

付. 埼玉県富士見市水子貝塚出土堅果類の¹⁴C年代測定

小林謙一¹⁾・新免歳靖²⁾・坂本稔¹⁾・松崎浩之²⁾・村本周三³⁾・早坂廣人⁴⁾

- 1) 国立歴史民俗博物館
 2) 東京大学大学院工学研究系
 3) 総合研究大学院大学
 4) 富士見市立水子貝塚資料館

はじめに

埼玉県富士見市水子貝塚の縄文時代前期黒浜式期の堅穴住居内の貝層から出土した堅果類の¹⁴C年代測定を試みた。試料は、水子貝塚資料館に保管されている資料より、早坂の立ち会いのもと、小林・村本が採取した。24点の堅果類などのほか、数点の土器の内外面の付着物について採取したが、土器付着物については炭素量不足により測定できなかった。今年度までに、堅果類のうち、遺存状況や出土層位など出土状況の不良なものを除いた13試料について¹⁴C年代を測定した。測定試料については、一覧を表1に付す。

1 水子貝塚および15・16号住居跡の概略

水子貝塚は、埼玉県富士見市大字水子字寺前に所在する。縄文時代前期中葉黒浜期の直径約150mの環状貝塚として著名である。昭和44年に国史跡に指定され、現在、史跡公園となっている。今回測定した資料は、平成4年に、史跡整備関連の発掘調査により出土したものである。調査区から、覆土内に貝層を有する2軒の堅穴住居跡が確認され、分層的に発掘を行った。調査結果は報告書(早坂他1995)のとおりだが、測定資料の年代に関わる部分を要約すると以下のとおりである。

1) 堅穴住居の構築時期は、ともに黒浜式期だが、16号住居跡は古段階新相、15号住居跡は古段階終末または中段階初頭と、わずかな前後関係がある。

2) 貝層出土土器は、16号住居跡が古段階新相～中段階、15号住居跡が中段階である。

3) 貝層は、15号住居跡で28段階、16号住居跡で38段階の形成過程に再構成された。

4) 各段階の主体貝種やハマグリ成長線の示す季節の周期的変化から、両住居跡の貝層とも、複数年で形成されたと推定されている。

5) 貝層直上では、黒浜式新段階、諸磯a式そのほか縄文各期の土器が出土している。

6) 貝層中には、どの層にも炭化材片が混ざっているほか、焚火跡も複数有り、また、炭化した堅果類も出土している。

7) 回収した炭化物には、現地で拾い上げたやや大きめなものと、貝層の水洗篩別により浮遊物として回収されたものがある。

8) 今回分析に供した資料は現地採取資料である。資料はフィルムケースに収めて保管していた。

9) 報告書刊行後、平成12～15年に、貝層の追加整理を行い、微小貝分析なども行ったが、成果は未発表である。

2 炭化物の処理

試料については、以下の手順で試料処理を行った。

なお、2004年度は、国立歴史民俗博物館の年代測定資料実験室において、S15, S19, S22について、(1)の作業を新免・小林、(2)(3)を坂本が行った。2005年度は、残りの試料について、国立歴史民俗博

物館での前処理後、(2)(3)の作業をパレオ・ラボに委託した。

1) 前処理：酸・アルカリ・酸による化学洗浄 (AAA 処理)

AAA 処理は、自動処理器を用いた (Sakamoto et al. 2002)。80 °C、各 1 時間で、希塩酸溶液 (1N-HCl) で岩石などに含まれる炭酸カルシウム等を除去 (2 回) し、さらにアルカリ溶液 (1 N の NaOH) でフミン酸等を除去する。5 回行い、ほとんど着色がなくなったことを確認した。さらに酸処理 (各 2 時間 2 回) を行い中和後、水により洗浄した (4 回)。

