

第IV章 自然科学分析

1 大湯環状列石における放射性炭素年代（AMS 測定）

および炭素・窒素安定同位体分析

（株）加速器分析研究所

1 測定対象試料

大湯環状列石は秋田県鹿角市十和田大湯字万座・野中堂・一本木後口に所在する。測定対象試料は、土器付着炭化物、炭化材、漆の合計 27 点である（第 13 表）。これらの試料に対して放射性炭素年代測定を行い、さらに土器付着炭化物については炭素・窒素安定同位体及び含有量の測定を実施した。

漆は土器の体部や底部の内面に付着しており、土器に貯蔵された漆が残存したものと考えられている。土器付着炭化物及び漆を採取した土器の部位を第 13 表に示した。これらの土器は、縄文時代後期初頭から中葉頃に位置づけられている。

2 年代測定の意義

試料が出土した遺構の年代を明らかにし、また土器編年の参考とする。

3 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、炭化材 No. 13 以外の試料に対して、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」と第 13 表に記載する。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（CO₂）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。

4 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。

5 炭素・窒素安定同位体比及び含有量測定試料の化学処理工程と測定方法

- (1) 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 (第 16 表)。
- (2) 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 ($\delta^{13}C$) と窒素の安定同位体比 ($\delta^{15}N$) 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 ADVANTAGE ConFlo IV System) を使用する。 $\delta^{13}C$ の測定では IAEA の C6 を、 $\delta^{15}N$ の測定では N1 を標準試料とする。

6 算出方法

- (1) $\delta^{13}C$ は、試料炭素の ^{13}C 濃度 ($^{13}C/^{12}C$) を測定し、基準試料 (PDB) からのずれを示した値である。 $\delta^{15}N$ は、試料窒素の ^{15}N 濃度 ($^{15}N/^{14}N$) 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。 $\delta^{13}C$ 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 (第 13 表)、質量分析計による値は表中に (MASS) と注記する (第 16 表)。 $\delta^{15}N$ は質量分析計による値で、表中に (MASS) と注記する (第 16 表)。
- (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 $\delta^{13}C$ 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第 14 表・15 表に示した。 ^{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 $\delta^{13}C$ によって補正する必要があるため、補正した値を第 13 表に、補正していない値を参考値として第 14 表・15 表に示した。
- (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 ($1\sigma = 68.2\%$) 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}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、 $\delta^{13}C$ 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、OxCal v4.2 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第 14 表・15 表に示した。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 BP」または「cal BC/AD」という単位で表され、ここでは前者を第 14 表に、後者を第 15 表に示した。

7 測定結果

測定結果を第14表～16表に示す。較正年代は、cal BP と cal BC/AD の2通りで算出したが、以下の説明では cal BP の値で記載し（第14表）、cal BC/AD の値は図表のみ提示した（第15表）。安定同位体比等の測定結果は第16表に示し、解釈の参考とする散布図を第71図に掲げた。

以下、(1) 土器付着炭化物および漆 (No. 1～12、14～26)、(2) 炭化材 No. 13、(3) 土器付着炭化物 No. 27 に分けて検討する。

(1) 土器付着炭化物および漆 (No. 1～12、14～26) の年代

試料25点の¹⁴C年代は、4160±30yrBP (No. 19) から3460±30yrBP (No. 18) の間にあり、特に3780±30yrBP (No. 2) から3460±30yrBP の間に23点がまとまっている。

暦年較正年代(1σ)は、26点の中で最も古いNo. 19が4821～4630cal BP の間に4つの範囲、2番目に古いNo. 4が4805～4572cal BP の間に3つの範囲、よくまとまっている23点の中で最も古いNo. 2が4227～4093cal BP の間に4つの範囲、最も新しいNo. 18が3821～3648cal BP の間に4つの範囲で示される。25点の中で特に古いNo. 4、19は縄文時代中期中葉から後葉頃、よくまとまっている23点は、全体として後期前葉から中葉頃に相当する(小林2009)。土器型式から推定される年代に対して、No. 4、19は明らかに古い。その他の23点については、おおむね整合するか、若干新しいものが含まれる。今後、土器の個別の特徴を踏まえた詳細な検討が必要である。

これらの試料のうち、土器付着炭化物20点 (No. 1～12、19～26) は土器の様々な部位から採取されたが、それらは調理に伴って残存した食物に由来する可能性があり、特に内面の付着物はその可能性が高い。食物はその種類によって含まれる炭素の由来が異なり、それが年代値に影響する場合があるため、次に試料となった炭化物の特徴を炭素と窒素の安定同位体比、含有量に基づいて検討する。

今回測定された試料の炭素・窒素安定同位体比を日本列島の食料資源に関するデータと比較したグラフをYoneda et al. 2004に基づいて作成し、第71図に示した。

炭素安定同位体比 $\delta^{13}\text{C}$ は、-27.5‰ (No. 2) から-21.5‰ (No. 4) で、ほとんどはC3植物やそれを食べる動物の範囲に含まれるが、No. 4 (-21.5‰) と No. 25 (-22.8‰) はそれよりも高く、淡水魚の範囲に含まれる。特に高いNo. 4は鮭類の範囲に近い。窒素安定同位体比 $\delta^{15}\text{N}$ は、-0.235‰ (No. 25) から11.2‰ (No. 4) で、C3植物等の範囲から海生魚類等の範囲まで広がっている。なお、 $\delta^{13}\text{C}$ がC3植物やそれを食べる動物の範囲に含まれる試料の中に、 $\delta^{15}\text{N}$ がそれらよりも高い範囲に広がるものが少なくないことについては、 $\delta^{15}\text{N}$ が食物連鎖の上位に向かって濃縮されることを踏まえ、陸生の雑食もしくは肉食動物由来の窒素が試料に含まれると見なすことで、ある程度説明が可能である(赤澤ほか1993、吉田2006)。

土器付着炭化物の由来は単一とは限らず、複数の種類の食物等の残滓が含まれる可能性がある。このため、グラフ上に1点として示される各試料の内容も、複数の食物の混合物である可能性を考慮して検討する必要がある。ここで検討している20点のうち多数については、主にC3植物とそれを食べる動物に由来すると見なし得る値である。しかし、No. 4は明らかにその範囲外にあり、海生生物由来の炭素、窒素を含む可能性が高い。このことから、 $\delta^{13}\text{C}$ が高いNo. 25など、No. 4以外の試料についても海生生物由来のものが含まれる可能性を考慮する必要がある。このNo. 4は、20点の中で特に古く、土器型式から推定される年代値よりも古い値を示していることから、海洋リザーバー効果の影響が考えられる。

次に、炭素・窒素含有量に基づいてC/N比を算出すると、モル比で8.7 (No. 1) から140.0 (No. 27) の範囲である。ただし、No. 27は窒素量が極端に少ないため、これを除外すると最も高いのは49.4 (No. 7) となる。C/Nモル比については、ドングリ等デンプンを主成分とするC3植物は30～50、それらを除く

C3 植物は7~20、草食動物もこの範囲に含まれ、海生生物はこれらと一部重なりながら若干低い値となることが報告されており（吉田 2006）、今回の試料 20 点の多くはドングリ等以外の C3 植物や草食動物の範囲に含まれることになる。No. 2、7 はドングリ等の範囲に含まれる。安定同位体比に基づく検討結果におおむね矛盾しない結果と言える。

試料の炭素含有量（EA-IRMS 測定による）は、ほとんどが 50%を超える適正な値を示した。41.0%の No. 25 は若干低い。16.8%の No. 6 はかなり低い値で、この試料については炭化物の中に褐色粒が含まれる状態が観察されている。No. 6 には胎土等が含まれる可能性があり、測定された炭素の由来に注意を要する。

（2）炭化材 No. 13 の年代

試料の ^{14}C 年代は $3480 \pm 30\text{yrBP}$ 、暦年較正年代（ 1σ ）は $3826 \sim 3701\text{cal BP}$ の間に 3 つの範囲で示され、縄文時代後期中葉頃に相当する（小林 2009）。土器附着炭化物および漆の大部分が示した年代と重なる。

炭素含有率（酸化回収率=回収された二酸化炭素中の炭素相当量/燃焼された試料量、年代測定の化学処理過程で算出される）は 69%の十分な値で、化学処理、測定上の問題は認められない。

（3）土器附着炭化物 No. 27 の年代

試料の ^{14}C 年代は $450 \pm 20\text{yrBP}$ 、暦年較正年代（ 1σ ）は $518 \sim 502\text{cal BP}$ （ $1432 \sim 1449\text{cal AD}$ ）の範囲で示される。土器型式の時期（縄文時代後期前葉頃）とはかけ離れた新しい年代値である。

炭素含有量は 12.1%と、通常の炭化物より低い値を示した。炭素の安定同位体比は -28.2‰ で、C3 植物等の範囲である。窒素含有量は 0.101%と極めて低く、窒素の安定同位体比は検出限界以下となった。

試料は粉状で、黒色の炭化物の他に褐色の部分が認められ、胎土等が混入した可能性がある。小林謙一（2004）は、炭素含有率が 10%以下となった試料の半数近くがやや古すぎる値を示し、特に数%程度のものは「異常値」を示したとしている。今回の試料は、炭素含有量が低いものの、小林が指摘する「異常値」を示すほどの低さではない。また、胎土が混入した土器附着炭化物は、胎土に含まれる古い炭素の影響からか、本来よりも古い年代を示すことが多いのに対し、今回は大幅に新しい年代値となっている。このような状況から、試料自体に何らかの汚染があるものと考えられるため、今回の No. 27 の測定結果に基づいて土器の使用年代や調理対象物等を検討することはできない。

文献

赤澤威, 米田穰, 吉田邦夫 1993 北村縄文人骨の同位体食性分析, 中央自動車道長野線埋蔵文化財発掘調査報告書 11 —明科町内— 北村遺跡 本文編 ((財)長野県埋蔵文化財センター発掘調査報告書 14), 長野県教育委員会, (財)長野県埋蔵文化財センター, 445-468

Bronk Ramsey, C. 2009 Bayesian analysis of radiocarbon dates, *Radiocarbon* 51(1), 337-360

小林謙一 2004 試料採取と前処理, 季刊考古学, 88, 50-55

小林達雄編 2008 総覧縄文土器, 総覧縄文土器刊行委員会, アム・プロモーション

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

吉田邦夫 2006 煮炊きして出来た炭化物の同位体分析, 新潟県立歴史博物館研究紀要 7, 51-58

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

測定番号	試料名	採取場所	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 (%)
IAAA-141665	No.1	調査年:1987 地区:D グリッド:YL-90 層位:Ⅲ 採取部位:内面・胴部上部	土器付着炭化物	AC+AaA	-24.62 ± 0.24	3,690 ± 30	63.17 ± 0.22
IAAA-141666	No.2	調査年:1997 地区:F5 遺構:SK(F)02(08) 層位:底 採取部位:内面・胴部下部	土器付着炭化物	AC+AaA	-27.14 ± 0.22	3,780 ± 30	62.46 ± 0.22
IAAA-141667	No.3	調査年:1999 地区:D6 遺構:pit969 (SB612) 採取部位:外面・口縁部付近	土器付着炭化物	AC+AaA	-26.20 ± 0.25	3,500 ± 30	64.71 ± 0.24
IAAA-141668	No.4	調査年:1993 地区:D4 遺構:SK1215 (SK415) 採取部位:内面・胴部中部	土器付着炭化物	AC+AaA	-22.53 ± 0.45	4,120 ± 30	59.88 ± 0.22
IAAA-141669	No.5	調査年:2002 地区:D9 遺構:SI2 採取部位:内面・胴部中部	土器付着炭化物	AC+AaA	-25.47 ± 0.30	3,660 ± 30	63.41 ± 0.23
IAAA-141670	No.6	調査年:1988 地区:D 遺構:SK(F)296 採取部位:外面・口縁部	土器付着炭化物	AC+AaA	-26.46 ± 0.28	3,650 ± 30	63.46 ± 0.22
IAAA-141671	No.7	調査年:1987 地区:D 遺構:SK(F)240 層位:底 採取部位:内面・胴部下部	土器付着炭化物	AC+AaA	-26.05 ± 0.30	3,590 ± 30	63.96 ± 0.21
IAAA-141672	No.8	調査年:1988 地区:D 遺構:SK(F)301 層位:東壁際下位 採取部位:外面・胴部下部	土器付着炭化物	AC+AaA	-26.02 ± 0.28	3,720 ± 30	62.96 ± 0.22
IAAA-141673	No.9	調査年:1989 地区:F1 遺構:SK(F)419A 層位:下 採取部位:外面・口縁部	土器付着炭化物	AC+AaA	-24.37 ± 0.32	3,510 ± 30	64.61 ± 0.22
IAAA-141674	No.10	調査年:1985 地区:B グリッド:J-102 層位:Ⅲ b層 採取部位:外面・口縁部	土器付着炭化物	AC+AaA	-22.49 ± 0.31	3,710 ± 30	63.00 ± 0.21
IAAA-141675	No.11	調査年:1994 地区:D6 遺構:SK621 採取部位:外面・胴部中～上部	土器付着炭化物	AC+AaA	-24.72 ± 0.38	3,630 ± 30	63.65 ± 0.24
IAAA-141676	No.12	調査年:1990 地区:F2 遺構:SK(F)483 層位:西壁底直 採取部位:内面・胴部中部	土器付着炭化物	AC+AaA	-25.42 ± 0.33	3,710 ± 30	63.02 ± 0.22
IAAA-141677	No.13	調査年:2000 地区:B2 遺構:SI2 層位:床直	炭化材	AAA	-26.94 ± 0.31	3,480 ± 30	64.84 ± 0.22
IAAA-141678	No.14	調査年:1987 地区:D 遺構:SK224 採取部位:内面・底部	漆	AC+AAA	-28.29 ± 0.27	3,490 ± 30	64.75 ± 0.21
IAAA-141679	No.15	調査年:1987 地区:D 遺構:pit140 (SB213) 採取部位:内面・底部付近	漆	AC+AAA	-29.41 ± 0.35	3,510 ± 30	64.62 ± 0.22
IAAA-141680	No.16	調査年:2000 地区:B 遺構:SK103 採取部位:内面・体部	漆	AC+AAA	-28.73 ± 0.29	3,620 ± 30	63.75 ± 0.23
IAAA-141681	No.17	調査年:1987 地区:D 遺構:SK(F)217 層位:9層 採取部位:内面・底部付近	漆	AC+AAA	-28.99 ± 0.34	3,650 ± 30	63.45 ± 0.23

IAAA-141682	No.18	調査年:1994 地区:D6 遺構:pi959(SB615) 採取部位:内面・胴部中部	漆	AC+AAA	-28.90 ± 0.33	3,460 ± 30	65.00 ± 0.22
IAAA-141683	No.19	調査年:1995 地区:D7 グリッド:ZE-90 層位: IIIa-b 採取部位:内面・口縁部	土器付着 炭化物	AC+AaA	-26.32 ± 0.28	4,160 ± 30	59.57 ± 0.20
IAAA-141684	No.20	調査年:1996 地区:F4 グリッド:YE-102 層位: IIIa-b 採取部位:内面・胴部上部～口縁部	土器付着 炭化物	AC+AaA	-24.53 ± 0.26	3,620 ± 30	63.75 ± 0.21
IAAA-141685	No.21	調査年:2002 地区:D9 グリッド:YO-86 層位: III d 下 採取部位:外面・胴部中～上部	土器付着 炭化物	AC+AaA	-25.11 ± 0.29	3,770 ± 30	62.57 ± 0.21
IAAA-141686	No.22	調査年:2000 地区:B2 グリッド:O-85/86/87 層位: IIIb-d 採取部位:内面・口縁部	土器付着 炭化物	AC+AaA	-26.33 ± 0.25	3,560 ± 30	64.23 ± 0.21
IAAA-141687	No.23	調査年:1992 地区:D5 グリッド:ZY-103 層位: III d 採取部位:内面・口縁部	土器付着 炭化物	AC+AaA	-23.78 ± 0.29	3,690 ± 30	63.18 ± 0.20
IAAA-141688	No.24	調査年:2000 地区:B2 グリッド:M-86 層位: IIIc-d 採取部位:内面・底部付近	土器付着 炭化物	AC+AaA	-24.58 ± 0.27	3,770 ± 30	62.52 ± 0.20
IAAA-141689	No.25	調査年:1988 地区:D 遺構:SK306 層位:床 直 採取部位:内面・底部付近	土器付着 炭化物	AC+AaA	-20.97 ± 0.32	3,570 ± 30	64.14 ± 0.22
IAAA-141690	No.26	調査年:1992 地区:D5 グリッド:ZZ-103 層位: III d 採取部位:外面・口縁部	土器付着 炭化物	AC+AaA	-24.04 ± 0.29	3,540 ± 30	64.33 ± 0.21
IAAA-141691	No.27	調査年:1996 地区:F4 遺構:SK27 採取部位: 内面・胴部上部	土器付着 炭化物	AC+AaA	-27.24 ± 0.28	450 ± 20	94.50 ± 0.26

第14表 放射性炭素年代測定結果 ($\delta^{13}\text{C}$ 未補正值、暦年較正用 ^{14}C 年代、較正年代 cal BP)

測定番号	$\delta^{13}\text{C}$ 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 (%)			
IAAA-141665 (試料No.1)	3,680 ± 30	63.21 ± 0.21	3,690 ± 27	4083calBP - 4028calBP (45.0%) 4011calBP - 3982calBP (23.2%)	4143calBP - 4126calBP (2.9%) 4094calBP - 3963calBP (88.6%) 3947calBP - 3928calBP (3.9%)
IAAA-141666 (試料No.2)	3,820 ± 30	62.18 ± 0.21	3,781 ± 27	4227calBP - 4200calBP (21.2%) 4178calBP - 4170calBP (5.3%) 4160calBP - 4143calBP (14.3%) 4126calBP - 4093calBP (27.4%)	4242calBP - 4085calBP (95.4%)
IAAA-141667 (試料No.3)	3,520 ± 30	64.55 ± 0.23	3,496 ± 29	3830calBP - 3811calBP (12.8%) 3801calBP - 3721calBP (55.4%)	3848calBP - 3691calBP (94.5%) 3658calBP - 3651calBP (0.9%)
IAAA-141668 (試料No.4)	4,080 ± 30	60.19 ± 0.22	4,119 ± 30	4805calBP - 4760calBP (21.2%) 4697calBP - 4674calBP (10.1%) 4647calBP - 4572calBP (36.9%)	4815calBP - 4753calBP (25.1%) 4725calBP - 4527calBP (70.3%)
IAAA-141669 (試料No.5)	3,670 ± 30	63.35 ± 0.23	3,659 ± 29	4076calBP - 4039calBP (24.8%) 3994calBP - 3958calBP (25.9%) 3951calBP - 3926calBP (17.6%)	4085calBP - 3898calBP (95.4%)
IAAA-141670 (試料No.6)	3,680 ± 30	63.27 ± 0.22	3,653 ± 28	4069calBP - 4044calBP (15.3%) 3990calBP - 3915calBP (52.9%)	4084calBP - 4027calBP (26.2%) 4013calBP - 3892calBP (69.2%)
IAAA-141671 (試料No.7)	3,610 ± 30	63.83 ± 0.21	3,589 ± 26	3921calBP - 3849calBP (68.2%)	3972calBP - 3835calBP (95.4%)
IAAA-141672 (試料No.8)	3,730 ± 30	62.83 ± 0.22	3,716 ± 28	4140calBP - 4130calBP (7.0%) 4091calBP - 4070calBP (16.4%) 4044calBP - 3990calBP (44.8%)	4149calBP - 4109calBP (17.5%) 4103calBP - 3980calBP (77.9%)
IAAA-141673 (試料No.9)	3,500 ± 30	64.70 ± 0.22	3,508 ± 27	3834calBP - 3817calBP (12.3%) 3796calBP - 3724calBP (55.9%)	3856calBP - 3698calBP (95.4%)
IAAA-141674 (試料No.10)	3,670 ± 30	63.32 ± 0.21	3,711 ± 27	4090calBP - 4065calBP (18.4%) 4048calBP - 3988calBP (49.8%)	4148calBP - 4113calBP (13.1%) 4100calBP - 3978calBP (82.3%)
IAAA-141675 (試料No.11)	3,620 ± 30	63.69 ± 0.23	3,629 ± 29	3977calBP - 3900calBP (68.2%)	4074calBP - 4040calBP (7.8%) 3993calBP - 3855calBP (87.6%)
IAAA-141676 (試料No.12)	3,720 ± 30	62.97 ± 0.22	3,708 ± 28	4090calBP - 4062calBP (19.2%) 4051calBP - 3986calBP (49.0%)	4148calBP - 4110calBP (12.2%) 4102calBP - 3975calBP (83.2%)
IAAA-141677 (試料No.13)	3,510 ± 30	64.58 ± 0.21	3,480 ± 26	3826calBP - 3790calBP (27.2%) 3770calBP - 3745calBP (18.7%) 3731calBP - 3701calBP (22.3%)	3834calBP - 3690calBP (92.7%) 3660calBP - 3649calBP (2.7%)
IAAA-141678 (試料No.14)	3,550 ± 30	64.31 ± 0.21	3,491 ± 26	3827calBP - 3788calBP (26.8%) 3777calBP - 3719calBP (41.4%)	3839calBP - 3692calBP (95.4%)
IAAA-141679 (試料No.15)	3,580 ± 30	64.03 ± 0.22	3,508 ± 27	3834calBP - 3817calBP (12.3%) 3796calBP - 3724calBP (55.9%)	3856calBP - 3698calBP (95.4%)

