第６節　自然科学分析

1　自然科学分析の概要

川骨遺跡から出土した炭化物および採取した土壌などの分析を科学的に行うことによって，遺跡の時代ごとにおける環境を明らかにするための自然科学分析を，古環境研究所株式会社，パリノ・サーヴェイ株式会社，株式会社加速器分析研究所に委託した。また，古銭の成分分析を本センターで行った。

それぞれの自然科学分析の概要は以下のとおりである。

(1) 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・環境の復元に応用されており，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。今回は，低湿地における植生・環境の復元のために花粉分析を行った。

(2) 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）となって土壌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。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。低湿地の土層断面図から，水田跡が存在していたと考えられるが，畝などの水田に不随する遺構を検出できなかったため，水田跡としての確証を得るために植物珪酸体分析を行った。また，4 地点で畝間状遺構を検出した。畝間であるか，また，畝間であるとしたらどのような植物を栽培していたのかを明らかにするために，植物珪酸体分析を行った。

(3) 放射性炭素年代測定法とは，空気中に含まれるきわめて微量の炭素がもつ放射能が半減する期間が約 5730 年であるという原理に基づき，この減量を測定することによりそのものが遺物となった年代を明らかにするものである。今回は，2 地点で検出された鍛冶炉の年代を明らかにするため，放射性炭素年代測定を行った。

(4) 樹種同定は，当時の植生・環境を復元するための材料の一つとなる。今回は，3 地点の低湿地Ⅴ層から多数出土した木材の樹種の同定を行った。

(5) 種実同定により，当時の植生・環境を復元するための材料の一つとなる。3 地点の低湿地Ⅴｂ層からは，遺物は出土しなかったものの種実が多数出土した。これらの種実同定を行い，また同じ種実で放射性炭素年代測定を行った。

(6) 出土古銭の蛍光 X 線分析を行い，成分組成の分析を行った。

1　川骨遺跡における花粉分析

株式会社　古環境研究所

(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・環境の復元に応用されており，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。花粉などの植物遺体は，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) 試料

分析試料は，低湿地西側および低湿地東側の 2 地点から採取された計 22 点である。試料採取箇所を分析結果の模式柱状図に示す。

(3) 分析法

花粉の分離抽出は，中村（1973）の方法をもとに，以下の手順で行った。

①試料から 1cm^3 を秤量

② 0.5％リン酸三ナトリウム（120k）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 のエルドマン試液を加え 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。

(4) 結果

①分類群

出現した分類群は , 樹木花粉 11，樹木花粉と草本花粉を含むもの 2，草本花粉 7，シダ植物胞子 2 形態の計 22 である。分析結果を表 1 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。主要な分類群について顕微鏡写真を示す。以下に出現した分類群を記載する。

〔樹木花粉〕

マツ属複維管束亜属，スギ，ヤマモモ属，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，ジャケツイバラ，ハイノキ属

〔樹木花粉と草本花粉を含むもの〕

マメ科，ウコギ科

〔草本花粉〕

イネ科，アブラナ科，チドメグサ亜科，セリ亜科，シソ科，タンポポ亜科，ヨモギ属

〔シダ植物胞子〕

単条溝胞子，三条溝胞子

②花粉群集の特徴

【低湿地西側地点（図１）】

Ⅴ層（試料 11）では，花粉が検出されなかった。Ⅳｃ層（試料 10）では，樹木花粉のクリ，シイ属－マテバシイ属，草本花粉のシソ科が検出されたが，いずれも少量である。Ⅳｂ層②（試料 9）からⅢ層（試料 2）にかけては，花粉が検出されなかった。Ⅱ層（試料 1）では，草本花粉が 76％を占める。草本花粉ではアブラナ科が卓越し，イネ科，チドメグサ亜科が伴われる。樹木花粉では，スギが少量検出された。

