

QGIS plugin for GRM model

QGIS-GRM User's Manual

2018.3

목 차

1. QGIS-GRM 환경 설정	1
1.1 QGIS 설치	1
1.2 Python 사전 설치	1
1.3 Pythonnet 사전 설치	1
1.4 QGIS Plugin 설치	2
1.5 QGIS-GRM 플러그인 기능 실행	2
2. QGIS-GRM 메뉴	5
2.1 Project	5
2.1.1 Project > New Project	5
2.1.2 Project > Open Project	5
2.1.3 Project > Save Project	5
2.1.4 Project > Save As Project	5
2.2 Setup input data	6
2.2.1 Setup input data > Watershed	6
2.2.2 Setup input data > Land cover/soil	7
2.2.3 Setup input data > Rainfall	10
2.3 Run GRM	12
2.3.1 Run GRM > Setup/Run GRM	12
3. Tutorial	26

표 목 차

표 1.1 QGIS-GRM 메뉴 및 주요 기능	4
표 2.2 Setup/Run GRM GUI 기능	13

그 림 목 차

그림 1.1 pythonnet 설치	1
그림 1.2 Pythonnet 설치 완료 확인	2

그림 1.3 플러그인 관리 및 설치 메뉴 선택	3
그림 1.4 플러그인 선택	3
그림 1.5 QGIS-GRM Plugin 메뉴	3
그림 2.6 Setup watershed data	6
그림 2.7 Setup land cover and soil data	8
그림 2.8 토지피복 VAT 파일 예	8
그림 2.9 토성 VAT 파일 예	8
그림 2.10 토양심 VAT 파일 예	8
그림 2.11 토지피복 속성 참조 테이블	9
그림 2.12 Green-Ampt 매개변수 참조 테이블	9
그림 2.13 토양심 참조 테이블	10
그림 2.14 Setup rainfall data	11
그림 2.15 Setup/Run GRM GUI	13
그림 2.16 Simulation page	15
그림 2.17 [Output options Print option] 종류	16
그림 2.18 [Print option(All) Make img file]	16
그림 2.19 [Print option DischargFileQ] 선택 시	16
그림 2.21 Watch points page	17
그림 2.22 Channel cross section page	18
그림 2.23 Flow control 격자 입력 예	19
그림 2.24 Flow control 자료 텍스트 파일 예	19
그림 2.25 Flow control page	20
그림 2.26 Watershed parameters page	22
그림 2.28 Cell info. page	23
그림 2.29 simulation 실행 창	24
그림 2.30 Simulation 완료 메시지	24
그림 2.31 매개변수와 환경설정 업데이트 메시지	24
그림 2.32 유량 모의결과 파일 예	25

1. QGIS-GRM 환경 설정

QGIS-GRM 플러그인을 사용하기 전에 아래의 사항을 미리 설치해야 한다. QGIS 2.18을 사용 시에는 파일경로와 파일명은 모두 영문 또는 숫자를 사용하여야 한다. OS 운영체제 기준은 Windows10을 기준으로 한다.

1.1 QGIS 설치

1. QGIS 웹 페이지(<http://www.qgis.org/ko/site/forusers/download.html>)에서 QGIS 2.18 버전¹⁾을 다운 받아 기본 경로에 설치

1.2 Pythonnet 사전 설치²⁾

1. Windows 검색에서 "cmd" 입력하여, 명령 프롬프트(cmd.exe)창 띄움.

**** 여기부터 Python PIP 방법 설치(환경에 따라 실패하는 경우 7번.WHEEL 방식으로 시도)**

2. 명령 프롬프트에서 Python²⁷ 경로로 이동.

- 이때 경로는 머신 환경에 따라 다를 수 있음. 예를 들어
- C:\Program Files\QGIS 2.18\apps\Python27
- C:\Program Files\QGIS Las\apps\Python27
- C:\Python27\
- C:\Python27amd64\

3. 또한 운영체제가 64비트인 경우 Python이 각각 설치된 경우가 있을 수 있음

python.exe console을 수행하면 32비트 환경인지 64비트 환경인지 여부 확인 가능.
예를 들어 아래와 같이 표현됨

"Python 2.7.13 (v2.7.13:a06454b1afa1, Dec 17 2016, 20:42:59) [MSC v.1500 32 bit (Intel)] on win32"

"Python 2.7.13 (v2.7.13:a06454b1afa1, Dec 17 2016, 20:53:40) [MSC v.1500 64 bit (AMD64)] on win32"

만약 OS가 64비트이고 QGIS를 64비트로 설치한 경우 Pythonnet도 64비트에 설치되어야 함.

4. 통상 Scripts 폴더 안에 있는 PIP 경로로 이동
5. command에서 >pip install pythonnet 수행

1) OS가 64비트인 경우 QGIS 64비트를 설치

2) <https://pythonnet.github.io/> 에서 설치 가이드가 있으므로 이를 참고하여도 됨

```
명령 프롬프트
Microsoft Windows [Version 10.0.16299.19]
(c) 2017 Microsoft Corporation. All rights reserved.

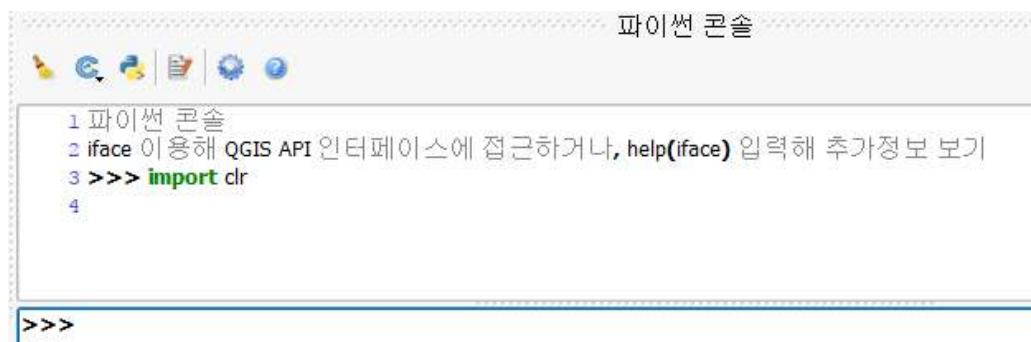
C:\Users\hermesys>cd C:\Python27\Scripts

C:\Python27\Scripts>pip install pythonnet
Collecting pythonnet
  Downloading pythonnet-2.3.0-cp27-cp27m-win32.whl (58kB)
    100% |#####| 61kB 171kB/s
Installing collected packages: pythonnet
Successfully installed pythonnet-2.3.0
You are using pip version 9.0.1, however version 9.0.3 is available.
You should consider upgrading via the 'python -m pip install --upgrade pip' command.

C:\Python27\Scripts>_
```

그림 1.1 pythonnet 설치

6. 수행 완료 후 WLib\site-packages 폴더에 아래 항목이 설치된 것을 확인함.
 - pythonnet-2.3.0.dist-info (File Folder)
 - clr.pyd
 - Python.Runtime.dll
7. 상기 PIP과정에서 오류(Unable to Create Process 등) 발생시 WHEEL 파일을 받아서³⁾ UNZIP한 후 내용물을 QGIS 설치 경로의 site-packages⁴⁾ 폴더에 배치
예를 들어 C:\Program Files\QGIS 2.18\apps\Python27\Lib\site-packages\clr.pyd
8. 정상적으로 준비되었는지 QGIS Python Console에서⁵⁾ Command로(import clr) 확인. 아래 그림과 같이 오류메시지가 없으면 정상임.



3) <https://pypi.python.org/pypi/pythonnet/2.3.0> , pythonnet-2.3.0-cp27-cp27m-win_amd64.whl

4) ex) C:\Program Files\QGIS 2.18\apps\Python27\Lib\site-packages

5) 또는 Python Console에서 확인

1.3 QGIS Plugin 설치

1. GRM github 웹페이지(<https://github.com/floodmodel/QGIS-GRM/releases>)에서 GRM Plugin Zip 파일을 다운로드
2. 압축 파일을 마우스 우 클릭하면 나타나는 속성 창에서 [차단해제] 선택한 다음 [확인] 버튼 클릭



그림 1.3 차단 해제 선택

3. 압축 해제한 파일을 C:\Users\사용자\User\qgis2\python\plugins⁶⁾ 경로에 붙여넣기 시행

6) QGIS 최초 설치 시에는 QGIS를 실행하여야 qgis2\python 경로가 만들어짐. plugins 폴더가 없을 경우 신규 생성 필요함.

1.4 QGIS-GRM 플러그인 기능 실행

QGIS-GRM은 오픈소스 GIS인 QGIS에서 GRM 모형의 프로젝트 파일인 *.gmp 파일을 만들고, 유출모의를 실행하기 위한 Plug-in이다. QGIS 실행 후 플러그인을 활성화 시키고, QGIS-GRM Plug-in에서 제공하는 메뉴를 순차적으로 실행하면 된다.

