

瀬戸内海表層堆積物中の有孔虫群集

加藤道雄*

Recent Foraminifera in the Surface Sediments in the Inland Sea of Japan

Michio KATO

Summary

The distribution of the benthonic foraminiferal tests in the Inland Sea of Japan is described. The surface sediments were collected from Iyo-nada, Aki-nada, Hiuchi-nada, Harima-nada, Osaka Bay, and the Kii Straits. Field work was done on board R/V "Tansei-maru" of the Ocean Research Institute, University of Tokyo. This is the first report on the foraminiferal biocoenose in the Inland Sea of Japan.

結 言

瀬戸内海は中国、四国、近畿、九州に囲まれた平均水深約30 m、面積17,107 km²の浅く広大な内海であり、数多くの島を含んでいる。いくつかの湾、灘に区分されており、関門、豊予、鳴戸、および紀淡の4つの海峡で外海と通じている。瀬戸内海へ流入する外洋水の大部分は豊予海峡より入り、伊予灘、燧灘を至て播磨灘へと四国北岸に沿って東流する。また一部は紀淡海峡を通り、大阪湾を経て播磨灘へ流入する。

本海域の現生有孔虫群集に関しては、大阪湾（中世古, 1953; TAKAYANAGI, 1954）、燧灘（SAWAI, 1955）、松永湾（長浜, 1951）、播磨灘（多井, 1971）、および中国地方沿岸（KATO, 1979）の報告があるが、いずれも生殻と死殻の区別をしていない混合遺骸群集として扱っている。生体群集について論じたものとしては、吉田（1981MS）、高岡（1981MS）による播磨灘西部の報告があるにすぎない。

本論では、1979年1月の東京大学海洋研究所淡青丸の研究航海（KT79-1）で、瀬戸内海および紀伊水道の7地点で採取した表層堆積物より産出した有孔虫群集について報告する。

本研究をすすめるにあたり、淡青丸研究航海に参加の機会を与えて下さった広島大学総合科

* 金沢大学教養部地学教室

学部多井義郎教授、坪田博行教授に厚く感謝の意を表す。また、基礎地盤コンサルタンツ株式会社の吉田静江嬢には室内における試料処理に御協力をいただいた。この場をかりて御礼申し上げる。

