

ゴミ分布域の変遷と環境について

吉田 幹英・後川 龍男・秋元 聡
(研究部)

Changes of the distribution region of *Cucumaria echinata*
and relation with marine environment

Mikihide YOSHIDA · Tatsuo USHIROKAWA and Satoshi AKIMOTO*
(Research Department)

ゴミは1989年に筑前海小呂島周辺海域で異常発生が確認されて以来、今日まで分布域を変化させながら異常発生が継続しており、ごち網、えびこぎ網等の網漁業や釣、かご等の多くの漁業に深刻な漁業被害をもたらしている。ゴミによる漁業被害を軽減するために平成2年以降分布調査を行っているが、ゴミは分布域を変えながら異常発生が継続している。ゴミの異常発生初期の動向については、山本¹⁾、金澤²⁾の報告があるがその後の分布域の動向やゴミの異常発生と環境要因との関連について若干の知見を得たので報告する。

方 法

1. ゴミの分布調査

ゴミの分布域と生息密度の調査は、調査船「げんかい」、 「つくし」で図1に示す試験桁網(間口1.45m, 網高0.3mの桁に11節の袋網を装着)を用いて船速1.5~2ノットで3~5分間、海底面を曳網して行き、曳網面積を求め、単位面積当たりの分布密度として算出した。

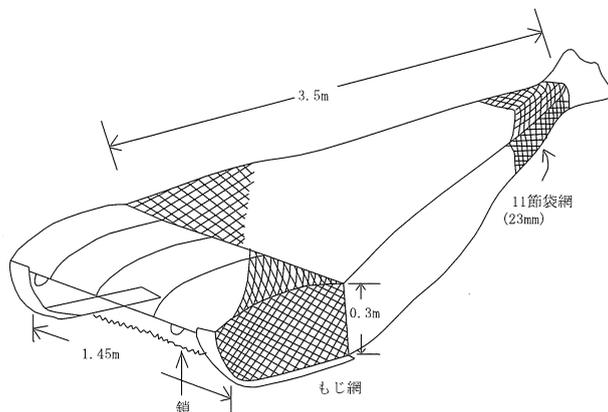


図1 ゴミ生息量調査に用いた桁網

試験桁網で漁獲されたゴミは、船上に揚げ他の混獲物を除去後速やかに総重量を計量した。海底面に分布するゴミは試験桁網ですべて漁獲されるのではないためゴミの漁獲効率を0.23³⁾として引き延ばして分布量を換算し、さらに試験桁網が海底面を曳網した面積(試験網の網口の幅×曳網距離)で除して、単位面積当たりの分布密度として算出した。試験桁網によるゴミ調査は、図2に示す北緯33度30分~34度10分、東経129度54分~130度40分の範囲の緯度、経度の2分メッシュの交点を曳網開始点として、主に海流に逆らう向きに曳網した。今回の解析には'89年~'02年に実施した資料を用いた。

2. 海況と底質

ゴミの異常発生と海況との関連性をみるために、調査期間を異常発生前('82年~'88年)、異常発生時('89年~'98年)に分けて、沿岸定線観測の水温、改良型ノルバックネットのプランクトン沈殿量を用いて比較した。使用した調査点は図3に示す沿岸定線観測点の Stn.1~5の5点であり、水温

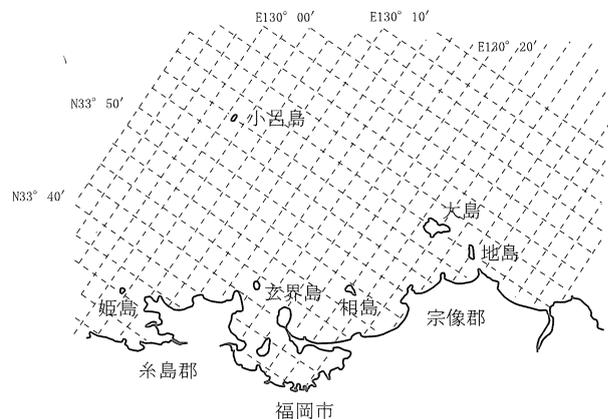


図2 調査点図

* 現福岡県水産林務部漁政課

は植物プランクトンの生育に反映するように水深10m層を使用し、沈殿量は改良型ノルパックネット(NGG52,網目335 μm)の海底上1m層から海面までの鉛直曳きを行ったものを月毎に5点の平均値として用いた。また、異常発生した海域の海況を詳細に検討するために小呂島周辺のStn.2(水深44m)の水深10m層の水温、塩分、透明度の平年偏差(平年値'61年~'90年の平均値)、プランクトン沈殿量の'84年~'98年の期間平均値との偏差を比較した。さらに、ゴミの生息海域の底質の特徴をみるために'01年~'02年にかけて、ゴミ分布調査と同様に緯度、経度2分メッシュの交点の64点でスミス・マッキンタイヤー型採泥器を用いて採泥し、粒度組成の中央粒径値と'01年のゴミの分布密度との関係について検討した。

