

八代海の植物プランクトン

八代海で植物プランクトンの種類や細胞数をある程度の期間にわたって継続的に調査した報告は非常に限られている。そこで、1983年10月から1984年11月まで八代海の全域にわたって5回の調査が行われた結果^{1,2)}と約20年後の2004年4月から2006年3月まで熊本県立大学の私たちが毎月調査した結果を基に、八代海の植物プランクトンについて比較を試みたい。

図1には、鶴田ら¹⁾が調べた、八代海の植物プランクトン全細胞数を示した。この結果を見ると、全細胞数では1984年2月には全域にわたって 10^5 - 10^6 cells/l (10^2 - 10^3 cells/ml)が認められたが、それ以外の季節では八代海北部に細胞数が多く、南部には少ないような傾向が認められた。*Chaetoceros curvisetus*、*Thalassionema nitzsoides*、*Chaetoceros* spp.、*Euglena* sp.、*Thalassiosira* sp.、*Nitzschia* sp.なども時には優占するが、多くの場合に*Skeletonema costatum*が最優占することが示された。その他の優占種としては、*Prorocentrum micans*、*Dinophysis ovum*、*Cochlodinium* sp.、*Ceratium furca*、*Asterionella glacilis*、*Chaetoceros socialis*、*Nitzschia pungens*なども時期によっては優占種として出現した。

また、*Skeletonema costatum*の分布に関する調査結果²⁾では、2月の低水温期(10^2 cells/ml)と8月の高水温期(10^2 cells/ml)に高密度に出現し、冬・夏2山のブルームが出現した。塩分では低塩分期に出現の傾向と、DIPとは正の相関を、またDINとは負の相関を示したことが報告されている。これらの結果よりの考察は、飯塚³⁾は植物プランクトン相から本邦内湾を*Skeletonema* 海湾と*Chaetoceros* 海湾の2型に類別した。八代海では周年*S. costatum*の出現率が高く、本海域は*Skeletonema* 海湾に該当しよう。このことは東京湾で内湾性の強い海域に*S. costatum*が優占するとした丸茂ら⁴⁾およびAikawa⁵⁾の報告と一致した。また2月と11月では長島海峡よりの外海水の影響が強い海域に*Chaetoceros*属の数種の優占する群落が分布したが、*Chaetoceros*属の種特性については吟味の余地があると述べている。さらに、八代海では、今後さらに富栄養化が進行すると仮定すれば、東京湾での事例から*Skeletonema costatum*はより一層高密度に分布するようになり、現在の冬・夏2山の出現から夏を中心とした年中高密度出現型への遷移が推察されるとした。

図2には私たちが行っている八代海の調査点8点の位置を、表1には2004年4月から2006年3月までの調査における植物プランクトンの全細胞数

(cells/ml)を示した。2年間の調査結果ではあるが、全細胞数は 10^3 cells/ml の割合が高くなっており、水域全体に細胞が増加しているようにも考えられるが、また北の方に細胞数が多く、南に下がるに従って減少する傾向が認められる。表2には同じ期間に1 ml 当たり 10^3 細胞以上出現した調査点、調査月およびその種類を示した。*Skeletonema* 属と *Chaetoceros* 属が優占種として主に出現しているが、その中では *Skeletonema* 属が多くの場合に最優占種になることが多く、現在でも *Skeletonema* 海灣であることを示している。*Skeletonema costatum* はやはり冬・夏2山の傾向は変わらないが、細胞数では 10^3 /ml 以上の出現の割合はかなり高くなっているように思われる。このようなことを考えると、鶴田ら²⁾が調査したときからは多少富栄養化が進行しているが、まだ東京湾のような夏を中心とした年中高密度出現型までは遷移が進行していないことを示しているように思われる。またその他では出現の時期は多くはないが優占種として、*Bacillaria* sp.、*Leptocylindrus* spp.、*Thalassionema* spp.、*Thalassiosira* spp.、*Bacteriastrum* spp.、*Pseudonitzschia* spp.、*Cerataulina* spp.、*Eucampia cormata*、*Rhizosolenia* spp.、*Chattonella* spp.、*Asterionella* spp.、*Ditylum brightwelli*、*Dactyliosolen phuketensis* などが認められている。

文献

- 1) 鶴田新生, 上野俊士郎, 大貝政治, 山田真知子. 1986. 八代海における植物プランクトン群落の分布. 日本水産学会誌, 52(11):1947-1955.
- 2) 鶴田新生, 上野俊士郎, 大貝政治, 山田真知子. 1986. 八代海における浮遊珪藻 *Skeletonema costatum* (Grev.) Cleve の分布. 日本水産学会誌, 53(1):141-144.
- 3) 飯塚昭二. 1973. 水産土木, 9: 19-29.
- 4) 丸茂隆三, 佐野昭, 村野正昭. 1974. うみ, 12:145-156.
- 5) Aikawa, H. 1936. Rec. Oceanogra. Works in Japan. 3:1-159.

