

# 香川用水調整池の水質改善対策による 効果について(報告)

独立行政法人水資源機構香川用水管理所 施設管理グループ 池内 晃  
独立行政法人水資源機構香川用水管理所 所長代理 笠松 剛  
独立行政法人水資源機構香川用水管理所 施設管理グループ 大野 智彦

香川用水調整池（以下、「調整池」という）は、大規模災害や異常渇水時等における水道用水の緊急水源として平成20年度に築造された施設である。そのことから、渇水等に伴う取水制限下では、市民生活への影響が最小限となるよう、貯留水を利用し補水する役目を担っている。

常時においては貯留水の運用がなされないことにより、底層部の嫌気化・かび臭原因物質発生により異臭事象が確認される課題が生じており、築造間もなく、調整池運用時の良質な水の確保に向けた取り組みとして、関係機関との協働により底層水のポンプ運転による強制入替を定期的に行っている。

本稿では、底層水の入替による嫌気化の抑制、貯留水の水質改善効果を報告するものである。

キーワード 調整池、水質改善、嫌気化、かび臭

## 1. はじめに

香川用水は、吉野川から取水した多用途の用水（農・上・工）を、総延長約 106km の水路施設により香川県内 8 市 6 町に導水する「さぬきの大動脈」であり、市民生活及び社会経済活動を支えており、特に、上水道においては、県内で使用される水量の約 46%を香川用水が担っていることで、南海地震など大規模災害や異常渇水時など香川用水が通水停止となった場合の影響は計り知れないことから、平成 20 年度に新たに上水道用水の代替水源とし、水道用水の安定供給継続を目的に、香川用水調整池（以下、「調整池」という）が築造されている。

調整池は、供用開始以降、渇水による取水制限や漏水事故等、不測の事態に緊急的に幹線水路への導水を可能とし、上水道の断水を回避することで効果を発揮している。その一方、調整池は上水道用水の緊急水源であることから貯留を基本としており、その貯留水の利用は取水制限時、事故等発生時、施設の点検若しくは整備時と限定されている。そのため、調整池貯留水は閉鎖性水域と同様、水質悪化が課題となっている。

そこで、香川用水では、調整池の良質な水質の保



図-1 香川用水調整池

全を目的に、底層水を幹線に導水し同量を幹線から注水する入替運転（以下、「底層水入替」という）を関係機関との協働により実施しており、本稿は、その効果について報告するものである。

## 2 調整池の特徴

調整池の運用にあたっては、「香川用水施設の調整池に関する取水規程」（以下、「調整池規程」という。）に基づき、以下に示す場合に県からの要請

により取水、導水が可能であるものと定めている。

- ① 貯水：有効貯水量を下回る場合
- ② 取水：濁水に伴う取水が制限された場合、又は事故、施設の点検、整備により調整池の貯水を利用する必要がある場合。
- ③ 放流：施設の点検、整備およびその他の必要がある場合

上記の通り、調整池は、通常の水管理上、別枠にあることから、貯留水の入替が行われないことで、水温躍層の形成時期には底層水の嫌気化が生じる環境にある。

また、調整池の付帯設備として多孔式斜樋(表-1)を備えており、底層水の取水を可能(図-2)としているものの、曝気装置等、水質改善対策設備を有していない。

このため、濁水等に伴う運用時において、嫌気化した底層水が幹線に影響し、原水の水質悪化や、浄水過程において浄水処理費用の増嵩が懸念される。

### 3 水質監視体制

香川用水では、調整池運用に備え貯留水の水質変化を常に把握する必要があることから、表-2 に示す調査を継続的に実施し、底層水入替の効果の検証を行っている。

水質調査は、多項目水質計を用いた鉛直分布調査と、バンドーン採水器を用いて貯留水を採取し、水質分析する調査の組合せにて水質の把握を行っている。測定箇所は、最大水深である深掘り部(以下、「湖中」という)と、取水時に嫌気層の影響を受けやすい取水設備部(以下、「斜樋」という)の2点を選定した(図-3)。

同地点では水道事業者による定期水質調査も実施しており、湖中の表層(0.5m)、中層(8.5m)、底層(18.5m)地点における水道法に基づく水質項目の分析と、令和2年の調整池貯留水を起因としたかび臭事故以降は、かび臭原因物質の定期濃度測定も併せて実施している。

