

平成 30 年 6 月 6 日現在

機関番号：12601

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2016～2017

課題番号：16H06684

研究課題名(和文) バイオマーカーと同位体による西アジアの家畜化・乳利用とヒトの食性の検証

研究課題名(英文) Investigation of dietary change of Neolithic humans produced by the animal domestication of and the milk use in the west Asia.

研究代表者

板橋 悠 (Itahashi, Yu)

東京大学・総合研究博物館・特任研究員

研究者番号：80782672

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：本課題では、新石器時代に西アジアで発明された家畜飼養とミルク利用によりヒトの食性が変化したと仮説を設定し、人骨の同位体比分析とバイオマーカーによるミルク利用の検証を行った。人骨の同位体比分析では、ほとんどの遺跡におけるヒトの動物性タンパク質摂取率は新石器時代を通して一定であった。また乳幼児の離乳時期も新石器時代では変化が見られなかった一方で、銅石器時代集団では離乳の早期化が見られた。またアナトリア南東部の新石器時代遺跡の土器からはミルクの痕跡は見つかっていない。当初の仮説とは異なり、ミルク利用の本格化やそれに伴うヒトの食性の変化が起こったのは、銅石器時代であった可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：In this research, I investigated the dietary change of Neolithic humans produced by the domestication of animal and the milk use in the west Asia. In order to solve the question, I measured stable isotopic analyses of bone collagen and amino acids for humans in addition to identify biomarker of ruminant milk. By the results, trophic positions of Neolithic humans show no significant change between before and after the domestication of animals, except a hunter-fisher community. Further, estimated breast-feeding periods stay constant during the Neolithic period, whereas a breast-feeding period of a Chalcolithic community seems shorter than that of the Neolithic period. Contrary to initial hypothesis, these results disagree that the change of contribution of animal protein to human happened in association with the animal domestication in the Neolithic period.

研究分野：同位体生態学

キーワード：西アジア 新石器時代 家畜化 ヒトの食性 同位体分析 15N アミノ酸 乳利用

1. 研究開始当初の背景

アナトリア、レヴァントを含む西アジアは、「農耕(食料生産)の開始」が他の地域に先駆けて起こった地域として注目され、研究が行われてきた。動植物遺存体研究から、多様な野生動植物を消費していた狩猟採集民に対して、農耕開始後の農耕民遺跡では生産した食物への依存が増していった様相が明らかにされている。またアナトリア地域では新石器時代の後半には、ヤギ・ヒツジ・ブタ・ウシの4種が出土動物骨の9割以上を占め、後の青銅器時代や鉄器時代と変わらない動物利用が新石器時代に成立していた可能性が示されている。

一方で、特に家畜化初期の西アジア新石器時代では、ミルク利用の発明によって牧畜が狩猟よりも効率的な生存戦略になったという説が主張されている。しかし土器脂肪酸分析の炭素同位体分析を用いた研究により、紀元前七千年紀のアナトリア北西部では高頻度で土器から乳脂肪が検出される一方、アナトリア中央部や南東部では検出頻度が低く、新石器時代後期のミルク利用にアナトリア内でも大きな地域差が存在したとする報告がなされている。

また穀物や家畜のミルクなど食糧生産でもたらされた新しい食物によって離乳食が発明され、乳幼児への授乳期間の短縮に繋がったという仮説が提示されている。授乳期間の短縮は女性の生涯出生数の増加をもたらすとされており、新石器時代の集落数の増加の一つの要因と考えられているが、物証からの検証はされていない。

家畜動物の導入やその後のミルク利用に伴い、ヒトの摂取する栄養に量的変化があったのかを動植物遺存体や食物の加工具研究のみから明らかにすることは難しい。家畜化の発展や家畜動物の利用形態(肉利用やミルク利用)の変化が、ヒトの食性や授乳習慣に与えた影響は別の指標からも検討する必要がある。

