

高山ダム貯水池における曝気循環設備の効果について

水資源機構 木津川ダム総合管理所 ○丹羽 賢一
水資源機構 木津川ダム総合管理所 正会員 山田 邦春

1. 概要

独立行政法人水資源機構（以下「機構」と記述）の木津川ダム総合管理所が管理する高山ダムは、流域から流入する窒素やリンなどの栄養塩濃度が高く、富栄養の貯水池となっており、管理開始(1969年)後15ヶ年が経過した1984年以降20ヶ年近く毎年のように夏期にアオコ（主に *Microcystis* などの藍藻類の異常発生による湖面の着色現象）の発生が見られていた。

高山ダムでは、アオコ発生抑制のため、国土交通省による「高山ダム貯水池水質保全事業（以下「保全事業」と記述）」により、2000年から2003年にかけて、曝気循環設備を4基設置し順次運用を行っている。その結果、2基の運用を開始した2003年以降2005年までの3ヶ年において、アオコの異常発生は見られず、曝気循環によるアオコの発生抑制効果が見られていることが考えられた。

そのため、高山ダムにおけるアオコの主な原因種である藍藻類の *Microcystis*（ミクロキスティス）について、夏期にアオコ状態に優占して発生する主な要因であると考えられる貯水池表層水温の曝気循環実施による変化と、*Microcystis* 細胞数との関係についての検討を行った。

その結果、高山ダムにおいては曝気循環の運用により夏期における表層水温が低く抑えられ、これが発生抑制効果の主な要因として考えられた。

2. 高山ダム貯水池の富栄養化状況

表-1に高山ダム貯水池の概要を示す。一般に湖沼やダム貯水池は栄養塩（リン）濃度から、貧栄養（ $<0.01\text{mg/l}$ ）、中栄養（ $0.01 \sim 0.03\text{mg/l}$ ）、富栄養（ $>0.03\text{mg/l}$ ）に分類され、中栄養～富栄養の貯水池ではアオコなど富栄養化現象発生の可能性が高いとされている。

高山ダム貯水池表層のリン濃度は直近10ヶ年平均で 0.06mg/l であり富栄養の貯水池となっており、過去から頻繁にアオコの発生が見られている。

3. 曝気循環設備の概要

曝気循環設備は、約15～20mの水深から空気泡を出し、その連行流により湖水の鉛直循環を起こすことで、アオコの異常発生を抑制するものである。

高山ダムにおいて、保全事業により設置した曝気循環設備の位置図を図-1に示す。曝気循環設備は、ダムサイトから上流約3kmまでおよそ1km間隔で4基を設置し、1基当たりの空気量約 $5.6\text{Nm}^3/\text{min}$ で、2003年に2基、2004年以降は4基の運用を行っている。

表-1 高山ダム貯水池の概要

項 目	内 容
湛水面積(km ²)	2.6
集水面積(km ²)	616
総貯水容量(10 ³ m ³)	56,800
年総流入量(10 ⁶ m ³)	546,172
回転率(回/年)	9.6
流入リン濃度(mg/l) (総リン T-P)	大川橋 0.07
	治田川 0.16
貯水池表層リン濃度 (mg/l) T-P	0.06

※1: 年総流入量=10ヶ年(96-05)平均

※2: 回転率=年総流入量/総貯水容量

※3: リン濃度=10ヶ年(96-05)平均(毎月の採水調査結果)

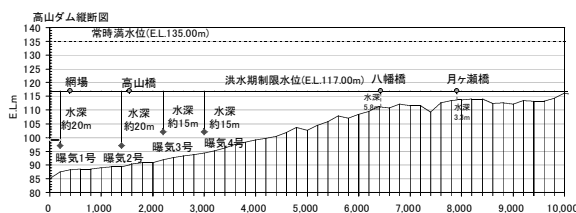
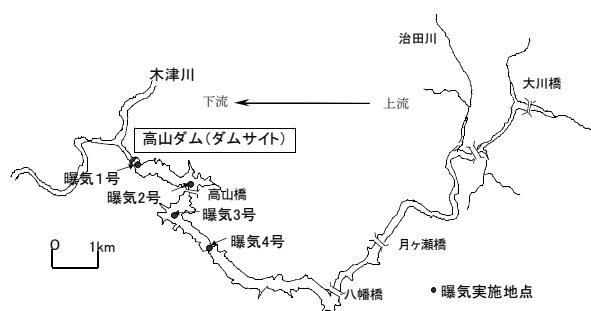


図-1 曝気循環設備の設置位置

キーワード 曝気循環, 富栄養化, アオコ, 水温, *Microcystis*

連絡先 〒518-0413 名張市下比奈知 2811-2 水資源機構 木津川ダム総合管理所 Tel0595-64-8961

4. *Microcystis*細胞数の経年変化

図-2に、高山ダムにおけるアオコの主な優占種である藍藻類の *Microcystis* について基準地点表層 0.5m における 1995～2005 年の経年変化状況を示す。図より 2002 年までは、毎年夏期に 10,000 細胞(※目視による湖面巡視によりアオコ発生が確認される時の目安の細胞数)以上の発生が見られるが、曝気循環設備 2 基の運用を開始した 2003 年以降は大幅に減少している。上流約 6km の八幡橋地点においても同様の結果が得られており、また細胞数の鉛直分布調査結果からも、表層だけでなく全層に渡り発生細胞数が減少している結果が得られている。

