

令和 5 年 5 月 31 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H01346

研究課題名(和文) 西アジアにおける先史遊牧民の起源と乳製品利用

研究課題名(英文) The Origin of the Prehistoric Pastoral Nomads and its dairy product exploitation in West Asia

研究代表者

足立 拓朗 (Adachi, Takuro)

金沢大学・古代文明・文化資源学研究所・教授

研究者番号：90276006

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,900,000円

研究成果の概要(和文)：コロナ禍により、当初、ヨルダンにおいて計画されていた発掘調査による新たな試料の獲得は実施できなかった。この状況に対応するため、これまで日本に持ち帰りが認められている出土土器資料の科学分析に着手した。また最終年度には、実験考古学的手法を用いて、ウシあるいはヤギの生乳を復元土器によって煮沸して、付着炭化物を発生させ、その科学分析結果を出土資料の分析結果と比較する研究に取り組んだ。新規の取り組みとして、土器付着物からの乳タンパクとウシDNAの検出が可能か検証するために、土器の煮炊き実験で得られた土器付着物を用いて分析を実施した。その結果、乳タンパクおよびウシDNAの検出ができることを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

1970年代に筑波大学がイランで調査した新石器時代のタペ・サンギ・チャハマック遺跡出土人骨を使用して、乳タンパクが検出されるか検討を進めることができた。また、トルコ、中央アナトリアのヒツジ飼養を開始した初期牧畜民の同位体分析を行い、その食習慣を復元した。その結果、初期牧畜民の動物性タンパク質(肉やミルク)摂取率は狩猟を主な生業としていた時期の人々と比べて、ほとんど変化していなかったことが明らかとなった。ミルク利用は狩猟の低調化による動物性タンパク質摂取の低下を補う働きをした可能性がある。そして、ヨルダンを中心とした新石器時代・銅石器時代の土製スプーンの研究を進め、形態分類案を提示できた。

研究成果の概要(英文)：For COVID-19 problems, we could not survey in Jordan during the given period. Therefore we studied the previously excavated specimens. During the final year, we tried to conduct experimental archaeological activities. We boiled cow and goat milk with pottery in our laboratory and intentionally made carbon remains inside the pottery. The carbon remains were analyzed to check the protein and fat substances. Moreover, the scientific analysis tried to check the DNA materials in the carbon remains. We succeeded in finding the DNA components.

研究分野：西アジア考古学

キーワード：乳製品 新石器時代 銅石器時代

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

乳製品利用の起源は西アジア史において普遍的な研究テーマである。しかし、これまでの具体的な証拠は紀元前 2500 年頃の搾乳を描いた図像資料だけであった。バターやチーズを作成したと考えられる土器が新石器時代から存在するが、明確な証拠を示すものではなかった。そのような中で、具体的な証拠となりうるのは土器の残留脂質分析である。調理に使用された土器の胎土に残留した脂質を分析することにより、乳製品を加工したか、肉を調理したかを判定することができる。この脂質分析はヨーロッパの新石器時代を対象として実施され、乳利用の証拠が検出された。西アジアでもこの分析方法が適用されており、トルコと北部シリアで検出されている。しかし、南レヴァント地方では発見されていない。この地域は西アジアにおける農耕・牧畜の起源地として有力な候補であるのに空白地域となっている。本研究の対象である、南レヴァント地方のガッスル文化は、研究者の間で乳製品利用が長年想定されながら、確実な証拠が存在しなかった。このような状況下、金沢大学で調査したハラート・ジュハイラ遺跡で良好な土器付着炭化物と人骨資料が出土した。この資料を分析して、南レヴァントの先史時代において乳製品の確実な証拠を発見する機会が得られると考えた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、金沢大学が調査したガッスル文化の遺跡の調査成果の分析を通して、1) 遊牧民の始まりと乳製品の利用をリンクさせ、2) 遺跡出土の人の歯のエナメル質や歯石からどの反芻動物の乳製品なのかを実証し、3) 土器付着炭化物と人骨のコラーゲンから乳製品の種類を特定し、ガッスル文化の乳製品利用の具体的な形態を明らかにすることである。本研究の学術的独創性の一つは、乳製品利用の実証に複数の分析方法を用いることにある。金沢大学が調査したハラート・ジュハイラ遺跡からは豊富で良好な保存状態の人骨資料が出土している。その考古学的・形質人類学的報告はすでに終了しており、今後は文化財科学・生命科学的な研究を実施することができる。人骨資料は特に歯の保存状態が良く、歯石も肉眼で観察できている。また、歯のエナメル質の分析も十分期待できる。これらからミルク由来のタンパク質を検出することを本研究で計画している。つまり乳脂肪だけでなく乳由来タンパク質の分析を実施することになる。また本研究では土製スプーンの新たな分析も行う(図3)。この遺物の西アジアにおける比較研究はすでに実施しており、今後はヨーロッパの新石器文化との比較考古学的な研究を行う。この土製スプーンはガッスル文化で一般的に見られる土製品だが、同時期の西アジアでは出土しておらず、ガッスル文化特有の遺物である。代表者はこの土製スプーンを山羊の搾乳ミルクからクリーム(脂肪分)をすくいあげる道具と考えている。山羊のミルクは他の反芻動物に比べて特に脂肪分が多いことで知られており、搾乳後に自然に浮き上がった脂肪分をクリームとして容易に採集することができる。このような山羊ミルクの加工がガッスル文化で行われたことを実証するために同じく土製スプーンが多用されているトルコの新石器文化との比較考古学研究を行う。