IAAA-141680 (試料No.16)	3,680 ± 30	63.26 ± 0.22	3,616 ± 28	3971calBP - 3939calBP (28.0%) 3934calBP - 3890calBP (40.2%)	4061calBP - 4052calBP (1.2%) 3985calBP - 3843calBP (94.2%)
IAAA-141681 (試料No.17)	3,720 ± 30	62.93 ± 0.22	3,654 ± 29	4070calBP - 4013calBP (17.5%) 3991calBP - 3920calBP (50.7%)	4084calBP - 3892calBP (95.4%)
IAAA-141682 (試料No.18)	3,520 ± 30	64.48 ± 0.22	3,460 ± 27	3821calBP - 3794calBP (20.9%) 3762calBP - 3751calBP (7.3%) 3726calBP - 3690calBP (31.7%) 3660calBP - 3648calBP (8.3%)	3829calBP - 3680calBP (81.9%) 3670calBP - 3642calBP (13.5%)
IAAA-141683 (試料No.19)	4,180 ± 30	59.40 ± 0.20	4,161 ± 26	4821calBP - 4799calBP (11.3%) 4762calBP - 4691calBP (35.6%) 4679calBP - 4643calBP (19.2%) 4635calBP - 4630calBP (2.2%)	4828calBP - 4782calBP (19.2%) 4768calBP - 4610calBP (73.6%) 4598calBP - 4585calBP (2.6%)
IAAA-141684 (試料No.19)	3,610 ± 30	63.81 ± 0.21	3,616 ± 26	3971calBP - 3940calBP (27.5%) 3934calBP - 3891calBP (40.7%)	3984calBP - 3844calBP (95.4%)
IAAA-141685 (試料No.20)	3,770 ± 30	62.56 ± 0.21	3,766 ± 27	4219calBP - 4209calBP (6.5%) 4156calBP - 4088calBP (61.7%)	4236calBP - 4080calBP (89.8%) 4034calBP - 4006calBP (5.6%) 3958calBP - 3950calBP (0.9%) 3925calBP - 3819calBP (78.7%) 3795calBP - 3760calBP (9.4%) 3753calBP - 3726calBP (6.4%)
IAAA-141686 (試料No.21)	3,580 ± 30	64.05 ± 0.21	3,556 ± 26	3894calBP - 3830calBP (68.2%)	4139calBP - 4130calBP (1.3%) 4092calBP - 3965calBP (90.6%) 3945calBP - 3929calBP (3.5%)
IAAA-141687 (試料No.22)	3,670 ± 30	63.34 ± 0.20	3,688 ± 25	4223calBP - 4205calBP (13.1%) 4158calBP - 4138calBP (16.5%) 4132calBP - 4090calBP (38.6%)	4237calBP - 4083calBP (95.0%) 4017calBP - 4014calBP (0.4%)
IAAA-141689 (試料No.24)	3,500 ± 30	64.67 ± 0.21	3,567 ± 26	3895calBP - 3836calBP (68.2%)	3965calBP - 3945calBP (3.7%) 3930calBP - 3825calBP (85.6%) 3792calBP - 3768calBP (3.8%) 3746calBP - 3740calBP (2.2%)
IAAA-141690 (試料No.25)	3,530 ± 30	64.45 ± 0.21	3,544 ± 26	3885calBP - 3827calBP (54.2%) 3789calBP - 3775calBP (8.6%) 3742calBP - 3733calBP (5.4%)	3903calBP - 3811calBP (63.4%) 3801calBP - 3721calBP (32.0%)
IAAA-141691 (試料No.26)	490 ± 20	94.07 ± 0.25	454 ± 21	518calBP - 502calBP (68.2%)	530calBP - 493calBP (95.4%)

第 15 表 放射性炭素年代測定結果 ($\delta^{13}\text{C}$ 未補正值、暦年較正用 ^{14}C 年代、較正年代 cal BC/AD)

測定番号	$\delta^{13}\text{C}$ 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 (%)			
IAAA-141665 (試料No.1)	3,680 ± 30	63.21 ± 0.21	3,690 ± 27	2134calBC - 2079calBC (45.0%) 2062calBC - 2033calBC (23.2%)	2194calBC - 2177calBC (2.9%) 2145calBC - 2014calBC (88.6%) 1998calBC - 1979calBC (3.9%)
IAAA-141666 (試料No.2)	3,820 ± 30	62.18 ± 0.21	3,781 ± 27	2278calBC - 2251calBC (21.2%) 2229calBC - 2221calBC (5.3%) 2211calBC - 2194calBC (14.3%) 2177calBC - 2144calBC (27.4%)	2293calBC - 2136calBC (95.4%)
IAAA-141667 (試料No.3)	3,520 ± 30	64.55 ± 0.23	3,496 ± 29	1881calBC - 1862calBC (12.8%) 1852calBC - 1772calBC (55.4%)	1899calBC - 1742calBC (94.5%) 1709calBC - 1702calBC (0.9%)
IAAA-141668 (試料No.4)	4,080 ± 30	60.19 ± 0.22	4,119 ± 30	2856calBC - 2811calBC (21.2%) 2748calBC - 2725calBC (10.1%) 2698calBC - 2623calBC (36.9%)	2866calBC - 2804calBC (25.1%) 2776calBC - 2578calBC (70.3%)
IAAA-141669 (試料No.5)	3,670 ± 30	63.35 ± 0.23	3,659 ± 29	2127calBC - 2090calBC (24.8%) 2045calBC - 2009calBC (25.9%) 2002calBC - 1977calBC (17.6%)	2136calBC - 1949calBC (95.4%)
IAAA-141670 (試料No.6)	3,680 ± 30	63.27 ± 0.22	3,653 ± 28	2120calBC - 2095calBC (15.3%) 2041calBC - 1966calBC (52.9%)	2135calBC - 2078calBC (26.2%) 2064calBC - 1943calBC (69.2%)
IAAA-141671 (試料No.7)	3,610 ± 30	63.83 ± 0.21	3,589 ± 26	1972calBC - 1900calBC (68.2%)	2023calBC - 1886calBC (95.4%)
IAAA-141672 (試料No.8)	3,730 ± 30	62.83 ± 0.22	3,716 ± 28	2191calBC - 2181calBC (7.0%) 2142calBC - 2121calBC (16.4%) 2095calBC - 2041calBC (44.8%)	2200calBC - 2160calBC (17.5%) 2154calBC - 2031calBC (77.9%)
IAAA-141673 (試料No.9)	3,500 ± 30	64.70 ± 0.22	3,508 ± 27	1885calBC - 1868calBC (12.3%) 1847calBC - 1775calBC (55.9%)	1907calBC - 1749calBC (95.4%)
IAAA-141674 (試料No.10)	3,670 ± 30	63.32 ± 0.21	3,711 ± 27	2141calBC - 2116calBC (18.4%) 2099calBC - 2039calBC (49.8%)	2199calBC - 2164calBC (13.1%) 2151calBC - 2029calBC (82.3%)
IAAA-141675 (試料No.11)	3,620 ± 30	63.69 ± 0.23	3,629 ± 29	2028calBC - 1951calBC (68.2%)	2125calBC - 2091calBC (7.8%) 2044calBC - 1906calBC (87.6%)
IAAA-141676 (試料No.12)	3,720 ± 30	62.97 ± 0.22	3,708 ± 28	2141calBC - 2113calBC (19.2%) 2102calBC - 2037calBC (49.0%)	2199calBC - 2161calBC (12.2%) 2153calBC - 2026calBC (83.2%)
IAAA-141677 (試料No.13)	3,510 ± 30	64.58 ± 0.21	3,480 ± 26	1877calBC - 1841calBC (27.2%) 1821calBC - 1796calBC (18.7%) 1782calBC - 1752calBC (22.3%)	1885calBC - 1741calBC (92.7%) 1711calBC - 1700calBC (2.7%)
IAAA-141678 (試料No.14)	3,550 ± 30	64.31 ± 0.21	3,491 ± 26	1878calBC - 1839calBC (26.8%) 1828calBC - 1770calBC (41.4%)	1890calBC - 1743calBC (95.4%)
IAAA-141679 (試料No.15)	3,580 ± 30	64.03 ± 0.22	3,508 ± 27	1885calBC - 1868calBC (12.3%) 1847calBC - 1775calBC (55.9%)	1907calBC - 1749calBC (95.4%)

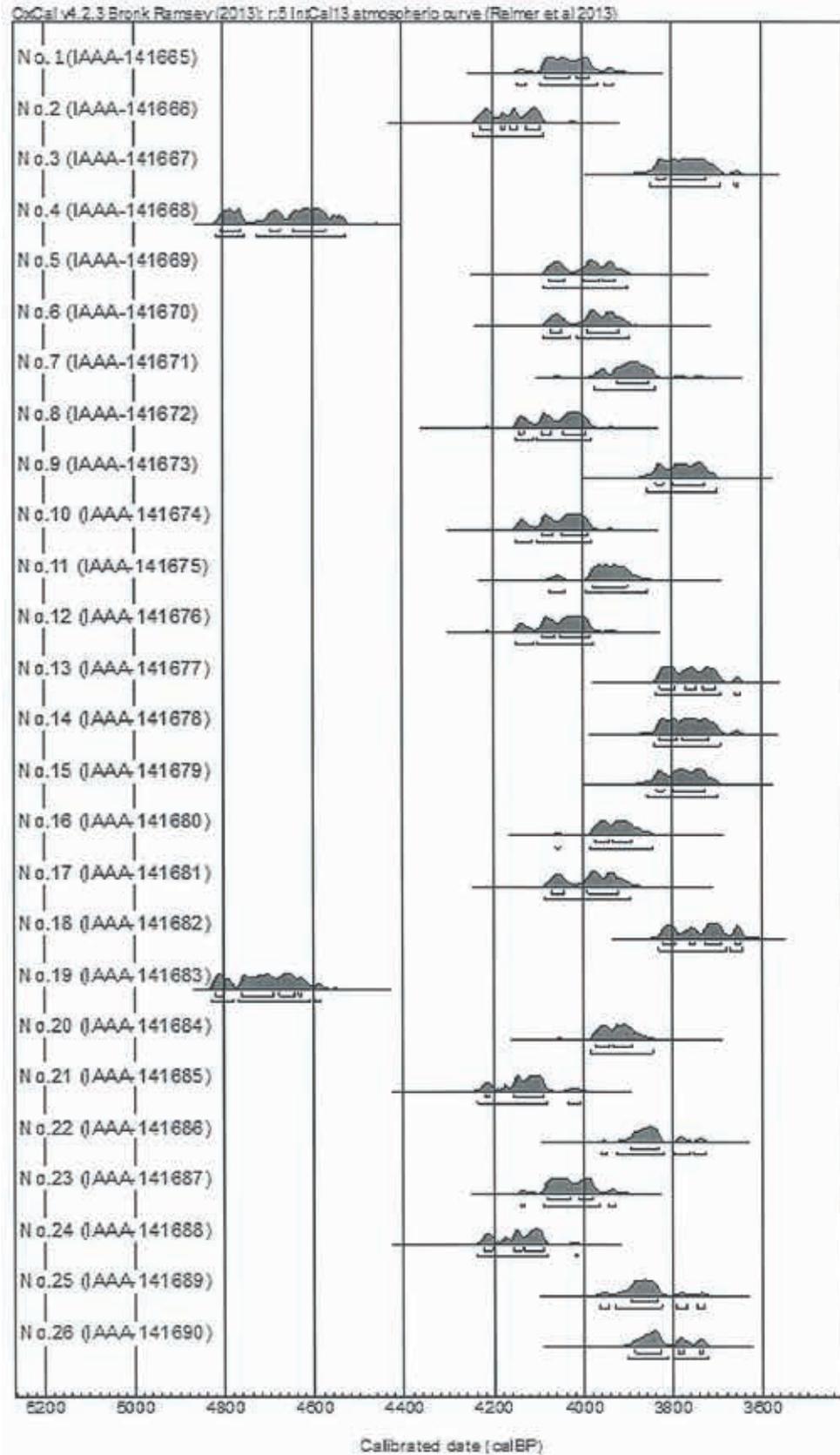
IAAA-141680 (試料No.16)	3,680 ± 30	63.26 ± 0.22	3,616 ± 28	2022calBC - 1990calBC (28.0%) 1985calBC - 1941calBC (40.2%)	2112calBC - 2103calBC (1.2%) 2056calBC - 1894calBC (94.2%)
IAAA-141681 (試料No.17)	3,720 ± 30	62.93 ± 0.22	3,654 ± 29	2121calBC - 2094calBC (17.5%) 2042calBC - 1971calBC (50.7%)	2135calBC - 1943calBC (95.4%)
IAAA-141682 (試料No.18)	3,520 ± 30	64.48 ± 0.22	3,460 ± 27	1872calBC - 1845calBC (20.9%) 1813calBC - 1802calBC (7.3%) 1777calBC - 1741calBC (31.7%) 1711calBC - 1699calBC (8.3%)	1880calBC - 1731calBC (81.9%) 1721calBC - 1693calBC (13.5%)
IAAA-141683 (試料No.19)	4,180 ± 30	59.40 ± 0.20	4,161 ± 26	2872calBC - 2850calBC (11.3%) 2813calBC - 2742calBC (35.0%) 2730calBC - 2694calBC (19.2%) 2686calBC - 2681calBC (2.2%)	2879calBC - 2833calBC (19.2%) 2819calBC - 2661calBC (73.6%) 2649calBC - 2636calBC (2.6%)
IAAA-141684 (試料No.19)	3,610 ± 30	63.81 ± 0.21	3,616 ± 26	2022calBC - 1991calBC (27.5%) 1985calBC - 1942calBC (40.7%)	2035calBC - 1895calBC (95.4%)
IAAA-141685 (試料No.20)	3,770 ± 30	62.56 ± 0.21	3,766 ± 27	2270calBC - 2260calBC (6.5%) 2207calBC - 2139calBC (61.7%)	2287calBC - 2131calBC (89.8%) 2085calBC - 2057calBC (5.0%)
IAAA-141686 (試料No.21)	3,580 ± 30	64.05 ± 0.21	3,556 ± 26	1945calBC - 1881calBC (68.2%)	2009calBC - 2001calBC (0.9%) 1976calBC - 1870calBC (78.7%) 1846calBC - 1811calBC (9.4%) 1804calBC - 1777calBC (6.4%)
IAAA-141687 (試料No.22)	3,670 ± 30	63.34 ± 0.20	3,688 ± 25	2133calBC - 2081calBC (44.9%) 2061calBC - 2032calBC (23.3%)	2190calBC - 2181calBC (1.3%) 2143calBC - 2016calBC (90.6%) 1996calBC - 1980calBC (3.5%)
IAAA-141688 (試料No.23)	3,770 ± 30	62.57 ± 0.20	3,773 ± 25	2274calBC - 2256calBC (13.1%) 2209calBC - 2189calBC (16.5%) 2183calBC - 2141calBC (38.6%)	2288calBC - 2134calBC (95.0%) 2068calBC - 2065calBC (0.4%)
IAAA-141689 (試料No.24)	3,500 ± 30	64.67 ± 0.21	3,567 ± 26	1946calBC - 1887calBC (68.2%)	2016calBC - 1996calBC (3.7%) 1981calBC - 1876calBC (85.6%) 1843calBC - 1819calBC (3.8%) 1797calBC - 1781calBC (2.2%)
IAAA-141690 (試料No.25)	3,530 ± 30	64.45 ± 0.21	3,544 ± 26	1946calBC - 1878calBC (54.2%) 1840calBC - 1826calBC (8.0%) 1793calBC - 1784calBC (5.4%)	1954calBC - 1862calBC (63.1%) 1852calBC - 1772calBC (32.0%)
IAAA-141691 (試料No.26)	490 ± 20	94.07 ± 0.25	454 ± 21	1432calAD - 1449calAD (68.2%)	1421calAD - 1457calAD (95.4%)

第 16 表 炭素・窒素安定同位体比及び含有量

試料名	$\delta^{13}\text{C}$ (‰) (MASS)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰) (MASS)	C 含有量 (%)	N 含有量 (%)	C/N 重量比	C/N モル比
No.1	-24.5	6.96	55.1	7.37	7.5	8.7
No.2	-27.5	6.55	57.5	1.77	32.5	37.9
No.3	-25.6	7.57	59.9	3.87	15.5	18.1
No.4	-21.5	11.2	58.7	6.82	8.6	10.1
No.5	-24.3	8.99	53.9	6.44	8.4	9.8
No.6*	-25.5	4.72	16.8	1.08	15.5	18.1
No.7	-26.7	0.37	51.5	1.22	42.4	49.4
No.8	-25.0	6.88	63.4	3.36	18.9	22.0
No.9	-24.1	3.81	62.6	3.63	17.3	20.1
No.10	-23.9	3.80	58.9	4.17	14.1	16.5
No.11	-24.8	5.11	62.2	3.52	17.7	20.6
No.12	-25.8	3.81	61.5	5.45	11.3	13.2
No.19	-26.0	9.50	63.0	5.68	11.1	12.9
No.20	-25.4	4.56	61.5	6.18	10.0	11.6
No.21	-25.2	3.60	58.6	3.48	16.8	19.6
No.22	-26.4	3.37	63.3	5.51	11.5	13.4
No.23	-25.0	9.09	48.9	5.15	9.5	11.1
No.24	-25.7	3.78	52.9	6.19	8.5	10.0
No.25	-22.8	-0.235	41.0	2.36	17.4	20.3
No.26	-24.5	6.32	58.8	3.40	17.3	20.2
No.27	-28.2	検出限界以下	12.1	0.101	120.0	140.0

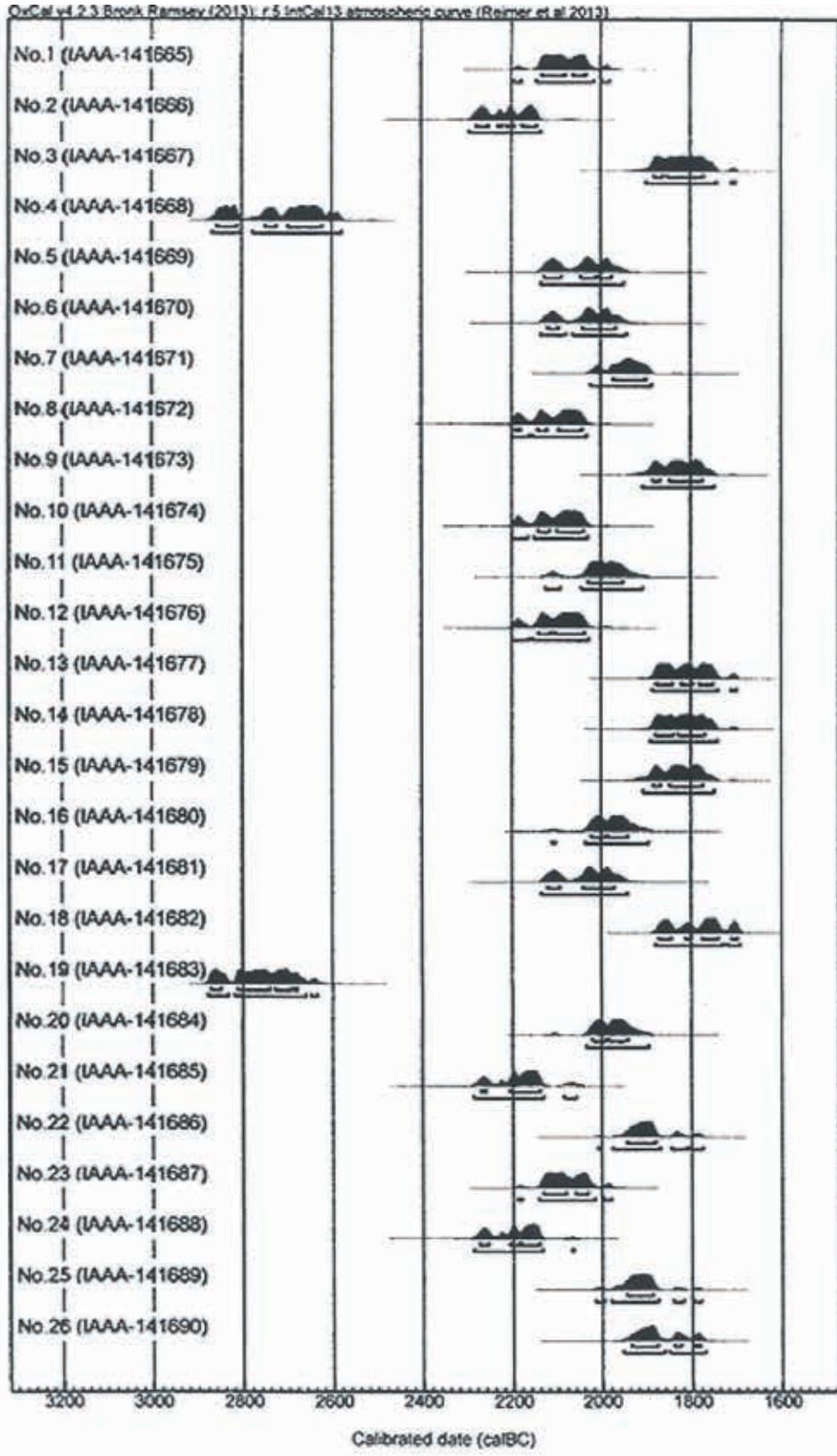
* $\delta^{15}\text{N}$ について、サンプルの窒素含有量が少なく、適正出力が得られなかった。このため、既知試薬の同出力での測定結果に基づき、約 0.33‰ の補正をかけている。測定精度は $\pm 0.2\%$ 程度と予想される。

なお、表 3 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、SI サイエンス株式会社の協力を得て行った。



