



2022 한국수자원학회 학술발표대회

# QGIS-GRM 모델 개발 및 적용사례

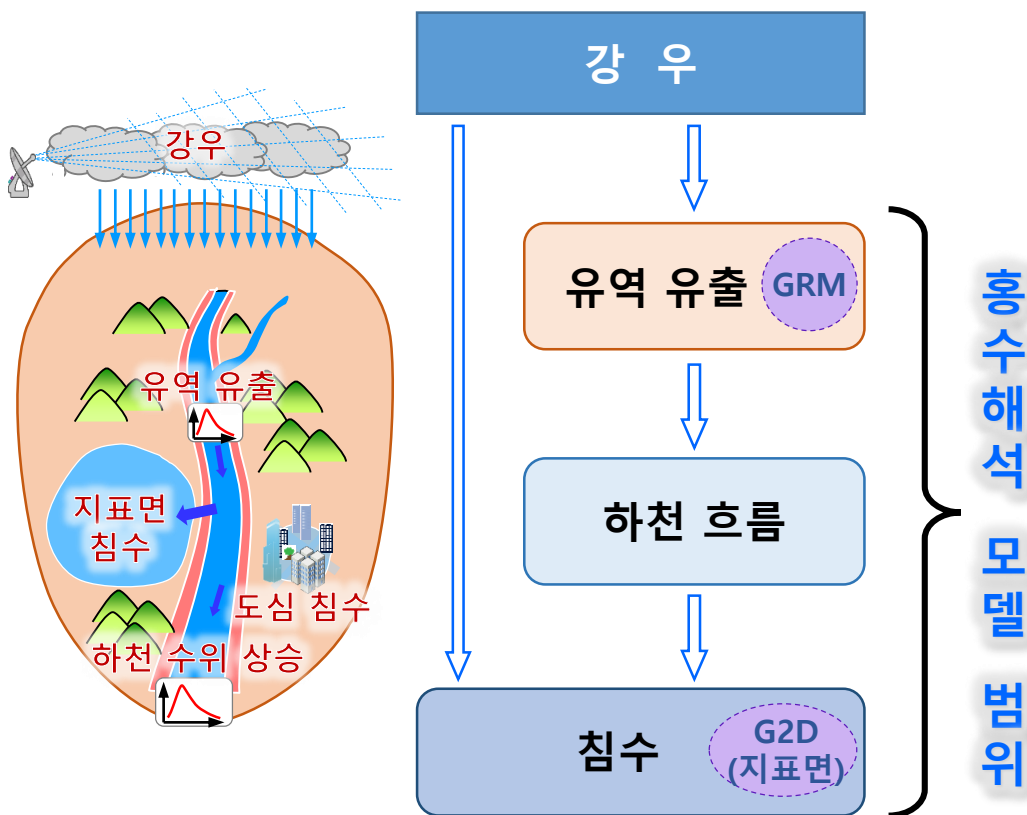
환경부 R&D : 골든타임 확보를 위한 유역 시공간 상세 홍수예보기술개발(4세부 : 행정구역 홍수정보 생산 기술 개발)

DATE\_ 2022. 05. 19.

발 표 자\_ 최윤석, 김경탁, 최천규  
소 속\_ 한국건설기술연구원



# 1. 개요 - 일반적인 홍수해석 모델의 범위



## • 모의대상

- 강우의 토양 침투, 증발산, 융설
- 지표면 흐름, 지표하 흐름, 하천 흐름 (유량, 수심, 유속 등)

