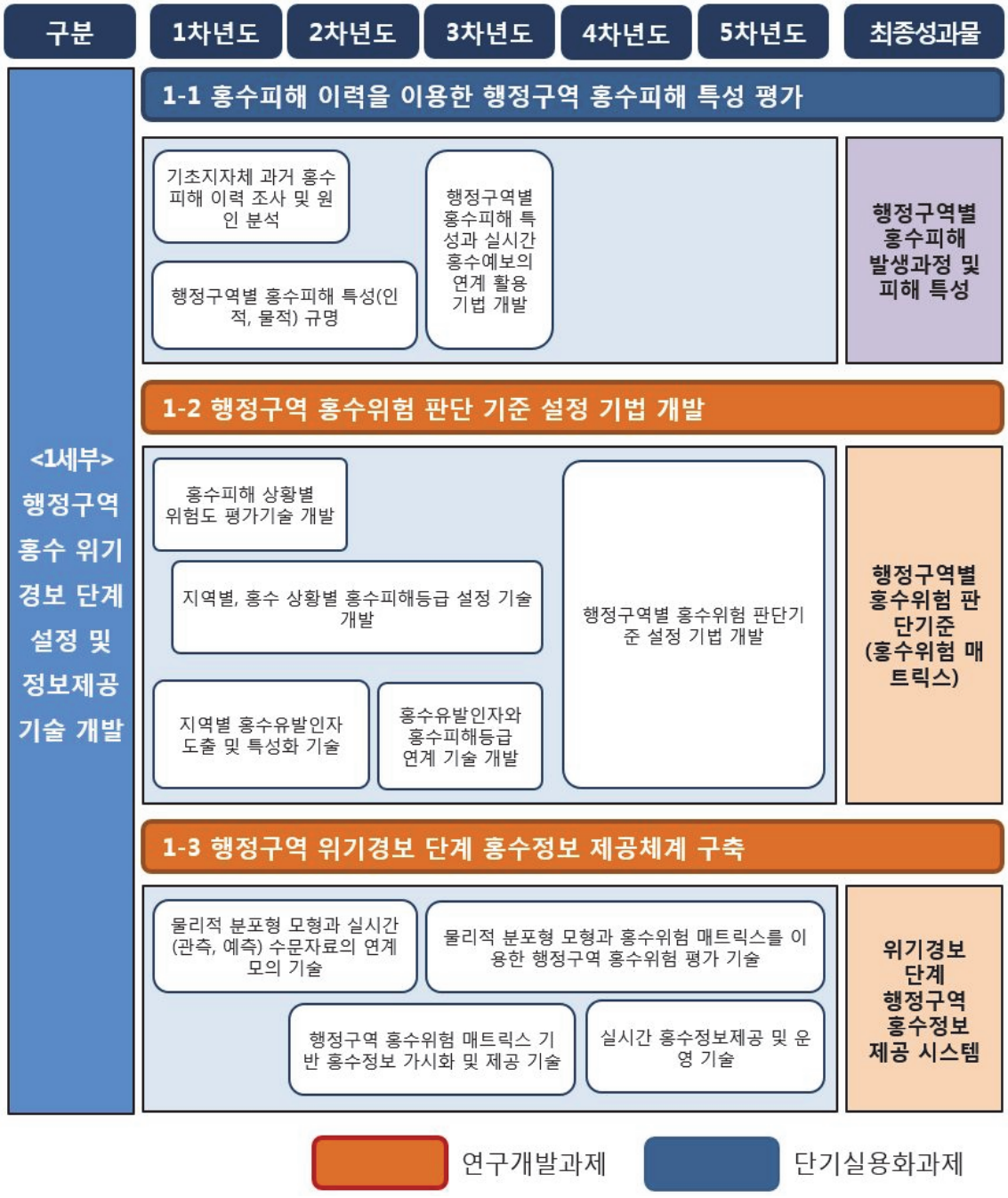
6절 기술/성과 로드맵

1. 단계별 총괄 로드맵

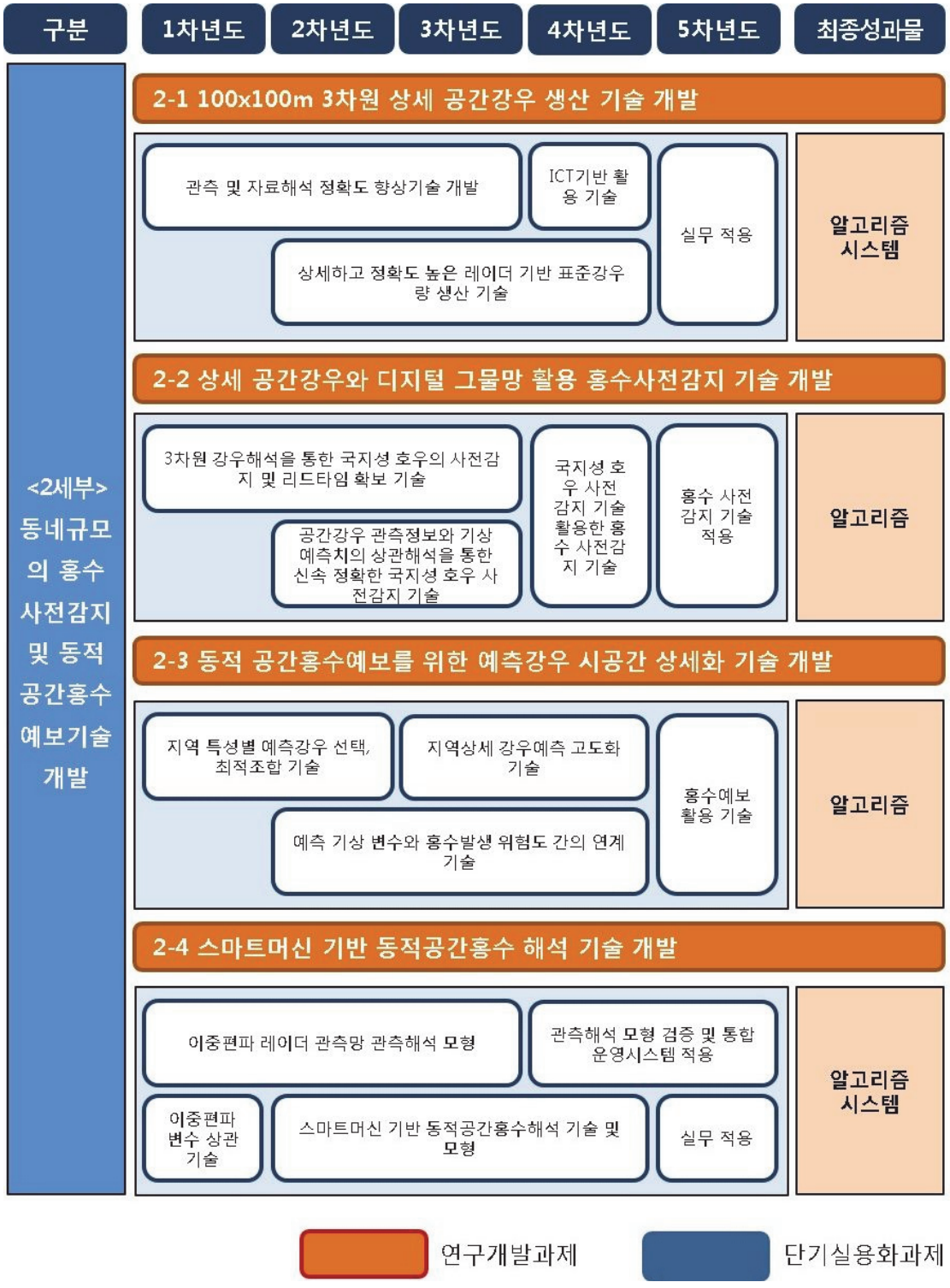


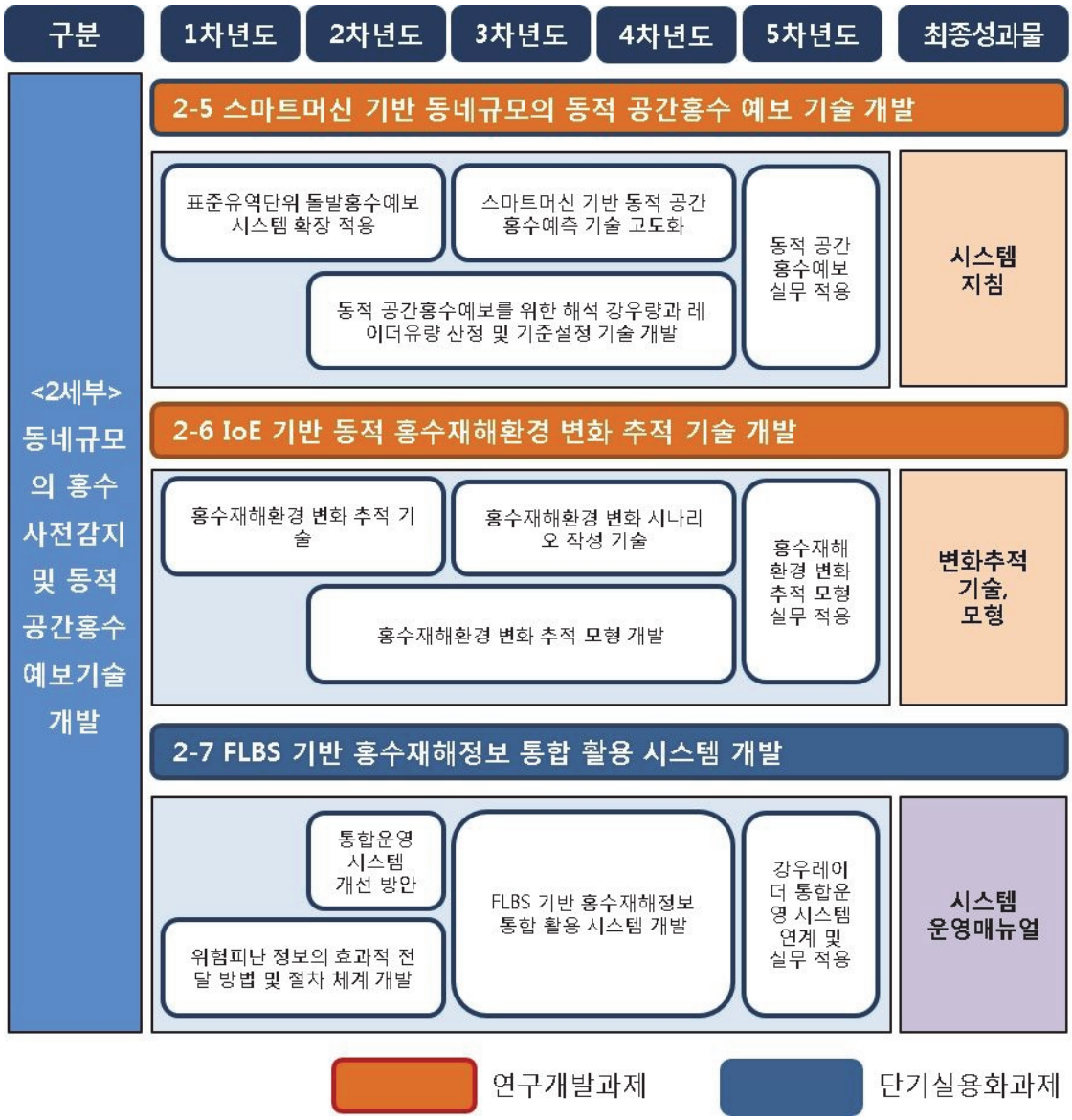
2. 세부과제별 로드맵

가. (1세부) 행정구역 홍수 위기경보 단계 설정 및 정보제공 기술 개발

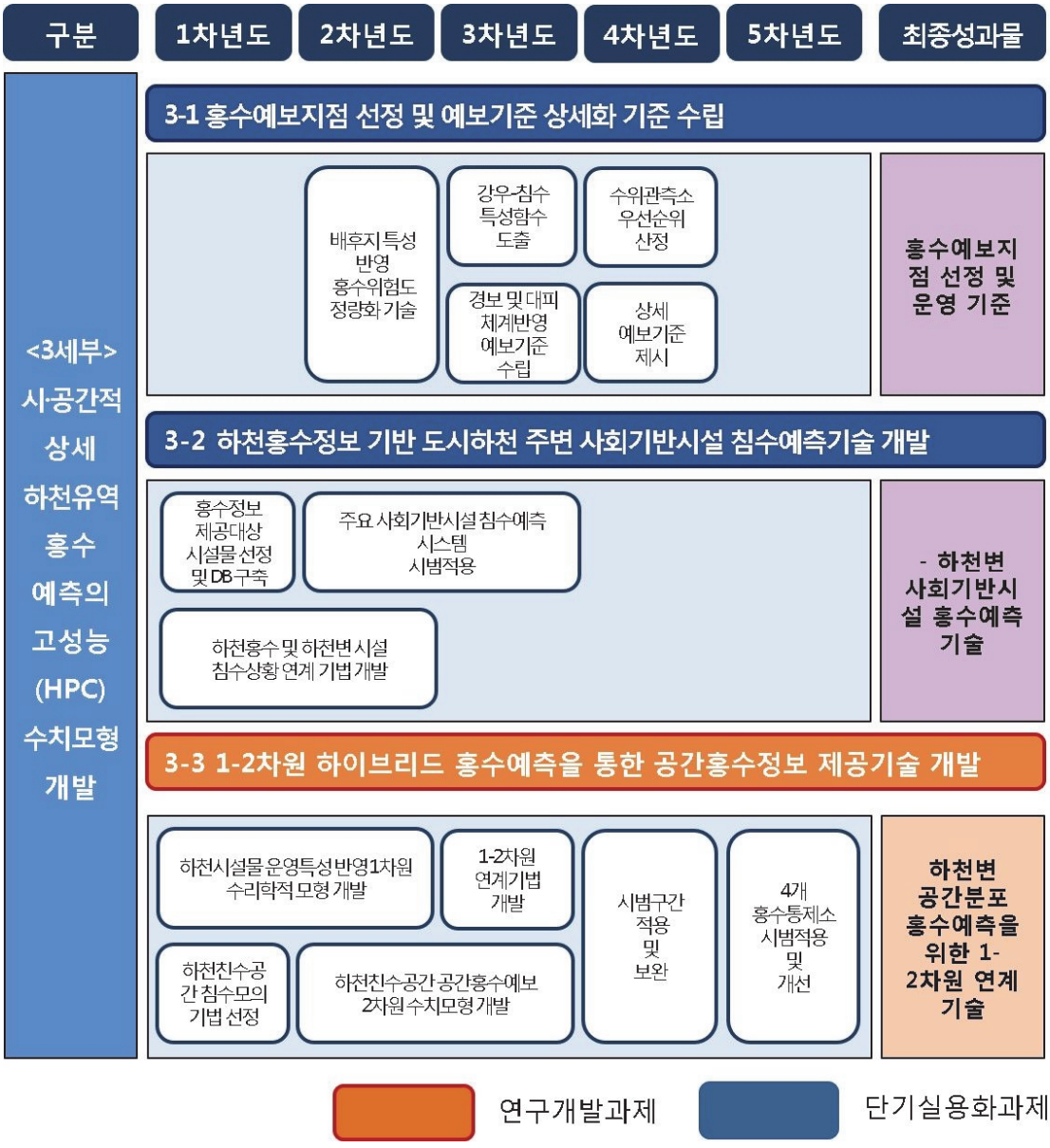


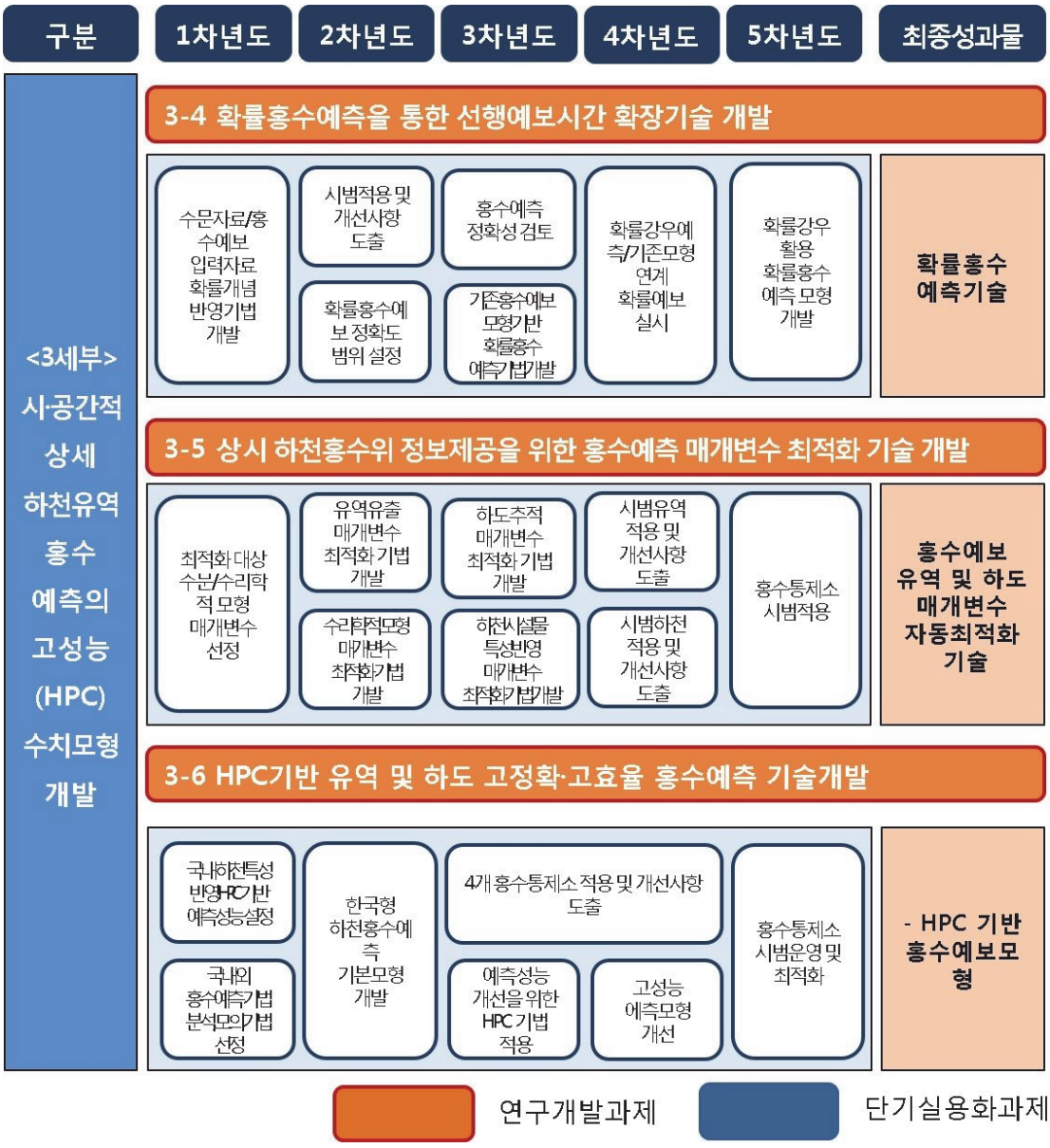
나. (2세부) 동네규모의 홍수 사전감지 및 동적 공간홍수예보기술 개발



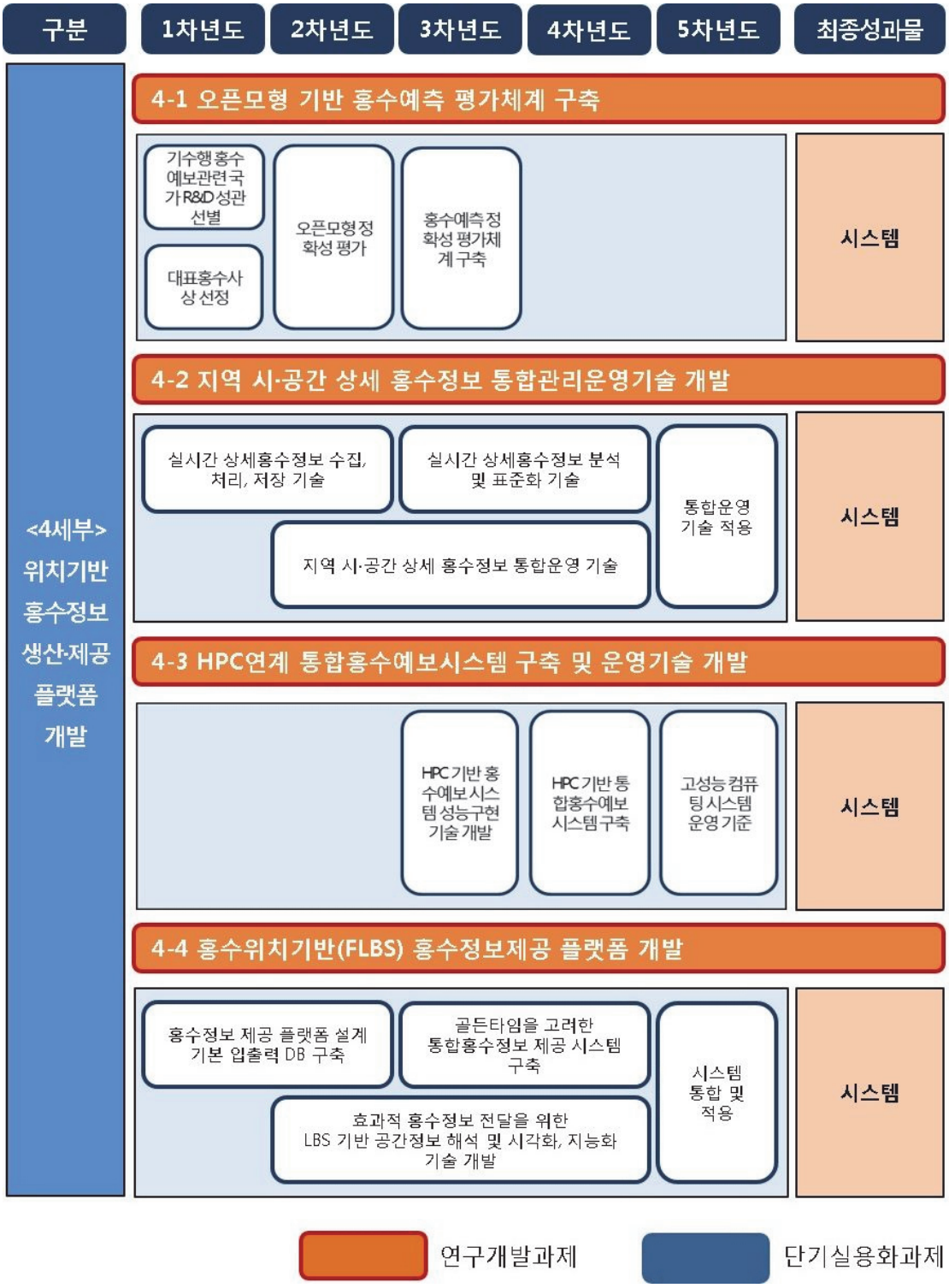

구분
1차년도
2차년도
3차년도
4차년도
5차년도
최종성과물
<2세부> 동네규모의 홍수 사전감지 및 동적 공간홍수 예보기술 개발
2-5 스마트머신 기반 동네규모의 동적 공간홍수 예보 기술 개발
표준유역단위 돌발홍수예보 시스템 확장 적용
스마트머신 기반 동적 공간 홍수예측 기술 고도화
동적 공간홍수예보를 위한 해석 강우량과 레이더유량 산정 및 기준설정 기술 개발
동적 공간 홍수예보 실무 적용
시스템 지침
2-6 IoE 기반 동적 홍수재해환경 변화 추적 기술 개발
홍수재해환경 변화 추적 기술
홍수재해환경 변화 시나리오 작성 기술
홍수재해환경 변화 추적 모형 개발
홍수재해 환경 변화 추적 모형 실무 적용
변화추적 기술, 모형
2-7 FLBS 기반 홍수재해정보 통합 활용 시스템 개발
통합운영 시스템 개선 방안
위험피난 정보의 효과적 전달 방법 및 절차 체계 개발
FLBS 기반 홍수재해정보 통합 활용 시스템 개발
강우레이더 통합운영 시스템 연계 및 실무 적용
시스템 운영매뉴얼
연구개발과제
단기실용화과제

다. (3세부) 시·공간적 상세 하천유역홍수예측의 고성능(HPC) 수치모형 개발




구분
1차년도
2차년도
3차년도
4차년도
5차년도
최종성과물
<3세부> 시·공간적 상세 하천유역 홍수 예측의 고성능 (HPC) 수치모형 개발
3-4 확률홍수예측을 통한 선행예보시간 확장기술 개발
수문자료/홍수예보 입력자료 확률개념 반영기법 개발
시범적용 및 개선사항 도출
홍수예측 정확성 검토
확률홍수예보 정확도 범위 설정
기존홍수예보 모형기반 확률홍수 예측기법개발
확률강우예측/기존모형 연계 확률예보 실시
확률강우 활용 확률홍수 예측 모형 개발
확률홍수 예측기술
3-5 상시 하천홍수위 정보제공을 위한 홍수예측 매개변수 최적화 기술 개발
최적화 대상 수문/수리학적 모형 매개변수 선정
유역유출 매개변수 최적화 기법 개발
하도추적 매개변수 최적화 기법 개발
시범유역 적용 및 개선사항 도출
홍수통제소 시범적용
수리학적모형 매개변수 최적화기법 개발
하천시설물 특성반영 매개변수 최적화기법개발
시범하천 적용 및 개선사항 도출
홍수예보 유역 및 하도 매개변수 자동최적화 기술
3-6 HPC기반 유역 및 하도 고정확·고효율 홍수예측 기술개발
국내하천특성 반영HPC기반 예측성능설정
국내외 홍수예측기법 분석모의기법 선정
한국형 하천홍수예측 기본모형 개발
4개 홍수통제소 적용 및 개선사항 도출
예측성능 개선을 위한 HPC기법 적용
고성능 예측모형 개선
홍수통제소 시범운영 및 최적화
- HPC 기반 홍수예보모형
연구개발과제
단기실용화과제

라. (4세부) 위치기반 홍수정보 생산·제공 플랫폼 개발



제4장 자원투입 계획

1절 연구시설 및 장비 투입계획

○ 고효율/고정확도 수치모의기반 홍수예측 모형의 운영 및 테스트를 위하여 400 CPU코어, 3,000 GFLOPS, 384 Gbyte 메모리, 200 TByte 이상의 슈퍼컴퓨터 또는 클러스터 시설을 구축

○ 홍수예측용 고성능 컴퓨팅(Hich Performance Computing) 장비는 연구 1차년도에 구축하여 2차년도에 안정화를 완료하고 3차년도 이후에는 홍수예측모형의 적용성 및 홍수예측 시스템의 운영 시험에 적용

2절 인력투입계획

○ 소요인력의 단위 1명은 12M/M에 해당되며, 1M/M는 연구원 1명이 1개월간 100% 참여함을 의미

<표 4.1> 소요인력 총괄

(단위: 명)

총괄	세부	추진일정					
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
골든타임 확보를 위한 유역 시공간 상세 홍수예보 기술 개발	1	16	15	15	11	11	68
	2	15	20	26	27	27	115
	3	21	28	26	18	15	108
	4	7	8	12	8	9	44
	소계	59	71	79	64	62	335

〈표 4.2〉 소요인력 세부

(단위: 명)

세부	세세부	추진일정					
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
1	1-1	3	3	3	-	-	9
	1-2	8	8	8	7	7	38
	1-3	5	4	4	4	4	21
	소계	16	15	15	11	11	68

세부	세세부	추진일정					
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
2	2-1	3	3	4	4	4	18
	2-2	2	3	4	4	4	17
	2-3	2	3	4	4	4	17
	2-4	2	3	4	4	4	17
	2-5	2	3	4	4	4	17
	2-6	2	3	4	4	4	17
	2-7	2	2	2	3	3	12
	소계	15	20	26	27	27	115

세부	세세부	추진일정					
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
3	3-1	-	4	3	3	-	10
	3-2	3	4	3	-	-	10
	3-3	4	5	5	4	4	22
	3-4	4	5	5	4	4	22
	3-5	4	5	5	4	4	22
	3-6	6	5	5	3	3	22
	소계	21	28	26	18	15	108

세부	세세부	추진일정					
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
4	4-1	3	4	4	-	-	11
	4-2	2	2	2	2	3	11
	4-3	-	-	4	4	3	11
	4-4	2	2	2	2	3	11
	소계	7	8	12	8	9	44

3절 소요예산 투입계획

1. 소요예산(1안)

○ 세부과제별 기획위원회를 구성하여 기획위원에 의한 상향식(Bottom up)방법으로 예산을 산출

- 『골든타임 확보를 위한 유역 시공간 상세 홍수예보 기술 개발』과제를 수행함에 있어 최대의 연구성과 도출을 위한 적정비용을 산정하고, 이를 토대로 일반과제의 연구비를 산정하여 사업예산 규모를 확정

<표 4.3> 소요예산(1안) 총괄

(단위: 백만원)

총괄	세세부	추진일정					
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
골든타임 확보를 위한 유역 시공간 상세 홍수예보 기술 개발	1	1,100	980	970	750	700	4,500
	2	400	1,250	1,250	1,300	1,300	5,500
	3	1,350	1,700	1,600	1,000	850	6,500
	4	300	600	950	700	950	3,500
	소계	3,150	4,530	4,770	3,750	3,800	2,0000

<표 4.4> 소요예산(1안) 세부

(단위: 백만원)

세부	세세부	추진일정					
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
1	1-1	100	80	70	-	-	250
	1-2	700	700	700	550	500	3,150
