

ランドサット TM データを用いた三河湾内のクロロフィル濃度分布の予測

豊橋技術科学大学 建設工学課程

○西尾友邦

豊橋技術科学大学 建設工学専攻

大林栄正

豊橋技術科学大学 建設工学系

正会員

青木伸一

1 はじめに

富栄養化した内湾の水質を広範囲にモニタリングするために、広域性、同時性、反復性のある人工衛星データを用いることが考えられる。本研究では三河湾におけるクロロフィル濃度を対象として、過去数年にわたる水質観測結果をもとに、ランドサットの TM データを用いた予測法について検討した。

2 水質調査

三河湾での水質調査はランドサットの飛来日にあわせて、1995 年 10 月 16 日、1996 年 4 月 25 日、7 月 30 日、10 月 18 日、1997 年 9 月 3 日、10 月 21 日、1998 年 8 月 21 日、11 月 9 日の計 8 回行ったが、このうちランドサットの TM データが使用可能な晴天の日は 6 回であった。湾内の観測地点は図 1 に示す 31 点である。水質項目としては、クロロフィル濃度、透明度、水温、濁度、SS 等である。

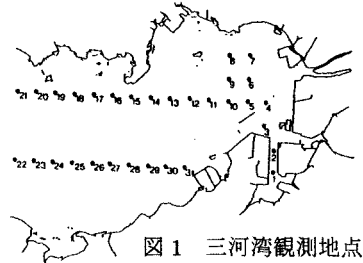


図 1 三河湾観測地点

3 クロロフィル濃度と TM データの相関

ランドサット TM データのバンドは可視域から遠赤外域まで 7 バンドあるが、表層のクロロフィル濃度はそれらのどれも単バンドとしては相関を示さない。青木ら¹⁾は、バンド 1 とバンド 3 の CCT 値の差とクロロフィル濃度に相関があることを示している。図 2 は上記の全観測についてバンド 1 とバンド 3 の差と表層のクロロフィル濃度（対数表示）の関係を示したものである。1 回の測定毎には比較的良好な相関を示している（相関係数は 95/10/16 は -0.665, 96/4/25 は -0.382, 96/10/18 は -0.680, 97/9/3 は -0.904, 97/10/21 は -0.676, 98/8/21 は -0.703）が測定時期による平均値のばらつきが大きく、このままでは予測が困難であることがわかる。

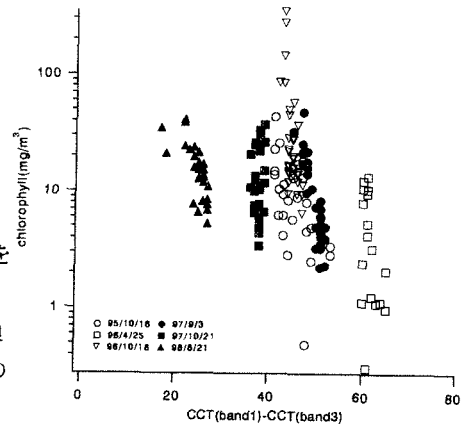


図 2 CCT(band1-band3)とクロロフィルの関係

4 日射量による補正

図 2 で観測時期毎に平均値が異なる理由として、日射量の相違が挙げられる。そこで観測日の直達日射量を算出し、これを用いて補正を行うことを考えた。図 3 はバンド 1 とバンド 3 の CCT 値の全測点での平均値と算出した日射量との関係を示したものである。図 3 から求められる回帰式から夏至（日射量 0.663183 kW/m^2 ）のときバンド 1 とバンド 3 の CCT 値をそれぞれ求め、夏至を基準として他の時期の CCT 値を補正する。この操作により各観測時期毎の各バンドの平均値を一致させることができる。表

