

한국의 공룡, 익룡, 조류 발자국 화석 연구사 및 연구윤리

양승영

대구광역시 수성구 범어동 45, 킹덤오피스텔 805호

요 약

국내에서 1972년 최초로 공룡 알 화석이 발견된 이후 40여 년간 수많은 공룡 화석 산지가 발견되었다. 알 화석 외에도 발자국, 골격, 조류의 발자국 등이 발견되어 상당히 많은 논문들이 발표되고 있다. 생흔화석 전문학술지인 "Ichnos"에서는 2012년 29권에 "Tracking on the Korean Cretaceous Dinosaur Coast (KCDC): 40 years of Vertebrate Ichnology in Korea"의 제목으로 한국 특집호를 마련하여 한국 생흔화석에 관한 논문 13편을 실었다. 이 특집호는 김정률, 허민, 미국Colorado 대학의 Lockley, 임종덕, 백인성 등의 논문으로 채워졌다. 여기서 필자는 한국 백악기 공룡을 비롯한 익룡, 조류 화석을 발견하여 연구한 그동안의 경위 그리고 고생물 학자의 연구윤리를 생각하고 Ichnos 특집호에 실린 논문의 내용을 요약 소개한다.

주요어: 공룡, 익룡, 조류, 생흔, 백악기, 연구윤리

Seong Young Yang, 2015, Study history and research ethics of the dinosaur, pterosaur and bird tracks from Korea. Journal of the Geological Society of Korea. v. 51, no. 2, p. 127-140

ABSTRACT: Since 1972 when the dinosaur eggs were firstly discovered in Korea, for about 40 years we have known many dinosaur localities as well as track localities, pterosaur and bird tracks, which provide quite many papers. Therefore, the Ichnos, the international Journal for Ichnology has published the special volume titled as "Tracking on the Korean Cretaceous Dinosaur Coast (KCDC): 40 years of Vertebrate Ichnology in Korea", 2012, volume 29, which presented 13 papers about Korean ichnology. These papers were made by some study groups, that is, the Kim, J.Y. team of the Korea Education University, the Huh, M. team of the Chonnam National University, Lockley, M.G. of the Colorado University, Baek, I.S. of the Bukyeong National University, and Lim, J.D. of the National Research Institute of Cultural Heritage. Here, I will review on the story of my experiences about the discovery and study about the Korean Cretaceous dinosaur, pterosaur, bird tracks and the research ethics, and briefly introduce the results of recent studies of the 2nd generations mainly published on the Journal of Ichnos.

Key words: Dinosaurs, Pterosaurs, Birds, Tracks, Cretaceous, Research ethics

(Seong Young Yang, 805 Kingdom Officetel, Beomeo-dong, Suseong-gu, Daegu 706-908, Republic of Korea)

1. 서 언

공룡과 익룡 및 조류의 발자국 연구 40년을 되돌아본다. 1972년 공룡의 알 화석이 발견된 지 40년이 되는 2012년 6월 국제 학술지인 Ichnos 29권에서 한국의 생흔화석에 관한 13편의 논문을 특집으로 실었다(Tracking on the Korean Cretaceous Dinosaur Coast: 40 years of Vertebrate Ichnology in Korea). 이 특집호에는 한국교원대학교의 김정률, 전남대학교의 허민, 부경대학교의 백인성, 콜로라도대학교의 Lockley 그리고 문화재청 임종덕 등의 연구팀이 최

근 연구한 결과가 실렸다. 여기서는 한국에서 공룡과 익룡 및 조류의 발자국을 처음 발견할 당시를 되돌아보고 고생물학자의 연구 윤리를 생각한다. Ichnos 특집호에 실린 논문들을 요약 소개한다.

2. 화석의 발견

2.1 공 룡

2.1.1 알 화석의 발견

필자가 알 화석을 발견한 것은 1972년 초가을 어느 날이었다. 경남 하동군 금남면 수문리 해안을 조

‡ Corresponding author: +82-53-754-0631, E-mail: youngi2x0@nate.com

사하던 중에 우연히 발견한 것이다. 이곳은 1936년 일본인 고생물학자(Kobayashi and Suzuki, 1936)가 연체동물을 국내에서 최초로 보고한 장소이다. 흑색의 얇은 판들이 약간의 곡면을 보여 어느 동물의 알이 아닌가 생각했으나 이것이 공룡의 알이라는 생각은 하지 못했다. 당시까지 공룡은 외국에서나 이야기 되는 것이지 국내에서는 매우 낯선 것이기 때문이었다. 그 정체를 알기 위해 일본의 대학 도서관에서 관련 문헌을 조사하고 박물관에 보관중인 복제이긴 하지만 미국자연사박물관 팀이 1920년대에 몽고에서 발견했다는 공룡의 알 화석을 관찰하고 비로소 이것이 공룡의 알 화석임을 확인 할 수 있었다.

이에 관한 기사는 1976년 2월 22일자 주간 한국일보에 박스 기사로 보도된 것이 국내 언론에 보도된 최초의 공룡화석 기사이다. 공식석상에서 발표한 것은 1976년 2월 29일 서울대에서 개최된 대한지질학회 고생물총서분과회의장에서였다. 당시에는 “경남 하동군 금남면 수문리 해안에서 백악기 공룡 알 화석 발견”이란 제목만으로 발표하였고, 이것이 학회에서 발표된 최초의 것이다(Yang, 1976).

1984년 초가을 독일 Bonn대학의 알 화석 전문가인 Erben이 찾아와 알 화석임을 확인해 주었고 이에 대한 연구 보고는 박혜숙의 석사 논문(Park, 1986)에, 그리고 일본의 月刊 “地球”라는 학술지(Yang, 1986)에 소개하였다.

Erben의 관찰 결과에 의하면 본 공룡 알 화석은 조반류의 것으로 당시까지 보고된 것 가운데 가장 고기의 것이라고 한다. 하동군 수문리 해안의 동일 산지에서 약 50여m 떨어진 곳에서 1995년 윤철수가 제2의 알 화석을 발견하여 학회지에 보고하였다(Yun and Yang, 1997).

최근에는 허민 등이 보성군 득량면 비봉리 선소마을 해안에서 보존 상태가 매우 양호한 공룡 알을 발견하여 보고하였고(Huh and Zekenisky, 2002) 목포 부근의 압해도에서 자연 상태 그대로 보존된 수각류 공룡알과 동지를 발견하여 보고하였다(Huh *et al.*, 2014). 김정빈 등(Kim, C.B. *et al.*, 2008)은 선소마을의 공룡알 산지의 시대와 층서를 조사하여 보고하였다. 백인성 등(Paik *et al.*, 2004, 2012a)은 보성 선소마을 공룡알 산지의 암석학적 연구 결과를 발표하였다. 이용남은 현지 주민인 최종인이 발견 제보한 경기도 화성시 고정리 공룡 알을 보고하였다(Lee

et al., 2000). 양승영 등은 고성군 일대의 공룡화석을 조사하던 중 고성을 해안 여러 곳에서 역시 공룡 알을 발견하여 보고하였다(Yang *et al.*, 2000). 황구근 등(Hwang *et al.*, 2011)과 김보성 등(Kim, B.S. *et al.*, 2011)은 목포 부근 압해도의 공룡알 산지에 관한 논문을 발표한 일이 있다. 김정률 등(Kim, J.Y. *et al.*, 2011)은 경남 통영시 남서쪽 작은 섬에서 발견한 알 화석을 연구하여 보고하였다.

2.1.2 골격화석의 발견

경북 의성군 탐리 고개에서 김항목은 공룡 골격을 1973년 국내에서 최초로 발견하여 학회지에 학명까지 부여하여 보고한 일이 있다(Kim, 1983). 그러나 이용남(Lee, 1997)에 의하면 김항목의 화석 판단에 오류가 있어 학명은 무효라고 한다.

2000년에는 백인성이 경남하동군 금남면 해안에서 보존 상태가 상당히 양호한 골격화석을 발견하여 중국의 동지민과 함께 학명을 부여하였고 용각류 골격에 다양한 이빨 자국을 보고하였다.(Paik, 2000, Dong *et al.*, 2001; Paik *et al.*, 2011), 허민 등(Huh *et al.*, 2008)은 전라남도 보성군 득량면 비봉리에서 역시 골격화석을 발견하여 보고하였다. 백광석은 공룡의 지골을 사천시 광포만의 해안에서 발견하였고, 진주시 유수리 하상에서 양승영이, 광양읍 염포 해안에서 박두광이 발견한 일이 있다(Yang *et al.*, 2003).