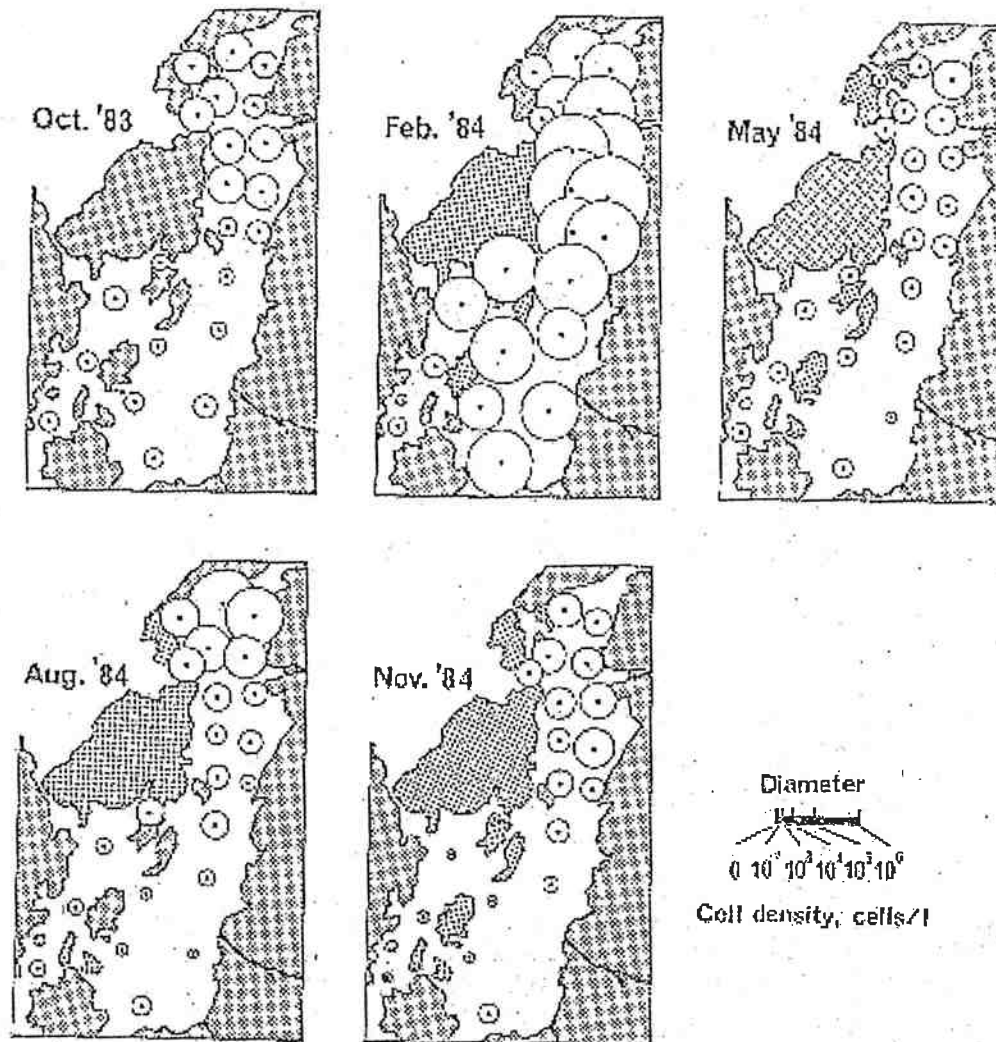


Fig. 2. Distributions of phytoplankton cell density in Yastaliro Sea in Oct. '83, Feb. '84, May '84, Aug. '84 and Nov. '84.