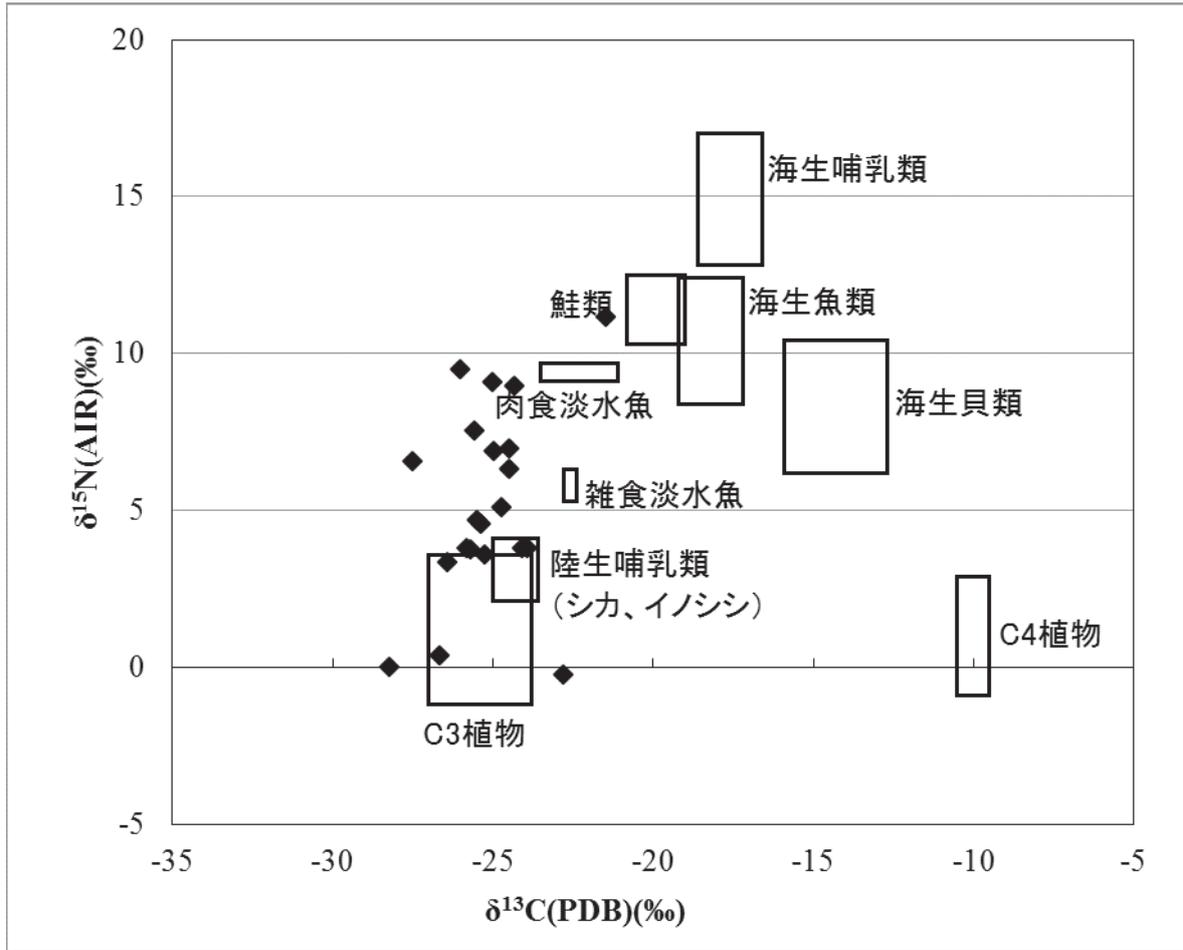
第 69 図 暦年較正年代グラフ

(マルチプロット図、cal BP、参考) No. 27 は他の試料とは年代値がかけ離れているため、図示していない。



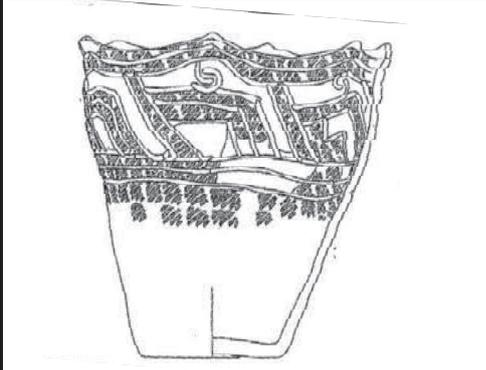
第 70 図 暦年較正年代グラフ (マルチプロット図、cal BC/AD、参考)

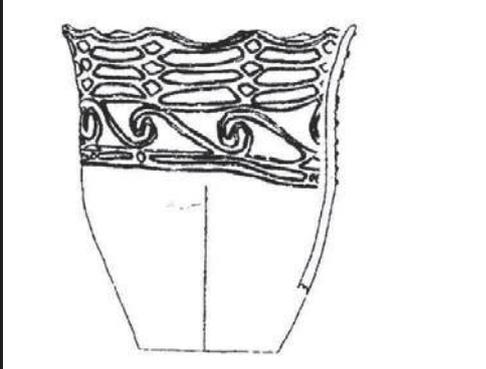
No. 27 は他の試料とは年代値がかけ離れているため、図示していない。



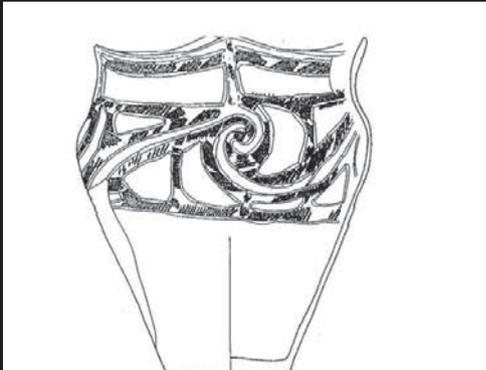
◆は測定試料。散布図上に表示した枠は、食料資源の同位体比の分布範囲を示す。Yoneda et al. 2004 に基づき作成した。

第 71 図 炭素・窒素安定同位体比グラフ (参考)

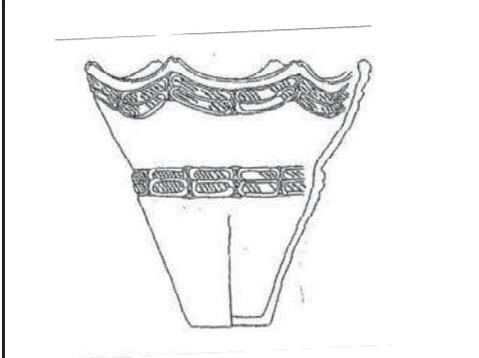
測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141665	No.1	調査年:1987 地区:D区
	試料形態	処理方法	YL-90
	土器附着炭化物	AC+AaA	層位:Ⅲ層 採取部位:内面上部
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
	-24.62±0.24	Libby Age(yrBP)	pMC(0/0)
		3,690±30	63.17±0.22
備 考			

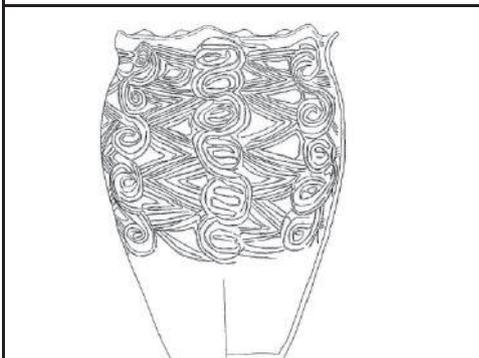
測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141666	No.2	調査年:1997 地区:F5区
	試料形態	処理方法	SK(F)02
	土器附着炭化物	AC+AaA	層位:土坑底面 採取部位:内面・胴部下部
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
	-27.14±0.22	Libby Age(yrBP)	pMC(0/0)
		3,780±30	62.46±0.22
備 考			

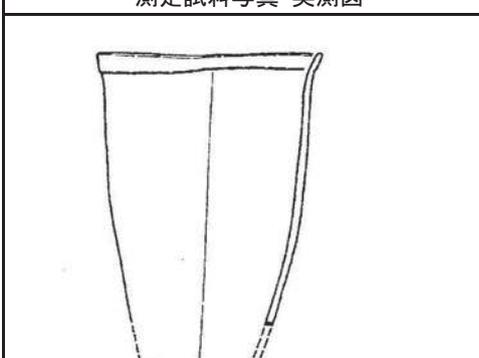
測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141667	No.3	調査年:1999 地区:D6区 pit969
	試料形態	処理方法	SB612
	土器附着炭化物	AC+AaA	層位: 採取部位:外面・口縁部付近
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
	-26.20±0.25	Libby Age(yrBP)	pMC(0/0)
		3,500±30	64.71±0.24
備 考			

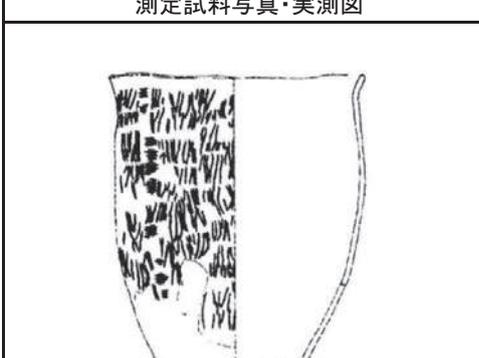
測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141668	No.4	調査年:1993 地区:D4区
	試料形態	処理方法	SK1215
	土器附着炭化物	AC+AaA	層位: 採取部位:内面・胴部中部
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
	-22.53±0.45	Libby Age(yrBP)	pMC(0/0)
		4,120±30	59.88±0.22
備 考			

第72図 放射性炭素年代分析試料(1)

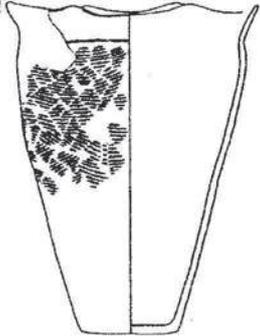
測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141669	No.5	調査年:2002 地区:D9区
	試料形態	処理方法	SI02
	土器附着炭化物	AC+AaA	層位: 採取部位:内面・胴部中部
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
	-22.53 \pm 0.45	Libby Age(yrBP) 3,660 \pm 30	pMC(0/0) 63.41 \pm 0.23
	備 考		

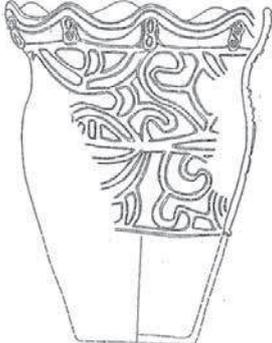
測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141670	No.6	調査年:1988 地区:D区
	試料形態	処理方法	SK(F)296
	土器附着炭化物	AC+AaA	層位: 採取部位:外面・口縁部
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
	-26.46 \pm 0.28	Libby Age(yrBP) 3,650 \pm 30	pMC(0/0) 63.96 \pm 0.21
	備 考		

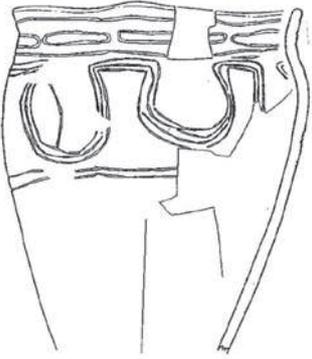
測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141671	No.7	調査年:1987 地区:D区
	試料形態	処理方法	SK(F)240
	土器附着炭化物	AC+AaA	層位: 採取部位:内面・胴部下部
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
	-26.05 \pm 0.30	Libby Age(yrBP) 3,590 \pm 30	pMC(0/0) 59.88 \pm 0.22
	備 考		

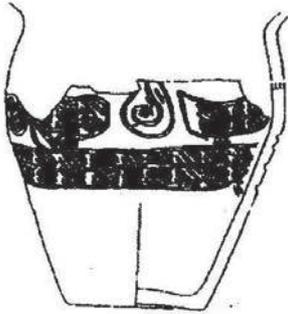
測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141672	No.8	調査年:1988 地区:D区
	試料形態	処理方法	SK(F)301
	土器附着炭化物	AC+AaA	層位:東壁際下位 採取部位:内面・胴部下部
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
	-26.02 \pm 0.28	Libby Age(yrBP) 3,720 \pm 30	pMC(0/0) 62.96 \pm 0.22
	備 考		

第73図 放射性炭素年代分析試料(2)

測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141673	No.9	調査年:1989 地区:F1区
	試料形態	処理方法	SK(F)419A
	土器附着炭化物	AC+AaA	層位:下位 採取部位:外面・口縁部
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
	-24.37 \pm 0.32	Libby Age(yrBP)	pMC(0/0)
		3,510 \pm 30	63.00 \pm 0.21
備 考			

測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141674	No.10	調査年:1985 地区:B区
	試料形態	処理方法	J-102
	土器附着炭化物	AC+AaA	層位:Ⅲb層 採取部位:外面・口縁部
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
	-22.49 \pm 0.31	Libby Age(yrBP)	pMC(0/0)
		3,710 \pm 30	63.35 \pm 0.21
備 考			

測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141675	No.11	調査年:1994 地区:D6区
	試料形態	処理方法	SK621
	土器附着炭化物	AC+AaA	層位:下位 採取部位:外面・胴部中～上部
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
	-24.72 \pm 0.38	Libby Age(yrBP)	pMC(0/0)
		3,510 \pm 30	63.65 \pm 0.24
備 考			

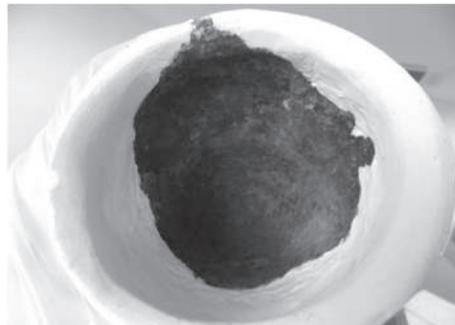
測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141676	No.12	調査年:1990 地区:F2区
	試料形態	処理方法	SK(F)483
	土器附着炭化物	AAA	層位:西壁底直 採取部位:外面・胴部中部
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
	-25.42 \pm 0.33	Libby Age(yrBP)	pMC(0/0)
		3,710 \pm 30	63.021 \pm 0.22
備 考			

第74図 放射性炭素年代分析試料(3)

測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141677	No.13	調査年:2000 地区:B2区
	試料形態	処理方法	SI02
	炭化材	AC+AaA	層位:床直 採取部位:
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
	-26.94 \pm 0.33	Libby Age(yrBP)	pMC(0/0)
		3,480 \pm 30	64.84 \pm 0.22
備 考			

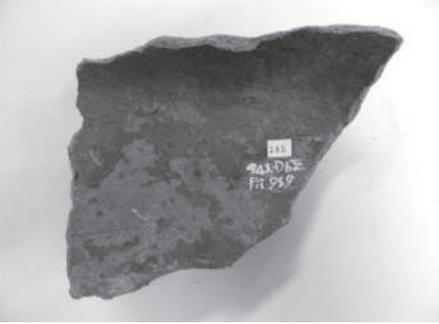
測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141678	No.14	調査年:1987 地区:D区
	試料形態	処理方法	SK224
	漆	AC+AAA	層位: 採取部位:内面・底部
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
	-28.29 \pm 0.27	Libby Age(yrBP)	pMC(0/0)
		3,490 \pm 30	64.75 \pm 0.21
備 考			

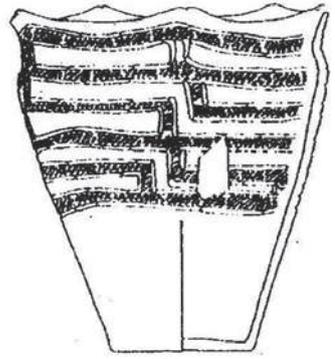
測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141679	No.15	調査年:1987 地区:D区
	試料形態	処理方法	pit140(SB213)
	漆	AC+AAA	層位: 採取部位:内面・底部付近
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
	-29.41 \pm 0.35	Libby Age(yrBP)	pMC(0/0)
		3,510 \pm 30	64.62 \pm 0.22
備 考			

測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141680	No.16	調査年:2000 地区:B区
	試料形態	処理方法	SK103
	漆	AC+AAA	層位: 採取部位:内面・体部
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
	-28.73 \pm 0.29	Libby Age(yrBP)	pMC(0/0)
		3,620 \pm 30	63.75 \pm 0.23
備 考			

第75図 放射性炭素年代分析試料(4)

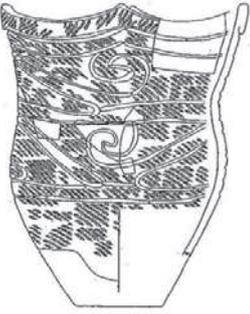
測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141681	No.17	調査年:2000 地区:B区
	試料形態	処理方法	SK103
	漆	AC+AAA	層位: 採取部位:内面・体部
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
	-28.99±0.34	Libby Age(yrBP)	pMC(0/0)
		3,650±30	63.45±0.23
備 考			

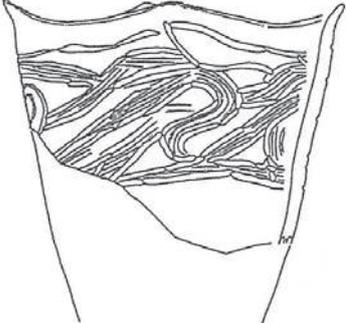
測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141682	No.18	調査年:1994 地区:D6区
	試料形態	処理方法	pit956(SB615)
	漆	AC+AAA	層位: 採取部位:内面・底部
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
	-28.90±0.33	Libby Age(yrBP)	pMC(0/0)
		3,460±30	65.00±0.22
備 考			

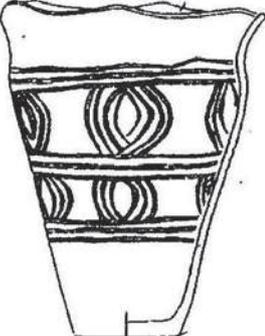
測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141683	No.19	調査年:1995 地区:D7区
	試料形態	処理方法	ZE-90
	土器附着炭化物	AC+AaA	層位:Ⅲa-b 採取部位:内面・口縁部
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
	-26.32±0.28	Libby Age(yrBP)	pMC(0/0)
		4,160±30	59.57±0.20
備 考			

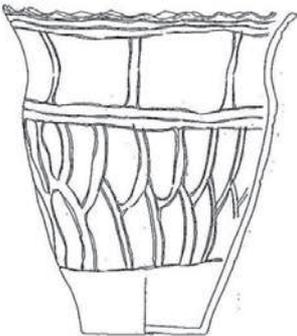
測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141684	No.20	調査年:1996 地区:F4区
	試料形態	処理方法	YE-102
	土器附着炭化物	AC+AaA	層位:Ⅲb-d 採取部位:内面・胴部上部~口縁
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
	-24.53±0.26	Libby Age(yrBP)	pMC(0/0)
		3,620±30	63.75±0.21
備 考			

第76図 放射性炭素年代分析試料(5)

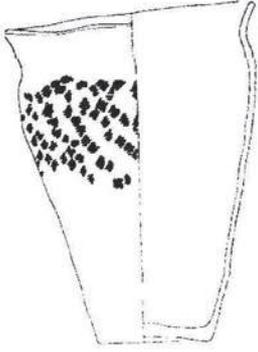
測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141685	No.21	調査年:2002 地区:D9区
	試料形態	処理方法	YO-86
	土器附着炭化物	AC+AaA	層位:Ⅲd層下位 採取部位:外面・胴部上部～口縁
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
	-25.11±0.29	Libby Age(yrBP) 3,770±30	pMC(0/0) 62.57±0.21
	備 考		

測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141686	No.22	調査年:2000 地区:B2区
	試料形態	処理方法	O-85～87
	土器附着炭化物	AC+AaA	層位:Ⅲb-d 採取部位:内面・口縁部
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
	-26.33±0.25	Libby Age(yrBP) 3,560±30	pMC(0/0) 64.23±0.21
	備 考		

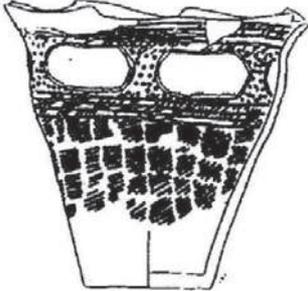
測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141687	No.23	調査年:1992 地区:D5区
	試料形態	処理方法	ZY-103
	土器附着炭化物	AC+AaA	層位:Ⅲd層 採取部位:内面・口縁部
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
	-23.78±0.29	Libby Age(yrBP) 3,690±30	pMC(0/0) 63.18±0.20
	備 考		

測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141688	No.24	調査年:2000 地区:B2区
	試料形態	処理方法	M-86
	土器附着炭化物	AC+AaA	層位:Ⅲc-d層 採取部位:内面・底部付近
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
	-24.58±0.27	Libby Age(yrBP) 3,770±30	pMC(0/0) 62.52±0.20
	備 考		

第77図 放射性炭素年代分析試料(6)

測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141689	No.25	調査年:1988 地区:B2区
	試料形態	処理方法	SK(F)306
	土器附着炭化物	AC+AaA	層位:底面直 採取部位:内面・胴部下部
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
		Libby Age(yrBP)	pMC(0/0)
	-20.97 ± 0.32	$3,570 \pm 30$	64.14 ± 0.22
備 考			

測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141690	No.26	調査年:1992 地区:D5区
	試料形態	処理方法	ZZ-103
	土器附着炭化物	AC+AaA	層位:Ⅲd層 採取部位:外面・口縁部
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
		Libby Age(yrBP)	pMC(0/0)
	-24.04 ± 0.29	$3,540 \pm 30$	64.33 ± 0.21
備 考			

測定試料写真・実測図	測定番号	試料名	採取場所
	IAAA-141691	No.27	調査年:1996 地区:F4区
	試料形態	処理方法	SK27
	土器附着炭化物	AC+AaA	層位: 採取部位:外面・口縁部
	$\delta^{13}\text{C}(0/00)$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
		Libby Age(yrBP)	pMC(0/0)
	-27.24 ± 0.28	450 ± 30	94.50 ± 0.26
備 考			

第78図 放射性炭素年代分析試料(7)

2 遺跡を構成する石材とその起源

藤本幸雄（秋田地学教育学会）

1 はじめに

大湯環状列石の石材（以下、石材と略称）については、その大部分を占めるものとして、藤岡・佐藤（1953）が輝石ひん岩と報告し、加納（1985）が石英閃緑ひん岩として詳しく記載しているが、石材の全てについての定量的な検討は行われていない。

