

兵庫の恐竜：篠山層群の白亜紀前期脊椎動物群とその意義

三 枝 春 生¹⁾

Dinosaurs of Hyogo : the Early Cretaceous Vertebrate Fauna from the Sasayama Group and Its Implications

Haruo SAEGUSA¹⁾

白亜紀は、現在の陸上生物相の主要な構成要素となっている動植物、たとえば真獣類（有胎盤類とそれに近縁な化石哺乳類）や被子植物が出現し、これらが現在は絶滅した動植物、たとえば恐竜（鳥以外の）、と共存しつつ発展した時期である。そのため、現在の陸上生態系の歴史的背景を理解する上において白亜紀の陸生生物の化石は貴重である。しかし、日本では陸成層の発達が良いことから、植物遺体を除けば、こうした要求を満たす化石資料が日本から産出することは、明治時代に日本に地質・古生物学が導入されて以来 100 年近くほとんど期待できなかった。日本の研究者が第一級の白亜紀陸上脊椎動物化石を研究する機会を得たのは、戦前の南樺太（現ロシア領サハリン）や満州（現中国遼寧省）においてであった。

しかし、こうした状況は、1985 年に石川県において獣脚類の歯の化石が発見されたことを契機に活発化した下部白亜系手取層群の脊椎動物化石の発掘調査により一変した。手取層群は福井、石川、富山、岐阜の 4 県にまたがって分布するが、これら 4 県全てにおいて恐竜などの白亜紀脊椎動物化石が産出しており、中でも福井県勝山市、石川県白山市、岐阜県高山市からは系統分類学的研究に十分に使うことのできる恐竜、哺乳類、コリストデラ類、有鱗類、カメ類、硬骨魚類の化石が産出している。これに対して、兵庫県下から白亜紀陸生脊椎動物化石の産出報告されたのは、北陸地方での発見よりも 20 年ほど後の 2004 年になってからである。この年 5 月に淡路島の和泉層群（上部白亜系、海成層）より白亜紀後期のラムベオサウルス亜科鳥脚類の下顎骨、頸椎、鳥口骨、そして尾椎が洲本市の採石場の岩層中より発見された。骨格の前後両端の部位が産出したので埋没時にはほぼ完全な骨格であったと推定されるが、発見者である岸本氏（姫路市在住）とともに現場に駆け付けた時には、残念ながら骨格の大部分はすでに碎石の採掘作業により破壊された後だった。国産の恐竜としては極めて保存の良かったものだけに残念であったが、この発見の 2 年後の 2006 年に下部白亜系の陸成層である篠山層群より恐竜の化石が発見された。

¹⁾兵庫県立大学・自然・環境科学研究所 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘 6 丁目。 ¹⁾Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo, Yayoigaoka 6-chome, Sanda, Hyogo Prefecture 669-1548, Japan.

篠山層群は、超丹波帯の地層を不整合に覆って篠山盆地および丹波市山南町に分布し、上部白亜系の有馬層群により不整合で覆われる（小野山, 1931; 坂口, 1959）。篠山層群は角閃石安山岩火砕岩を境に下部層と上部層に分けられ、下部層は篠山盆地および山南町の両地域に分布するのに対して上部層が篠山盆地東部にのみ分布する。篠山盆地の篠山層群下部層は、礫岩、砂岩、赤褐色の泥岩、黒色頁岩からなり流紋岩凝灰岩を挟む（吉川, 1993）。この流紋岩凝灰岩からは $138 \pm 9 \sim 134.7 \pm 22.3$ Ma のフィッシュントラック年代が得られていたが（弘原海ら, 1983; 松浦・吉川, 1992）。最近同凝灰岩のフィッシュントラック年代の再測定およびカイエビ類化石の再検討が行われ篠山層群下部層の年代は Albian~Cenomanian とされている（林ら, 2010）。なお篠山層群の碎屑岩の残留磁気は堆積時ではなく、向斜構造の形成時に獲得されたものであり（Uno and Furukawa, 2005; 辻・森永, 2007）、篠山層群の古地磁気層序を立てることは困難と考えられる。

