

ミチゲーションとしての人工干潟 (その3) —干潟底生生物の生息限界について—

* 檜 山 博 昭 * 今 村 均
 松 下 弘 志

要 旨

前報 (Vol.24) では、五日市人工干潟に生息する底生生物の生息状況 (個体数、湿重量) と環境要因 (物理的、化学的) との相関性の検討を行なったが、明確な相関を見いだすには至らなかった。この原因としては生物生息に関わる要因が多岐にわたるものと推測された。しかし、良好な生物生息の場を設計するためには、環境要因と生物生息の関係を把握しなければならない。このため本報では生物が生息できる環境条件の範囲を明確化することを目的とした。その結果、調査フィールドである五日市人工干潟に生息する生物に対して以下のことが明らかとなった。

- ①COD、T-N、地盤高が生物の生息に対して大きな影響を与えている。
- ②設計上の工学条件として、M.W.L以下、中央粒径0.75~2.25mmでの出現種類数が多い。

また、人工干潟の補修による、覆砂工などが生息している生物に悪影響を及ぼしていると考えられるので、これら人的環境圧に対する生物の耐性を把握するための室内実験を行なった。その結果以下のことが明らかとなった。

- ①0.9kgf/cm² (88.3kPa) の加圧 (空気圧) では干潟生物に影響を及ぼさない。
- ②45cm以上の覆土厚では、干潟生物は生存できない。

1. まえがき

近年、人工干潟 (海浜) の造成が盛んに行なわれているが、良好な生物生息の場を設計する手法は未だ確立されていない。良好な生物生息の場の条件を明らかにするため、前報¹⁾では、良好な生物生息の場としての五日市人工干潟における各種環境要因と種類別の底生生物出現量の関係を求めることを試みた。しかし、生物の出現に関与する要因が多岐にわたることなどから明瞭な関係を見いだすことができなかった。本研究では各種環境要因と種類別の底生生物生息可能範囲の関係から、

- ①各種環境要因における種類別の生息可能範囲
 - ②各種環境要因のうち生物生息に対する影響度
 - ③種類数をパラメータとした良好な生物生息の条件
- の3項目について取りまとめを行なった。なお、生息する生物の種類数が多いことが良好な生物生息の場であると定義して③の検討を行なった

また、人工干潟が各地で造成されつつある中、干潟の沈下、洗掘などにより生物生息の場としての干潟の機能低下が起りつつある。干潟を補修するために、覆砂、盛土工が行なわれることとなるが、既に干潟に生息している生物にとってこれらの工事は何らかの影響を与える

ものと考えられる。しかしながら、干潟生物はどの程度の環境圧を受ければ死亡するかという知見は見られない。

本研究は、ミチゲーション技術 (ローインパクト) の一手法として、施工が生物に与える影響を抽出し、室内実験によって得られた結果を報告する。これは地盤沈下などによる人工干潟の補修工事時の生物にダメージを与えない工法の提案に結び付けようとするものである。

2. 干潟底生生物の生息条件について

干潟の環境 (物理・化学) は、干潟生物の生息を左右する要因となっている。このため人工干潟造成時の設計条件を設定することが重要な課題となっている。しかしながら、一部の生物を除いた干潟生物の生息条件は設計データとして整理されていないのが現状である。ここでは、五日市人工干潟での調査データを用いて、干潟底生生物の生息条件に関する取りまとめを行なった。

2. 1 調査の概要

調査は、五日市人工干潟 (図-1) において、1991年2月2日~1993年7月19日の期間に6回行なわれた経時観測 (1調査6地点) 調査と、1993年7月20日の干潟全域の

*技術本部 第一技術部

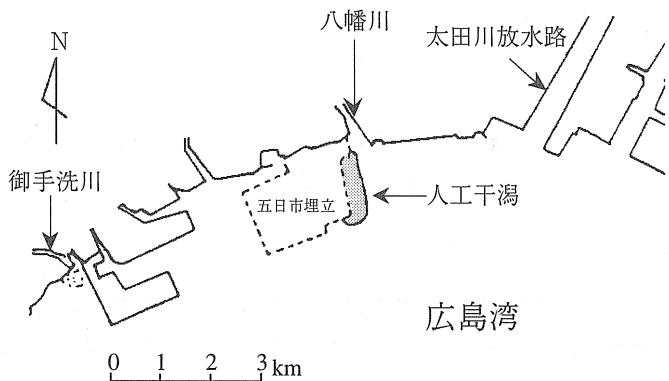


図-1 調査地点位置図

表-1 係数換算表

| C.D.L.値 | 地盤高(H) | 備考 |
|---------|--------|---------|
| 2.99m | 0.5H | M.H.W.L |
| 1.97m | 0H | M.W.L |
| 0.95m | -0.5H | M.L.W.L |
| -0.07m | -1.0H | |
| -1.09m | -1.5H | |
| -2.11m | -2.0H | |
| -3.13m | -2.5H | |

地盤高(H)の定義
 $M.W.L = 0H$
 $\frac{M.H.W.L - M.L.W.L}{2} = 0.5H$
 とした

表-2 調査項目一覧

| 化学的項目 | 物理的項目 |
|------------------|-----------------------|
| COD(底質調査方法) | 礫分(φ 2mm以上) |
| 硫化物(底質調査方法) | 砂分(φ 0.075~2mm) |
| 強熱減量(底質調査方法) | シルト分(φ 0.005~0.075mm) |
| 含水率(底質調査方法) | 粘土分(φ 0.005mm以下) |
| n-Hex抽出物質(還流抽出法) | 中央粒径 |
| T-N(底質調査方法) | |
| T-P(底質調査方法) | |

