

第3節 庄・蔵本遺跡西病棟建設予定地におけるプラント・オパール分析 1

株式会社古環境研究所

(1) はじめに

植物珪酸体は、植物の細胞内に珪酸 (SiO_2) が蓄積したもので、植物が枯れたあともガラス質の微化石（プラント・オパール）となって土壤中に半永久的に残っている。植物珪酸体分析は、この微化石を遺跡土壤などから検出して同定・定量する方法であり、イネをはじめとするイネ科栽培植物の同定および古植生・古環境の推定などに応用されている（杉山 2000）。また、イネの消長を検討することで埋蔵水田跡の検証や探査も可能である（藤原・杉山 1984）。

庄・蔵本遺跡の発掘調査では、弥生時代前期の層準から小規模な畠状遺構が検出され、同遺構における栽培植物の特定が検討課題となっていた。ここでは、畠状遺構におけるイネ科栽培植物の検討を主目的として植物珪酸体分析を行った。

(2) 試料

分析試料は、畠状遺構の畦部（P2 地点）の土層断面から採取された 12 点、遺構検出面の畦部や畝間などから採取された 12 点、畠状遺構に隣接する溝跡（SD302）から採取された 4 点、および調査区南東端の SD315 から採取された植物遺体 3 点の計 31 点である。試料採取箇所を遺構平面図および分析結果図に示す（P16・17 第 13・14 図）。

(3) 分析法

植物珪酸体の抽出と定量は、ガラスピース法（藤原 1976）を用いて、次の手順で行った。

- 1) 試料を 105°C で 24 時間乾燥（絶乾）
- 2) 試料約 1 g に対し直径約 $40 \mu\text{m}$ のガラスピースを約 0.02g 添加（電子分析天秤により 0.1mg の精度で秤量）
- 3) 電気炉灰化法（ 550°C ・6 時間）による脱有機物処理
- 4) 超音波水中照射（300W・42KHz・10 分間）による分散
- 5) 沈底法による $20 \mu\text{m}$ 以下の微粒子除去
- 6) 封入剤（オイキット）中に分散してプレパラート作成
- 7) 検鏡・計数

同定は、400 倍の偏光顕微鏡下で、おもにイネ科植物の機動細胞に由来する植物珪酸体を対象として行った。計数は、ガラスピース個数が 400 以上になるまで行った。これはほぼプレパラート 1 枚分の精査に相当する。試料 1 gあたりのガラスピース個数に、計数された植物珪酸体とガラスピース個数の比率をかけて、試料 1 g 中の植物珪酸体個数を求めた。

また、おもな分類群についてはこの値に試料の仮比重（1.0 と仮定）と各植物の換算係数（機動細胞珪酸体 1 個あたりの植物体乾重、単位： 10^{-5}g ）をかけて、単位面積で層厚 1 cm あたりの植物体生産量を算出した。これにより、各植物の繁茂状況や植物間の占有割合などを具体的にとらえることができる。イネの換算係数は 2.94（種実重は 1.03）、ヨシ属（ヨシ）は 6.31、ススキ属（ススキ）は 1.24、メダケ節は 1.16、ネザサ節は 0.48、チマキザサ節・チシマザサ節は 0.75、ミヤコザサ節は 0.30 である（杉山、2000）。タケ亜科については、植物体生産量の推定値から各分類群の比率を求めた。

植物遺体については、電気炉灰化法（550°C・6時間）によって灰化し、オイキットで封入してプレパラートを作成した。なお、灰化物の内部を調べるために、灰像組織の一部を破壊して観察を行った。

（4）分析結果

検出された植物珪酸体の分類群は以下のとおりである。これらの分類群について定量を行い、その結果を表1および図1-1～3に示した。主要な分類群について顕微鏡写真を示す。

