中期更新世の古浜名湾における古環境の時間的・空間的变化 —貝形虫化石群集と全有機炭素・全窒素・全イオウ分析結果—

Temporal and spatial variations of paleoenvironments of Paleo-Hamana Bay, central Japan, during the Middle Pleistocene —Analyses of fossil ostracode assemblages, and total organic carbon, total nitrogen and total sulfur contents—

Abstract

入月俊明* 瀬戸浩二**

Toshiaki Irizuki* and Koji Seto**

2004年1月16日受付.

2004年3月9日受理.

* 島根大学総合理工学部地球資源環境学科
Department of Geoscience, Faculty of Science
and Engineering, Shimane University, 1060
Nishikawatsu, Matsue 690-8504, Japan

** 島根大学汽水域研究センター
Research Center for Coastal Lagoon Environ-
ments, Shimane University, 1060 Nishikawatsu,
Matsue 690-8504, Japan

High-resolution analyses of fossil ostracode assemblages, and total organic carbon (TOC), total nitrogen (TN) and total sulfur (TS) contents were conducted in four sites exposing the Sahama Mud Member of the Middle Pleistocene Hamamatsu Formation, central Japan, to infer paleoenvironments of Paleo-Hamana Bay. Twenty-six ostracode species are included in 84 samples. *Neomonoceratina delicata* is the most dominant species. It is not recognized in modern similar environments in Japanese islands except for Ryukyu islands, but is living abundantly in the South China Sea. *Spinileberis quadriaculeata*, *Bicornucythere bisanensis*, *Pistocythereis bradyi* and *Bicornucythere* sp. are also abundant, and they are common and widely distributed in Japanese inner to middle enclosed muddy bays. Relative frequency of those five species reaches 98.3 %.

On the basis of the results of fossil ostracode and TOC, TN and TS analyses, temporal and spacial variations of paleoenvironments of Paleo-Hamana Bay are reconstructed as follows. An enclosed brackish shallow bay was formed during an early transgression and oxygen-poor bottom waters developed. After that warm water widely invaded the study sites and the bay changed to slightly oxygen-rich conditions. The bay became enclosed again and water depth reached the maximum (around 10 m deep at the deepest) at the central part of the study sites during the rapid increase of the sea level. At the early time of the highstand of the sea level, the bay was extremely enclosed and relative contribution of non-marine and/or terrestrial organic materials to the bay sediments increased temporarily. As a result a parallel laminated clay suggesting anoxic environments, was widely developed. Afterward, the bay became shallower under the influence of waters warmer than today.

Thus, Paleo-Hamana Bay in the middle Pleistocene was mostly enclosed bay and salinity during the transgression and the highstand of the sea level was higher than that in present-day Hamana-ko Bay.

Key words: Hamamatsu Formation, Sahama Mud Member, Paleo-Hamana Bay, Middle Pleistocene, Ostracoda, TOC, TN, TS

はじめに

静岡県西部に位置する浜名湖の起源や後氷期の地史は地質学、堆積学、地形学、地球化学、古生物学を統合した研究により詳細に復元されている(池谷ほか, 1990; 南ほか, 1995)。それらによると現在の浜名湖は縄文海進により形成された内湾が、3000年前頃から完全に淡水化し、その後、1498年の津波とその翌年の暴風により、湾口部である今切口が決壊し、再び本格的に海水が侵入した海跡湖である。このような浜名湖の東岸地域には中期更新世以降、氷河性海水準変動による

海進の結果、汽水成～海成堆積物が断続的に堆積しており、現在の浜名湖と類似した内湾(古浜名湾)が中～後期更新世にも存在していたと考えられている(例えば、土, 1960; 小林, 1964)。本研究対象である中部更新統浜松層中の佐浜泥層(土, 1960)は、このような堆積物の1つで、ナウマンゾウ(*Paleoloxodon naumanni*)化石の完模式標本が記載された地層として有名である(Makiyama, 1924; Takai and Tsuchi, 1959; 野嶋ほか, 2003; 高橋ほか, 2003)。この地層は主として層厚20 m以下の青灰色塊状泥からなり、多くの種類の化石を含み、これらに基づいた古環境の概要は明らか

Fig.1. Maps showing sampling sites. Base map: 1:50,000 topographical map "Hamamatsu" by the Geographical Survey Institute of Japan.

にされている（例えば、土, 1960）が、相対的海水準変動と古浜名湾の海洋環境との密接な関係が高時間・空間分解能で検討されていない。また、佐浜泥層は基本的に塊状泥からなっているために、堆積相解析では詳細な古環境が復元されにくい。そこで、本研究では、このような均質な泥質堆積物からできるだけ高密度な試料採取を行い、それらに含まれている微小甲殻類の貝形虫化石を抽出した。さらに堆積物中の全有機炭素（TOC）・全窒素（TN）・全イオウ（TS）含有率を測定し（CNS 元素分析）、これらの解析結果を統合して、古生物学的、地球化学的な観点から中期更新世における古浜名湾の海洋環境を復元をした。

浜名湖東岸地域の地質

浜名湖の東岸（Fig.1）に広がる三方が原台地の地質は、古くから多くの研究者によって調査されてきた（例えば、小林, 1942, 1964; 土, 1960; 磯見・井上, 1972; 武藤, 1987; 杉山, 1991）。小林（1964）は浜松市周辺の地質を調査し、浜松層（郷原・佐々木, 1951 命名）を、下部層と上部層に区分したが、両者の関係は整合か不整合か不明であるとした。また、上部層を佐浜相（主として海成泥層）と鴨江相（主として河成礫層）とに区分し、両者の関係は同時異相であると考えた。武藤（1987）は天竜川以西に分布する更新統（小林, 1964 の浜松層）を天竜川以東に分布する下中部更新統に対比し、両者をまとめて小笠層群と再定義した。この層群は

Fig.2. Stratigraphy of the Middle Pleistocene Hamamatsu Formation. Numerals in parentheses show the maximum thickness of each member. Ha-1 to Ha-8 mean key volcanic ash layers. After Sugiyama (1991).

6つの層、すなわち、下位より都田礫層、天満平泥層、細江礫層、佐浜泥層、志都呂砂層、鴨江礫層からなるとした。杉山（1991）は浜名湖東岸地域に分布する中部更新統の名称については、小林（1964）の浜松層を適用し、区分に関しては、志都呂砂層を佐浜泥層に含めたこと以外、基本的に武藤（1987）の定義に従った。天満平と佐浜の2つの泥層は海成層で、都田、細江、鴨江の各礫層は河成層であるとし、新たに、細江礫層中に、海成泥層（中部泥層; Fig.2）が場所により挟在することを認め、浜松層中には3層準に海成泥層が挟在すると報告した。本研究対象である佐浜泥層はこれらの海成泥層のうち、最上位層にあたる。浜松層中の命名されている各礫層と泥層は、杉山（1991）では Bed（単層）として定義されているが、入月ほか（2003a）と同様に、本論文では以後、部層として扱うこととする（Fig.2）。

浜松層には8枚の火山灰鍵層（Ha-1～Ha-8）が認められ（杉山, 1991）、このうち、佐浜泥部層中には4枚の火山灰鍵層（Ha-4, 5, 6, 7）が挟在する。佐浜泥部層の下位にある細江礫部層の中部泥層中に挟在する Ha-3 火山灰層は、大磯丘陵の早田層に挟在するベージュタフと一致し、佐浜泥部層中の Ha-6, 7 火山灰層のペアは、有度丘陵の Ng-2 火山灰層に対比できるとして、佐浜泥部層は酸素同位体ステージ7後半の堆積物であると推定されている（杉山, 1991）。しかしながら、本調査地域で広域に追跡できる Ha-4 火山灰層（中～粗粒砂サイズガラス質火山灰）、Ha-5 火山灰層（細～粗粒砂サイズの結晶質火山灰）と広域対比に使われている Ha-6, 7 火山灰層との上下関係は不明である（杉山, 1991）。星・亀井（2003）は本研究と同じ地点で地層中の帯磁率を測定し、その変動パターンに基づいて地層の対比を行った。

佐浜泥部層から産出する化石に関しては、ナウマンゾウ化石以外にも古くから多くの報告がなされている。その中でも貝化石は豊富に産出し、*Tegillarca granosa*, *Crassostrea gigas*, *Phacosoma japonicum*, *Theora fragilis*, *Raetel-*

lopus pulchellus などの内湾汽水性種が報告されている (Makiyama, 1924; 小林, 1942, 1964; Takai and Tsuchi, 1959; 土, 1960; 磯見・井上, 1972; 延原, 2003). 特に磯見・井上 (1972) は貝化石群集の時間的・空間的な変遷を詳細に報告している. また, 土 (1960) によると佐浜町付近から現在台湾以南にしか生息していない貝化石 (*Soletellina rostrata*) が採集されている. このような貝化石の結果からは当時の堆積環境は河口から静穏な閉鎖的内湾で, 現在の浜名湖よりもわずかに大きく, 古水温は現在よりもわずかに高かったと推定されている. 千地 (1964) は本研究と同じ地点を含む露頭から, 底生有孔虫化石の *Elphidium excavatum*, *Elphidium clavatum*, *Strebulus beccarii tepida* (= *Ammonia beccarii tepida*) and *Strebulus beccarii* forma A (= *Ammonia beccarii* forma A) を報告し, これ

らから当時の古浜名湾は現在の浜名湖よりも外洋水の影響を受ける汽水性内湾で, 貝化石の結果と同様に現在よりもわずかに古水温は高かったと結論した. 入月ほか (2003a) は模式地の佐浜町において, 内湾沿岸性の貝形虫化石を報告している. 粉川 (1964) や杉山 (1991) は暖温帯性の植物遺体や花粉化石を報告し, 吉川 (2000, 2002, 2003) は野ネズミの食痕がついた多くの木の実化石などを発見し, 当時の河川周辺の植生は落葉広葉樹林が主体であったと考察している.

