

지구다양성의 의미와 연구 동향: EGU에서 이루어진 발표들을 중심으로

김종연*

The Definition and International Research Trend of Geodiversity: Focused on Presentations at EGU

Jong Yeon Kim*

요약 : 지구다양성은 지구의 구성 요소 가운데 지질, 지형 및 토양, 수리 형상의 전반적인 경관과 상호 작용을 말한다. 여기에는 이들 개별 요소 상호 간의 조합, 구조, 체계, 그리고 전반적인 경관과의 상호 연관이 포함된다. 지구다양성은 생물다양성과 짝을 이루는 개념으로 생물이 상호작용하고 생태계 서비스가 이뤄지는 총체적 실체이다. 한편, 매년 4월 개최되는 유럽 최대 규모의 지구과학 관련 학회인 유럽지구과학연합(European Geosciences Union: EGU)은 다수의 지구다양성 관련 연구 결과들이 발표되는 장이다. 이 학회에서는 2012년부터 지구다양성 관련 분과들이 생기면서 논문들이 발표되었다. 2012년부터 2018년까지 총 272편의 논문이 발표되었다. 이들을 지질학적인 사이트들에 대한 설명의 측면, 지형 및 지질자원과 인간 생활·역사·문화와의 관계를 포함하는 지구다양성, 관련된 지구유산이나 구역을 지정하고 관리하기 위한 체계와 관리 기법에 대한 연구, 지도 작성과 활용을 포함하는 기술적인 측면, 답사 코스의 개발과 교육 내용, 프로그램 등을 소개하는 교육 및 관광 분야 등으로 나누어 주요 내용을 살펴보았다. 전반적으로 지구다양성 관련 연구들은 다양한 지구유산 사이트 또는 지구다양성 사이트들의 학술적인 가치나 특성에 대한 연구에서 인간사회와의 연관으로 강조점이 변하고 있다. 특히 지형과 인간 역사와의 관계 등이 강조되고 있다. 한편 교육 및 관광과의 연계 차원에서 다양한 신기술의 활용, 교육 및 탐방 참여자의 적극적인 참여 방식의 도입, 각 사이트에서의 지식 전달 방식과 수준의 다양화가 강조되고 있다.

주요어 : 지구다양성, 지오파크, 지구유산, 유럽지구과학연합

Abstract : Geodiversity refers to the overall landscape and interaction of geologic features, terrain, and soil, and hydraulic features among the Earth's components. It includes the interrelationships between these individual elements, their combination, structure, system, and overall landscape. Geodiversity is a concept that is paired with biodiversity and is a collective entity where creatures interact and ecosystem services are achieved. Meanwhile, the European Geosciences Union (EGU), the largest association of geo-sciences in Europe held annually in April, is the meeting where many research results related to the geodiversity are presented. The presentation session opened in 2012 at the first time. A total of 272 papers were presented at the meetings from 2012 to 2018. The presentations include aspects of description of geological sites itself; geodiversity including geological and geological resources and relationships with human life, history, and culture; research on systems and management techniques for designating and managing geoheritage-related sites or areas; the technical aspects including mapping and utilization of the related techniques; the development of field trip courses, education programs and geotourism to introducing educational contents and programs, and so on. The studies of geodiversity are changing emphasis on the relevance of human societies from the study of the academic values and characteristics of various geoheritage sites. In particular, the relationship between landforms and

*충북대학교 지리교육과 교수(Professor, Department of Geography Education, Chungbuk National University, terraic@cbnu.ac.kr)

human history has been emphasized. On the other hand, in terms of linking education and tourism, it is emphasizing the use of various new technologies, introduction of active participation method of education and visitors, diversification of knowledge delivery method and level at each site.

Key Words : Geodiversity, Geopark, Geoheritage, EGU (European Geosciences Union)

I. 서론

인위적인 요인에 의한 지구의 자연 환경 변화 문제가 점차 심각해지는 가운데 지구 환경 보존에 대한 다양한 논의들이 진행되어 왔다. 국내에서 이루어진 대부분의 환경 변화에 대한 논의는 생물종의 변화에 대한 것에 집중되어 왔으며 비(非) 생물적인 부분에 대한 논의는 해수면 변화, 지구 대기 순환의 변화 등으로 인한 재해의 가능성 등에 대한 논의가 중심이 되어 왔다. 한편 국제 사회에서의 논의는 비(非)생물적 자연 환경을 포함하는 전체적인 자연 환경의 보존 필요성에 대한 논의들을 진행했다. 그 과정에서 무생물 자연 환경을 포함하는 다수의 개념들에 제시되고 토론되었다. 그 가운데 가장 광의의 개념은 지구다양성(Geodiversity)이다. 지구다양성은 지구의 구성 요소 가운데 지질(암석, 광물, 화석), 지형(지형, 기복, 지형 형성 과정) 및 토양, 수리 형상의 다양한 범위라고 정의된다. 여기에는 이들 개별 요소 상호간의 조합, 구조, 체계, 그리고 전반적인 경관과의 상호연관이 포함되어진다(Gray, 2012). 지구다양성은 생물다양성의 기반이 되는 서식지 환경을 지칭하기도 하며, 생물 다양성과 분리하여 인식되기에는 어려움이 있다. 그러나 지구다양성은 단순히 생물의 서식 공간이나 생활 공간으로서의 의미뿐만 아니라 생물이 상호 작용하고 생태계 서비스가 이뤄지는 총체적 실체로서의 의미를 지니게 된다. 이에 따라 여러 학자들은 지구다양성을 생물다양성(Biodiversity)과 짝을 이루는 개념으로 인식하고 있다. 그러나 지구다양성에 대한 학계나 국가나 국제기구 차원에 대한 합의된 정의는 존재하지 않으며, 자연 경관의 보존에 대한 오랜 노력이 진행된 영국의 스코틀랜드, 잉글랜드에서 민관협력체제의 형태로 관련 장전(charter)을 제정하면서 이에 대한 정의를 확정하기도 하였다. 한편 지구다양성과 혼용되는 개념은 지구유산(Geoheritage)이다. 지구유산은 1990년대부터 사용된 개념으로 '지구의 유산(Earth heritage)'과 같은 의미이다. 여기에는 지형, 암석의 자연·인공 노두, 지질 형상을 관찰할 수 있는 지점 등이 포함된다. 우리나라 정부를 포

함하는 일각에서는 지구다양성을 지질다양성과 동일한 것으로 간주하고(Sharples, 1995), 지구유산의 보존에 중점을 두는 경우도 있으나 이는 지구다양성의 일부일 뿐이라는 것이 학계의 중론이다(Crofts, 2014). 이 개념은 상대적으로 일찍 제시된 지구유산의 개념과 혼용되는 경우도 있으나, 이보다는 큰 공간적 개념으로 특정 지역 내에 다수의 지구유산을 포함할 수 있는 것으로 볼 수 있다. 한편 지구유산에 대한 논의는 지구유산의 보존 활동이나 지오투어리즘(Geotourism)과도 연계된다.

본 연구에서는 지구다양성과 관련된 각종 용어와 분류 등에 대한 이론적인 정리를 통하여 지구다양성 관련 논의의 이론적인 틀을 먼저 정리하고자 한다. 이를 기반으로 2012~2018년까지 유럽지구과학연합(European Geosciences Union, 이하 EGU)의 연례 학술회의에서 발표된 관련 논문들을 분석하여 국제적인 논의의 진행 방향을 소개하고 분석하고자 한다. 이를 통하여 향후 우리나라에서의 관련 연구의 방향성을 정리하는 기초로 삼고자 한다.

II. 지구다양성의 정의에 대한 논의

앞서 논의한 바와 같이 지구다양성은 생물다양성에 비하여 최근에 논의가 시작된 개념으로 지구유산 보존, 지구 보존 등 여러 개념이 혼용된다. 이 부분에서는 각각의 정의를 살펴보고자 한다.

1. 지구유산 및 지구유산 보존

지구다양성과 관련된 다양한 개념 가운데 가장 널리 사용되는 개념은 '지구유산'이다. 이 정의는 UNESCO를 포함한 여러 국제기구가 개입하는 지오사이트(Geosite) 보존 또는 지오파크(Geopark) 네트워크와 관련하여 널리 사용되고 있다. 이러한 활동과 관련된 지구유산 보존(Geoheritage conservation) 또는 지구 보존(Geoconservation)은 행성으로서의 지구가 지니고 있는 유산이라고 할 수 있는 물리적 지구 자체의 본원 가치, 생태 가치,

유산 가치를 보존하는 것이다(Sharples, 1995). 여기에서 강조되는 지구 보존의 가치는 크게 자체의 본원적 내부 가치(Intrinsic value), 도구적 가치(Instrumental value), 관계적 가치로 구분된다(Grofts *et al.*, 2015). 이 가운데 본원적 내부 가치는 지구유산 자체의 특성 자체를 보존하는 데 강조점을 주는 것이다. 도구적 가치는 지구유산을 활용하여 특정한 목적을 달성하기 위한 것으로 지구유산의 과학 및 교육 가치, 지구유산의 문화적/미학적 가치, 자연의 배경 역할을 수행하는 지구다양성의 생태가치, 지구다양성과 지구유산에 의해서 제공되는 환경 재화와 생태계 서비스, 자연 자원을 보호하는 가치 등을 포함하는 것으로 2차적인 활용의 측면에 강조점을 두는 것이다. 관계적 가치는 자연의 향유, 인간의 복지, 자연의 보호자역할의 균형을 이루는 가운데 이루어지는 삶을 포함하는 것이다(Grofts *et al.*, 2015). 소위 유산으로서의 지구 즉 지구유산을 보존하는 부분에 대한 논의는 지구유산의 여러 측면 가운데 유산으로서의 지구에 대한 보존에 강조점을 둔 접근법으로 볼 수 있다. 소위 본원 가치로 지적되는 지구유산 자체로서의 가치는 지질학이나 지형학 분야에서 나타나는 지구 역사의 기록이 남아 있는 주요 장소 또는 지구 역사 기록의 장으로서의 의미를 지니고 있다고 볼 수 있다. 가장 널리 활용되는 사례는 제임스 허튼(James Hutton)의 이론의 근거가 되는 해안의 지질 단면, 각종 지층의 명명 기원지가 되는 지질 표식지, 공룡 화석의 분포 지역, 전형적이거나 주변 지역에서 발견되기 어려운 특정한 지형이 나타나는 곳이 될 것이다. 소위 학문적 관심 지역으로 파생적으로 특정 지질 발달사 등과 같은 지구 역사, 지형 형성 과정의 전형적인 사례 등을 보여 주는 곳들이 제시될 수 있을 것이다. 이러한 접근법에 의하면 가치를 크게 지니는 곳은 학문의 가치 측면에 강조점을 둔 것으로 볼 수 있다.

