

内湾漁場のヘドロ化防止・漁場保全技術の開発

水産工学研究所漁場水理研究室：久保敏
調査実施年度：平成7～9年度

緒言

東京湾沿いに位置する千葉県木更津市沖に広がる約1,800haの砂浜地域では潮干狩り、養貝などで周年アサリが漁獲されている他、冬場には海苔養殖が行われている。この地域ではアサリの稚貝発生量が少ないため他県産稚貝を購入して撒き付けている。しかし近年この歩留まりが低下し、場合によっては30～50%程度になっている。この歩留まりの低下の原因の一つとして、急激な地盤変動、濁水などによる底質の悪化があげられる¹⁾といわれていることから、干潟の底質の年間の環境変化を明らかにする必要がある。

今回、著者は木更津市牛込沖に広がる約200haの砂浜地区の干潟底質環境の変化を明らかにすることを目的とした調査を行い、地盤変動、底質の粒度分布の項目について約1年9カ月の変動を計測した。これらの変動は日々の潮汐変動、また季節変化に伴う波浪などの気象要因に強く影響されていると考えられる。ここでは、こうした外的要因の年単位の変化の影響を受けて干潟環境が示す変化の特徴を解明し干潟の性質の一端を明らかにすることを目的としてデータの整理を行った。その結果をここに報告する。

調査方法

今回調査対象とした約200haの干潟は、木更津市沖に広がるいわゆる盤洲干潟約1,800haのうち最東端に位置し牛込漁協の管轄下にある(図1)。この干潟は岸側100haが潮干狩り場として、また沖側100haが養貝場として利用されアサリ漁業が営まれている。この干潟の沖合い端は岸より約1,200mで、そ

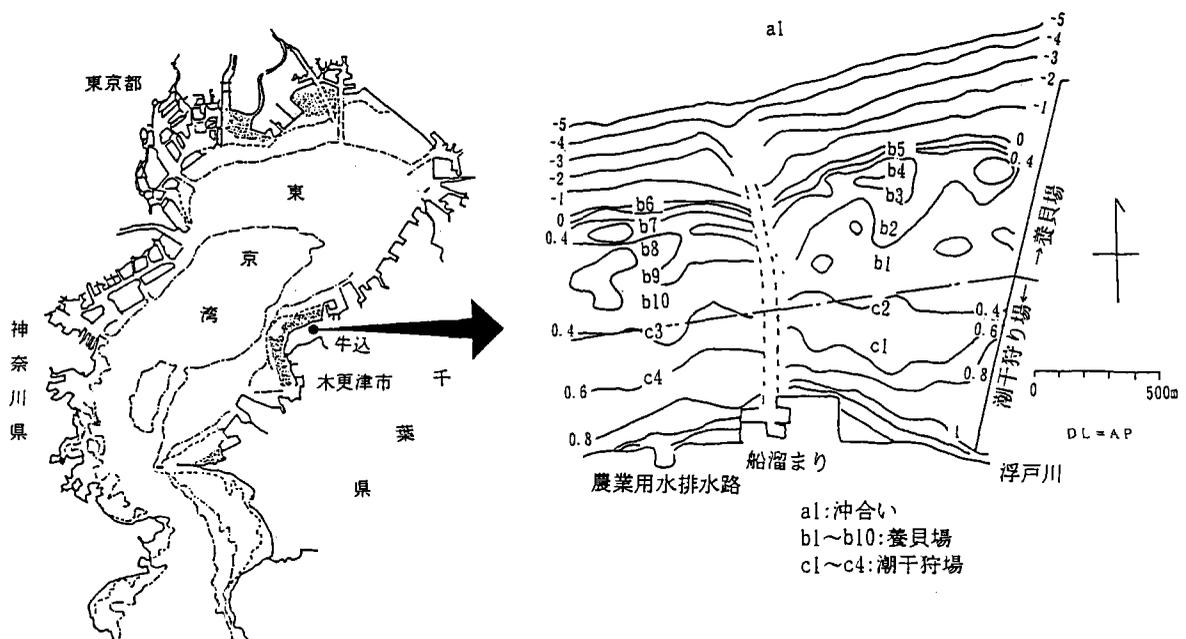


図1 木更津市牛込沖干潟調査箇所

れより沖合いは水深が急激に大きくなっている。この干潟に流入する河川は小河川の浮戸川と農業用水排水路があり、さらに西に約5km離れた所に比較的大きい小櫃川がある。

今回の調査は干潟沖側のアサリ漁場として利用されている養貝場での調査が中心であるが、参考のため岸側の潮干狩り場、また沖合いの水深10m前後のところでも調査した。

この干潟では沖合いと岸側の標高差は0.8m前後であり、潮汐により岸側は干出する事があるが沖側が完全に干出することは希である。調査は水深1～1.5m前後の時、船外機付きの小型の船を用い、各点での水温、塩分の計測のほか、地盤高さの計測および底質の採取を行った。調査はH7.7.25～H8.8.7までの期間、おおむね1ヶ月に1、2回の割合で行った。

