지질학회지 제 54권 제 2호, p. 133-151, (2018년 4월)
J. Geol. Soc. Korea, v. 54, no. 2, p. 133-151, (April 2018)
DOI http://dx.doi.org/10.14770/jgsk.2018.54.2.133

ISSN 0435-4036 (Print)
ISSN 2288-7377 (Online)

경북권 지질유산의 분포 및 가치평가

신승원[1] · 임현수[1] · 강희철[1] · 김종선[2] · 김현주[3] · 정대교[4] · 백인성[3] · 황상구[5] · 허 민[6] · 조형성[1,‡]

[1]부산대학교 지질환경과학과
[2]전남대학교 지오컨버전스 사업단
[3]부경대학교 지구환경과학과
[4]강원대학교 지질지구물리학부
[5]안동대학교 지구환경과학과
[6]전남대학교 지구환경과학부

요 약

지질공원이 활성화 되면서 지질유산에 대한 관심이 증가하였고, 이에 수도권을 시작으로 충청권, 전라권, 경북권 순으로 연차적인 지질유산 발굴을 진행하였다. 이번 연구에서는 경북권 지질유산에 대한 발굴이 수행되었고, 기초문헌조사를 시작으로 야외조사를 통한 가치평가표 작성 및 지질유산의 등급화, DB구축까지 일련의 작업이 진행되었다. 경북권은 청송세계지질공원과 울릉도・독도 국가지질공원, 경북동해안권 국가지질공원 등 3지역이 지질공원으로 선정되어있다. 따라서 기존 국가지질공원의 지질유산들도 가치평가와 등급화를 수행하였다. 경북권에서는 문헌조사를 통해 총 385개의 지질유산 조사 후보지를 선정하였고, 야외조사를 통하여 총 157개의 지질유산을 발굴하였다. 발굴된 지질유산을 유형별로 살펴보면, 지질학적 유산이 87개로 가장 많았으며, 지형학적 유산 41개와 지질・지형학적 유산 29개가 각각 발굴되었다. 등급별로는 I등급 5개, II등급 55개, III등급 58개, IV등급 32개, V등급 8개소가 각각 발굴되었다. 경북권의 결과를 기존 충청권과 전라권 지질유산과 비교하면, 전체적으로 I등급의 개수가 줄어든 반면, II등급과 III등급은 증가하는 경향을 보인다. 이는 연차적으로 사업이 진행되는 과정에서 지질유산의 가치평가와 등급화 과정이 더욱 객관적이고 합리적으로 수행되고 있음을 보여준다. 또한, 경북권 지질유산 발굴을 통하여 지질공원 유망 후보지를 제안하자면, '안동・의성'과 '문경・상주'를 추천할 수 있으나, 경북권은 현재 가장 많은 국가지질공원이 인증되어 운영되고 있는 지역이므로 보다 체계적인 준비과정을 통한 지질공원 인증 추진이 필요하다.

주요어: 경북권, 지질유산, 가치평가, 지질공원

Seungwon Shin, Hyoun Soo Lim, Hee-Cheol Kang, Jong-Sun Kim, Hyun Joo Kim, Daekyo Cheong, In Sung Paik, Sang Koo Hwang, Min Huh and Hyeongseong Cho, 2018, Assessment of the value and distribution of geological heritages in Gyeongbuk Province, Korea. Journal of the Geological Society of Korea. v. 54, no. 2, p. 133-151

ABSTRACT: With the establishment of geoparks, the interest in geological heritages has been increased in Korea. Accordingly, the annual investigation of geological heritages has been carried out, beginning in the capital area and subsequently, in the Chungcheong, Jeolla, and Gyeongbuk provinces. In this study, we developed geological heritage sites in the Gyeongbuk Province, with conducting a series of tasks including a basic literature review, a value assessment of the relevant geological heritages using a field survey, a grading of the geological heritages, and a database construction. In the Gyeongbuk Province, three areas have been already designated as geoparks: the Cheongsong Global Geopark, the Ulleungdo and Dokdo National Geopark, and the Gyeongbuk East Coast National Geopark. Therefore, the evaluation and grading processes were also performed on the existing geological heritage sites of three geoparks. Based on the literature review, a total of 385 geological heritage sites in the Gyeongbuk Province were selected in this study, and a total of 157 geological heritage sites were investigated by means of field survey. The heritage sites in the study area can be subdivided into three types: 87 geological heritage sites, 41 geomorphological heritage sites, and 29 geological and geomorphological heritage sites. There are 5

‡ Corresponding author: +82-51-510-2184, E-mail: ams@pusan.ac.kr

heritages of class I, 55 heritages of class II, 58 heritages of class III, 32 heritages of class IV, and 8 heritages of class V. In comparison with the results of the Chungcheong and Jeolla regions, the results in this study show the decrease of class I heritages and the increase of class II and III heritages in the Gyeongbuk Province. This implies that the evaluation and grading processes of geological heritages are more objective and reasonable with time. In addition, we think that 'Andong and Uiseong' and 'Mungyeong and Sangju' areas can be the candidates of potential national geoparks based on the results in this study. Since the largest number of geoparks already have been certificated in the Gyeongbuk Province, however, the systematic preparation process is needed for the certification of new geoparks in this area.

Key words: Gyeongbuk Province, geological heritage, value assessment, geopark

(Seungwon Shin, Hyoun Soo Lim, Hee-Cheol Kang and Hyeongseong Cho, Department of Geological Sciences, Pusan National University, Busan 46241, Republic of Korea; Jong-Sun Kim, Geoconversions Center, Chonnam National University, Gwangju 61186, Republic of Korea; Hyun Joo Kim and In Sung Paik, Department of Earth and Environmental Sciences, Pukyong National University, Busan 48513, Republic of Korea; Daekyo Cheong, Division of Geology & Geophysics, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Republic of Korea; Sang Koo Hwang, Department of Earth and Environmental Sciences, Andong National University, Andong 36729, Republic of Korea; Min Huh, Division of Earth and Environmental Sciences, Chonnam National University, Gwangju 61186, Republic of Korea)

1. 서 론

국내의 지질유산에 대한 관심은 2011년 지질공원 제도가 도입되면서 본격적으로 증가하였으며, 국가 혹은 세계지질공원을 준비하는 지자체를 중심으로 많은 지질유산을 발굴하여 국가지질공원으로 선정되고자 노력하고 있다. 이에 국가적 차원에서 국립공원관리공단 산하 국가지질공원사무국에서는 2014년부터 수도권을 시작으로 2015년 충청권, 2016년 전라권, 2017년 경북권(경상북도와 대구광역시 전체)에 대한 지질유산 발굴 및 가치평가 사업을 순차적으로 진행하고 있다(Cho *et al*., 2016; Kang *et al*., 2016). 또한, 2018년에는 경남권에 대한 사업이 시작되었으며, 차후에 강원권 및 도서지역의 지질유산을 발굴할 계획이다. 이러한 지질유산의 발굴사업은 유산의 개념이 적용된 지질학적 혹은 지형학적 가치가 높은 지질명소를 발굴하여 보존하려는 개념에서 시작되었으며, 이들을 교육과 관광에 활용하여 지질공원의 명소로 개발하는 것을 목표로 하고 있다(Paik *et al*., 2010).

2018년 1월 기준으로 국내의 국가지질공원은 총 10개 지역이 인증되었으며, 현재 백령도, 단양, 고창-무안, 화성 등이 국가지질공원 인증신청을 준비하고 있다. 이 중 경북 지역은 울릉도·독도, 청송, 경북동해안 등 이미 세 지역이 국가지질공원으로 인증되어 지자체 중에서 가장 많은 국가지질공원을 보유하고 있다. 국가지질공원 제도가 확립된 이후 가장 활발하게 지질유산을 활용하고자 노력한 지자체가 경상북도라 할 수 있다. 특히, 청송은 2017년 5월 1일 제주도에 이어 두 번째로 유네스코 세계지질공원으로 최종 인증되었다. 경북권에는 지질공원 외에도 태백산, 소백산, 속리산, 월악산, 주왕산, 가야산, 경주 등 6개의 국립공원이 있으며, 10개의 천연기념물과 6개의 명승이 분포하고 있다.

이번 연구에서는 새로운 지질유산은 물론 이미 국가지질공원으로 인증된 지역의 지질유산에 대해서도 기존 가치평가표에 맞춰 등급화 하는 작업을 수행하였다. 이 논문의 목적은 경북권을 대상으로 진행된 지질유산 발굴 현황과 지질유산의 가치평가 및 등급화 결과를 소개하고 새로운 국가지질공원 후보지를 제시하는 것이다. 이번 연구 결과는 경북권을 포함하여 국가지질공원을 추진하는 다른 지역의 지자체에서도 지질유산의 가치를 평가하는데 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

2. 경상북도의 지형과 지질

2.1 지형 특성

연구지역인 경북권은 행정구역상으로는 경상북도와 대구광역시에 해당하며, 30개(경상북도 23개, 대구광역시 7개)의 기초지자체로 구성되었다. 경북권의 면적은 19,031 km^2로 전체 국토의 약 19%에 해당되고, 동쪽으로는 태백산맥, 서쪽으로는 소백산맥에 의해 둘러싸여 있는 지형적 특성을 보인다. 전체적인 지형은 서부산지, 동부산지, 중앙저지, 해안평야 네 지형

구로 구분되며, 동해안의 해안선은 단조로운 융기해안의 특징을 보여준다(그림 1).

산계의 특성은 동부의 태백산맥과 서부의 소백산맥을 중심으로 고산지대를 이루고 있으며, 지질구조선과 암석의 분포에 따라 차별 침식을 받아 산간지대, 분지지대, 산록완사면, 해안 평야 등의 지형이 발달하고 있다. 최근에 제시된 한반도의 산맥지도에 따른 경북권의 산지는 서쪽의 백두대간으로 대표되는 1차 산맥(기존 소백산맥의 북부에 해당), 동해안과 평행한 방향으로 울진-영덕-포항-경주-청도로 이어지는 낙동정맥에 해당되는 2차 산맥(기존 태백산맥), 그리고 이들 산줄기에서 뻗어 나온 문수지맥, 덕산지맥, 팔공지맥, 보현지맥, 비슬지맥 등의 3차 산맥으로 이루어진다(Kim and Im, 2004)(그림 1). 소백산맥은 태백산에서 시작되어 소백산-월악산-속리산을 거쳐 황악산으로 이어지는 큰 산줄기로 강원도, 충청북도와의 경계를 이룬다. 태백산맥은 경북권의 울진지역에서 시작되어 남-북 방향으로 응봉산-백암산-포도산-주왕산-내연산-운주산을 거쳐 청도까지 이어지며, 남쪽으로 가면서 지세가 점차 약화되어 형산강 지구대 부근에서는 구릉지로 변화한다.

