

# 一庫ダムの水質状況と選択取水設備 の効果的運用の検証

阿部 剛<sup>1</sup>

<sup>1</sup>独立行政法人水資源機構 一庫ダム管理所

一庫ダムでは、貯水池へ流入する栄養塩が多く 1983 年（昭和 58 年）4 月から管理開始以降、毎年のように水質障害が発生してきた。この事象を改善するため、これまでに浅層曝気循環設備（以下「浅層曝気」という。）の設置及び増設を実施し、貯水池の水質改善を図ると共に、選択取水設備の運用により、放流水の水質にも留意し、ダム下流の水道事業者等に与える影響を軽減するため努めてきた。

本件は、これまでの浅層曝気の運用状況、水質障害発生状況、水質障害に起因する植物プランクトンの発生状況などを取りまとめ、一庫ダムの水質状況を再確認するとともに、貯水池及び放流水の水温、クロロフィル a の関係から選択取水設備の効果的な運用について検証したものである。

キーワード 選択取水設備、浅層曝気循環設備、水温、植物プランクトン

## 1. はじめに

一庫ダムでは、2006 年（平成 18 年）から浅層曝気の運用を開始しているが、当初は深層曝気設備（以下「深層曝気」という。）の余剰空気を利用したものとなっており、その後深層曝気の更新に合わせて、浅層曝気についても、順次更新及び増設を進めてきた。更新及び増設は 2010 年（平成 22 年）までに終了し、2011 年（平成 23 年）から浅層曝気のフル運転を開始している。

取水設備は、維持管理がシンプルであり、堤体内巻き上げが可能で、水質を悪化させない程度の水密を確保し、取水効率良く選択取水可能なゲートとして多段式円形ゲートを採用し今日までその役目を担っている。

本件は、浅層曝気のフル運転以降の水質障害発生状況、水質障害に起因する植物プランクトンの発生状況などを取りまとめ、一庫ダムの水質状況を再確認するとともに、貯水池及び放流水の水温、クロロフィル a の関係から選択取水設備の効果的な運用について検証したものである。

## 2. 一庫ダムの水質状況

### 2. (1) 水質保全設備の運用状況

一庫ダムの水質保全設備は、**図-1** に示すとおり、選択取水設備 1 門、浅層曝気 4 基、深層曝気 2 基（浅層曝気併用型）の設備で運用している。

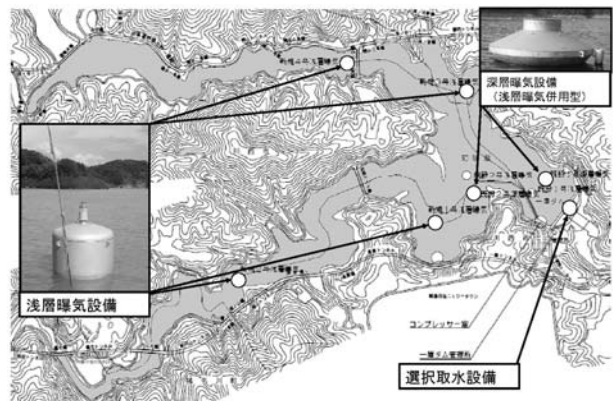


図-1 水質保全設備位置図

一庫ダムの浅層曝気は、流入水温の上昇により貯水池の水温が上昇し始める 4 月初旬を目処に 4 基の運転を開始し、貯水池水温が循環する 11 月末まで運転している。

深層曝気は、下流の河川環境と稲作時期を考慮し、

取水深 10m 水温が 15℃以上を目標として概ね 5 月上旬に 2 基の運転を開始し、浅層曝気同様に貯水池水温が循環する 11 月末まで運転している。但し、底層 DO が 2 程度まで低下する、ないし、低下する兆候が見られれば、時期に関わらず運転を開始するものとしている。

選択取水設備は、放流量 12.5m<sup>3</sup>/s 以下であれば、表層、中層、底層と取水深を自由に変更することができる設備である。水温、濁度、クロロフィル a、植物プランクトンなどを考慮した上で、良好な水質の層を選択し放流することで、下流河川に与える影響をより軽減するため、管理開始当初からその役目を担っている。