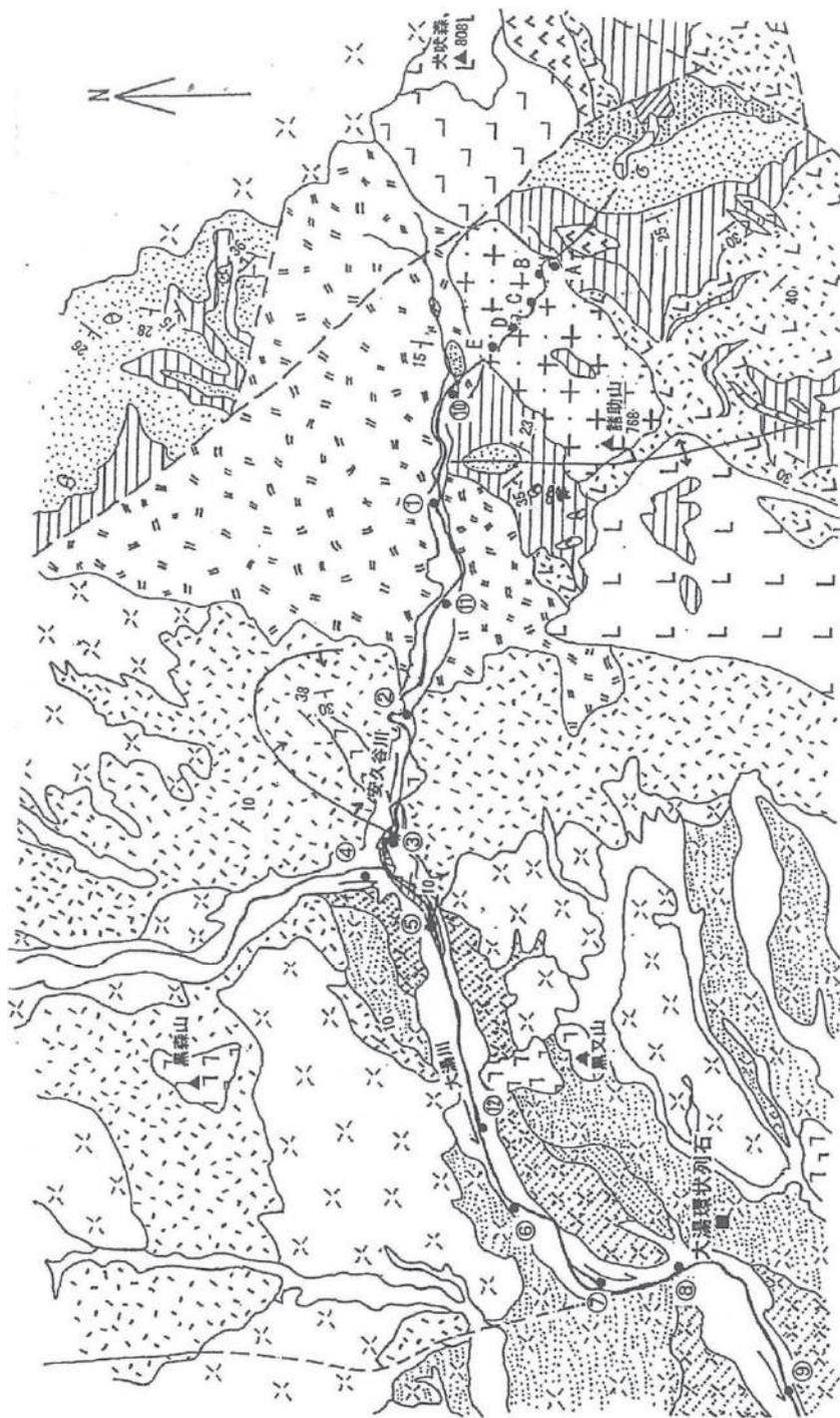
今回、万座環状列石・野中堂環状列石の全石材について、岩種・円磨度を判定し、可能な限り最大径・中間径・最短径を測定したほか、石英閃緑ひん岩と安山岩および細粒閃緑岩～粗粒玄武岩について部分的無作為に帯磁率を測定した。さらに安久谷川・大湯川の河床における礫種組成、形態、礫の帯磁率を測定し、安久谷川上流の石材供給岩体（諸助山岩体：後述）の節理系も調べて遺跡石材・河床礫との関係を検討し、石材の採取地を考察した。

2 地形・地質環境

本地域の地質図を第 79 図に示す。地形は大きく、山地、丘陵地、段丘、低地に分けられ、後述するようにそれぞれ地質をよく反映している。主な水系は、十和田火山から南流する大湯川が東部の青森県境から北西～西に流れる安久谷川と大湯付近で合流し、西南西に流下する。また大湯川には、第 79 図の南西で黒森山西方の汁毛川が、中流から下流では大湯環状列石東方の豊真木川や草木川が西南西に流れて合流している。

山地は安久谷川上流の犬吠森（標高 808.7m）が最高点であり、これを通る北西－南東に伸びる標高 650－750m の尾根が青森県境の南北の尾根から分岐して安久谷川右岸の山地を形成する。一方、青森県境の稜線西側には標高 700－800m の山列が瀬の沢川を挟んでほぼ南北に連なっており、その北端に諸助山（標高 768.6m）が位置している。この山列の西側脚部には標高 350m 以下の比較的緩やかな斜面が分布し、丘陵地を形成する。また丘陵地の西側には標高 160－200m の平坦な段丘面が分布しており、大湯環状列石をはじめ、多くの遺跡の成立舞台となっている。低地は各河川沿いに分布し、標高 115－200m と大湯川の中～上流域に高度を上げる。

地質は新生代新第三紀中新世前期の安久谷川層に属する泥岩・砂岩・礫岩・凝灰質砂岩などが安久谷川最上流域に分布し、さらに中新世中期前半の砂岩・泥岩・デイサイト質凝灰岩からなる瀬の沢層がやや広く分布する。これらを覆って中～後期中新世の大滝層のデイサイト・軽石凝灰岩が分布し、これらを買いて粗粒玄武岩、石英斑岩、石英閃緑ひん岩が分布する。貫入岩のうち、安久谷川流域で最大の規模を有するのが諸助山石英閃緑ひん岩岩体（以下、諸助山岩体）で、諸助山付近から北東に延びて分布する。加納（1985）は本岩体を命名し、柱状節理が顕著にみられることに注目して諸助山岩体起源の礫が遺跡の石材として最も多く使われていることを指摘した。安久谷川下流から大湯川流域には後期中新世の遠部層に属するデイサイト、デイサイト質凝灰岩がシルト岩・砂岩を伴って広く分布している。以上が山地を構成する地層・岩体であるが、安久谷川と大湯川の合流地点から下流域には十和田火山起源の火砕流堆積物とその二次堆積物が広く分布し、丘陵地や鳥越面、関上面、毛馬内面（内藤、1966）などの段丘地形を形成している。



第79図 地質図

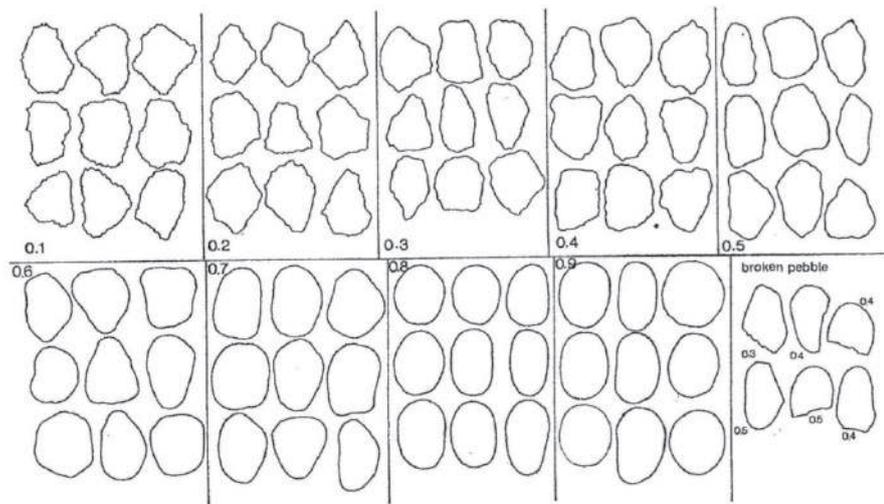
- | | | | |
|--|---|---|---|
| <p>前期中新世安久谷川層
泥岩・砂岩・礫岩</p> <p>大滝層、砂岩・礫岩</p> <p>後期更新世十和田火山
火砕流堆積物(八戸火砕
流約15千年前、大不動
火砕流約30千年前)</p> | <p>同、凝灰質砂岩・泥岩</p> <p>貫入岩、粗粒玄武岩</p> <p>八戸火砕流の二次的
湖沼堆積物</p> | <p>同、後期中新世、大滝層、デイサイト</p> <p>同、デイサイト貫入岩・シルト岩・砂岩</p> <p>同、後期中新世遷部層、
デイサイト</p> <p>沖積層、礫・砂・粘土</p> | <p>西暦915年の十和田火山
毛馬内火砕流堆積物</p> <p>①・②：河床礫調査地</p> <p>A-E：帯磁率測定地。</p> <p>地質図は井上ほか(1973)に加筆</p> |
|--|---|---|---|

花輪盆地における段丘地形と十和田火山噴出物は内藤（1966）によって詳しく記載され、火山噴出物は古いほうから高市軽石質火山灰層、鳥越軽石質火山灰層、毛馬内軽石質火山灰層に区分された。これらは中川ほか（1972）により大不動浮石流凝灰岩、八戸浮石流凝灰岩、毛馬内浮石流凝灰岩と対比・命名され、近年はそれぞれ約3万年前の大不動火砕流堆積物（以下 To-Of(pfl)、他も同様）、約15000年前の八戸火砕流堆積物（To-H(pfl)）、さらに西暦915年の毛馬内火砕流堆積物（To-a）に区分されている（町田・新井、2003）。このうち To-Of(pfl)は小坂町周辺で軽石が扁平になったり、ガスパイプを伴うなど高温火砕流堆積物の特徴を示す（藤本、2003）。また、To-Of(pfl)の上部は、ほぼ水平な侵食面を介して安山岩の亜円礫を含み平行ラミナを示す軽石質火砕物層に覆われ、これが上部で粘土質になって更に黒色の亜炭質粘土層に変わる。この粘土層を To-H(pfl)が覆う。To-H(pfl)は塊状であるが、上部は安山岩の亜円礫を含んで平行～クロスラミナを示す軽石質火砕物層に覆われる。このように、本地域とその周辺では、十和田火山起源の火砕流堆積物は上部において水域堆積物に変化するが、これは軽石質火砕物が花輪盆地を埋積して河川を堰きとめ、水域が広がったことを示している。内藤（1966）はこのうち To-H(pfl)を侵食して形成された水域二次堆積物からなる段丘面を関上面と定義した。大湯環状列石は関上面の上に形成されている。なお、関上面より一段低い中間段丘面は、花輪盆地を埋積して関上面を形成した軽石質火砕物が、盆地出口に形成された堰き止め堆積物・地形の崩落・決壊により急速に河床面が低下し、流下した軽石質火砕物が下流の盆地（大館・鷹巣）を埋積して河床が安定化する過程で形成されたものと考えられる。

3 調査方法

石材： 遺跡のスケッチに基づき、通し番号の付された全石材について、岩石の種類を肉眼・ルーペを使って判定し、メジャーで最大径（以下 L、他も同様）、中間径（M）、最短径（S）を測定した。また、円磨度（R）を Krumbein(1941)の印象図（立石・徐、1983；第80図）と比較して決定したが、欠損している礫は原型が認められる部分で判定した。L,M,S の測定は、礫が土中に深く埋もれている場合は除外した。岩石の種類の見分けは、石材表面の汚れが著しい場合が多く、困難なこともあったが、プラスチックブラシと水で洗うことが効果的であった。しかし、少ないながら判定が難しいケースもあったことは非破壊の肉眼鑑定である以上やむを得ない。

河床礫：石材はかつての安久谷川・大湯川が運搬した



第80図 円磨度の印象図(KRUMbein,1941;公文・立石,1998)

河床礫を縄文人が採取・運搬・定置したものと推定されている(藤岡・佐藤、1952;加納、1985)。縄文人が採取した当時の河床は現在とは異なるが、石材と現在の河床礫を比較することで、当時の河床の状況と縄文人の活動を推定する手がかりが得られる。そこで、安久谷川と大湯川の12地点で河床の礫を調べた。調査は、各河床の50mほどの範囲で大きいほうから50個の礫を選び、それぞれの岩種・サイズ(L,M,S)・円磨度を判定・測定した。また、⑤地点では川の流れに平行(P)・垂直(V)に5mのロープを張り、これに触れる最大径5cm以上の礫50個についてそれぞれ同様に判定・測定を行った。

石材と河床礫の帯磁率測定：遺跡の石材については非破壊調査が要請される。この中で帯磁率は岩石中の磁性鉱物含有量を反映しており、迅速に測定できることから有効なデータになり得る。例えば北秋田市の伊勢堂岱遺跡においては、花崗岩類礫と第四紀安山岩礫について、前者が阿仁川上流の太平山花崗岩質岩体起源、後者が田代岳火山起源であることを確定する上で有効であった(藤本、2011;2016)。今回も測定は携帯型帯磁率計カップメーターKT-5を使用し、任意に選んだ石材について、なるべく平滑な面に測定器をあて、面を変えて3回以上測定して平均値を採用した。小さい礫の場合は1回のみ測定とした。河床礫は⑤地点で石英閃緑ひん岩と十和田火山起源と見られる安山岩についてそれぞれ35個、164個を測定した。なお、安山岩については、⑥地点で2011年に測定した結果(153個;藤本、2011)も合わせて示した。一方、石英閃緑ひん岩礫を供給した諸助山岩体について、安久谷川沿いのA~Eの露頭でそれぞれ9-68点の測定をおこなった。

諸助山岩体の節理面：石材と現河床礫ともに柱状・板状節理に由来する形態を示すことから、諸助山岩体のA~Eの露頭(第79図)において、節理面の走向・傾斜を測定した。測定は各露頭でランダムに20面以上を測定し、岩体の東側(AB)、中央部(CD)、西側(E)にまとめて下半球ステレオ投影で検討した。

4 岩石記載

石材と現河床礫の肉眼での特徴を記載する。qdp、anなどは略称であり、本報告では以下、この略称を主に使用する。

石英閃緑ひん岩(qdp)：柱状~厚みのある板状の形態を示し、稜は水磨されて丸みを帯びている。新鮮な表面は全体に青緑灰色で滑らかであり、白色短冊状斜長石の0.5-4mm大の斑晶が多く見られる。石英は0.5-2mmでやや丸みを帯びた粒状である。0.3-1mm程度の黒色粒状輝石と1-3mmの黒色長柱状ホルンブレンドが見られ、輝石は複数が集合して全体として2-3mmになることがある。輝石とホルンブレンドは中心部が黄褐色に変質することも多い。石基は0.1mm以下の微細な鉱物の集合であり、全体にざらついている。加納(1985)が記載したように、径数cm-10数cmの細粒閃緑岩質苦鉄質包有岩(fdi)を例外なく含んでおり、その形状は全体として円形~楕円形に近いがqdpとの境界は不規則曲面であることが多い。fdiの産状は不規則であり、配列の方向性は認められない。

qdpの表面は多くの場合暗茶褐色に汚れており、安山岩との識別や同定は困難なことが多い。しかし、石材が地面と接してひさし状になり、雨水にさらされにくい部分はずかで見られることが多く、その場合は上述の特徴で識別できる。また、プラスチック製ブラシと水で汚れを落とすと、fdiの包有岩を認めることが多く、安山岩(an)との識別の手がかりとして有効である。

安山岩(an)：餅状～長楕円状を示すことが多いが、球状に近い場合もある。灰色～茶灰色、暗赤褐色、あるいは黒色で多孔質の場合もある。白色の1-3mm大の斜長石が多く、黒色の輝石を含み、石材によってはホルンブレンドを含む斑状組織の岩石である。色調・鉱物の種類・組織からみていくつかの種類に分けられる。

細粒閃緑岩(fdi)～粗粒玄武岩(do)：丸みを帯びた亜円礫～不定形の礫で、暗緑灰色の細粒緻密な岩石である。ルーペで見ると、微細な輝石と格子状～チャンバラ状斜長石が密に組み合う組織を示す。まれに1mm程度のかんらん石と見られるオリブ色の鉱物の集合部(数mm径)を含むことがある。qdpの包有岩として多くみられるが、この場合は大きさが10数cm以下であることが多い。石材は大きさが数10cmになるものがあり、これは包有岩の産状とは異なる。安久谷川上流部には、貫入岩として粗粒玄武岩が分布するから、これに由来する石材と考えられる。

凝灰岩(tf)：変質して緻密堅硬な暗緑色凝灰岩から、茶灰色で石英が目立つ火山礫凝灰岩、さらに緑灰色の軽石凝灰岩までいくつかの種類が見られる。

泥岩(ms)：暗灰色から茶褐色、あるいは灰色の凝灰質なものまであり、板状で密に平行ラミナが見られる**硬質泥岩(hms)**もある。珪化変質を受け、緻密堅硬なものも認められた。

デイサイト(da)：灰色～茶灰色で石英の斑晶は認められないが斜長石の斑晶が散在し、不鮮明ながら流理構造が見られることもある。

砂岩(ss)：暗灰色～暗緑色を呈し、凝灰質で板状になり、平行ラミナも見られる。粒度は比較的粗く、堅硬な中粒～粗粒の砂岩である。

流紋岩(rhy)：灰白色～うすいピンク色で不規則な板状を呈し、流理構造や気孔が認められる。斑晶鉱物は不鮮明だが、長柱状の斜長石が見られることもある。

石英斑岩(qp)：灰色～灰白色で緻密堅硬な、長柱状を呈することが多い岩石である。これは柱状節理を反映した形状である。数mmの石英斑晶が散在し、斜長石も見られる。

片岩(sch)：泥質片岩、縞状の石英片岩～チャート、淡緑色の緑色片岩が見られたほか、黒色のスレート(sl)も見られた。

以上の他、白色で細粒緻密な**アプライト(apl)**、暗茶褐色でレンズ状軽石を含む**溶結凝灰岩(wtf)**、灰色で自形斜長石を斑状に含む**斑状花崗岩(pgr)**、数mmの円礫を含む礫支持の**礫岩(cgl)**、緑泥石化した苦鉄質鉱物を含む細粒斑状の**変質ひん岩(alp)**などが認められる。

5 石材と河床礫の岩種組成

第17表～18表に万座環状列石と野中堂環状列石における石材の岩石種類別個数と組成%を示す。万座環状列石では合計6488個、野中堂環状列石では2051個を対象にしたが、石材の中には稀に明らかに異質と判定されるものがあり、それらは除外した。

それぞれの遺跡で番号順に995-1000個単位で集計してみると、qdpが51.2-66.2%、anが22.3-36.2%の組成を示し、この両方で86.3-91.3%を占める。以下fdi～doが2.7-6.5%、tfが1.2-5.0%、daが0.8-3.3%を示す。

各環状列石における1000個単位の組成は変化が少なく、ほぼ同一の組成を示す。このことは、通し番号を付した遺跡内のまとまった範囲における石材の集合が、相互にほぼ均質な組成を持つことを示している。さらに全体の組成では、万座環状列石・野中堂環状列石ともほとんど同一組成になる(第18表、第81図)。

第 17 表 環状列石を構成する岩石の種類(個数)

万座環状列石岩質	数							
	No.1 ~1000	No.1001 ~2000	No.2001 ~3000	No.3001 ~4000	No.4001 ~5000	No.5001 ~6000	No.6001 ~6495	合計
qdp	582	569	651	597	662	511	302	3874
an	319	294	223	278	244	361	148	1867
fdi	29	65	41	38	33	39	19	263
tf	35	16	25	19	16	31	6	148
ms	0	0	0	0	0	0	0	0
hms	1	0	0	0	0	0	0	1
da	25	30	33	26	16	18	4	152
ss	1	2	4	6	0	0	1	14
rhy	7	19	17	30	19	18	9	119
gp	2	5	2	2	4	18	3	34
apl	0	0	0	0	0	0	0	0
wtf	0	0	2	1	6	0	1	10
psr	0	0	0	1	0	0	0	1
cal	0	0	0	0	0	1	0	1
alp	0	0	0	0	0	0	0	0
sch	0	0	0	1	0	1	0	2
sl	0	0	0	0	0	2	0	2
合計	1000	1000	998	999	1000	998	493	6488

野中堂環状列石岩質	数			
	No.1 ~1000	No.1001 ~2000	No.2001 ~2059	合計
qdp	519	655	38	1212
an	354	245	16	615
fdi	29	27	1	57
tf	50	16	0	66
ms	0	3	0	3
hms	3	2	0	5
da	18	12	1	31
ss	2	1	0	3
rhy	17	35	1	53
gp	1	1	0	2
apl	2	1	0	3
wtf	0	0	0	0
psr	0	0	0	0
cal	0	0	0	0
alp	0	1	0	1
sch	0	0	0	0
sl	0	0	0	0
合計	995	999	57	2051

