

ASTER データを用いた宍道湖・中海の 水温・濁度推定 (2000~2002 年)

作野裕司¹・山本正智¹・吉田武史¹・松永恒雄²
中山大介³・高安克巳³・古津年章⁴・下舞豊志⁴

Estimation of water temperature and turbidity in Lake Shinji and Lake Nakaumi using ASTER data, 2000-2002

Yuji Sakuno¹, Masatomo Yamamoto¹, Takeshi Yoshida¹, Tsuneo Matsunaga²
Daisuke Nakayama³, Katsumi Takayasu³, Toshiaki Kozu⁴ and Toyoshi Shimomai⁴

Abstract: ASTER surface water temperature, which is based on the famous “Split Window method”, and turbidity algorithms, was validated using *in situ* surface water temperature and *in situ* turbidity in Lake Shinji and Lake Nakaumi. The study revealed that the ASTER temperature estimated from 5 ASTER/TIR (Thermal Infrared) bands data has a good correlation with *in situ* surface water temperature from tower data in the lakes. And the DN of ASTER Band 3, after dark pixel subtraction, has a significant correlation with the *in situ* turbidity.

Key words: ASTER, MCSST, turbidity

はじめに

汽水域は陸と海の接点にあり、時空間的に水質変化の激しい水域である。一般に生物資源が豊富であり漁業が盛んであることも多いが、富栄養化しやすいという欠点を持つ。このような水域では、常に水質を監視して環境を保全する努力が必要である。

以上のような背景から、筆者らはわが国最大の汽水域を形成する宍道湖・中海において、衛星データを用いたモニタリングシステム構築の研究を行ってきた(例えば作野ほか, 2001), 本報告ではこれまで収集した衛星/現場データセットを元に、まだその精度又はアルゴリズムが確定していない Terra/ASTER を用いた宍道湖・中海の水温・濁度推定法

について検討した。

方法

1. ASTER データによる水温推定法

宍道湖・中海の水温推定には 1999 年 12 月にアメリカから打ち上げられた衛星 Terra に搭載された ASTER TIR (Thermal Infrared, 以下 TIR と呼ぶ) の 5 バンドデータ (観測波長帯: Band 10: 8.125–8.475 μm , Band 11: 8.475–8.825 μm , Band 12: 8.925–9.275 μm , Band 13: 10.25–10.95 μm , Band 14: 10.95–11.65 μm , 空間分解能: 90 m, 観測幅 60 km) を用いた。

TIR データを輝度温度に変換するために、まずバンド 10~14 の 5 バンドデータの DN 値を次式に入力

¹ 広島大学大学院工学研究科 Graduate School of Engineering, Hiroshima University, Higashihiroshima, 739-8527, Japan

² 国立環境研究所 National Institute for Environmental Studies, Tsukuba, 305-0053, Japan

³ 島根大学汽水域研究センター Research Center for Coastal Lagoon Environments, Shimane University, Matsue, 690-8504, Japan

⁴ 島根大学総合理工学部 Interdisciplinary Faculty of Science and Engineering, Shimane University, Matsue, 690-8504, Japan

表 1. 2002 年衛星同期水質調査結果の概要.

Table 1. Summary of simultaneous water quality survey with satellite observation.

Date	Satellite /Airborne	Path-Row	Time of satellite or airborne observation	Quality of satellite image	In-situ water quality data
2002/5/2	Terra/Landsat7	111-35	11:00/10:30	○/○	Appendix 1
2002/8/22	Terra/Landsat7	111-35	11:00/10:30	△/×	Appendix 2
2002/9/12	Airborne/Pi-SAR	-	13:20	-	Appendix 3
2002/9/14	Terra/Landsat7	112-35	11:05/10:35	△/×	Appendix 4

して放射輝度 R を求めた.

$$R_i = (DN_i - 1) \times Cal_i \quad (1)$$

ここで i はバンドを表し, Cal は補正係数を表す. なお補正係数は ASTER ホームページに記載されている数値, 即ちバンド 10, 11, 12, 13, 14 に対してそれぞれ 6.882×10^{-3} , 6.780×10^{-3} , 6.590×10^{-3} , 5.693×10^{-3} , $5.225 \times 10^{-3} \text{ W}/(\text{m}^2 \text{sr} \mu\text{m})$ を用いた. 得られた各バンドの R を次式で表されるプランクの逆関数式に入力して衛星高度 (Top of the atmosphere: TOA) 輝度温度 (TOA-T) を求めた.

$$TOA-T_i = \frac{C_2}{\lambda \log_e \left(\frac{C_1}{\lambda^5 R_i} + 1 \right)} \quad (2)$$

ここで, C_1 , C_2 , λ , i は, それぞれ第一放射定数, 第二放射定数, 波長, バンドを示す. ここで得られた 5 バンドの輝度温度値を, さらにスプリットウィンドウ法 (McMillin and Crosby, 1984) を変形した多チャンネル水温推定式 (松永, 1996) に入力する. この水温推定式は, 松永が大气計算コード LOWTRAN を使って各バンドの大气影響を理論的に計算し係数設定を行った理論式である. ASTER の 5 チャンネルを使った水温 (MCSST: Multi-channel sea surface temperature) の推定式は以下の通りである.

$$MCSST = 1.16 - 1.07 * T_{10} + 0.49 * T_{11} + 1.13 * T_{12} + 0.78 * T_{13} - 0.32 * T_{14} \quad (3)$$

ここで T_{10} , T_{11} , T_{12} , T_{13} , T_{14} の数値はそれぞれ ASTER のバンド 10, 11, 12, 13, 14 の TOA である. ただし水面の放射率は 1 と仮定する.