【低湿地東側地点（図 2)】

Ⅴ層（試料 22）では，草本花粉のセリ亜科，シソ科，樹木花粉のコナラ属コナラ亜属，コナラ属アカガシ亜属が検出されたが，いずれも少量である。Ⅳｃ層（試料 21）では，樹木花粉が約 90％を占める。樹木花粉では，シイ属－マテバシイ属が卓越し，コナラ属コナラ亜属，コナラ属アカガシ亜属，クリなどが伴なわれる。草本花粉ではシソ科，イネ科，ヨモギ属などが少量検出された。Ⅳｂ層②（試料 20）からⅢ層（試料 13）にかけては，花粉が検出されなかった。Ⅱ層（試料 12）では , 草本花粉のイネ科，アブラナ科，タンポポ亜科が検出されたが，いずれも少量である。

(5) 花粉分析から推定される植生と環境

下位のⅤ層（古墳時代の包含層）では，花粉がほとんど検出されないことから，植生や環境の推定は困難である。花粉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花粉などの有機質遺体が分解されたことなどが考えられる。

Ⅳｃ層の堆積当時は，シイ属－マテバシイ属を主体としてカシ類（コナラ属アカガシ亜属）も生育する照葉樹林が分布しており，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。また，林縁などにはシソ科，イネ科，ヨモギ属などが生育していたと考えられる。シイ林は照葉樹林の中でも乾燥したところに立地する森林であり , やや乾燥した環境が示唆される。

Ⅳｂ層②からⅢ層にかけては，花粉が検出されなかった。花粉が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。

Ⅱ層では，花粉密度が低いことから植生や環境の詳細な推定は困難であるが，おもにアブラナ科が多く生育し，イネ科 , チドメグサ亜科，シダ類も見られたと推定される。アブラナ科には，アブラナ（ナタネ），ダイコン，ハクサイ，タカナ，カブなど多くの栽培植物が含まれていることから，これらを栽培する畑作の可能性が示唆される。森林植生としては，周辺地域にスギなどが分布していたと考えられる。

文献

金原正明（1993）花粉分析法による古環境復元，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.

