



[特別講演会レポート]

ひきつがれる酪農文化

ユーラシアの先史時代における起源から現代の多様性まで

マックスプランク人類史科学研究所
考古遺伝学部門 微生物叢科学グループ リーダー

クリスティナ・ワリナー 博士

Dr. Christina Warinner

2018年7月16日 於 一般社団法人 J ミルク

なぜミルクの研究をしているのか

人類学者・考古学者である私がミルクの研究をしていると言うと、どうして?とよく聞かれます。なぜミルクの研究をしているのか、まずはそこから話をはじめましょう。ミルクは、誕生後の哺乳動物が他の食物を摂取できるようになるまでの間、成長に見合った栄養を獲得するための優れた食品です。しかし、ヒトは少し変わった動物で、他の動物のミルクを利用し、大人になってもミルクを飲んでいきます。ヒトを含むほとんどの哺乳動物は、離乳するとミルクを上手く消化できなくなります。これを乳糖不耐症といいます。

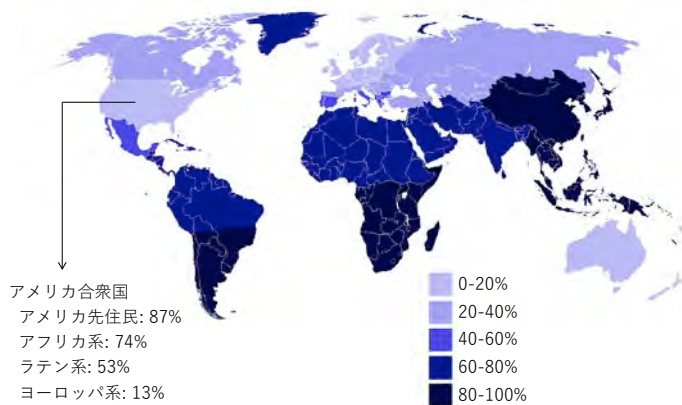


図1. 乳糖不耐症の人口に対する割合
(ドイツ語版ウィキペディア
<https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Laktoseintoleranz-1.svg>を加工)

世界中の人々の3分の2は乳糖不耐症であると言われていきます(図1)。それにもかかわらず、世界各地には豊かな酪農文化が存在し、多種多様な乳製品がつくられています。そして、地球上では1年間に6億9,700万トンものミルクが生産されています。これは、オリンピックの競技用プールの27万8,800個分に相当し、地球上の全ての人々が毎日250 mLのミルクを飲むことができる量です。世界中の人々の3分の2が乳糖不耐症であるにもかかわらず、なぜ人類は豊かな酪農文化を発展させ、これほど膨大な量のミルクを消費し続けているのか。この疑問が、私がミルクの研究を始めたきっかけになりました。

ミルク・パラドックス

乳糖不耐症は、ミルクに含まれる乳糖(ラクトース)を分解できないことによって起こります。ラクトースはグルコースとガラクトースという2種類の糖が結合した構造になっています。ラクトースを分解する酵素をラクターゼといい、この酵素が小腸でラクトースをグルコースとガラクトースに分解することで、ヒトはミルクを消化することができます。ヒトのラクターゼの産生は、2番目の染色体にあるMCM6という遺伝子によってコントロールされています。乳児の頃はMCM6の働きによってラクターゼが産生されますが、成人になるにつれてMCM6が働かなくなるように設計されており、ラクターゼが産生されなくなります。このため、成人がミルクを飲むと、ラクトースが小腸で消化されずに大腸にたまってしまい、消化不良や下痢などの乳糖不耐症の諸症状があらわれます。しかし、このMCM6という遺伝子に変異が起きると、成人になってもラクターゼを産生できることが知られています。これをラクターゼ活性持続症といいます。私は、ラクターゼ活性持続症の人々、つまり、乳糖耐性を獲得して成人になってもミルクを消化できるようになった人々が、世界各地において多様な酪農文化を発展させていったのではないかと考えました。

