

화산섬 제주의 실시간 홍수 감지 및 안전지원 기술 개발

실시간 모델링 및 호우시나리오 기반 홍수 위험 추정 시스템 개발

연구책임자 윤 정 수 (한국건설기술연구원)

연구책임자 원 영 진 (헤르메시스)

2024.11.20.

연구개발사업 개요

과제명

화산섬 제주의 실시간 홍수 감지 및 안전지원 기술 개발

최종목표

- (1차년도) 제주지역 맞춤형 안전지원 기술 및 실시간 홍수 위험 추정 기술 개발
- (2차년도) 실시간 홍수 위험 기반의 안전지원 통합 시스템 개발 및 검증
- (최종) 제주지역의 실시간 홍수피해 예측과 지역 맞춤형 안전지원 기술 개발

책임자



KICT/헤르메시스
윤정수/원영진

연구기간



2023년 4월 ~
2024년 12월 (1년 9개월)

연구개발비



총 2.98억원
(2차년도: 1.58억원)

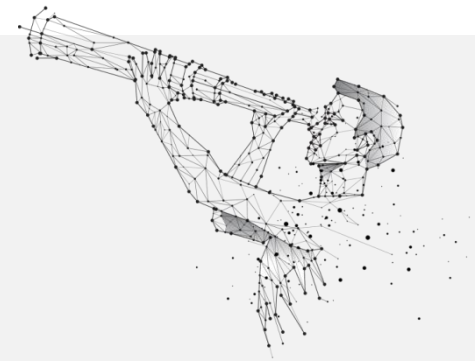
과제의 성격



지역문제 → 스스로 해결
(지역맞춤형 연구개발)

최종성과물

- 홍수 및 침수 위험지수 산정 모델
- 실시간 홍수 및 침수 위험 추정 시스템





CONTENTS

화산섬 제주의 실시간 홍수 감지 및 안전지원 기술 개발

- I 연구배경 및 필요성
- II 연구개발 목표 및 내용
- III 향후 추진 계획



화산섬 제주의 실시간 홍수 감지 및 안전지원 기술 개발

I

연구배경 및 필요성

연구 배경

| 기본 목표 |

강우레이더기반 침수 및 홍수위험도지수 산정

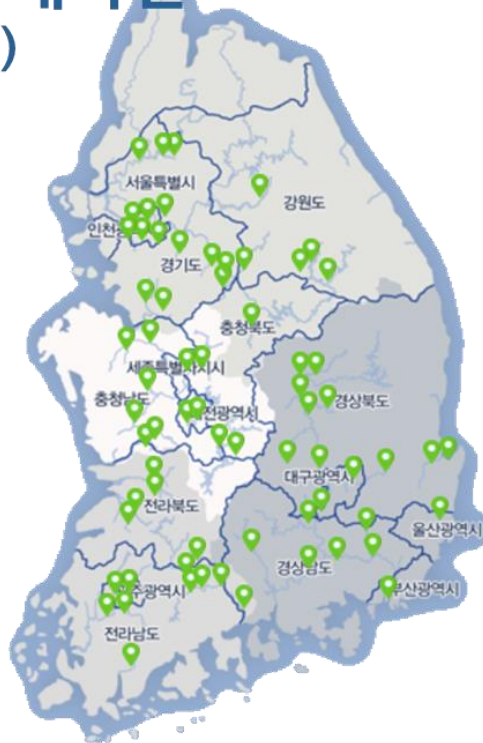


홍수예보의제공범위확대

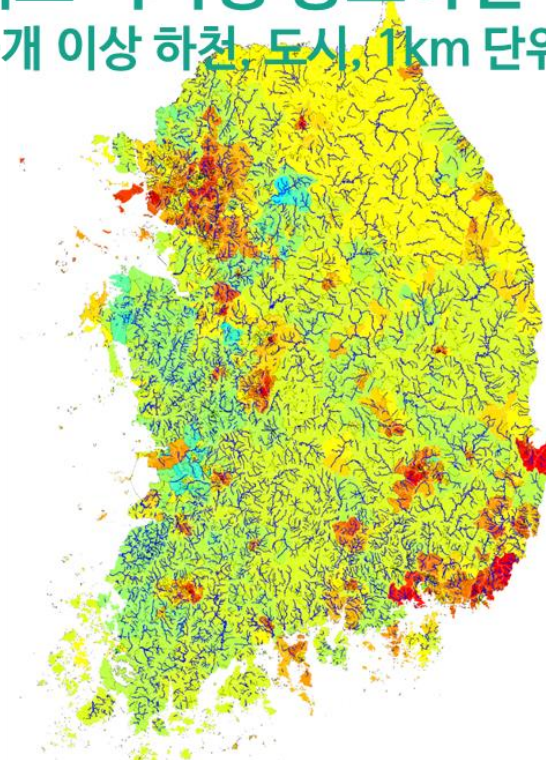


강우레이더자료의활용성향상

현행 홍수예보 대하천
(70개 지점)



홍수예보 미시행 중소하천
(최소 3000개 이상 하천, 도시, 1km 단위)



연구 배경

환경부(한강홍수통제소)

기본 목표

강우레이더기반 침수 및 홍수위험도지수 산정



홍수예보의제공범위확대



강우레이더자료의활용성향상

주요 수행내용

내용1 강우레이더격자기반 유량산정기술

- 홍수 및 침수위험도 산정 방법 검토
- 전국 지형자료 구축
- 유출 모형 구축
- 유량 산정 및 지수화 기술

내용2 홍수및 침수위험 기준설정

- 홍수 및 침수 자료의 수집
- 과거 자료 기반 위험 기준 설정
- 위험 기준 확대 적용 방안

내용3 홍수및 침수위험도 산출체계구축및평가

- 홍수 및 침수 위험도 산출 체계 구축
- 실증 및 평가



수행범위

사업 범위

전국 (1km 격자 단위, 10분 간격, 실시간~6시간 예측, 도서지역 제외)

