

지질유산으로서의 공룡발자국 화석산지 보존과 활용방안을 위한 사례 연구

임종덕

문화재청 국립문화재연구소 자연문화재연구실

요 약

국가지정문화재인 천연기념물로 지정된 공룡발자국 화석산지는 새로운 지질유산 활용시스템을 도입하여 보존해야 한다. 이 연구에서는 보호시설물이 설치된 천연기념물 공룡발자국 화석산지와 공룡박물관들을 직접 방문하여, 보존상태 및 여러 지질유산 활용사례들에 대한 조사결과를 토대로 그 현황을 분석하였다. 공룡발자국 화석산지의 지질유산 가치 증진을 위한 정책은 크게 세 가지 요인으로 요약할 수 있다. 첫째, 공룡발자국에 대한 기록보존 연구와 모니터링 강화이다. 둘째, 공룡발자국 화석산지에 대한 과학적 연구성과물과 관련서적 발간을 통한 지질유산 콘텐츠 개발이다. 마지막으로, 지질관련 전문인력들의 참여와 양성을 통한 보존정책 제 시와 현장 지질교육 장소로의 활용이다.

주요어: 공룡, 공룡발자국, 지질유산, 공룡박물관, 천연기념물

Jong-Deock Lim, 2014, A case study on the preservation of dinosaur fossil sites and application plans as geological heritage. Journal of the Geological Society of Korea. v. 50, no. 1, p. 151-163

ABSTRACT: Dinosaur track sites as Natural Monuments (a government-designated natural property) are needed to introduce a new application system for geological heritage. The study includes field investigation for dinosaur track sites and dinosaur museums which are covered and protected by building facilities. The study also analyzes preservation condition and current status for cases of geological heritage application. Three factors can likely be attributed to its successful value improvement for dinosaur footprints track sites as geological heritage. First of all, it is necessary to strengthen its preservation research on documentation and monitoring for dinosaur footprints. Next, geological heritage contents are needed to be developed in the dinosaur track sites through the production of scientific research and related publications. Finally, specialists in geology and related fields must actively participate in preservation policy proposal and make use of the dinosaur track sites as a place for the field geological education.

Key words: dinosaur, dinosaur footprint, geological heritage, dinosaur museum, Natural Monument

(Jong-Deock Lim, Natural Heritage Center, National Research Institute of Cultural Heritage, Cultural Heritage Administration, Daejeon 302-834, Korea)

1. 서 론

지질관련 자연유산들 가운데 일반인들에게 쉽고 친숙하게 접근할 수 있는 테마 중의 하나는 '공룡'과 관련된 지질유산이다. 우리나라를 대표하는 많은 화석들 가운데에는 공룡, 익룡, 새들이 남긴 발자국 화석들이 가장 많이 알려져 있으며, 그 학술적 가치에 대한 연구 성과물들이 국제적인 학술지에 지속적으

로 발표되고 있다(Lim *et al.*, 2000, 2012; Paik *et al.*, 2001; Hwang *et al.*, 2002; Kim *et al.*, 2012). 1982년 1월 최초로 우리나라에서 공룡발자국이 보고된 이래, 다양한 크기와 형태의 공룡발자국들이 우리나라 중생대 백악기 전기 경상누층군을 중심으로 여러 지역에서 발견되고 있다(Yang, 1982; Lim *et al.*, 2012; Lockley *et al.*, 2012; Kim *et al.*, 2013).

지금까지 발견된 공룡발자국 화석산지를 소중한

‡ Corresponding author: +82-42-610-7630, E-mail: dinostudy@outlook.com

지질유산으로 보존하고 널리 그 중요성을 알리는 일들도 공룡발자국을 발견하는 일 만큼 가치 있는 일이다. 따라서 이 연구는 우리나라 공룡발자국 화석산지의 현황을 살펴보고, 향후 성공적인 보존방안을 마련하기 위한 기초 자료를 제공하고자 하며, 지금까지 이루어진 여러 연구들을 토대로 분석하고 리뷰하였다. 우리나라의 공룡발자국 화석산지를 대상으로 한 보다 효율적인 지질유산 교육과 홍보를 위한 다양한 활용정책과 방안에 대해서도 비교연구를 통해 고찰해보고자 한다.

2. 우리나라 공룡발자국 화석산지 현황

2.1 우리나라 천연기념물 공룡발자국 화석산지

2013년 11월 기준으로 화석과 관련하여 천연기념물로 지정된 총 21개 지역 가운데 공룡발자국 화석산지와 관련되어 있거나 공룡발자국 화석들이 함께 있어서 지정된 천연기념물은 모두 11곳이며, 이 가운데 5곳은 함안층에 해당한다. 가장 최근에 천연기념물로 지정된 제534호 진주 호탄동 익룡·새·공룡발자국 화석산지에서는 500여점의 익룡 발자국, 60여점의 수각류 발자국, 600여점의 새발자국이 발견되어, 그 학술적 연구성과가 기대된다(Kim *et al.*, 2013).

2.2 공룡발자국 화석산지 현황

천연기념물로 지정된 공룡발자국 화석산지 이외에도 경상남도 고성·진주·남해·창녕·함안·사천·마산·통영, 부산광역시, 울산광역시, 대구광역시, 경상북도 의성·청송·군위·칠곡·경산·대구, 전라남도 해남·여수·화순, 전북 군산, 충청북도 영동 등 우리나라의 많은 지역에서 용각류, 조각류, 수각류 공룡발자국 화석들이 발견되고 있다(Yang, 1982; Baek and Seo, 1998; Huh *et al.*, 2001, 2011; Lee *et al.*, 2001, 2012; Hwang *et al.*, 2004, 2006; Lee and Lee, 2006; Lim, 2011; Kim and Lockley, 2012; Lockley *et al.*, 2012). 국토면적 대비 공룡발자국의 숫자로 보면, 단연 그 숫자와 밀집도는 상당한 수준이라고 할 수 있다. 우리나라 공룡발자국 화석산지에서 연구된 성과로서 신종 공룡발자국으로 명명되어 국제학술지에 공식적으로 발표된 공룡발자국 화석들은 *Dromaeosauripus jin-*

juensis, *Dromaeosauripus hamanensis*, *Ornithopodichnus masanensis*, *Caririchnium kyoungsookimi*, *Brontopodus pentadactylus* 로 모두 5종이며, 수각류 2종류, 조각류 2종류, 그리고 용각류가 1종류이다(Kim *et al.*, 2000, 2008, 2009, 2012a, 2012b; Lim *et al.*, 2012; Lim, 2013). 발자국의 길이가 1.05 ~ 3.7 cm 정도에 불과한 작은 크기의 육식공룡(*Minisauripus*)의 발자국들이 경상남도 남해군 가인리·부윤리·고두리와 사천시 신수도에서 발견되기도 하였다(Lockley *et al.*, 2008; Kim *et al.*, 2009, 2012b).

