

味の素食の文化センター研究成果概要報告書

<2021 年度研究助成>

島嶼域における食文化の変容を
歯の咬耗、歯石、骨コラーゲンで探る

沖縄県立博物館・美術館 澤浦 亮平

2024 年 7 月 13 日

<2021 年度研究助成>

島嶼域における食文化の変容を歯の咬耗、歯石、骨コラーゲンで探る

澤浦 亮平

沖縄県立博物館・美術館

【緒言】

琉球列島への農耕の導入はこの地域における人類史の大きな画期と捉えることができるが、食性が具体的にどのように変化したのかという問題については不明な点も多く重要なテーマでありながら未だ十分な検討が行われていない。

従来、古人骨研究は系統を論じることにより主眼が置かれる傾向にあったが、人類史の大きな画期とみなされる狩猟採集から農耕への生業の変化とそれに伴う食文化の変化について検討を行うために、本研究では近年急速に進歩した新しい分析手法を古人骨の研究に積極的に取り入れようと試みた。

すなわち、歯の形態学分析と最新の理化学的な分析を組み合わせることで、これまで明らかにし得なかった食文化に関する新知見をもたらそうとするものである。

本研究は、貝塚時代人（狩猟採集）とグスク時代人（狩猟採集＋農耕）を分析対象としたが、琉球列島からは3万年以上前の旧石器時代の人骨やその時代の食料残滓も発見されており、将来的には本研究の手法を発展的に応用していくことでより長期的な視点から人類の食文化の変容を探ることができるだろう。また、近年急速に進展した分子生物学の研究成果と結びつけることで、ヒトと文化が混じり合う人類史の画期をよりダイナミックに描きだすことが展望される。

【目的】

古人骨を特定の個人に関する生活史を最も具体的に物語る歴史資料と捉え、特に、①食事と密接にかかわる歯の咬耗、②口腔内の衛生環境や食事内容を知る上で重要な歯石、③タンパク源を推定するために有用な骨コラーゲン、の3つに注目した。これらの資料を分析し、既存の考古学的事実、特に動植物由来の食糧残滓を踏まえて解釈することで、琉球列島における狩猟採集から農耕への食文化の変化の実態を解明することを目的とした。

【方法】

1. 肉眼観察により貝塚時代人（狩猟採集民、沖縄島南部南城市武芸遺跡出土、約2,500年前）（沖縄県立博物館・美術館2010；澤浦ほか2022）およびグスク時代人（狩猟採集＋農耕、石垣島北西部野底崎遺跡出土、およそ16世紀）（澤浦2023）の歯の咬耗と歯周疾患の評価を行い食性および口腔内衛生環境を推定する。

2. 貝塚時代人（狩猟採集民）の歯石内DNAの分析を実施し、口腔内衛生環境と食糧残滓を推定する。古人骨の歯に付着した歯石をサンプリングし、粉末状に粉碎し、東邦大学医学部において歯石内DNA解析を実施する。

3. 骨コラーゲンを試料とした安定同位体比測定による主要タンパク源の推定。骨コラーゲンの分析用サンプルは分析対象となる古人骨資料のうち、緻密質の厚い四肢長骨骨幹部を選定する。サンプルは東京大学総合研究博物館において炭素・窒素安定同位体比測定を行い主要タンパク源を推定する。

【結果・考察】

1. 歯の咬耗の形態学的特徴

南城市武芸洞遺跡の石棺墓から出土した約2,500年前の壮年男性は上顎・下顎ともに右側の咬耗が左側よりも進行している。また、下顎右側前歯では舌側から唇側方向に斜め下方へ咬耗が傾斜する（図1・2）。右上顎第1大臼歯では遠心舌側部だけ咬耗が先行している。このような左右非対称で、なおかつ通常の食べ物の咀嚼だけでは生じ難いと思われる形態的特徴を持つ特殊な咬耗は、歯を何かを削るために使用するといったような特定の習慣的な行動との関連を想起させるものである。

左下顎第1小臼歯～第2大臼歯は生前に喪失している。この範囲では、第1小臼歯部と第2大臼

歯部を除くとほぼ完全に歯槽が閉鎖している。残存歯部の歯槽は歯槽縁の退縮が著しく、重度の歯周疾患に侵されていたことが見受けられる。左上顎犬歯部、左下顎側切歯～犬歯部の歯槽骨に認められる膿瘍は歯根にまで及んでいる。