3. ゴミの体長測定

海域におけるゴミの体長組成の変化をみるために玄界島東側海域に設定した定点で、'01年7月~'02年12月にゴミの採集を行い体長、体重の測定を行った。

調査船の試験桁網で採集したゴミは、細目のナイロンネットに収容し、水槽で生かして実験室に持ち帰った。ゴミは、付着物を取り除き、吸水紙を敷いたバット上に並べ体表面に付着した余分な水分を除去した後、体長は耐水紙へのパンチング後定規での読み取り、あるいは直接ノギスで測定を行った。体重は、電子秤で測定した。測定個体数は、概ね100~500個体であった。

また、'01年7月から'02年1月については、雌個体の卵の成熟をみるため、約100個体について卵径を測定した。

結 果

1. ゴミ分布調査

(1) ゴミ分布域と分布量

調査海域におけるゴミ分布の変動をみるために、分布面

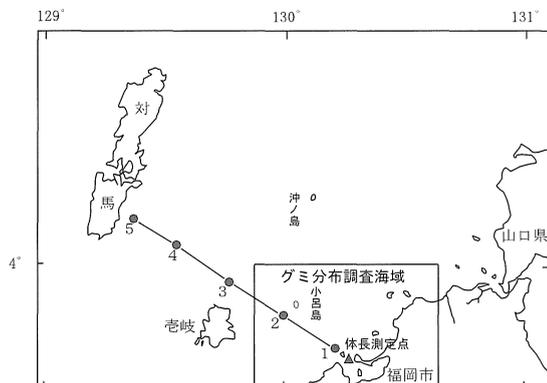


図3 水温、塩分、プランクトン沈殿量の調査

積と分布量の推定値を図4に示した。

ゴミの推定分布量は、'89年~'91年には数万トン~8万トン台であったが、'94年には87万トン台に達し大幅に増大した。その後は減少に転じ'98年~'99年には8~9万トン台へと減少した。しかし、'00年以降再び増加し、'01年には84万トン台になったが、'02年には21万トン台に減少した。分布面積の推定値は、'89年には255 km^2 台で'90年~'91年には400 km^2 台、'94年には期間中最大の1059 km^2 に達し、その後は減少に転じ'98年に289 km^2 となったが、再び'01年にかけて増加し858 km^2 となったが、'02年には再び減少傾向へと転じた。

ゴミの調査年毎の分布状況を図5に示した。ゴミの分布域は毎年変化しており、ゴミの異常発生初期の'89年~'90年には、小呂島南東部から大島北西部を中心とした水深50~60m帯の比較的水深の深い海域に限られていたが、'91~'94年には水深の浅い沿岸部へ南下接岸する傾向で分布域が拡大した。'95~'96年には主な分布海域が北西方向に移動し、小呂島から西側海域にも分布が広がり、沿岸部では玄界島周辺でも異常発生が確認された。

'97年には分布域が全体的に縮小し、'98年には最も分布海域が減少し、沖合部での出現がみられなくなり、沿岸部の地島、相島、玄界島周辺の沿岸域が分布の中心となった。'99年以降には沿岸部での分布域がさらに広がり、糸島半島周辺海域での分布が拡大した。

このようにゴミの分布域、現存量ともに'94年、'95年に大きなピークを形成したが、'98年にかけて減少し'01年に再び増大したが、'02年には減少に転じた。

(2) ゴミの分布密度と分布水深

ゴミの年別の分布密度の変化を見るために分布密度を次の4階級に区分し、年別の度数分布として図6に示した。区分した密度階級は、階級1(0~100 g/m^2 未満)、階級2(100~250 g/m^2 未満)、階級3(250~500 g/m^2 未満)、階級4(500 g/m^2 以上)である。

