

機関番号：12604

研究種目：若手研究（A）

研究期間：2008～2010

課題番号：20684023

研究課題名（和文） 上部白亜系首長竜の比較解剖学及び野外調査

研究課題名（英文） Comparative anatomy and field survey of the Late Cretaceous plesiosaurs

研究代表者

佐藤たまき (SATO TAMAKI)

東京学芸大学・教育学部・准教授

研究者番号：90466912

研究成果の概要（和文）：カナダ国マニトバ・エスカープメントの上部白亜系から産出した保存状態のよい首長竜化石を詳細に記載し関連分類群との比較を行い、三次元スキャナーを用いて脳函の三次元構造を復元した。また、現地の野外調査と地元博物館の収蔵標本を調査し、未報告・未記載の多くの首長竜化石の所在が確認された。本研究によって白亜紀後期の海生爬虫類の研究におけるマニトバ・エスカープメントの学術的価値が極めて高いことが示された。

研究成果の概要（英文）：An exquisite plesiosaurian fossil from the Upper Cretaceous in Manitoba Escarpment, Canada, was described and compared with related taxa, and a 3D reconstruction of the braincase. Field and museum survey revealed the presence of diverse plesiosaurian fossils, indicating the academic importance of the escarpment for the study of Late Cretaceous marine reptiles.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,800,000	840,000	3,640,000
2009年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	4,800,000	1,440,000	6,240,000

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・古生物学

キーワード：国際研究者交流、国際情報交換、カナダ、中華民国(台湾)、中華人民共和国、爬虫類、中生代、古生物学

1. 研究開始当初の背景

首長竜は中生代に栄えた海生爬虫類である鱗竜類の1グループであり、日本でもフタバズキリュウ (Sato et al. 2006) を始めとする化石が見つかっていて、恐竜に次いで知名度の高い化石爬虫類である。首長竜研究は現在ルネッサンスを迎えており、形態系統解析による分類体系の提唱、新旧標本の記載や再記載などが活発に行われている。しかし、保存状態のよい標本や産出地域が限られて

いること、鱗竜類と他の爬虫類の系統関係がはっきりしないこと、平行進化やデータの欠損が多いために系統樹が不安定であることなどから、応用的な研究（機能形態学、生態学など）がままならないという現状にある。一例を挙げれば、化石として保存されない部分（軟組織、行動、生理など）を復元する際に一般的に用いられる手法（Phylogenetic Bracketing）でリファレンスポイントになる現生の動物がわからないため、信頼性の高い

復元を行うことが難しい。

応募者はこれまでに首長竜を中心に鱗竜類化石の記載、系統学、生物地理などの研究を行い、講演や博物館展示の監修などを通して一般向けの教育にも関わってきた経験から、こうした問題の深刻さを痛感してきた。そのため、本研究では未記載標本の詳細な比較解剖学的な研究を行うことによって系統推定に重要なデータを提供すると同時に、良好な標本の採集が期待される地域の野外調査を行う。

2. 研究の目的

(1) : 首長竜の脳函 (ROM 29010) の比較解剖学的研究

ROM 29010 はカナダの Royal Ontario Museum 所蔵のポリコティルス類首長竜の標本である。脳函の底の部分が上部から観察できる標本としてはポリコティルス類で初めてのものである。また、変形が少なく、詳細な構造が三次元で観察できるという点で、化石爬虫類としては非常に貴重である。現生及び化石爬虫類との比較解剖学の視点から本標本の詳細な行うことにより、首長竜の中でのポリコティルス類の位置づけを検討し、首長竜を含む鱗竜類と現生の爬虫類の関係を示唆する形質を探ることが本研究の目的である。

(2) マニトバ・エスカープメントにおける首長竜化石の調査

白亜紀後期の海生爬虫類のデータはアメリカ合衆国 (特にカンザス州) からのものが圧倒的に多い。しかし、他の地域ではデータ不足のため、例えばカンザスで見られる生層序の適用範囲が不明である。そこで、化石の産出が有望視されるカナダ中央部で野外調査や博物館調査を行い、調査地域の学術的将来性の評価に繋げたい。

マニトバ・エスカープメントはカナダ国マニトバ州南部からサスカチュワン州東部にかけて 600km 以上に渡って連なる丘陵地帯である。先行研究によって層序・生層序が確立され、白亜紀後期の海成層が確認されている。この地域からはこれまでに ROM 29010 (上記研究目的 1 参照) を含む首長竜化石が複数報告されているほか、海生ワニ類や海成層には珍しいボーンベッドなどが報告されてきた。また、地元住民によって収集されて公立博物館に寄贈された (もしくは寄贈予定) 標本には非常に保存状態のよいものも含まれている。しかも、ROM 標本を含めて未記載未報告の標本や再記載が必要な標本が

