

## ミチゲーションとしての人工干潟（その2）

－環境要因と生物生息について－

檜山博昭 今村均  
岩本裕之

### 要旨

干潟は、環境庁調査(1992)によると、埋立・浚渫等で過去13年間に戦前の約40%の面積が消滅し、その存在自体が重要視されている。近年、人工干潟（海浜）の造成が盛んに行なわれているが生物－生態系－にとって充分機能している人工干潟は少ない。自然環境を相手にする当社としても、生態系を考慮した人工干潟を造成する工法の開発は積極的に取り組むべき研究課題である。そこで、本研究では、どのような干潟にどのような生物が生息するのかを明らかにするため、五日市、似島の人工干潟を研究対象とし、生態系とその生息環境を調査・解析した。その結果、以下のことが明らかとなった。

- ①干潟生物は個体数、湿重量とも地盤高CDL.+0.5～+1.5mの範囲で多数生息している。また、種類数に関しては地盤高との間に負の相関が見られた（特に環形動物）。
- ②干潟の物理要因と干潟生物の関係は全生物を一括りとして見た場合には、特に見いだされない。
- ③干潟生物の種毎の物理要因との関係は出現限界、高出現条件が認められる項目が存在するが、既存データ間に差異が見られ、より詳細な検討の必要性が生じた。

### 1. まえがき

前報では、五日市・似島人工干潟造成前後の生物生息の経時変化および、干潟の浄化能力の試算について報告した。その結果、両干潟とも生物生息は良好であり、浄化能力に関しても東京湾の干潟を上回るものであった。

「生物生息の良好な人工干潟造成工法」を開発するためには、

- ①良好な生物生息と環境要因の関係の把握
- ②環境要因間の相互関係の把握
- ③環境制御方法の確立

の3 Step を踏襲しなければならない。①では、生物がどのような環境条件下に生息しているのかを、干潟の環境条件として地盤高、干潟を構成する砂の粒度、強熱減量及び砂の間隙水に含まれるCODなど、様々な要因と生物生息の関係を把握する。②では、生物の出現要因となっている環境要因が全て制御可能というわけではない。このため、人為的に直接制御できない環境要因と人為的制御可能な環境要因の間に何らかの関係があることを想定し、この関係を把握することによって、環境制御の可能性を探る。③では生物生息に関わる環境要因の制御方法を検討する。

本報では、図-1に示す研究フローのFinal Stepとして「生物生息の良好な人工干潟造成工法」を確立させることを目的とし、そのFirst Stepでは「良好な生物生息

と環境要因の関係の把握」を生物生息が良好であると判断された人工干潟において行なった調査の結果を報告する。

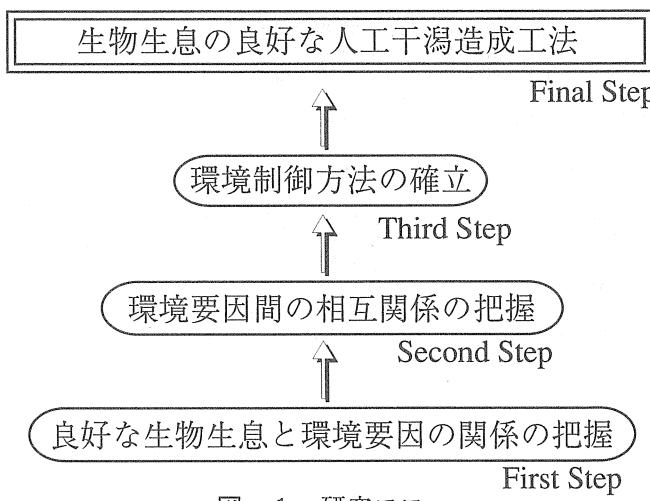


図-1 研究フロー

### 2. 調査解析方法

解析には、当社施工の五日市人工干潟、似島人工干潟の2地点において1990年12月～1993年7月に行なわれた環境・生物調査結果を用いた。

解析方法としては、傾向の把握のため作図による可視化を行なった。

## 2.1 調査概要

調査項目は、環境（物理化学）調査と生物調査からなり、サンプル採取地点は前報に準ずる。環境調査は、地盤高・粒度組成（礫分、砂分、シルト分、粘土分）・COD・硫化物・強熱減量・含水率・n-Hex抽出物質・T-