2. ASTER データによる濁度推定法

ASTER データによる濁度推定法はまだ確立されていない. しかし, 一般に可視・近赤外の領域において濁度が増加すれば, バンドに関係なく反射率も増加することが知られている. 従って, 今回は ASTER の可視・近赤外バンド (Band 1: $0.52-0.60 \mu\text{m}$, Band 2: $0.63-0.69 \mu\text{m}$, Band 3: $0.76-0.86 \mu\text{m}$, 空

間分解能: 15 m , 観測幅: 60 km) における DN 値 (分光反射率に相当) と現場濁度データとの相関解析を行うことにより, ASTER データによる宍道湖・中海の濁度推定を試みた. その際, 衛星観測時期による大気の影響を考慮するために, 暗画素法を用いてパスラジアン成分 (PR) の除去処理の効果も調べた. 濁度 (Turb) と ASTER/VNIR 各バンド DN の関係式を次式に示す.

$$Turb = \alpha DN_i + \beta \quad (4)$$

ここで, α , β は定数, i はバンドの番号を示す. DN はデジタル値を示し, PR を除去しない場合と除去する場合の両方を試行する.

3. 使用データ

研究に使用した衛星データは, 2000 年 5 月 12 日, 8 月 7 日, 2001 年 8 月 3 日, 2002 年 5 月 2 日, 8 月 22 日, 9 月 14 日に撮影された ASTER データである. このうち, 2001 年と 2002 年のデータについては, 宍道湖・中海において衛星同期水質調査も行っている. 2001 年の調査に関してはすでに公表しているため (作野ほか, 2002), ここでは 2002 年の調査結果の概要について, 表 1 及び付表 1~付表 4 に示す. さらに, 2002 年に行われた衛星同期水質調査測点と取得された ASTER 画像をそれぞれ図 1, 図 2 に示す. ただし, これらの調査において取得した現場水質データは, 本論文では使用しないため, 結果の概要を示すのみとする.

一方, ASTER データによる水温/濁度推定の検証又は推定式作成に用いた現場水温/濁度データは, 国土交通省がタワー観測している宍道湖湖心 (北緯 $35^\circ 26' 50''$, 東経 $132^\circ 57' 46''$), 中海湖心 (北緯 $35^\circ 27' 46''$, 東経 $133^\circ 11' 38''$), 米子湾 (35 度 25 分 51 秒, 133 度 18 分 12 秒) の上層 (水深 1 m 地点) データ (時刻 11:00) である. なお, 同濁度データの測定方式は, 水没型積分球法に基づくものである.

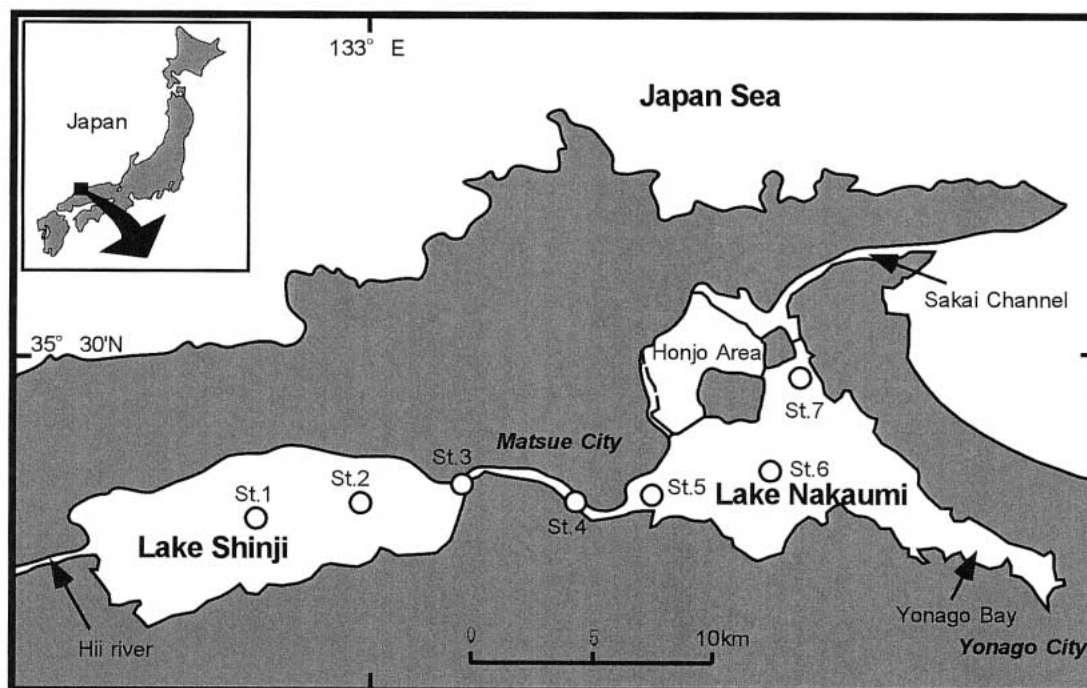


図 1. 宍道湖・中海における 2000~2002 年衛星同期水質調査の基本測点.

