

土砂流出の多い大谷川床固群に 適する魚道について

松本 堯大

関東地方整備局 日光砂防事務所 調査課 (〒321-1414 栃木県日光市萩垣面2390)

日光砂防事務所管内の大谷川は、通称「暴れ川」と呼ばれる急勾配で土砂流出の盛んな河川であり、大谷川では土砂災害の発生防止のため、床固群の整備が古くから行われてきた。平成初期からは河川生態系の保全のために床固の魚道整備に取り組んでいるが、現在、時間の経過に伴い土砂による魚道の閉塞などの機能低下が認められる。

本稿では大谷川床固群に設置した魚道を調査して問題点の整理を行い、大谷川流域に適する魚道を検討した内容について報告する。

キーワード 魚道、大谷川床固群、土砂移動

1. はじめに

(1) 大谷川流域の概要

大谷川は、華厳の滝に源を発し切り立った谷を刻む5つの主要な支川(深沢、荒沢、田母沢、稲荷川、鳴沢)を集めて鬼怒川に合流する、延長流路約29km、平均河床勾配1/33の急流河川である(図1)。水源部には、大薮や大鹿落など、いくつもの大規模崩壊地が存在し、大谷川流域では土砂氾濫により多くの土砂災害に見舞われてきた。そのため、大谷川では1918年の砂防堰堤の着工から長きにわたって土砂災害の対策が施行されている。

大谷川の床固は1933年に河床を安定させることを目的として整備がはじまった。床固には、勾配を緩やかにして流れを減速させることと、河床が削られるのを防ぎ土砂移動を抑制する機能がある。現在、大谷川流域は支川を含めて、200基以上の床固が全域にわたって整備されている。



図1. 大谷川の簡略図

(2) 魚道のはじまり

大谷川にはイワナやヤマメ、カジカなど多くの魚が生息している。また、大谷川上流や支川ではイワナの産卵床が確認されている。これらの魚類の個体数を損

なわないためにも遡上機能を維持することが重要であり、平成初期の生態系配慮の機運の高まりを契機として、大谷川の魚道整備がはじめられた。魚道は、魚の往来を可能にすることだけでなく、床固の防災機能を阻害しないこと、粗石などを使用して自然の景観を損なわないようにすることなどにも配慮されている。現在、大谷川では93基の床固で魚道整備が完了している。

(3) 魚道のタイプ

魚道は大きく4つのタイプに分類される(表1)。タイプA(全断面型)は川幅全面にコンクリートプールが配置された魚道で、河川横断面の全域に魚の遡上経路

表1. 魚道のタイプ

| 魚道のタイプ | 形式 | 施設数 | | |
|-------------------------|---------------------------------|---------------|----|----|
| | | | 合計 | |
| タイプA (全断面型) | 河川横断面の全域にわたって遡上経路がある全断面型の魚道タイプ | 粗石貼り付け型全断面型 | 17 | 39 |
| | | 全断面型 | 18 | |
| | | コンクリートブロックタイプ | 1 | |
| | | 複合タイプ | 1 | |
| | | スリットタイプ全断面型 | 2 | |
| タイプB (部分型-プール) | 河川横断面の一部に遡上経路がある魚道タイプ | 粗石貼り付け型扇形 | 4 | 46 |
| | | 粗石貼り付け型階段型 | 10 | |
| | | 粗石貼り付け型蛇行型 | 4 | |
| | | 片側扇形 | 7 | |
| | | 片側階段型 | 12 | |
| | | 直線折返し型 | 9 | |
| タイプC (部分型-水路-スリット) | 河川横断面中心部付近に2つ遡上経路があるスリット型の魚道タイプ | 粗石植え付け型 | 1 | 7 |
| | | スリットタイプ | 6 | |
| タイプD (部分型-水路-セットバック) | 河川横断面の中心部に1つ遡上経路がある引き込み式の魚道タイプ | セットバックタイプ | 1 | 1 |



図2. 魚道の種類

がある(図2.a)。タイプB(部分型プール)は河川の片岸にコンクリートプールを配した魚道で、河川横断面の一部が遡上経路となっている(図2.b)。タイプC(部分型水路スリット)は床固を切り欠き段差を小さくした魚道で、河川横断面中心部に2つの遡上経路がある(図2.c)。タイプD(部分型水路セットバック)は底面をすり鉢状にして河水を引き込む形式の魚道で、河川横断面の中心部に1つの遡上経路がある。

以上の4つの大きな分類から、摩耗対策及び景観配慮のための粗石が貼り付けられているか、魚道がどのような形状なのかによって14種類に区別される。

(4) 本稿の目的

大谷川では魚道の整備が進んでいるものの、施工がはじまってから20年以上経ち、機能が低下している施設が出てきている。中には施工されてから10年も経過しない内に、問題が生じている魚道もある。

