

宮崎県埋蔵文化財センター発掘調査報告書 第245集

東諸県郡国富町所在

つかばる

# 塚原遺跡Ⅱ

G・H・I・J地点

国富スマートIC建設に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書

付編1 自然科学分析

2019

宮崎県埋蔵文化財センター



# 付編1 自然科学分析

## 目 次

第1節	はじめに	1
第2節	沖積低地（水田跡）における自然科学分析	1
1	自然科学分析の概要	1
2	植物珪酸体（プラント・オパール）分析	3
(1)	はじめに	3
(2)	分析法	3
(3)	G地点の調査	3
(4)	H地点の調査	8
3	花粉分析	15
(1)	はじめに	15
(2)	方法	16
(3)	G地点の調査	16
(4)	H地点の調査	18
4	樹種同定	21
(1)	はじめに	21
(2)	試料	21
(3)	方法	21
(4)	結果	22
(5)	所見	24
第3節	台地縁辺における自然科学分析	25
1	自然科学分析の概要	25
2	植物珪酸体（プラント・オパール）分析	25
(1)	試料	25
(2)	分析結果	25
(3)	植物珪酸体分析から推定される植生と環境	27
3	花粉分析	28
(1)	試料	28
(2)	結果	28
(3)	花粉分析から推定される植生と環境	29
4	種実同定	31
(1)	はじめに	31
(2)	試料	31
(3)	方法	31
(4)	結果および考察	31

## 挿表目次

第1表	塚原遺跡における樹種同定結果	1	第6表	H地点の花粉分析結果	19
第2表	G地点の植物珪酸体分析結果	7	第7表	塚原遺跡における樹種同定結果	24
第3表	H地点の植物珪酸体分析結果①	12	第8表	J 1地点の植物珪酸体分析結果	27
第4表	H地点の植物珪酸体分析結果②	13	第9表	J 1地点の花粉分析結果	30
第5表	G地点の花粉分析結果	16			

## 挿図目次

第1図	自然科学分析試料の採取箇所	2	第9図	EH地点の植物珪酸体分析結果	15
第2図	AG地点の植物珪酸体分析結果	7	第10図	FH地点の植物珪酸体分析結果	15
第3図	BG地点の植物珪酸体分析結果	7	第11図	GH地点の植物珪酸体分析結果	15
第4図	CG地点・DG地点・EG地点の 植物珪酸体分析結果	8	第12図	AG地点の花粉ダイアグラム	18
第5図	AH地点の植物珪酸体分析結果	13	第13図	BH地点・EH地点における 花粉ダイアグラム	20
第6図	BH地点の植物珪酸体分析結果	14	第14図	J 1地点の植物珪酸体分析結果	28
第7図	CH地点の植物珪酸体分析結果	14	第15図	J 1地点の花粉ダイアグラム	30
第8図	DH地点の植物珪酸体分析結果	14			

## 写真目次

写真1	G地点の植物珪酸体	4	写真6	木材組織の顕微鏡写真②	22
写真2	H地点の植物珪酸体	9	写真7	木材組織の顕微鏡写真③	23
写真3	G地点の花粉・孢子	17	写真8	J 1地点における植物珪酸体	26
写真4	H地点の花粉・孢子・寄生虫卵	20	写真9	J 1地点の花粉・孢子	29
写真5	木材組織の顕微鏡写真①	21			

## 付編 1 自然科学分析

### 第 1 節 はじめに

国富スマート I C 建設に伴う塚原遺跡の発掘調査は、塚原台地の東縁部とその直下から東側に広がる沖積低地を対象として、建設工事と並行しながら足掛け3年をかけて実施した。こうした中で発掘調査は、関係機関と協力し工事工程を加味しながら実施したことから、台地と低地のそれぞれの調査地点が調査年次によって入り混じることとなった。そして、それぞれの調査成果に見合った自然科学分析を調査地点毎に実施したことにより、例えば低地の調査地点（G地点・H地点）において同種の分析を、年度を異にして外部に委託した。このため、それぞれの調査地点毎に同種の分析結果が報告されることになったことから、以下では、主に水田にかかる分析内容となった「沖積低地」部と古環境を中心とする分析内容である「台地縁辺」部とに分けて報告し、内容が重複するものに関してはまとめて記述している。

自然科学分析の結果については、すべて株式会社古環境研究センターに分析委託し、文責を記載していない段落については、その結果の所見である。なお、各調査地点における自然科学分析項目は第 1 表に、試料採取箇所については第 1 図に示している。 (二宮)

第 1 表 塚原遺跡における樹種同定結果

	平成27年度	平成28年度	平成29年度
	植物珪酸体 (プラント・オパール) 分析		
G地点	花粉分析		
	樹種同定		
		植物珪酸体 (プラント・オパール) 分析	
H地点		花粉分析	
		樹種同定	
			植物珪酸体 (プラント・オパール) 分析
J 1 地点			花粉分析
			種実同定

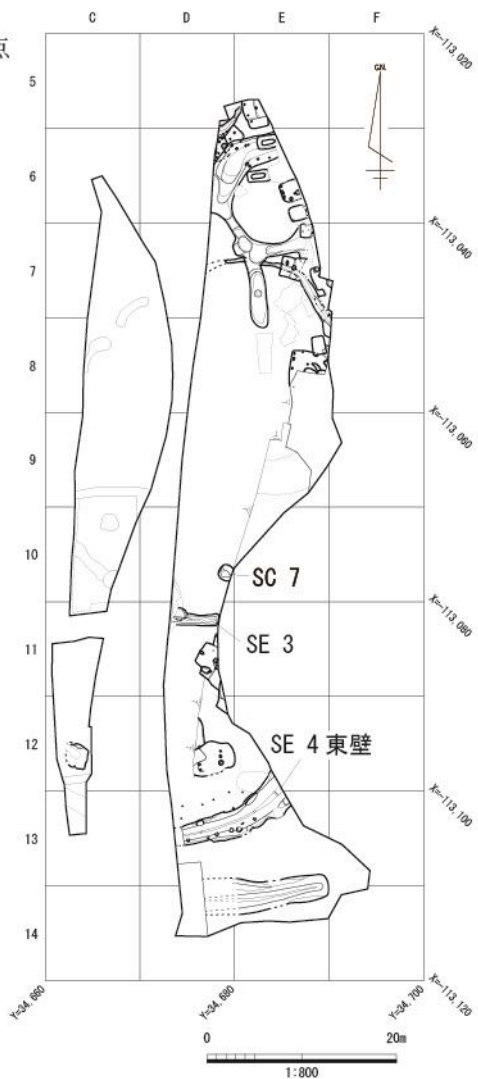
### 第 2 節 沖積低地（水田跡）における自然科学分析

#### 1 自然科学分析の概要

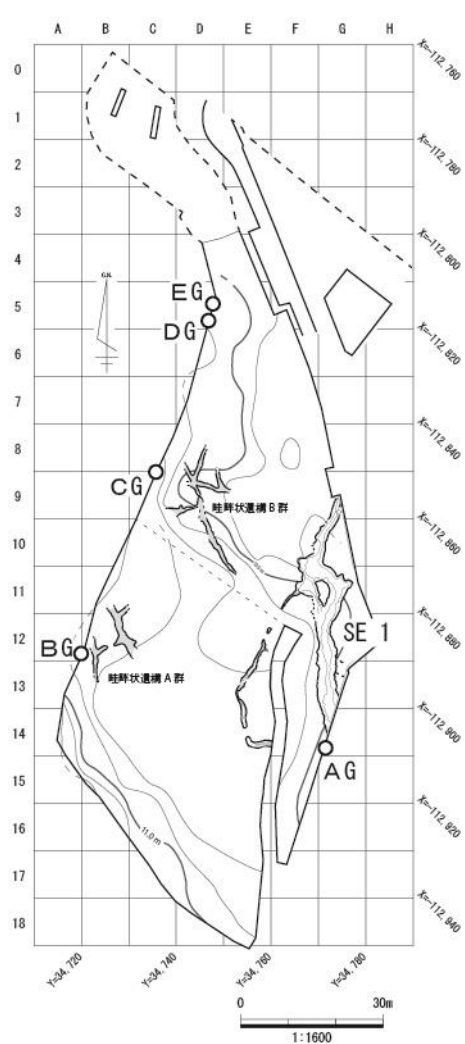
沖積低地にあたるG地点とH地点での調査では、古代～中世に帰属する水田跡を検出することができた。ただし、当該地では現代に至るまで繰り返し水田耕作が行われていた事情により、水田跡の根拠としての畦畔がG地点・H地点ともに部分的にしか検出できなかった。このため、調査地点内の水田跡の確定やその広がりを確認することや畦畔が検出できなかったさらに下位層での状況、そして周辺の植生や環境に関する情報を得る目的で植物珪酸体分析および花粉分析を行った。

また、低地の調査における木製遺物の存在は、概してどの調査においても普遍的なもので、出土量はさほど多くはないが本調査においても例外ではなく、水田耕作に不可欠な鋤・鍬などの他に、水路

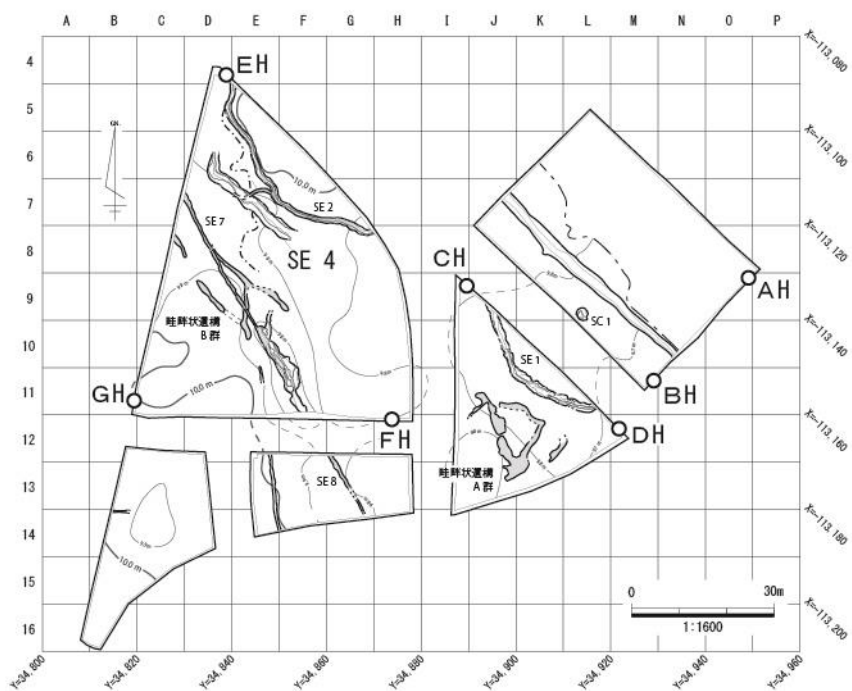
J 1 地点



G 地点



H 地点



第 1 図 自然科学分析試料の採取箇所

の柵を構成する杭材などが出土した。そこで、出土の木製遺物の樹種同定を行うことで、製品については、木材の獲得から製作および流通に至る情報の蓄積を目的としつつ、遺跡周辺の植生を比較的反映していると考えられる杭材の分析との比較を通して、周辺域における植生の復元と木材利用の状況を概観する。

(二宮)

## 2 植物珪酸体（プラント・オパール）分析

### (1) はじめに

植物珪酸体は、植物の細胞内に珪酸（ $\text{SiO}_2$ ）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壌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，2000，2009）。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）。

### (2) 分析法

植物珪酸体の抽出と定量は、ガラスビーズ法（藤原，1976）を用いて、次の手順で行った。

- 1) 試料を  $105^\circ\text{C}$  で 24 時間乾燥（絶乾）
- 2) 試料約 1 g に対し直径約  $40\ \mu\text{m}$  のガラスビーズを約 0.02g 添加（0.1mg の精度で秤量）
- 3) 電気炉灰化法（ $550^\circ\text{C}$ ・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、ガラスビーズ個数が 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 あたりのガラスビーズ個数に、計数された植物珪酸体とガラスビーズ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）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（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。

### (3) G 地点の調査

#### ① 試料

分析試料は、AG 地点の第 I 層～第 IV 層、BG 地点の第 I 層～第 III 層、CG 地点の第 IIIa 層、DG 地点の第 IIIb 層、EG 北地点の第 IIIc 層から採取された計 19 点である。試料採取箇所を分析結果（第 2～4 図）の柱状図に示す。このうち、第 II 層は桜島文明軽石（Sz-3，1471 年）混層、第 III 層は中世の水田層とされている。

## ② 分析結果

### 分類群

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、その結果を第2表および第2～4図に示した。主要な分類群について顕微鏡写真（写真1）を示す。

#### 〔イネ科〕

イネ、イネ（穎の表皮細胞由来）、ムギ類（穎の表皮細胞）、ヨシ属、キビ族型、ススキ属型（おもにススキ属）、ウシクサ族A（チガヤ属など）、ジュズダマ属型、Bタイプ

#### 〔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）、茎部起源、未分類等

#### 〔カヤツリグサ科〕

スゲ属

#### 〔樹木〕

ブナ科（シイ属）、クスノキ科、その他



写真1 G地点の植物珪酸体

## ③ 考察

### 稲作跡の検討

稲作跡（水田跡）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、そこで稲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、密度が3,000個/g程度でも水田遺構が検出される事例があることから、ここでは判断の基準を3,000個/gとして検討を行った。

#### 1) AG地点（第2図）

第Ib層（試料1、2）から第IV層（試料8）までの層準について分析を行った。その結果、第IIIc層（試料6、7）を除く各層からイネが検出された。このうち、第IIIa層（試料5）では密度が



14,500 個/g とかなり高い値であり、第 I b 層（試料 1、2）と第 II 層（試料 3、4）でも 6,400～8,400 個/g と高い値である。したがって、これらの層では稲作が行われていた可能性が高いと考えられる。

第 IV 層（試料 8）では、イネの密度は 700 個/g と低い値であるが、直上の第 III c 層ではまったく検出されないことから、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、同層の時期に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考えられる。イネの密度が低い原因としては、稲作が行われていた期間が短かったこと、土層の堆積速度が速かったこと、採取地点が畦畔など耕作面以外であったことなどが考えられる。

## 2) BG 地点（第 3 図）

第 I a 層（試料 1）から第 III b 層（試料 6～8）までの層準について分析を行った。その結果、各層準からイネが検出された。このうち、第 III a 層（試料 5）では密度が 12,600 個/g とかなり高い値であり、第 I a 層（試料 1）～第 II 層（試料 4）の各層でも 4,900～8,500 個/g と高い値である。したがって、これらの層では稲作が行われていた可能性が高いと考えられる。

第 III b 層（試料 6、7）では、密度が 700～1,400 個/g と低い値である。イネの密度が低い原因としては、前述のようなことが考えられるが、直上の第 III a 層からの混入の可能性も想定される。

## 3) CG 地点・DG 地点・EG 地点（第 4 図）

CG 地点の第 III a 層、DG 地点の第 III b 層、EG 北地点の第 III c 層について分析を行った。その結果、CG 地点の第 III a 層と DG 地点の第 III b 層からイネが検出された。このうち、DG 地点の第 III b 層では密度が 8,400 個/g と高い値である。したがって、同層では稲作が行われていた可能性が高いと考えられる。CG 地点の第 III a 層では密度が 1,300 個/g と低い値である。イネの密度が低い原因としては、前述のようなことが考えられる。

## 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）、ジュズダマ属型（ハトムギが含まれる）、オヒシバ属（シコクビエが含まれる）、モロコシ属型、トウモロコシ属型などがある。このうち、本遺跡の試料からはムギ類、ジュズダマ属型が検出された。以下に分類群ごとに栽培の可能性について考察する。

### 1) ムギ類

ムギ類（穎の表皮細胞）は、AG 地点の第 I b 層（試料 1）と第 II 層（試料 3）から検出された。密度は 700 個/g と低い値であるが、穎（穀殻）が栽培地に残される確率は低いことから、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。したがって、各層準の時期に調査地点もしくはその近辺でムギ類が栽培されていた可能性が考えられる。

### 2) ジュズダマ属型

ジュズダマ属型は、AG 地点の第 I 層～第 IV 層の各層準、BG 地点の第 I a 層と第 III b 層、CG 地点の第 III a 層、DG 地点の第 III b 層から検出された。ジュズダマ属には食用や薬用となる栽培種のハトムギが含まれるが、現時点では植物珪酸体の形態から栽培種と野草のジュズダマとを識別するには至って

いない。また、密度も700~3,000個/g程度と比較的低いことや、多くの層準でヨシ属が優勢であることから、ここでハトムギが栽培されていた可能性は低いと考えられる。

