

土の中に残された 6.4 万年前のエランドの痕跡

古代土壌プロテオミクスが明らかにした初期ホモ・サピエンスの技術的・象徴的行動

ポイント

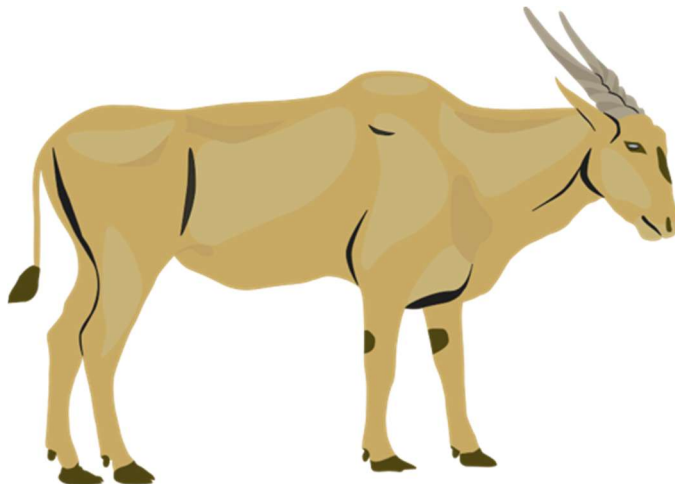
- ① 赤色顔料のオーカーは初期のホモ・サピエンスにとって重要な象徴的意味を持つ素材でしたが、その使用の実態には不明点も多く残されています。
- ② 本研究では、南アフリカの 6.4 万年前の遺跡を対象に、オーカーが大量に広がる層の土壌に含まれる古代タンパク質を分析しました。その結果、アフリカ最大のウシ科動物の一種であるエランドの体組織が、オーカーと共に用いられていたことがわかりました。
- ③ 古代土壌タンパク質の分析が、遺跡に残された目に見えない生物の痕跡を調べられる新しいアプローチであることを示しました。

概要

ベルゲン大学のザラ・ギギ博士とサイモン・アーミテージ教授、九州大学高等研究院の蔦谷匠准教授、コペンハーゲン大学のエンリコ・カッペリーニ教授などの国際研究チームは、過去のタンパク質を分析する技術を用いて、約 6.4 万年前の南アフリカにおいて、どちらも象徴的な意味をもつ素材と動物の体組織が、初期のホモ・サピエンスによって共に用いられていたことを明らかにしました。

赤色顔料の一種であるオーカー（ベンガラ）は、数万年前の初期のヒト（ホモ・サピエンス）にとって象徴的な意味をもつ素材でした。南アフリカの遺跡には、オーカーが大量にばらまかれたような層が出土することがありますが、それらがどのように形成されたのかは不明でした。本研究では、そうしたオーカーの広がる層やその周辺層の土壌（約 6.4 万年前）に含まれる古代タンパク質を分析しました。その結果、アフリカ最大のウシ科動物の一種であるエランドのコラーゲンが検出されました。オーカーの広がる層は、エランドの体組織がオーカーと混ぜ合わされて塗料として用いられたか、オーカーの粉末でなめしたエランドの革が遺跡で使用された痕であると考えられます。エランドは後の時代のアフリカ南部の狩猟採集民の信仰や儀礼において重要な役割をもつ動物であり、それが同じく象徴的な意味をもつオーカーと共に用いられていたのは興味深い結果です。また、本研究は、過去の土壌に含まれるタンパク質を網羅的に調べる古代土壌プロテオミクスが、過去の技術、文化、人間行動の目に見えない痕跡を調べられる新しいアプローチであることも示しました。

本研究成果は英国の学術雑誌「Proceedings of the Royal Society B」に 2026 年 10 月 21 日（水）（日本時間）に掲載されました。



エランドのイラスト(蔦谷匠作成)

研究者からひとこと：

過去の土壌から古代タンパク質を抽出した研究は前例があまりなく、ギギ博士（当時は大学院生）と実験方法を試行錯誤しながら研究を実施しました。大きな体のエランドのタンパク質が、微小なオーカーの粒を含むわずかな土壌に残存していたという結果が得られたときには、その意外性に大いに驚きました。（蔦谷匠）

