

なぎさ線の効果的な構造設計に関する検討

熊本大学沿岸域熊本大学工学部社会環境工学科 学生会員 ○入口 聖
 熊本大学沿岸域環境科学教育研究センター フェロー 滝川 清, 正会員 五十嵐学
 熊本大学大学院先端機構 正会員 増田龍哉

1. はじめに

有明海は我国の干潟総面積の約 40%に及ぶ広大な干潟が発達した大型閉鎖性内湾であるが、近年、貧酸素水塊の発生等の環境悪化に伴う諸現象が慢性化し、悪循環に陥っているものと懸念されている。その原因は地球温暖化や負荷の蓄積等様々な事象が考えられるが、沿岸域の開発や海岸線の人工化等による、本来水辺や海岸線に存在する潮上帯から潮下帯までの連続した地形の場所（以下なぎさ線）の減少も原因の一つとして挙げられる。なぎさ線は多種多様な生物の生息・生育の場として機能しており、そういった生物活動の下、食物連鎖を通じた物質循環がバランス良く効率的に行なわれることで高い浄化機能を有している。

著者らは、有明海の干潟海域環境を回復・保全するためになぎさ線を人工的に造成し、干潟生態系が有している自己再生機能（浄化機能）を回復（復元）させる「なぎさ線の回復」という対策工法の現地実証試験を行なっている¹⁾。これまでに、生物多様性を復元する手法としての有効性は確認されており、人工なぎさ線の創成による生息生物種および生物量の予測手法の検討も行われている^{2) 3)}。しかし、どのような構造のなぎさ線を造成すれば多種多様な生物が生息できるのかといった検討は行われていない。

そこで本研究では、なぎさ線の仮想計画地を設定し、増田らが構築した生物生息予測モデルを用いて、多種多様な生物が生息できる効果的な地盤高、底質の検討を行った。

2. 仮想計画地の位置となぎさ線の形状

仮想計画地の位置図を図-1、初期の設計案を図-2に示す。なぎさ線の仮想計画地として、東なぎさ線が造成され、造成前の地形、生物、底質等のデータがそろっている熊本港の東側の南東隅から 400mを選定した。東なぎさ線は 2005 年 10 月に造成された人工なぎさ線で、造成前は中央粒径が約 0.06mm の泥質干潟が広がっていた場所に、中央粒径で約 0.79mm の海砂を用いて造成された。横幅約 100m × 中央部奥行約 100m、勾配約 1/30 で曲線形に設計されており、覆砂の流出を防ぐため、潮上帯付近に突堤が 2 本設置されているほか、潜堤は自然干潟との連続性を保持するた

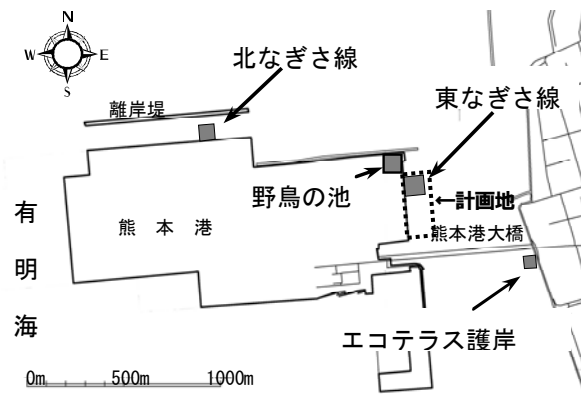


図-1 仮想計画地の位置図

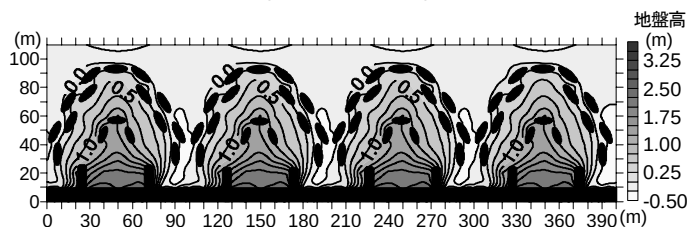


図-2 初期設計案の地形図

めに千島状に配置されている。また、中央部には生物の生息環境に多様性を持たせるための島堤が 3 つ設置されている。初期の設計案はこれまでの現地実証試験結果から、画一的に同一断面形状で造成するのではなく、場に多様性を持たせるために東なぎさ線と同様の形状を 4 つに並べる形状とした。

3. 生物生息予測モデル

なぎさ線の生物生息予測モデルは、有明海においてなぎさ線が残っている自然干潟を調査し、出現頻度の高かった生物を対象として構築された HSI (Habitat Suitability Index) モデルである。なお、評価対象生物はヤマトオサガニ、チゴガニ、コメツキガニ、ハクセンシオマネキ、クチバガイ、テリザクラガイ、ソトオリガイの 7 種である。モデルの構築に用いられた環境要因には、多くの底生生物に共通して生息条件となる地盤高、含泥率、含水率、CODsed の 4 つを選定し、SI (Suitability Index) モデルの構築を行った。SI の結合には「最も適性の低い環境要因が制限的に与える」という考えから式(1)の限定要因法を用いた。

$$HSI = \min(SI_{\text{地盤高}}, SI_{\text{含泥率}}, SI_{\text{含水率}}, SI_{\text{CODsed}}) \quad (1)$$

