

基盤 47 農業水利施設における魚類の生息環境に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23 年度～平 25 年度

担当チーム：水利基盤チーム

研究担当者：中村和正、須藤勇二、大久保天、
本村由紀央、伊藤暢男、野澤一博、
長畑昌弘、近藤晴義、平吉昭、
宮本修司、蛭名健二、鶴澤利樹

【要旨】

農業水利施設に設置された魚道の効果を検証して必要な改善を図るためには、施設供用後における魚類の動態を把握して、魚類の生息や移動に関する課題を明らかにする必要がある。しかし、そうした調査実績は少なく、データを蓄積していくことが求められる。本研究では、北海道内でもっとも設置実績の多い階段型落差工を整備した農業用排水路を対象に、魚類の生息範囲や移動状況に影響を与える因子の抽出を目的として現地調査を実施した。階段型落差工における魚類の遡上調査から、魚道内の最大流速とそれに抗して遡上したヤマメの最小体長から、体長が 8cm より大きいヤマメの突進速度は概ね 200cm/s をこえると示唆された。既往文献では円筒形水路において体長 6cm 以下のヤマメの突進速度は約 230cm/s であったと報告されているが、実際の魚道設計ではそれより小さい突進速度を考慮するべきであると考えられた。また、底生魚については、階段型落差工を遡上した事例はあったが、3 面コンクリート護岸が連続する水路区間をこえた移動事例はなかった。このことから、水路の河床砂礫の有無が底生魚の生息範囲や移動状況に影響を与える重要な因子であると推察された。

キーワード：農業用排水路、階段型落差工、魚道、遊泳魚、底生魚、突進速度

1. はじめに

農業水利施設に設置された魚道の効果を検証して、必要な改善を図るためには、施設供用後における魚類の動態をモニタリングして、その生息や移動に関する課題を明らかにする必要がある¹⁾。しかし、施設整備の実施期間中または事業完了後数年間は事業者より魚類の生息調査を行う場合もあるが、施設供用後数年以上が経過した魚道施設を対象に魚類調査を実施した事例は少ない。また、これまでの調査では、ダムや頭首工などの大型構造物に附帯する魚道を対象にしたものが主体であり、北海道において特徴的なサケ・マス類が産卵場所とする支流に整備された農業用排水路の魚道において、魚類の生息および遡上に関する調査を実施した事例は少ない。

そこで、本研究では、魚類の遡上に配慮して階段型落差工を設置した農業用排水路を対象に現地調査を実施して、魚類の生息範囲や移動状況に影響を与える因子を抽出することを目的とする。階段型落差工に着目したのは、従来段落型落差工であったところが排水路整備にあたり、魚類の遡上が容易である

と期待できる階段型落差工へと改修される事例が多いからである。具体的には、①調査対象とする排水路の多数の地点で魚類を採捕して、生息する魚類の種類、数および分布を明らかにする調査（以下、「採捕調査」）および②階段型落差工を遡上する魚類を網による仕掛け（トラップ）により直接採捕して、魚類の遡上を確認する調査（以下、「トラップ調査」）を実施した。本研究では、以上の調査を、十勝地域に位置する A 排水路とオホーツク地域に位置する B 排水路を対象にして実施した。

2. 調査対象施設の概要

2.1 A 排水路

2.1.1 施設整備・改修の経緯

A 排水路の位置および調査位置の概要を図-1 に示す。A 排水路は、太平洋に注ぐ a 河川河口から約 80km 上流に位置する支流に整備された農業用排水路である。A 排水路は、平成元年度～平成 15 年度に総延長約 6.5km の農業用排水路として整備された。排水路区間内には魚類の生活環境に配慮して、15 箇所の階

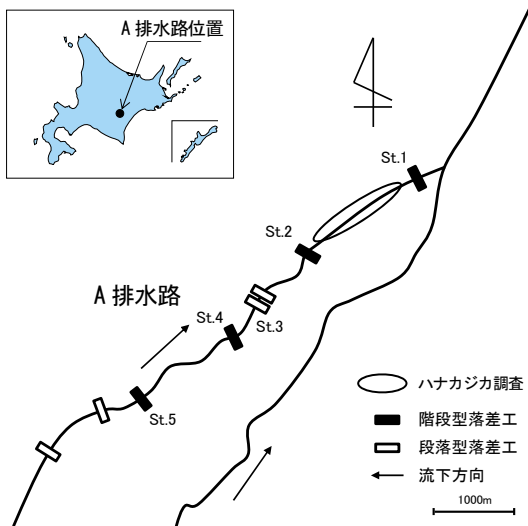


図-1 A排水路の位置および調査位置の概要

段型落差工と7箇所の魚溜工が整備されている。ただし、段落型落差工が排水路の中流域と上流域に設置されている。農業用排水路として整備後、約10年が経過している。写真-1にA排水路における階段型落差工の外観を示す。