## • 계산방법

- 물리적, 경험적, 통계적 방정식 적용
- 1차원, 2차원 해석
- 모델링 S/W 개발 및 활용

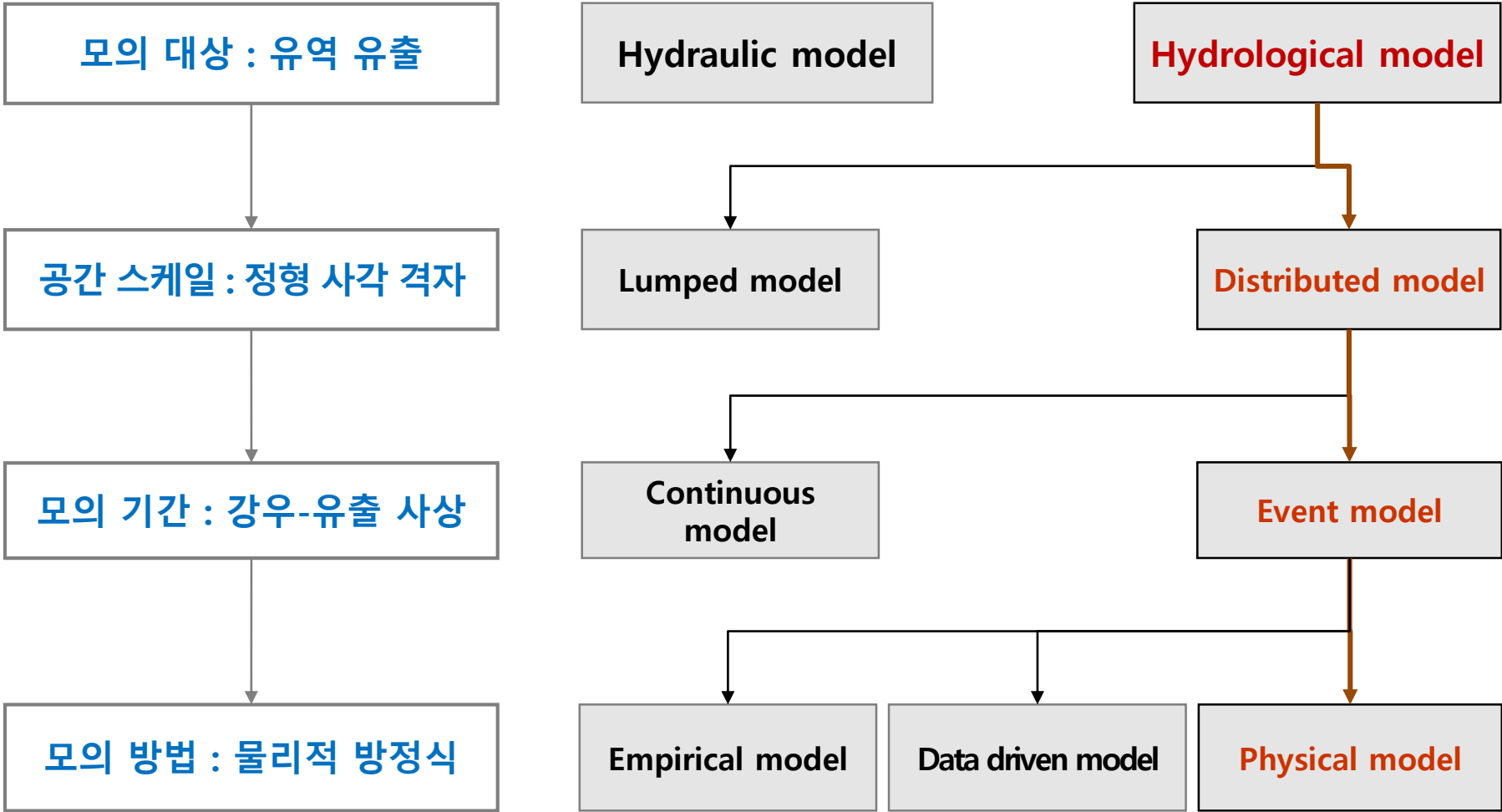
## • 활용분야

- 홍수예보
- 홍수 후 상황, 수문학적 거동 분석
- 홍수대비·대응 계획 수립

홍수해석 모델 범위



# 1. 개요 – GRM 모델의 개략적 분류



# 2. GRM 모델

- 모의 대상
  - 유역 유출 해석 모델(유역에서 하천으로 유입되는 유량 계산)
  - 침투, 침누, 지표하 유출, 기저유출, 지표면 흐름, 하천 흐름, 저수지

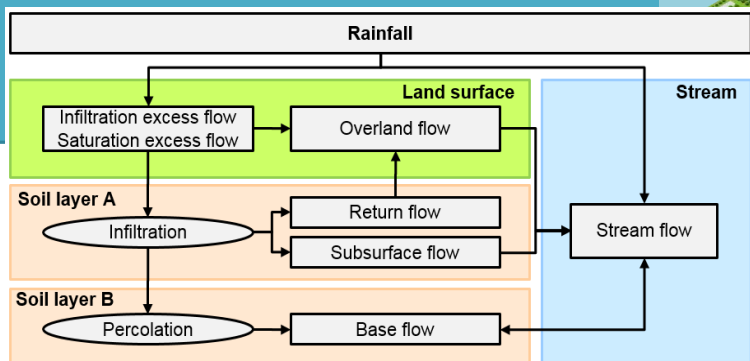
- 계산 방법
  - 주요 방정식 : Kinematic wave eq., Green-Ampt eq.
  - 격자 기반의 분포형 모형(→ 고해상도 홍수모의)
  - 1차원 흐름 해석
  - CPU 기반 병렬계산

- 주요 history
  - 2008 : 최초 버전 릴리즈 (HyGIS-GRM)
  - 2014 : Free S/W로 전환
  - 2017 : GitHub 오픈소스로 전환 (<https://github.com/floodmodel/GRM>)

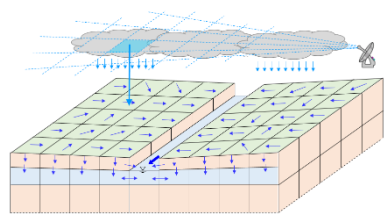
WMO 홍수모의 분야 대표 모형 중 하나로 채택

<https://www.floodmanagementinfo/e2e-ews-ff-community-of-practice-area/resources/inventory/>

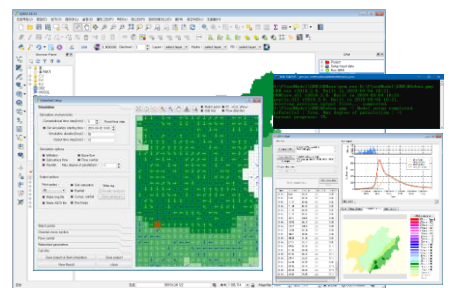
- '17 ~ 현재 : 국가홍수예보시스템 구축 연구사업 진행 중 (골든타임 확보를 위한 유역 시공간 상세 홍수예보기술개발)



수문성분간 흐름 모식도



격자 단위 흐름 모식도



모델링 S/W(QGIS-GRM)

A screenshot of the WMO inventory website. It shows a table of models categorized by Hydrology, Reservoir, Hydrodynamic, and Platforms. The table lists the model name, short name, long name, and a link to the model page. The 'GRM' model is highlighted in the table.

| Type         | Short name | Long name   | Link                               |
|--------------|------------|---|------------------------------------|
| Hydrology    | HEC-HMS    | Hydrologic Modeling System  | Click here to go to the model page |
| Reservoir    | HEC-RAS    | Hydrologic Engineering Center Reservoir System Simulation                     | Click here to go to the model page |
| Hydrodynamic | HEC-RAS 2D | Hydrologic Engineering Center's (CEM) HEC-RAS River Analysis System (HEC-RAS) | Click here to go to the model page |
| Platforms    | GRM        | Grid-based Rainfall-Runoff Model  | Click here to go to the model page |
| Hydrology    | GRM        | Grid-based Rainfall-Runoff Model  | Click here to go to the model page |



