

ASTER/TIR 衛星画像データを用いた伊勢湾海域の海表面温度の推定に関する一考察

名古屋大学工学部

○ 玉田 沙織

名古屋大学大学院工学研究科

正会員

川崎 浩司

広島大学大学院工学研究科

正会員

作野 裕司

1. はじめに

伊勢湾をはじめとする半閉鎖性内湾では、富栄養化、水質悪化により赤潮・青潮が頻繁に発生している。このような水環境問題を解決するためには、まず内湾における水質変動を時間的・空間的に掌握する必要がある。衛星リモートセンシングは、広域かつ周期的な観測が可能なため、モニタリングシステムとして注目されている。作野・川崎(2008)は、ASTER/TIR の 5 つのバンドのデータを用いた MCSST (Multi Channel Sea Surface Temperature) 法により、三河湾の海表面温度 SST (Sea Surface Temperature) を推定した。しかし、伊勢湾海域の空間的特性を把握するためには、伊勢湾海域全体において水温を推定する必要がある。そこで、本研究では、三河湾を含む伊勢湾海域を対象に、MCSST 法の妥当性を再検討するとともに、冬季伊勢湾における海表面水温の空間分布特性の把握を試みる。

2. ASTER/MCSST 推定法

一般に、衛星データから輝度温度 BT を求めるには、プランク関数の逆関数である式(1)が用いられる。

$$BT_i = \frac{c_2}{\lambda \ln \left(\frac{c_1}{\lambda^5 I_i} + 1 \right)} \quad (1)$$

$$I_i = A[(DN_i - 1)UCC] + B \quad (2)$$

ここで、BT は輝度温度(K)、 i はバンド番号、 λ は放射された電磁波の波長(μm)、 c_1 と c_2 は定数である。 I_i は分光放射輝度($\text{W}/\text{m}^2/\mu\text{m}$)で、式(2)により求められる。DN は ASTER データから得られる値である。UCC および A 、 B は補正係数で、UCC は衛星打ち上げ前に設定された値、 A 、 B は衛星打ち上げ後のキャリブレーション段階で設定された値を用いる。なお、水面の放射率は 1 とした。

衛星データから計算された輝度温度 BT_i は大気の影響を受けた温度となっている。これに対し、複数の熱赤外バンドを使って計算を行う MCSST 法を用いると、簡単に大気の影響を軽減することができる。熱赤外域に 5 つのバンドをもつ ASTER データでは、同法を応用して、以下の式(3)と大気計算コードを使った係数が提案されている (松永, 1996)。

$$\text{MCSST} = aBT_{10} + bBT_{11} + cBT_{12} + dBT_{13} + eBT_{14} + f \quad (3)$$

ここで、MCSST、BT、 $a \sim f$ はそれぞれ ASTER/TIR の 5 バンドから推定された海面水温、輝度温度、係数を表す。係数は、表-1 に示すように、摂氏温度($^{\circ}\text{C}$)のモデル A と絶対温度(K)のモデル B の 2 種類を用いた。

精度検証に用いる実測水温は、中部国際空港株式会社の定期日水質調査の 18 地点、愛知県ブイ測点 3 点の表面水温を使用した。今回使用した ASTER データと現地観測データの概要を表-2 に示す。

表-1 ASTER MCSST 推定係数

	a	b	c	d	e	f
Model A	-1.07	0.49	1.13	0.78	-0.32	1.16
Model B	-1.34	0.72	2.07	0.60	-1.03	-3.53

表-2 ASTER データと現地観測データの概要

観測日	伊勢湾 データ数	三河湾 データ数	観測時刻の 名古屋の天気	SST($^{\circ}\text{C}$)
2000/ 7/10	18	3	快晴	22.8-26.6
2000/ 9/19	18	3	晴	25.2-26.5
2001/ 4/15	18	3	快晴	12.7-14.9
2002/11/12	18	0	曇	16.5-18.2
2003/10/30	14	0	快晴	19.0-19.9
2004/ 3/15	8	3	快晴	8.4-10.7
2004/ 5/25	18	0	快晴	18.9-17.6
2005/ 2/21	8	2	晴	8.0-9.7

3. 推定結果と考察

ASTER データから推定した MCSST と実測水温の関係を図-1 に示す。Model A と Model B に対する二乗平均平方根誤差 RMSE (Root-Mean-Square Error) はそれぞれ 3.71°C 、 3.59°C であり、推定精度がよいとはいえない。そこで、可視領域の衛星画像を調べたところ、雲の写っている画像が存在し、その日の推定精度が悪くなっていることが判明した。そこで、図-1 のうち、雲のある日のデータを除いた MCSST と実測水温の関係を図-2 に示すと、RMSE は Model A で 1.00°C 、Model B で 1.30°C となり、推定精度は格段と向上した。このことから、雲などの気象状況を十分考慮して海表面水温を推定すべきといえる。さらに、作野・川崎(2008)が三河湾において海表面温度を推定する場合には ASTER MCSST の Model A を用いるのが適切であると述べているのと同様に、伊勢湾海域全域においても Model A を用いた推定が良好であった。

