

논평 (Review paper)

## 한국 국가지질공원의 제4기 지질명소: 유형 분류와 지속가능한 활용

김가연<sup>1</sup>, 하수진<sup>2</sup>, 임현수<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>부산대학교 지질환경과학과 대학원생

<sup>2</sup>부산광역시 환경정책과 주무관

<sup>3</sup>부산대학교 지질환경과학과 교수

### Quaternary Geological Sites in Korea's National Geoparks: Classification and Sustainable Utilization

Kim, Ga Yeon<sup>1</sup>, Ha, Sujin<sup>2</sup>, Lim, Hyoun Soo<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>Graduate student, Department of Geological Sciences, Pusan National University

<sup>2</sup>Officer, Environmental Policy Division, Busan Metropolitan City

<sup>3</sup>Professor, Department of Geological Sciences, Pusan National University

**요약** : 본 연구는 한국의 국가지질공원 및 유네스코 세계지질공원에 포함된 제4기 관련 지질명소를 조사하여 학술적, 보존적, 지속 가능한 활용 가치를 분석하였다. 총 16개 지질공원의 264개 지질명소를 전수 조사한 결과, 이 중 139개소(52%)가 제4기와 관련된 지질명소로 확인되었으며, 형성과정과 특성을 기준으로 9가지 유형으로 분류되었다. 하천, 호수, 삼각주 등과 관련된 유형(24.5%)과 화산 활동과 관련된 유형(22.3%)이 두드러졌다. 제4기 관련 지질명소는 과거 기후 변화와 해수면 변동을 이해하는 데 중요한 기록을 제공하며, 교육 및 지질관광 측면에서도 큰 기여를 하고 있다. 본 연구는 다학제적 연구와 체계적인 분류 체계의 필요성을 강조하며, 이를 통해 지질명소의 활용성과 보존성을 더욱 증진시킬 것을 제안한다. 본 연구는 향후 지질공원의 확장 및 재인증 추진 과정에 기초 자료를 제공하며, 제4기 지질명소를 환경 변화, 인간 활동, 지질유산의 연결점으로 이해하는 새로운 관점을 제시한다.

**주요어** : 지질공원, 지질명소, 제4기, 지질유산, 지질관광

**Abstract** : This study investigates Quaternary geological sites within Korea's national and UNESCO global geoparks, focusing on their academic, conservation, and sustainable utilization values. A total of 264 geosites were surveyed across 16 geoparks. Among them, 139 sites (52%) were identified as related to the Quaternary period and categorized into nine types based on geological formation processes and features. The study

\* Corresponding Author: Lim, Hyoun Soo, Department of Geological Sciences, Pusan National University, 2, Busandaehak-ro 63beon-gil, Geumjeong-gu, Busan, 46241, Korea, tracker@pusan.ac.kr

## 한국 국가지질공원의 제4기 지질명소: 유형 분류와 지속가능한 활용

highlights the predominance of sites linked to fluvial, lacustrine, and deltaic processes (24.5%) and volcanic activities (22.3%). Quaternary-related geosites not only serve as key records for understanding past climate changes and sea-level fluctuations but also contribute to education and geotourism. This study emphasizes the need for multidisciplinary research and systematic classification to enhance their utilization and conservation. This research provides fundamental data to support future expansion and re-certification of geoparks and promotes a comprehensive understanding of Quaternary geosites as a nexus of environmental change, human activities, and geological heritage.

**Key words** : geopark, geosite, Quaternary, geological heritage, geotourism

### 1. 서론

2011년 자연공원법 개정으로 우리나라에 지질공원 제도가 처음 도입되었다. 지질공원은 지구과학적 중요성, 희소성, 경관미, 교육적 가치 등을 지니는 지질유산들이 모여 있는 지질명소(geosite)들로 구성되며 해당 지역의 생태, 고고, 역사, 문화 자원을 활용해 그 지역의 중요한 지질유산을 보전하고, 교육적인 관광형태인 지질관광을 통해 지역 경제 활성화를 목적으로 한 프로그램을 운영한다(National Geoparks of Korea). 제도적 측면에서 지질공원은 자연공원법 제2조의4에 따라 '지구과학적으로 중요하고 경관이 우수한 지역으로서 이를 보전하고 교육·관광 사업 등에 활용하기 위하여 제36조의3에 따라 환경부 장관이 인증한 공원'을 말하며, 인증 이후 국가지질공원으로 관리 및 운영된다.

2024년 11월 현재 울릉도·독도, 제주도, 부산, 청송, 강원평화지역, 무등산권, 한탄강, 강원고생대, 경북 동해안, 전북 서해안권, 백령대청, 진안·무주, 단양, 고군산군도, 의성, 화성 등 16개 지역이 국가지질공원으로 인증되었으며, 그 중 제주도(2010), 청송(2017), 무등산권(2018), 한탄강(2020), 전북 서해안권(2024)이 유네스코 세계지질공원으로 운영되고 있다(National Geoparks of Korea). 또한, 문경과

고성 지질공원이 국가지질공원 후보지로 지정되었으며, 단양과 경북 동해안 국가지질공원이 유네스코 세계지질공원 현장 평가를 받았고, 현재 유네스코 최종 인증을 기다리고 있다.

국가지질공원과 유네스코 세계지질공원을 관리 및 운영하는 지방자치단체가 지속적으로 확대되고, 유네스코 세계지질공원 인증 비율이 전체 국가지질공원의 약 30%에 이르면서 지질공원의 신규 인증뿐 아니라 인증 지위 유지를 위한 지자체별 학술연구 활동이 크게 증가하였다. 각 공원의 신규 지질명소 발굴과 국가적·국제적 가치 증명을 위한 지질학적 연구를 비롯해 교육 및 관광 측면의 지속가능한 활용 방안에 관한 연구들은 다양하게 수행되었다(Adam *et al.*, 2023; Chae *et al.*, 2021; 2023; Go *et al.*, 2017; Ha *et al.*, 2021; Jeon *et al.*, 2023; Kil *et al.*, 2019; Lee *et al.*, 2022). 하지만 국내 지질공원과 지질명소에 대한 지역, 지질시대, 암상, 유형 분류 등을 통한 체계적인 데이터 구축 및 지형, 생태, 환경 등 유관 분야의 다학제적 연구 활용 시도는 아직까지 부족한 실정이다.

특히, 앞서 지질공원의 법률적 정의에서도 설명하였듯 지질공원은 경관이 우수한 지역을 포함하기 때문에, 지질공원에 포함된 다수의 지질명소가 제4기(Quaternary) 동안의 지표환경 변화 및 인간 활동과 밀접하게 연관되어 있다. 또한, 이 시기와 관련된 지질명소가 기후변화와



Figure 1. Representative geosites of each type. (a) Type 1: Noodle Rock (Ullengdo-Dokdo). (b) Type 2: Baekuri Formation (Hantangang River), (c) Type 3: Shell fossils of the Seogwipo Formation (Jeju), (d) Type 4: Nakdonggang Estuary (Busan), (e) Type 5: Gosu Cave (Danyang), (f) Type 6: Jebudo Island (Hwaseong), (g) Type 7: Deoksan Neodeol (Mudeungsan), (h) Type 8: Maisan (Jinan-Muju), (i) Gochang Dolmens Site (Jeonbuk West Coast).

