

離岸堤背部に生じる海浜変化に伴うベントス群集の変化特性

上月 康則* ・村上 仁士**・伊藤 禎彦***
米田 耕造****・花房 秀明*****

1. 緒 言

多くの構造物が沿岸域に設置されるなかで、構造物の設置に伴う生態系の変化を予測する手法の必要性が望まれて久しい。このためには生物のライフサイクルにあわせた長期的な調査観測から、潜在する生態系に影響を与える要因を抽出し、その影響を定量化していく必要がある。しかし生態系をも含めた環境はその場固有の要素を含んでいるために、変化要因を一般化して取り扱うことは極めて困難である。

離岸堤の設置が生態系に与える影響については、宇多ら(1992)がその変化予測手法を提案し、その実用性についても検討している。そこでは物理的な離岸堤の存在が生態系を変化させる要因とみなし、生物の蛹集、生息状況について検討を行っている。上月ら(1995)は生態系を構成する生物種の中から、長期間にわたる周辺環境の変容を反映していると考えられるベントス群集に着目し、離岸堤周辺で調査を行った。その結果、離岸堤設置の影響は水質には及んでいなかったものの、ベントス群集の種構成や多様性指数などには大きな変化が生じていたことを明らかにした。しかしながら、ここでの変化要因についてはベントス生息場の砂の移動が考えられると述べるに留まっている。

本研究はこの考察に焦点をあて、検討を行ったものである。考察には、砂の移動は底面付近の流れ強さによって生じ、砂の移動によって海浜の高さや形状が変化すると考えられることから、流れ強さと海浜高さを砂の移動の指標に用いた。またベントス群集の指標にはベントスの個体数をとり挙げた。つまり、本研究の目的は離岸堤周辺のベントス個体数に及ぼす流れ強さと海浜高さの変化の影響を明らかにすることである。

2. 調査概要

2.1 調査内容

a) 調査地域

本調査地域は図-1に示すように徳島県北東部に位置した鳴門市大毛島の南東部にあたり、紀伊水道に面した南北方向に約5kmの直線上の砂浜海岸が形成されている。調査地域北側には離岸堤や突堤があり、南側には自然岩礁が存在している。また、陸域からの生活排水はない。

b) 調査日時と調査項目

当調査地域での調査は1994年11月から行っているが、本研究で考察対象としたのは1995年7月から1996年4月までの10ヶ月間の調査結果についてである。1995年7月の調査では調査地域の概要を知るために、潜水調査も併用し、離岸堤の沖側を含む19地点で実施した。それ以外の調査地点は離岸堤の岸側の地点1, 3, 4, 6, 7, 9, 10の7地点とした。

調査は月1回の頻度で測量調査、ベントス群集調査と底質環境調査について行った。測量はベントス採取地点の海浜高さを求める他に、調査地域の地形図を描くために数十ヶ所について行った。なお題名にもある海浜変化とは1ヶ月間に砂の堆積と侵食によって生じた海浜高さの変化を意味する。採取したベントスは種類、個体数、

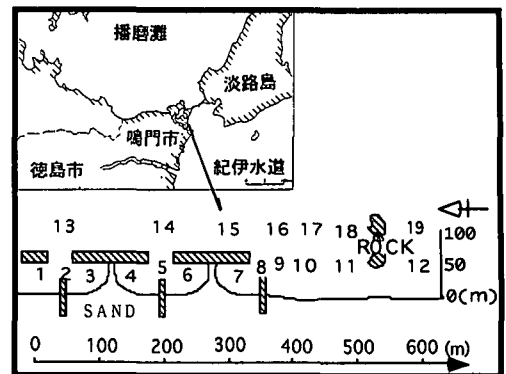


図-1 調査地域

* 正会員 工博 徳島大学講師 工学部建設工学科

** フェロー 工博 徳島大学教授 工学部建設工学科

*** 正会員 工博 京都大学助教授 工学研究科

**** 正会員 徳島大学大学院 工学研究科 建設工学専攻

***** 学生会員 徳島大学大学院 工学研究科 建設工学専攻

湿重量そして体長について測定した。また底質試料は粒度組成、強熱減量、酸化還元電位の測定項目について分析した。

さらに1995年7月と11月の調査では底面付近の流れ強さについても同時に測定した。潮位変動に伴って流動は空間的かつ時間的に変化するから、ベントスの生息環境に及ぼす流れ強さを表すには、長時間の流れ強さの平均値を用いることが望ましい。そこで、長時間の平均的な流れ強さと多地点での同時観測が簡易に行える点に着目し、Komatsuら(1992)による石苺球法によって流れ強さを測定した。また、石苺球はベントスの生息場に近い底面付近の流れ強さを測定することから、ベントス採取地点付近の海底面から5cmの位置に設置した。浸漬期間は大潮時の4潮汐間とし、流れ強さは浸漬前後の湿重量減少率で評価した。なお今回調査を実施した1995年7月から1996年4月までの間に接近した台風は9月16日前後の台風12号のみであった。