Fig. 1. Standard stations of simultaneous water quality survey with satellite observation in Lake Shinji and Lake Nakaumi, 2000-2002.

結果及び考察

1. ASTER 水温と現場水温の比較

表 2 にそれぞれの宍道湖・中海における MCSST と現場水温を比較した結果を示す。これより、両者の差は 0~2.6℃, 差の平均は 1.4℃, 標準偏差が 1.1℃であることがわかる。これは同様の方法で検証が行われた東京湾の結果 (ASTER 水温と実測水温の差及び標準偏差はそれぞれ 1.4℃, 0.9℃) (松永ほか, 2002) とほぼ同程度であり, 妥当な結果といえる。また図 3 には宍道湖・中海における MCSST と現場水温の関係を示す。すでにその精度を検証している広島湾における ASTER 水温と実測水温の差 (Sakuma et al., 2002) が宍道湖・中海と比べ小さいのは, 鉛直方向の水温差 (衛星データは表皮水温を計っているが, タワーやブイは 1~2 m の水深で表層水温を計っている) 等の問題があると考えられるが, 詳細な原因はまだ判明していない。

これらの結果より, ASTER データから求められた MCSST は, オフセット調整すれば約 1.1℃の誤差で宍道湖・中海の表層水温を推定できることがわかった。

表 2. ASTER データから推定された水温 (MCSST) と現場表層水温との比較.

Table 2. Comparison between MCSST from ASTER and *in situ* water temperature.

Date	Station	MCSST (°C)	In-situ W.T. (°C)	Differ. (°C)
2000/05/12	SJ	19.1	18.3	0.8
2000/08/07	NU	28.0	29.5	-1.5
	YB	29.5	29.8	-0.3
2001/08/03	SJ	29.5	29.5	0.0
2002/05/02	SJ	15.2	17.2	-2.0
	NU	14.6	16.4	-1.8
	YB	14.8	17.6	-2.8
2002/08/22	NU	23.6	26.0	-2.4
	YB	23.0	24.6	-1.6
2002/09/14	SJ	25.5	25.9	-0.4
	NU	24.1	25.8	-1.7
	YB	24.1	26.7	-2.6
			Mean	-1.4
			SD	1.1

表 3. ASTER レベル 1b データと濁度データの相関係数と RMS 誤差.

Table 3. Correlation coefficient and RMS error between ASTER data (Level 1b) and turbidity.

	Level 1B (DN)			Level 1B (DN-D.P.)		
	Band1	Band2	Band3	Band1	Band2	Band3
r	0.88	0.87	0.76	0.68	0.22	0.75
RMSE	2.62	2.80	3.60	4.08	5.45	3.67

N=9

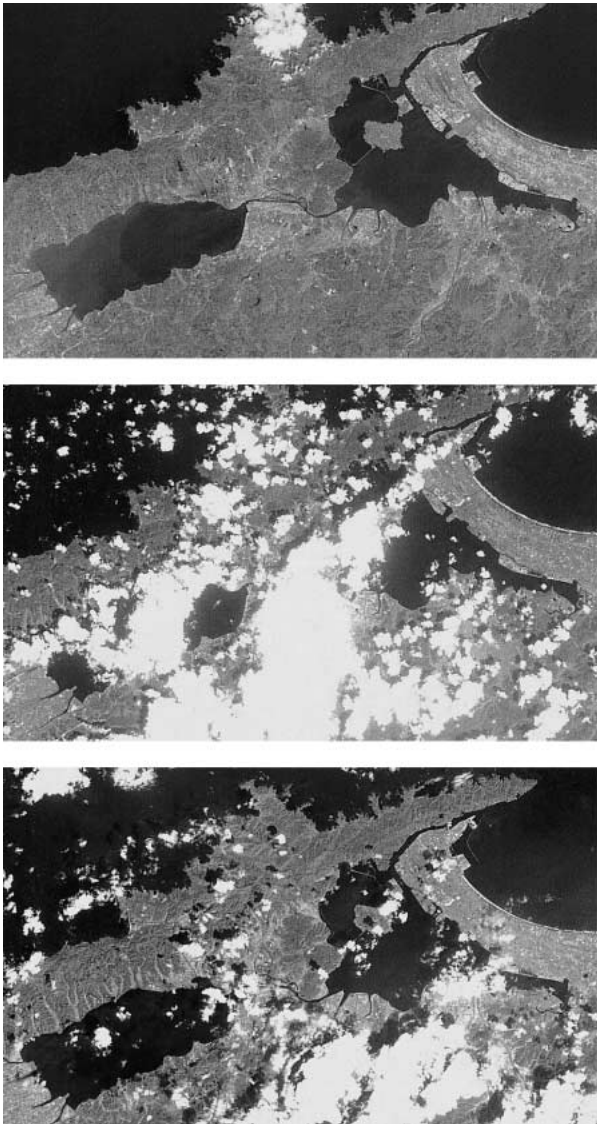


図 2. 2002 年に取得された宍道湖・中海の ASTER 画像 (a) 2002 年 5 月 2 日, (b) 2002 年 8 月 22 日, (c) 2002 年 9 月 14 日.