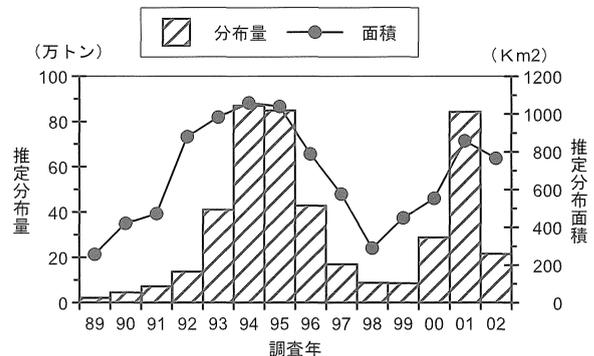


図4 ゴミの分布量と分布面積の推定値

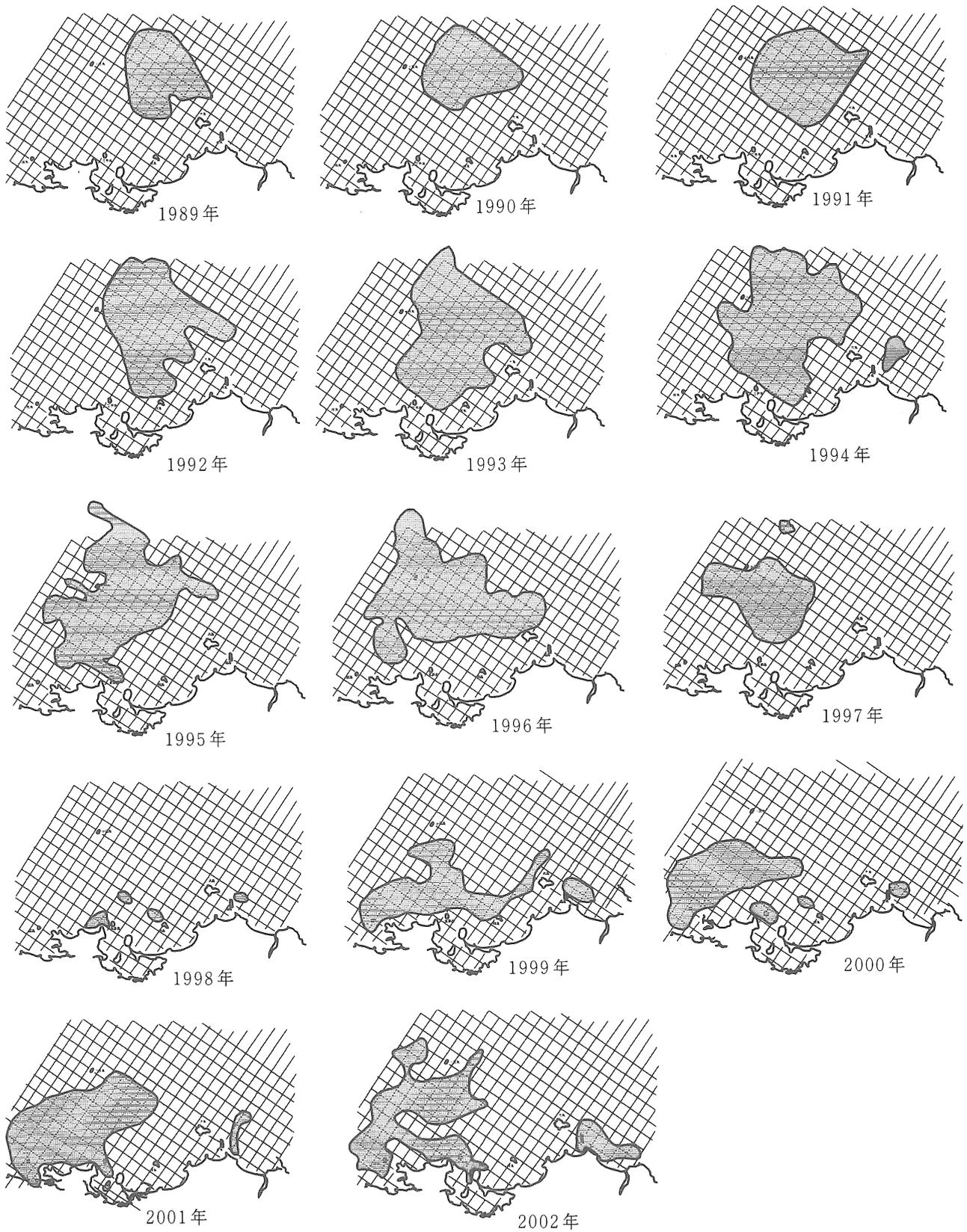


図5 調査年別のゴミ分布域

分布密度は、異常発生初期の'90年～'92年には、全調査点において密度階級1の低い分布密度であった。'93年～'95年には密度階級1の出現調査点数は、ほぼ全調査点のほぼ半分にあたる50点台で推移したが、密度階級2の出現点数が20～30点台と大幅に増加し、さらに密度階級3の高密度な分布域が7～12点出現し分布密度の増加がみられた。'95年には、密度階級4の極めて分布密度が高い調査点が初めて出現し、'96年には密度階級4の高密度分布域の出現点数がさらに増加した。'97年には全出現点数が減少したが、減少分のほとんどは密度階級3以上の高密度点の減少であった。'98年には密度階級4の出現がなくなり、密度階級1、2主体の出現状況となり、分布密度は全域的に減少傾向が伺われた。'99年には再び密度階級4の調査点が出現したが、分布の中心は密度階級1であった。'00年には、さらに密度階級4の調査点が25点と増加し、全体的に高密度の分布状況となり、'01年にはさらに密度階級4の出現点数が増加し、密度階級1の出現点も増加し、分布範囲も拡大した。'02年には密度階級4の出現点が前年に比較し大幅に減少し、密度階級1の低密度域の出現点数が増加したが、全出現点数は、ほぼ前年並みであった。

