

令和 3 年 6 月 16 日現在

機関番号：18001

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K12563

研究課題名(和文) 歯石DNAを用いた江戸時代の食物解析—武士・町人・農民の食生活—

研究課題名(英文) Diet analysis of Edo people using dental calculus DNA

研究代表者

澤藤 りかい (Sawafuji, Rikai)

琉球大学・医学(系)研究科(研究院)・ポスドク研究員

研究者番号：50814612

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では共同研究者の協力のもと、江戸の都市部(深川・一橋高校遺跡)と山梨県の農村部(塩川遺跡・米倉山遺跡)から合計60個体分以上の歯石を採取した。また比較試料として、共同研究者の歯科医師の協力のもと、現代の日本人の歯石約20個体分も採取した。これらの試料からDNAを抽出し、DNAメタバーコーディング法やショットガンシーケンスを行った。その結果、イネなどの食物DNAが得られた。同時に当時の口内細菌叢を復元することも可能となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

歯石(歯垢が石灰化したもの)には口内細菌だけでなく、食物残渣なども含まれる。江戸時代の古人骨に付着する歯石からDNAを抽出・解析することで、当時の食物や生活習慣を明らかにした。本手法を用いることで、過去の人々の食物や当時の生活文化を個人レベルで復元することが可能になる。また、当時の交易の様子も明らかになると期待される。この手法を更に古い時代に応用することで、文献記録のない先史時代についても、その食性を調べることが可能となる。

研究成果の概要(英文)：In this study, I collected a total of more than 60 dental calculus samples from urban areas in Edo (Fukagawa and Hitotsubashi High School sites) and rural areas in Yamanashi Prefecture (Shiokawa and Yonekurayama sites). For comparison, I also collected dental calculus from about 20 modern Japanese individuals. DNA was extracted from these samples, and DNA metabarcoding and shotgun sequencing were performed. As a result, food DNA such as rice was obtained. At the same time, it was possible to reconstruct the bacterial flora in the mouth at that time.

研究分野：文化財科学

キーワード：古代DNA ancient DNA 食物 江戸 歯石 歯石DNA

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

江戸時代の食生活は文献・考古学・分析化学の手法で調べられてきた。例えば江原絢子ら (2009) は、当時の文献を読み解き、江戸町民の食事の中心はコメと野菜であり、それに魚が加わっていたと考察している。この説は江戸時代の人骨の安定同位体分析によっても裏付けされている (Tsutaya et al. 2016)。一方で、身分によってどのような食生活の違いがあったのか、厳密に知ることは難しい。安定同位体分析からは、武士の方が庶民より魚を多く食べていたという結果が出ている (Tsutaya et al. 2016)。しかしこの分析手法では大まかな食物カテゴリーがわかるのみで (例: 魚介類)、細かな品目 (例: サケ、マグロ) まで不明である。食の身分の違いについて、客観的かつ比較可能で、その品目が分かる方法として、申請者は歯石に含まれる食物の DNA に着目した。歯石に含まれる DNA は、99%が口内細菌の DNA だが、ごく微量に植物・動物 DNA も含まれる (Warinner et al. 2014a)。この微量の DNA に注目し、江戸時代の各身分の歯石に含まれる植物 DNA を調べることで、食物を復元できるのではないかと考えた。

### 2. 研究の目的

本研究では人骨の歯に付着する歯石に着目し、歯石に含まれる食物の DNA を分析する。この手法を各身分 (武士・町人・農民) の人骨に適用し、彼らが食べていたものを明らかにする。本研究で、品目レベルで食物を明らかにすることで、各身分の食物の種類・多様性の様相を新たに知ることができると期待される。

### 3. 研究の方法

共同研究者の協力のもと、江戸の都市部 (深川・一橋高校遺跡) と山梨県の農村部 (塩川遺跡・米倉山遺跡) から合計 60 個体分以上の歯石を採取した。各試料から Dabney 法 (Dabney et al. 2013) の手法を用いて古代の DNA を抽出した。それらの一部の試料については PCR 法や DNA メタバーコーディング解析を行った。また先進ゲノム支援 (<https://www.genome-sci.jp/>) の支援などを得てショットガンシーケンスを行い、各試料から約 3000 万リードのシーケンスデータを得た。

比較試料として、共同研究者の歯科医師の協力のもと、現代の日本人の歯石約 20 個体分も採取し、同様に DNA メタバーコーディングやショットガンを行った。採取した方からはアンケートも取得し、日常的によく食べるもの、歯科医院に来る前日・当日に食べたものを記載して頂いた。これらの研究に関しては、東京大学・琉球大学・総合研究大学院大学などの共同研究機関の倫理審査委員会にて承認を得ている。

