

# 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か年にわたり、（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較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、ニスが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性があると言える。

（（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( $\text{CO}_2$ )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 年代測定資料の測定方法

加速器をベースとした $^{14}\text{C}$ -AMS専用装置(NEC社製)を使用し、 $^{14}\text{C}$ の計数、 $^{13}\text{C}$ 濃度( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ )、 $^{14}\text{C}$ 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(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、 $\text{N}_2$ と $\text{CO}_2$ を分離・定量する(表3)。
- (3) 分離した $\text{N}_2$ と $\text{CO}_2$ 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 $^{13}\text{C}$ 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 $^{15}\text{N}$ 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)  $^{14}\text{C}$ 年代(Libby Age: yrBP)は、過去の大気中 $^{14}\text{C}$ 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)。 $^{14}\text{C}$ 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。 $^{14}\text{C}$ 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、 $^{14}\text{C}$ 年代の誤差( $\pm 1\sigma$ )は、試料の $^{14}\text{C}$ 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 $^{14}\text{C}$ 濃度の割合である。pMCが小さい( $^{14}\text{C}$ が少ない)ほど古い年代を示し、pMCが100以上( $^{14}\text{C}$ 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  $^{14}\text{C}$  濃度をもとに描かれた較正曲線と照らし合わせ、過去の  $^{14}\text{C}$  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、 $^{14}\text{C}$  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 ( $1\sigma = 68.2\%$ ) 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  $^{14}\text{C}$  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 枠を丸めない  $^{14}\text{C}$  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、0xCalv4.2 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、 $^{14}\text{C}$  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＞

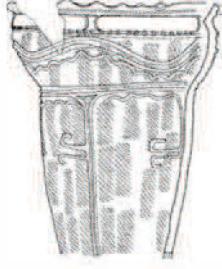
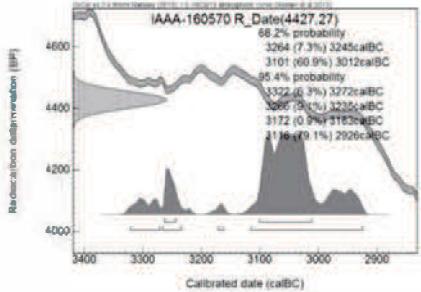
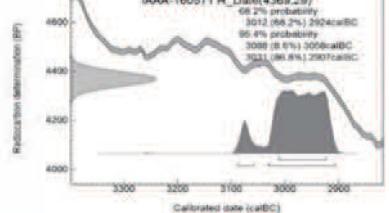
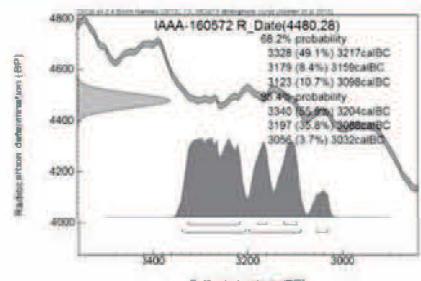
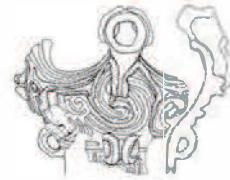
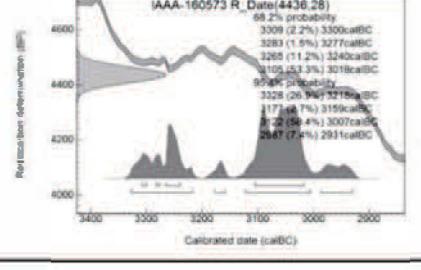
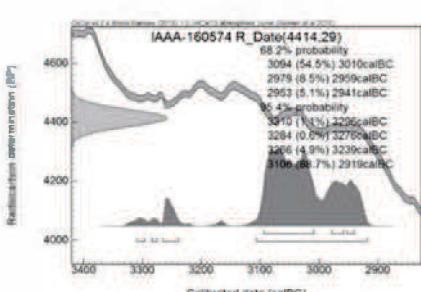
- Bronk Ramsey, C. 2009 Bayesian analysis of radiocarbon dates, Radiocarbon 51(1), 337-360  
Reimer, P. J. et al. 2013 IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years cal BP, Radiocarbon 55(4), 1869-1887  
Stuiver, M. and Polach, H. A. 1977 Discussion: Reporting of  $^{14}\text{C}$  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解明とその年代」, 『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	較正曲線データ
1	法正尻遺跡	図10-3 大木8a式	胴部中位内面	
2		図173-1 大木8b式	口縁部内面	
3		図173-3 大木8b式	口縁部内面	
4		図436-6 大木8a式	口縁部内面	
5		図447-3 大木8a式	口縁部内面	