そこで、本稿では魚道の施設点検を行い、魚道が機能しているかを調査し、機能が低下している施設の数と位置、問題が生じる原因を解明した。魚道の機能低下の原因解明の際に、空港レーザ計測データ(以下LPデータと略す)を用いることで、魚道の機能維持に対する土砂移動の影響を可視化した。そして、大谷川流域における改善が必要な施設を明確にし、大谷川に適する魚道の種類を検討することを目的とした。

2. 調査内容

(1) 施設点検

魚道の施設点検は、2014年に作成された「魚道機能維持に向けたPDCA実践マニュアル」をもとに、全93基で実施した。マニュアルで定められた魚道チェックリ

表2. 魚道のチェックリスト

| 評価項目 | | |
|--------------------|---------|------------------------------|
| 全体の状況 | 魚道の通水状況 | 上流から下流にかけての通水状況を総合的に判断。 |
| 上流の状況 | 周辺の状況 | 中州、寄り州、植生の張り出し等による流路への障害の有無。 |
| 魚道の上流端の状況(魚道の出やすさ) | 土砂等の堆積 | 土砂等の堆積による流路への影響の有無。 |
| | 魚道の破損 | 隔壁や粗石等の破損による機能損失の有無。 |
| 魚道内の状況(魚道の上りやすさ) | 流れの状況 | 魚道内の落差等によって生じる泡立ちの規模。 |
| | 土砂等の堆積 | 土砂等の堆積による流路への影響の有無。 |
| | 魚道の破損 | 隔壁や粗石等の破損による機能損失の有無。 |
| 魚道下流端の状況(魚道の入りやすさ) | 土砂等の堆積 | 土砂等の堆積による流路への影響の有無。 |
| | 魚道の破損 | 隔壁や粗石等の破損による機能損失の有無。 |
| 下流側の状況 | 周辺の状況 | 中州、寄り州、植生の張り出し等による流路への障害の有無。 |

表3. 健全度の内容

| 健全度 | | 内容 |
|-----|------|---|
| A | 対策不要 | 魚道の構造や流況、周辺状況に問題が発生していない、または殆ど影響がない状態であり、魚類が容易に遡上できる状態。 |
| B | 経過観察 | 魚道の構造や流況、周辺状況に一部問題があるが、魚類の遡上は可能な状態。 |
| C | 要対策 | 魚道の構造や流況、周辺状況に問題が発生しており、魚類の遡上が困難な状態。 |

スト(表2)により点検を行い、A(対策不要)、B(経過観察)、C(要対策)の3段階で健全度(表3)を評価した。さらにイワナの産卵床の分布状況を確認し、健全度Cの中でも優先的に対策を行う必要のある魚道を検討した。

(2) LPデータによる機能評価

大谷川は水源部の山地から土砂が多く供給されるため、河床の変動が大きく、滲筋が変化しやすい。そこで、LPデータを活用し、2時期(2008年度と2020年度)のデータの差分から、土砂の浸食・堆積の状況を大谷川の上流、中流、下流それぞれで算出し、各流域での土砂移動の特徴と滲筋の変化の仕方や変化しやすい場所を調べた(図3)。そして、施設点検の結果と照らし合わせて、今ある魚道の適性と、魚道の特性や調査結果から適していると考えられる魚道の選定を行った。

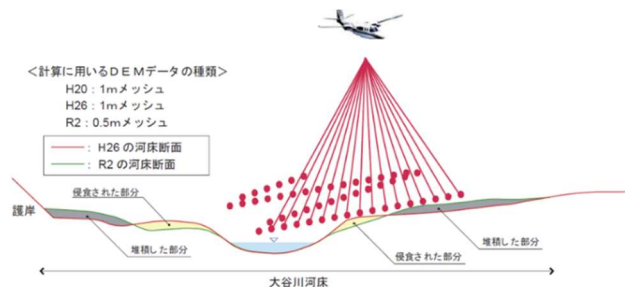


図3. LPデータを活用した機能評価方法

3. 調査結果

(1) 施設点検の結果

魚道チェックリストによる魚道の機能評価を行った結果、健全度Aの魚道が19基、健全度Bが53基、そして健全度Cが21基あることが分かった（表4）。また、施設点検で多く見られた問題点として、河床低下により下流端の落差が大きくなってしまふことや、魚道内に土砂が堆積し遡上経路を遮ってしまうことが挙げられた。大谷川の魚道位置と健全度を図4で地図上に整理したところ、健全度Cの魚道は全域に点在していて、とりわけ大谷川の支川である稲荷川下流、根通沢、田母沢に集中していることが明らかとなった。

