

まほろん収蔵資料のAMS年代測定結果報告（平成29年度分）

（公財）福島県文化振興財団・（株）加速器分析研究所

1 はじめに

福島県文化財センター白河館（以下、「まほろん」と言う。）では、福島県文化財センター白河館条例に定められた「考古資料の保管及び文化財の活用に関する専門的又は、技術的な調査研究」の一環として、収蔵資料の放射性炭素年代測定及び炭素・窒素安定同位体比分析を平成26年度から5か年の計画で実施している。今回は、平成29年度に実施した測定結果を報告する。この事業は、（公財）福島県文化振興財団が、測定及び分析を（株）加速器分析研究所に委託して実施しているものである。

平成29年度は、福島県の弥生土器の年代把握を主目的に、その前後の縄文時代晚期及び古墳時代前期の土器を含む40点を選出して分析を行った。表1は、対象試料と採取部位および暦年校正グラフの対応表で、対象試料と年代値を対比できるよう当財団が作成した。

今回対象とした炭化物は、すべて土器付着炭化物である。試料の選出にあたっては、試料の測定値に影響を与える可能性のある、バインダー・ニス・セメダイン等の塗布部分を極力排除して行い、また出来る限り多様な時期の土器型式が測定できるよう留意した。しかし、集落遺跡の調査例が少ない福島県の弥生時代遺跡の現状を反映してか、当館収蔵の弥生土器で炭化物が付着する資料は極めて少なく、時期と地域を満遍なく選出することは出来なかった。

（（公財）福島県文化振興財団）

2 年代測定試料の化学処理工程

- (1) メス・ピンセットを使い、土等の付着物、混入物を取り除く。
- (2) 整理、保管時における汚染の可能性を考慮し、念のためアセトンで処理を行う（AC）。
- (3) 酸-アルカリ-酸（AAA: ACid Alkali ACid）処理により不純物を化学的に取り除く。

その後、超純水で中性になるまで希釈し、乾燥させる。AAA処理における酸処理では、通常 1mol/l (1M) の塩酸 (HCl) を用いる。アルカリ処理では水酸化ナトリウム (NaOH) 水溶液を用い、0.001M から 1M まで徐々に濃度を上げながら処理を行う。アルカリ濃度が 1M に達した時には「AAA」、1M 未満の場合は「AaA」と表2に記載する。AAA処理された試料を2つに分け、一方を年代測定用、他方を安定同位体等分析用の試料とする。

- (4) 試料を燃焼させ、二酸化炭素 (CO_2) を発生させる。
- (5) 真空ラインで二酸化炭素を精製する。
- (6) 精製した二酸化炭素を、鉄を触媒として水素で還元し、グラファイト (C) を生成させる。
- (7) グラファイトを内径 1mm のカソードにハンドプレス機で詰め、それをホイールにはめ込み、測定装置に装着する。

3 年代測定試料の測定方法

加速器をベースとした¹⁴C-AMS専用装置（NEC社製）を使用し、¹⁴Cの計数、¹³C濃度（¹³C/¹²C）、¹⁴C濃度（¹⁴C/¹²C）の測定を行う。測定では、米国国立標準局（NIST）から提供されたシュウ酸（HOx II）を標準試料とする。この標準試料とバックグラウンド試料の測定も同時に実施する。

4 炭素・窒素安定同位体及び含有量測定試料の化学処理工程と測定資料

- (1) 試料をEA（元素分析装置）で燃焼し、N₂とCO₂を分離・定量する（表4）。
- (2) 分離したN₂とCO₂は、インターフェースを通して質量分析計に導入し、炭素の安定同位体比（ $\delta^{13}\text{C}$ ）と窒素の安定同位体比（ $\delta^{15}\text{N}$ ）を測定する。

これらの処理、測定には、元素分析計-安定同位体比質量分析計システム（EA-IRMS：Thermo Fisher Scientific社製Flash EA1112- DELTA V PLUS ConFlo III System）を使用する。 $\delta^{13}\text{C}$ の測定ではIAEAのC6を、 $\delta^{15}\text{N}$ の測定ではN1を標準試料とする。

5 算出方法

- (1) $\delta^{13}\text{C}$ は、試料炭素の¹³C濃度（¹³C/¹²C）を測定し、基準試料（PDB）からのずれを示した値である。 $\delta^{15}\text{N}$ は、試料窒素の¹⁵N濃度（¹⁵N/¹⁴N）を測定し、基準試料（大気中の窒素ガス）からのずれを示した値である。いずれも基準値からのずれを千分偏差（‰）で表される。 $\delta^{13}\text{C}$ はAMS装置と質量分析計で測定され、AMS装置による値は表中に（AMS）と注記し（表2）、質量分析計による値は表中に（MASS）と注記する（表4）。 $\delta^{15}\text{N}$ は質量分析計による値で、表中に（MASS）と注記する（表4）。
- (2) ¹⁴C年代（Libby Age:yrBP）は、過去の大気中¹⁴C濃度が一定であったと仮定して測定され、1950年を基準年（0yrBP）として遡る年代である。年代値の算出には、Libbyの半減期（5568年）を使用する（Stuiver and Polach 1977）。¹⁴C年代は $\delta^{13}\text{C}$ によって同位体効果を補正する必要がある。補正した値を表2に、補正していない値を参考値として表3に示した。¹⁴C年代と誤差は、下1桁を丸めて10年単位で表示される。また、¹⁴C年代の誤差（ $\pm 1\sigma$ ）は、試料の¹⁴C年代がその誤差範囲に入る確率が68.2%であることを意味する。
- (3) pMC（percent Modern Carbon）は、標準現代炭素に対する試料炭素の¹⁴C濃度の割合である。pMCが小さい（¹⁴Cが少ない）ほど古い年代を示し、pMCが100以上（¹⁴Cの量が標準現代炭素と同等以上）の場合Modernとする。この値も $\delta^{13}\text{C}$ によって補正する必要があるため、補正した値を表2に、補正していない値を参考値として表3に示した。
- (4) 暗年較正年代とは、年代が既知の試料の¹⁴C濃度を元に描かれた較正曲線と照らし合わせ、過去の¹⁴C濃度変化などを補正し、実年代に近づけた値である。暗年較正年代は、¹⁴C年代に対応する較正曲線上の暗年代範囲であり、1標準偏差（ $1\sigma = 68.2\%$ ）あるいは2標準偏差（ $2\sigma = 95.4\%$ ）で表示される。グラフの縦軸が¹⁴C年代、横軸が暗年較正

年代を表す。暦年較正プログラムに入力される値は、 $\delta^{13}\text{C}$ 補正を行い、下一桁を丸めない ^{14}C 年代値である。なお、較正曲線および較正プログラムは、データの蓄積によって更新される。また、プログラムの種類によっても結果が異なるため、年代の活用にあたってはその種類とバージョンを確認する必要がある。ここでは、暦年較正年代の計算に、IntCal13 データベース (Reimer et al. 2013) を用い、OxCalv4.3 較正プログラム (Bronk Ramsey 2009) を使用した。暦年較正年代については、特定のデータベース、プログラムに依存する点を考慮し、プログラムに入力する値とともに参考値として表 3 に示した。暦年較正年代は、 ^{14}C 年代に基づいて較正 (calibrate) された年代値であることを明示するために「cal BC/AD」(または「cal BP」) という単位で表される。

