

先史・原史時代奈良盆地の自然環境

—その2 コアの記載と生物資料—¹⁾

Natural Environments in the Nara Basin through the Pre- and Protohistoric Ages.

—2. Descriptions of Core Samples and Analysis on Biogenic Materials.—

日本先史・原史時代の人々の地形認識と土地利用研究グループ²⁾

Joint Research Group on the Geomorphological Recognition and Land Utilization of
Pre- and Protohistoric Japanese Peoples.

はじめに

本研究の前報（日本先史・原史時代の人々の地形認識と土地利用研究グループ，1986）では次の報告³⁾をし、主に地形と地質についての考察を加えた：

研究の目的と意義

研究の背景

研究の方法

フィールド・ワークの結果

地形区分

層相

¹⁴C年代測定

¹⁾この研究は「日本先史・原史時代の人々の地形認識と土地利用」のテーマで、研究グループの主宰者 G. L. Barnes を代表者としてトヨタ財団から昭和59年度研究助成（83-3-11-150）を受けて行った研究のうち、コアの記載と生物資料についてまとめたものである。

²⁾Gina Lee Barnes (Dept. Archaeology, Cambridge University, UK.)

Roel Brandt (Inst. for Pre- and Protohistory, University of Amsterdam, the Netherlands)

西田史朗（奈良教育大学地学教室）

松岡数充（長崎大学教養部地学教室）

置田雅昭・金原正明（天理大学附属天理参考館）

小島夏彦（大阪市立大学理学部生物学教室）

野口寧世（河合塾）

³⁾古文化財教育研究報告 no. 15, pp. 1-30, 奈良教育大学古文化財教育研究室発行。

先史・原史時代奈良盆地の自然環境—その1 地形と地質について—

火山灰分析
 粒度分析
 結果の総合と考察
 層相区分
 層相対比
 問題点と今後の課題

本報ではコア試料の最終的な記載と生物資料について報告する。扱った生物資料は花粉、孢子、珪藻、プラント・オパールと磷酸塩である。珪藻については一部の作業が継続中で、中間的な報告にとどまる。磷酸塩についてはバーンズほか（1987）として報告したものと重複するので、ここでは簡単に扱う。また¹⁴C年代値の補正についても考察を加えた。さらに、これまでの分析結果に基づいて、この地域の完新世後半期における地形の復元・後氷期の気候変化と農耕について議論した。

コア試料の記載

採取したコアの位置を図1に再録する。コアの記載内容はコア番号、位置、標高、地下水位、

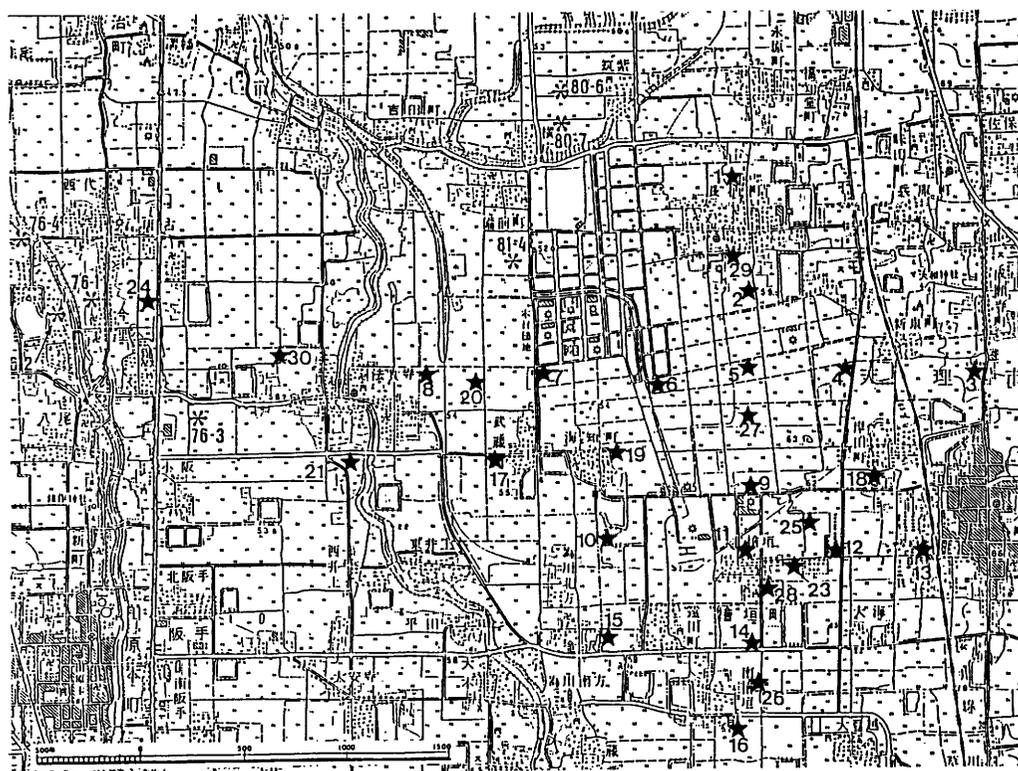


図1 本プロジェクトによる地質柱状試料の採取位置
 本プロジェクトによるものは★マークで、関連するものを*マークで示した。

採取日と深度ごとの層相、粒度、色調、夾雑物の様相、¹⁴C年代測定層位と測定番号である。粒度は国際標準篩による粒度見本と対照して、堆積物の色調は標準土色帖により決定した。記載内容と柱状図は付録として末尾にまとめた。本項の整理は Brandt, R. による。

本調査地域の総合的な層序は次のようにまとめられる。各層の特徴は前報に示した。

表 土

— — — — —
上部砂質粘土層
— — — — —
上部砂層
— — — — —
上部黒色炭質粘土層
— — — — —
中部砂層
— — — — —
下部黒色炭質粘土層
— — — — —
下部砂層
— — — — —
黒色炭質粘土層
— — — — —
泥 炭

花粉分析

花粉分析では、1) 完新世後期の連続的な植生変遷、2) 栽培作物の検出とその時期的消長を明らかにすることが期待された。本研究では特定層準を対象とした絶対花粉粒の定量分析と花粉化石を含む試料すべてを対象とした花粉種の構成比を知る組成分析、さらに稲作に関連して産出したイネ科花粉すべてについて粒径を測定し解析した。対象が完新統最上部であり自然環境と人為環境の混在という難しい要素を包含しているため、解析の妥当性等については従来の結果を十分に吟味した上で検討する必要がある。花粉分析は小島夏彦の担当で本項の記載も主に彼による。

方 法

絶対花粉分析：堆積物の単位体積中の花粉量を求めるために、以下の試料処理手順をふんだ。試料(0.5cm³) 秤量→粘土分除去(傾瀉法による)→珪酸質粒子除去(HF処理による)→アセトリシス処理→グリセリン・ゼリーで封入。

相対花粉分析：相対花粉分析では重液法を採用した。処理の手順は次の通りである。試料(3—

試料番号	深度(cm)	分帯	試料番号	深度(cm)	分帯
3/ 6	102 - 112	C-II	12/ 5	78 - 85	CH
4/ 14	159 - 170	CI	12/ 7	90 - 95	CH
4/ 16	170 - 179	CI	12/ 11	145 - 155	CH
6/ 5	60 - 70	P	12/ 18	226 - 233	CI
6/ 7	70 - 82	P	12/ 23	235 - 242	CI
6/ 10	96 - 106	P	13/ 9b	103 - 113	CH
6/ 12	106 - 116	P-C	13/ 11b	123 - 133	CH
6/ 18	136 - 146	CH	13/ 12b	133 - 142	CH
7/ 1	20 - 29	P	14/ 2	5 - 15	P-C
7/ 17	116 - 130	CI	15/ 21	136 - 145	CH
7/ 30	140 - 148	CI	18/ 1	25 - 30	P
7/ 32	148 - 150	CI	19/ 1	0 - 5	C-P/P
7/ 43	230 - 240	CI	19/ 2	5 - 10	C-P/P
8/ 10	80 - 90	CI/H	19/ 4	12 - 20	C-P/P
8/ 12	90 - 100	CI/H	19/ 20	100 - 110	PI/CH
8/ 14	100 - 110	CI/H	23/ 2	46 - 56	CH
8/ 16	110 - 120	CI/H	24/ 16	75 - 80	CI
8/ 22	150 - 160	CI/H	29/ 1	30 - 39	P
9/ 1	6 - 16	P	29/ 14	211 - 224	CI
9/ 7	44 - 51	P			
9/ 11	70 - 80	P			
10/ 1	0 - 10	P			
10/ 3	10 - 20	P			
10/ 31	130 - 140	C-CI			
10/ 39	140 - 145	C-CI			
10/ 41	160 - 170	PI			
10/ 43	170 - 175	CI			

表1 花粉分析試料と分帯
花粉分帯記号は表2 参照

4g)を秤量→10%KOH 水溶液を加えて攪拌→80~100°C、20~30 min 湯煎→粘土を除くため水洗→ZnCl₂ を主体とする重液を加えて攪拌→28 kHz、150w、30~40sec 超音波処理→2,800~3,000 rpm、30 min 遠心沈殿→水洗→アセトリシス処理→グリセリン・ゼリーで封入。

以上の方法で作製したプレパラートを用いて光学顕微鏡下で樹木花粉 (AP) を約300個体になるまで同定し、その間に現れた非樹木花粉 (NAP) を加えたものを基数としてそれぞれの花粉の出現頻度を示した。AP・NAP・SP (孢子) の相対比はAP・NAPの数とその同定・計数中に出現した孢子の数を加えて基数とした。

y. B. P.	花粉分帯	模式試料	84コア試料
	PINUS(DIPLOXYLON)-CYCLOBALANOPSIS ZONE		
0			
	Crypt.-Pinus(Diplo.) SZ (C-P)	78-4/4	?19-1/2/4
200			
	Pinus(Diploxyton) SZ (P)	80-6/1-4	6-5/7/10, 7-1, 9-1/7/11, 10-1/3, 14-2, 18-1, ?19-1/2/4, 29-1
500			
	Pinus(Diplo.)-Cyclob. SZ (P-C)	80-6/5	6-12
1300	CYCLOBALANOPSIS ZONE		
	Cyclob.-Cryptm. SZ (C-CII)	80-6/6	3-6
1400			
	Cryptom-Cyclob-Pinus(Diplo) SZ (C-C-P)	80-6/8	
1500			
	Cyclobalanopsis-II SZ (C-II)	81-4/7	6-18, ?8-10/12/14/16/22, 12-5/7/11, 13-9b/11b/12b ?15-21, ?23-2
1700			
	Cyclob-Cryptom SZ (C-CI)	81-4/8-11	10-31/39
2500			
	Cyclobalanopsis-I SZ (C-I)	81-4/12-25	4-14/16 7-17/30/32/43, ?8-10/12/14/16/22, 10-41/43, 12-18/23, 19-20, 24-16, 29-14
5000			

表2 採取試料の花粉と奈良盆地の後期完新世の花粉分帯との対応

結 果

この地域の試料から検出された花粉種は次の通りである(図版1、2)。

樹木性植物花粉：*Picea* (トウヒ属)、*Podocarpus* (マキ属)、*Abies* (モミ属)、*Tsuga* (ツガ属)、*Pinus* (マツ属)、*Sciadopitys* (コウヤマキ属)、*Cryptomeria* (スギ)、Cupressaceae (ヒノキ科)、*Juglans* (オニグルミ属)、*Pterocarya* (サワグルミ属)、*Salix* (ヤナギ属)、*Corylus* (ハシバミ属)、*Betula* (カンバ属)、*Alnus* (ハンノキ属)、*Fagus* (カエデ属)、*Quercus*/*Lepidobalanus* (コナラ亜属)、*Quercus*/*Cyclobalanopsis* (アカガシ亜属)、*Carpinus* (クマシデ属)、*Vitis*? (ブドウ属)、*Castanopsis* (シイ属)、*Castanea* (クリ属)、*Celtis* (エノキ属)、*Aphananthe* (ムクノキ属)、*Symplocos* (ハイノキ属)、*Stylax* (エゴノキ属)、*Ilex* (モチノキ属)、*Acer* (カエデ属)、*Phellodendron* (キハダ属)、Oleaceae (モクセイ科)、*Aesculus* (トチノキ属)、Theaceae (チャ科)、*Illicium* (シキミ属)、*Tilia* (シナノキ属)、*Lonicera* (スイカズラ属)、Ericaceae (ツツジ科)、*Polygonum* (モチヤナキ属)。

草本性植物花粉：Typhaceae (ガマ科)、Alismataceae (オモダカ科)、*Oryza* type Gramineae (イネ型花粉)、Gramineae (イネ科)、*Fagophyllum* (ソバ科)、Cyperaceae (カヤツリグサ科)、*Persicaria* (タデ属)、*Sangisorba* (ワレモコウ属)、Chenopodiaceae (アカザ科)、Caryophyllaceae (ナデシコ科)、Cruciferae (アブラナ科)、*Impatiens* (ホウセンカ属)、Sparg-

aniaceae (ミクリ科)、Umbelliferae (セリ科)、Oenoceraaceae (アカバナ科)、Compositae (キク科)、*Artemisia* (ヨモギ属)、Violaceae (スミレ科)。

胞子：*Ceratopteris* (ミズワラビ属)、trilate type (三条溝型) 胞子、monolate type (単溝型) 胞子。

一般的に本地域の上部完新統は粗粒な堆積物からなり、花粉分析に供する試料としては不向きなものであった。多くのコアでは連続的に花粉群集の変化を追うことができず、またその産出頻度もコアごとに大きく異なったパターンを示す。特に本地域のコア試料では、黒色炭質粘土とした炭質物に富む様な堆積物には花粉含有量に大きな差があり、必ずしも花粉分析に適した試料とは言えないこと、かなり淘汰の良いと思われた粘土質の試料にも後背地に広く分布する花崗岩質の礫が多量に混入していることがあげられる。

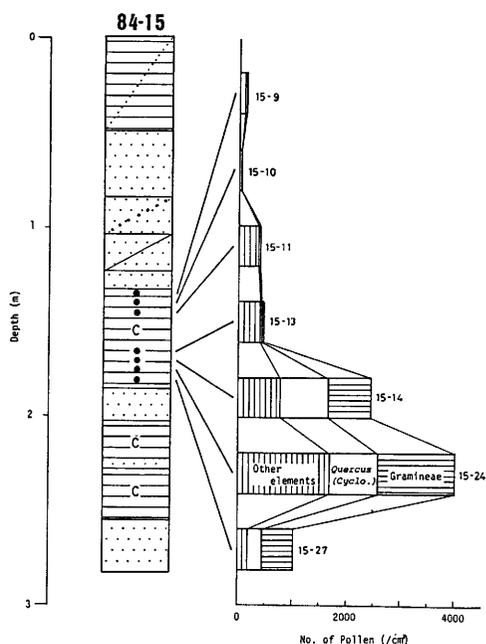


図2 84-15コアの絶対花粉量とその組成の層的变化
柱状図層相凡例は前報参照

絶対花粉分析の結果

絶対花粉量を連続して計測できたのは 84-15 コア試料のみであった (図 2)。84-5 コアの 132~188cm はマイカ片を交えた黒色粘土で、この間の 7 層準で絶対花粉量とその組成を確認することができた。とりわけ 84-15-24 (165~173cm) では堆積物 1 cm³ 中に 4,000 個もの花粉粒が含まれ、そのほとんどが Gramineae と *Cyclobalanopsis* よりなる。*Cyclobalanopsis* + Gramineae の多産は後寒冷期を指示するが、上・下位に淘汰の悪い砂層を伴い地理的には初瀬川の流路に沿った所に位置し、132~188cm 層準は自然堤防の外側の後背湿地ないし滞水域とみられる。このことはまた上・下位層の粒度分析結果からもうなずける。

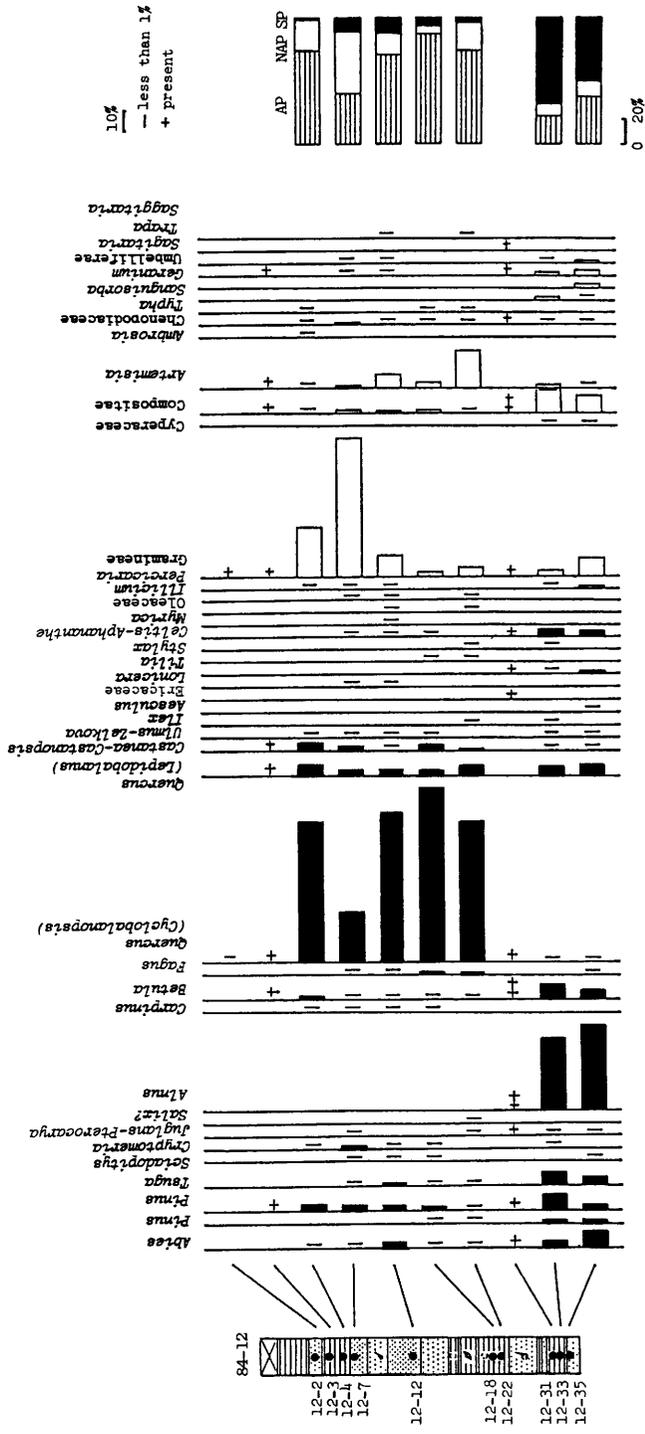


図3-1 84-12コアの花粉組成
 黒線は樹木性花粉 (AP)、白線は非樹木性花粉 (NAP) を、右端のバー・グラフはAP・NAPと孢子 (SP) の比率を示す。

ここでの Gramineae の内容はおそらく産出花粉粒子の大きさから *Oryza* を主体としていると思われ、金原 (1984) の *Cyclobalanopsis*- II Subzone (ca. 1,500-1,700 ybp) に対比されることから矛盾したものではない。

