

令和 5 年 6 月 28 日現在

機関番号：32702

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K03822

研究課題名(和文) 本邦上部白亜系における海生脊椎動物の層序分布の特性

研究課題名(英文) Biostratigraphic distribution of marine vertebrates in the Japanese Upper Cretaceous

研究代表者

佐藤 たまき (Sato, Tamaki)

神奈川大学・理学部・教授

研究者番号：90466912

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：白亜紀に起きた海生脊椎動物の多様化や絶滅などの現象の地域差や地理的な規模を検証することを目的に、道東と道央～道北地域の複数の地点で上部白亜系根室層群、佐呂間層群、蝦夷層群の野外調査と、主に地元の博物館等が所蔵する標本の調査を行った。野外調査ではごく少数ながら追加標本を得た。博物館等の所蔵標本では北海道の上部白亜系からは報告例の少ない「首の短い」首長竜化石や魚類化石を中心とする標本を調査し、未記載標本の所在を確認し、サメ類やプリオサウルス類首長竜の化石の記載などによって、日本や世界の他地域の同年代の化石脊椎動物相との共通点と相違点を見出すことに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

後期白亜紀には様々な魚類や海生爬虫類が生息していたが、本邦の化石記録は分類群による先行研究の偏りが大きい。魚類化石は先行研究が極端に少なく、爬虫類化石はノジュールに含まれる断片的な標本が多いため、専門家が見なければ何の化石かわからないことも多い。本研究により、本邦で未報告の分類群を含む魚類・爬虫類の存在が明らかになり、層序分布を世界の他の地域と比較したことにより、白亜紀後期の海生脊椎動物化石相の地域差を比較できるようになった。また、地方自治体や大学等の博物館が長年にわたり地道に管理してきた自然史標本の学術的価値を示すという社会的な意義があると考えられる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to find out whether the timings of diversification and/or extinction events differ in different regions or not by comparing the fossil vertebrates of the Upper Cretaceous. Fieldworks on the Upper Cretaceous strata of the Nemuro, Saroma, and Yezo Groups in northern, eastern, and central Hokkaido were conducted, and collections of local and national museums were studied. Although small in number, additional specimens of fossil invertebrates and vertebrates were collected during the fieldwork. Studied on the museum collections revealed the presence of previously unknown/undescribed specimens, and the descriptive studies of the fish and reptiles, in particular those of selachian and pliosaurid plesiosaurs, demonstrated the similarity and/or difference in the taxonomic composition and/or stratigraphic distribution of some taxa in the Upper Cretaceous in Hokkaido and those in other areas of Japan and outside the country.

研究分野：古生物学

キーワード：白亜紀 化石 爬虫類 魚類

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

中生代の海生脊椎動物の多様化や絶滅に関する現在の理解は、長い研究史と豊富な化石記録を持つ北米やヨーロッパに基づくものが大きい。しかし、データが地理的に偏っているため、ある地域で認められる多様化や絶滅などのパターンがその地域に特有な現象であるのか、グローバルな現象であるのかの区別は難しい。また、脊椎動物化石の絶滅・多様化のタイミングや化石記録のバイアスに関する議論では出版物に基づいてコンパイルされたデータが用いられることが多く (e.g., Benson et al 2009)、日本語の博物館紀要などのローカルな情報や GSSP の選定などの最近の年代層序学の進捗があまり反映されていない。

日本の上部白亜系には大型軟体動物や微化石に基づく生層序・年代層序学的研究 (e.g. 利光ほか 1995) の伝統的な蓄積があるが、近年は首長竜類・モササウルス類・カメ類などの爬虫類化石の記載も増え (e.g. Sato et al. 2012, Konishi et al. 2016) 北西太平洋における後期白亜紀の海生動物相を連続して高い時間的分解能で追跡して、化石生物の空間的・時間的分布の変遷を世界規模で理解する上で大きなポテンシャルを持っていると考えられる。日本では脊椎動物標本の大部分が極めて断片的な状態で見つかるため属や種レベルでの分類学的同定は難しい一方、長い伝統を持つ生層序学的研究の恩恵にあずかって、年代や堆積環境などについて信頼性の高いデータを得ることができる。この長所を生かして、ほぼ同年代の海生脊椎動物化石を産する他地域と比較することで、後期白亜紀の海生脊椎動物相に起きた高次分類群の絶滅や多様化などの現象が、局所的なものか汎世界的なものかを区別することができるのではないだろうか。