(株) 加速器分析研究所

＜文 献＞

- 福島県教育委員会 1991 「屋敷遺跡」『東北横断自動車道遺跡調査報告 12』
- 福島県教育委員会 1995 「落合遺跡」『東北横断自動車道遺跡調査報告 29』
- 福島県教育委員会 2005 「桜町遺跡（1次）」『会津縦貫北道路遺跡発掘調査報告 5』
- 福島県教育委員会 2011 「桜町遺跡（2次）」『会津縦貫北道路遺跡発掘調査報告 10』
- 福島県教育委員会 1991 「能登遺跡」『東北横断自動車道遺跡調査報告 10』
- 福島県教育委員会 1991 「和泉遺跡」『東北横断自動車道遺跡調査報告 13』
- 福島県教育委員会 1992 「台ノ前 A 遺跡」『東北横断自動車道遺跡調査報告 18』
- 福島県教育委員会 1994 「塩喰岩陰遺跡」『東北横断自動車道遺跡調査報告 25』
- 福島県教育委員会 2003 「稻干場遺跡」『一般国道 289 号南倉沢バイパス遺跡発掘調査報告 I』
- 福島県教育委員会 1999 「八幡町 B 遺跡」『福島空港・あぶくま南道路遺跡発掘調査報告 7』
- 福島県教育委員会 1997 「美シ森 B 遺跡」『NTC 遺跡発掘調査報告』
- 福島県教育委員会 1997 「白岩堀ノ内遺跡」『常磐自動車道遺跡調査報告 10』
- 福島県教育委員会 2002 「後作 A 遺跡（1次調査）」『常磐自動車道遺跡調査報告 36』
- 福島県教育委員会 2010 「君ヶ沢 B 遺跡」『常磐自動車道遺跡調査報告 59』
- 福島県教育委員会 1990 「角間遺跡」『東北横断自動車道遺跡調査報告 8』
- 福島県教育委員会 1988 「一ノ堰 B 遺跡」『国営会津農業水利事業関連遺跡調査報告 VI』
- 福島県教育委員会 1989 「鬼渡 A 遺跡」『国営会津農業水利事業関連遺跡調査報告 VII』
- 福島県教育委員会 1988 「岩下 A 遺跡（2次調査）」『真野ダム関連遺跡発掘調査報告 XI』
- 福島県教育委員会 1986 「岩下 D 遺跡」『真野ダム関連遺跡発掘調査報告 VIII』
- 福島県教育委員会 1983 「牡丹平遺跡」『阿武隈地区遺跡分布調査報告 III』
- 福島県教育委員会 1984 「赤坂裏 A 遺跡」『矢吹地区遺跡分布調査報告 IV』
- 福島県教育委員会 2000 「下小塙上ノ原遺跡」『常磐自動車道遺跡調査報告 20』
- 福島県教育委員会 1984 「坂口 A 遺跡」『矢吹地区遺跡分布調査報告 IV』
- 福島県教育委員会 1988 「羽白 C 遺跡（1次）」『真野ダム関連遺跡発掘調査報告 XII』
- Bronk Ramsey, C. 2009 Bayesian analysis of radiocarbon dates, Radiocarbon 51(1), 337-360
- Reimer, P. J. et al. 2013 IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years cal BP, Radiocarbon 55(4), 1869-1887
- Stuiver, M. and Polach, H. A. 1977 Discussion: Reporting of ^{14}C data, Radiocarbon 19(3), 355-363

表1 測定試料一覧表（1）

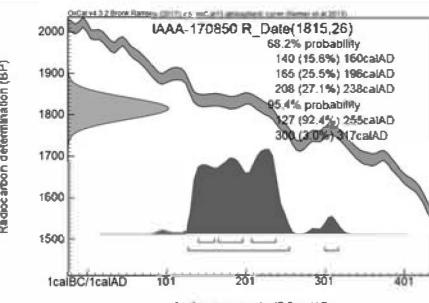
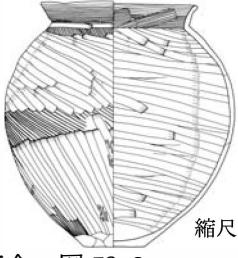
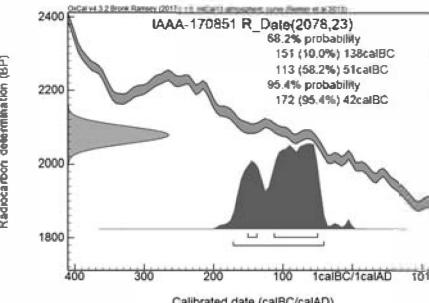
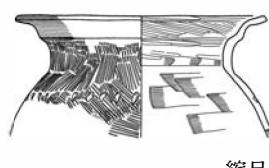
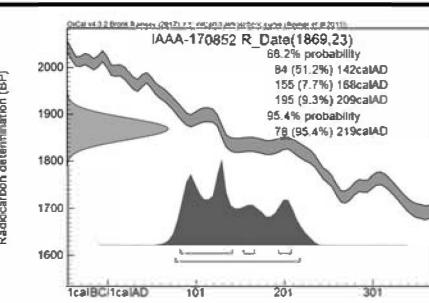
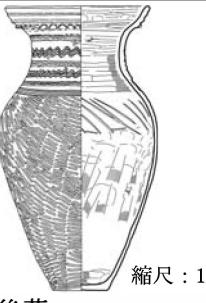
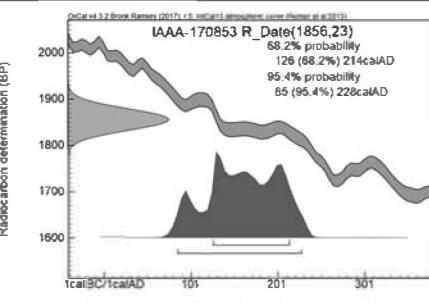
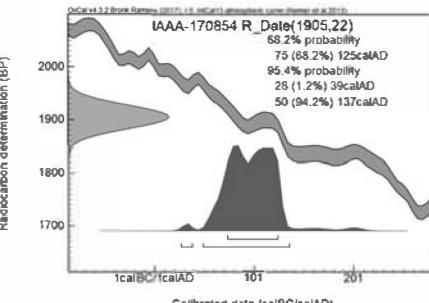
番号	図	採取部位	暦年較正グラフ
Y01	 縮尺：1/8 屋敷 図14-10 古墳時代前期初頭	胴部中位外面	 <p>OnCal v4.3.2 Brook Radiocarbon (2017) ± 68.2% atmospheric curve (Reimer et al. 2013)</p> <p>IAAA-170850 R_Date(1815,26) 68.2% probability 140 (15.6%) 160calAD 165 (25.5%) 196calAD 208 (27.1%) 238calAD 95.4% probability 127 (92.4%) 255calAD 300 (2.0%) 317calAD</p> <p>Calibrated data (calBC/calAD)</p>
Y02	 縮尺：1/8 落合 図73-2 古墳前期後葉	胴部中位外面	 <p>OnCal v4.3.2 Brook Radiocarbon (2017) ± 68.2% atmospheric curve (Reimer et al. 2013)</p> <p>IAAA-170851 R_Date(2078,23) 68.2% probability 151 (10.0%) 138calBC 113 (58.2%) 51calBC 95.4% probability 172 (95.4%) 42calBC</p> <p>Calibrated data (calBC/calAD)</p>
Y03	 縮尺：1/6 桜町（1次）図87-5 弥生後期末葉	胴部上位外面	 <p>OnCal v4.3.2 Brook Radiocarbon (2017) ± 68.2% atmospheric curve (Reimer et al. 2013)</p> <p>IAAA-170852 R_Date(1869,23) 68.2% probability 84 (5.1%) 142calAD 155 (7.7%) 188calAD 195 (9.3%) 209calAD 95.4% probability 78 (95.4%) 219calAD</p> <p>Calibrated data (calBC/calAD)</p>
Y04	 桜町 (2次) 図94-1 縮尺：1/8 弥生後期後葉	口縁部外面 下端の押圧部	 <p>OnCal v4.3.2 Brook Radiocarbon (2017) ± 68.2% atmospheric curve (Reimer et al. 2013)</p> <p>IAAA-170853 R_Date(1856,23) 68.2% probability 128 (68.2%) 214calAD 95.4% probability 85 (95.4%) 228calAD</p> <p>Calibrated data (calBC/calAD)</p>
Y05	 桜町（2次）図96-14 縮尺：1/8 弥生後期後葉	胴部上位外面	 <p>OnCal v4.3.2 Brook Radiocarbon (2017) ± 68.2% atmospheric curve (Reimer et al. 2013)</p> <p>IAAA-170854 R_Date(1905,22) 68.2% probability 75 (88.2%) 125calAD 95.4% probability 28 (1.2%) 39calAD 50 (94.2%) 137calAD</p> <p>Calibrated data (calBC/calAD)</p>

