

附章 自然科学分析

第1節 放射性炭素年代測定

パレオ・ラボ AMS 年代測定グループ

伊藤 茂・安昭炫・佐藤正教・廣田正史・山形秀樹・小林紘一

Zaur Lomtadze・Ineza Jorjoliani・小林克也・中村賢太郎

(1) はじめに

福島県南相馬市小高区泉沢に位置する観音堂より検出された試料について、加速器質量分析法 (AMS 法) による放射性炭素年代測定を行った。

(2) 試料と方法

試料は、燈明皿の内面付着炭化物 (KND136:PLD-34070)、焼けたヒト四肢骨 (KND168:PLD-34071)、最終形成年輪が確認できない部位不明の炭化材 (KND 炭化物: PLD-34072) の計3点である。測定試料の情報、調製データは第3表のとおりである。

燈明皿の内面付着炭化物 (KND136:PLD-34070) と部位不明の炭化材 (KND 炭化物: PLD-34072) は、酸・アルカリ・酸洗浄後、燃焼により CO_2 ガス化した。

ヒト四肢骨 (KND168:PLD-34071) は、白色になるまで良く焼けており、コラーゲンの抽出が望めなかったため、骨を構成する無機質に含まれる炭酸塩を測定の対象とした。焼骨を、Lantingほか (2001) の方法に従って、1.5%

の次亜塩素酸ナトリウム溶液と 1M の酢酸で洗浄した後、リン酸との反応で CO_2 ガス化した。

CO_2 ガスを精製後、水素還元によりグラファイト化した。試料は調製後、加速器質量分析計 (パレオ・ラボ、コンパクト AMS: NEC 製 1.5SDH) を用いて測定した。得られた ^{14}C 濃度について同位体分別効果の補正を行った後、 ^{14}C 年代、暦年代を算出した。

なお、燈明皿の内面付着炭化物 (KND136:PLD-34070) は、起源物質を推定するために、安定同位体比測定用の質量分析計での炭素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) と窒素安定同位体比 ($\delta^{15}\text{N}$)、元素分析計での炭素窒素比 (C/N) の測定を試みたが、試料不足により結果が得られなかったため、AMS で測定した $\delta^{13}\text{C}$ を本報告で示す。

(3) 結果

第4表に、同位体分別効果の補正に用いる炭素同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$)、同位体分別効果の補正を行って暦年較正に用いた年代値と較正によって得られた年代範囲、慣用に

第3表 測定試料および処理

測定番号	遺跡データ	試料データ	前処理
PLD-34070	遺跡名: 観音堂 遺物番号: KND136 位置: B 区南北サブトレ 層位: 最下層黒色土	種類: 燈明皿付着炭化物 (内面) 状態: dry	超音波洗浄 有機溶剤処理: アセトン 酸・アルカリ・酸洗浄 (塩酸: 1.2N, 水酸化ナトリウム: 0.1N, 塩酸: 1.2N)
PLD-34071	遺跡名: 観音堂 遺物番号: KND168	種類: 焼骨 (ヒト、四肢骨) 状態: dry	超音波洗浄 有機溶剤処理: アセトン サルフィックス処理 次亜塩素酸ナトリウム溶液洗浄 (1.5%) 酢酸洗浄 (1M)
PLD-34072	遺跡名: 観音堂 遺物番号: KND 炭化物サンプル 位置: D 区南北サブトレ 層位: 0d その他: 126~133 と同じ層位	種類: 炭化材 (カヤ) 試料の性状: 部位不明 状態: dry	超音波洗浄 有機溶剤処理: アセトン 酸・アルカリ・酸洗浄 (塩酸: 1.2N, 水酸化ナトリウム: 1.0N, 塩酸: 1.2N)

従って年代値と誤差を丸めて表示した ^{14}C 年代、暦年校正結果を、図1に暦年校正結果をそれぞれ示す。暦年校正に用いた年代値は下1桁を丸めていない値であり、今後暦年校正曲線が更新された際にこの年代値を用いて暦年校正を行うために記載した。

^{14}C 年代は AD1950 年を基点にして何年前かを示した年代である。 ^{14}C 年代 (yrBP) の算出には、 ^{14}C の半減期として Libby の半減期 5568 年を使用した。また、付記した ^{14}C 年代誤差 ($\pm 1\sigma$) は、測定の統計誤差、標準偏差等に基づいて算出され、試料の ^{14}C 年代がその ^{14}C 年代誤差内に入る確率が 68.2%であることを示す。

なお、暦年校正の詳細は以下のとおりである。

暦年校正とは、大気中の ^{14}C 濃度が一定で半減期が 5568 年として算出された ^{14}C 年代に対し、過去の宇宙線強度や地球磁場の変動による大気中の ^{14}C 濃度の変動、および半減期の違い (^{14}C の半減期 5730 ± 40 年) を校正して、より実際の年代値に近いものを算出することである。