- 홍수 위험도 지수 : 전국 지방하천 대상
- 침수 위험도 지수 : 도시 포함 전국



연구 배경

기본목표

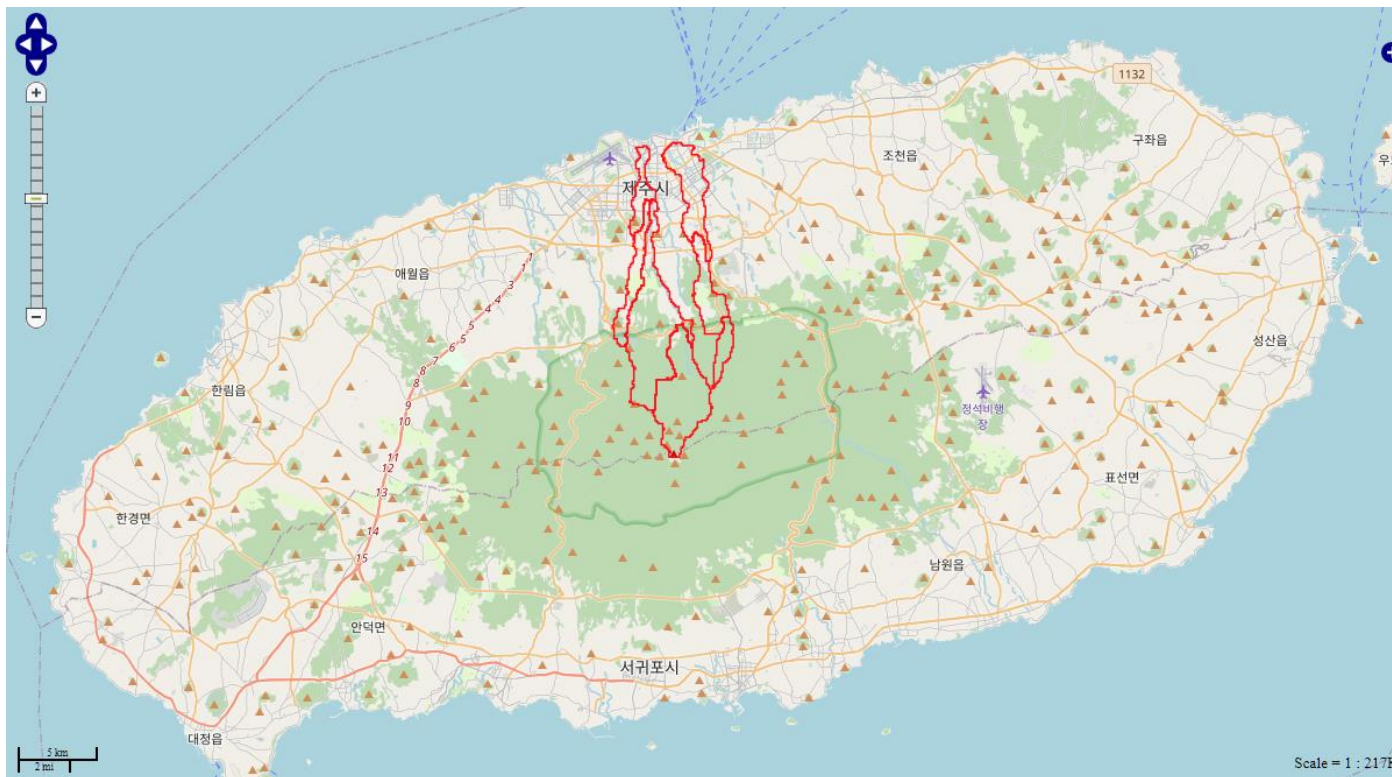
제주도 테스트베드 침수 및 홍수위험도지수 산정



테스트베드(산지천, 한천)



공간해상도 향상(100m/250m)



화산섬 제주의 실시간 홍수 감지 및 안전지원 기술 개발

II

연구개발 목표 및 내용



연구개발 내용

내용 1 | 홍수 및 침수 위험도 산정

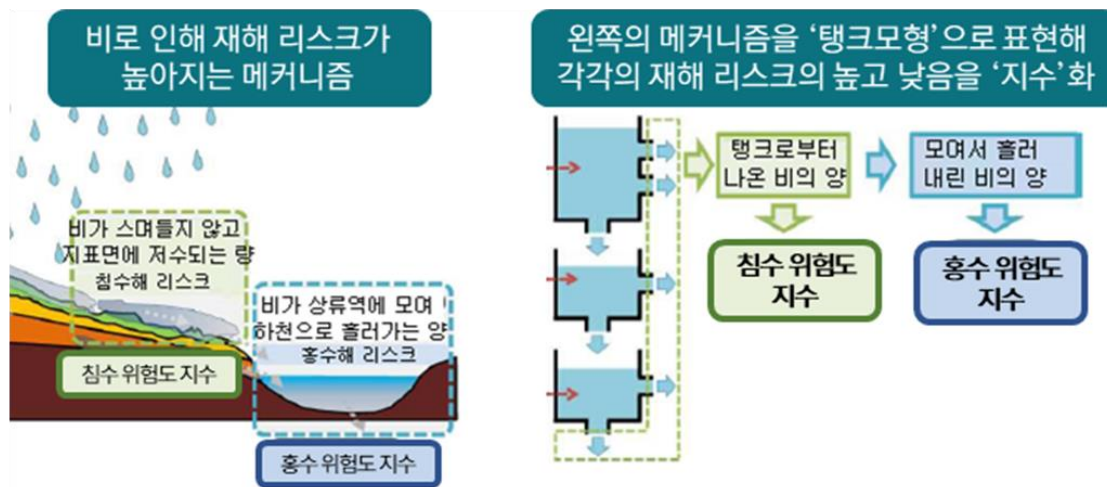
1.1 홍수 및 침수 위험도 산정

- 강우레이더 자료 활용을 위한 격자 기반 홍수 위험도 및 침수 위험도 산정

홍수 위험도 지수 : 상류 강우로 인해 하류 대상 지점의 홍수 위험도 파악

침수 위험도 지수 : 단시간의 강한 강우에 의한 침수 위험도의 증가를 파악

- 홍수재해 사례를 대상으로 재해 발생의 유무에 대한 대응관계를 도출, 수위 및 유량을 관측하지 않는 하천을 포함한 전국의 모든 지역에 구축이 가능하며, 신속한 계산이 가능

