

小野湖の濁質とクロロフィル a の季節変化の考察

山口大学 大学院 理工学研究科 学生会員 ○大 木 協
 山口大学 大学院 理工学研究科 フェロー会員 羽田野 袈裟義
 宇部フロンティア大学 正会員 松本 治彦
 戸田建設(株) 非会員 小早川 新

1. 結論

小野湖（厚東川ダム貯水池：宇部市）は、宇部・山陽小野田両市の工業の発展と人口増加に伴って、厚東川の一部をダム湖として湛水した貯水池であり、厚東川と太田川が湖内に流れ込んでいる。水域分類としては、夏季のみに成層を形成する『一季成層型』である。このダムは、表層の放流（オーバーフロー）、中層の発電用取水、下層の工業用・上水用取水と多様な流出形態を持つ。

なお、宇部フロンティア大学と山口大学による既往の研究により、小野湖の湖底部には年間を通して高濁度水塊が存在することがわかっている。また、地域住民から、冬季にも淡水赤潮が発生している可能性を指摘されている。

本研究では、年間を通して湖底部に存在する高濁度水塊の濁質の成分を分析すると共に、淡水赤潮に関連していると思われる植物プランクトンに含まれるクロロフィル a（葉緑素）の季節変化を分析することを目指す。

2. 調査の概要

調査は 1998 年 7 月から 1999 年 2 月にかけて毎月 1 回（合計 8 回）、図-1 に示す湖内の 8ヶ所のステーション（以降 Stn と表記）で、表-1 に示す 9 つの分析項目について行われている。ただし、太田川は流量が厚東川の 1/7 程度であるため、太田川の Stn.8 は今回の検討対象から除外した。

3. 調査結果の検討

3.1. 濁質分析の概要

表-1 の分析項目から分類できる濁質の組成成分の表を表-2¹⁾のように作成し、9 つの分析項目の各々について作成した縦断面分布図と照らし合わせ、濁質の成分を表-2 の A~D の分類名に分類した。なお、縦断面分布図の作成にあたって、資料数（実測数）

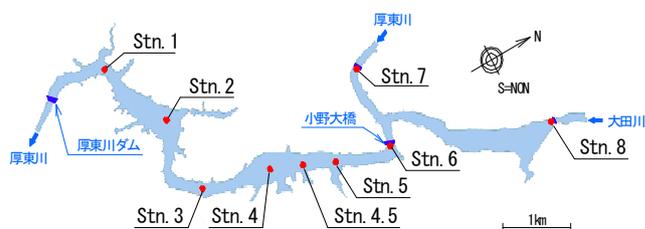


図-1. 小野湖と Stn 位置

表-1. 分析項目 (単位)

| | | |
|-----------|------------|----------------|
| 濁度(mg/l) | 水温(°C) | pH(-) |
| SS(mg/l) | 灼熱減量(mg/l) | COD(mg/l) |
| DO 飽和度(%) | EC(μS/cm) | クロロフィル a(μg/l) |

表-2. 濁質の組成成分及び分類名¹⁾

| | 濁質の組成成分 | | 具体例 | 分類名 | 分析項目 | |
|----|--------------|---------------------|--------------|-----|----------|----------|
| | 非溶解性物質(浮遊物質) | 溶解性物質 ^{注)} | | | クロロフィル a | 灼熱減量(SS) |
| 濁質 | 有機物 | 植物由来 | 植物プランクトン etc | A | | SS |
| | | 動物由来 | 動物プランクトン etc | B | | |
| | 無機物 | --- | 土砂, 泥 etc | C | | |
| 質 | 無機物 | コロイド | 粘土 etc | D | | |

注) 1μm の孔径のガラス繊維ろ紙を通過するものを溶解性物質。ろ紙上に捕捉されるものを浮遊物質としている

が少なかったため、線形近似法を用いて資料数を増やした。

また、線形近似法により算出された数値が明らかに異常な場合は、その地点近傍の実測値から近似した数値を用いている。これらの区別は、図-2 の縦断面分布図内にて示しており、以降の縦断面分布図においても同様である。