調査区域は沖合いから順にa、b、cの3区域に分けた。それぞれの区域内での調査地点数と調査項目は次の通りである。

- ①調査区域 a：沖合いの水深10m前後の地点
 - ・調査地点：a1の付近
 - ・調査項目：底質採取
- ②調査区域 b：干潟沖側の養貝場
 - ・調査地点：b1～b10の10カ所
 - ・調査項目：底質採取、地盤高さ
- ③調査区域 c：干潟岸側の潮干狩り場
 - ・調査地点：c1～c4の4カ所
 - ・調査項目：底質採取

このように底質採取については全カ所で計測し、地盤高さについては養貝場のみで測定した。底質採取の方法は干潟上では握泥器と呼ばれる4cm角の底質が採取できる器具を用い、沖合いa1では15cm角の底質が採取できるエクマン・バージ採泥器を用いた。

地盤高さ計測は、約100mの間隔でもうそう竹を10本打ち込み、それぞれの竹に水面上約1mのところ印を付け、目盛りのついた棒で底面からの高さを計測した。

採取された砂はビニール袋に詰め持ち帰り、乾燥した後、ふるいによる粒度分析を行った。

分析には2mmから0.075mmまでの6個の標準網ふるいを用いた。

なお、この地区の砂は2mmを越えるような小石はまず含まれず、2mmのふるいに残るものは若干の貝殻である。このため粒度分析は2mmのふるいを通過した砂を対象とした。また、目の最も細かい0.075mmのふるいを通過した部分は受け皿にとりシルト・粘土分として分析の対象とした。

また、計測データを分析するに際し、現地の気象に関するデータを参考のため引用しているが、この多くは今回調査の協力を得た牛込漁協の所持する気象データを使用したものである。

調査結果

1 地盤変動について

地盤変動は季節による波浪の大小、また海苔養殖のために設置される施設の影響を受けていると考えられる。地盤変動調査を開始したH7.8.3の地盤高さを基準にとりその後の地盤変動をみた(図2)。場所によって地盤変動の様子に違いがある。b4～b6の沖合い部分では浸食による地盤変動がみられる。しかしその他の箇所ではb2が調査開始当初強い堆積傾向を示したが比較的安定した変動を示している。

なお関東地方を襲った台風の翌日(H7.9.18)の調査では、前回(H7.9.1)の計測に比較し、沖合いのb5の位置で15cm程度浸食されたと考えられる(図3)。しかし他は数センチ程度の変化であり漁場の地

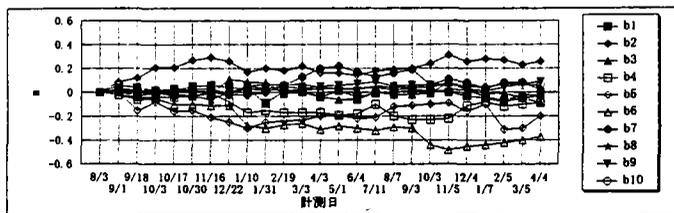


図2 干潟地盤高変化

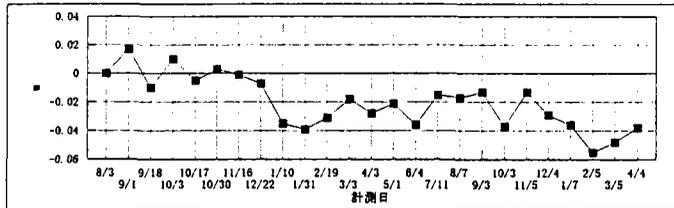


図4 干潟平均地盤高変化

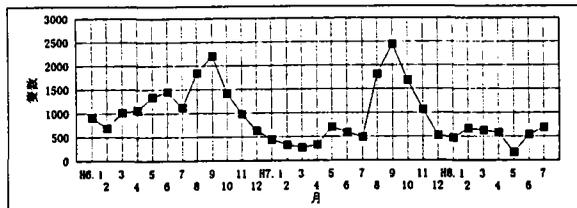


図6 アサリ漁延べ出漁漁船数

盤高変動は小さかった。この点について西に約5km離れた小櫃川周辺の干潟の中央付近で1991年の2月～3月にかけ30日間行われた地盤の連続観測によれば24時間で最大5cmの侵食が見られており、日々の2～3cmの変動は頻繁に見られることが報告されている²⁾。このとき用いられた光電式砂面計は干潟に形成されている高低差30cm程度の小さな起伏で海底地盤の変動が大きいと思われる凸部に設置されている。計測条件に細部で異なる点があるものの今回得られた結果とは概ね合致するものである。

