

## 貯水池のアオコ原因藻類の季節的動態に関する観測と解析\*

東北大学大学院工学研究科 佐藤 洋人  
 東北大学大学院工学研究科 梅田 信  
 東北大学大学院工学研究科 堀井 貴之

### 1. はじめに

ダム貯水池などの閉鎖性水域の水質管理では、アオコや異臭味の発生など藻類が原因で生じる問題の解決が大きな課題となっている。近年、夏の藻類増殖の原因として藻類の生活環が大きく関与している可能性が指摘されている<sup>1),2)</sup>。藻類の生活環による藻類の挙動の概略図を図-1に示す。藻類の生活環とは、水中の藻類が夏の終わり頃から沈降を始め、湖底上で休眠細胞になり越冬し、春から夏にかけて栄養細胞となり水中に浮上するものである<sup>3)</sup>。このような藻類の挙動が、貯水池におけるアオコの発生に大きく影響していると考えられている。

本研究では、藻類が原因で水質問題が生じている、三春ダムを対象に藻類の生活環に関する現地観測を複数回・複数地点で行い、藻類の時間的・空間的な挙動を調査し、藻類の季節的挙動の解明を目的としている。

### 2. 研究対象領域

本研究では、福島県の阿武隈水系大滝根川上に位置する三春ダムを対象とした。三春ダムは総貯水量  $4.28 \times 10^7 \text{ m}^3$ 、湛水面積  $2.9 \text{ km}^2$  のダムであり、平成9年度に完成した比較的新しいダムである。図-2に三春ダム貯水池の平面図を示す。三春ダム流入量の85%が大滝根川が占めている。また、三春ダムはやつで状の複雑な形状をしているために水の流れが滞留しやすく、入り江ではアオコの発生が顕著に見られる。三春ダムでは利水上の問題は発生していないが、湖内負荷の蓄積による水質悪化が懸念されている<sup>4)</sup>。

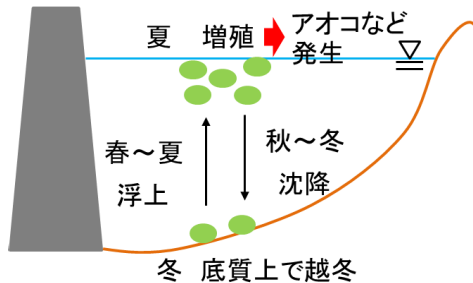


図-1 藻類の生活環による藻類の挙動の概略図

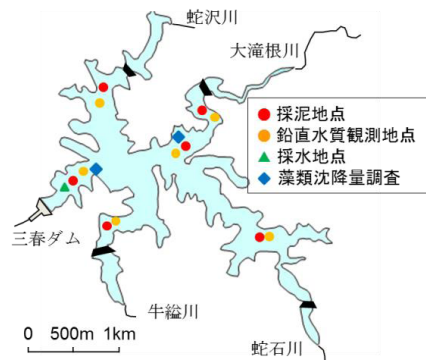


図-2 三春ダム平面図

\* Observation and analysis of the seasonal dynamics of algae caused water bloom in reservoir, by Hiroto Sato, Makoto Umeda, and Takayuki Horii

### 3. 観測の概要

本研究では、藻類の季節的挙動の解明を目的とし、三春ダム貯水池での水質状況の把握や藻類生活環による藻類挙動の定量化のために、湖内複数地点において水質と藻類の鉛直分布観測、底泥採取による底質中の藻類量の調査、採水による水中の藻類量調査、沈降トラップによる藻類沈降水量調査を実施している。現地観測は、2013年6月19日、7月4日、7月17~18日、8月22日、10月9日、12月5日の計6回実施した。

実測の内容は、まず水質計2つを用い水質の鉛直分布調査を行った。水質計は多項目水質計（JFE アドバンテック製 RINKO-Profiler）と多波長励起蛍光光度計（JFE アドバンテック製 INFINITY-ME）を用いた。

この2つの水質計を括り付け、0.1秒間隔の連続観測によって鉛直分布観測を実施した。観測地点は図-2に示したように貯水池の全域で測定を実施した。多項目水質計の測定項目は水温、濁度、Chl-a、DO、EC25である。また、多波長励起蛍光光度計は、波長の異なる励起光を植物プランクトン群集に照射し、波長ごとの蛍光強度を検出し、励起蛍光スペクトルを測定する測器である。このスペクトルの特性は、色素組成に依存するため、この情報から藍藻類、珪藻類、緑藻類等のプランクトン群集の種組成推定を行うことができる。多波長励起蛍光光度計の種組成推定項目は、珪藻、緑藻、藍藻（*Microcystis*）、藍藻（*Microcystis aeruginosa*）のChl-aの4項目である。