☒ 1

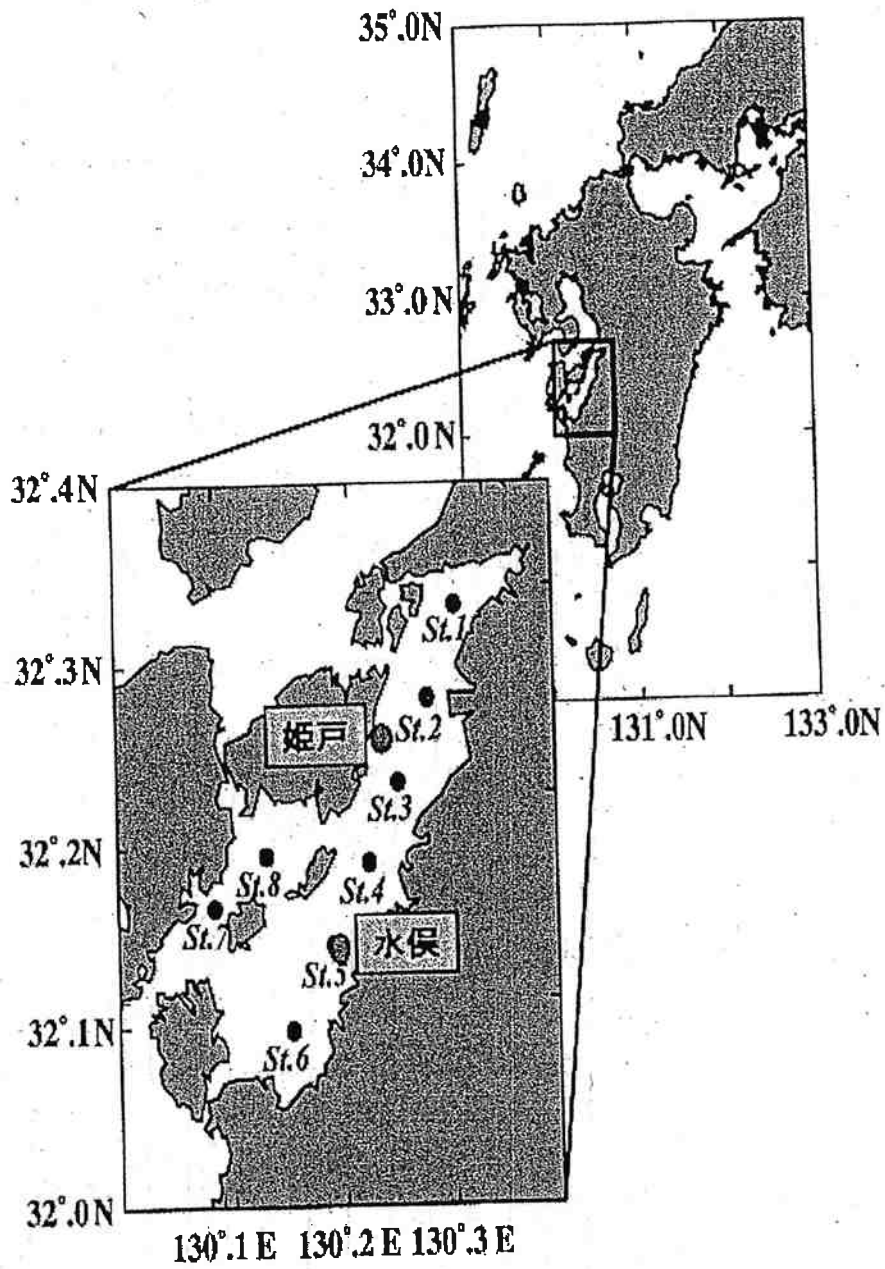


図1. 調査地点

図2 八代海の調査点

八代海の植物プランクトンの全細胞数(No/ml) 2004.4.~2006.3.

調査点	年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
St.1	2004	224	1	1,992	4,727	390	1,066	516	124	1,358	1,108	5,075	6,675
	2005	29	28	2,795	111	279	2,950	376	1,319	835	3,017	627	1,885
St.2	2004	122	31	1,563	3,588	248	2,900	7,967	19	654	2,425	3,263	3,367
	2005	78	12	108	151	125	1,885	194	676	790	1,275	443	705
St.3	2004	34	144	197	1,133	20	828	4,675	11	429	1,733	2,383	2,913
	2005	83	22	1,200	191	77	14,167	190	4	29	1,925	979	975
St.4	2004	12	93	1,250	1,550	9	251	2,675	16	53	469	2,700	1,894
	2005	58	14	1,060	256	170	5,175	33	118	49	266	58	2
St.5	2004	3	8	1,431	373	48	11	14	3	228	11	2,042	904
	2005	94	15	532	110	117	6,575	6	2	2	2	4	655
St.6	2004	1	140	266	451	16	17	5	2	16	3	483	56
	2005	4	74	252	349	748	7,813	0	1	19	27	30	48
St.7	2004	31	82	204	849	39	33	9	3	4	9	59	66
	2005	10	22	4	69	53	6,625	8	2	3	10	1	48
St.8	2004	998	123	4,900	404	100	10	56	14	6	5	425	1,894
	2005	30	161	609	827	358	1,596	26	1	0	2	0	148

