

# 室生ダム水質保全施設の運用状況と課題対応策 について

丹羽 祐也<sup>1</sup>・古賀 勝之<sup>2</sup>

<sup>1</sup>水資源機構 木津川ダム総合管理所 室生ダム管理所 (〒633-0315奈良県宇陀市室生大野3846)

<sup>2</sup>水資源機構 木津川ダム総合管理所 室生ダム管理所長代理 (〒633-0315奈良県宇陀市室生大野3846)

室生ダムでは、昭和50年以降、藻類の発生に伴う異臭味障害、景観障害が生じていたが、「室生ダム貯水池及び宇陀川流域清流ルネッサンス21」において、室生ダム貯水池及び流域を対象とした水質・景観改善の取り組みがなされてきた。しかし、令和2年度には藍藻類に起因する異臭味障害の発生や、水質保全ダムの堆積土砂を陸上掘削するために実施しているゴム堰の倒伏時に魚の斃死が発生したことから、水質保全施設の課題対応策について検討を行った。

本論文は、これまでの水質保全施設の運用による効果並びに令和3年度から取り組んでいる水質保全施設の運用状況と課題対応策について報告するものである。

キーワード 水質保全施設、水質保全ダム、曝気設備、藻類、異臭味障害、景観障害

## 1. はじめに

室生ダムは、木津川水系宇陀川中流部に建設された重力式コンクリートダムで、下流の洪水被害の軽減と、奈良県営水道用水の供給を目的とし、昭和49年4月から管理を開始し、現在で48年が経過している。

室生ダムは管理開始直後から、貯水池の富栄養化が進行することによって、藻類発生に伴う異臭味障害、景観障害が発生し、昭和50年代には社会問題化していた。そこで、平成5年度からは「室生ダム貯水池及び宇陀川流域清流ルネッサンス21協議会」により、流域下水道、公共下水道の整備、合併浄化槽の設置、室生ダム貯水池水質保全事業、室生ダム水環境改善事業など国、県、流域自治体が一体となって取り組んだ結果、藻類の異常発生による景観障害は減少している。

しかし、令和2年度には、藍藻類に起因する異臭味障害の発生や、水質保全ダムに沈降させた栄養塩を含む堆積土砂を陸上掘削するために実施しているゴム堰の倒伏時において、魚の斃死が発生したことから、本論文では、水質保全施設の運用状況及び課題対応策について報告する。

## 2. 水質保全施設の概要

室生ダムの水質保全施設は、室生ダム貯水池水質

保全事業（平成2年度から平成16年度）において水質保全ダム、室生ダム水環境改善事業（平成19年度から平成22年度）において曝気設備が設置されている。表-1に水質保全施設の諸元、図-1に水質保全施設の位置図を示す。

表-1 水質保全施設の諸元

| 水質保全ダム      |   |
|-------------|---|
| 型式          | 重力式コンクリートダム                               |
| 堤高/堤頂長      | 14.50m/114.00m                            |
| 越流頂標高       | EL.294.50m                                |
| 集水面積/湛水面積   | 105 km <sup>2</sup> /0.08 km <sup>2</sup> |
| 貯水容量        | 245,000 m <sup>3</sup>                    |
| 付帯設備        | ゴム引布製起伏堰ほか                                |
| ダムサイト浅層曝気設備 |   |
| 設置位置/基数     | ダムサイト/1基                                  |
| 形式          | 水面設置散気管昇降式                                |
| 吐出空気量/出力    | 毎分 6.1 m <sup>3</sup> /37kW               |
| 吐出水深        | 5m~40.5m                                  |
| 初瀬浅層曝気設備    |   |
| 設置位置/基数     | 初瀬/1基                                     |
| 形式          | 湖底設置式                                     |
| 吐出空気量/出力    | 毎分 6.1 m <sup>3</sup> /37kW               |
| 吐出標高        | EL.267.50m                                |
| ダムサイト深層曝気設備 |   |
| 設置位置/基数     | ダムサイト/1基                                  |
| 形式          | 水没エアリフト方式                                 |
| 吐出空気量/出力    | 毎分 2.3 m <sup>3</sup> /15kW               |
| 吸込標高/吐出標高   | EL.251.00m/EL.255.00m                     |

