

熊本県水産研究センター研究報告

第7号

目次

熊本県八代海における船びき網漁業の漁獲物に関する調査……………大塚 徹・村上清典	1
熊本県八代海におけるシラス漁業とカタクチイワシ仔稚魚の動態……………大塚 徹・村上清典	5
フェバンテルのトラフグに寄生するエラムシ <i>Heterobothrium okamotoi</i> に対する駆虫効果 ……………木村武志・鮫島 守・野村昌功・森田 淳・溝口秀樹・石原 守	25
八代海における有害プランクトンの発生状況と予察法の検討 ……………櫻田清成・木野世紀・小山長久・糸山力生	31
八代海における 2004 年度および 2005 年度の植物プランクトンの分布 ・吉田 誠・安達真由美・西田泰輔・永田大生・岩竹悠里・木野世紀・櫻田清成・大和田紘一	45
熊本県湯島近海の延縄で捕獲された鮫類……………川崎信司	53
熊本県天草沿岸に出現したメジロザメ属 - II……………川崎信司・大塚 徹	67
熊本県におけるコイヘルペスウイルス (KHV) 病の発生……………宗 達郎・松岡貴浩	73

平成19年3月

熊本県水産研究センター

熊本県八代海における船びき網漁業の 漁獲物に関する調査

大塚 徹、村上 清典*¹

The catches caught by surrounding net fishries of Shirasu (Japanese anchovy larvae)
in the Yatsushiro Sea, Kumamoto Prefecture.

* 1 熊本県農業研究センター

Toru Otsuka, Kiyonori Murakami

キーワード：機船船びき網漁業、混獲物、休漁日、シラス、カタクチイワシ

1 漁業の概要

熊本県八代海では、一般に「シラス」または「チリメン」と呼ばれるいわし類仔稚魚（近年八代海では主にカタクチイワシ）を対象とした、機船船びき網漁業が盛んである。

いわし類仔稚魚は、全長のサイズにより呼び名が変わり、全長 3cm 程度までを「シラス」、全長 5cm 程度までを「カエリ」、全長 5cm 以上を「イリコ」と呼んでいる。

操業時期は、年によってズレはあるものの、シラス、カエリを対象とする操業は、春漁と秋漁に区別される。しかし、漁獲量は春漁が断然多い。イリコを対象とする操業は、夏期に操業される。

操業形態は、シラスの魚群を魚群探知機で探索する魚探船 1 隻と、その魚群を漁獲する網船 2 隻、網船が漁獲した漁獲物をシラス加工施設近くの岸壁まで運搬する運搬船 1 隻の計 4 隻を使用して操業される。

機船船びき網漁業に従事する人数も、魚探船と運搬船に 1 人ずつ、網船には 1~2 人乗船するので、総勢 4~6 人が船上で従事している。更に、加工場を経営している場合、そこで作業する従事者も含めると、機船船びき網漁業 1 経営体 10 人以上が従事しており、他漁業に比べると大規模経営という事ができ、今でも漁村集落において、中核的役割を担っている。

1989 年以降の漁獲量及び漁獲金額を見ると、漁獲量は、1991 年に 1 度目のピークを迎え、1,782 トン、漁獲金額 613 百万円を記録した。しかし、1993 年から 1997 年まで急激に減少し、漁獲量が 400 トン、漁獲金額は 2 億円程度で推移した。1998 年から漁獲量、漁獲金額共に回復し、1999 年は漁獲量 2,890 トン、漁獲金額 1,168 百万円と 2 度目のピークを迎えた。2000 年も、漁獲量 2,624 トン、漁獲金額 1,063 百万円と好調を記録した。

しかし、翌年 2001 年には、漁獲量 1,153 トン、漁獲金額 470 百万円と急激に減少した。2004 年には、970 トンと遂に漁獲量が 1,000 トンを下回り、漁獲金額も 340 百万円と最盛期の半分以上にまで減少した。2005 年度は漁獲量 1,590 トンと増加した。(図 1)

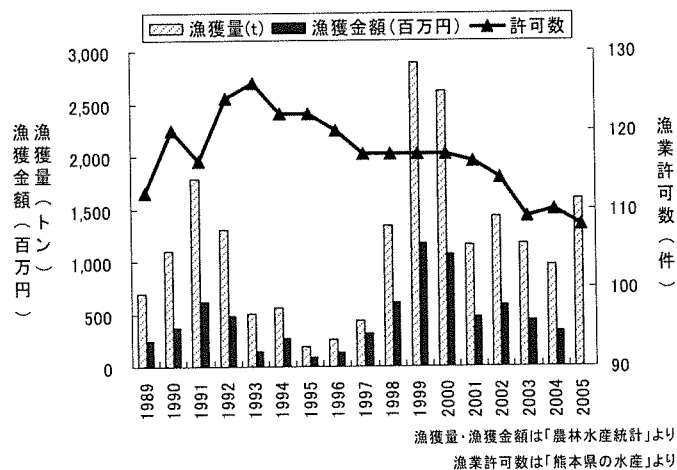


図 1 シラスの漁獲量と漁獲金額及び漁業許可数

2 水産業としての重要性

また、本県におけるシラスの漁獲量のほとんどが八代海で漁獲され、前述したように夏場はイリコ漁も盛んに行われる。八代海全体の漁獲量に占める機船船びき網漁業の漁獲量の割合を図2に示した。1995年以降、八代海全体の漁獲量は減少傾向を示すが、機船船びき網漁業の漁獲量は、横ばい傾向を保っている。

更に、八代海全体の漁獲量に占める機船船びき網漁業の漁獲量の割合も、1995年以降、30%以上と高い値で推移しており、同漁業は地域経済にとっても重要な産業の1つである。

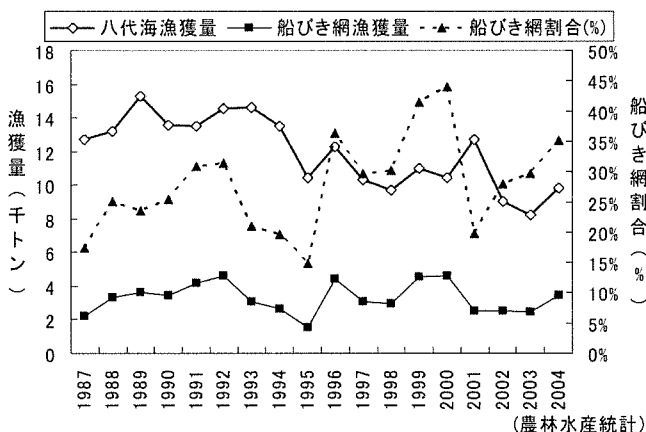


図2 八代海全漁獲量と船びき網漁業の漁獲量の割合

3 水産資源からの課題

機船船びき網漁業が漁獲対象とするシラスは、生態系構造においては低次被捕食者であり、他の幼稚魚の餌料としても重要であることから、漁場基礎生産力評価の指標種としても非常に重要な生態的地位を占めている。¹⁾²⁾

また、仔稚魚を対象とする操業上の特殊性から、使用する漁網の袋網部の目合いは、約1mm程度と非常に小さい。

更に、操業の最盛期である春漁の時期は、いわし類仔稚魚以外の魚介類の発生時期でもあることから、機船船びき網漁業の漁獲物に混じるいわし類仔稚魚以外の魚介類（以下混獲物と記す）が、八代海の水産資源に与える影響や漁獲物の価格の低下等について度々議論されてきた。

そこで、同海域全体の漁業生産向上に繋がる資源保護的操業手法を検討すると共に、機船船びき網漁業の漁家経営の改善を目的として、機船船びき

網漁業の漁獲物に含まれる混獲物の実態について調査した。

方法

混獲物調査は、地元関係漁業者により組織された不知火いわし網組合が定めた休漁日（月2日：第2土曜日、第4火曜日）の前後1日実施し、休漁日の前後での混獲物の状況について検討した。

2004年の調査は、11月13日と12月11日の休漁日の前後、計4日実施した。

調査は、標本船が加工場に水揚げした漁獲物が、加熱処理される工程において、漁獲物の中から目視により主な混獲物を探し、サンプルとして採取する方法で実施した。

採取した混獲物は、種類、全長、体重、尾数等を計測した。

結果と考察

表1に、休漁日（2004年11月13日と12月11日）前後の操業による漁獲物中に占める混獲物の種類と尾数及び重量の結果を示した。

その結果、休漁日の次の日の混獲物は魚種、尾数、重量とも少ないことから、資源管理の方策として休漁日設定が有効であることが分かった。

更に、漁獲効率を把握するため、CPUE（t/統/日）の推移を図4に示す。

その結果、操業を数日継続するとCPUE（t/統/日）は減少し、休漁日や悪天候により操業を休漁した次の日のCPUE（t/統/日）は増加し、休漁日後の値が休漁日前の値より高くなる傾向が見られた。

以上の結果から、休漁日の次の日の方が、漁獲効率も良く、混獲物も少ないという結果が得られた。

休漁日を設定することにより、漁獲効率が高くなったり、混獲物が減少したりしたのは、海中で群れを形成するシラスの特性が関係していると思われる。操業を数日継続することにより、シラスの魚群は分散され、魚探に映るシラスの魚群反応も小さくなる。魚群が小さく、広範囲に分散されることにより、操業効率は低下し、いわし類仔稚魚以外の魚群の反応との区別が困難となることで、混獲物も増加すると考えられる。

そこで休漁日設けることにより、広範囲に分散していたシラスの群れが、再び密集した大きな魚群を形成することにより、シラス以外の魚群との区別

が可能となり、漁獲効率も高くなると考えられる。

この結果については、関係漁協及び漁業者に説明し、内容についてのご理解は頂いた。漁業者も休漁日を設定することにより漁獲効率が向上し、混獲物が減少することは実感しており、調査結果の裏付けは得られたと考える。

しかし、操業は天候により左右されやすく、八代海内でも海域によって受ける影響も異なることから、休漁日の増設について抵抗感があるものと思われた。休漁日を増設するのであれば、統一して設定する方法と月毎の定数性を望む意見が聞かれた。

また、緒言でも述べたように、操業だけでも4～6人が従事する経営体であることから、漁獲量があまり望めなくても出漁せざるを得ないとの意見が聞かれた。

表1 休漁日前後の漁獲物中に占める混獲物

11月12日			11月13日	11月14日		
魚種	総重量(g)	尾数		魚種	総重量(g)	尾数
タチウオ	686.9	50	休 漁 日	タチウオ	4.5	7
その他のイカ類	3.2	4		その他のイカ類	2.6	3
コウイカ	356.3	2		ハゼ	0.5	1
エソ類	250.7	2				
サツパ	26.2	3				
計	1323.3	61		計	7.6	11

12月10日			12月11日	12月12日		
魚種	総重量(g)	尾数		魚種	総重量(g)	尾数
その他のイカ類	31.9	4	休 漁 日	その他のイカ類	277.0	1
マダイ	207.0	2				
タチウオ	897.0	11				
コウイカ	523.0	2				
モチウオ	514.0	2				
エソ類	21.2	2				
不明	11.1	6				
計	2,205.2	29		計	277.0	1

春漁

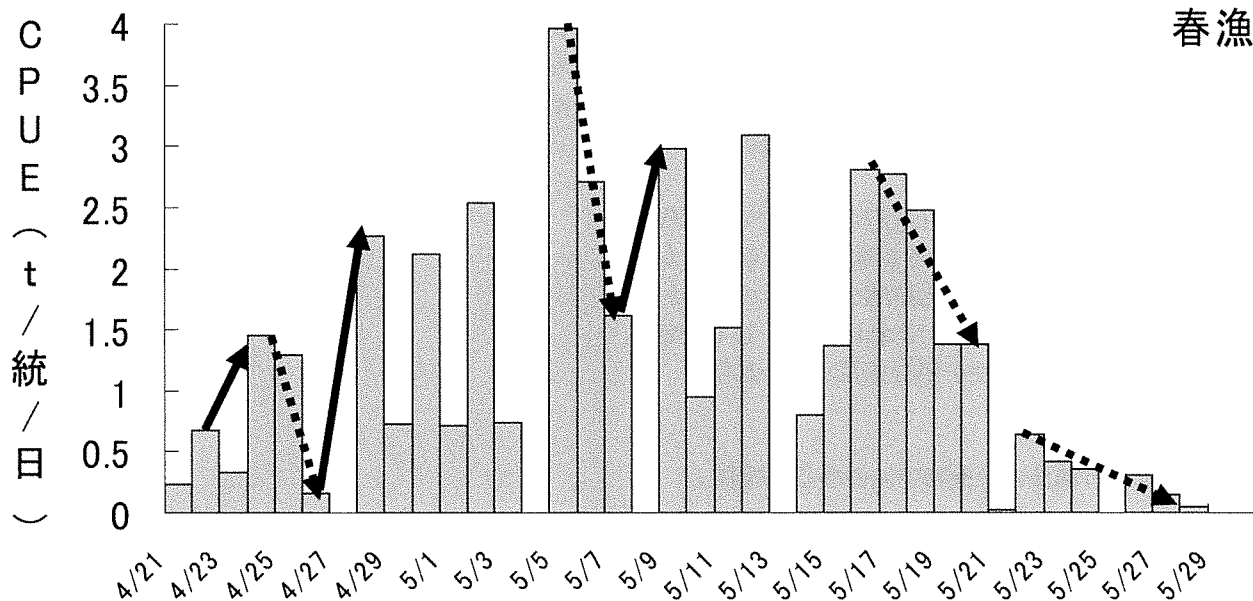


図3 2004年春漁における休漁日とCPUE (t/統/日)の推移

船びき網漁業は操業の特殊性から、漁獲物に含まれる混獲物が他魚種の資源に与える影響も懸念されることから、シラス以外の資源に与える影響の少ない操業手法を検討する必要がある。その上で必要となる、漁獲金額や漁業経費の把握についても検討していく。

また、漁獲物に含まれる混獲物は、船びき網漁業の漁獲対象であるシラスの商品価値を低下させ、漁業収入に影響を及ぼしている。したがって、今後も休漁日の有効性について調査・検討し、漁獲物組成の確認と船びき網漁業の漁業収入等に関連するデータ収集を行うと共に、環境要因等のデータ等から年間漁獲予測等の情報を漁業者に提供するなど、船びき網漁業の漁業経営の改善について積極的に検討する必要がある。

要約

休漁日前後の漁獲量、混獲状況について比較した結果、春漁の漁獲開始から漁獲のピーク時までは、休漁日前より休漁日後の方が、漁獲量は増加し、混獲物も減少したことから、漁獲効率の向上とその他魚類の混獲量の削減による品質向上について、休漁日の有効性が示唆された。

文献

- 1) 川崎 健. 浮魚の生態と資源変動の解明. 水産海洋研究 1989;53:178-191.
- 2) 鶴田義成:「カタクチイワシの生活史戦略」日本水産学会誌 VOL. 67-No7: 1133-1143、(2001)

熊本県八代海におけるシラス漁業と カタクチイワシ仔稚魚の動態

大塚 徹、村上 清典*¹

Anchovy larvae(Shirasu) fishries and spatio-temporal distribution of the larvae
in the Yatsushiro Sea, Kumamoto Prefecture.

* 1 熊本県農業研究センター
Toru Otsuka, Kiyonori Murakami

キーワード：八代海、カタクチイワシ、シラス、機船船びき網漁業

1 調査目的

熊本県八代海では、魚探船1隻と網船2隻、更に運搬船1隻を使用して操業される、機船船びき網漁業が盛んである。漁獲の対象は、一般にシラスと呼ばれる(イワシ類仔稚魚)で、カタクチイワシの仔稚魚がその大半を占める。漁獲量は、農林水産統計によると、1999年及び2000年には2,500トン以上を記録したものの、2003年には1,173トン、2004年には970トンと1,000トンを下回り、最盛期の半分以下にまで減少したが、2005年は1,590トンと増加した(図1)。

本県におけるシラスの漁獲量のほとんどが八代海で漁獲されており、機船船びき網漁業の生産量、生

産額の割合は、八代海の水産業において高く、地域経済にとっても重要な産業である。

また、機船船びき網漁業が漁獲対象とするシラスは、生態系構造においては低次被捕食者であり、他の幼稚魚の餌料としても重要であることから、漁場基礎生産力評価の指標種としても非常に重要な生態的地位を占めている。¹⁾²⁾

そこで、シラスの生態や資源状況を把握すると共に、漁業によるシラスの資源利用状況を調査し、シラス資源の持続的利用方を検討する。さらに、機船船びき網漁業の漁家経営の安定化及び同海域全体の漁業生産向上に寄与することを目的として調査を実施した。

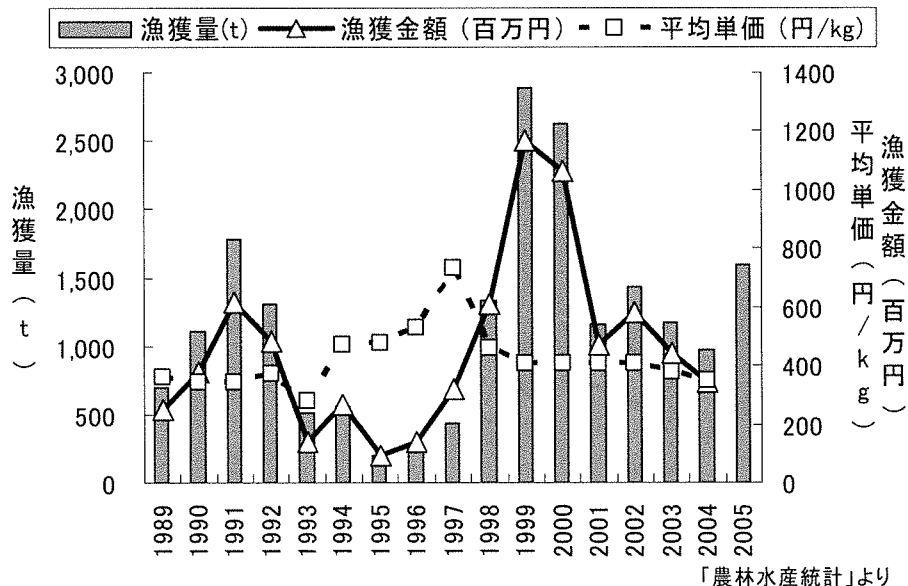


図1 八代海におけるシラスの漁獲量、漁獲金額及び平均単価

2 調査方法

ア 卵仔稚魚調査

シラスの発生海域や加入状況、分布を把握するため卵仔稚魚調査を実施した。八代海沿岸域の地元漁業者を対象に実際の操業海域、資源の発生予想海域等を聞き取り調査し、調査は、図2に示す調査定点に於いて実施した。

調査は、当センター所属調査船「ひのくに」(49t)により、2005年4月11日から2006年3月7日の計24回実施した。調査定点では、海底上5mの水深からLNPネット(口径45cm、網目NGG54)を鉛直曳きし卵仔稚魚の採集を行った。なお、採取したサンプルは5%濃度のホルマリンで固定し、査定は外部業者に委託した。

さらに多くのデータを得るためと、他の海域のデータも収集するため、当水産研究センター浅海干潟研究部が毎月実施する八代海定線調査と資源研究部が行う地域資源培養管理技術開発試験の資源生態調査(仔稚魚調査)時に合わせて、平成17年4月から毎月2~4日、図3に示す調査定点においても、前述と同様の調査を実施した。

イ 計量科学魚群探知機による直接推定調査

調査は、2006年4月、5月、6月、7月、8月に計10回、当水産研究センター所属調査船「ひのくに」に搭載されている計量科学魚群探知機を使用し実施した直接推定調査計測した。



図2 卵仔稚魚調査及び計量科学魚群探知機による直接推定調査の調査定点

図2に示す調査定点（八代海、天草東海域）で実施した。当水産研究センター調査船「ひのくに」に搭載している計量科学魚群探知機（SIMRAD社製EK60（2周波：38kHz、200kHz））を使用し、直接シラス現存量を推定するため魚群反応を測定後、専用解析ソフトBI500を用いて解析した。なお、現存量指標値はイワシ類と思われる魚群の面積後方散乱係数（SA値）を調査線毎に収集した。

ウ シラスとカエリの漁獲量調査

調査は、シラスを対象とする機船船びき網漁業者、漁業者が所属する不知火いわし網組合及び関係漁業協同組合の協力により、2004年4月から2006年1月までの間、操業日毎の漁獲量を調査した。

エ 漁獲物精密調査

シラスの生物学的知見を収集するため、船びき網漁業が盛んな春漁と秋漁を主体に、2004年5月、6

月、7月、8月、11月、12月、2005年5月、6月、7月、11月、12月に漁獲されたイワシ類の仔稚魚（シラス、カエリ）及び成魚（イリコ）をサンプルとして収集し、地区別採取日別にそれぞれ100検体について精密測定を行った。精密測定のためのサンプルは、全長、被鱗長、体重、生殖腺重量を測定すると共に、耳石の日輪数を計測し、発生時期や成長、成熟等について調査した。サンプルは、測定後10%ホルマリンで固定し保存した。

2005年5月から12月までに、5～6月の春漁、6～7月のイリコ漁、10～12月の秋漁期間中、月2、3回シラスが水揚げされる加工場や漁協においてサンプルを収集し、採取日別にそれぞれ100検体の全長、体重を計測した。

オ 本県海域におけるシラス資源の循環

ア～エの結果をもとに、本県海域におけるシラスの資源循環について推察した。

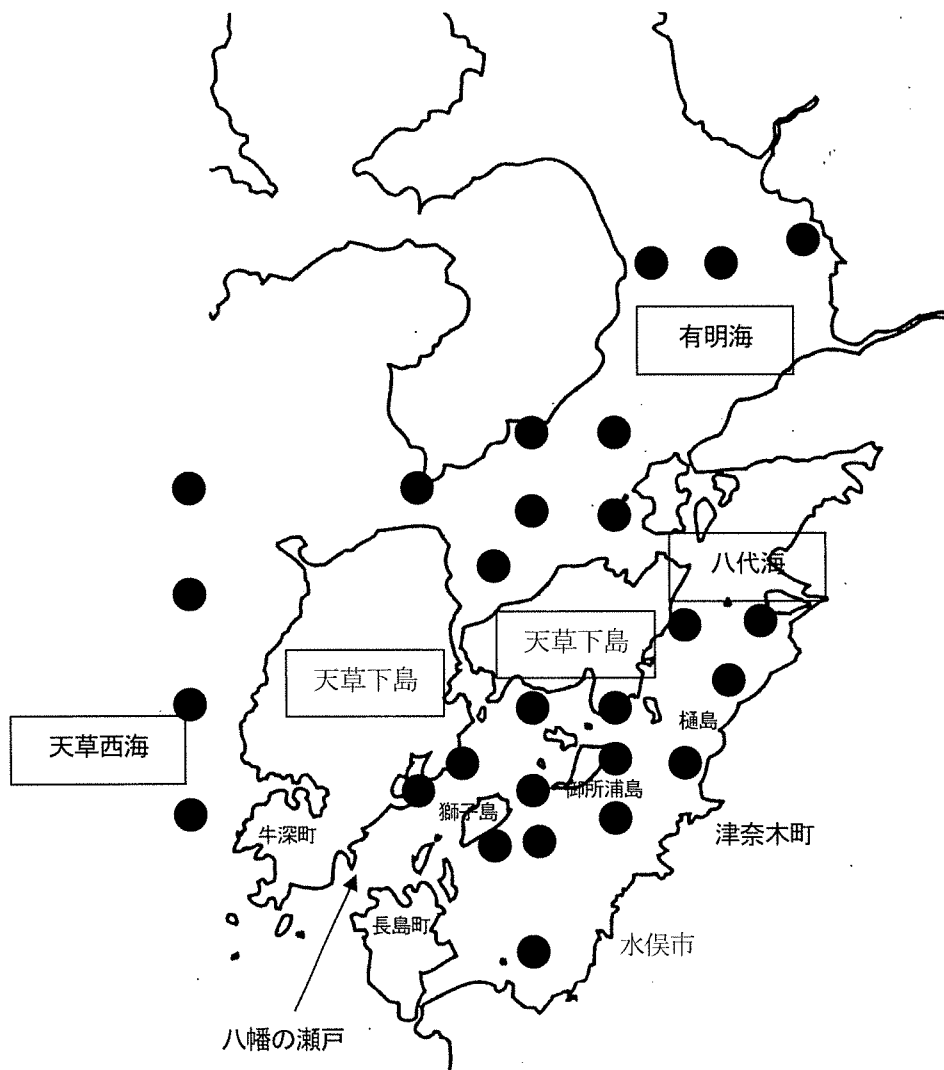


図3 八代海定線調査及び資源生態調査（仔稚魚調査）の調査定点

3 調査結果と考察

ア 卵仔稚魚調査

2005年に実施した、卵仔稚魚調査による、卵及び仔稚魚の調査日別採取数を図4～7に示す。

4月の卵の分布状況は、天草市牛深町の南海域を主体に八幡の瀬戸から八代海の御所浦島及び樋島周辺に分布していた。仔稚魚も、天草市牛深町の南海域を主体に八幡の瀬戸周辺に多く分布していた。ただ、御所浦島周辺は少なく、樋島周辺は殆ど分布していなかった。

5月の卵の分布状況も、天草市牛深町の南海域を主体に八幡の瀬戸から八代海の御所浦島及び樋島周辺に分布していたが、4月と比べると御所浦島周辺海域で増加していた。仔稚魚の分布も卵同様、天草西海を主体に八幡の瀬戸から八代海の御所浦島周辺に分布し、御所浦島周辺は増加していた。

6月の卵の分布状況は、天草市牛深町の南海域では減少し、主に八幡の瀬戸北部から御所浦島周辺に分布していた。仔稚魚の分布も卵同様であった。

7月の卵の分布状況は、全体的に減少したものの、八幡の瀬戸から御所浦島周辺に分布していた。仔稚魚の分布は、全体的に大きく減少して、八幡の瀬戸と八代海中部に分布していた。8月以降の結果については、現在集計中である。

以上の結果から、シラス春群は、牛深町南海域からの加入が強く示唆された。4月上旬から加入が開始され、ピークは5月下旬、そして6月下旬から7月上旬で加入が終了したと推察された。

なお、この調査結果で、八代海北部での卵仔稚魚の採取が殆どなかったが、八代海北部でも羽瀬網漁業によりシラスが漁獲されていることから、シラスの分布は確認されている。

この調査は、シラスに限らず八代海の水産資源の発生初期の状況を把握するうえで重要なデータとなり得ることから、卵仔稚魚の採取方法の改善を検討し調査を継続する必要がある。

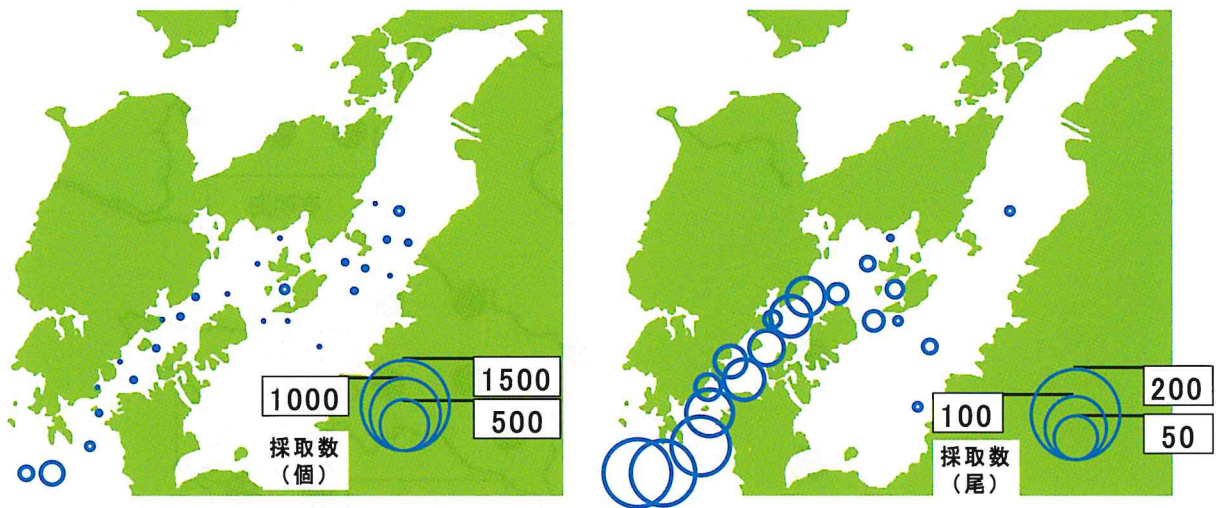


図4 卵仔稚魚調査によるかか仔魚の卵・仔稚魚の採取数（調査日：4月11,13日 左：卵、右：仔稚魚）

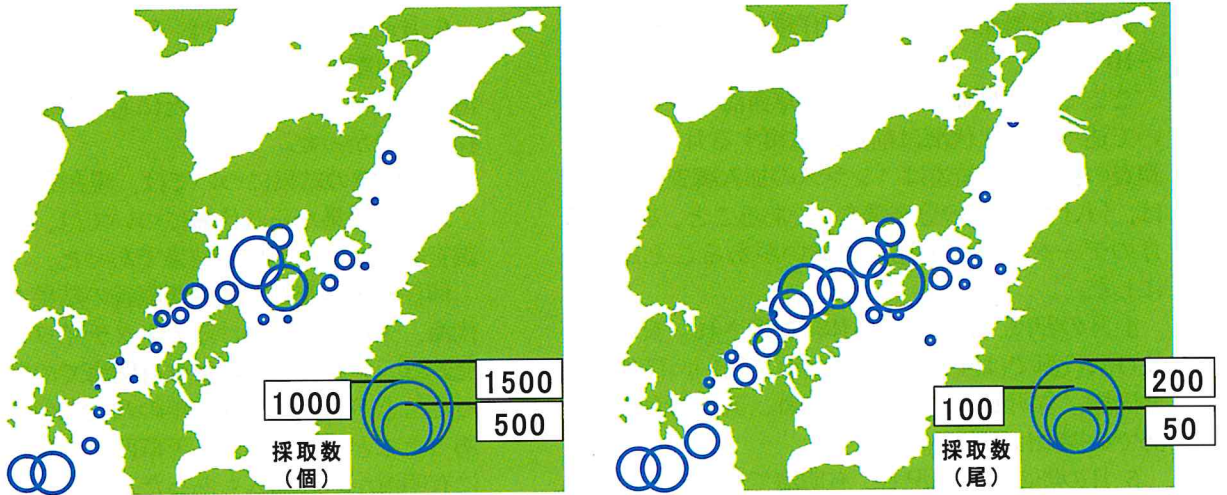


図5 卵仔稚魚調査によるかか子イワシの卵・仔稚魚の採取数（調査日：5月16,17日 左：卵、右：仔稚魚）

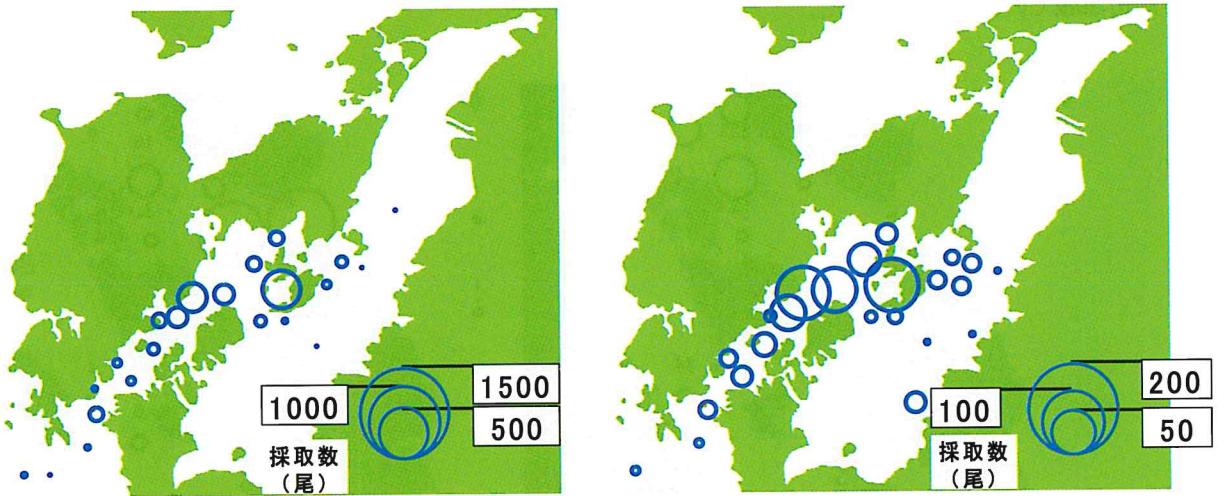


図6 卵仔稚魚調査によるかか子イワシの卵・仔稚魚の採取数（調査日：6月20,21日 左：卵、右：仔稚魚）

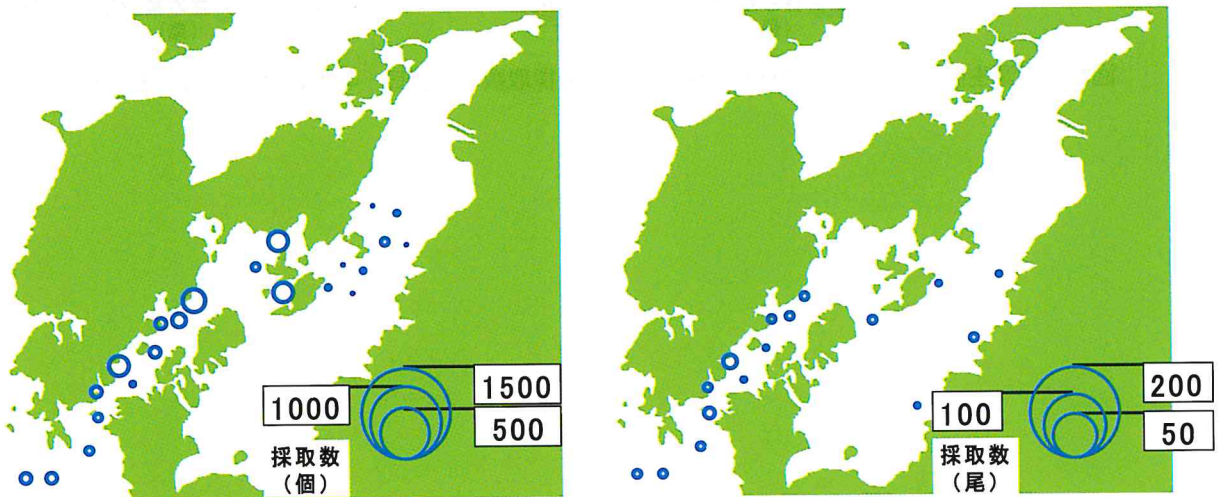


図7 卵仔稚魚調査によるかか子イワシの卵・仔稚魚の採取数（調査日：7月17,20日 左：卵、右：仔稚魚）

資源生態調査による卵及び仔稚魚の採取数を図 8～10 に示す。

ここでは有明海、八代海、天草西海の 3 海域について述べる。八代海は前述と重複する月もあるが、調査の狙いが、前述は「シラスの加入調査」ここでは、「八代海全域の分布調査」であること、加えて 7 月のデータが無く前述と不揃いがあることから別にした。

4 月の卵は、有明海を主体に採取され、天草西海及び八代海ではほとんど採取されてない。仔稚魚も卵同様、有明海を主体に採取され、天草西海や八代海での採取は少ない。

5 月の卵の分布状況も、有明海で多く、八代海の御所浦島周辺では採取が増加した。仔稚魚は、有明海での採取は減少し、天草西海域や八代海御所浦島周辺海域での採取が急増した。

6 月の卵の分布状況は、3 海域とも減少し、天草西海では採取がなかった。仔稚魚も同様で、天草西海は前月に多く採取されたにもかかわらず、6 月に採取はなかった。

7 月以降の結果については、現在集計中である。

以上の結果から八代海については、前述のシラス調査結果とほぼ同様の結果であった。

卵仔稚魚調査と資源生態調査の結果を有明海、八代海、天草西海におけるカタクチイワシ資源面から見れば、4 月に八代海より有明海での採取数が多かったことが特徴で、2005 年の八代海の春漁が好漁であったことについては、天草西海からの加入と同時に有明海からの加入もあったと考えられ、今後も調査を継続したい。