八代海の植物プランクトン(1,000/ml以上の種類)ー2004年4月～2006年3月

St.1	種類	春(4月～6月)	夏(7月～9月)	秋(10月～12月)	冬(1月～3月)
St.1	CH*	1.1-3(Jun ⁿ)	1.5-3(Jul)	1.2-3(Dec)	
	SK***	1.4-3(Jun ⁿ),1.0-3(Jun ⁿ)	2.6-3(Jul),2.1-4(Sep ⁿ)		1.0-3(Jan),3.2-3(Feb ⁿ),6.6-3(Mar ⁿ) 2.4-3(Jan ⁿ),1.2-3(Mar ⁿ)
St.2	その他***		ThB.2-3(Sep ⁿ)		Ast1.7-3(Feb)
	CH		4.3-3(Sep ⁿ)		
St.2	SK	1.4-3(Jun ⁿ)	3.0-3(Jul),1.0-4(Sep ⁿ)	7.9-3(Oct)	2.3-3(Jan),3.3-3(Feb),3.3-3(Mar ⁿ) 1.2-3(Jan ⁿ)
	その他		ThI.1-3(Sep ⁿ),Th4.2-3(Sep ⁿ)		
St.3	CH		6.3-3(Sep ⁿ)		
	SK		3.9-3(Sep ⁿ)	4.2-3(Oct)	1.7-3(Jan),2.4-3(Feb),2.9-3(Mar ⁿ) 1.9-3(Jan ⁿ)
St.4	その他		ThI4.0-3(Sep ⁿ)		
	CH		1.8-3(Sep ⁿ)		2.7-3(Feb),1.2-3(Mar ⁿ)
St.4	SK		1.8-3(Sep ⁿ)	2.3-3(Oct)	4.4-3(Jan ⁿ),1.2-3(Mar ⁿ)
	その他		ThI.6-3(Sep ⁿ)		ThI.0-3(Mar ⁿ)
St.5	CH				
	SK	1.3-3(Jun)	2.1-3(Sep ⁿ)		2.0-3(Feb)
St.6	その他		ThI3.0-3(Sep ⁿ)		
	CH				
St.6	SK		4.0-3(Sep ⁿ)		
	その他		ThI3.5-3(Sep ⁿ)		
St.7	CH				
	SK		5.1-3(Sep ⁿ)		
St.8	その他				
	CH				
St.8	SK	4.1-3(Jun ⁿ)			1.9-3(Mar ⁿ)
	その他				

*は2004年度、**は2005年度を示す。

CH*:Chaetoceros 属、SK**:Skeletonema costatum

例: SK**1.4-3(Junⁿ)は Skeletonema costatumが 1.4 x 1E+3/ml(2004年6月) 即ち2004年6月には珪藻S. costatumが 1 ml当たり1,400細胞が検出された。

その他***: ThIはThlassionema属珪藻、AstはAstorionella属珪藻

1) 既往の調査研究

1950年以前には、1936年と1937年に、神戸海洋気象台による海洋観測が実施され、プランクトン排水量や主要組成が調査されている（神戸海洋気象台, 1938, 1941）ほか、1938年から1941年にかけて採集された試料をもとにした、植物プランクトンの組成についての、伊藤（1943）の報告がある。一方、各県の水産試験場による調査も数多く実施されているが、内容はいずれも沈殿量（排水量）や大別した組成が報告されているに過ぎない。

その後、1968年から1969年にかけて、動物プランクトンの全域調査が行なわれ、動物プランクトン群集の組成と、分布特性が追求された（Hirota & Hara, 1975, 弘田, 1983）。1974年には東海大学・九州東海大学による調査があり、プランクトン生物量（湿重量）や動物プランクトン優占種が調べられている（久保田, 1977）。

1983年から1984年にかけて、文部省科学研究費『環境科学』特別研究『内湾の環境傾度と生物適応』が実施され、植物プランクトン群落の分布についての調査（鶴田ら, 1986a, b）動物プランクトンの分布や日週変化の調査（税所, 1986）、北部海域における動物プランクトンの季節変動や微細分布についての調査（弘田, 1986b）が実施されている。

