



## 絶滅動物の骨化石の脂質同位体から食生活が分かった！

～世界初、中新世に生きたカイギュウの化石骨中のステロールの炭素同位体比から食性を復元～

### ポイント

- ・北海道産カイギュウ類化石の骨に保存されているステロイドなどの脂質の抽出に成功。
- ・化石中のステロイドの安定炭素同位体比から、アマモ食かケルプ食かを判別。
- ・約1千万年前の中新世に生きた海生哺乳類の骨化石中の脂質を用いた食性復元は世界初。

### 概要

足寄動物化石博物館学芸員（北海道大学総合博物館の資料部研究員兼任）の新村龍也氏と北海道大学大学院理学研究院の沢田 健教授の研究グループは、博物館に収蔵された海生哺乳類の骨化石を有機地球化学的手法で分析しました（図1）。

この研究では、北海道の中新世の地層（～約1千万年前）から産出したカイギュウ類の骨化石（図2）の中に保存された脂質を分析し、その安定炭素同位体比から食性を推定しました（図3）。約1千万年前という古いカイギュウ類の骨化石において、その中に保存された脂質の一種（C27ステロイド）が、その動物自身に由来することを示し、さらにその脂質の同位体比から食性（アマモ食 or ケルプ食）を推定した例は、世界で初めてとなります。

一般に、化石動物の食性は歯や口の形態から推測されます。しかし、形態だけでは実際に食べていたものを正確に特定できない場合があります。そのため、近年では歯のエナメル質や骨中タンパク質の安定同位体比を用いて食性を推定する研究が行われています。しかしながら、これらの手法にも課題があります。歯のエナメル質は化石化の過程で周囲の環境の影響を受けて変化している（続成変化）可能性があり、また古い骨化石に残るタンパク質が本当にその動物に由来するものかどうかについても、いまだ十分には解明されていません。

そこで本研究では、比較的保存されやすい脂質に着目しました。その結果、骨化石中からその動物に由来したと考えられる脂質（C27ステロイド）が検出されました。さらに、その安定炭素同位体比の値を解析したところ、分析したカイギュウ類は、アマモ類を主に食べていた種類と、ケルプ類を主に食べていた種類に分けられることが明らかになりました。

本研究で示された手法は、より古い時代の化石や、他の脊椎動物化石にも応用できる可能性があります。

なお、本研究成果は、2026年4月18日（土）公開の *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 誌にオンライン掲載されました。

## 【背景】

化石動物が何を食べていたのかを明らかにすることは、その動物の生態や進化史、さらには古環境の復元において極めて重要です。一般的には、食性の推定は歯や顎の形態に基づいて行われます。しかし、形態が似ていても食性が大きく異なる例（例：ジャイアントパンダ）が知られているように、形態情報だけでは食性を確定できない場合があります。

そのため、より直接的な方法として、化学的指標を用いた食性推定手法が用いられます。動物の体を構成する元素は、その動物が摂取した食べ物や飲み物に由来します。したがって、体を構成する元素の情報を調べることで、食性を推定できる可能性があります。そこで利用されるのが安定同位体比です。体組織中の安定同位体比を分析することで、食性を含む生態情報を得ることができます。

しかしこの手法にも課題があります。化石動物の骨は、一般に化石化の過程で外部から様々な成分が内部に入り込んでいます。そのため、骨や歯の同位体比を測定できたとしても、それが本当にその動物に由来する値であるのかどうかを断定することは容易ではないのが現状です。

そこで本研究では、より保存されやすい脂質に着目し、その安定炭素同位体比からの食性解析を試みました。

## 【研究手法】

対象は北海道産カイギュウ類—ショサンベツカイギュウ（図 4）、ヌマタカイギュウ（図 5）、タキカワカイギュウ（図 6）の骨化石です。カイギュウ類は骨の緻密質が厚く、骨の内部にその動物由来の成分が保存されやすいと考えられます。

研究は以下の手順で行いました：

- ① 骨化石を粉砕し内部から脂質を抽出
- ② 脂質（脂肪酸・ステロイド）組成を分析し、生体由来成分である可能性を検討
- ③ 生体由来の成分の安定炭素同位体比（ $\delta^{13}\text{C}$ ）を測定
- ④ 現生カイギュウ類及びアマモ類・ケルプ類の同位体比と比較

## 【研究成果】

北海道の中新世の地層（～約 1 千万年前）から産出した海生哺乳動物であるカイギュウ類（すべて絶滅した種）の骨化石中から脂質（脂肪酸・ステロイド）を検出しました。ステロイドについては、カイギュウが生きていたときに自ら合成した成分として骨化石中に保存されていることを、有機分子組成から確認しました。そのステロイドの安定炭素同位体比（ $\delta^{13}\text{C}$  値）を分析し、その値から食性を復元しました。また、骨化石のステロイド  $\delta^{13}\text{C}$  値から食性の判別が可能であることを確認するために、現生のカイギュウ類の骨試料も分析して情報を得て、この方法を確実なものにしました。分析により復元したカイギュウ絶滅種の具体的な食性は次のとおりです。