ここでは一例として、1998 年 8 月 20 日の調査結果を、縦断面分布図を示しながら述べる。

図-2 に濁度縦断面分布図を示す。この図から、底層一帯に高濁度水塊が存在することがわかる。

図-3にSS縦断面分布図を示す。SSは浮遊物質であるが、本稿では表-2に示したとおりである。この図から、図-2で示した底層の高濁度水塊部に相当する部分において、SSが高いことがわかる。このことから、濁質の成分は、表-2の分類のA, B, Cのいずれかであることがわかる。

図-4に灼熱減量/SS縦断面分布図を示す。灼熱減量は水の中の有機物量を表す水質指標であり、灼熱減量/SSは、SSに占める有機物量の割合を意味する。この図から、底層の高濁度水塊部に相当する部分において、灼熱減量/SSは約20%であり、有機物はSSの主要な成分ではないことがわかる。

つまり、底層の高濁度水塊の成分は表-2の分類のC(非溶解性の無機物)であると考えられる。

3.2. 濁度特性の分析

3.1節で述べた分析方法により、合計8回の調査の濁質成分の分類を行った結果を表-3に示し、図-5に降雨量と底層の濁度の関係をグラフに示す。ただし、図中の降雨量は、調査日を含む直前5日間の降雨量である。図-6は、1日降雨量が100mm程あった4日後の濁度の分布、図-7は水位が下がった時の濁度の分布である。図-8²⁾は調査期間(1998年7月～1999年2月)のダム地点の降雨量、ダム湖流入量・流出量、貯水位の日変化を示す。

これらの図表を分析し、推察した結果は次のようにまとめられる。

① 年間を通して、底層に無機物の濁質が存在しており、この原因は、降雨後に流入した濁水中に含まれる土砂・泥・粘土等が沈降しきらずに、底層付近で滞留しているものであると思われる。

(表-4 参照)

② 7～8月にかけて、濁質の主要な成分ではないが、底層に動物プランクトンが発生しており、9月については、主要な成分の1つとして挙げられる程の量の動物及び植物プランクトンが発生している。また、2月には、冬季にも関わらず植物プランクトンが発生していることがわかる。

(表-4 参照)

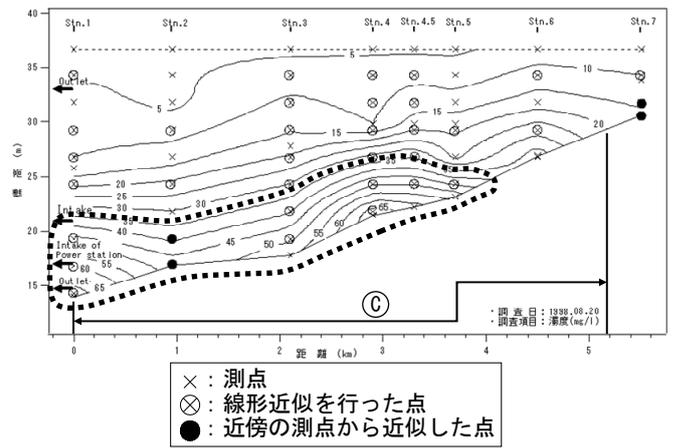


図-2. 濁度縦断面分布図(8月)

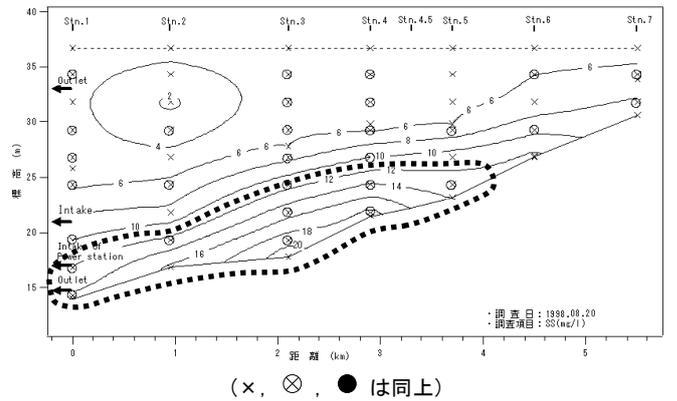


図-3. SS縦断面分布図(8月)