試料

試料の採取は、小型のグラビティーコアラ（内径35mm）を用いて行なった。採取位置を Table 1, および Text-fig. 1 に示す。

Table 1. List of samples

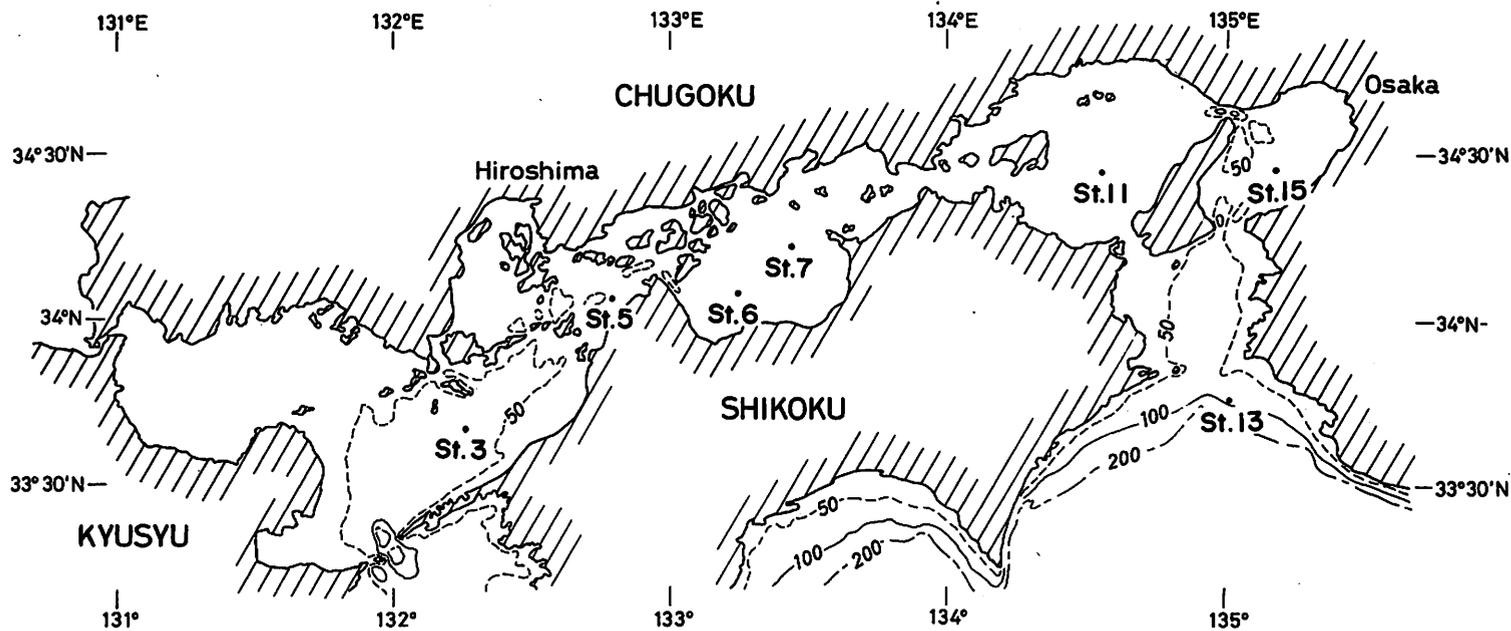
Station No.	Region	Location		Depth (m)	Type of Sediments
		N. Lat.	E. Long.		
3	Iyo-nada	33°33.8'	132°15.5'	60	medium-grained sand
5	Aki-nada	34°03.6'	132°47.4'	46	medium-grained sand with shell fragments
6	Hiuchi-nada	34°04.8'	133°14.3'	32	silt and clay
7	Hiuchi-nada	34°13.0'	133°26.1'	22	silt and clay
11	Harima-nada	34°26.4'	134°33.3'	39	silt and clay
13	Kii Strait	33°45.0'	135°00.1'	96	medium-grained sand with shell fragments
15	Osaka Bay	34°29.4'	135°12.4'	23	silt and clay

底質採取後、船上で直ちに表層部厚さ1cmの部分を取り取り、中性ホルマリンで固定した。実験室に持ち帰った試料は、200メッシュのふるいで水洗し、有孔虫の生体と遺骸を区別するためにローズベンガル法による処理を行なった。

処理を終えた試料からすべての有孔虫殻を拾い出した。底棲有孔虫は分類同定を行ない、同時に各々の個体数を記録した。さらに、ローズベンガルにより赤く染色された原形質を有するものを生体と判定し、その個体数を記録した。浮遊性有孔虫もその個体数を記録した。後に各々の試料ごとに、それぞれの種の産出頻度を全体群集 (Total Population) と生体群集 (Living Population) とで別々にパーセンテージに換算した。

群集

本海域において亜種、および未同定種も含み126種の底棲有孔虫が識別され、このうち60種は生体が確認された。各種の産出頻度を Table 2 に示す。



瀬戸内海表層堆積物中の有孔虫群集

Text-fig. 1. Map showing the locations of samples.

