

ウキクサの大量繁茂がダム貯水池の水環境に与える影響

鹿児島大学 学生会員 肥後拓馬 正会員 安達貴浩 小橋乃子

1. はじめに 川内川中流域に位置する鶴田ダム貯水池(大鶴湖)では、2008 年頃から外来生物であるボタンウキクサやホテイアオイの大量発生が度々確認されている。加えて、近年では、暖冬の影響で越冬個体が増加、大量繁茂し(図-1)、湖面利用の妨げや枯死個体による水質・底質の悪化など、ダム湖生態系や人間活動に悪影響を及ぼすことが懸念されている。また、このようなウキクサの大量繁茂は大鶴湖に限らず全国的な問題となっており、温暖化の進行により今後深刻化する可能性が考えられている。このため、本研究では、大鶴湖を対象に定期的な現地観測を行い、ウキクサの大量繁茂がダム貯水池の水環境へ及ぼす影響について検討を行った。

2. 観測の概要 2020 年 8 月以降、月 1~2 回の頻度で水質調査を実施した。具体的には、ダム湖内の複数点(図-1)で、水温、溶存酸素量(DO)、クロロフィル *a* 濃度(Chl-*a*)、栄養塩類(TN、TP、DIN、DIP 等)の鉛直分布を計測した。なお、同様の観測が 2014 年度から実施されている。更に、単位面積当たりの浮草の湿潤重量や個体数を調べるためのコドラート調査を実施した。

3. 観測結果 3.1 ウキクサ下の水環境と Chl-*a* 2019 年 10 月に計測された光強度の鉛直分布を図-2 に示す。ウキクサが存在しない地点と比べると、ウキクサ下(水面を完全に覆った状態)の光強度は水表面であっても大幅に減少し、ウキクサ下の水柱にはほとんど光が到達していないことが分かる。次に地点 F の表層で測定された 9、10 月の Chl-*a* の最大値と最小値を年別に比較すると(図-3)、ウキクサが大量繁茂した 2020 年の Chl-*a* は特に低かったことが分かる。栄養塩は枯渇していなかったことから、このような Chl-*a* の低下はウキクサの大量繁茂による光不足が影響しているものと考えられる。なお、ウキクサによる遮蔽効果が水温に影響を与えることも考えられたが、観測地点が近いこともあって 8 月から 10 月の調査では最大でも 0.9℃程度の低下しか確認されなかった。

ところで、2019 年はウキクサが繁茂する前にアオコの増殖が見られ、ウキクサで水表面が覆われた後もその下でアオコが生存している様子が観察されている。ホテイアオイはアオコの忌避物質を出すとも言われているが、一度アオコ化してしまうと光不足のような悪条件でも生存し続けられると言える。

3.2 ウキクサによる栄養塩の吸収 次にウキクサによる栄養塩の吸収について検討するために、上流(地点 A)と下流(地点 B)の DIN、DIP の差(Δ DIN, Δ DIP)と、A-B 間の表層 Chl-*a* の平均値との関係を調べた(図-4)。栄養塩の横流入や鉛直混合の影響は小さいものとする、栄養塩の減少(Δ DIN, Δ DIP)は A-B 間の 1 次生産(Chl-*a*)とウキク