경북권의 수계는 낙동강 유역권으로 대표되며, 낙동강으로 유입되는 금호강과 형산강 수계가 분포하고 있다. 동해안은 전형적인 융기해안으로 단조로운 해안선이 특징적이며, 포항지역의 영일만과 구룡포(장기)반도가 유일하게 돌출 또는 만입된 해안지형을 보여준다. 낙동강은 강원도에서 발원하여 황지천과 철암천의 합류지점부터 낙동강 본류에 속하고, 총 연장 약 525 km로 국내에서 가장 긴 강에 해당한다. 이밖에도 경북권 중부를 관통하여 경상남도로 이어지는 낙동강으로 합류하는 반변천, 내성천, 영천 등의 다양한 지류가 분포한다.

2.2 지질 특성

경북권은 한반도의 지체구조상 대부분 경상분지에 속하고, 영남육괴의 일부와 신생대 마이오세 퇴적

Fig. 1. Geographical map of the Gyeongbuk Province, showing the major mountain and river systems.

분지, 그리고 북서부 문경 일대의 옥천대를 포함한다(그림 2). 지질은 선캄브리아시대의 변성암류, 고생대, 중생대, 신생대의 퇴적암류, 중생대 및 신생대의 화성암류, 제4기 충적층 등 여러 지질시대에 걸친 다양한 암석이 분포하며, 양산단층계, 가음단층계, 예천전단대 등 다양한 지질구조선이 형성되어 있다(KIGAM, 1995, 2001).

선캄브리아시대의 변성암류는 경북권 북부와 북서부의 영남육괴에 주로 분포하며, 시생누대-원생누대 편마암 및 편암 위주의 변성암복합체로 이루어진 소백산변성암복합체가 주를 이룬다(Lee *et al.*, 1981). 고생대의 지층은 북부의 봉화, 울진지역, 북서부의 문경, 상주 지역에 분포하는 조선누층군과 북서부의 문경탄전으로 대표되는 평안누층군이다. 중생대의 지층은 문경지역에 소규모로 분포하는 트라이아스기-쥐라기의 대동누층군과 백악기 지층인 경상누층군으로 구분된다. 경상누층군은 경북권의 중앙부부터 남부에 이르는 경상분지에 분포하며, 경북권 전체 면적의 절반 이상에 해당된다(Chang *et al.*, 1990). 경상분지는 우리나라 백악기 퇴적분지들 중 가장 규모가 큰 육성분지로, 암상 및 층서에 따라 영양소분지, 의성소분지, 밀양소분지로 세분된다(Lee, 1999; Chough,

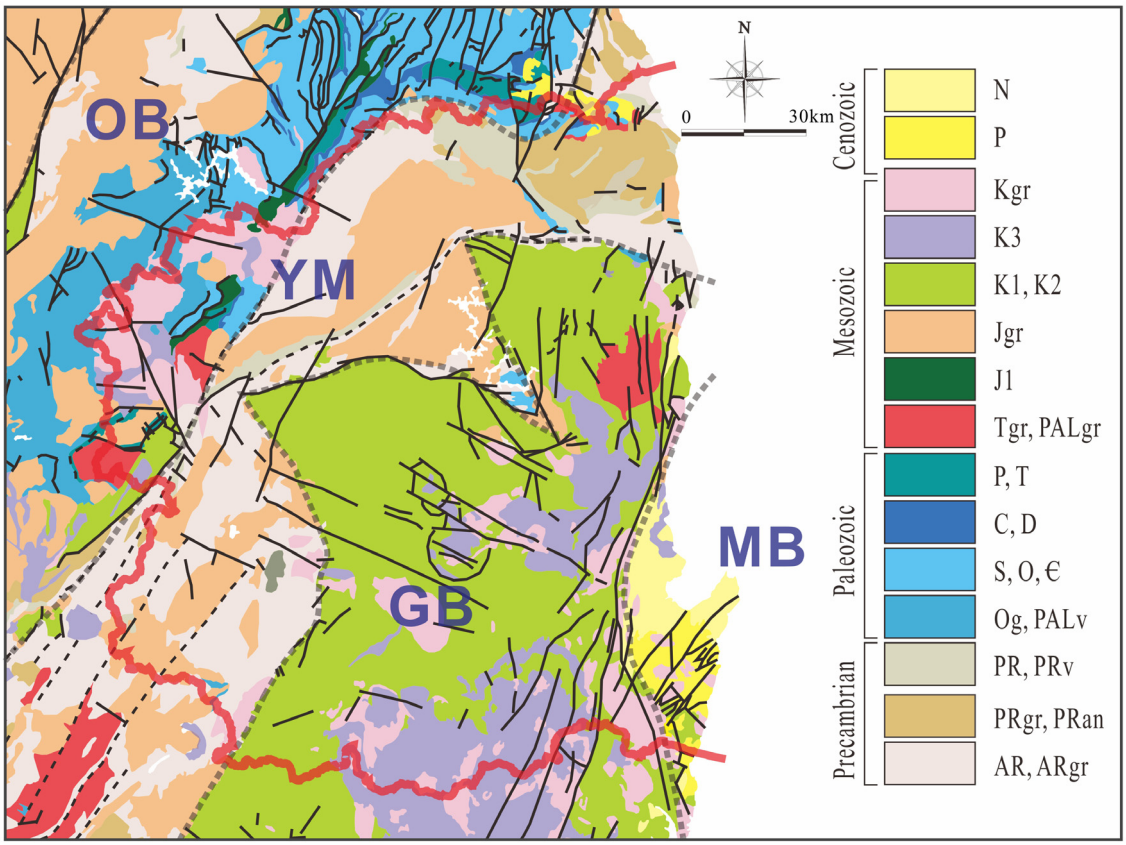

Fig. 2. Geological map showing lithology and tectonic domain (modified from KIGAM, 1995, 2001). YM: Yeongnam Massif, OB: Okcheon Belt, GB: Gyeongsang Basin, MB: Miocene Basin, AR: Eoarchean Rock, ARgr: Eoarchean Granitic Rock, PRgr: Precambrian Granitic Rock, PRan: Precambrian Anorthositic Rock, PR: Precambrian metamorphic Rock, PRv: Precambrian Volcanic Rock, Og: Okcheon Supergroup, PAlv: Paleozoic Meta-volcanic Rock, S, O, ∈: Cambrian-Silurian Sedimentary Rock (Joseon Supergroup), C, D: Devonian-Carboniferous Sedimentary Rock (Pyeongan Supergroup), P, T: Permian-Triassic Sedimentary Rock, Tgr, PALgr: Triassic and Old Granitic Rock, J1: Jurassic Sedimentary Rock (Daedong Supergroup), Jgr: Jurassic Intrusive Rock (Daebo Granitic Rock), K1, K2: Cretaceous Sedimentary Rock (Gyeongsang Supergroup), K3: Cretaceous Volcanic Rock(Yucheon Group), Kgr: Cretaceous Intrusive Rock (Bulkuksa Granitic Rock), P: Paleogene Sedimentary Rock, N: Neogene Sedimentary Rock.

2013). 경상분지의 층서는 암상(화산성 물질의 함유 여부, 퇴적환경, 암색, 열쇠층)을 기준으로 하부로부터 신동층군, 하양층군, 유천층군으로 구분된다. 신동층군은 비화산쇄설성 퇴적물, 하양층군은 비화산쇄설성 및 화산쇄설성 퇴적물, 유천층군은 화산활동 절정기의 화산암류로 각각 구성된다. 경북권의 신생대 지층은 포항, 경주시의 동해안을 중심으로 위치하는 마이오세 퇴적분지(포항분지, 장기분지, 어일분지, 와읍분지 등)에 분포한다(Son and Kim, 1996; Son *et al.*, 2005, 2013). 최근 마이오세 분지들의 지각변형과 분

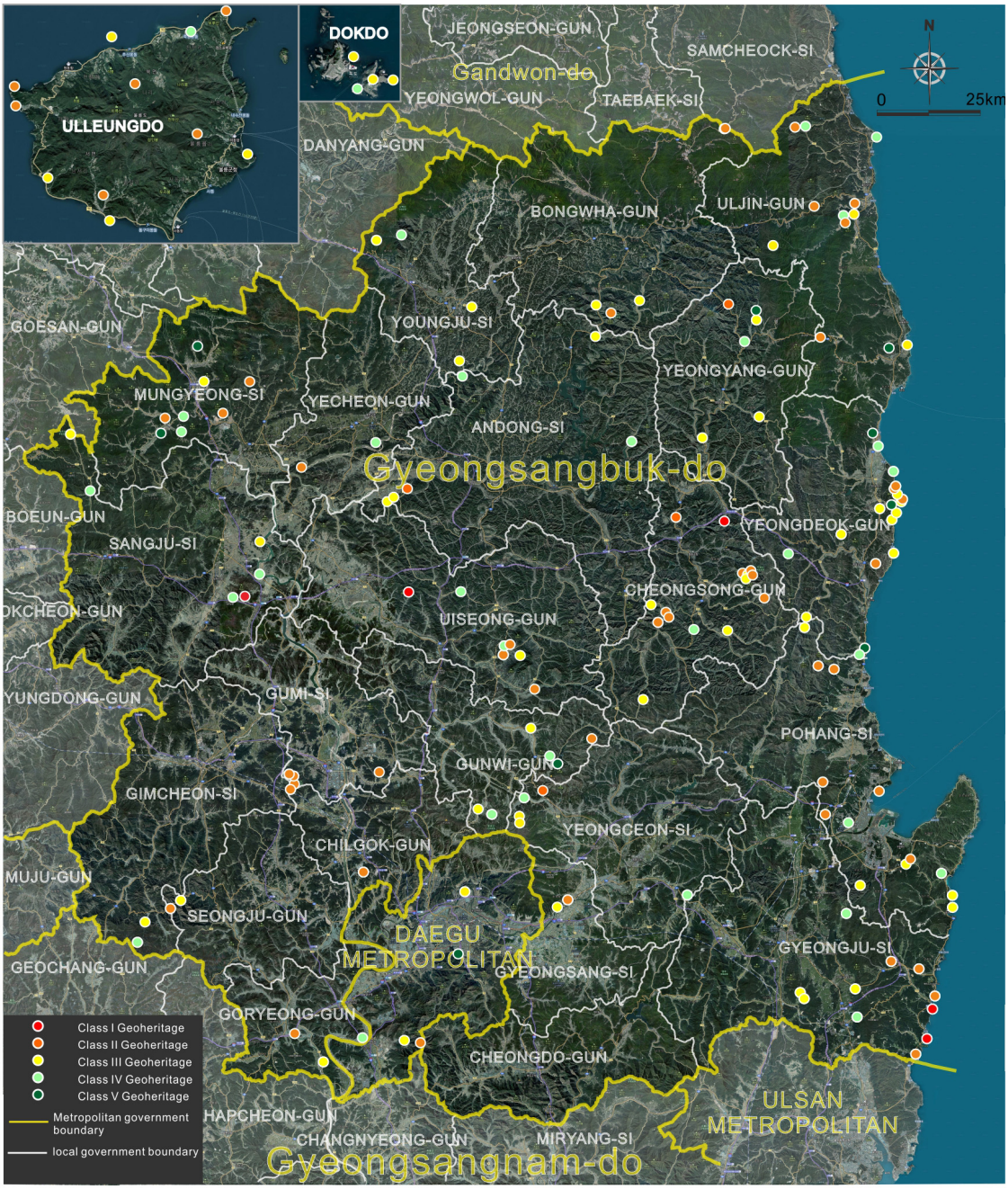

Fig. 3. Map showing the distribution and assessment results of geological heritages in the Gyeongbuk Province.