- ・ショサンベツカイギュウ：主にアマモ類のような海草（うみくさ）を摂食
- ・ヌマタカイギュウ、タキカワカイギュウ：主にケルプ類のような海藻を摂食

これらの古食性は、従来考えられてきたカイギュウ絶滅種の分類学的な位置関係や進化過程と調和的な結果となりました。

## 【今後への期待】

従来のコラーゲンなどのタンパク質・アミノ酸の安定炭素同位体比を利用する方法では、1 千万年前を超える古い骨化石ではそれらの成分が残っていないか変質してしまっているためにほぼ測定不

可能でした。しかし、比較的分解されにくい脂質成分は1千万年前を超えるより古い化石へ適用できて、かつ精度の高い食性情報を得ることができます。今後さらに古い、例えば、白亜紀などの地質学・古生物学試料に対しての応用が進んでいくと期待できます。また、様々な時代に生きたカイギュウ類の化石標本を分析することにより、それら海生哺乳動物の進化・絶滅と海洋環境の変化との関係がより詳細に復元できることとなります。さらに、ステロイド安定炭素同位体手法は、デスマスチルスなどの束柱類やクジラ類といった他の絶滅した海生哺乳動物にも応用ができて、これまでまったく想像もできなかった絶滅動物の生態（生き方、生きた姿）が復元されて、動物の進化史の解明のために新たな情報・知見を与えることが期待されます。

## 論文情報

論文名	Paleodietary analysis based on stable carbon isotope ratios of lipids preserved in sirenian fossil bones from Hokkaido, Japan（北海道から産出したカイギュウ類化石の中に保存された脂質の炭素同位体比を用いた食性解析）
著者名	新村龍也 <sup>1,2</sup> 、沢田 健 <sup>2,3</sup> （ <sup>1</sup> 足寄動物化石博物館、 <sup>2</sup> 北海道大学総合博物館、 <sup>3</sup> 北海道大学大学院理学研究院）
雑誌名	Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology（古環境学の専門誌）
D O I	10.1016/j.palaeo.2026.113809
公表日	2026年4月18日（土）（オンライン公開）

