

魚類の生息・遡上に配慮した排水路の機能調査事例

(独) 土木研究所寒地土木研究所 水利基盤チーム ○伊藤 暢男
 (独) 土木研究所寒地土木研究所 水利基盤チーム 須藤 勇二
 (独) 土木研究所つくば中央研究所 河川生態チーム 村岡 敬子

魚類の生息・遡上に配慮して整備された北海道内のA排水路において、平成20年度からの3カ年で機能の発揮状況を調査した。調査では、落差工魚道での採捕による調査やトラップを用いた調査のほか、マーキングや遺伝情報を用いた移動・交流状況の評価も行った。ここでは、それらの手法の組み合わせによる機能の発揮状況評価の結果を述べる。

キーワード：魚類調査、遺伝情報、機能評価

1. はじめに

農業農村整備事業において、農業水利施設を整備する際には、魚道の設置など生態系への配慮がされており、その効果が継続的に発揮されることが期待されている。

しかし、これらの施設の多くは事業完了後に関係自治体や土地改良区へ引き渡されるため、その機能効果を追跡調査している事例は少ない。

そのため、土木研究所では、魚類の生息・遡上に配慮して整備された、北海道内のA排水路において、平成20年度から平成22年度までの3年間で魚類調査を行った。その方法としては、①流路における採捕調査、②落差工上流側に設置したトラップによる採捕調査、③採捕した魚類にマーキングを行うことによる調査、④採捕した魚類の遺伝情報を解析することによる調査、の4種類の方法を用いた。

本報では、それぞれの調査方法について概要を整理す

ると共に、調査で分かった魚類の生息状況、移動状況、交流状況、および4種類の調査方法の組み合わせについて述べる。

2. 調査対象施設

調査対象としたA排水路は、河口から約30km上流にある総延長約6kmの排水路であり（図-1）、供用開始後10年以上経過している。

この区間に9箇所の階段型落差工と5箇所の段落型落差工が整備されている。これらの落差工は魚類の移動に配慮して、次のような構造を有している。まず階段型落差工は、小落差を連ねて階段状に余剰落差を調節する型式であり、排水路流量が減少した際にも魚類が遡上できるよう隔壁中央部に切り欠きが設けられている（写真-1）。一方、段落型落差工は、上下流の水位差を1段の落差で調整するものが多かったが、A排水路では、落差工中央部が複数段からなる階段形状になっていて、魚類

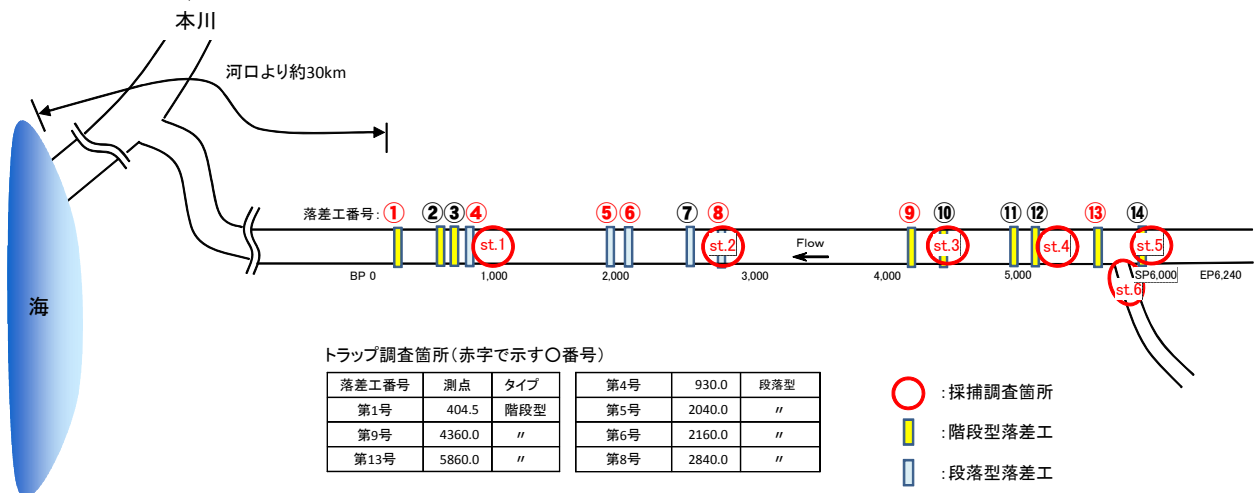


図-1 A排水路の概要と調査地点



写真-1 階段型落差工



写真-2 段落型落差工

がこの部分を通して移動できるように配慮されている（写真-2）。

3. 調査方法

(1) 流路における採捕調査

流路における採捕調査は、当該排水路に生息する魚類の分布状況の把握を目的として行う。調査は図-1に示す6地点において、さで網や電気ショッカーを用いて行った。採捕した魚類は魚種の同定後、体長を計測し、魚種毎に個体数を記録した（写真-3）。この調査で、遡河性魚類の採捕があった場合には、採捕地点より下流区間では遡上が可能であることがわかる。