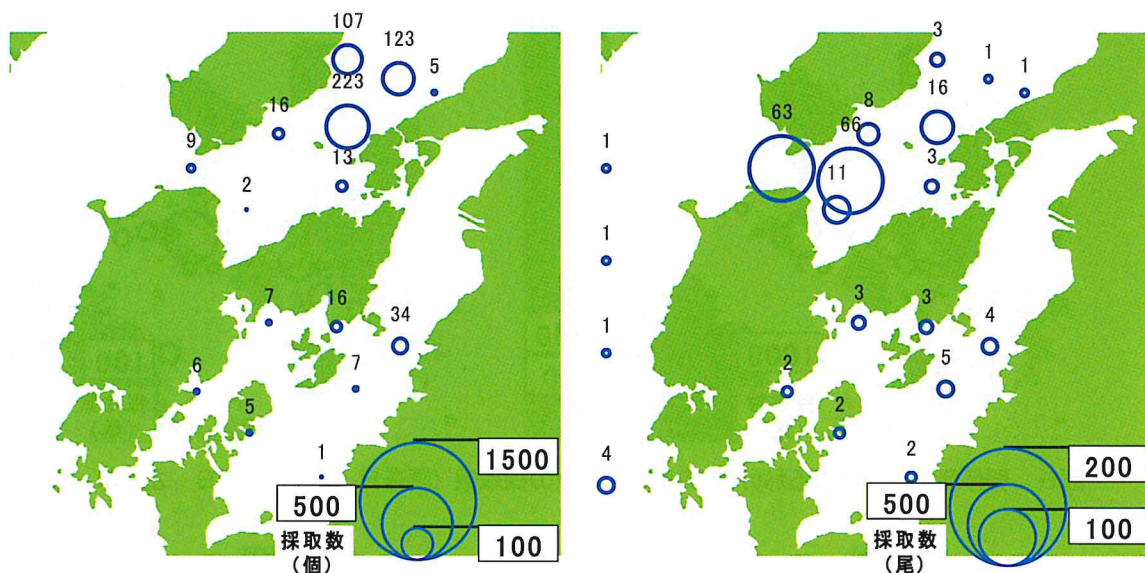


図 8 資源生態調査によるかクチイワシの卵・仔稚魚の採取数 (調査日: 4 月 12, 18, 26 日 左: 卵、右: 仔稚魚)

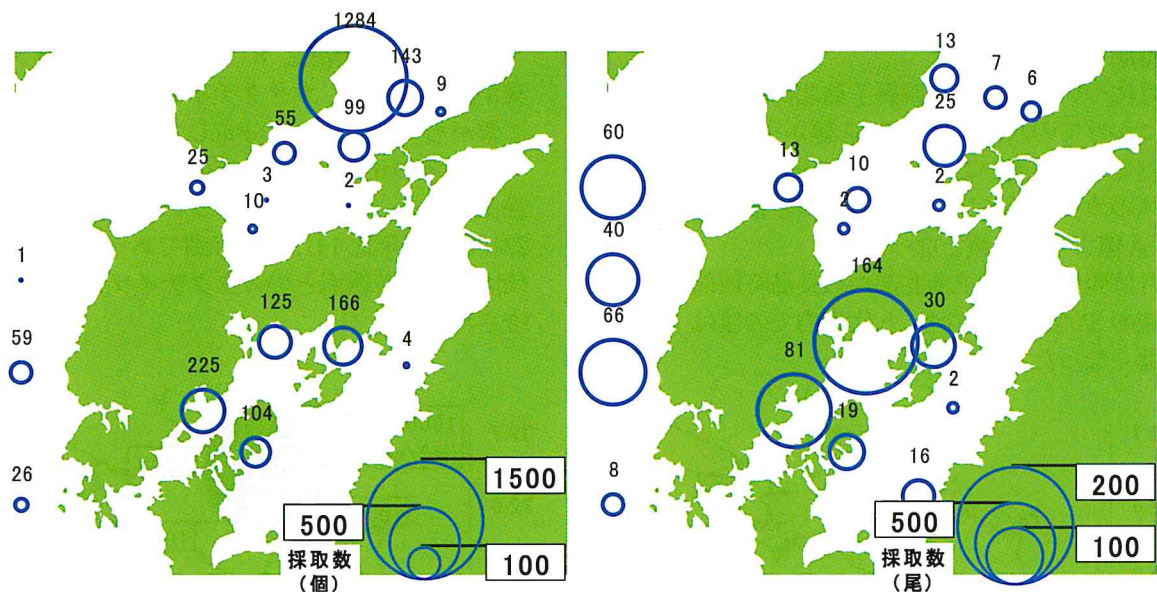


図9 資源生態調査によるカクチイワシの卵・仔稚魚の採取数（調査日：5月19, 23, 26日 左：卵、右：仔稚魚）

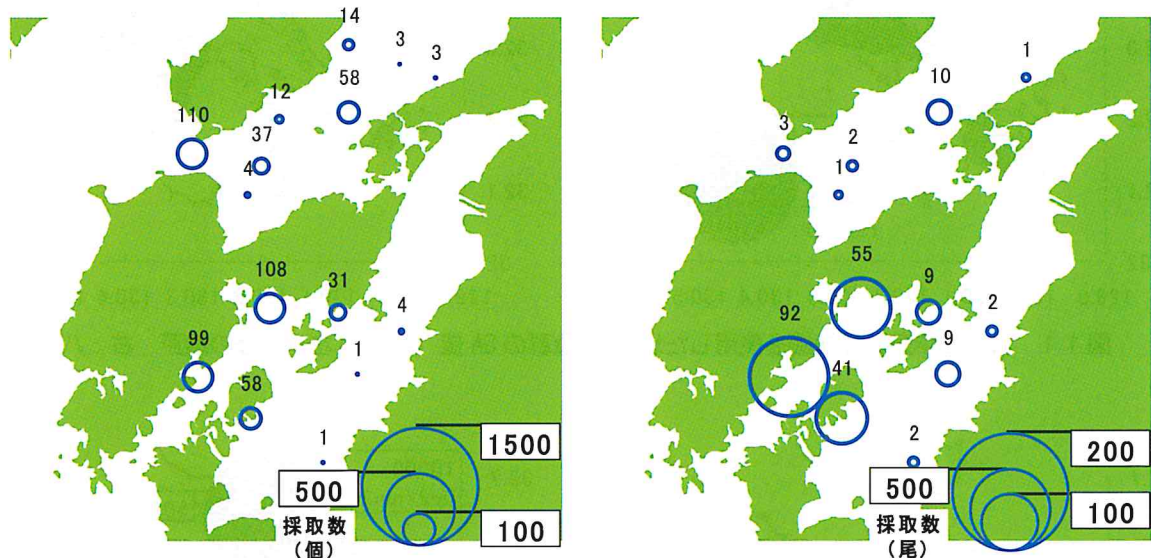


図10 資源生態調査によるカクチイワシの卵・仔稚魚の採取数（調査日：6月10, 14, 17日 左：卵、右：仔稚魚）

イ 計量科学魚群探知機による直接推定調査

2004年4月、5月、6月、7月、8月に、当水産研究センター所属調査船「ひのくに」に搭載されている計量科学魚群探知機（SIMRAD社製EK60（2周波：38kHz、200kHz））を使用し実施した直接推定調査計測の結果を図11～15に示す。

4月は、鹿児島県獅子島北部から長島町西部海域にかけての八幡の瀬戸で最大SA値（イワシ類と思われる魚群の面積後方散乱係数）1,500 m^2/nm^2 を示し、同海域における資源の分布が確認できた。また、漁獲量調査の結果から今年の春漁は4月下旬から始まっており、

八代海内でも最大SA値1,100 m^2/nm^2 を示し、シラス資源の分布が確認できた。

5月は、鹿児島県獅子島北部から長島町西部海域にかけての八幡の瀬戸のSA値が低くなり、八代海内での値が高く、最大SA値3,400 m^2/nm^2 を示した。卵仔稚魚調査と八代海定線調査による仔稚魚採取数も5月に御所浦島周辺で高い値を示していた。

6月については、御所浦島、獅子島、長島周辺で散発的に高いSA値を示した。漁獲量調査からシラスの春漁は5月下旬で終了しているが、イリコサイズのカタクチイワシは好漁であったことから、直接推定調査によるSA値はイリコサイズのカタクチイワシによるも

のと推測される。

7月についても鹿児島県獅子島北部から長島町西部海域にかけての八幡の瀬戸のSA値が引き続き高く、八代海内での値も高いことから、6月同様SA値はイリコサイズのカタクチイワシによるものと推測されるが、6月のSA値より低い値となった。

8月は鹿児島県獅子島北部から長島町西部海域の長島海域のSA値が高くなり、八代海内での値は7月の値より低くなった。

漁獲量調査の結果、8月末迄イリコサイズ狙いの操業が続いており、カタクチイワシが八代海と天草西海に繋がる八幡の瀬戸に分布していたものと推察される。

2004年の6月から8月迄の天草西海における棒受網漁業によるカタクチイワシの水揚げ量は、前年比221.3%、平年比141.1%と好調であったことから、八代海内と天草西海とのカタクチイワシ資源の関連が示唆される。

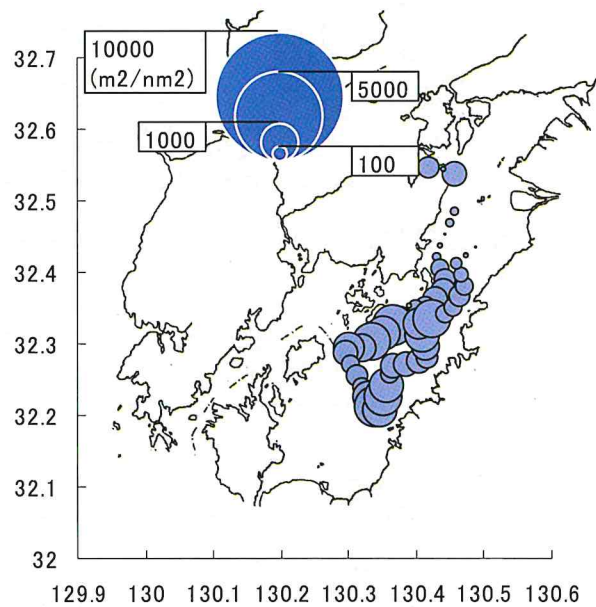
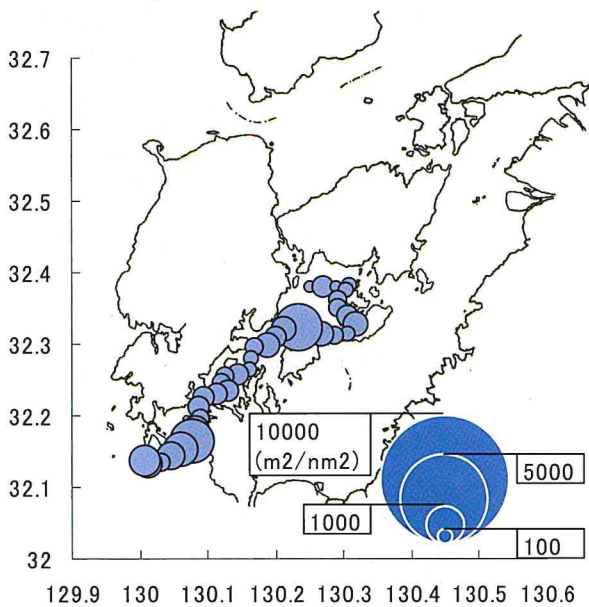


図11 計量科学魚群探知機を使用したカタクチイワシ魚群のSA値(4月)(左:八幡の瀬戸 右:八代海)

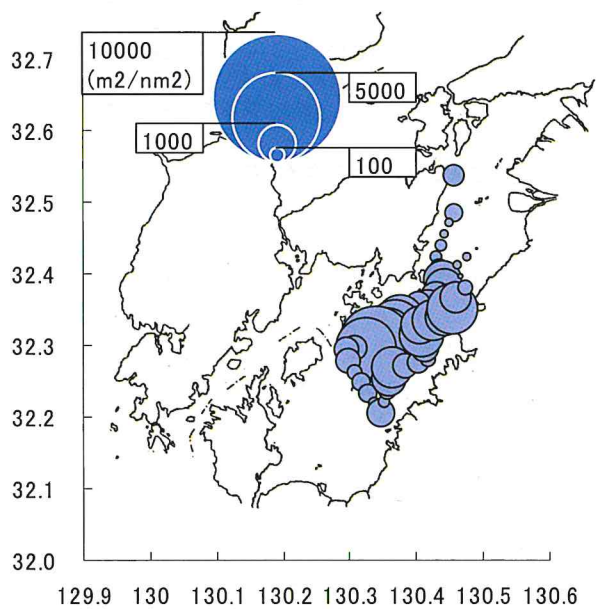
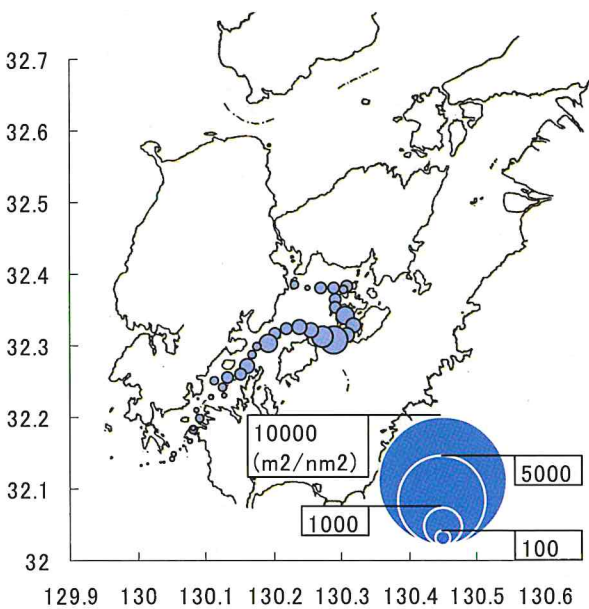


図12 計量科学魚群探知機を使用したカタクチイワシ魚群のSA値(5月)(左:八幡の瀬戸 右:八代海)

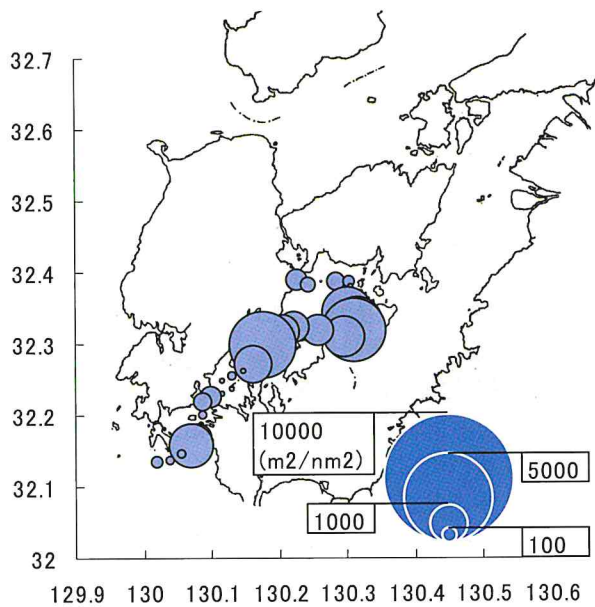


図 1 3 計量科学魚群探知機を使用したカクチイワシ魚群のSA値(6月)(左:八幡の瀬戸 右:八代海)

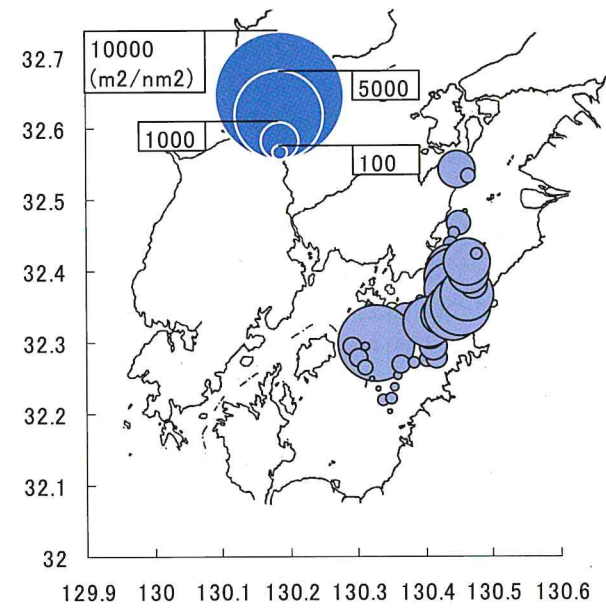
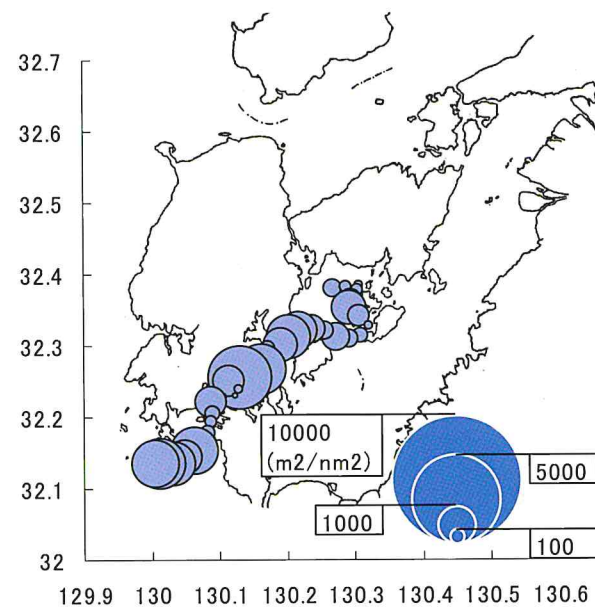
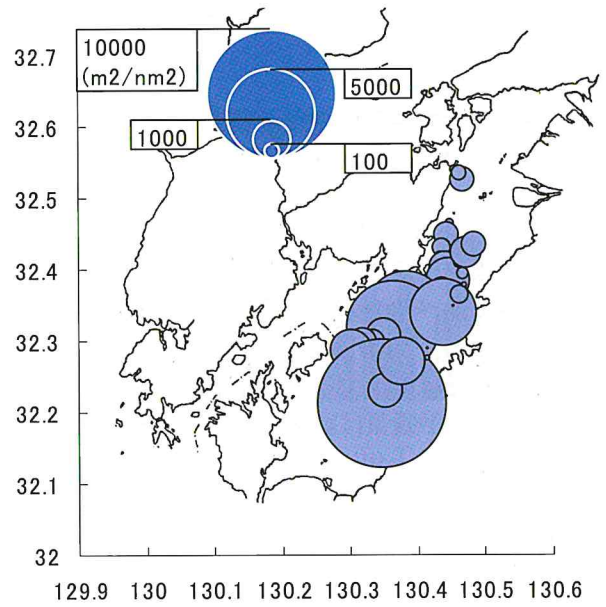


図 1 4 計量科学魚群探知機を使用したカクチイワシ魚群のSA値(7月)(左:八幡の瀬戸 右:八代海)

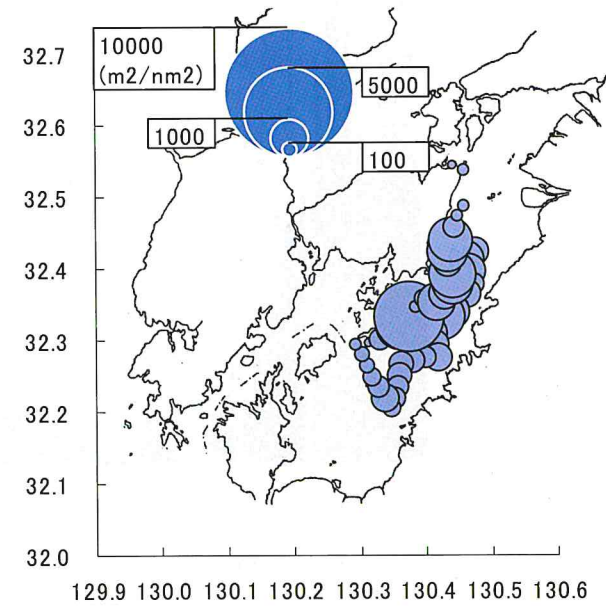
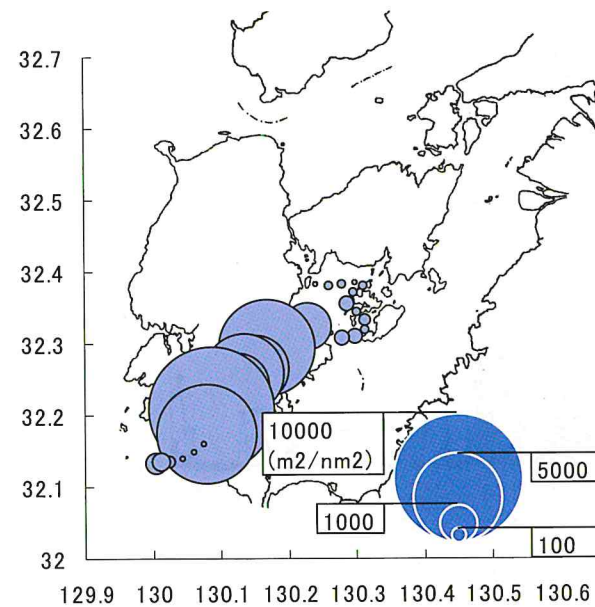


図 1 5 計量科学魚群探知機を使用したカクチイワシ魚群のSA値(8月)(左:八幡の瀬戸 右:八代海)

ウ シラスとカエリの漁獲量調査

2004年に実施した漁獲量調査の結果から、八代海沿岸5地区の年間を通したシラスとカエリの漁獲量の推移を図16に示す。

その結果、シラス漁は春漁と秋漁にはっきり分かれ、春漁に比べ秋漁の漁獲量が少なかった。春漁の漁獲量は、4月下旬から5月上旬にピークを示した。その後漁獲量は減少するが、操業は5月下旬まで続いた。春漁の漁獲量は約900トンであった。秋漁の漁獲量は、12月上旬にピークを示した。その後増減を繰り返しながら操業は1月上旬まで続いた。秋漁の漁獲量は約300トンであった。春漁と秋漁の漁獲量の合計は1,200トンであった。ただし、調査した漁獲量については八代海沿岸2地区が含まれていない。それでも、2003年の農林水産統計の漁獲量と比較すると、若干2004年の漁獲量が上回った。

操業隻数については、春漁に比べ秋漁の方が操業期間が長かったこともあったが、秋漁の方が春漁より多かった。各漁期の操業効率を検証するため、春漁と秋漁についてのCPUE(1隻当たりの漁獲量:t/日/隻)を図17、18に示す。春漁におけるCPUEは、地区によって差はあるものの平均1.5程度であるが、秋漁については、平均0.3程度しかなく、春漁と比較すると明らかに操業効率が悪いことが判明した。

2005年は、津奈木漁業協同組合に水揚げされた分しか調査ができなかったため、2005年の津奈木漁業協同組合に水揚げされたシラスの漁獲量の推移を図19、20に示す。2005年のシラス漁も春漁と秋漁に明確に分かれ、春漁に比べ秋漁の漁獲量が少なかった。春漁は、4月下旬から始まり、5月下旬から6月上旬にピークを示した。その後漁獲量は減少するが、操業は6月下旬まで続いた。操業は前年度より約1ヶ月間長く続いた。その結果、同漁協の春漁の漁獲量は約21.6トンであった。秋漁は、10月下旬から始まり、11月下旬から12月上旬にピークを示した。その後漁獲量は減少するが、操業は12月下旬まで続いた。秋漁の操業期間は昨年度とほぼ同様であった。秋漁の漁獲量は約2.2トンであった。

本県シラスについては、漁協共販体制が不十分であるため、同漁協に水揚げされた量をもとに、八代海における船びき網漁業の1日の操業回数(4回)と本県の船びき網漁業許可数(55統)等から八代海全体の水揚げ量を算出した。その結果、八代海全体の春漁の漁獲量は約1,900トン、秋漁の漁獲量は約200トンと推定された。

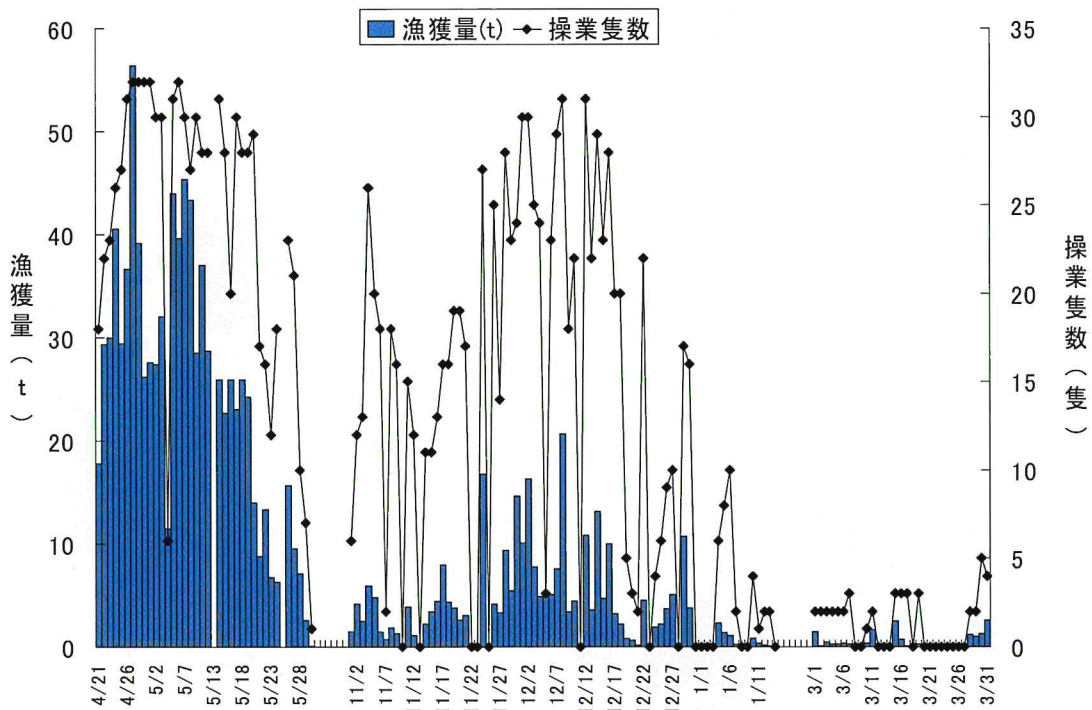


図16 2004年八代海沿岸5地区の日別漁獲量と操業隻数

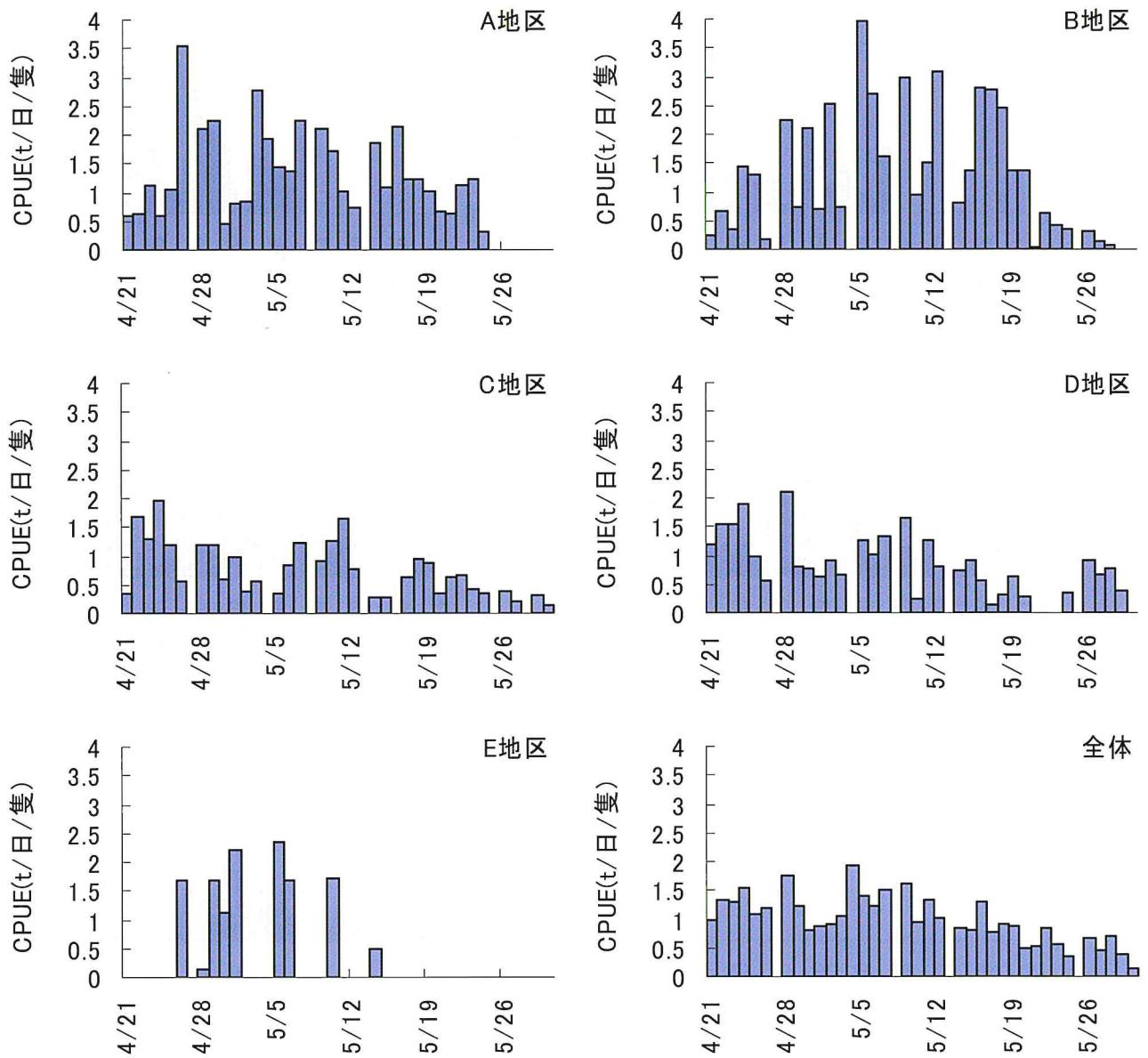


図17 2004年春漁におけるCPUE (1隻当たりの漁獲量:t/日/隻)

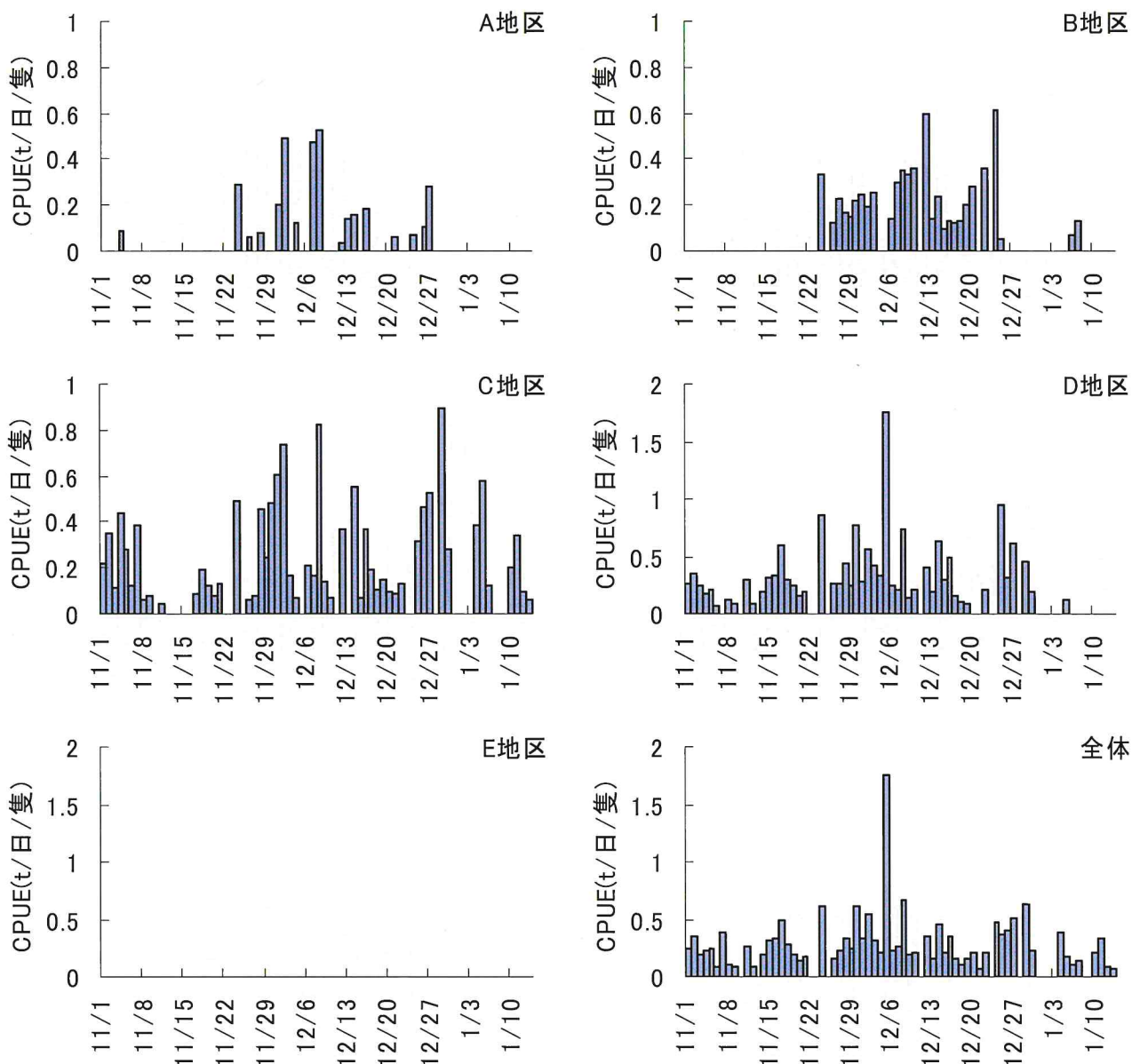


図18 2004年秋漁におけるCPUE (1隻当たりの漁獲量:t/日/隻)

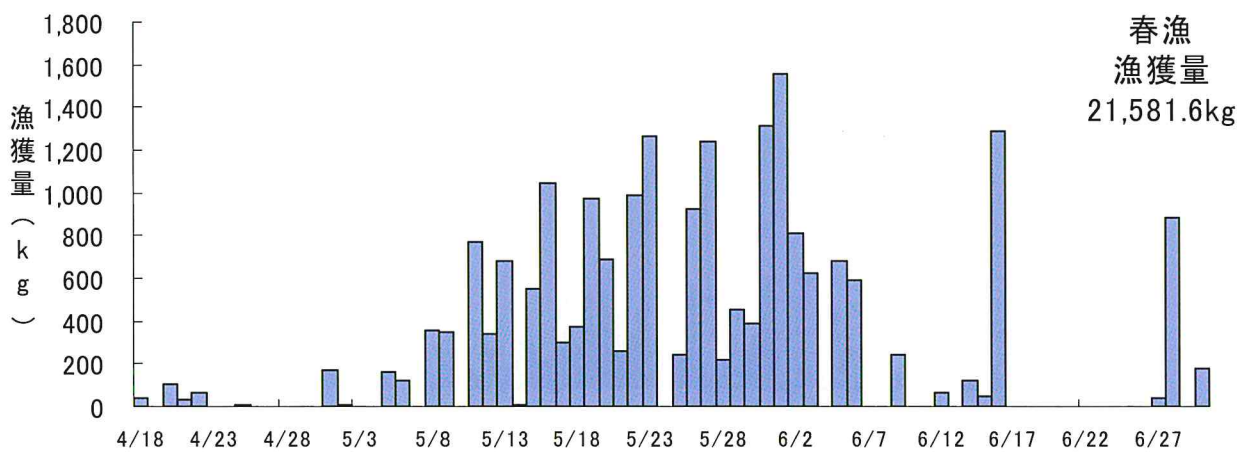


図19 2005年津奈木漁業協同組合における日別漁獲量 (春漁)