우리나라의 공룡발자국 화석산지들 대부분은 일반인들이 쉽게 접근할 수 있는 특징이 있다. 발자국의 보존상태도 양호하여, 비전공자나 학생들의 눈에도 뚜렷하게 구별될 수 있을 정도로 발자국 형태가 분명하게 나타난다. 학계, 지방자치단체, 그리고 문화재청 담당부서로 보고가 되어 파악이 되지 않은 공룡발자국의 숫자까지 더해진다면 그 숫자는 가히 헤아릴 수 없을 정도로 많을 것이다. 경상남도 고성군의 경우, 기존에 국가지정문화재나 시도지정문화재로 지정된 공룡발자국 화석산지 이외에도 도로건설이나 건물을 짓기 위해 공사를 시작하게 될 경우, 계속해서 공룡발자국 화석들이 발견되고 있다. 바닷가에 인접한 지역인 경남 고성이나 전남 여수지역처럼 노두가 넓게 펼쳐진 장소에서는 끊임없이 오랜 기간 침식작용을 받아 발자국 화석을 덮고 있던 퇴적물들이 깎여 나가면서 새로운 발자국 화석들이 긴 보행렬 형태로 발견되기도 한다.

3. 공룡발자국 화석산지 보존과 활용 사례

공룡발자국 화석들은 외부에 노출되어 있기 때문에 지속적인 풍화와 침식을 받아 발자국 원형을 오랜 기간 유지할 수 없다. 이에 문화재청은 국가지정문화재인 천연기념물로 지정된 공룡발자국 화석산지의 보존과 보호를 위하여 화석산지에 보호각 형태의 인공구조물을 설치하는 방안을 도입하는 등 다양한 보존방안을 적용해왔다.

다음 세 곳의 천연기념물 공룡발자국 화석산지에 대한 사례 분석을 통해 장점과 문제점을 살펴보고 보다 미래지향적이고 발전된 모델을 제시할 수 있는 근거를 도출하였다.

3.1 경북 의성 공룡발자국 화석산지

[천연기념물 제373호]

우리나라에서 공룡발자국 화석으로는 최초로 천연기념물로 지정된 곳이며 비탈진 사면에 공룡발자국을 관찰할 수 있는 노면이 위치한다. 이 곳의 지층은 경상누층군 하양층군 사곡층에 해당하며, 주로 담회색 사암과 이암, 셰일 등으로 구성되어 있으며(Paik *et al.*, 2013), 10여마리의 용각류 보행렬이 확인된다. 여러마리의 조각류가 지나간 흔적들과 수각류의 공룡발자국도 발견되어, 높은 밀도의 발자국들이 있는 점도 특징이다. 이 지역은 공룡발자국 화석들의 보존을 위해 비와 햇빛을 어느 정도 차단할 수 있는 보호각을 설치한 지역이다(그림 1). 하지만 완벽하게 차단할 수 있는 건물 구조가 아니기 때문에 측면에서 유입되는 물에 의한 침식과 물 유입에 따른 조류·균류·지의류와 식물들의 서식, 그리고 끊임없는 온도 차이와 동절기 결빙의 반복에 따른 발자국 화석을 포함한 암석들의 박리현상과 훼손이 서서히 진행되는 문제점이 발견되어 왔다. 특히 절리(joint)와 틈(crack)으로

유입되는 물의 영향으로 생물침해가 함께 발생하기 때문에 이에 대한 문제점은 현재 설치된 보호각으로는 전혀 해결이 되지 않고 있다. 이곳의 가장 큰 문제점은 잘못 처리한 발자국 보존기법이다. 비탈진 경사면에 있는 발자국 화석들을 멀리서도 쉽게 관찰하기 위해, 지난 2003년 7월 공룡발자국 화석에 페인트로 빨강색(수각류), 초록색(조각류), 그리고 노랑색(용각류)을 입혀서 발자국 화석 원형을 훼손하였다(그림 2). 2004년에도 연주황색으로 한번 더 색을 칠했고, 그것도 모자라서 발자국 바깥 원 주위를 시멘트로 발자국 모양을 만들어 놓은 것이다(Kong *et al.*, 2009). 잘못된 보존처리 작업이 지질유산을 훼손시키고 돌이킬 수 없는 상태에 이른 대표적인 사례로 손꼽힌다. 현재 이 화석산지의 문제점을 파악하고, 훼손 이전의 원형 상태로 되돌리기 위한 새로운 보존처리 작업이 보존과학 전문가그룹들에 의해 2013년부터 다년도 연구과제로 수행되고 있으며 그 연구결과를 통해 다시 회복되는 지질유산의 모습을 볼 수 있을 것으로 기대된다.



Fig. 1. Uiseong dinosaur tracksite with a protection roof.

3.2 진주 가진리 화석산지[천연기념물 제395호]

경남과학교육원 건물을 새롭게 짓기 위해 터파기 공사를 진행하던 가운데 발견된 화석산지이다. 함안층에 해당되며, 두꺼운 담회색 사암으로 이뤄진 지층에는 건열과 연흔구조가 잘 발달되어 있다. 중생대 지층에서 발견된 물갈퀴 새발자국 화석 가운데 가장 보존상태가 뛰어나고 그 보행렬 형태를 잘 관찰할 수 있는 지역으로도 세계적으로 알려져 있다. 이 지역에서 발견된 공룡발자국들을 분석해 보면, 용각류 공룡의 발자국화석이 주이며, 수각류의 발자국 화석도 일부 확인되었다. 1997년 최초로 발견되었을 당시에는 외부에 위치한 일반적인 화석산지와 같았으나, 지금은 경남과학교육원의 화석전시관 I과 화석전시관 II로 명명된 건물안으로 포함되어 있는 상태이다(그림 3, 4). 따라서 외부환경으로 인한 발자국 화석의 훼손이나 멸실에 대한 위험요인들을 모두 차단하였다. 국가 지정 문화재인 천연기념물이면서도 경남과학교육

원의 한 시설물로서도 관리되고 있기 때문에 상주하는 관리직원들에 의한 상시 모니터링도 이루어지고 있어서 화석산지 보존에 있어 가장 모범이 되는 사례라고 볼 수 있다. 특히, 멀리 떨어진 거리에서도 화석들을 쉽고 재미있게 관찰할 수 있는 전시기법(관람객이 원격조종 카메라를 작동할 수 있는 장치와 대형모니터)을 적용하여 이곳을 방문하는 관람객들이 직접 발자국 화석들을 관찰하고 찾으면서 학습할 수 있는 여건을 완벽하게 갖추었다.

3.3 해남 우항리 공룡발자국 화석산지

[천연기념물 제487호]

한 장소에서 공룡, 익룡, 그리고 새의 발자국들이 발견되면서 세계적인 관심을 주목시켰던 화석산지이다. 우항리 화석산지는 중생대 백악기의 화산 쇄설성 퇴적층으로 이루어진 우항리층에 해당하며 주로 세일, 응회질 사암 및 응회암으로 구성되어 있다.