Fig. 2. ASTER images of Lake Shinji and Lake Nakaumi, 2002. (a) 2 May 2002, (b) 22 August 2002, (c) 14 September 2002.

2. ASTER データと濁度の関係

表 3 に ASTER データと現場濁度データの相関係数及び RMS 誤差を示す。また、その中でもっとも相関のよかった「ASTER バンド 1 (暗画素除去なし) と濁度の関係」, 「ASTER バンド 3 (暗画素除去あり) と濁度の関係」をそれぞれ図 4(a), 図 4(b) に示す。これらの結果より、暗画素処理前の ASTER と濁度の関係は、観測バンドに限らず相関係数が 0.76~0.88 と比較的良好。これに対し、暗画素処理後の結果は Band 3 を除きいずれも暗画素処理前より、かなり結果が悪くなっている。これは、暗画素法の設定値が

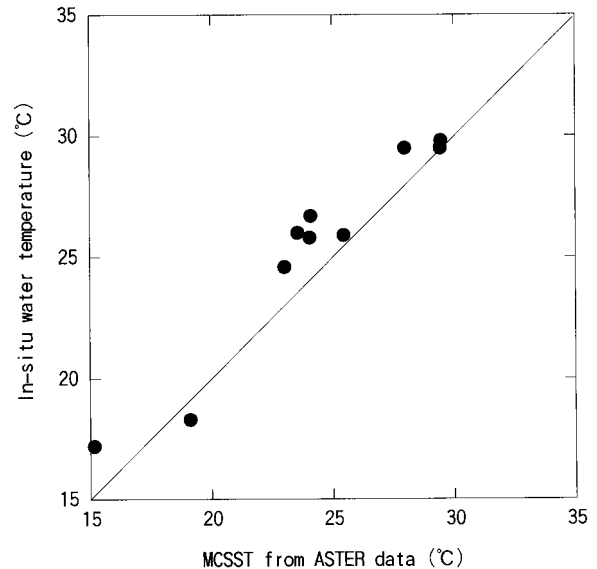


図 3. 宍道湖・中海における ASTER MCSST と表層水温の相関。水温データは宍道湖湖心, 中海湖心, 米子湾中央部における国土交通省タワーデータを使用。

Fig. 3. Correlation between ASTER MCSST and *in situ* surface water temperature in Lake Shinji and Lake Nakaumi. Data used from tower data of MLIT (Land, Infrastructure and Transportation Ministry) at the centers of Lake Shinji, Lake Nakaumi, and Yonago Bay.

ある時期のデータにおいて妥当ではなかったからだと考えられる。

一般に光の散乱を利用した濁度測定は、670 nm 付近で測定されることが多いが、色の影響をうけない長波長で測定した方がよりよいと言われている。また衛星データによる濁度 (SS を含む) 推定でも、赤～近赤外の波長帯 (ASTER バンド 2, バンド 3 に相当) が有効だったという研究が多い (例えば, Ritchie et al, 1987)。さらにこれまで筆者らの研究でも、宍道湖・中海における ASTER データと濁度の関係を調べてきた結果 (山本ほか, 2002), 常に「ASTER バンド 3 (暗画素除去あり) と濁度」の関係が比較的高い相関係数を示している。これより、ASTER バンド 3 (暗画素除去あり) を使った方法が、現時点で最も安定した宍道湖・中海の濁度推定が可能であると考えられる。この場合の濁度推定式は以下のようになり、その推定精度は約 3.7 mg/l (表 3 参照) と見積もられる。