2. 지구다양성

지구다양성이라는 용어는 1993년 처음 사용되어진 용어이다(Gray, 2011). 이 개념은 지질적(암석, 광물, 화석), 지형적(지형, 지형 형성 과정), 토양 형상의 자연적 다양성으로서 생물다양성의 비(非)생물적 동의어로 볼 수 있다. 본 용어를 일부 국가의 학계에서는 지다양성으로 번역하는 경우도 있으나(모용원 등, 2018), 국내의 경우 지오사이언스(Geoscience)를 지구 과학 또는 지구의 과학

등으로 번역하는 경우가 많아 본고에서는 지구다양성으로 쓰고자 한다. 이 용어의 사용은 기본적으로 지속가능발전의 맥락에서 논의가 시작되었으며 지질 측면의 다양성과 보존에 강조점을 두어 왔다. 지구다양성의 개념은 지구다양성의 특징을 보여 줄 수 있는 특정 지점인 지구유산이 존재하는 지점을 보존하는 것을 통하여 확장되어 왔다. 1990년대에 인간의 직접적인 개발 행위 등으로 인하여 여러 생물종이 멸종되는 것은 물론 생태계의 구조가 파괴됨에 따라서 생태 환경의 전반적인 위기가 초래된다는 의식이 확산되었으며 이에 대한 대응이 요구되었다. 또한 인간 활동으로 인한 지구 대기의 이산화탄소 농도 변화로 인하여 지구의 기후 체계가 변화하고 그로 인하여 각 지역의 생물 서식 환경이 변화하고 다양한 생명체의 생존의 위기가 발생하게 된다. 또한 인간의 거주 공간 역시 기후 변화의 다양한 결과로 인하여 위협을 받게 되자 다양한 분야에서 생태 환경의 보존에 대한 논의들이 이뤄지게 되었다. 그런데 당시 논의는 생물종, 유기체의 먹이 사슬 중심의 생태계에 대한 논의가 집중됨으로써 생태계의 총체적인 측면을 간과한다는 비판이 제기되었다. 생태계 자체가 지구 표면의 지권, 암석권, 토양권, 수권으로부터 독립적으로 존재하는 것이 아니라, 서로 영향을 미치면서 서로간의 변화를 유발하면서 체계가 유지된다. 생태계 중심의 접근법은 무생물권인 지권의 여러 요소와 생물권의 요소들 간의 상호작용, 특히 생태계의 기반이 되는 지권, 토양권과 수권과의 관계에 대한 이해가 결여될 수 있다는 우려가 존재한다. 생태계가 인간의 활동에 의한 영향을 받는 것은 남획이나, 인위적인 화학 물질의 이용으로 인한 생물에 대한 직접적인 부분도 있으나, 서식지의 변형이나 파괴, 물 순환 과정의 변형 등이 전반적인 생태계의 파괴에 더 큰 영향을 주는 것으로 볼 수 있다. 예를 들어 갯벌과 습지의 생태계의 경우 직접적으로 매물이 발생하는 경우도 있지만 수체 자체가 사라지고 환경이 변화함으로써 관련 생태계가 사라지는 문제가 발생한다. 이러한 변형의 경우 과거에는 주변 환경의 파괴와 같은 방식 또는 소위 대체 서식지의 건설과 같은 논의로 전개되는 경우가 많다. 지구다양성의 구성 요소들은 인간과 생물 중심의 생태계에 의하여 기본적으로 공유되는 것으로 볼 수 있으며 단순히 생물에 대한 시혜의 차원이 아니라 인간의 지속 가능성을 위해서 보존되고 유지되어야 한다는 관점이 필수적인 것으로 보인다.

지구다양성이 인간에 미치는 영향으로 먼저 지적할 수 있는 것이 재화의 제공이다. 지구다양성이 제공하는 재화로 가장 널리 논의되는 것이 석유, 석탄 등과 같은 광물 자원이다. 이들은 인간의 경제 활동에 이익을 발생시키는 부분으로 비재생성(Non-renewable)으로 고갈되는 특성을 지닌다. 이들은 특정한 지층 또는 지질 구조에서 산출되는 특성을 지니며 이에 따라 지리적 편재성을 지니고 있다. 다른 희토류나 다른 광물 자원 역시 희귀성을 지니며 석유와 석탄과 마찬가지로 비재생성의 자원이며 동일한 지리적 편재성을 지닌다. 이들은 재화로서 교환되고, 국제적 교역이 발생하지만 특정 지역에서만 경제적으로 활용 가능한 자원으로서의 가치를 지니는 점에 주목해야 할 것으로 보인다.

지형의 다양성에 따른 활용 역시 지구다양성의 활용 측면에 해당한다고 볼 수 있다. 산업화 이전의 전통적인 토지 이용의 방식은 기본적으로 해당 지역의 전반적인 지형, 기복과 고도 등에 의해 정해진다. 마을의 입지, 농경지의 활용 등이 이러한 요인의 영향으로 결정되었다고 볼 수 있다. 또한 토양의 물리·화학적 속성 역시 농업적 토지 이용의 기본적인 방향에 영향을 준다고 볼 수 있다. 또한 암석의 특성과 수리·수문 순환의 영향에 따른 토지 이용 방식의 영향 역시 지구다양성의 영향으로 볼 수 있다. 이러한 부분에 대한 논의는 전통적인 지리학의 연구 주제로 주목 받았으나, 지구다양성의 측면으로 구체적으로 논의되지는 않았다.

지구다양성은 직접적으로 인간의 토지 활용이나 이용에 대한 영향뿐만 아니라 동·식물의 서식지에도 직·간접적으로 영향을 준다고 볼 수 있다. 예를 들어 사면의 경사와 토양의 깊이, 분포와 특징에 영향을 주며 토양의 조성, 토양 내의 수분 순환 등은 지배적인 식생의 종류와 분포 특징에 영향을 준다. 그에 따라 생태계의 전반적인 특성 역시 영향을 받는다.

물론 지형 다양성에 대한 현재 논의의 상당 부분을 차지하는 미적 가치 제공의 측면 역시 중요하다. 소위 경승(景勝) 또는 명승(名勝)이라 지칭되는 지형 경관들은 기본적으로는 모두 미적인 가치에 기인하는 것으로 볼 수 있다. 이들의 미적인 가치는 다른 주변 경관과의 이질성에 의한 경관 특이성, 규모의 차이에 의한 경관의 장대함 등을 들어 볼 수 있을 것이며, 지형 자체의 특이성 보다는 주변 경관과의 조화 등에 의한 심리적인 편안함이나 정숙한 분위기의 연출과 같은 부분도 포함된다.

일부의 경우 인문적인 경관, 즉 건물과의 조화의 측면에서 미적 가치를 제공하는 것으로 볼 수 있다.

지구다양성의 이러한 측면은 적절한 학문적인 연구와 설명 그리고 대중에 대한 교육을 필연적으로 요구하게 된다. 지구다양성에 대한 학문적인 연구는 기존의 지형학 및 인문지리학, 지질학 및 역사학의 연구에 해당하는 부분으로 각 지구다양성의 특성을 연구하고 다른 부분과의 연계를 밝히는 연구들이 여기에 해당한다. 이러한 연구들의 경우 전문가들이 진행하고 그 결과물 역시 논문 형태로 간행되는 관계로 비전문가 집단인 일반 대중에게는 그 내용의 전달, 전달의 범위 등에 있어서 상당한 한계가 존재한다. 이를 해소하기 위하여 전문적인 연구 성과를 일상적인 언어로 바꾸고 이를 해석하는 자료의 작성과 활용이 필요하다고 볼 수 있다. 또한 이러한 내용을 전달하기 위한 해설사 등을 양성하는 과정 등도 관련 교육으로 판단할 수 있을 것이다. 대중의 직접적인 참여로 볼 수 있는 것이 지오투어리즘과 같은 관광 유형일 것이다. 지오투어리즘은 생태관광과 궤를 같이하는 것으로 볼 수 있다.

지구다양성에 대한 논의의 상당 부분을 지오파크의 지정과 유지, 관련 박물관의 설치 등에 대한 논의를 진행하던 틀을 확장하는 방식으로 진행한 관계로 각종 체계와 분석 평가 등이 특히 광물과 화석 등을 강조하는 관점에 따라 이루어진 측면이 있으며, 이는 지구다양성에 대한 학제 간 연구, 인간 생활과의 연계의 모색 등에서 한계점들이 나타나고 있다. 예를 들어 Brilha(2012)의 체계(그림 1)는 기본 체계에 있어서는 타당성이 상당히 있으나, 그 사례에 있어서 확장 가능성을 차단하고 인간과의 상호 작용의 측면을 간과하는 문제가 있다.

