

<Short Note>

전남 보성에서 발굴된 국내 최초
인룡류(Lepidosauria) 화석에 대한 보고

박진영* · 허민

전남대학교 지구환경과학부 & 한국공룡연구센터

서론

Romer (1956)는 이궁형(diapsid) 중 조룡류(Archosauria)의 특징을 지니지 않은 파충류들의 집합을 인룡류(Lepidosauria)로 보고했다. 이후 새로운 화석종들의 발견과 이에 대한 계통분류학적인 연구가 이루어지면서 측계통군(paraphyletic taxon)인 인룡류는 단계통군(monophyletic taxon)으로 재정립되었다(e.g., Evans, 1980, 1984; Benton, 1985; Whiteside, 1986; Gauthier *et al.*, 1988). 현재 인룡류는 도마뱀류, 뱀류, 지렁이 도마뱀류(amphisbaenians)를 포함하는 유린류(squamata)와 투아타라(*Sphenodon punctatus*)를 포함하는 휘두류(rhynchocephalian, 옛도마뱀류)의 공통조상과 이들의 모든 후손들로 정의되며, 이 계통군은 조룡류의 자매분류군(sister taxon)으로 정립된다(e.g., Gauthier *et al.*, 1988). 인룡형류(lepidosauromorphs)는 인룡류와 이들과 근접한 분류군들을 통합한 계통군이다(e.g., Gauthier *et al.*, 1988). 여기에는 플레시오사우루스류(Plesiosauria), 노토사우루스류(Nothosauria), 탈라토사우루스류(Thalattosauria), 그리고 플라코돈류(Placodontia) 등이 포함되는 기룡류(Sauropterygia)와 연장된 늑골을 이용해 활공하는 쿠에네오사우루스류(Kuehneosauria)가 추가된다(e.g., Evans and Jones, 2010). 가장 오래된 인룡형류의 화석은 중기 페름기 층에서 산출되었으며, 대표적인 종으로는 러시아의 란타놀라니아 이바크흐넨코이(*Lanthanolia ivakhnenkoi*)와 남아프리카의 사우로스테르논 바이니이(*Saurosternon bainii*)가 있다(Huxley, 1868; Sean and Robert, 2003; Evans and Jones, 2010). 현재 가장 번성하고 있는 인룡형류인 유린류는 7000여종의 현생종이 알려져 있다(Zug *et al.*, 2001). 유린류에는 사지를 지닌 작은 도마뱀붙이류부터 대형 코모도왕도마뱀(*Varanus komodoensis*), 그리고 사지가 없는 그린아나콘다(*Eunectes murinus*)까지 다양한 종류가 포함되며(Evans, 2003), 이 중 모사사우루스류(Mosasauroidea)는 후기 백악기 때 절멸했다. 가장 오래된 유린류의 화석으로는 인도의 후기 트라이아스기 층에서 산출된 티키구아니아 에스테시(*Tikiguania estesi*)가 있으나(Datta and Ray, 2006), 이 화석개체는 제4기나 후제3기의 층으로부터 운반되어 후기 트라이아스기 층 위로 재퇴적된 일종의 좀비효과(zombie effect)의 결과물인 것으로 여겨진다(Hutchinson *et al.*, 2012). 최초의 유린류는 전기 트라이아스기에서 중기 트라이아스기로 넘어가는 시기에 등장했을 것으로 추정된다(Evans and Jones, 2010). 이들의 자매분류군인 휘두류의 가장 오래된 화석개체는 후기 트라이아스기 층에서 발견되었지만(Fraser and Benton, 1989), 이들 분류군들이 상당히 파생된 형태를 보이기 때문에 최초의 휘두류가 적어도 중기 트라이아스기에는 등장했을 것으로 추정된다(Evans, 2003). 휘두류는 중생대 기간 동안 매우 다양한 형태로 진화하였으나(e.g., Carroll and Wild, 1994; Olivier, 1994; Benton, 2005), 중생대 이후에는 이들의 다양성이 급격하게 줄어, 현재는 1속 2종만 존재한다(Prothero, 2004).