WMO inventory

## 2. GRM 모델

### 지배방정식

- Overland flow :  $\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = r - f + \frac{q_r}{\Delta y}$

- Channel flow :  $\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = r \Delta y + q_L + q_{ss} + q_b$

- Manning's eq.  $u = \frac{R^{2/3} S_0^{1/2}}{n}$

- Infiltration  $F(t) = Kt + \Delta\theta\psi \ln(1 + \frac{F(t)}{\Delta\theta\psi})$   $f(t) = K(\frac{\psi\Delta\theta}{F(t)} + 1)$

- Subsurface flow :  $q_{ss} = KD_s \sin(S_a)$

- Percolation :  $p = K_{Bv} \times \Delta t$

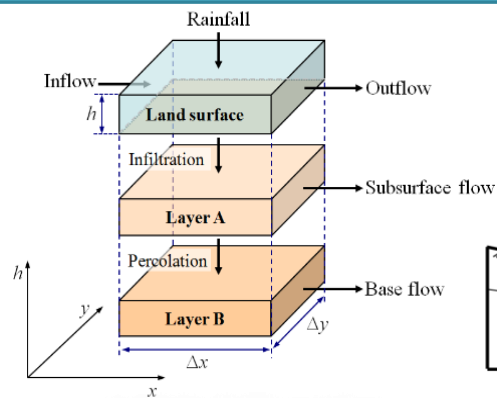
### - Lateral flow in soil layer B

$$q_{Bh} = K_{Bh} D_B \frac{dz_B}{dx} = K_{Bh} D_B \sin(S_a)$$

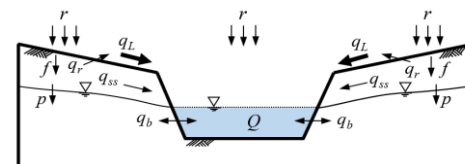
### - Baseflow

$$q_b = K_{Bh} \frac{h_B - h_{ch}}{h_{ch}} b \quad (\text{for } h_B > h_{ch})$$

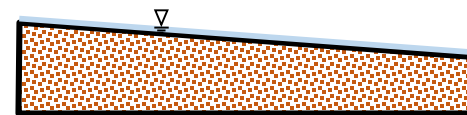
$$q_b = K_{Bh} (h_B - h_{ch}) \quad (\text{for } h_B < h_{ch})$$



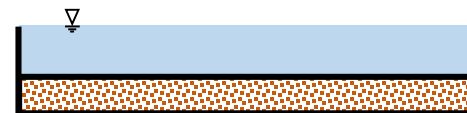
수직층 흐름 모식도



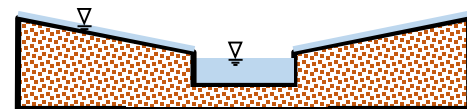
하천 횡단면 흐름 모식도



Overland flow



Channel flow



Channel and overland flows

검사체적 형식

$q$  : 단위 폭당 유량( $q=uh$ ),  $u$  :  $x$  방향 유속,  $r$  : 강우강도,  
 $f$  : 침투율,  $q_r$  : 복귀류,  $A$  :  $x$  방향에 직각인 흐름 단면적,  
 $Q$  : 유량,  $h$  : 수심,  $q_L$  : 측방유입,  $q_{ss}$  : 지표하 유출,  
 $q_b$  : 기저유출,  $t$  : 시간

$K_{Bv}$  : B 층에서의 연직 투수계수,  $p$  : 침투량

$z_B$  : B 층의 수위,  $K_{Bh}$  : B 층의 횡방향 투수계수,

$D_B$  : B 층의 수심,  $q_{Bh}$  : B 층의 단위폭당 횡방향 유량,

$h_B$  : 비피압대수층의 수심,  $h_{ch}$  : 하도 수심,  $b$  : 하폭



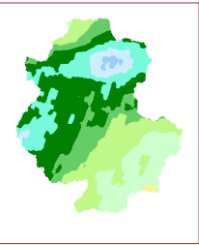
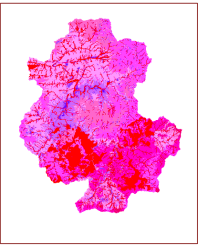
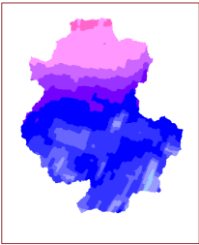
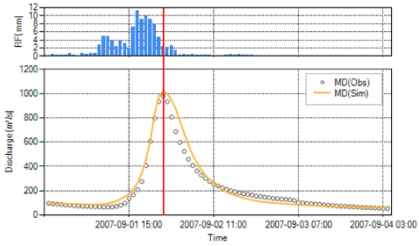
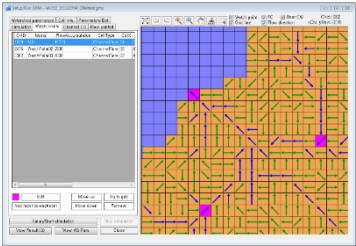
# 2. GRM 모델