養貝場内b1～b10の地点の平均地盤高さは、H7年の夏から秋にかけて1～2cmの間の小さい変動をしており、冬場4cm程度の侵食を受けた後、徐々に回復に転じる様子を示したが、当初の地盤高までに達せず、その後の変化は比較的小さい変動をしながら冬場再度侵食されている(図4)。

この地区での海苔養殖用の「ひび(竹)」は一般に8月から設置が始まり、9月に網への種付け、そして11月から翌年の3月にかけて海苔の採取がなされる。「ひび」の撤去は4月となる。海苔養殖は干潟上ばかりでなく、水深が10m前後の沖合いでも筏を用いて行われる(図5)。こうした海苔養殖の影響について、一般には波浪をおさえる効果があり、このため有明海の干潟では冬場の海苔養殖により干潟上に砂が堆積する傾向があるとされているが、木更津地区では部分的に堆積傾向を示す箇所はあるものの、平均地盤高は侵食傾向を示した。これには現地の波規模や地形、海苔養殖の面積などが影響していると思われる。

2 アサリ漁頻度の年変化と耕耘効果

養貝場で行われるアサリ漁の頻度を毎月の出漁漁船の延べ隻数で示す(図6)。この地区でのアサリ

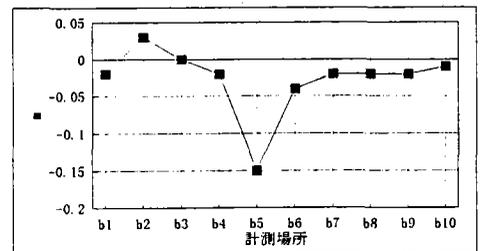


図3 台風(H7.9.17)前後の干潟地盤高変化 (H7.9.1を基準としたH7.9.18の地盤高)

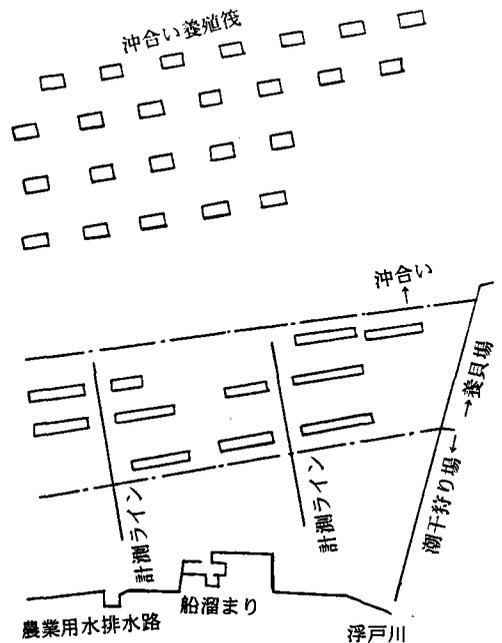


図5 海苔養殖施設配置図

漁は周年にわたっており、特に9月を中心とする前後数カ月に年間のアサリ漁が集中している。この地区でのアサリ漁は「カゴマキ」と呼ばれる道具を使用して人力によって漁獲される。これは金属製の金網からなる柄のついたカゴで前面に砂地を掘るための爪がついている。これを1m前後の水中にて砂面上を前後に揺すりながら手前に引き、カゴの中にアサリを漁獲するものである。当然ながらカゴの中にはアサリばかりでなく貝殻なども入る。これは最終的にはより分け回収する。また別に、砂面上に海草のコアマモなどが繁茂することがある。これに対してはポンプにより海水を砂面上に噴射し除去する手法がH8. 8からとられている。ちなみにこの機械でのアサリ漁は禁じられている。

こうした漁業形態は砂を掘り起こす作業の際、アサリの漁獲と同時に干潟の耕耘³⁾、清掃が間接的、あるいは直接的に行われ、底質の維持管理に役立っているといつてよい。この作業により、貝殻、小石の除去、またシルト、粘土分の拡散・流出によるヘドロ化の防止効果があると考えられる。

また岸側で行われる潮干狩りは3月～8月にわたり行われ、そのうち特に4、5月が繁忙期である。

こうした作業は底質に何らかの影響を与えていると考えられる。

3 底質について

粒度分析に用いた標準網ふるいに残留した砂の粒径の中央値、および呼び名は次のようであると考えられる。

中央値	呼び名
・ 1. 30mm	粗砂
・ 0. 60mm	粗砂
・ 0. 33mm	細砂
・ 0. 16mm	細砂
・ 0. 089mm	細砂
・ 0. 075mm以下	シルト・粘土