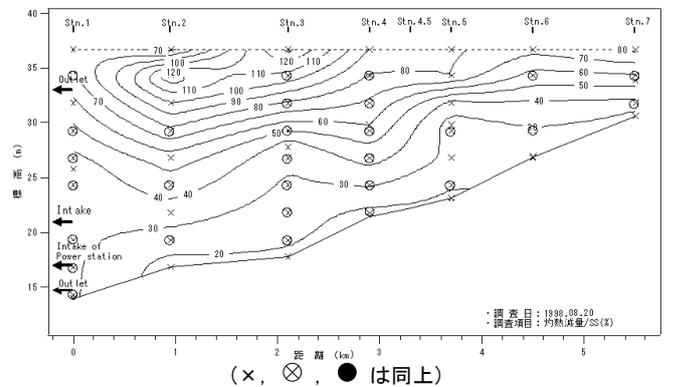


図-4. 灼熱減量/SS縦断面分布図(8月)

表-3. 濁質成分の分類結果

| 濁質 | 濁質の組成成分 | | 分類名 | 調査日 | | | | | | | | |
|----|--------------|------|-----|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|---|
| | 非溶解性物質(懸濁物質) | 有機物 | | 7/16 | 8/20 | 9/17 | 10/21 | 11/18 | 12/17 | 1/20 | 2/17 | |
| 濁質 | 非溶解性物質(懸濁物質) | 植物由来 | A | | | ○ | - | | | | | △ |
| | | 動物由来 | B | △ | △ | ○ | - | | | | | |
| 濁質 | 溶解性物質 | 無機物 | C | ○ | ○ | ○ | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | | コロイド | D | ○ | | ○ | - | ○ | ○ | | | |

○: 主要な成分
 △: 主要な成分ではないが、多く含まれている成分
 -: 分類不能

③ 底層の濁度は、降雨量が多いほど数値が大きくなる傾向があるが、10月21日の調査では、降雨量が多過ぎた為に濁質が全層に及ぶようになり、底層の濁度は高くない。(図-5, 図-6 参照)

④ 冬季は、降雨量が少なく水位が低い(水深が浅い)ため、流入部では、河川からの流入の流速により底泥が巻き上げられ、全層において濁度が高くなっている。(図-7 参照)

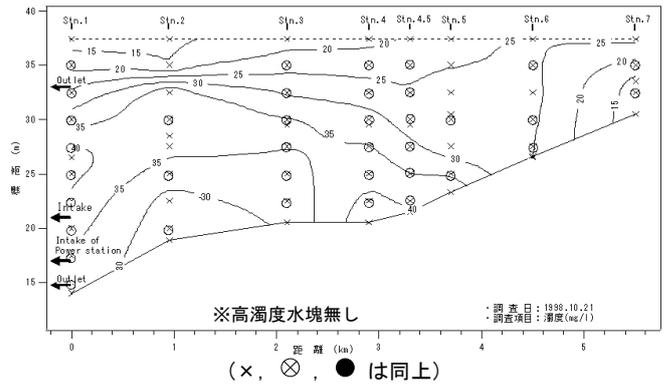


図-6. 濁度縦断面分布図(10月)

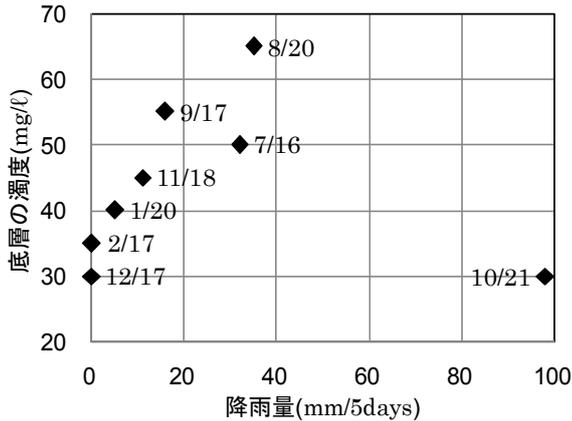


図-5. 降雨量と底層の濁度

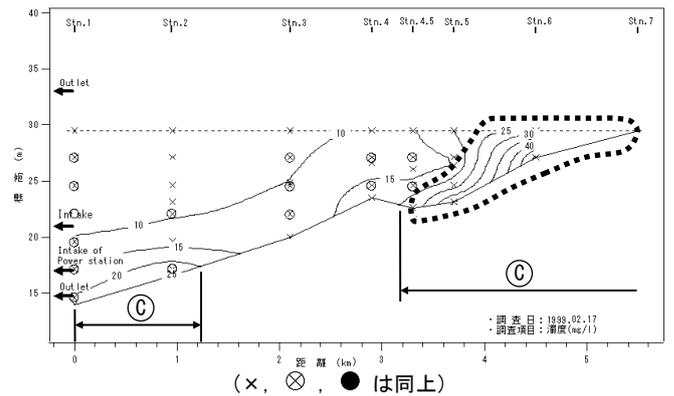


図-7. 濁度縦断面分布図(2月)