(2) トラップ調査

トラップ調査は、落差工における魚類の遡上状況を調査するために行う。本調査では、図-1に示す階段型落差工3箇所、段落型落差工4箇所を対象としてトラップ調査を行った。トラップは各落差工の最上流部に設置した（写真-4）。この調査では、落差工地点における遡上状況を短期間かつ直接的に把握することができる。

(3) マーキングを行うことによる調査（標識放流調査）

標識放流調査は、排水路内における魚類の移動状況を調査するために行う。具体的には、各調査地点で採捕した魚類を、魚体にマーキング（写真-5）したあと再度放流し、一定期間をおいた後に再度採捕することにより、移動範囲を把握する。このため長期的かつ広範囲にわたる調査である。またマーキングした魚類が再放流地点から上流で再採捕された場合には、その区間にある落差工を遡上したことを確認できる。

(4) 遺伝子解析法

遺伝子解析法では、個体間が遺伝的にどの程度近いのか、つまり血縁関係の濃さを調べることにより、ある魚種における排水路内の交流状況がわかる。A排水路では、採捕調査により捕獲したエゾイワナ、ハナカジカ、フクドジョウから採取したヒレからDNAを抽出し、個体間の遺伝的な距離を調べた。

本調査では遺伝情報の解析にAFLP手法を用いた。遺伝情報を用いる手法には、この他にマイクロサテライトDNAを用いた手法⁹⁾などがある。AFLP手法は個体の持つ遺伝情報を特定するためのマーカーが比較的簡便に得られる調査手法である。

4. 結果と考察

(1) 流路における採捕調査

流路における採捕調査結果を、調査地点と調査年度ご



写真-3 採捕調査状況

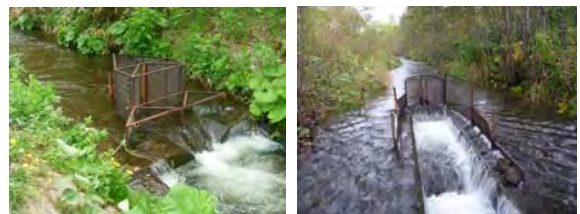


写真-4 トラップ設置状況

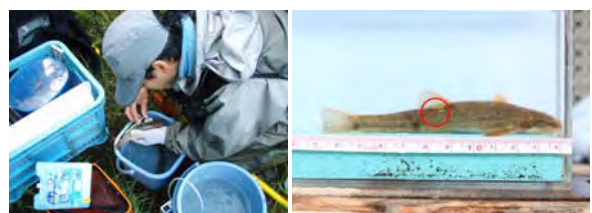


写真-5 標識放流調査状況

との採捕調査結果として表-1に整理した。確認魚種は底生魚のフクドジョウ、ハナカジカと、遊泳魚のエゾイワナ、ヤマメ（写真-6）であり、3科4種にわたる（表-2）。

本調査では、表-1から本排水路での魚類の分布の特徴として、エゾイワナおよびヤマメは全ての調査地点で確認できたことから、本排水路に広く生息していると考えられる。サクラマスは遡上時期である秋期に確認できた。底生魚では、フクドジョウはst.2を主な生息域としていられると考えられ、ハナカジカは主にst.4以降の上流側およびst.2より下流側を生息域としているようである。本調査結果では魚類の移動状況は不明である。

(2) トラップ調査

トラップ調査では、遊泳魚のエゾイワナとヤマメは、第4号落差工を除く階段型落差工と段落型落差工の両方を遡上できることがわかったが、底生魚については遡上の可否が不明であった（表-3）。トラップ調査は期間が限定されるため、採捕されなかった魚種についての遡上の可否は判定できない。