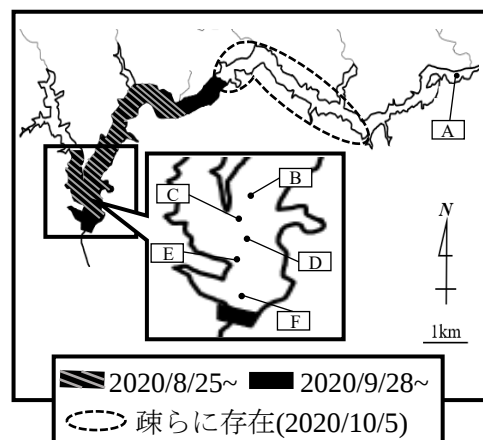


図-1 観測地点の概略図と 2020 年度のウキクサ繁茂状況

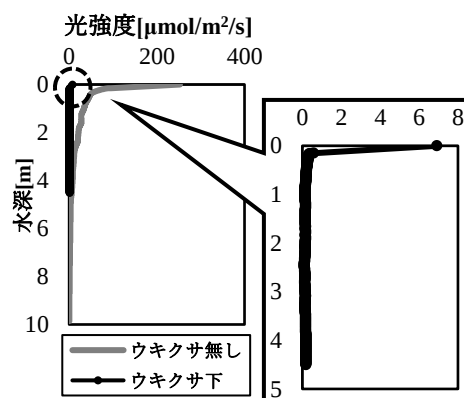


図-2 光強度の鉛直分布 (2019/10/31 観測)

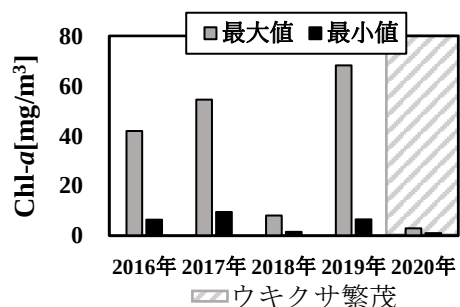


図-3 9 月、10 月の年別 Chl-*a* の最大値と最小値(測点 F)

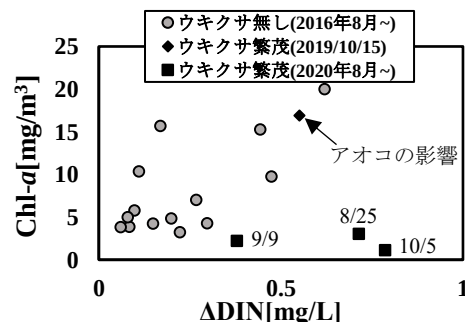


図-4 A-B 間の平均 Chl-*a* と Δ DIN の関係

サによる吸収に起因することになるが、ウキクサが繁茂した 2019 年 10 月以降の ΔDIN は、Chl-*a* が同程度でかつウキクサのない場合の ΔDIN と比較すると全体的に大きな値を示しており、ウキクサによる栄養塩吸収の影響が見て取れる。なお、台風通過直後の観測結果である 2020/9/9 は出水の影響を受けて相対的に ΔDIN が低くなっていた。このように、ウキクサによる栄養塩除去効果を示唆する結果も得られたが、その影響は大量繁茂した状態(図-1)であっても通常の植物プランクトンによる栄養塩摂取と同程度か数倍程度であった(図-4)。なお、 ΔDIP についても同様の傾向が確認されている(図示省略)。

3.3 表層 DO の低下とその要因 図-5 に地点 F の表層で測定された DO の経時変化を示す。2020/9/28 以降は地点 F でもウキクサが繁茂した状態であることが確認されており(図-1)、繁茂以降の表層 DO が例年よりも大きく低下していることが分かる。また、2020/10/5 の DO の鉛直分布を見ると(図-6)、DO の低下は地点 B から地点 F の水深が 3~4m 以浅で生じていることが分かる。このため、同日のデータを用いて表層~1m の間の DO 収支について検討を行った。以下に検討に用いた DO 収支の基礎式を示す。

$$\frac{d(\text{DO})}{dt} = -\text{Resp} - \text{Decp} + \text{DOair}$$

ここで、*Resp* はウキクサの根の呼吸によって消費される酸素、*DOair* は表層からの再曝気による酸素供給であり、既往の知見を基に表-1 に示すモデル式を用いた。また、*Decp* はデトリタスの分解による酸素消費であるが、 BOD_5 の分析結果から 0.16mg/L/day を与えた。さらに、同日の表層~1m の Chl-*a* は約 1.3mg/m^3 と比較的小さいことから植物プランクトンによる影響は少ないと仮定した。また、必要なパラメータについては、2020/10/5 に実施したコドラート調査等の観測結果を用い(表-1)、再曝気には葉が無い状態($\text{LAI}=0$)の最大の酸素供給フラックスを仮定した。この結果、ウキクサ下の DO フラックスは根の呼吸による酸素消費が最も卓越するが、それに加えてウキクサの繁茂によって再曝気が抑制される効果も影響していることが分かった(図-7)。なお、水表面の DO は $1\sim 3\text{mg/L}$ 程度と低いものの、水中ドローンで確認すると、ウキクサ下には複数の魚も観察されており、表層の DO 低下は移動能力の高い魚にはそれ程大きな影響を与えていないと推察される。

