

生物群を対象とした HSI モデルの改良 ～クラスター分析を用いた生物群分類の検討～

熊本大学大学院自然科学研究科 学生会員 ○倉原義之介

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

熊本大学沿岸域環境科学教育研究センター 正 会 員 森本剣太郎・増田龍哉

1. はじめに

海域環境悪化に伴い干潟の持つ機能が見直され、失われた干潟環境の再生・回復の取り組みが行われつつあるが、現状把握および再生事業において客観的な評価基準がなく新たな評価手法の開発が求められている。生物生息環境の評価においては、定量的な評価が可能であり、再生への指針を示すことが可能な評価手法として HEP が注目され、その中で生息環境の質を表す HSI モデルの開発・利用が活発に検討されている。さらに、近年では生態系の総合的な回復が求められていることから、水産資源種・希少種といった単一生物の評価にとどまらず、生物群や種数への適応に向けたモデルの改良が進められている。これまでの事例を見ると、多毛類や節足動物など類や門を基準とした生物群に対して評価を行っている場合が多い。しかしながら、図-1 に示すように、門別の分類では泥質干潟を生息の場とする種から砂質干潟を好む種まで様々な生息環境特性を持つ種が混在することとなり、生息環境の適正を評価する HSI モデルの対象として適当とは考えられない。また、全ての種に対し個々の HSI モデルを作成することも考えられるが、干潟には数多くの生物が生息しており実用的な手法とは言い難い。そこで、その環境ごとに形成される生態系を門や類を越え、新たに分類し評価する必要があると考えられる。しかし、干潟には生息が未知の生物が多く、既存の資料を基にそれらの分類を行うことは難しい。

以上を踏まえ本研究では、HSI モデルの対象とする生物群を生息環境の特性に基づき分類するため、統計的分類手法であるクラスター分析を利用することを検討した。

2. 熊本県沿岸干潟域における HSI モデル構築の概要

著者らは、有明海沿岸干潟域における生物生息環境の評価手法を確立することを目的に、その第一歩として熊本県沿岸域において生物群ごとの HSI モデルの構築を試みている(倉原ら, 2007)。このモデルでは、熊本県沿岸部の 10 干潟 63 地点において調査を行い作成の基礎データとした。確認された生物は全 89 種であり、昨年度はこれらの種を生活基質(軟泥・泥質, 砂泥質, 砂礫・砂質の 3 タイ

プ)、生活様式(表在性, 内在性の 2 タイプ)、食性(草食, 肉食, 堆積物食, 懸濁物食の 4 タイプ)で 24 群に分類し HSI モデルを作成した。しかしながら、生活様式と食生による分類では門や類を基準とした分類と同様に各生物群が生息環境特性を持たず、生活基質は、生息環境特性もとづくものであるが、既存の資料を基にしたこの分類では大まかな傾向を示すのみであったため、作成した HSI モデルの精度は低い結果となった。モデル作成において評価に用いた環境要因は CODsed, 硫化物, 含泥率, 地盤高, 塩分濃度, 外力(流れ)の 6 項目であり、「生物の生息には最も適性の低い環境要因が制限的に強く影響を及ぼす」と考え限定要因法を用い下記のように HSI を算出している。

$$HSI = (6 \text{項目中最小の SI}) \quad (1)$$

今回のモデル改良にあたり、クラスター分析を用いた生物群分類の効果を明確に示すため、HSI 算出には基本的に昨年度と同一のデータ・手法を用いた。ただし、生物群ごとの生物量を換算する場合に、昨年度の研究ではその生物群に含まれる生物の個体数の総和を用いたが、その場合個体数の多い種が支配的な影響を及ぼすことが明らかとなったため、本研究ではデータの標準化を目的に、生物種ごとに出現率を求めその影響をそろえた上で総和を取り、各生物群の生物量とした。

$$\text{出現率} = \frac{\text{各調査地点での観測個体数}}{\text{確認された最大の個体数}} \times 100 \quad (2)$$

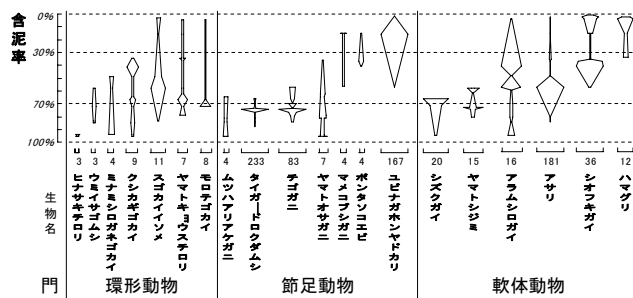


図-1 熊本県沿岸部調査における優占種の含泥率に対する生息分布

3. クラスタ分析により分類した生物群に対する

HSI モデルの検討

(1) 出現地点による分類

はじめに、各生物間の生息環境の類似度を出現地点の類似性で置き換え、生物群の分類を試みた。具体的には、各生物について出現が見られた地点に1、見られなかった地点に0を与え、式(3)に示す Jaccard 数を類似度の指標としている。クラスタ化では、ウォード法など重みを考慮する手法では複雑な形態をとる生物群を分類するには適切ではないと考え、単純に各グループ間の最も類似度の低い値をグループ間の類似度として用いる最遠距離法を用いた。