1. QGIS 프로그램을 실행 하여 상단 탭에 [플러그인→플러그인 관리 및 설치] 메뉴를 클릭

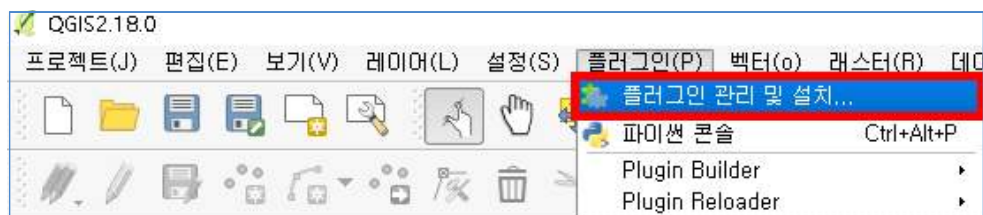


그림 1.4 플러그인 관리 및 설치 메뉴 선택

2. 플러그인 다이얼로그가 열리면 설치된 항목에서 [GRM] 플러그인을 선택한 다음 닫기 클릭.

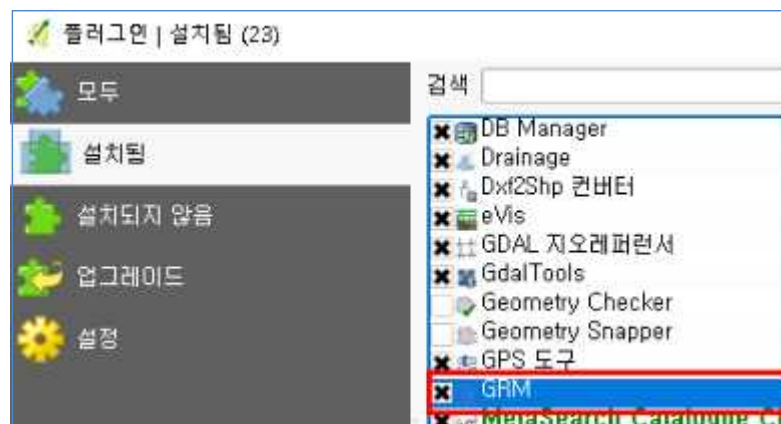



그림 1.5 플러그인 선택

3. 상단 메뉴바에서 GRM 아이콘을  선택하면 7)GRM Panel이 지도창 우측에 나타남.

7) 간혹 아이콘이 등장하지 않는 경우가 있음. 이 경우 QGIS를 종료후 재시작함

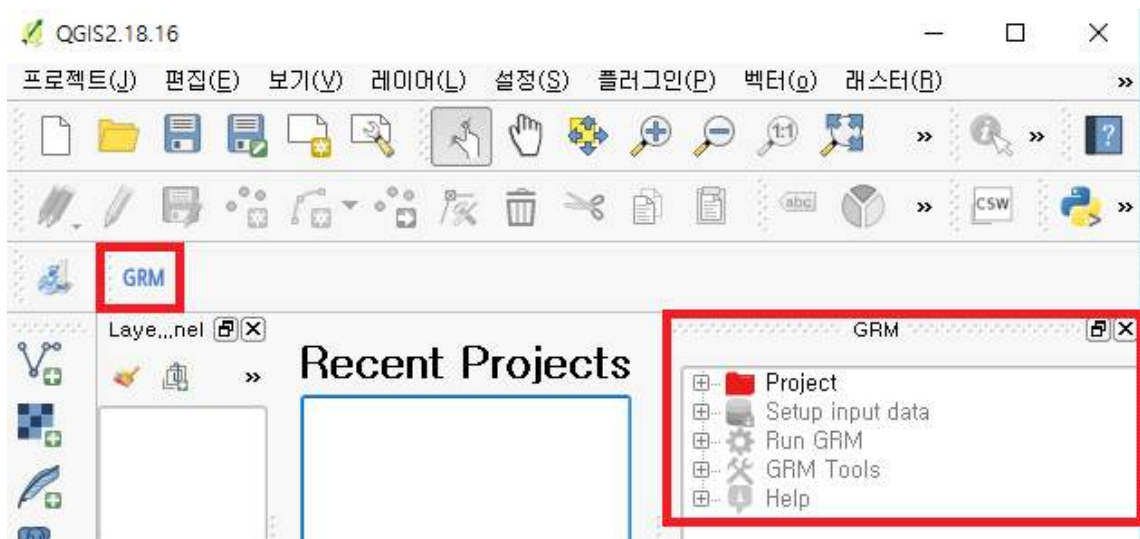


그림 1.6 QGIS-GRM Plugin 메뉴

표 1.1 QGIS-GRM 메뉴 및 주요 기능

메뉴		주요기능
Project		프로젝트 생성(.gmp), 저장, 정보조회
Setup input data	Watershed	대상 영역의 지형자료 레이어 설정
	Land cover/Soil	토지피복/토양 레이어 및 매개변수 설정
	Rainfall	강우자료 설정
Run GRM	Setup/Run GRM	매개변수, 환경변수 설정 및 유출해석 시작

2. QGIS-GRM 메뉴

GRM은 프로젝트 단위로 실행된다. GRM 모형을 구동하기 위한 입력자료가 준비되면, 사용자는 QGIS-GRM을 이용해서 새 프로젝트를 생성하거나 기존의 프로젝트 파일을 열고, 순차적으로 메뉴를 실행한다. QGIS-GRM에서 설정된 모든 정보는 .gmp 파일에 기록되며, GRM 모형은 이 .gmp 파일을 이용해서 유출해석을 한다.

GRM 모형은 ASCII 포맷 (.asc)의 래스터 파일과 텍스트 파일을 사용한다. 그러므로 QGIS-GRM의 실행 과정에서 QGIS에서 로드되어 있는 ASCII 래스터 레이어를 선택함으로써 GRM 모형의 입력자료를 설정한다. 입력자료가 설정된 후에는 사용자에게 의한 모형 매개변수 설정과정을 거친 후 유출모의를 수행한다. 모의결과는 사용자에게 의해서 지정된 지점에 대한 유량, 강우 등을 출력하며, 텍스트 파일로 저장된다.

2.1 Project

2.1.1 Project > New Project

GRM 구동을 위한 새 프로젝트를 생성한다. GRM 프로젝트 파일인 .gmp 파일이 만들어진다.

1. [Project | New Project] 실행

2.1.2 Project > Open Project

기존 저장되어 있는 GRM 프로젝트 파일(.gmp)을 연다.

1. [Project | Open Project] 실행

2.1.3 Project > Save Project

현재 진행 중인 프로젝트를 저장한다.

1. [Project | Save Project] 실행

2.1.4 Project > Save As Project

현재 진행 중인 프로젝트를 다른 이름으로 저장한다.

1. [Project | Save As Project] 실행

2.2 Setup input data

2.2.1 Setup input data > Watershed

모의대상 유역에 대한 수문학적 공간정보와 공간 분포된 수문정보를 설정한다.

1. [Setup input data | Watershed] 실행
2. [Watershed area]에서 유역 래스터 레이어 선택
3. [Watershed slope]에서 최급경사(steepest rise-run) 방법에 의해 계산된 경사 레이어 선택
4. [Flow direction]에서 D8 방법에 의해서 계산된 단방향 흐름정보 레이어 선택
5. [Flow direction index type]에서 흐름방향 인덱스 종류를 선택
 - ※ Start from north, Start from northeast, East, Taudem index 중 택 1
 - 12시 방향(북, N)을 1로 설정하는 방법의 Start from north, 1시 방향(북동, NE)을 1로 설정하는 방법의 Start from northeast, 3시 방향(동, E)을 1로 설정하는 방법의 East, TauDEM의 흐름방향 설정 방법의 Taudem index
6. [Flow accumulation]에서 하천망 추출 시 적용된 흐름누적수 레이어 선택
7. [Stream]에서 하천망 래스터 레이어 선택
 - ※ 하도 흐름을 모의하지 않을 경우에는 [Stream] 및 [Channel width] 레이어 입력부분을 체크하지 않고, 각 레이어를 입력하지 않은 상태로 [OK] 명령 실행
8. [Channel width]에서 하폭 레이어 선택
 - ※ 하폭은 [Stream]에 입력된 하천망 레이어의 모든 하천 셀에서 설정되어 있어야 한다.
 - 하폭 레이어를 입력하지 않을 경우, 모형설정 과정에서 자동으로 하폭을 설정한다.
9. [Ini. Soil sat. ratio]에서 토양의 초기포화도 레이어 선택
 - ※ 유역내 공간분포된 토양포화도 자료를 적용할 경우에만 사용
- 10 [Ini. Channel flow]에서 하천의 초기유량 레이어 선택
 - ※ [Stream]에서 입력된 하천망 레이어의 모든 격자에서의 유량자료가 ASCII 파일로 있을 경우에만 선택

