

平成 22 年 5 月 1 日現在

研究種目： 若手研究(B)  
 研究期間： 2008 ～ 2009  
 課題番号： 20700663  
 研究課題名(和文) 土器付着炭化物, および土器胎土吸着物を用いた先史時代の食性研究  
 研究課題名(英文) Prehistoric dietary analysis of charred matter on pottery.

## 研究代表者

宮田 佳樹 (MIYATA Yoshiki)  
 名古屋大学・年代測定総合研究センター・研究員  
 研究者番号：70413896

## 研究成果の概要(和文)：

土器に付着した炭化物や胎土に吸着した有機物の起源を推定することにより、当時の環境や生業を復元するために、炭素14年代測定、安定同位体分析、ステロール分析法などを行った。とくに、考古学的な由来がきちんと整った遺跡の同一包含層から出土した複数の遺物や科学的に同定された試料を用いて、主として以下の二点に関する結果を得た。

## 1) 日本列島における雑穀の起源と伝播に関する研究

縄文時代における雑穀の確実な検出事例はまだ報告されていない。確実な雑穀の出土例を日本列島における灌漑水田稲作の伝播の研究結果と比較することにより、九州、近畿、東海地域における雑穀栽培の画期を、弥生時代前期末から中期初頭ごろと推定した。

## 2) 見かけの海洋リザーバー効果を利用した遺物の食性と環境復元

複数の遺物間の見かけ上の炭素年代の大小関係から、測定した遺物の由来や生育環境などを推定し、当時の遺跡周辺の海洋環境や生業をより詳細に復元できる可能性を示した。

## 研究成果の概要(英文)

For reconstructing the paleoenvironment and prehistoric human life through estimating of the origin of organic matter adhering to and adsorbing in the potsherds, we measured radiocarbon ages, stable isotopes, and lipid compositions. By especially using various kinds of remains at the same layers excavated from the site with a clear archaeological context and scientifically identified samples, we get the following two results;

## 1) The origin of millet cultivation and diffusion into Japanese archipelago

There is no reliable evidence analyzed by radiocarbon dating so far for millet utilization in the Jomon period. Therefore, we also review the dates of charred remains on potsherds which are estimated as C4 plants based on stable isotopic analysis. These dates of millets are compared with that of the adoption of irrigated rice cultivation to discuss the routes and times of their diffusion into Japanese archipelago. Consequently, wide spreading of millet cultivation seems to have been from the end of the Early Yayoi to the beginning of the Middle Yayoi period at Kyusyu, Kinki and Toukai area (400 - 300 cal BC).

## 2) The reconstruction of diet and paleoenvironment by apparent marine reservoir effect

We can use apparent marine reservoir age difference of the archaeological remains to infer details of paleodiets and inhabits and, hence, paleomarine environments.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2009 年度	1,300,000	390,000	1,690,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：文化財科学・文化財科学

キーワード：土器附着炭化物，雑穀，炭素年代測定，海洋リザーバー効果，安定同位体，ステロール分析

## 1. 研究開始当初の背景

土器附着炭化物には、大きく分けて二種類ある。ひとつは、**土器の内面に附着した食物残渣“コゲ”**であり、もうひとつは、**土器の外면에附着した燃料材を起源とする“スス”**である。これら“コゲ”と“スス”は先史時代人が調理した際に、同時に生成するために、これまで当然ながら、同じ放射性炭素年代（炭素年代情報：時間情報）を持つものと考えられてきた。しかし、最近研究代表者は、低湿地遺跡において、内面附着物の方が、外面附着物よりも90年古い炭素年代を示す場合があり、その原因が淡水リザーバー効果や低湿地遺跡特有の泥炭層など古い有機物による汚染である可能性を指摘した。また、土器の使用年代としては、汚染を受けやすい内面よりも外面附着物の年代を採用すべきであることも同時に指摘した。

