

衛星データを用いた手賀沼の富栄養化判読に関する研究

日大生産工(院) ○ 山本 岳宗 日大生産工 岩下 圭之
日大生産工 藤井 壽生 木更津高専 大木 正喜

1. はじめに

手賀沼の流域である我孫子市、柏市沼南町等は昭和 40 年代から急激な都市開発が進み土地利用が変貌を遂げてきた。手賀沼は典型的な閉鎖性内水域であるため汚濁水塊の自己浄化能力が低く、淡水赤潮やアオコの発生、異臭(カビ臭など)などの水質障害や酸素濃度低下による魚介類の死滅、水域の水質値の悪化などを引き起こしている。

このような水質汚濁への対策として、5 日周期で手賀沼では北千葉道水路(利根川と江戸川を結ぶ流況調整路)を通じて余剰水を導水し(最大 $10\text{m}^3/\text{s}$)、沼内の汚濁濃度の軽減および水の滞留時間を短縮し流動化させ、富栄養化状態の改善を試みているが、夏期におけるアオコの異常繁殖を軽減できるものではない。

本研究は、衛星リモートセンシングを従来の手法にて解析し、淡水赤潮やアオコの主要因である Chlorophyll *a* (以降; Chl. *a*) を対象とした「富栄養化指数」(Trophic State Index; 以降、TSI) により、手賀沼の富栄養化状態を広域的かつ視覚的に評価したものである。

2. 研究対象水域の定点調査概要

本研究で対象とした手賀沼が位置する流域は、昭和 40 年代初頭より、都市開発などにより著しく土地利用が変化し、流域内の様々な自然環境に影響を与えているといわれている。現地調査は、千葉県ならびに本学が衛星(ASTER or LANDSAT) 観測日と同期して定期的に行っている定点観測データより、2006 年 5 月 1 日(導水約 1 時間後) の測定データを利用した。この定期観測は、富栄養化が激しい手賀沼に設定された 18 ヶ所の調査地点において船上から直接、8 項目の水質測定、試料水の採取ならびにスペクトル測定を行っている。

3. 手賀沼湖水のスペクトル特性

複数の水質測定項目より、富栄養化のバロメータのひとつである Chl. *a* を対象に解析を行った。

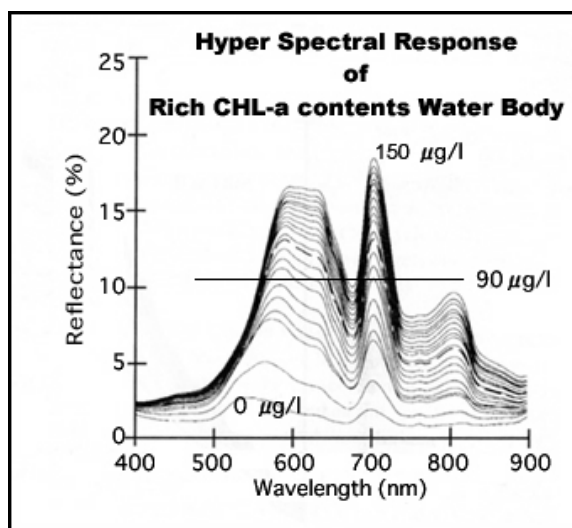


Fig.1 Chl. *a* 濃度別スペクトル反射特性

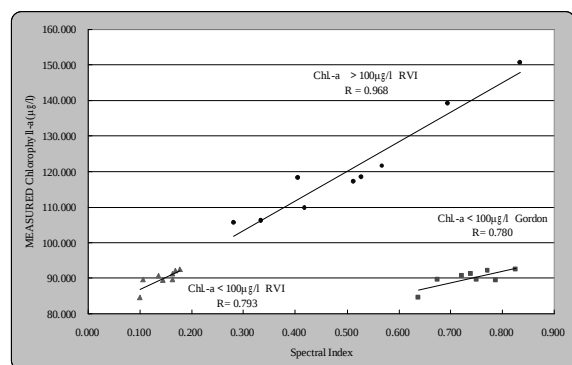


Fig.2 Chl. *a* と Spectral Index との関係

手賀沼内に設置された 18 箇所の定点観測点における Chl. *a* の化学分析結果と同地点の湖水が示すスペクトル特性(Gordon 法、RVI 法)測定ならびに相関解析を行った結果、以下のような知見を得た。

- 1) Chl. *a* 濃度は $90\text{ }\mu\text{g/l}$ 近辺を境として可視赤(VR; 680nm 近辺)における吸収が顕著となり、逆に近赤外(NIR)のローバンド域($700\text{--}730\text{nm}$)の反射が強くなるという「植物的」なレスポンスを確認できる(Fig.1)。
- 2) 超高濃度 Chl. *a* を対象にスペクトル評価を行う場合 RVI 法 (NIR/VR) を利用する方が適切である。

ASTER Analysis for Assessing Trophic State of Water Body of the Teganuma

Takemune YAMAMOTO, Keishi IWASHITA, Hisao FUJII and Masaki OHKI

- 3) Chl. a 濃度が、 $90 \mu\text{g/l}$ 以下の場合、表面反射が含有 SS(浮遊懸濁物質)の影響を受けやすくなり、またスペクトルピークが VG(可視緑)に若干移動する傾向が見られるため、従来通りの推定モデルである Gordon 法も同時に検討した (Fig.2)。