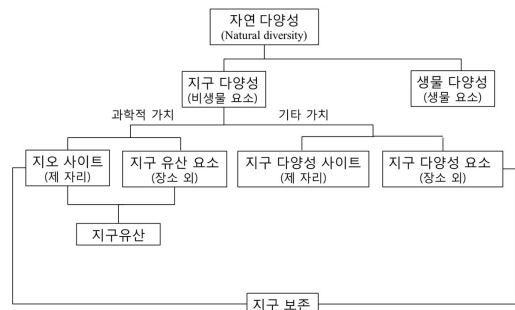


그림 1. 지구다양성, 지구유산, 지구보존의 개념 체계
출처 : Brilha, 2012.

Brilha(2012)가 제시한 체계(그림 1)에서 지오 사이트는 특정한 과학적 가치를 지니는 지구다양성 요소들로 지형학적(지형), 암석학(암석), 광물학적(광물), 고생물학적(화석), 층서학적(퇴적 층서), 구조(습곡 단층 등), 수문학적(수체), 토양학적(토양) 등을 세부 분류로 제시된다. 그러나 이 구분은 대상의 특성과 규모 등을 감안할 경우 타당성이 떨어진다. 특히 암석, 광물과 화석, 층서를 세분하는 것은 과도한 전문화로 보여진다. 이들은 지구사적인 가치를 지니는 사이트로 통합하여 지정하는 것이 보다 맥락에 맞을 것으로 보인다. 이에 따라 재분류한다면 지형학적(지형 경관), 지구역사(암석, 화석, 층서, 습곡 및 단층), 수문학적(하천 및 호소, 기타 수체), 토양학(토양 층서 및 토양 특성)으로 구분할 수 있을 것으로 보인다. 이들은 그 학문적인 가치들이 전문가들의 조사와 연구를 통해 확인된 것들이다. 장소 외로 표현되는 것은 박물관이나 전시 시설에 배치될 수 있는 표본들로 화석이나 운석, 광물 표본 등을 포함한다. 이들은 원래 있던 장소로부터 이전되어 보존되거나 교육 전시 등에 활용이 가능한 것들이 포함된다. 이들보다 학문적인 가치가 낮은 곳의 경우에는 소위 지구다양성 사이트로 특정한 학문적인 가치는 없으나, 교육, 관광, 지역 사회의 문화적 정체성의 중요성을 지니는 곳을 의미한다. 일부 학자들은 이들을 지구유산으로 볼 수 없으며, 그 이유를 국가 및 국제 학술단체의 가치 평가가 어렵기 때문이라고 주장하고 있다(Brilha, 2012). 그러나 이러한 관점은 상당히 보수적인 관점으로 평가된다. 특정 사이트의 가치는 그 평가에 있어서 상당히 주관적일 수 있으며, 연구의 진행에 따라서 가치에 대한 평가가 가변적이기 때문에 해당 사이트를 지오사이트로 유지하는 데 대한 논란이 발생하기 때문이다. 다른 논란이 되는 것은 특정 사이트의 학술적 가치와 대중의 교육과 관광에 활용 가능한 심미적 가치와의 불일치가 존재한다는 것이다.

3. 지구시스템 서비스

지구다양성의 중요성을 강조하기 위하여 연구되어 나타난 개념이 생물권의 생태계 서비스(Ecosystem service)에 대비되는 개념인 지구시스템 서비스(Geosystem service)이다. 생태계 서비스가 그 자신의 작동을 통하여 인간에게 이익을 주는 생태계의 작용과 그로 인한 경제적/비경제적 가치를 표현하는 데 비하여 지구시스템 서비스는

지구다양성에 의하여 제공되는 각종 재화와 기능을 포함하는 설명이다(Gray, 2011). 이는 지구다양성의 비본원적인 파생적인 부분으로 생각할 수 있다.

이러한 분석의 기초가 되는 생태계 서비스는 자연 생태계의 활동과 생태계를 구성하고, 유지하고 인간 생활을 가능하게 하는 조건과 과정들을 말하는 것이다. 생태계 서비스는 생물 다양성을 유지시키고, 생태계의 다양한 산물을 만들어 내게 된다. 또, 실제 생명체를 유지시키는 기능과 미적, 문화적 이익을 제공한다. 생태계의 다양한 산물이라는 것은 해산물, 동물의 마초, 목재, 다른 생물자원, 연료, 천연 식물, 약초, 산업 생산물과 원재료 등을 의미한다. 실제 생명 유지 기능이란 오염물질의 제거, 물질의 재순환, 재생의 기능을 말한다(Daily, 1997). 이러한 기능을 영국의 새천년 생태계 평가(Millennium Ecosystem Assessment: MA)에서는 조절(Regulating), 지원기능(Supporting), 제공기능(Provision), 문화 서비스(Cultural)로 구분하였으며(Millennium Ecosystem Assessment, 2005) 이를 국가 생태계 평가에 적용하였다(UKNEA, 2011).

한편 Gray(2012)는 이를 지구의 무생물적인 부분을 의미하는 지구시스템 서비스에 적용시키면서, 조절, 지원, 제공, 문화, 지식으로 정리하였다. 조절 서비스란 자연 환경의 작동을 통제하고, 환경 현상이나 물질을 순환시키고, 분산시키거나 균형을 맞추는 과정을 통하여 인간 사회에 이익을 주는 것을 의미한다. 대표적인 것이 대기 및 해양 과정(Atmospheric and oceanic processes)이다. 이 과정에는 이산화탄소 등 대기 물질을 통한 지구 온도 유지 기능, 특정 물질을 통한 태양 단파 복사의 유해한 부분을 막는 기능, 동·식물에게 필수적인 물과 산소 그리고 이산화탄소의 제공 기능이 포함된다. 또한 지구의 에너지 불균형을 해소하기 위한 대기 대순환도 저위도에 집중된 에너지를 지구 전체 지역으로 순환시키며 이는 지구의 생태계 유지의 필수적인 부분이다. 해류의 순환 역시 지구의 에너지와 수분의 지구 차원의 분포에 중요한 부분이다. 지구 지표 과정(Terrestrial processes)의 대표적인 것이 탄소의 순환이다. 대기 중의 탄소는 유기 퇴적물, 석회암의 형태 또는 화석 연료의 형태로 지표에 포집되어 저장되어 있다가 지각판의 운동, 화산 활동 등 다양한 과정을 통하여 대기 중으로 순환된다. 이 탄소는 식물의 광합성 등을 통하여 다시 토양이나 지중으로 순환된다.

암석 순환은 화성암, 퇴적암, 변성암을 만드는 과정으로 침식, 운반, 퇴적과 융기의 과정이 포함되며 앞서 논

의한 탄소 순환을 도우며, 지표기 기록을 재생하는 역할을 수행한다. 지형 과정은 암석 순환의 일부를 이루기도 하지만, 지형 과정 자체가 인간과 생태계를 형성하는 기초를 제공한다. 하천의 경우 상류의 물과 에너지를 하류 부분으로 이동시키고 물질을 분포를 변화시킨다. 홍수 통제 기능은 강수를 토양과 암석에 일시적으로 저장함으로써 생태계가 형성될 수 있는 기반을 제공하며, 물의 범람을 막고 생물이 서식할 수 있는 공간을 제공한다. 수질 기능은 토양과 풍화 물질대의 자연적인 여과 기능을 통하여 다양한 오염 물질을 일차적으로 거르는 기능을 포함한다. 두꺼운 퇴적층과 토양층의 존재는 오염의 확산 저지에 상당한 영향을 미친다.

지원 서비스는 사회적으로 가치 있는 다른 물질이나 서비스를 지원하는 기능을 말한다. 토양 서비스는 생물 성장에 필수적인 양분과 수분을 보존하고 제공하는 기능을 포함한다. 토양은 식물 생태계의 기반으로서 역할

을 수행하여 이들이 지니고 있는 화학·물리적 속성들은 생태계의 형성과 유지, 발전에 기본적인 환경을 제공한다. 또한 토양층에는 환경 변화의 다양한 기록들이 남겨지게 되어 과학적 연구의 대상이 되어 고(古)환경 변화 추적의 자료를 제공하게 된다.