1993年から1994年にかけては、外洋性動物プランクトン（かいあし類）の流入についての調査が実施された（三宅・弘田, 2006）。

2002～2003年には、全域における、微小動物プランクトン（長野・上, 2005）や、かいあし類（上・林, 2005）の地理的季節的変動の調査が実施され、2002～2004年には、植物プランクトンの種構成や季節的消長などの動態が追求されている（吉田ら, 2005）。

また、微小生物に関する短期変動の調査も2002年以降続けられ（生地ら, 2005）、2003～2004年には、堆積物中の植物プランクトン休眠期細胞の分布についても、調査が行なわれている（板倉・山口, 2006）。

2) プランクトンを指標とした海域特性

南日本の内湾において、動物プランクトン群集を代表する動物群は、かいあし類である。そのうち、特に優占的に出現する数種の、分布域と海域環境との間には、密接な相互関係が認められる（弘田, 1980, 1986a）。すなわち、陸水の影響を強く受けて、海況変化が著しい湾奥部から、外洋水の影響を強く受けて、比較的海況が安定している湾口部にかけて、次のような種が、順次豊富に出現するのが普通である。

Acartia spp. → *Oithona davisae* → *Paracalanus parvus*.

→ *Microsetella norvegica* → *Oithona similis* → *Corrycaeus* spp.

八代海においては、1968年から1969年にかけて行なわれた全域調査の結果（Hirota & Hara, 1975）から、北部海域に *Oithona davisae* と *Acartia* spp.、南部海域の東側に *Oithona similis*、西側の海峡部に *Corrycaeus* spp. が優占的に分布することが、明らかになっている（*Paracalanus parvus* は、ほぼ全域にわたって豊富に出現した）。この結果から北部海域は、北東部に流入する球磨川の影響を強く受ける、海況変化の大きいところ、南部海域は外洋水の影響を強く受けるところで、特に南西側の海峡部が最も外洋的性格の強いところであるこ

とが判る。その中間の海域には、陸水の影響を強く受けた水塊と、外洋水の影響を強く受けた水塊が、混合する海域に多産する *Microsetella norvegica* が優占的に出現している（図1の下方、八代海の部分を参照）。

この分布傾向は、1983年から1984年にかけて行なわれた、全域調査（税所，1986）でも確認され、また2002年から2003年にかけて行なわれた、全域調査（上・林，2005）でも、それぞれの種の分布傾向はこれに近い。

一方、植物プランクトンの全域調査をもとにした、植物プランクトン群落の分布からも、細胞密度が高く、多様度が低い、大規模な単一の、珪藻群落が分布する北部海域と、細胞密度が低く、多様度が高い、小規模な複数の、珪藻または渦鞭毛藻の群落が分布する南部海域に、区別することが出来る（鶴田ら，1986a, b）。

3) 外洋水の流入についての考察

八代海における、外洋水の流入と、それによる湾内水への影響は、外洋種の流入状況によって推測することが出来る。1968年の全域調査においても、9月にみられた外洋性かいあし類の分布状態から、南部海域が外洋水の影響を、強く受けていることが確かめられている（弘田，1983）。外洋水の流入状況を、さらに詳しく追求するための調査が、1993年から1994年にかけて実施された（三宅・弘田，2006）。その結果、南部海域の西側、湾口部の長島海峡が、外洋水の影響が最も強い海域であり（図2のi）、それ以外の南部海域が、平均的に外洋水の流入がある海域（図2のii）、中部海域が外洋水と内湾水の混合域（図2のiii）、北部海域が外洋水の影響はあるが、極めて弱い海域（図2のiv）であると推定された。この結果は、図1に示した、かいあし類優占種の分布状態から推定される、海域特性の考察結果とよく一致する。

八代海への外洋水の流入は、海域の塩分濃度に関与する外、海域の栄養環境に対しても、影響を与えるものと考えられる。1967年の異常早魃では、降雨量の減少に伴って、陸水の流れ込みが少なくなり、それに対応して、外洋水の流入量が多くなり、貧栄養の状態（澄み潮）が発生した。そのため、内湾性の珪藻類の増殖が進まず、養殖真珠が餌不足のために死滅する被害が起こっている。

4) 有明海との相違点

八代海は有明海の南方に位置し、両海は似通った地形と大きさ（八代海は1200km²、有明海は1700km²）の内湾である。図3には、両海の地形図を示した。

ところが、海域の環境特性を指標する、かいあし類優占種の分布状態をみれば、八代海と有明海の海域環境には、大きな違いがあることが判る。

有明海全域における、動物プランクトンの調査は、1972年及び1978年に実施され、その結果にもとずいて、かいあし類優占種の分布を、模式的に示したのが図1（上方）である。