	1-3	300	200	200	200	200	1,100
	소계	1,100	980	970	750	700	4,500

<표 4.4> 소요예산(1안) 세부(계속)

세부	세세부	추진일정					
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
2	2-1	100	200	200	200	200	900
	2-2	50	200	200	200	200	850
	2-3	50	200	200	200	200	850
	2-4	50	200	200	200	200	850
	2-5	50	200	200	200	200	850
	2-6	50	200	200	200	200	850
	2-7	50	50	50	100	100	350
	소계	400	1,250	1,250	1,300	1,300	5,500

세부	세세부	추진일정					
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
3	3-1	-	200	150	150	-	500
	3-2	150	200	150	-	-	500
	3-3	200	300	300	200	200	1,200
	3-4	200	300	300	200	200	1,200
	3-5	200	300	300	200	200	1,200
	3-6	600	400	400	250	250	1,900
	소계	1,350	1,700	1,600	1,000	850	6,500

세부	세세부	추진일정					
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
4	4-1	200	200	350	-	-	750
	4-2	50	200	200	300	300	1,050
	4-3	-	-	200	200	350	750
	4-4	50	200	200	200	300	950
	소계	300	600	950	700	950	3,500

2. 소요예산(2안)

○ 소요예산(1안) 대비 최소의 소요인력 및 장비 투입을 고려하여 예산을 산출

- 『골든타임 확보를 위한 유역 시공간 상세 홍수예보 기술 개발』과제를 수행함에 있어 소요되는 최소 예상비용을 산정하고, 이를 토대로 일반과제의 연구비를 산정하여 사업예산 규모를 확정
- 소요예산(2안)으로 사업예산 확정 시 세세부 과제의 재구성 및 목표 연구성과의 조정이 고려되어야 할 것으로 사료 됨

〈표 4.5〉 소요예산(2안) 총괄

(단위: 백만원)

총괄	세세부	추진일정					
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
골든타임 확보를 위한 유역 시공간 상세 홍수예보 기술 개발	1	660	588	582	450	420	2,700
	2	240	750	750	780	780	3,300
	3	810	1020	960	600	510	3,900
	4	180	360	570	420	570	2,100
	소계	1,890	2,718	2,862	2,250	2,280	12,000

〈표 4.6〉 소요예산(2안) 세부

(단위: 백만원)

세부	세세부	추진일정					
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
1	1-1	60	48	42	-	-	150
	1-2	420	420	420	330	300	1,890
	1-3	180	120	120	120	120	660
	소계	660	588	582	450	420	2,700

〈표 4.4〉 소요예산(2안) 세부(계속)

세부	세세부	추진일정					
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
2	2-1	60	120	120	120	120	540
	2-2	30	120	120	120	120	510
	2-3	30	120	120	120	120	510
	2-4	30	120	120	120	120	510
	2-5	30	120	120	120	120	510
	2-6	30	120	120	120	120	510
	2-7	30	30	30	60	60	210
	소계	240	750	750	780	780	3,300

세부	세세부	추진일정					
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
3	3-1	-	120	90	90	-	300
	3-2	90	120	90	-	-	300
	3-3	120	180	180	120	120	720
	3-4	120	180	180	120	120	720
	3-5	120	180	180	120	120	720
	3-6	360	240	240	150	150	1,140
	소계	810	1,020	960	600	510	3,900

세부	세세부	추진일정					
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
4	4-1	120	120	210	-	-	450
	4-2	30	120	120	180	180	630
	4-3	-	-	120	120	210	450
	4-4	30	120	120	120	180	570
	소계	180	360	570	420	570	2,100

제5장 과제공모 방안

1절 과제제안 요구서

1. 연구단 RFP

연구개발과제명	골든타임 확보를 위한 유역 시공간 상세 홍수예보 기술 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 골든타임 확보를 위한 유역 시공간 상세 홍수예보 기술 개발 - 홍수예보지점 현재 43개 지점 ⇒ 67개 지점으로 확대 및 시·군(구) 행정구역 홍수정보 제공 - 100x100m 상세공간, 1시간 선행 동적 공간홍수예보(도시·산간·소하천 지역) - 하천홍수예보 선행시간 현재 3시간 ⇒ 최대 6시간 확보
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 현재 국토교통부는 하천홍수 중심으로 43개 지점에 대한 홍수예·경보 정보를 제공하고 있으나 지방자치단체와 주민의 실질적인 홍수대응을 개선하기 위해서는 피해가 예상되는 지역에 대한 상세한 홍수 예·경보 정보를 생산·제공하여야 하며, 홍수피해 발생예상지역에서 골든타임을 확보하고 사전에 대응할 수 있는 새로운 시공간 상세 홍수 예·경보 기술 개발 필요 ○ 지역별로 실시간 강우, 토지이용 및 방재 인프라 등 특성이 상이하므로, 일반국민 및 지자체를 대상으로 홍수정보 제공을 위해 지역특성이 반영된 실시간 홍수취약 지역평가 기술 필요 ○ 홍수 도달시간이 짧아 집중호우와 함께 심각한 홍수가 발생하는 지역의 재해·재난 피해를 최소화하기 위해서는 홍수피해를 사전에 인지·대응할 수 있는 최신 기술인 강우레이더를 활용한 홍수 전조감지 기술 필요 ○ 선행예보시간의 확보를 통하여 6시간 이후의 홍수정보를 정확히 예측하기 위해서는 시·공간 상세 홍수예측 모형 및 기술 개발 필요
□ 기술동향	○ 영국과 미국 등 외국의 경우 하천수위에 의한 홍수예보뿐만 아니라 홍수관리 책임이 있는 지방기관의 구역별로 행정구역 홍수예보 실시 ○ 미국, 일본 등은 이중편파 레이더 운영 및 해석 기술을 수년간 연구개발하여 홍수를 유발하는 호우의 특성을 사전을 감지할 수 있는 기술을 꾸준히 개발해 오고 있고, 특히 일본의 경우는 이러한 홍수 사전감지 기술의 개발을 통하여 도시홍수 예측 및 예보에 큰 효과를 거두고 있음 ○ 전 세계적으로 기후변화와 도시화로 인해 홍수예보의 초점이 기존 하천 중심에서 도시 중심의 홍수 재난으로 옮겨가고 있어, 돌발홍수로 인한 도심 피해, 산사태, 도로 유실 등 지역 및 상황 특성에 따른 돌발홍수 해석 기술 개발을 위해 많은 투자를 하고 있음