表1 測定試料一覧表 (2)

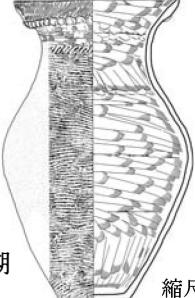
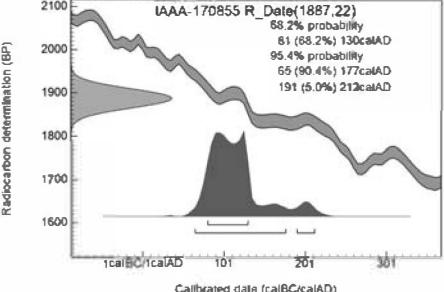
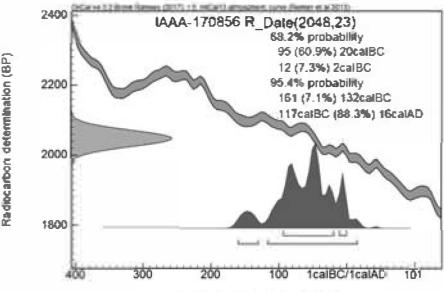
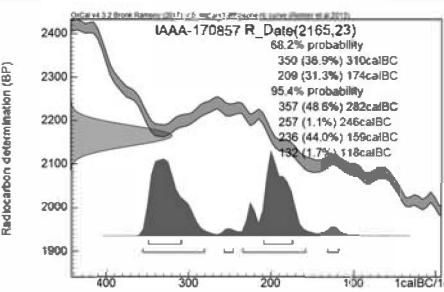
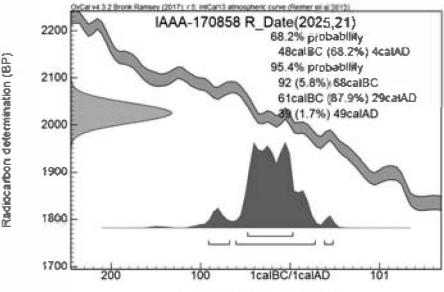
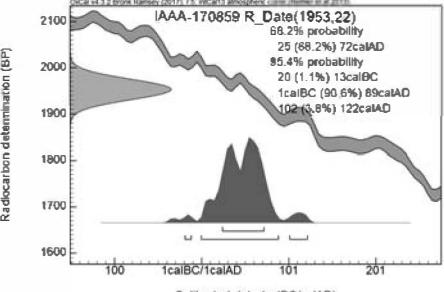
番号	図	採取部位	暦年較正グラフ
Y06	桜町 (2次) 図99-1 弥生後期 後葉 縮尺: 1/8 	胴部中位外面	
Y07	能登 図22-41 弥生後期前葉 縮尺: 1/6 	胴部上位～ 中位外面	
Y08		口縁部内面	
Y09	能登 図26-71 弥生後期前葉 縮尺: 1/6 	胴部中位外面	
Y10	和泉 図58-1包1 弥生後期前葉 縮尺: 1/6 	口縁部～ 胴部外面	

表1 測定試料一覧表（3）

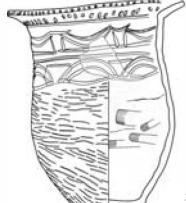
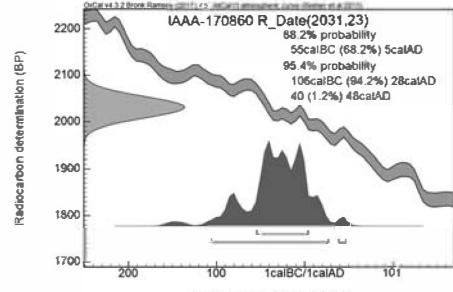
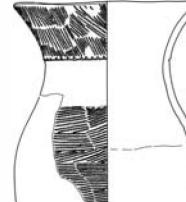
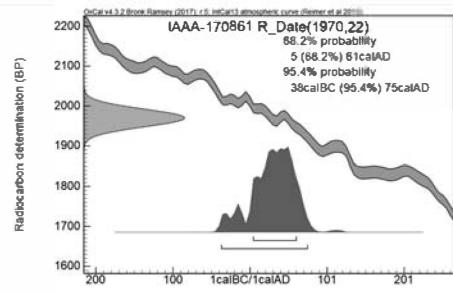
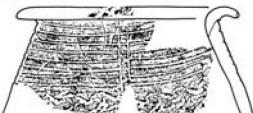
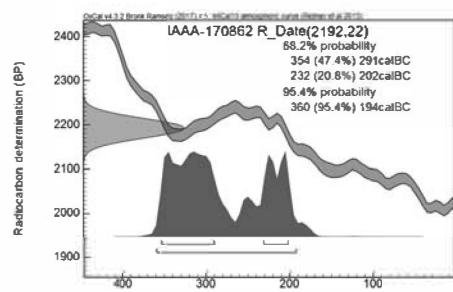
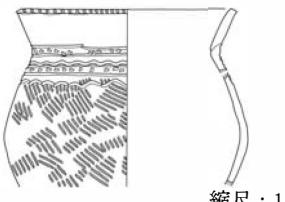
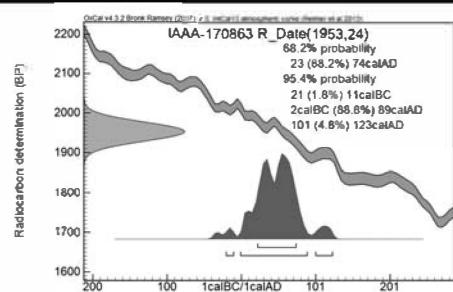
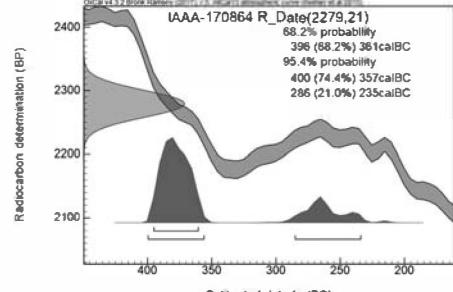
番号	図	採取部位	暦年較正グラフ
Y11	 和泉 図 64-3 包 2 弥生後期前葉	頸部外面	
Y12	 台ノ前A 図 34-1 弥生後期後葉	口縁部外面	
Y13	 塩喰岩陰 図 184-4 弥生中期末葉	頸部外面	
Y14	 塩喰岩陰 図 186-7 弥生後期前葉	胴部中位～下位外面	
Y15	 稻干場 図 8-1 弥生中期中葉	胴部中位外面	

