

## 縄文人は、何を食べていたのか？

— 最新の科学分析で探る土器片の歴史 —

宮田 佳樹\*

### 1. はじめに

先史時代人は、何を食べていたのであろうか？ 土器を用いて調理すると、土器の外面上には薪などの燃料材を起源とする“スス”が付着し、土器の内面には、食材由来の脂質などの化学成分が吸着・付着し、炭水化物やタンパク質由来の“コゲ”が生成される（図1）。その“コゲ”を顕微鏡で直接同定することができる場合には、先史時代人が何を調理していたのかを直接知ることができるであろう。例えば、松谷（2007）は、滋賀県竜ヶ崎 A 遺跡から出土した長原式土器底部に付着している炭化物の中から炭化キビ粒を同定し、宮田他（2007）では、その土器付着炭化粒の炭素年代測定を行い、雑穀であるキビが少なくとも縄文時代晩期末から弥生時代初頭には日本列島に存在し、琵琶湖周辺で調理されていた実証的な証拠を初めて提

示した。

このように、形態観察が可能な“コゲ”は、顕微鏡を用いた観察により直接同定することができる。しかし、多くの場合、土器に付着した炭化物を顕微鏡で同定することは難しい。大多数を占める同定不可能な炭化物から調理内容物に関する情報を得るためには、これら炭化した有機物を対象として化学分析が必要である。もし、付着炭化物の安定同位体組成 ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ) が、調理、炭化、遺跡での埋没過程を経ても大きな変化を示さないならば、“コゲ”の安定同位体組成と食材そのものの安定同位体組成とを比較することにより、土器で調理された食材を推定することが可能である。上述した滋賀県竜ヶ崎 A 遺跡の土器付着炭化キビ粒の安定同位体データ（図2）は、典型的な  $\text{C}_4$  植物の領域付近に分布している。この研究

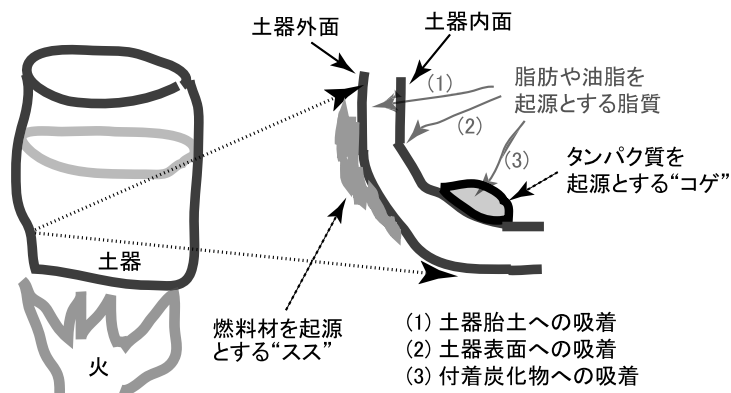


図1 海獣を調理した際に、土器に付着・吸着する成分（Miyata et al., 2009改）

\*名古屋大学年代測定総合研究センター研究員

第248回京都化学者クラブ例会（平成23年2月5日）講演

事例は付着炭化物の安定同位体組成からその起源物質を一対一対応で推定できる可能性を示した貴重な例でもある (Miyata et al., 2007).

今回研究対象とする北海道礼文島浜中2遺跡R地点V層(縄文時代後期後半)は、ニホンアシカを主体とした海獣を狩猟し(Kill sites)、油を採取するために土器で海獣を煮炊きした遺跡で(Processing sites)、大量の海獣骨と土器片が出土している(Oxford Archaeology; 西本編, 2000)。その結果、浜中2遺跡V層から出土した土器は、先史時代人が食料として利用した可能性が高い動植物のうち、特に単一食材(ニホンアシカ)のみを調理し、かつ安定同位体による食性解析プロット(図2参照)において、その端成分を占める試料(海獣)のみを選択的に調理した事例と考えられる。さらに、海産物の炭素年代測定に関しては、同時代よりも数百年古い炭素年代を示す現象として海洋リザーバー効果が知られている\*。特に、北海道周辺の海産物は古い炭素年代を示す深層水が湧昇する北太平洋に近いこと、その影響を大きく受け