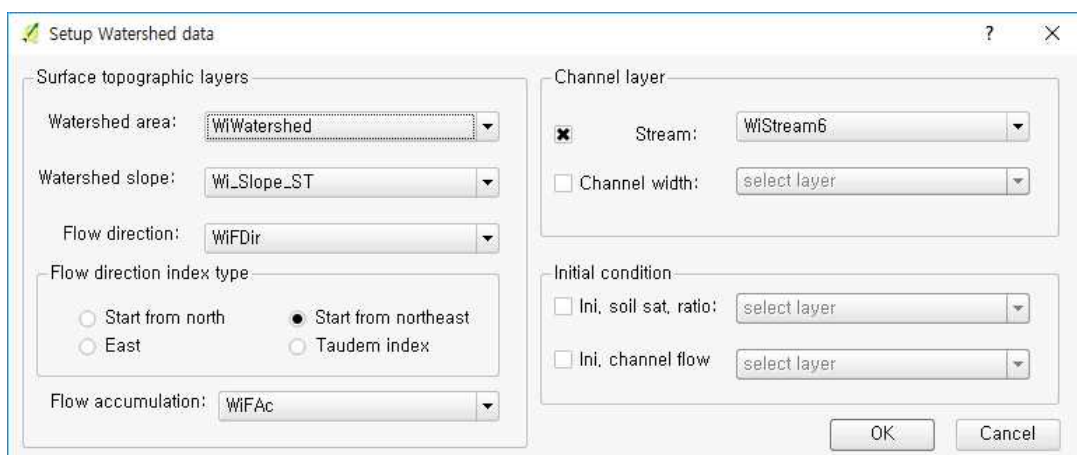


그림 2.7 Setup watershed data

2.2.2 Setup input data > Land cover/soil

GRM 모형에서는 토지 피복에 따른 조도계수와 불투수율, 침투모의를 위한 토양속성별 Green-Ampt 매개변수와 토양심을 설정해야 한다. 이를 위해서 GRM에서는 토지 피복 레이어, 토양 레이어, 토양심 레이어를 입력자료로 사용하고, 각 속성별 매개변수를 할당한다.

1. [Setup input data | Land cover/soil] 실행
 2. 토지피복 레이어 설정
 - "Use land cover layer" 옵션 선택
 - [Land cover] 레이어 선택
 - 입력된 레이어의 속성과 토지 피복 속성의 대응을 위해서 .vat 파일 설정
 3. 토양 레이어 설정
 - "Use soil depth layer" 옵션 선택
 - [soil texture] 레이어 선택
 - 입력된 레이어의 속성과 토성 속성의 대응을 위해서 .vat 파일 설정
 4. 토양심 레이어 설정
 - "Use soil depth layer" 옵션 선택
 - [Soil depth] 레이어 설정
 - 입력된 레이어의 속성과 토양심 속성의 대응을 위해서 .vat 파일 설정
- ※ 래스터 레이어의 값은 숫자로 입력되어 있으며, 이를 토지 피복 및 토양의 속성으로 대응시키기 위해서 VAT 파일을 사용한다. VAT 파일은 텍스트 에디터를 이용해서 만들 수 있다. VAT 파일의 포맷은 그리드의 값(숫자)과 토지피복도, 토성, 토양심 속성(문자)을 콤마(,)로 구분해서 기입한다.

Land Cover / Soil

Land cover parameters

☒ Use land cover layer ☐ Use constant value

Land cover: wilc200

VAT file: C:/GRM/Sample/Data/wilc200.vat

Roughness Coefficient:

Impervious Ratio:

GridValue	UserLandCover	GRMCode	LandCoverE	LandCoverK
1	나지	BARE	Bare	나지
2	시가화/건조지역	URBN	Urban	시가
3	나지	BARE	Bare	나지
4	습지	WTLD	Wetland	습지

Green-Ampt parameters

☒ Use soil depth layer ☐ Use constant value

Soil texture: wistext200

VAT file: C:/GRM/Sample/Data/wistext200.vat

Porosity:

Effective porosity:

Wetting front suction head:

Hydraulic conductivity:

GridValue	USERSoil	GRMCode	GRMTextureE	GRMTextureK
1	미사질식양토	SiCL	SiltyClayLoam	Silty
2	미사질양토	SiL	SiltLoam	SiltLoam
3	사양토	SL	SandyLoam	Sand
4	사토	S	Sand	Sand
5	식토	C	Clay	Clay
6	양질사토	LS	LoamySand	Loam

Soil depth

☒ Use soil depth layer ☐ Use constant value

Soil depth: wisdepth200

VAT file: C:/GRM/Sample/Data/wisdepth200.vat

Soil depth:

GridValue	UserDepthClass	GRMCode	SoilDepthClassE	SoilDepthClassK
1	얕음	S	Shallow	얕음
2	보통	MDMS	ModeratelyDeep	보통
3	깊음	D	Deep	깊음
4	매우얕음	VS	VeryShallow	매우

OK Cancel

그림 2.8 Setup land cover and soil data

wilc200.VAT - 메모장

파일(F) 편집(E) 서식(O) 보기(V) 도움말(H)

1.나지
2.시가화/건조지역
3.나지
4.습지
5.초지
6.산림지역
7.농업지역

그림 2.9 토지피복 VAT 파일 예

wistext200.VAT - 메모장

파일(F) 편집(E) 서식(O) 보기(V) 도움말(H)

1.미사질식양토
2.미사질양토
3.사양토
4.사토
5.식토
6.양질사토
7.양토

그림 2.10 토성 VAT 파일 예

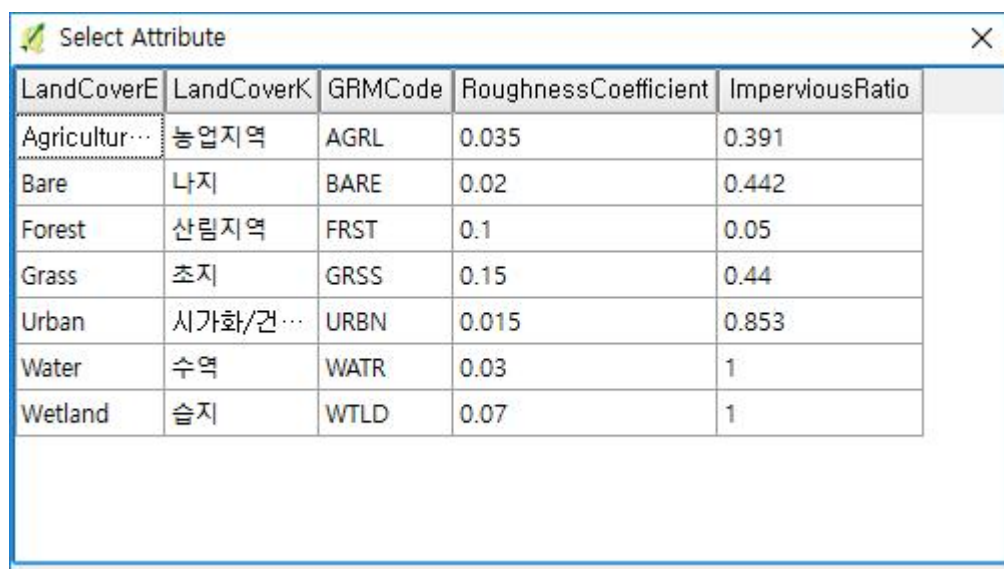
wisdepth200.VAT - 메모장

파일(F) 편집(E) 서식(O) 보기(V) 도움말(H)