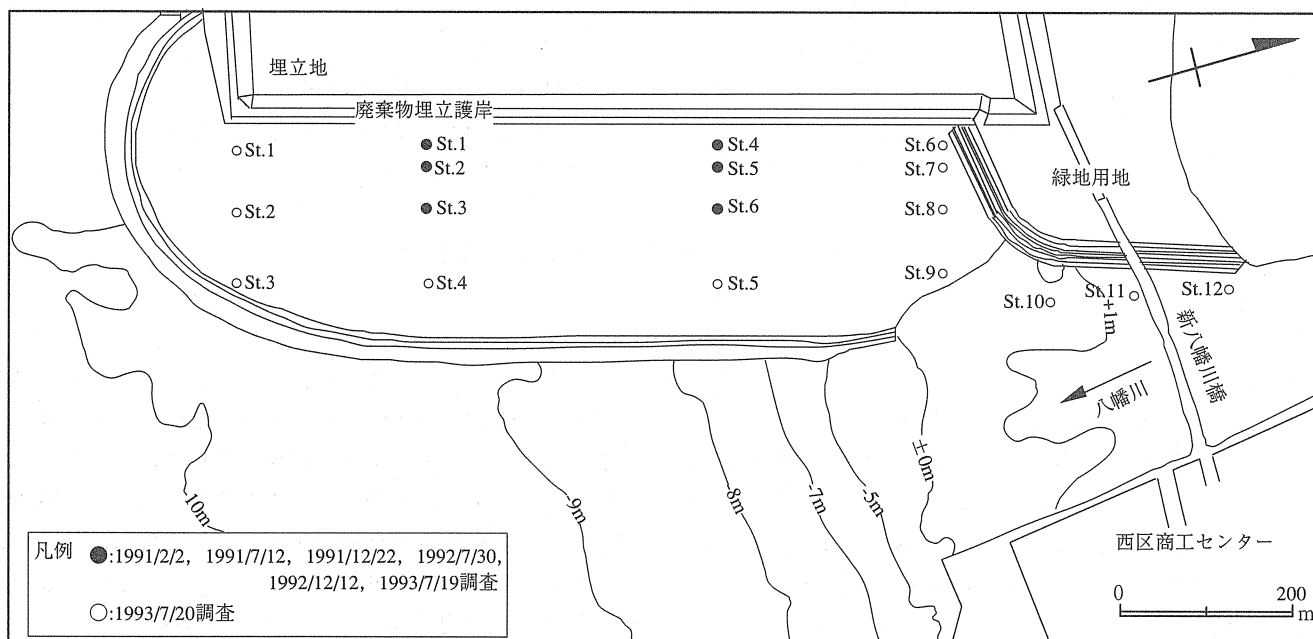


図-2 調査点平面図

調査(12地点)である。調査は、層別(上層:0~10cm、中層:10~20cm、下層20~50cm)の生物(マクロベントス)出現状況、底質の物理・化学的項目について行なった。なお取りまとめを行なう際に、他地点の検討に適應できるよう、C.D.L.値で得られた地盤高データを表-1に示す係数で表した。表-2に調査項目の一覧を示し、図-2に調査点平面図を示す。