相対花粉分析の結果

分析試料とその分析結果・花粉分帯を表 1 に示す。主なコアの分析結果を図 3 に示し検討する。本文中の花粉帯名は特に記したものを除いて金原 (1984) による。

84-3 : 花粉の豊産部は *Cryptomeria-Cyclobalanopsis-Pinus* 亜帯、もしくは *Cyclobalanopsis-Cryptomeria* 亜帯に相当する、*Cryptomeria* がこの地域では異常に多産する特異な試料であるが、上・下位層の花粉組成が不明なので時期的に細かなことは分からない。

84-4 : 84-4-14 の直上で ^{14}C 年代が $2,340 \pm 90 \text{ ybp}$ と出ているので、4-14、-16 とともに *Cyclobalanopsis*- I 亜帯の群集と分かる。

84-6 : (図 3-2) 6-10 より上位は *Pinus* が豊産し、6-18 より下位は *Cyclobalanopsis* が優占するが、6-12 は *Pinus* と *Cyclobalanopsis* が等量に産出し、上・下位の漸移帯の様相を呈する。この漸移帯は *Pinus-Cyclobalanopsis* 亜帯に相当すると考えられ本地域では検出例が少ない。

84-7 : (図 3-3) かなり厚い炭質粘土が得られたコアであったが、花粉の産出頻度差が大きい。7-30 から 7-71 まではほぼ均質な層相を呈するが、7-46 から 7-71 まではほとんど花粉を産しなかったが、このコアでは 7-30 以下での *Sciadopitys* が多いことが目につく。さらにこのコアでは 3ヶ所で ^{14}C 年代が測定されており、7-17~30 の間で $2,670 \pm 110 \text{ ybp}$ 、 $3,330 \pm 115 \text{ ybp}$ 、7-34~43 の間で $5,360 \pm 200 \text{ ybp}$ である。これらの年代はすべて *Cyclobalanopsis*- I 亜帯にはほぼ含まれる値を示すが、花粉群集をみても調和する。

84-8 : (図 3-2) 比較的試料採取間隔が狭い中で、連続的に花粉群集の様子が得られた唯一の例である。*Cyclobalanopsis* の高頻度で安定な産出と、数量的には少ないが、*Cryptomeria* の *Cyclobalanopsis* の産出に呼応した産出が目につく。*Cyclobalanopsis-Cryptomeria* 亜帯にしては模式群集と比較した場合 *Cryptomeria* が少なすぎ、*Pinus*、*Abies* などとの相対的な比率も異なっているように見える。ただ本調査地域は全般的に *Cryptomeria* の産出が少ないため、*Cryptomeria* の増減を拡大して奈良盆地の他の地域と比較する必要があるのかもしれない。以上のことから *Cyclobalanopsis*- I ないし *Cyclobalanopsis*- II 亜帯、さらには *Pinus*、*Cryptomeria* の微妙な増減から 8-8~10 あたりは *Cryptomeria-Cyclobalanopsis* 亜帯に相当する可能性もある。また Gramineae が漸増し、かなりの割合に達している点が稲作との関わり上で注目される。

84-9 : (図 3-3) 84-9-1、-7、-11 とともにほぼ同様の花粉群集組成を示しており、本調査地域最上部の群集組成と見える。

84-10 : (図 3-4) このコアでは前述した *Cryptomeria* の全般的な少なさを考慮すれば上位の群集 (10-1、-3) は *Pinus* (*Diploxylon*) 亜帯、下位の群集は 10-41、10-43 が *Cycl-*

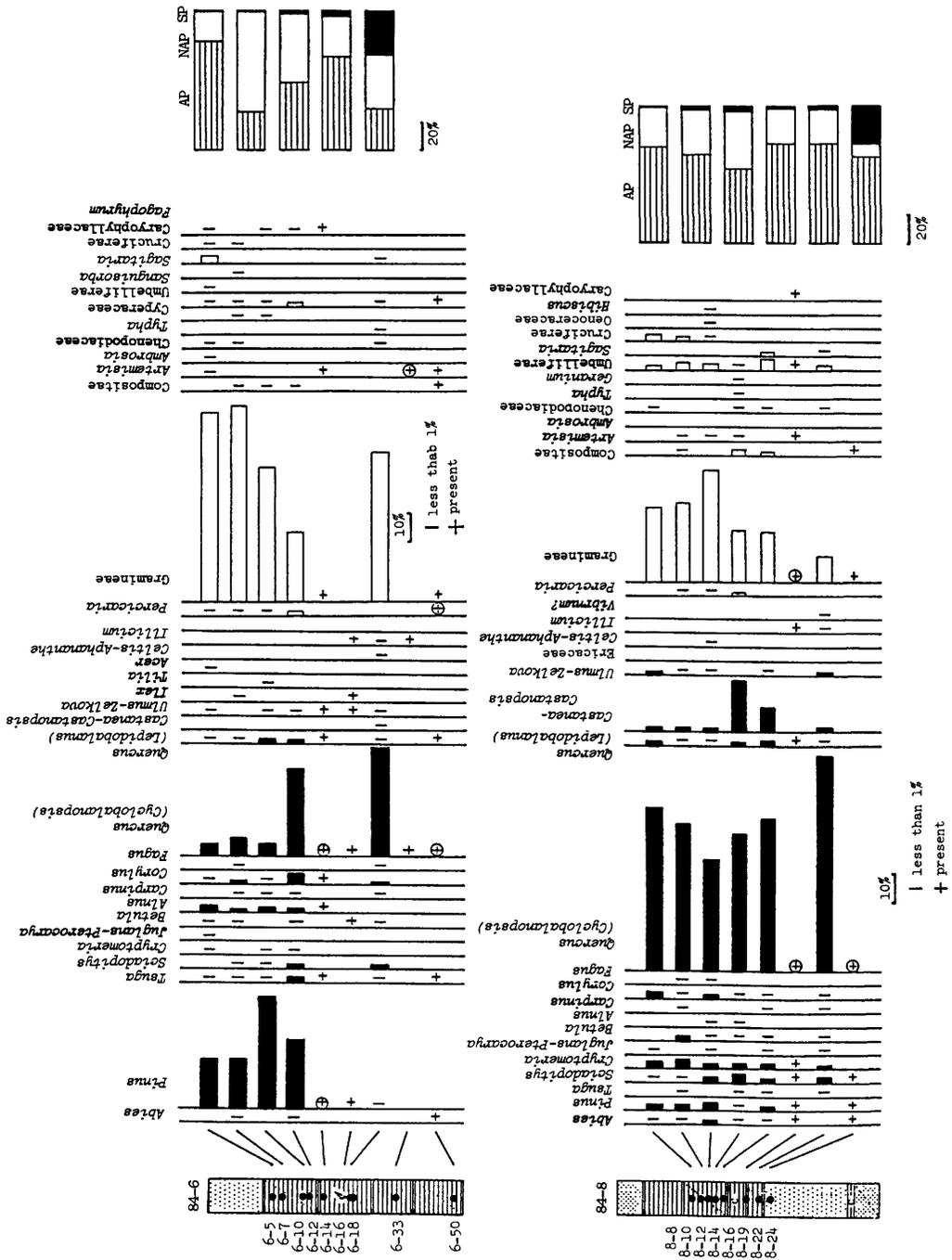


図3-2 84-6、84-8、コアの花粉組成
凡例は図3-1と同じ

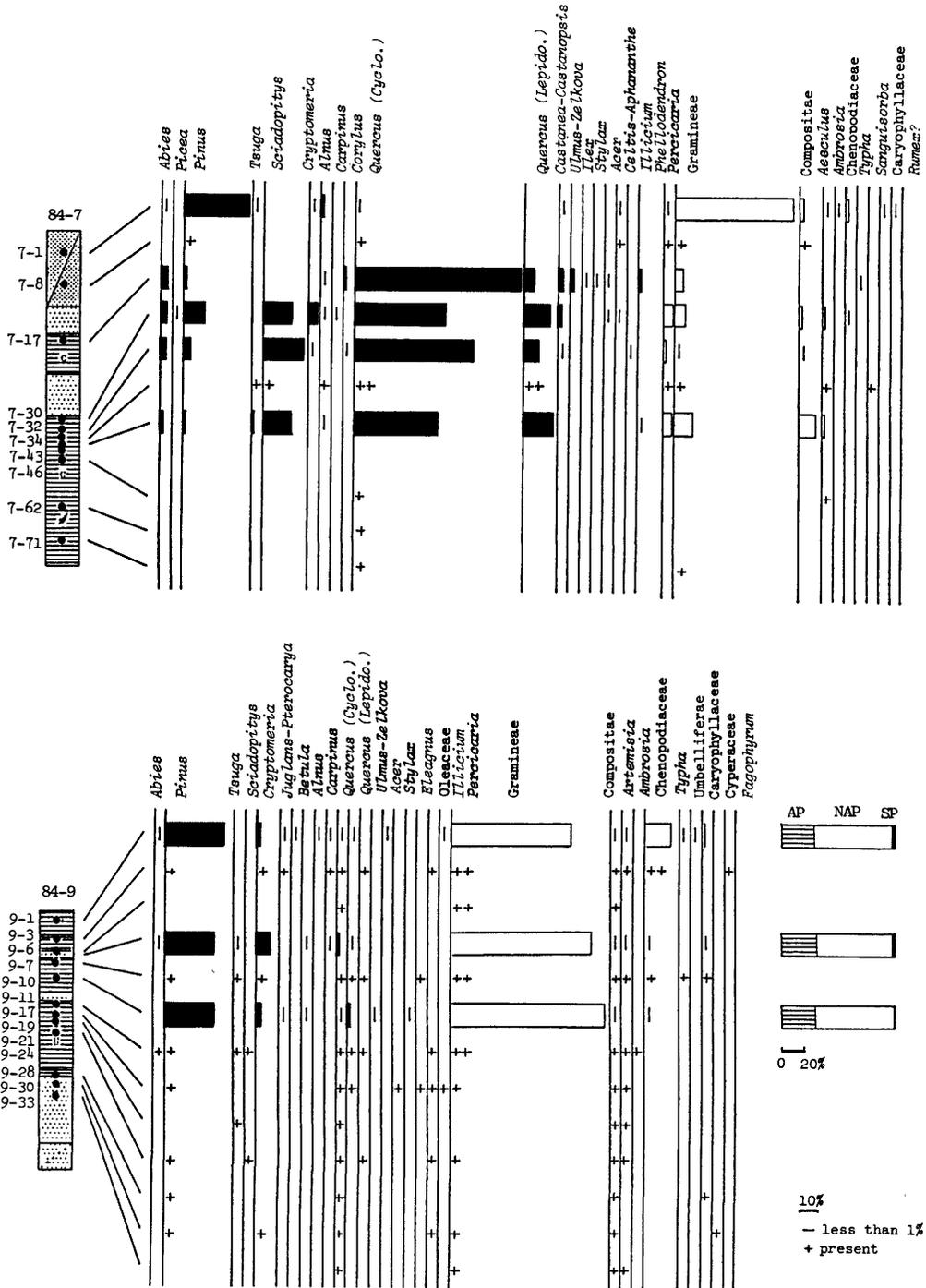


図3-3 84-7、84-9、コアの花粉組成
 凡例は図3-1と同じ

obalanopsis-I 亜帯、その直上の10-31・10-39が *Cyclobalanopsis-Cryptomeria* 亜帯と考えられる。¹⁴C年代は10-31、39の間で $2,150 \pm 75$ ybp で矛盾は無い。

84-12：（図-1）比較的連続性の良い試料であった。このコアのみ下部で寒冷期の堆積物が見つかり、花粉群集にもその変化が表れている。すなわち阪手火山灰層より下位12-31、-33、-35では樹木花粉のうち *Alnus* が最も多く、*Abies*、*Picea*、*Pinus*、*Tsuga* などが上位層よりも安定した量で産出する。また上位層では圧倒的な豊産種であった *Cyclobalanopsis* が1%未満の産出となる。さらに全体に占める孢子の量が上位層に比べてはるかに多くなっている。過去に設定された花粉群集帯と比較すると阪手火山灰層より下部は松岡（1984）の *Betula-Quercus* 亜帯に、上位の多くは金原（1984）の *Cyclobalanopsis*-I ~ II 帯に対応するのではなかろうか。このコアでは12-18直上で¹⁴C年代が測定されており、その値は $2,400 \pm 125$ ybp である。この部分を挟んだ上下の花粉群集の相違は、上位でイネ科が増加しており、下位ではかなり低率で推移していることである。これは金原（1984）が推定した奈良盆地の稲作開始年代 $2,300 \sim 2,400$ ybp と矛盾しない。

84-13： 84-8と同様、本地域では全般的に低い産出率の *Cryptomeria* がここでは比較的多めに出る。調査地域内における設定では *Cyclobalanopsis-Cryptomeria* 亜帯と考えられるが、模式群集と対比させると *Cyclobalanopsis*-II 亜帯に最も近い。

84-14： 84-19とともに調査域の現世花粉帯を代表する組成を示している。

84-17： 84-17-1は最上部の花粉帯で、84-17-6は Gramineae の多産から *Cyclobalanopsis*-II 亜帯と推定される。

84-18： 84-18-1も最上部の花粉帯と考えられるが、他の地点に比べ *Pinus* と *Cryptomeria* の相対比が似ており奈良盆地最上部花粉帯の組成に類似している。

84-19：（図3-5）花粉ダイアグラムの得られたのは上位の4試料のみであったが、特に最上部の3試料は現世の花粉群集を代表していると考えられる。その特徴は Gramineae の圧倒的な優占と、樹木花粉における *Pinus* の豊産である。その他の樹木花粉では *Cryptomeria*、*Cyclobalanopsis*、*Acer* が安定して産出する。このことは過去の群集帯で最上位に *Cryptomeria-Pinus* 亜帯をおいているが、本地域の最上部（耕作土）相当群集には *Cryptomeria-Pinus* 亜帯が欠けているか、もしくは判別できない状態にある。これは再三述べている本地域内の *Cryptomeria* 産出の少なさに関係しているものと思われる。19-20はそのほぼ直上で測定された¹⁴C年代 $3,200 \pm 90$ ybp をも考慮し、*Cyclobalanopsis*-I 亜帯に当たることが分かる。

84-23： *Cyclobalanopsis*-II 亜帯に相当するものと思われる。

84-24： *Abies* などの産出状況から *Cyclobalanopsis*-I 亜帯に相当するものと思われる。

84-29：（図3-5）84-29-1は *Pinus* 亜帯、84-14は *Cyclobalanopsis*-I 亜帯と考えられる。84-29-14とはほぼ同水準で、年代が $4,960 \pm 155$ ybp と出ているのが上記の推測を支持している。

