

荒瀬ダム撤去によるダム直下流域の河床変動に関する研究

前橋工科大学	学生会員	○高峰優誠
前橋工科大学大学院	学生会員	沼口慎太郎
前橋工科大学	学生会員	細田千冬
前橋工科大学	正会員	平川隆一

1. はじめに

ダムには、治水・利水といった機能がある一方で、湛水域における富栄養化や河川環境の分断といった問題がある。これらの対策のひとつとしてダム撤去が挙げられる。

国内初の撤去が行われた荒瀬ダムは、熊本県八代市坂本町球磨川の河口から 19.91km に位置する。荒瀬ダム撤去において、流れが生じたことにより、水質や生物の生息場の改善が見られたと報告されている^{1), 2)}。

しかし、土砂移動による河床変動に関しては、アメリカをはじめ海外において研究が行われているが³⁾、アメリカと日本のダムや河川では条件が異なる場合が多く、日本のダムを撤去した場合の河床への影響は、海外の事例を適用できるか不明な点が多い。荒瀬ダムは 2014 年度に濡筋側にあたる右岸側の堤体が撤去され、その後 3 度の 3000 m³/s 規模の出水により、大量の土砂移動が確認された⁴⁾。ダム上流側に堆積していた土砂の多くがダム下流側に堆積し、砂州が発達するなど撤去前とは大きく異なる河床形態となり、今後も砂州の成長が考えられる。

そこで本研究では、河川の土砂管理や環境の変化による地形応答を理解するため、荒瀬ダム右岸側撤去後における 2015 年 6 月に生じた大規模出水による河床変動や土砂流出状況を明らかにする。また、今後さらにダム撤去の進行や出水によって流況が変化し、河床形態が変化していくと考えられるため、河道の流況予測も行う。

2. 研究方法

解析対象区間は図 1 に示す球磨川の河口から 19.0km～21.16km とし、非定常二次元解析を行った。地形データは各距離標の横断測量データを用いて作成する。2015 年 6 月に生じた大規模出水後の同年 8 月のダム下流における実測河床横断データを基に、解析結果の妥当性を検証した。解析は次の流砂の連続式を用いた。

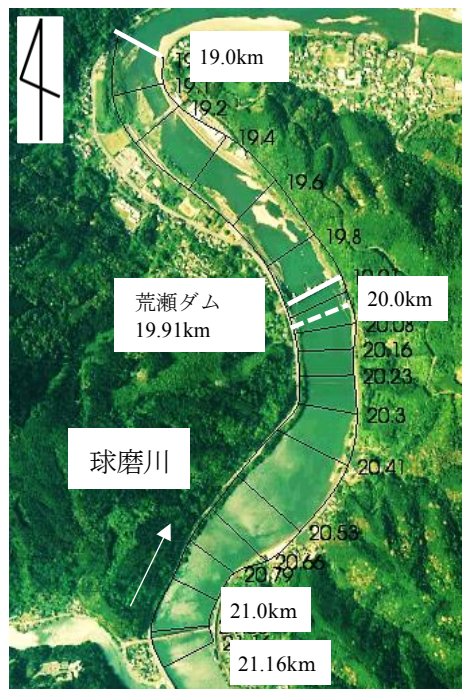


図 1 解析対象領域

$$\frac{\partial(C_m E_m)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{z}{J} \right) + \frac{1}{1-\lambda} \left[\frac{\partial}{\partial \xi} \left(\frac{\Sigma q_{bk}^{\xi}}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\frac{\Sigma q_{bk}^{\eta}}{J} \right) \right] = 0 \quad (1)$$

ここで、 C_m は交換層の土砂濃度、 E_m は交換層の厚さ、 t は時間、 z は河床高、 J はヤコビアン、 λ は河床の空隙率、 q_{bk}^{ξ} 、 q_{bk}^{η} は k 階層の ξ 、 η 方向の掃流砂量である。掃流砂量の算定には渡邊の式⁵⁾を用いた。

$$\tilde{q}_{bk}^{\xi} = q_{bk} \left[\frac{\tilde{u}_b^{\xi}}{V_b} - \gamma \left(\frac{\partial z}{\partial \xi} + \cos \theta \frac{\partial z}{\partial \eta} \right) \right] \quad (2)$$

$$\tilde{q}_{bk}^{\eta} = q_{bk} \left[\frac{\tilde{u}_b^{\eta}}{V_b} - \gamma \left(\frac{\partial z}{\partial \eta} + \cos \theta \frac{\partial z}{\partial \xi} \right) \right] \quad (3)$$

ここで、 $\tilde{q}_{bk}^{\xi}$ 、 $\tilde{q}_{bk}^{\eta}$ は算定された k 階層の ξ 、 η 方向の掃流砂量、 q_{bk} は k 階層の全掃流砂量、 $\tilde{u}_b^{\xi}$ 、 $\tilde{u}_b^{\eta}$ は ξ 、 η 方向の河床近傍の流速、 V_b は河床近傍の合成流速、 θ は ξ 軸と η 軸のなす角度 γ は河床勾配による流砂の補正係数である。

本研究では、ダムの撤去状態、上流端に与える流入条件(ピーク流量、出水回数)、土砂供給量を変えるため、表 1 に示すようにそれぞれを組み合わせた 12 ケースで解析を行う。