ゴミ分布水深の変化をみるために出現点の分布水深を10m間隔で区分し度数分布として図7に示した。ゴミ出現点の分布水深は、ゴミの異常発生初期の'90年～'91年には、水深60～70m帯、70～80m帯の比較的水深の深い海域に分布の中心があったが、'92年～'93年には水深60～70m帯、水深40～50m帯と相対的に浅い海域の出現点数が増加し、水深の浅い30～40m帯と水深の深い80～90m帯での出現がみられた。

'94年には水深20～30m帯の浅い水深帯での出現がみられたが、分布の中心は水深60～70m帯にあり、40～50m帯、70～80m帯も多かった。'95年～'96年には分布の中心が水深40～50m帯、水深60～70m帯に移ったが、さらに深い水深帯での出現も多かった。'97年には水深10～20m帯の浅い水深帯に分布域が広がり始め、80m帯以深での分布はみられなくなった。'98年～'02年には、分布の中心が水深40～50m帯となり、水深60m以深での出現点数が大幅に減少し、水深10～20m帯の水深の浅い海域での出現が増加した。

3. 海況と底質

(1)海況

調査期間をゴミの異常発生前('82～'88年)と異常発生後('89～'98)に区分し、対馬東水道における水温及び改良型ノルパックネットによるプランクトン沈殿量の平均値を図8に示した。ゴミの異常発生前後で比較すると、水温は異常発生期('89～'98)には、異常発生前('82～'88年)に比較して、

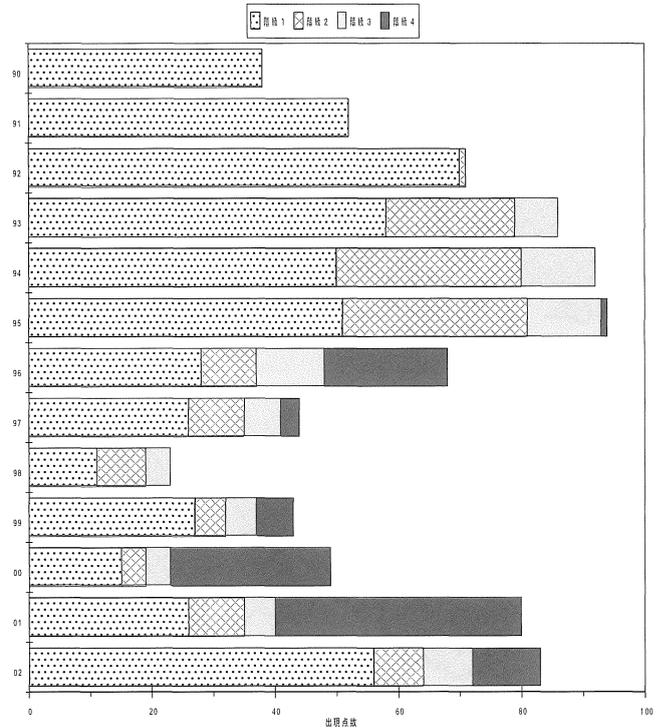


図6 ゴミ分布密度階級の度数分布

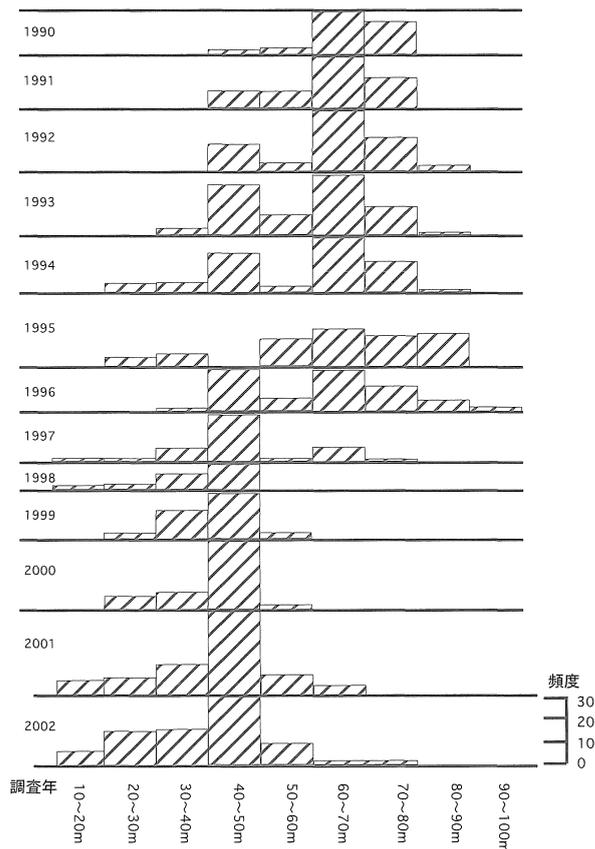


図7 ゴミ分布水深帯の度数分布

冬季2月～春季4月の水温が1～2℃程高めであった。この時期は年間の最低水温の時期でもあり、ゴミの異常発生後には年間の最低水温が上昇していたことを現す。また、夏季の水温も異常発生前に比べて、異常発生後にはやや高めの傾向であった。プランクトン沈殿量は、異常発生期には秋季の10～11月に低く、冬季1月～春季5月まで多い傾向にあった。

