

冬に縮み春に戻る！トガリネズミの頭骨の季節変化を解明

～哺乳類の柔軟な越冬戦略の解明と脳の可塑性研究への貢献にも期待～

ポイント

- ・ 冬に頭骨が縮小し春に回復する「デーネル現象」をアジアのトガリネズミ類で初めて確認。
- ・ 脳函は冬に縮小する一方、吻部（鼻先）は逆に拡大する新たな季節変化の現象も発見。
- ・ 哺乳類の柔軟な越冬戦略の理解や、脳組織の可逆的变化研究への応用に期待。

概要

北海道大学低温科学研究所の大舘智志助教、東洋大学生命科学部の池田悠吾助教（元東京大学、日本学術振興会）らの研究グループは、北海道に生息する小型哺乳類であるオオアシトガリネズミ（真無盲腸目、トガリネズミ科）の頭骨形態と体重を一年を通して解析し、冬季に頭骨が一旦縮小し、春に再び成長する「デーネル現象」を、日本産トガリネズミで初めて詳細に検証しました。

研究グループは、北海道大学植物園に収蔵された 136 個体の標本を対象に、頭骨各部や体重の計測学的研究に加え、幾何学的形態測定法を用いた解析を行い、頭骨形態の詳細な季節変動を調べました。その結果、脳を収容する脳函部は冬に著しく縮小し春に回復する一方、吻部（鼻先）は逆に冬季に拡大し春に縮小することを明らかにしました。前者は日本を含めてアジア初の確認であり、後者はこれまで知られていなかった「逆デーネル現象」の世界初の発見です。

これまでデーネル現象は「冬に頭骨や体全体が縮小する現象」と考えられてきましたが、本研究により、頭骨は一様に縮小するのではなく、部位ごとに異なる方向へ増減することが、詳細に示されました。特に、冬眠をしない小型哺乳類で、このような大規模かつ可逆的な形態変化が起きていることは、寒冷環境への複雑な適応を示す興味深い例といえます。本成果は、寒冷地に生息する小型哺乳類の越冬戦略の理解に重要な知見を与えるだけでなく、脳や骨組織が季節に応じて縮小・再構築される仕組みを理解する手がかりになる可能性があります。さらに、哺乳類の認知機能の再生とも関連する脳の構造の可逆的变化に関する研究への波及も期待されます。

なお、本研究成果は、2026 年 8 月 19 日（水）公開の Proceedings of the Royal Society B 誌にオンライン掲載されました。



本件の研究対象となったオオアシトガリネズミ

【背景】

冬の寒さが厳しい環境では、小さな動物にとって体温を維持することは命がけです。一部の小型哺乳類において、春～秋に生まれた個体の頭骨や体のサイズが冬季に一旦縮小し、翌春に再成長する季節的な変化は、発見者のポーランドの哺乳類学者にちなんで「デーネル現象」と呼ばれています。一般に哺乳類では、一旦縮小した脳や骨などの組織は再成長しないとされ、この現象は特異的な越冬適応と考えられています。デーネル現象はこれまで主にヨーロッパや北米の一部のトガリネズミ類（真無盲腸目、トガリネズミ科）や他の小型哺乳類で報告されていましたが、日本国内でのこの現象の報告例はなく、その実態は殆ど分かっていませんでした。さらに従来は、「冬に頭骨や体全体が縮小する現象」と考えられてきました。

しかし、トガリネズミの多様性が高い北東アジアにおける研究は非常に限られていました。日本、特に冬が厳しい北海道においても、この現象が実際に起きているのか、どのような変化を遂げているのかはこれまで詳しく分かっていませんでした。

本研究では、北海道産のオオアシトガリネズミを対象とし、北海道大学植物園に収蔵された標本を用いて、頭骨と体重の季節変動を通年にわたり比較しました。

【研究手法】

本研究では、北海道大学植物園の標本館に所蔵されている北海道苫小牧市で採集された 136 個体のオオアシトガリネズミの標本を調査しました。体重と頭骨乾重量、10 項目の頭骨形質と 4 項目の下顎形質を計測し、それらの季節変動を単変量解析及び多変量解析（主成分分析・正準判別分析）によって評価しました。

さらに、頭骨を背面・側面・腹面の 3 方向から、下顎骨を側面から撮影した画像データを用いて、幾何学的形態測定法（ランドマークを用いた形状の解析）という解析手法を実施しました。これにより、単純なサイズの増減だけではなく、頭骨全体の形状が季節によってどのように変化するのかを定量的に解析し、季節変化を視覚的に明らかにしました。

