

島根県出雲平野西部における沖積層コアの貝形虫群集

石田 桂¹・高安克巳²

Ostracode assemblages of alluvium sediment cores in the western part of Izumo Plain, Shimane Prefecture.

Katsura Ishida¹ and Katsumi Takayasu²

Abstract: Fossil ostracode assemblages of alluvium sediments are investigated in the western part of Izumo Plain to discuss detailed paleoenvironments of the “paleo Shinji Bay”. Four samples from core in Lake Jinzai and seven samples from core in Hishine-Ike were selected for this study. Thirty-four genera and 71 species fossil ostracodes are recognized. Fossil ostracode assemblages in this study are close to those of the recent Lake Nakaumi. Two ostracode species, *Bicornucythere bisanensis* and *Spinileberis quadriaculeata*, are mostly dominated in both core. It indicates that Lake Jinzai and Hishine-Ike were located in central part of the “paleo Shinji Bay” in 2-9 water depth between 9500-8000 yr. BP. The bay mouth ostracode fauna in mud bottom in the recent Nakaumi occurred in the middle part of the core from Hishine-ike. It shows that the reduction of the “paleo Shinji Bay” occurred at least one time. *Spinileberis quadriaculeata* shows very low percentage in core from Hishine-Ike, though it represents relatively high in core from Lake Jinzai. This suggests that southwestern part of the “paleo Shinji Bay” was more oxic conditions compared with northwestern part.

Key words: fossil ostracode; Izumo Plain; Lake Jinzai; the Holocene

はじめに

出雲平野西部地域は、縄文海進時には現在の宍道湖東岸を含めた大きな古宍道湾(徳岡ほか, 1990)を形成していたと考えられ、出雲平野の形成史を解明するだけでなく、歴史的にも非常に興味深い地域である。近年、これまで報告が少なかった出雲平野西部において数本の柱状試料が掘削され、堆積相および堆積物の化学分析などを複合した古環境の復元が行われた(山田ほか, 2003; 山田ほか, 投稿中)。これらの柱状試料のうち、神西湖湖心部および菱根池で採取された2本(JZ-01, HS-02)については、詳細な堆積年代が決定されほぼ連続した試料であること

が分かっている(山田ほか, 2003)。また、有孔虫化石を用いた生物学的検討も行われており、暖水塊や外洋水の影響などが議論されている(高田・高安, 2003; 山田ほか, 投稿中)。本研究では、これら2本のコアに含まれる貝形虫化石を検討し、古宍道湾のより詳細な古環境を議論する。

試料および処理方法

出雲平野西部に位置する神西湖中央部(JZ-01)および菱根池(HS-02)において掘削された柱状試料を用いて、貝形虫化石の検討を行った(図1)。

1. JZ-01 コア

¹ 信州大学理学部地質科学科 Department of Geology, Faculty of Science, Shinshu University, 3-1-1, Asahi, Matsumoto 390-8621, Japan