최근에는 허민 등이 전라남도 보성군 해안 노두에서 거의 완전한 골격화석을 발견하여 보고하였다(Huh *et al.*, 2008, 2010; Kim, J.K. *et al.*, 2011). 이용남 등(Lee, 2011)은 국내 최초로 ceratopsian 공룡 골격을 발견 보고하였다.

2.1.3 이빨 화석의 발견

국내에서 공룡의 이빨화석을 처음 발견한 것은 1990년대 초 어느 날 Yokohama대학 Hasegawa 일행에 의해서다. 진주 남쪽 유수리 하상에서 이빨 화석을 발견하자 곧바로 *Camarasaurus*의 것임을 지적하였다.

그 후 같은 장소에서 필자는 여러 개의 이빨, 발톱, 그리고 용각류의 지골 등을 발견하였다(Yang *et al.*, 2003). 그리고 1976년 경 경남 하동군 진교면 양포리 해안에서 수수께끼 같은 소형의 화석을 발견한 후 오래동안 정체를 밝히지 못하고 있다가 Hasegawa에

의해 소형 육식공룡의 이빨임을 확인할 수 있었다 (Yang *et al.*, 2003). 그 후 같은 유수리 하상에서 1997년 5월에 윤철수가 육식공룡의 이빨을 발견 보고하였고, 백광석은 하동군 금남면 대도리 섬에서 역시 공룡의 이빨화석을 발견하였다(Yang *et al.*, 2003). 이들을 종합하여 박은주가 박사학위 논문을 발표할 수 있었다(Park, 2000).

2.1.4 생흔 화석 발견

가. 발자국 화석

공룡 발자국 화석은 1982년 1월 대학원생들과 전남 광양만을 출발하여 동쪽으로 남해안 일대를 조사하던 중 우연히 눈에 띈 것이다. 조사 목적은 남해안 어디에 해성층의 분포를 찾아 세계적인 표준화석을 발견하기 위한 것이었다.

남해안과 마주하고 있는 일본 큐슈 지역에서는 육성층과 해성층이 교호로 발달하여 ammonite나 inoceramus 등 표준화석이 산출되고 있어 남해안에서도 기대를 갖고 조사한 것이다. 그러나 10여 일을 조사했으나 기대했던 화석은 발견하지 못했다. 다만 담수성 연체동물 화석은 여러 곳에서 발견할 수 있었다.

1월 29일 오후 고성군 하이면 덕명리 봉화골 해안에서 최초로 공룡 발자국을 발견하고 다시 해안을 따라 동쪽으로 덕명초등학교(현재 폐교 상태)와 상죽유원지를 거쳐 제전 마을까지 약 2, 3 km에 해당하는 해안 노두에 수많은 발자국을 발견한 것이다.

고성군 덕명리 해안의 공룡발자국은 1982년 지질학회지에 발표한 것이 국내에서는 최초이다(Yang, 1982). 그리고 다음으로 임성규 등(Lim *et al.*, 1989)이 이곳의 공룡 발자국을 조사하여 처음으로 국제 문헌을 통해 보고하고 임성규는 이곳의 자료로 박사학위 논문을 발표하였다(Lim, 1990).

그러나 현재는 일반인들이 발견하여 제보하는 일이 연구자보다도 많아졌다. 예를 들면 진동면 고현리의 공룡 발자국 화석은 현지 주민이 제보하여 알게 되었으며, 이는 이금자의 석사논문으로 발표되었다(Lee, 1993). 그리고 대구시 신촌 하상의 용각류 발자국 역시 인근 주민이 발견하여 필자에게 제보한 것이다.

김항묵은 내륙의 여러 곳에서 공룡 발자국을 발견하고 학명까지 제안했으나(Kim, 1986) Lockley *et al.* (1994)과 Upchurch *et al.* (2004)에 의하면 학명이

nomia dubia (수상한 명칭)라고 한다.

최근에는 김정률 등(Kim, J.Y. *et al.*, 2002, 2008, 2009, 2012a, 2012b, 2012d), 허민 등(Huh *et al.*, 1997, 1998, 2001a, 2001b, 2003, 2006), 임종덕 등(Lim *et al.*, 2012), 그리고 Lockley *et al.* (1993, 1994, 2006, 2008, 2012a, 2012b, 2012c, 2012e, 2012f, 2012g) 등이 그리고 황구근(Hwang, 2001)은 우항리의 공룡과 익룡의 발자국을 연구하여 박사학위를 받았으며, 이용남과 허민(Lee and Huh, 2002)은 우항리층에서 용각류 앞 발자국을 보고하였다. 황구근 등(Hwang *et al.*, 2008)은 우항리 공룡발자국의 형태를 재해석하여 발표하였다. 김보성과 허민은 공룡의 보행렬에서 보행속도를 연구하기도 하였다(Kim and Huh, 2010). 김경수 등(Kim, K.S. *et al.*, 2009, 2012)은 세계에서 가장 작은 공룡 발자국을 보고하였다. 김삼향(Kim, 2008)은 공룡과 조류의 발자국 화석의 다양성과 이들의 층서적 분포에 관한 논문으로 박사학위를 받았다. 김용형 등(Kim Y,H. *et al.*, 2013)은 우항리층 공룡발자국의 변형 특성과 고환경을 발표하였다. 이금자(Lee, 1993)은 진동면 고현리 공룡발자국과 조류의 발자국을 연구하여 석사학위를 받았다.

이처럼 수많은 산지를 발견하고 연구하여 다양한 생흔 종들을 보고하고 있어 UNESCO 세계 자연유산으로 등재후보에까지 올라있다.

나. 피부화석

공룡의 피부 화석은 1990년 백광석이 발견한 경남과학관 부지 건설현장에서 조류의 발자국을 발견했을 당시 조류 발자국과 함께 *Paleodictyon*과 같은 육각형의 구조가 눈에 띄어 이를 고생물학회에 발표한 일이 있다(Baek and Yang, 1998a). *Paleodictyon*은 주로 해성층에서 보고되고 있는데 육성층에서 발견된 것이 특이하다고 보고하였다. 그러나 후에 이것이 *Paleodictyon*이 아니고 용각류 공룡의 피부의 인상임이 밝혀졌다. 백광석 이후에 서승조도 고성군 덕명리 부근에서 용각류 공룡의 피부를 발견하여 김정률 등(Kim, J.Y. *et al.*, 2010)이 논문으로 발표하였다. 백인성 등(Paik *et al.*, 2010)도 함안층의 공룡 피부 인상 화석을 보고하였다.

다. 분석

1992년 4월 26일 경남 진주시 유수리 하상에서 “한

국화석회" 활동 중 타원형의 분석을 처음으로 발견하였다. 이는 우분(牛糞)처럼 작은 식물 파편들이 16 × 6 cm 크기로 뭉쳐있다. 그 주변에 이와 거의 같은 크기의 우묵하게 눌린 자국이 몇 개 남아있다(Yang *et al.*, 2003).

2.2 익 룡

1997년 9월 3일 전남대학에서 공룡화석에 관한 국제심포지움이 개최되었다. 여기에 참석한 미국 Colorado대학의 Lockley가 해남 우항리 새발자국 산지에서 발견된 이상한 발자국이 익룡의 발자국을 확인한 것이다.

이는 국내에서는 물론 아시아 지역에서도 처음으로 익룡의 화석이 알려지게 된 것이다. 전승수(Chun, 1990)가 우항리에서 처음 새 발자국을 발견하여 필자에게 제보하여 새 발자국을 조사하다가 같은 지층 면에서 이상하게 생긴 발자국이 눈에 띄게 된 것이다. 짧은 T자 모양과 긴 삼각형 모양의 자국들이 눈에 띄었던 것인데 이것이 익룡의 발자국으로 밝혀진 것이다.

그 후 익룡에 관한 연구는 허민 등(Huh *et al.*, 1996)과 황구근(Hwang, 2001), 황구근 등(Hwang *et al.*, 2002) 그리고 김정률 등(Kim, J.Y. *et al.*, 2002, 2006, 2012b)에 의해 활발히 연구되고 있다. 2013년 임종덕은 군위군 모처에서 대형 익룡의 발자국을 발견하였다는 언론보도가 있었다.