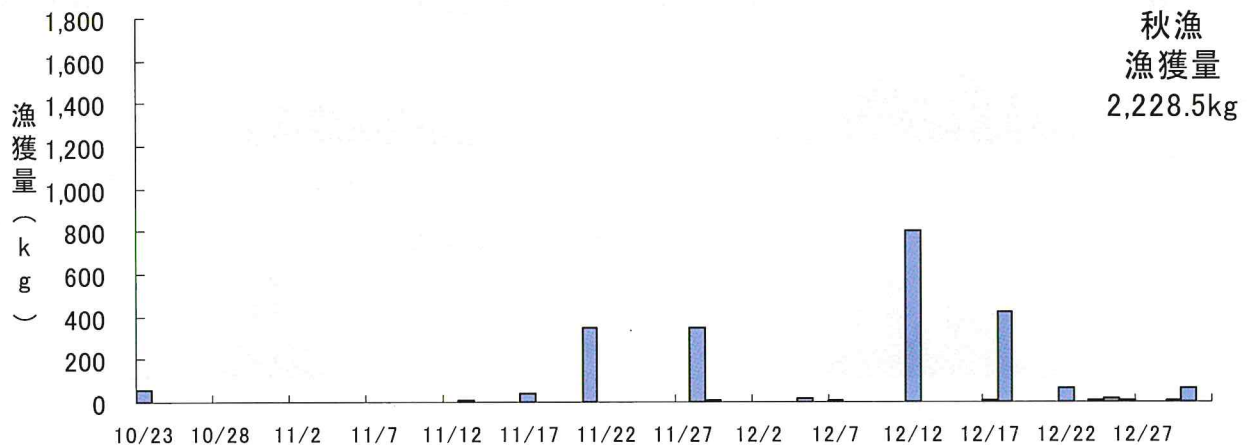


図20 2005年津奈木漁業協同組合における日別漁獲量 (秋漁)

エ 漁獲物精密調査

①耳石による年齢査定

下写真は、2004年11月14日に漁獲された全長19.8mmのシラスのサンプルから採取した耳石である。日輪数を計測すると21本であるが、シラスの場合日輪数に3足した数が、その個体のふ化後の日数であるとされることから、10月20日前後にふ化したシラスと判断される。また、秋漁で漁獲されたシラス39検体について全長、体重及び日輪数を計測した結果、測定した全長を日輪数で除した1日成長数の平均が1.0であったことから、1日の平均成長は約1mmであることが分かった。³⁾

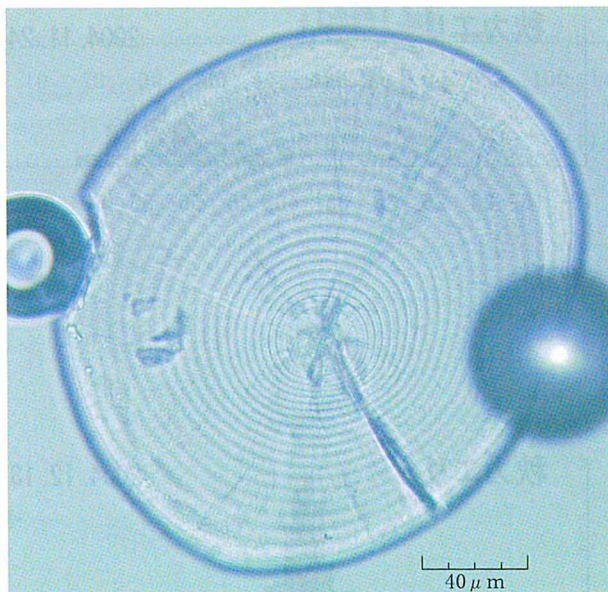


図21 シラスの耳石

②月別全長組成

ア 2004年の調査結果

図22に2004年春漁のシラス、カエリの全長ヒストグラムを示し、図23に2004年秋漁のシラス、カエリの全長ヒストグラムを示した。また、図24に2004年度夏期のイリコの全長ヒストグラムを示す。

図22の2004年春漁のシラスのヒストグラムを見ると、5月7日のサンプルで全長24mmと33mmにモードを持つ群が見られることから、産卵は3月下旬から4月上旬に行われ、約10日前後産卵時期がずれた2群を漁獲していることが分かる。このことは、同日のカエリのヒストグラムにも見られる。その後、5月下旬にかけてモードは1つになるが、5月27日のシラスのヒストグラムから全長25~30mmの個体が混じっており、4月下旬まで産卵が続いたことが推測される。

図23の2004年秋漁のシラスのヒストグラムを見ると、11月24日のシラスのヒストグラムにも全長23mmと28mmにモードを持つ2群が見られる。また、同日のカエリのヒストグラムでは最大61mmの個体が確認できることから、秋の産卵は9月下旬から11月中旬まで行われたと推測される。

図24の2004年のイリコのヒストグラムを見ると、6月27日のサンプルでは平均全長50mm程度にモードが見られ、8月18日の調査では、平均全長80mm程度まで成長していった事がわかる。

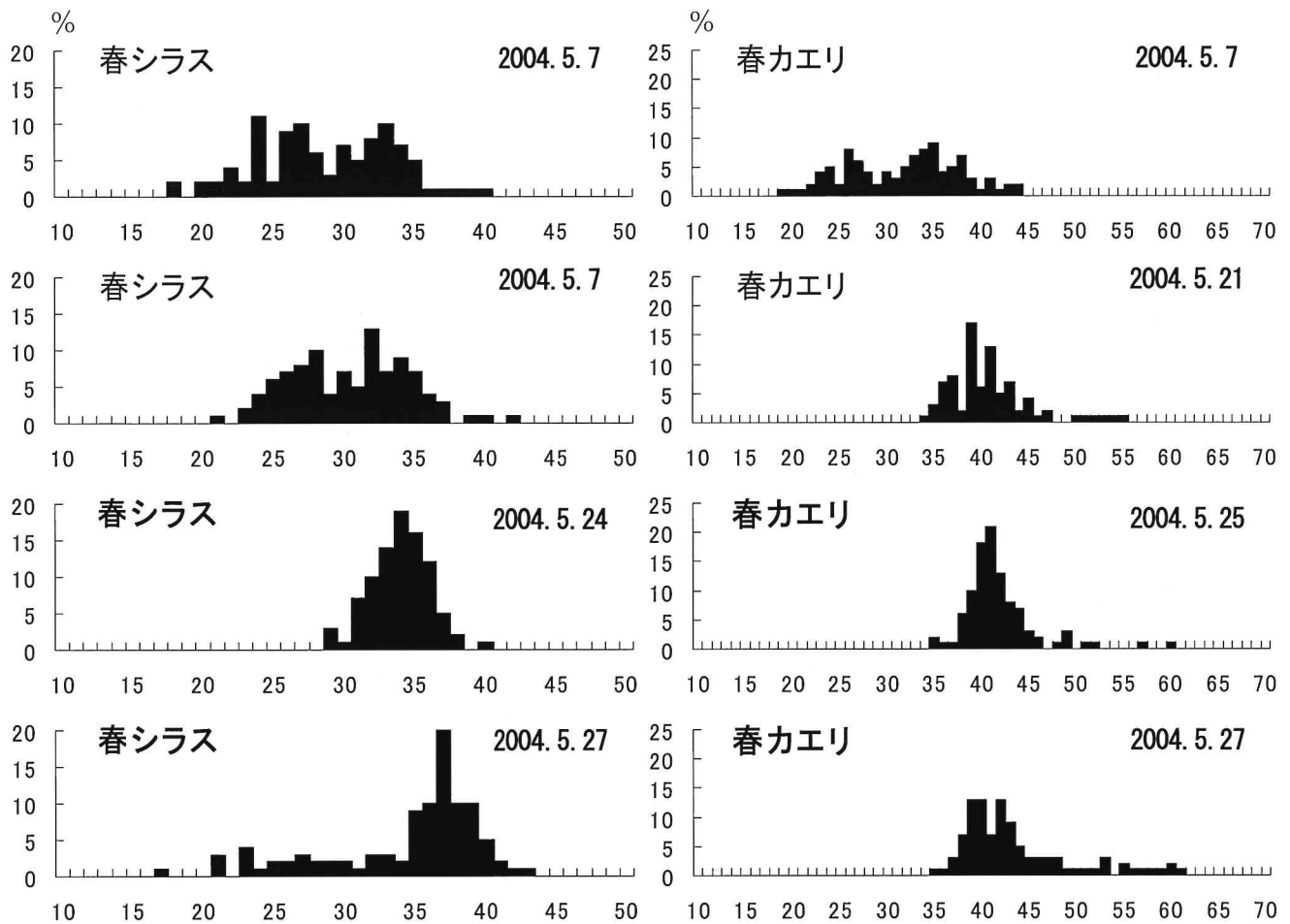


図2-2 漁獲物精密調査におけるシラス・カエリ全長ヒストグラム (2004年春漁)
(左：シラス、右：カエリ)

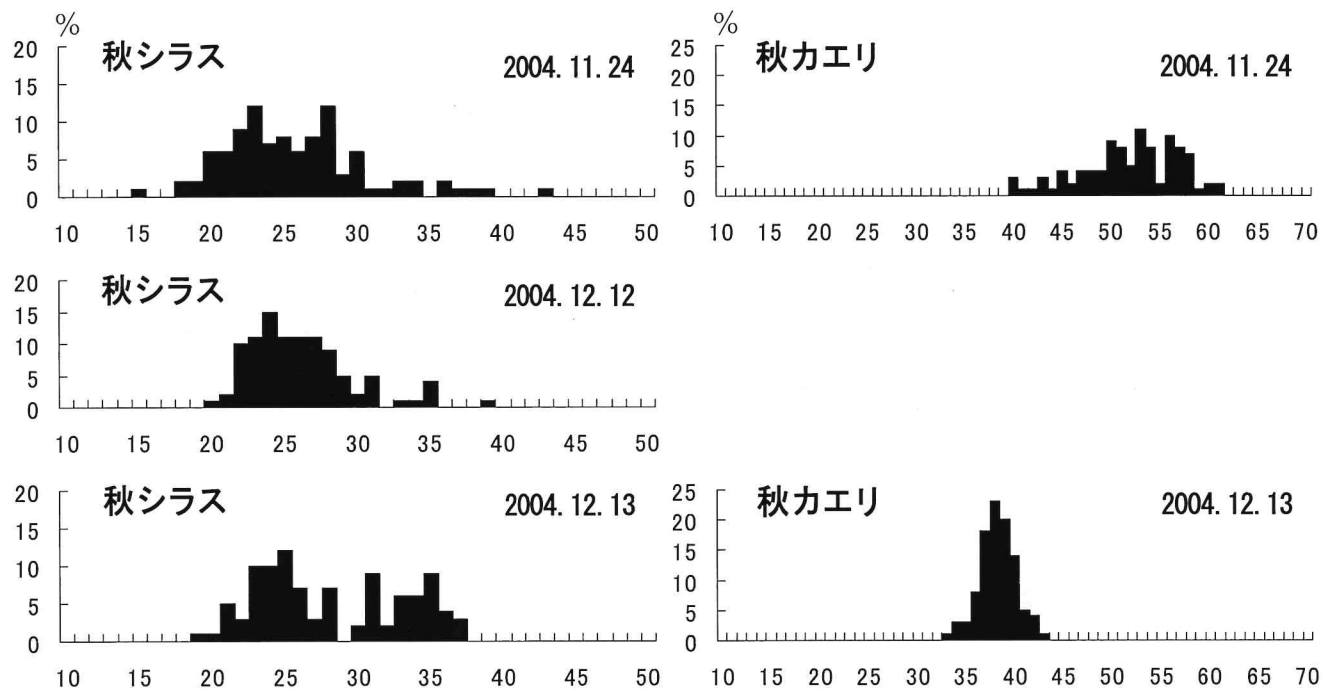


図2-3 漁獲物精密調査におけるシラス・カエリ全長ヒストグラム (2004年秋漁)
(左：シラス、右：カエリ)

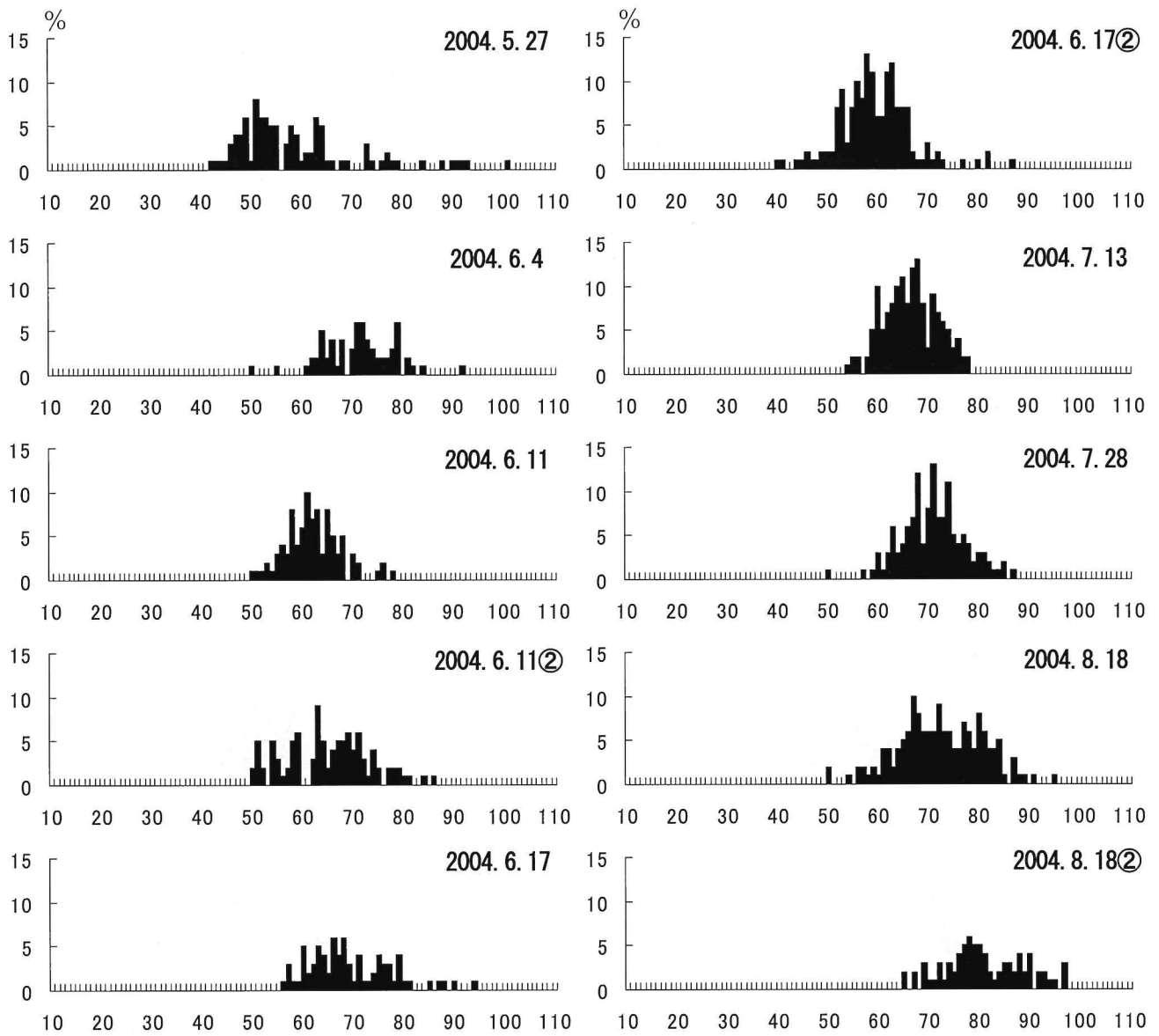


図2-4 漁獲物精密調査におけるイリコの全長ヒストグラム (2004年)

イ 2005年の調査結果

最初に春漁とイリコ漁の結果を示す。図 25 に春漁で漁獲されたシラス (左側) とカエリ (右側) の全長ヒストグラムを示し、図 26 にイリコの全長ヒストグラムを示す。

図 25 のシラスのヒストグラムを見ると、5 月 25 日のサンプルでは平均全長 27.62mm、6 月 6 日の平均全長は 23.24mm、6 月 10 日の平均全長は 24.54mm、6 月 12 日の平均全長は 25.61mm であった。春漁(シラス)については、全長 23~27mm 前後が漁獲されている。

図 25 のカエリのヒストグラムを見ると、5 月 25 日のサンプルでは平均全長 32.75mm、6 月 6 日の平均全長は 34.79mm、6 月 10 日の平均全長は 34.76mm、6 月 12 日の平均全長は 35.33mm であった。春漁(カエリ)については、全長 32~35mm 前後が漁獲され、サイズも徐々に大きくなっていることがわかった。図 26 のイリコのヒストグラムを見ると、6 月 22 日

のサンプルでは平均全長 67.81mm、6 月 29 日の平均全長は 63.99mm、7 月 7 日の平均全長は 61.07mm、7 月 20 日の平均全長は 72.77mm、7 月 27 日の平均全長は 71.78mm であった。イリコ漁では、61~72mm 前後のサイズが漁獲されていた。漁獲時期とサイズから 2005 年の春生まれの群と推察される。

2004 年の調査結果から、シラスの成長は 1mm/日程度であることがわかっている。全長組成から、2005 年の春の産卵時期は、4 月上旬から始まり、5 月下旬まで続いたことがわかる。

次に秋漁の結果を示す。図 27 に秋漁で漁獲されたシラスとカエリの全長ヒストグラムを示す。

シラスのヒストグラムを見ると、11 月 10 日のサンプルでは平均全長 25.29mm、11 月 16 日の平均全長は 30.30mm、12 月 8 日の平均全長は 28.61mm であった。秋漁については、全長 25~30mm 前後が漁獲されており、春漁と比較するとシラスの漁獲サイズは大きかった。

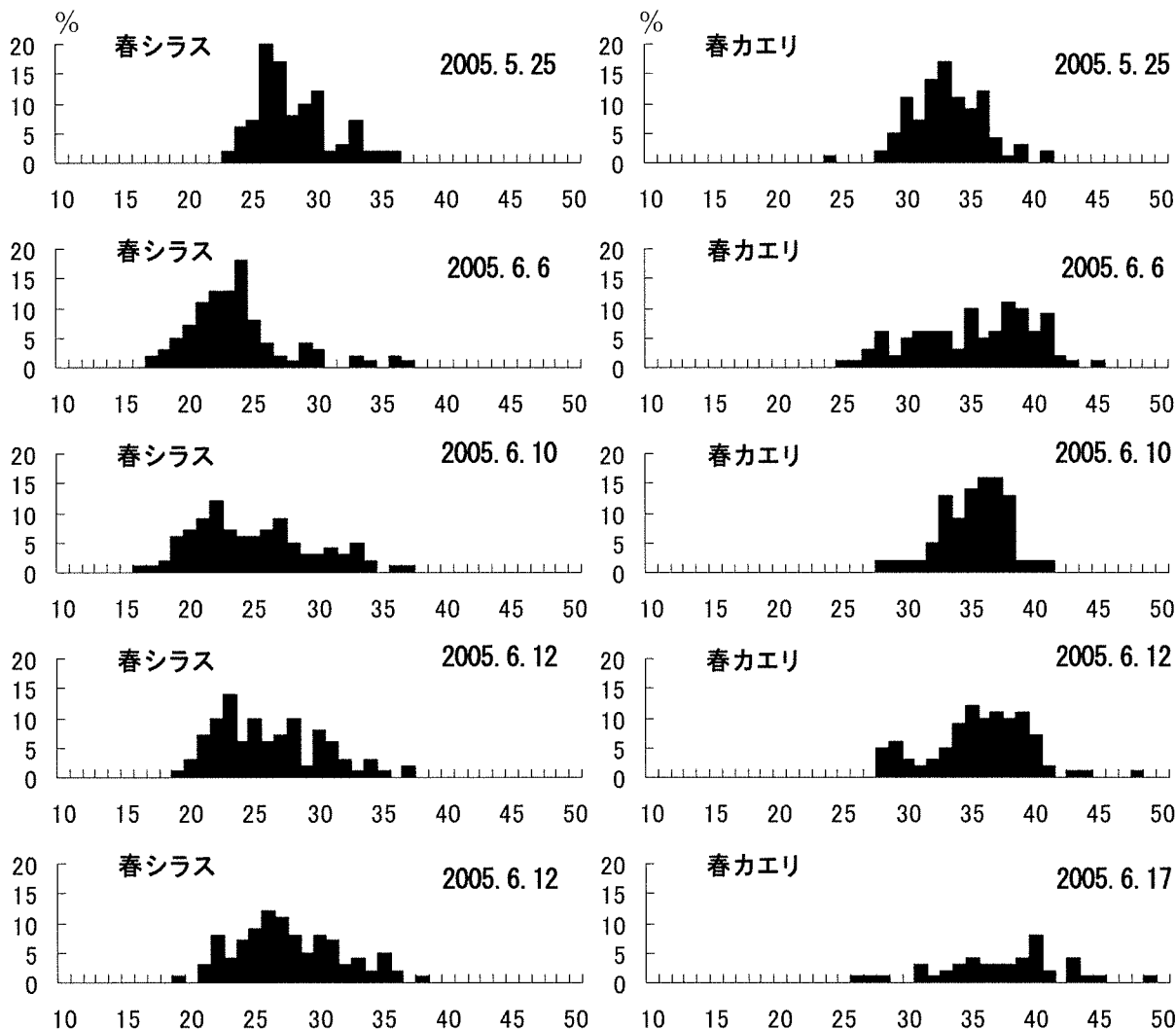


図 25 漁獲物精密調査におけるシラス・カエリ全長ヒストグラム (2005 年春漁)
(左:シラス、右:カエリ)

カエリのヒストグラムを見ると、12月8日のサンプルでは平均全長 41.31mm と 31.57mm、12月20日の平均全長は 32.12mm であった。秋漁については、平均全長 31~41mm 前後が漁獲され、漁獲されるサイズにばらつきが見られた。2005年の秋群の産卵は、10月上旬から始まり、11月中旬まで続いたことがわかった。

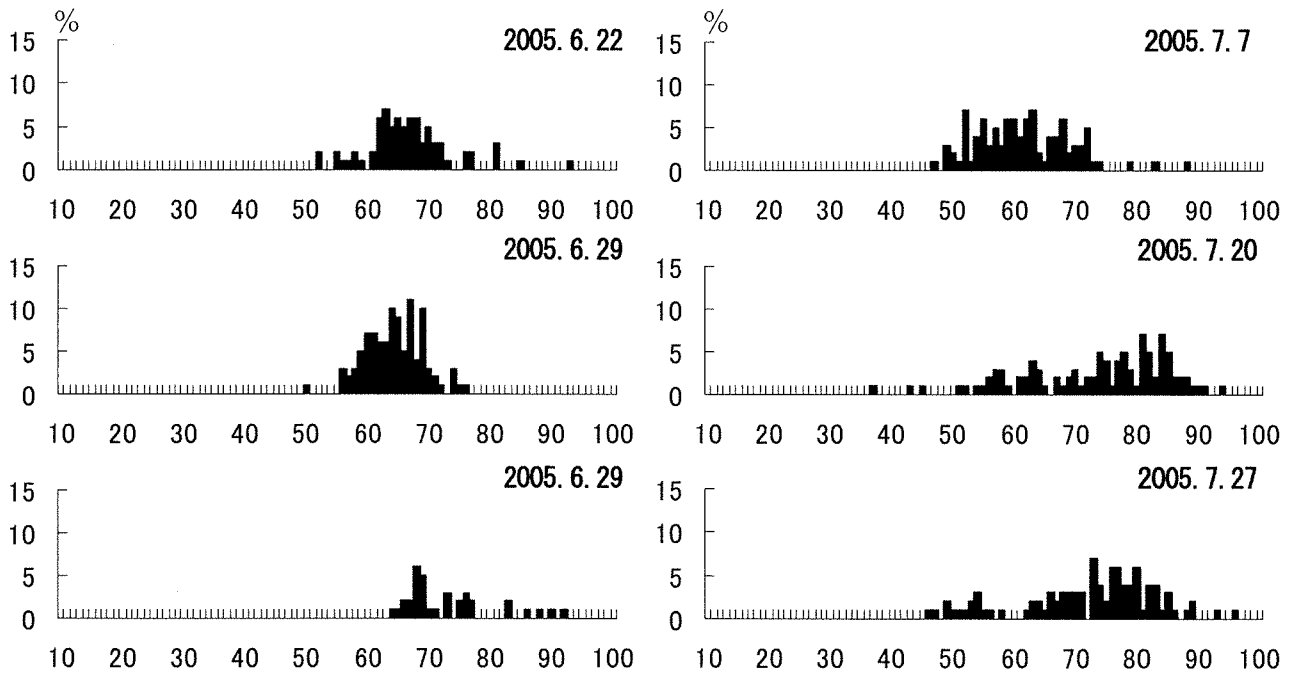


図26 漁獲物精密調査におけるイリコの全長ヒストグラム (2005年)

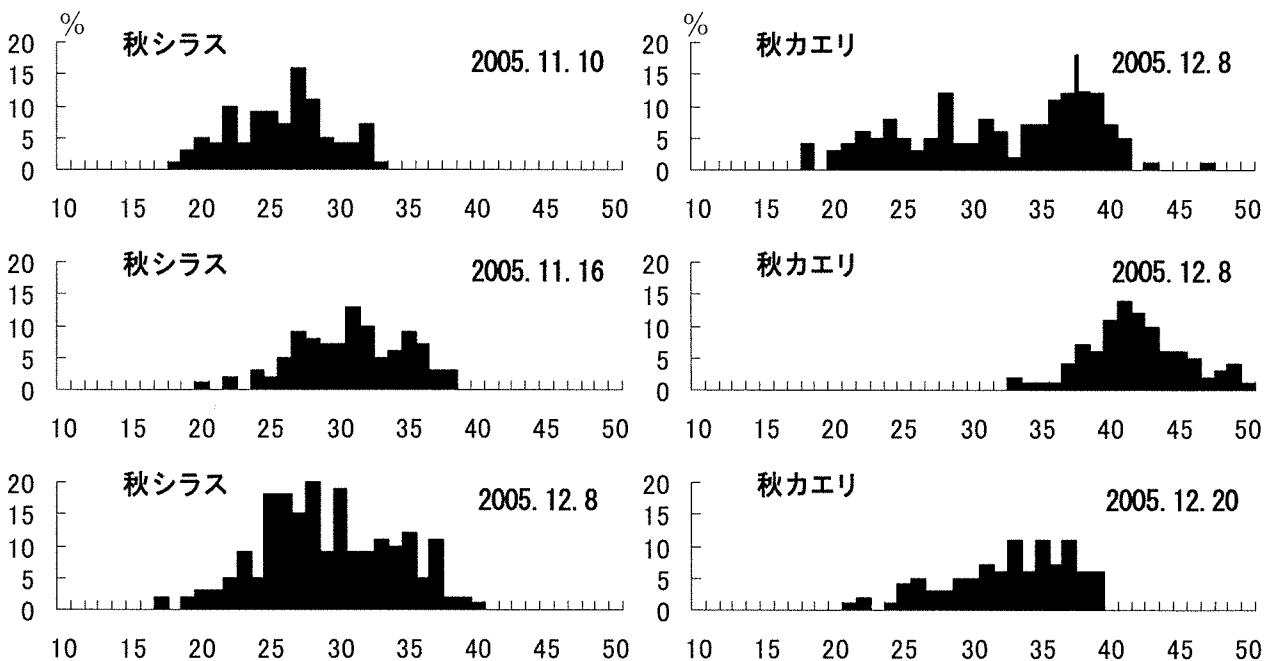


図27 漁獲物精密調査におけるシラス・カエリの全長ヒストグラム (2005年秋漁)
(左:シラス、右:カエリ)

オ 八代海シラスの資源循環

八代海におけるシラスの資源循環について、前述ア～エの結果から推察して図28にまとめた。

4月上旬、主に天草西海の南岸海域沖や有明海の湾口からやや内湾寄り海域においてカタクチイワシの成魚が産卵を始める。生まれた卵や孵化した仔稚魚は、潮流等により八代海に流れ込みながら移動し、八代海中央部の御所浦島周辺海域においてシラスの分布域が形成される。この分布域を漁場として4月下旬から後続群が補給される5月下旬まで、船びき網によるシラスの春漁が行われる。

春漁の対象となったシラスも、5月下旬には全長50mm以上に成長して「イリコ」と呼ばれる大きになり、シラスの時と同じ海域で生活する。このサイズも船びき網漁業の対象で「イリコ漁」と呼ばれて8月まで操業が行われる。

10月上旬になると、御所浦周辺海域でカタクチイワシの卵が多数採取されることから、この周辺海域で産卵が行われたことが示唆されるが、その産卵親魚については、八代海に残っていた成魚なのか、天草西海から八代海に入ってきた産卵親魚なのか把握していない。⁴⁾

握していない。⁴⁾

産卵は11月中旬まで続き、同海域で再びシラスの集合分布域ができ、船びき網漁業もこれに合わせ「秋漁」と呼んで12月あるいは1月上旬まで操業する。

船びき網漁業については、対象魚種が「イワシ類」に限られ、操業場所も制限されているが、操業時期の制限はないので、シラスのサイズからイリコのサイズまでのイワシ類であれば、採算の取れる限り年中操業ができる体制を整えている。

以上のように、春季におけるカタクチイワシの天草西海や有明海から八代海への移動及び成長等については次第に明らかになってきた。しかし、「7月を中心としたイリコサイズ」、「秋生まれのシラス」、「秋漁で対象となるシラスを生んだ親魚」等の移動や成長等については、未調査である。

天草西海で春に漁獲される成魚は全ての個体が成熟している。八代海のイリコサイズや秋漁のシラスの親魚等が、秋から冬にかけて八代海から天草西海や有明海に移動し、翌年の春漁のシラスの産卵親魚になっている可能性がある。

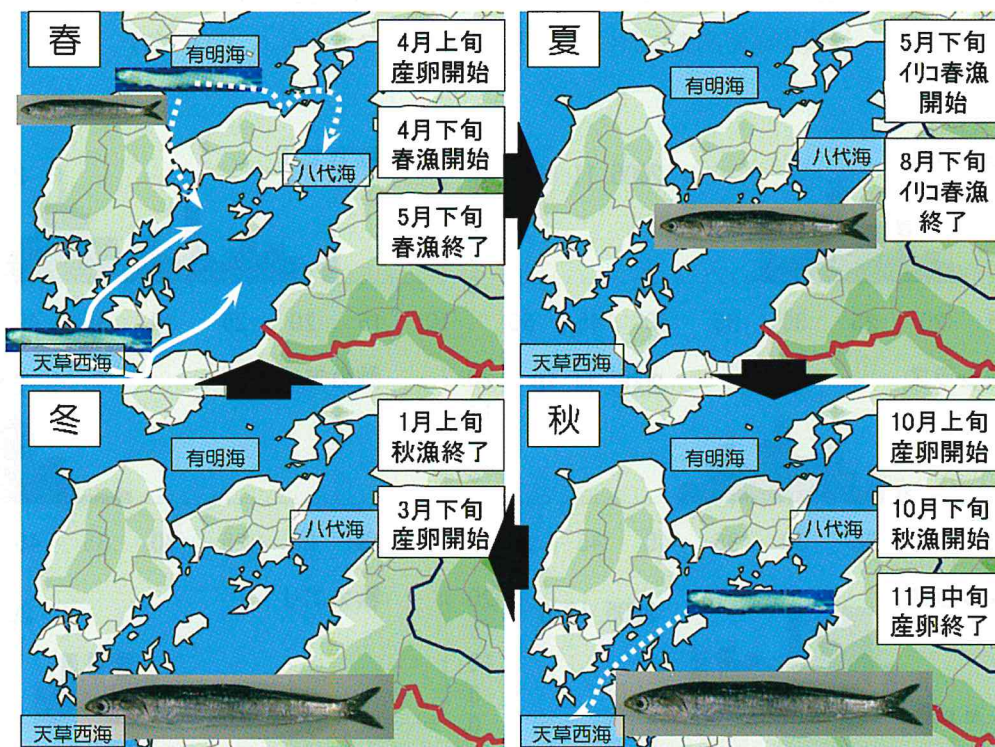


図28 八代海におけるカタクチイワシの移動及び資源利用状況

秋漁のシラスの親魚等、夏期のイリコ、秋漁のシラスと共に、八代海に残る群、天草西海や有明海に移動する群があるように予測できるが、発言できるデータは得ていない。

本県沿岸域のシラスの生態や八代海を中心とした移動等については、大まかに把握できた。しかし、成魚期の生態や移動等については、未だ不明な点が多い。また、有明海、八代海、天草西海の各海域間の移動を明らかにするため、今後も調査を継続していく必要がある。

また、機船船びき網漁業における漁獲量については、継続的なデータがない。今後漁獲予測等を行う上で重要なデータであることから、データの収集法等について検討する必要がある。

更に、機船船びき網漁業は操業の実態から、漁獲物に含まれる混獲物が他魚種の資源に与える影響も懸念されることから、資源管理型漁業の推進を検討する必要がある。その資源管理を検討する上で必要となる、漁獲金額や漁業経費の把握についても調査を進めると共に、環境要因等のデータ等から短期的な漁獲予測等のデータを漁業者に提供するなど、船びき網漁業の漁業経営の向上について積極的に検討する必要がある。

要 約

八代海各地先における漁獲量調査及び漁獲物の調査を実施し、各地先毎の漁獲量、体長組成、成熟度、産卵時期等が把握できた。

また八代海でのシラス資源利用状況が把握でき、八代海を中心とした本県沿岸域におけるシラス資源の大まかな資源循環が推測できた。

文 献

- 1) 川崎 健. 浮魚の生態と資源変動の解明. 水産海洋研究 1989;53:178-191.
- 2) 鶴田義成:「カタクチイワシの生活史戦略」日本水産学会誌 VOL. 67-No7 : 1133-1143、(2001)
- 3) S. Tuji and T. Aoyama: *Nippon Suisan Gakkaishi*, 50, 1105-1108 (1984)
- 4) 原田 俊秀:「内湾カタクチ資源調査」熊本県水産試験場事業報告書 : 85-91、(1967)

フェバンテルのトラフグに寄生するエラムシ *Heterobothrium okamotoi* に対する駆虫効果

木村武志¹、鮫島 守²、野村昌功²、森田 淳³、溝口秀樹³、

石原 守³

Efficacy of Orally Administrated Febantel on the Monogenean
Heterobothrium okamotoii Infected Tiger Puffer *Takifugu*
rubripes.