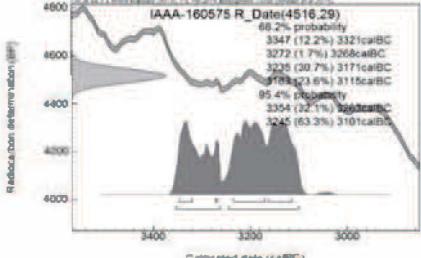
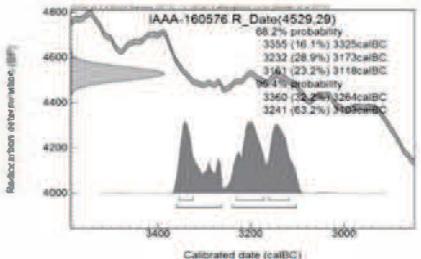
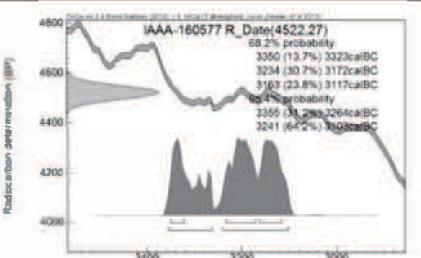
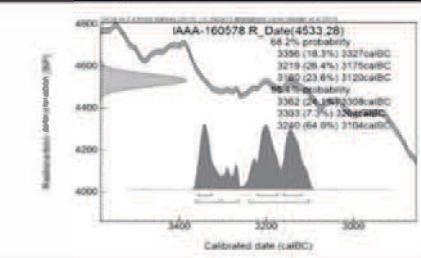
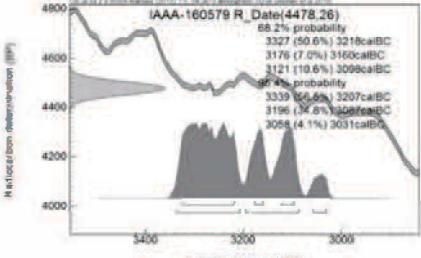
（縮尺：1・5=1/10、2～4=1/8）

表1 測定試料一覧表 (2)