イネ科栽培植物の中には検討が不十分なものもあるため、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。

#### 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。下位の第IV層から第IIIb層にかけては、ヨシ属が多量に検出され、ススキ属型、ウシクサ族A、ネザサ節型、樹木（その他）なども認められた。第IIIa層では、前述のようにイネが増加し、ヨシ属は減少している。また、部分的に樹木（照葉樹）のクスノキ科も認められた。第II層から第I層にかけては、ネザサ節型が増加し、ヨシ属はさらに減少している。また、部分的に樹木（照葉樹）のブナ科（シイ属）も認められた。おもな分類群の推定生産量によると、おおむねヨシ属が優勢であり、とくに第IIIb層と第IV層では圧倒的に卓越している。また、BG地点の第I層などではネザサ節型も多くなっている。

以上の結果から、各層準の堆積当時はヨシ属が生育するような湿潤な環境であったと考えられ、とくに下位の第IIIb層と第IV層ではヨシ属が繁茂するような状況であったと推定される。また、周辺の比較的乾燥したところにはススキ属やチガヤ属、メダケ属（おもにネザサ節）などが生育していたと考えられ、遺跡周辺にはシイ属やクスノキ科などの樹木が分布していたと推定される。

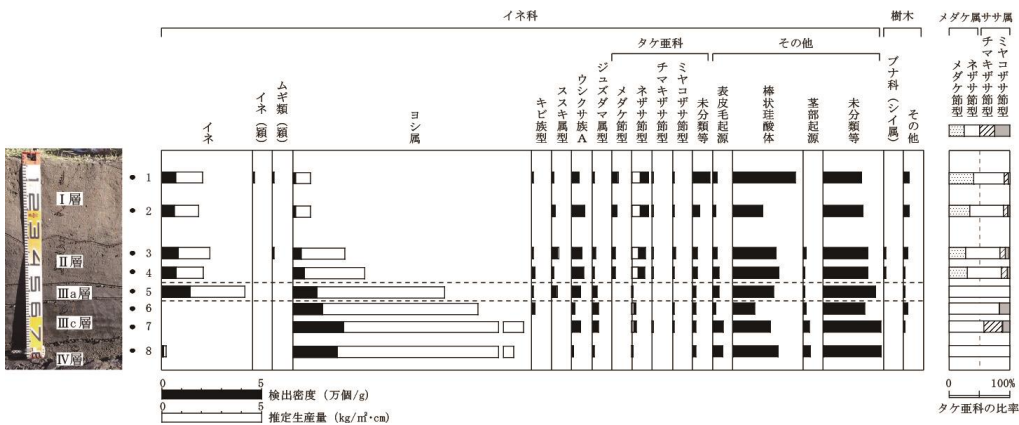
#### ④ まとめ

植物珪酸体分析の結果、中世の水田層とされる第IIIa層では、ほとんどの地点でイネが多量に検出され、同層で稲作が行われていたことが分析的に検証された。また、桜島文明軽石（Sz-3, 1471年）混の第II層およびその上位層でも、イネが多量に検出され、稲作が行われていた可能性が高いと判断された。さらに、AG地点の第IV層でも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。また、AG地点の第I層と第II層ではムギ類が栽培されていた可能性も認められた。

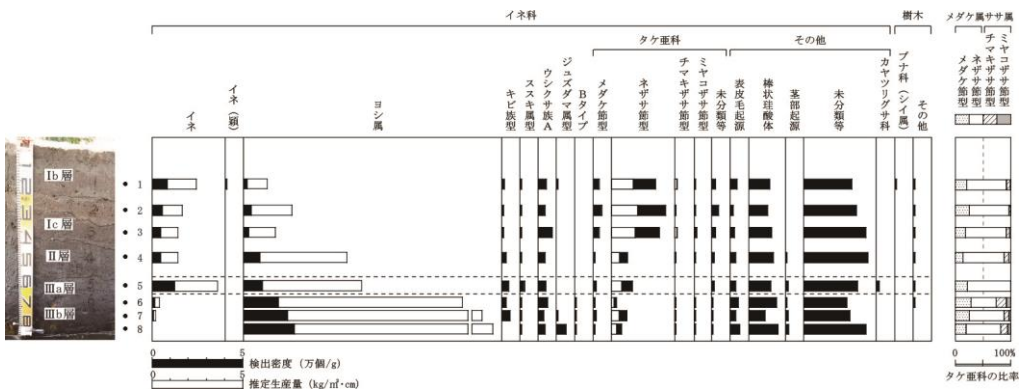
各層準の堆積当時は、ヨシ属が生育するような湿潤な環境であったと考えられ、とくに下位の第IIIb層と第IV層ではヨシ属が繁茂するような状況であったと推定される。また、周辺の比較的乾燥したところにはススキ属やチガヤ属、メダケ属（おもにネザサ節）などが生育していたと考えられ、遺跡周辺にはシイ属やクスノキ科などの樹木が分布していたと推定される。

第2表 G地点の植物珪酸体分析結果

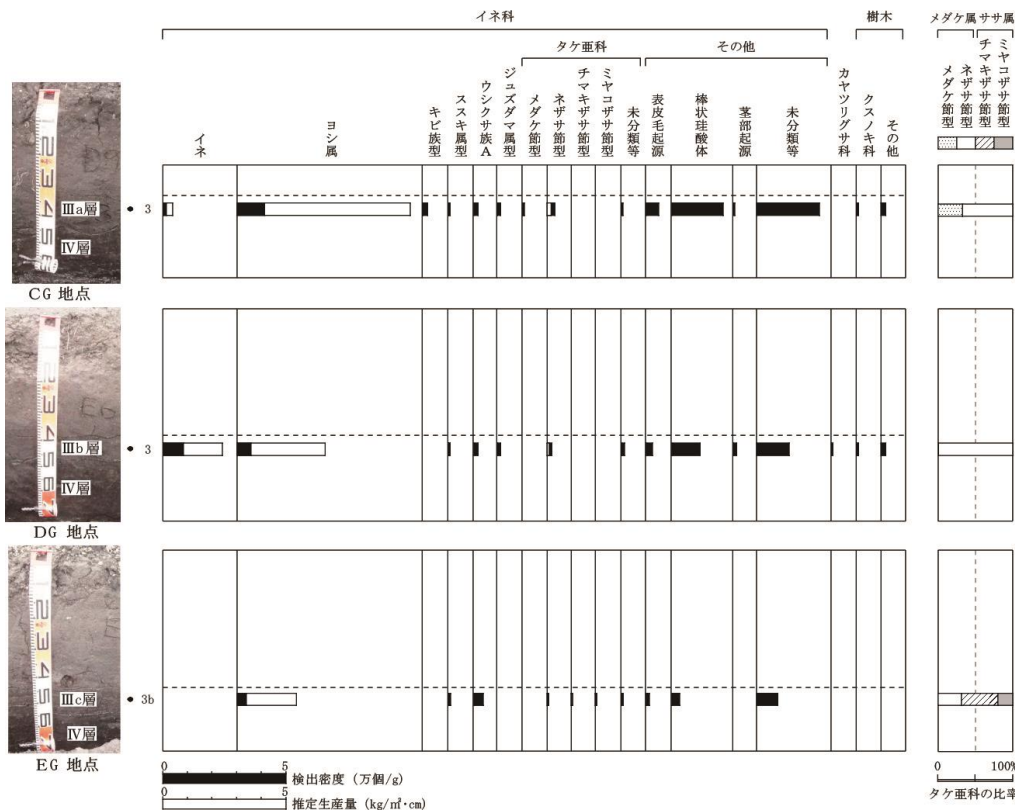
検出密度 (単位: ×100個/g)		AG								BG								CG	DG	EG
分類群	学名	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	3	3	3
イネ科	Gramineae																			
イネ	<i>Oryza sativa</i>	71	64	84	72	145			7	85	58	49	49	126	14	7		13	84	
イネ科(穎の表皮細胞)	<i>Oryza sativa</i> (husk Phytolith)	7							7	7										
ムギ類(穎の表皮細胞)	<i>Hordeum-Triticum</i> (husk Phytolith)	7	7																	
ヨシ属	<i>Phragmites</i>	14	14	42	58	123	150	258	226	21	43	28	92	105	195	246	284	114	58	39
キビ族型	Panicaceae type	7	7	14	7	14				14	7	7	21	35	22	43	19			
スキ属型	<i>Miscanthus</i> type	7	14	28	7	22				7	7	7	7	21	7	7	6	6	7	
ウシタケ族A	Andropogoneae A type	35	64	49	58	43	14	43	7	43	36	76	35	42	50	29	36	19	19	39
ウシタケ族B	Andropogoneae B type	7	14	7	22	29	29	7	7	7									13	13
タケ亜科	Bambusoideae																			
メダケ節型	<i>Flieboldastus</i> sect. <i>Nipponocalamus</i>	28	21	14	14					28	43	28	7	14	7	14	7	6		
ネザサ節型	<i>Flieboldastus</i> sect. <i>Nezasa</i>	85	85	70	65	7	21	22	7	249	304	271	92	119	29	87	58	32	19	7
チマキササ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Sasa</i> etc.	7	7	7	7					14	7	14	7	7	7	7	7			
ミヤコササ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Crassimodi</i>	7	7	14	7					7	7	14	7	7	7	7	7			
未分類等	Others	85	35	21	22	14	14	14	14	21	36	21	14	14	7	7	7	6	13	7
その他の学名科	Others																			
表皮毛起源	Husk hair origin	21	14	21	29	29	14	50	49	36	14	21	28	28	43	39	51	51	26	13
棒状珪酸体	Rod-shaped	312	148	216	230	203	107	187	226	114	101	125	134	119	151	87	160	210	117	33
茎部起源	Stem origin	14	7	7	14	29	35				7	14	7	14	15	6	13			
未分類等	Others	191	198	223	223	261	207	287	289	263	290	341	353	295	238	253	343	254	130	85
カヤツリガサ科(スズ属など)	Cyperaceae (Carex etc.)																	6		
蘭科	Arboreae																			
ブナ科(シイ属)	<i>Cartagopsis</i>				7	7				7										
クスノキ科	Lauraceae																	6	6	
その他	Others	28	28	21	7	7	21	7										19	19	
植物珪酸体総数	Total	921	700	858	835	891	614	940	868	932	963	1008	862	955	800	853	1042	775	532	242
おもな分類群の推定生産量 (単位: kg/m <sup>2</sup> ・cm) : 試料の乾比重を1.0と仮定して算出																				
イネ	<i>Oryza sativa</i>	2.08	1.87	2.46	2.12	4.26			0.21	2.51	1.70	1.43	1.45	3.72	0.42	0.21		0.37	2.48	
ヨシ属	<i>Phragmites</i>	0.89	0.89	2.64	3.64	7.77	9.47	16.30	14.25	1.35	2.74	1.76	5.80	6.65	12.29	15.51	17.94	7.22	3.68	2.48
スキ属型	<i>Miscanthus</i> type	0.09	0.18	0.35	0.09	0.27				0.09	0.09	0.09	0.09	0.26	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	
メダケ節型	<i>Flieboldastus</i> sect. <i>Nipponocalamus</i>	0.33	0.25	0.16	0.17					0.33	0.50	0.32	0.08	0.16	0.08	0.17	0.08	0.07		
ネザサ節型	<i>Flieboldastus</i> sect. <i>Nezasa</i>	0.41	0.41	0.33	0.31	0.03	0.10	0.10	0.03	1.20	1.46	1.30	0.44	0.57	0.14	0.42	0.28	0.15	0.09	0.03
チマキササ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Sasa</i> etc.	0.05	0.05	0.05	0.05			0.05		0.11	0.05	0.10	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	
ミヤコササ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Crassimodi</i>	0.02	0.02	0.04	0.02			0.02	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
タケ亜科の比率 (%)																				
メダケ節型	<i>Flieboldastus</i> sect. <i>Nipponocalamus</i>	41	34	27	30					20	25	18	14	22	28	25	19	33		
ネザサ節型	<i>Flieboldastus</i> sect. <i>Nezasa</i>	50	56	57	56	100	83	58	100	72	72	74	74	78	46	63	63	67	100	31
チマキササ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Sasa</i> etc.	7	7	9	10				30	6	3	6	9	18	8	12			49	
ミヤコササ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Crassimodi</i>	3	3	7	4			17	12	1	1	2	4	7	3	5			20	
メダケ亜	Medake ratio	91	90	84	86	100	83	58	100	92	96	92	88	100	75	88	83	100	100	31



第2図 AG地点の植物珪酸体分析結果



第3図 BG地点の植物珪酸体分析結果



第4図 CG地点・DG地点・EG地点の植物珪酸体分析結果

#### (4) H地点の調査

##### ① 試料

分析試料は、AH～GHの7地点において、第I層～第VI層から採取された計46点である。試料採取箇所を分析結果(第5～11図)の柱状図に示す。このうち、第II層は桜島文明軽石(Sz-3, 1471年)とみられるテフラ混層であり、第III層は中世の水田層とされている。

##### ② 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、その結果を第3・4表および第5～11図に示した。主要な分類群について顕微鏡写真(写真2)を示す。

[イネ科]

イネ、イネ(穎の表皮細胞由来)、ムギ類(穎の表皮細胞)、ヨシ属、シバ属型、ヒエ属型、キビ族型、ススキ属型(おもにススキ属)、ウシクサ族A(チガヤ属など)、ウシクサ族B(大型)、ジュズダマ属型

[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)、マダケ属型(マダケ属、ホウライチク属)、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)、茎部起源、未分類等

[カヤツリグサ科]

[樹木]

ブナ科 (シイ属)、ブナ科 (アカガシ  
亜属)、クスノキ科、マンサク科 (イス  
ノキ属)、アワブキ科、その他

### ③ 考察

#### 稲作跡の検討

稲作跡 (水田跡) 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  
こで稲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、密  
度が 3,000 個/g 程度でも水田遺構が検出  
される事例があることから、ここでは判  
断の基準を 3,000 個/g として検討を行っ  
た。

#### 1) AH 地点 (第 5 図)

第 II 層 (試料 3) から第 IV 層 (試料 7  
~ 9) までの層準について分析を行っ  
た。その結果、すべての試料からイネが  
検出された。このうち、第 IV 層下部 (試  
料 9) では密度が 11,100 個/g とかなり高い値であり、第 II a 層 (試料 3)、第 II b 層 (試料 5)、第  
IV 層上部 (試料 7) でも 7,000~7,700 個/g と高い値である。したがって、これらの層準では稲作が行  
われていた可能性が高いと考えられる。

#### 2) BH 地点 (第 6 図)

第 I 層 (試料 1) から第 IV 層 (試料 8) までの層準について分析を行った。その結果、すべての試  
料からイネが検出された。このうち、第 I 層 (試料 1) から第 II b 層 (試料 5) にかけては、密度が  
5,000~8,900 個/g と高い値であり、第 IV 層上位 (試料 6) と第 IV 層下位 (試料 8) でも 4,000 個/g お  
よび 4,400 個/g と比較的高い値である。したがって、これらの層準では稲作が行われていた可能性が  
高いと考えられる。

#### 3) CH 地点 (第 7 図)

第 II b 層 (試料 5) から第 IV 層 (試料 9) までの層準について分析を行った。その結果、すべての  
試料からイネが検出された。このうち、第 II b 層 (試料 5) と第 III 層 (試料 7) では密度が 5,300 個/g  
および 8,400 個/g と高い値である。したがって、これらの層準では稲作が行われていた可能性が高い  
と考えられる。



写真 2 H 地点の植物珪酸体

第IV層（試料9）では密度が1,400個/gと比較的低い値である。イネの密度が低い原因としては、稲作が行われていた期間が短かったこと、土層の堆積速度が速かったこと、採取地点が畦畔など耕作面以外であったこと、および上層や他所からの混入などが考えられる。

#### 4) DH地点（第8図）

第II層（試料3）から第IV層（試料7）までの層準について分析を行った。その結果、すべての試料からイネが検出された。このうち、第II層上位（試料3）、第III層（試料5、6）、および第IV層（試料7）では、イネの密度が3,800~4,600個/gと比較的高い値である。したがって、これらの層準では稲作が行われていた可能性が高いと考えられる。第II層下位（試料4）では、密度が2,000個/gと比較的低い値である。イネの密度が低い原因としては、前述のようなことが考えられる。

#### 5) EH地点（第9図）

第Ia層（試料1）から第V層（試料10）までの層準について分析を行った。その結果、すべての試料からイネが検出された。このうち、第Ib層（試料2）、第IIb層（試料4、6）では密度が5,600~6,800個/gと高い値であり、第III層下位（試料8）を除くその他の層準でも3,100~4,900個/gと比較的高い値である。したがって、これらの層準では稲作が行われていた可能性が高いと考えられる。第III層下位（試料8）では、密度が2,800個/gと比較的低い値である。イネの密度が低い原因としては、前述のようなことが考えられる。

