

低湿地遺跡における土器付着炭化物の炭素年代測定
-内面, 外面付着物の年代差と続成作用, 淡水リザーバー効果の検討-

宮田佳樹*, 遠部慎, 坂本稔, 今村峯雄

国立歴史民俗博物館

〒285-8502 千葉県佐倉市城内町 1 1 7 TEL&FAX:043-486-4054

E-Mail : ymiyata@rekihaku.ac.jp

はじめに

琵琶湖沿岸の低湿地にある入江内湖遺跡から出土した8破片の土器付着炭化物の内, 外面を炭素年代測定したところ, 内面付着物の年代が外面付着物の年代よりも, 系統的に古い値を示した。そこで, 本研究では, これまで他の低湿地遺跡でも見られてきた, この外面よりも内面付着物の方が古い炭素年代を示す低湿地遺跡特有の現象を考察することを目的とする。

実験方法

研究に用いた試料は, 滋賀県米原市入江内湖遺跡から出土した北白川下層Ⅱ式(縄文時代中期)の8つの土器片に付着した炭化物である。これら土器片の内面, 外面からそれぞれ, 土器付着炭化物を採取した(これらの土器片は, 年代測定作業終了後の整理作業段階で, 全て同一個体であることが判明した)。

土器付着炭化物は, 酸・アルカリ・酸処理(AAA 処理)を用いて洗浄した。まず, 付着した有機物などの汚れを取り除くために, アセトンで超音波洗浄を繰り返し行った。次に炭酸塩などの汚染を取り除くために, 1N HCl に浸け, 80℃, 1時間加温する行程を2回繰り返し行った。それから, フミン酸など土壌起源有機物を除去するために, 1N NaOH で80℃, 1時間加温する行程を, 褐色の溶液がほとんど透明になるまで数回繰り返し行った(ただし, 1回目のアルカリ処理は, 0.1N NaOH で行った)。最後に, 1N HCl を用いて, アルカリ処理中に吸収した可能性のある二酸化炭素を除去し, かつ, 残存するアルカリを中和するために, 80℃, 1時間加温する。この行程を2回行った。最後に, Milli Q 水で80℃, 1時間加温する作業を中性になるまで, 4回ほど繰り返し, オープンで乾燥させた。

次に, AAA 処理済の試料~5mg を酸化銅, Sulfix とともに石英管に詰め, 850℃で3時間燃焼し, 二酸化炭素を生成させた。発生した二酸化炭素は, ガラス製真

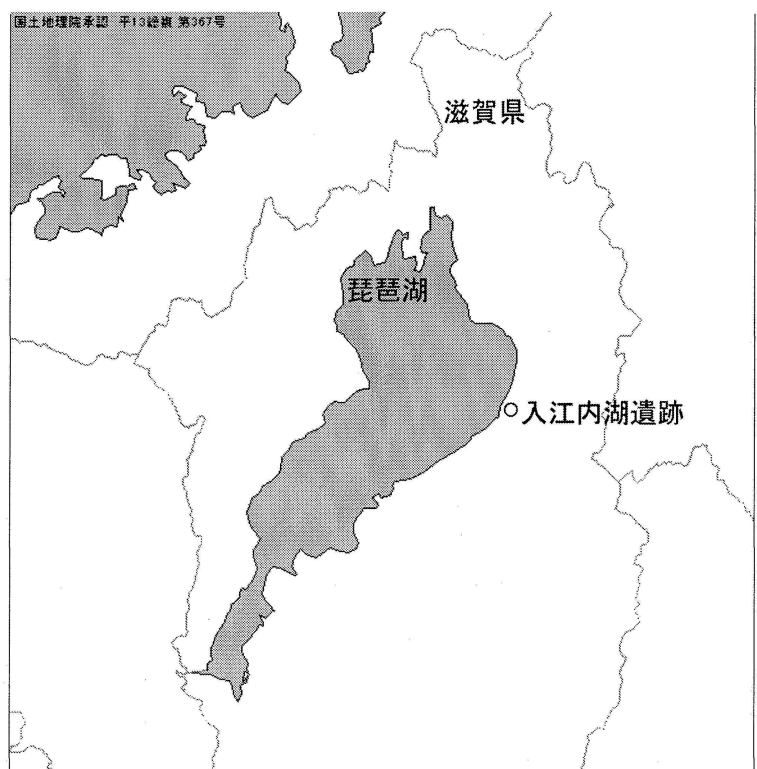


図1. 入江内湖遺跡

空ラインで精製し、鉄触媒を用いて、一晚かけてグラファイトに還元した。生成したグラファイトは、ターゲットに詰め、AMS で炭素年代測定を行った。AAA 処理は、国立歴史民俗博物館で行った。ガラスラインによる炭素精製と AMS 年代測定は、(株)パレオ・ラボ社で行った。ただし、SGMB-4233b は、国立歴史民俗博物館で炭素精製作業を行い、東京大学工学部 (MALT) で AMS 年代測定を行った。また、付着炭化物の炭素同位体組成は、(株)昭光通商で測定した。AAA 処理後の残存状態の悪い試料は、炭素年代測定を行わなかった。

