

素水と塩酸を加えて試料の泥化と有機物の分解・漂白を行う。次に、分散剤を加えた後、蒸留水を満ち放置する。その後、上澄み液中に浮遊した粘土分を除去し、珪藻殻の濃縮を行う。この操作を4～5回繰り返す。次に、自然沈降法による砂質分の除去を行い、検鏡しやすい濃度に希釈し、カバーガラス上に滴下して乾燥させる。乾燥した試料上に封入剤のプリウラックスを滴下し、スライドガラスに貼り付ける。検鏡は油浸600倍または1000倍で行い、メカニカルステージを用い任意に出現する珪藻化石が200個体以上になるまで同定・計数する。なお原則として、珪藻殻が半分以上破損したものについては誤同定を避けるため同定や計数を行わない。200個体を計数後は示準種などの重要な種類の見落としがないように全体を精査し、含まれる種群全てが把握できるように努める。珪藻の同定と種の生態性については、HorstLange-Bertalotetal.(HorstLange-Bertalot et al.2000)、Hustedt(Hustedt1930-1966)、Krammer and Lange-Bertalot(Krammer and Lange-Bertalot1985～1991)、Desikachary(Desikachary1987)などを参考にする。群集解析にあたり、まず塩分濃度に対する適応性により、海水生、海水～汽水生、汽水生、淡水生に生態分類する。淡水生種はさらに塩分、pH、水の流動性の3適応性で分類する。

堆積環境の変遷を考察するために珪藻化石が100個体以上産出した試料について珪藻化石群集変遷図を作成する。出現率は化石総数を基数とした百分率で表し、基本的に1%以上(産出種数により変更)の産出率を示す分類群についてのみ表示した(図中の●印は、総数が100個体以上産出した試料うち1%未満の種を示し、+印は総数100個体未満の場合の産出を示す)。表示する分類群は、分析試料全体で産出率の合計が1%以上の分類群である。また図中には、海水生・汽水生・淡水生種の相対頻度と淡水生種を基数とした塩分・pH・流水の相対頻度について図示する。

塩分に対する適応性は淡水中の塩類濃度の違いで区分し、ある程度の塩分が含まれた方がよく生育する種類は好塩性種、少量の塩分が含まれていても生育できるものを不定性種、塩分が存在する水中では生育できないものを嫌塩性種として区分している。これは主に水域の化学的な特性を知る手掛かりとなるが、単に塩類濃度が高い

か低いかといったことが分かるだけでなく、塩類濃度が高い水域というのは概して閉鎖水域である場合が多く、景観を推定する上でも重要な要素である。

pHに対する適応性はアルカリ性の水域に特徴的に認められる種群を好アルカリ性種、逆に酸性水域に生育する種群を好酸性種、中性の水域に生育する種を不定性種とする。単に水の酸性・アルカリ性の推定だけでなく、間接的に水域の状況を考察する上で必要である(酸性の場合は湿地であることが多いなど)。

流水に対する適応性は流れのある水域の基物(岩石・大型の藻類・水生植物など)に付着生育する種群であり、特に常に流れのあるような水域でなければ生育出来ない種群を好流水性種、逆に流れのない水域に生育する種群を好止水性種とする。流水不定は、どちらにでも生育できる可能性もあるが、それらの大半は止水域に多い。好流水性種と流水不定性種の多くは付着性種であるが、好止水性種には水塊中を浮遊生活する浮遊性種も存在する。浮遊性種は、池沼や湖沼の環境を指標する。

なお淡水生種には陸域の乾いた環境下でも生育する種群が存在する。これらを陸生珪藻と呼び、水中で生育する種群と区分している。陸生珪藻は、陸域の乾いた環境を指標する上で極めて重要な種群である。

**花粉分析** 試料約10gについて、水酸化カリウムによる泥化、篩別、重液(臭化亜鉛、比重2.2)による有機物の分離、フッ化水素酸による鉱物質の除去、アセトリス(無水酢酸9:濃硫酸1の混合液)処理による植物遺体中のセルロースの分解を行い、物理・化学的処理を施して花粉を濃集する。残渣をグリセリンで封入してプレパラートを作製し、400倍の光学顕微鏡下でプレパラート全面を走査し、出現する全ての種類について同定・計数する。同定は、当社保有の現生標本や島倉巳三郎(島倉1973)、中村純(中村1980)、藤木利之・小澤智生(藤木・小澤2007)、三好教夫ほか(三好ほか2011)の論考などを参考にする。結果は同定・計数結果の一覧表および花粉化石群集の分布図として表示する。図表中で複数の種類をハイフォンで結んだものは、種類間の区別が困難なものを示す。図中の木本花粉は木本花粉総数を、草本花粉・シダ類胞子は総数から不明花粉を除いた数をそれぞれ基数として、百分率で出現率を算出し図示する。なお、木本花粉総数が100個未満のものは、統計的に扱

うと結果が歪曲する恐れがあるので、出現した種類を+で表示するにとどめておく。

**植物珪酸体分析** 各試料について過酸化水素水・塩酸処理、沈定法、重液分離法(ポリタングステン酸ナトリウム、比重2.5)の順に物理・化学処理を行い、植物珪酸体を分離・濃集する。これをカバーガラス上に滴下・乾燥させる。乾燥後、プリユラックスで封入してプレパラートを作製する。400倍の光学顕微鏡下で全面を走査し、その間に出現するイネ科葉部(葉身と葉鞘)の葉部短細胞に由来した植物珪酸体(以下、短細胞珪酸体と呼ぶ)および葉身機動細胞に由来した植物珪酸体(以下、機動細胞珪酸体と呼ぶ)を、近藤鍊三(近藤2010)の分類を参考に同定し、計数する。分析の際には、分析試料の乾燥重量、プレパラート作成に用いた分析残渣量を正確に計量し、乾土1gあたりの植物珪酸体含量(同定した数を乾土1gあたりの個数に換算)を求める。結果は、植物珪酸体含量の一覧表で示す。その際、100個/g未満は「<100」で表示する。各分類群の含量は10の位で丸め(100単位にする)、合計は各分類群の丸めない数字を合計した後に丸めている。

### 3. 結 果

**テフラ分析** 結果を表13に示す。7点のうち、B-7を除く6点には軽石が多量に認められる。その特徴は同様であり、最大径は約1.3mm、粒径はよく揃う。白色を呈し、発泡はやや不良、角閃石の斑晶を包有するものも見られる。B-7では極めて微量の火山ガラスが認められたのみであり、砂分のほとんどは白色や半透明を呈する石英や長石類の鉱物片から構成される。なお、火山ガラスには無色透明のバブル型と無色透明の軽石型とが見られる。

軽石と火山ガラスの屈折率を図86に示す。多量の軽

石が検出されたB-1~6は軽石を対象とし、B-7は火山ガラスを対象とする。B-1からB-6までの軽石の屈折率は、概ね同様の値を示す。レンジの下限はn1.503-1.505であり、上限はn1.507-1.509、モードはn1.505-1.507である。B-7の火山ガラスについては、レンジがn1.495前後の低屈折率の火山ガラスとn1.498-1.499に集中する中屈折率の火山ガラス、n1.500-1.503を示す高屈折率の火山ガラスが混在する。

**粒度分析** 結果と共にFolk & Ward(Folk & Ward1957)による粒度係数の評価を表14に示す。また、粒径頻度分布を示したヒストグラムと粒径累積加積曲線を図87に示す。

分析試料の全体の傾向としては、淘汰度が不良で、B-1、B-4、B-6、B-7では悪いに分類されるほかは、非常に悪いに分類される。砂分が相対的に多く、中央値は全試料で細粒砂に分類される。平均値はB-1、B-4、B-6において細粒砂に分類される他は微粒砂に分類される。歪度はB-1、B-6で正の歪みに分類される他は著しい正の歪みに分類される。尖度はB-1、B-5、B-6、B-7では非常に突出に分類され、B-2では突出に分類され、B-3、B-4では極めて突出に分類される試料群である。次に粒度組成についてみていくと、シルト・粘土分の総量である泥分が30%を超える試料はB-2であり、分析試料中で最も多い。次いで泥分が26%である試料がB-5であり、相対的に多い。B-3、B-7では泥分が約20%であり、B-1、B-4、B-6では10%、10%を下回る試料群であり、これら試料は砂含量が90%以上保持し、砂が優占する試料群である。B-2、B-5では砂含量が約70%、B-3、B-7では砂含量が約80%と全体的に砂が優占する。砂分については、B-7では微粒砂、細粒砂が多く、中粒砂が少ないが、他の試料については中粒砂、細粒砂が多く、微粒砂が少ない傾向にある。礫含量は全試料で少なく、B-1で0.13%、B-7で0.33%保持するのみで、他の試料では礫が確認されない。

**珪藻分析** 結果を表15・16と図88に示す。産出数は全体的に少なく、100個体以上が産出した試料は、B-24(SD05ℓ2)、B-28(SD06LII d)、B-34(SD07LII e)のみである。全体的に壊れている殻が多く、一部

表13 テフラ分析結果

試料名	遺構名	層位	スコリア	火山ガラス		軽石		
			量	量	色調・形態	量	色調・発泡度	最大粒径
B-1	SD01	ℓ7	-			++++	W・sb(ho)	1.3
B-2	SD04	ℓ5	-			++++	W・sb(ho)	1.3
B-3	SD04	ℓ5	-			++++	W・sb(ho)	1.3
B-4	SD05	ℓ3	-			++++	W・sb(ho)	1.3
B-5	SD06	ℓ3	-			++++	W・sb(ho)	1.3
B-6	SD07	ℓ4	-			++++	W・sb(ho)	1.3
B-7	SH01	LII d'	-	(+)	cl・pm,cl・bw	-		

※W:白色, g:良好, sg:やや良好, sb:やや不良, b:不良, (ho):角閃石斑晶包有, 最大粒径はmm, cl:無色透明, br:褐色, bw:バブル型, md:中間型, pm:軽石型

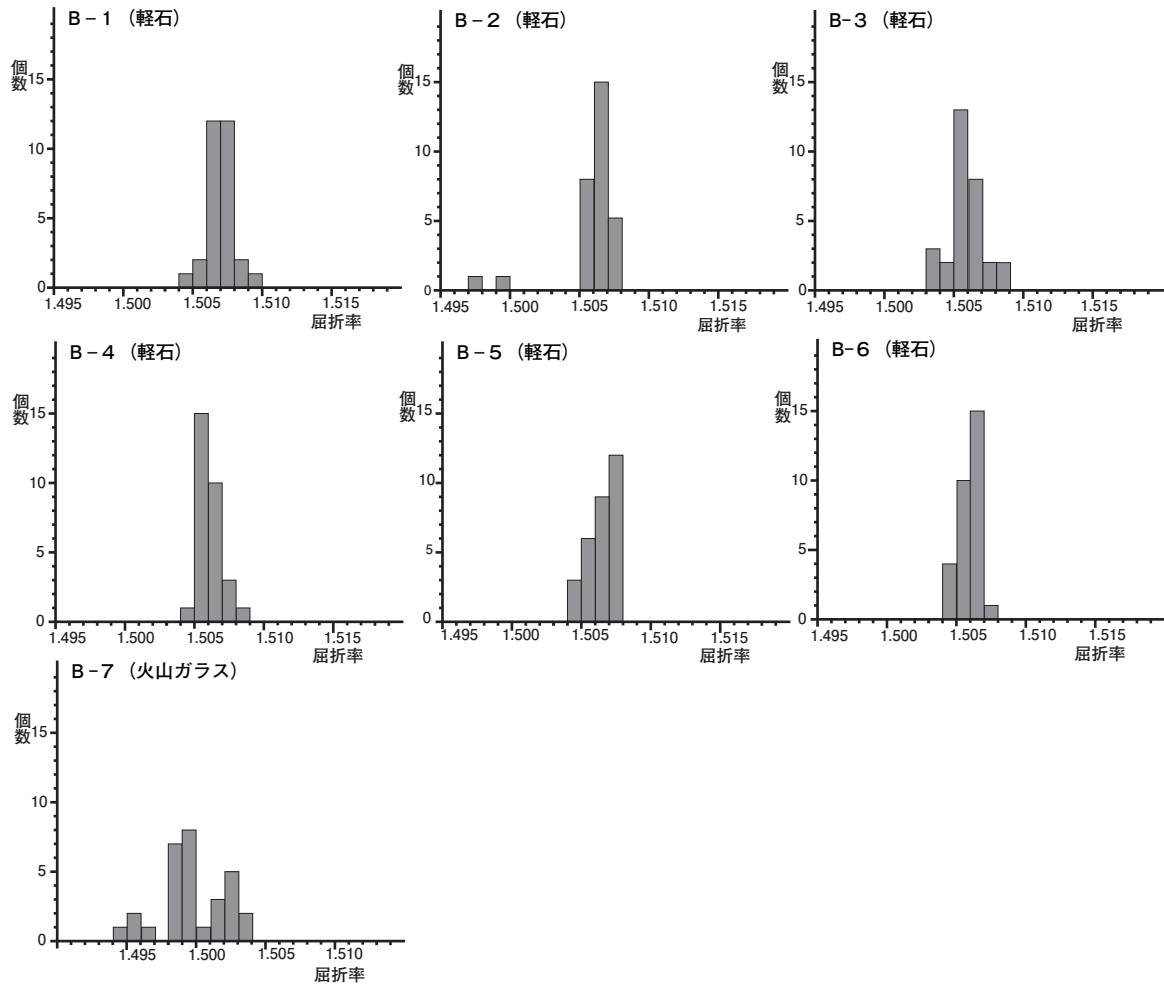


図86 検出した軽石や火山ガラスの屈折率

には溶解の痕跡が認められるため、保存状態は不良～極不良である。以下、試料ごとに結果の詳細を記す。

・ B-8 と B-11 (SD04 ㌧ 7 と ㌧ 8)