^{14}C 年代の暦年校正には OxCal 4.2 (校正曲線データ: IntCal13) を使用した。なお、 1σ 暦年代範囲は、OxCal の確率法を使用して算出された ^{14}C 年代誤差に相当する 68.2% 信頼限界の暦年代範囲であり、同様に 2σ 暦年代範囲は 95.4% 信頼限界の暦年代範囲である。カッコ内の百分率の値は、その範囲内に暦年代が入る確率を意味する。グラフ中の縦軸上の曲線は ^{14}C 年代の確率分布を示し、二重曲線は暦年校正曲線を示す。

(4) 考察

以下、 2σ 暦年代範囲 (確率 95.4%) に着目して、結果を整理する。また、燈明皿の内面付着炭化物については、AMS で測定された炭素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) に基づいて、起源物質を考察する。

油煙と解釈されている燈明皿の内面付着炭化物 (KND136: PLD-34070) は、 2σ 暦年代範囲が 730–736 cal AD (2.0%) および 768–883 cal AD (93.4%) であった。この年代は、8 世紀前半～9 世紀後半で、奈良～平安時代に相当する。また、AMS で測定した $\delta^{13}\text{C}$ は $-30.39 \pm 0.11\text{‰}$ を示している。植物の大半を占める C3 植物や C3 植物を摂取する陸上動物の $\delta^{13}\text{C}$ は -30‰ ～ -22‰ とされ、一方で海産動物の $\delta^{13}\text{C}$ は -19‰ より高く、アワ、ヒエ、キビなどを含む C4 植物の $\delta^{13}\text{C}$ は -10‰ 前後を示すとされる (吉田, 2012)。今回は、安定同位体比用の質量分析計ではなく AMS により測定した $\delta^{13}\text{C}$ であるため、吉田 (2012) が示した値との厳密な比較はできないが、 $-30.39 \pm 0.11\text{‰}$ という低い $\delta^{13}\text{C}$ からは燈明皿で燃やされた油が C3 植物など陸上起源の物質である可能性が高い。例えば、菜種油など植物性の油が考えられる。

焼けたヒト四肢骨 (KND168: PLD-34071) は、 2σ 暦年代範囲が 1275–1304 cal AD (75.7%) および 1365–1385 cal AD (19.7%) であった。この年代は、13 世紀後半～14 世紀後半で、鎌倉～室町時代に相当する。なお、骨の炭酸塩は生前にゆっくりではあるが一定の速度で置換する。そのため、骨の炭酸塩は 10～20 年程度の期間に体内に取り込まれた炭素を含む。したがって、焼骨の ^{14}C 年代は死亡する 10～20 年程度前から死亡時までの期間の平均と考えられる。また、骨の炭酸塩は、主に食物中の炭水化物と脂肪、あるいは過剰な蛋白質に由来する。したがって、海産の食物に由来する脂肪やタンパク質が主食でない限り、炭酸塩の ^{14}C 年代はリザーバー効果の影響を大きく受けない (Lanting, 2001)。

炭化材 (KND 炭化物: PLD-34072) は、 2σ 暦年代範囲が 685–771 cal AD (95.4%) であった。この年代は、7 世

第4表 放射性炭素年代測定および暦年校正の結果

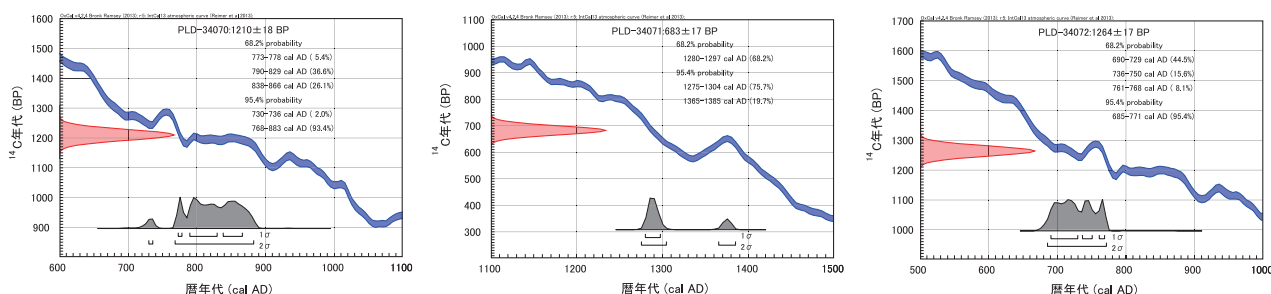
測定番号	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	暦年校正用年代 (yrBP $\pm 1\sigma$)	^{14}C 年代 (yrBP $\pm 1\sigma$)	^{14}C 年代を暦年代に校正した年代範囲	
				1σ 暦年代範囲	2σ 暦年代範囲
PLD-34070	-30.39 ± 0.11	1210 ± 18	1210 ± 20	773–778 cal AD (5.4%) 790–829 cal AD (36.6%) 838–866 cal AD (26.1%)	730–736 cal AD (2.0%) 768–883 cal AD (93.4%)
PLD-34071	-22.85 ± 0.21	683 ± 17	685 ± 15	1280–1297 cal AD (68.2%)	1275–1304 cal AD (75.7%) 1365–1385 cal AD (19.7%)
PLD-34072	-24.19 ± 0.11	1264 ± 17	1265 ± 15	690–729 cal AD (44.5%) 736–750 cal AD (15.6%) 761–768 cal AD (8.1%)	685–771 cal AD (95.4%)