2000년, 전남 보성군 득량면 비봉리 선소해안 일대에서의 공룡알화석 발굴 및 학술조사 과정에서 파충류의 화석 DRCC-BT001(Dinosaur Research Center Chonnam national university - Boseong Turtle Catalogue Number)이 산출되었다(Fig. 1)(Huh *et al.*, 2006). 산출 당시에는 거북류의 화석으로 인식하였으나(Huh *et al.*, 2006), 화석처리과정을 통해 이것이 인룡류의 화석임이 명확해졌다. 인룡류는 다양한 환경에서 다양한

*Corresponding author E-mail: stegosaur@hanmail.net



Fig. 1. Location map of study area.

형태로 생존했음에도 불구하고 화석으로 보존되는 경우가 드물다. 많은 화석 인룡류는 호수퇴적물과 기타 세립질 퇴적물에 매몰되어 화석으로 남겨지며, 미세한 척추뼈 화석만 발견되는 경우가 대부분이다(Evans and Jones, 2010). 표본 DRCC-BT001은 완벽하게 보존된 상완골(humerus)과 부분적으로 보존된 하악골(mandible), 익돌골(ptyergoid), 오혜골(coracoid), 그리고 동정이 어려운 뼈 파편 2개와 함께 보존되어 있으며(Fig. 3), 이것은 우리나라에서 최초로 보고되는 인룡류의 화석이다.

지질개요

전라남도 보성군 득량면 비봉리 선소마을 해안 일대는 선소역암, 선소층, 필봉유문암, 무등산용암, 오봉산 각력질응회암, 그리고 도천리유문암으로 구성된다(Hwang and Cheong, 1968). 보성지역 화산암층의 최하부를 점하는 선소 화산회류응회암은 보성 지질도폭에는 기재되어 있지 않지만, 선소 마을 해안을 따라 극히 일부만 노출되어 나타난다(Huh *et al.*, 2006). 선소 화산회류응회암과 필봉응회암의 동위원소 분석은 화석이 산출되는 선소역암과 선소층이 적어도 캄파니안(Campanian)에 해당함을 지시한다(Huh *et al.*, 2006; Kim *et al.*, 2008). 표본 DRCC-BT001과 함께 다수의 공통알화석과 원시조각류(basal ornithopod)인 *코레아노사우루스 보성엔시스*(*Koreanosaurus boseongensis*)가 선소역암에서 산출되었다(Huh *et al.*, 1999; Huh *et al.*, 2006; Huh and Zelenitsky, 2002; Huh *et al.*, 2011). 이곳의 화석들은 역질사암층 사이에 존재하는 자주색 사질이암층에서 산출되었으며(Fig. 2)(Huh *et al.*, 2006), 이는 선상 말단부 퇴적층(terminal fan deposits)으로 해석된다(Paik *et al.*, 2004). 화석이 산출되는 사질이암층에서는 버티줄고토양과 석회질고토양이 발달되어 있는데(Paik *et al.*, 2004), 이는 퇴적당시 기후 조건이 건기와 우기가 교차하는 아열대 건조지역이었음을 시사한다(Mack and James, 1994).

인룡류 화석

표본 DRCC-BT001은 하악골, 익돌골, 오혜골, 좌측 상완골, 그리고 동정이 어려운 뼈 파편 2개를 포함하여 총 6개의 부분으로 구성되어 있다(Fig. 3). 이중 좌측 상완골이 가장 온전한 형태로 보존되어 있으며, 그 길