篠山層群の下部層からは、淡水性の軟体動物化石（Ota, 1960; 田村, 1990）、上部層からはカイエビ類化石（円増・中沢, 1956; 坂口, 1959; 楠見, 1961）および植物化石（円増, 1958; 楠見, 1961）等の産出が報告されていたが、2006年の時点では脊椎動物化石の産出報告はなかった。同年8月7日に丹波市在住の村上茂・足立洸両氏により丹波市山南町上滝（以後上滝発掘地点）の篠山川河床に露出する篠山層群下部層より竜脚類の肋骨および尾椎が発見された。両氏からの通報を受けて、同年9月に兵庫県立人と自然の博物館は試掘を行い、竜脚類の部分骨格と獣脚類の脱落歯の埋蔵を確認した（三枝ら, 2008）。これ以後2007年から現在までに5回の発掘が毎年川の水位が下がる厳寒期（1月~3月上旬）に行われ、竜脚類（以後丹波竜脚類と呼ぶ）の部分骨格、獣脚類（ティラノサウルス類、テリジノサウルス類、およびこれら以外の獣脚類）、鳥脚類、曲竜類の脱落歯、カエル類、トカゲ類の骨格、卵殻化石、カイエビ化石が上滝発掘地点より発掘されている（三枝ら, 2008）。

丹波竜脚類は竜脚類の中の一グループであるティタノサウルス形類に属すると考えられる（Saegusa *et al.*, 2008）。ここ10年あまりの間に、中国を中心に新たなティタノサウルス形類の化石がアジア各地で次々と発見されているが、その系統進化、特に Gondwana に分布するティタノサウルス形類との関係に現在関心もたれている。ティタノサウルス形類は元来 Gondwana に起源し、そこで分化したものが北方のユーラシアに侵入した可能性が高く、その系統関係は両地域間の陸域の接続状態を反映していると予想されるからである。系統解析には保存の良い骨格化石が必要であるが、丹波竜脚類の部分骨格化石には脳函（頭骨の一部）といった竜脚類では産出の稀な部位を含み、アジア産のティタノサウルス形類の化石中에서도保存のよい部類に入る。その発掘とクリーニングの完了にはまだまだ時間がかかるが、丹波竜脚類の化石はティタノサウルス形類の進化を知る上で貴重な資料となることは確実である。

上滝発掘地点から発掘された化石において、丹波竜脚類の化石は重量で他を圧倒的するが、個体数ではカエル類が最も多い。はっきりと確認されているものだけでも約150個、それらしいものも含めると約3千個ものカエルの化石が上滝発掘地点から発見されている。上滝発掘地点のカエル化石は遊離した肋骨がないなどの原始的な特徴から、ムカシガエル亜目の一種であると考えられるが（Ikeda *et al.*, 2010）、骨格の全体のデザインは現生のもので変わらず、水中でなく陸で暮していただろう。

上滝発掘地点からは一時的な水たまりに発生するカイエビ（ミジンコに近縁な甲殻類）の化石を除くと水中にすむ動物の化石は全く産出していない。これは化石を含有する赤褐色の泥岩の成因とも整合的である。篠山層群の化石産出層準の堆積環境は、堆積相の特徴から主に河川の周辺に広がる氾濫原の環境が想定できる。古土壌と考えられる化石を含有する泥岩には、スリッケンサイドが顕著に発達し、vertisol と解釈することができる（三枝ら, 2010）。vertisol は乾燥・湿潤が明瞭に

あら現れる環境下で形成されるので、一時的な水たまりが形成されたはずであり、産出化石の構成と矛盾しない。

篠山層群は、丹波市山南町よりも篠山市により広く分布しており、新たな恐竜化石産地発見の可能性は篠山市の方が大きい。2007年10月に上滝発掘地点発見者の一人足立氏により篠山市宮田で大量の小型脊椎動物化石が（以後宮田発掘地点）、2007年10月には篠山市大山小学校の小学6年生により同市大山下（以後大山下発掘地点）の篠山川河床で小型の獣脚類の歯が（三枝ら、2010）、そして2010年9月には篠山市と丹波市在住の地学愛好家によりデイノニコサウルス類（鳥類に近縁な小型獣脚類）の部分骨格が県立丹波並木道中央公園内（以後県立公園発掘地点）においてそれぞれ発見された。