表1 測定試料一覧表 (4)

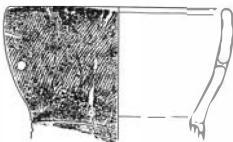
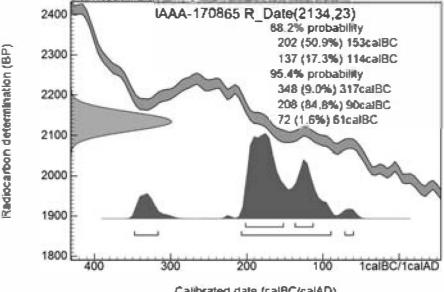
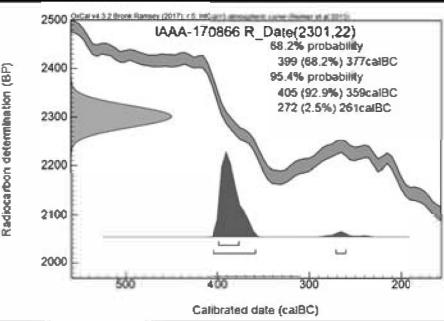
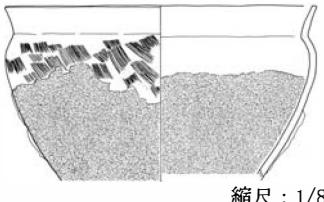
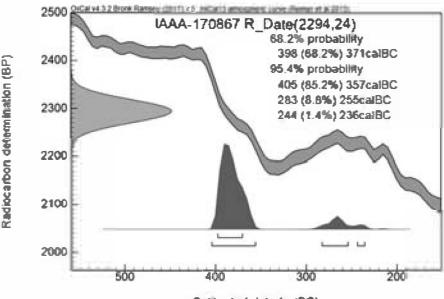
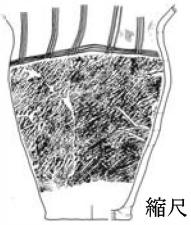
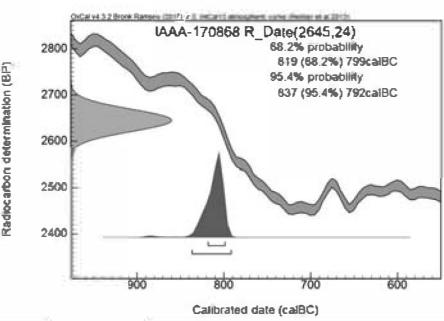
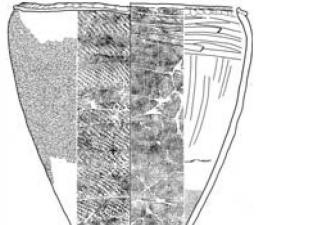
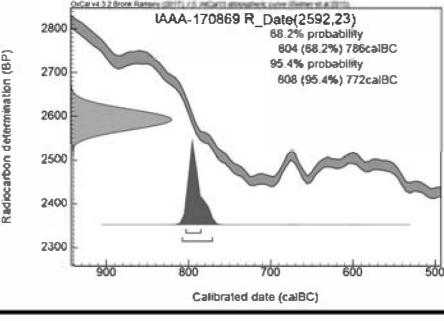
番号	図	採取部位	曆年較正グラフ
Y16	 八幡町B 図 18-5 弥生中期中葉	口縁部外面	
Y17		胴部中位内面	
Y18	 美シ森B 図 7-9 弥生中期前葉	胴部中位外面	
Y19	 白岩堀ノ内 図 170-7 弥生中期末葉	胴部中位外面	
Y20	 後作A (1次) 図 16-4 縄文晩期中葉	胴部中位外面	

表1 測定試料一覧表（5）

番号	図	採取部位	暦年較正グラフ
Y21	君ヶ沢B 図12-3 弥生後期後葉 	胴部中位外面	
Y22	角間 図103-1 弥生前期 	口縁部外面	
Y23	一ノ堰B 図54-1 弥生中期中葉 	胴部中位外面	
Y24		胴部～ 底部内面	
Y25	一ノ堰B 図56-9 弥生中期中葉 	底部付近外面	

表1 測定試料一覧表 (6)

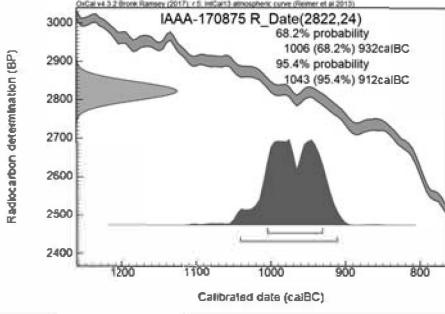
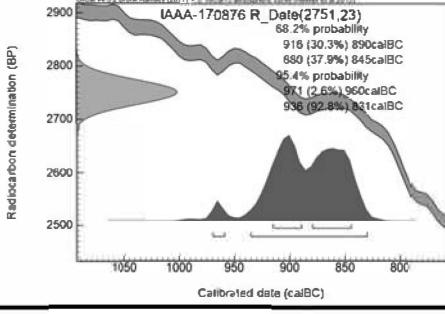
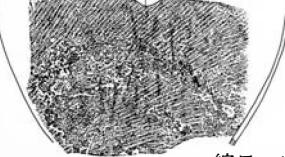
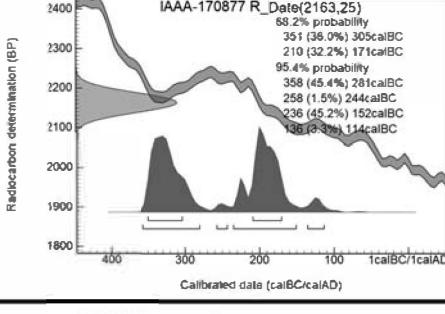
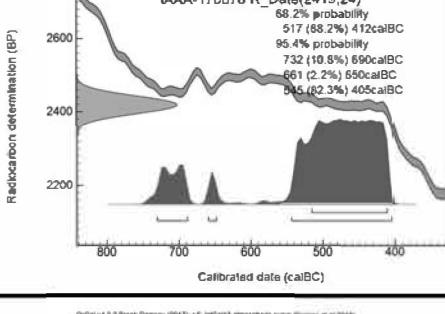
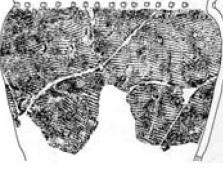
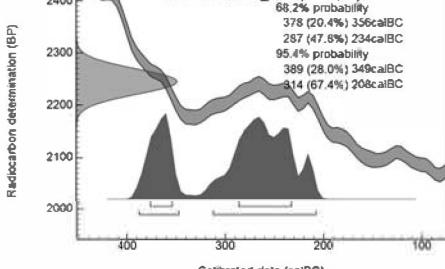
番号	図	採取部位	暦年較正グラフ
Y26	 鬼渡A 図23-42 縄文晩期中葉	口縁部～ 胴部上半内面	
Y27		口縁部直下 外面	
Y28	 一ノ堰B 図45-3 弥生中期中葉	体部中位外面	
Y29	 岩下A (2次) 図20-2 弥生中期前葉	口縁部外面	
Y30	 岩下A (2次) 図21-18 弥生中期前葉	口縁部直下 外面	