2.1.2 調査地点の状況

A排水路では、魚類の生息環境に配慮して、自然河床、水際植生、階段型落差工を整備している。本研究では、排水路の下流域、中流域、上流域におけるそれぞれ代表的な3地点として、St.1地点、St.2地点、St.5地点にて、採捕調査およびトラップ調査を実施した。その他St.3地点では採捕調査のみを、St.4地点ではトラップ調査のみを補完的に実施した。また、後述するハナカジカの生息範囲を限定する要因を明らかにするため、St.1～St.2地点間ではハナカジカの生息を詳細に追跡する採捕調査を実施した。調査地点の代表的な採捕調査箇所を図-2に示す。階段型落差工の各プール内およびその上下流の水路部において採捕調査を実施した。各調査地点の水路部および階段型落差工の概要は、次のとおりである。



写真-1 A排水路における階段型落差工の外観

(1) St.1 地点水路部の概要

St.1 地点水路部の夏期の外観、植生環境および水路断面をそれぞれ図-3(a)～(c)に示す。水路法面にはエゾイラクサやオオイタドリのほか、水際にクサヨシが繁茂する。排水路の法面勾配は1:2.0、施工時の河床幅は2.5mである。河床材料は礫が主体である。流況は瀬が主であり淵はほとんどみられない。水深は概ね20cmであり、夏期の平均水温は約20℃である。

(2) St.2 地点水路部の概要

St.2 地点水路部の夏期の外観、植生環境および水路断面をそれぞれ図-4(a)～(c)に示す。水路法面にはオオヨモギやオオアワダチソウのほか、水際にクサヨシが繁茂する。排水路の法面勾配が1:2.0、施工時の河床幅は2.5mである。河床材料は砂礫が主体である。流況は瀬が主であり淵はほとんどみられない。右岸側には一部土砂が堆積し、そこに水草の繁茂がみられる。水深は概ね20cmであり、夏期の平均水温は約14℃である。

(3) St.5 地点水路部の概要

St.5 地点水路部の夏期の外観、植生環境および水路断面をそれぞれ図-5(a)～(c)に示す。水路法面にはオオアワダチソウやオオイタドリのほか、水際にクサヨシが繁茂する。排水路の法面勾配が1:1.5、施工時の河床幅は1.0mである。河床材料は礫が主体で