ゴミ発生海域の代表点として設定した小呂島沿岸のStn. 2の水温、塩分、プランクトン沈殿量の月別偏差を図11に示した。水温は大量発生初期の'89年以降に冬季の高水温傾向が継続し、'89、'91～'93年には夏季の水温が低めの傾向であったが、'96年以降は夏季の水温は高め傾向であった。塩分は、異常発生初期およびそれに前後する3年間の'87年～'89年には、夏季の7～9月に高め傾向にあった。'90～'91年には年間を通して低めであり、特に夏季の7、8月に低い傾向であった。'95年には夏季～冬季に低い傾向にあり、特に9、10月に低めの傾向が強かった。'97～'98年には、ほぼ年間

を通して低めの傾向であった。プランクトン沈殿量は、ゴミの異常発生初期の'88～'93年にかけては冬季の1月～春季の5月頃まで高めの傾向にあり、'95年、'97年においても冬季の1月～春季の5月頃までプランクトン沈殿量が高く、異常発生後は年間を通して多い傾向にあった。

2) 底質

底質とゴミの分布密度の関係をみるために'01年～'02年に行った筑前海広域の底質の中央粒径値と'01年のゴミの分布密度との関係を図9に、福岡湾口部での分布を図10に示した。

ゴミは中央粒径値0.69～3.27の砂質で出現し、分布密度が500g/m²を越える高密度分布域は、特定の中央粒径値付近に偏ることなく比較的広範囲の粒径で出現した。また、福岡湾口部では、福岡湾内の中央粒径値4以上の底質がシルト質の海域では、ゴミの出現はみられなかった。

