

## 宍道湖ボーリング SB1 から発見されたアカホヤ火山灰と 完新世の古地理変遷についての再検討

中村 唯史\*・徳岡 隆夫\*

### The Akahoya (K-Ah) Tephra discovered from the SB1 drillcore in Lake Shinji, and reexamination of Holocene Paleographic Changes

Tadashi Nakamura and Takao Tokuoka

#### Abstract

The SB1 drilling was carried out in the central part of Lake Shinji by the Geological Survey of Japan in the 1960's, and a precise pollen analysis study was carried out by late Professor Onishi. He established seven pollen zones (and 14 subzones) mainly on the basis of this work, and these are widely applicable to the San'in Region. We have recently discovered the Akahoya Tephra (erupted 6,300yrs B.P.) from one of his preserved samples, the horizon of which can be correlated with the lower part of the *Cyclobalanopsis-Castanopsis* pollen zone (Onishi, 1990). Other drillcores from in and around Lake Shinji have also been reexamined. The environmental changes of the Lake Shinji area are discussed in the light of these new findings.

#### 1. はじめに

中海・宍道湖の完新世地史についての研究は 1980 年以降に島根大学地質学教室を中心とする組織的な活動によって著しく進んだが、その基礎となったのは 1960 年代に地質調査所によって行われた一連の調査・研究である(水野ほか, 1966, 1972 など)。これらの研究成果は中海・宍道湖の自然史研究の資料をまとめた三梨・徳岡(1988 編)においても貴重な資料として掲載されている。それらのなかに宍道湖で行われた沖積層の基盤にまで達する二つのボーリング(SB1 および SB2)がある。それによって得られたサンプルも含めて 1960 年代に地質調査所が行ったボーリングや採泥試料の殆どすべてが地質調査所の筑波移転の際に処分されてしまったことは、今から考えるとかえすがえすも残念なことであった<sup>\*1</sup>。とくに SB1 コアの記載では中海層のなかに N1 火山灰と呼ばれる 3 枚の火山灰が挟まれていると記載されている(水野, 1972; および三梨・徳岡, 1988 編の水野による), その時代が縄文海進の高頂期に相当するとされていることから、これらの帰属を明らかにできればと、残念がられていた。また、N1 火山灰は中海のボーリングでこれより下位から得られた<sup>14</sup>C 年代に基づいて 5,000 年前頃を示すと考えられ、大西ほか(1990)の花

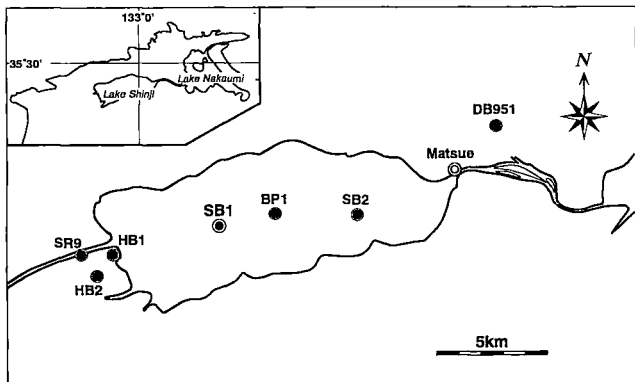
粉分帯をはじめとする研究はその年代をもとに行われてきた。今回、注記に述べたような次第で花粉化石の処理が行われた残りの一連の試料の存在が明らかになり、N1 火山灰層近くの試料について検討したところ、3 枚の火山灰層とされたもののうちの最下位の試料が残されていることがわかり、これを検討したところ鬼界アカホヤ(K-Ah)火山灰(以下、アカホヤ火山灰)であることが明らかになった。なお、残りの二つの火山灰とされた試料は残されていなかった。また、この機会に建設省中国地方建設局出雲工事事務所によって宍道湖湖心で行われたボーリングコア BP1、島根県農林水産部によって出雲平野東部の宍道湖岸で行われた HB2 などについてもアカホヤ火山灰の存在について再検討を行った。これらを踏まえて完新世の古地理変遷について現時点での資料を整理した結果について以下に述べる。