² 島根大学 Shimane University 1060, Nishikawatsu, Matsue 690-8504, Japan

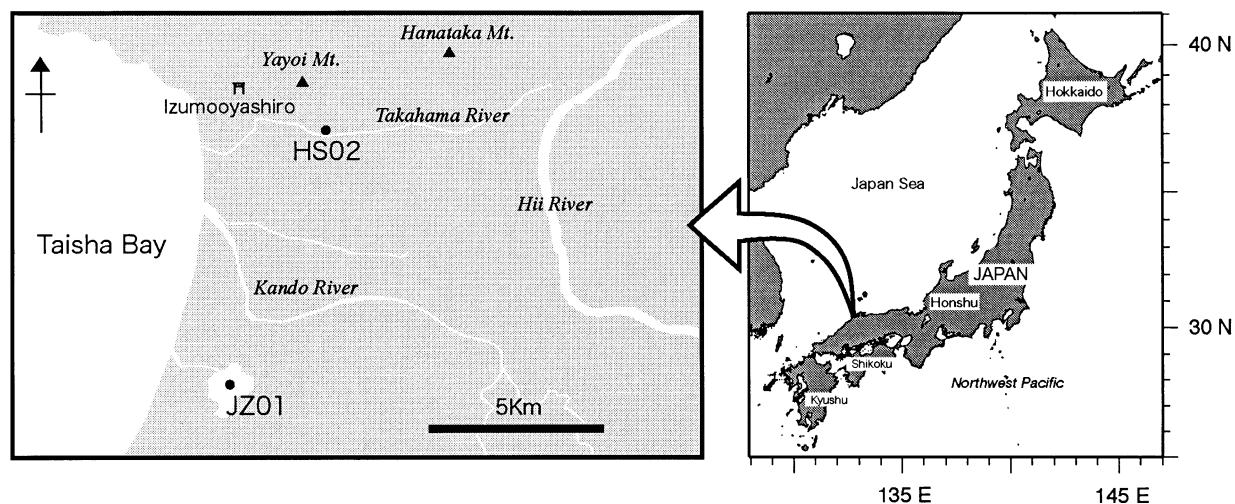


図1. 島根県出雲平野西部およびJZ-01,HS-02 両コアの採取位置。

Fig. 1. Maps showing western part of Izumo Plain and sampling site of JZ-01 and HS-02 cores.

神西湖は面積 1.35 km²、平均水深 1.1 m の小さな湖であり、本コアは神西湖中央部の水深 1.55 m の地点でシンウォールコアサンプラーによって採取された。全長は 24.3 m で、下位より暗灰色砂礫砂、有機質粘土層を含む暗灰色シルト層、灰色シルト～細砂層、下位を削り混んだ細～中砂層、平行葉理が顕著な黒灰色泥層、シルト～粘土層が重なる(山田ほか, 2003)。採取した柱状試料は約 1 cm の層厚に区分し、高田・高安(2003)に示される手順で処理された。本コアは常温で保管されていたため大部分の石灰質が溶解していると推定される(高田・高安, 2003)ことから、計 73 試料のうち、泥質石灰質砂からなり有孔虫化石が産出した 4 試料(JZ-01 23-27, 22-88, 22-49, 22-20)について検討を行った。

2. HS-02 コア

島根県簸川郡大社町遥堪地区、高浜川右岸の地点(北緯 35° 23', 東経 132° 43', 標高 1.56 m)において、シンウォールコアサンプラーを用いて採取された。全長は約 40.0 m で、11 試料について¹⁴C年代測定が行われた(山田ほか, 投稿中)。本コアの岩相は 7 つのユニットに区分され、下位より中～細粒砂層、貝化石が散在する暗灰色粘土および砂泥互層、平行葉理の発達する暗灰色シルト～泥層、生物擾乱が認められる塊状灰色泥層、暗灰色泥層、逆級化を示す砂質シルト～礫層、植物片を含む灰褐色泥層が重なる。10 cm ごとに分割された柱状コア試料について、堆積物の全硫黄量の層位分布から塩水の影響下で堆積したと推定される層準から約 10–40 cm の層位間隔になるように 53 試料を採取し、山田ほか(投稿中)に示す方法で処理を行った。そのうち、貝化石

が散在する暗灰色粘土および砂泥互層の有孔虫化石が産出した 7 試料(HS-02 41-35, 39-13, 38-61, 38-42, 38-23, 38-02, 36-03)について(山田ほか, 投稿中)、貝形虫化石を検討した。

両コア試料の残差は貝形虫化石が 200 個体程度になるように適宜分割し。そこから 115 μm 以上の大きさのすべての個体を実体顕微鏡下で拾い出し、同定した。個体数については左右片殻をそれぞれ 1 個体と数え、合弁については合わせて 1 個体とした。

結 果

検討した 11 試料すべてから、34 属 71 種の貝形虫化石が産出した(表 1, 図 2)。得られた貝形虫化石の結果から、Shannon-Weaver 関数により種多様度および均衡度を、また、各試料の種数、1 g あたりの個体数を求めた。種多様度・均衡度については、25 個体以上産出した試料を対象とした。両地域の 11 試料については、*Bicornucythere bisanensis* および *Spinileberis quadriaculeata* が全産出個体の 41.7% と 15.17% をそれぞれ示し、大部分がこの 2 種で占められる(表 1)。これらの種は現在の内湾泥底に優占する(例えば池谷・塩野, 1993)。

