

自然科学による分析

1 年輪年代測定

西大寺食堂院跡から出土した井戸SE950を構成する井戸枠の樹種同定調査および年輪年代調査を実施した。

(1) 調査対象試料および調査方法

樹種同定調査 樹種同定調査では、20点すべての井戸枠を対象とした。剃刀で木口（横断面・図40）、柾目（放射断面・図41）、板目（接線断面）の各切片を採取し、ガムクロラールで封入したプレパラートを作製した。これらのプレパラートを光学顕微鏡で観察し、木材組織の特徴をもとに樹種同定をおこなった。

年輪年代調査 年輪年代調査では、5段目の4点の井戸枠は表面の劣化が著しく年輪幅の計測が困難なため対象から除外し、1段目から4段目の計16点の井戸枠を対象とした。

年輪幅の計測は、1,670万画素のデジタル一眼レフカメラで撮影された木口面または柾目面のデジタル年輪画像をもとに画像計測する方法でおこなった。この場合、画像1枚あたりの撮影範囲を5cm×4cm程度とすることで、10μmの計測精度が維持される。年輪画像計測に際しては、奈文研が千葉大学と共同で開発した年輪画像計測ソフトを使用した。

年輪年代の照合には、近畿地方の建造物や遺跡から出土したヒノキ材の年輪幅データをもとに作成された暦年標準パターンを用いた。対数変換および5年移動平均法（ハイパスフィルタリング）で前処理された測定試料の年輪データと暦年標準パターンの時系列データとを相關分析し、相關性の有無をt検定することで照合をおこなった。さらに、測定試料と暦年標準パターンの時系列データをプロットしたグラフを重ね合わせることで、照合の成否を目視によっても確認した。また、上記方法で年輪年代の確定した井戸枠の年輪データを平均することで西大寺井戸枠パターンを作成し、これと照合することで、暦年標準パターンとの照合では統計的な有意が認められなかった3点の井戸枠（2段目西、3段目東、3段目西）についても年輪年代を確定した。

調査対象となった井戸枠の中には、樹皮や面皮（樹皮を剥いだだけの部分）を残しているものもあり、これらの最外層からは木口切片を採取して木材組織の形成状況を光学顕微鏡で観察し、伐採時季を特定した。

(2) 結果

樹種同定調査 木材組織には、下記の特徴が認められた。

- ・樹脂道、放射仮道管、螺旋肥厚、異形細胞いずれも存在しない。
- ・放射柔細胞（図41中rp）の末端壁が薄く、数珠状を呈していない。
- ・樹脂細胞（図40・41中rc）が晩材部に偏在し、しばしば接線方向に配列している。
- ・分野壁孔がヒノキ型壁孔（図41中cp）で、普通2個である。

これらの特徴が全部材に共通して確認されたので、井戸枠の樹種はヒノキと判断される。

年輪年代調査 年輪年代調査をおこなった16点の井戸枠のうち、4段目南を除く15点の年輪年代が確定した。年輪年代調査の結果を図38に示す。

年輪年代の確定した部材の中には、樹皮が残存するもの1点（図39）、面皮が残存するもの2点、辺材の一部が残存するもの（以下、辺材型と称す）5点、辺材部を欠き心材のみのもの（以下、心材型と称す）7点が含まれていた。これらの中でとりわけ重要な意義をもつのが、樹皮または面皮を残す3点（以下、あわせて樹皮型と称す）である。

樹皮型の3点について、最外層付近の年輪を顕微鏡で観察したところ、以下の所見を得た。樹皮（図39・40中bk）を残す1段目東の最外層の年輪年代は767年であり、最外層には晩材（図40中lw）が形成されていた。し

たがって、1段目東の原木の伐採時季は、767年から768年にかけての生育停止期間、すなわち767年晚秋から768年の早春にかけてと判断される。面皮を残す2段目東の最外層の年輪年代も767年であり、晩材が形成されていることから、伐採時季は767年晚秋から768年の早春にかけてと判断される。一方、面皮を残す3段目北は、最外層付近の細胞が裂かれるように破壊されていて、樹皮を剥ぐ際に木部の最外部も損傷されたことが示唆される。したがって、木材組織の形成状況をもとに3段目北の原木の伐採時季について言及するのは困難である。