さらに、目視で淡水赤潮等の湖面変化を把握する

表-1 調整池諸元

ダム型式	傾斜遮水ゾーン型フィルダム
堤高	25.0 m
堤頂長	240.0 m
流域面積	約0.63 km <sup>2</sup>
総貯水量	約3,070,000 m <sup>3</sup>
有効貯水量	約3,050,000 m <sup>3</sup> (うち農業用水容量50,000m <sup>3</sup> )
回転率	0.48回/年
取水設備	多孔式斜樋

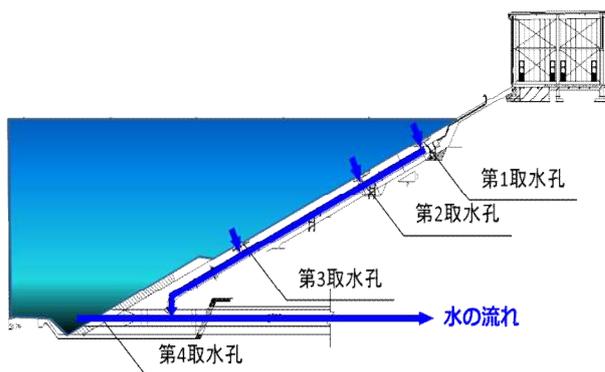


図-2 調整池多孔式斜樋概要図

表-2 機構による水質監視体制

調査種別	多項目水質計による 水質調査	採水・採泥による 水質調査	湖面巡視
目的	嫌気層の経時変化の把握	流入水、堆積土砂等の水質・底質の状況把握	淡水赤潮、アオコ等の発生状況の目視確認
項目	水温、pH、DO、濁度、EC、ORP	水質： BOD、硫酸イオン等15項目 底質： ジエリスシ、2-MIB等9項目	-
期間	週2回(月・金) 冬季は週1回(月)	春季～秋季で、調整池雨量10mm以上、洪水導入時等	1回/月程度
方法	多項目水質計を用いて水深1m毎に測定	表層(1m)で採水、底泥表層で採泥し分析	ドローンによる自動撮影

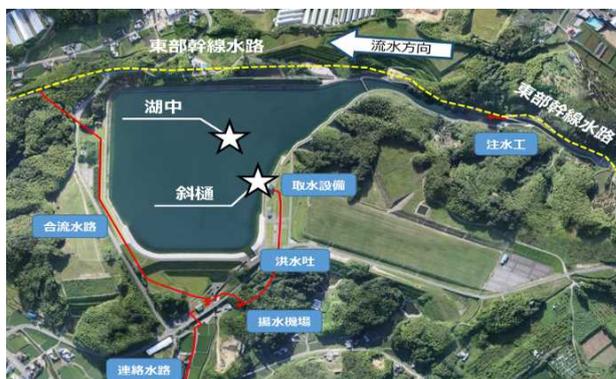


図-3 水質調査箇所位置図

ことを目的として、平成 30 年より無人航空機(UAV)を用いた湖面巡視を実施している。

#### 4 過年度までの水質状況

##### (1) 底層の嫌気化

例年、冬季には表層から底層まで水温は一定となり全層循環状態であるが、気温が上昇する春季から秋季にかけて、水温躍層が形成され、底層においては嫌気層の発生が見られる(図-4)。

##### (2) アオコ・淡水赤潮等の発生

淡水赤潮についても、気温が上昇する春先から夏季にかけて多く発生しており、アオコの発生時期は9月以降となっている(図-5)。

いずれも発生規模は湖岸周辺に限定されており、小規模であるが、水質の富栄養化や底質への有機物の堆積が進むことによって、発生規模拡大の可能性が高まると考えられる。

##### (3) かび臭の発生

令和2年5月、底層水入替の実施中、高瀬支線の漏水事故が発生し、西部浄水場への導水が困難となった。急遽西部浄水場へ調整池底層水を供給させ、断水は免れたものの、水道事業者へかび臭の苦情が多数寄せられたことから、原水の水質分析を行ったところ、水道水質基準(10ng/L)を上回るかび臭原因物質が確認されている。

