

機関番号：24506

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20340145

研究課題名(和文) 篠山層群産恐竜化石の研究

研究課題名(英文) A study on dinosaur fossils from the Sasayama Group

研究代表者

三枝 春生(SAEGUSA HARUO)

兵庫県立大学・自然・環境科学研究所・准教授

研究者番号：70254456

研究成果の概要(和文)：兵庫県丹波市および篠山市の下部白亜系篠山層群から豊富な脊椎動物化石群集が発見された。篠山層群は明瞭な乾季と雨季の区別で特徴づけられる気候下に堆積した河川性堆積物であり、その下部層中の氾濫原堆積物に脊椎動物化石は含まれていた。これまでこの氾濫原堆積物は基盤的ティタノサウルス形類の部分骨格を含む7つの分類群に属する恐竜の化石、全身骨格を含む大量の無尾類の化石、有鱗類および真獣類の顎の骨を産出している。

研究成果の概要(英文)：A rich vertebrate fossil assemblage was found from the Lower Cretaceous Sasayama Group in Tamba and Sasayama Cities of Hyogo Prefecture, SW Japan. The Sasayama Group consists of fluvial sediments deposited under a climate characterized by distinct dry and wet seasons. The vertebrate fossils have been excavated from the flood plain deposits of “the lower formation” of the Group. The flood plain deposits of the formation have yielded dinosaur remains representing seven dinosaur taxa including a partial skeleton of a basal titanosauriform, numerous skeletal remains of frogs including complete skeletons, and jaw bones of lizards and an eutherian mammal.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	4,700,000	1,410,000	6,110,000
2009年度	5,000,000	1,500,000	6,500,000
2010年度	3,700,000	1,110,000	4,810,000
年度			
年度			
総計	13,400,000	4,020,000	17,420,000

研究分野：古脊椎動物学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・層位・古生物

キーワード：恐竜 化石

## 1. 研究開始当初の背景

中生代白亜紀は現在の陸生生物相の中で主要な地位を占める、哺乳類、鳥類などの脊椎動物の分類群が出現・発展した時期であり、進化学的に興味深い時期である。しかし、国内からは手取層群など一部を除き適切な脊椎動物化石資料が得難い状況であった。兵庫県丹波市および篠山市に分布する下部白亜

系篠山層群もその例外ではなく、カイエビや淡水性軟体動物化石の産出は知られていたが、脊椎動物化石の産出に関してはこれまで報告がなかった。そうしたなか、2006年8月に地元在住の地学愛好家により兵庫県丹波市山南町に分布する下部白亜系篠山層群より竜脚類の骨格化石が発見され、翌2007年から県費により発掘が開始された。丹

波市産竜脚類骨格化石（以下丹波竜脚類）は頭蓋も含めた保存の良い骨格である可能性が極めて高く、竜脚類の系統関係の見直し、さらには大陸間の陸生脊椎動物の拡散経路の解明に寄与する可能性があった。また保存のよい骨格であることからその機能解剖に関しても何らかの知見を得られる可能性があった。こうした化石自体から得られる情報に加え、化石が産出した篠山層群の層序、年代、堆積に関しても正確な情報が必要であったが、十分な研究が行われていない状況であった。そこで丹波竜脚類の研究と並行してこれらについても研究する必要がある。

## 2. 研究の目的

### (1) 丹波竜脚類の分類学

丹波竜脚類の属・種レベルでの分類および他の竜脚類との系統関係の検討。

### (2) 産出層の年代

凝灰岩層と化石含有層準との層序関係を明らかにしたのち、放射年代測定を行う。

### (3) 古環境および古地理的背景

丹波竜脚類化石産地を中心とした篠山層群の堆積学的研究および篠山層群中の礫供給源の後背地の推定。

### (4) 尾椎の機能解剖学

ティタノサウルス類の尾椎の機能解剖学。

## 3. 研究の方法

### (1) 丹波竜脚類

#### ① 丹波竜脚類の分類学

文献上のデータ収集に加え、中国（北京、石家庄、鄭州、蘭州、杭州）、タイ（カラシン）、ラオス（サバナケット）の博物館および研究所で竜脚類の実物標本を観察し、比較検討用データを収集した。