辺材型の5点については、717年から751年にかけての年輪年代が得られた。また、心材型の7点については、645年から720年にかけての年輪年代が得られた。一般的に、辺材型の場合には年輪年代が実際の伐採年よりも数年ないし数十年程度、また心材型の場合には年輪年代が実際の伐採年よりも数十年以上、原木からの切削の度合いに応じてそれぞれ古くなる。これらの事情を考慮すると、辺材型および心材型の12点も、樹皮型試料から得られた767年頃に伐採され、一括で用材調達されたと解釈しても矛盾を生じない。

部材名称(部材番号)	照合年輪数	辺材幅	ヒノキ標準パターンとの t 値	西大寺井戸枠パターンとの t 値	最外層年輪年代	特記事項	200	300	400	500	600	700	800	A.D.
井戸枠4段目北(6190)	143	-	10.2	11.8	641+4		499	████████	645					
井戸枠4段目東(6192)	253	-	10.8	11.3	663+8		411	████████	671					
井戸枠4段目南(6189)	65	-	-	-	-									
井戸枠4段目西(6191)	213	1.6cm	5.3	8.1	711+35	辺材型	499	████████	746					
井戸枠3段目北(6196)	261	2.7cm	8.6	14.7	766+1	樹皮型(面皮)	506	████████	767					
井戸枠3段目東(6193)	147	-	-*	5.8	694+2		548	████████	696					
井戸枠3段目南(6194)	217	-	6.9	7.3	593+55		377	████████	648					
井戸枠3段目西(6195)	183	1.6cm	4.2*	8.4	709+42	辺材型	527	████████	751					
井戸枠2段目北(6198)	181	-	5.5	10.2	719+1		539	████████	720					
井戸枠2段目東(6197)	267	3.3cm	8.2	9.5	767	樹皮型(面皮)	501	████████	767					
井戸枠2段目南(6200)	182	0.7cm	5.3	10.2	724+8	辺材型	543	████████	732					
井戸枠2段目西(6199)	198	-	4.8*	6.7	683+1		486	████████	684					
井戸枠1段目北(6203)	355	0.6cm	11.4	12.5	714+3	辺材型	360	████████	717					
井戸枠1段目東(6204)	331	1.9cm	6.3	9.1	767	樹皮型(樹皮)	437	████████	767					
井戸枠1段目南(6202)	341	1.9cm	7.7	13.8	741	辺材型	401	████████	741					
井戸枠1段目西(6201)	252	-	7.1	9.8	720		469	████████	720					
							200	300	400	500	600	700	800	A.D.

* 奈良文化財研究所では $t \geq 5$ を照合成立の基準としているため、当該 t 値は年代確定条件を満たしていないが、西大寺井戸枠パターンとの照合では年代確定条件を満たしている。

図38 SE950井戸枠の年輪年代測定結果



図39 1段目東の樹皮残存状況

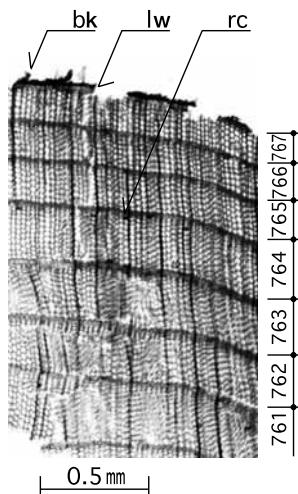


図40 1段目東の木口切片

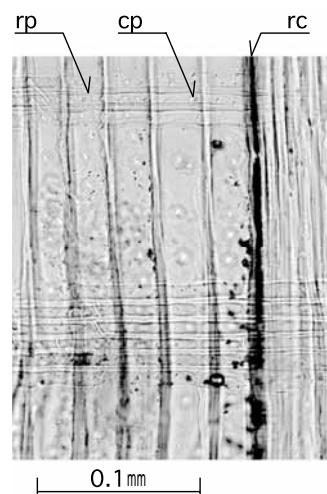


図41 4段目西の柾目切片

2 環境考古学分析

西大寺食堂院跡から出土した井戸SE950井戸枠内堆積物を採取し、花粉分析、寄生虫卵分析、種実同定、珪藻分析をおこなった。

(1) 試料と方法

花粉分析、寄生虫卵分析、種実同定、珪藻分析などの遺体分析を総合的におこなうことによって、植生や堆積環境をより詳細に復元することが可能になる。また、遺構内の堆積物は現地性の強いものが多く、遺構の性格や遺構周囲の植生や環境をあきらかにできる場合も多い。