神西湖の全 4 試料は 70% 以上が先述の 2 種で占められている。中部層準の 2 試料は *Loxoconcha tosaensis* や *Loxoconcha uranouchiensis* に代表される湾沿岸浅海域を示す *Loxoconcha* 属、湾中央部泥底に生息する *Pistocythereis bradyi* が割合は低い共産する。種数は貝形虫化石が産出した層準の最上部及び最下部で低く、中部の 2 試料で 8-13 種と高くなる傾

表 1. 神西湖 (JZ-01) および菱根池 (HS-02) のコアから産出した貝形虫化石のリスト.

Table 1. List of fossil ostracodes from the JZ-01 and HS-02 cores.

species	samples	HS02 36-03	HS02 38-02	HS02 38-23	HS02 38-42	HS02 38-61	HS02 39-13	HS02 41-35	JZ01 (A) 22-20	JZ01 (A) 22-49	JZ01 (A) 22-88	JZ01 (A) 23-27
<i>Amphileberis nipponica</i>					3	13						
<i>Aurila cymba</i>		1			1	4		2				
<i>Aurila hataii</i>		1				1		1				
<i>Aurila miii</i>											1	
<i>Aurila munekikai</i>		1										
<i>Aurila tosaensis</i>					1							
<i>Aurila</i> sp.								2		1	1	
<i>Australimoosella tomokoae</i>		2		2	6	3						
<i>Bicornucythere bisanensis</i>		88	3	13	25	206	2	78	21	106	109	80
<i>Bythoceratina hanaii</i>				2	3							
<i>Callistocythere alata</i>				1						2		
<i>Callistocythere pumila</i>						1						
<i>Callistocythere undata</i>				1								
<i>Callistocythere unduratifacialis</i>						4		2				
<i>Callistocythere</i> sp.								1				
<i>Coquimba ishizakii</i>								2				
<i>Cornucoquimba tosaensis</i>		1				2		1				
<i>Cythere hanaii</i>					1							
<i>Cythere japonica</i>		1										
<i>Cythere nishinipponica</i>					13			15				
<i>Cythere omotenipponica</i>				3								
<i>Cythere uranipponica</i>				6	1	2						
<i>Cythere</i> sp.		18				24	1			1	2	
<i>Cythereois tosaensis</i>				2								
<i>Cythereois uranouchiensis</i>		1						1		2		
<i>Cytheroma</i> ? sp.						4						
<i>Cytheromorpha acupunctata</i>		2			1	3						
<i>Cytheropteron miurense</i>						1		1				
<i>Dolerocyprina mukaishimense</i>				2			1					
<i>Hemicythere</i> sp.		8				2						
<i>Hemicytherura cuneata</i>						5						
<i>Hemicytherura tricarinata</i>										1		
<i>Hemicytherura</i> sp.		1		1								
<i>Loxoconcha japonica</i>		3		3	1	22		6				
<i>Loxoconcha kattoi</i>					1							
<i>Loxoconcha optima</i>				5		12						
<i>Loxoconcha tosaensis</i>						24				2	35	1
<i>Loxoconcha uranouchiensis</i>		6		5	4	13	1	6		24		
<i>Loxoconcha viva</i>						29				1		
<i>Lococoncha</i> sp. 1			2				4	1				
<i>Loxoconcha</i> sp.						1				1		
<i>Munseyella japonica</i>						3						
<i>Munseyella</i> sp.							2	1				
<i>Neonesidea oligodentata</i>				4	12	24	1	4				
<i>Nipponocythere bicarinata</i>						75	2	1				
<i>Paracytheridea neolongicaudata</i>						1						
<i>Paracytherois tosaensis</i>		1						1				
<i>Paradoxostoma</i> sp.						3						
<i>Parakritihella pseudadonta</i>						3						
<i>Pistocythereis bradyi</i>					1	6		2		6	20	
<i>Pontocythere miurenensis</i>		19			1	16		2		1	3	
<i>Pontocythere sekiguchii</i>				2			1					
<i>Pontocythere subjaponica</i>			1		1							
<i>Pontocythere</i> sp.				1								
<i>Propontocypris</i> sp.						2						
<i>Robustaurilla ishizakii</i>				2		8	1	1				
<i>Sclerochilus</i> sp.						1		1				
<i>Schizocythere kishinouyei</i>			2	1								
<i>Semicytherura henryhowei</i>						11						
<i>Semicytherura miurenensis</i>						7						
<i>Semicytherura wakamurasaki</i>				1								
<i>Semicytherura</i> sp. 1				3		9	1					
<i>Semicytherura</i> sp. 2		1				1						
<i>Spinileberis quadriaculeata</i>		1	2		7	44	3	17	22	59	78	37
<i>Trachyleberis niitsumai</i>		4		4	1	5		1				
<i>Trachyleberis</i> sp.						3						
<i>Xestoleberis hanaii</i>		3		4		45	3	12				
<i>Xestoleberis iturupica</i>				1								
<i>Xestoleberis</i> sp. 1					1							
<i>Xestoleberis</i> spp.						1	1					
Gen et sp. Indet				1								
others		1				3	1					
Total number of specimens		164	10	70	85	647	25	162	43	207	249	118
Total number of species		20	5	24	20	41	14	25	2	13	8	3
sample weight (g)		0.5	0.5	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.175	0.5
number of specimens/ 1g		328	20	280	170	1294	50	324	86	414	1423	236