2. 研究の目的

本邦の上部白亜系の化石海生脊椎動物相の分類学・形態学・地質学的な基礎データの蓄積の一環として、本研究では報告例の少ない「首の短い」首長竜化石や魚類化石を中心とする標本の分類学的記載と産出層準の特定を目指す。その結果を北米 Western Interior Seaway (WIS) など世界の他地域における対応する分類群の同時期の層序分布と比較し、白亜紀に起きた海生脊椎動物の多様化や絶滅などの現象の地域差や地理的な規模 (グローバルかローカルか、バイアスがかかっているのかなど) を検証する。

3. 研究の方法

(1) 野外調査

大型化石の追加標本の採集を主たる目的として、表1・図1の要領で北海道内の上部白亜系の地層が露出している地域で野外調査を行った。

表1 野外調査概要一覧

調査日程	調査地域	地層	年代	調査協力者・協力機関
2018年8月	根室市(ノックアップ岬付近、長節湖付近、落石付近)、浜中町(恵茶人~奔幌戸~後静)	根室層群ノックアップ層、厚岸層	マーストリヒチアン(~ダニアン?)	・根室市歴史と自然の資料館 ・松井信輝氏(根室市) ・霧多布湿原センター(浜中町) ・西村智弘氏、太田晶氏(むかわ町穂別博物館)
2018年8月、2019年8月、2022年9月	中川町アベシナイ川流域	上部蝦夷層群佐久層~オソウシナイ層	主にコニアシアン~サントニアン	・中川町エコミュージアム ・齋藤尚輝氏(神奈川大学)
2019年8月	小平町オピラシベ川流域	中・上部蝦夷層群	主にセノマニアン~サントニアン)	・石井富三氏(旭川市在住) ・笹口新氏(東京学芸大学)
2019年8月	佐呂間町仁倉川流域	佐呂間層群	(年代不明)	・西村智弘氏、太田晶氏(むかわ町穂別博物館)
2019年8月、2022年9月	本別町茂川流布川流域	根室層群川流布層	マーストリヒチアン	・足寄動物化石博物館(足寄町) ・西村智弘氏、太田晶氏(むかわ町穂別博物館)