㌧ 7からは、20個体が産出する。産出した分類群は、淡水生種を主にして、淡水～汽水生種を低率に伴う種群で構成される。産出した種は陸生珪藻のHantzschia amphioxysなどである。㌧ 8からは、46個体が産出する。産出した分類群は、淡水生種のみである。産出した種は陸生珪藻のHantzschia amphioxysなどである。

・ B-9 (SD05 ㌧ 5)

69個体が産出し、その分類群は淡水生種のみで構成される。産出した種は、淡水生種で流水不定性種のFragilaria ulna、Gomphonema parvulum、Pinnularia gibba、Pinnularia viridis、陸生珪藻のHantzschia amphioxysなどである。

・ B-10 (SD01 ㌧ 8)

63個体が産出し、その分類群は淡水生種を主にして、淡水～汽水生種を低率に伴う種群で構成される。産出した種は、淡水生種で流水不定性種のFragilaria ulna、Gomphonema parvulum、止水性種のEunotia bilunaris、陸生珪藻のHantzschia amphioxysなどである。

・ B-12 (115-7グリッドL II b)

11個体が産出し、その分類群は淡水生種のみで構成される。産出した種は、陸生珪藻のHantzschia amphioxysなどである。

・ B-13 (SD06 ㌧ 4)

45個体が産出し、その分類群は淡水生種のみで構成される。産出した種は、淡水生種で流水不定性種のCymbella naviculiformis、Pinnularia viridisなどである。

・ B-14 (SD07 ㌧ 8)

産出は極めて少なく、2個体である。産出した分類群は、淡水生種のみで構成される。産出した種は、淡水生

表14 粒度分析結果

番号	粒 径 区 分								粒 径 係 数											
	礫 gravel	極粗粒砂 very coarse sand	粗粒砂 coarse sand	中粒砂 medium sand	細粒砂 fine sand	微粒砂 very fine sand	シルト silt	粘土 clay	中央値(Md)			平均値(Mz)			淘汰度(sd)		歪度(sk)		尖度(sg)	
	<-1φ	-1~ 0φ	0~ 1φ	1~ 2φ	2~ 3φ	3~ 4φ	4~ 8φ	8φ<	(φ)	(mm)	粒径	(φ)	(mm)	粒径						
B-1	0.13	0.03	1.36	33.87	54.37	2.49	4.50	3.25	2.27	0.207	細粒砂	2.26	0.209	細粒砂	1.03	悪い	0.29	正の歪み	2.72	非常に突出
B-2	0.00	0.07	1.19	23.47	42.23	2.98	16.52	13.54	2.38	0.192	細粒砂	3.88	0.068	微粒砂	2.98	非常に悪い	0.80	著しい正の歪	1.34	突出
B-3	0.00	0.00	1.40	28.26	48.95	2.83	10.78	7.77	2.42	0.188	細粒砂	3.06	0.120	微粒砂	2.13	非常に悪い	0.68	著しい正の歪	3.80	極めて突出
B-4	0.00	0.00	1.68	36.70	48.17	3.42	6.02	4.00	2.24	0.212	細粒砂	2.25	0.210	細粒砂	1.25	悪い	0.34	著しい正の歪	3.06	極めて突出
B-5	0.00	0.00	0.83	23.00	43.32	6.45	16.66	9.74	2.42	0.187	細粒砂	3.59	0.083	微粒砂	2.62	非常に悪い	0.76	著しい正の歪	1.71	非常に突出
B-6	0.00	0.00	1.50	34.01	54.59	2.13	4.39	3.39	2.27	0.207	細粒砂	2.26	0.209	細粒砂	1.04	悪い	0.30	正の歪み	2.85	非常に突出
B-7	0.33	0.44	1.40	9.350	42.9	26.32	14.31	4.95	2.96	0.129	細粒砂	3.32	0.100	微粒砂	1.68	悪い	0.47	著しい正の歪	1.80	非常に突出

種で流水不明種の *Eunotia* spp. である。

・ B-15 (115-16 グリッド L II e)

産出は極めて少なく、1 個体である。産出した分類群は、淡水生種のみで構成される。産出した種は、淡水生種で流水不明種の *Fragilaria* spp. である。

・ B-16 (115-21 グリッド L II f)

産出は極めて少なく、2 個体である。産出した分類群は、淡水生種および淡水～汽水生種である。産出した種は、淡水生種で流水不明種の *Fragilaria* spp. である。

・ B-17 (1 号整地範囲 1)

産出は少なく、5 個体である。産出した分類群は、淡水生種のみで構成される。産出した種は、陸生珪藻の *Pinnularia borealis* などである。

・ B-18 (SD 01 1 9)

8 個体が産出し、その産出した分類群は淡水生種のみで構成される。産出した種は、陸生珪藻の *Hantzschia amphioxys* などである。

・ B-19 (SH01 119-8 グリッド L II b)

産出は極めて少なく、1 個体である。分類群は、淡水生種のみで構成される。産出した種は、淡水生種で流水不定性種の *Achnanthes crenulata* である。

・ B-20 (119-1 グリッド L III)、B-21 (SD 04 1 3)

いずれも、珪藻化石は産出しない。

・ B-22 (SD 04 1 9)

21 個体が産出し、その産出した分類群は淡水生種を主にして、淡水～汽水生種を低率に伴う種群で構成される。産出した種は、陸生珪藻の *Hantzschia amphioxys*、*Luticola mutica* などである。

・ B-23 (SD 05 1 1)

22 個体が産出し、その産出した分類群は淡水生種のみである。淡水生種で止水性種の *Stauroneis phoenicenteron*、

陸生珪藻の *Hantzschia amphioxys* などである。

・ B-24 (SD 05 1 2)

産出数は多く、144 個である。分類群は淡水生種を主にして、淡水～汽水生種を低率に伴う種群で構成される。特徴的に産出した種は、淡水生種で流水不定性種の *Cymbella naviculiformis*、*Pinnularia viridis*、淡水生種で止水性種の *Stauroneis phoenicenteron*、陸生珪藻の *Hantzschia amphioxys* などである。

・ B-25 (SD 05 1 4)、B-26 (SD 05 1 6 a)、B-27 (SD 05 1 6 d)

いずれも、珪藻化石は産出しない。

・ B-28 (SD 06 L II d)

試料中で最も多く、200 個体以上が産出する。分類群は淡水生種で流水不定性種の *Encyonema silesiacum*、*Pinnularia viridis*、止水性種の *Neidium ampliatum*、*Stauroneis phoenicenteron* などである。

・ B-29 (SD 06 L II e)

産出は極めて少なく、2 個体である。分類群は、淡水生種のみで構成される。産出した種は、淡水生種で流水不明種の *Pinnularia* spp. などである。

・ B-30 (SD 06 1 1)

産出は少なく、5 個体である。分類群は淡水生種のみで構成される。産出した種は、淡水生種で流水不明種の *Cymbella* spp. である。

・ B-31 (SD 07 L II b)

10 個体が産出し、その分類群は淡水生種のみで構成される。産出した種は、淡水生種で流水不明種の *Cymbella* spp.、*Pinnularia* spp. である。

・ B-32 (SD 07 L II c)

87 個体が産出し、その分類群は淡水生種のみで構成される。産出した種は、淡水生種で流水不定性種の *Cymbella*

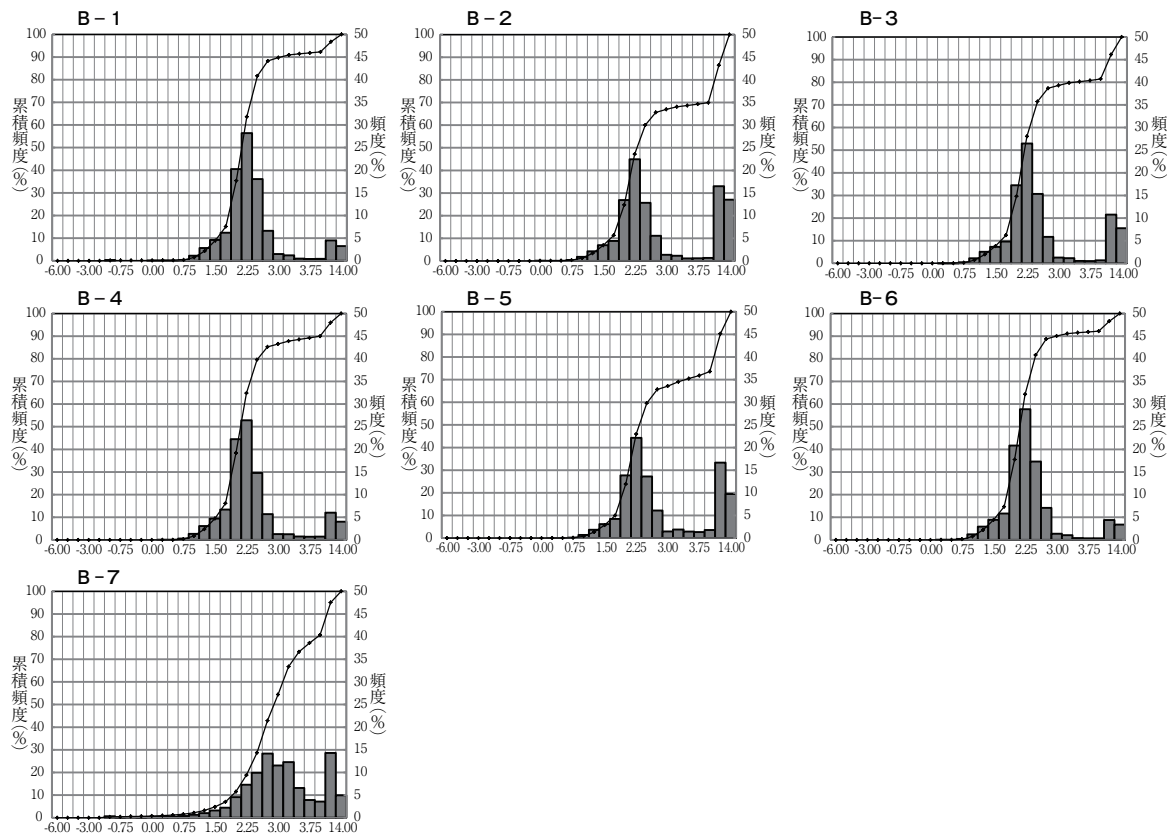


図87 各流路跡覆土の粒度組成

cuspidata, Pinnularia brevicostata, Pinnularia viridis、  
止水性種の Neidium ampliatum、流水不明種の Cymbella  
spp.、Neidium spp.、Pinnularia spp. などである。

・ B-33 (SD 07L II d)

産出は極めて少なく、1 個体である。産出した分類群  
は、淡水生種のみで構成される。産出した種は、淡水生  
種で止水性種の Tabellaria fenestrata で構成される。

・ B-34 (SD 07L II e)

200 個体以上が産出し、その分類群は淡水生種を主に  
して、淡水～汽水生種を低率に伴う種群で構成される。  
特徴的な種は、淡水生種で流水不定性種の Cymbella  
naviculiformis、Encyonema silesiacum、Pinnularia  
brevicostata、止水性種の Neidium ampliatum、Stauroneis  
phoenicenteron などである。

・ B-35～B-41 (SD 07ℓ 1～10)

ℓ 1～7 からは、いずれも珪藻化石は産出しない。  
ℓ 9 では 4 個体、ℓ 10 では 8 個体が産出する。いずれ  
も、分類群は淡水生種のみで構成され、淡水生種で流水  
不明種の Fragilaria spp. である。

・ B-42～B-44 (115-3・19グリッド)

L II f と L V は、いずれも無化石である。

L IV では、17 個体が産出する。分類群は淡水生種を  
主にして、淡水～汽水生種を低率に伴う種群で構成  
される。産出した種は、淡水生種で流水不定性種の  
Pinnularia viridis、流水不明種の Fragilaria spp. である。