2.2 人工干潟の経時変化

五日市人工干潟における竣工以降の底生生物および環境要因の経時変化を把握した。本検討には経時観測の調査データを使用した。

各調査地点の中層、下層では底質の化学分析が行なわれておらず、また、図-3に示すように、上層の生物量

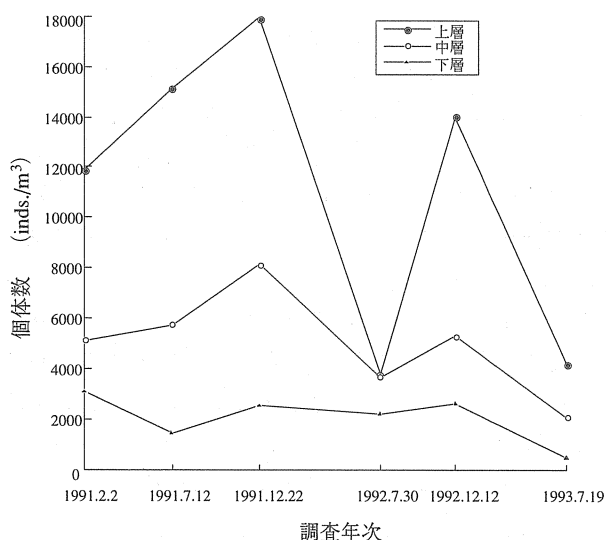


図-3 層別個体数経時変化

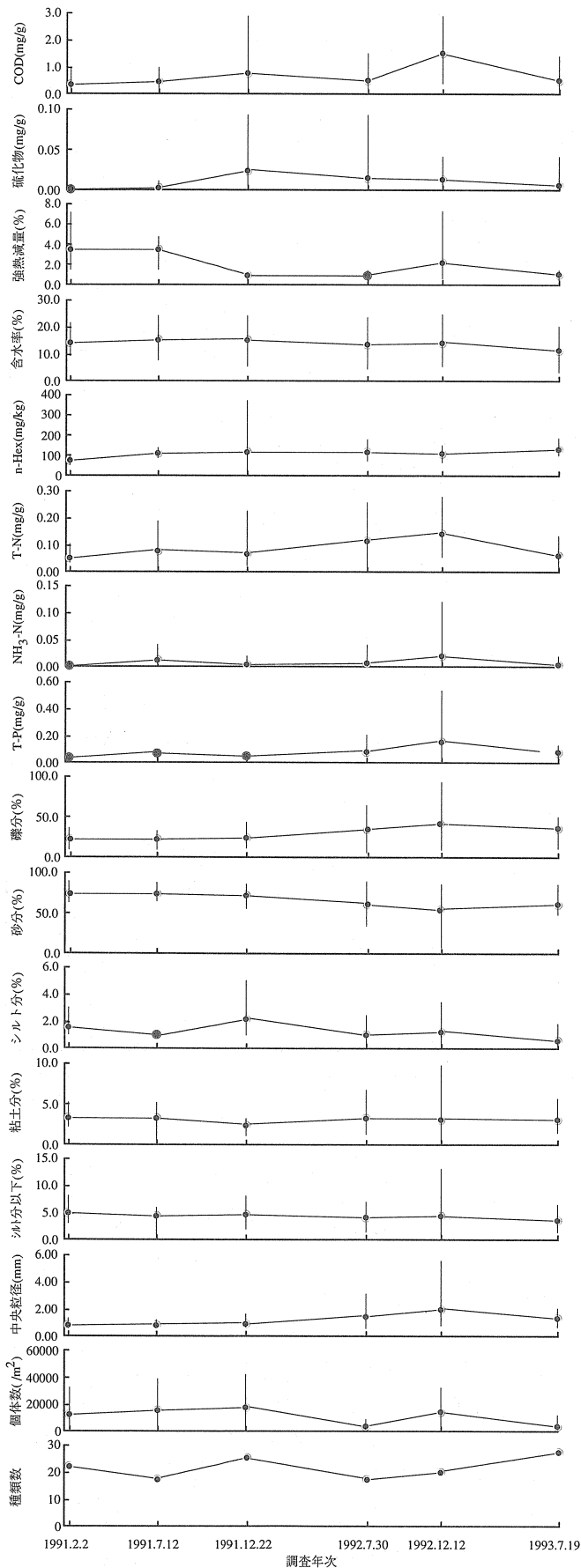


図-4 項目別経時変化 (上層)

(個体数)が中・下層と比較して多いことから、上層のデータのみを用いた。図-4に調査項目別の経時変化を示す。図中の縦線は最大最小を示し、●は平均値を示す。なお、種類数については調査6地点で出現した種類数を表した。

各項目とも、季節(夏、冬)による変動および経時的変動(年次)は調査地点間の差異(最大最小値の幅)よりも小さく、上昇傾向等の変動傾向も認められなことから人工干潟の環境は安定しているものと推測される。

2.3 要因の抽出

人工干潟において調査された各項目が生物の出現にどの程度影響を及ぼしているのかを、要因別に代表とした生物の出現の有無によって検討した。対象とした生物は表-3に示す19種であり、これらの生物は五日市人工干潟において普通に見られる種である。生物の出現に対する要因は表-2に示した調査項目と地盤高を用いた。なお、本検討には1993年7月19日、7月20日の調査データを用いた

表-3 対象生物

| | 種名 | 備考 |
|--------------------------------|--------------------------------------|--------|
| 環形動物 | ウロコムシ科の一種(Harmothue sp.) | |
| | サシバゴカイ科の一種A(Phyllodoctidae) | |
| | サシバゴカイ科の一種B(Eumida sp.) | |
| | コケゴカイ(Ceratonereis erythracnsis) | |
| | イソチロリ(Glycera decipiens) | |
| | ノリコイソメ科の一種(Dorvillea sp.) | |
| | スピオ科の一種A(Aonides sp.) | |
| | スピオ科の一種B(Prinospio pulchra) | 汚損指標生物 |
| | スピオ科の一種C(Prinospio sp.) | |
| | コオニスピオ(Pseudopolydora paucibranchta) | 汚損指標生物 |
| | スピオ科の一種D(Pseudopolydora sp.) | |
| | ミズヒキゴカイ(Cirriformia tentaculata) | 汚損指標生物 |
| イトゴカイ科の一種A(Capitella capitata) | 汚損指標生物 | |
| イトゴカイ科の一種B(Mediomastus sp.) | | |
| 軟体動物 | アサリ(Tapes philippinarum) | 汚損指標生物 |
| 節足動物 | ニッポンモバヨコエビ(Ampithoe lacetosa) | |
| | アナジャコ(Upogebia major) | |
| | イソガニ(Hemigrapsus sanguineus) | |
| | イワガニ科の一種(Grapsidae) | |

