

庄・蔵本遺跡における耕作土壌の自然科学分析

渡 辺 正 巳*

* 文化財調査コンサルタント株式会社

はじめに

本報は、文化財調査コンサルタント株式会社が、徳島大学医学部・歯学部構内に広がる庄・蔵本遺跡立体駐車場地点東区の発掘調査によって検出された、耕作土と考えられた地層について、その概要を明らかにする目的で、徳島大学埋蔵文化財調査室からの委託を受け実施・報告した軟X線写真観察及び、花粉分析、植物珪酸体分析結果を、まとめ直したものである。

採取試料について

徳島大学埋蔵文化財調査室によって採取・保管されていたブロック試料の御提供を受け、文化財調査コンサルタント株式会社にて整形・軟X線写真撮影を行い、観察を行った。観察結果を受け、分析に最適な位置から微化石分析用試料を分取し、花粉分析及び植物珪酸体分析を実施した。また以下の

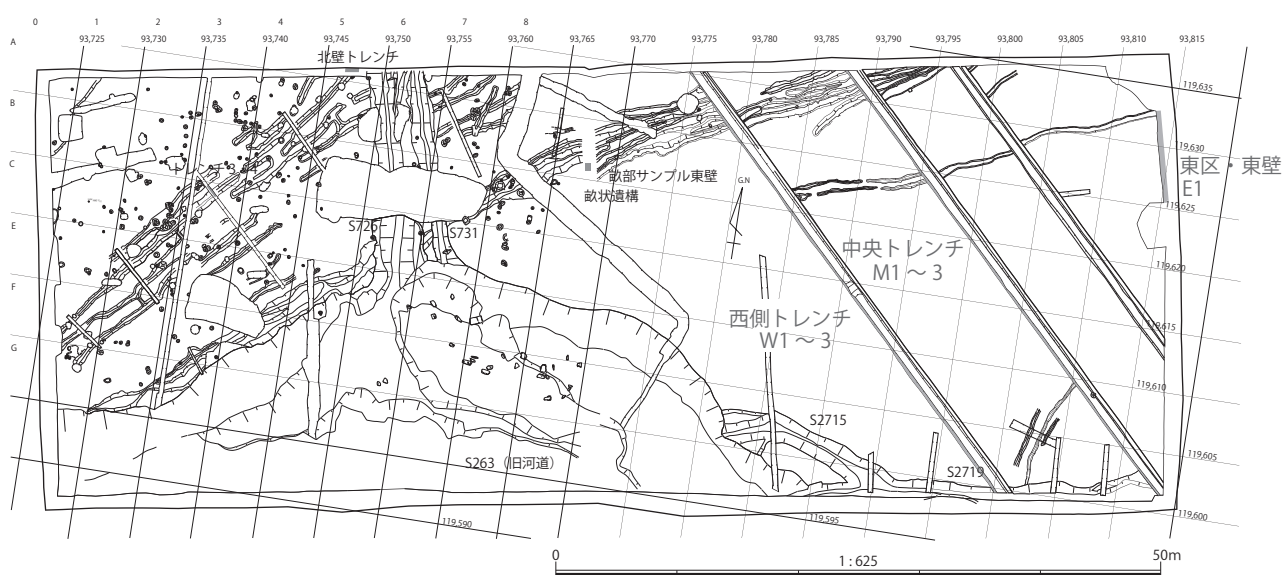


図1 立体駐車場地点 平面図及び試料採取地点

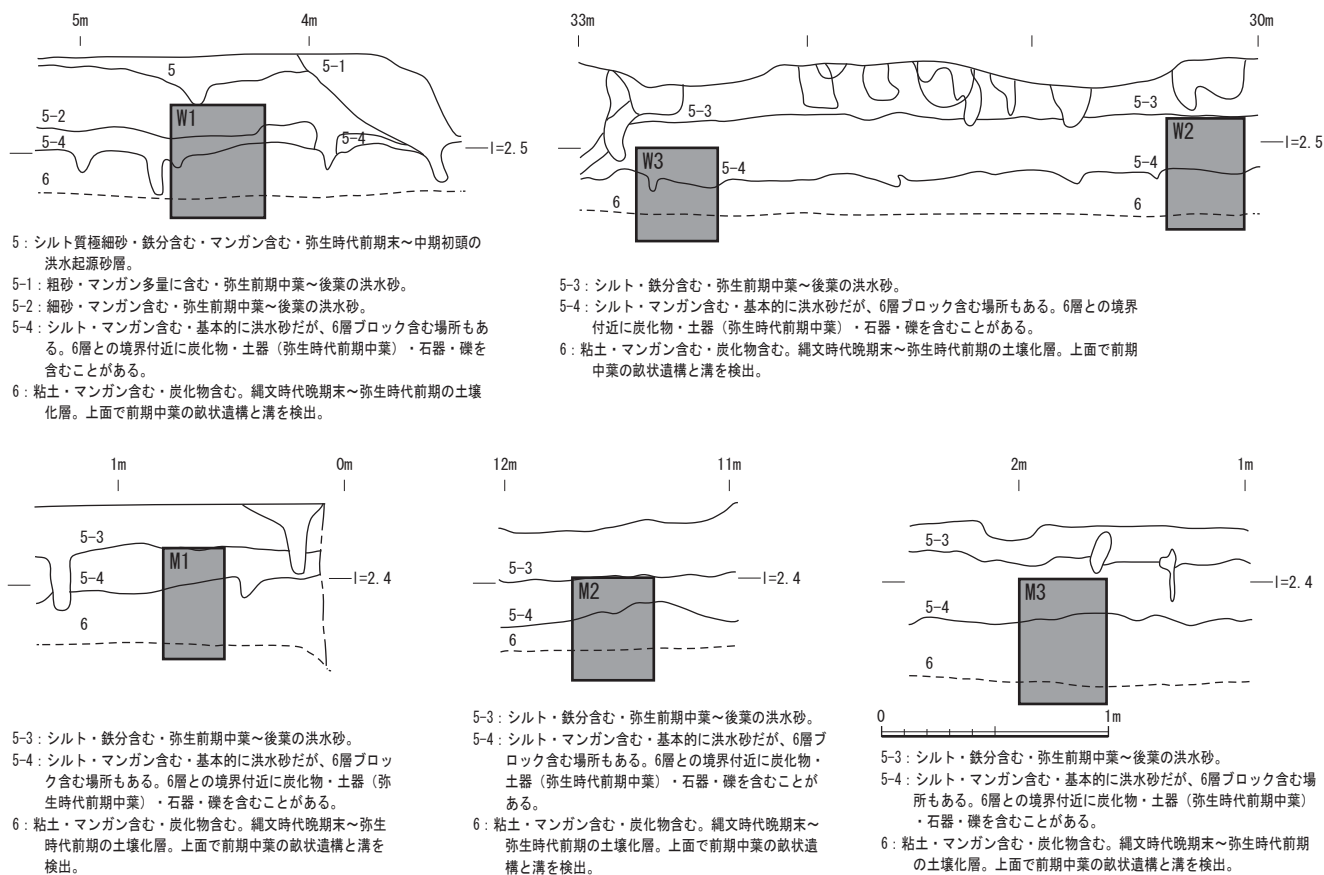


図2 試料採取地点断面図 (W1, W2, W3, M1, M2, M3)

表土 (攪乱)

図面は、徳島大学埋蔵文化財調査室より御提供を受けた平面図、断面図をもとに作成したものである。

調査区平面図 (図1) 中に、軟X線写真撮影・観察及び、花粉分析、植物珪酸体分析を行った7試料を採取したトレンチ断面の位置を示す。更に図2、3の断面図中に、ブロック試料採取位置を示す。ただし軟X線写真観察用試料は、ブロック試料から削り抱いているために、後に示す観察試料の画像 (地層境界) と本断面図との間でズレが生じている。また、花粉分析、植物珪酸体分析用試料を分取した詳細な位置は、各種ダイアグラム中に示している。

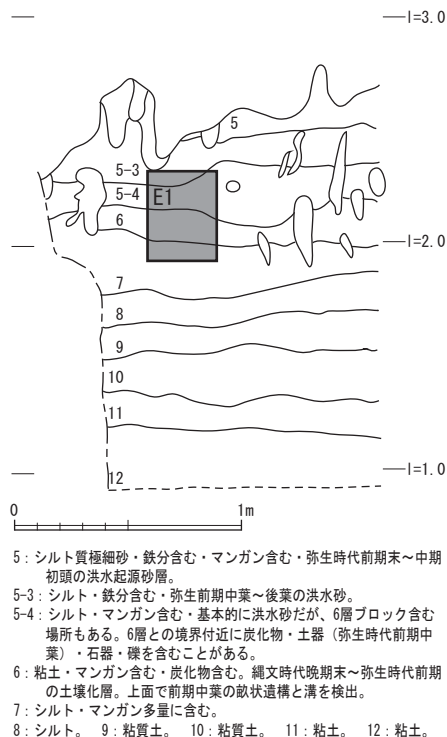


図3 試料採取地点断面図 (E1)

分 析 方 法

(1) 軟X線写真観察

発掘現場にて採取したブロック試料を実験室内にて整形し、25cm × 10cm × 1cm の透明アクリルケースに入れ、軟X線写真撮影試料とした。軟X線撮影は、増感紙を挟んだ印画紙に 40 ～ 45kVp ・ 30mA の電流で 50 秒～ 1 分 20 秒の間、軟X線を照射した（観察した軟X線写真は、ネガ画像である。）。記載は、「土壌記載薄片ハンドブック（久馬・八木：訳監修，1989）」に準じて実施した。また、併せて分析試料を分取した。

(2) 微化石概査

花粉分析用プレパラート、及び花粉分析処理残渣を観察し、花粉（孢子）、植物片、炭片、珪藻、火山ガラス、植物珪酸体の含有状況を概観し、5段階で示した。

(3) 花粉分析

渡辺（2010）に従って実施した。花粉化石の観察・同定は、光学顕微鏡により通常 400 倍で、必要に応じ 600 倍あるいは 1000 倍を用いて実施した。原則的に木本花粉総数が 200 粒以上になるまで同定を行い、同時に検出される草本・孢子化石の同定も行った。また中村（1974）に従ってイネ科花粉を、イネを含む可能性が高い大型のイネ科（40 ミクロン以上）と、イネを含む可能性が低い小型のイネ科（40 ミクロン未満）に細分している。

(4) 植物珪酸体分析

藤原（1976）のガラスビーズ法に従って実施した。プレパラートの観察・同定は、光学顕微鏡により常 400 倍で、必要に応じ 600 倍あるいは 1000 倍を用いて実施した。同定に際して、母植物との対応が明らかな、イネ亜科の機動細胞を中心とした分類群（表 1）を対象とした。また、植物珪酸体と同時に計数したガラスビーズの個数が 300 を超えるまで計数を行った。

