

泥質干潟の水質浄化機能の予測手法に関する研究

(A study on the estimation of water purification capacity of the tidal flat)

西尾 利哉

第1章 緒論

1.1 本研究の背景

我が国には、51,443haの干潟（環境省第4回自然環境保全基礎調査（2004））¹⁾が存在するとされて水質浄化機能は干潟毎に異なると考えられるが必ずしも定量的に評価されていない。

1.2 水質浄化機能を予測するモデルの構築状況

干潟域や浅海域を含む沿岸域の水質浄化機能を評価する手法としては、干潟の水質浄化機能を推定する手法としては、生態系モデルを構築した上で水質浄化機能を算出するのが一般的である。泥質干潟域は砂質干潟域とは異なった生態系、物理、化学的特性をもつ海域であるため、有明海の泥質の干潟・浅海域を対象として、安岡らは泥質干潟モデルを開発した。また、開発前に、生態系モデルを構築するために必要な調査がなされていない場合には、そのままでは生態系モデルが構築出来ないため、何らかの代替手段が必要である。

1.4 生態系モデル構築上の課題

生態系モデルを用いた物質循環を定量的に評価するには、底質調査や底生生物等の生物調査の結果を用いた適切な条件設定とモデルの構築が必要であるが、生物調査は労力面・経済面からみて、高い空間解像度で調査することは困難である。一方で、干潟の底生生物の生物相（種別の個体数データや湿重量データ）は、粒度分布等の底質性状と関連があることは経験的にもよく知られている。

1.5 本研究の目的

本研究では、これらの課題に対して、まず、干潟の持つ主要な水質浄化機能として窒素除去を対象として、安岡らのモデルの課題とされた濁りの再現等を表現するとともに、複数年での再現性を確保し、安岡らのモデルの汎用化と精緻化を行う。

次に、このモデルを用い、既に喪失した干潟と類似した干潟（以下、類似干潟）において生態系モデルを構築し、最終的に喪失した干潟に適用させ水質浄化機能を推定する手法を用い、既に開発され喪失した諫早干潟の水質浄化機能を推定する。

更に、類似干潟の選定を容易にすることを目的として、底質性状と底生生物の生物相の関係性を把握し、比較的簡便かつ安価に実施可能な底質調査結果から生物相の大まかな把握が可能であることを示し、底質調査結果から類似干潟の選定を行う手法の有効性を示す。

以上から、干潟の持つ主要な水質浄化機能として窒素除去を対象として、既に失われた

干潟を含め泥質干潟の水質浄化機能を、定量的かつ効率的に予測する手法を開発することを本研究の目的とする。

第2章 数値モデルを活用した泥質干潟の窒素動態の解析

2.1 目的

安岡らのモデルを、有明海の特徴である懸濁物質の潮汐間の変動を定式化してモデルに組み込み、精緻化した上で、2002年のデータに2005年に現地調査を行った結果を加え、モデルの汎用化を行うことを目的とした。

2.2 モデルの精緻化

この潮位とSS濃度の相関を求めたところ相関式からは干潮時のSS濃度は満潮時の1.6倍と計算された。このため、平均水位より低い場合と高い場合に分けて、平均水位の低い時間帯に高い場合の1.6倍をかけることとした。

2.3 モデルの汎用化

モデルの汎用性を高めるため、2002年のデータに加え、2005年のデータによる再現性の確保を図った。

2.4 モデルの再現性の検証

改良した干潟生態系モデルを用い、2002年、2005年について計算結果と実測データと比較し、浮遊系及び底生系の再現性の検証を行った。この結果、泥質干潟域の特徴をよく再現されていた。

2.6 モデルの改善状況の確認

2.6.1 浮遊系構成要素の計算結果と実測値の検証

2005年を対象として改良モデルと安岡らのモデルの計算結果を比較したところ、春先の5月において、改良モデルはより実測値に合致し、SS濃度について、5月、11月の再現性が大きく改善した。

2.6.2 脱窒速度の計算結果と実測値の検証

改良モデルと安岡らのモデルとの再現性について、それぞれのモデルによる脱窒速度の計算値と実測値とを比較することで検証した。比較手法として、それぞれの計算結果から標準偏差を算出し、実測値との距離を比較するテイラーダイヤグラムを用い、再現性が向上していることが示された。

2.7. まとめ

有明海泥質干潟モデルである安岡らのモデルを、現地調査により有明海の泥質干潟ではSS濃度を定式化してモデルに組み込む精緻化を行った。また、2002年のデータに2005年に現地調査を行った結果を加え、モデルの汎用化を行った。

第3章 既に喪失した泥質干潟の水質浄化機能の推定手法

3.1 本章の目的

既に開発により喪失した泥質干潟の水質浄化機能の推定手法について提示し、諫早干潟の水質浄化機能を推定することを本章の目的とする。

3.2 方法

3.2.1 推定手法の概要

筑後川河口部干潟、塩田川・鹿島川河口部干潟、六角川河口部干潟、菊池川河口部干潟、緑川河口部干潟の5つの干潟から、①底生生物も類似の生物種がみられ、②泥質の底質性状が類似しており、③干潟面積や河川等の陸域からの流量、流入負荷量が諫早干潟に近い干潟を類似干潟として選定する。次に、選定した類似干潟における調査結果を用いて類似干潟の生態系モデルを構築する。更に、生態系モデルを諫早干潟へ適用し、水質浄化機能を算定する。