2. 研究の目的

本課題の最終目的は、西アジア型農耕の起源地であるアナトリアやレヴァント地域において、家畜導入や動物性食物の利用がどのように展開し、その結果としてヒトの食性と社会にどのような影響と変化をもたらしたかを検証することである。そのために本課題では、家畜化とミルク利用の2つの発明に伴うヒトの食性の時代変化とその地域差に注目した。西アジア新石器時代人の動物性タンパク質の消費形態(狩猟か家畜か、肉か乳か)と理化学分析から得られたヒトが消費した動物性タンパク質の量的変化を組み合わせることで家畜導入のインパクトを評価し、最終的な目的の解決を目指した。本課題では、新石器時代に発明された家畜飼養とミルク利用により、西アジア新石器時代人の食性が変化したと仮説を設定し、人骨の同位体比分析により検証を行った。

3. 研究の方法

多様な野生動物の狩猟から、段階的に家畜利用が発展してきた西アジアのアナトリアでは、

普及した方法である人骨コラーゲンの炭素・窒素同位体比だけでは動物性タンパク質の寄与率と利用する動物種の変化の二つの影響の識別が難しい。また人骨の安定同位体比では肉とそのミルクは同様に動物性タンパク質として扱われるため、別の指標に基づいてミルク利用を検出する必要がある。

そのため本課題では、

草食動物の種間差の影響を受けるコラーゲン炭素・窒素同位体比分析と、影響が見られないアミノ酸の窒素同位体比分析に基づく肉食率の2つの指標を用いて、穀物栽培や家畜飼養、ミルク利用の開始前後にあたる複数の新石器集団を分析し、食性の時代変化を検証した。

また併せて、土器に残留する脂肪酸分析、人骨に付着した歯石のタンパク質分析から、ヒトが摂取した食物の同定、特にミルク利用の証拠となる反芻動物の乳脂肪、乳タンパク質の有無の検出法の開発を試みた。

上記の二段階の検証を基に、家畜導入の初期段階における動物利用の実態(肉とミルクの食物利用)と家畜導入はいつから効率的で支配的な生産活動となったかの解明を試みた。

4. 研究成果

西アジアとその周辺地域における家畜導入前後のヒトの食物利用を検討するべく、狩猟採集民から牧畜の導入期、農耕牧畜経済成立後にあたる西アジア新石器時代、銅器時代、青銅器時代の人骨・動物骨のコラーゲンの炭素・窒素同位体比分析、アミノ酸の窒素同位体比分析を行った。その結果、南東アナトリアに所在する先土器新石器時代前期のハッサンケイフ・ホユックの狩猟民の一部は、野生哺乳類や野生堅果類だけでなく淡水魚を重要な食資源としていた。また淡水魚をほとんど食べていなかった個人は、摂取したタンパク質の約60%を動物性タンパク質から得ていたことが明らかとなった。先土器新石器時代のアシュックル・ホユック遺跡では先行研究の動物考古学研究により、狩猟が動物性食物獲得の主たる手段だった時代から牧畜によって得られた動物性食物が優勢になっていくまでの、連続的な出土動物骨相の時代変化が明らかにされている。その結果、アシュックル・ホユックの人骨コラーゲンの窒素同位体比は動物骨組成の変化を反映して時代変化している一方で、アミノ酸窒素同位体比によって推定された肉食率(約50%)には時代差が見られなかった。さらに牧畜が主たる食肉の獲得手法となったと考えられている土器新石器時代の各遺跡の肉食率も約50%と推定され、アシュックル・ホユック遺跡との有意差は示されなかった。肉食率50%は先行研究で示された土器新石器時代のチャタルホユックの農耕民の推定値と同様である。また北レヴァント地域に所在する先土器新石器時代のテル・カラメル遺跡の狩猟採集民とテル・エル・ケルク遺跡の農耕民の間に同位体比の違いは示されず、肉食率は約50%と推定された。

狩猟採集生活時には狩猟に向けられていた労働力が穀物栽培の開始により植物性食物の

生産に割り振られるため、農耕開始後には肉食率の低下が予想された。また先行研究による骨コラーゲンの窒素同位体分析の結果は、農耕開始後の肉食率の低下を示唆していた。しかし、本課題で行ったコラーゲンの炭素・窒素同位体被分析とアミノ酸の窒素同位体比の比較により、コラーゲンの窒素同位体比の変動は肉食率の変化ではなく主に動物種の変化を反映していることが示された。アミノ酸の窒素同位体分析では、淡水魚を重要な食資源としていたハッサンケイフ・ホコックを除くと、西アジア新石器時代遺跡では家畜の有無や動物骨における種組成に拘わらず、ヒトの肉食率には大きな変化が見られていない。推定された肉食率の時代変化が小さかったことから、家畜の導入は人々の肉食率を変化させたのではなく、狩猟採集時代からの肉食率の変化を小さくする緩衝材として働いていた可能性がある。

