

## リモートセンシングによる釧路3湖沼の富栄養化状態の把握

(株) シン技術コンサル 正会員 ○加藤 晃司

国土交通省北海道開発局

渋谷 直生

(独) 北海道開発土木研究所 正会員

中津川 誠

(財) 北海道河川防災研究センター

新庄 興

## 1. はじめに

釧路湿原国立公園内にあるシラルトロ沼(1.77km<sup>2</sup>)、塘路湖(6.27km<sup>2</sup>)、達古武湖(1.31km<sup>2</sup>) は、アオコ発生などの富栄養化現象が発現しており、こうした環境負荷によるマリモなどの貴重生物への影響が危惧されている。(図-1 参照) そこで本研究は、富栄養化の現状を把握するために、航空写真と人工衛星によるリモートセンシング手法を用いて広域的な調査を行い、その結果を水質浄化・水環境の改善に資することを目的とするものである。

## 2. 調査方法

フィールド調査は、表-1 に示すようにアオコが確認されている 2003 年 8 月 2 回(7 日, 27 日)、9 月 1 回(11 日) の計 3 回にわたり 3 湖沼各 3 地点についてクロロフィル a、フェオフィチン、植物プランクトンの採水調査、同時に湖面の直接日射光の反射特性を分光放射計によって観測した。分光放射計測は、ハイパースペクトルセンサー (FieldSpecPro、ASD 社) を用いて、350~2500nm の範囲を 1nm ピッチで観測した。一方、リモートセンシング調査は、8/6 に SPOT4 号、9/1 に SPOT5 号、9/11 に航空写真撮影を実施した。

## 3. 水質調査結果

3 回にわたり行われている水質調査は、いずれの日においてもクロロフィル a 濃度は、塘路湖において最も高く、常に 100  $\mu$ g/L 近くが観測されている。これに対してシラルトロ湖においては 30  $\mu$ g/L を超えることを確認することはなかった。調査結果として 9/11 のクロロフィル a 濃度と植物プランクトンの細胞数の結果を図-2 に示す。図-2 より、植物プランクトンの藍藻類に着目すると、今回の調査では塘路湖、達古武湖で出現が確認されており、特に塘路湖においては優占種として「アオコ」を構成するアファニゾメノンが大半を占めていることがわかった。これは、過去の報告<sup>1) 2)</sup>

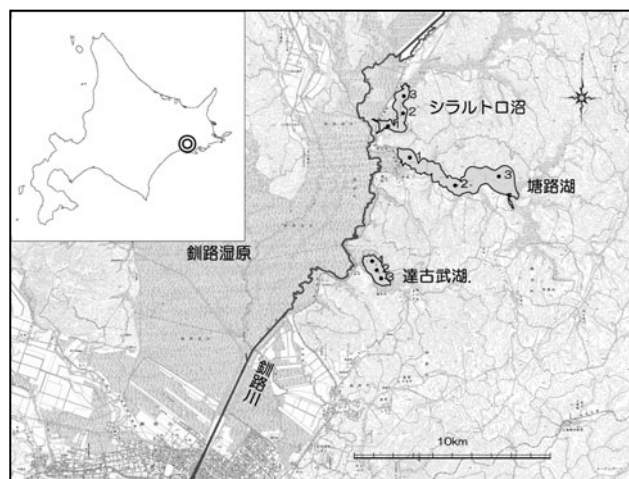


図-1 釧路3湖沼位置図

表-1 調査項目と調査実施日 (2003 年)

|        | 8月6日 | 8月7日 | 8月22日 | 8月27日 | 9月1日 | 9月11日 |
|--------|------|------|-------|-------|------|-------|
| 航空写真   |      |      | ○     |       |      | ○     |
| 人工衛星   | ○    |      |       |       | ○    |       |
| 分光放射観測 |      | ○    |       | ○     |      | ○     |
| 水質調査   |      | ○    |       | ○     |      | ○     |

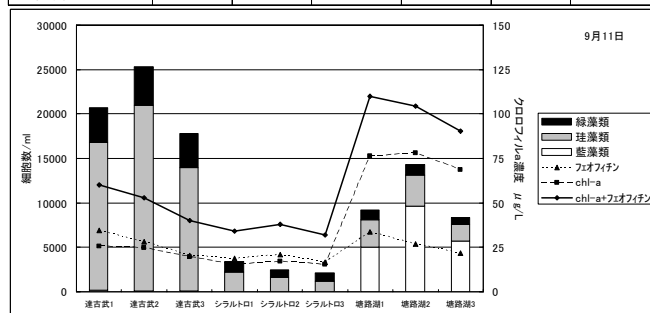


図-2 釧路3湖沼水質調査結果 (H15. 9. 11)

においても、塘路湖ではアファニゾメノンが多く出現していることが報告されている。そして、達古武湖とシラルトロ沼においては、大部分が一般的な珪藻と緑藻により支配されていることがわかる。

## 4. クロロフィル a の分光放射特性

水質調査と同時に行っている分光放射観測の結果を用いて、分光反射率と水質観測結果からクロロフィル a 濃度を推定した。ここで、分光反射率は、入射光の放射輝度に対する、反射光の放射輝度との比率によって与えた。以上の結果、クロロフィル a 濃度は、水質

