

唐古・鍵遺跡の散乱人骨における形態学的所見と 炭素・窒素同位体分析

東京大学総合研究博物館 放射性炭素年代測定室

米田 穰

大阪市立大学大学院医学研究科

安部みき子

東海大学海洋学部

丸山 真史

田原本町教育委員会

藤田 三郎

1. はじめに

奈良県磯城郡田原本町に所在する唐古・鍵遺跡は奈良盆地中央に位置する環濠集落として古くから知られ、数多くの人工遺物に加え、動植物の遺存体や人骨が出土している、弥生時代を代表する遺跡のひとつである。本研究ではこれまで報告のない散乱人骨について報告し、その中に残存するコラーゲンの炭素・窒素同位体比から、当時の人々が利用したタンパク質を推定することで、これまで分析事例の限られている弥生時代の稲作農耕民の食生態の実態について検討した。

古人骨の様々な分析から、当時の人々の生活や健康について研究する骨考古学が日本先史時代についても盛んに応用されるようになり、考古学との協働で成果を上げている。しかし、弥生時代については、海浜の墓地遺跡である土井ヶ浜遺跡や北九州の甕棺墓人骨など、その報告例は少ない⁽¹⁾。とくに、社会の複雑化がすすみつつあった弥生時代において、環濠集落から出土した古人骨の分析事例は報告されていない。そこで、本研究では、唐古・鍵遺跡から出土した木棺に埋葬された人骨と、動物骨などとともに遺棄された散乱人骨から有機物コラーゲンを抽出して、炭素・窒素同位体比を比較した。一括遺物を分析対象とする考古学に対して、古人骨を研究対象とする骨考古学では個人に関する情報を得ることができるので、社会・集団における個人差を議論することが可能となり、社会の複雑化と生活の多様化を明らかにできる可能性があり、弥生文化研究によっても有意義なアプローチであると期待される。

これまでに人類学的な研究の対象とされる資料は、埋葬されており比較的保存状態のよい人骨が中心であり、個体情報が少ない散乱人骨では研究があまりおこなわれてこなかった。唐古・鍵遺跡でも埋葬人骨は上述の木棺に納められた2個体のみであり、個人差や社会・集団について議論するには十分ではない。そこで、本研究では動物骨のなかに含まれていた散乱人骨にも着目し、同位体分析の対象とした。

2. 唐古・鍵遺跡での墓関係資料

唐古・鍵遺跡は、弥生時代前期から古墳時代前期まで継続する大規模集落で、基本的には居住関係の遺構を中心に検出している（第1図）。特に中期以降は大規模な多重環濠によって集落の内と外

が顕在化し、弥生時代墓制の中心となる方形周溝墓は、集落から離れて墓域を形成することになる。遺跡の北北西500mの清水風遺跡⁽²⁾、北東400mの法貴寺北遺跡⁽³⁾、南方600mの法貴寺斎宮前遺跡⁽⁴⁾、1kmの阪手東遺跡⁽⁵⁾で検出された方形周溝墓は、唐古・鍵遺跡の弥生時代中・後期の墓域として推定できるものである。しかしながら、近年の調査では集落の縁辺にも方形周溝墓が存在することが明らかになってきた。従来の調査でもその手かがりが少しあったわけであるが⁽⁶⁾、第91次調査（集落南東端／大和第Ⅱ－3様式）⁽⁷⁾や第115次調査（集落北西端／大和第Ⅱ－3～Ⅲ－1様式）⁽⁸⁾からはほぼ確実となってきたのである。これら方形周溝墓は、大環濠が掘削された直後頃まで築造され、それ以降は集落から離れた場所へと変遷していったと考えられる。第91次調査地の南側の第4次調査⁽⁹⁾においても弥生時代前期の方形周溝状の遺構が検出されていることから、墓域の形成は前期に遡る可能性がある。以上のことから、唐古・鍵遺跡の墓域は、前期から中期初頭は集落の縁辺、中期中頃から古墳時代前期には集落から離れた地域で基本的には形成されることになる。ただし、後期後半から古墳時代初頭の環濠埋没時には一部、方形周溝墓の築造がみられる。