表 1 同定対象分類群

同定レベル	コード	分類群	対応する栽培植物
1	1	イネ	イネ
3	3	イネ籾殻（穎の表皮細胞）	イネ
	21	ムギ類（穎の表皮細胞）	コムギ・オオムギ
	41	オヒシバ属（シコクビエ型）	シコクビエ
	61	キビ族型	ヒエ・アワ・キビ
	62	キビ属型	キビ
	64	ヒエ属型	ヒエ
	66	エノコログサ属型	アワ
	84	ウシクサ族B	サトウキビ
	91	モロコシ属型	モロコシ
	93	ジュズダマ属型	ハトムギ
4	11	サヤヌカグサ属	サヤヌカグサ・アシカキ
	13	マコモ属	マコモ
	31	ヨシ属	ヨシ
	33	ダンチク属	ダンチク
	35	ヌマガヤ属型	ヌマガヤ
	51	シバ属型	シバ属
	71	トダシバ属	トダシバ属
	81	ススキ属型	ススキ属
	83	ウシクサ族A	チガヤ属など
	201	メダケ節型	メダケ節
	203	ネザサ節型	ネザサ節
	205	チマキザサ節型	チマキザサ節・チシマザサ節
	207	ミヤコザサ節型	ミヤコザサ節
	209	マダケ属型	マダケ属
	350	カヤツリグサ科（スゲ属など）	スゲ属
	390	シダ類	シダ類
	501	ブナ科（シイ属）	シイ類
	503	ブナ科（アカガシ亜属）	カシ類
	510	クスノキ科	バリバリノキなど（クスノキ以外）
	520	マンサク科（イスノキ属）	イスノキ属
	530	アワブキ科	アワブキ科
	540	モクレン属型	モクレン属
	570	マツ科型	マツ科
	580	マツ属型	マツ属

分 析 結 果

(1) 軟X線写真観察

図4～10に実視写真、軟X線写真、解析結果を示し、以下に層ごとの記載を行う。また撮影に際して、全試料で軟X線の透過が悪く、撮影した写真全体に濃淡が少ないなど、マンガン、鉄の還元作用（グライ化）による影響が示唆された。

① W1：立体駐車場地点東区西側トレンチ（図4）

5-4層

実視観察：暗黄褐色細～中砂で、灰色の粘土～シルトが充填された根跡、黒褐色のマンガン斑が特徴的である。

軟X線観察：根跡と考えられる直線状のチャンネルは少なく、幅1mmほどのものが目立つ。根による擾乱に起因すると考えられる、バグが集中する部分がある。中～強度に発達する細～中粒の小粒状ペッド（多くは2次ペッド）が顕著である。

6層

実視観察：暗黄褐色シルトで、灰色の粘土～シルトが充填された根跡、細～中砂のブロックを含む。黒褐色のマンガン斑が特徴的である。また、上部に木片が認められる。

軟X線観察：根跡と考えられる、上下方向、あるいは斜方向に伸びる直線状のチャンネルが顕著である。ペッドの外縁を形成する空隙が連続した、ジグザグ状のチャンネルを成している部分もある。チャンネルには、幅1～2mmのものも目立つ。根による擾乱に起因すると考えられる、バグが集中する部分が、試料左側に断続的に観察される。中～強度に発達する極細～中粒の小粒状ペッド（多くは2次ペッド）が顕著である。

② W2：立体駐車場地点東区西側トレンチ（図5）

5-4層

実視観察：黄褐色砂混シルトで、黒褐色のマンガン斑が特徴的である。暗灰色シルト～細砂が充填された根跡が目立つ。

軟X線観察：根跡と考えられる、上下方向、あるいは斜方向に伸びる直線状のチャンネルが顕著である。上下方向のチャンネルには、幅1～2mmほどのものが目立つ。試料上部2.5cmほどには、試料成形時にできた可能性のある、斜方向の短いチャンネルが集中する。5-4層中部から6層上部にかけ、根跡（最大幅15mm程度）を準被覆するペドフィーチャーが認められる。中～強度に発達する細～粗粒の小粒状ペッド（多くは2次ペッド）が顕著である。

6層

実視観察：暗黄褐色シルトで、黒褐色のマンガン斑が特徴的である。灰色シルトが充填された根跡が目立つ。

軟X線観察：根跡と考えられる、上下方向に伸びる直線状のチャンネルが顕著である。一部では水平

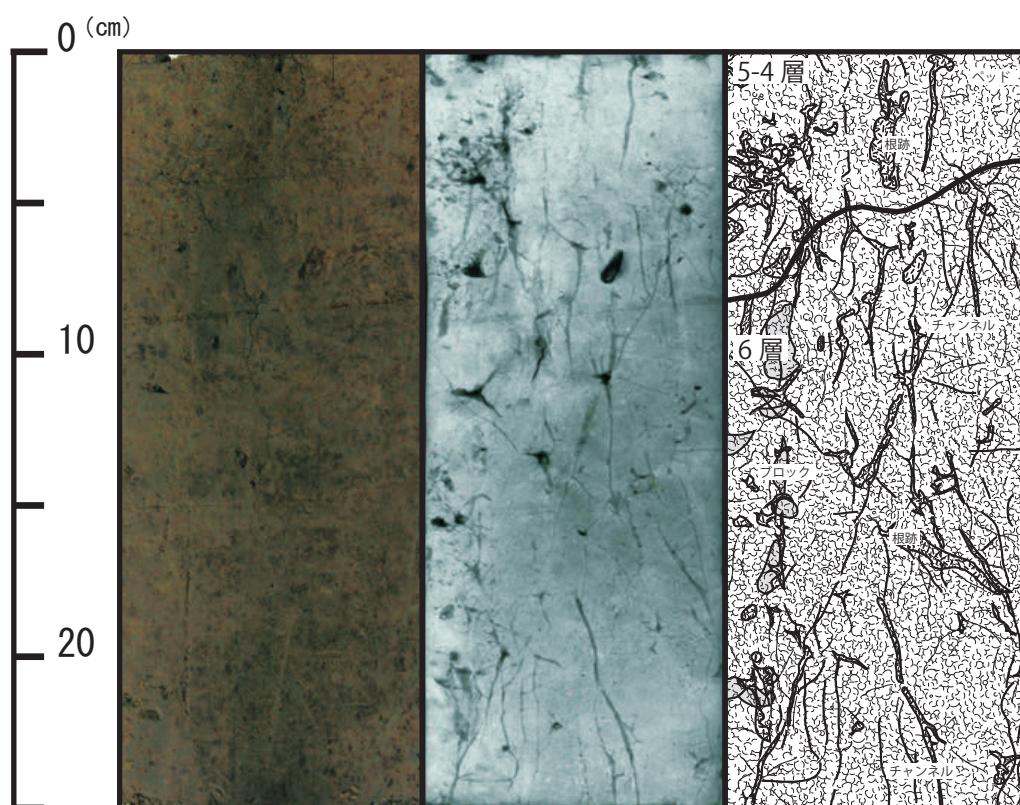


図 4 軟 X 線写真観察結果 (W1: 左より実視写真、軟 X 線写真、解析結果)

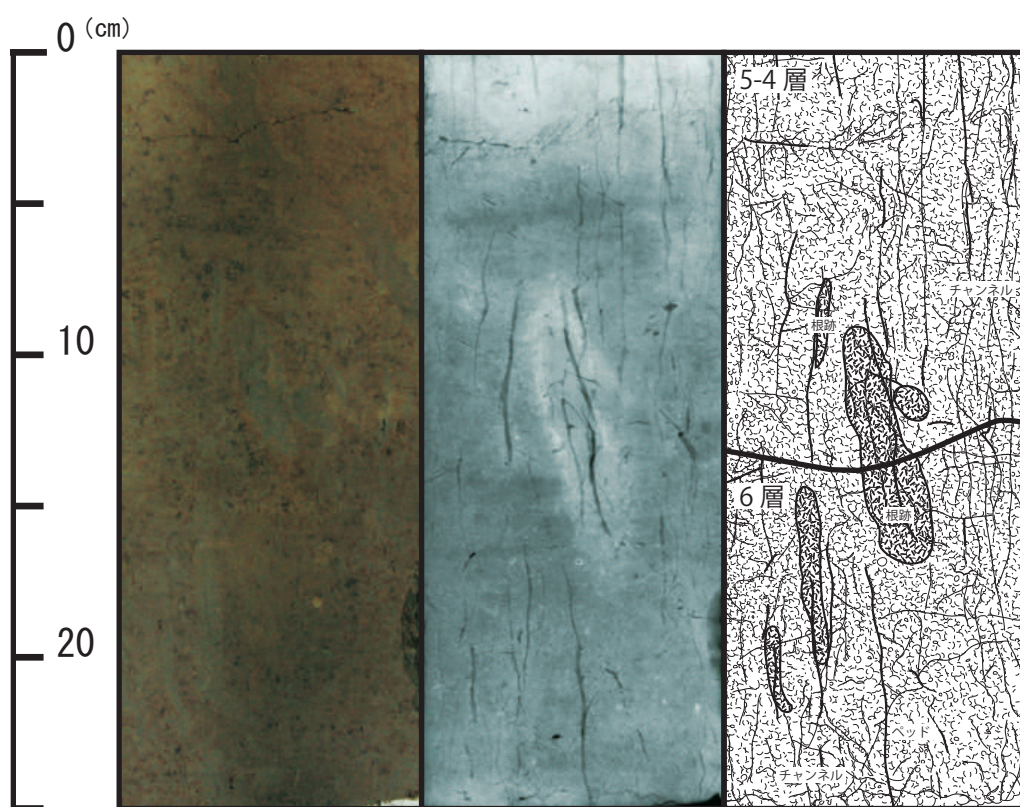


図 5 軟 X 線写真観察結果 (W2: 左より実視写真、軟 X 線写真、解析結果)

