

ダム貯水池におけるアオコ発生要因に関する考察

CTI 建設技術研究所 守谷 将史、森井 裕、松原 弘和、水場 牧子

1. はじめに

Aダムでは流域に1万人以上の人々が生活し、高濃度の栄養塩が流入するため、ダム計画時から水質保全対策の検討が行われ、曝気循環施設などの水質保全対策施設が設置・運用されているが、貯水池上流部やダムサイト付近において、毎年のようにアオコが発生している。

本研究では、多項目水質計による貯水池の縦断・鉛直方向の詳細な現地調査を実施し、アオコの発生要因を分析するとともに、富栄養化対策として設置されている曝気循環施設および貧酸素化による重金属や栄養塩の溶出対策として設置されている高濃度酸素溶解装置の効果を分析、評価するものである。

2. アオコ発生要因の分析

藻類の発生を左右する要因としては水温や日射、流況、栄養塩等が考えられるが、水温および日射についてはアオコの発生状況と有意な関連性がみられずAダムにおいては他の要因が大きいと考えられたため、ここでは、流況、栄養塩とアオコ発生状況の関連性について示す。

(1) 流況

水温およびクロロフィルaの現地調査結果(6月、10月)を図2に示す。Aダムの流況は、図3に示すように8月以降急激に悪くなる。7月までは滞留時間の短い流入部ではクロロフィルa濃度は低く、中・下流において濃度上昇がみられるのに対して、8月以降は滞留時間が長くなるため流入部でも濃度上昇がみられ、中・下流では比較的低い濃度となっている。

(2) 栄養塩

流入部で藻類が増殖しない7月までは、栄養塩が豊富で温かい流入水が中・下流の表層に流入していると考えられ、クロロフィルaの上昇もみられる。

一方、8月以降については、図4に示すように流入部における藻類増殖により栄養塩が枯渇するとともに、冷たい流入水は中～底層へ流入するため、中・下流の表層への栄養塩の供給が少なくなっていると考えられる。ただし、表1に示すように8月以降は中・下流においてもアオコの発生はみられており、出水や溶出、有機物の分解等による栄養塩の供給があるものと考えられる。

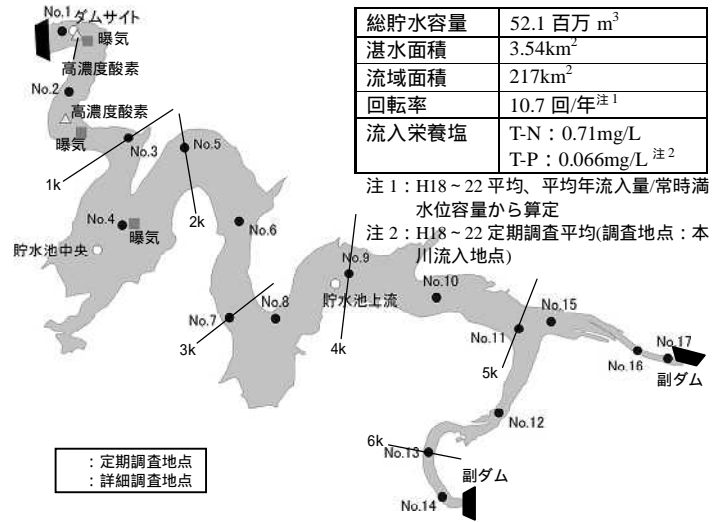


図1 Aダム(所在地: 中国地方)の概要と調査地点

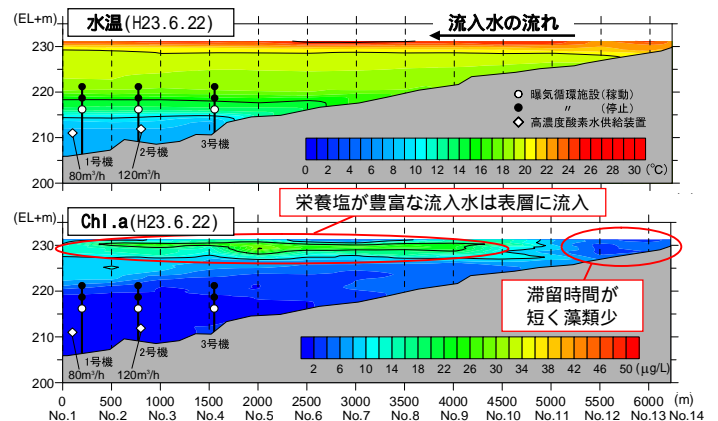


図2(1) 水温・Chl. aの縦断・鉛直分布(現地調査: 6月)