Fig. 2. Painted Uiseong dinosaur footprints which are rimmed with cement.



Fig. 3. Jinju Gajinri tracksite covered with a protection building.

국내에서는 최초로 공룡·익룡·물갈퀴 새의 발자국들이 수 백 개 이상 확인되었으며, 발견당시 새로운 속의 익룡발자국 화석과 세계에서 가장 오래된 물갈퀴 새 발자국 화석으로 인정받았다(Huh *et al.*, 1998; Hwang *et al.*, 2002). 500 여개가 넘는 공룡발자국 화석들이 발견되었으며, 그 중 72% 이상이 조각류의 것으로 연구되었다(Huh *et al.*, 1997). 이곳의 가장 큰 특징은 보호각에 의하여 화석산지가 보호될 수 있도록 고안된 국내 최초의 화석산지라는 점이다(그림 5). 그러나, 건물형태로 설계된 보호각으로 공중에서 내리는 비와 바람의 훼손을 막는 데에는 성공했으나, 지하에서 유입되는 수분의 유입과 생물의 침해에는 무방비 상태가 되고 있다. 바로 인근에 있는 금호호 수위 변화에 따라서 보호각 내로 유입되는 염분을 포함한 지하수에 의한 훼손, 그리고 하절기가 되면 올라가는 높은 온도에 의한 온실효과로 인한 식물 번식 등은 해결해야 할 숙제로 남아 있다. 특히 세 개의 보호각 안에 보호되고 있는 발자국 화석들과 보호각에 포함되지 못한 채 외부에 노출되어 있는 발자국 화석들의 원형 훼손의 정도는 큰 차이를 보이고 있다.

위 세 가지 사례에서 볼 수 있듯이 비바람을 막기 위한 보호각 설치나 건물내부로 화석들을 보호하는 보존방안들이 완벽한 대책이 될 수 없다는 것을 확인할 수 있다. 그러므로 이제는 비슷한 보존방안들을 모든 발자국 화석산지에 일률적으로 적용하기에 앞서서, 보다 실질적으로 공룡화석산지의 특성에 적절하게 맞춰서 고안된 보존방안들을 “맞춤형”으로 설계하고 준비되어야 한다. 굳이 보호각이 필요없는

곳에 보호각을 설치하는 실수를 지양해야 하며, 발굴 후 이전복원이 더 효과적인 곳은 과감하게 발굴을 하여 안전하게 실내로 옮겨 보존하는 것이 타당하다. 관람객들을 위한 시설이나 발자국 화석을 조망할 수 있는 편의시설을 적절히 경관과 조화를 이루어 디자인하고 설치하는 것이 바람직하며, 관람객 센터(Visitor Center)를 활용한 지질유산 교육과 관광 인프라를 확충하는 것이 무엇보다 시급하다.

4. 우리나라 공룡박물관 현황과 문제점

4.1 고성공룡박물관

2004년 8월에 개관한 고성공룡박물관은 경상남도 고성군에서 운영하며 천연기념물 제411호 고성 덕명리 공룡·새 발자국 화석산지에 바로 인접해 있다(그림 6a, 6b). 진품 공룡골격으로는 Oviraptor류 공룡, *Protoceratops*가 있으며, 중앙홀에는 용각류 공룡인 *Klamelisaurus*와 수각류 공룡인 *Monolophosaurus* 등의 골격들이 전시되어 있다. 고성공룡박물관의 총 직원 숫자는 7명이며, 그 중 학예사는 1명이지만 전공은 지질학이나 자연과학 분야가 아니다. 따라서 교육 프로그램이 전무하며, 직접 고성 지역에 있는 공룡 발자국에 대한 설명을 담당하거나 관련 프로그램을 진행할 수도 없는 상태이다. 고성공룡박물관 홈페이지에는 고성의 공룡발자국 화석산지를 ‘경상누층군 중 진주층’에 해당한다고 적혀 있을 정도이다(그림 6c). 초등학교 교과서에도 실려 있는 고성군 덕명리의 공룡발자국은 많은 학생들이 홈페이지를 찾아서

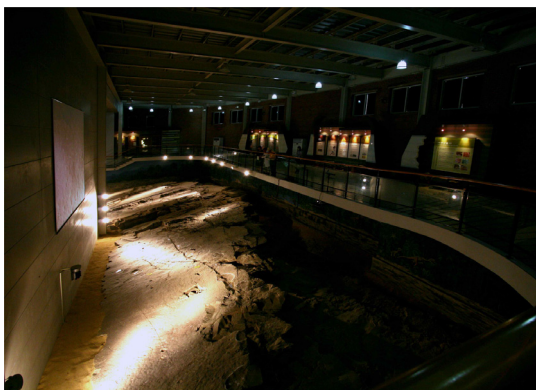


Fig. 4. A fossil protection hall of the Jinju Gajinri tracksite was designed for visitors and preservation.



Fig. 5. Haenam Uhangri tracksite was protected with a building to preserve footprints of dinosaurs, pterosaurs, and webbed birds.

과제를 하기 때문에 잘못된 정보가 전달될 우려가 높다. 건물만 짓고 관람객들만 받으면 된다는 방식의 박물관 운영방식으로 인하여 공룡박물관 본연의 연구·보존·전시·교육 기능을 전혀 수행하지 못하고 있다.

4.2 해남공룡박물관

2007년 4월에 개관한 해남공룡박물관은 전라남도 해남군에서 운영하며 천연기념물 제394호 해남 우항리 공룡·익룡·새 발자국 화석산지에 위치한다(그림 7). 개관이후 120여만명의 관람객이 다녀간 것으로 알려진 해남공룡박물관에도 단 한 사람의 학예 연구 담당자가 있지만, 전공은 보존과학을 전공하였으며, 고생물학이나 지질학 관련 지식은 전무하다.

해남공룡박물관은 천연기념물로 지정된 화석산지를 함께 관리하는 기능을 수행하고 있기 때문에 박물관의 역할을 수행하기 보다 화석산지에 대한 관리와 보수에 더 많은 중점을 두고 있다. 따라서 2007년에 개관할 당시에 있던 전시물들이 지금까지 그대로 전시되고 있으며, 바로 옆의 세계적인 화석산지에서 발견된 다양한 발자국 화석들과 관련된 교육 프로그램 또한 전무하다. 이는 공룡박물관이 대중들에게 어떻게 지질유산의 가치와 중요성을 전달해야 하는지에 대한 고민조차도 없다는 증거이기도 하다.