윤철수와 양승영(Yun and Yang, 2001)은 고령군에 분포하는 동명층에서 특이하게 긴 익룡의 이빨을 발견하여 보고하였고, 백광석은 익룡의 골격을 발견하여 임종덕 등과 공명으로 보고하였다(Lim *et al.*, 2002).

2.3 조 류

조류의 발자국 화석은 1968년 봄 마산여고 교사인 허찬구씨가 발견하여 서울대학교 김봉균에게 제보하여 발표된 것이다. 그에 앞서 경북대학교 장기흥에게 감정을 의뢰했으나 장이 이를 면밀히 검토하고 외국 문헌도 조사하면서 수개월 지체되는 사이 제보자는 이를 기다리지 못해 다시 김봉균에게 갖고 간 것이다. 김봉균은 중생대 조류의 발자국이 전 세계적으로 극히 희귀한 것임을 알고, 특별히 검토도 거치지 않고 이를 즉각 동아일보에 *Koreanaornis ha-*

manensis Kim 이라는 학명까지 명명하여 공표하였다. 그리고 다시 그 내용을 지질학회지에는 발표하였다(Kim, 1969).

그러나 여기서 지적해 둘 것은 발견된 조류의 발자국을 김봉균은 sole marks (底痕)로 발표했지만 발자국은 결코 sole marks가 아니라는 점이다. 어쩌서 이들을 sole marks로 발표했는지 지금까지 의문이다. sole marks는 흔히 사질암층 저면에 보존된 여러 가지 구조를 가리키는 데 이들은 사질암층 저면이 아니고 사질 이암 표면에 보존된 것이다. 여하튼 이는 전 세계적으로 중생대 새 발자국으로는 두 번째로 공표된 것이고 국내에서는 첫 번째 조류의 발자국이다.

필자가 조류의 발자국을 발견한 것은 그로부터 20년 가까이 지난 뒤 Lockley와 함께 덕명리의 공룡 발자국을 조사하던 중에 우연히 발견한 것이다.

공룡 발자국이 이 지역에서 이렇게 많이 발견되는 데, 조류의 발자국도 발견되지 않을까 하는 기대 속에서 발견한 것이다.

그러한 기대를 갖고 조사를 시작해서 한 시간도 안 되어 덕명리 봉화골 해안에 조류의 발자국이 눈에 띄었다.

그 후 덕명리 해안에서만 조류의 발자국 화석이 10여 개 층에서 발견되었다. 이는 공룡 발자국보다도 당시로서는 매우 놀라운 것이었다. 왜냐하면 전 세계적으로 중생대 조류의 화석은 손으로 꼽을 정도로 매우 드물었기 때문이다. 그 때부터 공룡 발자국 못지 않게 조류의 발자국도 중요한 연구 대상이 되었다.

덕명리 해안에서 발견된 조류의 발자국은 김봉균(Kim, 1969)이 함안층에서 보고한 *Koreanaornis hamanensis* 외에 이보다 훨씬 큰 것도 발견되었다. 이를 진동층에서 발견된 새발자국이며 김봉균을 기린다는 의미로 *Jindongornipes kimi*로 명명하여 영국 왕실 학회지에 발표하였다(Lockley *et al.*, 1992). 이것이 국내에서 두 번째로 발견된 중생대 조류의 발자국이다.

그 후 전남 해남군 우항리층에서 전승수(Chun, 1990)가, 경남 진주시 가진리에서 백광석과 양승영(Baek and Yang, 1998b)이, 경남 해남군 창성면 가진리에서 백광석 등이 수많은 조류의 발자국 산지를 발견하였으며, 임종덕 등(Lim *et al.*, 2000, 2002)도 새 발자국을 보고한 일이 있다. 최근에는 김정률 등(Kim, J.Y. *et al.*, 2002, 2006, 2012a)과 Lockley *et al.* (1992, 2012d)이

조사 연구하여 여러 생흔종들을 보고하였다. 허민 등(Huh *et al.*, 2012)은 처음으로 *Aquatilavipes*라는 조류의 발자국을 여수 사도섬에서 발견 보고하였다. 김현주 등(Kim, H.J. *et al.*, 2011)은 함안층에서 조류의 발자국을 발견하여 보고하였다. 김정률 등(Kim, J.Y. *et al.*, 2012c)는 한반도가 백악기에 조류의 낙원

이었다고 표현한 바 있다.

3. 발표된 논문 편수의 분석

다음은 국내 학자들이 발표한 논문 편수와 외국 학자들이 한국의 자료로 발표한 논문 편수들을 집계

Table 1. Number of papers about Dinosaurs & Pterosaurs and Birds each Years.

Year	Dinosaurs & Pterosaurs	Birds	Year	Dinosaurs & Pterosaurs	Birds
1969	0	1	1998	4	1
1976	1	0	1999	1	0
1982	1	0	2000	6	1
1983	1	0	2001	8	0
1984	0	0	2002	7	1
1985	0	0	2003	2	0
1986	3	0	2004	4	0
1987	2	0	2005	1	0
1988	1	0	2006	6	1
1989	2	0	2007	1	0
1990	1	1	2008	11	1
1991	3	0	2009	6	1
1992	2	1	2010	5	1
1993	4	0	2011	6	1
1994	1	1	2012	14	5
1995	3	1	2013	3	1
1996	1	0	2014	1	1
1997	7	1	Total	119	21

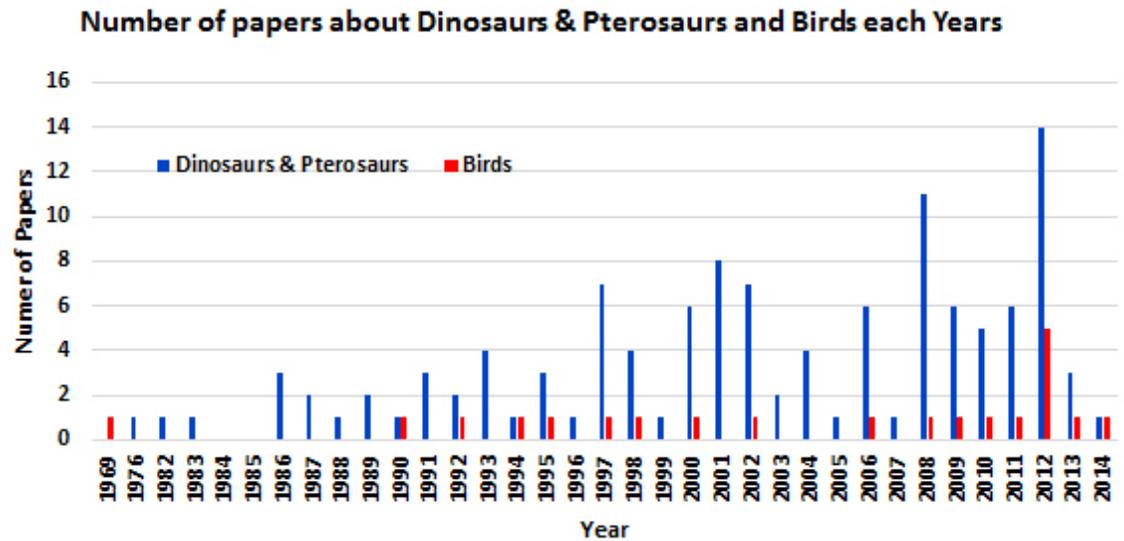


Fig. 1. Number of papers about Dinosaurs & Pterosaurs and Birds each Years.

한 것이다.

표 1과 그림 1은 최근까지 수집된 자료에 근거한 것이다. 연도별로 공룡과 익룡 및 조류에 관한 논문 편수를 각각 보여준다. 그리고 하나의 논문에 공룡과 조류 그리고 익룡의 발자국을 함께 다룬 것들이 있으므로 각 분류군에 관한 논문 편수는 실제로 변동될 가능성이 있다. 또한 논문의 내용으로 볼 때 대학 논문집이나 국내 학회지에 발표한 것을 다시 국제 학술지에 발표하거나 학회 학술발표회에서 구두로 발표한 내용을 학회지에 발표한 것도 있을 수 있으므로 내용으로 볼 때는 논문 편수가 감소할 수 있다.

