

動物園動物の「うんち」が語る、隠れた健康不調のサイン

～動物園動物の健康管理へ腸内細菌の可能性を探る第一歩～

ポイント

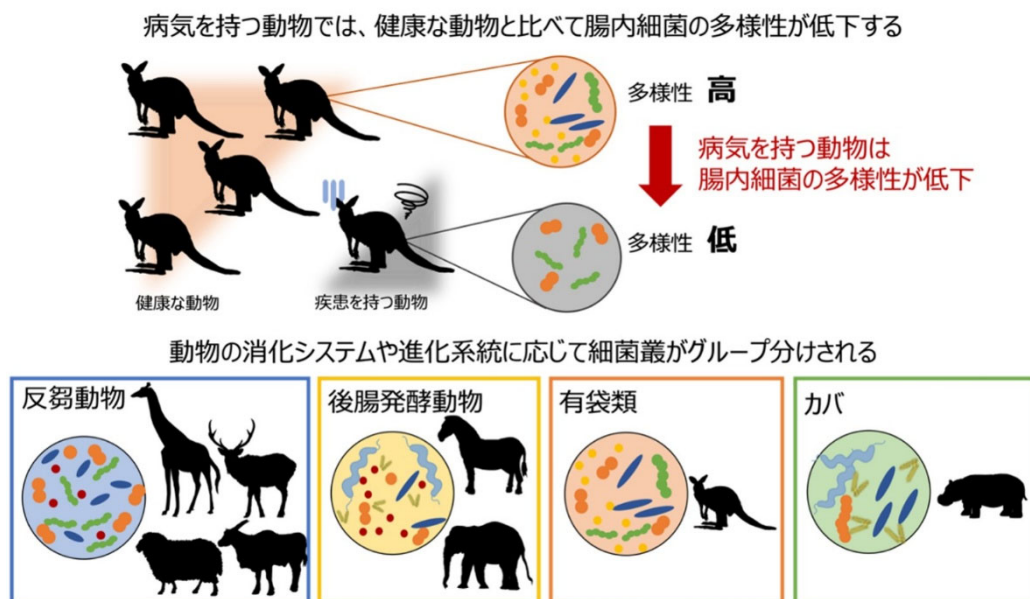
- ・ 円山動物園で飼育する 8 種の草食動物の腸内細菌叢を解析。
- ・ 一見健康そうな動物でも健康不調によって腸内細菌叢が変化。
- ・ 将来的に腸内細菌叢の解析が病気の早期発見につながる可能性。

概要

北海道大学大学院獣医学研究院の中尾 亮准教授、札幌市円山動物園飼育展示・診療担当課の柿阪 圭太獣医師らの共同研究グループは、札幌市円山動物園で飼育されている草食動物を対象に腸内細菌叢^{*1}を解析し、その乱れが健康不調のサインとなる可能性を見出しました。

動物園動物は野生動物の性質を色濃く残すため、スタッフと動物の安全確保のために診察に麻酔が必要となることが多く、動物への負担が大きな課題でした。今回の研究では、動物に負担のない「糞便」に着目し、遺伝子解析技術を用いて、動物ごとの腸内細菌叢のデータを収集しました。その結果、見た目には健康そうでも、重篤な疾患を抱えていた個体では、腸内細菌の多様性が著しく低下し、腸内細菌バランスが崩れていることが分かりました。特に、リンパ腫で死亡したハイイロカンガルーの事例では、明らかな病気の症状が出ていない段階ですでに腸内細菌の多様性が低下し、他のカンガルーと細菌構成比が異なっていたことが判明しました。本研究は糞便の解析が病気の早期発見の手がかりになる可能性を示しました。

なお、本研究成果は、2026 年 8 月 13 日（木）公開の Journal of Zoo and Wildlife Medicine にオンライン掲載されました。



