

魚類の保護と砂防えん堤

高橋剛一郎*

1 はじめに

1992年の地球サミットを契機として日本政府は環境保護政策を国政の中に打ち出すこととなった。この影響を受け、河川法、海岸法、森林・林業基本法など、国土保全に関係する法律の改正や制定ではそれぞれの事業の中で環境保全が強く打ち出されるようになった。砂防においてもこの流れに沿って環境保全を組み込んだ事業を行わなければならないのは十分に認識されている。

本小論では、砂防の中で環境保全がどのように実践されているかや今後の方向性などを、溪流に生息する生き物の中心的存在である魚に注目し、そして特に砂防施設と魚道の関係について述べてみたい。

2 砂防工事が魚類に与える影響

溪流に生息する魚類にとって砂防工事がどのように影響を与えるかについては、いろいろな調査や研究がされており、その内容はかなり明確になっている。

砂防工事は溪流の形を変え、土砂や水の流れ方を変える。魚類にとってはこのような環境の物理的な変化の影響をまず直接的に受けることになる。また、間接的な影響があるのももちろんである。直接的な影響は砂防えん堤、床固工など横工による連続性の破壊（あるいは移動障害）と、河道や河床の平滑化や護岸の設置などによる生息環境の質的悪化の2つに集約される。

一般的な閉鎖型の砂防えん堤が魚類の移動、とりわけ遡上の障害となることは自明であろう。扇状地河川などでは床固工がしばしば設けられるが、これらも魚の遡上の障害となっている。

溪流に生息する魚類として代表的なものとしては

イワナやサクラマス（ヤマメ）、サツキマス（アマゴ）などのサケ科魚類があげられる。これらは本来は海と溪流を往復する生活環を有しているが、分布域の南限付近では海に下ることなく一生を溪流の中で過ごす。サケ、カラフトマス、アユなども海と川を往復する生活環をたどり、一部は砂防工事の現場である河川上流部まで生息域が達している。海と川を往復（このことを通し回遊という）しなければならない魚種にとって遡上不可能な砂防えん堤の存在は、そのえん堤より上流域での生息を不可能とさせる。溪流（上流域）の最下流部に遡上を阻むえん堤があると、通し回遊を行い、かつ産卵場を溪流に求める魚種はその溪流では個体群が存続できなくなる。

北海道のサクラマスはメスのほぼ全てがこのような性質を持っているので、多くの溪流でサクラマスが消滅に近い状況になっている（小宮山・高橋、1988）。溪流の中だけで生涯を過ごす個体群にとっては、単独のえん堤ではこれほどのダメージを与えない。しかし個体群の分断が生じることは明らかである。複数のえん堤ができれば分断の程度は激しくなり、個体群は衰退し、はなはだしい場合は絶滅に結びつく。

生息環境の質的悪化も深刻な影響を魚類に与える。溪流保全工（いわゆる流路工）施工地などでは、しばしば流路の法線形が直線や滑らかな曲線状に規整され、洪水流がスムーズに流下するよう河床の凹凸は削られ、護岸や護床工によって平滑にされる。すなわちこれにより、河道の地形の改変およびこれに伴って水の流れ方の変化の2点が同時に生じる。その結果、溪流が本来有していた環境の多様性を構成する要素、すなわち瀬-淵構造、流れの緩急、水深の浅深、河床堆積物の粒径組成や堆積構造、魚の隠れ場所となるエグレなどが大々的に消失してしまう。

魚に限らず溪流に生息する生物は種によって、ま

* 富山県立大学短期大学部農学技術学科助教授

た同一種においても発育段階や行動（産卵や摂食など）に応じて多様な環境を利用し分けている。個別的具体的な影響の表れ方は多岐にわたる。上記の環境の単純化は特定の種にとって好適な環境となることはありうるが、一般的には魚類の生息環境としては劣悪なものである。さらには、魚類を含めた生物群集全体や生態系にとってもきわめて危機的な変化である。

間接的な影響としては、溪流保全工や砂防えん堤の築設に伴って、工事以前は流路の近くまで繁茂していた植生が除去されることによる影響がまず挙げられる。流路が開放化されることにより水温が上昇したり、溪流への有機物供給量の減少、魚の隠れ場所を提供する倒流木や溪岸の根株の消失といった影響がある。

これ以外にも、工事そのものや取り付け道路など



写真1 らせん型魚道。砂防えん堤の袖より緩勾配の水路が下流へ伸び、タワー状の構造物へと続く。タワーの内部は水路がらせん状に配置されている。



写真2 床固工と魚道。

の開設に伴う溪流への流入土砂増加の影響などが考えられる。これらの影響、とりわけ流路近傍の植生除去の影響は小さくはないと予想される。しかしながら、横工による連続性の破壊と河道や河床の平滑化や護岸の設置などによる生息環境の質的悪化の2つが、まずは魚類に影響を与える主要な要素といえる。

3 連続性回復の現状と課題

魚にとっての連続性の回復の手段でもっとも一般的なものは魚道である。魚道の歴史を概観すれば、日本における魚道の実質的な始まりは大正時代以降で、以来数度の隆盛をみながら魚道は造られてきている。とりわけ、建設省が1991年に打ち出した“魚がのほりやすい川づくり推進モデル事業”以降の魚道設置にはめざましいものがある。このように、近年における魚道設置は盛況をみせている。