・ B-45 (116-3グリッド L V)

5 個体が産出し、その分類群は淡水生種を主にして、  
淡水生種で流水不定性種の Pinnularia viridis、陸生珪藻  
の Pinnularia subcapitata などである。

・ B-46 と B-47 (116-6・8グリッド L II f)

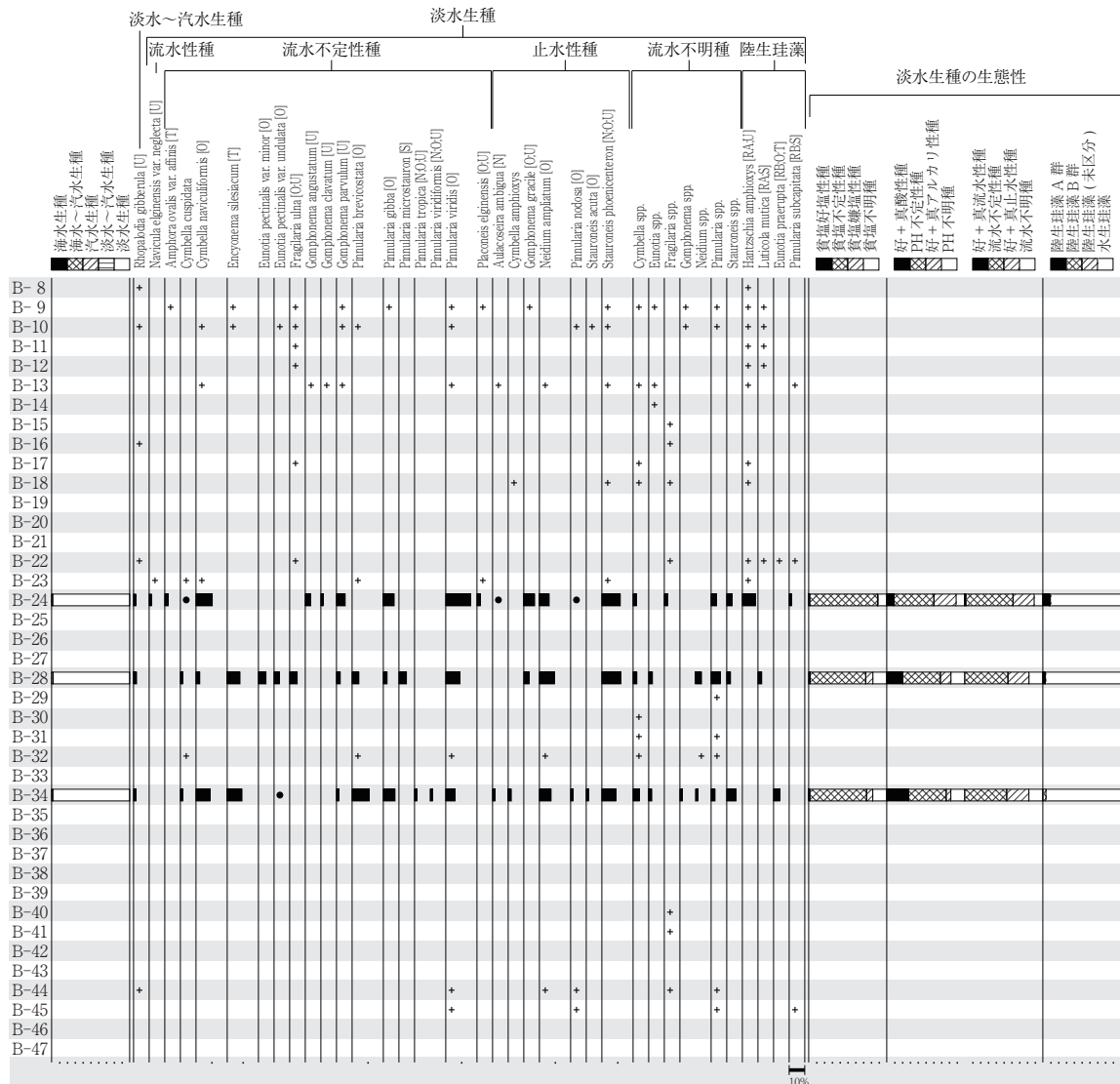
珪藻化石は、産出しない。

**花粉分析** 結果を表 17・18 に示す。B-8 (SD 04ℓ 7)  
からは花粉化石がほとんど検出されず、わずかに検出さ  
れたものも保存状態が悪い～非常に悪く、いずれも花粉  
外膜に破損が見られる。検出された花粉化石は、木本花  
粉のモミ属、マツ属、スギ属、ニレ属-ケヤキ属など、  
草本花粉のイネ科、アカザ科、タンポポ科などが認め  
られる程度である。B-9 (SD 05ℓ 5) からは花粉化  
石が豊富に産出するが、保存状態はやや悪い。花粉化石  
群集を見ると、木本花粉ではモミ属、マツ属、スギ属、



表16 珪藻分析結果(2)

種 類	生態性		環境 指標種	(SD07) (SD07) (SD07) SD07 SD07 SD07 SD07 SD07 SD07 SD07 115-19115-19 115-3 116-3 116-6 116-8 LIIc LII d LIIe 01 02 03 05 07 09 010 LII f LII e LV LV LII f LII f																	凡例
	塩分	pH		流水	B-32	B-33	B-34	B-35	B-36	B-37	B-38	B-39	B-40	B-41	B-42	B-43	B-44	B-45	B-46	B-47	
Rhopalodia gibberula (Ehr.) Mueller	Ogh-Meh	al-il	ind	U	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	塩分：塩分濃度に対する適応性	
Achnanthes crenulata Grunow	Ogh-ind	al-bi	l-ph	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Euh : 海水生種	
Amphora montana Krasske	Ogh-ind	ind	ind	RA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Euh-Meh : 海水生種-汽水生種	
Amphora ovalis var. affinis (Kuetz.) Van Heurck	Ogh-ind	al-il	ind	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Meh : 汽水生種	
Aulacoseira ambigua (Grun.) Simonsen	Ogh-ind	al-il	l-bi	N	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ogh-Meh : 淡水生種-汽水生種	
Caloneis silicula (Ehr.) Cleve	Ogh-ind	al-il	ind	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ogh-hil : 貧塩好塩性種	
Cocconeis placentula var. lineata (Ehr.) Cleve	Ogh-ind	al-il	r-ph	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ogh-ind : 貧塩不定性種	
Cocconeis spp.	Ogh-unk	unk	unk	unk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ogh-hob : 貧塩嫌塩性種	
Cymbella amphioxys (Kuetz.) Cleve	Ogh-ind	ind	l-ph	ind	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ogh-unk : 貧塩不明種	
Cymbella aspera (Ehr.) Cleve	Ogh-ind	al-il	ind	O.T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Cymbella cuspidata Kuetzing	Ogh-ind	ind	ind	ind	15	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Cymbella heteropleura var. minor Cleve	Ogh-hob	ac-il	l-ph	ind	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Cymbella naviculiformis Auerswald	Ogh-ind	ind	ind	ind	O	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	pH：水素イオン濃度に対する適応性	
Cymbella tumida (Breb. ex Kuetz.) Van Heurck	Ogh-ind	al-il	ind	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	al-bi : 真アルカリ性種	
Cymbella spp.	Ogh-unk	unk	unk	unk	12	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	al-il : 好アルカリ性種	
Encyocema silesiacum (Ebleich in Rabenh.) D.G.Mann	Ogh-ind	ind	ind	T	-	-	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ind : pH不定性種	
Epithemia adnata (Kuetz.) Brebisson	Ogh-ind	al-bi	ind	U	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ac-il : 好酸性種	
Epithemia argus (Ehr.) Kuetzing	Ogh-ind	al-il	r-ph	O.U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ac-bi : 真酸性種	
Epithemia sores Kuetzing	Ogh-ind	al-bi	ind	T	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	unk : pH不明種	
Epithemia turgida (Ehr.) Kuetzing	Ogh-ind	al-il	l-ph	T	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	流水：流水に対する適応性	
Epithemia spp.	Ogh-unk	unk	unk	unk	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	l-bi : 真止水性種	
Eunotia bilunaris (Ehr.) Mills	Ogh-hob	ac-il	l-ph	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	l-ph : 好止水性種	
Eunotia diodon Ehrenberg	Ogh-hob	ac-bi	ind	O.U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ind : 流水不定性種	
Eunotia implicata Noepel & Lange-Bertalot	Ogh-hob	ac-il	ind	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r-ph : 好流水性種	
Eunotia incisa W.Smith ex Gregory	Ogh-hob	ac-il	ind	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r-bi : 真流水性種	
Eunotia lunaris var. capitata (Grun.) Schoenfeldt	Ogh-hob	ac-il	l-ph	O.U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	unk : 流水不明種	
Eunotia pectinalis (Dillwyn) Rabenhorst	Ogh-hob	ac-il	ind	O.T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Eunotia pectinalis var. minor (Kuetz.) Rabenhorst	Ogh-hob	ac-il	ind	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Eunotia pectinalis var. undulata (Rals.) Rabenhorst	Ogh-hob	ac-il	ind	O	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Eunotia praeurpta Ehrenberg	Ogh-hob	ac-il	l-ph	RB.O.T	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	環境：標種	
Eunotia spp.	Ogh-unk	unk	unk	unk	-	-	4	-	-	-	-	8	-	-	-	8	-	-	-	A : 外洋指標種	
Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange-Bertalot	Ogh-ind	al-il	ind	O.U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B : 内湾指標種	
Fragilaria spp.	Ogh-unk	unk	unk	unk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C 1 : 海水藻場指標種	
Gomphonema acuminatum Ehrenberg	Ogh-ind	l-ph	O	ind	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C 2 : 汽水藻場指標種	
Gomphonema angustatum (Kuetz.) Rabenhorst	Ogh-ind	al-il	ind	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D 1 : 海水砂質干潟指標種	
Gomphonema clavatum Ehrenberg	Ogh-ind	al-il	ind	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D 2 : 汽水砂質干潟指標種	
Gomphonema gracile Ehrenberg	Ogh-ind	al-il	l-ph	O.U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E 1 : 海水泥質干潟指標種	
Gomphonema parvulum (Kuetz.) Kuetzing	Ogh-ind	ind	ind	U	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E 2 : 汽水泥質干潟指標種	
Gomphonema spp.	Ogh-unk	unk	unk	unk	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F : 淡水底生種群	
Hantzschia amphioxys (Ehr.) Grunow	Ogh-ind	al-il	ind	RA.U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(以上は小杉,1988)	
Luticola mutica (Kuetz.) D.G.Mann	Ogh-ind	al-il	ind	R.A.S.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G : 淡水浮遊生種群	
Meridion circulare var. constrictum (Rals.) Van Heurck	Ogh-ind	al-il	r-bi	K.T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H : 河口浮遊性種群	
Navicula elgnessis var. neglecta (Kraus.) Patrick	Ogh-ind	al-il	r-ph	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	J : 上流性河川指標種	
Navicula radiosa Kuetzing	Ogh-ind	ind	ind	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	K : 中～下流性河川指標種	
Navicula spp.	Ogh-unk	unk	unk	unk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L : 最下流性河川指標種群	
Neidium ampliatum (Ehr.) Krammer	Ogh-ind	l-ph	O	ind	7	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	-	-	M : 湖沼浮遊性種	
Neidium iridis (Ehr.) Cleve	Ogh-hob	ac-il	l-bi	O	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N : 湖沼沼沢湿地指標種	
Neidium spp.	Ogh-unk	unk	unk	unk	12	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O : 沼沢湿地付着生種	
Nitzschia amphibia Grunow	Ogh-ind	al-bi	ind	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	P : 高層湿原指標種群	
Nitzschia brevissima Grunow	Ogh-ind	al-il	ind	R.B.U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Q : 陸域指標種群	
Nitzschia palea (Kuetz.) W.Smith	Ogh-ind	ind	ind	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(以上は安藤,1990)	
Nitzschia spp.	Ogh-unk	unk	unk	unk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S : 好汚濁性種	
Pinnularia borealis Ehrenberg	Ogh-ind	ind	ind	RA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	U : 広適応性種	
Pinnularia brevicostata Cleve	Ogh-ind	ac-il	ind	O	8	-	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T : 好清水性種	
Pinnularia gibba Ehrenberg	Ogh-ind	ac-il	ind	O	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(以上はAsai and Watanabe,1995)	
Pinnularia mesolepta (Ehr.) W.Smith	Ogh-ind	ind	ind	S	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R : 陸生珪藻 (RA: A群, RB: B群,	
Pinnularia microstauron (Ehr.) Cleve	Ogh-ind	ac-il	ind	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	RI: 未区分、伊藤・堀内, 1991)	
Pinnularia nodosa Ehrenberg	Ogh-hob	ac-il	l-ph	O	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-		
Pinnularia rupestris Hantzsch	Ogh-hob	ac-il	ind	O	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Pinnularia subcapitata Gregory	Ogh-ind	ac-il	ind	R.B.S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-		
Pinnularia tropica Hustedt	Ogh-ind	ac-il	ind	N.O.U	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Pinnularia viridiformis Krammer	Ogh-ind	ind	ind	N.O.U	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Pinnularia viridis (Nitz.) Ehrenberg	Ogh-ind	ind	ind	O	19	-	12	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-	-	-		
Pinnularia spp.	Ogh-unk	unk	unk	unk	11	-	5	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-		
Placoneis elgnessis (Greg.) Cox	Ogh-ind	al-il	ind	O.U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Rhopalodia gibba (Ehr.) Mueller	Ogh-ind	al-il	ind	O.U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Stauroneis acuta W.Smith	Ogh-ind	al-il	l-ph	O	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Stauroneis phoenicenteron (Nitz.) Ehrenberg	Ogh-ind	ind	l-ph	N.O.U	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Stauroneis phoenicenteron var. signata Meister	Ogh-ind	ind	l-ph	O	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Stauroneis tenera Hustedt	Ogh-ind	ind	ind	R.B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Stauroneis spp.	Ogh-unk	unk	unk	unk	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Staurorsira construens var. venter (Ehr.) Hamilton	Ogh-ind	al-il	l-ph	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kuetzing	Ogh-ind	ac-il	l-bi	O.T	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
海水種					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
海水～汽水生種					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
汽水生種					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
淡水～汽水生種																					