84-30： *Cyclobalanopsis*-I ないし II 亜帯の群集と考えられる。

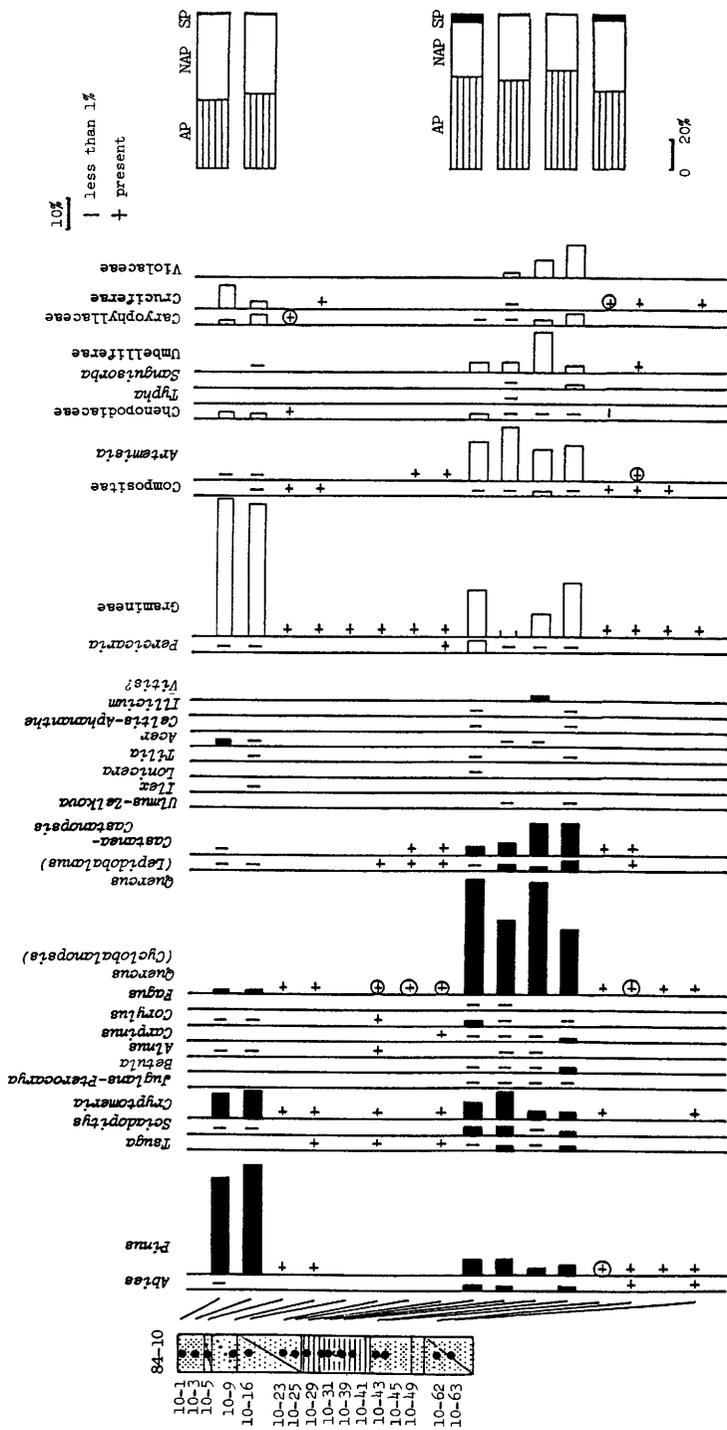


図3-4 84-10コアの花粉組成
 凡例は図3-1と同じ

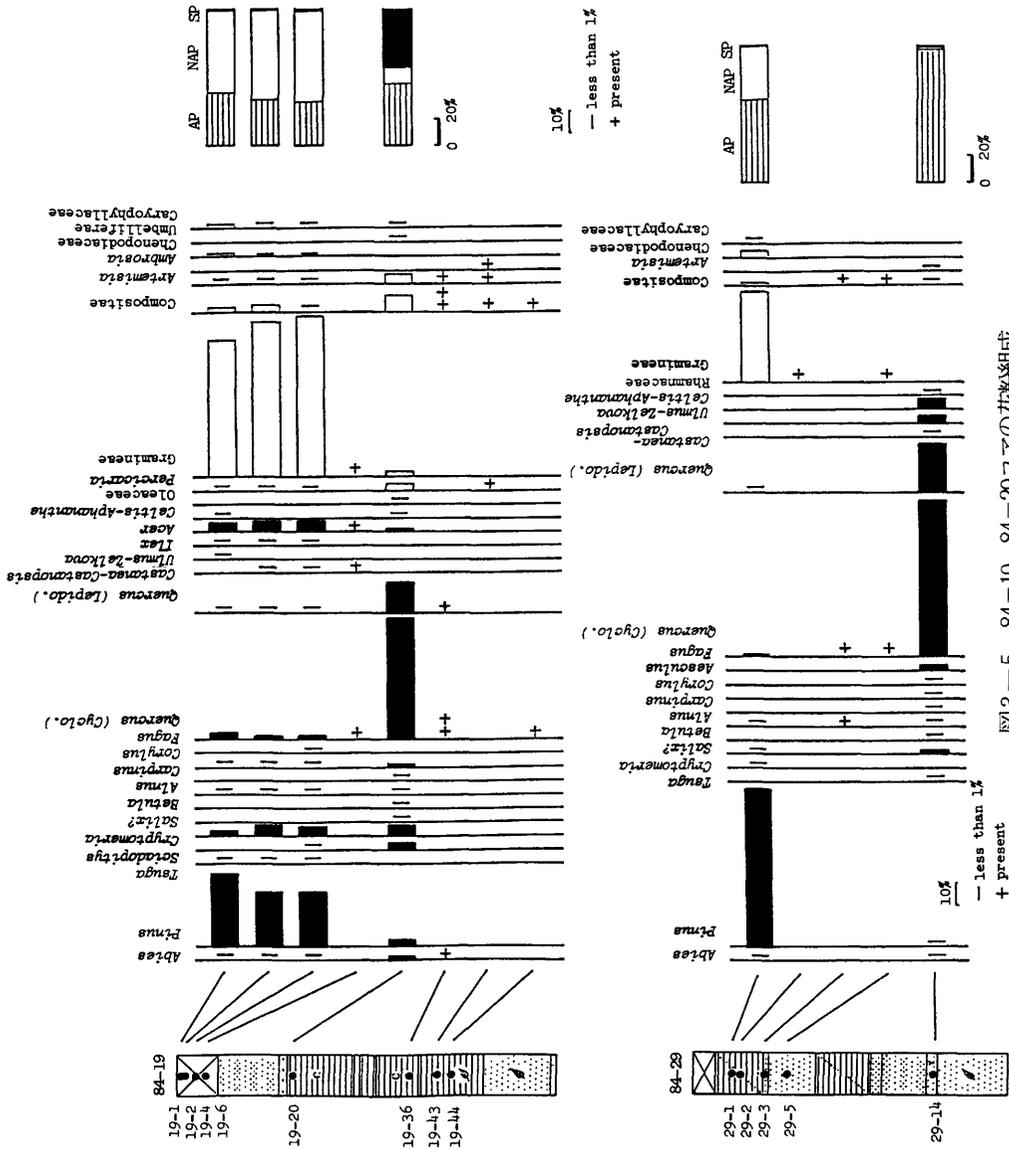


図3-5 84-19、84-29コアの花粉組成
凡例は図3-1と同じ

花粉帯の対比

全体的な特徴として過去の研究で明らかになっているように、本地域の完新統の花粉の産出連続性はひじょうに悪く（西田ら、1979）、その中で検出された花粉帯は特定のものに集中する傾向をみせる。すなわち金原（1984）の近世～現世の *Cryptomeria*-*Pinus* 亜帯もしくは *Pinus* 亜帯とされるもの、さらに *Cyclabanopsis*-I ないし II 亜帯である。集中した花粉帯をさらに細かく特定し得なかったのは、すでに述べた調査地域内における *Cryptomeria* の産出の少なさのためである。金原（1984）の花粉帯は *Cryptomeria* の増減にかなり左右されるため、この一

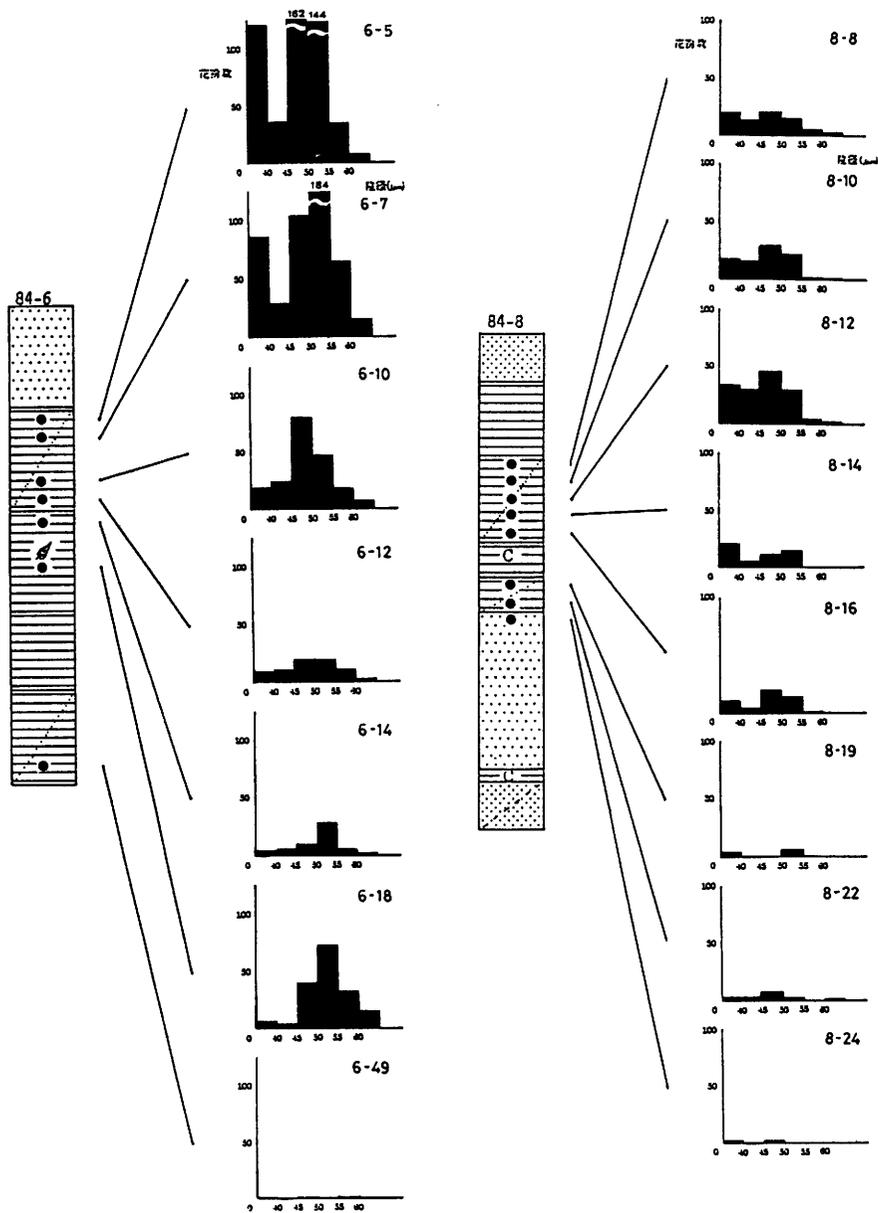


図4-1 84-6、84-8 コアのイネ科花粉粒の分布とその層的变化
 ヒストグラムの横軸はイネ科花粉の粒径、縦軸は試料0.5cm中の絶対花粉数、柱状図の凡例は前報参照。

要因だけで花粉帯の特定にかなりの困難さが加わってくる。ゆえに花粉帯の集中も見掛けだけのもの、とりわけ *Cyclobalanopsis* 帯の中である程度連続したものである可能性もある。しかし、絶対数は少ないながらも *Cryptomeria* の増減には金原 (1984) の指摘通りの規則性が一部で認められ、その花粉帯を否定するものではない。

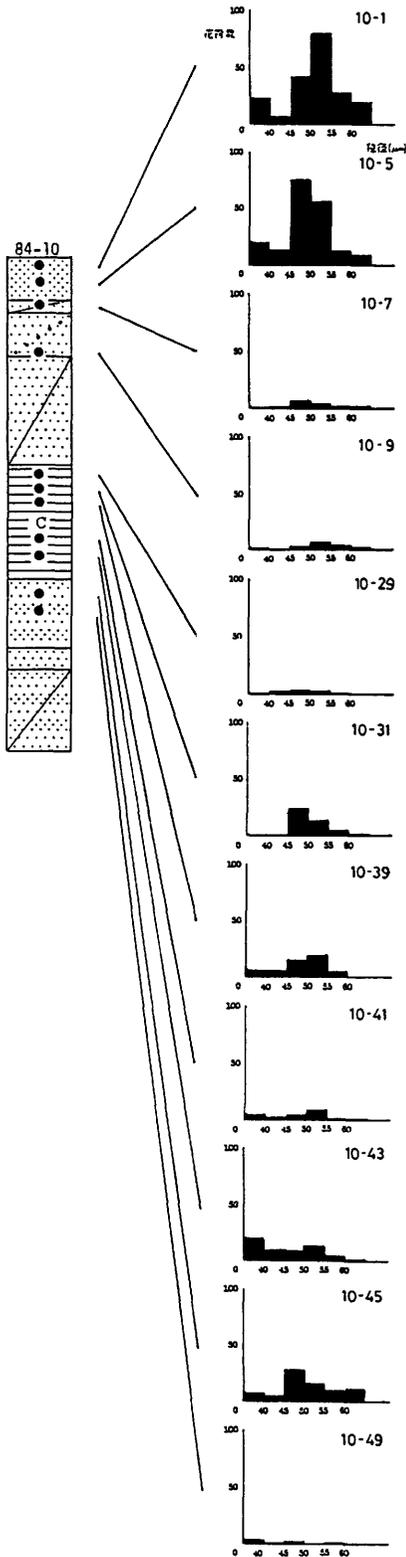


図4-2 84-10コアの粒径分布とその層位的変化
凡例は図4-1と同じ

イネ科について

イネ科花粉からの特徴

以下にイネ科花粉の挙動からその推移を示すが、結論的に次のことが分かった。

1. 確実な稲作地域では粒径 $50\sim 55\mu\text{m}$ に産出量のピークが認められる。
2. 試料採取地点で稲作が行われていなくても、周辺地域で行われていれば、花粉の全体量は少ない時でも $45\sim 55\mu\text{m}$ の間にピークを作る可能性のあること。
3. 寒冷期 (ca. 24,000 ybp) 堆積物中のイネ科花粉の粒径は $40\mu\text{m}$ を越えない。
4. 従来の奈良盆地における推定稲作開始年代 ($2,300\sim 2,400\text{ybp}$) を追証するような結果を得た。

イネ科花粉の粒径分布

イネ科は栽培作物としての重要性が大きいにも関わらず、その花粉形態の判別が困難なことから、花粉分析を用いた農耕史とのかかわりで十分な研究が行われてきたとは言い難い。本研究では産出したイネ科花粉すべてを対象にした粒径によるヒストグラムを作成した。その上でこれらがコア・サンプル中でどのように時代とともに変化しているのか、またその中で特に稲作の存在した層準と非存在層準との間のパターンの相違はいかなるものかという点を分析することにより、奈良盆地における稲作黎明期の様子について解析を試みた。

現世堆積物中のパターン

84-19 (図4-4) は上位3試料とも現世の水田耕作土中のものである。それによると $50\sim 55\mu\text{m}$ にピークが生じ、特に $45\sim 55\mu\text{m}$ に分布の集中がみられる。その他の粒径のものは $45\mu\text{m}$ 以下のものよりは $55\mu\text{m}$ 以上のものの総計の方が多くなっている。しかしここでは現在の稲作技術と現在の品種を用いている点を念頭に入れておく必要がある。

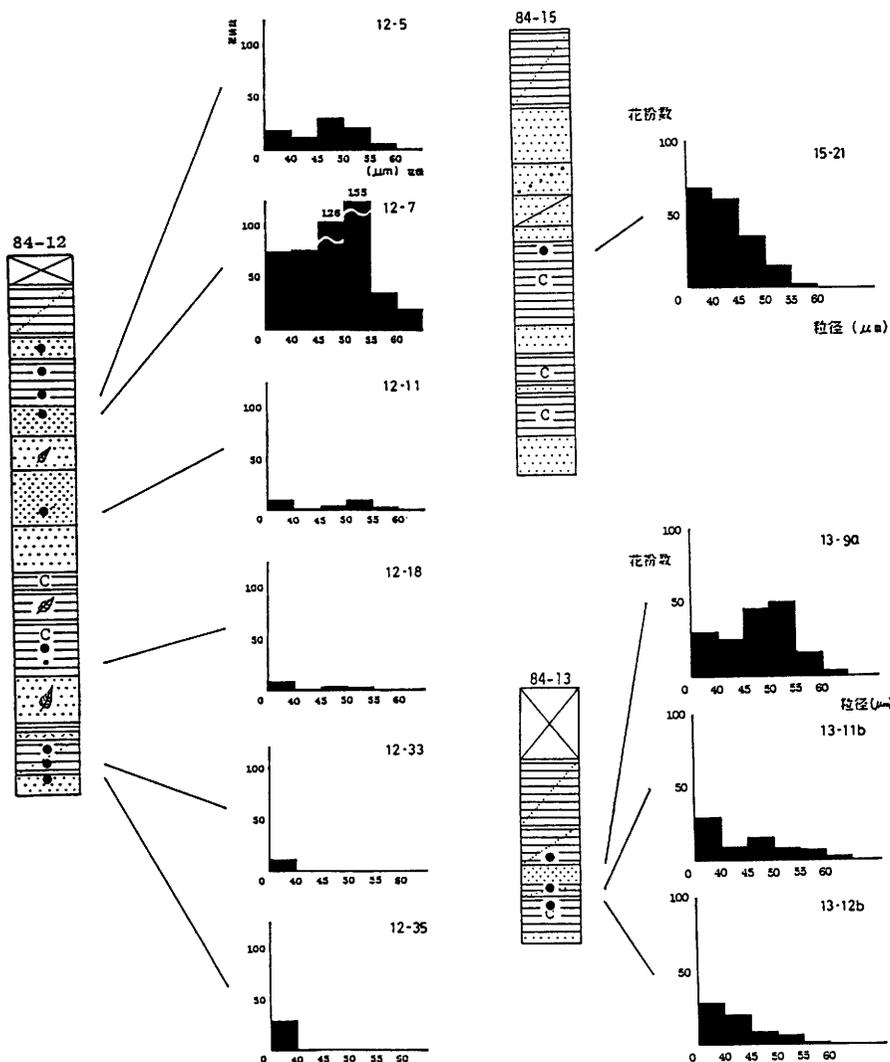


図4-3 84-12、84-13、84-15 コアのイネ科花粉の粒径分布とその層的变化
凡例は図4-1と同じ

イネ科花粉の挙動

84-4：（図4-1）上位2試料は粒径が増すごとに数量は漸減している。全体的に数量不足で解析には不向きである。しかし、全体量の不足はこの地点の稲作存在の可能性を減じており、しかも粒径分布のパターンも現世水田とは異なることからそれを支持していると考えられる。このコアでは最上位の試料（4-14）直上で¹⁴C年代が測定されており、その値は $2,340 \pm 90$ ybpとで、金原（1984）の奈良盆地での推定稲作開始年代（2,300～2,400 ybp）を考えれば、これら層準の上位試料からは稲作存在を示すようなパターンが検出される可能性は充分に考えられる。

84-6：（図4-1）全試料のイネ科花粉産出パターンがほぼ現世水田堆積物に類似する。

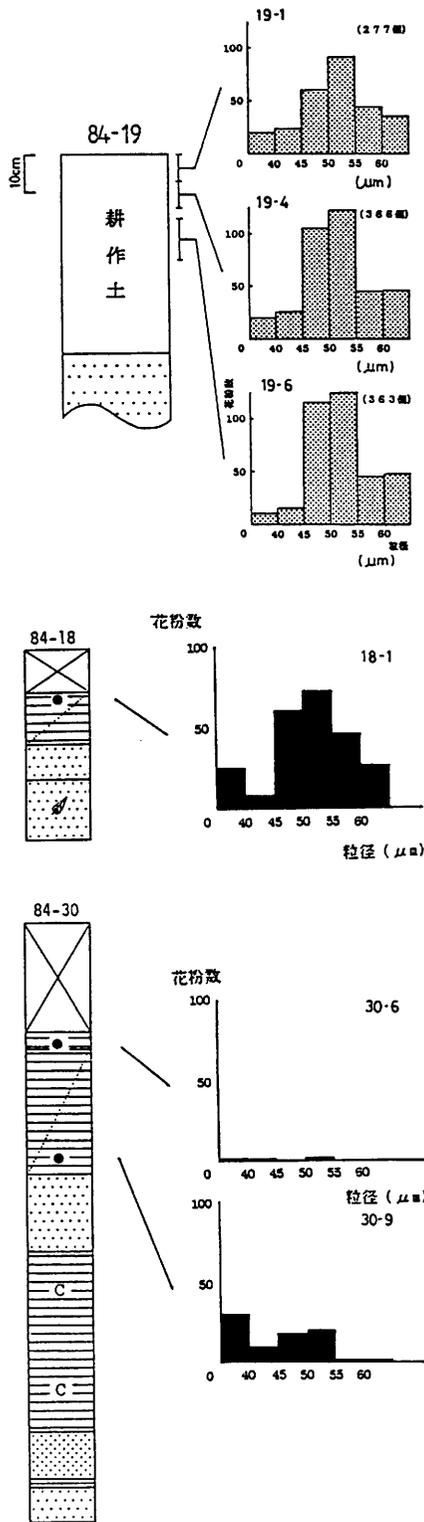


図4-4 84-18、84-19、84-30コアのイネ科花粉の粒径分布とその層的变化凡例は図4-1と同じ

花粉群集の解析から、このコアはすべて稲作開始後と推定されていたので当然の結果であろう。ただ、6-12のようにピークが低く、全体の花粉量が少ない場合などは試料採取地点での稲作の有無が問題になり、当然粒径分布パターンも稲作開始以後の非水田土壤中の花粉の存在状態を考えねばならない。

84-8: 84-8-8、-10、-12は粒径45~50 μmにピークがあるが、現世の水田堆積物(84-19)に比べてピークが低い。8-14から下位は8-16を除いてパターンが変化する。この点は花粉群集で *Cryptomeria*、*Castanea-Castanopsis* の量的な変化が認められる所でもある。このコアはイネ科花粉の量が多い試料でも他のコアのイネ科の多い試料に比較するとその量は低めである。さらに分布パターンも現世水田堆積物のタイプ試料と比べると少々異なっていることから、現世水田環境とは若干ずれがあった可能性がある。

84-10: (図4-2) 84-10-1、-3相当の粒径分布図はほぼ現世の耕作土中のものと考えられ、現世の水田耕作土中におけるイネ科花粉の粒径分布のタイプとした84-19の上位3点と同一ような分布を示している。すなわち粒径が45~55 μmでピークを示している。下位層準の様子を追ってゆくと、10-39あたりまでは45~55 μmに花粉数のピークを持つ状態が続いており、10-43で40 μm以下にピークが見られる新しいパターンが初めて現れる。その下の10-45では再び上位層準のものと同様なパターンを示すように見えるが、比較的粒径の大きなものに変化している。粒径分布パターンが変わる10-43は¹⁴C年代で2,150±75 ybpとされた点より少々下がる地点で、金原(1984)の推定した稲作開始年代に対応しているようにみえる。

