

窒素制限的な過栄養化水域における植物プランクトンの季節変化特性 Seasonal Change of Phytoplankton in Hyper-eutrophic Water Area under Nitrogen Limitation

○小林拓磨*・原田昌佳**・平松和昭**・田畑俊範**

Takuma Kobayashi*, Masayoshi Harada**, Kazuaki Hiramatsu** and Toshinori Tabata**

1. はじめに 近年の貯水池・ダム湖では、富栄養化が深刻化し、水域全体に渡ってアオコが長期的に発生するような過栄養化による水環境の劣化が問題視されている。本研究では、窒素制限的な過栄養化水域を対象に定期的な水質観測を行い、藻類の種構成と栄養塩の季節変化の観点から植物プランクトンの変動特性を検討するとともに、広範囲の藍藻類の大量発生による水環境の悪化状況を把握した。

2. 対象水域および観測方法 九州大学伊都キャンパス内の農業用貯水池 (A 池) を対象とした。2018 年 5 月～11 月に、藻類網別 Chl.a, 総 Chl.a, 窒素, リン, DO, 透明度などの水質観測を週 1 回の頻度で行った。対象水域の水質環境の特徴を比較検討するために、同キャンパスに隣接する富栄養状態の農業用ため池 (B 池) を対象に水質観測を実施した。

3. 観測結果と考察 水質観測の結果を **Figs. 1, 2** に、気象庁の福岡地点の雨量データを **Fig. 3** に示す。A 池の TP (平均値 : 0.17mg/L, 最高値 : 0.54mg/L), Chl.a (平均値 : 36μg/L, 最高値 : 189μg/L) は、B 池の TP (平均値 : 0.06mg/L, 最高値 : 0.11mg/L), Chl.a (平均値 : 25μg/L, 最高値 : 62μg/L) と比べて極めて高い。また、A 池の透明度が平均値 1.1m, 最低値 0.3m であり、以上から同水域は過栄養状態にある。さらに、A 池の Chl.a の季節変化は、低濃度期間 (5～7 月), 増大期間 (8 月～10 月上旬), 減少期間 (10 月中旬以降) に区分され、各期間で藍藻類が優占し、かつ N/P 比 < 10 の窒素制限的であった。以下、各期間の Chl.a の変化特性を考察する。

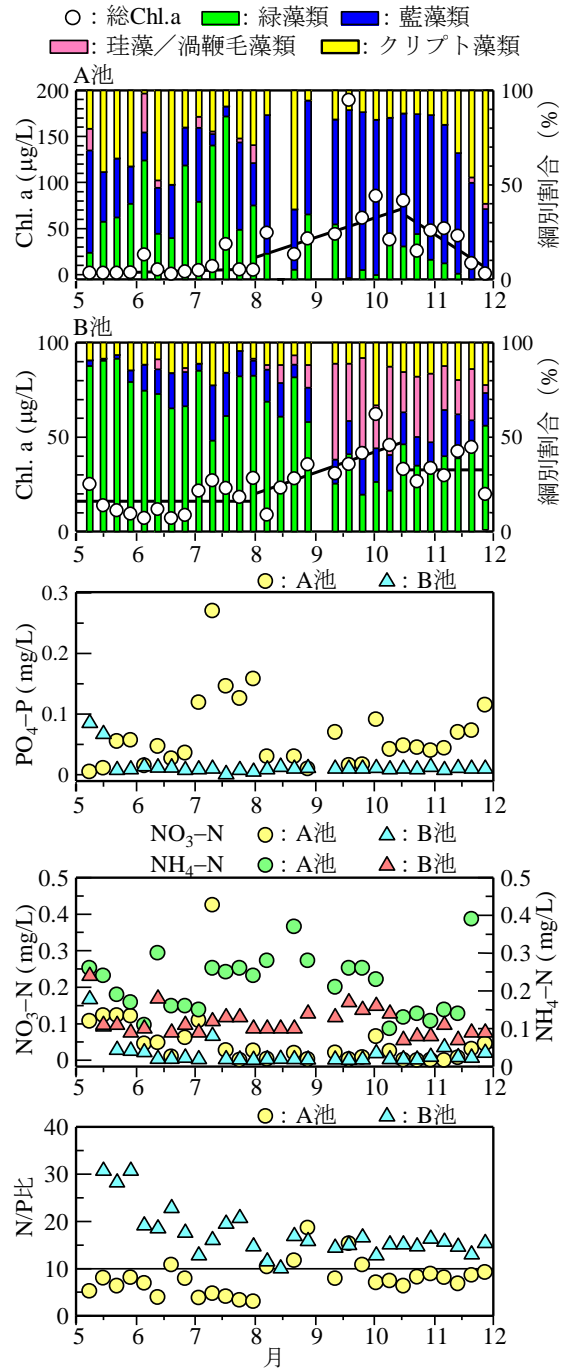


Fig. 1 Results of water quality observation

*九州大学大学院生物資源環境科学府 / Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University
 **九州大学大学院農学研究院 / Faculty of Agriculture, Kyushu University
 キーワード : 藍藻類, 水質観測, 農業用貯水池, 栄養塩