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

中村純（1973）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，p.91

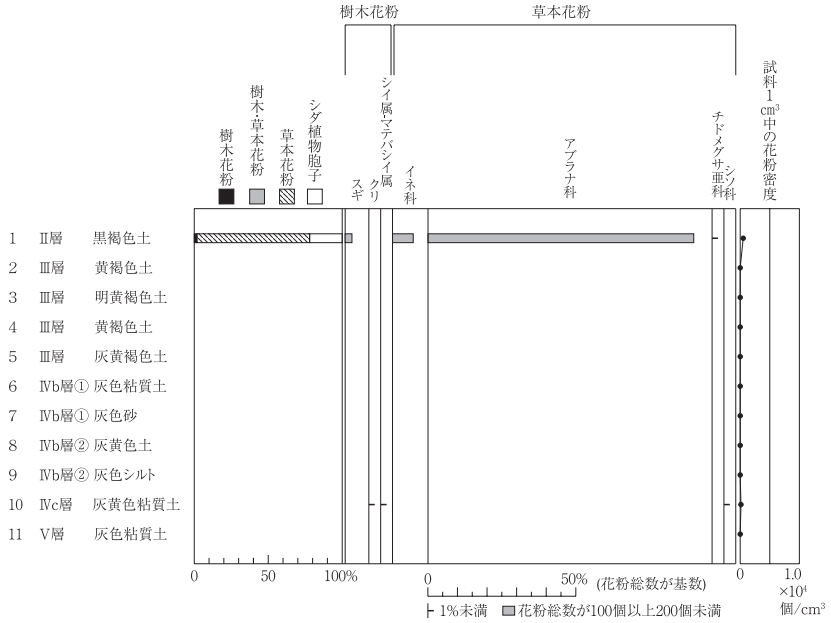


図1　川骨遺跡低湿地西側地点における花粉ダイアグラム

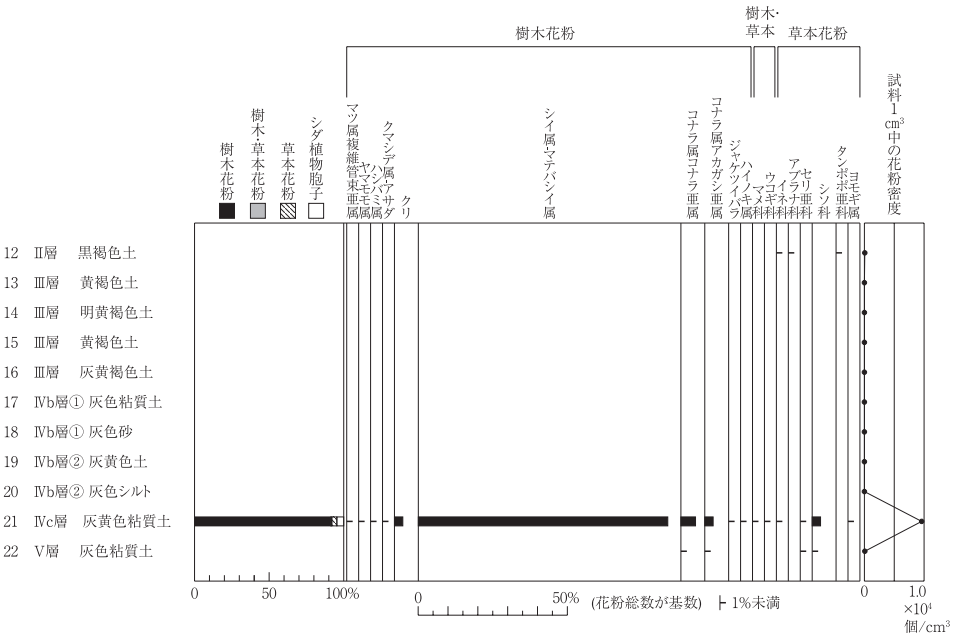
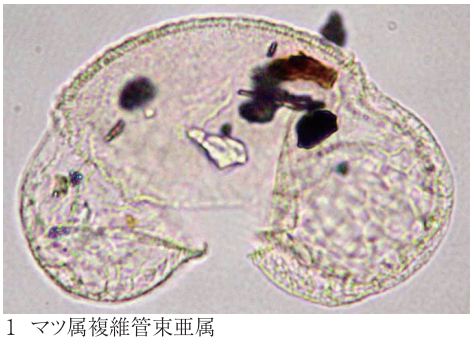


図2　川骨遺跡低湿地東側地点における花粉ダイアグラム

表１　川骨遺跡における花粉分析結果

分類群		低湿地西側											低湿地東側										
学名	和名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Arboreal pollen	樹木花粉																						
Pinus subgen.Diploxylon	マツ属複維管束亜属																					1	
Cryptomeria japonica	スギ	3																					
Myrica	ヤマモモ属																					1	
Corylus	ハシバミ属																					1	
Carpinus-Ostrya japonica	クマシデ属 - アサダ																					2	
Castanea crenata	クリ										2											11	
Castanopsis-Pasania	シイ属 - マテバシイ属										13											326	
Quercus subgen.Lepidobalanus	コナラ属コナラ亜属																					19	2
Quercus subgen.Cyclobalanopsis	コナラ属アカガシ亜属																					11	1
Caesalpinia japonica	ジャケツイバラ																					1	
Symplocos	ハイノキ属																					1	
Arboreal・Nonarboreal pollen	樹木・草本花粉																						
Leguminosae	マメ科																					1	
Araliaceae	ウコギ科																					1	
Nonarboreal pollen	草本花粉																						
Gramineae	イネ科	9											2									1	
Cruciferae	アブラナ科	115											8										
Hydrocotyloideae	チドメグサ亜科	1																					
Apioideae	セリ亜科																					1	1
Labiatae	シソ科										2											11	2
Lactucoideae	タンポポ亜科												1										
Artemisia	ヨモギ属																					1	
Fern spore	シダ植物胞子																						
Monolate type spore	単条溝胞子	12											1									5	
Trilate type spore	三条溝胞子	24											7									14	1
Arboreal pollen	樹木花粉	3	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	374	3
Arboreal・Nonarboreal pollen	樹木・草本花粉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Nonarboreal pollen	草本花粉	125	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	14	3
Total pollen	花粉総数	128	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	390	6
Pollen frequencies of 1cm3	試料 1cm3 中の花粉密度	5.1 $\times10^{2}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3 $\times10^{2}$	0.6 $\times10$	6.6 $\times10$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6 $\times10^{3}$	7.2 $\times10$
Unknown pollen	未同定花粉	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	6
Fern spore	シダ植物胞子	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	19	1
Helminth eggs	寄生虫卵	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Digestion rimeins	明らかな消化残渣	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Charcoal fragments	微細炭化物												(+)	(+)									