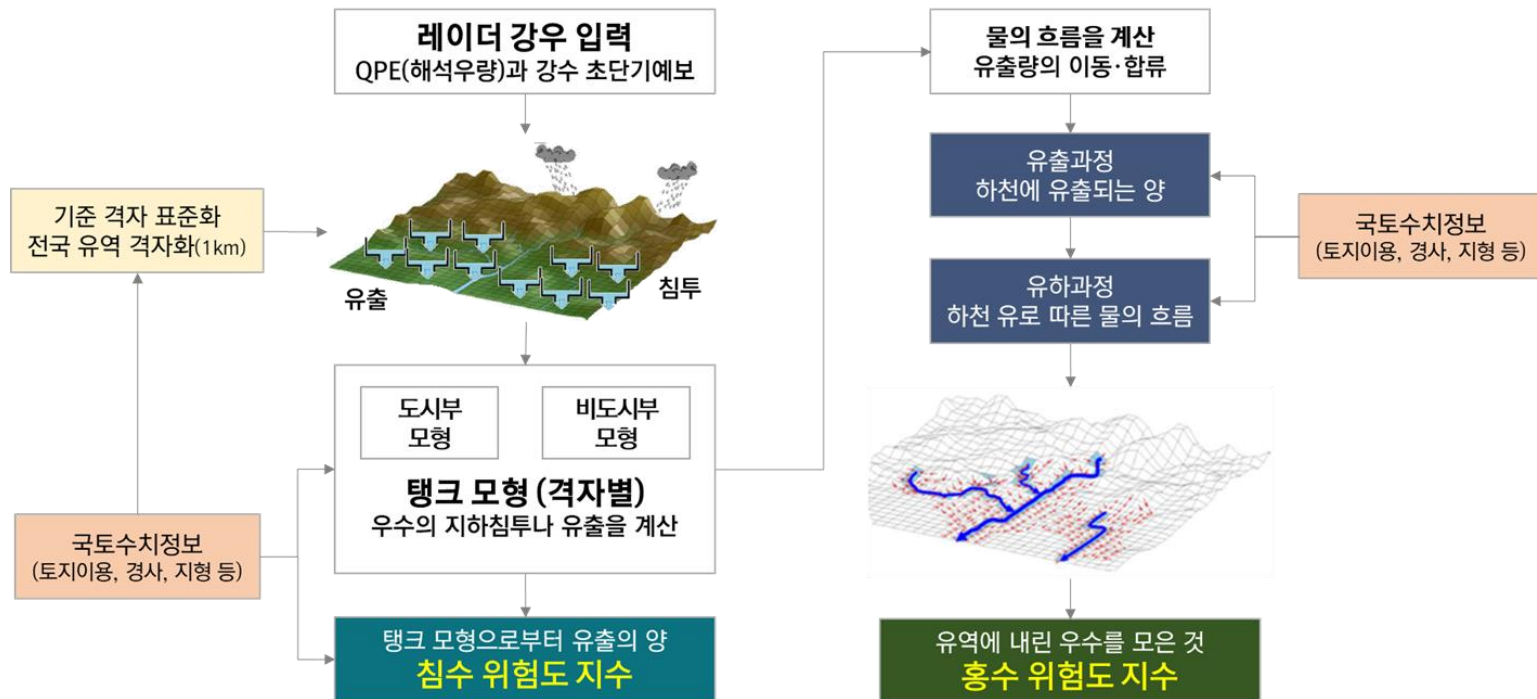


침수 위험도 지수와 홍수 위험도 지수의 메커니즘

연구개발 내용

내용 1 | 홍수 및 침수 위험도 산정

1.1 홍수 및 침수 위험도 산정 과정



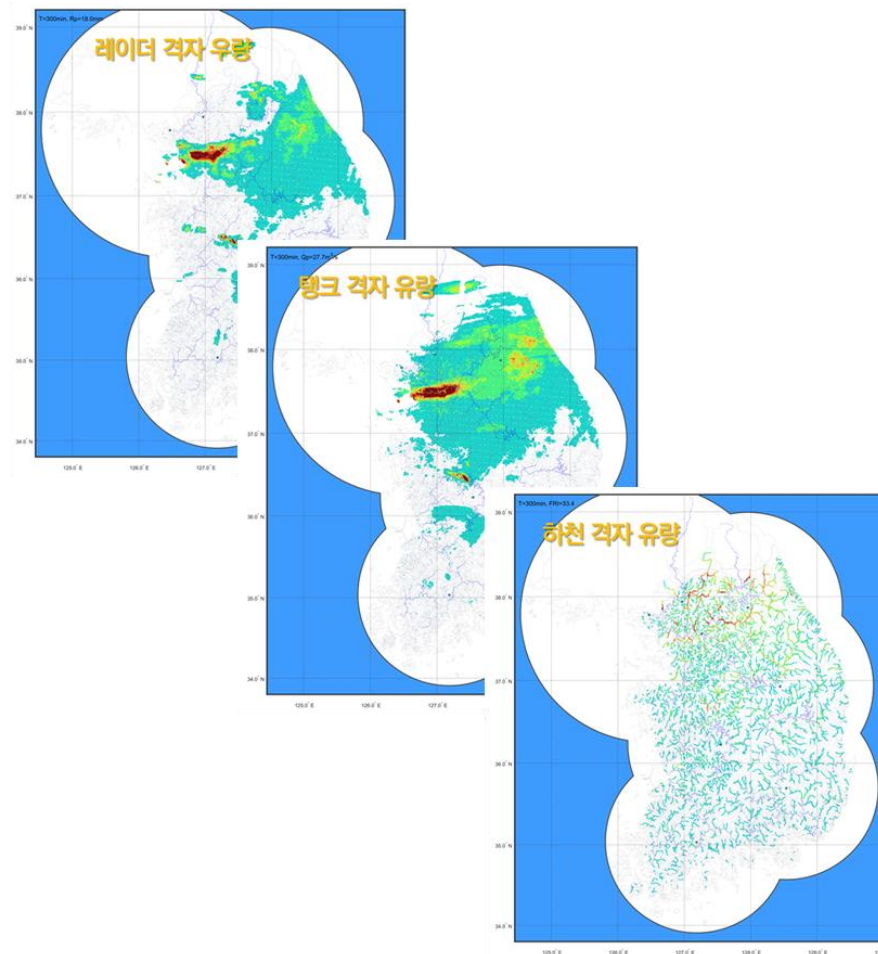
침수위험도 지수와 홍수위험도 지수 산정 과정

연구개발 내용

내용 1 | 홍수 및 침수 위험도 산정

1.2 침수위험도 지수 구축

- 제주도 100m 격자 Tank 유출량 산정 모듈
 - 100m 관측 강우레이더 자료
 - 격자 특성 및 구조 정보 작성 및 입력
 - 실시간 Tank 유출량 계산
 - 강수 실시간 입력 및 매개변수 입력 모듈 작성
- 제주도 지방하천 유출량 산정 모듈
 - 격자 특성 및 구조 정보 입력
 - 레이더 관측 100m 강우 변환
 - 지방하천 실시간 유출량 계산
 - 하천 격자점 기준 총 약 3~4분 소요
 - * 격자 특성 및 격자·하천 구조 정보 작성
 - : 계산 시간 최소화를 위해 흐름특성 맵 작성