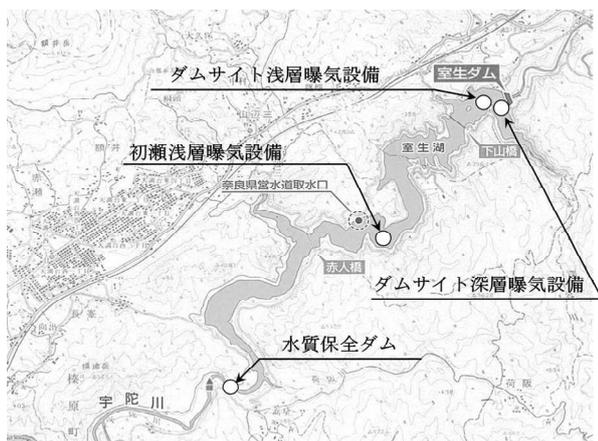


図-1 水質保全施設の位置図

### 3. 水質保全施設の運用と貯水池水質状況

#### (1) 貯水池の藻類等発生状況

水質保全施設の運用前後の室生ダム貯水池の藻類等発生状況は、表-2 のとおりである。富栄養化現象の抑制対策として、水質保全ダムを平成16年度に設置し、沈降させた栄養塩を含む堆積土砂の掘削を、平成17年度から実施しており、貯水池に流入する栄養塩を削減している。その後、平成21年度にダムサイト地点に浅層・深層曝気設備を設置し、平成22年度には、桜井浄水場へ送水している奈良県営水道取水口のある初瀬地点に、浅層曝気設備を設置している。平成24年度からの本格稼働により、底層の貧酸素化によるリン、窒素などの溶出が抑制され、近年、アオコの発生は少なくなっている。

表-2 貯水池の藻類等発生状況

|          | S49 | S50 | S51 | S52 | S53 | S54 | S55 | S56 |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 異臭味・景観障害 |     | □   | □   | □   | □   | □   | □   | □   |
|          | S57 | S58 | S59 | S60 | S61 | S62 | S63 | H1  |
| 異臭味・景観障害 | □   | □   | □   | □   | ●   | ●   | ●   | ●   |
|          | H2  | H3  | H4  | H5  | H6  | H7  | H8  | H9  |
| 異臭味・景観障害 | ●   | ●   | ○   | ●   | ○   |     | ○   |     |
|          | H10 | H11 | H12 | H13 | H14 | H15 | H16 | H17 |
| 異臭味・景観障害 | ●   | ●   | ○   | ●   | ○   | ○   | ○   | ●   |
|          | H18 | H19 | H20 | H21 | H22 | H23 | H24 | H25 |
| 異臭味・景観障害 | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ○   | ○   | ○   |
|          | H26 | H27 | H28 | H29 | H30 | R1  | R2  | R3  |
| 異臭味・景観障害 |     |     | ●   | ●   | ○   | ○   | □   |     |

凡例 □：異臭味障害 ○：淡水赤潮 ●：アオコ  
H17：水質保全ダム管理開始、H24：曝気設備管理開始

#### (2) 流域における下水道整備率と水質経年変化

図-2 に流域における下水道整備率と水質保全ダム負荷削減量、図-3 に流入河川水質の経年変化図(年平均)を示す。流域の下水道整備率は進んでいるが、流入水質の経年変化について、リンとBODは平成11年

