

# 有明海における透明度及び海表面温度の 衛星リモートセンシング解析

花田 泰文\*・後藤 健介\*  
立入 郁\*\*・後藤惠之輔\*

## Satellite remote sensing analysis of the transparency and the sea surface temperature in the Ariake Sea

by

Yasufumi HANADA\*, Kensuke GOTO\*, Kaoru TACHIIRI\*\*

and Keinosuke GOTOH\*

The Ariake Sea is a half-closing water area of approximately 1,700km<sup>2</sup> total area, surrounded by four prefectures. It is interpreted that the big projects around that sea has given some impact to the environment. In this study, we analyzed the transparency and the sea surface temperature of the Ariake Sea by using satellite remote sensing, which has advantage of wide and frequent observation. By the existing formula derived from the observation of Ohmura Bay, transparency in the Ariake Sea has gradually increased between the year of 1990 and 2000, although that has fallen in the Isahaya Bay immediately after the bank closing. Sea surface temperature, estimated by the same procedure, has risen by 0.5-0.6°C in the same term and this change is quite smaller than the range of the water temperature under which red tide is enhanced. Consequently, it does not seem that red tide was induced by the rise of seawater temperature.

### 1. はじめに

有明海は福岡、佐賀、長崎、熊本の4県に囲まれた総面積約1,700km<sup>2</sup>の半閉鎖性水域であり、その最奥部は幅15~20km、奥行き10km程度の遠浅の泥質干潟になっている。また、潮の干満差は日本最大水準の6m以上にも及び、大潮の干潮時には約8,600ha（全国の約1/6を占める）の広大な干潟が現れる。筑後川をはじめ多くの河川が流れ込むため栄養分が多く、魚介類やその幼稚仔の成育場であるとともに全国有数のノリ養殖漁場となっている。

ノリ不作やタイラギ漁の減少、赤潮の発生といった近年の有明海の異変の原因として、海水温の上昇、植物プランクトンの増加といったものが挙げられている。

そこで、本研究では、広域性を有し、かつ反復観測可能な衛星リモートセンシングを用いることにより、有明海における海水の透明度及び海表面温度について

解析を行った。

### 2. 有明海の環境

図-1は有明海の干拓の変遷である。このように干拓の海である有明海は昔から少しずつ形を変えてきた。近年になって諫早湾干拓の他、熊本港、筑後大堰といった巨大構造物が建設され、これらが有明海に何らかの環境変化をもたらしたと考えられている。

#### 1) 諫早湾干拓事業

長崎県は山間地が多く、平坦な農地に乏しいため優良な農地を確保することが困難であった。諫早湾干拓事業は、農地を確保するとともに、高潮や洪水から農作物を守るために、潮受堤防と調整池を整備して、このような災害に対する防水機能を強化するものとして計画された。

諫早湾干拓事業は1986年12月に着手され、1997年4

平成14年4月19日受理

\*大学院生産科学研究科 (Graduate School of Science and Technology)

\*\*社会開発工学科 (Department of Civil Engineering)

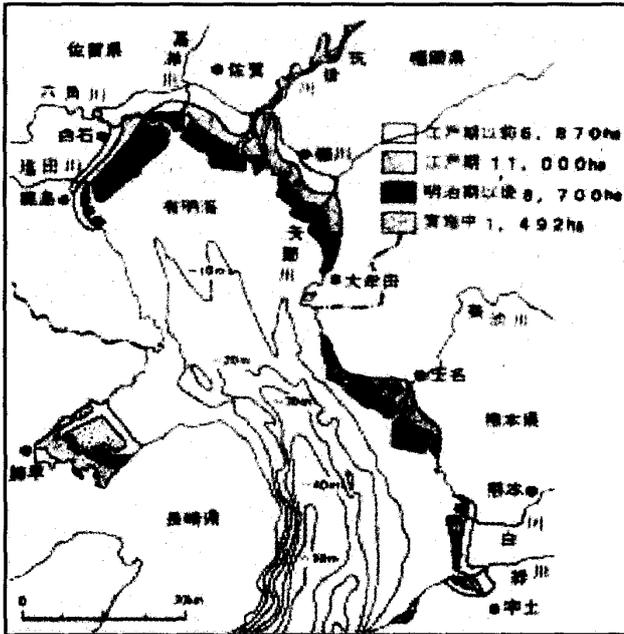


図-1 有明海の干拓の変遷<sup>1)</sup>

月に潮受堤防の閉切りを行った。

2) 熊本港の整備

熊本港は、熊本県の中央部を貫流し、海に流入する白川と緑川に挟まれた熊飽海岸にあり、熊本都市圏と直結した人工島形式による物流港湾である。新港建設に対する多方面からの要望に対し、産業流通港として計画が策定され、1974年4月重要港湾の指定を受け建設が始まった。1979年に連絡橋工事に着手して以来、1993年のフェリーバース完成とフェリー就航、1999年7月からは韓国（釜山港）とのコンテナ定期航路が開設されるなど物流拠点への第一歩を歩き始めるようになった。

