

石手川ダムにおける堆砂対策について

松山河川国道事務所 石手川ダム管理支所 岡 寛登
松山河川国道事務所 石手川ダム管理支所長 西山 智

石手川ダムは、管理開始から46年が経過しダムの堆砂量は現在、計画堆砂量に対して約50%で計画よりやや進行している。毎年、本川と支川上流の貯砂ダムに貯まった土砂を排出しているが、利水容量内の土砂撤去が課題となっている。

一方、ダム湖底の土砂がカビ臭を発生させる藍藻類の種子の温床となっていることが判明した。現在、ダムの長寿命化とともに水質保全にも寄与する堆砂排除計画を策定中であり、途中経過について報告するものである。

キーワード 堆砂対策, 長寿命化, 水質保全, アオコ, カビ臭

1. 石手川ダムについて

石手川ダムは愛媛県松山市中心部から北東約10kmに位置し、一級河川重信川の右支川石手川に建設された多目的ダムである。(図-1) 洪水調節および上水道用水・かんがい用水供給を目的として昭和48年3月に竣工、翌4月に管理運用を開始しており、「松山市の水がめ」として治水と利水の両面から市民生活を支えている。

石手川ダム貯水池には、石手川本川と五明川の2河川が流入している。

総貯水容量は1,280万m³であり、そのうち430万m³が洪水調節容量、630万m³が利水容量、220万m³が堆砂容量である。



図-1 石手川ダムの位置

2. 石手川ダムの懸案について

(1) 堆砂状況

石手川ダムは、管理開始から46年が経過しており、現在の堆砂量は計画堆砂量2,200千m³に対し、平成30年度末時点で1,114千m³の土砂が堆積している。(図-2)

昭和49, 51, 54年度には、年間10万m³を越える土砂が流入したため、昭和54, 55年度に貯砂ダム(図-3)を設置し、機能維持のための、堆砂除去を毎年行っているが、(累計約34万m³)このまま堆砂が進行すると利水容量の減少により、利水安全度のさらなる悪化を招くことになる。

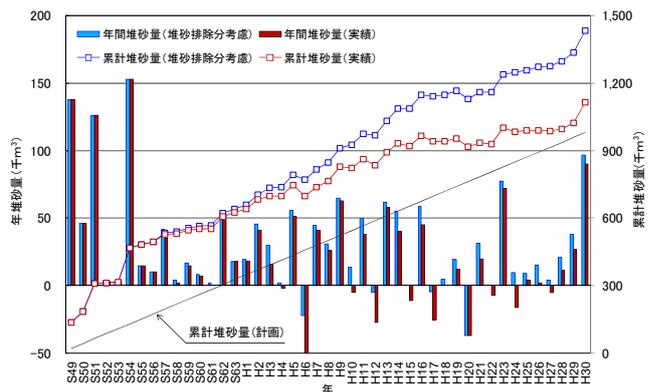


図-2 石手川ダム堆砂量の経年変化



図-3 貯砂ダムの位置

(2) 水質問題

石手川ダムでは、運用開始以来、植物プランクトンの異常発生によるアオコ、淡水赤潮の発生が確認されており、昭和50年代には主に赤潮、昭和60年代以降はアオコ（主にミクロキスティス属）の大量発生が問題となった。

平成6年の大渇水後、平成9年までの3年間はアオコの発生が確認されなかった。しかし、平成10年以降、再びアオコが発生し、平成23年11月にはカビ臭物質ジェオスミンを生産する藍藻類（アナベナ属）が異常発生し、水道水がカビ臭くなるといった問題が生じた。

(3) 平成30年度のアオコの発生状況

平成30年度は、貯水池全面を覆うアオコの発生は認められず、発生域はダム堤体付近と局所的に留まった。6月の調査においてカビ臭原因藻類であるアナベナ属が確認され、ジェオスミン濃度はピークで2,250ng/Lと過年度調査結果と比較しても極めて高い値となった。

3. アオコについて

(1) アオコとは

アオコとは、藍藻類（主にミクロキスティス属）の異常増殖により水面に緑色の粉を撒いたように見える現象である。植物プランクトンの増殖に必要な条件は栄養塩（窒素、リン）、水温、日射量、滞留時間などである。

