

## [Geology] Article

## 확장된 지형/수문 분석 데이터 구축 및 서비스

이사로\* · 김민주

한국지질자원연구원 플랫폼연구본부 지질자원데이터센터, 대전 34132, 대한민국

## Construction of Topographic/Hydrologic Data using DEM and its Service 2

Saro Lee\* and Minju Kim

*Geoscience Platform Research Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM), Daejeon 34132, Republic of Korea*

Received: 29 September 2021, Revised: 1 November 2021, Accepted: 2 November 2021

**요약문** 본 연구에서는 수치지형모델(DEM)을 이용하여 기존에 이미 구축된 총 20종의 지형/수문 분석도에 추가로 다양한 지형/수문 분석을 통해 지형 분석도 26종, 수문 분석도 6종 등 총 32종을 추가 구축하였다. 기존의 구축된 데이터와 같이 구축 범위는 남한 전체이며 해상도는 30 m이며 좌표계는 UTM-K 좌표이다. 구축된 자료 형태는 ASCII, ARCGIS GRID, GEOTIFF 등 3가지 형태로 남한 통판 자료와 행정구역 별로 제공된다. 이러한 모든 지형/수문 분석 데이터는 환경빅데이터 플랫폼([www.bigdata-environment.kr](http://www.bigdata-environment.kr))에서 무료로 다운로드 가능하다.

**주요어:** 수치지형모델, 지형 분석도, 수문 분석도, 환경 비즈니스 빅데이터 플랫폼

**Abstract** In addition to a total of 20 types of topography/moisture analysis maps that have already been built using a digital topographic model (DEM), in this study, a total of 32 types including 26 types of topographic analysis diagrams and 6 types of hydrological analysis diagrams were performed through various topography/hydraulic analysis. Additional species were built. As with the existing established data, the construction range is the whole of South Korea, the resolution is 30 m, and the coordinate system is UTM-K coordinates. The constructed data format is provided in three formats: ASCII, ARCGIS GRID, and GEOTIFF. All these topographic / hydrological analysis data can be downloaded free of charge from the Environmental Big Data Platform ([www.bigdata-environment.kr](http://www.bigdata-environment.kr)).

**Keywords:** Digital elevation model, topographic analysis map, hydrological analysis map, environmental business big data platform

---

\*Corresponding author: [leesaro@kigam.re.kr](mailto:leesaro@kigam.re.kr)

### 1. 서론

본 연구에서는 기존에 이미 구축된 10종의 지형/수문 분석도(이사로, 김민지, 2020)에 추가로 수치표고모델 (DEM: Digital Elevation Model)을 이용하여 다양한 지형/수문 분석 데이터를 생산/구축하였다. 이러한 지형 및 수문 분석 데이터는 산사태, 홍수, 토양침식 등 자연재해 분석, 지하수 개발 및 오염 예측, 지표수 관리, 각종 적지 선정 등 다양한 분야에서 활용될 수 있다. 그리고 이렇게 구축된 각종 지형 및 수문 분석 데이터를 활용을 하기 위해 웹 기반의 환경 비즈니스 빅데이터 플랫폼(www.bigdata-environment.kr)을 통해 대국민 서비스할 수 있게 하였다.

