

寺内ダムにおける曝気循環装置による藍藻類増殖抑制対策の効果に関する考察 (Ⅱ: 曝気循環装置の影響範囲と入江に対する影響)

独立行政法人 水資源機構 寺内ダム管理所 正会員 有馬 慎一郎

独立行政法人 水資源機構 技術管理室 佐々木 弘二

独立行政法人 水資源機構 寺内ダム管理所長代理 福岡 彰

埼玉大学 理工学研究科 正会員 ○古里 栄一

埼玉大学 理工学研究科 正会員 浅枝 隆

1. はじめに

寺内ダムにおいては総合的な水質保全対策が実施されているが、アオコの完全な発生抑制には至っていない。とりわけ、貯水池内対策として他ダムと比較しても十分な規模であると考えられる曝気循環装置が稼動しているにも関わらず、藍藻類が増殖してアオコが発生していることから、何らかの原因によって寺内ダム貯水池においては藍藻類の増殖抑制のために十分な循環が装置によって生じていない可能性がある。本報告は、この要因検討のために実施した現地調査結果を報告するものである。

2. 平成16年度の現地調査の概要

平成16年度は、2基の曝気循環装置を4月1日から連続的に稼動した。貯水池内における流動の影響範囲や水理環境の制御状況に加えて、藍藻類の発生実態を時空間的に詳細に把握するために、2週間に一度の頻度で水温および各分類群の植物プランクトンの縦断分布を観測した。さらに、過年度と同様に平成16年もアオコの発生が顕著であった、ダムサイト部右岸に位置する矢野竹入江において水温および植物プランクトンの縦断分布の24時間調査を7/13,14および9/14,15の2回実施した。調査においては、藍藻類の現存量を把握するとともに取得データの空間解像度を高くする必要があることから、近年わが国でも適用例のある¹⁾、アンテナ色素タイプ別の植物プランクトン現存量を現地で測定できるセンサー²⁾を用いた。図1に、平成16年度の調査結果より、このセンサーによる藍藻類相当Chl-aの測定値と、同時に実施されている採水サンプルの顕微鏡観察データ(細胞数)の相関を示す。若干のばらつきはあるが、植物プランクトンそのものの水中における不均一分布等を考慮すれば、十分に藍藻類の現存量を指標していると考えられる。

3. 曝気循環装置の水理状態への影響

図2に、2基の曝気循環装置を継続して稼動していたにも関わらずアオコの発生が顕著であった平成16年8月3日における貯水池内の水温(上)と藍藻類現存量の縦断分布状況(下)を示す。なお、それぞれのデータ解像度は水深方向0.5m 流程方向200mである。

水温の縦断分布を見ると、曝気敷高である水深20m付近で強い水温躍層が形成されていると共に、中層部に水温の均一な循環混合層が貯水池全域に形成されており、上流水域まで循環混合の影響は達していることがわかる。したがって、曝気循環の流動は鉛直方向は曝気敷高まで、水平方向はほぼ貯水池全域に及ぶ影響範囲であることが確認される。なお、このように数kmの範囲にわたり循環流が到達する現象は密度流としては一般的であり³⁾、他ダムの事例⁴⁾とも対応する。ただし、気泡噴流によって局所的に下層水塊が表層に上昇するために表層水温の低い曝気装置の近傍を除いては、貯水池全域の表層に水温躍層が存在している。また、藍藻類は表層部に集積している傾向が強いが、曝気敷高まで一定の濃度で分布している。アオコの原因となる藍藻類の分布はガス胞の浮力によって表層数mに強く局在するのが一般的であるが、水深20m付近まで分布している(図2(下))ことから考えると、曝気循環流によって表層の藍藻類は混合層内部に連行され、押し込まれていると推測される。ただし、表層に残存する水温躍層は解消されていないことから、表層での藍藻類の増殖を許し、アオコの抑制に至っていないと考えられる。つまり、アオコの発生抑制のためには、中層部に循環混合層を形成するだけでは十分ではなく、表層の水温躍層解消が必要であると評価