この他、方形周溝墓以外の成人墓としては、北地区（集落北東部）の第23次調査で木棺墓2基（大和第Ⅱ－1様式？）⁽¹⁰⁾、南地区（集落南端）の第33次調査で土壙墓1基（大和第Ⅲ－3様式）⁽¹¹⁾が検出されており、成人墓は環濠帯からその外側に造られ、同時期としては居住区とは重複しない傾向がある。これに対し、小児墓とみられる土器棺墓は、中期後半～庄内期のもので、居住区内の各所で17基ほど検出している。これらのなかで人骨が検出されたのは第23次調査の木棺墓のみである。

今回報告する人骨は、第23次調査の木棺墓の人骨を除き、原位置を留めるものはなく、他の遺物と混在して出土した散乱骨である。しかし、唐古・鍵遺跡の墓域形成には前述したような傾向がみられることから、これら散乱骨の一部の由来についてはある程度推測が可能である。

3. 分析試料と方法

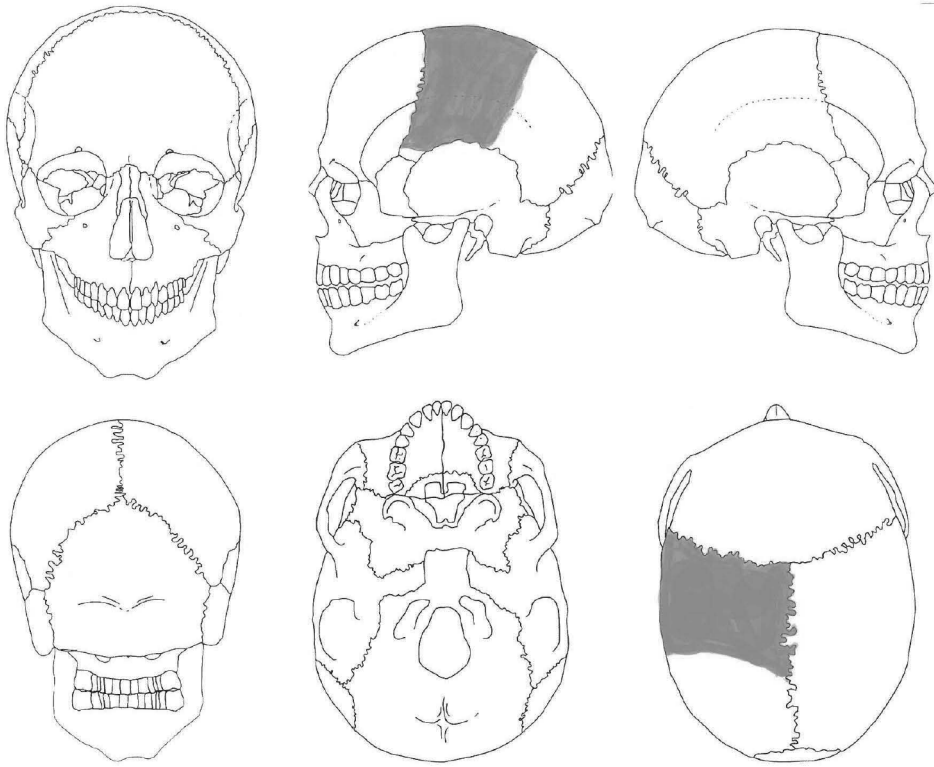
今回分析した人骨資料は1985年度の第23次発掘調査において発見された2基の木棺に納められていた1号人骨・2号人骨と⁽¹²⁾、溝や土坑などの遺構から動物骨とともに回収された散乱人骨から採取した。散乱人骨については、これまで報告がなされていなかったもので、本稿において、動物骨から丸山が抽出し、安部が分担して形質人類学的な観察をおこなった。その形態学的な所見は以下の通りである。

炭素同位体分析をおこなった人骨は、第23・74・79・91次と第93次調査から出土したものである（第1表）。成人の頭骨片が第79・91次（第2・3図）と第93次調査のものであり、第23次調査のものは咬耗のある上顎第1大臼歯であった。また、第74次調査では両骨端が破損している成人の脛骨が出土しており、脛骨の扁平度を示す扁平示数が66.7で中脛であった。第23次調査からは上顎の第1乳切歯が1点出土し、歯根の吸収と咬耗の程度から、6歳前後と推定された。第91次調査では頭骨片が多数出土しているが、いずれも重複する部位は無く、接合する骨片もみられた。