1980년대까지는 1년에 평균 한 편도 발표되지 않았다. 다만 김봉균의 조류 발자국에 관한 것(Kim,

1969)과 양승영의 공룡 알 화석 발견에 관한 것(Yang, 1976) 뿐이다. 1980년대에 들어와 1990년까지는 평균 1년에 1, 2편 정도의 논문이 발표되었다. 그러나 1990년대에 들어와서는 공룡 외에도 익룡과 조류의 발자국 산지가 발견되어 이들에 관한 연구가 차츰 활기를 띠기 시작한다. 그러다가 2000년대에 들어와서는 갑자기 폭발적으로 논문 편수가 증가하는 양상을 알 수 있다.

표 2와 그림 2는 표 1의 연도별로 발표된 논문 수를 5년 간격으로 공룡과 익룡, 조류에 관한 것들을 기간별로 모두 함께 표시한 것이다. 이로서도 알 수 있듯이 1990년까지는 매우 미미한 숫자를 보여주지만 1990년대에 들어와 점차 수가 증가하다가 2000년대에서는 폭발적인 증가를 보여준다. 특히 2011년

Table 2. Number of papers about Dinosaurs & Pterosaurs and Birds during each 5 years.

Each 5 years	Dinosaurs & Pterosaurs	Birds	Numer of Papers
Previous ~ 1980	1	1	2
1981-1985	2	0	2
1986-1990	9	1	10
1991-1995	14	3	17
1996-2000	19	3	22
2001-2005	22	1	23
2006-2010	29	4	33
2011-Present	24	8	32
Total	111	17	128

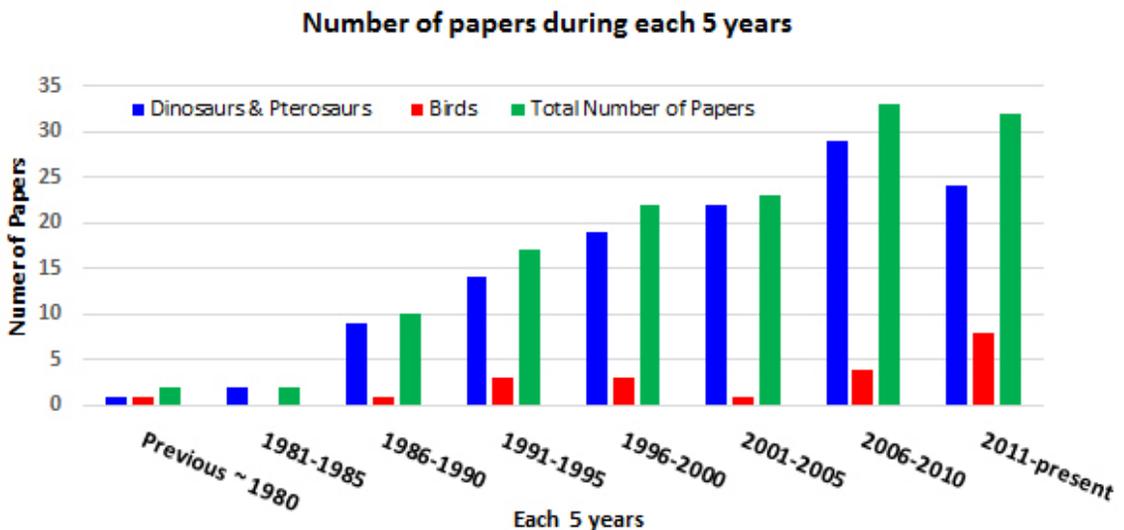


Fig. 2. Number of papers about Dinosaurs & Pterosaurs and Birds during each 5 years.

Table 3. Number of ichnosp. of Mesozoic birds reported from all over the world, 2014 (Kim *et al.*, 2012c).

Country	Korea	China	Japan	USA	Canada	Argentina	Spain	Australia	Total
Number of ichnosp.	9	4	1	3	2	3	1	1	24

이후 현재까지 발표된 논문편수는 이미 20편 이상을 보여 더욱 늘어날 가능성을 보인다.

이는 제2세대 연구자들이 1990년대부터 서서히 연구를 시작하여 2000년대에 매우 활발하게 연구 활동을 한 것을 보여준다고 할 수 있다. 최근에는 제3세대 연구자들이 뒤를 이어 활발하게 연구하고 있어 이들에 대한 기대도 크다.

4. 최근의 연구 결과

40년 전 필자가 연구할 당시만 해도 국내에 척추동물 특히 발자국 화석 전문가가 없었다. 그러나 후속 연구자들이 최근 놀라울 정도로 훌륭한 연구결과를 발표하고 있고 이들의 연구 결과는 세계적으로도 손색이 없을 만큼 크게 발전하였음을 볼 때 금석지감을 느끼지 않을 수 없다.

그 가운데 특기할 것은 한국고원대학교 김정률의 연구팀, 전남대 허민의 연구팀, 한국지질자원연구원의 이용남 그리고 문화재청 국립문화재연구소의 임종덕 등이 국제적으로도 손색이 없는 훌륭한 논문을 국내외 학술지에 발표하여 세계 관련 전문가들의 주목을 받고 있다.

그리고 조류의 발자국 화석은 가히 한반도가 세계적으로 백악기 조류의 낙원이었다고 할 수 있을 정도로 다양한 조류의 발자국들이 여러 산지에서 발견되고 있다. 우연히 이를 연구하기 시작한 필자로서는 매우 놀랍고 반가운 일이라고 하지 않을 수 없다.

김정률 외에 의하면 전 세계적으로 조류의 생존종이 총 18속 24종이 보고되었고 그 가운데 국내에서 발견된 것이 1/3이 넘는 9종에 이른다.

김경수(Kim, K.S. personal communication, 2015)에 의하면 김정률이 발표한 2012년 이후 호주에서 새로운 신종이 추가되어 2014년 현재 24종이 발표되었다고 한다.

2012년 Ichnos 한국 특집호에 발표된 김정률, 허민, Lockley, 임종덕, 백인성 등의 13편의 논문을 여기서서는 간략하게 그 내용을 소개한다.

이 특집에서 다음과 같은 5개의 척추동물 생존종이 새로히 명명되었다. *Ignotornis gajinensis*, *Brontopodus pentadactylus*, *Dromaeosaurius jinjuensis*, *HaenamIchnos gainensis*, *Caririchnium kyoungsookimi*.

Lockley *et al.* (2012)은 한국 백악기 공룡 해안 (Korean Cretaceous Dinosaur Coast, KCDC)이라는 용어가 만들어질 정도로 한국의 남해안에는 각종 생존화석이 보존되어 세계자연유산 등재 후보로 물망에 오르고 있다고 한다. 또한 Lockley *et al.* (2012d)은 백악기 초기 조류에 관한 연구에서 조류의 진화와 행동을 암시하는 자료를 제시한다. 그리고 Lockley *et al.* (2012c)은 화순의 발자국 산지에서 *Ornithopodichnus*와 뒷 발자국만의 용각류 보행렬을 보고하고, 평행한 공룡의 보행렬을 공룡들의 집단행동을 암시하는 것으로 해석하였다.

백인성 등(Paik *et al.*, 2012b)은 공룡화석을 포함하는 한국의 백악기 지층의 지질시대와 고환경을 논하였다. 그에 의하면 이들 지층은 방사성 연대 측정 결과 대체로 Aptian ~ Campanian에 해당된다고 하며 생물층서 연대보다 젊게 나타나는 것은 변성작용에 의한 것일 가능성이 있음을 지적하였다. 그리고 공룡 발자국은 당시 호수의 연변에서, 골격과 알 화석은 하성 환경에서 형성되었다고 한다.

김정률 등(Kim, J.Y. *et al.*, 2012)은 *Ignotornis gajinensis*를 새로운 생존종으로 소개하면서 *Koreanaornis hamanensis*, *Goseongornipes markjonesi*, 및 *Aquatilavoipes* 등 당시 다양한 조류의 생존화석을 소개하였다. 특히 가진리의 발자국은 세계에서 가장 밀도가 높은(~600개/m²) 발자국 산지라고 한다. 김정률 등(Kim, J.Y. *et al.*, 2012)은 남해 가인리에서 발견된 익룡 발자국에 *Haenamichnus gainensis*라는 학명을 부여하고 이를 세계 최초의 이족 보행을 지시하는 익룡의 발자국임을 설명하였다. 발가락이 두 개인 이지(二指) 공룡발자국에는 *Dromaeosauripus jinjuensis*라는 학명을, 그리고 오각형의 용각류 발자국에는 *Brontopodus pentadactylus*라는 학명을 부여하였다. 럭클리 등(Lockley *et al.*, 2012)은 세계에서 가장 소형의 공룡 발자국 *Minisauripus, chuanzhuensis*와

*M. zhenshounani*를 기재하여 보고하였다.

