

8. ランドサットデータを用いた内湾のクロロフィル 濃度分布の予測法とその適用性

APPLICABILITY OF SATELLITE REMOTE SENSING OF CHLOROPHYLL CONCENTRATION IN A EUTROPHIC BAY USING LANDSAT TM DATA

青木 伸一*・大林 栄正**

Shin-ichi AOKI, Terumasa OBAYASHI

ABSTRACT; Field measurements of chlorophyll concentration and other water quality indexes are carried out for several times in Mikawa Bay, one of eutrophic inner bays. The data are compared with LANDSAT TM data and the possibility of remote sensing from satellite images is discussed. An algorithm is proposed for the prediction of chlorophyll concentration, where bands 1 and 3 are used and atmospheric correction is made by considering effects of aerosol concentration.

KEYWORDS; remote sensing, LANDSAT, chlorophyll-a, aerosol, eutrophic bay

1. まえがき

慢性的な富栄養状態にある三河湾では、赤潮とそれに関連する苦潮（青潮）という、深刻な水質問題が発生している。これに対して、流入負荷の削減、有機汚泥の除去や覆砂など、種々の水質改善策が講じられているが、富栄養化した内湾の水質の動態を明らかにし、このような種々の対策の効果を把握するためには、広範囲をカバーする継続的な水質のモニタリングが不可欠である。愛知県では湾内の20数点の水質観測点で毎月水質観測を行っているが、湾全体の水質の動態を把握するには十分とは言えない。

人工衛星画像を利用したリモートセンシングは、近年海域においても、水温分布、クロロフィル濃度分布、濁度分布等が人工衛星データから推定できることなどがわかってきており（杉森, 1982）、今後内湾域においても人工衛星による水質のモニタリングが期待される（村上ら, 1988；水尾ら, 1998）。

本研究は、富栄養化した内湾の重要な水質指標の1つである、クロロフィル濃度に着目し、三河湾における数年間にわたる現地観測データを、ランドサットTMデータと比較することにより、クロロフィル濃度の予測式の構築を試みたものである。観測結果に基づく、三河湾の水質特性等については、関連する著者らの研究（青木ら, 1997）を参照していただきたい。

2. 水質観測の概要

1995年から1998年にかけて、ランドサットの飛来日にあわせて、三河湾東部海域（渥美湾）において計8回の水質観測を行った。このうち、晴天でランドサットデータが取得できたのは、付表-1（1）、（2）に示す6日間であった。水質観測は、図-1中に黒丸で示す31地点（東西方向の間隔約1.5km）で行った。クロロフィル濃度（クロロフィル-a）は、表層水のサンプリングを行うとともに、海中蛍光光度計を用いて、表層から水面下6mまで測定した。また、濁度（現地用濁度計）、水温お

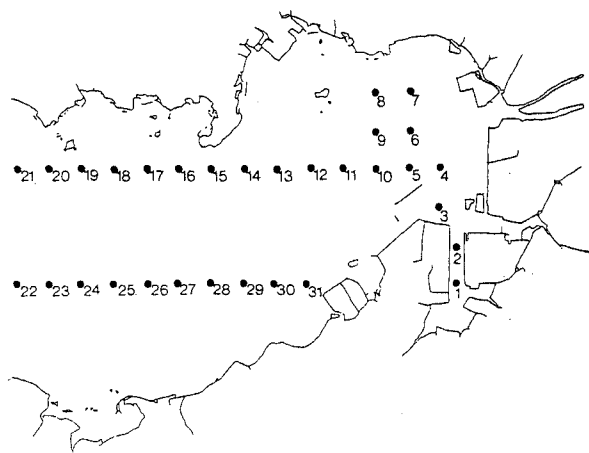


図-1 水質観測地点

* 豊橋技術科学大学建設工学系（Dept. of Architecture and Civil Eng., Toyohashi University of Technology）

** 玉野総合コンサルタント株式会社（Tamano Consultants Co., Ltd.）

よび透明度についても同時に測定した。付表－１には、表層水のクロロフィル-a濃度、透明度、および1997年以降の3回の観測については、SSを示している。測定はいずれも午前9時30分頃から開始し、調査ポイントNo.3から順次No.31まで移動し、最後にNo.2, No.1を測定して終了する。午前中にNo.21地点まで測定を行い、測定が終わるのは午後3時ごろである。