海水-汽水-淡水性種産出率・各種産出率・完形殻産出率は全体基数、淡水性種の生態性の比率は淡水性種の合計を基数として百分率で算出した。いずれも100個体以上検出された試料について示す。なお、●は1%未満、+は100個体未満の試料について検出した種類を示す。  
**環境指標種** A：外洋指標種 B：内湾指標種 C1：海洋藻場指標種 C2：汽水藻場指標種 D1：海水砂質干潟指標種 D2：汽水砂質干潟指標種  
 E1：海水泥質干潟指標種 E2：汽水泥質干潟指標種 F：淡水底生種群(以上は小杉,1988) G：淡水浮遊生種群 H：河口浮遊性種群  
 J：上流性河川指標種 K：中～下流性河川指標種 L：最下流性河川指標種群 M：湖沼浮遊性種 N：湖沼沼沢湿地指標種 O：沼沢湿地付着生種  
 P：高層湿原指標種群 Q：陸域指標種群(以上は安藤,1990) S：好汚濁性種 T：好清水性種 U：広適応性種(以上はAsai & Watanabe,1995)  
 RI：陸生珪藻(RA：A群, RB：B群;伊藤・堀内,1991)

図88 主要珪藻化石群集

クマシダ属-アサダ属、プナ属、コナラ属コナラ亜属、コナラ属アカガシ亜属、ニレ属-ケヤキ属などが検出される。草本花粉ではイネ科、ヨモギ属が多く産出し、カヤツリグサ科、クワ科、マメ科などを伴う。また、ガマ属、オモダカ属、コウホネ属、ヒシ属、サンショウモなど、水湿地生植物に由来する花粉、シダ類胞子も確認される。

**植物珪酸体分析** 結果を図89・90に示す。各試料からは植物珪酸体が検出されるものの、保存状態は概して悪い。以下に、各地点での産状を述べる。

B-8とB-11(SD04ℓ7・8)では、いずれも栽

培植物であるイネ属も僅かに産出し、クマザサ属やメダケ属などを含むタケ亜科、ヨシ属、ススキ属などが見られる。ℓ8ではタケ亜科と共にヨシ属の産出が目立つが、ℓ7ではヨシ属が少ない。

B-9(SD05ℓ5)やB-10(SD01ℓ8)でもB-8やB-11と同様な分類群が見られ、産状はB-8(SD04ℓ7)に近い。

B-12(115-7グリッドLⅡb)、B-15(115-16グリッドLⅡe)、B-16(115-21グリッドLⅡf)およびB-13(SD06ℓ4)、B-14(SD07ℓ8)ではクマザサ属やメダケ属などを含むタケ亜科、ヨシ属、ススキ



表17 花粉分析結果

種 類	B-8	B-9
	SD04 ℓ7	SD05 ℓ5
<b>木本花粉</b>		
モミ属	6	46
ツガ属	-	1
トウヒ属	-	1
マツ属単維管束亜属	-	2
マツ属複維管束亜属	-	11
マツ属(不明)	4	24
スギ属	1	16
イチイ科—イヌガヤ科—ヒノキ科	-	6
サワグルミ属	-	1
クルミ属	-	1
クマシデ属—アサダ属	-	13
カバノキ属	-	3
ハンノキ属	-	6
ブナ属	-	21
コナラ属コナラ亜属	-	25
コナラ属アカガシ亜属	-	14
ニレ属—ケヤキ属	1	12
エノキ属—ムクノキ属	-	7
ノブドウ属	-	1
ウコギ科	-	2
ツツジ科	1	-
<b>草本花粉</b>		
ガマ属	-	1
オモダカ属	-	1
イネ科	14	97
カヤツリグサ科	1	15
クワ科	-	11
サナエタデ節—ウナギツカミ節	-	1
アカザ科	8	-
コウホネ属	-	1
アブラナ科	-	1
マメ科	-	8
ヒシ属	-	1
セリ科	-	1
ネナシカズラ属	-	1
オミナエシ属	-	1
ゴキヅル属	-	2
ヨモギ属	1	38
キク亜科	-	1
タンポポ亜科	2	-
<b>不明花粉</b>		
不明花粉	2	14
<b>シダ類孢子</b>		
ゼンマイ属	-	1
サンショウモ	1	5
他のシダ類孢子	8	37
<b>合 計</b>		
木本花粉	13	213
草本花粉	26	181
不明花粉	2	14
シダ類孢子	9	43
合計(不明を除く)	48	437

属などが見られる。ただし、イネ属は産出しない。

B-17(1号整地範囲ℓ1)では、クマザサ属やメダケ属などを含むタケ亜科、ヨシ属、ススキ属などが見られ、タケ亜科とヨシ属の含量が多い。

なお、試料10点よりイネ科起源(棒状珪酸体、長細胞起源、毛細胞起源)も検出されるが、分類群の特定には至らない。

## 4. 考 察

**テフラの年代観** 流路跡の覆土で多量に検出された軽石は、色調や発泡度と包有される斑晶鉱物の種類および本遺跡の地理的位置などから、古墳時代の6世紀に榛名火山から噴出した榛名伊香保テフラ(Hr-FP)(早田1989、町田・新井2003)に由来すると考えられる。Hr-FPは軽石噴火を主体とする活動で、その分布軸は北東方向に向いており、遠隔地においても軽石として認められている(早田1989)。町田洋・新井房夫(町田・新井2003)によればHr-FPの屈折率の値は $n_{1.500} - 1.503$ であり、本分析の値に比べると若干低いが、これは軽石の風化変質(いわゆる水和)の影響による屈折率の上昇(中村ほか2002)に由来する可能性がある。Hr-FPの噴出年代は6世紀第二四半期頃(坂口1993)と考えられている。

後述するように、粒度分析からは流路跡の覆土が河川性の堆積物であると考えられる。砂分を構成している碎屑物のほとんどは、テフラに由来する軽石と新鮮な斜長石や角閃石の斑晶鉱物である。これより、覆土の中位から帯状に認められたとする埋積物はHr-FPが降下堆積した直後に遺構内で流動し、再堆積した可能性が考えられる。これは、堆積層の下位から6世紀前葉の土器が出土していることと矛盾しない。

一方、SH01 119-6グリッド(B-7)については砂分の状況から、テフラに由来しないと判断され、周囲の土壌から洗い出された砂が堆積したものと考えられる。砂中には火山ガラスが含まれ、屈折率の値から推定すると、低屈折率のものの由来は不明であるが、中屈折率の火山ガラスは周囲の土壌中に含まれていた始良Tnテフラ(AT)(町田・新井1976)に由来すると考えられ、高屈折率のものは浅間火山を給源とする浅間二口テフラ(As-Ft)(小岩・早田1994)に由来すると考えられる。ATの噴出年代は30万年前とされており(Smith et.al. 2013)、As-Ftの噴出年代はその給源地域におけるテフラであるAs-YPの年代が1.5~1.65万年前とされている(町田・新井2003)。そのため、SH01の119-6グリッドから検出された火山ガラスは遺構の年代を直接的に示唆する資料とは言えないと判断される。

**堆積環境** 粒度組成からは、火山灰が見られた流路跡の

表18 植物珪酸体含量

分類群	B-8	B-9	B-10	B-11	B-12	B-13	B-14	B-15	B-16	B-17
	SD04 l 7	SD05 l 5	SD01 l 8	SD04 l 8	115-7 LIIb	SD06 l 4	SD07 l 8	115-16 LIIe	115-21 LIIf	1号整地 l 1
<b>イネ科葉部単細胞珪酸体</b>										
イネ属	<100	<100	<100	200	-	-	-	-	-	-
クマザサ属	100	200	300	300	<100	200	<100	-	<100	<100
メダケ属	100	200	200	200	<100	<100	<100	-	<100	<100
タケ亜科	600	1,300	1,800	2,000	200	600	400	300	200	200
ヨシ属	400	800	400	2,800	100	400	100	200	100	100
ススキ属	200	<100	<100	500	<100	100	<100	<100	<100	<100
不明	1,600	1,300	1,700	3,700	100	600	300	300	300	300
<b>イネ科葉身機動細胞珪酸体</b>										
イネ属	200	200	300	400	-	-	-	-	-	-
クマザサ属	200	200	100	300	<100	<100	<100	<100	<100	<100
メダケ属	700	900	800	400	200	300	300	-	100	100
タケ亜科	1,000	1,500	2,100	1,400	400	400	500	600	500	500
ヨシ属	300	900	600	1,500	100	300	200	300	200	200
ススキ属	<100	<100	-	100	<100	-	-	-	-	-
不明	1,200	1,500	1,300	1,700	400	700	400	200	300	300
<b>合計</b>										
イネ科葉部短細胞珪酸体	3,100	3,800	4,300	9,700	600	1,900	1,000	800	700	700
イネ科葉身機動細胞珪酸体	3,600	5,300	5,100	5,700	1,100	1,800	1,500	1,100	1,200	1,200
植物珪酸体含量	6,700	9,100	9,400	15,400	1,700	3,700	2,500	1,900	1,900	1,900
<b>珪化組織片</b>										
イネ属類珪酸体	*	**	*	*	-	-	-	-	-	-
イネ属短細胞列	*	-	-	*	-	-	-	-	-	-
<b>イネ科起源(その他)</b>										
棒状珪酸体	**	**	**	**	*	**	**	**	-	-
長細胞起源		*	*	*	-	*	*	-	*	*
毛細胞起源	*	*	*	**	*	*	*	-	*	*

含量は、10の位で丸めている(100単位にする)  
 合計は各分類群の丸めない数字を合計した後で丸めている  
 <100:100個/g未満  
 -:未検出, \*:含有, \*\*:多い

うち、SD01 l 7 (B-1)、SD05 l 3 (B-4)、SD07 l 4 (B-6) で泥分が少なく、砂含量が多い結果であった。いずれも、泥分が堆積しにくい堆積環境と考えられる。SD05 l 3 (B-4) では流路中央部に薄く帯状に堆積している状態が特徴として挙げられる。SD01 l 7 (B-1) やSD07 l 4 (B-6) も、粒度分析結果からは同様の環境と考えられる。

SD04 l 5 (B-2) とSD06 l 3 (B-5) では類似する分析結果を示していることから、泥分が堆積しやすいような堆積環境であったと考えられる。

SD04 l 5 (B-3) は淘汰度が常に悪く、砂が優占する。他の試料とやや異なる傾向が見られ、堆積環境もやや異なると考えられる。

河川砂の特徴として、粒度係数の歪度が正で、淘汰がやや悪い点が挙げられる。この点から、調査した溝の覆土は全て河川に由来すると考えられる。SH01の119-6グリッドの火山灰(B-7)は微粒砂が多く、中粒砂が少ない点で、他の試料と大きく異なる。発掘調査所見で挙げられているように、二次堆積など堆積環境が異なると考えられる。一方で、流路跡の覆土などから産出した珪藻化石には以下のような種類が見られた。淡水生種で流水不定性種の *Cymbella naviculiformis* は貧塩-不定、pH不定、流水不定であり、生育環境も湿地から沼沢に至る広範な水域に認められる。流水不定性種の *Encyonema silesiacum* は、沼沢地から湿地などの水域に広く生育する種である。流水不定性種の *Fragilaria ulna* は貧塩不定性、好アルカリ性および流水不定であり、広域頒布種の一種で広範の様々な水域から比較的高率に見出される。流水不定性種の *Gomphonema parvulum* は流水に対して不定だけでなく、塩分濃度やpHに対しても不定であり、極めて高い適応能力を持ち、様々な水域に認められる。そのため、Asai and Watanabe(Asai and Watanabe 1995) は広域適応種としている。流水不定性種の *Pinnularia brevicostata* は、湿地などに生育する種である。流水不定性種の *Pinnularia gibba* は好酸性(最適pH 6付近)、富栄養から貧栄養種、湧泉・小川などにみられる着生種とされる(中島ほか 1978)。流水不定性種の *Pinnularia viridis* は好湿地性種とも呼ばれ、泥炭性の湿源・沼に特徴的に認められるほか、比較的広範に生育する。他の種群に比較して殻が大きく、生産力の高い種である。止水性種の *Achnanthes crenulata* は貧塩不定、好アルカリ性および好止水性であるが、貧塩好塩-中塩性で淡水層から汽水層に認められるとする報告もある(安藤・南雲 1983)。止水性種