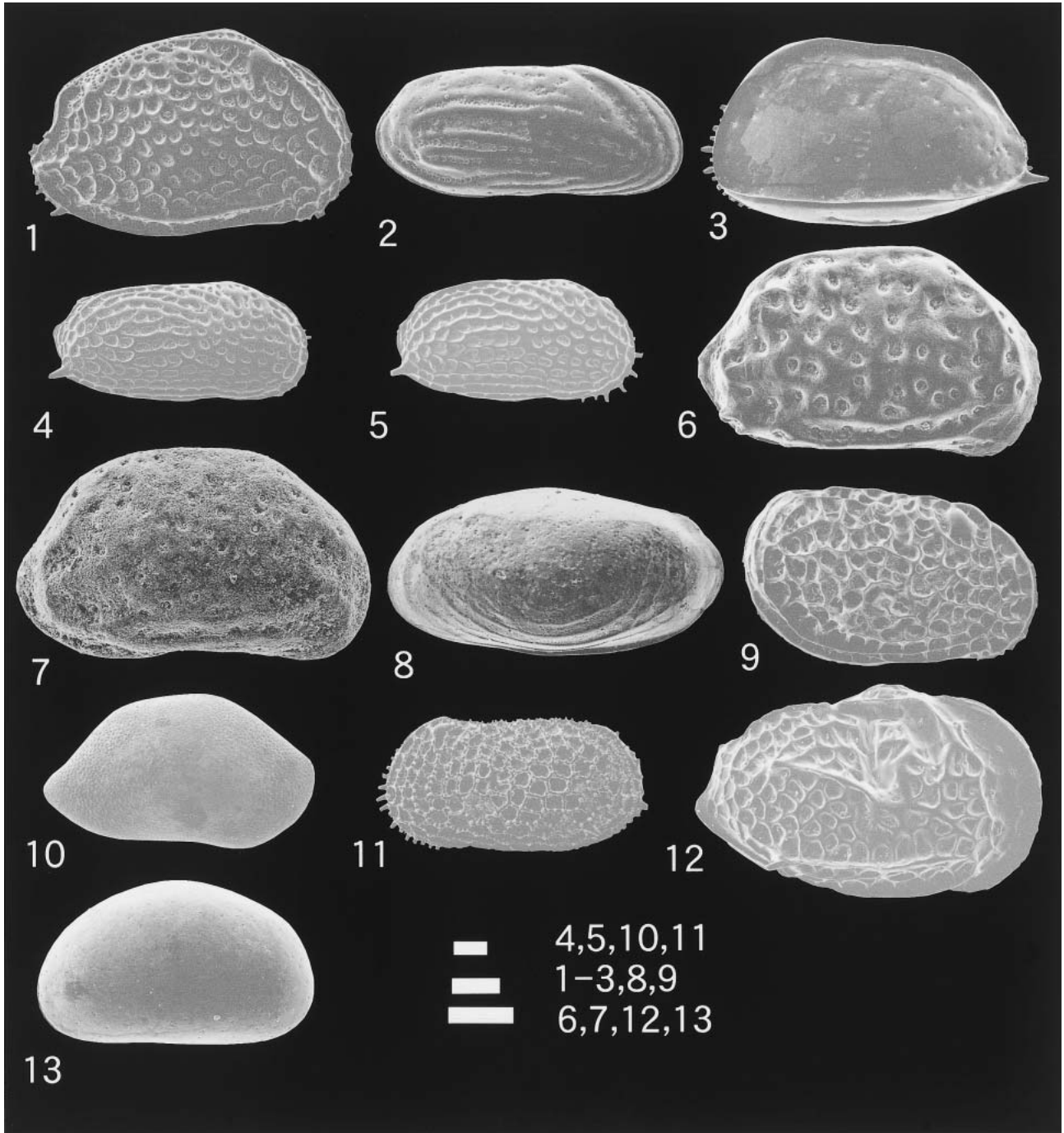


図2. 神西湖 (JZ-01) および菱根池 (HS-02) コアから得られた貝形虫化石の電子顕微鏡写真。スケールバーは $100\mu\text{m}$ 。

Fig. 2. Scanning electron micrographs of fossil ostracodes from Cores JZ-01 and HS-02. Scale bar = $100\mu\text{m}$.

1. *Aurila cymba* (Brady), adult, right valve, HS-02 38-42.
2. *Australimoosella tomokoae* (Ishizaki), adult, right valve, HS-02 38-42.
3. *Amphileberis nipponica* (Yajima), adult, left valve, HS-02 38-42.
4. *Bicornucythere bisanensis* (Okubo), adult, male, right valve, JZ-01 23-27.
5. *Bicornucythere bisanensis* (Okubo), adult, female, right valve, HS-02 38-61.
6. *Cythere omotenipponica* Hanai, adult, right valve, HS-02 38-23.
7. *Cythere nishinipponica* Okubo, adult, right valve, HS-02 38-42.
8. *Loxococoncha optima* Ishizaki, adult, left valve, HS-02 38-42.
9. *Loxococoncha tosaensis* Ishizaki, adult, right valve, JZ-01 22-88.
10. *Neonesidea oligodentata* (Kajiyama), adult, right valve, HS-02 38-61.
11. *Pistocythereis bradyi* (Ishizaki), adult, left valve, JZ-01 22-88.
12. *Spinileberis quadriaculeata* (Brady), adult, right valve, JZ-01 22-88.
13. *Xestoleberis hanaii* Ishizaki, adult, left valve, HS-02 38-41.

