ダム下流域への土砂還元による糸状緑藻類に与える影響把握方法に対する取り組み

桜井康太[1]・松島宏[2]

[1]蓮ダム管理所　管理係（〒515-1615 三重県松阪市飯高町森 1810-11）
[2]蓮ダム管理所　専門官（〒515-1615 三重県松阪市飯高町森 1810-11）

蓮ダムは、三重県中部を流れる櫛田川水系蓮川で平成３年から運用を開始した重力式コンクリートダムである。ダムは、建設目的である「防災操作」、「流水の正常な機能の維持」、「水道用水の供給」、「水力発電」を約２５年間果たして来ており、今後も、ダムを有効に活用するための管理を継続するものである。一方、ダムにより、河道内の土砂移動が一部制限され、ダム下流域への影響解明が求められ、調査継続されているが、複雑で、難しい調査となっている。本報告は、その調査方法について、精度向上の検討をとりまとめたものである。

キーワード：土砂還元、アーマーコート化、糸状緑藻類、業務改善

１．はじめに

蓮ダムが位置する櫛田川上流部は、三重県中部の山岳地にあり、風光明媚で自然環境豊かな地域である。

図−1　蓮ダム位置図

２．蓮ダムの概要

(1) 蓮ダムの諸元

河川名　：櫛田川水系蓮川
位置　：三重県松阪市飯高町森
集水面積　：80.9 km^2
形式　：重力式コンクリートダム
堤高　：78m
洪水期　：6月16日～10月31日
総貯水容量　：32,600千m^3
有効貯水容量　：29,400千m^3

(2) 蓮ダムの目的

蓮ダムは以下に示す4つの目的を有している。

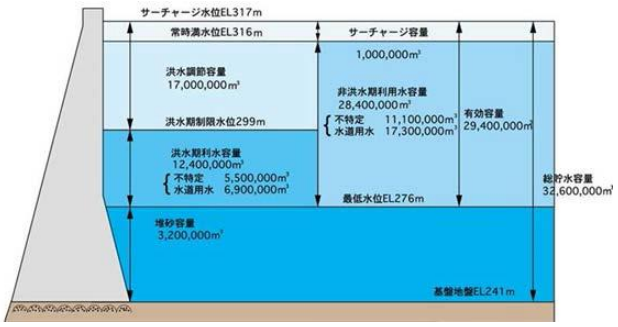
① 防災操作
蓮ダム地点において、流入量を350m^3/sの一定量放流方式により調節し、基準地点両郡橋の整備計画基本高水流量4,100m^3/sを3,500m^3/sに低減させる。

② 流水の正常な機能の維持
河川に生息する生物や既得農業用水に必要な河川流量を確保するためにダムから放流する。

③ 水道
三重県企業庁南勢志摩水道用水供給事業の水道用水として、最大172,800m^3/日の水を供給する。

④ 発電
蓮ダム下流左岸のダム式発電所で、最大出力4,800kW の発電(完全従属発電)を行う。

以上の目的を果たすため、蓮ダムは図-2に示すように洪水調節容量、利水容量を洪水期、非洪水期に分けて設定している。



図－2 蓮ダム貯水池容量配分図

洪水期　：6月16日より10月31日まで

非洪水期：11月1日より翌年6月15日まで

３．竣工後のダム下流域における課題

蓮ダムでは、竣工後の下流河川において以下の課題が生じている。

(1) 河床低下

ダムが建設されたことにより、上流域からの河床材料の供給が減少し、平成2年と平成15年の下流部横断測量を比較すると、28測線中21測線で河床高の低下（平均0.4m）が確認されている。

(2) アーマーコート化

河床材料の供給が少なくなったことにより、小さな粒径の河床材料（砂・小礫）が流出しており、櫛田川本川と比較すると特に粒径が約5mm以下の細礫及び細砂に区分される河床材料の割合が減少している。

(3) 糸状緑藻類の繁茂

アオミドロ等の糸状緑藻類が夏場を中心に川底に繁茂し、アユ等の餌やその生育環境に影響を与えることが懸念されており、蓮川は、櫛田川本川と比較してもアユの生息数が少ない傾向がみられている。

４．調査経緯

(1) 既往調査の課題

前述した課題に対応するため、蓮ダムでは、平成14年度から土砂還元（ダム上流で捕捉した土砂をダム直下流に置き土し、ダム下流域に土砂供給すること）を開始するとともに、モニタリング調査を行い、土砂還元の効果を検証しようとしてきた。