지원 서비스 가운데 가장 중요한 것은 생태계의 서식지의 제공이다. 서식지를 결정하는 요소는 일차적으로 고도와 사면의 방향이 된다. 사면의 고도와 방향은 식물의 분포 고도 한계 등을 정하게 된다. 고도와 사면의 방향에 따라서 복사에너지, 기온, 증발산, 토양 습도 등이 강한 영향을 받는다. 또한 특정한 지형은 특정한 생물계의 형성 토대가 된다. 점토질의 토양과 소규모의 호소로 이루어졌으며, 주기적으로 침수되는 배후 습지 등의 지형은 습지 생태계 형성의 기초가 되며, 조간대의 경우 갯벌 생태계 형성의 토대가 된다. 사막, 해안, 산지, 화산 등 다양한 특이 지형들은 특이한 생태계의 형성의 기초

표 1. 지구다양성에 의한 기능

기능	세부 기능	사례
조절 기능 (Regulating)	대기와 해양 과정	동적 순환, 대기 화학, 수문 순환
	지구 지표 과정	암석 순환, 탄소 순환, 지형 과정, 자연 재해
	홍수 통제	침투, 환조, 하천 제방, 사구
	수량 및 수질	자연 여과체로서의 저수지, 호소, 취수원, 빙하, 토양 및 암석의 담수 보관
지원 기능 (Supporting)	토양 과정과 성장 매개로서의 토양	풍화, 토양 단면 발달
	서식지 제공	동굴, 단애, 석회포도, 염습지
	인간 활동의 기저로서의 대지	건설지
	매장 및 저장	인간과 동물의 매장지, 생활 매립지, 방사성폐기물 저장, 유류 및 가스 저장, 탄소 포집 및 저장
제공 기능 (Provision)	식품과 음료	천연광천수, 소금, 토식증(geophagy)
	건강한 성장을 위한 영양과 광물	-
	연료	석탄, 석유, 가스, 우라늄, 지열 및 수력 에너지, 파력 및 풍력
	건축 재료	암석, 벽돌, 모래, 자갈, 강철, 시멘트, 역청, 슬레이트, 유리
	산업 광물	비료, 약제, 금속, 합금
	장신구	보석, 귀금속 및 준귀금속
	화석	-
문화 기능 (Cultural)	환경의 질	국지적인 경관의 특징, 치유 경관
	지오 투어리즘과 여가	장대한 산지의 경치, 암벽등반 화석 채집
	문화, 영혼 역사적 의미	민요, 신성한 장소, 장소감
	예술적 영감	조각, 문학, 음악, 시, 회화에서의 지질
	사회 발전	지역의 지질학회, 야외 조사
	지구 역사	생명의 진화, 멸종, 지형의 기원, 고환경
	물리적 과정의 이해	-
	지오포렌식 (geoforensics)	-
	연구역사	화석, 화성암, 부정합의 초기 인식,
	환경 감시와 예보	오염 연구를 위한 기초 연구, 얼음 코어, 해수면 변동
	교육과 고용	야외 조사와 전문 교육을위한 지역, 지오파크의 고용

* Gray(2012)를 재정리.

가 된다. 한편 석회암과 같은 특징적인 암석들은 특정한 생태계의 형성한다. 지원 기능 가운데 토대 제공 기능은 인간 활동의 특정한 토대를 제공하는 기능을 의미한다. 매장 및 저장 기능은 고인돌, 기념물, 피라미드와 같은 특이한 매장의 장소로 이용되며, 인간이 사용하고 폐기하는 물질의 경우 매몰지로 활용할 수 있다. 또한 원자력 발전의 경우 방사성 폐기물 처리장을 건설하기 위한 특정한 환경이 요구된다. 이들은 모두 지구를 대상으로 하고 있다. 또한 저장 기능 가운데 최근 주목을 받는 부분은 이산화탄소의 포집과 지중 저장의 기능이다.

제공 기능은 자연 환경이 인간 사회에 가치가 있는 재화와 서비스를 제공하는 것을 의미한다. 인간 사회가 필요한 다양한 자원들은 지구로부터 얻어진다. 인간 역사의 발달과정에서 다양한 광물을 경제 활동을 위해서 채취하여 활용하여 왔다. 또한 인간과 생태계의 유지에 필요한 식수를 자연 환경으로부터 얻으며, 식수의 다양한 수질은 기반암의 풍화물질로 인하여 변화한다. 또한 소금과 같은 광물들은 섭취되는 음식이다. 생물의 성장과 유지를 위한 영양소와 광물, 화석 연료, 건축을 위한 골재, 시멘트 역시 지구로부터 얻어진다.

문화 서비스는 사회적 중요성이나 지역 사회의 중요성을 이유로 자연 환경에 의미를 부여한 것이다. 문화적 서비스에는 환경의 질, 지오투어리즘과 여가 생활, 문화적, 역사적 정신적 의미들, 예술 영감, 사회 발전에의 기여, 지구의 역사, 지구연구 역사, 환경 감시, 지오 포렌식, 교육 및 고용이 포함 된다. 이 가운데 많은 주목을 받는 것은 지오투어리즘이다. 지오투어리즘은 생태 관광의 짝을 이루는 개념으로 장소의 차이 즉 지구다양성의 차이에 따른 지질 및 지형 환경과 경관 체험을 하게 되는 관광을 말한다(김창환, 2016). 생태 관광이 탐조, 생태계 체험 활동으로 구성되는 것이고 기본적으로 환경에 대한 부하를 최소화하는 관광이라면, 지구다양성을 따른 지오투어리즘은 암석 노두의 관찰, 퇴적층의 차이, 지형 기복의 차이, 지형 형성 과정의 차이에 대한 관찰을 포함하는 경우가 대부분이다. 이는 또한 관찰과 체험의 대상이 되는 지구다양성을 훼손하지 않는 관광이 될 것이다. 또한 생태관광과 마찬가지로 자신이 체험하고 경험하게 되는 대상에 대한 학습적인 측면이 필수적으로 포함된다. 그러나 지오투어리즘은 학습 여행이나 관련 전문 분야의 답사와는 다르며 관광으로서의 측면이 강하다고 볼 수 있다. 지오투어리즘은 글로벌 지오파크(Global Geoparks)가 주로 추구하는 관광의 방식이기도 하다.

지구다양성의 문화적·역사적·정신적 의미는 자연 형태와 형성 과정과 관련된 다양한 전설이나 신화와 같은 문화적인 맥락에 따른 전통적인 해설을 포함한다. 예를 들어 '민족의 영산'이라 지칭되는 백두산, 만들어지는 과정에 대한 고유 설화를 지니고 있는 한라산과 주변의 기생 화산, 우리나라의 산지에 대한 백두대간과 같은 인식 체계, 조선 성리학에서의 구곡동천에 대한 인식 등 역시 여기에 속한다고 볼 수 있다. 일본인들에게 있어서 후지산, 그리스 신화에서의 올림포스산, 힌두교도에 있어서의 갠지스강, 오스트레일리아 원주민에게 있어서 울룰루(Uluru)산 역시 무생물의 자연에 문화적·역사적 의미를 부여하고 신성시하는 것으로 볼 수 있는 사례가 될 것이다. 이들은 자연과학적인 과정의 특이성도 있지만 주민들의 전통적인 인식에 의하여 그 성격이 정해지는 것으로 볼 수 있다.

사회발전은 지구다양성을 활용한 다양한 지질학적·지형학적 답사 활동 등을 포함하는 것이며, 지구사의 경우 지구사의 중요 연구 결과들을 산출한 다양한 화석 발견지 등을 말한다.

III. EGU에서의 관련 논의

EGU는 매년 4월 개최되는 유럽 최대 규모의 지구과학 관련 학회로 100개 이상의 국가에서 참가하고 있다. 2018년 경우 2개의 세션이 지구다양성과 관련하여 개최되었다. 해당 분과가 열린다는 것은 학술적인 연구 결과의 토론이 필요하고, 이에 대한 학계의 요구가 있는 경우에 인정을 받는다는 의미이다. 특히 지구다양성 관련 논의의 상당수가 유럽 국가들을 중심으로 이루어진 관계로 관련 학술 연구의 현황을 파악하기에 좋은 자료가 될 것으로 생각된다.

관련 분과로는 '지구다양성(Geodiversity)과 지구유산(Geoheritage): 국제적인 수준에서의 기준과 정책(Geodiversity and Geoheritage: Standards and policies at an international level)' 분과와 '급박하고 제기되는 이슈와 도전(Geodiversity and geoheritage: Pending and emerging issues and challenges)' 분과로 나누어 진행되었다. 이 두 발표 분과의 운영에는 4개의 주요 기관이 참여하였다.

표 2. EGU에 발표된 지구다양성 관련 논문(2012~2018년)

(단위: 편)

구분/년도	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	계
지구유산연구	6	2	4	5	7	7	9	40
지구다양성자체에 대한 연구	7	12	24	29	20	12	15	119
기술	6	2	6	7	7	2	3	33
관리 및 행정	0	5	6	4	4	14	15	48
교육 및 관광	8	1	4	4	6	4	4	31
기타	0	1	0	0	0	0	0	1
계	27	23	44	49	44	39	46	272

IAG(International Association of Geomorphologists) 산하의 Working Group on Geomorphosites(IAG), Working Group on Landform Assessment for Geodiversity(IAG), ProGEO(European Association for the Conservation of the Geological Heritage), IUGS 산하의 International Commission on Geoheritage와 그 실무 조직인 Sub-commissions on Geoheritage Sites and Collections and on Heritage Stones, 그리고 International Union for Conservation of Nature(IUCN)의 World Commission on Protected Areas(WCPA)에 속하는 Geoheritage Specialist Group이 포함되어 있다. 이로 본다면 관련 국제 조직들이 모두 참여하는 연구 발표회로 생각할 수 있다. 해당 학회의 발표 요약문을 분석한 바에 의하면 2012년부터 공식적으로 지구다양성 관련 분과들이 포함되었다.

본 연구에서는 1차적으로 관련 논문을 연구 대상에 따라서 지구유산에 대한 사항과 지구다양성에 대한 것으로 나누어 살펴보고자 한다. 연구 대상이 명확하지 않은 경우도 존재한다. 소위 방법론에 대한 것으로 지도의 작성, 각종 원격 탐사 기법의 활용 등이 있다. 이를 '기술(Technique)' 부분으로 정의하였다. 또한 지구유산/지구다양성의 구분법이나, 관리 기법 등이 소개되는 경우도 존재하며, 지오파크 등록 관련 사항이나 지오파크에 활용되는 지질 사이트나 지형 목록의 정리인 인벤토리(Inventory) 작성법 등을 소개하기도 한다. 이에 대해서는 관리 및 행정으로 분류하였다. 교육 및 관광으로 분류하였다. 1차적으로 구분된 자료들을 대상으로 서비스의 측면에 따라서 분석하고자 한다.