一方、内面に附着した食物残渣である“コゲ”は、もちろん炭化した食料そのものであるため、外面附着物とは異なり食物資源に関する情報を有している。この内面附着物自身の附着状況の顕微鏡観察、化学組成などから、その附着物の起源を推定することが可能である。例えば、滋賀県竜ヶ崎A遺跡から出土した、長原式土器に附着した炭化穀粒から**“西日本最古のキビ”**を発見した（2007年10月11日朝日新聞掲載）。

まず、顕微鏡観察によってキビと同定し、次に、安定同位体分析によってC4植物<sup>註1</sup>であることを確認した。その試料の年代をAMSで測定したところ、2550±25 BP、暦年較正すると、紀元前800～550年と分布し、土器編年ともよく一致した。そのキビは脱穀されているものが多いことから、縄文時代晩期から弥生時代前期初頭にかけて琵琶湖の沿岸で（日常食かどうかはともかく）キビが、食料として利用されていた可能性を示した。

さらに、礼文島浜中2遺跡（縄文時代後期）出土土器に吸着したステロールの分析と年代測定を行った。二つの土器片に附着したステロールを分析した結果、植物性ステロールよりも動物性ステロールが卓越した。このことは、浜中2遺跡では、当時盛んに土器で海獣を煮炊きしていたという考古学的な所見によく合致した。また、土壌による続成作用が附着炭化物の炭素年代測定結果に与える影響を、 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 、C/Nを用いて評価し、オリジナ

ルの（海洋リザーバー効果<sup>註2</sup>100%の）海獣起源の炭素年代と化学組成を推定することができた。

このように、研究代表者は、炭素年代情報のみならず、附着炭化物の形態分析や化学組成、吸着物のステロール組成も利用して、土器に附着、吸着した有機物から古食性の復元を行ってきた（平成17年～19年度科研費若手(B)“土器附着炭化物を用いた古食性の研究”）。これらの基礎的な研究に基づき、ようやく土器に残存する有機物情報を分子レベルで追求する段階になったと考え、本研究課題を着想するに至った。今後は、土器附着炭化物や土器胎土に吸着された有機物を分子レベルで分離し、安定同位体、 $^{14}\text{C}$ 年代などを測定することで、残存する有機物の起源とその有機物が存在した同時代の環境をより具体的に推定することが可能となるはずである。

註1：C4植物とは、光合成によって、炭素数4の有機物を生成する植物の総称。代表例は、アワ、ヒエ、キビなどの雑穀類（ $\delta^{13}\text{C}$ ：-10‰～-15‰）。一方、それ以外のイネを始めとする大多数の植物は、炭素数3の有機物を生成するため、C3植物（ $\delta^{13}\text{C}$ ：-20‰～-25‰）と言われており、C3とC4植物は、 $\delta^{13}\text{C}$ 値によって明確に区分できる。

註2：海洋リザーバー効果とは、海洋深層水循環により、古い炭素年代を持つ海水が北太平洋で湧昇することによって、その海域の海産物の炭素年代が、最大1000年程度古くなる現象を表す。

## 2. 研究の目的

先史時代の遺跡から出土した土器の内面、外面に附着する炭化物の年代をAMS $^{14}\text{C}$ 年代測定法によって求めることにより、調理に使用された土器の時間情報を得ることができる。一方、内面に附着した“コゲ”の化学組成や残存する有機物組成を測定することによって、当時調理された食料が何であったかを推定することができる。さらに、土器胎土にも食物起源の残存有機物が保存されている場合がある。特殊な遺跡を除けば、動植物遺体が残りにくい日本列島においては、土器附着物が持つ情報は極めて重要である。

そこで、本研究の目的は、土器附着炭化物、土器胎土吸着物中の有機物の起源を探ること

によって、先史時代の食生活、および同時に出土するその他の遺物の情報を加味することにより、測定した遺物の由来や生育環境などを総合的に復元することである。

### 3. 研究の方法

考古学的な由来がきちんと整った遺跡の同一包含層から出土した複数の遺物や科学的に同定された試料を対象として用いた。対象とした遺跡は、大きく分けると2遺跡（北海道札文島浜中2遺跡、青森県東道ノ上（3）遺跡）である。その他の土器付着炭化物と炭化種実に関しては、学術創成研究“弥生農耕の起源と東アジア”で収集した資料とデータの一部を用いた。