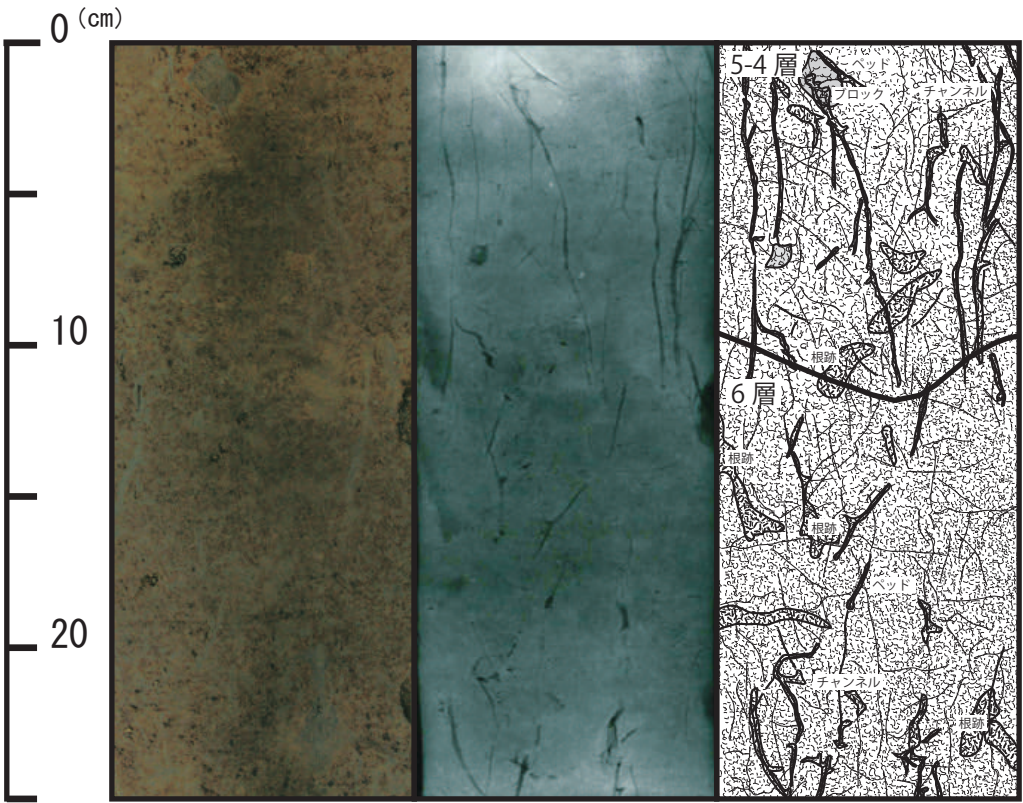


図 6 軟X線写真観察結果（W3：左より実視写真、軟X線写真、解析結果）

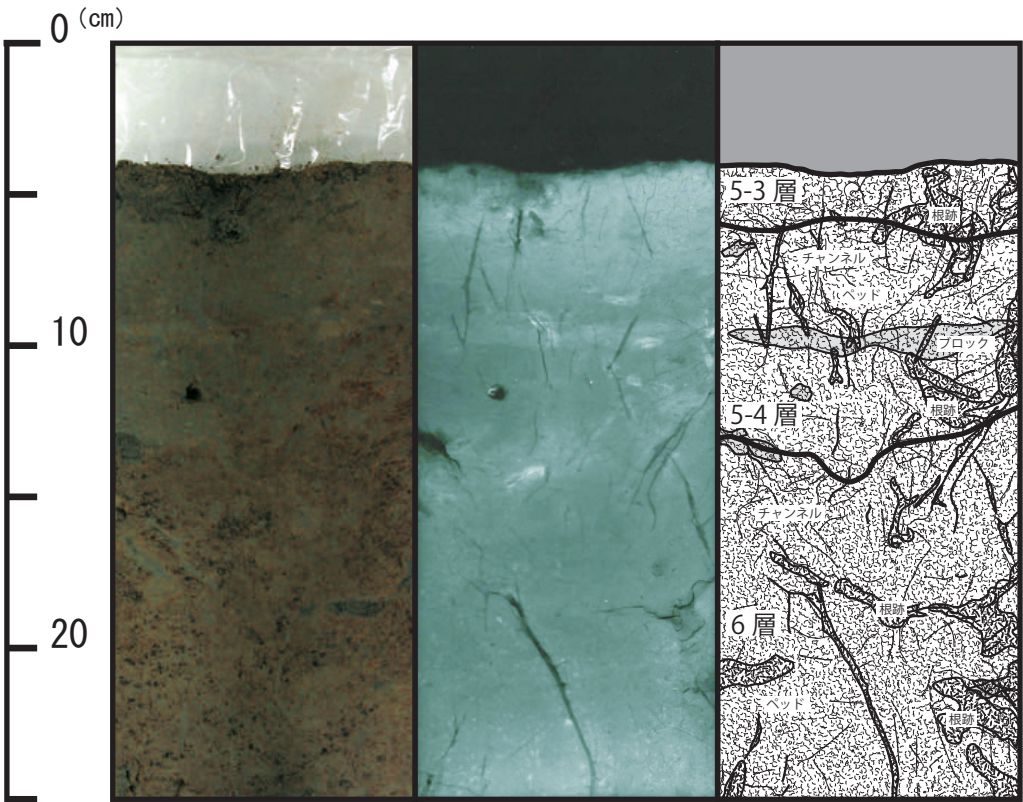


図 7 軟X線写真観察結果（M1：左より実視写真、軟X線写真、解析結果）

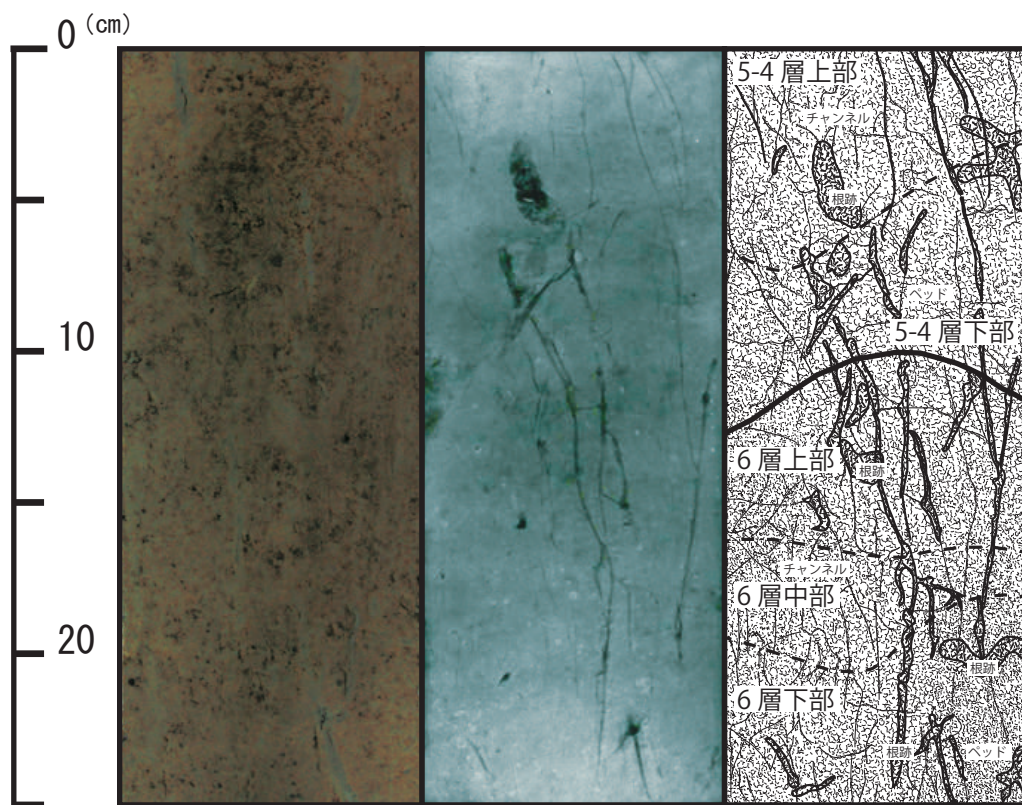


図 8 軟 X 線写真観察結果 (M2: 左より実視写真、軟 X 線写真、解析結果)

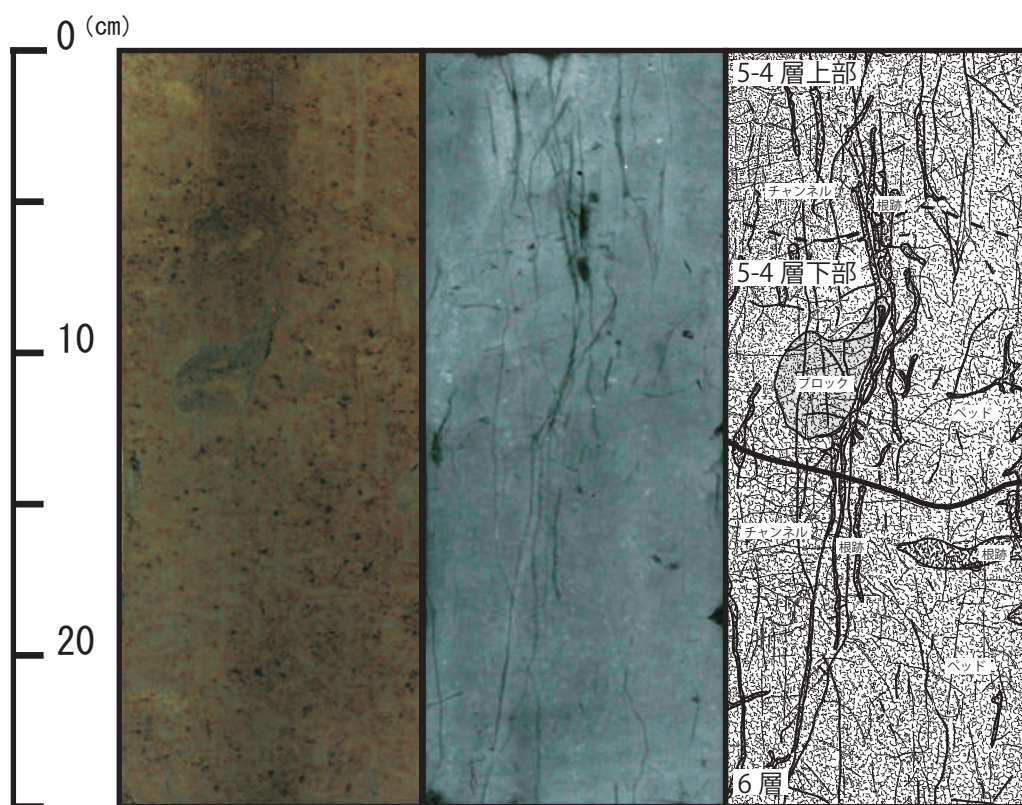


図 9 軟 X 線写真観察結果 (M3: 左より実視写真、軟 X 線写真、解析結果)

