

斐伊川河口ボーリングHB 1の花粉分析結果の再検討

大西 郁夫*

Reexamination of the Pollen—Analysis of HB 1 Core at the Mouth of River Hii, Shimane Prefecture, Japan

Ikuo Onishi*

Abstract

The results of pollen analyses of HB 1 (Onishi, 1980) are reexamined.

As there are some pollen grains of *Carya*, *Liquidambar* and *Keteleeria*, the lower parts of this core (33.8 — 34.6 meters in depth) may belong to the Miocene.

As there are *Lagerstroemia* pollen grains, the middle parts (21.0 — 32.7 meters in depth) are correlated with the upper Pleistocene Yumigahama Formation (Onishi, 1977).

The upper parts of the core (0.0 — 20.2 meters in depth) may be correlated with the Holocene Nakaumi Formation. The lower half of this formation is correlated with the *Ulmus-Zelkova* subzone of *Pinus-Abies* pollen zone to the *Cyclobalanopsis-Quercus* subzone of Gramineae pollen zone. Sedimentation rate of this part is estimated to be 1.68mm/y. The upper half is correlated with the *Pinus* subzone of Gramineae pollen zone.

Key words : Lagerstroemia pollen, Yumigahama Formation, Nakaumi Formation, Sedimentation rate

はじめに

斐伊川河口付近のボーリングHB 1の花粉分析結果(大西, 1980)は, 宍道湖湖底においても弓ヶ浜層が存在することが証明された唯一の資料であり, その後もしばしば引用されてきた(徳岡ほか, 1986; 徳岡ほか, 1990, など). しかし, この分析結果は中国四国農政局の国営斐伊川下流土地改良計画書添付資料に報告されたのみであり, あまり広く知られていない. また, 中海・宍道湖周辺地域の完新統の花粉分帯は, その後大きく進展してきている. そのため, 花粉分析資料の少ない宍道湖西部~出雲平野東部の境に位置するこのボーリングの花粉分析結果の再検討することがますます必要となってきた. ここでは, HB 1の花粉ダイアグラムを簡略化して示し, あわせて花粉区分とその対比について検討する.

謝辞: 試料採取に当たっては, 中国四国農政局清水欽

一氏には, 種々の便宜を頂いた. 記して感謝します.

試料と方法

分析したのは斐伊川の河口付近(第1図のHB 1)で行われたボーリングである. コアの上半部約35mから, ほぼ1mごとに試料を採取し, 上位から0~34と付番した. ただし, 5, 18および28は試料が得られず欠番となり, 合計32試料を処理した. 試料の処理は, 10%水酸化カリ処理, 塩化亜鉛過飽和液による比重分離, アセトリシス処理の後グリセリンゼリーで封入した. 検鏡は木本花粉総数(ΣAP)が250を越えるまで, 各タクサごとに教え, ΣAP を母数とした百分比で示した. 主なタクサの出現率を花粉ダイアグラム(第2図)を示した.

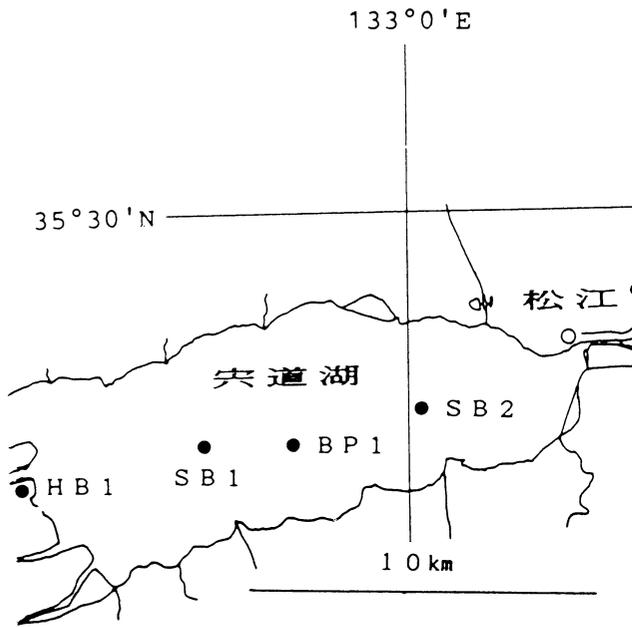
花粉組成に基づく区分

層準毎の花粉組成の類似性に基づいて次の9区分にまとめられる.