いくつか、1970年代以降に造られた魚道を示し、最近の魚道の実態や技術的な問題点をみてみよう。写真1はらせん型をした魚道である。らせん内部の魚道本体の構造のいかんを問わず、魚道入口（出水口）の位置が不適切で、十分な機能を発揮することのない魚道と判断される。魚道入口の位置やそこから流出する水流の状態は、下流からのぼってきた魚が魚道を発見できるか、あるいはスムーズに誘引されるかということに密接に結びついており、魚道の機能を左右する最も重要な部分である。

写真2は床固工に付けられた魚道である。左岸の端に魚道が付いているが、魚道から流出した水流は主たる流れに達するまでに砂州の上を拡散して流れており、遡上してきた魚がこの魚道の入口にたどり着くことは容易でない。さらに、魚道細部の水流は、全面的に白泡が立っていることから判断できるように、流速が速く、また全面的に激しく乱れた流れになっている。このような流れの状態はとりわけ遊泳性魚類にとっては遡上に不適當であり、この点でもこの魚道が良い

構造ではないことがわかる。

写真3に示した魚道は、これは砂防施設に設けられたものではないが、堰堤下流部で河床が低下し、その結果魚道入口の高さが現河床より上に来てしまい、その部分で落差がついたものである（この現場では護床ブロックが入れられている）。当然魚がここへ入り込むことは困難である。多くの砂防えん堤や床固工でこのような魚道入口部分の浮き上がりは、しばしば見られる。

魚道出口（入水口）もまた重要な要素である。魚道へ十分な水流が流下しないような状況になったり、あるいは写真4のように出口付近にゴミが堆積して閉塞を起してしまうことがよくある。魚道への通水が十分でないと、魚道内部に土砂がたまり、ついには全く機能不全になってしまう（写真5）。

一方、写真6に示した魚道は、堤高15mという、砂防えん堤としては大型のものに付けられた魚道である。堤高の高いえん堤の魚道は、様々な要因から機能的なものは少ない。しかしこの魚道ではサクラマス幼魚がこれを遡上していることが確認されている（山中正美氏〔知床財団統括研究員〕私信）。その原因として、魚道の個々のパーツ（入口、本体構造、出口など）の完成度が高く適切な設計や配置になっていることがあげられる。特に入口の配置が適切で、副えん堤あるいは床固工直下に出口が来るようにし、魚道から出た水流が斜め下流に走って流心へとつながっている。したがって、下流から遡上してきた魚はごく自然に魚道に導かれるようになっている。

このように、不備なものからある程度機能するものまで様々な魚道があるが、その機能の評価を下すことは難しい。感覚的に言うならば、機能していない、あるいは機能が低いと判断される魚道が多いことから、全体的にはかなり低い評価を下さざるをえない。何よりも、魚道の機能が正當に評価されていないのが大きな問題であると考えられる。図6の魚道にしても、一部の魚の遡上が確認されたことは確かであるとしても、魚道本来の機能に照らしてみれば、それはそれで意味のあることではあるが、魚道の機能の一部についての結果でしかない。

砂防えん堤の魚道の機能や効果に関する調査や研究が近年数多く出されているが、それらの多くは非常に限定的な場面において魚が魚道をのぼることができるかを評価する段階にあるものである。魚の生活に注目すると、種によって生息場所の範囲は異なる



写真3 河床低下による魚道の浮き上がり。



写真4 魚道出口（出水口）部分のゴミによる埋堰。



写真5 土砂がたまり、水の流れていない魚道。

っており、なおかつ時期や生育段階によってさらに細分化されている。魚道の目的は最終的には魚の生存と繁殖を保証することであるはずである。したがって、魚道を魚が遡上できるというのは最小限の機能であって、しかるべき時に遡上できるような流れの状況であるか、降下に対しても機能するか、そして最終的には対象魚がその水系で生存し続けていくのか、そのために魚道が貢献しているかということが本質的な評価である。このことに照らせば、砂防えん堤の魚道の調査は本質的な評価には至っておらず、部分的な機能の調査の段階にあるといえる。

もちろん、個別的な機能の調査にはそれぞれ意味がある。写真6の魚道が、不利な条件である大型砂防えん堤でも一部の魚を遡上可能にさせたのは、それらの調査研究の成果がうまくとり入れられた結果であるといえよう。しかし、短期的な遡上実験で魚が遡上可能であることをもって魚が存続可能であるということまでは判断できない。

ではどのような魚道の評価が必要なのだろうか。理想的には該当水系に存在する（あるいは本来生息すべき）生物全体の関係を把握し、どういう問題点があるか、その中で魚道はどのような役割や問題点を持っているかを明らかにする必要がある。しかしながら、群集の解明自体非常に困難な仕事である。現実的方法としては個体群生態学の考え方を下敷にした評価（高橋 1999、2000）がなされるべきであると考えられる。個体群とはある時点での同一空間に生息するすべての同種個体の集まりをいう。魚道の問