3) 筑後大堰の整備

筑後川をとりまく北部九州地域は、近年の人口の増加、社会・経済の発展にともない、水需給のひっ迫した地域となっている。こういった状況から、国の水需給計画である水資源開発基本計画が考案され、江川・寺内ダムや筑後大堰、福岡導水などの利水関連施設が建設された。これら施設の建設や整備によって、日々の水不足への心配が少なくなった。

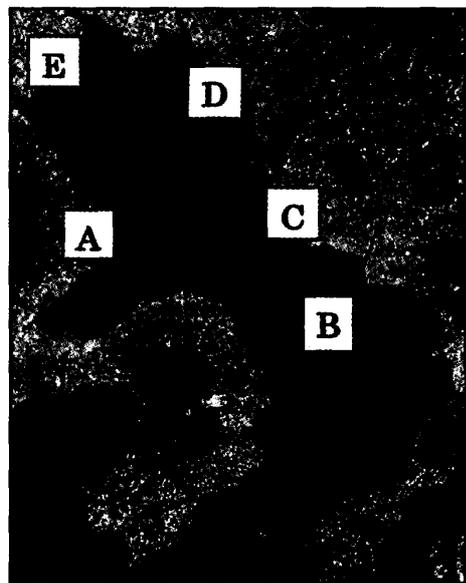
筑後川の歴史は洪水との闘いでもあり、このような洪水に対して、古くから河川改修が行われている。筑後大堰は、1973年に瀬の下地点の計画高水流量が、6,500m<sup>3</sup>/sから9,000m<sup>3</sup>/sに引き上げられたことから、利水のほか治水面の機能を持つ堰として建設された。1980年筑後大堰の本体工事が着工され、1983年に本体工事が完成した。さらに2年後の1985年に筑後大堰建設事業が全て完了した。

3. 衛星データを用いた解析方法

今回の解析には、地球観測衛星LANDSAT5号のTMセンサを用いた。LANDSATは17日間で全地球の観測を終了し、17日目に同じ地点の上空に戻る<sup>2)</sup>。TMセンサは可視光域から赤外域の波長域にBAND 1からBAND 7まで7つの波長帯を持つ。空間解像度は30m（熱赤外の波長帯を持つBAND 6のみ120m）となっている。

3.1 解析対象地

本研究で対象とした地域は画像-1に示される有明海の湾口部から湾奥部にかけての海域である。



画像-1 有明海におけるフォールスカラー画像

3.2 透明度の推定

表-1に透明度の解析で用いた7シーンの観測日時と雲量を示す。観測日は、4月から5月のほぼ同じ時期である。求める透明度 (Trans) と大気補正されたBAND 2の反射率との関係は、(1)式に示すWouthuyzen

表-1 透明度の解析に用いた衛星画像

観測日	観測時刻 (時:分:秒)	雲量 (%)
1987/05/15	10:17:30AM	10
1992/05/12	10:17:20AM	10
1995/05/05	10:01:40AM	0
1997/04/24	10:21:10AM	0
1998/04/27	10:30:50AM	20
1999/04/30	10:32:30AM	0
2000/05/02	10:29:00AM	40

(Path-Rowはともに113-37)

の大村湾モデル式<sup>3)</sup>を用いた。

$$Trans (m) = (0.231 + 12.614 \times ref.TM_2)^{-1} \quad (1)$$

(春：3～5月)

ref.TM<sub>2</sub>：LANDSAT/TMのBAND 2の反射率

### 3.3 海表面温度の推定

表-2に海表面温度の解析に用いた衛星画像について示す。用いたデータの雲量は30%、20%と小さく、時刻はほぼ同じである。各画像データは前処理として幾何補正を施し、(2)式に示す大村湾のモデル式<sup>3)</sup>を用いて、海表面温度 (SST) を求めた。

$$SST(^\circ C) = 0.3008 \times TIR - 17.4949 \quad (2)$$

(秋：9～11月)

TIR：LANDSAT/TMのBAND 6のCCT値

表-2 海表面温度の解析に用いた衛星画像

観測日	観測時刻 (時：分：秒)	雲量 (%)
1990/11/15	10：13：10AM	30
2000/11/10	10：32：30AM	20

(Path-Rowはともに113-37)