$$\text{Turb.} = -23.5 + 0.44 * [\text{ASTER Band 3}] \quad (5)$$

ここで、[ASTER Band 3] は暗画素除去後の ASTER Band 3 の DN である。

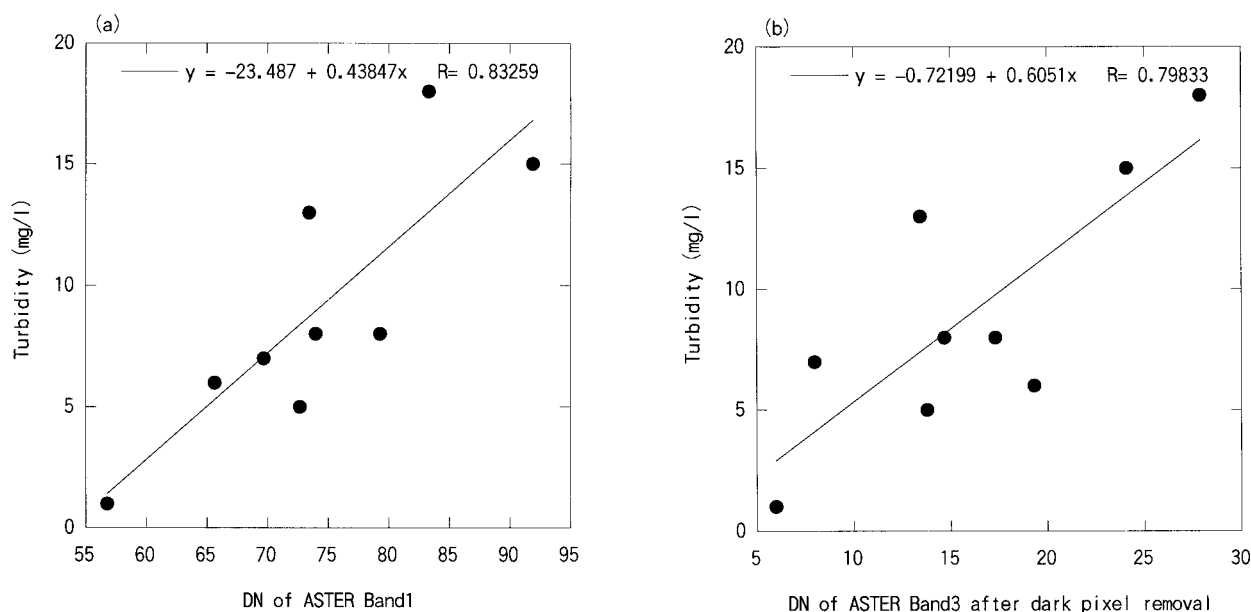


図4. 宍道湖・中海における ASTER Band 1 と Band 3(暗画素除去後)と濁度の相関. 濁度データは宍道湖湖心, 中海湖心, 米子湾中央部における国土交通省タワーデータを使用.

Fig. 4. Correlation between DN of ASTER Band 1 (a) and Band 3 (b) after dark pixel removal and turbidity in Lake Shinji and Lake Nakaumi. Data used from tower data of MLIT (Land, Infrastructure and Transportation Ministry) at the centers of Lake Shinji, Lake Nakaumi, and Yonago Bay.

3. 宍道湖・中海における水温・濁度分布の特徴

式(3)及び式(5)を使って ASTER データから推定した宍道湖・中海の表層水温及び表層濁度の分布図を図5, 図6に示す.

まず図5の水温分布図から, 時期により水温分布パターンが大きく異なることがわかる. 特に2000年5月12日, 8月7日においては, 宍道湖・中海のそれぞれの水域において部分的な低水温又は高水温パターンが見られる. これまでの研究の多くは, 同じ日にちにおいて地点間水温はほとんど変わらず, 湖心水温を代表値として扱ってきた. また気温の高い夏場においては, 湖水が成層化され, 両湖の表皮水温の差は極めて小さい. しかし, 2000年8月7日の ASTER 水温に見られるパターンの様に宍道湖と中海の湖心は同程度の水温でも周囲の水温は異なる場合があり, 厳密な温度を利用する研究を行うときには, 面的な水温差を考慮する必要があると考えられた.

濁度に関しては図6に見られる様に, 全体的にほぼ均一の分布をしていることが多い. ただし, 斐伊川河口部から宍道湖北西岸に沿って高い濁度分布を示している. これは, 斐伊川から流出した土砂の影響が大きいと考えられる. 清家(2002)の実測に基づく結果によると, 宍道湖・中海の濁度は季節による違いが大きく, 地点間分布としては中海が低濁度に

なる場合が多く, 米子湾で高濁度になる場合が多い. 今回の ASTER データから推定した濁度分布では2002年9月のデータが他の季節のデータと比べて濁度が全体的にかなり低いことや, 2002年5月や9月のデータで米子湾が高濁度であること等, 実測に基づく結果と調和的である. さらに, 図5と図6を比較すると, 表層の水温と濁度は互いに独立した分布パターンを示し, 両者の関係を見出すことはできなかった.

ま と め

宍道湖・中海における ASTER 水温と現場水温を比較した結果, 両者の差は平均1.4℃, 標準偏差が1.1℃であることがわかった. また, ASTER データを使った濁度推定に関して, 暗画素除去(簡易大気補正)後においては, ASTER Band 3が最も濁度との相関が高く, Band 3を使った濁度推定式による推定精度は約3.7 mg/lと見積もられた.

今後は衛星/現場データセットをさらに増やし, 特に ASTER データと濁度関係について検証を深め, ASTER データを宍道湖・中海における物質循環研究等に役立てたい.