위의 두 곳 공룡박물관의 문제점은 크게 두 가지로 분석할 수 있다. 첫째, 어떠한 내용으로 전시콘텐츠를 구성할 것인가에 대한 철저한 준비를 건물이 완성

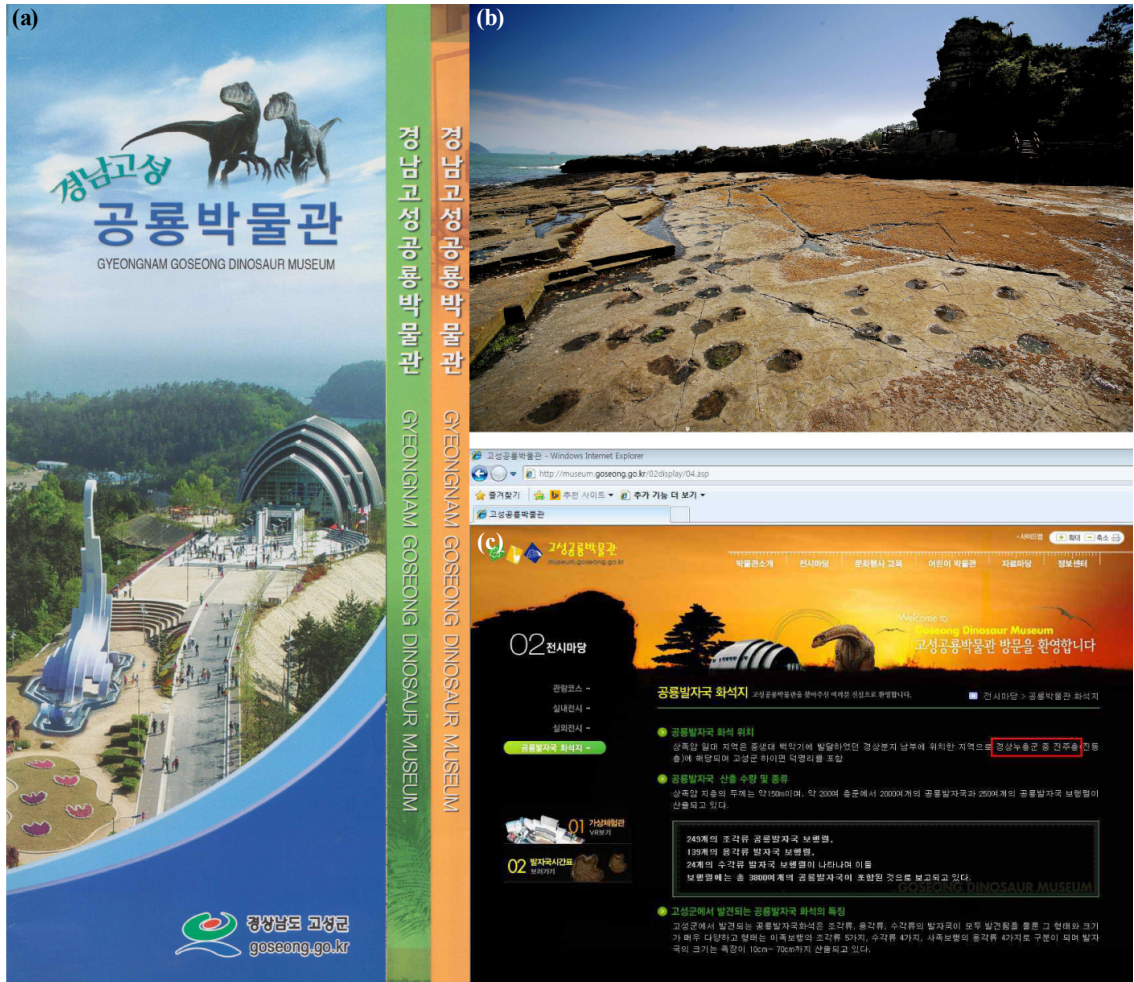


Fig. 6. (A) A leaflet of the Goseong dinosaur museum. (B) Goseong dinosaur tracksite. (C) Misinformation of geological contents in the Goseong dinosaur museum homepage.

되기 이전에 하지 못한 점이다. 이는 공룡박물관에 국한되지 않고 우리나라의 여러 지질유산 관련 전시관이나 방문객센터에서도 똑같이 발견되는 공통된 문제점이다(Lim, 2013). 두번째로는 공룡화석이나 공룡관련 학문을 전공한 고생물학 전공자들이 전무한 공룡박물관들이라는 점이다. 성공적인 공룡박물관이 되기 위해서는 그 지역에서 발견되는 화석들에 대한 학술적 가치를 규명하고, 그 연구성과물이 국내외 논문을 통해 학계에서 인정받으며, 그 결과물이 공룡박물관의 전시와 교육에 적용되고 활용되는 일련의 과정이 시스템적으로 운영되어야 한다. 하지만 현재 이 두 공룡박물관에는 이러한 이상적인 시스템을 도입할 의지도, 할 수 있는 능력도 모두 없는 상태이다. 공룡박물관에서 일하고 있는 학예직 담당자들에 대한 업무 형태와 근무여건 역시 가장 큰 어려움으로 분석된다. 공룡박물관을 바라보는 지방자치단체들의 시각이 고쳐지지 않는 한, 지금까지 공룡박물관의 학예직 담당자에게 요구해왔던 과도한 행정업무와 해당 지역의 공룡발자국에 대한 학술적 조사와 연구에 대한 무관심은 더욱더 커져 갈 것이다.

5. 지질유산 교육과 관광자원으로서의 공룡박물관의 활용

지질관광(geotourism)은 단순히 암석과 지형 그 자체를 관찰하여 즐거움을 느끼는 것에서 그 범위를 확장하여 이들에 담겨있는 지구의 역사를 살펴보면 서 자연경관을 새롭게 접해보는 관광까지 의미한다(Paik *et al.*, 2010b). 앞서 사례로 조사한 고성공룡박물관과 해남공룡박물관은 세계적으로 내놓아도 손색이 없는 공룡발자국 화석산지 바로 옆에 위치하고 있는 커다란 장점을 가졌음에도 불구하고 제대로 된 '지질관광'을 시도하지조차 못하고 있다. 즉 해당 화석산지와 관련된 기념품이나 책자를 제작한다면 이곳을 방문하는 수많은 관람객들은 그 지역을 방문한 기념이나 과제물로 제출하기 위해 구입할 것이다. 그러나 이 두 공룡박물관의 기념품점에서 판매하는 대부분의 공룡관련 상품들은 거의 비슷하며, 전국 어디에서나 구입이 가능하다. 지질유산을 활용한 지질관광을 위해서는 해당 지역에서만 볼 수 있는 지질유산에 대한 교육 프로그램과 접목하는 형태가 되어



Fig. 7. Haenam dinosaur museum.

야 한다. 2006년부터 매 3년마다 개최되어 온 '경남 고성 공룡세계엑스포(Gyeongnam Goseong Dinosaur World EXPO)'는 이러한 맥락에서 매우 성공적인 사례라고 볼 수 있으며, 엑스포 기간 중 공룡박물관을 중요 방문코스의 하나로 적절하게 활용한 사례가 있다(그림 8). 2012년에 개최되었던 3회 대회는 73일간 180만명이 넘는 관람객들이 엑스포 행사장을 찾았으며, 이 들 가운데 많은 인원이 고성공룡박물관을 들를 수 있도록 연계하였다.