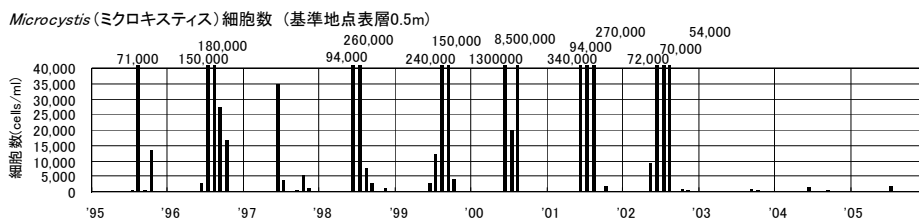


図-2 *Microcystis* 細胞数の経年変化(定期(月1回)採水調査結果)

なお、機構職員による目視の湖面巡視においても、2002 年まで毎年夏期にアオコが見られていたが、2003 年以降、2005 年まで発生は見られていない。

5. 曝気循環運用による貯水池表層水温の変化

貯水池基準地点の 2000 年～2005 年における水温鉛直分布状況について、7 月の現地観測結果の比較を図-3 に示す。図より 2002 年までは外気温の影響を受け、表層水温は 30℃を越えて、高く水温躍層が形成されているが、曝気循環の運転を行った 2003 年以降は、曝気以浅の水深で鉛直方向にほぼ一様水温となり、表層水温も 26～27℃以下に抑えられている。なお、2003 年においては、冷夏であったため気温、水温共に低い。

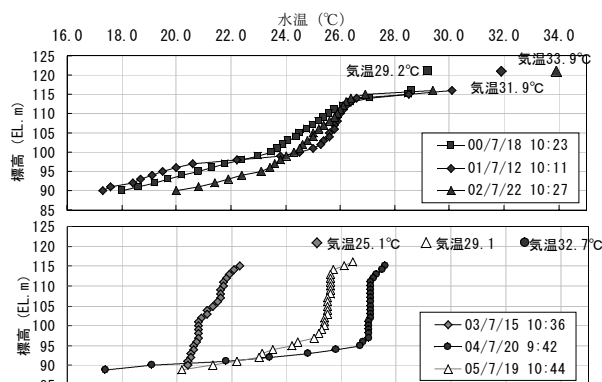


図-3 水温鉛直分布(基準地点 7 月)の比較

また、ダムサイト表層の 2000 年～2005 年における表層水温及び日最大気温の自動監視装置による時系列の観測結果を図-4 に示す。図より、外気温は 5 ヶ年で大きな変化は見られないが、表層水温は、曝気循環の運転を行った 2003 年以降、気温に比べ低下が見られる。

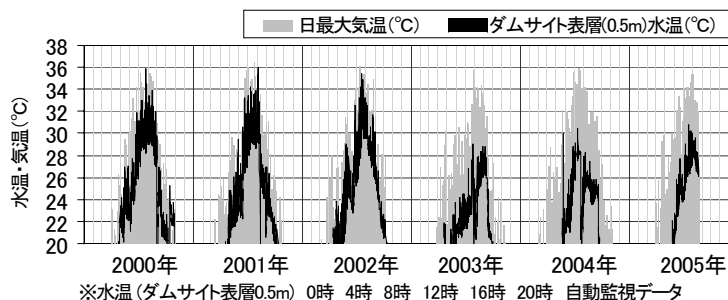


図-4 気温と貯水池表層水温(20度以上)の関係

6. 水温と *Microcystis* 発生量の関係

図-5に、貯水池基準地点における 1989 年～2004 年の月 1 回の定期の採水調査結果から、表層(0.5m)の水温と *Microcystis* 発生細胞数の関係を整理したものを示す。図より、表層の水温が高くなり特に 30℃を越えると *Microcystis* が 10,000 細胞を越えて発生し、ほぼアオコの発生が認められる。

7. 結論

曝気循環設によるアオコの発生抑制メカニズムは、水温低下の他、光(日射)制御など幾つかの効果が複合して作用しているものと考えられるが、高山ダムにおいては、曝気循環の運転による表層水温の低下が、*Microcystis* によるアオコの発生抑制の主要な要因となっているものと考えられる。今後は、今回得られた結果を基に、水温制御を一つの指標とした曝気循環の効率的な運用について検討をしていきたい。

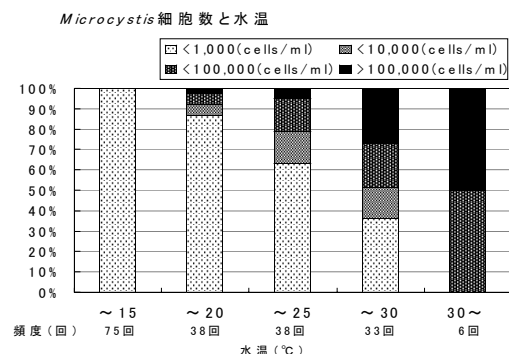


図-5 水温と *Microcystis* 細胞数の割合