N・NH3-N・NO2-N・NO3-N・T-P・PO4-Pの13項目からなる。生物調査は干潟生物（環形動物・節足動物・軟体動物）の種個体数と湿重量を調査した。

## 2.2 解析概要

解析は個々環境要因と生物の出現状況（種類数・個体数・湿重量）についてどのような関係があるのかを求めた。検討ケースを表-1に示す。

表-1 検討ケース

環境項目 生物項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A	○五似	○五似	○五似	○五似	五	○五似	五	五	○五似	五	○五似	○五似	○五似	○五似	五	
B	○五似	○五似	○五似	○五似	五	○五似	五	五	○五似	五	○五似	○五似	○五似	○五似	五	
C	○五似	○五似	○五似	○五似	五	○五似	五	五	○五似	五	○五似	○五似	○五似	○五似	五	
D	○五似	○五似	○五似	○五似	五	○五似	五	五	○五似	五	○五似	○五似	○五似	○五似	五	
E	○五似	○五似	○五似	○五似	五	○五似	五	五	○五似	五	○五似	○五似	○五似	○五似	五	
F	○五似	○五似	○五似	○五似	五	○五似	五	五	○五似	五	○五似	○五似	○五似	○五似	五	
G	○五似	○五似	○五似	○五似	五	○五似	五	五	○五似	五	○五似	○五似	○五似	○五似	五	
H	○五似	○五似	○五似	○五似	五	○五似	五	五	○五似	五	○五似	○五似	○五似	○五似	五	
I	○五似	○五似	○五似	○五似	五	○五似	五	五	○五似	五	○五似	○五似	○五似	○五似	五	
J	○五似	○五似	○五似	○五似	五	○五似	五	五	○五似	五	○五似	○五似	○五似	○五似	五	
K	○五似	○五似	○五似	○五似	五	○五似	五	五	○五似	五	○五似	○五似	○五似	○五似	五	
L	○五似	○五似	○五似	○五似	五	○五似	五	五	○五似	五	○五似	○五似	○五似	○五似	五	
M	五	五	五	五	五	五	五	五	五	五	五	五	五	五	五	
N	五	五	五	五	五	五	五	五	五	五	五	五	五	五	五	
O	似	似	似	似		似			似		似	似	似	似	似	
P	似	似	似	似		似			似		似	似	似	似	似	
Q	○	○	○	○		○			○		○	○	○	○	○	
R	○	○	○	○		○			○		○	○	○	○	○	
S	○	○	○	○		○			○		○	○	○	○	○	
T	○	○	○	○		○			○		○	○	○	○	○	
U	○	○	○	○		○			○		○	○	○	○	○	
V	○	○	○	○		○			○		○	○	○	○	○	

- |          |               |             |                     |                     |
|----------|---------------|-------------|---------------------|---------------------|
| 凡 例      | A : 総出現湿重量    | G : 軟体動物湿重量 | M : 五日市上位各3種湿重量     | S : 軟体動物(10グループ)湿重量 |
|          | B : 総出現個体数    | H : 軟体動物個体数 | N : 五日市上位各3種個体数     | T : 軟体動物(10グループ)個体数 |
|          | C : 総出現種類数    | I : 軟体動物種類数 | O : 似島上位各3種湿重量      | U : 節足動物(24グループ)湿重量 |
|          | D : 環形動物湿重量   | J : 節足動物湿重量 | P : 似島上位各3種個体数      | V : 節足動物(24グループ)個体数 |
|          | E : 環形動物個体数   | K : 節足動物個体数 | Q : 環形動物(23グループ)湿重量 |                     |
|          | F : 環形動物種類数   | L : 節足動物種類数 | R : 環形動物(23グループ)個体数 |                     |
| 1 : COD  | 5 : n-Hex抽出物質 | 9 : NO3-N   | 13 : 砂分             |                     |
| 2 : 硫化物  | 6 : T-N       | 10 : T-P    | 14 : シルト分           |                     |
| 3 : 強熱減量 | 7 : NH3-N     | 11 : PO4-P  | 15 : 粘土分            |                     |
| 4 : 含水率  | 8 : NO2-N     | 12 : 磓分     | 16 : 地盤高            |                     |