#### 2. SB1 中に発見されたアカホヤ火山灰

SB1 は宍道湖湖心から西よりの地点(第 1 図)で地質調査所によって 1960 年代に行われた全長 24m のボーリングである(水野, 1972)。ボーリング資料についての記載は三梨・徳岡(1988 編)のなかに水野によってな

<sup>\*1</sup> このような話が再三話題になった際に故大西郁夫島根大学総合理工学部教授は SB1 の試料については「自分が花粉について検討した際に残りの資料を保管している」と語っていたものである。この度、大西先生の研究室を整理するなかでその言葉どおりに SB1 の試料が保存されていることがわかり、本論文で検討されることになった次第である。

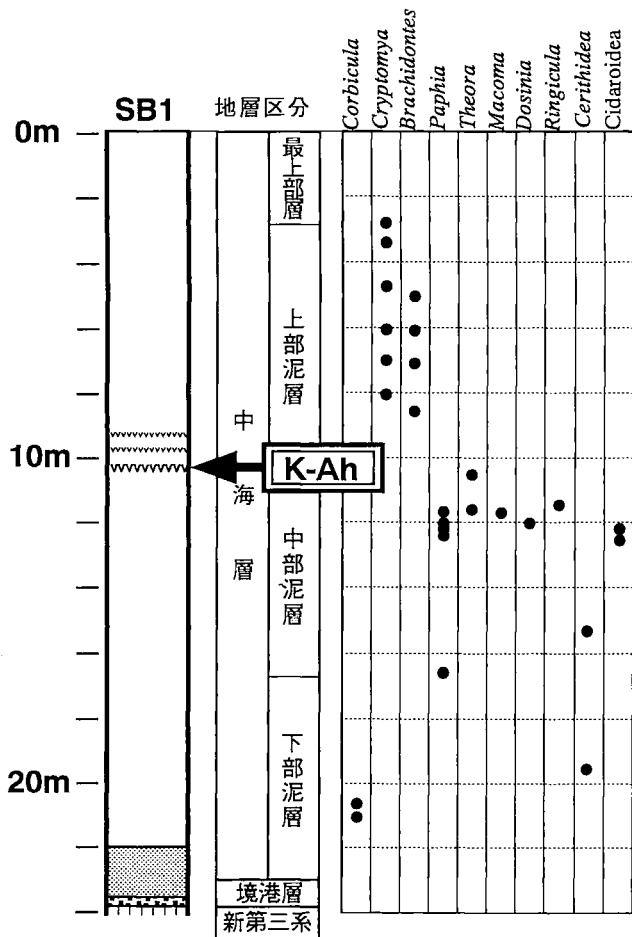
\* 島根大学総合理工学部地球資源環境学教室  
Department of Geoscience, Faculty of Science & Technology, Shimane University, Matsue, 690 Japan



第1図 本論文で検討した既存のボーリング地点

第1表 SB1, BP1の火山灰層中の火山ガラスの主要成分(アカホヤ火山灰既知試料の値は町田・新井, 1992に基づく)

EPMA	SB1		BP1		K-Ah	
	mean		mean		mean	
wt(%)	n=11	$\sigma$ (n-1)	n=10	$\sigma$ (n-1)	n=18	$\sigma$ (n-1)
SiO <sub>2</sub>	75.13	0.29	74.65	0.50	74.57	0.78
TiO <sub>2</sub>	0.52	0.03	0.55	0.04	0.55	0.06
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.96	0.14	13.10	0.24	13.07	0.29
FeO*	2.46	0.10	2.54	0.19	2.53	0.21
MnO	0.08	0.03	0.09	0.02	0.09	0.03
MgO	0.46	0.02	0.48	0.06	0.47	0.07
CaO	1.98	0.06	2.15	0.12	2.13	0.19
Na <sub>2</sub> O	3.49	0.16	3.52	0.11	3.53	0.28
K <sub>2</sub> O	2.85	0.09	2.83	0.12	2.83	0.12
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.07	0.03	0.08	0.04		
Total	100.00		100.00		100.00	
$\Sigma$ Alkali	6.34		6.35		6.36	



第2図 地質調査所によって行われた宍道湖湖底ボーリングSB1の層序と産出貝化石(三梨・徳岡, 1988編に掲載されている水野の資料をもとに簡略化. 深度10m付近の3つの火山灰がN1火山灰として一括されたもの.)