また、湖底付近での藻類量の長期観測を行うため、図-2に示したダムサイト地点と大滝根下流地点において、多波長励起蛍光光度計を湖底から0.6m地点に設置した。水質観測の仕掛けの概略図を図-3に示す。測定は2013年の10月9日から開始し30分に1回測定するように設定した。測定項目は珪藻、緑藻、藍藻の3つである。

採泥は図-2に示した地点で実施した。船上からエクマン・バージ採泥器を下ろして採泥し、採取された泥の表面1cm程度を採取した後、ホルマリン固定をし、冷温を保ったまま実験室に持ち帰った。実験室において図-4に示したように静置沈殿と遠心分離により泥と藻類の分離、濃縮を行った後に、検鏡し、*Microcystis* 群体数の計数を行った。

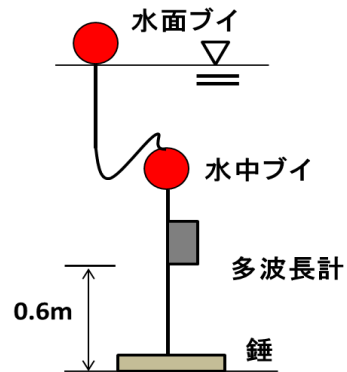


図-3 水質観測の仕掛けの概略図

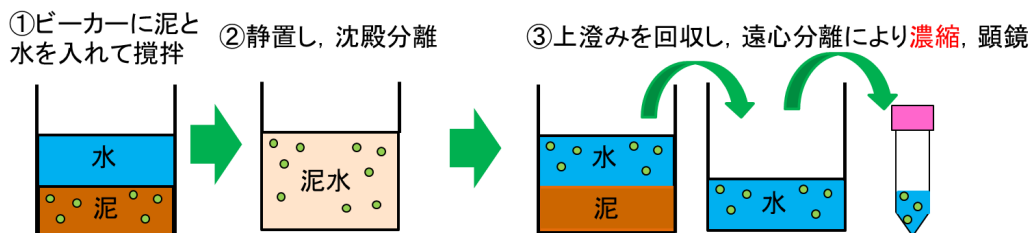


図-4 採取した底泥からの藻類の分離過程図

水中の藻類種と藻類量を調査するために、図-2 に示した地点で採水を行った。2013 年 7 月 4 日、7 月 17~18 日、8 月 22 日、10 月 9 日に水深 0.5m、16m と湖底から 2m 上において水を採取したのち、プランクトンネット（目開き 50 $\mu$ m）を用いてろ過し、ホルマリン固定して冷蔵保存した。また、同じ水深で水を 2L 採取しホルマリン固定して冷蔵保存した。その後、実験室で顕鏡を行い水中のプランクトン数を計測した。

また、水中から底質へと生息場を移行する藻類量を計測するため、図-2 に示したダムサイト地点と大滝根下流地点に沈降トラップを設置した。沈降トラップの概略図を図-5 に示す。沈降物を捕捉するためのトラップには 1L 採水ビンを用い、底上 2m 地点に採水ビンを 4 つ固定して設置した。実測ごとにトラップの回収と再設置を行った。

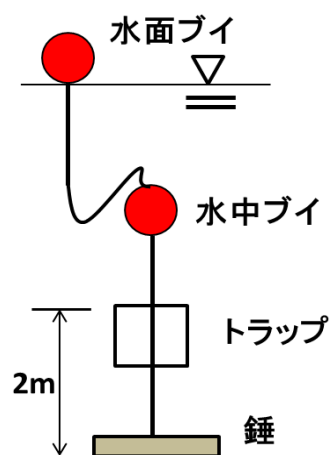


図-5 沈降トラップ概略図

#### 4. 結果と考察

図-6 に 2013 年のダムサイト地点における鉛直水質の結果を示す。結果を見ると、どの時期も *Microcystis* が優占種となっている。季節的変動は、6 月から 8 月にかけて表層付近で藍藻の *Microcystis* が増加していることがわかる。8 月には *Microcystis* が表層でピークを迎え、8 月から 12 月にかけて、日が進むにつれて減少していくという特徴が見られた。