試料と採取地点の岩相

佐浜泥部層は多くの貝化石を含んでいる. しかしながら, それらの殻が溶脱している露頭が多く, 結果として保存の良い貝化石が産出した浜松市の4地点, すなわち Site SW (庄和町), Site OH (大人見町), Site KH (古人見町), Site OK

Fig.3. Columnar sections with sampling horizons. Ha-4 and Ha-5 show key volcanic ash layers of Sugiyama (1991). WS-1 and WS-2 mean wash over fine sand layers and LC shows a laminated clay layer. Italic numerals and numerals with underline mean samples only for CNS element analysis and only for fossil ostracode one, respectively. Other numerals show samples both for CNS element and ostracode analyses.

(大久保町)において貝形虫化石と CNS 元素分析用の試料採取を行った (Fig.1)。また、入月ほか (2003a) で報告された佐浜町 (Site SA) における研究結果も本研究で引用し、総合的に古環境の変遷を考察した。各地点の露頭柱状図を Fig.3 に示す。

1. Site SA (佐浜町)

この地点は研究地域の最も北東部にあり、Site SA1 と Site SA2 の 2 つの露頭がある。これらはそれぞれ、入月ほか (2003a) の東地区と西地区にあたる。ここについては、すでに堆積相と貝形虫化石群集の報告がなされている (入月ほか, 2003a)。それによると、浜松層は下位より 3 つの堆積相 (I ~ III) に区分され、堆積相 I は河口~湾奥三角州の頂置層、堆積相 II は湾奥三角州の前置層、底置層、潮汐低地、沿岸など、堆積相 III は内湾泥底と解釈されている。堆積相 I は細江礫部層で、堆積相 II と III が佐浜泥部層にあたる可能性があると考えられ、両者の境界面は佐浜町における海進面であるとされている。貝形虫化石については、Site SA2 の堆積相 II から採取した泥質砂の 2 試料 (SA-1, 2) より、*Spinileberis quadriaculeata*, *Aurila cymba* などが産出し、堆積環境は湾沿岸砂泥底と推定された。Site SA2 には Ha-4, Ha-5 火山灰層とも確認できるが、Site SA1 には認められない。なお、今回はここから CNS 元素分析用の試料を採取していない。

2. Site SW (庄和町)

この地点は Site SA より約 3.7 km 西方に位置している。武藤 (1987) の Loc. 25, 杉山 (1991) の Loc. 82, 星・亀井 (2003) の地点 SW に相当する。露頭は全て佐浜泥部層からなる。露頭の最下部は、層厚 1.5 m で淘汰の悪い礫混じりのシルト質砂からなり、生物擾乱が激しい。露頭の下~中部は層厚約 4 m の青灰色塊状シルトで、上方細粒化を示し、*Dosinia*, *Raetellopus* などの貝化石を豊富に含む。露頭上部は風化が激しい。層厚約 2 ~ 3 cm の平行葉理が認められる細粒砂層 (WS-2 層) が露頭の基底部から約 4.2 m 上位に挟在する。WS-2 層の直上には、層厚 1 cm 前後で断続的に分布する Ha-4 火山灰層が認められる。層厚 10 cm で平行葉理の発達した粘土層 (LC 層) が WS-2 層上限より約 25 ~ 35 cm 上位の層準に認められる。その上位に挟在する Ha-5 火山灰層は層厚 3 ~ 4 cm、中粒砂サイズの火山灰からなり、杉山 (1991) によると、この層準の標高は約 12.5 m である。この地点では殻が保存された貝化石は Ha-5 火山灰層から約 2.5 ~ 1.8 m 下位の層準にのみ認められ、1.8 m 層準では特に密集している。

試料は厚さ約 5 ~ 10 cm、間隔は約 20 cm で、Ha-5 火山灰層直下の層準までの泥質堆積物 19 試料 (SW1-1 ~ SW1-19) および試料 SW1-7 と同層準で、約 20 m ほど南側に位置する貝密集層から 1 試料 (SW2-1) の合計 20 試料を採取した。

3. Site OH (大人見町)

この地点は Site SA より約 800 m 南東に位置し、千地 (1964) の Loc. 708, 杉山 (1991) の Loc. 84, 星・亀井 (2003) の地点 OH と同一である。露頭のほとんどが佐浜泥

部層からなり、層厚 10 m 程度の主として青灰色塊状シルトである。このシルトは上位に向け砂や黒雲母を多く含むようになり、やや粗粒化する。露頭の基底部より約 5.5 m 上位には層厚 3 cm の WS-2 層が挟在している (なお、試料採取後、露頭下部が埋め立てられたため、WS-2 層は現在の露頭では最下部に認められる)。WS-2 層の直上には、層厚約 1 cm の Ha-4 火山灰層が断続的に認められる。Ha-4 火山灰層の約 1.1 m 上位に Ha-5 火山灰層が挟在し、杉山 (1991) によるとこの層準は標高約 11.5 m である。この火山灰層は白色で層厚 4 ~ 5 cm、中粒砂サイズで逆級化構造を示す。LC 層は層厚約 20 cm で、Ha-4 と Ha-5 火山灰層の間に発達している。露頭最上部は下位より層厚 1 m のシルト質砂から極細粒砂へと上方粗粒化する砂層、層厚 20 cm の平行葉理砂層、層厚 30 cm の礫混じりのシルト質砂層、層厚 17 cm の礫を少量含むシルト質砂層、層厚 60 cm の砂質泥層からなる。保存状態の良い貝化石は露頭最下部から Ha-5 火山灰層の基底部より上位 2.15 m の層準まで散在しているのが認められる。しかしながら、LC 層中と露頭最上部では貝化石が認められなかった。

露頭の最下部から Ha-5 火山灰層の約 3 m 上位の層準まで、試料の厚さ約 5 ~ 10 cm の泥質堆積物 60 個 (OH-1 ~ OH-60) を採取した。

4. Site KH (古人見町)

この地点は Site SA より約 1.7 km 南南西に位置し、杉山 (1991) の Loc. 83, 星・亀井 (2003) の地点 KH に相当する。ここでの佐浜泥部層は主に青灰色塊状シルト、粘土、砂質シルトからなる。露頭下部は層厚 2.5 m の塊状シルトからなり、*Dosinia*, *Dentalium*, *Raetellopus pulchellus* などの保存良好な貝化石を含む。露頭中部の 1 m はシルト質粘土からなるが、貝化石の殻は溶脱している。露頭の基底部から 3.5 ~ 4.0 m 付近に 2 枚の細粒砂層 (下位より WS-1 層と WS-2 層) が認められる。WS-1 層は層厚 14 cm、WS-2 層は層厚 7 cm で、両層とも淘汰が良く、平行葉理が顕著に認められる。Ha-4 火山灰層は露頭の基底から約 4 m 上位に挟在する。Ha-5 火山灰層は層厚 2 cm で、Ha-4 火山灰層の約 90 cm 上位に認められ、杉山 (1991) によれば、この層準は標高約 13m である。LC 層はこの地点では認められなかった。露頭上部は生物擾乱が激しく、風化したシルトからなる。

露頭最下部から WS-2 層直下の層準まで、試料の厚さ約 5 ~ 10 cm の泥質堆積物 27 個 (KH-1 ~ KH-27) を採取した。

5. Site OK (大久保町)

この地点は Site SA より 2.7 km 南方に位置する広大な露頭で、武藤 (1987) の Loc. 33 の近傍で、星・亀井 (2003) の地点 TK2 と同一である。Site OK1 は Site OK2 から約 30 m 東に位置し、どちらも佐浜泥部層が露出している。Site OK2 の露頭下部は層厚約 3 m で青灰色塊状シルトからなり、生息姿勢を保ち、殻の保存状態の良い貝化石が認められる。露頭中部は層厚 4 m の厚さで、シルトから砂質シルトへ上方粗粒化する。貝化石は殻が溶脱し、個体数も少ないが、生物擾乱や砂管が頻繁に認められる。WS-1 層は層厚 5 ~ 10 cm で淘汰の良い細粒砂からなり、Site OK1 では露頭の基底

Table 1. List of fossil ostracodes from the Sahama Mud Member. S, H (S) and BF mean number of species, species diversity and ostracode biofacies, respectively.

Au.c: *Aurila cymba*, Bi.b: *Bicornucythere bisanensis*, Bi.s: *Bicornucythere* sp., Ca.p: *Callistocythere pumila*, Co.i: *Coquimba ishizakii*, Cy.s: *Cythere* sp., Cn.m: *Cytheropteron miurense*, Cu.m: *Cytherura miii*, Da.s: *Darwinula?* sp., Lo.u: *Loxoconcha uranouchiensis*, Lo.s: *Loxoconcha* sp., Ne.d: *Neomonoceratina delicata*, Pi.f: *Pistocythereis bradyformis*, Pi.b: *Pistocythere bradyi*, Po.j: *Pontocythere cf. japonica*, Po.i: *Pontocythere minuta*, Po.m: *Pontocythere miurenensis*, Po.1: *Pontocythere* sp. 1, Po.2: *Pontocythere* sp. 2, Ro.i: *Robustaurila ishizakii*, Sp.f: *Spinileberis furuyaensis*, Sp.q: *Spinileberis quadriaculeata*, Xe.h: *Xestoleberis hanaii*, Xe.s: *Xestoleberis setouchiensis*, Xe.p: *Xestoleberis* sp. Ge.s: Gen. et sp. indet.