Massilina secans (d'Orbigny)	—	.5	—	—	—	—	—	.4	.5
M. spp.	—	.1	—	—	—	.5	.2	—	—
Pyrgo spp.	+	—	—	—	—	—	+	—	—
Quinqueloculina contorta d'Orbigny	—	—	—	—	—	—	.1	—	—
Q. fukushimaensis Takayanagi	.9	3.9	—	.1	—	—	.1	—	—
Q. lanarckiana d'Orbigny	—	.1	—	—	—	—	.2	+	—
Q. seminulum (Linné)	+	5.7	.1	1.5	—	—	4.2	+	—
Q. vulgaris d'Orbigny	—	—	—	—	—	—	8.3	—	—
Q. spp.	+	—	—	—	—	—	.1	—	—
Triloculina rotunda d'Orbigny	—	.6	—	—	—	—	.1	—	—
T. tricarinata d'Orbigny	—	.2	—	—	—	—	.5	4.9	—
T. trigonula (Lamarck)	—	.1	—	—	—	—	.1	—	—
Sigmilopsis schlumbergeri (Silvestri)	.3	5.3	.4	.6	.8	—	.5	.5	.7
Siphonaperta sp.	—	.6	—	—	—	—	.2	—	—
Miliolinella circularis (Bornemann)	—	1.2	—	—	.2	—	.5	1.1	.7
M. oblonga (Montagu)	—	.2	—	—	—	—	.1	—	—
Hauerina fragilissima (Brady)	—	—	—	—	—	—	—	+	—
Porcelaneous Foraminifera gen. et sp. indet.	.3	.2	—	—	—	—	.1	—	—
Calcareous hyaline Foraminifera									
Amphicoryna scalaris (Batsch)	—	—	—	—	—	—	.3	—	—
Dentalina communis d'Orbigny	.2	—	—	—	—	—	—	—	—
D. spp.	—	—	—	—	—	—	.2	.5	.1
Lagena cf. distoma Parker and Jones	—	—	+	—	—	—	—	+	—
L. elongata (Ehrenberg)	+	—	+	—	—	—	—	—	—
L. sulcata spicata Cushman and McCulloch	.2	—	—	—	—	—	.1	1.1	.1
L. spp.	.4	.1	.1	—	—	—	—	—	.1
Lenticulina carcar (Linné)	—	—	—	—	—	—	.7	4.3	—
L. spp.	.1	.2	—	.2	—	—	1.4	2.2	+
Marginulina sp.	—	—	—	—	—	—	.2	—	—
Planularia sp.	—	—	—	—	—	—	.1	—	—
Nodosaridae gen. et sp. indet.	—	—	—	—	—	—	.1	—	—
Globulina sp.	—	—	—	—	—	—	.1	—	—
Guttulina kishinouyei Cushman and Ozawa	+	.4	—	—	—	—	—	—	—
G. pacifica Cushman and Ozawa	.1	—	—	—	—	—	.2	—	—
G. regina (Brady, Parker and Jones)	—	.3	2.8	—	—	—	—	—	—
G. spp.	—	.2	2.8	—	—	—	.1	.5	—
Pseudopolymorpina spp.	—	.2	2.8	—	—	—	+	—	—
Fissurina marginata (Montagu)	.4	.3	—	—	—	—	+	—	.7
F. orbignyana Seguenza	.2	—	—	—	—	—	—	—	—
F. spp.	.2	.2	—	—	—	—	+	—	—
Oolina globosa (Montagu)	.1	.1	—	.2	—	—	+	—	—