2.2 底質試料の採取回数に対する検討

調査にあたってまず、調査地点のベントス群集を把握するために必要な試料採取量についての検討を行った。地点6において1回あたりの採取量を $333\text{ cm}^2 \times 3\text{ cm}$ として6回採取し、それぞれのベントスの種を同定し、出現率を求めた。

本調査で採取されたベントスの種類数は4種類であったが、全調査地域の平均出現種数も4.4種類であることを考えると本試料は検討に値するものであったと思われる。採取されたベントスの種数を累計し、採取回数ごとの出現種数を求めた。考えられる全ての組み合わせを図-2に示す。

図-2よりいずれの組み合わせにおいても採取回数が3回程度で全ての種類が出現することがわかる。このことから本調査地域においては採取回数3回つまり、面積 1000 cm^2 の部分を深さ3cmにわたって採取する程度で対象地点のベントス群集は把握できるものと考えられる。

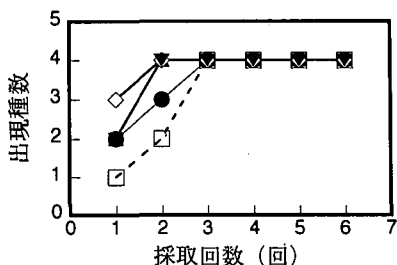


図-2 採取回数と出現種数

3. 調査結果

3.1 底面付近の流れの強さと海浜変化

a) 流れ強さの分布

図-3に7月、11月における底面付近の流れの主たる方向と強さを示す。

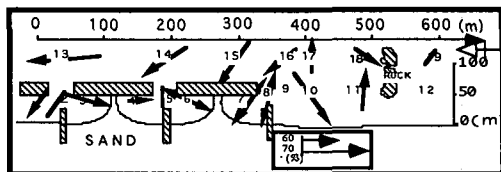
図-3から7月の堤内の底面付近の流れ強さは、離岸堤沖側や堤外と比較すると、小さくなる傾向にあることがわかる。特にその傾向は地点1, 2, 4で顕著に見られる一方で、堤内にあっても地点3, 6の流れ強さは沖側の地点14, 15, 16と同程度の大きさであった。流向は北西方向を示す地点が卓越するが、離岸堤内で流れが強い地点3, 6や堤外の地点10は南西方向を示していた。これらの傾向は11月の観測でも同様に認められた。

以上の結果から、離岸堤の設置によって堤内の流れ強さは減少する傾向にあるものの、流れ強さや流向は一樣ではないことがわかった。

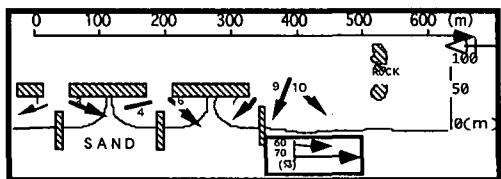
b) 各調査地点の海浜変化

流れ強さと海浜変化の関係をみるために、11月に観測した石苺球重量減少率と10月から11月にかけて生じたベントス採取地点の海浜高さの変化との関係を図-4に示す。図-4から重量減少率と海浜変化の間には明確な負の相関がみられる。つまり本調査地域では流れ強さが大きくなると海浜変化は侵食を示し、流れ強さが小さくなると堆積を生じることがわかる。