観測結果より、いずれの観測日においても、クロロフィル濃度は湾奥部で高く、湾口部で低いという傾向が現われている。特に1996年10月18日については湾奥部で赤潮が発生しており、クロロフィル濃度が極めて高かった。透明度は、クロロフィル濃度とは逆に、湾口部で大きく湾奥部で小さくなる傾向にある。濁度は、濁度計の精度の問題もあるが、湾奥でわずかに検出される場合がある程度であった。ただし、1996年10月の赤潮発生時には測定を行っていない。

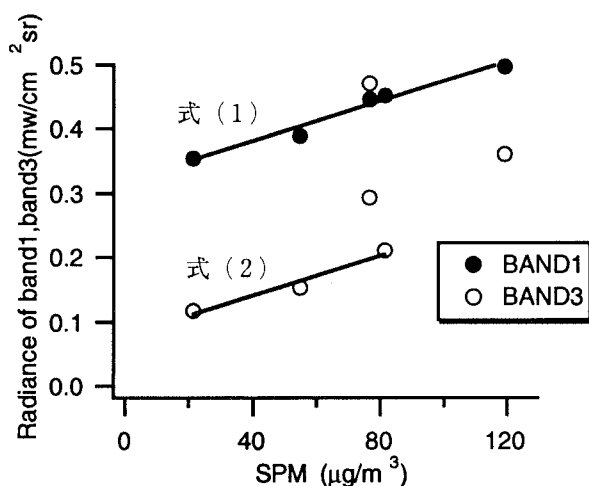
3. ランドサットデータとの比較

3.1 TMデータの取得および補正

測定したクロロフィル濃度と、(財)リモートセンシング技術センターより購入したランドサットTMデータとの比較を行うために、市販のソフトウェア(DIMPLE)を用いて幾何補正、画像データのスムージング(7画素×7画素、1画素60m)を行った後、水質測定点での各バンド毎のCCT値を読み取った。付表－１には、このCCT値をband-1～band-4(各バンドの中央波長値は表中に示す)について示している。ただし、1995年10月6日については対象領域に雲がかかっていたため、その範囲を除いてある。さらに、CCT値からの換算式(宇宙開発事業団、1988)を用いて絶対放射輝度値を算定した。また、日射量の季節変化を補正するために、観測日の太陽高度角 i を計算し(木村、1992)、絶対放射輝度値に $1/\sin(i)$ を乗じることにより、日射量補正を行った。観測日の太陽高度角については、付表－１に示すとおりである。なお、TMデータをクロロフィル濃度と比較する場合は、クロロフィル濃度の時間変動を考慮して、ランドサットの撮影時刻午前10時頃からおよそ1時間前後以内に取得したデータを用いた。対象となる観測点のデータを、付表－１に太枠で囲んで示してある。

3.2 エアロゾル濃度と絶対放射輝度値の関係

TMデータの大气補正を行うために、水尾ら(1995)が東京湾で行った方法にならって、まずエアロゾル濃度と絶対放射輝度値との関係について調べた。水尾らはクロロフィル-a濃度の予測に、band-1とband-4の輝度値を用いているが、付表－１に示すように、band-4の輝度値は輝度値が小さく丸め誤差が相対的に大きくなること、および、青木ら(1997)によれば、CCT値をそのまま用いた場合、(band-1)－(band-3)とクロロフィル-a濃度の相関が高いことがわかっている。本研究ではband-1とband-3について考察を進める。エアロゾル濃度の指標として、渥美湾周辺の陸上の大気測定局(9か所)から取得した、浮遊粒子状物質(SPM)濃度の午前10時の観測データの平均値を用いた。図－2は、SPM濃度とband-1およびband-3の太陽高度補正済み絶対放射輝度値との関係をみたものである。ただし、輝度値については、すべての水質観測点での輝度値の平均値を用いている。これより、band-1の輝度値はSPM濃度と高い相関があるが、band-3については、特に夏場の観測(1997年9月3日および1998年8月21日)でデータが大きな輝度値を示していることがわかる。図－3は、band-1とband-3の輝度値の関係を全観測点についてプロットしたものであるが、4月、10月のデータに比べて、夏場のデータは大きくずれていることがわかる。水尾ら(