こうした多くの歯の生前喪失ならびに重度の歯周疾患は口腔内の衛生環境が劣悪であったがために起こったと考えられるが、食物の内容も大いに影響した可能性が考えられる。咬耗が進行していることから、堅い物や砂混じりの物を咀嚼する機会が多かったことが推測されるが、具体的な食物の推定のためにはより微小な歯の形態学的な特徴を検討する必要がある。

一方、石垣島北西部にある野底崎遺跡から出土した近世（出土遺物の特徴から16世紀にまでさかのぼり得る）の壮年男性では、鉗子状の咬合で前歯の咬耗が臼歯よりも進行し、上顎では右側が左側よりも若干咬耗が進む。武芸洞遺跡のような特殊な咬耗は認められなかった。歯槽の退縮が上顎、下顎ともに著しく歯周疾患に侵されていたことが認められる。また、前歯および小白歯の象牙質や臼歯のエナメル質に齲蝕が認められた（図1・3）。

咬耗の形態と進行は狩猟採集民である貝塚時代人と農耕導入以後のグスク時代人とでは大きく異なるため、その背景には、堅い食べ物の摂取量や調理法の変化、食物の咀嚼器官とは異なる歯の特殊な用途とその頻度の変化、を想定し得る。



図1．壮年男性の頭蓋骨. 縄文時代晩期 武芸洞遺跡（左）、近世 野底崎遺跡（右）

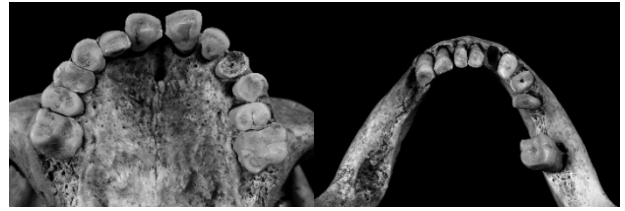


図2．武芸洞遺跡から出土した壮年男性の上顎歯列（左）と下顎歯列（右）

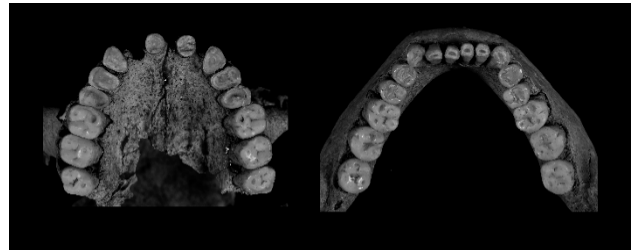


図3．野底崎遺跡から出土した壮年男性の上顎歯列（左）と下顎歯列（右）

2．歯石由来のDNA解析

南城市武芸洞遺跡の石棺墓から出土した約2,500年前の壮年男性の下顎切歯舌側面に沈着していた歯石からDNAを抽出して分析を行った。当初の予想以上に質の良いDNA量を得ることができた（表1）。

表1．DNA溶液の濃度測定結果

サンプル名	DNA溶液の濃度測定結果	
	濃度(ng/ul)	液量(ul)
BU-01	4.74	20

沖縄の古人骨に関して歯石の分析を実施した例はないので、ターゲットを絞った分析を実施する前に動植物を網羅的に見る方法を採用した。動物(COI)、陸上植物(gPlant)、魚類(cMiFish)の3つを対象に、DNAを3等分してそれぞれ独立に分析を実施した（表2）。例えば、魚類については、種や属を判定可能な領域を含むようなmtDNAのCOI領域を対象に、PCR増幅を実施。そうすると、食していた魚の種類を反映するような「多様な配列を含んだPCR産物」が得られることが期待できる。そのPCR産物を次世代シーケンサで読み取る。取得した塩基配列を用いて、国際的な塩基配列データベースで検索し、相同性の高い生物種をリス