有明海では *Oithona davisae* が湾奥から中部東岸にかけての、干潟に続く浅海域（ほぼ20m以浅）で、広範囲にわたって極めて豊富に分布し、湾奥に近いごく限られた海域（大牟田沖）で、*Acartia* spp. が優占的にみられた。干潟に続く浅海域が、強い潮汐流によって攪拌される海域で、陸水の影響が広範囲に拡がった、内湾的な富栄養海域であり、その一部に富栄養化がかなり進んだ、汚濁域があることをよく表わしている。

湾口部では一年の大部分、*Microsetella norvegica* が優占的に出現したが、冬期にはその分布域が、湾中央部に移動し（矢印）、一方 *Corycaeus* spp. の出現量が増加してくる。湾口

部が内湾水と外洋水の混合域であること、冬期には外洋水の流入が強くなることが判る。

八代海の南部海域 (*Oithona similis* や *Corycaeus* spp. が年間を通じて優占的に出現する) に相当する海域は、有明海では存在しない。外洋水の影響は (冬期にはやや強くなるものの) 八代海に比べて弱く、湾口部に限られることを示している。

有明海への外洋水の影響が、八代海南部に比べて弱いことは、外洋種の流入状態からも、推定することができる。図4は、有明海 (1972年9月) と八代海 (1968年9月) における、外洋性かいあし類の出現状態を示したものである (弘田, 1978)。調査年が異なるため、厳密な意味での比較は出来ないが、外洋種の出現個体数の上からみれば、有明海では水深 20m 以深の湾口部に、外洋種の流入があるが、八代海の南部海域に比べて個体数は少なく、外洋水の影響は弱いものと推定される。かいあし類優占種の分布や、外洋性かいあし類の流入状態から考えて、有明海の生物環境は八代海の北部から中部にかけての海域に、ほぼ相当するものと考えられる。

八代海の南部海域は、北部海域や有明海に比べて外洋水の影響を強く受けて、外洋性の強い物理・化学的環境を示し、生物分布の上からも、有明海とは異なる性格の海域と考えられる。

文献

- 板倉 茂・山口峰生, 2006: 八代海堆積物中の植物プランクトン休眠期細胞の分布とその生態的意義. 月刊海洋, 38, 120~124.
- 伊藤 隆, 1943: 不知火海及び天草近海のプランクトン. 博物学雑誌, 39, 21~38.
- 上 真一・林 美和, 2006: 八代海の浮遊性カイアシ類現存量の地理的・季節的変動. 月刊海洋, 37, 35~39.
- 久保田正, 1977: 八代海におけるプランクトン. 第3回有明海・八代海総合調査報告書, 東海大学・九州東海大学, 28~38.
- 神戸海洋気象台, 1938: 有明海・八代海海洋観測報告. 海洋時報, 11, 535~610.
- , 1941: 有明海・八代海第二次海洋観測報告. 海洋時報, 13, 211~285.
- 税所俊郎, 1986: 内湾 (八代海) の環境傾度と動物プランクトンの適応特性に関する研究. 文部省科研『環境科学』研究報告書 B292-R14-2 内湾 (八代海) の環境傾度と生物適応, 41~65.
- 鶴田新生・上野俊士郎・大貝政治・山田真知子, 1986a: 八代海における植物プランクトン群落の分布. 日水誌, 52, 1947~1955. 【1986b: 文部省科研『環境科学』研究報告書 B292-R14-2 内湾 (八代海) の環境傾度と生物適応, 25~34】
- 長野直樹・芝田久士・和田 篤・安達真由美・大和田紘一, 2005: 八代海の海況と微小生物の短期変動. 月刊海洋, 37, 30~34.
- Hirota, R., 1974: Occurrence of zooplankton in Ariake-kai, western Kyushu, I. Regional occurrence of important zooplankton in the warmer season. Kumamoto J. Sci., Biol., 12, 1~15.
- Hirota, R. & M. Hara, 1975: Zooplankton investigations in Yatsushiro-kai, western Kyushu, I. Regional and seasonal occurrence of the important zooplankton. Jour. Oceanogr. Soc. Japan, 31, 115~123.