## お問い合わせ先

北海道大学大学院理学研究院 教授 沢田 健（さわだけん）

T E L 011-706-2733 F A X 011-746-0394 メール sawadak@sci.hokudai.ac.jp

U R L <https://www.ep.sci.hokudai.ac.jp/~sawadak/index.htm>

## 配信元

北海道大学社会共創部広報課（〒060-0808 札幌市北区北8条西5丁目）

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

足寄動物化石博物館（〒089-3727 北海道足寄郡足寄町郊南1丁目29）

T E L 0156-25-9100 F A X 0156-25-9101 メール staff@museum.ashoro.hokkaido.jp

【参考図】

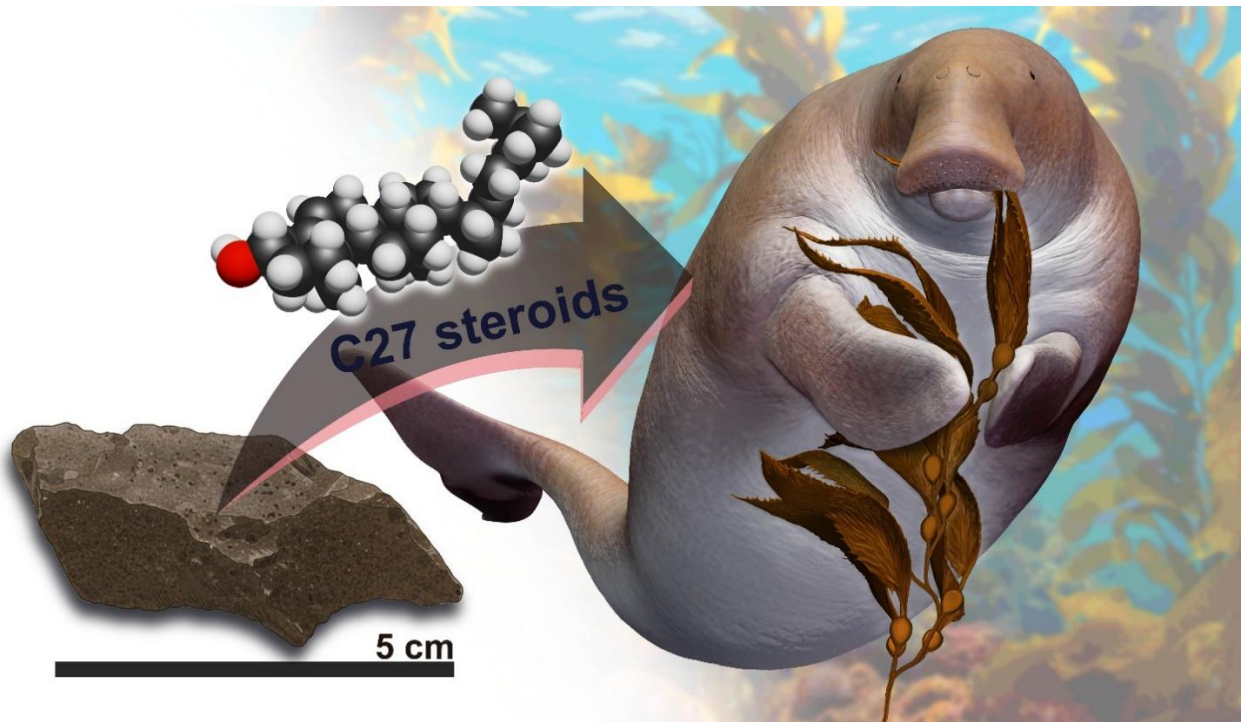


図 1. 本研究の概略図：骨化石から抽出されたコレステロールなどから分かった食性。©Tatsuya Shimamura / Ashoro Museum of Paleontology



図 2. 分析に用いたタキカワカイギュウの骨片。

## ヌマタカイギュウ (*Dusisiren sp.*)

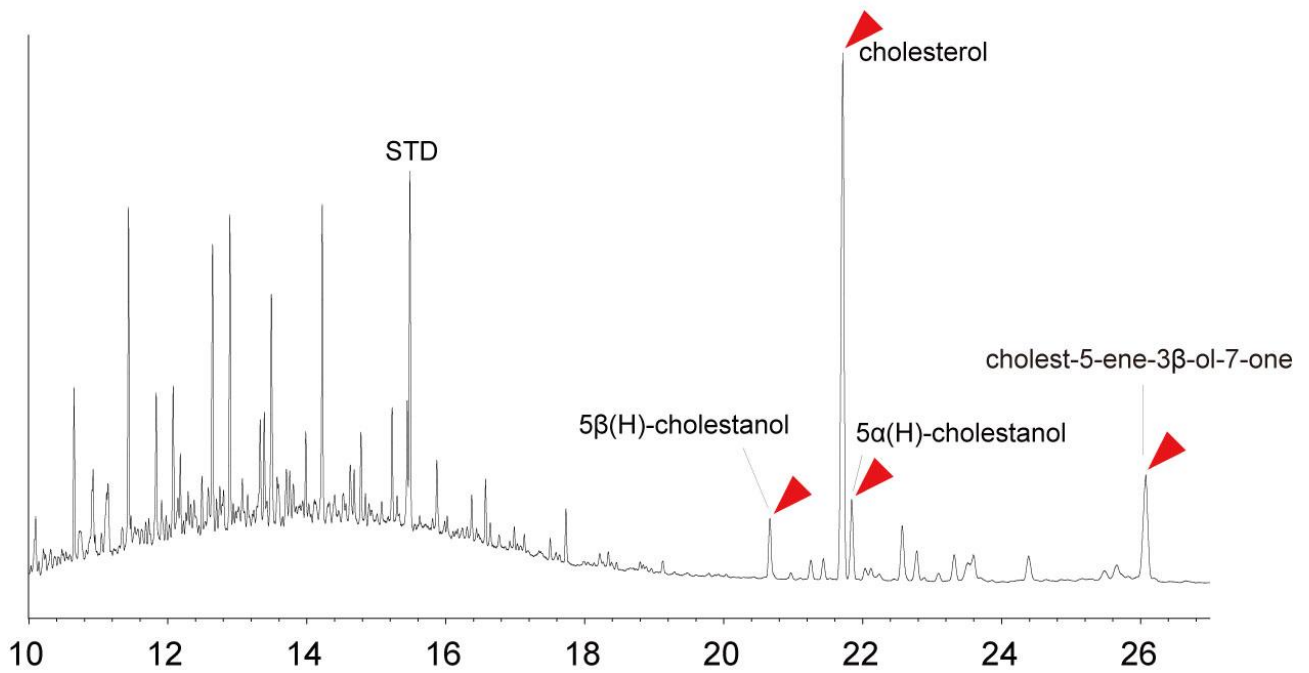


図 3. 骨化石のクロマトグラム例 (ヌマタカイギュウ)。赤い矢印は、動物に由来するコレステロールなど (C27 のステロイド)。



図 4. ショサンベツカイギュウ (*Metaxytherium* sp.)。©Tatsuya Shinmura / Ashoro Museum of Paleontology



図 5. ヌマタカイギュウ (*Dusisiren* sp.)。©Tatsuya Shinmura / Ashoro Museum of Paleontology



図 6. タキカワカイギュウ (*Hydrodamalis spissa*)。©Tatsuya Shinmura / Ashoro Museum of Paleontology