〔イネ科〕

イネ、イネ苗（生育段階初期）、ヨシ属、ウシクサ族A（チガヤ属など）

〔イネ科-タケ亜科〕

メダケ節型（メダケ属メダケ節・リュウキュウチク節、ヤダケ属）、ネザサ節型（おもにメダケ属ネザサ節）、チマキザサ節型（ササ属チマキザサ節・チシマザサ節など）、ミヤコザサ節型（ササ属ミヤコザサ節など）、未分類等

〔イネ科-その他〕

表皮毛起源、棒状珪酸体（おもに結合組織細胞由来）、未分類等

〔樹木〕

ブナ科（シイ属）、クスノキ科、その他

（5）考察

1. 稲作跡の検討

水田跡（稻作跡）の検証や探査を行う場合、一般にイネの植物珪酸体（プラント・オパール）が試料1gあたり5,000個以上と高い密度で検出された場合に、そこで稻作が行われていた可能性が高いと判断している（杉山2000）。なお、畑稻作（陸稻栽培）の場合は、連作障害や地力の低下を避けるために輪作を行ったり休閑期間をおく必要があることから、イネの密度は水田よりもかなり低く、1,000～2,000個/g程度である場合が多い。以上の判断基準にもとづいて各地点ごとに稻作の可能性について検討を行った。

1) P2 地点

弥生時代前期の遺構検出面である③層上面（試料1）から下位の⑦層（試料13）までの層準について分析を行った。その結果、③層上面（試料1）からイネが検出された。密度は700個/gと低い値であるが、同層は直上を洪水層で覆われていることから、上層から後代のものが混入したことは考えにくい。したがって、同層準の時期に調査地点もしくはその近辺で稻作が行われていた可能性が考えられる。

2) 遺構検出面

遺構検出面の畦部や畝間などから採取された12点について分析を行った。その結果、畦部の試料7、試料10、試料17の3点からイネが検出された。密度は700～800個/gと低い値であるが、前述と同様に調査地点もしくはその近辺で稻作が行われていた可能性が考えられる。

なお、試料7と試料17で検出されたイネの植物珪酸体には、縦長が30μm以下と明らかに小型で形状が未熟なものが含まれている。これは生育段階初期（苗の段階）のイネに特徴的なものである（能登ほか1989、杉山2000）。このことから、同遺構でイネの苗が栽培されていた可能性が示唆されるが、植物珪酸体の検出密度や検出率が低いこと、および糊殻（穎の表皮細胞）に由来する植物珪酸体が認められないことから確定的なことは言えない。同遺構が苗代であったと仮定すると、田植えのためにイネの苗（種糲部分も含む）が抜き取られた後の状況が想定される。

3) SD302

SD302 では、溝底部（8層、9層）などから採取された4点について分析を行った。その結果、イネはいずれの試料からも検出されなかった。

4) SD315

SD315 では、溝内から採取された3点の植物遺体について分析を行った。その結果、イネはいずれの試料からも検出されなかった。灰像の観察では特徴的な細胞組織が認められたが、機動細胞や短細胞などに由来する植物珪酸体は検出されなかった。このことから、これらの植物遺体はイネやススキなどのイネ科植物ではないと考えられる。これらの植物種の同定については今後の課題としたい。

2. イネ科栽培植物の検討

植物珪酸体分析で同定される分類群のうち栽培植物が含まれるものには、イネ以外にもムギ類、ヒエ属型（ヒエが含まれる）、エノコログサ属型（アワが含まれる）、キビ属型（キビが含まれる）、ジュズダマ属（ハトムギが含まれる）、オヒシバ属（シコクヒエが含まれる）、モロコシ属型、トウモロコシ属型などがあるが、これらの分類群はいずれの試料からも検出されなかった。

イネ科栽培植物の中には未検討のものもあるため、その他の分類群の中にも栽培種に由来するものが含まれている可能性が考えられる。これらの分類群の給源植物の究明については今後の課題としたい。なお、植物珪酸体分析で同定される分類群は主にイネ科植物に限定されるため、根菜類などの畑作物は分析の対象外となっている。