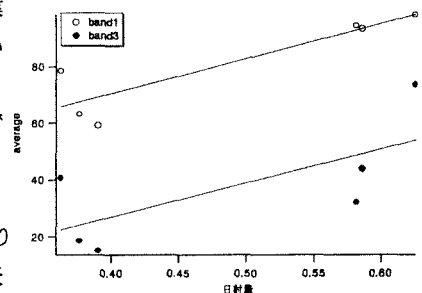


図 3 日射量と CCT 値の関係

1 に補正係数を示す。このようにして補正されたバンド 1 とバンド 3 の CCT 値の差をとりクロロフィルとの相関をみると図 4 のようになる。平均値を揃えたことにより、データは一箇所に集まるが依然としてばらつきは大きい。この場合の相関係数は -0.406、回帰式は次のようになる。

$$\log(chl) = -0.078271(band1 - band3) + 4.492$$

5 絶対輝度値を用いた相関

上で用いた CCT 値

は輝度値を 0~255 の間に収まるようにした輝度データの相対値である。そこで、大気補正などを行うときに一般的に用いられる絶対

輝度値を使い相関を考

える。相対輝度値を絶対輝度値にするには以下の式が用いられる。

表 1 夏至を基準とした補正係数

観測日 (日射量 k w/m ²)	Average band1 (補正係数)	Average band3 (補正係数)
1998/6/20	0.663	102.99 (1.000)
1995/10/16	0.390	59.32 (1.736)
1996/4/25	0.581	94.48 (1.090)
1996/10/18	0.376	63.29 (1.627)
1997/9/3	0.586	93.55 (1.100)
1997/10/21	0.362	78.61 (1.310)
1998/8/21	0.626	98.35 (1.047)

$$R = \frac{V}{D_{\max}}(R_{\max} - R_{\min}) + R_{\min} \quad D_{\max} = 255$$

ここで、V は CCT 値、R はそのときの絶対放射輝度、 $R_{\min}$ 、 $R_{\max}$ はバンド毎に与えられている。この式により変換された輝度値を 4 と同様に日射量比により補正しバンド 1 とバンド 3 の差との相関を示したのが図 5 である。これより絶対輝度値を用いても相関の程度は改善されないことがわかる。さらに、近赤外域のバンドの値を用いて大気補正（パスラジアンズの補正）²⁾を試みたが、これについても改善はみられなかった。

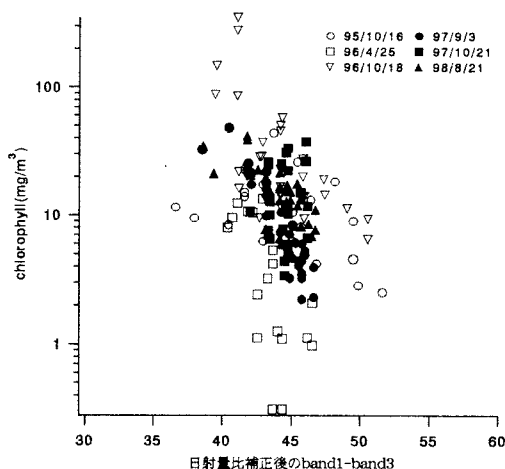


図 4 日射量比補正後のバンドとの相関

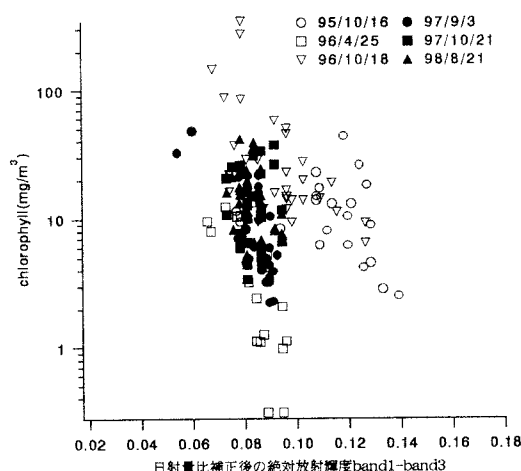


図 5 絶対放射輝度値 R による相関

5 おわりに

本研究では、日射量を補正することにより、季節変化に対するある程度の補正が行われたがまだ十分な精度に達していない。今後は、パスラジアンズや他の水質成分（SS 等）の影響を考慮して、さらに補正方法を検討する必要がある。最後に、水質観測を行うに当たり観測船をご提供いただいた、運輸省第 5 港湾建設局三河港工事事務所に謝意を表します。

参考文献 1) 青木・東・大林他：ランドサット画像を用いた内湾のクロロフィル分布の予測について、海洋開発論文集, vol.13, 1997

2) 宇多・村井・竹渕：海域調査における衛星リモセンデータの実用的補正方法、第 35 回海講論文集, 1988