## 입력자료

| Original data                       | Input data  | Format               | Required                  |
|-------------------------------------|---|----------------------|---------------------------|
| DEM                                 | Watershed   | ASCII raster         | O                         |
|                                     | Flow direction<br>Flow accumulation                               | ASCII raster         | O                         |
|                                     | Slope   | ASCII raster         | O                         |
|                                     | Stream  | ASCII raster         | Optional<br>(recommended) |
| Channel width                       |   | ASCII raster         | Optional                  |
| Initial soil saturation ratio       |   | ASCII raster         | Optional                  |
| Initial stream flow                 |   | ASCII raster         | Optional                  |
| Land cover map                      | Land cover  | ASCII raster         | Optional<br>(recommended) |
| Soil map                            | Soil texture  | ASCII raster         | Optional<br>(recommended) |
|                                     | Soil depth  | ASCII raster         | Optional<br>(recommended) |
| Rainfall gauge,<br>radar, satellite | Rainfall(distributed<br>rainfall field or mean<br>areal rainfall) | ASCII raster<br>Text | O                         |
| Discharge                           | Observed discharge  | Text                 | Optional                  |

## 출력자료

- 모든 Watch point에서의 유량 계산결과, 유역 평균강우량,
- 소요된 계산시간 등
- Flow control 유량 자료
- 저수지 저류량, 유입량
- 대상 watch point에서 출력되는 모든 계산결과  
(유량, 기저유량 수심, 토양수분함량, 토양포화도, 격자 강우량,  
상류 평균강우량, Flow control 자료, 저류량 등)
- 모의 결과 격자 분포도 ASCII, image raster file





# 2. GRM 모델

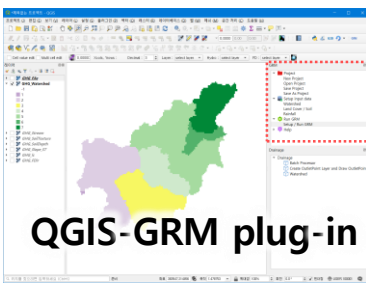
## QGIS-GRM

설치방법 : 플러그인 설치관리자에서 저장소 추가 설정 → 플러그인 선택, 설치

[https://raw.githubusercontent.com/floodmodel/Plugin\\_repository\\_QGIS3.10/main/plugins.xml](https://raw.githubusercontent.com/floodmodel/Plugin_repository_QGIS3.10/main/plugins.xml)



### Watershed setup



### QGIS-GRM plug-in

### Model parameters setup

```
GHG500.gmp - 메로장
[html] 편집(E) 서식(O) 보기(V) 도움말(H)
[html] version="1.0" standalone="yes">
<GRMProject xmlns="http://tempuri.org/GRMProject.xsd">
  <ProjectSettings>
    <ProjectFile>C:/GRM/SampleGHG/GHG500.gmp</ProjectFile>
    <GRMSimulationType>SingleEvent</GRMSimulationType>
    <WatershedFile>C:/GRM/SampleGHG/watershed/GHG_Watershed.asc</WatershedFile>
    <SlopeFile>C:/GRM/SampleGHG/watershed/GHG_Slope_ST.asc</SlopeFile>
    <FlowDirectionFile>C:/GRM/SampleGHG/watershed/GHG_FDir.asc</FlowDirectionFile>
    <FlowAccumFile>C:/GRM/SampleGHG/watershed/GHG_FAc.asc</FlowAccumFile>
    <StreamFile>C:/GRM/SampleGHG/watershed/GHG_Stream.asc</StreamFile>
    <ChannelWidthFile />
    <LandCoverDataType>File</LandCoverDataType>
    <LandCoverFile>C:/GRM/SampleGHG/watershed/GHG_Lc.asc</LandCoverFile>
    <LandCoverVATFile>C:/GRM/SampleGHG/watershed/GHG_Lc.vat</LandCoverVATFile>
    <ConstantRoughnessCoeff />
    <ConstantImperviousRatio />
    <SoilTextureDataType>File</SoilTextureDataType>
    <SoilTextureFile>C:/GRM/SampleGHG/watershed/GHG_SoilTexture.asc</SoilTextureFile>
    <SoilTextureVATFile>C:/GRM/SampleGHG/watershed/GHG_SoilTexture.vat</SoilTextureVATFile>
    <Print>PrintSoilPorosity />
  </ProjectSettings>
</GRMProject>
```

### GRM model project file (.gmp)

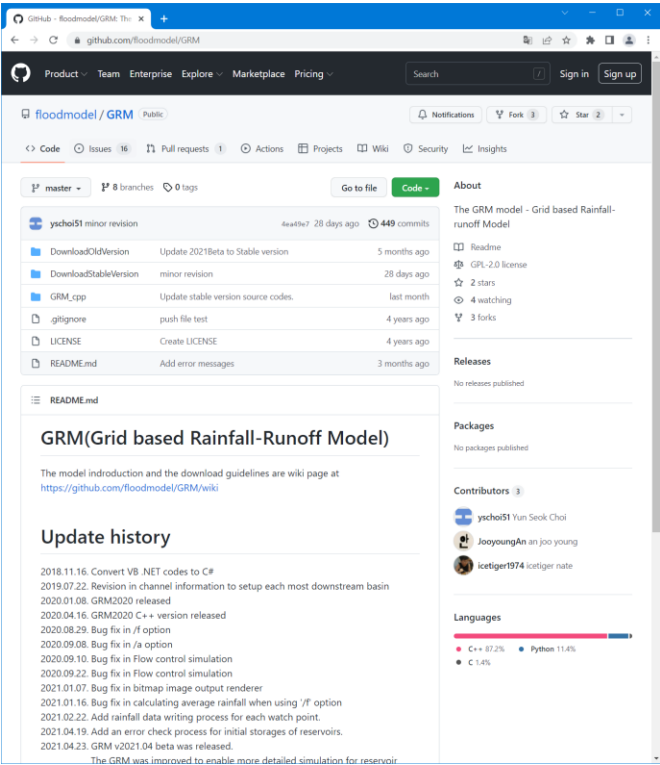
```
C:\Users\CYSW\python\plugins\GRM\DLL\GRM.exe
C:/GRM/SampleGHG/GHG500.gmp -> Model setup completed.
IsParallel : True, Max degree of parallelism : -1
Current progress: 51%.
```