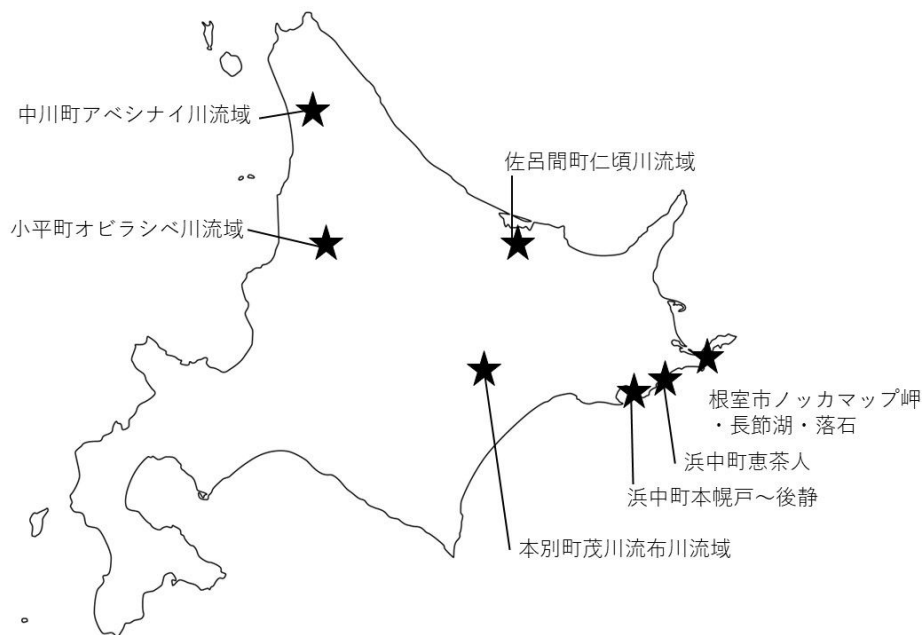


図1 野外調査訪問地域

(2) 博物館等の所蔵標本調査

表2の博物館等の研究機関を訪問（一部は標本を借用して調査）し、研究者や地元住民・アマチュア化石収集家などから寄贈された北海道内の上部白亜系産の大型標本を調査した。また、出版物などで公開されているデータが極端に少ないヨーロッパ上部白亜系産のプリオサウルス類化石の比較標本調査のために、イギリスの博物館の所蔵標本を調査した。

なお、コロナ禍で研究代表者による標本所蔵機関の訪問が困難であった期間には、3D スキャナーを購入してアクセス可能な共同研究者にデータ取得を依頼することで遠隔での調査を継続したが、その後も他の標本の調査や論文執筆に際して有効活用された。

表2

標本所蔵機関	調査対象標本の産出地域・年代など	備考
北海道大学北方生物圏フィールド科学センター愛冠自然史博物館（厚岸市）	北海道各地の上部白亜系（中川、三笠、夕張、など）樺太	訪問調査。産出地点情報が不明なナイタイ動物化石標本多数
根室市歴史と自然の資料館	根室市内のカンパニアン～マーストリヒティアン	訪問調査。上野・松井（1993）関連魚類化石標本（未記載標本を含む）
中川町エコミュージアム	中部蝦夷層群佐久川層（セノマニアン）上部蝦夷層群西知良志内層（サントニアン）大曲層（下部カンパニアン）	訪問調査及び標本借用。西知良志層産標本は、2015年に安部志内川露頭で重機を用いて採集された含化石礫岩のブロック多数が中心
中頓別町郷土資料館	ポンピラナイ川上流、郡ノ沢下流など	訪問調査。地元産と思われる軟体動物化石を所蔵するが、標本ラベルの地名だけでは産地を特定できない標本が多い。
Manchester Museum（イギリス・マンチェスター市）	主にイギリス中央部の上部白亜系下部（主にセノマニアン Cambridge Greensand）	訪問調査。プリオサウルス類 “ <i>Polyptychodon</i> ” の遊離歯多数
国立科学博物館	北海道各地の上部白亜系（根室、三笠など）	訪問調査及び標本借用。上野・松井（1993）関連標本（未記載標本を含む）、Obata et al.（1970）記載標本など
むかわ町穂別博物館	上部白亜系中部蝦夷層群～上部蝦夷層群（セノマニアン～マーストリヒチアン）	訪問調査及び3D スキャナー使用。
北海道大学博物館	羽幌町中部蝦夷層群白地層	訪問調査及び3D スキャナー使

	(チューロニアン)	用
北海道博物館	小平町達布	標本借用。標本産出地点の詳細は不明。
小平町教育委員会	オピラシベ川流域(中・上部蝦夷層群)	訪問調査及び標本借用。産出地点情報が不明な標本多数

#### 4. 研究成果

##### (1) 野外調査の成果

残念ながら先行研究で知られている以上の種類の化石や新しい口カリティの発見には至らなかったが、下記の通り各調査地域で少数ながら追加標本を採集した。

##### <根室層群>

根室市ノツマカップ岬・長節湖・落石付近は先行研究で無脊椎動物化石(イノセラムス等)脊椎動物化石(硬骨魚類骨格、軟骨魚類歯化石)、花粉化石が報告されている地域である(例:上野&松井(1993)、高橋&植田(1990)、松井&松井(1983))。今回の調査では大型化石採集を目標に海岸に露出する地層を調べたが、砂岩や礫岩の混じる泥岩が主体の地層であるが、全般的に非常に化石の産出は乏しく、特に長節湖から落石にかけての露頭ではスランプ構造が発達していた。軟体動物(イノセラムス類、巻貝類、ツノガイ類)・腕足動物・コケムシ(?)の化石がノツマカップ岬で、腕足動物・生痕・材化石を落合で採集したが、いずれも断片的かつ保存状態も悪く、下位分類群の同定にまでは至らなかった。