3. 研究の方法

当初は、土器付着炭化物と人骨から抽出したコラーゲン分析を実施する予定だったが、コロナ禍のため、ヨルダン調査を実施することができず、研究の方法は大幅に変更した。

ヨルダン南部の砂漠地域に位置するハラート・ジュハイラ遺跡から出土した土器付着炭化物を日本に持ち帰ることはできなかった。そのため、すでに持ち帰った人骨の歯の資料、そして、過去に日本人が調査して、日本に持ち帰った資料の分析、そして実験考古学による研究を実施した。

歯のエナメル質と歯石については、予定通りにハラート・ジュハイラ遺跡出土の資料を分析する。歯石からラクトグロブリンやホエイタンパク質などの有無や、これらのタンパク質のアミノ酸配列を調べ、摂取した乳がどの生物種に由来するか調べる。この分担研究者の覚張隆史が

本研究を担当する。また、分担研究者の板橋悠は歯のエナメル質に含まれる炭素やストロンチウムの同位体分析などで食性評価を実施する。炭素に関しては C3 植物と C4 植物の検出を通して、季節的な放牧の有無などの分析も行うため、副次的に遺跡の生業に対する知見が得られる可能性が高い。

代表者の足立は土製スプーンの研究を行う。すでにヨルダン、イスラエル地域での土製スプーンの集創作業は終了し、他の遺跡資料との比較研究も行なっている。この土製スプーンは南レヴァントの新石器時代後半と銅石器時代にのみ存在し、シリア、イラク、イランなどの他の西アジアの先史時代にはみられない特殊な遺物である。この特徴はバター製作に用いられたとされるチャーンと同じであることを注目したい。

代表者の足立は分担研究者の宮田佳樹の協力を受けて、実験考古学による研究を実施する。民俗学的な検討をふまえた対照実験を行うことにより、土器付着・吸着炭化物の基準試料を得る。これまで対照実験の結果は報告されていたが、数量は少なく、対照実験としては不完全だと思われる。また、西アジアで利用された乳製品の多くは羊や山羊などから製作されたことが確実である。そのため、これらの生乳を煮沸して炭化物を土器に付着・吸着させ、その炭化物の科学分析を実施する。体脂肪と乳脂肪のステアリン酸などに含まれる炭素同位体の違いから、乳脂肪分の同定が可能であるが、その差は 1~3%とわずかなものであり、なるべく多くの対照実験による基準データが存在したほうが、同定精度は高まると考えられる。また、牛乳、羊乳、山羊乳の同定は炭素同位体比では難しい。同定のためには、タンパク質の分析が必要である。乳成分には数種のカゼイン・タンパク質が含まれており、牛乳には S1-カゼインが多く、山羊乳や羊乳には A2 カゼインが多い。このタンパク質比の違いから動物種の同定が可能ははずであるが、この分野の研究はまだ進んでおらず、本研究の独自性を示す部分である。多くの対照実験を行い、基礎的な比較データを蓄積する計画である。