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

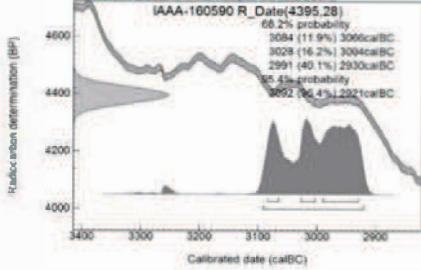
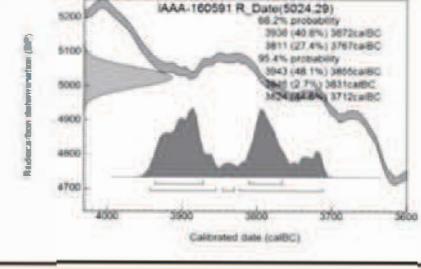
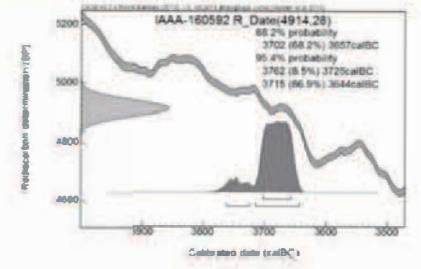
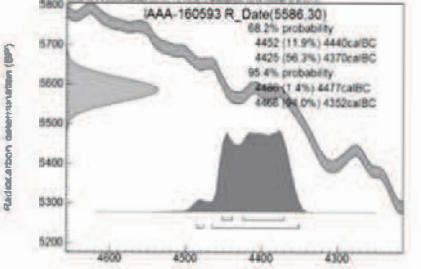
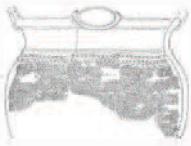
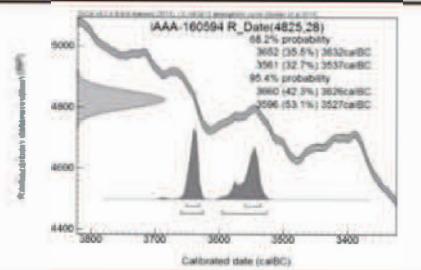
(縮尺: 16・19 = 1/8、 17・18 = 1/6、 20 = 1/10)

表1 測定試料一覧表（5）

番号	遺跡名	図	採取部位	較正曲線データ
21	法正尻遺跡	図749-6 大木8a式	口縁部内面	
22		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	桑名邸遺跡	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	

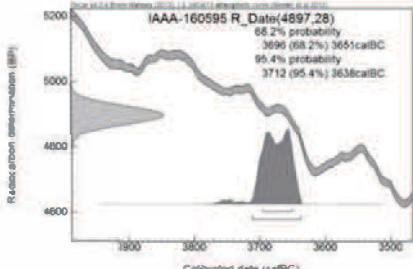
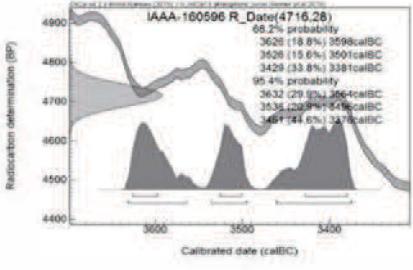
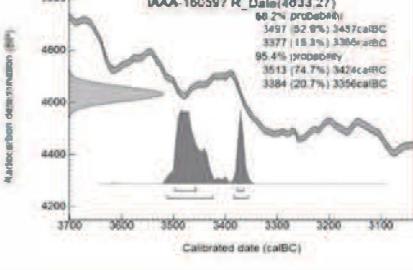
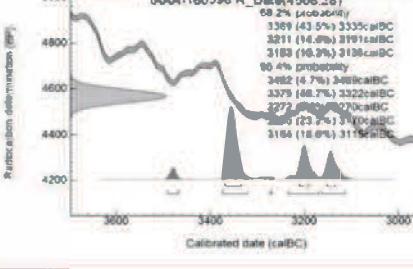
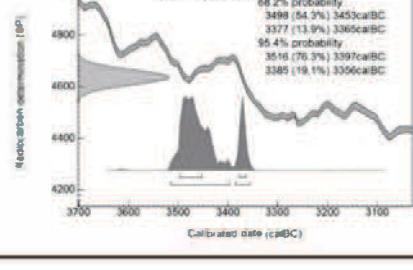
（縮尺：21 = 1/10、22～25 = 1/8）

表1 測定試料一覧表 (6)

番号	遺跡名	図	採取部位	較正曲線データ
26	桑名邸遺跡		口縁部内面	
27	双子遺跡		頸部外面 (2ヶ所採取)	
28	脣宮西遺跡		胴部下位外面 (縄文内採取)	
29	関林A遺跡		口縁部外面	
30	鹿島遺跡		口縁部外面	