지발달사를 종합한 연구에 따르면, 신생대 화산암류와 퇴적암류의 층서는 하위로부터 효동리화산암류, 범곡리층군, 장기층군 그리고 연일층군으로 구분된다(Son *et al*., 2013, 2014). 심성암류는 고기의 선캄브리아시대 화강암류부터 신기의 고신생기 화강암류에 이르기까지 다양한 지질시대에 걸쳐 발달한다. 주로 분포하는 심성암류는 북서부 영남육괴의 쥐라기 대보화강암류와 동남부 경상분지의 백악기 불국사화강암류이며, 트라이아스기 화강암류는 영덕-청송 지역에서 부분적으로 분포한다(Hwang *et al*., 2012). 화산암류는 대부분 백악기말 경상누층군 유천층군에 해당되며, 경주-포항지역의 마이오세 퇴적분지에서는 신신생기 마이오세의 젊은 화산암류들이 나타난다(Jeong *et al*., 2008). 주요 지질구조로는 북북동-남남서 방향의 여러 매의 단층들로 이루어진 양산단층계가 경북권의 남부와 동부에 발달하고 있으며, 중앙부에는 서북서-동남동 방향의 가음단층계가 발달하고 있다(Cho *et al*., 2016).

3. 지질유산 발굴

3.1 지질유산 발굴 방법

경북권 지질유산의 발굴은 기존의 충청권과 전라권 지질유산 발굴과 같은 방식으로 진행되었다. 먼저 문헌조사를 수행하였으며, 각종 지질 및 지형관련 국내외 학술지와 학위논문, 국가 정부기관 보고서 및 관련도서, 각 지역 시·군지, 기타 인터넷 자료를 취합하였다. 그리고 기존에 조사된 지질유산 관련 자료인 전국자연환경조사(환경부), 지질광물 자원조사(문화재청), 한국의 지질다양성(문화재청), 전국지질유산 분포 현황조사 및 국립공원자연자원조사(국립공원관리공단), 한국의 지질유산 정보구축과 관리방안(한국환경정책·평가연구원), 한국의 지질노두 150선과 160선(한국지질자원연구원), 전국자연환경조사 지형분야 DB(환경부), 한국의 지질유산(국립공원관리공단) 등 여러 기관에 의해 수행된 다양한 성격의 지질유산 조사 결과를 바탕으로 문헌조사를 진행하였다(Lee *et al*., 2003, 2008; National research institute of Cultural heritage, 2011, 2012, 2013, 2014; Choi *et al*., 2013; Korea National park service, 2013).

문헌조사결과를 바탕으로 목록에서 중복되는 가치가 높은 지질유산과 가치가 낮은 지질유산 등을 선별하여 야외조사를 수행하였고, 지질유산 조사표와 지질유산 가치평가표를 작성하였다. 지질유산 가치평가표는 2014년 수도권 지질유산 가치평가표를 바탕으로 수정된 2016년 전라권 지질유산 가치평가표를 사용하였다(표 1)(Cho *et al*., 2016). 가치평가표의 구성은 크게 지질학적 특성과 지형학적 특성에 대한 본질적 가치 항목과 역사, 문화, 관광, 토양기능 등에 대한 부수적 가치 항목으로 이루어져 있다. 또한, 접근성, 편의시설, 보호시설 등 지질유산의 현재 관리현황에 대한 평가를 마지막으로 가치평가 과정이 완료된다. 문헌조사와 야외조사를 통하여 신규 지질유산 127개에 대한 가치평가표를 작성하였고, 기존의 국가지질공원인 울릉도·독도와 청송 지역에서도 각 15개의 지질명소를 선정하여 가치평가표를 작성하였다. 따라서 경북권에서 총 157개의 지질유산에 대해 가치평가가 수행되었다.

3.2 지질유산 선정 결과

지역별 지질유산 발굴결과를 행정구역별로 분석하면, 해안가 지역인 영덕군에서 19개로 가장 많은 지질유산이 발굴되었다. 그리고 포항시 13개, 울진군 12개, 경주시 11개로 10개 이상의 지질유산이 발굴된 지역 또한 모두 해안지역에 해당된다. 내륙지역에서는 문경시에서 8개, 의성군에서 7개의 지질유산이 발굴되었으며, 군위군, 안동시, 영양군, 상주시에서 각각 6개의 지질유산이 조사되었다. 한편, 청도군에서는 유일하게 1개의 지질명소도 발굴되지 않았다.

경북권 지질유산 가치평가 결과를 유형별로 분류하고 다시 특징별로 나누어 분석하였다(그림 4). 발굴된 총 157개의 지질유산 중에서 지질학적 특성을 보이는 지질유산은 87개이며, 지형학적 특징을 가지는 지질유산은 41개이다. 또한, 지질학적 특징과 지형학적 특징을 모두 가지는 복합유산에 해당하는 지질유산도 29개가 조사되었다. 지질학적 특성을 가지는 지질유산(복합유산 포함) 중에서 화성암으로 이루어진 유산이 66개(56.9%)로 가장 많았고, 퇴적암은 43개(37.1%), 변성암은 7개(6.0%)로 각각 나타났다. 이것은 경북권 지역 대부분이 화성암과 퇴적암으로 구성되어 있으며, 북부의 일부 지역에서만 제한적으로 변성암이 분포하는 지질학적 특성이 반영된 결과로 해석된다. 또한, 화석 산지와 관련된 지질유산 13개와 광상과 관련된 지질유산 2개가 각각 발굴되

었다. 지형학적 특징을 가지는 지질유산은 암괴류와 타포니 등 산지지형이 23개로 가장 많았고, 계곡 및 하천 침식지형에 해당하는 하천지형이 16개, 해안단구 및 하식지형 등의 해안지형이 16개가 발굴되었다. 이 밖에도 폭포지형이 11개, 호수지형이 3개, 기타 지형이 1개 발굴되었다.

4. 가치평가 결과

경북권의 지질유산 157개에 대한 가치평가 및 등

Table 1. Classification of geoheritages and their evaluation criteria.

등급 구분		분류 기준	예 시
I 등급	세계급 보호대상	- 절대적으로 보전해야 하는 대상 지질유산 또는 보전대상 지질유산 분포 지역 - 지질유산 및 노두의 원형 보전 상태가 양호 - 지질유산 본질적 가치분야: 45점 이상	- 국가 KSSP 중 GSSP 인증지 - 천연기념물, 명승 중 국제급 - 지질공원의 대표 지오사이트
II 등급	국가급 보호대상	- 보전대상 지질유산 또는 보전대상 지질유산 분포 지역에 해당 - 지질유산 및 노두의 원형 보전 상태가 양호 - 지질유산 본질적 가치분야: 40점 이상 45점 미만	- KSSP 인증지 - 천연기념물, 명승 중 국가급 - 지질공원의 주요 지오사이트 - 한국의 지질유산: 지질노두 100선, 160선 지역 중 II 등급
III 등급	국가지정 관리대상	- 준 보전대상 지질유산 또는 지질유산 분포 지역에 해당 - 지질유산 및 노두의 원형 보전 상태가 양호 - 지질유산 본질적 가치분야: 35점 이상 40점 미만	- KSSP 후보지, 제안지 - 지질공원의 지오사이트 - 한국의 지질유산: 지질노두 100선, 160선 지역 중 - 중요 학술지에서 다루어진 지역
IV 등급	관리목록 등록대상	- 지질유산으로서의 보전가치를 지님 - 지질유산 및 노두의 원형 보전 상태가 훼손되었으나, 복원 가능함 - 지질유산 본질적 가치분야: 30 이상 35점 미만	- 지질 전문가가 제안한 지역 - 지질유산 조사 사업 등재지역
V 등급	목록작성 대상	- 지질유산으로서의 보전가치가 없음 - 지질유산 및 노두의 원형이 훼손되었으며, 복원 가능성이 낮음 - 지질유산의 성인, 특성, 형태 등의 측면에서 보편적으로 분포하는 지질유산 - 지질유산 본질적 가치분야: 30점 미만	- 지질 전문가가 제안한 지역 - 지질유산 조사 사업 등재지역

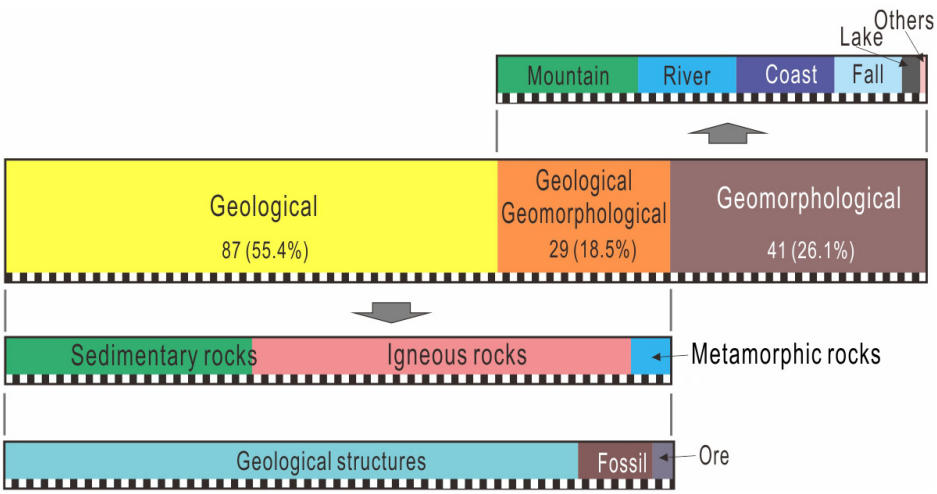

Fig. 4. Classification of the geological heritages in the Gyeongbuk Province.

Table 2. Summary of the assessment results and distribution of geological heritages in the Gyeongbuk Province.