#### 6) FH地点（第10図）

第III層（試料1~4）から第IV層（試料5）までの層準について分析を行った。その結果、すべての試料からイネが検出された。このうち、第III層（試料1~4）では密度が5,300~8,000個/gと高い値である。したがって、同層準では稲作が行われていた可能性が高いと考えられる。第V層（試料5）では、密度が700個/gと低い値である。イネの密度が低い原因としては、前述のようなことが考えられる。

#### 7) GH地点（第11図）

第Ia層（試料1）から第VI層（試料9）までの層準について分析を行った。その結果、すべての試料からイネが検出された。このうち、第III層（試料5、6）では密度が11,000個/g程度とかなり高い値であり、第Ib層（試料3）と第II層（試料4）でも6,300個/gおよび8,000個/gと高い値である。また、第Ia層（試料1）と第Ib層（試料2）でも4,900個/gおよび3,400個/gと比較的高い値である。したがって、これらの層準では稲作が行われていた可能性が高いと考えられる。第V層（試料7、8）と第VI層（試料9）では、密度が600~700個/gと低い値である。イネの密度が低い原因としては、前述のようなことが考えられる。

### 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）、ジュズダマ属型（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。このうち、本遺跡の試料からはムギ類、ヒエ属型、ジュズダマ属型が検出された。以下に分類群ごとに栽培の可能性について考察する。



### 1) ムギ類

ムギ類（穎の表皮細胞）は、EH 地点の第Ⅱb 層（試料 5）および GH 地点の第Ⅰb 層（試料 3）から検出された。密度は 1,000 個/g 未満と低い値であるが、穎（籾殻）が栽培地に残される確率は低いことから、少量が検出された場合でも過大に評価する必要がある。したがって、これらの層準の時期に調査地点もしくはその近辺でムギ類が栽培されていた可能性が考えられる。

### 2) ヒエ属型

ヒエ属型は、EH 地点の第Ⅳ層（試料 10）から検出された。ヒエ属型には栽培種のヒエの他にイヌビエなどの野生種が含まれるが、現時点では植物珪酸体の形態からこれらを識別することは困難である（杉山ほか, 1988）。また、密度も 700 個/g と低い値であることから、ここでヒエが栽培されていた可能性は低いと考えられる。

### 3) ジュズダマ属型

ジュズダマ属型は、BH 地点の第Ⅱb 層（試料 5）と第Ⅳ層上位（試料 7）、CH 地点の第Ⅲ層（試料 7、8）と第Ⅳ層（試料 9）、DH 地点の第Ⅲ層（試料 5）、EH 地点の第Ⅱb 層（試料 4、6）、第Ⅲ層上位（試料 7）、第Ⅳ層（試料 9、10）、FH 地点の第Ⅲ層（試料 2、4）、第Ⅴ層（試料 5）、GH 地点の第Ⅲ層（試料 6）、第Ⅴ層（試料 7、8）、第Ⅵ層（試料 9）から検出された。

ジュズダマ属には食用や薬用となる栽培種のハトムギが含まれるが、現時点では植物珪酸体の形態から栽培種と野草のジュズダマとを識別するには至っていない。また、密度もおおむね 1,000 個/g 程度と低い値であることから、これらの地点・層準でハトムギが栽培されていた可能性は考えられるものの、野草のジュズダマに由来する可能性も否定できない。

イネ科栽培植物の中には検討が不十分なものもあるため、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、キビ族型にはヒエ属に近似したものも含まれている。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。

## 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。下位の第Ⅵ層から第Ⅳ層にかけては、ヨシ属が比較的多く検出され、とくに調査区西側の EH 地点、FH 地点、GH 地点で多くなっている。また、キビ族型、ススキ属型、ウシクサ族 A、メダケ節型、ネザサ節型なども検出され、部分的に樹木（照葉樹）のブナ科（シイ属）、クスノキ科、マンサク科（イスノキ属）なども認められた。第Ⅲ層では、多くの地点でヨシ属が減少している。第Ⅲ層から第Ⅰa 層にかけては、部分的にネザサ節型がやや増加し、メダケ属型が出現している。おもな分類群の推定生産量によると、おおむねヨシ属が優勢であり、とくに調査区西側の下位層準ではヨシ属が卓越している。

以上の結果から、各層準の堆積当時はおおむねヨシ属が生育するような湿潤な環境であったと考えられ、とくに調査区西側の下位層準ではヨシ属が多く生育していたと推定される。また、周辺の比較的乾燥したところにはキビ族、ススキ属、ウシクサ族、メダケ属（おもにネザサ節）などが生育しており、遺跡周辺にはシイ属、クスノキ科、イスノキ属などの照葉樹林が分布していたと推定される。

第Ⅲ層より上位ではマダケ属が認められたが、マダケ属にはマダケやモウソウチクなど有用なものが多く、建築材や生活用具、食用などとしての利用価値が高い。

#### ④ まとめ

植物珪酸体分析の結果、中世の水田層とされる第Ⅲ層では、すべての地点でイネが多量に検出され、同層で稲作が行われていたことが分析的に検証された。また、桜島文明軽石（Sz-3, 1471年）混の第Ⅱ層およびその上位層でも、イネが多量に検出され、稲作が行われていた可能性が高いと判断された。さらに、下位の第Ⅳ層でも、ほぼすべての地点でイネが検出され、調査地点もしくはその周辺で稲作が行われていた可能性が認められた。

EH地点の第Ⅱb層上位やGH地点の第Ⅰb層では、少量ながらもギ類（穎の表皮細胞）が検出され、ムギ類が栽培されていた可能性が認められた。また、第Ⅲ層より下位層準では多くの地点でジュズダマ属型が検出され、ジュズダマ属（ハトムギ）が栽培されていた可能性も認められた。

各層準の堆積当時はおおむねヨシ属が生育するような湿潤な環境であったと考えられ、そこを利用して調査地点もしくはその周辺で水田稲作が行われていたと推定される。また、周辺の比較的乾燥したところにはキビ族、ススキ属、ウシクサ族、メダケ属（おもにネザサ節）などが生育していたと考えられ、遺跡周辺にはシイ属、クスノキ科、イスノキ属などの照葉樹林が分布していたと推定される。

第3表 H地点の植物珪酸体分析結果①

検出密度 (単位: ×100個/g)		地点・試料																											
分類群	学名	A#H地点					B#H地点								C#H地点					D#H地点									
		3	5	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	5	7	8	9	3	4	5	6	7						
イネ科	Gramineae																												
イネ	<i>Oryza sativa</i>	70	77	77	40	111	65	48	89	63	50	40	32	44	53	84	54	14	38	20	44	46	45						
イネ穂殻(穎の表皮細胞)	<i>Oryza sativa</i> (husk Phytolith)																												
ムギ類(穎の表皮細胞)	<i>Hordeum-Triticum</i> (husk Phytolith)																												
ヨシ属	<i>Phragmites</i>	21	7	7	20	35	20	14	21	21	12	27	32	32	40	19	40	14	19	33	25	26	52						
シバ属型	<i>Zoysia</i> type																												
ヒエ属型	<i>Echinochloa</i> type																												
キビ族型	Panicoeae type	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	13	13	25	7	6	7	20	13	7	6	7	6						
ススキ属型	<i>Miscanthus</i> type	21	28	49	34	21	20	27	27	21	31	20	25	51	40	39	40	27	19	27	25	26	6						
ウシクサ族A	Andropogoneae A type	21	42	42	34	42	39	21	41	28	50	46	51	44	53	32	47	41	26	13	38	66	13						
ウシクサ族B	Andropogoneae B type																												
ジュズダマ属型	<i>Coix</i> type																												
タケ亜科	Bambusoideae																												
メダケ属型	<i>Fleoblastus</i> sect. <i>Nipponocalamus</i>	7	14	7	7	7	7	14	7	14	12	13	6	6	7	6	7	14	6	7	6	7	6						
ネザサ属型	<i>Fleoblastus</i> sect. <i>Nezasa</i>	42	92	49	34	7	26	41	41	49	37	40	32	32	27	39	34	7	51	13	13	33	39						
チャマキザサ属型	<i>Sasa</i> sect. <i>Sasa</i> etc.	14	7	7	7	7	7	7	14	14	6	6	25	20	6														
ミヤコザサ属型	<i>Sasa</i> sect. <i>Crassinodi</i>																												
メダケ属型	<i>Phyllostachys</i>																												
未分類等	Others	70	42	35	27	14	26	62	62	56	37	20	13	44	53	26	13	27	19	20	6	13	26						
その他のイネ科	Others																												
表皮毛起源	Husk hair origin	7	21	7	27	7	20	14	14	14	12	13	13	13	13	45	20	20	13	20	6	13	13						
棒状珪酸体	Rod-shaped	97	120	98	47	138	105	34	137	160	75	119	95	171	80	167	128	101	109	154	69	152	129						
茎部起源	Stem origin																												
未分類等	Others	104	106	112	135	152	177	82	157	272	187	232	235	240	219	238	236	156	96	100	175	198	122						
カヤツリクサ科(スガ属など)	Cyperaceae( <i>Carex</i> etc.)																												
樹木起源	Arboreal																												
ブナ科(シイ属)	<i>Castanopsis</i>	7	14	14	20	28	7	7	7	7	19	13	19	32	13	19	20	7	6	7	6	26	13						
ブナ科(アカガシ亜属)	<i>Quercus</i> subgen. <i>Cyclobalanopsis</i>																												
クスノキ科	Lauraceae	7	7	7	7	21	7	7	14	14	6	7	6	6	7	6	20	14											
マンサク科(イスノキ属)	<i>Distylium</i>	7	14	13	35	7	14	21	7	13	6	19	7	19	7	14	6												
アワブキ科	Sabiaceae	7	7	7	7	7	7	7	7	7	13	6																	
その他	Others	42	35	35	47	76	20	34	27	56	37	27	51	70	20	26	40	41	19	60	25	46	64						
(海綿骨針)	Sponge spicules	21	14	7																									
植物珪酸体総数	Total	556	634	574	505	733	589	439	691	808	586	663	654	854	664	784	742	541	454	488	450	706	554						
おもな分類群の推定生産量 (単位: kg/nf・cm) : 試料の仮比重を1.0と仮定して算出																													
イネ	<i>Oryza sativa</i>	2.05	2.28	2.26	1.19	3.25	1.93	1.41	2.62	1.84	1.47	1.17	0.93	1.30	1.56	2.46	1.59	0.40	1.13	0.59	1.29	1.36	1.33						
ヨシ属	<i>Phragmites</i>	1.32	0.44	0.44	1.28	2.18	1.24	0.87	1.30	1.32	0.79	1.67	2.00	2.00	2.52	1.22	2.55	0.85	1.21	2.11	1.58	1.66	3.25						
ヒエ属型	<i>Echinochloa</i> type																												
ススキ属型	<i>Miscanthus</i> type	0.26	0.35	0.61	0.42	0.26	0.24	0.34	0.34	0.26	0.39	0.25	0.31	0.63	0.49	0.48	0.50	0.34	0.24	0.33	0.31	0.33	0.08						
メダケ属型	<i>Fleoblastus</i> sect. <i>Nipponocalamus</i>	0.08	0.16	0.08	0.08	0.08	0.08	0.16	0.08	0.16	0.14	0.15	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.16	0.07	0.08	0.07	0.08	0.07						
ネザサ属型	<i>Fleoblastus</i> sect. <i>Nezasa</i>	0.20	0.44	0.24	0.16	0.03	0.13	0.20	0.20	0.23	0.18	0.19	0.15	0.15	0.13	0.19	0.16	0.03	0.25	0.06	0.06	0.16	0.19						
チャマキザサ属型	<i>Sasa</i> sect. <i>Sasa</i> etc.	0.10	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.10	0.10	0.05																			
ミヤコザサ属型	<i>Sasa</i> sect. <i>Crassinodi</i>																												
タケ亜科の比率 (%)																													
メダケ属型	<i>Fleoblastus</i> sect. <i>Nipponocalamus</i>	21	25	22	27	49	28	45	20	32	39	45	25	18	22	24	33	83	22	55	55	33	29						
ネザサ属型	<i>Fleoblastus</i> sect. <i>Nezasa</i>	52	67	64	56	20	46	55	49	47	48	55	52	37	36	60	67	17	72	45	45	67	71						
チャマキザサ属型	<i>Sasa</i> sect. <i>Sasa</i> etc.	27	8	14	17	31	18	26	21	13																			
ミヤコザサ属型	<i>Sasa</i> sect. <i>Crassinodi</i>																												
メダケ率	Medake ratio	73	92	86	83	69	75	100	69	79	87	100	77	54	58	84	100	100	94	100	100	100	100						



第4表 H地点の植物珪酸体分析結果②

検出密度 (単位: ×100個/g)

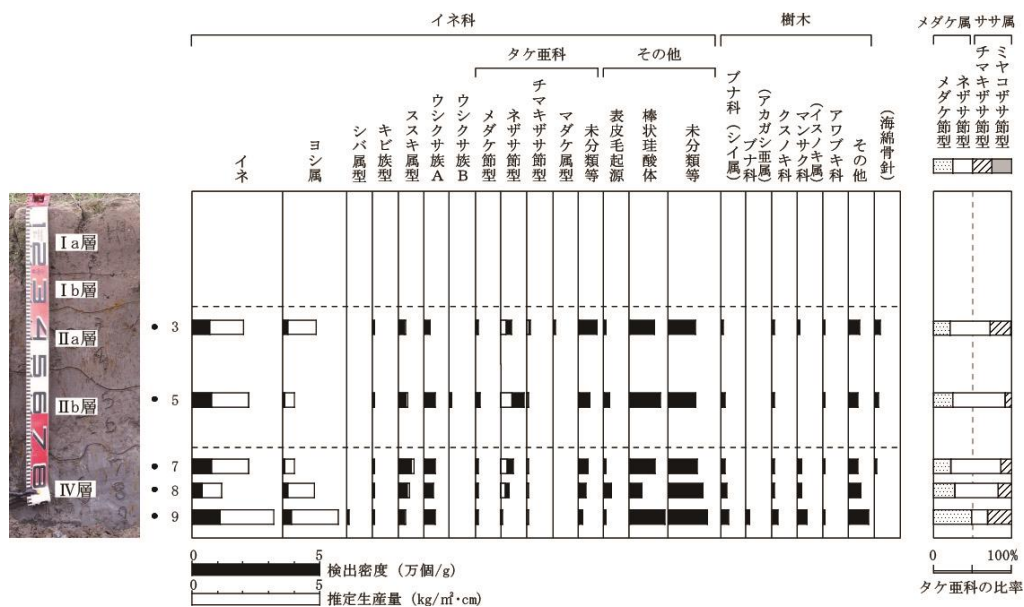
分類群	学名	E地点										F地点					G地点										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
イネ科 Gramineae																											
イネ	<i>Oryza sativa</i>	43	56	34	68	46	68	33	28	31	49	53	47	77	80	7	49	34	63	80	111	112	6	7	6		
イネ穂殻(穎の表皮細胞)	<i>Oryza sativa</i> (husk Phytolith)																										
ムギ類(穎の表皮細胞)	<i>Hordeum-Triticum</i> (husk Phytolith)					7													7								
ヨシ属	<i>Phragmites</i>	6	21	20	41	53	20	13	28	68	176	53	60	70	73	142	35	34	56	49	85	119	149	169	109		
シバ属型	<i>Zoysia</i> type		7																								
ヒエ属型	<i>Echinochloa</i> type										7																
キビ族型	Panicaceae type				14	7	7				25	21	7	13	14	7	21	7	7	14	25	7	7	6	7		
ススキ属型	<i>Miscanthus</i> type	24	49	14	7	20	20	20	7	43	21	20	20	21	27	21	42	27	35	43	33	35	26	21	13		
ウシクサ族A	Andropogoneae A type	73	28	41	14	66	61	26	28	37	28	26	40	28	60	64	28	34	56	61	59	35	65	56	32		
ウシクサ族B	Andropogoneae B type										7										7						
シュズグマ属型	<i>Coda</i> type	6			7		7	13			6	14				7	14						14	13	21	32	
タケ亜科 Bambusoideae																											
メダケ属型	<i>Phlebotilus</i> sect. <i>Nipponocalamus</i>	12	14	7	20	7	7				12	7	7	13	14	7	14	7	27	28	18	20	7	13	7	6	
ネザサ属型	<i>Phlebotilus</i> sect. <i>Nezasa</i>	91	112	41	20	79	48	33	48	68	42	53	47	56	40	35	85	54	98	80	105	91	19	7	19		
チャマキザサ属型	<i>Sasa</i> sect. <i>Sasa</i> etc.		14			13	7	7			12	7			7	13	7	14	7	7	6	7	6				
ミヤコザサ属型	<i>Sasa</i> sect. <i>Crassinodi</i>	6																									
メダケ属型	<i>Phyllostachys</i>	12	7																								
未分類等	Others	79	21	34	7	33	14	7	7	25	56	33	100	49	20	21	28	27	77	49	39	21	19	14	6		
その他のイネ科 Others																											
表皮毛起源	Husk hair origin	12	28	7	41	26	14	20	14	12	49	33	40	21	20	21	28	20	28	25	33	35	26	35	19		
棒状珪酸体	Rod-shaped	116	154	122	162	185	171	146	131	210	310	204	220	189	226	234	198	176	224	289	348	315	389	239	109		
茎部起源	Stem origin										6	14									12	7	14	19	42	83	
未分類等	Others	182	175	135	176	290	293	218	186	271	359	256	334	329	359	340	247	216	323	467	479	406	454	324	211		
カヤツリダサ科(スダ属など)	Cyperaceae( <i>Carex</i> etc.)																										
樹木起源 Arboreal																											
ブナ科(シイ属)	<i>Castanopsis</i>	18	21	20	7	7	20	20	28	43		7	13	14	20		7	7	6	7	7					6	
ブナ科(アカガシ亜属)	<i>Quercus</i> subgen. <i>Cyclobalanopsis</i>																			6							
クスノキ科	Lauraceae					7	14	13	7			7								7					26	7	6
マンサク科(イスノキ属)	<i>Distylium</i>	6	7			7				6			13							7	7	12					
アワビ科	Sabiaceae		7							7	7																
その他	Others	30	35	27	20	79	55	46	34	55	49	20	20	42	33	35	21	41	49	12	26	21	39	14	26		
(海綿骨針)	Sponge spicules	6	7	7	7	7	14					7	27								21	7					
植物珪酸体総数	Total	717	754	501	601	929	826	629	552	931	1240	775	995	930	991	1014	806	723	1087	1241	1370	1266	1278	971	686		