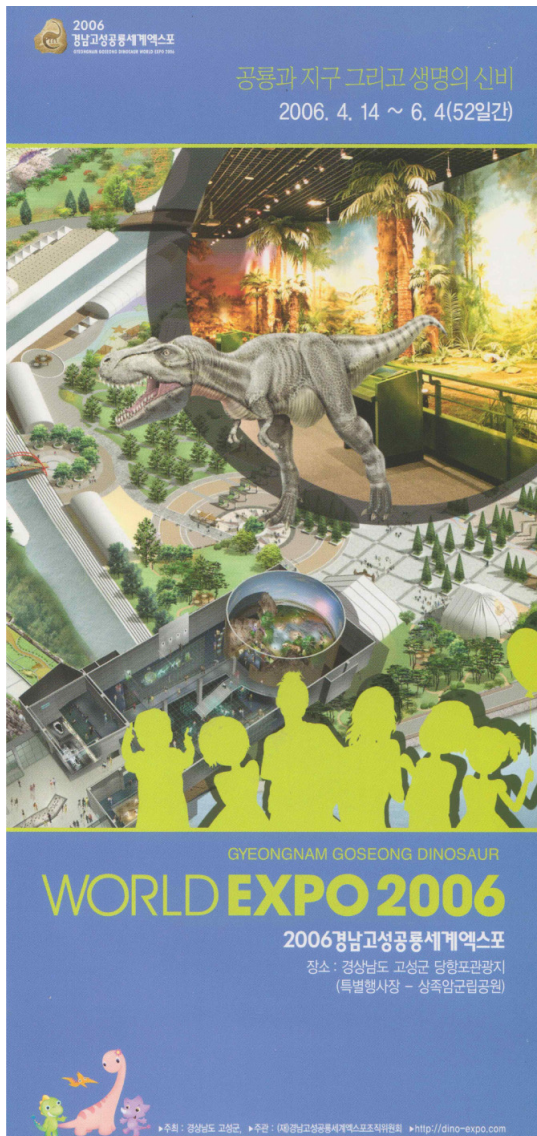


Fig. 8. A leaflet of the Gyeongnam Goseong Dinosaur World EXPO 2006.

단순한 전시와 교육을 위한 지질유산 표본들을 관리하는 시대는 지나갔으며, 전문적인 지식과 경험을 갖춘 지질유산 표본 관리 전문가를 육성하고, 각 박물관이 소장하고 있는 지질유산 표본들의 정보를 교류하고 공유할 수 있는 표본 관리 시스템을 통해 관람객들에게 지질유산 표본에 담긴 가치를 전달해야 한다(Kim *et al.*, 2008). 뿐만 아니라, 공룡박물관과 같은 자연사 관련 표본들이 중심이 되는 자연사 박물관의 전시는 화석표본들을 대중에게 교육하는 임무를 가지고 있다(Kim *et al.*, 2006). 이러한 임무를 효과적으로 수행하기 위해서는 지방자치단체들이 지질유산을 바라보는 올바른 시각을 먼저 가져야 한다. 지금까지 지방자치단체들은 공룡화석산지과 공룡박물관을 국가예산을 가지고 만든 후, 찾아오는 관람객들을 단순히 맞이하고, 입장료를 징수하고, 기념품을 파는 것에만 관심을 보이고 있다. 이제는 이러한 소극적인 자세를 떨쳐버리고, 보다 적극적인 마음가짐으로 “공룡박물관을 해당 지방자치단체의 독특한 브랜드로 육성”시켜야 한다. 한 번 방문한 공룡박물관을 다시 찾게 하는 전략과 관람객에게 흥미와 교육에 대한 요구에 충실할 수 있는 지질유산 활용계획을 수립해야 한다.

6. 고찰

6.1 공룡발자국 화석산지의 지질유산 가치 증진을 위한 정책 제언

① 다양한 기록보존 연구와 모니터링을 통한 화석산지의 지질유산적 가치 증진

한 가지 예로서, 문화재청 국립문화재연구소(자연문화재연구실)에서는 2007년부터 중요 공룡발자국 화석산지의 대표적인 보행렬에 대한 “3D 기록 보존 사업”을 진행하였다(Kong *et al.*, 2010, 2011). 당시로서는 천연기념물로 지정된 공룡발자국 화석산지들에 대해서 보존을 위한 적극적인 노력의 일환으로 접근했었고, 국내 최초로 시도된 획기적인 사업이었다. 경남 고성군이나 남해 가인리의 공룡발자국 화석들처럼 바닷가에 위치하고 있는 공룡발자국 화석들은 지속적인 침식과 태풍 등에 의한 풍화작용으로 인하여 발자국 화석 형태가 훼손되거나 아예 멸실되는 위험에 항상 처해 있다. 따라서, 이에 대한 원형보존방안의 일환으로 3D 데이터를 확보하여 향후 복

원 및 다양한 연구에 활용할 수 있도록 하였다. 이는 공룡발자국 화석산지에 대한 중요한 보존대책이 될 수 있으며, 육안으로 확인할 수 없는 미세한 발자국의 형태와 중요한 학술적 가치를 밝히는데 큰 역할을 하고 있다. 최근에는 빠르게 발전하는 3D프린터의 영향에 힘입어, 화석관련 3D스캔 자료를 그대로 출력하여, 복제품을 그대로 만들거나 축소해서 만들어 낼 수 있게 되었다.

또 하나의 보존방안 중 하나는 “레플리카(replica)” 제작을 통한 원형자료 수집이다. 척추동물의 골격화석이나 발자국 화석들에 대한 가장 기초적이면서도 중심이 되는 연구방법이기도 한 레플리카 제작은 국내의 박물관이나 연구기관에서 보편적으로 사용하는 방법이다. 경상남도 고성, 마산, 남해, 사천, 통영과 전라남도 여수에 위치한 공룡발자국 화석들은 태풍 등으로 인한 자연적인 풍화와 침식에 의한 훼손과 관광객들이나 낚시꾼들에 의해 오염이 되는 경우가 많다. 따라서 멸실과 훼손의 위험에 처한 지역의 화석산지들에 대한 모니터링 작업은 필수적이며, 이러한 정기적인 모니터링 작업을 통해 위험에 처한 공룡발자국 화석산지들에 대한 보존과 보호를 할 수 있다.