結果と考察

入江内湖遺跡は、琵琶湖東岸の低湿地遺跡であるため、琵琶湖の周辺の環境変遷に伴い、ある時は陸になったり、またある時は湖、湿地になったりと変遷を繰り返し現在に至った (図 1)。したがって、出土した土器は、嫌気的な環境に存在するため、付着炭化物の残存状態は良好であり、良質の炭化物が採取された。

土器付着炭化物は、大きく分けて 2 種類に大別される。土器の外面に付着する、主として燃料材を起源とする“スス”と、内面に付着する調理の際に生じる“コゲ”である。ここで、北白川下層Ⅱ式土器の内・外面炭素年代測定結果を図 2 に示す。図より、SGMB-4232b の年代測定結果を除くと、内面付着物 (5053±12 BP; N=5) の炭素年代の方が、外面付着物 (4961±22 BP; N=7) の年代よりも、系統的に古い値を示した (t 検定を行ったところ、内面と外面は有意水準 5% で異なる二つの集合であることが示された。SGMB-4232b は外面であるが、年代が古い方へずれており、統計計算からは除く)。7 ヶの土器片の内面、外面の炭素年代値が系統的にずれているため、この炭素年代差は偶発的なものではなく、統計的に有意なものであると考えられる。

これまで、土器付着炭化物の炭素年代測定に関して、1) 古木効果、2) 海洋リザーバー効果、3) 淡水リザーバー効果 (硬水効果)、4) 続成作用、4 つの効果によって、見かけ上の炭素年代が実年代よりもずれる可能性が指摘されている。そこで、これらの効果に基づいて、内、外面の付着物に生じた年代差を検証してみる。

1) 古木効果

まず、外面付着物の示す年代が実年代と異なる可能性に関して考える。例えば、樹齢 500 年の木の辺材ではなく心材を調理の際に薪として利用したとすると、外面に付着した“スス”は同時代よりも古い炭素年代を持つはずである。このことを“古木効果”という。しかし、これまで 3000 点以上の付着炭化物の年代測定を行ってきた国立歴史民俗博

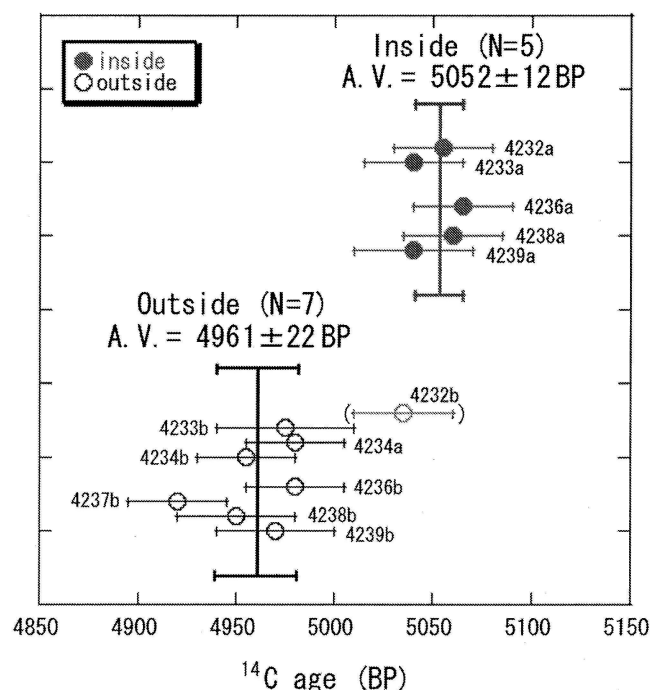


図 2. 入江内湖遺跡出土土器の内面、外面付着炭化物の年代測定結果

物館のデータからは、古木効果の影響はほとんど見られない（藤尾ら，2006）。

2) 海洋リザーバー効果

一方、内面付着物に関しては、海産物を煮炊きした際に生じるコゲに対して、実年代よりも数百年古い年代を示す“海洋リザーバー効果”が知られている。北大西洋で沈み込んだ海水が深層水となり、～2000年程度かけて北太平洋にまわってきて湧昇するので、この古い炭素を持つ深層水と表層水との混合によって、日本近海の海水は最大1000¹⁴C BP程度古い年代を持つ。全世界で平均すると海産物は、同時代よりも～400年程度古い炭素年代を示す。また、海洋と陸上の有機物の炭素同位体比（ $\delta^{13}\text{C}$ 値）は、海洋（-21～-23‰）と陸上（-26‰～-30‰）と大きく異なることから、内面付着物の炭素同位体比（ $\delta^{13}\text{C}$ ）を測定することにより、海洋リザーバー効果の影響の大きさに関して推定できる。また、同時に生成した外面の年代と比較することによってその効果をチェックすることが可能である。本研究で用いた内面付着炭化物は全て-26‰よりも低い値を示すことから、海洋リザーバー効果の影響はほとんど受けていないものと考えられる。