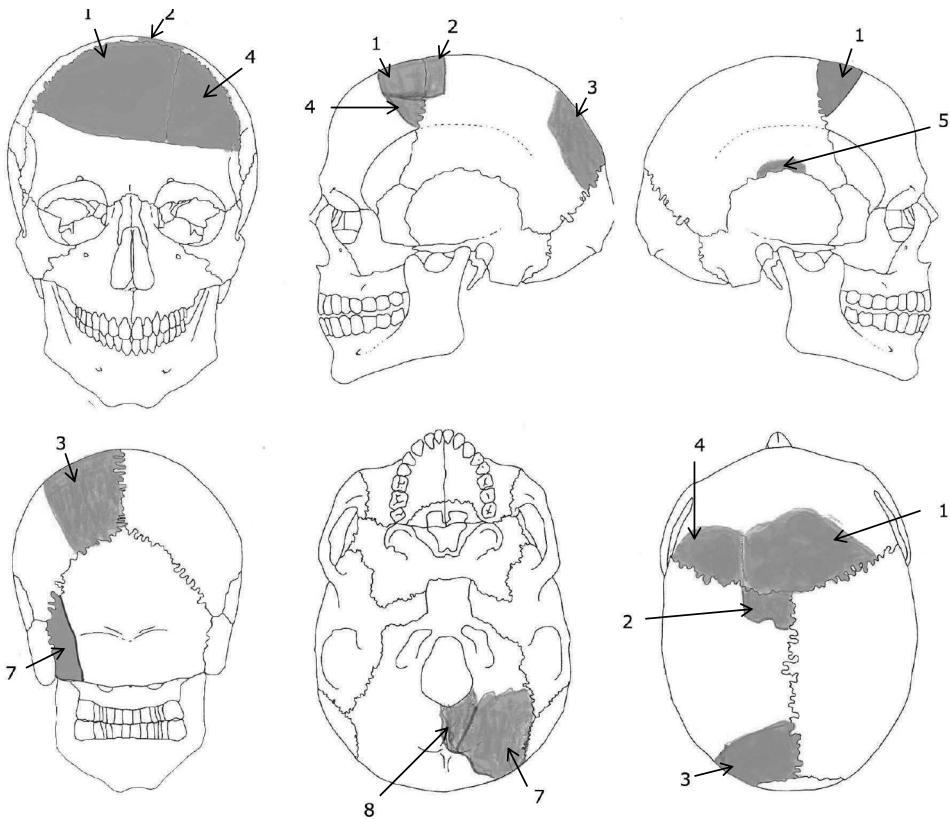
続いて米田が分担して、炭素・窒素同位体比の前処理ならびに測定を下記の手順で実施した。まず、前処理は、酸・アルカリ・酸処理につづいて、ゼラチン化をおこなって、生体由来のタンパク質（コラーゲン）を回収することを試みた⁽¹³⁾。まず、サンドブラストおよび純水中10分間の超音波洗浄で表面に付着した汚染物質を除去した。今回分析した資料のいくつかには取り上げの際に