Site	no.	Auc	Bib	Bis	Cap	Coi	Cys	Cnm	Cum	Das	Lou	Los	Ned	Pif	Pib	Poj	Poi	Pom	Po.1	Po.2	Ro.i	Spf	Spq	Xeh	Xes	Xep	Ges	Sum	S	H(S)	BF
SW2	1				3								20			29							148					200	4	0.8	S1
OH	3																					33					33	1	0		
OH	4				4																	135					139	2	0.13	S1	
OH	5				20								3			2						219					244	4	0.4	S1	
OH	6			1	80								1			9						204					295	5	0.75	S1	
OH	7	1			12								5			3						240					261	5	0.37	S1	
OH	9				6								39			2						279					326	4	0.49	S1	
OH	10		4		2								8			2						263					279	5	0.29	S1	
OH	11		1		1								45			16						222					285	5	0.69	S1	
OH	12												130			45						52					227	3	0.98	N1	
OH	13		1		2								232	17		132						23		1			408	7	1.04	N1	
OH	14				3								155			62						76					296	4	1.06	N1	
OH	15				6								150			123						177					456	4	1.14	N1	
OH	16		4		1								89	1		106						115					316	6	1.18	N1	
OH	17		1	1									10	3		73						164					252	6	0.86	S1	
OH	18		3										17			42						267					329	4	0.63	S1	
OH	19		1	74									9			37						143					264	5	1.1	S2	
OH	20		1	226									7	1		31						50		1			317	7	0.9	Bb1	
OH	21		2	234									11	5		42						60				2	356	7	1.05	Bb1	
OH	22		2	278									29	1		30						51					391	6	0.94	Bb1	
OH	23			327									42	4		89						21					483	5	0.96	Bb1	
OH	34		10	227									26			32			1			18		1			315	7	0.98	Bb1	
OH	25		4	188					1				26	6		51						9				1	286	8	1.09	Bb1	
OH	26		2	182									52			17						8					261	5	0.89	Bb1	
OH	27		1	235									104			25						8					374	6	0.94	Bb1	
OH	28		1	137									48			10						7					203	5	0.9	Bb1	
OH	29		4	8	3								96	1							2	47					161	7	1.07	N2	
OH	30												9									2					12	3	0.72		
OH	33		1		2								277									181					461	4	0.71	N2	
OH	34												197									56					253	2	0.53	N2	
OH	35		1										184									79		2			266	4	0.67	N2	
OH	36		1	3	2								374									44					424	5	0.42	N2	
OH	37			1									180									130					311	3	0.7	N2	
OH	38		3								1		881									149		3			1038	6	0.47	N2	
OH	39												94									116					210	2	0.69	N2	
OH	40												56									151					207	2	0.58	S1	
OH	41		1		2						1		389									112					505	5	0.58	N2	
OH	42		1		5								204									60					271	5	0.66	N2	
OH	43				10				1				380									11				1	404	6	0.29	N3	
OH	44		1		10								263									16				1	291	5	0.41	N3	
OH	45		6		6								272				1					22					307	5	0.47	N3	
OH	46		5	53			1					4	342									21				1	428	8	0.72	N3	
OH	47		8	19			3				1		207									11		3			255	8	0.79	N3	
OH	48			84			1						92									3					182	6	0.86	BN	
OH	49		1	87									133									10				2	233	5	0.89	BN	
OH	50		1	124									94									4				1	224	5	0.79	BN	
OH	51		1	268			1						167									3		2			442	6	0.76	BN	
OH	52		1	201							2		88									5					297	5	0.75	BN	
OH	53		5	173						1		1	227									6					413	6	0.84	BN	
KH	1																					2					2	1	0		
KH	3																					1					1	1	0		
KH	4																					26					26	1	0		
KH	5												3									8					11	2	0.59		
KH	6				23								1			8						86					118	4	0.77	S1	
KH	7																					17					17	1	0		
KH	8			88									4									23					115	3	0.64	Bb1	
KH	9			112									3			1						35					151	4	0.67	Bb1	
KH	10			180									12			1						10					203	4	0.45	Bb1	
KH	11			401									7									24					432	3	0.3	Bb1	
KH	12			149									16			4					1	9					179	5	0.63	Bb1	
KH	13			147			3						8			9						1	12				180	6	0.73	Bb1	
KH	14			48									3									8					59	3	0.59	Bb1	
KH	15			66			1						5									4					76	4	0.51	Bb1	
KH	17																										2	1	0		
OK2	2																					2					3	2	0.64		
OK2	4												8									7					15	2	0.69		
OK2	5												4									26					30	2	0.39		
OK2	7												1									2					3	2	0.64		
OK2	8																					2					2	1	0		
OK1	1																														

部より約 4 m 上位, Site OK2 では約 5 m 上位に挟在する。WS-2 層は層厚 10 ~ 15 cm で, 淘汰の良い細粒砂からなり, 両地点とも WS-1 層の上限より約 60 cm 上位に挟在する。これら 2 枚の砂層はそれぞれ下半部に平行葉理が発達し, 海側から陸側への砂粒のインブリケーション構造が顕微鏡観察により認められる。上半部は比較的塊状の構造を示す。Ha-4 火山灰層は認められない。Ha-5 火山灰層は WS-2 層の上限より両地点とも約 1 m 前後上位に挟在するが, 激しい生物擾乱により認めにくい。LC 層はこの地点では認められなかった。露頭上部は層厚 4 m 以上のシルト質細粒砂からなり, 下位よりも生物擾乱が激しい。

Site OK1 では露頭下部から泥質堆積物 16 個 (OK1-1 ~ OK1-16), Site OK2 では露頭下部から Ha-5 火山灰層直下の層準までの泥質堆積物 36 個 (OK2-1 ~ OK2-36), 合計 52 試料を採取した。

方 法

1. 貝形虫化石

各地点から採取した試料のうち, 貝形虫化石の殻が溶脱していないと推測される試料 103 個を数日間 60 °C に設定した恒温乾燥器に入れ十分乾燥させ, 乾燥重量 80 g を目安に電子天秤で秤量した。乾燥試料を 300 ml ビーカーに入れ, 熱湯を注ぎ約 1 時間煮沸した後, 200 メッシュ (75 μ m) の篩上で

水洗し, 再度乾燥させた。その後, 十分乾燥した試料に石油ナフサを注ぎ, 1 時間放置後, ナフサを回収し, 熱湯を注ぎ約 2 時間煮沸させた。その後, 同様に篩上で水洗し乾燥させた。細粒化した試料を, 含有する貝形虫化石の個数に応じて分割器で分割し, 合弁殻, 片殻の区別なく約 200 個を目安に分割試料から全ての殻を双眼実体顕微鏡下で拾いだした。

2. CNS 元素分析

測定に用いた 156 試料は約 80 °C の恒温乾燥器で十分乾燥させた後, メノウ乳鉢で泥サイズになるまで碎き粉末にした, 再び乾燥させた各試料を銀製固体用コンテナに入れ, 粉末試料の重量を 10 mg を目安に電子天秤で正確に秤量した。その後, 無機炭素を除去するために, 1M 塩酸を適量注ぎ, 110 °C に設定したホットプレート上で 1 時間乾燥後, 再び 1M 塩酸を注ぎ 4 時間乾燥させ, それらを封入した。その後, 各試料をさらに錫製固体用コンテナに入れ封入した。測定には島根大学汽水域研究センター所有の FISON 社製 CHNS 元素分析計 (EA1108) を使用した。標準試料には BBOT (2,5-bis- (5-tert-butyl-benzoxazol-2yl) -thiophen) を用い, 10 試料おきに標準試料を測定した。

貝形虫化石分析結果

1. 優占貝形虫種の生態と生物地理

貝形虫群集解析用に採取した 103 試料のうち, 84 試料が

Fig.4. Number of specimens, relative frequency (%) and SEM micrographs of dominant species of fossil ostracodes from the Sahama Mud Member. Specimens of *Bicornucythere bisanensis*, *Bicornucythere sp.* and *Pistocythereis bradyi* are male right valves. Those of *Neomonoceratina delicata* and *Spinileberis quadriaculeata* are female right valves. Scale bars are 200 μ m.

ら 26 種の貝形虫化石が抽出された (Table 1). 優占種は 5 種で, *Neomonoceratina delicata* (総個数 7275; 相対頻度 36.3 %), *Spinileberis quadriaculeata* (5265; 25.0 %), *Bicornucythere bisanensis* (5230; 24.9 %), *Pistocythereis bradyi* (1284; 6.1 %) および *Bicornucythere* sp. (1212; 6.1 %) である. これらで合計 98.3 % に達する (Fig.4). これら 5 種についての生態や生物地理は以下のようである.

(1) *Neomonoceratina delicata* この種はこれまで *Neomonoceratina microreticulate* のシノニムであるとされてきたが (例えば, Hanai et al., 1977), Zhao and Whatley (1988) により *N. microreticulate* は *N. delicata* に比べ, 網状装飾の網目 (fossa) がより小さく密なことで, 強く複雑な突起をもつことで区別できるとされた. この種は日本において中～後期更新世の地層からは多数の報告があるが (例えば, Ishizaki and Kato, 1976; Yajima, 1978, 1982; 中尾, 1993; 入月・細山, 2000 など), 日本列島周辺の現世堆積物からは, 保存状態の悪い片殻が大阪湾から報告されたにすぎず (Yasuhara and Irizuki, 2001), 生体は確認されていない. おそらく最終氷期にこの種が生息できないほど海水温が低下したことによって, 九州以北では消滅したと考えられている (入月, 2002a). 現在は沖縄本島の羽地内海 (田吹, 私信), 南シナ海 (Zhao et al., 1985, Cai, 1988, 1993; Gou, 1990), マレー半島南東部の Jason Bay (Zhao and Whatley, 1989), マラッカ海峡 (Whatley and Zhao, 1987) などの主に 20 m 以浅の海域に生息している. このように現在は暖流の影響を強く受ける亜熱帯から熱帯の湾域に生息している.