3) 淡水リザーバー効果

琵琶湖畔に生息するヨシなどの植物遺体などを起源とする非常に古い泥炭層や、古い年代を持つ地下水の流入、石灰岩を産出している伊吹山、霊仙山の影響などにより、琵琶湖の湖水には、非常に古い炭素年代を持つ有機物が存在している。実際に、大気中核実験による¹⁴Cの付加の影響を受けていない1950年前後の琵琶湖の堆積物（深度3～4cm）は、 $\Delta^{14}\text{C}=-230\sim-250\text{‰}$ であり、炭素年代値に換算すると2200～2400yr BPとかなり古い炭素年代を示している。（中村ら，1986）。

一方、中村ら（1997）は、琵琶湖にある粟津湖底遺跡第3貝塚から出土した、同時代の哺乳類獣骨、木片、セタシジミ（*Corbicula sandai reinhardt*）の炭素年代を測定した。その結果、系統的に獣骨（～4300BP）<木片（～4600BP）<セタシジミ（～4900BP）の順番で、古い炭素年代を持つことを示した。セタシジミは琵琶湖特産の淡水性のシジミであり、年代測定を行ったのは貝殻の部分である。まず、この炭化材とセタシジミの関係を考える。もし、この木片の炭素年代が正しいと仮定すれば、セタシジミは琵琶湖に存在する古い炭素の影響を受けていることになる。湖底下数メートル程度の場所に生息するシジミは湖水に含まれるカルシウムと自ら呼吸し、排出した二酸化炭素を用いて、炭酸カルシウム殻を生成させることで、成長を続ける。したがって、貝殻に含まれる炭酸成分は、セタシジミが摂取した有機物を反映している可能性が高い。つまり、このセタシジミと炭化材の年代差が示すものは、縄文時代中期、琵琶湖には淡水リザーバー効果が存在していた可能性が高いということである。また、琵琶湖湖水の平均滞留時間はおよそ5～10年程度と考えられているため、滞留時間そのものによるリザーバー効果へ影響はあまり大きくない。つまり、なんらかの理由により、琵琶湖に古い炭素が供給されている可能性を強く支持する。

一方、哺乳類獣骨と木片との関係に関しては、南と中村（2000）では、木片よりも～300¹⁴C yr（at 4600BP）若い炭素年代を示したこの獣骨の年代を再測定した。骨試料を脱灰後、加水分解してアミノ酸を抽出し、XAD-2樹脂を用いて若返りの原因となるフルボ酸などの外来有機物を除去し、より信頼性の高い骨コラーゲンの年代測定を行った。その結果、骨の年代は木片の示す年代に近づき、通常のゼラチン抽出法ではコラーゲン含有量の低い骨化石試料から外来炭素を除去するのが難しいことを示した。したがって、中村ら（1996）で示された獣骨と木片の年代の関係は、獣骨に対する若い有機物による汚染の影響と考えられる。

したがって、もし、琵琶湖産の魚介類のみあるいは、魚介類を含む食料を土器で煮炊きし、その“コ

ゲ”が残っていたとするなら、内面に付着している炭化物が外面付着物に比べ、90 ^{14}C yr 古い年代を示しても問題はない。つまり、この結果は琵琶湖の淡水リザーバー効果の影響を示しているのかもしれない。

4) 続成作用

これまで、小田と山本(2001)によって、土壌などに起因する二次的な汚染の影響によって付着炭化物の年代が古くなる可能性が指摘されてきた。外面に付着する“スス”は主として燃料剤が燃焼し、完全に炭化したものである。一方、内面に付着する“コゲ”は内容物の水分が完全に蒸発してから生成する。しかも、火は均一に内容物を加熱する訳ではないので、内面に生成した“コゲ”は、外面のススに比べると、より未炭化な状態である。したがって、内、外面に炭化物が付着した状態で、土器が廃棄され数千年経過した場合、より未炭化な内面付着物は外面付着物よりも土壌微生物などによる分解、同化などの影響を受ける可能性がある。つまり、内面付着物の方が外面付着物よりも土壌からの二次的な汚染(続成作用)を受けやすいと考えられる(宮田ら, 2007)。したがって、前項3)で述べたように、琵琶湖に存在するフミン酸などの古い有機物が何らかの二次的な影響を内面付着物に与えたすると、この土器付着炭化物の内、外面の炭素年代差は、琵琶湖周辺の低湿地遺跡に特有な(より古い年代を持つ)フミン酸による汚染の影響を反映しているものかもしれない。一方、外面付着物の炭素年代は、同一層から出土する炭化材や炭化種子の年代と誤差範囲内でよく一致する場合が多い。