図－2 SPM濃度と絶対放射輝度値の関係

1995) によれば、各バンドの輝度値ともSPM濃度と高い相関を示すことが報告されているが、今回のデータは異なった傾向を示している。この傾向は、陸上の輝度値についてもみられるため、夏場の水質変化による結果とは考えられず、エアロゾル以外の大気成分の影響と考えざるを得ない。

SPM濃度の推定式を求めるために、band-1については図-2の全データを、band-3については、異なった傾向を示す点を除き、図-3に黒いシンボルで示した3回の実測値を用いて求めることにした。その結果、回帰式として次式を得た。

$$L_1 = 0.00155A + 0.320 \quad (1)$$

$$L_3 = 0.00154A + 0.080 \quad (2)$$

ここに、A：SPM濃度、 L_1 ：band-1の絶対放射輝度値、 L_3 ：band-3の絶対放射輝度値である。

3. 3 クロロフィル-a濃度と絶対放射輝度値の関係

図-4は、SPM濃度が観測日の中で最も低かった1995年10月6日の観測データを用いて、クロロフィル-a濃度（常用対数値）とband-1およびband-3の絶対輝度値（ L_1, L_3 ）との相関をみたものである。これより、いずれのbandもクロロフィル-a濃度と負の相関を示すことがわかる。これは、岡ら（1996）の東京湾におけるデータとは逆の傾向を示すものである。図-4より、回帰式を求めると次のようになる。

$$L_1 = -0.0262Ch + 0.363 \quad (3)$$

$$L_3 = -0.0113Ch + 0.121 \quad (4)$$

ここに、Chは、クロロフィル-a濃度の常用対数値を表す。

3. 4 大気補正アルゴリズムの適用によるクロロフィル-a濃度の予測

水尾ら（1995）にならって、Gordonの大気補正アルゴリズムを適用して、クロロフィル-a濃度とセンサで観測される絶対輝度値（太陽高度角補正済）の関係式を誘導する。まず、センサで観測されるband- i における輝度値 L_i を、次式の3種類に分類する。

$$L_i = L_{wi} + L_{ai} + L_{mi} \quad (5)$$

ここに、 L_{wi} ：海面からの放射輝度、 L_{ai} ：エアロゾル散乱光の輝度、 L_{mi} ：大気分子散乱光の輝度である。（5）式を（1）～（4）式と比較すると、（1）および（2）式の定数項は L_{wi} および L_{mi} を含むことがわかる。また、（3）および（4）式の定数項には L_{ai} 、 L_{mi} の他に、クロロフィル以外の物質の影響が含まれていることになる。ここでは、 L_{wi} のうち、クロロフィルの影響を表す項を L_{ci} 、それ以外を L_{oi} とする。