しかし、新石器時代の中近東やヨーロッパの人々の骨に残されたDNAから遺伝子の情報を調べてみると、乳糖耐性をもった人は全くみつきませんでした。そして、さらに研究を進めていくと、乳糖耐性を獲得した人々が初めて出現するのは、人類が動物のミルクを利用するようになってから約4,000年後であることが分かりました。つまり、成人になるとミルクを上手く消化できないにもかかわらず、人類は4,000年の間ミルクを利用し続け、世界各地で酪農文化を発展させていったのです。私たちはこの酪農の起源における大きな矛盾をミルク・パラドックスと呼んでいます。

Heirloom Microbes（引き継がれた微生物）プロジェクト

私たちは、酪農の起源の謎であるミルク・パラドックスを解くためのカギは、微生物にあると考えています。微生物による発酵はミルク中の乳糖の含量を減らすことから、人々は微生物を意図的に利用してきた歴史があります。実際に世界各地の民族事例をみると、ミルクは発酵などの何かしらの加工を経て、乳製品として摂取されてきました。また、発酵させたミルクに含まれる微生物は、ヒトの腸内細菌の構成に影響を与えていると考えられています。このような酪農の起源にかかわる微生物の研究を、現代社会をモデルにして進めることは困難です。なぜなら、近代化により衛生環境が改善された現代社会においては、我々の身の周りに存在する微生物の多様性が失われており、工業的に大量生産されている乳製品には純粋培養された微生物しか使われていないからです。また、それに対応して、古代に比べて現代では、ヒトの腸内細菌の多様性も失われていると考えられます。そこで私たちは、酪農の起源を微生物から明らかにするために、Heirloom Microbes（引き継がれた微生物）という研究プロジェクトを立ち上げました。この研究プロジェクトは、伝統的な酪農技術の聞き取り調査や観察研究、分子生物学・遺伝学・微生物学的な解析、人類学・考古学的な解析などの複合的なアプローチにより進めており、世界各国から、文化人類学者、考古学者、分子生物学者、栄養学者などが参加しています。調査対象としている地域は、モンゴル、ヨルダン、アルプスです。いずれの地域も先史以前から酪農を営み、互いに他とは異なる特徴をもっています。今回は、モンゴルでの研究調査をご紹介します。

モンゴルでの研究調査

私たちは、モンゴルにおいて、牧畜民の民族誌的な調査、乳製品の微生物学・遺伝学的な解析、考古学的な調査を進めています。モンゴルは古代の酪農を研究するのに最適なフィールドといえます。それにはいくつかの理由があります。まず、伝統的に乳製品が食糧経済の重要な部分を占めています。また、人口の半数が都市部ではなく地方の田舎に住み、牧畜を営んでいます。そこでは、現在でも自分たちの家畜から得られるミルクを利用して手作業で伝統的な乳製品をつくっています。そして特筆すべき特徴として、モンゴルでは7種類もの家畜から搾乳を行っていることが挙げられます。この家畜の種類の多さは、地球上の他のどの地域にもみられない特徴です。さらに、モンゴルは考古

学的な資料が非常に豊富です。これには、寒冷で乾燥した気候条件によって保存状態が非常に良いことが影響しています。

モンゴルでの研究調査を開始するにあたり、私たちはまず、モンゴルの地方で牧畜を営む人々は、どれくらいミルクを摂取しているのかを調べることにしました。これは、モンゴルの栄養学者も調査していないことでした。表1は、モンゴル北部のフブスグル県において、食事全体に占めるミルクの割合を調べた結果です。夏場では、総エネルギー摂取量に占めるミルクの割合が3分の1以上となっており、食事の大部分をミルクに依存していることが分かりました。また、液体のミルクの摂取量が多いことも分かりました。

表1. ミルクの摂取量と食事に占めるの割合（モンゴル、フブスグル県）
(Jeong *et al.* 2018, Table S10より作成)

	夏（7月）	冬（1月）
総エネルギー	35%	9-14%
タンパク質	24-31%	7-14%
脂質	30-40%	11-19%
炭水化物	36-40%	8-12%
ミルク（液状乳、馬乳酒を含む）	216-283 g/day	97-230 g/day
乳製品	172-198 g/day	82-87 g/day