Administrative division	Assessment results of geological heritage					
	Class-I	Class-II	Class-III	Class-IV	Class-V	Sum
Gyeongsan	0	1	1	0	0	2
Gyeongju	2	4	3	2	0	11
Goryeong	0	1	1	1	0	3
Gimcheon	0	0	1	1	0	2
Seongju	0	1	1	0	0	2
Yeongcheon	0	1	2	3	0	5
Cheongdo	0	0	0	0	0	0
Chilgok	0	1	0	0	0	1
Pohang	0	6	5	2	0	13
Gumi	0	4	0	0	0	4
Gunwi	0	1	2	2	1	6
Andong	0	1	4	1	0	6
Yeongdeok	0	4	8	4	3	19
Yeongyang	0	1	3	1	1	6
Uiseong	1	3	2	1	0	7
Mungyeong	0	3	1	2	2	8
Bonghwa	0	2	2	0	0	4
Sangju	1	0	2	3	0	6
Yeongju	0	0	3	1	0	4
Yecheon	0	1	0	1	0	2
Uljin	0	5	3	3	1	12
Daegu	0	1	2	1	0	4
Cheongsong	1	8	5	1	0	15
Ulleungdo	0	6	7	2	0	15
Total	5	55	58	32	8	157
	(3.2%)	(35.0%)	(36.9%)	(20.4%)	(5.1%)	

급산정 결과를 바탕으로 각 등급별 현황을 보면 I등급이 5개(3.2%)로 가장 적었으며, II등급이 55개(35.0%), III등급이 58개(36.9%), IV등급이 32개(20.4%), V등급이 8개(5.1%)로 전체적으로 정규분포에 가까운 형태를 보인다. 각 등급별 지질유산의 현황과 대표 지질유산을 소개하면 다음과 같다.

4.1 I등급 지질유산

I등급은 세계급 보호대상에 해당하는 지질유산으로 이번 경북권에서는 5개가 발굴되었다. 지역별로는 경주시에서 2개, 상주시와 의성군, 청송군에서 각각 1개가 발굴되었다. I등급으로 평가된 지질유산은 경북권 전역에 걸쳐 고루 분포한다.

I등급으로 평가된 지질유산 중에서 '경주 읍천리 현무암과 주상절리'는 특이성과 다양성, 심미성에서 높은 평가를 받았으며, 천연기념물(제536호 경주 양남 주상절리군)로 지정되었을 만큼 가치가 높은 것으로 판단되었다. 이 지질유산은 부채꼴(방사형), 기둥형(서있는 형태), 와형(누운 형태), 기울어진 형태 등 다양한 형상의 크고 작은 주상절리가 연속적으로 분포하고 있어 주상절리의 발달특성과 생성과정을 이해하는데 매우 중요한 학술적 가치를 지닌다. 특히, 부채꼴 주상절리는 국내에서는 거의 보고되지 않은 형태로 희소성이 매우 높게 평가 되었다. 또한, 지

질유산 주변에는 해안을 따라 파식작용으로 형성된 시스택, 파식대지, 해식애 지형과 융기에 따른 해안단구 지형이 발달하고 있으며, 최근 동해안권 국가지질명소로 선정되어 다양한 관광 인프라가 구축되었다(그림 5a).

'경주 봉길리 슈도타킬라이트(pseudotachylyte)' 지질유산은 지진성 단층운동에 의한 고속미끌림으로 주변암이 용융되어 만들어진 단층암으로 국내에서는 드물게 보고되고 있어 희소성이 매우 높다(Han, 2017, Kang *et al.*, 2017)(그림 5b). 또한, 이 슈도타킬라이트는 15-40 cm의 폭을 가지며 암맥형으로 발달하고 있는데, 폭 30 cm 이상의 초거대 슈도타킬라이트는 세계적으로도 희귀하여 학술적 가치와 보존가치가 매우 높은 지질유산이다.

이미 천연기념물(제69호)로 지정된 '상주 운평리 구상화강암' 지질유산은 국내 최초로 구상구조를 가진 암석으로 보고되었으며 구상구조가 잘 관찰되는 화강섬록암이다(Lee *et al.*, 2008). 이 지질유산은 조

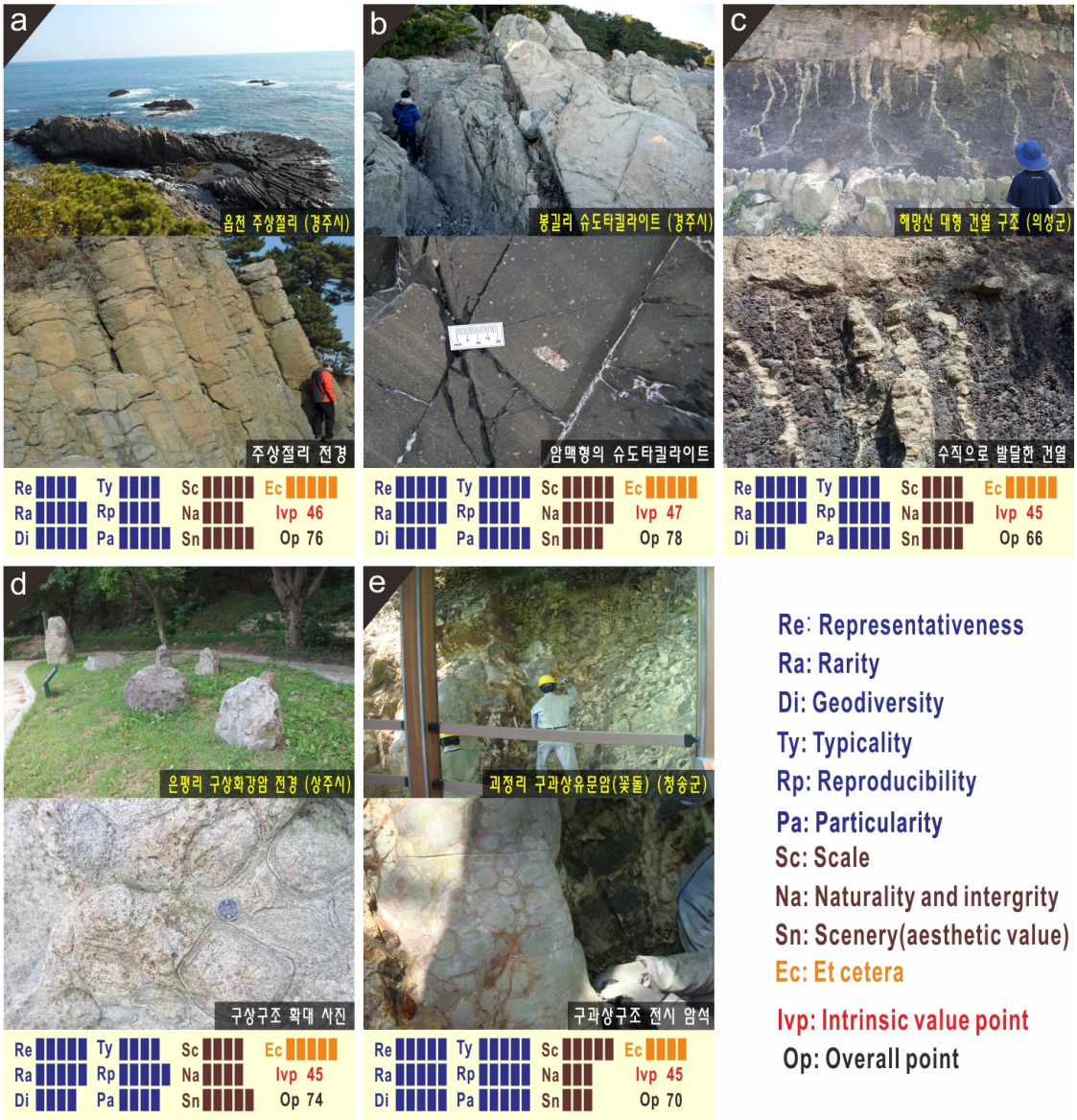

Fig. 5. Photographs of the representative Class-I geological heritages with assessment results.

선말엽 처음 발견되어 거북돌이라 불리기도 하였으며, 학술적, 심미적, 특이성 등에서 매우 높은 평가를 받았다. 한편, 구상화강암은 운평리 마을 입구와 상주시청에 전시되어 있는데, 하천 바닥의 전석 지대를 산지라 소개하고 있어 보다 체계적인 관리가 필요할 것으로 보인다(그림 5c).

'의성 안정리 해망산 거대 건열구조'는 중생대 백악기 하산동층 노두에 약 1 m 내외의 깊이로 약 20여개의 크랙이 발달하고 있다. 크랙은 거의 수직으로 발달하고 있으며, 경우에 따라서는 울퉁불퉁한 경사면을 가지고 나타난다(Shin *et al*., 2017)(그림 5d). 크랙이 발달하는 모암은 자색의 이암이며, 이를 황색내지 담황색의 중립에서 조립질의 모래가 채우고 있다. 이러한 특이구조는 국내뿐만 아니라 해외에서도 소개된 적이 없는 매우 희귀한 지질유산으로서 특이성과 희귀성 등의 학술적 가치가 매우 높은 것으로 판단된다. 따라서 앞으로 크랙에 대한 정확한 성인과 형성과정에 관한 추가연구와 보존을 위한 관리방안의 마련이 필요할 것으로 판단된다.

'청송 괴정리 구과상 유문암(꽃돌)' 지질유산은 유문암질 관입체에서 방사상의 섬유상 광물(spherulite)이 잘 발달되는 구과상 유문암(spherulitic rhyolite)이다(그림 5e). 국내외의 여러 지역의 구상암에 비해 청송지역의 구과상 유문암은 다양한 형태의 조직을 보여주고 있어, 많은 수석 애호가들의 관심의 대상이 되어 왔으며 보존 및 연구가치가 높다고 알려져 있다.

4.2 II등급 지질유산

II등급은 국가급 보호대상에 해당하는 지질유산으로 55개가 발굴되었다. 국가 및 세계지질공원으로 인증된 울릉도·독도 및 청송 지질공원에서 가장 많은 개수가 발굴되었고, 포항시, 울진군, 영덕군, 군위군, 경주시 등 다양한 지역에 걸쳐 II등급 유산이 분포한다. 이 중에서 대표적인 지질유산 몇 개를 소개하면 다음과 같다.

