

まほろん収蔵資料のAMS年代測定結果報告（平成28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（まほろん）が実施する収蔵資料の放射性炭素年代（AMS法）測定及び炭素・窒素安定同位体比分析について、平成28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5か年にわたって、（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28年度は、主に縄文時代前期（大木5式期）から中期後葉（大木9式期）までの土器群、40点を選別して分析した。表1は、対象試料と採取部位及び校正曲線データの対応表で、土器型式と年代値を対比できるよう、当財団の担当者が作成した。紙幅の関係から、記載内容は最小限にとどめている。

分析対象とした炭化物は、土器付着炭化物が原則である。試料採取部位については、試料の内外面と位置について記載している。型式名は、各報告書の事実記載に則って、記載している。

試料の選別にあたっては、昨年度と同様、測定に適する試料と適さない試料を選別したはずであった。しかし、No.29については、担当者が考えている土器型式と、想定する年代値とに大きな乖離がみられる測定結果となり、不適当と判断せざるを得ない値が報告された。そのため、補強材塗布の有無について調査したところ、補強材の塗布が認められた。このため、No.29の分析結果は不適当と言わざるを得ない。溶剤で補強された土器に付着した炭化物を分析試料とすることの弊害を改めて認識することができた。同様に、接合部の接着剤付近や、ニスで塗布されたネーミング部位周辺に隣接した炭化物などに関しても、これらの溶剤の影響を受ける危険があると想定することができる。

したがって、炭化物が観察される遺物については、付着範囲の保護に十分配慮して整理作業を進める必要があり、さらには整理作業時の経過についても報告書に記載する必要があると言える。

（（公財）福島県文化振興財団）

2 年代測定資料の化学処理工程

- （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1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 1 mm 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 年代測定資料の測定方法

加速器をベースとした ^{14}C -AMS 専用装置 (NEC 社製) を使用し、 ^{14}C の計数、 ^{13}C 濃度 ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$)、 ^{14}C 濃度 ($^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$) 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 ($\text{H}_2\text{Ox II}$) 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資料の化学処理工程と測定資料

- (1) 「2-(1)~(3)」の工程で処理を行う。
- (2) 試料を EA (元素分析装置) で燃焼し、 N_2 と CO_2 を分離・定量する (表 3)。
- (3) 分離した N_2 と CO_2 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 ^{13}C 濃度 ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) 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 ^{15}N 濃度 ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) 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 1)、質量分析計による値は表中に (MASS) と注記する (表 3)。 $\delta^{15}\text{N}$ は質量分析計による値で、表中に (MASS) と注記する (表 3)。
- (2) ^{14}C 年代 (Libby Age : yrBP) は、過去の大気中 ^{14}C 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)。 ^{14}C 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 1 に、補正していない値を参考値として表 2 に示した。 ^{14}C 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、 ^{14}C 年代の誤差 ($\pm 1 \sigma$) は、試料の ^{14}C 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 ^{14}C 濃度の割合である。pMC が小さい (^{14}C が少ない) ほど古い年代を示し、pMC が 100 以上 (^{14}C 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 1 に、補正していない値を参考値として表 2 に示した。


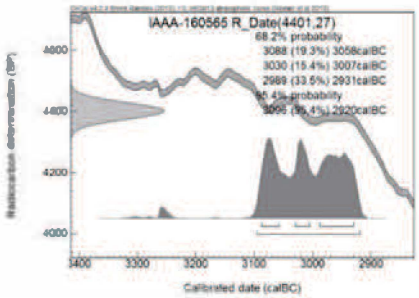

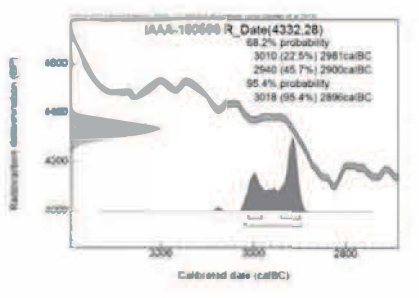

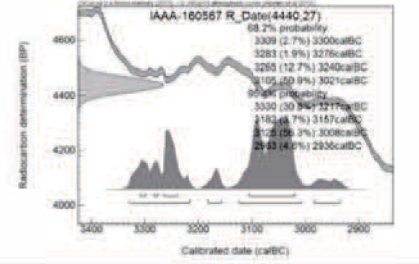

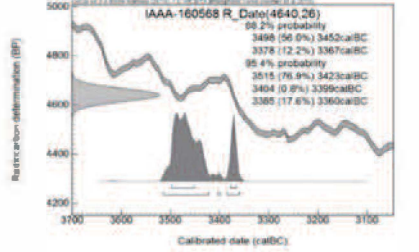

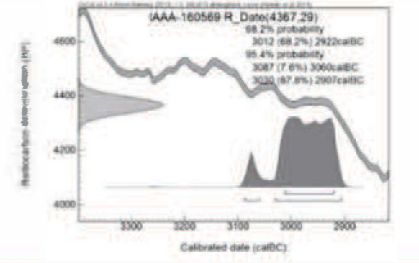
- (4) 暦年較正年代とは、年代が既知の試料の ^{14}C 濃度をもとに描かれた較正曲線と照らし合わせ、過去の ^{14}C 濃度変化などを補正し、実年代に近づけた値である。暦年較正年代は、 ^{14}C 年代に対応する較正曲線上の暦年代範囲であり、1 標準偏差 (1 σ = 68.2%) あるいは 2 標準偏差 (2 σ = 95.4%) で表示される。グラフの縦軸が ^{14}C 年代、横軸が暦年較正年代を表す。暦年較正プログラムに入力される値は、 $\delta^{13}\text{C}$ 補正を行い、下 1 桁を丸めない ^{14}C 年代値である。なお、較正曲線および較正プログラムは、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、OxCalv4.2 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。なお、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。

<文 献>

- 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
- Yoneda, M. et al. 2004 Isotopic evidence of inland-water fishing by a Jomon population excavated from the Boji site, Nagano, Japan, *Journal of Archaeological Science*, 31, 97-107
- 國木田大・吉田邦夫 2010「クッキー状炭化物の由来説明とその年代」, 『日本文化財科学会第 27 回大会研究発表要旨集』, 日本文化財科学会, 150-151
- 吉田邦夫 2006「炭化物の安定同位体分析」, 『新潟県立歴史博物館研究紀要』第 7 号, 新潟県立歴史博物館, 51-58