먼저 확인된 발표 논문은 모두 272편으로 논문의 수는 전반적으로 증가하는 양상이다. 주제별로 나눠지는 발표 분과의 경우 초기에는 1개 분과의 구두 발표와 포스

터 발표였으나, 2018년에는 2개의 분과로 분과의 수가 증가하였다. 물론 학술회의에서 발표된 논문 전체 수에 비하면 비율은 낮은 편이나, EGU의 경우 발표 분과에 대한 제안을 받아 심사 과정을 거쳐 선정된다는 점을 감안한다면 해당 분야의 중요성은 인정되는 것으로 판단할 수 있다.

발표된 논문의 수를 보면 가장 높은 비율을 차지하는 것이 지구다양성에 대한 연구이다(43.75%). 지구다양성 자체에 대한 연구가 차지하는 비중이 높은 것은 이 영역이 자연 환경을 지탱하는 무생물 환경인 지형, 경관의 변화, 다양한 경관의 혼합과 조직, 생물계와의 상호 작용까지를 포함하는 광범위한 지역들을 포함하고 있기 때문이며, 사회적으로도 문화적·역사적 맥락의 특성은 물론 경제적인 활동 및 지속가능한 미래와 관련 되어 큰 관심을 받기 때문이다(Hansom, 2012). 즉 지구다양성이 포함하는 영역 자체가 상당히 넓기 때문에 발표되는 논문의 범위도 넓은 것으로 보인다. 또한 사회적인 관심 역시 상당히 크게 나타난다. 지속가능한 미래로 표현되는 내용 가운데 상당 부분은 기후 변화에 의한 환경의 변화라고 모호하게 표현되는 내용들의 구체적인 부분들이 포함되어 있다. 기후 변화 가운데 온난화 자체로 인한 생물의 거주 환경의 변화는 생물 관련 분야의 연구가 상당 부분 이루어지고 있지만, 그로 인하여 2차적으로 발생하는 재난의 빈도와 강도의 변화, 해안의 수면 상승으로 인한 습지 서식 환경의 변화, 기후 변화로 인한 하천변 환경의 변화와 퇴적물 이동의 양과 강도의 변화, 범람 주기의 변화 등에 의한 생물 서식지와 인간 사회에의 영향 역시 상당한 중요성을 갖고 연구되고 있기 때문인 것으로 판단된다(Brazier *et al.*, 2012).

한편 지구다양성과 관련된 연구들의 특징은 인간과



그림 2. 문화 경관에 결합된 지구다양성 사례: 북 세르비아의 프루슈카고라(Fruška Gora)산의 수도원
출처 : Vujičić *et al.*, 2012.

자연과의 상호 작용, 인위적인 활동에 의하여 만들어진 건축물이나 시설의 측면을 연구 대상으로 한다. 이는 지구유산에 대한 논의와는 달리 인간과 자연의 상호 작용의 측면을 강하게 강조하는 흐름으로서의 특성이라고 볼 수 있다. 특히 일부 연구들은 인문과 자연과의 연관성에 대한 연구 등 학문 간의 융합적인 연구를 상당히 강조하고 있다. 건축물에 사용된 암석의 특성을 파악하는 초보적 형태의 연구 등은 물론 지형 경관과 인간의 활동과의 관계 등에 대한 연구도 상당수 진행되고 있으며, 역사학적인 연구 결과에 대한 지질·지형학적인 해석을 탐색하는 경우가 상당히 나타나고 있다(그림 2). 역사적인 문헌에 나타난 지질·지형 경관이나(Corazza and Panizza, 2015), 회화에 나타난 다양한 기록과의 대비를 통한 변화의 연구 등을 포함하고 있다(Jungerius *et al.*, 2015).

지구다양성의 연구 측면에는 훼손된 자연 환경의 복원, 하천의 복원과 그를 위한 기본적인 하천 특성의 분류와 같은 것이 포함되어 있다. 또한 복원의 전반적인 방향과 복원 시 고려해야 하는 점들이 제시되기도 하였다(Smith and Clifford, 2014). 한편 도시 지역을 대상으로 하는 지구다양성의 연구의 필요성에 대한 논의들이 제

기되고 있다. 특히 지형 연구에서 도시 지역은 몇 가지 특수성을 지닌다. 도시 지역에서 자연 지형과 도시의 형상과는 상당히 복잡한 상호 작용을 하고 있으며, 도시 시설물에 의하여 지형과 퇴적 물질이 부분적으로 또는 전적으로 파괴되거나 파괴된다. 도시의 지형 유산의 일부로 인간이 만든 인위적인 지형들이 나타나고 있으며, 특정한 도시적 이용을 위한 일부 지형(곡지, 우곡, 구릉 등)의 적절성이 논의된다. 도시 발달에서 지형이 제한요인으로 작동하기도 한다. 도시의 이미지와 도시 경관에서 일부 지형의 중요성이 존재한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 지형학도(Geomorphological map) 작성과 경관 변화의 지리·역사적 분석을 통한 도시 경관의 지형학적인 분석, 도시 지역의 주요 지형 사이트에 대한 선택과 특성 파악, 평가 작업, 도시 지형 유산의 보존과 홍보를 위한 제안의 제시를 생각해 볼 수 있다(Reynard *et al.*, 2017). 한편 지형적 분석을 통한 지역의 구분과 특성화도 실시된다(그림 3).

기술적인 측면의 접근(33개 논문, 12%)은 다양한 규모의 지형에 대한 특성 파악과 유형화 및 분류 체계 및 결과를 지도로 작성하고 분석하여, 이를 토대로 관리 지역

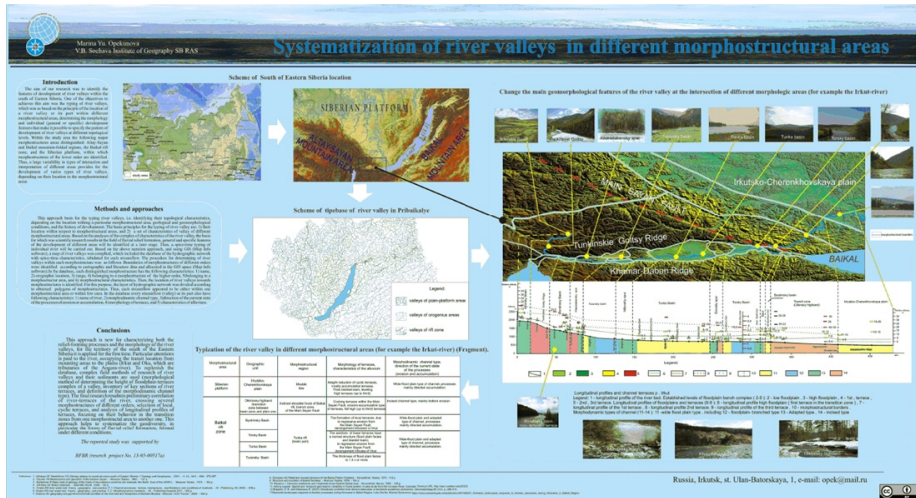


그림 3. 다양한 형상-구조적 지역 계곡의 체계적 정리

출처 : Opekunova, 2014.

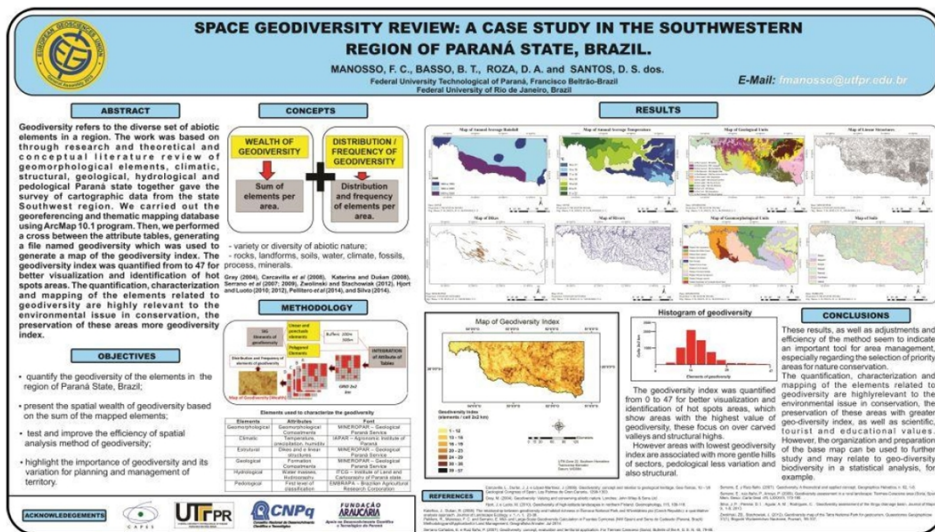


그림 4. 공간의 지구다양성 분석-브라질의 파라나(Paraná)주 남서부의 사례 연구

출처 : Manosso *et al.*, 2015.

을 지정하고 관리하는 것을 기반으로 한다. 이들의 규모에 있어서도 다양성이 나타난다. 대부분의 경우 소규모 지역에 대한 연구를 대상으로 하지만, 러시아의 경우 시베리아 지역을 대상으로 하여 공간적인 규모가 대단히 크게 나타나기도 한다. 국가 차원 또는 지역 차원의 대규모 지역 분류와 지구다양성 분석 역시 이루어지고 있다(그림 4).