3. 植物珪酸体分析から推定される植生と環境

上記以外の分類群の検出状況と、そこから推定される植生・環境について検討を行った。P2 地点の⑦層では、メダケ節型、ネザサ節型、ミヤコザサ節型、およびクスノキ科などの樹木起源が検出されたが、いずれも少量である。樹木は一般に植物珪酸体の生産量が低いことから、少量が検出された場合でもかなり過大に評価する必要がある（杉山 1999）。なお、すべての樹種で植物珪酸体が形成されるわけではなく、落葉樹では形成されないものも多い（近藤・佐瀬 1986）。

⑥層ではメダケ節型やネザサ節型が大幅に増加し、同層下部ではヨシ属も検出された。⑤層から弥生時代前期の③層にかけてはメダケ節型やネザサ節型が減少傾向を示し、ヨシ属は見られなくなっている。弥生時代前期の畠状遺構や溝跡の試料でも、メダケ節型、ネザサ節型、クスノキ科などが検出され、部分的にヨシ属なども認められたが、いずれも比較的少量である。おもな分類群の推定生産量によると、⑥層上部ではメダケ節型やネザサ節型が優勢であり、⑥層下部ではヨシ属も比較的多くなっている。

以上の結果から、⑥層下部の堆積当時はヨシ属などが生育する湿地的な環境であったと考えられ、同層上部の時期にはメダケ属（メダケ節やネザサ節）などの竹箪類が多く生育する比較的乾燥した堆積環境に移行したと推定される。また、遺跡周辺にはクスノキ科などの照葉樹林が分布していたと考えられる。⑤層から弥生時代前期の③層にかけても、比較的乾燥した堆積環境であったと考えられるが、何らかの原因でメダケ属（メダケ節やネザサ節）などの竹箪類は大幅に減少したと推定される。弥生時代前期の層準で竹箪類などのイネ科植物があまり見られない原因としては、土層の堆積速度が速かったことや、人為的に植生が管理されていたことなどが想定される。

(6) まとめ

植物珪酸体（プラント・オパール）分析の結果、弥生時代前期の畠状遺構では部分的に少量のイネが検出され、調査地点もしくはその近辺で稲作が行われていた可能性が認められた。イネの植物珪酸体に

は生育段階初期（苗の段階）と見られるものが含まれていることから、同遺構でイネの苗が栽培されていた可能性が示唆されるが、植物珪酸体の検出密度や検出率が低いこと、および糞殻（穎の表皮細胞）に由来する植物珪酸体が認められることから確定的なことは言えない。同遺構が苗代であったと仮定すると、田植えのためにイネの苗（種糞部分も含む）が抜き取られた後の状況が想定される。なお、ムギ類、ヒエ属、キビ属などのイネ科栽培植物に由来する植物珪酸体は、いずれの試料からも検出されなかった。

弥生時代前期の土層の堆積当時は、少量ながらメダケ属（メダケ節やネザサ節）などの竹笪類が生育する比較的乾燥した環境であったと考えられ、遺跡周辺にはクスノキ科などの照葉樹林が分布していたと推定される。なお、イネ科植物があまり見られないことから、土層の堆積速度が速かったことや、人為的に植生が管理されていたことなどが想定される。

参考文献

- 近藤鍊三・佐瀬隆 1986 「植物珪酸体、その特性と応用」『第四紀研究』25, p.31-63
- 杉山真二 1987 「タケ亜科植物の機動細胞珪酸体」『富士竹類植物園報告』31, p.70-83
- 杉山真二 1999 「植物珪酸体分析からみた九州南部の照葉樹林発達史」『第四紀研究』38 (2), p.109-123
- 杉山真二 2000 「植物珪酸体（プラント・オパール）」『考古学と植物学』同成社, p.189-213
- 能登健・内田憲治・石井克己・杉山真二 1989 「古墳時代の陸苗代—群馬県子持村黒井峯・西組遺跡の発掘調査から—」『農耕の技術』第12号 農耕文化研究振興会, p.21-47
- 藤原宏志 1976 「プラント・オパール分析法の基礎的研究（1）—数種イネ科栽培植物の珪酸体標本と定量分析法—」『考古学と自然科学』9, p.15-29
- 藤原宏志・杉山真二 1984 「プラント・オパール分析法の基礎的研究（5）—プラント・オパール分析による水田址の探査—」『考古学と自然科学』17, p.73-85