ここで注目すべき点は、図1で示したように、モンゴルの人々は95%以上の人が乳糖不耐症であることです。なぜこれほど多くのミルクが摂取されているのか、これには、前述のように、発酵などのミルクの加工が重要な役割を果たしていると考えられます。実際にモンゴルでは様々な乳製品がつくられています。私たちは、調査地域でつくられている乳製品を民族誌的なフィールドワークで調査し、加工工程別に分類しています。これまでの調査により、20種類以上の乳製品がつくられていることが分かりましたが、モンゴル全域では100種類以上の乳製品がつくられているとも言われています。現在、私たちは、これらの乳製品のサンプルの乳糖含有量を含めた栄養成分の分析と、発酵にかかわっている微生物の同定を進めています。昨年（2017年）は40リットルものサンプルをドイツの研究所に持ち帰り、現在も2つのチームが現地で乳製品のサンプリングを行っています。

世界の酪農の起源

モンゴルの酪農の起源を明らかにする研究調査は現在も進行中ですが、ここで、世界の酪農の起源について、現在までに分かっている知見を整理してみましょう。

考古生化学的な調査により、この50年の間に、酪農の起

源を明らかにするための研究が急速に進められています。人類による最古のミルクの利用は、9,000 年前に中近東のアナトリアやレバントといった地域において、ヤギ、ヒツジ、ウシのミルクを利用することから始まったと考えられています (図 2a)。そして、この地域の農耕民によって、7,500 年前の旧石器時代のヨーロッパに酪農が伝わりました (図 2b)。また、6,000 年前には、どの地域から伝わったのかは不明ですが、おそらく人々の移動によって、アフリカ大陸にウシのミルクを利用した酪農が伝わったと考えられています (図 2c)。そして、5,500 年前には、現在のカザフスタンの地域において、おそらく西アジアやアフリカとは別に、ウマのミルクを利用する酪農が独自に発展したと考えられています (図 2d)。それと時を同じくして、5,300 年前には、西側ステップ (図 2 の茶色の領域) の黒海とカスピ海との間の地域に、ヤムナヤ文化と呼ばれる新しい牧畜文化が成立します。この人々は牧畜を営み、非常に移動性の高い集団でした (図 2e)。ある集団は、わずか 300 年余りの間に東に約 2,000 キロも移動して、西側ステップの東端のアルタイ山脈 (図 2 の紫の領域) の手前まで到達し、アフアナシェヴォ文化を成立させます (図 2f)。反対に西に約 2,000 キロ移動した集団もあり、この人々はヨーロッパにおいて青銅器時代の縄目文土器文化を発展させました (図 2g)。最近の研究では、このときの人々の移住によってヨーロッパの人口の 3 分の 1 の遺伝子情報が書き換えられたと考えられています。例えば、白い肌や金髪の遺伝子はヨーロッパ固有のものと信じられてきましたが、実はこの人々によってもたらされたということが分かっています。そして、この人々は、4,000 年前に、東に約 4,000 キロも戻る大移動をして、再びアルタイ山脈手前まで到達し、アンドロノヴォ文化を含む多くの新しい文化を成立させます (図 2h)。

これらの人々の移動と乳糖不耐症の分布 (図 3) を見比べてみると、ひとつの大きな謎があります。旧石器時代のヨーロッパにもともと住んでいた狩猟採集民の人々、7,500 年前にアナトリアを起点としてヨーロッパに酪農を伝えた農耕民の人々 (図 2b)、4,500~4,200 年前に西側ステップからヨーロッパに移動してきたヤムナヤ文化の人々 (図 2g) は、全て乳糖不耐症であり、乳糖耐性をもっていません。ところが、紀元後の 1,000 年頃のドイツの遺跡を調べてみると、現代人と同じように 80% くらいの人が乳糖耐性をもっていたことが分かり、ヨーロッパにおいていつどこで乳糖耐性を獲得した人々が現れ、どのように集団内での割合が高くなったのかは全く分かっていません。ヨーロッパと同様に、アラビア半島も乳糖耐性の人の割合が高い地域ですが (図 3)、この地域ではラクダのミルクを利用していたことが乳糖耐性の人の割合が高くなったことに影響したと考えられます。ラクダは塩水を飲んでミルクをつくることのできるため、真水を得ることが難しいこの地域の人々は、ラクダのミルクを利用することで塩分の少ない水分を得ることができます。そのため、ミルクを上手く消化できることが、砂漠地帯で長い距離を移動することを可能にしたと考えられます。同じようなことは、清潔な水を得ることが難しかったアフリカ大陸の人々にも当てはまると考えられます。しかし、清潔な水を得ることがそれほど困難であったとは考えられないヨーロッパにおいて、乳糖耐性をもった人の割合が高くなった要因は明らかにされていません。

