加曽利貝塚出土イノシシ・シカの安定同位体分析

覚張　隆史
米田　穣

1．はじめに

関東における代表的な縄文時代の貝塚である加曽利貝塚は、海産貝類の堆積だけではなく陸生哺乳類の動物遺存体も非常に多く含まれている。加曽利貝塚は縄文時代中期に属する北貝塚と縄文時代後期に属する南貝塚の両貝塚から構成されており、両貝塚からは野生動物のシカ・イノシシだけでなく、イヌやオオカミをふくむ多様な動物遺存体が検出されている。特に、両貝塚から出土した動物骨において、最も出土数が多い動物種はシカおよびイノシシであり、加曽利貝塚を形成した人々が陸生草食動物を積極的に利用していたことが推察される。

縄文時代の生活に関する研究では、ヒトとイノシシとの関係性が注目されている。縄文時代中期以降の東日本を中心として、イノシシをモチーフにした猪形土製品などが多数報告されているものの、シカのそれは今のところ関東において発見されていないことから、イノシシが縄文時代人の生活圏に近接した存在であると考えられる。さらに、縄文時代中期以降の人々は祭祀などにおいてイノシシを他の野生動物よりも特別な存在として利用していた可能性が議論されてきた。祭祀に利用された野生動物という枠組みを超えて、縄文時代のイノシシは縄文人によって家畜化に近い段階の管理を受けていた可能性を検証する必要がある。しかし、これまでの考古学や動物考古学におけるイノシシ管理の実態復元には限界があった。一方、農学的な定義では、ヒトによって積極的な飼育環境の改変や維持があったという点が家畜化および家畜管理の判断基準であるので、考古資料からもヒトの積極的な関与をイノシシの生態学的な情報として抽出することが必須となる。

近年、遺跡から出土する動物遺存体の炭素・窒素同位体から食生態を復元する研究が縄文時代の遺跡でも報告されているが（Minagawa *et al.* 2005；西本 2012）、縄文時代の動物遺存体の同位体情報の系統的な時代変化に関する研究は未だなされていない。そこで、本研究は加曽利貝塚の縄文時代中期から後晩期における主な陸生哺乳類であるイノシシおよびシカの食生態の復元をおこない、両者の食生態の差異とその時代変遷を評価した。食生態の復元には、遺跡出土骨に残存するコラーゲンの炭素・窒素安定同位体分析を実施し、縄文時代の動物の生態学的な評価を試みた。

2．試料および方法

加曽利貝塚の北貝塚出土イノシシ 11 個体、シカ 6 個体、あわせて南貝塚出土イノシシ 8 個体、シカ 4 個体の計 29 個体の下顎骨から、安定同位体分析に必要となる骨コラーゲンの抽出を試みた。骨コラーゲンの抽出方法は、米田（2002）に基づいて実施した。まず、下顎骨から約 0.2 ～ 0.5g の骨片をドリルで採取し、水酸化ナトリウム溶液で出土骨中に付着した土壌有機物の除去処理を施した。その後、骨中の無機物を除去するために、塩酸溶液中で脱灰処理を行った。脱灰後の溶液を中性に戻した後に、90℃で 12 時間熱処理を加えてゼラチン化させた。ゼラチン溶液はガラスフィルターによって吸引濾過を行った。抽出されたゼラチンは凍結乾燥させた後に、安定同位体分析に供した。安定同位体分析は、東京大学総合研究博物館放射性炭素年代

測定室の元素分析計―安定同位体比質量分析計（EA-IRMS, Delta V, Thermo Fisher Scientific）を用いて、炭素・窒素安定同位体比を測定した。安定同位体比は炭素同位体比はペレムナイト（PDB）を、窒素同位体比は大気（AIR）を基準にし、標準物質からの偏差の千分率（‰）をデルタ（δ）で表記した。測定時の標準物質はSIサイエンスのアラニン（No.SS09, $\delta^{13}C$ =-19.6, $\delta^{15}N$ =-8.7）およびヒスチジン（No.M6M9675, $\delta^{13}C$ =-11.4, $\delta^{15}N$ =-7.6）を用い、精製コラーゲンの安定同位体比の補正を行った。また、炭素・窒素安定同位体比の精度はともに1標準偏差で0.1‰であった。