### 2. 본론

지형/수문 분석도 구축을 위해 먼저 국립지리정보원에서 제공하는 DEM을 이용하였다. 지형/수문분석도는 이러한 DEM을 활용하여 지형/수문 정보를 분석하고 공간적인 분포를 지도로 나타낸 것이다. 지형 및 수문 분석도작성을 위해 SAGA GIS 분석프로그램(Conrad et al., 2015)을 사용하였다. 지형분석도로는 평면 곡률(Plan Curvature), 측면 곡률(Profile Curvature), 막힌 함몰(Closed Depressions), 경사 위치(Relative Slope Position), 최대 높이(Maximum Height), 지표면 질감(Terrain Surface Texture), 북쪽 방향 지형 음영기복(Alytic Hillshading), 북동쪽 방향 지형 음영기복(Alytic Hillshading), 동쪽 방향 지형 음영기복(Alytic Hillshading), 남동쪽 방향 지형 음영기복(Alytic Hillshading), 남쪽 방향 지형 음영기복(Alytic Hillshading), 남서쪽 방향 지형 음영기복(Alytic Hillshading), 서쪽 방향 지형 음영기복(Alytic Hillshading), 북서쪽 방향 지형 음영기복(Alytic Hillshading), 일주 이방성 가열(Diurnal Anisotropic Heating), 부분 곡률(Local Curvature), 내리막 곡률(Downslope Curvature), 오르막 곡률(Upslope Curvature), 능선 상단 평탄함의 다중 지수(multiresolution index of the ridge top flatness (MRRTF)), 계곡 하단 평탄함의 다중 지수(multiresolution index of valley bottom flatness (MRVBF)), 형태적 보호 지수(Morphometric Protection Index), TPI 기반 지형 분류(TPI based Landforms Classification), 표면 볼록도(Terrain Surface Convexity), 벡터 지형 견고성(Vector Terrain Ruggedness(VRM)), 바람 노출(Wind Exposition), 바람 대피 지수(Wind Shelter Index) 등의 지표 특성을 DEM을 이용하여 계산하고 이를 도면으로 구축하였다. 이러한 지형 분석도 각각에 대한 설명은 Table 1과 같다.

수문분석도로는 수계망(Channel Network), 수계망 기준면(Channel Network Base Level), 수계망 거리(Channel Network Distance), 멜톤 기복 지수(Melton Ruggedness Number), 흐름 방향(Flow Direction), 스트라렐러 순위(Strahler Order) 등의 지표 특성을 DEM을 이용하여 계산하고 이를 도면으로 구축하였다. 이러한 수문 분석도 각각에 대한 설명은 Table 2와 같다.

### 3. 결과

본 연구에서 구축된 지형분석도는 Fig. 1과 같다. 구축된 수문분석도는 Fig. 2와 같다. 지형/수문 분석도 구축 범위는 남한 전체이며, 해상도는 30m이며, 좌표계는 UTM-K 좌표이다. 구축된 자료 형태는 ASCII, ARCGIS GRID, GEOTIFF 등 3가지 형태이고, 모든 데이터는 남한 전체 자료와 행정구역 별로 3가지 자료 형태로 제작되었다.

