

<一級河川最上川水系最上小国川～最上小国川ダム～>

「穴あきダム」(流水型ダム)における土砂流入と

堆積・排出に伴う濁水増加について

川辺孝幸・阿部 修・清野真人・高桑順一・最上川の清流を守る会
小国

1. はじめに

近年、環境に優しいという触れ込みで、「穴あきダム」(流水型ダム)の建設が各地で進められているとしている。

「穴あきダム」(流水型ダム)は、池田ほか(2017)の書名のサブタイトルにもなっているように、「防災と環境の調和」を目指して環境に優しいとして考案されたダムであることが宣伝文句として強調されている。しかし、もともとはダム管理の合理化省力化が狙いで考案されたダムで(藤本, 1986), 多目的ダムのように平常時に湛水しないことから、ダム湖の富栄養化、水温低下などの水質悪化が起こらないこと、および土砂などが堆積しないことが期待されるからである。さらに角ほか(2012), 池田ほか(2017)によれば、上流から流れてくる堆積物粒子を含む流水は全て堤体の常用洪水吐を通してダムを通過でき、ダムの上流側に堆積物は堆積しない。また、河川に生息する種々の生物にとっても、あたかもダムが無いかのように、堤体の常用洪水吐を通じて上流から下流へ、下流から上流へと自由に行き来できるとされている。一方、上流からの流入量が大きくて穴から流出できる水量を超えるような洪水流の時には、ダムからの流出量は、穴の大きさによって制限を受けるために、一定以上には増えず、流入量と流出量との差分はダム湖として蓄えることになる。洪水流によって運ばれてきた堆積物粒子はダム湖に堆積することになる。しかし、大雨がおさまれば、常用洪水吐からの流出水によって、細粒堆積物をはじめとする大部分のダム湖の堆積物は、侵食されて穴から排出されることになる。侵食し残された礫などの粗粒堆積物は後日人の手で排出すればよい。このように、ほとんどの粒子をダム湖に貯めてやがては満杯になって寿命を迎える従来のダムとは異なって、環境に優しいダムであることがアピールされている。山形県最上郡最上町の最上小国川ダム(図 1)を含め、最近完成した総貯水量 100 万 m³を超える大型の「穴あきダム」(流水型ダム)は 5 基が稼働し、大分県玉来ダムなど 5 基が建設中であり、さらには、滋賀県大戸川ダムや 2020 年の大水害に見舞われた球磨川支流の川辺川など、建設計画が中止になったダムの復活を果たそうと、「穴あきダム」(流水型ダム)の建設を進めようとする動きがある。

最上小国川ダム建設差し止め住民訴訟をとおし



図 1 最上小国川ダム（山形県 HP.
(2020), 2019 年撮影の写真に加筆)

て、当時稼働中であった増田ダムの状況や生態学的、水理学的観点の検討により（竹門, 2013）、ダム検証のあり方を問う科学者の会（2014）などの指摘のように、「穴あきダム」（流水型ダム）のいくつかの問題点が明らかになった（最上小国川の清流を守る会, 2021）。

すなわち、ダムにおける土砂の堆積の問題に関して、特に洪水時における流速の低下によって、粒度の大きい砂礫はダム上流部に堆積することで下流への砂礫の供給が減り、長期的にみると、ダム下流では河床の泥質化が進み、砂礫の中に産卵する魚の生態に影響が出る恐れがある。

そして、洪水時にダム湖をつくって水を貯めるということは、すなわち粒子を運んできた流速は限りなくゼロになるということである。このことは、粗粒な粒子だけでなく、濁りとして浮流で運ばれてきたシルトや粘土などの細粒の粒子までもが堆積する可能性がある。細粒の粒子が沈殿・堆積してできた堆積物は侵食に強く、ダム湖の水が排出される際にはほとんど侵食されず、その後の降雨のたびの表流水によって徐々にしか侵食されない。このことはすなわち、いつまでも濁りを下流に流すことになる。

さらに、「穴あきダム」（流水型ダム）は上流からやってくる樹木や土石流の襲来などによる常用洪水吐の閉塞によって満水になったり、超過洪水時には調整機能が無いために事前放流ができずに満水になった以降は、上流からやってきた洪水流をそのまま下流に流すだけになってしまい危険性をはらんでいる。

このように、環境の面でも治水対策の面でも問題が残されているのが「穴あきダム」（流水型ダム）であることが指摘されている。

本稿で扱う最上小国川流水型ダムは山形県最上郡最上町の最上川支流、最上小国川に建設された 2020 年竣工の、日本で 5 番目に建設された大型の「穴あきダム」（流水型ダム）である（図 1, 図 2)。