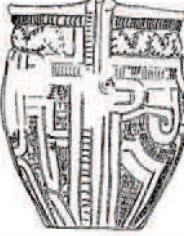
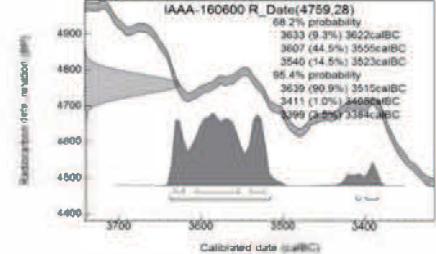
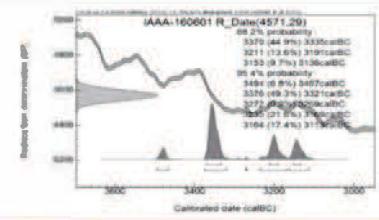
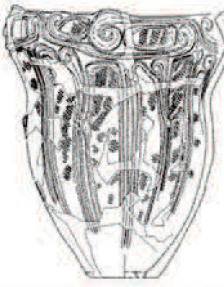
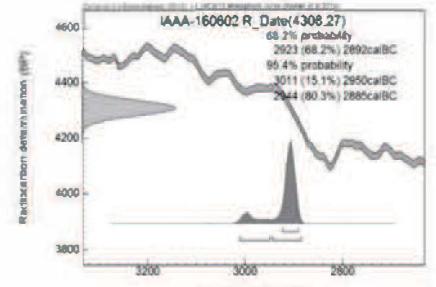
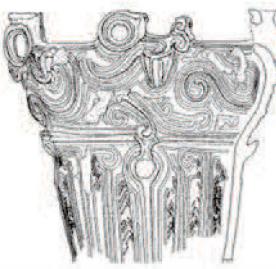
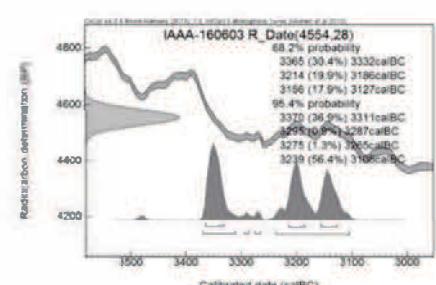
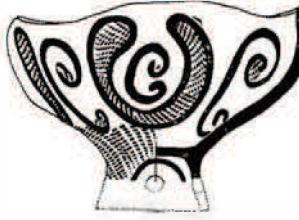
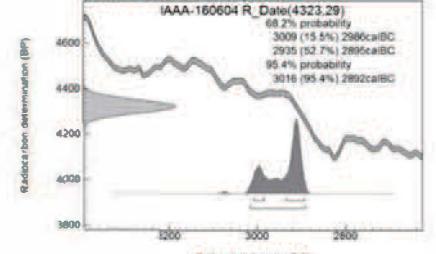
(縮尺 : 26 = 1/8、27・28 = 1/5、29 = 1/4、30 = 1/12)