○: 五日市・似島干潟複合の検討

五: 五日市干潟データ単独の検討

似: 似島干潟データ単独の検討

五日市上位3種

ミズヒキゴカイ  
モロテゴカイ  
スピオ  
ホトトギスガイ  
アサリ  
ワカミルガイ  
イソガニ  
アナジャコ  
ニッポンモバヨコエビ

似島上位3種

ギボシイソメ  
ミズヒキゴカイ  
スピオ  
ニクイロザクロガイ  
アサリ  
ホトトギスガイ  
テッポウエビ  
モズクヨコエビ  
ニッポンモバヨコエビ

環形動物グループ

エゾカネカンザシゴカイ  
フサゴカイ  
タケフジゴカイ  
ケヤリ  
ノリコイソメ  
イトゴカイ  
カザリゴカイ  
ミズヒキゴカイ  
オフェリアゴカイ  
ホコムシ  
スピオ  
コッスラ  
アマゲゴカイ  
ギボシイソメ  
カギゴカイ  
ゴカイ  
オトヒメゴカイ  
シリス  
タンザクゴカイ  
ウロコムシ  
サシバゴカイ  
チロリ  
ヒメエラゴカイ

軟体動物グループ

クチバガイ  
オオバガイ  
シカシガイ  
トラダガイ  
ニッコウガイ  
ブドウガイ  
ホトトギスガイ  
アサリ  
イソシジミ  
マダラチゴトリガイ

節足動物グループ

ヤドカリ  
イワガニ  
クルマエビ  
テッポウエビ  
ドロクダムシ  
ヒガナガヨコエビ  
コノハエビ  
デイモルフォスティリアス  
ノルマンタナイス  
シャコ  
アナジャコ  
カクレガニ  
オキエビ  
イソジエビ  
モエビ  
ホソトゲヨコエビ  
モズクヨコエビ  
ヨコエビ  
ウミナナフシ  
スナモグリ  
アゴナガヨコエビ  
ホホトゲヨコエビ  
スガメソコエビ  
ワレカラ

### 3. 解析結果

#### 3.1 地盤高との関係

五日市人工干潟における、地盤高と出現種類数・個体数・湿重量との関係を干潟生物全般・環形動物（ゴカイの仲間）・軟体動物（貝の仲間）・節足動物（エビ・カニの仲間）から解析した。

##### (1)種類数との関係

出現種類数において最も多く出現しているのが環形動物である。このため全体の傾向は環形動物によって決定されている。環形動物の傾向としては地盤高がマイナスの場合に多数の種類が出現しており地盤高との間に負の相関が見られる。軟体動物の場合にはマイナス地盤高では1種類の出現しか認められておらず、CDL.+0.5~+1.5mで最大5種が認められた。節足動物では4~5種が各地盤高で出現している。しかし、CDL.-3.5mの地点では10種類が出現している。これは、干潟以外の沿岸で通常見られるヨコエビ類が出現しているためである。

以上のように出現生物の種類数と地盤高は密接に結び付いていると考えられるが環形動物・軟体動物・節足動物ではその関係が異なっている。地盤高と種類数の関係を図-2に示す。