### Run GRM

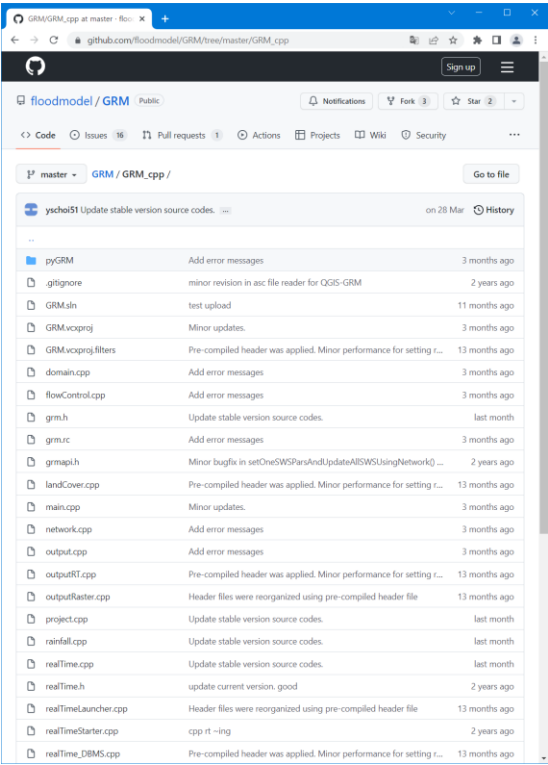
### Setup land cover and soil data

# 2. GRM 모델

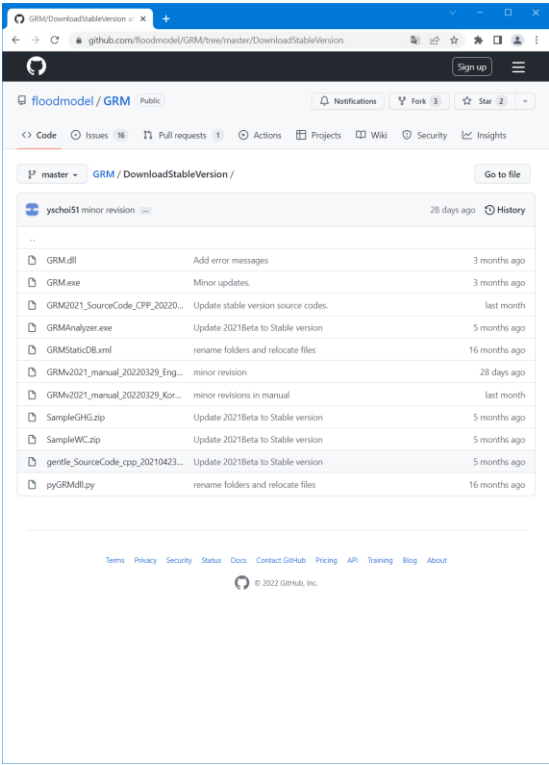
 GRM Open source S/W (<https://github.com/floodmodel/GRM>)