一方、東側の地域の酪農の起源については、3,800 年前に、北と西のどちらから伝わったのかは分かっていませんが、現在の中国の新疆ウイグル自治区の地域で、ヤギ、ヒツジ、ウシのミルクを利用した酪農が行われていたと考えられています (図 2i)。

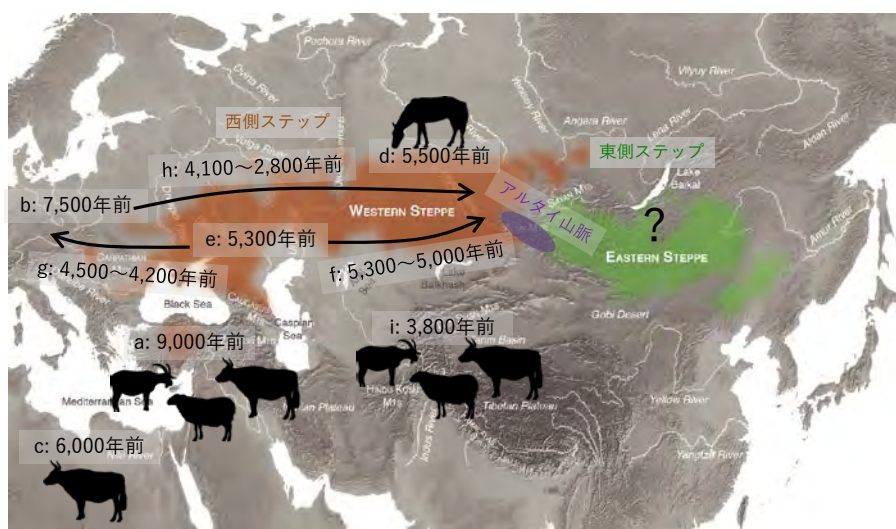


図2. 世界における酪農の起源 (Jeong *et al.* 2018, Fig1を加工)

そして、西側ステップとはアルタイ山脈によって分断されている東側ステップ（図2の緑の領域）に位置するモンゴルにおいて、いつどのように酪農が始まったのかは、まだ明らかにされていません。モンゴルの南に位置する新疆、もしくは、西に位置するカザフスタンの酪農が、モンゴルにおける酪農の起源に影響を与えたと考えられますが、私たちが研究調査を始めるまでは、アルタイ山脈の西側の地域のみで研究調査が行われ、東側は全く手つかずの地域だったのです。

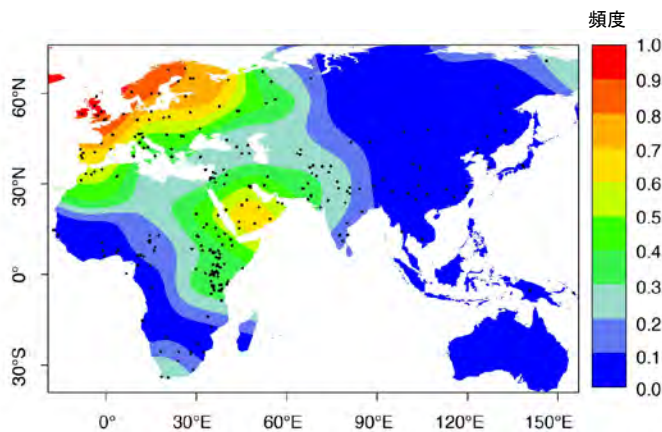


図3. 乳糖耐性（ラクターゼ活性持続症）の頻度
(Warinner *et al.* 2014, Figure 1を加工)

モンゴルにおける酪農の起源

モンゴルにおける酪農の起源を明らかにするため、私たちは3つの問いを設定しました。1つ目は「いつ酪農が始まったのか？」です。2つ目は「どのように酪農が始まったのか？」です。具体的には「人間集団の置換によって酪農が伝わったのか？」という問いです。前述のように、ヤムナヤ文化の人々の西への移住は、ヨーロッパに様々な影響をもたらしました。この人々が東へ移住した際に、アルタイ山脈の手前で移住が止まったのか、もしくは、アルタイ山脈を越えて東側ステップまで移住することができたかが問題になります。3つ目は「どの動物が酪農に利用されたのか？」です。これは、西側ステップの牧畜民のようにヤギ、ヒツジ、ウシなどの反芻動物を利用していたのか、もしくは、青銅器時代のカザフスタンのようにウマを利用していたのが問題になります。