○ 구글 등 정보통신 기업을 위주로 기존의 지형정보 외에도 다양한 사회 인프라 정보 및 생활 패턴에 대한 정보를 제공하고 있어 이를 재해 혹은 재난 예측을 위한 기초 정보로 활용하기 위한 연구가 시작 단계임

○ 홍수예보 시스템의 경우도 ICT, 인공지능 등 기술의 발전과 함께, 기존의 하천 중심의 정적(정보의 해석 절차나 알고리즘이 미리 정해짐)이고 폐쇄형(정보의 수집 가공 측면) 컴퓨팅 환경에서 동적이고 개방형 형태로 발전 중

○ 3차원 고정확도 수치모의에 HPC 기법 적용, 2차원 모의영역에도 적용사례 확대 중으로 기초연구단계를 지나 하천흐름해석에 HPC 적용사례 증가

○ 국내외 기술개발 동향

- 국내 수리학적 예측 및 수문학적 예측모형은 국외기술 적용 중
- 유럽의 경우 72시간 선행예보를 통한 홍수예측정보 제공
- (국내) 홍수 취약성의 행정구역별 상대적 평가 연구는 수행된 바 있으나, 수문상황에 대한 행정구역별 홍수위험 정도를 판단하기 위한 연구는 미진함
- (국외) 영국은 홍수위험 매트릭스 기반 행정구역 홍수예보 현업 적용

○ 국내외 관련 시장 동향

- 자연재해 피해 36%, 재해로 인한 인명피해 80%가 아시아 지역에서 발생
- 국내홍수예보기술을 ODA사업을 통하여 동남아시아 지역에 전수하는 사업 진행 중
- 지역특성별 홍수피해 예측 분야에서는 최근 지적재산권의 출원이 증가되고 있음

○ 국내외 관련 산업동향

- 홍수 예측 기술의 특성상 시스템 구축분야는 지역 및 국가 개별적으로 구축되고 있음
- 홍수예측 및 예보 시스템에서 수리·수문 모형 등의 핵심기술은 대체로 필요한 수량과 예산규모가 크지 않으며, 수문조사, 관측체계 구축, 전산시스템 구축, 전문인력 양성 등에서 많은 시간과 예산이 소요됨

○ 국내 기업 및 연구기관 기술수준

- 홍수예측모형 개발관련 연구는 대학 및 연구기관 중심으로 진행, 국내 국토교통부 홍수통제소 홍수예보시스템의 예측 모형 개발은 한국건설기술연구원에서 수행함
- 현재 운영중인 홍수예측관련 기술은 국외기술 활용 중, 관련 연구는 국외 선도기술의 70~80% 수준으로 판단됨
- 국토교통부에서는 국내의 연구기관, 기업이 참여하여 홍수 예보 시스템을 구축하여 운영하고 있으며, 외국의 홍수예보시스템 구축사업에도 참여하고 있음. 그러므로 본 기획연구에서 추진하고자 하는 연구는 국내의 기술로 충분히 달성 할 수 있을 것으로 판단됨

	○ 기타 특이사항 등 - 수자원 중 홍수예측 및 예보 분야는 국내외 적으로 지역적 특성이 강한 공공 기술로서, 시장성 보다는 국가 주도의 재해저감 사업으로 추진되고 있음
3. 연구개발내용	
□ 세부과제별 연구내용	**[1세부과제]** ○ 홍수피해 이력을 이용한 행정구역 홍수피해 특성 평가 - 행정구역별 홍수피해 이력 조사 및 원인 분석 - 행정구역별 홍수피해 특성(인적, 물적) 규명 ○ 행정구역 홍수위험 판단 기준 설정 기법 개발 - 행정구역별 잠재홍수피해등급 설정 기법 개발 - 행정구역별 홍수유발인자 특성화 및 잠재홍수피해등급과 연계한 홍수위험 판단 기준 설정(홍수위험 매트릭스) 기법 개발 ○ 행정구역 위기경보 단계 홍수정보 제공체계 구축 - 물리적 분포형 모형과 홍수위험 매트릭스를 연계한 행정구역 홍수위험 평가 기법 개발 - 위기경보 단계별 행정구역 홍수정보시스템 구축 **[2세부과제]** ○ 홍수사전감지 기술 - 100x100m 3차원 상세 공간강우 생산 기술 개발 - 상세 공간강우와 디지털 그물망(Digital Mesh) 활용 홍수사전감지 기술 개발 - 동적(Dynamic) 공간홍수예보를 위한 예측강우 시공간 상세화 기술 개발 ○ 동적 공간홍수해석 기술 - 스마트머신(Smart Machines) 기반 동적공간홍수 해석 기술 개발 - 스마트머신 기반 동네규모(도시·산간·소하천 지역)의 동적 공간홍수 예보 기술 개발 ○ 홍수재해환경 변화 추적 기술 - IoE(Internet of Everything) 기반 동적 홍수재해환경 변화 추적 기술 개발 - FLBS(Flood Location-based Service) 기반 홍수재해정보 통합 활용 시스템 개발 **[3세부과제]** ○ 홍수예보 시공간범위 확대기술 개발 - 홍수예보지점 선정 및 예보기준 상세화 기준 수립 - 하천홍수정보 기반 도시하천 주변 사회기반시설 침수예측기술 개발 - 1-2차원 하이브리드 홍수예측을 통한 공간홍수정보 제공기술 개발 ○ 홍수예보 선행시간 및 정확도 향상 기술 - 확률홍수예측을 통한 선행예보시간 확장기술 개발 - 상시 하천홍수위 정보제공을 위한 홍수예측 매개변수 최적화 기술 개발

	- HPC기반 유역 및 하도 고정확/고효율 홍수예측 기술개발 **[4세부과제]** ○ 위치기반 홍수정보 생산 및 제공 플랫폼 개발 - 오픈모형 기반 홍수예측 평가체계 구축 - 지역 시·공간 상세 홍수정보 통합관리운영기술 개발 - HPC연계 통합홍수예보시스템 구축 및 운영기술 개발 - 홍수위치기반(FLBS) 홍수정보제공 플랫폼 개발
4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립 (연구단의 단계별 전략에 따른 세부추진전략 수립) ○ 연구성과의 실용화 성공률 극대화를 위한 전략 수립 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발 결과와의 구체적인 연계.통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 ○ 개발결과물의 특허출원 등을 통한 실수요처 기술이전 적극 추진 및 현장 활용성 도모 ○ 본 연구에서는 홍수정보 수혜자 중심의 골든타임을 확보할 수 있는 예측기술을 개발 ○ 필요한 홍수예보의 선행예보시간 확보, 홍수예보 모형의 신뢰성 향상 등을 포함하여 기술범위를 설정 ○ 기초지자체별 특성을 반영하기 위한 현지 조사 및 지자체 홍수담당자와의 업무협력 실시 ○ 본 연구는 홍수예보 실무 활용을 최종 목표로 하므로, 주 수요처(홍수통제소)의 의견을 지속적으로 수렴하여 현장 활용성을 극대화하는 형태로 성과 도출
□ 추진체계	○ 출연연을 중심으로 연구를 추진하고, 학계와 연계하여 요소기술 개발을 추진함으로써 핵심기술의 확보 및 장기적 기술개선 기반 마련 ○ 참여연구기관간 협력을 통한 기술개발 과제간 연계성 확보 및 협조체계 구축 ○ 실용화 중심의 연구개발 사업임을 감안하여 산학연 공동연구 추진방안을 모색 ○ 외국 관련기관과의 적극적 협력 및 공동연구 체계 구축 ○ 국토교통부(홍수통제소), 기상청, 공군, 안전처 등 유관기관과의 협력을 통한 기존 보유 기술(자료)의 활용 방안 모색 및 본 개발 기술의 다양한 연계 활용방안 모색 ○ 참여연구 기관 간 의견교류, 기술협력 체계를 구축하고 주기적으로 의견 교류하여 개발기술의 연계 활용성 및 완성도 제고 ○ 관산학연 전문가 자문단을 구성하여, 연구개발의 정책적, 기술적, 경제적 추진방향 및 보완사항에 대한 자문
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	○ 행정구역 홍수 위기경보 단계 설정 및 정보제공 기술 개발 - 행정구역별 홍수피해 발생과정 및 피해특성 규명 - 시범지역내 기초지방자치단체별로 특성화된 잠재홍수피해등급 판단기준

	- 시범지역 기초지방자치단체별 홍수위험 판단 기준 설정 기법 - 홍수위험 매트릭스, 실시간 수문자료, 물리적 분포형 모형이 연계된 홍수위험 평가 기술 - 위기경보 단계별 실시간 행정구역 홍수정보제공시스템 ○ 동네규모의 홍수 사전감지 및 동적 공간홍수예보기술 개발 - 상세 공간강우 추정 정확도 향상 및 표준화 기술 - 3차원강우생성 알고리즘, 고속강우예측 알고리즘 - 예측강우 응용 및 디지털그물망 활용 예측 선행시간 확대 기술 - 레이더 관측 시뮬레이터, 이중편파변수 활용 홍수해석 기술 - 스마트머신 기반 공간홍수예측 기술, 레이더유량생산 기술 - IoE 활용 재해환경 변화 추적 예측 시스템 - 예측시스템, 운영 매뉴얼 ○ 고성능 컴퓨팅 기술을 이용한 유역과 하천의 시·공간 상세 홍수예측모형개발 - 홍수예보지점 우선순위 설정 및 선정 가이드라인 - 하천변 사회기반시설 침수예측 기술 - 공간홍수예측을 위한 1-2차원 연계 하이브리드 수치해석 기술 - 수문학적 불확실성을 고려한 확률홍수예측기술 - 홍수예보 유역 및 하도 매개변수 자동최적화 기술 - HPC기반 유역 및 하도 고정확/고효율 홍수예측 기술 ○ 골든타임 홍수정보 생산 및 제공 플랫폼 개발 - 홍수예측 정확성 평가기준 - 실시간 상세홍수정보 처리 기술 및 홍수정보 통합관리운영 기술 - 홍수예보용 HPC 운영 기술 - 홍수정보 제공 통합시스템
6. 활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 본 기술의 개발을 통하여, 기존 홍수정보를 국가가 독점하고 국가가 주도하던(폐쇄형) 홍수재난 관리에서 국민 1:1 맞춤형 (공유형) 홍수재난 관리 체계로 전환 ○ 행정구역별로 상이한 유역 특성과 홍수발생 특성을 기반으로 다양한 홍수유발 수문인자(강우, 수위 등)를 이용한 행정구역 홍수정보 제공 기술을 개발함으로써 지방자치단체별 특성에 맞는 홍수대응 ○ 강우레이더 정보를 효과적으로 활용하여 하천 중심 홍수예보에서 탈피하여 지역, 수요자 특성에 맞춘 상세 공간홍수 예보 실시 ○ 지역별, 수요자별 특성(홍수예보에 결정적 변수로 작용할 수 있는 인자)을 고려한 응용 예측자료의 생성으로 지역(도시지역 등), 수요자 특성(산업시설, 농업시설 등)에 맞는 상세 공간홍수 예보 실시 ○ 기존의 홍수예측은 최대 3시간 이내의 예측을 목표로 수행되고 있으나, 본 연구사업을 통해 최대 6시간 이내의 홍수예측 실시 ○ 기존 블랙박스형, 일방형 홍수정보의 제공에서 공유형, 개인 체감형 홍수정보의 제공 체계 구축

	○ 지방자치단체에서 중소하천에 대한 홍수예보에 활용하며, 지역 선행 예보 및 홍수정보 제공 ○ 홍수정보 대국민 서비스 영역 확대 제공하고, 과학적인 재난 관리 및 정책 수립에 활용 ○ 강우레이더 등 원격탐사 기반의 고도화된 수문정보를 제공함으로써 수자원을 비롯한 농업, 기상, 방재 등의 분야에서 공동활용
□ 기대효과	○ 경제적 효과 - 도달시간 및 예보전파 등의 소요시간을 반영한 선행시간 확보를 통하여 침수피해 저감을 통한 인명 및 재산피해액 및 재해복구비용 저감 - 사전 홍수정보를 이용한 방재 인력 및 장비의 효과적 운영 ○ 기술적 효과 - 국내 특성에 맞는 기술개발을 통하여 홍수예측기술 자립, 관련 분야 국외진출 원천기술 확보 - 실생활 체감도 높은 홍수정보 제공을 통해 국민 및 지자체 스스로의 홍수대응 효율화 ○ 정책적 효과 - 국토교통부“재해와 사로로부터 안전한 생활환경 조성”정책달성을 위한 기반기술 구현 - 기상정보 위주의 지자체 홍수대응에서 국토부 홍수정보의 활용확대를 통한 국토교통부 위상 제고 ○ 직접적 파급효과 - 홍수 위험성을 사전에 알림으로써, 예상되는 홍수에 미리 대비하고 인명 및 재산의 피해를 최소화 할 수 있음 ○ 간접적 파급효과 - 홍수로부터 안전한 사회환경 조성을 통한 산업발전 및 선진국가 도약 기반 제고
7. 기타	
	○ 연구 본 사업 제안 시 연구결과의 최종이용자 그룹(국토교통부, 지방자치단체 등)의 니즈(needs)를 조사하여 반영해야 함

2. 1세부 3개 세세부과제 RFP

핵심(세세부)과제명	(1-1) 홍수피해 이력을 이용한 행정구역 홍수피해 특성 평가
1. 연구개발 목표	
	○ 행정구역별 홍수피해 발생과정 및 피해특성 규명
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 기상청에서 제공되는 강우정보(예비특보, 호우주의보, 호우경보 등)는 지역별 특성을 고려하지 않고 일률적*으로 제공되므로 홍수대응 효율성을 향상을 위해서는 지역별 특성에 맞는 홍수정보 제공이 필요 * 호우주의보 : 6시간 강우량 70㎜, 12시간 강우량 110㎜ 호우경보 : 6시간 강우량 110㎜, 12시간 강우량 180㎜ ○ 현행 홍수예보는 대하천 위주로 시행되고 있으나, 국민 생활과 밀접한 행정구역별 홍수위험 정보의 신속한 제공 필요 ○ 기존의 홍수예측 기법은 유량·수위·침수 예측 과정을 통해서 이루어지고 홍수발생 여부를 판단하는데 많은 시간이 소요되므로, 국민 생활권에서의 홍수위험을 신속히 판단할 수 있는 기법 개발 필요
□ 기술동향	○ 현재 지방자치단체의 홍수대응은 기상청에서 지역별 특성을 고려하지 않고 일률적으로 제공되는 강우정보(예비특보, 호우주의보, 호우경보 등)를 이용해서 수행됨 ○ 기상특보의 지역별 차별화에 대한 연구는 호우특보의 발령 기준의 보완을 위한 연구로 일부 지방자치단체에 대해 수행되었으나, 특정 수문상황에 대한 홍수피해의 정도를 판단하는 데는 한계가 있음 ○ 홍수위험지수에 대한 연구는 지역별 상대적 홍수취약성을 평가하고, 치수사업의 우선순위 등과 같은 계획수립을 위한 것으로서 특정 수문상황에 대한 특정 지역의 홍수위험정도를 판단할 수 없기 때문에 홍수예보에는 활용할 수 없음 ○ 국민안전처는 매년 발생하는 홍수피해의 현황을 조사하고 있으나, 홍수피해액 및 침수흔적 등 현황 위주의 홍수피해조사를 수행하고 있고 하천 및 유역관리에 필요한 하천별, 지구별 세부적 피해 관련 정보는 부족한 실정 ○ 재해연보에서는 행정구역별 인명 및 재산 피해 등 피해액과 복구비 위주의 정보가 제공되고 있으며, 국민안전처의 의뢰로 LX 한국국토정보공사에서 제작하는 지구별 침수흔적도는 피해지구의 위치 및 범위를 제공하고 있으나, 지구별로 조사된 개별 자료의 취합에 머물러 하천 및 유역의 종합적인 특성이 반영된 침수피해 원인 제공은 미흡

3. 연구개발내용

○ 행정구역별 홍수피해 이력 조사 및 원인 분석
- 홍수피해 현황조사, 관련 정보 구축, 원인(수문학적, 지형적, 시설적, 제도적 등) 분석
- 홍수피해 정보의 효과적 활용을 위한 정보구축 방안 제시

○ 행정구역별 홍수피해 특성 규명
- 행정구역별 홍수피해 현상(인적, 물적) 분석
- 홍수피해 발생 및 확산 과정 평가
- 실시간 홍수정보 제공을 위한 행정구역별 홍수피해 특성 정보 활용방안 제시

프레임워크		선행단계	요소기능 및 성능검증 단계			실제환경 적용 가능성 검토	
마일스톤 (유형: 공법/기법)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
CTE명	지역별 홍수유발 수문학적 인자 특성화 기술	3	4	6	7	-	-

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 연구결과를 조기에 적용할 수 있도록 홍수피해 이력을 중심으로 추진

