

LANDSAT 画像を用いた湾内水質解析手法について

芝浦工業大学工学研究科 学生会員 ○村上 飛鳥
芝浦工業大学工学研究科 正会員 菅 和利

1. はじめに

東京湾、伊勢湾、瀬戸内海など我が国主要な湾内では流入汚濁負荷量の増加により水質汚濁、自然海岸の減少、海生生物の生息場の減少など様々な問題を抱えている。これらの人間活動が湾内に与える影響を評価し、今後の水環境をモニタリングしていくことが重要である。通常、湾内における水質モニタリングでは船舶による採水と分析が主流であるが、測点と日時が限られるためグローバルな調査は困難である。人工衛星によるリモートセンシング技術を活用し、湾内における海水温やクロロフィル濃度等の水質項目を面的に把握することが有効と考えられる。

本研究では、調査対象域を閉鎖性内湾である伊勢湾と外海に開けている宇和島湾とし、観測衛星 LANDSAT/ETM+ の画像データと海上観測データを用いて水質解析を行なった。画像解析では分布画像精度の高いモデルを構築するため統計学的手法を用い、有効 BAND とその組合せを検討し、水質推定モデルを構築した。

2. 研究概要

外洋域における Chlorophyll-a 濃度推定モデルはある程度確立されているが、湾内や沿岸域では波や河川水の流入による散乱・混濁の影響を受けるため、この推定モデルは使用できない。推定モデルを作成するには衛星画像の撮影時での海域の水質測定を同期させる必要がある。今回対象にした伊勢湾、宇和島湾での同期したデータは存在しないので、近い時期での測定値（表 1 伊勢湾・宇和島湾海上観測データ）を用いることとした。この水質データと、衛星画像データとの回帰分析によりそれぞれの湾内に適した Chlorophyll-a 濃度および塩分濃度、溶存酸素量の推定モデルを作成した。

表 1 伊勢湾及び宇和島湾海上観測データ

	観測点	chlorophyll-a ($\mu\text{g}/\text{l}$)	DO (mg/l)
伊勢湾	1	5.312	9.25
	2	2.836	9.31
	4	5.54	6.59
	5	2.095	7.02
	6	0.802	6.45
	8	0.816	6.72
	9	1.805	7.69
	10	0.913	6.83
	11	1.439	6.88
	12	0.789	7.12
	13	0.435	6.55
	15	0.796	7.13
	16	0.587	6.66
	18	0.527	6.17
	A	0.583	6.89
	B	0.931	6.85
宇和島湾	U-0	1.4	5.32
	U-1	1.2	8.44
	U-2	0.6	6.42
	U-3	1.2	6.33

3. 水質推定モデルの解析方法

a) Chlorophyll-a 濃度推定モデルについて

推定式を以下の形式として、衛星画像データの種々の値との相関分析によって推定式を定めた。

$$\text{Log}(\text{Chlorophyll-a}) [\mu\text{g}/\text{l}] = \beta_1 X + \beta_0$$

(Chlorophyll-a : SeaTruth, β_1 : 回帰係数, β_0 : 切片, X : 独立変数)

独立変数には BAND1~5 の Reflectance (反射率) を代入、さらに BAND 間の演算組合せを考慮し、160 パターンの独立変数について回帰分析し、Chlorophyll-a 推定モデルを作成した。なお、Chlorophyll-a 濃度推定モデルの場合、反射率の比演算により算出可能であるため、独立変数パターンは 160 通りで、DO の推定モデルに関しては独立変数パターンを 250 通りとして分析した。

キーワード LANDSAT/ETM+ chlorophyll-a 溶存酸素量 水質推定モデル

連絡先 〒108-8548 東京都港区芝浦 3-9-14 芝浦工業大学工学部土木工学科水圏環境研究室

TEL 03-5476-3055

4. 分布画像生成結果

解析による各推定モデルを用いて、分布画像を生成した結果を図1～4に示す。

(※) 推定モデル式中の B1 : B2 : B3 : B4 : B5 は、LANDSAT/ETM+ の BAND1～BAND5 の分光反射率 (Reflectance) を示す。

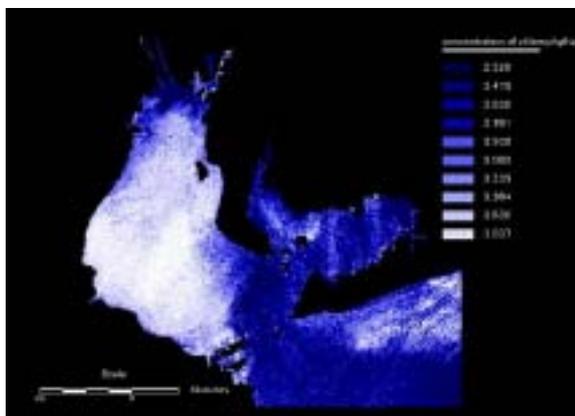


図1 伊勢湾 : chlorophyll-a 濃度分布画像
 $\log(\text{Chlorophyll-a})[\mu\text{g}/\ell]$
 $=1.034(B1-B3)/(B1+B3)-0.816$ ($R^2=0.863$)

