

# HSIモデルを用いた人工干潟の生物生息場の評価 Habitats Evaluation in Artificial Tidal Flats by HSI

市村 康<sup>1</sup> 藤崎 奈緒美<sup>1</sup> 角野 浩二<sup>2</sup> 鈴木 英治<sup>3</sup>  
Yasushi ICHIMURA Naomi FUJISAKI Kohji KAKUNO Hideharu SUZUKI

ABSTRACT: In this paper, we analyzed the changes of benthos from after artificial tidal flat reclamation, and evaluate the habitats using Habitats Suitability Index (HSI) model. The results obtained increase the number and the weight of benthos in dredge ground. It turns out that habitation of benthos is effective also in the environment developed artificially. From the benthos data, the suitability index(SI) of littleneck clam models were made, and after HSI model were made by SI model. The results revealed a positive correlation between HSI and the number of littleneck clam. HSI is increasing after reclamation. Further habitats aptitude has been increasing in artificial tidal Flats.

KEYWORD: Artificial Tidal Flats, Habitats Suitability Index, Benthos

## 1. はじめに

干潟は、多様な生物の生育・生息の場、高い水質浄化機能を有する場として近年特に注目を集めている。さらに、埋め立て等で干潟が急速に失われた今日、人工的に干潟や海浜を創出する動きが各地でみられ、その機能についても明らかにされつつある<sup>1)2)3)</sup>。

本研究は、自然界が有する水質浄化機能を効率的に発揮する場として干潟を人工的に造成し、干潟の水質浄化機能を活用した水質の改善を図るとともに、生物の多様性の向上など沿岸水域における生態系の修復を行うことを目的に調査を行っている。ここでは、底質およびマクロベントスについて、造成後の初期の段階から4年間の変遷を解析するとともに、沿岸環境の生物種として代表的なアサリを指標として定量的な環境評価の方法として適用されている HSI モデルを用い造成した干潟の生物生息場についても解析を行ったのでその結果についても報告する。

## 2. 現地調査の概要

調査は、山口県三田尻湾の西部に造成された約 11,000 m<sup>2</sup>、勾配

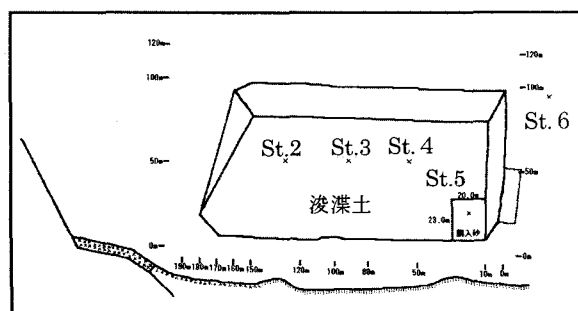


図-1 造成干潟調査地点

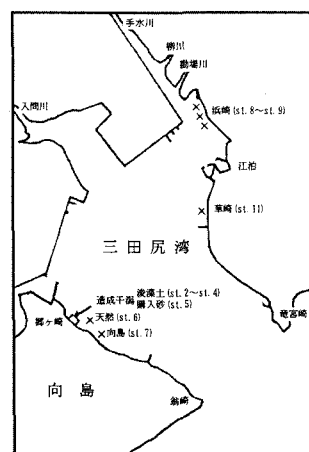


図-2 モニタリング調査地点

<sup>1</sup> 日本ミクニヤ株式会社 Mikuniya Corporation

<sup>2</sup> 山口県環境保健センター Yamaguchi Prefectural Research Institute of Public Health

<sup>3</sup> 山口県環境政策課 Yamaguchi Prefectural Environmental Policy Division

1/100の人工干潟にて、1999年7月～10月、2000年3月～9月、2001年3～8月、2002年3～7月および2003年2月に山口県保健環境研究センターにて詳細に行われている<sup>4) 5) 6) 7)</sup>。調査地点は、図-1～2に示される干潟（造成（浚渫土、山砂）・天然干潟）の11地点である。調査項目は、水質および底質（水温、含水率、強熱減量、COD、TN、TP、TOC、粒度組成、酸化還元電位、硫化物、クロロフィル分解物）、底生動物（個体数、湿重量）である。