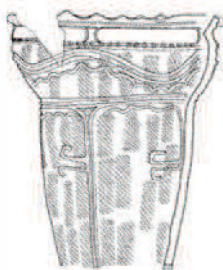
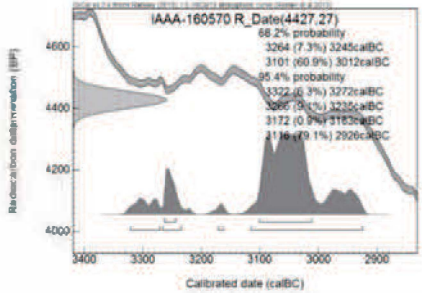
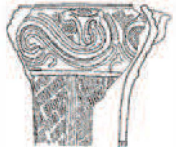
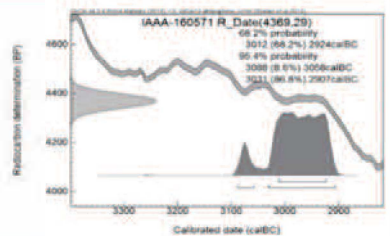

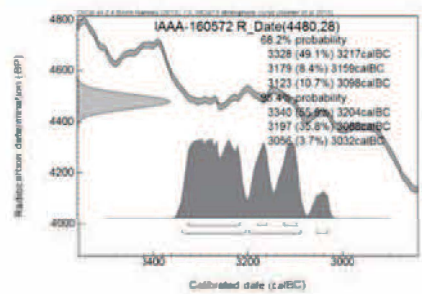

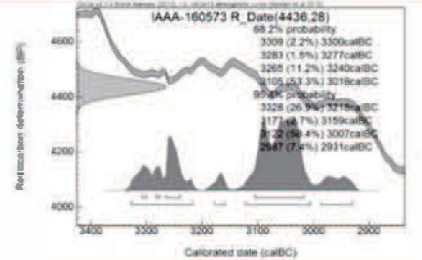

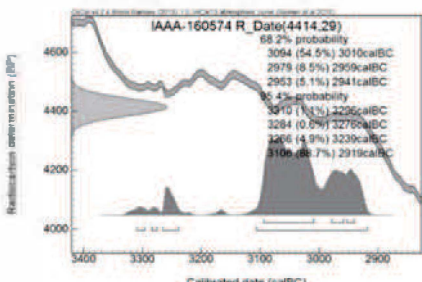
((株) 加速器分析研究所)

表1 測定試料一覧表（1）

番号	遺跡名	図	採取部位	校正曲線データ
1	法正尻遺跡		胴部中位内面	
2			口縁部内面	
3			口縁部内面	
4			口縁部内面	
5			口縁部内面	


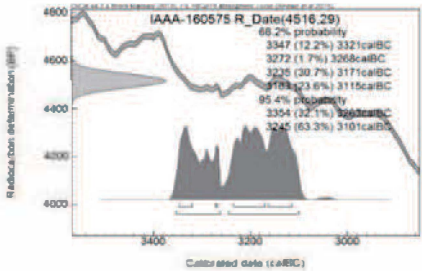

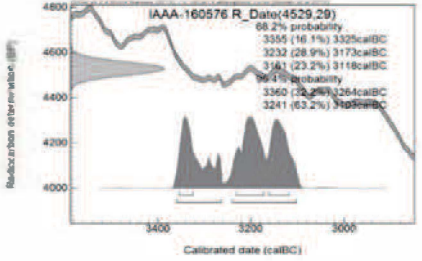

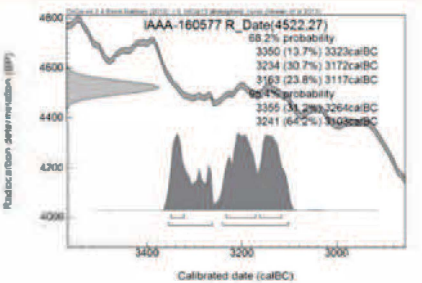

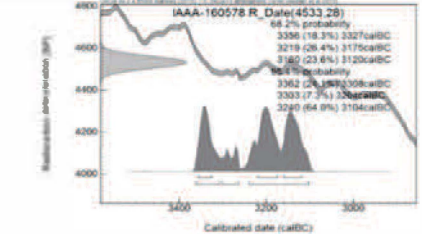
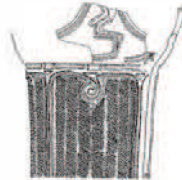
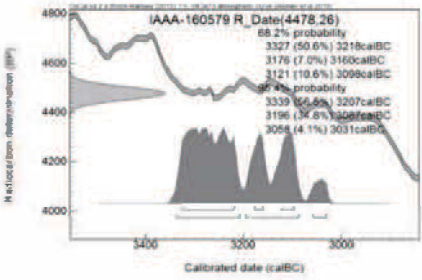
（縮尺：1・5 = 1/10、2～4 = 1/8）

表 1 測定試料一覧表 (2)

番号	遺跡名	図	採取部位	校正曲線データ
6	法正尻遺跡	 図475-2 大木7 b 式	口縁部内面	
7		 図495-1 大木8 a 式	口縁部内面	
8		 図504-2 大木7 b ~ 8 a 式	口縁部内面	
9		 図504-5 大木8 a 式	口縁部内面	
10		 図496-1 大木8 a 式	口縁部内面	


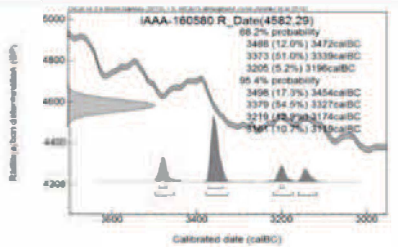
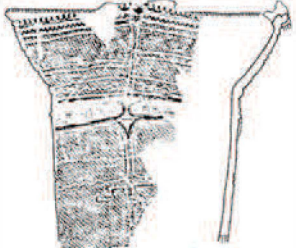
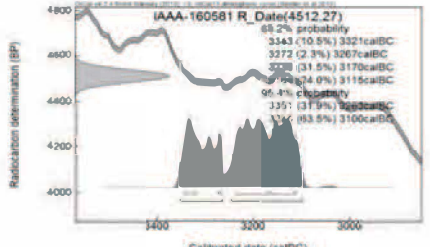
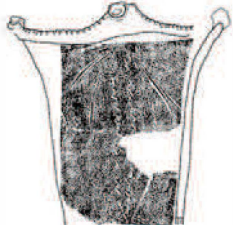
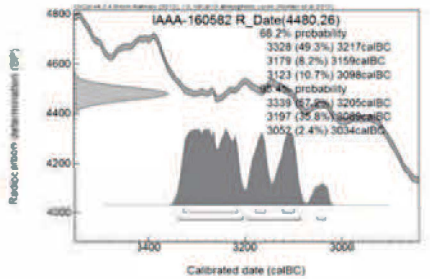
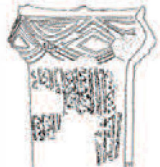
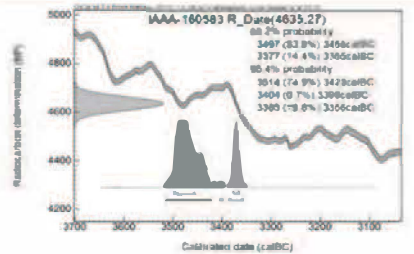
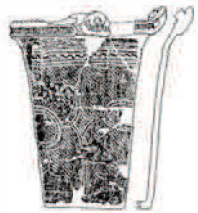
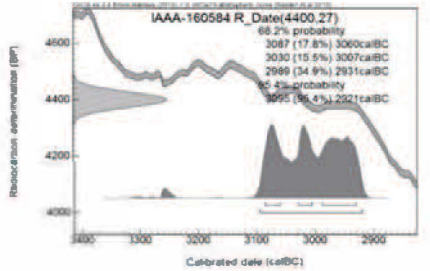
(縮尺 : 6 = 1/6、7 ~ 10 = 1/8)