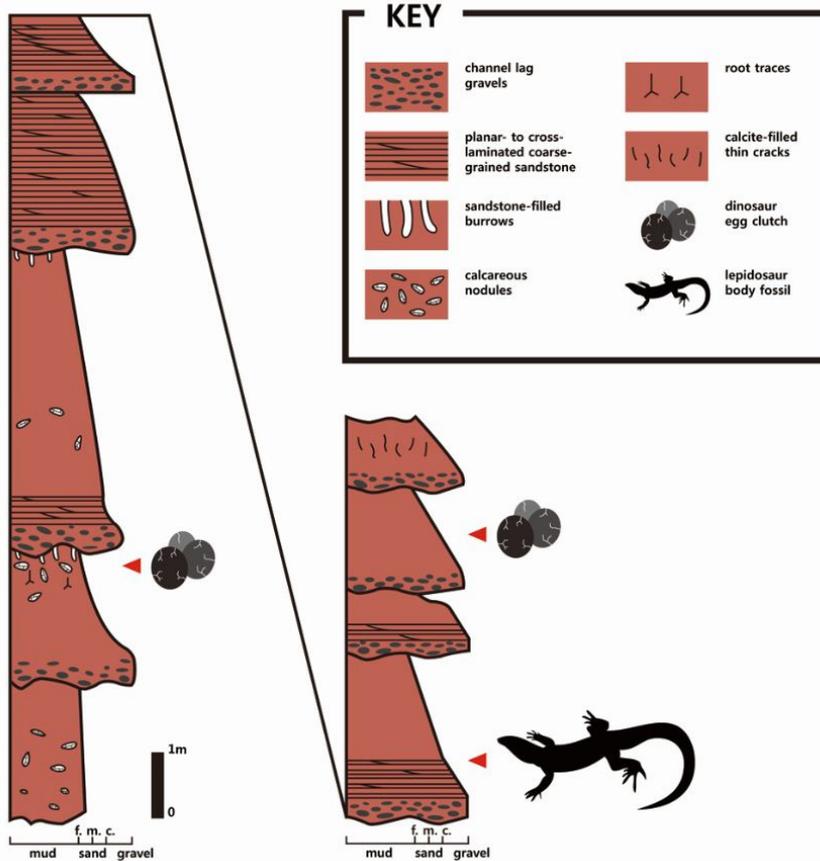


Fig. 2. Stratigraphic section of Boseong dinosaur egg site (site1). (Modified from Paik *et al.*, 2004)

이는 상완골두(head)부터 상완골관절용기(condyle)까지 약 98 mm이다. 처음 발견되었을 당시에는 상완골체(body)가 뒤틀려진(twisted) 느낌을 줄 정도로 휘어졌다 하여 거북류(Testudine)의 것이라 기재되었지만(Huh *et al.*, 2006), 화학처리과정 후에 재관찰 결과 거북류의 상완골과는 달리 상완골체가 직립형(erect)이며, 상완골두(head)가 넓고 평평한 형태를 보이는 것으로 확인되었다(Park and Huh, 2012). 이렇게 근위부(proximal end)와 원위부(distal end)가 납작한 형태를 보이는 상완골은 휘두류와 유린류인 독도마뱀류(Helodermatidae), 이구아나류(Iguanidae), 그리고 왕도마뱀류(Varanidae)에서 관찰된다(Gregory, 1949).

보존된 하악골의 길이는 127 mm이며, 구멍이 발달하지 않은 치조골(alveolar bone)에는 치아가 보존되어 있지 않다. 아마도 치아는 교원섬유(collagenous fiber)에 의해 하악골의 내측 치조골과 연결되어 있었을 것이다. 이러한 측치(pleurodont)는 경골어류(Osteichthyes)와 현생양서류에서도 관찰되지만, 파충류 중에서는 휘두류와 유린류에서 관찰된다(Pough *et al.*, 2005).

익돌골은 턱을 밀어 내거나 올리게 작동하는 근육인 익골근(ptyergoideus muscle)이 부착되는 곳이다(Pough *et al.*, 2005). 표본의 익돌골체(body)는 온전하게 보존되어 있으나 축(ramus)이 파손되어 끝이 보존되지 않았다. 익돌골체는 납작하고 짧은 형태를 보이며, 축과는 둔각(약 120°)을 이룬다. 이는 쿠에네오사우루스류인 쿠에네오사우루스 라투스(*Kuehneosaurus latus*)와 차이를 보이지만 탈라토사우루스류인 미오덴토사우루스 브레비스(*Miodentosaurus brevis*)와 유사한 형태를 보인다. 하지만 이구아나류, 악어도마뱀류(Anguidae), 비늘도마뱀류(Xenosauridae), 그리고 스킨크류(Scincidae)의 것이 더욱 유사하다 볼 수 있다.