表1 測定試料一覧表（7）

番号	遺跡名	図	採取部位	較正曲線データ
31	鹿島遺跡	図54-1 大木6式	胴部中位外面	 <p>IAAA-160595 R, Date(4897.28) 68.2% probability 3699 (68.2%) 3651calBC 95.4% probability 3712 (95.4%) 3638calBC</p>
32	法正尻遺跡	図751-1 大木8b式	口縁部内面	 <p>IAAA-160596 R, Date(4716.28) 68.2% probability 3629 (18.8%) 3598calBC 3526 (15.6%) 3501calBC 3429 (33.8%) 3381calBC 95.4% probability 3632 (29.0%) 3644calBC 3535 (20.9%) 3416calBC 3461 (44.6%) 3370calBC</p>
33		図31-3 大木7a式	口縁部～胴部上位内面	 <p>IAAA-160597 R, Date(4833.27) 68.2% probability 3497 (52.3%) 3457calBC 3377 (15.3%) 3386calBC 95.4% probability 3513 (74.7%) 3424calBC 3384 (20.7%) 3356calBC</p>
34	中江聖の宮遺跡	図42-2 大木7a式	胴部上位内面	 <p>IAAA-160598 R, Date(4588.28) 68.2% probability 3369 (43.5%) 3335calBC 3211 (14.4%) 3197calBC 3182 (16.9%) 3186calBC 95.4% probability 3282 (17.7%) 3254calBC 3275 (18.7%) 3222calBC 2771 (20.9%) 2707calBC 3020 (12.1%) 3040calBC 3168 (10.8%) 3115calBC</p>
35		図42-3 大木7a式	口縁部～胴部上位内面	 <p>IAAA-160599 R, Date(4636.29) 68.2% probability 3499 (54.3%) 3453calBC 3377 (13.9%) 3365calBC 95.4% probability 3516 (76.3%) 3397calBC 3385 (19.1%) 3366calBC</p>

（縮尺：31 = 1/6、32・35 = 1/8、33・34 = 1/4）

表 1 測定試料一覽表 (8)