**Table 1.** Topographic analysis data

이름	설명
평면 곡률 (Plan Curvature)	최대 경사 방향에 수직인 등고선의 곡률이다.
측면 곡률 (Profile Curvature)	Z 축과 최대 기울기 방향으로 정의된 평면이 교차하는 곡률이다.
막힌 함몰 (Closed Depressions)	지형에서 대략적으로 낮고 오목한 지형 형상이다. 주변 지역보다 아래로 가라앉거나 움푹 들어간 지형이다.
상대적 경사 위치 (Relative Slope Position)	경사면의 능선과 계곡을 기준으로 한 점의 위치로 정의되며, 계곡의 바닥은 0, 능선의 상단은 1의 값으로 정의된다
최대 높이 (Maximum Height)	지역 환경의 최대 높이로 정의된다.
지표면 질감 (Terrain Surface Texture)	지정된 주변지역 내에서 구덩이와 봉우리의 수로 계산되는 미세한(많은) 지형 간격 대 거친(소수) 지형 간격의 측정값이다
북쪽 방향 지형 음영기복 (North Facing Analytic Hillshading)	햇빛 방향(북쪽)을 기준으로 음영 처리된 지형의 기복도이다.
북동쪽 방향 지형 음영기복 (Northeast Facing Analytic Hillshading)	햇빛 방향(북동쪽)을 기준으로 음영 처리된 지형의 기복이다.
동쪽 방향 지형 음영기복 (East Facing Analytic Hillshading)	햇빛 방향(동쪽)을 기준으로 음영 처리된 지형의 기복이다.
남동쪽 방향 지형 음영기복 (Southeast Facing Analytic Hillshading)	햇빛 방향(남동쪽)을 기준으로 음영 처리된 지형의 기복이다.
남쪽 방향 지형 음영기복 (South Facing Analytic Hillshading)	햇빛 방향(남쪽)을 기준으로 음영 처리된 지형의 기복이다.
남서쪽 방향 지형 음영기복 (Southwest Facing Analytic Hillshading)	햇빛 방향(남서쪽)을 기준으로 음영 처리된 지형의 기복이다.
서쪽 방향 지형 음영기복 (West Facing Analytic Hillshading)	햇빛 방향(서쪽)을 기준으로 음영 처리된 지형의 기복이다.
북서쪽 방향 지형 음영기복 (Northwest Facing Analytic Hillshading)	햇빛 방향(북서쪽)을 기준으로 음영 처리된 지형의 기복이다.
일주 이방성 가열 (Diurnal Anisotropic Heating)	이것은 이방향에서의 주간 열( $H_a$ ) 분포의 다소 간단한 근사치를 다음의 공식을 이용하여 계산한다 $H_a = \cos(a_{max} - a) * \arctan(b)$ 여기서 $a_{max}$ 는 최대 전체 열 잔여량의 측면에서 정의되고, $a$ 는 경사면, $b$ 는 경사각이다.
부분 곡률 (Local Curvature)	인접 격자에 대한 기울기(즉, 기울기의 접선)의 합으로 계산된다.
내리막 곡률 (Downslope Curvature)	이것은 여러 흐름 방향을 기반으로 하는 격자의 내리막에 기여하는 영역에서 거리가 가중된 평균 지역의 곡률이다.
오르막 곡률 (Upslope Curvature)	여러 흐름 방향을 기반으로 하는 격자의 오르막 기여 영역에서 거리 가중 평균 로컬 곡률이다.

능선 상단 평탄함의 다중 지수 (multiresolution index of the ridge top flatness (MRRTF))	안정된 고지대를 묘사하는 평탄도와 상승도를 측정하기 위해 설계된 지형 지수이다.
계곡 하단 평탄함의 다중 지수 (multiresolution index of valley bottom flatness (MRVBF))	퇴적 영역을 묘사하는 평탄도와 낮음을 측정하도록 설계된 지형 지수이다.
형태적 보호 지수 (Morphometric Protection Index)	개방성/보호성의 척도는 주변 기복이 주어진 격자를 보호하는 정도를 분석하여 계산된다.
TPI 기반 지형 분류 (TPI based Landforms Classification)	표고 차이를 그것의 표준 편차로 나누어 계산되어 지정된 지역적 평균으로부터의 점 표고의 편차이다.
표면 볼록도 (Terrain Surface Convexity)	지정된 이웃 내에서 구멍이와 봉우리의 수로 계산되는 미세한(많은) 지형 간격 대 거친(소수) 지형 간격의 측정값이다.
벡터 지형 견고성 (Vector Terrain Ruggedness(VRM))	이것은 주변 이웃 내 격자의 3 차원 방향 변화로 지형 견고성을 측정하는 방법을 제공한다
바람 노출 (Wind Exposition)	1 미만의 값은 바람 그림자 영역을 나타내고 1 이상의 값은 바람에 노출된 영역을 나타내는 각도 단계를 사용하여 모든 방향에 대한 평균 '바람 영향 지수'를 계산한다.
바람 대피 지수 (Wind Shelter Index)	지형적 장애물의 바람이 불어오는 쪽의 눈 축적에 대한 대응물이다.