【研究の背景と経緯】

私たちホモ・サピエンスは約 30 万～20 万年前にアフリカで誕生し、約 6 万年前以降に世界中へ拡散していきました。この頃の初期のホモ・サピエンスには、ビーズなどの装飾品や綿密な加工をともなう道具の作製など、複雑な認知を必要とする「現代人的行動」が現れてきます。こうした現代人的行動の対象物のなかで重要な位置を占めるのがオーカーです。オーカーは酸化鉄を主な成分とする天然の赤褐色顔料で、日本ではベンガラとも呼ばれます。南アフリカのブロンボス洞窟から出土した、抽象的な模様を刻んだブロック状のオーカー（約 10 万～7.5 万年前）は、初期のホモ・サピエンスの高度な認知能力を示すものとして非常に有名です [1]。また、身体や装身具の着色、皮なめし、埋葬時の儀礼など、さまざまな実用性や社会的意味があります。

南アフリカの初期のホモ・サピエンスの遺跡では、粉末状のオーカーが大量にばらまかれたような層が出土する遺跡があることが知られていました。本研究の対象であるクリップドリフト岩陰（図 1）はそうした遺跡のひとつです。約 6.4 万年前の層の下から、1 cm に及ぶ厚さの土混じりのオーカーの堆積が、約 1 平方 m 程度の広さで確認されています（図 2）。しかし、このオーカーの広がりがどのようにできたのかは不明でした。また、オーカーと混合されたり、オーカーが塗布されたりした有機物も存在していたと考えられますが、そうした有機物の正体もよくわかっていませんでした。



図 1. クリップドリフト
岩陰の遠景



図 2. オーカーの広がる層。
薄紫色の矢印で示している
部分が該当。

【研究の内容と成果】

こうした背景のもと、初期のホモ・サピエンスにとって重要な象徴的意味をもっていたオーカーが遺跡から層状に出土する理由や、オーカーと一緒に用いられていた有機物の正体を探ることを目的に、本研究では、クリップドリフト岩陰のオーカー堆積層の土壤に含まれる古代タンパク質を分析しました。こうした考古遺物に残存する過去のタンパク質を網羅的に同定する技術は「古代プロテオミクス」と呼ばれます。約 4.9 万年前の南アフリカのシブドゥ岩陰では、石器に付着したオーカーがウシ科動物の乳と混合されていたものだったことが古代プロテオミクスの先行研究で明らかにされています [2]。

クリップドリフト岩陰のオーカー堆積層とその周辺の層から得られた土壌サンプル 5 点について、タンパク質を抽出し、質量分析とデータ解析によってアミノ酸配列を決定しました。その結果、オーカー堆積層とその直上の層（約 6.4 万年前）から得られた異なる 2 点の土壌から、分解を受けて断片化したコラーゲンタンパク質が検出されました。これらの配列を詳細に検討したところ、どちらも、エランド（学名 *Taurotragus oryx*、イランドとも言う）に一致しました（図 3）。