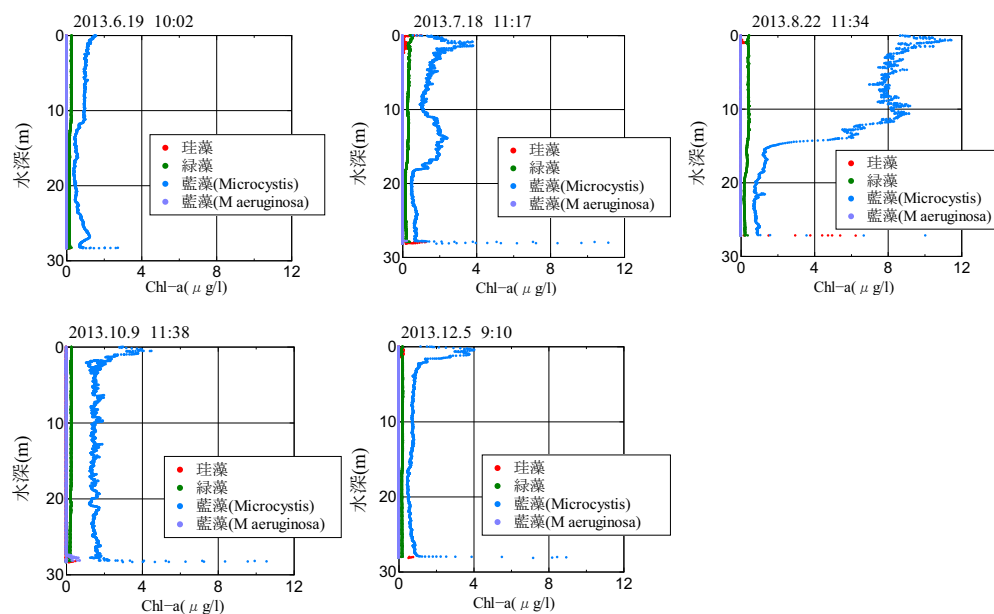


図-6 ダムサイト地点における多波長計の鉛直水質（2013年）

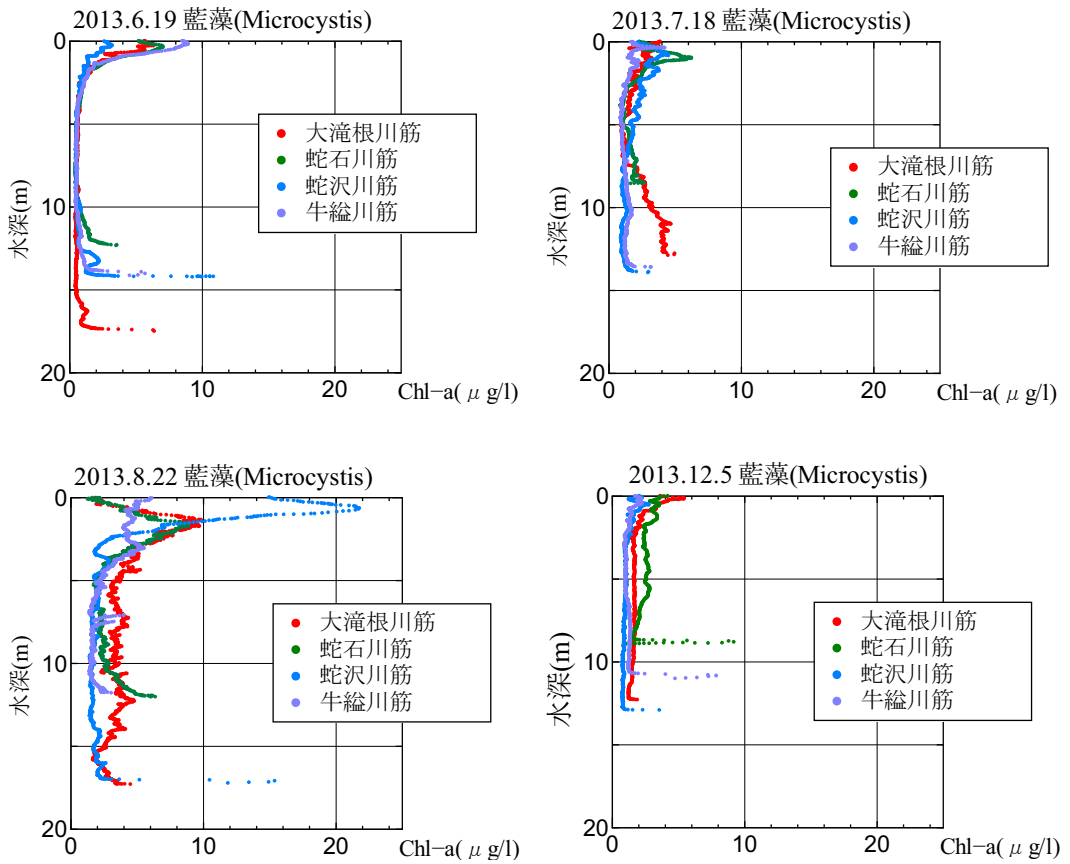


図-7 2013年の各川筋地点における鉛直水質 (*Microcystis*) の比較

表-1 沈降トラップ結果

設置期間	7/18-8/22		8/22-10/9		10/9-12/5	
設置日数(日)	35		48		57	
設置箇所	ダム堤体	大滝根川筋	ダム堤体	大滝根川筋	ダム堤体	大滝根川筋
層厚(cm)	1.6	1.4	2.0	14.3	3.7	7.4
体積(ml)	80	70	100	870	205	440
藻類量(群体/ml)	95.0	15.0	165.1		327.6	4.6
日平均沈降層厚(cm/日)	0.046	0.040	0.042	0.298	0.065	0.130
日平均体積(ml/日)	2.286	2.0	2.083	18.125	3.596	7.719
日平均藻類量(群体/ml/日)	2.7	0.4	3.4		5.7	0.1

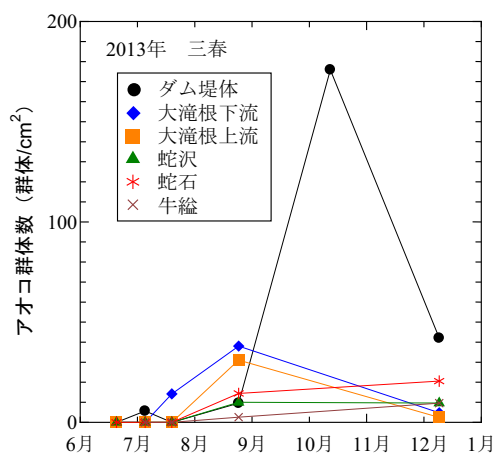


図-8 底泥中の *Microcystis* 群体数

図-7に2013年の各川筋地点における鉛直水質 (*Microcystis*) を比較した結果を示す。結果を見ると、どの観測時期も川筋間では大きな差はなかった。しかし、8月22日の蛇沢地点の表層付近では *Microcystis* の Chl-a が大きくなるという特徴が見られた。

表-1に2013年のダムサイト地点と大滝根地点での沈降トラップの結果を示す。沈降物の堆積が8月以降の大滝根地点で大きいという特徴が見られた。これは、9月中旬の出水の影響で濁水が流入したのが影響していると考えられる。また、ダム堤体付近において夏から秋にかけて沈降藻類量が増加しているという特徴が見られ、これは、夏に表層で増殖していた *Microcystis* が沈降したことが影響していると考えられる。