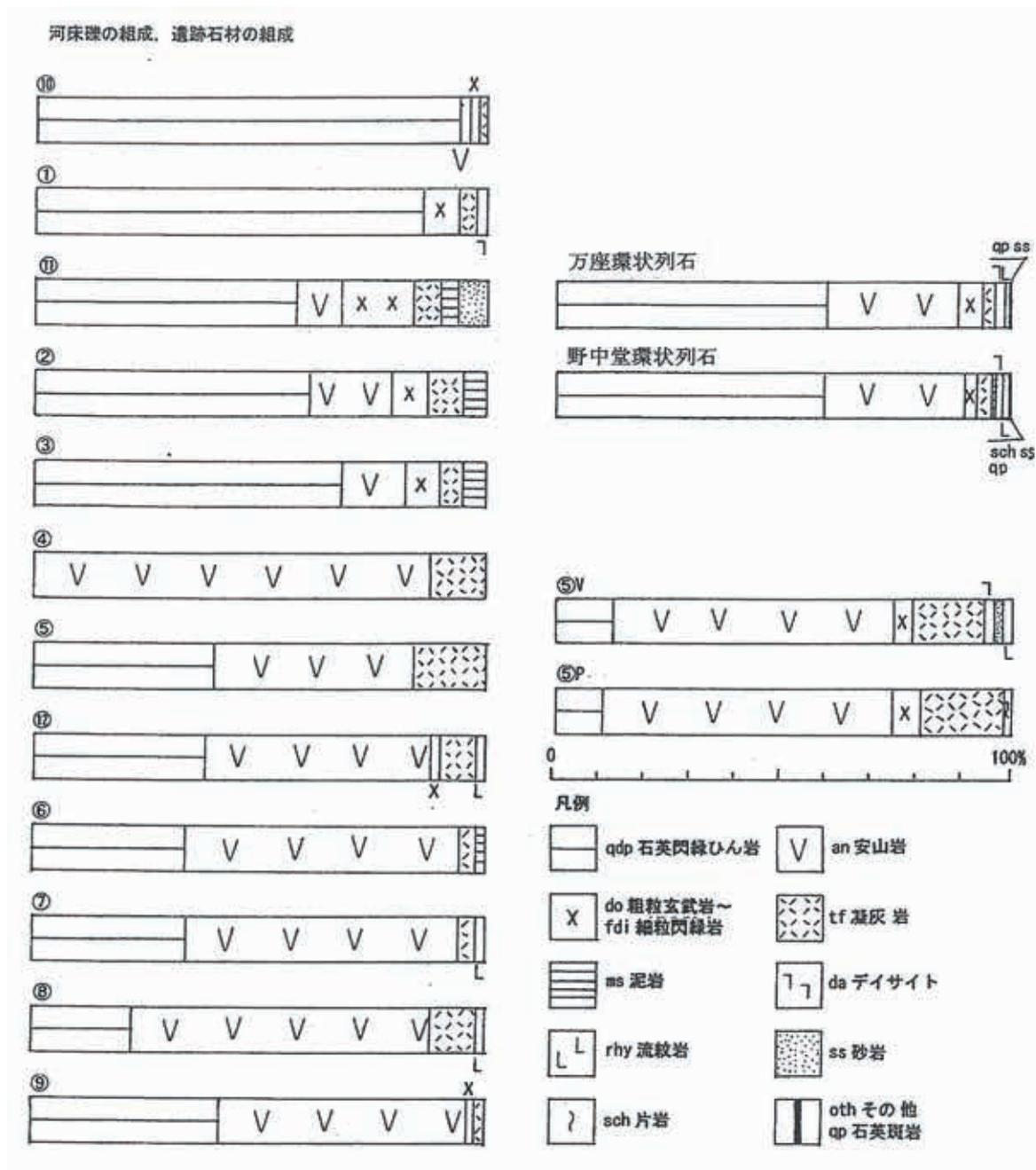
第 18 表 環状列石を構成する岩石の種類別%

万座環状列石岩質	個数%							
	No.1 ~1000	No.1001 ~2000	No.2001 ~3000	No.3001 ~4000	No.4001 ~5000	No.5001 ~6000	No.6001 ~6495	合計
qdp	58.2	56.9	65.2	59.8	66.2	51.2	61.3	59.71
an	31.9	29.4	22.3	27.8	24.4	36.2	30.0	28.78
fdi	2.8	6.5	4.1	3.8	3.3	3.9	3.9	4.05
tf	3.5	1.6	2.5	1.9	1.6	3.1	1.2	2.28
ms	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
hms	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.02
da	2.5	3.0	3.3	2.6	1.6	1.8	0.8	2.34
ss	0.1	0.2	0.4	0.6	0.0	0.0	0.2	0.22
rhy	0.7	1.9	1.7	3.0	1.9	1.8	1.8	1.83
gp	0.2	0.5	0.2	0.2	0.4	1.6	0.6	0.52
apl	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
wtf	0.0	0.0	0.2	0.1	0.6	0.0	0.2	0.15
psr	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.02
cal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.02
alp	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
sch	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.03
sl	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.03
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00

野中堂環状列石岩質	個数%			
	No.1 ~1000	No.1001 ~2000	No.2001 ~2059	合計
qdp	52.2	65.6	67	59.09
an	35.6	24.5	28	29.99
fdi	2.9	2.7	2	2.78
tf	5.0	1.6	0	3.22
ms	0.0	0.3	0	0.15
hms	0.3	0.2	0	0.24
da	1.8	1.2	2	1.51
ss	0.2	0.1	0	0.15
rhy	1.7	3.5	2	2.58
gp	0.1	0.1	0	0.10
apl	0.2	0.1	0	0.15
wtf	0.0	0.0	0	0.00
psr	0.0	0.0	0	0.00
cal	0.0	0.0	0	0.00
alp	0.0	0.1	0	0.05
sch	0.0	0.0	0	0.00
sl	0.0	0.0	0	0.00
合計	100.0	100.0	100	100.00

河床礫について、安久谷川上流から大湯川中流にかけての 12 地点における礫の岩種別組成を第 81 図に示す。最上流の⑩地点は諸助山岩体の境界から 500m 近い下流であり、ほとんどが qdp であるが、①、⑪、②、③と下流ほど qdp は減少する。また、④は安久谷川と大湯川の合流点より 300m 上流の大湯川河床であり、ほとんどが an でほかに遠部層起源の凝灰岩が見られる。⑤地点は合流点の下流 600m の大湯川右岸河床であり、多いほうから an、qdp、tf の組成を示す。⑤より下流では⑧まで qdp は少なくなるが、⑨では増加する。なお、⑤V は流れに垂直に、⑤P は流れと平行に 5m の測線を置いて調べた結果であるが、それぞれにおける礫種構成はほとんど同一である反面、qdp が顕著に少なく、⑤から⑫、⑥と続く組成の変化傾向とは大きく異なっている。

石材の組成と現河床礫の組成を較べると、大湯川の各地点で現河床礫は an が多く、qdp は比較的少ない。一方石材では qdp が an の約 2 倍の組成を示している。なお、①を除く安久谷川の各地点で an が 18% 未満の組成を示すが、流域の地質では起源となりうる安山岩体は認められない。しかし、本地域は第四紀更新世末と西暦 915 年に、十和田火山からの大規模火砕流の流下にさらされているから、それによる an 礫の供給は考えられることである。



第 81 図 河床礫と環状列石石材の岩石種類別組成

6 石材と河床礫の形状

第 19 表・20 表に石材の an と qdp について 5cm ごとに区切った L の頻度分布%を、第 82、83 図には石材と河床礫の L の分布と平均値、L/M、M/S の平均値、円磨度 R の平均値を示す。河床礫については各地点での L の分布は縦軸に個数で示し、石材については個数%で示した。分布図の右端の値は個数、黒丸とその上の数字は平均値である。なお、石材の L は 100cm 以上のものは少ないので図示していない。

石英閃緑ひん岩 (qdp) : 万座環状列石で 3324 個、野中堂環状列石で 1091 個を測定した。測定数が石材の個数と異なるのは石材が立っていたり埋まっていたり L の測定ができなかったことによる。それぞれの L は、万座環状列石で 5cm 以下から 130cm、野中堂環状列石で 5cm から

第 19 表 安山岩(an)の最大径の分布%

万座環状列石	No.1 ~1000	No.100 ~2000	No.2001 ~3000	No.3001 ~4000	No.4001 ~5000	No.5001 ~6000	No.6001 ~6495	合計	野中堂環状列石	No.1 ~1000	No.1001 ~2059	合計
0 ~5.0 cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.8	0.0	0.4	0 ~5.0 cm	0.6	6.0	0.3
5.1~10.0	1.3	3.1	7.5	9.7	10.7	15.1	15.1	8.5	5.1~10.0	17.9	12.4	13.0
10.1~15.0	9.8	11.1	15.9	26.4	13.3	16.9	18.5	15.8	10.1~15.0	19.0	14.0	16.3
15.1~20.0	22.5	19.7	17.3	20.4	14.2	13.1	11.0	17.1	15.1~20.0	12.3	13.2	13.0
20.1~25.0	19.3	15.6	11.9	6.3	14.7	10.1	16.4	13.3	20.1~25.0	10.9	15.2	12.0
25.1~30.0	13.1	14.9	12.8	9.7	14.2	10.7	9.6	12.3	25.1~30.0	8.4	20.0	11.2
30.1~35.0	15.4	14.9	11.5	10.8	11.6	6.0	6.8	11.2	30.1~35.0	9.5	8.0	13.9
35.1~40.0	11.4	11.4	13.7	8.2	10.2	13.4	10.3	11.4	35.1~40.0	6.7	4.4	7.3
40.1~45.0	4.6	5.5	5.3	3.0	5.3	6.9	6.8	5.3	40.1~45.0	6.7	4.4	5.8
45.1~50.0	1.6	1.7	1.8	3.7	2.7	3.0	0.7	2.3	45.1~50.0	5.9	0.4	5.3
50.1~55.0	1.0	0.7	1.8	1.1	1.8	1.5	2.7	1.4	50.1~55.0	1.4	0.8	1.0
55.1~60.0	0.0	1.4	0.4	0.4	0.4	0.9	2.1	0.7	55.1~60.0	0.6	0.0	0.7
60.1~65.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	60.1~65.0	0.0	0.4	0.0
65.1~70.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.6	0.0	0.2	65.1~70.0	0.0	0.4	0.2
70.1~75.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.1~75.0	0.0	0.0	0.0
75.1~80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	75.1~80.0	0.0	0.4	0.0
計測数	306	289	220	269	225	337	146	1792	計測数	348	252	600
最大径の平均	26.3	26.7	25.2	23.1	25.4	24.2	24.1	24.9	最大径の平均	22.9	27.3	24.4

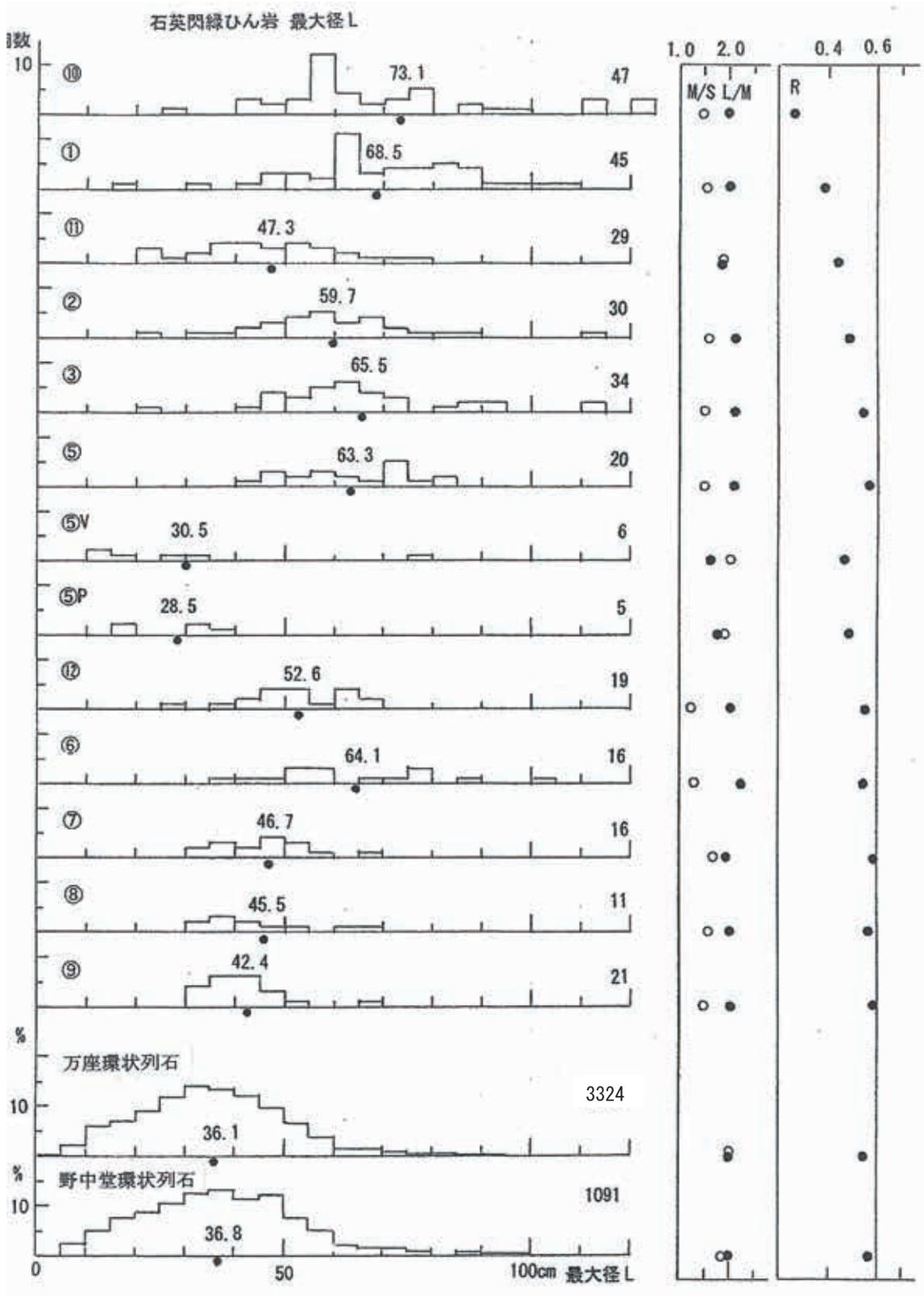
第 20 表 石英閃緑ひん岩(qdp)の最大径の分布%

万座環状列石	No.1 ~1000	No.1001 ~2000	No.2001 ~3000	No.3001 ~4000	No.4001 ~5000	No.5001 ~6000	No.6001 ~6495	合計	野中堂環状列石	No.1 ~1000	No.1001 ~2059	合計
0 ~5.0 cm	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0 ~5.0 cm	0.0	0.0	0.0
5.1~10.0	0.6	1.1	2.8	2.0	2.3	2.0	2.6	1.9	5.1~10.0	4.9	1.1	2.8
10.1~15.0	4.3	6.0	6.8	4.0	6.9	6.9	6.3	5.9	10.1~15.0	5.1	5.0	5.0
15.1~20.0	6.2	7.4	12.2	6.2	4.7	5.9	7.1	7.2	15.1~20.0	7.6	7.3	7.4
20.1~25.0	10.5	12.3	8.6	6.0	11.1	6.9	8.9	9.1	20.1~25.0	9.7	7.9	8.7
25.1~30.0	14.0	13.9	10.0	9.3	13.9	11.9	10.4	11.9	25.1~30.0	10.6	10.0	10.3
30.1~35.0	16.8	15.6	16.1	11.6	13.7	11.5	13.4	14.1	30.1~35.0	12.5	12.6	12.8
35.1~40.0	14.6	12.3	14.3	17.8	13.2	11.7	11.5	13.9	35.1~40.0	13.4	13.1	13.2
40.1~45.0	12.8	12.0	10.0	13.1	10.6	13.9	12.4	12.0	40.1~45.0	11.0	11.3	11.2
45.1~50.0	9.3	7.1	7.3	14.2	8.2	9.6	11.9	9.5	45.1~50.0	9.7	12.8	11.5
50.1~55.0	5.6	4.7	3.6	5.3	7.3	8.2	6.7	5.8	50.1~55.0	8.7	6.9	7.7
55.1~60.0	2.7	4.4	4.0	4.2	3.1	4.6	5.2	3.9	55.1~60.0	3.2	6.5	5.0
60.1~65.0	1.0	0.8	0.8	2.7	1.2	2.2	2.2	1.5	60.1~65.0	1.3	2.1	1.6
65.1~70.0	1.0	0.5	0.9	1.5	1.6	2.8	0.7	1.4	65.1~70.0	1.7	0.6	1.1
70.1~75.0	0.2	1.1	0.7	0.7	0.9	1.1	0.7	0.7	70.1~75.0	0.6	1.3	1.0
75.1~80.0	0.4	0.8	0.2	0.2	0.5	0.4	0.0	0.4	75.1~80.0	0.0	0.8	0.5
80.1~85.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.5	0.2	0.0	0.2	80.1~85.0	0.0	0.0	0.0
85.1~90.0	0.0	0.0	0.3	0.2	0.3	0.2	0.0	0.2	85.1~90.0	0.0	0.5	0.3
90.1~95.0	0.0	0.0	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	90.1~95.0	0.0	0.2	0.1
95.1~100.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	95.1~100.0	0.0	0.0	0.0
100.1~105.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.1~105.0	0.0	0.0	0.0
105.1~110.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	105.1~110.0	0.0	0.0	0.0
110.1~115.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	110.1~115.0	0.0	0.0	0.0
115.1~120.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	115.1~120.0	0.0	0.0	0.0
120.1~125.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	120.1~125.0	0.0	0.0	0.0
125.1~130.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	125.1~130.0	0.0	0.0	0.0
計測数	495	366	617	550	576	461	269	3324	計測数	473	618	1091
最大径の平均	35.6	35.1	34.4	38.6	35.8	37.5	38.0	36.1	最大径の平均	35.2	38.3	36.8

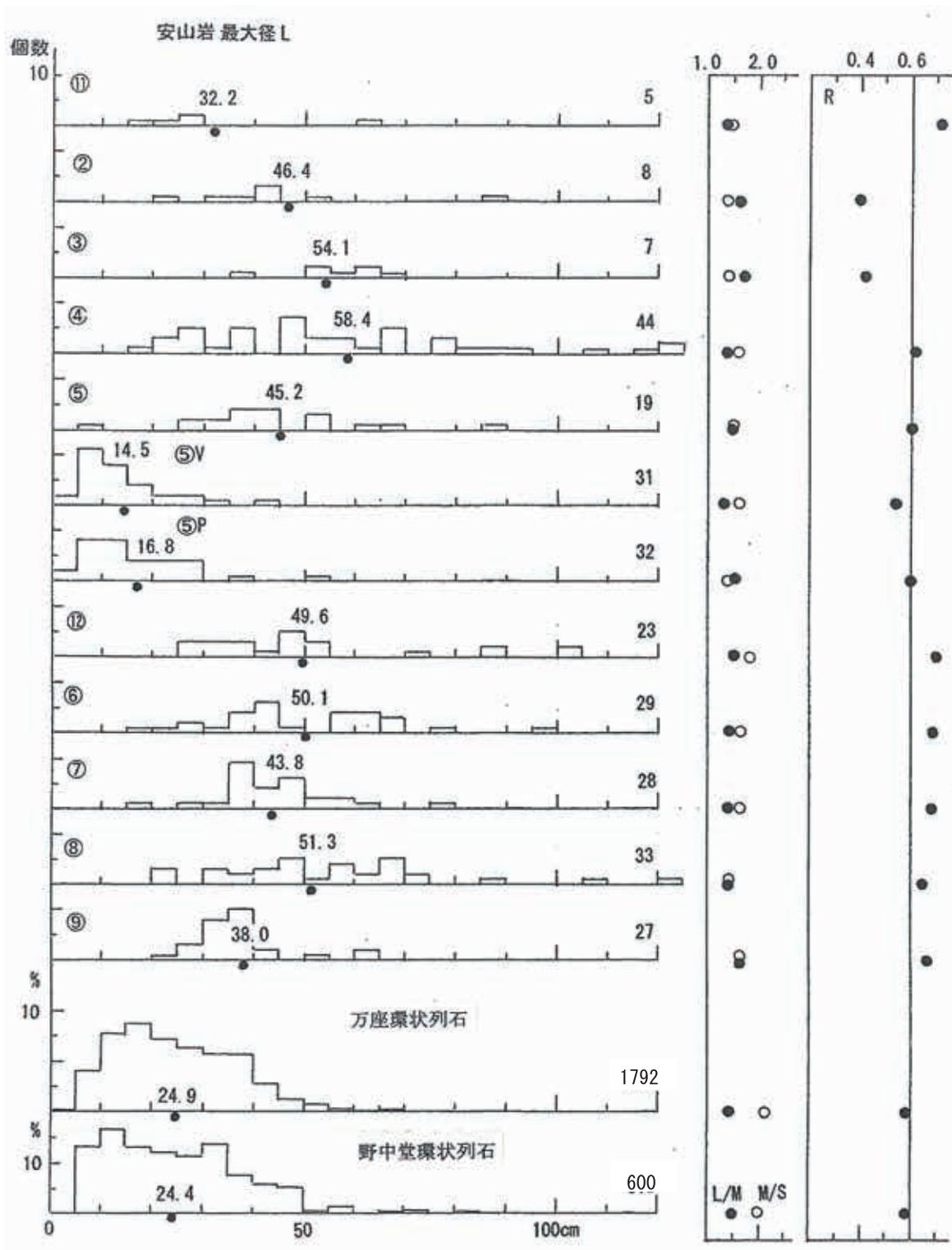
95cm の範囲に分布する。このうち万座環状列石では No.2001-3000 の集合域において 95cm から 130cm の石材が合計 0.9%の含有率を示し、95.1-100.0、100.1-105.0、115.1-120.0cm の範囲にそれぞれ 1 個、125.1-130.0cm の範囲に 2 個含まれている。

L の平均値は万座環状列石が 36.1cm、野中堂環状列石が 36.8cm と殆ど同じであり、5cm ごとに区切った頻度分布も左右対称の類似した分布を示す。また 25-55cm の範囲が 10%程度かそれ以上と多く、60cm 以上では 2%程度かそれ以下と少ない。

現河床の礫では、諸助山岩体に近い⑩の平均 73.1cm から、⑨の 42.4cm まで⑪や⑥のようにずれる例もあるがほぼ規則的に減少する。この中で石材の平均値に近いのは⑦、⑧、⑨であり、



第 82 図 石英閃緑ひん岩の河床礫と石材の最大径 L L/M、M/S、円磨度 R



第 83 図 安山岩の河床礫と最大径 L L/M、M/S、円磨度 R

頻度分布はいずれも遺跡の平均値以上で重なる分布を示す。なお、⑤V と⑤P は測定範囲が直線 5m と狭く測定数も少ないことから低い平均値になる。

L/M は単純に石材・礫の長軸方向の伸び、細長さを、M/S は長軸に垂直な断面での扁平の程度を示す。両環状列石とも L/M、M/S は 2.0 かそれに近い。このことは、長さが幅の 2 倍、幅が厚さの 2 倍程度の、長い箱形の立方体が水磨された石材が多いことを示している。一方、河床礫は L/M が 2.0 程度に対して、M/S が 1.5 程度～それ以下が多く、より直方体に近い立方体が水磨された礫が多いことを示す。

円磨度 R は、石材が万座環状列石で 0.54、野中堂環状列石で 0.56 とほぼ同じ値であるのに対し、河床礫は、最上流の⑩における 0.26 から⑤の 0.56 まで増加し、⑤より下流では 0.6 に近い平均値を示す。