GRM repository



소스코드

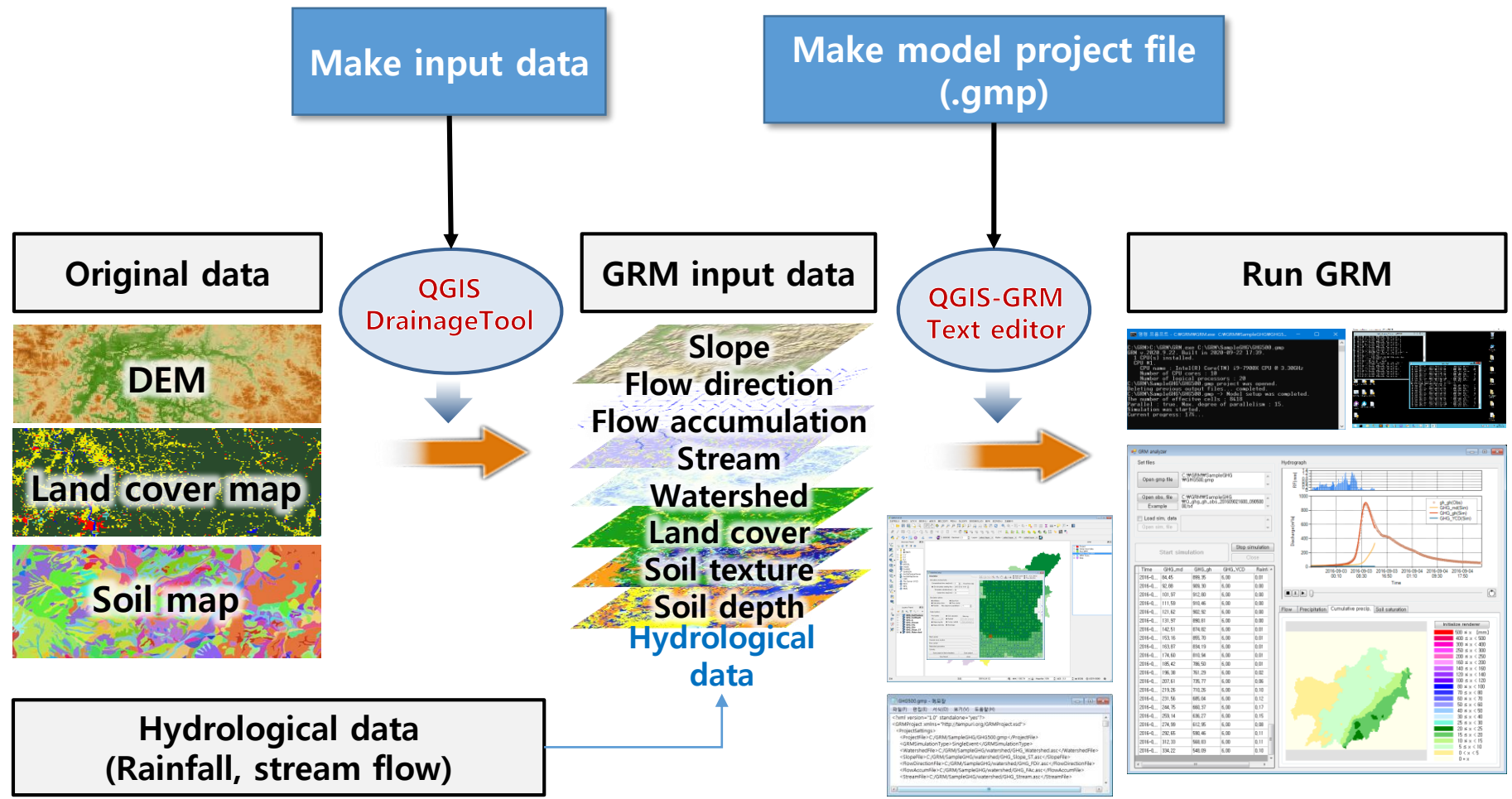


실행파일, 매뉴얼, 샘플데이터



# 2. GRM 모델

## 활용절차



## 2. GRM 모델

### ❑ S/W 관점에서의 고찰 ( 모델 개발 → 보급 확대 → 실무 활용 확대 )

2007-2012

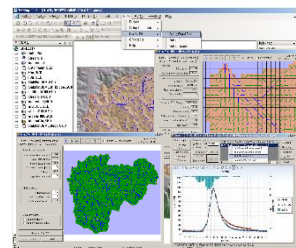
- Visual Basic .NET, 2008년 첫번째 버전 릴리즈
- 상용 S/W로 배포, HyGIS plug-in 으로 실행
- GIS에 embedded된 모델 (tight coupling)로 개발

2013 ~ 2016

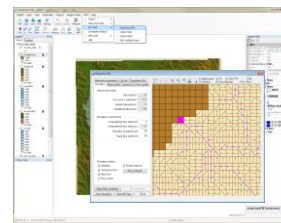
- Free S/W로 배포, Microsoft TFS 활용 팀 개발
- Open source S/W (OSS) MapWindow GIS의 plug-in 으로 실행

2017 ~ 현재

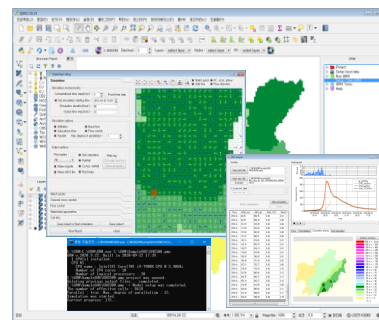
- 오픈소스 S/W로 전환 (<http://github.com/floodmodel/GRM>)
- 모델에서 GIS와 GUI 분리, OSS QGIS(2.18.x, 3.x) 연계 (interface GUI 개발)
- CPU 병렬계산 기법 → 홍수예보 실무 적용을 위한 고해상도 고속 모델링
- 언어 변경 : VB .NET → ('17) C# (.NET Core, Linux)  
→ ('20) C/C++ (Linux, 속도 향상)



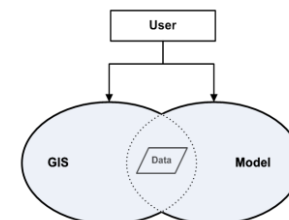
<GRM.dll + HyGIS>



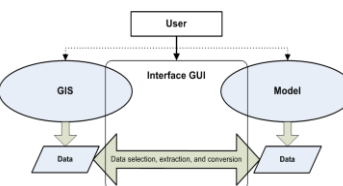
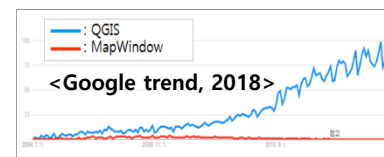
<GRM.dll + MapWindow>