중생대 백악기 대구층에서 산출되는 '경산 금락리 스트로마톨라이트' 지질유산은 대구가톨릭대학교 캠퍼스 내에 위치하고 있으며, 천연기념물(제512호 경산대구가톨릭대학교 스트로마톨라이트)로 지정되었다(그림 6a). 국내 대부분의 스트로마톨라이트가 퇴적층의 단면이나 성층면의 일부에 노출되어 있는 반면, 경산 스트로마톨라이트는 지표 위에 3차원적으로 노출되어 있는 특징을 가지고 있어 가치가 높다. '대구 용리 비슬산 암괴류' 지질유산은 산 정상부에 있던 암석이 부셔져 아래로 흘러내린 암괴류로 연장이 약 2 km, 너비 약 80 m, 두께 약 5 m의 규모를 보인다(그림 6b). 비슬산 암괴류의 총 면적은 약 1,000,000 m^2로 국내의 암괴류 중 최대 규모를 가진 것으로 알려져 있으며, 빼어난 경관과 함께 높은 학술적 가치를 바탕으로 2003년 천연기념물 제435호(달성비슬산 암괴류)로 지정되었다. '구미 신장리 천생산 테이블마운틴'은 백악기 경상분지의 최하부 지층인 낙동층의 역암, 사질역암, 사암 등이 분포하는 곳으로 층리면을 따라 풍화 및 침식작용에 의해 탁자 형태로 형성된 지질유산이다(그림 6c). '예천 대은리 낙동강 회룡포'는 낙동강의 지류인 내성천의 모습이 마치 용이 하늘로 승천할 때 회전하는 모습과 같다고 해서 붙여진 이름으로 2005년 국가명승 제16호(예천 회룡포)로 지정되었다(그림 6d). 특히, 내성천이 만든 하천 지형으로 포인트바가 잘 발달되어 심미성과 희소성에서 높은 평가를 받았다. 굴봉산 정상의 고생대 부곡리층에 발달하는 '문경 우곡리 굴봉산 돌리네 습지' 지질유산은 여러 개의 돌리네가 연결된 지형인 우발라(uvala)가 분포하고 있다(그림 6e). 국내 카르스트 지형 중에서 유일하게 습지가 발달하는 지역으로 학술적 가치가 매우 높다(Cultural Heritage Administration, 2011). '칠곡 금무봉 나무고사리 화석산지'는 우리나라에서 처음으로 중생대의 식물화석이 대량 산출된 지역이며, 화석을 핵심 대상으로 1962년 국내에서는 최초로 지정된 천연기념물(제146호)인 동시에 식물화석을 핵심대상으로 지정된 국내 유일의 천연기념물 화석산지이다(Paik *et al*., 2014)(그림 6f). 나무고사리 화석이 집단으로 산출되는 퇴적층이 발달한 지역임은 물론, 서로 간에 기후조건을 달리하는 식물화석이 함께 산출되는 특성을 가진 화석산지이므로 백악기 초기의 동아시아 지역 고기후와 고생태 변화의 특성을 이해하는 데에 매우 유용한 정보를 제공해 줄 수 있어 높은 학술적 가치를 지닌다.

4.3 III등급 지질유산

III등급은 국가지정 관리대상에 해당하는 지질유산으로 경북권에서 가장 많은 58개가 해당된다. 영덕군에 가장 많은 8개가 분포하고 있으며, 지역적으로 고르게 분포한다. 이 중에서 대표적인 III등급 지

질유산은 다음과 같다.

'영양 발리리 백악기 동화치층의 수직 경동'은 길이 100 m 이상의 사면노두를 따라 백악기 영양소분지의 동화치층 퇴적층이 연속적으로 노출되어 있는 지질유산이다. 이 퇴적층에서는 층리가 거의 수직으로 경동되어 발달하며 주변에는 단층들도 관찰된다(그림 7a). '문경 외어리 일반산업단지 석회암'은 고생대의 대석회암층군에 속하는 석회암으로 매우 얇은 층리가 발달하는데, 밝은 색과 어두운 색이 교호하면서 뚜렷한 층리구조를 보여준다(그림 7b). 습곡이 수평으로 관찰되는 횡와습곡이나 이를 절단하는 단층 등이 함께 관찰되어 다양한 지질구조를 볼 수 있는 장점이 있다. '영주 휴천동 뚜께바위'는 둥실한 항아리 모양에 뚜껑이 얹혀 있는 형상이어서 뚜께바우 혹은 뚜께바위라고 불려왔다(그림 7c). 화강암 침식 지형으로 만들어졌으며, 심미성과 다양성에서 상대적

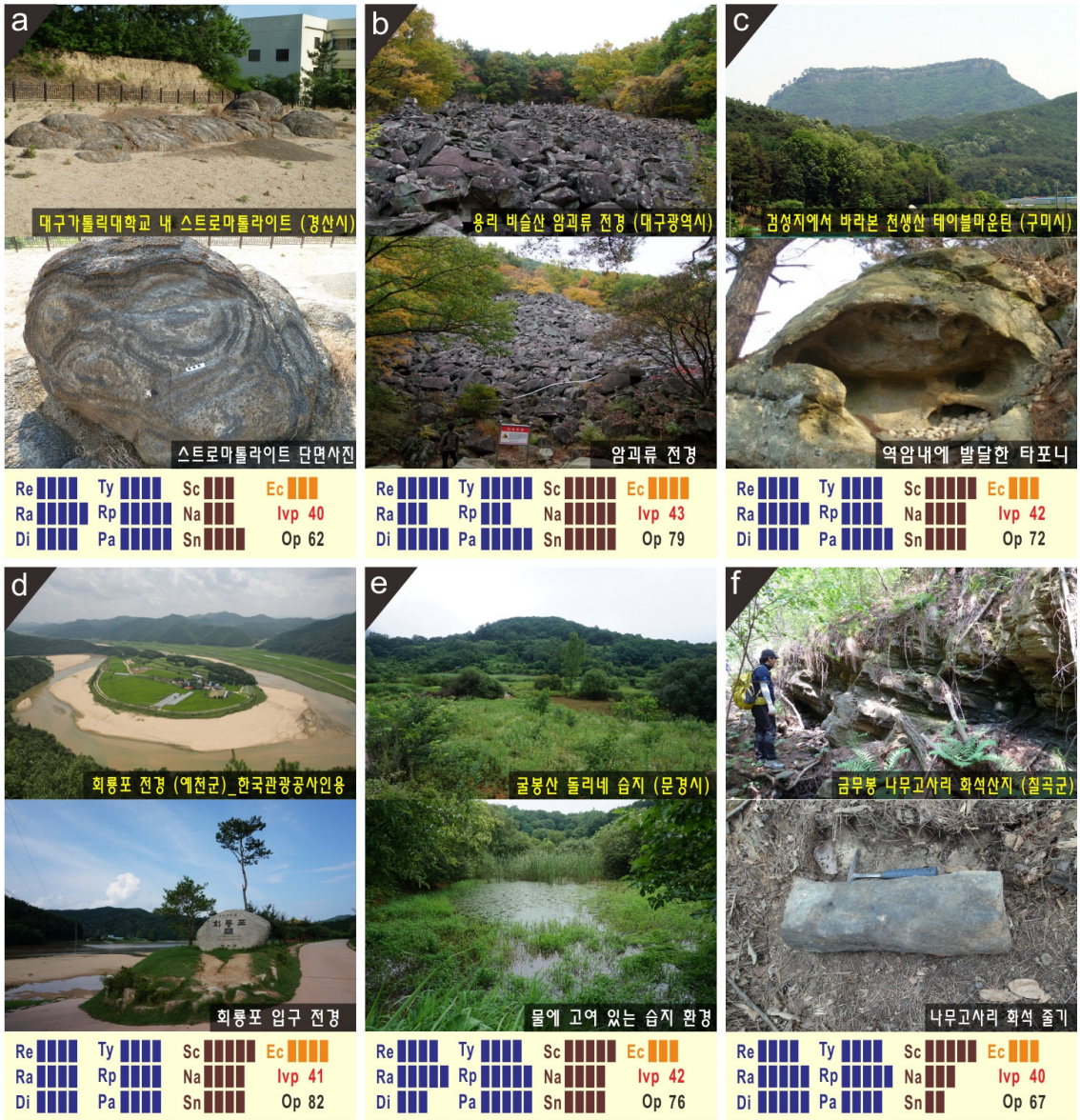

Fig. 6. Photographs of the representative Class-II geological heritages with assessment results. Abbreviations same as in Fig. 5.

으로 높은 평가를 받았다. 해발고도 200~250 m 내외의 구릉산지 절토면에 노출되어 있는 '안동 위리 백악기 석화목 산지'는 백악기 동화치층(하양층군)에 해당되며 응회질사암이 성층면을 따라 넓게 노출되어 있는 경사면에 줄기와 가지, 뿌리 등의 규화목이 산재되어 있고 잎의 흔적들이 함께 관찰된다(그림 7d). 남산에 위치하는 '경주 열암곡 마애불상'은 2007년 남산 일대의 석불좌상 정비사업 중 쓰러진 상태로 발견되었으며, 약 8세기 후반에 만들어진 것으로 추정된다(그림 7e). 마애불과 주변에 분포하는 암석은 경상분지 불국사화강암류의 알칼리장석화강암인데, 이 화강암은 경상분지에 넓게 분포하는 불국사화강암 중에서 경주 남산과 포항 기계 지역에만 제한적으로 분포하기 때문에 학술적 연구가치가 높다. '김천 평촌리 하상침식지형'은 수도산에서 발원한 옥동천 계곡에 위치하고 있으며, 김천을 대표하는 명소인 무흘구