されている。それを簡略化して第2図に示す。表層から掘削深度(以下、深度)23mまでが完新統中海層、深度23mから23.8mが更新統境港層、23.8m以下は新第三系である(大西, 1977)。今回検討した試料は厚さ10~15cm毎に分割された上で、さらに数分割した一連の試料が個別にビニール袋に保存されていたものである。そ

れぞれの分割試料は厚さ30~40cmおきに花粉分析に供され、その一部が失われている。上記の記載および水野ほか(1972)では、深度9.3m、深度9.8m、深度10.3mに火山灰層の存在が記載されている。これらの層準に該当する試料について今回再検討した結果、深度10.3mの試料は大部分が火山ガラスからなる火山灰であることを確認した。深度9.3m、深度9.8mの火山灰層についてはいずれも試料がすでに失われており検討できなかった。深度10.3mの火山灰層は水野ほか(1972)によると厚さは1cmと記載されている。この火山灰は細粒砂サイズの粒子を主体とし、多量のバブルウォール型ガラスと少量の筋状に発泡した軽石型ガラス、微量の普通輝石・シソ輝石を含む。火山ガラスは褐色を帯びるものが含まれる。これらの特徴は町田・新井(1978)のアカホヤ火山灰の特徴と一致する。この火山灰層に含まれる火山ガラスの化学組成を島根大学汽水域研究センター設置のJEOL8800M型EPMAで分析した。結果を第1表に示す。その化学組成は町田・新井(1991)のアカホヤ火山灰の既知試料とよく一致する。これらの特徴から、この火山灰層はアカホヤ火山灰であると確認できる。

### 3. SB1の層序と大西の花分帯の関係

中海・宍道湖周辺地域における花粉帯はSB1を始めとする湖底ボーリングコアと西川津遺跡(大西・原田, 1989など)や目久美遺跡(大西, 1986)などの周辺の低湿地遺跡における花粉分析をもとに確立され、この地域の完新統の年代を知る有効な手段として用いられてきた(大西, 1993)。この中でアカホヤ火山灰と花粉帯との関係が明らかなのは西川津遺跡海崎地区(大西・原田, 1989;大西ほか, 1989)のみであった。今回、SB1でアカホヤ火山灰の層準が確認されたことから、大西による花粉帯との関係を検討する。