表1 測定試料一覧表（7）

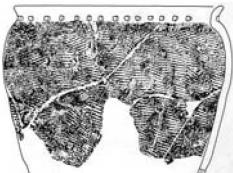
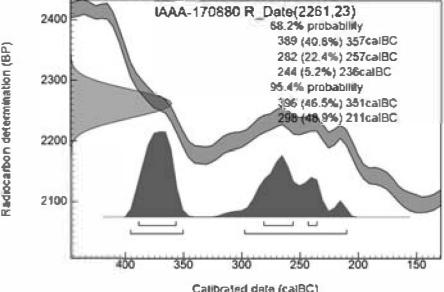
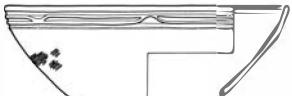
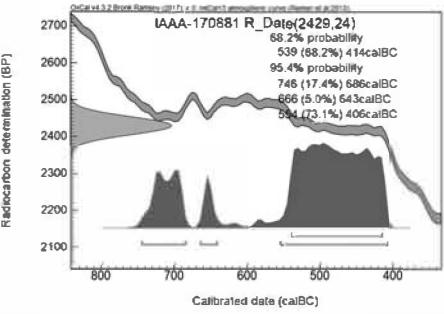
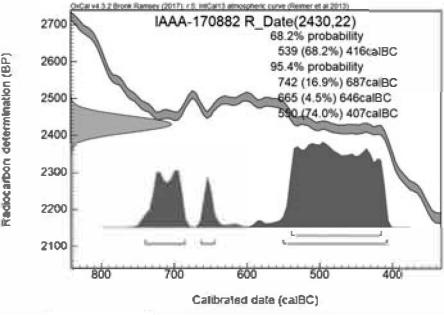
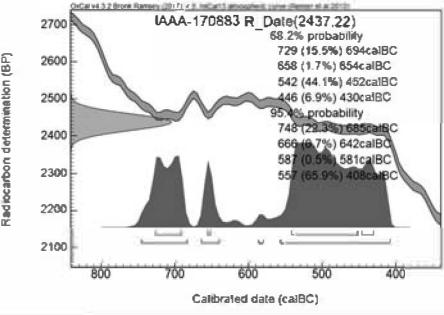
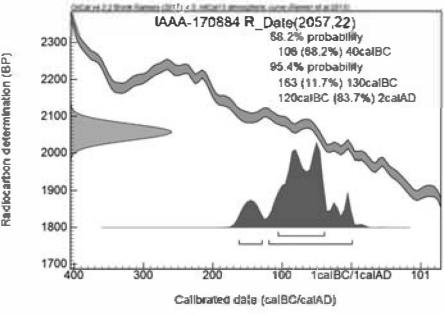
番号	図	採取部位	暦年較正グラフ
Y31	 縹尺: 1/6 岩下A (2次) 図21-18 弥生中期前葉	胴部内面	
Y32	 縹尺: 1/8 岩下D 図42-36 縄文晚期後葉	体部内面	
Y33	 縹尺: 1/8 牡丹平 図59-1068 弥生前期	体部上位外面	
Y34	 縹尺: 1/8 牡丹平 図59-1068 弥生前期	胴部下位内面	
Y35	 縹尺: 1/4 赤坂裏A 図78-10 弥生後期後葉	底部内面	

表1 測定試料一覧表 (8)

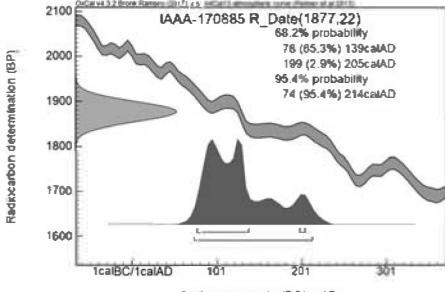
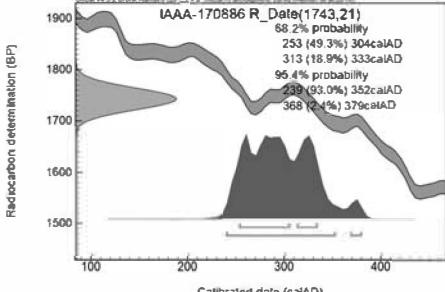
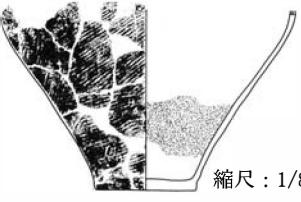
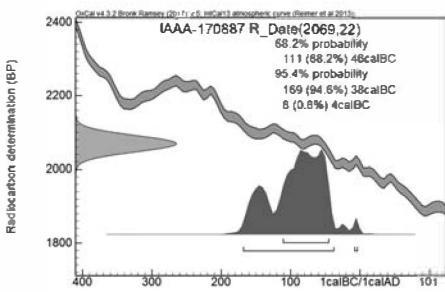
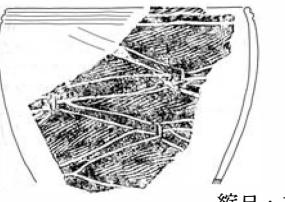
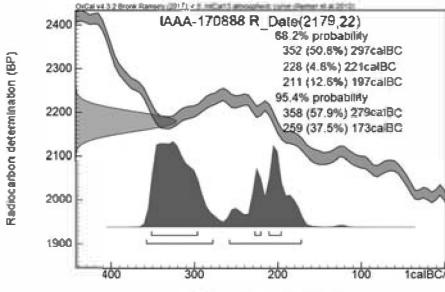
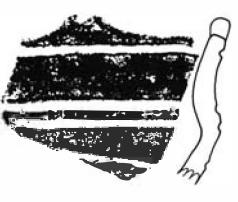
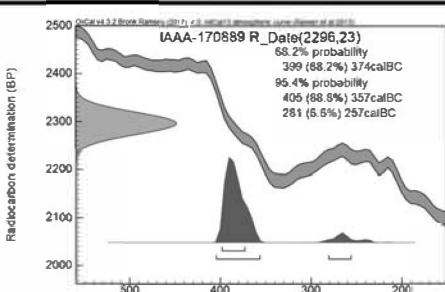
番号	図	採取部位	暦年較正グラフ
Y36	 縮尺 : 1/8 屋敷 図 193-546 弥生後期後葉	胴部上位外面	
Y37	 縮尺 : 1/8 和泉 図 46-1 溝 24 古墳前期後葉	胴部中位外面	
Y38	 縮尺 : 1/8 下小塙上ノ原 図 53-1 弥生中期末葉	体部下位内面	
Y39	 縮尺 : 1/6 坂口 A 図 50-1 弥生中期前葉	口縁部外面	
Y40	 縮尺 : 1/3 羽白 C (1次) 図 279-9 縄文晩期末葉	体部上位外面	

表2 放射性炭素年代測定結果（ $\delta^{13}\text{C}$ 補正值）(1)