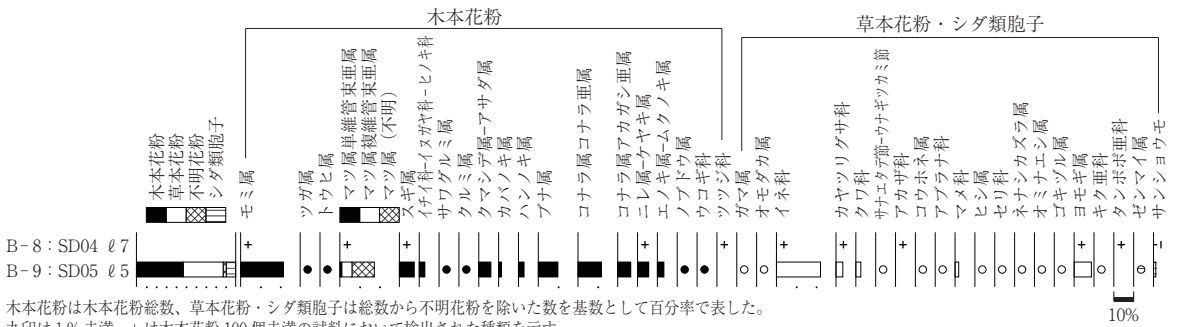


図89 珪藻化石群集

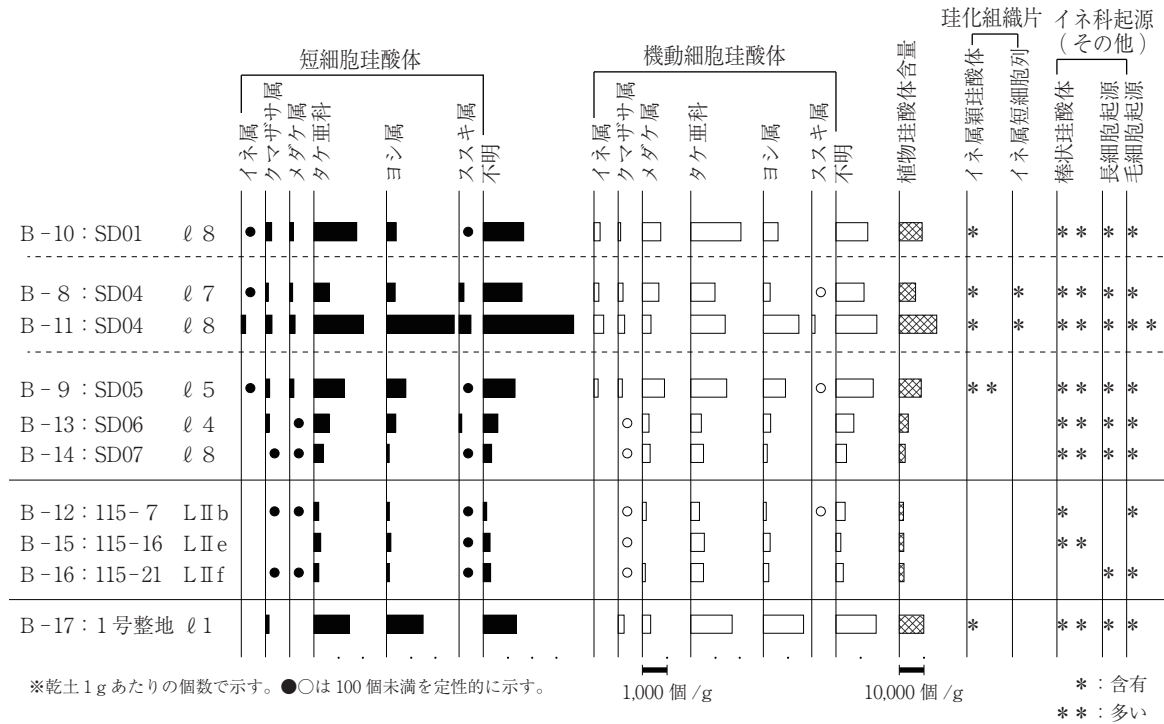


図90 植物珪酸体含量

の *Eunotia bilunaris* は貧塩嫌塩性、好酸性、好止水性とされ、湿地や湿原に生育する種である。止水性種の *Neidium ampliutum* は貧塩不定、pH不定、好止水性である。比較的広範な水域に認められるものの、特に湿地や池沼の縁辺などの止水域に多く認められる。止水性種 *Stauroneis phoenicenteron* は最適 pH を 6.8 に持ち (Cholnoky 1968)、湿地や池沼・湖沼の縁辺などの止水域に生育する種である。止水性種 *Tabellaria fenestrata* は、通常は付着生活するが、極稀にプランクトンとして出現するとされる (埼玉県教育委員会 1962)。比較的広く分布するが、湿原などの酸性水域に多産する場合が多い。淡水生種で流水不明種の *Cymbella* spp.、*Eunotia* spp.、*Fragilaria* spp.、*Neidium* spp.、*Pinnularia* spp. は複数の種で構成されるが、いずれも湿地に特徴的に産出する属である。 *Hantzschia amphioxys*、*Luticola mutica*、*Pinnularia borealis*、*Pinnularia subcapitata* などの陸生珪藻は、水中や水底の環境以外のたとえばコケを含めた陸上植物の表面や岩石の表面、土壌の表層部など大気に接触した環境に生活する一群 (小杉 1986) である。

なお、今回の溝覆土や調査区内見られた土層では珪藻化石の産出数が非常に少ないあるいは無化石が多く、産

出した種の生態性や群集の特徴から直接的に堆積環境を推定することは難しい。珪藻化石は堆積後に好気的環境下で大気に曝されると、短期間に分解消失することが判っている。また珪藻化石を構成するシリカ鉱物は、温度が高いほど、流速が早いほど、水素イオン濃度指数が高いほど、溶解度が大きくなって溶けやすいことが実験により推定されている (千木良 1995)。さらに、珪藻の遺骸は堆積する際にはシルトと挙動と共にするとされ、粗粒な堆積物の場合には珪藻殻は取り込まれにくいことが推定されている (小杉 1986)。上記を考慮して、珪藻化石の産状から堆積環境を推定する。

115-19 グリッド LV (B-43) および 116-3 グリッド LV (B-45) は無化石または産出数が非常に少なかった。旧牛川河床では、珪藻化石が堆積しにくい状態にあったか、河床が干上がることで好気的な環境下になって珪藻化石が分解・消失した可能性が高い。

115-3 グリッド LV (B-44) では、保存状態が悪く、産出数も少なかった。湿地環境で堆積する種が産出したことから、もともと湿地環境であった可能性が示唆されるが、グライ化した粘土層が形成される過程でほとんどの珪藻化石が分解・消失した可能性が高い。

古墳時代前期～後期の遺構検出面を有する 119-1 グ

リッドLⅢ(B-20)は無化石であり、堆積環境の推定は難しい。この要因には珪藻化石が堆積しにくい環境、堆積後に好気的な環境が想定される。

115号水路調査区の南半部や116号水路調査区で広範囲に見られるLⅡfは泥炭質で、この所見から湿地の可能性が指摘された。115-21グリッド(B-16)、115-19グリッド(B-42)、116-6・8グリッド(B-46とB-47)では産出数が非常に少ないか無化石であったため、堆積環境の推定は難しい。この要因には珪藻化石が堆積しにくい環境、堆積後に好気的な環境が想定されるものの、明確にはならない。

LⅡdは均一な砂の層であり、115号水路調査区の北半部に認められる。SD04ℓ5と同一の可能性が指摘される。SD06(B-28)では、湿地環境で生息する種が特徴的に産出した。このことから、SD06の周辺は湿地のような環境であったと考えられる。一方、SD07(B-33)では湿原に産出する種が産出したものの、産出数が非常に少なく、湿地で形成された土層である可能性を積極的に支持することは難しい。この要因として珪藻化石が堆積しにくい環境や好気的な環境が想定される。なお、いずれの地点でも海水生種や海水～汽水生種および汽水生種のような沿岸～外洋に生息するような種が産出しなかった。この結果を見る限り、津波により形成された可能性は支持できない。

LⅡeは砂質土で、古墳時代中期の遺構検出面を有する。この土層が見られた地点のうち、115-16グリッド(B-15)とSD06(B-29)では産出数が非常に少なく、珪藻化石が堆積しにくい環境あるいは好気的な環境が想定される。SD07(B-34)は、湿地環境で生息する種が特徴的に産出したことから、湿地環境であったと考えられる。

LⅡcは腐植質土であり、115号水路調査区の北半部で見られる。SD07(B-32)では、産出した珪藻化石は少ないものの、湿地に生息する複数種が産出した。そのため、湿地環境であった可能性が高いものの、堆積後に好気的な環境などで分解・消失した可能性が高い。

LⅡbは古墳時代中期～後期の遺構検出面を有し、調査区内に広範囲で見られる。115-7グリッド(B-12)、SH01119-8グリッド(B-19)、SD07(B-31)では珪藻化石の産出数が非常に少なく、堆積環境の推定

には至らない。

116-6グリッド1号整地範囲ℓ1(B-17)では珪藻化石の産出数が非常に少なく、由来となった土層の堆積環境を推定することは難しい。

また流路跡の覆土のうち、SD04ℓ7とℓ8(B-8とB-11)およびSD04ℓ9(B-22)では珪藻化石の産出数が少なく、保存状態が悪い点に加えて、陸生珪藻が産出した点の特徴的である。好気的な環境下で形成されたことにより珪藻化石は分解・消失した可能性が高い。

SD07ℓ8(B-14)やSD01ℓ9(B-18)では珪藻化石の産出数が少なく、保存状態が悪かった。SD04ℓ3(B-21)、SD05ℓ4(B-25)、SD05ℓ6a(B-26)、SD05ℓ6d(B-27)、SD06ℓ1(B-30)、SD07ℓ1(B-35)、SD07ℓ2(B-36)、SD07ℓ3(B-37)、SD07ℓ5(B-38)、SD07ℓ7(B-39)、SD07ℓ9(B-40)、SD07ℓ10(B-41)は無化石であるか、産出数が非常に少なく、堆積環境の推定は困難である。

SD01ℓ8(B-10)、SD05ℓ5(B-9)、SD06ℓ4(B-13)、SD05ℓ1(B-23)、SD05ℓ2(B-24)では湿地環境の種が産出したことから、遺跡内や周辺が湿地のような場所であった可能性や上流域の湿地から碎屑物が流入した可能性が示唆される。

**古植生** SD04ℓ7(B-8)からは花粉化石がほとんど検出されず、古植生推定のための定量解析が困難である。花粉化石・シダ類胞子の産出状況が悪い場合は、取り込まれる花粉量が元々で少なかった、あるいは取り込まれた花粉が消失した、という2つの可能性が挙げられる。珪藻分析の結果でも陸生珪藻が僅かに検出される程度であることから、ℓ7堆積時のSD04内は好気的環境下にあった可能性が高い。一般的に花粉やシダ類胞子の堆積した場所が常に酸化状態にあるような場合には、花粉は酸化や土壤微生物によって分解・消失するとされる(中村1967、徳永・山内1971、三宅・中越1998など)。花粉化石の保存状態が非常に悪いことを踏まえると、堆積時に取り込まれた花粉・シダ類胞子が、その後の経年変化により分解・消失したと考えられる。

一方、SD05ℓ5(B-9)からは、保存状態がやや悪いものの、花粉化石が豊富に産出した。花粉やシダ類胞子の腐蝕に対する抵抗性は種類により異なっており、落葉広葉樹に由来する花粉よりも針葉樹に由来する花粉

やシダ類孢子の方が酸化に対する抵抗性が高いとされている(中村1967、徳永・山内1971、三宅・中越1998など)。検出された花粉化石の保存状態を考慮すると、SD05の花粉化石群集も分解・消失の影響を受けており、分解に強い花粉が選択的に多く残されている可能性がある。

