

II-399 沿岸開発の水産への影響評価を目的とした生態モデルの開発に関する基礎的研究

山口大学工学部 学生員 兼広栄治
山口大学工学部 正員 関根雅彦・中西 弘
山口県庁 正員 齊藤俊弘

1. はじめに 近年、わが国においてウォーターフロント構想等による沿岸域の開発が急増しており、周辺の漁業環境への影響が問題となっている。その影響を把握するための具体的な方法として、生態系シミュレーションモデルの開発がある。本研究では、オブジェクト指向言語Smalltalkを用い、魚の環境に対する嗜好及び移流を組み込んだ生態系多ボックスモデルを作成し、それを長崎県平戸島志々伎湾におけるマダイ当歳魚を中心とする生態系に適用してシミュレーションを行った。

2. 生態系モデルの構成の概念

モデルの構成要素としては栄養塩、デトリタス、植物プランクトン、動物プランクトン、魚介類を考えた。生態系の構成要素内部や構成要素間の様々な交換量は全て窒素量で表し、ボックス間では移流および遊泳によって物質移動が行われる。さらに、ボックス毎に水温・水深・底質などの環境条件を設定できるようにした（図1）。

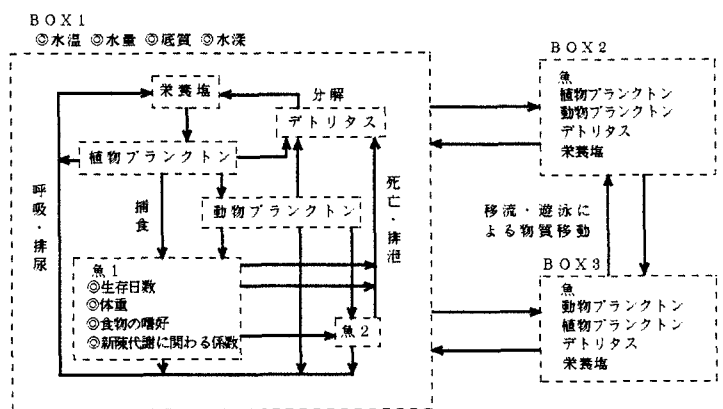


図1 生態系モデルの構成

3. 移流の取扱い ボックス間

の移流量は、恒流による水量と拡散による交換水量により算出する（図2）。移流によるボックス間の物質移動量については、移流水に含まれる生物量のどれほどが移動するかを表す移流係数を考え、それをあらかじめデータとして与えた。

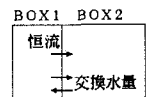


図2 移流量

4. 魚の嗜好の取扱い 魚の環境条件に対する嗜好は、統計解析手法の一つである

多基準解析¹⁾により表現した。多基準解析とは、複数の判断基準により評価される複数の選択肢の優劣の順位付けを行うものである。例えば、3つの水域について餌の量と底質という2つの判断基準によって、魚がどの水域を選択するのかという問題に対して、魚の底質に対する嗜好度を0から1の数値で表現し、餌の量は濃度で直接表現して図3のようなマトリックスを作成する。このマトリックスについて多基準解析を行うことにより、各水域について魚が行きたい水域の順位を得ることができる。また、判断基準については重み付けをする事が可能である。モデルでは、多基準解析を次のように導入した。まず判断基準は、水温、水深、餌の量、底質の4つとした。それぞれの判断基準に対する嗜好度の考え方を図4から図6に示す。そして、これらの判断基準の嗜好度を自分の居る水域および隣接する水域について多基準解析を行うことで、魚自身の行きたい水域の順位が決まる。魚は最高順位の水域に全量移動する、もしくは最高順位の水域が

	水域1	水域2	水域3	
...	0.2	1.0	0.2	...底質の嗜好度
...	0.8	1.6	0.6	...餌の濃度 [mg/l]

↓ 多基準解析の実行

順位（水域2 水域1 水域3）

図3 多基準解析の考え方

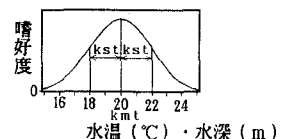


図4 水温・水深に対する嗜好度の考え方

複数ある場合には等しく分割されて移動するものとした。

5. 志々伎湾モデル 本モデルを長崎県平戸島志々伎湾におけるマダイを中心とした生態系に適用した(図7)。本モデルは、西海区水産研究所の加藤らによる志々伎湾の当歳マダイを中心とした生態系モデルの個体数シミュレーション²⁾を参考