番号	測定番号 I AAA	試料形態	処理方法	$\delta^{13}\text{C}$ (‰) (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
					Libby Age (yrBP)	pMC (%)
Y01	170850	土器付着炭化物	AC+AaA	-20.58 ± 0.26	1,820 ± 30	79.78 ± 0.26
Y02	170851	土器付着炭化物	AC+AaA	-21.81 ± 0.32	2,080 ± 20	77.20 ± 0.23
Y03	170852	土器付着炭化物	AC+AaA	-23.28 ± 0.27	1,870 ± 20	79.24 ± 0.23
Y04	170853	土器付着炭化物	AC+AaA	-24.84 ± 0.26	1,860 ± 20	79.37 ± 0.23
Y05	170854	土器付着炭化物	AC+AaA	-22.74 ± 0.27	1,910 ± 20	78.88 ± 0.23
Y06	170855	土器付着炭化物	AC+AaA	-25.19 ± 0.27	1,890 ± 20	79.06 ± 0.22
Y07	170856	土器付着炭化物	AC+AaA	-25.09 ± 0.26	2,050 ± 20	77.49 ± 0.23
Y08	170857	土器付着炭化物	AC+AaA	-24.17 ± 0.28	2,170 ± 20	76.37 ± 0.22
Y09	170858	土器付着炭化物	AC+AaA	-24.23 ± 0.29	2,030 ± 20	77.71 ± 0.21
Y10	170859	土器付着炭化物	AC+AaA	-17.29 ± 0.24	1,950 ± 20	78.41 ± 0.22
Y11	170860	土器付着炭化物	AC+AaA	-19.98 ± 0.22	2,030 ± 20	77.66 ± 0.23
Y12	170861	土器付着炭化物	AC+AaA	-22.48 ± 0.30	1,970 ± 20	78.24 ± 0.22
Y13	170862	土器付着炭化物	AC+AaA	-22.22 ± 0.23	2,190 ± 20	76.12 ± 0.21
Y14	170863	土器付着炭化物	AC+AaA	-20.43 ± 0.28	1,950 ± 20	78.41 ± 0.23
Y15	170864	土器付着炭化物	AC+AaA	-23.11 ± 0.23	2,280 ± 20	75.30 ± 0.21
Y16	170865	土器付着炭化物	AC+AAA	-25.93 ± 0.27	2,130 ± 20	76.67 ± 0.22
Y17	170866	土器付着炭化物	AC+AaA	-26.28 ± 0.25	2,300 ± 20	75.09 ± 0.21
Y18	170867	土器付着炭化物	AC+AaA	-26.89 ± 0.27	2,290 ± 20	75.15 ± 0.23
Y19	170868	土器付着炭化物	AC+AaA	-23.05 ± 0.31	2,650 ± 20	71.94 ± 0.22
Y20	170869	土器付着炭化物	AC+AaA	-21.73 ± 0.28	2,590 ± 20	72.42 ± 0.21

表2 放射性炭素年代測定結果（ $\delta^{13}\text{C}$ 補正值）(2)

番号	測定番号 I A A A	試料形態	処理方法	$\delta^{13}\text{C}$ (‰) (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
					Libby Age (yrBP)	pMC (%)
Y21	170870	土器付着炭化物	AC+AaA	-23.99 ± 0.28	1,910 ± 20	78.80 ± 0.22
Y22	170871	土器付着炭化物	AC+AaA	-23.19 ± 0.30	2,250 ± 20	75.61 ± 0.21
Y23	170872	土器付着炭化物	AC+AaA	-26.84 ± 0.25	2,170 ± 20	76.34 ± 0.21
Y24	170873	土器付着炭化物	AC+AaA	-26.81 ± 0.27	2,200 ± 20	76.08 ± 0.21
Y25	170874	土器付着炭化物	AC+AaA	-26.69 ± 0.30	2,180 ± 20	76.25 ± 0.23
Y26	170875	土器付着炭化物	AC+AaA	-25.64 ± 0.25	2,820 ± 20	70.37 ± 0.22
Y27	170876	土器付着炭化物	AC+AaA	-27.96 ± 0.30	2,750 ± 20	71.00 ± 0.21
Y28	170877	土器付着炭化物	AC+AaA	-26.81 ± 0.30	2,160 ± 30	76.39 ± 0.24
Y29	170878	土器付着炭化物	AC+AaA	-23.49 ± 0.29	2,420 ± 20	74.00 ± 0.23
Y30	170879	土器付着炭化物	AC+AaA	-24.55 ± 0.32	2,250 ± 20	75.62 ± 0.23
Y31	170880	土器付着炭化物	AC+AaA	-26.46 ± 0.24	2,260 ± 20	75.46 ± 0.23
Y32	170881	土器付着炭化物	AC+AaA	-25.13 ± 0.29	2,430 ± 20	73.91 ± 0.22
Y33	170882	土器付着炭化物	AC+AAA	-30.14 ± 0.25	2,430 ± 20	73.90 ± 0.21
Y34	170883	土器付着炭化物	AC+AaA	-22.17 ± 0.22	2,440 ± 20	73.83 ± 0.20
Y35	170884	土器付着炭化物	AC+AaA	-24.97 ± 0.25	2,060 ± 20	77.40 ± 0.21
Y36	170885	土器付着炭化物	AC+AaA	-25.60 ± 0.29	1,880 ± 20	79.16 ± 0.22
Y37	170886	土器付着炭化物	AC+AaA	-20.02 ± 0.27	1,740 ± 20	80.49 ± 0.21
Y38	170887	土器付着炭化物	AC+AAA	-26.24 ± 0.29	2,070 ± 20	77.29 ± 0.22
Y39	170888	土器付着炭化物	AC+AaA	-28.90 ± 0.31	2,180 ± 20	76.24 ± 0.22
Y40	170889	土器付着炭化物	AC+AaA	-26.43 ± 0.30	2,300 ± 20	75.14 ± 0.22

表3 曆年較正¹⁴C年代・較正年代ほか（1）

番号	$\delta^{13}\text{C}$ 補正なし		曆年較正用 (yrBP)	1 σ 曆年代範囲	2 σ 曆年代範囲
	Age(yrBP)	pMC (%)			
Y01	1,740 \pm 30	80.50 \pm 0.26	1,815 \pm 26	140calAD-160calAD(15.6%) 165calAD-196calAD(25.5%) 208calAD-238calAD(27.1%)	127calAD-255calAD(92.4%) 300calAD-317calAD(3.0%)
Y02	2,030 \pm 20	77.70 \pm 0.22	2,078 \pm 23	151calBC-138calBC(10.0%) 113calBC-51calBC(58.2%)	172calBC-42calBC(95.4%)
Y03	1,840 \pm 20	79.52 \pm 0.23	1,869 \pm 23	84calAD-142calAD(51.2%) 155calAD-168calAD(7.7%) 195calAD-209calAD(9.3%)	78calAD-219calAD(95.4%)
Y04	1,850 \pm 20	79.39 \pm 0.22	1,856 \pm 23	126calAD-214calAD(68.2%)	85calAD-228calAD(95.4%)
Y05	1,870 \pm 20	79.25 \pm 0.22	1,905 \pm 22	75calAD-125calAD(68.2%)	28calAD-39calAD(1.2%) 50calAD-137calAD(94.2%)
Y06	1,890 \pm 20	79.03 \pm 0.22	1,887 \pm 22	81calAD-130calAD(68.2%)	65calAD-177calAD(90.4%) 191calAD-212calAD(5.0%)
Y07	2,050 \pm 20	77.48 \pm 0.23	2,048 \pm 23	95calBC-20calBC(60.9%) 12calBC-2calBC(7.3%)	161calBC-132calBC(7.1%) 117calBC-16calAD(88.3%)
Y08	2,150 \pm 20	76.50 \pm 0.22	2,165 \pm 23	350calBC-310calBC(36.9%) 209calBC-174calBC(31.3%)	357calBC-282calBC(48.6%) 257calBC-246calBC(1.1%) 236calBC-159calBC(44.0%) 132calBC-118calBC(1.7%)
Y09	2,010 \pm 20	77.84 \pm 0.20	2,025 \pm 21	48calBC-4calAD(68.2%)	92calBC-68calAD(5.8%) 61calBC-29calAD(87.9%) 39calAD-49calAD(1.7%)
Y10	1,830 \pm 20	79.66 \pm 0.22	1,953 \pm 22	25calAD-72calAD(68.2%)	20calBC-13calBC(1.1%) 1calBC-89calAD(90.6%) 102calAD-122calAD(3.8%)
Y11	1,950 \pm 20	78.46 \pm 0.23	2,031 \pm 23	55calBC-5calAD(68.2%)	106calBC-28calAD(94.2%) 40calAD-48calAD(1.2%)
Y12	1,930 \pm 20	78.65 \pm 0.21	1,970 \pm 22	5calAD-61calAD(68.2%)	38calBC-75calAD(95.4%)
Y13	2,150 \pm 20	76.55 \pm 0.21	2,192 \pm 22	354calBC-291calBC(47.4%) 232calBC-202calBC(20.8%)	360calBC-194calBC(95.4%)
Y14	1,880 \pm 20	79.15 \pm 0.23	1,953 \pm 24	23calAD-74calAD(68.2%)	21calBC-11calBC(1.8%) 2calBC-89calAD(88.8%) 101calAD-123calAD(4.8%)
Y15	2,250 \pm 20	75.59 \pm 0.20	2,279 \pm 21	396calBC-361calBC(68.2%)	400calBC-357calBC(74.4%) 286calBC-235calBC(21.0%)