アオコによる被害としては、景観障害、腐敗臭等がある。

(2) アオコ発生のメカニズム

アオコ原因藻類は増殖に不十分な環境では底泥に堆積し、増殖に適した環境が形成されると底泥から発芽して増殖する。冬になると一部が底泥に沈降し、分解されずにアキネート（休眠細胞）が越冬する。越冬したアキネートは、翌年に水温の上昇及び、湖底への日照により再び発芽する。（図-4）石手川ダムでは、このようなメカニズムでアオコが毎年のように発生している。

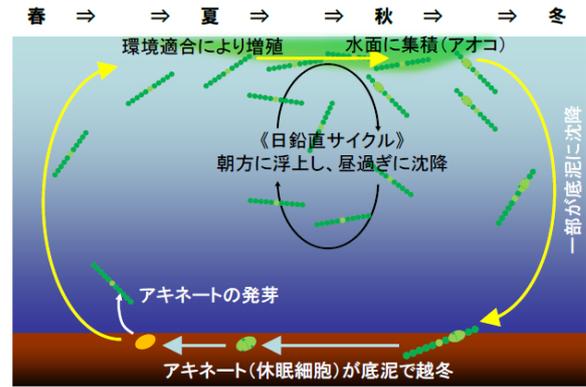


図-4 アオコ発生のメカニズム

4. アオコ・カビ臭原因藻類の主な発生源

石手川ダムでは、平成6年の渇水時に、貯水位EL. 190m付近から貯水位EL. 195m付近の間のテラス状に堆積していた土砂（堆砂テラス）が渇水時の堆砂排除と降雨等による土砂の洗い出しにより消失した。その後、平成6年から9年までアオコは発生しておらず、アオコが再発した平成10年には堆砂テラスの上流部で再び、アオコが発芽できる水深まで堆砂していた。（図-5）

堆砂の進行に伴う堆砂テラスの発達は、アオコの発生源として適した水深の浅い底泥範囲を拡大させ、底泥からのアオコ原因藻類の発芽量を増大させると推察される。

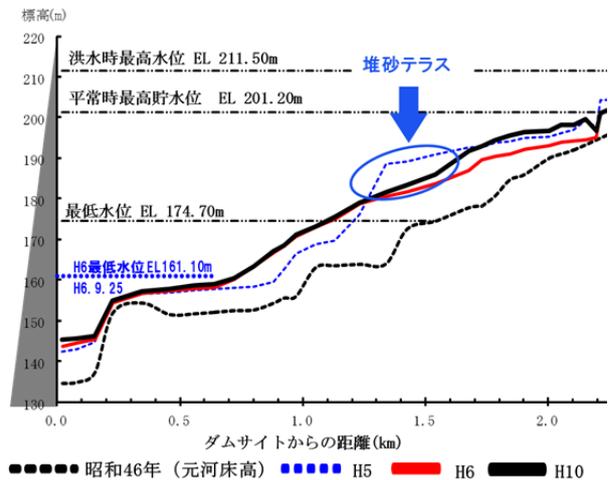


図-5 平成5年から平成10年間の貯水池縦断地形の変化

アナベナの休眠細胞の越冬条件に適した底泥性状は、シルト質を主体とした有機物を多く含む土砂であることが各種学術文献により報告されている。

平成28年度に行ったダム湖底3Dソナー調査結果を図-6に示す。調査の結果、堆砂テラス肩より下流（測点①）の

湖底は、水深20m程度で底質は柔らかいシルト質が主体であり、堆砂テラス肩から上流（測点②,③）の湖底は、水深5から8m程度で底質は柔らかいシルト質が主体、測点④,⑤の湖底は、水深5m以下で底質は硬い砂質が主体であることが分かった。（図-7）

また、秋季に実施した底泥調査結果から、各年のエリア別アキネート堆積量を試算（平成27～28年）した結果、A, Bエリアでのアキネート堆積量が大半を占めていることが分かった。（図-8）