Takeshi Kimura¹, Mamoru Sameshima², Yoshinori Nomura,

Jun Morita³, Hideki Mizoguchi³ and Mamoru Ishihara³,

キーワード：ヘテロボツリウム、トラフグ、フェバンテル、

単生類、ディクリドフォラ科のヘテロボツリウム・オカモトイ（以下「エラムシ」という。）はトラフグの寄生虫で、鰓や鰓腔壁に寄生し吸血する。大量に寄生した場合は重篤な貧血症を起こし、また成虫の寄生部位から海水が侵入することで組織の壊死を起こして腐敗菌が繁殖し、死に至ったりすることからトラフグ養殖においては非常に重要な疾病の1つである(Okamoto,1963)。

この寄生虫は、種苗生産施設で飼育されているトラフグ稚魚からは観察されず、養殖場に移動した後に多くは感染すると考えられている。エラムシは長いフィラメントを伴った卵を産卵し、網生け簀に絡まった後にふ化し、その多くが再感染の原因になっている(Ogawa and Inouye 1997)。

トラフグ養殖業者はこのエラムシ駆除のためにホルマリンを用いていたが、日本ではホルマリンのように水産用医薬品として認可されていない化学物質

を治療薬として用いることは禁止されており、県ではホルマリンの使用禁止に向け厳重な対策を行った。また、養殖業者からは新たな効果的なエラムシ駆除薬の開発が強く望まれた。そこで水産研究センターではホルマリンを用いないトラフグの持続的養殖を目指して、新たなエラムシ駆除薬の開発を明治製菓株式会社と1998年から開始した。

まず約100種類の薬の中から新たな薬剤として、フェンベンダゾールのプロドラッグで、ベンズイミダゾール系の薬剤であり、畜産分野では広く用いられているフェバンテルを選出した(Wollweber *et al.*, 1978)。ベンズイミダゾールは寄生虫の体内に取り込まれ、寄生虫の消化管の上皮細胞における微少管構造(チューブリン)に特異的に結合し、これを変性させ、寄生虫のグルコースの吸収能力を失せ、体内に蓄積したグリコーゲン消費しつくさせて運動麻痺を起こさせることで駆虫効果を発揮する(Lacey,

1：水産振興課、2：玉名地域振興局農林水産課、3：明治製菓株式会社

1990)。

この報告では、すでに畜産動物で報告があるように(Baert *et al.*, 1993 ; Debackere *et al.*, 1993 ; BenZvi *et al.*, 1996)トラフグにおいても、フェバンテルがフェンベンダゾールへ移行すること、また、経口投与により血中に移行することを健康なトラフグを用いて確認するとともに、人為及び自然感染によってエラムシの寄生したトラフグを用いて、フェバンテルのエラムシに対する駆虫効果について検討した。

材料及び方法

試験 1

フェバンテルを経口投与したトラフグの血中のフェバンテル及びフェンベンダゾール濃度の測定

供試魚

水産研究センターで飼育中のヘテロボツリウムに非感染の健康なトラフグ 1 歳魚 63 尾 (平均魚体重 215 g) を用いた。供試魚は 2 トンの飼育水槽で濾過海水を 1 分間に 23 リットルの量で換水し、通気をしながら約 23.1°C の水温で飼育した。

薬 品

明治製菓が調整したフェバンテルを 25% 含む試験用薬剤を用いた。

餌 料

試験に用いた餌料はアミ、イカナゴ、アジ及び配合飼料を用いてペレッターによりペレット状に形成したモイストペレット (MP) を用い、投薬の際には、薬剤を混合して作成した。投薬開始まで魚体重当たり 1% の給餌率で薬剤を含まない餌料を与えた。

薬剤投与濃度

投与濃度は魚体重当たり 0.8% の給餌率で、魚体重 1kg 当たりフェバンテル濃度で 25mg になるように調整した MP を 1 回投与した。

サンプリングと分析

サンプリングは経口投与後の 4, 8, 12, 18, 24, 36, 48 及び 72 時間後にそれぞれ 5 尾ずつトラフグの肝静脈から個別にヘパリン処理を行った注射器で採血し、遠心分離により血漿に分離した後、-80°C で分析するまで保存した。

血漿中のフェバンテルとフェンベンダゾール量及び変異体の分析は高速液体クロマトグラフィーで行った。

フェバンテルの分析方法は、試料 0.5 g からアセトニトリルで抽出し、n-ヘキサンによる脱脂及び Mega B E-C18 によるクリーンアップを行った後、最終液量を 0.5 mL とし、高速液体クロマトグラフ

法で測定し、フェバンテル濃度を求めた。高速液体クロマトグラフの操作条件は、以下に従って行った。HPLC への注入量は 10 μ L で、カラムは Wakosil 5C18 (ϕ 4.6 mm \times 250 mm) を 40°C で用いた。移動相はアセトニトリルと水を 6 : 4 で混合して用い、1 分間に 1.0 mL の流量で行った。HPLC の検出は測定波長が 280 nm を用いた。

フェンベンダゾール及び変異体については、フェンベンダゾール及びオクスフェンダゾールを酸化してフェンベンダゾールスルホンとして定量した。分析方法は、試料 0.5 g からアセトニトリル抽出、n-ヘキサンによる脱脂及び Mega BE-C18 によるクリーンアップにつづき、硫酸及び過マンガン酸カリウムによりフェンベンダゾール及びフェンベンダゾールスルホキシドを酸化しフェンベンダゾールスルホンに誘導して、一括物をクロロホルムで抽出し、最終液量を 1.0 mL とし、高速液体クロマトグラフ法で測定し、フェンベンダゾールスルホン濃度を求めた。

高速液体クロマトグラフの操作条件は、以下に従って行った。HPLC への注入量は 10 μ L で、カラムは Asahipak GS-320HQ (ϕ 7.6 mm \times 300 mm) を室温 (25°C) で用いた。移動相はメタノール、アセトニトリル及びエタノールを 6 : 4 : 2 で混合して用い、1 分間に 0.6 mL の流量で行った。HPLC の検出は励起波長は 254 nm、蛍光波長が 415 nm を用いた。

フェバンテルとフェンベンダゾールスルホンの濃度は標準品を用いた検量線から算出した。また、今回の分析の検出限界はフェバンテル及びフェンベンダゾールスルホンともに 0.05 μ g/g であった。得られた分析結果から、トラフグ体内におけるフェバンテルの動態を検討するために、最高血中濃度 (Cmax)、最高血中濃度到達時間 (Tmax)、薬物血中濃度半減期 (T1/2) について経過時間毎のフェバンテル及びフェンベンダゾールの血中濃度の平均値を用いて算出した。また血中濃度下面積 (AUC) についても台形法により求めた。

試験 2 人工及び自然感染でエラムシが寄生したトラフグを用いたフェバンテルの駆虫効果試験

供試魚

試験には水産研究センターで飼育されていた 1 歳のトラフグを用いた。

人為感染魚を用いた試験には平均体重が 108g のエラムシ無感染のトラフグ 85 尾を用い、自然感染魚を用いた試験には平均体重 254g のトラフグ 25 尾を

用いた。

薬 剤

薬剤は試験 1 と同様のものを用いた。

餌 料

餌料は試験 1 と同様のものを用いた。

エラムシ人為感染の方法

人為感染に用いたエラムシの卵は、水産研究センター内にある寄生虫が寄生した平均魚体重約 2.0 kg の 3 歳のトラフグ約 40 尾を飼育している 15k 1 水槽から採取した。水槽内の排水パイプやエアレーションのホースに絡んだ卵をピンセットでビーカーに収容した後、フィルター濾過した海水で洗浄し、500 mL の培養フラスコに収容して 25°C で培養した。培養開始 5 日後にオンコミラキジウムへの孵化が始まり、これを感染源に用いた。

感染は人為感染用のトラフグを予備飼育している 2 t 水槽を用いて行った。流水を止め、エアレーションのみとした水槽内にオンコミラキジウムをトラフグ 1 尾当たり 251 個体になるように入れ感染させた (Chigasaki *et al.*, 2000)。

その後流水にして毎日モイストペレットを給餌しながら 10 日間飼育した。その後、供試魚は 500L の水槽 5 個に同数ずつ分槽して投薬を開始した。

寄生虫の計数方法

ヘテロボトリウム未成熟虫の計数は Anshary *et al.* (2001) の示した方法を基に、鮫島ら (未発表) が改変した次の方法に従って行った。まずトラフグの肝動脈を切り放血させ、鰓をバラバラに切りだし、両側で 6 枚の鰓を 10% の海水ホルマリン溶液に入れたサンプル瓶に収容した。そしてマグネチックスターラーで 10 分間、良く攪拌し、鰓から寄生虫を脱落させた。その後、プランクトン採集ネット (目合いが 20 μ m) の上に大きな目合いのネット (鰓を回収するように 1 mm 目合い) をかぶせた寄生虫採集用具の上に鰓と寄生虫の入ったホルマリン溶液を注いだ。大きな目合いのネットの上で切り出した鰓をフィルター濾過した海水を流しながら洗浄し、プランクトンネット内に寄生虫を回収した。さらにプランクトンネットを 3 回濾過海水で洗浄し、ネット内に採取した寄生虫はペトリ皿に移し、実態顕微鏡下で計数した。

人為感染魚試験においては未成熟虫のみを、自然感染魚試験においては、成虫も併せて計数した。成虫の計数は鰓を取り出す時に、鰓腔壁に寄生している成虫を 1 個体ずつ計数した。

経口投薬濃度

人為感染魚を用いた投薬試験はフェバンテルの 1

回の投薬濃度が魚体重 1kg 当たり 25mg、50mg、100mg になるように混合して作製した MP を 1 日 1 回、及び 50mg を 2 日間連続で 1 日 1 回投薬する 4 投薬区とし、フェバンテルを含まない MP を与える対照区の合わせて 5 試験区とした。

未成熟虫の寄生数は投薬 7 日後に各試験区から無作為に 8 尾ずつ取り出して計数した。

自然感染魚を用いた投薬試験はフェバンテルの 1 回当たりの投薬濃度が魚体重 1kg 当たり 12.5mg、25mg になるように混合して作製した MP を 1 日 1 回、5 日間連続して投薬する区及び 50mg を 1 日 1 回、3 日間連続して投薬する 3 投薬区とし、薬剤を含まない MP を与える対照区の合わせて 4 試験区とした。成虫及び未成熟虫の寄生数は投薬終了 3 日目にそれぞれの試験区から無作為に 8 尾ずつ取り上げて計数した。

人為感染及び自然感染試験とも、投薬終了後に対照区と各投薬試験区の寄生数からマンホイットニー U 検定により危険率 5% で統計的有意差を求め、駆虫率は次式により求めた。

$$\% \text{ efficacy} = [1 - (P_a/P_b)] \cdot 100$$

P_a is the average number of worms detected after the drug administration and P_b is the number of worms detected in the controls.

結果及び考察

フェバンテル及びフェンベンダゾールを魚体重 1kg 当たり 25mg 1 回投与した場合の血中濃度を Table 1 に示した。フェバンテルの血中濃度のピークはいずれの供試魚においても投薬後 4 時間後で、8 時間後にはピークの 30% まで減少した。また、その後緩やかに減少した。フェンベンダゾール・スルフォンの血中濃度のピークはいずれの供試魚においても投薬後 12 時間後で、その後 72 時間後まで血漿中から検出された。これらの結果から C_{max} はフェバンテルで 0.58 μ /g、フェンベンダゾール・スルフォンでは 10.28 μ /g、 T_{max} はフェバンテルで 4.0hr、フェンベンダゾール・スルフォンでは 12hr、 $T_{1/2}$ はフェバンテルで 6.94hr、フェンベンダゾールスルフォンでは 12.17hr、AUC はフェバンテルで 7.00 μ g/g、フェンベンダゾールスルフォンで 241.6hr. であった。フェバンテルとフェンベンダゾールスルフォンの経過時間ごとの濃度は、図 1 に示すように、0 時間から T_{max} まで、 C_{max} を過ぎて徐々に減少するコンパートメントモデル曲線を示した。

Table 1. Plasma concentration of febantel and oxfendazole sulphone in cultured tiger puffers following oral administration of febantel at the dose of 25 mg/kg body weight

Fish Number	Concentration of febantel ($\mu\text{g/g}$)								
	Time after administration (h)								
	Before administration (0)	4	8	12	18	24	36	48	72
1	<0.05	1.5	0.35	0.18	0.09	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
2	<0.05	<0.05	0.25	0.24	0.10	0.07	<0.05	<0.05	<0.05
3	<0.05	0.36	0.07	0.20	0.08	0.07	<0.05	<0.05	<0.05
4	<0.05	0.41	<0.05	0.06	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
5	<0.05	0.59	0.19	0.10	<0.05	0.07	<0.05	<0.05	<0.05
average	0*	0.58*	0.17*	0.16	0.07*	0.06*	0.05*	0.05*	0.05*
S.D.		0.55	0.14	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
Fish Number	Concentration of oxfendazole sulphone ($\mu\text{g/g}$)								
	Before administration (0)	4	8	12	18	24	36	48	72
1	<0.05	13	11	8.8	5.3	7.1	1.5	0.58	0.24
2	<0.05	0.16	14	14	0.8	6.5	1.6	0.13	<0.05
3	<0.05	6.3	4.0	9.4	12	4.1	2.3	2.7	0.61
4	<0.05	7.5	0.8	13	4.6	5.6	2.2	0.45	0.48
5	<0.05	9.0	10.0	6.2	6.7	5.6	0.66	1.2	0.42
average	0*	7.2	8.0	10.3	5.9	5.8	1.7	1.0	0.36*
S.D.		4.7	5.4	3.2	4.1	1.1	0.66	1.0	0.22

*: Calculation values below the detection limit were regarded as = 0 $\mu\text{g/g}$ before the drug administration and 0.05 $\mu\text{g/g}$ after administration.

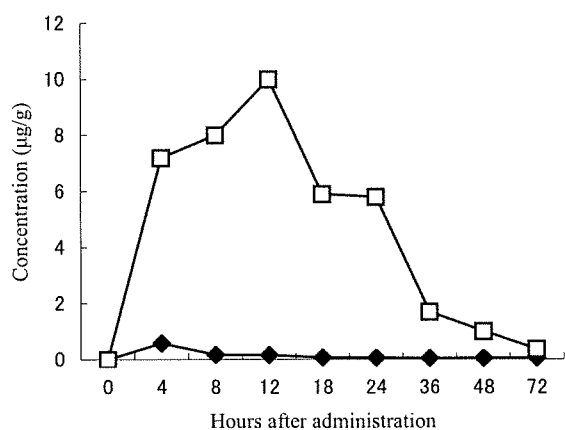


Fig. 1. The concentration-time profile of febantel and oxfendazole sulphone in the plasma after oral administration of febantel. The symbols \blacklozenge and \square represent febantel and oxfendazole sulphone, respectively.

これらの結果より、フェバンテル濃度はフェンベンダゾール・スルフォンの濃度より明らかに低いことや、フェバンテルの血中濃度のピークがフェンベンダゾール・スルフォンのピークより早い時間に達していることから、トラフグに経口投与されたフェバンテルはトラフグ体内で速やかにフェンベンダゾール及びその変異体に移行することを示した。

これは魚におけるフェバンテルの体内動態を示した最初のレポートであるが、これらの結果はすでに報告のある動物での試験結果に類似していた (Baert *et al.*, 1993; Debackere *et al.*, 1993; BenZvi *et al.*, 1996)。

人為感染魚を用いたヘテロボツリウムに対する薬効試験の結果は Table 2. に示すように、魚体重 1kg 当たり 25mg、50mg、100mg の 1 日投与では効果は得られなかった。しかし 50mg を 2 日間投薬した場合に未成熟虫の寄生数において、対照区と比較して統計的有意差が得られ 61.1% の駆虫率が得られた。

Table 2. Efficacy of febantel against immature *H. okamotoi* in experimentally infected tiger puffers (n = 8).

Experimental group	Immature worms	
	Average no. of worms	Removal rate (%)
Control	73.6 (\pm 20.0)	–
25 mg/kg / day	78.6 (\pm 22.6)	+6.8**
50 mg/kg / day	71.9 (\pm 22.9)	–2.4
100 mg/kg / day	83.0 (\pm 20.1)	+12.8
50 mg/kg / day for 2days	28.6 (\pm 24.1)*	–61.1

*: significant difference ($p < 0.05$).

** : +, –: increase and decrease in %, respectively

自然感染魚を用いた試験では、魚体重 1kg 当たり 12.5mg、25mg 及び 50mg の投与区の成虫の駆虫率がそれぞれ 88%、96%、94% であり、未成熟虫の駆虫率はそれぞれ 97%、95%、97% であった。成虫及

Table 3. Efficacy of febantel against mature and immature *H. okamotoi* in naturally infected tiger puffers (n = 8).

Experimental group	Mature		Immature	
	Average no. of worms	Removal rate (%)	Average no. of worms	Removal rate (%)
Control	7.1 (\pm 8.1)	–	113.0 (\pm 101.6)	–
12.5 mg/kg/ day for 5 days	0.86 (\pm 2.3)*	88	3.3 (\pm 4.3)*	97.1
25 mg/kg/ day for 5 days	0.29 (\pm 0.8)*	96	5.9 (\pm 9.3)*	94.8
50 mg/kg/ day for 3 days	0.40 (\pm 1.1)*	94	3.3 (\pm 3.9)*	97.1

*: significant difference ($p < 0.05$).

び未成熟虫の寄生数についてはいずれも、対照区と比較して統計的有意差が得られた。

このように、フェバンテルは投与日数が長くなるほど、効果を示す傾向が伺われた。これは、フェバンテルが投与された動物体内で活性型のフェンベンダゾールに移行し、吸血された血液から寄生虫に吸収され、寄生虫のグリコーゲンの合成阻害や、細胞骨格を形成するチューブリンの合成を阻害することにより徐々に効果を現すためであり、フェンベンダゾールが、血中濃度の高さよりも一定濃度の維持がより効果的であるという薬剤特性を示した結果と考えられる。

ベンズイミダゾール系薬剤の魚の寄生虫に対する効果については、ニジマスのギロダクチルスの寄生に対してフェンベンダゾールやトリクラベンダゾールが薬浴による効果を持っていること (Tojo *et al.*, 1992)、経口投与剤として、トリクラベンダゾールやニトロスクヤネートが効果を持っていることがこれまで報告されている (Tojo and Santamarina 1998)。

また、本報告はフェバンテルの 12.5mg/kg・魚体重、25mg/kg・魚体重及び 50mg/kg・魚体重の3日または5日間連続経口投与がエラムシの未成熟虫のみならず成虫にも駆虫効果を持つことを示した重要なレポートである。なぜなら、成虫が未成熟虫にくらべはるかに大量の血液を吸血すること (Ogawa *et al.*, 2005)、また、水産用医薬品としてエラムシの駆虫用に使用されている過酸化水素製剤が未成熟虫のみに対する駆虫効果を薬効としているからである。

要 約

- 1) トラフグのエラムシ症対策薬として畜産動物の経口投与駆虫剤として用いられているフェンベンダゾールのプロドラッグであるフェバンテルの有効性について検討を行った。
- 2) フェバンテルはトラフグ体内で速やかにフェンベンダゾールへ移行し、エラムシに対して 12.5mg/kg・魚体重又は 25mg/kg・魚体重の5日間連続経口投与によって未成熟虫のみならず成虫にも駆虫効果が得られた。

文 献

- Anshary, H., K. Ogawa, M. Higuchi and T. Fujii (2001): A study of long-term change in summer infection levels of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* with the monogenean *Neoheterobothrium hirame* in the central Sea of Japan, with an application of a new technique for collecting small parasites from the gill filaments. *Fish Pathol.*, **36**, 27-32
- Baert, L., S. van Poucke, H. Vermeersch, J. P. Pemon, J. Vercruysee, P. Bastiaensen and P. Debackere. (1993): Pharmacokinetics and anthelmintic efficacy of febantel in the racing pigeon (*Columba livia*). *J. Vet. Pharmacol. Therap.*, **16**, 223-231.
- Ben-Zvi, Z., E. Gussarsky, C. van Creveld and R. Yagil. (1996): The bioavailability of febantel in dehydrated camels. *J. Vet. Pharmacol. Therap.*, **19**, 288-294.
- Chigasaki, M., M. Nakane, K. Ogawa and H. Wakabayashi (2000): Standardized method for experimental infection of tiger puffer *Takifugu rubripes* with oncomiracidia of *Heterobothrium okamotoi* (Monogenea: Diclidophoridae) with some data on the oncomiracidial biology. *Fish Pathol.*, **35**, 215-221.
- Debackere, M., J. Landuyt, J. Vercruysee and Q. McKellar (1993): The influence of *Ostertagia circumcincta* and *Trichostrongylus colubriformis* infections on the pharmacokinetics of febantel in lambs. *J. Vet. Pharmacol. Therap.*, **16**, 261-274.
- Lacey, E. (1990): Mode of action of benzimidazoles. *Parasitol. Today*, **6**, 112-115.
- Okamoto, R. (1963): On the problems of monogenetic trematode infection of puffers from the Inland Sea of Japan. *Suisanzoshoku*, Special Issue No.3, 17-29. (In Japanese).
- Ogawa, K. and K. Inouye (1997): *Heterobothrium* infection of cultured tiger puffer, *Takifugu rubripes* — A field observation. *Fish Pathol.*, **32**, 15-20.
- Ogawa, K. and H. Yokoyama. (1998): Parasitic diseases of cultured marine fish in Japan. *Fish Pathol.*, **33**, 303-309.
- Ogawa, K., Yasuzaki, M. and T. Yoshinaga (2005): Experiments on

the evaluation of the blood feeding of *Heterobothrium okamotoi* (Monogenea: Diclidophoridae). *Fish Pathol.*, 40, 169-174.

Tojo, J., M. T. Santamarina, F. M. Ubeira, J. Estevez and M. L. Sanmartín (1992): Anthelmintic activity of benzimidazoles against *Gyrodactylus* sp. infecting rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Dis. Aquat. Org.*, 12, 185-189.

Tojo, J. and M. T. Sanmartín (1998): Oral pharmacological treatment for parasitic disease of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. II: *Gyrodactylus* sp. *Dis. Aquat. Org.*, 33, 187-193.

Wollweber, H., H. Kölling, A. Widdig, H. Thomas, H.-P. Schulz and P. Mürmann (1978): Febantel, a new broad-spectrum anthelmintic. *Arzneimittel-forsch Drug Reseach*, 28, 2193-2195.

本報告は魚病研究 2006.12 41(4),147-151 に掲載された英文論文を和訳したものである。

八代海における有害プランクトンの

発生状況と予察法の検討

櫻田清成・木野世紀・小山長久・糸山力生

The occurrence situation of harmful plankton in Yatsushiro Sea
and a trial of prediction of blooming.

Kiyonari Sakurada, Seiki Kino, Nagahisa Oyama, Rikio Itoyama

キーワード：八代海、赤潮、予察、Chattonella、Cochlodinium

近年、熊本県海域では、*Skeletonema costatum* や *Rhizosolenia* 属などの珪藻類によるノリの色落ち、*Chattonella antiqua*、*Cochlodinium polykrikoides* 等の有害プランクトンによる魚貝類のへい死など、赤潮を原因とする漁業被害の発生が問題となっている。特に2000年に八代海で発生した *C. polykrikoides* の赤潮は、八代海全域に及ぶ大規模なもので、その被害額は39億円を上回った¹⁾。これらの赤潮被害を防止・軽減し、持続的な漁業生産を行うためには、プランクトンの発生を予察し分布状況を把握するとともに、被害防止のための対策を講じる必要がある。

今回は、八代海で発生した有害プランクトンの発生状況について整理し、また、その中で漁業被害の発生頻度が高い *C. antiqua* および *C. polykrikoides* の予察について解析を加える。

方法

有害プランクトンの発生状況

1986年から2005年にかけての赤潮発生状況および有害プランクトンによる漁業被害については、当センターが蓄積してきた赤潮資料²⁾ および水産庁九州漁業調整事務所の九州海域の赤潮³⁾ をもとに、各有害プランクトンについて取りまとめ解析を加えた。

有害プランクトンの予察

予察に用いる要素として、水質、気象、プランクトンの計6項目(表1)を解析した。

水温、塩分については、八代海で過去20年以上にわたり図1に示す観測点で実施している赤潮定期調査の調査結果²⁾を用いた。気象については、気象庁が公開している過去の気象データを、珪藻類の赤潮形成状況については、当センターが蓄積してきた赤潮発生資料²⁾ および九州海域の赤潮³⁾ をもとに解析を加えた。

これらの各項目について、有害プランクトンの発生年と非発生年との間で有意検定(t検定)を行い、両年間の差が有意であった項目について、予察指標の抽出を行った。

水産庁の報告によると、播磨灘南部における

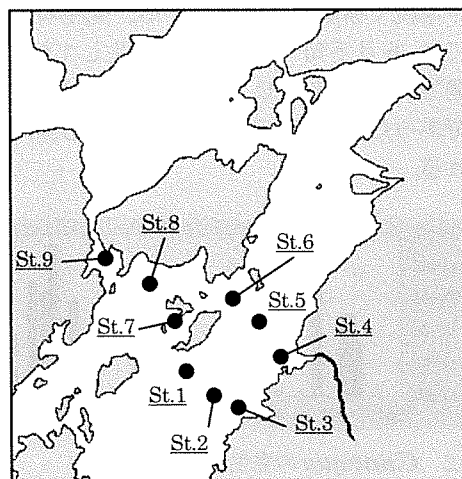


図1 調査定点図

C. antiqua の予察について、気象、海況の解析により予察指標を抽出し、得点化することで発生、非発生の判定を試みている⁴⁾。今回は、予察指標を得点化し、さらに各年の総得点と過去20年の発生状況から総得点に対応する予察表を作成することで、八代海における予察法の検討を試みた。

表1 解析項目
水質 (図1の St.1~5、6月上旬~7月中旬)
水温 (表層、底層)
塩分 (表層、底層)
気象 (八代海沿岸の4点、5月~7月)
気温
降水量
日照時間
プランクトン (5月~7月)
珪藻類の赤潮形成状況

結果

有害プランクトンの発生状況

各資料を取りまとめた結果、八代海では主に6種について漁業被害が報告されている。これらの有害プランクトンについて、過去20年間の発生状況を表2~7に、また、赤潮の形成規模を比較する指標として、各赤潮の最高細胞数、赤潮形成面積および日数の乗数を図2、4、6、8、10、11 (赤棒：被害あり) に示した。

C. antiqua (図2、図3、表2)

過去20年間で13件の発生が確認されており、うち10件について漁業被害が報告されている(図2)。

本種は1993年以降の5年間は発生が確認されなかったが、1998年に再び発生し、2001年以降5年連続で赤潮を形成している。発生時期については、6月下旬~9月中旬に発生しており、平均発生日数は16.4日、発生期間の最長は37日間であった。また、近年は長期化する傾向がみられる。

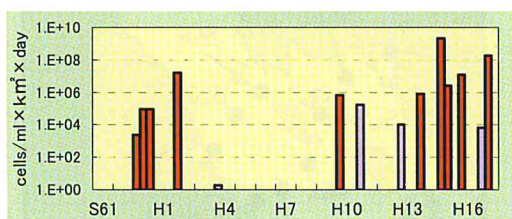


図2 *C. antiqua* の発生状況

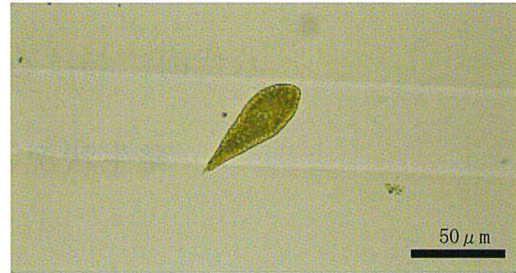


図3 *C. antiqua* (上天草市松島町沖)

C. polykrikoides (図4、図5、表3)

発生頻度は、*Heterosigma akashiwo* の23件に次いで20件と、有害プランクトンの中では2番目に多く、うち8件について漁業被害が報告されている。特に2000年には八代海全域にかけて大規模な赤潮を形成し、39億円を上回る漁業被害が発生した。

本種は、1994年以降はほぼ毎年赤潮を形成している。*C. polykrikoides* も *C. antiqua* と同様に夏季に発生しており、平均日数は13.3日、最長日数は1990年の8月から9月にかけての41日間で記録されている。

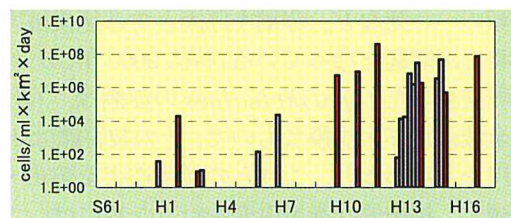


図4 *C. polykrikoides* の発生状況

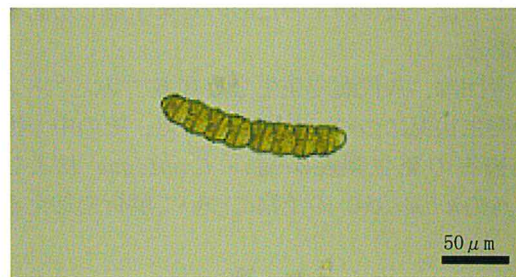


図5 *C. polykrikoides* (八代市鏡町沖)

H. akashiwo (図6、図7、表4)

有害プランクトン6種の中で最も発生頻度が高く、過去20年間で23件の赤潮が確認されているが、被害の報告は4件と少ない。

発生時期については、4月から9月にかけて発生し、平均発生日数11.6日と他種に比べ比較的短期間で終息する傾向がある。

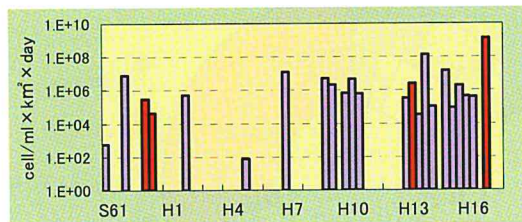


図6 *H. akashiwo* の発生状況

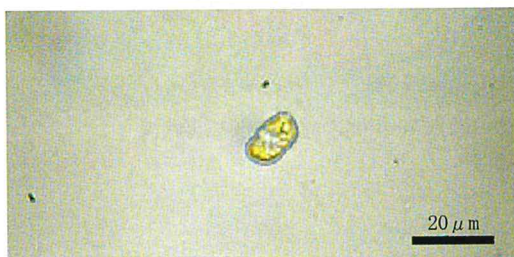


図7 *H. akashiwo* (八代市鏡町沖)

***Karenia mikimotoi* (図8、図9、表5)**

過去20年間で、7件の赤潮が確認されており、1989年にはマダイ、ブリ等に対し1億円を超える漁業被害が報告されている。

図8の発生状況を見ると、1989年以後10年間は顕著な増殖は確認されなかったが、2000年以降3年連続で発生が確認されている。2003年以降は顕著な増殖はみられていないが、本種は中層域で増殖し、表層域で着色が確認されないような状態で魚貝類をへい死させることがあるため、*C. antiqua*や*C. polykrikoides*と同様に、本県海域で特に注意が必要な有害プランクトンとされている。

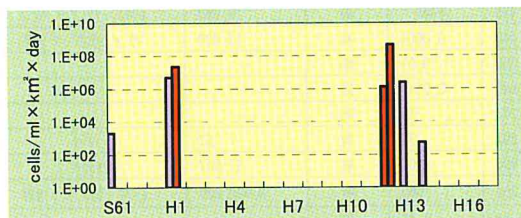


図8 *K. mikimotoi* の発生状況

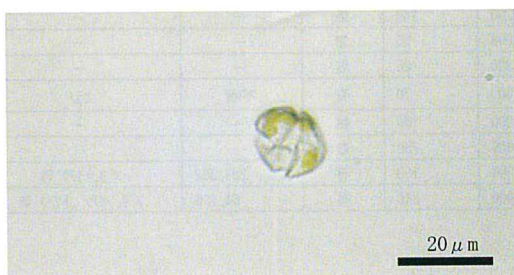


図9 *K. mikimotoi* (水俣市沖)

***Karenia digitata* (図10、表6)**

八代海における *K. digitata* の発生は、1996年6月の1件のみであるが、漁業被害としてトラフグやハマなどのへい死が報告されている。

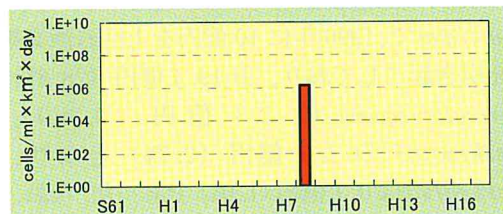


図10 *K. digitata* の発生状況

***Heterocapsa circularisquama* (図11、表7)**

本種は二枚貝に特異的な毒性を示すプランクトンで、1994年の9月から10月にかけて天草市楠浦湾で赤潮を形成し、アコヤ、アサリ等をへい死させ、2億円を超える漁業被害を引き起こした。1997年には天草市羊角湾(天草西海)で発生が確認されたが、以降本県海域での発生は確認されていない。

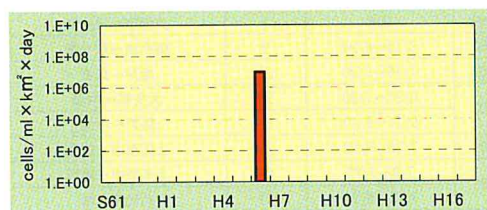


図11 *H. circularisquama* の発生状況

有害プランクトンによる漁業被害 (図12)

1986年以降、有害プランクトンにより24件(内2件は2種以上の混合赤潮による)、のべ27件の漁業被害が報告されている。6種の有害プランクトンはラフィド藻類と渦鞭毛藻類の2類であり、ラフィド藻類による被害が14件(全被害件数の51.9%)、渦鞭毛藻類によるものが13件(48.1%)であった。漁業被害の原因プランクトンを種別にみると、*C. antiqua*による魚類の被害がもっとも多く10件(37.0%)、次に、*C. polykrikoides*によるもので、魚類を中心に8件(29.6%)、次いで*H. akashiwo*による魚類の被害が4件(14.8%)、*K. mikimotoi*による魚貝類の被害が3件(11.1%)となり、*K. digitata*による魚類の被害が1件(3.7%)、*H. circularisquama*の二枚貝に対する被害が1件(3.7%)であった。

被害額をみると、過去20年間で68.3億円に及んでいる。内訳をみると、2000年に40億円に近い漁業被害を引き起こした*C. polykrikoides*がもっとも多く、20年間で計44.2億円(全被害額の64.6%)であった。次に*C. antiqua*で、1990年に10億円を上回る漁業被害を引き起こしており、計19.4億円(28.3%)、*H. circularisquama*の2.3億円(3.3%)、*K. mikimotoi*の1.9億円(2.7%)となり、*H. akashiwo*は0.7億円(1.0%)であった。なお、*K. digitata*による被害については、被害額が不明であるため、被害額の合計には含まれていない。

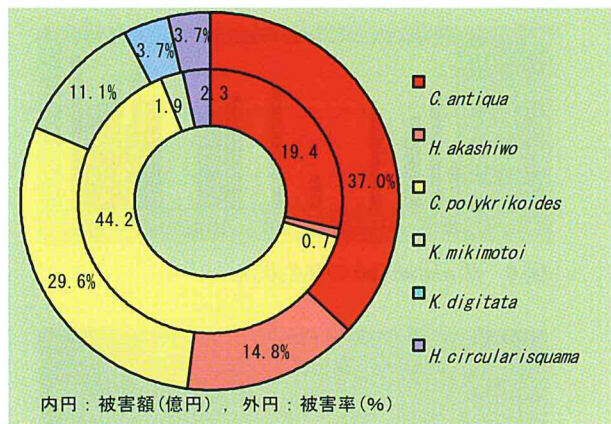


図12 過去20年間の原因種別被害状況

表2 1986年以降の*C. antiqua*の発生状況

年	発生期間	日数(days)	発生場所	細胞数(cells/ml)	面積(km ²)	被害	被害額(千円)	被害魚種
1988	8/22~8/28	7	龍ヶ岳、楠浦、宮野河内	450	0.8	有	30,473	ハマチ、ブリ、アジ
	9/4~9/8	5	姫戸	280	80	有	1,350	ボウ
	9/10~9/14	5	楠浦	4,925	3.78	有	2,100	ブリ
1990	7/17~8/17	32	八代海全域	400	1,200	有	992,637	トラフグ、ヌ、ブリ、マダイ
1992	7/28	1	御所浦	49	0.04	無	—	—
1998	7/29~8/10	13	大矢野~御所浦	440	115	有	493	ブリ、ハマチ
1999	9/6	1	八代市~日奈久	1,334	128	無	—	—
2001	8/16~8/24	9	御所浦~竜ヶ岳	39	30	無	—	—
2002	7/16~8/20	36	姫戸~久玉	101	220	有	698	シマアジ
2003	6/30~7/28	29	大矢野~牛深	270,000	280	有	331,666	ブリ、トラフグ、カハキ等
	9/11~9/19	9	姫戸~牛深	2,000	150	有	287,382	ブリ、トラフグ等
2004	7/30~8/23	25	上天草市~新和	4,800	105	有	224,343	ブリ、カハキ、シマアジ等
	7/8~7/28	21	上天草市~姫戸	8	40	無	—	—
2005	7/25~8/30	37	八代海全域	5,750	840	有	64,108	ブリ、シマアジ、トラフグ等

