

流水型ダムが下流環境に及ぼす影響に関する研究

一水質、底質、付着藻類に着目して一

熊本大学 学生員 ○白水千穂，正会員 皆川朋子，福岡大学 正会員 伊豫岡宏樹，
藻類研究所分析センター 非会員 福岡浩

1. はじめに

ダムによる流量や土砂の制御，生物の移動分断による生態系への影響が報告されている¹⁾。一方で，地球温暖化の影響により今後，降雨量や洪水発生頻度の増加が予測されている。このような中，流水型ダムが注目され，白川立野ダムをはじめ，いくつかの河川で建設・計画されている。流水型ダムは，平常時に流水が貯留されないため，流水(流況，水質)や上流から供給される土砂の連続性が保たれやすいことから，国外では環境順応型ダムと位置づけられ，米国や欧州では流水型ダムによる洪水調節管理が進められている²⁾。近年，日本においても，環境への負荷を軽減するための流水型ダムの構造に関する検討や，水理・流砂特性の解明³⁾が行われるようになってきた。しかし，環境への影響に関する報告は，底生動物を対象に益田川ダムや笹倉ダムで行われているが⁴⁾，知見はまだ限られている。流水型ダムの環境への影響を評価することは，今後，自然への負荷が小さいダムの構造等の検討を行う際の基礎情報として寄与するものと考えられる。

そこで本研究では，流水型ダムの環境，特に下流環境への影響を明らかにすることを目的に，治水専用ダムとして平成24年度末に竣工予定の鹿児島県新川水系西之谷ダム，1970年代に農地防災ダムとして建設された流水型ダムを対象に研究を行う。なお，西之谷ダムでは，24年度，試験湛水が実施された。試験湛水による環境への影響も指摘されていることから，西之谷ダムでは試験湛水に着目し調査を行った。

2. 調査対象ダム

表-1に，調査対象とした鹿児島県西之谷ダム，清浦ダム，市来ダム，串木野ダムの緒言を示す。西之谷ダムは日本で初めて貯水池内にワンドや棚田等の湿地環境が創出されたダムであり，平成24年度末から供用が開始される。清浦ダム，市来ダム，串木野ダムは，ダム放流口と下流河川河床との間に落差があり，ダム堤体直上に湛水域がみられる。

3. 調査方法

ダムによる水質，底質，水生生物への影響を明らかにするため，ダム上流および下流に調査地点を設け，これを比較することにより明らかにすることとした。西之谷ダムについては，試験湛水による影響を検討するため，試験湛水前，湛水中，湛水後の平成24年8月から平成25年1月に水質，底質，付着藻類及び魚類調査を行った。西之谷ダムでは平成24年10月21日から試験湛水が開始され，同年12月12日には満水位に達し，24時間維持された後，徐々に水位は低下した⁵⁾。既設の流水型ダムに関しては，平成24年12月に，市来ダムでは，水質，魚類，底生動物調査，串木野ダムおよび清浦ダムでは，水質，底質調査を行った。以下に分析が終了している項目について，調査・分析方法を示す。

(1) 水質

表-1 調査対象ダムの緒言

ダム名	型式	流入河川	竣工年	堤高(m)	集積面積(km ²)	総貯水容量(m ³)	有効貯水容量(m ³)
西之谷ダム	重力式コンクリートダム	新川	2012	21.5	6.8	793000	793000
清浦ダム	重力式コンクリートダム	樋脇川内之尾川	1974	38.1	8.7	1000000	855000
市来ダム	中心コア型ロックフィルダム	八房川	1970	41	16	2103000	1930000
串木野ダム	傾斜コア型ロックフィルダム	五反田川	1970	31.7	31.6	1660000	1500000

採水を行い，冷暗所で保管し，実験室に持ち帰り，SS，VSS，T-N，T-P，COD，クロロフィルa等について分析した。また，現地で水質計(HORIBA U-52G)を用いて，水温，pH，濁度，DOを測定した。

(2) 水理量及び底質

上下流各調査地点で横断方向に1m間隔で水深，流速を測定し，流量を算出した。また，同地点で底質を記録した。底質は，50cm×50cmの方形枠内の底質の粒径を，岩:1025mm以上，巨礫:257~1024mm，大礫:65~256mm，中礫:17~64mm，小礫:2~16mm，砂:2mm未満の6段階で分類し，投影面積に占める各底質の割合を5%単位で読み取った。