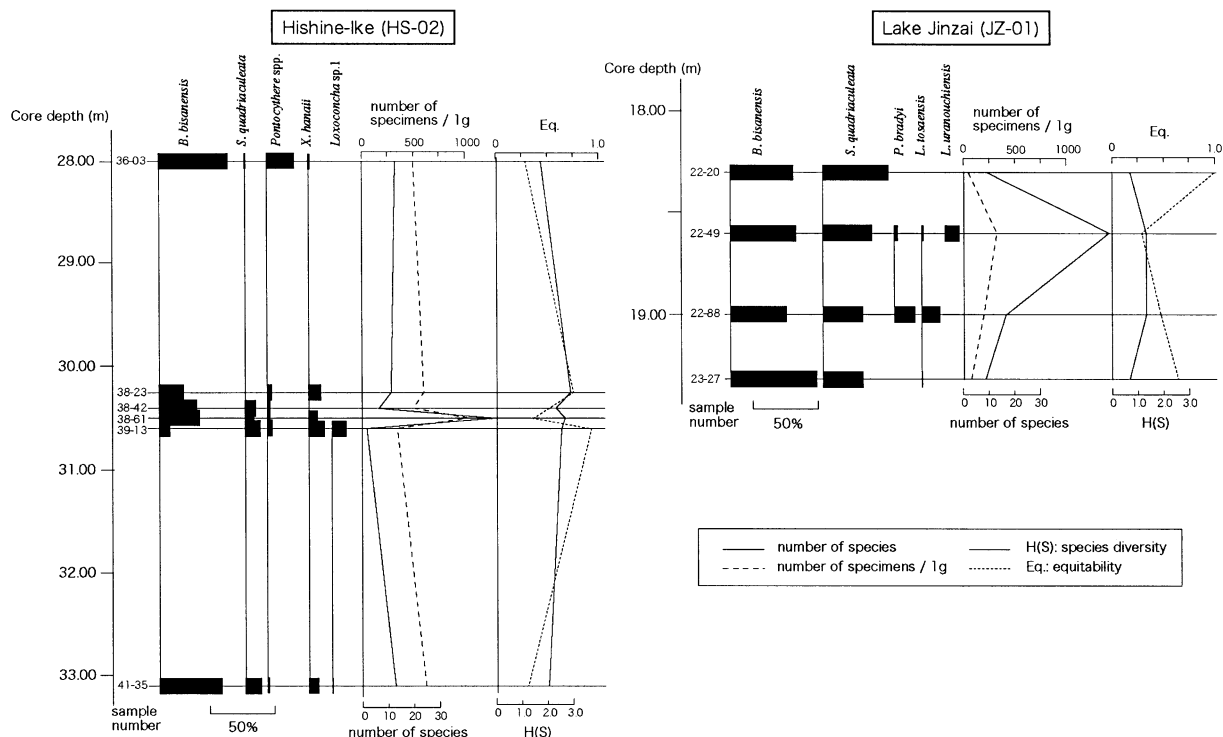


図3. 神西湖 (JZ-01) および菱根池 (HS-02) のコアから得られた試料における貝形虫優占種の産出頻度, 1 g あたりの個体数, 種数, 種多様度および均衡度.

Fig. 3. Diagram showing relative abundance of dominant ostracode taxa, number of specimens per 1 g of sediment sample, number of species, diversity and equitability in each samples from cores JZ-01 and HS-02.

向にある(図3). 種多様度は1.0前後と極めて低く, 最上部および最下部の試料は0.67-0.70, 中部の2試料は約1.34である. 均衡度は試料によって0.2-0.9と異なる. 一方, 菱根池の試料では, 優占する内湾泥底種の2種が占める割合は, 18.6-58.6%と変化し, 最上部および最下部の試料では *B. bisanensis* が約50%を占めるのに対し, 中部の4試料は30%程度とやや低い. 試料39-13は *Loxoconcha* 属が最も高い割合を示し, ついで *S. quadriculeata*, *X. hanaii*, *B. bisanensis*, *Munseyella* sp., *Nipponocythere bicarinata* が高い割合を占める. 試料38-61は, *B. bisanensis* が全体の約30%を占め, *N. bicarinata* (11.6%), *X. hanaii* (7.0%) が続いて産出する. 試料38-42は *B. bisanensis* が全体の30%を占め, ついで *Cythere nishinipponica* (15.3%), *Neonesidea oligodentata* (14.1%), *S. quadriculeata* (8.2%) が高い割合を占める. 試料38-23では, *B. bisanensis* の割合は18.6%になり, *Loxoconcha* 属や *Cythere uranipponica*, *N. oligodentata*, *Trachyleberis nitsumai* などの沿岸種が比較的高い割合で産出する. 種数は中部の1試料(38-61)で最大で41を示し, 他は20-25である. 種多様度は約2.0前後で変動し, 中部層準で比較的高く

2.89を示し, 最上部および最下部の試料では1.78である. 均衡度は0.3-0.93の範囲で変動する.