한국 국가지질공원의 제4기 지질명소: 유형 분류와 지속가능한 활용

Table 1. Revised classification system for geological heritage types (Kim *et al.*, 2022).

The abbreviations in the table represent the following m: mineral, r: rock, s: structure, l: landform, e: erosion, d: deposition, c: cave, k: karst.

Main categories (Processes)	Sub-categories (Products)		Code	Types in this study
1. Tectonics and crustal deformation processes	m	Metamorphic minerals such as graphite veins, peridot, garnet, spinel, and ruby	1m	
	r	Metamorphic rocks such as fault rocks, schist, gneiss, and metamorphosed sedimentary rocks	1r	
	s	Faults, folds, and joint set	1s	
	l	Graben, horst, mountain ranges	1l	
2. Volcanic processes	r	Lava (basalt, andesite, rhyolite, etc.), pyroclastic rocks (tuff, volcanic bomb, etc.)	2r	Type 1
	s	Columnar joints	2s	
	l	Lava tubes, calderas, lava domes, lava plateaus, cinder cones, tuff cones, tuff rings, maar, clinker, pillow basalt	2l	
3. Deep and shallow igneous processes	m	Minerals such as iron, carbonate, lithium, tourmaline, etc.	3m	
	r	Plutonic and hypabyssal rocks, mantle xenoliths	3r	
	s	Veins, dikes, sills, laccolith, batholith, volcanic neck, stock	3s	
4. Sedimentologic-stratigraphic records of earth history	m	Minerals such as calcite, dolomite, uranium, etc.	4m	Type 2
	r	Sedimentary rocks of major marker beds (including sedimentary structures)	4r	
	s	Unconformities, syn-sedimentary deformation structures, seismic structures (e.g., clastic dikes)	4s	
5. Evolution of the biosphere		Body fossils, trace fossils	5	Type 3
6. Fluvial, lacustrine and deltaic processes	e	Waterfall, gorge, valley, river cliff, corrasional cave, pothole	6e	Type 4
	d	Delta, alluvial fan, wetland, floodplain, river terrace, oxbow lake	6d	
7. Cave and karst processes	c	Limestone cave	7c	Type 5
	k	Sinkhole, doline, karst, uvala, terra rossa	7k	
8. Coastal processes	e	Sea cave, sea stack, tafoni, wave-cut platform, marine pothole	8e	Type 6
	d	Intertidal zone, sand or gravel beach, sand dune, lagoon, spit, marine terrace, tombolo	8d	
9. Glacial processes	r	Glacial deposits (moraine)	9r	Type 7
	s	Glacial striations, patterned ground	9s	
	l	U-shaped valley, kar, talus, block stream, wind hole, cryoplanation surface, ect.	9l	
10. Mountainous erosion and weathering landform		scarp, tor, menhir, natural arch, tafoni, ect.	10	Type 8
11. Meteorite impact	r	Meteorite, tektite	11r	
	l	Impact crater	11l	
12. Others		mines (including concentrators), historic area, natural gas seeps, museums, quarries, (hot) springs, tunnels, seismic records, and ecological sites, high moor, ect.	12	Type 9

해수면 변동 등 미래 지구환경 변화를 이해하는데 중요한 기록임에도 불구하고, 제4기 관련 지질명소는 해안단구, 사구, 화산활동 등 특정 유형으로만 집중되어 있는 실정이다(Bae *et al.*, 2013; Choi, 2016; Hong, 2018; Jeong *et al.*, 2017; Ki *et al.*, 2024; Shin *et al.*,

2020). 이번 연구의 목적은 1) 국내 지질공원의 지질명소를 조사하여 제4기와 관련된 지질명소를 선별하고, 2) 지질명소 형성과정에 따른 유형 분류를 통한 제4기 지질명소의 체계적인 데이터를 구축하여, 3) 한국의 지질공원에 포함된 제4기 관련 지질명소의 지속가능한 활용방안에

대해 논의하는 것이다.

## 2. 연구 방법

제4기 관련 지질명소를 선별하기 위해 2024년 11월 기준 16개 국가지질공원의 지질명소에 대한 목록을 작성하였으며, 유네스코 세계지질공원으로 지정된 제주도, 청송, 무등산권, 한탄강, 전북 서해안권 등 5개 지질공원은 유네스코 세계지질공원 지질명소를 반영하였다. 국내외 전문학술지와 지질공원 제공 정보 및 보고서 등의 문헌조사를 통해 각 지질명소들의 지질시대와 암상, 주요 지질·지형 특성을 정리하였으며, 전체 목록 중 제4기에 형성(environment)된 암석(지질)과 해당 시기동안 발달한 지형을 선별하였다.

제4기와 관련한 지질명소의 유형 분류는 ‘2022년 경남권 도서지역 지질유산 발굴 및 가치평가 사업’에서부터 사용되고 있는 지질유산의 유형 분류체계를 통해 이루어졌다(Kim *et al.*, 2022). 해당 유형 분류체계는 형성 포함한 형성작용(process)을 대분류의 기준으로 삼고, 국내 실정에 맞게 12항목으로 작성되었다(Kim *et al.*, 2022). 대분류는 다시 지질작용의 산물(products)로 소분류된다. 이번 연구에서는 제4기 관련 지형·지질 특성을 반영할 수 있는 9가지 유형(type)을 지정하고, 기존 분류 코드를 함께 제공하였다(Figure 1 and Table 1).

지질명소의 정의상 다양한 지질유산들이 함께 모여 있어 한가지의 유형으로 나누는 것에 어려움이 있으나, 각 지질공원에서 추구하는 주요 자원 요소와 지정된 지질명소명을 고려하여 하나의 대표 유형을 선정하였다(Table 2). 유형이 분류된 지질명소는 유형별, 지질공원별로 분포 특성을 파악하였다.

## 3. 결과 및 토의

### 3.1. 제4기 관련 지질명소 현황

현재 16개 국가지질공원(또는 유네스코 세계지질공원)에서 지정해 관리되고 있는 지질명소는 울릉도·독도 23개소, 제주도 13개소, 부산 12개소, 청송 24개소, 강원평화지역 16개소, 무등산권 24개소, 한탄강 26개소, 강원고생대 13개소, 경북 동해안 19개소, 전북 서해안권 32개소, 백령대청 10개소, 진안·무주 10개소, 단양 12개소, 고군산군도 10개소, 의성 12개소, 화성 8개소 등 총 264개소이다(National Geoparks of Korea).