上記を考慮した上で木本類を見ると、針葉樹のモミ属、マツ属、スギ属、落葉広葉樹のクマシデ属-アサダ属、ブナ属、コナラ属コナラ亜属、ニレ属-ケヤキ属、常緑広葉樹のコナラ属アカガシ亜属などが検出される。この内、ブナ属やコナラ亜属は、冷温帯性落葉広葉樹林の主要構成要素であり、本地域周辺の丘陵~山地にかけて広く分布する。当時の周辺には、西方の国見山などの山地部を中心にブナ属などからなる冷温帯性落葉広葉樹林が分布しており、部分的にモミ属、マツ属などの針葉樹も生育し、丘陵~低地部にはアカガシ亜属などの常緑広葉樹も認められたと推測される。また、スギ属、クマシデ属-アサダ属、サワグルミ属、クルミ属などは沢沿いに、ハンノキ属、ニレ属-ケヤキ属、エノキ属-ムクノキ属などは河川沿いなどに生育する種を含むことから、牛川や太田川などの周辺河川沿いに生育していた可能性がある。

草本類を見ると、イネ科、ヨモギ属が多く産出し、カヤツリグサ科、クワ科、マメ科などを伴う。これらはいずれも開けた明るい場所に生育する、いわゆる「人里植物」を含む分類群であることから、当時の流路跡周辺や林縁などの草地植生に由来すると思われる。植物珪酸体の産状からは、イネ科にクマザサ属やメダケ属などを含むタケ亜科、ヨシ属、ススキ属などが含まれていたと推定される。SD04の7・8では栽培植物であるイネ属も僅かに産出したことから、覆土が埋積する過程でSD04の周辺や上流域で稲作が行われていた可能性や稲穀などイネ属の植物体が利用された可能性が想定される。また、水湿地生草本のガマ属、オモダカ属、コウホネ属、ヒシ属、水生シダ類のサンショウモなどは、自然流路内やその集水域に生育していた可能性が高い。なお、08ではタケ亜科と共に湿潤な場所に生育するヨシ属の産出が目立ち、近辺に湿地など湿潤な場所が存在した可能性がある。

SD05の5やSD01の8でも同様な分類群が見られ、

稲作や稲穀などの利用、同様にイネ科の生育が想定される。

115-7グリッドLIIb、115-16グリッドのLIIe、115-21グリッドのLIIfでは、検出されたクマザサ属やメダケ属などを含むタケ亜科、ヨシ属、ススキ属などの生育がうかがえる。なおイネ属は産出しなかったことから、これらの土層が形成された頃での稲作や稲穀などの利用は考えにくい。LIIfは発掘調査所見で泥炭質とされるが、ヨシ属などの湿潤な場所に生育する分類群の多産が見られなかった。植物珪酸体の産状からは、湿地での形成を積極的に支持することは難しい。

またSD06の4やSD07の8でも同様な産状が見られ、それぞれの溝が埋積する過程でクマザサ属やメダケ属などを含むタケ亜科、ヨシ属、ススキ属などの生育がうかがえる。ただし、イネ属が見られなかったことから、稲作や稲穀などの利用は考えにくい。

1号整地範囲01では、クマザサ属やメダケ属などを含むタケ亜科、ヨシ属、ススキ属などが見られ、タケ亜科とヨシ属の含量が多い。タケ亜科やススキ属には乾いた場所に生育する種類が多く、またヨシ属は前述のように湿潤な場所に生育する。そのため、1号整地範囲01には乾いた草地で形成された土壌や湿潤な場所の堆積物が混在している可能性が考えられる。

## 引用文献

- 安藤一男・南雲 保 1983 『埼玉県、荒川低地沖積層のケイソウ』『日本歯科大学紀要』12 pp.241-290.
- 新井房夫 1979 『関東地方北西部の縄文時代以降の指標テフラ層』『考古学ジャーナル』157 pp.41-52.
- Asai, K. and Watanabe, T. 1995 Statistic Classification of Epilithic Diatom Species into Three Ecological Groups relating to Organic Water Pollution (2) Saprophilous and saproxenous taxa, Diatom 10, pp.35-47.
- 千木良雅弘 1995 『風化と崩壊』近未来社 p.204
- Desikachary, T. V. 1987 Atlas of Diatoms. Marine Diatoms of the Indian Ocean. Madras science foundation, 1-13, Plates, pp.401-621
- Fork, R. L. and Ward, W. 1957 Brazons river bar, a study in the significance of grain size parameters, J.Sed.Petrol 27, pp. 3-26.
- Friedman, G.M 1961 Distinction between dune, beach, and river sands from their textural characteristic. J.sed.Petrol, 31 pp.514-529.
- 藤木利之・小澤智生 2007 『琉球列島産植物花粉図鑑』アークエコーラ企画 p.155
- Hustedt, F. 1930 Die Kieselalgen Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz, unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. in Dr. Rabenhorsts Kryptogamen Flora von Deutschland, Oesterreichs und der Schweiz, 7, Leipzig, Part 1 p.920

Hustedt, F. 1937-1938 Systematische und ökologische Untersuchungen mit die Diatomeen - Flora von Java, Bali und Sumatra. I ~ III. Arch. Hydrobiol. Suppl., 15, pp. 131 - 809, pp.1 - 155, pp. 274 - 349.

Hustedt, F. 1959 Die Kieselalgen Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz, unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. in Dr. Rabenhorsts Kryptogamen Flora von Deutschland, Oesterreichs und der Schweiz, 7, Leipzig, Part 2, p.845

Hustedt, F. 1961-1966 Die Kieselalgen Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz, unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. in Dr. Rabenhorsts Kryptogamen Flora von Deutschland, Oesterreichs und der Schweiz, 7, Leipzig, Part 3, p.816

古澤 明 1995 「火山ガラスの屈折測定・形態分類とその統計的な解析」『地質学雑誌』101 日本地質学会 pp.123 - 133

井上 淳・吉川周作・千々和一豊 2002 「琵琶湖周辺域に分布する黒ボク土中の黒色木片について」『日本第四紀学会講演要旨集』32 pp.74 - 75.

伊藤良永・堀内誠示 1989 「古環境解析からみた陸生珪藻の検討 - 陸生珪藻の細分 -」『日本珪藻学会第10回大会講演要旨集』17

伊藤良永・堀内誠示 1991 「陸生珪藻の現在に於ける分布と古環境解析への応用」『日本珪藻学誌』6 pp.23 - 44.

小岩直人・早田 勉 1994 「東北地方中南部に分布する更新世末期のガラス質テフラ」『地学雑誌』103 pp.68 - 76.

近藤錬三 2010 「プラント・オパール図譜」北海道大学出版会 p.387

小杉正人 1986 「陸生珪藻による古環境の解析とその意義 - わが国への導入とその展望 -」『植生史研究』1 pp. 9 - 44.

小杉正人 1988 「珪藻の環境指標種群の設定と古環境復元への応用」『第四紀研究』27 pp. 1 - 20.

Krammer, K. and H. Lange-Bertalot 1985 Naviculaceae. Bibliotheca Diatomologica, 9, p.250

Krammer, K. and H. Lange-Bertalot 1986 Bacillariophyceae, usswasser flora von Mitteleuropa, 2 (1), p.876

Krammer, K. and H. Lange-Bertalot 1988 Bacillariophyceae, Susswasser flora von Mitteleuropa 2 (2), p.596

Krammer, K. and H. Lange-Bertalot 1990 Bacillariophyceae, Susswasser flora von Mitteleuropa 2 (3), p.576

Krammer, K. and H. Lange-Bertalot 1991 Bacillariophyceae, Susswasser flora von Mitteleuropa 2 (4), p.437

久保和也・山元孝広・村田泰章・牧野雅彦 2014 「川俣地域の地質・地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)」産総研地質調査総合センター p.86

公文富士夫・立石雅昭編 1998 「新版碎屑物の研究法」『地学双書』29 地学団体研究会 p.399

HorstLange-Bertalot, H., Witowski, A., and Metzeltin, D. 2000 ICONOGRAPHIA DIATOMOLOGICA Annotated diatom micrographs. Diatom Flora of Marine Coasts, 1, p. 9 - 25

町田 洋・新井房夫 1976 「広域に分布する火山灰 - 始良 Tn 火山灰の発見とその意義 -」『科学』46 pp.339 - 347.

町田 洋・新井房夫 2003 『新編 火山灰アトラス』東京大学出版会 p.336.

三宅 尚・中越信和 1998 「森林土壌に堆積した花粉・胞子の保存状態」『植生史研究』6 pp.15 - 30.

三好教夫・藤木利之・木村裕子 2011 『日本産花粉図鑑』北海道大学出版会 p.824

中島啓治・田中宏之・吉田武雄・服部幸雄 1978 「奥利根地域の珪藻類」『群馬県奥利根地域学術調査報告書』Ⅲ pp. 146 - 165.

中村 純 1967 『花粉分析』古今書院 p.232

中村 純 1980 「日本産花粉の標徴 I・II (図版)」『大阪市立自然史博物館収蔵資料目録』第12・13集 p.91

農林省農林水産技術会議事務局監修 1967 『新版標準土色帖』

坂口 一 1993 「火山噴火の年代と季節の推定法. 新井房夫編」『火山灰考古学』古今書院 pp.151 - 172.

島倉巳三郎 1973 「日本植物の花粉形態」『大阪市立自然科学博物館収蔵目録』第5集 p.60

Smith, V.C., Staff, R.A., Blockley, S.P.E., Ramsey, C.B., Nakagawa, T., Mark, D.F., Takemura, K., Danhara, T., Suigetsu 2006 Project Members 2013 Identification and correlation of visible tephra in the Lake Suigetsu SG06 sedimentary archive, Japan: chronostratigraphic markers for synchronizing of east Asian/west Pacific palaeoclimatic records across the last 150 ka. Quaternary Science Reviews, 67, pp.121 - 137.

早田 勉 1989 「六世紀における榛名火山の二回の噴火とその災害」『第四紀研究』27 (4) 日本第四紀学会 pp.297 - 312

徳永重元・山内輝子 1971 『花粉・胞子. 化石の研究法』共立出版株式会社 pp.50 - 73

上杉 陽 1971 「ふるいをを用いた粒度分析法の吟味」『地理学評論』44 日本地理学会 pp.839 - 857

上杉 陽 1972 「粒径頻度分布からみた風成砂・海成砂の諸特徴」『第四紀研究』11 pp.49 - 60.

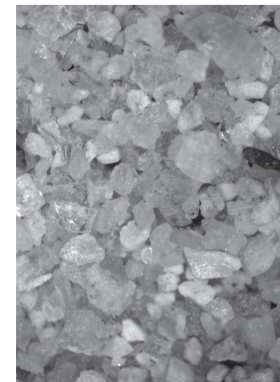
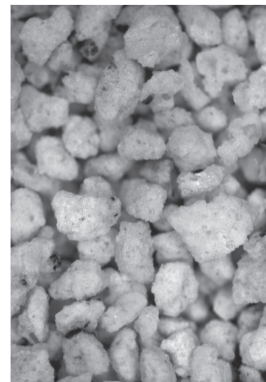
Wentworth, C. K. 1922 A scale of grade and class terms for clasticsediments. J.Geol. 30, pp.377 - 392.

