

Ⅱ-11 浮遊幼生分散解析のための数値モデルの検討

徳島大学大学院 学生員 ○宇野 宏司

徳島大学工学部 正会員 中野 晋

1. はじめに

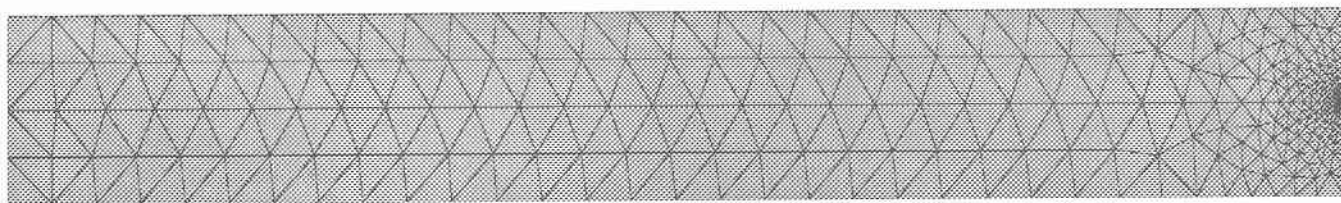
干潟の保全・創出にあたっては環境との調和，なかでも「生物多様性」を維持することが重要であるといわれている．干潟に棲む底生生物の多くは幼少期を周辺の水域で過ごすものが多く，この段階での塩分環境や潮汐流が種の存続の成否に大きく影響していることが予想される．浮遊幼生の分散現象についてはこれまで幼生を「粒子」に見立て，ラグランジュ的追跡によりその移動過程が検討されてきたが，その際，塩分選好性等の生物情報については無視されていた．本研究では吉野川河口域に生息する稀少種「シオマネキ」の幼生について，その運動特性を考慮した分散現象の検討を試みた．

2. 準三次元物質輸送モデル

幼生の生息場である干潟周辺の水域は複雑な流動構造をなしている．また幼生の動態を考察するにあたっては幼生自身の日周鉛直運動や塩分分布を考慮する必要がある．そこで本研究では，FEM による 3 次元マルチレベルモデルを用いることにした．潮流計算に用いる基礎方程式は非圧縮性粘性流体の連続式および運動方程式である．ただし，鉛直方向の運動方程式に関しては，ブシネスク近似を用いている．また，水平渦粘性係数，渦動粘性係数はリチャードソンの $4/3$ 乗則に従うものとし，鉛直渦粘性係数，渦動粘性係数については，成層化関数による表現を用いた．

幼生の水平方向の分散計算においては，早川らの粒子追跡計算法によった¹⁾．これは，汚染物質を含んだ微小な水塊にマーカーを付け，与えられた潮流場においてラグランジュ的に追跡するものである．幼生の鉛直方向の移動量についての評価法は次節で述べる．

計算に使用したモデル湾は長さ 30km，幅 4km の長方形型である（図-1）．河口付近の複雑な流動現象を再現するために，湾口で大きく，湾奥で細くなるように領域を分割した（総節点数 331，要素数 660）．流量境界として，上流から $50\text{m}^3/\text{s}$ の淡水が流入する．また湾口には潮汐（周期:M2 潮，振幅 0.4225m）を与えた．計算の時間ステップ $dt=0.3\text{sec}$ として，河口に幼生を 1000 個投入したあと，その軌道を 40 時間分追跡した．



(湾口)

図-1 計算メッシュ（長方形湾）

(湾奥)

3. 幼生のモデル化

著者らは，これまで幼生の運動特性を把握するための実験を行ってきた²⁾．これらの結果を考慮して，幼生の運動特性を次のようにモデル化した．

i) 幼生の沈降速度

周辺水域の海水密度は，幼生の浮遊・沈降などの物理機構と深い関係がある．そこで，ストークスの沈降速度式より幼生の鉛直方向の移動量を評価した．このとき，ゾエアの体内密度は，温度 20°C ，塩分 20‰の海水密度と同等とし，計算時間内では変化しないものと仮定した．

ii) 幼生の塩分選好性

幼生は体内に保持している塩分と、周辺水域の塩分の差 Δs が大きいほど、生理ストレスを感じて移動能力が制限されると考えられる．そこで、図-2 に示される重み関数により、塩分ストレスによる移動能力の制限を表現した． Δs が10 を超えた場合には、幼生は自らの運動能力を失い死亡したとみなして、一定の沈降速度を与えている．