**Table 2.** Hydrologic analysis data

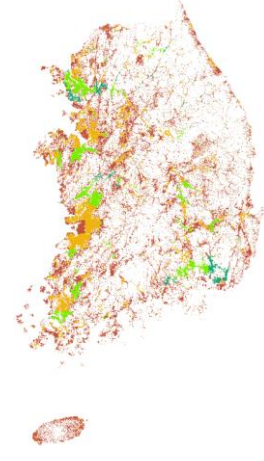
이름	설명
수계망 기준면 (Channel Network Base Level)	이 격자에는 보간된 수계망 기준 기준표고가 포함된다.
수계망 거리 (Channel Network Distance)	수계망 기준면까지의 수직 거리로 정의된다.
수계망 (Channel Network)	배수로의 벡터 파일을 만든다.
멜톤 기복 지수 (Melton Ruggedness Number)	유역 면적의 제곱근으로 나눈 유역 면적의 최대 고도와 최소 고도 간의 차이로 계산된 단순 유량 누적 관련 지수이다.
흐름 방향 (Flow Direction)	각 격자에서 흐름이 흐르는 방향을 의미한다.
Strahler 순위 (Strahler Order)	집수의 형태를 반영하도록 설계된 하천 시스템의 분기 수준을 나타내며 분기 비율, 배수 밀도 및 빈도와 같은 구조의 중요한 수로 지표의 기초를 형성한다.



평면 곡률도  
(Plan Curvature)



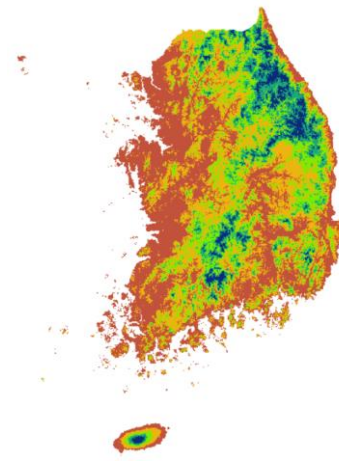
측면 곡률도  
(Profile Curvature)



막힌 함몰도  
(Closed Depressions)



상대적 경사 위치도  
(Relative Slope Position)



최대 높이도  
(Maximum Height)



지표면 질감도  
(Terrain Surface Texture)



북쪽 방향 지형 음영기복  
(Analytic Hillshading)



북동쪽 방향 지형 음영기복  
(Analytic Hillshading)



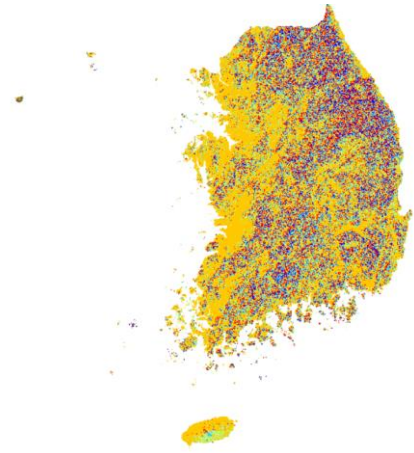
동쪽 방향 지형 음영기복  
(Analytic Hillshading)



남동쪽 방향 지형 음영기복  
(Analytic Hillshading)



남쪽 방향 지형 음영기복  
(Analytic Hillshading)



남서쪽 방향 지형 음영기복  
(Analytic Hillshading)



서쪽 방향 지형 음영기복  
(Analytic Hillshading)



북서쪽 방향 지형 음영기복  
(Analytic Hillshading)



일주 이방성 가열  
(Diurnal Anisotropic Heating)



부분 곡률도(Local Curvature)