川骨遺跡の花粉･胞子


1　マツ属複維管束亜属

2　スギ

3　ハシバミ属

4　クリ

5　シイ属-マテバシイ属

6　コナラ属コナラ亜属

7　コナラ属アカガシ亜属

8　ハイノキ属

9　イネ科

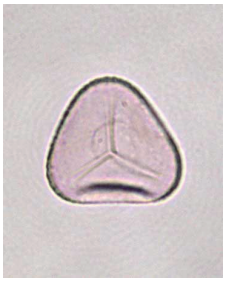
10　アブラナ科

11　セリ亜科

12　シソ科

13　ヨモギ属

14　シダ植物単条溝胞子


15　シダ植物三条溝胞子

10μm

２　川骨遺跡における植物珪酸体分析

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）となって土壌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）。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) 試料

分析試料は，低湿地西側および低湿地東側の２地点から採取された計 22 点である。試料採取箇所を分析結果の模式柱状図に示す。

(3) 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℃で 24 時間乾燥（絶乾）
②試料約１g に対し直径約 40 μ 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℃・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 μ 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 1g 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 1g 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 1cm 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）。

(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，図２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（穎の表皮細胞由来），ムギ類（穎の表皮細胞），ヨシ属，シバ属，ススキ属型（おも

にススキ属），ウシクサ属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），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〕
　ブナ科（シイ属），ブナ科（アカガシ亜属），クスノキ科，アワブキ科，その他

(5) 考察
①稲作跡の検討
　水田跡（稲作跡）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およそ 3,000 個 /g として検討を行った。

【低湿地西側（図 1)】
　Ⅱ層（試料 1）からⅤ層（試料 11）までの層準について分析を行った。その結果，Ⅱ層（試料 1）～Ⅳｂ層①（試料 6），およびⅣｂ層②（試料 8）～Ⅳｃ層（試料 10）からイネが検出された。このうち，Ⅱ層（試料 1）とⅢ層（試料 2）では，密度が 20,000 個 /g および 14,200 個 /g とかなり高い値であり，Ⅲ層（試料 4）とⅣｂ層②（試料 8）でも 2,900 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。その他の層準では，密度が 700 ～ 2,200 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。

【低湿地東側（図 2)】
　Ⅱ層（試料 1）からⅤ層（試料 11）までの層準について分析を行った。その結果，Ⅱ層（試料 12）～Ⅳｂ層①（試料 17），およびⅣｂ層②（試料 19）からイネが検出された。このうち，Ⅱ層（試料１）とⅢ層（試料２）では，密度が 17,900 個 /g および 16,900 個 /g とかなり高い値であり，Ⅲ層（試料 16）とⅣｂ層②（試料 19）でも 7,500 個 /g および 5,800 個 /g と高い値である。また，Ⅲ層（試料 14）でも，2,900 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。その他の層準では，密度が 1,400 ～ 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。

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が検出された。

ムギ類（穎の表皮細胞）は，低湿地西側のⅡ層（試料 1）～Ⅲ層（試料 3）および低湿地東側のⅡ層（試料 12）から検出された。密度は 700 ～ 1,400 個 /g 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かなり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。

イネ科栽培植物の中には未検討のものもあるため，キビ属型など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。下位のⅤ層（古墳時代の包含層）では，ヨシ属，ススキ属型，ウシクサ属Ａ，メダケ節型，ネザサ節型，および樹木（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）などが検出されたが，いずれも少量である。Ⅳｃ層からⅣｂ層②にかけてはマンサク科（イスノキ属）が大幅に増加し，アワブキ科も出現している。Ⅳｂ層①からⅡ層にかけては，イネの増加に伴ってマンサク科（イスノキ属）は次第に減少している。また，Ⅲ層上部ではマダケ属型が出現している。