4. 研究成果

コロナ禍により、当初、ヨルダンにおいて計画されていた発掘調査による新たな試料の獲得は実施できなかった。この状況に対応するため、これまで日本に持ち帰りが認められている出土土器資料の科学分析に着手した。また最終年度には、実験考古学の手法を用いて、ウシあるいはヤギの生乳を復元土器によって煮沸して、付着炭化物を発生させ、その科学分析結果を出土資料の分析結果と比較する研究に取り組んだ。

新規の取り組みとして、土器付着物からの乳タンパクとウシ DNA の検出が可能か検証するために、土器の煮炊き実験で得られた土器付着物を用いて分析を実施した。その結果、乳タンパクおよびウシの DNA 検出ができることを確認した。

土器付着物以外にも人骨の科学分析も行った。金沢大学の LC/MS/MS を用いた乳タンパクの検出に関する手法で検討を進めた。試料としては、1970 年代に筑波大学がイランで調査した新石器時代のタペ・サンギ・チャハマック遺跡出土人骨を使用した。この人骨の歯石のサンプリングを実施し、乳タンパクが検出されるか検討を進めた。

また、トルコ、中央アナトリアのヒツジ飼養を開始した初期牧畜民の同位体分析を行い、その食習慣を復元した。その結果、初期牧畜民の動物性タンパク質

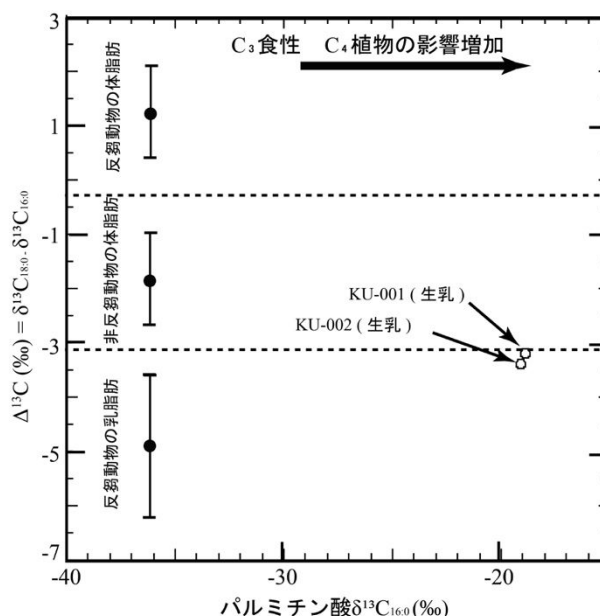


図 1 : 実験による付着炭化物から抽出した脂質に含まれるパルミチン酸 $\delta^{13}C_{16:0}$ (‰)と $\Delta^{13}C$ (‰)との関係(Copley et al.,2003)

(肉やミルク)摂取率は狩猟を主な生業としていた時期の人々と比べて、ほとんど変化していなかったことが明らかとなった。ミルク利用は狩猟の低調化による動物性タンパク質摂取の低下を補う働きをした可能性がある。ヨルダンを中心にした新石器時代・銅石器時代の土製スプーンの研究を進め、形態分類案を提示した。この研究結果は国際学術誌に寄稿した。

コロナ禍のため、海外調査に赴けなかったが、牛・山羊の生乳の煮沸対照実験は複数回実施することができた。現在、2件の牛の生乳(石川県内の牧場から直接入手)の付着炭化物の炭素同位体比の分析結果が出ている(図1のKU001と002)。この牛の飼料として給仕した牧草はイタリアンライグラス(C3植物)とスーダングラス(C4植物)だが、後者の寄与が大きいため、実験に使用した生乳の脂肪(乳脂肪)に含まれるパルミチン酸の $\delta^{13}C_{16:0}$ は、-19%とかなり高い値を示した。