表3 1986年以降の*C. polykrikoides*の発生状況

年	発生期間	日数(days)	発生場所	細胞数(cells/ml)	面積(km ²)	被害	被害額(千円)	被害魚種
1989	8/1~8/2	2	宮野河内	467	0.04	無	—	—
1990	8/1~9/10	41	水俣、芦北	495	不明	有	10,080	トラフグ、ヌ、ブリ、マダイ
1991	8/5~8/14	10	御所浦~津奈	9,440	0.0001	有	13,090	マダイ、トラフグ、ブリ等
	9/17~9/19	3	大矢野町	350	0.01	無	—	—
1994	8/25~8/30	6	姫戸、樋合	1,680	0.0144	無	—	—
1995	9/4~9/10	7	天草東	202	16	無	—	—
1998	8/6~8/18	13	八代海	5,297	78	有	57	ブリ
1999	8/19~8/26	8	牟田~津奈木	11,980	100	有	57,907	トラフグ
2000	7/7~8/1	26	八代海全域	28,250	560	有	3,982,839	トラフグ、カハキ、ブリ等
2001	5/25~5/30	6	牛深	24	0.45	無	—	—
	6/14~6/15	2	田浦	7,000	不明	無	—	—
	6/20~6/25	6	龍ヶ岳~津奈木	3,000	不明	無	—	—
	7/23~7/30	8	龍ヶ岳~芦北	6,200	140	無	—	—
	8/29~9/26	29	姫戸~芦北	1,093	50	無	—	—
2002	7/16~8/5	21	姫戸~水俣	18,300	85	無	—	—
	8/17~8/27	11	津奈木~水俣	2,600	70	有	不明	ヒラメ
2003	6/23~7/2	10	御所浦、津奈木	2,300	150	無	—	—
	8/25~9/3	10	八代市~御所浦	19,800	250	無	—	—
	9/11~9/19	9	姫戸~牛深	390	150	有	287,382	ブリ、トラフグ等
2005	7/25~8/30	37	八代海全域	2,600	840	有	64,108	ブリ、シマアジ、トラフグ等

表 4 1986 年以降の *H. akashiwo* の発生状況

年	発生期間	日数 (days)	発生場所	細胞数 (cells/ml)	面積 (km ²)	被害	被害額 (千円)	被害魚種
1986	9/5~9/6	2	楠浦湾	不明	0.004	無	—	—
1987	7/1~7/4	4	八代海北部	70,000	27	無	—	—
1988	8/20~8/28	9	御所浦町元浦	31,000	1.04	有	245	マツジ
	9/26~9/29	4	河浦町宮野河内地先	11,400	0.96	有	3,208	ハマチ、ブリ、アジ
1990	5/23-6/4	13	八代海北部	1,000	39	無	—	—
1993	9/6	1	八代海北部	144,900	0.0005	無	—	—
1995	5/24-6/5	13	松合	62,850	15	無	—	—
1997	6/25-6/30	6	鏡~郡浦	38,800	21	無	—	—
	9/25-10/3	9	楠浦湾	24,000	10	無	—	—
1998	6/9-6/30	22	楠浦湾	31,600	1	無	—	—
	6/18-6/30	13	郡浦	82,100	4.5	無	—	—
	7/17-7/29	13	郡浦	1,800	25	無	—	—
2001	5/8-5/15	8	牛深	116,000	0.36	無	—	—
	5/14-6/1	19	三角	49,700	2.7	有	200~300	ホウ、セイゴ
	5/25-5/30	6	牛深	12,100	0.45	無	—	—
2002	4/26-6/3	39	牛深	170,000	20	無	—	—
	5/13-5/20	8	楠浦湾	4,300	3	無	—	—
2003	5/7-5/9	3	三角町~鏡川河口	314,000	15	無	—	—
	5/21-5/23	3	浅海湾	142,000	0.2	無	—	—
	8/12-8/18	7	松島~龍ヶ岳	2,200	120	無	—	—
2004	4/15-4/26	12	浅海湾	191,000	0.18	無	—	—
	5/20-6/4	16	浅海湾	123,000	0.2	無	—	—
2005	7/25-8/30	37	八代海全域	43,600	840	有	64,108	ブリ、シマジ、トラフグ等

表 5 1986 年以降の *K. mikimotoi* の発生状況

年	発生期間	日数 (days)	発生場所	細胞数 (cells/ml)	面積 (km ²)	被害	被害額 (千円)	被害魚種
1986	8/15~8/18	4	下浦湾	1,700	0.3	無	—	—
1989	7/26~8/3	9	八代海中部、宮野河内	8,600	66.2	無	—	—
	8/8-8/21	14	八代海中部	18,400	87	有	158,594	マダイ、ブリ
2000	6/24-7/7	14	楠浦湾	22,000	4	有	162	カハチ
	8/13-9/4	23	八代海全域	48,800	420	有	28,270	アジ類、トラフグ
2001	7/31-8/14	15	楠浦湾	36,300	4.6	無	—	—
2002	7/29-8/5	8	楠浦湾	650	0.1	無	—	—

表 6 1986 年以降の *K. digitata* の発生状況

年	発生期間	日数 (days)	発生場所	細胞数 (cells/ml)	面積 (km ²)	被害	被害額 (千円)	被害魚種
1996	6/10-6/12	3	楠浦湾~芦北、津奈木	47,000	10	有	不明	トラフグ、ハモ、マダイ

表 7 1986 年以降の *H. circularisquama* の発生状況

年	発生期間	日数 (days)	発生場所	細胞数 (cells/ml)	面積 (km ²)	被害	被害額 (千円)	被害魚種
1994	9/6-10/12	37	楠浦湾	254,566	1	有	225,000	マコチ、アジ

有害プランクトンの予察

上記の発生状況から特に注意すべき有害プランクトンは、被害発生頻度、発生件数、被害発生率が高い *C. antiqua*、*C. polykrikoides* の 2 種だということが明らかとなった。よって、今回はこの 2 種について解析を行った。

C. antiqua

1. 予察指標の抽出

表 2 より、*C. antiqua* の発生年は 1988 年、1990 年、1998 年、1999 年、2002~2005 年、非発生年は 1986 年、1987 年、1989 年、1993~1997 年、2000 年であり、小規模発生年（1992 年、2001

年）および水質データのない 1991 年については、解析の対象から除外した。また、*C. antiqua* の発生時期をみると、全発生の約 7 割が 7 月下旬から 8 月にかけて発生しているため、予察を行うためには 7 月下旬以前のデータを用いる必要がある。よって、7 月下旬以前のデータをもとに、表 1 の 8 項目について予察指標の抽出を行った。

(1) 水温（図 12~17）

過去 20 年間における *C. antiqua* の発生年、非発生年について、図 1 に示した St 1~St. 5 の平均水温の推移を図 13、図 15 に示した。

表層水温の推移をみると、6月から7月にかけて、発生年が非発生年を約1.0℃上回っており、6月下旬に両年間で有意な差 (P<0.05) がみられた。底層水温についても同様に、6月から8月にかけて発生年が非発生年を約1.0℃上回っており、6月下旬、7月上旬および7月中旬に有意な差 (P<0.10) がみられた。

これらの結果をもとに、発生年、非発生年の指標となる各旬の水温 (図14、図16、図17、図18) から以下の指標①-④が抽出された。

- ①6月下旬の表層水温 23.0℃
 発生年 : 23.0℃以上 (75.0%)
 非発生年 : 23.0℃を下回る (85.7%)
- ②6月下旬の底層水温 20.8℃
 発生年 : 20.8℃を上回る (87.5%)
 非発生年 : 20.8℃を下回る (85.7%)
- ③7月上旬の底層水温 22.0℃
 発生年 : 22.0℃を上回る (75.0%)
 非発生年 : 22.0℃を下回る (83.3%)
- ④7月中旬の底層水温 22.7℃
 発生年 : 22.7℃以上 (66.7%)
 非発生年 : 22.7℃を下回る (77.8%)

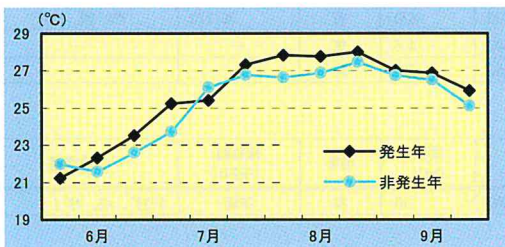


図13 *C. antiqua* の発生状況別表層水温

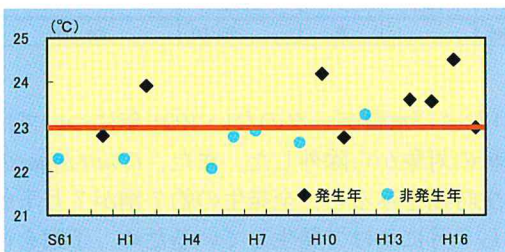


図14 6月下旬の表層水温

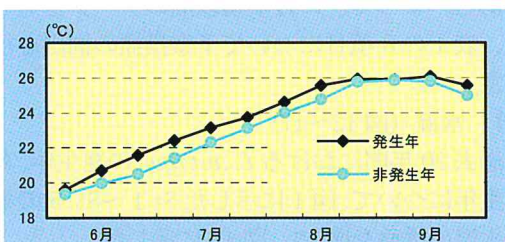


図15 *C. antiqua* の発生状況別底層水温

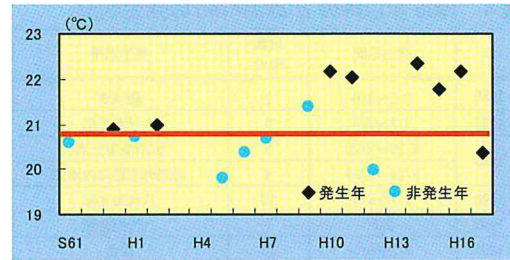


図16 6月下旬の底層水温

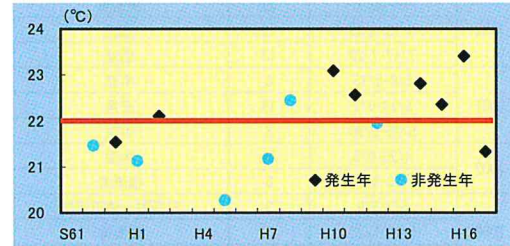


図17 7月上旬の底層水温

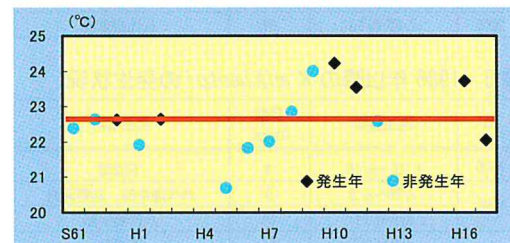


図18 7月中旬の底層水温

(2) 塩分 (図19~21)

C. antiqua の発生状況別に過去20年間の表層塩分、底層塩分の推移を図19、図21に示した。表層塩分は、6月上旬および7月上旬から8月下旬にかけて発生年が非発生年を上回る傾向がみられた。特に7月中旬は顕著で発生年が非発生年を4.0psu以上上回っており、有意な差 (P<0.10) がみられた。一方、底層では、表層に比べて変動が小さく、発生年と非発生年の間に有意な差はみられなかった。

以上の結果から、有意な差がみられた7月中旬の表層塩分 (図20) から以下の⑤が抽出された。

- ⑤7月中旬の表層塩分 30.0psu
 発生年 : 30.0psu を上回る (66.7%)
 非発生年 : 30.0psu を下回る (77.8%)

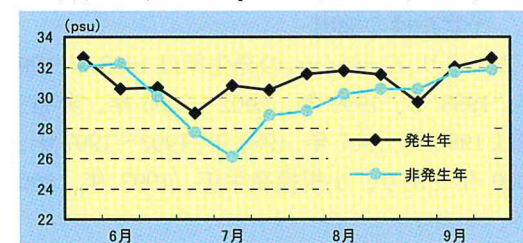


図19 *C. antiqua* の発生状況別表層塩分

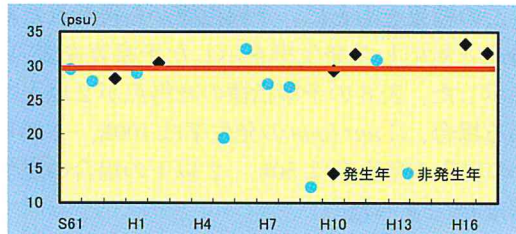


図20 7月中旬の表層塩分

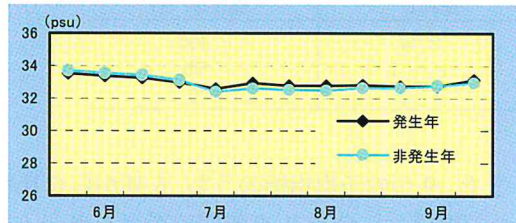


図21 *C. antiqua* の発生状況別底層塩分

(3) 気温 (図22、図23)

過去20年間の八代海沿岸の観測点(三角、八代、松島、水俣)における気温について、*C. antiqua* の発生年、非発生年別に解析した結果、全観測点で5月、6月に有意な差 ($P < 0.05$) がみられた。この結果をもとに、各観測点の5月、6月における発生年、非発生年の気温分布をみると、八代の観測点で発生年、非発生年の傾向がより強く表れており(図22、図23)、以下の予察指標⑥、⑦が抽出された。

⑥5月の気温 19.4℃

発生年 : 19.4℃以上 (87.5%)
 非発生年 : 19.4℃を下回る (77.8%)

⑦6月の気温 23.2℃

発生年 : 23.2℃を上回る (75.0%)
 非発生年 : 23.2℃を下回る (88.9%)

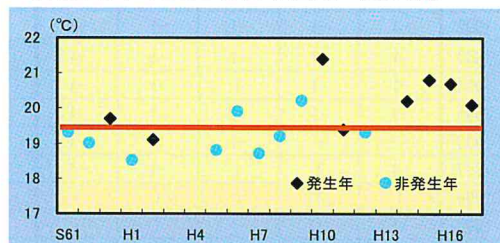


図22 5月の気温 (八代観測点)

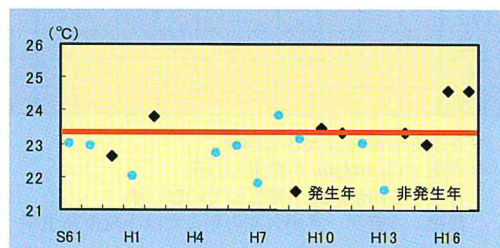


図23 6月の気温 (八代観測点)

(4) 降水量 (図24、図25)

三角、八代、松島、水俣の4観測点における過去20年間の降水量について、*C. antiqua* の発生状況別に解析した結果、八代、松島、水俣の観測点で5月に、全観測点で7月に有意な差 ($P < 0.10$) がみられた。

この解析結果をもとに、該当する観測点について5月、7月の降水量の分布をみると、両月ともに水俣の観測結果がより *C. antiqua* の発生状況の特徴付ける傾向がみられた(図24、図25)。以上の結果から、降水量の予察指標として次の⑧、⑨が抽出された。

⑧5月の降水量 176mm

発生年 : 176mm 以上 (87.5%)
 非発生年 : 176mm を下回る (77.8%)

⑨7月の降水量 371mm

発生年 : 371mm を下回る (87.5%)
 非発生年 : 371mm 以上 (77.8%)

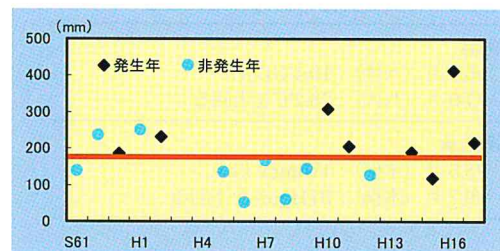


図24 5月の降水量 (水俣観測点)

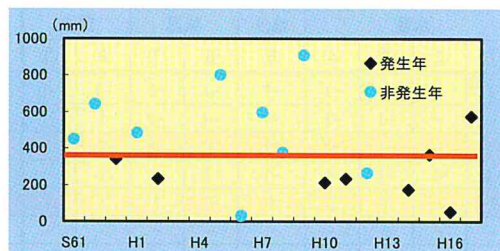


図25 7月の降水量 (水俣観測点)

(5) 日照時間

過去20年間の八代海沿岸4観測点における5月から7月の日照時間について、*C. antiqua* の発生状況別に解析したが、有意な差はみられなかった。

(6) 珪藻類の赤潮形成状況

C. antiqua と珪藻類は栄養塩の競合関係にあり、珪藻類の増殖が *C. antiqua* の増殖を阻害するとの報告がある。よって、過去20年間に5

月から7月にかけて八代海で発生した珪藻類の赤潮について、*C. antiqua* の発生状況別に解析したが有意な差はみられなかった。

2. 予察指標からの検証 (表8~10)

上記により抽出された9つの指標を表8にまとめた。これらの予察指標を用いて、過去20年間の気象、海況を検証し、その得点を表9に示した。発生年の総得点は-1~9で、「+」を示した年の87.5%が発生年であった。また、非発生年の総得点は-9~-1で、「-」を示した年の81.8%が非発生年であった。

表8 *C. antiqua* の予察指標

水温	
①	6月下旬の表層：23.0℃以上
②	6月下旬の底層：20.8℃を上回る
③	7月上旬の底層：22.0℃を上回る
④	7月中旬の底層：22.7℃を上回る
塩分	
⑤	7月中旬の表層：30.0psuを上回る
気温	
⑥	5月(八代)：19.4℃以上
⑦	6月(八代)：23.2℃を上回る
降水量	
⑧	5月(水俣)：176mm以上
⑨	7月(水俣)：371mmを下回る

表9 *C. antiqua* の予察指標における得点

年	水温				塩分 ⑤	気温		降水		計
	①	②	③	④		⑥	⑦	⑧	⑨	
1986	-1	-1	-	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-8
1987	-	-	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-5
1988	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	-1
1989	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-7
1990	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	7
1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-7
1993	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-9
1994	-1	-1	-	-1	1	1	-1	-1	1	-2
1995	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-9
1996	-	-	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1
1997	-1	1	-	1	-1	1	-1	-1	-1	-2
1998	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	7
1999	-1	1	1	1	1	-1	1	1	1	5
2000	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-3
2001	1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1
2002	1	1	1	-	-	1	1	1	1	7
2003	1	1	1	-	-	1	-1	-1	1	3
2004	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
2005	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	1

*各条件の番号は表8を参照

*赤塗：*C. antiqua* が発生した年

青塗：*C. antiqua* が発生していない年

塗無：水質データが欠測の年または小規模発生年

この結果をもとに、予察指標から得られた総得点と対応した発生率を示した予察表を表10に示した。表8の予察指標の総得点が2以上である場合、*C. antiqua* の発生率は100%、-1から1の場合の発生率は50%、-2以下の場合の発生率は0%であった。

表10 *C. antiqua* の予察表

総得点	発生率 (%)
2 ≤	100
-1 ~ 1	50
≤ -2	0

また、9つの予察指標のうち、5月から6月の5つの指標からの過去20年間の得点を表11に、また、予察表を表12に示した。発生年の総得点は1~5で、「+」の88.9%が発生年であった。また、非発生年の総得点は-1~-5で、「-」の90.0%が非発生年であった。

これら結果をもとに予察表を作成した結果、予察指標の総得点が2以上である場合、*C. antiqua* の発生率は100%、-1から1の場合の発生率は43%、-2以下の場合の発生率は0%であった。

表11 予察指標における得点 (6月までの指標)

年	水温		気温		降水 ⑧	計
	①	②	⑥	⑦		
1986	-1	-1	-1	-1	-1	-5
1987	-	-	-1	-1	1	-1
1988	-1	1	1	-1	1	1
1989	-1	-1	-1	-1	1	-3
1990	1	1	-1	1	1	3
1991	-	-	-	-	-	-
1992	-1	-1	-1	-1	-1	-5
1993	-1	-1	-1	-1	-1	-5
1994	-1	-1	1	-1	-1	-3
1995	-1	-1	-1	-1	-1	-5
1996	-	-	-1	1	-1	-1
1997	-1	1	1	-1	-1	-1
1998	1	1	1	1	1	5
1999	-1	1	-1	1	1	1
2000	1	-1	-1	-1	-1	-3
2001	1	1	1	-1	-1	1
2002	1	1	1	1	1	5
2003	1	1	1	-1	-1	1
2004	1	1	1	1	1	5
2005	1	-1	1	1	1	3

*各条件の番号は表8を参照

*赤塗：*C. antiqua* が発生した年

青塗：*C. antiqua* が発生していない年

無塗：水質データが欠測の年または小規模発生年

表 12 *C.antiqua* の予察表

総得点	発生率 (%)
2 ≤	100
-1 ~ 1	43
≤ -2	0

C. polykrikoides

1. 予察指標の抽出

表 3 より、*C. polykrikoides* の発生年は 1990 年、1991 年、1994 年、1998~2003 年、2005 年、非発生年は 1986~1988 年、1992 年、1993 年、1996 年、1997 年、2004 年であり、小規模発生年 (1989 年、1995 年) および水質データのない 1991 年については、解析の対象から除外した。また、有害プランクトンの発生予察を行うためには、発生する以前のデータを用いる必要がある。よって、表 1 の 8 項目について、7 月以前のデータをもとに、予察指標の抽出を行った。

(1) 水温 (図 26~29)

過去 20 年における *C. polykrikoides* の発生年、非発生年について、図 1 に示した St 1~St. 5 の平均水温の推移を図 26、図 29 に示した。

表層水温の推移をみると、6 月上旬、7 月中旬以外の期間で発生年が非発生年を上回っており、6 月下旬、7 月上旬に有意な差 ($P < 0.10$) がみられた。一方、底層水温では、発生年、非発生年について有意な差はみられなかった。

上記の結果をもとに、有意な差がみられた期間について、発生年、非発生年の水温分布 (図 27、図 28) を解析した結果、予察指標として次の①、②が抽出された。

① 6 月下旬の表層水温 22.9°C

発生年 : 22.9°C を上回る (77.8%)

非発生年 : 22.9°C を下回る (83.3%)

② 7 月上旬の表層水温 24.5°C

発生年 : 24.5°C を上回る (75.0%)

非発生年 : 24.5°C 以下 (83.3%)

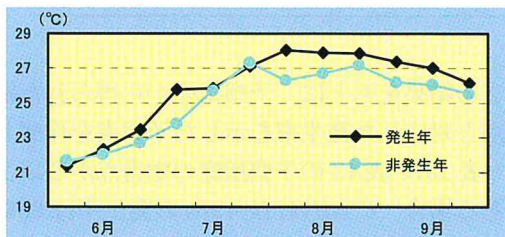


図 26 *C. polykrikoides* の発生状況別表層水温

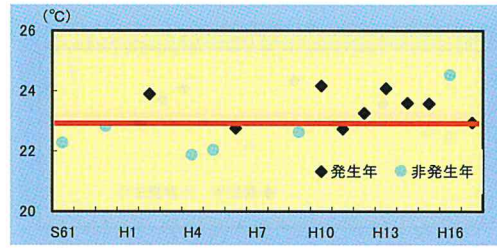


図 27 6 月下旬の表層水温

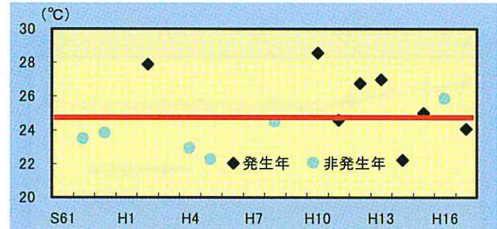


図 28 7 月上旬の表層水温

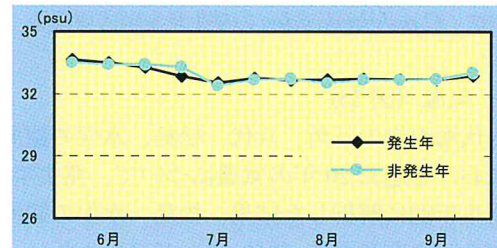


図 29 *C. polykrikoides* の発生状況別底層水温

(2) 塩分 (図 30~32)

C. polykrikoides の発生状況別に過去 20 年の塩分の推移を図 29、図 31 に示した。表層塩分については、6 月下旬および 7 月中旬から 8 月下旬にかけて発生年が非発生年を上回る傾向がみられた。特に 7 月中旬は顕著で、発生年が非発生年を 4.0psu 以上上回っており、両年間に有意な差 ($P < 0.10$) がみられた。一方、底層塩分では、解析した期間を通じて発生年と非発生年の間に有意な差はみられなかった。

これらの結果をもとに、有意に差があった 7 月中旬の表層塩分の分布 (図 31) から、予察指標として以下の③が抽出された。

③ 7 月中旬の表層塩分 29.1psu

発生年 : 29.1psu を上回る (85.7%)

非発生年 : 29.1psu を下回る (75.0%)

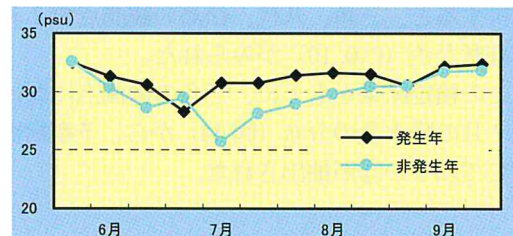


図 30 *C. polykrikoides* の発生状況別表層塩分

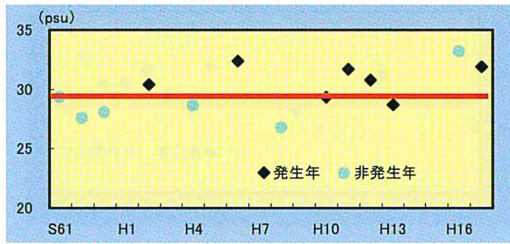


図 31 7月中旬の表層塩分

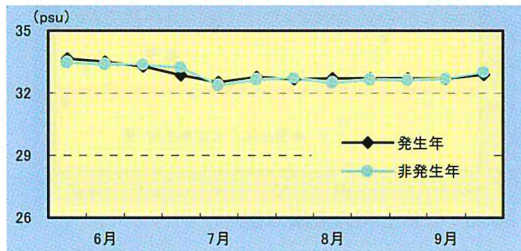


図 32 *C. polykrikoides* の発生状況別底層塩分

(3) 気温 (図 33)

八代海沿岸の三角、八代、松島、水俣の観測点における過去 20 年の気温について、発生年、非発生年別に解析した結果、松島、水俣の観測点で 7 月に有意な差 ($P < 0.10$) がみられた。

この結果をもとに、水俣の観測点における 7 月の気温分布 (図 33) から以下の予察指標④が抽出された。

- ④7月の気温 (水俣) 26.6°C
- 発生年 : 26.6°C以上 (80.0%)
- 非発生年 : 26.6°Cを下回る (75.0%)

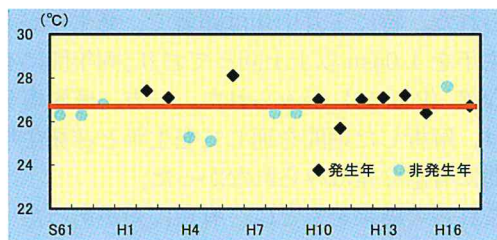


図 33 7月の気温 (水俣観測点)

(4) 降水量 (図 34)

八代海の 4 観測点における過去 20 年間の降水量について、*C. polykrikoides* の発生状況別に解析すると、三角、八代、松島の観測点で 7 月に有意な差 ($P < 0.10$) がみられた。

この検定結果をもとに、三角の観測点における 7 月の降水量の分布 (図 34) から、予察指標として以下の⑤が抽出された。

- ⑤7月の降水量 (三角) 328mm
- 発生年 : 328mm 以下 (90.0%)
- 非発生年 : 328mm を上回る (75.0%)

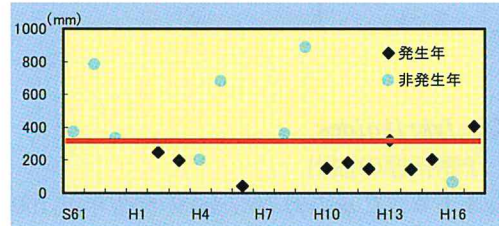


図 34 7月の降水量 (三角観測点)

(5) 日照時間

八代海沿岸 4 観測点における過去 20 年間の 5 月から 7 月にかけての日照時間について、*C. polykrikoides* の発生状況別に解析したが、発生の有無による有意な差はみられなかった。

(6) 珪藻類の赤潮形成状況

過去 20 年間における 5 月から 7 月にかけて八代海で発生した珪藻類の赤潮を、*C. polykrikoides* の発生状況別に解析したが、珪藻類の赤潮形成と *C. polykrikoides* の発生に有意な差はみられなかった。

2. 予察指標からの検証 (表 13~15)

上記より抽出された 5 つの予察指標を表 13 にまとめた。これらの指標を用いて、過去 20 年間の気象、海況を検証し、その得点を表 14 に示した。発生年の総得点は 0~5 で、「+」を示した年の 88.9%が発生年であった。また、非発生年の総得点は -5~5 で、「-」を示した年の 77.8%が非発生年であった。

表 13 *C. polykrikoides* の予察指標

水温	①6月下旬の表層 : 22.9°Cを上回る ②7月上旬の表層 : 24.5°Cを上回る
塩分	③7月中旬の表層 : 29.1psuを上回る
気温	④7月 (水俣) : 26.6°C以上
降水量	⑤7月 (三角) : 328 mm 以下

この結果をもとに、予察指標から得られた総得点と対応した発生率を示した予察表を作成した (表 15)。表 13 の予察指標の総得点が 2 以上である場合、*C. polykrikoides* の発生率は 86%、-1 から 1 の場合の発生率は 75%、-2 以下の場合

の発生率は0%であった。

表 14 *C. polykrikoides* の予察指標における得点

年	水温		塩分	気温	降水量	計
	①	②	③	④	⑤	
1986	-1	-	1	-1	-1	-2
1987	-	-1	-1	-1	-1	-4
1988	-1	-1	-1	1	-1	-3
1989	-1	-1	-1	-1	1	-3
1990	1	1	1	1	1	5
1991	-	-	-	-	-	-
1992	-1	-1	-1	-1	1	-3
1993	-1	-1	-1	-1	-1	-5
1994	-1	-	1	1	1	2
1995	1	-1	-1	1	-1	-1
1996	-	-1	-1	-1	-1	-4
1997	-1	-	-1	-1	-1	-4
1998	1	1	1	1	1	5
1999	-1	1	1	-1	1	1
2000	1	1	1	1	1	5
2001	1	1	-1	1	1	3
2002	1	-1	-	1	1	2
2003	1	1	-	-1	-1	0
2004	1	1	1	1	1	5
2005	1	-1	1	1	-1	1

*各条件の番号は表 13 を参照
 *赤塗： *C. polykrikoides* が発生した年
 青塗： *C. polykrikoides* が発生していない年
 無塗：水質データが欠測の年または小規模発生年

表 15 *C. polykrikoides* の予察表

総得点	発生率 (%)
2 ≤	86
-1 ~ 1	75
≤ -2	0

考 察

有害プランクトンの発生状況

過去 20 年間における八代海で発生した有害プランクトンについて、今回は発生状況と被害の頻度、額について解析を行った。その結果、発生頻度は *C. antiqua*、*C. polykrikoides*、*H. akashiwo* の 3 種が高く、被害件数、被害額については *C. antiqua* と *C. polykrikoides* の 2 種が高かった。

過去に、本県海域で漁業被害の可能性が高いために注意種とされていた *K. mikimotoi* については、近年増殖は確認されていないものの、過去に、発生しない年が続いた後、再び赤潮を形成したという経緯があるため、今後も注意が必要である。

また、*K. digitata* や *H. circularisquama* につい

ては、1986 年以降八代海での発生はそれぞれ 1 件であるが、発生した際の有害性は非常に高い。上記有害プランクトンに加え、2004 年に瀬戸内海域で赤潮化し、多大な被害をもたらした *Chattonella ovata* (図 35) や⁵⁾、過去に鹿児島県で魚類をへい死させている *Cochlodinium* sp. (笠沙型)⁶⁾ の発生も 2006 年に天草西海の羊角湾で確認されている (図 36)。これら 2 種のように、本報告で扱った有害プランクトン 6 種に加え、今後、新たな有害プランクトンの発生により漁業被害が引き起こされることも考えられる。プランクトン相の変化や有害プランクトンの発生に対し、適切かつ迅速に対応できるよう今後も引き続きモニタリングを実施し、海況やプランクトンのデータを蓄積する必要がある。

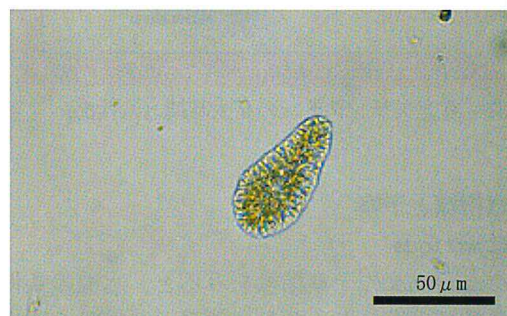


図 35 *C. ovata* (上天草市姫戸沖)

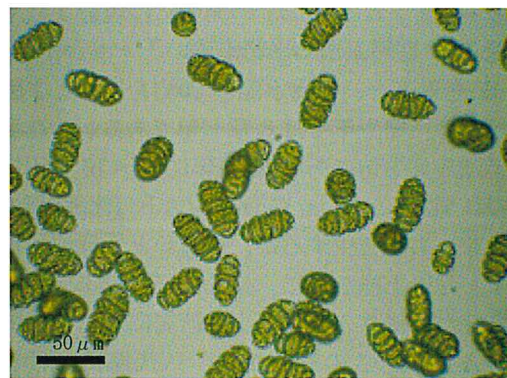


図 36 *Cochlodinium* sp. (笠沙型) (天草市羊角湾)

八代海における有害プランクトンの発生時期を図 37 に示した。6 月から 9 月にかけて、有害プランクトンの発生が多いことがわかる。

八代海の有害プランクトンを対象とした我々のモニタリングは、現在 6 月から 9 月上旬の計画で実施している。1991 年、2003 年には 9 月中旬から *C. polykrikoides* が赤潮化しており²⁾、³⁾、2006 年には 10 月中旬に *Cochlodinium*

sp. (笠沙型)が発生している。現在の調査体制では、6月から8月に発生する赤潮は把握することができるが、6月以前や9月下旬以降については、監視体制が十分ではない。

今後の課題として、*C. polykrikoides* や新たな有害プランクトンの発生に対し、迅速に把握、対応するために、他の研究機関や漁協、養殖業者と連帯し、有害プランクトンを監視する体制の構築を検討する必要がある。

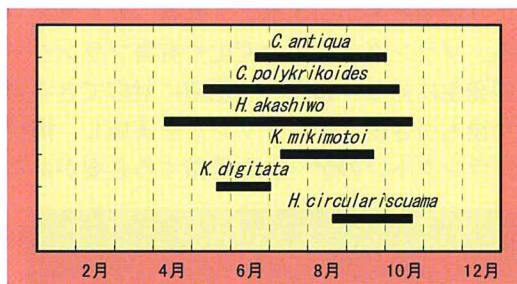


図 37 有害プランクトンの発生時期 (八代海)