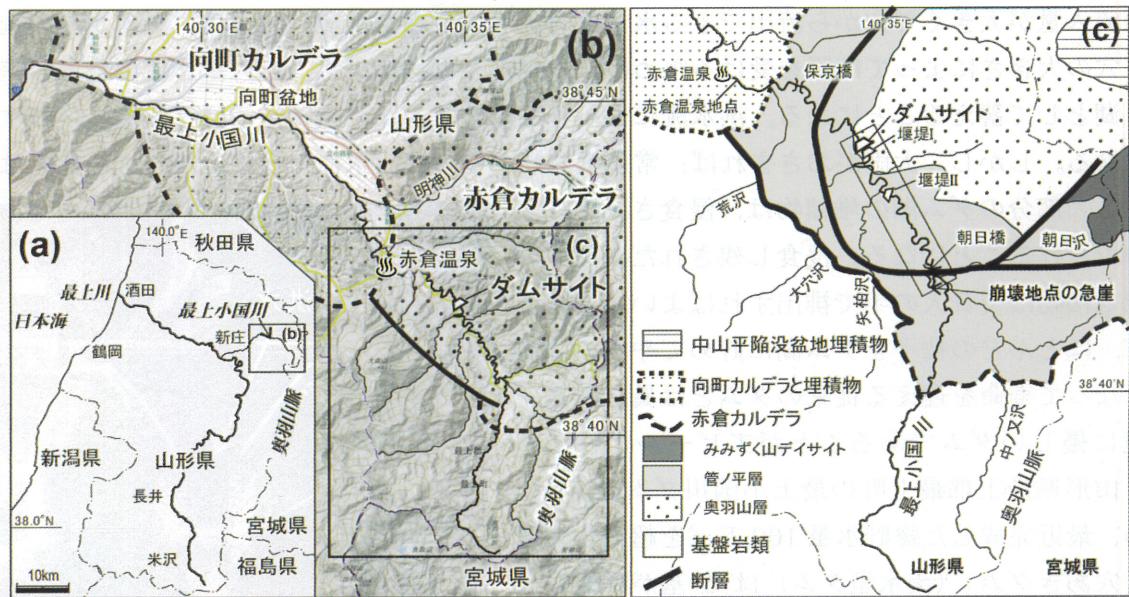


図 2 最上小国川の位置図(a)と最上小国川「穴あきダム」（流水型ダム）の位置と赤倉カルデラの範囲(b), 最上小国川「穴あきダム」（流水型ダム）周辺の大竹(2000)による赤倉カルデラの地質図(c)。

ダム完成前の、堤体がほぼ完成された 2019 年 10 月 12～13 日の台風 19 号による豪雨と 2020 年 1 月 28 日～29 日の積雪期間中の豪雨の 2 回の豪雨によって、実際にピーカカットが行われ、

ダム湖ができる大規模な洪水が発生した。後者の洪水は、ダムの湛水試験が終了して放流口から放流中での出来事で、湛水試験に伴って、ダム湖の水位データや堤体の上下流の写真などの試験の状況を Web で公開中であったため、1 日に 1 回のデータであったが、洪水に伴う現象を知ることができた。

雪解け後に、最上小国川の清流を守る会がおこなったダム上流の現地調査によって、「穴あきダム」（流水型ダム）における洪水時の土砂粒子の挙動の実態を明らかにすことができた。その結果、上流で斜面崩壊が発生した当時のダム湖底のうち、流路底から標高で 3m 前後高い範囲まで、斜面や樹木・草むらの有無にかかわらず細粒堆積物が 10cm 前後の厚さで満遍なく堆積していて、現在までも全てが侵食されることなく残っており、池田ほか（2017）の「流水型ダムの土砂流入・堆積・排出過程モデル」の大きな問題点が明らかになった。