図-8に底泥中の *Microcystis* 群体数の計測結果を示す。7月後半までは *Microcystis* 群体がほとんど見られなかったが、8月からは *Microcystis* 群体が泥中で見られるようになった。10月～12月に特に泥中の *Microcystis* 群体が多くなった。これは、8月に表層で増殖した *Microcystis* 群体が泥中に沈降し、生息場を底質中へと移動していることが影響していると考えられる。

## 5. まとめ

2013年の6月から12月に三春ダムで藻類の季節的挙動に関する現地観測を行った。水質の鉛直観測では藍藻の *Microcystis* が1年を通して優占種であった。また、表層での *Microcystis* のピークは8月でありその後減少していった。沈降トラップでの *Microcystis* は夏から秋にかけて増加していき、底質中の *Microcystis* は10月から12月に特に多くなった。このことから、8月に表層でピークを迎えた *Microcystis* が夏から秋にかけて沈降していき底質中に生息場を移していると考えられる。

**参考文献**

1) S Suikkanen, H Kaartokallio, S Hallfors, M Huttunen, M Laamanen : Life cycle strategies of bloom-forming, filamentous cyanobacteria in the Baltic Sea, *Deep-Sea Research II* 57, 199–209, 2010.

2) 芹沢浩, 雨宮隆, 伊藤公紀 : 相模湖と津久井湖におけるアオコ異常発生現象の数理モデル解析, *技術マネジメント研究*, 第 09 号, pp.1-14, 2010

3) Hense,I., Beckmann , A. : Towards a model of cyanobacteria life cycle-effects of growing and resting stages on bloom formation of N<sub>2</sub>-fixing species. *Ecological Modelling* 195, 205-218, 2006.

4) 梅田信, 柴田光彦, 牛島健, 田中仁 : 三春ダムの植物プランクトンと濁質堆積を中心とした物質循環解析, *環境工学研究論文集*, 第 47 卷, pp.175-183, 2010.