② 국제적 연구성과 도출과 관련 서적 발간을 통한 지질유산 콘텐츠 개발

우리나라의 대표적인 공룡발자국 화석산지들에서 발견된 화석들을 기초로 많은 연구 성과물들이 알려졌으며, 관련 논문과 서적들을 통해 일반인들과 외국학자들에게도 우리나라 공룡발자국 화석산지의 학술적 가치와 특징들이 소개되었다(Lee *et al.*, 2001; Hwang *et al.*, 2002; Paik *et al.*, 2010a; Huh *et al.*, 2011; Kim and Lockley, 2012; Kim *et al.*, 2012, 2013; Lim *et al.*, 2012). 이러한 많은 학술 자료를 논문으로 게재하는 단계에 머물러 있는 우리나라 공룡발자국 관련 연구 성과물들을 이제는 박물관의 전시 콘텐츠와 다양한 매체의 스토리텔링 작업을 통해 대중들과 더욱더 자주 접촉하고 홍보하는 과정이 필요하다. 다크프로그래밍이나 애니메이션 등의 지질유산의 가치를 효과적으로 알릴 수 있는 콘텐츠화 작업을 통해 이들 연구자료가 공룡박물관이나 방문객센터에서 영상물로 제작된다면, 소중한 학술적 결과물들이 그 빛을 발할 수 있을 것이다.

③ 지질관련 전문 인력들에 의한 보존정책 제시와 현장 지질교육의 장소로 활용

미국의 공룡발자국 화석산지의 보존과 활용을 위한 사례는 우리나라 화석산지 보존을 위한 방향 설정에 매우 시사하는 바가 크다. 미국 정부기관인 국토관리국(BLM: Bureau of Land Management)에는 여러 고생물학자들이 소속되어 있어 자신들이 관리하는 지역의 “화석”에 대한 모든 행정적인 업무와 연구·관리를 책임진다. 이들은 모두 고생물학이나 지질학 관련 전공자들로 중앙정부 소속의 공무원이며, 이들의 전문지식을 근거로 행정과 보존을 위한 제반업무가 처리되기 때문에 화석산지 관리와 보존이 보다 전문적이면서도 효율적으로 운영되고 있다고 볼 수 있다. 미국의 중요 화석산지는 모두 국가가 지정하여 National Monument로 관리하고 있으며, 고생물학 전공자들이 직접 현장발굴과 연구, 모니터링과 관리에 주도적으로 참여하고 있다. 유타주와 콜로라도주에 걸쳐 있는 Dinosaur National Monument, 오래곤주의 John Day Fossil Bed National Monument, U. S. National Natural Landmark로 지정되어 있는 콜로라도주의 Dinosaur Ridge와 네브라스카주의 Ashfall Fossil Beds State Historical Park(관리부서: Nebraska Game and Parks Commission), 그리고 텍사스주의 주립공원으로 되어 있는 Dinosaur Valley State Park(관리부서: Texas Parks and Wildlife Department)의 경우가 대표적인 사례이다.

Dinosaur National Monument에서 근무하는 고생물학자는 이 지역에서 발견되는 화석에 대한 연구뿐 아니라 보존 대책과 보호각 설계에도 깊이 관여하고 책임지고 있기 때문에 그 전문성을 인정받으며 근무하고 있다. 즉 행정과 관리담당자들을 지휘하여 가장 적합하고 효율적인 보존방안을 채택하여 이곳의 보존을 위해 최선을 다하고 있으며, 그림 9와 같이 최근 리노베이션을 통해 화석산지의 오래된 보호각을 보수하고 더 효과적으로 만드는데 크게 기여하였다(그림 9, 10). 이 Dinosaur National Monument에서는 매일 정해진 시간마다 화석산지에 대한 전문 해설을 맡고 있는 Park Ranger들에 의하여 이곳 화석산지에서 발견된 화석들과 관련 공룡화석들에 대한 현장 교육이 펼쳐진다(그림 11). 이 교육은 어린 아이들부터 누구든지 무료로 참여할 수 있는 체험사업으로 진행된다. 우리나라 화석산지들 가운데 화석

산지에 대한 교육프로그램이 정규직원에 의해 정기적으로 운영되고 있는 곳은 단 한 곳도 없다.

앞서 천연기념물 제373호 경북 의성 제오리 공룡발자국 화석산지에서 볼 수 있듯이 전문적인 보존과학이나 보존처리에 대한 전문 지식이 없는 인력들에 의하여 진행된 보호각 설치작업과 발자국 화석 보존처리 때문에 소중한 공룡발자국 화석의 훼손과 멸실이 가속화 되는 사례를 본 바 있다. 그러므로, 앞으로 화석산지의 보존과 보호를 위해서는 문화재지질학, 보존과학, 암석학, 광물학 등 다양한 분야의 전문가들이 함께 모여, 검증된 보존처리 방법으로 화석산지에 적용을 해야 하며, 관련 대학교와 연구소에서는 이러한 지질유산들을 전문적으로 관리할 수 있는 신진 전문 인력들을 지속적으로 배출해야 한다.

6.2 향후 연구과제

우리나라의 국가지질공원 중 공룡발자국 화석산

지가 지질명소로 포함되어 있는 사례는 아직까지 없다. 하지만 앞으로 국가지질공원을 추진 중인 여러 지방자치단체 가운데에는 공룡발자국 화석산지를 지질명소로 포함하려는 노력을 하고 있다. 경상북도 청송군 신성리에 있는 공룡발자국 화석산지는 청송군에서 추진하는 국가지질공원의 대표 지질명소로 추진 중에 있다. 이곳의 공룡발자국 화석산지는 아직 정밀한 학술조사가 제대로 이뤄지지 않은 상태이며, 화석산지 현장에 있는 설명안내판도 전문가의 검수를 거치지 않았기 때문에 수정해야 할 내용이 담겨 있다. 특히 이 지역의 지질시대와도 맞지 않으며, 전혀 존재하지 않은 공룡(트리케라톱스 *Triceratops*)의 복원도 그림이 설명안내판에 그려져 있기 때문에 이곳을 찾는 방문객들에게 잘못된 지질유산의 정보를 전달하고 있는 안타까운 실정이다 (그림 12a). 미국 콜로라도주 덴버 인근에 위치한 Dinosaur Ridge는 세계적으로 잘 알려진 공룡발자



Fig. 9. The Dinosaur National Monument in USA. The facility is the best model for protection of a fossil site and for geoheritage education.



Fig. 10. The Dinosaur National Monument provides an ideal geoeeducation and geotourism for public.

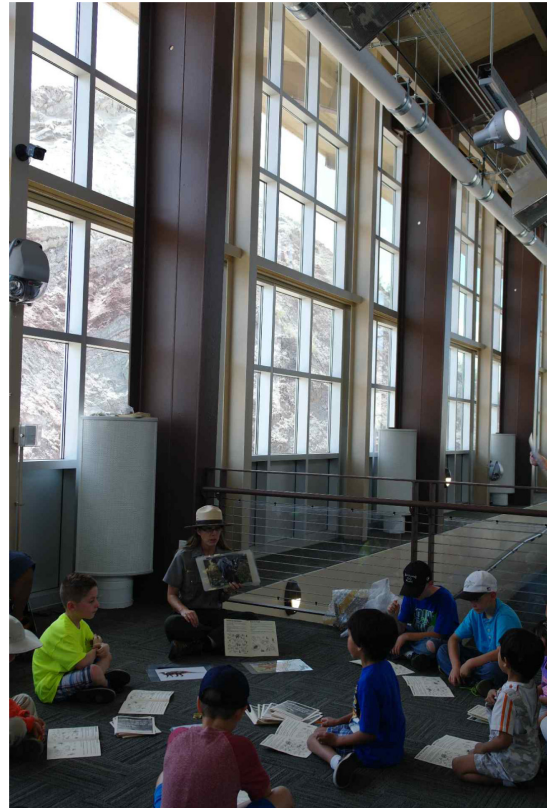


Fig. 11. A park ranger explains the value and geological history of the Dinosaur National Monument to visitors.