区分1: 試料番号0~11 (0.0~11.0m)

マツ属(*Pinus*)が圧倒的に多く, 他の木本タクサをほとんど伴わない. 草本では, イネ科(Gramineae)が

* 島根大学理学部地質学教室
Department of Geology, Faculty of Science, Shimane University



第1図 位置図

数%以上あり、ソバ属 (*Fagopyrum*) がほぼ安定してみられる。

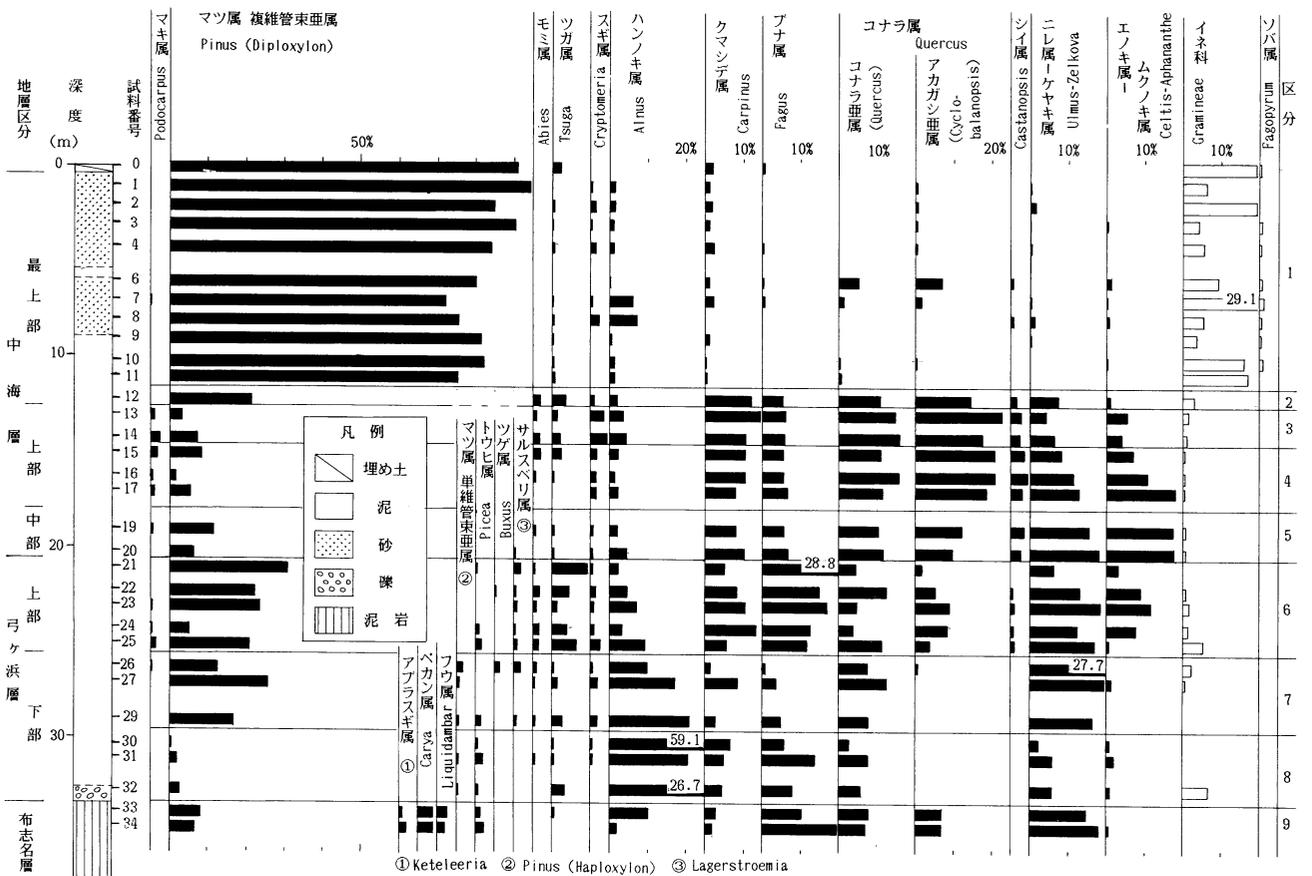
区分2：試料番号12 (12.2m)
 マツ属は20%前後あり、クマシデ属 (*Carpinus*)、ブナ属 (*Fagus*)、コナラ属コナラ亜属 (*Quercus* subgn. *Quercus*) (以下ナラ類と呼ぶ)、コナラ属アカガシ亜属 (*Quercus* subgn. *Cyclobalanopsis*) (以下カン類と呼ぶ)、ニレ属-ケヤキ属 (*Ulmus-Zelkova*) などが10%前後伴われる。

