

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に関する考察

(I:曝気循環施設規模と藍藻類の抑制効果との関係)

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 福崎 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. 寺内ダムおよび水質保全対策の概要

寺内ダムは、筑後川水系佐田川に建設された流域面積 51.0km²、堤高 83m の多目的ダムである。寺内ダムにおける富栄養化現象の抑制を目的として、流入河川における浄化施設や貯水池内における曝気循環装置等の水質保全対策からなるクリーンアップレイク事業が実施されており、これまでに、個別対策に関して一定の効果が確認されている^{1,2,3)}。ただし藍藻類の異常増殖の抑制には至っておらず、平成 16 年の夏季も藍藻類によるアオコが発生した状況である。

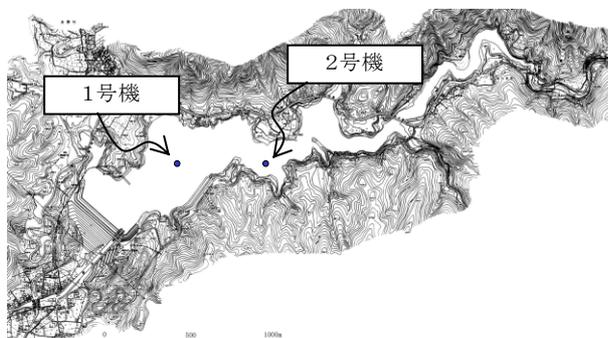


図1 寺内ダムにおける曝気循環装置の設置位置

2. 曝気循環装置と藍藻類との関係

曝気循環装置は平成 11 年 3 月に 1 号機が網場上流部に、平成 14 年 11 月に 2 号機が湖心部に設置された(図1)。いずれも複数の標高から吐出可能な多段式であり、支持方式は湖底設置タワー方式である。図2に平成元年から平成16年までの藍藻類の確認状況の時系列変化を、曝気循環装置の運転基数とあわせて示す。平成7年に曝気循環装置の実験が開始されるまで、例年夏季には藍藻類細胞数が 10,000cells/mL を超過し、その主体は *Phormidium* sp.であった。曝気循環装置設置後は藍藻類の出現頻度は低下しているが、*Microcystis* sp.が主体となって夏季には藍藻類が増殖し、曝気循環装置が2基に増設された平成15年度以降も *Microcystis* sp.によるアオコが発生している。

3. 寺内ダムにおける曝気循環対策の効果に関する考察

曝気循環対策は藍藻類の異常増殖現象の抑制対策として適用例が多く、国内でも成功例が報告されている^{4,5)}。ただし、全ての適用ダムにおいて藍藻類の増殖が抑制できているわけではなく、循環混合が十分でなく表層に水温躍層が残存する場合には藍藻類の増殖が生じる場合もある^{4,6)}。図3に寺内ダムにおける曝気循環装置設置前後の水温鉛直分布を示す。設置後は、曝気循環装置による密度流によって中層部に水温の高い中間層が形成されているものの、藍藻類の増殖層である表層数mの水温躍層は残存している。これが寺内ダムにおいて曝気循環対策後も藍藻類が発生する要因の一つとして推定される。水温鉛直分布の制御は曝気による循環流量と貯水池の規模で定まることから、寺内ダムにおける曝気循環装置の施設規模が不十分である可能性がある。貯水池規模を考慮した曝気循環装置の

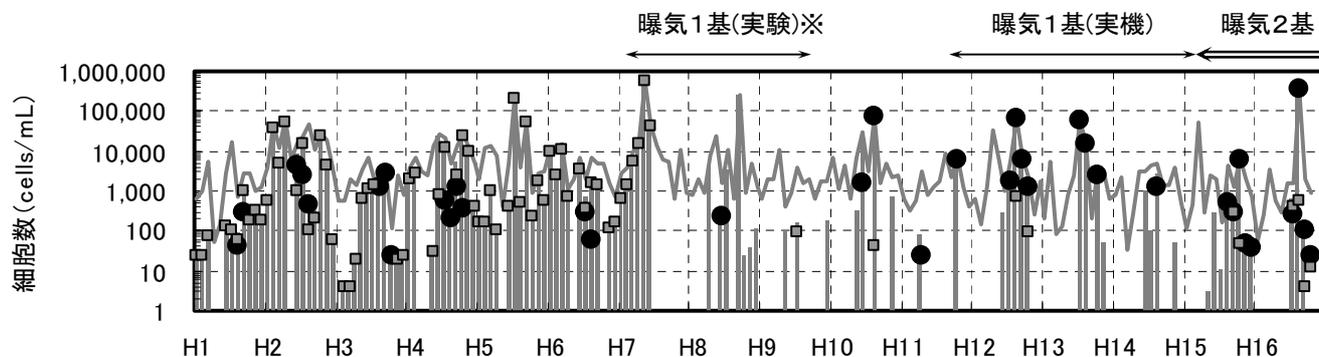


図2 寺内ダム貯水池における曝気循環装置設置前後の植物プランクトンおよび藍藻類現存量の変化

(採水地点:ダムサイト表層, ライン:植物プランクトン全細胞数, 縦棒:藍藻類全細胞数, ●: *Microcystis* sp., ■: *Phormidium* sp., ※現地実験であったために夏季のみ1ヶ月から数ヶ月の短期的な稼働である。)

キーワード 寺内ダム, 曝気循環, アオコ, 施設規模

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

施設規模は、一般的に湛水面積あたりの空気量で整理されることが多く⁷⁾、わが国でも土木研究所による適性曝気循環施設の規模に関する指標が提案されている⁸⁾(式1)。

$$k = \frac{\sum \sqrt{Q_B}}{A} \quad (1)$$

ここで、 k :貯水池規模と曝気循環装置の規模の比率を表すパラメーター、 Q_B :曝気循環装置1基あたりの空気量(NL/min.)、 A :(夏季における)湛水面積(km²)である。 k 値が大きいほど、貯水池規模に対して曝気循環装置による循環混合度合いが大きいことになる。表2に、2基に増設後の寺内ダム⁶⁾の k 値を他ダムと比較して示す。