84-12: (図4-3) 84-12-33、-35は最終寒冷期の花粉群集の組成を示し、イネ科花粉は非常に少ないが、その粒径もすべて40 μm以下である。

12-18では粒径分布は広がるが、絶対量が少なく40 μm 以下のものが多い。12-18直上の ^{14}C 年代は2,400 \pm 125 ybpと測定され、当地域の稲作開始推定年代とほぼ同じである。12-11は12-18と似た分布域を示すが、50~55 μm の頻度がやや高く全体量は少ない。12-7は全体量が多く、50~55 μm にピークがあることで現世の水田中のものと似ているが、55 μm 以上のものの粒径より45 μm 以下の粒径が多い点で異なる。12-5は12-7のすぐ上であるが全体量が減り、ピークが45~50 μm に移行している。以上のことから12-5、-7の45~55 μm に存在する花粉の多くは*Oryza*のものと考えられ、全体量の多少からその地点での稲作存在がある程度推測できるものと思われる。なお12-33、-35は稲作開始以前の最終寒冷期におけるイネ科花粉の粒径分布パターンタイプとすることができる。

84-13：（図4-3）84-13-9aは現世の水田地帯のパターンと同じであるが、その下の-11b、-12bは異なったパターンを示している。下位の2試料とも小粒径のものも多く、粒径が大きくなるにつれて数量は漸減している。花粉群集から時代的にはすべての試料が稲作開始後のものと考えられる。3試料のうち下位の2試料の分布パターンは稲作地ないしは稲作開始後のパターンを示さず、イネ科花粉が下位の2試料中に少ないことを考えあわせると下位の2試料の層準ではこの地点で稲作が行われておらず、周囲にも栽培地が存在しなかったのではないかとと思われる。

84-15：（図4-3）40 μm 以下のものも多く、粒径が増すにしたがってその数量は徐々に減少している。84-13の下位試料のパターンと似ているが、花粉の全体量はこちらの方が多い。花粉群集からは正確な時代を決め難くなっているが、 ^{14}C 年代で2,730 \pm 105 ybpと測定された層準よりは上位に位置しているので、過去のデータから稲作が行われ始めた時代にごく近いと思われる。しかし、粒径分布パターンからはこの地点で稲作が行われていたかは疑わしい。

84-18：（図4-4）現世水田のものと変わらないパターンを示す。現世耕作土の直下であるため当然稲作が行われていたものと考えられる。

84-30：（図4-4）下位の試料は現世水田のパターンを示していない。上位試料は個体数が少なく議論ができない。

その他の栽培作物について

イネ以外の栽培作物として検出された花粉には*Fagophylum*があったが、その土地において作付けがほぼ認められるとされる水準である。1%（中村、1984）を越えたものはなかった。この他多くのコア試料の上部でCruciferaeが検出され、おおく場所では40%近くに達している。しかし、これらの多くはコア最上部に近い位置のものであるため、初期農耕あるいは農耕史の変遷を物語るようなデータは得られなかった。

磷酸塩分析

磷酸塩は動物の軀体とその排泄物に存在する金属塩で、動物の身体や糞が物理的に分解した後、土壤中に濃集して長く残る。土壤中の磷酸塩の分析は、考古学では人類の居住跡を知るのに主に

用いられてきた。それに起源する地下埋没物は周辺部より一段と高いレベルの磷酸塩を含み、動物性の食料や動物質の加工物が集められた居住地、あるいは人間自体の排泄物と他の動物の屑を集積した場所を指し示す。

磷酸塩のエイト・スポット・テストは Kaner, S. (Cambridge Univ.) に、同じく半定量分析は Loeliger, D. A. (国際キリスト教大学) による。

コア 84-5、84-6、84-8、84-25、84-27 についてのエイト・スポット・テストで、磷酸塩濃度を5段階に知ることができた (Bidt, 1973)。磷酸塩の半定量分析はコア 84-10、84-25、84-28、84-29 について行われた。全般的な結果の検討と考察は別報 (バーンズほか, 1987) に詳しいのでそちらに譲る。

珪藻遺骸分析

珪藻類は水域の広がりによって分布し、わずかな生息環境の違いによっても、その種構成が変化する。このことから堆積物中の珪藻遺骸構成を知り、堆積環境を推定する手掛かりを得ようとするものである。珪藻分析は野口寧世が担当した。

17/ 試料番号	深度(cm)	層相	17/ 試料番号	深度(cm)	層相
5/ 1	10 - 20	中粒砂	28/ 1	25 - 35	砂質粘土
5/ 3	20 - 35	中粒砂	28/ 10	150 - 160	炭質粘土
5/ 5	35 - 44	中粒砂			
5/ 7	44 - 55	砂質粘土	29/ 1	30 - 39	砂質粘土
5/ 9	60 - 70	砂質粘土	29/ 2	40 - 44	粘土
5/ 12	70 - 75	砂質粘土	29/ 14	211 - 224	細砂
5/ 13	75 - 85	砂質粘土			

表3 珪藻分析試料と層相

珪藻の抽出は次の方法によった。粗試料→8% 過酸化水素水で泥化→1%ピロリン酸ナトリウム水溶液を加え分散→静置→珪藻フラクションの濃集→プレパラート。

今回の珪藻分析に供した試料は、84-5、84-28、84-29 の3本のコア試料であった(表2)。各試料中の珪藻遺骸の出現状況と古生態について説明を加える。ここでは珪藻の生態によって、湖沼浮遊性種群、池沼底生～適時浮遊性種、沼沢～泥炭地性種群、溪流底生～着生種群の4グループに分けた。各グループに含まれるタクサは次の通りである。

湖沼浮遊性種群: *Amphora ovalis*

池沼底生～適時浮遊性種: *Cymbella aspera*, *Cymbella cuspidata*, *Cymbella tumida*, *Cymbella ventricosa*, *Cymbesla* sp., *Diploneis subovalis*, *Epithemia zebra*, *Fragilaria construens*, *Gylosigma* sp., *Hantzchia amphioxys*, *Navicula cuspidata*, *Navicula anglica*, *Navicula abiskoensis*, *Navicula* sp., *Nitzschia cuspidata*,

Neidium hustedti, *Neidium iridis*, *Pinnularia acrospherida*, *Pinnularia divergens*, *Pinnularia dactylus*, *Pinnularia gentilis*, *Pinnularia gibba*, *Pinnularia intermedia*, *Pinnularia leptosoma*, *Pinnularia manor*, *Pinnularia microstauron*, *Pinnularia neglecta*, *Pinnularia streptoraphe*, *Pinnularia subcapitata*, *Pinnularia viridis*, *Pinnularia viridis sudetica*, *Pinnularia mesorepta*, *Pinnularia gibba*, *Pinnularia* sp., *Stauroneis acuta*, *Stauroneis anceps*, *Stauroneis phoenicenteron*, *Stauroneis producta*, *Srirella* sp.

沼沢～泥炭地性種群：*Eunotia arcus*, *Eunotia diodon*, *Eunotia glacilis*, *Eunotia*

hebridica, *Eunotia lunaris*, *Eunotia monodon*, *Eunotia pictinalis gibbulosus*, *Eunotia praerupta bidens*, *Eunotia praerupta inflata*, *Eunotia septentrionalis*.

溪流底生～着生種群：*Melosira distans*, *Melosira islandica*, *Melosira roeseana*, *Melosira varians*, *Melosira* sp., *Achnanthes crenulata*, *Achnanthes inflata*, *Achnanthes inflata elata*, *Caloneis siliculus*, *Caloneis siliculus ventricosa*, *Cocconeis placentula*, *Cymbella asperata*, *Cymbella cuspidata*, *Cymbella tumida*, *Cymbella ventricosa*, *Cymbella* sp., *Gomphonema lanceolatum*, *Gomphonema* sp., *Synedra ulna*.

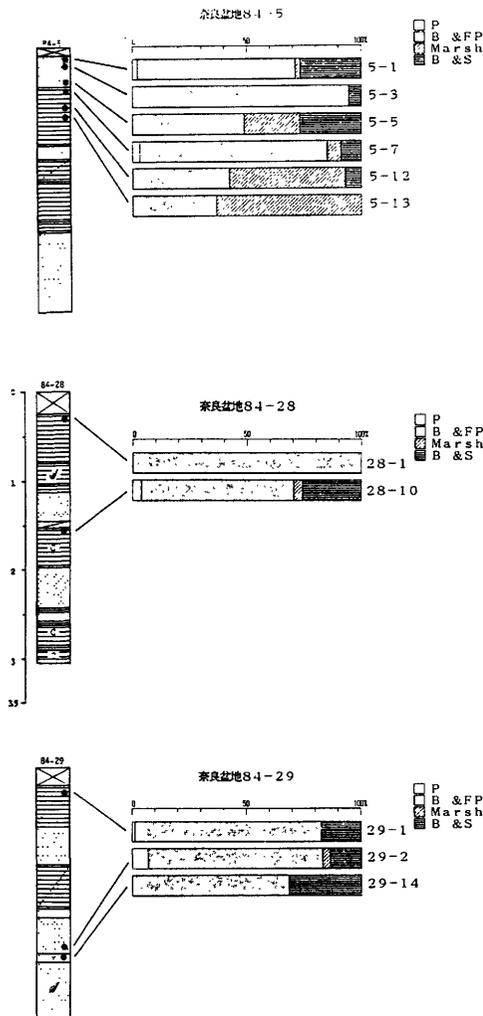


図5 コア84-5、84-28、84-29の珪藻遺骸分析による生態環境区分

P：浮遊性種群、B&FP：底生～適時浮遊性種群
M：沼沢地～湿地、泥炭地種群、B&S：溪流底生～着生種群

81-5：（図5）Centrales（円心目）1属1種，Pennales（舟状目）13属27種5亜種が出現。すべて淡水種。84-5-1～-13は保存状態が良いが、84-5-15以深は破損した遺体が多く、古生態を調査する対象にはなり得なかった。

84-5-1ではとりわけて優占種は無い。Centralesは出現せず、溪流にすむ *Achnanthes* も未発見。水田、泥沼、沼沢地の底生種が多く、流水種は検出できなかった。殻

が扁平なものが多く、底平な浅水底の生活種が目立つが、一般に小型であり、殻も薄く、長期にわたって安定した水系とは考えられない。84-5-3～-7間では84-5-1と類似種が多いが、ミズゴケ泥炭地に生息する *Eunotia* が84-5-5に多産する。84-5-9の珪藻遺体の多くは溶解し、溶け残りの殻が目立つが、その原因は良く分からない。84-5-12～13の珪藻遺体群集は *Eunotia* が優占し、水温が低下し、環境が寒冷化したことを伺わせる。全体としては *Hantzschia* が多く、腐水性を示していたと考えられる。

84-28：（図5）Centrales 1属4種、Pennales 11属15種1亜種が出現。産出頻度、種類数とも少ない。

溪流性で好寒冷水系の *Melosira roseana* が84-29-10に出現するが、*Eunotia* は全体に出現状態が悪い。*Eunotia* は84-5-5～-13にも多く、腐水性の *Hantzschia* も84-5-1～-13に多い。水田や浅い池沼で底生する *Nitzschia cuspidata* が84-28-1に多産し、前述の腐水種は *Hantzschia* のみで、84-28-10にも多い。84-28-1と84-28-10以外は計数の対象とはならなかったが、プラント・オパールや根足虫類（ナベカムリ）の遺骸があり、湿性の草原状態ではなかったかと考えている。

84-29：（図5）Centrales 1属3種、Pennales 16属36種2亜種。溪流、小河川底生で群体着生する *Melosira varians* や冷水湖沼種の *Melosira islandica* がわずかに出現する。Pennales は山間の冷水湖性・貧栄養・高透明水域にすむ *Epithemia* と水田や浅水池底生の *Navicula cuspidata* が出現し、他には奈良盆地の溜池の底質中に多い *Pinnularia* が種数のうえでも、量のうえでも多産する。84-29-3～-13は保存状態が良くない。84-29-14は好暖水性で河川着生種である *Achnanthes crenulata* が出現する。この種は熱帯～亜熱帯地方からの報告が多い。これは84-28-10に相当するものかも知れない。目立った寒冷種はなく、*Eunotia* も殆ど出現せず、腐水性の *Hantzschia*, *Nitzschia* のみられるのは84-29-1～-2のみである。ここでみられる *Nitzschia perversa* は、河川汚濁の指標種のひとつとなっている。

プラント・オパール分析

イネ科植物には珪酸体の細胞組織をもつものも多く、枯死後も堆積物中に良く保存される。この堆積物中の珪酸体を抽出し、母植物を推定することにより植生解明の一助とすることができる。本研究では、イネの植物珪酸体検出を試みようとしている。特定のコア84-16, 84-24と84-27について、藤原宏志氏に分析を依頼した。送られた試料は表4の通りである。

試料の堆積物中から7種類のプラント・オパールが検出された。そのうち2型は栽培種のイネ (*Oryza sativa*) で、図6ではイネの葉部のプラント・オパールは *Oryza sativa* からきた O. sati で表され、籾殻のプラント・オパールは rice grain から rice g. で示されている。イネに加えてキビ族・きび族の殻皮・ヨシ類・タケとウシクサ族のプラント・オパールがある。各コア試料中のプラント・オパール量は図6に示されている。

分析の結果と分析者のコメントは以下の通りである。イネの産出は3本のコア全部について、

コア試料	深度 (cm)	層相
16-30a	40-59	細砂と有機物を含んだ粘土
16-30b	59-81	細砂と有機物を含んだ粘土
16B-2a	135-165	炭質粘土
16B-2b	165-195	炭質粘土
24-4	46-70	細砂と粗砂を含む粘土
24-11	135-160	炭質粘土+細砂を含む粘土
27-6a	90-111.5	細砂を含む粘土
27-6b	111.5-141.5	炭質粘土
27-6c	141.5-157.5	炭質粘土

表4 プラント・オパール分析試料と層相

上部層にみられ、下部層には見られないとしている。1試料について仮定的ながら埋没水田を示唆している。他のキビなどの農作物のプラント・オパールは2本のコアから発見されている。コア81-24ではキビ族のプラント・オパールは想定埋没水田のイネのプラント・オパールとともに見出される。コア84-27ではキビ族の証拠は試料の上部層・中部層ともに得られている。上部層ではイネの何がしかの証左が得られているが、中部層ではキビ族のみでイネは見出されていない。

非栽培植物のプラント・オパールには、キビ族・タケ・ウシクサ族を含む。タケな乾燥地植物で高地の植性を示す。現生タケのプラント・オパール遺存体は粘土層の堆積する低地へと洗い流されたと考えられ、そのような沼沢性の地域では成長しないものである。低地沼沢地の植物にはそれは低水域に群生するヨシ族が含まれる。ヨシ族の衰微はヨシの成育する水域の縮小を意味し、タケの増加は高地のタケ林の拡大を意味する。

3番目のプラント・オパールから分かる非栽培植物はウシクサ族である。ウシクサ族はヨシやイネと比較して、乾いた所に成育する植物の一員である。ウシクサ族の成長は水中では抑制されるが、ヨシと一緒に自然の沼沢で、またイネと共に水田でもみられる。しかしタケと同じくウシクサ族は相対的に開けた上に乾いた土地を示す。朝和地域の粘土層中でこれらの植物の存在の意義は、本報告の結論で討論されよう。

¹⁴C年代測定

自然堆積物の最も信頼できる年代推定法は、放射性炭素同位体によるものであろう。今回採取した試料のうち前報・表4に示した20点について、¹⁴C年代測定を日本アイソトープ協会へ依頼した。試料の多くは肉眼的にも植物片の認め難い炭質粘土で、従来奈良盆地で言われてきた泥炭、あるいは草炭とは異なる。最終寒冷期の泥炭では含水率が50%以上、灼熱減量も70~80%以上に達するのがふつうである。しかし、測定担当者によると、¹⁴C年代の測定は平可能とのことで、

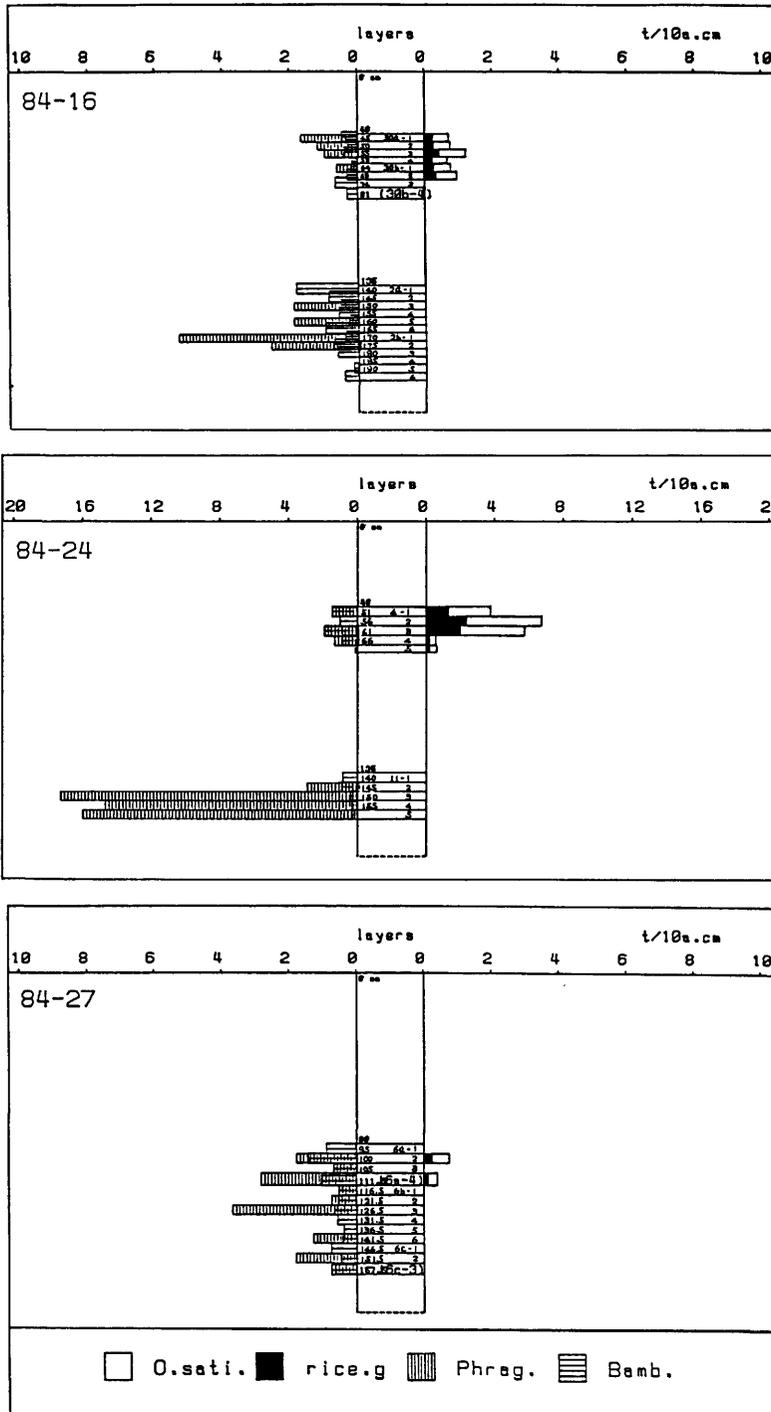


図6 コア84-16、84-24、84-27のイネ科プラント・オパールの層位による構成変化

測定試料コード	測定年代	年代限界	暦年代限界
1-21(N-4880)	5780±355	6490-5070 bp =	[4540 bc]-3950 BC (C)
1-40(N-4881)	5650±290	6230-5070 bp =	5240-3950 BC (C)
4-12(N-4882)	2340±90	2520-2160 bp =	820-180 BC (C)
4-33(N-4883)	9050±205	9460-8640 bp =	[7510-6690 bc]
7-22(N-4884)	2670±110	2890-2450 bp =	1130-400 BC (I)
7-28(N-4885)	3330±115	3560-3100 bp =	1935-1320 BC (I)
7-41(N-4886)	5360±200	5760-4960 bp =	4630-3730 BC (I)
10-38(N-4887)	2150±75	2300-2000 bp =	410 BC-AD 50 (C)
10-61(N-4888)	5810±115	6040-5580 bp =	4940-4430 BC (C)
12-17(N-4889)	2400±125	2650-2150 bp =	890-200 BC (C)
15-36(N-4890)	2730±105	2940-2520 bp =	1250-600 BC (I)
17-5/1(N-4891)	3850±115	4080-3620 bp =	2850-1970 BC (I)
19-18(N-4892)	3200±90	3380-3020 bp =	1730-1225 BC (I)
19-29(N-4893)	5160±190	5540-4780 bp =	4410-3550 BC (C)
20-14(N-4894)	4050±220	4490-3610 bp =	3310-1950 BC (I)
28-8 (N-4895)	7350±155	7660-7040 bp =	[5710-5090 bc]
29-15(N-4896)	4960±155	5270-4650 bp =	4225-3410 BC (C)
30-11(N-4897)	5580±185	5950-5210 bp =	4850-3990 BC (C)

表5 ^{14}C 測定年代とその補正

測定試料コード：測定試料コードは試料番号（コア番号＋試料番号）と測定を依頼した日本アイソトープ協会の一連番号（N-xxxx）からなる。

測定年代： ^{14}C の半減期を5,730yとして計算し、誤差 σ を付けて示す。

年代限界：誤差 2σ での年代限界。

補正年代：測定年代値を年輪年代補正し、暦年代で示す。

年輪年代補正は次の報告に基く。

(C) = Californian bristlecone pine (Suess chart republished in Renfrew 1973).