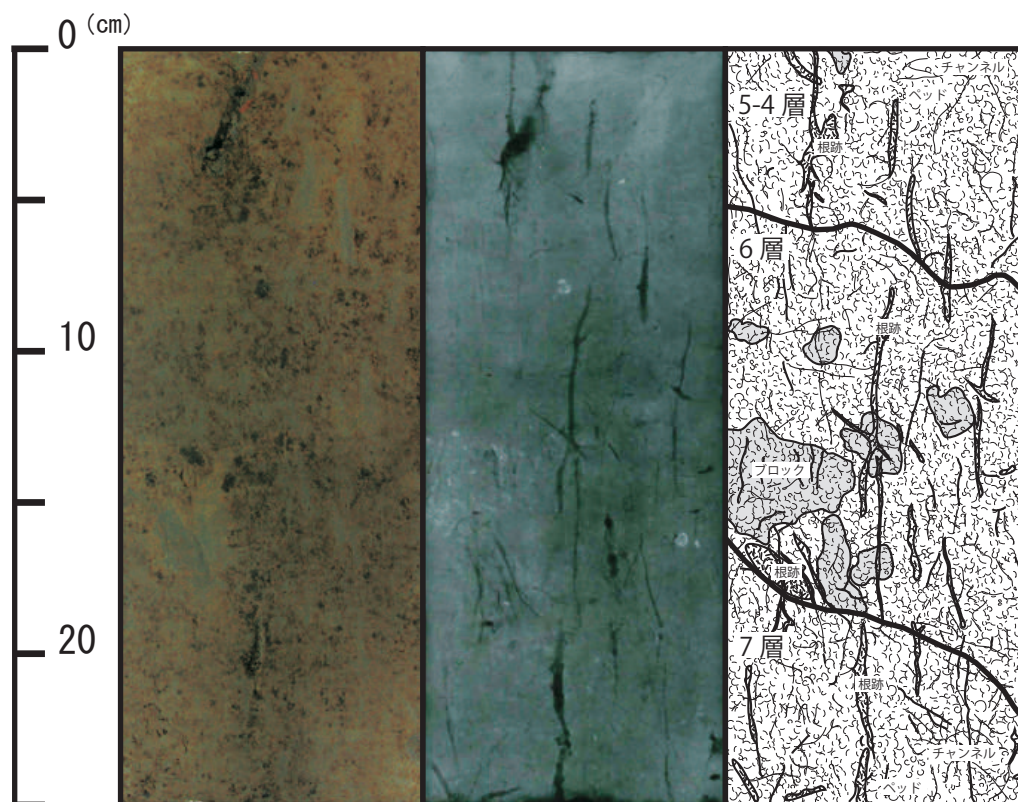


図 10 軟X線写真観察結果（E1：左より実視写真、軟X線写真、解析結果）

方向に伸びる直線状のチャンネルもある。上下方向に伸びるチャンネルには、幅 1 ～ 2mm のものも多い。中～強度に発達する極細～中粒の小粒状ペッド（多くは 2 次ペッド）が顕著である。

③ W3：立体駐車場地点東区西側トレンチ（図 6）

5-4 層

実視観察：黄褐色シルト質細砂で、黒褐色のマンガン斑が特徴的である。暗灰～灰色シルト～細砂のブロック（根跡も含まれる。）を含む。

軟X線観察：根跡と考えられる、上下方向、あるいは斜方向に伸びる直線状のチャンネルが顕著である。上下方向のチャンネルには、幅 1 ～ 2mm ほどのものが目立つ。中～強度に発達する細～粗粒の小粒状ペッド（多くは 2 次ペッド）が顕著である。

6 層

実視観察：暗黄褐色シルトで、黒褐色のマンガン斑が特徴的である。暗灰～灰色シルトが充填された根跡が目立つ。

軟X線観察：根跡と考えられる、上下方向、斜方向、あるいは水平方向に伸びる直線状のチャンネルが顕著である。上下方向に伸びるチャンネルには、幅 1 ～ 2mm のものも多い。中～強度に発達する極細～中粒の小粒状ペッド（多くは 2 次ペッド）が顕著である。

④ M1：立体駐車場地点東区中央トレンチ（図 7）

5-3 層

実視観察：暗灰色シルト質細砂。

軟X線観察：根跡と考えられる、上下方向、斜方向、あるいは水平方向に伸びる直線状のチャンネルが認められる。上下方向のチャンネルには、幅 1 ～ 2mm ほどのものがあり、地層境界をまたいで分布する。試料左半はシルトに富み、極細～粗粒の小粒状ペッド（多くは 2 次ペッド）が中～強度に発達する。一方試料右半は、左半に比べ小粒状ペッド（多くは 2 次ペッド）がやや粗粒で、発達具合もやや弱い。

5-4 層

実視観察：灰色シルトで、細砂の薄層をシーム状（レンズ状）に挟む。

軟X線観察：根跡と考えられる、上下方向、斜方向、あるいは水平方向に伸びる直線状のチャンネルが認められる。上下方向のチャンネルには、幅 1 ～ 2mm ほどのものも認められる。シーム状に狭在する細砂の上位では、小粒状ペッド（多くは 2 次ペッド）は中粒が主体で、中度に発達したものが多い。一方下位では、細粒の小粒状ペッド（多くは 2 次ペッド）が主体で、強度に発達するものが多い。

6 層

実視観察：黄褐色シルトで、黒褐色のマンガン斑が特徴的である。灰色粘土～シルトが充填された根跡が目立つほか、細砂をブロック状に含む。

軟X線観察：根跡と考えられる、斜方向に伸びる直線状のチャンネルが主体で、全体にチャンネルの数は少ない。チャンネルには、幅 1 ～ 2mm のものも認められる。中～強度に発達する極細～中粒の小粒状ペッド（多くは 2 次ペッド）が顕著である。

⑤ M2：立体駐車場地点東区中央トレンチ（図 8）

5-4 層

実視観察：上部は黄褐色シルト、下部は暗黄褐色シルトで、共に黒褐色のマンガン斑が特徴的である。灰色粘土～シルトが充填された根跡（あるいは土壤生物のはい跡）が目立つ。

軟X線観察：根跡と考えられる、上下方向、あるいは斜方向に伸びる直線状のチャンネルが認められる。上下方向のチャンネルには、幅 1 ～ 2mm ほどのものもあり、地層境界をまたいで分布する。中央部の孔隙は、強度に発達した細粒の小粒状ペッドで不完全緻密～不連続疎充填の様相を成す。中～強度に発達した全体に極細～中粒の小粒状ペッド（多くは 2 次ペッド）が全体に分布する。

6 層

実視観察：上部は暗黄褐色粘土混シルト、中部は暗黄褐色シルト、下部は暗黄褐色極細砂混シルトで、6 層全体に黒褐色のマンガン斑が特徴的である。灰色粘土～シルトが充填された根跡が目立つ。

軟X線観察：根跡と考えられる、上下方向、あるいは水平方向に伸びる直線状のチャンネルが認められる。幅 1 ～ 2mm のチャンネルにも多く、5mm を越えるものも存在する。中～強度に発達する極細～細粒の小粒状ペッド（多くは 2 次ペッド）が顕著である。

⑥ M3：立体駐車場地点東区中央トレンチ（図 9）

5-4 層

実視観察：上部は黄褐色砂混シルト、下部は暗黄褐色砂混シルトで、共に黒褐色のマンガン斑が特徴的である。暗灰～灰色粘土～シルトが充填された根跡が目立つほか、下部には暗灰色粘土と黄褐色シルト、木片で充填された幅 25mm ほどの孔隙が認められる。

軟X線観察：根跡と考えられる、上下方向、あるいは水平方向に伸びる直線状のチャンネルが認められる。上下方向のチャンネルには、幅 1～2mm ほどのものもあり、試料中半に地層境界をまたいで分布する。下部の孔隙は、強度に発達した極細～中粒の小粒状ペッドで完全緻密に充填される。中～強度に発達した全体に細～中粒の小粒状ペッド（多くは 2 次ペッド）が全体に分布する。

6 層

実視観察：暗黄褐色シルトで、黒褐色のマンガン斑が特徴的である。暗灰～灰色粘土～シルトが充填された根跡が目立つほか、黄褐色のシルトで充填された孔隙も認められる。

軟X線観察：根跡と考えられる、上下方向、あるいは水平方向に伸びる直線状のチャンネルが認められる。上下方向のチャンネルには、幅 1～2mm ほどのものもあり、地層境界をまたいで分布する。中～強度に発達する極細～細粒の小粒状ペッド（多くは 2 次ペッド）が顕著である。

⑦ E1：立体駐車場地点東区東壁（図 10）

5-4 層

実視観察：黄褐色シルトで、黒褐色のマンガン斑が特徴的である。暗赤色の礫、灰色の粘土～シルトが充填された根跡、細砂のブロックが認められる。

軟X線観察：根跡と考えられる、上下方向、あるいは斜方向に伸びる直線状のチャンネルが顕著である。上下方向のチャンネルには、幅 1～2mm のものが多い。弱～強度に発達する中～粗粒の小粒状ペッド（2 次ペッド）が顕著である。

6 層

実視観察：暗褐色シルトで、上位の 5-4 層に比べ粘土分が多くなる。黒褐色のマンガン斑と細砂ブロック、灰色の粘土～シルトが充填された根跡が認められる。

軟X線観察：根跡と考えられる、上下方向、あるいは斜方向に伸びる直線状のチャンネルが顕著である。上下方向のチャンネルには、幅 1～2mm のものが多い。弱～強度に発達する細～粗粒の小粒状ペッド（多くは 2 次ペッド）が顕著である。

7 層

実視観察：暗褐色シルトで、黒褐色のマンガン斑が特徴的である。灰色の粘土～シルトが充填された根跡も認められる。上位の 6 層に比べ、やや明るい色調を示す。

軟X線観察：根跡と考えられる、上下方向、あるいは斜方向に伸びる直線状のチャンネルが顕著である。直線状のチャンネルには、幅 1～2mm のものも目立つ。弱～強度に発達する細～粗粒の小粒状ペッド（多くは 2 次ペッド）が顕著であるが、水平方向のチャンネルが密に分布する部分では、角塊状の

表 2 微化石概査結果

調査区	地 点	土壌サンプル名	地層番号	試料No.	花 粉	炭	植物片	珪 藻	火山がらす	植物珪酸体
東区	西側トレンチ	W1	5-4層	1	△×	△	△×	×	△	○
			6層	2	△	△	△×	×	△	○
		W2	5-4層	1	△	△×	△×	×	○	○
			6層	2	△	△	△×	△×	△	△
		W3	5-4層	1	△×	△×	△×	×	△	○
			6層	2	△	△×	△×	×	○	○
	中央トレンチ	M1	5-4層	1	△	△	△×	×	○	◎
			6層	2	△	△×	△×	×	○	○
		M2	5-4層上部	1	△	△	△×	×	○	◎
			5-4層下部	2	△	△	△×	×	○	◎
			6層上部	3	△	△	△×	×	○	○
			6層中部	4	△	△	△×	△×	○	○
			6層下部	5	△	△	△×	×	○	○
		M3	5-4層上部	1	△×	△	△×	×	○	◎
			5-4層下部	2	△	△	△×	×	○	○
			6層	3	△	△	△×	×	○	○
	東壁	E1	5-4層	1	△×	△×	△×	×	○	○
			6層	2	△	△	△×	×	○	○
			7層	3	△	△×	△×	×	△	△