4. なぎさ線の効果的な構造設計

前章で構築した HSI モデルにより、初期設計案（以下、初期案）のなぎさ線に対して、地盤高のみを改良設計した場合と底質のみを改良設計した場合とその両方を改良設計した場合の生物生息環境の最適条件を検討した。生物の環境を支配する環境要因のうち、CODsed と含水率に関しては直接の設計ができない項目であるが、これらの2つの項目は周辺海域の水質、干出時間および底質の粒度組成に大きく依存するため、流入負荷が同程度の狭い範囲では地盤高と含泥率から推定することが可能であると考えられる。そこで、東なぎさ線の2008年5月の調査結果を基に重回帰分析を行い、式(2)、(3)の回帰式から CODsed と含水率を推定した。推定の精度を示す重相関係数は CODsed が 0.86、含水率が 0.93 である。

$$\text{CODsed} = \text{含泥率} \times 0.247 + \text{地盤高} \times (-0.657) - 4.498 \quad (2)$$

$$\text{含水率} = \text{含泥率} \times 0.392 + \text{地盤高} \times (-5.148) + 9.438 \quad (3)$$

(1) 地盤高の検討

初期案に対して地盤高のみを下げ、評価対象生物にとっての最適地盤高を検討した。図-3 になぎさ線の縦断勾配変化により算出した THU (Total Habitat Unit) 値の変化を示す。なお、HU (Habitat Unit) の面積の単位は m^2 である。ほぼ全ての評価対象生物で勾配が緩やかになるにつれて THU 値が増加し、勾配約 1/270 をピークに微減しつつほぼ一様となった。これは、初期案の場合、標高が高い部分で干出時間が長くなり、評価対象生物の生息に適さなかったためと考えられる。評価対象生物全体の THU 合計値を見ると、勾配約 1/270 で設計した場合に最大値を示し、どの生物も一様に生息し最も生物が多く生息できることがわかった。

(2) 底質の検討

初期案に対して含泥率のみを 0% から 100% で 10% 毎に高くし、評価対象生物にとっての最適含泥率を検討した。図-4 に含泥率変化によって算出した THU 値の変化を示す。なお、HU (Habitat Unit) の面積の単位は m^2 である。ヤマトオサガニは泥質の環境を好むため、含泥率が高くなる程 THU 値が増加傾向にある。他の評価対象生物についてもそれぞれの生態的特徴を反映させる結果となった。評価対象生物全体の THU 合計値を見ると、含泥率 30% で設計した場合に最大値を示し、どの生物も一様に生息し最も生物が多く生息できることがわかった。

(3) 最適な構造の検討

次に初期案に対して地盤高と含泥率の両方を改良し、評価対象生物にとって生息環境が最適条件になる構造の検

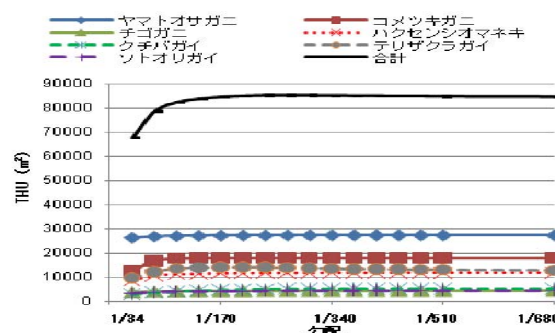


図-3 勾配変化による THU 変化

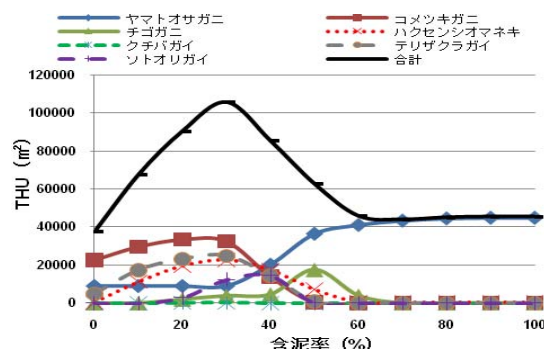


図-4 含泥率変化による THU 変化

討を行った。(1)、(2)の検討結果から、勾配は約 1/340 まで下げて設計した場合、含泥率は 20% から 50% の間で変化させた場合に、評価対象生物にとって、ある程度適切な環境であることが予測できるため、地盤高と含泥率の変化の組み合わせを 40 通り改良設計して検討を行った。検討の結果、最も THU 値が高くなったのは、勾配約 1/170 かつ含泥率 30% で改良した場合であった。

5. おわりに

本研究では、生物生息予測モデルを用いて多種多様な生物が生息できる効果的な地盤高、底質の検討を行った。しかし、仮想計画地には今回評価の対象とした 7 種の生物以外にも多くの生物が生息しており、今後はそれらの生物についても同様のモデルを構築し、評価する必要がある。

参考文献

- 1) 滝川清・増田龍哉・森本剣太郎・松本安弥・大久保貴仁：有明海における干潟海域環境の回復・維持に向けた対策工法の実証試験，海岸工学論文集，第 53 巻，pp. 1206-1210，2006。
- 2) 増田龍哉・滝川清・森本剣太郎・前田恭子・柏原裕彦・島田康光：有明海熊本港周辺における「なぎさ線の回復」現地試験による生態系構築過程に関する研究，海洋開発論文集，Vol.23，pp.525-530，2007。
- 3) 増田龍哉，倉原義之介，五十嵐学，五明美智男，森本剣太郎，滝川清：有明海における「なぎさ線の回復」効果の予測手法に関する研究，土木学会論文集 B2 (海岸工学)，Vol.B2-65，No.1，pp.1206-1210，2009。