区分3：試料番号13~14 (13.0~14.2m)
 カシ類、ナラ類、クマシデ属などの広葉樹種が多い。スギ属 (*Cryptomeria*) も前後に比べて多くなる。

区分4：試料番号15~17 (15.0~17.0m)
 カシ類、ナラ類、クマシデ属が多い。ニレ属-ケヤキ属やムクノキ属-エノキ属 (*Aphananthe-Celtis*) は上位に比べて多く、シイ属 (*Castanopsis*) やマキ属 (*Podocarpus*) も伴われる。

区分5：試料番号19~20 (19.0~20.2m)
 ニレ属-ケヤキ属、ムクノキ属-エノキ属が多く、カシ類、ナラ類、クマシデ属、ブナ属も伴う。シイ属も数%ある。

区分6：試料番号21~25 (21.0~25.0m)
 ブナ属、ニレ属-ケヤキ属、マツ属などが多い。カシ



第2図 花粉ダイアグラム

類やサルスベリ属 (*Lagerstroemia*) も伴われる。

区分7：試料番号26～29 (26.2～29.0m)

ハンノキ属 (*Alnus*)、ニレ属-ケヤキ属、マツ属が多い。

区分8：試料番号30～32 (30.3～32.7m)

ハンノキ属がきわめて多く、ブナ属、ナラ類、ニレ属-ケヤキ属もやや多い。

区分9：試料番号33～34 (33.8～34.6m)

ブナ属、ニレ属-ケヤキ属、ナラ類、カシ類が多く、アブラスギ属 (*Keteleeria*)、ペカン属 (*Carya*)、フウ属 (*Liquidambar*) なども伴われる。

周辺地域との対比

ここで、上記の区分1～9と中海・宍道湖周辺地域でこれまで報告された花粉群や花粉帯との対比を試みる。

A. 完新世中海層

完新統の花粉分帯は宍道湖の3本の湖底コアに基づいて詳細になされている。それによると、完新世の花粉帯は下位より、ムクノキ・エノキ花粉帯、ブナ・ツガ花粉帯、マツ・モミ花粉帯、カシ・シイ花粉帯およびイネ科花粉帯に分けられ、さらに各々の花粉帯は2～4亜帯に分けられている (大西ほか, 1990)。

今回関係ある上位の花粉帯に限ると、マツ・モミ花粉帯はマツ属、モミ属、ツガ属、カシ類、ナラ類、クマシデ属が多く、下部の針葉樹種の多いモミ亜帯と上部のニレ属-ケヤキ属やムクノキ属-エノキ属の多いニレ・ケヤキ亜帯に分けられる。カシ・シイ花粉帯はカシ類、ナラ類、クマシデ属、マキ属などで特徴づけられ、マキ属は上部と下部で多く中部で少ないことから、下位よりカシ亜帯、シイ亜帯およびマキ亜帯に分けられている (大西ほか, 1990)。また、イネ科花粉帯は中海・宍道湖周辺の遺跡においてイネ科花粉が急増することから提唱された花粉帯で、下位よりスギ属の多いスギ亜帯、スギ属が減少するカシ・ナラ亜帯、マツ属が急増するマツ亜帯およびマツ属かやや減少しスギ属がやや増えるマツ・スギ亜帯に分けられている (大西, 1985, 1993)。

今回の区分と比較すると、区分1はマツ属が優勢で他のタクサはほとんど見られず、草本ではイネ科が多く、ソバ属も安定して見られることからイネ科花粉帯マツ亜帯に対比される。なお、区分1の最上部でスギ属が出現しないことから、マツ亜帯の上位に来るマツ・スギ亜帯はここでは見られないことになる。区分2はカシ類、ナラ類、クマシデ属などがやや多いことからイネ科花粉帯ナラ・カシ亜帯に対比される。区分3はスギ属がやや多いことからイネ科花粉帯スギ亜帯に対比できる。

区分4では、カシ類、ナラ類、クマシデ属が多く、シ

イ属は少ないながらもピークを示し、マキ属は上下でやや多い。このことから区分4はカシ・シイ花粉帯に対比され、上部・中部・下部がそれぞれマキ亜帯・シイ亜帯・カシ亜帯に対応するものと思われる。区分5は、ニレ属-ケヤキ属、ムクノキ属-エノキ属が多く、針葉樹種が少ないことから、マツ・モミ花粉帯ニレ・ケヤキ亜帯に対比されるものと思われる。しかし、試料番号20はサルスベリ属を数%含み、下位の層が混入している可能性がある。