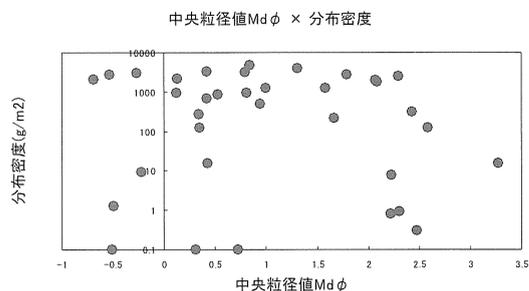


図9 ゴミの分布密度と底質の中央粒径値

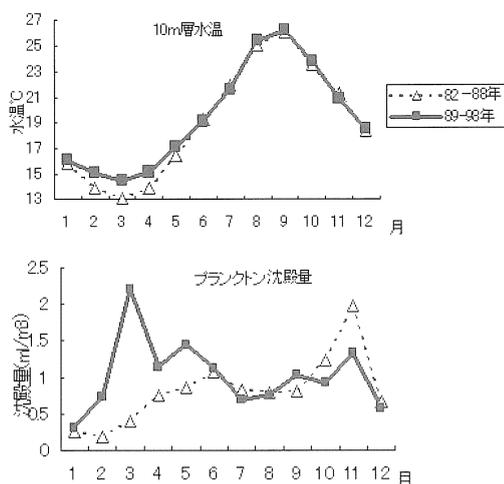


図8 異常発生前後の水温、沈殿量の比較

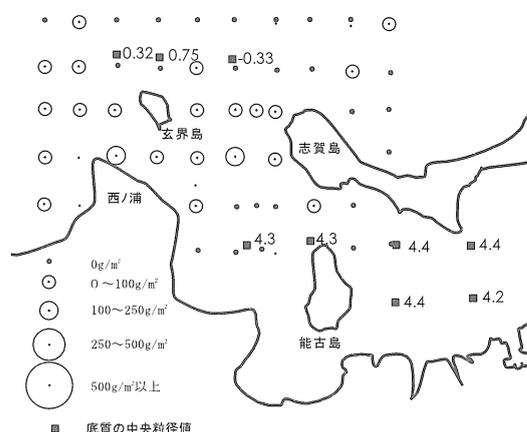


図10 福岡湾口部の中央粒径値とゴミ分布密度

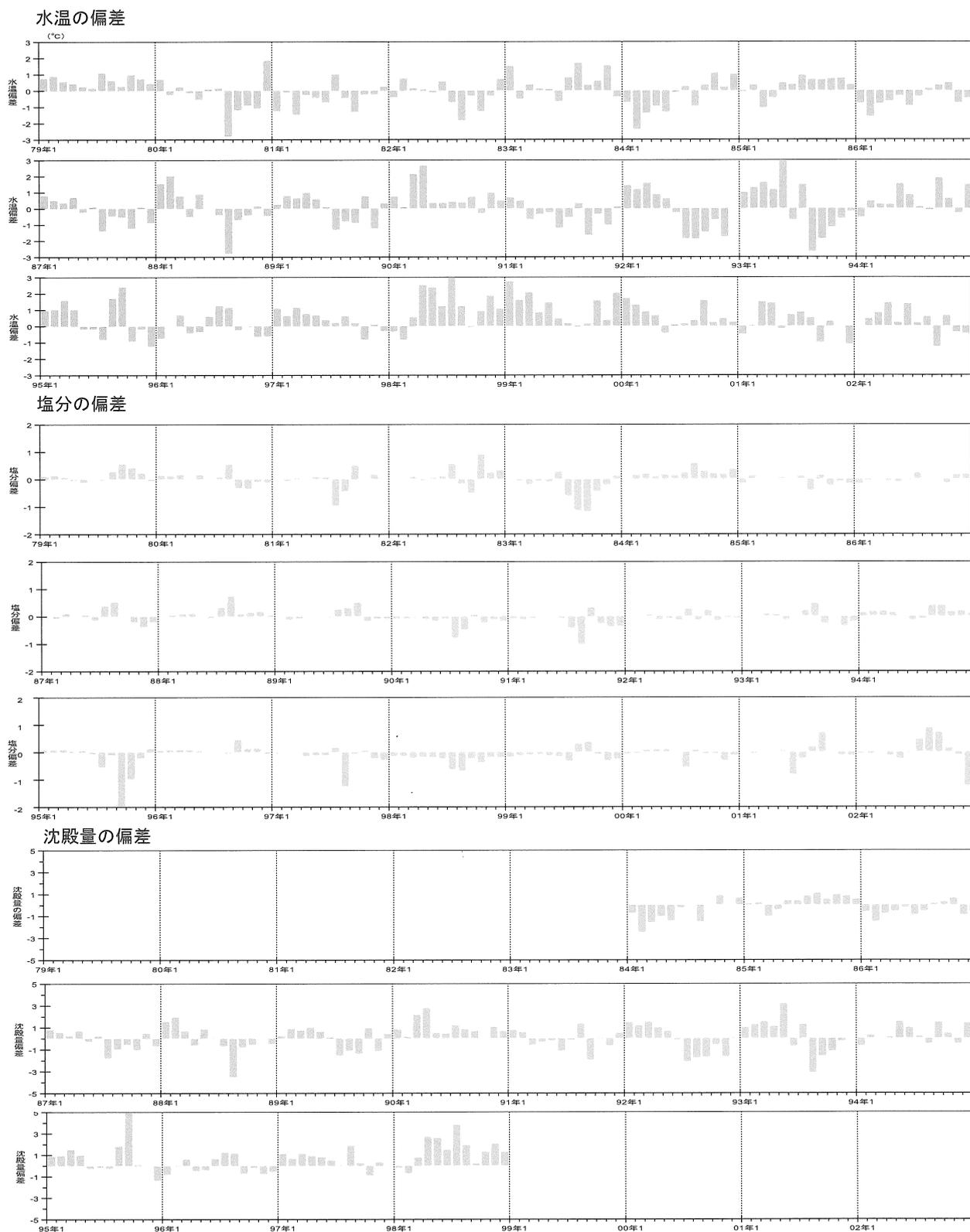


図11 Stn. 2における水温，塩分，プランクトン沈殿量の偏差

3. ゴミの体長測定

玄界島東側海域の定点で採集したゴミの体長組成を図13に示した。'01年7月以降の体長の変化は、7月には14～15mm台にモードをもつ組成であったが、8月には5～21mmの範囲で10mm台にモードがある群と29～43mmの範囲で35mm台にモードのある群の2つの群が認められた。しかし、9月には8月に認められた大きい体長群の出現がほとんどみられなくなった。9月以降'02年2月まで平均体長は毎月約2mmの増加が認められ、'02年2月に平均26mm台と期間中最も大きくなった。しかし、'02年1月～'02年6月までの平均体長の差は小さく、ほぼ22～26mm台であった。

体長の小さい個体の出現動向は、'02年2月、3月には1～2mmの稚ゴミが少ない比率であるが出現がみられたが、5～12月には最小体長は8～10mm台であった。体長の大きい個体の出現動向は、'02年6月には体長66mmの大型個体が出現したが、他の月の最大体長は35mm～46mmの範囲であった。

次に'01年7月から'02年3月の平均体長、平均体重、生殖腺重量の変化を図12に示した。ここで、'01年8月には体長組成に2群の山がみられたので、8月には小さい群についての平均を示した。体長と体重は、ともに夏眠期の8月に最も小さく、その後2月まで増加し、2月に最も高くなり、3月にかけて再び減少に転じた。卵径は、7月～9月にかけて増加し、9月に平均0.35mmと期間中最大となり、その後は減少傾向となった。