寺内ダムにおける曝気循環装置の規模は、藍藻類の増殖抑制を達成した他ダムの規模に比べて極端に小さいわけではない。したがって、式1に含まれない要素によって、寺内ダムにおいては十分に鉛直方向の循環が達成されずに表層部に水温躍層が残存することによって、藍藻類の異常増殖が生じているものと考えられる。

4. まとめおよび課題

寺内ダムにおいては、既存事例と比べて十分と考えられる規模の曝気循環装置が導入されているのにも関わらず、近年もアオコの発生が継続している実態がある。アオコ発生要因としては、曝気循環装置の運転にも関わらず循環混合層の形成が十分ではなく、表層に水温躍層が残存していることが挙げられる。この要因としては、曝気循環装置の設置位置がダムサイト部ではなく、混合しにくい入江への影響が十分で無いことや、浅い水域が多いという貯水池の地形特性等が考えられる。今後は、表層の水温躍層の残存要因やアオコの発生要因を明らかにして、必要に応じて曝気循環装置の改造・追加等について検討していく。

【参考文献】

- 1)吉村佐, 田嶋良一, 齊藤暁樹(1996)寺内ダム貯水池における水質管理の調査報告, *ダム技術*, No.114: 35-46
- 2)吉村佐, 津森ジュン, 太田達雄(1997) 寺内ダム貯水池における流動制御現地実験, *ダム工学*, Vol.7, No.1: 32-39
- 3)佐々木弘二, 福崎彰, 村田裕(2004) 寺内ダム水質保全対策に関する検討—帝釈寺川流域汚濁負荷量の定量化等—, *ダム技術*, No.211: 58-66
- 4)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.
- 5)関根秀明, 吉田延雄, 梅田信, 浅枝隆(2003)曝気式循環施設の理論とその効果に関する考え方, *ダム工学*, 13, 5-18.
- 6)田村道雄, 北牧正之(2004) 高山ダム貯水池におけるアオコの発生状況と曝気循環設備の運用方法の検討, *ダム技術*, (投稿中)
- 7)Pastorok, R. A., Lorenzen, M. W. and Ginn, T. C.(1982) Environmental aspect of artificial aeration and oxygenation of reservoirs:A review of theory, techniques, and experiences, *NTIS Technical Report*, E-82-3., 192pp.
- 8)丹羽薫・久納誠・久保徳彦・真田誠至(1995)流動制御システムに関する実験, *土木研究所資料*, 第3375号, 101-102

表2 寺内ダムの曝気循環装置の施設規模の他ダムとの比較

ダム名称 ^{※1}	曝気循環施設の規模	湛水面積 ^{※2}	曝気規模(k値)	藍藻類増殖抑制効果
寺内ダム	3700NL/min. × 2基	0.6km ² (常時満水位 EL.121.5m)	203	不十分(<i>Microcystis</i> によるアオコ発生)
高山ダム ⁶⁾	5600NL/min. × 1基	1.4km ² (制限水位 EL.117.0m)	53.4	不十分(<i>Microcystis</i> によるアオコ発生)
	5600NL/min. × 4基		214	藍藻類増殖せず
土師ダム ⁴⁾	3700NL/min. × 4基	1.66km ² (制限水位 EL.242.9m)	147	不十分(<i>Microcystis</i> によるアオコ発生)
	3700NL/min. × 8基		293	藍藻類増殖せず
耶馬溪ダム ⁸⁾	3700NL/min. × 1基	0.707km ² (常時満水位 EL.162.0m)	86	不明(短期的な流動実験のため)
釜房ダム ⁸⁾	3700NL/min. × 1基 840NL/min. × 5基	2.45km ² (制限水位 EL.143.8m)	84	不明(短期的な流動実験のため)
Xダム ⁵⁾	1200NL/min. × 2基	0.2km ² (常時満水位EL.120.5m)	346	発生していた <i>Anabaena</i> を抑制した

※1:高山ダムと土師ダムは複数基を複数年にわたる段階施工で導入したために、複数の曝気規模のデータが存在する。

※2:夏季の水位とした。

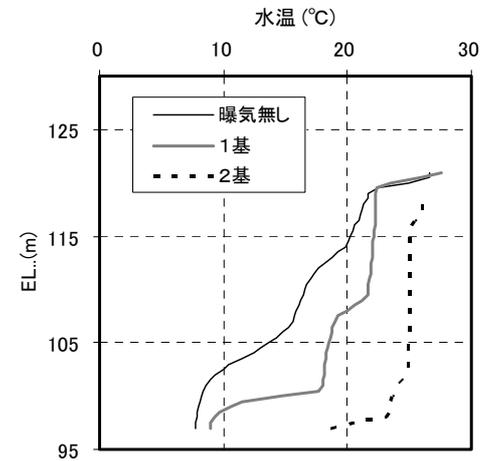


図3 寺内ダム貯水池ダムサイト地点(自動観測施設)における曝気循環装置設置前後の水温鉛直分布の比較

(曝気無し:H10, 1基:H13, 2基:H16, 各年ともに8/1のデータを用いた。ただし、H16は7月下旬の台風の影響を除外するために、8/3のデータを用いた。)(k 値は1基は約100, 2基は約200である。)(N_{50} (表層から5mの浮力周波数)は、H10: 2.9×10^{-3} , H13: 2.7×10^{-3} , H16: 4.6×10^{-4} (s⁻²)である。)