以下に、最上小国川ダムによって明らかになった「穴あきダム」（流水型ダム）の重要な欠陥である「出水後の濁水の増加」の事例と、そのメカニズムについて報告する。

2. 試験湛水中に発生した濁水とその原因

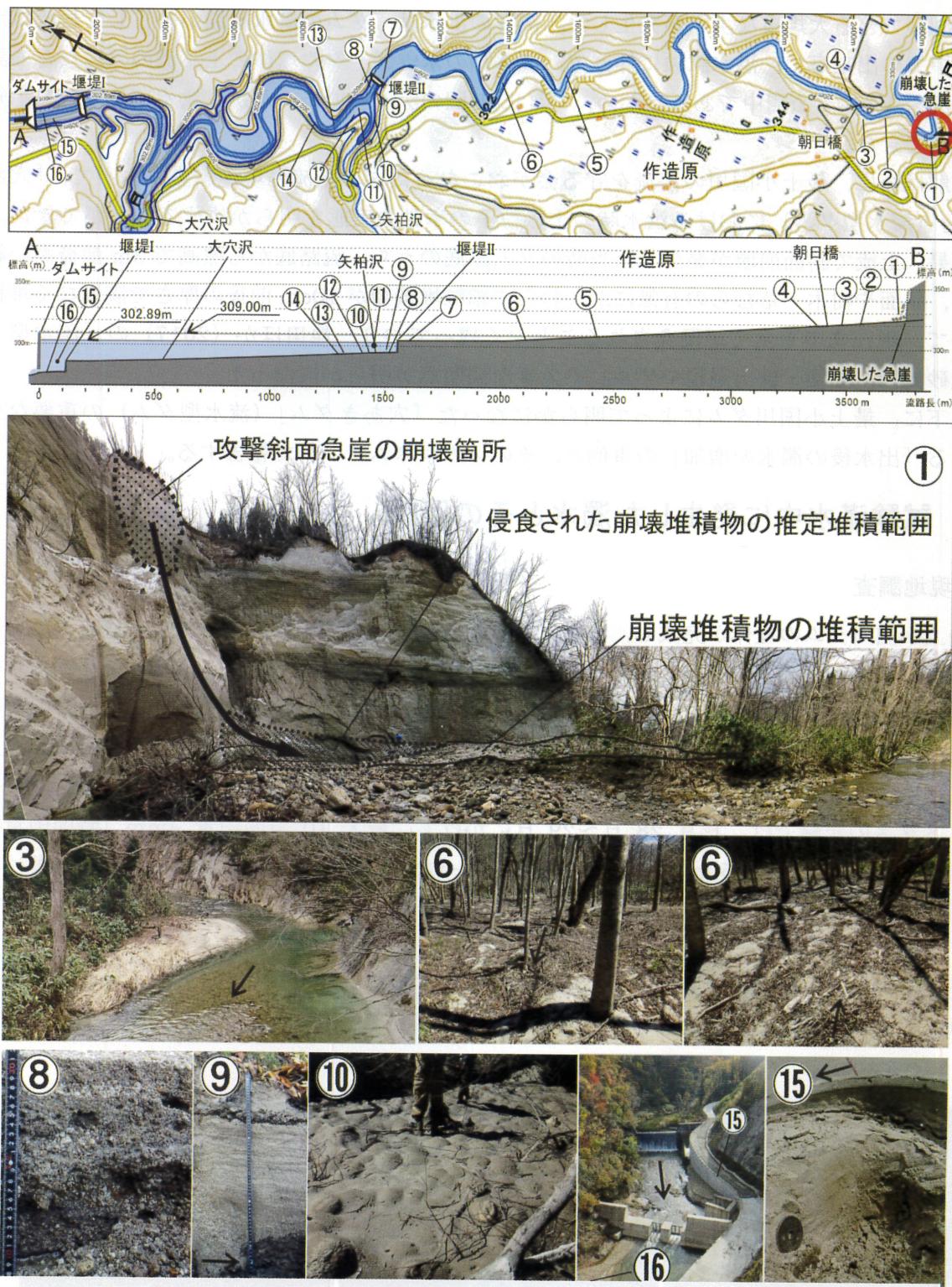
2.1 現地調査

最上小国川ダムの堤体が完成し、湛水試験によって満水状態のダム湖の水を、放流口からダム湖の水位で 1m/日のペースで放流し始めた 2020 年 1 月 29 日に、ホームページで公開されていた常用洪水吐からの水に、白っぽい濁りが見え始めた。この濁りは、2 月 5 日まで 8 日間続いた。ダム湖の水位低下も、1 月 29 日は約 0.3m/日となり、翌 1 月 30 日には逆に予定より 3m も上昇した。その後はまた 1m/日のペースで下がり続けた。この間、ダムから北西に約 8km 離れた向町アメダスの記録では、1 月 28 日～29 日にかけて、最大 10 分間雨量 4mm（時間雨量換算 24mm/h）、連続雨量約 50mm の降水（雨）があった。この降水とそれによる急速な雪解けによって、上流のどこかで崩落がおこり、河川に土砂粒子が取り込まれて、濁水を生じたと推定できる。