#### 5 水質改善対策と効果

これまで、関係利水者の協力の下、自然流下やポンプの連続稼働など現有設備を活用した底層水の嫌気化対策を試行している。その内、一定の水質改善効果を確認し、継続的に実施中の水質改善対策を表-4に示す。

また、上記の水質改善対策の効果として、湖中の水温及び溶存酸素濃度の経年変化を図-6に、底層水入替実績量を図-7に示す。

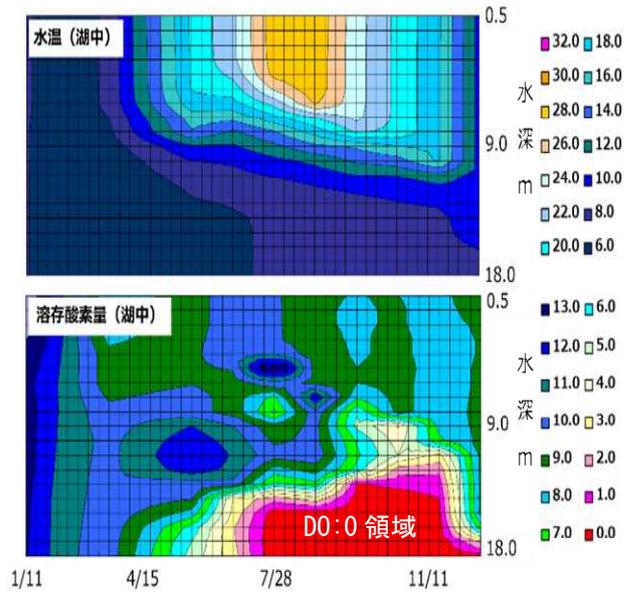


図-4 H23年水温・溶存酸素濃度分布図(湖中)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平成21年												
平成22年												
平成23年												
平成24年												
平成25年							7/4 7/16			10/10		12/2
平成26年										10/14 11/11		
平成27年			3/20						9/25			11/6
平成28年			3/22		5/9							
平成29年				4/18 5/8								
平成30年			3/19			5/28				10/18		11/21
令和元年												
令和2年												
令和3年				4/23			6/7					
令和4年												

図-5 水質異常発生履歴

表-4 水質改善対策

	①ポンプ運転による入替	②越流から放流への振替による入替	③洪水導入による入替
概要	・ポンプ設備による底層水の強制排出と幹線からの補給	・洪水吐からの越流分の一部(0.3m <sup>3</sup> /s)を底層水の放流に振替(試行)	・調整池へ洪水導入し一部(0.3m <sup>3</sup> /s)を底層水で放流(試行)
入替方法	・底層ゲートからポンプにより幹線へ揚水 ・放流量と同量を幹線から注水	・底層ゲートから余水放流設備により河川へ放流	
実施条件	・水道事業者からの要請	・洪水吐からの越流を確認	・池田ダム流入量が2,000m <sup>3</sup> /s以上

