

## 生態系モデルを用いた瀬戸内海的环境管理に関する研究

山口大学工学部 学生員 梶山 泰弘 山口大学工学部 正会員 関根 雅彦  
山口大学工学部 学生員 李 寅鉄 山口大学工学部 正会員 浮田 正夫

**はじめに** 生物量や漁獲量のモデルによる評価の難しさは、水産の分野でも長年研究が行われてきたにもかかわらず解決していない。その点においても生物量の変動を予測する事は重要な研究課題である。そこで著者らは水域の環境管理に応用することを目的とした魚などの高次生物を含めた生態系モデリングツール SSEM を開発してきた。SSEM を用いた瀬戸内海生態系モデルは既に発表しているが、本研究ではモデルの問題点の改良を行い、負荷量変化が生物量へ与える影響を評価した。

**モデルの概要** 本モデルは BOX モデルであり瀬戸内海を 8 つの海区、上下 2 層に分割した。(図 1 参照)強制関数は温度、日照、河川流量及び海水交換、陸域からの栄養塩負荷量であり、理論または実測に基づいて月単位あるいは日単位で変化させた。モデルの構成要素を図 2 に示す。瀬戸内海の生態系を構成するのは栄養塩、植物プランクトン、デトリタス、魚などの高次栄養段階生物である。

**モデルの改良点** 本研究では既往のモデルに以下のような改良点を加えた。

- ・上下 BOX の変更: 文献によると、植物プランクトンが光合成を行えるの水深は 2~4m までであるという。既往のモデルでは、上層、下層の層厚を等しくとっていたが、上層の層厚を 5m、下層をそれ以下の水深に変更した。それに伴い河川流量とコンポーネツツの濃度を変更した。
- ・回遊魚の考慮: 瀬戸内海東部の漁獲量を支えるには回遊魚を考慮する必要がある、回遊魚の代表種であるイワシの回遊をモデルに取り込んだ。
- ・貧酸素による魚の死亡: 旧モデルでは貧酸素の効果が大きすぎ、ボックスによっては魚が絶滅してしまった。本モデルでは、前日の貧酸素水塊と当日の貧酸素水塊を比較し貧酸素水塊が拡大している時だけ、その増加分が生物に影響を与えるとした。
- ・漁獲量の季節変動: 各魚種とも季節により漁獲量が変動している。しかしこれまでの漁獲の方法は年間漁獲量の 1/12 を毎月漁獲させており、魚介類の成長の遅い冬期にも夏期と同じ漁獲量で計算されており、冬期の生物量の減少を招いていた。そこで、漁獲量に季節的な変化を与えた。
- ・負荷量の季節変動: 既往のモデルの負荷量の与えかたは、年間を通じて一定にしてあり、季節的な変化を持たしていない。生物量の増加の大きい夏期には餌量の不足による成長の抑制が起こっていると思われる、負荷量に季節変化を持たせる必要がある。そこで、負荷量データを点源負荷と面源負荷に分類し、点源負荷を年間一定、面源負荷を降水量に応じて変化するようにした。
- ・植物プランクトンの沈降: 植物プランクトンの沈降速度を 25cm/day として上層から下層へ沈降させた。
- ・Stabilized による計算: 旧モデルでは、魚介類の成長の式を Unstabilized Monod の式で計算を行って

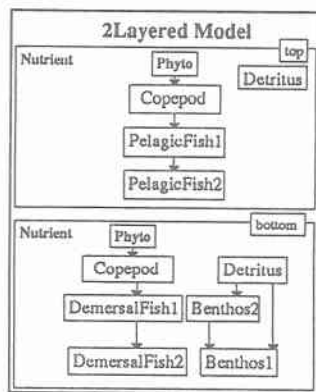
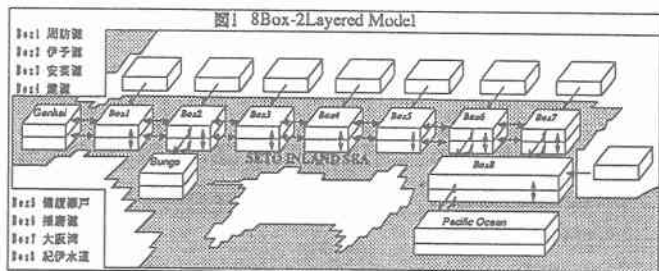