試料の重量について、AAA 前処理を行った量 (処理量)、処理後回収した量 (回収量)、二酸化炭素化精製に供した量 (燃焼量)、二酸化炭素の炭素相当量を mg 単位で、処理した量に対する AAA 処理後に回収された試料の重量による重量比 (含有率 1)、二酸化炭素に精製した際の炭素含有率 (含有率 2)、含有率 1 と 2 を掛けて処理した量に対する炭素量の重量比 (含有率 3) を%で、表 2 に記す。今回測定できた試料は、炭素含有率 2 が 50 ~ 60 %と高い炭素含有率であり、良好な年代測定用試料といえることができる。

2) 二酸化炭素化と精製：酸化銅により試料を酸化 (二酸化炭素化)、真空ラインで不純物を除去

AAA 処理の済んだ乾燥試料を、500mg の酸化銅とともに石英ガラス管に投じ、真空に引いてガスバーナーで封じ切った。このガラス管を電気炉で 850 °C で 3 時間加熱して試料を完全に燃焼させた。得られた二酸化炭素には水などの不純物が混在しているので、ガラス製真空ラインを用いてこれを分離・精製した。

3) グラファイト化：鉄触媒のもとで水素還元しグラファイト炭素に転換。アルミ製カソードに充填

1.5mg のグラファイト (黒鉛) に相当する二酸化炭素を分取し、水素ガスとともに石英ガラス管に封じ

た。これを電気炉でおよそ 600 °C で 12 時間加熱してグラファイトを得た。管にはあらかじめ触媒となる鉄粉が投じてあり、グラファイトはこの鉄粉の周囲に析出する。グラファイトは鉄粉とよく混合した後、穴径 1 mm のアルミニウム製カソードに 600 N の圧力で充填した。

3 測定結果と暦年較正

AMS による ^{14}C 測定は、2004 年度には、S15・S19・S22 について、国立歴史民俗博物館において調整した標準試料とともに、東京大学原子力研究総合センターのタンデム加速器施設 (MALT、機関番号 MTC) で測定した。2005 年度は、残りの試料について (株)パレオ・ラボ (機関番号 PLD) に委託した。

年代データの ^{14}C BP という表示は、西暦 1950 年を基点にして計算した ^{14}C 年代 (モデル年代) であることを示す (BP または yrBP と記すことも多いが、本稿では ^{14}C BP とする)。 ^{14}C の半減期は国際的に 5,568 年を用いて計算することになっている。誤差は測定における統計誤差 (1 標準偏差、68 % 信頼限界) である。

AMS では、グラファイト炭素試料の $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比を加速器により測定する。正確な年代を得るには、試料の同位体効果を測定し補正する必要がある。同時に加速器で測定した $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比により、 $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比に対する同位体効果を調べ補正する。 $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比は、標準体 (古生物 belemnite 化石の炭酸カルシウムの $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比) 偏差値に対する千分率 $\delta^{13}\text{C}$ (パーミル, ‰) で示され、この値を -25 ‰ に規格化して得られる $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比によって補正する。補正した $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比から、 ^{14}C 年代値 (モデル年代) が得られる (英語表記では Conventional Age とされることが多い)。 $\delta^{13}\text{C}$ 値については、加速器による測定を () で参考として付す。

測定値を較正曲線 INTCAL04 (暦年代と炭素 14 年

代を暦年代に修正するためのデータベース、2004 年版) (Reimer., et. al. 2004) と比較することによって実年代 (暦年代) を推定できる。両者に統計誤差があるため、統計数理的に扱う方がより正確に年代を表現できる。すなわち、測定値と校正曲線データベースとの一致の度合いを確率で示すことにより、暦年代の推定値確率分布として表す。暦年校正プログラムは、OxCal Program に準じた方法で作成したプログラムを用いている。推定年代の範囲は、2 標準偏差に相当する 95 %信頼限界で計算した。年代は、校正された西暦 ; calBC で示す。() 内は推定確率である。図は、各試料の暦年校正の確率分布である。