凡例 ◎ : 十分な数量が検出できる ○ : 少ないが検出できる △ : 非常に少ない
△× : 極めてまれに検出できる × : 検出できない

ペッドも認められる。

(2) 微化石概査

表 2 に、結果を示す。いずれの試料からも、花粉、炭、植物片は検出されるものの、検出量は少なかった。また、いずれの試料からも珪藻は、ほとんど検出できなかった。植物珪酸体の検出量は、その他の種類に比べ多かった。

(3) 花粉分析

図 11～18、表 3 に分析結果を示す。全体に花粉・孢子化石の含有量が少なく、検出量も僅かであった。この中で西側トレンチ W2 では木本花粉が 100 粒近く検出されたことから、統計処理を行い、花粉ダイアグラムに示した (図 11)。図 11 の花粉ダイアグラムでは、木本花粉総数を基数として分類群ごとに百分率を算出し、スペクトルで示した。また、花粉総合ダイアグラムとして区分ごとの累積百分率を示したほか、1g 当たりの花粉と孢子の含有量を含有量グラフとして、対数目盛りで示した。一方、W2 以外では数～30 粒ほどしか木本花粉が検出されず、統計処理に意味合いがないことから、検出された分類群毎に 1g 当たりの含有量を算出して、含有量ダイアグラムとして示した (図 12～18)。各ダイアグラム中では、木本 (針葉樹・広葉樹)、草本・藤本花粉、孢子の区分でスペクトルの色を変えて示している。

(4) 植物珪酸体分析

分析結果を図 19～21 の植物珪酸体ダイアグラム及び表 4 に示す。植物珪酸体ダイアグラムでは、検出量を 1g あたりの含有数に換算した数を、検出した分類群ごとにスペクトルで示した。