おもな分類群の推定生産量 (単位: kg/n<sup>2</sup>・cm) : 飲料の仮比重を1.0と仮定して算出

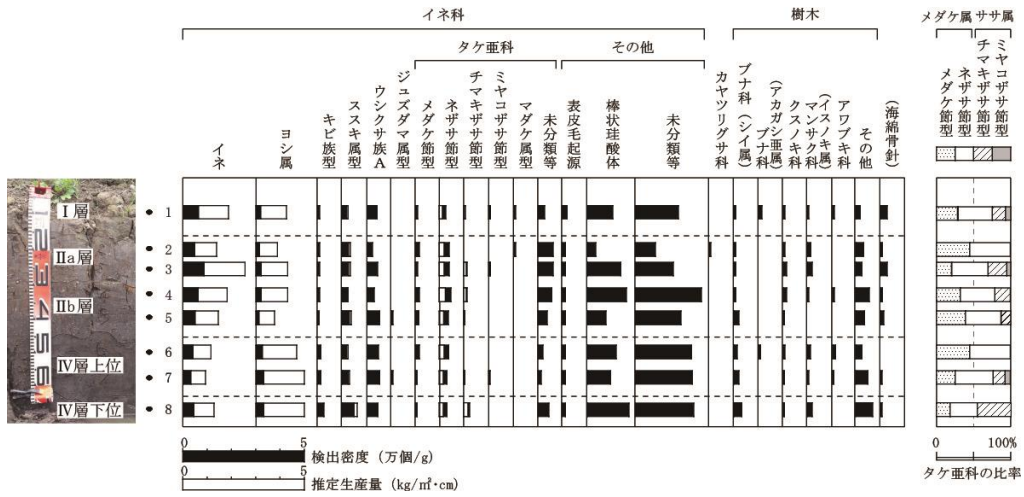
分類群	学名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9
イネ	<i>Oryza sativa</i>	1.25	1.64	1.00	1.99	1.36	2.01	0.97	0.81	0.91	1.45	1.54	1.37	2.26	2.35	0.21	1.45	0.99	1.86	2.35	3.28	3.29	0.19	0.21	0.19
ヨシ属	<i>Phragmites</i>	0.38	1.32	1.28	2.56	3.33	1.29	0.84	1.74	4.28	11.12	3.31	3.79	4.41	4.61	8.95	2.23	2.13	3.54	3.10	5.38	7.50	9.41	10.66	6.87
ヒエ属型	<i>Echinochloa</i> type										0.59														
ススキ属型	<i>Miscanthus</i> type	0.30	0.61	0.17	0.08	0.25	0.25	0.25	0.09	0.54	0.26	0.24	0.25	0.26	0.33	0.26	0.53	0.34	0.43	0.53	0.41	0.43	0.32	0.26	0.16
メダケ属型	<i>Phlebotilus</i> sect. <i>Nipponocalamus</i>	0.14	0.16	0.08	0.24	0.08	0.08		0.14	0.08	0.08	0.08	0.15	0.16	0.08	0.16	0.08	0.31	0.33	0.21	0.23	0.08	0.15	0.08	0.07
ネザサ属型	<i>Phlebotilus</i> sect. <i>Nezasa</i>	0.44	0.54	0.20	0.10	0.38	0.23	0.16	0.23	0.33	0.20	0.25	0.22	0.27	0.19	0.17	0.41	0.26	0.47	0.38	0.50	0.44	0.09	0.03	0.09
チャマキザサ属型	<i>Sasa</i> sect. <i>Sasa</i> etc.		0.10			0.10	0.05	0.05		0.09	0.05						0.05	0.10	0.05	0.11	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
ミヤコザサ属型	<i>Sasa</i> sect. <i>Crassinodi</i>	0.02																							0.02

タケ亜科の比率 (%)

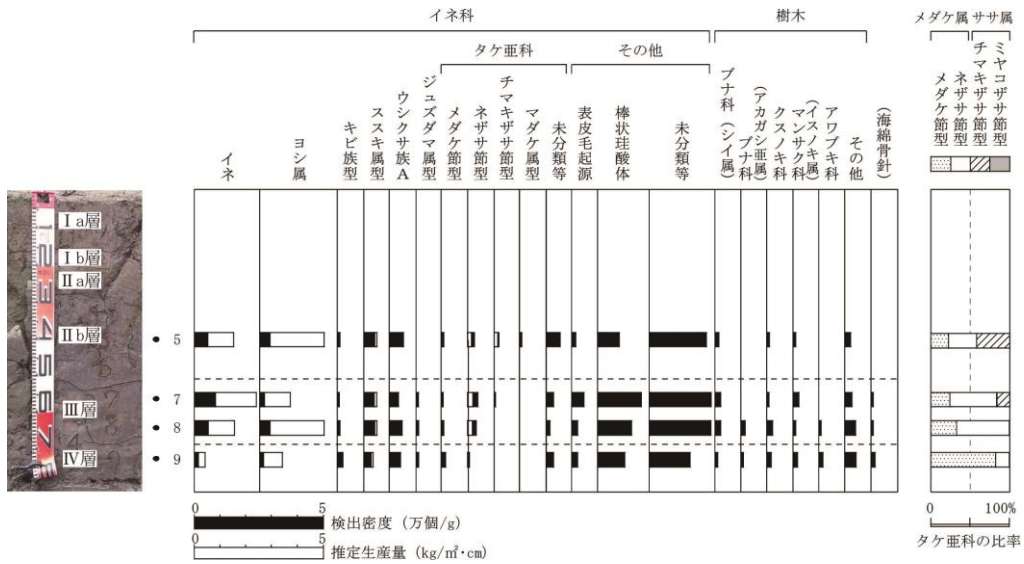
分類群	学名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9
メダケ属型	<i>Phlebotilus</i> sect. <i>Nipponocalamus</i>	24	20	29	71	14	22			25	24	23	41	34	21	42	14	50	38	33	29	14	51	71	45
ネザサ属型	<i>Phlebotilus</i> sect. <i>Nezasa</i>	73	67	71	29	68	64	76	100	58	60	77	59	56	52	44	68	42	55	60	64	74	32	29	55
チャマキザサ属型	<i>Sasa</i> sect. <i>Sasa</i> etc.		13			18	14	24		16	16			11	27	14	18	8	6	7	6	9	17		
ミヤコザサ属型	<i>Sasa</i> sect. <i>Crassinodi</i>	3																							
メダケ率	Medake ratio	97	87	100	100	82	86	76	100	84	84	100	100	89	73	86	82	92	94	93	94	88	83	100	100



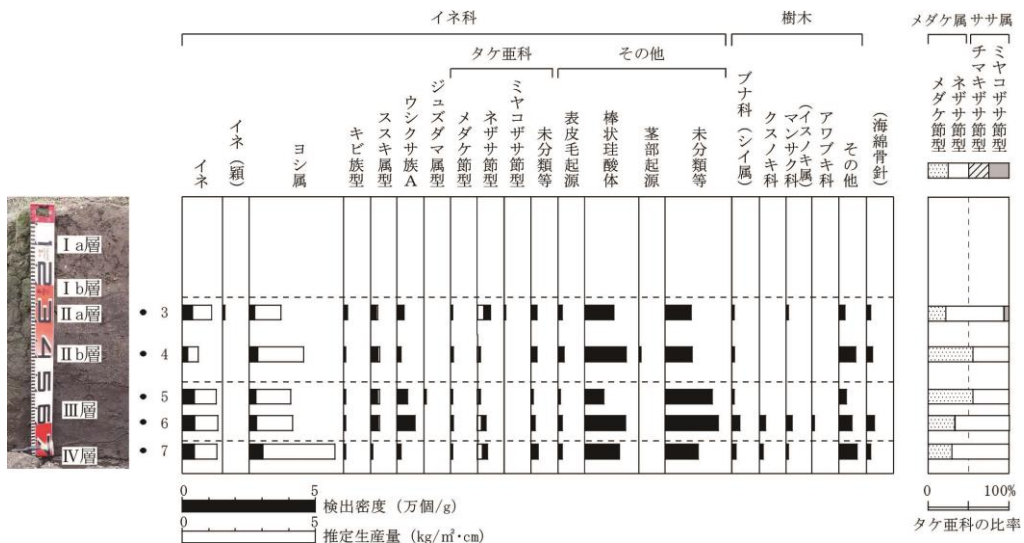
第5図 AH地点の植物珪酸体分析結果



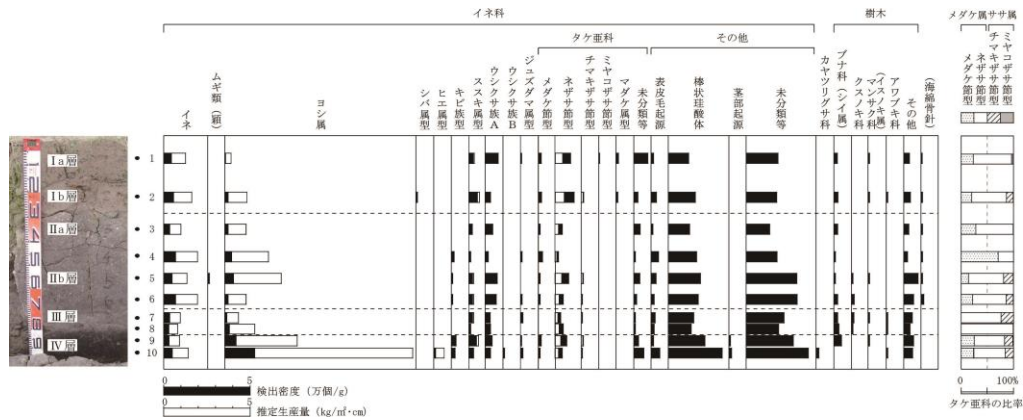
第6図 BH地点の植物珪酸体分析結果



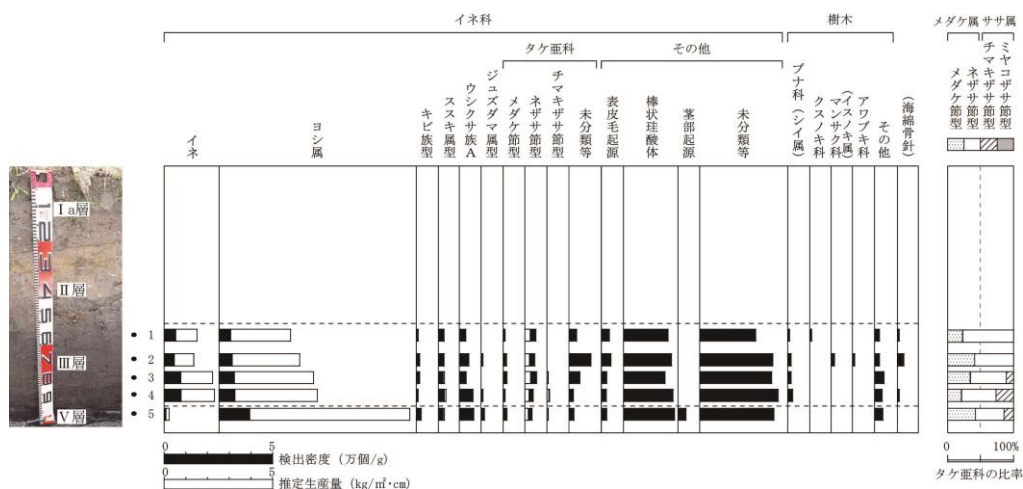
第7図 CH地点の植物珪酸体分析結果



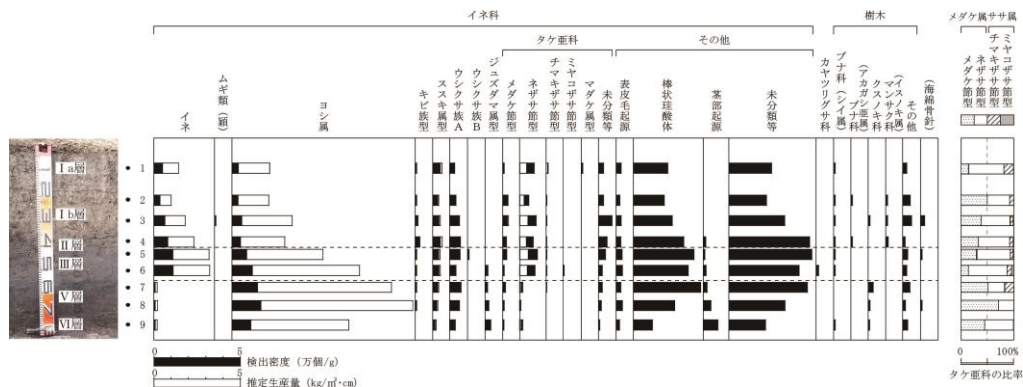
第8図 DH地点の植物珪酸体分析結果



第9図 EH地点の植物珪酸体分析結果



第10図 FH地点の植物珪酸体分析結果



第11図 GH地点の植物珪酸体分析結果

### 3 花粉分析

#### (1) はじめに

花粉分析は、一般に低湿地の堆積物を対象とした比較的広域な植生・環境の復原に応用されており、遺跡調査においては遺構内の堆積物などを対象とした局地的な植生の推定も試みられている。花粉などの有機質遺体は、水成堆積物では保存状況が良好であるが、乾燥的な環境下の堆積物では分解されて残存していない場合もある。

## (2) 方法

花粉の分離抽出は、中村（1967）の方法をもとに、以下の手順で行った。

- 1) 試料から 1 cm<sup>3</sup>を秤量
- 2) 0.5%リン酸三ナトリウム（12 水）溶液を加えて 15 分間湯煎
- 3) 水洗処理の後、0.5mm の篩で礫などの大きな粒子を取り除き、沈澱法で砂粒を除去
- 4) 25%フッ化水素酸溶液を加えて 30 分放置
- 5) 水洗処理の後、氷酢酸によって脱水し、アセトリシス処理（無水酢酸 9：濃硫酸 1 のエルドマン氏液を加え 1 分間湯煎）を施す
- 6) 再び氷酢酸を加えて水洗処理
- 7) 沈渣に石炭酸フクシンを加えて染色し、グリセリンゼリーで封入してプレパラート作成
- 8) 検鏡・計数

検鏡は、生物顕微鏡によって 300～1000 倍で行った。花粉の同定は、島倉（1973）および中村（1980）をアトラスとして、所有の現生標本との対比で行った。結果は同定レベルによって、科、亜科、属、亜属、節および種の階級で分類し、複数の分類群にまたがるものはハイフン（-）で結んで示した。イネ属については、中村（1974, 1977）を参考にして、現生標本の表面模様・大きさ・孔・表層断面の特徴と対比して同定しているが、個体変化や類似種もあることからイネ属型とした。

## (3) G 地点の調査

### ① 試料

分析試料は、AG 地点の第Ⅲa 層と第Ⅲb 層下部から採取された 2 点である。試料採取箇所を分析結果（第 12 図）の模式柱状図に示す。

### ② 結果

#### 分類群

検出された分類群は、樹木花粉 15、樹木花粉と草本花粉を含むもの 2、草本花粉 16、シダ植物孢子 3 形態の計 36 である。なお、寄生虫卵は認められなかった。分析結果を第 5 表に示し、花粉数が 100 個以上計数された試料については花粉総数を基数とする花粉ダイアグラムを示し