5. まとめ 本研究により、以下の結果が得られた。

- 1) ウキクサの大量繁茂によって水中へ届く光が減少し、植物プランクトンの増殖が抑制されていることが示唆された。
- 2) 本調査によりウキクサによる栄養塩吸収効果は、通常時の植物プランクトンによる栄養塩吸収と同程度か数倍程度であることが示唆された。
- 3) ウキクサの繁茂時に表層 DO の低下が観測されたが、その主要因は根の呼吸による酸素消費である可能性が示唆された。

参考文献 1) Ebrahim M. Eid. Et al. (2016): Rend. Fis. Acc. Lincei (2016) 27:375–382.

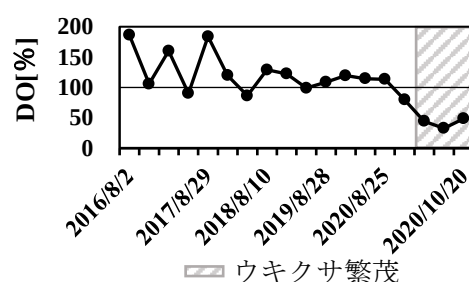


図-5 表層 DO の経時変化

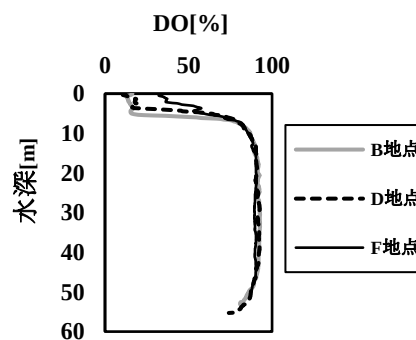


図-6 DO 鉛直分布
(2020/10/5 観測)

表-1 モデル式

$\text{Resp} = C_{\text{DO/C}} \cdot r_{\text{CR}} \cdot fT \cdot C_R / \Delta Z_R \cdot \frac{\text{DO}}{\text{DO} + \text{DO}_0}$ $fT = \theta^{(T-20)}$ $\text{DOair} = (1 - \text{LAI}) \cdot K_a \cdot (\text{DO}_s - \text{DO})$ $\text{DO}_s = \frac{32\text{O}_2}{22.4(1 + T/273)}$ $\text{O}_2 = 10.291 - 0.2809T + 0.006009T^2 - 0.000063T^3$	$\Delta Z_R: \text{根の長さ}(1.0\text{m})、\text{DO}: \text{溶存酸素量}(1.2\text{mg/L})$ $\text{DO}_0: \text{半飽和定数}(1.0\text{mg/L})、T: \text{水温}(21.9^\circ\text{C})$ $\text{DO}_s: \text{飽和溶存酸素濃度}(\text{mg/L})$ $\text{LAI}: \text{葉面指標}(\text{m}^2/\text{m}^2)^{\dagger}、K_a: \text{再曝気係数}(0.15\text{day}^{-1})$
---	---

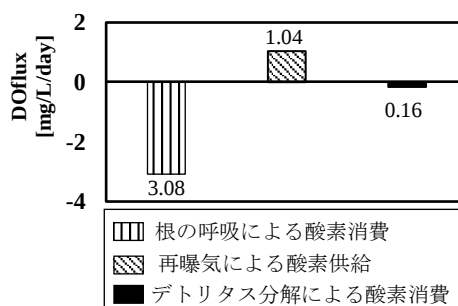


図-7 各種 DO フラックスの比較
(2020/10/5 のデータを使用)