要因の抽出は、各要因に対する対象生物の出現した上限値から下限値を出現範囲とし、出現範囲内の出現頻度を出現影響度として求めることにより行なった。

出現影響度とは、環境要因が生物の出現に対する影響の大きさを把握するために考案した指数で時式のように表す。

$$X(\%) = Ld / Td \times 100$$

X: 出現影響度数

Ld: 出現データ数

Td: 出現範囲内データ数

表一 4 出現数値範囲

| 種名 | 要因 | COD | 強熱減量 | 含水率 | T-N | T-P | 礫分 | 砂分 | シルト分 | 粘土分 | シルト分以下 | 中央粒径 | 地盤高 |
|-------------------------|----|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|----------|----------|-----------|-------------|
| | | mg/g | % | % | mg/g | mg/g | % | % | % | % | % | mm | H |
| ウロムシ科の一種 | | 1.9~3.8 | 1.1~2.2 | 15.7~24.4 | 0.17~0.42 | 0.07~0.12 | 42.3~55.8 | 40.3~46.0 | 0.4~9.1 | 3.0~7.9 | 3.9~17.0 | 1.40~2.30 | -2.68~-1.55 |
| サシバゴカイ科の一種 ¹ | | 1.9~2.5 | 1.1~1.5 | 15.7~20.6 | 0.17~0.31 | 0.07~0.08 | 36.2~55.8 | 40.3~59.7 | 0.4~1.4 | 2.9~5.4 | 3.9~5.8 | 1.20~2.30 | -2.68~-0.97 |
| サシバゴカイ科の一種 ² | | 1.4~2.5 | 1.3~1.5 | 15.7~20.6 | 0.13~0.31 | 0.07~0.10 | 33.3~55.8 | 40.3~60.1 | 0.4~1.2 | 2.9~5.5 | 3.9~6.6 | 0.93~2.30 | -1.95~-0.75 |
| コゴカイ | | 0.7~4.4 | 0.6~2.5 | 15.2~24.4 | 0.09~0.42 | 0.07~0.25 | 8.6~55.8 | 40.3~83.9 | 0.0~9.1 | 1.9~15.5 | 3.8~22.7 | 0.37~2.30 | -1.95~-0.21 |
| イナドリ | | 1.9~3.8 | 1.1~2.2 | 15.7~24.4 | 0.17~0.42 | 0.07~0.12 | 36.2~50.7 | 40.7~59.7 | 0.4~9.1 | 2.9~7.9 | 4.1~17.0 | 1.20~2.00 | -2.68~-0.97 |
| リコウメ科の一種 | | 0.9~3.8 | 1.0~2.5 | 15.7~24.4 | 0.09~0.42 | 0.07~0.16 | 26.8~55.8 | 40.3~59.9 | 0.4~9.1 | 1.9~8.6 | 3.8~17.0 | 0.79~2.30 | -2.68~-0.75 |
| スピオ科の一種 ¹ | | 0.9~4.4 | 0.6~2.5 | 15.2~24.3 | 0.09~0.40 | 0.07~0.25 | 8.6~55.8 | 40.3~83.9 | 0.4~7.2 | 1.9~15.5 | 3.8~22.7 | 0.37~2.30 | -2.68~-0.34 |
| スピオ科の一種 ² | | 0.9~3.8 | 1.0~2.5 | 15.7~24.4 | 0.09~0.42 | 0.07~0.16 | 26.8~55.8 | 40.3~60.1 | 0.4~9.1 | 1.9~8.6 | 3.8~17.0 | 0.79~2.30 | -2.68~-0.75 |
| スピオ科の一種 ³ | | 0.1~4.4 | 0.6~2.5 | 3.0~24.4 | 0.06~0.42 | 0.07~0.25 | 8.6~55.8 | 40.3~83.9 | 0.1~9.1 | 1.4~15.5 | 1.5~22.7 | 0.37~2.30 | -2.68~-0.11 |
| コニスピオ | | 1.4~2.5 | 1.3~1.5 | 15.7~20.6 | 0.13~0.31 | 0.07~0.10 | 33.3~55.8 | 40.3~60.1 | 0.4~1.2 | 2.9~5.5 | 3.9~6.6 | 0.93~2.30 | -1.95~-0.75 |
| スピオ科の一種 ⁴ | | 0.2~4.4 | 0.6~1.6 | 5.2~19.7 | 0.01~0.40 | 0.03~0.25 | 8.6~50.2 | 45.9~83.9 | 0.0~7.2 | 3.4~15.5 | 3.9~22.7 | 0.37~2.00 | -0.48~0.11 |
| ミズヒキコカイ | | 1.9~3.8 | 1.1~2.5 | 15.7~24.4 | 0.17~0.42 | 0.07~0.16 | 26.8~50.7 | 40.7~59.7 | 0.4~9.1 | 2.9~8.6 | 4.1~17.0 | 0.79~2.00 | -2.68~-0.75 |
| イトゴカイ科の一種 ¹ | | 0.1~4.4 | 0.6~2.5 | 3.0~24.4 | 0.06~0.42 | 0.07~0.25 | 8.6~55.8 | 40.3~68.7 | 0.1~9.1 | 1.4~15.5 | 1.5~22.7 | 0.37~2.30 | -1.70~0.11 |
| イトゴカイ科の一種 ² | | 1.9~3.1 | 1.1~2.5 | 15.7~24.3 | 0.17~0.33 | 0.07~0.16 | 26.8~55.8 | 40.3~57.5 | 0.4~7.1 | 3.0~8.6 | 3.9~15.7 | 0.79~2.30 | -2.68~-0.75 |
| アサリ | | 0.7~3.1 | 0.8~2.5 | 17.4~24.3 | 0.11~0.33 | 0.08~0.16 | 11.5~33.3 | 57.5~83.9 | 0.0~7.1 | 3.4~8.6 | 4.6~15.7 | 0.79~1.00 | -0.75~-0.21 |
| ニホノモハヨコエビ | | 0.1~3.8 | 0.8~2.2 | 3.0~24.4 | 0.06~0.42 | 0.07~0.12 | 36.2~50.7 | 40.7~59.7 | 0.1~9.1 | 1.4~7.9 | 1.5~17.0 | 1.20~2.00 | -2.68~0.11 |
| アサシヤコ | | 0.9~4.4 | 0.6~2.5 | 15.2~24.4 | 0.09~0.42 | 0.07~0.25 | 8.6~55.8 | 40.3~68.7 | 0.9~9.1 | 1.9~15.5 | 3.8~22.7 | 0.37~2.30 | -1.70~-0.30 |
| イワガニ | | 0.7~2.5 | 1.1~1.5 | 15.7~20.6 | 0.11~0.31 | 0.07~0.08 | 22.3~55.8 | 40.3~73.1 | 0.0~1.4 | 2.9~5.4 | 3.9~5.8 | 1.00~2.30 | -2.68~-0.21 |
| イワガニ科の一種 | | 0.9~4.4 | 0.6~2.5 | 15.2~24.3 | 0.09~0.40 | 0.07~0.25 | 8.6~36.3 | 57.5~68.7 | 1.1~7.2 | 1.9~15.5 | 3.8~22.7 | 0.37~1.20 | -2.68~-0.48 |
| 測定範囲 | | 0~5.5 | 0.5~3.3 | 3.0~29.1 | 0.01~0.57 | 0.03~0.27 | 6.5~55.8 | 40.3~84.1 | 0.0~9.1 | 1.4~15.5 | 1.5~22.7 | 0.37~2.30 | -2.68~0.11 |

