

## 北上川洪水時の追波湾内低塩分水塊の挙動解析

東京工業大学 学生員 ○森 卓也  
 韓国水資源公社 正会員 李 炫錫  
 東京工業大学 正会員 石川 忠晴

## 1. 研究の目的

本研究で対象とする追波湾は三陸海岸南部に位置し、ワカメ・コンブ・ホタテ・カキ・ホヤなどの食用・餌用海藻類の養殖が盛んに行われている<sup>1)</sup>。北上川で洪水が発生した場合、追波湾表層付近では一過的に低塩分・高濁度状態となる。そのため、上記の水産生物に被害を生じる場合がある。従って、追波湾における低塩分水塊の挙動を把握する事は、水理学的な観点のみならず同湾の水産養殖の観点からも重要である。そこで本研究では、湾内において実施した塩分・濁度計測と、北上川約 30km にある登米観測所の濁度データを利用し、ランドサット衛星画像のバンド2およびバンド3画像から、追波湾における低塩分水塊の平面分布を推定した。

## 2. 解析手法

## 2-1. 濁度と塩分の相関

これまで行われた現地観測<sup>2)</sup>から、北上川出水時における追波湾内の濁度と塩分には図1に示す直線関係が概ね成立し、以下に示す式(1)のように表現できる。

$$S = S_0 \left( 1 - \frac{t}{t_0} \right) \cdots \cdots (1)$$

ここに、 $S$  は塩分、 $S_0 = 33(psu)$  は沖における塩分、 $t$  は濁度、 $t_0$  は図1に示す濁度切片値である。なお、この直線関係は、濁った河川水と清澄な海水が単純混合した結果と考えることができる

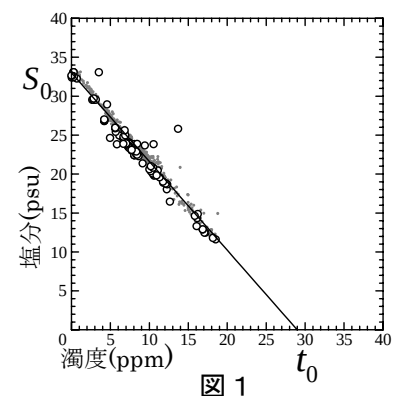


図1

## 2-2. 登米地点濁度からの濁度切片値の推定

登米から河口までの河川水の流達時間は洪水の規模によって異なる。マニング式を変形して流達時間と流量の関係を以下に示す式(2)のように表現できる。

$$T = \alpha Q^{-2/5} \quad (2)$$

ここで、 $\alpha = L \frac{B^{2/5}}{(I^{1/2}/n)^{3/5}}$  である。

登米における横断面形と河床勾配から $\alpha$ を概算すると $\alpha \approx 132$ となった。そこで $\alpha$ を100～300程度で数ケース仮定し推定濁度と濁度切片値の関係を調べた。その結果 $\alpha = 150$ の場合に両者の相関性は最も高くなった(図2参照)。そこで本研究では $\alpha = 150$ として以下の解析を行った。

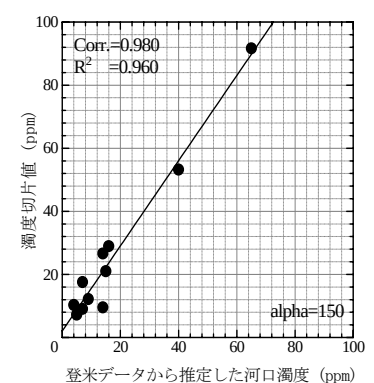


図2

キーワード 衛星画像解析, 低塩分水塊

連絡先 〒226-8502 神奈川県横浜市緑区長津田 4259

東京工業大学大学院 総合理工学研究科 環境理工学創造専攻 TEL 045-924-5515

### 2-2-2. CCT 値から濁度への変換式

工藤ら<sup>2)</sup>と同じ方法でバンド2とバンド3の値を基準化した後、濁度とCCT値の関係を3次関数式で回帰した。湾内で現地観測が行われている場合は、観測濁度とその地点におけるCCT値を用いた。これに加え、図2の相関関係から得られる濁度切片値と河口でのCCT値の組み合わせ、および沖の部分の濁度をゼロと仮定し、そのCCT値も用いた。これらのデータから最小二乗法により以下に示す式(3)を求めた。