次に、 L_{mi} については、大気条件にかかわらずバンド毎に一定と仮定する。そこで、band-1の大気分

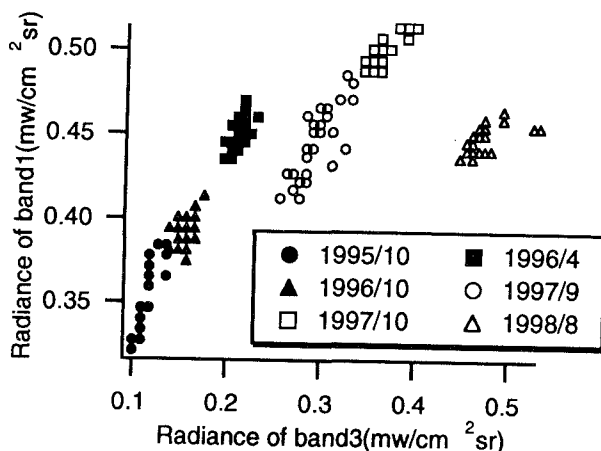


図-3 band-1とband-3の絶対放射輝度の関係

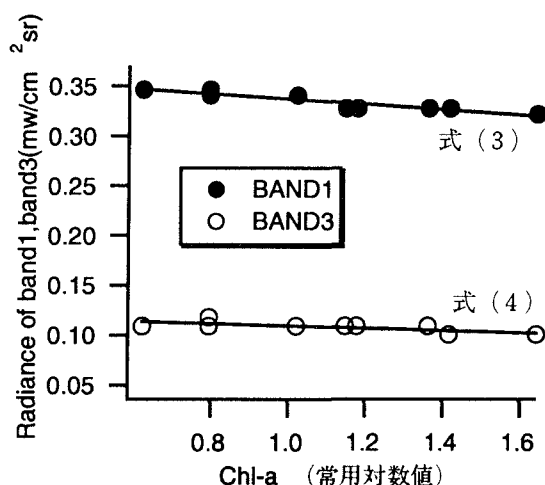


図-4 クロロフィル-a濃度と絶対放射輝度の関係

子散乱光の輝度値 L_{ml} を求めるために、1995年10月6日のSPM濃度 $21.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を(1)式の右辺第1項に代入して求めた値を L_{al} として(3)式の右辺定数項から引くことにより求めると、 $L_{ml} + L_{ol} = 0.330$ となる。これを用いると、 L_{cl} は次式のように与えられる。

$$L_{cl} = L_1 - 0.00155A - 0.330 \quad (6)$$

上式中のSPM濃度 A を、(2)式を用いて、

$A = (L_3 - 0.080)/0.00154$ と表し、(6)式に代入することによって、次式を得る。

$$L_{cl} = L_1 - L_3 - 0.25 \quad (7)$$

上式で与えられる L_{cl} とクロロフィル-a濃度との関係をみたのが図-5である。ここには、(2)式を求める際に使用した3日間のデータのみが示してあるが、比較的良好な相関を示している。図-5中に示した回帰式より、クロロフィル-a濃度は次式で求めることができる。

$$\log_{10}\{Ch(\text{mg}/\text{m}^3)\} = 81.3(L_3 - L_1) + 19.7 \quad (8)$$

上式を用いて予測したクロロフィル-a濃度と実測値の関係を図-6に示す。誤差範囲は ± 0.7 程度なので、実際のクロロフィル-a濃度では、0.2~5倍程度の範囲でばらつくことになり、予測精度は高いとはいえない。

(8)式は、6日間の観測日のうちの3日間のデータのみを用いて推定したものであるが、それ以外の観測日についても推定を行うためには、図-2におけるband-3の推定値(実線)と実際の平均輝度値の差を R として、実際の輝度値から、平均的な残差 R を差し引いたものを、 L_3 と読み替えて(7)式に代入することにより、 L_{cl} を求めることができる。このようにして求めた L_{cl} とクロロフィル-a濃度の関係を図-7に示すが、特に夏場のデータにばらつきが大きく、統一的に表すことはできないことがわかる。

最後に、1996年10月18日の全観測地点でのデータについて、予測値と観測値を比較したものを図-8に示す。予測式の構築に用いた3日間のデータについては、空間的な変動をよく表していることがわかる。

4. あとがきおよび謝辞

本研究では、三河湾において計6回にわたって測定したクロロフィル濃度を、ランドサットTMデータと比較することにより、人工衛星データを用いた内湾のクロロフィル濃度のモニタリングの