3．結果

加曽利貝塚出土動物骨の前処理の結果、イノシシ2個体を除くすべて骨からゼラチンの抽出に成功した。抽出したゼラチンが、土壌有機物からの汚染や変性の影響を受けているか評価するために、ゼラチンの炭素・窒素の含有率および炭素・窒素の元素数位比（C／N比）を測定した。その結果、ゼラチンが分析に必要な量を抽出できた試料のうち、現生哺乳類のとり得る骨コラーゲンのC／N比の範囲（2.9-3.6；Deniro *et al.* 1985）から4個体が逸脱した（第1表）。これらの試料は安定同位体比に基づく食性評価には用いなかった。一方、C／Nが現生哺乳類の範囲に収まった抽出ゼラチンは動物骨自体のコラーゲンを良く保存していると考え、食性復元を行っても問題ないと判断した。

加曽利北貝塚出土イノシシ10点の炭素同位体比（$\delta^{13}C$）は平均値-21.1‰（標準偏差1.5‰、最大値-17.7‰、最小値-22.6‰）、窒素同位体比（$\delta^{15}N$）は平均値4.8‰（標準偏差1.7‰、最大値8.7‰、最小値3.1‰）であった。また、出土シカ2点の炭素同位体比は-23.1‰と-22‰、窒素同位体比は4.2‰と3.2‰であった（第1表）。

また、加曽利南貝塚出土イノシシ7点の$\delta^{13}C$は平均値-21.8‰（標準偏差0.5‰、最大値-21.2‰、最小値-22.5‰）、$\delta^{15}N$は平均値3.6‰（標準偏差0.4‰、最大値4.0‰、最小値2.8‰）であった。また、加曽利南貝塚出土シカ4点の炭素同位体比は平均値-22.3‰（標準偏差0.6‰、最大値-21.7‰、最小値-23.2‰）、窒素同位体比は平均値3.8‰（標準偏差0.9‰、最大値5.1‰、最小値3.0‰）であった（第2表）。

加曽利北貝塚および南貝塚出土のイノシシとシカの間に安定同位体比の差異があるか評価するために、2群間の分散および平均値の差の検定をそれぞれ行った。炭素同位体比の分散および平均値の差の検定を行うために、等分散性の検定（F検定）およびノンパラメトリックの統計検定（U検定）を実施した。その結果、南貝塚出土のイノシシとシカの炭素同位体比の平均値と分散では統計学的に有意な差は示されなかった（第1図、U検定:Z=1.51, P=0.13、F検定:F=1.33, P=0.70）。また、窒素同位体比でもイノシシとシカの間に有意な差は示されなかった（第2図、U検定:Z=0.19, P=0.85、F検定:F=4.21, P=0.13）。一方、北貝塚ではシカのコラーゲンの保存性が悪かったために、北貝塚のみでは動物種間の統計学的な検定はできないが、第3図および第4図にイノシシの平均値とシカの個別データを示した。北貝塚出土イノシシはシカに比べて炭素・窒素安定同位体比の分散がともに高い傾向にあった。また、イノシシの中でシカよりも両安定同位体比の値が高い個体が確認された。

次に、時代間におけるイノシシの安定同位体比の差異を評価するために、加曽利貝塚の北貝塚（縄文時代中期）と南貝塚（後期）のイノシシの安定同位体比の分散をF検定で比較した。その結果、北貝塚出土イノシシの炭素・窒素安定同位体比の分散は南貝塚よりも有意に大きい値を示し、中期におけるイノシシの食性は後期よりも多様性が高い可能性が示された（第5図:F=8.02, P=0.02、第6図:F=15.93, P<0.01）。一方、平均値をU検定で比