表1 測定試料一覧表（3）

番号	遺跡名	図	採取部位	校正曲線データ
11	法正尻遺跡	 図677-1 大木7a式	口縁部内面	
12		 図677-4 大木7b式	口縁部外面	
13		 図679-2 大木7a式	口縁部外面	
14		 図679-10 大木7a式	口縁部外面	
15		 図689-1 大木7b式	胴部上位外面	

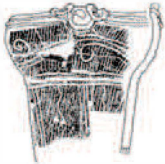
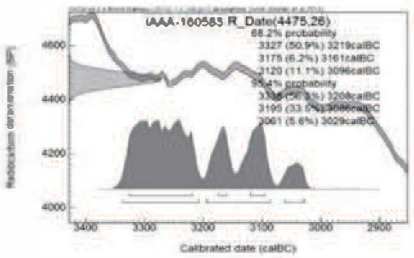

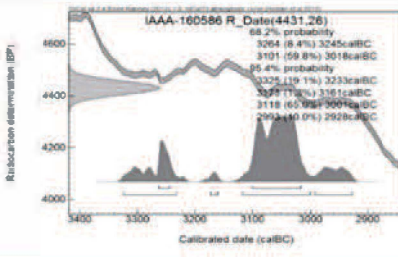
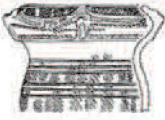
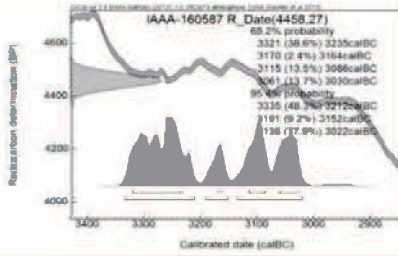
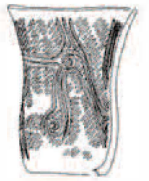
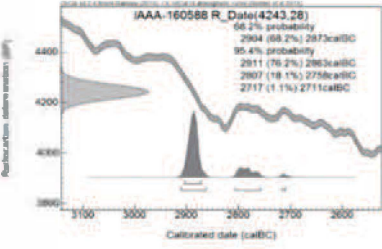

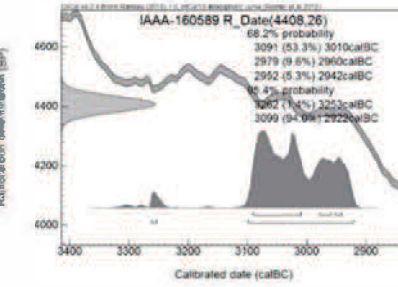
（縮尺：11・12・15＝1/10、13＝1/6、14＝1/3）

表 1 測定試料一覧表 (4)

番号	遺跡名	図	採取部位	校正曲線データ
16	法正尻遺跡	 <p>図694-4 大木7b式</p>	口縁部内面	
17		 <p>図704-1 大木7b式</p>	口縁部内面	
18		 <p>図705-1 大木7b式期</p>	口縁部内面	
19		 <p>図718-3 大木7b式</p>	口縁部内面	
20		 <p>図749-1 大木8a式</p>	口縁部外面	


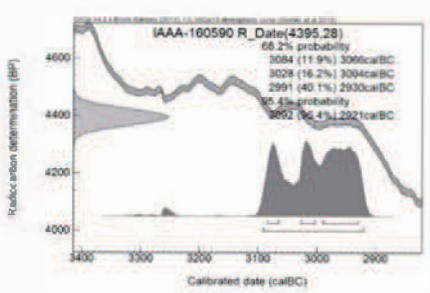

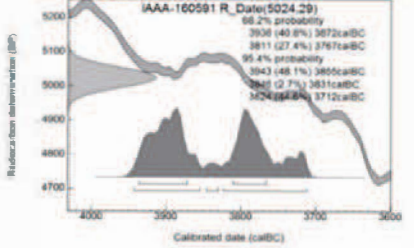

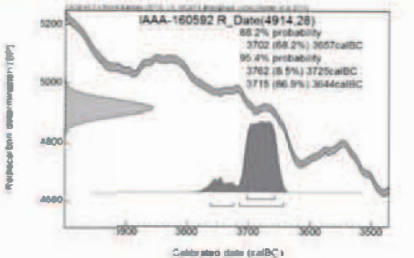

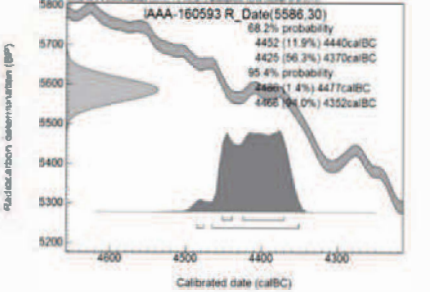

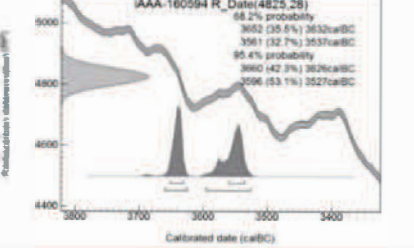
(縮尺: 16・19 = 1/8、17・18 = 1/6、20 = 1/10)

表1 測定試料一覧表（5）

番号	遺跡名	図	採取部位	校正曲線データ
21	法正尻遺跡	 図749-6 大木8a式	口縁部内面	
22	桑名邸遺跡	 図46-9 住2 大木8b式	口縁部内面	
23		 図69-14 住1 大木8b式	口縁部内面	
24		 図73-15 住2 大木8b式	胴部上位内面	
25		 図189-381 坑1 大木8a式	口縁部内面	