Model A を使って、冬季の伊勢湾海域全域の海表面水温を推定した結果を図-3 に示す。同図から、冬季の外洋水温は内湾水温より高いことがわかる。湾口部で、外洋から侵入する水塊の水温が低下しているのは、複雑な流動場により海水混合が促進されているためであると推察される。

4. おわりに

本研究では、ASTER データと現地観測データを用いて伊勢湾海域における海表面温度推定の検証を行い、ASTER MCSST の Model A を用いた推定が伊勢湾全域においても適切であることを示した。さらに、この推定式を用いて海表面水温の空間分布を求め、冬季伊勢湾の空間的特性を議論した。今後は、冬季以外の ASTER データを用いて、季節毎の伊勢湾海域の海表面水温特性を検討する予定である。

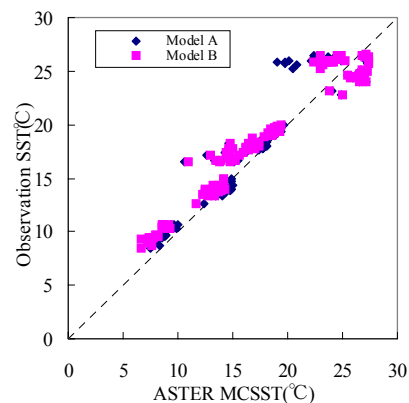


図-1 MCSST と実測値の関係

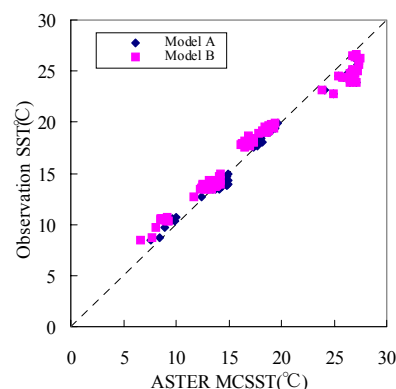
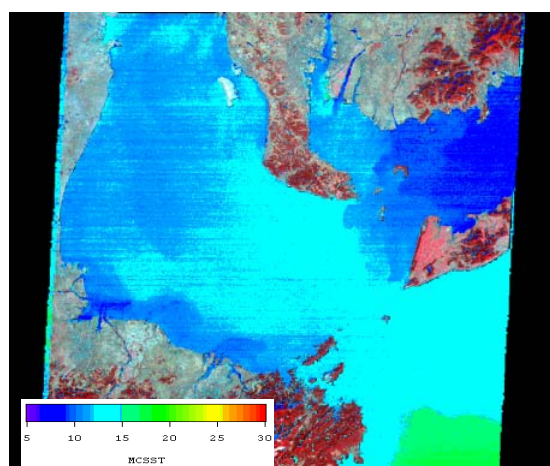
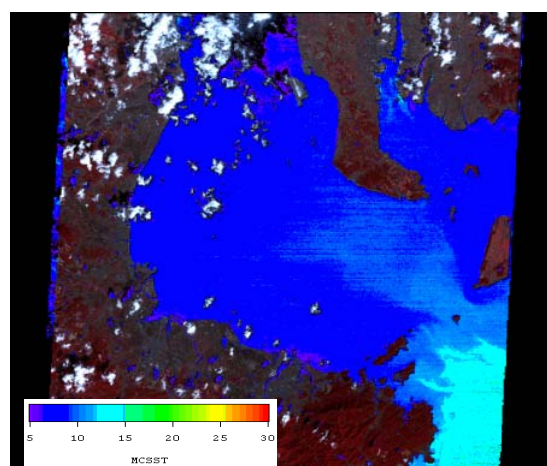


図-2 MCSST と実測値の関係
(快晴時のみ)



(a) 2004 年 1 月 2 日



(b) 2005 年 2 月 21 日

図-3 ASTER データにより推定された海表面水温の空間分布

参考文献

- 作野裕司・川崎浩司(2008) : ASTER TIR データによる三河湾の SST 推定精度検証, 第 45 回 (平成 20 年度秋季) 日本リモートセンシング学会学術講演会, 2p.
- 松永恒雄(1996) : ASTER TIR の観測輝度温度の線形式を利用した水面温度推定ー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ー, 日本リモートセンシング学会誌, Vol.16, No.5, pp.404-415.