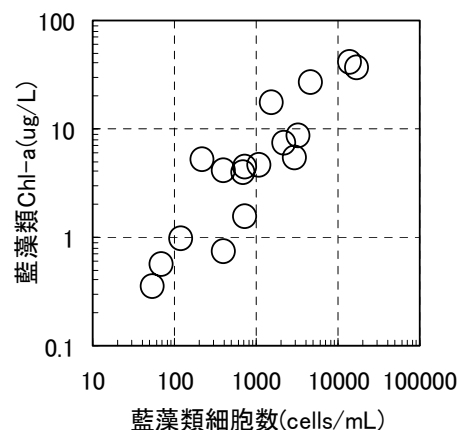


図1 藍藻類細胞数の顕微鏡計測結果と、藍藻類相当Chl-aのセンサー²⁾による現地測定結果との比較(同日同地点のデータを比較しているが、厳密には同一標本ではない。藍藻類細胞数は採水サンプル(1L)から顕微鏡したものであり、藍藻類Chl-aは採水とほぼ同時に作業船の脇からセンサー²⁾で測定した値である。)

キーワード 寺内ダム, 曝気循環, アオコ, センサー

連絡先 〒838-0029 福岡県甘木市大字荷原 1516-6 寺内ダム管理所 TEL0946-22-6713

される。曝気循環実施にも関わらず表層の水温躍層が残存してアオコが発生している事例はこれまでも報告されており⁵⁾、生態学的戦略として安定成層要求性の強い藍藻類⁵⁾にとって、十分な混合環境が形成できるかどうか、曝気循環による藍藻類増殖抑制において重要であると考えられる。

4. 入江水域の影響

過年度と同様に平成16年度においてもアオコの集積が顕著であった、矢野竹入江における水温および藍藻類現存量の縦断分布調査結果を図3に示す。なお、測定の間隔は流程方向50m、水深方向0.5m間隔である。7/13午後0時は、表層に高水温塊が存在するとともに、藍藻類が入江奥の表層に局在している。この入江では水面風が入江奥に向かって吹き込むことが多く、表層に集積したアオコが吹き寄せられていると考えられる。これに対して、最も水面冷却が著しいと考えられる午前4時(7/14)においては、水面冷却とこれに伴う対流混合によって水深約5mまでの水温がほぼ一様化しており、藍藻類の表層局在分布傾向も弱くなっている。しかしながら入江奥から150m付近には藍藻類が高密度に集積・残存していることから、入江水域の藍藻類の集積状態は深夜から朝方にかけても解消されていないと考えられる。したがって、曝気循環対策の実施時においても、本入江水域における藍藻類の制御は不十分であると推定される。

5. 現状の寺内ダムにおける曝気循環装置の効果の限界

以上の調査結果に基づくと、曝気循環装置の流動は矢野竹入江を含む貯水池全域に対して影響しているが、循環が十分に強くないために表層部の水温躍層を消滅させられないことに加えて、藍藻類の増殖開始箇所でありアオコの集積箇所である矢野竹入江水域を十分に混合できていないと考えられる。すなわち物理的な効果は入江を含む貯水池全域に及んでいるが、藍藻類の増殖抑制という水質保全目標のためには作用が不十分であるということである。この要因としては、曝気循環装置の設置位置が矢野竹入江から遠いことや上流部に設置されていること等、対策手法の適用条件という人為的な問題に加えて、寺内ダムは地形・気象特性等によって曝気循環装置の影響が発現しにくい貯水池であることも考えられる。今後はこれらの問題を解決するための方策について検討し、寺内ダムにおける水質保全を達成する必要がある。