$$t = 3232.79 + 55.82B2 - 246.04B3 + 7.58B2 \cdot B3 - 3.54B2^2 - 0.087B2^2 \cdot B3 + 0.029B2 \cdot B3^2 - 0.23B3^2 + 9.26 \times 10^{-5} B2^2 \cdot B3^2 \cdots \cdots (3) \\ + 0.039B2^3 - 0.012B3^3$$

ここに $t$ は濁度、 $B2$ はバンド2のCCT値、 $B3$ はバンド3のCCT値とする。

### 2-3. 塩分分布の推定

2-1で求めた塩分と濁度の関係式を用いて、2-2の濁度分布を塩分分布へと変換する。しかし、得られた結果の中には、河口から川の内部で推定塩分が正になる場合や、沖での推定塩分が異常に高くなる場合があった。これは、2-2で得られる推定濁度が正しく見積もられていないためである。ここで出水時には常に河口塩分が0psu、沖合いの塩分が約33psuと仮定し、これらを制約条件として湾内の塩分分布を推定した。

$$S = S_0 \frac{t_2 - t}{t_2 - t_1} \cdots \cdots (4)$$

ここで、 $t_1$ は沖合いの推定濁度、 $t_2$ は河口付近の推定濁度を示す。

## 3. 結果および考察

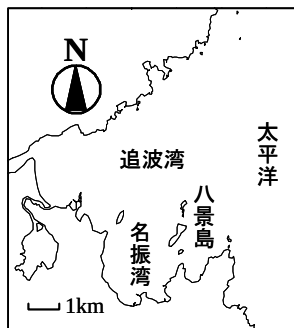


図3



図4

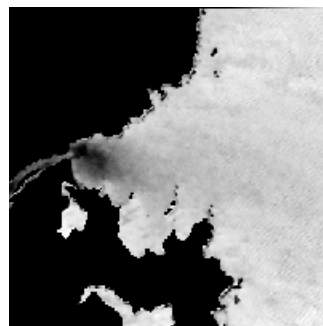


図5

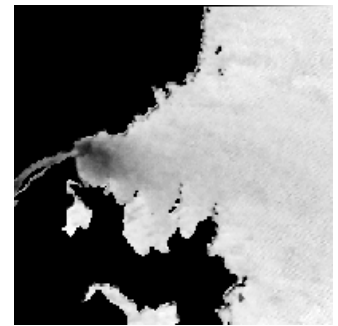


図6

-5 0 5 10 15 20 25 30 35

本研究では合計11シーンの衛星データについて解析を行ったが、ここでは代表例として2001年8月23日の結果を図5～図6に示す。図5が2-2での推定濁度からそのまま塩分を推定したもの、図6が2-3を用いて塩分推定したものである。図5では河口流出直後に塩分が負になり、また図4から分かるように沖にも濁度があるため、沖の塩分が低めに見積もられてしまった。これに対し、2-3に示した方法を用いることで図4のように河口直後の塩分はほぼゼロに、沖では33psu程度に落ち着くようになった。図5における低塩分の部分と、図4の濁水の流出部分はほぼ同じ位置となっており、衛星画像から低塩分水塊の挙動を把握することができた。

## 参考文献

- 1) 宮城県編：宮城県の伝統的漁具漁法Ⅷ 養殖編（わかめ・こんぶ），宮城県，p.13，1995.
- 2) 工藤健太郎，高坂香那，田中總太郎，石川忠晴：北上川融雪出水の追波湾における挙動について，海岸工学論文集，第49巻，pp.361-365，2002.