○ 3차년도에는 연구결과가 (1-2) 및 (1-3) 과제와 연계 활용 되도록 추진

○ 한강권역, 낙동강권역, 금강 및 영산강 권역 중 한 권역의 기초지방자치단체를 시범지역으로 선정하여 연구추진

□ 추진체계

○ 홍수피해 이력 및 원인 조사는 관련 분야의 전문 기관에서 수행하며, 홍수피해 원인 분석은 별도의 전문가와 연계 수행

○ 홍수피해 특성 규명은 홍수피해평가 및 수문·수리 전문 기관에서 수행

○ 연구결과의 사용주체인 국토교통부의 실무 활용성을 높이기 위한 지속적 협의 추진

5. 사업기간 및 소요예산

○ 사업기간: 3년

○ 사업예산
- 총사업비 : 정부 2.5억원

연차	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
주요 내용	· 홍수피해 현황 조사 및 원인분석 · 행정구역별 홍수피해 특성 규명	· 홍수피해 정보 구축 방안 제시 · 행정구역별 홍수피해 특성 규명(계속)	· 실시간 홍수정보 제공 연계 활용 기술 개발	-	-	
예산	0.6	0.48	0.42	-	-	1.5

6. 기타

○ 연구 본 사업 제안 시 연구결과의 최종이용자 그룹(국토교통부, 지방자치단체 등)의 니즈(needs)를 조사하여 반영해야 함

핵심(세세부)과제명	(1-2) 행정구역 홍수위험 판단 기준 설정 기법 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 위기경보 단계 홍수정보 제공을 위한 행정구역 홍수위험 판단 기준 설정 ※ 위기경보 단계 홍수정보 : 위기경보 단계(관심, 주의, 경계, 심각)에 맞게 제공되는 홍수위험 정보
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 홍수대응을 수행하는 주체인 전국 지방자치단체에서 홍수위험성을 판단하기에는 현재의 대하천 43개 지점 홍수예보는 한계가 있으므로, 행정구역별로 홍수대응에 활용할 수 있는 정보 제공 필요 ○ 현행 홍수예보인 홍수주의보와 홍수경보는 대체로 위기경보단계(관심, 주의, 경계, 심각) 중 '경계'와 '심각' 단계와 연계되어 있어서 홍수 초기에서의 대응에 활용성이 낮으므로, 홍수 초기단계부터 활용될 수 있는 홍수정보 제공 필요
□ 기술동향	○ '15년 기준 228개 기초지방자치단체 중 수위관측소 설치 시군구는 150개(66%), 홍수예보 발령 시군구 34개(15%), 수위정보 알림서비스 제공 시군구 84개(37%)에 불과하며, 행정구역별 홍수위험과 국민생활과 밀접한 지역에서의 홍수위험을 직접적으로 전달하는데 한계 ○ 기상청의 호우·태풍예보는 전국에 대해서 일률적 기준으로 제공되어 지역별로 상이한 홍수발생 특성을 고려하지 못하므로, 국토교통부에서는 지역특성을 반영한 홍수정보제공 필요 ○ 영국과 미국 등 외국의 경우 하천수위에 의한 홍수예보뿐만 아니라 홍수관리 책임이 있는 지방기관의 구역별로 행정구역 홍수예보 실시 ※ 영국의 경우 홍수유발인자(하천수위, 강우, 지하수, 조위 등)의 발생가능성을 4단계(Very Low, Low, Medium, High)로 구분하고, 잠재홍수영향(Potential impact)을 예상되는 피해 형태(범람형태, 도로 및 구조물의 침수 파손 가능성, 인명과 재산 피해 가능성 등)에 따라 4단계(Minimal, Minor, Significant, Severe)로 구분하여 홍수위험을 판단하기 위한 Flood Risk Matrix를 제공
3. 연구개발내용	
	○ 행정구역별 홍수피해대상인자를 이용한 잠재홍수피해등급 설정 기법 개발 - 우리나라의 홍수피해대상인자 도출 및 행정구역별 특성화 - 상세 홍수피해 대상인자 정보를 이용한 홍수위험 평가기법 개발 - 홍수피해 대상인자를 이용한 행정구역별 잠재홍수피해등급 설정 기법 개발 ※ 홍수피해대상인자 : 홍수피해가 발생되는 대상 및 현상(예, 하천변 침수, 저지대 침수, 제방붕괴, 가옥침수 등) ※ 잠재홍수피해등급 : 홍수피해 규모의 심각성을 구분하는 지표('매우작음, 작음, 위험, 심각'등으로 구분) ○ 행정구역별 홍수유발인자 특성화 및 잠재홍수피해등급과 연계한 홍수위험 판단 기준 설정 기법 개발 - 홍수를 발생시키는 수문학적 인자 도출 및 행정구역별 특성화

- 행정구역별 수문학적 인자의 규모에 따른 잠재홍수피해등급 관계 설정
- 잠재홍수피해의 발생가능성과 잠재홍수피해등급을 이용한 행정구역별 홍수위험 판단 기준(홍수위험 매트릭스) 설정

※ 홍수위험 매트릭스 : 잠재홍수피해등급, 수문상황의 발생가능성을 이용해서 수문상황의 규모별 홍수위험도를 평가하기 위해 행정구역별로 작성되는 홍수위험 평가기준

※ 홍수유발인자 : 강우, 수위, 조위 등과 같이 홍수를 발생시키는 수문학적 인자

※ 잠재홍수피해의 발생가능성 : 행정구역별 잠재홍수피해등급별 상황의 발생가능성('매우낮음, 낮음, 중간, 높음'등으로 구분)

프레임워크		선행단계	요소기능 및 성능검증 단계		실제환경 적용 가능성 검토	
마일스톤 (유형: 공법/기법)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL			
			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
CTE명	지역별 홍수피해 대상인자와 홍수유발 인자를 이용한 홍수위험 평가 기술	2	3	4	5	6	7

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 홍수유발 수문학적 요인에 따른 행정구역 특성(도시, 해안, 복합지역(도시/농지/산지) 등) 분류

○ 행정구역 특성별 홍수위험 매트릭스 개발

○ 한강권역, 낙동강권역, 금강 및 영산강 권역 중 한 권역의 기초지방자치단체를 시범지역으로 선정하여 연구추진

○ 행정구역별 홍수피해인자 및 홍수유발인자의 DB화 및 시스템 구현은 (1-3)과제를 통해서 추진

□ 추진체계

○ 핵심기술의 확보 및 장기적 기술개선이 가능하도록 연구진 구성

○ 기초지자체별 특성을 반영하기 위한 현지 조사 및 지자체 홍수 담당자와의 업무협력 실시

○ 연구결과의 사용주체인 국토교통부의 실무 활용성을 높이기 위한 지속적 협의 추진

5. 사업기간 및 소요산

○ 사업기간: 5년

○ 사업예산

- 총사업비 : 정부 31.5억원

연차	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
주요 내용	· 지역특성 분류 기법 개발 · 홍수피해대상인자 및 홍수유발인자 특성화	· 시험유역 대상 상세조사 , 홍수위험평가 기준 수립, 홍수위험매트릭스 개발	(계속)			
예산	4.2	4.2	4.2	3.3	3.0	18.9

6. 기타

○ 연구 본 사업 제안 시 연구결과의 최종이용자 그룹(국토교통부, 지방

자치단체 등)의 니즈(needs)를 조사하여 반영해야 함

핵심(세세부)과제명	(1-3) 행정구역 위기경보 단계 홍수정보 제공체계 구축
1. 연구개발 목표	
	○ 홍수위험 매트릭스를 이용한 위기경보 단계 홍수정보 제공 체계 구축 - 예측 수문정보와 홍수위험 매트릭스를 이용하여 기초지방자치단체별로 위기경보 단계(관심, 주의, 경계, 심각)에 활용할 수 있는 홍수위험정보 제공
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 대하천 중심 43개 홍수예보지점의 수위에 대해서 제공되는 현행 홍수주의보와 홍수경보는 수위 값과 수문곡선 그래프로 제공되나 지자체의 홍수위험을 판단하기 어려우므로, 홍수예보지점 외에 행정구역별 홍수위험정보 제공 필요 ○ 행정구역별로 평가되는 위기경보 단계 홍수위험정보를 효과적으로 지자체와 국민에게 전달함으로써, 지자체 및 국민 스스로가 홍수에 대해서 미리 대비 할 수 있는 정보제공 기법 및 시스템 구축 필요
□ 기술동향	○ 우리나라는 하천 43개 수위관측소 지점에 대한 홍수예보(홍수주의보, 홍수경보)와 84개 지자체에 대한 수위정보 알림서비스를 제공('15)하고 있으며, 홍수예보발령문, 홈페이지를 통한 수위정보 제공, 휴대폰 문자서비스 등의 형태로 제공하고 있음 ○ 우리나라의 홍수정보는 기준수위 도달 여부에 국한되어 있으며, 홍수의 발생원인, 향후 변화 전망, 홍수대응 행동요령 등에 대한 내용을 포함하지 않음으로써 지자체와 국민 스스로 홍수에 대응하기 어려움 ○ 홍수위험지도, 침수이력도 등 홍수위험예측에 활용될 수 있는 자료는 현재까지 일부 지역에 대해서 구축되고, 일반에게 공개되지 않고 있으며, 행정구역 홍수위험 예측 등과 같은 공간홍수예보에 활용되지 못하고 있음 ○ 영국의 경우 행정구역별로 물리적 분포형 모형과 홍수위험 매트릭스를 이용해서 3일 홍수예보를 실시하며, 지역별 현재 및 향후 기상 상황에 대한 설명, 홍수발생 원인(하천범람, 조위상승 등) 설명, 지역별 현재 홍수위험 상태 및 향후 전망, 발생가능한 현상 설명(외출시 위험, 도로침수 등) 등의 내용을 지도정보와 함께 제공
3. 연구개발내용	
	○ 물리적 분포형 모형과 홍수위험 매트릭스를 연계한 행정구역 홍수위험 평가 기법 개발 - 물리적 분포형 모형과 실시간(관측, 예측) 수문자료의 연계 모의 기술 개발

- 물리적 분포형 모형과 홍수위험 매트릭스를 이용한 행정구역 홍수위험 평가 기술

○ 위기경보 단계별 행정구역 홍수정보시스템 구축

- 행정구역 홍수위험 매트릭스 기반 홍수정보 가시화 및 제공 기술 개발
- 행정구역 위기경보 단계 실시간 홍수정보제공 및 운영 기술 개발

프레임워크		선행단계	요소기능 및 성능검증 단계		실제환경 적용 가능성 검토	
마일스톤 (유형: 공법/기법)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL			
			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
CTE명	위기경보 단계 홍수위험 가시화 및 정보전달 기술	3	4	5	6	7	8

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ (1-1) 및 (1-2) 과제의 연구성과를 통합하여 시스템으로 개발

○ 물리적 분포형 모형은 유지관리 및 시스템 커스터마이징이 용이하고 지속적 개선이 가능한 모형 활용

○ 실무활용성을 최대한 고려하여 홍수정보제공시스템 개발 추진

□ 추진체계

○ 물리적 분포형 모형 활용 기술은 관련 분야 전문가를 중심으로 추진하며, 3세부의 HPC 기반 홍수예측 기술과 연계하여 추진

○ 시스템 개발은 GIS/IT 기업을 중심으로 추진

5. 사업기간 및 소요예산

○ 사업기간: 5년

○ 사업예산

- 총사업비 : 정부 11억원

연차	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
주요 내용	· DB 구축 및 시스템 개발	(계속)				
예산	1.8	1.2	1.2	1.2	1.2	6.6

6. 기타

○ 연구 본 사업 제안 시 연구결과의 최종이용자 그룹(국토교통부, 지방자치단체 등)의 니즈(needs)를 조사하여 반영해야 함

3. 2세부 7개 세세부과제 RFP

핵심(세부)과제명	(2-1) 100x100m 3차원 상세 공간강우 생산 기술 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 상세 공간강우 관측 정확도 향상 기술 ○ 상세 공간강우 생산 및 표준화 기술
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 국토교통부 이중편파 강우레이더 관측망 구축과 함께('17년 예정) 이중편파 강우레이더 관측 및 해석 정확도 향상을 위한 기술 개발 필요 ○ 현재 국내 레이더 자료 해석 및 QPE 기술은 기상관측에 초점이 맞추어져 있어, 홍수예보 활용을 목적으로 하는 국토교통부 레이더 운영 목적에 부합하도록 기술 검증 및 개선 요구 ○ 더불어, 다양한 목적의 홍수예보에 활용하기 위해 지역특성을 반영한 강우레이더 기반 해석강우량(표준강우량) 생산 및 홍수예보 활용 기술 개발 필요
□ 기술동향	○ 이미, 10여년전부터 미국, 일본 등은 강우량 산정의 정확도가 높은 이중편파 레이더 활용 기술 및 자료 처리, 해석 기술 개발에 집중 투자 ○ 최근, 집중호우의 증가와 레이더 관측 및 해석 정확도가 높아지면서 홍수예보 시스템의 구축 추세는 기존의 지상우량계에서 레이더 관측망으로 전환하는 추세임 ○ 그리고, 활용 목적(지역 특성)에 최적인 다양한 레이더 기반 해석 강우량을 생산하여 활용하고 있음
3. 연구개발내용	
	○ 상세 공간강우 관측 정확도 향상 기술 개발 - 상세 공간강우 관측 불확실도 지역별 정량화 기술 개발 - 상세 공간강우 관측 불확실도 개선 기술 개발 * 지역 홍수예보에 최적화된 관측망 관측 전략 수립 ○ 상세 공간강우 자료 해석 정확도 향상 기술 개발 - 상세 공간강우 자료 실시간 품질관리 및 통합 품질정보 생산 기술 개발 - 이중편파 변수 활용 강우레이더 강우자료 오차 보정 기술 개발 ○ 이중편파 레이더 관측망 관측해석모형 개발 - 강우레이더 관측 및 해석 모의 기술 개발 - 최적의 관측 정보 및 전략 도출 위한 강우레이더 시뮬레이터 개발 ○ 공간강우 기반 표준강우량 생산 및 IoE 활용 기술 - 홍수예보에 최적화된 상세 공간강우산정 기술 개발 - 지역 홍수예보 활용 표준강우량 생산 기술 개발 - IoE 기반 표준강우량 생산 및 활용 시스템 구축

프레임워크		선행단계	요소기능 및 모듈검증 단계			실제환경 적용 가능성 검토	
마일스톤 (유형·기타)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도
CTE명	상세 공간강우 정확도 향상 및 표준화 기술	3	3	4	5	6	7

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 연구단의 단계별 전략에 따른 단계별 목표를 수립하고, 적합한 추진 전략 및 계획을 수립

○ 연구성과의 현장 실무 활용을 목표로 전략 수립

○ 유관기관과의 임무를 고려한 유기적 협력체계 구축

○ 기 수행 혹은 수행 중인 연구 중 연계·통합 활용이 가능한 결과의 활용방안을 연구계획에 포함

○ 기존, 홍수예보 체계를 면밀히 분석하고, 연계활용 혹은 개선이 가능한 기술 선별 활용

□ 추진체계

○ 외국 관련기관과의 적극적 협력 및 공동연구 체계 구축

○ 국토교통부(홍수통제소), 기상청, 공군, 안전처 등 유관기관과의 협력을 통한 기존 보유 기술(자료)의 활용 방안 모색 및 본 개발 기술의 다양한 연계 활용방안 모색

○ 참여연구 기관 간 의견교류, 기술협력 체계를 구축하고 주기적으로 의견 교류하여 개발기술의 연계 활용성 및 완성도 제고

○ 관산학연 전문가 자문단을 구성하여, 연구개발의 정책적, 기술적, 경제적 추진방향 및 보완사항에 대한 자문

○ ICT(사물인터넷, 증강현실, 인공지능 등) 관련 최근 국내외 동향을 면밀히 조사 분석하여 홍수예보에 활용 시 효과 극대화 가능 기술 적극적 발굴 적용

○ 특히, 본 연구는 홍수예보 실무 활용을 최종 목표로 하므로, 주 수요처(홍수통제소)의 의견을 지속적으로 수렴하여 현장 활용성을 극대화하는 형태로 성과 도출

5. 사업기간 및 소요예산

○ 사업기간: 5년

○ 사업예산

- 총사업비 : 정부 9억원

6. 기타

○ 연구 본 사업 제안 시 연구결과의 최종이용자 그룹(국토교통부, 지방자치단체 등)의 니즈(needs)를 조사하여 반영해야 함

핵심(세부)과제명	(2-2) 상세 공간강우와 디지털 그물망 활용 홍수사전감지 기술 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 디지털 그물망과 상세 공간강우 기반 선행시간 확대 기술 ○ 상세 공간강우와 기상변수 상관을 통한 고속홍수사전감지 기술
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 강우레이더와 같은 상세 공간강우의 큰 특징 중 하나는 넓은 지역을 상세히 관측할 수 있다는 점으로, 호우의 발달이나 이동을 사전에 감지 예측할 수 있음 ○ 특히, 공간강우는 지상의 강우량 뿐만 아니라 공간의 여러층을 관측 가능하므로 호우의 3차원 관측이 가능하여 발달, 이동의 조기 탐지가 가능 ○ 공간강우 관측망을 활용할 경우 기존 강수 사전예측 시간을 최대 30분~3시간 정도까지 확장 가능할 것으로 예상되므로, 공간 강우를 활용한 홍수사전감지 기술 개발 필요
□ 기술동향	○ 미국, 일본 등은 이중편파 레이더 운영 및 해석 기술을 수년간 연구 개발하여 홍수를 유발하는 호우의 특성을 사전을 감지할 수 있는 기술을 꾸준히 개발해 오고 있음 ○ 특히, 일본의 경우는 이러한 홍수사전감지 기술의 개발을 통하여 도시 홍수 예측 및 예보에 큰 효과를 거두고 있음
3. 연구개발내용	
	○ 3차원 강우해석을 통한 국지성 호우의 사전감지(발생 및 발달) 및 리드타임 확보 기술 - 국지성 호우의 조기 예측을 위한 연직합성강우모델의 개발 - 강우레이더 관측변수와 홍수발생위험도 연계 활용 기술 개발 ○ 공간 강우 관측정보와 기상예측정보를 활용한 홍수 사전감지 기술 - 공간 강우 관측정보와 기상관측정보 간의 상관해석 기술 개발 - 공간 강우 관측정보와 기상수치모델 실황예측을 연계한 고속강우 예측 기술 개발 ○ 디지털 그물망과 상세 공간강우 기반 선행시간 확대 기술 개발 - 디지털그물망 기반 하이브리드(통계+역학) 강우예측 기술 개발 - 디지털그물망 기반 강우예측 시나리오 작성 및 활용 기술 개발 ○ 공간 강우 예측 정확도 향상 기술 개발 - 공간 강우 예측 자료 불확실도 정량화 기술 개발 - 공간 강우 예측 자료 불확실도 개선 기술 개발 - 공간 강우 예측 자료 실시간 품질관리 기술 개발