表1 庄・歳本遺跡におけるプラント・オパール分析結果
検出密度 (単位: ×100個/g)

分類群	学名	地点・試料				SD302地質				検出面							
		1	2	3	4	a	b	c	3	5	7	10	13	17	20	23	28
イネ科	Gramineae																
イネ	<i>Oryza sativa</i>																
イネ苗(生育初期)	<i>Oryza sativa</i> (early stage of growth)																
ヨシ属	<i>Phragmites</i>																
ヴァンクサ族A	Andropogoneae A type																
タケ亜科	<i>Bambusoideae</i>																
メダケ節型	<i>Pleioblastus</i> sect. <i>Nipponocalamus</i>	7	7	15	15	15	38	30	13	30	37	7	8	38	15	45	
ネザサ節型	<i>Pleioblastus</i> sect. <i>Nezasa</i>	15	15	38		68	53	52	13	15	82	45	37	38	45	8	53
チマキザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Sasa</i> etc.																
ミヤコザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Crassinodi</i>	7	8			15		7	26	8	15	45	38	30	23	8	
未分類等	Others	15	30	8	8	30	37	26	23	37	30	45	30	45	38	23	
その他イネ科	Others																
表皮毛起源		22				8											
糊状珪酸体		45	8	23	15	30	30	13	8	15	22	22	8	8	15	8	
未分類等		30	8	15	15			6	15	30	30	30	15	23	38	8	
樹木起源																	
ブナ科(シイ属)	<i>Castanopsis</i>					8											
クスノキ科	<i>Lauraceae</i>		7	7	8	8			6								
その他	Others			8		8			8								
(海綿骨盤)	Sporangium																
植物珪体總数	Total	30	157	121	60	150	166	164	109	128	277	172	180	169	218	128	143
おもな分類群の推定生産量 (単位: kg/m ² ・cm) : 試料の仮比重を1.0と仮定して算出																	
イネ	<i>Oryza sativa</i>																
ヨシ属	<i>Phragmites</i>																
タケ節型	<i>Pleioblastus</i> sect. <i>Nipponocalamus</i>	0.09	0.09	0.18			0.17	0.44	0.47	0.47	0.47	0.43	0.35	0.35	0.43	0.47	0.47
ネザサ節型	<i>Pleioblastus</i> sect. <i>Nezasa</i>	0.07	0.07	0.18		0.32	0.25	0.25	0.06	0.05	0.39	0.21	0.17	0.17	0.18	0.18	0.18
チマキザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Sasa</i> etc.								0.11	0.17	0.06	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
ミヤコザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Crassinodi</i>	0.02	0.02	0.05		0.02	0.08	0.08	0.02	0.04	0.04	0.13	0.11	0.11	0.09	0.07	0.02
タケ亜科の比率 (%)																	
メダケ節型	<i>Pleioblastus</i> sect. <i>Nipponocalamus</i>	55	48	46		32	63	56	44	63	42	22	22	18	51	63	66
ネザサ節型	<i>Pleioblastus</i> sect. <i>Nezasa</i>	45	40	48		60	37	40	18	13	38	53	45	37	25	13	32
チマキザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Sasa</i> etc.								14	20	16	14	11	11	23	13	
ミヤコザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Crassinodi</i>	12	6			8		4	23	4	4	11	34	23	11	24	3