次に各調査地点の海浜高さの変化について考察する。結果を7月と11月に観測した流れ強さの傾向から整理して、図-5a)b)c)に示す。図-5a)には流れ強さが小さかった地点1, 4を、図-5b)には堤内にあって流れ強さが大きかった地点3, 6を、図-5c)には堤外の地点7, 9, 10の結果をそれぞれ示す。



a) 7月



b) 11月

図-3 底面付近の4潮汐間における平均流れ強さ

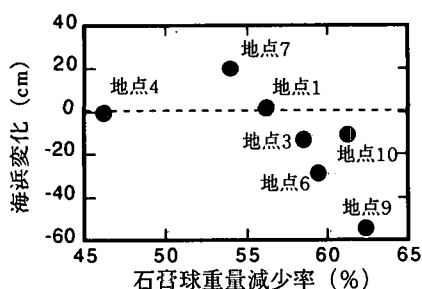


図-4 石臼球重量減少率と海浜変化との関係

これらの図から、図-5a)b)c) と順に海浜高さの変化が大きくなる傾向がうかがえる。特に地点1ではほとんど海浜高さの変化は生じていないのに対して、地点6や9では侵食と堆積が頻繁に生じていることがわかる。

3.2 海浜変化とベントス群集の変化

本章ではベントス群集内のベントス個体数と流れ強さ、海浜変化といった変動要因との関係について検討を行う。なお本調査地域では計27種類のベントスがこれまで出現し、甲殻類のマルソコエビ (*Urthoe grimaldii*) が優占傾向にあった。

a) ベントス個体数の変化

図-5 同様に流れ強さから整理して、調査期間中の各地点のベントス個体数の変化を図-6a)b)c) に示す。

図-6 から海浜高さの変化と異なり、図-6a)b)c) と順に個体数の変動は小さくなる傾向が認められる。特に地

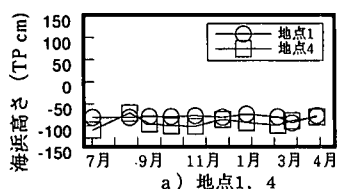
点1では個体数の変動が大きいのに対して、堤外の地点7、9、10では常に個体数も少ないうえに、変動もほとんどみられない。また図-6b)の地点3と6では同様に個体数が7月から増加し、9月にはピークがみられたものの、以後激減することがわかる。

これらの傾向を図-5の海浜高さの変化傾向から考察するために、1ヶ月間に生じた海浜の変化を横軸にとり、縦軸にベントス個体数の変化をとって図-7a)b)c) に示す。ここでも流れ強さの傾向から整理して3つの図にまとめた。

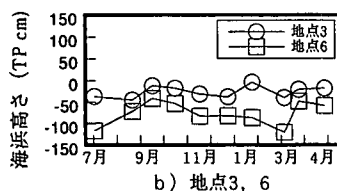
図-7a) からは地点1では海浜変化が生じていなかったにもかかわらず、ベントス個体数の変化が大きいことがわかる。また地点4でも海浜の変化とベントス個体数の間には傾向はみられなかった。図-7b)の地点3、6では第一象限と第三象限にプロットが集まる傾向にある。つまり砂の堆積が生じるとともにベントスは増加し、侵食とともに減少する傾向がうかがえる。さらに図-7c)では地点1と逆に海浜変化は頻繁に生じていたにもかかわらず、個体数には変化がみられなかった。

以上の結果から、ベントス個体数に及ぼす流れ強さや海浜変化について考察する。海浜変化の程度や流れ強さが小さく、地点1や4では生息場の砂の移動も小さいと考えられることから、個体数の大きな変動はベントスのふ化、成長、産卵、死滅といった生物のライフサイクル由来のものと思われる。