#### ② 丹波竜脚類の復元および機能解剖学

モンゴルにおいて *Opisthocoelicaudia* の骨格の3Dデジタルデータを非接触型3次元測定器を用いて採取した。またそのデータからバーチャルに骨格の復元をするため高スペックのパソコンを導入した。

### (2) 丹波竜脚類以外の脊椎動物化石

研究開始以後の発掘により、丹波竜脚類以外の多様な脊椎動物化石が産出した。これらを研究するため、当初とは異なる手法を若干取り入れる必要があった。

① 丹波竜脚類以外の恐竜類：文献上の比較用データの収集に加え、中国北京の古脊椎古人類研究所において中国産白亜紀恐竜類化石の比較検討用データを収集した。

② 小型両生爬虫類化石：現生両生爬虫類の実物骨格および文献上のデータと比較した。また微細な骨格の細部を観察するためにマイクロCTで3Dイメージを（国立科学博物館において借用）得た。また、その3Dイメージを見るために Amira(3D イメージ用ソフト)

ト)を導入した。

③ 篠山市宮田産哺乳類化石の研究：文献および分担研究者（楠橋）がこれまで蓄積した資料に加え、新たに中国北京の古脊椎古人類研究所において白亜紀の哺乳類化石の比較検討用データを収集した。

### (3) 篠山層群

#### ① 層序および年代

丹波市山南町および篠山市内の篠山川周辺での地質調査。なお当初篠山層群の凝灰岩をフィッシュトラック法により年代測定する予定であったが、本研究とは別個のプロジェクトにより年代測定することが可能となったため、本研究では放射年代は測定しないことにした。

#### ② 堆積盆の後背地

丹波市山南町の丹波竜脚類発掘現場周辺の礫岩層より礫を採取し、室内において薄片作成・検鏡による岩石の同定、および K-Ar による年代測定をおこなった。

#### ③ 堆積相

丹波市山南町の丹波竜脚類発掘現場および小型脊椎動物化石の産地である篠山市宮田において、堆積構造を肉眼で観察し記載した。同時に堆積物の資料を採取し、室内において粒度および粘土鉱物の組成を分析した。

## 4. 研究成果

### (1) 丹波竜脚類

#### ① 丹波竜脚類の分類学

中国（北京、石家庄、鄭州、蘭州、杭州）、タイ（カラシン）で竜脚類の比較標本を検査し、その結果丹波竜脚類は、基盤のティタノサウルス形類の新属新種であることが主として尾椎の形態より明らかとなった。今後系統解析をさらに進め、新属新種として記載論文を出版する必要がある。丹波竜脚類を含む国内産竜脚類の歯を国外の竜脚類の歯と比べた。その結果、日本産の竜脚類はすべてティタノサウルス形類であり、時代につれより進歩的なものが現れること、アジアにおいて竜脚類の多様性が白亜紀を通じて保たれたという説を支持することが明らかとなった（論文公表済）。

#### ② 丹波竜脚類の復元および機能解剖学

丹波竜脚類は不完全な骨格であるため、その復元のためには保存のよい全身骨格全体のデータが必要であった。そのためにモンゴルにおいて *Opisthocoelicaudia* の骨格の3Dデジタルデータを非接触型3次元測定器を用いて採取し、バーチャルに骨格の復元を試みた。四肢など一部に骨格復元はとどまっているが、いくつか従来の骨格復元の問題点が見つかった。今後さらにモンゴルで採取したデータを解析し、歩行跡と復元骨格の整合性について検討していく必要がある。

### (2) 丹波竜脚類以外の脊椎動物化石

研究開始以後の発掘により、丹波竜脚類以外にも篠山層群には以下に列挙する多様な脊椎動物化石が含まれることが明らかとなった。それぞれが属する分類群において、系統解析上重要なものを含んでおり、篠山層群の脊椎動物相はアジアにおける陸上脊椎動物の進化を考える上で重要である。