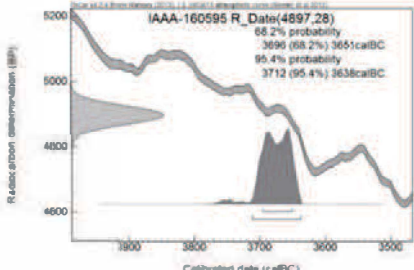
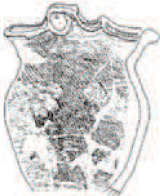
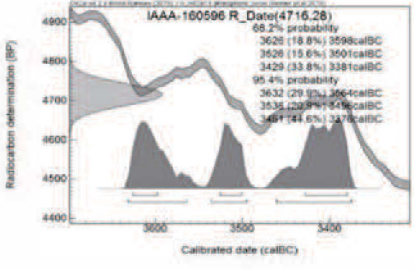
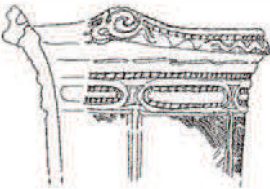
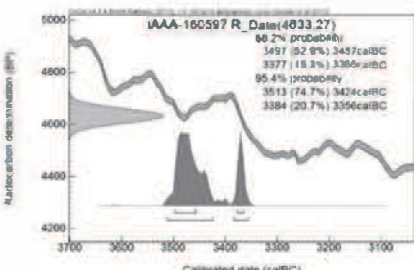
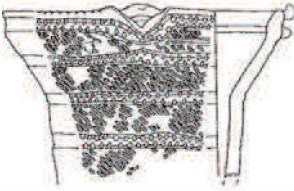
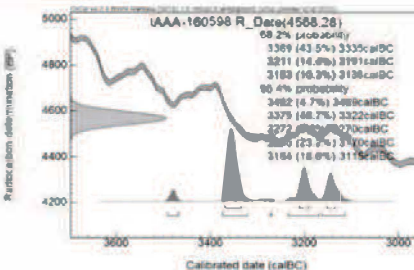

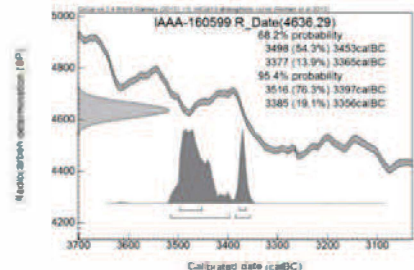
（縮尺：21 = 1/10、22～25 = 1/8）

表 1 測定試料一覧表 (6)

番号	遺跡名	図	採取部位	校正曲線データ
26	桑名邸遺跡	 <p>図 191-413 坑 1 大木 8 a 式</p>	口縁部内面	
27	双子遺跡	 <p>図406-5 大木 5 式</p>	頸部外面 (2ヶ所採取)	
28	冑宮西遺跡	 <p>図76-24 大木 5 式期</p>	胴部下位外面 (縄文内採取)	
29	関林 A 遺跡	 <p>図 9 大木 7 a 式</p>	口縁部外面	
30	鹿島遺跡	 <p>図36-4 大木 6 式</p>	口縁部外面	


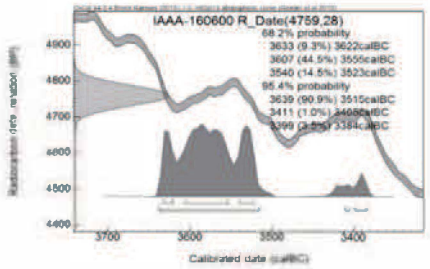

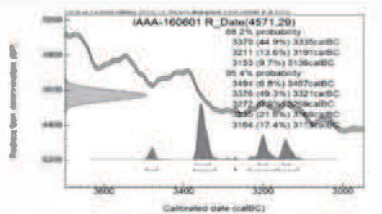
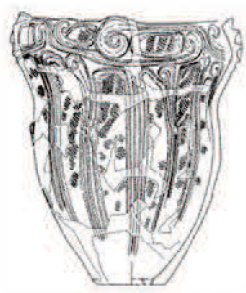
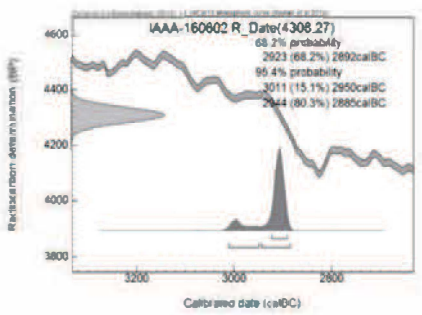
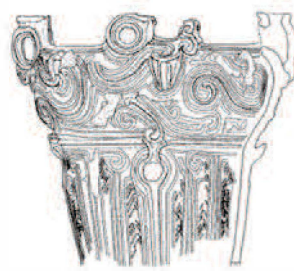
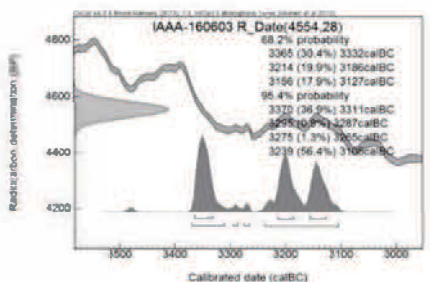
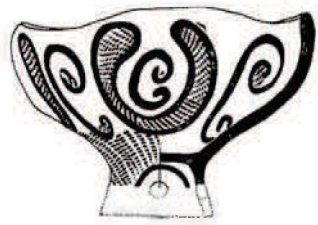
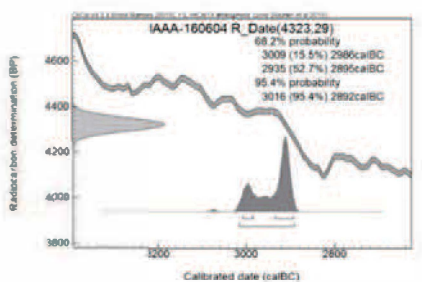
(縮尺 : 26 = 1/8、27・28 = 1/5、29 = 1/4、30 = 1/12)

表1 測定試料一覧表（7）

番号	遺跡名	図	採取部位	校正曲線データ
31	鹿島遺跡	 図54-1 大木6式	胴部中位外面	
32	法正尻遺跡	 図751-1 大木8b式	口縁部内面	
33	中江聖の宮遺跡	 図31-3 大木7a式	口縁部～ 胴部上位内面	
34		 図42-2 大木7a式	胴部上位 内面	
35		 図42-3 大木7a式	口縁部～ 胴部上位内面	