그리고 허민 등(Huh *et al.*, 2012)은 국내에서 처음으로 *Aquatilavipes* sp.를 소개하고, 임종덕 등(Lim *et al.*, 2012)은 진동층에서 국내 최초로 4족 보행의 조각류 보행렬을 확인하고 이에 *Caririchnium kyoungsookimi*라는 명칭을 부여하였다.

척추동물의 생흔은 아니지만 해남 우항리층에서 발견된 절지동물의 보행렬을 캐나다의 Minter *et al.* (2012)이 *Lithographus hieroglyphichus*로 판단하여 기재 보고하였다.

지금까지 한국 백악기 지층에서 보고된 화석종을 정리하면 다음과 같다.

공룡 종

- Pukyongosaurus milleniumi* Dong *et al.*, 2001
- Koreanosaurus boseongensis* Huh *et al.*, 2010
- Koreaceratops hwaseongensis* Lee *et al.*, 2011

공룡의 생흔종

- Dromaeosauripus hamanensis* Kim *et al.*, 2008
- Minisauripus zhenshunonani* Lockley *et al.*, 2008
- Brontopodus birdi* Farlow *et al.*, 2008
- Ornithopodichnus masanensis* Kim *et al.*, 2009
- Haenamichnus gainensis* Kim *et al.*, 2012
- Caririchnium kyoungsookimi* Lim *et al.*, 2012
- Brontopodus pentadactylus* Kim and Lockley, 2012
- Dromaeosauripus jinjuensis* Kim *et al.*, 2012

공룡 알 종

- Macroelongatoolithus goseongensis* Kim *et al.*, 2011
- Dictyoolithus neixiangensis* Zhao, 1994
- Spheroolithus* sp.
- Faveoolithus* sp.

익룡 종

- Dsungaripterus?* cf. *D. weii* Young, 1964

익룡의 생흔종

- Haenamichnus uhangriensis* Hwang *et al.*, 2002
- Pteraichnus koreanensis* Lee *et al.*, 2007
- Pteraichnus ichnosp.*
- Haenamichnus gainensis* Kim *et al.*, 2012

조류의 생흔종

- Koreanaornis hamanensis* Kim, 1969
 - Jindongornipes kimi* Lockley *et al.*, 1992
 - Uhangrichnus chuni* Yang *et al.*, 1995
 - Hwangsanipes choughi* Yang *et al.*, 1995
 - Goseongornipes markjonesi* Lockley *et al.*, 2006
 - Ignotornis yangi* Kim *et al.*, 2006
 - Ignotornis gajinensis* Kim *et al.*, 2012
 - Gyeongsangornipes lockleyi* Kim *et al.*, 2013
 - Aquatilavipes ichnosp.*
- (보고된 순)

5. 생흔학 연구에서의 문제점

이상과 같이 국내외 연구자들이 생흔화석의 분류학적 연구로 수많은 생흔종을 기재 보고한 일은 반가운 일이다. 이들 가운데는 외국에서 명명된 것을 국내에서 처음 보고한 것들도 있다.

생흔 화석은 체화석과 달리 고생물이 살아 움직인 정보를 보여준다는 점에서 체 화석 못지않게 중요하다. 그렇지만 생흔화석을 분류학적으로 다루는 데 주의할 점은 생흔을 만든 주인공에 대한 정보를 얻기가 어렵다는 점과 여러 개의 발자국으로 구성된 보행렬에서 어느 것을 모식으로 선정하는가 하는 문제이다. 즉 분류학의 핵이라고 할 수 있는 완모식(holotype)을 지정하기가 쉽지 않다. 보행렬에서 바닥의 상태에 따라서 그리고 동물이 어떻게 움직이느냐에 따라 발자국의 크기는 물론 형태까지도 달라지기 때문이다.

그러므로 생흔학에서 새로운 생흔속이나 생흔종을 제안할 경우에는 적어도 크기나 형태에 대한 통계적인 기초자료를 제공할 필요가 있다. 즉 평균치, 표준편차, 95%의 신뢰기준을 제시해야 후속 연구자들이 이를 참고하여 새로운 속이나 종을 이해할 수 있을 것이다. 이러한 기초자료가 없을 경우에 기존의 분류군 명칭을 후속 연구자가 따르기가 몹시 어려워진다는 점이다.

생흔학에서 새로운 분류 명칭을 제안할 경우도 국제 동물명명규약을 준수해야 한다. 그러기 위해서는 사전에 동물명명규약을 숙지해야 한다. 그렇지 않으면 국제적으로 공인받을 수 없다.

발자국의 주인공을 판단하기 어려운 상태에서 고생물학을 비롯한 전체 과학계의 최대 과제의 하나인

진화학에 어떻게 기여할 수 있는지 심각하게 고민해야 할 것이다. 이를 위해서는 기능형태학을 비롯한 생물학적 접근이 필요할 것이다.

6. 고생물학 연구자의 연구윤리

공룡을 포함하여 일반 화석 연구에 있어서 고려해야 할 것은 연구자의 윤리의식이다. 과학 분야에 종사하는 전문가는 명예로운 활동에 참여하는 것이다. 그러므로 이에 걸 맞는 윤리 의식을 갖고 있어야 한다. 아니면 과학자로서의 명예가 한 순간에 날아가 버린다. 노파심에서 다음의 경우들을 지적해 둔다.

- 여러 사람이 공동으로 야의 조사를 하는 도중에 화석이 발견된 경우, 이를 누가 어떻게 연구하여 어디에 발표할 것인가 그리고 화석은 어디에서 누가 관리할 것인가 등을 발견 현장에서 참여한 이들이 합의해야 할 것이다.

그렇지 않고 헤어지면 참여한 각자가 저마다 자신의 것으로 생각하여 경쟁적으로 발굴하게 되면 화석 자체의 파손은 물론 자존심을 지켜야 할 학자로서의 위상에 손상이 간다.

- 동일 화석산지에 2인 이상이 이중 삼중 발견자로 등장하는 것은 연구자의 윤리로서는 매우 부끄러운 일이다. 일차 발견한 사람이 선의로 발표를 보류하고 있는 경우 제2의 발견자가 등장하는 일은 없어야 한다. 선 발견자 유무도 알아보지 않고 함부로 언론에 보도하는 것은 더욱 삼가야 할 일이다.

- 자신의 전문 연구 대상이 아닌 화석이 발견되었을 경우에는 관련 전문가에게 제보하고, 관련 전문가는 발견자에게 분명히 감사의 뜻을 공식적으로 밝히거나 공명으로 논문을 발표해야 한다. 그리고 산지를 누가 발견한 것인지를 밝혀야 한다. 특히 척추동물의 골격 화석은 발굴 단계부터 해부학적 지식이 요구되고 여러 가지 발굴 장비와 오랜 시간이 소요되기 때문에 연구자의 윤리가 특히 요구된다.

- 척추동물의 화석은 흔히 여러 골격들로 구성되어 있어 발굴된 화석은 전문가가 소속된 기관이나 영구적으로 보존 관리가 가능한 기관에 모두 모여 있어야 한다. 발견에 동참한 자들이 각각 일부씩 나누어 소유하는 일은 없어야 한다. 뒤에 이를 연구하려면 흩어진 표본들을 다시 모으려면 여러 가지 법적인 문제가 발생할 소지가 있다.

- 화석을 발견했다고 하여 자신의 소유물인양 마음대로 발굴하다가 파괴하면 그에 대한 끔직한 비난을 면하기 어렵다. 화석은 다른 표본과 달리 일단 파괴되면 복구나 재생이 안 된다는 점을 유의하여 극히 소중하게 다루어야 한다. 이를 위해서는 각 분류군의 고생물학자들 사이에 협약이 있어야 하고 아니면 학회 차원에서 소위원회를 구성하여 화석 산지가 발견될 때 마다 이의 관리를 공식적으로 결정할 수도 있다.

- 하나의 화석산지에서 다양한 화석이 발견되어 여러 사람이 각기 자신의 전문적인 대상 화석을 발견하였을 경우에도 산지의 발견자는 2인 이상이어서는 안 된다. 즉 한 연구자가 어느 화석을 발견한 경우 같은 장소에서 다른 종류의 화석을 비록 발견하였다고 하더라도 뒤에 발견한 사람은 화석 산지의 발견자가 될 수는 없다.