分類群	学名	地点・試料			P2地点			13
		1	2	3	4	5	6	
イネ科	Gramineae							
イネ	<i>Oryza sativa</i>	7						
イネ苗(生育初期)	<i>Oryza sativa</i> (early stage of growth)							
ヨシ属	<i>Phragmites</i>							
ウシクサ族A	<i>Andropogoneae</i> A type							
タケ亜科	<i>Bambusoideae</i>							
メダケ節型	<i>Pleioblastus</i> sect. <i>Nipponocalamus</i>	35	8	15	22	30	22	7
ネササ節型	<i>Pleioblastus</i> sect. <i>Nezasa</i>	28	30	22	82	68	75	7
チマキザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Sasa</i> etc.	15				8	15	30
ミヤコザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Crassinodi</i>	7	23	37	37	38	22	14
未分類等	Others	7	38	60	37	30	60	15
その他イネ科	Others							
表皮毛起源	Husk hair origin							15
棒状柱體	Rod-shaped	28	8	45	22	23	15	
未分類等	Others	64	8	7	7	8	45	
樹木起源	Arboreal							
ブナ科(シイ属)	<i>Castanopsis</i>							
クスノキ科	<i>Lauraceae</i>	21	8	7	7	7	15	
その他	Others						7	
(海綿骨金)	Sponge							
植物珪酸体総数	Total	198	143	187	224	211	270	291
おもな分類群の推定生産量 (単位: kg/ha·cm) : 試料の仮比重を1.0と仮定して算出		691	691	386	386	349	179	105
イネ	<i>Oryza sativa</i>	0.21						
ヨシ属	<i>Phragmites</i>							
メダケ節型	<i>Pleioblastus</i> sect. <i>Nipponocalamus</i>	0.41	0.09	0.17	0.26	0.35	0.35	0.45
ネササ節型	<i>Pleioblastus</i> sect. <i>Nezasa</i>	0.14	0.14	0.11	0.39	0.32	0.54	0.33
チマキザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Sasa</i> etc.	0.11				0.06	0.11	0.18
ミヤコザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Crassinodi</i>	0.02	0.07	0.11	0.11	0.07	0.09	0.10
タケ亜科の比率 (%)								
メダケ節型	<i>Pleioblastus</i> sect. <i>Nipponocalamus</i>	72	21	44	34	41	33	34
ネササ節型	<i>Pleioblastus</i> sect. <i>Nezasa</i>	24	35	27	51	39	45	52
チマキザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Sasa</i> etc.		27			7	14	5
ミヤコザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Crassinodi</i>	4	16	29	15	13	8	9