（縮尺：31 = 1/6、32・35 = 1/8、33・34 = 1/4）

表 1 測定試料一覧表 (8)

番号	遺跡名	図	採取部位	校正曲線データ
36	中江聖の宮遺跡	 <p>図43-7 大木7b式期</p>	口縁部内面 (沈線内)	
37	上ノ台A遺跡	 <p>図233-6 大木7b式</p>	口縁部外面 (沈線内)	
38	前山A遺跡	 <p>図39-2 大木9式</p>	口縁部内面	
39	法正尻遺跡	 <p>図498-3 大木8a式</p>	口縁部内面	
40	塩沢上原A遺跡	 <p>図54-28 大木9式</p>	口縁部内面	

(縮尺 : 36 = 1/4、37 = 1/6、38 = 1/8、39 = 1/10、40 = 1/5)

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	試料	処理方法	$\delta^{13}\text{C}$ (‰) (AMS)			$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり					
	IAAA	形態					Libby Age (yrBP)			pMC (%)		
1	160565	土器付着炭化物	AC+AaA	-28.07	±	0.40	4,400	±	30	57.8	±	0.20
2	160566	土器付着炭化物	AC+AaA	-29.59	±	0.50	4,330	±	30	58.3	±	0.21
3	160567	土器付着炭化物	AC+AaA	-25.67	±	0.35	4,440	±	30	57.5	±	0.19
4	160568	土器付着炭化物	AC+AaA	-28.76	±	0.37	4,640	±	30	56.1	±	0.19
5	160569	土器付着炭化物	AC+AaA	-27.09	±	0.58	4,370	±	30	58.1	±	0.21
6	160570	土器付着炭化物	AC+AaA	-26.31	±	0.44	4,430	±	30	57.6	±	0.20
7	160571	土器付着炭化物	AC+AaA	-25.76	±	0.50	4,370	±	30	58.1	±	0.21
8	160572	土器付着炭化物	AC+AaA	-28.63	±	0.54	4,480	±	30	57.3	±	0.20
9	160573	土器付着炭化物	AC+AaA	-26.84	±	0.57	4,440	±	30	57.6	±	0.21
10	160574	土器付着炭化物	AC+AaA	-25.92	±	0.54	4,410	±	30	57.7	±	0.21
11	160575	土器付着炭化物	AC+AaA	-28.05	±	0.58	4,520	±	30	57	±	0.21
12	160576	土器付着炭化物	AC+AaA	-26.22	±	0.47	4,530	±	30	56.9	±	0.21
13	160577	土器付着炭化物	AC+AaA	-25.35	±	0.38	4,520	±	30	57	±	0.19
14	160578	土器付着炭化物	AC+AaA	-28.24	±	0.33	4,530	±	30	56.9	±	0.20
15	160579	土器付着炭化物	AC+AaA	-25.46	±	0.41	4,480	±	30	57.3	±	0.19
16	160580	土器付着炭化物	AC+AaA	-26.8	±	0.33	4,580	±	30	56.5	±	0.21
17	160581	土器付着炭化物	AC+AaA	-26.82	±	0.50	4,510	±	30	57	±	0.19
18	160582	土器付着炭化物	AC+AaA	-27.73	±	0.40	4,480	±	30	57.3	±	0.19
19	160583	土器付着炭化物	AC+AaA	-27.22	±	0.53	4,640	±	30	56.2	±	0.19
20	160584	土器付着炭化物	AC+AaA	-25.25	±	0.37	4,400	±	30	57.8	±	0.20
21	160585	土器付着炭化物	AC+AaA	-25.03	±	0.47	4,480	±	30	57.3	±	0.19

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	試料	処理方法	$\delta^{13}\text{C}$ (‰) (AMS)			$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり					
	IAAA	形態					Libby Age (yrBP)			pMC (%)		
22	160586	土器付着炭化物	AC+AaA	-25.11	±	0.43	4,430	±	30	57.6	±	0.19
23	160587	土器付着炭化物	AC+AaA	-26.01	±	0.57	4,460	±	30	57.4	±	0.20
24	160588	土器付着炭化物	AC+AaA	-25.88	±	0.39	4,240	±	30	59	±	0.21
25	160589	土器付着炭化物	AC+AaA	-25.62	±	0.43	4,410	±	30	57.8	±	0.19
26	160590	土器付着炭化物	AC+AaA	-26.88	±	0.34	4,400	±	30	57.9	±	0.20
27	160591	土器付着炭化物	AC+AaA	-27.87	±	0.49	5,020	±	30	53.5	±	0.20
28	160592	土器付着炭化物	AC+AaA	-25.36	±	0.31	4,910	±	30	54.2	±	0.19
29	160593	土器付着炭化物	AC+AaA	-23.92	±	0.31	5,590	±	30	49.9	±	0.19
30	160594	土器付着炭化物	AC+AaA	-28.13	±	0.32	4,830	±	30	54.8	±	0.20
31	160595	土器付着炭化物	AC+AaA	-28.16	±	0.28	4,900	±	30	54.4	±	0.19
32	160596	土器付着炭化物	AC+AaA	-31.27	±	0.46	4,720	±	30	55.6	±	0.20
33	160597	土器付着炭化物	AC+AaA	-28.91	±	0.51	4,630	±	30	56.2	±	0.19
34	160598	土器付着炭化物	AC+AaA	-28.35	±	0.63	4,570	±	30	56.6	±	0.20
35	160599	土器付着炭化物	AC+AaA	-27.74	±	0.52	4,640	±	30	56.2	±	0.20
36	160600	土器付着炭化物	AC+AaA	-27.86	±	0.45	4,760	±	30	55.3	±	0.20
37	160601	土器付着炭化物	AC+AaA	-26.2	±	0.47	4,570	±	30	56.6	±	0.21
38	160602	土器付着炭化物	AC+AaA	-26.4	±	0.39	4,310	±	30	58.5	±	0.20
39	160603	土器付着炭化物	AC+AaA	-28.21	±	0.44	4,550	±	30	56.7	±	0.20
40	160604	土器付着炭化物	AC+AaA	-26.37	±	0.48	4,320	±	30	58.4	±	0.21