오혜골에는 관절와(glenoid)와 오혜공(coracoid foramen)이 보존되어 있다. 부분적으로 보존되어 있으나,

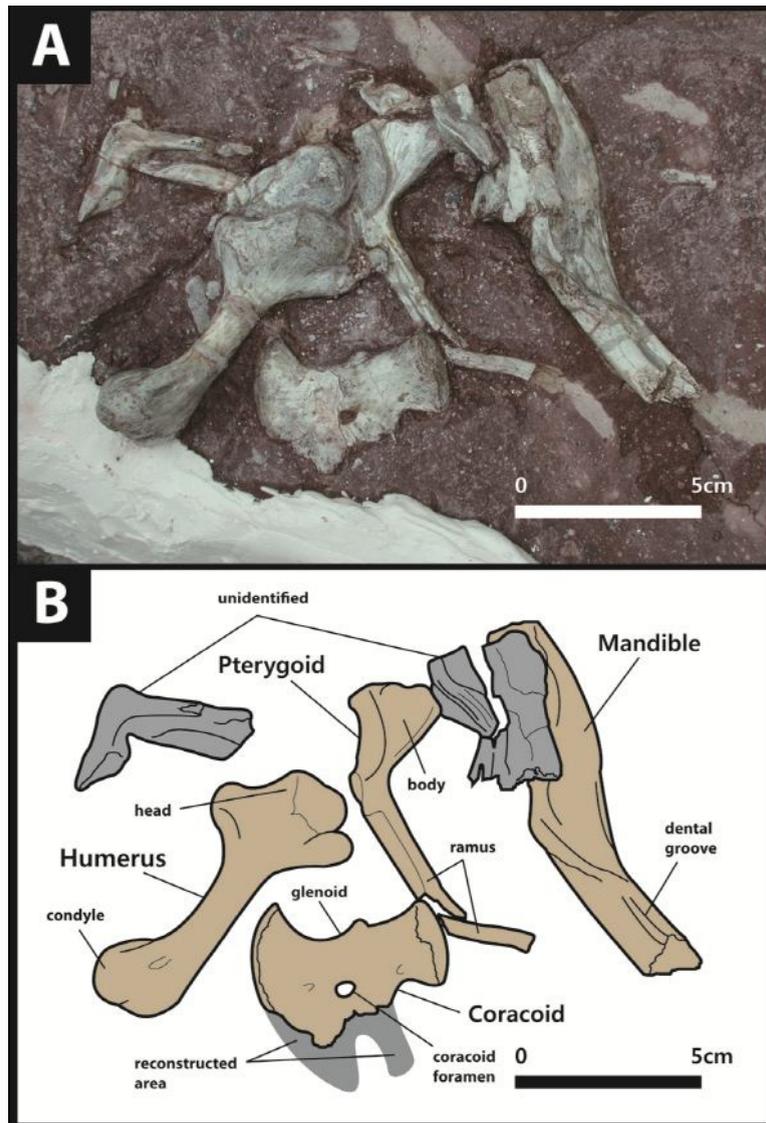


Fig. 3. A. Photo of the lepidosaur specimen (DRCC - BT001), after preparation. B. Diagrammatic drawing of the specimen.

전체적인 형태는 왕도마뱀류와 같은 유린류의 것과 유사하다.