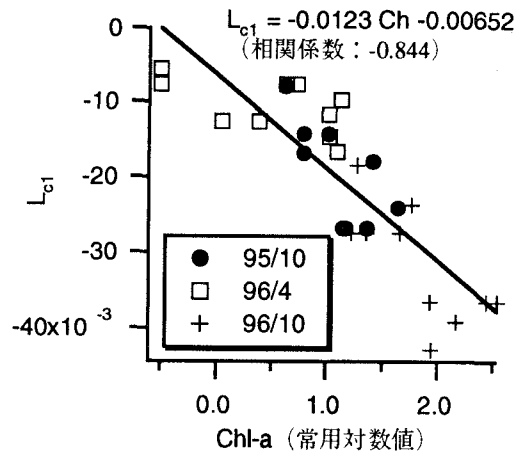


図-5 クロロフィル濃度と L_{cl} の関係

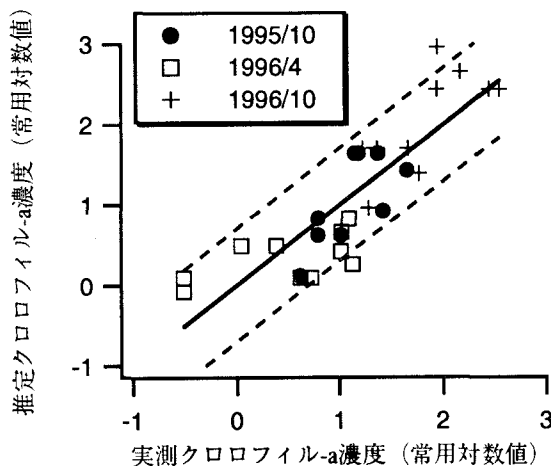


図-6 実測値と予測値の関係

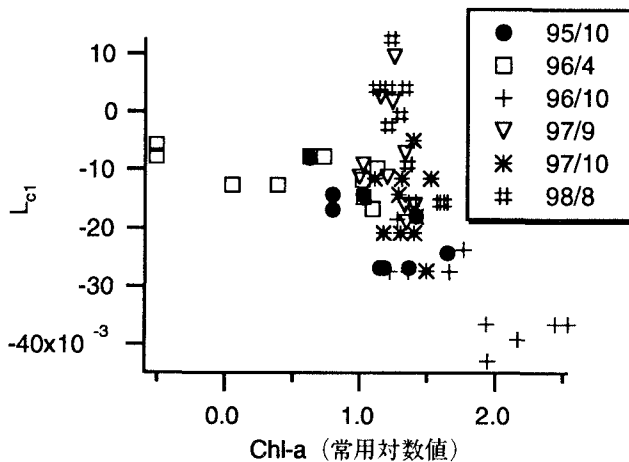


図-7 全観測日を対象としたクロロフィル濃度と補正後の L_{cl} との関係

可能性について検討した。得られた知見は以下のとおりである。

(1) 水尾ら(1995)の方法にならって大気補正を試みたが、band-3の輝度値とSPM濃度の関係がが夏場に大きくずれ、すべての観測データについて補正することはできなかった。

(2) band-3の輝度値とSPM濃度の相関がはっきり現われる3日間のデータについては、濃度そのものの予測精度は高いとはいえないが、湾内の分布特性を表すには十分な精度で予測することができた。

(3) 水尾らによる東京湾に関する研究で

は、band-1とband-4の値を用いて予測式が構築されているが、我々のデータではband-4の輝度値が小さいため、band-1とband-3を用いた予測式を構築した。単バンドとの相関特性については、水尾らとは異なる結果であったが、結果的には水尾らと似た表現式を得た。

今後は、水質が悪化する夏場を対象に水質観測を実施し、さらに精度の高い予測法を検討していく予定である。

最後に、本研究を行うに当たり、調査船を快くご提供頂いた、運輸省第五港湾建設局三河港湾工事事務所の方々に深甚の謝意を表します。また、貴重な資料をご提供頂くとともに、多くの助言を頂いた、横浜市環境科学研究所、水尾寛己様に謝意を表します。さらに、調査・水質解析にご協力いただいた、弘前大学農学生命科学部、東信行先生をはじめ、豊橋技術科学大学の学生諸君に謝意を表します。

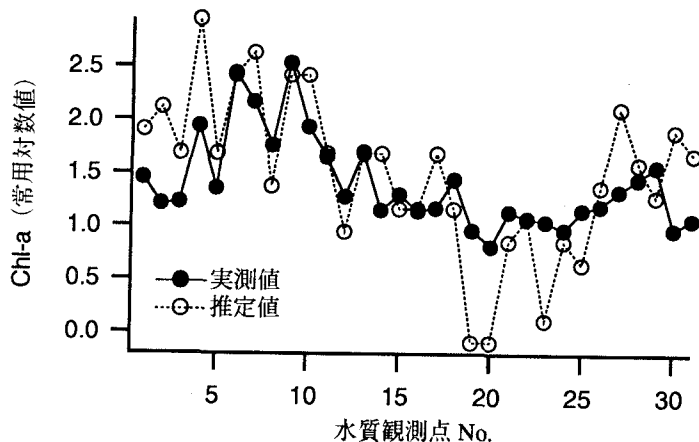


図-8 クロロフィル濃度分布の比較 (96/10/18)