(2) *Spinileberis quadriaculeata* この種は沖縄本島を含む日本列島各地の 5～8 φ の底質で 20～30 % の塩分をもち, 水深 2～7 m の静穏で閉鎖的な内湾奥部泥底に優占する種である (池谷・塩崎, 1993). また, 中国でも 10～30 数 % の塩分をもつ沿岸部に生息している (例えば, Zhao and Wang, 1988).

(3) *Bicornucythere bisanensis* 本研究における *B. bisanensis* は Abe (1988) や Abe and Choe (1988) の Form A にあたり, Okubo (1975) により瀬戸内海から記載された模式標本と同じ形態である. この種は *S. quadriaculeata* よりも深く沖合の閉鎖的な内湾の中央部泥底に優占する種で (例えば, Ishizaki, 1971; 池谷・塩崎, 1993), 季節的に貧酸素水塊が発達する島根・鳥取県の中海のような環境でも生息している (入月ほか, 2003b). 日本では北海道サロマ湖 (伊藤, 1998a) から九州有明海 (岩崎, 1992) まで広く生息しており, 韓国, 中国沿岸域にも生息している (例えば, Abe, 1988). このように *S. quadriaculeata* が優占する場所よりは沖合のやや深い内湾泥底に卓越する種である.

(4) *Pistocythereis bradyi* この種は北日本の青森湾 (Ishizaki, 1971) からマラッカ海峡 (Whatley and Zhao, 1988) までの閉鎖的な内湾泥底に生息し, 韓国や中国沿岸の内湾にも普遍的に生息している (Abe and Choe, 1988; Zhao and Wang, 1988). このように東アジアから東南アジアにかけて生息する広温性の内湾泥底種であるが, 現在非常に閉鎖

的な内湾である中海などには少ないことから (高安ほか, 1990; 入月ほか, 2003b), *B. bisanensis* に比べて貧酸素水塊への適応が低いと推定される.

(5) *Bicornucythere* sp. 本研究における *Bicornucythere* sp. は Abe (1988) や Abe and Choe (1988) の *Bicornucythere bisanensis* の Form M に相当する可能性がある. この種は現在, 大阪湾 (Yasuhara and Irizuki, 2001), 高知県浦ノ内湾 (Ishizaki, 1968), 有明海 (岩崎, 1992) に見られ, 本論文の筆頭著者は沖縄本島の中城湾の表層堆積物からもこの種を確認している. このようにこの種は西南日本の暖流影響下に生息し, 愛知県三河湾以東の太平洋側の内湾域, 日本海側全域の内湾域には生息していないようである. しかしながら, 化石としては本研究における報告以外にも中部地方の中部更新統から産出している (例えば, 入月・細山, 2000; 入月ほか, 2002b). 有明海では水深 3.7 m 付近に優占し, 深度が増すにつれ減少し, かわりに *B. bisanensis* が増加する傾向が報告されている (岩崎, 1992). 大阪湾ではこのような傾向は認められない (Yasuhara and Irizuki, 2001). 浦ノ内湾では *B. bisanensis* は生息していないようで, *Bicornucythere* sp. のみが水深 2～16 m に生息し, *S. quadriaculeata* よりも湾口部側に多い (Ishizaki, 1968). このように, この種は現在暖温帯から亜熱帯海域の湾沿岸部で, *B. bisanensis* の生息場よりも浅く暖かい環境に多い種である.

2. 貝形虫化石相

50 個以上の貝形虫化石を産出した 71 試料と, 入月ほか (2003a) における 2 試料 (SA-1 と SA-2), およびいずれかの試料中に 3 個体以上含まれる 13 種を用いて, Q-mode クラスタ分析を行った. 類似度は Horn (1966) の重複度指数で, 各クラスターは UPGMA 法で連結した. 結果として 4 つの貝形虫化石相 (Biofacies S, Bb, N, BN) が認められた (Fig.5, Table 2). 各地点における化石相の層位学的分布を Figs.6～9 に示す.

(1) 化石相 S *Spinileberis quadriaculeata* の優占によって特徴づけられる. この化石相は 2～7 m 程度の水深の湾奥泥底で, すべての化石相のうち, 最も閉鎖的で塩分が低い静穏な環境を示唆する. この化石相は 2 つの亜化石相 (sub-biofacies S1, S2) に区分される. 亜化石相 S1 はほぼ *S. quadriaculeata* からなり, S2 は加えて *B. bisanensis* が付随することから S1 より水深があり, 沖合の環境を示唆する. 亜化石相 S1 は Site SW の試料, Sites KH, OK の最下部層準の試料, Site OH の最下部層準, 下部層準および Ha-5 火山灰層準の試料から構成されている. 亜化石相 S2 は Site SA の試料, および Sites OH, OK での亜化石相 S1 と後述する化石相 B との間の試料から構成される.

(2) 化石相 N *Neomonoceratina delicata* の優占によって特徴づけられる. この化石相は暖流影響下の湾奥から湾中央部泥底の環境を示唆する. 3 つの亜化石相 (subbiofacies N1, N2, N3) が区分できる. 亜化石相 N1 は *N. delicata* に加えて *P. bradyi* や *S. quadriaculeata* が普遍的に付随する. 亜化石相 N2 は *S. quadriaculeata* が付随するが, *P.*

Fig.5. Dendrogram based on Q-mode cluster analysis. N, BN, S and Bb show fossil ostracode biofacies.

bradyi を欠いている。亜化石相 N3 はほとんど *N. delicata* からなる。これらの違いは塩分や水深、溶存酸素量の違いを反映していると推定される。化石相 N は Site OH にのみ認められ、下中部と中上部層準の試料から構成される。

(3) 化石相 Bb *Bicornucythere bisanensis* の優占によって特徴づけられる。この化石相は閉鎖的内湾中央部泥底環境を示唆し、水深が他の化石相と比較して最も深く、季節的に貧～無酸素水塊が広がる環境と推定される。*Amphileberis nipponica*, *Kobayashiina donghaiensis*, *Krithe japonica* など水深 15 m 以深の内湾で見られる貝形虫種が存在していないことから深くても水深 10 m 前後と推定される。この化石相は 2 つの亜化石相 (subbiofacies Bb1, Bb2) に区分される。亜化石相 Bb1 はほとんど *B. bisanensis* からなるが、亜化石相 Bb2 は優占種である *B. bisanensis* の他、*N. delicata*, *P. bradyi*, *S. quadriaculeata* を伴い、その他の *Pontocythere* 属や *Cythere* 属, *Aurila* 属などの湾沿岸～湾口砂底種、葉上種も 7 % 弱見られ、種多様性 (H (S)) が 1.3 ~ 1.4 と本研究の中では最も高いことから Bb2 のほうがより外洋からの影響を受けやすい、すなわち、沿岸あるいは湾口部に相対的に近い湾中央部泥底であると推定される。化石相 Bb は Sites OH, KH, OK で、化石相 S の直上の層準に分布し、Site OH では化石相 N によって覆われている。亜化石相 Bb2 は調査地域最南部大久保町の Site OK1 にのみ認められる。

(4) 化石相 BN *Bicornucythere* sp. と *N. delicata* の優占によって特徴づけられる。いずれも暖流影響下の内湾種であり、この化石相は暖流影響下の閉鎖的内湾沿岸部で化石相 S よりも暖かく、外洋の影響を受けやすく、化石相 N や化石相 Bb よりも浅い環境を示唆する。化石相 BN は Site OH の

Table 2. Relative abundance of each ostracode biofacies (BF) and inferred paleoenvironments. Abbreviations of ostracode species are the same as those in Fig.7.

BF	sub-BF	site	Ostracode species (%)						environment	water depth
			Sp. q	Bi. s	Ne. d	Pt. b	Bi. b	others		
S	S1	SW	74.00	1.5	10	14.5	0	0	brackish inner bay	shallow(2-7m)
		OH	81.93	4.78	7.03	5.69	0.08	0.50		
		KH	72.88	19.49	0.85	6.78	0	0		
		OK1	83.75	0	15	0	0	1.25		
	S2	OH	54.17	0	3.41	14.02	28.03	0.38	shallow to deep	
		OK1	57.53	0	21.92	1.37	17.81	1.37		
N	N1		26.01	0.65	44.39	27.48	0.06	1.41	inner to middle bay	deep to shallow
	N2	OH	24.97	0.36	73.74	0	0.31	0.62		
	N3		4.81	5.82	86.88	0	0	2.49		
B	Bb1	KH	8.96	0	4.16	1.08	85.38	0.43	middle bay	deep(ca.10m)
		OH	7.77	0	11.55	10.95	68.12	1.61		
		OK1	13.22	0	10.74	0.37	73.37	2.30		
	Bb2	OK1	10.85	0	29.22	9.77	43.40	6.76		
BN		OH	1.73	52.32	44.72	0	0	1.23	inner bay	shallow

Fig.6. Columnar section, ostracode biofacies and vertical changes of TOC, TN and TS contents (%), C/N and C/S ratios at Site SW (Showa-cho).