以下、各ふるいに残留した砂の粒径を代表するものとして上記の中央値を用いて表す。なおシルト・粘土分については単にふるい分析で得られた値(x%)と、砂を水で洗いながら0.075mmのふるいを通して後、乾燥させて得られた値(y%)とを比較すると $x < 10$ の範囲で $y = 0.85 + 1.71x$ の関係が得られた(サンプル数16点)。ここで用いる値は水洗いせず単にふるい分析で0.075mmのふるいを通して値(x%に相当)を用いる。

まず沖合いから岸に向かい8点の粒径分布を選び示す。各点の粒径分布は場所、時期により異なるものの、0.16mm、あるいは0.33mmの砂の割合が多いのが特徴である(図7)。そして各点とも大きい方では1.3mm以上、また細かい方では0.089mm、またそれ以下(シルト、粘土)の砂が占める割合は少ない。

c1-b5ラインの干潟東側の粒径分布に比較し、b6-c4ラインの西側の粒径分布の変化が大きい。これらの粒径分布の内、沖合い(b5, b6)の粒径分布に注目し、粒径の大勢を占める0.16mmと0.33mmの二つの年変動を見ると、いずれ(b5, b6)も粒径は冬場に大きく変化する傾向を持つ(H7. 9. 18は欠測)(図8)。しかし一方、より岸に近い干潟中央部(b1, b10)での粒径分布の変化を見ると、沖側と異なり特に冬場に限って粒径が大きく変化することはなく、粒径分布に関しては波浪の影響を受けにくいと思われる。

3. 1 粒径分布の時間変化

次に全体的傾向を見るため干潟上(b, c区域)で平均的にみた各粒径含有率の時間変動を示す(図9)。

- ・ 1. 3mm・・・概ね1→3%に増加し、H8. 3以降比較的安定している。
- ・ 0. 60mm・・・概ね5→12%に変動しながら増加したがH8. 1以降比較的安定している
- ・ 0. 33mm・・・概ね28→36%の間で変動しながら増加傾向にあったが、H8. 5以降比較的安定している。