1.얕음
2.보통
3.깊음
4.매우얕음

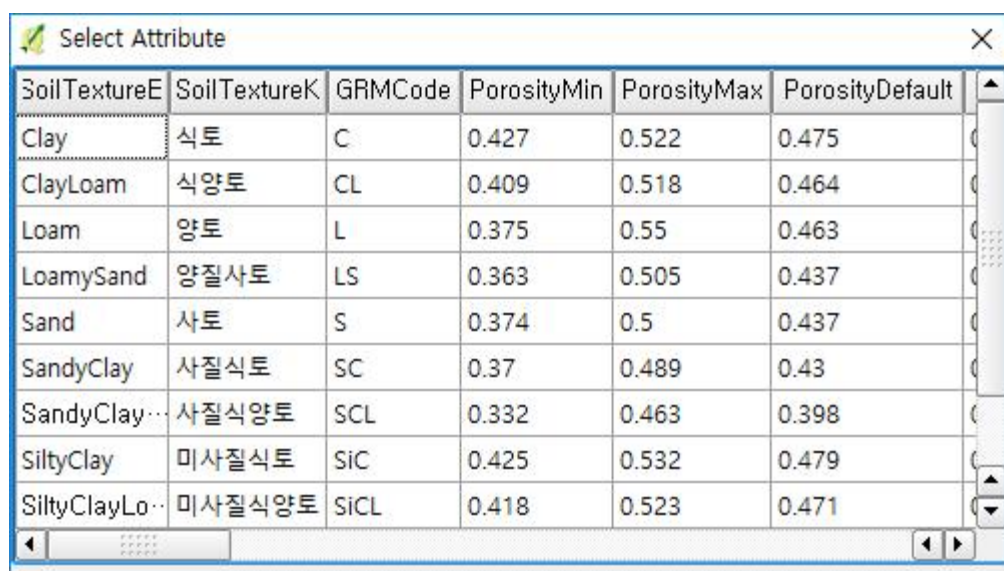
그림 2.11 토양심 VAT 파일 예

5. 각 레이어에서 데이터 값의 속성(매개변수)을 변경하고자 할 경우에는 속성 테이블의 매개변수가 입력되어 있는 셀을 선택한 후 [F2]키를 이용해 수정할 수 있다. 또한 각 레이어의 속성별 매개변수를 다른 속성의 값으로 변경하거나, 기본값을 확인하고자 할 경우에는 속성 테이블의 행을 더블 클릭하면 참조 테이블이 활성화되고, 활성화된 참조 테이블에서는 하나의 속성을 선택하거나, 매개변수 값을 확인할 수 있다.



LandCoverE	LandCoverK	GRMCode	RoughnessCoefficient	ImperviousRatio
Agricultur...	농업지역	AGRL	0.035	0.391
Bare	나지	BARE	0.02	0.442
Forest	산림지역	FRST	0.1	0.05
Grass	초지	GRSS	0.15	0.44
Urban	시가화/건...	URBN	0.015	0.853
Water	수역	WATR	0.03	1
Wetland	습지	WTLD	0.07	1

그림 2.12 토지피복 속성 참조 테이블



SoilTextureE	SoilTextureK	GRMCode	PorosityMin	PorosityMax	PorosityDefault
Clay	식토	C	0.427	0.522	0.475
ClayLoam	식양토	CL	0.409	0.518	0.464
Loam	양토	L	0.375	0.55	0.463
LoamySand	양질사토	LS	0.363	0.505	0.437
Sand	사토	S	0.374	0.5	0.437
SandyClay	사질식토	SC	0.37	0.489	0.43
SandyClay...	사질식양토	SCL	0.332	0.463	0.398
SiltyClay	미사질식토	SIC	0.425	0.532	0.479
SiltyClayLo...	미사질식양토	SiCL	0.418	0.523	0.471

그림 2.13 Green-Ampt 매개변수 참조 테이블

Select Attribute					
GRMCode	SoilDepthClassE	SoilDepthClassK	SoilDepthMin	SoilDepthMax	SoilDepth
VD	VeryDeep	매우깊음	150	1000	150
D	Deep	깊음	100	150	125
MDMS	ModeratelyDee...	보통	50	100	75
S	Shallow	얕음	20	50	25
VS	VeryShallow	매우얕음	0	20	10

그림 2.14 토양심 참조 테이블

6. 유역 전체에 대해서 동일한 매개변수 값을 적용하고자 할 경우에는 "Use constant value" 옵션을 선택하고, 각 매개변수 값을 입력한다.

2.2.3 Setup input data > Rainfall

GRM은 격자 형태로 분포된 강우자료(래스터 파일) 혹은 유역 평균 강우량 파일을 입력 자료로 이용한다. 래스터 파일은 ASCII 포맷을 이용한다. 유역 평균 강우량은 텍스트 파일로 저장된 평균 강우량 파일(.mrf, .txt)을 사용한다. 래스터 레이어의 경우 입력된 강우값의 단위는 'Rainfall time step'에서 지정된 시간 동안의 강우량(mm)이다.

1. [Setup input data | Rainfall] 실행
2. 분포형 강우 래스터 파일을 이용할 경우에는 "Use ASCII grid files" 옵션 선택
유역 평균강우량 시계열 자료를 이용할 경우에는 "Use mean areal rainfall text file" 옵션 선택
3. [Rainfall time step]에 강우자료의 시간 간격을 분(min) 단위로 입력
4. "Use ASCII grid files" 옵션을 선택한 경우
 - 강우 파일이 있는 폴더를 선택한 다음 [Add selected or all files] 버튼을 클릭하여 유출 해석에 사용할 강우 파일을 추가
 - [...] 버튼을 눌러 파일목록을 저장할 텍스트 파일 입력
 - [OK] 버튼을 클릭하면, 선택된 강우 파일의 목록이 저장됨

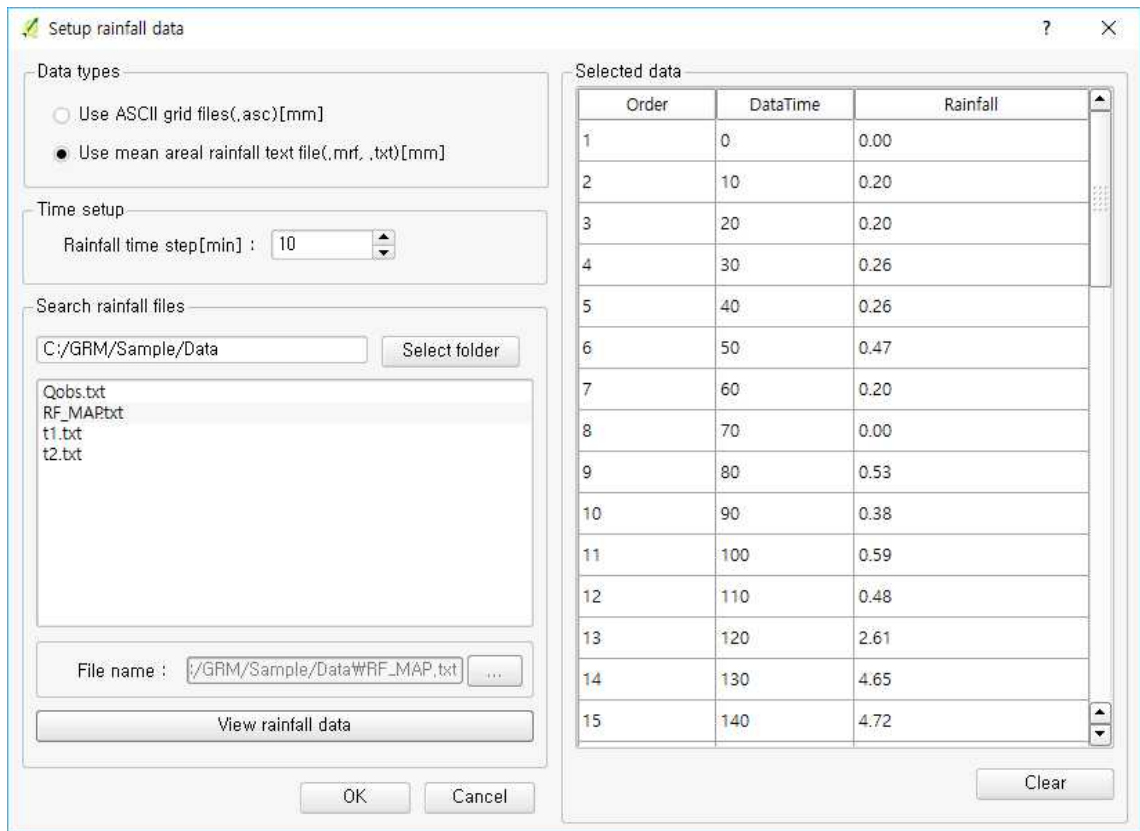


그림 2.15 Setup rainfall data

5. "Use mean areal rainfall text file" 옵션을 선택한 경우

- 유역 평균강우량이 저장된 텍스트 파일이 있는 폴더를 선택
 - 유역 평균강우량이 저장된 텍스트 파일을 선택하고, [View rainfall data] 버튼을 클릭하여 유출해석에 사용할 데이터 확인
 - [OK] 버튼을 클릭하고 종료
- ※ 유역 평균강우량 시계열 텍스트 파일은 텍스트 에디터를 이용하여 만들 수 있으며, 한 행에 하나의 강우의 값을 입력

2.3 Run GRM

2.3.1 Run GRM > Setup/Run GRM

입력자료 설정이 완료된 후에는 모의환경과 사용자에게 의해서 추정되는 매개변수를 설정한다. 이 메뉴에서는 모의기간 설정, 계산시간 간격 설정, 하도 지형정보 입력, 모의결과와 출력을 위한 Watch point 선택, Flow control 정보 입력, 매개변수 보정, 검사체적 정보 조회 및 수정 등의 기능과 함께 지도를 제어할 수 있는 기능을 포함하고 있다.