表3 暦年較正¹⁴C年代・較正年代ほか（1）

番号	$\delta^{13}\text{C}$ 補正なし		暦年較正用(yrBP)	1 σ 暦年代範囲	2 σ 暦年代範囲
	Age (yrBP)	pMC (%)			
1	4,450 \pm 30	57.5 \pm 0.19	4,401 \pm 27	3088calBC - 3058calBC (19.3%) 3030calBC - 3007calBC (15.4%) 2989calBC - 2931calBC (33.5%)	3096calBC - 2920calBC (95.4%)
2	4,410 \pm 30	57.8 \pm 0.2	4,332 \pm 28	3010calBC - 2981calBC (22.5%) 2940calBC - 2900calBC (45.7%)	3018calBC - 2896calBC (95.4%)
3	4,450 \pm 30	57.5 \pm 0.19	4,440 \pm 27	3309calBC - 3300calBC (2.7%) 3283calBC - 3276calBC (1.9%) 3265calBC - 3240calBC (12.7%) 3105calBC - 3021calBC (50.9%)	3330calBC - 3217calBC (30.8%) 3182calBC - 3157calBC (3.7%) 3125calBC - 3008calBC (56.3%) 2983calBC - 2936calBC (4.6%)
4	4,700 \pm 30	55.7 \pm 0.18	4,640 \pm 26	3498calBC - 3452calBC (56.0%) 3378calBC - 3367calBC (12.2%)	3515calBC - 3423calBC (76.9%) 3404calBC - 3399calBC (0.8%) 3385calBC - 3360calBC (17.6%)
5	4,400 \pm 30	57.8 \pm 0.2	4,367 \pm 29	3012calBC - 2922calBC (68.2%)	3087calBC - 3060calBC (7.6%) 3030calBC - 2907calBC (87.8%)
6	4,450 \pm 30	57.5 \pm 0.19	4,427 \pm 27	3264calBC - 3245calBC (7.3%) 3101calBC - 3012calBC (60.9%)	3322calBC - 3272calBC (6.3%) 3266calBC - 3235calBC (9.1%) 3172calBC - 3163calBC (0.9%) 3116calBC - 2926calBC (79.1%)
7	4,380 \pm 30	58 \pm 0.2	4,369 \pm 29	3012calBC - 2924calBC (68.2%)	3088calBC - 3058calBC (8.6%) 3031calBC - 2907calBC (86.8%)
8	4,540 \pm 30	56.8 \pm 0.19	4,480 \pm 28	3328calBC - 3217calBC (49.1%) 3179calBC - 3159calBC (8.4%) 3123calBC - 3098calBC (10.7%)	3340calBC - 3204calBC (55.9%) 3197calBC - 3088calBC (35.8%) 3056calBC - 3032calBC (3.7%)
9	4,470 \pm 30	57.4 \pm 0.19	4,436 \pm 28	3309calBC - 3300calBC (2.2%) 3283calBC - 3277calBC (1.5%) 3265calBC - 3240calBC (11.2%) 3105calBC - 3018calBC (53.3%)	3328calBC - 3218calBC (26.9%) 3177calBC - 3159calBC (2.7%) 3122calBC - 3007calBC (58.4%) 2987calBC - 2931calBC (7.4%)
10	4,430 \pm 30	57.6 \pm 0.2	4,414 \pm 29	3094calBC - 3010calBC (54.5%) 2979calBC - 2959calBC (8.5%) 2953calBC - 2941calBC (5.1%)	3310calBC - 3296calBC (1.1%) 3284calBC - 3276calBC (0.6%) 3266calBC - 3239calBC (4.9%) 3106calBC - 2919calBC (88.7%)
11	4,570 \pm 30	56.6 \pm 0.2	4,516 \pm 29	3347calBC - 3321calBC (12.2%) 3272calBC - 3268calBC (1.7%) 3235calBC - 3171calBC (30.7%) 3163calBC - 3115calBC (23.6%)	3354calBC - 3263calBC (32.1%) 3245calBC - 3101calBC (63.3%)
12	4,550 \pm 30	56.8 \pm 0.2	4,529 \pm 29	3355calBC - 3325calBC (16.1%) 3232calBC - 3173calBC (28.9%) 3161calBC - 3118calBC (23.2%)	3360calBC - 3264calBC (32.2%) 3241calBC - 3103calBC (63.2%)
13	4,530 \pm 30	56.9 \pm 0.19	4,522 \pm 27	3350calBC - 3323calBC (13.7%) 3234calBC - 3172calBC (30.7%) 3163calBC - 3117calBC (23.8%)	3355calBC - 3264calBC (31.2%) 3241calBC - 3103calBC (64.2%)
14	4,590 \pm 30	56.5 \pm 0.2	4,533 \pm 28	3356calBC - 3327calBC (18.3%) 3219calBC - 3175calBC (26.4%) 3160calBC - 3120calBC (23.6%)	3362calBC - 3308calBC (24.1%) 3303calBC - 3264calBC (7.3%) 3240calBC - 3104calBC (64.0%)
15	4,490 \pm 30	57.2 \pm 0.18	4,478 \pm 26	3327calBC - 3218calBC (50.6%) 3176calBC - 3160calBC (7.0%) 3121calBC - 3098calBC (10.6%)	3339calBC - 3207calBC (56.5%) 3196calBC - 3087calBC (34.8%) 3058calBC - 3031calBC (4.1%)
16	4,610 \pm 30	56.3 \pm 0.21	4,582 \pm 29	3488calBC - 3472calBC (12.0%) 3373calBC - 3339calBC (51.0%) 3205calBC - 3196calBC (5.2%)	3498calBC - 3454calBC (17.3%) 3379calBC - 3327calBC (54.5%) 3219calBC - 3174calBC (12.9%) 3161calBC - 3119calBC (10.7%)
17	4,540 \pm 30	56.8 \pm 0.18	4,512 \pm 27	3343calBC - 3321calBC (10.5%) 3272calBC - 3267calBC (2.3%) 3236calBC - 3170calBC (31.5%) 3164calBC - 3115calBC (24.0%)	3351calBC - 3263calBC (31.9%) 3246calBC - 3100calBC (63.5%)

(参考値)

表3 暦年較正¹⁴C年代・較正年代ほか(2)