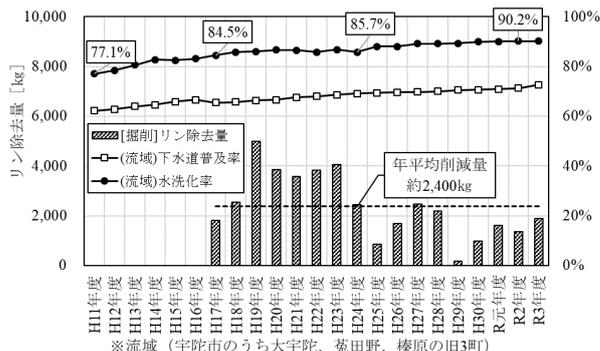


図-2 流域の下水道整備率、水質保全ダムの負荷削減量

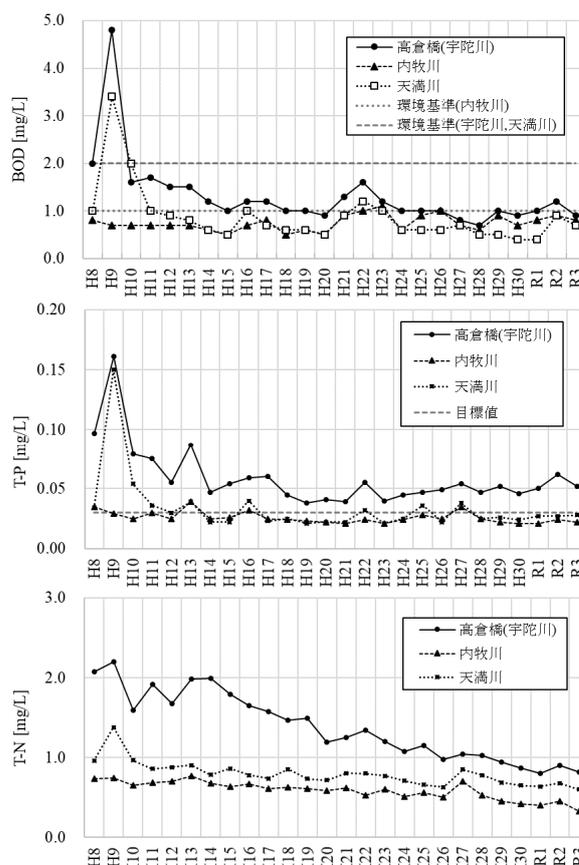


図-3 流入河川水質経年変化図(年平均)

以降横ばい傾向である。一方、リンについては、宇陀川の高倉橋地点において減少傾向である。

#### (3) 水質保全施設の運用に伴う貯水池状況

水質保全施設の運用に伴う貯水池状況について、設備毎に整理した。「曝気循環設備及び選択取水設備の運用マニュアル(案)」(平成17年10月版 国土交通省河川局河川環境課)では、水温勾配0.5℃/m以上でマイクロシスティスが発生しやすいとされている。そこで、平成17年から令和2年における7月から10月末までの水深5mまでの水温から、水温勾配0.5℃/m以上

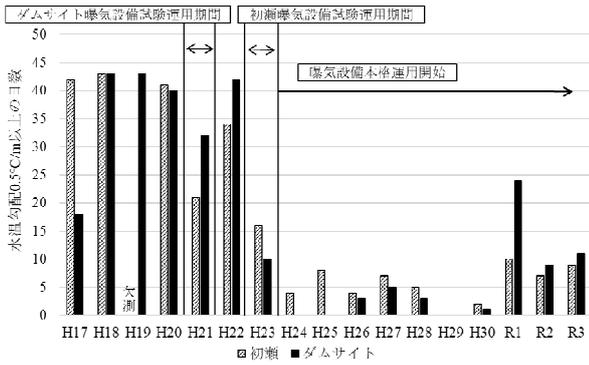


図4 曝気設備による水温勾配改善状況図

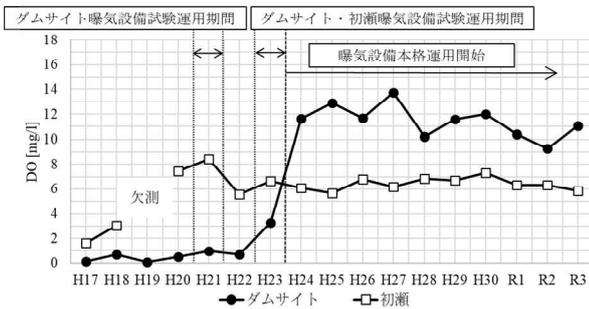


図5 曝気設備による底層DO改善状況図

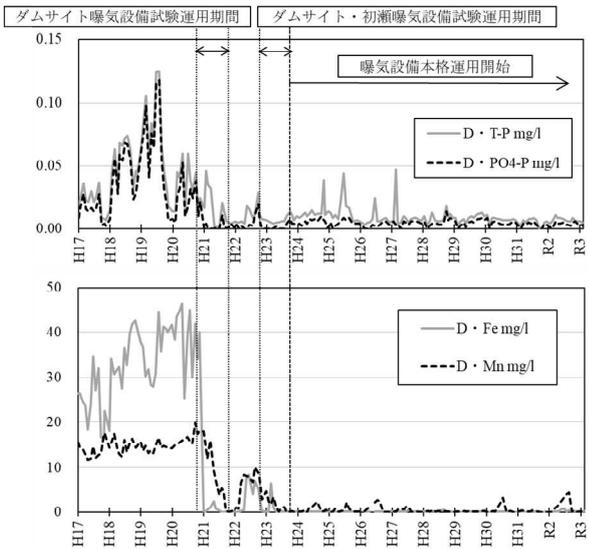


図6 深層曝気設備によるリン, 鉄, Mn溶出状況改善図

となった日数の合計を整理したものを図-4 に示す。曝気設備の本格運用を開始した平成24年度以降、水温勾配0.5°C/m以上の日数が減少していることから、曝気設備によりアオコの原因となるミクロシスティスの発生を抑えていることが分かる。