考 察

1. 堆積環境

現在の日本周辺の内湾は *B. bisanensis*, *S. quadriculeata* および *Cytheromorpha acupunctata* の3種が優占し, 種多様性の低い貝形虫群集によって特徴づけられる(池谷・塩野, 1993). また, これらの3種は水深と底質によって生息場所が異なり, *B. bisanensis* は主に水深5-9mの泥底, *S. quadriculeata* は2-7mの泥底, *C. acupunctata* は水深2m前後の砂底に優占して生息している(池谷・塩野, 1993). 神西湖のJZ-01コアから得られた貝形虫化石群集は, 各試料の約70%以上が *B. bisanensis* と *S. quadriculeata* によって占められており, その堆積環境はおおむね水深2-9m前後の内湾中央部泥底であったと推察される. 同コアの堆積物(山田ほか, 2004)および有孔虫化石(高田・高安, 2004)によると, これらの試料が堆積した時期は内湾的環境であったと結論づけており, 貝形虫化石に基づく解釈

と調和的である。しかしながら、中部層準の2試料は種多様度もやや高く種数も増加する。これらの層準では沿岸浅海域に生息する種が産出することから、その堆積場はおおむね湾中央部であるが、やや陸に近い沿岸の影響を受ける場であったと推察される。高田・高安(2004)は貝形虫化石が産出した最も下位の試料(JZ-01 23-27)は、底生有孔虫の *Ammonia beccarii* forma 1 が他層準よりも高い割合を占めることから、より閉鎖的であった可能性を指摘している。*B. bisanensis* は現在の地中海で貧酸素水塊が発達するような低酸素の環境下でも生息できるが、一方 *S. quadriculeata* は低酸素環境に弱いと言われている(入月ほか, 2004)。本試料の貝形虫は *B. bisanensis* の割合が他層準と比べて高いものの、*S. quadriculeata* が20%を占める。また試料1g中の産出個体数も236個でありそれほど低くはないことから、貧酸素水塊が発達した証拠は認められなかった。

神西湖に比べ、菱根池の群集は大きく変化する(図3)。先述のように、最下部および最上部は *B. bisanensis* が高い割合を示し、その堆積場は内湾中央部泥底の水深約5-7mであると推定される。しかし、中部層準の4試料は *B. bisanensis* と *S. quadriculeata* に加えて、*Loxoconcha* 属や *Pontocythere* 属など沿岸浅海種が比較的高い割合で産出し、種多様度も高い。現在の地中海ではこれらの特徴を持つ群集は、中海湖口部泥底に認められる(入月ほか, 2003)。従って、菱根池の堆積環境は少なくとも、下位より水深5-7m程度の湾中央部、湖口部泥底になり、最後に水深5-7m程度の湾中央部泥底に変化したと推察される。

山田ほか(投稿中)は菱根池で掘削された同コアの底生有孔虫化石を検討し、最上部の試料は貧酸素環境を好む *A. beccarii* forma 1 で特徴づけられることから、沿岸潟湖深部の酸素に乏しい環境であったと指摘している。貝形虫化石によると湾中央部を示唆する *B. bisanensis* が多産するものの、他の試料では5%以上を占める *S. quadriculeata* はわずか0.6%しか産出しなかった。先述のようにこれら2種の生息水深は類似するものの、*S. quadriculeata* は低い溶存酸素の環境下では生息できない。従って、*S. quadriculeata* が低い産出割合を示すことは、無酸素環境に至ったことに起因している可能性がある。

2. 古宍道湾の復元

両地域のコアは¹⁴C年代によって堆積曲線が求め

られている(山田ほか, 2003; 山田ほか, 投稿中)。それらに基づくと、本研究で用いた試料はいずれも約9500-8000年前に堆積し、両地域の最上部の試料はほぼ同時代を示すと考えられる。両コアの堆積相および化学組成分析に基づくと、貝形虫化石を検討した約9500-8000年前はエスチュアリーから内湾環境が推定されており、本研究はこれらの結果と一致する。また今回新たに湾の水深は約2-9m程度であり、現在の中海の中央部と類似した水深であったと推定される。当時の古宍道湾は現在の宍道湖東岸までつながった一つの大きな湖を形成しており、その湾口部は現在の神戸川河口付近に存在したと考えられている(徳岡ほか, 1990; 高安編, 2001)。これらの古地理図では、調査地域は当時の湾口部近くに位置し、特に菱根池の掘削地点は開いた湾口部から流入する水の影響を強く受けるような場所である。しかしながら今回検討した貝形虫化石はいずれも湾中央部泥底あるいはより浅い沿岸域、湖口部泥底の群集が推定され、外洋水が流入し、泥を運び去るような湾口部砂底に特徴的な群集はどちらにも認められなかった。加えて、堆積物も泥であった。これらのことは当時の古宍道湾が非常に閉鎖的であり、現在の中海に認められるような湾口部は浅い、あるいは外海と通じる水路が狭いなど外洋水との交換が容易に行われない環境であったと推察される。また、菱根池の中部層準の試料で湖口部泥底を示す群集が観察されたことは、少なくとも1度古宍道湾が縮小し、湖口部が東に移動した可能性を示唆する。