第1表 唐古・鍵遺跡出土人骨一覧表

次数	遺構	層位	土色	取上/ 地区	日付	台帳 番号	遺構時期	備考	資料番号	左右	部位	詳細	計測値等
第23次	SK-113	第6層	灰黒色 砂質土		860206	417	大和第Ⅲ-4様式	井戸下層	023-06013B	右	上顎 第1乳切歯	6歳前後。咬耗が大きく、歯根が約半分吸収されていることから、中切歯のはえ換わり時期	
第23次	SK-113	第2層	黒粘	粘土サンブル (そ)	860112	499	大和第Ⅲ-4様式	井戸上層	023-06002B	右	上顎 第1大白歯	咬頭に咬耗あり	
第74次	SK-117	第5層	黒灰色粘砂		990928	487	大和第Ⅳ-1様式	井戸下層	074-06001B	右	脛骨	両骨端破損、骨幹約28cm遺存	栄養孔位最大幅 41.39, 横径 27.59 中央最大幅 35.49, 横径 24.39
第79次	SD-101D	第15層	灰褐粘 (白斑)		001107	657	大和第Ⅲ-2様式?	環濠下層 中期初頭の方形周溝墓に 伴う可能性有	079-06001B	左	頭頂骨	冠状縫合と矢状縫合部, 10×8cmの長方形で遺存	
									091-06001B-1		前頭骨	冠状縫合のほぼ中央部	} 接合する
									091-06001B-2	左	頭頂骨	冠状縫合と矢状縫合部	
									091-06001B-4		前頭骨	冠状縫合の左側を含む	
									091-06001B-3	左	頭頂骨	矢状縫合とラムダ縫合部	
第91次	SD-101C	第9層	黒褐粘 (植物混)	012-014	030130	436	大和第Ⅵ-3様式	環濠下層 中期初頭の方形周溝墓に 伴う可能性有	091-06001B-5	右	頭頂骨	輪状縫合部	
									091-06001B-6		不明	頭骨片	
									091-06001B-7		後頭骨	後頭鱗の左側	} 接合する
									091-06001B-8		後頭骨	大後頭孔の口縁の一致部を含む	
									091-06001B-9		不明	頭骨片	
第93次	SK-2122	第5層	黒粘	北半	031028	903	大和第Ⅴ様式	環濠下層 中期初頭の方形周溝墓に 伴う可能性有	091-06001B-10		不明	骨片 多数	
									093-06001B	不明	頭頂骨?	矢状縫合部を含む約3cmの四角形で遺存	



第2図 第79次 人骨



第3図 第91次 人骨

第2表 唐古・鍵遺跡出土人骨における炭素と窒素の含有率と安定同位体比

資料名	部位	ゼラチン 回収率	炭素 含有率(%)	窒素 含有率(%)	C/N比	炭素 同位体比(‰)	窒素 同位体比(‰)	備考	遺構時期
23次1号人骨	木棺墓 頭骨片	0.12 %	10.0	1.1	10.7	-26.2	2.9	固化材塗布	大和第Ⅲ-4様式
23次2号人骨	木棺墓 肋骨片	0.14 %	34.0	2.3	17.1	-24.8	7.2	固化材塗布	大和第Ⅲ-4様式
74次№487	74次5層 肋骨(右)	14.74 %	42.7	15.9	3.1	-16.4	10.7		大和第Ⅳ-1様式
79次№657	79次15層 頭頂骨(左)	7.11 %	42.4	15.5	3.2	-21.1	11.6	固化材塗布	大和第Ⅲ-2様式?
91次№436	91次9層 頭骨片	5.53 %	42.5	15.4	3.2	-20.6	12.1		大和第Ⅵ-3様式
93次№903	93次5層 頭骨片	0.58 %	40.0	10.6	4.4	-21.3	11.2	固化材塗布	大和第Ⅴ様式