参 考 文 献

- 青木ら(1997)：ランドサット画像を用いた内湾のクロロフィル分布予測について，海洋開発論文集，vol.13，土木学会，pp.237-241.
- 宇宙開発事業団(1988)：地球観測データ利用ハンドブック，ランドサット編，リモートセンシング技術センター.
- 岡・水尾・安岡(1996)：ランドサットTMデータによる大気補正とクロロフィル-a濃度の推定，リモートセンシング学会，第20回学術講演会論文集，pp.125-126.
- 木村(1992)：建築環境学1，丸善，pp.13-14.
- 杉森(1982)：海洋のリモートセンシング，共立出版，275p.
- 水尾ら(1995)：東京湾の富栄養化に関する調査報告書，第7章，第8章，横浜市環境科学研究所環境研究資料No.117，pp.101-127.
- 水尾ら(1998)：人工衛星データによる水質モニタリングー関連自治体による環東京湾プロジェクトの紹介ー，日本リモートセンシング学会誌，vol.18，No.3，pp.62-66.
- 村上ら(1988)：リモートセンシング手法の水質調査への適用，港湾技術研究所資料，No.626，運輸省港湾技術研究所.

付表-1 (1) 実測結果およびバンド別輝度値 (CC T値)

1995年10月16日 太陽高度角: 39.32°, 平均浮遊粒子状物質濃度: 21.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$							
測点No.	Chl-a (mg/m^3)	透明度 (m)	SS (mg/l)	band-1 (485nm)	band-2 (560nm)	band-3 (660nm)	band-4 (830nm)
1	4.90	2.5					
2	8.46	2.5		61	20	17	9
3	26.12	1.6		55	16	13	6
4	43.89	1.5		54	16	13	6
5	15.08	2		55	16	14	6
6	14.06	2.1		55	19	14	6
7	23.05	2.2		55	17	14	6
8				55	16	13	6
9				56	16	14	6
10	6.25	2.6		58	18	15	6
11	10.50	2.6		57	17	14	6
12	6.25	2.5		57	17	14	7
13	11.53	2.6					
14	4.20	2.9		58	17	14	6
15	9.48	3.2					
16	2.86	2.9					
17	5.76	3.2					
18	0.00	3.3					
19	3.39	2.9					
20	0.00	3.1		63	20	17	8
21	2.53	3.1		63	20	15	7
22	8.99	4.7		64	21	16	8
23	4.58	4.1		64	18	16	8
24	0.49	3.5					
25	8.13	3.2		64	19	17	9
26	2.86	3.0		62	18	15	7
27	18.31	2.0		61	19	15	7
28	13.20	2.1		60	19	15	7
29	17.29	2.1		58	20	15	7
30	13.20	2.2		56	19	14	7
31	11.53	2.7					