- Hirota, R., 1977: Occurrence of zooplankton in Ariake-kai, western Kyushu, 14.
- Occurrences of oceanic copepods in autumn. Kumamoto Jour. Sci., Biol., 13, 43~48.
- , 1979: Occurrence of zooplankton in Ariake-kai, western Kyushu, 111.
Regional occurrence of important zooplankton in the colder season; Kumamoto Jour.,
Sci., Biol., 14, 33~41.
- 弘田禮一郎, 1978: 海域の汚染と動物プランクトン: 環境科学としての海洋学2 (堀部純男編)
東京大学出版会, 122~129.
- , 1983: 不知火海における動物プランクトンの分布構造. 環境汚染へのとりくみ
~重金属の生物影響~ (山県登・土井睦雄・最首悟・田口正編), 恒星社厚生閣, 59~70.
- , 1986a: 有明海・八代海の環境と指標生物 (動物プランクトンを中心にして).
環境管理, No. 15, 39~43.
- , 1986b: 八代海北部海域における、かいあし類の季節的消長と微細分布. 文部省
科研『環境科学』研究報告書 B292-R14-2 内湾 (八代海) の環境傾度と生物適応, 67~75.
- 三宅美智子・弘田禮一郎, 2006: 動物プランクトンを指標とした, 八代海の海洋特性-特に外
洋種の流入について-. 月刊海洋, 38, 92~96.
- 吉田 誠・芝田久士・西田泰輔・大和田絨一, 2005: 八代海の家況と植物プランクトンの動態.
月刊海洋, 37, 19~23.