数多くあることから、発信すべき情報量 (記載、層序学的な位置づけなど) は非常に多く、長期的に見れば「第二のカンザス」を目指すことができるのではないかと考えられる。

本研究での具体的な目標は以下のようにまとめられる。

① 地元博物館に既に所蔵されている標本のうち、保存状態のよいものや生層序的に顕著なものを優先的に記載する。

② 南部を中心に露頭の野外調査を行い、追加標本の採集を目指す。

③ 地元の博物館関係者にマニトバ・エスカープメント産の標本の具体的な科学的な価値を認識してもらう。専門誌や学会において本研究の成果が発表されて、これらの標本の持つ古生物学的な重要性に対する客観的な評価が得られれば、今後の更なる発掘活動などにつながる。

更に、本研究によって今後の古脊椎動物学研究の対象としてのマニトバ・エスカープメントのポテンシャルを調べることができる。本課題の終了時に確信が持てる状況であると判断されれば、更に研究を継続発展させるようなプロジェクトを将来発足させたいと考えている。

3. 研究の方法

ROM 29010 を詳細に記載し、首長竜を中心に様々な爬虫類の頭蓋骨と比較した。また、三次元スキャナーを用いて脳函の三次元構造を復元した。更に、マニトバ・エスカープメントにおいて地元博物館や化石収集家の協力を仰ぎ、現地の野外調査と、地元博物館の収蔵標本を調査した。具体的な活動を以下に年度ごとにまとめる。

(1) 平成 20 年度

① 標本 ROM 29010 の頭蓋骨の観察、論文に使用する図の作成、博物館所蔵標本の脳函との比較。

② マニトバ州、サスカチュワン州の地質情報の文献調査。

③ カナダ国内の他の研究機関の所蔵する関連標本についての情報収集。

④ 現地の博物館・関係者を通じて新しい標本や露頭に関する情報の収集、及び平成 21 年度の野外調査の下見 (Porcupine Hills, Duck Mountain, Riding Mountain, Pembina Hills 周辺) と現地協力者との打ち合わせ。

⑤ 比較用の現生爬虫類や原始的鱗竜類を中心とする化石爬虫類 (Thalattosauria など) の脳函についての調査。

(2) 平成 21 年度

①ROM 29010 の記載と比較解剖学の継続。

②マニトバ・エスカープメントにおける野外調査 (Porcupine Hills, Riding Mountain, Pembina Mountain) と、地元博物館の所蔵標本の観察・同定。

③文献調査などは平成 20 年度から継続。

(3) 平成 22 年度

①先行年度からの作業の継続。

②三次元スキャナー (Canadian Museum of Nature 所蔵) を用いた ROM 29010 の脳函のデジタル復元。

③成果の公表 (論文、学会発表)。

遂行に際し、設備や資料が整っている Canadian Museum of Nature に研究のベースを置いた。野外調査ではマニトバ・エスカープメントの脊椎動物化石に詳しい現地関係者・博物館の協力を仰いだ。

4. 研究成果

(1) : 首長竜の脳函 (ROM 29010) の比較解剖学的研究

①標本 ROM 29010 を記載し、その脳函を三次元でデジタル復元した。これによってポリコティルス類の脳函の三次元的な詳細な構造がこれまでに類を見ないレベルで明らかになった。また、fenestra ovalis や keeled parasphenoid などの構造に関する先行研究の誤りを指摘した (図 1, 2, 3)。

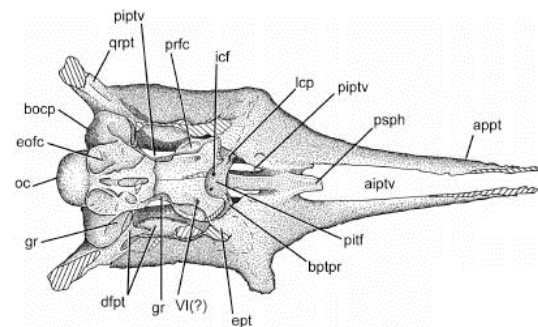


図 1 . ROM29010 脳函底部の scientific illustration (Sato et al. 2011 より改変)。



図 2 . ROM29010 の脳函の三次元復元、右側面 (Sato et al. 2011 より改変)。



図 3 . ROM29010 の脳函の三次元復元、fenestra ovalis などの位置に楕円形の板を入れ、右斜め後方から見たもの (Sato et al. 2011 より改変)。