4 年代的考察

暦年校正年代について、15 号住居跡と 16 号住居跡に分けてみていく。15 号住居跡覆土内貝層関係は S2 ~ S11 の 7 点である。もっとも古い層の出土である S2 は、紀元前 4230-3985 年に含まれる可能性が 95 %である。測定試料中でもっとも上層の出土である S11 は、紀元前 4230-4000 年に含まれる可能性が 95 %と、ほとんど同様の校正年代である。また、その途中の層出土である S4 ~ S9 もほとんど重なる。炭素年代でみると S11・S8 がもっとも古い 5290 ± 30 ^{14}C BP、S9 がもっとも新しい 5220 ± 30 ^{14}C BP であるが、かなり近似した測定値がでていているといえる。

16 号住居では、S15 ~ S22 の 6 点を測定した。15 号住居の事例よりもやや古い炭素年代が測定されており、S15 (層位的に測定試料でもっとも下層である 4 段階出土) がもっとも新しい 5285 ± 30 ^{14}C BP、S17 (層位的には中位の 11 段階) がもっとも古い 5420 ± 30 ^{14}C BP である。校正年代は、前者が前 4235-3990 年、後者が前 4340-4235 年に含まれる可能性が 95 %となる。広くとれば前 4340-3990 年の中には含まれる年代の中で貝層が堆積したといえよう。その中でも、前 4235 年ころを取り上げるならば、各

試料のあり得る校正年代として共通するといえる。その前後の校正年代が、確率的には最もあり得る校正年代ととらえることもできる。

以上の、前 4200 年頃~前 4000 年頃という校正年代は、筆者らのこれまでの測定 (今村 2004) からみると、縄文前期中葉の時期、関東地方で言うと群馬県安中市向原遺跡炉内出土炭化物 (GNA21a 5100 ± 35 ^{14}C BP など) (小林他 2004) の事例などで測定している諸磯 b 式よりは古く、千葉県富津市大坪遺跡の黒浜式古期の土器付着物として測定している例 (CF01 5810 ± 50 ^{14}C BP など) より新しい年代といえる (今村編 2004)。

住居内覆土という限られた堆積関係であり、その前後関係が堆積順序から復元できている場合、層ごとに試料が測定されていれば、単体での測定よりも、校正年代を絞り込める可能性がある。もちろん、層位的な先後関係が確かであること、測定した試料 (今回の場合オニグルミが考えられる堅果類) がそれぞれの層の堆積時期に直接関係した時期に採取 (または落下) しているものであることが確認される必要がある。その上で、たとえば貝層中の貝・魚類などの食料残滓遺物の季節性復元や、貝の日輪の読みとりなどによる層の季節推定から考えられる堆積期間 (数季節か1年か数年か)、層位間における陸生微小巻貝などのあり方から、堆積の断続があるかどうかなど、貝層の形成期間について確度の高い情報が得られれば、炭素年代とあわせ、実年代への検討を深めることができるのではないだろうか。たとえば、層の堆積について 1 年とか 5 年とか、そのスパンを仮定できるならば、樹木の年輪試料を利用したウイグルマッチングのように、炭素年代値と校正曲線を比較し、校正年代を絞り込むことも可能となると考える (小林他 2003・小林 2004 など参照)。今回は、層位の堆積年数を仮定するには及ばなかった。

