

アオコ発生抑制に向けた親水公園における連続水質調査

Continuous water quality survey in a water park for the countermeasure of harmful algal bloom

北見工業大学大学院工学研究科工学専攻
北見工業大学工学部社会環境系
北見工業大学工学部社会環境系

○学生員 高橋 伶志(Reiji Takahashi)
正会員 駒井 克昭(Katsuaki Komai)
正会員 早川 博(Hiroshi Hayakawa)

1. はじめに

貯水池や湖沼における環境問題において、富栄養化によって水面に発生するアオコを抑制することが課題として挙げられる。アオコとは微細な藻類が大量に発生し水面を覆っている状態のことを指す。水中へ入る日光が遮断されることにより水生植物の光合成が不活化し死滅を招くほか、夜間に藻類が行う呼吸の影響で水中の溶存酸素が大量に消費され酸欠状態になり魚類の生息が困難になる等、アオコの発生抑制は湖沼にとって避けられない課題である。アオコの発生予測に関しては多くの研究がなされている¹⁾²⁾³⁾が、実際にアオコ対策を導入するには候補となる対策技術⁴⁾⁵⁾の有効性を吟味した上で適切な対策を選択する必要がある。したがって対象水域におけるアオコの発生メカニズムの解明と予測に加えて、対策の適用範囲や効果を予測することが必要となる。本研究では毎年アオコの発生が問題になっている北海道北見市内の野付牛公園の池を実験水域として、野付牛公園の微細藻類、水質条件、光条件、降水時の状況を調査し、水環境の変化や流入負荷と微細藻類の増減との関係性を考察することを目的とした。

2. 研究手法

(1)連続水質調査 北海道北見市にある野付牛公園は古くはナラやカシワ等の原生疎林となっている丘陵地に囲まれた低地の沼地であった場所が整備され1921年に開園した、道内でも最も古い公園である。近年、暖候期にアオコがたびたび発生しており唯一の流入水源(図-1, in)である井戸の改修によって流入水量を増やして滞留時間を短くする試みがなされている。本研究では、野付牛公園の池における栄養塩の推移をとらえるため、2020年4月～12月にかけて湖内5地点(図-1, $\alpha, \beta, \gamma, \text{in}, \text{out}$)において週に1度の採水を実施した。採水後、すべての地点のサンプルを孔径 $0.45\mu\text{m}$ の濾紙で濾過処理を行い冷凍保存し、後日解凍して連続流れ分析装置(QuAAtro, SEAL・BLTEC製)を用いて栄養塩($\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$, $\text{NO}_3\text{-N}$)の測定を行った。採水時にはポータブル機器(Aquafluor, TURNER DESIGNS製、等)を用いてクロロフィルa濃度等の水質測定を行い、採水後にはサンプルを実験室に持ち帰り、顕微鏡(DIGITAL MICROSCOPE KH-8700, HIROX製)を用いて浮遊性微細藻類の観察を実施した。また湖内の4地点(図-1, $\alpha, \beta, \gamma, \delta$)にメモリー式水温・水位計(SERA Diver, Eijkelkamp社製)等を係留し各地点における水温や濁度、光量子束密度等の調査を実施した。

(2)降水時観測 降水後に度々アオコが発生している様子が観察されたことから、降水が水中のクロロフィルa濃度

の増減と栄養塩濃度に与える影響について調査するため、2020/10/4～2020/10/6において降水時に採水と水質の観測を行った。降水の影響のない状態を把握するため降水開始1時間前より1～10時間の間隔を空けて計24回、アオコの発生が頻繁に確認されていた α 地点(図-1)にて栄養塩、濁度、及びクロロフィルa濃度の測定を実施するとともに湖水の流出地点out(図-1)において流量の観測を行った。