## 4. 結果

### 4.1 透明度

1987年5月 (図-2(a)) には陸域に近い場所に加えて、熊本県と島原半島の中央付近で透明度が1.0～1.5mと低くなっている。また、諫早湾において透明度が低いのは干潟の影響により海水面が下がっているためではないかと考えられる。1992年5月 (図-2(b)) の透明度については、有明海の中央部が1.5～2.0

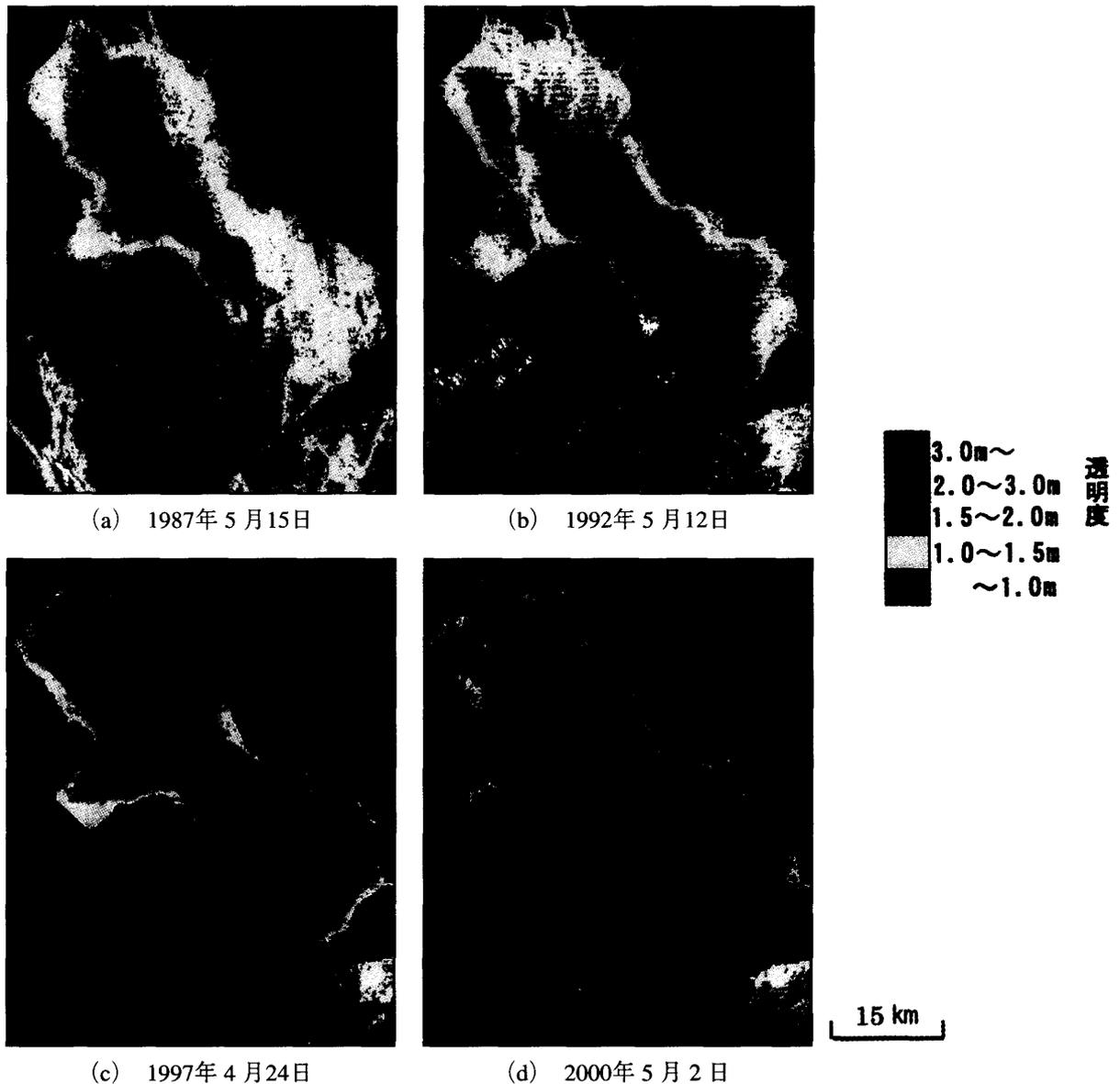
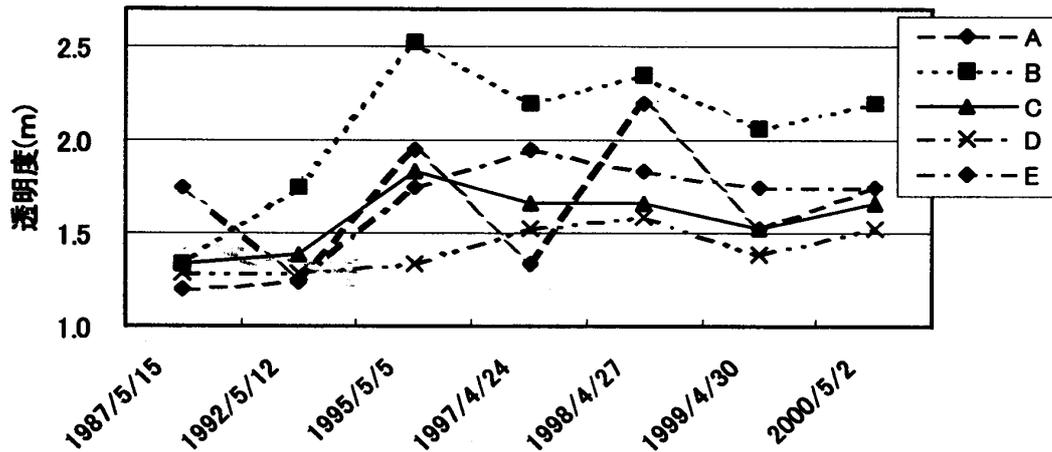