그런 경우 대체로 지형의 유형 분류와 GIS를 활용한 표기 등이 중요한 역할을 한다. 이러한 지형적인 분류는 유역 분지 또는 지역을 대상으로 하는 다양한 지표를 정량화하고 정량화된 지표의 지수를 이용하여 다양성이 높고 가치가 높은 지역을 선정하는 작업을 진행한다. 이탈리아의 움브리아(Umbria) 지역의 유역 분지를 대상으로 연구한 실례를 보면 지질도와 지형 경관을 표현할 수

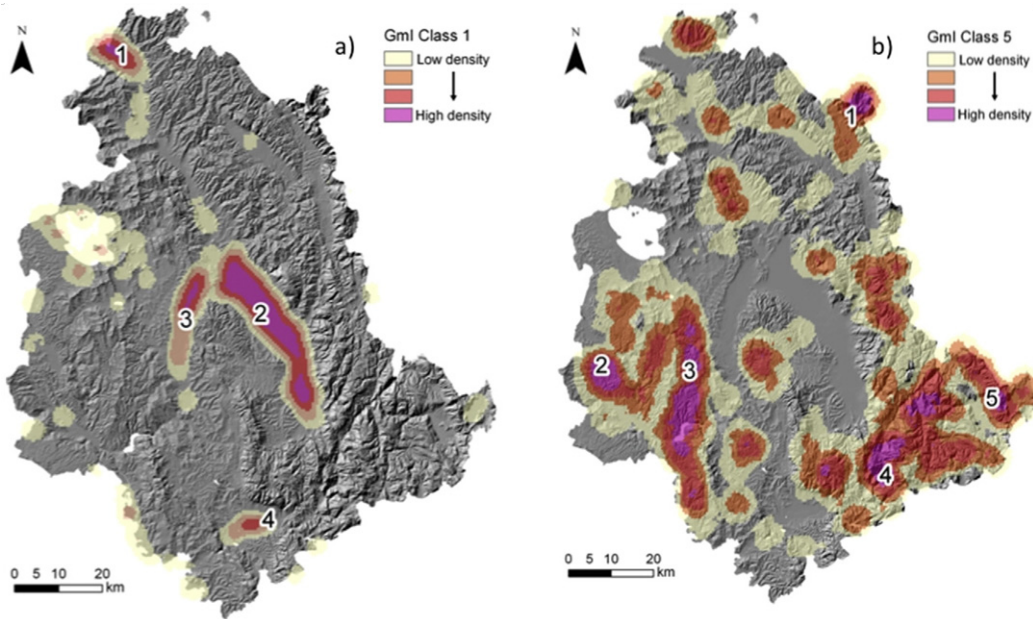


그림 5. 다양한 등급의 Gml을 표현한 지도

출처 : Melelli *et al.*, 2017.

* a) class 1(lowest values of Gml); b) class 5(highest values of Gml).

** Gml은 다양한 지형 변수를 고려한 다양성의 합을 나타냄.

있는 DEM을 이용하여 각종 지표를 추출하고, 이들을 지표(index)화 하여 특정한 지표로 사용하는 것이 가능하며, 특히 연구 지역의 규모가 큰 지역의 경우 유용할 것으로 보이며, 기후변화 등과 같은 변화에 따른 예측 등에도 활용 가능한 것으로 판단된다(그림 5).

일부에서는 시민 과학(Citizen science)의 일환으로 생태 분야에서 활용되고 있는 동·식물의 웹을 이용한 인식을 응용하는 방안을 제시하고 있다. 현재 국내에서도 제공되는 서비스는 각종 식물의 사진을 올리고 그 이름을 인터넷이나 자료화된 백과사전 상의 정보를 제공하는 방식이다. 영국의 경우 화석 산지에서 발견되는 화석 등을 스마트 폰으로 사진 찍어 올리고, 이에 대한 정보를 제공하는 서비스 등이 실시되었다. 여기에서 한발 나아가 이용자들이 제공하는 사진과 위치 정보를 이용하여 생물종별 분포 지역의 확인에도 활용되고 있다(McGowan, 2014). 또한 GIS와 Google Earth를 연계한 위치 정보의 활용과 각종 GIS분석 기법을 활용한 분류와 지도 작성, 탐방 경로의 개발 등이 논의되었다.

지구유산에 대한 논의가 상대적으로 적게 나타나는

것은(40개 논문, 15%) 지구유산의 정의 자체를 소위 학문적인 가치가 있는 것으로 한정하고 있으며, 특히 지질학적으로 가치가 있는 것으로 판단하기 때문인 것으로 보인다. 지구유산의 대표적인 사례로 볼 수 있는 소위 ‘지오파크’ 역시 정의 자체에서 지질적인 희소성·특이성 등을 상당히 강조하고 있으며(Chakraborty *et al.*, 2015), 그로 인하여 각 국가들이 이미 각종 보호 구역이나 공원으로 지정한 사례와 일부 혹은 전면적으로 중복되면서 새로운 연구 대상의 발굴이나 확장에 한계가 발생한 것으로 보인다. 또한 특정 학문의 학문적인 측면에 강조점을 두는 선정 기준 등을 과도하게 강조함에 따라서 다른 학문과의 연계, 인간 생활과의 연계 파악은 물론 지오투어리즘의 대중적인 확산에도 난관에 봉착하는 것으로 보인다.

지구유산과 관련된 연구 가운데 상당한 부분을 차지하는 것이 소위 관리 영역이다(48개 논문, 18%). 본 연구에서는 관리·행정 부분으로 분류하였는데 발표된 논문의 상당수는 각 국가들이 지오패크로 지정하기 위하여, 해당 지역의 특성을 소개하고 인벤토리를 작성하는 부

분이다. 또한 특성을 나타낼 수 있는 인벤토리 작성과 평가 방법에 대한 개선과 논의가 상당 부분을 차지한다. 특히 평가와 관련된 부분에서는 기존의 보존 기준을 정교하게 정리하는 방식으로 학술적인 가치에 대한 학계의 논의에 강조점을 두고 있다(Brilha, 2012). 이는 지오파크의 목적이나 기능에 대한 회의론을 유발하는 면도 있다. 지오파크의 경우 지역의 경제·사회적인 발전을 목적으로 지정하려는 측면이 강하다고 볼 수 있는데 반하여, 지정의 기준을 보존 가치에 강조점을 둬 따라서 보존 가치와 활용의 측면에서 갈등을 유발하는 면이 있다. 보존 필요성 등의 강조에 있어서도 전문가와 비전문가의 소통의 문제가 발생한다는 지적이 있다(Gordon *et al.*, 2018).

각종 평가와 보존에 대한 논의에서 전문가들이 주장하는 내용은 비전문가가 이해하고 판단하기에는 상당한 어려움이 있는 경우가 많다. 전문가들이 제시하는 소위 기술적인 항목들의 경우 대중은 물론 다른 분야의 전문가들에게 침투되기도 어려운 것이 사실이다. 또한 보존의 기준 등에서 변화하는 사회적 가치 평가와 수요의 기준에 따라서 비판적으로 재검토하는 것이 불가피하다. 지구유산의 경우 인간 사회가 만드는 사회적, 문화적인 체계이며 이에 대한 평가와 보존의 결정 역시 사회적인 가치 평가로부터 자유로울 수 없다. 이와 같이 문화유산, 교육이나 사회적·경제적 체계로부터 독립적으로 존재할 수 없기 때문에 사회적인 대중의 승인이나 동의가 필수적이며 이를 위한 노력이 상당히 필요한 것이 사실이다(Gordon *et al.*, 2018).

교육 및 관광은 활용 부분에서 상당한 강조점이 주어지는 것으로 본 연구에서는 교육과정 개발 및 학교 교육과의 연계 등을 내용으로 하는 경우를 교육 및 관광으로 분류하였다. 또한 초·중등 교육의 중요성, 대학에서의 교육 과정의 개발 등에 대한 소개가 상당히 중요하게 이루어졌다(31개 논문, 11%). 유아교육의 단계로부터 자연 생태계의 중요성에 대한 총체적인 접근이 이루어져야 하며, 이후 정규적인 지식 교육 과정의 인식 기초를 마련할 수 있는 다양한 체험과 현장 교육 등이 함께 진행되어야 함을 강조하는 사례가 많다. 특히 주요 지구다양성 지역이나 지구유산 존재 지점을 활용한 체험 교육 과정의 개발들이 논의되고 있다. 이는 국내 지리학계에서 논의되는 내용과 상당히 근사하는 것으로 볼 수 있다. 국내에서는 학습자 중심의 현장 체험 학습을 위한 답사

코스의 조직화(이의한, 2018), 고등학교 교육과정과 각종 지오사이트와의 교육과정 상의 연계에 대한 연구들이 활발히 진행되고 있다(김창환, 2018). 독일의 경우에도 학생들의 야외 체험 교육 프로그램 등에 대한 논의와 실행이 활발히 이루어지고 있다(Brake *et al.*, 2015).

관광의 경우 지오투어리즘의 일반적인 정의는 비생물 자연 환경을 대상으로 하는 모든 관광 행태를 포함하는 것이다. 그러나 일부에서는 이를 지질 유산 및 재난에 대한 학습 관광으로의 재조직화를 추구하기도 한다(Chakraborty *et al.*, 2015). 그러나 이러한 접근 방식은 여가, 치유, 휴식으로서의 관광 추구의 증가라는 경향성과는 거리가 있는 것으로 보이며, 자연과 문화와의 연계를 구축하고 대중의 인식을 확보하려는 노력이 필요한 것으로 보인다(Gordon *et al.*, 2018).