そこで、上流への道の冬期間通行止めが解除されて以降の 3 月 25 日および 4 月 6 日に、堤体より上流の河床の調査をおこなった（図 2-c, 図 4）。



図 3 2020 年 1 月 29 日の濁水発生以降のダムより下流の最上小国川の状況。a: 保京橋の直下流(2020 年 2 月 26 日撮影)。河川水は白濁し、横州表面の礫の間や水中の礫の表面に白色泥が付着して堆積している。b: 保京橋下流の白色泥の付着状況 (2020 年 2 月 26 日撮影), c: 清流の明神川 (Mj) と白濁した最上小国川 (2020 年 2 月 1 日撮影)。



調査は、まず崩壊地点の確認と崩壊状況の調査をおこなったのち、下流に向けて河床における堆積状況の調査をおこなった。崩壊地点から約 2.2km 下流、ダム堤体から上流 1.5km には、高さ約 10m の堰堤 II がある（図 4）。ダム湖の水位データからは、ダム湖の水位は、満水時には堰堤 II が水没する高さであったが、ほぼ 1m/日で下がり続けた結果、崩壊発生当時は堰堤 II の途中の高さであったことがわかる。このことから、特に崩壊地点からダム湖に流入する手前の自然

河川での堆積作用とダム湖に流入してからの堆積作用の違いに注目して調査をおこなった。おもな調査地点の場所と写真を図 4 に示す。さらに、ダムより約 1km 下流の保京橋と赤倉温泉において白濁した河川水と河床における白色泥の堆積状況の確認およびその試料採取（図 3-a, b），そして、さらに下流の最上小国川と明神川の合流部における河川水の濁度の違いを目視で観察した（図 3-c）。

2.2 崩壊地点の状況

崩壊地点は、図 2 および図 4 に示すように、ダム堤体から河道に沿って約 3.7km、直線距離で約 2.6km にあるヘアピン状の急な蛇行部外側の攻撃斜面にある高さ約 30m の急崖上部の図 4-①に示す部分であることがわかった。その急崖の中で実際に崩壊した部分は、対岸の蛇行部内側の滑走斜面上に残っている積雪の上に重なる崩壊堆積物の伸びの方向やインブリケーションの方向、そして、同じく滑走斜面において、急崖上部の崩落による衝撃崩壊堆積物の落下の衝撃によって発生したブラストの立木への付着方向から復元できる。

崩壊地点を含む攻撃斜面の急崖は、すべて赤倉カルデラを埋積した前期更新統管ノ平層の非常に淘汰の良いガラス質凝灰岩層からなっていて（図 2-(c), 図 4-①, 図 5），崖の脚部は洪水時には容易に洗堀を受けて崖が不安定になるために、たびたび上部が崩壊している場所の一角であった。

崩壊堆積物は、崩落した攻撃斜面の急崖の直下を含む流路の周辺では流れによって侵食されて残っていない。崩壊地点の対岸の滑走斜面上では、雪の層を覆って最大数 10cm の厚さで堆積している。滑走斜面の河道に隣接する部分では、以前の崩壊による厚さ約 1.5m の堆積物（おそらく 2019 年 10 月 12～13 日の台風 19 号による）の侵食斜面にぶつかって約 2m の厚さで堆積している（図 4-①）。侵食されて消失した崩壊地点直下の崩壊堆積物は、河道部では少なくとも 2m 以上の厚さで堆積したとみられる。

しかし、それより上流の河岸の植生やゴミの状況からすると、水没した深さは 50cm にも達していない。したがって、この河道部を埋めた崩壊堆積物は、上流からの洪水流を堰き止める間もなく、すぐさま洪水流によって侵食されて、濁流となって下流に流れ下ったと考えられる。

2.3 崩壊地点から堰堤Ⅱまでの状況

崩壊地点から堰堤Ⅱまでの間において、崩壊堆積物は、河道の岸に沿ってできている横州などの表面にわずかに堆積している。いずれも細粒砂～中粒砂からなり、平行葉理や背の低い低角度のデューン、あるいは樹木の背後では上流に向かうクライミングリップルなどの堆積構造がみられる。後で述べる堰堤Ⅱからダム堤体までの間でみられるような極細粒砂以下の細粒堆積物の堆積は見られない（図 4-②～⑥, 図 5-③）。