今回得られた貝形虫群集のうち、神西湖の試料に認められた群集は、*B. bisanensis* と *S. quadriculeata* が優占し、干拓事業が開始される以前の1963年および1967年に調査を行った際に、中海中央部泥底において特徴的な群集であった(Ishizaki, 1969)。一方、菱根池の試料に認められた *Pontocythere* 属や *Loxoconcha* 属を伴う多様性の高い群集および *B. bisanensis* のみが高い割合を占める群集は、現在の中海湖口部および湖中央部泥底に認められる。これら菱根池の群集は1968年ごろから開始された中海の干拓事業以前には見られず、より閉鎖的環境になってから現れた群集である(入月ほか, 2003)。従って、最上部の試料はほぼ同時期に堆積したと推定されることから、当時の古宍道湾は北西沿岸(菱根池)より南西沿岸(神西湖)の方が酸素に富む環境であったと推察される。

結 論

島根県出雲半島西部の神西湖 (JZ-01) および菱根池 (HS-02) で掘削されたコア中の貝形虫化石を検討した結果、以下の結論が導かれた。

1. 34 属 71 種の貝形虫化石が産出した。
2. 神西湖および菱根池において掘削した地点は、約 9500–8000 年前には水深 2–9 m の湾中央部であったと考えられる。また、一部沿岸浅海域や湖口部泥底の環境に至ったと推定される。
3. 菱根池のコアから得られた最上部の試料は、他に比べ *Bicornucythere bisanensis* の割合は変わらないものの、*Spinileberis quadriaculeata* の割合が低いことから、貧酸素環境下で堆積した可能性がある。
4. 約 9500–8000 年前の古宍道湾は非常に閉鎖的で、容易には外洋水が流入しなかったと推定される。加えてこの時期に少なくとも一度、古宍道湾が縮小した可能性がある。また当時、南西沿岸より北西沿岸の方が貧酸素の環境であったと推察される。

謝 辞

島根大学汽水域研究センターの山田和芳さん、高田裕行さんには試料採取および処理を行って頂き、未公表データを提供して頂いた。この場を借りて感謝の意を示す。

引 用 文 献

- 池谷仙之・塩野正道(1993)日本沿岸内湾性介形虫の特性—古環境解析の指標として—。地質論, 39: 15–32.
- 入月俊明・中村雄三・高安克己・坂井三郎(2003)中海における過去約 40 年間の貝形虫(甲殻類)の群集変化。島根大学地球資源環境学研究報告, 22: 149–160.
- Ishizaki, K.(1969) Ostracodes from Shinjiko and Nakanoumi, Shimane Prefecture, western Honshu, Japan. Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd Ser.(Geol.), 41: 197–224.
- 高田裕行・高安克己(2004)神西湖より採取された柱状試料 JZ-01 より産出した有孔虫化石(予報)。LAGUNA (汽水域研究), 11: 131–134.
- 高安克己(2001 編)汽水域の科学 中海・宍道湖を例として。たたら書房, 183 pp.
- 田中源吾・瀬戸浩二・高安克己(1998)美保湾・中海・宍道湖に至る環境と介形虫群集との関係。LAGUNA (汽水域研究), 5: 81–91.
- 徳岡隆夫・大西郁夫・高安克己・三梨 昂(1990)中海・宍道湖の地史と環境変化。地質論, 36: 15–34.
- 山田和芳・高田裕行・高安克己(2004)島根県神西湖堆積物の層序と完新世環境変遷。LAGUNA (汽水域研究), 11: 135–145.
- 山田和芳・高田裕行・高安克己(投稿中)島根県出雲平野西部における完新世の古環境変遷。第四紀研究。