ダムサイトEL.253~257m, 初瀬EL.272~274mでの7月から10月末までのDOの平均値を図-5 に示す。初瀬の底層DOの状況については平成20~21年でDOは高い

状態であるが、平成17年のDOと比較すると、DOは改善されたことが分かる。ダムサイトについては、平成24年度の本格運用開始以降、底層DOが大きく改善されていることが分かる。

ダムサイト地点での全リン、オルトリン酸態リン、鉄、マンガン年平均を図-6 に示す。深層曝気設備の本格運用を開始した平成24年度以降、リン、鉄、マンガンの値が大きく減少していることから、リン、鉄、マンガンの溶出を抑えられていることが分かる。

#### 4. 水質保全施設の運用見直しと課題対応策

##### (1) 水質保全施設の運用見直しの経緯

水質保全施設の運用により景観障害は少なくなったが、令和2年6月に異臭味障害が発生し、取水への影響が懸念されたため初瀬の曝気設備を停止した。また、同年10月には、水質保全ダムの堆積土砂を陸上掘削するため、ゴム堰を手動倒伏した際に、魚が斃死したことから、水質保全施設の運用見直し及び課題対応策について検討を行った。

##### (2) 曝気設備の課題対応策

令和2年度の異臭味障害(カビ臭)は、奈良県営水道取水口付近で発生した藍藻類アナベナによるジェオスミンに起因するものであった。これは、5月上旬頃に形成された水温躍層により、初瀬付近の底層の酸素が消費され、底層DOが低下したことにより発生したと考えられる。そのため、令和3年度は、浅層曝気設備の運転開始期間について見直しを行った。図-7より、令和3年度では、初瀬付近の底層のDOが7mg/L以下(5mg/L以下の範囲拡大)を目安に、浅層曝気の運転について利水者と協議し、早期運転を開始したところ、令和3年度は、景観障害や異臭味障害は発生していない。

令和3年度のダムサイトの深層曝気設備運用については、底質の嫌気化、それに伴うリン、鉄、マンガンなどの溶出を抑制するため、4月の水質調査において、網場地点の底層(底上1m)のDOが3mg/Lを観測した時点で、深層曝気の運転を開始している。深層曝気の早期運転を実施したことから図-8より、4月中旬から底層DOは改善されていることが分かる。また、図-9より、底層のリン、鉄の溶出が抑制されたものと推察される。なお、マンガンについては、溶出の抑制には至っていない。この現象は図-6より、平成30年、令和2年の曝気設備運用開始後も起きているため、引き続き貯水池の監視並びに調査を行っていく。

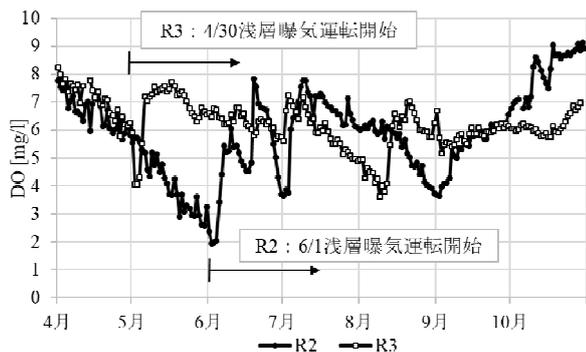


図-7 R2とR3の比較図(初瀬底層DO)

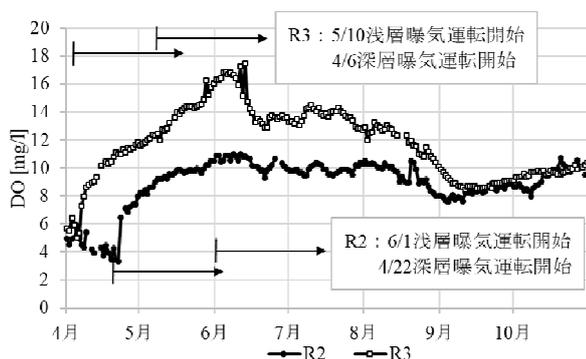


図-8 R2とR3の比較図(ダムサイト底層DO)