①丹波竜脚類以外の恐竜類：篠山層群の恐竜類は7つの分類群にわたることが明らかとなった。その細目は以下のとおり。丹波市山南町の丹波竜脚類発掘地点からは、5種の恐竜類の脱落歯が確認された。獣脚類には基盤的なティラノサウルス上科の前顎歯、テリジノサウルス類（獣脚類）の歯骨歯、これら二つ以外の獣脚類の歯多数、比較的派生したイグアノドン上科鳥脚類の脱落歯および曲竜類の脱落歯が産出した。篠山市内宮田の露頭からは基盤的な新角竜類の頭蓋破片が産出した。

②小型両生爬虫類化石：篠山市内宮田の露頭からは Scincomorpha に属する有鱗類の下顎が産出しこれらは4つの分類群に分けられる。そのうちの1つはこれまで中国山東省下部白亜系からのみ知られていた *Pachygenys* 属の新種であることが判明した。丹波市山南町の竜脚類発掘地点の泥岩からは小型脊椎動物化石が大量に産出するが、その大部分は無尾類であった。それらの中には保存良好な無尾類の全身骨格が含まれており、系統解析が可能であった。その結果、篠山層群産の無尾類は基盤的な *Archaeobatrachia* の新属新種であることが判明した。篠山市内宮田からは有鱗類が多産し、無尾類は数点しか出ていないのに対して、丹波市山南町の竜脚類発掘地点では逆に無尾類が多産し、有鱗類は数点しか出ていない。こうした分類群の差異は何に起因するのか今後の課題である。

③篠山市宮田産哺乳類化石の研究：宮田産哺乳類化石を国内外の白亜紀哺乳類の下顎・歯と比較した結果、新属新種の原始的な真獣類であることが分かった。

### (3) 篠山層群

#### ①層序

篠山層群は丹波市山南町および篠山市内に分布するが、両地域の間には超丹波帯が分布しており、対比が困難であった。そこで篠山川沿いに調査を行った結果、丹波市山南町で従来確認されていなかった凝灰岩層が発見された。これは篠山市側の篠山層群下部層中の凝灰岩層と対比される可能性が高く放射年代測定資料として適切である。現在複数の別プロジェクトで年代測定中。

#### ②堆積盆の後背地

丹波市山南町および篠山市内の篠山層群の礫種はことなり、両地域で流系が異なっていた可能性がある。また、結晶片岩礫の年代分布からみて、西南日本の階層構造がすでに形

成されており、蓮華帯が隣接する後背地に露出していたことが分かった。（論文公表済）

#### ③堆積相

丹波市山南町の丹波竜脚類発掘地点の堆積環境は、化石産出層準の下位には、河道堆積物としての砂礫岩層が見られるが、礫岩層は不淘汰で粗粒砂基質のマトリックス・サポート礫の特徴を示す部分も見られることから、河川の流れが時折エネルギーの高い土石流の環境下におかれたとも想定できる。一方、スリッケンサイドが顕著に発達する化石産出層準の古土壌は、vertisol と解釈することができる。またこの泥岩からは雲母鉱物（雲母粘土）や緑泥石が多く含まれセピオライトも検出された。これは冠水する時期と干からびる時期を繰り返す、雨季と乾季の季節的な変化が明瞭に交替する気候状態におかれていたことを物語っているのかもしれない。一方、宮田の露頭では不淘汰な礫岩層、堆積構造がはっきりしない砂岩、細かくブロック状に割れる泥岩が確認される。礫岩層は非常に不淘汰で基質を細粒堆積物で埋めていることから、岩砕流あるいは土石流的な流れで形成された堆積物、砂岩層はシートスプレー堆積物および Levee 堆積物の繰り返し、泥岩層は氾濫原の堆積物 (floodplain) と考えられる。

### 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計6件）

Saegusa, H. and Tomida, Y. Titanosauriform teeth from the Cretaceous of Japan. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 査読有、83(1), 2011, 247-265.

三枝春生・田中里志・池田忠広、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, 査読有、2010, Vol.42(2), 52-65.

三枝春生・田中里志・池田忠広・松原尚志・古谷裕・半田久美子, 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, 査読有、2008, Vol.41(1), 2-12.

小林文夫・後藤篤, 兵庫県丹波市上滝一下滝地域の下部白亜系篠山層群下部層の層序と含礫層の結晶片岩礫の K-Ar 年代。地質学雑誌, 査読有、2008, 第114巻, 第11号, 577-586.