これらの問いを明らかにするため、モンゴルの青銅器時代の遺跡であるヘレクスル（墳丘墓）や鹿石（巨石モニュメント）などの発掘調査を行っている2人の考古学者、スミソニアン協会のブルーノ・フレーリッヒ博士とオークランド大学のジュディス・リトルトン教授と、モンゴルにおける牧畜の痕跡に関する調査を進めることにしました。私たちの調査地域には、22の墳丘墓が含まれており、放射性

炭素年代測定により、これらの墳丘墓は3,330～2,900年前のものであることが分かっています。調査では、最先端技術であるゲノミクスとプロテオミクスの2つの解析手法を用いています。

ゲノミクスによる解析

分子生物学的・遺伝子学的な解析手法であるゲノミクスを考古学に応用することで、古代人の遺体や骨からDNAを抽出して、遺伝子の情報を読み取ることができます。私たちはまず、墳丘墓から出土した骨や歯から遺伝子の情報を読み取り、フブスグル県の古代人の遺伝的な系統を調べました。図4は、フブスグル県の古代人の系統と、世界の古代人および現代人の系統を主成分分析という手法で解析した結果です。一つひとつのプロット（文字、図形）が、一人ひとりの系統を表しています。これらのプロット同士が近ければ系統が近いことを示し、離れていれば系統が遠いことを示しています。アルファベットは現代人で、図形は古代人のものです。プロット全体が大きな三角形を描いていますが、三角形の左の頂点付近には西アジアやヨーロッパの現代人、右下の頂点付近には中国、日本、韓国などの東アジアの現代人、右上の頂点付近にはシベリアやアメリカの先住民族の現代人がプロットされています。オレンジや茶色の図形はヤムナヤ文化に関連する古代人のプロットで、左の頂点付近のヨーロッパの現代人のプロットと重なっています。この結果からも、ヤムナヤ文化に関連する古代人がヨーロッパの人々に遺伝的な影響を与えたことが示されています。赤の大きい囲みの中の黒い丸は、フブスグル県の古代人のプロットです。青緑色のアルファベットで示されるモンゴルの現代人の近くにプロットされていますが、位置が少し上にずれています。これは、北ユーラシアにもともと住んでいた人々に遺伝的な影響を受けたことが関係していることが分かっています。赤の小さい囲みで示すように、フブスグル県の古代人で1人だけが集団から離れて、西アジアと東アジアの中間の位置にプロットされています。この古代人は男性で、調査を行った遺跡の中で最も後の時代のものから発掘されました。その後の解析により、この古代人の母方の系統はモンゴルのもので、父方の系統はヤムナヤ文化に関連する西側ステップの牧畜民のものであることが分かり、このような西アジアと東アジアの中間の位置にプロットされることが分かりました。注目すべき点は、この古代人が最も後の時代の遺跡から発掘されたことです。つまり、モンゴルにおいては、人々の