이 가운데 제4기 관련 지형·지질 요소를 포함하여 Table 1에서 제시한 9개 유형으로 분류 가능한 지질명소는 139개소로 전체의 약 52%를 차지한다(Table 2 and 3). 139개의 제4기 관련 지질명소 가운데 유형 1(화산활동에 따른 지질과 지형)은 31개(22.3%), 유형 2(지사의 퇴적-층서학적 기록)는 1개(0.7%), 유형 3(화석기록과 화석산지)은 1개(0.7%), 유형 4(하천, 호수, 삼각주 등과 관련된 지형)는 34개(24.5%), 유형 5(동굴과 카르스트 작용)는 12개(8.6%), 유형 6(연안작용에 의한 침식 및 퇴적 지질과 지형)은 27개(19.4%), 유형 7(빙하작용에 따른 지형)은 9개(6.5%), 유형 8(산지의 풍화·침식작용)은 7개(5.0%), 유형 9는 17개(12.2%)로 나타났다.

유형 1에 해당하는 31개(22.3%) 지질명소는 제4기 화산활동의 결과물인 지질과 지형에 해당하며 9개 유형 가운데 가장 지질학적 요소가 강조된다. 해당 지질명소 전부가 제4기 화산섬인 울릉도·독도, 제주도 지질공원과 제4기 현무암(한탄강 현무암)이 분포하는 한탄강 지질공원에 위치한다. 유형 1의 대표 지질명소로는 한탄강의 아우라지 배개용암, 현무암협곡과 비둘기낭 폭포, 울릉도 국수바위와 황토굴, 독도 천장굴, 제주도의 세계자연유산지구(한라산, 성산일출봉, 만장굴) 등이 있다(Bae and Choo,

한국 국가지질공원의 제4기 지질명소: 유형 분류와 지속가능한 활용

Table 2. Classification of Quaternary geological sites in national and global geoparks of Korea.

No.	Quat. Geosites	Geologic Age	Lithology	Type (code)	Products
<b>Ullengdo-dokdo National Geopark (2012.12.27.)</b>					
1	Songinbong Virgin Forest	Quaternary	Nari Tephra Fm.	Type 9 (12)	Ecological sites
2	Jukam shingle Beach	Quaternary	Breccia, trachyte	Type 6 (8d)	Gravel beach
3	Samseonam Seastack	Quaternary	Trachyte	Type 6 (8e)	Sea stack
4	Independence Gate Rock	Paleogene	Tuff	Type 6 (8e)	Sea arch
5	Three Brothers Cave Rock	Paleogene	Basalt	Type 6 (8e)	Sea stack
6	Jeodong Seaside Walkway	Quaternary	Basalt, trachyte	Type 1 (2l)	Clinker, Pillow basalt
7	Dodong Seaside Walkway	Quaternary	Basalt, trachyte	Type 1 (2r)	Lava
8	Turtle Rock and the Natural Habitat of Juniper Growing Wild	Quaternary	Trachyte, phonolite lava	Type 1 (2r)	Lava
9	Noodle Rock	Quaternary	Trachyte	Type 1 (2s)	Columnar jointns
10	Mushroom Rock	Quaternary	Pyroclastic rock, lapilli tuff	Type 1 (2s)	Falling-stone, Differential erosion
11	Hakpo Beach	Quaternary	Trachyte, tuff	Type 6 (8e)	Sea cliff
12	Red Soil Cave	Quaternary	Tuff	Type 1 (2r)	Sea cave
13	Taeha Seaside Walkway and Daepunggam	Quaternary	Trachyte, phonolite	Type 1 (2s)	Columnar jointns
14	Old Man Peak	Quaternary	Phonolite	Type 1 (2l)	Volcanic neck
15	Needle Peak	Quaternary	Trachyte, phonolite	Type 1 (2l)	Lava dome
16	Elephant Rock	Quaternary	Trachyte	Type 6 (8e)	Sea arch
17	Yongchulso Spring	Quaternary	Trachyte	Type 9 (12)	Spring
18	Albong Peak	Quaternary	Trachyte	Type 1 (2l)	Lava dome
19	Bongrae Waterfall	Quaternary	Trachyte, tuff	Type 4 (6e)	Waterfall
<b>Jeju UNESCO Global Geopark (2012.12.27.)</b>					
1	Sanbngsan Mt.	Quaternary	Trachytic rocks	Type 1 (2l)	Lava dome
2	Yongmuri Beach	Quaternary	Tuff	Type 1 (2l)	Tuff ring
3	Suwolbong	Quaternary	Pyroclastic rocks	Type 1 (2l)	Parasitic volcano
4	Columnar Joints	Quaternary	Basalt	Type 1 (2s)	Columnar jointns
5	Shell Fossils of the Seogwipo Formation	Quaternary	Seoguipo Fm.	Type 3 (5)	Shell Fossil site
6	Cheonjiyeon Waterfall	Quaternary	Basalt	Type 4 (6e)	Waterfall
7	Udo Island	Quaternary	Basalt, tuff	Type 1 (2l)	Parasitic volcano, Rhodolith Beach
8	Biyangdo Island	Quaternary	Basalt	Type 1 (2l)	Cinder cone
9	Seonheul Gotzawal	Quaternary	Basalt	Type 9 (12)	Ecological sites, Lava flow field
10	Gyoraesamdasoo	Quaternary	Basalt	Type 9 (12)	Ecological sites, Crater
11	Hallasan Mt.	Quaternary	Basalt, trachyte	Type 1 (2l)	Shield volcano
12	Seongsan-Ilchulbong	Quaternary	Tuff	Type 1 (2l)	Tuff cone
13	Manjanggal	Quaternary	Basalt	Type 1 (2l)	Lava tube (cave)
<b>Busan National Geopark (2013.12.06.)</b>					
1	Nakdonggang Estuary	Quaternary	Alluvium	Type 4 (6d)	Delta
2	Taejongdae	Cretaceous	Taejongdae Fm.	Type 6 (8e, 8d)	Coastal tarrace, Wave-cut platform
3	Jangsan Mt.	Cretaceous	Rhyolite	Type 7 (9l)	Block stream, Talus
4	Geumjeongsan Mt.	Cretaceous	Granite	Type 8 (10)	Tor
5	Baegyongsan Mt.	Cretaceous	Sedimentary and igneous rocks	Type 5 (7c)	Limestone cave, Talus, Tor
<b>Cheonsong UNESCO Global Geopark (2014.04.11.)</b>					
1	Giam Cliff	Cretaceous	Juwangsan Tuff	Type 4 (6e)	Cliff

Table 2. (continued)