表一 5 出現影響度

| 種名 | 要因 | COD | 強熱減量 | 含水率 | T-N | T-P | 礫分 | 砂分 | シルト分 | 粘土分 | シルト分以下 | 中央粒径 | 地盤高 |
|-------------------------|----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|--------|------|-----|
| | | | | | | | | | | | | | |
| ウロムシ科の一種 | | ○ | △ | × | △ | × | △ | ◎ | × | × | × | △ | ◎ |
| サシバゴカイ科の一種 ¹ | | ◎ | △ | △ | ◎ | ○ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | ◎ |
| サシバゴカイ科の一種 ² | | ◎ | ◎ | △ | ○ | △ | × | × | ○ | × | △ | × | △ |
| コゴカイ | | ◎ | ○ | ○ | ◎ | ○ | △ | △ | △ | △ | ○ | △ | ○ |
| イナドリ | | ○ | △ | × | △ | × | △ | △ | × | × | △ | △ | ◎ |
| リコウメ科の一種 | | ○ | ○ | △ | △ | △ | △ | ○ | △ | △ | △ | △ | ◎ |
| スピオ科の一種 ¹ | | ◎ | ○ | ○ | ◎ | ○ | △ | △ | ◎ | △ | ○ | △ | ○ |
| スピオ科の一種 ² | | ◎ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | ○ | △ | △ | ○ | △ | ◎ |
| スピオ科の一種 ³ | | ○ | ○ | △ | ○ | ○ | △ | △ | ○ | △ | △ | △ | △ |
| コニスピオ | | ◎ | ◎ | △ | ○ | △ | × | × | ○ | × | × | × | ○ |
| スピオ科の一種 ⁴ | | × | × | △ | × | × | × | × | × | × | × | × | △ |
| ミズヒキコカイ | | ◎ | △ | × | ○ | × | △ | △ | △ | × | △ | × | ○ |
| イトゴカイ科の一種 ¹ | | × | △ | × | △ | △ | × | △ | △ | × | × | × | × |
| イトゴカイ科の一種 ² | | ◎ | △ | × | ◎ | × | × | △ | △ | × | × | × | △ |
| アサリ | | △ | × | △ | △ | △ | ○ | × | × | × | △ | ◎ | △ |
| ニホノモハヨコエビ | | × | × | × | × | △ | △ | △ | × | × | × | △ | × |
| アサシヤコ | | ○ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | ○ | △ | △ | × | △ |
| イワガニ | | △ | △ | △ | △ | ◎ | × | × | × | △ | ○ | △ | × |
| イワガニ科の一種 | | × | × | × | × | × | △ | ○ | △ | × | × | △ | ◎ |
| 平均 | | 65% | 53% | 45% | 61% | 47% | 47% | 49% | 50% | 41% | 47% | 46% | 63% |

凡例：◎80%以上、○60~80%、△40~60%、×40%未満

表一 4、表一 5 に要因別出現数値範囲と出現影響度を示す。

COD、強熱減量、T-N等の化学的要因における出現範囲はサシバゴカイ科の2種で狭くスピオ科の一種^Cやイトゴカイ科の一種^Aで広いという結果が得られた。また、中央粒径においてはアサリが特に狭く、地盤高に対してはイワガニ科の一種が特に狭い出現範囲であった。

出現範囲が広いことは環境に対する適応性が高く、狭いことは環境に対する適応性が低いことを意味すると考えられる。このため、スピオ科の一種^Cやイトゴカイ科の一種^A等の汚損指標種²⁾は化学的な環境変動に対して適応能力が高く、アサリ、イワガニ科の一種は物理的環境変動には弱い種であると考えられる。

出現影響度は種類別に見ればCOD、強熱減量、T-

N、T-P、砂分、シルト分、中央粒径、地盤高の各要因が特に影響が大きい(表中では◎で表示)ことが明らかとなった。また、各要因の平均値で見た場合にはCOD、T-N、地盤高の3要因が影響が大きい(出現影響度60%以上)ことが明らかとなった。

生息に対して影響の大きな3要因間の関係は図一 5 に示すように、T-N、COD間には次式に示す高い相関が見られるが地盤高に対するこれらとの相関は見られなかった。これは、CODと地盤高の関係は正の相関があるとした木村ら³⁾の結果と異なるものであった。

2. 4 生息条件範囲

先の検討で要因毎の出現影響度の平均値から、COD、T-N、地盤高の3要因に対して影響が大きいこと

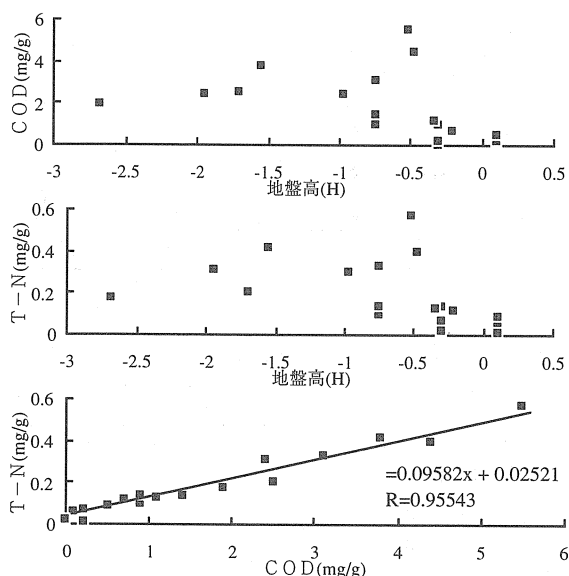


図-5 要因間の関係

が明らかとなった。しかし、種類別に見た場合にはこれら3要因の他の要因も生息に大きく影響していた。

一般に生息する生物の種類数が多いことが良好な干潟とされているので、各要因毎に出現種類数からみた良好な干潟の条件を検討した。図-6に種類数と要因の関係を示す。

それぞれの要因毎に種類数が多くなる条件範囲が存在することが明らかとなった。本検討により得られた良好な生物生息の場、すなわち種類数のピーク範囲を示す。

- ・COD : 0.5~4.0mg/g
- ・強熱減量 : 0.9~2.4%
- ・含水率 : 15~25%
- ・T-N : 0.09~0.45mg/g
- ・T-P : 0.05~0.175mg/g
- ・礫分 : 25~55%
- ・砂分 : 40~65%
- ・シルト分 : 0~8%
- ・粘土分 : 2~9%
- ・シルト分以下 : 2~18%
- ・中央粒径 : 0.75~2.3mm
- ・地盤高 : 0 H以下 (M.W.L以下に相当)