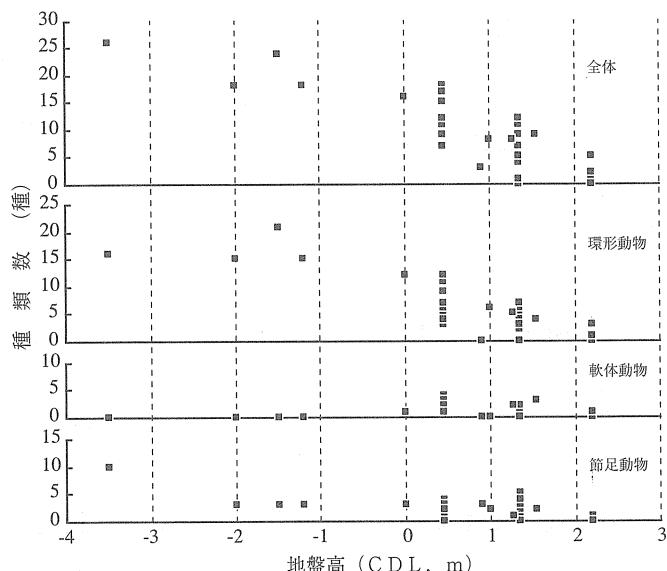


図-2 地盤高と出現種類数の関係

##### (2)個体数との関係

地盤高CDL.+0.5~+1.5mに出現する個体が環形動物・軟体動物・節足動物に問わず非常に多くなっている。地盤高CDL.+1.5mを越えると出現個体数は非常に減少する。軟体動物においては、CDL.0m以下では出現個体数が非常に低いことが伺える。地盤高と出現個体数との関係を図-3に示す。

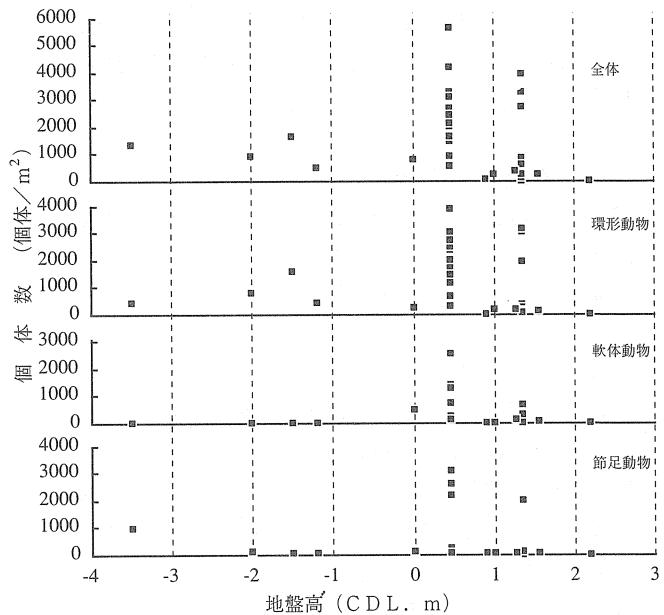


図-3 地盤高と出現個体数の関係

##### (3)湿重量との関係

地盤高CDL.+0.5~+1.5mでの湿重量が大きく、他の地盤高では出現湿重量は非常に小さい。湿重量においては軟体動物の傾向がそのまま全体量に反映されている。これは軟体動物の場合殻を有する生物がほとんどであるため殻重量も含まれていること。一個体が大きいことがその要因となっている。地盤高と出現湿重量との関係を図-4に示す。

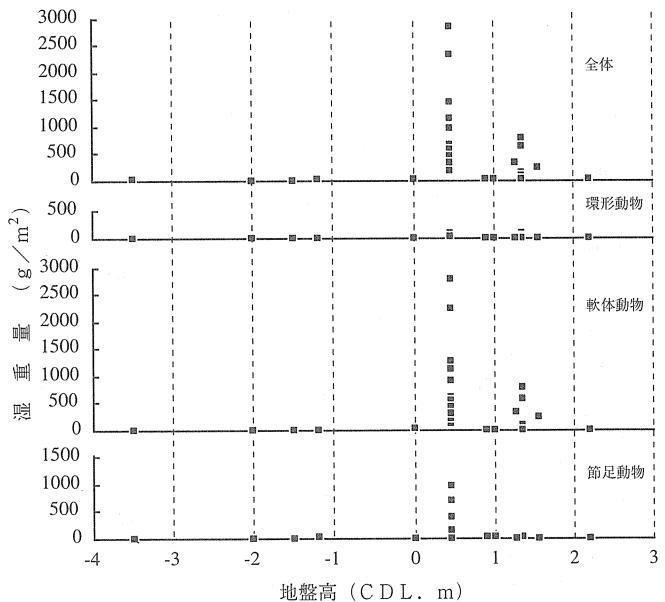


図-4 地盤高と出現湿重量の関係

地盤高に対する出現の傾向として、個体数・湿重量ではCDL.+0.5~+1.5mで出現が大きく、この地盤高を外れると出現量は減少する。種類数では環形動物・軟体動物・節足動物で出現の傾向が異なる。地盤高との