B. 更新世後期弓ヶ浜層

区分6ではサルスベリ属が低率ながらも連続して見られ、ブナ属は10%以上産出する。このような花粉組成の特徴は中海周辺の弓ヶ浜層の花粉組成と類似する。

大西 (1977) は中海周辺の2本のボーリングコアの花粉分析の結果から、弓ヶ浜層下部砂礫層上半を Ym I a, I b 帯、上部泥層を Ym II, III 帯の4花粉帯に分帯した。Ym I a 帯はハンノキ属、マツ属単維管束亜属 (*Pinus* subgn. *Haploxyylon*)、トウヒ属 (*Picea*)、ナラ類、ブナ属で特徴づけられる。Ym I b 帯ではマツ属複維管束亜属、ナラ類、ニレ属-ケヤキ属が増加し、ハンノキ属はやや減少する。Ym II 帯にはいるとブナ属が急増し、ハンノキ属は減少する。この帯ではサルスベリ属が数%ながら安定して見られる。ブナ属は Ym II 帯の上半から Ym III 帯にかけて減少するが、ハンノキ属は増加する。Ym III 帯になるとカシ類が増加する。

区分8ではハンノキ属が20%以上と多く、ナラ類やブナ属を伴う。区分7ではマツ属、ナラ類、ニレ属-ケヤキ属が増加し、ハンノキ属やブナ属はやや減少する。区分7・8には少量ながらマツ属単維管束亜属とトウヒ属も見られる。このようなタクサの増減からみると、区分8は Ym I a 帯に、区分7は Ym I b 帯にそれぞれ対比されるものと考えられる。

ブナ属が急増し、サルスベリ属が安定して見られる区分8は Ym II 帯に対比されるものと思われる。しかし、カシ類やムクノキ属-エノキ属は、中海周辺の Ym II 帯に比べて優勢である。

C. 中新世布志名層

区分9では、ブナ属、ニレ属-ケヤキ属、ナラ類、カシ類の他にダイアグラムにないタクサとしてはサワグルミ属 (*Pterocarya*) も多く (第1表c)、上位の区分とはいくぶん異なった花粉組成を示す。また、アブラスギ属、ペカン属、フウ属といった、近畿地方では鮮新世に絶滅してしまい、現在日本には自生しない属を含む。ペカン属とフウ属は出雲市南部の中新世高窪層に産出している (甲藤・中村, 1952)。また、江津市周辺の都野津層では、アブラスギ属、ペカン属、フウ属共に鮮新世には