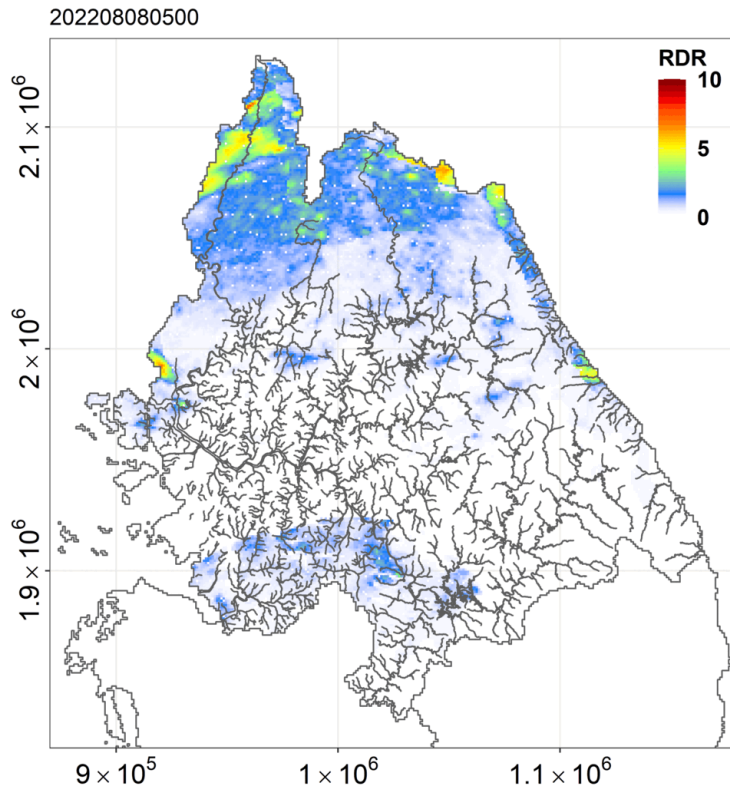


연구개발 내용

내용 1 | 홍수 및 침수 위험도 산정

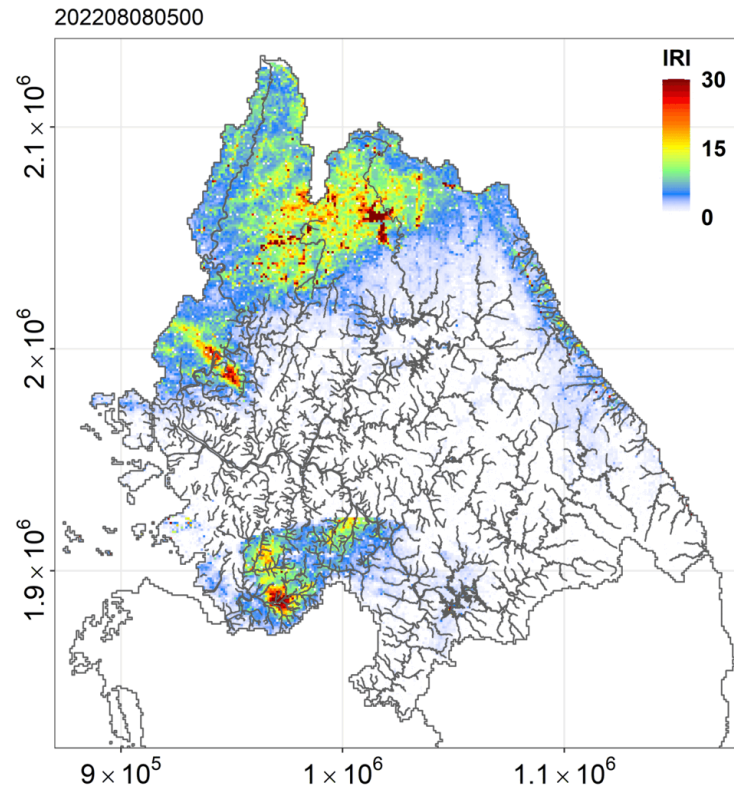
1.2 침수위험도 지수 구축

RDR



침수지수 예시

IRI



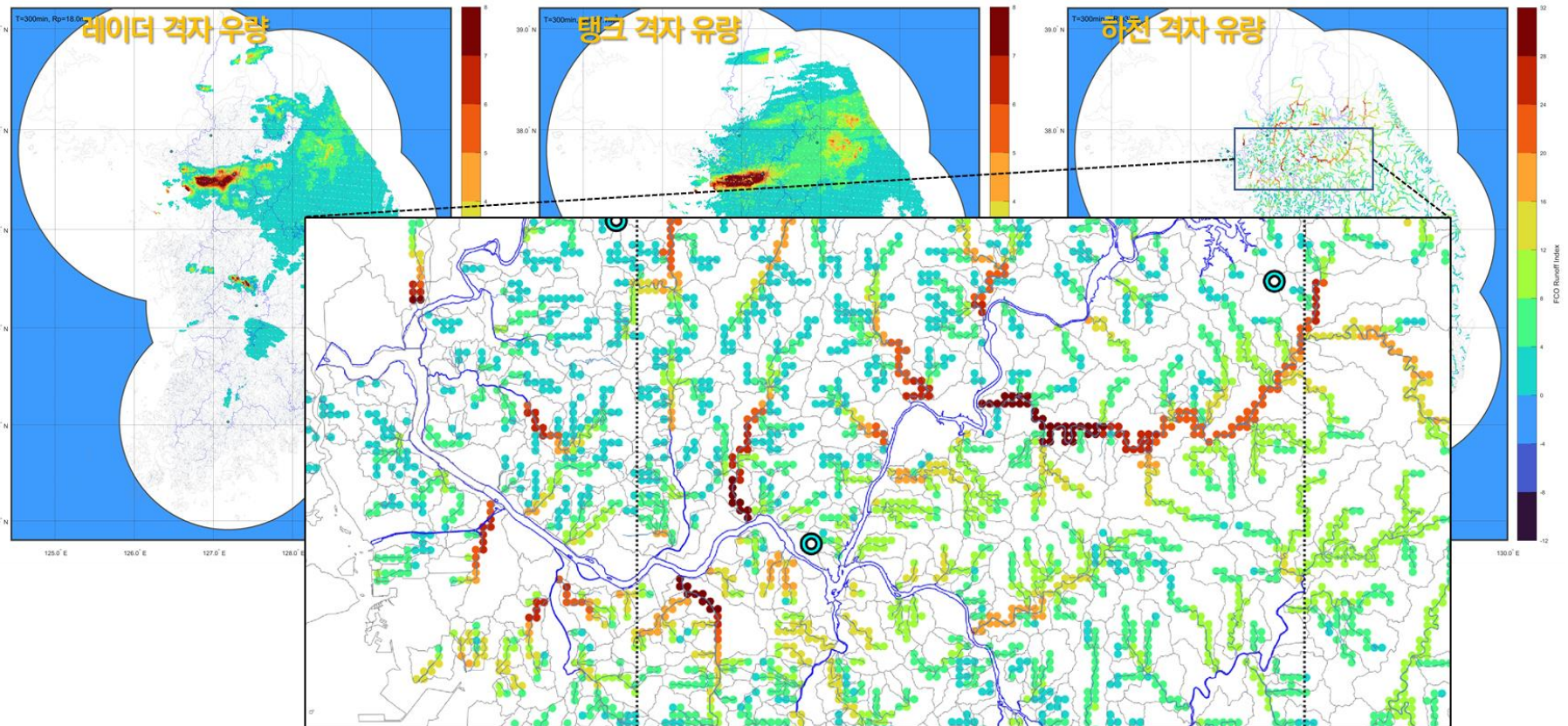


연구개발 내용

내용 1 | 홍수 및 침수 위험도 산정

1.3 홍수 위험도 지수 구축

홍수지수 예시

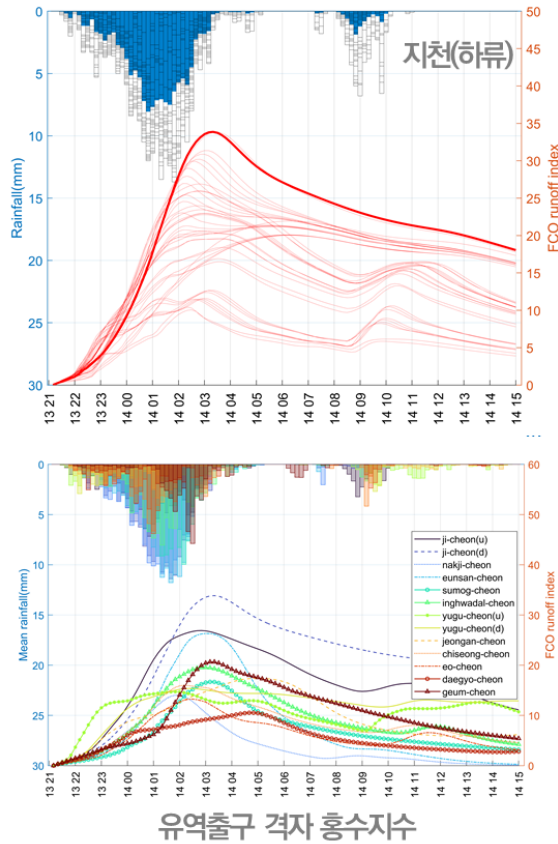




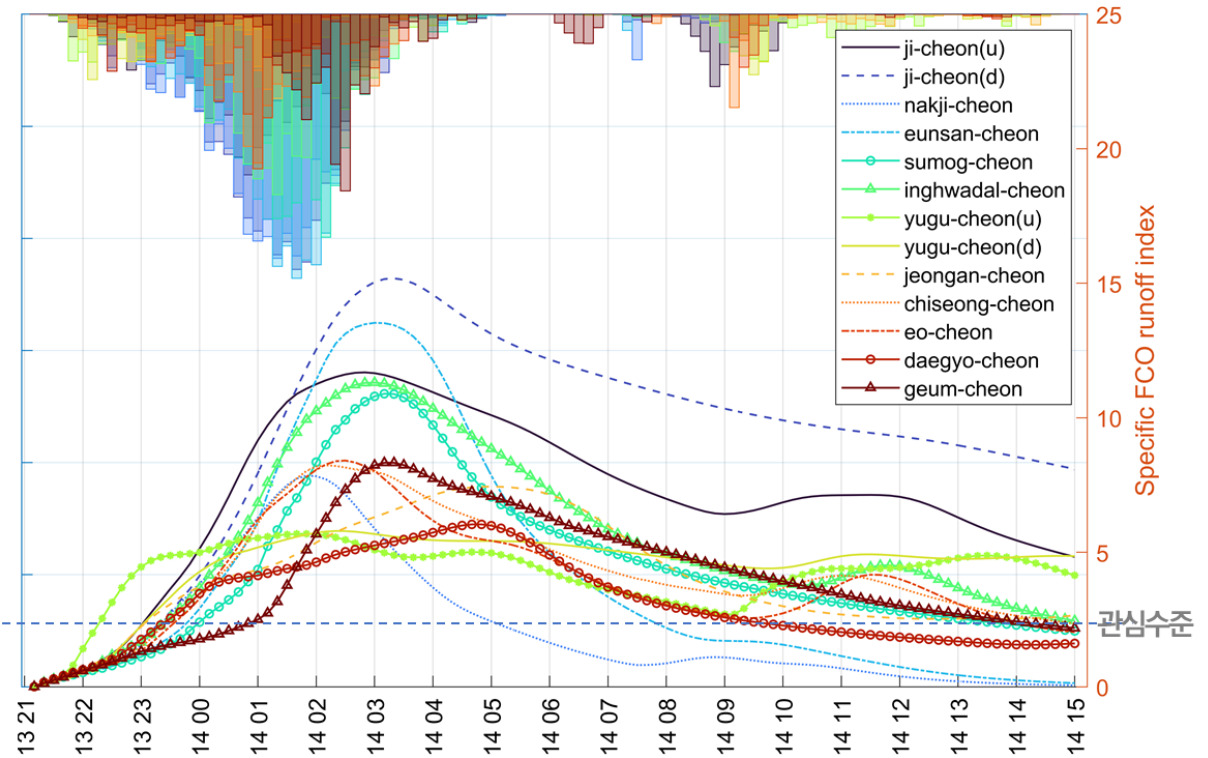
연구개발 내용

내용 1 | 홍수 및 침수 위험도 산정

1.3 홍수 위험도 지수 구축



유역출구 격자 홍수지수(면적&연장비)



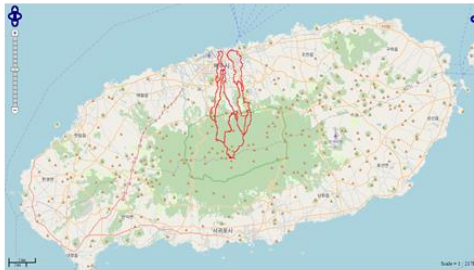
홍수지수 예시

연구개발 내용

내용 2 | 홍수 및 침수 위험도 시스템 개발

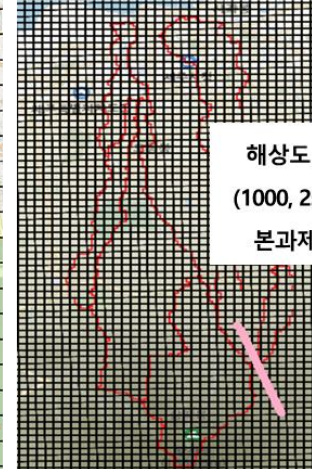
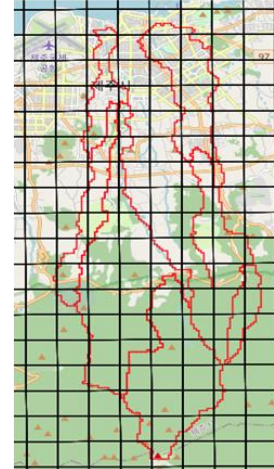
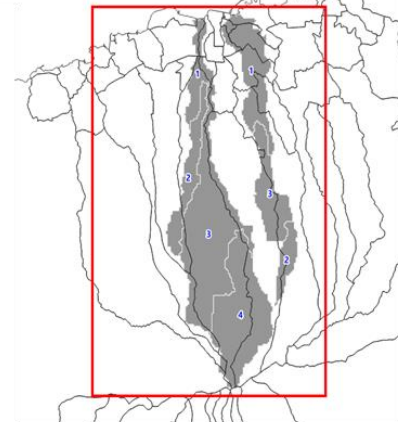
2.1 침수 및 홍수 위험도 정보 구축

* 분석 모형을 위한 DATA 구성



테스트베드(TB)

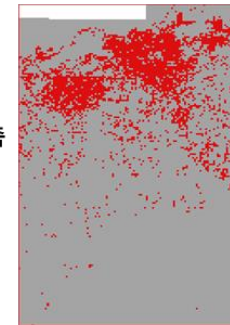
참고 공간정보



해상도 수준 참고