O. melo d'Orbigny	.1	.2	—	—	—	.1	—	—
Buliminella elegantissima (d'Orbigny)	.1	.4 5.6	2.7 4.6	.2	2.7 2.2	—	4.8 7.7	—
Sphaeroidina bulloides d'Orbigny	—	—	—	—	—	.2 1.1	+	—
S. sp.	.1	—	—	—	—	—	—	—
Bolivina decassata Brady	—	.3	+	—	—	—	—	—
B. hadai Uchio	2.2	1.1 14	—	.5	.5	.3 1.6	.5 .5	—
B. pacifica Cushman and McCulloch	.1	—	—	—	—	—	—	—
B. robusta Brady	12 11	1.7 8.3	.4	.2	—	.7 1.1	2.0	—
B. substriatula Asano	1.2 5.1	1.2 8.3	1.7 5.4	—	.5 2.2	—	1.9 .5	—
B. tokiokai Uchio	—	—	—	—	—	—	.4	—
B. spp.	.4	.1	.2	—	—	2.4 3.2	.1	—
Rectobolivina bifrons (Brady)	—	.2	—	—	—	—	—	—
R. raphana (Parker and Jones)	.1	.4	—	—	—	1.4	—	—
Stilostomella sp.	—	—	—	—	—	+	—	—
Bulimina marginata d'Orbigny	1.0	—	—	—	—	4.0 7.2	—	—
B. spp.	.1	—	.6	—	—	.2	1.1 1.6	—
Globobulimina sp.	—	—	—	—	—	+	—	—
Chrysalidinella dimorpha (Brady)	—	.1	—	—	—	—	—	—
Reussella haizuwensis Asano	—	.4	.2 .8	—	—	.2	.1	—
R. cf. pacifica Cushman and McCulloch	2.1	—	.1	—	—	—	—	—
Uvigerina proboscidea Schwager	—	.3	—	—	—	1.6 4.3	—	—
U. cf. pseudoapullacea Asano	4.0 5.2	.1	—	—	—	—	—	—
U. sp.	.1 5.2	—	—	.2	—	1.0 1.1	—	—
Trifarina bradyi Cushman	.2	—	—	—	—	.3 .5	—	—
T. sp.	.1	—	—	—	—	+	.5	+
Uvigerinella glabra (Millett)	.7	—	11 1.5	.5	4.8	—	5.2 2.7	—
Patellina cf. corrugata Williamson	+	—	—	—	—	—	—	—
Cancris auriculus (Fichtel and Möll)	.4	—	—	—	—	.3 .5	.1	—
Valvulineria sp.	+	1.6	.1	—	—	+	.9	—
Rosalina australis (Parr)	—	.2	—	—	—	—	—	—
R. bradyi (Cushman)	.2	—	—	—	—	.7 7.6	—	—
R. cf. columbiensis (Cushman)	—	—	—	—	—	.1 1.6	—	—
R. spp.	5.5	2.2 5.6	—	—	—	1.3	6.1 2.7	—
Buccella frigida (Cushman)	2.2 5.2	.2	.9	2.0	—	—	5.0 1.6	—
B. spp.	—	—	—	—	—	.4 .5	—	—
Poroeponides cribrorepanus Asano and Uchio	—	2.1	—	—	—	—	—	—
P. lateralis (Terquem)	—	.1	—	—	—	—	—	—
Grabratella opercularis (d'Orbigny)	—	.1	—	—	—	—	—	—
Gavelinopsis praegeri (Heron-Allen and Earland)	—	18	—	—	—	—	—	—
Planulina cf. wuellerstorfi (Schwager)	—	—	—	—	—	.1 1.1	—	—
P. sp.	+	—	—	.2	—	.7 4.9	—	—
Hyalinea cf. balthica (Schwager)	+	—	—	—	—	—	—	—
Cibicides aknerianus d'Orbigny	1.3	1.9 2.8	—	—	—	.6	—	—