本調査で得られた生息数値範囲は、一の宮河口干潟でM.W.L以下、大阪南港野鳥園でシルト含有率10%以下の範囲で種類数が多くなるとしていること⁴⁾と同様なものであった。

木村ら³⁾による東京湾内における干潟調査ではCOD 40mg/g以下、強熱減量10%以下まで生物出現種数は多くなっており、本調査結果で得られた結果より生息数値範囲が広い値となっていた。この結果は、東京湾干潟は一般的に富栄養な底質であるため富栄養に適した生物が多

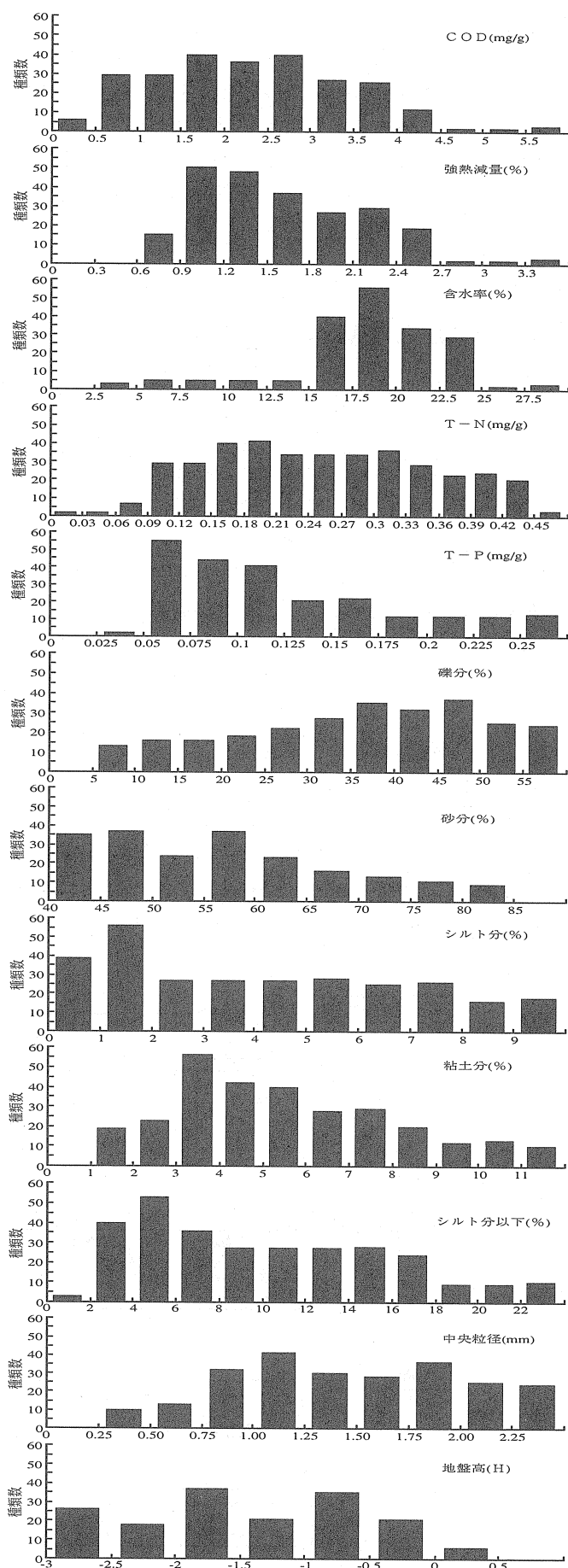


図-6 出現種類数と各要因の関係

数出現しているための現象と考えられる。

地盤高以外の11要因においては、出現種類数が最大となる数値帯がそれぞれ一つずつ存在している。これに対し地盤高では、最大となる数値帯が複数存在していた。基本的には地盤高による垂直分布が見られるが、既存研究結果⁴⁾、⁵⁾に見られるように、干潟生物の垂直分布には、干潟の不陸や微地形の要素が影響していることがわかれる。

3. 干潟生物の極限值に関する実験的研究

人工干潟の一つの問題として、侵食や地盤沈下によってやがては干潟地形が変化する場合、新たに砂の補充（覆砂や盛土）や敷均し工事による補修工事が実施されている。このことは干潟生物にとってやっと遷移、安定した生態系が人為的な一過性の環境変化によって死滅するおそれがある。これらの施工時における干潟生物への影響を図-7に示す。これを工事により発生する因子別に予測すると表-6となる。これより影響が大きいかつ定量化し易い埋没深さと圧力について室内実験を実施した。

3. 1 実験方法および結果

実験には1994年7、8月に船橋海浜公園および、大井海浜公園より採集した生物と底質を用いた。

実験に用いた干潟生物は、ゴカイ(*Neanthes diversicolor*)、アサリ(*Tapes philippinarum*)、ニホンスナモグリ(*Callianassa japonica*)、ユビナガホンヤドカリ(*Pagurus*

表-6 造成工事による影響因子の度合

| 因子 | 埋没 | 加圧 | 乾燥化 | 高温化 | 高塩化 | 擦れ |
|--------|----|----|-----|-----|-----|-----|
| 既存砂の置換 | ● | ● | ○ | ○ | ○ | ○、● |
| 新規に砂投入 | ● | ● | △ | △ | △ | △ |
| 砂の敷均し | ● | ● | × | × | × | ○ |

影響予測レベル：●影響大きい、○影響あり、△影響少ない、×影響なし

dubius)、マメコブシガニ(*Pjilyra pisum*)、イソガニ(*Hemigrapsus sanguineus*)、ケフサイソガニ(*H. penicillatus*)、ヤマトオサガニ(*Macrophthalmus japonicus*)、ヒライソガニ(*Gaetice depressus*)であり、底質は細砂分94%、中央粒径0.145mmであった。