一方で、ダム下流河川における課題の内、糸状緑藻類に関する土砂還元の効果を把握するための調査（以後、糸状緑藻類調査とする）は、調査時期を明確に定めず、毎年バラバラのデータを取得してきていたため、土砂還元の効果と出水による攪乱及び糸状緑藻類の季節消長とを分けて考察することができていなかった。

そこで、平成28年度は、調査時期及び方法を抜本的に見直し、今後のモニタリング調査計画に活かすこととした。

(2) 改善点

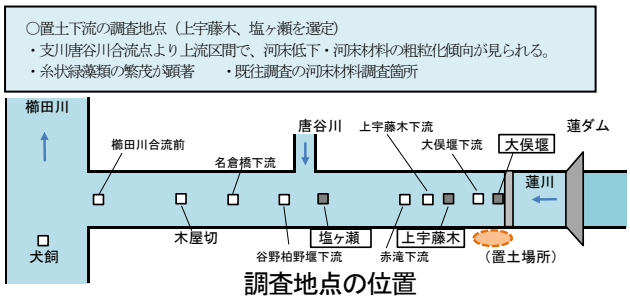
1) 調査時期の見直し

既往調査では、調査時期を特に定めずに実施してきたため、出水前後の状況を把握するため、出水前及び出水後の時期を明確に定め、調査を実施した。

また、出水前の調査においては、糸状緑藻類の季節消長を把握するため、調査回数を増やして実施した。

2) 調査地点の見直し

出水前の調査では、既往調査で実施してきた全地点（10地点）を実施する必要性が少ないと判断し、置土の上流地点１地点（対照地点）と、既往調査結果より糸状緑藻類の繁茂が顕著な置土下流の２地点流を選定し、３地点の調査に絞ることとした。



調査地点の位置

５．調査の概要

(1) 前提条件

平成28年度に実施した上記の調査は、土砂還元としての置土が実施されない年度であり、置土の効果を把握するための対照となるデータを取得する位置づけとしで実施した。

(2) 調査時期

1) 出水前調査

出水前調査は、出水の発生頻度の高い8～10月の期間において、月1回の割合で洪水が発生するまで実施した。

2) 出水後調査

出水後調査は、河床材料が移動すると考えられる100m^3/s以上の出水が発生した後に実施した。

調査の実施時期は、出水後の糸状緑藻類の回復影響を考慮し、これまでの置き土有の調査における出水後の経過日数や、カワシオグサの生長速度等より、出水後、約30日を目安とした。

3) 実際の調査日（実績）

上記の調査時期の設定に基づき、実際に今回実施した現地調査の実施日を下表に示す。

出水前の位置づけとして8月と9月にそれぞれ1回調査を実施した。9月20日には、蓮ダムで一時的に防災操作

を実施するような出水が生じたため、その約30日後の10月23日～24日に出水後の調査を実施した。

調査項目	調査実施日
出水前調査	平成28年8月15日
出水前調査	平成28年9月13日
9月20日　台風16号による大雨のため、出水 9月25日　注意体制解除	
出水後調査	平成28年10月24日 ～10月25日

(3) 調査地点

1) 出水前調査

出水前調査では、糸状緑藻類が繁茂が顕著で、河床低下、粗粒化がみられる区間を代表し、塩ヶ瀬、上宇藤木、大俣堰の計3地点において被度の把握等を行った。

2) 出水後調査

出水後調査は、過年度からの継続性等を考慮し、出水期前調査の3地点に大俣堰下流、木屋切、名倉橋下、谷野柏野堰下流、赤滝下流、上宇藤木下流、大俣堰下流の7地点を加え、計10地点を対象として調査を実施した。

(4) 調査方法

1) 写真の撮影

調査地点において、過年度から撮影されてきている箇所での写真撮影を行った。

撮影にあたっては、上記の定点写真の他、水中に生育する糸状緑藻類が視覚的に確認できるよう、一眼レフカメラに偏光フィルターをつけ、水面の反射を避け水中の藻類の撮影を行った。