프레임워크		선행단계		요소기능 및 모듈검증 단계		실제환경 적용 가능성 검토	
마일스톤 (유형·기타)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도
CTE명	이중편파 레이더 초단기 예측(QPF) 및 수문활용 기술	3	3	4	5	6	7

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 연구단의 단계별 전략에 따른 단계별 목표를 수립하고, 적합한 추진 전략 및 계획을 수립

○ 연구성과의 현장 실무 활용을 목표로 전략 수립

○ 유관기관과의 임무를 고려한 유기적 협력체계 구축

○ 기 수행 혹은 수행 중인 연구 중 연계·통합 활용이 가능한 결과의 활용방안을 연구계획에 포함

○ 기존, 홍수예보 체계를 면밀히 분석하고, 연계활용 혹은 개선이 가능한 기술 선별 활용

□ 추진체계

○ 외국 관련기관과의 적극적 협력 및 공동연구 체계 구축

○ 국토교통부(홍수통제소), 기상청, 공군, 안전처 등 유관기관과의 협력을 통한 기존 보유 기술(자료)의 활용 방안 모색 및 본 개발 기술의 다양한 연계 활용방안 모색

○ 참여연구 기관 간 의견교류, 기술협력 체계를 구축하고 주기적으로 의견 교류하여 개발기술의 연계 활용성 및 완성도 제고

○ 관산학연 전문가 자문단을 구성하여, 연구개발의 정책적, 기술적, 경제적 추진방향 및 보완사항에 대한 자문

○ ICT(사물인터넷, 증강현실, 인공지능 등) 관련 최근 국내외 동향을 면밀히 조사 분석하여 홍수예보에 활용 시 효과 극대화 가능 기술 적극적 발굴 적용

○ 특히, 본 연구는 홍수예보 실무 활용을 최종 목표로 하므로, 주 수요처(홍수통제소)의 의견을 지속적으로 수렴하여 현장 활용성을 극대화하는 형태로 성과 도출

5. 사업기간 및 소요예산

○ 사업기간: 5년

○ 사업예산

- 총사업비 : 정부 8.5억원

6. 기타

○ 연구 본 사업 제안 시 연구결과의 최종이용자 그룹(국토교통부, 지방자치단체 등)의 니즈(needs)를 조사하여 반영해야 함

핵심(세부)과제명	(2-3) 동적 공간홍수예보를 위한 예측강우 시공간 상세화 기술 개발

1. 연구개발 목표

○ 지역 맞춤형 홍수예보를 위한 지역 특성별 예측강우 선택, 최적조합, 홍수예보 활용 및 예측 기상 변수(강수, 바람, 온도, 습도 등)와 홍수 발생위험도 간의 직접 연계 등 일련의 기술

2. 연구개발의 필요성 및 기술동향

□ 연구개발의 필요성

○ 홍수예보 활용을 전제로한 강우예측 자료는 지역적 특성(관측여건, 지형환경적 여건)에 따라 요구되는 상세도가 달라짐

○ 따라서, 지역에서(또는 홍수예보 목적 별로) 요구되는 홍수예보 선행시간 및 정밀도에 따라 활용에 최적인 기상예측 자료 선정 활용 필요

○ 이를 위해서는, 지역별 수문 및 홍수 요구조건에 따라 최적의 강우예측 자료의 선택 활용 기술과 다양한 기상예측 변수와 홍수발생위험 간의 상관성 연구 필요

□ 기술동향

○ 강우예측 정보를 홍수예보에 활용하기 위한 연구가 선진국 위주로 꾸준히 진행되어 옴

○ 최근에는, 관측자료의 다양화와 정확도가 높아지고, 수치예보 모형이 정교해 지면서 수치강우예측의 정확도도 상당히 높아졌음

○ 그러나, 우리나라는 이러한 수치강우예측의 정확도 향상을 위한 후처리나 검보정 기술이 매우 빈약함

3. 연구개발내용

○ 맞춤형 홍수예보를 위한 예측강우 정확도 향상 기술 개발
- 홍수예보 정확도 향상을 위한 예측강우 선택조합 활용 기술 개발
- 홍수예보 대상별 지역특성을 반영한 예측강우 재분석 기술 개발 및 자료 생산

○ 예측강우 정확도 향상을 통한 홍수예보 선행시간 확보 기술 개발
- 예측 기상 변수와 홍수발생위험도 간의 연계 활용 기술 개발
- 기상청 NWP 자료와 레이더 초단기 예측자료 합성기법 개발

프레임워크		선행단계		요소기능 및 모듈검증 단계		실제환경 적용 가능성 검토	
마일스톤 (유형·기타)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도
CTE명	지역특성을 반영한 예측강우 상세화 기술	3	3	4	5	6	7

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 연구단의 단계별 전략에 따른 단계별 목표를 수립하고, 적합한 추진전략 및 계획을 수립

○ 연구성과의 현장 실무 활용을 목표로 전략 수립

○ 유관기관과의 임무를 고려한 유기적 협력체계 구축

○ 기 수행 혹은 수행 중인 연구 중 연계·통합 활용이 가능한 결과의 활용방안을 연구계획에 포함

	○ 기존, 홍수예보 체계를 면밀히 분석하고, 연계활용 혹은 개선이 가능한 기술 선별 활용
□ 추진체계	○ 외국 관련기관과의 적극적 협력 및 공동연구 체계 구축 ○ 국토교통부(홍수통제소), 기상청, 공군, 안전처 등 유관기관과의 협력을 통한 기존 보유 기술(자료)의 활용 방안 모색 및 본 개발 기술의 다양한 연계 활용방안 모색 ○ 참여연구 기관 간 의견교류, 기술협력 체계를 구축하고 주기적으로 의견 교류하여 개발기술의 연계 활용성 및 완성도 제고 ○ 관산학연 전문가 자문단을 구성하여, 연구개발의 정책적, 기술적, 경제적 추진방향 및 보완사항에 대한 자문 ○ IoE(디지털그물망, 증강현실, 스마트머신 등) 관련 최근 국내외 동향을 면밀히 조사 분석하여 홍수예보에 활용 시 효과 극대화 가능 기술 적극적 발굴 적용 ○ 특히, 본 연구는 홍수예보 실무 활용을 최종 목표로 하므로, 주 수요처(홍수통제소)의 의견을 지속적으로 수렴하여 현장 활용성을 극대화하는 형태로 성과 도출
5. 사업기간 및 소요예산	
	○ 사업기간: 5년 ○ 사업예산 - 총사업비 : 정부 8.5억원
6. 기타	
	○ 연구 본 사업 제안 시 연구결과의 최종이용자 그룹(국토교통부, 지방자치단체 등)의 니즈(needs)를 조사하여 반영해야 함

핵심(세부)과제명	(2-4) 스마트머신 기반 동적공간홍수 해석 기술 개발

1. 연구개발 목표

○ 스마트머신(사물정보, 머신러닝)을 활용하여 최적의 관측정보 및 예측정보 생산을 위한 공간 강우 모의기술 개발

○ 강우레이더 이중편파변수를 직접 활용하는 공간홍수해석 기법 개발

2. 연구개발의 필요성 및 기술동향

□ 연구개발의 필요성

○ 최근, 기후변화로 집중호우가 증가하면서 돌발성 공간홍수로 인한 피해 급증

○ 돌발성 공간홍수로 인한 피해는 지역에 따라, 도시침수, 산사태, 하천범람 등 여러 가지 형태로 발생

○ 특히, 강우레이더는 넓은 지역을 빠르고 상세하게 관측 가능하므로 이러한 돌발성 공간홍수 탐지에 최적

○ 따라서 강우레이더와 지역특성을 고려한 공간홍수해석 기술 개발 필요

□ 기술동향

○ 전 세계적으로 기후변화와 도시화로 인해 홍수예보의 초점이 기존 하천 중심에서 도시 중심의 홍수 재난으로 옮겨가고 있음

○ 따라서 돌발성 공간홍수로 인한 도심 피해, 산사태, 도로 유실 등 지역 및 상황 특성에 따른 돌발홍수 해석 기술 개발을 위해 많은 투자를 하고 있음

3. 연구개발내용

○ 공간강우 해석 및 예측 기술 개발
- 공간강우 예측자료 정확도 향상 기술 개발(자료동화)
- 하이브리드 공간강우 예측 모형 개발 및 적용
  * 물리(해석)-통계(예측) 하이브리드 모형

○ 이중편파 레이더 관측망 관측해석모형 공간홍수 활용기술 개발
- 관측해석모형을 활용한 집중호우 시나리오 작성 기술 개발
- 집중호우 시나리오별 돌발홍수 예측 기술 개발 및 적용

○ 홍수 골든타임 확보를 위한 동적 공간홍수해석 기술 개발
- 강우레이더 이중편파변수 활용 고속 공간홍수해석 기술 개발
- 스마트머신 기반 동적 공간홍수 해석 기술 개발

○ 실시간 공간홍수 위험지수의 산정 및 적용 기술 개발
- 표준강우량 활용 레이더유량 산정 기술 개발
- 레이더유량 기반 공간홍수 예보 테스트베드 선정 및 검증

프레임워크		선행단계	요소기능 및 모듈검증 단계		실제환경 적용 가능성 검도	
마일스톤 (유형·기타)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL			
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도
CTE명	공간 강우량 기반 지역 공간홍수 예측 기술	3	3	4	5	6	7

4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 연구단의 단계별 전략에 따른 단계별 목표를 수립하고, 적합한 추진 전략 및 계획을 수립 ○ 연구성과의 현장 실무 활용을 목표로 전략 수립 ○ 유관기관과의 임무를 고려한 유기적 협력체계 구축 ○ 기 수행 혹은 수행 중인 연구 중 연계·통합 활용이 가능한 결과의 활용방안을 연구계획에 포함 ○ 기존, 홍수예보 체계를 면밀히 분석하고, 연계활용 혹은 개선이 가능한 기술 선별 활용
□ 추진체계	○ 외국 관련기관과의 적극적 협력 및 공동연구 체계 구축 ○ 국토교통부(홍수통제소), 기상청, 공군, 안전처 등 유관기관과의 협력을 통한 기존 보유 기술(자료)의 활용 방안 모색 및 본 개발 기술의 다양한 연계 활용방안 모색 ○ 참여연구 기관 간 의견교류, 기술협력 체계를 구축하고 주기적으로 의견 교류하여 개발기술의 연계 활용성 및 완성도 제고 ○ 관산학연 전문가 자문단을 구성하여, 연구개발의 정책적, 기술적, 경제적 추진방향 및 보완사항에 대한 자문 ○ ICT(사물인터넷, 증강현실, 인공지능 등) 관련 최근 국내외 동향을 면밀히 조사 분석하여 홍수예보에 활용 시 효과 극대화 가능 기술 적극적 발굴 적용 ○ 특히, 본 연구는 홍수예보 실무 활용을 최종 목표로 하므로, 주 수요처(홍수통제소)의 의견을 지속적으로 수렴하여 현장 활용성을 극대화하는 형태로 성과 도출
5. 사업기간 및 소요예산	
	○ 사업기간: 5년 ○ 사업예산 – 총사업비 : 정부 8.5억원
6. 기타	
	○ 연구 본 사업 제안 시 연구결과의 최종이용자 그룹(국토교통부, 지방자치단체 등)의 니즈(needs)를 조사하여 반영해야 함

핵심(세부)과제명	(2-5) 스마트머신 기반 동네규모의 동적 공간홍수 예보 기술 개발

1. 연구개발 목표

○ 스마트머신(사물정보, 머신러닝)을 활용하여 공간홍수예보시스템 확장 및 공간홍수예측 기술 고도화

○ 동적 공간홍수 예보를 위한 해석강우량과 레이더유량 산정 및 기준 설정 기술 개발

2. 연구개발의 필요성 및 기술동향

□ 연구개발의 필요성

○ 공간홍수에 적절히 대응하기 위해서는 빠르고 정확한 공간홍수 예측과 더불어 공간홍수 예보 기술도 마련 필요

○ 현재, 지상 우량계 기반에서는 자료수집, 처리, 해석 등으로 인한 지역과 적절한 공간홍수 해석 기술, 그리고 공간홍수 예보를 위한 기술(공간홍수 예보 시스템 구축을 위한 레이더 지표 자료 및 기준) 미비

○ 따라서, 강우레이더 등을 활용하여 지역 맞춤형 돌발홍수 예보 수행을 위한 제반 기술(해석기술, 기준, 시스템) 개발을 위한 연구 필요

□ 기술동향

○ 돌발성 공간홍수의 예측의 정확도는 기기의 발전으로 많이 높아졌으나, 짧은 시간에 발생하는 돌발성 공간홍수의 특성 상 빠른 예측과 예보가 정확도 이상으로 중요

○ 따라서, 적절한(신속한) 공간홍수예보를 통한 피난 시간 확보를 위해 빠른 공간홍수예보 기술의 개발을 위한 다양한 시도와 기술 개발이 선진국 주도로 이루어지고 있음

3. 연구개발내용

○ 지역 맞춤형 돌발홍수예보시스템 구축
- 지역특성을 고려한 공간홍수예보 기준 산정 기술 개발
- 공간강우량 기반 지역 맞춤형 공간홍수예보시스템 구축
- 공간홍수예측 정확도 향상을 위한 공간홍수해석 평가 기술 개발

○ 스마트머신 기반 지역 맞춤형 공간홍수예보시스템 활용 기술 개발
- 지역별(표준유역단위) 공간홍수예보시스템 확장 및 적용
- 지역별 공간홍수 예보기준 설정 및 예보지침 작성

○ 공간강우량 기반 동적 공간홍수예보 기술 개발
- 동적예보를 위한 확률적 공간홍수 예측 기술 개발
- 표준강우량 활용 레이더강유량 적용 및 예보 기술 개발

* 지역별 레이더유량 산정 및 예보기준 설정

프레임워크		선행단계	요소기능 및 모듈검증 단계		실제환경 적용 가능성 검토	
마일스톤 (유형·기타)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL			
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도
CTE명	지역특성을 고려한 공간홍수 예보 기준/지침 및 공간강우량 기반 공간홍수 예보시스템	3	3	4	5	6	7

4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 연구단의 단계별 전략에 따른 단계별 목표를 수립하고, 적합한 추진 전략 및 계획을 수립 ○ 연구성과의 현장 실무 활용을 목표로 전략 수립 ○ 유관기관과의 임무를 고려한 유기적 협력체계 구축 ○ 기 수행 혹은 수행 중인 연구 중 연계·통합 활용이 가능한 결과의 활용방안을 연구계획에 포함 ○ 기존, 홍수예보 체계를 면밀히 분석하고, 연계활용 혹은 개선이 가능한 기술 선별 활용
□ 추진체계	○ 외국 관련기관과의 적극적 협력 및 공동연구 체계 구축 ○ 국토교통부(홍수통제소), 기상청, 공군, 안전처 등 유관기관과의 협력을 통한 기존 보유 기술(자료)의 활용 방안 모색 및 본 개발 기술의 다양한 연계 활용방안 모색 ○ 참여연구 기관 간 의견교류, 기술협력 체계를 구축하고 주기적으로 의견 교류하여 개발기술의 연계 활용성 및 완성도 제고 ○ 관산학연 전문가 자문단을 구성하여, 연구개발의 정책적, 기술적, 경제적 추진방향 및 보완사항에 대한 자문 ○ ICT(사물인터넷, 증강현실, 인공지능 등) 관련 최근 국내외 동향을 면밀히 조사 분석하여 홍수예보에 활용 시 효과 극대화 가능 기술 적극적 발굴 적용 ○ 특히, 본 연구는 홍수예보 실무 활용을 최종 목표로 하므로, 주 수요처(홍수통제소)의 의견을 지속적으로 수렴하여 현장 활용성을 극대화하는 형태로 성과 도출
5. 사업기간 및 소요예산	
	○ 사업기간: 5년 ○ 사업예산 – 총사업비 : 정부 8.5억원
6. 기타	
	○ 연구 본 사업 제안 시 연구결과의 최종이용자 그룹(국토교통부, 지방자치단체 등)의 니즈(needs)를 조사하여 반영해야 함