安山岩 (an) : 万座環状列石で 1792 個、野中堂環状列石で 600 個を測定した。それぞれの L の頻度分布(第 83 図)は 10-20cm に最大分布を持ち、緩やかに低下する非対称な形状を示している。平均値は 24.9、24.4cm とほとんど同一である。一方、河床礫は大湯川では④において 120cm を越えるものが測定され、平均値も 58.4cm と最大を示し、⑨の平均 38.0cm まで低下する傾向を示す。なお安久谷川で③②①と上流ほど平均値が減少するが、扱った礫が 5-7 個と少ない。また⑤V、⑤P は qdp の場合と同様、方法が異なることから顕著に低い平均値になる。

L/M は石材、河床礫ともに 1.5 程度であるが、M/S は河床礫で 1.5 前後であるのに対し、石材では 2.0 程度と高くなる。このことは、河床礫が回転楕円体に近いのに対し、石材がより扁平な、お供え餅的な形態のものが多くことを示している。なお、個々の例では野中堂環状列石の「日時計」における東西南北に配置された安山岩石材のように、L/M、M/S と小さい場合もある。

円磨度 R は、石材は 0.58 と両遺跡とも同じだが、河床礫は④⑤で 0.61、0.60 と高く、下流では⑤V、⑤P を除いて 0.60-0.70 と更に高くなる。上流部では②③で 0.4 前後と低いが、最上流の⑩では 0.71 と顕著に高い。これは岩質が変質しており、変質安山岩礫を含む瀬の沢層や安久谷川層の礫岩から由来した可能性が考えられる。しかし少ない個数であり明言できない。

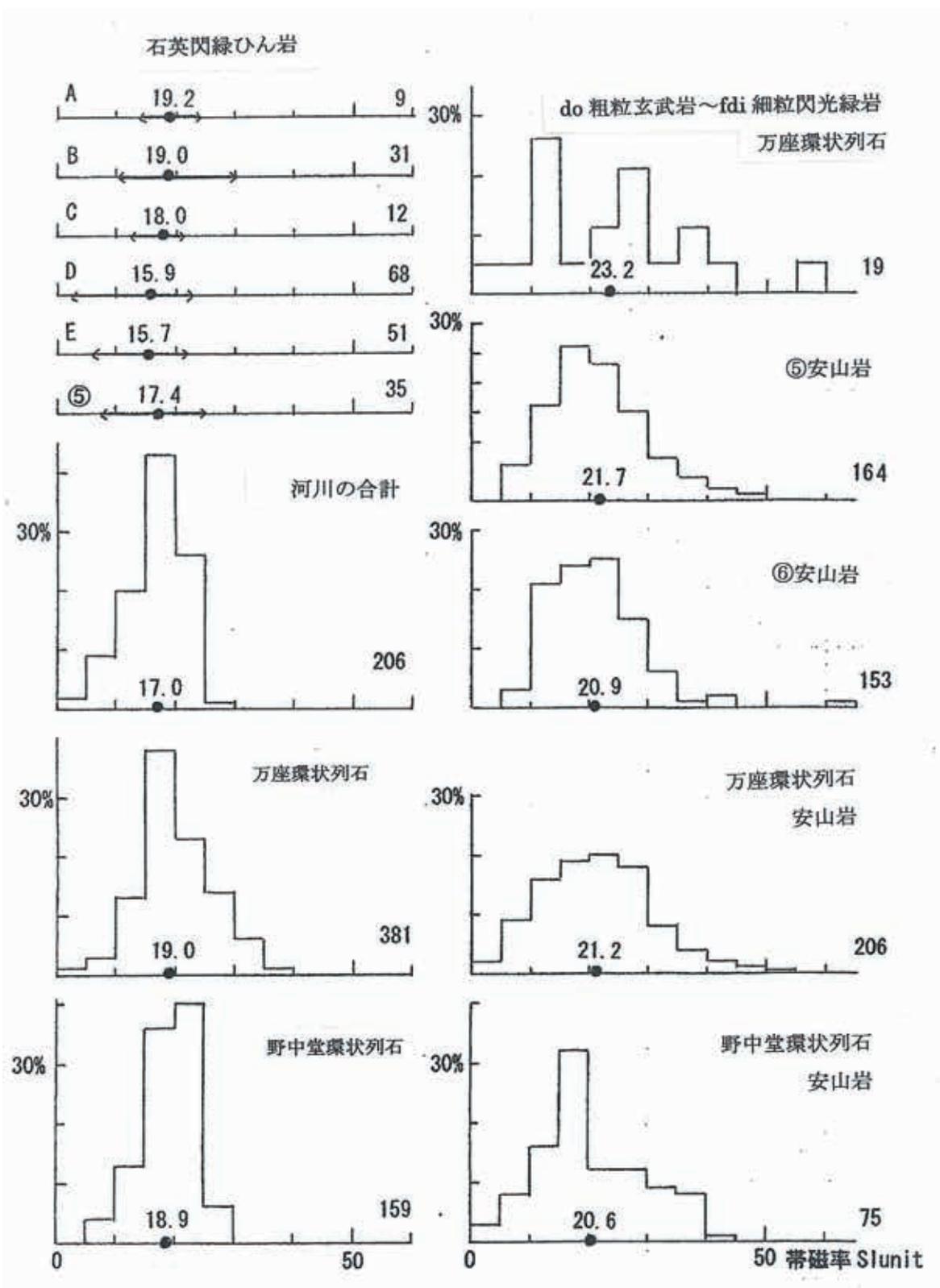
7 石材と河床礫および諸助山石英閃緑ひん岩岩体の帯磁率

第 84 図に帯磁率の測定結果を示す。第 84 図には qdp と an のほかに万座遺環状列石の fdi ~do の測定値 19 個と 2011 年に報告した⑥地点における an の測定値(藤本、2011)も加えた。

石英閃緑ひん岩 (qdp) : 石材の帯磁率は万座環状列石(381 個測定)で平均 19.0 ($\times 10^{-3}$ SI、以下同様)、野中堂環状列石(159 個測定)で 18.9 とほとんど同じ結果を得た。値の頻度分布でも共に 15-25 に 20%以上集中する形状を示している。但し、万座環状列石では 30 を越える例が 7%みられた。

一方、諸助山岩体では、第 79 図の ABCDE において、上流部の AB の平均値が 19.2、19.0 と高く、C が 18.0、D が 15.9、E が 15.7 と下流になるほど低下し、数値の分布範囲(図中の矢印)も低い方に広がる傾向を示している。

河床礫は⑤において 35 個が測定され、7.5-25 の分布範囲で平均 17.4 を得た。これは A~E の測定値の平均 17.5 に近い。第 84 図では A~⑤の測定値をまとめて、河川の合計として示した。河川の合計では 15-25 の範囲が 20%を越えて遺跡の範囲と似た分布を示すが、25 以上の測定値が少なく、平均値は 17.0 と遺跡の平均値より幾分低い。



第 84 図 帯磁率とその頻度分布

安山岩 (an) : 万座環状列石では 206 個の測定で 21.2 に平均値を持つほぼ対称的な頻度分布を、野中堂環状列石では 75 個の測定で 20.6 に平均値を持つ頻度分布を示す。両者はほぼ同じ平均値を示している。

河床礫では⑤において 164 個の測定で 21.7 に平均値を持ち、50 までなだらかに低下する頻度分布がみられる。これは⑥ (153 個測定) においてもほぼ同様に、平均値は 20.9 を示している。

石材の an と較べると、河床礫と万座環状列石、野中堂環状列石ともほぼ同じ平均値・頻度分布を示している。

細粒石英閃緑岩 (fdi) ~粗粒玄武岩 (do) : 19 個の測定で特徴を判断することは出来ないが、5 以下から 60 まで広い分布を示し、23.2 の平均値が得られた。

8 諸助山石英閃緑ひん岩岩体の節理系

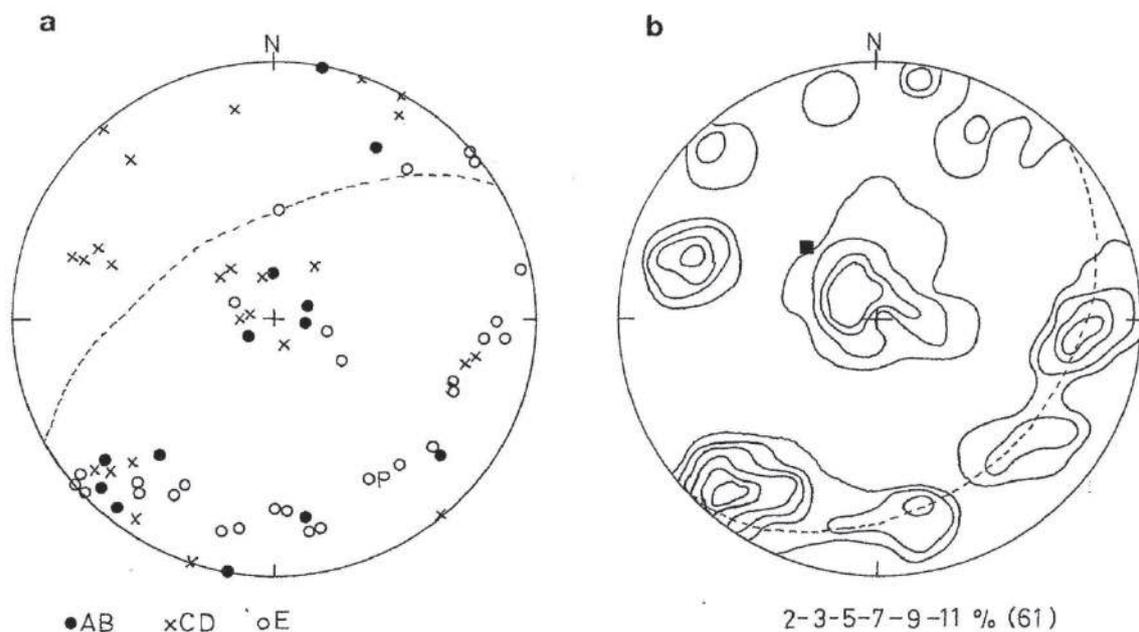
加納 (1985) は石材の qdp が諸助山岩体起源であることを指摘し、その柱状節理が石材の形状を規定していることを述べている。そこで岩体を横断する安久谷川沿いの林道脇露頭で前述のように節理面を測定した。結果を第 85 図に示す。

第 85 図はステレオ投影のシュミットネット下半球投影であり、半球を上から見た場合に相当する。具体的には、半球状の台所用ボウルを上から眺めた様子である。シュミットネットは図中の任意の面積がどこでも同じようになるように表現したネットであり、面構造や線構造を統計的に検討する場合に使われる。

空間的な面は、面上の水平線の方位である走向と、面上の最大傾斜線が水平面となす角度およびその概略方位で表現される。例えば、走向 N60E・傾斜 60NW の面は、その面が北から 60 度東に向いた方向に水平線が走っており、水平面から北西に 60 度傾斜することを示す。この面を第 85 図に表現すると図中の破線で示される大円になる。一方、大円で示される面はこれに垂直な極 (点) を持つ。この例では図中の白丸 p が極である。多数の面を大円で扱うことは煩雑であり、面を極で表現した方が統計的な検討には適している。作業はシュミットネット上にトレーシングペーパーを重ねて円を描き、中心を画鋏で止め、ペーパーを回転させながら行うが、近年は専用ソフトを使ってパソコンで作成されることも多い。今回は第 79 図の A~E において 61 個の節理面を測定し、第 85 図を作成した。

第 85 図 a は岩体の東側境界に近い範囲の AB、中央部の CD、西側境界に近い E に分けて面の極をプロットしたものである。この図から AB は北西走向、60-85 度北東に傾斜した節理面と、ほぼ水平に近い (中心部にプロットされる) 節理面が多いことがわかる。また CD は北西走向、北東と南西に急傾斜する面と、水平~南東に緩傾斜する面 (中心部から左上に少しずれる極)、および北北東走向、南東に 70-55 度傾斜する面を持つことがわかる。一方 E は水平に近い点を除いて、第 1、3、4 象限に限られる。このことは北西走向急傾斜の面から、東西走向北に 65 度、北東走向北西に 60-70 度傾斜の面、および北北東走向西に 70 度の節理面を形成していることを示している。

第 85 図 b は、第 85 図 a の節理面の極について、基円 (大円) の直径 1/10 の小円に入る点の全測定数に対する % を表している。第 85 図 b から 3% 以上の集中域が破線大円上に分布すること、その大円の極は黒■で中心からほぼ北西に 60 度下向きの線が球面と交わる点であることがわかる。この線は多数の節理面の交線であり、均質等方体における剪断面や破断面の交線であるから 3 軸応力における中間主応力軸 σ_2 と見なすことが出来る。



第 85 図 諸助山石英閃緑ひん岩岩体の節理(下半球投影、61 節裏面)

最も卓越する北西走向、急傾斜の節理面は第 79 図の岩体の伸張方向に直交する配置を示す。また、第 85 図 b における破線大円上の 5%以上集中域は、この大円上でほぼ 60 度の間隔で配置する。これは一般的に認められ、期待される柱状節理の柱面のなす角度 60 度を反映している。

諸助山石英閃緑ひん岩岩体は北東—南西に延びて分布する。この岩体を形成したマグマは北東—南西方向の割れ目を満たす形で上昇・貫入し、固結した。その過程で σ_2 に直交する引張応力 σ_3 により点線大円上の極で示される節理面が形成された。 σ_2 と破線大円の配置からみて、この岩体は垂直な貫入岩体ではなく、北東—南西に延びて北西に 60 度程度傾斜した岩脈状の岩体であると推定される。

9 石材の起源

万座環状列石、野中堂環状列石の石材のうち、約 60% (第 18 表・第 81 図) を占めるのは加納 (1985) が指摘したように、諸助山石英閃緑ひん岩岩体起源のかつての河床礫である。このことは石材の鑑定に加えて帯磁率測定によっても裏付けられる (第 84 図)。しかし、帯磁率において、遺跡の qdp の平均値に対し、第 84 図の A~⑤の平均値が少ない。このことについては、岩体内の北西部や中央部で帯磁率がやや低いことに加えて、これらの区域を起源とする河床礫が⑤において多く混入している可能性が考えられる。現実には、岩体を横断して開削された林道は中央部から北西部に大量の岩屑を生じ、大小の岩屑は安久谷川河床や周辺斜面に遺棄されている。縄文人が下流域の河床で石材を採集した当時は、比較的低い帯磁率の qdp 礫は現在のように多量に供給されていなかっただろう。

岩体内部における節理面は、岩体の伸張方向に直交して北東に 60—90 度の急傾斜をなす主要な節理面と、この面に約 60 度、120 度で交わる急傾斜の面から成る柱状節理系を形成し、水平～南東に緩傾斜する節理面や岩体の伸張方向に緩く斜交する急傾斜の節理面を伴っている。節理

系からみて岩体は岩脈状に北東に伸張するものの、垂直ではなく、北西方向に約 60 度傾いた板状の形態を示すと考えられる。内部にこのような重力的に不安定な節理系を有する諸助山岩体は、更新世末の寒冷期において物理的風化作用により大量の岩屑を安久谷川に供給していたであろう。そして柱状節理を反映する板状、柱状の河床角礫は水流により運搬・水磨され、下流域で最大径を減小させ、円磨度をあげて堆積していた。このことは第 82 図の現在の河床礫の最大径、L/M、M/S、円磨度の変化からも類推できる。

一方、石材のうちほぼ 30%を占めるのは安山岩で、十和田火山起源である。このことは遺跡の安山岩石材と大湯川現河床の安山岩礫の帯磁率が、平均値・値の分布ともに一致していることから裏付けられる（第 84 図）。また、石材の平均組成が万座環状列石で 4.05%、野中堂環状列石で 2.78%を示す fdi-do は、万座環状列石において 60 以下の広い帯磁率を示し、平均値は 23.2 である。これに対比できる岩石の候補は、安久谷川上流の do であり、その帯磁率は 25 と 30SI でいずれも万座環状列石における fdi-do の測定値平均に近い。岩質と帯磁率からみて、遺跡の石材で fdi としたものは第 79 図における貫入岩、粗粒玄武岩と考えられる。

石材において数%以下の tf、ms、da、ss、rhy、qp はいずれも安久谷川・大湯川流域に分布する地質体に起源を求めることができる。一方、sch と sl は上記河川のいずれにおいても露出は知られていない。ただし、最下位の安久谷川層の礫岩においてチャートや粘板岩礫の産出が報告されている（井上・ほか、1973）。また河床礫も⑤P において緑色片岩礫が見られることから、石材としての sch・sl は安久谷川上流に分布する安久谷川層や瀬の沢層の礫岩に由来する可能性がある。この場合、チャートや黒色粘板岩は近傍においても露出が知られており、北部北上帯の中古生界に対比できるが、緑色片岩は今まで知られていない。

以上のように、万座環状列石と野中堂環状列石の石材は安久谷川・大湯川流域に分布する地質体に起源を求めることが出来る。次にこれらが流域のどこで採集されたのか、検討してみることにする。

加納（1985）は諸助山岩体から供給された qdp の河床礫について、その形状から石材は安久谷川下流部において採集されたと推定した。しかし qdp の河床礫は、⑩①⑪②など安久谷川の各河床において円磨度 R が石材よりも低い。一方⑤を含む大湯川中～下流において qdp は大きい方から 50 個を選んだ礫組成の 23-42%を占め、最大径 L も 105cm におよび L/M は 2.0、円磨度 R は 0.6 に近いなど石材と類似した形態を示している。また万座環状列石、野中堂環状列石とも石材は qdp が多いが、an も qdp の約 1/2 で 30%程度を占める。縄文人による石材の採集活動は、これらを別々の河床から拾い集めたと考えることも可能ではあるが、むしろ同一の河床からそれぞれを選択的に採集したと考える方が自然である。その点で安久谷川流域の②③の河床は an が少なく、その円磨度も低いなど遺跡の石材組成・円磨度の特徴には合わない。

石材の最大径 L の分布から見て、縄文人が採集活動を行った qdp は、L がほぼ 100cm 以下（万座遺跡における 100-130cm の 4 個を除く）で平均 36-37cm、L/M、M/S の平均値が 2.0 かそれに近く、R の平均が 0.54-0.57 程度であった。このうち L は採取・運搬の労働能力の制約を受け、L/M、M/S は石材としての選択・評価基準を反映しているように見える。同様のことは an においても推察される。この場合は L が 85cm 以下で平均が 24-25cm、L/M の平均値が 1.4-1.5 に対し、M/S の平均値が 2.0-2.1 とお供え餅状で、R の平均値は 0.58 である。これらを踏まえると、河床礫において、石材の qdp、an の L 平均値に近い平均値が得られ、石材の L 分布の

大きい方に部分的に重なる場所として、qdpについては⑦～⑨、anでは⑤～⑨をあげることができる。ここでは共通する場所として⑥～⑨を採取河床の候補地と推定することにする。

河床礫と石材の岩石種、最大径、円磨度の比較から、以上のように⑥より下流の大湯川の河床が採集地として候補にあげられた。しかしこれらはいずれも現河床であり、縄文時代後期の河川状況とは異なっていたことが推定される。特に西暦915年の十和田aの噴出に続き大湯川を流下した毛馬内火砕流は、現河床沿いに沖積面より数m高い、段丘化した火砕流堆積物から成る平坦面を形成している。これに先立つ完新世の温暖期以降の大湯川では、更新世末の寒冷期に大量に供給された諸助山岩体起源の石英閃緑ひん岩礫を含む河床堆積物が、⑤付近から大湯環状列石南西の⑨周辺まで、毛馬内火砕流のない広く開けた河床に堆積していたはずである。この河床から縄文人は石材を選択・採取、運搬し、定置させるなどの労働を行ったものと考えられる。

10 まとめ

万座環状列石、野中堂環状列石を構成する全ての石材についてその岩石の種類、円磨度を判定し、最大径、中間径、最短径を可能な限り測定した。石材の内、石英閃緑ひん岩と安山岩、細粒閃緑岩～粗粒玄武岩については無作為に帯磁率を測定した。石材の最大供給源である諸助山石英閃緑ひん岩岩体について、節理の測定と帯磁率測定を行った。さらに、大湯川、安久谷川河床の礫について、一箇所あたり流域に沿って50m程度の範囲から大きい順に50個の礫を選び、岩石種類、円磨度、最大径、中間径、最短径の判定・測定を行い、石英閃緑ひん岩と安山岩については帯磁率の測定も行った。その結果、以下の成果を得た。

- (1) 万座環状列石の6488個、野中堂環状列石の2051個の石材は、それぞれ石英閃緑ひん岩が59.71、59.09%、安山岩が28.78、29.99%と、ほぼ同一の岩種別個数%を示し、石英閃緑ひん岩と安山岩で88.49、89.08%を占める。次いで細粒閃緑岩～粗粒玄武岩、凝灰岩その他が数%含まれる。各遺跡における1000個単位の組成はいずれも全体の組成と大きく変わらない。
- (2) 石材の最大径Lの平均値は石英閃緑ひん岩が万座環状列石、野中堂環状列石でそれぞれ36.1、36.8cm、Lの頻度分布も左右対称でほとんど同じである。安山岩のLの平均値は24.9、24.4cm、Lの分布頻度もほとんど同一である。これを河床礫と比較すると、いずれも石材が小さい平均値を示す。また、L/Mは石英閃緑ひん岩で2.0、安山岩で1.5程度と河床礫とほぼ同じであるが、M/Sは石英閃緑ひん岩で2.0程度と河床礫の1.5程度より高く、安山岩も2.0程度で河床礫の1.5程度より高い。石材において石英閃緑ひん岩、安山岩ともに最大径の平均が河床礫の平均より小さいことは、採集・運搬能力の制約によるものであろう。また、形状は比較的薄いものが採集・運搬・定置されており、石材としての選択・評価基準があったことを示唆している。
- (3) 石材の石英閃緑ひん岩の帯磁率は万座遺跡の平均値381個が19.0 ($\times 10^{-3}$ SI、以下同じ)、野中堂遺跡(159個)が18.9と殆ど同一であり、測定値の頻度分布もよく似ている。石材の供給岩体である諸助山岩体の帯磁率平均値は、上流側の19.0-19.2から下流側の15.7-15.9と低下する。河床の石英閃緑ひん岩礫の平均値は17.4であり、林道開削に伴う下流側の岩屑供給の影響を受けている。安山岩は石材、河床礫とも20.6-21.7の平均値を持ち、数値の頻度分布も類似して十和田火山起源であることを裏付けている。
- (4) 諸助山岩体の節理系は、岩体の伸張方向に垂直な胴切系の急傾斜面が卓越し、これと60度、120度程度で交わる高角柱状節理面、水平～南東に緩傾斜する節理面、岩体の伸張方向に緩く