第1表 ダイアグラムにない花粉の出現率

深 度 (m)	0.0	1.0	2.0	3.2	4.2	6.0	7.0	8.0	9.0	10.2	11.0	12.2	13.0	14.2	15.0	16.2
Sciadopitys コウヤマキ属							0.3						0.3		0.5	
Cupressaceae-Taxaceae																
ヒノキ科-イチイ科			0.4	0.6	1.5	0.8	2.1	0.8	2.7	2.3		0.5	1.0	1.9	2.0	1.3
Ephedra マオウ属												0.3				0.4
Salix ヤナギ属							0.3								0.3	
Myrica ヤマモモ属							0.3	0.4				2.2	2.2	1.9	1.6	1.6
Juglans-Pterocarya																
クルミ属-サワグルミ属	0.8					0.4	0.9	0.4	0.4			2.7	0.6	0.8	2.0	1.6
Pratycaarya ノグルミ属					0.3		0.3	0.4					0.3			
Betula カバノキ属		0.3	0.4				0.6	0.8	1.2	0.4	1.7	2.2	2.2	1.6	2.0	1.3
Corylus ハシバミ属				0.6		1.1	1.2	1.2	0.8	0.4	0.9	1.1	1.6	1.6	0.4	0.3
Castanea クリ属							0.6					1.1	1.0	1.1	0.8	1.1
Fagara イヌザンショウ属		0.3	0.4													
Rhus ウルシ属			0.4								1.7					
Ilex モチノキ属			0.8	1.6	0.3	0.4	2.0	0.4		0.4	0.9					
Acer カエデ属	0.8	0.3	1.2	0.6	0.3	0.4	1.7		0.4			0.8	5.1	4.3	5.5	3.2
Parthenocissus ツタ属										0.4		0.3		0.3		0.5
Vitis アドウ属							0.4			0.4						
Tilia シナノキ属			0.4													
Araliaceae ウコギ科			0.8													0.4
Ericaceae ツツジ科			0.4													0.5
Symplocos ハイノキ属							0.9				1.7	0.5				
Ligustrum イボタノキ属							0.3									
Osmanthus ヒイラギ属			0.4													
Forsythia レンギョウ属																
Viburnum ガマズミ属				0.3							0.9		0.3			0.3
Weigela タニウツギ属						0.4	1.7	0.8								0.3
Lonicera スイカズラ属			0.4		0.6		0.3	1.2			2.6					
Polygonum タデ属 Persicaria-Echinocauron																
サナエタデーウナギツカミ属	4.5	0.3		0.7	0.3		0.3	0.4			0.9				0.4	1.9
Rumex スイバ属													1.6		1.2	
Chenopodiaceae アカザ科							0.3		0.4				0.3			
Caryophyllaceae ナデシコ科				0.3	0.9		2.0	0.4	0.4	0.4						
Mirabilis オンロイバナ科	0.8															
Nuphar コウホネ属		0.4														
Ranunculus キンボウグ属		1.0				0.7	3.8	0.8	0.4	1.1	3.5	0.5	1.0	0.3	0.4	1.1
Thalictrum カラマツソウ属										0.4						
Circaea ミズタマソウ属									0.4							
Haloragis アリノトウグサ属					0.6			0.9		0.4						
Umbelliferae セリ科				0.3				0.3				0.9	0.3			
Patrinia オミナエシ属				0.7	0.3				1.2							
Compositae キク科																
Cichroioideae タンポポ亜科					0.6	0.4										
Cardukoideae キク亜科			0.4		0.3	0.4	2.3	1.2	0.4	1.1	4.4	0.8				
Artemisia ヨモギ属					0.3	0.7	4.1	1.2	1.2	1.9	0.9					
Typha ガマ属	56.4	37.4	6.6	2.7	1.2	0.7	1.5	3.5	9.2	3.3	0.9		1.3	0.8	0.8	0.5
Cyperaceae カヤツリグサ科	3.0		0.3	1.2	0.7	2.0	0.4	0.4	1.7				0.3	0.8	0.4	
Allium ネギ属	4.5		0.4	0.3	0.3	1.2	1.6		0.4	2.6	0.5	1.0	0.3			0.4
ΣAP 木本花粉	29.9	61.1	61.5	71.3	61.5	77.4	39.4	51.3	62.8	47.8	18.1	68.6	77.1	70.0	72.2	78.5