### 3. 生物相に関する検討

図-3に1地点あたりの底生動物の個体数の経年変化を示す。浚渫土における底生動物の個体数は、1999年5月に造成のされたその後の調査では少なかったものの、その年の8月には600個体数/0.0225㎡を超えるまでに増加し、その後は減少したものの、造成後2年目からは季節変動および年変動が大きいものの徐々に増加する傾向にあった。一方、山砂では、造成後の8月には同等の数を示したが、その後減少する傾向にあった。また、天然干潟において造成後の2年目にあたる年に、約300個体数/0.0225㎡を示したが、その後減少する傾向にあった。なお、個体数は、山砂および天然干潟に比べ、浚渫土において多い数を示した。

図-4に1地点あたりの底生動物の湿重量の経年変化を示す。山砂および天然干潟は、造成後2年目の年に20g/0.0225㎡を超える量を示したが、その後減少傾向にあった。また、浚渫土においては、季節変動および年変動が大きく、造成後3年目に80g/0.0225㎡を越える最大量を示した。なお、個体数と同様に湿重量も、山砂および天然干潟に比べ、浚渫土において重い量を示した。

これらのことより、浚渫土は、山砂や天然干潟に比べ有機物量が多く、底生動物の成長に適しているものと考えられる。

図-5にアサリ個体数の経年変化を示す。造成後1年目までは、どの地点においてもアサリの個体数は少なかったものの、造成後2年目には、個体数が急増している。浚渫土では、季節変動および年変動が大きく、造成後4年目に40個体数/0.0225㎡を越える最大値を示した。一方、山砂、天然干潟においては、造成後2年目に最大個体数を示した後は、減少傾向にあった。造成後2年目には、山砂および天然干潟が、浚渫土より多い個体数を示したものの、その後は浚渫土の方がより多い個体数を示した。