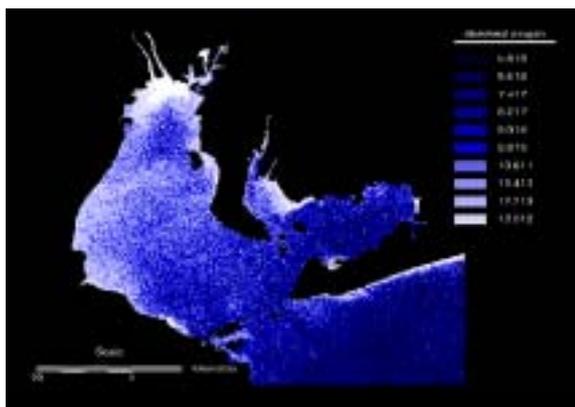


図2 伊勢湾 : 溶存酸素量分布画像
 $\text{DO}(\text{mg}/\ell)=123.998(B4)-232.629(B5)$
 $+129.679(B2)-1.932$ ($R^2=0.664$)

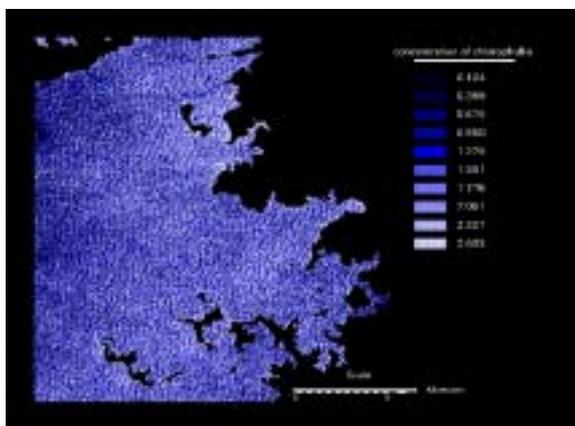


図3 宇和島湾 : chlorophyll-a 濃度分布画像
 $\log(\text{Chlorophyll-a})[\mu\text{g}/\ell]$
 $=-8.126(B1/(B2+B5))+4.530$ ($R^2=0.891$)

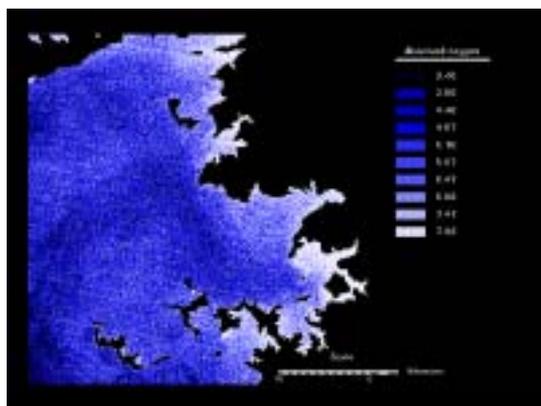


図4 宇和島湾 : 溶存酸素量分布画像

$$\text{DO}(\text{mg}/\ell)$$

$$=146.983(B1+B5)-374.810(B4)-1.185$$

$$(R^2=0.993)$$

5. 結果及び考察

分布画像生成結果からわかるように、適用した推定モデル中の BAND または演算形式も伊勢湾と宇和島湾では異なることが分かった。これは、各海域におけるイオン組成の相違が BAND の反射率に大きく影響したものと思われる。しかし、各水質項目別に作成したモデル式は従来の研究よりも精度が高く、高精度の分布画像を生成することが出来た。

分布画像の濃淡の薄い(白い)部分は濃度が高く、逆に濃淡の濃い部分は濃度が低いことを示している。

伊勢湾の Chlorophyll-a 濃度は外海に比べて高く、湾中央部に植物性プランクトンや栄養塩類が停滞し、赤潮の発生の危険性が高いことを示している。これは伊勢湾の平均水深が 10m 前後と浅く、外海水との交換が不活性となる地形的要因に起因していると思われる。他方、宇和島湾では複雑な湾形状にもかかわらず、外海水との交換がなされるために全体的に低濃度である。

湾奥部では河川水の流入により Chlorophyll-a の濃度は低く、DO 濃度は高いことが判る。宇和島和湾の湾奥部では魚、真珠貝の養殖が盛んに行われており、赤潮の発生が問題になっているが、地形的には赤潮の発生しにくい場所であることを示している。しかし、海底に長期にわたって蓄積された栄養塩類の挙動とあわせた経年的なモニタリングの必要な場所である。

この研究は(財)港湾空港建設技術サービスセンター研究開発助成の補助金を受けて行なった研究である。ここに記して謝意を表します。