#### (1) AMS<sup>14</sup>C年代測定法

対象とした試料は、土器付着炭化物、炭化種実、炭化材、動物骨・魚骨コラーゲン、貝試料である。

(2) 安定同位体測定法 ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ) 対象とした試料は、土器付着炭化物、炭化種実、動物骨・魚骨コラーゲンである。

(3) ステロール分析 対象とした試料は、土器付着炭化物、胎土吸着物である。

### 4. 研究成果

#### (1) 雑穀の起源と伝播に関する研究

これまで、顕微鏡観察によって同定された土器内面に付着した炭化キビ粒を炭素年代測定することにより、縄文時代晩期から弥生時代初頭にかけてキビが確実に琵琶湖周辺に存在し、(日常食かどうかはともかく)調理されていたことを発見してきた。さらに顕微鏡観察によって同定された炭化した雑穀と安定同位体分析によってC4植物と推定された付着炭化物、それぞれの確実な年代測定事例を整理し、学術創成研究で行った灌漑水田稲作の列島への拡散経路と比較することにより、“日本列島における雑穀の起源と画期”に関して考察を行った。

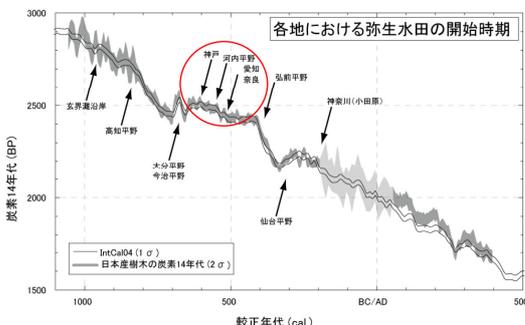


図 日本産樹木年輪の炭素 14 年代と日本列島各地の灌漑水田稲作の拡散 (出典 “弥生農耕のはじまりとその年代”改)