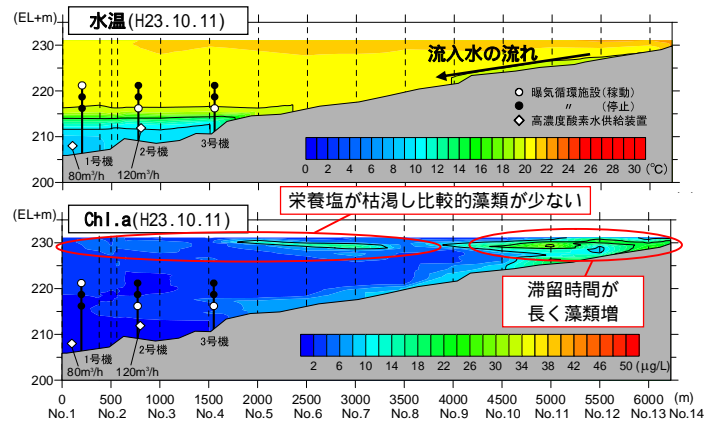


図2(2) 水温・Chl. aの縦断・鉛直分布(現地調査: 10月)

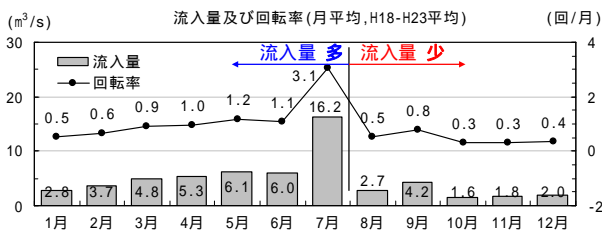


図3 流入量・回転率の季節変化

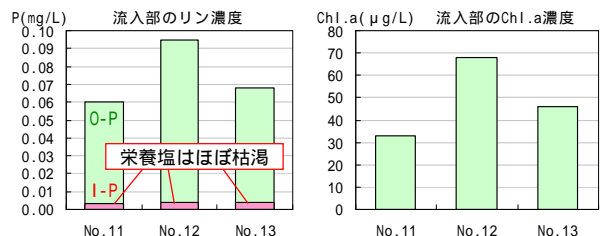


図4 流入部表層のリン・クロロフィルa (10月)

表 1 水域別のアオコ発生状況

流入部では8月以降にアオコが多く発生

地点	4月				5月				6月				7月				8月				9月				10月				11月				12月																
	8	14	21	28	3	12	19	26	2	9	15	23	30	7	16	21	27	4	11	18	25	30	8	14	22	29	6	13	20	27	5	12	17	25	1	8	15	22	27										
H22	0.0K~1.0K	0	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	1.0K~2.0K	0	-	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
	2.0K~3.0K	0	-	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
	3.0K~4.0K	0	-	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
	4.0K~5.0K	0	-	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
	5.0K~5.5K	1	-	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
5.5K~	1	-	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	3	5	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
H23	0.0K~1.0K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	2	2	3	2	3	2	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1.0K~2.0K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	2	2	1	2	2	3	2	3	1	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
	2.0K~3.0K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
	3.0K~4.0K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
	4.0K~5.0K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
	5.0K~5.5K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
5.5K~	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							

0: アオコ発生は認められない。1: アオコの発生が肉眼で確認できない(ネットで引いたり、白いバットに汲んで良く見ると確認できる)。2: つつすらと筋状にアオコの発生が認められる(アオコがわずかに水面に散らばり肉眼で確認できる)。3: アオコが水の表面全体に広がり、所々パッチ状になっている。4: 膜状にアオコが湖面を覆う。5: 厚くマット状態にアオコが湖面を覆う。6: アオコがスラム状(厚く堆積し、表面が白っぽくなったり、紫、青の縞模様になることもある)に湖面を覆い、腐敗臭がする。

表 2 Aダムにおけるアオコ発生特性

	中・下流	流入部
~7月	・ 栄養塩が豊富な流入水が表層に流入するため、アオコが発生しやすい。	・ 流況が良く滞留時間が短いため、アオコが発生しにくい。
8月~	・ 流入部での藻類増殖により栄養塩が枯渇し、流入水は中・下層に流入するため、流入による栄養塩供給量は少ない。 ・ 出水や溶出、有機物分解等に伴う栄養塩供給によりアオコが発生する。	・ 流況が悪く滞留時間が長いいため、アオコが発生しやすい。