番号	遺跡名	図	採取部位	較正曲線データ
36	中江聖の宮遺跡		口縁部内面 (沈線内)	
37	上ノ台A遺跡		口縁部外面 (沈線内)	
38	前山A遺跡		口縁部内面	
39	法正尻遺跡		口縁部内面	
40	塩沢上原A遺跡		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	$\delta^{13}\text{C} (\text{‰})$ (AMS)			$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり			
				I AAA	形態				Libby Age (yrBP)	
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					
							Libby Age (yrBP)			pMC (%)		
		IAAA	形態									
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 曆年較正<sup>14</sup>C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 $\sigma$ 曆年代範囲	2 $\sigma$ 曆年代範囲
	Age (yrBP)	pMC (%)			
1	4,450 ± 30	57.5 ± 0.19	4,401 ± 27	3088calBC - 3058calBC (19.3%) 3030calBC - 3007calBC (15.4%) 2989calBC - 2931calBC (33.5%)	3096calBC - 2920calBC (95.4%)
2	4,410 ± 30	57.8 ± 0.2	4,332 ± 28	3010calBC - 2981calBC (22.5%) 2940calBC - 2900calBC (45.7%)	3018calBC - 2896calBC (95.4%)
3	4,450 ± 30	57.5 ± 0.19	4,440 ± 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 ± 30	55.7 ± 0.18	4,640 ± 26	3498calBC - 3452calBC (56.0%) 3378calBC - 3367calBC (12.2%)	3515calBC - 3423calBC (76.9%) 3404calBC - 3399calBC ( 0.8%) 3385calBC - 3360calBC (17.6%)
5	4,400 ± 30	57.8 ± 0.2	4,367 ± 29	3012calBC - 2922calBC (68.2%)	3087calBC - 3060calBC ( 7.6%) 3030calBC - 2907calBC (87.8%)
6	4,450 ± 30	57.5 ± 0.19	4,427 ± 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 ± 30	58 ± 0.2	4,369 ± 29	3012calBC - 2924calBC (68.2%)	3088calBC - 3058calBC ( 8.6%) 3031calBC - 2907calBC (86.8%)
8	4,540 ± 30	56.8 ± 0.19	4,480 ± 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 ± 30	57.4 ± 0.19	4,436 ± 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 ± 30	57.6 ± 0.2	4,414 ± 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 ± 30	56.6 ± 0.2	4,516 ± 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 ± 30	56.8 ± 0.2	4,529 ± 29	3355calBC - 3325calBC (16.1%) 3232calBC - 3173calBC (28.9%) 3161calBC - 3118calBC (23.2%)	3360calBC - 3264calBC (32.2%) 3241calBC - 3103calBC (63.2%)
13	4,530 ± 30	56.9 ± 0.19	4,522 ± 27	3350calBC - 3323calBC (13.7%) 3234calBC - 3172calBC (30.7%) 3163calBC - 3117calBC (23.8%)	3355calBC - 3264calBC (31.2%) 3241calBC - 3103calBC (64.2%)
14	4,590 ± 30	56.5 ± 0.2	4,533 ± 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 ± 30	57.2 ± 0.18	4,478 ± 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 ± 30	56.3 ± 0.21	4,582 ± 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 ± 30	56.8 ± 0.18	4,512 ± 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 曆年較正<sup>14</sup>C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 $\sigma$ 曆年代範囲	2 $\sigma$ 曆年代範囲
	Age (yrBP)	pMC (%)			
18	4,530 ± 30	56.9 ± 0.18	4,480 ± 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 ± 30	55.9 ± 0.18	4,635 ± 27	3497calBC - 3456calBC (53.8%) 3377calBC - 3365calBC (14.4%)	3514calBC - 3423calBC (74.9%) 3404calBC - 3399calBC (0.7%) 3385calBC - 3356calBC (19.8%)
20	4,400 ± 30	57.8 ± 0.19	4,400 ± 27	3087calBC - 3060calBC (17.8%) 3030calBC - 3007calBC (15.5%) 2989calBC - 2931calBC (34.9%)	3095calBC - 2921calBC (95.4%)
21	4,480 ± 30	57.3 ± 0.18	4,475 ± 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 ± 30	57.6 ± 0.18	4,431 ± 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 ± 30	57.3 ± 0.19	4,458 ± 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 ± 30	58.9 ± 0.2	4,243 ± 28	2904calBC - 2873calBC (68.2%)	2911calBC - 2863calBC (76.2%) 2807calBC - 2758calBC (18.1%) 2717calBC - 2711calBC (1.1%)
25	4,420 ± 30	57.7 ± 0.18	4,408 ± 26	3091calBC - 3010calBC (53.3%) 2979calBC - 2960calBC (9.6%) 2952calBC - 2942calBC (5.3%)	3262calBC - 3253calBC (1.4%) 3099calBC - 2922calBC (94.0%)
26	4,430 ± 30	57.6 ± 0.2	4,395 ± 28	3084calBC - 3066calBC (11.9%) 3028calBC - 3004calBC (16.2%) 2991calBC - 2930calBC (40.1%)	3092calBC - 2921calBC (95.4%)
27	5,070 ± 30	53.2 ± 0.19	5,024 ± 29	3936calBC - 3872calBC (40.8%) 3811calBC - 3767calBC (27.4%)	3943calBC - 3855calBC (48.1%) 3846calBC - 3831calBC (2.7%) 3824calBC - 3712calBC (44.6%)
28	4,920 ± 30	54.2 ± 0.19	4,914 ± 28	3702calBC - 3657calBC (68.2%)	3762calBC - 3725calBC (8.5%) 3715calBC - 3644calBC (86.9%)
29	5,570 ± 30	50 ± 0.19	5,586 ± 30	4452calBC - 4440calBC (11.9%) 4425calBC - 4370calBC (56.3%)	4486calBC - 4477calBC (1.4%) 4466calBC - 4352calBC (94.0%)
30	4,880 ± 30	54.5 ± 0.19	4,825 ± 28	3652calBC - 3632calBC (35.5%) 3561calBC - 3537calBC (32.7%)	3660calBC - 3626calBC (42.3%) 3596calBC - 3527calBC (53.1%)
31	4,950 ± 30	54 ± 0.19	4,897 ± 28	3696calBC - 3651calBC (68.2%)	3712calBC - 3638calBC (95.4%)
32	4,820 ± 30	54.9 ± 0.19	4,716 ± 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 ± 30	55.7 ± 0.18	4,633 ± 27	3497calBC - 3457calBC (52.9%) 3377calBC - 3365calBC (15.3%)	3513calBC - 3424calBC (74.7%) 3384calBC - 3356calBC (20.7%)
34	4,620 ± 30	56.2 ± 0.19	4,568 ± 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 ± 30	55.8 ± 0.19	4,636 ± 29	3498calBC - 3453calBC (54.3%) 3377calBC - 3365calBC (13.9%)	3516calBC - 3397calBC (76.3%) 3385calBC - 3356calBC (19.1%)
36	4,810 ± 30	55 ± 0.19	4,759 ± 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 曆年較正<sup>14</sup>C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 $\sigma$ 曆年代範囲	2 $\sigma$ 曆年代範囲
	Age (yrBP)	pMC (%)			
37	4,590 ± 30	56.5 ± 0.2	4,571 ± 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 ± 30	58.3 ± 0.19	4,308 ± 27	2923calBC - 2892calBC (68.2%)	3011calBC - 2950calBC (15.1%) 2944calBC - 2885calBC (80.3%)
39	4,610 ± 30	56.4 ± 0.19	4,554 ± 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 ± 30	58.2 ± 0.2	4,323 ± 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

