

## CS-16

### NOAA/AVHRR を用いた有明海、島原湾における海面温度の時系列解析

東北大学大学院 学生員 ○福士 大介

東北大学大学院 フェロー 沢本 正樹

#### 1. はじめに

水温は湾内環境を支配する一要因であり、特に閉鎖性の高い湾では熱の動きを知ることが重要である。しかし、時間的に連続な水温データは沿岸の水産試験場等で観測する限られた地点のものであり、また、空間分布は年数回程度の定線測量時のデータしか得られない。一方、衛星データは海面の情報しか得られない短所はあるが、短周期で定期的にデータが得られる、空間分布を知ることができる、データの同時性が高い等の利点を持つ。

本研究は、NOAA/AVHRR のデータを用いて九州西部に位置する有明海、島原湾（図 1 参照）の表層水温を長期的に観測し、その年間変動特性を解析するものである。なお、対象海域は閉鎖性が高く水深の浅い湾であり、湾奥の有明海で水深 0~20m、湾央の島原湾で 20m 前後、湾口の早崎瀬戸では 50m 以上となっている。

#### 2. 使用したデータ

本研究では、人工衛星 NOAA/AVHRR の画像を用いた。東北大学大型計算機センターでは NOAA の日本領域の画像データベース JAIDAS (Japan Image Database) を公開しており、ch.2(可視波長帯)、ch.4(熱赤外波長帯)のデータを無料で得ることができる。

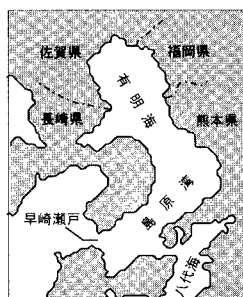


図 1 対象海域

#### 3. 画像データの処理

JAIDAS のデータは各画像によって歪みや位置のずれ等があり、精密な解析を行うにはその修正を行う必要がある。その流れを以下に示す。

##### 3.1. 二値化

画像データを陸域、雲域と解析対象となる海域の二つ

に分離する二値化を行う。海域のアルベド値は陸域に比べて小さいことから、基本的には ch.2 により閾値を決定し 2 値化を行う。しかし、画像取得時刻が早朝であり、冬季には可視チャンネルである ch.2 の画像は得られないため、冬季の画像は ch.4 の温度で閾値を決定する必要がある。

九州近辺における画素値のヒストグラムを取ると、図 2 に示すように ch.4 においても陸域、雲域と海域とはそれぞれ特徴的な値を示し、その間に閾値が存在することが分かる。この閾値を求める方法として、ある閾値によってヒストグラムを分けたときのクラス間分散が最大となる値を採用する判別分析法を用いた。その結果、ch.4 を用いた冬季のデータでも 2 値化を行うことができた。

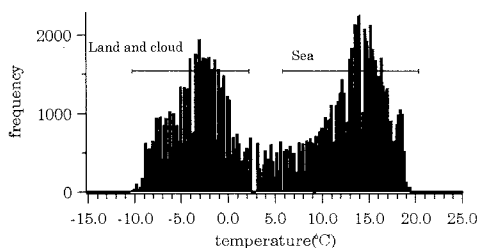


図 2 九州近辺における画素値のヒストグラム  
1995 年 1 月 2 日 / ch.4

##### 3.2. 歪みと位置の修正

相関法によるテンプレートマッチングを採用した。雲域が比較的少ない 1995 年 7 月 28 日の ch.2 による二値化画像から、九州周辺の特徴的な地形を持つ岬や湾など 6 地点を 20×20 ピクセルのテンプレートとして抽出し、毎日の二値化画像との相関係数を計算することにより一致地点を求める。相関の高い 2 テンプレート間の距離を比較して歪みを求めてデータの並べ替えを行い、その後、再度相関係数を計算して位置のズレを求め、位置合わせを行った。

##### 3.3. 温度補正

JAIDAS の ch.4 は温度に変換できるが、その値は大気

Key Word : NOAA/AVHRR, 海面温度, Fourier 解析, 有明海, 島原湾

連絡先: 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 06

東北大学大学院工学研究科土木工学専攻水環境システム学講座 TEL 022-217-7515

中の水蒸気等の影響による誤差があり、その補正を行う必要がある。本研究では熊本県水産研究センターから頂いた4地点の実測温度をトルースデータとして用い、4地点における実測温度とNOAAによる観測温度の差の平均を求めて、これを対象領域全体に足すことで補正を行った。