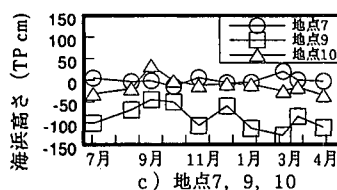
また地点3や6のベントスは砂の堆積とともに周辺か



a) 地点1, 4

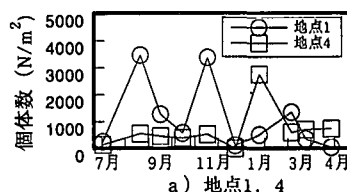


b) 地点3, 6

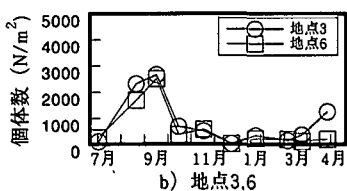


c) 地点7, 9, 10

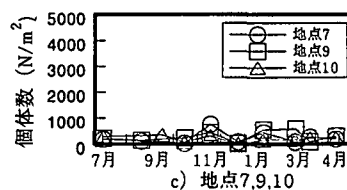
図-5 海浜高さの経時変化



a) 地点1, 4

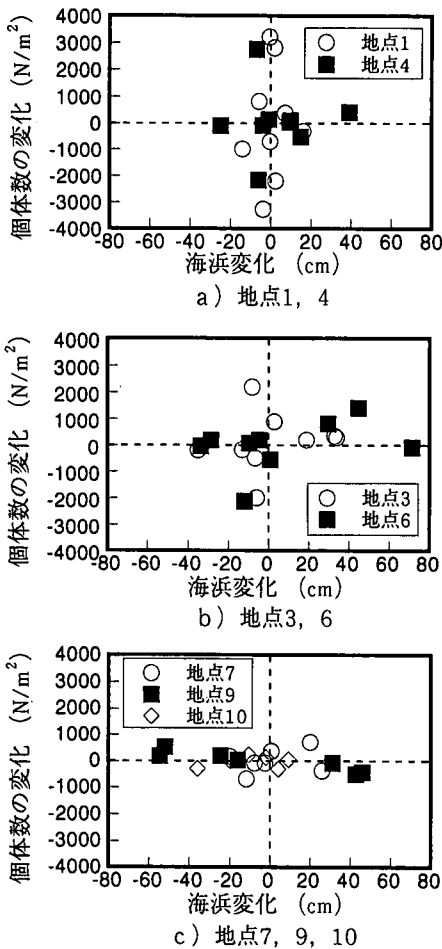


b) 地点3, 6



c) 地点7, 9, 10

図-6 ベントス個体数の経時変化



図一 海浜変化とベントス個体数の変化との関係

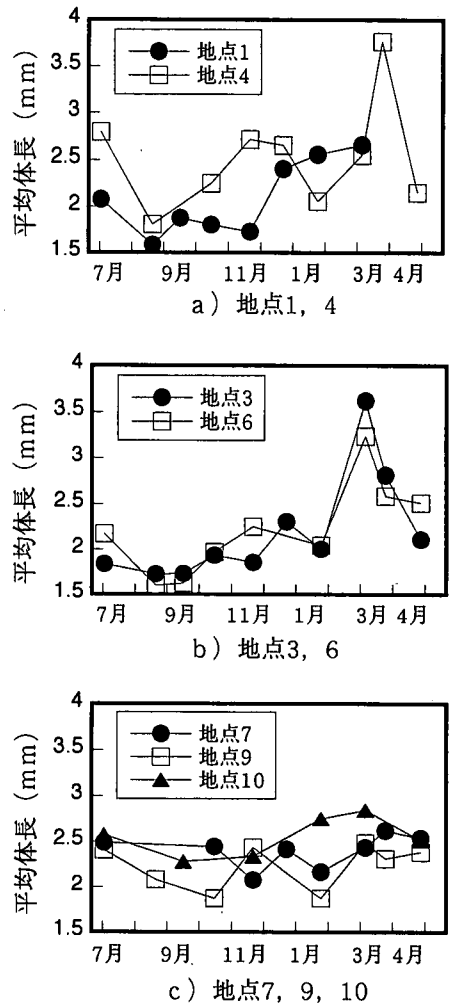
ら運ばれることによって個体数は増加し、侵食とともに送流、個体数は減少すると思われる。しかし、図一5b)から地点6の海浜高さが3月に大きな堆積を示しているにもかかわらず、個体数に変化がみられなかった。これは図一7b)からわかるように、地点1や4でもベントスの個体数が少なく、水域のベントス密度が低かったことが原因であると思われる。つまり生息場が不安定で、地点1,4のようなライフサイクルにあわせた個体数の増減を示すことができない環境にある地点3,6においては、ベントス数が増加を示すときは、供給されるベントスが多数周辺に存在しており、かつ砂が堆積する場合に限られると考えられる。

ベントス個体数が少なく、変化も小さかった地点7,9,10は砂の移動が大きく、ベントスの生息環境としては適さないために、ベントス個体数は限られていたと考えられる。

b) マルソコエビ (*Urchoe grimaldii*) の平均体長前節の考察をより確かなものとするために、本調査地域で一般的にみられたマルソコエビの体長の平均値を用いて考察を行う。図一8a)b)c)に各地点のマルソコエビの平均体長の変化を示す。

まず図一8c)より、地点7,9,10のマルソコエビの平均体長の変化は2.0~2.5 mmの範囲にあり、他の地点に比べてその変化の幅は小さかった。このように体長からみても、これらの地点では限られた性質のベントスしか生息できない環境であることがいえる。