間には一応の傾向が認められているが、データ間には広がりも認められる。このことから生物出現の要因として地盤高による所は大きいが、地盤高だけでは無いことが示唆される。

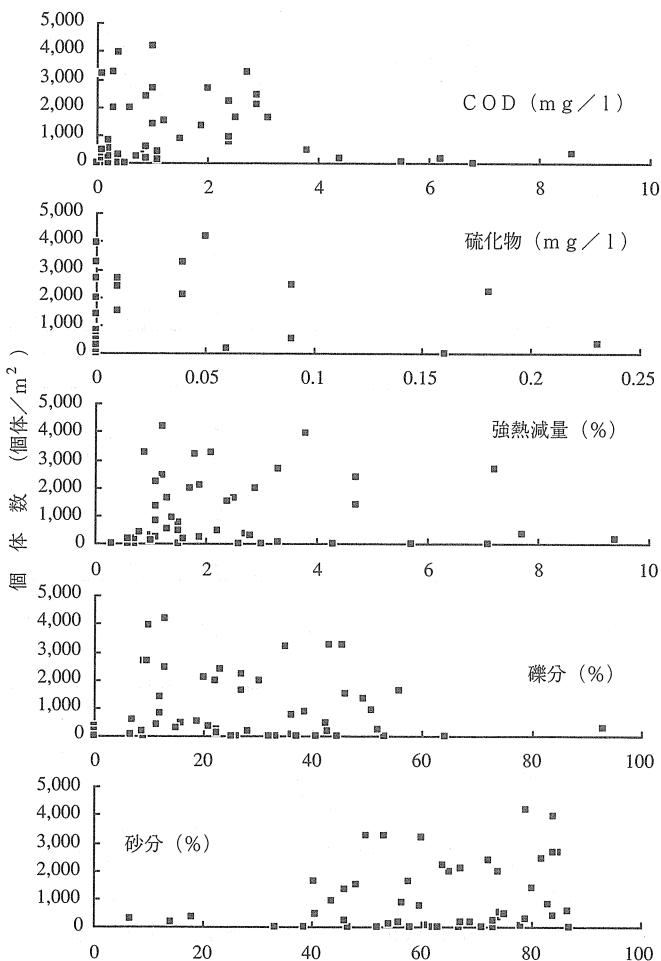
### 3.2 他要因との関係

五日市、似島人工干潟における、COD・硫化物・強熱減量・含水率・T-N・T-P・礫分・砂分・シルト分・粘土分と出現種類数・個体数・湿重量との関係を解析した。

#### (1) 全体量としての関係

全体としてみた場合の出現生物の種類数・個体数・湿重量と各物理要因との関係はデータにバラツキが多く、物理要因との関係は傾向さえもつかめない状態である。この原因としては生物は種ごとに生活形態が異なるため生息条件に差異があるのは当然の結果である。図-5に一例として個体数と物理要因の関係を示す。

物理要因との関係はつかめないが生物生息の限界条件としては、ある程度の数値が求められる可能性はあった。しかし、調査地点の物理条件が生物生息の限界値を示すほどの悪条件でなかったため、限界条件すら認められなかった。



このことから、物理要因との関係は、生物分類学的に細分しながら進める。

#### (2) 種としての関係

干潟調査で数回出現した69種の生物の個体数・湿重量と各種物理要因との関係を求めた。

69種のうち51種はデータ数が少なく関係がつかめない状態であった。さらに4種についてはデータにまとまりが皆無な状況であった。このことからここでは残り14種について明かとなったことを示す。

##### ①オトヒメゴカイ、ノリコイソメ

COD:4mg/l以下、T-N:0.4mg/l以下、T-P:0.2mg/l以下、シルト分:10%以下、粘土分10%以下で出現、その他の要因では出現限界が明らかではない。