水質保全設備の諸元を表-1 に浅層曝気の運用状況を表-2 に示す。

表-1 水質保全設備の諸元

浅層曝気装置諸元		選択取水設備諸元	
型式	散気管方式	型式	鋼製多段式円形ゲート
給気装置	2台	門板	1門
曝気循環装置	4基	ゲート段数	7段
吐出圧力	0.6-0.85Mpa	取水条件	表層、底層、任意層選択取水
吐出空気量	3m <sup>3</sup> /min(1基)	取水範囲	EL.149.0m~EL.108.0m
設置方式	水位追従式	取水深	1.5m
保留設備	ストップファンク固定	管口径	4.0m
深層曝気装置諸元(浅層曝気併用型)		設置位置	BL9中心、ゲム軸より上流6m
型式	水没形アフリ方式	水密方式	円周部水密ゴム方式
給気装置	2台	扉高	49.94m
曝気循環装置	2基	開閉装置	ワイヤードラム巻取式
吐出圧力	0.69Mpa	上段扉用	1台
吐出空気量	1.6m <sup>3</sup> /min(1基)	下段扉用	1台
設置方式	湖底設置式	開閉速度	0.3m/min
保留設備	チェーン式保留用ファンク固定	操作方式	機側、遠方及び遠方自動制御

表-2 浅層曝気の運用状況と水質障害発生状況

	水質障害											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
H01 (2019)												
H00 (2018)												10/24 a, 2/27 a, 2/27 a
H29 (2017)						6/29 b/a, 2/27 a, 7/10						
H28 (2016)												
H27 (2015)												
H26 (2014)										10/17 a, 12/11/14		
H25 (2013)						6/18 b/a, 2/27 a, 7/10		8/19 b/a, 2/27 a, 2/27 a				11/1
H24 (2012)												
H23 (2011)						7/20 b/a, 5/15 2012 a, 2/27 a, 7/10, 11/1						10/14

凡例 ( )内の「a,b,c,d,e」: 発生場所(a:貯水池全面 b:ダムサイト付近 c:流入部付近 d:湖心部 e:貯水池直設部の流入部)  
 丸数字: アオコレベル(0~6)  
 ■: アオコ  
 ◀▶: 浅層曝気管理装置稼働期間

2. (2) 浅層曝気の運用と貯水池の水質障害発生状況

浅層曝気の運用について、2006 年(平成 18 年)から 2009 年(平成 21 年)頃までは、断続的かつ運転期間を短くした運転を行っており、尚且つ取水深

は時期や水質状況に応じてこまめに変更していたこの期間は、毎年のように貯水池の広範囲に長期間アオコが発生していた。

2010 年(平成 22 年)からは浅層曝気の開始時期を 4 月初旬と早め、尚且つ運転期間を延ばして 11 月下旬頃までとした連続運転を始めた。

浅層曝気のフル運転を開始した 2011 年(平成 23 年)以降も浅層曝気の運用期間、運転方法並びに取水深は、2010 年(平成 22 年)と同様な運用を行っている。

その結果、表-2 水質障害発生状況に示すとおり、アオコの発生規模及び発生期間は、徐々に縮小し近年、アオコの発生はほとんど見られなくなっている。

2. (3) 貯水池の植物プランクトン発生状況

一庫ダム貯水池では、2010 年(平成 22 年)まではマイクロキスティスを主な種とした、アオコが毎年のように発生し、概ね 6 月から 11 月までの半年間に渡り水質障害が発生していた。

2011 年(平成 23 年)は、7 月から 10 月までの 3 ヶ月間、2013 年(平成 25 年)は小規模ながらも 4 ヶ月間に渡り、アオコが発生している。アオコの発生した年は、マイクロキスティス細胞数の高いことが図-2 からも確認できる。

以降、マイクロキスティスの細胞数は少なくなってきたおり、概ね右肩下がりの傾向が見受けられ、長期間に渡るアオコは発生していない。

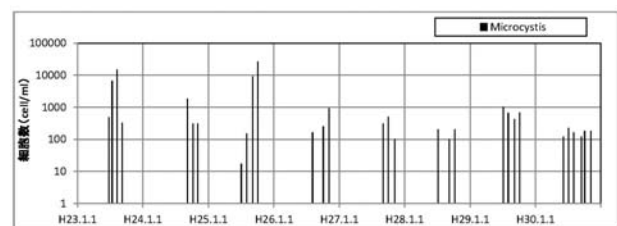


図-2 ミクロキスティス発生量の変化 (ダムサイト地点、表層 0.5m 地点)