②関連する分類群との詳細な比較を行った結果、脳函の形態形質の分布が既存の首長竜の系統樹から予想される分布と一致しないことが明らかになった。

③原始的鱗竜類や Thalattosauria などとの比較によって、三畳紀に始まる海生爬虫類の多様化についての比較解剖学的なデータが得られた。

(2) マニトバ・エスカープメントにおける首長竜化石の調査

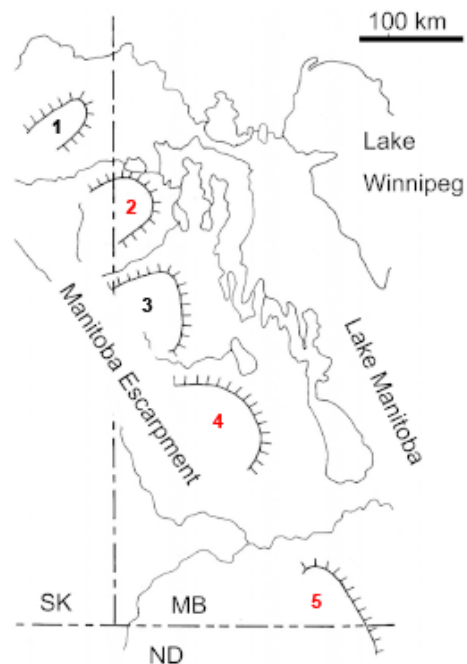


図 4 . マニトバ・エスカープメントの地図。1 ~ 5 は順に Pasquia Hills, Porcupine Hills, Duck Mountain, Riding Mountain, Pembina Mountains を示す。赤字番号の丘陵地帯で主要な地質調査を行った。

①エスカープメントを構成する 5 つの丘陵地帯のうち、主に Porcupine Hills, Riding Mountain, Pembina Mountains 地域の Camp Seven River, Little Woody River,

Swan River, Favel River, Wilson River, Morden-Thornhill Area などにおいて地質調査を行い、化石の産出層準を確認した(図4)。採集した標本は Manitoba Museum や Canadian Fossils Discovery Centre に登録した。この中には、マニトバ・エスカープメント産出の首長竜化石としては最も低い層準からの標本 MM V-3103 も含まれる(図5)。



図4. 調査で採集した首長竜の肢骨 MM V-4108。

② Canadian Museum of Nature, Royal Saskatchewan Museum, Manitoba Museum, Royal Tyrrell Museum of Palaeontology, Canadian Fossils Discovery Centre を訪問し、所蔵する関連標本の分類学的・層序データを収集した。このことにより、複数の層準で首長竜の分類学的多様性が確認された。このことから、日本を含む他国・他地域の同時代の化石相との比較が可能になる兆しが見られた。

④ 地元の化石収集家を訪問して現地の化石標本の学術的価値の啓蒙に努めた。野外調査などにおいては全面的な協力を得ることができ、信頼関係を築くことができた。しかし、学術的な価値の高い私有標本の公的機関への登録については、残念ながら研究年度内には実現しなかった。この状態は現地の法律・規則の観点からは合法的であるが、多くの学術雑誌では記載標本を公的機関に登録することが求められることから、学術調査を進める上では障害になってしまう。

⑤ 上記の野外調査・標本調査により、マニトバ・エスカープメントの上部白亜系のうち、Pasquia Hills, Porcupine Hills, Riding Mountain 地域の Cenomanian-Turonian の Ashville Fm と Favel Fm の頁岩層が特に海生爬虫類化石を多く含んでいることがわかった。また、カナダ国内ではこれまでに海生爬虫類化石の報告のない Niobrara Fm と Odanah Mbr (Pierre Fm) から Pembina Mountain 地域から化石が産出していることが確認できた。

本研究により、ROM 29010 では脳函の詳細な構造が変形をほとんど受けずに保存されていること、未報告・未記載の多くの首長

竜化石が野外調査や地元博物館の収蔵標本で確認されたことから、白亜紀後期の海生爬虫類の研究におけるマニトバ・エスカープメントの学術的価値が極めて高いことが示された。その一方で、学術的価値が高くては私有標本であるため現状では研究に利用できない標本の所在が明らかになり、事態の打開が強く望まれる。

研究計画遂行に際し、Canadian Museum of Nature に研究のベースを置いたことは非常に有益であった。本博物館には大型古脊椎動物化石を研究する設備(顕微鏡、描画装置、三次元スキャナーなど)や技官により、カナダ国外への移送が難しい壊れやすい標本(特に ROM 29010)でも時間をかけて詳細に調べることができ、図の作成などの作業も効率よく行う助けが得られた。また、カナダ国内の情報(地質・古生物関係の文献、他博物館の所蔵標本の情報)が予想以上に短時間で能率良く入手できた。

また、Canadian Fossil Discovery Centre などのマニトバ州地元博物館や、Canadian Museum of Nature の Xiao-chun Wu, Stephan Cumbaa 両博士、地元の化石収集家 Wayne Buckley, Kevin Conlin 両氏には、既存の情報の少ない地域における現地調査遂行に欠かせない情報を惜しみなく提供していただいた。