#### 4. 海面温度の時系列解析

以上の処理によって得られたデータを用いて海面温度の年変動を解析するために、有明海、島原湾周辺における全ピクセルに対してFourier解析を行い、海面温度の平均値と年変動成分の抽出を行った。解析の対象とした期間は1994年4月から1998年5月までである。

$$\theta(t) = A_0 + A \sin(\omega t - \phi), \quad \omega = 2\pi/T$$

ここで、 $\theta(t)$ は水温(°C)、 $A_0$ は平均水温(°C)、 $A$ は振幅(°C)、 $\phi$ は位相、 $T$ はFourier級数の周期(365日)である。今回の時系列データは時間軸がとびとびであり、数値積分によりFourier級数成分を求めることができない。そのため最小自乗法により係数を決定した。その結果を図3、図4に示す。

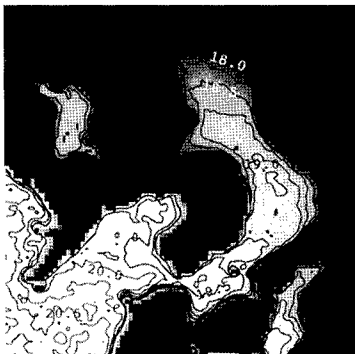


図3 平均水温分布(°C)

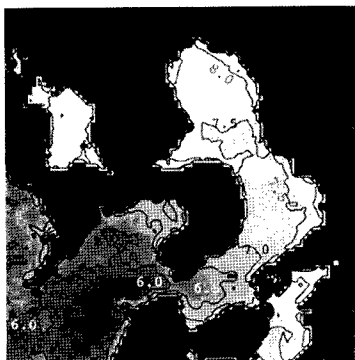


図4 年変動成分の振幅分布(°C)

図3、図4から平均水温は湾奥の有明海北部で小さく、湾口の早崎瀬戸に向かって約18から20°Cに分布、振幅は逆に湾口で小さく湾奥に向かって約6.0から8.0°Cに分布していることがわかる。これらの傾向は、外洋の黒潮系暖流と太陽放射による熱供給のバランスによると考えられ、湾口から湾奥に向かうほど年間を通して高温で変動の少ない黒潮系暖流の影響が減少し、また湾奥ほど水深が浅くなるため熱容量が減少し、逆に年変動の大きい太陽放射の影響を受けやすくなるという熱構造が考えられる。

また、最低水温、最高水温を見ると、表1に示すように最低水温は湾口と湾奥の差が激しいが、最高水温はほぼ均一であることが分かる。最低水温の出現する冬季には太陽放射が弱いため水温差を生じるが、最高水温の出現する夏季では、黒潮からの熱供給の少ない湾奥に太陽放射が熱を補う形で湾口との温度差が解消する構造が確認できる。また、その位相は湾口では湾奥に比べて一ヶ月近くの違いがあり、湾口は黒潮の変動に、湾奥は太陽放射の変動に引きずられていることがここからも確認できる。

表1 最低水温、最高水温とその出現時期

|          | 湾口        | 湾奥       |
|----------|-----------|----------|
| 最低水温(°C) | 13.0~14.0 | 9.5~11.0 |
| 出現時期     | 3月中旬      | 2月下旬     |
| 最高水温(°C) | 25.5~26.5 |          |
| 出現時期     | 9月中旬      | 8月下旬     |

#### 5. まとめ

NOAA データを用いた長期的な水温観測、年間変動解析を行い、黒潮と太陽放射による熱供給のバランスにより支配されているという、閉鎖性が高く水深の浅い湾内の熱構造が確認できた。今後、気象データや流入河川のデータ等、湾内に供給される熱量を評価することで、湾内の熱収支を定量的に把握することが可能であろう。

#### 参考文献

- 1) 中野渡新一；JAIDASによる東京湾水の熱環境評価、東北大学修士論文、1996。
- 2) 沢本正樹、中野渡新一、風間聡；NOAA画像データベースによる東京湾熱環境解析、生研フォーラム「宇宙からの地球環境モニタリング」第8回論文集 pp.33-40、東京大学生産技術研究所、1997。