핵심(세부)과제명	(2-6) IoE 기반 동적 홍수재해환경 변화 추적 기술 개발
1. 연구개발 목표	
	○ IoE(Internet of Everything) 기술을 활용하여 홍수의 시공간적 진행에 따른 홍수재해환경 변화 추적 기술 개발 ○ 홍수의 시공간적 진행에 따른 홍수재해환경 변화 추적 기술 개발
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 최근, 집중호우의 증가와 더불어 사회 환경(경제, 사회 활동)이 다원화 되고 이로 인한 인구와 자산의 이동이 잦아지면서, 특정 시기 인구와 자산의 집중으로 인한 홍수피해 가중 ○ 즉, 동일한 집중호우가 어디에서 언제 발생하는가에 따라 피해의 규모가 크게 달라짐 ○ 따라서, 홍수로 인한 재난피해를 최소화하기 위해서는 정확한 홍수 예측과 더불어 홍수가 예상되는 지역의 해당시점 여건과 변화 양상을 예측하고 추적하는 기술 개발 필요 ○ 이를 위해서는 다양한 정보(패턴)의 수집 분석을 통한 최적의 시나리오를 구축하여 활용 필요 ○ 홍수로 인한 재난 예측을 위해서도 이러한 정보와 홍수 피해 발생 위험간의 해석 기술을 개발한다면 기존 기술에서 진일보한 획기적인 재난예측기술로 다양한 재난예측 분야에 응용 활용 가능
□ 기술동향	○ 최근, 소셜미디어 매체, 통신, 인공지능, 증강현실 등의 기술이 급격히 발전함에 따라 재난을 유발(증폭)할 수 있는 다양한 사회적 조건에 대한 정보 수집 분석 가능 ○ 구글 등 정보통신 기업을 위주로 기존의 지형정보 외에도 다양한 사회 인프라 정보 및 생활 패턴에 대한 정보를 제공하고 있어 이를 재해 혹은 재난 예측을 위한 기초 정보로 활용하기 위한 연구가 시작 단계임
3. 연구개발내용	
	○ IoE 기반 사회환경 유형화 및 정보화 기술 개발 - 지역특성 별 홍수재해 환경 유형화 및 위험도 산정 기술 개발 *지역특성 별 피해, 지역환경. 상황에 따른 예측 재난 유형화 등 - 주요 홍수위험 지역 홍수재해 환경 정보화(DB 구축) ○ 실시간 홍수재해환경 변화 감지 및 추적 기술 개발 - 지역별, 시간대별 지역환경 및 상황 변화 감지 기술 개발 *지역, 사회 환경에 따른 잠재 재난 위험도 산정을 위한 실시간 정보(DB) 수집 및 해석 기술 - 지역·시간별 사회환경 변화 예측 및 시나리오 작성 기술 개발 ○ 홍수재난환경 변화 예측 및 시나리오 작성 기술 개발 - 공간강우 예측기반 홍수재난 확산 시나리오 작성 및 예보 기술 개발 - 지능형 홍수재난환경 변화 추적 및 예측 시스템 개발 ○ 홍수의 시공간적 진행에 따른 홍수재해 확산 모형의 개발 - 예측호우의 진행과 사회환경변화 시나리오에 따른 홍수재난 피해 확산 모형 개발

- 홍수재해환경 확산 모형 기반 예측·예보·평가 시스템 구축

프레임워크		선행단계	요소기능 및 모듈검증 단계		실제환경 적용 가능성 검토	
마일스톤 (유형·기타)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL			
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도
CTE명	집중 호우 이동 및 지역/시간/사회환경 특성을 고려한 스마트데이터 및 IoE 동적 활용 기술	3	3	4	5	6	7

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 연구단의 단계별 전략에 따른 단계별 목표를 수립하고, 적합한 추진 전략 및 계획을 수립

○ 연구성과의 현장 실무 활용을 목표로 전략 수립

○ 유관기관과의 임무를 고려한 유기적 협력체계 구축

○ 기 수행 혹은 수행 중인 연구 중 연계·통합 활용이 가능한 결과의 활용방안을 연구계획에 포함

○ 기존, 홍수예보 체계를 면밀히 분석하고, 연계활용 혹은 개선이 가능한 기술 선별 활용

□ 추진체계

○ 외국 관련기관과의 적극적 협력 및 공동연구 체계 구축

○ 국토교통부(홍수통제소), 기상청, 공군, 안전처 등 유관기관과의 협력을 통한 기존 보유 기술(자료)의 활용 방안 모색 및 본 개발 기술의 다양한 연계 활용방안 모색

○ 참여연구 기관 간 의견교류, 기술협력 체계를 구축하고 주기적으로 의견 교류하여 개발기술의 연계 활용성 및 완성도 제고

○ 관산학연 전문가 자문단을 구성하여, 연구개발의 정책적, 기술적, 경제적 추진방향 및 보완사항에 대한 자문

○ IoE(스마트데이터, 증강현실, 스마트머신 등) 관련 최근 국내외 동향을 면밀히 조사 분석하여 홍수예보에 활용 시 효과 극대화 가능 기술 적극적 발굴 적용

○ 특히, 본 연구는 홍수예보 실무 활용을 최종 목표로 하므로, 주 수요처(홍수통제소)의 의견을 지속적으로 수렴하여 현장 활용성을 극대화하는 형태로 성과 도출

5. 사업기간 및 소요예산

○ 사업기간: 5년

○ 사업예산

- 총사업비 : 정부 8.5억원

6. 기타

○ 연구 본 사업 제안 시 연구결과의 최종이용자 그룹(국토교통부, 지방자치단체 등)의 니즈(needs)를 조사하여 반영해야 함

<table>
<tr><td>핵심(세부)과제명</td><td colspan="8">(2-7) FLBS 기반 홍수재해정보 통합 활용 시스템</td></tr>
<tr><td colspan="9">1. 연구개발 목표</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="8">○ FLBS(Flood Location-based Service)와 공간홍수예보 기술을 융합한 홍수재해 대응 통합시스템 개발</td></tr>
<tr><td colspan="9">2. 연구개발의 필요성 및 기술동향</td></tr>
<tr><td>□ 연구개발의 필요성</td><td colspan="8">○ 공간강우 정보를 활용한 홍수예보 기술을 실무 홍수예보에 활용하기 위해서는 시스템 구축 필요
○ 강우나 홍수 예측 기술의 구현과 더불어 지능형 홍수재난 환경 변화 시나리오 생산 기술을 접목하여 통합 활용 시스템 구축
○ 빠르고 효율적인 홍수예보를 위해서는 통합시스템의 구축 및 활용이 중요</td></tr>
<tr><td>□ 기술동향</td><td colspan="8">○ 홍수예보 시스템의 경우도 IoE, 머신러닝 등 기술의 발전과 함께, 기존의 하천 중심의 정적(정보의 해석 절차나 알고리즘이 미리 정해짐)이고 폐쇄형(정보의 수집 가공 측면) 컴퓨팅 환경에서 동적이고 개방형 형태로 발전 중
○ 이를 위해서는 강우레이더 정보를 독자적으로 분석하고 이를 사회환경 변화 예측 모형에 입력하여 예측(예보) 정보를 생산할 수 있는 지능형 전문 시스템 구축 필요</td></tr>
<tr><td colspan="9">3. 연구개발내용</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="8">○ 공간강우정보와 맞춤형 홍수예보 기술을 융합한 홍수재해 대응 통합 시스템 개발
- 지역별 홍수재난 시나리오 구현을 위한 IoE 활용 및 AR 기술 개발
- 공간홍수 정보 및 홍수재난 시나리오 통합 활용 시스템 개발
○ 극한 홍수위험·피난 정보의 효과적 전달 방법·절차·체계 구축
- 다양한 통신매체를 활용한 AR 기술 기반 정보전달 기술 개발
- FLBS(Flood Location-based Service) 및 AR기반 홍수정보 전달 시스템 개발
<table>
<tr><td colspan="2">프레임워크</td><td colspan="2">선행단계</td><td colspan="2">요소기능 및 모듈검증 단계</td><td colspan="2">실제환경 적용 가능성 검토</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">마일스톤
(유형·기타)</td><td rowspan="2">현재
TRL</td><td colspan="5">마일스톤 목표 TRL</td></tr>
<tr><td>1차
년도</td><td>2차
년도</td><td>3차
년도</td><td>4차
년도</td><td>5차
년도</td></tr>
<tr><td>CTE명</td><td>ICT/빅데이터/IoE/AR 기술 융합을 통한 지능형 홍수예보 기술</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td colspan="9">4. 연구개발 추진방법</td></tr>
<tr><td>□ 추진전략</td><td colspan="8">○ 연구단의 단계별 전략에 따른 단계별 목표를 수립하고, 적합한 추진 전략 및 계획을 수립
○ 연구성과의 현장 실무 활용을 목표로 전략 수립
○ 유관기관과의 임무를 고려한 유기적 협력체계 구축
○ 기 수행 혹은 수행 중인 연구 중 연계·통합 활용이 가능한 결과의 활용방안을 연구계획에 포함</td></tr>
</table>

	○ 기존, 홍수예보 체계를 면밀히 분석하고, 연계활용 혹은 개선이 가능한 기술 선별 활용
□ 추진체계	○ 외국 관련기관과의 적극적 협력 및 공동연구 체계 구축 ○ 국토교통부(홍수통제소), 기상청, 공군, 안전처 등 유관기관과의 협력을 통한 기존 보유 기술(자료)의 활용 방안 모색 및 본 개발 기술의 다양한 연계 활용방안 모색 ○ 참여연구 기관 간 의견교류, 기술협력 체계를 구축하고 주기적으로 의견 교류하여 개발기술의 연계 활용성 및 완성도 제고 ○ 관산학연 전문가 자문단을 구성하여, 연구개발의 정책적, 기술적, 경제적 추진방향 및 보완사항에 대한 자문 ○ ICT(사물인터넷, 증강현실, 인공지능 등) 관련 최근 국내외 동향을 면밀히 조사 분석하여 홍수예보에 활용 시 효과 극대화 가능 기술 적극적 발굴 적용 ○ 특히, 본 연구는 홍수예보 실무 활용을 최종 목표로 하므로, 주 수요처(홍수통제소)의 의견을 지속적으로 수렴하여 현장 활용성을 극대화하는 형태로 성과 도출
5. 사업기간 및 소요예산	
	○ 사업기간: 5년 ○ 사업예산 – 총사업비 : 정부 3.5억원
6. 기타	
	○ 연구 본 사업 제안 시 연구결과의 최종이용자 그룹(국토교통부, 지방자치단체 등)의 니즈(needs)를 조사하여 반영해야 함

4. 3세부 6개 세세부과제 RFP

<table>
<tr><td>핵심(세부)과제명</td><td colspan="7">(3-1) 홍수예보지점 선정 및 예보기준 상세화 기준 수립</td></tr>
<tr><td colspan="8">1. 연구개발 목표</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="7">○ 홍수예보지점 운영 및 선정을 위한 정량적 기준 및 지침 제시
○ 홍수정보 제공을 위한 홍수예보 기준 상세화</td></tr>
<tr><td colspan="8">2. 연구개발의 필요성 및 기술동향</td></tr>
<tr><td>□ 연구개발의 필요성</td><td colspan="7">○ 현행 홍수예보지점의 정책적 선정기준 미흡
- 현재 국토교통부 43개소 홍수예보지점 운영, 지점 선정에 대한 기준 및 운영기준 부재
- 홍수예보 지점 확대시 효과적인 정보제공을 위한 정량적 기준 수립 필요
- 배후지 연계 홍수정보 파급효과 분석후 정량적 평가를 통한 운영지점 선정 필요
○ 홍수예보기준 재수립 필요
- 홍수예보정보 확대를 위하여 저수위, 월류수위 등을 고려한 새로운 기준 수립 필요</td></tr>
<tr><td>□ 기술동향</td><td colspan="7">○ 현행 홍수예보 기준수위 계획홍수량 기준 지정수위 운영
- 계획홍수량의 60, 80% 기준수위 선정</td></tr>
<tr><td colspan="8">3. 연구개발내용</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="7">○ 홍수정보 파급효과 정량화 기술 개발
- 수위관측소 배후지 상황 연계 홍수정보의 활용성 정량화 기술
○ 수위관측지점 배후지 홍수정보 파급효과 분석 및 우선순위 산정
- 시범유역 파급효과 분석 및 수위관측소 적용, 우선순위 산정을 통한 홍수예보지점 선정절차 제시
○ 주민행동 및 정보전달 체계 반영 홍수예측 기준 수립
- 주민행동/경보절차 반영 세분화된 예보기준 제시
<table>
<tr><td colspan="2">프레임워크</td><td>선행
단계</td><td>-</td><td>요소기
술개발</td><td>성능
향상</td><td>성과
도출</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">마일스톤</td><td rowspan="2">현재
TRL</td><td colspan="5">마일스톤 목표 TRL</td></tr>
<tr><td>1차
년도</td><td>2차
년도</td><td>3차
년도
(종료)</td><td>4차
년도</td><td>5차
년도</td></tr>
<tr><td>CTE명</td><td></td><td>3</td><td>-</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td><td>-</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td colspan="8">4. 연구개발 추진방법</td></tr>
<tr><td>□ 추진전략</td><td colspan="7">○ 단기간 성과도출을 위하여 기존 연구성과 적극 활용 및 하천특성과 유역특성 조사를 통하여 국내 실정에 맞는 홍수예조 기준 수립
○ 1세부과제 연구성과와 본 과제 도출성과 연계 추진
○ 국토교통부 홍수예보 담당자 및 최종수요자인 지방자치단체 담당자 대상 공청회 추진, 수요자 요구사항 반영</td></tr>
</table>

□ 추진체계	○ 홍수예보의 수요자는 국토교통부 홍수통제소이므로 단계별 협의를 통하여 연구방향 및 내용 조정 ○ 국토교통부 홍수통제소 담당자, 지방자치단체 담당자 및 재해관련 전문가를 자문위원으로 구성, 실무에 즉시 적용가능한 연구성과 도출
5. 사업기간 및 소요예산	
	○ 사업기간: 3년 ○ 사업예산 - 총사업비 : 정부 5억원
6. 기타	
	○ 연구 본 사업 제안 시 연구결과의 최종이용자 그룹(국토교통부, 지방자치단체 등)의 니즈(needs)를 조사하여 반영해야 함

핵심(세부)과제명	(3-2) 하천홍수정보 기반 도시하천 주변 사회기반시설 침수예측기술 개발

1. 연구개발 목표

○ 하천 수위관측소 홍수예측정보와 강우예측자료, 하천변 취약지역 홍수 발생 상관관계 분석을 통한 기존 홍수예보모형 적용성 확장

○ 상류지역 선행시간 2~3 시간 중하류지역 선행시간 5~6시간 확보

2. 연구개발의 필요성 및 기술동향

□ 연구개발의 필요성

○ 현행 홍수예보는 대하천 내의 수위관측소에 대한 예측정보 제공
- 현재 국가하천 중심으로 43개 지점에 대해 홍수예보를 실시
- 홍수정보는 주의보/경보를 제공하고 있으나, 홍수가 발생하는 상황에 대한 정보제공 미흡
- 홍수로 인한 피해가 발생하는 제내지의 피해예측을 위한 기존 홍수정보 적용성 낮음

□ 기술동향

○ 수문학적/수리학적 수치모형을 이용한 홍수예보
- 국내외적으로 홍수예측을 위하여 활용되고 있는 수치모형의 결과, 제내지 피해발생 예측을 위한 정보 미흡
- 제내지 피해상황 예측을 위해서는 분포형 강우-유출, 2차원 수리학적 모형 활용 필요

○ 하천수위와 강우로 인한 주요시설 피해 상관관계 연구성과 미흡
- 하천수위변화와 제내지 상황 연계분석을 통한 홍수발생 예측 연구 수행 중, 고도화된 수치기법 기반의 예측수행은 적용성 낮을 것으로 판단됨

3. 연구개발내용

○ 침수정보 제공대상 및 시설물 설정
- 예측정보 제공 필요성이 높은 지역 우선순위 선정, 침수예측 대상 지역 분석 및 목표성능 설정

○ 하천홍수예측 정보-주요시설물 침수 발생 상관관계 분석
- 수문, 지형학적 분석을 통한 제내지 침수취약지역 침수발생 특성 분석

○ 하천홍수정보 확장 대상 주요 시설물 침수예측기법 개발
- 현행 홍수예측정보, 강우예측자료 기반 하천변 주요시설물 침수 피해 발생 예측 기법 개발

프레임워크	선행 단계	요소기술개발	성능 향상	성과 도출		
마일스톤	현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
		1차 년도	2차 년도	3차 년도 (종료)	4차 년도	5차 년도
CTE명	3	4	6	8	-	-

4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 단기간 성과도출을 위하여 기존 연구성과 적극 활용 ○ 현행 홍수예보 수행 하천을 대상으로 과거 침수피해 발생 지역 선정, 침수피해현황, 과거 수문 및 기상자료 확보 시간 최소화 ○ 국토교통부 홍수통제소 시범모형 적용을 통한 실무 적용성 검증
□ 추진체계	○ 홍수예보의 수요자는 국토교통부 홍수통제소이므로 단계별 협의를 통하여 연구방향 및 내용 조정 ○ 홍수예측과 기상예측의 정확성 동시 필요, 각 분야 전문가 참여를 통한 융복합 연구 수행 ○ 단기 성과도출을 위하여 연구진의 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요
5. 사업기간 및 소요예산	
	○ 사업기간: 3년 ○ 사업예산 - 총사업비 : 정부 5억원
1. 기타	
	○ 연구 본 사업 제안 시 연구결과의 최종이용자 그룹(국토교통부, 지방자치단체 등)의 니즈(needs)를 조사하여 반영해야 함