3.3 結果と考察

3.3.1 類似干潟の選定

3.3.1.1 底生生物の類似性

有明海の主要な6カ所の河口域の干潟に生息する底生生物の調査結果より、軟体動物斧足綱（二枚貝）は、有明海西側では、ハイガイなどの生息密度が大きく、ハマグリなどの生息密度が小さいが、有明海東側では正反対であるなどから有明海東側の干潟を類似干潟から除外した。

3.3.1.2 底質性状の類似性の検討

有明海の主要な6カ所の河口域の干潟の底質性状からは、諫早干潟に近い底質性状を示す干潟は、塩田川河口部の干潟と考えられる。

3.3.1.3 地形条件や流入負荷量の類似性の検討

諫早干潟、塩田川河口部干潟、六角川河口部干潟について、干潟の規模は、河川流入量流入負荷量、全てにおいて塩田川河口部の干潟が、諫早干潟に最も近い干潟であると考えられる。

3.3.2 類似干潟における生態系モデルの構築

筆者らは、安岡らのモデルをベースに、追加の調査を行った上で、泥質干潟モデルの精緻化を行うとともに、汎用化を行い改良モデルを得たことからこのモデルを用いた。

3.3.3 構築したモデルを喪失した諫早干潟に適用

計算条件として、1988年当時の地形・水深、河川流量および流入負荷量、境界条件、気象条件を設定した。諫早干潟においては、底生生物の現存量を組み入れ、計算し1988年当時の諫早干潟の水質浄化機能を推定した。

3.3.4 諫早干潟の水質浄化能力の予測結果

改良モデルを用いて予測した結果、諫早干潟の水質浄化機能は、干潟全体の 3,564ha あたり、0.39tonN／日（1988 年）であることが推定された。

3.4 まとめ

既に関連を受けた干潟が元々有していた水質浄化機能を可能な限り合理的に推定する手法を開発することが出来たと考えられる。

第4章 底質性状に基づく干潟の類似性評価

4.1 目的

生物調査は労力面・経済面からみて、高い空間解像度で調査することは困難である。このため、底質性状と底生生物の生物相の関係性を把握し、類似干潟の選定を容易にすることを目的として、底質性状から類似干潟の選定を行う手法の有効性を示すことを目的とする。

4.2 方法

有明海の主要な河川の河口部に現存する 5 カ所の干潟及び消滅した諫早干潟において行われた既存の底生生物調査及び底質調査の 46 個のデータセットを用いて、クラスター解析及び MDS を用いた底質グループの類型化を行った。次に、底質性状と生物相の関係を明らかにするため、各底質グループの生物相の構造を整理した。

4.3 結果と考察

4.3.1 底質性状による干潟の類型化

有明海の主要な干潟の底質性状について、干潟別・調査年別に平均された 46 個のデータセットについて、クラスター解析の結果から、デンドログラムを作成し、5 グループに分類することができた。また、MDS より、底質グループ 2 及び底質グループ 3 は類似性が高く、これら 2 グループと底質グループ 1 に類似性があることがわかった。これは、底質グループ 1 は諫早干潟、底質グループ 2 は塩田川・鹿島川河口部干潟、底質グループ 3 は六角川河口部干潟、塩田川・鹿島川河口部干潟により構成されていることから、諫早干潟、塩田川・鹿島川河口部干潟、六角川河口部干潟が類似する干潟であることを示している。この他、いわゆる有明海西岸の泥質干潟(底質グループ 1、底質グループ 2、底質グループ 3)と有明海東岸の砂質干潟(底質グループ 5)の区分も示されていることがわかる。

4.3.2 底質グループと生物相(湿重量)の関係

底生生物の生物量は、砂泥質グループで大きく、次いで砂質グループ、泥質グループはいずれも低い値を示した。生物の分類群としてはいずれのグループも二枚貝が 50%以上を占めていたが、砂質・砂泥質グループでは 90%以上であり、二枚貝の種別の構成はグループ間で大きく異なった。

4.3.3 底質グループと生物相(湿重量)の構成比の関係

湿重量の構成比から、二枚貝が全ての底質グループにおいて 50%以上と卓越していることは共通する中で、底質グループ間において明瞭な生物相の構造に差異がみられた。以上の結果から、底質性状と底生生物は密接に関連していることが示された。

第5章 総括および結論

本研究により、干潟の持つ主要な水質浄化機能として窒素除去を対象として、安岡らのモデルの汎用化と精緻化を行った改良モデルを構築することが出来たと考えている。このモデルを用い、既に喪失した干潟の水質浄化機能を、類似干潟において生態系モデルを構築した上で、構築したモデルを喪失した干潟に適用し推定する手法を用い、定量的に推定する方法を提示できた。また、この方法を用いて、既に喪われている諫早干潟の水質浄化機能を推定することが出来た。更に、底質性状と底生生物の生物相の関係性を大まかに把握することが出来たことから、類似干潟の選定を容易にすることを目的として、底質性状により類似干潟を特定する手法の有効性を示すことが出来た。

以上から、失われた干潟を含む泥質干潟の水質浄化機能を簡易に推定する方法を開発できたと考えている。