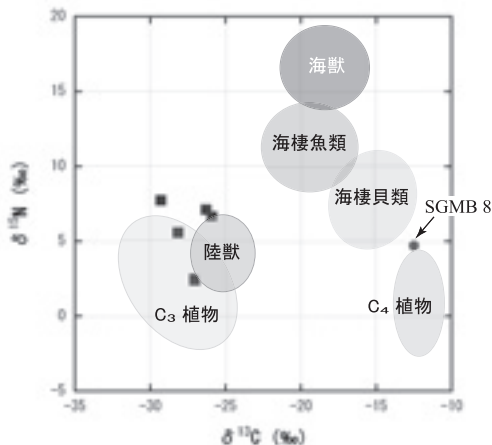


図2 竜ヶ崎 A 遺跡から出土した内面土器付着炭化物の安定同位体データ(宮田他, 2007)  
●は炭化キビ粒(SGMB8), ■はそれ以外の付着炭化物

る。よって、海獣という海産物は炭素年代測定という観点からも特徴的である。また、海獣などの動物は、土器吸着・付着物を脂質分析することで、その特徴を検出することも可能と考えられる。

そこで、本研究では、まず、縄文時代後期後半、ニホンアシカを煮炊きしていたという考古学的な所見のある浜中2遺跡R地点V層出土土器に対して化学分析を行うことで土器から海獣の痕跡が検出できるのかを確認する。次に、同一層から出土した各遺物間(土器付着炭化物、炭化材、骨、貝試料)に観察される見かけ上の炭素年代差を海洋リザーバー効果の観点から包括的に説明し、当時の遺跡周辺の海洋を含めた環境、食性を総合的に復元することを目指した。

Miyata, Y. Horiuchi, A. Paleo Labo AMS Dating Group and Nishimoto, T (2009) Traces of sea mammals on pottery from the Hamanaka 2 archaeological site, Rebun Island, Japan: Implications from sterol analysis, stable isotopes, and radiocarbon dating. *Researches in Organic Geochemistry* 25, 15-27.

宮田佳樹(2009)“遺物にみられる海洋リザーバー効果”, 弥生農耕のはじまりとその年代(西本豊弘編), 雄山閣, 83-90.

本稿は、上記の報文を要約して、解説を加えたものである。

\*海洋リザーバー効果 (R, t): 試料の炭素年代 (BP) - 大気モデル年代 (BP)

ローカルリザーバー効果 (ΔR, t): 試料の炭素年代 (BP) - 海洋モデル年代 (BP)

## 2. 北海道礼文島浜中2遺跡

浜中2遺跡は、北海道最北の島嶼遺跡であり、縄文時代後期後半から続縄文、オホーツク文化期にわたって、断続的に使用された遺跡である。特に、1995～1998年にかけて国立歴史民俗博物館（西本編，2000）が中心となって発掘したR地点V層（縄文時代後期後半）は、わずか11×11mの調査区にもかかわらず、約3,000点の土器破片ともに多量の動物骨が出土している（図3）。このV層出土土器は、土器型式にするとほぼ縄文時代後期後半，“堂林式”一型式分に相当する。つまり、V層は、数十年程度の短期間に形成されたものと考えられる。また、出土した動物骨はニホンアシカを主体とする海獣骨

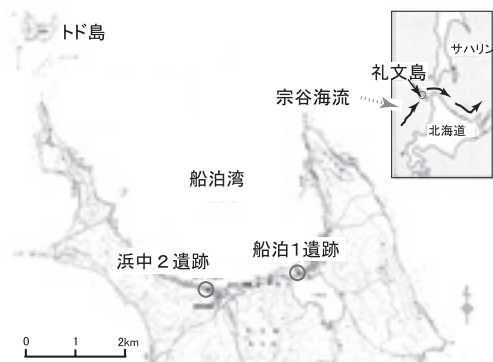


図3 北海道礼文島浜中2遺跡

の出土が非常に多かった。遺構は約30基の炉跡のみで、2 km 近傍の集落遺跡である船泊1遺跡とは異なり（図3参照）、まったく竪穴住居跡が見られない。したがって、本遺跡は通年的な住居を目的とした遺跡ではなく、海獣狩猟を主目的とした夏季限定のキャンプサイトであると考えられる（Kill & Processing sites）。出土した多量の土器は、数十年という短期間、海獣（ニホンアシカ）の肉を煮炊きして、油脂を採取するために利用されたものと考えられる。その際、海獣に由来する脂質は土器に付着・吸着され、またタンパク質は焦げて土器の内面に付着物として固定されることが予想される（図1）。