宮田発掘地点からは4種類の有鱗類（トカゲの仲間）、原始的な角竜の頭骨の一部そして哺乳類のほぼ完全な下顎の化石が産出している（三枝ら、2008；Ikeda and Saegusa, 2009；Saegusa *et al.*, 2009）。これらは上滝発掘地点と同じく赤褐色の泥岩より産出しているが、大山下発掘地点では植物片と軟体動物化石を含む黒色泥岩から、県立公園発掘地点からは砂岩から産出している。堆積相の解析は上滝および宮田発掘地点以外では行われていないが、含有層の岩相が互いに異なることから、多様な堆積環境が推定される。産出する化石の組み合わせにも発掘地点間で差異がある。上滝および宮田発掘地点はともに赤褐色の泥岩より化石が産出しているが、上滝ではカエルが圧倒的に多いのに対して宮田では有鱗類が卓越する。分類群の差異と微小な古環境の関連の解明も今後の課題の1つである。

宮田発掘地点から発掘された小さな哺乳類の下顎の化石は、我々の遠い祖先が恐竜全盛時代にどのような姿をしていたかを教えてくれる化石と言える。白亜紀には様々な系統の哺乳類が恐竜と共存していた。しかし、現存する哺乳類は、カモノハシなどの単孔類、カンガルーなどの後獣類そして現生哺乳類の大半を占める真獣類の三つの系統だけである。最古の真獣類の化石は遼寧省の約一億二千五百万年前の地層から発見されたエオマイア (*Eomaia*) とアクリスタテリウム (*Acristatherium*) だが、これらを除くと、前期白亜紀の真獣類の化石は世界的に見ても不完全なあごの骨や歯の化石だけしか知られていない。篠山市宮田産の哺乳類化石は真獣類の一種であると考えられ、しかもほぼ完全な下顎の化石である（楠橋ら、2011）。これだけでも前期白亜紀の真獣類の化石としては例外的に良い状態のものと言えるが、今後発掘をつづければ頭骨や体の骨なども発見される可能性がある。

篠山層群からは現在のところ8分類群の恐竜類、2種のカエル類、4種のトカゲ類、1種の哺乳類が確認されており、北陸の手取層群とならぶ日本を代表する白亜紀脊椎動物化石産出層となった。篠山層群からはティタノサウルス形類（丹波竜）、ティラノサウルス類、テリジノサウルス類、比較的進歩的なイグアノドン類、新角竜類が発見されているが、この組み合わせは手取層群よりも中国や韓国などの前期白亜紀の後半に出来た地層から出る恐竜化石の組み合わせと類似している。また、篠山層群では、赤褐色の泥岩に化石が含まれているが、こうした点においても、篠山層群は、同じ日本の手取層群よりもむしろ中国や韓国などの恐竜産出層に似ている。手取層群の動植物は全般により冷涼で湿潤な気候を反映しており、これに対して篠山層群の動植物は乾季と雨季の明瞭なより温暖な気候を反映しているようである。篠山層群と手取層群の年代学的研究にはまだ不十分な点が多いが、北陸の手取層群は白亜紀前期の中盤、篠山層群は白亜紀前期の終盤の地層と見てよいだろう。白亜紀前期のアジアには冷涼な時期があったとされ、手取層群の動植物はその時期のものとしてされている。アジアの陸上でこの冷涼な時期がいつまで続いていたかは、この時代のアジアの陸成層の年代決定の不備からまだ不明確な点がある。篠山層群では豊富な化石含有層が放射年代測定可能な凝灰岩層の直上にあり、精度の高い年代決定が可能な地層である。白亜紀前期のアジアの古