(3) 付着藻類

各地点で河床材料を4つ選定し，河床から取り上げ，それぞれ上面5cm四方の範囲の着藻類をナイロン製ブラシで擦り採取した。採集した試料は，冷暗所で実験室に持ち帰り，クロロフィルa，乾燥重量(60°C 24時間加熱)，強熱減量(550°C 2時間加熱)を測定した後，AI

(Autotrophic Index)を算出した。また，試料の一部はホルマリンで固定した後，顕微鏡(総合倍率600倍)を用い，生細胞を対象に，種の同定及び細胞数の計数を行った。

4. 結果および考察

4.1 試験湛水の影響

(1) 水質

図-1①~④に西之谷ダム上下流における試験湛水前と試験湛水中のT-N，COD，chl.a，SS・VSSを示した。ダム上流で畜産が行われているため，ダムへ流入する河川水の窒素，リンの値が大きいことが特徴としてあげられる。T-Nは試験湛水前，ほぼ同程度であったが，試験湛水中は，ダム下流で上流よりやや低下している傾向がみられた。CODは試験湛水前，ほぼ同程度であったのに対し，試験湛水中は，下流で大きく上昇した。chl.aも，試験湛水中，ダム下流で上昇する傾向が見られ，貯水池で植物プランクトンが増加し，流下していることが読み取れた。SS，VSSについては試験湛水前もダム下流で高い値が認められたが，これは貯水池内の造成工事による影響である。

(2) 付着藻類

図-2①~④に，西之谷ダムの上下流で採取した付着藻類の乾燥重量，AFDM(%), chl.a, AIを示した。図中の*，**は，上下流の差異について，データを標準化した後，危険率5%でt検定した結果，それぞれ，P<0.05, 0.01で有意差が検出されたことを示している。また，試験湛水中，ダム下流河床には，それ以前には見られなかった大

型糸状緑藻（主に、カワシオグサ科の *Cladophora crispata*）の繁茂が確認されたことから、これが生育している礫からも付着藻類を採取し、併せて図-2 に示した。ダム下流における大型糸状緑藻以外の付着藻類とダム上流を比較すると、乾燥重量はダム上下流で有意差は検出されないが、ダム下流の AFDM(%), chl.a はダム上流より有意に小さく、AI はダム上流より有意に大きかった。すなわち、ダム下流の付着藻類には、藻類以外のデトリタス等の有機物や微細な土粒子が多く含まれ、付着藻類現存量が小さいことを示している。藻類の同定結果からも、ダム下流では、シルトが堆積した場所でも生育できる *Navicula* sp. と *Nitzschia* sp. の珪藻に占める割合が大きく、微細土粒子の影響を受けていることが確認された。また、大型糸状緑藻は、安定した河床の下で繁茂することが知られている。これらのことから、試験湛水中に下流放流量が制御されたこと（調査時に上流：0.35m³/S→下流：0.25m³/S）、試験湛水前の貯水池掘削に伴う微細土砂を含む濁水の流下がダム下流付着藻類に影響を与えたと考えられた。

4.2 既設流水型ダムの影響

(1) 底質

図-3 に市来ダム上下流での河床材料調査の結果を示した。ダム上流では、砂や小礫が確認されたが、ダム下流では、確認されなかった。この現象は、貯留型ダム下流でしばしば指摘されている河床の粗粒化（アーマー化）である。ダム下流における底質の粗粒化は、清浦ダム及び串木野ダムにおいても同様にみられた。放流口と下流河川河床との間に落差があるため、貯留型ダム同様、ダム貯水池内に土砂が堆積し、下流への土砂供給が抑制されていることが要因としてあげられた。

(2) 水質

ダム上下流の水質を比較した結果、ダム下流の T-P はすべてのダムで上流より小さく、T-N についても市来ダム以外で、ダム下流の方が小さかった。一方、SS, VSS, chl.a に関しては、ダム下流の方が大きい傾向がみられた。これらの傾向は、既設の貯留型ダムで見られる傾向と同様であった。