(I) = Irish oak (Pearson, Pilcher and Baillie 1983 ; Pearson and Baillie 1983).

[] = 未補正年代値、報告された補正チャートの範囲を越えるため。

bp, bc = 未補正年代値, before present = 1950.

BC, AD = 補正年代値。

炭質物の起源を低湿地での草本性植物の分解残渣とみなすと、堆積物の年代を適確に示すことになり、このデータは本研究にとって、ひじょうに重要なものになる。

¹⁴C年代測定に供した試料の大部分は炭質粘土層から採取したもので、フミン質を含みふつうはうまく測定できないことが多いが、今回の試料は年代をだすのに十分な炭素を含むものと判定された。また、3試料は砂層から採取されたが、年代測定に十分な炭素を含んでいた。20試料全部が人間活動の及ばない自然堆積物と判断され、その年代値は対象とした地域の地質年代を的確に示すものである。

¹⁴C年代値の表示について本報告では、測定値のままでは“bp”を、測定値を補正した場合には“BC”を付けて区別した(表5)。

年代値は可能な限り標準偏差の2倍を用いて補正した。これにより実年代が90%の確率でその範囲内に収まるようになる。実年代な測定値の統計的根拠だけでなく、既報の補正表と測定値から正しい年代計算が可能なることも留意すべきである。¹⁴C年代の補正に使われる主要なカーブは、アイリシュ・オークによったもので(Pearson, et al., 1983; Pearson and Baillie, 1983)、カーブ自体の中に計算の標準誤差を含むもので、今までに得られた中で最も正確なものとして受け取られている。しかし、このカーブは、ほぼ300 BCから200 ADの間に間隙があり、また3,900 BC以前に及ばないのでまだ不完全である。そこでカリフォルニア・ブリストルコーン・パインで測定された Suess のカーブ(reprinted in Renfrew, 1973)をこの時間帯の年代補正に用いた。5,350 BCで終わる Suess カーブを越えた¹⁴C年代値は補正されないままである。それらの年代値は [] を付けて表されている(表4・図7)。表4は補正値と未補正

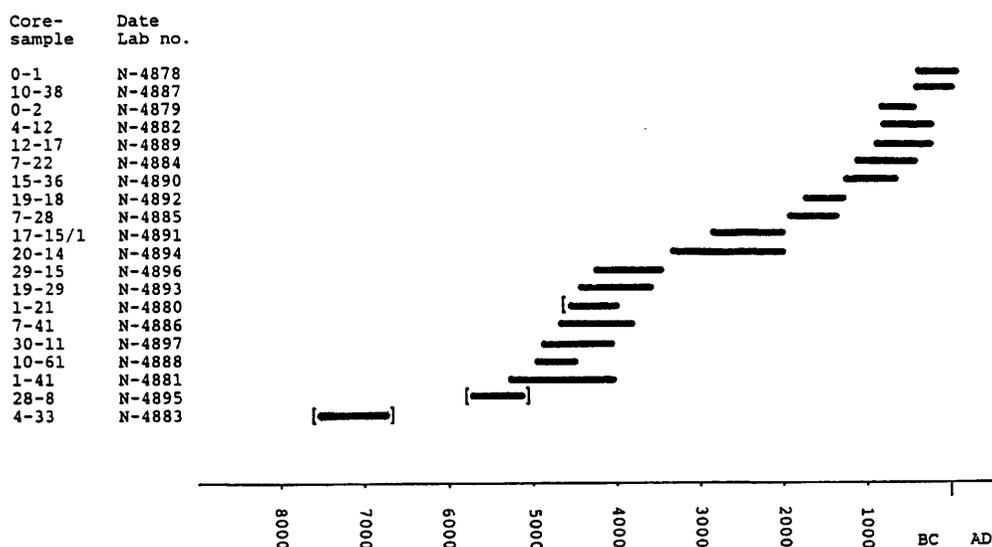


図7 補正年代値の分布
 棒で示した年代巾は標準偏差の2倍の値で示してある。[]は未補正の値を示す。

値の換算表と得られた年代値の分布である。図7の¹⁴C年代値は大きく 5,250~3,900 BC (7例)と 1,250~200 BC (5例)の間の2群に分かれる。最も古い2個の年代値は補正できないので、他のものと同等に比較することができない。この年代値の分布は炭質粘土層の形成は2期にわたって行われたことを示し、それは縄文時代前期 (ca. 5,000~3,500BC)と縄文時代晩期 (ca. 1,000~300 BC)にやや先立って始まったことを示す。

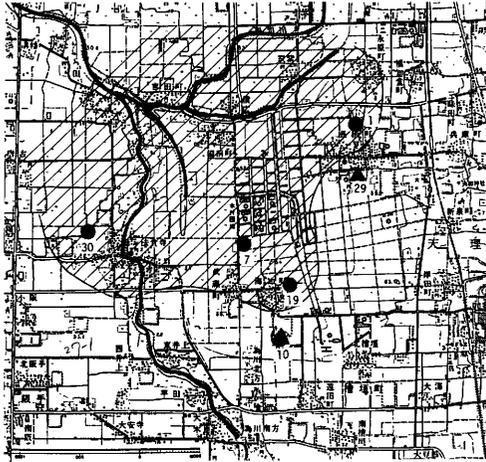


図8-1 5,000~4,000 BCの朝和地域での水域
●は該当する年代の粘土層 (停滞した水域の堆積物)、
▲は同じく砂層を示す (一時的な氾濫による堆積物)。
斜線は推定される水域を示す。

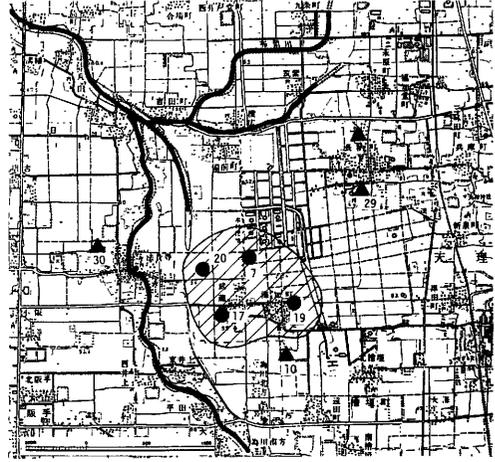


図8-2 4,000~2,000 BCの朝和地域での水域
凡例は図8-1と同じ

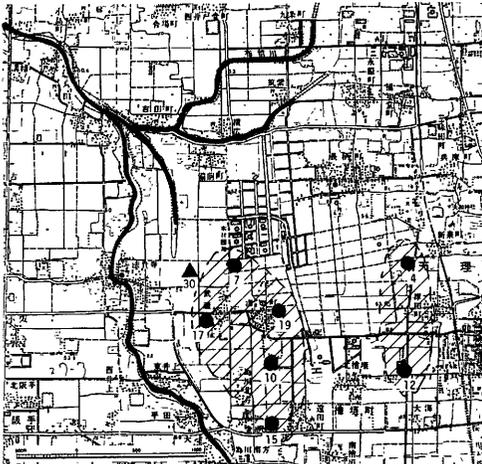


図8-3 2,000 BC~AC 0の朝和地域での水域
凡例は図8-1と同じ

地形復元

1984年度のフィールド・ワークの第一の目標として、バーンズ (1982) が奈良盆地で行った地形復元を検証することであった。そこでは航空写真の立体視から、朝和地域は初瀬川の東側を流れた旧巻向川の後背湿地であったと説明されてきた。この地域の東側は盆地東縁部にできた扇状地で、この盆地底に広く分布する泥炭層中に湿地の層序断面を見出そうとした。特にこの地域にあった旧飛行場の地下は過去においては湿地であり、人の居住には適さない地域で地下の破壊も少なかったと考え、詳細に調査しようと計画した。

今回のコアリングの結果によると、朝和地域は完新世を通じて粘土の堆積で代表されるような低エネルギー堆積が支配的な沼沢地であったことがはっきりと分かる。厚い炭質粘土層は停水域での堆積を示している。このようにして完新世の各時期で停水域が広くなったり、狭くなったり

していたことを知ることができる。イネ科のプラント・オパールと腐水性浅水性珪藻の出現が何かのコアで見られることからも是認できる。

しかし、朝和地域のコアリングでは真正な泥炭がほとんど発見されなかったことも注目に値する。遺跡からの“泥炭”の報告や上部更新統上部の泥炭層の存在にもかかわらず、コア 84-22 で 2 cm の泥炭が発見されたのみである。以下に論じるように、この地域での泥炭層の欠如はおそらく泥炭を形成するような滞水域と乾地になるサイクルがめまぐるしく変わるような堆積様式の急速な変化によるものである。

滞水域の広がり解釈に関して研究者間に興味深い意見の相違がある。このプロジェクトのヨーロッパのメンバーは朝和地域は、ある時期にわりあい広い沼沢地が形成されていたと予測している。いっぽう、日本側研究者は小さな池や沼沢地が点在する景観を予測している。実際の分析結果でも両極端の中間的な結果が得られている。¹⁴C年代の測定されたコア中の粘土と砂層のマッピングによって、異なった時期の滞水域と乾地の広がりを試みとしてとらえることが可能である。

年代値が縄文前期と縄文晩期に集中するので、これら 2 期の連続的な環境変化を追うことができる。

後氷期気候変化

縄文時代早期と縄文時代晩期は広域での環境変化、後氷期の気候最高潮期とそれにひき続く気候の悪化する時期に一致する。これら二つの時期に示された気候条件は、全く逆のように思われる。すなわち最初は温暖な気候で海水面が上昇し、二番目は湿潤な気候で現在より海水面が 2 ないし 5 m 低下した。このような異なった気候条件が炭質粘土の形成にどう関わったのかはまだよく知られていないが、これらの 2 時期には朝和地域は低エネルギーの堆積条件下にあり、細粒の堆積物をもたらした。

このような粘土層の堆積はこの時期の気候変化を知る手掛かりを与えてくれる。古い¹⁴C年代値を示すグループについて、5,000~3,500 BC (図 8-1) を示す下部黒色炭質粘土層への移行は 6 個の古い年代を示す 6 本のコアのうち 5 本で徐々に変わる。1 本のコアは逆転年代を示し、1 本のコアでは移行に関する知見は得られなかった。堆積物は細砂から徐々にシルト・粘土と変わるが、粘土堆積の終端はこれらのコアでは突然と切れる (84-1、84-30)。そこでは中粒ないし粗粒砂が侵食の高エネルギー・レベルを示して突然堆積し始める。同時代の 5,000~3,500 BC を示すコア 84-10 の粘土質砂層は粗砂の堆積で急激に停止する。このように、5,000 BC 頃には研究地域の北部や西部では広範囲にわたって粘土の堆積がみられた。そして次第に乾地へと移り変わってゆく。

前期の下部黒色炭質粘土層より後に堆積した乾いた砂層はその状態から、¹⁴C年代値で 3,000~2,000 BC (図 8-2) とほぼ同時のものであることをうかがわせる。後者はこの年代の上部黒色炭質粘土の堆積を示すコア 84-7、84-17、84-19 と 84-20 でみられる。この時期の多様なデータを総合した図 8 は粘土の堆積が研究地域の中心から西部に限られることを示している。

この特定された黒色炭質粘土の堆積と乾地化の時期に続いて、奈良盆地のこの地域で 2,000~

0 BC年（図8-3）に再び黒色炭質粘土の堆積が広がった。コア 84-4、84-7、84-10、84-12、84-15 はこの時期を示す上部黒色炭質粘土層を産し、一方コア 84-20 ではこの時期に侵食営力の高まりを示し、粗砂や礫を堆積する。粘土堆積の後期に向かって侵食営力が次第に低下していった。最初の場合と同様に、炭質粘土堆積の後半期では、粗砂の急速な堆積の開始で中断される。このように炭質粘土堆積のよく似た二つのサイクルが0~1,000 BC 間の朝和地域の堆積を特徴づける。図8が示すように、この時期に滞水域が調査地域の西部のほうに限られてきた。あるいはこの滞水域が大きな池沼として存在した時代であった。

三番目の粘土堆積時期は、コアの中では表面近くの上部砂質粘土として示される。この砂質粘土は22本のコアで認められ、朝和地域の上部層として広く分布する。この上部砂質粘土層は1,000 BCより後に形成されたように受け取られるし、耕作に使用されたように考えられる。図8が示すように、この時代をはっきりと示す資料がこの地域に集中し、その間を流れた川の後背湿地の位置を占めていたことが分かる。

砂質粘土はその名のとおり炭質粘土層とその組成が全く異なる。此の種の砂質粘土が 300 BCから現在までの日本での農耕時代として認められる時期におそらく形成されたことに注目すべきである。

農耕について

プラント・オパール分析の結果から、上部の砂質粘土層が水田土壌を示すとみることができる。プラント・オパール分析に供した3本のコアについて、イネの証拠は3本とも砂質粘土層中にみられる。コア84-24の砂質粘土層は埋没水田に由来すると想像するのに十分な量のプラント・オパールを産する。

これに対しコア84-27では、プラント・オパールがひじょうに少なく、分析者が試料のコンタミネーションを疑ったほどである。しかし、このプラント・オパール産出量の少なさは試料としたコア84-27-6Bの60%は炭質粘土で、上部の砂質粘土層のものは40%だけであったことによる。もし、この2層の境界の年代が1,000 BC 後期であったとしたならばこれらの試料は奈良盆地での最初期の農耕を示すことになる。稲作の初期でのプラント・オパール数は、水田農耕が確立した時期より当然小さく現れ、イネ遺体を含まない下位の黒色炭質粘土層からなる沼沢地土壌が混合して上位のプラント・オパール密度を低下させる。

上部砂質粘土層に関連する非農耕的環境は、イネと共に産出するヨシ類・タケのプラント・オパールによって知ることができる。これから分かるように、このような沼沢地地域はここでは水田として出来上がったものと併存していたと思われる。コア84-16ではヨシ類は、この時期を通じて増え続けている。その説明として、沼沢地にヨシ類が増加していったと考えるよりは、より水深の大きかった沼沢地の水位が低下し、ヨシ類の群生に適した水深1 m以浅になったとみることができる。このように考えると、ヨシ類の増加は朝和地域での沼沢地の縮小を表すことになる。

イネ科花粉の消長からは、積極的に農耕について論じるには至らない。

問題点と今後の課題

今回のプロジェクトは奈良盆地の東南部・朝和地域に分布する完新世の堆積物に焦点を当てた予察的なものである。今回のプロジェクトに先立って行われてきたコアリングは、完新世以前 (pre 10,000 ybp) の堆積物を主眼としたものであった。その研究でも完新世の地層である斑鳩層についていくばくかの知見は得られていたが、今回の研究はこの完新世の地層に真っ向から取り組もうとした最初のものである。

我々の研究では、その下限を以前のコアリングで確認されている泥炭層に置く。それらのコアでは本来の意味での泥炭層が発見されてきたので、今回はそれら以浅の層準、すなわち完新世の最温暖期 (6,500-4,500 ybp) 以後の層準で同様の堆積物を見いだそうとした。縄文時代後一晩期において、気温の低下は泥炭質堆積物の形成を促進したと考えられる。また、これまでの研究やこの地域の地質学・考古学研究者の観察では、泥炭質の堆積物はこの盆地では弥生遺跡とその周辺によく分布すると言う。しかしながら、このことは必ずしも正しくないことが明らかになってきた。すなわち、日本語で“ピート”あるいは“泥炭”と呼ばれているものについて、用語の使い方のうえで大きな混乱のあることが分かってきた。

このように、今回コアリングで得た堆積物試料のかなりの部分を占める黒色炭質粘土は、もともと予期しなかったものであり、植物片を含んだ本来の泥炭の存在を認めることができなかった。このようなわけで、植物片に富んだ堆積物が得られず、泥炭とは全く異なったタイプの堆積物を得ることになり、最初に計画した絶対花粉、珪藻遺骸、プラント・オパールなどの分析が部分的に不可能になった。

今回の予察的研究で遭遇した二番目の問題は、粗粒域から細粒域まで一元的に処理できる粒度分析法の開発である。従来粗粒部は篩分法で、細粒部は比重法あるいは光透過法で別々に測定されてきた。多点数の試料を統一的に、迅速に処理し、統計的な解析にたえられる測定法がまたれる。

今回のプロジェクトによる堆積物の層相に関して、我々の直面している大きな問題は完新世での炭質粘土層の形成過程についてである。同様の問題は、プラント博士を初めとするアムステルダム大学の地質学研究室のスタッフが、今アウスベルヴィサー・プロジェクトで当面している。そこではこのような粘土層は、河川の後背湿地のような地域で形成されたと予察的には考えられているが、有機物の強力な生物学的分解をもたらすような気候条件については充分に分かっていない。