한편 연구 대상 지역을 살펴보면 272개의 연구 발표 가운데 225개가 연구 대상 지역이나 사례 지역이 있다. 이중 아프리카 8개(3.6%), 아시아 20개(8.9%), 라틴아메리카 11개(4.9%), 앵글로아메리카 2개(0.9%), 오세아니아 2개(0.9%)이고 나머지는 모두 유럽 지역이다. 이 가운데 아시아로 분류된 터키의 경우 유럽과의 관련 분야 협력이 강하다는 점을 감안한다면 전체 연구의 82.7%가 유럽과 인근 지역에 대한 연구인 것으로 보인다. 즉 현재 지구다양성이나 지구유산에 대한 연구의 대부분은 유럽 국가 중심으로 이루어지는 것이 드러난다. 각 대륙의 면적이나 특성 등을 감안할 경우 상대적으로 작은 규모이며, 경제적인 측면에서도 선진국에 해당하는 유럽에서의 활발한 연구는 각 국가들이 중점을 두는 산업 분야와 관련이 있다고 볼 수 있다. 유럽 국가들의 경우 관광 분야에 대한 관심이 많은 국가들이며 환경 분야에 대한 관심도 높은 편이다. 이에 따라서 이들 국가들의 지구다양성이나 지구유산에 대한 연구가 활성화 된 것으로 볼 수 있다. 또한 유럽 국가들이 다양한 지질·지형적인 환경에 직면한 것은 물론 유럽 지역에서 열리는 학회로 유럽 국가의 참여가 활발하다고 볼 수도 있다.

IV. 토론: 국내에서의 함의

해외에서의 논의가 보여 주는 바들은 향후 국내에서의 지구다양성이나 관련 연구에 많은 시사점을 제시한다. 우리나라의 경우 지오파크를 ‘지질공원’으로 명명하고

국내 지자체들이 지역 관광 활성화 차원에서 인증을 신청하고, 지정을 받는 사례들이 증가하고 있다. 현재 국제적으로 인증을 받은 것은 제주도, 청송, 무등산이 있으며, 한탄강, 갯벌 등을 등재하기 위한 노력이 이어지고 있다. 국가 지질공원으로 지정된 것으로는 울릉도·독도, 제주도, 부산, 청송, 강원 평화지역, 무등산권, 한탄강, 강원고생대, 경북 동해안, 전북 서해안권 등 10개 지역이다(김창환, 2018).

이외에도 진안·무주, 백령 대청, 단양, 전남(신안, 목포, 해남, 진도), 설악권(속초, 양양) 등이 지질공원을 추진하고 있다. 그러나 국내의 경우 '지질공원' 사업을 지질 분야 이외의 다른 부분과 연계시키는 경우가 드물고 기존의 자연 보전이나 환경과 분리된 사안으로 인식되는 경우가 적지 않다는 지적이 많다. 특히 여러 규모의 지질학적인 노두를 중심으로 하는 지질적 '지오사이트'를 중심으로 학술적인 연구와 보전사업을 시행하는 것으로 오인되는 경우가 많다. 특히 암석의 층서적인 측면, 암석의 배치 특성, 화석 표식지 등에 강조점을 두으로써 관광 대상으로서의 측면을 약화시킬 우려가 있다. 특히 지오투어리즘 자체를 학습 여행의 맥락으로 이해하는 경우가 많다. 그러나 지오투어리즘과 학술적인 답사 또는 대학 학부 수준에서의 답사의 차이에 대한 논의가 필요한 것으로 보인다. 지오투어리즘에 대한 연구의 상당수가 지질·지형 자원의 특성에 대한 해설을 전제로 하고 이러한 지식의 전달을 위한 사전 교육의 필요성과 적절한 해설용 자원의 동원 필요성을 언급하고 있다(유근준, 2014). 이러한 맥락에서 본다면 지오투어리즘은 지형·지질 지식의 현장 체형 교육의 범주를 벗어나기 어려울 것으로 보이며, 이는 지오투어리즘 설계자의 인식에 중심을 둔 접근으로 볼 수 있다. 이러한 접근 방식은 지질학적, 지형학적 답사의 개념에서 현장 측량과 같은 요소가 배제된 교육 답사의 수정된 수준으로 이해된다(Thornbush, 2014). 이러한 접근이 실제 관광객을 유치하고 지역의 관광을 활성화시키는 데 어느 정도 기여가 가능한지는 추가적인 논의가 필요한 것으로 보인다. 물론 여기에는 현재의 지오파크에 대한 행정적인 관리 시스템은 환경부가 자연공원 관련 법령에 따라 시행하고, 실제 활용에 대한 부분은 문화재청의 각종 사업에 의하여 이루어지는 경우가 많다는 한계점도 영향을 미치는 것으로 보인다. 지오파크로 지정된 지오사이트의 상당수가 문화재청의 명승 등 자연 유산으로 등록되어 있는

경우가 많은 데서 기인하는 것으로, 문화유산으로 지정되지 않은 지오사이트들의 경우 그 문화적 중요성에도 불구하고 본격적인 지오투어리즘 지원 등은 이루어지지 못하고 있다.

지오사이트에 대한 지나친 강조로 나타나는 문제점 가운데 하나는 지오사이트가 아닌 지질·지형학적인 지점에 대한 훼손 문제이다. 물론 지오사이트에 해당하는 지점의 학술적인 가치는 지오사이트가 아닌 지점에 비하여 높다. 그러나 지형 경관이나 지질적인 노두는 특히 지형 경관은 주변 지역과의 맥락에서 존재하는 것이라고 봐야 할 것이다. 따라서 특정 지형의 주변이 적극적인 보존 대상이 아니라는 것이 개발을 위해서 훼손해도 된다는 의미는 아닐 것이다. 물론 일부 생태 자연 우수 지역의 경우 완충 지역을 설정하기도 하지만, 대부분의 지형·지질 경관자원 등에는 이러한 조치가 취해지지 않는다. 이에 대한 보완적인 작업이 필요한 것으로 보인다.

한편 우리나라의 지오사이트로 논의되는 지구유산에 해당하는 지역의 경우 해당 지역의 역사, 고유 전통 문화의 특성이나 인간 활동과의 연계가 제대로 이루어지는 경우가 거의 없거나 매우 취약한 것으로 보인다. 지오사이트의 보전이나 지오투어리즘의 도입이 단순 지질 자원 보전이 아닌 사회·역사·문화적인 맥락에서의 지질적인 특성의 의미와 맥락을 강조하기 위한 것인 만큼 기존의 경관과 구곡 문화와의 연결을 강조한 연구들과의 연계 등이 함께 고려되어야 할 것이다(박은희, 2014). 이러한 연계가 강화되기 위해서는 화석·암석 등 지질학적 측면만의 강조가 아닌 지형(Landform)과 경관(Landscape)의 측면에 대한 강조가 수반되어야 할 것으로 보인다. 이는 생물학적인 부분을 강조하는 생태관광에 있어서도 유사한 문제를 낳는 것으로 보인다. 특정 생물종에 대한 강조, 보존의 측면을 강조에 치중하는 경향성이 강하고, 서식지의 보전 측면이나, 특성에 대한 강조는 부족한 것으로 보인다. 이미 생태관광 등으로 활성화가 이루어진 지역에서도 자연과 문화 자원 등을 통합하여 접근하는 접근의 필요성이 강조 되고 있다는 점을 주목하여야 할 것이다(고지희·김태호, 2018).

국내의 경우 특정 지점 중심의 접근으로 화석 산출 지점, 특정 노두 노출 지점으로 관리 대상을 한정하여 주변 경관과의 조화, 맥락성의 강조 등이 전혀 이루어지지 못한다는 비판이 제기되고 있다. 지정 관리 기준의 관점에서 국내의 경우 지질적인 중요성에 강조점을 두고 있는

데 비하여 다른 나라들은 단순한 지질적인 중요성뿐만 아니라 지형적 요소를 보다 강조하고 있다는 차이가 있다. 단순 지질학적인 부분은 전문가 이외의 사람들을 유인할 만한 적절한 스토리텔링의 자료가 되기에 상당한 어려움이 있다. 스토리텔링은 단순히 전문적인 지식을 쉽게 설명하는 차원이 아니라 하나의 완성된 논리 구조 내에서 자연스러운 전개를 만들어야 하는 부분으로 문화적인 맥락이나 사회적인 맥락에 부합해야 할 것이다. 지형적인 측면이나, 다른 경관요소와의 연계는 이러한 문제를 해결하는 데 상당한 도움을 줄 수 있을 것으로 보인다(김창환·정해용, 2017) 또한 보존할 만한 가치가 있는 지구유산의 발굴 등에 있어서 국내의 경우 특정 전문가 집단이 단독으로 모든 조사 용역을 수행하는 관계로 조사 용역 자체의 검증, 타당성 확인이 이루어지지 못한다는 문제점도 지적되고 있다.

한편 지구다양성에 대한 논의가 활발하게 이루어지는 유럽 국가들의 경우 교육/관광과의 연계 차원에서 다양한 신기술의 활용, 지식의 전달의 다양화에 대한 내용이 강조되고 있다. 그에 비하여 국내의 지질 관광은 상대적으로 난이도가 낮은 노두를 탐방 코스의 안내 수준으로 참여자의 흥미 유발이 어려운 구조이며, 신기술과의 연계 등이 이루어지지 못하는 한계가 있다. 한편 제공되는 지식 수준역시 암석 등의 경우 과도한 전문적 지식 나열이 중심이 되거나, 지체 구조적인 해설 등이 주로 이루어지며, 지형 분야는 과거의 잘못된 견해들이 제시되기도 하는 문제점이 있다. 이에 따라 각 지역의 안내판 등에 대한 종합적인 점검과 검증이 필요하다는 의견이 제시되기도 하며 이에 대한 전문적인 연구가 필요하다고 보여진다.