산출된 뼈들의 특징들로 미루어 볼 때, 보성에서 발굴된 화석은 무궁형(anapsid)인 거북류가 아니며, 적어도 기룡류가 아닌 휘두류나 원시형태의 유린류에 속하는 인룡류임이 확실하다. 화석으로 보존되는 경우가 드문데도 불구하고 유린류는 중생대 전 기간을 통틀어서 다양한 종류들이 발견되었다(Evans and Jones, 2010). 반면에 휘두류의 화석은 트라이아스기와 쥐라기의 지층에서 다수 발견되었지만, 백악기로 가면서 발견되어 지는 숫자가 눈에 띄게 줄어든다(Evans and Jones, 2010). 현재까지 보고된 종의 수로 본다면 보성에서 발견된 화석이 휘두류가 아닌 유린류일 가능성이 높지만, 휘두류의 경우를 배제할 수는 없다. 비록 적은수의 뼈화석으로만 이루어졌지만, 표본 DRCC-BT001은 우리나라 최초로 발견된 인룡류 화석이라는 점에서 자연사적 가치가 매우 뛰어난 화석이라 할 수 있겠다. 향후 지속적인 연구를 바탕으로 당시 아시아의 인룡류 진화에 대한 실마리 제공 및 한반도의 고생태 복원에 크게 기여할 것으로 기대된다.

감사의 글

이번 연구에 도움을 준 와세다대학(Waseda University)의 렌 히라야마(Ren Hirayama) 교수님, 후쿠이현립공룡박물관(Fukui Prefectural Dinosaur Museum)의 타이 쿠보(Tai Kubo) 박사님, 목포자연사박물관의 김보성 학예사님, 앨버타대학(University of Alberta)의 텃츠토 미야시타(Tetsuto Miyashita) 석사에게 감사드린다. 아울러 당시 ‘보성 비봉리 공룡알화석 발굴 및 학술조사’ 현장 발굴에 참여한 전남대학교 한국공룡연구센터 연구원 및 학생들에게 감사드리고, 현생파충류 골격표본들을 제공하고 비교연구에 도움을 준 목동생명과학박물관의 이태원 실장님에게도 감사드린다. 마지막으로 본 단보를 심사한 부경대학교의 백인성 교수님과 지질자원연구원의 이용남 박사님, 그리고 본 단보 편집에 도움을 준 한국고생물학회 이의형 편집장님에게 감사드린다.

THE FIRST LEPIDOSAUR FOSSIL FROM BOSEONG, JEOLLANAM-DO, SOUTH KOREA

Jin-Young Park* and Min Huh

Faculty of Earth Systems and Environmental Sciences & Korea Dinosaur Research Center,
Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

참고문헌

- Benton, M. J. 1985. Classification and phylogeny of the diapsid reptiles. *Zoological Journal of the Linnean Society* 84:97-164.
- Benton, M. 2005. *Vertebrate Palaeontology* (third edition). Blackwell Publishing Ltd. UK, 472 p.
- Carroll R. L., and Wild R. 1994. Marine members of the Sphenodontia; pp. 70-83 in Fraser, N. C. and Sues H.-D. (eds.), *In the Shadow of the Dinosaurs: Early Mesozoic Tetrapods*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Cheng, Y. N., Wu, X. C., Li, C. and Sato, T. 2007. A new thalattosaurian (Reptilia: Diapsida) from the Upper Triassic of Guizhou, China. *Vertebrata Palasiatica* 45:246-260.
- Datta, P. M. and Ray, S. 2006. Earliest lizard from the Late Triassic (Carnian) of India. *Journal of Vertebrate Paleontology* 26:795-800.
- Evans, S. E. 1980. The skull of a new eosuchian reptile from the Lower Jurassic of South Wales. *Zoological Journal of the Linnean Society* 70:203-264.
- Evans, S. E. 1984. The classification of the Lepidosauria. *Zoological Journal of the Linnean Society* 82:87-100.
- Evans, S. E. 2003. At the feet of the dinosaurs: the origin, evolution and early diversification of squamate reptiles (Lepidosauria: Diapsida). *Biological Reviews*, 78:513-551.
- Evans, S. E. and Jones, M. E. H. 2010. The origin, early history and diversification of lepidosauromorph reptiles; pp. 27-44 in Bandyopadhyay, S. (ed.), *New Aspects of Mesozoic Biodiversity. Lecture Notes in Earth Sciences* 132.
- Fraser, N. C. and Benton, M. J. 1989. The Triassic reptiles *Brachyrhinodon* and *Polysphenodon* and the relationships of the sphenodontids. *Zoological Journal of the Linnean Society* 96:413-445.
- Gauthier, J., Estes R. and Despard de Queiroz, K. 1988. A phylogenetic analysis of Lepidosauromorpha; pp. 15-98 in Estes, R. and Pregill, G. (eds.), *Phylogenetic Relationships of the Lizard Families*. Stanford University Press.
- Gregory, W. K. 1949. The humerus from fish to man. *American Museum Novitates*. 1400:1-54.
- Huh, M., Lee, D.-G., Kim, J.-K., Lim, J.-D. and Godefroit, P. 2011. A new basal ornithomimid dinosaur from the Upper Cretaceous of South Korea. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie – Abhandlungen* 259:1-24.
- Huh, M., Paik, I. S., Lee, Y. I. and Kim, H. K. 1999. Dinosaur eggs and nests from Boseong, Chullanam-do. *Journal of the Geological Society of Korea* 35:229-232.
- Huh, M., Paik, I. S., Lee, Y. I. and Park, K. H. 2006. A research on the Boseong dinosaur egg site, Korea. *Korea Dinosaur*