3. 1. 1 埋没実験「砂」

埋没実験は図-8に示すアクリル製セルを用い、砂の層厚が5cm、水位が砂上1cmとなるよう調節し、供試生物を入れ24時間馴致させた。馴致後セル上部より規定の層厚となるように砂を投入（砂内に空隙ができないよう）し、その24時間後での生物生残状態を観察した。なお、砂投入後の水位は砂表面上1cmとした。また、実験を行なう際には全てのケースで、砂を投入しない対照実験を行なった。

埋没実験での結果の判定は、「生残」・「死亡」・「死亡可能性あり」の3段階で行なった。「死亡可能性あり」は死亡には至っていないが砂表面まで這い出してくることのできない程衰弱した個体を示す。なお、ユビナガホンヤドカリに関しては、かついでいる貝殻を脱い

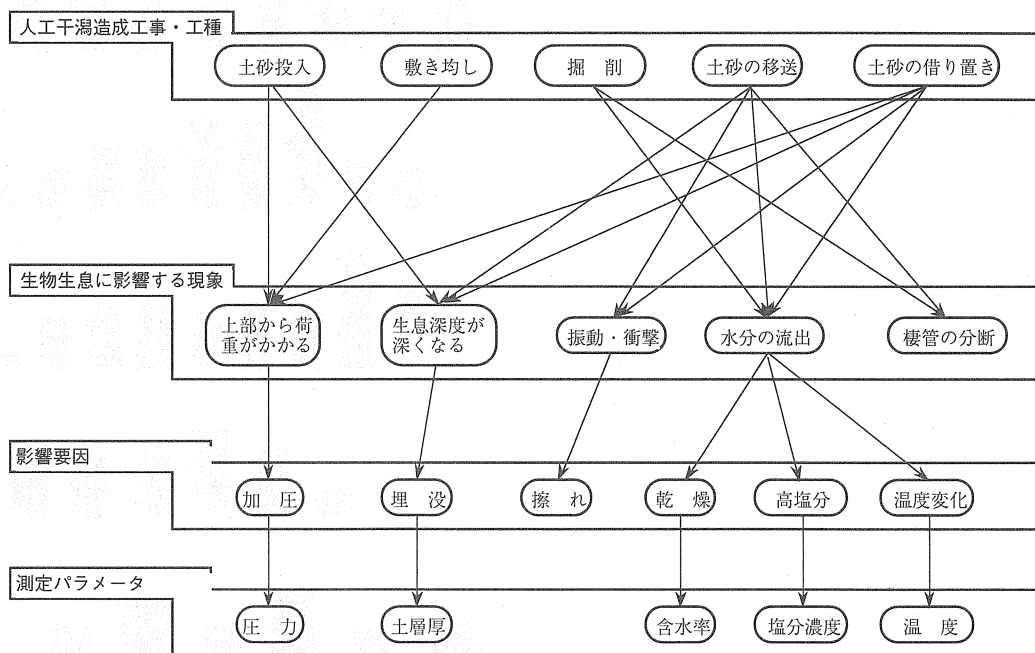


図-7 人工干潟補修時に関わる工事とその影響および測定パラメータ

だ状態で這い出した個体に対しても死亡可能性ありと判定した。

埋没実験結果を図-9に示す。実験に使用した干潟生物7種のうち最も埋没に弱かったのがマメコブシガニで10cm以上の埋没では死亡することが確認された。逆に最も埋没に対して強かったのがヤマトオサガニであり45cm以上の埋没まで生残が確認された。また、ユビナガホンヤドカリについては10~30cmの覆土に対して貝殻を脱いで這い出してくる行動が見られた(30cm以上では死亡)。