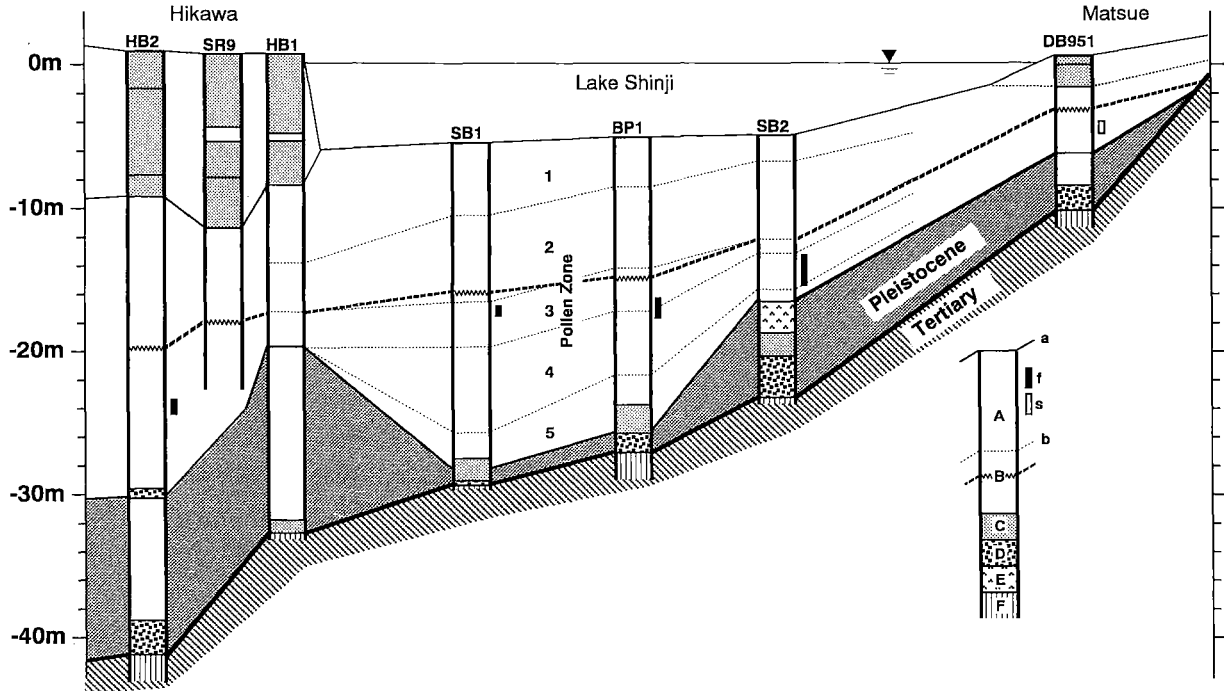
中海・宍道湖周辺地域の完新世の花分帯はSB1が

第2表 大西による花粉帯・亜帯の分帯とそれらの年代の推定 (大西ほか, 1990 を簡略化)

花粉帯	亜帯	年代 (年前)
イネ科	マツ・スギ	
	マツ	
	カシ・ナラ	
	スギ	2400
カシ・シイ	マキ	3200
	シイ	4000
	カシ	5200
マツ・モミ	ニレ・ケヤキ	5700
	モミ	6400
ブナ・ツガ	ムクノキ・エノキ	7000
	ツガ	8500
	クマシデ	9000
ムクノキ・エノキ	ブナ	9600
	ナラ	10000
ハンノキ・ナラ	—	10500
ナラ・ハンノキ	—	11000

基準となっており, 上位からイネ科花粉帯, カシ・シイ花粉帯, マツ・モミ花粉帯, ブナ・ツガ花粉帯, ムクノキ・エノキ花粉帯の5帯に分けられ, これがさらに14の亜帯に細分されている(第2表)(大西ほか, 1990). SB1でアカホヤ火山灰は大西ほか(1990)の花粉帯のカシ・シイ花粉帯の下部(深度10.3m)に挟まれる(第3図). この層準の出現花粉の傾向はハンノキ属, ツガ属がほとんど出現しなくなり, 代わってシイ類が急増する層準である. アカホヤ火山灰と花粉帯の関係は, 西川津遺跡海崎地区のアカホヤ火山灰を挟む層準(大西ほか, 1989), 米子市目久美遺跡の縄文時代前期層(大西, 1980)の花分析から, アカホヤ火山灰はマツ・モミ花粉帯に位置付けられてきた. しかし, SB1は最も詳細な花分析が行われ, 花粉帯確立の基礎となったボーリングであることから, 今回SB1でアカホヤ火山灰の層準がカシ・シイ花粉帯中に存在することが明らかになったことは重要な意味を持ち, 宍道湖・中海地域全体の花粉帯とアカホヤ火山灰との関係を再検討する必要がある.

アカホヤ火山灰をカシ・シイ花粉帯とマツ・モミ花粉帯の境界付近に位置付けた場合, 大西(1990)のブナ・ツガ花粉帯とマツ・モミ花粉帯の境界(6,400年前), マツ・モミ花粉帯とカシ・シイ花粉帯の境界(5,200年前)



第3図 宍道湖湖底堆積層の地質断面

(アカホヤの産出層準と花粉帯, および有孔虫, 貝化石の多産層準を模式的に示す. ボーリング位置は第1図参照)

- a: 現在の地表および湖底    b: 大西による花粉帯境界    f: 有孔虫多産層準    s: 貝化石多産層準
- A: 泥    B: アカホヤ火山灰    C: 砂    D: 礫    E: 火山灰    F: 第三系
- 1: イネ科花粉帯    2: カシ・シイ花粉帯    3: マツ・モミ花粉帯    4: ブナ・ツガ花粉帯
- 5: ムクノキ・エノキ花粉帯