No.	Quat. Geosites	Geologic Age	Lithology	Type (code)	Products
2	Yeonhwagul Cave	Cretaceous	Juwangsan Tuff	Type 4 (6e)	Paleo-cave
3	Yongchu Gorge	Cretaceous	Juwangsan Tuff	Type 4 (6e)	Gorge
4	Yongyeon Falls	Cretaceous	Juwangsan Tuff	Type 4 (6e)	Waterfall
5	Jeolgol Gorge	Cretaceous	Juwangsan Tuff	Type 4 (6e)	Gorge
6	Jusanji Reservoir	Cretaceous	Juwangsan Tuff	Type 9 (12)	Artificial reservoir
7	Cheonsong Ice Valley	Cretaceous	Andesitic rocks	Type 7 (9l)	Talus, Wind holes
8	Incised Meander at Banhhojeong Pavilion	Cretaceous	Sagok Fm.	Type 4 (6e)	Incised meander
9	Baekseoktan Stream Potholes	Cretaceous	Ilgik Fm.	Type 4 (6e)	Potholes
10	Noruyongch Valley	Cretaceous	Juwangsan Tuff, Dogyedong Fm	Type 4 (6e)	Valley
11	Dalgi Spring Site	Cretaceous	Cheongsong granite	Type 9 (12)	Springs
<b>Gangwon Peace National Geopark (2014.04.11.)</b>					
1	Dutayeon	Precambrian	Gneiss	Type 4 (6e)	Incised meander, Old river channel
2	Yanggu White clay	Quaternary	Soil	Type 9 (12)	Historical area
3	Daeamsan Mt. Yong-neup	Precambrian	Quartz syenite	Type 9 (12)	High moor
4	Soyanggang River terrace	Quaternary	Alluvium	Type 4 (6d)	River terrace
5	Naerin River Pothole	Precambrian, Cretaceous	Gneiss, granite	Type 4 (6e)	Pothole
6	Hwajinpo	Quaternary	Sand	Type 6 (8d)	Lagoon
7	Neungpadae	Jurassic	Granite	Type 6 (8e)	Tafoni
8	Gogungugok	Jurassic	Granite	Type 4 (6e)	Waterfall, Pothole
9	Biraeam Cliff	Cretaceous	Quartz porphyry	Type 7 (9l)	Talus
10	Yangui Stream Wetland	Jurassic	Porphyritic granite	Type 4 (6d)	Stream wetland
11	Yonghwasan Mt.	Jurassic	Granite	Type 8 (10)	Tor, Groove, Gnamma
<b>Mudeungsan UNESCO Global Geopark (2014.12.10.)</b>					
1	Sinseondae	Cretaceous	Mudeungsan Tuff	Type 7 (9l)	Cryoplanation surface, Columnar joints
2	Deoksan Talus Slope (Neodeol)	Cretaceous	Mudeungsan Tuff	Type 7 (9l)	block stream
3	Jigong Talus Slope	Cretaceous	Mudeungsan Tuff	Type 7 (9l)	block stream
4	Mudeungsan Wind Hole	Cretaceous	Mudeungsan Tuff	Type 9 (12)	Wind hole
5	Jangbuljae	Cretaceous	Mudeungsan Tuff	Type 7 (9l)	Cryoplanation surface
6	Baekma Ridge	Cretaceous	Mudeungsan Tuff	Type 7 (9l)	Talus
7	Saeinbong Peak	Cretaceous	Dogok Rhyolite	Type 8 (10)	Tor
8	Uisangbong Peak	Cretaceous	Micrographic granite	Type 8 (10)	Tor
9	Simujigi Waterfall	Cretaceous	Mudeungsan Tuff	Type 4 (6e)	Waterfall
10	Hwasun Dolmen Welded Tuff	Cretaceous	Jangdong Tuff	Type 9 (12)	Historical area
11	Chunghyodong Clay Mineral Site	Quaternary	Soil	Type 9 (12)	Historical area
12	Damyang Gamagol	Cretaceous	Naejangsan volcanic rock	Type 4 (6e)	Waterfall, Talus
13	Damyang Wetland	Quaternary	Alluvium	Type 4 (6d)	Stream Wetland
<b>Hantangang River UNESCO Global Geopark (2015.12.31.)</b>					
1	Samtong	Cretaceous, Quaternary	Granite, basalt	Type 9 (12)	Spring water
2	Jeongokri Ruins soil stratum	Quaternary	Clay, sand	Type 9 (12)	Historical area
3	Soisan Mt.	Quaternary	Basalt	Type 1 (2l)	Basalt, Lava plateaus
4	Jiktang Waterfall	Quaternary	Basalt	Type 1 (2s)	Waterfall, Columnar joints

한국 국가지질공원의 제4기 지질명소: 유형 분류와 지속가능한 활용

Table 2. (continued)

No.	Quat. Geosites	Geologic Age	Lithology	Type (code)	Products
5	Bidulginang Falls and Meonguri Gorge	Quaternary	Basalt	Type 1 (2s)	Waterfall, Columnar joints
6	Pocheon Auraji	Quaternary	Basalt	Type 1 (2r, 2l)	Pillow lava
7	Jaerin Falls	Quaternary	Basalt	Type 1 (2s)	Waterfall, Columnar joints
8	Baekuri Formation	Quaternary	Baekuri Fm.	Type 2 (4r)	Unconsolidated sedimentary layer
9	Eundaeri Planticular joint and Fold structure	Quaternary	Basalt	Type 1 (2r, 2s)	Basalt, Pillow lava
10	Songdaeso	Quaternary	Basalt	Type 1 (2s)	Columnar joints, Valley
11	Daegyocheon Basalt gorge	Quaternary	Basalt	Type 1 (2r, 2s)	Basalt, valley, Columnar joints
12	Imjin River Columnar joint	Quaternary	Basalt	Type 1 (2s)	Columnar joints, River cliff
13	Gamaso Valley of Gyodong	Quaternary	Basalt	Type 1 (2r)	Waterfall, Basalt
14	Chatancheon Columnar joint	Quaternary	Basalt	Type 1 (2r, 2s)	Columnar joints
15	Ongjanggul	Cretaceous, Quaternary	Granite, basalt	Type 4 (6e)	Corrasional caves
16	Guraigol Valley	Quaternary	Basalt	Type 1 (2r)	Basalt, Valley
<b>Gangwon Paleozoic National Geopark (2017.01.05.)</b>					
1	Baekbokryong karst land	Paleozoic	Limestone	Type 5 (7k)	Doline, Sinkhole
2	Hwaamdonggul	Paleozoic	Limestone	Type 5 (7c)	Limestone cave
3	Yongyeondonggul	Paleozoic	Limestone	Type 5 (7c)	Limestone cave
4	Gomaru	Paleozoic	Jeongseon Fm.	Type 5 (7k)	Doline, Sinkhole
5	Baengnyongdonggul	Paleozoic	Makgol Fm.	Type 5 (7c)	Limestone cave
6	Hwaam mineral spring	Paleozoic	Limestone	Type 9 (12)	Spring
7	Sogeumgang	Paleozoic	Quartzite	Type 4 (6e)	River cliff, Talus
8	Donggang River	Paleozoic, Quaternary	Limestone, alluvium	Type 4 (6e)	Incised meander, River cliff, Limestone cave
9	Geomnyongso Spring	Paleozoic	Limestone, calcareous shale	Type 4 (6e)	Spring water, Pothole
<b>Gyeongbuk Donghaean National Geopark (2017.09.13.)</b>					
1	12 Waterfalls of Naeyeonsan	Cretaceous	Tuff	Type 4 (6e)	Waterfall
2	Homigot Marine Terrace	Paleogene	Gangsa-ri Breccia	Type 6 (8d)	Marine tarrace
3	Guryongso Pond	Cretaceous	Guryongso Conglomerate	Type 6 (8e)	Marine potholes
4	Goraebul Coast	Quaternary	Sand	Type 6 (8d)	Sand beach
5	Deokgu Valley	Precambrian	Granitic gneiss	Type 4 (6e)	Valley
6	Seongryugul Cave	Paleozoic	Limestone	Type 5 (7c)	Limestone cave
7	Bulyeong Valley	Precambrian	Granitic gneiss	Type 4 (6e)	Valley
8	Wangpicheon River	Precambrian	Granitic gneiss	Type 4 (6e)	Incised meander
<b>Jeonbuk West Coast UNESCO Global Geopark (2017.09.13.)</b>					
1	Chaeaseokgang	Cretaceous	Mudstone	Type 6 (8e)	Wave-cut platform
2	Cheonmabong Peak	Cretaceous	Rhyolite	Type 8 (10)	Tor
3	Maae Buddha Statue	Cretaceous	Rhyolite	Type 9 (12)	Historical area
4	Jingeunggul Cave	Cretaceous	Seonunsan volcanic rock (tuff)	Type 4 (6e)	Corrasional Cave
5	Byeongbawi Rock	Cretaceous	Rhyolite	Type 8 (10)	Cliff
6	Gochang Dolmens site	Cretaceous	Rhyolite, rhyolitic lapilli tuff, dacite	Type 9 (12)	Historical area
7	Myeongmaegi Spring	Jurassic	Daebo Granite	Type 9 (12)	Spring

