

意見 OPINION

ダム堆砂量に関わる要因と生態系保全上の課題

中村 太士¹⁾・竹門 康弘²⁾

1) 北海道大学大学院農学研究科森林管理保全学講座 〒060-8589 札幌市北区北9条西9丁目

2) 京都大学防災研究所水資源研究センター 〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄

Futoshi NAKAMURA¹⁾ and Yasuhiro TAKEMON²⁾: Factors affecting dam sedimentation and discussion from ecosystem conservation. *Ecol. Civil Eng.* 5(1), 125-127, 2002.

1) Department of Forest Science, Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060-8589, Japan

2) Laboratory of Global Hydrology, Water Resources Research Center, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Gokasho, Uji, Kyoto 611-0011, Japan

Ecology and
Civil Engineering

岡本・山内 (2001) によってダム堆砂に関する質問が意見欄に寄せられた。筆者らはダム堆砂の専門家ではないが、ダム堆砂が岡本・山内 (2001) が主張するような総貯水量のみで決定されるとは考えづらいこと、ならびにダム堆砂が生態系に与える影響や堆積量を推定することの応用生態工学的な意義についてもっと議論すべきであるとの立場から意見を述べることにした。

ダム堆砂を議論するためには、ダムに流入する掃流砂、浮遊砂、ウォッシュロードなどの流砂が、流域でどの程度生産され、どのようなプロセスで河道まで輸送されるかということ明らかにしなければならない。しかし、先の河川審議会総合土砂管理小委員会の答申にもあるように、流域からの土砂生産、流出、堆積などの土砂収支を現状の科学水準で正確に予測することはきわめて難しい。土砂と水の流れの最も異なる点は、土砂は谷壁斜面の崩壊などで生産されてから河道に流出するまで、年単位の時間的な遅れ (time lag) が存在することである。正確に言うなら、一部の崩壊土砂は河川内にすぐに流入するが、他の崩壊土砂は崖壁や段丘面上で長く (数年から数千年まで) 停滞する (Dietrich & Dunne 1978; 新谷・黒木編 2001)。河道に流入した土砂も一部は河川内を流下するが、一部は氾濫原などを形成しながら、これまた10年から100年単位の長い時間をかけて流送されるのである (Nakamura et al. 1995)。当然のことながら、土砂礫

も大きさによって選択的に運搬され、粒径によって移動速度は異なる。さらに、突発的な大規模崩壊によって流況が激変することもある。高崩れで有名な常願寺川も安政5年の大地震による高山の大崩壊まではごく普通の河川であったと言われ、巨大崩壊が流況を一変し140年あまり経た現在でも荒廃溪流の様相を呈している。

こうした土砂生産と流出の時間的不連続性、生産量と河流による輸送可能量との不均衡、さらに突発的な自然現象を考慮して土砂管理計画を立てることはきわめて難しい問題であり、社会的重要性の観点から更なる研究の必要性について河川審議会でも議論されている。したがって現在までに検討された比堆砂量の算定式は、貯水池上流端の流量と流砂量との関係を実測もしくは流砂量式によって求める方法、堆砂量に影響する要因としての地質や流域面積、起伏量や流域勾配などの地形因子と、営力としての雨量、貯水池の土砂捕捉率などを説明変量として統計的に処理する方法であり (財団法人ダム技術センター 1987)、先に述べた複雑な土砂生産・流送プロセスを考慮してはいない。また比流砂量には、流域面積が影響することがわかっており、流域が大きくなればなるほど比流砂量は減少する傾向にある (戸田編 1976)。これは、流域が大きくなると、流送土砂が段丘や氾濫原を形成して流出しなかったり、生産土砂量の小さい下流の小流域 (地形勾配も緩い) が含まれるためである。この他にも土砂の流送に影響する因子には、森林伐採・農地開発などの土地利用や河道の直線化に伴う河床低下、さ

2002年2月25日受付, 2002年4月16日受理

1) e-mail: nakaf@for.agr.hokudai.ac.jp

らにはこれまでに流域に配置された治山、砂防施設の土砂貯留・貯止量の組み入れなど、数多くある。こうした多くの要因の影響を、理路整然と説明して予測するレベルまで現在の科学水準は達していない。したがって、新規ダムの堆砂予測については、流域面積、地質条件、地形条件、植生、気象条件、貯水池の立地条件、貯水容量等が同等な、周辺流域に設置された既存ダムの堆砂データを参考にしながら、決定するのが通例であると思われる。