(3) 付着藻類

図-4 に市来ダムにおけるダム上下流の付着藻類現存量を chl.a で示した。ダム下流の chl.a は上流より有意に小さかった。ダム下流の付着藻類現存量は、ダムによる流況の平滑化、底質の粗粒化により、ダム上流よりも物理的攪乱が小さくなるため、現存量が上流よりも大きくなることが報告されているが、これとは異なる結果であった。ダム下流河床には、イシマキガイが多く生息し、付着藻類を摂食していたことから、摂食により付着藻類現存量が減少したことが一要因と考えられた。イシマキガイは、付着藻類を摂食しながら分布を上流に広げていくため、ダムにより上流への移動分断が生じ、ダム下流において高密度で分布していた可能性がある。

5. まとめと今後の課題

西之谷ダムにおいては試験湛水中の下流流量の制御、貯水池掘削に伴う微細土砂を含む濁水の流下により、ダム下流付着藻類に影響が生じていたことが推察された。今後も調査を継続し、供用開始後の変化を把握する予定

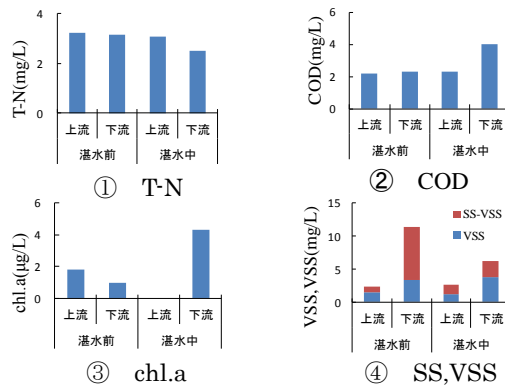


図-1 西之谷ダム上下流水質（試験湛水前・中）

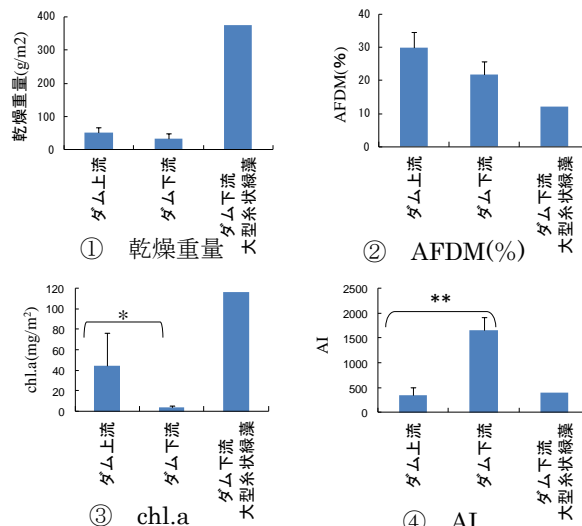


図-2 西之谷ダム上下流の付着藻類（試験湛水中）

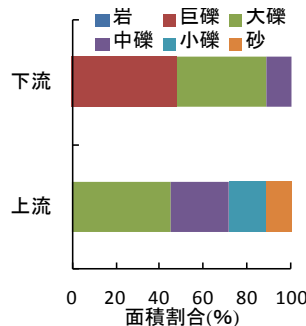


図-3 市来ダム上下流河床材料

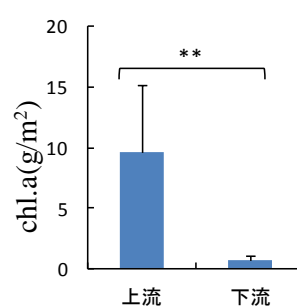


図-4 市来ダム上下流 Chl.a 現存量

である。また、既設の放流口と下流河川河床に落差がある流水型ダム下流においては、貯留型ダムと同様の底質の粗粒化、水質の変化等がみられた。今後は、落差が生じていない流水型ダムも対象に調査を実施することにより、環境への影響が軽減されるダムの設計や運用に関する知見を得ていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 箱石憲昭, 宮脇千晴, 海野仁, 桜井寿之: ダムにおける河川の連続性確保に関する研究
- 2) 角哲也: 米国における洪水調節専用(流水型(DRY))ダム
- 3) 村田雄輝, 木村一郎, 清水康行, 山口里実(2012): 穴あきダム周辺の水利特性と堆砂機構に関する数値解析的研究, 土木学会論文集 B1(水工学)Vol. 68, No.4
- 4) 村上哲生, 程木義邦(2011): 底面穴あきダム上下流部の水生昆虫相の比較-島根県・益田川ダムの事例-
- 5) 鹿児島県 HP : <http://www.pref.kagoshima.jp/ak16/chiiki/kagoshima/kiban/nisnotinansuimansui.html>