Table 2. (continued)

No.	Quat. Geosites	Geologic Age	Lithology	Type (code)	Products
8	Myeongsasimni	Quaternary	Sand	Type 6 (8d)	Sand beach, Coastal dune
9	Moving Sand Island, Chenier	Quaternary	Sand	Type 6 (8d)	Chenier
10	Gochang Mudflat	Quaternary	Mud	Type 6 (8d)	Tidal flat (coastal wetland)
<b>Baengnyeong-Daecheong National Geopark (2019.07.10.)</b>					
1	Dumujin	Precambrian	Quartzite	Type 6 (8e)	Sea stack
2	Yongteurimbawi Rock	Precambrian	Quartzite, Metamorphosed mudrock	Type 6 (8e)	Sea stack
3	Kongdol Pebble Beach	Quaternary	Gravel (quartzite)	Type 6 (8d)	Gravel beach
4	Sagot Beach	Quaternary	Sand	Type 6 (8d)	Sand beach
5	Okjuk-dong Coastal Dune	Quaternary	Sand	Type 6 (8d)	Coastal dune
<b>Jinan-Muju National Geopark (2019.07.10.)</b>					
1	Maisan Mt.	Cretaceous	Conglomerate (Jinan Basin)	Type 8 (10)	Tafoni
2	Cheonbansan Mt.	Cretaceous	Tuff	Type 4 (6d)	River tarrace
3	Yongchu Waterfall	Precambrian	Schist	Type 4 (6e)	Waterfall
4	Jeoksangsan Cheonil Waterfall	Cretaceous	Conglomerate, tuff	Type 4 (6e)	Waterfall
<b>Danyang National Geopark (2020.07.27.)</b>					
1	Doosan Paragliding Factory	Paleozoic, Triassic	Limestone, Sandstone	Type 4 (6d)	River terrace
2	Dodamsambong	Paleozoic, Triassic	Limestone	Type 5 (7k)	Karren
3	Gosu Cave	Paleozoic	Limestone	Type 5 (7c)	Limestone cave
4	Ondal Cave	Paleozoic	Limestone	Type 5 (7c)	Limestone cave
5	Labor Cave	Paleozoic	Limestone	Type 5 (7c)	Limestone cave, Historical area
6	Sainam rock	Cretaceous	Biotite granite	Type 6 (8e)	Sea cliff, Marine pothole
7	Mancheonhagyeongwan	Paleozoic, Jurassic	Limestone, mudstone, shale	Type 4 (6d)	River terrace
8	Yeocheon-ri Karst	Paleozoic	Limestone, shale	Type 5 (7k)	Doline, Terra rossa
<b>Gogunsan Islands National Geopark (2023.06.21.)</b>					
1	Bangchukdo Dongnimun Rock	Precambrian	Quartzite, Phyllite	Type 6 (8e)	Sea arch
<b>Uiseong National Geopark (2023.06.21.)</b>					
1	Angye basin	Quaternary	Alluvium	Type 4 (8d)	Erosion basin
2	Bing-gye Valley	Cretaceous	Andesitic Volcanic Rocks	Type 7 (9l)	Talus, Block stream
<b>Hwaseong National Geopark (2024.02.29.)</b>					
1	Gukhwado Island	Devonian	Hornblende schist, diorite	Type 6 (8d)	Spit, Sand beach
2	Gungpyeonghang Port	Precambrian	Quartzite, green schist	Type 6 (8d)	Sand beach, Coastal dune
3	Baengmi-ri Coast	Precambrian	Seosan Group	Type 6 (8e)	Sea cave
4	Jebudo Island	Paleozoic	Quartzite, schist, phyllite	Type 6 (8d, 8e)	Spit, Sea stack

2016; Lee *et al.*, 2020; Ryu *et al.*, 2022; Yun, 2019). 유형 2와 3은 각 1개소로, 제4기 표식지 가운데 하나인 한탄강 지질공원의 백의리층(미고결 퇴적층)(Ahn *et al.*, 2023)과 제주

도 서귀포 패류화석산지 지질명소가 여기에 해당한다(Kim and Heo, 1997).

전체 유형 중 가장 높은 비율을 차지하는 유형 4는 하천, 호수, 삼각주 지형으로 폭포와 하

## 한국 국가지질공원의 제4기 지질명소: 유형 분류와 지속가능한 활용

식애, 감입곡류하천, 하안단구, 돌개구멍(pothole), 삼각주가 발달하는 지질명소 34개소를 포함한다. 이 유형은 가장 폭넓게 산출되는 유형으로 13개 지질공원의 지질명소가 여기에 해당하며, 대표적인 지질명소로는 제주도 천지연 폭포, 한탄강 재인폭포, 부산 낙동강 하구 등이 있다(Lee and Lee, 2017; Yoo *et al.*, 2016).

물(지하수)에 의한 석회암의 용식으로 발달하는 동굴과 카르스트 작용과 관련된 유형 5 지질명소는 고생대 석회암 지대가 분포하는 강원 고생대, 단양 및 경북 동해안 지질공원의 지질명소에 나타나며, 함석회동굴, 돌리네(doline), 카렌(karren), 테라로사(terra rosa)가 동굴과 함께 산출된다. 대표 지질명소로는 강원고생대 고씨굴, 백복령 카르스트 지대, 단양 도담삼봉, 고수동굴이 있으며, 부산 백양산 지질명소의 백악기 석회질 고토양층에서 발달한 석회동굴도 이 유형에 해당한다(Choi and Kim, 2009; Kang *et al.*, 2014).