예를 들면 진주시 유수리 화석 산지는 처음 오재호가 연체동물 화석을 발견하여 필자에게 제보한 곳이다. 그 후 같은 장소에서 공룡 이빨, 골격, 분석 등이 발견되었지만 유수리 화석산지의 발견은 오재호 1인에게 돌아간다. 즉, 한 장소에서 여러 종류의 화석이 발견되었을 경우 첫 번째 화석을 발견한 자가 산지의 발견자이고, 후에 다른 화석을 발견한 자는 그 화석을 발견한 자일뿐 산지의 발견자라고 할 수는 없다.

- 화석 표본은 발견하여 명명하는 것으로 연구가 끝나는 것이 아니다. 표본의 과학적 의미는 새로운 연구방법이나 연구기기가 개발됨에 따라 후속 연구자가 새로이 분석하고 연구해야 한다. 특히 명명의 핵이라고 할 수 있는 완모식이나 준모식은 영구 보존할 수 있도록 최적의 수장시설과 석사급 이상의 연구자를 갖춘 공공 기관에 관리를 위탁해야 한다.

- 신종화석이 발견되어 기재 발표할 경우, 학명을 어떻게 선정하는가에 대해 상식적으로 명심해야 할 사항들을 생각해 본다. 먼저 학명으로 제안하려고 하는 학명이 같은 분류군에 동일한 학명이 제안된 사실이 있었는지를 문헌을 통해 조사해야 한다. 이는 명명규약의 선취권(priority)에 따라 뒤에 명명된 것은 무효가 되기 때문이다. 단 분류군이 전혀 다른 경우에는 상관없다.

국제 규약에서 선호하는 것은 신종화석의 형태적 특징을 나타내는 학명을 권하고 있다. 다음으로는 산지의 이름, 그리고 화석 산지나 표본에 대한 정보를 제공한 사람의 이름, 아니면 해당 분류군의 화석

연구에 상당한 공헌이 있거나 산지의 지질을 연구한 사람의 이름을 사용할 수 있다. 개인적 친분에 따라 인명을 함부로 사용하여 학명을 제안하면 후에 빈축을 살 염려가 있다.

고생물 연구자가 이러한 기본적인 연구윤리를 무시하면 학계 전체의 분위기가 흐려지고 일반 사회인들에게 빈축을 사게 된다.

7. 결 론

- 1) 국내에서 공룡이 발견되어 보고된 지 40여년이 지난 현재 상당히 활발한 연구 결과가 발표되고 있어 매우 고무적이다.
- 2) 공룡의 체화석 외에도 공룡 발자국, 익룡 그리고 조류 등의 발자국 화석에 관한 연구 결과는 국제적으로 상당한 주목을 받고 있다.
- 3) 발자국 화석에서 신종을 제안할 경우에는 국제 동물명명규약을 숙지해야 함은 물론 적어도 최소한의 통계 수치(평균치, 표준편차, 관찰 범위, 95% 신뢰수준 등)를 제시할 필요가 있다. 이는 후속 연구자들을 위해 반드시 필요하다.
- 4) 화석은 발견자 개인의 소유물이 아니다. 그러므로 해당 전문가에게 제보하여 발굴 단계부터 온전하게 다룰 수 있도록 조치해야 한다.
- 5) 화석 표본은 발견하여 명명함으로써 연구가 끝나는 것이 아니고 후속 연구자가 새로운 연구 방법이나 연구 기기로 새롭게 연구할 수 있도록 화석 표본 특히 모식표본은 영구적으로 보존 관리할 수 있는 공적 기관에 보관하도록 조치해야 한다.
- 6) 과학 분야의 전문가가 명예를 유지하려면 거기에 걸 맞는 건전한 연구윤리 의식이 필요하다.

사 사

본 논문을 꼼꼼하게 읽고 중요한 지적을 해주신 한국교원대학의 김정률 교수와 영문 초록을 읽고 교정해주신 Colorado대학 Lockley 교수께 사의를 표한다. 그리고 그동안 일선 고등학교에 근무하면서 남해안 일대를 틈틈이 조사하고 새로운 화석산지를 수없이 발견하여 제보해 주어 필자의 연구에 큰 도움을 준 경남 함양고등학교 고 백광석 교장께 감사

하며 고인의 명복을 빈다.

그리고 본 논문을 심사하여 중요한 지적을 해주신 허민 교수와 김경수 교수 그리고 지질학회지 편집위원회께 진심으로 감사한다.

REFERENCES

- Baek, K.S. and Yang, S.Y., 1998a, Some Trace fossils from Kyungsang Group, Proceedings of the Annual Meetings of the Paleontological Society of Korea.
- Baek, K.S. and Yang, S.Y., 1998b, Preliminary Report about the Bird Tracks from the Cretaceous Haman Formation of Korea. Journal of the Geological Society of Korea, vol. 34, 94-104 (in Korean with English abstract).
- Chun, S.S., 1990, Sedimentary processes, depositional environments and tectonic setting of the Cretaceous Uhangri Formation. Ph.D. thesis, Seoul National University.
- Dong, Z., Paik, I.S. and Kim, H.J., 2001, A preliminary report on a sauropod from the Hasandong Formation (Lower Cretaceous), Korea. Proceeding of the 8th Annual Meeting of the Chinese Society of Vertebrate Paleontology. edited by Dong and Wang China Ocean Press, 41-53.
- Huh, M., Hwang, K.G., Paik, I.S., Chung, C.H. and Kim, B.S., 2003, Dinosaur tracks from the Cretaceous of South Korea: Distribution, occurrences and paleobiological significance. The Island Arc, 12, 133-144.
- Huh, M., Kim, B.S., Woo, Y., Simon, J., Paik, I.S. and Kim, H.J., 2014, First record of a complete giant theropod egg clutch from Upper Cretaceous deposits, South Korea, Historical Biology, 26, 218-228.
- Huh, M., Lee, D.G., Kim, J.K., Lim, J.D. and Geodof, P., 2010, A new basal ornithopod dinosaur from the Upper Cretaceous of South Korea. Neues Jahrbuch fur Geologie und Palaontologie, 259, 1-24.
- Huh, M., Lee, Y.N., Lim, S.K. and Hwang, K.G., 1998, Research report on the Haenam dinosaur site, Korea. Haenam-gun, 491 pp (in Korean).
- Huh, M., Lim, J.D. and Norman, D., 2008, The preliminary study on a new hypsilophodontid dinosaurs from South Korea. Journal of the Vetebrate Paleontology, 28, 93A.
- Huh, M., Lim, S.K. and Yang, S.Y., 1996, First discovery of Pterosaur tracks from Asia. Journal of the Geological Society of Korea, vol. 32, 526-528 (in Korean with English abstract).
- Huh, M., Lim, S.K., Yang, S.Y. and Hwang, K.G., 1997, A preliminary report on Cretaceous dinosaur tracks from the Uhangri Formation, Haenam, Korea. Paleontological