表3 曆年較正¹⁴C年代・較正年代ほか(2)

番号	$\delta^{13}\text{C}$ 補正なし		曆年較正用 (yrBP)	1 σ 曆年代範囲	2 σ 曆年代範囲
	Age (yrBP)	pMC (%)			
Y16	2,150 \pm 20	76.52 \pm 0.22	2,134 \pm 23	202calBC-153calBC(50.9%) 137calBC-114calBC(17.3%)	348calBC-317calBC(9.0%) 208calBC-90calBC(84.8%) 72calBC-61calBC(1.6%)
Y17	2,320 \pm 20	74.90 \pm 0.21	2,301 \pm 22	399calBC-377calBC(68.2%)	405calBC-359calBC(92.9%) 272calBC-261calBC(2.5%)
Y18	2,330 \pm 20	74.86 \pm 0.22	2,294 \pm 24	398calBC-371calBC(68.2%)	405calBC-357calBC(85.2%) 283calBC-255calBC(8.8%) 244calBC-236calBC(1.4%)
Y19	2,610 \pm 20	72.23 \pm 0.22	2,645 \pm 24	819calBC-799calBC(68.2%)	837calBC-792calBC(95.4%)
Y20	2,540 \pm 20	72.90 \pm 0.21	2,592 \pm 23	804calBC-786calBC(68.2%)	808calBC-772calBC(95.4%)
Y21	1,900 \pm 20	78.97 \pm 0.21	1,913 \pm 22	68calAD-91calAD(34.4%) 99calAD-124calAD(33.8%)	30calAD-38calAD(2.0%) 51calAD-132calAD(93.4%)
Y22	2,220 \pm 20	75.90 \pm 0.21	2,245 \pm 22	377calBC-356calBC(20.0%) 286calBC-234calBC(48.2%)	388calBC-350calBC(28.2%) 309calBC-209calBC(67.2%)
Y23	2,200 \pm 20	76.05 \pm 0.22	2,169 \pm 22	350calBC-305calBC(42.1%) 210calBC-179calBC(26.1%)	358calBC-281calBC(53.1%) 258calBC-244calBC(1.7%) 236calBC-165calBC(40.6%)
Y24	2,230 \pm 20	75.80 \pm 0.20	2,196 \pm 21	354calBC-291calBC(46.5%) 232calBC-204calBC(21.7%)	360calBC-270calBC(58.7%) 264calBC-198calBC(36.7%)
Y25	2,210 \pm 20	75.99 \pm 0.22	2,177 \pm 24	352calBC-291calBC(49.7%) 228calBC-221calBC(4.6%) 211calBC-195calBC(13.9%)	358calBC-278calBC(55.7%) 259calBC-171calBC(39.7%)
Y26	2,830 \pm 20	70.28 \pm 0.21	2,822 \pm 24	1006calBC- 932calBC(68.2%)	1043calBC- 912calBC(95.4%)
Y27	2,800 \pm 20	70.57 \pm 0.20	2,751 \pm 23	916calBC-890calBC(30.3%) 880calBC-845calBC(37.9%)	971calBC-960calBC(2.6%) 936calBC-831calBC(92.8%)
Y28	2,190 \pm 20	76.10 \pm 0.24	2,163 \pm 25	351calBC-305calBC(36.0%) 210calBC-171calBC(32.2%)	358calBC-281calBC(45.4%) 258calBC-244calBC(1.5%) 236calBC-152calBC(45.2%) 136calBC-114calBC(3.3%)
Y29	2,390 \pm 20	74.23 \pm 0.23	2,419 \pm 24	517calBC-412calBC(68.2%)	732calBC-690calBC(10.8%) 661calBC-650calBC(2.2%) 545calBC-405calBC(82.3%)
Y30	2,240 \pm 20	75.69 \pm 0.22	2,245 \pm 24	378calBC-356calBC(20.4%) 287calBC-234calBC(47.8%)	389calBC-349calBC(28.0%) 314calBC-208calBC(67.4%)

表3 曆年較正¹⁴C年代・較正年代ほか（3）

番号	$\delta^{13}\text{C}$ 補正なし		曆年較正用 (yrBP)	1 σ 曆年代範囲	2 σ 曆年代範囲
	Age (yrBP)	pMC (%)			
Y31	2,290 \pm 20	75.24 \pm 0.22	2,261 \pm 23	389calBC-357calBC (40.6%) 282calBC-257calBC (22.4%) 244calBC-236calBC (5.2%)	369calBC-351calBC (46.5%) 298calBC-211calBC (48.9%)
Y32	2,430 \pm 20	73.89 \pm 0.22	2,429 \pm 24	539calBC-414calBC (68.2%)	746calBC-686calBC (17.4%) 666calBC-643calBC (5.0%) 554calBC-406calBC (73.1%)
Y33	2,510 \pm 20	73.12 \pm 0.21	2,430 \pm 22	539calBC-416calBC (68.2%)	742calBC-687calBC (16.9%) 665calBC-646calBC (4.5%) 550calBC-407calBC (74.0%)
Y34	2,390 \pm 20	74.26 \pm 0.20	2,437 \pm 22	729calBC-694calBC (15.5%) 658calBC-654calBC (1.7%) 542calBC-452calBC (44.1%) 446calBC-430calBC (6.9%)	748calBC-685calBC (22.3%) 666calBC-642calBC (6.7%) 587calBC-581calBC (0.5%) 557calBC-408calBC (65.9%)
Y35	2,060 \pm 20	77.41 \pm 0.21	2,057 \pm 22	106calBC-40calBC (68.2%)	163calBC-130calBC (11.7%) 120calAD-2calAD (83.7%)
Y36	1,890 \pm 20	79.06 \pm 0.21	1,877 \pm 22	78calAD-139calAD (65.3%) 199calAD-205calAD (2.9%)	74calAD-214calAD (95.4%)
Y37	1,660 \pm 20	81.32 \pm 0.23	1,743 \pm 21	253calAD-304calAD (49.3%) 313calAD-333calAD (18.9%)	239calAD-352calAD (93.0%) 368calAD-379calAD (2.4%)
Y38	2,090 \pm 20	77.10 \pm 0.21	2,069 \pm 22	111calBC-46calBC (68.2%)	169calBC-38calBC (94.6%) 8calBC-4calBC (0.8%)
Y39	2,240 \pm 20	75.63 \pm 0.21	2,179 \pm 22	352calBC-297calBC (50.8%) 228calBC-221calBC (4.8%) 211calBC-197calBC (12.6%)	358calBC-279calBC (57.9%) 259calBC-173calBC (37.5%)
Y40	2,320 \pm 20	74.92 \pm 0.22	2,296 \pm 23	399calBC-374calBC (68.2%)	405calBC-357calBC (88.8%) 281calBC-257calBC (6.6%)