また、イワナの産卵床の分布も図4上に示したところ、今回の調査（2020年度）では、大谷川の上流と支川の田母沢、根通沢、赤沢川、鳴沢川、そして丸見川で確認された。2014年度の調査では稲荷川でもイワナの産卵床が確認されていたが、今回の調査では確認されなかった。

表4. 評価個数分布

| 魚道のタイプ | 魚道 | 健全度A | 健全度B | 健全度C | 総計 |
|-------------------------|---------------|------|------|------|----|
| タイプA (全断面型) | 粗石貼り付け型全断面型 | 8 | 9 | 17 | |
| | 全断面型 | 3 | 14 | 1 | 18 |
| | コンクリートブロックタイプ | | 1 | 1 | 1 |
| | 複合タイプ | | 1 | 1 | 1 |
| | スリットタイプ全断面型 | | 1 | 1 | 2 |
| | 小計 | 11 | 26 | 2 | 39 |
| タイプB (部分型-プール) | 粗石貼り付け型扇形 | 2 | 2 | 4 | |
| | 粗石貼り付け型階段型 | | | 10 | 10 |
| | 粗石貼り付け型蛇行型 | | 4 | 4 | 4 |
| | 片側扇形 | 1 | 4 | 2 | 7 |
| | 片側階段型 | 4 | 7 | 1 | 12 |
| | 直線折返し型 | | 5 | 4 | 9 |
| | 小計 | 7 | 22 | 17 | 46 |
| タイプC (部分型-水路-スリット) | 粗石植え付け型 | | | 1 | 1 |
| | スリットタイプ | 1 | 4 | 1 | 6 |
| | 小計 | 1 | 4 | 2 | 7 |
| タイプD (部分型-水路-セットバック) | セットバックタイプ | | 1 | | 1 |
| | 小計 | | 1 | | 1 |
| | 総計 | 19 | 53 | 21 | 93 |



図4. 魚道の健全度とイワナ産卵床の空間分布

(2) LPデータによる機能評価の結果

大谷川の土砂の浸食・堆積の状況を2時期のLPデータの差分から算出した（図6）。大谷川上流域では土砂の堆積は少なく、浸食が起きていて、下流域においても土砂の浸食で河床が低下していることが示された。

その一方で、中流域では土砂の堆積量が非常に多くなっていることが分かった。

さらに、魚道の施設点検結果と照らし合わせて、各流域の土砂移動の状況と魚道の健全度の関係性をみると、上流域ではタイプB（部分型-プール）が分布し、土砂の浸食が盛んに起きている箇所でも機能を維持できていることを示した（図5.a）。大谷川中流域では稲荷川からの土砂供給が多くなっていて、中流域で土砂の堆積が多いのは、稲荷川などの支川の合流が影響していることが分かる。中流域ではタイプA（全断面型）とタイプBが多く分布しているが、土砂の堆積が多い箇所であってもタイプAは安定して健全度A、Bとなっている一方で、タイプBは健全度B、Cが多くなっていて、前述の通り稲荷川下流では全基が健全度Cであった（図5.b）。大谷川の下流域ではタイプAが多く魚道で採用されていて、浸食が激しい箇所でも一部健全度Cが見受けられたが、ほとんどの魚道では健全度A、Bで遡上経路としての機能を維持していた。しかし、その他のタイプは健全度Cとなっていた（図5.c,d）。