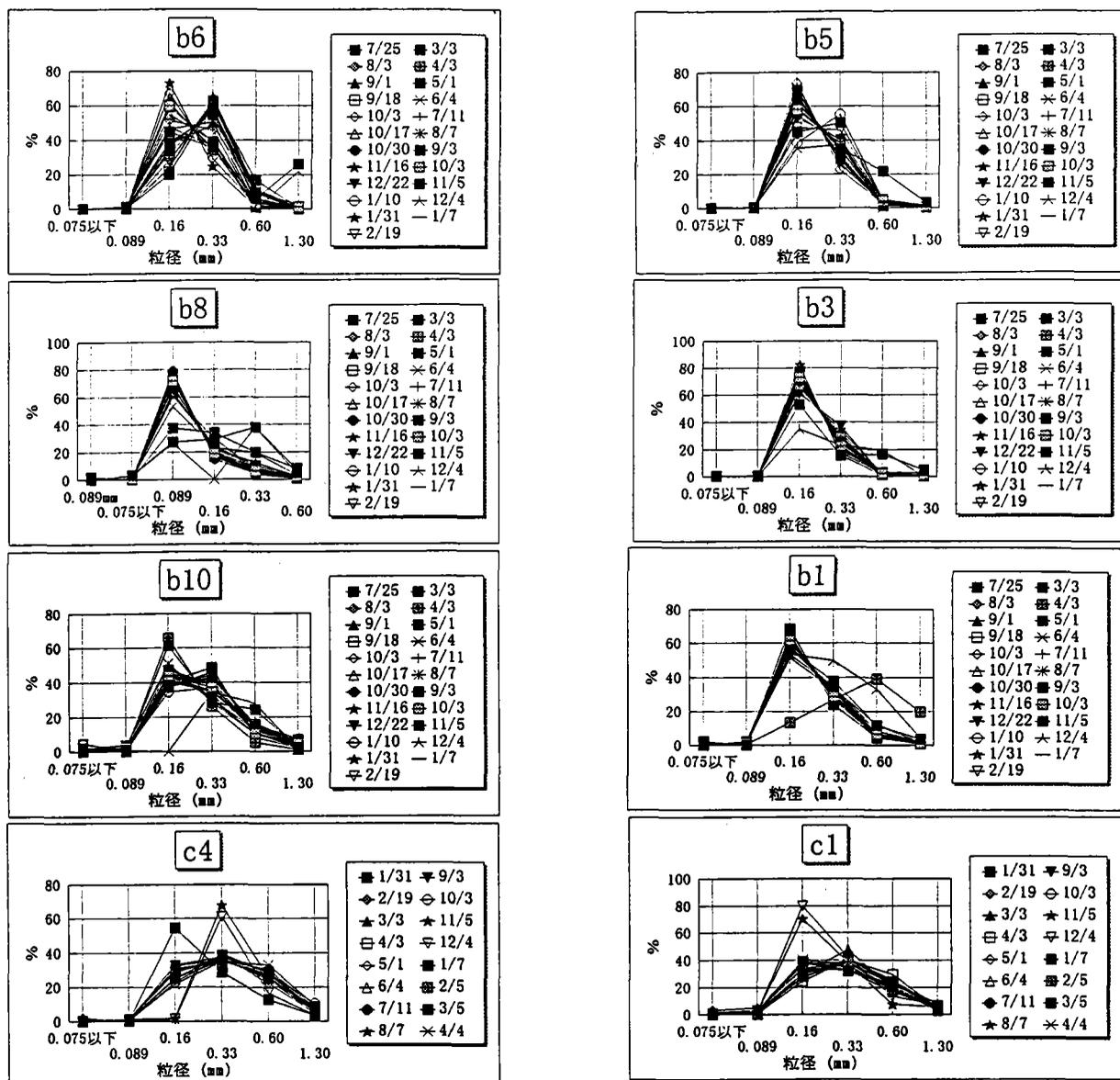


図7 干潟上の粒径分布

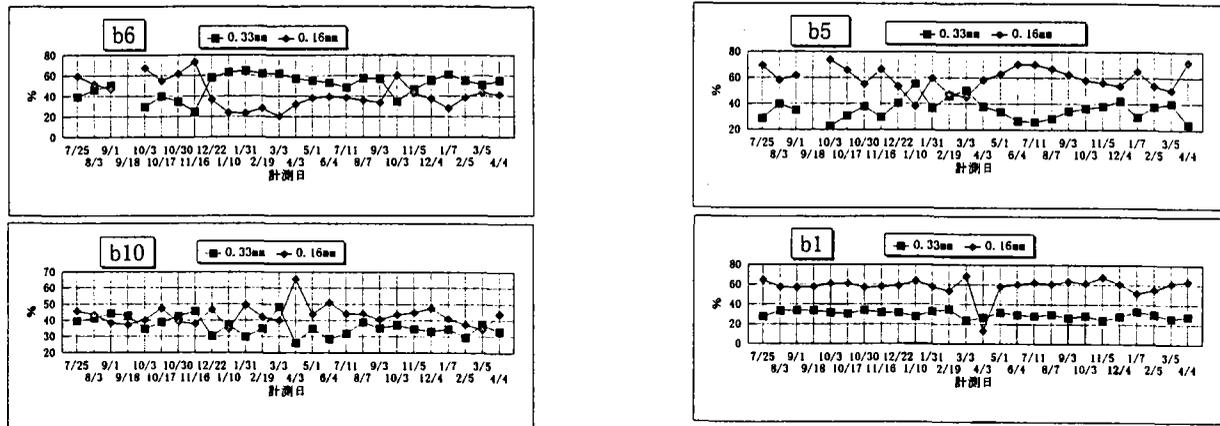


図8 主な場所の粒径(0.33, 0.16mm)含有率変化

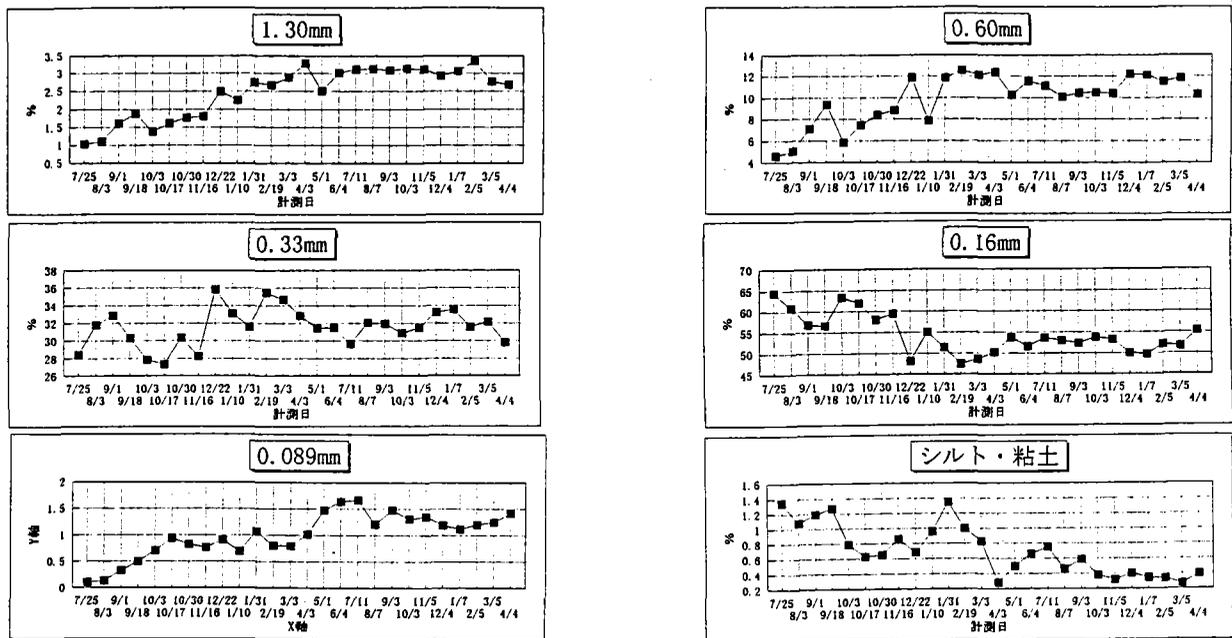


図9 干潟上の各粒径の含有率変化

- ・ 0.16mm ・ ・ 概ね65→45%の間で変動しながら減少傾向にあったが、H8.5以降比較的安定している。
- ・ 0.089mm ・ ・ 概ね0.1→1.7%の間で穏やかな増加傾向と安定化の様相を見せH8.5以降比較的安定している。
- ・ 0.075mm以下（シルト・粘土）
 - ・ ・ 概ね0.3と1.4%の間を変動。夏場と冬場に増加傾向を示し、H8.10以降比較的安定している。

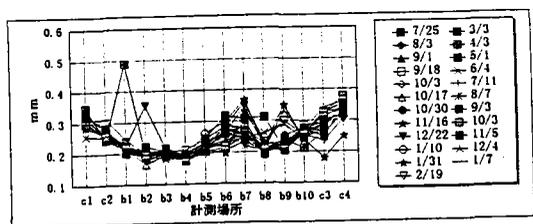


図10 干潟上平均粒径分布

以上のように干潟上の砂の各粒径は時間的に増加傾向、減少傾向、安定傾向を示すが、年周期性は見られず原因が不明である。原因解明のためには波高、流速等の水理条件を調査し細部にわたる検討が必要である。

ただ0.075mm以下のシルト、粘土分の変化はH7からH8にかけ夏場と、冬場に高くなり、H8からH9にかけての冬場には変化が小さかった。夏場の上昇は主として梅雨による河川からの濁水の干潟への流入の影響が予想され、また冬場の上昇は海苔養殖施設の設置や波浪による沖合いの底泥の巻き上げなどの影響が考えられる。これについては前述のように水理条件との対比が必要である。

千葉水試の調査によればこの地区の沖合いの海水の透明度は年変動はあるが冬場やや高くなる傾向を示している¹⁾。今回の調査結果と整合をとるためには冬場における追加調査、また懸濁物質の構成因子の解明などが必要である。

3. 2 粒径分布の場所的違い

干潟上の平均粒径値は漁場内でランダムに分布すると言うよりは漁場内の波浪分布によるふるい分けによると考えられる規則性あるいは連続性を持った分布をしている傾向がある（図10）。そしてこの傾向はc1-b5ラインで安定しており、c4-b6ラインではやや変動が大きい。