【研究成果】

解析の結果、以下のことが明らかになりました。

1. 日本初のデーネル現象に関する報告：オオアシトガリネズミの脳を収める部分である「脳函」の高さが冬に顕著に減少し、春に再び回復することを、日本産トガリネズミ類で初めて詳細に証明しました。
2. 世界初の「逆デーネル現象」の発見：脳函が縮むのとは対照的に、吻部（鼻先）の大きさは冬に最大化し、春に再び小さくなるというデーネル現象とは逆の現象があることが分かりました。
3. 頭骨の季節変化を視覚的に解明：本研究で用いた幾何学的形態測定法という解析手法により、オオアシトガリネズミの頭骨の季節変化が視覚的に明確に表現されました（図 1～3）。これにより、オオアシトガリネズミでは、冬に吻部（鼻先）は強化し、脳函を削るという、複雑な季節的な「つくり変え」を行っていることが示唆されました。

【今後への期待】

今回の発見は、小型哺乳類が厳しい冬の環境に適応するために、「体の作り方の柔軟性（可塑性）」を特異的に進化させてきたことへの理解を大きく進めるものです。今後は、これらの冬期の身体的部分的な縮小や拡大の持つ機能面の検証や他種の小型哺乳類でも同様の現象がみられるのかを調査し

ていく予定です。

また北海道には4種のトガリネズミ類が生息しており、今後は種間比較を進めることで、冬期適応の多様性や進化的背景がさらに明らかになると期待されます。さらに、北米やユーラシア大陸北部など、気候や生物地理学的歴史の異なる地域との比較を通じて、寒冷地への適応進化の理解が進むことも期待されます。

また本研究は、「哺乳類の頭蓋骨や脳が季節に応じて縮小し、再び回復する」という特異な現象を扱っており、脳の可塑性や神経組織の再構築機構を理解する上でも重要な知見になる可能性があります。このような「可逆的な脳構造変化」の理解につなげることで、将来的には再生医療や神経科学研究推進への波及も期待されます。

【謝辞】

本研究は、JSPS 科研費 JP24KJ0040 の助成を受けて実施されました。

論文情報

論文名	Dehnel's phenomenon is not a simple reduction of size: Seasonal change in skull shape of the long-clawed shrew (Soricidae, Mammalia) (デーネル現象は単純な縮小ではない — オオアシトガリネズミにおける頭骨形状の季節変化)
著者名	池田悠吾 ^{1,2,3} 、諏訪友葵奈 ⁴ 、大舘智志 ⁵ (¹ 東洋大学生命科学部、 ² 東京大学大学院農学生命科学研究科、 ³ 日本学術振興会特別研究員、 ⁴ 北海道大学大学院環境科学院、 ⁵ 北海道大学低温科学研究所)
雑誌名	Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences (英国王立協会発行の生物学分野の国際学術誌)
D O I	10.1098/rspb.2026.0244
公表日	2026 年 8 月 19 日 (水) (オンライン公開)

お問い合わせ先

北海道大学低温科学研究所 助教 大舘智志 (おおだちさとし)

T E L 011-706-7474 F A X 011-706-7142 メール ohd@lowtem.hokudai.ac.jp

U R L <https://researchmap.jp/OhdachiSatoshi>

東洋大学生命科学部 助教 池田悠吾 (いけだゆうご)

T E L 048-468-6835 F A X 048-468-6841 メール ikeda045@toyo.jp

U R L <https://jdranimal.wixsite.com/yugo-ikeda-website>

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

東洋大学総務部広報課 (〒112-8606 文京区白山5-28-20)