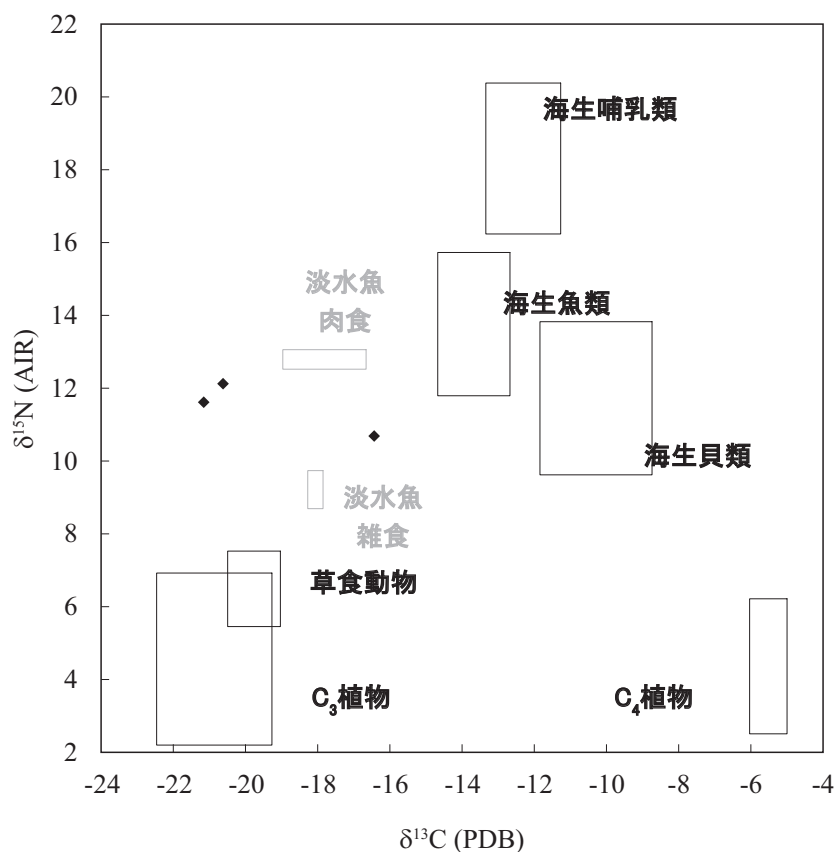
固化剤が塗布されたものがあったので、アセトンと水で交互に超音波洗浄をおこなって、薬剤を除去した。つづいて、0.2MのNaOHで16～18時間アルカリ処理することで、土壌に由来する有機物を除去した。純水で4～8時間洗浄して中性化してから、凍結乾燥した骨片を数mmに粉碎した。半透膜中に封印した骨粉を1.2MのHClと4℃で16～18時間、穏やかに反応させることで、無機質を溶解(脱灰)した。その後、4℃の純水に変え、純水を交換しながら25～26時間洗浄して抽出物を中性化した。半透膜中の残留物を遠心分離して、得られた有機物を凍結乾燥し、回収された有機物を秤量した。さらに有機物を10mLの純水中で12時間90℃に保持することで、コラーゲンのみを可溶化して(ゼラチン化)、ガラス濾紙(Whatman GF/F)で吸引ろ過した濾液を凍結乾燥して、ゼラチンを得た。回収されたゼラチンを秤量して、回収率を計算した。

炭素および窒素の重量含有率および安定同位体比の測定は、放射性炭素年代測定室において、Thermo Fisher Scientifics社製のFlash2000元素分析を前処理装置として、ConFloIIインターフェースを経由して、Delta V安定同位体比質量分析装置で測定する、EA-IRMS装置を用いておこなった。約0.5mgの精製試料を錫箔に包み取り、測定に供した。測定誤差は、同位体比が値付けされている二次標準物質(アラニン等)を試料と同時に測定することで標準偏差を計算した。通常の測定では、 $\delta^{13}\text{C}$ の測定誤差は0.1‰、 $\delta^{15}\text{N}$ の誤差は0.1‰である。

4. 結果

ゼラチン化による前処理と炭素・窒素同位体比の測定結果を第2表に示す。骨組織は、ハイドロキシアパタイトを中心とした無機質と、コラーゲンを主成分とする有機質から構成されるが、生前の情報を保持している可能性が高いコラーゲンを分析対象とした。タンパク質の一種であるコラーゲンは、食物中のタンパク質から合成されるので、その化学的特徴から当時の人々が利用したタンパク質の傾向をある程度定量的に知ることができる。ただし、タンパク質が変性したり、外部から土壌有機物などの影響を受けていると、当時の食生活を復元することはできない。本研究では、同位体と同時に炭素と窒素の含有率を測定し、その元素数比(C/N比)をもとにコラーゲンの保存状態を確認した。残念ながら、木棺出土の1号人骨と2号人骨、ならびに093-06001BはC/N比が生物でみられる範囲(2.9～3.6)を逸脱しており、変性あるいは汚染の可能性があるので、食生態の復元には用いない。

比較的保存状態がよいと考えられた3点について、代表的な食料資源との比較を試みた(第4図)。骨コラーゲンでは、炭素同位体比で約4.5‰、窒素同位体比で約3.5‰の濃縮が起こるので、第4図では現生の動植物と縄文時代の貝塚遺跡から出土した動物骨コラーゲンの同位体比をもとに、各食物群を消費した人骨のコラーゲンの同位体比に補正した値を計算して図示している。唐古・鍵遺跡か