유형 6은 연안 작용과 관련된 지형으로 27개 지질명소가 여기에 해당하며 유형 4와 함께 가장 높은 비중을 차지하는 유형 가운데 하나이다. 해안퇴적지형(사빈 및 역빈)과 해안침식지형(시스택, 해안단구, 해식애 등)의 비중이 가장 크게 나타나며, 대표 지질명소는 부산 태종대, 경북 동해안의 호미곶 해안단구, 전북 서해안권의 명사십리와 고창갯벌, 화성 제부도가 있다(Choi, 2016; Ha *et al.*, 2021; Hong, 2018; Jeong *et al.*, 2017; Jeong and Park, 2021; Kim *et al.*, 2014; So *et al.*, 2012).

유형 7은 제4기 주빙하 기후환경의 영향을 받아 형성된 지형과 관계된 9개 지질명소를 포함하며, 해당 지질명소에서는 동결파쇄(frost shattering) 현상으로 형성되는 암괴류(block stream)와 애추(talus) 등 다양한 유형의 암설사면과 풍혈, 평활사면이 발달한다. 대표 지질명소로는 무등산의 덕산너덜, 지공너덜, 청송의

얼음골, 부산의 장산 등이 있다(Jeon, 2001; Noh and Kang, 2021; Oh *et al.*, 2012; Park, 2017)

유형 8은 산지의 풍화·침식 작용과 관계된 지질명소로 토르(tor), 산지 타포니(tafoni)가 우세하게 발달하며, 부산의 금정산, 무등산권의 새인봉, 진안·무주의 마이산이 대표 지질명소이다(Ahn *et al.*, 2014; Oh *et al.*, 2016; 2017). 마지막으로 유형 9의 기타 항목에는 인간활동·역사·생태 관련된 다양한 명소가 포함되며, 대표 지질명소로는 청송 달기약수탕, 한탄강의 전곡리 유적과 샘통, 전북 서해안권의 고창 고인돌 등이 있다(Jeong *et al.*, 1999; Ryu *et al.*, 2023; Yi, 2011).

### 3.2. 제4기 관련 지질명소 유형의 특성

우리나라는 국토 면적이 좁음에도 불구하고 선캄브리아시대부터 제4기에 이르는 지질시대 암석이 모두 산출된다. 또한, 지체구조에 따라 신원생대 암석이 분포하는 임진강대, 시생대부터 고원생대 변성암이 분포하는 경기육괴, 선캄브리아시대 암체들이 복잡한 분포 양상을 보이는 옥천대, 고원생대 암체가 주를 이루는 영남 육괴로 구성되며, 이 외에도 고생대 및 백악기 퇴적층으로 이루어진 태백산분지와 경상분지 및 이를 피복하는 화산암류, 관입하는 심성암체 등으로 구분할 수 있다(Kim *et al.*, 2019), 이러한 지질학적 배경은 국내 여러 지질유산과 지질명소를 이해하는 가장 기본적인 정보에 해당한다.

국가지질공원은 지질공원 인증 세부기준(환경부고시 제2020-208호) 제3조 경계설정기준에 따라 지질·지형학적 특성이 부각될 수 있는 지역을 포함하여 분리되지 않게 단일면적으로 설정하는 것을 원칙으로 하며, 통상 경계는 행정단위를 따라 설정한다. 지질공원은 공원경계 설정 측면에서 제도적으로 효율적인 관리와 운영

Table 3. Classification of Quaternary Geosites in Korean National and UNESCO Global Geoparks by Type.

Geopark	Total Geosites	Quat. Geosites		Type								
		%	ea	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ullengdo-dokdo	23	82.6	19	10			1		6			2
Jeju	13	100	13	9		1	1					2
Busan	12	41.7	5				1	1	1	1	1	
Cheonsong	24	45.8	11				8			1		2
Gangwon Peace	16	68.8	11				5		2	1	1	2
Mudeungsan	24	54.2	13	1			3			5	2	3
Hantangang River	26	61.5	16	12	1		1					2
Gangwon Paleozoic	13	69.2	9				8	6				1
Gyeongbuk Donghaean	19	42.1	8				4	1	3			
Jeonbuk West Coast	32	31.3	10				1		4		2	3
Baengnyeong-Daechong	10	50.0	5						5			
Jinan-Muju	10	40.0	4				3				1	
Danyang	12	66.7	8				2	5	1			
Gogunsan Islands	10	10.0	1						1			
Uiseong	12	16.7	2				1			1		
Hwaseong	8	50.0	4						4			
Total and % for Each Type			139 (ea)	31	1	1	34	12	27	9	7	17
			100 (%)	22.3	0.7	0.7	24.5	8.6	19.4	6.5	5.0	12.2

을 위해 단일 지자체 내에 공원경계를 지정 부산한, 청송, 의성, 화성 단양 등의 지질공원과 유사한 지질지형학적 배경을 지닌 여러 지자체에 걸쳐 공원경계를 설정한 무등산권, 경북동해안, 한탄강, 전북서해안권 등의 지질공원으로 구분할 수 있다. 단양 등 지질공원과 같이 단일 지자체 내에 공원 경계를 지정한 경우와 유사한 지질·지형학적 배경을 지닌 여러 지자체를 포함하는 경계를 가지는 무등산권, 경북동해안, 한탄강, 전북서해안권 지질공원으로 구분할 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이 지질공원의 경계가 행정단위를 기준으로 설정되고, 때때로 지질·지형학적 특성 표현을 위해 지질공원 영역이 여러 행정구역에 걸쳐있더라도 결과적으로는 더 큰 규모의 지체구조 내에 지질공원 구역이 포함된다. 따라서 지질공원이 지닌 지질·지형학적 특

성은 그 지역의 지체구조를 고려했을 때 예측 가능한 영역에 해당할 것이다.

한반도의 지사와 지질시대별 암석 분포, 지질공원의 지리적 위치를 고려해 유추할 수 있는 제4기 관련 지질명소는 화산활동과 관계된 유형 1의 31개소와 층서 및 화석과 관계된 유형 2와 3의 2개소 등 총 33개소로 전체의 약 23.7%(Table 2 and 3)를 보여주며, 그 외에 제4기 관련 지질명소들은 지질공원 영역 내의 여러 지질시대와 암석들이 제4기 동안 겪은 지표환경 변화 및 인류 활동의 결과로 형성되었으므로 유형 4~9에 해당한다. 이 6가지 유형에 해당하는 지질명소들은 총 106개소(약 76.3%)이며, 그 가운데서도 유형 4~8은 지형요소가 우세한 지질명소 89개로 전체의 약 64%를 차지한다. 또한, 기타 유형의 지질명소도 17개로

## 한국 국가지질공원의 제4기 지질명소: 유형 분류와 지속가능한 활용

전체의 12%의 비율을 보여주고 있으며, 이 지질명소의 대다수가 인간 활동과 관련된 역사유적 또는 샘(spring)에 해당한다.