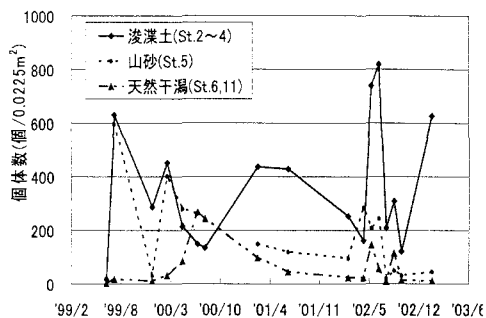


図-3 底生動物の個体数の経年変化

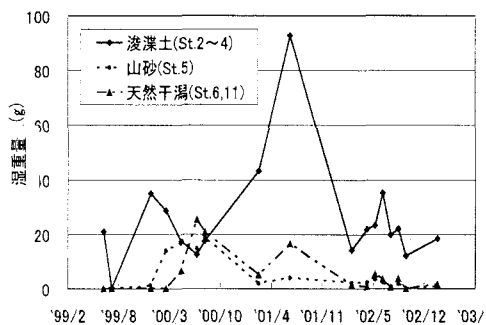


図-4 底生動物の湿重量の経年変化

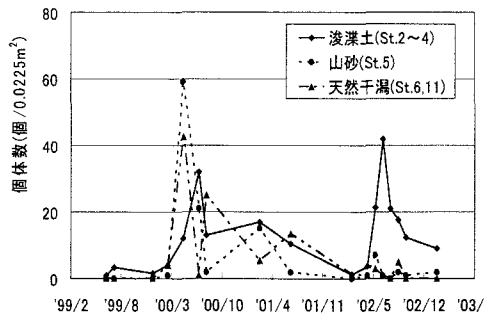


図-5 アサリの個体数の経年変化

## 4. モデルによる検討

### 4.1 HEP の概要

HEP は米国において開発事業の影響評価と計画に用いるために開発された手法である。その概念は、「種のレベルで見るとき、ハビタットの価値はその種にとって重要かつ測定可能な 1 セットのハビタット変動要素によって表現できる」という仮説を含んでいる。ハビタットの適正は 0.0～1.0 の間で変化する環境要因の指数 (SI: Suitability Index) を乗じたものにより、ハビタットの質 (HSI: Habitat Suitability Index) を評価する。得られたハビタットの質はその最適ハビタットと比較して求める。HEP は、①データの収集、②要因の選択、③SI モデルの構築、④HSI の設定の順で行われる<sup>8)</sup>。

### 4.2 モデルの構築

ここでは、先に変動を調べたアサリについて HSI モデルを作成した。SI モデルの構築は、調査結果をプロットし、それらを包括するような直線を描きモデルを構築した。なお、SI の最大値は、アサリでは個体数の最大値が 91 個体/0.0225m<sup>2</sup>であったため、これを SI=1.0 とし、0.0～1.0 の数字で各環境要因について適性を示した。HSI は、各 SI を総合化し作成した。ここでは、環境要因として、水温、強熱減量、TOC およびシルト・粘土分について浚渫土の St. 2～4 の地点について検討を行った。

#### (1) 水温の SI

水温は 9.8～23.8℃の範囲にあり、23.8℃で個体数が最大となっていた。ここで、(社) 全国沿岸漁業振興開発協会<sup>9)</sup>によると 20℃以上でアサリの活性が高くなるとされており、23.8℃以上の SI を 1.0 とした。また、成貝期の生育範囲の下限が 0℃<sup>9)</sup>であり、0℃を低水温の生育限界 (SI=0.0) として、SI 曲線はそれらの間を線形に補間した。図-6 に水温の SI モデルを示す。

#### (2) 強熱減量の SI

強熱減量は 1.51～3.04%の範囲にあり、1.64%で個体数が最大となっていたが、それ以上では減少する傾向がみられたことから、1.64%で SI=1.0、3.0%で SI=0.0 とした。生育範囲の下限は現地調査だけでは判断が付きなかったため、新保ら<sup>10)</sup>によると金沢八景海域では 0.5%で SI=0.0 としており、この値を参考にし、三田尻湾の調査結果より 1.0%を下限と設定し、SI=0.0 とした。図-7 に強熱減量の SI モデルを示す。

#### (3) TOC の SI

TOC は 3.40～9.33mg/g 乾泥にあり、3.56 mg/g 乾泥で個体数が最大となっていた。生育範囲の下限は餌料となる有機物がある程度以上必要であると考えられるため、調査結果より 1.0 mg/g 乾泥で SI=0.0 とした。また、生育範囲の上限は TOC の過多で底質環境の悪化が生じる程の値は三田尻湾では見られなかったため、10.00 mg/g 乾泥で SI=0.0 とし、SI 曲線は 3.56mg/g 乾泥で SI=1.0 とし、これらの間は線形に補間した。図-8 に TOC の SI モデルを示す。