(1000, 250m, 100m)
본과제는 100m



토지피복도(세분류) 대상지역 구축
(Domain, Resolution)
→ 도시(red), 비도시 재분류



연구개발 내용

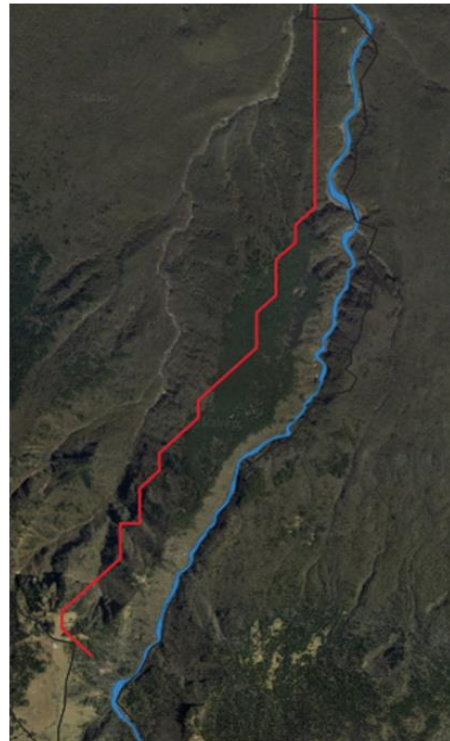
내용 2 | 홍수 및 침수 위험도 시스템 개발

2.1 침수 및 홍수 위험도 정보 구축

* 분석 모형을 위한 DATA 구성



참조 정보를 활용하여 DATA 보정



159077 ↘	159078 —	159079 ↓	159080 ↗	159081 —	159082 —	159083 —
158077 ↘	158078 —	158079 ↗	158080 —	158081 —	158082 —	158083 —
157077 ↓	157078 ↘	157079 —	157080 —	157081 ↓	157082 ↘	157083 ↘
156077 ↗	156078 ↓	156079 ↓	156080 ↘	156081 ↓	156082 ↘	156083 ↘
155077 ↓	155078 ↓	155079 ↓	155080 ↓	155081 ↓	155082 ↓	155083 ↓
154077	154078	154079	154080	154081	154082	154083

117.097 ↗	113.795 ↗	111.829 ↗	118.164 ↗
123.816 ↗	120.562 ↑	121.739 ↘	124.098 ↘
131.188 ↗	128.644 ↗	130.482 ↑	127.612 ↘
137.210 ↗	132.161 ↗	131.698 ↑	133.023 ↘