C. lobatulus (Walter and Jacob)	1.9	.7	—	—	—	—	1.6 .5	+
C. pseudoungerianus (Cushman)	.1	3.6 8.3	.6	—	—	—	1.1 1.6	.9
C. refulgens (Montfort)	.1	.1	—	.2	.5	3.4	—	—
C. spp.	.4	2.7 2.8	—	—	—	1.5 1.1	—	—
Cymbaloporetta sp.	—	—	—	—	—	.1	—	—
Ammonia beccarii (Linné)	2.6	3.0	3.9 1.5	3.2 3.1	1.1 2.2	—	1.2 .5	—
A. beccarii tepida (Cushman)	5.9	1.3 8.3	.1	.2 3.1	1.1	1.2 1.1	—	—
A. japonica (Hada)	.5	—	1.6	—	—	—	1.3	—
A. takanabensis (Ishizaki)	—	.9	—	—	—	+	.2	—
Pararotalia globosa (Millett)	.1	.7	1.6	—	—	+	.5	—
P. nipponica (Asano)	—	—	—	—	—	+	—	—
P. sp.	—	—	—	—	—	+	—	—
Pseudorotalia gaimardii (d'Orbigny)	2.9	1.3 5.6	.1	—	.5	1.3	.8	—
Elphidium advenum Cushman	5.4 5.3	7.9	.3	—	—	.4	.2	—
E. clavatum Cushman	—	—	4.3	1.2	—	+	—	—
E. crispum (Linné)	.2	—	—	—	—	—	.1	—
E. jenseni (Cushman)	+	—	+	—	—	—	.1	—
E. reticulosum Cushman	—	.2	.2	—	—	—	.7	—
E. subarcticum Cushman	3.0 11	.5	2.5	—	—	+	.5	3.1
E. spp.	+	.8	.4 .8	.5	—	.3	1.8	—
Nonion japonicum Asano	.3	.1	—	—	—	.3	1.4	—
N. labradoricum (Dawson)	—	—	—	—	.1	+	.5	—
N. scaphum (Fichtel and Moll)	1.0 11	—	—	—	—	—	—	—
N. spp.	.2	.7	.4 3.1	—	—	.1	+	.5
Nonionella stella Cushman and Moyer	—	—	—	—	.5	+	.1 1.1	—
Pseudononion grateloupi (d'Orbigny)	—	.1	.2	—	—	.2	—	—
P. japonicum Asano	+	—	—	—	—	—	—	—
P. sp.	.1	—	—	—	—	.2	—	—
Pullenia spp.	—	—	—	—	—	.3 .5	—	—
Hanzawaia nipponica Asano	1.9	—	—	—	—	2.1 1.1	—	—
H. sp.	+	.3	—	—	—	—	.1	—
Heterolepa spp.	3.4	—	—	.5	—	1.6 4.3	.3	—
Fursenkoina sp.	.8 21	—	.2	—	—	.2 .5	.3	—
Cassidulina asanoi Uchio	.7	—	—	—	—	1.4 1.1	.5	—
C. depressa Asano and Nakamura	3.9	.6	—	—	—	+	1.1	—
C. subglobosa Brady	.4	.3	—	—	—	1.7 1.1	—	—
C. spp.	.4	—	—	—	—	1.1 .5	+	—
Hoeglundina sp.	—	—	—	—	—	1.5 .5	.1	—
Hyaline Foraminifera gen. et sp. indet.	.3	1.2 2.8	.1	1.0	5.6	.3 3.8	.5	—
Planktonic Population	individual numbers	598	0	15	8	4	1886	71
	planktonic ratio (P/P+B)	18	0	.7	2.0	2.2	36	2.4

生体群集 (Living Population)

種数、個体数とも紀伊水道 (St. 13) が最も多く、燧灘東部 (St. 7) が最小値を示している。

最も産出頻度の高い種は *Eggerella advena* であり、燧灘 (St. 6, 7)、播磨灘 (St. 11)、および大阪湾 (St. 15) では総個体数の56~76%と半数以上を占めている。これに対し伊予灘 (St. 3)、安芸灘 (St. 5)、および紀伊水道 (St. 13) では産出頻度は極めて低いか、あるいはまったく産出が認められず、この種の分布にははっきりした片寄りが見られる。

これに次いで *Trochammina japonica* と *Buliminella elegantissima* が多数産出したが、前者が燧灘に多いのに対し、後者は大阪湾に多く、その分布に違いが認められる。

全体群集 (Total Population)