Fig.7. Columnar section, vertical changes of relative abundance (%) of ostracodes, ostracode biofacies, TOC, TN and TS contents (%), C/N and C/S ratios at Site OH (Ohitomi-cho). p shows the presence of ostracodes in samples containing less than 50 specimens. Sp.q: *Spinileberis quadriaculeata*, Bi.s: *Bicornucythere* sp., Ne.d: *Neomonoceratina delicata*, Pi.b: *Pistocythereis bradyi*, Bi.b: *Bicornucythere bisanensis*

Fig.8. Columnar section, vertical changes of relative abundance (%) of ostracodes, ostracode biofacies, TOC, TN and TS contents (%), C/N and C/S ratios at Site KH (Kohitomi-cho). Abbreviations are the same as those in Fig.7.

Fig.9. Columnar sections, vertical changes of relative abundance (%) of ostracodes, ostracode biofacies, TOC, TN and TS contents (%), C/N and C/S ratios at Site OK (Okubo-cho). Abbreviations are the same as those in Fig.7.

最上部層準の試料のみから構成される。

CNS 元素分析の結果

各地点における TOC, TN, TS 含有率, および C/N 比, C/S 比の垂直変化を Figs.6 ~ 9 に示す。

1. Site SW

Site SW において TOC 含有率は最下部の試料で 0.83 % であるが, 上位へ向け減少し 0.5 % 前後となる。再び試料 SW1-12 から増加し, 試料 SW1-13 と LC 層から採取した試料 SW1-16 にピークがあり, 前者は 1.3 % に, 後者はそれぞれ 1.9 % に達する。TN 含有率も TOC 含有率と同調した変

動を示すが, TOC 含有率がやや高い下部の 2 試料 (SW1-1 と SW1-2) では低い値 (約 0.06 %) となっている。TS 含有率は最下部の試料 SW1-1 で 2.0 % と高い値を示し, その上位の試料 SW1-2 で急激に減少し, 試料 SW1-5 まで 0.64 ~ 0.84 % で安定した低い値となる。再び試料 SW1-6 で急激に増加し, 1.3 % 前後となり, 若干その上位で減少するが, 他の含有率と同様に試料 SW1-13 と LC 層から採取した試料 SW1-16 にピークがあり, 前者では 2.0 %, 後者でそれぞれ 2.9 % となる。C/N 比は最下部の試料 SW1-1 で 13.8 という高い値を示すが, 試料 SW-3 の 6.57 まで急減し, 試料 SW1-13 と SW1-16 にそれぞれ 12.4 と 13.4 の 2 つのピークが認め

られる他は、上位へ向けほぼ直線状に増加する。C/S 比の変化は、最下部で 0.41 と低く、試料 SW1-2 から SW1-5 で 0.7 ~ 0.8 となり、その上位で再び低くなり、0.4 ~ 0.5 を推移し、上位へ向け若干高くなる傾向を示す。

2. Site OH

Site OH では TOC 含有率も TN 含有率もほぼ同じような変動を示し、貝形虫化石が産出しなかった下部層準の試料 OH-8 でそれぞれ 0.98 % と 0.1 % のピーク、LC 層から採取した試料 OH-32 でそれぞれ、1.4 % と 0.12 % のピークを示すが、全体を通じて TOC 含有率は 0.5 ~ 0.6 % 前後、TN 含有率は 0.05 ~ 0.06 % で安定している。わずかに下部から中部に関して減少傾向が認められる。TS 含有率はいくつか増減が認められる。下部では試料 OH-8 で 2.0 % のピークを伴い、全体的に 0.6 ~ 0.8 % 前後であるが、試料 OH-15 周辺で 0.2 ~ 0.4 % の低いピークが存在する。その上位では再び 0.8 % 前後に戻り、若干の増減を繰り返しながら上位へ向け減少傾向を示す。LC 層から得られた試料 OH-32 で 1.5 % の大きなピークを示し、再び減少し、最上部まで 0.6 % 前後の安定した値を示す。C/N 比は地層の下部、中部、上部で異なる。下部では試料 OH-8 で 9.4 の極大値を持つが、おおよそ 7 ~ 8 前後の値で、試料 SW-17 においてやや増加する。中部では 9 前後で安定している。試料 SW-32 で極大を示し、上部では 9 ~ 10 前後となる。C/S 比に関しては、試料 OH-13, 15, 16 で 1 以上の高い値を示すが、他はおおよそ 1 以下の低い値を示す。試料 OH-27 から Ha-4 火山灰層の層準にかけて若干減少傾向が認められるが、その上位では 0.8 前後で安定している。

3. Site KH

Site KH では TOC・TN 含有率とも安定した値をとり、前者は 0.4 ~ 0.5 % 前後、後者は 0.05 ~ 0.06 % 前後で、上位に向け若干減少する傾向が見られる。ただし、試料 KH-21 および KH-22 では TOC 含有率がそれぞれ 0.6 %, 0.86 %, TN 含有率がそれぞれ 0.07 %, 0.09 % という高い値を示す。TS 含有率は最下部（試料 KH-2 および KH-3）では 0.3 % 前後と低い値をとるが、急激に増加し、試料 KH-6 で 1.1 % を示すピークが存在する。その上位で再び減少し、試料 KH-12 で 0.44 % となり、再び増加に転じ、増減を繰り返す。上部では増加し、特に試料 KH-21, KH-22 で 1.0 % を越える高い値を示す。C/N 比は最下部の試料 KH-2 で最も低く、6.9 の値を示す。上位へ向け増加し、試料 KH-22 で極大値 9.65 となるが、おおよそ 8 前後で増減を繰り返す。C/S 比については、最下部で 1.5 前後の高い値を示し、急激に減少し、試料 KH-11 で再び増加し、その上位では増減を繰り返しながら上位へ向け再び減少する傾向を示す。

4. Site OK

Site OK1 では下部層準、Site OK2 では下部から Ha-5 火山灰層までの層準で変動が認められる。TOC・TN 含有率はお互い類似した変動を示し、上部の試料 OK2-33 で認められる大きなピーク（TOC: 1.4 %, TN: 0.14 %）を除いて若干変動はあるものの、前者は 0.4 % 前後、後者は 0.05 % 程度で安定している。TS 含有率は下部の試料 OK2-4 付近の層準で低

い値を示し（0.4 %）、その上位で上昇し、Sites OK1, OK2 ともに試料 OK1-1 や OK2-10 の層準でやや高い値（約 0.8 %）を示す。再び減少し、0.5 ~ 0.6 % 前後で安定するが、試料 OK2-33 の層準でのみ 1.6 % という高いピークを示す。C/N 比は中部層準に極大があるが、Site OK2 では下部から上部の試料 OK2-32 へ向け、増減を繰り返しながら減少している。試料 OK2-33 で極大値 9.8 となり、この層準付近では 8 ~ 9 前後となる。Site OK1 では試料 OK1-14 に極大値 10.0 が存在するが、7 ~ 9 の間を変動している。C/S 比に関しては最下部で相対的に高い値を示すが、その上位では小幅な変動を繰り返す、上位へ向け若干の減少傾向が認められる。

考 察

1. 貝形虫化石相と古環境

貝形虫化石に関しては、地層の垂直変化に伴う特徴的な種の初産出と頻度の極大に関する典型的な順序が Site OH で認められる。すなわち、*S. quadriaculeata* → *Bicornucythere* sp. → *N. delicata* → *P. bradyi* → *B. bisanensis* → *N. delicata* → *Bicornucythere* sp. となっており、*B. bisanensis* の多産層準（亜化石相 Bb1）を挟んで、上下で *N. delicata* と *Bicornucythere* sp. の産出順序と頻度の極大が対称的になっている。また、貝形虫化石相の基本的な垂直変化は S（水深 2 ~ 7 m 程度の閉鎖的湾奥泥底）→ N（暖流の影響を強く受ける亜熱帯から熱帯の湾奥〜中央部泥底）→ S（水深 2 ~ 7 m 程度の閉鎖的湾奥泥底）→ Bb（水深 10 m 程度の閉鎖的内湾中央部泥底）→ N（暖流の影響を強く受ける亜熱帯から熱帯の湾奥から中央部泥底）→ BN（暖流影響下の閉鎖的湾奥沿岸部）である。*Spinileberis quadriaculeata* が海進初期に内湾へ侵入する例は過去の日本における更新世〜完新世の内湾堆積物の研究に共通して認められる（Ishizaki and Kato, 1976; Frydl, 1982 など）。また、*Bicornucythere* 属に注目すると、縄文海進初期（約 8,000 cal yBP 以前）に *Bicornucythere* sp. がまず出現し、その後、海水準上昇と共に *B. bisanensis* が優占し、縄文海進のピークを過ぎると再び *Bicornucythere* sp. が優占し始める傾向が西日本の神戸沖大阪湾（Irizuki et al., 2001）、大阪平野（Yasuhara et al., 2002a, 2002b; Masuda et al., 2003 など）、熊本平野（岩崎, 1992）などの研究で認められている。本研究においてもこのようなパターンが認められることから、貝形虫化石相は相対的の海水準変動による古水深の変化に最も左右されているといえる。ただし、東日本の後氷期の堆積物から *Bicornucythere* sp. は全く産出せず、*S. quadriaculeata* の卓越の後、*B. bisanensis* が優占するようになる（例えば、入月ほか, 1998）。また、前述したように、*N. delicata* は最終氷期に九州以北の日本沿岸から姿を消したので、西日本における完新世の内湾貝形虫種の変遷パターンと今回のそれとの違いは *N. delicata* の産出頻度の極大層準（すなわち、化石相 N）が前者では認められないのに対し、後者では *B. bisanensis* と *Bicornucythere* sp. の極大層準の間に 2 層準挟在することである。