今回の調査では、SE950井戸枠内のa層（試料1）、b層（試料2）、c層（試料3）、c木屑層（試料4）、d層（試料5）、d木屑層（試料6）、e層（試料7）、礫層（試料8）の計8点の堆積物を対象に、花粉分析、寄生虫卵分析、種実同定、珪藻分析をおこなった。

花粉分析はリン酸三ナトリウム法・篩別・沈澱法・フッ化水素酸法・アセトリシス処理法、寄生虫卵分析は篩別・沈澱法・フッ化水素酸法、種実同定は0.25mm目の水洗篩別法でそれぞれおこない、生物顕微鏡、双眼実体顕微鏡下で觀察し同定計数をおこなった。同定レベルによって科、亜科、属、亜属、節、種の階級で同定分類し、含有密度により異なるが、花粉は200から300粒以上、寄生虫卵は堆積物1cm³中の定量で、種実は堆積物200cm³中の定量で、珪藻は100から300個以上の計数を基本とする。花粉、種実、珪藻の数量を、それぞれダイアグラム（図42～44）に示す。

(2) 結果と遺体群集の特徴

検出された各遺体群集の特徴によって分帯を設定し、各遺体の対比関係を表5に示し、以下に下部より遺体群集の特徴を記す。

下部の礫層はコナラ属アカガシ亜属の花粉が優占し、イネ科、ヨモギ属がともなわれる。他の遺体は少ない。

e層では樹木花粉のコナラ属アカガシ亜属花粉が減少し、コナラ属コナラ亜属が増加する。草本花粉ではイネ科、ヨモギ属、セリ亜科が増加する。他の遺体は少ない。

c木屑層、d層、d木屑層では草本花粉のイネ科が増加する。d木屑層では特徴的にミズアオイ属、アカザ科・ヒユ科、スペリヒユ属、アブラナ科の草本花粉が増加し、キュウリ属が出現する。c木屑層ではソバ属花粉がわずかに出現する。d木屑層はスゲ属、カヤツリグサ科、コナギ、アカザ属、ヒユ属の草本種実、ナス、トウガン、ウリ類の栽培植物の種実が検出される。d木屑層より以浅はHantzschia amphioxys、Navicula muticaの陸生珪藻が優占する。

b層、c層ではイネ科、ヨモギ属の草本花粉が増加し、ミズアオイ属が消失する。b層からソバ属がわずかに検出される。カヤツリグサ科、アカザ属、ザクロソウ、ナデシコ科の種実が多く、b層でイネ（炭化米）、ナス、ウリ類、c層からナスの栽培植物の種実が検出される。陸生珪藻が引き続き優占する。

a層になると樹木花粉のマツ属複維管束亜属が増加し、イネ科、ヨモギ属、アカザ科・ヒユ科の草本花粉が出現する。種実と珪藻は低密度である。

寄生虫卵は低密度で層準によるが、鞭虫、回虫を主にマンソン裂頭条虫、カピラリアが検出される。

(3) 推定される植生・栽培植物

下部より礫層は堆積速度が速く、近隣にはカシ（コナラ属アカガシ亜属）林が分布し、井戸周辺にイネ科とヨモギ属の草本が生育し耕地の環境が示唆される。

e層になると森林が大きく減少し、要素としてコナラ・クヌギ（コナラ属コナラ亜属）の二次林が増加する。イネ科、ヨモギ属、カヤツリグサ科、セリ亜科などの人里植物ないし耕地雑草の性格をもつ草本が繁茂

し、周囲は路傍・庭および耕地の環境が拡大する。

c木屑層、d層、d木屑層ではアカザ科・ヒュ科、ミズアオイ属、アブラナ科の花粉が微増し、試料6(d木屑層)ではミズアオイ属、スペリヒュ属が多く、一括性が高く、比較的短い時間軸を反映しているとみられる。周囲はイネ科、スゲ属などのカヤツリグサ科、アカザ属、ヒュ属、コナギ、アブラナ科スペリヒュ属が生育し、路傍・庭および畑や水田の耕地の環境が示唆される。栽培植物ではソバ属、キュウリ属、ソバ属の花粉、ナス、トウガンの種実が検出され、周囲での調理過程で井戸内に落ち込んだものと考えられる。