このような堆積状況からは、崩壊地点から堰堤Ⅱまでの区間では、細粒堆積物を堆積させるような流速の低下がおこるようなことはなかったことがわかる。図 4 の河道縦断形に示すように、崩壊地点からダムまでは途中で堰堤Ⅱを埋め尽くす堆積物によって勾配が緩くなっている部分もあるが、基本的には 1/77.5 程度の河床勾配である。自然状態であれば、このような河床勾配では、おもに中粒砂からシルトまでの粒子を含む洪水流は、途中で極細粒砂以下の細粒堆積物を堆積させることなく、そのまま下流へと通過していくことがわかる。

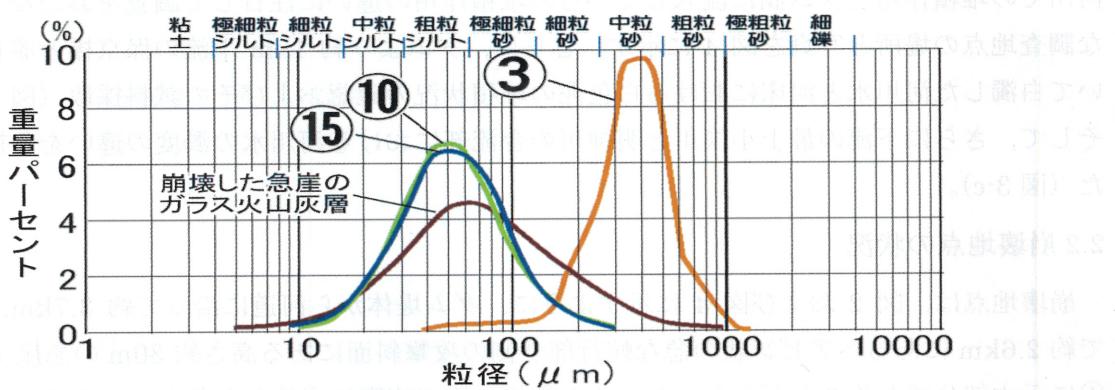


図 5 地点③, ⑩, ⑯および崩壊した急崖の管ノ平層のガラス質火山灰の 2 次堆積層の粒度分析結果。分析は山形県工業技術センターによる。

2.4 堤防 II からダム堤体まで

堤防 II に達すると、洪水流は堤防 II の中ほどの高さの標高 301m まで湖面があったダム湖に流入した。その結果、湛水試験が終わって満水時から 1 日約 3m のペースで低下していたダムの水位は、1 月 30 日には標高 300m になる予定だった水位が 3.3m 押し上げられた。当時工事主体の企業体が「穴あきダム」（流水型ダム）のダム湖面とダムからの排水状況を写す Web カメラを設置して、毎時 14 時の画像を公開していたが（前田・飛島・大場特定建設工事共同企業体、2020），ダム湖面の画像からは、濁流が流れ込んだことは読み取れない。一方で、排水口からは、それまで透明であった水が、1 月 29 日分からは濁った水が排水され始めた。これらのことからは、ダム湖に流れ込んだ濁流は、密度差の違いによってダム湖の底を流下してダム湖底に貯まることで、排水口から排出され始めるとともに、湖面を 3m 押し上げたと推測できる。一方、濁流に含まれていた粗粒堆積物は、ダム湖に流入した部分で直ちに堆積すると想定できる。

現地調査では、想定通り、堤防直下の水叩きの末端前後の右岸沿いと袖に隣接する左岸斜面基部に細礫～粗粒砂など粗粒堆積物が確認できた（図 4-⑧, ⑨）。それぞれの層厚は、右岸側のもの（図 4-⑧）は 10 数 cm、左岸側のものは約 70cm である。

左岸（図 4-⑨）のものは、河道部から左岸斜面にへばりついて発達している。残された地層は、おもに上流側と下流側に向かう 2 方向がランダムに重なる低角度のフォアセットラミナとなり、最上部はシルトおよび広葉樹の葉片からなる薄層からなっている。

これらの粗粒堆積物は、水位の低下とともに侵食されてほとんど残っていないが、水面下での堆積当時は、粗粒な粒子は、想定どおり水中扇状地をつくって堤防 II 直下に堆積したことがわかる。また、流入した洪水流は縁辺の河岸部では渦が生じ、反転流によって上流向きの流れを示す低角度の斜交ラミナをつくったとみられる。