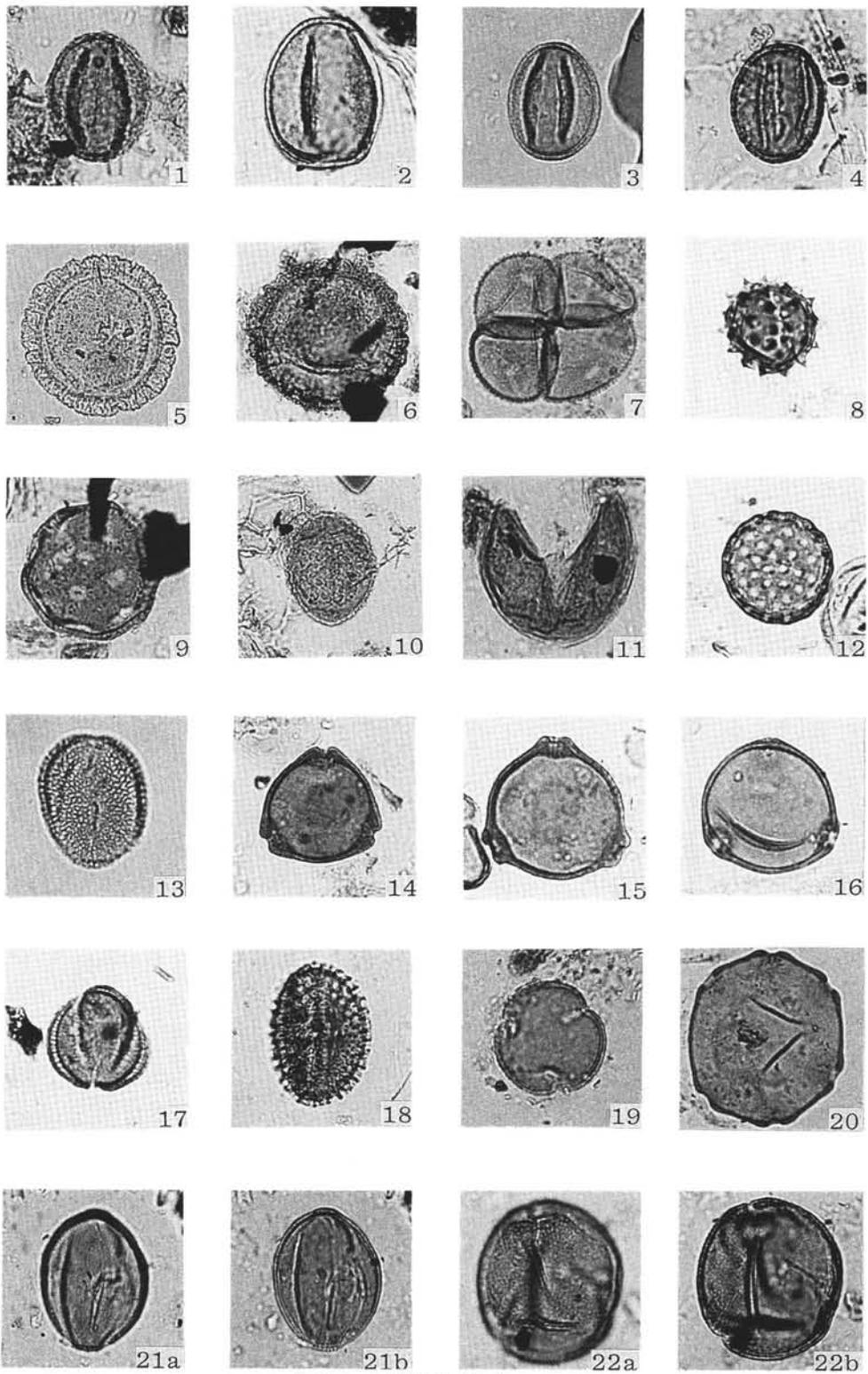
文 献

バーンズ, ジナ・リー (1982) 地形復元と遺物出土地の最近隣法による解析—奈良盆地の場合—, 考古学
と自然科学, 15号, 113~131.

———・ルール プラント・サイモン ケーナ・デイビット ロリガー・西田史朗 (1987) 日本の土
壌中での磷酸塩の挙動. 考古学と自然科学, 19号, (印刷中)。

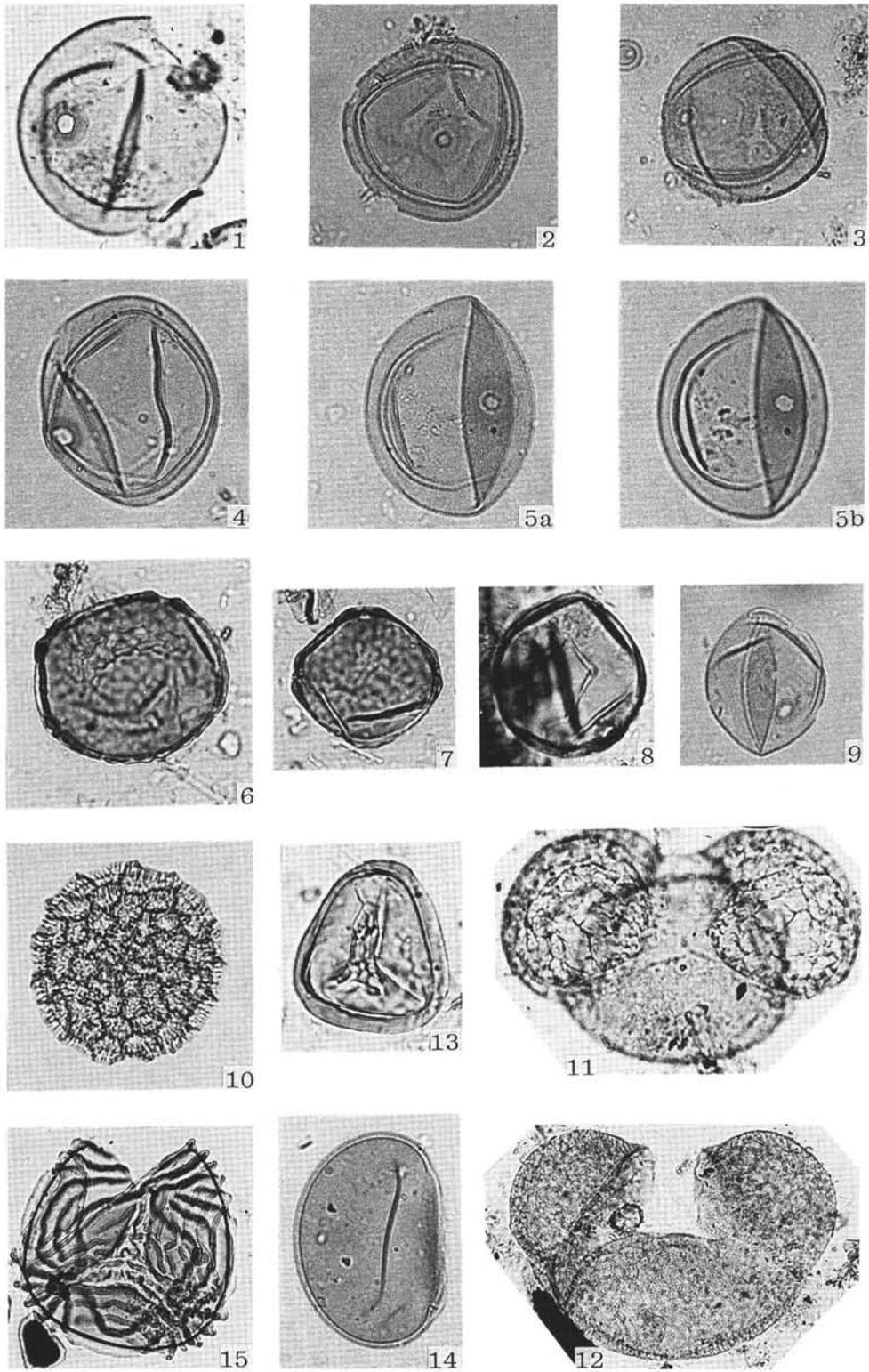
BARNES, Gina L. (1983) Yayoi-Kofun Settlement Archaeology in the Nara Basin, Japan.
Ann Arbor: University Microfilms.

- EDT, R. C. (1973) A rapid chemical field test for archaeological site surveying. *American Antiquity*, 38-2, 206-210.
- 金原正明 (1984) 後期完新世の植生変遷. 奈良盆地の古環境 布留遺跡をめぐって. 埋蔵文化財天理教発掘調査団 考古学調査研究中間報告、10号、57~76.
- 松岡数充 (1984) 花粉分析よりみた奈良盆地及びその周辺における35,000yBP以降の森林植生変遷. 同上、10号、25-47.
- 中村 純 (1984) 古代農耕とくに稲作の花粉分析学的研究. 古文化財に関する保存科学と人文・自然科学、一総括報告書一、581-618.
- 日本先史・原史時代の人々の地形認識と土地利用研究グループ (1986) 先史・原史時代の奈良盆地の自然環境 一その1 地形と地質について一. 古文化財教育研究報告、15号、1-30.
- 西田史朗・松岡数充・野口寧世・金原正明 (1979) 完新世奈良盆地の自然史一その3. 同上、8号、31-44.
- PEARSON, G. W. and Baillie (1983) High precision ^{14}C measurement of Irish oaks to show the natural atmospheric ^{14}C variations of the AD time period. *Radiocarbon*, 25-2, 187-196
- , PILCHER, J. R. and BAILLIE (1983) High precision ^{14}C measurement of Irish oaks to show the natural ^{14}C variation from 200 to 2,000BC. *Radiocarbon*. 25-2, 179-186.
- RENFREW, Colin (1973) *Before civilization: the radiocarbon revolution and prehistoric Europe*. Jonathon Cape, London.



图版1 花粉化石 (倍率×550)

Fig.1-4 *Quercus* (*Cyclobalanopsis*), Fig.5 & 6 *Tsuga*, Fig.7 *Typha*, Fig.8
 Compositae, Fig.9 Caryophyllaceae, Fig.10 *Sciadopitys*, Fig.11 *Cryptomeria*,
 Fig.12 Chenopodiaceae, Fig.13 Cruciferae, Fig.14 *Corylus*, Fig.15 *Betula*, Fig.16
Carpinus, Fig.17 *Artemisia*, Fig.18 *Ilex*, Fig.19 *Tilia*, Fig.20 *Pterocarya*,
 Fig.21a&b *Acer*, Fig.22a&b *Fagus*.



図版2 花粉・孢子化石 (Fig.12を除き、倍率×550)

Fig.1-3 Gramineae, Fig.4,5a&b Gramineae (*Oryza*), Fig.6&7 *Ulmus-Zelkova*, Fig.8 Gramineae, Fig.9 Gramineae, Fig.10 *Persicaria*, Fig.11 *Pinus*, Fig.12 *Abies* (倍率×270), Fig.13 trilate type spore, Fig.14 monolete type spore, Fig.15 *Ceratopteris*.

APPENDIX

The appendix consists of two parts; the core descriptions and the drawn sections.

In the section drawings some groups have been taken together as it is impossible to represent graphically all fine distinctions that were made in the field. The cores have been described in full in the core descriptions.

Legend

- 1 Clay
- 2 Clay with sand (fine or medium)
- 3 Clay with coarse sand
- 4 Black clay
- 5 Silt
- 6 Fine sand and silt
- 7 Clay in sand
- 8 Fine sand
- 9 Medium sand
- 10 Coarse sand
- 11 Gravel
- 12 Pebbles
- 13 Peat
- 14 Redeposited peat
- 15 Peaty clay
- 16 ... with humic content
- 17 ... with recognizable plant remains
- 18 ... with iron concretions
- 19 Volcanic ash
- 20 Modern disturbance
- 21 C14 sample

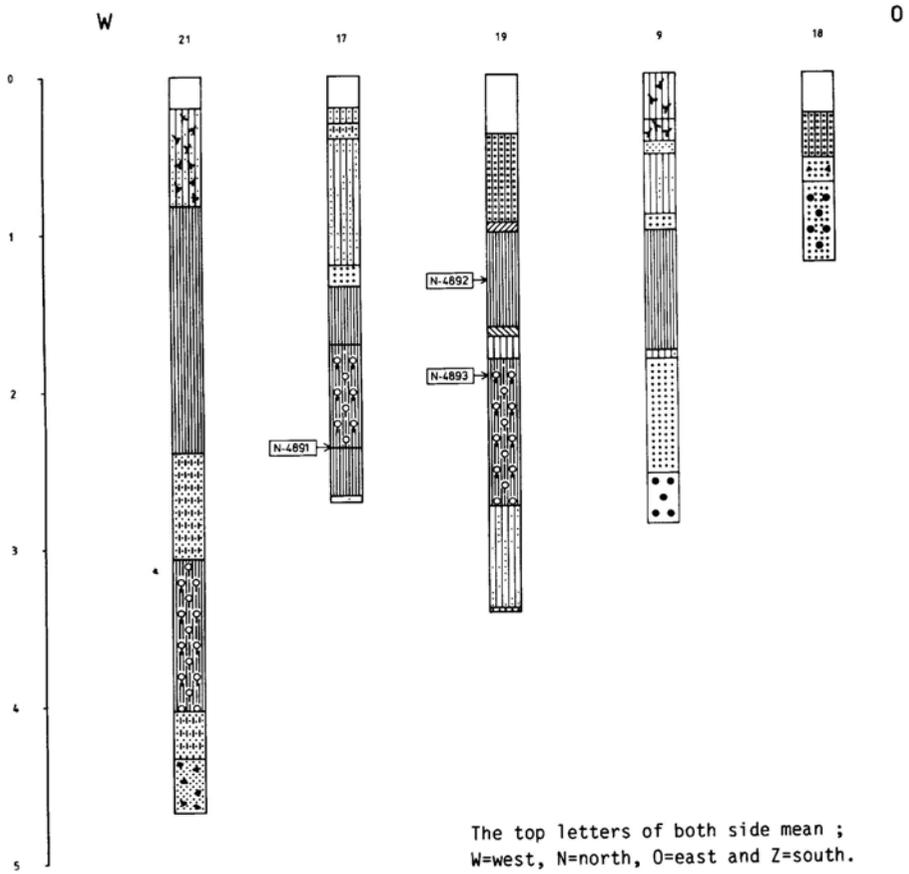
Grain size was estimated in the field by use of a sand ruler. With this instrument it is possible to estimate the granular composition of the sand samples (fraction 0.016-2 mm) by comparison with standard gradations in accordance with the international standard sieves. The following distinctions have been made:

- | | |
|-----------|-----------------------|
| 50-75 | Silt |
| 75-105 | Fine sand |
| 105-150 | Fine to medium sand |
| 150-420 | Medium sand |
| 420-600 | Medium to coarse sand |
| 600-1000 | Coarse sand |
| 1000-1400 | Gravel |

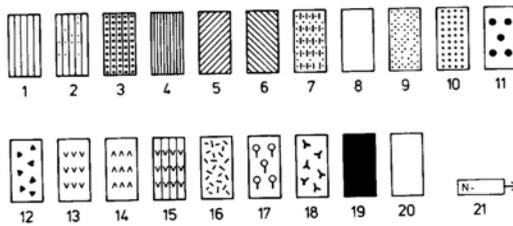
With the help of the sand ruler it is only possible to estimate - by eye - the granular composition of the dominant fraction. Laboratory analyses are necessary to determine the exact composition of all fractions in the samples. For this purpose most cores have been exhaustively sampled; not only for grain size analysis but also for pollen analysis, plant opal, phosphate, and, if necessary, for C14.

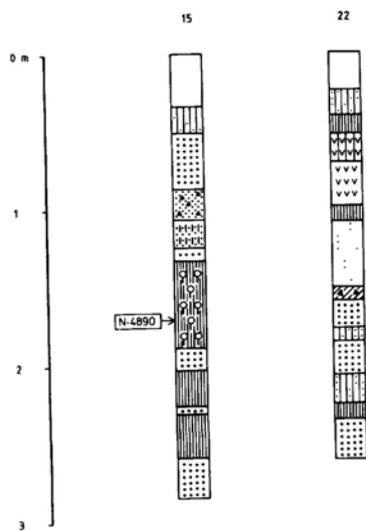
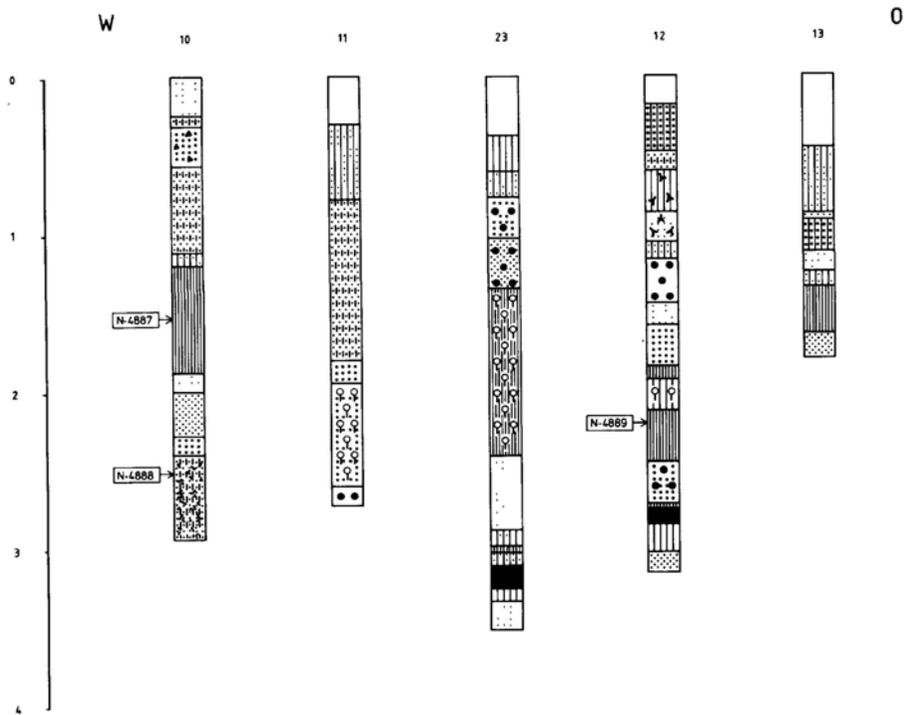
Soil colors have been determined with the Revised Soil Color Charts.