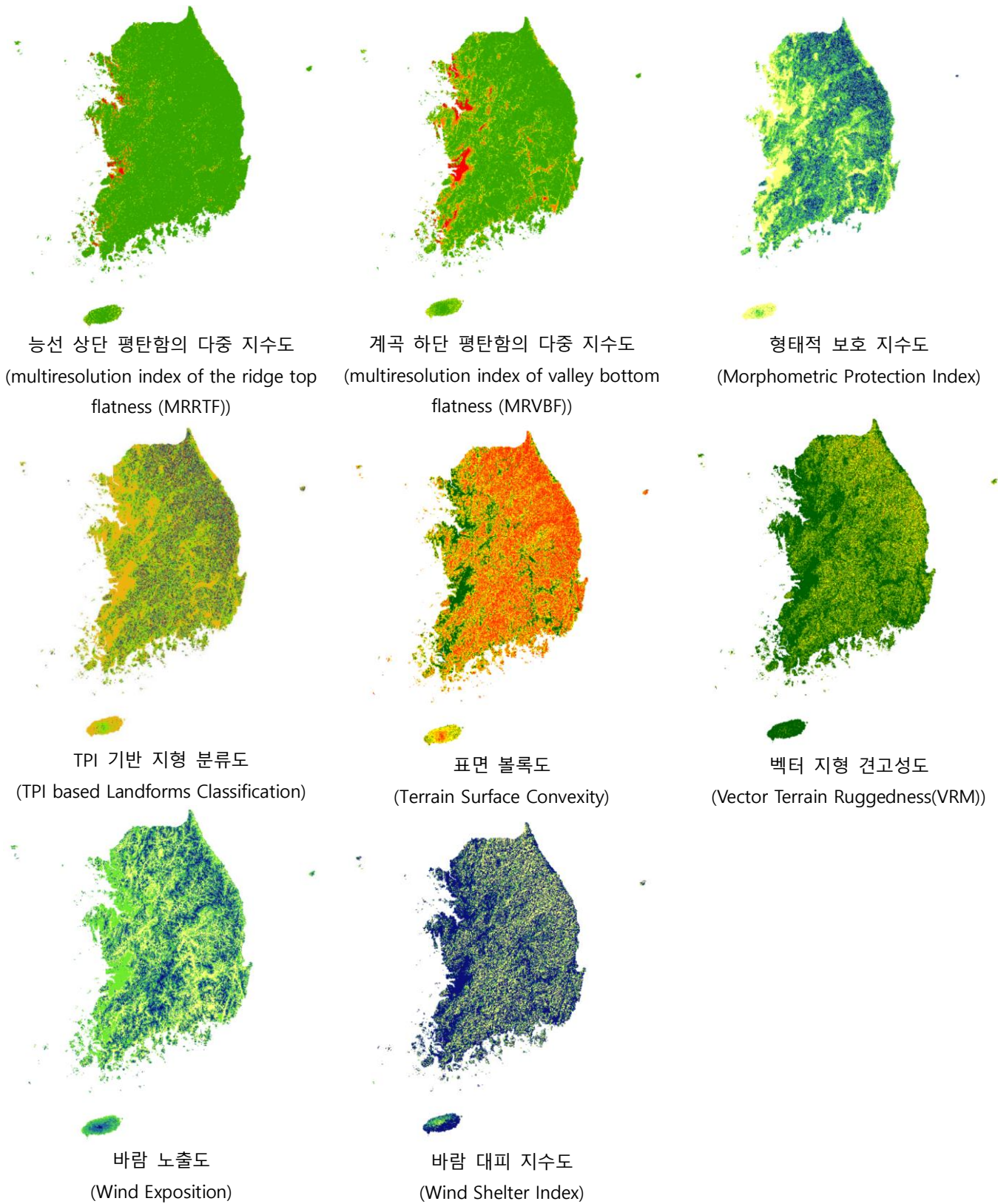


내리막 곡률도(Local Curvature)



오르막 곡률도(Local Curvature)