典型的な食料資源から期待される骨コラーゲンの同位体比と比較している (Yoneda et al. 2006)

第4図 唐古・鍵遺跡出土人骨における炭素・窒素同位体比

ら出土した3個体のうち1個体は比較的炭素同位体比が高いという特徴をもち、海生魚類とC₃植物（ならびのそれを食べる草食動物）との間に位置している。一方、2個体では炭素同位体比は比較的低く、C₃植物を生産者とする生態系とほぼ等しいが、窒素同位体比のみ高い値を示す傾向が認められた。この値は、図示した天然の食料資源だけでは説明することが困難であり、唐古・鍵遺跡で特徴的であるといえる。

5. 考察

第79次調査の079-00001Bは、北西側の環濠から出土したものである。この調査の西側の第13次調査でも環濠や土坑から肋骨や尺骨が出土しており、さらにこの西側には方形周溝墓が形成されていることから、このあたり一体が墓域であった可能性が高い。環濠の掘削によって墓が壊され、人骨が散乱したと考えられる。環濠の掘削は大和第Ⅲ-1様式まで遡ることから、人骨は当該期以前であろう。同様なことは、第91次調査の091-00001Bについても言え、南東側の方形周溝墓が環濠掘削によって壊された時のものと考えられる。この環濠は、中期初頭の掘削であるが再掘削を繰り返しており、後期後半の時期に混在したものであろう。

第74次調査の074-00001Bは西地区の中央部の中期の井戸、第93次調査の093-00001Bは西地区北部の後期の井戸から出土したもので、この周辺部では各当該期以前の墓域形成がみられないことから、どのような経緯でこれら井戸に混入したのは不明である。第23次調査の井戸SK-113から出土

した023-00013Bと00002Bの歯の内、00013Bは6歳前後のはえ換わり時期のものであることから、墓に伴うとは考えられないであろう。00002Bの歯については、この井戸付近に前述の木棺墓が存在しており当該場所が墓域になっており、墓が壊された時の所産の可能性もあるが判断できない。

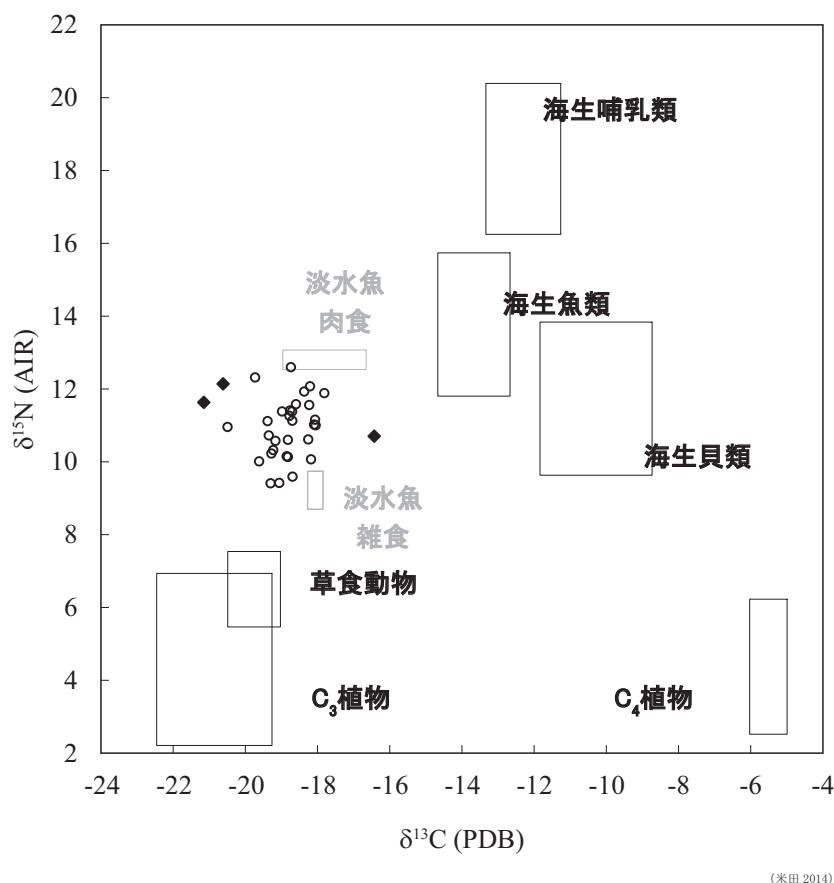
炭素・窒素同位体分析では保存状態の良いコラーゲンが回収された3点のうち、079-06001Bは固化剤が塗布されていたが、091-06001Bと近似する炭素・窒素同位体比を示した。このことは、固化剤の影響を受けていないコラーゲンを回収できている可能性が高いことを示唆している。保存状態の良いコラーゲンを回収できたもう1個体である074-06001Bは、他の2個体よりも炭素同位体比が比較的高い点の特徴である。この個体については、陸上生態系と海洋生態系の双方を利用して縄文時代人の同位体の特徴と類しているといえる。