図-2 有明海における透明度分布



A	諫早干拓潮受堤防中央部からやや離れたところ
B	島原半島の上端と三池港の付け根が交差した点
C	三池港の突端からやや離れたところ
D	筑後川河口部
E	嘉瀬川河口部

図-3 有明海の各点における透明度の経年変化

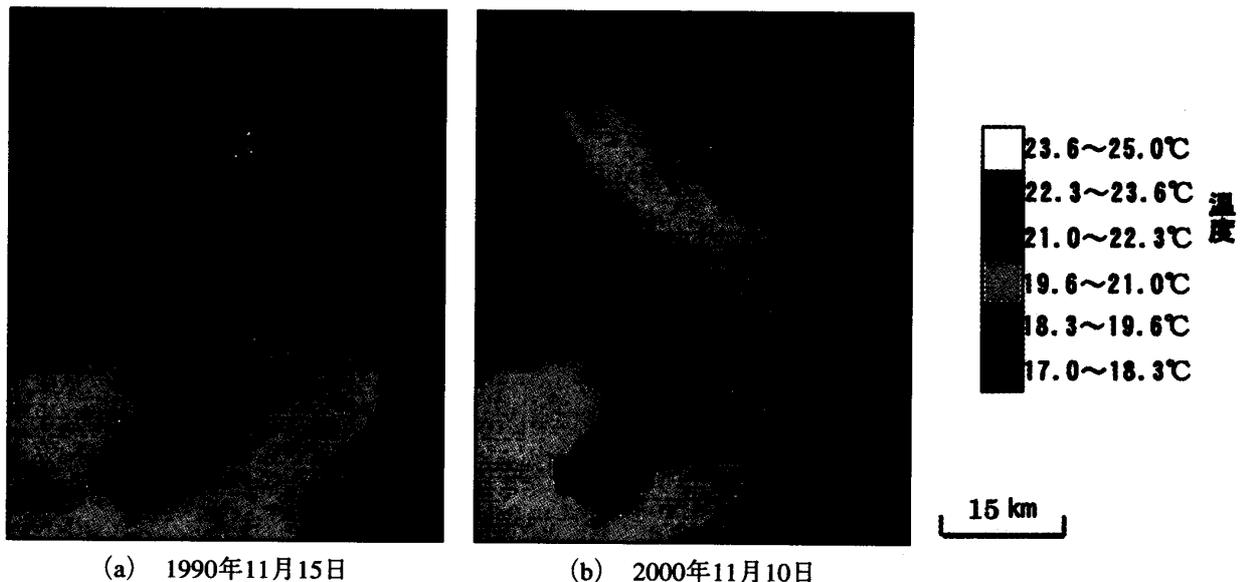


図-4 有明海における海表面温度分布

mとなっており、陸に近い領域では1.0~1.5mと低い値になっている。1997年4月(図-2(c))と2000年5月(図-2(d))の透明度については、中央部が2.0~3.0mと1987年、1992年に比べて高くなっている。図-2(a),(b)と図-2(c),(d)との比較から全体的にも1987年5月と1992年5月よりも1997年4月、2000年5月において、透明度が高くなっていることがわかる。