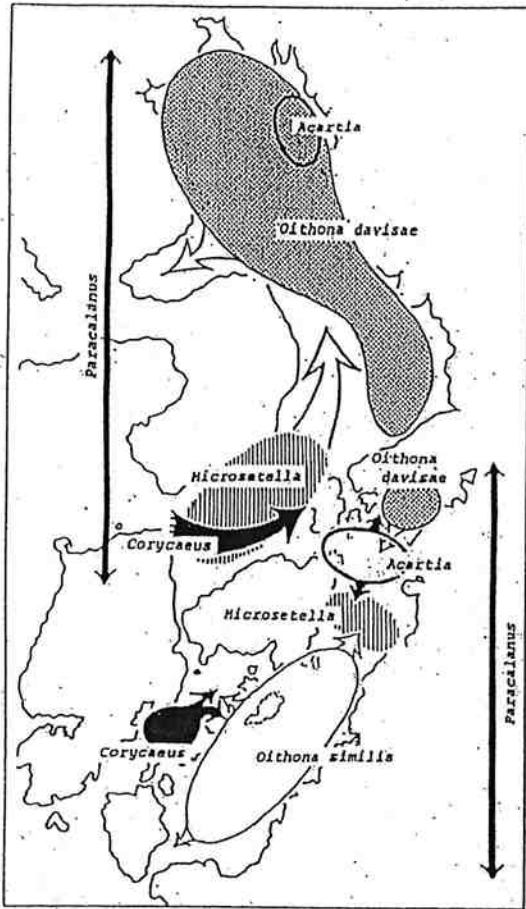


図1 有明海・八代海における、主要かいし類の優占的な出現域を示す模式図（弘田, 1986a, 三宅・弘田, 2006）

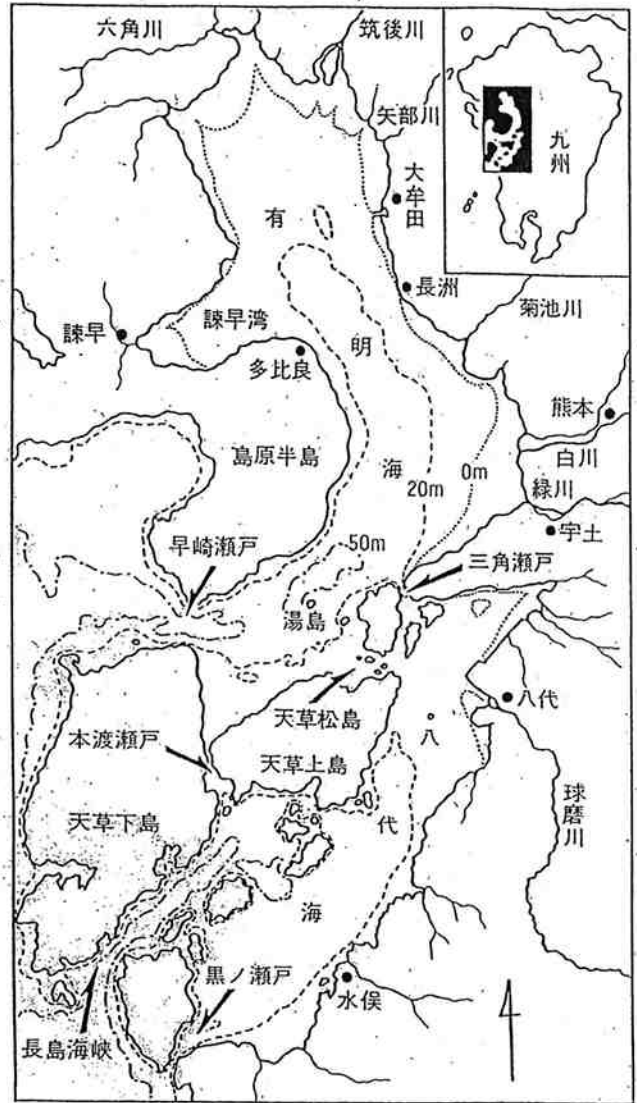


図3 有明海・八代海の地形図

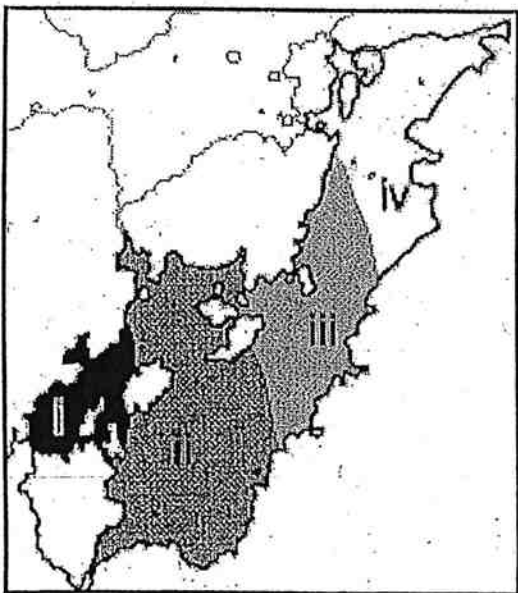


図2 外洋種の流入状況からみた、八代海の海域区分（三宅・弘田, 2006）

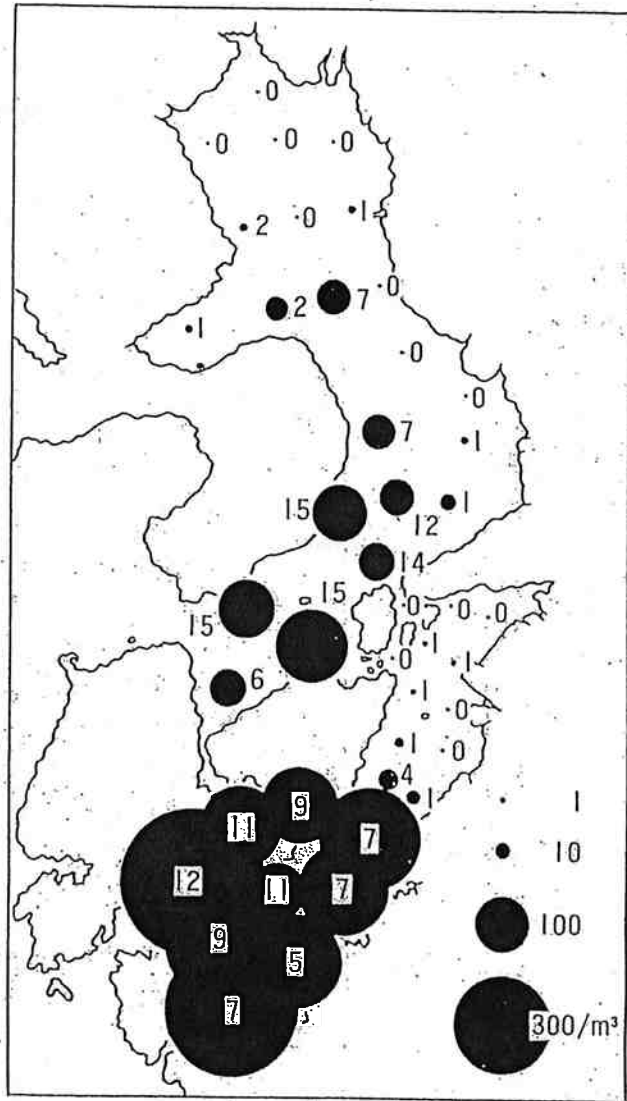


図4 有明海・八代海における外洋性かいあし類の出現状況。
 数字は種数、円の大きさは海水1 m³ 当たりの個体数を示す (弘田, 1978)