$$S_{ij} = \frac{N(1,1)}{N(1,1) + N(1,0) + N(0,1)} \quad (3)$$

S_{ij} : Jaccard係数(サンプル(生物種)iとjの類似度)
 $N(1,1)$: サンプルijが値1を持つ(ij共に確認された地点数)
 $N(1,0)$: サンプルiが1、jが0の値を持つ(iのみが確認された地点数)
 $N(0,1)$: サンプルiが0、jが1の値を持つ(jのみが確認された地点数)

このクラスタ分析により分類された各生物群に HSI モデルを作成し、再現精度の検証を行った。図-2は、作成したモデルから算出された HSI 値と実測の生物出現率の相関を示しており、比較のため昨年度の分類による結果を併せて示した。図より、今回の分類を用いることで実測値との再現性が高くなることが示された。しかしながら、この分類方法では、出現地点の多い生物がまとまって分類され、出現地点の少ない種は孤立して分類されるといった問題が起り、89 種中 34 種もの解析が不可能となった。そこで、さらに改良を行った。

(2) 環境要因による分類

この分類ではより直接的に、生息環境の類似度を HSI モデル作成時に用いる環境要因を用いて示し、生物の分類を行った。この方法では生息適正範囲と最適条件という2つの尺度から類似度を算出するため CODsed、硫化物、含泥率、地盤高、外力、塩分濃度それぞれについて

最大：その生物が確認された最大の値
 最小： " 最小の値
 最適：その生物の最大個体数が確認された値

を求め、この全 18 項目を説明変数としてこれらのユークリッド座標における距離を類似度の指標とし、クラスタ分析を行った。(一般的なクラスタ分析の手法である) その結果、決定係数では 0.55 と出現地点を説明変数とした場合とほぼ変わらない精度をもち、かつ 89 種中 85 種が分類可能であった。

4. 考察

クラスタ分析による生物群の分類として、2つの分類方法を示したが、どちらの手法においても生息環境に基づいた生物群の分類が可能であり、最終的なモデルの精度では、同程度の改善が確認された。先に示した出現地点の類似性を尺度とする方法では、分類感度の問題から出現地点の少ない生物が細分化され分析不可能な種が多数出たが、これは言い換えるならば、微小な環境の相違による棲み分けを表現した結果とも考えられ、生息を評価する要因が定まっていない初期の段階では、検討の一助になると考えられる。一方で、使用する環境要因の選定がすでに終わっている場合(また調査費用・時間などの制約を受け利用できる環境要因のデータが限られている場合)には、2つめに示した環境要因による分類を行うことにより、より精度の高いモデルの作成が可能であると考えられる。

5. まとめ

本研究では HSI モデルの評価対象として生物群を用いる際の分類方法について検討し、生息環境の特性により生物を新たに分類する必要があると考え、クラスタ分析を用いた分類を行うことで、それが可能であることを示した。ただし、今回示したクラスタ分析による手法は統計学的な処理でしかなく、必ずしも生物群の分類として普遍的な意味を持つとはいえない。そもそもの目的である客観的な評価手法の確立のためには、文献や調査による裏づけが必要になるものと考えている。しかしながら、多くの生物の生態について十分な資料がない現状では、今回示した分類方法を用いて生物群分類の指針とすることは非常に有効な手段だと考えられる。

参考文献

倉原義之介, 森本健太郎, 増田達哉, 鐘ヶ江純也, 古川恵太, 滝川清 (2007) : 干潟環境再生に向けた生物生息環境評価モデルの活用に関する検討, 海岸工学論文集, 第 54 巻, pp. 1401-1405

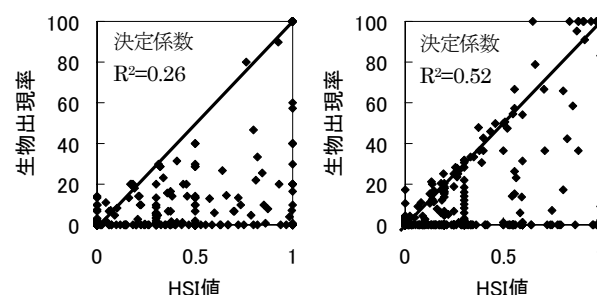


図-2 実測生物出現率と HSI 値の相関

(左：2006 年度生物群分類 右：出現地点による分類)