(3) 標識放流調査

標識放流調査は、流路における採捕調査にて採捕し

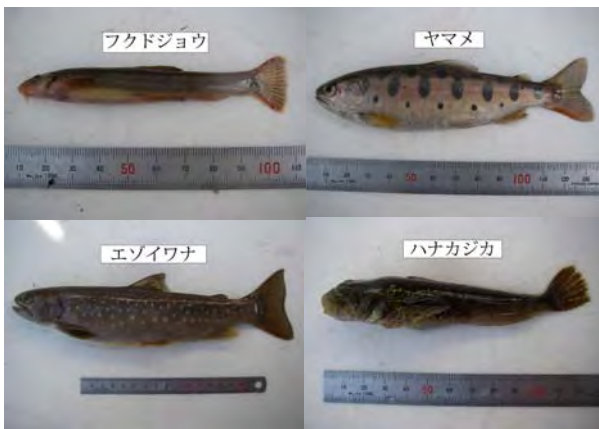


写真-6 確認魚種

た魚類のうち、フクドジョウ、エゾイワナ、ハナカジカを対象として行った。

前回調査時の放流地点とは異なる調査地点で確認されたのはエゾイワナだけであった。落差工魚道を遡上して再採捕された事例を表-4に示す。トラップ調査同様に、エゾイワナは2種類の落差工を遡上あるいは降河していることが確認できた。なお、フクドジョウ、ハナカジカについては落差工魚道をまたいだ地点で再採捕された事例がないことから、魚道を遡上あるいは降河しているか否かは判定できなかった。

(4) 遺伝子解析法

エゾイワナの遺伝子解析法の結果を図-2および図-3に示す。図-2は遺伝情報解析用プログラム「Structure」による解析結果である。帯グラフ中の縦棒1本は1固体をあらわし、色ごとに異なる遺伝的要素を示す。また図-3は遺伝情報解析用プログラム「AFLP-SURV」による個体間遺伝的距離を無根の系統樹で表したものである。

表-2 確認魚種の分類

目名	科目	種名	学名	生活史タイプ
コイ目	ドジョウ科	フクドジョウ	<i>Noemacheilus barbatulus toni</i>	純淡水魚
サケ目	サケ科	アメマス(エゾイワナ)	<i>Salvelinus leucomaenis leucomaenis</i>	遡河回遊魚
		サクラマス(ヤマメ)	<i>Oncorhynchus masou masou</i>	遡河回遊魚
カサゴ目	カジカ科	ハナカジカ	<i>Cottus nozawae</i>	陸封魚

※エゾイワナはアメマスの河川残留型あるいは幼魚である。
※ヤマメはサクラマスの河川残留型あるいは幼魚である。

表-3 トラップ調査結果

調査地点	落差工形式	トラップ調査			
		フクドジョウ	エゾイワナ	ヤマメ	ハナカジカ
第1号落差工	階段型	—	○	○	—
第4号落差工	段落型	—	—	—	—
第5号落差工	段落型	—	○	○	—
第6号落差工	段落型	—	○	○	—
第8号落差工	段落型	—	○	—	—
第9号落差工	階段型	—	○	○	—
第13号落差工	階段型	—	○	○	—

表-4 標識放流調査結果

放流地点	種名	再採捕地点	個体数	遡上した落差工	遡上した落差工型式
St.2	エゾイワナ	St.2	1	第8号落差工魚道*	段落型
St.3	エゾイワナ	St.3	2	第10号落差工魚道*	階段型
St.5	エゾイワナ	St.4	1	第12、13号落差工魚道	共に階段型
合計			4		

※同一地点での再採捕であるが、マーキング時に魚道下流に放流した個体が、以降の調査において魚道内で再採捕されている。

表-1 採捕調査結果

魚種	調査地点													
	st.1		st.2			st.3			st.4		st.5			st.6
	H21	H22	H20	H21	H22	H20	H21	H22	H21	H22	H20	H21	H22	H22
フクドジョウ	—	—	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—
エゾイワナ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
サクラマス	—	○	—	—	—	—	—	○	—	○	—	—	○	—
ヤマメ	—	○	○	○	○	○	○	—	—	○	○	○	○	○
ハナカジカ	○	○	—	○	○	—	—	○	○	○	○	○	○	○