第 5 表 G 地点の花粉分析結果

学名	分類群	AG	
		5	7
Arboreal pollen	樹木花粉		
<i>Podocarpus</i>	マキ属	1	
<i>Abies</i>	モミ属	4	1
<i>Tsuga</i>	ツガ属	1	3
<i>Pinus</i> subgen. <i>Diploxylon</i>	マツ属複雑管束亜属	2	2
<i>Cryptomeria japonica</i>	スギ	2	2
<i>Sciadopitys verticillata</i>	コウヤマキ	1	
<i>Benula</i>	カバノキ属	2	
<i>Corylus</i>	ハシバミ属	3	1
<i>Carpinus-Ostrya japonica</i>	クマシデ属-アサダ	2	
<i>Castanea crenata</i>	クリ	9	14
<i>Castanopsis-Pasania</i>	シイ属-マテバシイ属	56	37
<i>Quercus</i> subgen. <i>Lepidobalanus</i>	コナラ属コナラ亜属	25	11
<i>Quercus</i> subgen. <i>Cyclobalanopsis</i>	コナラ属アカガシ亜属	110	150
<i>Ulmus-Zelkova serrata</i>	ニレ属-ケヤキ	1	1
<i>Celtis-Aphananthe aspera</i>	エノキ属-ムクノキ	3	1
Arboreal・Nonarboreal pollen	樹木・草本花粉		
Moraceae-Urticaceae	クロ科-イラクサ科	2	1
Leguminosae	マメ科	3	7
Nonarboreal pollen	草本花粉		
<i>Typha-Sparganium</i>	ガマ属-ミクリ属	1	2
<i>Sagittaria</i>	オモダカ属	3	
Gramineae	イネ科	77	76
<i>Oryza type</i>	イネ属型	54	4
Cyperaceae	カヤツリグサ科	87	110
<i>Monochoria</i>	ミズアオイ属	1	
Liliaceae	ユリ科	1	2
<i>Polygonum</i> sect. <i>Persicaria</i>	タデ属サナエタデ節	1	2
<i>Ranunculus</i>	キンボウグ属	1	6
<i>Sanguisorba</i>	ワレモコウ属	1	
<i>Impatiens</i>	ツリフネソウ属		1
Apioidae	セリ亜科	5	18
Lactucoideae	タンポポ亜科	1	1
Asteroideae	キク亜科	3	19
<i>Xanthium</i>	オナモミ属	1	
<i>Artemisia</i>	ヨモギ属	23	5
Fern spore	シダ植物孢子		
Monolate type spore	単条溝孢子	9	54
Celatopteris	ミズワラビ	1	
Trilate type spore	三条溝孢子	2	5
Arboreal pollen	樹木花粉	222	223
Arboreal・Nonarboreal pollen	樹木・草本花粉	5	8
Nonarboreal pollen	草本花粉	260	246
Total pollen	花粉総数	487	477
Pollen frequencies of 1cm <sup>3</sup>	試料1cm <sup>3</sup> 中の花粉密度	1.7	9.6
		×10 <sup>5</sup>	×10 <sup>4</sup>
Unknown pollen	未同定花粉	6	6
Fern spore	シダ植物孢子	12	59
Helminth eggs	寄生虫卵	(-)	(-)
Stone cell	石細胞	(-)	(-)
Digestion rimeins	明らかな消化残渣	(-)	(-)
Charcoal・woods fragments	微細炭化物・微細木片	(++)	(++)
微細植物遺体(Charcoal・woods fragments)			
未分解遺体片		7.9	5.6
分解質遺体片		120.0	52.6
炭化遺体片(微粒炭)		3.0	3.8



た。主要な分類群について顕微鏡写真（写真3）を示す。以下に出現した分類群を記載する。

〔樹木花粉〕

マキ属、モミ属、ツガ属、マツ属複雑管束亜属、スギ、コウヤマキ、カバノキ属、ハシバミ属、クマシデ属ーアサダ、クリ、シイ属ーマテバシイ属、コナラ属コナラ亜属、コナラ属アカガシ亜属、ニレ属ーケヤキ、エノキ属ームクノキ

〔樹木花粉と草本花粉を含むもの〕

クワ科ーイラクサ科、マメ科

〔草本花粉〕

ガマ属ーミクリ属、オモダカ属、イネ科、イネ属型、カヤツリグサ科、ミズアオイ属、ユリ科、タデ属サナエタデ節、キンポウゲ属、ワレモコウ属、ツリフネソウ属、セリ亜科、タンポポ亜科、キク亜科、ヨモギ属

〔シダ植物胞子〕

単条溝胞子、三条溝胞子

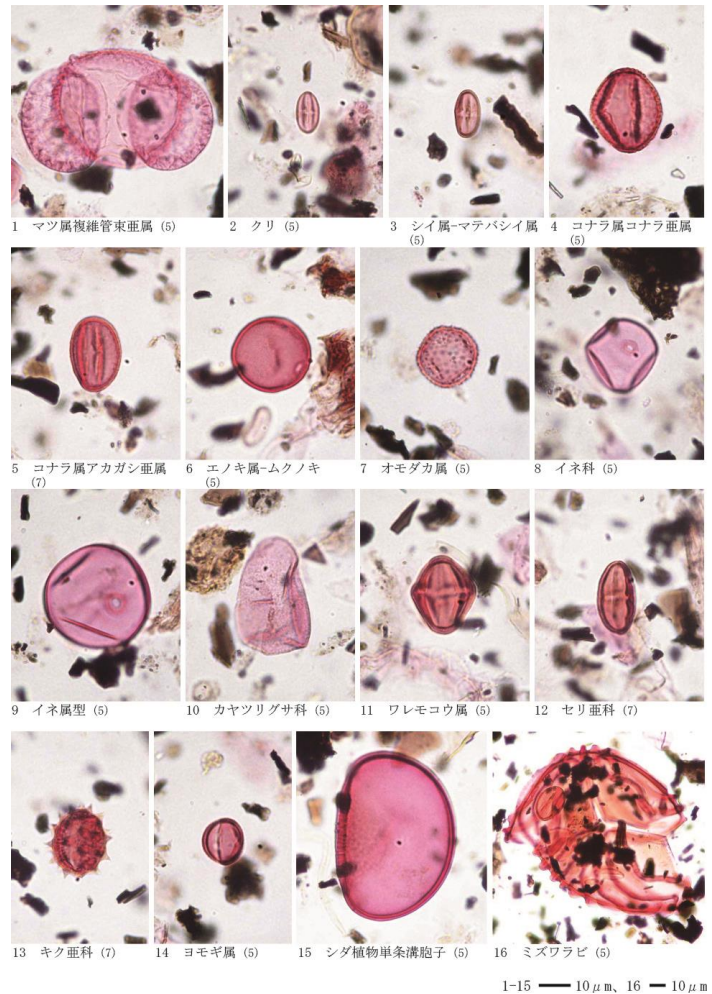


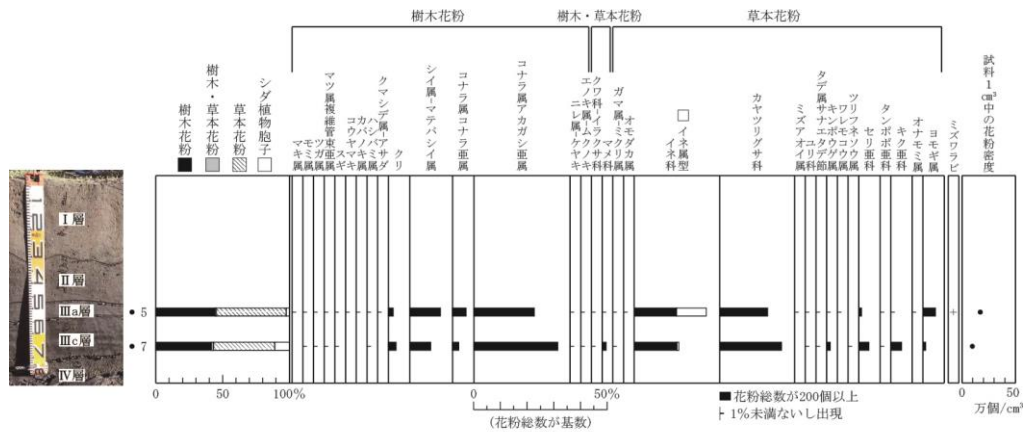
写真3 G地点の花粉・胞子

花粉群集の特徴（第12図）

下位の第Ⅲc層下部（試料7）では、樹木花粉と草本花粉の占める割合が同程度である。樹木花粉では、コナラ属アカガシ亜属が優勢で、シイ属ーマテバシイ属、クリ、コナラ属コナラ亜属などが伴われる。草本花粉では、カヤツリグサ科、イネ科（イネ属型を含む）が優勢で、セリ亜科、キク亜科、ヨモギ属などが伴われる。第Ⅲa層（試料5）では、イネ科（イネ属型を多く含む）が増加し、ミズワラビ、オモダカ属、ミズアオイ属なども認められた。イネ科については、植物珪酸体分析の結果から、おもにヨシ属の可能性が考えられる。

③ 花粉分析から推定される植生と環境

下位の第Ⅲc層下部の堆積当時は、ヨシ属などのイネ科、カヤツリグサ科をはじめ、セリ亜科なども生育する湿地の環境であったと考えられ、周辺の比較的乾燥したところにはキク亜科、ヨモギ属などが生育していたと推定される。なお、少量ながらイネ属型が認められることから、周辺で稲作が行われていた可能性が考えられる。また、遺跡周囲にはカシ類（コナラ属アカガシ亜属）、シイ類（シイ属ーマテバシイ属）などの照葉樹林が分布していたと考えられ、クリ、ナラ類（コナラ属コナラ亜属）などの落葉広葉樹も見られたと推定される。



第 12 図 AG 地点の花粉ダイアグラム

第Ⅲa 層（中世）の時期には、ヨシ属などのイネ科やカヤツリグサ科が生育するような湿潤なところを利用して水田稲作が行われていたと考えられ、水田雑草のミズワラビ、オモダカ属、ミズアオイ属なども見られたと推定される。

#### （4）H 地点の調査

##### ① 試料

分析試料は、BH 地点と EH 地点の 2 地点においてⅡa 層～Ⅳ層から採取された計 6 点である。試料採取箇所を分析結果（第 13 図）の柱状図に示す。

##### ② 結果

##### 分類群

検出された分類群は、樹木花粉 30、樹木花粉と草本花粉を含むもの 3、草本花粉 31、シダ植物胞子 2 形態の計 66 である。また、寄生虫卵 1 分類群が認められた。分析結果を第 6 表に示し、花粉数が 100 個以上計数された試料については花粉総数を基数とする花粉ダイアグラムを示した（第 13 図）。主要な分類群について顕微鏡写真（写真 4）を示す。以下に出現した分類群を記載する。

##### 〔樹木花粉〕

マキ属、モミ属、ツガ属、マツ属複雑維管束亜属、スギ、イチイ科－イヌガヤ科－ヒノキ科、クルミ属、サワグルミ、ハンノキ属、カバノキ属、ハシバミ属、クマシデ属－アサダ、クリ、シイ属－マテバシイ属、ブナ属、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、エノキ属－ムクノキ、アカメガシワ、モチノキ属、ニシキギ科、トチノキ、ブドウ属、ノブドウ、グミ属、ミズキ属、エゴノキ属、モクセイ科、トネリコ属

##### 〔樹木花粉と草本花粉を含むもの〕

クワ科－イラクサ科、バラ科、マメ科

〔草本花粉〕

ガマ属-ミクリ属、サジオモダカ属、オモダカ属、イネ科、イネ属型、カヤツリグサ科、イボクサ、ミズアオイ属、タデ属サナエタデ節、ギシギシ属、ソバ属、アカザ科-ヒユ科、ナデシコ科、キンポウゲ属、アブラナ科、アリノトウグサ属-フサモ属、チドメグサ亜科、セリ亜科、ヒルガオ、キツネノマゴ、オギノツメ、アカネ科、オミナエシ科、ゴキヅル、タンポポ科、キク亜科、オナモミ属、ヨモギ属

〔シダ植物胞子〕

単条溝胞子、三条溝胞子

〔寄生虫卵〕

回虫卵

花粉群集の特徴

1) BH地点 (第13図上)

下位の第IV層下位(試料8)から第IV層上位(試料6)にかけては、草本花粉の占める割合が高く、イネ科(イネ属型を含む)、カヤツリグサ科が優勢で、ヨモギ属、ミズアオイ属、オモダカ属などが伴われる。

樹木花粉では、コナラ属アカガシ亜属、シイ属-マテバシイ属が優勢で、コナラ属コナラ亜属、クリ、マツ属複維管束亜属などが伴われる。

第IIb層(試料4)から第IIa層(試料2)にかけては、イネ科(イ

ネ属型を含む)が増加し、ソバ属、アブラナ科が出現している。ソバ属

やアブラナ科は虫媒花であり、風媒花と比較して現地性が高く花粉の生産量も少ないことから、他の分類群と比較して過大に評価する必要がある。樹木花粉では、マツ属複維管束亜属がやや増加し、シイ属-マテバシイ属は減少している。なお、第IIa層(試料2)では寄生虫卵(回虫卵)が少量検出

第6表 H地点の花粉分析結果

学名	分類群	和名	BH地点				EH地点	
			2	4	6	8	7	10
Arboreal pollen		樹木花粉						
Podocarpus		マキ属			1	1	1	1
Abies		モミ属	1	1	1	1	1	1
Tsuga		ツガ属	1	2	5	1	1	1
Pinus subgen. Diploxylon		マツ属複維管束亜属	32	15	6	7		1
Cryptomeria japonica		スギ	3	1			2	
Taxaceae-Cephalotaxaceae-Cupressaceae		イチイ科-イヌガヤ科-ヒノキ科			2			
Juglans		クルミ属				1		
Pterocarya rhoifolia		サワグルミ		1	1	1		
Alnus		ハンノキ属		1	1			1
Betula		カバノキ属	1	3	1	3		
Corylus		ハシバミ属	3	5	3	3	5	1
Carpinus-Ostrya japonica		クマシデ属-アサダ	5	5		6	1	
Castanea crenata		クリ	6	8	2	12	11	23
Castanopsis-Pasania		シイ属-マテバシイ属	33	48	48	72	75	54
Fagus		ブナ属	1	2			1	
Quercus subgen. Lepidobalanus		コナラ属コナラ亜属	4	8	8	11	25	19
Quercus subgen. Cyclobalanopsis		コナラ属アカガシ亜属	95	81	56	93	87	57
Ulmus-Zelkova serrata		ニレ属-ケヤキ		2		1	1	
Celtis-Aphananthe aspera		エノキ属-ムクノキ	4	5	4	3	1	
Mallotus japonicus		アカメガシワ	1					
Hex		モチノキ属	1					
Celastraceae		ニシキギ科	1					
Aesculus turbinata		トチノキ	1					
Vitis		ブドウ属	1	1				
Ampelopsis brevipedunculata		ノブドウ		1				
Elaeagnus		グミ属	1					
Cornus		ミズキ属	2					
Syrax		エゴノキ属			2			
Oleaceae		モクセイ科	1					
Fraxinus		トネリコ属						1
Arboreal・Nonarboreal pollen		樹木・草本花粉						
Moraceae-Urticaceae		クワ科-イラクサ科	11	14	1	3	4	1
Rosaceae		バラ科		2				
Leguminosae		マメ科	3	2	3	5	1	
Nonarboreal pollen		草本花粉						
Typha-Sparganium		ガマ属-ミクリ属		2	1		1	1
Alisma		サジオモダカ属				1		
Sagittaria		オモダカ属	6	6	4	2	1	
Gramineae		イネ科	60	117	64	77	97	101
Oryza type		イネ属型	120	127	43	53	30	9
Cyperaceae		カヤツリグサ科	43	96	69	96	71	167
Anellema keisak		イボクサ				2		
Monochoria		ミズアオイ属	2	2	6	9		
Polygonum sect. Persicaria		タデ属サナエタデ節		2	1	2		2
Rumex		ギシギシ属	1		1			
Fagopyrum		ソバ属	1	1				
Chenopodiaceae-Amaranthaceae		アカザ科-ヒユ科	1	1				
Caryophyllaceae		ナデシコ科	1	1				
Ranuncul		キンポウゲ属	2	2			1	
Cruciferae		アブラナ科	5	8				
Sanguisorba		ワレモコウ属	1	1		2		1
Rotala		キサシグサ属		1				
Onagraceae		アカバナ科			1			
Haloragis-Myriophyllum		アリノトウグサ属-フサモ属	1	3	1		2	
Hydrocotyloideae		チドメグサ亜科	2	2	1	3	3	
Aptioideae		セリ亜科	1	2	1	4	3	2
Cabstegia japonica		ヒルガオ	1					
Justicia procumbens		キツネノマゴ	1					
Hygrophila lancea		オギノツメ			1			
Rubiaceae		アカネ科	1					
Valerianaceae		オミナエシ科	1					
Actinostemma lobatum		ゴキヅル				1		
Lactucoideae		タンポポ亜科	4	4	3	1	2	3
Asteroidae		キク亜科	1	1	1	2	1	3
Xanthium		オナモミ属						2
Artemisia		ヨモギ属	20	23	13	10	10	62
Fern spore		シダ植物胞子						
Monolate type spore		単条溝胞子	2	6	6	7	13	7
Trilate type spore		三条溝胞子	4	6	7	3	1	1
Arboreal pollen		樹木花粉	198	190	138	216	213	159
Arboreal・Nonarboreal pollen		樹木・草本花粉	14	18	4	8	5	1
Nonarboreal pollen		草本花粉	276	402	211	265	224	351
Total pollen		花粉総数	488	610	353	489	442	511
Pollen frequencies of 1cm <sup>2</sup>		試料1cm <sup>2</sup> 中の花粉密度	5.9	8.8	4.4	7.8	8.0	7.2
			×10 <sup>-4</sup>	×10 <sup>-4</sup>	×10 <sup>-4</sup>	×10 <sup>-4</sup>	×10 <sup>-4</sup>	×10 <sup>-4</sup>
Unknown pollen		未同定花粉	3	7	7	9	5	6
Fern spore		シダ植物胞子	6	12	13	10	14	8
Helminth eggs		寄生虫卵						
Ascaris(lumbricoides)		回虫卵	1					
Total		計	1					
Helminth eggs frequencies of 1cm <sup>2</sup>		試料1cm <sup>2</sup> 中の寄生虫卵密度	0.7					
			×10					
Stone cell		石細胞	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Digestion rimsins		明らかな消化残渣	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Charcoal・woods fragments		微細炭化物・微細木片	(+)	(+)	(+)	(+)	(++)	(++)
微細植物遺体(Charcoal・woods fragments)		(×10 <sup>-5</sup> )						
未分解遺体片			1.1	2.5	3.8	6.9	4.2	7.8
分解質遺体片			16.1	15.4	19.4	13.8	20.9	37.6
炭化遺体片(微細炭)				8.3			2.5	4.2