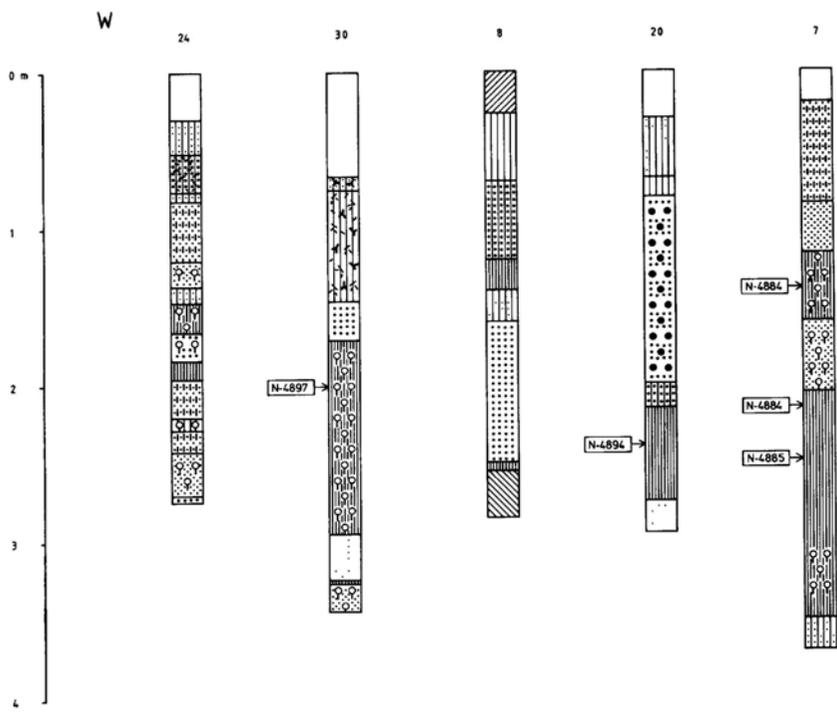
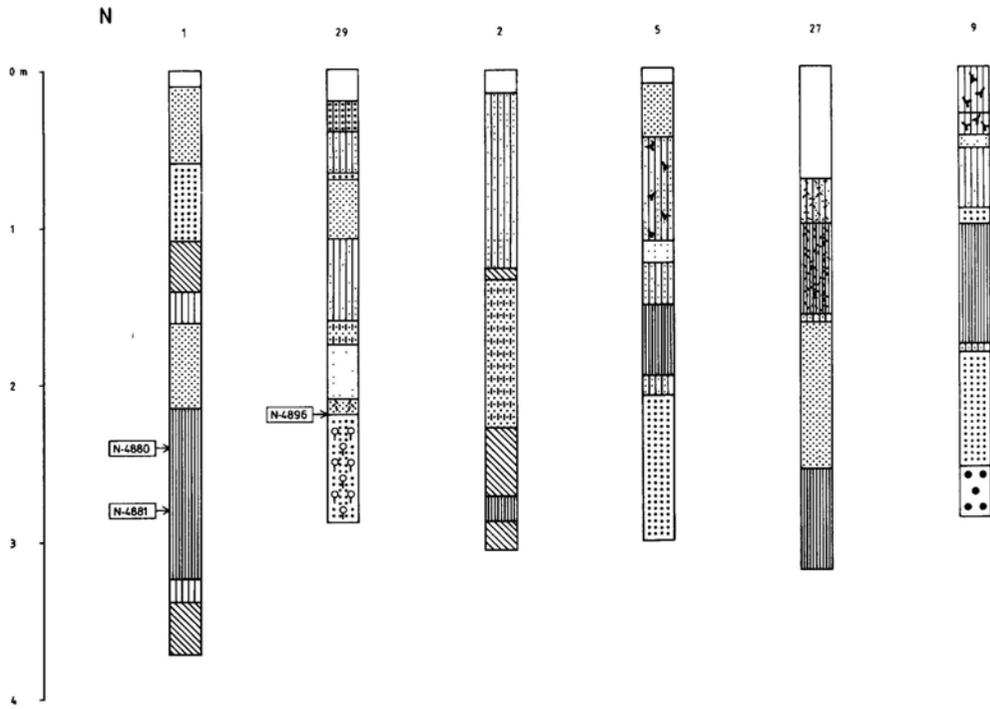
Apart from nos 15 and 22, all sections have been grouped as in the transects of fig. 1.



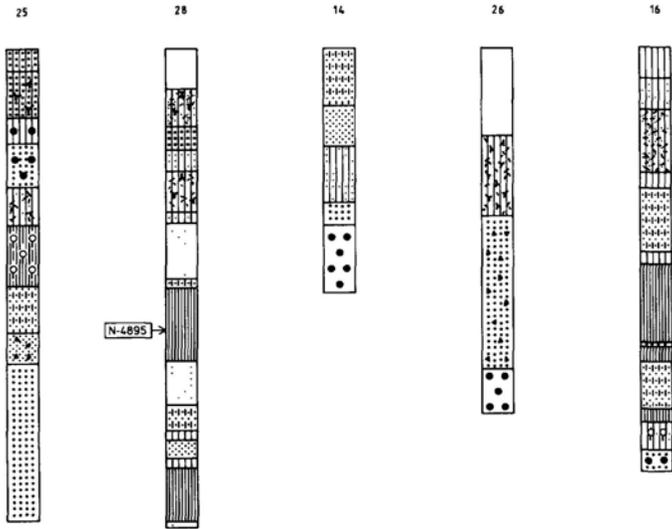
Legend



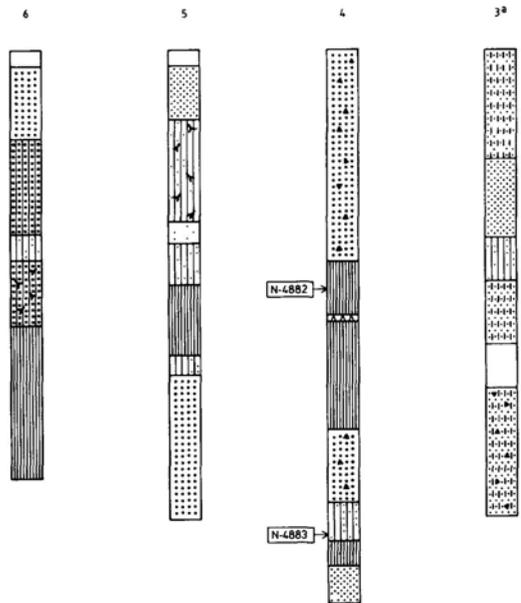




Z



0



CORE DESCRIPTIONS

CORING NO: .84-0
 LONGITUDE: .
 LATITUDE: .
 ABOVE SEA LEVEL (m): .
 GROUND WATER LEVEL (-cm): .
 DATE: .16.03.84

0-25 cm Modern disturbance.
26-90 cm Fine to medium sand with clay; **Color:** 5YR 3/4.
91-155 cm Carbaceous clay with sand, mica rich; **Color:**
 7.5YR /1.
156-183 cm Fine sand, micaceous.
184-210 cm Fine to medium micaceous sand with wood fragments.
211-250 cm Medium to coarse sand; **Color:** 10YR 3/1.
251-255 cm Medium sand with clay; **Color:** 7.5GY 3/1.
256-275 cm Medium sand with wood fragments; **Color:** 7.5GY 3/1.

CORING NO: .84-1
 LONGITUDE: .135 ,49',52"
 LATITUDE: .34 ,34',21"
 ABOVE SEA LEVEL (m): .53.78
 GROUND WATER LEVEL (-cm): .58
 DATE: .30.3.84

0-10 cm Modern disturbance.
11-30 cm Medium sand, **Grain size:** 420, **Color:** 2.5Y 3/2.
31-47 cm Fine to medium sand, **Color:** 2.5Y 3/1.
48-99 cm Medium to coarse sand, **Color:** 2.5Y 3/3.
100-130 cm Sand with silt, **Grain size:** 50, **Color:** 2.5Y 4/3.
131-150 cm Dark compact sticky clay; some sand with iron
 inclusions, **Grain size:** 105-150, **Color:** 2.5Y
 3/1.
151-202 cm Fine to medium sand, very micaceous; little clay.
203-320 cm Black clay, **Color:** 2.5Y 2/1; some sand,
Grain size: 105-150.
321-345 cm Clay, **Color:** 10GY 4/1.
346-359 cm Sand with silt.

CORING NO: .84-2
 LONGITUDE: .135 ,49',54"
 LATITUDE: . 34 ,34',09"
 ABOVE SEA LEVEL (m): .55.71
 GROUND WATER LEVEL (-cm): .90
 DATE: .30.3.84

0-15 cm Modern disturbance.
16-107 cm Clay with sand, **Color:** 2.5Y 4/1.
108-125 cm Clay with very fine sand,
Grain size: 75-105.
126-135 cm Silt with fine sand.
136-160 cm missed.
161-227 cm Fine sand, with some clay, **Color:** 5G 3/1.
228-270 cm Fine sand with silt, some gravel and pebbles.
271-300 cm Black clay with fine sand.
301-306 cm Fine sand and silt.

CORING NO: .84-3
LONGITUDE: .135 ,50',36"
LATITUDE: . 34 ,33',49"
ABOVE SEA LEVEL (m): .71.03
GROUND WATER LEVEL (-cm): .77
DATE: .29.3.84

0-20 cm Modern disturbance.
21-39 cm Medium sand with only a little clay, **Grain size:**
300.
40-60 cm Medium to fine sand with clay, **Grain size:**
210-300; some pebbles, little iron; **Color:**
2.5Y 4/2.
61-110 cm Fine to medium sand, gradually more clay.
111-120 cm Fine sand with redeposited peat, **Color:** 2.5Y 3/1.
121-158 cm Fine sand.
159-173 cm Gradual change to coarse sand,
Grain size: 600-1000; with pebbles.

CORING NO: .84-3a
LONGITUDE: .
LATITUDE: .
ABOVE SEA LEVEL (m): .71
GROUND WATER LEVEL (-cm): .
DATE: .29.3.84

0-36 cm Medium sand with some clay, **Grain size:** 300-420.
(0-20 cm modern disturbed).
37-70 cm Gradual change to coarse sand.
71-120 cm Medium sand; slight increase in clay down to
103 cm.
121-148 cm Gradual change to clay with medium sand,
Grain size: 210-300; **Color:** 10YR 3/3.
149-170 cm Same, but less clay.
171-188 cm Medium sand with clay.
189-225 cm Fine sand, **Grain size:** 105-150.
226-294 cm Gradual change to fine sand with some clay,
Color: 10Y 3/1; some pebbles.

CORING NO: .84-4
LONGITUDE: .135 ,50',11"
LATITUDE: . 34 ,33',48"
ABOVE SEA LEVEL (m): .62.75
GROUND WATER LEVEL (-cm): .
DATE: .29.3.84

0-110 cm Coarse to very coarse sand, **Color:** 10YR 3/3;
some pebbles and rocks (0-57 cm Modern
disturbed.
111-135 cm Gradual change to less coarse sand, some pebbles.
136-150 cm Black clay with some fine sand, **Grain size:** 105,
Color: 2.5Y 2.1.
151-157 cm Lumps of redeposited peat.
158-240 cm Black clay with fine sand, **Grain size:** 105-150.
241-289 cm Coarse sand with pebbles, **Grain size:** 600-1000.
290-315 cm Clay with fine to medium sand, **Grain size:** 210
micaceous, **Color:** 10Y 3/1; with humic
content.
316-332 cm Black clay with micaceous sand and visible plant
remains, **Color:** 10GY 3/1.
333-353 cm Medium sand, **Grain size:** 300-420,
Color: 2.5GY 4/1.

CORING NO: .84-5
LONGITUDE: .135 ,49',53"
LATITUDE: . 34 ,33',49"
ABOVE SEA LEVEL (m): .56.66
GROUND WATER LEVEL (-cm): .106
DATE: .28.3.84

0-10 cm Modern disturbance.
11-44 cm Medium sand, very little clay, **Color:** 10YR 3/3.
45-75 cm Clay with fine micaceous sand and iron
concretions, **Grain size:** 105; **Color:** 10YR
2/2.
76-110 cm Same, fewer concretions.
111-123 cm Gradual change to fine sand, some mica,
Color: 7.5 3/1; visible phosphate spots.
124-153 cm Clay with fine micaceous sand, **Grain size:** 150-210.
154-190 cm Very compact black clay, some mica, visible
phosphate spots; **Color:** 10Y 3/1, occasional
pebbles.
191-209 cm Clay with fine to medium sand.
210-299 cm Coarse sand, little clay.

CORING NO: .84-6
LONGITUDE: .135 ,49',37"
LATITUDE: . 34 ,33',47"
ABOVE SEA LEVEL (m): .51.82
GROUND WATER LEVEL (-cm): .35
DATE: .28.3.84

0-10 cm Modern disturbance.
11-20 cm Medium to coarse sand, **Grain size:** 420.
21-35 cm Same material, **Grain size:** 300.
36-57 cm Same, **Grain size:** 300-420.
58-118 cm Clay with coarse sand, some large pebbles,
micaceous sand.
119-125 cm Clay with fine sand, **Grain size:** 210,
Color: 2.5GY 3/1.
126-178 cm Clay with coarse sand and iron concretions, **Grain**
size: 1400.
179-208 cm Compact black clay with fine sand, **Color:** 5G
1.7/1.
209-240 cm Same material, change to finer sand,
Color: N 2/0, **Grain size:** 50-75.
241-260 cm Same material, **Grain size:** 150.
261-274 cm Same, **Grain size:** 75-105, **Color:** 5GY 3/1.

CORING NO: .84-7
LONGITUDE: .135 ,49',15"
LATITUDE: . 34 ,33',47"
ABOVE SEA LEVEL (m): .50.70
GROUND WATER LEVEL (-cm): .57
DATE: .27.3.84

0-20 cm Modern disturbance.
21-70 cm Fine sand with clay, **Grain size:** 210; **Color:** 10Y
4/1; some pebbles,
72-85 cm Coarser sand than above, **Grain size:** 420,
Color: 2.5Y 4/3, mottled; more clay than
previously.
86-115 cm Medium sand, **Grain size:** 300, **Color:** 5Y 4/1.
116-160 cm Gradual change to carbonaceous clay with visible
plant remains, some sand, **Color:** 5Y 4/1.
161-205 cm Medium sand, with remains of phragmites,
Grain size: 300, **Color:** 7.5Y 4/1.
206-350 cm Black clay, carbonaceous with organic remains
Color: 7.5Y 2/1; between 300 and 350 cm
phragmites remains; with phosphate spots,
Color: 5GY 4/1.
351-370 cm Clay with more sand, **Color:** 2.5GY 4/1.

CORING NO: .84-8
LONGITUDE: .135 ,48',52"
LATITUDE: . 34 ,33',48"
ABOVE SEA LEVEL (m): .48.08
GROUND WATER LEVEL (-cm): .55
DATE: .27.3.84

0-25 cm Silt, **Grain size:** 75-105; **Color:** 2.5Y 4/2.
26-70 cm Gradual change from silt to clay, some mottling.
71-119 cm Clay with coarse sand. **Color:** 2.5Y 4/1, mottled;
probably modern disturbed.
120-140 cm Black clay with possible phosphate spots;
Color: 5GY 2/1.
141-170 cm Clay with fine sand, **Grain size:** 105; **Color:** 5GY
2/1.
171-250 cm Coarse sand, **Grain size:** 1000, **Color:** N 2/0.
251-255 cm Black clay with fine sand, **Grain size:** 105-150.
256-285 cm Fine sand and silt, **Color:** N 2/0.

CORING NO: .84-9
LONGITUDE: .135 ,49',55"
LATITUDE: . 34 ,33',31"
ABOVE SEA LEVEL (m): .57.34 cm
GROUND WATER LEVEL (-cm): .51
DATE: .2.4.84

0-30 cm Clay with medium sand, iron concretions, mottled;
modern disturbed.
31-43 cm Mottled clay, with iron concretions, looks very
mixed; modern disturbed.
44-51 cm Medium sand.
52-90 cm Clay with fine sand, **Grain size:** 105-150;
still modern disturbed?
91-100 cm Coarse sand, little clay; **Color:** 2.5Y 4/3.
101-174 cm Black clay, no sand; **Color:** 5Y 3/2.
175-180 cm Clay with fine sand, **Grain size:** 105.
181-273 cm Medium to coarse sand.
274-285 cm Gradual change to gravel and pebbles; **Color:**
7.5Y 4/1.

CORING NO: .84-10
LONGITUDE: .135 ,49',29"
LATITUDE: . 34 ,33',23"
ABOVE SEA LEVEL (m): .55.39
GROUND WATER LEVEL (-cm): .69
DATE: .2.4.84

0-25 cm Fine sand and clay; modern paddy.
26-32 cm Increase of clay, iron concretions; paddy base?
33-58 cm Coarse sand with pebbles.
59-112 cm Clay in sand, gradual increase of clay;
Color: 7.5Y 5/1; iron concretions throughout;
old paddy?
113-120 cm Gradual change to clay with sand.
121-187 cm Black clay with some sand, **Grain size:** 75-150;
Color: 10Y 2/1.
188-200 cm Fine sand with little clay, **Grain size:** 105,
Color: 10YR 4/4.
201-228 cm Fine to medium micaceous sand, **Grain size:**
210-250; **Color:** 10Y 3/1; some occasional
pebbles, fragmented plant remains.
229-240 cm Gradual change to coarse sand, **Grain size:**
600-1000.
241-288 cm Abrupt change to fine sand, some clay **Grain size:**
150-210, **Color:** 5Y 2/1. Could be carbonaceous
sand?

CORING NO: .84-11
LONGITUDE: .135 ,49',53"
LATITUDE: . 34 ,33',22"
ABOVE SEA LEVEL (m): .58.26
GROUND WATER LEVEL (-cm): .94
DATE: .3.4.84

0-30 cm Modern disturbance.
31-78 cm Fine to medium sand with clay, mottled with iron concretions and occasional pebbles;
Color: 10YR 3/3.
79-200 cm Gradual change to fine sand becoming increasingly clayey, sand becoming more coarse; **Grain size:** 105-200.
201-215 cm Coarse sand, some clay; **Color:** 10Y 3/1.
216-223 cm Carbonaceous sand, some clay; visible plant remains.
224-260 cm Coarse sand, **Grain size:** 600, with plant remains; increasing number of pebbles.
261-273 cm Gravel, **Grain size:** 1400.

CORING NO: .84-12
LONGITUDE: .135 ,50',13"
LATITUDE: . 34 ,33',22"
ABOVE SEA LEVEL (m): .61.92
GROUND WATER LEVEL (-cm): .35
DATE: .6.4.84

0-17 cm Modern disturbance.
18-47 cm Clay with coarse sand, **Grain size:** 420-600; modern disturbance?
48-60 cm Abrupt change to coarse sand with little clay, **Grain size:** 420-600.
61-78 cm Clay with some sand, lots of iron concretions, mottled, **Color:** 10YR 4/4.
79-85 cm Same material, less sand.
86-105 cm Fine sand and silt, with iron concretions; **Color:** 2.5Y 4/1.
106-115 cm Sandy clay, **Grain size:** 75-105.
116-144 cm Gradual change to gravel, **Grain size:** 600-1400.
145-159 cm Fine sand, **Grain size:** 75; **Color:** 7.5Y 4/1.
160-184 cm Coarse sand, **Grain size:** 420; with some pebbles.
185-192 cm Black clay with some sand, **Color:** 7G 3/1.
193-212 cm Clay with plant remains.
213-244 cm Black clay with some sand, **Grain size:** 50-75; **Color:** 7.5Y 3/1.
245-271 cm Coarse sand and gravel, **Grain size:** 600-1000.
272-274 cm Blue clay.
275-284 cm Volcanic ash, **Color:** 10YR 5/3.
285-300 cm Clay with coloured bands.
301-313 cm Medium sand.

CORING NO: .84-13
LONGITUDE: .135 ,50',26"
LATITUDE: . 34 ,33',21"
ABOVE SEA LEVEL (m): .68.49
GROUND WATER LEVEL (-cm): .20
DATE: .7.4.84

0-45 cm Modern disturbance.
46-88 cm Clay with medium sand, **Grain size:** 420.
Color: 7.5Y 5/1; mottled; with iron
concretions; some pebbles.
89-92 cm Fine sand, **Grain size:** 420; mottled
with occasional pebbles and mica.
83-112 cm Clay with coarse sand, **Grain size:** 600, mottled
with pebbles.
113-123 cm Gradual change to fine sand, **Grain size:** 150.
124-135 cm Clay with fine sand.
136-164 cm Black clay, **Color:** 5Y 2/1, with charcoal, some fine
sand; an occasional pebble.
165-170 cm Medium sand.