V. 결론

본 연구에서는 지구다양성과 관련된 각종 용어와 분류 등에 대한 이론적인 정리를 통하여 지구다양성 관련 논의의 이론적인 틀을 정리하였으며, 이를 기반으로 2012~2018년까지 EGU의 연례 학술회의에서 발표된 관련 논문들을 분석하여 국제적인 논의의 진행 방향을 소개하고 분석하였다. 지구다양성은 다양한 분야에서 인간 생활에 영향을 미쳐왔으며 이는 역사·문화적인 유산의 형태로 영향을 보여 주고 있다. 즉, 지구다양성은

독립적으로 존재하는 만큼 인간의 문화와 함께 결합되어 존재하여 왔으며, 인류 역사의 상당히 중요한 부분을 차지하고 있다. 지형 경관은 이러한 부분에서 상당한 중요성을 지니고 있다. 발표된 논문들의 상당수는 이러한 부분에 대한 강조점을 지니고 있는 것으로 보인다.

한편 지오투어리즘 등과 관련되어 지구다양성과 관련된 답사 경로의 개발과 이를 통한 교육 내용의 정리 등에 상당한 관심을 보여 주고 있다. 대학은 물론 중·고등학교 수준에서의 이러한 노력들은 국내에서도 상당히 이루어지고 있으나 교육 내용의 수준에 대한 추가적인 논의와 연구가 필요한 것으로 보인다. 그러나 단순한 학습 관광이 아닌 치유와 회복을 포함하는 보다 즐길 수 있는 관광으로서의 측면이 강조되어야 할 것으로 보인다. 관리와 지정 부분에서는 각종 자원의 목록 작성과 영역의 관리에 대한 많은 관심이 나타나며 특히 GIS를 활용한 과학적·체계적 관리 기법이 동원되고 있다. 한편 적절한 지오사이트의 선정과 관리에 대한 논의가 이루어지고 있다. 이 부분에서 역시 사이트 자체의 학술적 가치와 함께 사회적·문화적인 맥락의 중요성이 커지는 것으로 볼 수 있다. 또한 전문가들이 제시하는 다양한 근거와 필요성 등이 지역 주민을 포함하는 비(非)전문가 집단에게 어떻게 수용될 것인가에 대한 논의가 필요한 것으로 보인다. 현재도 전문가들이 주장하는 학술적인 가치 중의 일부는 지역 주민을 설득하는 데 상당한 어려움을 겪는 경우가 많으며, 지방자치단체는 물론 지역 시민환경 운동 단체들과의 협력 등에서도 상당한 어려움이 있는 것으로 보인다. 특히 지구다양성에 대한 보존의 필요성에 대한 인식이 생물다양성에 대한 인식에 비하여 상당히 부족한 상황에서 지구다양성의 전문적 지식에 해당하는 부분을 이해시키고, 이 보존이나 활용을 위한 활동에의 동참을 요구하는 것은 쉽지 않은 과정이다. 그러나 이러한 상황을 극복하기 위한 적극적인 노력은 특히 필요한 부분이다. 특히 생물다양성과 관련된 서식지의 지구다양성을 이해시키기 위한 다양하고 적극적인 노력이 있어야 할 것으로 보인다.

참고문헌

고지희·김태호, 2018, “한라산 국립공원의 가치, 자연, 문화 자원을 활용한 영실 탐방로 환경 해설프로그램 설계”

- 한국지리학회지, 7(3), 289-302.
- 김창환, 2016, “삼수령을 활용한 지오투어리즘,” 한국지리학회지, 5(1), 13-22.
- 김창환, 2018, “국가지질공원 지오사이트와 고등학교 한국지리 학습내용과의 연관성,” 한국사진지리학회지, 28(3), 187-200.
- 김창환·정해용, 2017, “국토정중앙의 지오 스토리텔링 개발,” 한국지리학회지, 6(2), 127-147.
- 모용원·최정선·히즈오카 야스아키, 2018, “생물다양성 보전을 위한 지다양성(Geodiversity)의 적용 가능성 확인,” 국토지리학회지, 52(3), 343-355.
- 박은희, 2014, “도산구곡의 문화경관 해석에 관한 연구,” 상명대학교 박사학위논문.
- 유근준, 2014, “목표지향적 행동이론을 적용한 지오파크 관광객의 의사결정과정연구 -제주도 세계지질 공원을 중심으로-,” 경희대학교 박사학위논문.
- 이의한, 2018, “강원도 고성군의 야외답사 코스 개발,” 한국사진지리학회지, 28(1), 27-41.
- Brake, J., Istler, K., and Kisser, T., 2015, The self-created outdoor class-room “Michelbachpark”: Practical experiences of 5 years project work in every-day school life, *EGU General Assembly Conference Abstracts 2015*, April 12-17, Vienna, Austria, 8152.
- Brazier, V., Bruneau, P.M.C., Gordon, J.H., and Rennie, A.F., 2012, Making space for nature in a changing climate: The role of geodiversity in biodiversity conservation, *Scottish Geographical Journal*, 128(3-4), 211-233.
- Brilha, J., 2012, Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: A review, *Geoheritage*, 8(2), 119-134.
- Chakraborty, A., Cooper, M., and Chakraborty, S., 2015, Geosystems as a framework for geoconservation: The case of Japan's Izu peninsula geopark, *Geoheritage*, 7(4), 351-363.
- Coratza, P. and Panizza, M., 2015, Goethe's Italian Journey and the geological landscape, *EGU General Assembly Conference Abstracts 2015*, April 12-17, Vienna, Austria, 13130.
- Crofts, R., 2014, Promoting geodiversity: Learning lessons from bio diversity, *Proceedings of the Geologists' Association*, 125(3), 263-266.
- Crofts, R., Gorden, J.E., and Santucci, V., 2015, Geoconservation in protected areas, in Worboys, G.L., Lockwood, M., Kothari, A., Feary, S., and Pulsford, I., eds., *Protected Area Governance and Management*, Canberra: ANU Press, 531-568.
- Daily, G.C., 1997, Introduction: What are ecosystem service?, in Daily, G.C., ed., *Nature's Service*, Washington D.C.: Island Press, 1-10.
- Gordon, J.E., Crofts, R., and Díaz-Martínez, E., 2018, Geoheritage conservation and environmental policies: Retrospect and prospect, in Reynard, E. and Brilha, J., eds., *Geoheritage: Assessment, Protection, and Management*, Amsterdam: Elsevier, 213-236.
- Gray, M., 2011, Other nature: Geodiversity and geosystem service, *Environmental Conservation*, 38(3), 271-274.
- Gray, M., 2012, Valuing geodiversity in an 'Ecosystem service' context, *Scottish Geographical Journal*, 128(3-4), 177-194.
- Hanson, J., 2012, Geodiversity in a changing environment, *Scottish Geographical Journal*, 128(3-4), 173-176.
- Jungerius, P.D., van den Ancker, H., and Moes, C., 2015, The Lowland Rivers of The Netherlands - Geodiversity and cultural heritage on 19th and early 20th century landscape paintings, *EGU General Assembly Conference Abstracts 2015*, April 12-17, Vienna, Austria, 2969.
- Manosso, F., Basso, B.T., Da Roza, D.A., and dos Santos, D.S., 2015, Space geodiversity review: A case study in the southwestern region of Paraná State, Brazil, *EGU General Assembly Conference Abstracts 2015*, April 12-17, Vienna, Austria, 622.
- McGowan, A., 2014, 'Citizen science' recording of fossils by adapting existing computer-based biodiversity recording tools, *EGU General Assembly Conference Abstracts 2014*, April 27 - May 2, Vienna, Austria, 13354.
- Melelli, L., Vergari, F., Liucci, L., and Monte, M.D., 2017, Geomorphodiversity index: Quantifying the diversity of landforms and physical landscape, *Science of the Total Environment*, 584-585, 701-714.

- Millennium Ecosystem Assessment, 2005, *Ecosystems and Human Well-Being: Opportunities and Challenges for Business and Industry*, Washington D.C.: World Resources Institute.
- Opekunova, M., 2014, Systematization of river valleys in different morphostructural areas, *EGU General Assembly Conference Abstracts 2014*, April 27 - May 2, Vienna, Austria, 3193.
- Reynard, E., Pica, A., and Coratza, P., 2017, Urban geomorphological heritage – A new field of research, *EGU General Assembly Conference Abstracts 2017*, April 23-27, Vienna, Austria, 5957.
- Sharples, C., 1995, Geoconservation in forest management-principles and procedures, *Tasforests*, 7, 37-50.
- Smith, B. and Clifford, N., 2014, Restoring landform geodiversity in modified rivers and catchments, *EGU General Assembly Conference Abstracts 2014*, April 27 - May 2, Vienna, Austria, 5800.
- Thornbush, M.J., 2014, Field-based learning in undergraduate geomorphology courses, in Thornbush, M.J., Allen, C.D., and Fitzpatrick, E.A., eds., *Geomorphological Fieldwork, Developments in Earth Surface Processes* 18, Amsterdam: Elsevier, 131-172.
- UKNEA, 2011, *National Ecosystem Assessment: Synthesis of Key Findings*, Cambridge, UK: UNEP-WCMC.
- Vujičić, M.D., Vasiljević, D.A., Marković, S.B., Lukić, T., and Basarin, B., 2012, Geodiversity “engraved” in cultural heritage – The case of monasteries at Fruška Gora Mountain, North Serbia, *EGU General Assembly Conference Abstracts 2012*, April 22-27, Vienna, Austria, 5139.
- 교신 : 김종연, 28644, 충청북도 청주시 서원구 충대로 1, 충북대학교 사범대학 지리교육과(이메일: terraic@cbnu.ac.kr)
- Correspondence : Jong Yeon Kim, 28644, 1 Chungdae-ro, Seowon-gu, Cheongju-si, Chungcheongbuk-do, Korea, Department of Geography Education, College of Education, Chungbuk National University (Email: terraic@cbnu.ac.kr)
- 투 고 일: 2019년 7월 21일
심사완료일: 2019년 8월 2일
투고확정일: 2019년 8월 12일