一方、類似した炭素・窒素同位体比を示した2個体は、炭素同位体比はC3植物食の範囲とほぼ等しいが、窒素同位体比は陸上生態系だけを利用していた場合よりも明らかに高い点で、縄文時代人とは大きく異なる特徴を示している。淡水棲の魚貝類の同位体比は、水系や季節によっても変動することが知られており、代表的な値を示すことが困難である（第4図には琵琶湖湖底の粟津湖底貝塚から回収された淡水魚の同位体比を参考値として示している）。比較的炭素同位体比の低い淡水生態系の活用が認められるのかもしれない。

その可能性のひとつとして、水田における嫌気条件が人骨コラーゲンの同位体比に影響している可能性を指摘できる。嫌気的な環境下では脱窒細菌のはたらきで、アンモニウムや硝酸といった植物の利用できる有機物が、無機の窒素ガスに還元され、土壌より失われる。その際、同位体比が重い窒素が残留するため、水田で栽培された水稻は乾田で栽培された陸稲よりも窒素同位体が高くなることが知られている⁽¹⁴⁾。一方、炭素同位体比は大気中の二酸化炭素を反映するので、水稻でも他の植物でも大きな変化は存在しない。したがって、今回2個体で観察された炭素同位体比はC3植物食と同程度だが、窒素同位体比のみ高くなっている人骨は、水稻あるいは水田に由来する魚貝類を多く摂取していた可能性が想定できる。

比較のために、山口県土井ヶ浜遺跡から出土した弥生時代人骨の炭素・窒素同位体比と比較した結果を第5図に示す。土井ヶ浜遺跡の人骨は、窒素同位体比が唐古・鍵遺跡人骨と同程度かそれよりもやや高いのに対し、炭素同位体比が高い値を示す個体が多いことを指摘できる。このことから、土井ヶ浜人骨はC3植物生態系のみでは多くの個体の食生活が説明できず、海浜に立地する遺跡環境からも海産物などの利用を想定することができる。一方、唐古・鍵遺跡では窒素同位体比のみ同位体比が上昇するという傾向が顕著であり、海産物を利用した場合とは異なる要因で窒素同位体比が上昇していると考えられ、水田の影響が顕著であるといえることができる。弥生時代の生業活動にも遺跡立地や地域による多様性があったと考えられ、今度、弥生時代人骨の分析事例を動物考古学・考古植物学的な研究と組み合わせることで、その実態を明らかにできると期待される。

人為的な環境である水田がどのような炭素・窒素同位体比を示すかは、灌漑や栄養の条件（例えば施肥の有無）などでも変化する可能性がある。今後、動物骨や魚骨における炭素・窒素同位体比を測定して、弥生時代の唐古・鍵遺跡における様々な生態系の同位体的特徴を明らかにし、生態系における弥生時代人の位置づけを検討することが重要である。同様に、食生態においてヒトの影響を受けている可能性のある家畜（イヌ、ブタ、ニワトリなど）についても、炭素・窒素同位体比を



第5図 唐古・鍵遺跡出土人骨（◆）と山口県土井ヶ浜遺跡の弥生時代人骨（○）の比較

分析することで、その飼育・棲息条件について有益な情報を得られるであろう。

なお馬場⁽¹⁵⁾は、中村俊夫（私信）として2号人骨の骨片の放射性炭素年代を測定した結果、 2110 ± 120 年BPであり、弥生時代前期末葉に由来すると報告している。この年代については、前処理や元素分析の結果が報告されていないため、骨コラーゲンの保孫状態を評価できない。本研究で分析した結果によれば、汚染の可能性もあるので、人骨の放射性炭素年代については今後、再分析をおこなう計画である。