T E L 03-3945-7571 F A X 03-3945-7574 メール mlkoho@toyo.jp

【参考図】

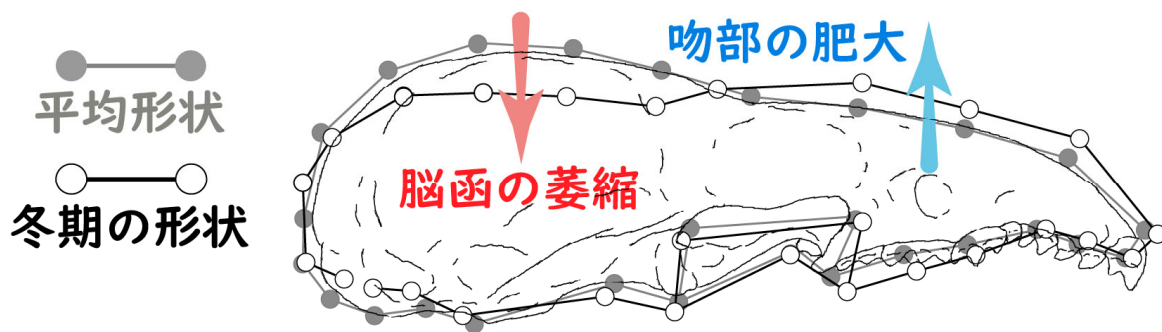


図 1. オオアシトガリネズミの頭骨。右側面における全期間の平均と冬期の形状の違いを示している。冬期には脳函が低くなり、逆に吻部が高くなっていることが分かる。

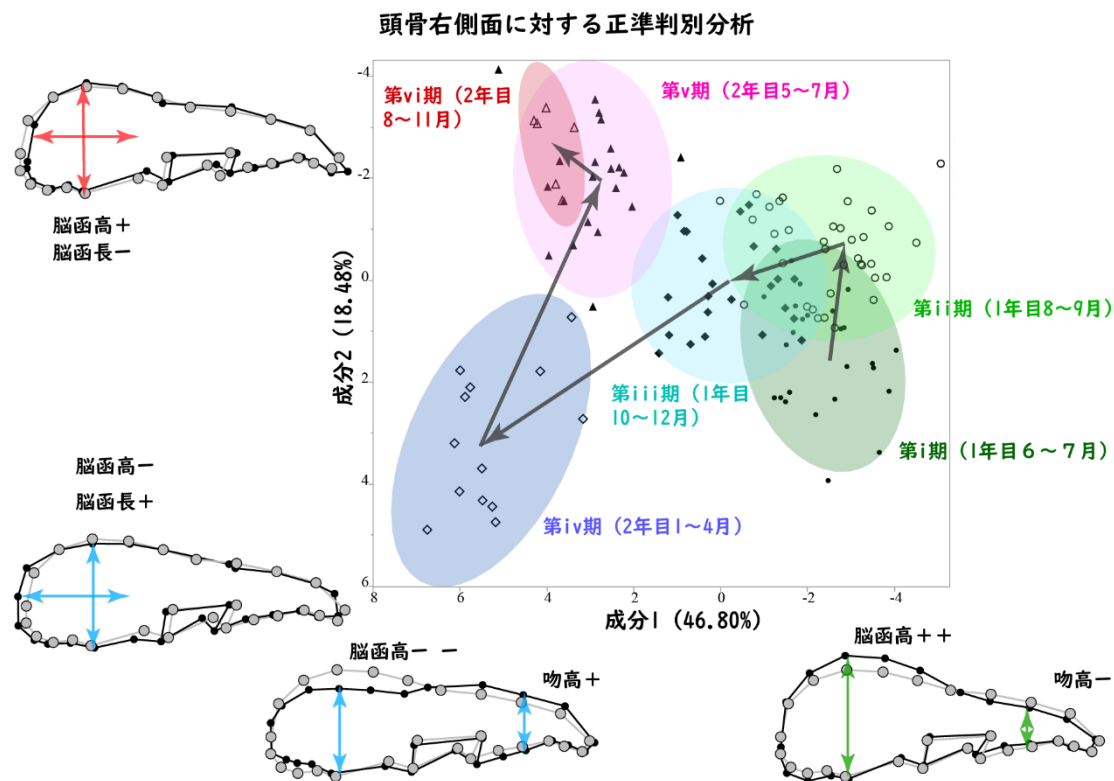


図 2. 頭骨右側面に対する正準判別分析の結果（季節変化）。散布図下及び左の図は、頭骨の標本写真に設定した解剖学的ランドマーク^{*1}の変化を表しており、グレーの点とそれらを結んだ線は全体の平均形状を、黒い点と線は第 1 と第 2 軸における各成分が最大（あるいは最小）の時の形状を表す。

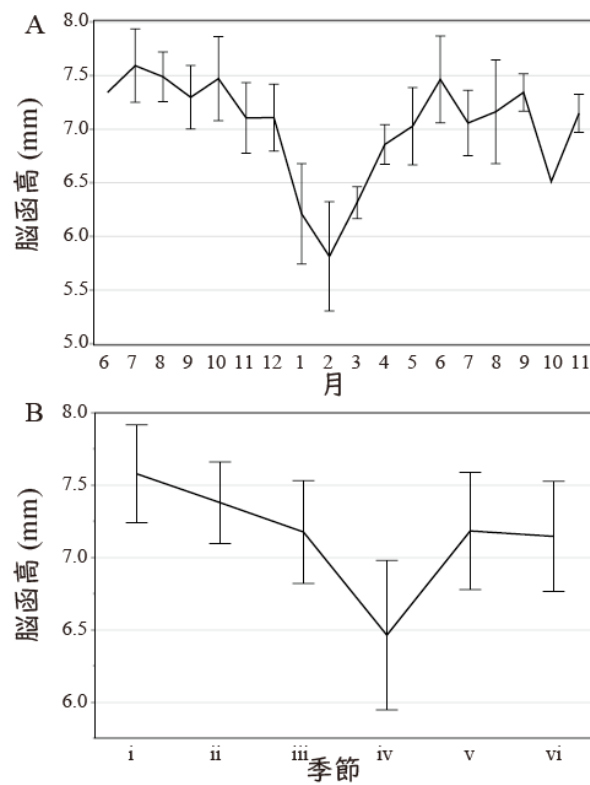


図 3. 脳函高の季節変化

【用語解説】

*1 解剖学的ランドマーク … 解剖学的な定義を持った点のこと。異なる個体や異なる種の頭骨であっても、定義に沿うことで同じ位置に点を打つことができる。