次に各粒径の砂の含有率について場所分布を見ると次のようになっている（図11）。

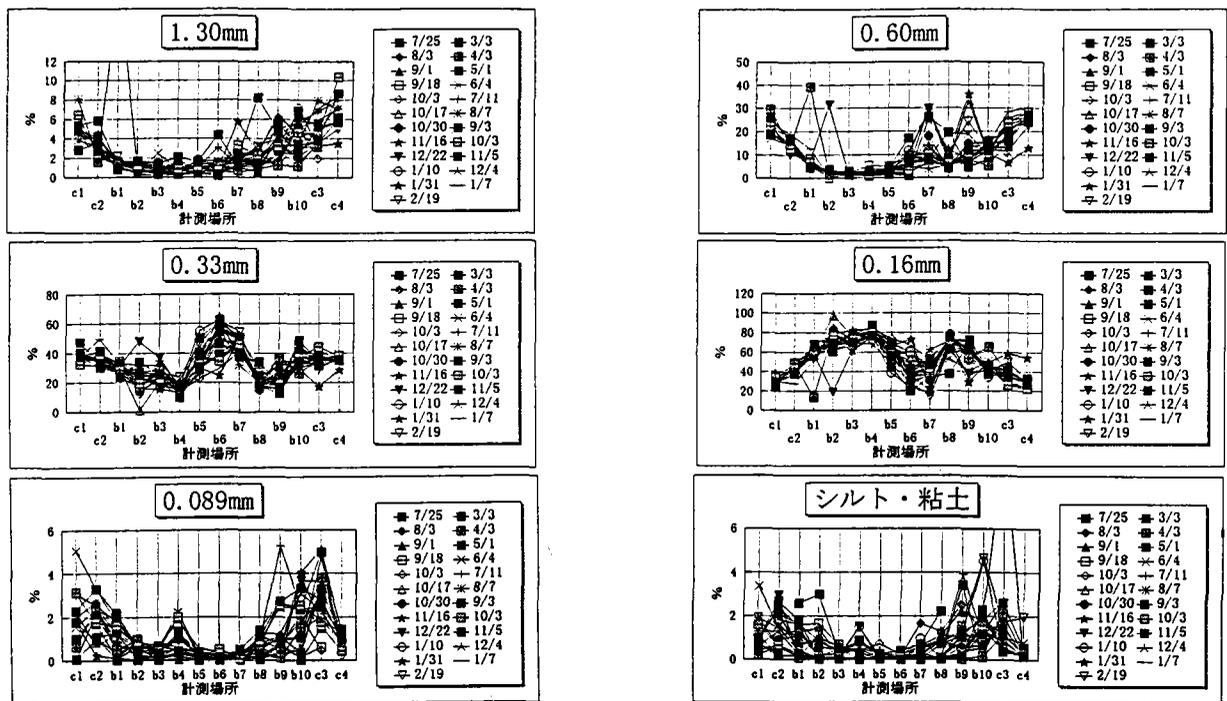


図 1 1 干潟上の各粒径含有率分布

- ・ 1.3mm・・・岸側で多く、沖側で少ない。
- ・ 0.60mm・・・岸側で多く、沖側で少ない。
- ・ 0.33mm・・・岸側、沖側で多く、中間で少ない。
- ・ 0.16mm・・・岸側で少なく、沖側では不明確。
- ・ 0.089mm・・・岸側で多く、沖側で少ない。
ただ岸側の潮干狩り場中央部(c1, c4)ではやや少ない。
- ・ 0.075mm以下(シルト・粘土)
 - ・・・岸側で多く、沖側で少ない。ただ岸側の潮干狩り場中央部(c1, c4)ではやや少ない。

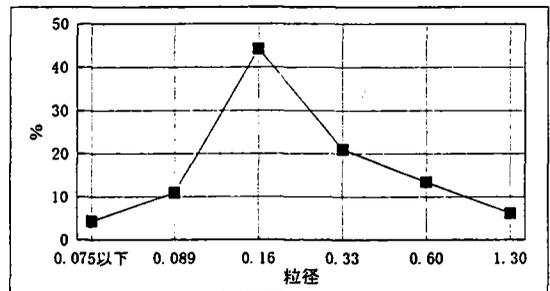


図 1 2 沖合いでの底質粒径分布

特にシルト・粘土分(0.075mm以下)の分布に注目すれば、この成分は岸に近づくにつれ増す傾向があるが、最も岸よりの潮干狩り場の中央部(c1, c4)では逆にやや減少している。

沖合い水深約10mの地点a1での底質(H8. 8.7採取)は0.089mmが10.9%、またそれ以下のシルト、粘土分が4.3%で細かい粒径の割合がやや高くヘドロ化した印象を与えていた(図12)。

4 補足調査

以上述べた調査の後、補足調査として行ったカゴマキ操作の耕耘効果の結果を報告する。ちなみにここでの粒度分析は、底質を水洗いする方法によっている。

水深50cm前後の干潟上に試験区域を定めカゴマキで1回曳くごとに底質を採取し、これを10回続けた。またこの間の平均流速を計測した。ここでは0.075mm以下のシルト・粘土分の変化に注目し図示する(図13)。これから流速が早いほどシルト・粘土分の含有率は明確な低下傾向を示すことがわかった。