지도창은 유역 레이어를 이용해서 모의 대상 영역의 지도를 표시한다. 흐름방향과 격자 구분선을 표시하며, 지표면 흐름에서는 초록색, 하도 흐름에서는 파란색으로 흐름방향을 나타낸다. 또한 지도창에서 마우스로 선택된 격자를 모의결과 출력 대상인 Watch point로 설정할 수 있으며, 흐름제어 정보를 설정할 수 있는 Flow control 격자를 추가할 수 있다.

지도 제어 도구는 지도창에서 표시된 유역 레이어를 제어함으로써 검사체적으로 설정되는 각 격자의 정보를 세부적으로 확인할 수 있게 한다. 지도의 확대, 축소, 이동, 특정 위치 찾기, 흐름방향 및 격자 구분선 표시 선택, 격자의 위치 검색 등과 같은 지도제어 기능을 제공한다.

모형설정 도구에서는 유출모의를 위한 사용자 지정 환경변수와 모형의 초기조건, 하도 매개변수, 흐름제어 조건, 매개변수 보정, 모의 옵션 등에 대한 매개변수를 설정하고, 유출모의를 위한 정보를 업데이트한다. GRM 모형을 이용한 유출해석을 시작한다.

(GRM analyzer는 현재 개발 진행 중이며, 활성화한 경우에는 모의결과를 실시간으로 표, 그래프, 그림으로 확인할 수 있다.)

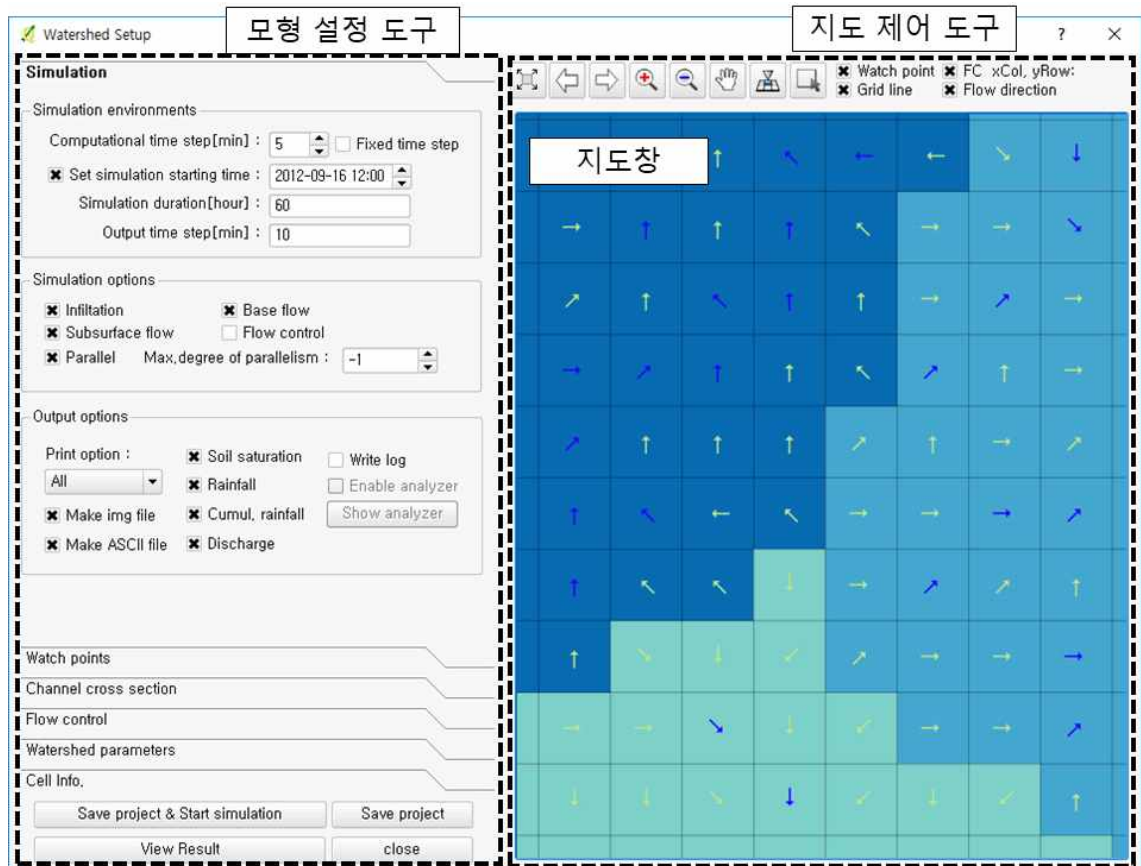


그림 2.16 Setup/Run GRM GUI

표 2.2 Setup/Run GRM GUI 기능

구분	내용
Simulation	계산시간 간격, 모의기간, 출력시간 간격, 모의 옵션 설정 (GRM analyzer 실행)
Watch points	유출 모의 결과를 출력할 watch point 셀 선택, watch point 정보 설정
Channel cross section	하폭 설정, 하폭 편집, 하도 형태 설정
Flow control	저수지 혹은 댐에 의한 흐름 조절, inlet에 의한 유역 분할 모의, sink 혹은 source flow에 의한 유량의 추가 혹은 배제, 저수지 운영 등의 Flow control 셀 선택 및 정보 설정
Watershed parameters	사용자 지정 매개변수 설정, 초기유량 입력, 다지점 보정
Cell info.	선택된 격자에 대한 모형 매개변수 조회
Save project /Start simulation	설정된 매개변수와 모의환경을 gmp 파일에 저장하고, 유출 모의 시작
Save project	설정된 매개변수와 모의 환경을 gmp 파일에 저장
View Result	유량 계산 결과 텍스트 파일 열기

① Simulation

1. [Run GRM | Setup/Run GRM]을 실행하고 [Simulation] 페이지 선택
2. [Computational time step]을 분(min) 단위로 설정. Default 값을 수정할 수 있음
- ※ 격자의 개수와 계산 시간간격은 모형의 수행시간에 직접적인 영향을 미치며, 또한 모형의 안정성과 모의결과의 신뢰성에 영향을 미친다. 적절하지 못한 계산시간 간격은 수치해의 수렴이 불안정해 질 수 있으며, 해의 신뢰성이 낮아질 수 있다. 또한 계산 시간간격이 너무 작을 경우 모형 수행에 소요되는 시간이 필요 이상으로 늘어나게 된다.
3. [Fixed time step]은 고정된 계산시간 간격 사용 여부를 선택
[Fixed time step]을 선택한 경우에는 사용자가 지정한 [Computational time step]을 고정된 값으로 이용해서 계산함(Fixed time step method, FTS)
[Fixed time step]이 선택되지 않은 경우에는 사용자가 지정한 [Computational time step]을 초기값으로 이용하여 Automatic time step (ATS) 기법이 적용됨
4. [Set simulation starting time]을 선택할 경우에는 유출해석 결과 파일에서 [yyyy-mm-dd hh:mm] 형식으로 시간이 입력됨
[Set simulation starting time]을 선택하지 않을 경우에는 유출해석 결과 파일에서의 시간은 '0'에서부터 시작하여 출력시간 간격이 더해진 값이 입력됨
5. [Simulation duration]에 모델링 기간을 시간 (hours) 단위로 입력
6. [Output time step]에 모의결과의 출력시간 간격을 분 (min) 단위로 입력
- ※ FTS 방법을 이용할 경우 출력시간 간격을 계산시간 간격으로 나누었을 때 나머지가 0인 값을 입력하는 것이 바람직하다. 출력시간 간격이 계산시간 간격의 배수가 아닐 경우에는 출력 시점 전후에 있는 계산 결과를 선행보간하여 해당 시간에서의 계산 결과로 출력한다.
7. 침투과정을 모의할 경우 [Infiltration] 옵션 선택
8. 지표하 유출을 모의할 경우 [Subsurface flow] 옵션 선택
9. 기저유출을 모의할 경우 [Base flow] 옵션 선택
10. 인위적인 흐름의 조절을 모의할 경우 [Flow control] 옵션 선택
11. 병렬계산을 적용할 경우에는 [Parallel] 옵션을 선택하고, [Max. degree of parallelism] 값을 입력
- ※ [Max. degree of parallelism]은 일반적으로 유출계산에 사용되는 전산장비(PC 등)의 코어 개수를 입력할 수 있다. "-1"을 입력할 경우, GRM 모형에서 자동으로 병렬화 최대값을 설정하여 계산한다.
12. [Print option]을 선택 (All, DischargeFileQ, AllQ 중 택 1)
'All' 옵션 이외의 값을 선택할 경우에는 [Write log] 체크박스 이외는 비활성화 됨.
- ※ 모든 모의 결과 출력하는 경우는 All 옵션, Discharge.out파일만 생성하고, 유량 값만 포함하는 경우는 DischargeFileQ 옵션, Discharge.out 파일과 watchpoint 별 모의 결과 파일을 생성하고, 유량 값만 포함하는 경우는 AllQ 옵션을 선택한다.
13. 유출해석 결과 이미지 파일을 생성할 경우에는 [Make img file] 옵션 선택
유출해석 결과 ASCII 파일을 생성할 경우에는 [Make ASCII file] 옵션 선택
14. Print option이 All 옵션인 상태에서 [Make img file] 혹은 [Make ASCII file] 옵션이 선택된 경우에는 [Soil saturation], [Rainfall], [Cumul. rainfall], [Discharge] 중 출력하고자 하는 자료를 선택
15. GRM 모형 실행시 로그 파일을 만들고자 할 경우에는 [Write log] 옵션 선택