以上のことから、石手川ダムにおけるアオコ・カビ臭原因藻類の主な発生源となる底泥範囲は、測点③付近から測点②付近であると推察される。

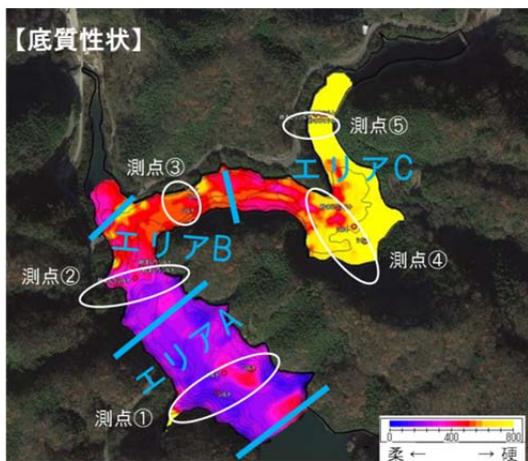


図-6 底泥性状把握調査 採泥地点平面図

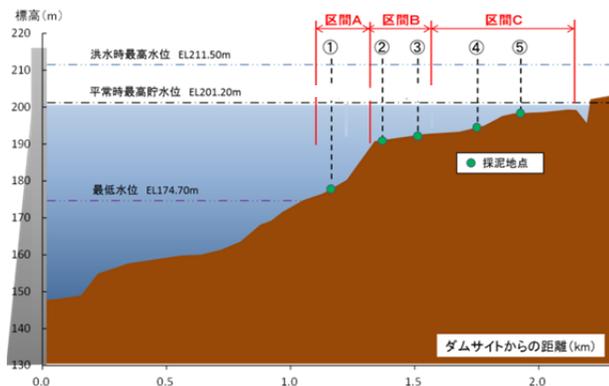


図-7 底泥性状把握調査 採泥地点断面図(平成28年度)

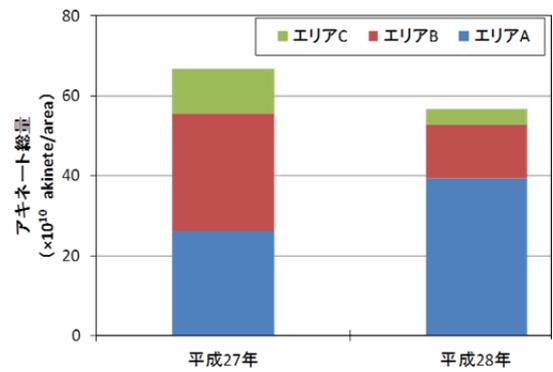


図-8 秋季アキネート総量の比較（平成27年～28年）

5. 堆砂対策について

(1) 貯砂ダムの容量確保

平成30年度は出水が多く、その影響により貯水池全体で約90,000m³の土砂が流入し、本川貯砂ダム（堆砂容量：58,000m³）、五明川貯砂ダム（堆砂容量：10,000m³）がほぼ満砂状態となった。平成30年度中に合計で約13,000m³排除したものの、十分な空き容量が確保できず、今後さらなる貯水池内への堆砂進行が懸念される。貯砂ダムの空き容量を確保しておくことで、貯水池内への流入土砂の大半を防ぐことが可能であるが、これらを計画的に排除するとなると年間11,500m³は最低限排除する必要がある。