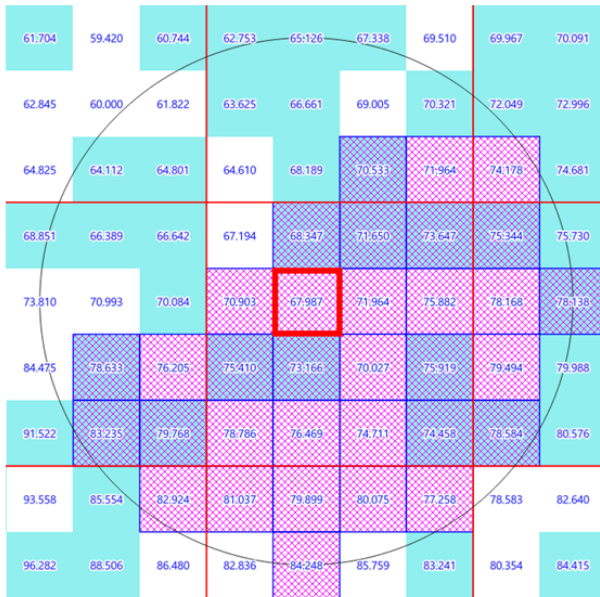
5m → 100m DEM Transform 후,
DEM 고도 자료에 대한 정밀 보정
Slope, FD 등 파생Data 고려

연구개발 내용

내용 2 | 홍수 및 침수 위험도 시스템 개발

2.1 침수 및 홍수 위험도 정보 구축

* 분석 모형을 위한 DATA 구성



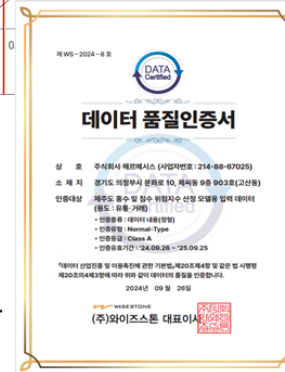
0.03127895	0.02139282	0.02448493	0.02008839	0.02373634	0.02934157	0.03282664	0.021894	0.02896089
61.704	59.420	60.744	62.753	65.126	67.338	69.510	69.967	70.091
0.02844837	0.00579739	0.01821556	0.0203721	0.03035831	0.02742795	0.02109053	0.02081741	0.03188967
62.845	60.000	61.822	63.625	66.661	69.005	70.321	72.049	72.996
0.03411508	0.04111595	0.03395151	0.01971798	0.03579315	0.02738027	0.02092037	0.02727291	0.01902696
64.825	64.112	64.801	64.610	68.189	70.533	71.964	74.178	74.681
0.04026761	0.02276939	0.01840874	0.02583763	0.02642652	0.03302994	0.02202323	0.02390386	0.01898397
68.851	66.389	66.642	67.194	68.347	71.650	73.647	75.344	75.730
0.05247659	0.04604752	0.03441185	0.03708695	0.00560838	0.0397657	0.04140145	0.03196665	0.02448536
73.810	70.993	70.084	70.903	67.987	71.964	75.882	78.168	78.338
0.10665321	0.07640022	0.06121735	0.05248716	0.05178802	0.01442536	0.05892006	0.03574478	0.02797752
84.475	78.633	76.205	75.410	73.166	70.027	75.919	79.494	79.988
0.09113867	0.04970593	0.0356266	0.03974368	0.04554805	0.04684334	0.0313299	0.04126389	0.01991852
91.522	83.235	79.768	78.786	76.469	74.711	74.458	78.584	80.576
0.08004097	0.04091187	0.0315609	0.03230652	0.03668036	0.05363914	0.02800217	0.02916805	0.04057175
93.558	85.554	82.924	81.037	79.899	80.075	77.258	78.583	82.640
0.07775627	0.03947054	0.03848858	0.02077034	0.04349373	0.06011228	0.05983101	0.02916805	0.04057175
96.282	88.506	86.480	82.836	84.248	85.759	83.241	80.354	84.415

Identify Results

Feature	Value
index_1_100m	POLYGON ((908500 1500400, 908600 1500400, 908600...
WKT	POLYGON ((908500 1500400, 908600 1500400, 908600...
(Derived)	
(Actions)	
WKT	POLYGON ((908500 1500400, 908600 1500400, 908600...
rrrr	147
ccc	058
rrrrcc	147058
mapx	908550
mapy	1500450
rrcc	3715
mb_id	6002
sb_id	600203
sb_part_id	03
cat_sn	05
srl_in_sb	0137
srl_in_cat	0001
SRL_IN_400m	06
sum_ub	36
slopeAVG	58
adj_RRCC	3715381533816537165361653615336145371453814
no_ub	75154565338585450
no_nonub	85152510512513585450

분석용 입력 데이터 구성 과정 예시

모형 입력 데이터에 대한
과기부 데이터품질 인증



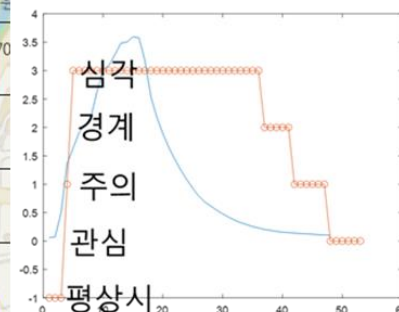
100m 격자 마다 보유하는
특성 정보중 일부 예시

연구개발 내용

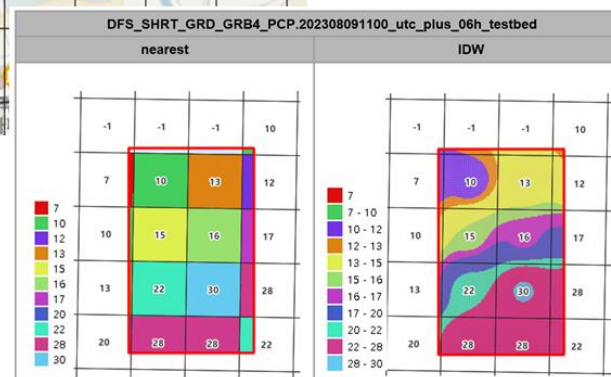
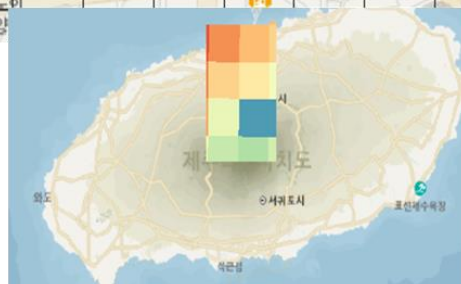
내용 2 | 홍수 및 침수 위험도 시스템 개발