CHOLNOKY, B. J. 1968 Die Oekologie der Diatomeen, Verlag von J. Cramer

埼玉県教育委員会 1962 『埼玉県植物誌』

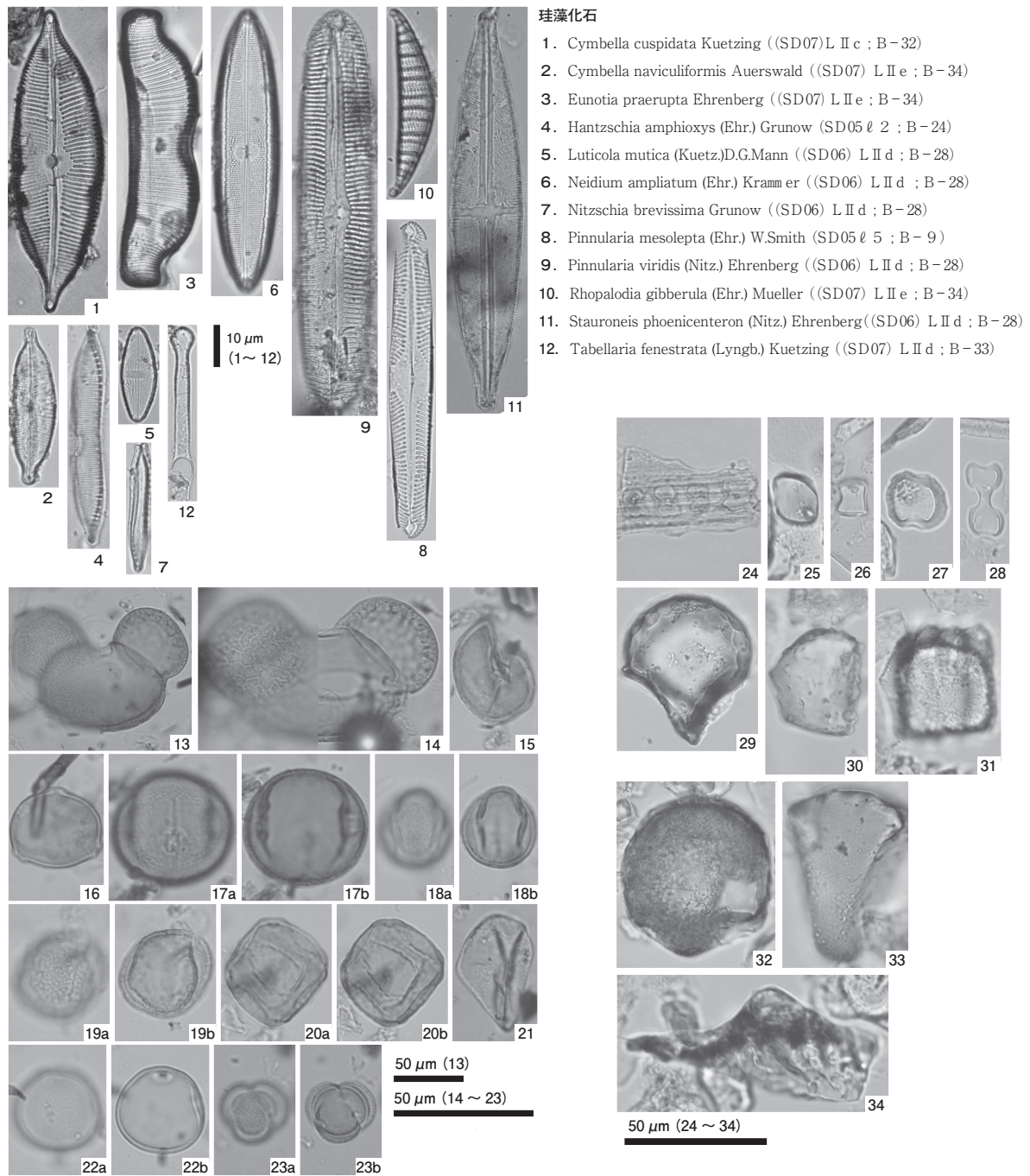
安藤一男 1990 「淡水産珪藻による環境指標種群の設定と古環境復元への応用」『東北地理』42

中村有吾・片山美紀・平川一臣 2002 「水の影響を除去した北海道の完新世テフラガラス屈折率」『第四紀研究 (The Quaternary Research)』41 (1)



1. Hr-FPの軽石(SD0167:B-1) 2. 砂分の状況(SH01L1Id':B-7)  
1.0mm

図91 テフラ・砂分の状況



珪藻化石

1. *Cymbella cuspidata* Kuetzing ((SD07) L II c ; B-32)
2. *Cymbella naviculiformis* Auerswald ((SD07) L II e ; B-34)
3. *Eunotia praeurupta* Ehrenberg ((SD07) L II e ; B-34)
4. *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grunow (SD05 l 2 ; B-24)
5. *Luticola mutica* (Kuetz.) D.G.Mann ((SD06) L II d ; B-28)
6. *Neidium ampliatus* (Ehr.) Krammer ((SD06) L II d ; B-28)
7. *Nitzschia brevissima* Grunow ((SD06) L II d ; B-28)
8. *Pinnularia mesolepta* (Ehr.) W.Smith (SD05 l 5 ; B-9)
9. *Pinnularia viridis* (Nitz.) Ehrenberg ((SD06) L II d ; B-28)
10. *Rhopalodia gibberula* (Ehr.) Mueller ((SD07) L II e ; B-34)
11. *Stauroneis phoenicenteron* (Nitz.) Ehrenberg ((SD06) L II d ; B-28)
12. *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kuetzing ((SD07) L II d ; B-33)

花粉化石

13. モミ属 (SD05 l 5 ; B-9)
14. マツ属 (SD05 l 5 ; B-9)
15. スギ属 (SD05 l 5 ; B-9)
16. クマシデ属-アサダ属 (SD05 l 5 ; B-9)
17. ブナ属 (SD05 l 5 ; B-9)
18. コナラ属アカガシ亜属 (SD05 l 5 ; B-9)
19. コナラ属コナラ亜属 (SD05 l 5 ; B-9)
20. ニレ属-ケヤキ属 (SD05 l 5 ; B-9)
21. カヤツリグサ科 (SD05 l 5 ; B-9)
22. イネ科 (SD05 l 5 ; B-9)
23. ヨモギ属 (SD05 l 5 ; B-9)

植物珪酸体

24. モミ属 (SD05 l 5 ; B-9)
25. マツ属 (SD05 l 5 ; B-9)
26. スギ属 (SD05 l 5 ; B-9)
27. クマシデ属-アサダ属 (SD05 l 5 ; B-9)
28. ブナ属 (SD05 l 5 ; B-9)
29. コナラ属アカガシ亜属 (SD05 l 5 ; B-9)
30. コナラ属コナラ亜属 (SD05 l 5 ; B-9)
31. ニレ属-ケヤキ属 (SD05 l 5 ; B-9)
32. カヤツリグサ科 (SD05 l 5 ; B-9)
33. イネ科 (SD05 l 5 ; B-9)
34. ヨモギ属 (SD05 l 5 ; B-9)

図92 珪藻化石・花粉化石・植物珪酸体

## 第2節 放射性炭素年代測定

株式会社 パレオ・ラボ

### 1. はじめに

南相馬市塚田B遺跡から出土した試料について、加速器質量分析法(AMS法)による放射性炭素年代測定を行った。なお、同試料を用いて炭素・窒素安定同位体比分析も行われている(付章第3節参照)。

### 2. 試料と方法

試料は、SD05 $\ell$ 5出土の土器の底部内面から採取した付着炭化物(図61-12、試料No.MSC-TD・B-48:PLD-48479)と、SD04 $\ell$ 3出土の土器の内面から採取した付着炭化物(図57-2、試料No.MSC-TD・B-49:PLD-48480)の2点である。土器の時期はいずれも古墳時代中期～後期である。

測定試料の情報、調製データは表19のとおりである。試料は調製後、加速器質量分析計(パレオ・ラボ、コンパクトAMS:NEC製1.5SDH)を用いて測定した。得られた $^{14}\text{C}$ 濃度について同位体分別効果の補正を行った後、 $^{14}\text{C}$ 年代、暦年代を算出した。

### 3. 結果

表20に、同位体分別効果の補正に用いる炭素同位体比( $\delta^{13}\text{C}$ )、同位体分別効果の補正を行って暦年較正に用いた年代値と較正によって得られた年代範囲、慣用に従って年代値と誤差を丸めて表示した $^{14}\text{C}$ 年代、図93に暦年較正結果をそれぞれ示す。暦年較正に用いた年代値は下1桁を丸めていない値であり、今後暦年較正曲線が更新された際にこの年代値を用いて暦年較正を行うため

表19 測定試料および処理

測定番号	遺跡データ	試料データ	前処理
PLD-48479	遺構:SD05 層位: $\ell$ 5 試料No.MSC-TD・B-48 備考:図61-12	種類:土器付着物・内面(おこげ) 状態:dry	超音波洗浄 有機溶剤処理:アセトン酸・アルカリ・酸洗浄(塩酸: 1.2 mol/L, 水酸化ナトリウム:1.0 mol/L, 塩酸:1.2 mol/L)
PLD-48480	遺構:SD04 層位: $\ell$ 3 試料No.MSC-TD・B-49 備考:図57-2	種類:土器付着物・内面(おこげ) 状態:dry	超音波洗浄 有機溶剤処理:アセトン酸・アルカリ・酸洗浄(塩酸: 1.2 mol/L, 水酸化ナトリウム:1.0 mol/L, 塩酸:1.2 mol/L)

に記載した。

$^{14}\text{C}$ 年代はAD1950年を基点にして何年前かを示した年代である。 $^{14}\text{C}$ 年代(yrBP)の算出には、 $^{14}\text{C}$ の半減期としてLibbyの半減期5568年を使用した。また、付記した $^{14}\text{C}$ 年代誤差( $\pm 1\sigma$ )は、測定の統計誤差、標準偏差等に基づいて算出され、試料の $^{14}\text{C}$ 年代がその $^{14}\text{C}$ 年代誤差内に入る確率が68.27%であることを示す。

なお、暦年較正の詳細は以下のとおりである。暦年較正とは、大気中の $^{14}\text{C}$ 濃度が一定で半減期が5568年として算出された $^{14}\text{C}$ 年代に対し、過去の宇宙線強度や地球磁場の変動による大気中の $^{14}\text{C}$ 濃度の変動、および半減期の違い( $^{14}\text{C}$ の半減期 $5730 \pm 40$ 年)を較正して、より実際の年代値に近いものを算出することである。

$^{14}\text{C}$ 年代の暦年較正にはOxCal4.4(較正曲線データ: IntCal20)を使用した。なお、 $1\sigma$ 暦年代範囲は、OxCalの確率法を使用して算出された $^{14}\text{C}$ 年代誤差に相当する68.27%信頼限界の暦年代範囲であり、同様に $2\sigma$ 暦年代範囲は95.45%信頼限界の暦年代範囲である。カッコ内の百分率の値は、その範囲内に暦年代が入る確率を意味する。グラフ中の縦軸上の曲線は $^{14}\text{C}$ 年代の確率分布を示し、二重曲線は暦年較正曲線を示す。

### 4. 考察

試料について、同位体分別効果の補正および暦年較正を行った。以下、各試料の暦年較正結果のうち、 $2\sigma$ 暦年代範囲(確率95.45%)に着目して結果を整理する。

SD05 $\ell$ 5出土の土器の底部内面から採取した付着炭化物(試料No.MSC-TD・B-48:PLD-48479)は、414-



表20 放射性炭素年代測定および暦年較正の結果

測定番号	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	暦年較正用年代 (yrBP $\pm 1\sigma$ )	$^{14}\text{C}$ 年代 (yrBP $\pm 1\sigma$ )	$^{14}\text{C}$ 年代を暦年代に較正した年代範囲	
				1 $\sigma$ 暦年代範囲	2 $\sigma$ 暦年代範囲
試料No.MSC-TD・B-48 (PLD-48479)	-25.74 $\pm$ 0.13	1617 $\pm$ 21	1615 $\pm$ 20	417-436 cal AD (24.37%) 463-476 cal AD (13.67%) 499-511 cal AD (11.80%) 514-532 cal AD (18.42%)	414-481 cal AD (55.80%) 490-537 cal AD (39.65%)
試料No.MSC-TD・B-49 (PLD-48480)	-24.30 $\pm$ 0.23	1571 $\pm$ 23	1570 $\pm$ 25	435-465 cal AD (25.90%) 475-500 cal AD (23.02%) 508-516 cal AD (5.66%) 530-546 cal AD (13.68%)	429-557 cal AD (95.45%)

481 cal AD (55.80%) および490-537 cal AD (39.65%)で、5世紀前半～6世紀前半の暦年代範囲を示した。なお、同じ試料を用いて行われた炭素・窒素安定同位体比分析の結果、付着炭化物はC<sub>3</sub>植物由来と推測され、今回の測定結果は海洋リザーバー効果の影響を考慮する必要はないと考えられる。

SD 04 ℓ 3 出土の土器の内面から採取した付着炭化物（試料No.MSC-TD・B-49：PLD-48480）は、429-557 cal AD (95.45%)で、5世紀前半～6世紀中頃の暦年代範囲を示した。なお、同じ試料を用いて行われた炭素・窒素安定同位体比分析の結果、付着炭化物はC<sub>3</sub>植物・草食動物由来と推定され、今回の測定結果は海洋リザーバー効果の影響を考慮する必要はないと考えられる。

参考文献

Bronk Ramsey, C. 2009 Bayesian Analysis of Radiocarbon dates. Radiocarbon, 51(1), pp.337-360  
 中村俊夫 2000 「放射性炭素年代測定法の基礎」『日本先史時代の<sup>14</sup>C年代編集委員会編 「日本先史時代の<sup>14</sup>C年代」 日本第四紀学会 p.3-20  
 Reimer, P.J., Austin, W.E.N., Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Butzin, M., Cheng, H., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hajdas, I., Heaton, T.J., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kromer, B., Manning, S.W., Muscheler, R., Palmer, J.G., Pearson, C., van der Plicht, J., Reimer, R.W., Richards, D.A., Scott, E.M., Southon, J.R., Turney, C.S.M., Wacker, L., Adolphi, F., Büntgen, U., Capano, M., Fahrni, S.M., Fogtmann-Schulz, A., Friedrich, R., Köhler, P., Kudsk, S., Miyake, F., Olsen, J., Reinig, F., Sakamoto, M., Sookdeo, A. and Talamo, S. 2020 The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0-55 cal kBP), Radiocarbon, 62(4), pp.725-757, doi:10.1017/RDC.2020.41. https://doi.org/10.1017/RDC.2020.41 (cited 12 August 2020)