## 3. 土器を用いた海獣の痕跡の検出

そこで、脂質分析と安定同位体、炭素年代測定法を用いて、浜中2遺跡の縄文時代後期後半（V層）から出土した土器（図4）を用いて、海獣の痕跡の検出を試みた。1）まず、V層の堂林式土器片と対照試料として用いたⅢ層の土器片に吸着したステロール組成を分析した。検出されたステロールは、80%以上動物性のコレステロールが占めた（図5）。この結果から、これらの土器では何らかの動物を調理している可能性が強く示唆された。2）次に、内面土器

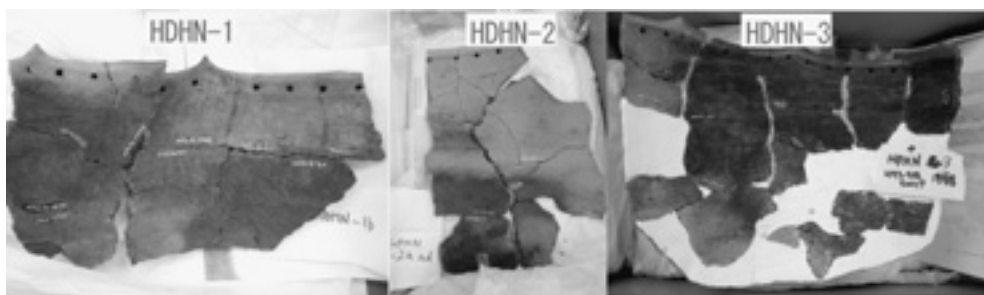


図4 浜中2遺跡から出土した堂林式土器（縄文時代後期後半）（Miyata et al., 2009改）

付着炭化物の安定同位体測定結果を図6に示す。図より、この土器付着炭化物が海獣や海産魚類の影響を強く受けているものである可能性が強く示唆された。3)表1に、土器付着炭化物と炭化材の炭素年代測定結果を記す。当時遺跡で燃料材として利用されたと考えられる炭化材2点(HDHN C2,4; 3008±25 BP (N=2))の較正年代から、浜中2遺跡のR地点V層の実年代を推定してみると、紀元前1300~1200年となる(図7)。また、炭化材と土器付着炭化物との炭素年代差から、 $R=786\pm55$   $^{14}\text{C}$  yr (N=4; 3008±25 BP)と非常に大きな海洋リザーバー効果を検出した。このことは、この土器付着炭

化物が海洋リザーバー効果の大きな海域で生息していた海産物であることを強く示唆している。つまり、これら3つの分析結果は、浜中2遺跡では当時土器を用いてニホンアシカを煮炊きしていたという考古学的な所見と極めて整合的である(Miyata et al., 2009)。したがって、浜中2遺跡V層(縄文時代後期後半; 紀元前1300~1200年)では、土器を用いてニホンアシカを煮炊きしていたものと推定される。

#### 4. 浜中2遺跡V層から出土した土器付着炭化物、炭化材、貝、動物骨の見かけ上の炭素年代差から推定される海洋リザーバー効果の包括的な理解

浜中2遺跡V層から出土した土器付着炭化物、炭化材、貝、動物骨に観察された見かけの炭素年代差から(表1参照)、海洋リザーバー効果の影響を評価するために、海洋の影響が大きくなるように、試料を並べて考えてみる(図8)。貝は、海水中の溶存無機炭素を利用して炭酸カ