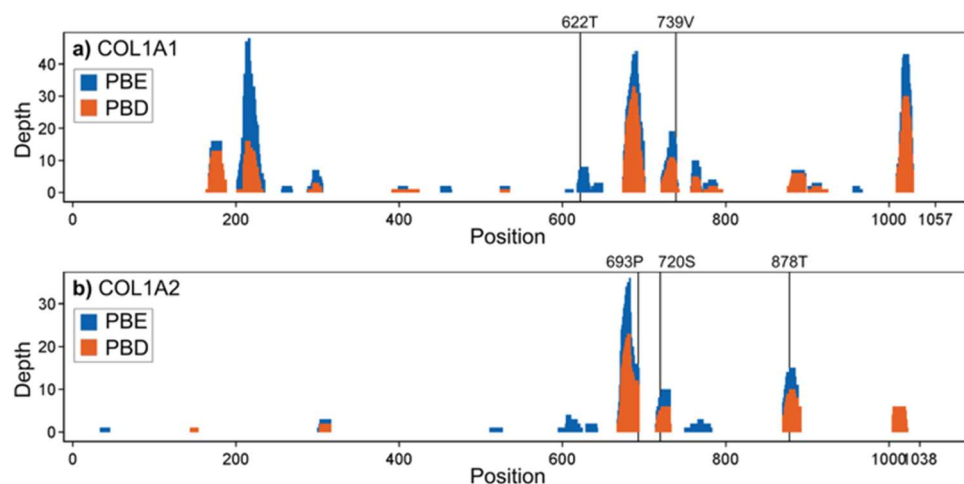


図 3. 2 種類のコラーゲンタンパク質の配列について、オーカーの広がる土壌から検出された部位。PBE はオーカーの広がる層、PBD はその直上の層（6.4 万年前）。ヒストグラムが高い部位ほどたくさんのペプチドでカバーされている。縦にラインの入っている部分がエランド特異的な変異のある部位。

エランドはアフリカ最大のウシ科動物の一種であり、成体のオスは、肩高が 1.6 m、体重が 900 kg 以上に達することがあります（図 4）。オス・メスともにまっすぐでねじれた角を持ち、主に草原地帯に群れで暮らしています。エランドの骨自体はクリップドリフト岩陰からも出土しますが、オーカーを含む土壌の詳細な顕微鏡観察では、骨片などは同定されませんでした。タンパク質に見られた各種の経年劣化の証拠から、現代のタンパク質の混入ではなく、過去に由来するタンパク質が検出されていることも確認できました。

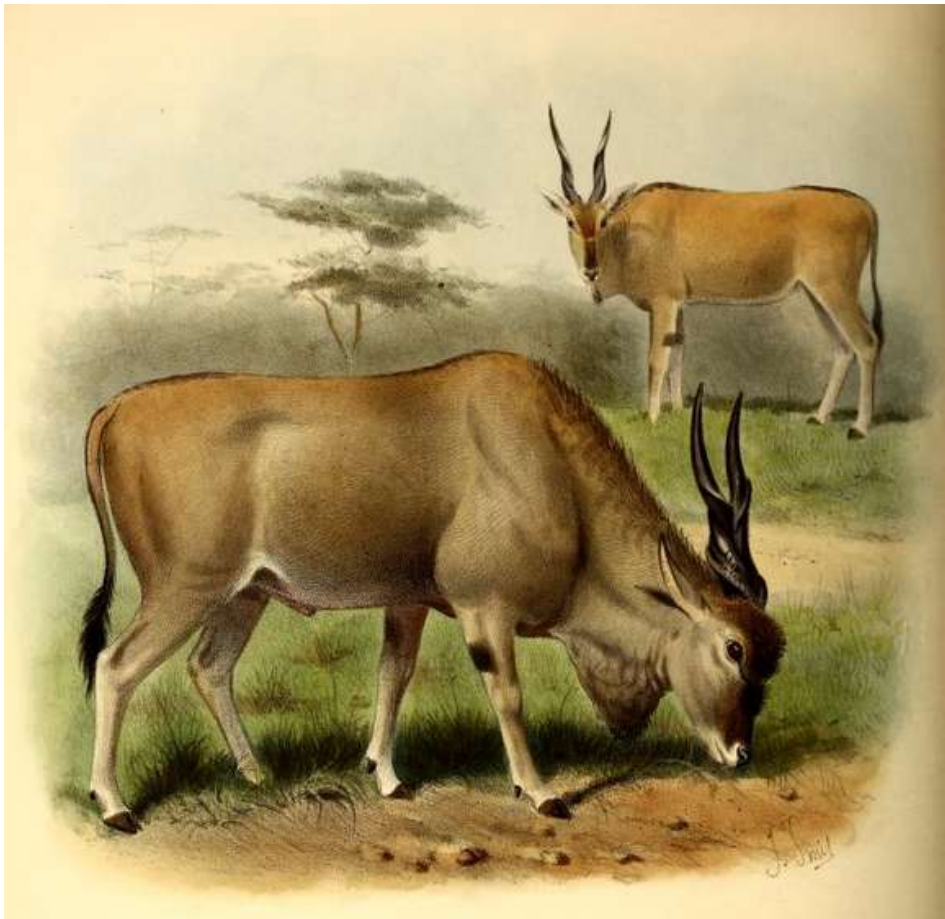


図 4. Philip Sclater 著 『The Book of Antelopes』 (1984 年) に掲載されたエランドのイラスト。Wikimedia Commons よりパブリックドメインの図を転載。