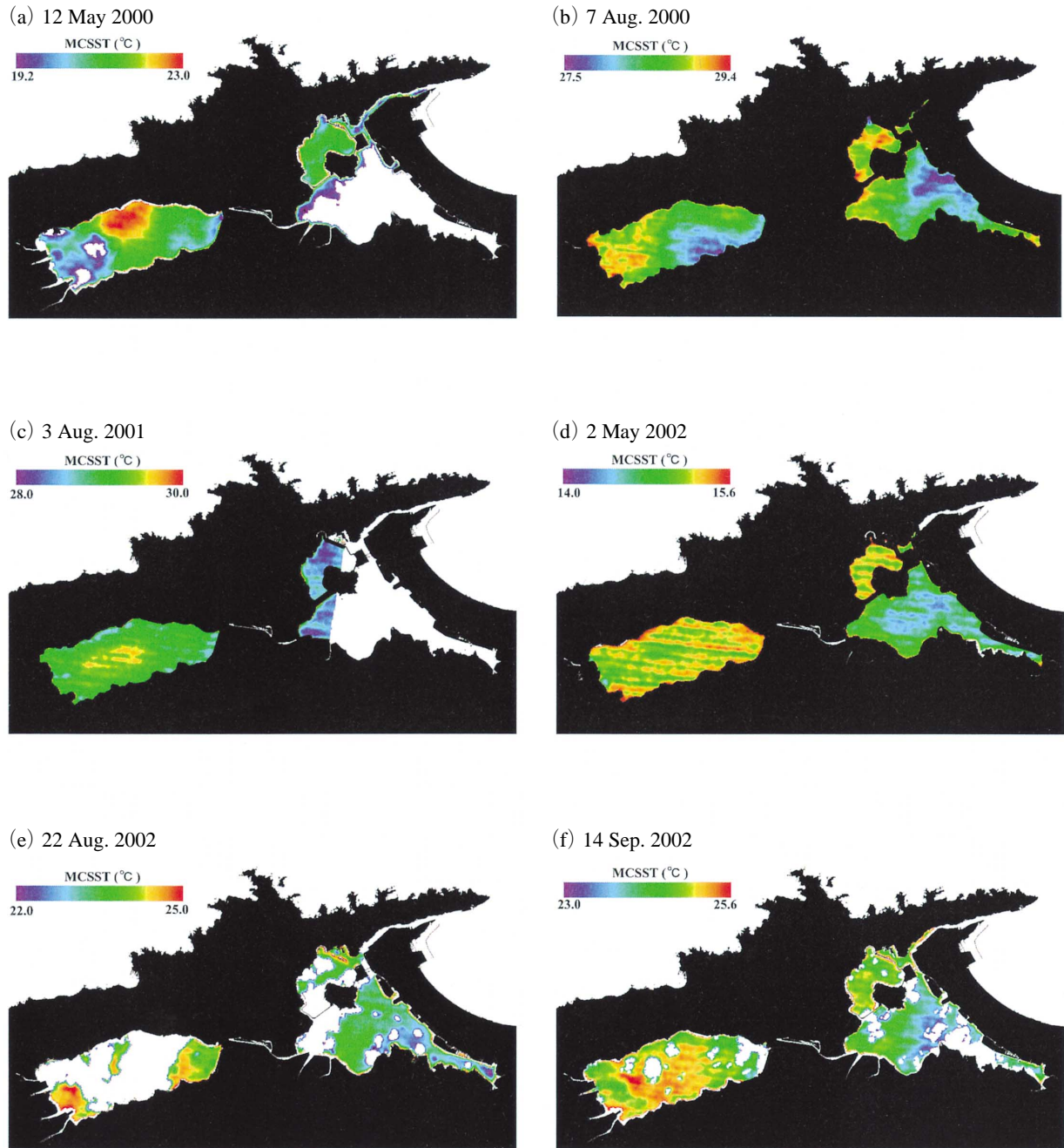


図5. ASTER データから推定した宍道湖・中海の表層水温分布.

(a) 2000年5月12日, (b) 2000年8月7日, (c) 2001年8月3日, (d) 2002年5月2日, (e) 2002年8月22日, (f) 2002年9月14日.

Fig. 5. Horizontal distribution of surface water temperature in Lake Shinji and Lake Nakaumi derived from ASTER data.

(a) 12 May 2000, (b) 7 Aug. 2000, (c) 3 Aug. 2001, (d) 2 May 2002, (e) 22 Aug. 2002, (f) 14 Sep. 2002.

謝 辞

本研究で使用したASTERデータの一部は「ASTERデータ利用に関する共同研究」により提供されたものである。また現場の水温・濁度データは国土交通省出雲河川事務所から提供していただいた。

た。関係機関に深く感謝する。

引用文献

- 1) McMillin and Crosby (1984) Theory and validation of the multiple window sea surface temperature