b層、c層では周辺の森林が減少し、イネ科、カヤツリグサ科、ヨモギ属、アカザ属、ザクロソウ、ナデシコ科の日当りの良い乾燥を好む草本が増加し、周辺の乾燥化が示唆される。路傍・庭および畑の環境が示唆される。b層ではイネ(炭化米)、ナス、ウリ類、c層からナスの栽培植物の種実がみられる。

a層になると周辺でアカマツ二次林が成立する。周囲はイネ科、ヨモギ属、アカザ科・ヒュ科の人里植物ないし耕地雑草の性格をもつ草本が生育し、周囲は路傍・庭および耕地の環境が分布する。

寄生虫卵は低密度に層準によっては検出され、居住域周辺における生活汚染程度と考えられる。

b層、c層、c木屑層、d層、d木屑層で陸生珪藻が優占し、井戸水自体は陽当たりが悪く珪藻が生育せず、陽の当たる井戸上部の湿った壁面で生育した陸生珪藻が堆積し反映されたと考えられる。

(4)まとめ

SE950井戸鉢内堆積物の環境考古学分析をおこなった結果、周囲はイネ科、ヨモギ属等の草本が生育し、概ね路傍・庭ないし耕地の環境が示唆された。下部の礫層の時期には、カシ林(コナラ属アカガシ亜属)の照葉樹林が優勢であるが、e層より上位は草本が多くなる。e層ではコナラ・クヌギの二次林(コナラ属コナラ亜属)が一時的に増加し、最上層のa層ではアカマツ二次林(マツ属複維管束亜属)が成立する。栽培植物として、イネ(炭化米)、ウリ類、ナス、トウガン、ソバ属が検出され、調理の際に井戸に落ち込んだと考えられ、当地で食生活の一端が見出された。

表5 井戸SE950の遺体群集の対比と環境

堆積層	試料No.	花粉群集			寄生虫卵	種実群集		珪藻群集	
		分帶	草本	主要樹木		分帶	主要種実	分帶	主要珪藻
a層	1		イネ科、ヨモギ属、アカザ科・ヒュ科 (路傍・庭、耕地)	マツ属複維管束亜属 (アカマツ二次林)			少ない		少ない
b層	2		イネ科、ヨモギ属、アカザ科・ヒュ科	低率	+	カヤツリグサ科、アカザ属、ザクロソウ、ナデシコ科、ヨメ、ヒヌ、ウリ類 (路傍・庭、畑)			
c層	3		イネ科、ヨモギ属、アカザ科・ヒュ科 (路傍・庭、畑)	(周辺の樹木減少)	+		(路傍・庭、畑)		
c木屑層	4						少ない		
d層	5		イネ科、ヨモギ属、アカザ科・ヒュ科、ミズアオイ属、アブラナ科、(スペリヒュ属)、ソバ属、キュウリ属	アカガシ亜属		ヒュ属、コナギ、スゲ属、ウリ類、ナス、トウガン (路傍・庭、畑、湿地)			Hantzschia amphioxys Navicula mutica (陸生珪藻、湿った壁面)
d木屑層	6		イネ科、ヨモギ属 (路傍・庭、耕地)	(周辺に照葉樹)	+				
e層	7		イネ科、ヨモギ属 (路傍・庭、耕地)	アカガシ亜属、コナラ亜属 (コナラ・クヌギ二次林増加)			少ない		少ない
礫層	8		アカガシ亜属の樹木を主にイネ科・ヨモギ属の草本 (照葉樹林が優勢、耕地)		+				