3. 結果と考察

(1)連続水質調査 顕微鏡による観察では、クロロフィルa濃度が上昇した暖候期(7～8月)にアナベナとミクロキスティスが優占していることが確認された(図-2)。また $\alpha, \beta, \gamma, \text{out}$ 地点におけるクロロフィルa濃度の月別平均値は6月に増加し、9月に最大となった(図-3)。定点以外では水面付近に浮遊するクロロフィルa濃度は $212.1\mu\text{g/L}$ に達することもあった。なお、12月には土壌由来の腐植物質の

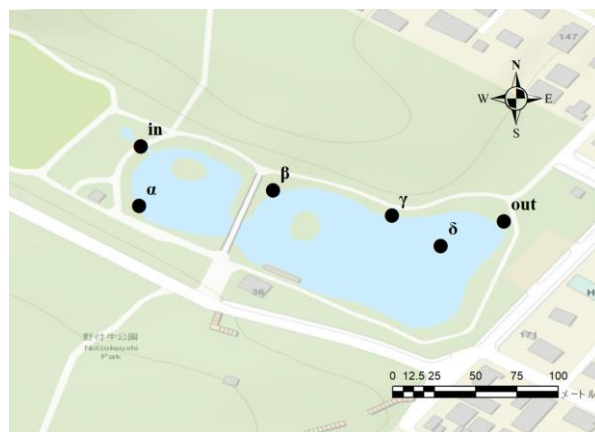


図-1 採水および降水時観測地点

図-2 夏季に発生したアナベナとミクロキスティス (2020年7月7日 α 地点)

影響を受けていると考えられたため欠測とした。栄養塩については7月まで $\text{NO}_3\text{-N}$ と $\text{PO}_4\text{-P}$ がそれぞれ 0.01 mg/L と 0.005 mg/L を上回ることが多かったが、8月以降はそれより低濃度のときが多くなった。10月の降水時観測の前後1か月間では $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ はそれぞれ $0.035\sim 0.002\text{ mg/L}$ 、 $0.003\sim 0.024\text{ mg/L}$ 、 $0.003\sim 0.01\text{ mg/L}$ の範囲であり比較的に低濃度の状態にあった(図-4)。日中の光量子束密度は5月と7月は高く8月以降は徐々に低下した。

(2)降水時観測 10月の降水時観測では降水量の推移と共に流量の値が増減した(図-5)。ただし、気象庁のアメダスのデータと現地の降水には若干の相違があると考えられた。降水後には気温と水温のわずかな変化がみられた(図-5)が極端なアオコの発生は見られなかった。降雨終了から12時間後と10月の晴天時(10/2, 10/6, 10/16, 10/23)の栄養塩の平均値を比較すると、晴天時に比べ降水後には $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ の値が2～5倍程度増加し、クロロフィルa濃度も約 $20\text{ }\mu\text{g/L}$ 上昇している(図-5)。このことから、降水前は藻類によって栄養塩が消費されて不足しており、降水により池の周辺から栄養塩が流入して藻類が増殖しやすくなっていると考えられた。

4. おわりに

本研究により野付牛公園における春季から冬季にかけてのアオコ発生状況を把握できた。また降水に伴う栄養塩の上昇が発生していることが明らかになった。しかし、降水に伴う栄養塩の発生源や流入経路を明らかにできなかったため、流入負荷量の予測モデルの構築には至らなかった。また降水量データに問題があることが分かったため、現地に雨量計を設置しより正確な降水量を観測することも課題である。これらの成果をもとにアオコの発生予測および対策効果の予測モデルの構築を進める予定である。