16. (GRM Analyzer은 GRM 모형의 실행 중에 유출해석 결과를 실시간으로 확인할 수 있는 후처리 도구이며, 현재 개발 진행 중임)

Simulation

Simulation environments

Computational time step[min] : 5 ☐ Fixed time step
☒ Set simulation starting time : 2012-09-16 12:00
Simulation duration[hour] : 60
Output time step[min] : 10

Simulation options

☒ Infiltration ☒ Base flow
☒ Subsurface flow ☐ Flow control
☒ Parallel Max,degree of parallelism : -1

Output options

Print option : ☒ Soil saturation ☐ Write log
All ☒ Rainfall ☐ Enable analyzer
☒ Make img file ☒ Cumul, rainfall
☒ Make ASCII file ☒ Discharge

Watch points

Channel cross section

Flow control

Watershed parameters

Cell Info,

그림 2.17 Simulation page

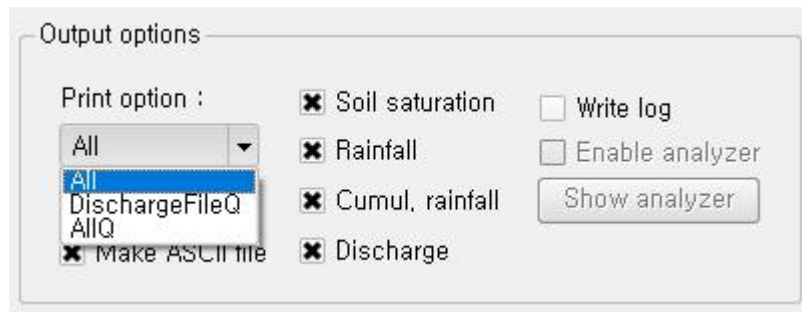


그림 2.18 [Output options | Print option] 종류

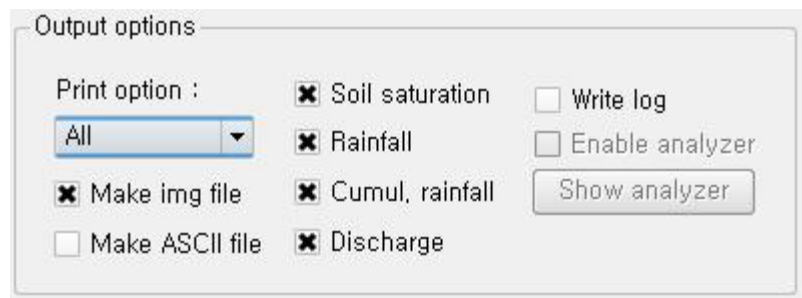


그림 2.19 [Print option(All) | Make img file]

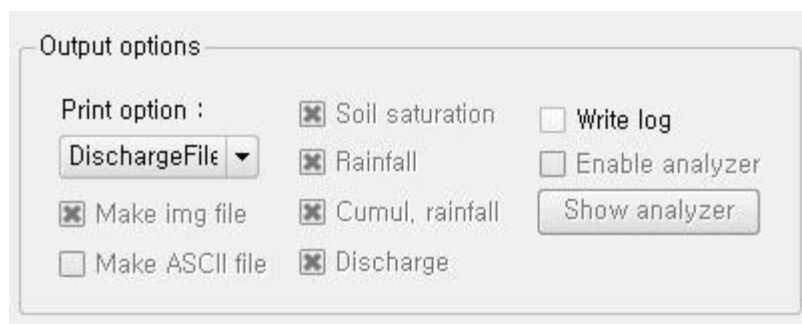


그림 2.20 [Print option | DischargFileQ] 선택 시

② Watch points

GRM 모형은 유역 내 모든 격자에 대하여 수문 성분 해석결과를 출력할 수 있다. 사용자는 주요 지점을 Watch point로 지정할 수 있으며, GRM은 Watch point로 지정된 격자에 대한 모의결과를 텍스트 파일로 저장한다.

1. [Run GRM | Setup/Run GRM]을 실행하고 [Watch points] 페이지 선택
 2. 지도 창을 이동 혹은 확대하면서 select grid(📍)을 이용하여 Watch point로 지정할 격자를 선택하고, [Add selected cell] 버튼 클릭하여 Watch point를 추가
 3. Watch point를 목록에서 삭제하고자 할 경우에는 [Remove] 버튼 클릭
 4. 최하류 격자를 추가하고자 할 경우에는 [Add most downstream] 버튼 클릭
- ※ 최하류 격자가 이미 존재하는 경우 "The most downstream value already exists." 메시지가 발생하고, 최하류 격자를 추가할 수 없음.
5. 순서는 Watch point를 추가한 순서이고, 순서를 변경하고자 할 경우에는 [Move up] 혹은 [Move down] 버튼 이용.

6. Watch point의 위치를 지도상에서 확인하고자 할 경우에는 Watch point 목록에서 대상을 선택하고, [Go to grid] 버튼 클릭
7. Watch point의 이름을 수정하고자 할 경우에는 Watch point 목록에서 대상을 선택하고 [Edit] 버튼 클릭
8. 지도상에 표시되는 watch point 격자의 색을 변경하고자 할 경우에는 [Edit] 버튼 좌측에 있는 컬러박스 클릭

Simulation

Watch points

	Name	ColX	RowY
1	ngd_MD	101	137
2	ngd_DS	85	109

Below the table is a large empty rectangular area for a map or grid.

Buttons below the map area:

- A pink color selection box.
- [Edit] button
- [Move up] button
- [Remove] button
- [Move down] button
- [Go to grid] button
- [Add most downstream] button
- [Add selected cell] button

Below the buttons are several tabs or sections:

- Channel cross section
- Flow control
- Watershed parameters
- Cell Info.

그림 2.22 Watch points page

③ Channel cross section


1. [Run GRM | Setup/Run GRM]을 실행하고 [Channel cross section] 페이지 선택
2. 단단면 하도로 모의할 경우 [Single cross section] 옵션 선택

- a. 계획하폭 공식을 이용할 경우 [Use channel width equation]을 선택하고 계수 입력
- b. 최하류 지점의 실측 하폭과 흐름누적수를 이용하여 하폭을 계산할 경우 [Generate channel width] 옵션을 선택하고, 하천 최하류 지점의 최대 하폭 입력
3. 복단면 하도로 모의할 경우 [Compound Cross Section] 옵션 선택
 - a. 최하류 격자에서 저수부와 고수부의 바닥 하폭과 깊이 입력
 - b. 복단면으로 모의할 하폭의 제한 값 설정
4. [Bank side slope]에 제방 경사 입력

그림 2.23 Channel cross section page

④ Flow control

유역 내 임의 격자에서 인위적인 흐름을 조절을 모의하기 위해 Flow control 정보 설정

1. [Run GRM | Setup/Run GRM]을 실행하고 [Flow control] 페이지 선택
2. 지도 창을 확대 혹은 이동하면서 Select grid 버튼()을 이용하여 Flow control 정보를 입

력할 격자를 선택하고, [Add selected cell] 버튼을 눌러 대상 격자 추가

- a. Flow control 격자 이름 입력
 - b. Flow control의 종류를 입력. 'Reservoir outflow', 'Inlet', 'Reservoir operation', 'Sink flow', 'Source flow' 중 하나를 선택
 - c. "Reservoir operation" 이외의 항목을 선택한 경우 Flow control 시계열 자료의 시간 간격(Time interval) 입력
 - d. "Reservoir operation"을 선택할 경우 저수지 제원과 댐 운영 방법 입력
 - 저수지의 초기 저류량, 최대 저류량, 최대 가능 저류율 입력
 - 저수지 운영 방법 선택 (Automatic ROM, Rigid ROM, Using constant discharge 중 택1)
3. 텍스트 파일로 저장된 자료를 적용할 경우 [Read text file | Load file] 버튼 클릭하여 텍스트 불러오기
- ※ Flow control 시계열 자료 텍스트 파일은 텍스트 에디터를 이용하여 생성할 수 있으며, 한 행에 하나의 유량을 입력