##### ②ミズヒキゴカイ、ゴカイ、イトゴカイ、スピオ

含水比:15~25%で多く出現する。ミズヒキゴカイ、ゴカイはシルト分10%以下で出現する。他の要因に関しては広範囲に出現が認められた。

##### ③ギボシイソメ

全ての要因に対して広範囲に出現が認められ、多く出現する数値、出現限界は認められない。

図-5 各種物理要因と出現個体数の関係

## ④チロリ

COD:4mg/l以下、T-N:0.45mg/l以下、T-P:0.15mg/l以下、シルト分:10%以下、含水比:10~30%で出現する。出現個体数は前記7種ほど多くない。

## ⑤サシバゴカイ

T-N:0.4mg/l以下、T-P:0.1mg/l以下、シルト分:7%以下、粘土分10%以下、含水比:10~20%、強熱減量:1~2mg/lで出現する。出現個体数はチロリ同様多くない。

## ⑥アサリ

COD:3mg/l以下、T-N:0.4mg/l以下、T-P:0.2mg/l以下、シルト分:7%以下、粘土分10%以下、含水比:9~25%で出現する。

## ⑦ホトトギスガイ

COD:3mg/l以下、T-N:0.3mg/l以下、T-P:0.2mg/l以下、シルト分:5%以下、粘土分10%以下で出現する。

## ⑧アナジャコ

COD:4.5mg/l以下、硫化物:0.02mg/l以下、T-N:0.5mg/l

以下、T-P:0.25mg/l以下、シルト分:10%以下、粘土分15%以下、含水比:15~25%で出現する。

## ⑨イワガニ

COD:4.5mg/l以下、T-N:0.5mg/l以下、T-P:0.25mg/l以下、シルト分:7%以下、含水比:5~25%で出現する。

## ⑩モクズヨコエビ

シルト分:7%以下、粘土分10%以下、含水比:15~30%で出現する。

上記結果が本調査によって得られた物理要因との関係で明らかとなった事象の全てである。全体量との関係で示したように、干渉生物は種によって（似通った対応を示す種もいるが）物理要因との関係が異なることが明かとなった。また、図-6に一例として示すようにデータ間のバラつきが存在していることから生物の出現量と環境要因は1対1の対応ではなく、1対多の対応をしていると考えられる。このことから生物を生息させるためには生物出現に関わる全ての要因に対して良好な状態にする必要と考えられる。