その結果、

①富ノ沢 (2) 遺跡における、いわゆる“縄

文ヒエ”の利用を除いて、縄文時代における雑穀の確実な検出事例はいまだ報告されていないことを確認した。

②中国、近畿、東海地方におけるキビ、アワの確実な出土事例は、当該地域の灌漑水田稲作の開始時期とほぼ一致した。

③土器付着炭化物の安定同位体分析の結果を組み合わせることにより、九州、近畿、東海地域、雑穀栽培の画期は、弥生時代前期末から中期初頭ごろであると推定した。

#### 2) 見かけの海洋リザーバー効果を利用した遺物の食性と環境復元

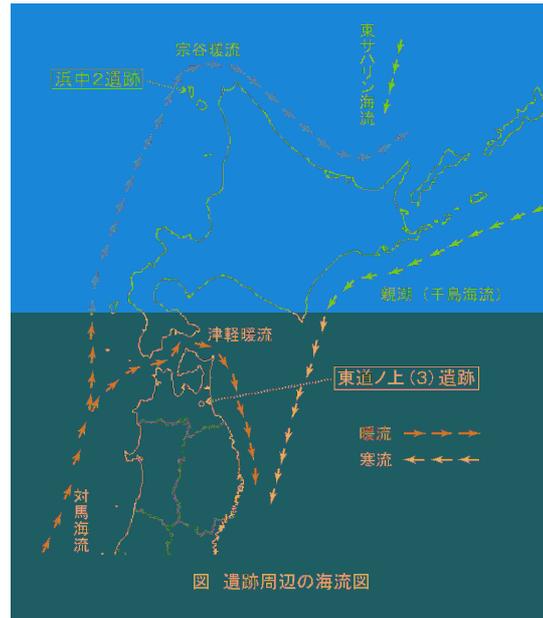


図 遺跡周辺の海流図

複数の遺物間の見かけ上の炭素年代の大小関係を、遺跡周辺の海流の流れを考慮して、測定した遺物の由来や生育環境などの観点から詳細に考察した。

#### ①東道ノ上 (3) 遺跡

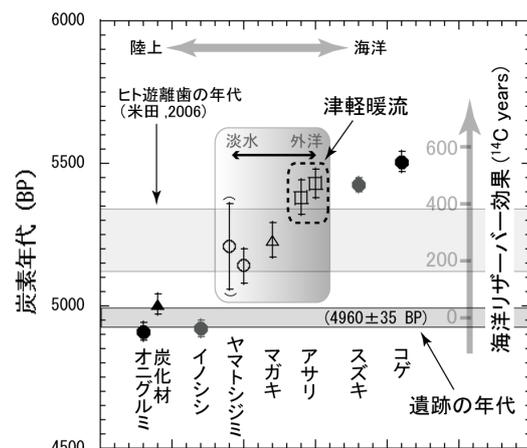


図 東道ノ上(3)遺跡IV層貝14出土遺物の炭素年代

東道ノ上(3)遺跡IV層貝14出土遺物の炭素年代測定結果に関して考える。この貝層は、土器型式で言うと、円筒下層a式の時期に当

たる。当時の大気と平衡にある陸上の有機物としてオニグルミと炭化材の年代の平均 (4960±35 BP) を基準にして考える (図参照)。図より、試料が陸上から海洋へと変化していくにつれて、測定した年代は古くなり、海洋リザーバー効果の影響が大きくなっていく。陸獣であるイノシシは陸上の有機物を食べるので、オニグルミ、炭化材とほぼ同じ年代を示している。貝の年代に関しては、ヤマトシジミ、マガキ、アサリと淡水から外洋へと貝の生息域が変化していくのに対応して、塩分濃度は大きくなり、海洋リザーバー効果の影響が強く現れている。その結果、ヤマトシジミは180年、マガキは270年、アサリは平均450年遺跡よりも古い年代を示した (ヤマトシジミ (MTC 7444) は誤差が大きいため、除外する)。また、この地域は当時内湾であったと考えられるため、アサリやスズキの年代は沿岸を流れる津軽暖流の影響を受けていたと考えられる。したがって、アサリの測定値から津軽暖流の $\Delta R$ 値として、+35~+85  $^{14}\text{C}$  years (at 4960±35 BP)が見積もられる。

しかし、内面土器付着炭化物である“コゲ”は、津軽暖流の影響よりもさらに、100年古いリザーバー効果を示している。この“コゲ”の化学組成は、 $\delta^{13}\text{C}$ が-18.3‰、 $\delta^{15}\text{N}$ が+12.2‰であるため、海産魚類や海獣などを煮炊きした可能性が考えられる。当時遺跡の周辺を流れる津軽暖流の下層にはより大きな海洋リザーバー効果を持つ親潮系の水塊が存在するため、この付着物は親潮水系で生育した何らかの深魚を起源とするものであるのか、あるいは、海洋リザーバー効果の大きなサハリンなどの北方から回遊してくる海獣の影響を強く受けたものであるのかもしれない。また、鮭などを調理したと考えてもいいのかもしれない。

最後に、同じ円筒下層 a 式期の東道ノ上 (3) 遺跡出土ヒト遊離歯 5 点の年代測定結果について考えてみる (米田, 2006)。その年代は、5120~5340 BP で、ちょうど陸上の有機物の示す年代とアサリ、スズキなどの海産物の示す年代の間に位置している (図参照)。したがって、炭素年代測定の結果から、この地域の縄文人は、海と陸の両方のタンパク質を摂取していたと考えられる。

これらの炭素年代の関係をまとめてみる。

炭化材、炭化種実 (遺跡の年代) ~ 獣骨 < 貝類・魚類 < 内面土器付着物

## ② 浜中 2 遺跡

今度は、北海道礼文島浜中 2 遺跡の例を考えてみる。浜中 2 遺跡の R 地点 V 層 (縄文時代)