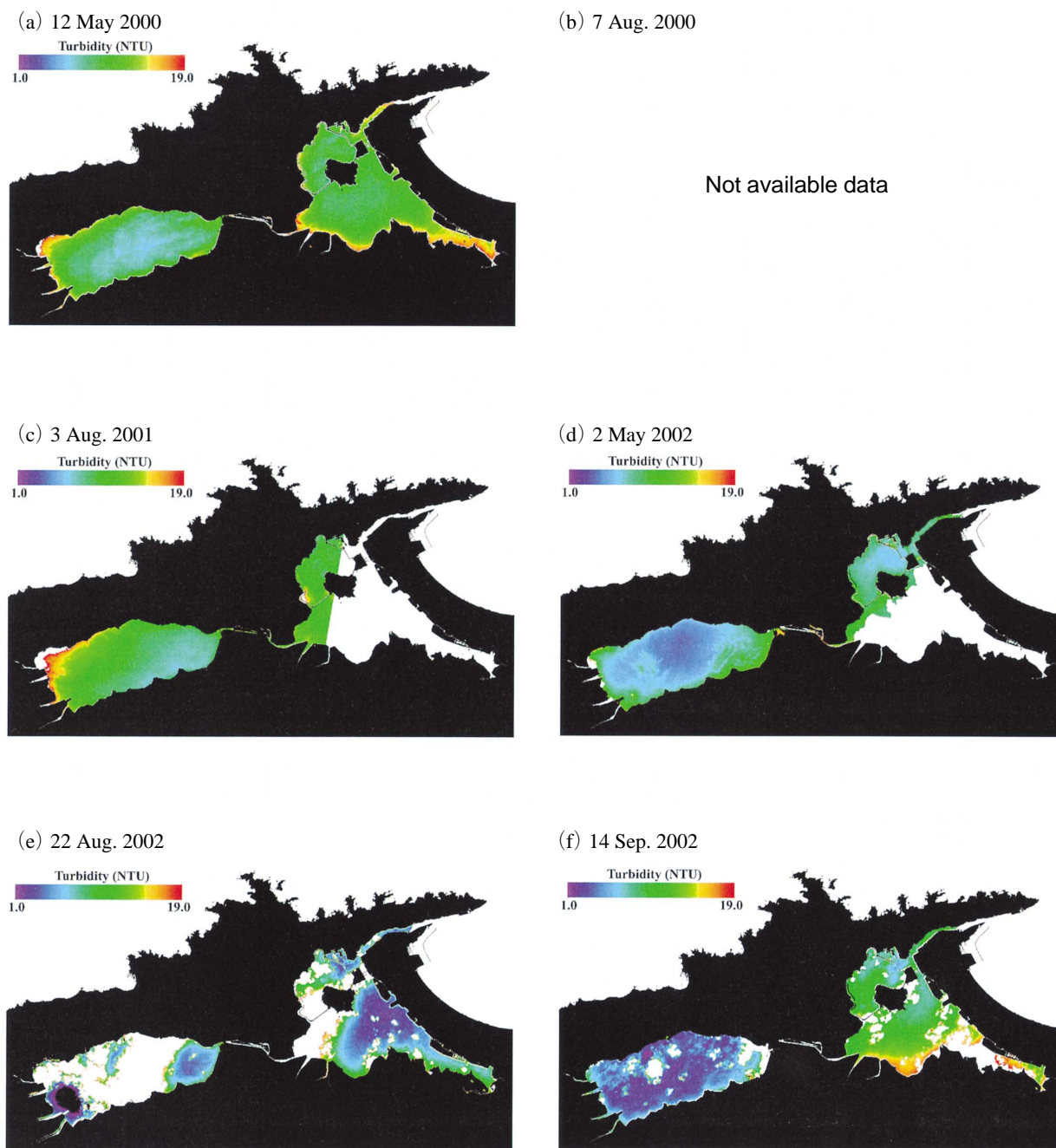


図 6. ASTER データから推定した宍道湖・中海の表層濁度分布.

(a) 2000 年 5 月 12 日, (b) 2000 年 8 月 7 日, (c) 2001 年 8 月 3 日, (d) 2002 年 5 月 2 日, (e) 2002 年 8 月 22 日, (f) 2002 年 9 月 14 日.

Fig. 6. Horizontal distribution of surface turbidity in Lake Shinji and Lake Nakaumi derived from ASTER data.

(a) 12 May 2000, (b) 7 Aug. 2000, (c) 3 Aug. 2001, (d) 2 May 2002, (e) 22 Aug. 2002, (f) 14 Sep. 2002.

technique, JGR, Vol.89, No.C 3, pp.2655-3661.

- 2) 松永恒雄 (1996) ASTER TIR の観測輝度温度の線形式を利用した水温温度推定—日本周辺の気温及び湿度データを用いた推定誤差の予備評価, 日本リモートセンシング学会誌, 16 (5) : 2-13.
- 3) 松永恒雄, 植木俊明, 納谷美也子, 立川哲史

(2002) 東京湾のげんば水温データを用いた ASTER 水温アルゴリズムの検証, 日本リモートセンシング学会第 33 回学術講演会論文集, pp.191-192.

- 4) Ritchie, J.C., Cooper, C.M., Yonging, J. (1987) Using Landsat multi-spectral scanner data to estimate

suspended sediments in Moon Lake, Mississippi, Remote sensing of environment, 23: 65-81.

- 5) 作野裕司, 松永恒雄, 六川修一, 高安克己, 國井秀伸, 中村幹雄 (2001) 多時期 SPOT/HRV データによる宍道湖表層の一次生産量モニタリング, 日本リモートセンシング学会誌, 21: 141-149.
- 6) 作野裕司, 本井裕志, 松永恒雄, 古津年章, 高安克己, 下舞豊志, 中山大介 (2002) 衛星光学センサを用いた汽水域のクロロフィル濃度推定の可能性 - 宍道湖・中海における 2001 年の現場調査結果, LAGUNA (汽水域研究), 9: 55-61.
- 7) Sakuno, Y., Matsunaga, T., Kozu, T., and Takayasu,

- K. (2002) Preliminary study of the monitoring for turbid coastal waters using a new satellite sensor, "ASTER", The 12 th International Offshore and Polar Engineering Conference (ISOPE-2002), Kita-Kyushu, Japan, CD-ROM (Vol.II), pp.341-347.
- 8) 山本正智, 吉田武史, 作野裕司, 松永恒雄 (2002) ASTER データを用いた宍道湖・中海の水温・濁度推定 (2000~2002 年), 日本リモートセンシング学会第 33 回学術講演会論文集, pp.181-182.
- 9) 清家泰 (2001) 汽水域の科学 - 中海・宍道湖を例として (高安克己編, 『汽水域の科学』講師グループ著), たたら書房, pp.19-37.

付表 1. 宍道湖・中海における衛星 (Terra/Landsat-7) 同期水質測定結果 (2002/5/2).

Appendix 1. Results of simultaneous water quality measurement with satellite (Terra/Landsat-7) observation, 2 May 2002.