不明花粉	0.2						0.6	2.4	0.8		1.1	0.5	3.1	3.2	4.3	4.0
ΣNAP 草本花粉	26.7	33.5	17.0	7.6	7.8	10.7	19.5	9.0	10.6	12.6	6.0	3.5	5.7	2.2	3.1	3.1
ΣSP 胞子	44.0	5.4	20.6	20.9	29.9	11.3	38.8	38.9	26.6	38.5	75.5	24.7	14.0	23.4	20.7	15.4
深 度 (m)	17.0	19.0	20.2	21.0	22.2	23.0	24.2	25.0	26.2	27.0	29.0	30.3	31.0	32.7	33.8	34.6
Cupressaceae-Taxaceae																
ヒノキ科-イチイ科	1.9	2.7	1.4	1.1	0.3	2.3	1.5	3.9	11.9	4.2	2.9	0.3	1.2	0.4	6.5	8.0
Ephedra マオウ属							0.5	0.4					0.4			
Salix ヤナギ属			0.3					0.4	0.9							
Myrica ヤマモモ属	0.8	0.3	1.7													0.6
Juglans-Pterocarya																
クルミ属-サワグルミ属	0.5	2.2	1.4	0.8	2.8	0.6	1.0	1.3	0.8	0.4	2.9	1.0	2.8	2.1	15.2	14.2
Pratycaarya ノグルミ属					0.3											
Betula カバノキ属	1.9	0.9	2.9	0.3	1.4	0.6	2.0		0.9	0.8	0.5	1.5	2.0	3.3		
Corylus ハシバミ属	0.8		0.3	0.3	1.4	0.6		0.9	1.7	1.9	5.3	11.0	14.5	16.3	0.7	1.2
Castanea クリ属	1.1	0.6	0.6								0.5	0.3				0.6
Melia センダン属						0.3										
Prunus サクラ属								0.9								
Phellodendron キハダ属									0.4							
Fagara イヌザンショウ属									0.4							
Sapium シラクキ属	0.3	0.3	0.3	0.5		0.6		1.3	1.7	0.8		0.3	1.2			
Buxus ツゲ属					0.3		1.4									
Rhus ウルシ属	0.3							0.4		0.4						
Ilex モチノキ属			0.3	0.5										0.4		
Acer カエデ属	2.5	2.5	1.7	0.8	0.8	2.5	1.0	3.0	0.4	3.8	12.0	3.1	8.1	4.6	1.4	2.5
Aesculus トチノキ属										0.9	0.4					
Rhamnaceae クロウメモドキ科							1.0									
Parthenocissus ツタ属						0.3		0.4		0.4		0.8				
Tilia シナノキ属			0.3	0.6		0.3		1.7	1.4		5.3	1.8	6.5	12.1	5.8	1.2
Elaeagnus グミ属							0.5				1.0		0.4		2.5	
Araliaceae ウコギ科	0.5	0.3		0.3		1.0			0.9	0.4			1.2	2.1		
Cornus ミズキ属						2.5	1.0		0.4	0.4			0.4			
Ericaceae ツツジ科																0.7
Symplocos ハイノキ属								0.4			1.0	0.5				
Ligustrum イボタノキ属												1.5	1.2	1.3		
Fraxinus トネリコ属					0.3			0.4								
Viburnum ガマズミ属			0.3													
Lonicera スイカズラ属										0.8						
Polygonum タデ属 Persicaria-Echinocauron																
サナエタデーウナギツカミ属	2.2	1.5	0.6	0.3	0.8	2.5	0.5	1.3	1.3	1.5	2.4	5.4	2.4	1.7		
Rumex スイバ属																
Chenopodiaceae アカザ科																0.6
Caryophyllaceae ナデシコ科										0.4			0.4			
Ranunculus キンボウグ属					0.8	0.3		1.7		0.4	0.5					
Circaea ミズタマソウ属						0.3							0.5			
Umbelliferae セリ科													2.6	6.0	5.8	
Menyanthes ミツガシワ属														0.4		
Compositae キク科																
Cichroioideae タンポポ亜科																
Cardukoideae キク亜科			0.3	0.5	0.3			0.4	0.4		0.5	1.0	1.6	0.8		
Artemisia ヨモギ属		0.9		0.3	0.6	1.3		0.4	0.9	0.4	3.4	3.1	32.3	23.8		