から、多量の海獣骨 (大部分ニホンアシカ) が多数の土器片とともに出土している。また、30基以上の炉跡が出土しているものの、近傍にある船泊 1 遺跡とは異なり、竪穴住居跡が発見されていない。特に、V 層から出土した縄文時代後期後半の土器はほぼ一型式 (堂林式) であるため、本遺跡は、当時、ニホンアシカを狩猟し、それらの肉を土器で処理し、脂肪や油を得るための夏期限定のキャンプサイトのような場所であったと考えら

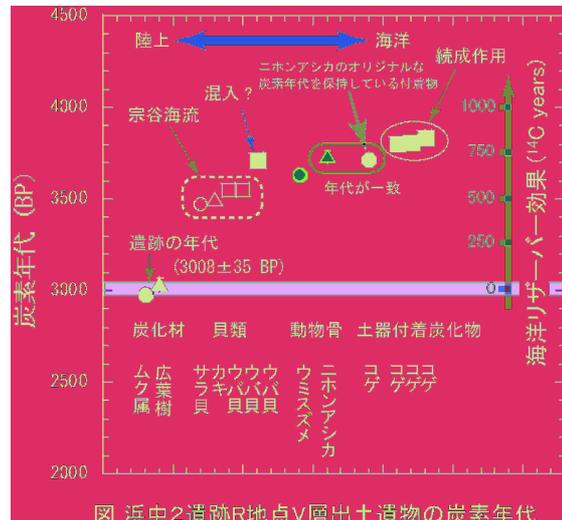
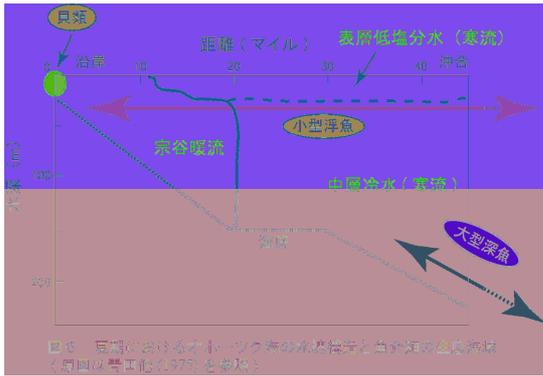


図 浜中 2 遺跡 R 地点 V 層出土遺物の炭素年代

れる。浜中 2 遺跡の R 地点 V 層 (縄文時代後期後半) から出土した遺物の年代について考える (図参照)。当時の大気と平衡にある陸上の有機物として 2 つの炭化材の平均年代 (3008 ± 35 BP) を基準に考える。まず、貝類の年代に関して考察する。5b 号炉から出土した、HDHN K3 は 5c 号炉よりも上層にあるものの他の貝類よりも 200 年以上古い年代を示しているため、何らかの理由によって下層から混入した試料と考えられる。したがって、図のように、測定した試料が陸上から海洋へと変わるにつれて、混入と推定された貝 (HDHN K3) を除き、ほぼ単調に炭素年代は古くなり、海洋リザーバー効果の影響が強くなる傾向がみられた。残った貝 4 点の平均値は 3518 ± 39 BP であり、遺跡の年代に比べて 510 年ほど古い年代を示している。図 2 に見えるように、礼文島の周辺には、対馬海流の分派である宗谷暖流が流れている。したがって、宗谷海流の $\Delta R$ 値はこれらの貝類が示す値 (+168 ± 39  $^{14}\text{C}$  years (N = 4 ; at 3008 ± 35 BP)) と見積もられ、東サハリン海流などの北方から流れ込む寒流のように、大きな海洋リザーバー効果を示さないことも整合的である。ニホンアシカは水深 200m ぐらいまで潜り、深層の大型魚介類を食べる。一方、ウミスズメは水深 50m 程度まで潜る魚食性の海鳥である。