まとめ

上記の考察から、現状では、琵琶湖周辺の低湿地遺跡から出土する土器付着炭化物の内面、外面の年代差は、琵琶湖産の魚介類を土器で煮炊きした際に生ずる“淡水リザーバー効果”の影響か、あるいは、内面付着炭化物に対する琵琶湖沿岸の低湿地に存在するフミン酸などの古い有機物による二次的な汚染(続成作用)の影響に起因すると考えられる。

本研究で考察した90 ^{14}C yr という年代差は、AMS 炭素年代測定法の進歩により、 ± 25 ^{14}C BP レベルの高精度の炭素年代測定が可能になったことによって、より詳細に見えてきた現象である。今後、琵琶湖周辺の低湿地遺跡の土器付着炭化物の起源を検討するため、化学組成($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$, C/N比など)と(外面付着物にもかかわらず、炭素年代が古く出た SGMB 4232b を含む)内、外面の炭素年代情報を組みあわせて、考察していくつもりである。

謝辞

試料を採取させて頂いた瀬口眞二主任をはじめとする、(財)滋賀県文化財保護協会の皆様、国立歴史民俗博物館 春成秀次教授、小林謙一助教に感謝いたします。

本研究は、学術創成研究「弥生農耕の起源と東アジア」(研究代表 西本豊弘)、科研費若手(B)「土器付着炭化物を用いた古食性の研究」(研究代表 宮田佳樹)の支援を受けており、試料の詳細は、『入江内湖遺跡 I』((財)滋賀県文化財保護協会)を参照のこと。また、高精度 AMS 年代測定に関しては、パレオ・ラボ AMS 年代測定グループから多大な協力を得ました。謝意を表します。なお、本稿は EAAMS2 Symposium の内容と一部重複しております。

参考文献

小田寛貴, 山本直人(2001) 縄文土器の AMS14C 年代と校正年代: 石川県の縄文時代前期-晩期を中

心に。考古学と自然科学 42, 1-13。

中村俊夫, 中井信之, 木村雅也, 小島貞男, 前田広人 (1986) 琵琶湖底堆積物中の放射性核種分布, 堆積物研究会 XXV号, 1-14。

中村俊夫, 太田友子, 伊庭功, 南雅代, 池田晃子 (1997) 滋賀県粟津湖底遺跡第3貝塚の同一層から出土した木片, 哺乳類骨片, セタシジミ貝殻化石の放射性炭素年代の比較, 名古屋大学加速器質量分析計業務報告書 8, 237-246。

藤尾慎一郎, 今村峯雄, 西本豊弘 (2006) 弥生時代の開始年代-AMS-炭素 14 年代測定による高精度年代体系の構築-, 総研大文化科学研究 1, 73-96。

南雅代, 中村俊夫 (2000) XAD-2 樹脂処理法による化石骨の AMS14C 年代-ゼラチン抽出法との比較-, 第四紀研究 39, 547-557。

宮田佳樹, 遠部慎, 坂本稔, 今村峯雄 (2007) 土器付着炭化物の AMS-14C 年代測定-低湿地遺跡で観測される付着炭化物の内面と外面の年代差についての検討-, 2007年度日本第四紀学会講演要旨集。

**Radiocarbon dating of charred matter adhering to pottery
: The difference of radiocarbon age between inside and outside pottery
in wetland archaeological site.**

Y. Miyata*, S. Onbe, M. Sakamoto, M. Imamura

National Museum of Japanese History (NMJH), Sakura City, Chiba 285-8502, Japan

The difference of radiocarbon ages are examined for the charred materials between inside and outside pottery from a wetland archaeological site. The samples consist of 8 pieces of potsherds, which are excavated from Irienaiko archeological site, around the lake Biwa, Shiga prefecture and are found to be originated from the same pottery of the “Kitashirakawa-kasou IIc type” in the first half of the middle Jomon era.

The AMS radiocarbon dating for these potsherds indicates that the inner surface of the potsherds (5053 ± 12 BP; N = 5) are about 90 ^{14}C year older than that of outer ones (4961 ± 22 BP; N = 7). The difference is likely to be caused by four cases as follows. 1) old wood effect, 2) marine reservoir effect, 3) freshwater reservoir effect, 4) diagenesis.

In this paper, we discuss about the difference of radiocarbon ages found between inner and outer surface on potsherds.

This work was supported by a Grant-in-Aid for Young Scientists (B) No.18700679 (Y.M.), Creative Scientific Research No.16GS0118 (T.N.) of the Japan Society for the Promotion of Science.

* ymiyata@rekihaku.ac.jp