핵심(세부)과제명	(3-3) 1-2차원 하이브리드 홍수예측을 통한 공간홍수정보 제공기술 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 이용도가 높은 하천 고수부지 및 천변지역 대상 홍수정보 제공을 위한 홍수예측기법 개발 ○ 홍수정보 공간적 정확성 확보를 위한 1-2차원 연계수치모형 적용기법 개발 ○ 도시 및 소하천 지역 선행예보시간 2~3시간, 중하류지역 5~6시간 선행시간 확보, 저수위 구간 홍수정확성 향상
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 최근 10년간 하천변 친수시설에 대한 이용 증가 - 대하천 및 도시하천 중심으로 친수공간 조성 증가, 이용객의 증가로 재난발생 정보 수요 증가 - 친수지역은 이용객이 많으므로 홍수정보가 국민생활과 직접 연계되어 정확성 높은 홍수예보 필요
□ 기술동향	○ 수문학적/수리학적 수치모형을 이용한 홍수예보 - 국내외적으로 홍수예측을 위하여 활용되고 있는 수치모형의 결과, 제내지 피해발생 예측을 위한 정보 미흡 - 제내지 피해상황 예측을 위해서는 공간적 홍수정보 제공이 가능한 2차원 수리학적 모형 활용 필요
3. 연구개발내용	
	○ 하천변 친수지구 D/B 구축, 홍수예측 기법 설정 - 국토교통부 및 지방자치단체 관리 하천변 친수지역 D/B 구축 및 분석, 홍수정보 범위 및 필요 성능 설정 ○ 1-2차원 연계기법 적용 홍수예보 시범구간 선정 - 수요자 요구성능 및 요구사항 반영 개발기법 적용 적용 시범구간 선정 ○ 친수지구대상 고정확도 홍수예측기법 개발 - 하천친수지역 공간홍수정보 제공을 위한 1-2차원 수치기법 연계 고정확도 홍수예측기법 개발 ○ 고정확도 수치기법 시범구간 적용 - 시범구간 대상 1-2차원 연계 홍수예측기술 적용 및 시범운영

프레임워크	선행 단계	성능 목표 설정	요소 기술 개발	요소 기술 심화	시범 적용	성능 평가
마일스톤	현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
CTE명	2	3	4	5	6	7

4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 홍수정보제공 대상 특성을 고려한 예측정확성 성능목표 설정 ○ 홍수예측 수행 및 정보제공 주무기관인 국토교통부와 대피 및 관리 주체인 지방자치단체 수요 파악 ○ 현행 홍수예측모형 체계 최대한 활용 연구개발 기간 단축 ○ 국토교통부 홍수통제소 시범모형 적용을 통한 실무 적용성 검증
□ 추진체계	○ 홍수예측 수행기관과 시설관리 및 대피유도 수행기관인 지방자치단체 실무자 연계체계 구축 ○ 필요한 경우 국외 전문가 활용, 공간홍수예측을 위한 고정확도 예측기법 적용
5. 사업기간 및 소요예산	
	○ 사업기간: 5년 ○ 사업예산 - 총사업비 : 정부 12억원
6. 기타	
	○ 연구 본 사업 제안 시 연구결과의 최종이용자 그룹(국토교통부, 지방자치단체 등)의 니즈(needs)를 조사하여 반영해야 함

<table>
<tr><td>핵심(세부)과제명</td><td colspan="2">(3-4) 확률홍수예측을 통한 선행예보시간 확장기술 개발</td></tr>
<tr><td colspan="3">1. 연구개발 목표</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">○ 홍수예측모형자료의 불확실성을 반영하여 유역내 수문응답 변동성을 반영하여 확률개념의 홍수 변동을 예측하는 기법의 개발
○ 확률개념 홍수예보를 통하여 예측자료 신뢰구간 확장을 통한 선행시간 연장</td></tr>
<tr><td colspan="3">2. 연구개발의 필요성 및 기술동향</td></tr>
<tr><td>□ 연구개발의 필요성</td><td colspan="2">○ 수치모형 및 수문현상 불확실성을 고려한 홍수량 변화범위 예측 필요
- 강우예측의 변동성 및 수치모의 입력자료 불확실성 고려 필요
- 불확실성 인자의 영향을 고려하여 홍수예측 변동범위 고려한 예측 필요</td></tr>
<tr><td>□ 기술동향</td><td colspan="2">○ 확률예보 기법
- 유럽과 미국을 중심으로 확률론적 홍수예측에 대한 연구 및 기술 개발 진행
- 국내 기초연구 일부 수행, 관련 실무에 적용된 사례 미흡</td></tr>
<tr><td colspan="3">3. 연구개발내용</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">○ 자료동화기법 연계 확률홍수 예측
- 수문자료 및 기상자료 자료동화기법 결과 기반의 확률홍수예측
○ 기존 홍수예보기반 혹률홍수 예측
- 현행 홍수예측모형에 확률홍수 시나리오 입력, 확률홍수 예측
<table>
<tr><td colspan="2">프레임워크</td><td>선행 단계</td><td>성능 목표 설정</td><td>요소 기술 개발</td><td>요소 기술 심화</td><td>시범 적용</td><td>성능 평가</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">마일스톤</td><td rowspan="2">현재 TRL</td><td colspan="5">마일스톤 목표 TRL</td></tr>
<tr><td>1차 년도</td><td>2차 년도</td><td>3차 년도</td><td>4차 년도</td><td>5차 년도 (종료)</td></tr>
<tr><td>CTE명</td><td></td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td colspan="3">4. 연구개발 추진방법</td></tr>
<tr><td>□ 추진전략</td><td colspan="2">○ 현행 홍수예보시스템 내에서 구현가능한 확률홍수 모의기법 개발과 개선모형 개발 병행추진
○ 성능향상을 위하여 HPC 기법 및 자료동화기술 연계</td></tr>
<tr><td>□ 추진체계</td><td colspan="2">○ 국내외 전문가 그룹 형성, 공동연구 체계 구축
○ 본 과제는 기초·원천 과제로서 관련 기술을 보유하고 있는 전문가의 적극적 참여 유도
○ 중소하천 대상 개발기술을 확장하여 대하천 대상 적용</td></tr>
<tr><td colspan="3">5. 사업기간 및 소요예산</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">○ 사업기간: 5년
○ 사업예산
- 총사업비 : 정부 12억원</td></tr>
<tr><td colspan="3">6. 기타</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">○ 연구 본 사업 제안 시 연구결과의 최종이용자 그룹(국토교통부, 지방자치단체 등)의 니즈(needs)를 조사하여 반영해야 함</td></tr>
</table>

핵심(세부)과제명	(3-5) 상시 하천홍수위 정보제공을 위한 홍수예측 매개변수 최적화 기술 개발

1. 연구개발 목표

○ 수문학적 홍수예보 정확성 및 검보정 수행 효율화를 위한 강우-유출량 산정 매개변수 최적화 기술 개발

○ 하도홍수위 정확성 향상을 위한 수리학적 모형 매Ⅱ변수 최적화 기술 개발

2. 연구개발의 필요성 및 기술동향

□ 연구개발의 필요성

○ 홍수예측 수치모형 매개변수 최적화 효율성 향상 필요

- 수문학적 유출응답의 불확실성 및 유역내 수문인자의 불확실성으로 각 홍수사상별 매개변수 검보정 과정 반복 수행
- 홍수예보 업무상 10분 단위 정보에 대하여 단기간 내에 정확한 예측정보 산출 필요, 매개변수 산정과정 효율화 필요

□ 기술동향

○ 국내 홍수예보 모형

- 홍수예보 실무자의 경험 및 단순반복을 통한 매개변수 최적화

○ 국외 홍수예보 모형

- 홍수예측 주요 불확실성 인자 중 매개변수 중요도 높음, 자동 최적화를 통한 홍수예보 정확성 향상기술 개발 단계

3. 연구개발내용

○ 유역유출 정확성 향상을 위한 자동매개변수 최적화기법 개발

- 기왕 수문자료 기반 강우-유출모형 매개변수 최적화 기초이론 개발
- 유역유출모형 검보정 효율화를 위한 매개변수 자동최적화기법 개발

○ 수리학적 모형 정확성 향상을 위한 동력학적 수치기법 매개변수 최적화 기법 개발

- 수리학적 홍수예측의 조도계수, 확대/축소계수, 수문 유량산정 계수 등의 자동최적화 기법 개발 및 적용

프레임워크	선행 단계	성능 목표 설정	요소 기술 개발	요소 기술 심화	시범 적용	성능 평가
마일스톤	현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
CTE명	2	3	4	5	6	7

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 현재 운영중인 홍수예보시스템을 활용하여 기초기술을 개발하고 4~5차년도에 신규개발되는 홍수예측모형에도 적용이 가능하도록 추진

○ 현장적용성 검증을 위하여 연구초기에는 기왕자료 기반의 기초기술 개발, 후반기에는 실시간 검보정 수행을 통한 기법 보완 추진

○ 기초기술 개발을 위하여 시범유역을 선정하고 연구초기 집중적인 적용, 후반기에 전체 유역에 적용 및 보완 추진

□ 추진체계	○ 본 과제는 기초·원천 과제로서 관련 기술을 보유하고 있는 전문가의 적극적 참여 유도 ○ 연구초기 국토교통부 홍수통제소 실무자 요구사항 반영, 최적화 성능 목표 설정
5. 사업기간 및 소요예산	
	○ 사업기간: 5년 ○ 사업예산 - 총사업비 : 정부 12억원
6. 기타	
	○ 연구 본 사업 제안 시 연구결과의 최종이용자 그룹(국토교통부, 지방자치단체 등)의 니즈(needs)를 조사하여 반영해야 함

<table>
<tr><td>핵심(세부)과제명</td><td colspan="2">(3-6) HPC기반 유역 및 하도 고정확/고효율 홍수예측 기술개발</td></tr>
<tr><td colspan="3">1. 연구개발 목표</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">○ 분포형 유역유출 및 다차원 하천공간 홍수예보 구현을 위한 슈퍼컴퓨팅기술 활용 고효율/고정확성 예측기술
○ 다차원 수치모의 예측시간 단축 및 홍수예보 활용
○ 고정확도 예측기법 활용을 통한 홍수예보 정확성 향상</td></tr>
<tr><td colspan="3">2. 연구개발의 필요성 및 기술동향</td></tr>
<tr><td>□ 연구개발의 필요성</td><td colspan="2">○ 고정확도 수치모의 홍수예보 활용성 증대
- 저빈도 유량구간이 친수구간에 대한 기존 모의기법 정확성 미흡, 고정확도 모의기법 개발 필요
- 분포형 유역유출 모형 기반의 홍수예측정보 필요성 증대
- 자료동화 및 확률홍수예보를 위한 고성능 컴퓨팅 기술 개발 필요</td></tr>
<tr><td>□ 기술동향</td><td colspan="2">○ 수치모의 기법의 HPC 적용
- 3차원 고정확도 수치모의에 HPC 기법 적용, 2차원 모의영역에도 적용사례 확대중
- 기초연구단계를 지나, 하천흐름해석에 HPC 적용사례 증가
- 국내외적으로 HPC기반의 홍수예측 적용사례 미흡</td></tr>
<tr><td colspan="3">3. 연구개발내용</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">○ HPC 기반 고정확도 홍수예측기법 개발
- 국내 홍수예보업무 요구성능 구현
- 슈퍼컴퓨터/클러스터컴퓨터 활용 초고속 다차원 홍수예측
- 도시침수 및 친수지구 침수해석 홍수예측
<table>
<tr><td colspan="2">프레임워크</td><td>선행 단계</td><td>성능 목표 설정</td><td>요소 기술 개발</td><td>요소 기술 심화</td><td>시범 적용</td><td>성능 평가</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">마일스톤</td><td rowspan="2">현재 TRL</td><td colspan="5">마일스톤 목표 TRL</td></tr>
<tr><td>1차 년도</td><td>2차 년도</td><td>3차 년도</td><td>4차 년도</td><td>5차 년도 (종료)</td></tr>
<tr><td>CTE명</td><td></td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td colspan="3">4. 연구개발 추진방법</td></tr>
<tr><td>□ 추진전략</td><td colspan="2">○ HPC 기법 구현을 위한 슈퍼컴퓨터/클러스터컴퓨터 구축
○ 홍수예측 목표정확도 설정 후, 1단계 기본모형 적용을 통한 모형정확성 검토 후 2단계 실제 유역 및 하도대상 정확도 검증 추진
○ 성능향상을 위하여 HPC 기법 및 자료동화기술 연계</td></tr>
<tr><td>□ 추진체계</td><td colspan="2">○ 국내외 전문가 그룹 형성, 공동연구 체계 구축
○ 기초·원천 과제로서 관련 기술을 보유하고 있는 전문가의 적극적 참여 유도
○ 1개 대유역 대상 시범적용 및 전체 홍수통제소 적용 추진</td></tr>
<tr><td colspan="3">5. 사업기간 및 소요예산</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">○ 사업기간: 5년
○ 사업예산
- 총사업비 : 정부 19억원</td></tr>
<tr><td colspan="3">6. 기타</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">○ 연구 본 사업 제안 시 연구결과의 최종이용자 그룹(국토교통부, 지방자치단체 등)의 니즈(needs)를 조사하여 반영해야 함</td></tr>
</table>

5. 4세부 4개 세세부과제 RFP

<table>
<tr><td>핵심(세부)과제명</td><td>(4-1) 오픈모형 기반 홍수예측 평가 체계 구축</td></tr>
<tr><td colspan="2">1. 연구개발 목표</td></tr>
<tr><td></td><td>○ 홍수예측관련 기수행 국가연구개발 성과 적확성 및 적용성 평가
○ 연구개발성과 모형 평가결과 기반 홍수예보 정확성 평가체계</td></tr>
<tr><td colspan="2">2. 연구개발의 필요성 및 기술동향</td></tr>
<tr><td>□ 연구개발의 필요성</td><td>○ 홍수예보 관련 연구개발성과의 평가 부재
- 기존 국가연구개발 성과물 홍수예보 실무에 반영 사례 미흡
- 다양한 홍수예측관련 연구 성과물에 대한 적용성 및 정확성 평가를 통하여 홍수예보모형 개선 필요
- 현재 활용되지 않고 있는 우수한 성과를 현업에 적용할 수 있도록 후속과제 발굴 필요</td></tr>
<tr><td>□ 기술동향</td><td>○ 국내 홍수예측을 위한 다양한 연구 수행
- 홍수심 및 범위, 확산특성 등에 대한 다양한 수치적 연구 수행
- 계측유역, 미계측유역 대상의 홍수량 산정을 위한 다양한 수문학적 모형 개발
- 국가연구개발을 통하여 기존과 차별화된 연구성과 도출, 현업에 적용사례 미흡</td></tr>
<tr><td colspan="2">3. 연구개발내용</td></tr>
<tr><td></td><td>○ 평가대상 오픈모형 선정
- 기수행 국가연구개발과제 성과중 활용가능한 홍수예측 관련 모형 선정
○ 오픈모형 홍수예보 적용성 및 정확성 평가
- 실무 반영 오픈모형 적용을 통한 홍수예측 모형 적용성 및 정확성 평가
○ 홍수예보 정확성의 정량적 평가기준 수립
- 오픈모형 적용사례 반영 정량적 평가기준 수립
<table>
<tr><td colspan="2">프레임워크</td><td>선행 단계</td><td>요소기술개발</td><td>성능 향상</td><td>성과 도출</td><td>성능 향상</td><td>성과 도출</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">마일스톤</td><td rowspan="2">현재 TRL</td><td colspan="5">마일스톤 목표 TRL</td></tr>
<tr><td>1차 년도</td><td>2차 년도</td><td>3차 년도 (종료)</td><td>4차 년도</td><td>5차 년도</td></tr>
<tr><td>CTE명</td><td></td><td>3</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td><td>-</td><td>-</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td colspan="2">4. 연구개발 추진방법</td></tr>
<tr><td>□ 추진전략</td><td>○ 홍수예보관련 국가연구개발과제를 수행한 연구진과 협업을 통하여 관련 성과물의 적용성 평가 추진
○ 국가연구개발 성과물의 즉시 적용을 통한 단기간 연구성과 도출
○ 홍수예보 실무자의 요구성능 반영을 통한 모형성능평가 기준 수립 추진</td></tr>
</table>

□ 추진체계	○ 홍수예측모형 관련 국내 전문가 집단의 자문위원단 구성, 주요 오픈모형 개발자의 연구진 참여 유도 ○ 중소규모 유역대상 다양한 오픈모형 적용, 평가기준 수립을 위한 결과물 다수 도출
5. 사업기간 및 소요예산	
	○ 사업기간: 3년 ○ 사업예산 - 총사업비 : 정부 7.5억원
6. 기타	
	○ 연구 본 사업 제안 시 연구결과의 최종이용자 그룹(국토교통부, 지방자치단체 등)의 니즈(needs)를 조사하여 반영해야 함

핵심(세부)과제명	(4-2) 지역 시·공간 상세 홍수정보 통합관리운영기술 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 수문 관측자료, 홍수예측모형, 재해 예측/표출 시스템 간의 유기적인 연동 및 통합 자료처리를 위한 자료체계 표준화 기술 개발 ○ 지역 상세 홍수정보 자료처리 체계 통합 및 향후 확장성 확보를 위한 구성요소 모듈화 기반 통합 운영 플랫폼 기술 개발 ○ 시스템 정확도 및 현장요구조건 반영 및 편리성 90% 확보
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 각각의 홍수관리체계에서 상시적으로 생산하는 다양한 종류의 자료를 처리하여 일관되고 정확한 수재해 대응 정보를 실시간으로 제공하기 위해서는 유기적인 통합 자료처리 기술이 필요함 ○ 실시간 측정자료 및 분석자료와 관련 정보들을 포함한 대량의 정형/비정형 홍수자료를 수용할 수 있는 통합 시스템 구축 ○ 시·공간 상세 홍수정보의 효율적인 자료처리체계 통합을 위해서는 각 구성요소들의 모듈화 및 구성 모듈 간의 인터페이스 표준화 기술 개발 필요
□ 기술동향	○ 선진국의 경우 빠른 홍수예보를 위해서 각 지역 및 홍수 특성에 맞는 (골든타임 확보가 가능한) 다양한 분석시스템의 결과를 통합하여 저장/분석/활용하는 일체형 통합 체계 구축 - 미국 애리조나 주 수자원관리부에서는 2007년 홍수의 규모 및 피해 범위의 정확한 예측을 위한 수문 모형 개발 및 적용에 관한 표준 가이드라인 개발하여 시행 - 세계기상기구(WMO)는 2006년 발표한 기술규정에서 기상분야 및 수문분야 간 협업을 가능하게 하고 다양한 분야의 응용 니즈를 충족하기 위해 통일되고 표준화된 실무 및 절차에 관한 규정 및 권장사항을 제공 ○ 미국의 USGS NWS의 경우, 빠른 의사 결정 지원을 위해 거의 대부분의 데이터가 실시간으로 온라인에서 이용할 수 있도록 통합 관리되고 제공됨
3. 연구개발내용	
	○ 실시간 상세홍수정보 처리(수집, 처리, 저장, 분석) 시스템 설계 및 표준화 기술 개발 - 수집/처리/저장/분석 시스템 구축을 위한 시스템 개념 및 요구사항 수집 - 수집된 개념 및 요구사항에 따른 H/W 및 S/W 규격 예비 설계 - 국내외 기관의 자료 수신/처리/배포 시스템 운영방안 조사 - 활용처 및 사용자 그룹 배포 환경 고려를 위한 네트워크 환경 연구 ○ 지역 시·공간 상세 홍수정보 통합 처리 및 모듈화 기술 개발 - 시스템 기본 설계 사항을 바탕으로 시스템 상세설계 및 시스템 구현 - 클러스터링, 가상화등 수집된 자료의 고속 처리를 위한 고속 자료처리 프로세싱 기법 제안