**Figure 1.** Topographic analysis maps from DEM

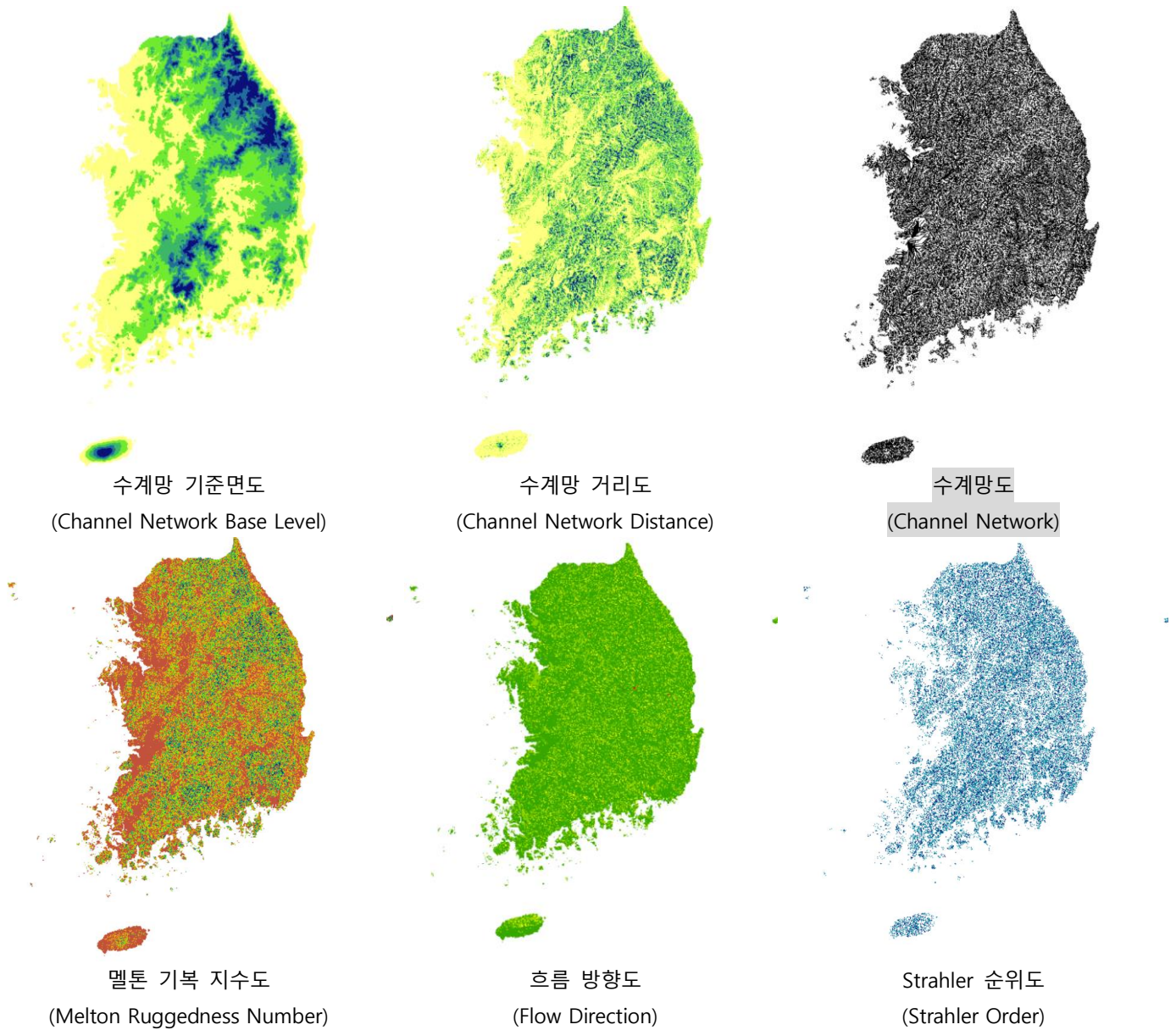


Figure 2. Hydrologic analysis maps from DEM

#### 4. 결론 및 토의

기존에 생성된 10종의 지형분석 데이터와 10종의 수문분석 데이터 외에 본 연구에서 생성된 26종의 지형 분석 데이터와 6종의 수문분석 데이터는 연구기관, 대학, 공공기관, 엔지니어링업체, 건설업체 등에서, 연구/교육용, 실무용으로 사용될 수 있다. 이러한 데이터가 활용될 수 있는 분야는 산사태, 홍수, 토양침식 등 지질재해 분석 및 관리, 하천, 지표수, 지하수 등 수자원 분석 및 관리, 도시, 토지, 도로, 철도, 공항 등 각종 개발예정지, 쓰레기 매립지, 골재 개발지 등 각종 적지 선정, 다양한 생태 서식지 분석 및 관리 등 매우 다양하다. 따라서 본 연구에서 생성 및 제공되는 지형/수문 분석데이터는 기초데이터로서 활발히 이용될 수 있다. 본 데이터들은 환경 빅데이터 플랫폼인 환경빅데이터 홈페이지([www.bigdata-environment.kr](http://www.bigdata-environment.kr))에서 무료로 다운로드 가능하다. 데이터 형태는 ASCII, ARCGIS GRID, GEOTIFF 등 3가지 형태이며, 남한 통판 자료와 행정구역 별로 환경빅데이터 홈페이지에서 제공된다.