このようにダムに流入する流砂量の長期予測ですら、推定値にはバラツキがあるのは避けられず、現在のところ考慮できない様々な要因やプロセスが含まれていると言わざるを得ない。ダムに流入した後については、岡本・山内(2001)が議論している貯水容量と捕捉率の関連が存在し、1950年代からすでに議論されている(Brune 1953)。これは河流が貯水池にはいると流下断面積が急に大きくなり、流速が低下し土砂輸送力が落ちるため、比較的大きな粒径の堆砂は貯水池上流側より進行し、細粒砂の一部はダム内に沈降する。このため、河川の大きさ(流量)にくらべて貯水池が小さい場合、流水が貯水池を通過する時間が比較的短いことから、細粒砂は沈降せずに通過してしまうが、反対に貯水池が河川にくらべて大きい場合には、沈降してダムに捕捉される割合が増すと考えられる。また、こうした捕捉率自体もダム堆砂に伴う地形変化とともに時間的にも変わると考えるのが妥当であり、流入する流砂の粒径分布によっても変化する。さらに、治水主目的の多目的ダムか電力専用ダムかによってダムの水位調節方法は大きく変わると考えられ、当然これらの要因も捕捉率に影響する。以上のことから、ダム堆砂に内在する法則性を導くためには、流入土砂量並びに貯水池内の流動に影響する諸条件を整理してデータを解析し、議論する必要がある。

いっぽう、岡本・山内論文では言及されていないが、流域生態系の視点からみると、ダムの堆砂量は以下のような課題と関わっており、考慮すべき堆砂現象もさまざまである。まず、貯水池の上流端においては、ダム堆砂に伴って土砂堆積域が次第に上流へ波及し、上流域の河床上昇、緩勾配化ならびに河床材料の細粒化を引き起こすことが知られており(池田ほか 1999)、河岸植生や河川動物群集の変化が予測される。

また貯水域については、人為的生態系であるために、そこに形成された湖沼の自然保護の観点から研究されることは少なかった。このため、ダム湖の生態系に与える堆砂の影響に関しては極めて情報が不足している。ただ

し、ダム湖の水質に対する要請や地域の生態系における意義を考えた場合、既存のダム湖の生態系管理は重要な課題であり、堆砂現象も検討内容に加えるべきであろう。例えば、自然湖沼における生物多様性は、湖棚や湖棚崖などの湖岸の侵食堆積過程により形成される沿岸地形と密接なかわりがある(竹門ほか 1995)。ところが、ダム湖では侵食堆積過程の歴史が浅いことや激しい水位変動のために、このような沿岸地形が未発達である。自然湖沼をモデルとしたダム湖の生態系管理を目指すためには、斜面崩壊や河川からの土砂流入を必要悪として排除するのではなく、このような地形形成過程として利用する視点も必要であろう。また、湖棚上に形成される石礫底質は、一般的に水生植物、底生動物、魚類などの生息場所として機能するだけでなく、オオクチバスやブルーギルなどの外来魚にとっても産卵床として利用される(全国内水面漁業協同組合連合会 1992)ので、個体群抑制を目的とした管理方針においても土砂堆積域の定量的な現況把握が必要となるであろう。

さらに、ダム堆砂の下流域生態系への影響については、一般的によく言及されているにもかかわらず、実証的な研究が乏しいのが現状である。ただし、本来下流へ供給されるはずの土砂がダムに堆積すれば、下流域で河床構成材料の変化や地形変化を生じる原因となることは否定できない。たとえば、アーモークート化により底質の動きが制限される場合や、砂礫の供給減少により底質が粗粒化したり岩盤が露出したりする場合は知られており、これらを通じて、底生動物群集や魚類の生息場所、河畔植生の変化を生じていると考えられる(谷田・竹門 1999; 中村 1999)。この現状に対して、ダム下流域生態系の改善策を考える際には、河川ごとに適切な土砂供給量や河床滞留量の評価が必要であり、ダムの堆砂量は流域生態系管理の基礎情報となりうる。とくに、下流域の生態系保全のために、土砂や物質の移動そして河床の変動を許容する環境保全型砂防や総合流域土砂管理の考え方(太田・高橋編 1999)が定着するにともない、その必要度はますます大きくなるであろう。

引用文献

- 新谷融・黒木幹男編(2001)流域動態の認識とその方法。北大図書刊行会。244 p.
 声田和男編(1976)ダム堆砂文献資料集成。河錫書店。
 Brune, G. M. (1953) Trap efficiency of reservoirs. *Trans. Am. Geophys. Union* 34: 407-418.
 Dietrich, W. E. & Dunne, T. (1978) Sediment budget for a small catchment in mountainous terrain. *Z. Geomorph. N. F.* 29:

191-206.

池田宏・伊勢屋ふじこ・小玉芳敏 (1999) ダム上流の河床勾配変化—侵食性平衡勾配から堆積性平衡勾配へ—. 応用生態工学 2 : 113-123.

財団法人ダム技術センター (1987) 多目的ダムの建設 調査編. 55-70.

中村太士 (1999) ダム構造物が水辺林の更新動態に与える影響. 応用生態工学 2 : 125-139.

Nakamura, F., Maita, H., & Araya, T. (1995) Sediment routing analyses based on chronological changes in hillslope and riverbed morphologies. *Earth Surface Processes and Landforms* 20: 333-346.

岡本尚・山内征郎 (2001) ダム堆砂量は何によって決まるのか. 応用生態工学 4 : 185-192.

太田猛彦・高橋剛一郎編 (1999) 漂流生態砂防学. 東京大学出版会. 117-144.

竹門康弘・谷田一三・玉置昭夫・向井宏・川端善一郎 (1995) 棲み場所の生態学. 平凡社. 53-66.