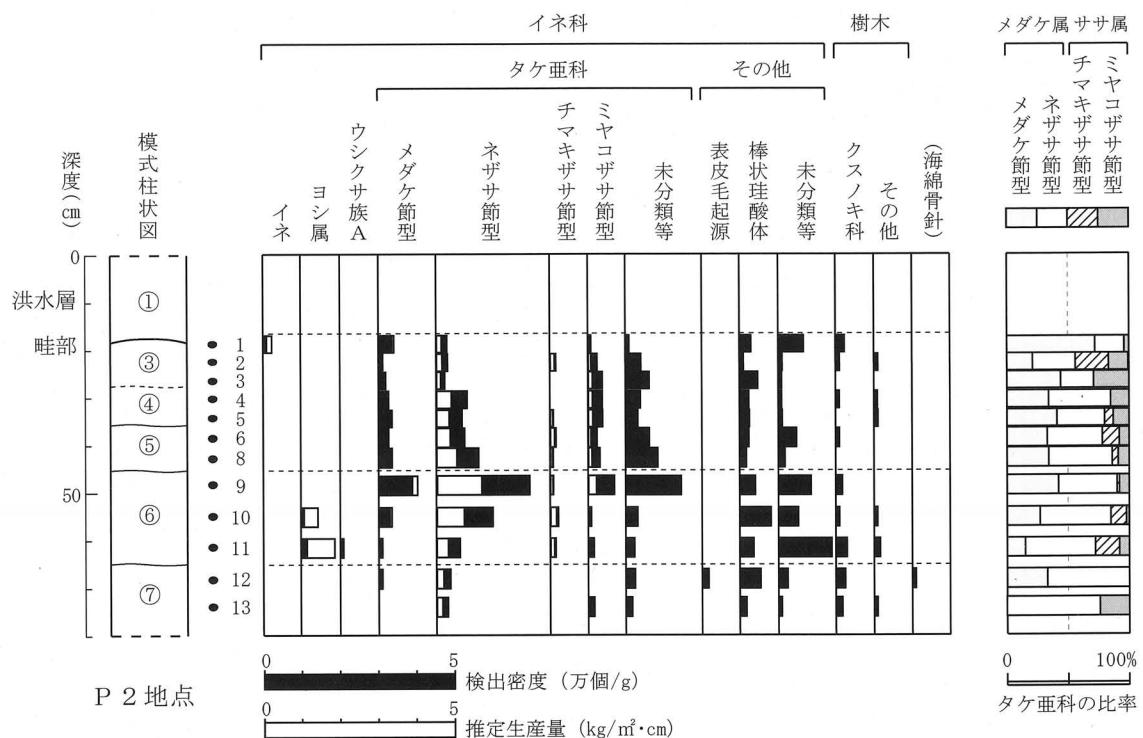


図1-1 庄・蔵本遺跡におけるプラント・オパール分析結果 1

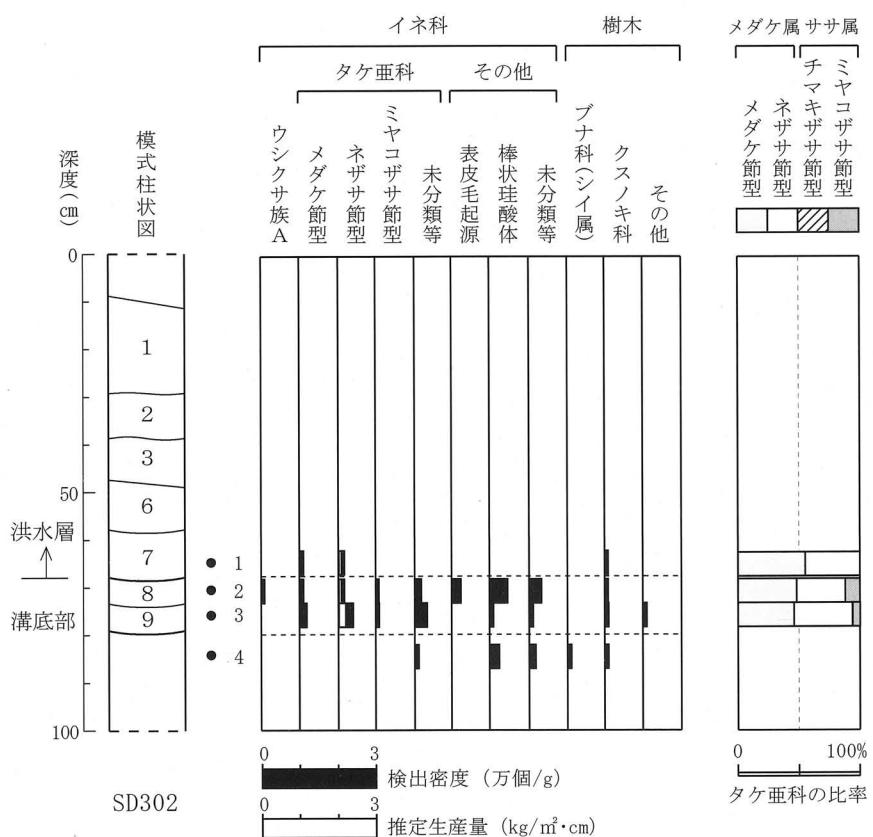


図1-2 庄・蔵本遺跡におけるプラント・オパール分析結果 2

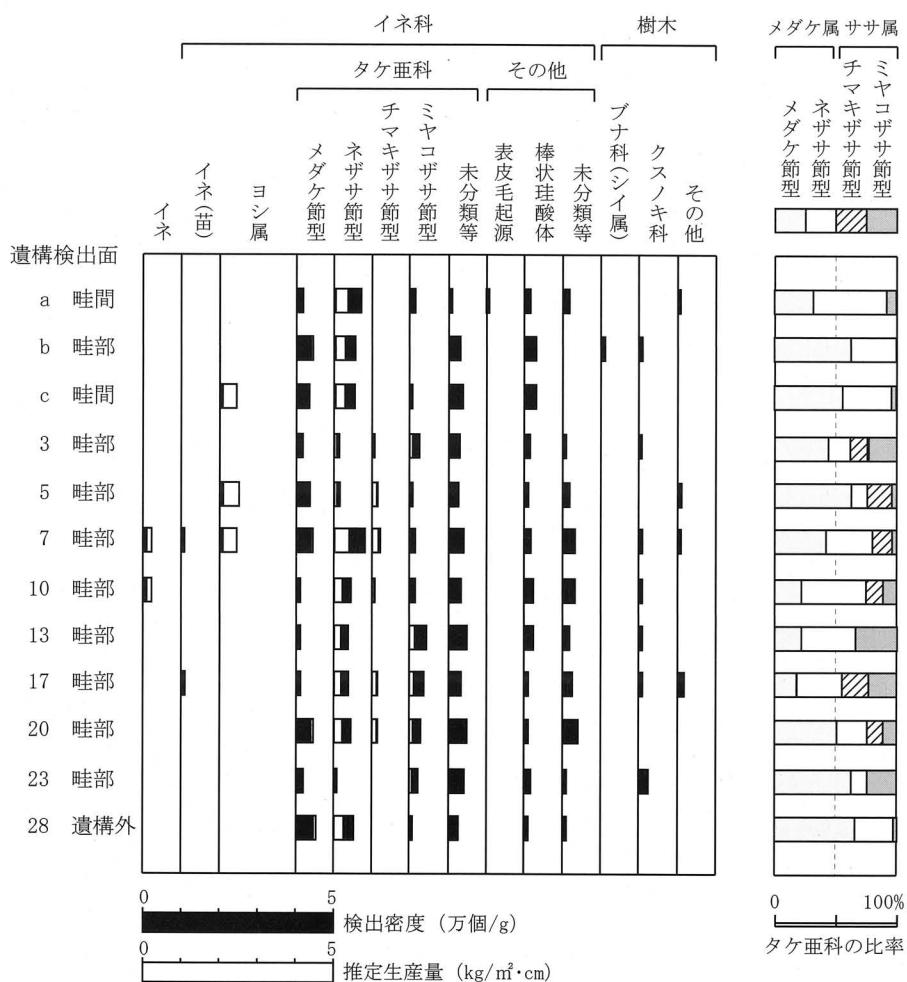
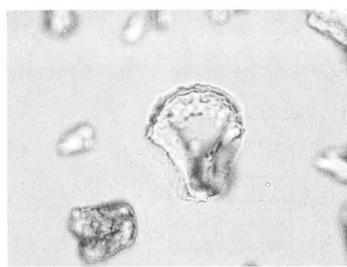
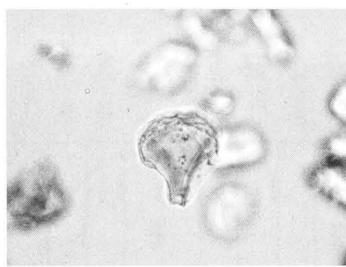


図1-3 庄・蔵本遺跡におけるプラント・オパール分析結果3

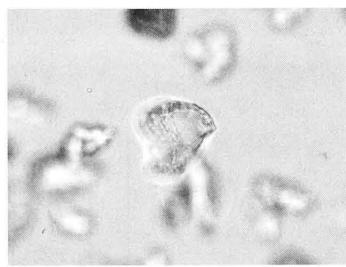
庄・蔵本遺跡の植物珪酸体 (プラント・オパール)