謝辞

奈良県田原本町教育委員会には貴重な資料を分析する機会を賜った。

参考文献

- (1) a. 南川雅男 (2001). 炭素・窒素同位体分析による復元した先史日本人の食生態. 国立歴史民俗博物館 研究報告 86, 333-357.
- b. 米田穰 (2014). 土井ヶ浜遺跡から出土した弥生時代人骨の炭素・窒素同位体分析. 「下関市文化財 調査報告書35 土井ヶ浜遺跡 第1次～第12次発掘調査報告書」(下関市教育委員会・土井ヶ浜遺跡・人類学ミュージアム), pp. 207-214.

- (2) 田原本町教育委員会1997「清水風遺跡 第2次調査」『田原本町埋蔵文化財調査年報6』1996年度
- (3) 奈良県立橿原考古学研究所編1983「法貴寺遺跡－県立第11高校建設予定地事前発掘調査概報」『奈良県遺跡調査概報（第二分冊）1982年度』pp.367－376
- (4) 奈良県立橿原考古学研究所編2008「法貴寺斎宮前遺跡第7次調査・小阪榎木遺跡第3次調査」『奈良県遺跡調査概報（第一分冊）2007年度』pp.335－364
- (5) 田原本町教育委員会2002「阪手東遺跡 第2次調査」『田原本町埋蔵文化財調査年報11』2001年度
- (6) 田原本町教育委員会1987『昭和61年度 唐古・鍵遺跡第29・30次発掘調査概報』田原本町埋蔵文化財調査概要9
- (7) 田原本町教育委員会2003「唐古・鍵遺跡第91次調査」『田原本町埋蔵文化財調査年報12』2002年度
- (8) 本年報p.6
- (9) 田原本町教育委員会・橿原考古学研究所編1979『昭和53年度 唐古・鍵遺跡第4・5次発掘調査概報』
- (10) 田原本町教育委員会1988『唐古・鍵遺跡第21・23次発掘調査概報』田原本町埋蔵文化財調査概要6
- (11) 田原本町教育委員会1989『昭和62・63年度 唐古・鍵遺跡第32・33次発掘調査概報』田原本町埋蔵文化財調査概要11
- (12) a. 埴原和郎 (1988). 唐古・鍵遺跡の人骨.「唐古・鍵遺跡第21・23次発掘調査概報」, pp.74－79, 田原本町教育委員会.
b. 馬場悠男 (2000). 唐古・鍵遺跡出土家以時代人骨の形態と復顔. 国立科博専報 32, 167－174.
- (13) a. Longin, R. (1971). New method of collagen extraction for radiocarbon dating. *Nature*, 230, 241－242.
b. Yoneda, M., M. Hirota, M. Uchida, A. Tanaka, Y. Shibata, M. Morita and T. Akazawa (2002). Radiocarbon and stable isotope analyses on the Earliest Jomon skeletons from the Tochibara rockshelter, Nagano, Japan. *Radiocarbon* 44, 549－557.
- (14) 米山忠克 (1987). 土壌－植物系における炭素、窒素、酸素、水素、イオウの安定同位体自然存在比：変異、意味、利用. *日本土壌肥料科学雑誌* 58(2), 252－268.
- (15) (参考文献12) b. に同じ。
- (16) DeNiro, M.J. (1985). Postmortem preservation and alteration of invivo bone－collagen isotope ratios in relation to paleodietary reconstruction. *Nature* 317, 806－809.
- (17) van Klinken, G.J. (1999). Bone collagen quality indicators for palaeodietary and radiocarbon measurements. *Journal of Archaeological Science* 26, 687－695.
- (18) Yoneda, M., Y. Shibata, M. Morita, R. Suzuki, T. Sukegawa, N. Shigehara, and T. Akazawa (2004). Isotopic evidence of inland－water fishing by a Jomon population excavated from the Boji site, Nagano, Japan. *Journal of Archaeological Science* 31(1), 97－107.