の年代はそれぞれ 1,000 年程度古くなることになる。大西ほか (1990) はイネ科花粉帯の始まりを 2,400 年前、ブナ・ツガ帯の始まりを 9,000 年前と仮定して、その間の堆積速度を一定として花粉帯境界の年代を求めている。SB1 では完新統泥層基底からアカホヤ火山灰までの厚さは 11.7m、アカホヤ火山灰から現湖底までの厚さは 10.3m である。アカホヤ火山灰の降灰年代は 6,300 年前 ( $^{14}\text{C}$  年代) であり、完新統泥層基底の年代は SB2 (標高 -16.8m) で 9,200y.B.P の  $^{14}\text{C}$  年代 (水野ほか, 1972) が得られていること、10,000 年前の海面は標高 -40m 付近にあって、その後急速に上昇したという日本列島における一般的な海面変動の傾向 (太田ほか, 1989) から、SB1 の完新統泥層基底の年代が 10,000 年前を遡ることはないと思われる。したがってアカホヤ火山灰の上下で堆積速度が異なっている可能性が高い。また、三瓶ほか (1996) は中海湖底コアの多数の  $^{14}\text{C}$  年代の測定から、中海・宍道湖湖底の堆積速度がアカホヤ火山灰付近を境に大きく変化することがこの地域で一般的な傾向として認められることを指摘している。これらのことから、大西による花粉帯境界の年代のずれは泥の堆積速度が完新世を通じて一定ではなかったために生じたものと考えられる。

大西 (1977) は宍道湖地域では完新世の温暖期は 5,500~3,000 年前とし、日本列島の他地域と比べ温暖期が 500~1,000 年程度遅れることを指摘している (大西, 1986)。温暖な気候での照葉樹林の拡大を反映するカシ・シイ花粉帯の始まりの年代が 1,000 年程度古くなることで、宍道湖地域も他地域と同様に 6,000~5,000 年前頃が温暖期だったことになる。

#### 4. 既存ボーリング資料についての再検討

宍道湖湖中央部では完新統の基底まで達するボーリングコアは SB1, SB2, BP1 の 3 本のみで、従来の宍道湖の古地理や古環境に関する研究はこの 3 本のコアおよび、出雲平野東部のボーリングコア (HB1, HB2 など) の資料をもとに行われてきた。今回、SB1 で上述のようにアカホヤ火山灰の層準が明らかになったことにより、他の既存ボーリング資料についても検討してみた。

##### 1. BP1 のアカホヤ火山灰層準と花粉分帯

BP1 は建設省中国地方建設局出雲工事事務所の宍道湖湖心観測所建設に伴って 1986 年に行われた全長 27m のボーリングである。表層から深度 21m までが中海層、深度 21m から 23m が境港層、23m 以下は新第三系で、中海層については詳細な花粉分析結果が報告されている (大西ほか, 1990)。今回検討した試料は木製のコア箱

に納められ、鳥根大学地球資源環境学教室に保存されていたものである。試料は層厚 1m 毎に 50cm のコアが採取されており、一部は花粉等の分析に供されているが、残りはほぼそのままの形で保管されていた。各 1m 毎の残りの 50cm は貫入試験に使用されて変形した試料がビニール袋に保管されていた。今回再検討した結果、深度 9.7m に大部分が火山ガラスからなる火山灰層が厚さ 0.5 cm で挟まれていることが明らかになった。この火山灰は細粒砂サイズの粒子を主体とし、多量のバブルウォール型ガラスと少量の筋状に発泡した軽石型ガラス、微量の普通輝石・シソ輝石を含む。火山ガラスは褐色を帯びるものが含まれる。この火山灰層に含まれる火山ガラスの化学組成についても上記と同様に検討した結果、アカホヤ火山灰に対比できることがわかった (第 1 表)。