埋没実験結果から生物種によって覆土厚限界は異なる

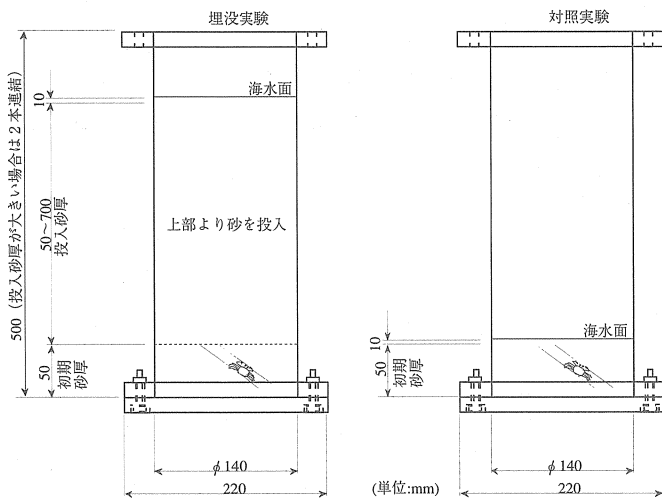


図-8 埋没実験装置

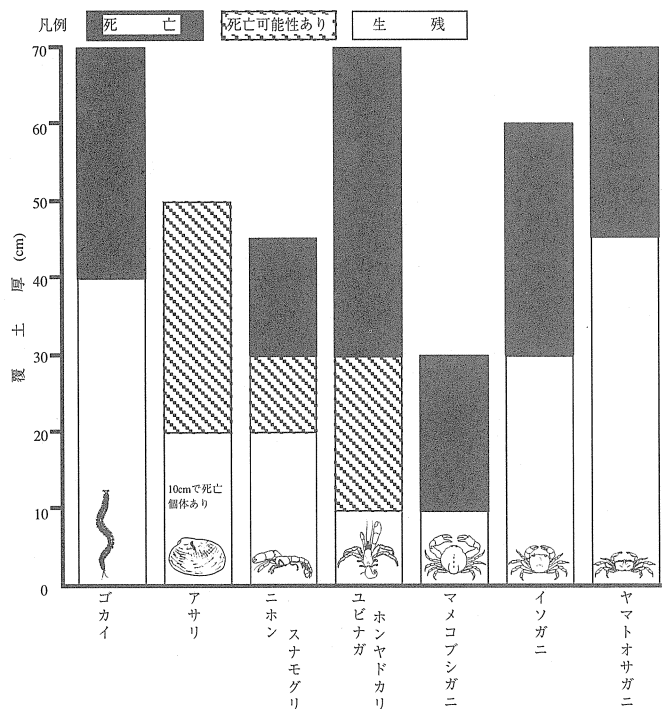


図-9 埋没実験結果

が、供試生物全てが45cmの覆土で死亡していることから干潟生物の覆土厚限界は45cm以下であることが明らかとなった。

実験生物の死亡原因としては、死亡した生物は全て初期状態の位置付近で死亡していること、ニホンスナモグリより活発な運動を行なうイソガニの方が生息限界層が厚いことから生物種による生残限界厚の違いは砂による圧迫条件の中で如何に運動できるかに関わっていると推測される。さらに土砂の圧迫により身動きが取れずそのままの状態が続くことにより、呼吸に支障が発生し死亡に至ったと推測される。

アサリの埋没については、崔⁹⁾の実験によると15cm埋没では、1日後に37~50%が死亡、20cm埋没では63~100%が死亡すること、また、杉山⁷⁾の実験では7.5cm埋没以上から死亡がみられ、15cm埋没では全てが3日後には死亡したとある。本実験結果でも概ねアサリの生残限界厚は10~20cm程度と類似していることから、埋没実験手法による結果の大きな相違はないと考える。

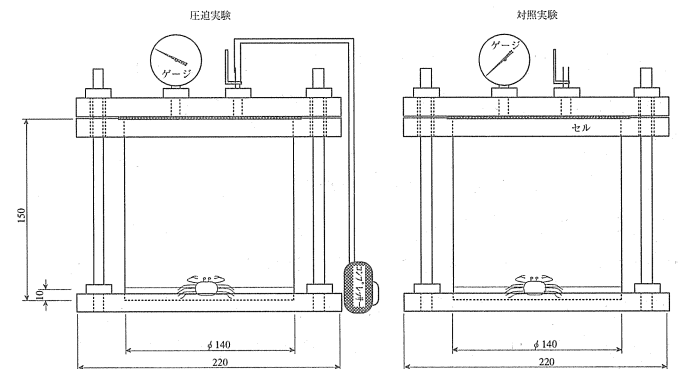


図-10 加圧実験装置

3.1.2 加圧実験

敷き均し工事など上部から生物に加わる圧力に対して生物がどの程度耐性が在るかを把握するため加圧実験を行なった。実験では、単純な装置をもって行なえる空気圧を加える圧力として取り扱った。

加圧実験は図-10に示すアクリル製耐圧セルを用い、ろ過海水(水深1cm)と共に供試生物を入れ、コンプレッサーによって空気圧(0~0.9kgf/cm²(0~88.3kPa))を6時間加えた後、減圧しその24時間後の生死判別を行なった。なお、実験時には対照実験として空気圧を掛けない実験を行なった。

その結果、実験に用いた9種の生物とも0.9kgf/cm²(88.3kPa)(実験装置の最大値)の加圧下で全て生残が確認された。

加圧実験結果から、敷均し用の湿地ブルトーザーによ

る荷重と層厚50cmの土砂による荷重とを加えた圧力が約0.3kgf/cm² (29.0kPa) であることから、敷均し工事で想定される3倍もの圧力に対して干潟生物が耐えられることが明らかとなった。しかしながら、本実験で用いた圧力は全方向から均等に圧力が加わり、かつ圧縮性の気体を用いた空気圧であるのに対し、実際に加わる圧力は一方向から加わる土圧であることから、今後実験方法に関する手法の改良が必要となった。

4. まとめ

五日市人工干潟の調査によって以下のことが明らかとなった。

①干潟施工後(1991年2月2日)から1993年7月19日迄の間に、干潟の底生生物量や物理化学的項目は変動しておらず、安定していた。

②生物の出現に大きな影響を与えている要因は、COD、T-N、地盤高の3要因であったが、種レベルでは、他の要因も影響を与えている。

③生物出現種が多くなる生息数値範囲が各要因に存在する。

④工学的条件として、地盤高M.W.L以下(浅場)、中央粒径0.75~2.3mmであれば、出現生物の種類数が多い干潟となる。

これらの結果は、要因を個別に種類数をパラメータとして取りまとめた結果ではあるが、干潟造成時の工学的検討を行なう上での指標となれば幸である。

補修時の人為的影響に関する室内実験では、敷き均し工事などの加圧に対しては干潟生物は影響を受けないが、45cm以上の埋没(覆砂厚)では、重大な影響(死滅)を受けることが明らかとなった(種によっては10cm程度でも)。これらの結果の解釈については、時空間スケール、実験ケース数、対象生物種の少なさ等はあるが、このような観点からの知見は少なく、今後の人工干潟造成や維持補修の技術にとって、このような人為的環境負荷と生態的な関係のアプローチも必要と考える。

参考文献

- 1) 檜山博昭ら：ミチゲーションとしての人工干潟(その2)、五洋建設技術研究所年報、PP179-184、1994
- 2) 日本生態学会(編) 環境と生物指標、共立出版株式会社、pp270、1975
- 3) 木村賢史ら：東京都内湾全域の底生動物の現況と浄化量の検討、東京都環境科学研究所年報、pp.173-182、1994
- 4) 水辺のリハビリテーション-現代水辺デザイン論-、株式会社ソフトサイエンス社、pp110、1993
- 5) 秋山章男：干潟マクロベントスの成帯構造、海洋と生物、Vol.1-No.1、pp11-18、1979
- 6) 崔相：アサリの移動について、水産増殖、第11巻第1号、pp.13-24、1963
- 7) 杉山元彦：アサリ分布域制限要因に関する2,3の知見、日本水産工学会学術講演会、平成5年度、pp.41-42、1993