CORING NO: .84-14
LONGITUDE: .135 ,49',54"
LATITUDE: . 34 ,33',6"
ABOVE SEA LEVEL (m): .61.04
GROUND WATER LEVEL (-cm): .59
DATE: .4.4.84

0-37 cm Homogeneous clay with fine sand, **Grain size:**
50-105, **Color:** 10Y 4/1.
38-62 cm Gradual change to medium sand,
Grain size: 210; stones, iron concretions,
rather mottled.
63-98 cm Gradual change to more clay, less sand,
Grain size: 300; **Color:** 10YR 3/2.
99-111 cm Abrupt change to coarse sand.
112-155 cm Gradual change to more gravel, large stones;
Color: 10YR 4/1.

CORING NO: .84-15
LONGITUDE: .135 ,49',28"
LATITUDE: . 34 ,33',6'
ABOVE SEA LEVEL (m): .55.41
GROUND WATER LEVEL (-cm): .20
DATE: .6.4.84

0-34 cm Modern disturbance.
35-50 cm Clay with medium sand, mottled, **Color:** 2.5Y 4/2.
51-74 cm Gradual change to more coarse sand, some pebbles,
occasional rocks.
75-84 cm Coarse sand, **Grain size:** 1000.
85-105 cm Abrupt change to medium sand, **Color:** 5Y 4/1,
pebbles.
106-124 cm Gradual change to fine sand with some clay,
Grain size: 150-210; **Color:** 7.5GY 4/1, with
plant remains.
125-132 cm Coarse sand, **Grain size:** 600-1000.
133-188 cm Black clay, a little micaceous sand, **Color:** 10Y
3/1.
189-202 cm Coarse sand, **Grain size:** 600.
203-216 cm Black clay with micaceous sand, **Grain size:** 50-75.
217-225 cm Change to coarse sand, **Grain size:** 420.
226-259 cm Black clay, with sand, **Grain size:** 210-300.
260-284 cm Medium to coarse sand, **Grain size:** 420-600, some
pebbles.

CORING NO: .84-16
LONGITUDE: .135 ,49',53"
LATITUDE: . 34 ,32',52"
ABOVE SEA LEVEL (m): .51.75
GROUND WATER LEVEL (-cm): .82
DATE: .4.4.84

0-20 cm Fine homogeneous, loamy clay, **Color:** 2.5Y 4/2.
21-40 cm Same material; some sand and iron inclusions.
41-70 cm Clay with fine sand, with dark brown inclusions,
organic?
71-80 cm Same material, fewer inclusions.
81-90 cm Same material, no inclusions.
90-130 cm Thin layers of clay alternating with sand layers.
131-136 cm Fine clay with a little mica.
137-187 cm Black clay with fine micaceous sand, **Grain size:**
105; organic remains.
188-190 cm Coarse sand, **Grain size:** 1000.
191-200 cm Black clay, very compact with medium to coarse
sand, **Grain size:** 600.
201-230 cm Gradual change to medium sand with some clay.
231-238 cm Black clay with fine sand, **Grain size:** 150.
239-255 cm Fine clayey sand with remains of phragmites.
256-270 cm Coarse sand and gravel.

CORING NO: .84-17
LONGITUDE: .135 ,49',6"
LATITUDE: . 34 ,33',35"
ABOVE SEA LEVEL (m): .50.60
GROUND WATER LEVEL (-cm): .15
DATE: .26.3.84

0-20 cm Modern disturbance.
21-30 cm Clay with fine sand, **Grain size:** 150-210,
Color: 5YR 3/1.
31-40 cm Micaceous sand with clay, **Grain size:** 300,
Color: 10YR 3/2.
41-50 cm Clay with fine micaceous sand, **Grain size:** 150.
51-60 cm Clay with fine to medium sand, **Color:** 10YR 3/3.
61-70 cm Same material, **Grain size:** 150-210, **Color:** 7.5YR
3/2.
71-94 cm Clay with fine sand, **Grain size:** 75-105,
Color: 7.5YR 3/4.
95-123 cm Clay with fine sand, **Grain size:** 75, **Color:** 7.5YR
4/4.
123-133 cm Coarse sand, **Grain size:** 1400.
134-268 cm Black clay with micaceous sand, **Color:** 10Y 3/1,
with plant remains, **Grain size:** 50.
269-270 cm Fine sand and clay, **Grain size:** 16-50,
Color: 10YR 4/1.

CORING NO: .84-18
LONGITUDE: .135 ,50',15"
LATITUDE: . 34 ,33',32"
ABOVE SEA LEVEL (m): .63.70
GROUND WATER LEVEL (-cm): .
DATE: .7.4.84

0-25 cm Modern disturbance.
26-55 cm Clay with medium to coarse sand, **Grain size:**
420-600, **Color:** 10YR 3/1.
56-70 cm Coarse sand with pebbles, **Grain size:** 600-1400,
Color: 2.5YR 4/1.
71-120 cm Coarse sand with gravel.

CORING NO: .84-19
LONGITUDE: .135 ,49',31"
LATITUDE: . 34 ,33',36"
ABOVE SEA LEVEL (m): .51.45
GROUND WATER LEVEL (-cm): .36
DATE: .9.4.84

0-38 cm Modern disturbance.
39-93 cm Medium to coarse sand, **Grain size:** 420-600,
Color: 10YR 4/4.
94-99 cm Silt, **Grain size:** 50-75, **Color:** 7.5YR 4/1.
100-160 cm Black clay with plant remains; little sand,
Color: 5G 1.7/1.
161-165 cm Fine sand and silt, **Grain size:** 75, **Color:** 7.5GY
3/1.
166-200 cm Clay with some plant remains, **Color:** 7.5GY 3/1.
201-270 cm Black clay, some sand with plant remains;
Color: 5GY 2/1.
271-339 cm Less clay, gradually more sand, with phosphate
spots; plant remains still visible.
340-342 cm Medium sand.

CORING NO: .84-20
LONGITUDE: .135 ,49',4"
LATITUDE: . 34 ,33',47"
ABOVE SEA LEVEL (m): .49.24
GROUND WATER LEVEL (-cm): .
DATE: .9.4.84

0-30 cm Modern disturbance.
31-67 cm Clay with medium sand, **Grain size:** 420-600,
mottled and with iron concretions; **Color:**
7.5GY 4/1.
68-80 cm Gradual change to clay, still mottled and with
iron concretions, **Color:** 5Y 5/1.
81-200 cm Coarse sand with gravel, **Grain size:** 600-1400;
occasional pebbles.
201-212 cm Gradual change to clay with coarse sand.
213-275 cm Black clay with plant remains, **Color:** 5G 1.7/1.
276-295 cm Fine sand, **Grain size:** 150; some clay.

BORING NO: .84-21
LONGITUDE: .135 ,47',57"
LATITUDE: . 34 ,34',36"
ABOVE SEA LEVEL (m): .49.73
GROUND WATER LEVEL (-cm): .49
DATE: .3.4.84

0-15 cm Modern disturbance.
16-34 cm Sticky fine black clay; mottling;
phosphate spots; **Color:** 2.5GY 2/1.
35-80 cm Black clay, some sand, increasing downwards,
Grain size: 50-75, **Color:** 2.5GY 3/1;
mottling; phosphate spots.
81-111 cm Sticky fine black clay, with plant remains;
with fine to medium sand, **Grain size:**
250-410, **Color:** 5GY 2/1.
112-143 cm Fine to medium sand, **Grain size:** 150,
Color: 5GY 2/1; increase of clay
downwards.
144-160 cm Gradual change to less clay and coarser sand,
Grain size: 160.

CORING NO: .84-22
LONGITUDE: .135 ,50',28"
LATITUDE: . 34 ,31',50"
ABOVE SEA LEVEL (m): .68.33
GROUND WATER LEVEL (-cm): .
DATE: .7.4.84

0-25 cm Modern disturbance.
26-40 cm Clay with fine sand, **Grain size:** 75-105;
occasional pebbles, some iron inclusions.
41-52 cm Organic clay with sand.
53-70 cm Peaty clay, some sand, **Grain size:** 75-105.
71-99 cm Peat, **Color:** 2GY 3/1.
100-108 cm Very Humic clay, abrupt change.
109-150 cm Fine sand, **Grain size:**75, **Color:** 2.5Y 5/3.
151-157 cm Silt with some pebbles, **Grain size:** 16-50,
Color: 2.5Y 5/2.
158-176 cm Coarse sand, **Grain size:** 600-1000; some
pebbles.
177-183 cm Clay with fine sand.
184-215 cm Coarse sand, **Grain size:** 600-1000, **Color:**
7.5Y 5/1.
216-238 cm Clay with fine sand, **Grain size:** 75;
Color: 10GY 4/1.
239-253 cm Black clay with coarse sand, **Color:** 2.5Y 2/1;
some plant remains.
254-260 cm Coarse sand, **Grain size:** 1400.

CORING NO: .84-23
LONGITUDE: .135 ,50',2"
LATITUDE: . 34 ,33',19"
ABOVE SEA LEVEL (m): .60.08
GROUND WATER LEVEL (-cm): .55
DATE: .10.4.84

<u>0-45 cm</u>	Modern disturbance.
<u>46-60 cm</u>	Very sticky compact clay; organic material present, stones; Color: 2.5Y 4/1.
<u>61-75 cm</u>	Very sticky compact clay; a little sand, many stones, iron concretions (Old Paddy?).
<u>76-95 cm</u>	Coarse sand with gravel, some pebbles, Grain size: 2000.
<u>96-102 cm</u>	Medium sand; gravel getting coarser, Grain size: 1400-2000.
<u>103-110 cm</u>	Sand, Grain size: 210, some gravel; lots of mica visible, Color: 2.5Y 4/3; slightly mottled.
<u>110-128 cm</u>	Missed.
<u>129-135 cm</u>	No gravel; coarser sand, Grain size: 420-600.
<u>136-147 cm</u>	Dark, rather carbonaceous clay with fine sand, Grain size: 210, Color: 10/GY 3/1.
<u>148-155 cm</u>	Clay with sand, Grain size: 105; Color: 7.5GY 3/1.
<u>156-178 cm</u>	Fine sand, Grain size: 105-150; getting coarser, Grain size: 420-600. Color: 7.5Y 4/1.
<u>179-192 cm</u>	Clay with little sand; Grain size: 210; plant remains visible, mica present.
<u>193-214 cm</u>	Sticky clay, fine sand, Grain size: 105; with pebbles.
<u>215-225 cm</u>	Dark coloured clay with plant remains.
<u>226-240 cm</u>	Clay with sand, Grain size: 75-105; plant remains, Color: 5GY 3/1.
<u>240-283 cm</u>	Fine sand, Grain size: 105; Color: 10Y 4/1; some clay.
<u>284-286 cm</u>	Sand with an increasing amount of clay.
<u>287-297 cm</u>	Compact grey clay with very little sand, Grain size: 50-75, Color: 10GY 4/1.
<u>298-301 cm</u>	Dark sticky carbonaceous clay with fine micaceous sand; Grain size: 150; with plant remains, Color: 10GY 2/1.
<u>302-309 cm</u>	Clay with fine sand, Grain size: 75-105.
<u>310-324 cm</u>	Volcanic ash, Color: 10Y 4/2.
<u>325-331 cm</u>	Compact blue clay; Color: 10GY 4/2.
<u>332-350 cm</u>	Fine sand; Grain size: 105-150; little clay; sand getting finer; Grain size: 75-105.

CORING NO: .84-24
LONGITUDE: .135 ,48',0"
LATITUDE: . 34 ,34',1"
ABOVE SEA LEVEL (m): .47.08
GROUND WATER LEVEL (-cm): .Artificial water layer
DATE: .13.04.84

10-29 cm Modern disturbance.
30-40 cm Coarse sand; **Grain size:** 420-500,
Color: 10YR 3/2.
41-48 cm Clay with very fine micaceous sand, **Grain size:**
75; occasional pebbles.
49-52 cm Same material, but color change, **Color:** 10YR 2/1.
53-76 cm Very sticky clay; gradually more sand with
brown, possible humic inclusions, **Grain size:**
600-1000.
77-80 cm Clay with fine sand; **Grain size:** 105-150;
phosphate spots.
81-120 cm Clay with sand, less coarse, changing to silt with
fine sand, **Grain size:** 75-105.
121-135 cm Sand content getting coarser, **Grain size:** 210,
Color: 2.5GY 4/1.
136-140 cm More clay with plant remains.
141-144 cm Occasional sand lenses.
145-166 cm Black clay with plant remains, very little sand.
167-182 cm Coarse sand, **Grain size:** 1000, with organic
remains.
183-190 cm Black clay, very carbonaceous.
191-195 cm Black clay with fine micaceous sand.
196-220 cm Changes to sand with clay, **Color:** 10Y 4/1.
221-227 cm Clay with thin lenses of sand and plant remains.
228-241 cm Sand with thin clay layers, **Grain size:** 105-150,
some plant remains.
242-269 cm Medium sand; **Grain size:** 420; still plant remains.
270-274 cm Sand getting coarser, **Grain size:** 600.

CORING NO: .84-25
LONGITUDE: .135 ,50',4"
LATITUDE: . 34 ,33',26"
ABOVE SEA LEVEL (m): .59.70 m
GROUND WATER LEVEL (-cm): .60 cm
DATE: .10.04.84

0-44 cm Clay with medium to coarse sand, **Grain size:** 420-600; at 15 cm iron concretions start to appear; mottled; **Color:** 2.5Y 4/2.
45-60 cm Clay with gravel, **Grain size:** 1000-1400; maybe some humic content, mottled;; **Color:** 10YR 4/2.
61-88 cm Changing to coarse sand with gravel, **Grain size:** 1400-2000; **Color:** 2.5YR 5/2.
89-112 cm Mottled clay with sand,**Grain size:** 210-300; possible humic content (old paddy?); **Color:** 10YR 3/1.
113-170 cm Sticky carbonaceous clay with little sand, **Grain size:** 105; plant remains, **Color:** 5Y 3/1; some sandier below 160 cm.
171-180 cm Fine sand with some clay, **Grain size:** 150-210; **Color:** 7.5YR 3/1.
181-220 cm Medium sand with occasional pebbles, **Grain size:** 300.
221-300 cm Medium to coarse sand, getting coarser downwards, occasional pebbles or rocks.

CORING NO: .84-26
LONGITUDE: .135 ,49',55"
LATITUDE: . 34 ,32',59"
ABOVE SEA LEVEL (m): .61.04 m
GROUND WATER LEVEL (-cm): .60 cm
DATE: .13.04.84

0-55 cm Modern disturbance.
56-74 cm Clay with a high content of humic material; many iron concretions; **Color:** 10YR 3/1.
75-79 cm Missed.
80-107 cm Same material as above, iron concretions are decreasing.
108-220 cm Medium to coarse sand with some pebbles, **Grain size:** 600-1000.
221-232 cm Gravel with coarse sand.

CORING NO: .84-27
LONGITUDE: .135 ,49',54"
LATITUDE: . 34 ,33',42"
ABOVE SEA LEVEL (m): .57.09
GROUND WATER LEVEL (-cm): .56 cm
DATE: .1.04.84

0-72 cm Modern disturbance, maybe with old paddy in lower level.
73-122 cm Clay with fine micaceous sand, **Grain size:** 105; humic content. **Color:** 2.5Y 4/2.
123-157 cm Black clay with fine to medium sand, **Grain size:** 105-150; iron mottling; great deal of phosphate visible.
158-162 cm Clay with some sand.
163-255 cm Medium sand, **Grain size:** 150-210, **Color:** 7.5Y 4/1; between 212-214 cm green material, many phosphate concentrations.
256-320 cm Very loose black clay, with little sand content.

CORING NO: .84-28
LONGITUDE: .135 ,49',58"
LATITUDE: . 34 ,33',14"
ABOVE SEA LEVEL (m): .59.10
GROUND WATER LEVEL (-cm): .45
DATE: .11.04.84

0-25 cm Modern disturbance.
26-48 cm Mottled clay with sand, **Grain size:** 420-600; iron concretions and humic content; **Color:** 7.5Y 5/1.
49-63 cm Clay with coarse sand, **Grain size:** 600-1000; iron concretions, occasional pebbles.
64-78 cm Clay with sand, **Grain size:** 300; **Color:** 10YR 4/1.
79-105 cm Brown sticky clay; humic content and iron concretions, **Color:** 10YR 4/2.
106-110 cm Grey clay with very fine sand, **Grain size:** 75; **Color:** 2.5YR 4/1.
111-144 cm Gradual change to all sand, **Grain size:** 105; very little clay content.
145-150 cm Clay in sand.
151-198 cm Carbonaceous clay, some plant remains, sandy towards bottom; **Color:** 5GY 2/1; occasional pebbles.
199-243 cm Fine sand, **Grain size:** 105-150.
244-248 cm Clay, **Color:** 7.5GY 4/1.
249-266 cm Medium sand, **Grain size:** 420-600, little clay; sand getting finer downwards; **Color:** 2.5GY 4/1.
267-290 cm Carbonaceous clay, very sticky, very compact; some plant remains. **Color:** 5GY 2/1.
291-300 cm Fine sand.

CORING NO: .84-29
LONGITUDE: .135 ,49',53"
LATITUDE: . 34 ,34',7"
ABOVE SEA LEVEL (m): .56
GROUND WATER LEVEL (-cm): .20
DATE: .11.4.84

0-20 cm Modern disturbance.
21-34 cm Clay with medium to coarse sand,
Grain size: 420-600.
35-64 cm Clay with medium sand, **Color:** 2.5GY 4/1,
Grain size: 420.
65-70 cm Coarse sand with little clay, **Color:** 5Y 3/1.
71-108 cm Clay with medium sand,
Grain size: 420; **Color:** 5Y 2/1.
109-118 cm Blue clay with sand, **Grain size:** 300,
Color: 7.5Y 4/1.
119-159 cm Fine black sand in clay, **Grain size:** 105-210.
160-173 cm Fine sand with clay, **Grain size:** 75-105; with
plant remains, **Color:** 2.5Y /1.
174-211 cm Fine sand, **Grain size:** 75-105, **Color:** 10Y 3/1.
212-224 cm Fine sand with humic content, **Color:** 2.5Y 3/1.
225-287 cm Coarse sand with plant remains, **Color:** 5Y 3/1.

CORING NO: .84-30
LONGITUDE: .135 ,48',23"
LATITUDE: . 34 ,33',48"
ABOVE SEA LEVEL (m): .49.66
GROUND WATER LEVEL (-cm): .75
DATE: .12.4.84

0-65 cm Clay with very fine sand, **Grain size:** 75,
modern disturbed.
66-75 cm Same material, less mottled, many iron inclusions.
76-145 cm Clay, many iron inclusions, plant remains, some
sand, **Grain size:** 105-150, **Color:** 10Y 4/1.
146-170 cm Coarse sand, **Grain size:** 600; little clay.
171-292 cm Black clay, some thin sand layers in it;
phosphate spots, some plant remains, **Grain
size:** 5G 5/1.
293-325 cm Fine sand; **Grain size:** 75-105, getting coarser;
phosphate spots.
326-328 cm Black clay with plant remains.
329-340 cm Medium sand.