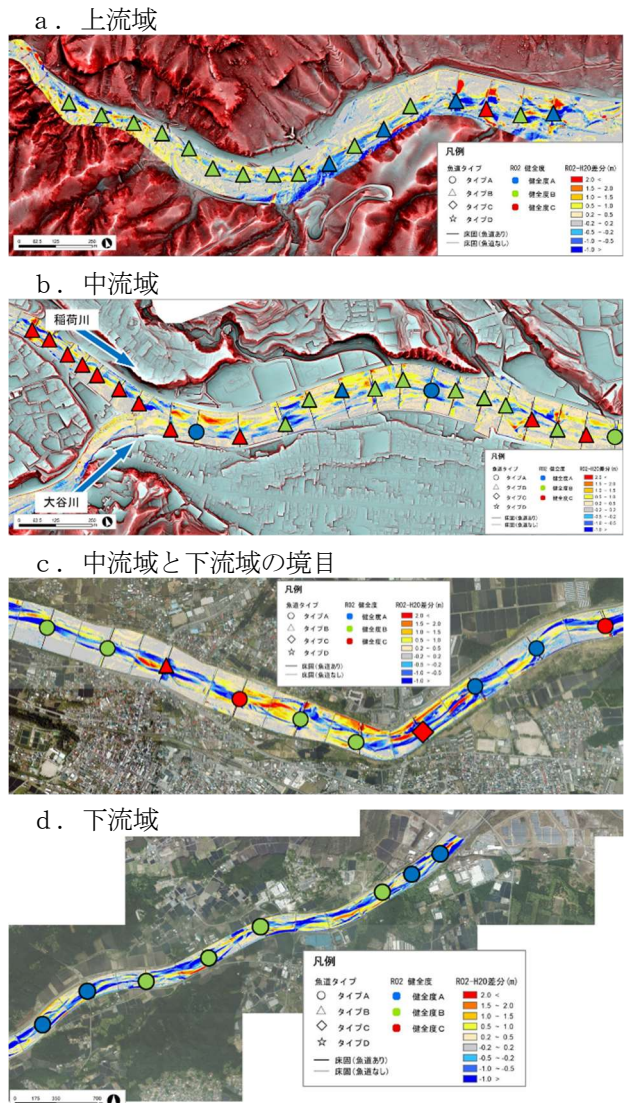


図5. 大谷川の土砂移動と魚道健全度

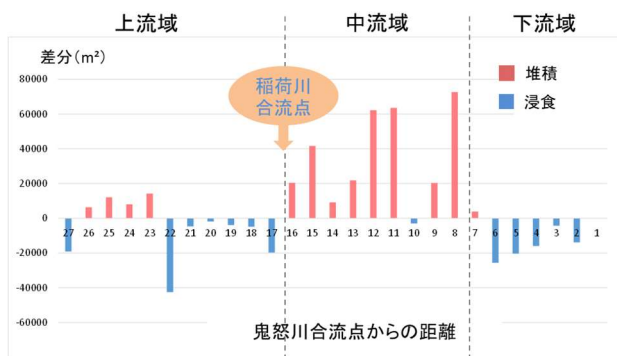


図6. 大谷川の土砂の堆積・浸食状況

4. 考察

大谷川の魚道整備を行っていく上で、土砂移動が盛んであるという条件下でいかに効果的に魚道の機能を確保していくかが重要であると考えられる。従って、大谷川流域全域に点在する健全度Cの魚道の中でも、イワナの産卵床が確認されているような支川につながる魚道を優先的に対策していく必要がある。特に稲荷川では2014年度に確認された産卵床が今回の調査では全く確認されなかったことから、魚の遡上経路が完全に断たれていることが考えられる。現在、稲荷川、根通沢で整備されている魚道が粗石貼り付け型階段型（タイプB）、田母沢の魚道が直線折返し型（タイプB）となっており、これらは遡上経路が1つだけの魚道であり、土砂移動が盛んなこれらの河川では、土砂の堆積による経路の遮断や浸食による下流端の落差拡大が起きやすい環境であるため、機能を維持していくことは難しいことが考えられる。このことから、これらの支川では遡上経路が複数あり河道が狭くても設置することが可能な扇型魚道（タイプB）が適しているのではないかと考える。扇型魚道は既存の魚道を残したまま設置することができ、経路が複数あることで一部が堆積などで塞がっても、機能を維持することができる。また、魚道の入り口が広がっていることから、魚が経路を見つけやすくなるのではないかと考えられる。現状、連続性を維持できている大谷川上流においても、遡上経路を複数設けて機能を保つためにも扇型魚道を追加して設置することで魚道機能保持の助けになると考える。

大谷川中流域では、全断面型（タイプA）と直線折返し型などの部分型プール（タイプB）の魚道が整備されているが、中流域では土砂の堆積が多いことがLPデータから分かり、施設点検では部分型プールの魚道内に土砂が堆積して遡上経路を阻害していることが問題に挙げられていた。一方で、全断面型は施設点検の結果を見ると、そのほとんどが魚道としての機能を保っていると評価されていた。従って、中流域では、遡上経路が複数あり、滞筋の変化に対応することが可能

な全断面型（タイプA）の魚道が適していると考えられる。

下流域においても、全断面型が魚道としてもっとも適していることが考えられる。LPデータと施設点検結果から、土砂の浸食が激しい箇所においても全断面型の魚道の機能は維持されていて、大谷川流域の活発な土砂移動に対し、安定して対応できていることが考えられた。

5. まとめ

土砂移動の盛んな大谷川において常に完全な状態で魚道を維持していくことは困難なことである。従って、土砂の浸食・堆積を前提として、その上で魚が遡上できる状態を保っていくことが、大谷川での魚道の整備において必要な考え方であり、遡上経路が複数ある魚道が大谷川床固群に適する魚道なのではないかと考える。

今後、機能が低下している魚道に対し、本稿で検討した扇形魚道や全断面型が実際に現地の河川地形に適應できるのか、さらに詳細な検討を行っていく必要がある。



図7. 扇型魚道の例



図8. 全断面型魚道の例