種数、個体数とも生体群集と同様に紀伊水道で最も多いが、最も少ないのは生体群集とは異なって播磨灘である。

産出頻度の最も高い種は *Eggerella advena* であり、生体群集と同様に燧灘、播磨灘、および大阪湾では総個体数の56~76%を占めている。一方、伊予灘、安芸灘、および紀伊水道では6%以下と極めて少ない。次いで *Bolivina robusta*, *Textularia semialata*, *Uvigerinella glabra*, *Elphidium advenum* が多数産出するが、これらの種の分布には片寄りが認められる。*B. robusta*, *E. advenum* は伊予灘に、*T. semialata* と *U. glabra* は燧灘および大阪湾に集中している。*T. semialata* はさらに紀伊水道にも多数認められる。

生体群集と特に異なる種としては、当然ではあるが、浮遊性有孔虫がある。紀伊水道で約36%、伊予灘で18%含まれているが、瀬戸内海中央部では1~2%と急激に減少する。

考 察

広大な瀬戸内海に比較して試料数がきわめて少ないため、個々の種の分布についての議論はできない。このため殻の組成による区分に基づいて議論を進める。

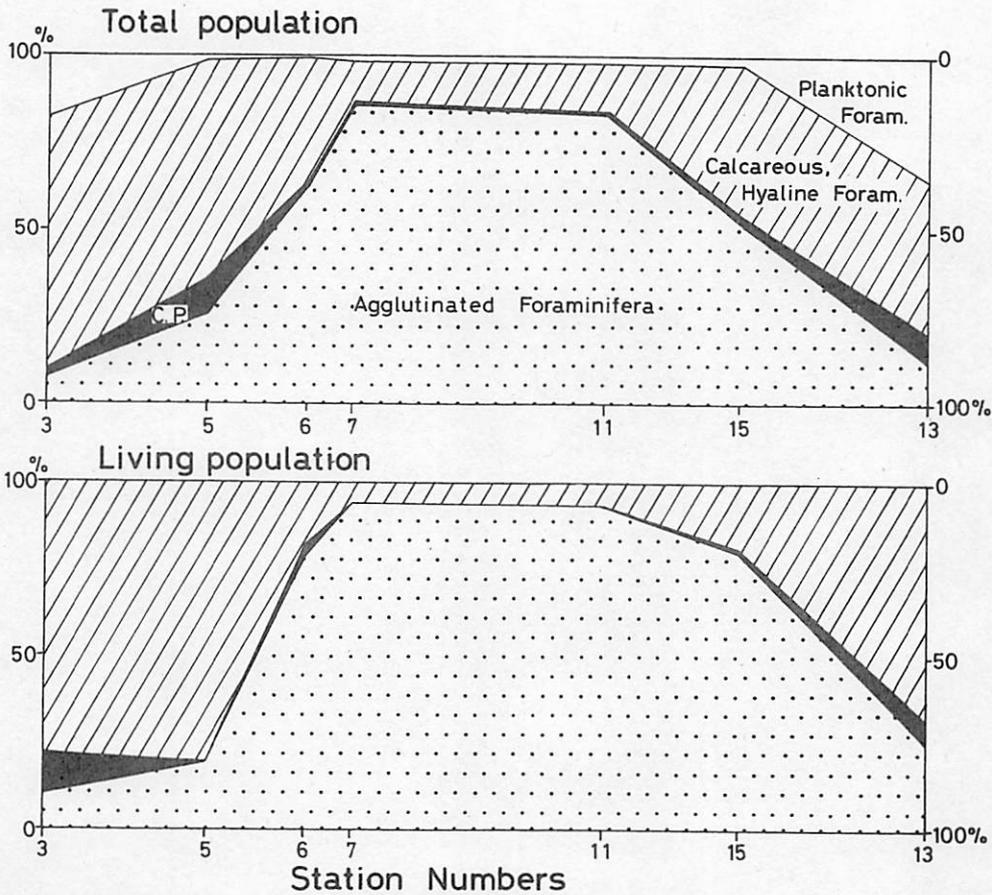
産出した有孔虫は、その殻の組成から膠着質殻有孔虫、石灰質磁器質殻有孔虫、および石灰質ガラス状殻有孔虫に区別される。本海域では、膠着質殻とガラス状殻の種が大部分を占めており、生体群集、全体群集とも同様の分布の様子を示す (Text-fig. 2)