図-9 本川貯砂ダム

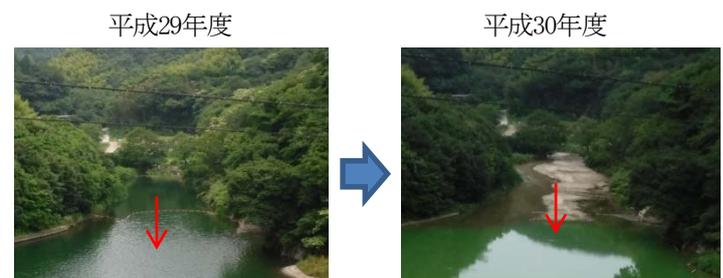


図-10 五明川貯砂ダム

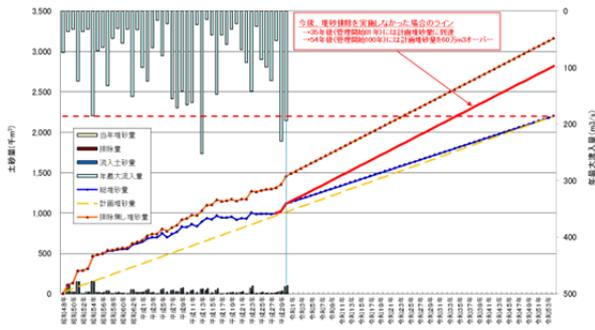


図-11堆砂排除計画

(2) 底泥除去

石手川ダムにおける堆砂テラスはアオコの主な発生源として機能している可能性が高いため、アナベナ属アキネートの排除などの底泥環境改善を目的に底泥除去を行う。

また、堆砂テラスは平常時最高貯水位以下であることから、底泥除去は利水容量の回復・ダムの長寿命化にも繋がる対策となる。

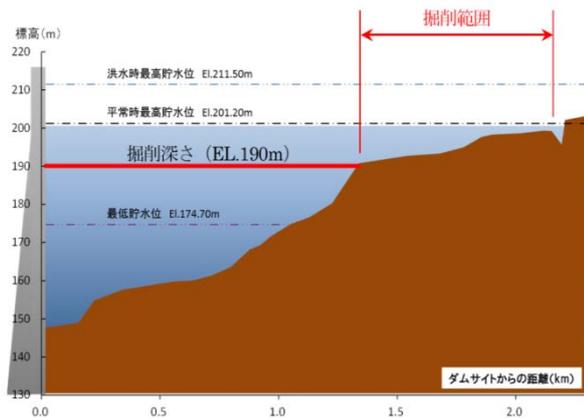


図-12 底泥除去範囲（縦断面図）

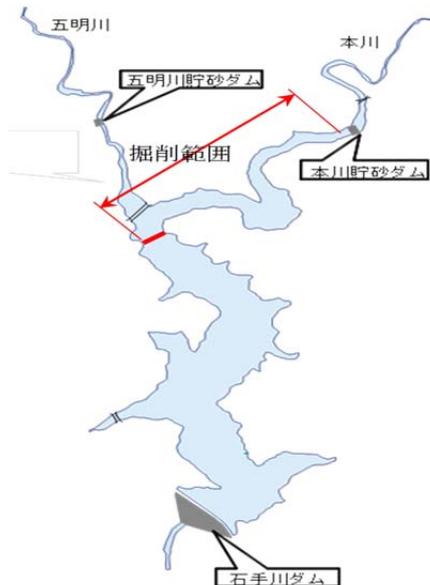


図-13 底泥除去範囲（平面図）

6. 今後の対策方針について

(1) 底泥除去の掘削厚

大規模出水が発生した平成29年以前の5年間（平成23～28年度）の堆砂テラスにおける河床高の変化量は約40cmである。また、底泥中のアキネートの生存可能期間は概ね3～5年間とされている。この層厚は発芽率の高いアキネートを含む層であるため、水質保全の観点から最低掘削厚は50cmとし、なるべく広い面積を掘削することとする。

(2) 底泥除去の実施時期

実施時期については、掘削深さ（EL. 190m）が平常時最高貯水位よりも下層であり、湛水時に掘削した場合、濁水等が懸念されるため、貯水位が低下した際（渇水時）に集中的に実施することとする。



図-14 平成29年渇水時の堆砂テラスの状況

7. まとめ

底泥除去は、水質保全対策に加え、利水容量の回復に寄与することからダムの長寿命化に繋がる対策である。ダムの長寿命化については、既に実施されている貯砂ダムの堆砂排除を基本とするが、貯水位低下時に水質保全対策を目的とした堆砂テラスの底泥除去を併せて実施することにより更なる長寿命化に繋げることが可能である。

今後は、これまでの調査結果を基に、底泥除去の実施に向け仮設計画や施工手順の確立を行うとともに、引き続きダム湖のモニタリングを行い水質保全に努めていく。