以上の結果から，古墳時代の調査区周辺は，おおむねススキ属やチガヤ属，メダケ属（メダケ節やネザサ節）などが生育する比較的開かれた環境であったと考えられ，ヨシ属が生育するような湿地的なところも見られたと推定される。また，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考えられる。

Ⅳｃ層からⅣｂ層②にかけては，何らかの原因で照葉樹のイスノキ属が増加したと考えられるが，Ⅲ層より上位では稲作の拡大に伴ってイスノキ属は次第に減少したと推定される。Ⅲ層上部より上位ではマダケ属が見られるが，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。

(6) まとめ

植物珪酸体分析の結果，Ⅱ層，Ⅲ層，およびⅣｂ層②上部では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。また，Ⅱ層およびⅢ層上部では，ムギ類が栽培されていた可能性も認められた。

古墳時代頃の調査区周辺は，おおむねススキ属やチガヤ属，メダケ属（メダケ節やネザサ節）などが生育する比較的開かれた環境であったと考えられ，ヨシ属が生育するような湿地的なところも見られたと推定される。また，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

布していたと考えられる。Ⅳｃ層からⅣｂ層②にかけては，何らかの原因で照葉樹のイスノキ属が増加したと考えられるが，Ⅲ層より上位では稲作の拡大に伴ってイスノキ属は次第に減少したと推定される。

文献

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.

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.

