

人工衛星ランドサットデータによる大村湾の海面温度モデル

長崎大学工学部 正○全 炳 徳

正 後藤恵之輔

長崎県工業技術センター

兵頭 竜二

1. はじめに

1972年7月23日、アメリカの地球観測衛星であるERT-1(Landsat-1号)が打ち上げられてから、はやくも四半世紀が過ぎた。驚くことに、この地球観測衛星(ランドサット)シリーズは、今なお活躍を続けている。特に、現在も地球の観測所にデータを送っているランドサット-5号は、打ち上げられてから13年目を迎えている。これらの衛星から送られてくる膨大なデータは、地球環境問題を考える上、非常に貴重な情報を含んでおり、基礎データとしての十分な価値があると言える。

本研究は、これらの人工衛星データの内、ランドサット-5号による海面温度モデルを開発したもので、研究対象域は長崎県のほぼ中央に位置している大村湾である。

2. 大村湾の海面温度モデルについて

ランドサットデータによる大村湾の海面温度モデルについては、第2著者の研究グループが1988年から現地調査とともに、精度の良いモデル開発を進め、四つの季節モデルを提案している¹⁾。提案した四つのモデルを以下に示す。

春: $SST(^{\circ}C) = 0.3094 * TIR - 21.6972$ -----(1)

夏: $SST(^{\circ}C) = 0.5300 * TIR - 54.0352$ -----(2)

秋: $SST(^{\circ}C) = 0.3008 * TIR - 17.4949$ -----(3)

冬: $SST(^{\circ}C) = 0.3746 * TIR - 27.3233$ -----(4)

しかし、衛星データはデータを取得する大気圏外の厳しい環境のため、器材に劣化が生じ、データ自体にも影響を及ぼしているため、時期毎に補正が必要であると報告²⁾されている。特に、この報告では、モデル精度を高めるために、1994年のランドサットのバンド6情報と現地調査の結果を用いており、高精度の新しいモデル係数を定めている。本研究でも、今まで提案されているモデルとは別に、1994年以降のデータによる新モデル開発を行っている。これらのモデルは、以上の4つのモデル制度を検証するために使用している。また、モデルは春、夏、秋の3つのモデルに分離し、1990年以降のデータによる高精度の現場データ推測に役立つように努めている。

3. 現地調査と使用した人工衛星データ

現地調査は、総6回(3/31/94, 6/03/94, 7/21/94, 6/06/95, 10/12/95, 3/04/96)行った。これらの調査には、人工衛星が現地を午前10時前後に渡って撮影するため、朝9時から11時に掛けて調査が終わるように心掛けた。現地データ取得ポイントは、図-1の通り18ポイントであり、海面の温度は、海水表面の表層部と水深1mの海水温度を測定し、モデル開発に用いた。

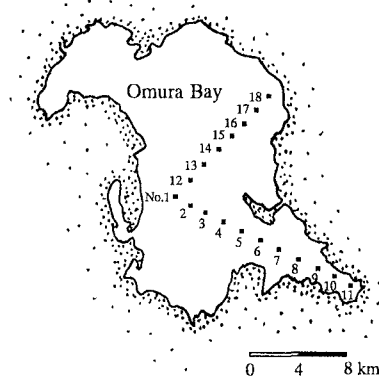


図-1 海水温度測定ポイント

4. 調査結果とモデル検証

総6回の現地調査の内、夏モデルに適したものが3回観測されており、春モデルに適したものが2回、秋モデルに適したものが1回ずつ観測された。これらのデータに基づいて、以前提案されているそれぞれのモデル(式(1)~(4))を検証するとともに、新しいモデル開発を行った。これらのモデルの検証結果は、全般的に1994年の6月のデータについては、良い精度で現地データを推測していたが、それ以降のデータについては、現地調査データより低い温度で推測していた。この結果からも分かるように、1994年以降のデータによるモデル開発は、必要不可欠なものであると言える。

5. 新モデル開発の手順

5.1 大気補正とその方法

人工衛星データは様々な環境の影響を受けるが、特に、大気の影響は強い。大気の影響を補正せず、

マルチテンポラリーデータによるモデル開発は不可能である。そこで、本研究では熱赤外線バンドの最少デジタル値を、もとのデジタル値から引く方法³⁾により、大気補正を行った。例として、図-2に補正前のデータと補正後のデータを示しておく。この図からも分かるように、大気補正前のデータは、観測日によって、人工衛星データと現地データが異なるパターンを示している(相関係数: $R=0.40$)。しかし、大気補正後のデータを見ると分かるように、それぞれのデータは1次的な高い相関関係($R=0.93$)を示している。この結果は、以前から様々な研究¹⁾に用いられている今回の大気補正が、正しく行われたことを裏付けるものである。