された。

2) EH地点 (第13図下)

下位の第IV層 (試料 10) では、草本花粉の占める割合が高く、イネ科 (イネ属型を含む)、カヤツリグサ科が優勢で、ヨモギ属などが伴われる。樹木花粉では、コナラ属アカガシ亜属、シイ属-マテバシイ属、クリ、コナラ属コナラ亜属などが認められた。第III層下位 (試料 7) では、草本花粉ではイネ科 (イネ属型を含む) が増加し、カヤツリグサ科、ヨモギ属は減少している。樹木花粉では、コナラ属アカガシ亜属、シイ属-マテバシイ属が増加している。

③ 花粉分析から推定される植生と環境

下位の第IV層では、イネ科 (ヨシ属など)、カヤツリグサ科をはじめ、ミズアオイ属、オモダカ属なども生育する湿地的な環境であったと考えられ、そこを利用して調査地点もしくはその近辺で水田稲作が行われていたと推定される。また、

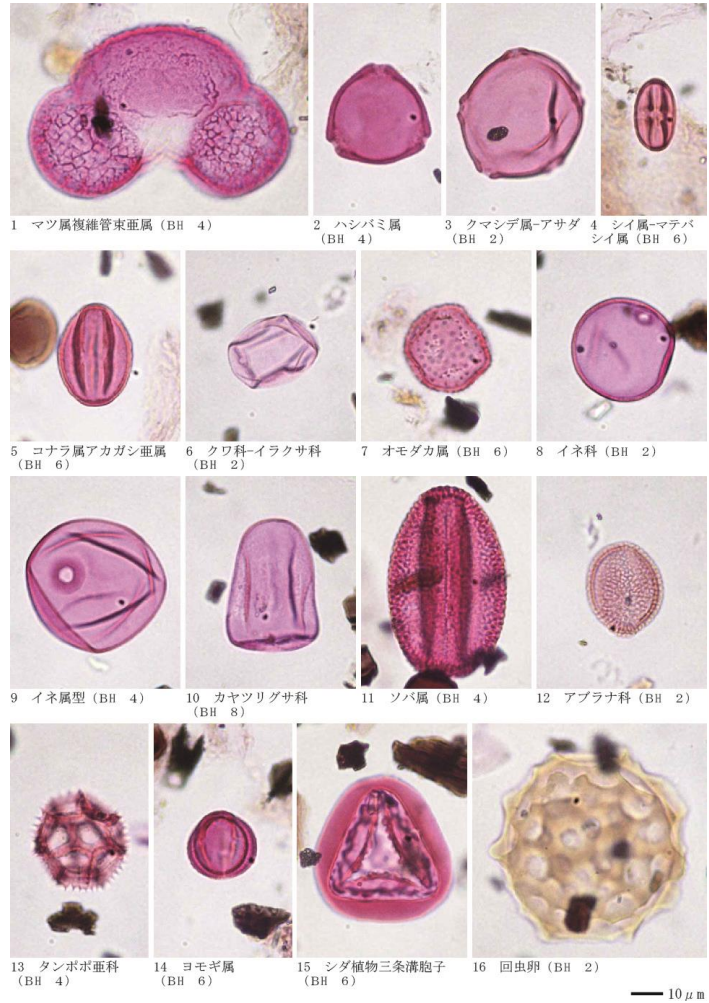
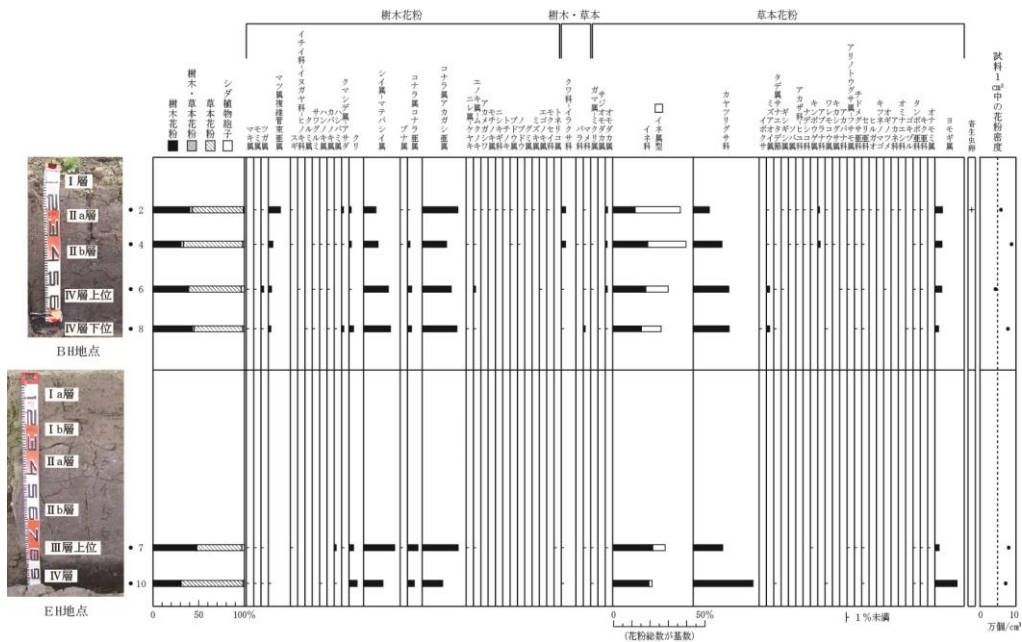


写真4 H地点の花粉・孢子・寄生虫卵



第13図 BH地点・EH地点における花粉ダイアグラム



周辺の比較的乾燥したところにはイネ科（ススキ属など）、ヨモギ属などが生育していたと考えられ、遺跡周辺にはカシ類（コナラ属アカガシ亜属）、シイ類（シイ属マテバシイ属）などの照葉樹林をはじめ、クリ、ナラ類（コナラ属コナラ亜属）などの落葉広葉樹、マツ類（マツ属複維管束亜属）などが分布していたと推定される。

第Ⅲ層から第Ⅱ層にかけても、おおむね同様の状況であったと考えられるが、周辺ではソバ属、アブラナ科などの畑作も行われていたと推定される。アブラナ科には、アブラナ（ナタネ）、ダイコン、ハクサイ、カブなどの栽培植物が含まれている。

第Ⅱ層では寄生虫卵（回虫卵）が認められた。寄生虫卵については、人糞施肥の影響も示唆されるが、低密度であることから、集落周辺などの人為環境における生活汚染に由来するものと考えられる。回虫はヒト特有の寄生虫であり、中間宿主を必要とせず糞便とともに排泄された寄生虫卵が付着した野菜・野草の摂取や水系により経口感染する。

#### 4 樹種同定

##### (1) はじめに

木材は、セルロースを骨格とする木部細胞の集合体であり、解剖学的形質の特徴から樹種の同定が可能である。木材は花粉などの微化石と比較して移動性が小さいことから、比較的近隣の森林植生の推定が可能であり、遺跡から出土したものについては木材の利用状況や流通を探る手がかりとなる。

##### (2) 試料

分析試料は、G地点 SE 1、H地点 SE 5 および第Ⅲ層から採取された計 9 点の木製品である。試料の詳細は第 7 表に示す。

##### (3) 方法

以下の手順で樹種同定を行った。

- 1) 試料を洗浄して付着した異物を除去
- 2) カミソリで木材の基本的三断面  
(横断面：木口、放射断面：柾目、接線断面：板目)の切片を作成
- 3) 生物顕微鏡（40～1000 倍）で観察し、木材の解剖学的形質や現生標本との対比で樹種を同定

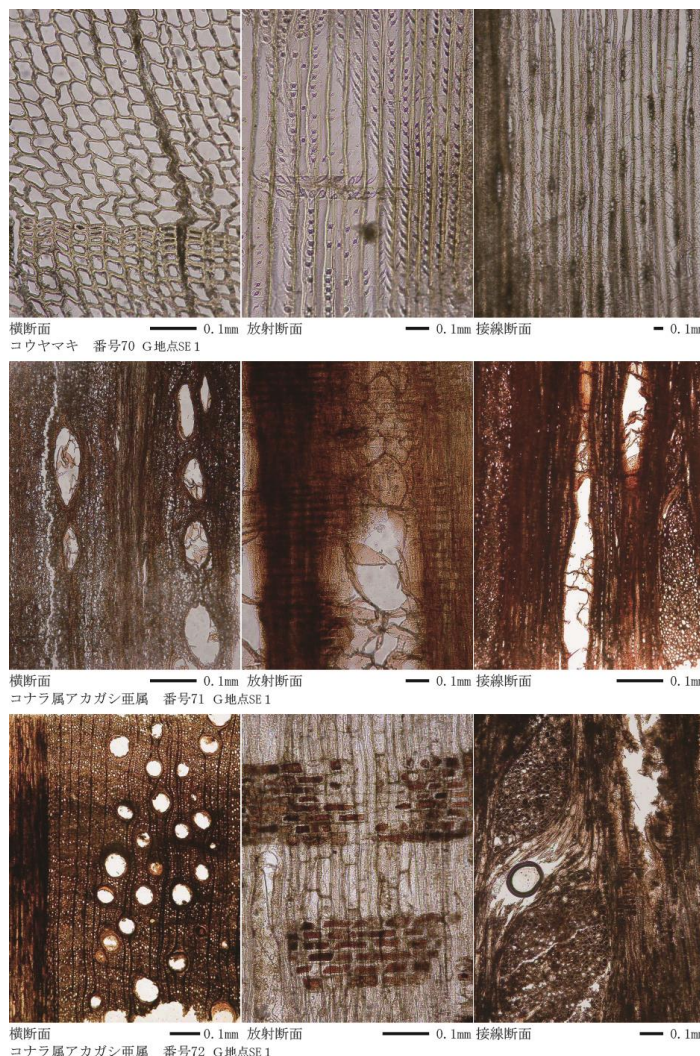


写真5 木材組織の顕微鏡写真①

#### (4) 結果

第7表に同定結果を示し、各分類群の顕微鏡写真を示す。以下に同定根拠となった木材構造の特徴を記す。

##### 1) コウヤマキ

*Sciadopitys verticillata* Sieb. et Zucc.

コウヤマキ科 遺物番号 70、146

(写真5上、写真7下)

仮道管と放射柔細胞から構成される針葉樹材である。横断面では、早材から晩材への移行は比較的緩やかで、晩材部の幅はきわめて狭い。放射断面では、放射柔細胞の分野壁孔は窓状である。接線断面では、放射組織は単列の同性放射組織型で、1~15細胞高であるが多くは10細胞高以下である。

以上の特徴からコウヤマキと同定される。コウヤマキは福島県以南の本州、四国、九州に分布する。日本特産の常緑高木で、通常高さ30m、径80cmに達する。材は木理通直、肌目緻密で強靱、耐朽・耐湿性も高い。特に耐水湿材として用いられる。

##### 2) コナラ属アカガシ亜属

*Quercus* subgen. *Cyclobalanopsis* ブナ科 遺物番号 71、72 (写真5中・下)

中型から大型の道管が1~数列幅で年輪界に関係なく放射方向に配列する放射孔材である。道管は単独で複合しない。道管の穿孔は単穿孔で、放射組織は平伏細胞からなる同性放射組織型で、単列のものと同型の広放射組織からなる複合放射組織である。

以上の特徴からコナラ属アカガシ亜属に同定される。コナラ属アカガシ亜属にはアカガシ、イチイガシ、アラカシ、シラカシなどがあり、本州、四国、九州に分布する。常緑高木で、高さ30m、径1.5m以上に達する。材は堅硬で強靱であり、弾力性が強く耐湿性も高く、特に農耕具に用いられる。

##### 3) カヤ *Torreya nucifera* Sieb. et Zucc. イチイ科 遺物番号 73、110 (写真6上・下)

仮道管と放射柔細胞から構成される針葉樹材であり、早材から晩材への移行は緩やかで、晩材部の幅は狭く年輪界は比較的不明瞭である。放射断面では放射柔細胞の分野壁孔がヒノキ型で1分野に1~4個存在する。仮道管の内壁には、らせん肥厚が2本対で存在する。放射組織が単列の同性放射組織型である。

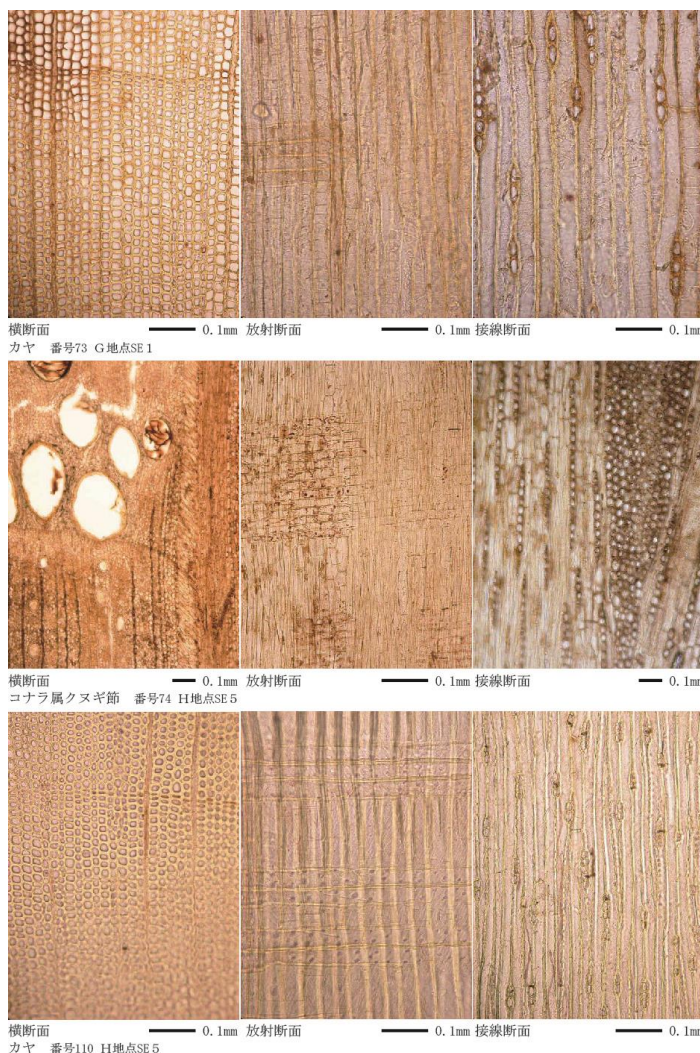


写真6 木材組織の顕微鏡写真②



以上の特徴からカヤに同定される。カヤは宮城県以南の本州、四国、九州と韓国の済州島に分布する。常緑の高木で通常高さ25m、径90cmに達する。材は均質緻密で堅硬、弾性が強く水湿にも耐え、保存性が高く、弓などに用いられる。