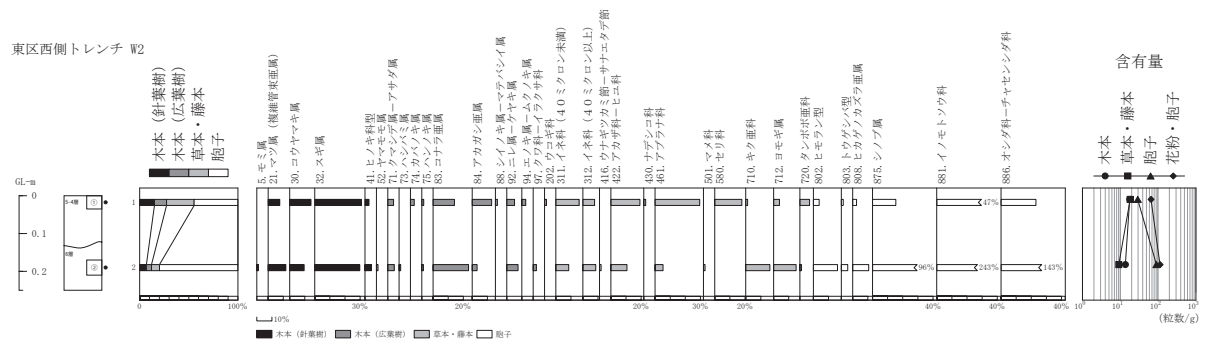


図 11 西側トレンチ W2 の花粉ダイアグラム

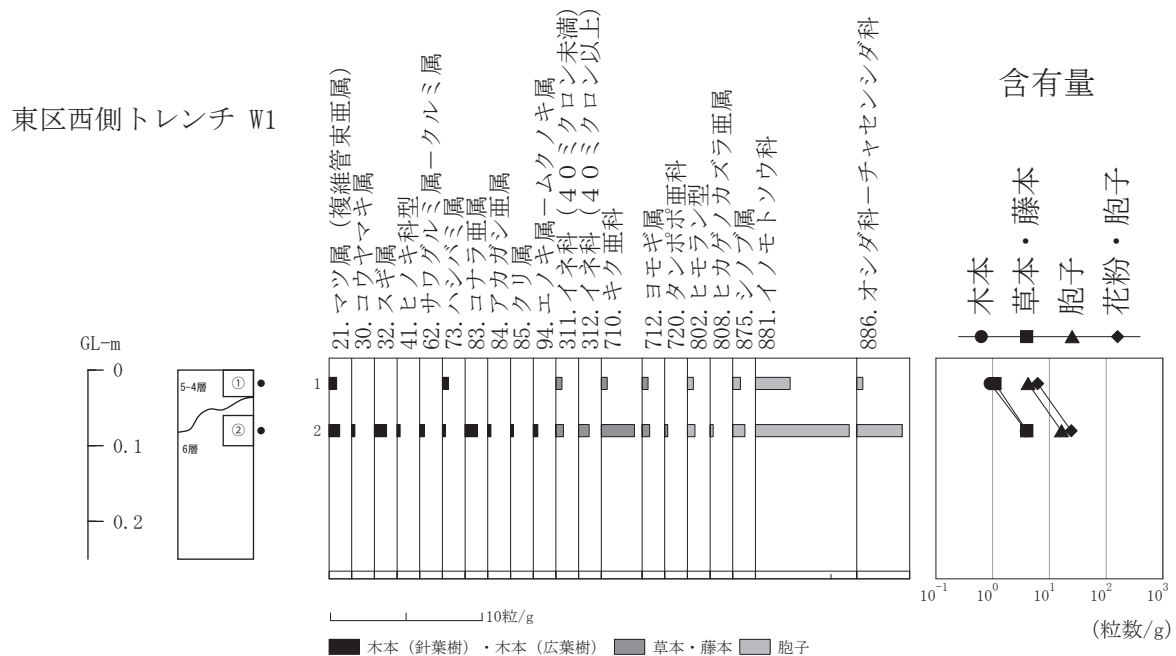


図 12 西側トレンチ W1 の花粉粒数ダイアグラム

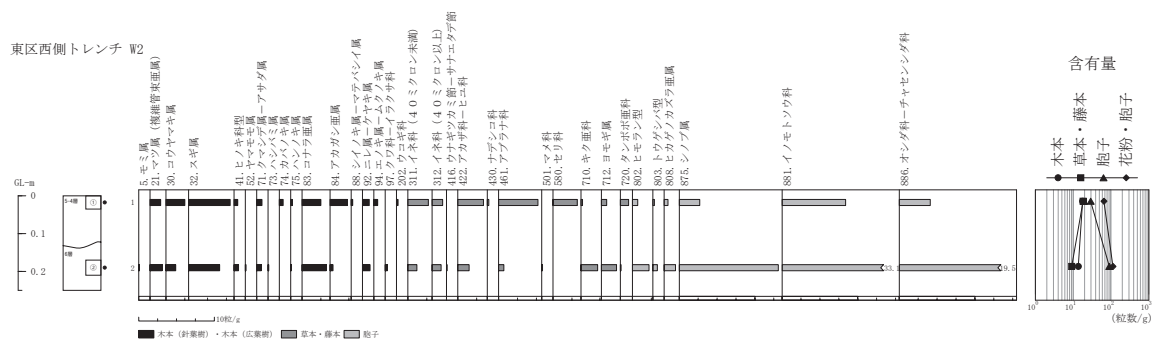


図 13 西側トレンチ W2 の花粉粒数ダイアグラム

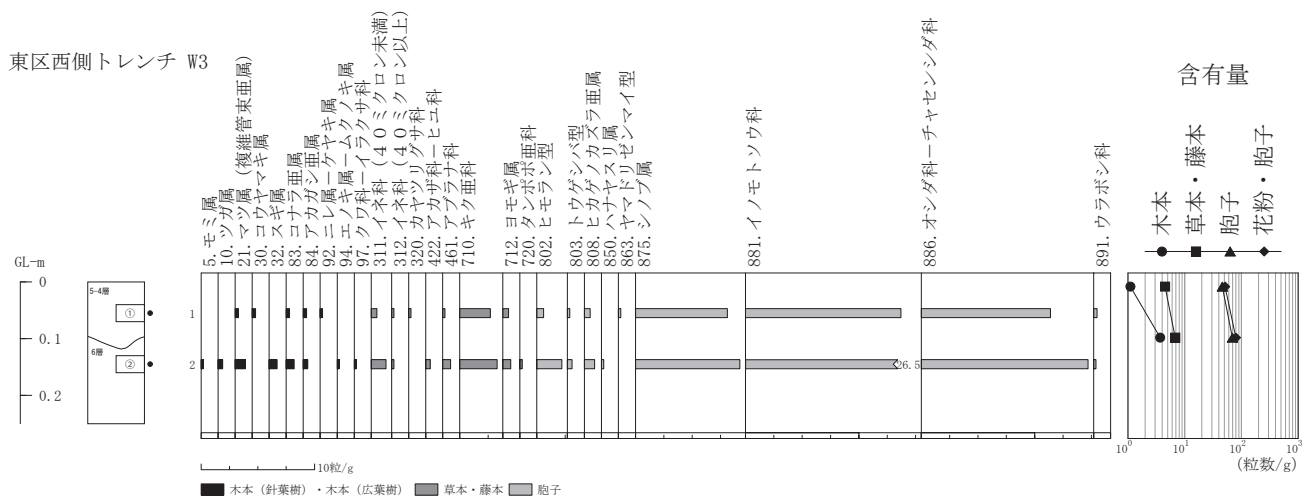


図 14 西側トレンチ W3 の花粉粒数ダイアグラム

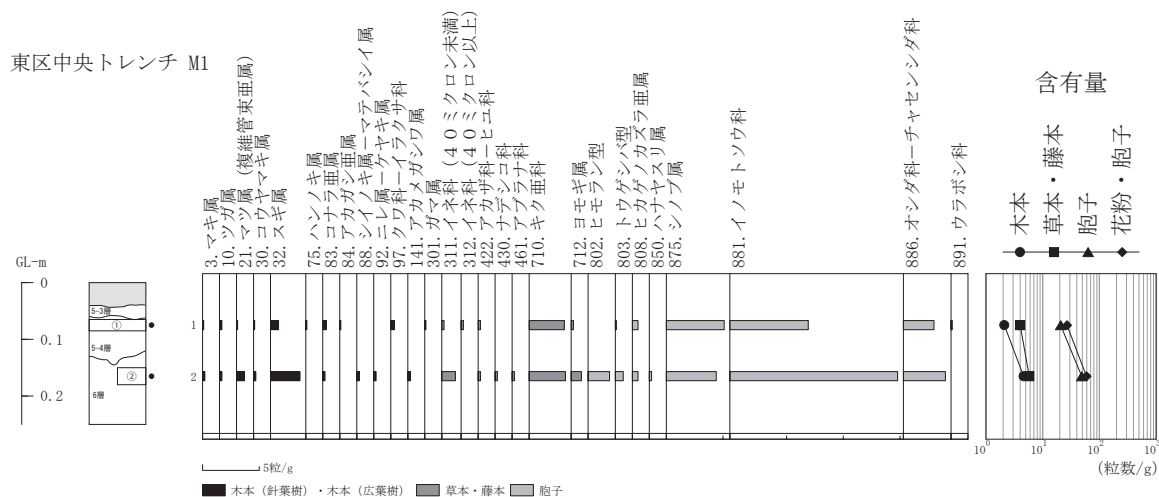


図 15 中央トレンチ M1 の花粉粒数ダイアグラム

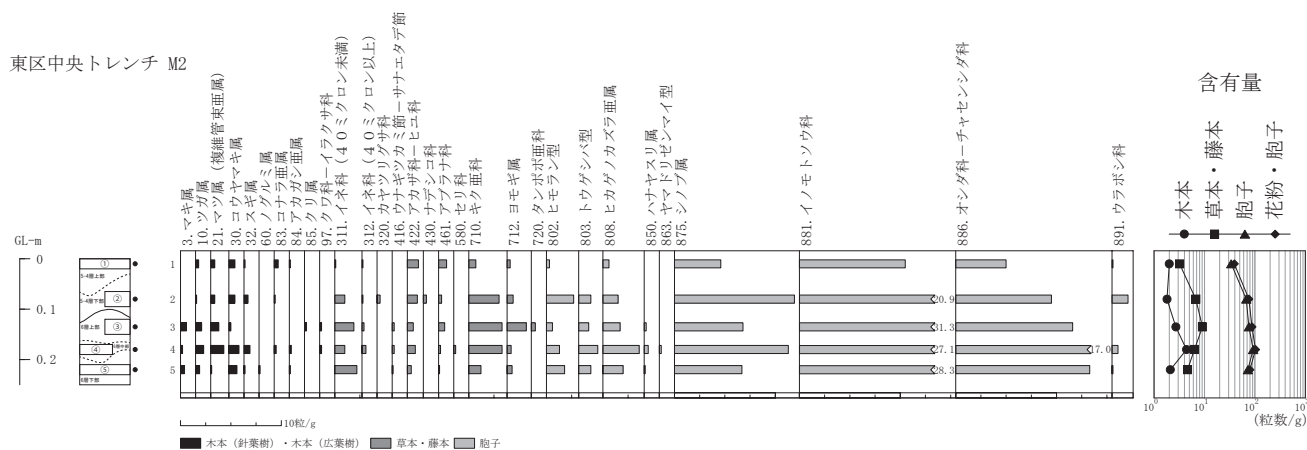


図 16 中央トレンチ M2 の花粉粒数ダイアグラム

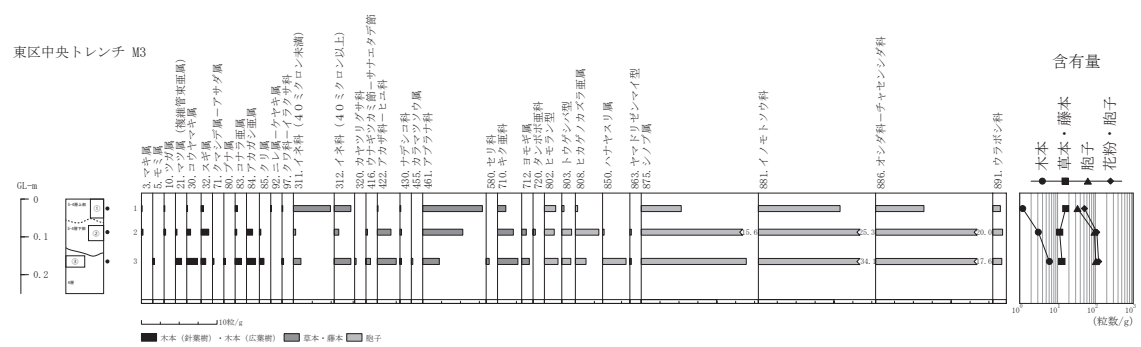


図 17 中央トレンチ M3 の花粉粒数ダイアグラム

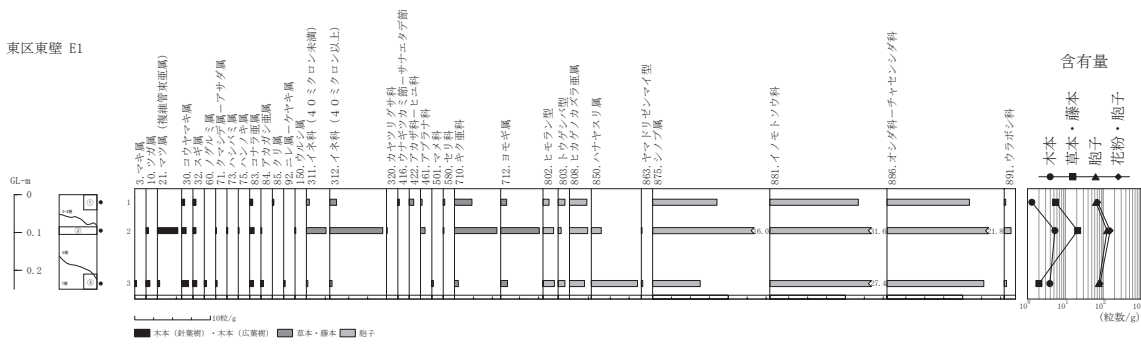


図 18 東壁 E1 の花粉粒数ダイアグラム

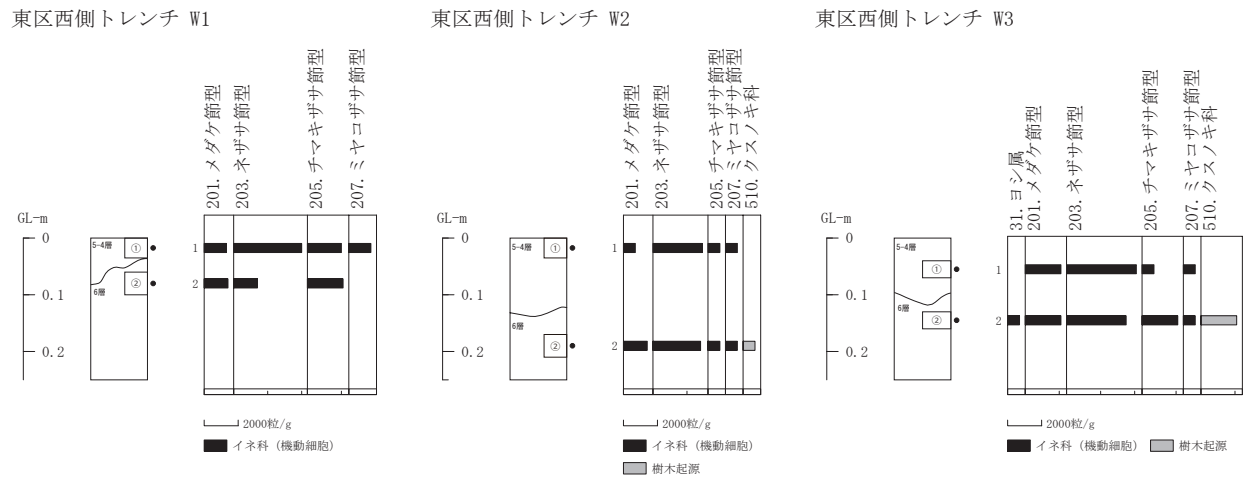
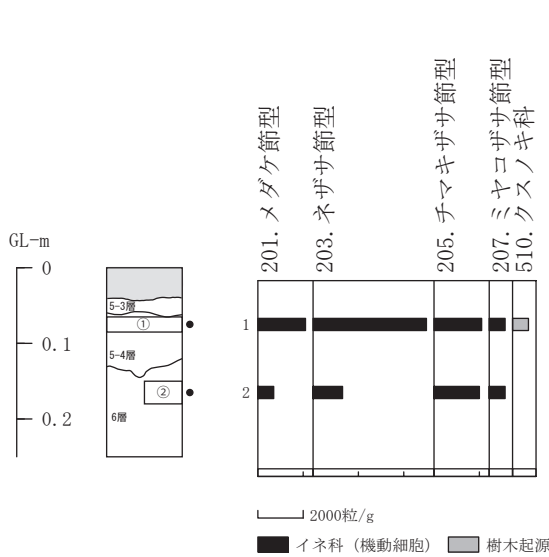


図 19 植物珪酸体ダイアグラム (左: 西側トレンチ W1、中: 西側トレンチ W2、右: 西側トレンチ W3)

東区中央トレンチ M1



東区中央トレンチ M2

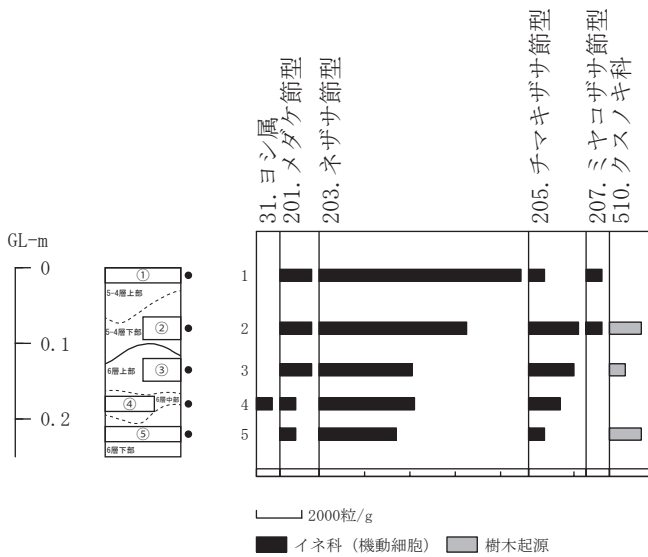
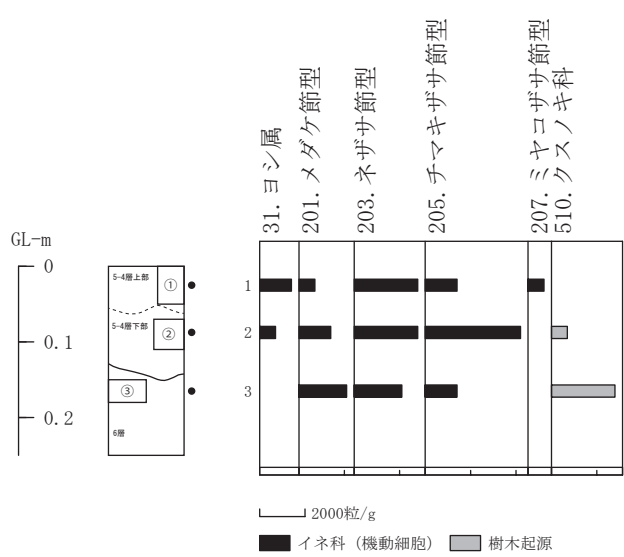