- 대용량·다량의 실시간 자료 확보를 위한 실시간 수집 시스템의 S/W,H/W 인터페이스 구성 및 전처리 방안 제시
- 수집된 자료의 고속 처리를 위한 고속 자료처리 프로세싱 기법 제안

○ 지역 시·공간 상세 홍수정보 통합관리운영 시스템 개발
- 지역 시·공간 상세 홍수정보 통합관리운영 시스템 구성 모듈 간 적합성 테스트 및 검증
- 지역 시·공간 상세 홍수정보 통합관리운영 시스템 통합 자료처리 프로세스 운영 S/W 플랫폼 개발
- 지역 시·공간 상세 홍수정보 통합관리운영 시스템 통합 자료처리 프로세스 테스트 및 검증

프레임워크		선행단계	요소기능 및 모듈검증 단계		실제환경 적용 가능성 검토	
마일스톤 (유형·기타)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL			
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도
CTE명	실시간 상세홍수정보 처리 및 통합관리운영기술 개발	3	3	4	5	7	8

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 효율적 연구추진을 위해 기존 연구성과 적극 활용

○ 정부(기상청, 홍수통제소 등) 및 공사 등 기술수요처와의 유기적 협조체제 구축

○ 국토교통부 홍수통제소 적용을 통한 실무 적용성 검증

□ 추진체계

○ 홍수예보의 수요자는 국토교통부 홍수통제소이므로 단계별 협의를 통하여 연구방향 및 내용 조정

○ 참여연구기관간 협력을 통한 기술개발 과제간 연계성 확보 및 협조체계 구축

○ 단기 성과도출을 위하여 연구진의 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요

5. 사업기간 및 소요예산

○ 사업기간: 5년

○ 사업예산
- 총사업비 : 정부 10.5억원

6. 기타

○ 연구 본 사업 제안 시 연구결과의 최종이용자 그룹(국토교통부, 지방자치단체 등)의 니즈(needs)를 조사하여 반영해야 함

핵심(세부)과제명	(4-3) HPC연계 통합홍수예보 시스템 구축 및 운영 기술개발

1. 연구개발 목표

○ 고정확도/고성능 홍수예보를 위한 고성능 컴퓨팅(High Performance Computing) 홍수예측 시스템 구축

○ 수문/기상자료 수집, 분석 및 홍수예측 수행을 위한 HPC 최적 운영 기술 개발

2. 연구개발의 필요성 및 기술동향

□ 연구개발의 필요성

○ 홍수예측기술 개발 지원 시설 부재

- 컴퓨팅 성능 및 기술의 개발로 인하여 관련 기초기술의 성능 발전
- 국내 운영중인 HPC 시설은 고정확도 수치모의를 위하여 구축, 관련 분야에서는 기상예보를 위하여 활용중
- 국내 홍수예보 고도화를 위한 고성능의 시설구축 및 활용기술 개발 필요

□ 기술동향

○ HPC 시설 운영

- 국내에서는 학술적 목적 및 기상예측 수치모의를 위하여 HPC 기반시설 운영중

○ HPC 홍수예측 활용

- 홍수예측 기초기법에 대한 다양한 HPC 기법 연구는 다수 수행되었으나 실무에 활용하고 있는 사례 미흡

3. 연구개발내용

○ 고정확도 수치모의의 효율성 증대를 위한 HPC 기반 시스템 구축

- 3세부 고성능 수치모형 요구성능 이상의 HPC 기반 시스템 구축

○ HPC 기반 홍수예보 시스템 운영기술 개발

- 고성능/고정확도 홍수예보모형 및 시스템 운영을 위한 HPC 시설의 운영기술 개발

프레임워크	선행 단계	-	-	요소기술개발	성능 향상	성과 도출
마일스톤	현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
CTE명	3	-	-	4	6	8

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 4세부의 연구성과, 홍수통제소 실무자의 요구성능 구현을 위한 성능목표 설정

○ 2~3차년도 구축된 시설을 기반으로 4차년도 HPC 기반 홍수예보 시스템 운영기술 개발, 5차년도 시범적용

□ 추진체계	○ 전산전문가 참여를 통하여 관련 시설의 운영 최적화 추진 ○ 기존 시스템과 별계로 운영되는 HPC 시설에 대한 기술 개발, 기존 시설과 병행운영될 수 있도록 과제 추진
5. 사업기간 및 소요예산	
	○ 사업기간: 3년 ○ 사업예산 - 총사업비 : 정부 7.5억원
6. 기타	
	○ 연구 본 사업 제안 시 연구결과의 최종이용자 그룹(국토교통부, 지방자치단체 등)의 니즈(needs)를 조사하여 반영해야 함

핵심(세부)과제명	(4-4) 홍수위치기반(FLBS) 홍수정보제공 플랫폼 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 국민 체감형 홍수정보를 통합 관리하고 이를 제공하는 시스템 개발 ○ 빅데이터 기반 지역 맞춤형 홍수정보 관리 및 표출을 위한 시스템 통합 기능 개발 ◯ 기존 홍수정보 시스템과 연계달성률 및 정보활용 만족도 95% 확보
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 세분화된 홍수정보를 안정적으로 통합 관리 및 서비스 하기 위해, 다중화, 자료 백업, 원격 소산, 망분리 등의 시스템 인프라 연구가 필요하고, 각종 자료 DB를 통합하기 위한 자료 표준화·규격화 방안 제시 필요 - 연구를 통해 개발된 기술 및 시스템의 통합적·체계적 운영관리를 도모하고 향후 빅데이터 기반 지역 맞춤형 홍수정보 활용의 고도화를 위해 시스템 통합이 필요 ○ 다양한 홍수정보 제공의 즉시성을 확보하기 위한 안정적이고 고속으로 자료를 전달하기 위한 방안 연구 필요 ○ 홍수정보 관리와 제공 서비스에 관한 정책 수립을 위해 국내외 유관기관의 정책을 조사하고, 정보 성격과 서비스 목적 및 대상을 고려한 방안을 제시 필요
□ 기술동향	○ 미국의 NOAA는 Comprehensive Large Array-Data Stewardship System (CLASS)를 이용하여 자료서비스 제공 ○ 유럽의 EUMETSAT Data Center는 자료를 웹페이지를 통해 다양한 관측자료를 제공하고 있으며, 이와 관련된 포맷, 소프트웨어, 검보정 자료, 훈련 등을 제공하고, 또한 유관기관으로부터 관련 자료를 수집하여 이를 가공한 자료를 서비스
3. 연구개발내용	
	○ 홍수정보 통합관리 처리/관리/배포 시스템 기본 설계 - 사용자 인터페이스 정의 및 기능별 개발 요구사항 정리 - 수집된 개념 및 요구사항에 따른 H/W 및 S/W 규격 예비 설계 - 정보 관리 및 서비스를 위한 자료 선정 및 자료 처리 레벨을 정의 ○ 홍수정보 통합처리/관리/배포 시스템 Prototype 개발 - 신규 획득 자료의 통합 DB 구축을 위한 자료 변환 모듈 개발 - 자료 관리 표준화 방안 조사 및 DB 통합을 위한 규격화/표준화 방안 제시 - LBS 기반 시스템 구축을 위한 시공간 인식 및 정보 전달체계 설계 - LBS 기반 시스템 구축을 위한 정보 처리/분석 및 전달체계 구축 - Web 기반 데이터 표출 포털시스템 개발 - 자료량을 고려한 백업 방안 제시 - 내/외부 시스템 연동을 위한 자료 교환 모듈 개발 - 실시간 모니터링 시스템 및 운영 지원 시스템 도출 - 데이터 규모 및 속성에 따른 H/W 구성안 제시

○ 홍수정보 통합처리/관리/배포 시스템 고도화 및 안정화

- 대상 그룹별로 필요한 서비스 도출
- 시스템 계정, 접근 권한, 접속 기록 등의 시스템 보안 항목 도출
- 내부 데이터 유출, 외부 네트워크 공격 등의 네트워크 보안 항목 도출

프레임워크		선행단계	요소기능 및 모듈검증 단계		실제환경 적용 가능성 검토	
마일스톤 (유형·기타)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL			
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도
CTE명	국민이 체감형 빠르고 정확한 홍수정보 전달 기술 및 체계	3	3	4	5	7	8

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

◯ 호환성 확보 및 효율적 성과도출을 위하여 기존 연구성과 적극 활용

◯ 홍수예보 표준모형 제시를 위하여 국내 특성을 반영한 모의체계 구축

○ 연구성과의 실용화 극대화를 위한 전략 수립

○ 정부부처 및 지자체 등 기술수요처와의 유기적 협조체제 구축

□ 추진체계

◯ 홍수예보의 수요자는 국토교통부 홍수통제소이므로 단계별 협의를 통하여 연구방향 및 내용 조정

○ 정부, 지자체 및 관련 기업 등 기술수요처와 유기적 협조체계 구축

○ 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고

5. 사업기간 및 소요예산

◯ 사업기간: 5년

◯ 사업예산

- 총사업비 : 정부 9.5억원

6. 기타

◯ 연구 본 사업 제안 시 연구결과의 최종이용자 그룹(국토교통부, 지방자치단체 등)의 니즈(needs)를 조사하여 반영해야 함

2절 공모조건

○ 연구책임자는 홍수예보기술 및 수리·수문/수자원 분야의 전반적인 이해를 바탕으로 해당 연구내용을 총괄 운영할 수 있는 전문지식과 행정능력, 대외협상 능력을 겸비한 자로 선정함

○ 제안공모의 연구기관의 자격은 해당 연구내용을 운영할 수 있는 전문성, 기술력, 행정능력을 겸비한 기관으로서 국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제4조에 해당하는 기관으로 함

○ 운영기간은 연구단 과제의 총 연구개발 기간으로 하며, 각 세부과제별 해당 연구기간 동안 무리 없이 연구를 진행할 수 있는 기관으로 선정함

3절 선정평가 방법

○ 신규과제 선정, 성과평가 등 연구관리는 국토교통과학기술진흥원의 일반적인 연구개발과제 관리기준에 따름

<표 5.1> 신규과제 선정평가 기준

평가기준	세부항목	배점
연구개발 목표 (20점)	▪ 최종 목표 및 연차별 달성 목표의 명확성· 타당성	10
	▪ 연차별 성과지표의 목표 적정성	5
	▪ RFP 연구목표와의 부합성	5
연구개발 내용 (20점)	▪ 연구개발 내용의 목표실현 가능성	15
	▪ 연구개발 내용의 독창성 및 차별성	5
추진전략 및 계획 (25범)	▪ 연구추진 전략 및 체계의 적정성 (관련 전문기관이 각 세부별로 참여하는지 평가) (실용화를 위한 연구추진체계의 적정성)	15
	▪ 연구 Site 확보 방안의 적절성	5
	▪ 연구기간 및 연구개발비의 적절성	5
국제공동연구 (5점)	▪ 국제 공동연구 또는 국외 전문가 활용계획의 적정성	5
연구성과물 활용계획의 구체성 및 달성가능성 (25점)	▪ 연구성과물의 활용계획 및 방안의 구체성	15
	▪ 연구성과물의 기대효과(정책적,사회적,경제적 파급효과)	10
연구진 구성의 전문성 (5점)	▪ 연구진의 전문성 및 구성의 적정성	5

부록. 사전타당성 검토

1절 경제적 타당성

□ 재해 저감 및 대응을 위한 기술개발은 투자대비 편익이 매우 큰 사업임

○ 기상 및 수문학적 서비스와 조기경보 시스템 등의 투자비용 대비 경제적 편익(B/C)은 매우 높으며, 재난관련 정보제공 및 경보체계 구축이 재난 감소를 위해 매우 중요한 것으로 평가되고 있음

※ 기상 및 수문학적 서비스 편익 : 2 ~ 36(WMO, 2015)

○ 물관리의 복잡성과 불확실성 확대에 따라 상하수도와 수자원, 하천관리 기술을 연계한 통합적 솔루션(Total solution)에 대한 시장수요가 확대되고 있으며, 이 중 홍수예보 기술에 기여할 수 있음

□ 홍수피해 저감과 첨단산업 성장을 위한 기술 고도화

○ 세계적으로 지난 40년간('70-'12) 자연재해에 의한 경제적 손실액은 약 2,390.7 billion$에 달하며, 우리나라의 경우 2000년 이후 도시지역('10.9.21 서울/수도권 지역 집중호우, '11.7.26-27 서울지역 집중호우 등)의 연간 홍수 피해액은 약 6,300억원에 이르러 홍수피해 저감을 위한 기술개발 투자가 시급함

○ 본 연구는 홍수의 도달시간, 예보전파 등의 소요시간을 반영한 선행시간을 확장하며, 이를 통하여 인명구조, 재산피해 및 재해복구 비용 저감, 사전 홍수정보를 이용한 방재 인력 및 장비의 효과적 운영에 기여할 수 있음

○ 본 연구는 재해예측 모델, 레이더, 첨단 ICT, 사회·경제적 영향평가 등과 같은 다학제적 기술로서 홍수와 관련된 융복합 기술의 동반 성장 가능

□ 국제협력 및 해외시장 진출을 위한 기술 확보

○ 현재 미국 및 일본을 중심으로 강우관측 레이더 국가망을 구축하고 방재를 위한 기술개발이 활발하게 추진되고 있음. 우리나라에서 강우레이더 활용 공간홍수예보 기술이 성공적으로 개발된다면, 미국, 일본 등과 연계해 국제공동연구 및 해외시장 기술동참 가능

2절 기술적 타당성

□ 미래중심의 객관적 홍수예측 기술

○ 본 기술은 자연재해 중 가장 중요한 홍수재난※을 해결하기 위한 실무 활용 기술 개발이 목적으로, 기존 현재 중심, 블랙박스형, 일방형 홍수정보의 제공에서 미래중심, 공유형, 개인 체감형 홍수정보 제공을 가능하게 하며, 국가의 홍수재난 체계에 대한 투명성과 신뢰도를 향상시킬 수 있음

※ 홍수는 지난 40년간('70-'12) 자연재해 가운데 가장 높은 빈도(44%)를 차지하며, 연도별 발생 빈도 또한 증가 추세('00년대 이후는 '70년대 대비 7배 증가) (WMO, 2014)

□ 국민 모두가 홍수에 대처할 수 있는 능동형 기술 개발

○ 본 기술을 통해 국민은 언제 어디서나 개인의 상황에 맞는 홍수정보를 입수 활용할 수 있으므로 국가 보장형 안전체계에서 개인이 스스로 안전을 확인하고 대비하는 능동적 홍수대응 체계로의 전환이 가능함

□ 해외진출을 위한 실무형 원천기술 개발

○ 국내 특성에 맞는 원천 및 실무형 기술개발을 통하여 홍수예측 및 정보전달 기술을 자립하고, 관련 분야의 해외 진출시 고유기술 적용을 통한 국가위상 제고

○ 강우레이더를 이용한 수문정보 생성 및 이를 활용한 방재 체계의 구축은 최첨단 기술이며 본 과제를 통하여 이에 대한 원천기술 확보가 가능

○ 세계적 기술개발 현황에서는 홍수재해 예측에 대한 기술 활황세가 뚜렷하게 나타나고 있으므로 관련 기술의 미래 전망이 좋은 것으로 예측됨. 또한 선진국이 꾸준한 연구개발 경향을 보이고 있지만, 최근에는 신흥국의 강세가 두드러지므로 우리나라도 충분한 경쟁력이 있는 것으로 판단됨

3절 정책적 타당성

□ 정부 중장기 계획과의 부합

○ 국토교통R&D 중장기 계획 분야중 “기후변화 대응 수재해 예방”과 본 연구의 개발 목표 부합되며, 국토교통부 2016 업무보고의“재해와 사고로부터 안전한 생활환경 조성” 정책 중 홍수대응 달성을 위하여 본 연구개발 필요

○ 획일화된 기상정보 위주의 지자체 홍수대응에서 지역별 특성을 반영한 국토부 홍수정보의 활용확대를 통한 홍수정보 고도화 및 국토교통부 위상 제고

□ 공공기술 개발을 통한 국가 역할 강화

○ 재난 관리는 상업적 부가가치를 추구하는 민간차원에서의 추진은 한계가 있고, 국가는 공공의 이익을 위해서 대규모 자연재해 대응을 위한 기술개발을 추진하여야 함

○ 홍수로부터 안전한 환경 조성을 통해 사회안전망 구축에 대한 국가역할을 강화하고, 산업발전 및 선진국가 도약 기반 제고