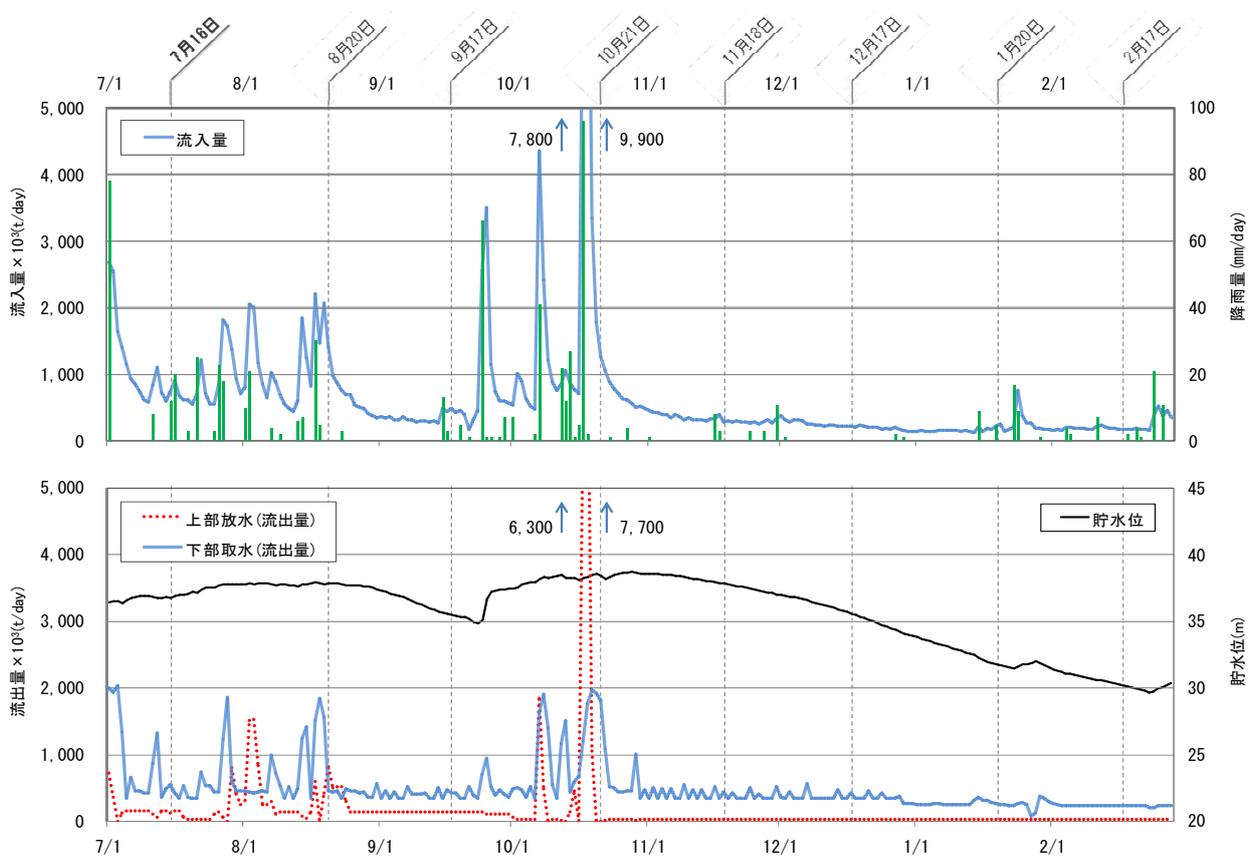


図-8. 降雨量・流入量・流出量・貯水位²⁾

3.3. クロロフィル a の季節変化の分析

前述の淡水赤潮の疑念に関連し、これと関係付けられるクロロフィル a の季節変化を調べた。その結果、クロロフィル a の鉛直分布の季節変化の図は、全ての Stn でほぼ同様の傾向が見られた。そこで、その代表例として Stn.1 における鉛直分布の季節変化を図-9 に示した。図中のマーカー (▲) は、上から表層・中層・底層の観測点と濃度を表しており、標高を左縦軸に示す。また、白抜き文字のある棒グラフは、クロロフィル a の全層平均値を示す。