浜中町東部(恵茶人~本幌戸~後静)は先行研究で大型無脊椎動物化石が報告されている地域であり(Matsumoto&Yoshida(1979)、成瀬ほか(2000)、Naruse(2003))。特に本幌戸はアンモナイト化石の産出で知られていたが含化石層は既に掘りつくされたとみられている。今回の調査では、腕足動物・二枚貝・魚類(?)の化石を本幌戸で採集したにとどまり、いずれも保存状態は極めて悪いものであった。この地域でもスランプ構造の発達を確認した。

本別町茂川流布川流域では、Okada et al.(1987)で報告されたK/Pg境界のすぐ下部を調査し、Kurihara et al.(1026)で異常巻きアンモナイト *Diplomoceras cylindraceum* が報告された層準よりやや下位から同属とみられる標本を1点採集した。この他にも巻貝やツノガイの断片的な化石を採集した。

##### <佐呂間層群>

先行研究(榊原&田中(1986)、Obata et al.(1993))でイノセラムス類などの二枚貝化石の産出が報告されている地域である。今回は仁頃川沿いの露頭を徹したが、砂質泥岩~細粒砂岩の露頭からイノセラムス類(恐らく *I. schmidti*)の保存状態の悪い標本(転石、断片的な external moldのみ)しか得られなかった。

##### <蝦夷層群>

小平町オピラシベ川流域では、アンモナイトに代表される軟体動物化石に加え、脊椎動物化石も多数報告されている(Sato et al. 2012)。同町教育委員会に寄贈された含脊椎動物化石ノジュールの転石に含まれる放散虫を用いて産出層準を特定する試みのため、下記念別川支流三ノ沢と中記念別川支流(通称「ルベシベ」)の露頭から放散虫サンプル抽出のための試料を採集した。分析の結果、含脊椎動物化石ノジュールからは高い確率で放散虫を産する(11/13個)のに対し、露頭から直接採集したサンプルからはほとんど放散虫を産しなかった(下記「研究成果」「雑誌論文」の Sasaguchi et al. 2022)。

中川町アベシナイ川流域では、Kanno et al.(2017)等でサメの歯化石の産出が確認されている礫岩層の周辺の調査を行い、アンモナイト(*Gaudryceras tenuilatum* など)、二枚貝類(*Nanonavis sachaliensis* など)、巻貝類(*Hemifusus sachaliensis*)などの軟体動物化石とサメの歯化石の追加標本を採集した。*G. tenuilatum*の産出により、礫岩層の年代を特定することが可能になった(下記「研究成果」「雑誌論文」Kanno et al. 2022)。

##### (2) 博物館等の所蔵標本調査

脊椎動物化石の産出報告が極端に少ない根室層群からの脊椎動物化石を求めて道東の機関の所蔵標本を調査したが、軟体動物化石(アンモナイトなど)はある程度保管されているものの、脊椎動物化石は上野・松井(1993)に関連する標本のみであった。但し、国立科学博物館が所蔵する同論文に関連する標本には、これまでに日本から未報告のサメの歯化石1点(研究継続中)を含む未記載の魚類化石が含まれていた。

蝦夷層群産の標本の調査では、道内の複数の機関及び国立科学博物館が所蔵するサメ類と爬虫類化石について国際誌査読論文3本及び国内査読なし論文2本として出版できる成果が得られた(下記「研究成果」「雑誌論文」参照)。むかわ町穂別博物館所蔵標本のうち、首長竜とされていた標本がハドロサウルス類恐竜のものであることが明らかになり、Kobayashi et al.(2019)で記載された。Kanno et al.(2022)では、中川町産のサントニアン~カンパニアンの2つの口カリティから産出したサメ化石標本には北西太平洋では初の報告となる *Protosqualus*