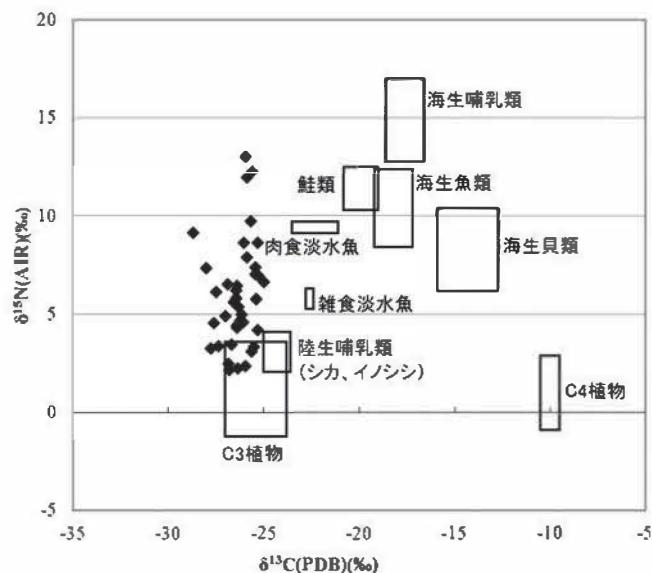
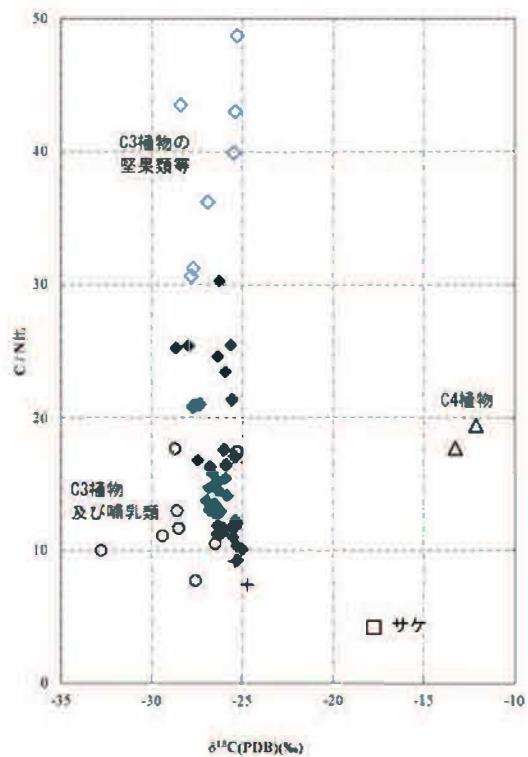


図1 炭素・窒素安定同位体比グラフ



◆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。

ただし、試料No.15は $\delta^{15}\text{N}$ が測定不可となったため、このグラフに表示していない。

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）