4. ASTER データによる富栄養化判読

本研究において利用した衛星データは 2006 年 5 月 1 日観測の ASTER L1B VNIR データである。この Level1B VNIR データは、既にプロダクト補正済の反射率データであるため、複合ラジオメトリック補正法 (Filament Shaped 法) の内、noise removal と smoothing 処理のみ施した。

4-1. Land Use Change Analysis

Photo 1 は 1972 年 11 月観測の Landsat MSS データ、また ASTER データにより得られた約 34 年のスパンにおける 2006 年 5 月時点における手賀沼流域の土地利用の変化を分類判読したものである。これより、昭和 47 年から現在に至るまで、流域人口 20 万人から 48 万人に増加、沼面積は開拓前後で 1085ha から 650ha に約 6 割減少、緑地に関しても 12435ha から 7322ha に約 6 割減少、逆に市街地・宅地については 1050ha から 4974ha に約 4.7 倍に増加し、典型的なサブアーバン型都市形態へと大きく変貌したことがわかる。

4-2. TSI Analysis

Photo 2 に、前述の Gordon 法ならびに RVI 法を基本に ASTER データを利用して作成された 2006 年 5 月 1 日午前 11 時頃の TSI_{CHL} (Trophic State Index) 評価画像を示した。沼全体的に高濃度の Chl. a が分布している様子が判読できる。この観測日は利根川からの定期注水浄化の当日であり、利根川より導かれた河川水が手賀川を通じて沼へ注がれ、浄化作用が局所的に進行している様子が判読できる。なお、手賀沼公園沿いに超富栄養化域は、人工的に設置されたホテイアオイ (窒素、リン吸収) が高濃度の Chl. a として誤判読されたものである。

5. まとめ

本研究より得られた知見を以下列記した。

- (1) この ASTER データ観測日と現地定点観測日とが異なるため、定量的な評価はできないが相対的な富栄養化状態を広域的にかつ視覚的に捉えることができた。

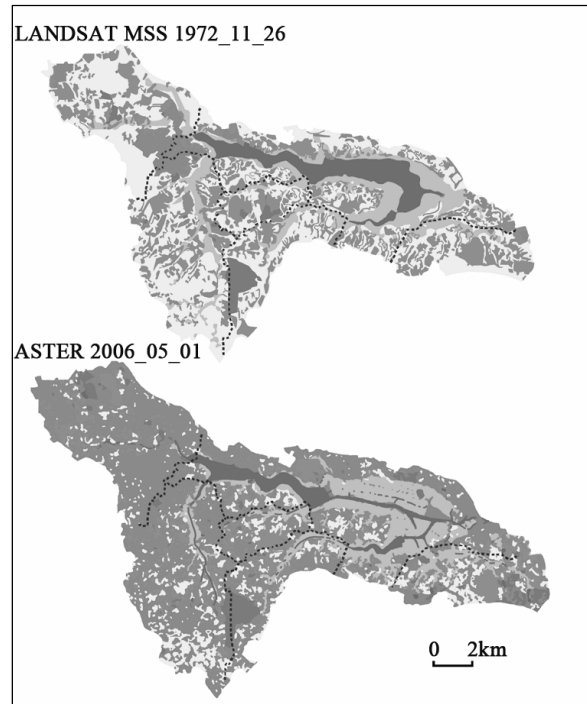


Photo 1 手賀沼流域の土地被覆状況の時系列変化

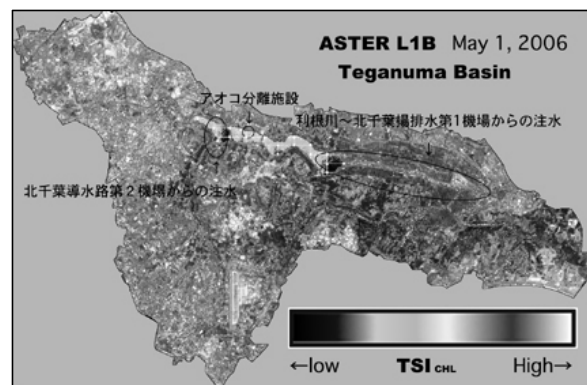


Photo 2 Chl. a を対象とした TSI 評価画像

- (2) 利根川河川水を、北千葉導水路を利用して手賀沼水質浄化を行っているが、湖沼の汚濁水塊の最終放出は松戸排水機場から江戸川となっていることから、江戸川については東京湾、特に三番瀬の水環境へどのような影響を与えているかも複合的に調査解析する必要がある。
- (3) 2006 年の同湖沼の定点観測結果から、Chl. a の年間平均濃度が約 $96 \mu\text{g/l}$ であることから、RVI 法による評価法による処理のみで Chl. a 分布を定量的に評価することができるとと思われる。
- (4) 有機物による水質汚濁のもう一つのバロメータである COD (化学的酸素要求量) は、アオコの発生の主要因とされていることから、COD 分布の抽出も可能となってくる。