予察指標と予察

C. antiqua

C. antiqua の予察指標をみると、水温の条件が4項目、塩分が1項目、気温が2項目、降水量が2項目であった。中でも底層水温が3項目と最も多く、*C. antiqua* の発生には塩分よりも水温、特に底層水温の影響が強いことがわかる。図15をみると、底層水温が20℃を初めて上回ったのは、発生年では6月上旬であるが、非発生年は6月中旬であり、発生年に比べ10日程度の遅れがある。*C. antiqua* はシスト (休眠細胞) の発芽により発生するが、少なくとも低温状態を4ヶ月以上経た後に、水温が15℃以上になると発芽が始まり、20℃以上で活発になるとの報告がある⁷⁾。このことから、八代海における*C. antiqua* の発生には、シストの発芽時期 (底層水温が20℃を上回る10日前後の差) が大きく関与していると推察される。

C. antiqua の場合、9割以上が7月から8月にかけて発生しているため、5月、6月のデータを用いた発生の予測が可能であれば、赤潮に対する被害防止へむけた対応の有効性は高くなる。今回抽出された9つの予察指標のうち、5つは5月から6月の指標であった。6月までの指標を用いた場合、指標の数は7月までの指標の数に

比べ半分近くまで減ったが、予察表の発生率は7月までの指標の場合と近い値であり、6月までの指標による予察も可能である考えられる。

今後の展開として、窒素、リン等の栄養塩類、珪藻類や他の競合種との関係から解析を加え、新たな発生条件を抽出することにより、的確かつ早期に実施できる予察法の確立が望まれる。

C. polykrikoides

C. polykrikoides の予察指標に関しては、水温の条件が1項目 (表層水温)、塩分の条件が1項目、気温の条件が2項目、降水量の条件が1項目であった。*C. antiqua* では特徴的な項目であった底層水温からの指標は抽出されなかった。*C. polykrikoides* の増殖可能水温は10℃以上であるため、冬季に栄養細胞状態で越冬が可能であるとの報告があり^{8)、9)}、また、我々の調査では天草市宮野河内湾内で4月から翌1月にかけて栄養細胞が確認されている。これらのことから、*C. polykrikoides* はシストではなく栄養細胞の状態から赤潮を形成するために、底層水温は*C. polykrikoides* の発生に対し影響が少ないのであろうと推察される。また、今回抽出された6つの指標の内、5項目については7月の指標であった。*C. polykrikoides* の発生時期をみると、25%が7月、50%が8月に発生していることから、今回の5項目は赤潮発生の前段階の特徴を捉えた指標というよりはむしろ、広範囲で大增殖するための指標であると推察される。

小規模発生年の評価 (表16)

C. antiqua、*C. polykrikoides* の小規模発生年の得点を表16に示した。得点が顕著にマイナス評価であった小規模発生年 (*C. antiqua* : 1992年、*C. polykrikoides* : 1989年) については、発生したが濃密かつ広範囲に増殖しうる環境条件ではなかったために小規模にとどめられたと考えられる。また、「1」であった*C. antiqua* の2002年については、5月以降の他種の赤潮発生状況を見ると、5月下旬に*C. polykrikoides* の発生が確認され、6月中旬から9月下旬にかけて長期間にわたり優占していた。このことから、環境は増殖に適した状態であったが、他種 (*C. polykrikoides*) との競合により小規模な発生にとどめられたと推察される。

表 16 小規模発生年の得点

<i>C. antiqua</i> ,	
1992 年 :	-7
2002 年 :	1
<hr/>	
<i>C. polykrikoides</i>	
1989 年 :	-3
1995 年 :	-1

2006 年の予察指標の検証 (表 17~19)

2006 年における *C. antiqua*, *C. polykrikoides* の予察指標による得点を表 17~19 に示した。2006 年の *C. antiqua* の発生状況、気象、海況の推移をみると、5 月、6 月の気温、水温は平年に比べ高めで推移し、それに伴い点数は「1」であった。事実、*C. antiqua* は小規模ながら発生が確認されている。6 月の段階での得点によると、その後の増殖が予想されたが、6 月から 7 月下旬にかけての豪雨による表層域の著しい塩分低下により、*C. antiqua* の発生は終息し、7 月の指標を含めた点数も「-1」という結果となった。*C. polykrikoides* についても *C. antiqua* と同様に、7 月までの条件による予察では「-1」であり、発生も小規模にとどまっている。また、*C. antiqua* (表 9、表 11)、*C. polykrikoides* (表 14) および 2006 年の得点 (表 17-19) をみると、「1」~「-1」の結果となったのは延べ 18 年あるが、そのうち小規模発生年であったのは延べ 6 年と 3 割以上に及んでいる。これらの結果から、総得点「1」、「0」、「-1」については、環境が好条件、悪条件の顕著な傾向がみられないため、判定の難しい年といえる。

今後、他の要因を含めた評価法でより精度の高い予察を試みる必要がある。

表 17 2006 年の *C. antiqua* の得点 (7 月までの指標)

年	水温				塩分	気温		降水		計
	①	②	③	④		⑥	⑦	⑧	⑨	
2006	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	-1

*各条件の番号は表 8 を参照

表 18 2006 年の *C. antiqua* の得点 (6 月までの指標)

年	水温		気温		降水	計
	①	②	⑥	⑦		
2006	1	-1	1	1	-1	1

*各条件の番号は表 8 を参照

表 19 2006 年の *C. polykrikoides* の得点

年	水温		塩分	気温	降水量	計
	①	②				
2006	1	-1	-1	1	-1	-1

*各条件の番号は表 14 を参照

要 約

1. 八代海で発生頻度が高い有害プランクトンは、*H. akashiwo*, *C. antiqua*, *C. polykrikoides* の 3 種であった。
2. 八代海では、*C. antiqua*, *C. polykrikoides* の 2 種が被害件数、被害額ともに高かった。
3. *C. antiqua* の予察指標として、5 月、6 月の気象、海況から水温、気温、降水量の計 5 項目、5-7 月までの資料から水温、塩分、気温、降水量の計 9 項目抽出された。
4. *C. antiqua* における 7 月までの予察指標の総得点が 2 以上である場合、*C. antiqua* の発生率は 100%、-1 から 1 の場合の発生率は 50%、-2 以下の場合の発生率は 0%であった。
5. *C. polykrikoides* の予察指標として、5-7 月までの気象、海況資料から水温、塩分、気温、降水量の計 5 項目が抽出された。
6. *C. polykrikoides* における予察指標の総得点が 2 以上である場合、の発生率は 86%、-1 から 1 の場合の発生率は 75%、-2 以下の場合の発生率は 0%であった。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、御意見、御指導頂いた熊本県立大学環境共生学部教授大和田紘一氏、吉田誠氏に心から感謝します。

引用文献

- 1) 吉村直晃、安東秀徳、木村武志、小山長久. 2000 年 7 月に八代海で発生した *Cochlodinium polykrikoides* 赤潮について. 熊本県水産研究センター研究報告 2002 ; 5 : 55-63.
- 2) 熊本県水産研究センター. 昭和六十三年度-平成十七年度事業報告書 1986-2005.
- 3) 水産庁九州漁業調整事務所 昭和 61 年-平成 15 年九州海域の赤潮 1986-2003.
- 4) 水産庁. 平成 2 年度赤潮対策技術開発試験. 東部瀬戸内海シャットネラ赤潮総合解析報告書 1991 ; 144.
- 5) 高辻英之、飯田悦左、高山晴義. 2004 年に広島県沿岸で発生した *Chattonella ovata*. 広水研報 2005 ; 23 : 15-18.

- 6) 鹿児島県水産試験場. 鹿児島県の赤潮生物(増補版) 1995 ; A-8
- 7) 今井一郎. 有害赤潮ラフィド藻 *Chattonella* のシストに関する生理生態学的研究. 南西水研研報1990 ; 23 : 63-166.
- 8) 山砥稔文・坂口昌生・高木信夫・岩滝光儀・松岡数充. 西九州沿岸に分布する有害渦鞭毛藻 *Cochlodinium polykrikoides* Margalef の増殖に及ぼす水温, 塩分および光強度の影響. 日本プランクトン学会報2005 ; 52(1) : 4-10.
- 9) 金大一・本城凡夫. 八代海における *Cochlodinium polykrikoides* の赤潮. 月間海洋2005 ; 37(1) : 40-47.

八代海における 2004 年度および 2005 年度の 植物プランクトンの分布

吉田誠¹⁾・安達真由美¹⁾・西田泰輔¹⁾・永田大生¹⁾・岩竹悠里¹⁾・
木野世紀²⁾・櫻田清成²⁾・大和田紘一¹⁾

1) 熊本県立大学、2) 熊本県水産研究センター

Seasonal distribution of phytoplankton in Yatsushiro Sea in 2004 and 2005

Makoto Yoshida, Mayumi Adachi, Taisuke Nishida, Taisei Nagata, Yuri Iwatake,
Seiki Kino, Kiyonari Sakurada and Kouichi Ohwada

キーワード：植物プランクトン、珪藻、八代海、*Skeltonema costatum*

八代海では近年、夏期を中心に無殻渦鞭毛藻 *Cochlodinium polykricoides* や、ラフィド藻 *Chattonella antiqua* などの赤潮が毎年のように発生し、魚類養殖などに甚大な被害を与えている^{1), 2)}。加えて奥部（北部）では、平成 15 年度より養殖ノリの不作が続いているが³⁾、冬期に珪藻の現存量が高いことが一因とも考えられている。これらの問題はいずれも植物プランクトンの異常な発生によるものである。前者の夏期の赤潮被害は、平素の植物プランクトン組成が変化し、特定の有害種が異常に増殖することから、原因種の発生機構を把握し、赤潮を早い時期に予知することができれば、被害を最小限に抑えることが可能となる。一方後者は、冬期に珪藻が大量に増殖し、高い現存量を維持し続けることにより栄養塩が枯渇し、養殖ノリの生育に支障をきたしているのではないかと考えられている。平素より海域に生息している珪藻が原因種と考えられているが、どの程度の珪藻の現存量でノリ養殖に支障をきたすのかは明らかでなく、また高い現存量を維持し続ける機構についても明らかでないため、この時期の植物プランクトンの動態については継続して調査を行なう必要がある。いずれの問題についても、その発生機構について明らかにするためには、まず平素のプランクトン組成の動態について明らかにしておく必要がある。

八代海における植物プランクトンの分布についてある程度の期間にわたって継続的に調査した研究報告は非常に限られている。1980 年代に鶴田ら⁴⁾は、八代海全域の試料を年間 5 回採集し、植物プランクトンの水平分布や季節的消長、群落のクラスタ

リング等を行なっている。鶴田らの研究が行なわれた当時は、既に八代海でも赤潮による漁業被害が発生していたものの、その後赤潮の被害はさらに深刻になっていることや、当時から既に 20 年が経過していることから、植物プランクトンの発生状況にも何らかの変化が起こっていることも考えられる。

著者らは 2002 年 5 月より、八代海に定点を設け、毎月一回の植物プランクトン組成についての調査を、また海域に 2 定点を設定して、夏期から秋期に毎週一回の調査を行なってきた。2002～2003 年度の結果については、概略を吉田ら⁵⁾に示した。この調査はその後も継続して行なわれているが、本報では 2004 年度および 2005 年度の調査結果について示す。なお、近年の八代海の海況や生物の動態などについては、大和田らが月刊海洋^{6), 7)}にまとめている。

方 法

八代海の御所浦島・獅子島を挟んで東側海域に 6 定点(St. 1～6)、西側海域に 2 定点(St. 7, 8)を設置し、2004 年 4 月 13 日から 2006 年 3 月 22 日まで、調査船「あさみ」による熊本県水産研究センターの八代海中央ライン水質断面調査の際に毎月 1 回、計 24 回調査を行なった。試料は表層からは採水用バケツで、5m 以深からはバンドーン採水器で採水し、固定することなく持ち帰り、そのまま界線入計数板を用いて顕微鏡（オリンパス製 BHB）により同定・計数を行なった。なお本報では採集した試料のうち、表層より得られた 192 試料について扱い、必要に応じて他層の観察結果を

参照した。また同時に栄養塩やその他物理化学的項目の調査も行なわれているが、本報では植物プランクトンの細胞数や種の分布などに限定して議論することにし、環境要因として気象庁がウェブサイトで公開している、八代市の降水量のみを参照した。植物プランクトンの同定は、小久保⁸⁾、Rines and Hargraves⁹⁾、Tomas¹⁰⁾などを用いて行なった。なお近年の研究で、従来 *Skeletonema costatum* とされていた珪藻を、形態により複数種に分けることが提唱されている¹¹⁾。しかし八代海を含む我が国では、本種の新しい分類体系に沿った分類学的研究は未だ進んでいないこと、種を分ける形質の観察には走査型・透過型電子顕微鏡による観察が必要であることから、本報ではすべて *S. costatum* として扱った。

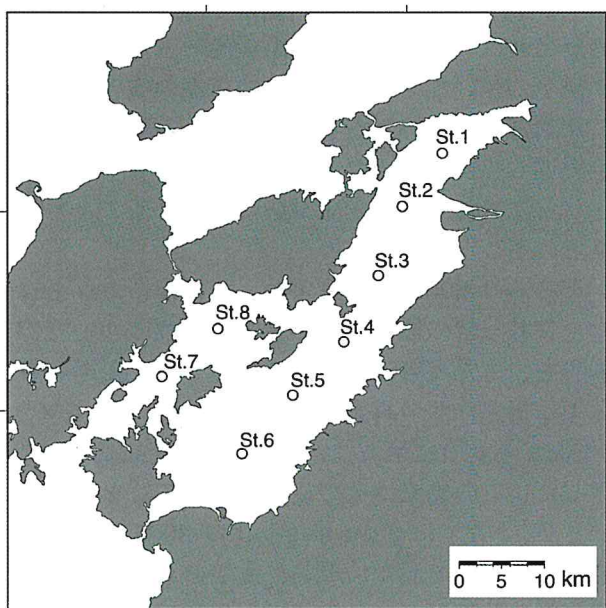


図1 調査地点

結果および考察

概要

調査の期間中、34属69種の珪藻、29属42種の渦鞭毛藻やラフィド藻などの鞭毛藻類が種まで同定された。このうち渦鞭毛藻には従属栄養性の種も含まれている。同海域では珪藻の割合が高く、各試料の総細胞数の平均85%が珪藻であった。特に総細胞数が1,000 cells/mlを超える試料では、少なくとも88%を珪藻が占めた。このなかでも *Skeletonema costatum* の割合は最も高く、本種は各試料中に占める植物プランクトン数の平均30%を占めていた。また全試料の細胞数を総計すると、99%以上が珪藻となり、そのうち63%が

S. costatum であった。

細胞数が最大となったのは2005年9月12日のSt. 1で、総細胞数は29,500 cells/mlであった。最も多かったのは *S. costatum* で、20,750 cells/mlであった。この時はSt. 8を除く7測点で最高細胞数を記録した。この調査日の一週間前には台風が襲来し、調査日前10日間で、八代では降水量が232 mmに達しており、この影響が強かったと考えられる。

表1 各測点の細胞数の平均、最大値、最小値、珪藻および *Skeletonema costatum* の割合

測点	細胞数 (cells/ml)			珪藻優占率 (%)	
	平均	最大	最小	全珪藻	<i>Skeletonema</i>
St. 1	2,670	29,500	28	92	43
St. 2	2,070	18,850	12	88	42
St. 3	1,437	14,167	4	87	39
St. 4	828	5,175	9	92	37
St. 5	550	6,575	2	80	15
St. 6	451	7,813	<1	83	19
St. 7	343	6,625	1	79	16
St. 8	529	4,900	<1	84	24

測点別の分布の特徴

東部海域(St. 1~6)では、奥部から外洋水と交換する南部に向かうに従い、細胞数が減少する傾向が顕著であり、また奥部では細胞数の変動が激しかった。また、珪藻の優占率は南部に向かうに従い低下した。特に *S. costatum* の割合の低下は顕著で、奥部では平均40%を上回るのに対し、St. 6に近い海域では平均20%を下回っている。西部海域(St. 7, 8)でも同様の傾向がみられた。図2に測点別の総細胞数の変動を示す。細胞数は南部に向かうに従い減少するものの、細胞数の増減は奥部での増減に追随することも多かった。しかし2004年10月はSt. 4より奥部で高い値を示しているものの、St. 6に近い測点では細胞数は少なかった。また1月~3月には奥部では細胞数が増加するが、湾口に近い南部の測点ではあまり増加しないことが多かった。なお2004年10月のSt. 1、2005年6月のSt. 2、2005年9月のSt. 8は、他の測点では顕著なピークがみられるにもかかわらず、これらの測点でピークが認められなかったが、これらの海域でも5m以深では顕著に高い細胞数を記録していた。

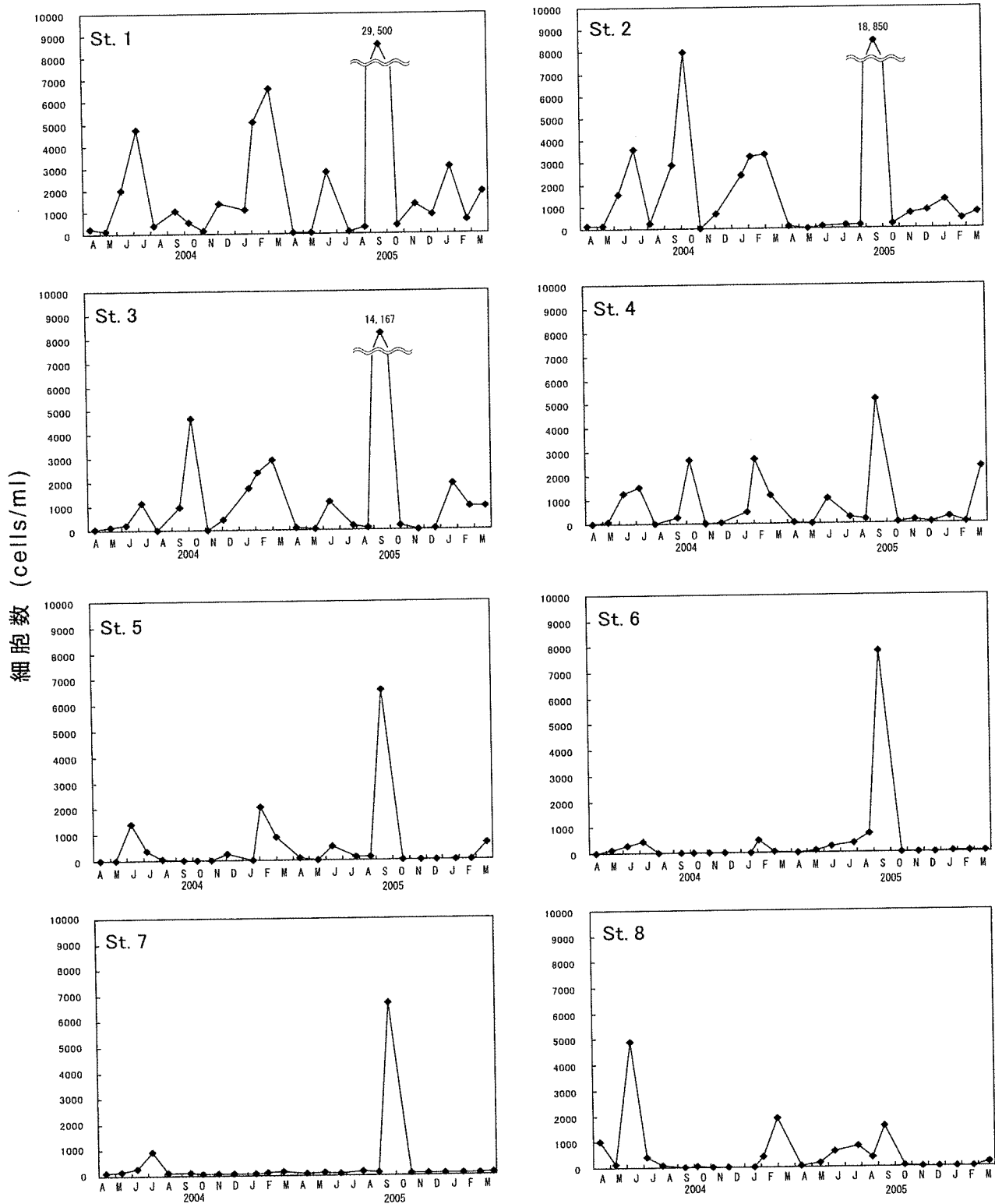


図2 各測点における総細胞数の変動

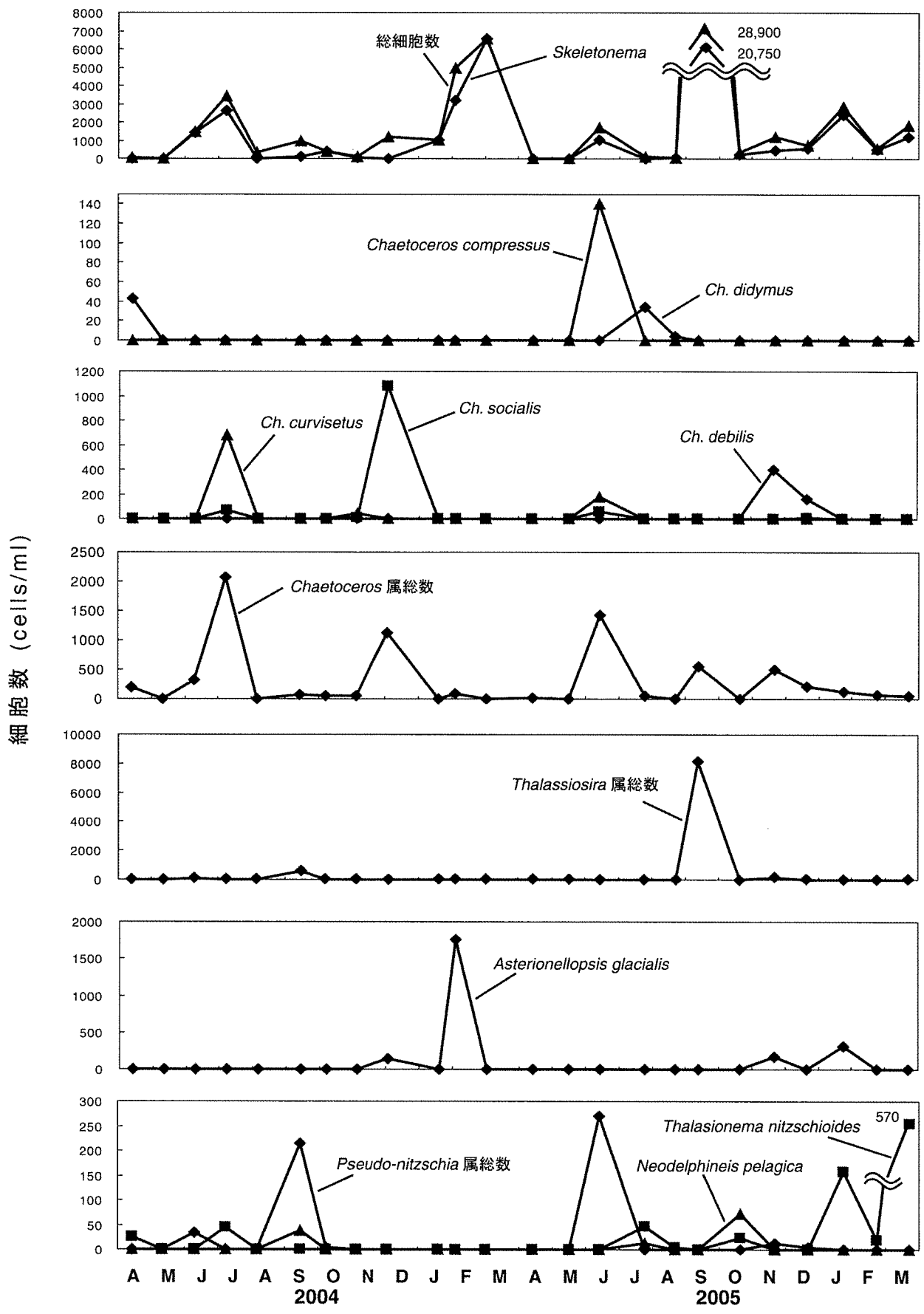


図3 St. 1における総細胞数および主要な珪藻類の細胞数の変動

季節的消長

奥部では6, 7月、9, 10月、1~3月に高い細胞数を記録することが多かった。1~3月には奥部を中心に *S. costatum* が高密度に増加するが、St. 6に近い測点では細胞数は非常に少なかった。6, 7月の細胞数の多い時期には、他の時期と比較して *S. costatum* の占める割合が低く、*Chaetoceros* 属などの割合が高いのが特徴であった。この時期には南部の St. 6 に近い測点でも比較的高い細胞数を記録した。9, 10月は、台風通過の5~10日後に調査が行なわれた、2004年9, 10月と2005年9月に高く、通常は細胞数が1,000 cells/mlを上回ることがほとんどない、St. 6, 7でも6,000細胞以上に達した。しかし同時期であっても、2005年10月には調査日前10日間に2mmの降水量であり、最も高いSt. 1でも376 cells/ml程度の細胞数であった。この時期に発生する細胞数の増加は台風による影響が強いことが示唆された。この時期には *S. costatum* のみならず *Thalassiosira* spp.などの細胞数も多かった。

4月と5月は兩年共に植物プランクトンが少なく、St. 8を除いて同種はほとんどみられなかった。また梅雨期が終わると珪藻が著しく減少したが、兩年とも8月には有害赤潮原因種 *Chattonella antiqua* などのラフィド藻が観察された。*C. antiqua* は2004年8月には最高154 cells/ml (St. 2)、2005年8月には最高174 cells/ml (St. 1)が観察された。本種は珪藻の分布とは異なり、必ずしも奥部で多いわけではなく、2005年8月にはSt. 6でも83 cells/mlに達した。なお有害赤潮原因種である無殻渦鞭毛藻 *Cochlodinium polykricoides* を含め *Cochlodinium* 属は観察例が少なく、2005年8月にSt. 5で12 cells/ml観察されたのが最高であった。11月と12月はSt. 1で *S. costatum* もしくは *Chaetoceros* 属を主体として1,000 cells/mlを超えることがあるが、奥部でも細胞数は比較的少なめで、南部の測点では10 cells/mlを下回ることが多かった。

過去の知見との比較

鶴田ら⁹⁾は、1983年10月から1984年11月にかけて八代海で計5回調査を行ない、当時の植物プランクトンの分布を明らかにしている。本研究の結果と比較し、約20年間での変遷について考察した。鶴田らの結果を本研究の結果と比較するために、本研究の測点と近い測点の細胞数を図よ

り読み取り、測点が一致しない場合は比較的近い2測点の値を平均して算出した。各測点の計数結果と鶴田らの計数結果との増減の割合を図4に示した。

鶴田らの調査が行なわれたのは、10月、2月、5月、8月、11月の順であるため、図4も同様の月順で示した。各月の詳細もこの順に述べる。

2004年および2005年度の結果から、10月は台風の通過の有無により細胞数が大きく異なる事が示唆された時期である。また2月は奥部を中心に *S. costatum* が高密度に達する時期であり、そして5月、8月、11月は植物プランクトンが少ない時期であった。

鶴田らが行なった10月の調査は、1983年10月27日・28日に行なわれているが、調査日前一ヶ月間は台風の襲来はなく、調査日前10日間の降水量は38mmであった。そこで台風の影響のない2005年10月の細胞数と比較すると、St. 1では細胞数が17倍に増加しているが、St. 5~8ではほぼ同程度か減少していた。1983年には、奥部では *Chaetoceros curvisetus* や *Bellerochea horologicalis*、*S. costatum* などが優占し、南部の測点では *Thalassionema nitzschioides* や *S. costatum* などが優占していたが、2005年もこれらの種が観察されている。しかし1983年は *S. costatum* が平均10%程度であるのに対し、2005年のSt. 1では *S. costatum* が66%を占めていた。1983年当時の奥部での同種の割合は不明であるが、細胞数の大幅な増加とともに、近年では同種の割合が増加した可能性も否定できない。

2005年2月は、総細胞数が1984年よりもSt. 8で20倍程度に増加し、St. 1やSt. 5でも10倍以上増加している。しかしその他の測点ではそれほど大きな差は認められなかった。1984年2月にはSt. 7に相当する測点を除いて、*S. costatum* が優占し、全測点を平均すると同種の優占率は64.8%であった。2005年2月はSt. 1では *S. costatum* が65%で、*Asterionellopsis glacialis* が35%と、これら2種が優占していたが、その他の測点ではほぼ *S. costatum* で占められていた。2006年2月は、1984年よりもSt. 1で2倍の細胞数を記録したものの、その他の測点では1984年よりも細胞数は少なかった。また *S. costatum* だけでなく *Chaetoceros* 属の複数種も観察され、*S. costatum* の割合はSt. 1では79%と高いものの、測点による差が大きく、全測点の平均は28%であった。

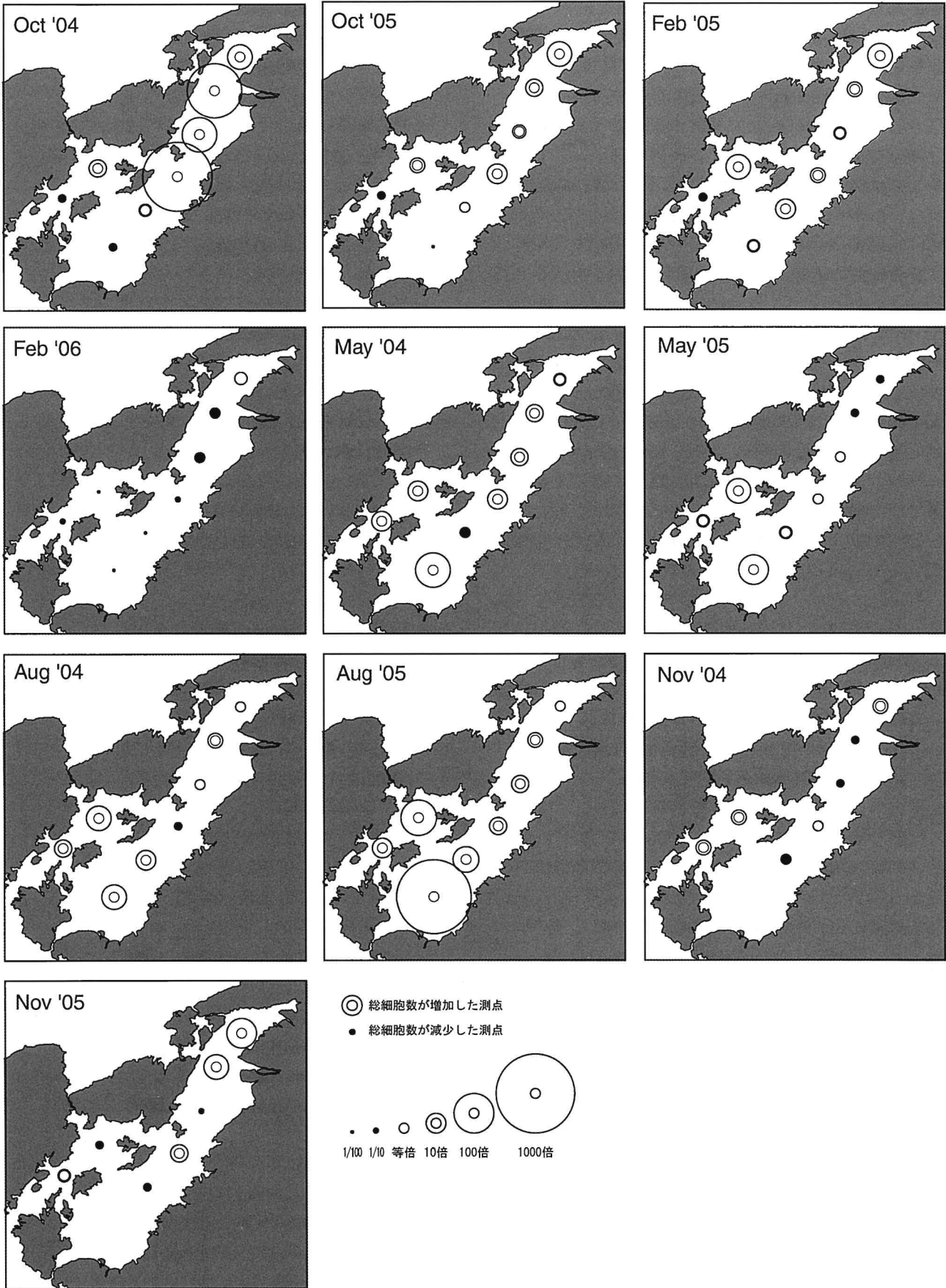


図4 1983・84年と比較した、2004年・05年の総細胞数の増減

1984年5月と2004年の同月を比較すると、St. 6での大幅な細胞数の増加が認められ、他の測点でも最大で10倍程度に細胞数が増加していた。一方2005年はSt. 6とSt. 8では増加していたが、他の測点ではほぼ同レベルであった。しかしSt. 6における細胞数は、2004年で140 cells/ml、2005年で74 cells/mlであり、絶対的な現存量の増加はわずかである。1984年は、*Chaetoceros*属や*Thalassiosira*属、*Nitzschia*属（多くは現在の*Pseudo-nitzschia*属所属種と思われる）が卓越していたのに対し、海域の中央部から南部・西部にかけて、渦鞭毛藻の*Prorocentrum micans*や*Ceratium furca*が卓越していた。2004年は珪藻の割合が高かったが、やはり*Pseudo-nitzschia*属や*Thalassiosira*属が多く観察された。2005年は珪藻が少なく、渦鞭毛藻の複数種が多く観察され、St. 1では渦鞭毛藻が68%に達した。また表層ではないが、St. 2の5m層では*Prorocentrum dentatum*が約360 cells/mlに達し、95%を本種が占めた。この時期は*S. costatum*が少なく、渦鞭毛藻が比較的多いという特徴は、本報でも鶴田らの報告でも共通していた。

1984年8月と2004年、2005年8月を比較すると、南部海域での細胞数の増加が認められた。1984年には奥部で*S. costatum*で卓越していたが、2004年8月には同種はほとんど観察されなかった。2005年は*Chattonella antiqua*が50%以上を占める測点が多く、*S. costatum*は最大で33%であった。

2005年11月には、奥部で1984年の20~40倍の細胞数を記録した。1984年は*A. glacialis*や*Chaetoceros socialis*などが多く、*S. costatum*は少なかったのに対し、2004年にはSt. 1~4では平均55%が*S. costatum*であった。また細胞数が大幅に増加した2005年のSt. 1、2も30%程度が*S. costatum*であった。また両年ともに、奥部と南部との総細胞数の差が顕著であることから、1984年と比較して、奥部のみで*S. costatum*を中心に細胞数が増加している傾向が認められた。

要 約

1. 2004年4月から2006年3月の毎月一回、八代海の8測点において表層の植物プランクトンの同定・計数を行なった。
2. 八代海では奥部で植物プランクトン細胞数が多く、南部では少ない傾向が顕著であった。
3. 珪藻の占める割合が高く、特に*Skeletonema*

*costatum*は奥部では平均40%を占めていた。同種の割合は、南部に向かうにつれ低くなった。

4. 細胞数は*S. costatum*が卓越する1~3月、同種に加えて*Chaetoceros*属や*Pseudo-nitzschia*属が卓越する6、7月に多いが、9、10月には台風通過直後に珪藻が非常に高密度に増殖した。
5. 1980年代の報告と比較して、奥部での細胞数の増加が示唆された。特に10月~2月の奥部での増加傾向が認められ、*S. costatum*の増加が顕著だった。逆に南部海域はこの時期に細胞数が減少している傾向がみられた。

文 献

- 1) 吉村直晃・安東秀徳・木村武志・小山長久(2002) : 2000年7月に八代海で発生した*Cochrodinium polykrikoides*赤潮について 熊本県水産研究センター研究報告 第5号 55-63
- 2) 金大一・本城凡夫 (2005) : 八代海における*Cochlodinium polykrikoides*の赤潮 月刊海洋 37 40-47
- 3) 松尾竜生(2007) : 八代海におけるノリ養殖生産に及ぼす色落ちの影響について 熊本県水産研究センターニュース ゆうすい第15号 6
- 4) 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 52 1947-1955
- 5) 吉田誠・芝田久士・西田泰輔・大和田紘一 (2005) : 八代海の海況と植物プランクトンの動態 月刊海洋 37 19-23
- 6) 月刊海洋 (2005) : 八代海 一環境と生物の動態 月刊海洋 37 1-83
- 7) 月刊海洋 (2006) : 八代海-II 一環境と生物の動態 月刊海洋 38 73-154
- 8) 小久保清治 (1960) : 増補版浮遊珪藻類 恒星社厚生閣 pp330
- 9) J.E.B. Rines and P.E. Hargraves (1988) : The *Chaetoceros* Ehrenberg (Bacillariophyceae) Flora of Narragansett Bay, Rhode Island, U.S.A. Bibl. Phyc. 79 J. Cramer pp196
- 10) C. Tomas (ed) (1997) : Identifying Marine Phytoplankton Academic Press pp858
- 11) D. Sarno et al. (2005) : Diversity in the Genus *Skeletonema* (Bacillariophyceae) II. An Assessment of the Taxonomy of *S. costatum* like Species with the Description of Four New Species J. Phycol. 41 151-176

熊本県湯島近海の延縄で捕獲された鮫類

川崎信司

The sharks collected by long-lines around the Yushima Island,
Kumamoto prefecture, Japan.