外洋に近い伊予灘 (St. 3)、安芸灘 (St. 5)、および紀伊水道 (St. 13) ではガラス状殻有孔虫が総個体数の70~80%を占めているが、瀬戸内海中央部に向って急激に減少し、燧灘東部 (St. 7) および播磨灘 (St. 11) では逆に膠着質殻有孔虫が90%以上を占めるようになる。

磁器質殻有孔虫は個体数が少ないが、生体群集、全体群集ともガラス状殻有孔虫と同様の分布を示す。外洋に近い伊予灘、および紀伊水道で5~10%の値を示し、瀬戸内海中央部に向って減少し、燧灘、播磨灘では1%以下しか含まれていない。

PHLEGER (1954) はミシシッピ海峡の有孔虫群集は膠着質殻有孔虫で特徴づけられ、メキシコ湾に面した地域は石灰質殻有孔虫で特徴づけられることを報告した。

HADA (1957) は本邦沿岸で14種の汽水域の有孔虫を報告したが、このうち10種は膠着質



Text-fig. 2. Frequency distribution of Foraminifera.

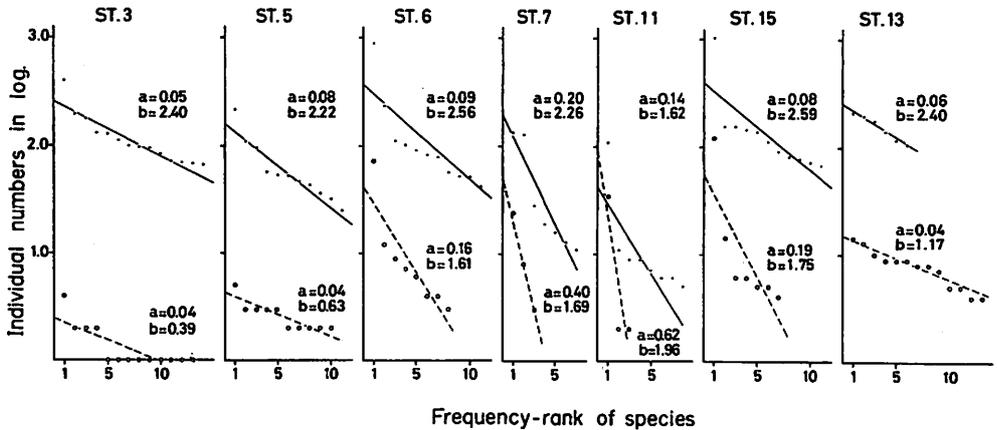
有孔虫である。

松島湾の現生有孔虫を調査した MATOBA (1970) は、膠着質殻有孔虫が湾奥部で優勢で、湾口部に向って減少することを報告した。

汽水域には有孔虫の種数が極めて少ないことはよく知られている。WALTON (1955) は、種数が少ないのは温度、塩素量の変化が極端なためであり、多くの種の生存、繁殖が限られ、この変化に耐えられる僅かの種しか生存できないためであると考えている。瀬戸内海においては、燧灘および播磨灘で種数が少なく、伊予灘、紀伊水道に向って増加する傾向が認められる。

MATOBA (1970) は松島湾において、元村の等比級数則 (元村; 1932) による解析を行なった。この結果、湾口部ほど複雑な群集であり、湾奥部ほどより単純な群集であることが示された。

瀬戸内海においても元村(1932)に従って、群集の構造を調査した (Text-fig. 3)。生体群集、全体群集ともに紀伊水道と伊予灘はほぼ同様の値を示すが、中央部に向って次第に単調な群集に変化している。生体群集では播磨灘が、全体群集では燧灘が最も単純な群集であると認められる。



Text-fig. 3. The relation between individual numbers of each species (y) in log. and their frequency-rank (x) in the total (dot, solid line) and living (circle, dashed line) populations. Forms less than 2.0% in frequencies are neglected.