3. 選択取水設備の効果的運用方法の検証

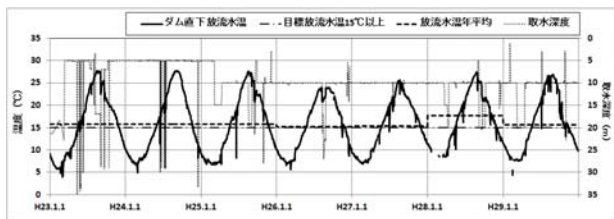
3. (1) 放流水温

一庫ダムでは、稲作時期や鮎の遡上時期(概ね 5

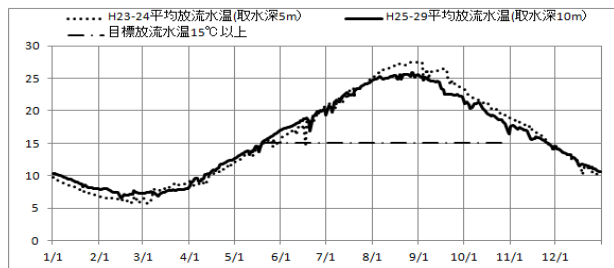
月中旬から10月下旬)に併せ目標放流水温を15℃以上として選択取水設備の取水深に留意してきた。

取水深は、2011年～2013年(平成23年～平成25年)までは原則5m、それ以降は原則10mで運用を行っているが、いずれの年も概ね目標放流水温を超えており、取水深10mであっても、放流水温に関して問題ないことが、**図-3**、**図-4**から確認できた。

なお、2012年(平成24年)6月、2013年(平成25年)6月頃に放流水温が一時的に10℃近くまで低下しているのは、出水により常用洪水吐から放流したことによるものである。



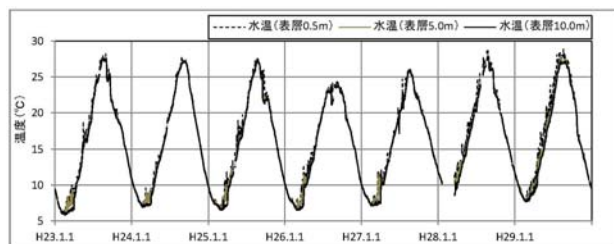
**図-3 放流水温の状況(日平均値)**  
(取水深度は9時値)



**図-4 放流水温の状況(日平均値)**  
(取水深別平均放流水温)

### 3. (2) ダムサイトとダム直下クロロフィルaの関係

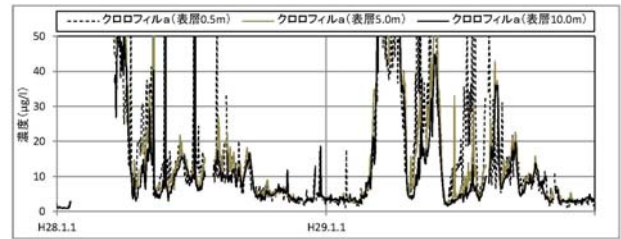
**図-5**は、ダムサイト表層の水質自動観測データの水温である。成層期は、浅層曝気の運用により表層から中層付近は循環されるため、0.5m、5.0m、10.0mの、どの層の水温も大きな差はないと確認できる。



**図-5 ダムサイト表層水温の比較**

**図-6**は、ダムサイト表層の水質自動観測データのクロロフィルaである。

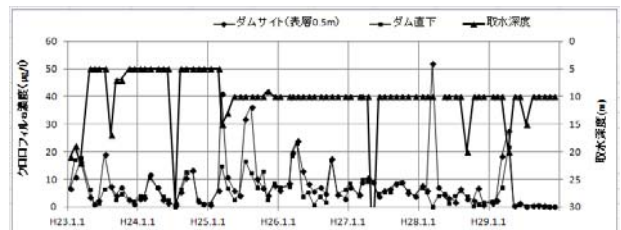
クロロフィルaの場合は、水深の深い層ほど数値は低く、取水深10mの優位性が確認できる。



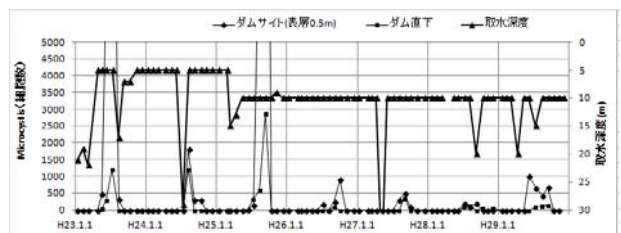
**図-6 ダムサイト表層クロロフィルaの比較**

**図-7**、**図-8**は、定期採水調査データでダムサイトとダム直下を比較したグラフである。

ダムサイト表層(0.5m)で突出した値とダム直下の値を見比べると、ダム直下の値は大幅に下がっていることが伺える。これは、取水深5mより取水深10mの良質な層から放流されたことや放流により希釈されたことが考えられる。