※ヤマメはサクラマスの河川残留型あるいは幼魚である。

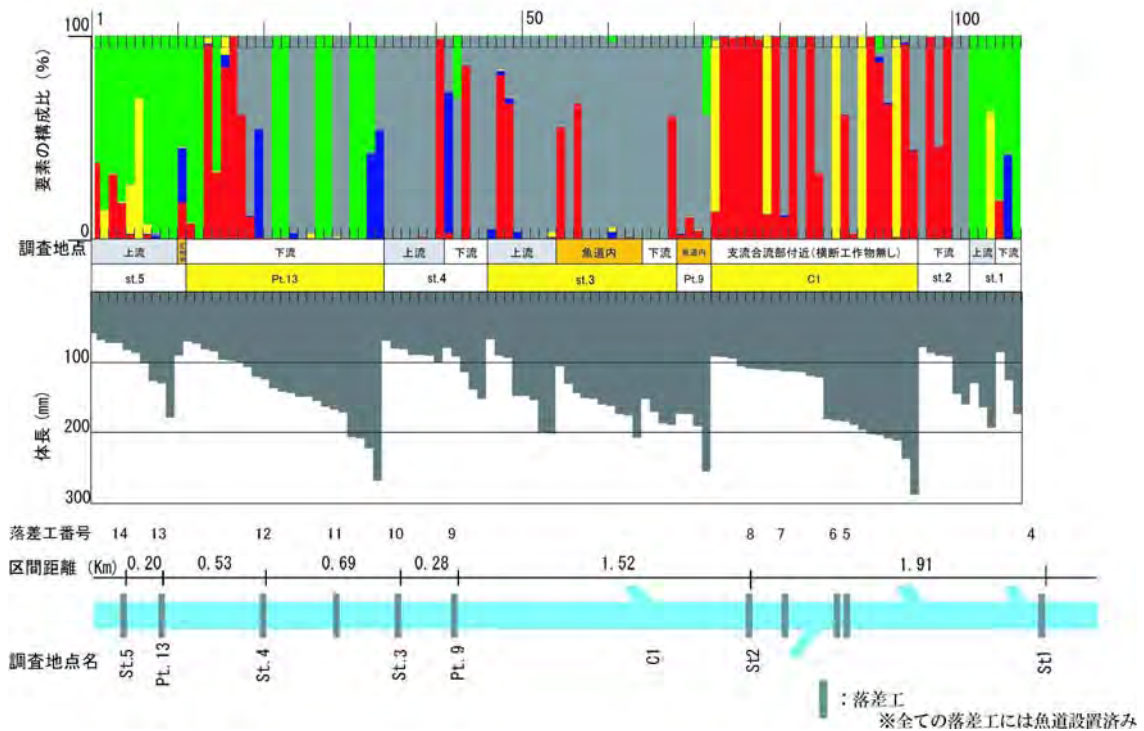


図-2 遺伝的要素の関係²⁾

図-2から5つの要素共に調査区間全域に分布しているものの、調査区間の上流域、中流域、下流域において構成比が異なる小集団の存在が認められ、エゾイワナの個体が本調査区間の上流から下流の広い範囲を活発には移動していないことがうかがえた。また、AFLP-SURVによる個体間遺伝距離の無根系統樹からは、3つの小グループが見られた。

このうち、グループAに属する個体はPt.13～St.1の区間で出現し、遺伝的な距離が短く、位置関係も地理的關係を反映せず、この区間においては遺伝的な交流ができていたと考えられた。しかしながら、グループAに属する個体が最上流調査地点で確認できていないことからSt.5とPt.13～St.1の間で交流の頻度が低いことが推定された。さらに、地理的な関係や個体の採取場所などから、グループBはSt.5を起源にもつ集団であること、グループCは流入支川などを起源にもつ集団であることが推定された。このように、わずか約6 kmの区間に分布する、上下流の位置関係にある集団においても、遺伝情報から求めた個体間距離から位置関係を明確にすることができるとともに、魚道の評価への遺伝情報の適用の可能性が示された。

ハナカジカでは堰堤を含む本川の上下流において遺伝子構造に明瞭な違いはみられず、カジカ集団は、現段階においては堰堤の影響を受けていないと判断された。一方、支川との間には明瞭な違いが見られ、双方の区間に堰堤は存在しないものの、支川・本川間での個体の交流は本川上下流に比べ小さいと考えられた。また、フクド

ジョウにおいても、確認地点・個体数が少ない条件下ではあるが、移動阻害を受けている状況は確認できなかった²⁾。

(5) 調査手法の組み合わせ方について

今回用いた4種類の調査方法は、それぞれに細かな目的や特徴が異なる。また、遊泳魚と底生魚は移動の活発さが異なる。それゆえに、魚道の利用状況を魚種ごとに調べるためには、これら4種類の調査手法を適宜組み合わせることが有効であると考えられる。ここでは、組み合わせ方について考えてみる。

まず遊泳魚に対して評価を行う場合、流路における採捕調査と、トラップ調査あるいは標識放流調査の2つを調査すれば、生息状況、移動状況が把握できそうである。交流状況まで把握する必要がある場合には遺伝子解析法が必要となる。