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5件)

- ① Sato, T., X.-c. Wu, A. Tirabasso, and P. Bloski (2011). Braincase of a polycotyliid plesiosaur (Reptilia: Sauropterygia) from the Upper Cretaceous of Manitoba, Canada. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **31**:313-329.
- ② Wu, X.-c., Y.-n. Cheng, C., Li, L.-j. Zhao, and T. Sato (2011). New information on *Wumengosaurus delicatmandibularis* Jiang et al., 2008 (Diapsida: Sauropterygia), with a revision of the osteology and phylogeny of the taxon. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **31**:70-83.
- ③ Sato, T., Y.-n. Cheng, X.-c. Wu and C. Li (2010). Osteology of *Yunguisaurus* Cheng et al., 2006 (Reptilia; Sauropterygia), a Triassic pistosauroid from China. *Paleontological Research*, **14**(3): 179-195.
- ④ Shimada, K., T. Tsuihiji, T. Sato, and Y. Hasegawa (2010). A remarkable case of a

shark-bitten elasmosaurid plesiosaur. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **30**(2):592-597

- ⑤ Zhao, L.-j., T. Sato, J. Li, C. Li, and X.-c. Wu (2010). A new skeleton of *Miodontosaurus brevis* (Diapsida, Thalattosauria) with a further study of the taxon. *Vertebrata Palasiatica*, **48**(1): 1-10.

[学会発表] (計6件)

- ① Sato, T. and X.-c. Wu (2010). Braincase of a polycotyloid plesiosaur (Reptilia: Sauropterygia) from the Upper Cretaceous of Manitoba, Canada. Society of Vertebrate Paleontology 70th Annual Meeting. 2010年10月、ピッツバーグ (アメリカ合衆国)
- ② Sato, T. and X.-c. Wu (2010). Late Cretaceous plesiosaurian fauna of Manitoba Escarpment, Canada. International Symposium on Triassic and later Marine Vertebrate Faunas, 2010年8月、北京 (中国)
- ③ Sato, T. (2009). Review of Cretaceous marine reptiles of Japan. 4th International Symposium of the IGCP 507 "Paleoclimates of the Cretaceous in Asia and their global correlation". 2009年12月、熊本
- ④ Sato, T., L.-j. Zhao, J. Liu and C. Li (2009). A new skeleton of *Miodontosaurus brevis* (Diapsida: Thalattosauria). 9th North American Paleontological Convention, 2009年6月、シンシナティ (アメリカ合衆国)
- ⑤ Sato, T. and X.-c. Wu (2008). Osteology and phylogeny of *Miodontosaurus* (Diapsida: Thalattosauria). Canadian Paleontology Conference 2008. 2008年9月、ウィニペグ (カナダ国)
- ⑥ Sato, T. (2008). Diversity of plesiosaurs. 5th Conference of Secondary Adaptation of Tetrapods to Life in Water. 2008年6月、東京

[図書] (計1件)

日本古生物学会 (編集) (2010). 古生物学事典 (第二版). 朝倉書店 (執筆項目: 爬虫類、首長竜、鱗竜類、胃石、広弓類、ノトサウルス、フタバサウルス、竜弓類)

[その他] (計6件)

(1) アウトリーチ活動

- ① 佐藤たまき (2010). 古生物学研究の現場から。第39回情報文化研究会。國學院

大學 (東京都渋谷区)

- ② 佐藤たまき (2010). 続・恐竜の時代。2010 青少年のための科学の祭典東京大会。東京学芸大学 (東京都小金井市)
- ③ 佐藤たまき (2009). 恐竜の時代。2009 青少年のための科学の祭典東京大会。東京学芸大学 (東京都小金井市)
- ④ Sato, T. (2009). 内閣府日本学術会議「日本・カナダ女性研究者交流事業」によるカナダ国内における一連の講演 (内容は、中生代の海生爬虫類、日本とカナダの地質古生物の比較、日本の理系女性研究者の現状など)。University of Alberta (Edmonton), W. P. Wagner School of Science and Technology (Edmonton), Ashbury College (Ottawa), University of Ottawa (Ottawa), Canadian Museum of Nature (Gatineau).
- ⑤ 佐藤たまき (2009). 理系女性の学生生活・研究生活についての女子校生向け講演。サイエンスアゴラ 2009 出展企画「おしゃべりサイエンス」。日本科学未来館 (東京都台東区)
- ⑥ 佐藤たまき (2008). 理系女性研究者についての女子中高生向け講演。「トークライブ@系統広場 in 地球館」。国立科学博物館 (東京都台東区)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐藤 たまき (SATO TAMAKI)

東京学芸大学・教育学部・准教授

研究者番号: 90466912