考に、移流および魚の嗜好を組み込んだ5ボックスモデルである。このモデルでは、当歳マダイが湾内に移入し、餌の種類を変化させながら成長し、湾外に移出するまでを扱う。時間的範囲は、平均的なマダイ当歳魚が、湾に移入する5月5日から湾外に移出し始める9月5日までとした。生態系を構成する要素は当歳マダイ、サビハゼ、アマナゴ、動物プランクトン(3種類)、植物プランクトン、デトリタス、栄養塩の計9つとした。計算は、まず1ボックスモデルによるシミュレーションを行い、各生物の成長に関する諸係数を探索した。マダイについてその結果を加藤の結果と比較したものを図8に示す。次に、5ボックスモデルによるシミュレーションをおこなった。図9はマダイについて嗜好を入れない場合(移流あり)、図10は入れた場合(移流あり)を示す。1ボックスモデルによる結果については、マダイについて加藤の結果にほぼ近いものが得られ、他の生物についてもほぼ妥当な結果が得られた。5ボックスモデルについては、魚の環境条件に対する嗜好を組み込んだことで、魚が自分の嗜好に従ってモデル内を自由に移動していることが認められた。

6. おわりに 本研究により、食物連鎖モデルだけでは表現できなかった魚の遊泳による二次元的移動を表現する事が可能となった。今後は、感度解析、魚の環境条件に対する嗜好についてのデータ収集などを行っていききたい。

《参考文献》

- 1) Nijkamp, P. (1977). Theory and Application of Environmental Economics. In: Studies in Regional Science and Urban Economics, Anderson, A. and Isard, W. (Ed.), Vol. 1, NORTH-HOLLAND PUBLISHING COMPANY-AMSTERDAM, New York, pp. 250-274.
- 2) 加藤史彦・首藤宏幸・池本麗子: マダイを中心とした志々伎湾の生態系モデル、マリーンランシング計画、ヒラメ・カレイブログレスレポート(3), 177-202, 1988.

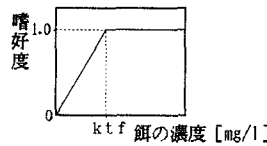


図5 餌の量に対する嗜好度の考え方

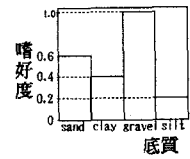


図6 底質に対する嗜好度の考え方

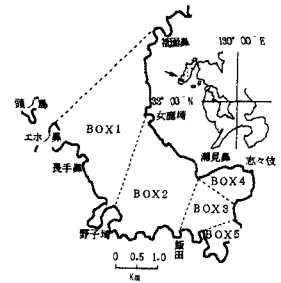


図7 志々伎湾の地形図

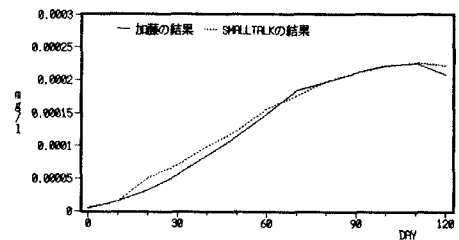


図8 1ボックスモデルの結果

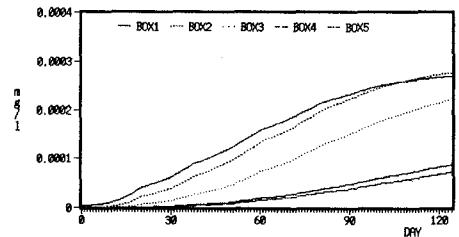


図9 5ボックスモデル(嗜好無し)の結果

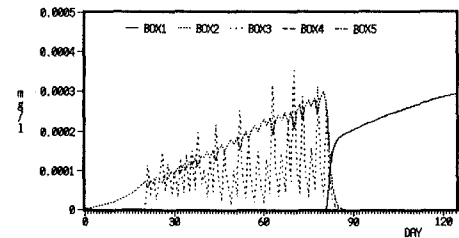


図10 5ボックスモデル(嗜好あり)の結果