5.2 新モデル開発

新モデルは、春(3月)、夏(6-7月)、秋(10月)のモデルをそれぞれ2つ、3つ、1つの現地データと人工衛星データにより作成した。モデルは以下のように、表面温度及び水深 1m 海水温度モデルが開発された。

<表面海水温度モデル>

$$\text{春: SST}(^{\circ}\text{C}) = 0.545 * \text{TIR} + 9.720 \quad \text{-----}(5)$$

$$\text{夏: SST}(^{\circ}\text{C}) = 0.480 * \text{TIR} + 16.869 \quad \text{-----}(6)$$

$$\text{秋: SST}(^{\circ}\text{C}) = 0.635 * \text{TIR} + 12.674 \quad \text{-----}(7)$$

<水深 1m 海水温度モデル>

$$\text{春: SST}(^{\circ}\text{C}) = 0.575 * \text{TIR} + 8.949 \quad \text{-----}(8)$$

$$\text{夏: SST}(^{\circ}\text{C}) = 0.451 * \text{TIR} + 16.148 \quad \text{-----}(9)$$

$$\text{秋: SST}(^{\circ}\text{C}) = 0.499 * \text{TIR} + 14.869 \quad \text{-----}(10)$$

ここで、TIRは大気補正済みのバンド6のデジタル値である。また、表面海水温度モデルの相関係数としては、 $R=0.982$ (春)、 $R=0.933$ (夏)、 $R=0.466$ (秋)であり、水深 1m の海水温度モデルとしては、 $R=0.987$ (春)、 $R=0.945$ (夏)、 $R=0.361$ (秋)であった。

6. 結論

本研究では、25年も続く地球観測衛星のランドサットデータの海水温度モデルについて検討した。モデル開発に当たり、以下のようなことが分かった。
①ランドサットのバンド6は、モデル検証の結果から、1980年代と1990年代において、デジタル値の劣化が認められ、精度の良いモデル開発が必要である。
②新モデルにおいて、春及び夏のデータは少なくとも2回以上のデータがあったため、精度の高いモデル開発が行われたが、秋のデータは一つしかなかったため、良い精度のモデル開発ができなかった。
③本研究を通して、水深 1m の海水温度モデルを

開発することができた。

7. おわりに

本研究は、海水温度モデルに対して検討したもので、今後、透明度、クロロフィル a、懸濁物質についてもモデル検証と新モデル開発を行う予定である。最後に、本研究で用いた衛星データは、研究目的配布制度により宇宙開発事業団から提供されたもので、ここに記し、感謝の意を表す次第である。

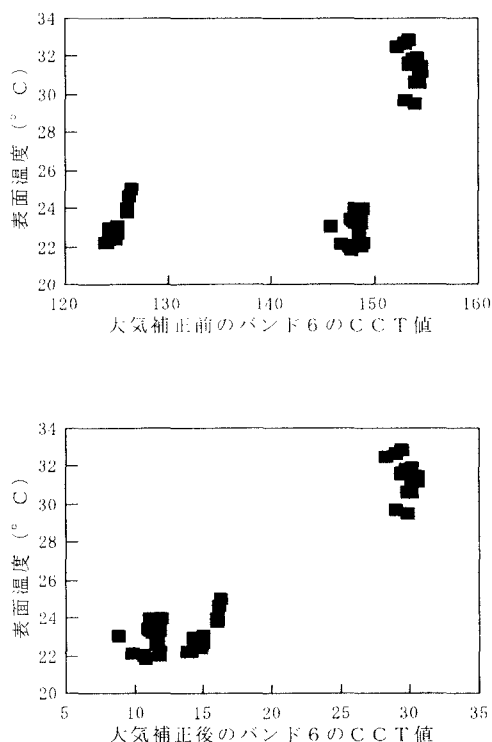


図-2 大気補正前・後のデータ比較(夏モデル)

参考文献

- 1) Wouthyzen, S.: Analysis of the potential utility of remote sensing data acquired from earth observation satellites for monitoring the coastal zone environment, Graduate School of Marine Science and Engineering, Nagasaki University (a doctoral thesis), 1991.
- 2) 稲永麻子他3人: NOAA/AVHRRの観測輝度温度に基づくLANDSAT/TMの観測輝度温度誤差の補正、日本リモートセンシング学会誌、Vol.16, No.4, pp.10-20, 1996.
- 3) Richards, J.A.: Remote Sensing Digital Image Analysis, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 40-41, 1986.