谷田一三・竹門康弘 (1999) ダムが河川の底生動物へ与える影響. 応用生態工学 2 : 153-164.

全国内水面漁業協同組合連合会 (1992) ブラックバスとブルーギルのすべて. 外来魚対策検討委託事業報告書, 第2章 資源抑制技術マニュアル.

「我が国に於けるダムの堆砂進行速度を決定する要因と法則性の研究調査」における全国堆砂解析の対象70ダム

ダム名	水系名
湯川	信濃川
花貫	花貫川
塩原	那珂川
小渋	天竜川
二級	黒瀬川
高柴	鮫川
日野川	淀川
二瀬	荒川
藪原	利根川
中木	利根川
四十四田	北上川
亀山	小櫃川
岳	阿武隈川
秋葉	天竜川
高遠	天竜川
松川	天竜川
二川	有田川
沼本	相模川
相模	相模川
河本	高梁川
川端	石狩川
裾花	信濃川
美和	天竜川
牧尾	木曾川
布部	斐伊川
南外	雄物川
清水沢	石狩川
犬上川	淀川
香坂	信濃川
原野谷川	太田川
大夕張	石狩川
矢作	矢作川
霧積	利根川
柳瀬	吉野川
道志	相模川

ダム名	水系名
品木	利根川
鷹泊	石狩川
丸山	木曾川
池田	吉野川
横山	木曾川
下条川	信濃川
奥裾花	信濃川
鳴子	北上川
三瀬谷	宮川
岩瀬	大淀川
綾北	大淀川
永瀬	物部川
鯖石川	鯖石川
白岩川	白岩川
松尾	小丸川
大野	豊川
片桐	天竜川
長安口	那賀川
高隈	肝属川
石淵	北上川
佐治川	千代川
広渡	広渡川
笹ヶ峰	関川
我谷	大聖寺川
利賀川	庄川
渡川	小丸川
上市川	上市川
上市川第2	上市川
鹿森	国領川
室牧	神通川
立花	一ツ瀬川
三面	三面川
笠堀	信濃川
天ヶ瀬	淀川
管野	最上川

図1 70ダムの総貯水容量一年堆砂量

(平成14年の資料による)

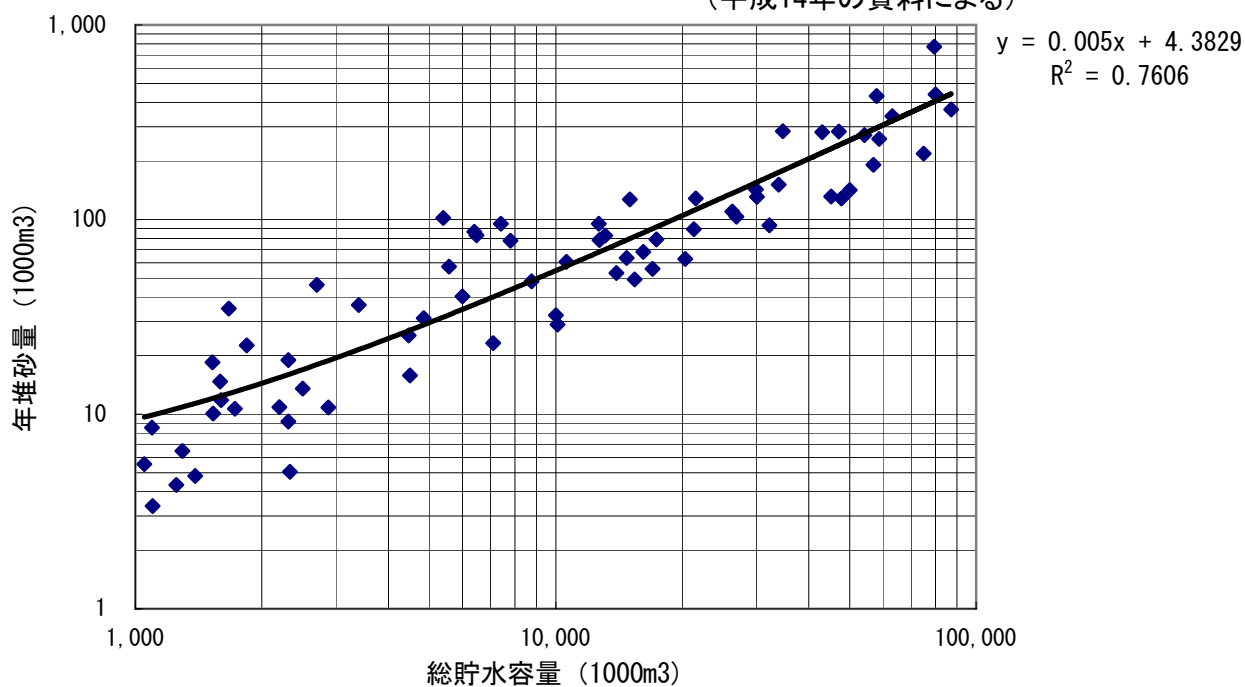


図2 発電ダムを除いた全国のダムの総貯水容量一年堆砂量

(平成14年の資料による)