斜交する急傾斜の節理面などで特徴づけられる。節理面の解析から岩体は北東－南西方向に伸張し、北西に 60 度程度傾斜する岩脈状であることが推定された。石材や河床礫の形状はこの柱状節理系によって規定され、流水の作用により下流ほど最大径 L が減少し、水磨されて円磨度 R が増加した。

- (5) 石材と河床礫の岩石種類別組成、最大径と円磨度を比較検討した結果、遺跡の石材は安久谷川と大湯川の合流地点から下流の大湯環状列石に近い大湯川河床において採集されたものと推定される。当時の大湯川は西暦 915 年の十和田火山の噴火による毛馬内火砕流が流下するはるか以前であり、現在の河川景観とは異なって河床は第 79 図の毛馬内火砕流堆積物分布域を含んで広がっていた。この河床には更新世末の寒冷期に大量に生産・供給された石英閃緑ひん岩を含む河床礫が完新世の温暖期に流送され、広く堆積していたと考えられる。このような河川環境において、縄文人は比較的たやすく石英閃緑ひん岩礫と安山岩礫をその大きさと形状において選択して採取し、運搬して活用・定置させたものであろう。

謝辞

環状列石の石材と諸助山石英閃緑ひん岩岩体および河床礫の調査において、元鹿角市教育委員会主事の黒沢健明氏、鹿角市教育委員会の赤坂朋美・工藤 海主事には記録や資料作成など全般にわたってお世話になった。産業技術研究所の小笠原正継博士には帯磁率測定に関してご教示いただいた。以上の各位に厚くお礼申し上げる。

文献

- 藤岡一男・佐藤 久 (1952) 地学より見たる大湯環状列石. 埋没文化財発掘報告、no.2、大湯町環状列石、文化財保護委員会、23-40.
- 藤本幸雄 (2003) 秋田県北部に分布する十和田火山噴出物について－いくつかの産状と軽石の物理的性質－. 秋田地学、54、1-7.
- 藤本幸雄 (2011) 環状列石構成礫について. 史跡伊勢堂岱遺跡発掘調査報告書、北秋田市埋蔵文化財調査報告書第 13 集、北秋田市教育委員会、190-202.
- 藤本幸雄 (2016) 北秋田市大野台の地形・地質と伊勢堂岱遺跡. 秋田地学、73、1-16.
- 井上 武・乗富一雄・上田良一・白田雅郎 (1973) 5 万分の 1 秋田県総合地質図幅「花輪」同説明書. 秋田県、54.
- 加納 博 (1985) 配石遺構及び礫群の石質とその原産地について. 大湯環状列石周辺遺跡発掘報告書(1)、鹿角市教育委員会、62-79.
- Krumbein, W.C.(1941) Measurement and geologic significance of shape and roundness of sedimentary particles. J.Sed.Petrol., 11, 64-72.
- 町田 洋・新井房夫 (2003) 新編火山灰アトラスー日本列島とその周辺ー. 東大出版会、336.
- 内藤博夫 (1966) 秋田県米代川流域の第四紀火山砕屑物と段丘地形. 地理学評論、39、463-484.
- 中川久夫・中馬教充・石田琢二・松山 力・土崎 修・生出慶司・大池昭二・高橋 一 (1972) 十和田火山発達史概要. 東北大地古研邦報、73、7-18.
- 立石雅昭・徐 垣 (1998) 礫・礫岩. 新版砕屑物の研究法、公文富士夫・立石雅昭 編、地学双書 29、地学団体研究会、101-146.

3 黒曜石の産地同定

パリノ・サーヴェイ株式会社

1. はじめに

今回の分析調査では、これまで大湯環状列石の発掘調査において出土した石器のうち、黒曜石製石器の石材産地に関わる情報を得ることを目的とし、蛍光 X 線分析装置による測定を行った。

1. 試料

分析試料は、大湯環状列石の発掘調査で出土した黒曜石製石器 16 点 (No.1~16) である。各試料の出土地区、グリッド、遺構、出土層位、発掘調査年の詳細は一覧表として、第 21 表に示す。

2. 分析方法

(1) エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置 (EDX) による測定

本分析の特徴は、試料の非破壊測定が可能であり、かつ多元素を同時に分析できることが利点としてあげられる。一方、本分析は非破壊測定であるため、測定領域が試料表面を対象とすることから、表面が汚れた試料や風化している試料については、表面の十分な洗浄あるいは測定面の選択が必要となる。本分析では試料が貴重な遺物であることから、汚れが少なく、風化の進んでいない面を選択して測定をおこなっている。

分析で使用した装置は、セイコーインスツルメンツ製エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置 (SEA2120L) であり、X 線管球はロジウム (Rh)、検出器は Si (Li) 半導体検出器である。測定条件は、励起電圧 50kV、管電流自動設定 (μA)、測定時間 300 秒、コリメータ (照射径) $\phi 10.0\text{mm}$ 、フィルターなし、測定室雰囲気は真空である。

測定元素は、Al (アルミニウム)、Si (ケイ素)、K (カリウム)、Ca (カルシウム)、Ti (チタン)、Mn (マンガン)、Fe (鉄)、Rb (ルビジウム)、Sr (ストロンチウム)、Y (イットリウム)、Zr (ジルコニウム) の 11 元素であり、測定試料全てにおいてマイラー膜 (PE, $2.5\mu\text{m}$; ケンプレックス製 CatNo107) を介して元素 X 線強度 (cps) を測定する。

第 21 表 分析試料一覧

No.	地区	グリッド	遺構	層位	調査年	備考
1		YK-90		Ⅲd~Ⅳ層上面	1987	16点の内1点
2		YL-90		Ⅲc層	1987	
3		YK-91		Ⅲa~b層	1989	
4	D		205住		1987	
5	D	YB-92		Ⅲb下位	1987	
6	D	YF-80		Ⅲb下~Ⅲc層	1988	石鏃
7	D		306土		1988	
8	F1		419土		1989	
9	D3	YG-88		Ⅲa~c層	1993	
10	D6	ZR-95		Ⅲa~d層上	1994	
11	D7	ZF-90		Ⅲb~c層	1995	
12	F4	YG-104		Ⅲb~d層	1996	
13	F4	YF-102		Ⅱ~Ⅲb層	1996	
14	F4	YE-103		Ⅱ~Ⅲd層上	1996	
15	F4	YH-104		Ⅱ~Ⅲb層	1996	
16	D8		SK(F)26.27		1998	

(2) 産地推定

産地推定の方法は、望月(2004 など)による方法に従い、測定結果 {元素 X 線強度(cps)} を以下の計算により判別指標値を求める。

$$\text{Rb 分率} = \text{Rb} \times 100 / (\text{Rb} + \text{Sr} + \text{Y} + \text{Zr}),$$

$$\text{Sr 分率} = \text{Sr} \times 100 / (\text{Rb} + \text{Sr} + \text{Y} + \text{Zr})$$

$$\text{Mn} \times 100 / \text{Fe}$$

$$\text{Log}(\text{Fe}/\text{K})$$

さらに、これらの判別指標値を用いた日本各地の原石(産地)データ 2 種類の産地推定図(第 86 図: Rb 分率-Mn×100/Fe 図、第 87 図: Sr 分率-Log(Fe/K)図)により、上記した試料 16 点のデータを照合し、産地を推定する。なお、産地推定図に用いた黒曜石産地の判別群名称は、表 2 に示す。

3. 結果および考察

各試料の元素 X 線強度(cps)を、第 23 表に示す。また、第 24 表に示した判別指標値をプロットした産地推定図(1)、(2)を、第 86 図、第 87 図に示す。分析に供された 16 点のうち、12 点(No.4~14・16)の産地は秋田県男鹿(金ヶ崎群)、1 点(No.15)の産地は青森県深浦(八森山群)と判定された。一方、No. 1~No. 3 の 3 点は産地推定図(1)、(2)の領域から外れる結果となり、産地判定に至らなかった。

以上の結果、大湯環状列石より出土した黒曜石製石器の 75%は、秋田県内の産地であることがわかった。また、今回の分析結果では、隣接する青森県の産地も 1 点(No. 15)確認されたことから、主に本遺跡では北東北地域を産地とする黒曜石製石器が使用されたことが示唆される。

一方、産地推定に至らなかった 3 試料(No. 1~No. 3)は、産地推定図上で既存の産地領域から外れるが、いずれも近似した判別指標値を示し、密接して分布することがわかった。秋田県内における黒曜石原産地の研究では、近年、田沢湖畔で発見された黒曜石原石について報告されている(吉川ほか, 2012, 2013)。これらの蛍光 X 線分析の測定データについては未公表であり、今回の測定データとの比較はできない。ここでは本分析調査で産地推定に至らなかった 3 試料(No. 1~No. 3)の肉眼観察を実施し、上記文献に報告されている田沢湖畔原石の観察結果との比較を行う。

・No. 1: 黒色、塊状で透明感を有し、貝殻状断口を示す。無斑晶質であるが、径 1.5mm 程度の淡灰白色を示す球顆が点在する。

・No. 2: 淡黒灰色、塊状で顕著な透明感を有し、貝殻状断口を示す。無斑晶質であり、径 0.5mm 程度の淡灰白色を示す球顆がきわめて微量含まれる。局所的に微細な気泡を含む。

・No. 3: 淡黒色、塊状で透明感を有し、貝殻状断口を示す。無斑晶質であるが、黒雲母の微斑晶や、径 0.1mm 程度の淡灰色を示す球顆が数粒認められる。

田沢湖畔では、春山地区、大沢地区の 2 地点で原石が採取されており、春山地区の原石は「色調は漆黒~黒色で透明度が高く、白色の縞状模様が入るものもある。粒顆などの不純物は基本的にみられず、良質である。」とされる(吉川ほか, 2013)。また、大沢地区の黒曜石原石は春山地区のものに比べ気泡、球顆を多く含むとされる(吉川ほか, 2014)。

本分析地点のNo.1~3 について、気泡、球顆を含む点は大沢地区の原石とは類似するが、春山地区の黒曜石原石とは異なる特徴である。いずれにしても試料の肉眼鑑定を行ったのみであり、今

第22表 黒曜石産地の判別群名称

都道府県	エリア	新判別群	旧判別群	新記号	旧記号	原石採取地(分析数)
北海道	白滝	八号沢群		STHG		赤石山山頂(19)、八号沢露頭(31)、八号沢(79)、黒曜の沢(6)、幌加林道(4)
		黒曜の沢群		STKY		
	上士幌	三股群		TKMM		十三ノ沢(16)
	置戸	安住群		ODAZ		安住(25)、清水ノ沢(9)
	旭川	高砂台群		AKTS		高砂台(6)、雨紛台(5)、春光台(5)
		春光台群		AKSK		
	名寄	布川群		NYHK		布川(10)
	新十津川	須田群		STSD		須田(6)
赤井川	曲川群		AIMK		曲川(25)、土木川(15)	
豊浦	豊泉群		TUTI		豊泉(16)	
青森	木造	出来島群		KDDK		出来島海岸(34)
	深浦	八森山群		HUHM		八森山公園(8)、六角沢(8)、岡崎浜(40)
秋田	男鹿	金ヶ崎群		OGKS		金ヶ崎温泉(37)、脇本海岸(98)
		脇本群		OGWM		脇本海岸(16)
山形	羽黒	月山群		HGGS		月山荘前(30)、朝日町田代沢(18)、櫛引町中沢(18)
		今野川群		HGIN		今野川(9)、大綱川(5)
新潟	新津	金津群		NTKT		金津(29)
	新発田	板山群		SBIY		板山牧場(40)
栃木	高原山	甘湯沢群	高原山1群	THAY	TKH1	甘湯沢(50)、桜沢(20)
		七尋沢群	高原山2群	THNH	TKH2	七尋沢(9)、自然の家(9)
長野	和田(WD)	鷹山群	和田峠1群	WDTY	WDT1	鷹山(53)、小深沢(54)、東餅屋(36)、芙蓉ライト(87)、古峠(50)、土屋橋北(83)、土屋橋西(29)、土屋橋南(68)、丁字御領(18)
		小深沢群	和田峠2群	WDKB	WDT2	
		土屋橋北群	和田峠3群	WDTK	WDT3	
		土屋橋西群	和田峠4群	WDTN	WDT4	
		土屋橋南群	和田峠5群	WDTM	WDT5	
		芙蓉ライト群		WDHY		
		古峠群		WDHT		
	和田(WO)	ブドウ沢群	男女倉1群	WOBD	OMG1	ブドウ沢(36)、ブドウ沢右岸(18)、牧ヶ沢上(33)、牧ヶ沢下(36)、高松沢(40)
		牧ヶ沢群	男女倉2群	WOMS	OMG2	
		高松沢群	男女倉3群	WOTM	OMG3	
諏訪	星ヶ台群	霧ヶ峰系	SWHD	KRM	星ヶ塔第1鉱区(36)、星ヶ塔第2鉱区(36)、星ヶ台A(36)、星ヶ台B(11)、水月霊園(36)、水月公園(13)、星ヶ塔のりこし(36)	
蓼科	冷山群	蓼科系	TSTY	TTS	冷山(33)、麦草峠(36)、麦草峠東(33)、渋ノ湯(29)、美し森(4)、八ヶ岳7(17)、八ヶ岳9(18)、双子池(34)	
					双子池(26)	
					擂鉢山(31)、亀甲池(8)	
神奈川	箱根	芦ノ湯群	芦ノ湯	HNAY	ASY	芦ノ湯(34)
		畑宿群	畑宿	HNHJ	HTJ	畑宿(71)
		黒岩橋群	箱根系A群	HNKI	HKNA	黒岩橋(9)
		鍛冶屋群	鍛冶屋	HNKJ	KJY	鍛冶屋(30)
		上多賀群	上多賀	HNKT	KMT	上多賀(18)
静岡	天城	柏峠群	柏峠	AGKT	KSW	柏峠(80)
東京	神津島	恩馳島群	神津島1群	KZOB	KOZ1	恩馳島(100)、長浜(43)、沢尻湾(8)
		砂糠崎群	神津島2群	KZSN	KOZ2	砂糠崎(40)、長浜(5)
島根	隠岐	久見群		OKHM		久見パーライト中(30)、久見採掘現場(18)
		箕浦群		OKMU		箕浦海岸(30)、加茂(19)、岸浜(35)
		岬群		OKMT		岬地区(16)
その他		NK群		NK	中ッ原1G、5G(遺跡試料)、原石産地は未発見	
以下は佐々木繁喜氏提供試料						
青森	小泊	折腰内群		KDOK		小泊市折腰内(8)
岩手	北上川	北上折居1群		KKO1		水沢市折居(36)、花巻日形田ノ沢(36)、雫石小赤沢(22)
		北上折居2群		KKO2		水沢市折居(23)、花巻日形田ノ沢(8)、雫石小赤沢(2)
		北上折居3群		KKO3		水沢市折居(5)
宮城	宮崎	湯ノ倉群		MZYK		宮崎町湯ノ倉(54)
	色麻	根岸群		SMNG		色麻町根岸(48)
	仙台	秋保1群		SDA1		仙台市秋保土蔵(17)
		秋保2群		SDA2		仙台市秋保土蔵(35)
	塩竈	塩竈群		SGSG		塩竈市塩竈漁港(22)

第 23 表 黒曜石分析結果(元素 X 線強度)

分析No.	強度(cps)										
	Al	Si	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Rb	Sr	Y	Zr
1	56.410	434.056	44.406	14.130	3.668	5.271	116.664	7.684	3.033	10.660	16.915
2	58.465	434.913	43.875	14.971	4.191	5.438	122.549	8.359	3.279	10.937	17.473
3	57.621	452.356	46.364	14.103	3.762	5.554	120.720	8.599	3.149	11.235	17.210
4	68.546	465.028	64.563	23.538	3.802	14.435	81.598	16.863	9.441	5.528	11.003
5	63.795	466.376	62.485	23.173	3.374	14.102	77.265	16.999	10.500	6.228	10.808
6	57.633	419.319	65.760	23.705	4.852	14.781	84.032	17.305	10.869	7.883	11.559
7	69.006	487.060	66.240	23.535	3.659	14.948	83.632	17.365	10.610	6.448	11.446
8	63.299	448.303	60.987	22.076	3.134	13.705	77.603	16.523	10.703	6.609	11.476
9	63.626	457.823	63.761	22.266	3.156	13.485	76.528	16.555	9.515	6.768	11.367
10	66.585	474.591	65.564	22.907	3.444	14.160	79.916	17.903	10.405	7.363	11.203
11	61.249	452.198	61.467	21.254	3.122	13.477	74.648	16.132	10.271	7.168	10.655
12	59.751	440.563	63.714	22.224	5.055	13.700	78.195	17.564	10.543	6.272	11.077
13	63.935	469.085	63.742	21.461	3.316	13.448	75.503	15.755	9.703	6.534	10.717
14	56.566	412.308	59.338	22.289	7.074	12.839	74.472	16.135	10.571	7.001	11.136
15	58.366	432.944	58.498	12.354	4.876	6.799	237.733	10.147	0.239	9.974	72.591
16	67.811	489.611	64.341	23.217	3.123	14.232	78.231	16.962	10.395	7.162	12.193

第 24 表 黒曜石分析結果(判別指標値及び産地推定)

分析No.	判別指標					産地推定				
	Rb分率	Sr分率	Zr分率	Mn*100/Fe	log(Fe/K)	図1による判定	図2による判定	総合判定	エリア	新判別群
1	20.07	7.92	44.17	4.52	0.419	?	?	?	?	?
2	20.87	8.19	43.63	4.44	0.446	?	?	?	?	?
3	21.39	7.83	42.82	4.60	0.416	?	?	?	?	?
4	39.37	22.04	25.69	17.69	0.102	OGKS	OGKS	OGKS	男鹿	金ヶ崎群
5	38.17	23.58	24.27	18.25	0.092	OGKS	OGKS	OGKS	男鹿	金ヶ崎群
6	36.34	22.83	24.28	17.59	0.106	OGKS	OGKS	OGKS	男鹿	金ヶ崎群
7	37.86	23.13	24.95	17.87	0.101	OGKS	OGKS	OGKS	男鹿	金ヶ崎群
8	36.47	23.62	25.33	17.66	0.105	OGKS	OGKS	OGKS	男鹿	金ヶ崎群
9	37.45	21.52	25.71	17.62	0.079	OGKS	OGKS	OGKS	男鹿	金ヶ崎群
10	38.19	22.20	23.90	17.72	0.086	OGKS	OGKS	OGKS	男鹿	金ヶ崎群
11	36.48	23.22	24.09	18.05	0.084	OGKS	OGKS	OGKS	男鹿	金ヶ崎群
12	38.64	23.19	24.37	17.52	0.089	OGKS	OGKS	OGKS	男鹿	金ヶ崎群
13	36.89	22.72	25.09	17.81	0.074	OGKS	OGKS	OGKS	男鹿	金ヶ崎群
14	35.98	23.57	24.83	17.24	0.099	OGKS	OGKS	OGKS	男鹿	金ヶ崎群
15	10.92	0.26	78.10	2.86	0.609	HUHM	HUHM	HUHM	深浦	八森山群
16	36.31	22.25	26.10	18.19	0.085	OGKS	OGKS	OGKS	男鹿	金ヶ崎群

【註】

1) 「?」は判別群より外れた試料を意味し、判定できないことを意味する。

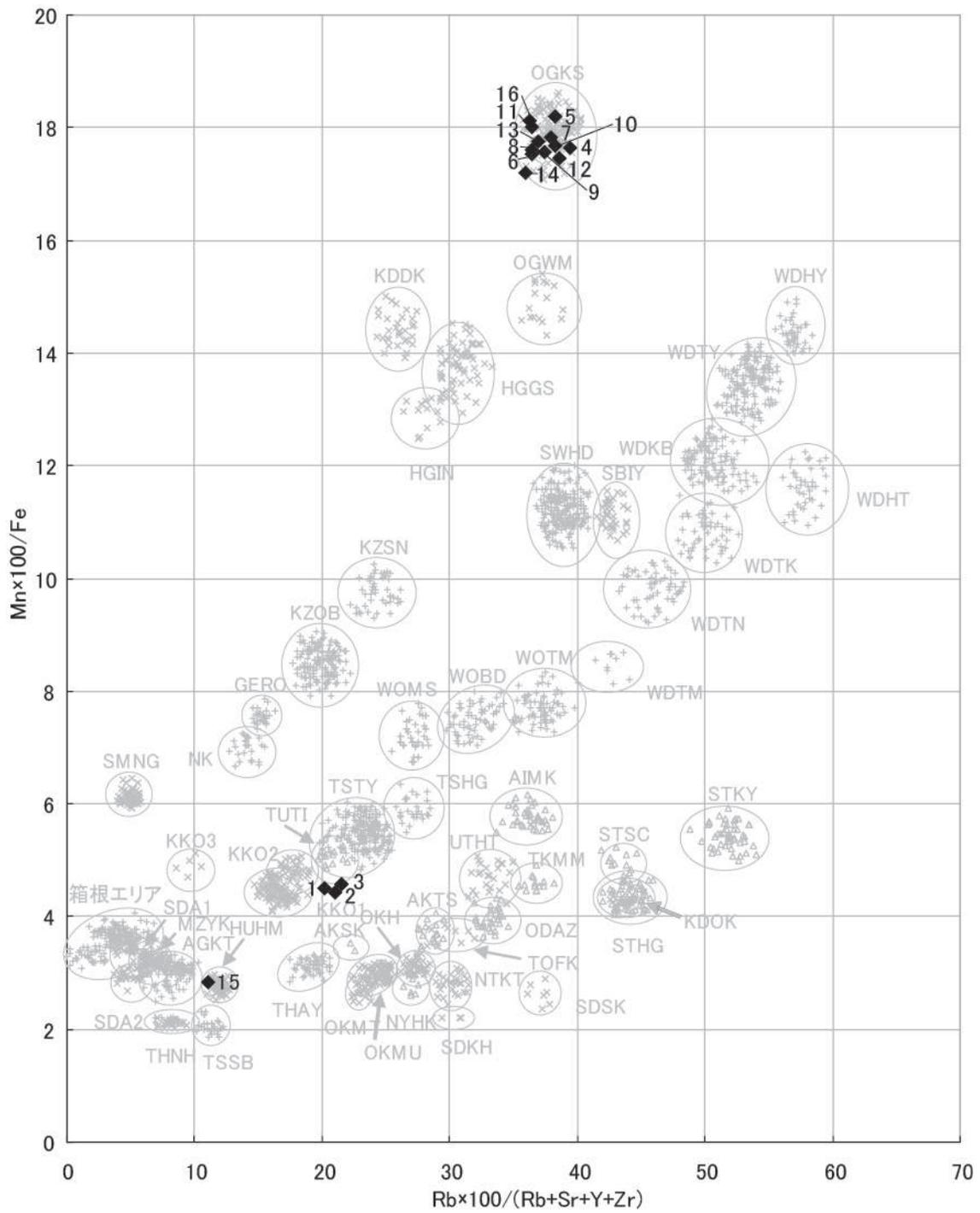
後、田沢湖畔で採取された原石の蛍光 X 線分析測定結果が公開された場合、本分析結果を比較することで産地不明とされた 3 点が田沢湖畔で採取されたものか否か検証する必要がある

引用文献

望月明彦, 2004, 第 5 節 和野 I 遺跡出土黒曜石製石鏃の石材原産地分析, 岩手県文化振興事業団埋蔵文化財調査報告書 452 集 和野 I 遺跡発掘調査報告書, 476-480.