図 20 植物珪酸体ダイアグラム (左：中央トレンチ M1、右：中央トレンチ M2)

東区中央トレンチ M3



東区東壁 E1

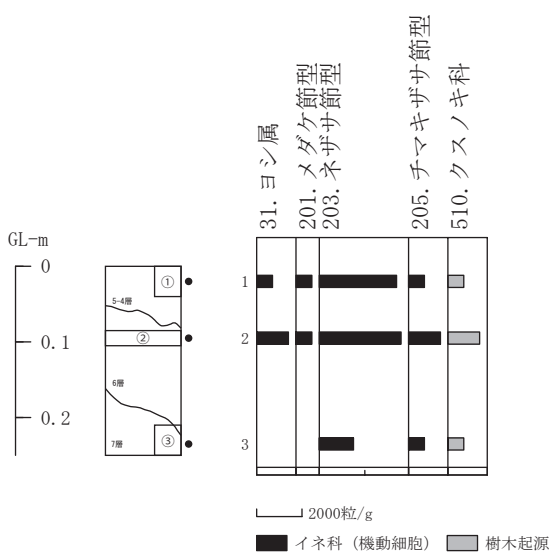


図 21 植物珪酸体ダイアグラム (左：中央トレンチ M3、右：東壁 E1)

表 3 花粉

調査区 地 点 土壌サンプル名 地層番号 試料No	西側トレンチ																	
	W1				W2				W3				M1					
	5-4層		6層		5-4層		6層		5-4層		6層		5-4層		6層			
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2				
3 <i>Podocarpus</i>													1	5%	0.1	1	4%	0.2
5 <i>Abies</i>								1	1%	0.1			1	6%	0.2			
10 <i>Tsuga</i>													2	12%	0.4	2	11%	0.2
21 <i>Pinus (Diploxylon)</i>													4	24%	0.9	1	5%	0.1
30 <i>Sciadopitys</i>																4	15%	0.7
32 <i>Cryptomeria</i>																1	5%	0.1
41 Cupressaceae type													3	18%	0.7	6	32%	0.7
52 <i>Myrica</i>																15	58%	2.6
60 <i>Platycarya</i>																		
62 <i>Pterocarya-Juglans</i>																		
71 <i>Carpinus-Ostrya</i>																		
73 <i>Corylus</i>																		
74 <i>Betula</i>																		
75 <i>Alnus</i>																		
80 <i>Fagus</i>																		
83 <i>Quercus</i>																		
84 <i>Cyclobalanopsis</i>																		
85 <i>Castanea</i>																		
88 <i>Castanopsis-Pasania</i>																		
92 <i>Ulmus-Zelkova</i>																		
94 <i>Aphananthe-Celtis</i>																		
97 Moraceae-Urticaceae																		
141 <i>Mallotus</i>																		
150 <i>Rhus</i>																		
202 Araliaceae																		
301 <i>Typha</i>																		
311 Gramineae (<40)																		
312 Gramineae (>40)																		
320 Cyperaceae																		
416 <i>Echinocaulon-Persicaria</i>																		
Amaranthaceae																		
430 Caryophyllaceae																		
455 <i>Thalictrum</i>																		
461 Cruciferae																		
501 Leguminosae																		
580 Umbelliferae																		
710 Carduoidae																		
712 <i>Artemisia</i>																		
720 Cichorioideae																		
802 <i>Urostachys sieboldii</i> type																		
803 <i>Urostachys serratum</i> type																		
808 Subgenus <i>Lycopodium</i>																		
850 <i>Ophioglossum</i>																		
863 <i>Osmunda cinnamomea</i> . type																		
875 <i>Davallia</i>																		
881 Pteridaceae																		
886 Aspid.-Asple.																		
891 Polypodiaceae																		
898 MONOLATE-TYPE-SPORE																		
899 TRILATE-TYPE-SPORE																		
木本花粉総数	5	14%	0.9	23	16%	3.9	78	27%	17.9	94	12%	13.5	7	2%	1.2	19	8%	2
草本・藤本花粉総数	6	17%	1.2	24	17%	4.1	80	28%	18.1	63	8%	9.1	29	9%	4.7	31	8%	6.8
孢子総数	24	69%	4.4	97	67%	16.3	127	45%	28.8	619	80%	90	295	89%	46	317	87%	69.4
総数	35		7	144		24	285		65	776		113	331		52	365		80

いずれの試料からも、イネが全く検出できなかった。地点、地層（試料）を問わず、ササ類の検出密度が高かった。この外、ヨシ属、クスノキ科が検出された。

花粉化石が含まれなかった原因について

軟X線写真観察では、いずれの試料でも小粒状ペッドが中～強度に発達する様子が観察され、土壌化の進行が示唆された。一方、花粉分析の結果、花粉・孢子化石含有量が数～100粒/g程度と極めて少ないことが明らかになった。花粉化石処理の残渣を観察する微化石概査によって、この傾向が花粉以外の微化石にも認められることが、明らかになった。珪藻化石はほとんど検出されず、炭片、植

化石組成表

東区																																				
中央トレンチ																																				
M2						M3			東壁																											
5-4層上部		5-4層下部		6層上部		6層中部		6層下部		5-4層上部		5-4層下部		6層		5-4層		6層		7層																
1		2		3		4		5		1		2		3		1		2		3																
2	14%	0.3	1	8%	0.1	3	23%	0.6	4	17%	0.8	3	19%	0.4	1	11%	0.1	1	5%	0.2	1	3%	0.2				2	5%	0.3	3	13%	0.5				
3	21%	0.4	3	25%	0.4	4	31%	0.8	7	30%	1.3	1	6%	0.1				1	5%	0.2	4	13%	0.8				19	51%	2.7	2	9%	0.3				
4	29%	0.6	4	33%	0.6	1	8%	0.2	5	22%	1	6	38%	0.8	1	11%	0.1	3	16%	0.5	7	23%	1.4			2	29%	0.4	4	11%	0.6	5	22%	0.9		
1	7%	0.1	3	25%	0.4				3	13%	0.6	1	6%	0.1	2	22%	0.3	6	32%	1.0	3	10%	0.6			2	29%	0.4	3	8%	0.4	3	13%	0.5		
																						</														

左よりカウント粒数、百分率、含有量（粒数/g）

物片の含有量も少なかった。一方、植物珪酸体のみ、多く検出された。

花粉化石の含有量が少ない原因について、一般には以下のようなことが考えられており、今回の微化石検出傾向を踏まえると、以下ようになる。

1. 堆積物の特性（粒度・比重）と花粉化石の平均的な粒径、比重が著しく異なり、堆積物中に花粉化石が含まれない。

今回の分析試料では、花粉化石と動態の似た粘土～シルトが主体であり、該当しない。

2. 堆積速度が速いために、堆積物中に花粉化石の含有量が少ない。

花粉の生産量が毎年ほぼ一定であると仮定すると、堆積速度が速いほど花粉化石の含有量は少なく、遅いほど含有量は多くなる。また、花粉化石に限らず、堆積中に付加される微化石の量は、堆積速度が遅いほど多くなる。今回の結果では、植物珪酸体の含有量のみが花粉化石などに比べ多いことから、

表 4 植物珪酸体化石組成表

調査区 地 点 土壌サンプル名 地層番号 試料No.	東区																				
	西側トレンチ						中央トレンチ												東壁		
	W1		W2		W3		M1		M2						M3			E1			
	5-4層	6層	5-4層	6層	5-4層	6層	5-4層	6層	5-4層 上部	5-4層 下部	6層上 部	6層中 部	6層下 部	5-4層 上部	5-4層 下部	6層	5-4層	6層	7層		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2	3		
31 ヨシ属	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	2	1	—	1	2	—		
	—	—	—	—	—	7	—	—	—	—	—	7	—	14	7	—	7	14	—		
	—	—	—	—	—	0.44	—	—	—	—	—	0.44	—	0.89	0.44	—	0.43	0.91	—		
201 メダケ節型	2	2	1	2	3	3	3	1	2	2	2	1	1	1	2	3	1	1	—		
	13	14	7	14	21	21	21	7	14	14	14	7	7	7	14	21	7	7	—		
	0.16	0.17	0.08	0.16	0.24	0.24	0.25	0.08	0.16	0.17	0.16	0.08	0.08	0.08	0.16	0.24	0.08	0.08	—		
203 ネザサ節型	6	2	4	4	6	5	7	2	13	9	6	6	5	4	4	3	5	5	2		
	40	14	29	28	41	35	50	13	89	65	41	42	34	28	28	21	34	36	15		
	0.19	0.07	0.14	0.14	0.2	0.17	0.24	0.06	0.43	0.31	0.2	0.2	0.17	0.14	0.13	0.1	0.16	0.17	0.07		
205 チマキザサ節型	3	3	1	1	1	3	3	3	1	3	3	2	1	2	6	2	1	2	1		
	20	21	7	7	7	21	21	20	7	22	20	14	7	14	42	14	7	14	7		
	0.15	0.16	0.05	0.05	0.05	0.16	0.16	0.15	0.05	0.16	0.15	0.11	0.05	0.11	0.31	0.11	0.05	0.11	0.05		
207 ミヤコザサ節型	2	—	1	1	1	1	1	1	1	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—		
	13	—	7	7	7	7	7	7	7	7	—	—	—	7	—	—	—	—	—		
	0.04	—	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	—	—	—	0.02	—	—	—	—	—		
510 クスノギ科	—	—	—	1	—	3	1	—	—	2	1	—	2	—	1	4	1	2	1		
	—	—	—	7	—	21	7	—	—	14	7	—	14	—	7	28	7	14	7		
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
ブラント・オパール総数	13	7	7	9	11	16	15	7	17	17	12	10	9	10	14	12	9	12	4		
カウントガラスビーズ数	443	426	413	430	436	431	425	451	439	421	440	427	434	422	429	431	441	422	416		
カウント総数	456	433	420	439	447	447	440	458	456	438	452	437	443	432	443	443	450	434	420		
試料重量(×0.0001g)	7040	6993	6988	6993	6997	7004	7011	7008	7021	6994	7019	7042	6998	7014	7026	6999	7030	7002	7024		
ガラスビーズ重量(×0.0001g)	133	134	132	134	132	132	134	133	134	134	133	133	132	132	133	134	133	134	134		
上段 検出粒数																					
中段 検出密度(単位: ×100粒/g)																					
下段 推定生産量(単位: kg/㎡・cm)																					