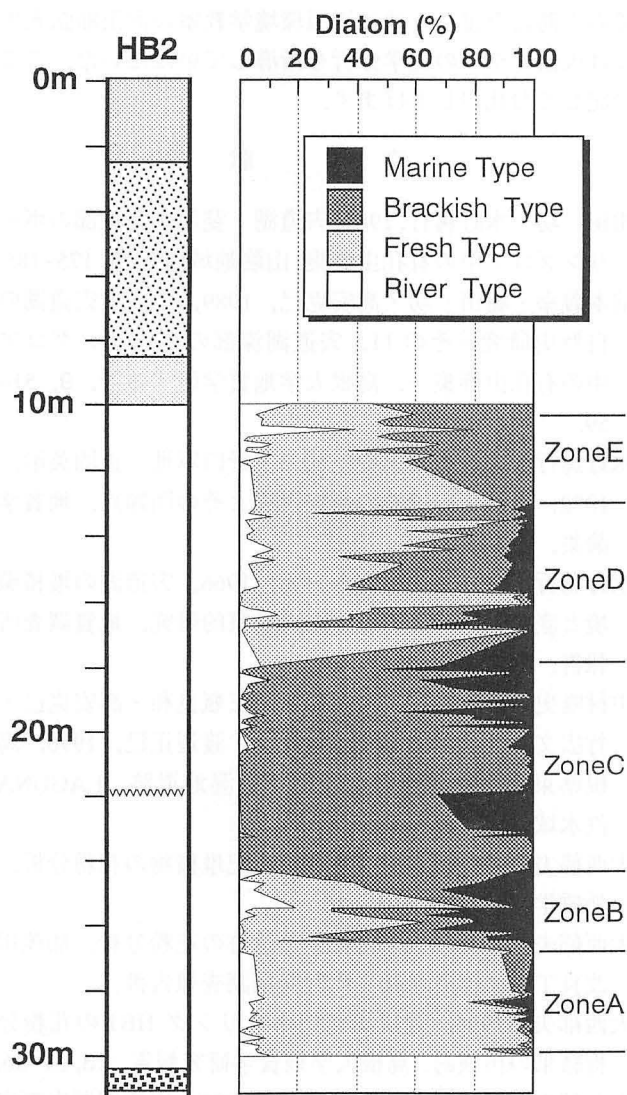
BP1 のアカホヤ火山灰と花粉分帯の関係についてみると、アカホヤ火山灰が挟まれる深度 9.7m はマツ・モミ花粉帯の上部に位置付けられており (大西ほか, 1990) (第 3 図)、SB1 とは花粉帯が異なることになる。しかし、いずれのボーリングでもアカホヤ火山灰は同じ花粉帯に属するはずであり、花粉帯境界を再検討する必要があると考えられる。

##### 2. HB2 のアカホヤ火山灰層準の推定と珪藻群集について

HB2 は鳥根県農林水産部の県営圃場整備事業に伴って出雲平野東部の宍道湖湖岸で 1970 年代に行われた全長 44m のボーリングである (第 4 図)。表層から深度 10 m までは中海層砂層、深度 10m から 30.4m が中海層泥層、深度 30.4m から 41m が更新統、41m 以下は新第三系である<sup>\*2</sup>。HB2 ではアカホヤ火山灰は確認されていないが、HB2 の北約 1km の SR9 ボーリング (建設省出雲工事事務所によって 1995 年に実施) で標高 -18.7m にアカホヤ火山灰が確認されており (吉川, 1996MS)、HB2 においてもこれに近い高さにアカホヤ火山灰の層準が存在すると推定できる。紺田・水野 (1987) は HB2 の柱状図で深度 22m (標高 -20m) のところに火山灰層を記載している。この火山灰層についての詳しい記述はなされていないが、上述のことからこの火山灰層はアカホヤ火山灰である可能性が高い。

HB2 については詳しい珪藻分析が野口寧世氏によってすでに行われている。その未公表資料に基づき HB2 の珪藻群集を第 4 図に示す。分析は深度 10m 以下の泥層について行われている。深度 10m 以浅の部分は砂層からなっていて斐伊川デルタの前進によってもたらされた堆積物である。HB2 の地点に斐伊川デルタの前進に

<sup>\*2</sup> 紺田・水野 (1987) では HB1 とされているが徳岡ほか (1991) の HB2 である



第4図 HB2 コアの柱状図と珪藻群集組成  
 (珪藻群集のデータは野口寧世氏の未公表資料に基づく。紺田・水野(1987)は深度22mに火山灰層を記載しており、周辺のボーリングとの関係からこれがアカホヤとみられる。)

よって湖底に砂の堆積が始まったのは15~16世紀以降のことであると推定されるので(大西, 1994), これらの珪藻分析の結果は少なくとも15世紀までの宍道湖の環境変遷を示していると考えられる。