1996年4月25日 太陽高度角: 53.94°, 平均浮遊粒子状物質濃度: 81.44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$							
測点No.	Chl-a (mg/m^3)	透明度 (m)	SS (mg/l)	band-1 (485nm)	band-2 (560nm)	band-3 (660nm)	band-4 (830nm)
1	9.60	2.0		96	34	35	20
2	7.97	2.5		94	34	34	18
3	10.45	3.0		94	34	33	17
4	12.42	3.5		93	34	33	17
5	13.41	3.5		93	34	32	17
6	5.34	3.5		92	32	31	15
7	1.12	3.5		91	32	31	15
8	2.43	4.0		91	33	31	15
9	0.31	3.0		91	32	30	15
10	10.66	3.5		92	33	32	15
11	0.31	4.0		92	32	31	15
12	4.21	4.0		92	32	31	15
13	0	4.0		93	32	31	15
14	0	4.0		93	32	30	15
15	0	4.2		95	33	31	15
16	0	4.5		95	33	32	16
17	0	4.4		95	33	32	17
18	0	5.3		96	33	32	17
19	0	5.5		96	34	32	17
20	0	4.5		97	35	33	17
21	0	4.5		97	35	33	17
22	0	4.0		97	35	33	16
23	0.98	4.5		98	35	33	17
24	2.08	5.5		98	35	33	17
25	0	4.5		96	34	33	17
26	1.10	5.0		96	34	33	16
27	0	4.5		96	34	33	16
28	1.12	4.5		96	34	32	16
29	0	4.0		95	34	32	17
30	3.22	3.0		95	34	33	17
31	1.26	3.5		94	33	32	16

1996年10月18日 太陽高度角: 38.36°, 平均浮遊粒子状物質濃度: 54.75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$							
測点No.	Chl-a (mg/m^3)	透明度 (m)	SS (mg/l)	band-1 (485nm)	band-2 (560nm)	band-3 (660nm)	band-4 (830nm)
1	28.5			63	20	19	9
2	16.2			64	20	20	12
3	16.7			62	19	18	9
4	87.1			61	19	19	8
5	22.9			62	19	18	8
6	276.9			62	20	19	10
7	146.7			63	20	20	11
8	57.6			64	19	19	8
9	346.2			62	19	19	9
10	85.5			62	20	19	10
11	45.3			62	19	18	8
12	19.0			62	19	17	7
13	49.9			62	20	18	9
14	14.3			62	19	18	8
15	19.9			63	19	18	7
16	14.0			63	20	18	8
17	14.9			62	20	18	9
18	27.6			63	19	18	7
19	9.3			64	19	17	7
20	6.5			64	20	17	8
21	13.9			65	20	19	8
22	12.0			66	20	20	8
23	11.3			65	20	18	7
24	9.4			65	20	19	8
25	14.4			64	20	18	8
26	15.9			64	19	19	7
27	21.9			64	20	20	8
28	28.7			65	21	20	12
29	37.0			67	21	21	10
30	9.5			63	19	19	7
31	11.9			62	19	18	8

1997年9月3日 太陽高度角: 54.56°, 平均浮遊粒子状物質濃度: 76.75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$							
測点No.	Chl-a (mg/m^3)	透明度 (m)	SS (mg/l)	band-1 (485nm)	band-2 (560nm)	band-3 (660nm)	band-4 (830nm)
1	48.3	1.8	5.7	95	34	48	28
2	32.8	1.8	4.6	92	32	47	28
3	25.5	2.5	4.2	89	31	42	19
4	18.0	4.0	5.6	89	30	41	19
5	9.8	4.0		89	30	41	19
6	17.4	3.5	4.3	88	30	41	19
7	21.6	3.2	6.0	88	31	41	18
8	21.4	3.2	4.4	89	31	42	19
9	22.1	3.5	6.1	89	30	41	18
10	14.1	4.0	4.7	89	30	41	19
11	16.0	4.0	5.0	89	30	41	18
12	10.5	5.0	4.9	90	30	41	19
13	5.3	5.7	3.5	94	32	43	21
14	6.0	6.3	6.2	95	32	44	21
15	8.4	5.2	4.9	98	34	47	24
16	7.3	4.8	6.8	96	33	46	23
17	4.6	5.0	7.3	98	34	47	24
18	6.1	6.0	5.1	97	33	46	23
19	5.0	5.2	6.3	100	34	48	24
20	7.1	5.4	6.9	99	34	48	24
21	4.4	5.7		96	33	45	23
22	3.5	6.0	3.8	95	32	44	20
23	2.3	6.2	4.4	97	33	45	22
24	4.1	5.8	6.0	96	32	45	22
25	4.4	5.5	3.8	95	32	44	21
26	3.5	6.3	4.1	95	32	44	21
27	2.2	5.9	6.0	95	32	44	21
28	3.9	5.7	4.4	97	33	45	22
29	3.3	4.3	5.4	95	32	44	22
30	5.0	4.5	5.3	93	32	43	21
31	3.3	4.2	4.9	93	31	43	21