+ 出現、—栽培植物、() 推定される環境

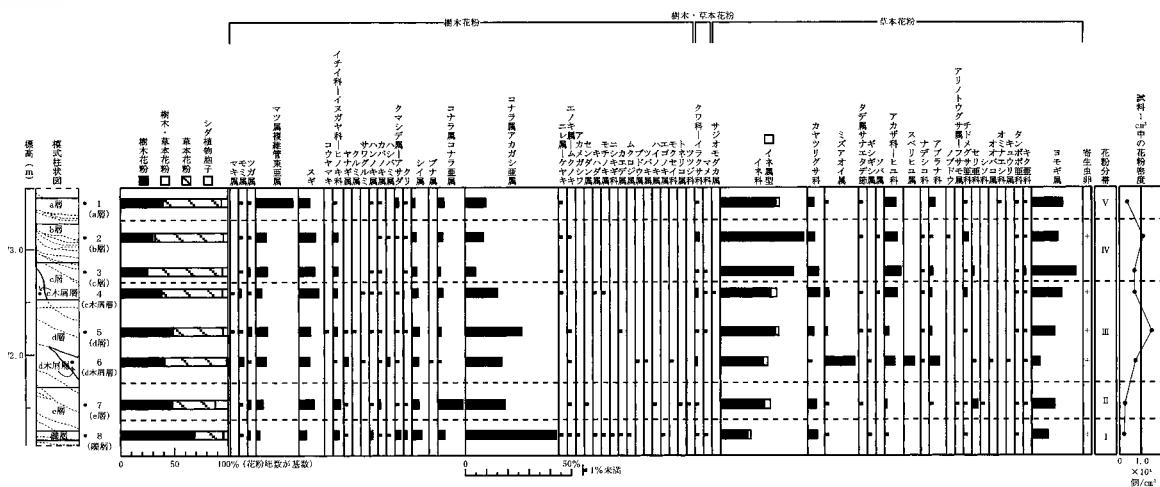


図42 井戸SE950における花粉ダイアグラム

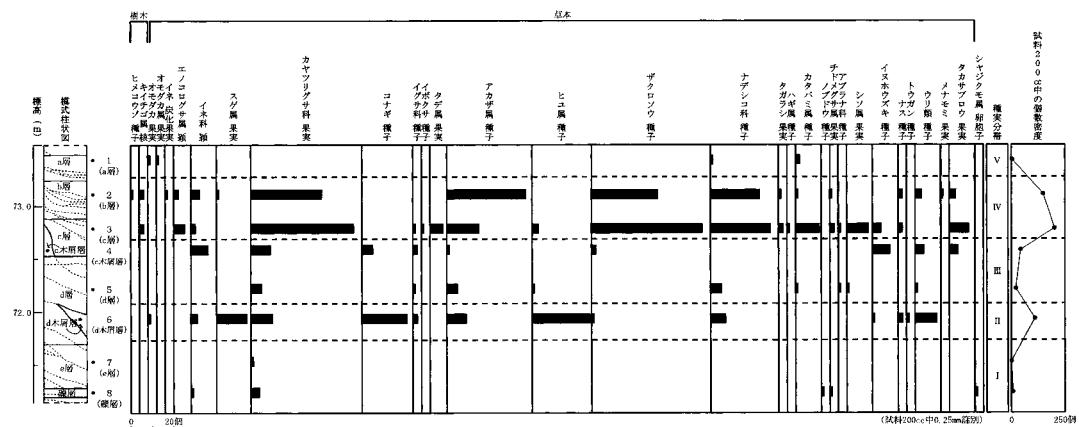


図43 井戸SE950における種子ダイアグラム

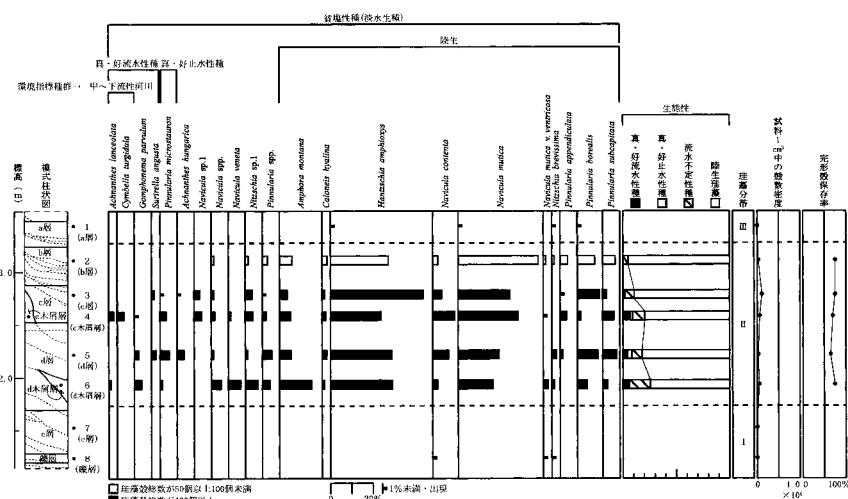


図44 井戸SE950における主要珪藻ダイアグラム