番号	$\delta^{13}\text{C}$ 補正なし		暦年較正用(yrBP)	1 σ 暦年代範囲	2 σ 暦年代範囲
	Age (yrBP)	pMC (%)			
18	4,530 \pm 30	56.9 \pm 0.18	4,480 \pm 26	3328calBC - 3217calBC (49.3%) 3179calBC - 3159calBC (8.2%) 3123calBC - 3098calBC (10.7%)	3339calBC - 3205calBC (57.2%) 3197calBC - 3089calBC (35.8%) 3052calBC - 3034calBC (2.4%)
19	4,670 \pm 30	55.9 \pm 0.18	4,635 \pm 27	3497calBC - 3456calBC (53.8%) 3377calBC - 3365calBC (14.4%)	3514calBC - 3423calBC (74.9%) 3404calBC - 3399calBC (0.7%) 3385calBC - 3356calBC (19.8%)
20	4,400 \pm 30	57.8 \pm 0.19	4,400 \pm 27	3087calBC - 3060calBC (17.8%) 3030calBC - 3007calBC (15.5%) 2989calBC - 2931calBC (34.9%)	3095calBC - 2921calBC (95.4%)
21	4,480 \pm 30	57.3 \pm 0.18	4,475 \pm 26	3327calBC - 3219calBC (50.9%) 3175calBC - 3161calBC (6.2%) 3120calBC - 3096calBC (11.1%)	3338calBC - 3208calBC (56.3%) 3195calBC - 3086calBC (33.5%) 3061calBC - 3029calBC (5.6%)
22	4,430 \pm 30	57.6 \pm 0.18	4,431 \pm 26	3264calBC - 3245calBC (8.4%) 3101calBC - 3018calBC (59.8%)	3325calBC - 3233calBC (19.1%) 3173calBC - 3161calBC (1.3%) 3118calBC - 3001calBC (65.0%) 2993calBC - 2928calBC (10.0%)
23	4,480 \pm 30	57.3 \pm 0.19	4,458 \pm 27	3321calBC - 3235calBC (38.6%) 3170calBC - 3164calBC (2.4%) 3115calBC - 3086calBC (13.5%) 3061calBC - 3030calBC (13.7%)	3335calBC - 3212calBC (48.3%) 3191calBC - 3152calBC (9.2%) 3136calBC - 3022calBC (37.9%)
24	4,260 \pm 30	58.9 \pm 0.2	4,243 \pm 28	2904calBC - 2873calBC (68.2%)	2911calBC - 2863calBC (76.2%) 2807calBC - 2758calBC (18.1%) 2717calBC - 2711calBC (1.1%)
25	4,420 \pm 30	57.7 \pm 0.18	4,408 \pm 26	3091calBC - 3010calBC (53.3%) 2979calBC - 2960calBC (9.6%) 2952calBC - 2942calBC (5.3%)	3262calBC - 3253calBC (1.4%) 3099calBC - 2922calBC (94.0%)
26	4,430 \pm 30	57.6 \pm 0.2	4,395 \pm 28	3084calBC - 3066calBC (11.9%) 3028calBC - 3004calBC (16.2%) 2991calBC - 2930calBC (40.1%)	3092calBC - 2921calBC (95.4%)
27	5,070 \pm 30	53.2 \pm 0.19	5,024 \pm 29	3936calBC - 3872calBC (40.8%) 3811calBC - 3767calBC (27.4%)	3943calBC - 3855calBC (48.1%) 3846calBC - 3831calBC (2.7%) 3824calBC - 3712calBC (44.6%)
28	4,920 \pm 30	54.2 \pm 0.19	4,914 \pm 28	3702calBC - 3657calBC (68.2%)	3762calBC - 3725calBC (8.5%) 3715calBC - 3644calBC (86.9%)
29	5,570 \pm 30	50 \pm 0.19	5,586 \pm 30	4452calBC - 4440calBC (11.9%) 4425calBC - 4370calBC (56.3%)	4486calBC - 4477calBC (1.4%) 4466calBC - 4352calBC (94.0%)
30	4,880 \pm 30	54.5 \pm 0.19	4,825 \pm 28	3652calBC - 3632calBC (35.5%) 3561calBC - 3537calBC (32.7%)	3660calBC - 3626calBC (42.3%) 3596calBC - 3527calBC (53.1%)
31	4,950 \pm 30	54 \pm 0.19	4,897 \pm 28	3696calBC - 3651calBC (68.2%)	3712calBC - 3638calBC (95.4%)
32	4,820 \pm 30	54.9 \pm 0.19	4,716 \pm 28	3626calBC - 3598calBC (18.8%) 3526calBC - 3501calBC (15.6%) 3429calBC - 3381calBC (33.8%)	3632calBC - 3564calBC (29.9%) 3536calBC - 3496calBC (20.9%) 3461calBC - 3376calBC (44.6%)
33	4,700 \pm 30	55.7 \pm 0.18	4,633 \pm 27	3497calBC - 3457calBC (52.9%) 3377calBC - 3365calBC (15.3%)	3513calBC - 3424calBC (74.7%) 3384calBC - 3356calBC (20.7%)
34	4,620 \pm 30	56.2 \pm 0.19	4,568 \pm 28	3369calBC - 3335calBC (43.5%) 3211calBC - 3191calBC (14.4%) 3153calBC - 3136calBC (10.3%)	3492calBC - 3469calBC (4.7%) 3375calBC - 3322calBC (48.7%) 3272calBC - 3270calBC (0.2%) 3235calBC - 3170calBC (23.2%) 3164calBC - 3115calBC (18.6%)
35	4,680 \pm 30	55.8 \pm 0.19	4,636 \pm 29	3498calBC - 3453calBC (54.3%) 3377calBC - 3365calBC (13.9%)	3516calBC - 3397calBC (76.3%) 3385calBC - 3356calBC (19.1%)
36	4,810 \pm 30	55 \pm 0.19	4,759 \pm 28	3633calBC - 3622calBC (9.3%) 3607calBC - 3555calBC (44.5%) 3540calBC - 3523calBC (14.5%)	3639calBC - 3515calBC (90.9%) 3411calBC - 3405calBC (1.0%) 3399calBC - 3384calBC (3.5%)

(参考値)

表3 暦年較正¹⁴C年代・較正年代ほか（3）

番号	$\delta^{13}\text{C}$ 補正なし		暦年較正用(yrBP)	1 σ 暦年代範囲	2 σ 暦年代範囲
	Age (yrBP)	pMC (%)			
37	4,590 \pm 30	56.5 \pm 0.2	4,571 \pm 29	3370calBC - 3335calBC (44.9%) 3211calBC - 3191calBC (13.6%) 3153calBC - 3136calBC (9.7%)	3494calBC - 3467calBC (6.8%) 3376calBC - 3321calBC (49.3%) 3272calBC - 3269calBC (0.2%) 3235calBC - 3169calBC (21.6%) 3164calBC - 3113calBC (17.4%)
38	4,330 \pm 30	58.3 \pm 0.19	4,308 \pm 27	2923calBC - 2892calBC (68.2%)	3011calBC - 2950calBC (15.1%) 2944calBC - 2885calBC (80.3%)
39	4,610 \pm 30	56.4 \pm 0.19	4,554 \pm 28	3365calBC - 3332calBC (30.4%) 3214calBC - 3186calBC (19.9%) 3156calBC - 3127calBC (17.9%)	3370calBC - 3311calBC (36.9%) 3295calBC - 3287calBC (0.9%) 3275calBC - 3265calBC (1.3%) 3239calBC - 3105calBC (56.4%)
40	4,350 \pm 30	58.2 \pm 0.2	4,323 \pm 29	3009calBC - 2986calBC (15.5%) 2935calBC - 2895calBC (52.7%)	3016calBC - 2892calBC (95.4%)