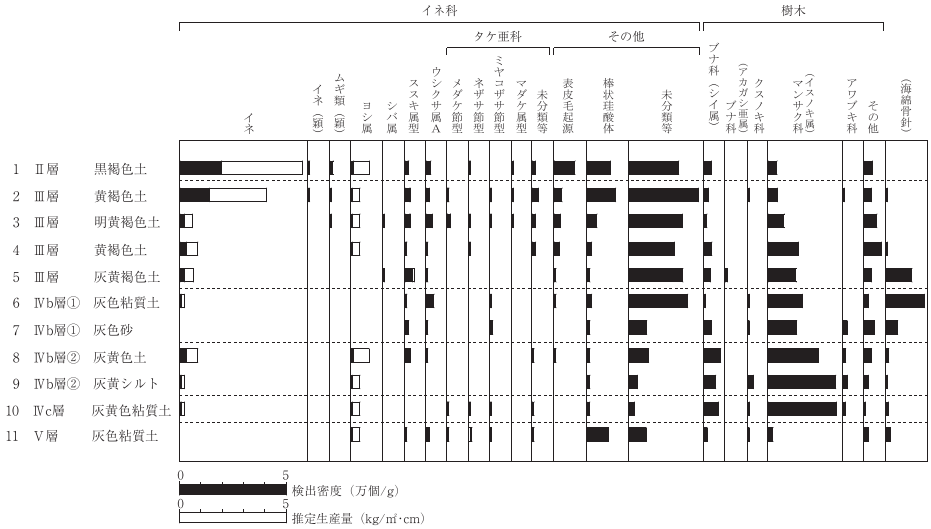


図１　川骨遺跡低湿地西側地点における植物珪酸体分析結果

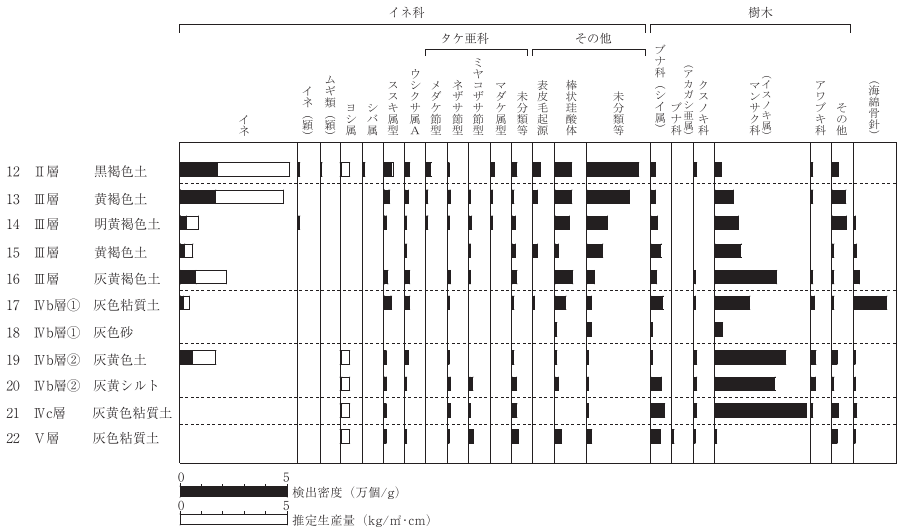
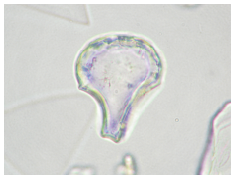


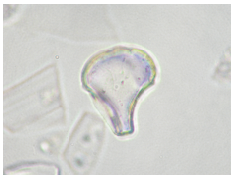
図２　川骨遺跡低湿地東側地点における植物珪酸体分析結果

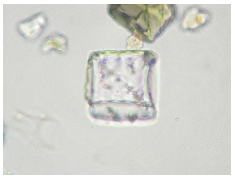
表１　川骨遺跡における植物珪酸体分析結果

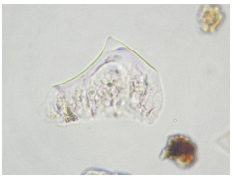
分類群	学名	地点・試料	低湿地西側											低湿地東側										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
イネ科	Gramineae																							
イネ	Oryza sativa		200	142	20	29	22	7		29	7	7		179	169	29	20	75	14		58			
イネ籾殻 (穎の表皮細胞)	Oryza sativa (husk Phytolith)		7	7										7		7								
ムギ類 (穎の表皮細胞)	Hordeum-Triticum (husk Phytolith)		14	7	7									7										
ヨシ属	Phragmites		14	7	7	7				14	7	7	7	7							7	7	7	7
シバ属	Zoysia				7		7							7										
ススキ属型	Miscanthus type		14	21	20	7	36	7	14	21			7	35	21	7		14	28		7	7	7	7
ウシクサ属A	Andropogoneae A type		21	14	27	7	7	36	7	7			15	21	14	7	7	21	21		14	7		7
タケ亜科	Bambusoideae																							
メダケ節型	Pleioblastus sect. Nipponocalamus			7	14							7	7	21	7	7								
ネザサ節型	Pleioblastus sect. Nezasa		7		7	7						7	15	7	14	7		14	7		7	14	14	7
ミヤコザサ節型	Sasa sect. Crassinodi			7	7			7	14			7	7		7	14	7	7				20	7	22
マダケ属型	Phyllostachys		7	7	7									14	7	7								
未分類等	Others		14	28	14	15				7		7	7	21	7	14	13	21	7		7	20	21	29
その他のイネ科	Others																							
表皮毛起源	Husk hair origin		96	35	27	22	7	7		7				35	21		20		7					
棒状珪酸体	Rodshaped		110	134	47	22	14	22	14	14	14	13	44	76	77	65	13	82	49	7	7	14		29
未分類等	Others		234	326	250	213	253	276	84	93	41	27	81	242	197	94	74	34	21	21	7	7	7	22
樹木起源	Arboreal																							
ブナ科 (シイ属)	Castanopsis		34	21	14	37	29	7	35	78	55	67	15	21	21	29	47	27	56	7	7	48	64	43
ブナ科 (アカガシ亜属)	Quercus subgen. Cyclobalanopsis						7																	7
クスノキ科	Lauraceae			7				7	7		27	7	7	14				7	7		14	14	14	7
マンサク科 (イスノキ属)	Distylium		41	42	74	140	130	160	133	235	316	319	22	28	85	108	121	288	162	35	331	280	427	7
アワブキ科	Sabiaceae			7					21	14	21	13		7	7			7	14		22	20	7	
その他	Others		41	35	61	81	36	22	49	36	21	7	22	28	63	65	7	7	7		22	7	28	22
（海綿骨針）	Sponge spicules			7		7	123	182	56	14	7	13	22			7	13	27	155		7	7	14	7
植物珪酸体総数	Total		853	856	609	588	549	560	377	556	508	492	256	773	718	462	328	603	401	71	511	464	605	217
おもな分類群の推定生産量（単位：kg / ㎡・cm）：試料の仮比重を 1.0 と仮定して算出																								
イネ	Oryza sativa		5.87	4.16	0.60	0.86	0.64	0.21		0.84	0.20	0.20		5.28	4.97	0.85	0.59	2.22	0.41		1.69			
ヨシ属	Phragmites		0.87	0.45	0.43	0.46				0.90	0.43	0.42	0.46	0.44							0.45	0.43	0.45	0.46
ススキ属型	Miscanthus type		0.17	0.26	0.25	0.09	0.45	0.09	0.17	0.27			0.09	0.43	0.26	0.09		0.17	0.35		0.09	0.08	0.09	0.09
メダケ節型	Pleioblastus sect. Nipponocalamus			0.08	0.16							0.08	0.08	0.24	0.08	0.08								
ネザサ節型	Pleioblastus sect. Nezasa		0.03		0.03	0.04						0.03	0.07	0.03	0.07	0.03		0.07	0.03		0.03	0.07	0.07	0.03
ミヤコザサ節型	Sasa sect. Crassinodi			0.02	0.02			0.02	0.04			0.02	0.02		0.02	0.04	0.02	0.02				0.06	0.02	0.07
タケ亜科の比率（%）																								
メダケ節型	Pleioblastus sect. Nipponocalamus			79	75							60	48	88	48	52								
ネザサ節型	Pleioblastus sect. Nezasa		100		15	100						25	40	12	40	21		76	100		100	52	76	35
チマキザサ節型	Sasa sect. Sasa etc.																							
ミヤコザサ節型	Sasa sect. Crassinodi			21	10			100	100			15	12		12	27	100	24				48	24	65