제4기 관련 지질명소 중에서도 특히 유형 4~8의 비중이 높게 나타나는 것은, 현재 자연공원법에서 정의하는 지질공원이 '지구과학적으로 중요하고 경관이 우수한 지역'으로 국가지질공원의 지질명소를 선정하는 데 있어 경관적 요소인 지형 발달 정도가 중요한 기준으로 작용했음을 보여주는 결과이기도 하다. 또한, 현재 적용되는 '국가지질공원 인증 및 운영 업무처리 지침'에서도 지질명소의 조건을 국가적 가치를 지닌 장소로 규정하고 있으며, 이는 지질유산 발굴사업에서 사용되는 가치평가 기준(Cho *et al.*, 2019)의 1~2등급에 준하는 지질유산으로서 해당 등급을 충족하기 위해서도 경관 평가에서 높은 점수를 획득해야 한다.

지질유산 등급은 학술 및 교육(대표성, 희소성, 다양성, 전형성, 재현성, 특이성)과 지형 및 경관(규모, 자연성, 심미성) 그리고 기타(가산점) 항목으로 구성된 본질적 가치의 평가점수에 근거한다. 각 항목당 5점씩 총점은 50점이며, 40점 이상의 평가점수를 획득해야 2등급 이상으로 분류될 수 있다(Cho *et al.*, 2019). 그러므로 국가지질공원의 지질명소 기준에 부합하기 위해서는 지질유산 가치평가에서 학술 및 교육 그리고 지형 및 경관 항목 모두에서 높은 점수를 부여받아야 한다. 이처럼 지질공원 인증, 지질명소 선정, 지질유산 가치평가에 관련된 여러 제도적 측면에서 상당히 높은 수준의 지형 및 경관적 가치를 요구하고 있음을 확인할 수 있다.

### 3.3. 제4기 관련 지질명소 전망

제4기 관련 지질명소 선정 및 유형 분류 결과를 종합하면, 국내 지질공원 영역에서의 제4기 지질명소는 지형 및 경관적 가치가 높은 장

소로 평가할 수 있다. 하지만 전술하였듯이 이번 연구는 지질명소당 1개의 대표 유형만을 적용해 분류하였다는 한계점이 있으므로 이들 명소에 적용할 수 있는 다른 유형에 대한 추가 검토를 고려해야 한다. 특히, 지질명소는 다수의 지질유산 및 생태·역사·문화적 특징을 반영해 선정되므로, 지질명소가 지닐 수 있는 여러 측면의 유형 분류 및 환경변화와 인류활동 영향에 관한 폭넓은 조사와 평가가 수반되어야 할 것이다.

이번 연구는 16개 지질공원에 대한 제4기 관련 지질명소의 분포 현황을 정량적으로 제시함으로써, 향후 국가지질공원 및 지질명소의 확장, 재인증 추진 과정 등에 활용 가능한 제4기 관련 지질명소를 제시할 수 있으며, 이 명소의 연구 필요성을 강조할 수 있는 기초 자료로 활용될 수 있다. 또한, '제4기 관련 지질명소'가 제4기에 형성된 암석이거나 제4기의 변형 결과로 만들어진 지질명소로 이해되는 것이 아닌, 지표 환경 변화-인간활동-자연유산(지질유산)의 관계성을 설명할 수 있는 새로운 지질명소의 개념으로 이해될 수 있도록 제4기 관련 지질명소의 학술적, 보존적, 활용적 가치 도출이 수반되어야 한다.

## 4. 결론

이번 연구에서는 한국의 16개 국가 및 세계 지질공원의 지질명소 264개소를 전수 조사하였다. 전체 지질명소 중에서 제4기와 관련된 지질명소들은 139개소로 전체의 약 52%에 달하는 것으로 나타났으며, 이를 9개 유형으로 분류하였다. 전체 유형 중에서 가장 높은 비율을 차지하는 것은 하천, 호수, 삼각주 등과 관련된 유형 4로 34개소(24.5%)였으며, 두 번째로 많은 유형은 화산활동과 관련된 유형 1로 31개소(22.3%)였다. 연구결과를 통해 한국의 지질공원에서 제4기 지질명소가 차지하는 비중이 매우

높다는 것을 정량적으로 제시할 수 있었으며, 이 결과는 향후 지질공원 및 지질명소의 확장과 재인증 추진 과정에서 중요한 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌

- Adam, M.S., Kim, S.W., Kim, T., Naik, S.P., Cho, K., Kim, Y.S., 2023. Constraining mixing and mingling processes from zoned magmatic enclaves: An example from the Taejongdae granite in Busan, Korea. *Lithos* 454:107282.
- Ahn, H., Lee, G.C., Cheong, D., Chae, Y.-U., Kim, D.-., Kim, K., Kim, H., Shin, S., 2023. Characteristics and gravel provenance of the Quaternary Baekuri Formation. *J Geol Soc Korea* 59(2):219-234 (in Korean with English abstract).
- Ahn, K.-S., Huh, M., Son, S.-M., 2014. Geological history and landscape of Mudeungsan National Park. *J Geol Soc Korea* 50(1):91-105 (in Korean with English abstract).
- Bae, S.G., Choo, C.O., 2016. Geological heritage of the Ulleungdo·Dokdo National Geopark and its management system. *J Geol Soc Korea* 52(5):739-761 (in Korean with English abstract).
- Bae, S.G., Choo, C.O., Oh, H.S., Jang, Y.D., 2013. Forming processes and the Value of the Natural Heritage of the Guksubawi in Ulleung Island, Korea. *J Petrol Soc Korea* 22(1):9-17 (in Korean with English abstract).
- Chae, Y.U., Choi, T., Paik, I.S., Kim, J.S., Kim, H.J., Jeong, H.Y., Lim, H.S., 2021. Detrital zircon U-Pb ages of the Cretaceous Iljik, Jeomgok, and Sagok formations in the Cheongsong Global Geopark, Korea: Depositional age and provenance. *J Korean Earth Sci Soc* 42(1):11-38.
- Chae, Y.U., Ha, S., Joo, Y.J., Paik, I.S., Kang, H.C., Lim, H.S., 2023. Detrital zircon U-Pb ages of the Cretaceous Dadaepo Formation in Busan, Korea and their geological implication. *Episodes J Int Geosci* 46(2):269-279.
- Cho, H., Kang, H.C., Kim, J.S., Cheong, D., Paik, I.S., Lim, H.S., Kim, H.J., Roh, Y., Cho, K.-S., Huh, M., Shin, S., 2019. Assessment of the value and distribution of geological heritages in Korea: Jeolla Province. *J Petrol Soc Korea* 28(4):319-345.
- Choi, D.W., Kim, L., 2009. Environmental variation in Gossi and Gosu Caves, Korea. *Natl Res Inst Cult Heritage* 42(1):158-187 (in Korean with English abstract).
- Choi, S.J., 2016. Marine terraces and Quaternary faults in the Homigot and the Guryongpo, SE Korea. *J Petrol Soc Korea* 25(2):231-240 (in Korean with English abstract).
- Go, S.Y., Kim, G.B., Jeong, J.O., Sohn, Y.K., 2017. Diatreme evolution during the phreatomagmatic eruption of the Songaksan tuff ring, Jeju Island, Korea. *Bull*