キーワード 球磨川、荒瀬ダム、ダム撤去、河床変動、二次元解析

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 前橋工科大学 TEL027-265-7355

表1 解析ケース

ケース	撤去状態	流入条件		土砂供給量 QB in: 流入土砂量 QB out: 流出土砂量
		ピーク流量 (m^3/s)	取水回数 (回)	
case1	右岸撤去	約3000	3	QB in = QB out
case2	右岸撤去	約3000	3	QB in > QB out
case3	右岸撤去	約3000	3	QB in < QB out
case4	右岸撤去	約60	0(平水)	QB in = QB out
case5	右岸撤去	約60	0(平水)	QB in > QB out
case6	右岸撤去	約60	0(平水)	QB in < QB out
case7	完全撤去	約3000	3	QB in = QB out
case8	完全撤去	約3000	3	QB in > QB out
case9	完全撤去	約3000	3	QB in < QB out
case10	完全撤去	約60	0(平水)	QB in = QB out
case11	完全撤去	約60	0(平水)	QB in > QB out
case12	完全撤去	約60	0(平水)	QB in < QB out

3. 結果及び考察

図2には実測で得られた河床高のコンター図を示す。ダム直下流と19.6km右岸側から19.2kmにかけて河床が高くなっており、滯筋が右岸側から左岸側に変移し、流速が低下したためと考えられる。また、19.91kmと19.3km付近の左岸側から19.0km左岸側にかけて、湾曲部の外岸にあたるため、河床が低くなっている。

図3にはcase1の河床高のコンター図を示す。解析では実測と類似した河床形状が得られた。詳細に見ると、滯筋に当たる19.8km付近において河床の低い所で連続的でない分布となった。ピーク流量時には滯筋の蛇行が大きく、川幅中央部に向かって大きく洗掘されたためと考えられる。

図4にはcase7の流況予測の河床高を示す。case1の河床高と比べ、同様の河床形状となった。しかし、19.8kmや19.6kmから19.4kmの区間で、横断方向に低い部分が分布する河床形状となった。ダムによる川幅の縮小がなく、高流速部の右岸側への集中が緩和されたためと考えられる。

図5にはcase7の流況予測の河床変動量を示す。19.91km、19.0kmは湾曲部にあたり、それぞれ内岸側では堆積が、外岸側では洗掘が見られた。また、19.4kmから19.6kmの区間では、滯筋にあたるため洗掘が見られた。

4. まとめ

本研究では荒瀬ダム撤去にともなう河床変動に関する平面二次元解析を行い、以下のことが分かった。

(1)case1の条件において実測の河床高をおおむね再現でき、解析結果の妥当性を検証した。

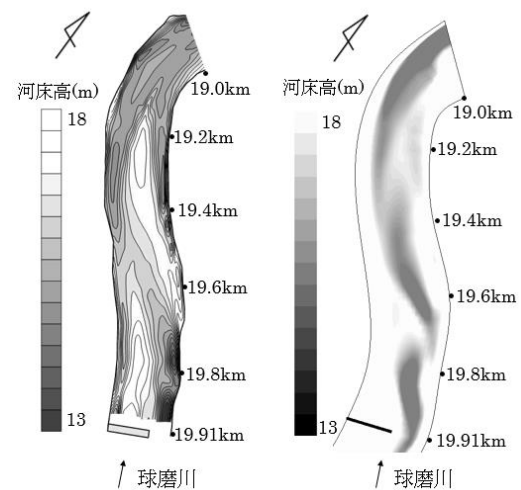


図2 河床高の実測結果

図3 河床高の解析結果

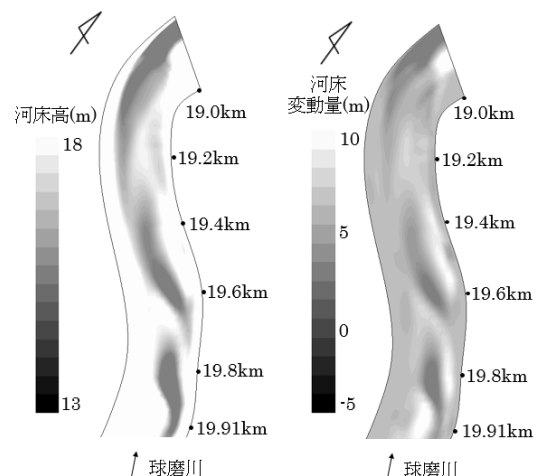


図5 河床変動量の予測結果

図4 河床高の予測結果

(2)case7の条件では、19.6km付近で河床高が低下し、ダム建設前の河床形状に近づくことが期待された。

参考文献

- 1) 熊本県企業局：荒瀬ダムフォローアップ専門委員会第12回委員会資料（2018年1月5日閲覧）：
http://arasedamtekko.hinokuninet.jp/03_siryou/foro_iinkai/no12_foro_setumei.pdf.
- 2) 小林草平・角哲也・竹角康弘：ダム撤去後に下流に形成した砂州の生物生息場機能，河川技術論文集，Vol.22，pp.463-468，2016.
- 3) American Rivers HP(2017年12月27日閲覧）：
<http://www.americanrivers.org>.
- 4) 熊本県企業局：荒瀬ダムフォローアップ専門委員会第10回委員会資料（2017年1月5日閲覧）：
http://arasedamtekko.hinokuninet.jp/03_siryou/foro_iinkai/no10_foro_setumei.pdf.
- 5) 渡邊英明・福岡捷二・安竹悠・川口広司：河道湾曲部における河床変動を抑制する樹木群水制の配置方法，河川技術論文集，Vol.7，pp.285-290，2001.