<GRM.exe + QGIS>



< Integration, tight coupling >

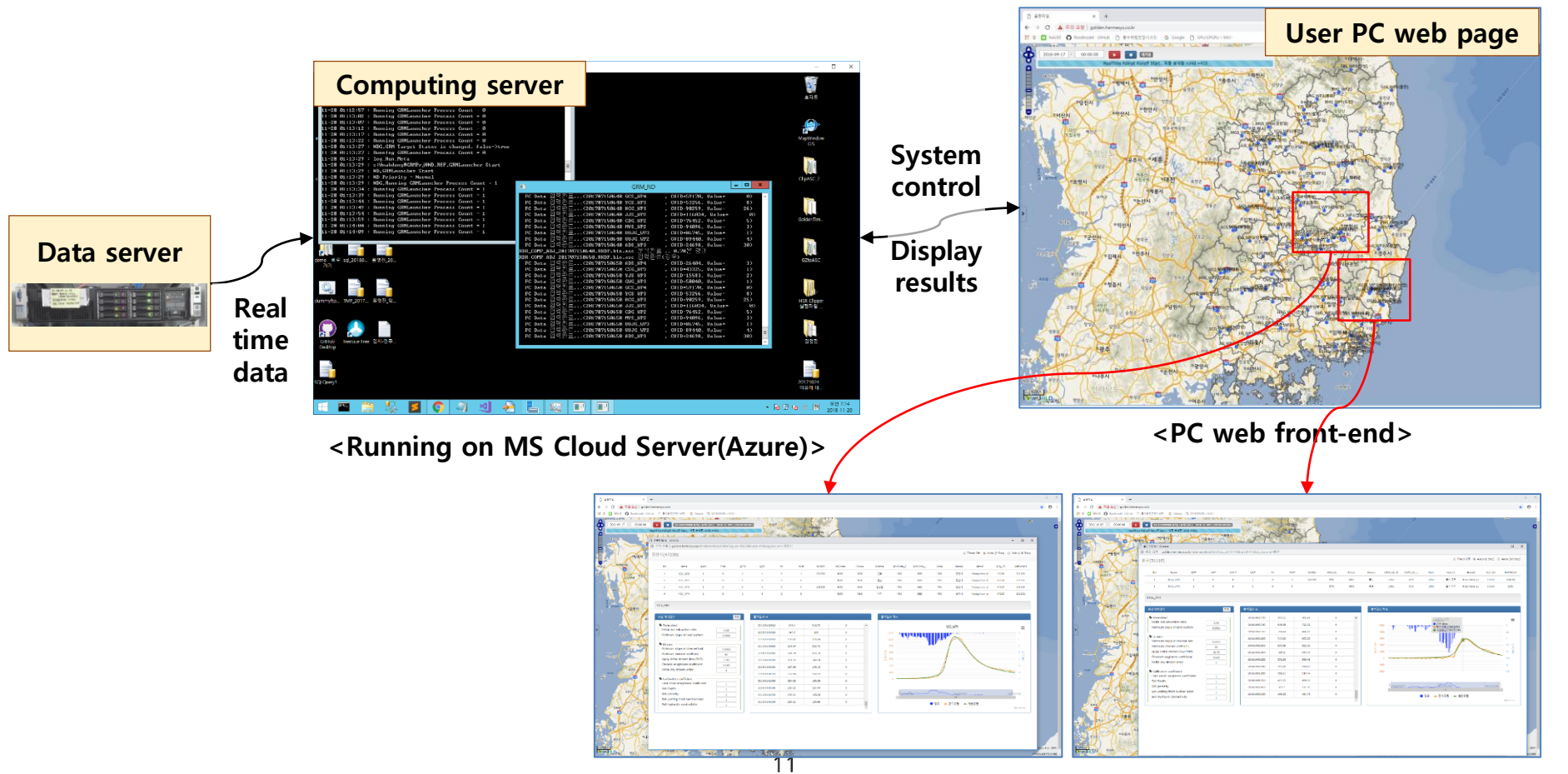


< Interface, loose coupling >

# 3. 적용사례

## 클라우드 서버와 연계한 실시간 홍수해석시스템

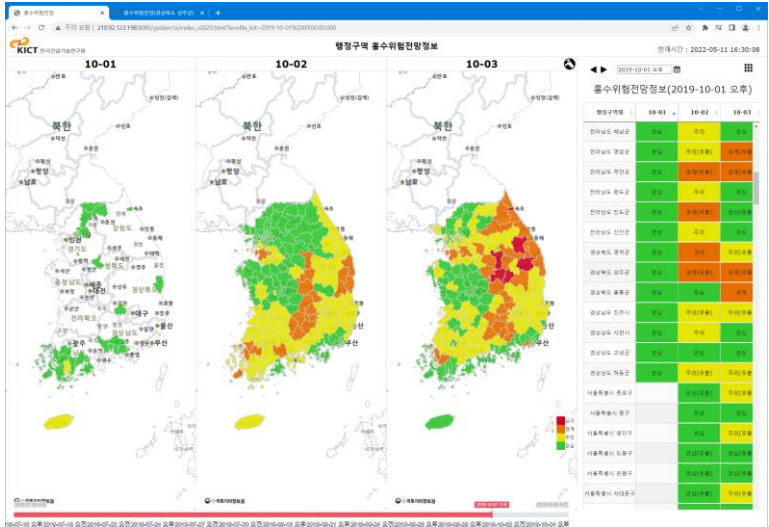
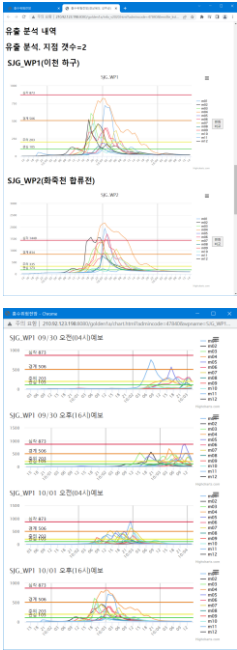
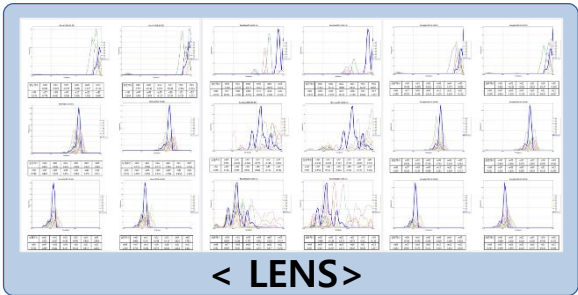
- 대상 지역 : 낙동강 유역
- 실시간 수문자료(자료 서버), 클라우드(계산서버), 웹(사용자)을 연계한 실시간 홍수해석시스템