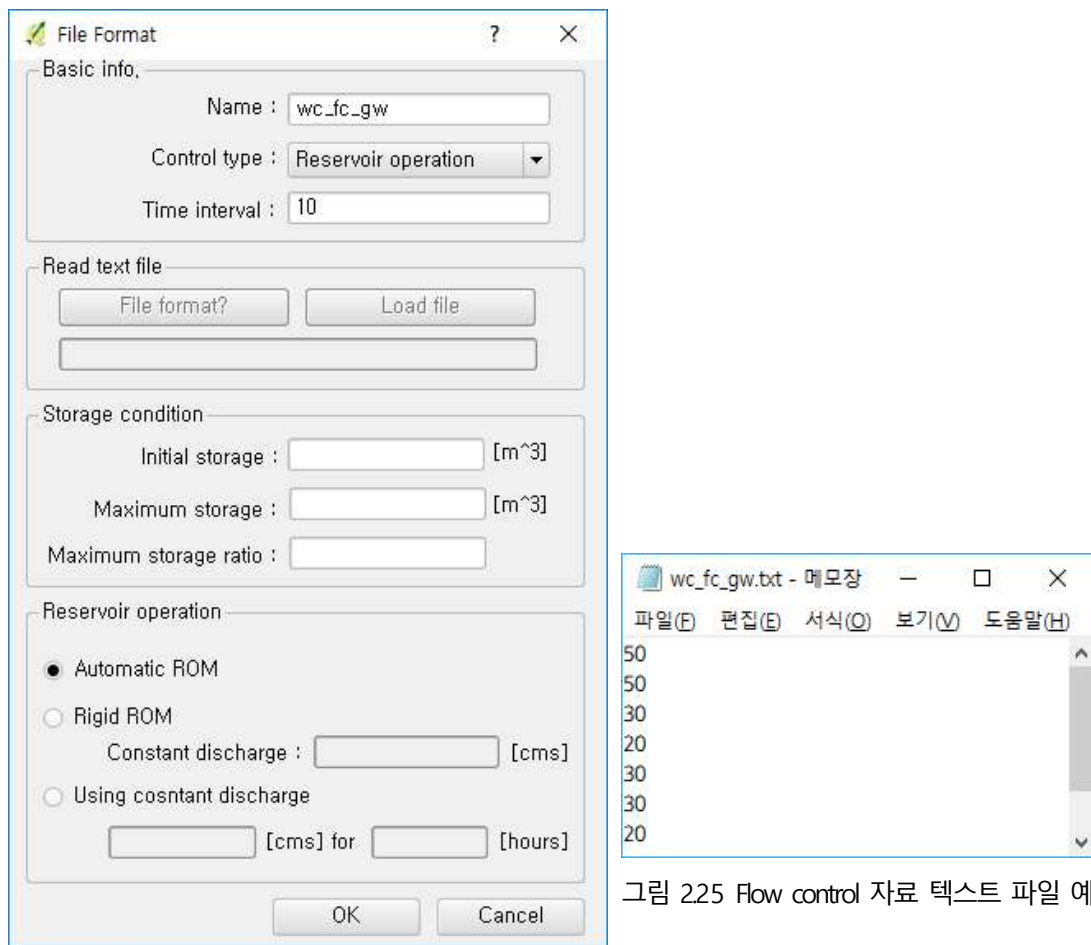


그림 2.24 Flow control 격자 입력 예

Simulation

Watch points

Channel cross section

Flow control

Flow control grid

Name	ColX	RowY	DT
wc_fc_gw	55	72	10

◀

▶▶

Add selected cell

Edit

Go to grid

Remove

Watershed parameters

Cell Info,

그림 2.26 Flow control page

4. Flow control 격자를 [Flow controls grid] 목록에서 삭제할 때는 대상 격자를 리스트에서 선택하고 [Remove] 버튼 클릭
5. Flow control 격자의 위치를 지도상에서 확인할 경우에는 대상 격자를 [Flow controls grid] 목록에서 선택하고, [Go to grid] 버튼 클릭
6. Flow control 격자의 속성을 수정할 때는 대상 격자를 [Flow controls grid] 목록에서 선택하고, [Edit] 버튼 클릭
7. Flow control 격자는 지도상에서 색으로 구분되며, 색상을 변경할 때는 [Edit] 버튼 좌측의 컬러박스 클릭

⑤ Watershed parameters

모의 대상 유역에 대한 사용자 매개변수를 입력 및 수정한다. 소유역별로 각기 다른 매개변수를 설정할 경우에는 단일 유역 다지점 보정 기법이 적용된다. 매개변수 보정계수는 토양과 토지피복에 대한 매개변수를 일정한 비율로 증감시키기 위해서 사용된다.

1. [Run GRM | Setup/Run GRM]을 실행하고 [Watershed parameters] 페이지 선택
2. [Select WS]에서 매개변수를 설정할 유역 번호 선택
 - 최하류 유역에 대해서 매개변수를 입력한다.
 - 최하류 유역의 매개변수 입력 후, 다지점 보정을 위해서는 상류 소유역의 번호를 선택하고 대상 소유역에 대한 매개변수를 입력한다.
 - ※ 선택된 유역의 상류에 있는 소유역은 [UpWS], 하류에 있는 소유역은 [DownWS]에 목록에 보여진다. [DownWS]에 아무런 항목이 없으면 현재 선택된 유역 번호가 최하류 유역이다.
 - ※ 사용자에 의해서 매개변수가 입력된 소유역 번호는 [UserSetWS]에 목록으로 나타난다. 최하류에 있는 소유역은 항상 매개변수가 설정되므로 [UserSetWS]에 목록으로 나타난다.
3. [Initial soil saturation ratio]에 토양 초기포화도 입력
 - ※ 초기포화도는 overland flow를 모의하는 검사체적에 대해서만 적용된다. Channel flow를 모의하는 검사체적의 포화도는 1이다. 하나의 격자에서 overland flow와 channel flow를 함께 모의할 경우(하폭이 격자 크기보다 작은 경우)에는 두 개의 검사체적으로 계산한다.
4. [Minimum slop of land surface]에 overland flow 계산에 사용되는 최소경사 조건 입력
 - ※ 대상 유역의 지표면 특성 및 모의결과에 따라서 매개변수를 추정한다.
5. [UnsaturatedK type]에서 불포화투수계수를 계산하는 방법을 선택하고, [CoefUnsaturatedK]에서 불포화 투수계수 계산을 위한 계수를 입력한다. [UnsaturatedK type]에 'None'을 입력할 경우에는 불포화투수계수를 계산하지 않는다.
6. [Minimum slope of channel bed]에 channel flow 계산에 사용되는 최소경사 조건 입력
 - ※ 대상 유역의 하천 특성 및 모의결과에 따라서 매개변수를 추정한다.
7. 유출계산 기간의 시점에 대상 유역 유출구에서의 초기유량이 있을 경우, [Apply initial stream flow]에 입력
8. [Channel roughness]에 하도 조도계수 입력
 - ※ 하도 조도계수는 0.035 ~ 0.055의 사용을 권장하고 있으며, 기본값은 0.045로 설정되어 있다. 하천의 특성 및 모의결과에 따라서 추정한다.
9. [Init. dry stream order]에 유출계산 기간의 시점에서 건천으로 모의할 하천차수 입력
 - ※ 조밀한 하천망을 사용하는 경우 우기가 시작되기 전인 봄에 발생하는 강우 중 선행강우량이 작은 사상에 대해서 이 매개변수를 입력할 수 있으며, 기본값은 0으로 설정되어 있다.(0을 입력한 경우 건천차수는 적용하지 않음.)
10. [Land cover roughness coefficient], [Soil depth], [Soil porosity], [Soil wetting front suction head], [Soil hydraulic conductivity]에 대한 매개변수 보정계수 입력
 - ※ 매개변수 보정계수는 각 격자별 매개변수에 곱해지는 값으로, 1을 입력할 경우에는 각 격자에 할당된 매개변수 값이 그대로 유출해석에 적용된다.