#### 4) コナラ属クヌギ節

*Quercus sect. Aegilops* ブナ科

遺物番号 74 (写真6中)

年輪のはじめに大型の道管が1～数列配列する環孔材である。晩材部では厚壁で丸い小道管が単独でおおよそ放射方向に配列する。早材から晩材にかけて道管の径は急激に減少する。道管の穿孔は単穿孔を示し、放射組織は平伏細胞からなる同性放射組織型で単列のものと大型の広放射組織からなる複合放射組織を示す。

以上の特徴からコナラ属クヌギ節に同定される。コナラ属クヌギ節にはクヌギ、アベマキなどがあり、本州、四国、九州に分布する。落葉の高木で、高さ15m、径60cmに達する。材は強靱で弾力に富み、器具、農具などに用いられる。

#### 5) チシャノキ属 *Ehretia* ムラサキ科 遺物番号 111 (写真7上)

年輪のはじめに大型で丸い道管が1～3列配列する環孔材である。晩材部では角張った小道管が群状に複合する。軸方向柔細胞が単列で接線状に配列する。早材から晩材にかけて、道管の径はやや急に減少する。道管の穿孔は単穿孔である。小道管の内壁にはらせん肥厚が存在する。放射組織は多列の同性放射組織型で、1～3細胞幅である。小道管の内壁にはらせん肥厚が存在する。

以上の特徴からチシャノキ属に同定される。チシャノキ属には、チシャノキ、マルバチシャノキがあり、チシャノキは、本州(中国地方)、四国、九州、沖縄に分布する落葉の高木である。材は建築、器具などに用いられる。また、マルバチシャノキは、本州(千葉県以西)、四国、九州、沖縄に分布する落葉の小高木である。

#### 6) クロモジ属 *Lindera* クスノキ科 遺物番号 112 (写真7中)

小型の道管が単独あるいは2～3個放射方向に複合してまばらに散在する散孔材である。道管の穿孔は単穿孔が多いが、階段穿孔も存在する。放射組織はほとんどが平伏細胞で、上下の縁辺部の1～2細胞が方形細胞からなる異性放射組織型で、1～2細胞幅である。少数ではあるが、軸方向柔細胞の中には油を含み大きく膨れ上がったものが見られる。

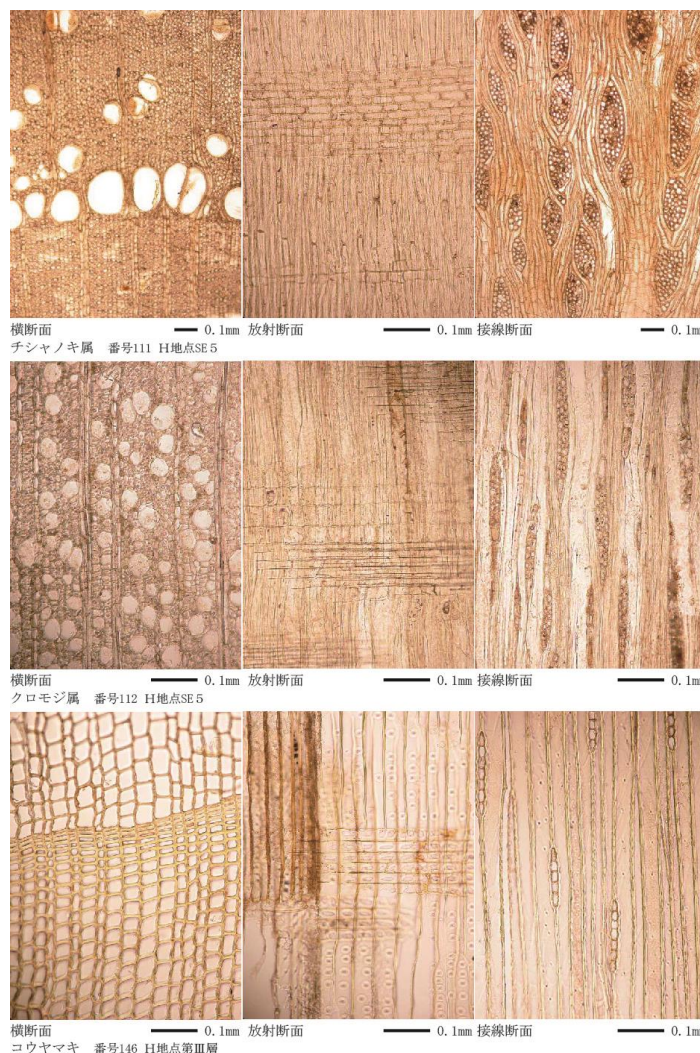


写真7 木材組織の顕微鏡写真③

以上の特徴からクロモジ属に同定される。クロモジ属には、カナクギノキ、クロモジ、アブラチャン、シロモジ、ヤマコウバシ、ダンコウバイなどがあり、北海道、本州、四国、九州、沖縄に分布する。落葉または常緑の高木または低木である。

#### (5) 所見

樹種同定の結果、コウヤマキ 2 点、コナラ属アカガシ亜属 2 点、カヤ 2 点、コナラ属クヌギ節 1 点、チシャノキ属 1 点、クロモジ属 1 点が同定された。

コウヤマキは耐湿性に特に優れ、針葉樹の中では最も加工が容易な材である。コウヤマキは弥生時代から古墳時代にかけて近畿地方中央部で木棺や刳りものなどに用いられ、律令期は建築材に利用されている。コナラ属アカガシ亜属は照葉樹林を構成する主要高木であり、材は堅硬で広く用いられるが、西南日本では弥生時代以降、特に農耕具を中心に用いられる傾向にある。カヤは、耐久・保存性が高く水湿に耐え、堅硬で弾性が強い。コナラ属クヌギ節は、概して弾性に富み強い。チシャノキ属の利用はめずらしく、暖温帯の温暖な地域における特殊な選材と考えられる。クロモジ属は、緻密だが軽軟のため加工が容易であり、現在では楊枝、箸、串などの小物に利用される。

カヤ、コナラ属クヌギ節、クロモジ属、チシャノキ属は、温帯から温帯下部の暖温帯に分布する樹木である。カヤは適潤な谷側や谷合いに好んで生育し、コウヤマキは適潤性であるが乾燥した土壌にも耐え、尾根、急峻地または岩盤上にもよく生育する。いずれの樹種も、当時の遺跡周辺もしくは近隣の地域で採取可能であったと考えられる。

第 7 表 塚原遺跡における樹種同定結果

番号	器 種	出土位置		結 果 (学名/和名)
		地点	遺構/層位	
70	刀子形木製品	G	SE 1	<i>Sciadopitys verticillata</i> Sieb. et Zucc. コウヤマキ
71	平鋏身	G	SE 1	<i>Quercus</i> subgen. <i>Cyclobalanopsis</i> コナラ属アカガシ亜属
72	平鋤身	G	SE 1	<i>Quercus</i> subgen. <i>Cyclobalanopsis</i> コナラ属アカガシ亜属
73	杭	G	SE 1	<i>Torreya nucifera</i> Sieb. et Zucc. カヤ
74	杭	G	SE 1	<i>Quercus</i> sect. <i>Aegilops</i> コナラ属クヌギ節
110	杭	H	SE 5	<i>Torreya nucifera</i> Sieb. et Zucc. カヤ
111	杭	H	SE 5	<i>Ehretia</i> チシャノキ属
112	杭	H	SE 5	<i>Lindera</i> クロモジ属
146	田下駄か	H	第Ⅲ層	<i>Sciadopitys verticillata</i> Sieb. et Zucc. コウヤマキ

### 第3節 台地縁辺における自然科学分析

#### 1 自然科学分析の概要

台地縁辺にあたるJ1地点の調査では、弥生時代前期末～後期初頭の環濠をもつ集落跡と環濠廃後の弥生時代後期後半～古墳時代初頭に属する集落跡を検出することができた。そして、この調査の一環として、当該期における居住環境をより豊かに復元することを目的に、植物珪酸体分析および花粉分析を有効的に利用することで周辺の植生や環境に関する情報の蓄積を行った。しかし、上記集落跡については時期幅があるものの同一遺構面上での検出であり、さらに遺構面を覆う基本層も明確に細分できた訳ではないので、基本層だけでの上記分析では、それぞれの時期に対応する周辺の植生や環境を十分に把握できないことが予想された。そこで、弥生時代を通して完全に埋没することがなかった中環濠SE4の埋土を対象とすることで、弥生時代前期末～後期初頭における維持段階からこれ以後の廃絶期までの各段階について分析が可能であることから、より細かな時間幅での周辺環境の情報が得られると判断した。さらに、内環濠SE3の試料で補完した。

また、弥生時代後期後半～古墳時代初頭に属する集落跡では、幾らかの土坑を検出したが、このうち底面付近が袋状になる円形土坑SC7は、その形状から遺構の性格を貯蔵穴と判断した。しかし、これについては直観的な面が否めないことから、遺構の性格をより客観的に判断する材料として、植物珪酸体分析と花粉分析に加えて種実同定を実施した。

なお、植物珪酸体分析と花粉分析について、第2節に記載した分析法など同一の所見は以下の記述からは割愛した。 (二宮)

#### 2 植物珪酸体（プラント・オパール）分析

##### (1) 試料

分析試料は、弥生時代とされるSE3とSE4およびSC7の埋土から採取された計12点である。試料採取箇所を分析結果(第14図)の土層断面図に示す。

##### (2) 分析結果

##### ① 分類群

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、その結果を第8表および第14図に示した。主要な分類群について顕微鏡写真(写真8)を示す。

[イネ科]

イネ、ヨシ属、キビ族型、ススキ属型(おもにススキ属)、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)、マダケ属型(マダケ属、ホウライチク属)、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〕

クスノキ科、マンサク科（イスノキ属）、その他

## ② 植物珪酸体の検出状況

### 1) SE3（第14図上）

遺構埋土底部（試料3）では、ネザサ節型が比較的多く検出され、ヨシ属、キビ族型、ススキ属型、ウシクサ族A、メダケ節型、チマキザサ節型なども認められた。埋土中位（試料2）と埋土上位（試料1）では、ネザサ節型が増加し、試料1ではイネおよび樹木（その他）が出現している。イネの密度は1,000個/gと低い値である。おもな分類群の推定生産量によると、各層準ともネザサ節型が優勢となっている。

### 2) SE4（第14図中）

遺構埋土底部（試料33）では、ネザサ節型が比較的多く検出され、キビ族型、ススキ属型、ウシクサ族A、メダケ節型、チマキザサ節型、および樹木（その他）なども認められた。埋土下位（試料15、22）でも、おおむね同様の結果であるが、試料22ではイネ、試料15ではマンサク科（イスノキ属）が出現している。イネの密度は600個/gと低い値である。埋土中位（試料10）では、ススキ属型、ウシクサ族A、メ



写真8 J1地点における植物珪酸体

ダケ節型、ネザサ節型などが検出されたが、いずれも少量である。埋土上位（試料2、4）では、ネザサ節型が増加し、イネ、ヨシ属、マダケ属型が出現している。イネの密度は500~600個/gと低い値である。おもな分類群の推定生産量によると、おおむねネザサ節型が優勢となっている。

### 3) SC7（第14図下）

遺構埋土底部（試料4）では、ネザサ節型が比較的多く検出され、ヨシ属、キビ族型、ススキ属型、ウシクサ族A、メダケ節型、チマキザサ節型、および樹木（その他）なども認められた。埋土中位（試料3）から埋土上位（試料1）にかけては、ネザサ節型が増加し、試料1ではイネおよび樹木起源のクスノキ科が出現している。イネの密度は1,300個/gと低い値であり、稲作跡の検証や探査を行う場合の判断基準としている5,000個/gを下回っている。樹木は一般に植物珪酸体の生産量が比較的低いことから、少量が検出された場合でも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)。おもな分類群の推定生産量によると、各層準ともネザサ節型が優勢となっている。

### (3) 植物珪酸体分析から推定される植生と環境

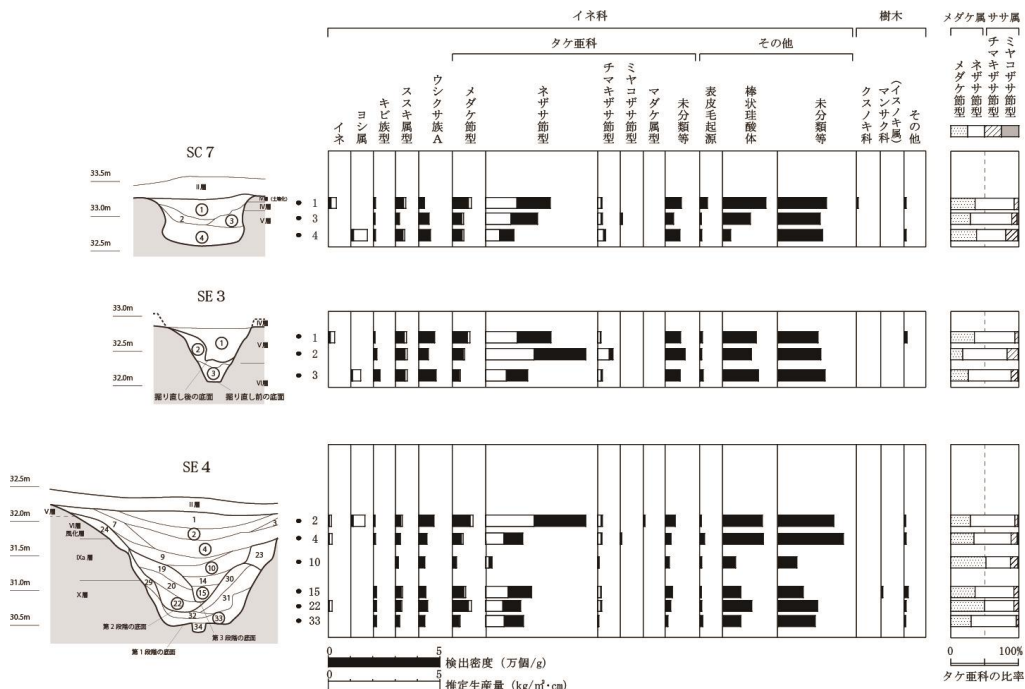
弥生時代とされる SE 3 と SE 4 および SC 7 の埋土では、部分的に少量のイネが検出された。このことから、当時は遺跡周辺で稲作が行われており、そこから何らかの形で遺構内にイネの植物珪酸体が混入したと推定される。また、ここで検出されたイネについては、遺構内もしくはその周辺で利用された稲藁に由来する可能性も考えられる。稲藁の利用としては、建物の屋根材や壁材、藁製品（俵、縄、ムシロ、草履など）および燃料など多様な用途が想定される。

各遺構の埋土の堆積当時は、メダケ属（おもにネザサ節）などの竹笹類をはじめ、ススキ属やウシクサ族（チガヤ属など）、キビ族なども見られる日当たりの良い比較的乾燥した環境であったと考えられ、部分的もしくは一時的にヨシ属が生育するような湿潤なところも見られたと推定される。また、遺跡周辺にはクスノキ科など何らかの樹木が生育していたと考えられる。

SE 4 の埋土上位（試料 2）では、マダケ属型が出現している。タケ亜科のうちマダケ属にはマダケやモウソウチクなど有用なものが多く、建築材や生活用具、食用などとしての利用価値が高いが、植物珪酸体分析でマダケ属が確認されるのはおおむね中世以降であり、一般的に見られるようになるのは近世以降である。