2) 被度の記録

「被度」は、植物の種がどの程度地表面を覆っている（占める）のかを表し、Branu-Blanquet（1964）の全推定法に基づく階級区分が広く用いられている。

この推定法は、植物が地表面を覆う度合いに個体数を組み合わせたもので、被度の階級は次の7段階に区分されている。

一方、糸状緑藻類調査は陸上から水中の藻類の生育状況を記録するため、水深の深い場所などは7段階に分けての記録は困難な場合がある。そのため本調査では、7段階の区分を大きく3つ（多い、少ない、無し）として記録をした。

６．調査結果

(1) 出水前調査（出水後調査の一部含む）

置土の効果の把握調査時に取得した被度のデータを用いて、8月から10月までの各地点の糸状緑藻類の生育状況を比較し、下表に示す。

8月調査では、3地点ともに「多い」と評価されたが、9月調査では塩ヶ瀬及び上宇藤木において「少ない」評価となった。

一方で、出水が生じた9月20日からの出水後調査では、再び3地点ともに「多い」と評価された。

これらの地点の内、大俣堰はすべての調査で「多い」評価であった。

調査年月日		調査地点名		
		塩ヶ瀬	上宇藤木	大俣堰
H28年度	8月15日	多い	多い	多い
	9月13日	少ない	少ない	多い
	9月20日	*台風による出水*		
	10月24日	多い	多い	多い

(2) 出水後調査

平成28年度は、出水からまだ糸状緑藻類の生長が進んでいないと想定された約30日後に実施したが、糸状緑藻類の生育はこれまでの調査でなかった塩ヶ瀬より上流がすべて「多い」評価となった。

調査年月日		調査地点名 ←									
		櫛田川合流前	木屋切	名倉橋下	谷野柏野堰下流	塩ヶ瀬	赤滝下流	上宇藤木下流	上宇藤木	大俣堰下流	大俣堰
H21年度	6月23日	少ない	多い	少ない	少ない	多い	多い	多い	無し	多い	多い
	8月28日	無し	少ない	無し	無し	無し	無し	少ない	無し	少ない	多い
	11月30日	少ない	少ない	無し	少ない	無し	無し	無し	無し	少ない	無し
H22年度	6月10日	少ない	少ない	無し	無し	少ない	少ない	多い	多い	少ない	少ない
	8月24日	無し	少ない	無し	無し	多い	多い	少ない	無し	少ない	多い
	11月6日	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し
H23年度	8月22日	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	少ない	多い
	12月16日	無し	無し	無し	少ない	無し	無し	無し	多い	多い	多い
H24年度	8月30日	無し	無し	無し	無し	無し	少ない	無し	少ない	少ない	多い
	12月11日	無し	少ない	無し	無し	無し	無し	無し	無し	少ない	多い
H25年度	7月25日	無し	少ない	無し	少ない	無し	少ない	無し	少ない	少ない	多い
	11月19日	無し	少ない	無し	少ない	無し	無し	無し	少ない	少ない	少ない
H26年度	6月2日	無し	少ない	無し	少ない	多い	無し	無し	多い	多い	少ない
	7月27日	無し	少ない	少ない	少ない	多い	多い	少ない	多い	多い	多い
	11月7日	少ない	少ない	無し	少ない	少ない	無し	無し	無し	多い	多い
H27年度	10月15日	少ない	少ない	少ない	少ない	多い	多い	多い	少ない	多い	多い
	11月19日	少ない	多い	少ない	多い	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない	多い
H28年度	10月24日	少ない	少ない	少ない	少ない	多い	多い	多い	多い	多い	多い

７．考察

(1) 土砂還元と出水に伴う流出と糸状緑藻類の関係

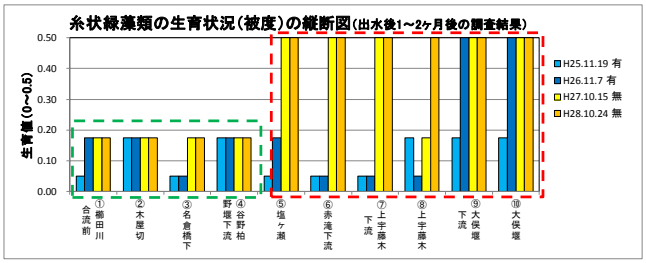
近年に実施された調査のうち、出水後、約30日～60日のデータを用いて糸状緑藻類の生育状況の縦断変化を整理すると下図のとおりである。