2. 現在の浜名湖に見られる貝形虫群集との違い

現在の浜名湖における貝形虫群集は1971年8月、1974年11月および1975年9月に採取された試料に基づくIkeya and Hanai (1982) および1996年に10月に採取された試料による伊藤 (1998b) がある。これらのデータを総合すると、現在の浜名湖中央部や支湖である庄内湖の泥底で優占する種は *S. quadriaculeata* と *Cytheromorpha acupunctata* の2種で、佐浜泥部層から産出した優占種5種のうち、*S. quadriaculeata* 以外の4種は全く生息していないことになる。また、池谷ほか (1990) では内湾指標種として日本各地に生息する *Bicornucythere bisanensis* が現在の浜名湖では産出しないことが大きな特徴であると述べている。伊藤 (1998b) の研究でも *B. bisanensis* の欠如が浜名湖の地域的な特徴であると述べているが、本論文の筆頭著者は1998年、浜名湖の湾口部付近から *B. bisanensis* の生体を多数確認した。すなわち、最近になってようやく *B. bisanensis* が浜名湖へ侵入したことになるが、依然として、現在の浜名湖の中央部泥底を占める種は *S. quadriaculeata* である。ただし、*Pistocythereis* 属貝形虫は淡水化する前の浜名湖には多く生息していたようである (池谷ほか, 1990)。

このように現在の浜名湖は本格的に海水が流入した1498年からまだ500年余りしか経っていないために、佐浜泥部層堆積初期に見られた群集 (*S. quadriaculeata* を主体とする亜化石相 S1) が湖中央部泥底を占めていることになる。

3. TOC, TN, TS 含有率, C/N 比, C/S 比と古環境

TOC 含有率は、古浜名湾内の生物による有機物の生産量、湾外から供給された有機物の負荷量、それらの分解量、堆積物の堆積速度に関連して変化する。C/N 比は有機物の起源を反映する (中井ほか, 1982; 三瓶ほか, 1997)。C/N 比は海洋プランクトン起源では6前後、陸上の高等植物起源では15以上になるとされている (例えば、三瓶ほか, 1997)。

現在の浜名湖では C/N 比が 12 ~ 14 前後と比較的高い場所は北部の猪鼻湖、西部の松見が浦、引佐細江などの河口部で、主湖や庄内湖の中央部では8前後の低い値を示し、海洋プランクトン起源の有機物が濃集している (倉門ほか, 1998)。今回もほとんどの試料で C/N 比が 10 以下の値を示しており、全体的には海洋プランクトン起源の有機物から構成されていると言える。しかしながら、Site SW の露頭最下部と上部および Site OH の露頭上部から得られた試料は C/N 比が 10 以上の若干高い値を示すことから、これらについては、陸域からの有機物が供給されるような相対的に河口域に近い場所であったと推定される。TN 含有率には有機窒素の他に無機態の窒素も含まれており、それらは粘土鉱物中に存在していることが知られている (三瓶ほか, 1997)。本研究ではほとんどの試料で TOC 含有率が 1 % より低く、C/N 比には無機態の窒素の影響が表れる可能性がある。しかしながら、C/N 比が 6 よりも低い値をとる試料は Site OK の試料 OK2-29 を除いて存在しなかった。

イオウは堆積物中において黄鉄鉱の形態で保存される。黄鉄鉱の形成には水中の硫酸イオン、有機物、硫酸還元バクテリア、鉄イオンが必要である。イオウ濃度は火山性のものを

除き、水塊中に含まれる硫酸イオンの有無、堆積速度および鉄イオン濃度に左右される。また、三瓶ほか (1997) や Sampei et al. (1997) によると、C/S 比は汽水~海水成の場合には、酸化還元度もある程度議論することが可能であり、3前後は通常の酸化的な海底泥質堆積物で、1前後は底層水が貧酸素となりやすい汽水から内湾堆積物であるとされている。本研究では Site OH の露頭下中部、Site KH の露頭下部を除いて全て1前後あるいはそれ以下であることから、季節的に底層に貧~無酸素水塊が広がる極めて閉鎖的な環境が示唆される。特に Site SW は TS 含有率に関して他と比べて全体的に高い値を示し、C/S 比に関してはより低い値となっている。現在の浜名湖では南部から北部、すなわち湖口から離れるにつれて C/S 比が高くなっており (倉門ほか, 1998)、Site SW が最も外洋からの影響を受けにくい静穏で閉鎖的な内湾泥底であったことを示唆している。

4. 各地点間の対比と古環境の時間空間的変化

各地点間を対比する同時期面として有効な地層は、佐浜泥部層中部に挟在する WS-1、WS-2 層の砂層とそれらより上位の Ha-4、Ha-5 火山灰層である。WS-1 層の上限から WS-2 層の下限までの層厚は、これらが露出している Site KH では 45 cm、Site OK では 53 cm である。圧密の影響が同じと仮定すれば、Site KH と Site OK との間に関しては、少なくともこの時期の堆積速度は約 1.2 倍の差があることになる。これは Site OK は最も南側に位置し、湾口部の砂州形成部に相対的に近いことを反映しているかもしれない。なお、これらの砂層は海側から陸側への古流向を示し、古浜名湾内で比較的広範囲に認められ、また、上下は内湾成の泥質堆積物に挟まれていることからウォッシュオーバーサンドであり、大規模なストームあるいは津波により形成されたと推定される。WS-2 層の上限から Ha-5 火山灰層の下限までの正確な厚さは Site SW では 62 cm、Site OH では 112 cm、Site KH では 92 cm、Site OK では 98 cm であり、この区間では Site SW で最も堆積速度が遅く、ついで Site KH で、Site OH で最も速い。この区間での Site KH と Site OK に関しては、約 1.1 倍の差となり、両地点間での堆積速度の差が縮小している。下部層準に関しては、残念ながらこのような鍵層が挟在していないため、各地点間の同時期面を正確に設定することができない。また、上記のように各地点でそれぞれ区間ごとに異なる堆積速度の変化を示すことから、上部層準で推定された堆積速度を下部層準に適用することもできない。そこで、各地点の C/N 比、TS 含有率および C/S 比の変動パターン、特に TS 含有率の極大層準に着目し、各地点間で共通した含有率の濃集のピークに基づき対比を行った。ただし、地点間でこれらのピークに若干の時間差があるかもしれないということは否定できない。各地点間における TS 含有率と貝形虫化石相の対比を Fig.10 に示す。① ~ ⑤ は TS 含有率が極大になる層準である。

以上のような各地点間の対比に基づくと、古浜名湾の時間的・空間的環境変遷は以下のように復元される。

(1) 最下部~層準① Site OH でのみ認められる。この区間では貝形虫の亜化石相は S1 で、水深 2 ~ 7 m の汽水性の閉

Fig.10. Variations of depositional environments in time and space. ① to ⑤ mean horizons of maximum values of TS contents. TST and HST mean the transgressive systems tract and highstand systems tract, respectively.

鎖的内湾奥泥底が示唆される。層準①では、TOC含有率、C/N比、TS含有率とも極大を示す。また、上下の試料で貝形虫化石の多産が見られるのに、層準①だけ産出しないのは、一時的により閉鎖的になり、陸上からの有機物や河川からの栄養塩負荷量が増え、それに伴い表層の生物生産性が増し、それらが分解されることにより、底層は無酸素状態となったと推定される。

(2) 層準①～② この区間では、Sites OHで急激にTS含有率が減少し、C/N比も減少する。Site KHやSite OKでは試料採取層準の最下部付近にあるTS含有率とC/N比の極小層準がここにあたると推定される。また、貝形虫化石相はSite OHでのみ認められるが、垂化石相S1よりも沖合で暖流の影響を示す垂化石相N1へと変化している。このように、いずれの結果も全地点で閉鎖性が以前よりも和らぎ、若干酸化的になり海洋プランクトン起源の有機物の増加と*N. delicata*の古浜名湾への侵入があった。すなわち、相対的海水準の上昇が推定される。このころSites SA, SWでは湾奥三角州や潮汐低地がひろがる環境であった。

(3) 層準②～③ Sites OH, KH, OKの層準②では再び、

TS含有率、C/N比の増加が認められる。Site OHでは、貝形虫化石相はN1から再びS1へと変化し、C/N比やTS含有率からも閉鎖的な貧酸素環境へと逆戻りしたと推定される。層準②の直上では貝形虫化石が産出しなかったSite SWを除き、全ての地点で垂化石相Bb1へと変化しており、古浜名湾全域で急激に古水深が増加した。Site OKでは垂化石相Bb1の上位では*B. bisanensis*の他、*N. delicata*や*S. quadriaculeata*、沿岸～湾口部砂底・葉上種も混在し、多様性が最も高い垂化石相Bb2になっている。また、この層準あたりからSite OKではシルトから砂質シルトへ変化し、堆積物の上方粗粒化がみられることを考慮すると、ここでは外洋からの影響を受ける沿岸域から砂や貝形虫が若干運搬されてくるような環境に変化した。Site SWでは層準②で急激に上方細粒化し、シルトへと変化している。このことは、他地点と同様にここでも古水深の急激な増加を示唆する。層準③はSite SWとSite KHでしか確認されなかった。Site OHでは層準③はほぼ垂化石相Bb1の最上部にあたる粘土層に相当すると推定され、この層準より上位では*B. bisanensis*が産出しなくなることから、古水深のピークがこの付近にあ

ると判断され, Sites OH, KH, OK で水深が深くても 10 m 前後の閉鎖的内湾中央部泥底になった。一方, Site SW では汽水性の閉鎖的内湾奥の環境(古水深 2~7 m 程度)となり, Site SA では湾奥三角州の環境になっていた。