次に地点1,4,3,6のマルソコエビについて考察する。図一8a)b)から、いずれの地点のマルソコエビの平均体長も同程度であり、同じ変化傾向を示している。特に地点3と6のマルソコエビの平均体長の変動は酷似していた。これらのことから、地点3,6の個体数は地点1,4に比べると少ないものの、同じ性質のマルソコエビが生息



図一 8 マルソコエビの平均体長の経時変化

していることがわかる。

しかし、先の個体数の変化に関する検討では、地点3、6のベントスは砂の移動とともに送流されていると考察した。そこで、ここでは平均体長からこの点について再度検討する。図-9に地点3、6のマルソコエビの平均体長と同時に採取した底質の中央粒径の関係を示す。

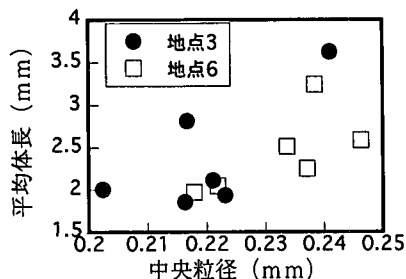


図-9 中央粒径と平均体長との関係

この図から両指標には正の相関がみられた。これはマルソコエビの体長分布と底質の粒度組成の変化が一致していることを意味する。つまり両地点のマルソコエビは砂粒子と同じ動きをしていることがわかる。したがって、これらの地点のマルソコエビの体長は流れ強さの影響を強く受けて変化しているようである。

c) ベントス個体数と海浜変化量

最後にベントス個体数の変動を海浜変化から表現するために各地点で全調査期間を通して採取した全ベントス個体数の平均と海浜変化の絶対値の平均、つまり海浜変化の大きさと生物の個体数の関係を図-10に示す。バーはそれぞれの指標値の最大値と最小値の幅を示す。

本図から明らかなように、海浜の変化量と平均個体数には明確な負の相関が認められた。このように海浜変化の大きさからもベントスの個体数をおおよそ把握することも可能と考えられる。

4. 結 論

本研究の成果をまとめて結論とする。

- 1) 離岸堤の背後の流れ強さは堤外に比較すると、小さい傾向はあるものの、堤外と同程度の大きさを示した地点もあった。
- 2) 堤内で流れ強さが弱い地点ではベントスの個体数

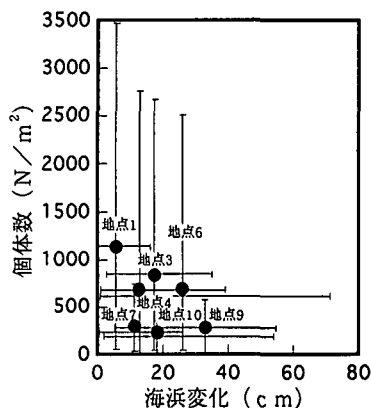


図-10 海浜変化と平均個体数との関係

はふ化、成長、産卵、死滅といったライフサイクル由来の変化をすることがわかった。

3) 堤内にあって堤外と同程度の流れ強さを示す地点のベントスの個体数は周辺での生物密度が高く、砂が堆積する場合に限り増加することがわかった。ここでのベントス群集の変化にはベントスを送流する流れが影響を及ぼしていた。

4) 堤外の地点では砂の移動が激しく、ベントスの生息環境には適さず、限られた大きさのもののみが少数生息する環境であることがわかった。

5) 以上のように、離岸堤の設置によって周辺の海浜変化や流れ強さの傾向に変化が生じた。その結果、同じ離岸堤の背部にあっても流れ強さなどの大きさによってベントス群集の変動要因は異なることがわかった。

謝辞：本研究は笹川科学研究助成金の助成をうけて行ったものである。また、調査にあたっては新鳴門漁業協同組合、鳴門町漁業協同組合の協力を得て行ったものであり、ここに謝意を記す。

参 考 文 献

- 宇多高明 (1992): 離岸堤設置に伴う生態変化予測手法に関する調査報告書, 土木研究所資料, 第 3106 号, pp. 2-128.
- 上月康則・村上仁士・伊藤禎彦 (1995): 海岸構造物周辺の底生動物群集に関する現地調査, 海岸工学論文集, 第 42 巻, pp. 1201-1205.
- Komatsu, T. and H. Kawai (1992): Measurements of time-averaged intensity of water motion with plaster balls, *Journal of Oceanography*, Vol. 48, pp. 353-365.