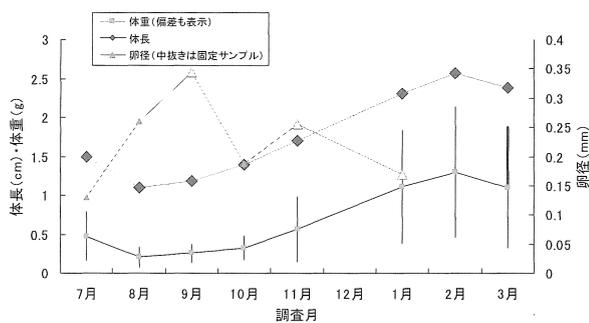


図12 月別の体重・体長の変化（平均値）

考 察

ゴミの異常発生要因を海洋環境の面からみると、'88年～'90年のゴミの異常発生初期においては、冬季の水温が高く、

冬季～春季にプランクトン現存量が多い。このため、秋季にふ化し成長過程にある稚ゴミにとっては餌料環境が好適に作用したことが要因の一つと考えられる。その後も、冬季～春季に平年より高水温でプランクトン量も多い年が高頻度で出現していることが、ゴミの再生産過程に寄与し、異常発生が持続しているものと推察される。

しかし、'98年にゴミの分布面積及び分布量とも大きく減少した。この原因については不明な点が多いが、この年の海況で最も特徴的な出来事は、中国の長江の歴史的な大洪水が発生し筑前海でも'97年10月～'98年8月までの長期間、低塩分が持続し、低塩分の水塊は鉛直的に表層から水深20m位までを広く覆った⁹⁾。この水塊は河川由来で、懸濁粒子を高濃度に含んだ低塩分水であり、広い範囲で透明度の低下をもたらした。低塩分の水塊は、ゴミの生息する海底付近までは広がっていないため、直接的にゴミに影響を与えていた訳ではなく、ゴミの餌料環境を悪くしたものと考えられる。

ゴミ分布域の経年的な変化については、異常発生初期の沖合から沿岸部への移動は、ゴミ成体や浮遊期のゴミの海流による移動と漁業活動に伴う投棄が要因と考えられる。海流によるゴミの移動は、ゴミの卵が沈性卵であり、産卵後卵は海底に着底するが、卵の孵化後、変態し浮遊幼生期をむかえた浮遊幼生は、約35時間後に稚ゴミになり再び海底に固着するが⁹⁾、この約35時間海流によって流され分布を拡大したものと推察される。第七管区海上保安本部の海洋速報⁹⁾によると、筑前海沿岸部では対馬暖流の反流として、西側に向かう流れが卓越する頻度が高い。

以上のことからゴミの異常発生の今後の状況について考えると、筑前海でゴミの生息に適さない底質がシルトの海域は、福岡湾、加布里湾等のごく一部の海域であり、筑前海は殆どの海域が砂泥質の海域であることから、漁業活動や流れによる分布域の変遷はあるものの、冬季～春季の高水温や高プランクトンが、今後も続けばゴミの異常発生は、終息する可能性が少ないことが示唆される。