したがって、図にあるように、ニホンアシカとウミスズメの炭素年代の差は、海洋リザーバー効果の大きな寒流の影響を受けた深層に棲む大型深魚を食べるニホンアシカと深層に比べるとやや小さい海洋リザーバー効果を示す表層に棲む小型浮魚を食べるウミスズメとの食性の違いを表しているものと考えられる(図参照)。さらに、貝類は宗谷暖流の影響を強く受けるため、寒流の影響を受ける魚介類を食べるニホンアシカやウミスズメよりも明らかに海洋リザーバー効果は小さい。化学分析と考古学的な所見によって、ニホンアシカのオリジナルな化学組成を保持していると推定された内面土器付着炭化物“コゲ”である HDHN 2a の炭素年代は、ニホンアシカの骨の年代測定結果とよく一致した。また、残り3点の“コゲ”は土壌による二次的な汚染の影響(続成作用)を受け、ニホンアシカのオリジナルな炭素年代よりも100年以上古い年代を示した。

以上のように、礼文島周辺の海洋環境を含めて、海洋リザーバー効果の観点から考察することにより、宗谷暖流よりも大きなリザーバー効果を示す、動物骨と土器付着物の炭素年代の関係をも説明することができた。これらの炭素年代の関係をまとめてみる。

炭化材(遺跡の年代) < 貝類(宗谷暖流) < ウミスズメ < ニホンアシカ・土器内面付着物(ニホンアシカ+続成作用)

### 3) まとめ

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(海産物を摂取した割合)に応じて変化する。その原理をうまく利用することによって、複数の遺物の間にみられる見かけ上の炭素年代の大小関係から、当時の遺跡環境における、各遺物の食性の関係(摂取した食料の違い)を読みとることができるとも思われる。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。

終わりに、このような詳細な炭素年代測定値の検討が可能になったのは、丁寧な発掘と遺物の整理同定作業の上に、より確からしく、繰り返し再現性の高い炭素年代測定が行われるようになった、近年の加速器技術の進歩による成果が大きい。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

- ① 宮田佳樹, 堀内晶子, パレオ・ラボ AMS 年代測定研究グループ, 西本豊弘 (2010) 土器付着炭化物の高精度炭素年代測定—内面効果—, 第11回 AMS シンポジウム報告書(査読無し).
- ② 宮田佳樹, 南雅代, 西本豊弘, 松崎浩之, 中村俊夫 (2010) 貝の炭素年代測定値が示す意味. 名古屋大学年代測定研究センターシンポジウム研究成果報告書, XXI(査読無し).
- ③ 遠部慎, 宮田佳樹, 小林謙一 (2009) 竪穴住居覆土内における混入の検討. 古代122, 181-192 (査読有り).
- ④ Miyata, Y., Horiuchi, A. Paleo Labo AMS Dating Group and Nishimoto, T (2009) Trace of sea mammals on pottery from the Hamanaka 2 archaeological site, Rebun Island, Japan: Implications from sterols, stable isotopes, and radiocarbon dating. Researches in Organic Geochemistry 25, 15-27 (査読有り).

[学会発表] (計8件)

- ① 宮田佳樹, 南雅代, 西本豊弘, 松崎浩之, 中村俊夫 (2009) 貝の炭素年代測定値が示す意味. 第22回名古屋大学年代測定総合研究センターシンポジウム, 2010年1月14日, 名古屋大学.
- ② 宮田佳樹, 堀内晶子, 近藤恵, 吉田邦夫, 西本豊弘 (2009) 遺跡出土遺物にみられる海洋リザーバー効果とその解釈. 質量分析学会同位体比部会, 2009年12月2日, 箱根, 神奈川.
- ③ Miyata, Y., Horiuchi, A., Kondo, M., Yoshida, K., Paleo Labo AMS dating group and Nishimoto, T. (2009) Marine reservoir effect on sample excavated from archaeological site. 3rd East Asia Symposium on Accelerator Mass Spectrometry (EAAMS-3), 21<sup>st</sup> October, 2009, Xi'an AMS Center, China.

④宮田佳樹, 堀内晶子, 近藤恵, 吉田邦夫, 西本豊弘 (2009) 遺跡出土試料における海洋リザーバー効果. 第27回日本有機地球化学会島根シンポジウム, 2009年8月6日, くにびきメッセ, 島根.