(参考値)

表4 炭素・窒素同位体比及び含有量（1）

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
1	-26.8	2.5	48.3	4.32	11.2	13.1
2	-26.1	5.01	54.9	5.65	9.7	11.3
3	-25	6.62	59.1	6.85	8.6	10.1
4	-28	7.32	63.6	2.93	21.7	25.3
5	-26.4	4.45	51	3.93	13	15.1
6	-25.5	3.36	52	5.53	9.4	11
7	-26.2	4.68	51.1	4.6	11.1	13
8	-25.6	3.12	49.7	4.92	10.1	11.8
9	-27	4.93	61.3	5.19	11.8	13.8
10	-25.4	7.38	50.4	3.44	14.6	17.1
11	-26.8	6.52	55.4	4.38	12.6	14.8
12	-25.8	7.89	55.4	4.57	12.1	14.1
13	-25.9	12	36	2.55	14.1	16.5
14	-27.6	4.55	56.9	3.18	17.9	20.8
15	-26.4	測定不可	31.6	1.5	21.1	24.6
16	-27.4	3.39	60	3.34	18	20.9
17	-26	2.4	54.7	4.13	13.2	15.4
18	-26.8	2.18	57.3	4.11	14	16.3

表 4 炭素・窒素同位体比及び含有量（2）

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
19	-26.5	5.64	55.9	4.83	11.6	13.5
20	-26	8.61	46.2	3.07	15.1	17.6
21	-25.3	4.2	48.2	4.66	10.3	12.1
22	-25.2	6.95	59.8	7.55	7.9	9.2
23	-26.4	4.4	61.2	5.59	11	12.8
24	-26.1	4.61	58.8	5.85	10.1	11.7
25	-26.4	4.34	56.8	5.9	9.6	11.2
26	-26.7	3.46	59.2	4.38	13.5	15.8
27	-25.6	9.71	40	1.83	21.8	25.5
28	-26	13	36.8	1.83	20.1	23.4
29	-26.3	5.38	55.3	2.13	26	30.3
30	-25.6	12.3	39.8	2.18	18.3	21.3
31	-26.4	6.45	53.5	4.95	10.8	12.6
32	-28.7	9.14	59.1	2.74	21.6	25.2
33	-27.5	6.12	62.6	4.35	14.4	16.8
34	-27.8	3.29	56.8	3.19	17.8	20.8
35	-26.3	2.25	56.3	4.52	12.5	14.5
36	-25.4	7.04	53.9	5.35	10.1	11.8
37	-25.3	8.62	49.3	5.57	8.9	10.3
38	-25.4	5.79	57.3	5.45	10.5	12.3
39	-26.4	6.22	50.6	4.97	10.2	11.9
40	-26.4	5.8	58.1	6.05	9.6	11.2

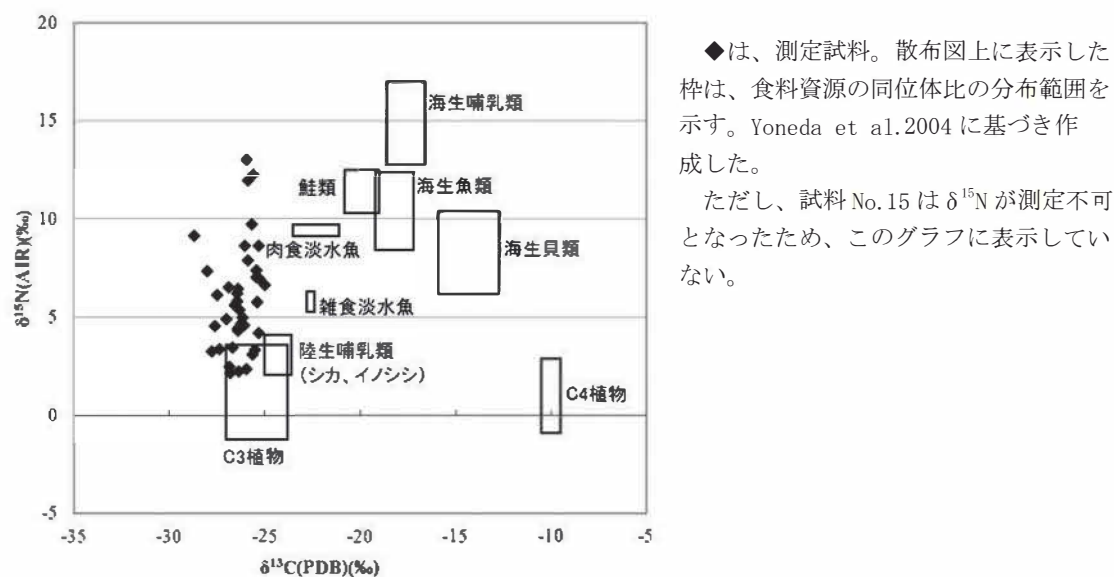


図1 炭素・窒素安定同位体比グラフ

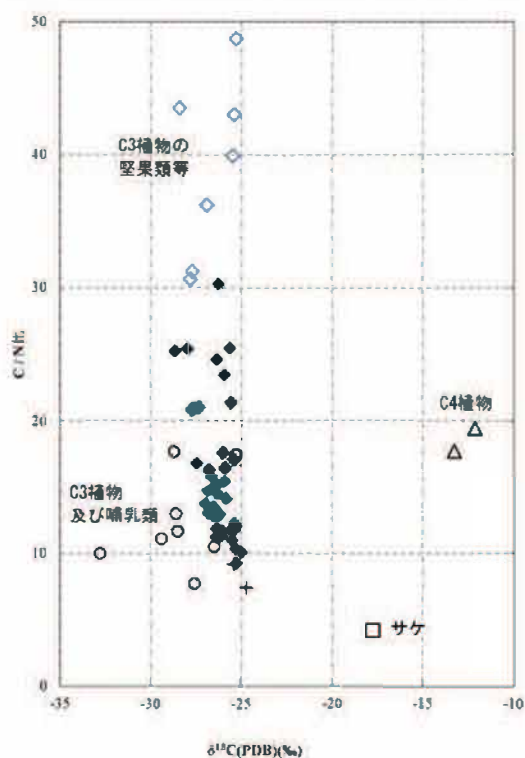


図2 炭素安定同位体比・C/N比グラフ（グラフC/N比はモル比）

◆は、測定試料、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。