底生魚の場合、流路における採捕調査やトラップ調査では移動状況を把握することは難しいと考えられる。移動状況の把握には標識放流調査が必要であると考えられるが、本調査では、これによっても魚道利用の可否は判定できなかった。遺伝子解析法では、交流状況を知ることができることから、魚道をこえて移動の有無を知るために有用であった。

5. おわりに

本報では、調査方法についての概要、調査によって分

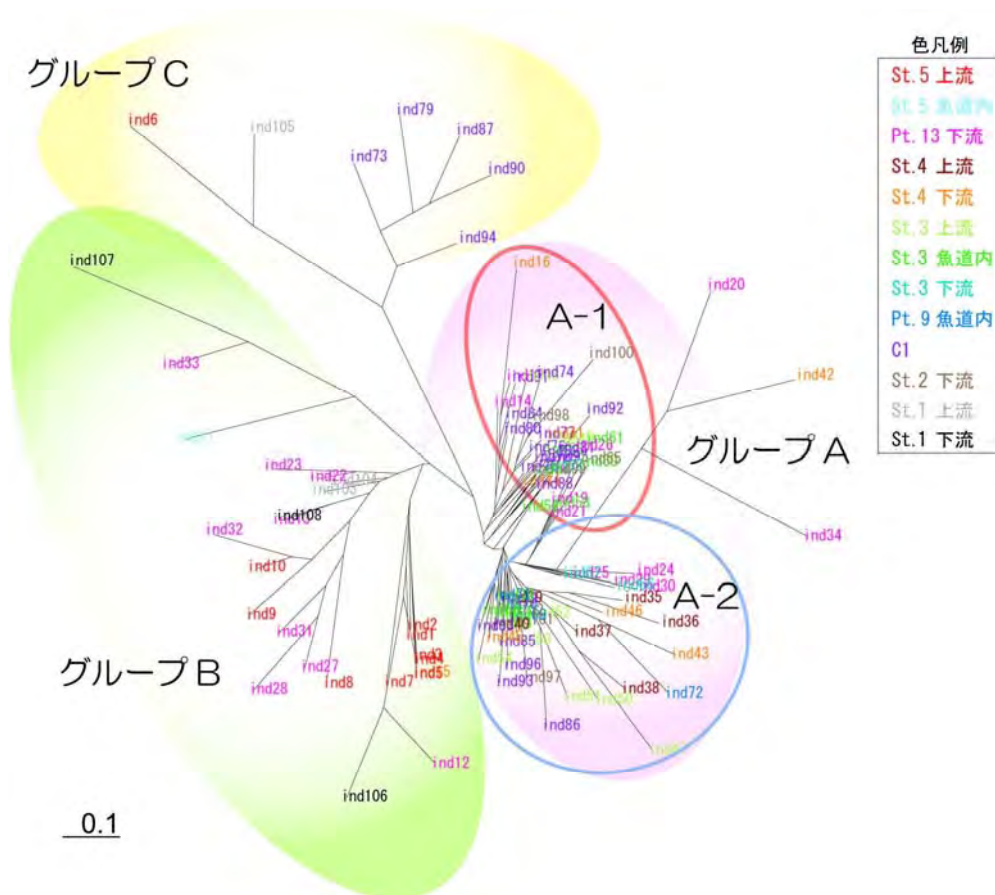


図-3 エゾイワナの個体間遺伝距離²⁾

かった魚類の生息状況、移動状況、交流状況、および4種類の手法の組み合わせについて述べた。

排水路整備に際しては施設計画段階から魚類を含む生態系への配慮は当然重要である。本調査で対象とした落差工があるような排水路での追跡調査では、流路における採捕調査やトラップ調査だけではなく、標識放流調査を組み合わせることにより、より詳細に魚類の生息状況、移動状況が把握できた。また遺伝子解析法を行うことにより、交流状況が把握できた。

参考文献

- 1) 川辺明子：エゾイワナの移動範囲を調べる、土地改良、p. 50、271号、2010
- 2) 村岡敬子、篠塚由美、三輪準二、須藤勇二、川辺明子、中村和正：AFLPを用いた魚類の移動環境評価の試み、日本DNA多型学会第20回学術集会（印刷中）
- 3) 北海道開発局農業水産部：排水路計画設計技術指針(案)、p. 149、1998. 1
- 4) 小出水規行、竹村武士、森淳、奥島修二：谷津田域におけるドジョウ集団の遺伝的構造の解明—マイクロサテライトDNAを利用した千葉県下田流域の事例—、農業農村工学会論文集、第261号(第77巻第3号)、pp. 21~29、2009. 6