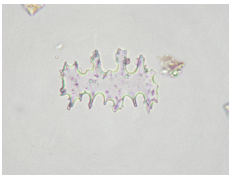
川骨遺跡の植物珪酸体（プラント・オパール）

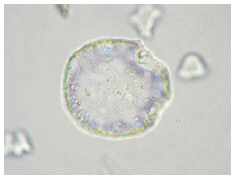

イネ

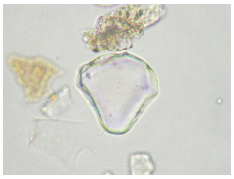

イネ

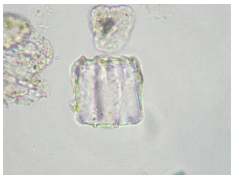

イネ（側面）

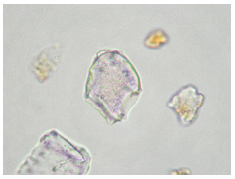

イネの籾殻(穎の表皮細胞)

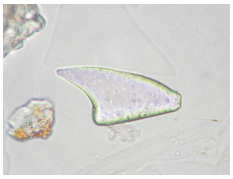

ムギ類（穎の表皮細胞）

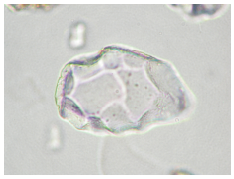

ヨシ属

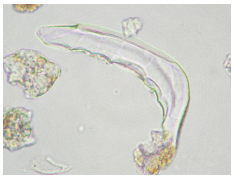

ススキ属型

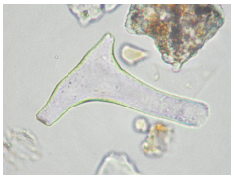

ネザサ節型

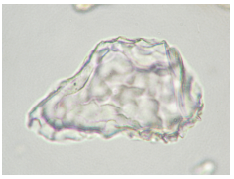

マダケ属型

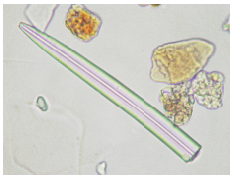

表皮毛起源


ブナ科（シイ属）


クスノキ科


マンサク科（イスノキ属）


アワブキ科


海綿骨針

50μm

3　川骨遺跡における自然科学分析

株式会社　古環境研究所

Ⅰ．川骨遺跡における植物珪酸体分析

(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）となって土壌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）。