が含まれていたほか、堆積相の違いに起因すると考えられる構成分類群の違いや、Lamniiformes と Hexanchiiformes 両方を多産するという特徴が同年代の九州や南半球のサメ化石相の共通点が見いだされた。Sato et al. (2023、研究期間中に執筆して期間後すぐに投稿して受理・出版)では、道内4か所から見つかったプリオサウルス類化石を詳細に記載し、共産化石などから産出層準を特定して、北米産の同年代の大型プリオサウルス類に匹敵する大きさの個体が存在したことと、北西太平洋でもプリオサウルス類がセノマニアン・チューロニアン境界を絶滅せずに超えていることが確認できた。このほか、関口・佐藤 (2020) では上部白亜系の海生爬虫類化石の産出層準と分類学的同定を再検討し、チューロニアン~下部カンパニアンの上・中部蝦夷層群からは首長竜化石が多数報告されているのに対し、中部カンパニアン~マーストリヒチアンからは首長竜が皆無で、モササウルス類やウミガメ類の化石が多数報告されており、この地域の首長竜の衰退が白亜紀末を待たずに起きていたことが示唆された。Sasaguchi et al. (2022) は小平町と中川町で採集された脊椎動物化石を含む転石ノジュールの年代を放散虫を用いて推定したもので、脊椎動物化石を含むノジュールには高い確率で放散虫化石が含まれ、そのうちの幾つかでは年代をある程度絞ることができた。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Shiori Kanno, Sayaka Tokumaru, Shuhei Nakagaki, Yasuhisa Nakajima, Akihiro Misaki, Yoshinori Hikida, Tamaki Sato	4. 巻 133
2. 論文標題 Santonian-Campanian neoselachian faunas of the Upper Cretaceous Yezo Group in Nakagawa Town, Hokkaido, Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Cretaceous Reseach	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.cretres.2022.105139	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 SASAGUCHI Shin, HIRAYAMA Ren and SATO Tamaki	4. 巻 73
2. 論文標題 Estimation of the Age of Nodules Containing Macrofossills Using Radiolaria	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Bulletin of Tokyo Gakugei University, Division of Natural Sciences	6. 最初と最後の頁 89 - 101
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Kobayashi Yoshitsugu, Nishimura Tomohiro, Takasaki Ryuji, Chiba Kentaro, Fiorillo Anthony R., Tanaka Kohei, Chinzorig Tsogtbaatar, Sato Tamaki, Sakurai Kazuhiko	4. 巻 9
2. 論文標題 A New Hadrosaurine (Dinosauria: Hadrosauridae) from the Marine Deposits of the Late Cretaceous Hakobuchi Formation, Yezo Group, Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-019-48607-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 関口修司・佐藤たまき	4. 巻 35
2. 論文標題 北海道むかわ町穂別から産出した上部白亜系海棲爬虫類標本の 層序分布の分析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 むかわ町穂別博物館研究報告	6. 最初と最後の頁 11-17
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Sato, T., Nagai, K., Echizenya, H., Shinmura, T., Hikida, Y., Soeda, Y.	4. 巻 150
2. 論文標題 Pliosaurid (Reptilia: Sauropterygia) remains from the Upper Cretaceous of Japan, and their biostratigraphic and paleogeographic significance	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Cretaceous Research	6. 最初と最後の頁 1-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cretres.2023.105593.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計4件(うち招待講演 2件/うち国際学会 1件)

1. 発表者名 佐藤たまき・疋田吉識・新村龍也・越前谷宏紀・添田雄二
2. 発表標題 北海道上部白亜系蝦夷層群のプリオサウルス類首長竜
3. 学会等名 日本古生物学会 第170 回例会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 菅野詩織・中島保寿・御前明洋・疋田吉識・徳丸さやか・中垣周平・佐藤たまき
2. 発表標題 北海道中川町上部白亜系から産出したツノザメ類Protosqualus
3. 学会等名 日本古生物学会 第170 回例会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tamaki Sato
2. 発表標題 Marine vertebrates of Japanese Upper Cretaceous: a review
3. 学会等名 1st Asian Palaeontological Congress (APC 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤たまき
2. 発表標題 陸には恐竜、海には？：中生代の海生爬虫類
3. 学会等名 第34回国際生物学賞記念シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------