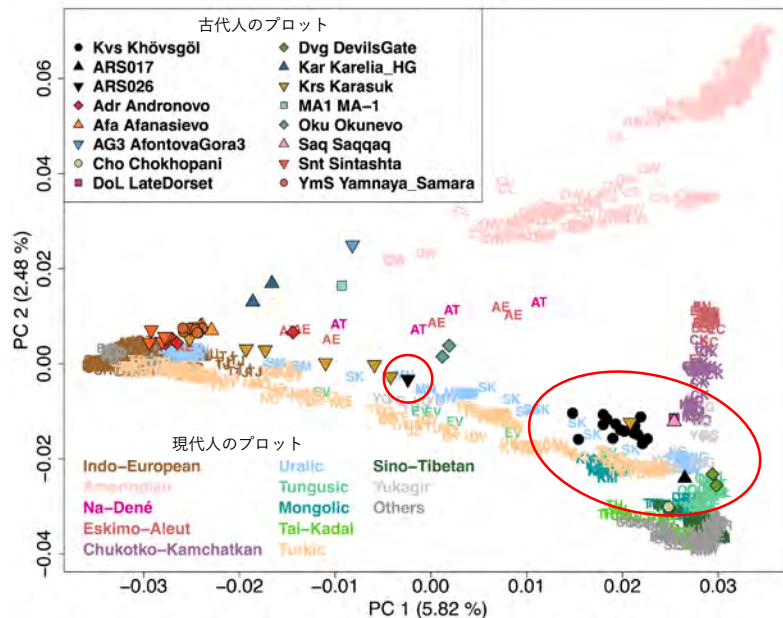


図4. 現代人と古代人の遺伝的系統の比較 (Jeong *et al.* 2018, Fig 2を加工)

移動による混血が、少なくとも青銅器時代の終わり頃まで起きていなかったということになります。続いて私たちは、遺伝子の情報からフズグル県の古代人が乳糖耐性をもっていたのか否かを調べました。その結果、フズグル県の古代人で乳糖耐性をもつ人は1人もいないことが分かりました。

プロテオミクスによる解析

プロテオミクスは、タンパク質の情報を読み取る解析手法です。私たちは、古代人の歯に残された歯石に含まれるタンパク質を調べています。歯石は、歯の表面にたまった歯垢が石灰化したもので、人体の中で唯一、生きている間に化石化するものと言えます。現代人は、歯科医院で歯石を取り除くことができますが、歯科医院に行くことのなかった古代人の歯からは大量の歯石を採取することができます。歯石からは、口腔内の微生物だけでなく食べ物に由来するタンパク質やDNAも検出されます。歯石は、何千年も前に生きていた人々が一生の間にどのような食べ物を摂取していたのかを教える大変貴重な資料なのです。歯垢はそもそも微生物によってつくられるため、歯石から検出されるタンパク質の大半は微生物に由来するものですが、ミルクに由来するタンパク質が検出されることがあります。ミルクに由来するタンパク質の中で、熱、酸、微生物に対する安定性が高く、最も検出されることが多いのは、 β -ラクトグロブリンです。 β -ラクトグロブリンは多くの哺乳動物のミルクに含まれますが、ヒトの母乳には含まれていません。また、動物の種類によってアミノ酸の配列の一

部が異なっているため、歯石から検出された β -ラクトグロブリンのアミノ酸配列を調べることで、それがどの動物のミルクに由来するのかを特定することができます。フズグル県の古代人の歯石からは、ヤギ、ヒツジ、ウシの β -ラクトグロブリンが検出され、その他の動物の β -ラクトグロブリンは検出されませんでした。この結果と調査した墳墓の年代から、この地域では3,300年前よりも前にヤギ、ヒツジ、ウシを利用した酪農が行われていたことが分かりました。また、ウマの β -ラクトグロブリンが検出されなかったことから、この地域にウマが導入されたのは、おそらくもっと後の時代になってからだと考えられます。

これまでの研究成果と今後の展望

これまでの調査結果をもとに、はじめに設定した3つの問いに答えていきましょう。1つ目の問いは「いつ酪農が始まったのか？」です。これは、3,300年前よりも前の時代であることが分かりました。2つ目の問いは「人間集団の置換によって酪農が伝わったのか？」です。これは、ヨーロッパの場合とは異なり、モンゴルでは人間集団の置換や移住によってではなく、文化の伝播によって酪農が伝わったことが分かりました。3つ目の問いは「どの動物が酪農に利用されたのか？」です。これは、西アジアで家畜化された反芻動物であるヤギ、ヒツジ、ウシが利用され、ウマは利用されていなかったことが分かりました。このことから、モンゴルの酪農は独自に発展したのではなく、文化の伝播によって伝わったことが分かります。

はじめに設定した3つの問いについては答えることができ

ましたが、モンゴルにおける酪農の起源を明らかにするためには、まだ多くの問いが残っています。例えば、考古学的には、「チベット原産のウマ、ラクダ、ヤクなどの動物のミルクの利用はいつどのように始まったのか?」という問いがあります。そして、微生物学的には、「発酵に用いられる微生物はどこから現れ、どのように進化していったのか?」「モンゴル人の腸内細菌はミルクの摂取に適応するために変化したのか?」という問いがあります。また、栄養学的には、「モンゴルの伝統的な乳製品に、乳糖がどれくらい含まれているのか?」という問いがあります。さらに、民族誌学的には、「どのようにして3,000年にもの長きにわたり伝統的な酪農文化が維持されてきたのか?」という問いがあります。今後の研究調査では、これらの一つひとつ問いの答えをみつけていき、モンゴルにおける酪農の起源の全容を明らかにしたいと思っています。