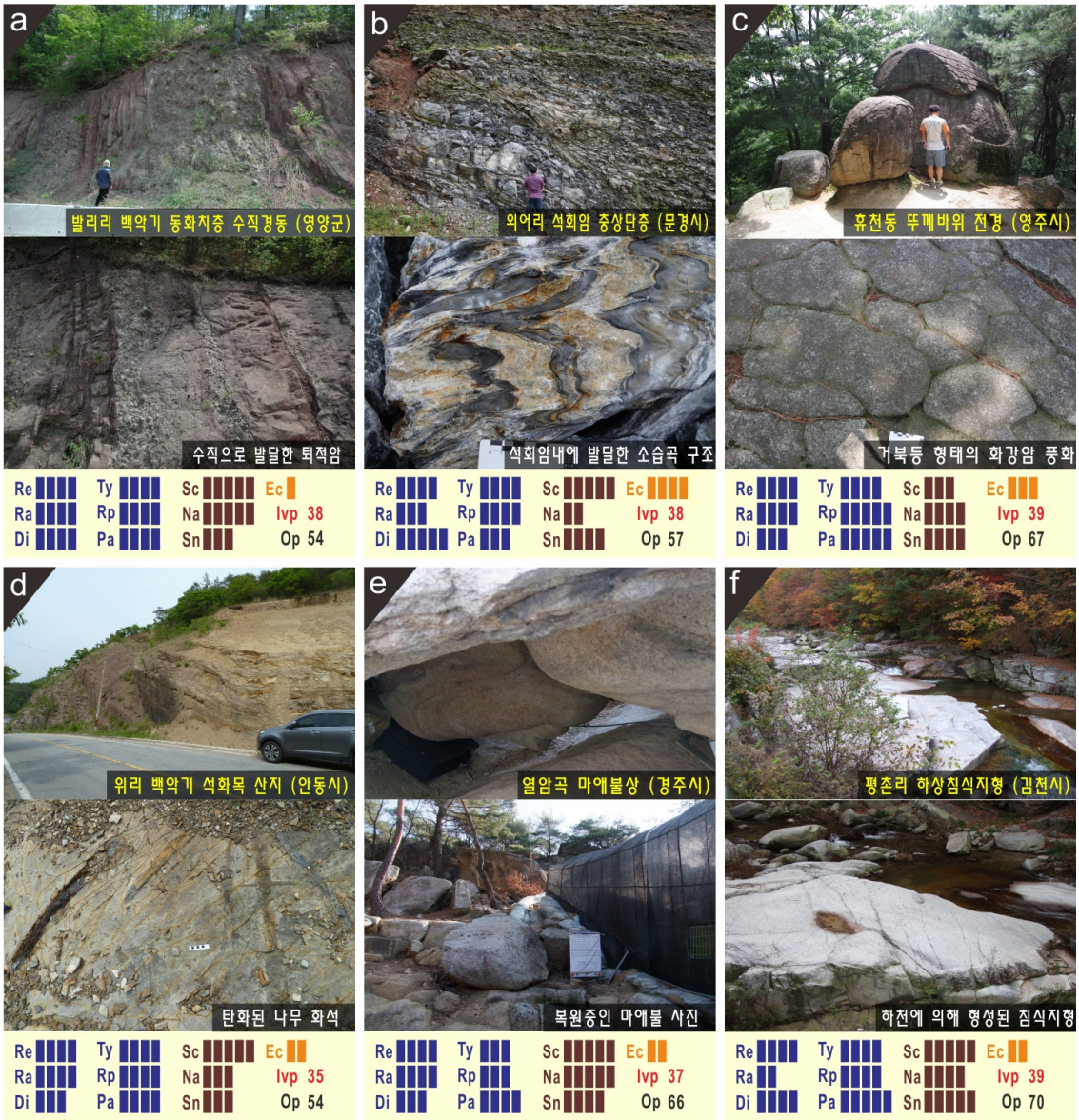

Fig. 7. Photographs of the representative Class-III geological heritages with assessment results. Abbreviations same as in Fig. 5.

곡의 제8곡(와룡암)으로 지정된 곳이다(그림 7f). 계곡을 따라 연속적으로 노출된 화강암에는 전형적인 판상절리가 발달하고 있으며, 편평한 판상절리면에는 돌개구멍(pothole) 등의 하상침식지형이 잘 관찰된다.

4.4 IV등급 지질유산

IV등급은 관리목록 등록대상에 해당하는 지질유산으로 이번 경북권에서는 32개가 발굴되었다. 발굴된 지질유산이 많은 지역일수록 IV등급에 해당하는 지질유산이 많은 특징을 보인다. 이 중에서 대표적인 지질유산은 다음과 같다.

한반도 남동부에 분포하는 제4기 단층 중 하나인 '경주 입실리 입실단층(제4기 단층)' 지질유산은 한반도 남동부의 제4기 지구조운동과 단층 및 지진활동을 대표적으로 보여주며, 앞으로 발생할 지진의 예측과 재해 저감에 유용한 정보를 제공하기 때문에 학

Fig. 8. Photographs of the representative Class-IV geological heritages with assessment results. Abbreviations same as in Fig. 5.

술적 가치가 높다(그림 8a). 낙동강 강변에 발달하는 '고령 부리 호소성습지와 자연제방'은 자유곡류하는 낙동강 곡류부의 보호면에 위치하여 자연제방과 배후습지 등의 하천지형이 잘 발달하고 있다(그림 8b). 신생대 퇴적분지인 마이오세 장기분지에 발달하는 '포항 성동리 뇌성산현무암과 주상절리'는 분지충전물을 관입 또는 피복하는 최후기의 뇌성산현무암질암으로 구성되어 있으며, 대규모의 주상절리가 발달하고 있다(그림 8c). 이곳의 주상절리는 측방으로 방향이 불규칙하게 변화하고 있으며, 기둥의 모양도 육각형 보다는 사각형이나 오각형이 우세하여 높은 가치를 지니지는 않는다. 팔공산 자락에 위치하는 '군위 동산리 동산계곡의 화강암과 층상절리'에는 하천 침식지형인 계곡(V자곡)과 돌개구멍들이 도처에 발달한다(그림 8d). 화강암에는 포획암과 작은 산성암맥들이 발달하고, 계곡을 구성하는 화강암은 층상절리의 발달로 인해 계단식 지형이 나타난다. 석회동굴인 '안동 석탑리 미림동굴'은 경상북도 기념물 제36호(안동 미림동굴)로 지정되어 있다(그림 8e). 선캄브리아시대의 편마암을 기반암으로 협재된 석회암의 용식작용에 의해 동굴이 형성된 것으로 추정되며, 주변에 습곡구조가 발달한 호상편마암이 관찰된다. 동굴의 총 길이는 350 m 정도로 입구와 통로가 매우 좁으며 동굴 안은 크게 9개의 공간으로 나뉜다. 동굴 내부에는 종유석과 석화, 굽은 돌 등 희귀한 동굴생성물이 많아 학술적 가치가 높다. 왕피천의 하류부에 위치한 '울진 구산리 구하도 지형'은 감입곡류 하천의 목 절단 구하도의 형태를 보여주며, 국내에 분포하는 구하도 유형 중에서 가장 많이 관찰되는 구하도의 전형적인 특징을 가진다(Cultural Heritage Administration, 2010; Lee, 2011, 2012)(그림 8f).

4.5 V등급 지질유산

V등급은 목록작성대상에 해당하는 지질유산으로 8개가 발굴되었다. 영덕군에 3개소, 문경시에 2개소, 그리고 군위군, 영양군 그리고 울진군에 각 1개의 지질유산이 분포하고 있다. 이 중에서 대표적인 지질유산은 다음과 같다.

'대구 봉덕동 고산골 공룡발자국화석산지'에서는 경상누층군 반야월층의 혼펠스화된 셰일과 이암 성층면에서 약 40 cm의 크기를 갖는 4~5점의 조각류와 용각류 발자국화석과 연흔, 건열 등이 관찰되는데, 공룡발자국의 보존상태가 뚜렷하지 않고 규모도 작은 편이라 지질유산으로서의 가치는 높지 않다(그림 9a). 조선누층군의 결정질 석회암에 형성된 '문경 갈전리 금하굴'은 동굴 내 2차 생성물이 전혀 없으며, 동굴 생물 또한 발견되지 않아 지질유산적 가치는 미미하다(그림 9b). 그러나 후백제를 건국한 신라말 고려초기의 새로운 지배세력인 견훤왕의 출생 설화등이 전해오고 있어, 역사 및 문화적 가치는 높게 평가된다. '영덕 축산리 백악기 페페라이트'는 백악기 울련산층의 퇴적당시 현무암질 마그마의 유입으로 인해 미고결 상태인 퇴적물과 현무암질 암상(sill)의 관입경계에서 혼화로 인해 형성되었다(그림 9c). '영덕 장사리 장사사구와 해빈'은 조립질의 원마도가 좋은 모래로 구성되어있으나 건물, 구조물, 조형물 등이 설치되어 대부분이 훼손 및 소실되었고 남측 끝자락에 부분적으로 남아있다(그림 9d). 백악기말 화산활동과 함께 형성된 유문반암 또는 석영반암이 분포하는 지역에 형성된 '군위 화북리 일연공원의 금암절벽'은 현재는 댐 건설로 인해 하천의 흐름은 볼 수 없으나, 원래의 지형은 감입곡류 하천과 하식작용으로 형성된 하식애(하식절벽)이다(그림 9e). '울진 오곡리 하안단구'는 지각의 융기와 침강 및 해수면 변화에 대한 정보를 제공하므로 학술적 가치가 높으나, 노두의 상태가 불량하고 식생이 발달하여 상대적으로 가치가 낮게 평가되었다(그림 9f).

5. 토의 및 제언

5.1 가치평가 결과 분석

경북권 지질유산에 대한 가치평가는 총 157개의 지질유산을 대상으로 수행되었으며, 가치평가 점수 분포 및 등급을 분석하였다(그림 10). 지질유산의 등급은 II, III 등급이 비슷한 개수로 가장 많은 분포를 보이는 것으로 나타났으며, 상대적으로 I등급에 해당하는 지질유산의 개수가 다른 지역에 비하여 낮아진 특징을 보인다. 타지역의 결과와 유사하게 본질적 가치가 높을수록 보존 및 관리분야의 점수도 높게 나타났으나, 일부 본질적가치가 높음에도 불구하고 보존 및 관리분야의 점수가 낮은 지역은 추후에 지질유산에 대한 체계적인 관리가 필요할 것으로 보인다. 경북권에는 기존 지질공원에 해당하는 울릉도·독도와 청송 지질공원이 포함되었으며, 이 지역에 대한 가치

평가와 등급화의 결과는 다음과 같다. 유네스코 세계지질공원으로 선정된 청송 지질공원은 경북권 전체와 비교할 때 II등급 지질유산이 약 20% 높게 분포하고, 낮은 등급(IV, V등급)의 지질유산은 거의 없는 특징을 보인다. 청송 지역에 상대적으로 가치가 높은 지질유산이 많이 분포한다고 볼 수도 있지만 이것은 청송군은 이미 지질유산 분포조사를 통하여 가치가 높은 지질유산을 지질공원에 신청하였기 때문인 것으로 해석된다. 울릉도·독도 지질공원의 경우는 I등급에 해당하는 지질유산이 분포하지 않는 것으로 나타났다. 이는 화산암으로 이루어진 울릉도 지역의 다양성이 부족하기 때문일 수도 있지만 가치평가를 수행한 조사자의 주관적인 판단에 영향을 받았을 가능성도 있다. 그러나 낮은 등급의 지질유산이 거의 없고 대부분 III 등급 이상의 지질유산으로 이루어져 있으므로 지질공원으로서의 가치는 충분한 것으로 판단된다.