紀後半～8世紀後半で、飛鳥～奈良時代に相当する。

参考文献

- Bronk Ramsey, C. (2009) Bayesian Analysis of Radiocarbon dates. Radiocarbon, 51(1), 337-360.
- Lanting, J. N., Aerts-Bijma, A. T. and van der Plicht (2001) Dating of Cremated Bones. Radiocarbon, 43(2A), 249-254.
- 中村俊夫 (2000) 放射性炭素年代測定法の基礎. 日本先史時代の¹⁴C年代編集委員会編「日本先史時代の¹⁴C年代」: 3-20, 日本第四紀学会.
- Reimer, P. J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Blackwell, P. G., Bronk Ramsey, C., Buck, C. E., Cheng, H., Edwards, R. L., Friedrich,

- M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Hafflidason, H., Hajdas, I., Hatte, C., Heaton, T. J., Hoffmann, D. L., Hogg, A. G., Hughes, K. A., Kaiser, K. F., Kromer, B., Manning, S. W., Niu, M., Reimer, R. W., Richards, D. A., Scott, E. M., Southon, J. R., Staff, R. A., Turney, C. S. M., and van der Plicht, J. (2013) IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0-50,000 Years cal BP. Radiocarbon, 55(4), 1869-1887.
- 吉田邦夫 (2012) 古食性分析<縄文人の食卓>. アルケオメトリア, 43-55, 東京大学総合研究博物館.



第 24 図 暦年較正結果

第 2 節 観音堂出土人骨

中村賢太郎（パレオ・ラボ）

(1) はじめに

観音堂は、南相馬市小高区泉沢に所在する。観音堂の石仏は、近くの薬師堂と阿弥陀堂の石仏と合わせて大悲山の石仏と呼ばれている。観音堂では、倒壊した建物の修理に伴う発掘調査で人骨が出土した。ここでは、人骨の部位同定と観察結果を報告する。

(2) 試料と方法

試料は、遺構から検出された人骨 9 点である。標本との比較により部位を同定し、肉眼での観察所見を記した。

(3) 結果と考察

人骨は全て破片化しており、最も大きい骨片でも 3 cm 程度であった。色調はやや黄色がかった白色の部分が多く、一部は黒色～灰色であった。骨片の表面に縦横や亀甲状に亀裂が走る骨片も見られた。

焼骨の色調は、焼成温度に左右され、500 度前後で黒色、600 度から 900 度は灰色から白色、900 度以上では白色や淡黄色となるとされる (Brothwell, 1981; Buikstra and Ubelaker, 1994; Krogman and Iscan, 1986)。色調

がばらついているため、部分によって、受けた熱に温度の高低はあったと考えられるが、最も高温に晒された部分では、900 度以上の熱を受けたと考えられる。また、白骨化した骨では生じにくい、焼かれた際の収縮に伴う亀裂が見られる点から、焼かれた時点では、肉などの軟質部が付着したままであったと考えられる。

確認できた部位ごとの点数は、頭蓋骨破片 4 点、上腕骨あるいは大腿骨の骨頭破片 (左右不明) 1 点、四肢骨破片 (左右不明) 3 点、部位不明破片 1 点である。小片になってしまっている点を考慮しても人骨一体分には満たないため、一体分ではなく一部が遺構内に埋まっていたと考えられる。

頭蓋骨破片のうち、1 点には縫合部分が残されていた。縫合部分は癒合していないため、それほど老年には達していない可能性がある。

性別が判断できる部位は確認できなかった。

参考文献

- Brothwell, D. R. (1981) Digging up Bones. 208p. British Museum (Natural History).
- Buikstra, J. E. and Ubelaker, D. H. (1994) Standards for Data