洪水流から分離した濁水から沈殿堆積した細粒堆積物の堆積状況は以下の通りである。

堤防 II より数 10m 下流の本流の河岸や支流の洲の上には、ガラス質極細粒砂～シルトが約 25cm の厚さで堆積している。この層は、ほぼ中央部を境にそれぞれ正級化をなす上下 2 層に区分できる（図 6）。下部の層はやや赤っぽい色を呈していて植物片を多く含むため、一見粗粒な粒子を含んでいるように見え、赤っぽい色も植物片由来であると考えられる。上部のものは灰白色である。これらの 2 層は、少なくとも異なる時期に形成されたものである。この 2 層の重なり

は、崩壊地点を含む調査地域全域で確認でき、崩壊地点での崩壊堆積物の残存状況から、下位の層は 2019 年 10 月の台風による可能性が高く、崩壊地点で雪の層を挟んで重なる上位の層は 2020 年 1 月 29 日のものである可能性が高い。

ダム湖底に堆積した 2019 年 10 月 12~13 日の台風 19 号および 2020 年 1 月 29 日の集中豪雨による上下 2 層の正級化堆積物は、ダム湖の最上流の堰堤 II の数 10m 下流（図 4-⑫）から「穴あきダム」

（流水型ダム）の堤体の直近までほとんど同じ厚さと層相が確認できる（図 4-⑩, ⑪, ⑫）。さらに、ダム底に降りる管理用斜道のガードレール設置用開孔部には、河道から約 3m 上方までの開孔部において同様な細粒堆積物の堆積が確認されたことから（図 4-⑯），ダム湖の底層を流れてきて堤体の直上流に滞留した濁水の厚さは少なくとも 3m はあったことがわかる。

このような細粒堆積物は、支流を含め、河道部と急斜面を除いて、樹木や草本類などの植生の有無にかかわらず、堰堤 II からダム堤体までのダム湖底の、河道から約 3m 高い範囲のどこの場所においても、ほぼ一様な厚さで堆積していることが確認された。

ダム湖に流入した直後とダムの堤体付近における細粒堆積物の粒度組成は、源岩の蛇行部に露出する菅ノ平部層のガラス質凝灰岩層とほぼ同様であり（図 5），粒子の形状もまた同様であることから、細粒堆積物の起源は菅ノ平部層の露出する蛇行部の攻撃斜面の崩壊堆積物にあることは明らかである。

以上のように、上流からやってきた洪水流が堰堤 II 直下のダム湖底で水中扇状地をつくって堆積する粗粒堆積物と濁水とに分離し、濁水は、ほぼ厚さ約 3m の密度流となって、ダム湖の下底を約 1.5km 下流のダム堤体まで流れ下り、それによって細粒堆積物がダム湖底全域に拡散し、沈殿・堆積したことがわかる。

3. 「穴あきダム」（流水型ダム）の濁水増加のメカニズム

河道部においては、堰堤 II 直下に形成されたはずの水中扇状地も、ダム湖底に広く堆積した細粒堆積物も、ごく一部を除いてダム湖の水位が低下していくとともに侵食されて、原位置にはほとんど残っていない。

このように、図 7-1 に示す池田ほか（2017）のモデルは、河道内の濁筋に限ってほぼ成立していると言える。しかし、モデルが最も問題なのは、濁筋から外れた河道内と氾濫域における堆積作用と侵食作用が全く考慮されていないことにある（図 7-2）。

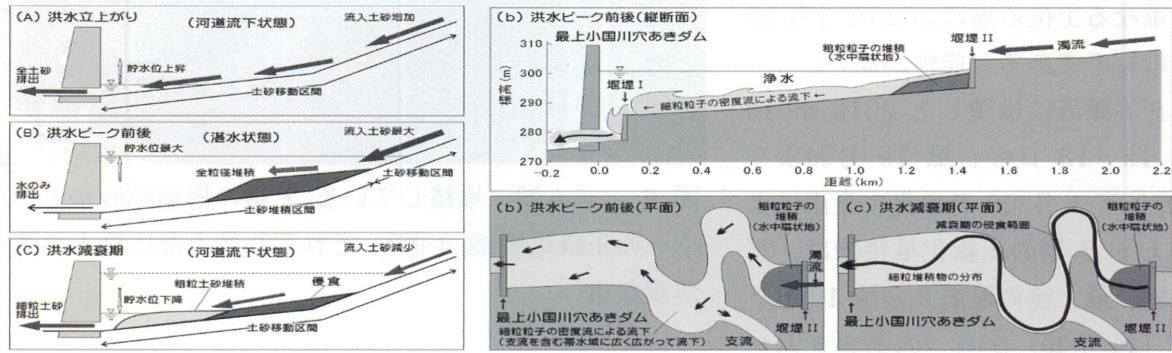
すなわち、現実には、ダム湖にやって来た濁流のうち細粒堆積物は、濁水の密度流となって湖底を流れ下り、草木の繁茂のいかんにかかわらず、ダム湖底一面に満遍なく拡散して広がり、厚さ約 3m の層となって湖底の下層に滞留する。そして、濁水に含まれる細粒の粒子は、植生の有無にかかわらず、大きい粒子から順次沈殿して、湖底面に層をなして堆積する。また、細粒堆積