Shinji Kawasaki

キーワード：熊本県、湯島、鮫、歯

緒言

有明海の南部に位置する湯島近海では、漁業に被害を及ぼす鮫類の駆除を目的とした延縄が古くから行われている¹⁾²⁾。この延縄は、主に湯島の漁業者らにより行われているが、対象生物が大型であることから、クレーン等の設備が整った熊本県水産研究センターの試験調査船「ひのくに」が使用されている。

有明海における大型の鮫類については、昭和 26・34・35 年度の熊本県水産試験場事業報告による古い記録はあるものの、近年では、著者らがメジロザメ属の一部の出現状況について報告した³⁾以外は、その生物学的な知見は少ない。

近年、有明海・八代海の生態系の解明の必要性が高まる中で、これら生態系のほぼ頂点に位置していると推定される大型鮫類についてのデータは、貴重なものであると思われる。

そこで、湯島近海で行われた鮫類の駆除を目的とした延縄において捕獲された鮫類の近年の状況について報告する。

材料及び方法

調査時期 調査対象とした延べ縄は、例年 5～6 月に、一日目の夕方に投縄、二日目の早朝に揚縄、夕方に二回目の投縄、三日目の朝に二回目の揚縄と連続して述べ三日間、定期的に行われてきた。

今回報告するのは、平成 12 年から平成 18 年までの 7 年間、延べ 21 日、14 回の操業分のデータを取りまとめたものである。

調査海域 湯島は有明海の南部に位置し、長崎県島原市と熊本県上天草市とのほぼ中央部に位置する面積約 0.5 平方 km の島である。操業場所は図 1 に示す湯島

の南西海域である。水深は 30～40m で、内湾性の強い有明海において、湾口部に近いこの海域は外海の影響を受けやすく、マダイの一本釣り等の漁船漁業の好漁場となっている。

操業船 調査船ひのくに 49 t (図 3)

漁具 2 回の操業で、12 鉢(一鉢あたり、枝縄 12 本)、述べ釣数 144 本、幹縄の総延長 7200m となる(図 3)。

一鉢構成・・・幹縄 クレモナ 8mm、600m

枝縄 クレモナ 4mm、8 m

せき ワイヤー #29、5 m

釣針 マグロ釣 39 号

間石 4kg 程の天然石一鉢に 4 個

餌 クロアナゴ

漁法 一般的な延縄であるが、底層に漁具を設置する。(図 4)

漁労作業 天草漁協上天草支所組合員及び「ひのくに」乗組員 約 20 名

船上での観察 漁獲後直ちに船上において、種類を検索し、雌雄の判別、全長等について、野帳に記入した。また、種類毎に、外部形態の写真を撮影し、顎の標本を採取した。雌個体については、胎子の有無について確認した。(図 4)

標本の処理 顎の標本は、実験室に持ち帰り、歯及び顎骨を残し、肉をメス等で削ぎ落とし、暗所でゆっくと乾燥させた顎骨標本を作成した。

種類の検索 船上にて外部形態から種類の検索が困難な種類については、顎骨の標本及び外部形態写真を詳細に検討した。分類については、Compagno⁴⁾、Garrick⁵⁾及び中坊⁶⁾に、歯の形態と用語については、久家・後藤⁷⁾によった。

生物学的考察 整理したデータをもとに、捕獲された

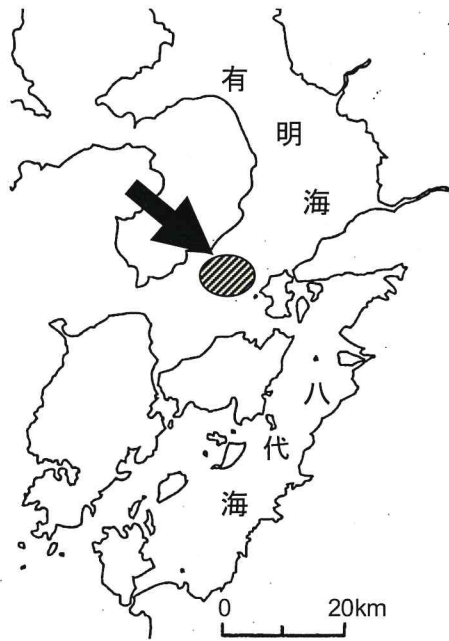


図1 操業海域



図2 湯島遠景(H18.6.19)



調査船ひのくに



縄(一鉢約600m)



餌のクロアナゴ



沈子用天然石

図3 漁具(H18.6.19)



投縄(H18,6,19)



揚縄(H16.6.10)



手繰り寄せ作業(H14.6.18)



クレーンによる船上への取込作業(H14.6.18)



船上への取込作業(H16.6.10)



釣針取り外し作業(H14.6.18)



捕獲状況(H16.6.10)



調査状況(H16.6.10)

図4 操業状況

鮫の種類毎に生物学的考察を行った。

結果と考察

捕獲状況 表1に年度毎の操業日と種類毎の捕獲尾数をしめす。また表3-1~7に年度毎の水揚げ日と種名、全長、雌雄及び顎骨標本番号について示す。

期間をとおし、計111尾の鮫が漁獲された。年度毎の捕獲尾数は、平均15.9尾で、平成13年の3尾が最も少なく、平成14年の23尾が最も多かった。

捕獲された鮫類は5種類であった。アカシュモクザメが、計96尾と最も多く、全体の捕獲尾数の86.5%を占めた。シロシュモクザメ、スミツキザメが6尾、クロヘリメジロザメが2尾、カマストガリザメが1尾であった。

カマストガリザメ *Carcharhinus limbatus* カマストガリザメは、平成12年度の操業で、一尾のみが捕獲された。捕獲された個体は全長263cmの雌であったが、船上では種類は検索できなかった。聞き取りによると、胎子が9尾腹腔内から観測された。1尾の胎子の写真が撮影されたが、この胎子の全長は78cmであった。この胎子及び上下歯について図5に示す。

採取された263cmの個体の顎の標本(KMSJ-00-01)の歯式は、下のとおり。

$$\frac{16-2-16}{15-3-15}$$

上顎の側歯は、著しく幅が狭く、近心に近い側歯ではほぼ直立するが、遠心に位置するに従い遠心側に傾く。鋸歯は、非常に細かいが、歯根付近では、やや大きくなる。

下顎歯は、上顎歯よりさらに幅が狭く、ほぼ直立する。鋸歯は上顎歯よりさらに細かい。

これらの顎骨標本による歯の形態的特徴及び胎児の胸鰭、第一背鰭及び尾鰭下葉の先端が黒い点等から、カマストガリザメと判断した。なお、これらの特徴は、川崎ら³⁾が報告した牛深沖でのカマストガリザメ(KMSJ-02-01)にも類似する

クロヘリメジロザメ *Carcharhinus brachyurus*

クロヘリメジロは、平成12年に雌個体が、平成15年に雄個体が捕獲された。捕獲時の状況及び上下歯について、図6に示す。外部形態及び歯の特徴等については、川崎ら³⁾が報告している。

平成12年に捕獲された雌個体は全長239cmであったことからほぼ成熟個体であると思われるが、胎子は確認されなかった。

スミツキザメ *Carcharhinus dussumieri* スミツキザメは平成15にまとまって6尾が採捕された。捕獲時の状況及び上下歯について、図7に示す。

外部形態及び歯の特徴については、川崎ら³⁾が報告している。

捕獲された6尾はすべて雌個体であった。腹部を観察した結果、3個体から胎子が確認された。それぞれの個体の胎子数は、2尾・6尾及び5尾であった。

2個体分の胎子の雌雄、全長及び体重について、表2-1~2に示す。

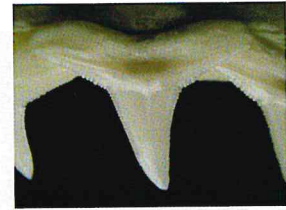
全長104cmの雌個体は、捕獲時にすでにへい死していたが、総排泄孔から胎子の尾部が観察されていたため、調査員が手で引き出したところ、1尾が比較的容易に産出された。この個体を開腹したところ、左右の子宮から、2個体及び3個体の胎子が確認された。すべての胎子は、頭部を母体の頭部の方に向けており、胸鰭の正中線上から臍帯が伸び母体とつながっていた。

表1 年度毎の操業日と種類毎の捕獲尾数

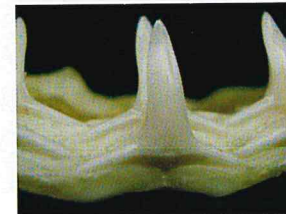
年度	操業日	漁獲尾数					計
		カマストガリザメ	クロヘリメジロザメ	スミツキザメ	アカシュモクザメ	シロシュモクザメ	
平成12年	6月21~23日	1	1		17	1	20
平成13年	5月16~18日				3		3
平成14年	6月17~19日				20	3	23
平成15年	6月23~25日		1	6	3		10
平成16年	6月9~11日				20		20
平成17年	6月28~30日				15	1	16
平成18年	6月18~20日				18	1	19
計		1	2	6	96	6	111



カマストガリザメの胎仔(全長78cm H12.6.23)



上顎歯 KMSJ-06-01
(L-6 H13.1mm W19.0mm)



下顎歯 KMSJ-06-01
(L-6 H11.4mm W13.2mm)

図5 カマストガリザメの胎仔及び上下顎歯



クロヘリメジロザメ♀(全長239cm H12.6.24) * 川崎ら³⁾から引用



上顎歯 KMSJ-03-02
(L-9 H9.52mm W15.18mm)
* 川崎ら³⁾から引用



下顎歯 KMSJ-03-02
(L-5 H7.91mm W12.64mm)
* 川崎ら³⁾から引用



左個体の尾鰭後縁部
(H12.6.24)

図6 クロヘリメジロザメ及び上下顎歯



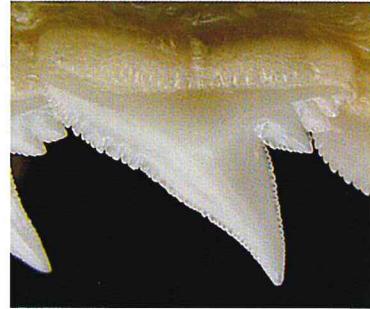
スミツキザメ(H15.6.25)
* 川崎ら³⁾から引用



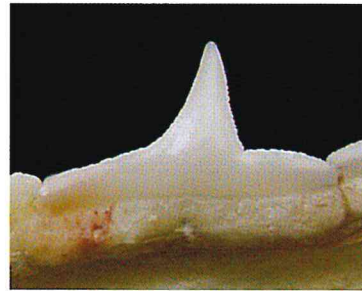
スミツキザメ♀(全長92cm H15.6.25)



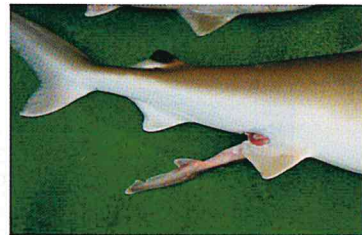
胎仔(親は、表3-4、No9)



上顎歯 KMSJ-03-02 L-6
(H5.74mm W8.77mm)
* 川崎ら³⁾から引用



上顎歯 KMSJ-03-02 L-4
(H3.65mm W7.24mm)
* 川崎ら³⁾から引用



胎仔の尾部(雌親全長104cm H15.6.25)



胎仔の腹部(表2-1、No1)

図7 スミツキザメ及び胎仔

表 2-1 全長 104cm(表 5-3、No9)の雌個体の胎仔の雌雄、全長及び体重

No	雌雄	全長(cm)	体重(g)
1	雌	365	181
2	雌	370	191
3	雄	360	174
4	雌	360	194
5	雌	355	167
6	雌	340	148

表 2-2 全長 119cm(表 5-3、No10)の雌個体の胎仔の雌雄、全長及び体重

No	雌雄	全長(cm)	体重(g)
1	雌	393	244
2	雌	399	252
3	雄	390	264
4	雄	404	269
5	雄	424	333

また、全長 119cm の雌個体は、捕獲時にまだ生きており、数分後にへい死した。その直後に開腹した時点ではこの個体の胎仔はまだ生存しており、船上にて直ちに海水中に收容したところ、そのうち 1 尾については 3 日後まで生存を確認した。このことから、この個体の胎仔は、産出間近であったものと思われた。

アカシュモクザメ *Sphyrna lewini* アカシュモクザメは、調査期間中毎年度捕獲され、少ない年で 3 尾、多い年は 20 尾、7 年間で計 96 尾、毎年平均 13.7 尾が捕獲された。

頭部の特徴的な形態から、シュモクザメ科であることは明確である。頭部前縁が丸みを帯び、吻の前縁中央に凹みがあること、及び体色が黄褐色であることからアカシュモクザメである。

採取された 280cm の個体の顎の標本(KMSJ-02-03)の歯式は、下のとおり。

$$\frac{17-2-16}{16-1-16}$$

上顎の中位の側歯は、幅が狭く、遠心側に傾く。切縁近心側はほぼ直線で、切縁遠心側は高さ約 1/3 で、鋭角に凹む。切縁遠心側の基部に僅かに鋸歯が観察される。

下顎歯は、上顎歯よりさらに幅が狭く、遠心側に傾く。切縁近心側及び遠心側ともに凹む。切縁遠心側の基部に僅かに鋸歯が観察される。

全長は、計測した 91 個体では 225cm~330cm の範囲で、平均 282.4cm であった。

捕獲された 96 個体のうち 95 個体が雄で、雌は 1 個体であった。雌個体の全長は 280cm で、成熟個体であると思われるが、胎仔等は観察されなかった。

シロシュモクザメ *Sphyrna zygaena* シロシュモクザメは、12・14・17 及び 18 年度に 1~3 尾づつ、計 6 尾が捕獲された。

頭部前縁が丸みを帯びる等、アカシュモクザメと比較的類似した外部形態をしているが、吻の前縁中央部に凹みがないこと、体色が灰黒色であること等から、シロシュモクザメである。

採取された 311cm の個体の顎の標本(KMSJ-06-01)の歯式は、下のとおり。同サイズのアカシュモクザメの顎の標本と比較すると明らかに大きく、また、歯も大きく本数も少ない。

$$\frac{14-2-15}{14-1-15}$$

上顎の中位の側歯は、幅が狭く、遠心側に傾く。切縁近心側は弓状にやや膨らみ、切縁遠心側は高さ約 1/3 で、鋭角に凹む。切縁遠心側の基部に僅かに鋸歯が観察される。

下顎歯は、上顎歯よりやや幅が狭く、切縁近心側は弓状にやや凹む、ほぼ上顎歯と同様の形態である。切縁近心側及び遠心側ともに凹む。切縁遠心側の基部に僅かに鋸歯が観察される。

全長は、12~17 年度に捕獲された 5 尾は、125~160cm の範囲にあり、未成熟の個体であると思われる。平成 18 年度には、311cm の成体と思われる個体が捕獲された。本個体からは、胎仔等は、観察されなかった。

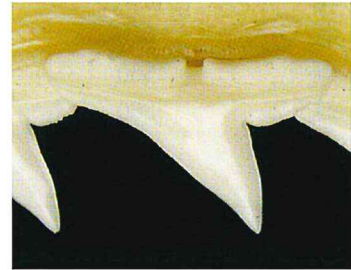
捕獲された 6 尾のシロシュモクザメは全て雌であった。

生物学的な考察 全調査期間をとおして、捕獲尾数は、平均 15.9 尾であった。平成 13 年は、捕獲尾数が 3 尾と極端に少なかったが、操業日がこの年のみ 5 月であったことが要因だと思われる。このことから、調査期間をとおして 6 月の鮫の来遊量に大きな変化はなかったものと想定される。

しかし、漁業者からの聞き取りでは、20~30 年前は、この海域で観察される大型鮫類は、主に「マブカ」(メジロザメ類)や「ツマグロ」が多かったとのことから、長期的にはこの海域に出現する鮫類の種の組成が変化していることも考えられる。



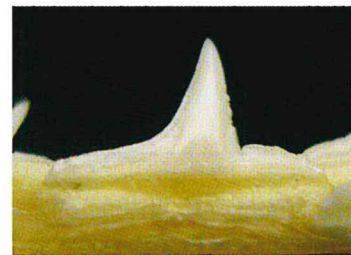
アカシュモクザメ(H18.6.20)



上顎歯 KMSJ-02-03
(L-8 H6.4mm W11.1mm)



アカシュモクザメの頭部♂(全長304cm H16.6.10)

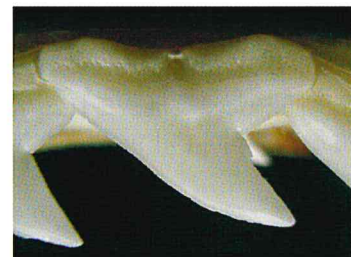


下顎歯 KMSJ-02-03
(L-9 H5.2mm W9.9mm)

図8 アカシュモクザメの外部形態及び上下顎歯



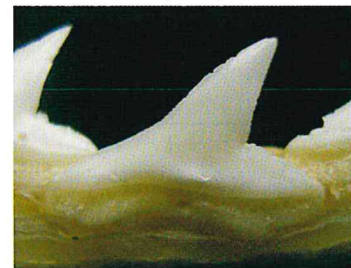
シロシュモクザメの頭部♀(全長153cm H14.6.18)



上顎歯 KMSJ-06-01
(L-7 H9.6mm W16.0mm)



シロシュモクザメ♀(全長153cm H14.6.18)



下顎歯 KMSJ-06-01
(L-6 H9.4mm W15.4mm)

図9 シロシュモクザメの外部形態及び上下顎歯

カマストガリザメ、クロヘリメジロザメ及びスミツキザメのメジロザメ属の鮫は、捕獲尾数は少ないが、成熟個体が捕獲され、カマストガリ・スミツキザメ等は、産出間近の胎仔も確認されていることから、これらの種類は、産卵場として、また稚魚の育成場所として有明海を利用していることが示唆された。

アカシュモクザメについては、捕獲された96個体のうち95個体が雄個体、シロシュモクザメは、捕獲された6尾すべてが雌、スミツキザメも捕獲された6尾すべてが雌であった。さらに、全長については、アカシュモクザメは、ほとんどが全長3m近い成体で、シロシュモクは、6尾のうち5尾が160cm以下の小型個体、スミツキザメは全て90cm以上と小型の種類としては全て比較的大型個体が捕獲されている。このように、調査海域においては、この時期、アカシュモクザメは大型の雄個体が、シロシュモクザメは小型の雌個体が、スミツキザメは大型の雌個体が、それぞれに雌雄・大きさの異なる明らかな群れを形成している。この要因については、現時点では明らかではない。今後も、引き続きデータを蓄積し、さらに有明海における他の海域、時期でのデータ等も併せ、この興味深い現象の要因が明らかにされることを望む。

要約

有明海の湯島周辺海域で、平成12～18年に実施された、外敵駆除を目的とし、大型鮫類を対象とした延べ縄で捕獲された鮫類について、その捕獲状況を調査し、生物学的な特徴について検討した。

調査期間中、計111尾の鮫が漁獲された。年度毎の漁獲尾数は、平均15.9尾で、平成13年の3尾が最も少なく、平成14年の23尾が最も多かった。

漁獲された鮫類は以下の5種類であった。

カマストガリザメ *Carcharhinus limbatus*
スミツキザメ *Carcharhinus dussumieri*
クロヘリメジロ *Carcharhinus brachyrus*
アカシュモクザメ *Sphyrna lewini*
シロシュモクザメ *Sphyrna zygaena*

種類毎の尾数は、アカシュモクザメが、計96尾と最も多く、全体の漁獲尾数の86.5%を占めた。シロシュモクザメ、スミツキザメが6尾、クロヘリメジロザメが2尾、カマストガリザメが1尾であった。

カマストガリザメ及びスミツキザメからは、産出間

近と思われる胎仔が確認された。

調査海域においては、6月頃には、アカシュモクザメは大型の雄個体が、シロシュモクザメは小型の雌個体が、スミツキザメは大型の雌個体が、それぞれに雌雄・大きさの異なる群れを形成していた。

謝辞

本研究を行うにあたり、調査への協力及び標本を提供いただいた天草漁協上天草支所組合員及び「ひのくに」乗組員に感謝いたします。

文献

- 1) 矢住邦平・市来忠彦・浦田勝喜・須川与次郎：「フカ延縄漁業試験」熊本県水産試験場事業報告(昭和26年)
- 2) 山本和平・市来忠彦・光永敦司：「フカ駆除試験」熊本県水産試験場事業報告(昭和34・35)
- 3) 川崎信司・野村昌巧・前田健作：「熊本県天草沿岸に出現したメジロザメ属」熊本県水産研究センター研究報告第6号：31-38、(平成16年3月)
- 4) Compagno, L. J. V. :FAO species catalogue, sharks of the world. FAO Fisheries Synopsis No125, Vol. 4, Part2:449-503(1984)
- 5) J. A. F. Garrick: NOAA Technical Report NMFS Circular 445: Sharks of the Genus *Carcharhinus*(1982)
- 6) 中坊徹次：「日本産魚類検索」全種の同定：東海大学出版会：105-110、(1993)
- 7) 久家直之・後藤仁敏：「板鰐類の歯の形態と用語」海洋と生物 VOL. 2-No5：383-387、(1980)
- 8) 谷内透・立川浩之・倉田洋二・能勢幸雄：小笠原諸島から採集したガラパゴスザメ(新称) *Carcharhinus garapagensis* : 魚類学雑誌：31巻4号：449-452、(1985)
- 9) ビクター・スプリンガー、ジョイ・ゴールド：仲谷一宏訳：「世界のサメ全種分類表」サメ・ウオッチング：平凡社：245-262、(1992)

表3-1 平成12年操業の水揚げ日、学名、和名、全長、雌雄及び標本番号

No	水揚げ日	学名	和名	全長 (cm)	雌雄	顎骨標本 番号
1	平成12年6月24日	<i>Sphyrna lewini</i>	アカシュモクザメ	303	♂	
2	〃	〃	〃	286	♂	
3	〃	〃	〃	266	♂	
4	〃	〃	〃	303	♂	
5	〃	〃	〃	307	♂	
6	〃	〃	〃	304	♂	
7	〃	〃	〃	295	♂	
8	〃	〃	〃	欠測	♂	
9	〃	〃	〃	〃	♂	
10	〃	〃	〃	〃	♂	
11	〃	〃	〃	〃	♂	
12	〃	〃	〃	〃	♂	
13	〃	<i>Sphyrna zygaena</i>	シロシュモクザメ	125	♀	
14	〃	<i>Carcharhinus limbatus</i>	カマストガリザメ	263	♀	KMSJ-00-01
15	平成12年6月23日	<i>Sphyrna lewini</i>	アカシュモクザメ	293	♂	
16	〃	〃	〃	268	♂	
17	〃	〃	〃	293	♂	
18	〃	〃	〃	258	♂	
19	〃	〃	〃	288	♂	
20	〃	<i>Carcharhinus brachyurus</i>	クロヘリメジロ	239	♀	KMSJ-00-02

表3-2 平成13年操業の水揚げ日、学名、和名、全長、雌雄及び標本番号

No	水揚げ日	学名	和名	全長 (cm)	雌雄	顎骨標本 番号
1	平成13年5月16日	<i>Sphyrna lewini</i>	アカシュモクザメ	290	♂	
2	〃	〃	〃	303	♂	
3	〃	〃	〃	303	♂	

表3-3 平成14年操業の水揚げ日、学名、和名、全長、雌雄及び標本番号

No	水揚げ日	学名	和名	全長 (cm)	雌雄	顎骨標本 番号
1	平成14年6月18日	<i>Sphyrna lewini</i>	アカシユモクザメ	250	♂	KMSJ-02-03
2	"	"	"	270	♂	
3	"	"	"	270	♂	
4	"	"	"	270	♂	
5	"	"	"	280	♂	
6	"	"	"	250	♂	
7	"	"	"	320	♂	
8	"	"	"	300	♂	
9	"	"	"	280	♂	
10	"	"	"	235	♂	
11	"	"	"	320	♂	
12	"	"	"	270	♂	
13	"	"	"	290	♂	
14	"	"	"	300	♂	
15	"	"	"	280	♂	
16	"	"	"	250	♂	
17	"	<i>Sphyrna zygaena</i>	シロシユモクザメ	153	♀	
18	"	"	"	140	♀	
19	"	"	"	150	♀	
20	平成14年6月19日	<i>Sphyrna lewini</i>	アカシユモクザメ	305	♂	
21	"	"	"	300	♂	
22	"	"	"	298	♂	
23	"	"	"	330	♂	

表3-4 平成15年操業の水揚げ日、学名、和名、全長、雌雄及び標本番号

No	水揚げ日	学名	和名	全長 (cm)	雌雄	顎骨標本 番号
1	平成15年6月24日	<i>Sphyrna lewini</i>	アカシユモクザメ	313	♂	KMSJ-03-01
2	"	"	"	287	♂	
3	"	"	"	303	♂	
4	"	<i>Carcharhinus brachyurus</i>	クロヘリメジロ	239	♂	
5	"	<i>Carcharhinus dussumieri</i>	スミツキザメ	92	♀	
6	平成15年6月25日	<i>Carcharhinus dussumieri</i>	スミツキザメ	92	♀	
7	"	"	"	100	♀	
8	"	"	"	110	♀	
9	"	"	"	104	♀	
10	"	"	"	119	♀	

表3-5 平成16年操業の水揚げ日、学名、和名、全長、雌雄及び標本番号

No	水揚げ日	学名	和名	全長 (cm)	雌雄	顎骨標本 番号
1	平成16年6月10日	<i>Sphyrna lewini</i>	アカシユモクザメ	304	♂	
2	"	"	"	269	♂	
3	"	"	"	265	♂	
4	"	"	"	306	♂	
5	"	"	"	288	♂	
6	"	"	"	305	♂	
7	"	"	"	286	♂	
8	"	"	"	305	♂	
9	"	"	"	258	♂	
10	"	"	"	272	♂	
11	"	"	"	306	♂	
12	"	"	"	309	♂	
13	"	"	"	291	♂	
14	"	"	"	278	♂	
15	"	"	"	298	♂	
16	"	"	"	295	♂	
17	"	"	"	286	♂	
18	平成16年6月11日	<i>Sphyrna lewini</i>	アカシユモクザメ	312	♂	
19	"	"	"	278	♂	
20	"	"	"	303	♂	

表3-6 平成17年操業の水揚げ日、学名、和名、全長、雌雄及び標本番号

No	水揚げ日	学名	和名	全長 (cm)	雌雄	顎骨標本 番号
1	平成17年6月29日	<i>Sphyrna lewini</i>	アカシユモクザメ	273	♂	
2	"	"	"	260	♂	
3	"	"	"	271	♂	
4	"	"	"	282	♂	
5	"	"	"	255	♂	
6	"	"	"	225	♂	
7	"	"	"	291	♂	
8	"	"	"	312	♂	
9	"	"	"	256	♂	
10	"	"	"	284	♂	
11	"	"	"	256	♂	
12	"	"	"	283	♂	
13	"	<i>Sphyrna zygaena</i>	シロシユモクザメ	160	♀	
14	平成17年6月30日	<i>Sphyrna lewini</i>	アカシユモクザメ	297	♂	
15	"	"	"	324	♂	
16	"	"	"	310	♂	

表3-7 平成18年操業の水揚げ日、学名、和名、全長、雌雄及び標本番号

No	水揚げ日	学名	和名	全長 (cm)	雌雄	顎骨標本 番号
1	平成18年6月20日	<i>Sphyrna lewini</i>	アカシユモクザメ	283	♂	
2	〃	〃	〃	256	♂	
3	〃	〃	〃	272	♂	
4	〃	〃	〃	270	♂	
5	〃	〃	〃	235	♂	
6	〃	〃	〃	243	♂	
7	〃	〃	〃	290	♂	
8	〃	〃	〃	263	♂	
9	〃	〃	〃	253	♂	
10	〃	〃	〃	265	♂	
11	〃	〃	〃	280	♀	
12	平成18年6月21日	<i>Sphyrna lewini</i>	アカシユモクザメ	292	♂	
13	〃	〃	〃	260	♂	
14	〃	〃	〃	260	♂	
15	〃	〃	〃	258	♂	
16	〃	〃	〃	238	♂	
17	〃	〃	〃	307	♂	
18	〃	〃	〃	247	♂	
19	〃	<i>Sphyrna zygaena</i>	シロシユモクザメ	311	♀	KMSJ-06-01

熊本県天草沿岸に出現したメジロザメ属 - II

川崎信司、大塚徹

The appearance of sharks of the genus *Carcharhinus*(Elasmobranchii: *Carcharhiniformes* : *Carcharhinidae*) on the coastal sea surrounding Amakusa island Kumamoto prefecture, Japan.

Shinji Kawasaki, Tooru Ootuka

キーワード：メジロザメ属、熊本県、歯

緒言

大型のサメ類であるメジロザメ属は、世界に約 30 種類ほどが知られており、日本沿岸にも 15 種類ほどが出現するとされている¹⁾²⁾。

本県沿岸においては、苓北町や・大矢野町における釣り漁業に被害を及ぼす外敵駆除を目的とした延縄が実施され、サメの捕獲の記録がある³⁾⁴⁾ものの、これら、本県沿岸に出現する大型サメ類のうち、特に主要な組成をなすメジロザメ属については、典型的なサメ類の形態をしており、外部形態からの種類の同定は一般には困難であることから、十分に精査されたデータはほとんど残されていない。今後少しずつでもデータを蓄積していく必要があるものと思われる。

筆者の一人川崎は、前報において、本県沿岸における 5 種類のメジロザメ属の出現について主に歯の形態から検討し、報告した⁵⁾が、今回さらに 3 種類を確認したので報告する。

材料及び方法

材料 今回報告するのは、2005 年 1 月～4 月に牛深市漁業協同組合（現天草市漁業協同組合牛深支所）の漁業者から標本の提供を受けた 3 尾のメジロザメ属のサメである。捕獲された海域について、図 1 に示す。この海域は、冬季の大型ヒラメ他を対象とする刺網や一本釣り漁業等の、良漁場となっている。今回の標本は、主に刺網により混獲されたものである。

捕獲日及び全長・体重等について、表 1 に示す。

標本の処理 標本は漁協の市場の水揚げ場の岸壁にて、漁船上から直接提供をうけた。その後、実験室に持ち帰り、外部の写真撮影、測定を行った。また、歯及び

顎骨を残し、肉をメス等で削ぎ落とし、暗所でゆっくりと乾燥させた顎骨標本を作成した(図 2)。

種類の検索 これらの標本を詳細に検討し、種類の検索を行った。分類については谷内ら²⁾、Compagno⁶⁾ 及び Garrick⁷⁾ に、歯の形態と用語については久家・後藤⁸⁾ に、和名については谷内²⁾ によった。

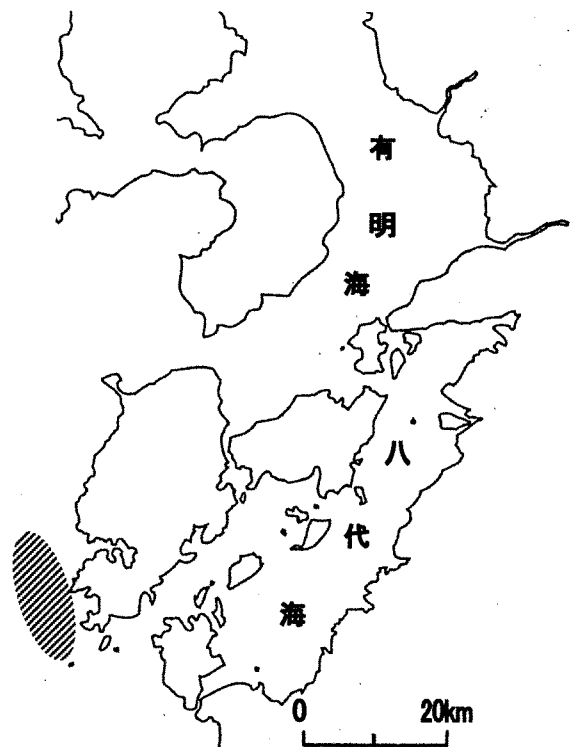


図 1 漁獲海域図

表1 提供された標本の捕獲日及び全長・体重等

捕獲日	種類	和名	全長(cm)	体重(kg)	雌雄	標本番号
2005.01.28	<i>Carcharhinus plumbeus</i>	メジロザメ	99	5.3	♀	KMSJ-05-01
2005.01.28	<i>Carcharhinus brevipinna</i>	ハナザメ	138	15.3	♀	KMSJ-05-02
2007.01.14	<i>Carcharhinus obscurus</i>	ドタブカ	113	7.7	♂	KMSJ-07-01

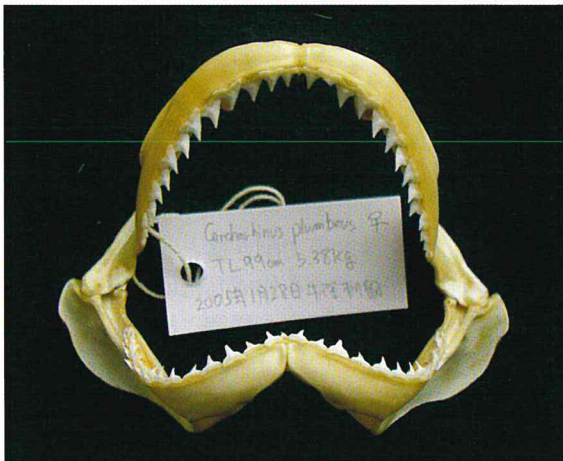


図2 顎骨標本 (KMSJ-05-01)

結果と考察

同定された種類 3尾の標本から、メジロザメ・ハナザメ・ドタブカの3種類が分類された。

メジロザメ *Carcharhinus plumbeus*

2005年1月28日に捕獲された標本番号KMSJ-05-01は、メジロザメ *Carcharhinus plumbeus* であった。

外部形態は典型的なメジロザメ属である(図3)。

第二背鰭は、第一背鰭よりかなり小さい。第一背鰭と第二背鰭の間に背中線隆起がある。各鰭の先端に明瞭な色彩的特徴がない。第一背鰭は、比較的大きい。第一背鰭の起部は、胸鰭基底後端より前から始まる等の外部形態上の特徴がある。