2.1 침수 및 홍수 위험도 정보 구축

* 분석 모형을 위한 DATA 구성



주요 관심 지점

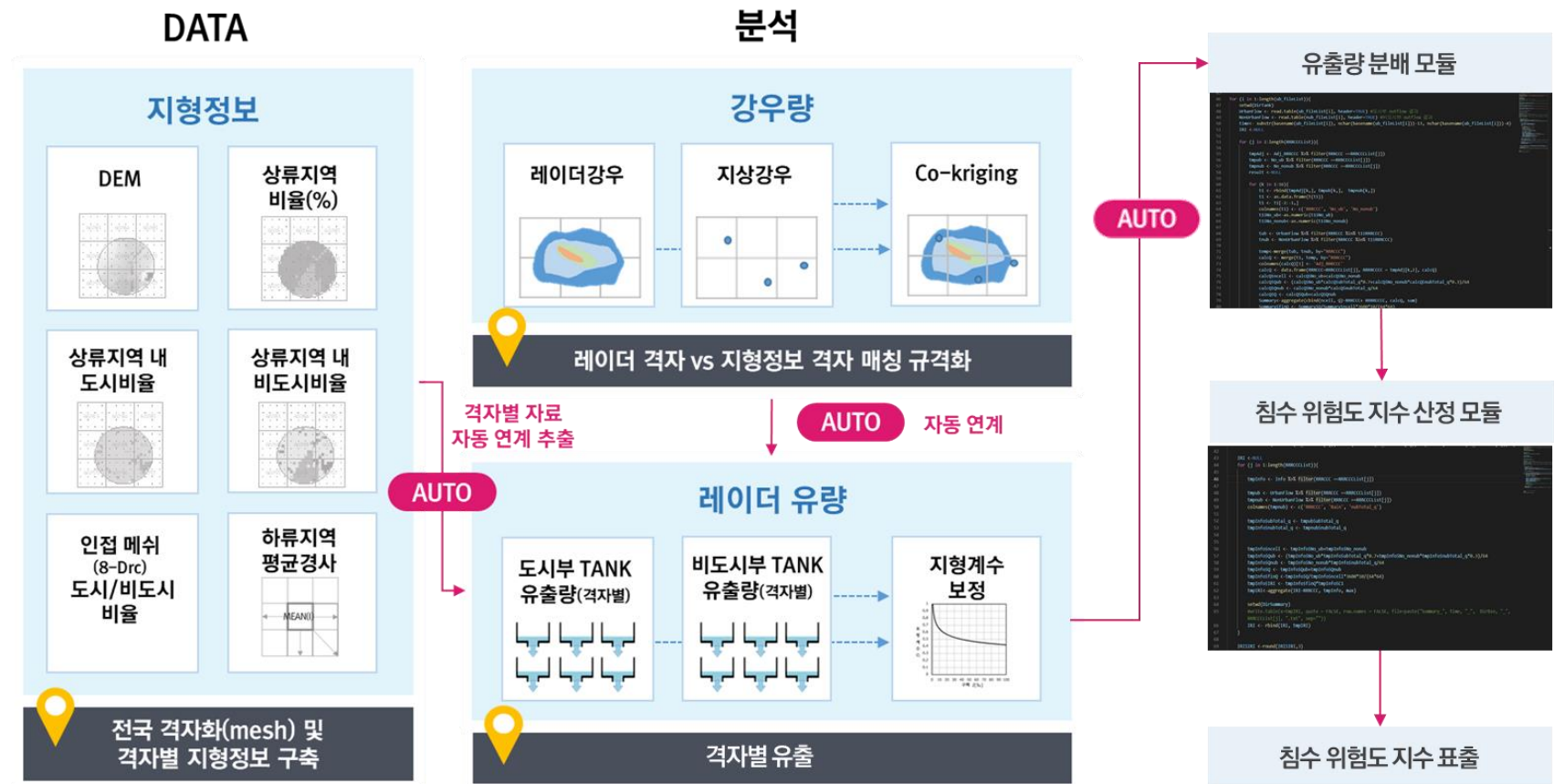


예측강우(5km→100m) 적용을 위한 시험 자료 구성

연구개발 내용

내용 2 | 홍수 및 침수 위험도 시스템 개발

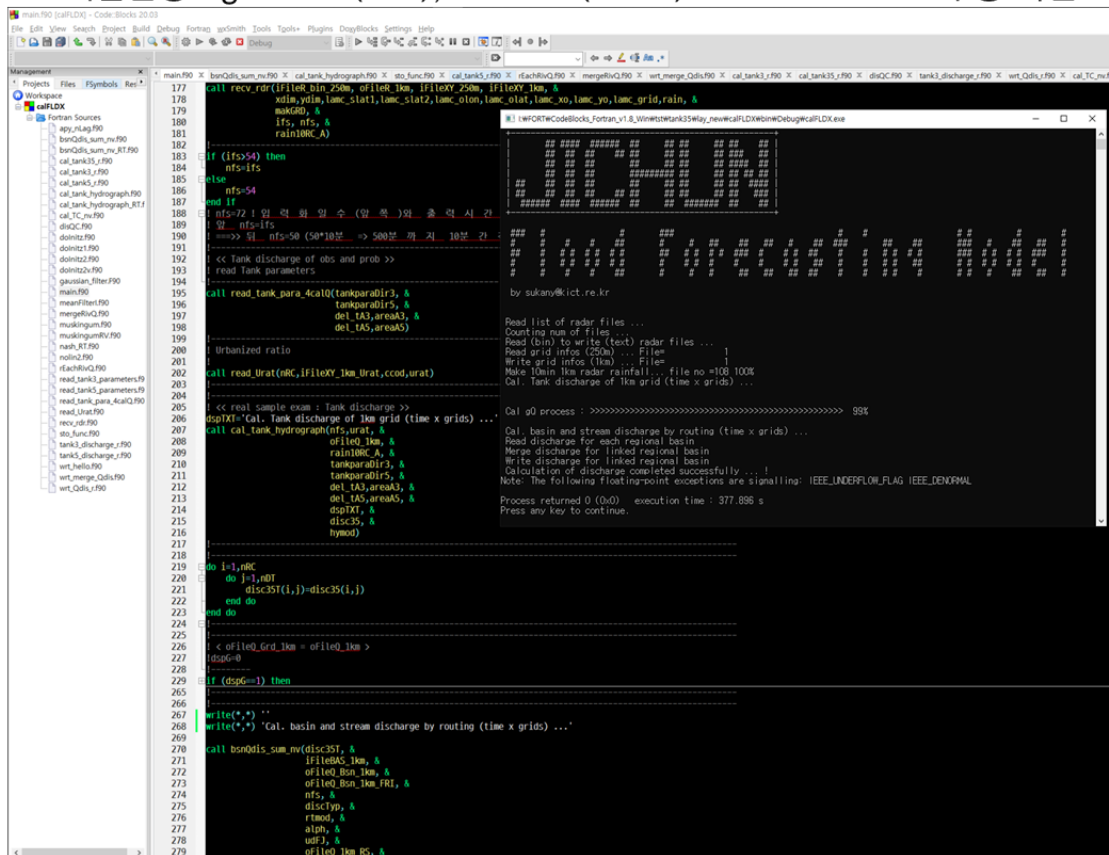
2.2 침수 및 홍수 위험도 시스템 구축





내용 2 | 홍수 및 침수 위험도 시스템 개발

개발환경 : gFortran(F90), CentOS(Linux) & Windows 10 구동 확인



```
call rcv rdr &
```

```
(iFileR_bin_250m, oFileR_1km, &
iFileXY_250m, iFileXY_1km, xdim, ydim, &
lamc_slat1, lamc_slat2, lamc_olon, lamc_olat, &
lamc_xo, lamc_yo, lamc_grid, rain, &
makGRD.ifs, nfs, rain10RC A)
```

```
! << read Tank parameters >>
```

```
call read tank para 4cal0 &
```

```
(tankparaDir3, tankparaDir5, &
Del_tA3,areaA3, del_tA5,areaA5
```

! << Urbanized ratio >>

```
call read Urat &
```

```
(nRC,iFileXY_1km_Urat,ccod,urat)
```

! << Tank discharge >>

call cal tank hydrograph &

```
(nfs,urat, oFileQ_1km, rain10RC_A, &
tankparaDir3, tankparaDir5, &
del_tA3,areaA3, del_tA5,areaA5, &
dspTXT, disc35, hymod)
```