#### (4) シルト・粘土分の SI

シルト・粘土分は 0.25～8.33%であり、新保ら<sup>10)</sup>によると 30～50%に生育限界があり、0～30%で SI=1.0、

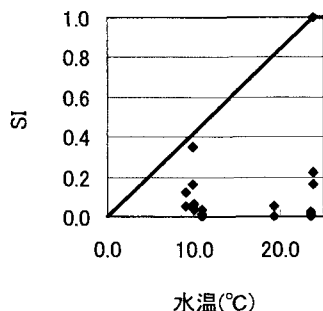


図-6 水温の SI

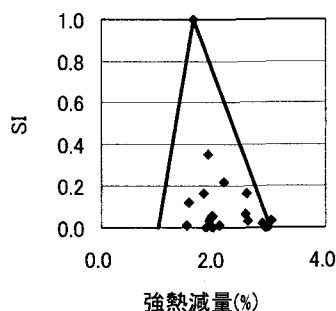


図-7 強熱減量の SI

50%でSI=0.0としており、三田尻湾においてはシルト・粘土分は制限要因にはなっていないことがわかった。図-9にシルト・粘土のSIモデルを示す。

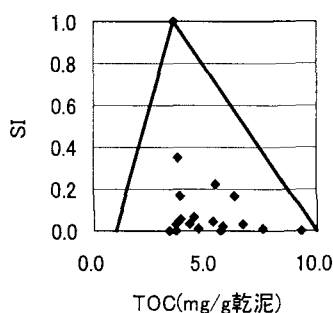


図-8 TOCのSI

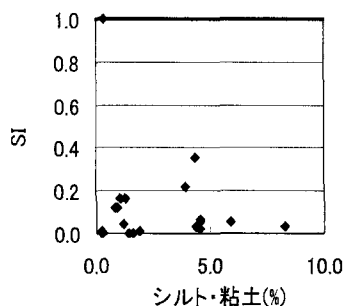


図-9 シルト・粘土のSI

#### 4.3 HSIモデル

HSIモデルは、各SIによって評価された環境要因を総合化し、生息地としての適正を数値化した指標であり、0.0～1.0の値を示す。ベントスの生息には底質、水質、波浪の他、干出時間等の相互の影響が考えられるが、本モデルでは簡便にモデルを構築するため、3種類のSIによってHSIを求めた。SIは相互の関係を考え、総合化を行った。底質は項目間に相関があるため、底質SI（強熱減量のSI、TOCのSI）は、最小値の底質項目のSIとし、これと水質（水温のSI）の積により次式のようにHSIを求めモデルとした。なお、シルト・粘土分は制限要因にはなっていなかったため、三田尻湾のモデルには含めていない。

$$\text{HSI} = \text{底質SI (強熱減量, TOCの最小値)} \times \text{水温SI}$$

#### 4.4 HSIモデルの適用

構築したHSIモデルを、三田尻湾に適用し、図-10にアサリの実測個体数とHSIの関係を示す。この結果よりアサリの個体数とHSIの相関は、 $r=0.67$ と高く適切に評価できると考えられる。

作成した、HSIを用い浚渫土のSt.2～4のHSIの経年変化を図11～13に示した。St.2およびSt.4においては、HSIは季節変動や年変動はあるものの、増加傾向にあった。一方、

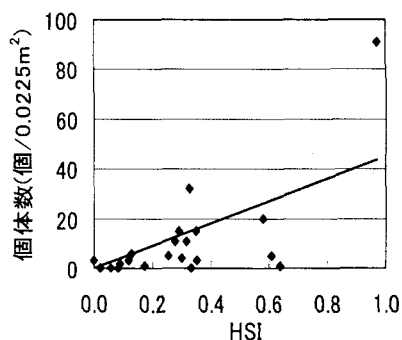


図-10 HSIとアサリの個体数の関係

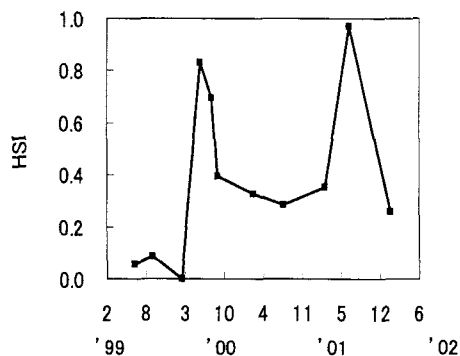


図-11 HSIの経年変化 (St. 2)

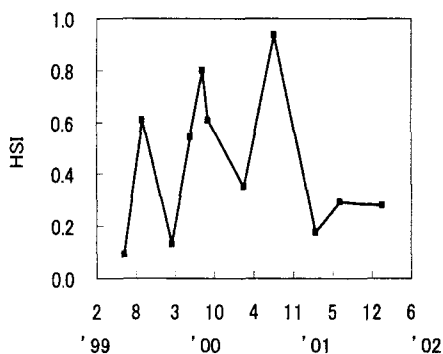


図-12 HSIの経年変化 (St. 3)