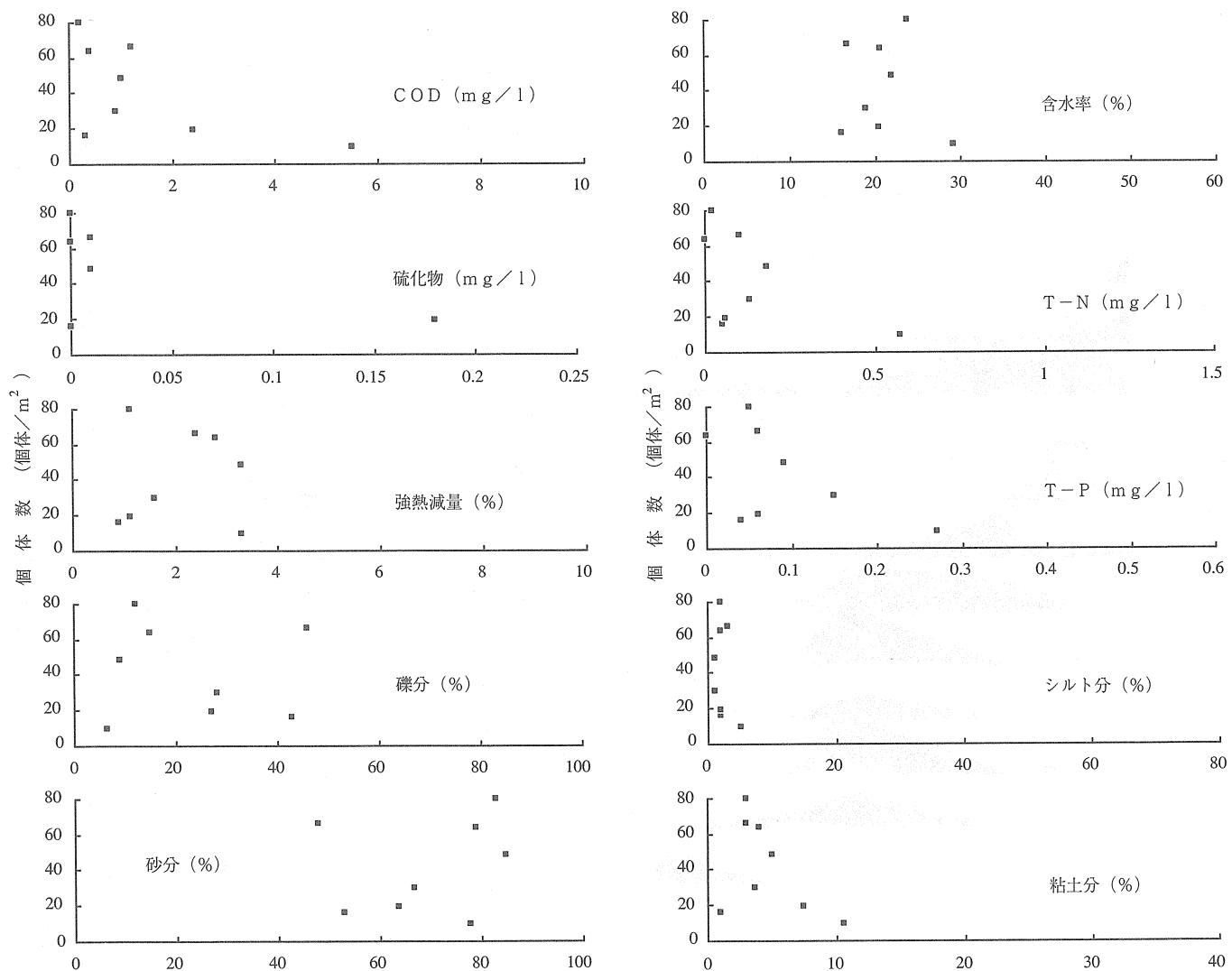


図-6 各種物理要因とモクズヨコエビ出現個体数の関係

#### 4. 考察

底生生物と底質環境の両者には明瞭な関係が見いだされる<sup>1)</sup>ことが知られているが、本調査結果では、明確な関係が得られない項目が多数存在した。また、図-7、表-2に示す既存の干潟生物と底質環境の関係は、本調査結果と差異が生じている(図-8、図-9参照)。

このように底生生物と環境要因の関係について、確定したデータは未だない。このため本研究結果を更に高精度とすることが重要である。

#### 5. あとがき

本検討結果は干潟を評価する目的で調査されたデータを基にしているためデータ軸(物理要因)の幅が小さく出現限界の把握においても物足りないものとなった。今後は、物理要因と生物生息の把握を目的とした調査を行なう必要性を切実に感じている。さらに、他地点でのデータについても同様の解析を行ない生物生息に適した物理要因の把握に努めたい。