! << Cal basin and stream Q by routing >>

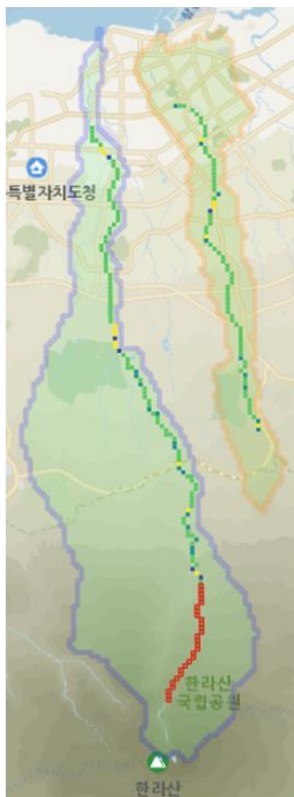
```
call bsnQdis_sum nv &
```

```
(disc35T, iFileBAS_1km, oFileQ_Bsn_1km, &
oFileQ_Bsn_1km_FRI, &
nfs, discTyp, rtmod, alph, udFJ, &
oFileQ_1km_RS, oFileQ_1km_FRI_RS)
```

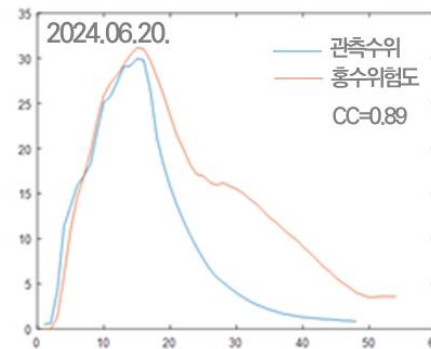
연구개발 내용

내용 2 | 홍수 및 침수 위험도 시스템 개발

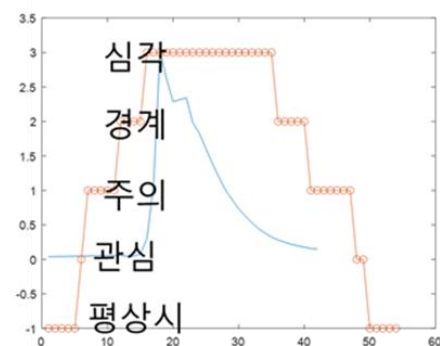
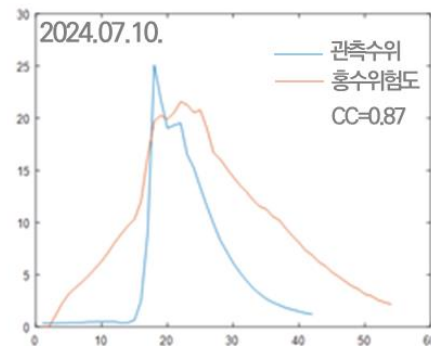
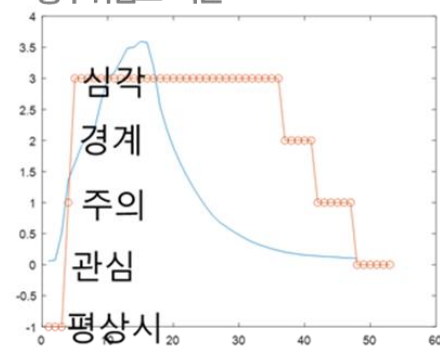
2.2 침수 및 홍수 위험도 시스템 구축



남수교 지점 홍수위험도 산정 결과



홍수위험도 기준



연구개발 내용

내용 2 | 홍수 및 침수 위험도 시스템 개발

2.2 침수 및 홍수 위험도 시스템 구축

집중 호우 시 수해 위험 단계별 위험 수준 가이드

저지대 상습침수 지역 도로



위험【심각】

주택, 차량 침수 발생 시 즉시 탈출/신고
⇒ 침수 장소에서 높은 곳, 먼 곳
⇒ 이동 시 맨홀 주의



저지대 지하 차도

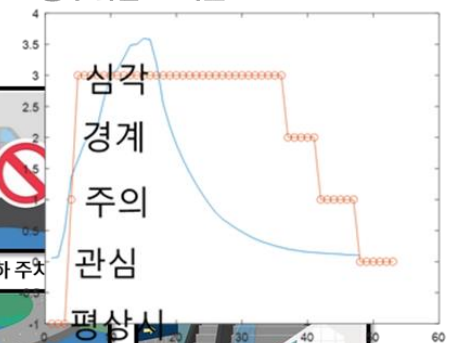


저지대 맨홀



지하 주차장

홍수위험도 기준



위험【경계】

낮은 곳/지하층에 있으면 높은 곳으로 이동/외출 자제
하천 주변/농수로 접근 금지
차량 서행/침수 도로 우회/잠수교 통행 자제



하천/제방/절개지 주변



하천 잠수교 (제방보다 낮은 다리)



지하 시설 (주택 등)



위험【주의】

소하천/계곡/농수로 등 급류 주변 접근/횡단 금지
⇒ 운동, 산책, 물놀이, 낚시 등 중단
사람 및 차량 안전한 곳에서 대기



도시 하천 산책로



소하천/계곡



농수로/배수문

* 행정안전부 자연재난행동요령 참고 제작성

화산섬 제주의 실시간 홍수 감지 및 안전지원 기술 개발

Ⅲ

향후 추진 계획

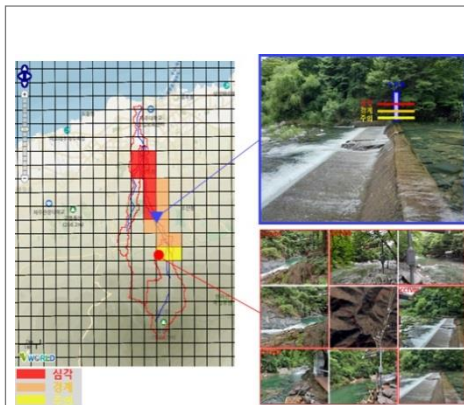


향후 추진 계획

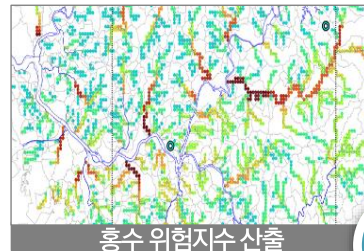
추진 계획

안전지원 통합시스템 연계

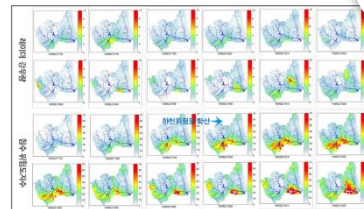
홍수 및 침수 위험지수 추정 시스템



호우시나리오 기반 도시침수 및 하천 홍수예측



홍수 위험지수 산출



침수 위험지수 산출

안전지원 통합시스템 개발

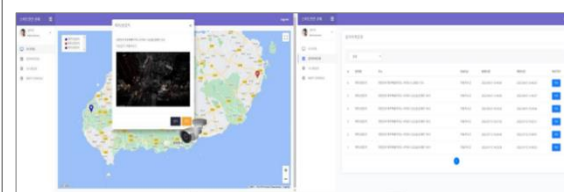


모니터링 웹



위치기반상황인지

위험상황 모니터링 시스템 개발



안전지원 통합시스템



실시간 모델링을 위한
제주도 홍수 및 침수
위험지수 산정 모델 개발

호우시나리오 기반 홍수 및
침수 위험 추정 시스템 개발

- 호우의 시공간 분포 특성을 고려한 호우시나리오 개발
- 제주도 홍수 및 침수 위험지수 산정 모델 개발
- 호우시나리오 기반 도시 침수 및 하천 홍수예측
- 레이더 강우 및 호우시나리오 기반 홍수 및 침수 시뮬레이션 시스템 개발

안전지원
통합시스템 연계



화산섬 제주의 실시간 홍수 감지 및 안전지원 기술 개발

감사합니다.



행정안전부



제주특별자치도