キーワード：富栄養化、アオコ、リモートセンシング、釧路3湖沼

連絡先：〒003-0021 札幌市白石区栄通2丁目 8-30 tel.011-859-2609 fax.011-859-2617

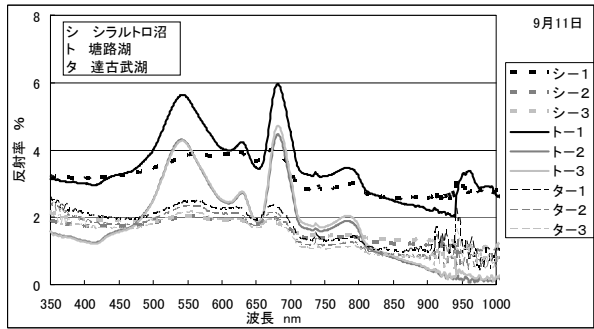


図-3 分光放射計の観測結果（H15.9.11）

表-2 バンド毎の波長域（単位：μm）

|      | B         | G         | R         | NR        | IR        |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 航空写真 | 0.45～0.52 | 0.52～0.60 | 0.63～0.69 |           |           |
| SPOT |           | 0.50～0.59 | 0.61～0.68 | 0.78～0.89 | 1.58～1.75 |

調査分析と図-3 に示すような分光放射計の反射率との関係において 680nm のピーク時と 630nm のピーク時の反射率の差を用いたときに 0.92 の高い相関が得られた。また、SPOT (G-R) や航空写真 (G-B) は、入射光の放射輝度を気象データ（日射量）の相関関係から推定し、表-2 に示すそれぞれの波長帯に平均化した放射輝度を用いて反射率を算出している。SPOT や航空写真と水質観測結果の関係においても、平均 0.90 の高い相関が得られた。

5. リモートセンシング解析

水質調査分析と分光反射率より得られた相関式を用いて、広域水質負荷の現状を SPOT5 号からは下記に示す式（1）を用いて、3 湖沼の同時的空間分布を図-4 に示す。また航空写真からは 0.2m 分解能で式（2）を用いて、塘路湖の詳細な分布状況を図-5 に示す。

$$y = 74.779x_1 + 35.981 \quad \dots (1)$$

$$y = 55.077x_2 + 30.242 \quad \dots (2)$$

ここで  $y$  : クロロフィル a 濃度 (μg/L)、 $x_1$  : 人工衛星 SPOT の反射率 Band G と Band R の差、 $x_2$  : 航空写真の反射率 Band G と Band B の差を表す。

図-4 より、3 湖沼の相対的比較では、塘路湖が最もクロロフィル a 濃度が高く且つ広域に発生し、シラルト沼は発生域が狭く且つ最も低い状況であることが把握できた。また、図-5 より、図右側が上流部にあたるが、クロロフィル a 濃度は下流部に行くに従い濃度が高くなることもわかった。なお、9 月 11 日の航空写真について、図-6 に推定値と実測値の比較を示す。図-6 より、同期観測を行っている航空写真は精度良く再現されていることがわかる。

6. 考察及び課題

今回の調査により、単年度のデータの少ない調査に



図-4 クロロフィル a 濃度分布（SPOT5 号, H15.9.1）

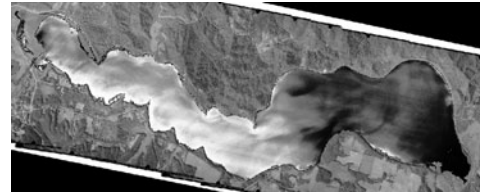


図-5 クロロフィル a 濃度分布（航空写真, H15.9.11）

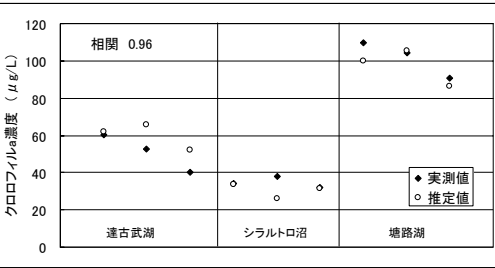


図-6 推定値と実測値の比較（航空写真, H15.9.11）

もかかわらず 3 湖沼におけるクロロフィル a 濃度の挙動の傾向を面的に把握することができた。特に航空写真にいたっては、現地でのグランドトゥールースと同期することができたので精度の良い推定が可能となった。また、推定された結果より、クロロフィル a 濃度はシラルト沼が最も低く、塘路湖が最も高いことがわかったように、衛星画像や空中写真を用いることにより、水質調査などの定点観測などでは知り得なかった湖沼の面的な変化を把握することにより、流動形態や外部負荷などの影響を考慮することが可能となることが考えられる。3 回のリモートセンシング解析から、大量に発生したクロロフィル a の分布は、発生源に留まらず、風向などの気象条件によって、活発に移動していることがうかがえる。

参考文献

1) (財) 前田一歩園財団；北海道自然環境図譜，pp. 352-354，1991。  
2) 黒萩ら；塘路湖のプランクトン (I)，水産孵化場研究報告，20，pp. 131-137，1965。