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/21/The_book_of_antelopes_%281894%29-Taurotragus_oryx.png

オーカーがエランドのコラーゲンタンパク質とともに存在したという結果は、初期のホモ・サピエンスがエランド由来のタンパク質をオーカー粉末と混合して塗布したか、あるいは、オーカーで処理した動物由来の製品（オーカーでなめした革など）を遺跡で使用したことを示唆します。アフリカ南部の先住の狩猟採集民である後世のサンの人びとのあいだでは、エランドが中心的な役割を果たす信仰や儀礼が多く記録されています。エランドは重要な象徴であり、力、治癒、婚姻、雨乞いなどに関連づけられてきました。現代のサンの人びとの信仰や儀礼を 6 万年前の旧石器時代の人びとの物質文化と直接的に比較することには慎重であるべきですが、エランドのタンパク質が、こちらも象徴的行動としばしば関連づけられるオーカーとともに見つかったという事実は、非常に興味深いものです。なお、コラーゲンは全身に広く存在するため、本研究では、エランドのどのような体組織が使われたのかまではわかりませんでした。

【今後の展開】

本研究成果は、古代土壌プロテオミクスという新たな手法の可能性を示すものでもあります。古代タンパク質は古代 DNA に比べて残存しやすく、より古い年代まで回収できる場合があります、生物や体組織の由来を明らかにできます。しかし、古代 DNA の場合と違って、古代の土壌に応用した例はまだ非常に少ない状況です。過去の技術、文化、人間行動のなかには、今回のエランドの例のように、遺跡から出土する考古遺物の中に目に見える痕跡をほとんど残さないようなものも多くあります。本研究では、古代土壌プロテオミクスが、そうした目に見えない痕跡を調べられる新しいアプローチであることを示しました。

【参考文献】

1. Henshilwood, C. S., d'Errico, F., Yates, R., Jacobs, Z., Tribolo, C., Duller, G. a T., ... Wintle, A. G. (2002). Emergence of modern human behavior: Middle Stone Age engravings from South Africa. *Science*, 295, 1278–1280. <https://doi.org/10.1126/science.1067575>
2. Villa, P., Pollarolo, L., Degano, I., Birolo, L., Pasero, M., Biagioni, C., ... Wadley, L. (2015). A milk and ochre paint mixture used 49,000 years ago at Sibudu, South Africa. *PLoS ONE*, 10, 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131273>

【謝辞】

本研究は JSPS 海外特別研究員奨励費（202170033）、JSPS 創発的研究支援事業（JPMJFR233D）などの助成を受けたものです。

【論文情報】

掲載誌：Proceedings of the Royal Society B

タイトル：Palaeoproteomic investigation of archaeological sediments associated with ochre use in the Middle Stone Age of southern Africa

著者名：Zahra Haghighi*, Takumi Tsutaya*, Elizabeth Catherine Velliky, Simon James Armitage*, Christopher Miller, Meaghan Mackie, Francesco d'Errico, Gaudry Troché, Jesper Velgaard Olsen, Karen L. van Niekerk, Christopher Stuart Henshilwood, Enrico Cappellini*

DOI: 10.1098/rspb.2025.3300

(*は責任著者)

【お問合せ先】

<研究に関すること>

九州大学 高等研究院 准教授 蔦谷匠（ツタヤタクミ）

TEL：092-802-5639

Mail：tsutaya.takumi.343@m.kyushu-u.ac.jp

<報道に関すること>

九州大学 広報課

TEL：092-802-2130 FAX：092-802-2139

Mail：koho@jimu.kyushu-u.ac.jp