歯式は、

$$\frac{14-1-14}{14-1-14}$$

である。

上顎の中位の側歯は、幅広く、切縁遠心側の高さ約1/3程度が内側にカーブする。切縁近心側は、ほぼ直線かやや膨らむ。切縁のほぼ全体に弱い鋸歯が確認される。

下顎歯は、幅が狭く、極弱い鋸歯が切縁のほぼ全体

に確認される。

ハナザメ *Carcharhinus brevipinna*

2005年1月28日に捕獲された標本番号KMSJ-05-02は、ハナザメ *Carcharhinus brevipinna* であった。

外部形態は典型的なメジロザメ属である(図4)。

第二背鰭は、第一背鰭よりかなり小さい。第一背鰭と第二背鰭の間には背中線隆起がない。第一背鰭、第二背鰭、尾鰭下葉、胸鰭の各鰭の先端が黒い。第一背鰭は、比較的小さい。第一背鰭の起部は、胸鰭内角より後ろにある。等の外部形態上の特徴がある。

歯式は、

$$\frac{17-2-17}{16-1-16}$$

である。

上顎の側歯は、著しく幅が狭く、近心に近い側歯ではほぼ直立するが、遠心に位置するに従い遠心側に傾く。中位の側歯では切縁近心側の高さ約2/3から基部にかけて弱い鋸歯が確認される。同位の側歯の切縁遠心側では、鋸歯はさらに弱く、わずかに確認される程度である。

下顎歯は、上顎歯よりさらに幅が狭く、ほぼ直立する。鋸歯はほとんど観察されない。

ドタブカ *Carcharhinus obscurus*

2007年1月14日に捕獲された標本番号KMSJ-07-01は、ドタブカ *Carcharhinus obscurus* であった。

外部形態は典型的なメジロザメ属である(図5)。

第二背鰭は、第一背鰭よりかなり小さい。第一背鰭と第二背鰭の間には背中線隆起がある。第一背鰭は、比較的小さく、高さの全長に対する比は10.2%である。第一背鰭の起部は、胸鰭内角とほぼ同位置に始まる。各鰭には明瞭な色彩的特徴がない。

これらの外部形態は、ガラパゴスザメにも類似するため、谷内ら²⁾が両種の区別点としている尾鰭前脊椎骨数(Garrick⁷⁾の報告によるとドタブカ 86~94、ガラパゴスザメ 103~109を計数したところ、87であった。このことから、本標本は、ドタブカと分類された。

歯式は、

$$\frac{15-1-15}{14-1-14}$$

である。

上顎の中位の側歯は、比較的幅広く、切縁遠心側の高さ約1/3程度で、鈍角に凹む。切縁近心側は、ほぼ直線かやや膨らむ。切縁のほぼ全体に粗雑で著しい鋸歯が確認される。

下顎歯は、幅が狭く、ほぼ直立するが、切縁部には明瞭な鋸歯が観察される。

これらの上・下顎歯の特徴は、前報で報告したガラパゴスザメと類似しており、今回の調査では明確な違いを見いだすことができなかつた。両者の顎骨標本からの分類については、今後検討を進めたいと思う。

考察 今回3種類のメジロザメ属を報告した。前報では、ガラパゴスザメ・カマストガリザメ・ハビレ・スミツキザメ・クロヘリメジロの5種類を報告したので、本県沿岸で、メジロザメ属の8種が確認されたことになる。同様な外部形態をした極近縁な種が同海域に生息しており、生態的にどのような棲み分けをしているのか興味深い。今回は、生息の確認の報告に過ぎないが、今後もデータを蓄積し、日本近海におけるメジロザメ属の生態の解明に寄与されることを期待する。

要約

熊本県沿岸に出現した3尾のメジロザメ属の外部形態及び顎骨の標本を得て、種の検索を行った。

その結果、

メジロザメ *Carcharhinus plumbeus*

ハナザメ *Carcharhinus brevipinna*

ドタブカ *Carcharhinus obscurus*

の3種を新たに確認した。

前報で報告した

ガラパゴスザメ *Carcharhinus galapagensis*

カマストガリザメ *Carcharhinus limbatus*

ハビレ *Carcharhinus altimus*

スミツキザメ *Carcharhinus dussumieri*

クロヘリメジロ *Carcharhinus brachyrus*

の5種と併せ、熊本県沿岸に8種のメジロザメ属が生息していることを確認した。

謝辞

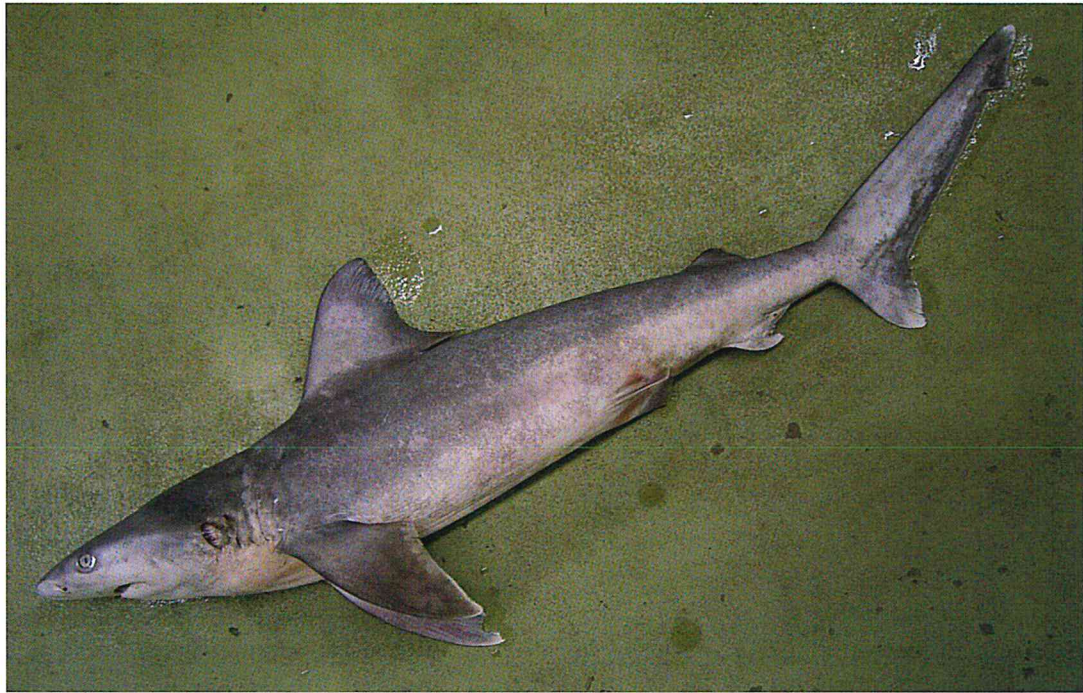
本研究を行うにあたり、標本を提供いただいた牛深市漁業協同組合(現天草漁協牛深支所)の皆様へ感謝の意を表す。

また、本稿を取りまとめるにあたり、長崎大学水

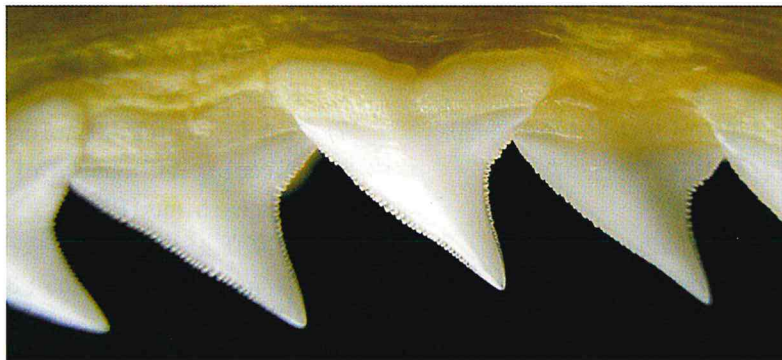
産学部の竹村暁教授、日本大学生物資源科学部の谷内透教授、神奈川県小田原市の田中猛氏に、多くのご指導・ご助言を頂いた。感謝の意を表するとともに、厚くお礼申し上げる。

文献

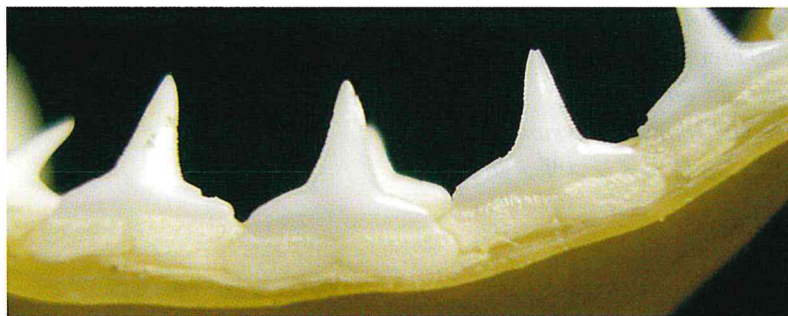
- 1) ビクター・スプリンガー、ジョイ・ゴールド：仲谷一宏訳：「世界のサメ全種分類表」サメ・ウオッチング：平凡社：245-262、(1992)
- 2) 谷内透・立川浩之・倉田洋二・能勢幸雄：小笠原諸島から採集したガラパゴスザメ(新称) *Carcharhinus garapagensis* : 魚類学雑誌：31巻4号：449-452、(1985)
- 3) 矢住邦平・市来忠彦・浦田勝喜・須川与次郎：「フカ延縄漁業試験」熊本県水産試験場事業報告(昭和26年)
- 4) 山本和平・市来忠彦・光永敦司：「フカ駆除試験」熊本県水産試験場事業報告(昭和34・35)
- 5) 川崎信司・野村昌巧・前田健作：「熊本県天草沿岸に出現したメジロザメ属」熊本県水産研究センター研究報告第6号：31-38、(平成16年)
- 6) Compagno, L. J. V. : FAO species catalogue, sharks of the world. FAO Fisheries Synopsis No125, Vol. 4, Part2:449-503(1984)
- 7) J. A. F. Garrick: NOAA Technical Report NMFS Circular 445: Sharks of the Genus *Carcharhinus* (1982)
- 8) 久家直之・後藤仁敏：「板鰓類の歯の形態と用語」海洋と生物 VOL. 2-No5 : 383-387、(1980)



外部形態（全長 99cm、体重 5.3kg 女）

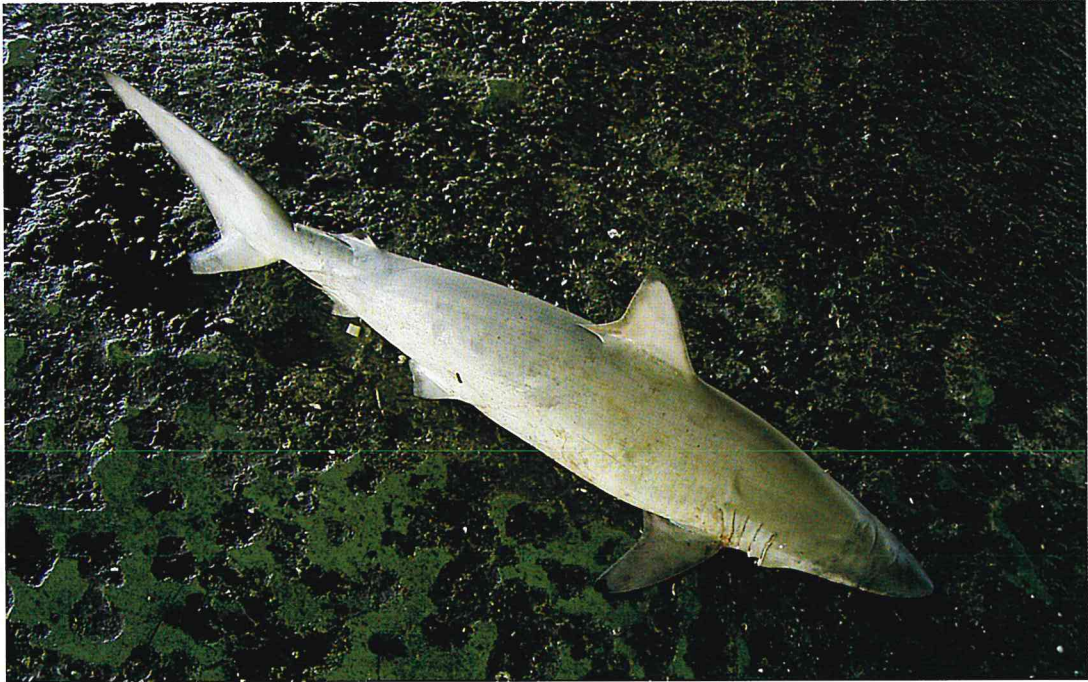


上顎歯の形態（中央は左上顎 6 番目の側歯：歯冠部の高さ 4.4mm 幅 5.9mm）

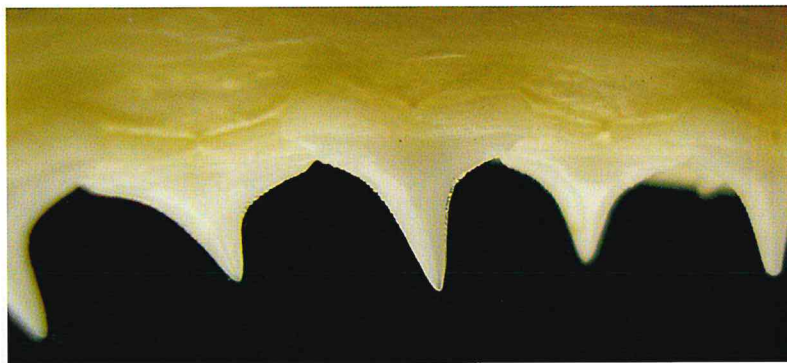


下顎歯の形態（中央は左下顎 5 番目の側歯：歯冠部の高さ 3.4mm 幅 4.2mm）

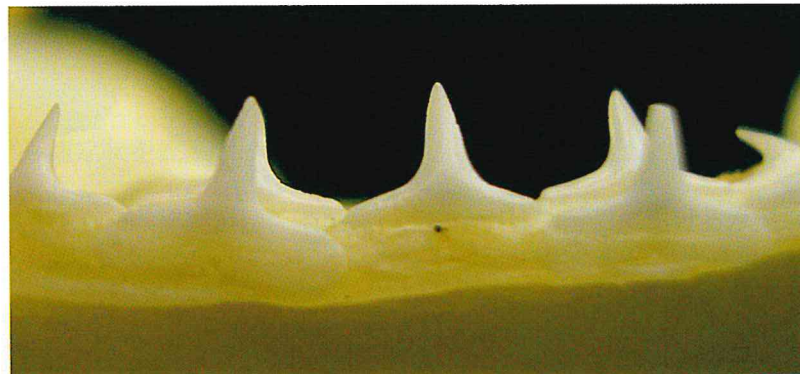
図 3 メジロザメ *Carcharhinus plumbeus* の外部及び歯の形態（KMSJ-05-01）



外部形態（全長 138cm、体重 15.3kg ♀）



上顎歯の形態（中央は左上顎 8 番目の側歯：歯冠部の高さ 4.1mm 幅 5.4mm）



下顎歯の形態（中央は左下顎 4 番目の側歯：歯冠部の高さ 3.5mm 幅 4.8mm）

図 4 ハナザメ *Garcharhinus brevipinna* の外部及び歯の形態（KMSJ-05-02）

表 1-1 KHV病検査結果(2004年4月～2005年3月)

検査年月	検体採取場所				検査結果				
	市町村	天然水水域 水系	場所	養殖場	その他		陽性数		検体数
					市町村	種類	一次	確定	
2004年4月					八代市	個人池	0	---	1
2004年5月	熊本市	緑川水系	江津湖		熊本市	個人池	0	---	1
					熊本市	個人池	0	---	2
					熊本市	個人池	0	---	1
					八代市	個人池	0	---	4
2004年6月	球磨村	球磨川	瀬戸石ダム				2	2	2
	熊本市	除川					1	1	1
	人吉市	球磨川	球磨川				1	1	1
	八代市	水無川					1	1	1
	熊本市	緑川水系	無田川				1	1	1
	八代市	球磨川	球磨川堰				1	1	1
	熊本市	坪井川	河口				1	1	1
					山鹿市	親水池	0	---	1
	熊本市	緑川	杉島堰下流				1	1	1
	熊本市	白川	薄場橋				1	1	1
	八代市・鏡町	大鞘川	河口付近				1	1	1
					菊鹿町	施設池	0	---	1
	泗水町	菊池川水系	合志川高江橋				0	---	1
	鏡町	鏡川					1	1	1
	白水村	白川	上二子石				0	---	1
	城南町	緑川	用水路				0	---	1
					長陽村	個人池	0	---	1
					鏡町	施設池	0	---	1
					阿蘇町	個人池	0	---	1
					長陽村	個人池	0	---	1
	熊本市	白川	弓削橋下流				0	---	1
	大津町	白川	瀬田付近				0	---	1
					人吉市	個人池	1	1	1
					熊本市	個人池	0	---	2
2004年7月	五木村	球磨川水系	川辺川				0	---	1
	あさぎり町	球磨川	石坂堰				1	1	1
					人吉市	個人池	0	---	2
	山鹿市	菊池川	遊水地				0	---	1
	熊本市	緑川水系	無田川				0	---	1
	水俣市	水俣川	水俣大橋				0	---	1
					多良木町	個人池	0	---	2
					御船町	個人池	0	---	2
					あさぎり町	個人池	2	2	2
	相良村	球磨川水系	川辺川				0	---	1
					あさぎり町	施設池	0	---	1
					あさぎり町	個人池	0	---	1
					あさぎり町	個人池	2	2	2
					あさぎり町	個人池	1	1	1
					錦町	個人池	0	---	2
					球磨村	個人池	0	---	2
2004年8月	熊本市	天水湖	天水湖				0	---	2
	あさぎり町	球磨川	寺池公園				2	ND	2
					錦町	個人池	0	---	2
2004年9月					水俣市	個人池	0	---	1
					熊本市	個人池	0	---	1
					相良村	個人池	0	---	1
	植木町	菊池川水系	合志川				0	---	2
	植木町	菊池川水系	合志川				0	---	1
2004年10月	菊水町	菊池川	白石堰				0	---	1
	山鹿市	菊池川水系	吉田川				1	1	1
	菊水町	菊池川水系	江田川				1	1	1
	七城町	菊池川水系	迫間川				2	2	2
					錦町	個人池	0	---	3
2004年11月	天水町	唐人川水系	尾田川				1	1	1
					熊本市	個人池	2	2	2
				養殖場 A			0	---	2
2005年1月					菊花町	施設池	0	---	2
					合計		28	26	85
陽性箇所数		11水系				4個人池			

表 1-2 KHV 病検査結果(2005 年 4 月～2006 年 3 月)

検査年月	検体採取場所				検査結果				
	市町村	天然水域 水系	場所	養殖場	その他		陽性数		検体数
					市町村	種類	一次	確定	
2005 年 5 月	津奈木町	津奈木川			熊本市	個人池	3	3	3
					天水町	個人池	2	2	2
2005 年 6 月	錦町	球磨川水系	高柱川				3	3	3
2005 年 7 月					あさぎり町	個人池	0	---	2
					御船町	個人池	2	2	2
2005 年 8 月	宮原町	氷川			竜北町	個人池	2	2	2
					あさぎり町	個人池	2	2	2
2005 年 10 月				養殖場 B			2	2	2
					合計		21	18	23
陽性箇所数	3 水系			1 養殖場	5 個人池				

結果

KHV の PCR 検査結果

PCR 検査結果について、2004 年 4 月から 2005 年 3 月までの結果を表 1-1 に、2005 年 4 月から 2006 年 3 月までの結果を表 1-2 に示す。2004 年 4 月から 2005 年 3 月までに 11 水系、1 養殖場、29 個人池等の 85 検体を検査し、うち 11 水系、4 個人池の 28 検体が陽性であった。2005 年 4 月から 2006 年 3 月までには 3 河川、1 養殖場、6 個人池等の 23 検体を検査し、うち 3 水系、1 養殖場、5 個人池の 21 検体が陽性であり、このうち 1 水系は前年に既に発生していた球磨川水系の河川であった。陽性であった 49 検体のうち、未発生水域から採取された 44 検体については独立行政法人水産総合研究センター養殖研究所において確定診断を行い、全て陽性と診断された。注 1)

KHV 陽性個体の体長・体重及び症状

PCR 検査により陽性となった 49 検体の体長、体重及び症状について表 2 に示す。体長は 11～72cm、体重は 0.1～9.1kg であった。外観症状は眼球が陥没していた検体が 22 検体、(44.9%)、鰭基部や体表がうっ血や出血していた検体が 23 検体(51.0%)であり、このうち 12 検体(24.5%)は眼球の陥没と鰭基部や体表のうっ血や出血が重複していた。また、外観に異常が認められないものが 13 検体(26.5%)あった。KHV 病の特徴的な病変である鰓の褪色やびらんについては、多くの検体が腐敗しており、病変の有無を判別出来なかった。また、全体の腐敗や損傷がひどく、症状の判別不能であったものが 3 検体(6.1%)あった。

表 2 KHV 陽性個体の体長・体重及び症状

検査年月	検体採取場所	検体数	体長 (cm)	体重 (kg)	症状	
					眼球陥没	体表発赤
2004 年 6 月	球磨川	2	72	9.1	○	-
	除川	1	50	1.3	○	-
	球磨川	1	69	5.9	-	○
	水無川	1	66	4.3	-	○
	無田川	1	52	2.0	-	○
	球磨川	1	69	6.0	-	-
	坪井川	1	60	2.7	-	判別不能
	緑川	1	51	2.4	-	-
	白川	1	43	1.6	-	○
	大瀬川	1	41	0.5	○	○
2004 年 7 月	鏡川	1	44	1.7	-	-
	個人池	1	64	3.1	-	-
	球磨川	1	40	2.0	○	-
	個人池	2	55	4.6	-	○
2004 年 8 月	個人池	2	41	2.1	-	-
	個人池	2	46	3.2	-	○
	個人池	2	22	0.5	-	○
	個人池	1	41	1.9	-	○
2004 年 10 月	球磨川	2	39	1.5	-	○
	吉田川	1	40	1.4	-	○
2004 年 11 月	吉田川	1	31	0.9	-	-
	江田川	1	40	1.7	-	-
	迫間川	2	39	1.7	-	判別不能
	迫間川	2	40	1.5	-	判別不能
2005 年 5 月	尾田川	1	42	1.5	○	-
	個人池	2	47	3.2	-	○
2005 年 6 月	個人池	3	52	4.8	-	-
	個人池	3	55	6.1	○	○
	個人池	3	45	2.6	○	○
	津奈木川	2	21	0.3	○	○
	津奈木川	2	44	2.7	○	○
	個人池	3	43	2.2	○	○
2005 年 7 月	個人池	3	26	0.6	○	○
	個人池	3	34	0.9	○	○
	高柱川	3	28	0.7	○	○
	高柱川	3	39	1.4	○	-
2005 年 8 月	個人池	2	28	0.6	○	-
	個人池	2	31	0.9	-	-
	個人池	2	46	3.0	○	○
	個人池	2	40	1.6	○	○
2005 年 10 月	個人池	2	52	2.4	○	○
	個人池	2	53	3.1	-	-
	個人池	2	47	2.3	○	-
2005 年 11 月	氷川	2	41	1.2	○	-
	氷川	2	49	2.9	-	-
	養殖場	2	35	1.4	-	-
	養殖場	2	11	0.1	○	○
			13	0.1	-	○

KHV 病発生河川と死亡尾数

KHV 病発生河川の水系名、死亡コイが確認された期間及び死亡尾数を表 3 に示す。KHV 病が発生した河川は 13 水系で、総死亡尾数は 5,868 尾、最も多かったのは緑川水系の 2,720 尾であった。なお、筑後川水系については大分県境の松原ダムにおいて死亡した尾数で、PCR 病検査等は大分県が実施した。⁵⁾ 2004 年は 6 月に球磨川において衰弱していたマゴイから県内で初めて KHV 病が確認されたのをはじめ 9 水系で発生し、秋には新たに 10 月に 1 水系、11 月に 1 水系で発生した。なお、6 月に発生した 9 水系において、秋には死亡コイは確認されなかった。2005 年には 5 月と 8 月に新たに 2 水系で発生した他、2004 年に発生した菊池川水系と球磨川水系で死亡コイが確認され、このうち、球磨川水系高柱川の死亡コイを検査した結果、陽性であった。

表 3 KHV 病発生河川と死亡尾数

年	水系名	死亡確認期間	死亡確認尾数
2004 年	筑後川	6/1~8/6	273
	球磨川	6/3~7/26	400
	除川	6/9~6/15	120
	白川	6/9~7/1	228
	水無川	6/10~6/12	8
	緑川	6/11~8/11	2720
	坪井川	6/14~7/16	581
	大鞘川	6/16~6/17	60
	鏡川	6/17	2
	菊池川	10/4~11/30	994
唐人川	11/10~11/19	140	
2005 年	菊池川	4/11~6/23	23
	津奈木川	5/11	34
	球磨川	6/19	8
	氷川	8/15	277
合計	13 水系		5,868

球磨川水系における水温

球磨川水系で 2004 年度に死亡コイが確認された期間の水温と発見された死亡尾数を図 1 に示す。水温は球磨川遙拝堰下流において測定したものである。同水系において死亡コイが最初に球磨川瀬戸石ダムで確認された 6 月 3 日の水温は 19.6℃であった。球磨川本流で最後に死亡コイが確認された 7 月 16 日の水温は 26.8℃、同水系で最後に球磨川水系百済木川において死亡コイが確認された 7 月 26 日の水温は 28.4℃であった。

緑川水系における水温

緑川水系で 2004 年度に死亡コイが確認された期間の水温と確認された死亡尾数を図 2 に示す。水温は緑川杉島堰直下において測定し

たものである。同水系において死亡コイが最初に緑川水系無田川で確認された 6 月 11 日の水温は 22.1℃であった。同水系において死亡コイが最後に同水系加勢川江津湖で確認された 8 月 11 日の水温は 26.5℃であった。最も水温が高かったのは 7 月 22 日の 29.4℃であったが、7 月 13 日から 8 月 4 日の間に死亡コイが確認されたのは 20℃前後の湧水がある江津湖のみであった。

菊池川水系における水温

菊池川水系で 2004 年度に死亡コイが確認された期間の水温と確認された死亡尾数を図 3 に示す。水温は菊池川白石堰上流において測定した値である。同水系において死亡コイが最初に菊池川水系吉田川と江田川で確認された 10 月 4 日の水温は 21.2℃であった。同水系において死亡コイが最後に菊池川本流で確認された 11 月 30 日の水温は 13.3℃であった。

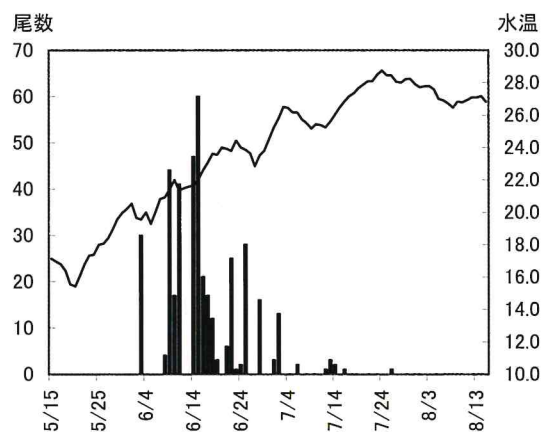


図 1 球磨川水系の確認死亡尾数と水温

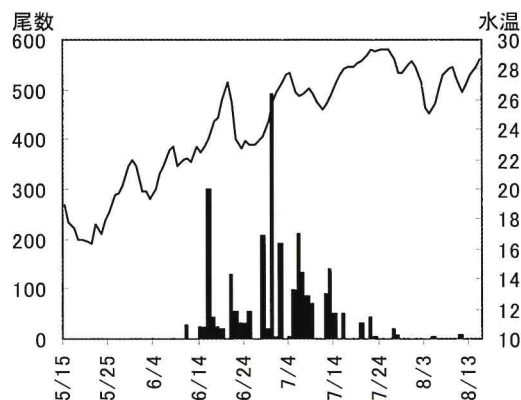


図 2 緑川水系の確認死亡尾数と水温

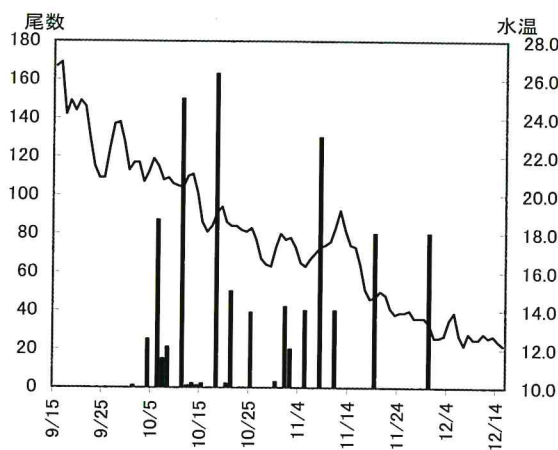


図3 菊池川水系の確認死亡尾数と水温

考察

2006年3月までに熊本県内においてKHV病の発生が確認されたのは13水系、1養殖場及び9個人池である。河川では死亡した5,868尾の回収、養殖場や個人池ではコイの処分などKHV病による影響は内水面漁業及び養殖業へのみならず、観賞用など水産業以外にも大きかった。

PCR検査により陽性であった49検体の体長及び体重は体長が11~72cm、体重が0.1~9.1kgであり、幅広いサイズで発病するとと思われる。また、KHV病魚の症状は遊泳緩慢、平衡感覚失調などの遊泳異常が観察され、外部病徴で最も特徴的な病変は鰓の褪色、びらん、巣状壊死、二次鰓弁の癒合である。その他に体表粘液過多、鰭基部のうっ血及び出血、眼球の落ち込みなどが観察されるとされている。⁴⁾陽性であった49検体の症状は、鰓の病変については死後の時間経過もあり判断出来ないものが多かった。このため、外観上は眼球の落ち込みや体表のうっ血及び出血から判断するしかないが、異常の見られない検体も26.5%あったことから外観上の診断は難しいと考える。

河川では2004年6月に集中して9水系で発生が確認された。KHV病は20~25°C程度の水温で発症し、13°C以下あるいは28°C以上の水温では死亡が見られないとされている。⁴⁾このことから、既にKHVに感染していたコイが発症の適水温である20°C前後になった6月に一斉に発症したことも考えられるが、KHVが県内河川にどのようにして侵入したかは不明である。同一水系内においては、コイの産卵期が水温18~20°C位の4~7月頃であり、⁶⁾産卵のために集まったコイ同士が接触するこ

とで急速に蔓延したものと考えられる。

2004年にKHV病が発生した河川において2005年にはほとんど死亡コイは確認されなかったが、球磨川水系と菊池川水系では少ないものの、死亡がみられた。このうち、球磨川水系のコイをPCR検査した結果、陽性であった。このコイは支流の球磨川水系高柱川で死亡したものであり、8尾が死亡していたが、周辺には10尾以上のコイが生残しているのが確認されている。このことから既に感染していたものの、感染未発病魚であったコイが何らかの原因で発病したか、非感染魚が感染未発病魚から感染したと考えられる。

球磨川、緑川、菊池川の3水系において死亡が確認された期間の水温は最も低いのが13.3°C、最も高いのが29.4°Cであった。KHV病で死亡が無いとされる28°C以上の水温もあったが、水温を測定したのが本流下流部であり、この期間に死亡がみられたのは20°C前後の湧水がある江津湖や本流以外の支流であること、KHV病の発症までの潜伏期間は2~3週間とされていることから、感染から発症に至るまでの水温は28°C以下であったと考えられ、実験的にKHV病による死亡するとされる水温は13~28°Cであるが、河川においても同様であると考えられる。

熊本県内におけるKHV病の発生は、河川では13水系と県内主要河川のほとんどが既発生水域となった。しかしながら、既発生水域でも生残しているコイがおり、これらは抵抗性を獲得して感染未発病魚となっている可能性があり、ストレス等により抵抗性が低下した時に発症することや抵抗性の無い非感染魚が接触して発症して被害を及ぼす恐れがある。また、個人池などでは発生は減少しておらず、河川においても未発生水域が残っていることなどから、今後もKHV病の発生や動向を把握する必要がある。

要約

2004年4月から2006年3月までに県内の河川、養殖場及び個人池等において死亡等により採取された108検体についてKHVのPCR検査を実施したところ、13水系、2養殖場及び10個人池の49検体が陽性であった。

KHV病が発生した13水系において確認された死亡尾数は合計5,868尾で、最も多かったのは緑川水系の2,720尾であった。

2004年にKHV病が発生した球磨川、緑川及び菊池川の各水系において最初に死亡が確

認された時の水温は 19.6℃から 22.1℃であった。

謝辞

本研究を行うにあたり、検体の回収及び斃死情報の提供を頂きました国土交通省の関係各河川国道事務所、各市町村、熊本県水産振興課及び各地域振興局に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) Hedrick, R. P., O. Gilad, S. Yun, J. V. Spangenberg, G. D. Marty, R. W. Nordhausen, M. J. Kebus, H. Bercovier and A. Eldar (2000): A herpesvirus associated with mass mortality of juvenile and adult koi, a strain of common carp. *J. Aquat. Animal Health*, 12, 44-57.
- 2) 飯田貴次(2005):コイヘルペスウイルス病, 日本水産学会誌, 71(4), 632-635
- 3) Sano, M., T. Ito, J. Kurita, T. Yanai, N. Watanabe, S. Miwa and T. Iida(2004): First Detection of Koi Herpesvirus in Cultured Common Carp *Cyprinus carpio* in Japan. *Fish Pathol.* 39(3), 165-167.
- 4) (社)日本水産資源保護協会(2000):特定疾病診断マニュアル, 1-25-1-27, 2-85.
- 5) 木本圭輔, 畦地和久(2006):内水面養殖技術開発普及事業(3)内水面防疫対策, 平成16年度大分県海洋水産研究センター事業報告, 321-322
- 6) 中村中六, 千葉健治(1967):養魚学各論(川本信之編), 恒星社厚生閣, 東京, 15

注 1) 農林水産省(2005):コイヘルペスウイルス病に関する PCR 検査結果 (http://www.maff.go.jp/koi/pcr_kensa.html)

REPORT OF KUMAMOTO PREFECTURAL FISHERIES RESEARCH CENTER

No. 7 MARCH 2007

- Toru Otsuka, Kiyonori Murakami..... 1
The catches caught by surrounding net fisheries of Shirasu (Japanese anchovy larvae) in the Yatsushiro Sea, Kumamoto Prefecture.
- Toru Otsuka, Kiyonori Murakami..... 5
Anchovy larvae (Shirasu) fisheries and spatio-temporal distribution of the larvae in the Yatsushiro Sea, Kumamoto Prefecture.
- Takeshi Kimura, Mamoru Sameshima, Yoshinori Nomura, Jun Morita, Hideki Mizoguchi and Mamoru Ishihara..... 25
Efficacy of Orally Administered Febantel on the Monogenean *Heterobothrium okamotoi* Infected Tiger Puffer *Takifugu rubripes*.
- Kiyonari Sakurada, Seiki Kino, Nagahisa Oyama, Rikio Itoyama..... 31
The occurrence situation of harmful plankton in Yatsushiro Sea and a trial of prediction of blooming.
- Makoto Yoshida, Mayumi Adachi, Taisuke Nishida, Taisei Nagata, Yuri Iwatake, Seiki Kino, Kiyonari Sakurada and Kouichi Ohwada..... 45
Seasonal distribution of phytoplankton in Yatsushiro Sea in 2004 and 2005
- Shinji Kawasaki..... 53
The sharks collected by long — lines around the Yushima Island, Kumamoto prefecture, Japan.
- Shinji Kawasaki, Tooru Ootuka..... 67
The appearance of sharks of the genus *Carcharhinus* (Elasmobranchii: *Carcharhiniformes*: *Carcharhinidae*) on the coastal sea surrounding Amakusa island Kumamoto prefecture, Japan.
- Tatsuro So, Takahiro Matsuoka..... 73
Occurrence of Koi Herpesvirus (KHV) in Carp in Kumamoto Prefecture, Japan