トアップしたものが結果となる（表3）。

分析によって得られた配列は微生物由来のもの（アオカビ属の一種 *Penicillium* sp.、ブルメリア属の一種 *Blumeria* sp.、アスペルギルス属の一種 *Aspergillus* sp.、ヒストプラズマ属の一種 *Histoplasma* sp.）、現在沖縄には分布していない生物種（メルルーサ属の一種 *Merluccius* sp.、イシガイ科の水生二枚貝のポペナイアス属の一種 *Popenaias* sp.）がピックアップされた。特に沖縄に分布しない魚類や貝類がピックアップされたことには、その解釈をめぐって慎重にならざるを得ない。

より確度の高い具体的な食性の復元のためには、古代のサンプルに適合すると予想されるデザインした実験ならびに情報分析を進める必要がある。

表2. ライブラリ作製の条件とシーケンス結果

サンプル名	ライブラリ作製の条件					ライブラリーの濃度測定結果		ライブラリーの 品質確認結果	シーケンシング結果			フィルタリング結果	
	対象領域	1st PCR		2nd PCR		濃度(ng/ul)	液量(ul)		ペアリード数	Q20(%)※1	Q30(%)※1		結合配列数
		インプット量(ng)	サイクル数	インプット量(ng)	サイクル数								
BU-01-COI	COI	0.950	35	1.42	12	20.6	20	○	58,502	95.3	87.8	44,849	
BU-01-gPlant	gPlant	0.950	35	0.600	12	9.66	20	△	55,750	90.2	81.2	9,705	
BU-01-cMiFish	cMiFish	0.950	38	2.88	12	22.6	20	△	48,749	90.3	80.6	23,494	

表3. 代表配列のリード数と相同性解析結果

#OTU D	COI	cMiFish	gPlant	Target	Identity	Alignment length	Mismatch	Gap	Start query	End query	Start target	End target	E-value	Bitscore
ASV_002	27725	4361		FR751402_Merluccius_merluccius	98.225	169	3	0	1	169	316	484	4.77E-79	296
ASV_001				KX931017.1_Penicillium_sp._Sh640_mitochondrion_complete_genome	93.93	313	19	0	1	313	6897	7209	2.66E-129	473
ASV_002	10807			LR026995.1_Blumeria_graminis_fsp._tritici.genome_assembly_chromosome:Bg1-Un	93.291	313	21	0	1	313	3351957	3352269	5.75E-126	462
ASV_003	1068			LR026995.1_Blumeria_graminis_fsp._tritici.genome_assembly_chromosome:Bg1-Un	93.93	313	19	0	1	313	3351957	3352269	2.66E-129	473
ASV_001			2367	CP040011.1_TW7_phylum_sp._oral_taxon_952_strain_TW7_chromosome_complete_genome	96.82	283	9	0	1	283	204045	204327	2.38E-129	473
ASV_002			1726	CP013141.1_Lysobacter_antibioticus_strain_ATCC_29479_genome	76.471	289	56	11	2	284	4142800	4142518	5.91E-31	147
ASV_004			1531	CP036350.1_Planctomycetes_bacterium_K20_chromosome_complete_genome	76.842	285	60	6	168	449	1152517	1152798	1.63E-33	156

3. 骨コラーゲンの炭素・窒素安定同位体比測定

縄文時代後期～古墳時代の琉球列島および周辺地域の古人骨データの中で、本研究課題で対象とした縄文時代晩期の武芸洞人の安定同位体比は炭素も窒素も全体の中間的な様相を示した（図4）。炭素同位体比が高い、すなわち海産物の利用が活発だと推定されるのは縄文時代後期の具志川島岩立遺跡と弥生・古墳時代の大当原遺跡の資料である。一方、もっとも炭素同位体比が低かったのは種子島広田遺跡の弥生時代人、それに次ぐのが徳之島トマチン遺跡の縄文晩期～弥生期の資料、摩文仁ハンタバルの縄文後期の資料、武芸洞遺跡のグスク時代の資料である。縄文時代晩期の武芸洞人に近い同位体比を示したのは、壱岐原の辻遺跡の弥生時代の資料、伊計島の縄文晩期の仲原遺跡

の資料であった。こうした結果を見るに、遺跡内の差よりも遺跡間の差が大きく、それぞれの遺跡における生業活動の内容の差が反映されているものと思われる。また、時代間での差は顕著ではなく、農耕文化の影響下にあったと考えられる壱岐原の辻遺跡の資料が狩猟採集民である縄文晩期の武芸洞人と近似したタンパク源をとっていたことは興味深い。