図-9 より、クロロフィル a の値は、7~10 月 (夏季) には、表層で大きく、中・底層では表層に比べて小さい。また、11~12 月 (秋季) にかけて、クロロフィル a の値は小さく、全層でほぼ均一な分布状態になる。1~2 月 (冬季) においては、分布状態は秋季と同様に全層でほぼ均一であるが、その値は他の季節に比べて大きく、底層においても高い濃度を示す。また、1 月の全層平均値は最も大きい値を示している。

このように、小野湖のクロロフィル a の値の季節変化の特徴は、冬季にも関わらず全層で大きな値を示すことである。このような形態をもたらす要因を以下に推察する。

冬季は、日射量が減少するため、植物プランクトンの発生量も減少するが、夏季及び秋季に比べてダムの上部放水量が少ないため (図-8 参照)、表層で発生した植物プランクトンの大部分が湖内に滞留する。また、水温成層が非常に弱く、表層水と底層水が循環するため、植物プランクトンも全層循環している。従って、クロロフィル a の値は夏季及び秋季に比べて大きく、その分布状態は全層でほぼ均一である。

4. 結語

以上、小野湖の現地観測結果を調べ、湖内の水質現象を検討した。本研究の主要な結果として、まず年間を通して湖底部に存在する高濁度水塊の成分を分析し、主な成分は溶解性及び非溶解性の無機物であることがわかった。この原因として、降雨後に流入した濁水中に含まれる土砂・泥・粘土等が沈降しきらずに、底層付近で滞留していることを推察した。

また、クロロフィル a の季節変化を分析し、クロロフィル a の値が冬季にも関わらず全層でほぼ均一で大きな値を示すことがわかった。また、冬季に見られる淡水赤潮の疑念を持たれている現象の要因として、クロロフィル a 濃度が高く、植物プランクトンが大量発生している状況が関連することを推察した。

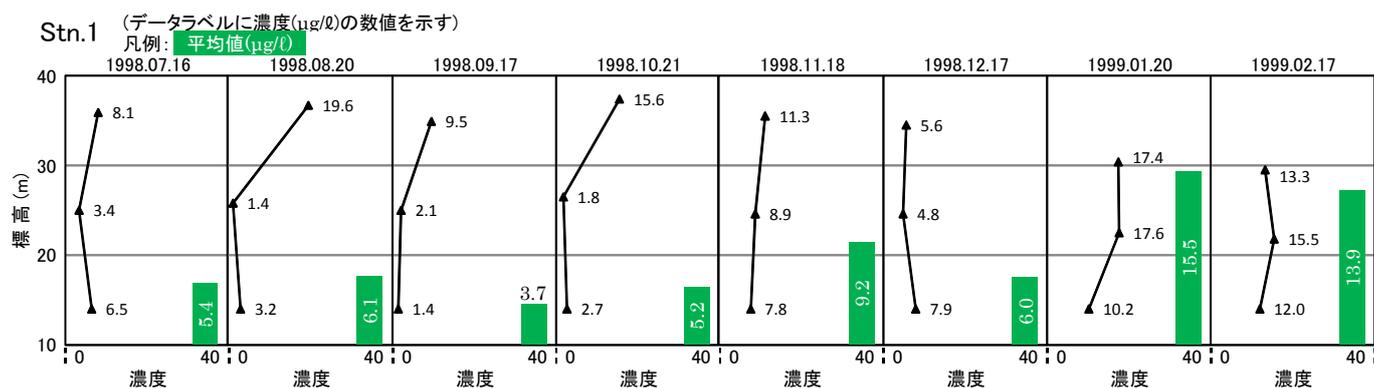


図-9. クロロフィル a の鉛直分布の季節変化 (Stn. 1)

(参考文献)

- 1) 津野 洋, 西田 薫: テキストシリーズ土木工学⑦環境衛生工学, 共立出版株式会社, p.19, 2006
- 2) 厚東川ダム管理月報(1998.7~1999.2)