4. 浮遊幼生分散シミュレーションの結果

実験ケースを表-1 に、幼生を河口付近に投入してから、40 時間後の分散の様子を図-3 に示す．河川水の流入により河口付近の表層では淡水化がすすんでいるものの底層まで完全に混合していない．case01 は、従来の2次元取的取り扱いによるものである．これによると塩分の高い水域においても制限されることなく分散している様子がうかがえる．case02 は、密度効果を考慮した場合であるが、表層近くでまとまって浮遊する様子が再現されている．case03 は、case02 に塩分ストレスによる移動能力の制限を加えたものである．幼

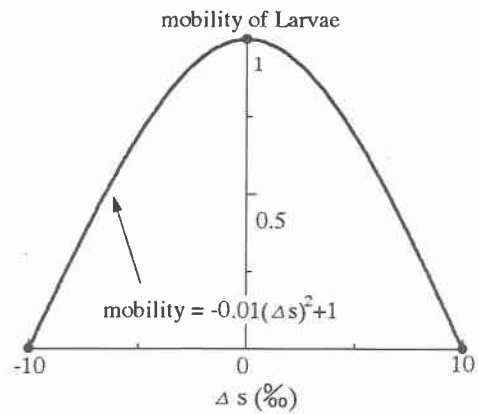


図-2 移動速度の重み関数

表-1 実験ケース

	幼生の運動		
	x	y	z
case01	Euler Lagrange的追跡		-
case02	Euler Lagrange的追跡		密度効果
case03	Euler Lagrange的追跡		密度+塩分選好性

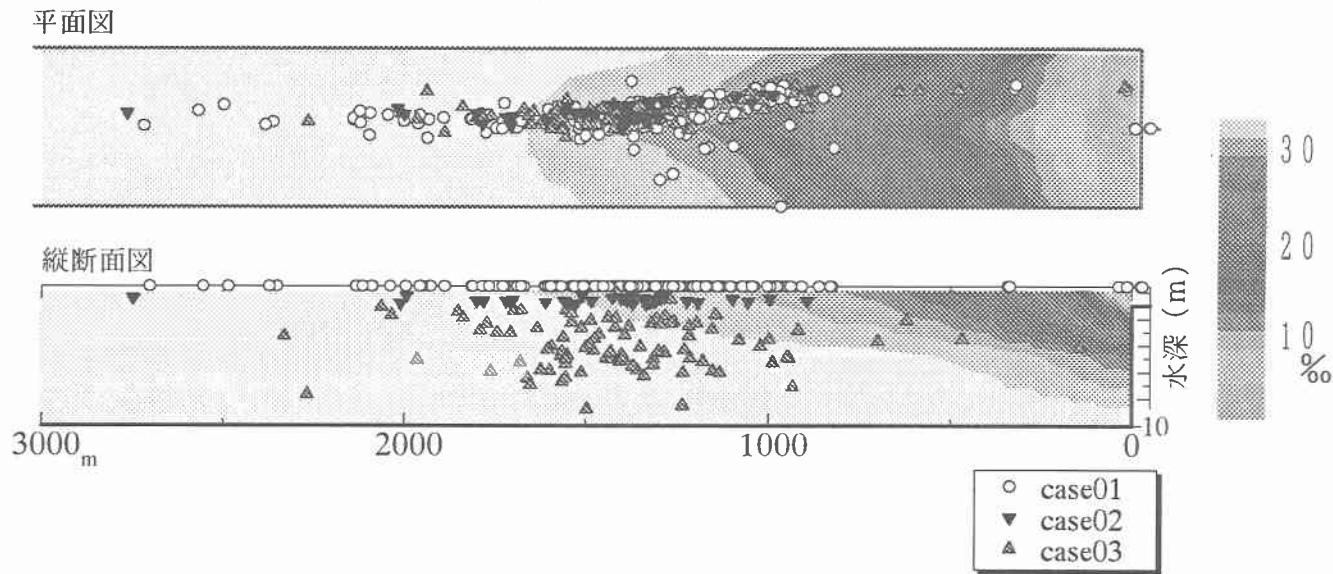


図-3 幼生の分散シミュレーション（河口付近）

生が塩分の高い水域に到達すると生存できずに、沈降していく様子がうかがえる．

以上の結果から、これまでは、幼生の分散現象は河口から沖合までの流れに支配されるのみであったが、幼生の運動特性を考慮することで、幼生が選択的な領域に滞留する現象を再現することが可能となった．今後、これらのモデルの改良に努めるとともに、現地河川での幼生分散シミュレーションに応用していく予定である．

参考文献； 1) 早川典夫,細山田得三,西川誠,室田盛康,犬飼直之：ラグランジュ的粒子による広島湾奥部の海水交換に関する研究,海洋開発論文集 Vol.11,pp.103-108,1995. 2) 中野晋,宇野宏司：吉野川河口におけるシオマネキ幼生孵化と潮汐応答,水工学論文集,第42巻, pp.1273-1278,2001.