比較対象として分析を行った中央アジアの青銅器時代遺跡のカイゼルブルク遺跡、タージェン遺跡の肉食率は約 70%と推定された。ミルク利用の本格化やより専門化した牧畜形式である移牧の開始など、より高度な家畜利用が発明されヒトの動物性タンパク質摂取率(肉食率)が上昇するのは新石器時代ではなく、銅器時代である可能性がある。西アジアの新石器時代中期には多様な野生動物種が出土する状況から家畜種へ集中する出土動物骨の変化があった。このため、新石器時代中期から後期にヒトの動物性タンパク質摂取に変化があったと予想し、課題を遂行してきた。しかし、今後は新石器時代後期の資料を増やすと共に、銅器時代資料の分析を進める必要がある。

土器新石器時代の南東アナトリアに所在するサラット・ジャーミ・ヤヌ遺跡、イラク南東部のウナム・カスル遺跡から出土した土器片で脂肪酸の炭素同位体比分析を行い、土器がミルク利用のために使われていたのかを検証した。しかし、本課題の分析では、土器から反芻動物の乳脂肪を示す結果は得られず、ブタの脂肪酸に近似した値を示した。アナトリア中央部や南東部では乳脂肪の検出頻度が低いとする先行研究と同様の結果となり、新石器時代後期においても、南東アナトリアでは家畜のミルク利用が低調であった可能性を追証することとなった。

またヒトの乳製品の経口摂取を検証するための技術開発として、現代人の歯石を用いて歯石試料の処理方法の検証とオービトラップ質量分析計による反芻動物の乳タンパク質検出を目指して手法開発を行った。本課題の期間では遺跡出土人骨から得られた歯石資料の処理には至っていないが、本課題で確定させたメソッドにより人骨の安定同位体分析で得られた結果を元に新石器時代後期から銅器時代人骨をターゲットに、歯石のタンパク質分析による反芻動物の乳製品摂取の検証を行う。

また家畜のミルクなどの離乳食の導入が新石器時代の人口増加をもたらしたとする仮説を検証するため、成人女性と乳幼児の骨コラーゲンの炭素・窒素同位体分析を行った。母親から授

乳を受けている乳幼児は母親を捕食している場合と同様の同位体比を示すことになる。この性質により授乳中の乳幼児は共同体の成人女性よりも高い同位体比を示す一方で、授乳を終えた幼児の同位体比は成人と同様の値に変化していくため、乳幼児の同位体比の年齢変化から過去の授乳習慣を復元可能である。本課題では、南東アナトリアのハッサンケイフ・ホコック遺跡の狩猟採集民、サラット・テベ遺跡、サラット・ジャーミ・ヤヌ遺跡、ハケミ・ウセ遺跡の新石器時代農耕民、中央アナトリアのアシュクル・ホコック遺跡の狩猟農耕移行期の集団、北西アナトリアのイクズ・テベ遺跡の銅器時代農耕民、北レヴァントのテル・エル・ケルクの新石器時代農耕民の生業の異なる各時代の集団で離乳時期の復元を行い、生業の変化と離乳時期を比較した。その結果、新石器時代の農耕民遺跡の離乳終了年齢は、ハッサンケイフ・ホコック遺跡の狩猟採集民(3.2 歳)と同様の年齢(2.9~3.6 歳)であった。出土動物骨における家畜動物の比率が低かった家畜導入初期だけでなく、家畜動物が出土動物骨のほとんどを占める新石器時代後期の遺跡においても、離乳年齢には変化がなかったことが示された。コムギなどの穀物や家畜の導入は、授乳時期の短縮には繋がらなかったようである。一方で、北西アナトリアに所在する銅器時代のイクズ・テベ遺跡では 2.2 歳で離乳が終了しており、離乳年齢の早期化が起っていた。土器脂肪酸分析の結果から、北西アナトリアでは新石器時代後期には家畜のミルクを土器で煮ていたことが示されており、ミルクを離乳食として利用できたことが離乳年齢の早期化の一因となった可能性がある。従来の仮説とは異なり、離乳食の導入と授乳時期の短縮は新石器時代には起こっておらず、銅器時代に起こった現象である可能性がある。本課題では新石器時代を主な対象としていたため離乳時期の変化を捉えることができなかったが、今後はアナトリア南東部の銅器時代遺跡を対象とすることで、授乳習慣が変化した時期を明らかにできると期待される。