図2 モデルの捕食関係

いたが、安定させることが難しかった。。そこで魚介類の成長式に Stabilized の式を用いた。

**解析結果** 前述した点についてモデルを改良した後、1987 年の負荷量を基準とし、基準負荷量を削減させると生物量にどのような影響を与えるかを評価した。

表 1 は水産に望ましい水質環境を実現するために、① 3 割削減を上限をと仮定した場合(Case1)、②削減率に上限を定めなかった場合(Case2)の削減率である。詳細は文献<sup>2)</sup>を参照されたい。浮魚、底魚、ペントスの年間平均生物量の計算結果をそれぞれ図 3,4,5 に示す。グラフから浮魚の生物量は負荷量削減に伴い減少している。これは負荷量の削減により餌量が減少したからである。ペントスの生物量が負荷量を削減することにより増加しているのは、負荷量削減に伴う貧酸素水塊の縮小によるものと思われる。貧酸素水塊の縮小はペントスと同様に底魚にも効いてくるはずだが、底魚の生物量は減少している。この要因として底魚の場合、貧酸素水塊から 9 割の魚が逃避すると設定していることが理由と考えられる。つまり、貧酸素水塊の縮小による影響よりも餌量の減少による影響の方が生物量に大きな影響を及ぼしているということである。そこで底魚も貧酸素水塊から逃避できないようにして負荷量削減の効果を計算した。図 6 に底魚の年間平均生物量を示す。負荷量削減なしの Box7 では絶滅してしまっている。大阪湾は瀬戸内海の中でも特に貧酸素の影響の大きい海域であり、酸素濃度が 2mg/l まで低下すると見積もられる時期もあり死亡して当然の条件であった。こうした場合には負荷量を削減すると生物量が増加する結果が得られており、負荷量と貧酸素が生物量に及ぼす影響について常識的な挙動が得られたと思われる。

**おわりに** 本研究では既往の生態系モデルの問題点の改良を行ってきた。望ましい水質を達成するための負荷量削減による計算結果から瀬戸内海の東部以外では生物量はあまり変化しなかったが、ペントスや底魚は負荷量削減により生物量が増加する可能性もある。個々の魚種の環境変化に対する反応を定式化していくことにより、水質悪化が高級魚と低級魚に与える影響の相違などを評価できるようになることを目指している。

謝辞：日本生命財団特別研究助成(代表 岡市友利)の補助を受けました。記して謝意を表します。

- 1) 植崎寿晃 (1995) 第 50 回年次学術講演会講演概要集 pp1352-1353
- 2) 岡田和幸 (1996) 第 51 回年次学術講演会講演概要集

表 1 負荷量削減率

|       | Box 1 | Box 2 | Box 3 | Box 4 | Box 5 | Box 6 | Box 7 | Box 8 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Case1 | 0.1   | 0     | 0     | 0.2   | 0.3   | 0.3   | 0.3   | 0.3   |
| Case2 | 0.1   | 0     | 0     | 0.1   | 0.8   | 0.3   | 0.55  | 0.1   |

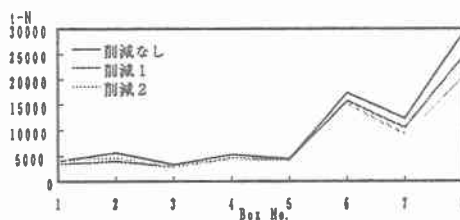


図 3 浮魚年間平均生物量

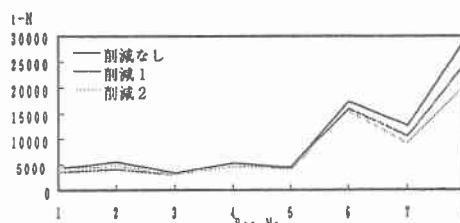


図 4 底魚年間平均生物量

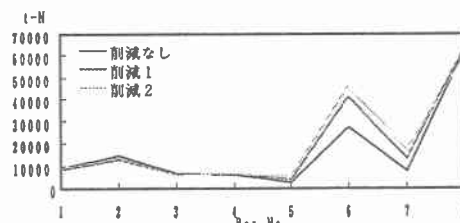


図 5 ペントス年間平均生物量

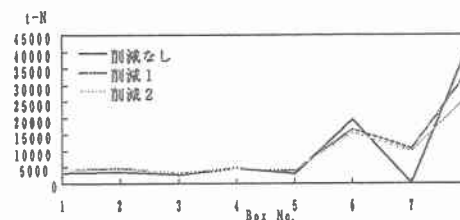


図 6 底魚年間平均生物量(貧酸素水塊からの逃避なし)