# 3. 적용사례

## 전국 홍수유출 모의

| 구분    | 골든타임 연구단 4세부   | 골든타임 연구단 2세부 |
|-------|--|--------------|
| 대상지역  | 전국   | 전국           |
| 공간해상도 | 500m × 500m  | 250m × 250m  |
| 강우자료  | 기상청 국지양상불시스템(LENS, Local Ensemble Prediction System) | 환경부 강우레이더    |
| 활용분야  | 전국 기초지자체별 확률적 홍수위험전망                                 | 전국 하천 홍수예보   |

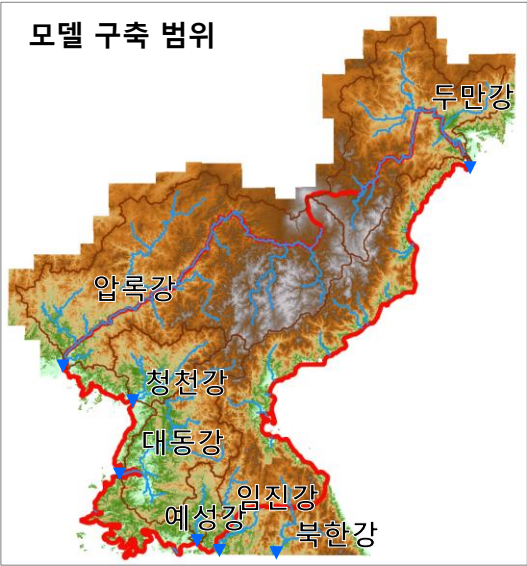
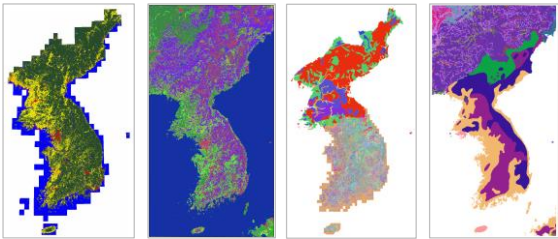
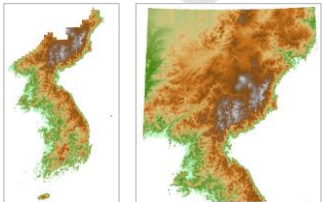




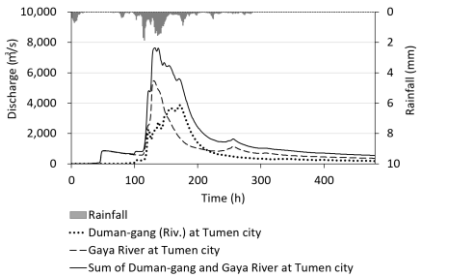
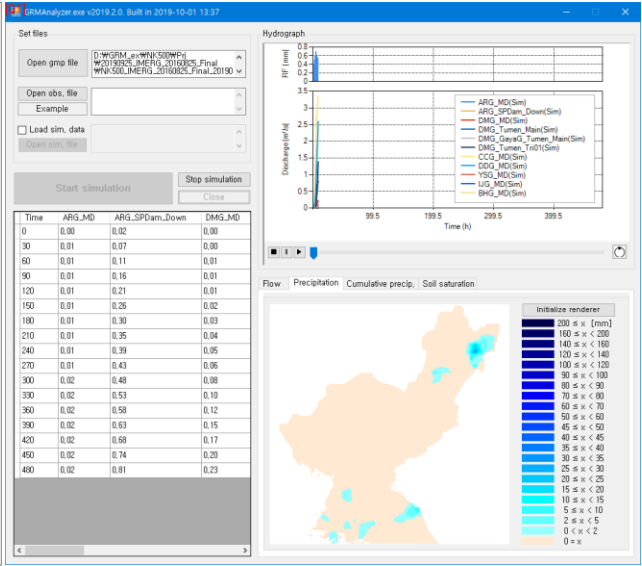
# 3. 적용사례

## 북한 지역 홍수유출 모의

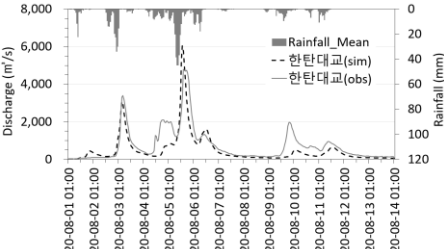
- 북한 지역 전체에 대한 홍수유출 해석 모델 구축 → 북한 임의 지점 유량 산정
- 공간자료 : 북한, 중국, 러시아 지역 자료 병합, 500m × 500m 해상도,  
( 원시자료 : 국토지리정보원 DEM, SRTM DEM, 환경부 토지피복도,  
Global Map 토지피복도, 농업과학원 정밀토양도/한국농업기본도, HWSD 토양도 )
- 강우자료 : 위성으로부터 유도된 강우



- 북한 영역
- 유역 경계
- 하천망
- 대하천 최하류 지점



< 2016년 태풍 라이언록, 두만강 >



< 2020년 8월 홍수, 한탄강 >

# 감 사 합 니 다 .



## ○ 감사의 글

본 연구는 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 물관리연구사업의 지원을 받아 연구되었습니다[2019002640014].

## ○ 주요 관련 과제

- 골든타임 확보를 위한 유역 시공간 상세 홍수예보기술 개발 (한국환경산업기술원, '17~'22)
- 위성자료를 이용한 북한 홍수범람 분석기술 개발 (한국건설기술연구원, '18~'20)
- 수문레이더 기반 홍수·폭설재해 예측 및 경보 플랫폼 개발 (한국건설기술연구원, '13~'17)
- 수자원의 지속적 확보기술개발 사업 (교육과학기술부, '02~'11)