本課題によって明らかとなったハッサンケイフ遺跡の狩猟採集民の食習慣について『Journal of Archaeological Science』に投稿し、2017 年 5 月に出版された。新石器時代の各遺跡の離乳時期の推定結果についてとりまとめ、第 22 回日本西アジア考古学会大会で報告した。また、テル・エル・ケルク遺跡の初期農耕民の食性については『Journal of Archaeological Science: Reports』に投稿し、2018 年 1 月に出版された。これらの結果を基にアミノ酸窒素同位体比分析に基づく先史時代集団の食性復元に関する総説を『季刊考古学』に投稿し、2018 年 5 月に出版された。またハッサンケイフ・ホコック遺跡とテル・エル・ケルク遺跡では同位体分析による食性と埋葬家屋や墓地内の場所の違いに相関が見られた。西アジア新石器時代社会は共同体内で一律な食性を持っていたわけではなく、埋葬家屋から区別される世帯によって異なる食習慣をもっていたことが明らかにされた。この成果を『考

古学ジャーナル』に投稿し、2018年6月に出版される。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計4件)

板橋 悠、米田 穰、人骨の化学分析による食と社会復元、考古学ジャーナル、査読無、714巻、2018、5-9

板橋 悠、アミノ酸窒素同位体比による先史集団の詳細な食性復元、季刊考古学、査読無、143巻、2018、71-75

Itahashi Yu、Tsuneki Akira、Dougherty Sean P.、Chikaraishi Yoshito、Ohkouchi Naohiko、Yoneda Minoru、Dining together: Reconstruction of Neolithic food consumption based on the $\delta^{15}\text{N}$ values for individual amino acids at Tell el-Kerkh, northern Levant, Journal of Archaeological Science: Reports、査読有、17巻、2018、775-784

DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.12.042>

Itahashi Yu、Miyake Yutaka、Maeda Osamu、Kondo Osamu、Hongo Hitomi、Van Neer Wim、Chikaraishi Yoshit、Ohkouchi Naohiko、Yoneda Minoru、Preference for fish in a Neolithic hunter-gatherer community of the upper Tigris, elucidated by amino acid $\delta^{15}\text{N}$ analysis、Journal of Archaeological Science、査読有、82巻、2017、40-49

DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.jas.2017.05.001>

[学会発表] (計4件)

Itahashi Yu、Tekin Halil、Erdal Yilmaz Selim、Ozbasaran Mihriban、Hongo Hitomi、Miyake Yutaka、Tsuneki Akira、Yoneda Minoru、Refinement of the nitrogen isotopic analyses of mammal herbivores in Anatolia and Levant by collagen and amino acids、13th the International Council for Archaeozoology International Conference (アンカラ市 2018/9/6)

板橋 悠、Y. S.エルダール、M.オズバサラン、同位体分析によるアシュックルホユック遺跡の食性の時代変化、日本西アジア考古学会 第23回大会 (金沢市 2018/6/16)

板橋 悠、南東アナトリア新石器時代の農耕開始と授乳習慣の時代変化、日本西アジア考古学会 第22回大会 (天理市 2017/7/1)

Itahashi Yu、Yoneda Minoru、Food consumption of Hasankeyf Hoyuk hunter-gatherers based on the isotopes、Sedentism, Subsistence and Societies in the Neolithic Anatolia: New Insights from Hasankeyf Hoyuk (つくば市 2017/3/22)

(1)研究代表者

板橋 悠 (ITAHASHI, Yu)

東京大学・総合研究博物館・特任研究員
研究者番号: 80782672

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし

(4)研究協力者

近藤 修 (KONDO, Osamu)

西内 巧 (NISHIUCHI, Takumi)

本郷 一美 (HONGO, Hitomi)

三宅 裕 (MIYAKE, Yutaka)

米田 穰 (YONEDA, Minoru)

6. 研究組織