研究成果の概要図

【背景】

動物園で飼育される動物の健康管理は、倫理的側面だけでなく、種の保存の観点からも極めて重要です。しかし、多くの動物園動物には野生動物としての本能が色濃く残っており、外敵から身を守るために体調不良を周囲に隠す性質があります。そのため、スタッフが異変に気づいた時には病状が進行していることも少なくありません。確実な診断には血液検査やレントゲン検査が必要ですが、これらの検査を行うためには多くの動物で全身麻酔が必要となります。そのため、動物の負担を最小限にしながら、日常的に健康状態を把握できる非侵襲的な健康管理の手法が求められています。本研究グループは、動物の「糞便」に着目し、腸内細菌叢の解析による健康管理への応用を目指しました。

【研究手法】

本研究では、札幌市円山動物園で飼育されている 8 種 29 個体の草食動物（ハイイロカンガルー、アジアゾウ、エランド、グラントシマウマ、カバ、エゾシカ、ヒツジ、キリン）の糞便を対象に解析を行いました。

- ・高速シーケンサー^{*2}を用いた遺伝子解析

採取した糞便から DNA を抽出し、16S リボソーム RNA 遺伝子^{*3}を PCR^{*4}増幅し、高速シーケンサーを用いて細菌叢を網羅的に解析しました。

- ・健康状態と細菌データの照合

得られた細菌叢のデータと、各個体の飼育管理データを照らし合わせ、検査の前後 2 ヶ月間で体調不良が認められた個体とそうでない個体の細菌叢の構成比や多様性の違いに着目して解析を行いました。

- ・消化システム、系統進化と腸内細菌の関係性

「動物の消化管の構造の違い（胃で発酵させるか、大腸で発酵させるか）」や「進化の過程」が、腸内細菌にどのように反映されているかを分析しました。宿主である動物の系統樹^{*5}と腸内細菌の構成図を比較し、その一致度を計算する手法を用いました。

【研究成果】

8 種の動物園動物の糞便を解析した結果、以下の 3 点を明らかにしました。

- ・「腸内細菌の異常」が病気の予兆を捉える

一見健康そうだったカンガルーがリンパ腫で死亡しました。死亡する 1 週間前の糞便を調べてみると、腸内細菌の構成比が健康な個体と異なり、シャノン指数^{*6}が著しく低下していたことが分かりました（図 1、2）。シャノン指数の低下は、慢性的に痩せていたシカや、検査の 2 ヶ月後に胃の疾患で死亡したヒツジでも確認されました。

- ・動物園動物における健康時の腸内細菌叢を可視化

消化システムの違いによって、腸内細菌の構成が明確に異なることを解明しました。同種の個体は細菌構成が類似する傾向も確認され、特定の個体の腸内細菌叢に異常が生じた際に、異変に気づくための「ものさし」として同種個体のデータが利用できることが示唆されました。

- ・系統進化の歴史と細菌の関連を証明

動物の進化の歴史と、腸内細菌の構成が一致する「系統共生（Phylosymbiosis）^{*7}」という現象が、動物園という管理された環境下でも維持されていることを明らかにしました。

【今後への期待】

本研究は、糞便の解析が動物園動物の健康不調の早期診断の手がかりになる可能性を示した重要な第一歩です。今後は、どのような因子が動物園動物の腸内細菌に影響を与えるのかを知るためのデータを蓄積していきます。将来的には、プロバイオティクスや、糞便移植といった新たな治療アプローチの開発につなげ、動物園動物の健康維持に貢献することを目指します。

