

II-66

久里浜湾における生態系モデルの構築

運輸省港湾技術研究所 正 日比野忠史 正 細川 恭史

1. はじめに 久里浜湾での栄養塩の収支への寄与が大きいと考えられる大型海藻(アラメ, アカモク等)に焦点を当てた物質循環の実体について明らかにし, 大型海藻を中心とした生態系モデルを構築することを行った. 久里浜湾の生態モデルとして藻場モデルを提案する. 久里浜湾での栄養塩除去は藻場に依るところが大きい. 特に, 冬~春の間は海藻直上の溶存酸素変化は湾外から流入する海水の溶存酸素変化の10倍程度になっており, この季節の溶存酸素の変化は海藻の光合成のみを考慮すればよいことを明らかにしている. ここでは, 1996年9月~1997年10月の約1年間に久里浜湾で行われた4回の流動, 水質および生物調査結果をもとにモデルが構築されている.

2. 藻場モデルの構築(冬~春)

(1) 基礎方程式 浅水波方程式(鉛直運動は圧力分布に影響を及ぼさない, 静水圧分布を仮定)を基礎方程式として, 水平二次元計算を行った. 本計算では, 水温・塩分変化による密度変化, 風, 海岸域での潮の満ち引きが考慮されている. 差分スキームは Leap-frog 法, 風による海面せん断応力は次式を用いた. 水深が1mを越える場合には海面せん断応力の $b=1/2$ を海底せん断応力に加えている. $\Delta t=0.5s$ として $\Delta x=50m$ の正方形メッシュを用いた.

(2) 境界条件 河川からは常時 0.1m/s の流速と久里浜湾側からの流速の和(満潮時には 1/8 の流速)を与えている. 海側境界は St.3 での水位変化を海側から入力した後, 特性曲線法を用いて反射波を海側から通過させている.

河川側境界からの水温・塩分は実測値, 溶存酸素は0, 海側境界の水温は St.7 での実測値, 塩分は St.3 下層での実測値, 溶存酸素は 6 mg/l を与えている.

(3) 藻場モデル 大型海藻が光合成速度($P_v=0.5mg/l/h$, 春の観測値)で行われ, 照度(表層での実測値)が, 200 μE 以上の時に光合成, それ以下では呼吸($P_v=-0.05mg/l/h$)を行うものとした. 海藻によって直上 2m までの海水が光合成による酸素増加があるものとし, 次式で海藻上の溶存酸素 DO を与えている. また, 海藻被度は Fig.2 に示すように4段階に分け 75%以上で $c=4$, 25%以下で $c=1$ を係数として与えている.

$$DO \text{ mg/l/h} = P_v \cdot c \cdot 2 / \text{Depth}$$

光合成による窒素, リンの除去は窒素の除去量は $3.0 \times 10^{-3} mg/l/h$, リンの除去量は $1.9 \times 9 \times 10^{-4} mg/l/h$ として光合成が行われているときのみ除去されたとした. 海藻による除去量は DO と同様の処理をしている. 大型海藻の光合成速度, 海藻被度から溶存酸素を求め, 光合成による窒素, リンの除去量は Redfield 比から求めた.

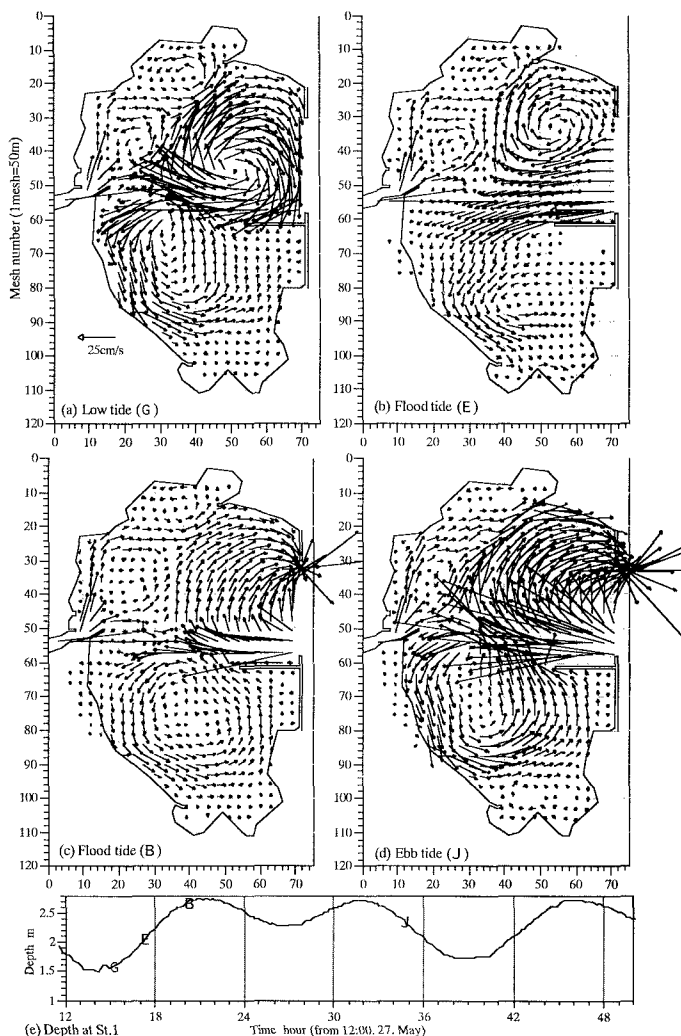


Fig.1 Velocity vector and tide (calculation results)