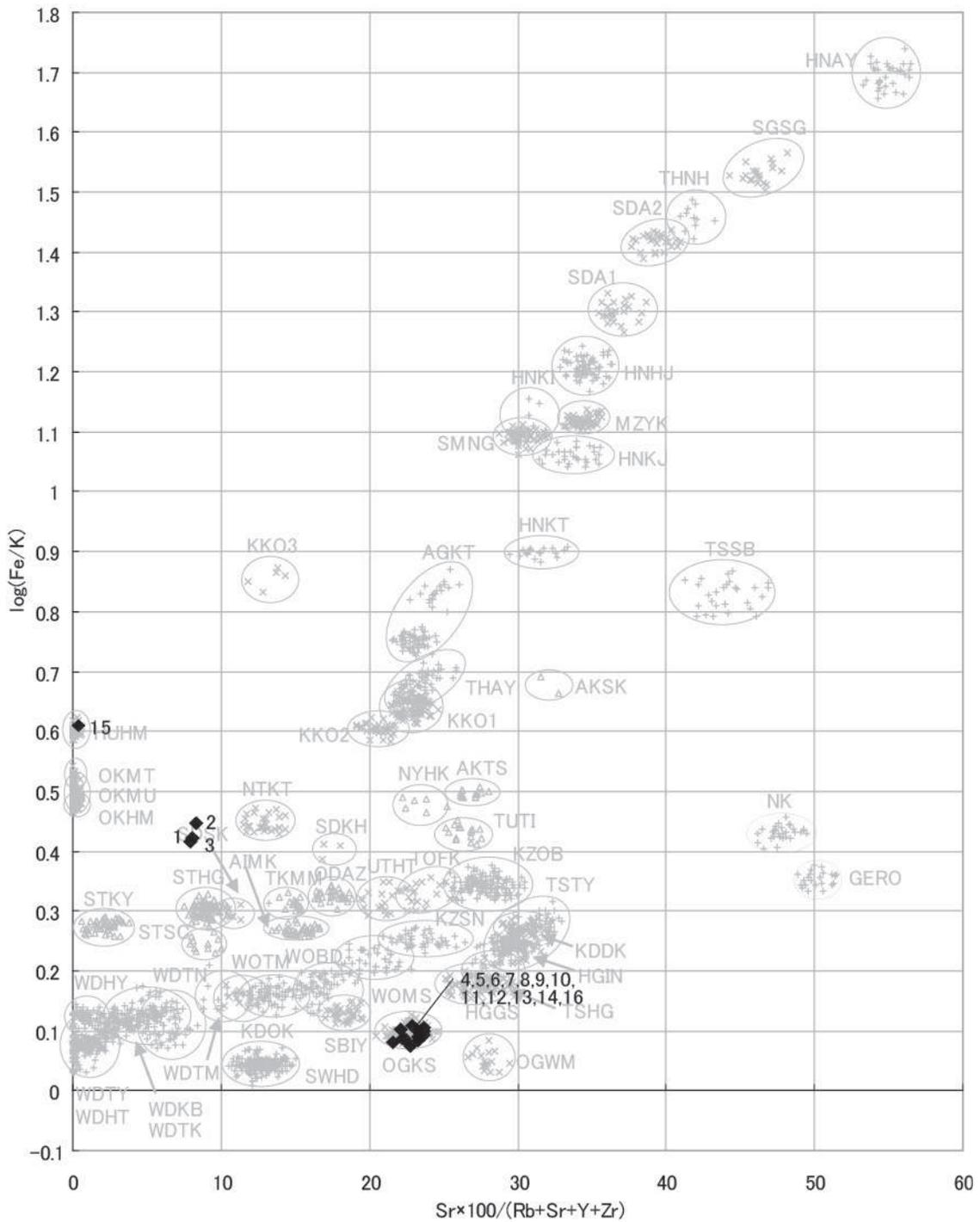
吉川幸太郎・渡辺春雄・佐藤隆・五井昭一・塩野米松・黒田久子, 2012, 秋田県仙北市田沢湖畔採集の黒曜石原石について, 秋田県立博物館研究報告 第 37 号, 秋田県立博物館, 39-41.

吉川幸太郎・佐藤隆, 2013, 秋田県仙北市田沢湖畔採集の黒曜石原石について (2), 秋田県立博物館研究報告 第 38 号, 秋田県立博物館, 21-24.



+ 中部・関東の産地 × 東北北陸・隠岐の産地 Δ 北海道の産地

第 86 図 黒曜石産地推定 (1)



+ 中部・関東の産地 × 東北北陸・隠岐の産地 Δ 北海道の産地

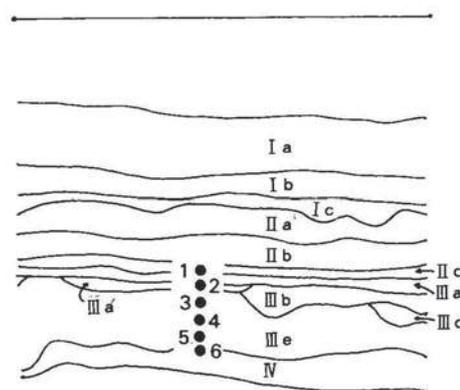
第 87 図 黒曜石産地推定 (2)

4 大湯環状列石周辺の古環境

成田典彦（元 鹿角市立尾去沢中学校教諭）

(1) はじめに

秋田県における縄文期の植生の変化およびこれにともなう気候の変化を究明するためには、いくつかの花粉分析的研究が行われている。鹿角地域では、玉川温泉(標高 770m)の分析結果がある(辻, 1977)。これによると、少なくとも約 6000 年前から現在を通じてブナ・ミズナラ林が広がり、約 2500 年前後に急速にスギが侵入し、この地方に分布するスギ・ブナ林が成立したという。考古学的には縄文晩期にあたるこの時代を境にして、スギの増加は気候の湿潤化・冷涼化を示すものと考えられている。このことは秋田県海岸平野で得られている知見(辻・日比野, 1975)にほぼ一致している。このことから、大湯環状列石が配石された縄文後期の植生は依然としてブナ・ミズナラを中心とした落葉広葉樹林で占められ、湿潤化にともなうスギの侵入はまだみられないことになる。縄文中期北の林Ⅱ遺跡(東北縦貫道遺跡報告書)・天戸森遺跡(天戸森遺跡報告書)の花粉分析でも食用植物の豊富なブナ・ミズナラ林が当時の植生としてうかがわれる結果が報告されている。本報告では腐植土中の花粉分析の問題点と分析の結果推定される植生について述べたい。



第 88 図 採取層序と採取番号

(2) 処理方法と問題点

花粉はスポロポレニンという、たいへん化学的に安定で強靱な物質からなる外壁を身につけていて化石に残る。地質中の花粉化石を取り出して調べると、その地層の堆積当時どのような植物が育成していたかがわかる。また、それを定量的に調べ、それらの植物の花粉の散布量や生産量をふまえて考えると、どのような地形、気候であったかなどの古環境も推定できる。ただし、感想や長い間の酸化などには弱く、古植生を復元するのは困難である。今回の分析でも古植生復元に必要な木本花粉化石 250 個におよばない数 10 個体だけ取り出すことができた。

分析の方法は次のように行った。B 区南壁(第 88 図)の大湯浮石層(Ⅱ b)より下位のⅡ c・Ⅲ a・Ⅲ a'・Ⅲ e(厚さ 30cm)を 5cm ずつの厚さで 6 サンプル採取し、実験室で表面をけずりそれぞれ 100 g を測定し処理した。10%水酸化カリウム水溶液で脱色(80 度、20 分湯せん)→水洗→傾斜法による砂の分離→塩化亜鉛水溶液(比重 2.0)を用いて遠心比重分離→氷酢酸

で脱水→アセトリシス溶液(濃硫酸 1：無水酢酸 9 の混合溶液)で膨潤→氷酢酸→水洗→残渣をグリセリンゼリーで封入を行い検鏡した。通常の花粉分析では、木本花粉化石 250 個を基数にし各花粉のダイアグラムを作成し考察できる植生を呈示するのが妥当であるが、本報告では検出された花粉化石が少なく、第 25 表にあらわしそれをもとに述べたい。

(3) 分析結果

花粉分析の結果、同定した科または属は以下のとおりである。ブナ属・コナラ属・シナノキ属・オニグルミ属・ケヤキ属-ニレ属・ハンノキ属の落葉広葉樹、スギ属・マツ属の針葉樹、イネ科・キク科の草本。全層準を通じてブナ属・コナラ属・ケヤキ属-ニレ属・ハンノキ属がみられる。ブナ属は現植生や花粉の大きさ全体の形から、温帯下部に混交林

第 25 表 検出された花粉化石の個体数

花粉化石 採取 番号	マツ属	スギ属	ブナ属	コナラ 属	ニレ・ ケヤキ 属	ハン ノキ 属	クル ミ属	シナ ノキ 属	イネ 属	キク 属
No.1	3	1	4	2	8	2	-	1	2	3
No.2	4	-	3	2	9	4	-	1	4	6
No.3	2	-	2	3	7	5	1	-	5	2
No.4	-	-	5	5	8	6	1	2	5	4
No.5	2	-	4	8	5	1	2	-	9	7
No.6	2	-	3	2	1	2	-	-	3	5

として育成するイヌブナではなく、温帯上部に優占林を形成するブナと思われる。花粉の形態からイヌブナは 35 ミクロン前後でやや三角形にちかい尖った形をし、ブナは 40 ミクロン前後で形は円形に近い。コナラ亜属は、現在鹿角に自生するミズナラと思われ、オニグルミとともに食用植物として利用されていたと考えられる。B 区からは炭化したオニグルミの殻も出土している。縄文時代の遺跡から出土するクルミは、在来種のオニグルミが多いが、ここでも殻の厚さ、大きさから、亜種で脂肪分が少なく味がおちるヒメグルミとは違う。天戸森遺跡では炭化したクリの堅果も出土したが、本遺跡では炭化クリも花粉化石もみつからなかったしかし、大切な食用としてのクリが自生していたと考えるのが妥当である。以上のことから、花粉化石が少なく具体的な植生は論じられないが、当時は、ブナ・ミズナラ・ケヤキなどを中心とした



PL10 花粉化石の写真

落葉広葉樹林が広がりオニグルミやクリなどが混入していたと考えられる。草本のイネ科は今では普通にみられる雑草のたぐいのもので、タンポポ・ヨモギなどのキク科の植物もみられる。スギについては、個体数が少なく植生は推論できないが、大湯浮石層近くの地層で1個体だけみつまっている。マツは二葉マツ類のものが多かった。

花粉化石の保存がよいのは湿原の泥炭層である。1g程度にたくさんの花粉化石が見つかる。このことから大湯環状列石遺跡の古環境を正しく把握するには、近くで同時期に堆積した泥炭を分析する必要がある。菩提野にある蛇沢湿原は基底に大湯浮石層を堆積させているので、縄文期の植生は考察できない。宮野平から中草木にかけて広がっていたといわれている大谷地湿原がどのくらいの時代までさかのぼれるか、その結果によっては大湯環状列石の古環境を正しく考察できると思われる。

参考文献

- (1) 辻誠一郎・日比野絃一郎(1975) 『秋田県女潟における花粉分析的研究』「第四紀研究 14」
- (2) 辻誠一郎(1977) 『秋田県玉川温泉地域の沖積世鹿湯層の花粉分析』「東北地理 29」
- (3) 成田典彦(1984) 『植物遺体について』「天戸森遺跡発掘調査報告書」

5 大湯環状列石周辺遺跡出土の植物遺体について

成田典彦（元 鹿角市立尾去沢中学校教諭）

(1) はじめに

縄時代の食用植物の堅果類であるクルミ・クリ・ドングリ類・トチノキの炭化種子が個別ではなくそろって出土したのは貴重なことである。これらの中にはアク抜きを必要とする堅果類も含まれ、当時の野生植物の利用水準や遺跡周辺の古植生を知る上でも貴重な資料を与えてくれたことになる。ここでは炭化種子の記載と若干の古植生復元について述べることにする。

(2) 試料の処理

処理にあたってはバットに水を浸し、約 1 時間放置後水洗をした。水洗は水道水を流しながら軟らかいブラシで付着した黒土を除去した。遺体の流出を防ぐため、除去した黒土をメッシュに通した。表面の水分を軽く取り除き、ポリ管に保存し観察した。

(3) 植物遺体の状態

出土した植物遺体の遺構ごとの個数は第 23 表のとおりである。遺体はすべて炭化しており、火の影響を受けたものと考えられる。そのため保存もよく、クリについては完全な形のもの少数点出土した。また堅果類のほかに炭化材の小片が出土しているが、樹種を鑑定できる大きさではない。

①クリ

果皮が剥ぎ取られ、種子の皮(内果皮)や、いわゆる渋皮も付着していない。炭化している実は堅く、その表面にはしわが観察される。また実の(子葉)の内側は乾燥により空間になっていてその表面はつややかである。ほとんどが破片状になっているが、完全な形のものも少数点出土している。乾燥のため、その大きさはかなり変化していると思われるが、平均の大きさは長径が 18 mm、幅が 19 mm で、出土中最大の径は長径 20.7 mm、幅 25.5 mm(Pit17,18)のものである。

②クルミ

内果皮(核)の破片が少量出土した。核のとがった先端は欠損し核の推定の大きさは長径が 26 mm、幅は 24 mm である。核の表面はしわが少なく大きさからオニグルミと同定する。実は出土しなかった。

③トチノキ

内果皮の破片に炭化した実が付着しているものが多くみられる。第 243 号フラスコ状土坑、Pit21 に集中して出土している。実はクリのように堅く固結せず、しわはなくホクホク

第 26 表 植物遺体の出土数

	クリ	クルミ	トチノキ	ドングリ	炭化物
Pit17.18	5(1)	—	—	—	—
Pit19	—	—	—	1	1
Pit21	—	—	5	—	—
Pit54	1(1)	5	—	—	—
SK239	1	1	2	1	
SK258	331(30)	—	—	1	26
SK(F)243	6(3)	—	56	1	6
SK(F)250	1(1)	5	—	—	—
計	345(36)	11	63	4	33

した感じである。指で押さえ軽く力を加えるとこなごなになる。

④ドングリ類

果皮が剥ぎ取られ、子葉の片側だけ出土している。1点は長さ 14.5 mm、幅 10.9 mm、他の2点もほぼ同じような大きさである。その大きさから二次林として遺跡周辺に生育していたコナラかミズナラの種子と考えられる。

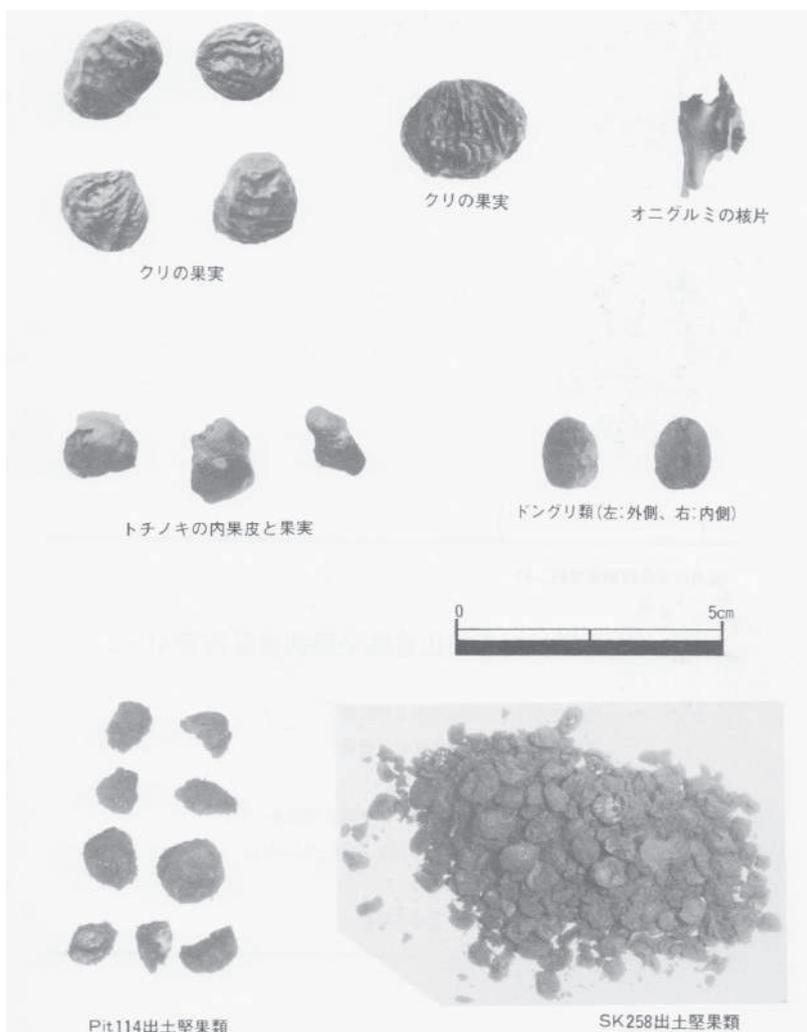
(4) 考察

現在、遺跡周辺にはスギ・カラマツの植栽やコナラ・ハンノキなど二次林的な樹木が見られる。林床にはチシマザサが見られることから、当時は遺跡周辺から山腹にかけてブラ・ナラの落葉広葉樹林で広く覆われていたものと考えられる。大湯環状列石周辺遺跡発掘調査報告書(2)で行った黒土の花粉分析もそれを裏付けている。しかし、今回多量に出土したクリ・トチノキの花粉化石が検出されていないという結果は、花粉の保存状態によると考えられ、周辺の植生の中にクリ・トチノキが存在していたと考えるのが妥当である。これをふまえて古植生を考察してみると次のようなことがいえる。

トチノキはミズナラ・コナラ・オニグルミ・クリなどのように日当たりのよい場所に生育する樹木ではなく、どちらかといえば沢筋に生育する樹木である。したがって日当たりのよい段丘上ではなく、遺跡より少し離れた所に育成していたものと考えられる。それに対してミズナラ・コナラ・オニグルミ・クリは、自然植生が破壊され二次林が形成される遺跡周辺に出現する樹木である。とくにクルミはきわめて広い範囲にある程度密度をもって分布することがあり、クリがクルミとともに栽培されていた可能性も考えられる。また、これからのきめ細かい炭化材の樹種鑑定結果によっては、クリが食料源としてのみならず、住居用材・燃料材として多目的に活用されていたことも考えられる。千野(1984)は縄文時代の住居用材に落葉広葉樹が用いられ、とくに日本海側を中心とした多雪地帯では柱材などにクリの大径材を用いる例が多いことを指摘している。秋田県の代表的な樹木であるスギは、海岸平野や八幡平山腹の花粉分析のデータからも約 2,500y.B.P 以降に拡大してくると

いわれ、この当時生育していたとは考えしがたい。

また、堅果類の食物としての活用については、次のようなことがいえる。多量に出土したクリ・クルミはアク抜きを必要とせず縄文早期にさかのぼって確認されている。クリは甘味をだすために一時的(冬季)に貯蔵穴に保存することが知られているが、大部分は屋根裏貯蔵と考えられている。今回出土したクリは内果皮がきれいに剥ぎ取られ、緩やかな乾燥を受けている。またすべての果肉には虫食いの跡さえみられない。第258号土坑から出土したクリの破片の総重量は115.2gで、完全な



PL11 植物遺体

形をしたクリの重量の平均を求めそれを基数にクリの個数を算出すると111個になる。ほかの堅果類に比べて活用度が大きいことが想像され、これらの大部分は屋根裏貯蔵から土坑内に落ちたものと考えられる。クルミは核の部分は残りやすいが実の部分は残りにくい。出土数は少ないが活用の割合は大きいと考えられる。また熱処理の必要はドングリ類さらに複雑なアク抜きの必要なトチは縄文中期以降の遺跡から出土している。特にトチはアク抜きの処理が分雑になってくるが、当時はその技術を会得し重要な食料源としていたと考えられる。このように縄文人は植物の特性や遷移をよく把握して、それを巧みに利用していたと考えられる。

<参考文献>

千野裕道 (1984) 『縄文時代のクリー炭化木材の樹種を中心に』「歴史公論No.103」

渡辺 誠 (1985) 『縄文文化の発達とブナ帯』「ブナ帯文化」

※鹿角市文化財調査資料 33『大湯環状列石周辺遺跡発掘調査報告書 (4)』より転載