以上のように種数の変化、殻の組成による分布の違い、および群集構造に基づくと、瀬戸内海は燧灘および播磨灘が最も奥深い場所であり、東西両方向に次第に外洋水の影響が強くなっていると考えられる。殻の組成、浮遊性種の個体数によると、大阪湾に比較して安芸灘および伊予灘の方がより外洋水の影響が強い。このことから瀬戸内海に流入する外洋水は、紀淡海峡よりも豊予海峡を通して入る方が優勢であると考えられる。このことは海水の温度、比重から推定された瀬戸内海の水系（津田ほか、1974）の結果と一致する。

引用文献

- HADA, Y., 1957, New forms of the Foraminifera from the northwest Pacific, I. *Hokkaido Univ., Fac. Sci., Jour., ser. VI, Zool.*, vol.13, nos.1-4, p.24-31.
- KATO, M., 1979, A preliminary study on distribution of the Recent Foraminifera in the Seto Inland Sea (Seto-Naikai). *Mem. Fac. Integrated Arts and Sci., Hiroshima Univ., ser.IV*, vol.4, p.1-14.
- MATOBA, Y., 1970, Distribution of Recent shallow water foraminifera of Matsushima Bay, Miyagi Prefecture, Northeast Japan. *Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd ser. (Geol.)*, vol.42, no.1, p.1-85.
- 元村 熟, 1932, 群集の統計的取扱に就いて. *動物学雑誌*, 44巻, 379-383頁.
- 長浜正穂, 1951, 本邦における2, 3の内湾の有孔虫群の研究. *資源研究所集報*, 19-20号, 142-148頁.
- 中世古幸次郎, 1953, 大阪湾の有孔虫遺骸(その1). *大阪大学南, 北校理科報告*, 2号, 101-105頁.
- PHLEGER, F. B., 1954, Ecology of Foraminifera and associated micro-organisms from Mississippi Sound and environs. *Amer. Assoc. Petrol. Geol., Bull.*, vol.38, no.4, p.584-647.
- SAWAI, K., 1955, Preliminary report on deposits of foraminiferal tests in Seto-naikai, Japan (Hiuchi-nada). *Univ. Kyoto, Coll. Sci., Mem., ser.B*, vol.22, no.2, p.261-262.
- 多井義郎, 1971, 瀬戸内海小豆島西方海域の有孔虫群—瀬戸内海底環境の基礎的研究(その1)—. 松下久道教授記念論文集, 357-364頁.
- 高岡里美, 1981MS, 岡山県備前市片上港及びその周辺海底の有孔虫群集の環境論的研究. 広島大学総合科学部

卒業論文.

TAKAYANAGI, Y., 1954, Distribution of the Recent Foraminifera from the adjacent seas of Japan, I, Izumina in the eastern part of the Inland Sea of Japan. *Oceanogr. Works in Japan, Rec.*, vol.1, no.2, New Ser., p.78-85.

津田 覚, 稲葉明彦, 川村雅彦, 桑田 弘, 多井義郎, 中西 弘, 福田 保, 藤原健蔵, 村上彰男, 門田博知, 横畑 明, 1974, 瀬戸内海, 環境科学ライブラリー, 246頁, 大日本図書.

WALTON, W. R., 1955, Ecology of living benthonic Foraminifera, Todos Santos Bay, Baja California. *Jour. Pal.*, vol.29, no.6, p.952-1018.

吉田静江, 1981MS, 地層生成環境の基礎的研究—現生有孔虫に基づく環境論的考察—. 広島大学総合科学部修士論文.