### 4. 研究成果

#### (1) 江戸時代都市部の食物解析

江戸時代後期、深川 (現在の東京) から発掘された町人 13 個体の古人骨に付着する歯石に関しては、当時の主食であったコメの DNA が歯石中に含まれるか確認した結果、半数以上 (13 人中 8 人) の個体からコメの DNA を得ることに成功した。また、DNA メタバーコーディング法を用いた結果、シソ属やネギ属、ダイコン属など、合計で 7 科・10 属を同定した。この結果を当時の文献と照らし合わせたところ、全て江戸時代に食用とされていたもの、あるいは利用されていた種を含んだ分類群であると確認できた。動物に関しても DNA メタバーコーディング法を適用したが、歯石にはヒト由来の DNA が多く含まれており、優先的に検出されてしまうので、ヒト以外の動物の DNA をこの手法で検出することはできなかった。食物だけでなく、タバコ属の植物 DNA など、当時の生活習慣に由来すると考えられる植物の DNA も検出された。特にフタバガキ科の植物 DNA に関して、この植物は、野生ではマレーシアなどの熱帯にしか生息していない。当時の文献からは、「龍腦」というフタバガキ科の植物から得られる樹脂が、庶民の歯磨き粉の原料として用いられていたことが分かった。このように、本手法を用いることで、過去の人々の食物や当時の生活文化を個人レベルで復元することが可能になった。また、フタバガキ科の植物の例のように、当時の交易の様子も明らかになると期待される。この成果に関しては PLOS ONE 誌に発表し (Sawafuji et al. 2020)、読売新聞や朝日新聞など複数のメディアでも報道された。

#### (2) 江戸時代都市部・農村部の食物解析

次に江戸時代の都市部・農村部の歯石 DNA のショットガンシーケンスを行った。約 60 個体の歯石からは古代 DNA が十分量取得でき、各試料から約 3000 万リードの DNA 配列情報を得た。これらの歯石からは食物 DNA だけでなく、口内細菌叢の DNA も得られた。また、江戸時代の武家の歯石も現在共同研究者と共に採取・DNA 解析を進めている。これらの情報を統合し、論文として発表する予定である。また、本研究を通じて、東京医科歯科大学などのグループと共同研究を行うことが可能となった。

### (3)現代日本人の歯石 DNA 解析

現代の日本人に関しても DNA メタバーコーディングとショットガンシーケンスを行った。DNA メタバーコーディングの結果、解析の結果、多くの被験者からイネ科やコムギ上連などの穀物の DNA 配列が検出された。イネ科の配列が検出されなかったサンプルの多くは、解析された総リード数が少ないサンプルであることも分かった。また、マメ科、キャベツなどが含まれるアブラナ科、キュウリやカボチャなどが含まれるウリ科の配列もほとんどの被験者から検出された。現代人の歯石の食物 DNA 解析は先行研究がなく、古代 DNA 解析を行う上での基礎的な情報が不足していた。この結果により、本手法が古代人にも十分適応可能であるという手法の蓋然性が示された。しかしながら、解析結果を被験者から得た日常的に摂取する食物に関するアンケートの回答と照らし合わせたところ、相関関係を見出すことはできなかった。今後はショットガンシーケンスデータの更なる解析を行い、詳細な検討を行っていく。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Sawafuji Rikai, Saso Aiko, Suda Wataru, Hattori Masahira, Ueda Shintaroh	4. 巻 15
2. 論文標題 Ancient DNA analysis of food remains in human dental calculus from the Edo period, Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0226654
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0226654	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 澤藤りかい	4. 巻 143
2. 論文標題 歯石の生物考古学：DNAとプロテオミクスを中心に	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 季刊考古学	6. 最初と最後の頁 80-83
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 無
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 Tsutaya Takumi, Mackie Meaghan, Sawafuji Rikai, Miyabe Nishiwaki Takako, Olsen Jesper V., Cappellini Enrico	4. 巻 0
2. 論文標題 Faecal proteomics as a novel method to study mammalian behaviour and physiology	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Molecular Ecology Resources	6. 最初と最後の頁 1~12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/1755-0998.13380	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 Sawafuji Rikai, Tsutaya Takumi	4. 巻 128
2. 論文標題 Applications of mass spectrometry-based proteomics in archaeology and palaeoanthropology	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Anthropological Science (Japanese Series)	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） 10.1537/asj.200213	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 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 澤藤 りかい、Christian Leipe、Andrzej Weber、加藤 博文、石田 肇、Mikkel W Pedersen.
2. 発表標題 礼文島浜中2遺跡の古代土壌DNA解析.
3. 学会等名 第73回日本人類学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 澤藤りかい、Christian Leipe、Andrzej Weber、加藤博文、石田肇、Mikkel Winther Pedersen.
2. 発表標題 礼文島浜中2遺跡の古代土壌DNA解析.
3. 学会等名 日本文化財科学会第36回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sawafuji, R., Kimura, R., Oota, H., Ishida, H.
2. 発表標題 Human Genetic Diversity and Peopling History in East and Southeast Asia.
3. 学会等名 The 21st Indo-Pacific Prehistory Association (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

江戸の庶民は何を食べていた？～江戸時代の歯石DNAから当時の食物を復元～（琉球大学プレスリリース） <a href="https://www.u-ryukyu.ac.jp/news/11420/">https://www.u-ryukyu.ac.jp/news/11420/</a> 歯石が語る江戸の食生活 栗やかボチャや歯磨き粉、DNA抽出（朝日新聞4月16日朝刊） <a href="https://www.asahi.com/articles/DA3S14443272.html">https://www.asahi.com/articles/DA3S14443272.html</a> 〔サイエンス・フォーカス〕歴史を読み解く<<下>>髪頼み 江戸の食探る（読売新聞5月24日朝刊） <a href="https://www.yomiuri.co.jp/science/20200523-0YT8T50078/">https://www.yomiuri.co.jp/science/20200523-0YT8T50078/</a> びっくりサイエンス 江戸っ子は何を食べたのか 歯石のDNAで再現（産経新聞ウェブ記事） <a href="https://special.sankei.com/a/life/article/20200418/0001.html">https://special.sankei.com/a/life/article/20200418/0001.html</a>
--

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

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