5月～7月のA池では、 $\text{PO}_4\text{-P}$ が $0.1\sim 0.3\text{mg/L}$ の高濃度であるにも関わらず、 Chl.a は $10\mu\text{g/L}$ 以下の低濃度で推移した。B池の Chl.a が $10\sim 20\mu\text{g/L}$ であったことから、A池における Chl.a の低濃度は気象的要因に加えて他の環境要因の影響を受けた結果といえる。B池とは異なり、N/P比が $3\sim 10$ と小さく、同池は極めて強い窒素制限下にあった。つまり、DINの低濃度を制限因子とする植物プランクトンの増殖抑制が考えられる。ところで、7月上旬の 200mm/d を超える降雨イベントの直後に、 Chl.a が突発的に約 $30\mu\text{g/L}$ まで増加した。これは、大雨の影響を受けて水域内の $\text{NO}_3\text{-N}$ が 0.4mg/L を超えるほどの窒素流入が生じたことに因ると考えられる。

8月～10月上旬では、両水域ともに Chl.a は直線的に増加し、A池の増加速度 $0.7\mu\text{g}/(\text{Ld})$ は、B池の $0.35\mu\text{g}/(\text{Ld})$ を大幅に上回った。A池での Chl.a の増大の要因として、優占した藍藻類にとって高水温・高日射量の最適な環境下にあったことに加えて、8月以降のN/P比が $10\sim 18$ で推移したことから明らかなように、 Chl.a の低濃度期間の場合と比べて窒素制限が緩和されたことが挙げられる。これは、上述の7月上旬に生じた水域への窒素供給量の増大の影響が、8月以降に顕著に現れたといえる。DINの経時変化より、光合成に必要な窒素源として $\text{NH}_4\text{-N}$ よりも $\text{NO}_3\text{-N}$ を選択的に取り込まれたと推定できる。特に、藍藻類は $\text{NO}_3\text{-N}$ を好んで光合成に利用することから、A池での Chl.a の増加要因の一つとして $\text{NO}_3\text{-N}$ による窒素制限の緩和が考えられる。同期間では、藍藻類 Chl.a が $150\mu\text{g/L}$ を超えるとともに、B池とは異なり広範囲のアオコの発生が約1か月間観測された(Photo. 1)。植物プランクトン量の増大の結果として、表層水は $\text{DO} > 200\%$ の過飽和状態となり、また透明度は 0.3m と極めて小さく、水域は寡少な水中環境下にあった。さらに、同時期の水深が 2m 程度と浅いにも関わらず、水底近傍は長期的な無酸素化に伴って $\text{ORP} < -150\text{mV}$ の強い還元的状態であった。以上の点に、過栄養水域の水環境

問題の深刻さを見出せる。

10月中旬以降、B池では高濃度の Chl.a を維持したが、A池の Chl.a は大きな傾きをもって直線的に低下した。水温の低下が顕著な時期にこのような相違点が生じた要因として、両池での植物プランクトンの種構成の違いが挙げられる。つまりA池で優占的に存在する藍藻類が緑藻類に比べて低水温による光合成速度の制限を受けることを反映した結果と考えられる。

4. おわりに 本研究では、 $\text{PO}_4\text{-P}$ が極めて高く、窒素制限を強く受ける貯水池を対象水域とした。同水域の Chl.a の季節変化は、藍藻類の優占と梅雨時期の流入負荷による $\text{NO}_3\text{-N}$ の上昇で特徴づけられた。そのため、藍藻類 Chl.a と栄養塩の動態特性に着目した水環境解析を行い、これらの変化特性の定量化が今後の課題である。

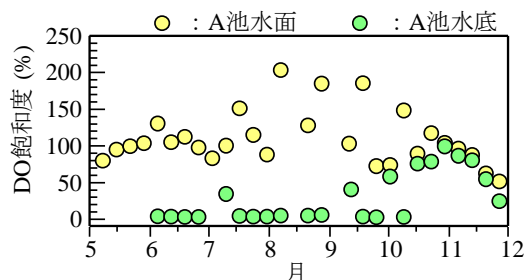


Fig. 2 Results of DO saturation at water surface and bottom

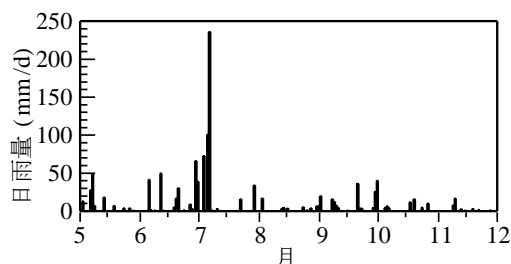


Fig. 3 Daily rainfall in Fukuoka city



Photo. 1 Cyanobacterial bloom on A-pond in September, 2018