較したところ、炭素・窒素の安定同位体比ともに有意な差はなかった（第5図:Z=1.51,P=0.13、第6図:Z=0.19,P=0.85）。

4．考析

本研究は、加曽利貝塚から出土した動物骨の炭素・窒素安定同位体比に基づいて、シカとイノシシの種間、およびイノシシの同位体における縄文時代中期と後期の時期差を検討することで、縄文時代におけるヒトと動物の関係を考察することを試みた。まず、加曽利南貝塚（縄文時代後期）から出土したシカとイノシシの間では、炭素・窒素安定同位体比の平均値も分散にも差がなかった。骨コラーゲンの炭素・窒素安定同位体比は、その動物が摂取した食物のタンパク質を反映するので、同位体比の多様性はすなわち摂取した食物資源の多様性を反映する。加曽利南貝塚が形成された縄文時代後期ではシカおよびイノシシの間食性に大きな差異が無かったと考えられ、イノシシの食性にヒトからの影響を想定する必要はない。

一方、加曽利北貝塚（縄文時代中期）のイノシシでは南貝塚のイノシシやシカよりも大きな分散が示され、個体に着目すると加曽利北⑨のイノシシで非常に高い炭素同位体比(-17.7‰)と窒素同位体比(8.7‰)が示された。先行研究では、旧石器時代人骨では-18‰よりも高い炭素同位体比を示す場合、陸上生態系以外の食資源、例えば海産物や淡水生物の摂取を考える必要があると指摘されている（Richards and Trinkaus 2009）。窒素同位体比については、先行研究において沖縄県の縄文時代イノシシでも比較的高い値を示しており、家畜管理が行われていた地域からの持ち込みの可能性が議論された（Minagawa *et al.* 2005）。本研究では同時代のシカで2点しか得られなかったため、データを追加してさらに検証する必要があるが、縄文時代中期のイノシシのなかにはヒトの食生態の影響をうけた個体が存在する可能性に注意をはらう必要がある。一方、その後の縄文時代後期のシカとイノシシでは平均値にも分散にも有意差が示されなかった点は、関東地方でも劇的な人口増加が見られたと考えられている縄文時代中期と、人口の減少があったとされる縄文時代後期の間で動物管理の時代差を示唆する可能性があり、大変に興味深い結果だと言える。

今回検出された異なる同位体比を示す個体は、住居址上の貝層から出土しており、イノシシがヒトとどのようにかかわっていたかを復元する上で非常に重要な資料となる。現時点で、炭素と窒素両方の同位体比が高いイノシシは1個体のみのため、ヒトの影響を直接受けたことが原因かはわからない。今後更なる考古学的・自然科学的な研究を実施し、類例を増やしていくことが必要である。また、本分析は主に哺乳動物の食生態に関連した指標に基づいて議論したが、食生態以外に生息範囲の指標となるストロンチウム同位体比などの多様な分析方法で評価することで（覚張ら 2012）、縄文時代におけるヒトとイノシシの関係についてより詳細な復元ができると考えられる。

覚張　隆史（日本学術振興会・北里大学医学部）
米田　穣（東京大学総合研究博物館）

引用文献

Deniro M.J. 1985 Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction, *Nature*, 317, 806-809.

Minagawa M., Matsui A., and Ishiguro N. 2005 Carbon and nitrogen isotope anlyses for prehistoric Sus scrofa bone collagen to discriminate prehistoric boar domestication and inter-islands pig trading across the East China Sea, *Chemical Geology*, 218, 91- 102.

Richards, M. P. and Trinkaus E. 2009 Isotopic evidence for the diets of European Nenderthal and early modern humans.*Proceedings of National Academy of Science, U.S.A.*, 106, 16034-16039

覚張隆史・山崎京美・米田穣 2012 「同位体生態学からみたヒトと動物との関わり」『考古学ジャーナル』625, 22-2.6

西本 豊弘 2012 「縄文時代の狩猟活動の再検討」『考古学ジャーナル』625, 15-18.

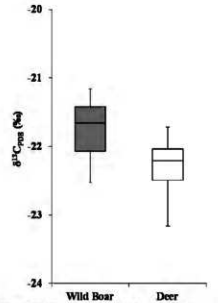
米田 穣 2002 「古人骨の化学分析から見た先史人類集団の生業復元」
『国立民族学博物館調査報告』33, 249-255.