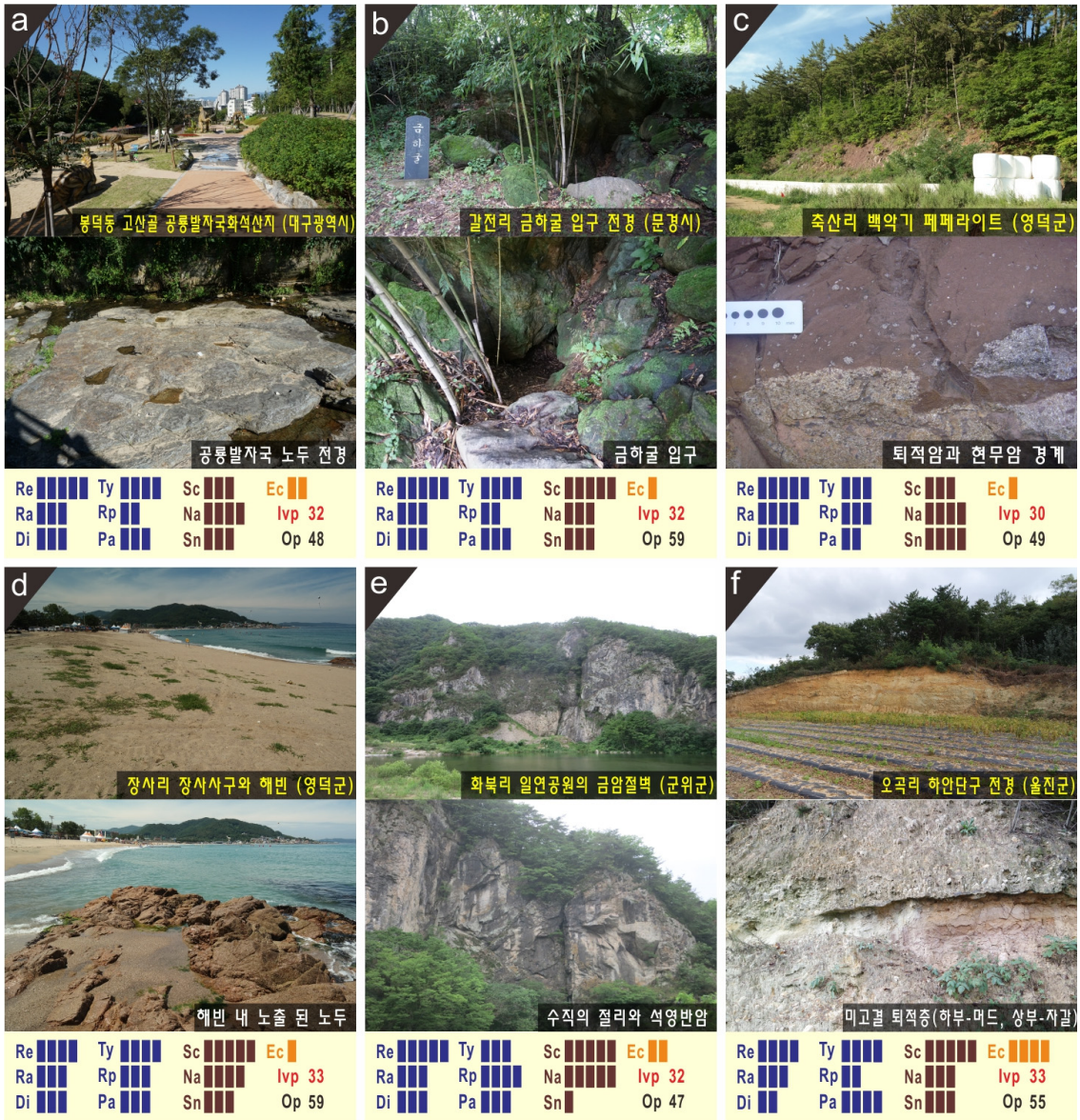

Fig. 9. Photographs of the representative Class-V geological heritages with assessment results. Abbreviations same as in Fig. 5.

5.2 지역별 지질유산 분포 논의

기존에 수행된 수도권, 충청권, 전라권의 결과를 이번 경북권 결과와 비교하면, 먼저 각 지질유산의 발굴 개수는 각각 80, 125, 152, 157개로 점차 증가하는 경향을 보인다(그림 11). 가장 먼저 수행된 수도권 사업의 경우는 과업기간이 짧았고 여러 가지 시행착오가 있어 면적에 비해 발굴된 지질유산의 수가 적었으며, 가치평가 및 등급화의 기준도 다른 사업과는 상이하였다. 따라서 수도권 사업은 비교에서 제외하고, 충청권, 전라권 그리고 경북권의 지질유산 가치평가 결과를 서로 비교·분석하였다. 세 권역의 지질유산 등급 분포와 보존 및 관리분야의 점수는 대체로 유사한 경향을 보이고 있으며, 이는 지질유산 가치평가와 등급화 과정에서 상당부분 객관적인 판단이 반영된 것으로 해석된다. 그러나 충청권과 전라권에서는 보존 및 관리분야의 점수가 높을수록 지질유산의 등급도 높은 경향이 인지되는 반면, 경북권에서는 이러한 경향이 미약함을 알 수 있다. 이는 경북권의 지질학적 혹은 지형학적 가치가 높은 유산들이 상대적으로 관리 및 보존이 잘 되지 않고 있음을 의미하므로 향후 경북권의 가치가 높은 지질유산에 대한 관리 계획이 수립되어야 할 것이다. 또한, 경북권에서는 I등급 지질유산이 타 지역에 비하여 적으며, II등급과 III등급이 많아진 것으로 나타난다. I등급 지질유산의 감소는 세계적 가치가 있는 I등급 지질유산에 대해 엄격한 평가가 이루어졌기 때문이며, II등급과 III등급 지질유산의 증가는 상대적으로 가치가 높은 지질유산들이 적극적으로 발굴되었기 때문인 것으로 해석된다. 마지막으로 연차적으로 진행되는 권역별 지질유산 발굴 사업에서 I등급과 II등급 개수는 줄어들고 III등급이 많아지고 있는데, 이는 지질유산의 가치평가와 등급화 과정이 보다 객관적이고 합리적으로 이루어지고 있기 때문인 것으로 판단된다.

지금까지 각 권역별로 가치가 높은 지질유산들이 다수 발굴되었다. 일부 지질유산들은 천연기념물이나 명승, 국가지질공원 지질명소로 활용되면서 체계적인 보존 및 관리를 받고 있다. 하지만 일부 가치가 매우 높은 지질유산들은 전혀 관리가 되지 않고, 안

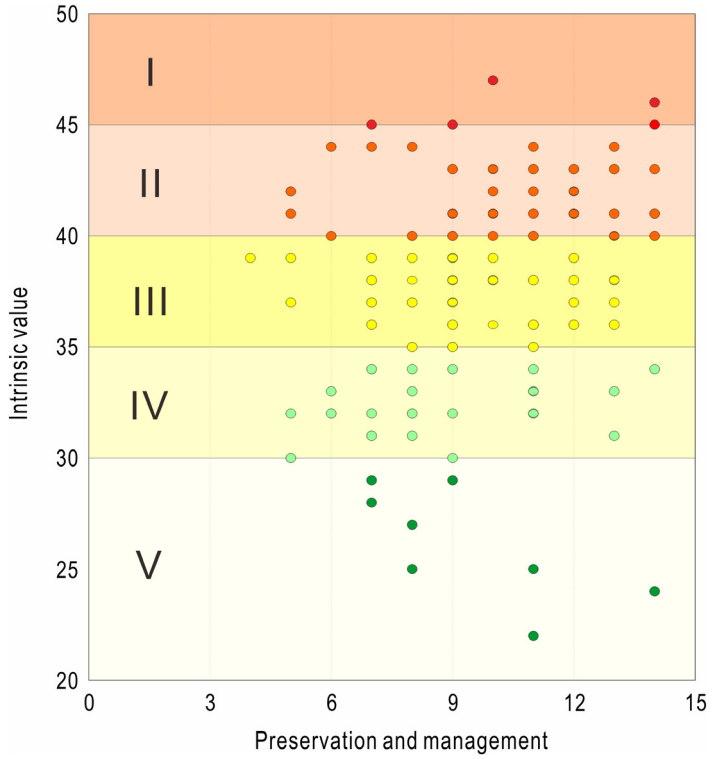

Fig. 10. Cross plot of the intrinsic value versus preservation and management of geological heritages in the Gyeongbuk Province.

내판이나 설명서가 없어 일반인들이 보기에 중요성을 느끼지 못하는 경우가 많다. 따라서 가치가 높은 지질유산에 대해서는 각 지자체별로 체계적이고 전문적인 관리가 필요하다.

5.3 신규 지질공원 후보지 제안

경북권에는 세계지질공원으로 선정된 청송지질공원과 울릉도·독도 지질공원, 경북 동해안권 지질공원 등 총 3개의 지질공원이 운영되고 있다. 경북권에서는 이미 지자체 중에서 가장 많은 지질공원이 운영되고 있으므로 추가 지질공원 선정에 있어 매우 신중함을 요한다.

경북권에서 지질공원으로 선정되지 않은 지역을 중심으로 새로운 지질공원 후보지를 제안한다면 '안동·의성 지질공원'과 '문경·상주 지질공원'이 유망할 것으로 판단된다. 안동·의성 지역은 각각 6개 및 7개씩 총 13개소의 지질유산이 발굴되었으며, 특히 이 지역에는 이번 조사에서 발굴된 '의성 안정리 해망산 거대 건열구조'가 세계급 보호대상인 I등급에 해당된다. 또한, 기존에 잘 알려진 '의성 제오리 공룡발자

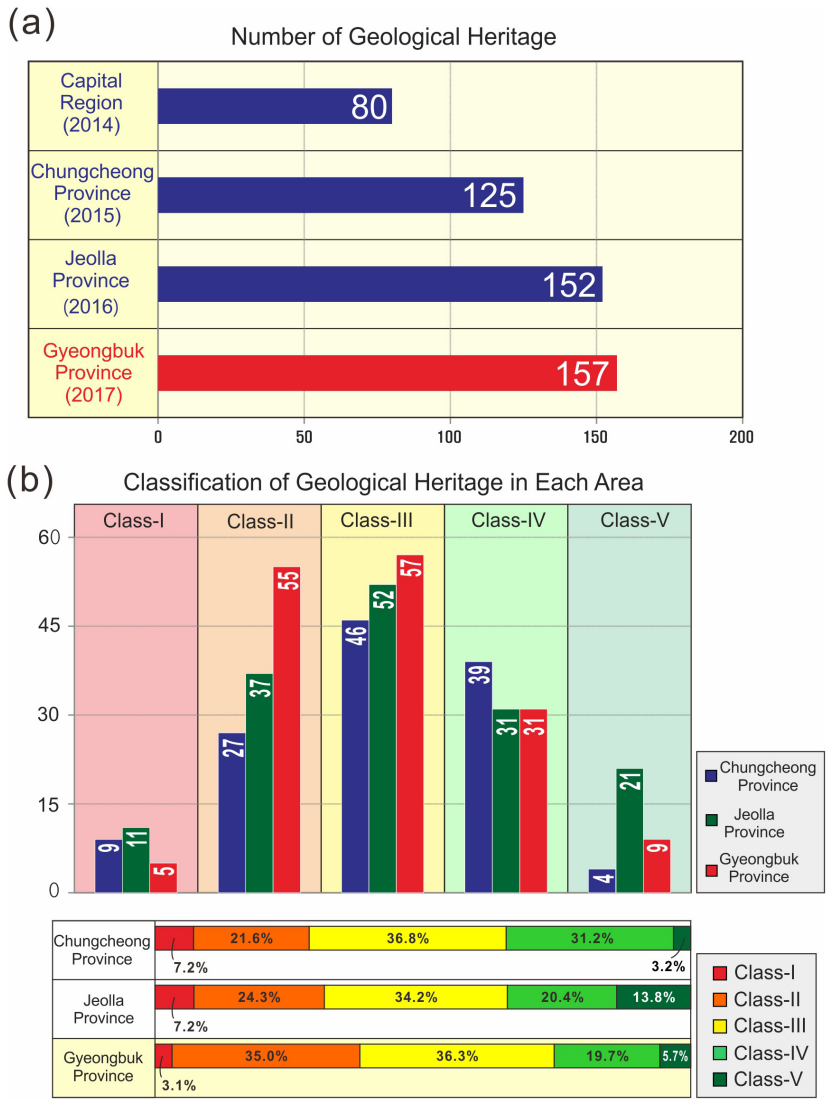

Fig. 11. (a) Total number of investigated geoheritages in each area. (b) Comparison of the assessment results in each area.