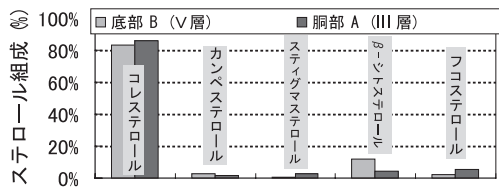


図5 浜中2遺跡から出土した土器に付着したステロール組成 (Miyata et al., 2009改)

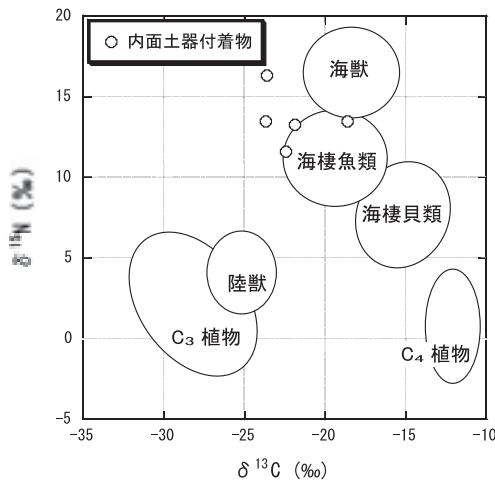


図6 安定同位体組成に基づいた浜中2遺跡の土器付着炭化物の起源 (Miyata et al., 2009改)

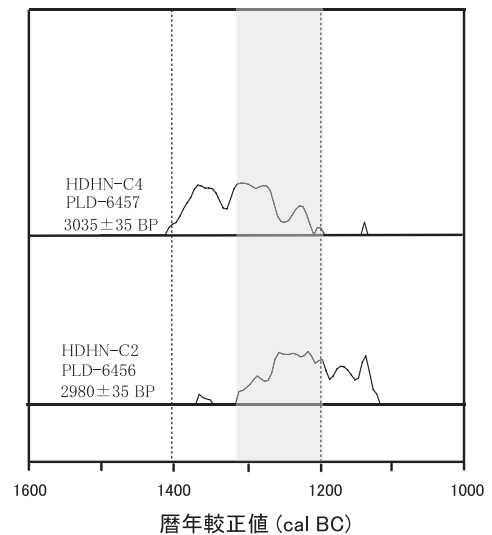


図7 浜中2遺跡出土炭化材の暦年較正值 (Miyata et al., 2009改)

ルシウム殻を形成するため、貝殻に含まれる<sup>14</sup>C濃度はその海域の海洋リザーバー効果を反映するものと考えられている。そこで、浜中2遺跡R地点V層から出土した貝の炭素年代が

ら、縄文時代後期後半の礼文島周辺を流れる宗谷暖流の海洋リザーバー効果の大きさに関して推定してみる。表1に見られるように、HDHN K3を除いた、貝試料4点の平均値3518±39 BP (N=4)はV層の貝の年代を示していると考えられる。したがって、当時の礼文島周辺の海洋リザーバー効果は、 $R=510\pm39$  <sup>14</sup>C years (N=4; 3008±25 BP)と算出される。5b号炉のHDHN K3 (3715±25 BP)については、発掘時の炉の上下関係から、5b号炉は5c号炉よりも新しいことがわかっている。さらに、HDHN K3の示す年代 (3715±25 BP)は、ニホンアシカの炭素年代 (3735±30 BP)と誤差範囲内でよく一致しているが、その他の貝類の年代 (3518±39 BP; N=4)とは矛盾する。したがって、HDHN K3は、何らかの理由により、V層よりも下層から混入した試料であ

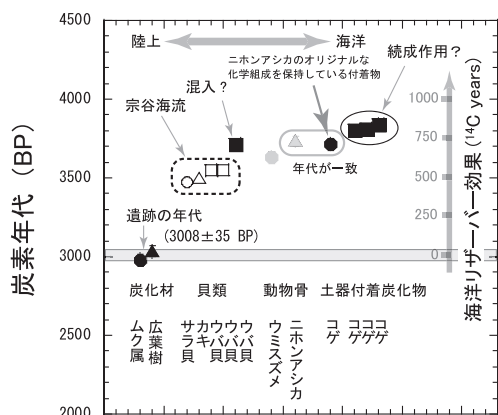


図8 浜中2遺跡R地点V層出土遺物の炭素年代測定値 (宮田, 2009改)