〔学会発表〕（計12件）

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, 高知大学, 高知市

Ikeda, T., Saegusa, H. and Handa, K.

(2010) A fossil anuran from the Lower Cretaceous Sasayama Group of Hyogo Prefecture, SW Japan. 70th Anniversary Meeting Society of Vertebrate Paleontology, David L. Lawrence Convention Center, East Lobby & Westin Convention Center Pittsburgh, Pittsburgh, Pennsylvania USA.

Ikeda, T. and Saegusa, H. (2009) Preliminary report on fossil lizards from the Lower Cretaceous Sasayama Group of Hyogo Prefecture, SW Japan. 69th Annual Meeting, Society of Vertebrate Paleontology, University of Bristol, Bristol, United Kingdom.

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. 4th International Symposium of the IGCP 507, Kumamoto University, Japan.

三枝春生・池田忠広・松原尚志・半田久美子・加藤茂弘・田中里志 (2009) 兵庫県丹波市の下部白亜系篠山層群より産出した恐竜類の歯について. 日本古生物学会 2009 年年会, 千葉大学.

三枝春生・池田忠広・松原尚志・半田久美子・佐藤裕司・小林文夫・田中里志・加藤茂弘・先山 徹・古谷 裕・三上禎次 (2008) 兵庫県丹波市の篠山層群より産出したティタノサウルス形類の追加標本について. 日本古生物学会 2008 年年会, 東北大学.

Saegusa, H., Ikeda, T., Kusuhashi, N., Tanaka, S. and Matsubara, T. (2008) A titanosauriform sauropod (Dinosauria: Saurischia) and microvertebrates from the Lower Cretaceous of Hyogo Prefecture, SW Japan. 68th Annual Meeting, Society of Vertebrate Paleontology, Cleveland Museum of Natural History and Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio, USA.

三枝春生・田中里志・松原尚志・加藤茂弘・小林文夫・先山 徹・佐藤裕司・半田久美子・古谷 裕・三上禎次・渡部真人 (2007) 兵庫県丹波市より産出した保存良好なティタノサウルス類の骨格化石について. 日本古生物学会 2007 年年会, 大阪市立大学, 大阪市.

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

報道関連情報:

2007 年 1 月 3 日兵庫県丹波市での恐竜化石の発見について記者発表

2007 年 6 月 26 日丹波の竜脚類の脳函の発見について記者発表

2008 年 6 月 12 日兵庫県篠山市での哺乳類他小型脊椎動物化石発見について記者発表

2009 年 6 月 20 日ティラノサウルス類の前顎歯の発見について記者発表

2009 年 11 月 26 日原始的な角竜類の化石を発見について記者発表

2009 年 12 月 1 日カエル類化石の発見について記者発表

2011 年 1 月 7 日曲竜類 (鎧竜) の歯の化石の発見について記者発表

2011 年 3 月 30 日丹波の恐竜化石第 5 次発掘調査およびテリジノサウルス類の歯の発見について記者発表

アウトリーチ: 兵庫県立人と自然の博物館ホームページで篠山層群の恐竜化石を紹介

[http://hitohaku.jp/top/kaseki\\_MIDASInews10.html](http://hitohaku.jp/top/kaseki_MIDASInews10.html)

一般向け書籍: 丹波竜—太古から未来へ。兵庫県立人と自然の博物館監修神戸新聞総合出版センター発行、ISBN978-4-343-00507-6 展示:

2007. 1. 6~1. 21 臨時展示「恐竜化石発見速報展」 (兵庫県立人と自然の博物館)

2007. 4. 14~4. 30 臨時展示「恐竜化石発見速報展」 (兵庫県立人と自然の博物館)

2007. 4. 14~4. 30 ひとつはくがやってくる in 丹波「丹波市の恐竜化石速報展」 (丹波市、山南住民センター)

2007. 5. 3~6. 3 ミニ企画展「丹波の恐竜化石第 1 次発掘速報展」 (兵庫県立人と自然の博物館)

2007. 7. 21 常設展示「丹波の恐竜化石」オープン (兵庫県立人と自然の博物館)

2007. 8. 7~9. 2 展示協力「丹波竜セッション」 (ミント神戸、丹波市役所企画部)