- Research Center of Chonnam National University and Boseong-gun County, 229 p. (in Korean).
- Huh, M. and Zelenitsky, D. K. 2002. Rich dinosaur nesting site from the Cretaceous of Bosung County, Chullanam-do Province, South Korea. *Journal of Vertebrate Paleontology* 22:716–718.
- Hutchinson, M. H., Skinner, A. and Lee, M. S. Y. 2012. Tikiguania and the antiquity of squamate reptiles (lizards and snakes). *Biology Letters*, doi:10.1098/rsbl.2011.1216. Published online.
- Huxley, T. H. 1868. On *Saurosternon bainii*, and *Pristerodon mckayi*, two new fossil lacertilian reptiles from South Africa. *Geological Magazine* 5:201–205.
- Hwang, I. J. and Cheong, C. S. 1968. Explanatory text of the geological map of Boseong sheet (1:50 000). Geological Survey of Korea, Seoul, 9 p.
- Kim, C. B., Kim, J. M. and Huh M. 2008. Age and stratification of dinosaur eggs and clutches from Seonso Formation, South Korea. *The Journal of the Korean Earth Science Society* 29:386–395.
- Mack, G. H. and James W. C. 1994. Paleoclimate and the global distribution of paleosols. *Journal of Geology* 102:360–336.
- Olivier, R. 1994. The Lepidosauromorpha: an overview with special emphasis on the Squamata; pp. 23-37 in Fraser, N. C. and Sues, H.-D. (eds), *In the shadow of the dinosaurs: early Mesozoic tetrapods*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Park, J. Y. and Huh, M. 2012. Preliminary study on the Cretaceous non-marine Reptilia body fossils from the Boseong dinosaur egg site, South Korea. 2012 Annual Meeting of the Geological Society of Korea (Abstracts), p. 202.
- Pough, F. H., Janis M. C. and Heiser B. J. 2005. *Vertebrate Life* (7th ed). Pearson Prentice Hall. New Jersey, 684 p.
- Prothero, D. R. 2004. *Bringing fossils to life: an introduction to paleontology* (2nd ed.). McGraw-Hill. New York, 512 p.
- Robinson, P. L. 1962. Gliding lizards from the Upper Keuper of Great Britain. *Proceedings of the Geological Society of London* 1601:137–146.
- Romer, A. S. 1956. *Osteology of Reptiles*. University of Chicago Press, Chicago, 800 p.
- Sean, P. M. and Robert, R. R. 2003. An enigmatic new diapsid reptile from the Upper Permian of Eastern Europe. *Journal of Vertebrate Paleontology* 22:851–855.
- Whiteside, D. I. 1986. The head skeleton of the Rhaetian sphenodontid *Diphydontosaurus avonis* gen. et sp. nov., and the modernising of a living fossil. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* B312:379–430.
- Zug, G. R., Vitt, L. J. and Caldwell, J. P. 2001. *Herpetology* (2nd ed.). Academic Press, San Diego, 630 p.