表1 浜中2遺跡R地点V層出土遺物の炭素年代測定値

Sample #	Lab code	Sample name (Binomial name)	出土地点 /部位	<sup>14</sup> C age (±σ) BP	R (±σ)* <sup>14</sup> C yr
HDHN C2	PLD-6456	炭化材 モミ属	1号炉	2980±35	
HDHN C4	PLD-6457	炭化材 広葉樹	1号炉	3035±35	
HDHN K4	PLD-8850	サラガイ ( <i>Megangulus venulosus</i> )	5c号炉	3470±25	462±35
HDHN K5	PLD-8851	カキ ( <i>Crassostrea gigas</i> )	5c号炉	3500±25	492±35
HDHN K1	PLD-8847	ウバガイ ( <i>Pseudocardium sachalinense</i> )	5c号炉	3550±25	542±35
HDHN K2	PLD-8848	ウバガイ ( <i>Pseudocardium sachalinense</i> )	ブロックサンプル	3550±25	542±35
HDHN K3	PLD-8849	ウバガイ ( <i>Pseudocardium sachalinense</i> )	5b号炉	3715±25	707±35
HDHN B2	PLD-10583	ウミスズメ科ウミガラス属 ( <i>Uria aalge</i> or <i>Uria lomvia</i> )	上腕骨	3635±30	627±39
HDHN B1	PLD-10582	ニホンアシカ ( <i>Zalophus californianus japonicus</i> )	脛骨	3735±30	727±39
HDHN 2a	PLD-6454	内面土器附着炭化物	胴下部	3715±35	707±43
HDHN 1a	PLD-6305	内面土器附着炭化物	胴上部	3805±20	797±32
HDHN 1b	PLD-6306	内面土器附着炭化物	胴上部	3815±20	807±32
HDHN 3	PLD-6455	内面土器附着炭化物	口縁	3840±35	832±43

\*Rは、試料の炭素年代から炭化材の平均値 (3008±25 BP) を減じたものである。

る可能性が高いと推定した。

次に、ニホンアシカとウミスズメ科ウミガラス属（ウミガラスやハシブトウミガラス）という獣骨の示す炭素年代差に関して考える（表1参照）。まず、礼文島周辺の水塊構造と魚介類の生息域との関係を図9に記した。図のように、礼文島の周辺に生息する貝類は相対的に海洋リザーバー効果の小さな（若い炭素年代を示す）宗谷暖流の影響を強く受ける海域に存在している。一方、宗谷暖流よりも外洋側は、サハリンの北方から流れてくる東サハリン海流（ $\Delta R = 399 \pm 22$   $^{14}\text{C}$  years ; N=2）や親潮（ $\Delta R = 393 \pm 32$   $^{14}\text{C}$  years ; N=9）などの相対的にリザーバー効果の大きな（古い炭素年代を示す）寒流に支配された海域である（Yoneda et al., 2007）。現在、ニホンアシカは絶滅してしまったのであるが、他のアシカ類の食性を考慮すると、当時ニホンアシカは礼文島周辺に存在し、礼文島周辺海域の大型深層の魚を餌として採取していたものと考えられる（和田と伊藤, 1999 ; 上, 2001 ; 和田, 2004）。したがって、ニホンアシカの示す海洋リザーバー効果は、 $R = 727 \pm 39$   $^{14}\text{C}$  years (N=1; 3008  $\pm$  25 BP) と相対的に大きな値を示す。さらに、ウミスズメ科ウミガラス属（骨が小さいためこれ以上同定不能）は、水深50M ぐらいまで潜り、表層にいる小魚やイカなどを食べる魚食性の鳥である。ウミガラス属は、海洋リザーバー効果の相対的に小さな礼文島周辺の宗谷暖流の影響を強く受ける海域と、それよりも外洋にあたる寒流の影響が強いため、海洋リザーバー効果が相対的に大きな海域の（暖流と寒流の）両海域に生息する表層の魚介類を摂取する。したがって、貝類、ウミガラス属、ニホンアシカの示す見かけ上の炭素年代差は、相対的に海洋リザーバー効果の小さな海域に生息する貝類、相対的に海洋リザー