- Society of Korea, Special Publication, 2, 1-16.
- Huh, M., Lockley, M.G., Kim, K.S., Kim, J.Y. and Gwak, S.G., 2012, First report of *Aquatilavipes* from Korea: new finds from Cretaceous strata in the Yeosu Islands Archipelago. *Ichnos*, 19, 43-49.
- Huh, M., Paik, I.S., Chung, C.H., Park, J.B. and Kim, B.S., 2001a, Dinosaur tracks from Island Yeosu, Jeollanam-do, Korea. *Journal of the Geological Society of Korea*, 37, 653-658 (in Korean with English abstract).
- Huh, M., Paik, I.S., Chung, C.H., Hwang, K.G., and Kim, B.S., 2001b, Theropod tracks from Seyouri in Hwasun, Jeollanamdo, Korea: Occurrence and paleontological significance. *Journal of the Geological Society of Korea*, 39, 461-478 (in Korean with English abstract).
- Huh, M., Paik I.S., Lockley, M.G., Hwang, K.G., Kim, B.S. and Kwak, S.K. 2006, Well preserved theropod tracks from the Upper Cretaceous of Hwasun County, southwestern South Korea and their paleobiological implications. *Cretaceous Research*, 27: 123-138.
- Huh, M. and Zelenisky, D.K., 2002, A rich nesting site from the Cretaceous of Bosung County, Chullanam-do Chullanam-do, South Korea. *Journal of the Vertebrate Paleontology*, 22, 716-718.
- Hwang, K.G., 2001, Pterosaur and dinosaur tracks from the Late Cretaceous Uhangri Formation, Haenam, SW Korea. Ph.D. dissertation. Dept. Geology, Chonnam National Univ., Korea.
- Hwang, K.G., Huh, M., Lockley, M.G., Unwin, D.M. and Wright, J.I., 2002, New pterosaur tracks (Pteraidnidae) from the Late Cretaceous Uhangri Formation, S. W. Korea. *Geological Magazine*, 139, 421-435.
- Hwang, K.G., Lockley, M., Huh, M. and Paik, I.S., 2008, A reinterpretation of dinosaur footprints with internal ridges from Cretaceous Uhangri Formation, Korea. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 258, 59-70.
- Kim, B.K., 1969, A study of several sole marks in the Haman Formation. *Journal of the Geological Society of Korea*, v. 5, no. 4, 243-258.
- Kim, B.S. and Huh, M., 2010, Analysis of the acceleration phase of a theropod dinosaur based on a Cretaceous trackway from Korea. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 293, 1-8.
- Kim, B.S., Huh, M., Moon, K.H. and Jang, S.J., 2011, Excavation and preparation of a theropod nest from Aphae-do in Jeollanam-do province, South Korea. *Journal of the Geological Society of Korea*. v. 47, no. 2, p. 205-211 (in Korean with English abstract).
- Kim, C.B., Kim, J.M. and Huh, M., 2008, Age and stratification of dinosaur eggs and clutches from Seonso Formation, South Korea. *Journal of the Korean Earth Science Society*, vol. 29, no. 5, 386-395.
- Kim, H.J., Paik, I.S. and Huh, M., 2011, Bird footprint-bearing deposits from the Cretaceous Haman Formation in the southern Gyeongsang Basin: occurrences, taphonomy and paleoenvironments. *Journal of the Geological Society of Korea*, vol. 47, no. 2, p. 97-122 (in Korean with English abstract).
- Kim, H.M., 1983, Cretaceous dinosaur fossils discovered from Korea and their stratigraphy. *Journal of the Geological Society of Korea*, vol. 19, 115-126 (in Korean with English abstract).
- Kim, H.M., 1986, New Early Cretaceous dinosaur tracks from the Republic of Korea. In Gillette, D.D. (ed.), *First International Symposium on Dinosaur Tracks and Traces*, New Mexico Museum of Natural History, p. 17.
- Kim, J.K., Huh, M., Lee, S.-G. and Kim, Y.-J., 2011, Preliminary study on dinosaur rib microstructure by applying correlative microscopy techniques. *Geosciences Journal*, 15(3), 225-235.
- Kim, J.Y., Kim, K.S., Lockley, M.G. and Seo, S.J., 2010, Dinosaur skin impression from the Cretaceous of Korea: New insights into modes of preservation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 393, 167-174.
- 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 (*Dromaosauripus hamanensis* ichnogen. et ichnosp. nov.) from the Early Cretaceous Haman Formation, south coast of Korea. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 262, 72-78.
- Kim, J.Y., Kim, M.K., Oh, M.S. and Lee, G.Z., 2013, A new semi-palmate bird track, *Gyeongsangornipes lockleyi* ichnogen. et ichnosp. nov., and *Koreanaornis* from the early Cretaceous Jindong formation of Goseong county, Southern Coast of Korea. *Ichnos*, 20, 72-80.
- Kim, J.Y., Kim, S.H. and Lockley, M.G., 2006, The oldest record of webbed bird and pterosaur tracks from South Korea (Cretaceous Haman Formation, Changseon and Sinsu Island): More evidence of high avian diversity in West Asia. *Cretaceous Research*, 27, 56-69.
- Kim, J.Y. and Lockley, M.G., 2012a, New sauropod tracks (*Brontopodus pentadactylus* ichnosp. nov.) from the Early Cretaceous Haman formation of Jinju area, Korea: Implications for sauropods manus morphology. *Ichnos*, 19, 84-92.
- Kim, J.Y., Lockley, M.G., Huh, M., Lim, J.-D. and Kim, K.S., 2002, A paradise for Mesozoic vertebrates: Diverse, world-class, dinosaur, bird, and pterosaur track-sites from the Cretaceous of Korea. In Huh, M., Kim, H.J. and Park, J. (eds.), *Abstract of the 11th Mesozoic Terrestrial Ecosystems*, Gwangju, Korea, p. 109-111.

- Kim, J.Y., Lockley, M.G., Kim, H.M., Lim, J.D., Kim, S.H., Lee, S.J., Woo, J.O., Park, H.J., Kim, H.S. and Kim K.S., 2009, New dinosaur tracks from Korea. *OrnithopodIchnos masanensis* ichnoge. 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., Kim, K.S., Seo, S.J. and Lim, J.D., 2012b, Enigmatic giant pterosaur tracks and associated ichnofauna from the Cretaceous of Korea: Implication for the bipedal locomotion of pterosaurs. *Ichnos*, 19, 50-65.
- Kim, J.Y., Lockley, M.G., Seo, S.J., Kim, K.S., Kim, S.H. and Baek, K.S., 2012c, A paradise of Mesozoic birds: The world's richest and most diverse Cretaceous bird track assemblage from the Early Cretaceous Haman formation of the Gajin tracksite, Jinju, Korea. *Ichnos*, 19, 28-42.
- Kim, J.Y., Lockley, M.G., Woo, J.O. and Kim, S.H., 2012d, Unusual didactyl traces from the Jinju formation (early Cretaceous, South Korea) indicate a new ichnospecies of *Dromaeosauripus*. *Ichnos*, 19, 75-83.
- Kim, J.Y., Yang, S.Y., Choi, H.I., Seo, S.J. and Kim, K.S., 2011, Dinosaur eggs from the Cretaceous Goseong formation of Tongyeong city, southern coast of Korea. *Journal of the Paleontological Society of Korea*, 27, 13-26.
- 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. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 29, 126A.
- Kim, K.S., Lockley, M.G., Kim, J.Y. and Seo, S.J., 2012, The smallest dinosaur tracks in the world: Occurrences and significance of *Minisauripus* from East Asia. *Ichnos*, 19, 66-74.
- Kim, S.H., 2008, Stratigraphic diversity of bird and diminutive dinosaur tracks from the Cretaceous Haman Formation, South Gyeongsang Province of Korea. Implications for ichnostratigraphy. Ph.D. Dissertation, Korea National University of Education, Korea.
- Kim, Y.H., Kim, Y.S. and Huh, M., 2013, Interpretation of paleo-environment and origin of fractures based on deformation characteristics around Uhangri giant dinosaur footprints in Haenam, Southwest Korea, *Journal of the Geological Society of Korea*, 49, 625-637 (in Korean with English abstract).
- Kobayashi, T. and Suzuki, S., 1936, Non-marine shells of the Naktong-Wakino series. *Japanese Journal of Geology and Geography*, vol. 13, nos. 3-4, 243-257, pls. 27-29.
- Lee, G.J., 1993, Track fossils from the coast of Goheonri, Jindong-myeon, Uichang-gun, South Kyungsang province, Korea. Master thesis, Graduate School of Education, Kyungpook National University, pp. 40.
- Lee, Y.N., 1997, Reassessment of *Ultrasaurus tabriensis* Kim, 1983 and the significance of Korean sauropoda. Proceedings of 13rd Annual Meeting of the Paleontological Society of Korea, 14 p.
- Lee, Y.N., Cheong, K.S., Chang, S.K., Choi, M.Y. and Choi, J.I., 2000, The preliminary research on the dinosaur eggs and nests found in the reclaimed area south the Siwha lake, Geonggi province, Korea. *Journal of the Paleontological Society of Korea*, 16, 27-36.
- Lee, Y.N. and Huh, M., 2002, Manus-only sauropod tracks in the Uhangri formation (upper Cretaceous), Korea and their paleobiological implications. *Journal of Paleontology*, 76, 558-564.
- Lee, Y.N., Ryan, M. and Kobayashi, Y., 2011, The first ceratopsian dinosaur from South Korea. *Naturwissenschaften*, 98(1), 39-49.
- Lim, J.D., Baek, K.S., and Yang, S.Y., 2002, A new record of a pterosaur from the early Cretaceous of Korea. *Current Science*, 82, 1208-1210.
- Lim, J.D., Lockley, M.G. and Kong, D.Y., 2012, The trackway of a quadrupedal ornithopod from the Jindong formation (Cretaceous) of Korea. *Ichnos*, 19, 101-104.
- Lim, J.D., Martin, L.D., Zhou, Z., Baek, K.S. and Yang, S.Y., 2002, The significance of early Cretaceous bird tracks. In Zhou, Z. and Zhang, F. (eds.), *Proceeding of Society of the Avian Paleontology and Evolution*, Beijing, pp. 157-163.
- Lim, J.D., Zhou, Z., Martin, L.D., Baek, K.S. and Yang, S.Y., 2000, The oldest known tracks of web-footed birds from the lower Cretaceous of Korea, *Naturwissenschaften*, 87, 256-259.
- Lim, S.K., 1990, Trace fossils of the Cretaceous Jindong formation, Koseong, Korea. Ph.D. Dissertation, Kyungpook National University, pp. 128 (in Korean with English abstract).
- Lim, S.K., Yang, S.Y. and Lockley, M.G., 1989, Large dinosaur footprint assemblages from the Cretaceous Jindong formation of Korea, *Dinosaur Tracks and Traces* (ed. Gillette and Lockley), 333-336.
- Lockley, M.G., Fleming, R.F., Houck, K., Yang, S.Y. and Lim, S.K., 1993, Dinosaur tracks in intrusive igneous rock, *Ichnos*, 2: 213-216.
- Lockley, M.G., Houck, K.A., Yang, S.Y., Matsukawa, M. and Lim, S.K., 2006, Dinosaur dominated footprint assemblages from the Cretaceous Jindong Formation, Hallyeo Haesang National Park, Goseong county, South Korea: Evidence and implications. *Cretaceous Research*, 27, 70-101.