HB2の中海層の珪藻群集は第4図に示すように5つのZoneに区分できる。

ZoneA (深度30.4m~28.0m): 淡水止水性種が卓越する。河川性種が5%程度含まれる。

ZoneB (深度26.9m~26.6m): 海水性種, 汽水性種が増加する。淡水止水性種は概ね10%以上産する。河川性種はZoneAにくらべ減少する。

ZoneC (深度26.6m~18.0m): 汽水性種が卓越する。上部では海水性種が増加する。淡水止水性種, 河川

性種は下部ではほとんど産しないが, 上部ではやや増加し, 数%産する。

ZoneD (深度16.9~13.0m): 淡水止水性種, 河川性種が増加する。海水性種は下部では20~30%産するが, 上部では5%程度に減少する。

ZoneE (深度11.9~10.0m): 淡水止水性種と汽水性種がほぼ同じ割合で産する。河川性種は数%から10%程度産し, 40%近く産することもある。海水性種はほとんど産しない。

### 3. 宍道湖ボーリングコアの対比と完新世古地理についての再検討

SB1では深度10.3m, BP1では深度9.7mにそれぞれアカホヤ火山灰が確認された。花粉帯との関係はSB1ではカシ・シイ花粉帯の下部, BP1ではマツ・モミ花粉帯の上部に相当する。SB2ではSB1, BP1との対比から, 大西ほか(1990)の花粉帯区分8(深度6.1~7m)にアカホヤ火山灰の層準が存在すると推定される。宍道湖東岸の松江平野北部の島根大学構内で行われたDB951では標高-3.6mにアカホヤ火山灰が挟まれる(島根大学埋蔵文化財調査研究センター, 1995)。第3図に以上のアカホヤ火山灰層準および推定層準にもとづいた各ボーリングの対比を示している。これをもとに宍道湖の環境変遷について考察する。

SB1, SB2の貝化石群集とHB1の珪藻群集から, 泥層の堆積が開始した直後の宍道湖は鹹度の低い汽水の環境だったと考えられる。なお, SB2基底部の貝化石(ヤマトシジミ)からは9,200yrs B.P.の<sup>14</sup>C年代(水野ほか, 1972)が得られている。

SB1, SB2, BP1, HB2では有孔虫群集分析が行われ, いずれも有孔虫多産層準が一部に存在し, HB2やSB1では湾口~湾中央部, 東方のSB2では湾中央~やや湾奥, 宍道湖中央部のBP1ではそれらの中間型を示すことから, かつての宍道湖は西側から海水が流入する内湾環境だったと推定されている(紺田・水野, 1987; 前本ほか, 1989)。また, DB951では深度6.5m~8mでウニやマガキなどの化石が多産する。これらの層準はいずれもアカホヤ火山灰より下位に相当し, アカホヤ火山灰以前の一時, 宍道湖に外海的要素が強くなり, 底層水の交換がよい内湾環境が出現したと考えられる。宍道湖周辺地域では完新世初頭から急速に上昇した海面はアカホヤ火山灰の頃には標高-0.5mまで達しており(中村ほか, 1996), 底層水の交換がよい環境が出現したのは海面上昇期であると考えられる。

HB2の珪藻群集でみるとアカホヤ火山灰の層準を挟む深度26.6~18.0mで海水性, 汽水性種が卓越し, 淡水

性種がほとんど出現しない。深度 18.0m 以浅では淡水性種が急増する。また、SB1 では深度 9m 以浅ではウニや外海的要素の強い貝化石は出現しなくなり、アカホヤ火山灰の層準以降は閉鎖的な内湾環境に変化したと考えられる。さらに、SB1 では深度 2.7m 以浅では貝化石は出現しなくなり、HB2 では深度 11.9m 以浅では海水性珪藻が出現しなくなることから、低鹹度の汽水湖に変化したと考えられる。その時期は堆積速度から 2,000 年前頃と推定できる。

## 5. ま と め

SB1, BP1 では大西によって詳細な花粉分析が行われており、これらが宍道湖・中海地域の花分帯の基準になってきた。今回これらのコアのアカホヤ火山灰の層準が明らかになったことから、それらの関係について検討した。結果としてアカホヤ火山灰はカシ・シイ花粉帯とマツ・モミ花粉帯の境界付近に位置付けられる。このことから、大西 (1986) が「日本各地で 6000~5000 年前に海水準が最高に達したとされていたこととの不調和が気がかりであった」と述べている宍道湖地域と日本列島の他地域の気候温暖期のずれは存在せず、宍道湖地域も他地域と同様に 6,000~5,000 年前が最も温暖な気候だったことになる。