質疑応答

Q 1. 講演の中で、カザフスタンではウマのミルクを利用する酪農が、西アジアやアフリカとは別に、独自に発展したと考えられているという説明がありましたが、私は、酪農の起源は西アジアに一元的であり、それが中央アジアのカザフスタンまで伝わったと考えています。独自に発展したというのは、どのような考えによるものですか?

A 1. 実は、この地域の酪農のことはまだよく分かっておらず、議論が分かれているのが現状です。例えば、カザフスタンには数千頭のウマの骨が出土したことで有名なボタイ遺跡があります。これほど多くのウマの骨が出土し、ウマの歯には馬具のハミ（轡＝くつわ）の痕跡と思われる擦り減りが認められたことから、これらのウマは家畜化されたものであると考えられていました。しかし、最近のゲノミクスによる解析では、これらのウマが野生のものであることが分かりました。また、歯の擦り減りは馬具によるものではなく、埋積する過程で擦り減ったのではないかという見方もあります。そのため、家畜化されたウマなのか野生のウマなのかは、まだ議論が分かれています。酪農の痕跡に関しては、土器に付着した脂質を抽出して分析することで、ミルクに由来する脂質が確認されています。しかし、この分析のみでは動物種の判定はできないため、さらに脂質の同位体分析を行うことでウシのミルクであることが確認されました。しかし、この方法でミルクの動物種を判定した事例は少ないため、さらなる検証が必要であるという意見もあります。これが現在までに分かっていることです。

現在、私たちの研究グループでは、人骨の歯石にウマのミルクに由来するタンパク質が残されていないかどうかを調べようとしています。

Q 2. モンゴルでは人間集団の置換ではなく、文化の伝播によって酪農が伝わったことということでしたが、酪農が伝わった後に、どのようにその文化や技術を発展させていったのでしょうか。

A 2. それは正に私たちが知りたいことです。モンゴルにおける酪農の発展には複雑な過程があったと考えています。その1例として、寒冷なモンゴルでは乳製品の発酵に用いる微生物が死滅してしまわぬように注意をする必要があり、微生物を植え継いでいく技術が伝統として残っていることが挙げられます。日常的に種となる乳製品を残しておき、新しく乳製品をつくる際にそれを加えることで微生物を植え継いでいくのです。これはヨルダンでは行われず、アルプスでは過去に行われていましたが今は途絶えてしまっています。また、モンゴルには他にも、食器や赤ちゃんの体を洗う際に乳清を使うなど、微生物を引き継いでいくためと思われる生活の知恵があります。これらの技術や知恵がどのように生まれたのかは、まだ分かっていません。モンゴルでは現在、地方で牧畜を営んでいる家族の子どもが、大学進学などで都市部に移り住むと、乳糖不耐症の症状が出てきてしまうことが問題になっています。これには、伝統的な乳製品や生活様式によって引き継がれてきた微生物による腸内細菌への影響が関係していると考えられます。

Q 3. 歯石のタンパク質の分析から、古代のモンゴルでは、反芻動物であるヤギ、ヒツジ、ウシのミルクが利用され、ウマのミルクは利用されていなかったということでしたが、ヤギ、ヒツジ、ウシの中で、ミルクの利用量や重要性の違いなどは議論されているのでしょうか。

A 3. とても良い質問です。歯石に含まれる β -ラクトグロブリンのアミノ酸配列から動物種を特定すると説明しましたが、しかし、ヤギの場合は他の動物と明確に区別することができのですが、ウシとヒツジの場合は、歯石の保存状態が良くないとタンパク質が変質してしまい、明確に区別することができないことがあります。そのため、ヤギ、ヒツジ、ウシのミルクの利用量や重要性の違いはまだ議論できていません。そのため、私たちは現在、ミルクに由来するタンパク質として β -ラクトグロブリンの他に α_{S1} -カゼインも調べることで、ウシとヒツジを明確に区別することが