参考文献

- 1) 今本博臣, 田作光良, 古里栄一: 曝気循環によるアオコ・カビ臭抑制の効果検証—9 ダム貯水池の実証実験結果から—, ダム工学, Vol.23, No.4, pp. 278-289, 2013
- 2) 井芹寧: ダム貯水池における淡水赤潮とアオコの発生機構及び対策について, 九州技報, No.23, pp. 33-40, 1998
- 3) 片上幸美, 中山恵介, 横山淳史, 本間隆満, 朴虎東: アオコ流動モデルを用いた天竜川の藍藻 *Microcystis* 細胞濃度の 時間変動予測. 陸水学会誌, Vol. 68, pp. 241-251, 2007
- 4) 芹沢浩: 湖沼生態系におけるアオコの個体群動態 および空間分布に関する数理モデル解析, 横浜国立大学大学院博士学位論文, 2008
- 5) 長濱祐美, 阿部真己, 松本俊一, 福島武彦: 生態系モデルを用いた霞ヶ浦土浦入におけるアオコ発生機構の検討, 土木学会論文集 G (環境), Vol. 73, No. 7, pp. III_115-III_123, 2017
- 6) 気象庁: <https://www.jma.go.jp/jma/index.html>

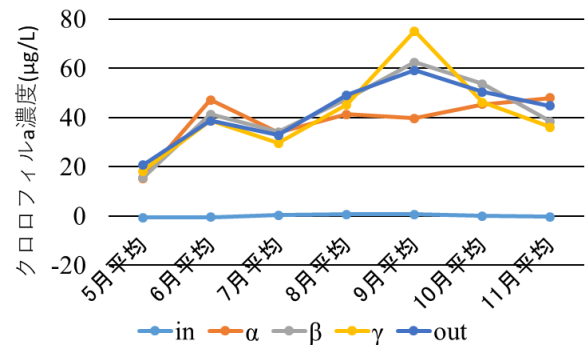


図-3 5地点におけるクロロフィルa濃度の年間推移(月別平均値)

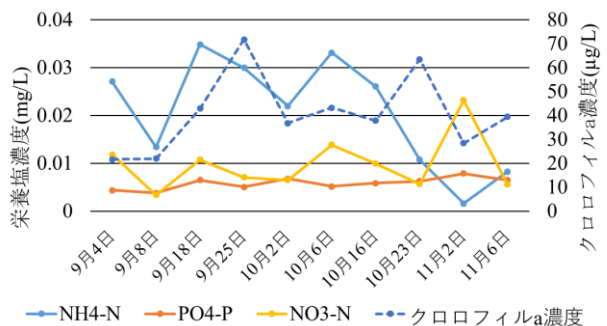


図-4 α地点における降水時観測の前後1か月間の栄養塩濃度とクロロフィルa濃度の推移

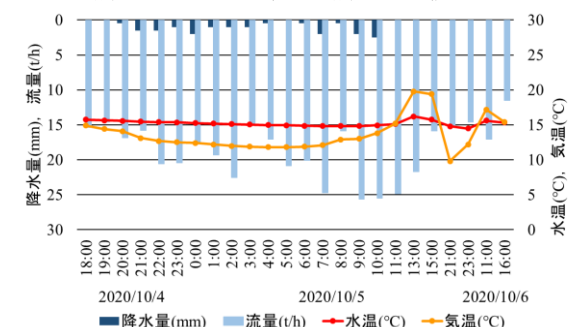


図-5 降水時観測時の降水量, 流量(以上, 現地観測値), 気温, 水温(以上, 気象庁観測値・北見市広郷⁶⁾)

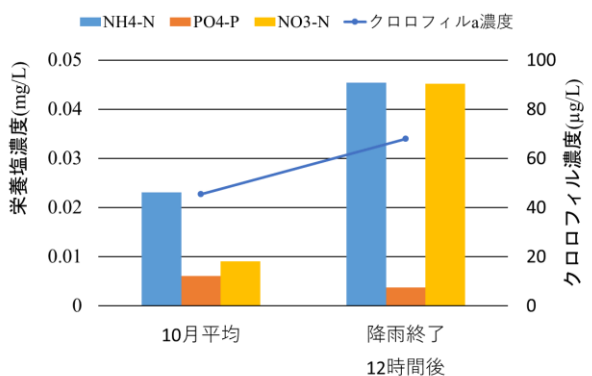


図-6 10月平均(晴天時平均値)と降水終了12時間後の栄養塩濃度とクロロフィルa濃度の比較