表4 炭素・窒素安定同位体比及び含有量

番号	$\delta^{13}\text{C}$ (‰) (MASS)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰) (MASS)	C含有量(%)	N含有量(%)	C/N 重量比	C/N モル比
Y01	-25.8	9.84	56.2	2.28	24.7	28.8
Y02	-24.3	11.2	55.5	2.27	24.5	28.6
Y03	-25.8	10.8	53.1	2.45	21.6	25.2
Y04	-25.7	11.9	54.8	2.65	20.7	24.2
Y05	-24.8	10.3	58.0	3.05	19.0	22.2
Y06	-25.8	9.78	55.6	2.07	26.9	31.4
Y07	-26.0	6.20	58.7	2.40	24.4	28.5
Y08	-25.4	9.24	8.80	0.93	9.43	11.0
Y09	-26.9	8.31	54.9	2.76	19.9	23.2
Y10	-20.2	4.76	46.1	0.97	47.8	55.8
Y11*	-22.9	6.06	33.5	1.21	27.6	32.2
Y12	-25.1	10.3	37.8	2.44	15.5	18.1
Y13	-24.6	11.4	36.7	5.45	6.72	7.86
Y14	-23.0	8.49	54.7	3.68	14.9	17.3
Y15	-24.8	9.10	55.9	3.53	15.8	18.5
Y16	-28.7	5.52	60.2	0.69	86.7	101.2
Y17	-27.6	6.99	59.8	2.99	20.0	23.3
Y18	-27.1	8.92	12.5	0.38	33.2	38.8
Y19	-26.2	6.90	45.3	1.81	25.0	29.2
Y20	-25.0	6.32	55.6	3.18	17.5	20.4
Y21	-25.9	6.26	23.4	1.10	21.3	24.8
Y22	-25.8	7.30	49.4	3.44	14.4	16.8
Y23	-26.3	13.3	62.7	2.39	26.2	30.6
Y24	-27.5	4.41	52.9	2.19	24.1	28.1
Y25	-27.5	8.86	65.8	0.49	134.7	157.2
Y26	-28.0	4.98	66.7	3.34	20.0	23.3
Y27	-27.7	8.87	71.0	1.52	46.8	54.6
Y28	-27.7	11.4	68.4	1.32	50.9	59.4
Y29	-24.9	7.14	9.84	0.66	15.0	17.5
Y30	-25.6	4.98	15.5	1.09	14.1	16.5
Y31	-26.0	4.16	26.7	2.70	9.88	11.5
Y32	-27.8	4.00	68.5	1.96	34.9	40.8
Y33	-27.2	9.41	71.0	1.76	40.4	47.2
Y34	-23.8	2.86	49.7	4.59	10.8	12.6
Y35	-23.5	5.76	42.1	7.72	5.45	6.36
Y36	-23.6	7.27	32.2	1.68	19.1	22.3
Y37	-20.7	10.4	58.2	2.02	28.8	33.6
Y38	-23.7	1.18	57.8	2.06	28.0	32.7
Y39	-26.0	7.25	54.5	3.32	16.4	19.1
Y40	-27.5	5.74	44.0	0.73	60.4	70.4

* $\delta^{15}\text{N}$ について、サンプルの窒素含有量が少なく、適正出力が得られなかつたため、通常よりバラつきが大きくなっている事が予想される。

なお、表4に結果を示した炭素と窒素の安定同位体比および含有量の測定は、昭光サイエンス株式会社の協力を得て行った。

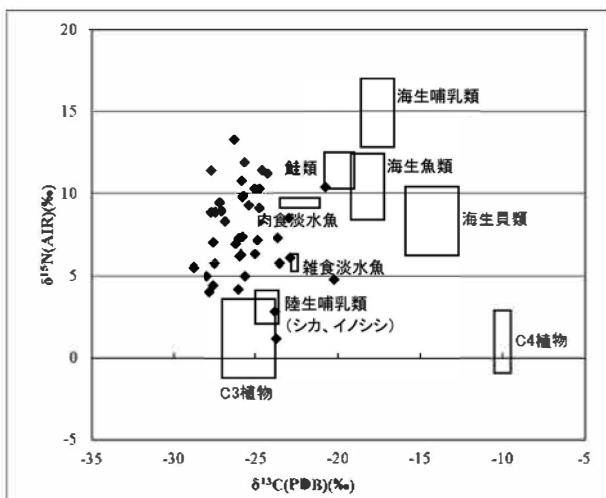


図1 炭素・窒素安定同位体比グラフ

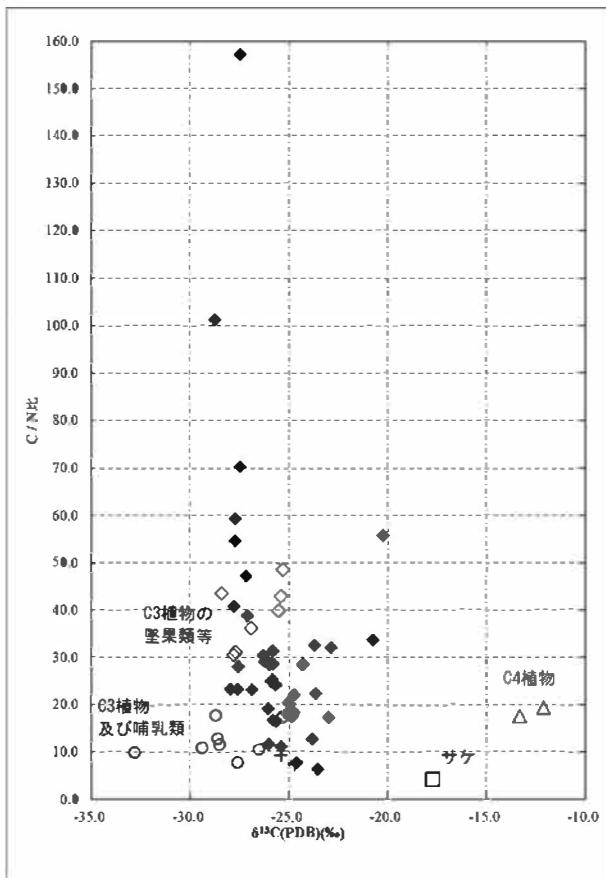


図2 炭素安定同位体比・C/N比グラフ
(グラフC/N比はモル比)

◆は、測定試料。散布図上に表示した枠は、食料資源の同位体比の分布範囲を示す。Yoneda et al. 2004に基づき作成した。

◆は、測定試料、その他は現生動植物の炭化試料。現生動植物試料のデータは吉田2006による。

また吉田2006、國木田ほか2010を参考に食料資源の大別を示した。◇はC3植物の堅果類等、○は堅果類以外のC3植物、+はC3植物を食べる哺乳類、□はサケ、△はC4植物。

なお、吉田2006によると、C3植物の堅果類等(測定データはトチ、同(木灰)、ミズナラ、ドングリ、同(粉)、カチグリ、ヤマユリ、ジャガイモ、以下他の食料資源も同様に示す)のC/N比は30~50、他のC3植物(エゴマ、アズキ、サトイモ、ヤマイモ、ナガイモ、ノビル、マムシグサ、クワイ)及び哺乳類(タヌキ、クマ)は7~20、C4植物(アワ)も堅果類以外のC3植物と同程度とされる。また、サケは海産魚類の範囲に属するものとして示されている。