宍道湖の環境は完新世を通じて、閉鎖的な内湾（完新世初頭から 8,000~7,000 年前頃）—外海的要素が強い内湾（8,000~7,000 年前頃から 6,000 年前頃）—閉鎖的な内湾（6,000 年前頃から 2,000 年前頃）—低鹹度の汽水湖（2,000 年前以降）と変化してきた。貝化石や有孔虫が多産する低層水の交換がよい内湾環境になったのはアカホヤ火山灰降灰以前の海面上昇期であり、アカホヤ火山灰降灰以降は閉鎖的な環境に変化した。

## 6. 謝 辞

※大西郁夫先生には生前、中海・宍道湖周辺地域の完新世地史について多岐にわたりご指導いただいた。今回、先生の研究室を整理するなかで先生の研究された SB1 コアの中からアカホヤ火山灰が発見され、先生が平素気掛かりにしていた他地域との温暖期のずれの問題に解決の糸口が見つかったことは一つの成果で、ここに本論文として報告し、大西先生に感謝するとともに、ご冥福をお祈りいたします。

また、野口寧世氏には HB2 ボーリングコアの珪藻についての未発表資料を利用させていただき、これについ

てのご助言を得た。地球資源環境学教室の沢田順弘先生には火山ガラスの化学分析を指導していただいた。ここに記してお礼申し上げます。

## 文 献

- 紺田 功・水野篤行, 1987, 宍道湖・斐川平野東部のボーリングコア中の有孔虫群集. 山陰地域研究, 3, 175-185.
- 前本義幸・紺田 功・高安克己, 1989, 中海・宍道湖の自然史研究—その 11. 宍道湖深部のボーリングコア中の有孔虫群集—. 島根大学地質学研究报告, 9, 51-59.
- 水野篤行・大島和雄・中尾征三・野口寧世・正岡英治, 1972, 中海・宍道湖の形成過程とその問題点. 地質学論集, 7, 113-124.
- 水野篤行・角 靖夫・鈴木尉元, 1966, 宍道湖の堆積環境と底棲動物群集についての予察的研究. 地質調査所報告, 214, 1-26.
- 中村唯史・徳岡隆夫・大西郁夫・三瓶良和・高安克己・竹広文明・会下和宏・西尾克己・渡辺正巳, 1996, 島根県東部の完新世環境変遷と低湿地遺跡. LAGUNA 汽水域研究, 3, 9-11.
- 大西郁夫, 1977, 出雲海岸平野第四紀堆積物の花粉分析, 地質学雑誌, 83, 603-616.
- 大西郁夫, 1986, 米子市目久美遺跡の花粉分析, 加茂川改良工事に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書
- 大西郁夫, 1994, 斐伊川河口ボーリング HB1 の花粉分析結果の再検討. 島根大学地質学研究报告, 13, 31-36.
- 大西郁夫・干場英樹・中谷紀子, 1990, 宍道湖湖底下完新統の花分群. 島根大学地質学研究报告, 9, 117-127.
- 大西郁夫・原田吉樹, 1989, 西川津遺跡（海崎地区）の花粉分析. 朝酌川河川改修工事に伴う西川津遺跡発掘調査報告書 V（海崎地区 3）, 153-170.
- 大西郁夫・西田四朗・渡辺正巳, 1989, 山陰地方中部の第四紀後期火山ガラス. 島根大学地質学研究报告, 8, 7-16.
- 三瓶良和・松本英二・徳岡隆夫・井上大栄, 1996, 中海における過去約 8,000 年間の有機炭素埋積速度—Carbon Sink としての汽水域堆積物—. 第四紀研究, 35, 113-124.
- 島根大学埋蔵文化財調査研究センター, 1995, 島根大学構内遺跡発掘調査概報 II（諸田地区 1）. 38p.
- 吉川尚伸, 1996MS, ボーリングコアにみる斐川平野の完新世環境変遷. 島根大学理学部地質学科卒業論文.