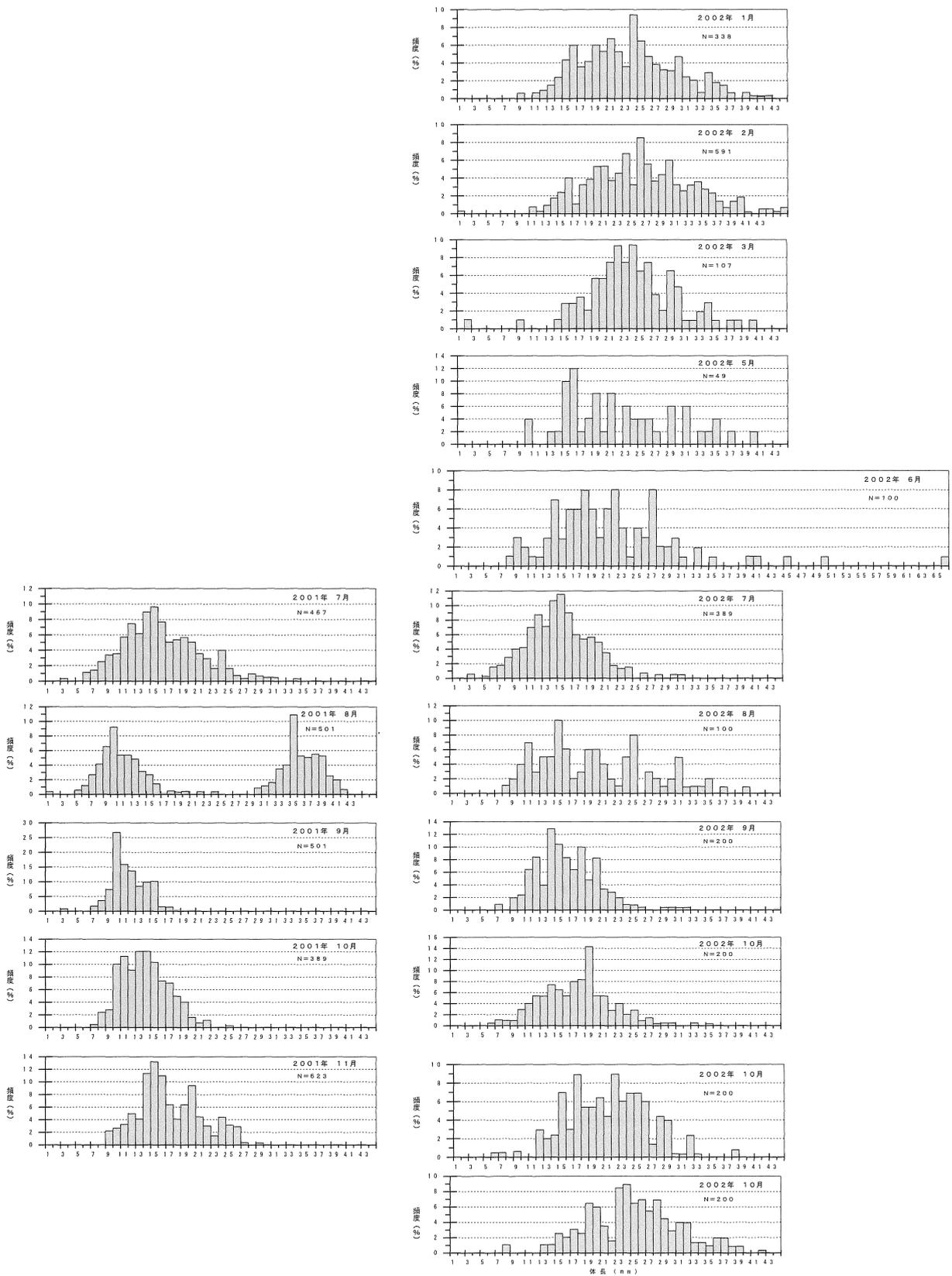


図13 グミの月別体長組成

要 約

- 1)各年のゴミの分布域は毎年変化がみられ、異常発生初期の'89～'90年は、小呂島南東部から大島北西部の水深50～60m帯に限られていたが、近年水深の浅い沿岸部へ南下接岸する傾向で分布域が拡大した。
- 2)ゴミの推定現存量は'89年には数万トンであったが、'94年には87万トンに達し、その後減少し'98年～'99年には8～9万トン台で推移し、分布域、現存量とも'94年に大きなピークを形成していた。
- 3)ゴミの異常発生後('89～'98)には、異常発生初期以降('89～'98)に比較して、冬季2月～春季4月にかけての水温が1～2℃高め傾向であり、プランクトン沈殿量も異常発生後に冬季の2月～春季の5月にかけて高め傾向であった。
- 4)ゴミは中央粒径値 $0.69\sim 3.27$ の砂質の底質に出現し、分布密度が 500g/m^2 を越える高密度分布は、特定の中央粒径値付近に偏ることなく全体的に出現した。また、中央粒径値4以上のシルト質ではゴミの出現はみられなかった。
- 5)月別の平均体長は、夏眠期の9月に最も小さく、12月に最も大きくなった。夏季7、8月には体長組成に2つの山が認められた。9月～2月までの期間は平均体長が月2～3mm増加し、体長組成の分散が増加する傾向にあった。

文 献

- 1)山本千裕・田中義興：福岡県筑前海でみられたゴミ (*Cucumaria echinata*) の異常発生について、福岡水試研究報告, 37-42(1990).
- 2)金澤孝弘・本田清一郎・田中義興：筑前海におけるゴミの分布域(1989～'92年), 福岡水試研究報告第18号, 69-72(1992).
- 3)田中義興・松尾新一・川上大和：福岡県筑前海におけるハスノハカシパンの異常発生について、福岡水試研究報告, 199-201(1982).
- 4)吉田 幹英：我が国周辺漁業資源調査事業(3)沿岸定線調査, 福岡県水産海洋技術センター事業報告, 119～124(1998).
- 5)秋元 聡・吉田 幹英・池内 仁：玄界島海域における海洋環境とカタクチイワシ季節発生群の変動特性, 西海ブロック漁海況研究報告, 5-11(2000).
- 6)杉野 浩二郎・二島 賢二・吉田 幹英・早川 真奈美：ゴミの生態に関する研究(1)ゴミの夏眠生態に関するいくつかの知見, 福岡県水産海洋技術センター研究報告第11号, 71-75(2001).
- 7)平成13年第七管区海洋速報, 第七管区海上保安本部, (2001年4月～2002年3月)