- Lockley, M.G., Huh, M., Lim, S.K., Yang, S.Y., Chun, S.S. and Unwin, D., 1997, First report of pterosaur tracks from Asia, Chollanam province, Korea. the Paleontological Society of Korea, Special Publications. no. 2, 17-32.
- 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.
- Lockley, M.G., Huh, M. and Kim, B.S., 2012a, *OrnithopodIchnos* and pes-only sauropod trackways from the Hwasun tracksite, Cretaceous of Korea. *Ichnos*, 19, 93-100.
- Lockley, M.G., Huh, M., Gwak, S.G., Hwang, K.G. and Paik, I.S., 2012b, Multiple tracksites with parallel trackways from, the Cretaceous of the Yeosu city area, Korea: implications for gregarious behavior in ornithopod and sauropod dinosaurs. *Ichnos*, 19, 105-114.
- Lockley, M.G., Huh, M., Kim, J.Y., Lim, J.D. and Kim, K.S., 2012c, Recent advances in Korean vertebrate ichnology: The comes of Age. *Ichnos*, 19, 1-5.
- Lockley, M.G., Huh, M. and Kim, B.S., 2012e, *Ornithopodichnus* and pes-only sauropod trackways from the Hwasun tracksite, Cretaceous of Korea. *Ichnos*, 19, 93-100.
- Lockley, M.G., Huh, M., Gwak, S.G., Hwang, K.G. and Paik, I.S., 2012f, Multiple tracksites with parallel trackways from the Cretaceous of the Yeosu city area Korea: implications for gregarious behavior in ornithopod and sauropod dinosaurs. *Ichnos*, 19, 105-114.
- Lockley, M.G., Huh, M., Kim, J.Y., Lim, J.D. and Kim, K.S., 2012g, Recent advances in Korean vertebrate ichnology: The comes of zge. *Ichnos*, 19, 1-5.
- Lockley, M., Lim, J.D., Kim, J.Y., Kim, K.S., Huh, M. and Hwang, K.G., 2012h, Tracking Korea's early birds: A review of Cretaceous avian ichnology and its implications for evolution and behavior. *Ichnos*, 19, 17-27.
- Lockley, M.G., Yang, S.Y., Matsukawa, M., Fleming, F. and Lim, S.K., 1992, The track record of Mesozoic birds: evidence and implications, *Philosophical Transactions of Royal Soc., Lond. B.*, 336, 113-134.
- Minter, L.J., Lockley, M.G., Huh, M., Hwang, K.G. and Kim, J.Y., 2012, *Lithgraphus*, an abundant arthropod trackway from the Cretaceous Haenam tracksite of Korea. *Ichnos*, 19, 115-120.
- Paik, I.S., 2000, Bone chip-filled burrows associated with bored dinosaur bone in floodplain paleosols of the Cretaceous Hasandong formation, Korea. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 157, 213-225.
- Paik, I.S., Huh, M. and Kim, H.J., 2004, Dinosaur bearing deposits (upper Cretaceous) of Boseong, Korea: Occurrence, paleoenvironments, taphonomy, and preservation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 205, 155-168.
- Paik, I.S., Kim, H.J. and Huh, M., 2010, Impressions of dinosaur skin from the Cretaceous Haman Formation in Korea. *Journal of Asian Earth Sciences*, 39, 270-274.
- Paik, I.S., Kim, H.J. and Huh, M., 2012a, Dinosaur egg deposits in the Cretaceous Gyeongsang supergroup, Korea: diversity and paleobiological implications. *Journal of Asian Earth Sciences*, 56, 135-146.
- Paik, I.S., Kim, H.J., Lim, J.D., Huh, M. and Lee, H.I., 2011, Diverse tooth marks on an adult sauropod bone from the early Cretaceous, Korea: implications in feeding behaviour of theropod dinosaurs. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoeology*, 294, 342-346.
- Paik, I.S., Lee, Y.I., Kim, H.J. and Huh, M., 2012b, Time, space and structure on the Korea Cretaceous dinosaur coast: Cretaceous stratigraphy, geochronology, and paleoenvironments. *Ichnos*, 19, 6-16.
- Park, E.J., 2000, Tooth fossils of Cretaceous from Korea and Canada. Ph.D. dissertation. Dept. Geology, Kyungpook National Univ., Korea. pp. 123.
- Park, E.J., Yang, S.Y. and Currie, P.J., 2000, Early Cretaceous dinosaur teeth of Korea. *Proceedings of 2000 international dinosaur symposium, Koseong county, Korea*, 16 p.
- Park, H.S., 1986, On the shell structures of the Mesozoic bivalves and dinosaur's egg from Korea. Master thesis of Graduate School of Education, Kyungpook National University. pp. 44. (in Korean with English abstract).
- Upchurch, P., Barret, P.M. and Dodson, P., 2004, Sauropoda. in Weishampel, D.W., Dodson, P., and Osmolska, H. (eds), *The Dinosauria*, University of California Press, p. 259-322.
- Yang, S.Y., 1976, Dinosaur egg shell from the Hasandong formation of Geumnam-myeon beach Hadong-gun, Gyeongsang-nam-do. *Proceedings of the Annual Meeting of the Geological Society of Korea*.
- Yang, S.Y., 1982, On the dinosaur's footprints from the upper Cretaceous Gyeongsang group, Korea. *Journal of the Geological Society of Korea*, vol. 18, 37-48 (in Korean with English abstract).
- Yang, S.Y., 1986, Dinosaur and track fossils of Korea, *Monthly "Earth"*, vol. 8, 138-142 (In Japanese).
- Yang, S.Y., Lim, S.K. and Seo, S.J., 2000, A report of the dinosaur fossils from the Goseong-gun, Gyeongsangnam-do, Korea. *Goseong-gun, Gyeongsangnamdo*, pp. 205 (in Korean).
- Yang, S.Y., Lockley, M.G., Greben, R., Erikson, R.B. and Lim, S.K., 1995, Flamingo and duck-like bird tracks from the late Cretaceous and early Tertiary: evidence and implications. *Ichnos*, 4, 21-34.

Yang, S.Y., Yun, C.S. and Kim, T.W., 2003, Pictorial book of Korean fossils, Academy Books, Limited, pp. 419 (in Korean).

Yun, C.S. and Yang, S.Y., 1997, Dinosaur eggshells from the Hansandong formation, Gyeongsang supergroup, Korea. Journal of the Paleontological Society of Korea, vol. 13, 21-36 (in Korean with English abstract).

Yun, C.S. and Yang, S.Y., 2001, First discovery of big

pterosaur teeth in Korea. Journal of the Paleontological Society of Korea, vol. 17, 69-76 (in Korean with English abstract).

Received : August 9, 2014

Revised : February 2, 2015

Accepted : March 3, 2015