図 6 ダム湖に堆積している 2 層の極細粒砂からシルトへの正級化層（図 4-⑪）。それぞれ最上部に粘土の薄層が重なる。

物は、湖底面に達するまでの草木の葉や倒木の上にも堆積するし、立ち木の表面にも付着する。

ダム湖の水が引いていく段階で、草木の上に堆積した細粒堆積物の多くは侵食されるが、残ったものは、次の強い降雨の際に洗い流され、本流の流れに合流して、本流の流れを汚染して下流に濁水として流れしていく。



1. 池田ほか（2017）のモデル

2. 著者らの調査結果（本報告）

図 7 池田ほか（2017）の「穴あきダム」（流水型ダム）の“環境に優しい”モデル

(1) と筆者らの調査による最上小国川ダムによる調査結果(2)。実際にはダム湖に流れ込んだ濁水は、植生の有無にかかわらずダム湖底に広く広がって細粒堆積物が沈殿・堆積するため(b)，谷底いっぱいに流れる洪水流であっても侵食されにくい(c)。

一方、地表に堆積した細粒堆積物の層は、正級化構造をなし、層の表面には厚さ数 mm 以下の粘土の薄層が最後に堆積して下位のやや粗い堆積物の層をカバーする。この粘土の薄層は、とくに一旦乾燥することで侵食に対して非常に強くなる。そのため、礫が流されるような 1m/s を超す速い流れでも、細粒堆積物の層が表面から侵食されることはほとんどない。一方で、側方から侵食された場合、たとえば、下位の砂層や礫層の堆積物が侵食されると、細粒堆積物の層はブロックになって崩れ落ちて流れの中を偽礫として転がるが、偽礫はすぐにはばらくて極細粒砂やシルトの粒子が本流の流れに取り込まれ、濁水となって下流に流れ出る。このように、細粒堆積物は容易には侵食されずに、徐々に侵食されていつまでも本流に濁りをもたらすことになる。

このような細粒堆積物は、人為的に除去することは可能であろうか。

粗粒堆積物の場合には、堆積物の分布は流速の速い河道内にとどまるため、人為的に除去することは比較的容易である。しかし、細粒堆積物の場合は、ダム湖の底が林になっていようと草むらになっていようと、植生の状態に関係なく、ダム湖底の一面に満遍なく堆積する。2019 年 11 月と 2020 年 1 月末に堆積したものを合わせて 10cm 前後の厚さで堆積した。さらに、樹木の幹に付着したり、草むらの葉の上などにも堆積する。そのため、河道以外の植生が繁茂した場所に堆積した細粒堆積物を除去することは現実的に不可能である。現に、2 年以上経った今でも、堰堤 I より上流に堆積している細粒堆積物は、一切除去されずに放置されたままになって、自然の侵食によって少しづつ徐々に濁りを発生させている。毎回の濁りは僅かであっても長期に渡って濁ることによって、下流における生態系に影響を与える可能性がある。

4. 濁水増加の原因となる崩落を発生させない対策を

最上小国川ダムのダム湖に除去不能な細粒物質を堆積させる濁りのそもそもの原因是、上流の蛇行部の攻撃斜面に、侵食や崩壊に弱いガラス質火山灰由来の地層が急崖をつくっていることがある。豪雨や急激な雪解け水などによってこの急崖が侵食・崩壊を起こさない対策をおこなうことが、濁りの発生を起こさない根本的な解決である。

急崖の侵食・崩壊を抑えるためには、土木的な発想では、おそらく急崖に対して保護工を設置することではないだろうか。しかし、数十年単位の長期的な観点で見れば、急崖をつくるガラス質細粒火山灰はわずかな流水の侵入で流出してしまうため、保護工の背後で侵食が進んで、保護工が効かなくなることは目に見えることである。しかも設置のコストは少くない。