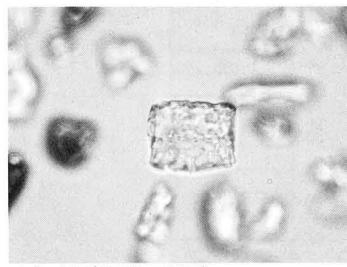
イネ
検出面 7



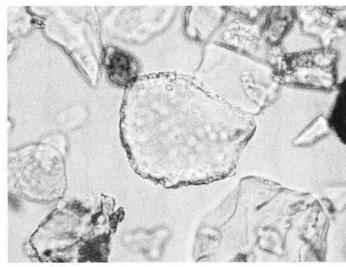
イネ
P2地点 1



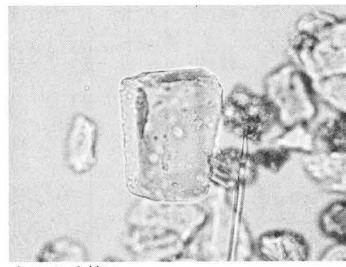
イネ (生育初期)
検出面 7



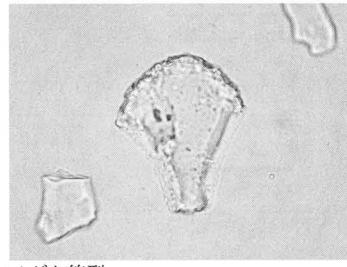
イネ (生育初期, 側面)
検出面 7



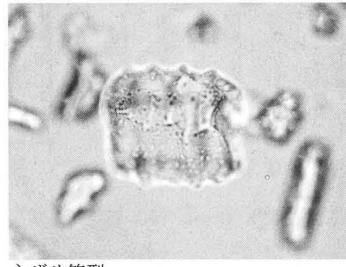
ヨシ属
P2地点 11



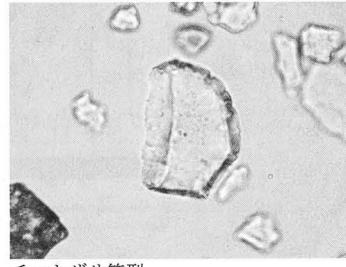
ウンクサ族A
SD302 2



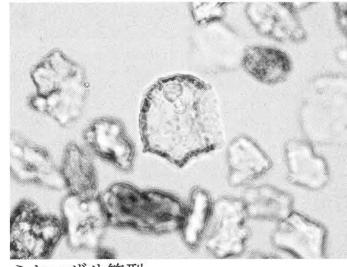
メダケ節型
検出面 b



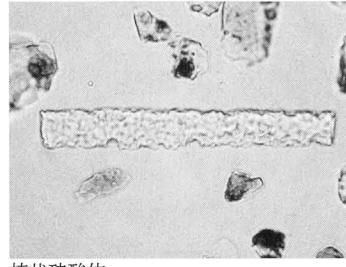
ネザサ節型
検出面 b



チマキザサ節型
検出面 10



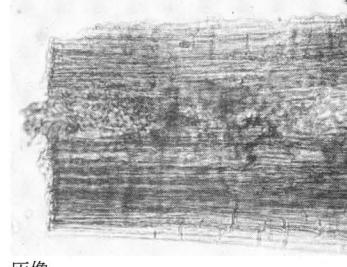
ミヤコザサ節型
検出面 a



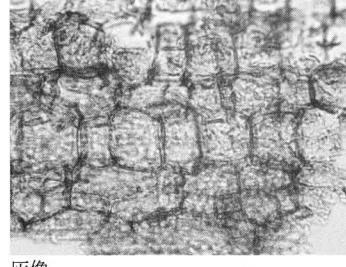
棒状珪酸体
P2地点 1



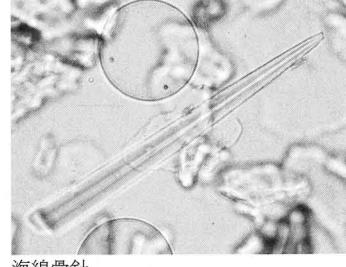
クスノキ科
P2地点 12



灰像
SD315 植物遺体1



灰像
SD315 植物遺体3



海綿骨針
P2地点 12

50 μ m