バー効果の大きな海域に生息する大型深層の魚を摂取するニホンアシカ、そして、それら暖流と寒流の両海域に生息する表層の魚介類を摂取するウミガラス属という食性と生息域の違いによって生じるものと考えられる（図9参照）。

また、動物骨の安定同位体組成に関しても考えてみる。骨コラーゲンの炭素・窒素同位体組成（ $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ）から、それぞれ、+4.5%, +3.4%減じると、これらの動物が摂取していたタンパク質の平均安定同位体組成を推定することができる（Ambrose, 1993）。すると、ニホンアシカとウミガラス属の摂取していた平均（ $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ）は、それぞれ、(-18.3, +12.2), (-21.1, +11.9) と推定される。食物連鎖において、窒素同位体比が高ければ高いほど、栄養段階がより高次であることを意味する。したがって、ウミスズメ属とニホンアシカの摂取した食物の推定窒素同位体組成が非常に高く、かつほぼ等しい値を示していることから、魚食性のウミガラス属が摂取する栄養の中では、海産魚介類の占める割合は非常に高く、ニホンアシカに匹敵するほどであったことが推定できる。このことからウミガラス属とニホンアシカとの見かけ上の炭素年代の差は、ウミガラス属の

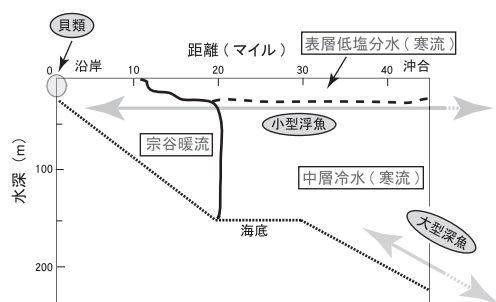


図9 夏期におけるオホーツク海の水塊構造と魚介類の生息海域（原図は青田（1975）を参照）（宮田，2009改）暖流：海洋リザーバー効果が相対的に小さい，寒流：海洋リザーバー効果が相対的に大きい



方がリザーバー効果の相対的に小さな海域（暖流）の魚介類を多く摂取したために生じたと考えられる（図9）。

最後に、土器付着炭化物の炭素年代測定結果に関して、海洋リザーバー効果の観点から考えてみる。土器付着炭化物試料の炭素年代を測定する際には、まず初めにアセトンで超音波洗浄を行い付着した有機物を除去する。次に塩酸で炭酸塩を除去、水酸化ナトリウム水溶液で土壌などを起源とするフミン酸類などの酸性物質を溶解除去し、最後に、アルカリ処理によって生成した炭酸塩を塩酸で中和する（一般に、AAA処理と言われる）。ここで、ニホンアシカの骨コラーゲンの示す炭素年代と土器付着炭化物HDHN 2aの炭素年代（表1）は、誤差範囲内でよく一致している。この付着炭化物試料のAAA処理の前後の炭素年代とC/N比（重量比）はほぼ一定であり、そのC/N比は6と現生のカリホルニアアシカの値ともよく一致している。一方、それ以外の3点の付着炭化物の炭素年代とC/N比は、AAA処理の前後で変動する。したがって、土器付着炭化物HDHN 2aはニホンアシカオリジナルの化学組成を保持している可能性が高く、それ以外の3点の付着炭化物は、何らかの原因によって、古い炭素年代を示しているのかもしれない（続成作用？）（図9参照；Miyata et al., 2007）。

## 5. まとめ

本研究では、礼文島浜中2遺跡R地点V層（縄文時代後期後半；紀元前1300～1200年）から出土した土器に対して、ステロール分析、安定同位体分析、炭素年代測定を行った。その結果、縄文時代後期後半浜中2遺跡では、海獣の油脂や脂肪を採取するために、多量の高脂肪海獣を土器で煮炊きしていたという考古学的な所見と整