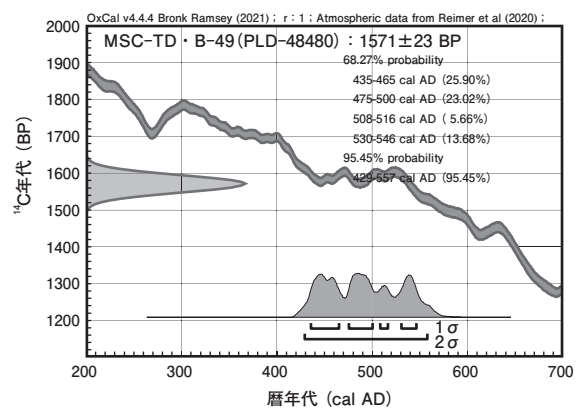
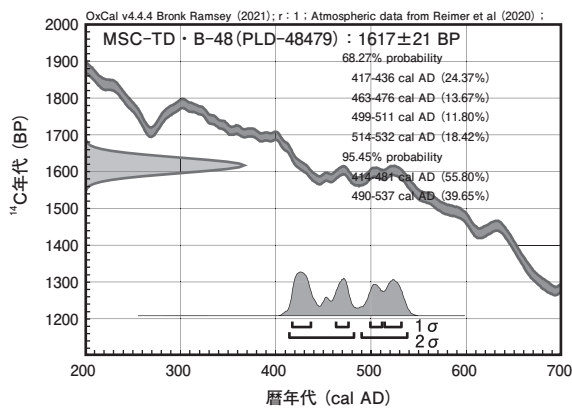
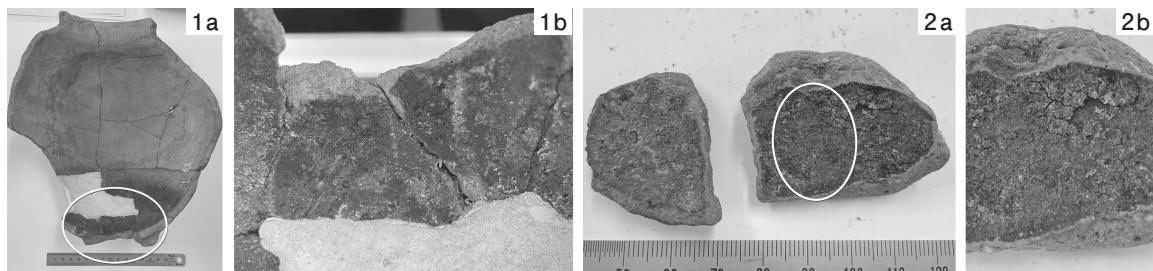


図93 暦年較正結果



1a-1b. 試料 No.MSC-TD・B-48 (PLD-48479)

2a-2b. 試料 No.MSC-TD・B-49 (PLD-48480)

図94 土器付着物の試料写真と採取位置

(○印：採取位置)

## 第3節 炭素・窒素安定同位体比分析

株式会社 パレオ・ラボ

### 1. はじめに

南相馬市の塚田B遺跡から出土した土器より採取した附着炭化物の起源物質を推定するために、炭素と窒素の安定同位体比を測定し、炭素含有量と窒素含有量を測定して試料のC/N比を求めた。なお、同じ試料を用いて放射性炭素年代測定(付章第2節参照)も行われている。

### 2. 試料および方法

試料の情報は、表21のとおりである。測定を実施するにあたり、試料に対して、超音波洗浄、アセトン洗浄および酸・アルカリ・酸洗浄を施し、試料以外の不純物を除去した。炭素含有量および窒素含有量の測定には、EA (ガス化前処理装置)であるFlash EA1112(Thermo Fisher Scientific社製)を用いた。スタンダードは、アセトニトリル(キシダ化学製)を使用した。炭素安定同位体比( $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ )および窒素安定同位体比( $\delta^{15}\text{N}_{\text{Air}}$ )の測定には、質量分析計DELTA V (Thermo Fisher Scientific社製)を用いた。スタンダードは、炭素安定同位体比にはIAEA Sucrose (ANU)、窒素安定同位体比にはIAEA N 1を使用した。

測定は次の手順で行った。スズコンテナに封入した試料を、超高純度酸素と共に、EA内の燃焼炉に落とし、スズの酸化熱を利用して高温で試料を燃焼、ガス化させ、酸化触媒で完全酸化させる。次に、還元カラムで窒素酸化物を還元し、水を過塩素酸マグネシウムでトラップ後、分離カラムで $\text{CO}_2$ と $\text{N}_2$ を分離し、TCDでそれぞ

れ検出・定量を行う。この時の炉および分離カラムの温度は、燃焼炉温度 $1000^\circ\text{C}$ 、還元炉温度 $680^\circ\text{C}$ 、分離カラム温度 $35^\circ\text{C}$ である。分離した $\text{CO}_2$ および $\text{N}_2$ は、そのままHeキャリアガスと共にインターフェースを通して質量分析計に導入し、安定同位体比を測定した。

得られた炭素含有量と窒素含有量に基づいてC/N比を算出した。

### 3. 結果

表21に、試料情報と炭素安定同位体比、窒素安定同位体比、炭素含有量、窒素含有量、C/N比を示す。図95には炭素安定同位体比と窒素安定同位体比の関係、炭素安定同位体比とC/N比の関係を示した。

試料番号MSC-TD・B-48の土器附着炭化物は $\text{C}_3$ 植物の位置、試料番号MSC-TD・B-49の土器附着炭化物は $\text{C}_3$ 植物・草食動物の位置にプロットされた。試料番号MSC-TD・B-48の土器附着炭化物は土壤(黒色土)の位置、試料番号MSC-TD・B-49の土器附着炭化物は $\text{C}_3$ 植物・草食動物の位置にプロットされた。

### 4. 考察

試料番号MSC-TD・B-48の土器附着炭化物は、 $\text{C}_3$ 植物の位置、土壤(黒色土)の位置にプロットされ、土壤の影響を受けている可能性も考えられるが、概ね $\text{C}_3$ 植物に由来する炭化物と推定される。試料番号MSC-TD・B-49の土器附着炭化物は、 $\text{C}_3$ 植物・草食動物の位置、 $\text{C}_3$ 植物・草食動物の位置にプロットされ、 $\text{C}_3$ 植

表21 結果一覧表

試料番号	試料情報	$\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}_{\text{Air}}$ (‰)	炭素含有量 (%)	窒素含有量 (%)	C/N比 (モル比)
MSC-TD・B-48	遺構：SD05 層位：ℓ 5 種類：土器附着炭化物 部位：内面 備考：PLD-48479	-26.3	5.12	17.0	0.934	21.2
MSC-TD・B-49	遺構：SD04 層位：ℓ 3 種類：土器附着炭化物 部位：内面 備考：PLD-48480	-24.8	3.07	47.4	5.42	10.2

物・草食動物に由来する炭化物和と推定される。

参考文献

赤澤 威・南川雅男 1989 「炭素・窒素安定同位体比に基づく古代人の食生活の復元」『新しい研究法は考古学になにをもたらしただか』pp.132-143 クバプロ  
 坂本 稔 2007 「安定同位体比に基づく土器付着物の分析」『国立歴史民俗博物館研究報告』137 pp.305-315  
 米田 穰 2008 「丸根遺跡出土土器付着炭化物の同位体分析」

『丸根遺跡・丸根城跡』 pp.261-263 豊田市教育委員会.  
 Yoneda, M., M. Hirota, M. Uchida, A. Tanaka, Y. Shibata, M. Morita, and T. Akazawa 2002 Radiocarbon and stable isotope analyses on the Earliest Jomon skeletons from the Tochibara rockshelter, Nagano, Japan., Radiocarbon, 44(2), pp.549-557  
 吉田邦夫・宮崎ゆみ子 2007 「煮炊きして出来た炭化物の同位体分析による土器付着炭化物の由来についての研究」『平成16-18年度科学研究補助金基礎研究B(課題番号16300290)研究報告書研究代表者西田泰民「日本における稲作以前の主食植物の研究』』pp.85-95  
 吉田邦夫・西田泰民 2009 「考古科学が探る火炎土器」『火炎土器の国 新潟』新潟県立歴史博物館編 pp.87-99

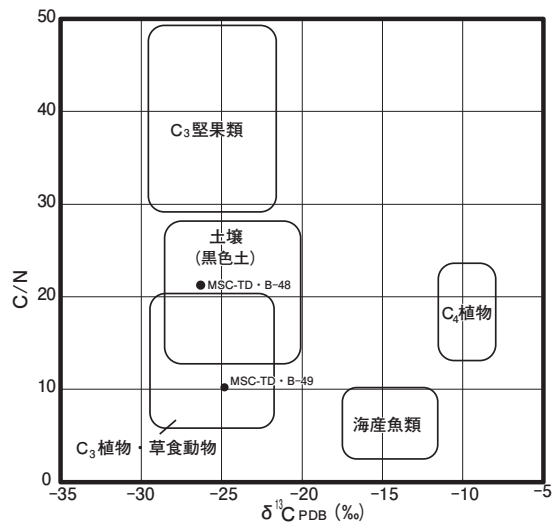
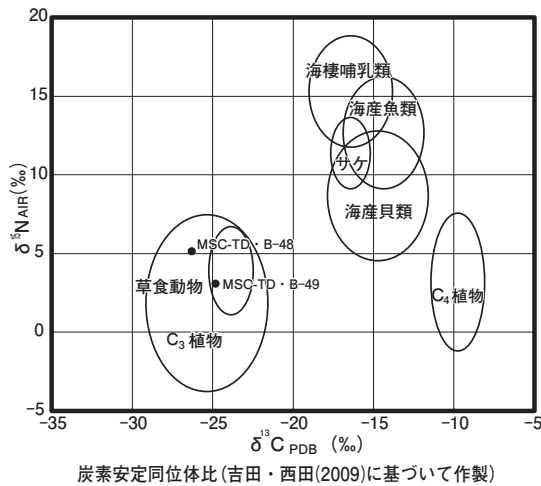


図95 炭素安定同位体比とC/N比の関係

第4節 炭化材の樹種同定

株式会社 パレオ・ラボ

1. はじめに

南相馬市の塚田B遺跡から出土した炭化材の樹種同定を行った。

2. 試料と方法

試料はSI10の底面から出土した炭化材(MSC-TD・B-50)である。樹種同定に先立ち、肉眼観察と実体顕微鏡観察による形状の確認と、残存年輪数および残存径の計測を行った。その後、カミソリまたは手で3断面(横断面・接線断面・放射断面)を割り出し、試料台に試料を両面テープで固定した。次に、イオンスパッタで

金コーティングを施し、走査型電子顕微鏡(KEYENCE社製 VHX-D510)を用いて樹種の同定と写真撮影を行った。

3. 結果

樹種同定の結果、針葉樹のモミ属であった。結果を表22に示す。以下に、同定根拠となった木材組織の特徴を記載し、走査型電子顕微鏡写真を図96に示す。

・モミ属 *Abies* マツ科 1a-1c(MSC-TD・B-50)  
 仮道管および放射組織からなる針葉樹である。早材から晩材への移行は比較的緩やかである。放射組織で数珠状末端壁がみられる。分野壁孔はスギ型で、1分野に

表22 樹種同定結果

試料番号	遺構名	層位	樹種	推定時期
MSC-TD・B-50	S I10	床面	モミ属	古墳時代中期

1～4個存在する。モミ属は暖帯から温帯に生育する常緑高木で、ウラジロモミやシラベ、トドマツなど約5種がある。材は軽軟で加工容易であるが、割れや狂いが出やすく、保存性が低い。

#### 4. 考 察

モミ属は暖帯から温帯の山地に生育する針葉樹で、遺跡周辺も分布域にもつ。材は軽軟で加工容易である(平井1996)。福島県内の遺跡で、古墳時代の住居跡から出土した炭化材は、コナラ節やクリが多くみられるが、針葉樹ではスギやモミ属も確認されている(伊東・山田編2012)。遺跡周辺に生育していた樹木を伐採利用されたと推測される。

#### 引用・参考文献

- 平井信二 1996 『木の百科』 朝倉書店 p.394  
 伊東隆夫・山田昌久編 2012 『木の考古学－出土木製品用材データベース－』 海青社 p.449  
 伊東隆夫・佐野雄三・安部 久・内海泰弘・山口和穂 2011 『日本有用樹木誌』 海青社 p.238



図96 炭化材の走査型電子顕微鏡写真

a：横断面、b：接線断面、c：放射断面