糸状緑藻類は、塩ヶ瀬より下流（支流合流後）では、塩ヶ瀬上流と比較して少なく、置き土の有無による差は小さい。

一方、塩ヶ瀬上流では、置き土有無により、以下の傾向がみられる。

①今回調査（置き土無）では、とH27.10調査と同様にほぼすべての地点で「多い」の0.5となっている。今回調査では、出水前後の河床材料調査を実施し、河床礫の移動を確認したが、置き土無では糸状緑藻類の生育に影響を及ぼすまでに至らなかったと考えられる。

②過年度調査において実施された置き土有の調査では、置き土上流に比較して下流の糸状緑藻類が少なくなっており、置き土無しの場合と比較しても差は顕著である。なお、置き土上流の被度が比較的低い場合には、置き土、上・下流の差が明確ではなく、調査のタイミングに考慮する必要がある。



(2) 糸状緑藻類の生育について

今回実施した調査からは、糸状緑藻類が出水によって生育が抑制されるような傾向はみられなかった。

この結果からは、以下の2つの可能性が考えられる。

①糸状緑藻類の生育は、出水の流速増大や河床礫の移動だけでは影響を受けない可能性。

②出水後調査として実施した9月20日の出水から約30日の期間において、糸状緑藻類が出水前と同程度以上に回復した可能性。

以上から、今後、糸状緑藻類と出水の関係性を把握するためにも、出水からできるだけ期間を空けずに調査を実施し、出水直後の状況を把握することが必要であると考えられる。

一方、出水等が特に生じていない8月調査から9月調査までの期間において、生育が少なくなるような傾向がみられた。

これは、糸状緑藻類の季節消長によるものであると考えられる。

ただし、これらの季節消長は、年変動や気象条件と関連しているものと考えられ、今後もデータを蓄積しながら気象条件との関係性について考察していくことが必要であると考えられる。

８．評価

(1) 調査時期の見直し

既往調査では、年間複数回の調査を特に時期を定めず実施してきており、糸状緑藻類と出水及び土砂還元の効果との関係性について考察することができていなかった。

今回、調査時期を見直すことで、新たな課題が抽出されたものの、今後データを蓄積していくことで、より土砂還元の効果を効率的に把握することが可能なデータを取得していけるものと考えられる。

(2) 調査地点の見直し

既往調査では、10地点すべてにおいて調査を継続してきたが、今回の調査から出水前調査に限り、3地点に絞って調査を実施した。

今回の調査結果では、調査地点を絞ることで大きな問題は生じていないことから、省力化してデータ量を増やすことが可能であることが示唆された。

９．今後の課題

(1) 土砂還元及び出水と糸状緑藻類の関係の把握

今回の調査は、土砂還元が実施されていない前提での対照データとなった。

今後は、土砂還元が実施された年度においても同様の調査を実施し、データを蓄積し、土砂還元及び出水と糸状緑藻類の関係性を把握する必要がある。

(2) 糸状緑藻類の季節消長の把握

糸状緑藻類の増減が、土砂還元の効果であるかを明確に把握するためには、糸状緑藻類の季節消長と気象条件等の要因との関係性を把握しておくことが必要である。

そのため、土砂還元の効果をより適切に把握するために、今後もデータを蓄積し、糸状緑藻類の季節消長の傾向及びその要因について把握しておくことが必要であると考えられる。

参考文献

1) 野崎健太郎，内田朝子：河川における糸状緑藻の大発生，矢作川研究　No4，pp.159-168，2000.
2) 田代喬，辻本哲郎：河床状態の変化に着目した矢作川中流域における河道動態とそれに伴う生息場の変質，矢作川研究　No7，pp.9-24，2003.
3) 赤松良久，池田駿介，浅野誠一郎，大澤和敏：ダム下流における糸状藻類の強制剥離に関する研究，土木学会論文集B　Vol.65　No4，pp.285-295，2009.
4) 赤松良久，竹蔵由育，尾嶋百合香，山下正浩，竹林洋史，湯城豊勝，鎌田磨人，河口洋一：置土がダム下流の河川環境に及ぼす影響に関する研究，河川技術論文集第18巻，2012.
5) 三崎貴弘，土屋十圀：河川の光環境と濁度が付着藻類の増殖速度に与える影響に関する研究，環境システム研究論文集 Vol.36，2008.