付表－１（２） 実測結果およびバンド別輝度値（CCT値）

1997年10月21日 太陽高度角：37.41°，平均浮遊粒子状物質濃度：119.22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$							
測点No.	Chl-a (mg/m^3)	透明度 (m)	SS (mg/l)	band-1 (485nm)	band-2 (560nm)	band-3 (660nm)	band-4 (830nm)
1	8.27	2.6	15.6	82	31	43	25
2	6.85	2.8	15.2	82	29	44	24
3	19.43	2.2	20.7	79	28	41	21
4	20.01	2.3	23	78	27	41	20
5	14.99	2.3	19.2	78	27	40	21
6	25.25	2.7	18.3	78	27	41	21
7	31.00	2	15.1	77	27	41	21
8	26.05	2	12.5	77	27	40	20
9	33.39	2	14.7	77	27	40	20
10	25.03	2.2	16.5	77	27	41	21
11	20.57	2.8	17.8	77	27	40	20
12	12.75	2.2	17.3	78	28	40	20
13	10.06	3	13.7	78	28	41	21
14	10.73	2.9	14.8	78	27	40	20
15	13.44	3	17.1	77	27	40	20
16	11.07	3.2	15.1	78	27	40	20
17	7.00	5.5	10.8	78	27	41	21
18	5.92	8.3	12.5	80	28	42	22
19	6.53	7.8	14.1	81	29	43	22
20	5.02	4	18	80	28	42	21
21	7.54	5.2	15.9	81	28	43	22
22	3.40	11.4	19	78	27	39	20
23	5.93	8.5	18.1	78	27	39	20
24	4.41	8	16.8	78	27	40	20
25	7.75	6.5	13.6	78	27	40	20
26	6.66	4.5	16.1	79	27	40	20
27	11.76	3.5	14.3	79	27	40	20
28	10.32	3	17.1	80	28	42	21
29	22.21	2.6	18.1	79	28	42	21
30	26.39	2	19.2	79	27	41	20
31	37.35	1.9	19.3	78	27	41	20

1998年8月21日 太陽高度角：58.44°，平均浮遊粒子状物質濃度：76.67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$							
測点No.	Chl-a (mg/m^3)	透明度 (m)	SS (mg/l)	band-1 (485nm)	band-2 (560nm)	band-3 (660nm)	band-4 (830nm)
1	34.61	1.7	20.3	100	37	83	55
2	21.11	1.8	18.3	100	36	82	48
3	39.02	2.2	17.5	97	35	75	41
4	41.31	2.2	21.5	97	35	75	41
5	24.29	2.3	15.8	97	35	75	44
6	22.60	2.7	15.7	97	35	74	41
7	21.58	2.6	15	97	34	72	39
8	19.82	3.2	16	96	34	72	38
9	16.15	3.2	14.5	97	34	72	38
10	16.09	3	13.2	97	34	73	40
11	17.04	3	14.6	96	34	70	37
12	13.12	3.1	15.1	97	34	72	39
13	16.68	3	15	97	34	72	40
14	15.23	3.2	14.5	97	34	71	37
15	13.18	3.5	14.1	97	34	71	38
16	12.77	3.5	16.1	99	35	74	41
17	15.42	2.6	16.1	99	35	74	39
18	11.88	3.2	14.1	99	35	73	38
19	13.24	2.3	15.8	100	35	74	40
20	23.90	2.3	14.1	101	36	77	41
21	17.60	2.9	12.8	102	36	77	40
22	7.68	3.5	13.9	101	36	74	40
23	10.96	3.5	14.9	101	36	74	39
24	6.87	3.7	14.9	100	35	73	38
25	13.55	3.7	16.8	100	36	74	39
26	8.16	3.2	15.6	100	35	74	39
27	8.50	3.7	16	99	35	72	38
28	5.30	3.9	17.3	98	35	71	38
29	8.23	3.6	16.8	98	35	72	40
30	6.59	3.5	17.1	97	34	72	39
31	7.75	3.3	14.7	96	34	72	39