【謝辞】

本研究は日本学術振興会（JSPS）科学研究費助成事業 JP24KK0133、JP25K02166 の支援を受けて実施されました。

論文情報

論文名	A cross-sectional survey of the gut microbiome in zoo-housed herbivores: Associations between taxonomic deviations and individual health status（動物園で飼育される草食動物の腸内細菌の横断的研究：健康個体群からの逸脱と個体の健康状態の関連）
著者名	柿阪圭太 ¹ 、田谷友里恵 ^{2,3,4} 、林 直樹 ^{2,4} 、モハメド・アブダラ・モハメド・ムスタファ ² 、マッケンジー・L・クワック ² 、野中成晃 ^{2,4,5} 、中尾 亮 ^{2,4,5} （ ¹ 札幌市円山動物園飼育展示・診療担当課、 ² 北海道大学大学院獣医学研究院、 ³ 北海道大学総合イノベーション創発機構、 ⁴ 北海道大学人獣共通感染症国際共同研究所、 ⁵ 北海道大学 One Health リサーチセンター）
雑誌名	Journal of Zoo and Wildlife Medicine（動物園動物獣医学及び野生動物獣医学の専門誌）
D O I	10.1638/2025-0091
公表日	2026 年 8 月 13 日（木）（オンライン公開）

お問い合わせ先

北海道大学大学院獣医学研究院 准教授 中尾 亮（なかおりょう）

T E L 011-706-5196 F A X 011-706-5196

U R L <https://www.vetmed.hokudai.ac.jp/organization/parasitol/index.html>

札幌市円山動物園飼育展示・診療担当課動物診療担当係 獣医師 柿阪圭太（かきさかけいた）

札幌市円山動物園飼育展示・診療担当課長 石橋佑規（いしばしひろき）

T E L 011-621-1426 F A X 011-621-1428

U R L <https://www.city.sapporo.jp/zoo/index.html>

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

【参考図】

病気を持つ個体は
腸内細菌の構成比が変化

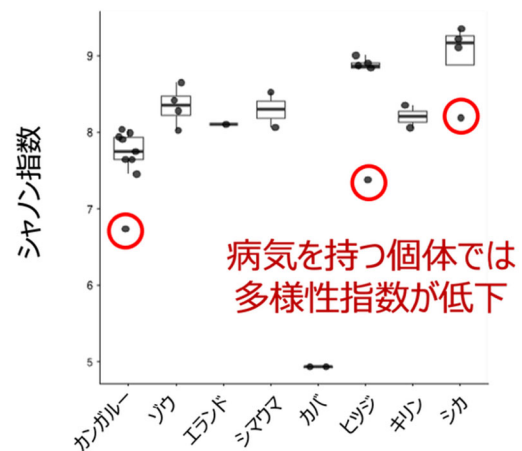
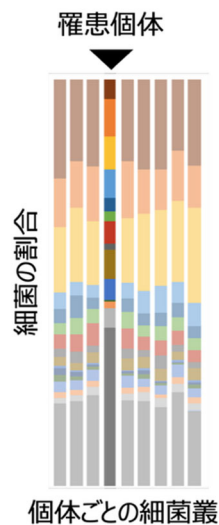


図 1. ハイイロカンガルーの腸内細菌組成の比較

図 2. 各動物の腸内細菌の多様性指数

【用語解説】

- *1 細菌叢 … 特定の環境下に存在する多種多様な細菌の集まりのこと。
- *2 高速シーケンサー … DNA などの遺伝子を高速で解析することができる技術のこと。数千万から数億の DNA 断片を同時に解析することができる。
- *3 16S リボソーマル RNA 遺伝子 … 細菌などの原核生物で広く保存されている遺伝子のこと。この遺伝子の塩基配列を利用することで、細菌を系統的に同定することができる。
- *4 PCR … DNA の特定の領域だけを選択的に増幅させる技術のこと。
- *5 系統樹 … 様々な生物が共通の祖先から進化してきた道筋と類縁関係を樹木のような枝分かかれた図で表したもの。
- *6 シャノン指数 … 細菌集団の多様性を表す指標の一つで、生息する菌の種類の多さと均等さを数値化したもの。
- *7 系統共生 (Phylosymbiosis) … 動物の系統進化の歴史と、その動物が保有する腸内細菌の進化の歴史が一致する現象のこと。