(3) アオコ発生要因分析のまとめ

藻類の発生状況および流況、栄養塩の状況から推察されたAダムにおけるアオコ発生特性を表2に示す。表1に示す実績のアオコ発生状況をも、流入部では8月以降にアオコが多く発生している状況がみられる。

3. 対策効果の分析

(1) 曝気循環施設

図5に示すように、曝気により水温躍層は低下しているが、No.5(2k)の湾曲部付近より上流には効果が及ばず、表層の水温勾配が大きく藻類が集積する状況がみられる。

また、曝気周辺でも上層に一次躍層が残存しており、藻類を十分下層に引き込めていない。上層の水温勾配を0.5 /m以下とすることによりアオコを抑制できることが報告されている¹⁾が、この貯水池では当初想定していた流動を十分に生起させることができていない可能性がある。Aダムの曝気循環施設の吐出口はノズル式であり、簡易な改善方法としては、気泡が小さく連行効率が高い分散型の吐出口に改造することなどが考えられる。

(2) 高濃度酸素溶解装置

図5に示すように、高濃度酸素溶解装置周辺のDOは改善されているが、No.3(1k)より上流には効果が及んでいない。また、夏季には水温躍層よりも上層の流入部までDOが低下しており、栄養塩等が溶出している可能性がある。内部生産により有機物濃度が高いことに加え、図6に示すように旧河道が存在し滞留しやすい地形となっていることが要因であると考えられる。藻類増殖に対する、溶出による栄養塩供給の寄与度が大きいようであれば、何らかの対策が必要である。

4. まとめ

本研究では、現地調査結果をもとにアオコの発生要因を分析するとともに、対策効果の分析、評価を行った。その結果、Aダムでは特に流況および栄養塩の貯水池内

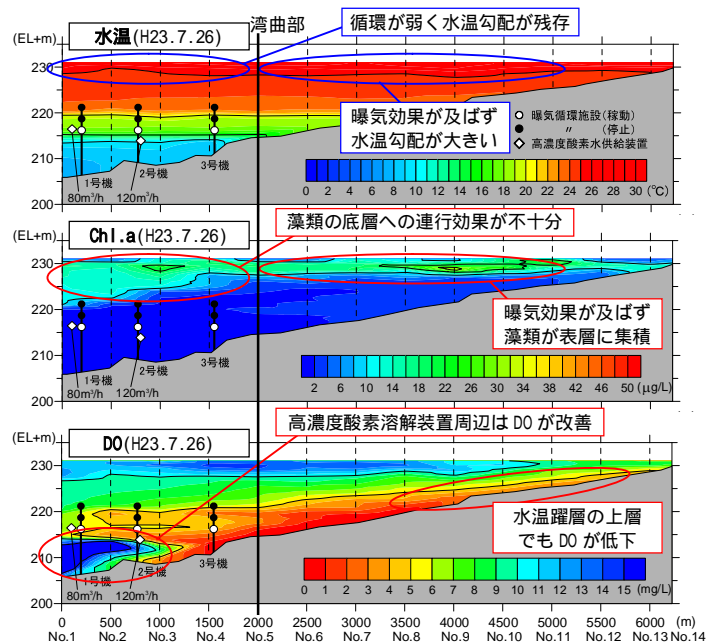


図 5 水温・Chl.a・DOの縦断・鉛直分布(現地調査:7月)

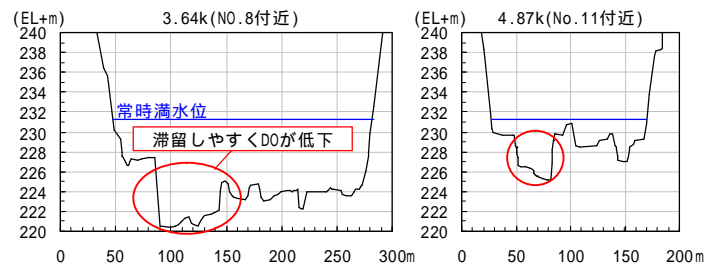


図 6 上流部の横断形状

の挙動がアオコの発生を左右していると推察された。また、曝気循環施設については水温の制御効果が十分に発揮されておらず改善の余地があることが示された。

参考文献

- 1) 廣瀬真由 他: 曝気循環の効果判定に用いる指標について, 平成 22 年度 水資源機構技術研究発表会