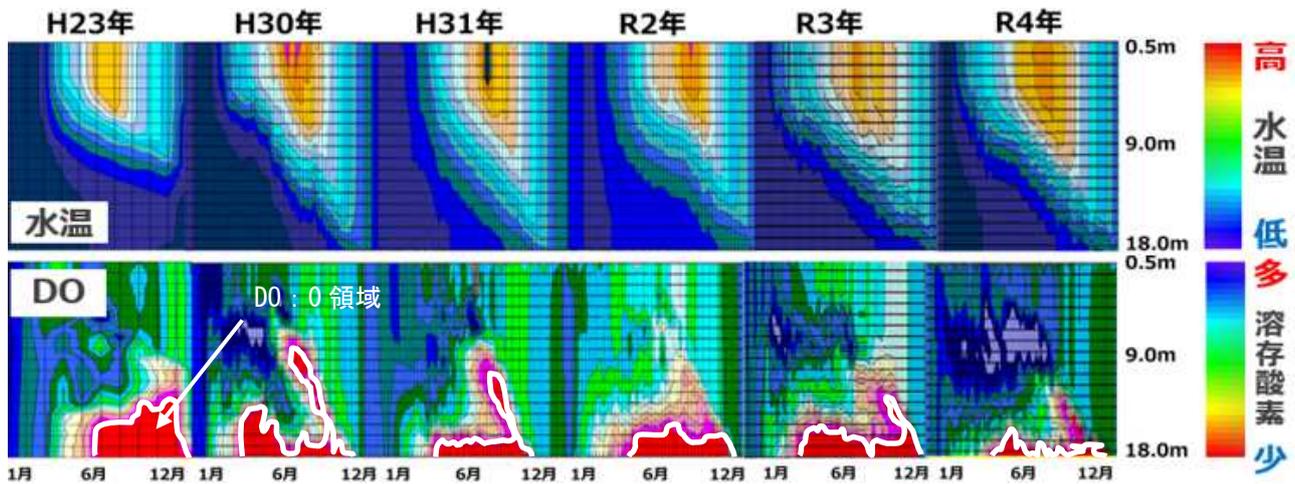


図-6 水温及び溶存酸素濃度の経年変化（湖中）

図-6 において、底層水入替を実施していない平成 23 年では、顕著な水温躍層が形成され、7 月から 12 月にかけて、底層及び中層付近まで低酸素の領域が広がっていた。一方、平成 29 年以降は、池内の全層循環には至らないものの、夏季に比較的水温の高い層が底層まで拡大しており、鉛直方向での水温差が緩和されている。また、溶存酸素濃度は、嫌気期間は一樣であるものの低酸素水塊は小さくなっていることで嫌気層を抑制している状況にある。

底層水入替実績(図-7)では、直近 5 カ年では平均で約 130 万 m<sup>3</sup> の底層水を入れ替えており、入替量が最も多い令和元年では、鉛直方向における水温差及び溶存酸素濃度が他年より改善されたことから、入替量の増加は貯留水の水質改善に相関するものと考えられる。

また、底層のかび臭原因物質濃度の経時変化(図-8)では、令和 3 年以降、ジェオスミン、2-MIB とともに濃度は基準値未満で推移しており、入替等による幹線水路への導水についても、原水によりおよそ 16:1 の割合で希釈されることから水質に支障を来すことはない。令和 2 年に発生したかび臭発生原因については底層の値が高いこと、ジェオスミンと 2-MIB の両方が測定されていること、測定値 40ng/L 程度でありさほど大きな値ではないことから、底泥中に存在し、かび臭強度が藻類より小さい放線菌の可能性が推察されるが、断定には至っていない。

## 6 まとめと今後の展望

調整池の底層水の嫌気化対策として、現有設備を活用した底層水入替を実施しており、特に、ポンプ運転による入替では、水温躍層の緩和及び底層水の嫌気化改善に一定の効果を確認した。また、底層のかび臭原因物質濃度も、概ね基準値未満で推移している。

一方、ポンプ運転に係る経費や浄水場の浄水処理により水道事業者の費用負担を要することから、コスト低減

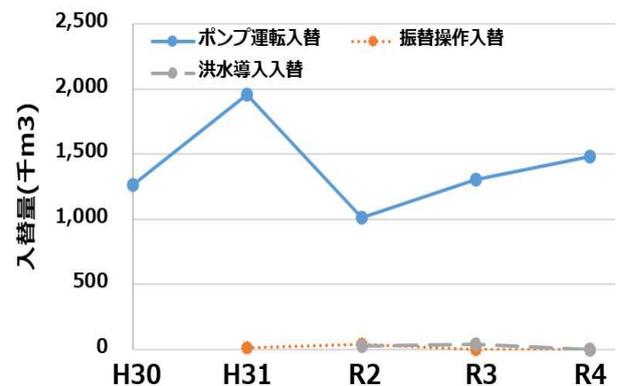


図-7 底層水入替実績量



図-8 かび臭原因物質濃度の経時変化(底層)

を視野に入れた手法として、底層に空気の循環（連行）をさせるプロペラ式湖水浄化装置の試験運用を令和 5 年 5 月 12 日より開始している。

今回の水質改善対策において特筆すべきことは、水道事業者をはじめ、関係利水者からの協力無しには成し得なかったことである。また、調整池の管理者として、今後も将来に渡って香川用水の安定供給を継続することを使命に調整池の水質改善について模索していく。

この調整池が閉鎖性水域における水質改善事例として参考になれば幸甚である。