국 화석지'와 '의성 빙계리 빙계계곡', 그리고 역사성과 함께 지질·지형특성이 잘 반영된 '안동 하회리 하회마을'을 비롯한 다수의 지질유산이 국가급 보호대상인 II등급에 속한다. 또한, 각 지질유산들은 대부분 단일 명소이기보다는 지질탐방로 개발이 가능한 다양한 지질·지형학적 특성을 가지고 있다. 그리고 이번 연구에서 발굴되지 않은 잠재적인 지질유산들도 추가될 가능성이 높기 때문에, 이러한 점들을 고려한다면 지질공원 유망 후보지로 손색이 없다.

문경·상주 지역에서는 각각 8개 및 6개씩 총 14개의 지질유산이 발굴되었으며, II등급 이상의 가치가 높은 지질유산들이 다수 포함되어 있다. 문경시의 경우, 과거 문경탄전 지역이라 탄광이 많이 분포하고, 삼엽충과 식물화석 등과 같은 다양한 고생대 화석들이 산출되며 다수의 석회동굴들이 분포한다. 또한, 석탄박물관을 비롯한 다양한 역사·문화·관광 인프라가 구축되어 있으며, 경관적·학술적 가치가 뛰어난 우발라지형도 포함되어 있으므로 지질공원을 추진하기에 적합한 것으로 판단된다. 상주시는 세계급 보호대상에 해당하는 '상주 운평리 구상화강암'를 비롯하여, 폭포, 백악기 퇴적층, 경천대 등의 지질학적 가치가 높은 지질유산이 분포하고 있어 지질공원의 유망 후보지로 추천이 가능하다. 하지만 경북권의 경우 이미 운영 중인 지질공원이 많이 있으므로 서두르기보다는 보다 체계적이고 전문적인 준비과정을 통해 새로운 국가지질공원을 추진하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

감사의 글

이번 연구는 국립공원관리공단 국가지질공원사무국의 '경북권 지질유산 발굴 및 가치평가 연구'과제에 의해 지원되었다. 연구 수행과정에 도움을 주신 국가지질공원사무국의 김진태 국장과 문창규 과장, 유완상 박사께 깊이 감사드리고, 논문의 심사과정에서 세심한 검토와 건설적인 의견을 주신 심사위원들께도 감사드린다.

REFERENCES

Chang, K.H., Woo, B.G., Lee, J.H., Park, S.O. and Yao, A., 1990, Cretaceous and Early Cenozoic Stratigraphy and History of Eastern Kyongsang Basin, S. Korea. Journal of Geological Society of Korea, 26, 471-487.

Cho, H., Kang, H-C., Shin, S., Cheong, D., Paik, I.S., Lim, H.S., Shin, D., Kim, H.J., Lee, C.H. and Kim, J.-S., 2016, Assessment of the value and distribution of geological heritages in Chungcheong Province, Korea. Journal of the Geological Society of Korea, 52, 639-664 (in Korean with English abstract).

Cho, H., Son, M., Cheon, Y., Sohn, Y.K., Kim, J.-S. and Kang, H.-C., 2016, Evolution of the Late Cretaceous Dadaepo Basin, SE Korea, in response to oblique subduction of the proto-Pacific (Izanagi/Kula) or Pacific plate. Gondwana Research, 39, 145-164.

Choi, H.I., Jin, M.S., Shin, H.J., Chang, S.W., Jo, K.N., Kil, Y. and Kim, B.C., 2013, 160 Geologic Outcrops in Korea. KIGAM, 214-259 p.

Chough, S.K., 2013, Geology and Sedimentology of Korean Peninsula. Elsevier Insights, Elsevier, 363 pp.

Cultural Heritage Administration, 2010, 2010 Geographical and Geological Cultural Properties detail Survey Report [Abandond channel, Mineral spring], 5-124.

Cultural Heritage Administration, 2011, 2011 Geographical and Geological Cultural Properties Resources Survey Report [Karst, Water fall], 75-82 p.

Han, R., 2017, Pseudotachylytes and seismic fault slip. Journal of the Geological Society of Korea, 53, 159-171 (in Korean with English abstract).

Kang, H.-C., Kim, H.J., Paik, I.S., Cho, H., Kim, J.-S., Shin, S., Cheong, D., Lim, H.S., Shin, D. and Lee, C.H., 2016, Geological heritages of the candidate site for National Geopark around the west coast of Chungcheongnam-do Province, Korea. Characteristics and value. Journal of the Geological Society of Korea, 52, 665-689 (in Korean with English abstract).

Kang, H.-C., Han, R., Kim, C.-M., Cheon, Y., Cho, H., Yi, K., Son, M. and Kim, J.-S., 2017, The Bonggil Pseudotachylyte, SE Korea: Its occurrence and characteristics. Journal of the Geological Society of Korea, 53, 173-191 (in Korean with English abstract).

Hwang, B.H., Ernst, W.G. and Yang, K., 2012, Two different magma series imply a Palaeogene tectonic transition from contraction to extension in the SE Korean Peninsula. International Geology Review, 54.

Jeong, J.O., Kwon, C.W. and Sohn, Y.K., 2008, Lithofacies and architecture of a basinwide tuff unit in the Miocene Eoil Basin, SE Korea: Modes of pyroclastic sedimentation, changes in eruption style, and implications for basin configuration. Geological Society of America Bulletin 120, 1263-1279.

Jin, M.S., Choi, H.I., Shin, H.J., Shin, S.C. and Kwon, S.K., 2004, 150 Geologic Outcrops in Korea. KIGAM, 236-269 p.

KIGAM, 1995, Geological map of Korea (1:1,000,000). Korea Institute of Geology, Mining and Materials.

KIGAM, 2001, Tectonic map of Korea (1:1,000,000). Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources.

Kim, Y.P. and Im, E.S., 2004, Restructuring mountain systems in Korean penisula: Forcing on mountain range anlaysis. Korea Research Institute for Human Settlements, 208 p (in Korean).

Korea National Park Service, 2013, Geo-Heritage of Korea. 66-103 p.

Lee, D.W., 1999, Strike-slip fault tectonics and basin formation during the Cretaceous in the Korean Peninsula. Island Arc, 8(2), 218-231.

Lee, G.R., 2011, Study on Types and Distributional Properties of Abandoned Channels in Korea. The Korean Geographical Society, 46, 304-318 (in Korean with English abstract).

Lee, G.R., 2012, Formative ages and processes by type of natural abandoned channels in Korea. Journal of the Korea Geomorphological Association, 19, 1-15 (in Korean with English abstract).

Lee, S.H., Jang, Y.D. and Kim, J.J., 2008, Lithologic and Mineralogic study from circle granite in Sangju. Proceedings of the annual joint conference, Petrological Society of Korea and Mineralogical Society of Korea, 92-94 (in Korean with English abstract).

Lee, S.J., Kim, J.Y., Lee, Y.J., Sagong, H. and Lee, E.J., 2008, Geological heritage and management in Korea. Korea Environment Institute, 387 p (in Korean with English abstract).

Lee, S.J., Lee, Y.J., Kin, J.Y. and Lee, J.H., 2003, Strategy for the Protection of Geological and Geomorphological Heritage in Korea. Korea Environment Institute, 30 p.

Lee, S.M., Na, K.C., Lee, S.H., Park, B.Y. and Lee, S.W., 1981, Regional Metamorphism of the metamorphic Rock Complex in the Southeastern Region of the Sobaegsan Massif. Journal of the Geological Society of Korea, 17, 169-188 (in Korean with English abstract).

National Research Institute of Cultural Heritage, 2011, Geodiversity of Korea (Gangwondo). 216 p.

National Research Institute of Cultural Heritage, 2012, Geodiversity of Korea (Ulsan). 187 p.

National Research Institute of Cultural Heritage, 2013, Geodiversity of Korea (Western Gyeongsangnamdo). 235 p.

National Research Institute of Cultural Heritage, 2014, Geodiversity of Korea (Eastern Gyeongsangnamdo). 227 p.

National Research Institute of Cultural Heritage, 2015, Geodiversity of Korea (Chungcheongbukdo). 210 p.

Paik, I.S., Kim, H.J., Kang, H.C., Seol, W.K., Kim, K. and Jeong, E.K., 2014, Sedimentary facies and depositional environments of the Nakdong Formation in the Geummubong Peak tree fern fossil site (Natural Monument No. 146). Korea Geoscience Fall Meeting, 304.

Paik, I.S., Kim, S.K., Min, H., Lee, S.J., Kim, H.J. and Lim, J.D., 2010, Touristic aspects of geological heritages Cretaceous dinosaur fossil sites. Annual review in Cultural Heritage Studies, 43, 4-27 (in Korean with English abstract).

Shin, S., Cheong, D., Choi, T. and Lim, H.-S., 2017, What is the origin of unusually long 'Mega Cracks' found in the Hasandong Formation of the Cretaceous Gyeongsang Supergroup, Korea?. IGCP 608 Abstract, 571.

Son, M., Song, C.W., Kim, M.-C., Cheon, Y., Jung, S., Cho, H., Kim, H.-G., Kim, J.S. and Sohn, Y.K., 2013, Miocene crustal deformation, basin development, and tectonic implication in the southeastern Korean Peninsular. Journal of the Geological Society of Korea, 49, 93-118.

Son, M. and Kim, I.-S., 1996, Paleomagnetism of Tertiary basins in southern Korea: 2. Basaltic rocks in the central part of Pohang Basin. Journal of Economic and Environmental Geology, 29, 369-380.

Son, M., Kim, I.-S. and Sohn, Y.K., 2005, Evolution of the Miocene Waup basin, SE Korea, in response to dextral shear along the southwestern margin of the East Sea (Sea of Japan). Journal of Asian Earth Sciences, 25, 529-544.

Received : February 2, 2018
Revised : April 29, 2018
Accepted : April 30, 2018