#### 한국 국가지질공원의 제4기 지질명소: 유형 분류와 지속가능한 활용

- Volcanol 79:1-26.
- Ha, S., Chae, Y.U., Kang, H.C., Kim, J.S., Park, J.W., Shin, S., Lim, H.S., Cho, H., 2021. Geo-educational values of the Jebudo Geosite in the Hwaseong Geopark, Korea. *J Korean Earth Sci Soc* 42(3):311-324.
- Hong, S., 2018. A review on OSL age results of marine terrace deposits in Korea. *J Korean Geogr Soc* 7(2):157-164 (in Korean with English abstract).
- Jeon, Y., Koh, J. G., Southcott, D., 2023. A case study of geopark activation through geobranding and geotrails at the Jeju Island UNESCO Global Geopark, Republic of Korea. *Episodes J Int Geosci* 46(2):211-227.
- Jeon, Y.G., 2001. A geomorphological study on the distribution areas of freezing during summer season in Korea. *J Korean Assoc Reg Geogr* 7(1):97-106 (in Korean with English abstract).
- Jeong, C.-H., Jeong, G.-Y., 1999. Geochemical water quality and genesis of carbonated Dalki mineral water in the Chungsong area, Kyungpook. *Econ Environ Geol* 32(5):455-468.
- Jeong, S.M., Park, I.H., 2021. Characteristics of beach change and sediment transport by field survey in Sinji-Myeongsasimni Beach. *J Korean Soc Mar Environ Saf* 27(5):594-604 (in Korean with English abstract).
- Kang, K., Cho, H., Kim, H.J., Kim, S., Son, M., Kim, J.-S., Paik, I.S., 2014. The value of the Busan National Geopark's geosites and geoheritages: a case study focused on geotrail. *J Geol Soc Korea* 50:21-41.
- Kee, W.-S., Kim, S.W., Kim, H., Hong, P.S., Kwon, C.W., Lee, H.-J., Cho, D.-L., Koh, H.J., Song, K.-Y., Byun, U.H., Jang, Y. and Lee, B.C., 2019. Geologic map of Korea (1:1,000,000). Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources.
- Ki, J.S., Yoon, W.S., Go, S.Y., Sohn, Y.K., Yoon, S.H., 2024. Multi-stage volcanic eruption of Seongsan Ilchulbong tuff cone, Jeju Island. *J Geol Soc Korea* 60(3):245-259 (in Korean with English abstract).
- Kil, Y., Ahn, K. S., Woo, K. S., Lee, K. C., Jwa, Y. J., Jung, W., Sohn, Y. K., 2019. Geoheritage values of the Quaternary Hantangang river volcanic field in the central Korean Peninsula. *Geoheritage* 11:765-782.
- Kim J.S., Lim, H. S., Kang, H.C., Shin, S.-W., Kim, Y.H., Kim, H. J., Ha, S., Chae, Y.-U., Kim, M.J., 2022. Discovery and evaluation of geological heritage in the island region (Gyeongnam and Jeju areas). Korea National Park Research Institute.
- Kim, J., Yu, J., Yang, D., 2014. Site selection for geologic records of extreme climate events based on environmental change and topographic analyses using paleo

- map for Myeongsanimni coast, South Korea. Korean Soc Econ Environ Geol 47(6):589-599 (in Korean with English abstract).
- Kim, J.Y., Heo, W.H., 1997. Shell beds and trace fossils of the Seogwipo Formation (Early Pleistocene), Jeju Island, Korea. Ichnos: Int J Plant Anim 5(2):89-99.
- Lee, J.H., Lockley, M.G., Jung, S., Ha, Y., Cho, K.R., Lim, J.D., Kim, K.S., 2023. Dinosaur tracksites from the cretaceous sagok formation in the uiseong regional Geopark, South Korea: historical, palaeobiological perspectives. Hist Biol 35(9):1656-1664.
- Lee, M., Seong, Y.B., Lee, G., 2020. Formative age and process on basalt of lava plateau in the Cheolwon and Yeoncheon areas, central Korea. J Geomorphol Assoc Korea 27(4):41-51.
- Lee, M., Lee, G., 2017. Geomorphological processes of Jaemin Waterfall and dissection valley in Hantangang lava plateau, central Korea. J Geomorphol Assoc Korea 24(3):47-59 (in Korean with English abstract).
- Noh, J., Kang, S., 2021. Evaluation of crack behavior and climate monitoring of Ipseok-dae columnar joints and Jigong Neodeol rock blocks in Mudeungsan National Park. J Eng Geol 31(4):621-630 (in Korean with English abstract).
- Oh, C., Lee, B., Lee, S., Kim, M., Lee, B., Choi, S., 2016. The tectonic evolution and important geoheritages in the Jinan and Muju area, Jeollabuk-do. J Geol Soc Korea 52(5):709-738.
- Oh, C., Lee, S., Lee, B., 2017. The forming process of the Maisan and nearby famous mountains and the related mountain ranges and water systems. J Petrol Soc Korea 26(3):201-219 (in Korean with English abstract).
- Oh, J.J., Park, S.P., Seong, Y.B., 2012. Spatial pattern and surface exposure ages of cryoplanation surface at Mt. Moodeung. J Geomorphol Assoc Korea 19(1):83-97 (in Korean with English abstract).
- Park, C.W., 2017. A study on the characteristics of warm wind hole zone of talus slope in Mt. Mudeung National Park. J Korean Geomorphol Assoc 6(3):381-393 (in Korean with English abstract).
- Ryu, C.K., Jeon, Y., Kim, S.H., Ahn, U.S., 2022. Characteristics and distribution of pillow lava in the Cheorwon region. J Geol Soc Korea 58(3):257-268 (in Korean with English abstract).
- Ryu, H.-S., Moon, J., Kim, H., 2023. Hydrochemical and microbial community characteristics of spring, surface water and groundwater at Samtong in Cheorwon, South Korea. J Eng Geol 33(2):257-273.

한국 국가지질공원의 제4기 지질명소: 유형 분류와 지속가능한 활용

- So, K.S., Ryang, W.H., Lee, B., 2012. Four season variation of surface sediments in the Myeongsasipri Beach, Gochanggun, SW Korea. J Sci Sci Educ 37:73-83 (in Korean with English abstract).
- Yi, S., 2011. On the age and depositional characteristics of the Jeongok-ri palaeolithic site. J Archaeol Sci 17:9-27 (in Korean with English abstract).
- Yoo, C.I., Yoon, H.-S., Ryu, C.-R., Lee, I.-C., 2006. Spatiotemporal changes of the sand barrier using marine charts analysis in the Nakdong River estuarine. J Ocean Eng Technol 20(6):54-60 (in Korean with English abstract).
- Yun, S.H., 2019. Petrology of the Sanbongsan lava dome, Jeju volcanic field. J Petrol Soc Korea 28(4):307-317 (in Korean with English abstract).
- Nationa Geoparks of Korea, <https://www.koreageoparks.kr>

2024년 12월 09일 접수

2024년 12월 31일 수정

2025년 01월 02일 승인