試料番号	出土遺構・出土位置・番号	内容	堆積段階	種類	時期
SAH S2	15号住居跡 東SB17B区6層	混土層	1段階	オニグルミ	縄文前期黒浜式
SAH S4	15号住居跡 3D区40層	シジミ層	5段階	オニグルミ	縄文前期黒浜式
SAH S6	15号住居跡 19A区26層	シジミ層	8段階	オニグルミ	縄文前期黒浜式
SAH S7	15号住居跡 南北SB南半13B区22層	シジミ層	12段階	オニグルミ	縄文前期黒浜式
SAH S8	15号住居跡 13D区16層	シジミ層	14段階	オニグルミ	縄文前期黒浜式
SAH S9	15号住居跡 13D区14層	混土層	16段階	オニグルミ	縄文前期黒浜式
SAH S11	15号住居跡 13D区11層	シジミ層	19段階	オニグルミ	縄文前期黒浜式
SAH S15	16号住居跡 25C区10層 No.1787	カキ層	4段階	オニグルミ	縄文前期黒浜式
SAH S16	16号住居跡 25C区4層	混土層	9段階	不明堅果	縄文前期黒浜式
SAH S17	16号住居跡 25D区5層	シジミ層	11段階	オニグルミ	縄文前期黒浜式
SAH S19	16号住居跡 2B東SB区5層 No.2005	シジミ層	17段階	堅果	縄文前期黒浜式
SAH S20	16号住居跡 5D南北SB南半15層 No.2372	カキ層	26段階	オニグルミ	縄文前期黒浜式
SAH S22	16号住居跡 5D南北SB南半3層 No.2333	シジミ層	31段階	オニグルミ	縄文前期黒浜式

表1 水子貝塚¹⁴C年代測定試料一覧

試料番号	処理量	回収量	含有率1	前処理後	燃焼	ガス	含有率2	含有率3
SAH S2	42.0	21.8	51.9%	良	6.30	3.96	62.9%	32.6%
SAH S4	40.0	26.1	65.3%	良	6.70	4.07	60.7%	39.6%
SAH S6	43.0	27.8	64.7%	良	6.70	4.17	62.2%	40.2%
SAH S7	49.0	30.1	61.4%	良	6.20	3.83	61.8%	37.9%
SAH S8	55.0	38.3	69.6%	良	6.40	4.02	62.8%	43.7%
SAH S9	37.0	15.6	42.2%	良	6.40	3.96	61.9%	26.1%
SAH S11	58.0	39.0	67.2%	良	6.70	4.07	60.7%	40.8%
SAH S15	51.0	36.3	71.2%	良	5.48	3.29	60.0%	42.7%
SAH S16	39.0	20.8	53.3%	良	5.80	3.66	63.1%	33.7%
SAH S17	44.0	29.0	65.9%	良	6.30	3.96	62.9%	41.4%
SAH S19	39.0	24.1	61.8%	良	5.32	3.37	63.3%	39.1%
SAH S20	43.0	17.2	40.0%	良	6.30	3.90	61.9%	24.8%
SAH S22	58.0	37.6	64.8%	良	5.21	3.35	64.3%	41.7%

処理量・回収量・燃焼は炭化物の重量(mg)、ガスは二酸化炭素の炭素相当量(mg)

含有率1は 回収量/処理量、含有率2は ガス/燃焼、含有率3は 含有率1*含有率2

表2 試料の重量と炭素量

試料番号	測定機関 番号	$\delta^{13}\text{C}\text{‰}$	炭素年代 ^{14}C BP (同位体補正後)	較正年代 calBC (2σ 相当, %は確率)	
SAH-S2	PLD-4136	(-30 ± 0.1)	5265 ± 30	4230-4295	15.0%
				4170-4085	35.4%
				4085-3985	45.1%
SAH-S4	PLD-4137	(-26.2 ± 0.1)	5280 ± 30	4230-4190	19.3%
				4180-4035	69.0%
				4020-3995	7.2%
SAH-S6	PLD-4138	(-27.2 ± 0.1)	5280 ± 30	4230-4200	12.0%
				4170-4125	19.9%
				4120-4090	7.2%
				4080-3980	56.4%
SAH-S7	PLD-4139	(-26.9 ± 0.2)	5235 ± 30	4225-4205	5.4%
				4165-4130	9.8%
				4110-4100	1.2%
				4075-3970	79.0%
SAH-S8	PLD-4140	(-26.6 ± 0.2)	5290 ± 30	4230-4185	21.4%
				4185-4040	71.5%
				4015-4000	2.5%
SAH-S9	PLD-4141	(-26.6 ± 0.2)	5220 ± 30	4220-4210	2.0%
				4155-4130	3.9%
				4060-3965	89.6%
SAH-S11	PLD-4142	(-28.3 ± 0.1)	5290 ± 30	4230-4185	21.4%
				4185-4040	71.5%
				4015-4000	2.5%
SAH-S15	MTC-05224	(-28.0)	5285 ± 40	4235-4035	87.3%
				4025-3990	8.2%
SAH-S16	PLD-4143	(-23.7 ± 0.1)	5375 ± 30	4330-4225	65.6%
				4205-4160	17.7%
				4130-4110	4.2%
				4105-4070	7.7%
SAH-S17	PLD-4144	(26 ± 0.1)	5420 ± 30	4340-4235	95.5%
SAH-S19	MTC-05225	(-29.0)	5355 ± 40	4325-4285	13.5%
				4270-4140	51.7%
				4135-4050	30.3%
SAH-S20	PLD-4145	(-29.0 ± 0.2)	5315 ± 30	4240-4045	95.4%
SAH-S22	MTC-05226	(-31.1)	5300 ± 40	4245-4035	91.3%
				4020-3995	4.2%