St. 3においては、増加減少の傾向はみられなかった。しかしながら、生物の生息場としての適性は、浚渫土を用いた人工干潟において増加してきていると言える。ここでは、底質と水温で HSI を作成したが、新保ら<sup>10)</sup>が環境要因として用いた干潟の干出時間や流速などもモデルに取り込むことが今後必要であると考ええる。

## 5. おわりに

本研究では、造成後の初期の段階から4年間の変遷を解析するとともに、沿岸環境の生物種として代表的なアサリを指標として定量的な環境評価の方法として適用されている HSI モデルを用い造成した干潟の生物生息場についても解析を行った。その結果以下のことが明らかになった。

- (1) 底生動物の個体数および湿重量は、造成後増加傾向にあり、人工的に造成した干潟でも、生物の生息には有効であることがわかった。
- (2) 浚渫土が、山砂や天然干潟に比べ有機物量が多く、底生動物の成長に適しているものと推察された。
- (3) HSI モデルは、アサリの個体数の変動を評価できることがわかった。
- (4) HSI の経年変化より、浚渫土を用いた人工干潟において生物の生息場としての適性は増加してきていることがわかった。

改めて

謝辞

本研究は、環境省環境管理局水環境部の「自然を活用した水環境改善実証事業」の一環として実施したものである。本研究を進めるにあたり、環境省閉鎖性海域対策室の皆様、自然を活用した水環境改善実証事業評価検討委員会の皆様に謝辞を申し上げる。

## 参考文献

- 1) 木村賢史・三好康彦・島津暉之・紺野良子・赤澤豊・大島奈々子(1992)：人工海浜（干潟）の浄化能について、東京都環境科学研究所年報、pp.124-134.
- 2) 西村 修・木村賢史・山田満男・稲盛悠平・須藤隆一(1998)：人工干潟が水質浄化機能に及ぼす影響の数値モデルによる解析、日本沿岸域学会論文集、No. 10、pp.137-149.
- 3) 木村賢史・市村康・坂巻隆史・西村修・稲盛悠平・木幡邦男・須藤隆一(2002)：人工干潟における水質浄化機能に関する解析、海岸工学論文集、第49巻、pp.1306-1310.
- 4) 山口県(1999)：平成10年度自然を活用した水環境改善実証事業事前調査 環境庁委託業務報告書.
- 5) 山口県(2000)：平成11年度自然を活用した水環境改善実証事業評価検討調査 環境庁委託業務報告書.
- 6) 山口県(2001)：平成12年度自然を活用した水環境改善実証事業評価検討調査 環境省委託業務報告書.
- 7) 山口県(2002)：平成13年度自然を活用した水環境改善実証事業評価検討調査 環境省委託業務報告書.
- 8) 市村 康・木村和也・中村幹雄(2002)：HEPによるヤマトシジミの生息環境の評価、平成14年度日本水産工学会学術講演会講演論文集、pp.229-232.
- 9) (社)全国沿岸漁業振興開発協会(1993)：沿岸漁場整備開発事業施設設計指針 平成4年度版、p.411.
- 10) 新保裕美・田中昌宏・池谷毅・林文慶(2001)：干潟における生物生息環境の定量的評価に関する研究—多毛類を対象として—、海岸工学論文集、第48巻、pp.1321-1325.

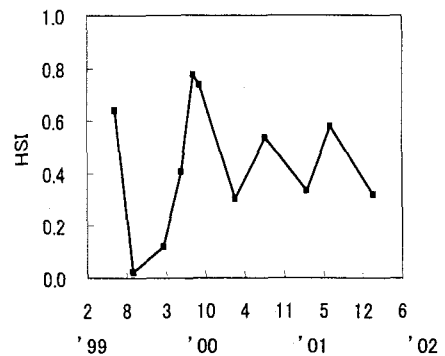


図-13 HSI の経年変化(St.4)