第1表　加曽利北貝塚出土動物遺存体　結果一覧

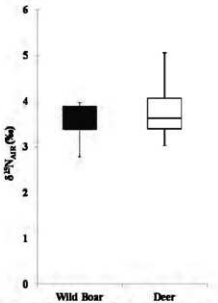
試料名	出土次	出土地点	出土層位	生物種	分析部位	前処理No.	分析No.	%C	%N	C/N	$\delta^{13}C$	$\delta^{15}N$	Note
加曽利北 ①	65KN	Ⅲ-39・40	4層	*Cervus nippon*	下顎骨	Kasori_Fauna_01	YL05490	42.4	13.7	3.6	−23.1	4.2	—
加曽利北 ②	65KN	Ⅱ-44	1層	*Cervus nippon*	下顎骨	Kasori_Fauna_02	YL05518	41.9	13.3	3.7	−22.0	4.6	—
加曽利北 ③	66KN	C-5	混貝土層	*Cervus nippon*	下顎骨	Kasori_Fauna_03	YL05492	44.8	14.7	3.6	−22.0	3.2	—
加曽利北 ④	67KN	B-4	暗褐色土層	*Cervus nippon*	下顎骨	Kasori_Fauna_04	YL05493	42.5	13.5	3.7	−22.0	4.1	—
加曽利北 ⑤	67KN	D-4	2層	*Cervus nippon*	下顎骨	Kasori_Fauna_05	YL05494	38.5	11.7	3.8	−22.0	4.3	—
加曽利北 ⑥	68KN	C-6	4層直上	*Cervus nippon*	下顎骨	Kasori_Fauna_06	YL05495	41.2	13.0	3.7	−21.3	5.6	—
加曽利北 ⑦	65KN	Ⅰ-35	pit内	*Sus scrofa*	下顎骨	Kasori_Fauna_07	YL05498	44.3	15.2	3.4	−20.5	5.0	—
加曽利北 ⑧	65KN	Ⅱ-12	—	*Sus scrofa*	下顎骨	Kasori_Fauna_08	—	—	—	—	—	—	ND(collagen)
加曽利北 ⑨	65KN	Ⅱ-20	住居内上面	*Sus scrofa*	下顎骨	Kasori_Fauna_09	YL05499	41.3	13.9	3.5	−17.7	8.7	—
加曽利北 ⑩	65KN	Ⅱ-44	C貝層pit内	*Sus scrofa*	下顎骨	Kasori_Fauna_10	YL05500	42.2	14.4	3.4	−22.0	3.3	—
加曽利北 ⑪	65KN	Ⅱ-46	C貝層	*Sus scrofa*	下顎骨	Kasori_Fauna_11	YL05501	41.6	13.8	3.5	−22.1	4.1	—
加曽利北 ⑫	65KN	Ⅲ-21号住	住居内床面直上	*Sus scrofa*	下顎骨	Kasori_Fauna_12	YL05502	41.3	13.7	3.5	−20.4	4.6	—
加曽利北 ⑬	66KN	C-4	11層	*Sus scrofa*	下顎骨	Kasori_Fauna_13	YL05503	43.8	14.9	3.4	−20.0	6.4	—
加曽利北 ⑭	66KN	C-6	第1キサゴ層	*Sus scrofa*	下顎骨	Kasori_Fauna_14	YL05506	41.6	13.5	3.6	−22.6	3.8	—
加曽利北 ⑮	66KN	C-3	6層a	*Sus scrofa*	下顎骨	Kasori_Fauna_15	YL05507	44.8	15.2	3.4	−21.7	4.0	—
加曽利北 ⑯	65KN	D-5	20号住居内	*Sus scrofa*	下顎骨	Kasori_Fauna_16	YL05508	37.9	12.3	3.6	−21.7	5.4	—
加曽利北 ⑰	65KN	D-5	4層	*Sus scrofa*	下顎骨	Kasori_Fauna_17	YL05509	45.9	15.1	3.6	−22.4	3.1	—