表 3 測定結果と暦年較正年代

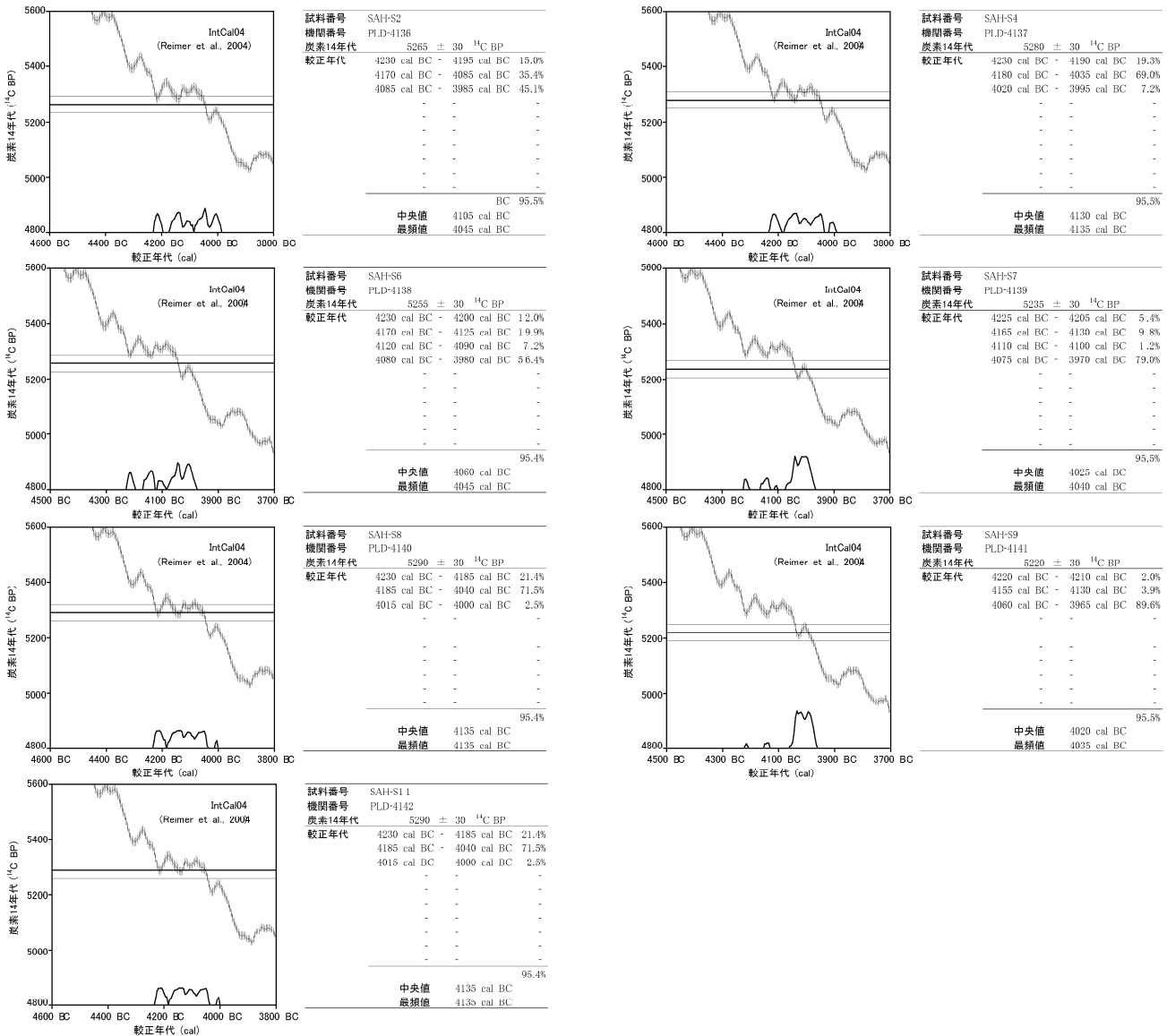


図 1 水子貝塚 15号住居跡年代測定試料 較正年代確率分布

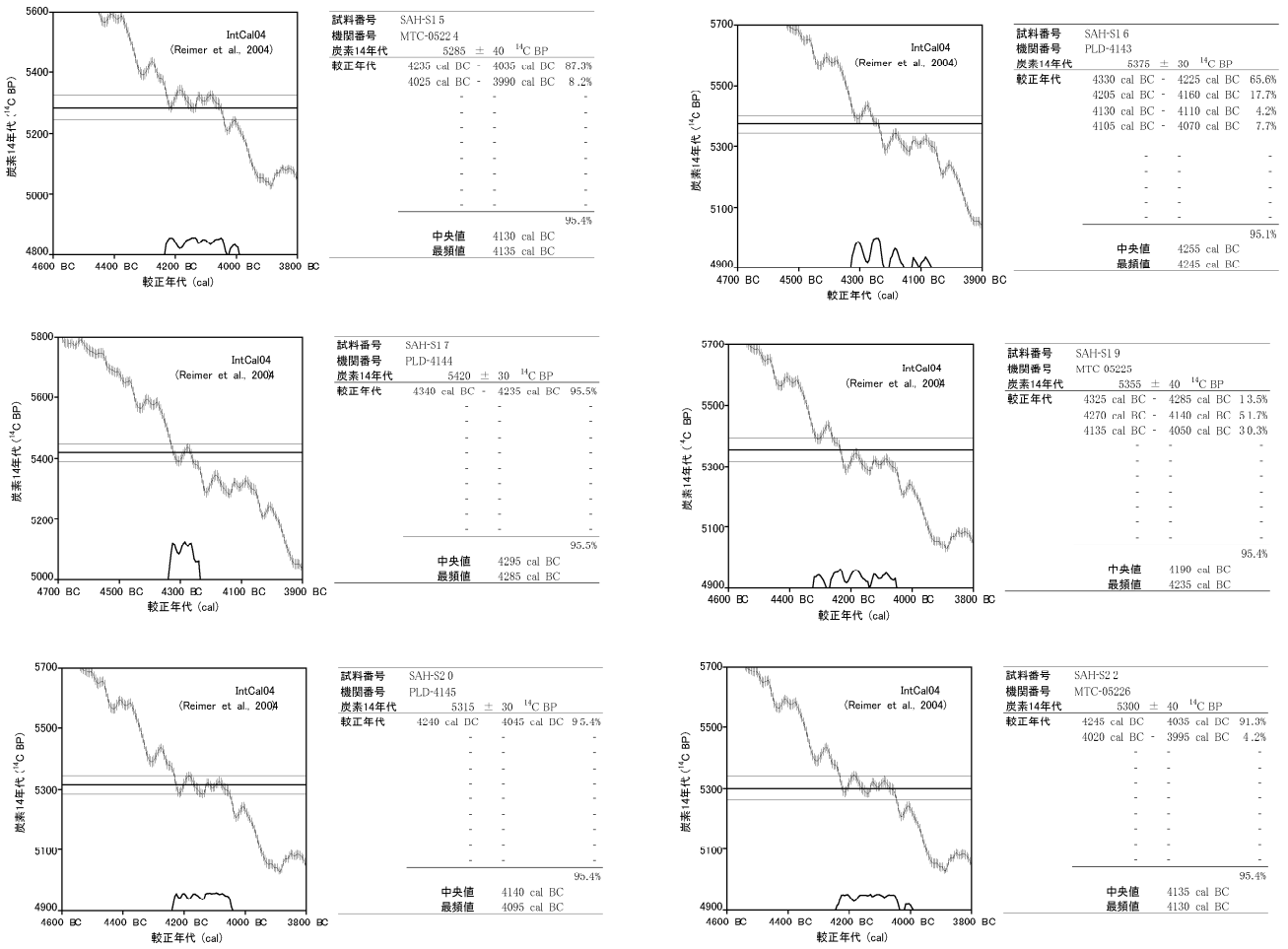


図2 水子貝塚16号住居跡年代測定試料 較正年代確率分布

この分析は、平成 17 年度科学研究費補助金（学術創成研究）「弥生農耕の起源と東アジア炭素年代測定による高精度編年体系の構築」（研究代表 西本豊弘）および国立歴史民俗博物館平成 17 年度基盤研究「高精度年代測定法の活用による歴史資料の総合的研究」（研究代表今村峯雄）の成果を用いている。

本稿を草するにあたり、暦年校正については今村峯雄氏のご教示を得た。感謝します。また、1 については早坂、2～4 については小林が記したが、残余の資料についてもさらに測定を追加する予定であり、今後改めて検討を加えなおしたい。

<参考文献>

- 今村峯雄 2004『課題番号 13308009 基盤研究(A・1) (一般) 縄文弥生時代の高精度年代体系の構築』(代表今村峯雄)