できると考え、検討を進めています。

Q 4. ミルクの利用といっても、ミルクの場合もあるだろうし、ヨーグルトやチーズなどの乳製品の場合もあると思いますが、歯石のタンパク質の分析でその違いを明らかにすることはできるのでしょうか。

A 4. 正に明らかにしたいことなのですが、なかなか難しいことです。チーズをつくるときに分離される乳清に含まれる β -ラクトグロブリンは、チーズ（カード）に含まれる乳タンパク質と一緒に検出されます。そのため、古代の乳製品は、乳清を分離させない乳製品、例えばモンゴルで言うところのアルローのようなヨーグルトに似た乳製品であったと考えられます。チーズはもっと後の時代のものであると考えられていますが、文献に登場する中世より前の時代のことは全く分かっていません。

Q 5. 日本を含めアジアの人々は乳糖不耐症であるため、日本の栄養学者や医師の中には、「もともと乳糖不耐症である日本人は、ミルクを取り入れた食文化を採用するべきではない」と主張する方々が少なからずいます。このような主張に対して、先生はどのようにお考えでしょうか。

A 5. 心配する必要は全くありません。なぜなら、人類は乳糖不耐症であるにもかかわらず、4,000 年もの間乳製品を摂取し続けてきた実績があるためです。成人になるとラクトースを上手く分解できないことは確かに厄介なことです。しかし、ラクトースは、発酵などの加工により減らしたり取り除いたりすることができます。人類はそれらの加工技術を数千年にわたり試行錯誤し、今日の豊かな酪農文化を築き上げてきました。また、ミルクを加工してつくられる乳製品は美味しいということも大変重要なことだと思っています。乳製品は美味しく、かつ、栄養面や健康面にもメリットのある優れた食品なのです。また、日本には、モンゴルの乳製品を参考にしたカルピスや、ブルガリアの酪農文化を参考にしたヨーグルトなど、日本人に嗜好に合わせて独自に発展させてきた乳製品があり、乳製品を研究する上で大変興味深い国です。ヨーロッパや他の地域でつくられている乳製品をそのまま利用するのではなく、日本の独自性を活かした乳製品を利用していくことが大切だと思います。

参考文献

Jeong *et al.* 2018, Bronze Age population dynamics and the rise of dairy pastoralism on the eastern Eurasian steppe. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Epub ahead of print (<https://doi.org/10.1073/pnas.1813608115>).

Warinner *et al.* 2014, Direct evidence of milk consumption from ancient human dental calculus. *Scientific Reports*, 4, 7104.

講師略歴

クリスティナ・ワリナー 博士

(マックスプランク人類史科学研究所 考古遺伝学部門 微生物叢科学グループリーダー、オクラホマ大学 特別教授、オクラホマ大学 人類学科 助教授)

2010 年にハーバード大学において博士号を取得された後、スイスのチューリッヒ大学の進化医学センターにおいて博士研究員としての研修を修了されました。10 年以上にわたり古代 DNA の研究に従事され、これまでに、人類の移動、古代人の食生活、ヒトの祖先の微生物叢の復元について、先駆的な研究成果を発表されています。特に、古代人の微生物叢についての研究成果は、米国の「ディスカバリー」誌の「2014 年の科学的発見トップ 100」の 1 つに選ばれ、2017 年には米国の非営利団体である Society for Science & the Public が選出する「革新をもたらす科学者トップ 10」の 1 人にも選ばれています。数々のドキュメンタリー番組に出演されており、ヒマラヤ山脈への定住化に関する最新の研究成果は、米国 PBS 放送の科学ドキュメンタリー番組「NOVA」の特別番組「空の古墳の秘密」と児童書籍「空の洞窟の秘密」で紹介されています。2014 年に米国科学アカデミーのフェローに就任され、2012 年には米国 TED のフェローに就任されています。TED は幅広い分野の専門家による講演会を主催している非営利団体であり、TED での「歯垢をもとに古代の病気を探る」と題した講演会の動画は、60 万回以上再生されています。2017 年からは、先史時代の酪農の起源と伝播についての研究を行う大規模な多国籍研究グループのリーダーを務められています。