### 5. 사사

본 연구는 환경 비즈니스 빅데이터 플랫폼 및 센터 구축 사업의 지원으로 수행되었음.

### 6. 참고문헌

Conrad O et al. (2015) System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v. 2.1.4. Geosci Model Dev 8:1991-2007. doi:10.5194/gmd-8-1991-2015

이사로, 김민지 (2020) DEM 을 이용한 지형/수문 분석 데이터 구축 및 서비스. GEO DATA 2(2): 36-44

### 7. 데이터셋에 대한 메타데이터

Sort	Field	Subcategory#1	Subcategory#2
Essential	Title	Topographic/Hydrologic Analysis Map	
	*DOI name	Plan Curvature	10.22761/DATA2021.3.4.001
		Profile Curvature	10.22761/DATA2021.3.4.002
		Closed Depressions	10.22761/DATA2021.3.4.003
		Relative Slope Position	10.22761/DATA2021.3.4.004
		Maximum Height	10.22761/DATA2021.3.4.005
		Terrain Surface Texture	10.22761/DATA2021.3.4.006
		North Direction Analytic Hillshading	10.22761/DATA2021.3.4.007
		Northeast Direction Analytic Hillshading	10.22761/DATA2021.3.4.008
		East Direction Analytic Hillshading	10.22761/DATA2021.3.4.009
		Southeast Direction Analytic Hillshading	10.22761/DATA2021.3.4.010
		South Direction Analytic Hillshading	10.22761/DATA2021.3.4.011
		Southwest Direction Analytic Hillshading	10.22761/DATA2021.3.4.012
		West Direction Analytic Hillshading	10.22761/DATA2021.3.4.013
		Northwest Direction Analytic Hillshading	10.22761/DATA2021.3.4.014
		Diurnal Anisotropic Heating	10.22761/DATA2021.3.4.015
		Local Curvature	10.22761/DATA2021.3.4.016
		Downslope Curvature	10.22761/DATA2021.3.4.017
		Upslope Curvature	10.22761/DATA2021.3.4.018
		multiresolution index of the ridge top flatness (MRRTF)	10.22761/DATA2021.3.4.019
	multiresolution index of valley bottom flatness (MRVBF)	10.22761/DATA2021.3.4.020	
	Morphometric Protection Index	10.22761/DATA2021.3.4.021	
	TPI based Landforms Classification	10.22761/DATA2021.3.4.022	
	Terrain Surface Convexity	10.22761/DATA2021.3.4.023	
	Vector Terrain Ruggedness (VRM)	10.22761/DATA2021.3.4.024	

	Wind Exposition Wind Shelter Index Channel Network Base Level Channel Network Distance Channel Network Melton Ruggedness Number Flow Direction Strahler Order	10.22761/DATA2021.3.4.025 10.22761/DATA2021.3.4.026 10.22761/DATA2021.3.4.027 10.22761/DATA2021.3.4.028 10.22761/DATA2021.3.4.029 10.22761/DATA2021.3.4.030 10.22761/DATA2021.3.4.031 10.22761/DATA2021.3.4.032	
	*Category	geoscientificInformation	
	Abstract		
	*Temporal Coverage	2021년	
	*Spatial Coverage	Latitude 33°N - 43°N, Longitude 124°E - 132°E	
	*Personnel	Name	Saro Lee
		Affiliation	Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources
		e-mail	leesaro@kigam.re.kr
	*License	CC BY-NC	
Optional	*Project	Establishment of National Geoscience Data Center (NGDC) Infra through Development of Geo-Big Data Open Platform	
	*Instrument		