認められている (Onishi, 1969). これらのことから, 区分9はこの地域の第四紀層の基盤である中新世布志名層に対比できる.

完新統の堆積速度

完新世の花粉帯・亜帯の始まりの年代は次のように推定されている (大西ほか, 1990; 大西, 1993).

イネ科花粉帯	マツ・スギ亜帯	西暦1930年頃
	マツ亜帯	西暦1500年頃
	カシ・ナラ亜帯	西暦700年頃
	スギ亜帯	約2400年前
カシ・シイ花粉帯	マキ亜帯	約3200年前
	カシ亜帯	約4000年前
	シイ亜帯	約5200年前
マツ・モミ花粉帯	ニレ・ケヤキ亜帯	約5700年前

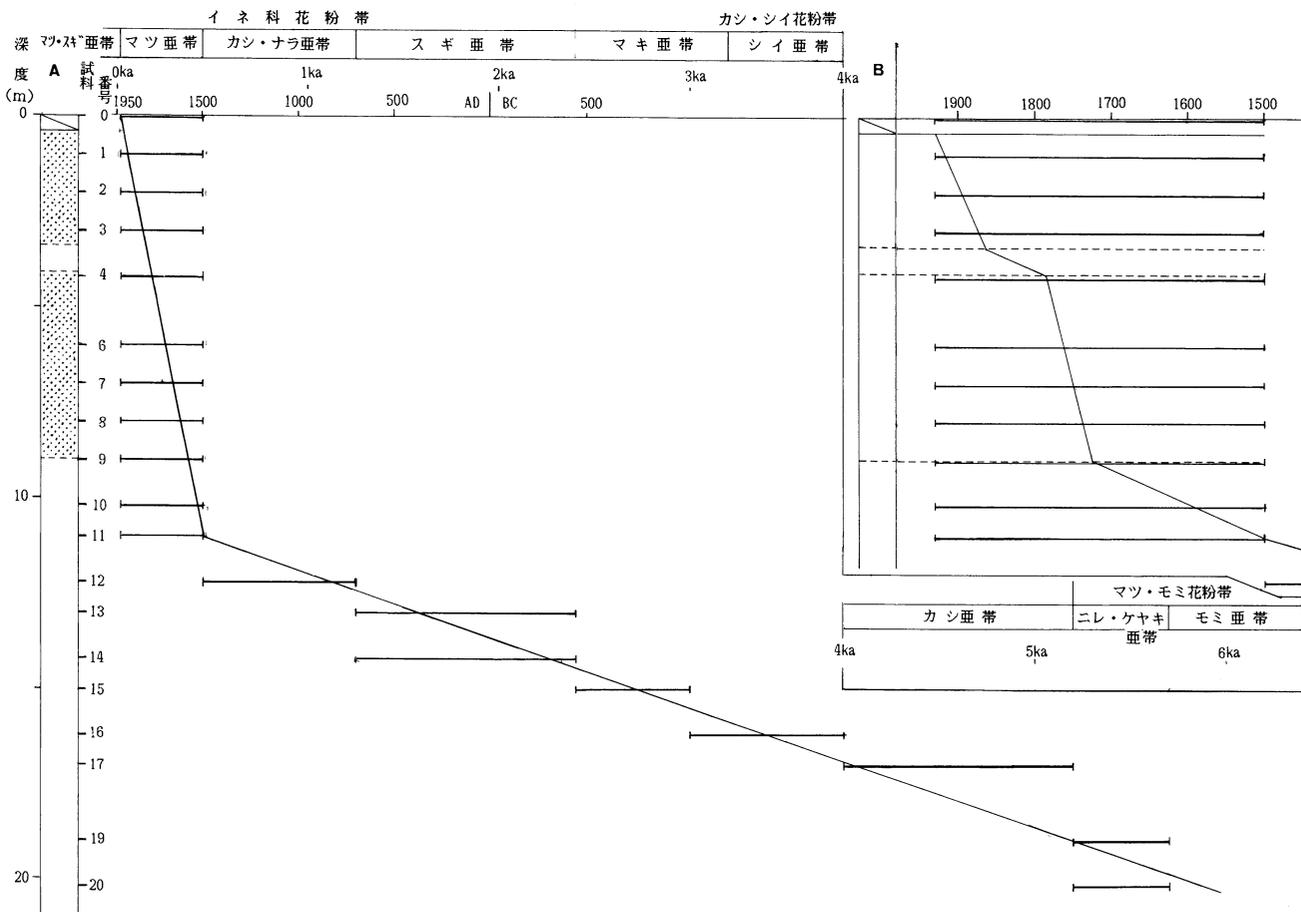
横軸に年代を, 縦軸に各試料の深度を取り, その試料の属す花粉帯の年代を示す線を引く. 例えば, 試料番号14に対しては, 深度14.2m, 約2400~3200年前の横線が対応する (第3図A). この図からわかるとおり, 全ての横線を通る直線は引けない. 砂がちの上部 (試料番号0~11) と泥からなる下部 (試料番号12~20) とでは当

然堆積速度が異なるものと思われるので, 上部と下部とに分けて考える.

下部でもやはり全ての横線をとおり直線は引けないので, 第3図Aのように試料番号12~19をとおり, 20に最も近い直線をひく. この時の平均堆積速度は1.68mm/yとなる. 宍道湖の湖底ボーリングのカシ・シイ花粉帯における堆積速度は, SB 1で2.27mm/y, BP 1で2.06mm/y, SB 2で1.96mm/y であるので (大西ほか, 1990の図5より計算), この値はやや小さいと思われるかも知れない. しかし, この時代には斐伊川は西流して古宍道湖をほとんど堆積しなかったこと (徳岡ほか, 1990), 弓ヶ浜層からなる埋没段丘の上に位置していることなどから見てこの値は妥当なものと考えられる.

上部では全ての横線をとおり最も勾配の小さい直線は第3図Aのように引ける. この時の平均堆積速度は25.6mm/y となる. しかし, 上部は堆積速度の大きい砂と小さい泥とからなり, 平均堆積速度はあまり意味が無いものと考えられる.

近世以後の斐伊川は次のような変遷をしたとされている (灘分郷土誌編集委員会, 1992).