合的な分析結果が得られた。

同一層（R地点V層）から出土した、土器付着炭化物、炭化材、貝、動物骨の各遺物の炭素年代を測定し、生じる海洋リザーバー効果の大きさの違いを詳細に検討した。貝の示す年代は、礼文島周辺を流れる宗谷海流のリザーバー効果を反映している。一方、ニホンアシカとウミガラス属の示す炭素年代差は、深層の大型魚を食べるニホンアシカとリザーバー効果の相対的に大きな寒流の支配する海域と相対的に小さい宗谷暖流の支配する海域の両海域において、表層の小型浮魚を食べるウミガラス属の食性と生息域の差を現している。したがって、浜中2遺跡R地点V層から出土した遺物の炭素年代測定結果を海洋リザーバー効果の観点から整理すると、以下のような整合的な関係が得られた。

炭化材（遺跡の年代）＜貝（宗谷暖流）  
＜ウミガラス属＜ニホンアシカ  
≦土器付着炭化物  
（ニホンアシカ＋続成作用？）

人骨を含めた各遺物が示す炭素年代は、海洋の影響を受けた程度（リザーバー効果の大きさと摂取した海産物の割合）に応じて変化するため、複数種類の遺物間にみられる見かけ上の炭素年代の大小関係から、当時の遺跡周辺における、各遺物間の食性（摂取した食料の違い）を読みとることができるかもしれない。今後、炭素年代を狂わせる海洋リザーバー効果という現象を逆手にとって、例えば同時代の海洋環境に存在するものの人間が直接利用することが困難であった深魚を摂取する海獣、遺物として出土しにくい表層の魚介類などを摂取する海鳥などの動物骨やそれらを調理した際に生じる土器付着炭化物などを用いて、当時の海洋環境を評価し、生業を復元する研究に発展していくかもし

れない。今後、未知の土器付着物、吸着物に残存する有機残渣を分子レベルで分離同定し、その安定同位体や炭素年代を測定することによって、起源や炭素年代が異なる複数の有機物から成る調理内容物の痕跡を解き明かし、先史時代人が土器で何を調理していたのかを考えていきたい。

## 謝 辞

本稿は、堀内晶子博士、近藤恵博士、吉田邦夫博士、遠部慎氏、パレオ・ラボ AMS 年代測定グループ、西本豊弘博士との共同研究の成果の一部であることを記しておく。

## 参考文献

- [1] Y. Miyata, A. Horiuchi, Paleo Labo AMS dating group and T. Nishimoto, Res. Org. Geochem. 25 (2009) 15.
- [2] 宮田佳樹, “遺物にみられる海洋リザーバー効果”, 雄山閣 (2009) 83.
- [3] 松谷暁子, 滋賀県教育委員会・財団法人滋賀県文化財保護協会 (2006) 173.
- [4] Y. Miyata, T. Kojima, A. Matsutani, S. Onbe and T. Nishimoto, Bull. Nation. Mus. Jpn. His. 137 (2007) 255 (in Jpn. with Eng. Abs.).
- [5] J. Rackham, Animal Bones, Univ. of California Press (1994) p. 32.
- [6] T. Nishimoto, Bull. Nation. Mus. Jpn. His. 85 (2000) (in Jpn. with Eng. Abs.).
- [7] 青田昌秋, 低温科学 物理編 33 (1975) 151.
- [8] M. Yoneda, H. Uno, Y. Shibata, R. Suzuki, Y. Kumamoto, K. Yoshida, T. Sasaki, A. Suzuki and H. Kawahata, Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. B 259 (2007) 432.
- [9] 和田一雄と伊藤徹魯, “鱈脚類”, 東京大学出版会 (1999).
- [10] 和田一雄, “海のけもの達の物語 — オットセイ・トド・アザラシ・ラッコ —”, 成山堂書店 (2004).
- [11] 上奈緒美, 白眉 2 (2001) 90.
- [12] S. H. Ambrose, “Investigation of Ancient Human Tissue: Chemical Analyses in Anthropology”, Gordon and Breach, Langhorne (1993) p. 59.
- [13] Y. Miyata, A. Horiuchi, Paleo Labo AMS dating group and T. Nishimoto, Geol. Survey Jpn. Interim Rep. 42 (2007) 102.