第 8 表 J 1 地点の植物珪酸体分析結果

検出密度 (単位: ×100個/g)		地点・試料																
分類群	学名	SE 3			SE 4						SC 7							
		1	2	3	2	4	10	15	22	33	1	3	4					
イネ科	Gramineae																	
イネ	<i>Oryza sativa</i>	10			5	6			6					13				
ヨシ属	<i>Phragmites</i>			7	10													12
キビ族型	Panicaceae type	5	13	26	5	6			11	6	11			6	5			6
ススキ属型	<i>Miscanthus</i> type	41	44	33	25	19	11	27	24	16				38	15			35
ウシクサ族 A	Andropogoneae A type	72	44	79	69	37	28	32	41	27				26	46			53
タケ亜科	Bambusoideae																	
メダケ節型	<i>Pleioloblastus</i> sect. <i>Nipponocalamus</i>	72	51	33	84	44	17	54	77	32				77	46			47
ネザサ節型	<i>Pleioloblastus</i> sect. <i>Nezasa</i>	297	457	192	458	169	28	209	159	172				294	236			129
チマキザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Sasa</i> etc.	15	70	20	20	19	6	16	18	5				19	20			35
ミヤコザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Crassinodi</i>						6											10
マダケ属型	<i>Phyllostachys</i>				5													
未分類等	Others	67	89	66	44	25	17	32	24	11				70	36			64
その他のイネ科	Others																	
表皮毛起源	Husk hair origin	10	6	13	5	19	6	5	6	11				32	5			6
棒状珪酸体	Rod-shaped	149	127	159	177	181	56	80	130	81				192	123			35
未分類等	Others	179	191	211	251	293	84	113	177	167				217	189			199
樹木起源	Arboreal																	
クスノキ科	Lauraceae																	6
マンサク科(イスノキ属)	Distylium								5									
その他	Others	10			5	6			16	6	5			6				6
植物珪酸体総数	Total	927	1092	839	1162	830	251	601	673	538				997	732			626
おもな分類群の推定生産量 (単位: kg/n <sup>2</sup> ・cm) : 試料の仮比重を 1.0 と仮定して算出																		
イネ	<i>Oryza sativa</i>	0.30			0.14	0.18			0.17					0.38				
ヨシ属	<i>Phragmites</i>			0.42	0.62													0.74
ススキ属型	<i>Miscanthus</i> type	0.51	0.55	0.41	0.31	0.23	0.14	0.33	0.29	0.20				0.48	0.19			0.44
メダケ節型	<i>Pleioloblastus</i> sect. <i>Nipponocalamus</i>	0.83	0.59	0.38	0.97	0.51	0.19	0.62	0.89	0.37				0.89	0.53			0.54
ネザサ節型	<i>Pleioloblastus</i> sect. <i>Nezasa</i>	1.43	2.19	0.92	2.20	0.81	0.13	1.00	0.76	0.83				1.41	1.13			0.62
チマキザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Sasa</i> etc.	0.12	0.52	0.15	0.15	0.14	0.04	0.12	0.13	0.04				0.14	0.15			0.26
ミヤコザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Crassinodi</i>					0.02												0.03
タケ亜科の比率 (%)																		
メダケ節型	<i>Pleioloblastus</i> sect. <i>Nipponocalamus</i>	35	18	26	29	34	52	36	50	30				36	29			38
ネザサ節型	<i>Pleioloblastus</i> sect. <i>Nezasa</i>	60	66	63	66	55	36	57	43	67				58	61			43
チマキザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Sasa</i> etc.	5	16	10	4	10	11	7	7	3				6	8			18
ミヤコザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Crassinodi</i>						1											2
メダケ率	Medake ratio	95	84	90	96	89	89	93	93	97				94	90			82



第 14 図 J 1 地点の植物珪酸体分析結果

### 3 花粉分析

#### (1) 試料

分析試料は、植物珪酸体分析に用いられたものと同一の計 12 試料である。試料採取箇所を分析結果 (第 15 図) の土層断面図に示す。

#### (2) 結果

##### ① 分類群

検出された分類群は、樹木花粉 12、樹木花粉と草本花粉を含むもの 3、草本花粉 12、シダ植物孢子 2 形態の計 30 である。分析結果を第 9 表に示し、花粉数が 100 個以上計数された試料については花粉総数を基数とする花粉ダイアグラムを示した (第 15 図)。主要な分類群について顕微鏡写真 (写真 9) を示す。以下に出現した分類群を記載する。

〔樹木花粉〕

ツガ属、マツ属複維管束亜属、スギ、クリ、シイ属-マテバシイ属、コナラ属コナラ亜属、コナラ属アカガシ亜属、サンショウ属、トチノキ、ブドウ属、ハイノキ属、モクセイ科

〔樹木花粉と草本花粉を含むもの〕

クワ科-イラクサ科、マメ科、ニワトコ属-ガマズミ属

〔草本花粉〕

ガマ属-ミクリ属、イネ科、アカザ科-ヒユ科、ナデシコ科、キンポウゲ属、カラマツソウ属、アブラナ科、ツリフネソウ属、セリ亜科、タンポポグ亜科、キク亜科、ヨモギ属

〔シダ植物孢子〕

単条溝孢子、三条溝孢子



## ② 花粉群集の特徴

### 1) SE 3 (第 15 図上)

各試料とも花粉密度が低く、ほぼ草本花粉で占められる。遺構埋土底部（試料 3）では、ヨモギ属、キク亜科、イネ科が優勢で、セリ亜科、タンポポ亜科などが伴われる。樹木花粉では、コナラ属コナラ亜属、ブドウ属、コナラ属アカガシ亜属、クリなどが認められた。埋土上位（試料 1）では、タンポポ亜科が増加し、キク亜科は減少している。埋土中位（試料 2）でも、おおむね同様の分類群が検出されたが、花粉密度はかなり低くなっている。



写真9 J1地点の花粉・胞子

### 2) SE 4 (第 15 図中)

遺構埋土底部（試料 33）から埋土下位（試料 15、22）にかけては、花粉密度がかなり低く、ヨモギ属、タンポポ亜科、キク亜科などが認められた。埋土中位（試料 10）では、花粉が検出されなかった。埋土上位（試料 2）では、花粉密度が比較的高く、ヨモギ属、タンポポ亜科、イネ科が優勢で、キク亜科などが伴われる。樹木花粉では、コナラ属コナラ亜属、シイ属-マテバシイ属、コナラ属アカガシ亜属、クリなどが認められた。埋土上位（試料 4）でも、おおむね同様の分類群が検出されたが、花粉密度はかなり低くなっている。

### 3) SC 7 (第 15 図下)

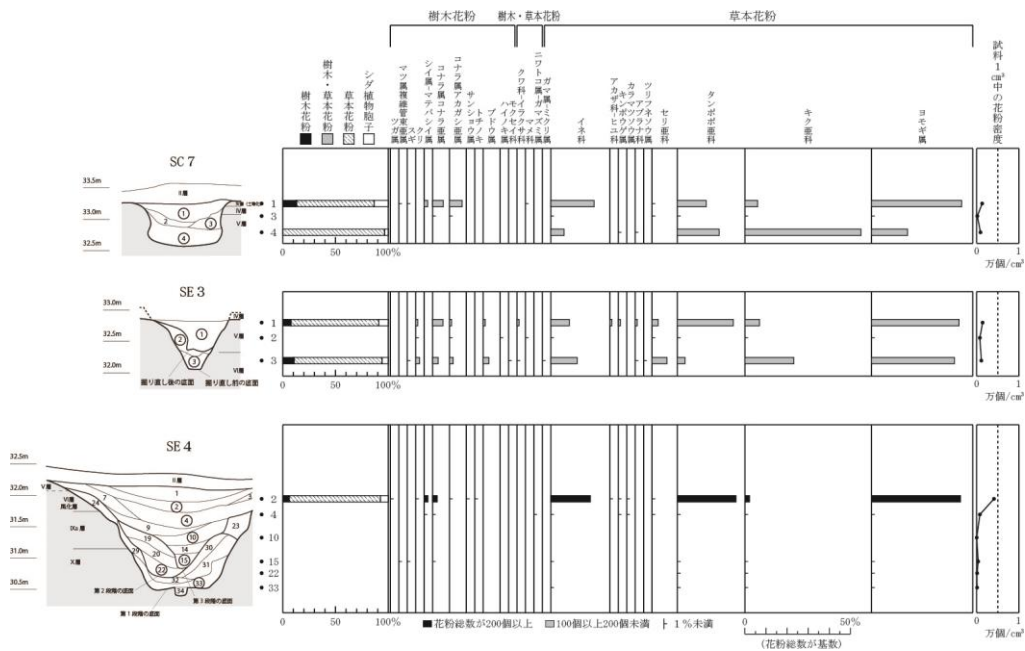
各試料とも花粉密度が低く、ほぼ草本花粉で占められる。遺構埋土底部（試料 4）では、キク亜科、タンポポ亜科、ヨモギ属が優勢で、イネ科などが伴われる。埋土上位（試料 1）では、ヨモギ属、イネ科が増加し、キク亜科は減少している。また、樹木花粉のコナラ属アカガシ亜属、コナラ属コナラ亜属、シイ属-マテバシイ属などが出現している。埋土中位（試料 3）でも、おおむね同様の分類群が検出されたが、花粉密度はかなり低くなっている。

## (3) 花粉分析から推定される植生と環境

弥生時代とされる SE 3 と SE 4 の埋土では、花粉があまり検出されないことから植生や環境の詳細な推定は困難であるが、埋土の堆積当時はヨモギ属、イネ科、タンポポ亜科、キク亜科などの草本類が生育する日当たりの良い比較的乾燥した環境であったと考えられ、遺跡周辺にはコナラ属コナラ亜属

第9表 J1地点の花粉分析結果

分類群	学名	和名	SE 3			SE 4					SC 7			
			1	2	3	2	4	10	15	22	33	1	3	4
Arboreal pollen	樹木花粉													
	<i>Tsuga</i>	ツガ属				1								
	<i>Pinus</i> subgen. <i>Diploxylon</i>	マツ属複雑管束亜属							1			1		
	<i>Cryptomeria japonica</i>	スギ			1							1		
	<i>Castanea crenata</i>	クリ	1	1	2	1								
	<i>Castanopsis-Pasania</i>	シイ属-マテバシイ属				4	1					2		
	<i>Quercus</i> subgen. <i>Lepidobalanus</i>	コナラ属コナラ亜属	5		3	5	1		1			6	2	
	<i>Quercus</i> subgen. <i>Cyclobalanopsis</i>	コナラ属アカガシ亜属	1	1	2	2						7	1	
	<i>Zanthoxylum</i>	サンショウ属				1								
	<i>Aesculus turbinata</i>	トチノキ				1								
	<i>Vitis</i>	ブドウ属	1		3									
	<i>Symplocos</i>	ハイノキ属		1										
	Oleaceae	モクセイ科				1								
Arboreal・Nonarboreal pollen	樹木・草本花粉													
Moraceae-Urticaceae	クワ科-イラクサ科		1		1									
Leguminosae	マメ科			1								1		
<i>Sambucus-Viburnum</i>	ニワトコ属-ガマズミ属							1						
Nonarboreal pollen	草本花粉													
<i>Typha-Sparganium</i>	ガマ属-ミクリ属				1									
Gramineae	イネ科		9	1	14	42	14		1		1	24	3	7
Chenopodiaceae-Amaranthaceae	アカザ科-ヒユ科		1			2								
<i>Ranunculus</i>	キンボウゲ属		1			1	3							1
<i>Thalictrum</i>	カラマツソウ属					1	1							
Cruciferae	アブラナ科		1		1									1
<i>Impatiens</i>	ツリフネソウ属				1									
Apioidae	セリ亜科		3	1	8	1	1					1	6	
Lactucoideae	タンポポ科		27	7	4	62	24		13	4	3	16	15	22
Asteroidae	キク亜科		7	6	26	5	5		3	3	2	7	10	61
<i>Artemisia</i>	ヨモギ属		44	31	44	94	13		21	4	5	50	27	19
Fern spore	シダ植物胞子													
Monolate type spore	単条溝胞子		4	2	4	7	13		31	10		6	5	3
Trilate type spore	三条溝胞子		6	4	3	11	1				1	12	4	1
Arboreal pollen	樹木花粉		8	3	12	15	2		3			17	3	
Arboreal・Nonarboreal pollen	樹木・草本花粉		1	1	1		1					1		
Nonarboreal pollen	草本花粉		93	46	99	208	61		38	11	11	98	61	111
Total pollen	花粉総数		102	50	112	223	64	0	41	11	11	116	64	111
Pollen frequencies of 1cm <sup>3</sup>	試料1cm <sup>3</sup> 中の花粉密度		1.4	7.7	1.1	4.1	7.3		3.4	8.8	9.9	1.3	6.5	9.2
			$\times 10^{-3}$	$\times 10^{-2}$	$\times 10^{-3}$	$\times 10^{-3}$	$\times 10^{-2}$		$\times 10^{-2}$	$\times 10^{-1}$	$\times 10^{-1}$	$\times 10^{-3}$	$\times 10^{-2}$	$\times 10^{-2}$
Unknown pollen	未同定花粉		3	1	7	7	2	0	2	0	0	6	1	4
Fern spore	シダ植物胞子		10	6	7	18	14	0	31	10	1	18	9	4
Helminth eggs	寄生虫卵		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Stone cell	石細胞		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Digestion remains	明らかな消化残渣		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Charcoal・woods fragments	微細炭化物・微細木片		(+)	(+)	(+)	(++)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
微細植物遺体(Charcoal・woods fragments)	( $\times 10^7$ )													
未分解遺体片														0.4
分解質遺体片			36.6	8.5	8.5	102.4	12.1	1.1	10.4	10.9	13.6	28.7	13.6	14.2
炭化遺体片(微粒炭)						1.9					0.5	0.6		0.4



第15図 J1地点の花粉ダイアグラム

ヤクリなどの落葉樹、およびコナラ属アカガシ亜属やシイ属ーマテバシイ属などの照葉樹が分布していたと推定される。

花粉があまり検出されない原因としては、1) 乾燥もしくは乾湿を繰り返す堆積環境下で花粉などの有機質遺体が分解されたこと、2) 土層の堆積速度が速かったこと、3) 水流や粒径による淘汰・選別を受けたことなどが想定されるが、ここでは土層の堆積状況などから1)の要因が大きいと考えられる。

SC7の埋土でも、花粉があまり検出されないことから植生や環境の詳細な推定は困難であるが、SE3やSE4の埋土とおおむね同様の植生・環境が示唆される。花粉があまり検出されない原因としては、前述のようなことが考えられる。

#### 4 種実同定

##### (1) はじめに

植物の種子や果実は比較的強靱なものが多く、堆積物や遺構内などに残存している場合がある。堆積物や遺構埋土などから種実を検出し、その種類や構成を調べることで、過去の植生や植物利用の実態を明らかにすることができる。

##### (2) 試料

分析試料は、SC7の埋土上位(試料1)、埋土中位(試料3)、埋土底部(試料4)の3点である(第14・15図の土層断面図参照)。

##### (3) 方法

以下の手順で、種実の抽出と同定を行った。

- 1) 試料 200cm<sup>3</sup>に水を加えて泥化
- 2) 攪拌した後、0.25 mmの篩で水洗選別
- 3) 双眼実体顕微鏡下で検鏡・計数

同定は種実の形態的特徴および現生標本との対比で行い、結果は同定レベルによって科、属、種の階級で示した。

##### (4) 結果および考察

SC7の埋土(試料1、3、4)では、分解質植物遺体片(根の細片や破片など)は認められるものの(第9表)、種実類はまったく検出されなかった。種実類が検出されない原因としては、乾燥もしくは乾湿を繰り返す堆積環境下で種実などの有機質遺体が分解されたことなどが考えられる。

## 参考文献

- 伊東隆夫・山田昌久（2012）木の考古学．出土木製品用材データベース．海青社，449p.
- 笠原安夫（1985）日本雑草図説，養賢堂，494p.
- 金原正明（1993）花粉分析法による古環境復原．新版古代の日本第10巻古代資料研究の方法，角川書店，p. 248-262.
- 金原正明（1999）寄生虫．考古学と動物学．考古学と自然科学，2，同成社，p. 151-158.
- 金原正明（2004）寄生虫卵分析．環境考古学ハンドブック，朝倉書店，p. 419-429.
- 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.
- 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，60p.
- 島地 謙・佐伯 浩・原田 浩・塩倉高義・石田茂雄・重松頼生・須藤彰司（1985）木材の構造．文永堂出版，290p.
- 島地 謙・伊東隆夫（1988）日本の遺跡出土木製品総覧．雄山閣，296p.
- 杉山真二・藤原宏志（1986）機動細胞珪酸体の形態によるタケ亜科植物の同定－古環境推定の基礎資料として－．考古学と自然科学，19，p. 69-84.
- 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.
- 杉山真二（2009）植物珪酸体と古生態．人と植物の関わりあい④．大地と森の中で－縄文時代の古生態系－．縄文の考古学Ⅲ．小杉康ほか編．同成社，p. 105-114. 中村純（1967）花粉分析．古今書院，p. 82-110.
- 中村純（1974）イネ科花粉について、とくにイネ（*Oryza sativa*）を中心として．第四紀研究，13，p. 187-193.
- 中村純（1977）稲作とイネ花粉．考古学と自然科学，第10号，p. 21-30.
- 中村純（1980）日本産花粉の標徴．大阪自然史博物館収蔵目録第13集，91p.
- 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.
- 南木睦彦（1993）葉・果実・種子．日本第四紀学会編 第四紀試料分析法，東京大学出版会，p. 276-283.
- 山田昌久（1993）日本列島における木質遺物出土遺跡文献集成－用材から見た人間・植物関係史．植生史研究特別1号．植生史研究会，242p.