2007. 10. 6~2008. 1. 20 展示協力「恐竜王国へようこそ」 (伊丹市立子ども文化科学館)

2007. 12. 1 恐竜ラボ山南ルーム (丹波竜化石工房) オープン (丹波市、山南住民センター)

2008. 4. 20~6. 1 「丹波の恐竜化石第 2 次発掘速報展」 (兵庫県立人と自然の博物館)

2008. 4. 26~5. 18 展示協力「特別展『ようこそ恐竜ラボへ! ~化石の謎をとときあかす~』」 (大阪自然史博物館)

2008. 6. 15~6. 29 臨時展示「国内最古のほ乳類化石速報展」 (兵庫県立人と自然の博物館)

2008. 7. 4~9. 28 展示協力「夏期企画展『びっくり! どっきり! 大化石展』」 (島根県三瓶自然館)

2008. 7. 20~8. 31 丹波の恐竜化石 ~夏休み期間特別展示~ (兵庫県立人と自然の博物館)

2008.8.11～8.17 展示協力「恐竜化石特別展示会」（丹波市、山南住民センター）  
2009.2.20～3.18 展示協力「見て、読む大恐竜展 ～ 失われた地球最大の生きものたち～」（兵庫県立図書館）  
2009.4.25～5.10 「歴民に化石がやってくる！ ～ 第3幕 中生代 II～」（福崎町歴史民俗資料館）  
2009.7.18 丹波市で発見されたティラノサウルス類の歯（前顎歯）を展示（兵庫県立人と自然の博物館）  
展示協力「恐竜2009－砂漠の奇跡」展（幕張メッセ・日本経済新聞社など主催）で丹波竜特別コーナー設置  
2009.8.1～8.31 「篠山市立中央図書館企画展『篠山に生きた古生物展』」（篠山市、篠山市立中央図書館）  
2009.10.24～12.27 特別企画「竜と獣の道～太古の兵庫を歩いた生き物たち～」（兵庫県立人と自然の博物館）  
2009.12.5～2010.1.11 臨時展示「篠山の角竜と丹波のカエル化石」（兵庫県立人と自然の博物館）  
2010.3.20～5.30 展示協力「特別展『大恐竜展、知られざる南半球の支配者』」（大阪自然史博物館）  
2010.7.17～8.31 展示協力「特別展『和歌山に恐竜がいたころ』」（和歌山県立博物館）  
2010.7.29～11.7 展示協力「特別展『アジア、恐竜時代の幕開け ― 巨大恐竜の進化―』」（福井県立恐竜博物館）  
2010.8.7～9.5 臨時展示「カエル類の全身骨格化石の発見」（兵庫県立人と自然の博物館）  
2010.12.4 新・丹波竜化石工房「ちーたんの館」オープン  
2011.1.8～1.10 臨時展示「小学生が発見した曲竜類（鏝竜）の歯化石（兵庫県立人と自然の博物館）」

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

三枝 春生 (SAEGUSA HARUO)  
兵庫県立大学・自然・環境科学研究所・准教授  
研究者番号：70254456

### (2) 研究分担者

池田 忠広 (IKEDA TADAIRO)  
兵庫県立人と自然の博物館・自然・環境情報研究部・研究員  
研究者番号：50508455  
田中 里志 (TANAKA SATOSHI)  
京都教育大学・教育学部・准教授  
研究者番号：00252536  
小林 文夫 (KOBAYASHI FUMIO)  
兵庫県立大学・自然・環境科学研究所・教

授

研究者番号：70244689  
松原 尚志 (MATSUBARA TAKASHI)  
兵庫県立人と自然の博物館・自然・環境情報研究部・主任研究員  
研究者番号：30311484  
楠橋 直 (KUSUHASHI NAO)  
愛媛大学・理工学研究科・助教  
研究者番号：70567479

### (3) 連携研究者

渡部 真人 (WATABE MAHITO)  
兵庫県立大学・自然・環境科学研究所・准教授  
研究者番号：00192443  
大橋 智之 (OHASHI TOMOYUKI)  
北九州市立自然史・歴史博物館・自然史課・学芸員  
研究者番号：20584519