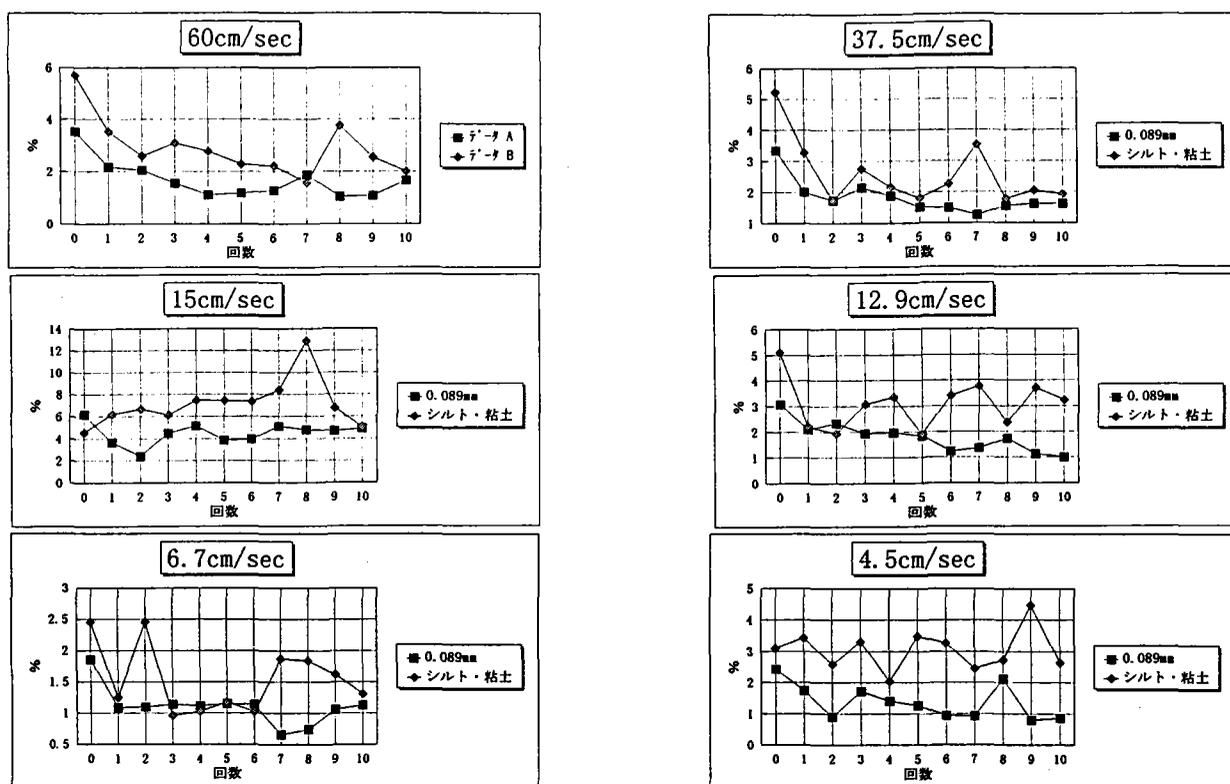


図 13 流速とカゴマキで曳いた回数、含有率変化の関係

考察

木更津市沖に広がる干潟は東京湾に残された干潟の中でも比較的大きく、現在周年を通してアサリ漁場として、また冬場には海苔養殖場として利用されている。しかし、現在の漁場においてはアサリの大量への死が発生するなど漁場機能の低下が指摘されている。

今回、干潟上の環境変動を明らかにするため底質の年変動に焦点を当てた調査を行った。沖合いの底質はヘドロ化し、波浪による巻き上げにより干潟上への影響が懸念された。ただこの点については本文中にも述べたように冬場海水の透明度が上昇する調査結果もあり、さらに検討を加える必要がある。干潟上のシルト、粘土分は夏場と冬場に増加する傾向がうかがえた。また、このシルト・粘土分は沖合いから岸に近づくにつれ増加するが、最も岸よりの潮干狩り場では減少している。さらに干潟の維持管理の行われていない場所では底質の粒度変化が大きいきばかりでなくシルト・粘土分も増加している。今回明らかになったこうした傾向から、「カゴマキ」を用いたアサリ漁獲、また潮干狩りの砂を掘る行為が耕耘としての機能を持ち、干潟上の底質の悪化を防止する効果があることが期待できる。

摘要

- ・干潟の水溫、塩分、底質の年変動に焦点を当てた調査を行い、干潟のヘドロ化防止等についての一応の知見が得られた。
- ・今回調査しながら報告しなかった浮遊砂問題について今後一層充実した調査を行い、干潟のヘドロ化防止に資するものにする必要がある。
- ・また今回得られた結果の確認のための追跡調査が必要である。

参考文献

- 1) 柿野純・鳥羽光晴・兼子昭夫・深山義文：東京湾木更津地先における冬季のアサリへい死の特徴, 千葉水試 研報, 50, 21-30, 1992.
- 2) 柿野純・古畑和哉・長谷川健一：東京湾盤洲干潟における冬季アサリのへい死要因について, 水産工学, 32, 23-32, 1995.
- 3) 水産庁監修：沿岸漁場整備開発事業施設設計指針, 全国沿岸漁業振興開発協会, pp160-165, 1993.
- 4) 柿野純・鳥羽光晴・兼子昭夫・深山義文：東京湾木更津地先における冬季のアサリへい死の特徴, 千葉水試研 報, 50, 21-30, 1992.