【参考文献】

- 1) 古里栄一, 上久保典昭, 浅枝隆(2003) 現地における植物プランクトン網別現存量の高速測定手法の適用, 第37回日本水環境学会年会講演集, 118.
- 2) Beutler, M., Wiltshire, K.H., Meyer, B., Moldaenke, C., Luring, C., Meyerhofer, M., Hansen, U.-P., & Dau, H. (2002) A fluorometric method for the differentiation of algal population *in vivo* and *in situ*, *Photosynthesis Research*, 72: 39-53
- 3) Imberger, J. & Patterson, J.C. (1990) Physical limnology, *Advances in applied mechanics*, 27: 303-475
- 4) 清水俊昭, 矢沢賢一, 丹羽薫(1998) 三春ダムさくら湖の水質保全対策, *ダム技術*, 143, 71-81
- 5) 古里栄一, 浅枝隆, 須藤隆一(2003) アンテナ色素の吸光特性に基づく藍藻類の光学的および水理学的発生条件に関する現地データを用いた考察—アンテナ色素・浮力周波数仮説—, *水環境学会誌*, 26, 285-293.

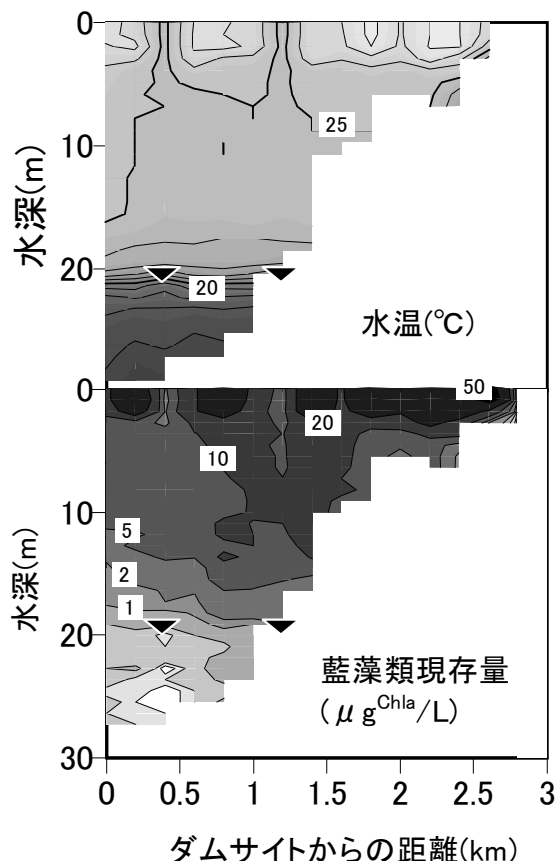


図2 水温および藍藻類相当 Chl-a の縦断分布 (8/3) 水深約20mの逆三角は曝気吐出口を示す

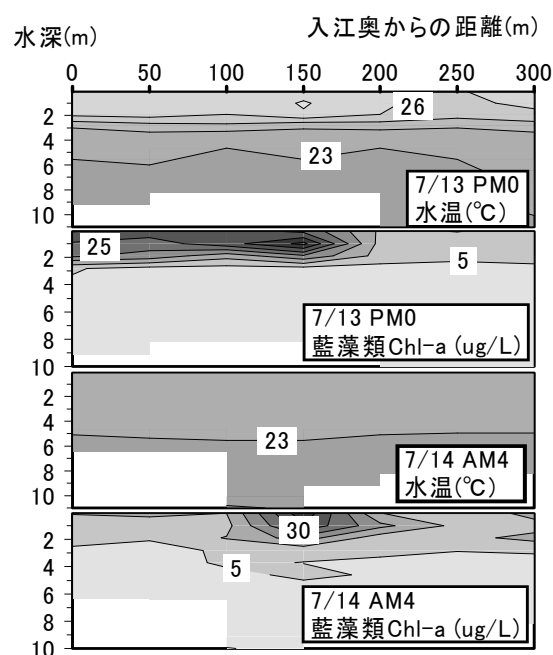


図3 矢野竹入江における水温および藍藻類現存量の縦断分布(水温は1°Cピッチ、藍藻類 Chl-a は5μg/Lピッチで示している。)