環境変遷を解明する上でも、篠山層群堆積時の正確な年代決定および同位体等を用いた古気候の復元が待たれる。

引用文献

- 円増俊夫 (1958) : 兵庫県篠山盆地 (篠山統) より発見した植物化石及び生痕化石其他について. 地学研究, **10**, 116-118.
- 円増俊夫, 中沢圭二 (1956) : 兵庫県篠山盆地 (篠山統) より発見した貝蝦および植物化石について. 地学研究, **8**, 184-188.
- 林 慶一, 松川正樹, 大平寛人, 陳 丕基, 甄 金生, 伊藤 慎, 小荒千人, 小島郁生 (2010) : 貝形虫およびカイエビ化石の生層序とジルコンーフィッシュン・トラック法に基づく篠山層群の年代の再考. 地質学雑誌, **116** (5) : 283-286.
- Ikeda, T. and Saegusa, H. (2009) : Preliminary report on fossil lizards from the Lower Cretaceous Sasayama Group of Hyogo Prefecture, SW Japan. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **29** (3, supplement) : 119A.
- Ikeda, T., Saegusa, H. and Handa, K. (2010) : A fossil anuran from the Lower Cretaceous Sasayama Group of Hyogo Prefecture, SW Japan. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **30** (4, supplement) : 109A.
- 楠橋 直, 三枝春生, 池田忠広, 田中里志 (2011) : 兵庫篠山市の篠山層群 “下部層” より産出した前期白亜紀真獣類化石. 日本古生物学会第 160 回例会講演予稿集, 15.
- 楠見 久 (1961) : 化石カイエビ類の研究—特に現生カイエビ類を考慮して—. 広島大学地学研報, No. 7, 1-88.
- 松浦浩久, 吉川敏之 (1992) : 兵庫県東部に分布する前期白亜紀篠山層群の放射年代. 地質学雑誌, **98** (7), 635-643.
- 小野山武文 (1931) : 篠山盆地地質概説. 地球, **16**, 159-168.
- Ota, Y. (1960) : The zonal distribution of the non-marine fauna in the upper Mesozoic Wakino subgroup (Studies of the molluscan fauna of the non-marine upper Mesozoic Kwanmon group. Part 5). *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series D, Geology*, **9**, 187-209.
- 三枝春生, 田中里志, 池田忠広, 松原尚志, 古谷 裕, 半田久美子 (2008) : 下部白亜系篠山層群からの竜脚類およびその他脊椎動物化石の産出. 化石研究会会誌, **41** (1) : 2-12.
- Saegusa, H., Ikeda, T., Kusuhashi, N., Tanaka, S. and Matsubara, T. (2008) : A titaniform sauropod (Dinosauria : Saurischia) and microvertebrates from the lower Cretaceous of Hyogo Prefecture, SW Japan. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **28** (3, supplement) : 135A.
- Saegusa, H., Ikeda, T., Tanaka, S., Matsubara, T., Furutani, H. and Handa, K. (2009) : Preliminary observations on vertebrate fossils from the Lower Cretaceous Sasayama Group in Hyogo Prefecture, SW Japan. *Abstracts and Post-symposium Field Excursion Guidebook 4th International Symposium of the IGCP 507, Paleoclimates of the Cretaceous in Asia and their global correlation*, 60-61.
- 三枝春生, 田中里志, 池田忠広 (2010) : 兵庫県丹波市の下部白亜系篠山層群産の恐竜類の歯に関する予察的観察および丹波竜脚類の含気骨化に関する追記. 化石研究会会誌, **42** (2), 52-65.
- 坂口重雄 (1959) : 兵庫県篠山盆地の層序と構造—丹波地帯南部の地質 (2)—. 大阪学芸大紀要, No. 8, 34-46.

- 田村 実 (1990) : 西南日本非海生白亜紀二枚貝フォークナの層位学的・古生物学的研究. 熊本大教育学紀要, 自然科学, No. 39, 特別号, 1-47.
- 辻 真也, 森永速男 (2007) : 兵庫県中東部に分布する白亜系篠山層群赤色砂岩の古地磁気 (A004-13). 地球電磁気・地球惑星圏学会総会・講演会予稿集 (CD-ROM), 122
- Uno, K. and Furukawa, K. (2005) : Timing of remanent magnetization acquisition in red beds : a case study from a syn-folding sedimentary basin. *Tectonophysics*, 406, 67-80.
- 弘原海清, 栃本泰治, 升本真二 (1983) : 篠山層群のフィッシュン・トラック年代. 日本地質学会第90年大会演旨, 185.
- 吉川敏之 (1993) : 兵庫県篠山地域の下部白亜系篠山層群の層序と構造. *地質学雑誌*, 99 (1), 29-38.