第2表　加曽利南貝塚出土動物遺存体　結果一覧

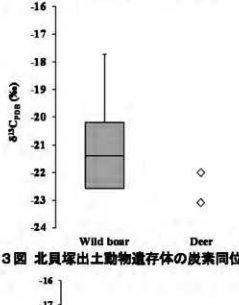
試料名	出土次	出土地点	出土層位	生物種	分析部位	前処理No.	分析No.	%C	%N	C/N	$\delta^{13}C$	$\delta^{15}N$	Note
加曽利南 ④	64KS	23-36-8	第2混土貝層	*Cervus nippon*	下顎骨	TG129004	YL01609	46.3	16.3	3.3	−21.7	3.0	—
加曽利南 ⑦	64KS	58-66-5	暗褐色土層	*Cervus nippon*	下顎骨	TG129007	YL01612	45.6	15.5	3.4	−22.1	5.1	—
加曽利南 ⑩	64KS	66-26-9	拡張区	*Cervus nippon*	下顎骨	TG129010	YL01615	47.1	16.1	3.4	−22.3	3.7	—
加曽利南 ⑪	64KS	66-45-1	第1混貝土層	*Cervus nippon*	下顎骨	TG129011	YL01616	49.4	17.3	3.3	−23.2	3.5	—
加曽利南 ①	64KS	44-16-9	褐色土層	*Sus scrofa*	下顎骨	TG129001	YL01606	48.1	16.9	3.3	−21.2	3.8	—
加曽利南 ②	64KS	28-23-18	第4貝層	*Sus scrofa*	下顎骨	TG129002	YL01607	48.1	16.7	3.4	−22.5	3.3	—
加曽利南 ③	64KS	30-23-13	第2混土貝層	*Sus scrofa*	下顎骨	TG129003	—	—	—	—	—	—	ND(collagen)
加曽利南 ⑤	64KS	23-28-12	8層	*Sus scrofa*	下顎骨	TG129005	YL01610	49.4	17.4	3.3	−21.5	3.4	—
加曽利南 ⑥	64KS	23-28-14	8層下	*Sus scrofa*	下顎骨	TG129006	YL01611	47.9	16.9	3.3	−21.7	3.6	—
加曽利南 ⑧	64KS	56-66-9	混貝土層(ｷｻｺﾞ)	*Sus scrofa*	下顎骨	TG129008	YL01613	48.5	16.9	3.4	−21.4	4.0	—
加曽利南 ⑨	64KS	70-66-2	黒褐色混土貝層	*Sus scrofa*	下顎骨	TG129009	YL01614	44.2	15.6	3.3	−22.4	2.8	—
加曽利南 ⑫	64KS	66-45-6	第1貝層下部	*Sus scrofa*	下顎骨	TG129012	YL01617	44.6	15.9	3.3	−21.7	3.9	—



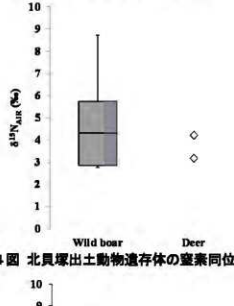
第１図 南貝塚出土動物遺存体の炭素同位体比



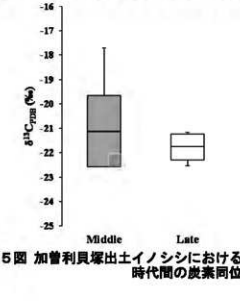
第２図 南貝塚出土動物遺存体の窒素同位体比



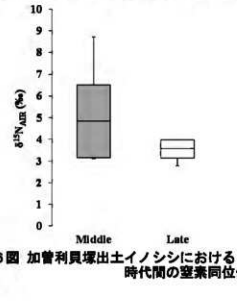
第３図 北貝塚出土動物遺存体の炭素同位体比



第４図 北貝塚出土動物遺存体の窒素同位体比



第５図 加曽利貝塚出土イノシシにおける
時代間の炭素同位体比



第６図 加曽利貝塚出土イノシシにおける
時代間の窒素同位体比