⑤今村峯雄, 坂本 稔, 尾寄大真, 宮田佳樹 (2009) 考古研究と 14C: 現状とこれからの課題. 2009日本放射化学会年会・第53回放射化学討論会, 2009年7月29日, 日本大学文理学部百周年記念館, 東京.

⑥宮田佳樹, 堀内晶子, 近藤恵, 吉田邦夫, 松崎浩之, 西本豊弘 (2009) 遺物に見られる海洋リザーバー効果. 第26回日本文化財科学会, 2009年7月12, 名古屋大学, 名古屋.

⑦堀内晶子, 鷹野泰志, 宮田佳樹 (2009) ステロールを用いた製塩方法の識別—実験製塩土器を用いた素水法と藻塩法の区別—. 第26回日本文化財科学会, 2009年7月12日, 名古屋大学, 名古屋.

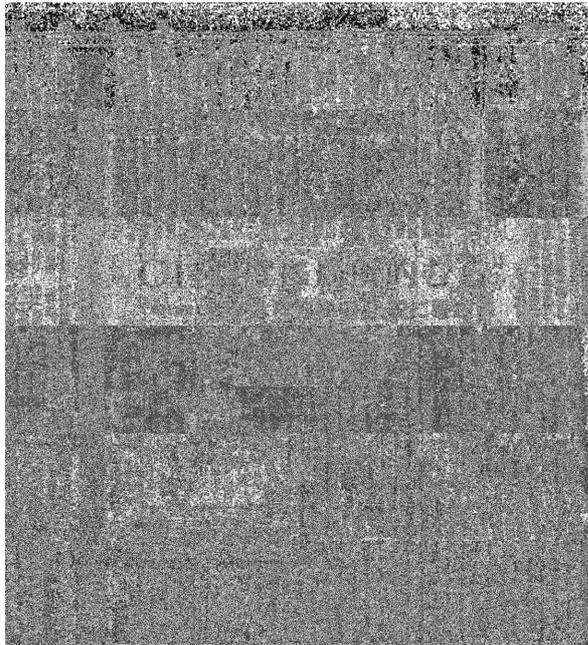
⑧ Miyata, Y., Sumida, M., Zhao, Z., Matsuzaki, H. and Nishimoto, T. (2010) The origins of millets cultivation in Japan: comparison with the spreading of wet rice agriculture. 20<sup>th</sup> International Radiocarbon Conference, 2<sup>nd</sup> June, 2009, in the Sheraton Keauhou Bay Resort, at Kailua-Kona, Island of Hawaii, USA.

〔図書〕(計1件)

宮田佳樹(2009)『新弥生時代のはじまり』第四巻, 弥生農耕のはじまりとその年代, 西本豊弘編“遺物にみられる海洋リザーバー効果” 雄山閣 pp.83-90.

〔その他〕

毎日新聞夕刊掲載 2009年7月28日(火)



## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

宮田 佳樹 (MIYATA Yoshiki)  
名古屋大学・年代測定総合研究センター・研究員

研究者番号: 70413896

### (2) 研究協力者

- 堀内 晶子 (HORIUCHI Akiko)  
国際基督教大学・教養学部・上級准教授  
土器付着物, 吸着物の定性定量分析
- 西田 英毅 (NISHIDA Hideki)  
(株)石油資源開発・主任研究員  
有機物の脂質分析
- 米田 穰 (YONEDA Minoru)  
東大大学院・新領域研究科・准教授  
安定同位体分析, AMS14C年代測定法
- 坂本 稔 (SAKAMOTO Minoru)  
国立歴史民俗博物館・研究部・准教授  
AMS14C年代測定法
- 遠部 慎 (ONBE Shin)  
北海道大学・埋蔵文化財調査室・研究員  
試料採取と前処理
- 村本 周三 (MURAMOTO Shuuzou)  
斜里町立知床博物館・臨時職員  
試料採取と前処理
- 新免 歳靖 (SHINMEN Toshiyasu)  
総合研究大学院大学・博士課程  
試料採取と前処理