국 화석산지이다(Lim *et al.*, 2013). 이곳의 설명안 내판은 공룡발자국에 대한 기초 지식이 없는 방문객들이 이해하기 쉽도록 이곳에서 연구된 학술연구 결과물을 토대로 만들어진 설명안내판과 함께 정확하게 고증된 공룡복원 일러스트레이션이 담겨져 있다(그림 12b, 12c).



Fig. 12. (A) A sign of the Sinseongri (Cheongsong County) represents wrong illustrations of dinosaur reconstruction. (B) A sign of the Dinosaur Ridge in Colorado, USA shows research result of the tracksite. (C) Dinosaur footprint information from the Dinosaur Ridge sign for visitors (Lim *et al.*, 2013).

7. 결 론

본 연구에서는 공룡발자국 화석산지를 활용한 지질유산의 학술적 가치 규명과 활용을 위한 다각적인 분석을 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

1. 공룡발자국 화석산지의 특성에 맞는 “맞춤형” 보존방안을 적용하여, 현장보존·수습발굴·3D 기록보존과 레플리카 제작 등을 통해 각각의 공룡발자국 화석산지가 지니는 가치를 보존하여야 한다.

2. 공룡발자국 화석산지들이 그 지역을 방문하는 관광객들과 학생들의 생생한 지질교육의 현장이 될 수 있도록 기존의 공룡박물관의 콘텐츠가 보다 흥미롭고 효과적인 전시연출을 통해 이뤄져야 할 것이며, 새롭게 만들어질 방문객센터들 역시 비슷한 전시구성을 보여주는 것이 아니라, 해당 공룡발자국 화석산지의 특징을 가장 잘 접목시킨 내용으로 구성되는 것이 바람직하다.

3. 공룡발자국 화석산지의 1차적인 관리를 책임지고 있는 지방자치단체에는 현재 공룡발자국이나 관련 고생물학 등 지질학을 전공한 전문가들이 전문한 실정이므로, 앞으로 지방자치단체에서 국가지질공원이나 세계지질공원을 담당하는 정규직원 선발 시 관련 전공자들이 적재적소에 진출할 수 있도록 학계와 학회 차원에서의 꾸준한 노력이 필요하며, 선진국의 사례에서 볼 수 있듯이 전공자들이 보존방안 수립과 전문해설까지 모두 총괄할 수 있는 시스템이 시급하다.

우리나라 공룡발자국 화석산지는 중요한 지질유산의 하나이며, 일반인들과 학생들에게는 ‘지질유산’의 개념을 이해할 수 있는 중요한 자원이다. 국가지질공원이나 천연기념물과 같이 국가와 지방자치단체가 보다 효율적으로 이 발자국 화석산지를 보존하고 그 가치를 교육과 관광에 활용하기 위해서는 해당 화석산지에 대한 정밀한 종합 학술조사와 그 결과물을 쉽게 홍보하고 교육할 수 있는 다양한 통로(공룡박물관, 방문객센터, 설명안내판, 영상물, 리플릿, IT기기 등)를 활용할 수 있도록 노력해야 한다.

사 사

이 연구는 국립문화재연구소 자연문화재연구실의 “한국의 지질다양성 조사 및 화석산지 연구[NRICH-

1105-A21F])”에 의해 수행되었다. 본 논문의 심사과정에서 발전적인 조언과 비판을 해주신 백인성 교수님과 익명의 심사자께 감사드립니다. 연구를 위해 도움을 주신 자연문화재연구소(조운연, 공달용, 김태형, 정승호, 유영완, 강정훈)과 다양한 자료 제공과 토론으로 협조해주신 양승영, 이광춘, 우경식, 김정률 교수님(이상 前, 現 문화재청 문화재위원), 서승조, 허민 교수님, 이수재, 김보성, 김련 박사님,故백광석 선생님,故Larry D. Martin, Martin G. Lockely, 김경수 교수님 그리고 김은영 팀장님(유네스코 한국위원회 과학팀)께도 깊은 감사의 뜻을 전합니다.