(4) 層準 ③ ~ 層準 ④ を経て層準 ⑤ この区間での貝形虫化石相は Site OH でしか認められない。ここでは層準 ③ に相当する部分より上位から *B. bisanensis* は全く産出なくなり、暖かい湾奥~中央部泥底を示唆する亜化石相 N2 となる。層準 ④ は, Sites SW で特に顕著に認められるが, Site OH ではおそらく試料採取間隔がこの区間は大きいために認められなかった。層準 ⑤ は試料が採取できなかった Sites SA, KH を除き、全ての地点で TS 含有率が Ha-4 火山灰層の直上層準で極めて高いことから、この頃は非常に閉鎖的な内湾中央部泥底となったことが示唆される。C/N 比も各地で極大値をとる。この層準には Site SW や Site OH では平行葉理が顕著に発達した粘土層(LC 層)が発達しており、貝形虫化石や有孔虫化石もこれらの LC 層からは産出しない。このように、これらの地点では閉鎖的な環境になり、河川から運搬される陸源性有機物の量や栄養塩負荷量が増え、表層の生物生産性も増加し、これらの有機物が分解されることにより年間を通して湾底は無酸素状態になった。あるいは、河川水の流入量の増加により塩分躍層が顕著に発達したかもしれない。いずれにせよ底層が無酸素状態になり、その結果、硫酸還元バクテリアの活動が盛んになったことが予想される。一方、より外洋側にあたる Site KH や Site OK では TOC 含有率や TS 含有率が高いのに平行葉理層が発達していないことから、季節的にしか無酸素水塊が発達しなかった場所だったと推定される。このように、この時期に古浜名湾全体が最も閉鎖的な環境になったと推定される。Site SA2 では他地点と同様な内湾泥底に変化した。Site SA1 では河川の側方への移動により、湾奥三角州の頂置面となった。

(5) 層準 ⑤ ~ 最上部 層準 ⑤ より上位の変化は Site OH で顕著に認められる。貝形虫化石は亜化石相 N2 から N3 を経て化石相 BN へ至る。TS 含有率に関しては若干減少し、安定するが、C/N 比は全体的に下位よりも高い値を示す。これらのことから、現在より強い暖流影響下で、高海水準期における相対的海水準上昇速度の停滞あるいは海水準の低下により陸からの有機物の供給量が以前より増し、海退により浅い湾奥沿岸海域や河口近くへと変化したことが示唆される。

以上のように、TOC, TN, TS 分析による結果と貝形虫化石による結果を統合したことにより、中期更新世(杉山, 1991)によると酸素同位体ステージ 7 の後半)における古浜名湾の形成初期は現在の浜名湖中央部泥底のような塩分の低い閉鎖的な環境であったが、その後、海進が進むにつれて、現在よりも外洋からの海水の流入量が多くなり、より深くかつ広く、塩分も水温も現在より高い海域に変化し、無酸素水塊が広域的に発達するような海域を経て、海退により浅海化していったことがわかった。

ま と め

1. 本研究では佐浜泥部層の貝形虫化石群集と TOC, TN, TS

含有率の分析結果に基づいて、酸素同位体ステージ 7 の後半における古浜名湾の時間的・空間的な海洋環境の変化を細かく復元することができた。このように均質な泥質堆積物からなる地層では貝形虫化石の群集解析結果と堆積物の化学分析結果を統合すると古水深や湾の閉鎖性に関して詳細な復元を行えることがわかった。

2. 海進時における古浜名湾は現在見られる浜名湖よりも外洋からの海水の影響を多く受け、今よりも塩分が高かったと推定される。

3. 全体的に古浜名湾の中央部は堆積初期から後期まで底層部に季節的に極めて閉鎖的な貧~無酸素水塊が広がる内湾で、高海水準期に年間を通じて広域的に無酸素水塊が広がった時期が存在した。

4. 高海水準期の古浜名湾は、現在西南日本に生息が限られる *Bicronucythere* sp. や、九州以北の日本には生息せず、南シナ海に生息の中心を持つ *Neomonoceratina delicata* が卓越していた。

謝 辞

島根大学総合理工学部の三瓶良和教授には CNS 分析の方法から結果に関しての議論などをしていただいた。愛知教育大学教育学部の星 博幸助教授、京都大学大学院理学研究科の増田富士雄教授、静岡大学理学部の池谷仙之教授には野外調査の際に堆積相、地質に関してご討論していただいた。試料採取に関しては愛知教育大学地学教室(当時)の藤原功明氏、丹菊香織氏、稲吉里枝氏、小関正嗣氏にお世話になった。査読者の大妻女子大学社会情報学部の井上源喜教授および琉球大学教育学部田吹亮一助教授には有益なご助言をいただいた。以上の方々に御礼申し上げます。本研究には文部科学省科学研究費若手研究(B)(課題番号 13740300)および基盤研究(C)(2)(課題番号 15540451)の一部を使用した。

文 献

- Abe, K., 1988, Speciation completed? In *Keijella bisanensis* species group. In Hanai, T., Ikeya, N. and Ishizaki, K., eds., *Evolutionary Biology of Ostracoda - its Fundamentals and Applications*, Kodansha and Elsevier, 919-925.
- Abe, K. and Choe, K.-L., 1988, Variation of *Pistocythereis* and *Keijella* species in Gamagyang Bay, south coast of Korea. In Hanai, T., Ikeya, N. and Ishizaki, K., eds., *Evolutionary Biology of Ostracoda - its Fundamentals and Applications*, Kodansha and Elsevier, 367-373.
- Cai, H., 1988, Ostracoda in sediments from the north continental shelf South China Sea. *Tropic Oceanol.*, **7**, 19-27. (in Chinese with English abstract)
- Cai, H., 1993, A study on the palaeoecology of depositional Ostracoda in the northern and central areas of Taiwan Strait. *Tropic Oceanol.*, **12**, 71-78. (in Chinese with English abstract)
- 千地万造, 1964, 浜名湖畔, 佐浜層の化石有孔虫群. 浜松市地質調査報告書, 浜松市役所, 179-200.
- Frydl, P., 1982, Holocene ostracods in the southern Boso Peninsula. In Hanai, T., ed., *Studies on Japanese Ostracoda*. Bull. Univ. Mus. Univ. Tokyo, no. 20, 61-140.
- 郷原保真・佐々木 実, 1951, 三方が原台地の地質と地下水. 資源研彙報, **24**, 45-54.
- Gou, Y. X., 1990, Recent Ostracoda from Haina Island, South China Sea. *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **123**, 19-36.
- Hanai, T., Ikeya, N., Ishizaki, K., Sekiguchi, Y. and Yajima, M., 1977, *Check-*