単純にこの事柄をあてはめることには難がある。

3. 「土壌生成作用」に伴う、花粉の付加量が少なかった。

花粉粒のほか炭片、植物片などの有機物が「土壌生成作用」に伴って、堆積面から地中に取り込まれる場合、年間「付加量」がほぼ一定と仮定すると、「土壌生成作用」を受けた期間の長短によって、含有量の多少が決まる。ただし、付加と分解のバランスが、有機物の種類と土壌生成作用が及んだ環境に因って異なり、単純化することは、できない。

4. 堆積の過程で、花粉粒が紫外線により消滅した。

一般に、花粉化石は紫外線によって劣化・消滅する。花粉粒は、地表面に落下した直後から紫外線の影響下に置かれるが、水中で堆積した場合（例えば水田環境）には紫外線が遮断され、影響が軽減される。花粉分析結果では、紫外線の強い影響下（例えば畑作環境）にあった堆積物では、紫外線などによる劣化に対し影響を受けにくい種類（コウヤマキ属、アブラナ科、キク亜科、ヨモギ属の外、孢子など）が、選択的に高率を示す傾向にある。この傾向は、後述の「堆積後の酸化・還元反応による劣化・消滅」でも認められ、主因をどちらかに特定することは難しい。今回の花粉分析結果では孢子の割合が高く、コウヤマキ属、アブラナ科、キク亜科、ヨモギ属なども比較的多く検出されるなど、紫外線（あるいは堆積後の酸化・還元反応）による影響を示唆する結果が得られている。

一方、炭片は花粉・孢子粒や植物片に比べ紫外線の影響を受けにくいことから、紫外線の影響下（例えば畑作環境）で炭片の含有量が相対的に多くなる傾向にある。しかし、今回の結果では炭片の含有量が少なく、紫外線の影響下（例えば畑作環境）での一般的な傾向と異なっている。

5. 花粉化石が本来含まれていたが、堆積後の酸化・還元反応により花粉化石が消滅した。

花粉粒や植物片などの有機物、珪藻や植物珪酸体など鉱物質のものも、グライ化などの酸化・還元反応に伴い（程度に差があるものの）分解してしまう。一方炭片は化学的に安定しており、影響を受けにくい。花粉分析結果では、酸化・還元反応を受けた堆積物ではコウヤマキ属、アブラナ科、キク亜科、ヨモギ属の外、孢子などの酸化・還元反応などによる劣化に対し影響を受けにくい種類が、選択的に高率を示す傾向にある。この傾向は、「紫外線による劣化・消滅」でも認められ、主因をどちらかに特定することは難しい。

今回の試料は全体に褐色を帯びており、試料によってペドフィーチャーが認められるなど、酸化鉄の生成が示唆された。また、マンガン斑も認められた。これらのことは6層より上位での水田耕作に伴う灌漑によるグライ化（鉄、マンガンの還元反応）と落水による鉄、マンガンの酸化反応の結果と捉えられ、酸化・還元反応による有機物の分解が常態化していた可能性が指摘できる。更に花粉分析結果では孢子の割合が高く、コウヤマキ属、アブラナ科、キク亜科、ヨモギ属なども比較的多く検出されるなど、堆積後の酸化・還元反応（あるいは紫外線）による影響を示唆する結果も得られている。

一方、炭片は花粉・孢子粒や植物片に比べ酸化・還元反応の影響を受けにくいことから、グライ化を受けた堆積物では炭片の含有量が相対的に多くなる傾向にある。しかし、今回の結果では炭片の含有量も少なく、グライ化を受けた堆積物での一般的な傾向と異なっている。

6. 有機物に極めて富む堆積物で花粉以外の有機物も多く、処理の過程で花粉化石が回収できなかった。

炭片や植物片の量も少ないことから、該当しない。

以上のことを整理すると、6層（あるいは上下の層準）で花粉化石の含有量が少なかった原因として、酸化・還元反応が強く働いた可能性が指摘できる。また、炭片の含有量が少なく、植物珪酸体の含有量が多いことから、6層（あるいは上下の層準）堆積時の環境として、植物珪酸体を供給する植物が繁茂していたが、炭片が含まれる原因となる火災等の頻度が少なかったと考えられる。

古植生の推定

前述のように6層（あるいは上下層準）では酸化・還元反応により、当初含まれていた有機物の多くが消滅していると考えられた。

ここでは、花粉分析結果、植物珪酸体分析結果を基に、6層が堆積した縄文時代晩期から弥生時代前期初頭での、調査地周辺の古植生を推定する。

(1) 調査地近辺の植生

前述の様に、植物珪酸体分析結果が6層の堆積時期の植生を示唆すると考えられる。ここではササ類が主で、ヨシ属、樹木起源のクスノキ科が検出されたが、イネはいずれの試料からも検出されず、稲作の痕跡を見いだすことはできなかった。したがって、背後の眉山から調査地近辺には、クスノキ

類伴う照葉樹林が分布し、林縁にササ類が繁茂していたと考えられる。また6層が堆積した湿地にはヨシが生育していたと考えられる。

一方、今回の結果は調査地点での生業活動を否定するものではない。今回の様な結果は、6層堆積後に6層上面で耕作が行われたとすれば、得られる可能性は僅かでもある。仮に稲作が行われていたとすると、イネの植物珪酸体が検出されず、イネ科(40ミクロン以上)花粉の検出量も僅かであったことから、6層の堆積期間に比べ、極めて短期間であったと考えられる。また、畑作が行われていたと仮定すると、炭片の含有量が少ないことから、期間は短かったと考えられる。

検出された花粉化石の内、栽培種を含むものはイネ(40ミクロン以上)、アカザ科-ヒユ科、ナデシコ科、アブラナ科、セリ科である。これらの内、イネ科(40ミクロン以上)には、イネのほか、コムギ、オオムギ、キビが含まれるが、いずれの植物珪酸体も検出されないことから、ここでの栽培について否定も肯定もできない。また、セリ(セリ科)は湿性であることから、6層堆積時に含まれていたとすることが妥当であろう。一方、アカザ科-ヒユ科、ナデシコ科、アブラナ科は路傍、草地にも生育し、畑作雑草としても知られていることから、今回の検出状況では、栽培について否定も肯定もできない。

(2) 森林植生

庄・蔵本遺跡内では弥生時代前期から後期にかけての花粉分析結果が報告されている(渡辺, 2015)。今回と一部重なる弥生時代前期の木本花粉化石群集の特徴は、河畔林(自然堤防林)要素であるエノキ属-ムクノキ属が、照葉樹林要素であるアカガシ亜属と同程度、あるいはこれより高率で検出されることである。また、針葉樹種の中でスギ属の割合が多いことも特徴である。

今回の花粉化石群集は、花粉粒の劣化・消滅による選択を受けている可能性があるが、スギ属の含有量が多い傾向にあり、マツ属、コウヤマキ属、コナラ亜属、アカガシ亜属がこれに次ぐ。これらの内コウヤマキ属は、前述のように選択的に高率になった可能性が高く、近辺に生育していたとしても、さほど多くなかったと考える方が妥当である。

渡辺(2015)と比べると、前回特徴的に検出されたエノキ属-ムクノキ属が検出されていないことが、最も異なる点である。前回の分析では河川跡を埋めた堆積物が対象であり、河畔林要素であるエノキ属-ムクノキ属が局地的に高率を示したと考えることができる。エノキ属-ムクノキ属同様に高率を示していたアカガシ亜属は、やや低率である。マツ属(複維管束亜属)、スギ属、コナラ亜属の検出量がアカガシ亜属に対し多いために、相対的に低率になったと考えられる。アカガシ亜属は、主として眉山や続く丘陵に、照葉樹林の主要な構成種として分布して、植物珪酸体が検出できたクスノキ科とともに生育していたと考えられる。一方、マツ属(複維管束亜属)、コナラ亜属は先駆的な樹種であり、生活空間(調査地)近くで点在していた可能性が高い。また、スギ属にも先駆的な面があり、調査地近くで生育していた可能性が指摘できる。

ま と め

庄・蔵本遺跡立体駐車場地点東区の発掘調査によって検出された、耕作土と考えられた地層について、軟X線写真観察及び、花粉分析、植物珪酸体分析を実施した結果、以下の事柄が明らかになった。

(1) 軟X線写真観察の結果、いずれの試料でも小粒状ペッドが中～強度に発達する様子が観察され、土壌化の進行が示唆された。また、撮影に際して軟X線の透過が悪く、撮影した写真全体に濃淡が少ないなど、マンガン、鉄の還元反応（グライ化）による影響が示唆された。

(2) 花粉分析の結果、花粉・孢子化石の含有量が極めて少ないことが明らかになった。この原因について、「該当層準より上位での水田耕作に伴う鉄、マンガンの還元反応（グライ化）、酸化反応によって、該当堆積物に本来含まれていた花粉粒や有機物（植物片）の多くが消滅していた。また、多量に含有される植物珪酸体は、本来堆積物中に含まれていた植物（片）に由来する。一方、該当層準上面での耕作は、否定されるものではないと考えた。

(3) 縄文時代晩期から弥生時代前期初頭（6層）での栽培植物について、植物珪酸体分析では、栽培種が全く検出できなかった。一方花粉分析では、アカザ（ヒユ）など（アカザ科－ヒユ科）、ナデシコ（ナデシコ科）、ナタネなど（アブラナ科）について、栽培の可能性が指摘できる。しかし、これらの花粉分類群には畑作雑草も含まれていることから否定的に捉えることもできる。

(4) 縄文時代晩期から弥生時代前期初頭（6層）での森林植生について、以下の事柄が推定できた。眉山や続く丘陵には、カシ類、クスノキ類を要素とする照葉樹林が分布した。調査地近くには、マツ類やナラ類が点在していたほか、スギが生育していた。

参考文献

久馬一剛・八木久義訳監修（1989）土壌記載薄片ハンドブック．p.176，博友社，東京．

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．276p．，文永堂，東京．

中村 純（1974）イネ科花粉について，とくにイネを中心として．第四紀研究，13，187-197．

藤原宏志（1976）プラント・オパール分析法の基礎的研究（1）—数種イネ科栽培植物の珪酸体標本と定量分析法—．考古学と自然科学，9，15-29．

渡辺正巳（2010）花粉分析法．必携考古資料の自然科学調査法，174-177．ニュー・サイエンス社．

渡辺正巳（2015）庄・蔵本遺跡第27次調査に係る花粉分析．国立大学法人徳島大学埋蔵文化財調査室紀要，1，99-105．