REFERENCES

- Baek, K.-S. and Seo, S.-J., 1998, The dinosaur's footprints of Lower Cretaceous Jindong Formation in Donghae-myeon, Goseong-gun, Gyeongnam, Korea. *Journal of the Paleontological Society of Korea*, 14, 1, 81-98 (in Korean with English abstract).
- Huh, M., Paik, I.S., Chung, C.H., Park, J.B. and Kim, B.S., 2001, Dinosaur tracks from Islands in Yeosu, Jeollanam-do, Korea. *Journal of the Paleontological Society of Korea*, 37, 4, 653-658.
- Huh, M., Lee, Y.N. and Hwang, K.G., 1998, A research report on the Haenam Dinosaur Site, Korea. Chonnam National University Museum, Gwangju, 300 p (in Korean).
- Huh, M., Lim, S.K., Yang, S.Y. and Hwang, K.G., 1997, A preliminary report on the Cretaceous dinosaur tracks from the Uhangri Formation, Haenam, Korea. *Journal of the Geological Society of Korea, Special Publication*, 2, 1-16 (in Korean with English abstract).
- Huh, M., Yang, S.-Y., Seo, S.-J., Kim, J.-Y., Kim, K.-S., Lim, J.-D. and Kong, D.-Y., 2011, Dinosaur Fossils of Korea. Kungree Press, Seoul, 297 p.
- Hwang, G., Huh, M. and Paik, I.S., 2004, Sauropod trackways from the Cretaceous Jindong Formation at Docheon-ri, Changnyeong-gun, Gyeongsangnam-do, Korea. *Journal of the Geological Society of Korea*, 40, 2, 145-159 (in Korean with English abstract).
- Hwang, G., Huh, M. and Paik, I.S., 2006, A unique trackway of small theropod from Seoyu-ri, Hwasun-gun, Jeollanam province. *Journal of the Geological Society of Korea*, 42, 1, 69-78 (in Korean with English abstract).
- Hwang, G., Huh, M., Lockley, M.G., Unwin, D.M. and Wright, J.L., 2002, New pterosaur tracks (Pterosauridae) from the Late Cretaceous Uhangri Formation, SW Korea. *Geological Magazine*, 139, 421-435.
- Kim, J.Y., Kim, K.S., Lockley, M.G., Yang, S.Y., Seo, S.J., Choi, H.I. and Lim, J.-D., 2008, New didactyl dinosaur footprints (*Dromaeosauripus hamanensis* ichnogen. et ichnosp. nov.) from the Early Cretaceous Haman Formation, south coast of Korea. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 262, 72-78.
- Kim, J.Y. and Lockley, M.G., 2012, New sauropod tracks (*Brontopodus pentadactylus* ichnosp. nov.) from the Early Cretaceous Haman Formation of Jinju area, Korea: Implications for sauropods manus morphology. *Ichnos*, 19, 1-2, 84-92.
- Kim, J.Y., Lockley, M.G., Kim, H.M., Lim, J.-D. and Kim, K.S., 2000, New dinosaur tracks from Korea, *Ornithopodichnus masanensis* ichnogen. et ichnosp. nov. (Jindong Formation, Lower Cretaceous): implications for polarities in ornithopod foot morphology. *Cretaceous Research*, 30, 1387-1397.
- Kim, J.Y., Lockley, M.G., Woo, J.O. and Kim, S.H., 2012b, Unusual didactyl traces from the Jinju Formation (Early Cretaceous, South Korea) indicate a new ichnospecies of *Dromaeosauripus*. *Ichnos*, 19, 1-2, 75-83.
- Kim, K.S., Kim, J.M., Son, M.J., Ha, S.W., Choi, J.W. and Lim, J.D., 2013, Occurrence of pterosaur tracks in the Natural Monument No. 534 pterosaur · bird · dinosaur tracks fossil site, Hotandong, Jinju, Korea: world richest pterosaur tracksite. Annual Conference of the Geological Societies of Korea (Abstracts), Jeju, October 23-27, 342 p (in Korean).
- Kim, K.S., Lim, J.-D., Kong, D.Y., Lockley, M.G. and Park, G.S., 2009, The world's smallest dinosaur tracks from the Cretaceous Haman Formation of Changseon Island, Namhae County Korea. Annual Conference of the Society of Vertebrate Paleontology (Abstract), Bristol, September 23-26, 126A.
- Kim, K.S., Lockley, M.G., Kim, J.Y. and Seo, S.J., 2012a, The smallest dinosaur tracks in the world: occurrences and significance of *Minisauripus* from East Asia. *Ichnos*, 19, 1-2, 66-74.
- Kim, S.-H., Kim, S.-Y., and Lim, J.-D., 2006, The possibility of future growth in Korean natural history museum exhibitions. *Journal of the Paleontological Society of Korea*, 22, 2, 313-325 (in Korean with English abstract).
- Kim, S.-H., Lim, J.-D. and Kim, S.-Y., 2008, Collections management at Korean natural history museum. *Journal of the Paleontological Society of Korea*, 24, 1, 47-53 (in Korean with English abstract).
- Kong, D.-Y., Choi, D.W., Kim, T.H. and Lim, J.-D., 2009, A monitoring report on the Natural Monument (Fossil Sites). National Research Institute of Cultural Heritage, Daejeon, 251 p.
- Kong, D.-Y., Lim, J.-D., Kim, J. and Kim, K.-S., 2010, Application of digital photogrammetry to dinosaur

- tracks from the Nambae Gain-ri tracksite. Journal of the Korean Earth Science Society, 31, 2, 129-138 (in Korean with English abstract).
- Kong, D.-Y., Lim, J.-D., Wohn, K.-Y., Ahn, J.-H. and Kim, K.-S., 2011, Application of 3D digital documentation to Natural Monument fossil site. Journal of the Korea Contents Association, 11, 492-502.
- Lee, Y.-N., Yu, K.M. and Wood, C.B., 2001, A review of vertebrate faunas from the Gyeongsang Supergroup (Cretaceous) in South Korea. Palaeogeography, Paleoclimatology, Paleoecology, 165, 357-373.
- Lee, Y.-N. and Lee, H.-J., 2006, A sauropod trackway in Donghae-myeon, Goseong County, south Gyeongsang Province, Korea and its paleobiological implications of Uhangri manus-only sauropod tracks. Journal of the Paleontological Society of Korea, 22, 1, 1-14.
- Lim, J.-D., 2011, Successful management and operating system of a UNESCO World Heritage Site. MUNHWAJAE Korean Journal of Cultural Heritage Studies, 44, 1, 106-121 (in Korean with English abstract).
- Lim, J.-D., 2013, A case study on the conservation and value improvement of Korean geological heritage. MUNHWAJAE Korean Journal of Cultural Heritage Studies, 46, 2, 114-135.
- Lim, J.-D., Lockley, M.G. and Kong, D.-Y., 2012, The trackway of a quadrupedal ornithomimid from the Jindong Formation (Cretaceous) of Korea. Ichnos 19, 1-2, 101-104.
- Lim, J.-D., Martin, L.-D., Zhou, Z., Baek, K.-S. and Yang, S.-Y., 2000, The oldest known tracks of web-footed birds from the Lower Cretaceous of South Korea. Naturwissenschaften, 7, 2, 256-259.
- Lockley, M.G., Huh, M., Kim, J.Y., Lim, J.-D. and Kim, K.S., 2012, Recent advances in Korean vertebrate ichnology: The KCDC Comes of Age. Ichnos, 19, 1-2, 1-5.
- Lockley, M.G., Kim, S.H., Kim, J.Y., Kim, K.S., Matsukawa, M., Li, R., Li, J. and Yang, S.Y., 2008, *Minisauripus*-the track of a diminutive dinosaur from the Cretaceous of China and Korea: Implications for stratigraphic correlation and theropod foot morphodynamics. Cretaceous Research, 29, 115-130.
- Paik, I.-S., Huh, M., Kim, H.-J. and Kim, S.-J., 2010a, The Cretaceous fossil sites of Korea: identifying geosites, science and geotourism. In : Newsome, D. and Dowling, R. (eds.) Geotourism, The Tourism of Geology and Landscape, Goodfellow, 127-141.
- Paik, I.S., Kim, H.J., Kang, H.C. and Lim, J.-D., 2013, Dinosaur tracksite at Jeori, Geumseongmyeon, Euisonggun, Gyeongsangbukdo, Korea (Natural Monument No. 373)-Occurrences, significance in natural history, and preservation plan. MUNHWAJAE Korean Journal of Cultural Heritage Studies, 46, 1, 268-289.
- Paik, I.-S., Kim, S.-J., Huh, M., Lee, S.-J., Kim, H.-J. and Lim, J.-D., 2010b, Touristic aspects of geological heritages-Cretaceous dinosaur fossil sites. MUNHWAJAE Korean Journal of Cultural Heritage Studies, 43, 1, 4-26.
- Yang, S.Y., 1982, On the dinosaur's footprints from the Upper Cretaceous Gyeongsang Group, Korea. Journal of the Geological Society of Korea, 18, 1, 37-48 (in Korean with English abstract).

투 고 일 : 2013년 12월 1일

심 사 일 : 2013년 12월 2일

심사완료일 : 2014년 1월 2일