**図-7 ダムサイト(0.5m)とダム直下の比較**  
(クロロフィルa)



**図-8 ダムサイト(0.5m)とダム直下の比較**  
(植物プランクトン:マイクロキスティス)

### 3. (3) 選択取水設備の最適取水深

浅層曝気の運用と取水深5m、10mの運用とこれまでの放流水温やクロロフィルa等の経年変化を確認した結果、2011年から2017年(平成23年から平成

29年)まで間、突出した時はあるものの全体的に概ね右肩下がり傾向である。さらにダム下流の水質も良好であり、近年はダム下流の利水者である兵庫県多田浄水場や池田市古江浄水場から苦情等もなく、現状において特筆すべき問題は見当たらない。

よって、現在運用している取水深10mは、概ね適当であると考えている。

### 3. (4) 2018年7月豪雨後の選択取水設備の運用状況

2018年(平成30年)7月5日から8日の明け方にかけて降った豪雨により、貯水池は一面濁水状態と化した。

さらに、豪雨が明けてからは猛暑続きにより、7月下旬に襲来した台風12号の出水を除き、8月上旬にかけてダム直下及びダム下流河川(銀橋地点)の水温は右肩上がりで上昇し続けた。8月初旬にはダム下流河川(銀橋地点)の水温は30℃に達したほどであった。

これらの対応として、一庫ダムでは目的に応じて取水深を10mからその都度変更を行い、選択取水設備を最大限に活用した柔軟な対応を行った。

#### ○濁水軽減放流

濁度の低い層から放流し、下流の濁水軽減を図る。

#### ○温水低減放流

濁度層を避け低めの水温層から放流し、下流河川の水温上昇の低減を図る。

#### ○藻類軽減放流

植物プランクトンの細胞数が高い層を避けて放流し、上水処理負担の軽減に寄与する。

図-9に7月からの放流水温、濁度、選択取水深度の日々の記録を示す。

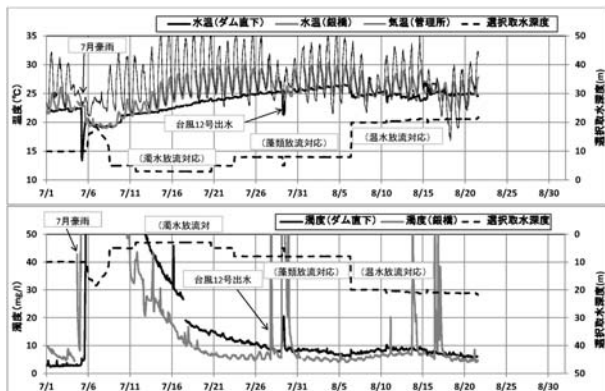


図-9 洪水調節前後の放流水温と濁度の推移

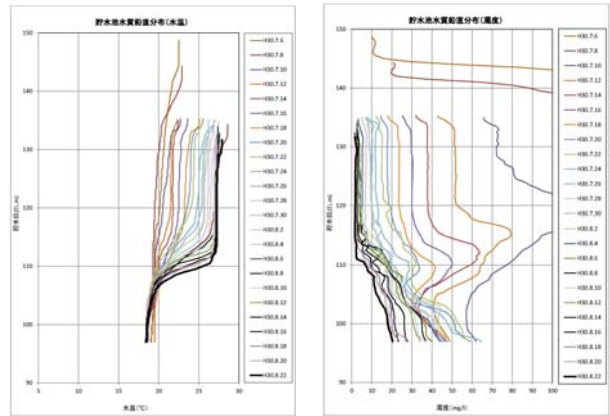


図-10 洪水調節前後の貯水池水温と濁度の推移 (ダムサイト地点)

## 4. まとめ

一庫ダムでは浅層曝気の運用と2013年度(平成25年度)から実施した取水深10mでの運用により、現在に至って大きな水質障害は発生していないことから、今後もこの取水深10mを基本とした運用を行っていくものとし、洪水による濁水放流や猛暑による温水放流、植物プランクトン増殖などが懸念される場合には、状況に応じて柔軟に取水深の変更を図り、利水者に良質な水をお届けできるよう努めていくことが我々の使命であると考えている。

また、多くの方が訪れる知名湖(一庫ダム貯水池)を憩いの場としてこれからも気持ちよく利用していただけるよう維持管理にも精一杯努めていく所存である。

謝辞:最後に、知名湖(一庫ダム貯水池)は管理開始後から30年近く水質障害に悩まされ続けてきました。現在のような良質な水をお届けすることができるようになったことは、ひとえに先人達の苦悩と英知の集大成によるものであるといっても過言ではない。

この場を借りて深く敬意を表するものである。