題についていえば、その構造物が建設された水系にいる同種魚類の全体をさすといったことも考えられる。したがって、サクラマス（ヤマメ）に魚道を通して移動させることをねらう場合、えん堤および魚道の建設の前後のその水系におけるサクラマス全体（すなわちその水系のサクラマス個体群）の生息状況を把握し、これと比較して魚道の機能を評価することが個体群生態学の考えをもとにした評価ということになる。

ある魚類の個体群の動態を把握するためには、その分布域（例えば水系）における全般的な生息分布、分布の季節的変動、それぞれの季節・場所における集団の大きさ（個体数・現存量）や年齢構成、性比などを明らかにする必要がある。これらの項目を高い精度で明らかにしようとするとなかばかなりの熟練と労力が必要である。当然時間と経費も小さくはない。

大規模事業にはほど遠い小規模な砂防えん堤の、さらにその付帯施設に過ぎない魚道に対してなぜこれほどまでのことを要求するのか。それは、従来造られてきた魚道の多くが十分な機能を果たしておらず、多少なりと機能を上げているという魚道についても魚道本来の目的に照らして真に効果的かという評価が試されていないからである。すなわち、魚道に対する投資の多くは失敗、ムダ、あるいは効果不明という状況であり、これを看過すればさらにその状態がこれからも続いていくと予想されるからである。ムダな投資を避けるためには、早い段階で正当な手法（これ自体の開発も必要である）に基づ

た機能評価を行い、これに基づいた魚道の実験が必要になると考えるからである。

すべての砂防施設の魚道についてこれを行うのは不可能であろう。まずは、手近なところ、少ないコストで大きな効果を上げられる場所を選び、そこで成功事例を積むことが何よりも大切である（高橋、2003）。

従来、日本には魚道を専門に携わってきた研究者や技術者はいなかつ



写真6 大型砂防えん堤と魚道（ベレケ川、北海道斜里町）。えん堤は堤高20mで、1970年竣工。魚道は2001年設置。

た。砂防や土木の分野で魚道が研究されるようになったのは1990年代以降であるし、水産の分野でも同様の状況である。多くの魚道がひどい状況にあったのは、社会全体の魚道に対する関心がなかったことと専門家の不在が大きい。適切な魚道の設計、建設、評価には土木と魚類生態学の共同が不可欠である。評価とそれに続くフィードバックまでを含めて、規模の小さな事業であっても成功事例を経験することにより、技術水準を一段も二段も高めることに繋げることができる。何より、従来はよくわかっていなかった項目（例えば個体群動態に基づく評価手法など）に対しての方法論を得ることにつながると考える。

4 おわりに

「魚道に対する投資の多くは失敗、ムダ、あるいは効果が不明」であるというような、きわめて厳しいことを書いてしまい、関係者の方々には限りない怒りの念をわかせてしまったのではないかと恐縮している。しかし、現実には水の流れていない魚道や入口（魚道出水口）が現河床から浮き上がってしまっ、魚がこれを利用できないことが一目瞭然の魚道が存在しているのを見ると、その本来の目的・機能に照らせば投資が成功でなかったと言わざるを得ない。過去の失敗をあげつらうことが目的ではなく、将来的に有効な投資を行うということを考えたとき、過去の失敗事例を直視し、そこから教訓を得るという意味で、あえてきつい言葉を選択した。ご理解とご容赦を賜りたい。

個体群動態に基づいた魚道の機能評価や、これをもとにした真に機能的な魚道の開発にはそれなりの

時間と費用を投資する必要がある。しかしこれを行わないと、従来のように機能的でない魚道を造り続けることになるだろう。徐々にではあるが、技術面の改良が行われるとしても、その進度は穏やかなものであろう。回り道に見えるかもしれないが、小さなところからでも確実な成功事例を積み上げ、技術と自信を獲得することが王道であると考え。

本論ではふれなかったが、魚道ではなく砂防えん堤本体の改良（閉鎖型えん堤ではなく、落差を持たない構造で土砂の流出を行うような施設の開発）や、既存の砂防えん堤の小型化、開放化、撤去なども連続性の保証には有効な手段である。魚道と同様に、これらについての研究開発も重要な課題となるだろう。

また、砂防工事の魚類への影響として、もう一つの重要項目である環境の質の改変については、紙面の関係で全くふれることができなかった。こちらも非常に重要な項目であるので、書籍など（太田・高橋、1999）を参照していただければ幸いである。

【引用・参考文献】

- 小宮山英重・高橋剛一郎（1988）、知床の動物、大泰司紀之・中川元（編）、知床の動物、pp. 15-57、北海道大学図書刊行会
- 太田猛彦・高橋剛一郎（1999）、溪流生態砂防学、東京大学出版会
- 高橋剛一郎（1999）、溪流魚からみた河川、科学、69（12）、1036-1040。
- 高橋剛一郎（2000）、魚道の評価をめぐって、応用生態工学、3（2）、199-208
- 高橋剛一郎（2003）、河川環境の回復・保全に関する研究－1：有峰湖に流入する溪流の事例について－、富山県立大学紀要Vol. 13、pp.91-99