10. 입력한 매개변수를 현재 선택된 유역에 대해서 적용하기 위해 [Apply current WS] 버튼 클릭하고, 이때 [UserSetWS]에 해당 유역이 추가됨.
11. 임의 소유역에 설정된 매개변수를 삭제하고, 해당 소유역의 하류 유역에서 설정된 매개변수로 모의하고자 할 경우에는 매개변수 삭제 대상 소유역을 [Select WS]에서 선택하고 [Remove WS parameters] 버튼 클릭

Simulation

Watch points

Channel cross section

Flow control

Watershed parameters

Select watershed

Select WS: 2

UserSetWS: 1

UpWS: 3

DownWS: 1

Watershed

Initial soil saturation ratio: 1.0

Minimum slope of land surface: 0.0001

UnsaturatedK type: Linear

CoefUnsaturatedK: 0.2

Stream

Minimum slope of channel bed: 0.0001

Minimum channel width[m]: 50.0

Apply initial stream flow[CMS]: 0.0

Channel roughness: 0.045

Ini. dry stream order: 0

Calibration coefficient

Land cover roughness coefficient: 1.0

Soil depth: 1.0

Soil porosity: 1.0

Soil wetting front S.H.: 1.0

Soil hyd. cond.: 1.0

Apply current WS

Remove WS parameters

Cell Info.

그림 2.27 Watershed parameters page

⑥ Cell info.

유역 내 임의 격자의 위치, 흐름정보, 토양 및 토지피복 매개변수 등의 격자 정보를 조회한다.

1. [Run GRM | Setup/Run GRM]을 실행하고 [Cell info.] 페이지 선택
2. 지도창 상단에 있는 확대, 축소, 이동 버튼을 이용해서 조회하고자 하는 격자로 이동
3. Select grid 버튼(📍)을 이용하여 격자를 선택하고 cell info. page에서의 속성 항목과 지도창 우상단에서 격자 위치 확인

Simulation	
Watch points	
Channel cross section	
Flow control	
Watershed parameters	
Cell Info.	
Flow	
Cell number : 9078	Watershed ID: 3
Cell type: ChannelFlow	Slope: 0,01089099980
Stream value: 1	Flow dir.: SE Flow acc.: 2
Soil texture	
Grid value: 8	Soil texture: L
	Porosity: 0,463
	Effective porosity: 0,434
	Wetting front suction head[cm]: 8,89
	Hydraulic conductivity[cm/h]: 0,34
Soil depth	
Grid value: 1	Depth class : D
	Depth[cm]: 125
Land Cover	
Grid value: 200	Type: AGRL
	Roughness coefficient: 0,035
	Impervious ratio: 0,391

그림 2.29 Cell info. page

⑦ **Save project/Start simulation command button**

1. GRM 구동을 위한 매개변수와 환경 설정이 모두 완료되면 [Save project/Start simulation] 버튼을 클릭하여 매개변수와 환경설정을 gmp 파일에 저장하고 유출모의를 시작한다.

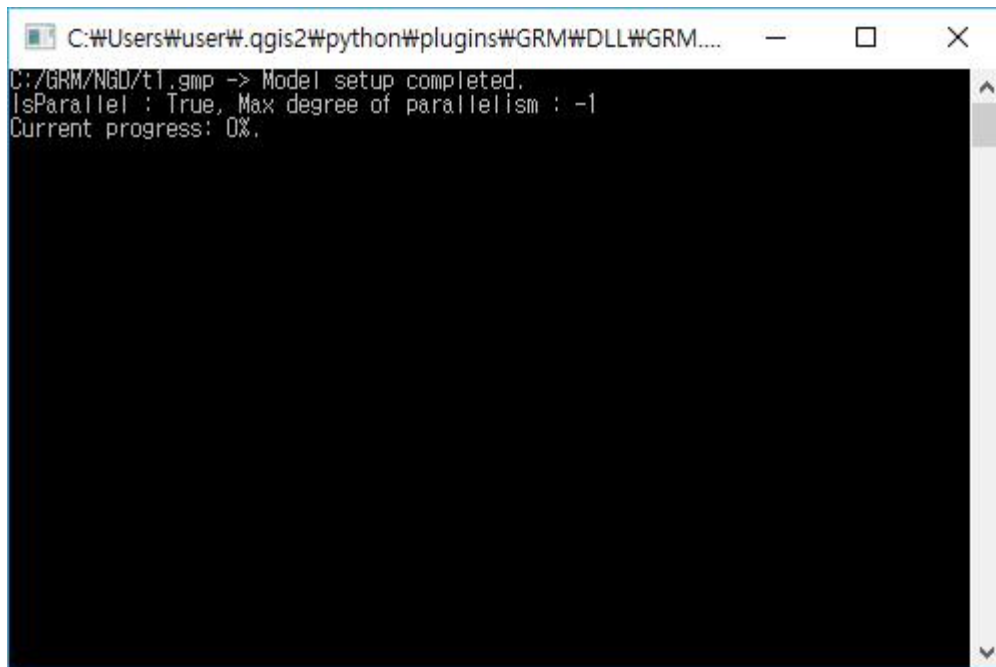


그림 2.30 simulation 실행 창

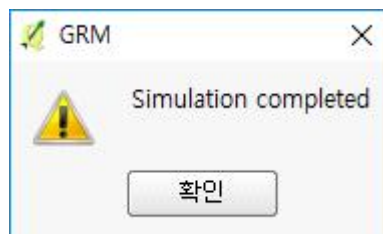


그림 2.31 Simulation 완료 메시지

⑧ Save project

1. GRM 구동을 위한 매개변수와 환경설정을 gmp 파일에 저장한다.

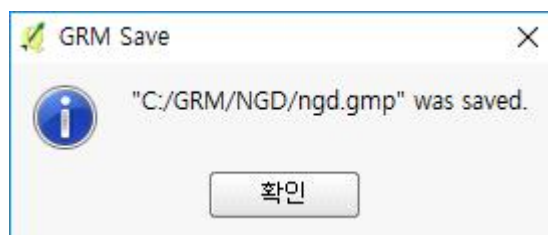
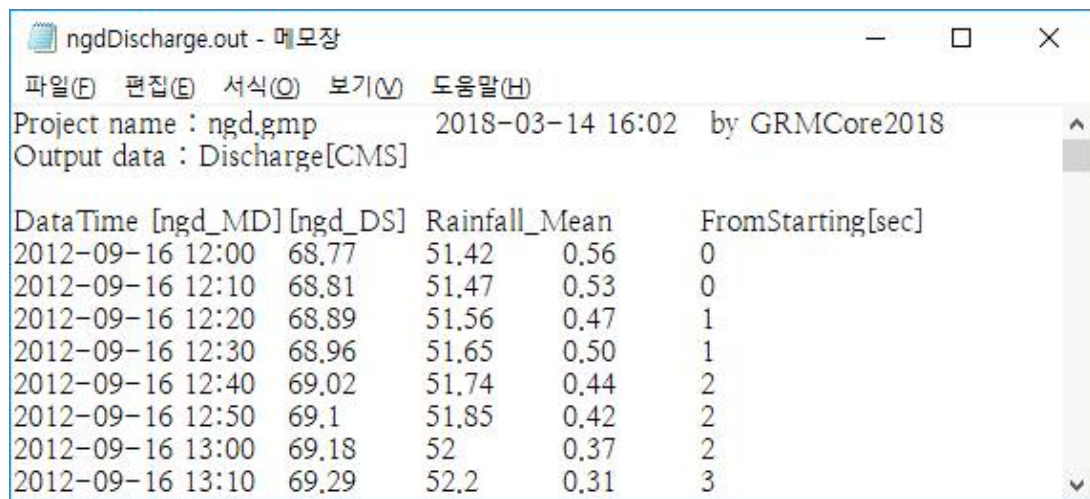


그림 2.32 매개변수와 환경설정 업데이트 메시지

⑨ View Result command button

1. 유출해석 결과 중 유량 모의결과 텍스트 파일(.out)을 연다.
 - ※ 모든 watch point에서의 모의결과를 나타낸다. 텍스트 파일의 내용은 tab으로 구분되어 있다. 유량을 포함한 모든 모의결과는 프로젝트 파일이 있는 폴더에 '.out' 확장자를 가지고 생성된다.



ngdDischarge.out - 메모장

파일(F) 편집(E) 서식(O) 보기(V) 도움말(H)

Project name : ngd.gmp 2018-03-14 16:02 by GRMCore2018

Output data : Discharge[CMS]

DateTime [ngd_MD]	[ngd_DS]	Rainfall_Mean		FromStarting[sec]
2012-09-16 12:00	68.77	51.42	0.56	0
2012-09-16 12:10	68.81	51.47	0.53	0
2012-09-16 12:20	68.89	51.56	0.47	1
2012-09-16 12:30	68.96	51.65	0.50	1
2012-09-16 12:40	69.02	51.74	0.44	2
2012-09-16 12:50	69.1	51.85	0.42	2
2012-09-16 13:00	69.18	52	0.37	2
2012-09-16 13:10	69.29	52.2	0.31	3

그림 2.33 유량 모의결과 파일 예

3. Tutorial