第3図 深度-年代図

1500年頃 (中世)	東流はじまる
1573年 (天正1年)	洪水, 堤防各所で決壊
1600年頃	8 (or 7) 分流
1633年 (安永10年)	洪水, 分流統合はじまる
1657年 (明暦3年)	統合完成, 出来州河口
1687年 (貞享4年)	平田へ改川
1723年 (享保8年)	島村郡境へ改川
1785年 (天明5年)	三分市へ改川
1809年 (文化6年)	坂田枝川開さく
1832年 (天保3年)	新川開さく
1840年 (天保11年)	定川開さく
1862年 (文久2年)	出来州川開さく
1863年 (文久3年)	島村枝川開さく
1930年 (昭和5年)	斐伊川開さく

上記の変遷史からみると、泥と砂の堆積した時期は次のように考えられる。

斐伊川が東流を始めた頃には、宍道湖はまだ西方に大きく広がっていて、河口ははるか西方にあり、堆積量は増加したけれども、砂がこの地点まで到達することはなかった。しかし、1723年の島村郡境へ改川の結果、統合された本流がこの地点に向かって伸び、砂が堆積するようになった。また、1785年の三分市への改川により河口は遠のき再び泥の堆積が始まった。1863年に定川（本流）の分流として島村枝川が開さくされると、ふたたび砂の堆積が始まり、1930年の斐伊川開さくまで続いた。

これらの年代を使用した年代-深度図は第3図Bのようになり、次のような堆積速度が求められる。

上位の砂層	44.8mm/y
砂層間の泥層	9.0mm/y
下位の砂層	79.0mm/y
砂層下位の泥層	9.0mm/y

泥層の堆積速度は小数点第1位まで一致し、砂層の堆積速度は本流（下位）が分流（上位）の約1.8倍になることなどからかなりの妥当性があるものと考えられる。

なお、現在までのところ花粉垂帯の細分は検討されたことはなかった。しかし、大西（1986）の宍道湖底コアのマツ属のダイアグラムでは、マツ垂帯のほぼ中央部に落込みが見られる。この年代を計算すると10年の位で異なるが、1700年代前半となる。渡辺ほか（1988）のSJ85-11では落込みが3カ所あるが、中位のものはほぼ1740年となる。このように、少なくとも宍道湖周辺で

は、18世紀前～中半にマツ属の落込みが見られる。今回の試料でも、試料番号7でマツ属の落込みが見られる。第3図Bによるとこの層準は1750年頃となり、宍道湖底コアとほぼ一致する。このことから、マツ垂帯はさらに細分出来る可能性があり、今後検討する必要がある。

文 献

- 甲藤次郎・中村 純, 1952: 島根炭田の層序学並びに花粉分析学的研究. 高知大学学術研究報告, 1 (29), 1-17.
- 灘分郷土誌編集委員会, 1992: 灘分郷土誌. 平田市灘分公民館.
- Onishi, I. 1969: Pollen flora of the Tsunozu group in Shimane prefecture, Japan. *Mem. Fac. Lit. & Sci., Shimane Univ., Nat. Sci.*, 2, 42-62.
- 大西郁夫, 1977: 出雲海岸平野下第四紀堆積物の花粉分析. 地質雑, 83, 603-616.
- , 1980: 斐伊川川口ボーリングコアの花粉分析. 国営斐伊川下流土地改良事業計画書添付試料, V. 地質編, 57-70. 中国四国農政局.
- , 1985: 中海・宍道湖湖底およびその周辺地域の完新統の花粉分析. 島根大学地質学研究報告, 4, 115-126.
- , 1986: 中海宍道湖湖底表層コアの花粉分帯と環境変遷. 山陰地域研究 (自然環境), 2, 81-89.
- , 1993: 中海・宍道湖周辺地域における過去2000年間の花粉分帯と植生変化. 地質学論集, 39, 33-39.
- ・干場英樹・中谷紀子, 1990: 宍道湖湖底下完新統の花粉群. 島根大学地質学研究報告, 9, 117-127.
- 徳岡隆夫・大西郁夫・高安克己, 1986: 湖底をさぐる—宍道湖のおいたち—. ふるさとブックレット山陰の自然と文化4, たたら書房.
- ・三梨 昂・大西郁夫・高安克己, 1990: 中海・宍道湖の地史と環境変化. 地質学論集, 36, 15-34.
- 渡辺正巳・中海・宍道湖自然史研究会, 1988: 中海・宍道湖の自然史研究, その8, 中海・宍道湖より得られる柱状試料の花粉分析. 島根大学地質学研究報告, 7, 25-32.