- 小林謙一・西本豊弘 2003「年代がわかると歴史観が変わる・2」『歴史を探る サイエンス』 国立歴史民俗博物館、pp.1-64
- 小林謙一・今村峯雄・坂本稔 2004「群馬県安中市 向原遺跡出土試料の 14C 年代測定」『天神林遺跡・砂押Ⅲ遺跡・大道南Ⅱ遺跡・向原Ⅱ遺跡』 安中市教育委員会、pp.417-421

小林謙一 2004『縄紋社会研究の新視点—炭素 14 年代測定の利用—』六一書房

早坂廣人他 1995『富士見市文化財報告第 46 集 水子貝塚』富士見市教育委員会

- Reimer, Paula J.; Baillie, Mike G.L.; Bard, Edouard; Bayliss, Alex; Beck, J Warren; Bertrand, Chanda J.H.; Blackwell, Paul G.; Buck, Caitlin E.; Burr, George S.; Cutler, Kirsten B.; Damon, Paul E.; Edwards, R Lawrence; Fairbanks, Richard G.; Friedrich, Michael; Guilderson, Thomas P.; Hogg, Alan G.; Hughen, Konrad A.; Kromer, Bernd; McCormac, Gerry; Manning, Sturt; Ramsey, Christopher Bronk; Reimer, Ron W.; Remmele, Sabine; Southon, John R.; Stuiver, Minze; Talamo, Saha; Taylor, F.W.; van der Plicht, Johannes; Weyhenmeyer, Constanze E. 2004 IntCal04 Terrestrial Radiocarbon Age Calibration, 0-26 Cal Kyr BP *Radiocarbon* 46(3), 1029-1058(30).
- M.Sakamoto et al. 2002 An Automated AAA preparation system for AMS radiocarbon dating. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 223-224: 298-301.

(平成 17 年 12 月 富士見市立資料館)