(2) 試料

分析試料は，E･F-21･22 区の畝間状遺構から採取された畝間 1 北（試料 1），畝間 1 南（試料 2），畝間 2 北（試料 3），畝間 2 南（試料 4），畝間 3 北（試料 5），畝間 3 南（試料 6），畝間 4 南（試料 8），畝間 5 南（試料 10），畝間 6 南（試料 12），畝間 7（試料 13）の 10 点である。

(3) 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℃で 24 時間乾燥（絶乾）
②試料約 1g に対し直径約 40 μ 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℃・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 μ 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 1g 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 1g 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 1cm 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。

(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，サヤヌカグサ属，ムギ類（穎の表皮細胞），キビ属型，ヨシ属，シバ属，ススキ属型（おもにススキ属），ウシクサ属Ａ（チガヤ属など），ウシクサ属Ｂ（大型）

〔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），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

〔シダ類〕

〔樹木〕

ブナ科（シイ属），クスノキ科，マンサク科（イスノキ属），アワブキ科，その他

(5) 考察

①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。ただし，畑稲作（陸稲栽培）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ため，イネの密度は水田跡と比較してかなり低くなり，1,000 ～ 2,000 個 /g 程度である場合が多い（杉山，2000）。

E･F-21･22 区の畝間状遺構から採取された 10 試料について分析を行った。その結果，畝間１南（試料 2）を除く 9 試料からイネが検出された。密度は 600 ～ 2,200 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，1）畑稲作（陸稲栽培）であったこと，2）稲作が行われていた期間が短かったこと，3）土層の堆積速度が速かったこと，4）稲藁が耕作地以外に持ち出されていたことなどが想定されるが，ここでは 1）の要因が大きいと考えられる。

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が検出された。

ムギ類（穎の表皮細胞）は，畝間５南（試料 10）から検出された。密度は 600 個 /g 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かなり過大に評価する必要がある。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ムギ類が栽培されていた可能性が考えられる。

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

上記以外の分類群では，ススキ属型，ウシクサ属Aが検出され，部分的にキビ属型，ヨシ属，メダケ節型，ネザサ節型なども認められた。また，樹木ではマンサク科（イスノキ属）が多量に検出され，ブナ科（シイ属），クスノキ科なども認められた。マンサク科（イスノキ属）の密度は，52,400 ～ 81,800 個 /g と極めて高い値である。

以上の結果から，当時の調査区周辺はススキ属やチガヤ属などが生育する日当たりの良い比較的乾燥した環境であり，部分的にヨシ属が生育するような湿地的なところも見られたと考えられる。また，遺跡周辺にはイスノキ属を主体としてシイ属，クスノキ科なども生育する照葉樹林が分布していたと推定される。なお，イスノキの木材は器具類や薪炭など多様な用途に利用され，樹皮や葉の灰（いすばい）は釉薬に用いられる。

(6) まとめ

植物珪酸体分析の結果，E・F-21･22 区の畝間状遺構では，分析を行ったほとんどの試料からイネが検出され，稲作が行われていた可能性が認められた。また，部分的にムギ類が栽培されていた可能性も認められた。

当時の調査区周辺は，ススキ属やチガヤ属などが生育する日当たりの良い比較的乾燥した環境であり，部分的にヨシ属が生育するような湿地的なところも見られたと考えられる。また，遺跡周辺にはイスノキ属を主体としてシイ属，クスノキ科なども生育する照葉樹林が分布していたと推定される。

文献

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.

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.