攻撃斜面の堆積状況からすると、長い目で見れば、もともとは蛇行部は緩いカーブであり、徐々に攻撃斜面が後退して現在の地形に変化していったと想定できるが、このような地形発達史からすると、現実的な解決策は、攻撃斜面の付け根をショートカットすることによって、川の流れと急崖とを隔離すれば良い。洪水時でも完全に現在のたびたび崩壊を起こす攻撃斜面の急崖は流れにさらされないし、かりに急崖で崩落が起こったとしても川の流れには全く影響を与えない。しかも、コストは極めて安価に済む。

ぜひ、河川管理者には、現実的な解決法を採用して、ダムの上流域で極力濁りを発生させない方策を講じることを求める。

5. まとめ

- 本報告で扱った洪水時の濁りの起源は、上流部におけるガラス質細粒堆積物が崩壊して川に流れ込むことによるというやや特殊な例である。

- しかし、日本における河川は流域に必ず土壤や風化した岩石を含み、豪雨の際には濃度の差はあれ必ず濁水を生じる。さらに、伐採されたまま放置されたり間伐が行われないまま放置されたりして荒廃のすんでいる山林も増えていることから、なおさら濃い濃度の濁水が増える可能性が高い。

- もし、「穴あきダム」（流水型ダム）が無ければ、崩壊に伴う濁流は、河道部ではほとんどトラップされることなく、そのまま下流に流下していくはずである。

- しかし、「穴あきダム」（流水型ダム）のピークカットによってダム湖ができ、流速が止まる。その結果、ダム湖底一面に広がった濁水からは細粒堆積物粒子が沈殿して、ダム湖底には、多少なりともシルト～粘土の細粒堆積層を堆積せることになる。

- 河道部の濬筋においては、ダム湖の水が引いていくときには、細粒堆積物を含め、堆積した堆積物のかなりの部分がダム湖から流出可能である。

- これに対して、河道部の濬筋を除くダム湖に堆積した堆積物、特に細粒堆積物は、ダム湖の水が引いていくときにはほとんど侵食されず、また、人力によっても撤去は不可能に近い。そのため、堆積した細粒堆積物は、通常の降雨による表流水によって徐々に侵食されることによって、いつまでも下流に濁りをもたらすことになる。

- このように、池田ほか（2017）などの流水型ダムの土砂流入・堆積・排出過程モデルでは、濁水の浮流による細粒堆積物についての現実的な挙動に関しては、ほとんど考慮されていない。

- 「穴あきダム」（流水型ダム）による濁水の増加は、この型のダムの構造的欠陥であり「環境に

やさしい」とは言えないことが確認された。また、実際の運用年数が短くその数も少ないことから河川生物への影響などの環境影響についても、十分わかっていないことが多い。各地の「穴あきダム」（流水型ダム）で長期にわたって、注意深く観察を続けることが望まれる。

・裁判をきっかけに活動を開始した最上小国川の清流を守る会としては、今後とも濁度等の河川環境調査を定期的・継続的におこなうとともに、上流域での崩壊と河川の濁りについて監視をおこなっていきたい。

文 献

- 1)ダム検証のあり方を問う科学者の会（2014）最上小国川ダム計画に関する意見書，4p（最上小国川の清流を守る会「最上小国川建設差し止め住民訴訟の記録」，122-125に収録）。
- 2)藤本 成（1986）今、ダムが直面していること。土木技術資料，28(1), 1-2。
- 3)池田駿介・小松利光・角哲也編（2017）流水型ダム—防災と環境の調和に向けてー。技報堂出版，270p。
- 4)前田・飛島・大場特定建設工事共同企業体（2020）最上小国川流水型ダム。
<http://www.mogamiogunigawa-jv.jp/outline/index.html>（参照 2020. 6.28, 2020.9.1 には閉鎖）。
- 5)最上小国川の清流を守る会（2021）「穴あきダム」（流水型ダム）の正当性を問う 最上小国川の清流を守れ 最上小国川ダム建設差し止め住民訴訟の記録。180p。
- 6)角哲也, 石田裕哉, 佐竹宜憲(2012)IC タグを用いた流水型ダム貯水池内における土砂移動特性の把握。土木学会論文集 B1 Vol.68, No.4, I 1171 - I 1176。
- 7)竹門康弘（2013）ダムと環境—流水型ダムの環境影響。川と温泉の振興策を考える全国集会 in 小国川講演資料，6p（最上小国川の清流を守る会「最上小国川建設差し止め住民訴訟の記録」，116-121に収録）。
- 8)山形県ホームページ（2020）最上小国川流水型ダム。
https://www.pref.yamagata.jp/180006/kurashi/kendo/kasen_dam/dam/dammap/mogamioguni.html（2022年2月1日閲覧）。