有明海においてAからEまでの計5点(画像-1)を選び、各点の透明度の経年変化を調べた結果を図-3に示す。A点では1997年4月24日で透明度が急に下がっている。B点は島原半島と熊本のほぼ中央部あた

りの点であるが、今回計測した地域において最も透明度が高い。この点では1997年から2000年にかけて、1987年、1992年よりも透明度が高くなっている。D点は河口部であるので透明度自体は低いが相対的には年々高くなっている。全体的にみると、徐々に透明度が大きくなっている傾向もみられるが、一部観測点では1995年と1998年に著しく大きくなっている。

#### 4.2 海表面温度

図-4(a),(b)は有明海の海表面温度の分布を示したものである。両図を比較すると、2000年11月(図-

4 (b)) は, 1990年11月 (図-4 (a)) に比べ, 全体的に海表面温度が高くなっていることがわかる。

地域毎にみると, 有明海奥部と三池港の付近で温度が上昇している。

これを数値で示す (図-5) と, 有明海奥部の E 点では1990年が18.1℃であるのに対して, 2000年は18.6℃となっている。D 点においても同じく1990年が18.0℃であったものが2000年には18.6℃となっている。三池港付近では1990年に18.0℃であったものが2000年は18.6℃とそれぞれ0.5~0.6℃上昇していることがわかる。

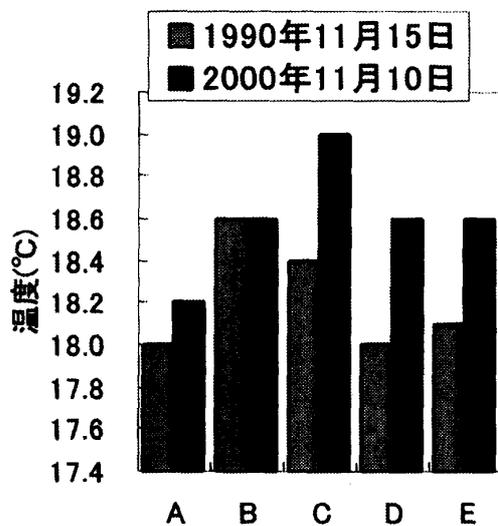


図-5 海表面温度の比較

## 5. 考察

まず, 透明度に関しては1997年4月14日に潮受堤防閉切りをを行った諫早湾のA点 (図-3) では1997年4月24日以降透明度が下がっているが, 他の観測点ではむしろ上がっている傾向がみられた。一方, 対岸の三池港であるC点では1992年以前よりも透明度が上がっている。本研究の解析では, 有明海における透明度の悪化はみられなかった。

一方, 2000年11月から2001年の1月頃にかけて有明海で赤潮が発生し, 養殖魚やノリに被害をもたらした。赤潮が発生する時の水温は16~27℃の範囲であるとされる<sup>9)</sup>。本研究の海表面温度の解析から0.5~0.6℃上昇したということがわかったが, この結果からは赤潮の発生する水温の範囲の大きさと比べてかなり小さい。このため海水温度の上昇がプランクトンの増殖の主要因になったとは考え難い。

また, 今回の解析には大村湾のモデル式を使用した<sup>9)</sup>が, これらの式が有明海でどこまで有効かは議論の余地がある<sup>10)</sup>と考える。

## 6. おわりに

今回, 衛星リモートセンシングを用いた解析から透明度は悪化せず上昇していた。海表面温度は同じく0.5~0.6℃上昇しただけであった。

直接的な観測だけでは, 有明海全体を精密に把握し, 原因を追求することは困難であり, 有明海の解析には, 広域性と周期性を有する人工衛星データの利用が効果的であるといえる。

衛星画像解析の結果と実際の観測を照らし合わせて更なる検討を行い, 有明海モデル式の開発することと, 継続的にモニタリングを行っていくことを今後の課題とする。

## 参考文献

- 1) 長崎県諫早湾干拓協議会: 諫早湾干拓事業21世紀の豊かな未来を導く, p.2, 1997.
- 2) 日本リモートセンシング研究会編: 図解リモートセンシング, 日本写真測量学会, p.110, 1992.
- 3) Wouyhuyzen, S.: Analysis of the potential utility of remote sensing data acquired from earth observation satellites for monitoring the coastal zone environment, 長崎大学大学院生産科学研究科学学位申請論文pp.61, 91, 1991.
- 4) 柳田友道: 赤潮, 講談社, p.114, 1976.