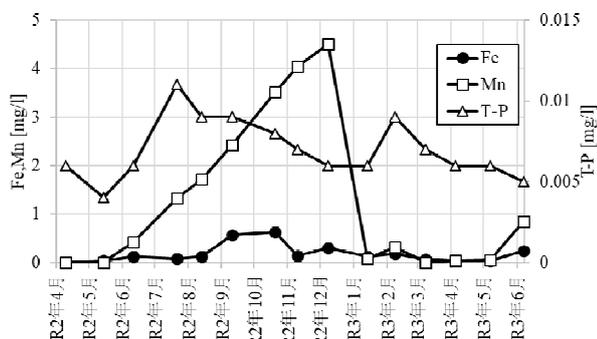


図-9 鉄とマンガンの溶出状況図

### (3) 水質保全ダムの課題対応策

水質保全ダムは、出水による $140\text{m}^3/\text{s}$ 以上の流入があった場合、自動でゴム堰が倒伏する仕組みである。また、自動倒伏が堆積土砂の陸上掘削を実施する10月までに無い場合は、ゴム堰を手動で倒伏している。令和2年度は、洪水期に $140\text{m}^3/\text{s}$ 以上の流入がなく、自動倒伏しなかったため、中小出水によって流入してきた栄養塩が約1年間、水質保全ダムに蓄積されている状態が続いた。そのような状態の水質保全ダムを、流入量約 $2\text{m}^3/\text{s}$ 程度の平水時に手動で倒伏させたことにより、濁水を希釈するほどの流量がない状態で高濁度の水がそのまま流下し、酸欠により魚が斃死し

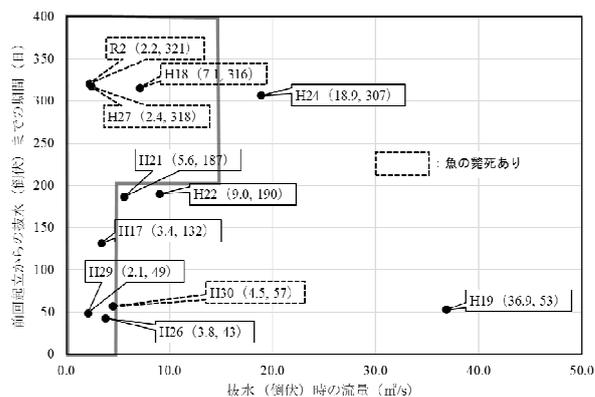


図-10 副ダム抜水(倒伏)時流量と副ダム滞留時間と副ダム倒伏で確認された魚の斃死状況

たものと推察される。なお、貯水池より直接取水している利水者への影響はなかった。

このため、令和3年度から6月以降の1回目の倒伏は $100\text{m}^3/\text{s}$ 程度で手動倒伏を行い、それ以降は、自動倒伏とする運用を行っている。ただし、台風等による出水がなく、自動倒伏しない場合もあるため、貯水池の生物環境並びに利水者への影響を与えないよう、運用の検討を行った。図-10は水質保全ダム倒伏時の流量と水質保全ダムが起立してから倒伏するまでの期間と確認された魚の斃死状況を表した図である。これら過去11回の手動倒伏実績から、起立期間200日間未満の場合は流量 $5\text{m}^3/\text{s}$ 未満、起立期間200日間以上の場合には流量 $15\text{m}^3/\text{s}$ 未満で魚斃死のリスクが高くなることが分かる。したがって、令和3年度では堆積土砂掘削のため、手動倒伏させる場合は、流量 $15\text{m}^3/\text{s}$ 以上で手動倒伏を行うこととした。また、水質保全ダム貯水池内の水質状況を把握するため、令和3年度より水質計を設置し、観測を開始している。

### 5. 今後の水質保全施設の運用について

曝気設備による貯水池水質状況の改善について、初瀬とダムサイトの浅層曝気設備の運用により、アオコの発生が抑制できていることが分かった。また、ダムサイトの深層曝気設備の運用により、底層からのリン、鉄、マンガンの溶出を抑えていることが分かった。水質保全ダムについては、令和2年度の魚の斃死を踏まえ、倒伏条件の見直しを行ったところ、令和3年度には魚の斃死が確認されなかった。今後の運用にあたっては、堆積土砂掘削の実施時期を含め、利水者と協議の上、より適切かつ効率的な運用を検討し実施していく。水質保全施設の運用により、貯水池水質状況は改善されているが、流入河川の水質に大きな変化は認められないため、引き続き貯水池の水質保全に努めていく。