- list of Ostracoda from Japan and its adjacent seas. University of Tokyo Press, 119p.
- Horn, H. S., 1966, Measurement of "overlap" in comparative ecological studies. *Amer. Natur.*, **100**, 419-424.
- 星 博幸・亀井春美, 2003, 陸上に露出する無層理堆積物の初磁化率(帯磁率)による対比: 静岡県, 更新統佐浜泥部層の例. 地質雑, **109**, 697-709.
- Ikeya, N. and Hanai, T., 1982, Ecology of Recent ostracods in the Hamana-ko region, the Pacific coast of Japan. In Hanai, T., ed., *Studies on Japanese Ostracoda*. *Bull. Univ. Mus. Univ. Tokyo*, no. 20, 15-59.
- 池谷仙之・塩崎正道, 1993, 日本沿岸内湾性介形虫類の特性—古環境解析の指標として—. 地質学論集, no. 39, 15-32.
- 池谷仙之・和田秀樹・阿久津 浩・高橋 実, 1990, 浜名湖の起源と地史の変遷. 地質学論集, no. 36, 129-150.
- 入月俊明・藤原 治・布施圭介・増田富士雄, 1998, 神奈川県三浦半島西岸の後氷期における古環境変遷: ポーリングコア中の貝形虫化石群集とイベント堆積物. 化石, no. 64, 1-22.
- 入月俊明・細山光也, 2000, 愛知県の更新統野間層から産出した内湾生貝形虫(甲殻類)化石. 愛知教育大研報(自然科学), **49**, 9-15.
- 入月俊明・稲古里枝・石崎国熙・安原盛明, 2002a, 第四紀の地史的事件と関連した日本産内湾性貝形虫種の消長と形態変化. 日本地質学会第109年学術大会講演要旨, 145.
- 入月俊明・神谷美保・植田景子, 2002b, 渥美半島中部更新統田原層の貝形虫化石群集と堆積相の時空分布. 島根大地球資源環境学研報, no. 21, 31-39.
- 入月俊明・増田富士雄・池谷仙之, 2003a, 静岡県浜松市佐浜町のナウマンゾウ発掘調査地における中部更新統浜松層の堆積相と貝形虫化石. 静岡地学, no. 87, 1-13.
- Irizuki, T., Masuda, F., Miyahara, B., Hirotsu, A., Ueda, S. and Yoshikawa, S., 2001, Vertical changes of Holocene ostracodes in bore hole cores from off Kobe, related to the opening of straits and relative sea-level change in western Japan. *Quatern. Res.*, **40**, 105-120.
- 入月俊明・中村雄三・高安克己・坂井三郎, 2003b, 中海における過去約40年間の貝形虫(甲殻類)の群集変化. 島根大地球資源環境学研報, no. 22, 149-160.
- Ishizaki, K., 1968, Ostracodes from Uranouchi Bay, Kochi Prefecture, Japan. *Sci. Rep. Tohoku Univ., Second Ser. (Geol.)*, **40**, 1-45.
- Ishizaki, K., 1971, Ostracodes from Aomori Bay, Aomori Prefecture, Northeast Honshu, Japan. *Sci. Rep. Tohoku Univ., Second Ser. (Geol.)*, **43**, 59-97.
- Ishizaki, K. and Kato, M., 1976, The basin development of the Diluvium Furuya Mud Basin, Shizuoka Prefecture, Japan, based on faunal analysis of fossil ostracodes. In Takayanagi, Y. and Saito, T., eds., *Progress in Micropaleontology*, Micropaleontology Press, 118-143.
- 磯見 博・井上正昭, 1972, 浜松地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 35p.
- 伊藤広光, 1998a, サロマ湖および網走湖の貝形虫相. 日本古生物学会1998年年会予稿集, 128.
- 伊藤広光, 1998b, 1996年浜名湖調査試料から得られた貝形虫群集. *LAGUNA* (汽水域研究), **5**, 93-99.
- 岩崎泰顕, 1992, 熊本平野地下における有明粘土層中の介形虫の群集変化. 熊本大理紀要(地学), **13**, 1-12.
- 小林国夫, 1942, 浜名湖畔の洪積層. 地質雑, **49**, 326-331.
- 小林国夫, 1964, 浜松市の地質. 浜松市地質調査報告書, 浜松市役所, 3-165.
- 粉川昭平, 1964, 浜松市付近の植物遺体. 浜松市地質調査報告書, 浜松市役所, 203-247.
- 倉門由紀子・三瓶良和・高安克己・徳岡隆夫・井内美郎, 1998, 中海および浜名湖表層堆積物の有機炭素・窒素・イオウ濃度分布. *LAGUNA* (汽水域研究), **5**, 123-135.
- Makiyama, J., 1924, Notes on a fossil elephant from Sahama, Totomi. *Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ., Ser. B*, **1**, 255-264.
- Masuda, F., Irizuki, T., Fujiwara, O., Miyahara, B. and Yoshikawa, S., 2002, A Holocene sea-level curve constructed from a single core at Osaka, Japan (A preliminary note). *Mem. Fac. Sci. Kyoto Univ., Ser. Geol. & Mineral.*, **59**, 1-8.
- 南 秀樹・加藤義久・和田秀樹・岡部史郎, 1995, 浜名湖の堆積物コア中の元素の分布と過去1万年間の環境変遷. 地球化学, **29**, 85-97.
- 武藤鉄司, 1987, 天竜川下流地方, 三方が原・磐田原台地の地質—現在の開析扇状地からの解釈—. 地質雑, **93**, 259-273.
- 中井信之・太田友子・藤澤 寛・吉田正夫, 1982, 堆積物コアの炭素同位体比, C/N 比および FeS₂ 含有量からみた名古屋港周辺の古気候, 古海水準変動. 第四紀研究, **21**, 169-177.
- 中尾賢一, 1993, 宮崎平野の更新統・通山浜層の貝類群集の分布と変遷. 第四紀研究, **32**, 157-170.
- 延原尊美, 2003, 静岡県浜松市佐浜町のナウマンゾウ発掘調査において得られた中部更新統浜松層産貝化石. 静岡地学, no. 87, 41-51.
- 野嶋宏二・池谷仙之・田中源吾, 2003, 浜名湖周辺地域産出のナウマンゾウ化石. 静岡地学, no. 87, 23-32.
- Okubo, I., 1975, *Callistocythere pumila* Hanai, 1957 and *Leguminocythereis bisanensis* sp. nov. in the inland sea, Japan (Ostracoda). *Proc. Japan. Soc. Syst. Zool.*, **11**, 23-31.
- 三瓶良和・倉門由紀子・清水 紋・高安克己・石田 聖, 1997, サロマ湖・網走湖底質の有機炭素・窒素・イオウ濃度. *Res. Org. Geochem.*, **12**, 51-60.
- Sampei, Y., Matsumoto, E., Kamai, T. and Tokuoka, T., 1997, Sulfur and organic carbon relationship in sediments from coastal brackish lakes in the Shimane Peninsula district, southwest Japan. *Geochem. Jour.*, **31**, 245-262.
- 杉山雄一, 1991, 渥美半島—浜名湖東岸地域の中中部更新統一海進—海退堆積サイクルとその広域対比—. 地調月報, **42**, 75-109.
- 高橋啓一・松岡廣繁・樽 創・安井謙介・長谷川善和, 2003, 佐浜ナウマンゾウ発掘調査で産出した脊椎動物化石について. 静岡地学, no. 87, 15-21.
- Takai, F. and Tsuchi, R., 1959, Notes on the fossil elephant recently found in the Sahama Mud, Shizuoka Prefecture Japan. *Quatern. Res.*, **1**, 164-173.
- 高安克己・植田和昭・太田久子, 1990, 中海・宍道湖の自然史研究—その12. 中海底質中の介形虫遺骸群集とその変遷—. 島根大地球学研報, **9**, 129-144.
- 土 隆一, 1960, 天竜川下流地方第四系の地史的考察. 東北大理科報告特別号(半沢記念号), **4**, 583-589.
- Whatley, R. and Zhao, Q., 1987, Recent Ostracoda of the Malacca Straits Part I. *Revista Esp. Micropaleont.*, **19**, 327-366.
- Whatley, R. and Zhao, Q., 1988, Recent Ostracoda of the Malacca Straits Part II. *Revista Esp. Micropaleont.*, **20**, 5-37.
- Yajima, M., 1978, Quaternary Ostracoda from Kisarazu near Tokyo. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N. S., no. 112, 371-409.
- Yajima, M., 1982, Late Pleistocene Ostracoda from the Boso Peninsula, central Japan. In Hanai, T., ed., *Studies on Japanese Ostracoda*. *Bull. Univ. Mus. Univ. Tokyo*, no. 20, 141-228.
- Yasuhara, M. and Irizuki, T., 2001, Recent Ostracoda from the northeastern part of Osaka Bay, southwestern Japan. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, **44**, 57-95.
- Yasuhara, M., Irizuki, T., Yoshikawa, S. and Nanayama, F., 2002a, Changes in Holocene ostracode faunas and depositional environments in the Kitan Strait, southwestern Japan. *Paleont. Res.*, **6**, 85-99.
- Yasuhara, M., Irizuki, T., Yoshikawa, S. and Nanayama, F., 2002b, Holocene sea-level changes in Osaka Bay, western Japan: ostracode evidence in a drilling core from the southern Osaka Plain. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **108**, 633-643.
- 吉川博章, 2000, オニグルミの堅果化石に残ったアカネズミの食痕—静岡県浜松市の中中部更新統佐浜泥層からの産出. 豊橋市自然史博研報, no. 10, 23-30.
- 吉川博章, 2002, 静岡県浜松市の中中部更新統路理堆積物中の大型植物化石. 豊橋市自然史博研報, no. 12, 9-15.
- 吉川博章, 2003, 静岡県浜松市佐浜のナウマンゾウ発掘地から産出した大型植物化石. 静岡地学, no. 87, 33-37.
- Zhao, Q. and Wang, P., 1988, Distribution of modern ostracods in the shelf seas off China. In Hanai, T., Ikeya, N. and Ishizaki, K., eds., *Evolutionary Biology of Ostracoda—its Fundamentals and Applications*, Kodansha and Elsevier, 805-821.
- Zhao, Q., Wang, P. and Zheng, Q., 1985, Ostracoda in bottom sediments of the South China Sea off Guangdong Province, China: Their taxonomy and distribution. In Wang, P., ed., *Marine Micropaleontology of China*, China Ocean Press, Beijing, 229-255.
- Zhao, Q. and Whatley, R., 1988, The genus *Neomonocerotina* (Crustacea: Ostracoda) from the Cainozoic of the West Pacific margins,

Acta Oceanol. Sinica, **7**, 562-577.
Zhao, Q. and Whatley, R., 1989, Recent podocopid Ostracoda of the Sedili

River and Jason Bay, southeastern Malay Peninsula. *Micropaleontology*, **35**, 168-187.

(要 旨)

入月俊明・瀬戸浩二, 2004, 中期更新世の古浜名湾における古環境の時間的・空間的变化—貝形虫化石群集と全有機炭素・全窒素・全イオウ分析結果—. 地質雑, **110**, 309—324. (Irizuki, T. and Seto, K., 2004, Temporal and spatial variations of paleoenvironments of Paleo-Hamana Bay, central Japan, during the Middle Pleistocene -Analyses of fossil ostracode assemblages, and total organic carbon, total nitrogen and total sulfur contents-. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **110**, 309—324.)

中期更新世の古浜名湾の古環境を詳細に復元するため、浜松層の佐浜泥部層が露出する4地点において貝形虫化石群集、全有機炭素、全窒素および全イオウ含有率(CNS元素分析)についての高分解能解析を行った。貝形虫化石に関しては26種が得られたが、このうちの5種の合計で全体の98.3%に達する。貝形虫化石とCNS元素分析結果に基づくと、古浜名湾は海進初期には汽水性の浅い閉鎖的内湾で、底層には貧酸素水塊が発達した。その後、暖流が広く流入し湾はわずかに酸化的となった。急速な海水準上昇に伴い、再び湾は閉鎖的になり10 m前後の水深に達した。高海水準期初期には湾は極めて閉鎖的になり広い範囲で底層に無酸素水塊が発達した。その後、湾は今日の浜名湖よりも暖かい水塊のもとで浅海化していった。このように、中期更新世の古浜名湾はほとんど閉鎖的な内湾であり、海進期と高海水準期には現在の浜名湖よりも塩分が高かったと推定される。