最後に、データ・資料の収集に関して広島県港湾振興局、復建調査設計(株)、当社中国支店の方々に多大な御協力を頂いたことに深謝致します。

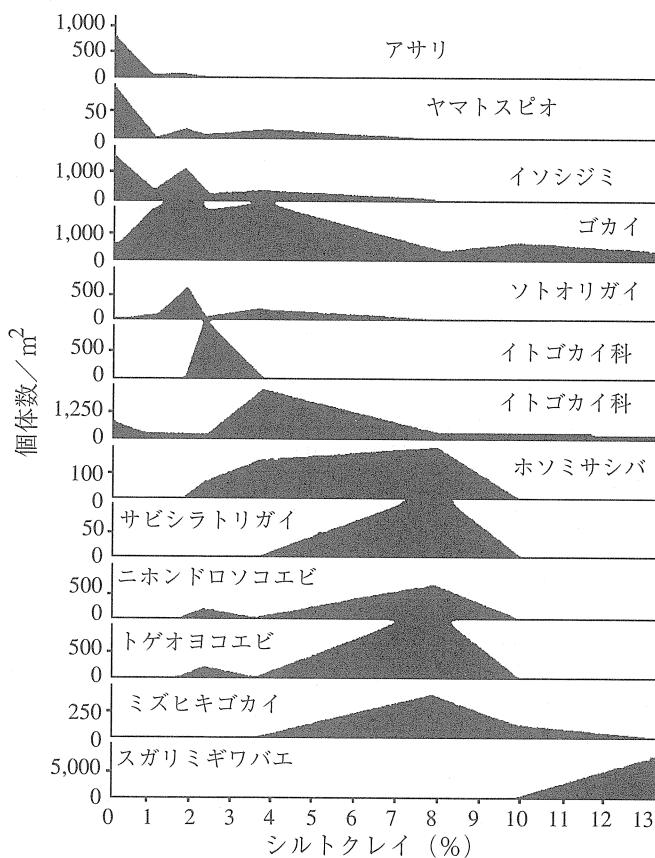


図-7 底生生物分布とシルトクレイ率(既存)<sup>1)</sup>

表-2 底生生物生息条件(既存)<sup>2), 3)</sup>

生物名	生息条件: COD	生息条件: 強熱減量	調査地点
アサリ	15~45 mg/l	6~12%	松島湾
ゴカイ	17~26 mg/l	11%以上	塩田池

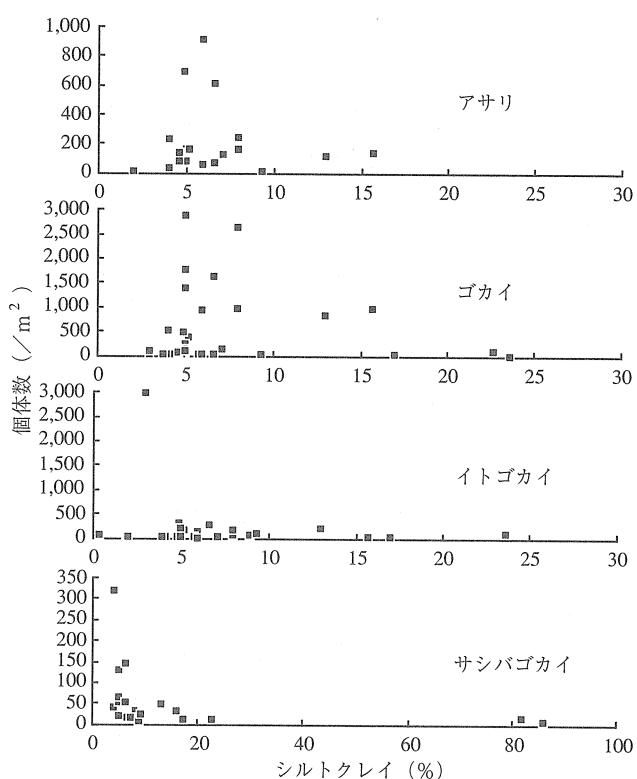


図-8 底生生物分布とシルトクレイ率(結果)

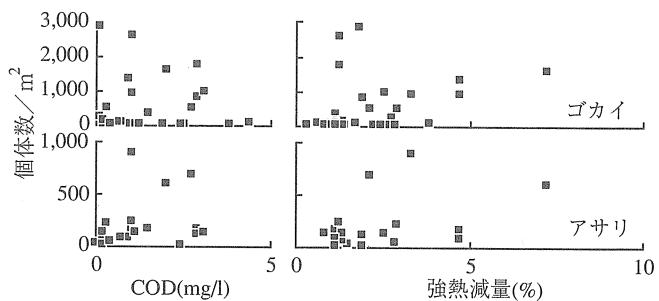


図-9 底生生物生息条件(結果)

#### 参考文献

- 栗原 康編著(1988)：河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー、東海大学出版会
- (社)日本水産資源保護協会(1981)：水生生物生態資料、pp.316-318.
- (社)日本水産資源保護協会(1983)：水生生物生態資料(続)、pp.136-138.