3. モデルの再現性評価 Fig.1 と Fig.2 に数値計算結果を示した。Fig.1 には(a)干潮、(b)上げ潮、(c)満潮、(d)下げ潮時の流速ベクトルと(e)St.1 の水深、Fig.2 には溶存酸素分布の日変動と計算に用いた大型海藻の被度分布が示されている。なお、Fig.1(a)～(d)の□、○、■、●は(e)の潮位変動に対応している。

(1) 流れ場 湾口部にできる環流、河口から岩礁に向かう環流、海岸線を湾南西に向かう流れが計算されており、計算結果（流速ベクトル）は浮子観測結果を再現している。計算結果から下げ潮時においても湾口南西側から流入があり、観測された満潮時から干潮時の chl-a、DO 分布の変化を説明することができる。本計算結果から久里浜湾では大きく、3つの領域に分けることができ、湾北東部は湾口付近と河口から岩礁に向かう環流域に分けられることがわかる。岩礁にできる環流域では湾口部にできる環流により効率的に河川水が岩礁域に運ばれる機構が存在していることがわかる。

(2) 大型海藻の活動と溶存酸素分布 Fig.2 に示した DO 分布は白い部分が飽和状態であり、白い範囲の内側にある黒～白の範囲は過飽和状態を表している。DO は藻場のある湾北東の岩礁域で日周期の変動がある。藻場での DO は正午過ぎから飽和になり、16:00 頃にピークを迎える。その後、飽和した海水は湾北東方向に移流されている。この DO 分布の経時変化は実測された海藻直上での DO 変化と良く対応しており、計算結果が、大型海藻の活動と DO の移流を再現していると評価できる。

(3) 栄養塩の除去 大型海藻の被度の高い場所で活発に栄養塩の除去が行われ、水深の深い場所では時間遅れで除去が行われていることがわかる。岩礁にできる環流（浮子による観測結果）によって河川からの流入した栄養塩が効率的に藻場に運ばれ、海藻によって栄養塩を除去しつつ、湾外に放出する機構が再現されている。計算では、13:00～14:00 の間に大型海藻によって湾全体で 25mg/l の DIN、1.5mg/l の DIP が除去されている。

4. おわりに

(1) 久里浜湾における生態系モデル（冬～春）

久里浜湾における冬～春の生態系は大型海藻に活動によると考え、藻場モデルを提案した。本モデルでは大型海藻による光合成活動によって栄養塩が除去されることをモデル化した。

(2) モデルの再現性評価

①久里浜湾湾口部にできる環流、河口から岩礁に向かう環流、海岸線を湾南西に向かう流れが計算されており、計算結果（流速ベクトル）は浮子観測結果を再現している。

② 大型海藻の活動と溶存酸素分布 計算された DO 分布の経時変化は海藻直上での DO 変化と良く対応しており、計算結果は大型海藻の活動と DO の移流を再現している。

③ 栄養塩の除去 大型海藻被度の高い場所で活発に栄養塩の除去が行われ、水深の深い場所では時間遅れで除去が行われていることが再現できた。岩礁にできる環流によって河川からの流入した栄養塩が効率的に藻場に運ばれ、海藻によって栄養塩を除去しつつ、湾外に放出する機構によって湾全体で約 25mg/l の DIN、約 1.5mg/l の DIP が除去されていることが推測できる。

参考文献 日比野忠史、豊田政史、西守男雄、細川恭史、鶴谷広一：久里浜湾の流れ場特性と生態系に関する研究、港湾技術研究所報告

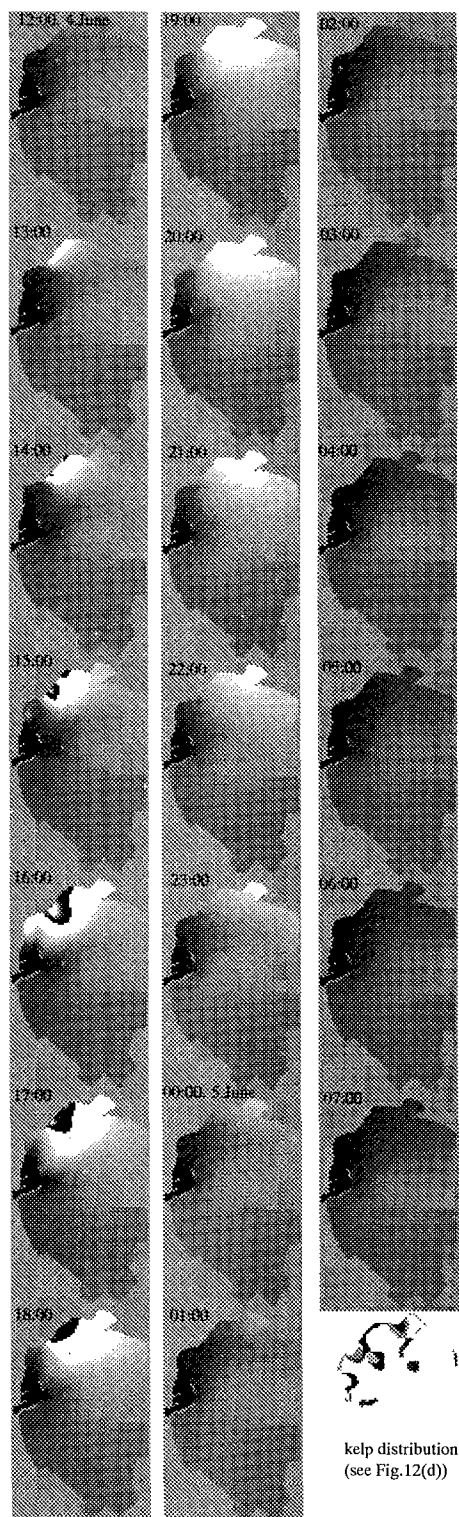


Fig.2 Variation of DO distribution (calculation)