No.	Station No.	Latitude	Longitude	Weather	Time	W.Depth(m)	Chl.a(μ g/l)	Trans.(m)	Turb.(NTU)	W.Temp.(°C)	Sal.(psu)	pH	DO(g/l)
1	NU01-1	35° 30'29.3"	133° 12'33.2"	Clear	8:36	13.5	7.3	1.6	26	16.3	23	8.55	7.8
2	NU2	35° 29'30.0"	133° 12'17.4"	Clear	9:00	6.9	13.4	1.1	8	16.5	21	8.70	8.9
3	NU01-2	35° 27'46.2"	133° 11'32.5"	Clear	9:25	6.5	10.7	1.1	9	16.5	20	8.71	9.0
4	YN-AP	35° 29'11.2"	133° 13'00.7"	Clear	10:07	7.3	13.8	1.0	8	16.5	23	8.55	8.4

付表 2. 宍道湖・中海における衛星 (Terra/Landsat-7) 同期水質測定結果 (2002/8/22).

Appendix 2. Results of simultaneous water quality measurement with satellite (Terra/Landsat-7) observation, 22 Aug. 2002.

No.	Station No.	Latitude	Longitude	Weather	Time	W.Depth(m)	Chl.a(μ g/l)	Trans.(m)	Turb.(NTU)	W.Temp.(°C)	Sal.(psu)	pH	DO(g/l)
1	SJ01-3	35° 26'48.6"	132° 57'45.6"	Clear	8:40	5.5	19.7	1.2	26	26.6	7	7.98	8.6
2	SJ01-2	35° 27'03.2"	132° 59'51.0"	Clear	9:26	4.9	18.7	1.1	8	26.6	7	7.85	8.6
3	SJ01-1	35° 27'30.6"	133° 03'09.5"	Clear	9:53	1.7	12.0	1.7+	9	25.9	8	7.64	8.4
4	NU01-3	35° 27'04.2"	133° 08'37.4"	Cloud	10:27	4.2	10.6	2.1	8	26.1	23	8.34	8.3
5	NU01-2	35° 27'45.3"	133° 11'31.7"	Clear	10:48	6.8	9.1	1.7	6	26	23	8.44	8.4
6	NU01-1	35° 30'29.3"	133° 12'33.2"	Clear	11:17	14.7	7.1	1.8	5	25.5	24	8.35	8.4

付表 3. 宍道湖・中海における航空機 (Pi-SAR) 同期水質測定結果 (2002/9/12).

Appendix 3. Results of simultaneous water quality measurement with aircraft (Terra/Landsat-7) observation, 12 Sep. 2002.

No.	Station No.	Latitude	Longitude	Weather	Time	SS(mg/l)	Chl.a(μ g/l)	Trans.(m)	Turb.(NTU)	W.Temp.(°C)	Sal.(psu)	pH	DO(mg/l)
1	S1	35° 27'00"	132° 55'16"	Clear	12:57	5.8	12.6	1.3	7	28.2	8	7.8	9.0
2	S2	35° 26'04"	132° 55'17"	Clear	13:18	4.2	3.6	1.1	10	28.2	7	8.0	9.5
3	S3	35° 25'09"	132° 55'15"	Clear	13:32	5.0	13.9	1.1	240	29.4	8	8.3	10.0
4	S4	35° 26'09"	132° 53'30"	Clear	13:53	7.6	13.7	1.1	16	28.4	8	7.9	9.3
5	NU1	35° 28'29"	133° 08'52"	Clear	13:30	7.6	11.0	ND	3	27.6	22	7.8	5.9
6	NU2	35° 27'46"	133° 09'38"	Clear	14:00	5.4	10.3	ND	1	27.7	22	7.9	8.6
7	NU3	35° 27'31"	133° 10'29"	Clear	14:30	7.0	9.9	ND	1	27.7	22	7.9	8.1
8	NU4	35° 27'48"	133° 11'33"	Clear	14:45	5.2	6.8	ND	1	27.5	22	7.8	9.0

付表 4. 宍道湖・中海における衛星 (Terra/Landsat-7) 同期水質測定結果 (2002/9/14)

Appendix 4. Results of simultaneous water quality measurement with satellite (Terra/Landsat-7) observation, 14 Sep. 2002.

No.	Station No.	Latitude	Longitude	Weather	Time	SS(mg/l)	Chl.a(μ g/l)	Trans.(m)	Turb.(NTU)	W.Temp.(°C)	Sal.(psu)	pH	DO(mg/l)
1	SJ01-3	35° 27'00"	132° 57'36"	Cloud	8:02	8	8.3	2	11	25.9	8	7.2	7.1
2	SJ01-2	35° 26'55"	132° 59'50"	Clear	8:27	10.6	14.0	1.6	12	25.9	8	7.5	7.2
3	SJ01-1	35° 27'48"	133° 03'04"	Cloud	8:45	9.8	2.2	3	8	25.9	8	7.3	6.4
4	OH01-1	35° 27'22"	133° 06'02"	Clear	9:28	11.6	2.1	2.3	7	25.7	8	7.3	7.8
5	NU3	35° 27'14"	133° 08'29"	Cloud	10:49	19.6	11.8	2	9	26.6	24	8.7	7.7
6	NU2	35° 27'58"	133° 11'24"	Clear	11:00	22.6	6.6	2.5	12	25.8	23	8.8	8.8
7	NU1	35° 30'43"	133° 12'20"	Clear	11:11	29	8.8	2.7	9	25.6	24	8.9	8.9