注目すべきなのは、この二つの数値が、乳脂肪を示すギリギリの位置にあることである。この実験結果はまさしく牛の生乳の炭化物のみから得られたものであるため、このようなギリギリの値を示すのは不自然と思われる。今後はこのような実験結果を積み上げることで、乳製品の付着炭化物の科学分析に活用させたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件／うち国際共著 3件／うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Takuro Adachi and Sumio Fujii	4. 巻 14
2. 論文標題 Chalcolithic Ceramic Spoons from Harriet al -Juhayra 1 and 2, Southern Jordan.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Studies in the History and Archaeology of Jordan	6. 最初と最後の頁 134-143
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 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 Hirose, M., Y. Naito, S. Kadowaki, S. Arai, F. Guliyev, and Y. Nishiaki	4. 巻 36
2. 論文標題 Reconstructing early husbandry strategies in the southern Caucasus: intra-tooth sequential carbon and oxygen isotope analysis of Neolithic goats, sheep, and cattle from Goytepe and Haci, Elamxani Tepe.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Archaeological Science, Reports	6. 最初と最後の頁 1-15
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jasrep.2021.102869	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 Yu Itahashi, Elina Ananyevskaya, Minoru Yoneda, Alicia R. Ventresca Miller, Yoshihiro Nishiaki, Giedre Motuzaitė Matuzeviciute	4. 巻 33
2. 論文標題 Dietary diversity of Bronze-Iron Age populations of Kazakhstan quantitatively estimated through the compound-specific nitrogen analysis of amino acids	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Archaeological Science: Reports	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jasrep.2020.102565	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 該当する

1. 著者名 Kondo, O., Tashiro, M., Miyake, Y.	4. 巻 130(2)
2. 論文標題 Human skeletal remains from Hasankeyf Hoyuk, a sedentary hunter-gatherer site in southeast.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Anthropological Science	6. 最初と最後の頁 121-134
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1537/ase.22012	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 -

1. 著者名 Yu Itahashi	4. 巻 10
2. 論文標題 Pig management in the Neolithic Near East and East Asia clarified with isotope analyses of bulk collagen and amino acids.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in ecology and Evolution	6. 最初と最後の頁 1-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fevo.2022.944104	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 Nishiaki, Y., O. Aripdjanov, S. Arai, C. Akashi, H. Nakata, B. Sayfullayev, O. Engeshed, and R. Suleimanov	4. 巻 30
2. 論文標題 Neolithization during the 6th millennium BC in western Central Asia: New evidence from Kaynar Kamar Rockshelter, Hissar Mountains, Southeast Uzbekistan.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Archaeological Research in Asia	6. 最初と最後の頁 1-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ara.2022.100352	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

[学会発表] 計2件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 足立拓朗
2. 発表標題 西アジア先史時代のスプーン
3. 学会等名 日本西アジア考古学会 第27回総会・大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 足立拓朗
2. 発表標題 南レヴァント、ガッスル文化の土器と乳製品利用
3. 学会等名 日本オリエント学会 第64回年次大会
4. 発表年 2022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
研究分担者	三宅 裕 (Yutaka Miyake) (60261749)	筑波大学・人文社会系・教授 (12102)	
研究分担者	西秋 良宏 (Yoshihiro Nishiaki) (70256197)	東京大学・総合研究博物館・教授 (12601)	
研究分担者	宮田 佳樹 (Yoshiki Miyata) (70413896)	東京大学・総合研究博物館・特任研究員 (12601)	
研究分担者	覚張 隆史 (Takashi Gakuhari) (70749530)	金沢大学・古代文明・文化資源学研究所・助教 (13301)	
研究分担者	板橋 悠 (Yu Itahashi) (80782672)	筑波大学・人文社会系・助教 (12102)	

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
---------	---------