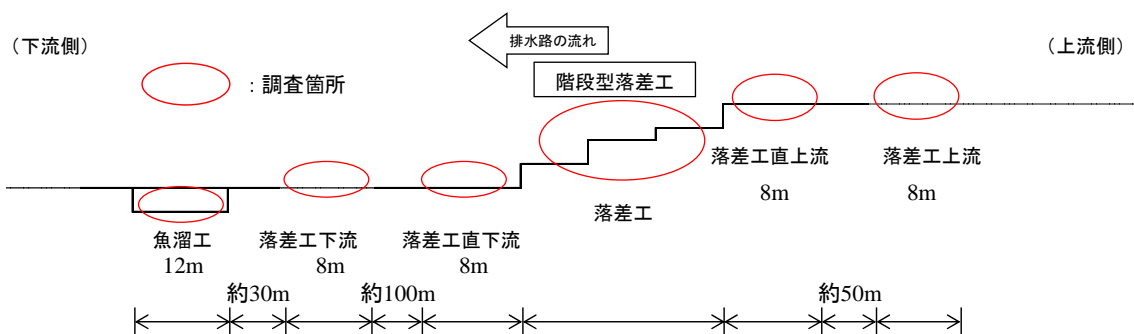


図-2 調査地点における採捕調査箇所

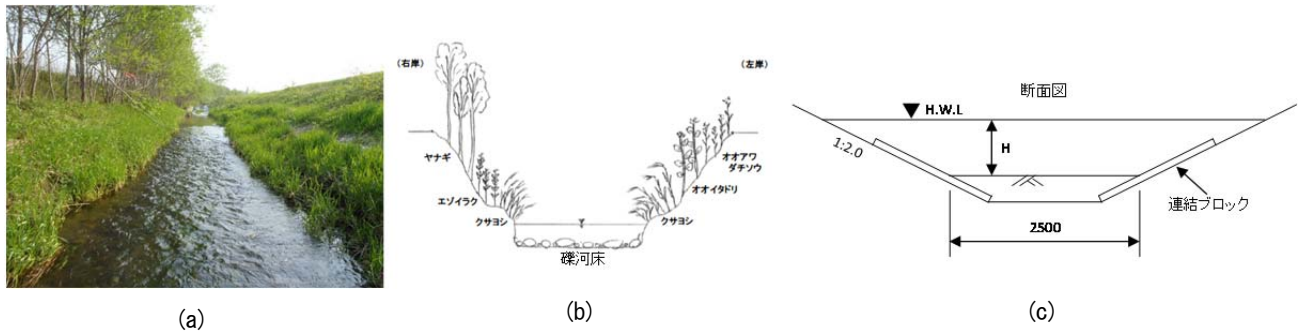


図-3 St. 1 地点水路部の夏期の外観、植生環境および水路断面

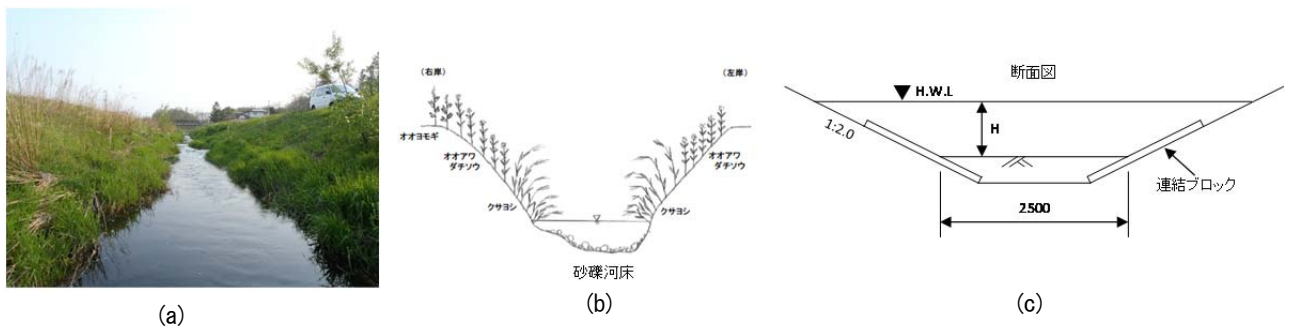


図-4 St. 2 地点水路部の夏期の外観、植生環境および水路断面

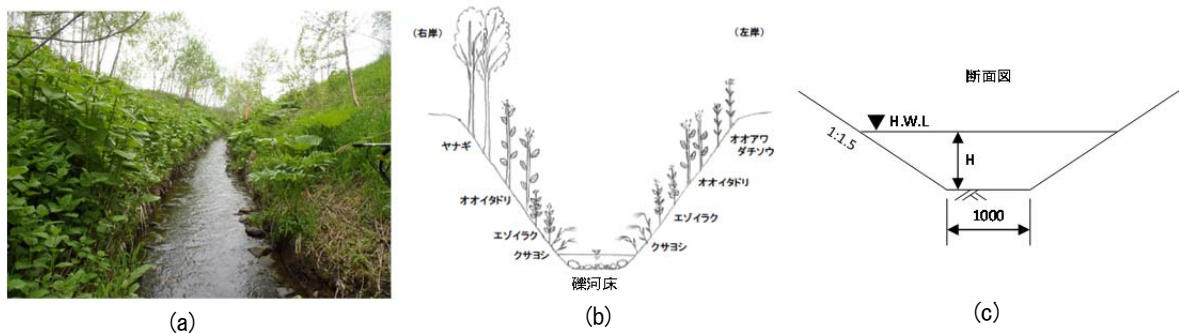


図-5 St. 5 地点水路部の夏期の外観、植生環境および水路断面

ある。流況は瀬が主であり淵はみられない。水深は概ね 15cm であり、夏期の平均水温は約 15°C である。

(4) 階段型落差工の概要

A 排水路において整備された階段型落差工の縦断面の模式を図-6 に示す。現地では各落差工地点の勾配に応じて、4 段から 6 段の隔壁が設けられている。プール部河床にはフトンカゴが、落差工最下端の河

床には根固ブロックが施工されている。また、各隔壁中央部には、図-7 に示すような切欠きが設けられており、流量が少ない場合でも切欠き部では魚類の遊泳に必要な水深が確保できるように配慮されている。各調査地点における階段型落差工の構造諸元を表-1 に示す (表中の記号は図-6、7 を参照)。魚道勾配はいずれの調査地点においても約 1/10 である。

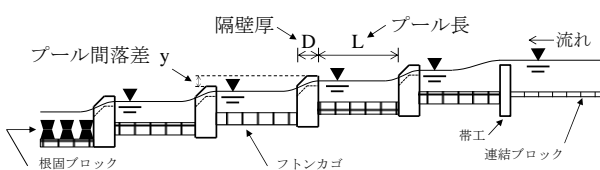


図-6 階段型落差工の縦断面

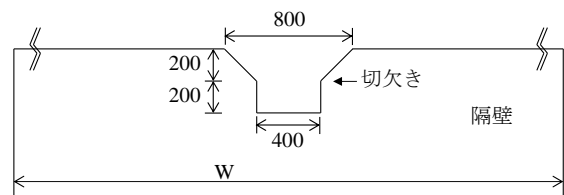


図-7 階段型落差工の壁面

表-1 階段型の構造諸元

調査地点	W (mm)	y (mm)	L (mm)	D (mm)	魚道勾配 y/(L+D)
St.1	2,500	260	3,000	500	約1/10
St.2	2,500	260	3,000	500	約1/10
St.5	1,000	280	3,000	500	約1/10

W、y、L、D：図-6 および図-7 参照

2.2 B排水路

2.2.1 施設整備・改修の経緯

B排水路の位置および調査位置の概要を図-8に示す。B排水路は、オホーツク海に注ぐb川河口から約40km上流に位置する支流である。昭和50年代に総延長約6kmの区間が農業用排水路として整備された。その後、排水機能低下に伴う改修事業に合わせて、既設の段落型落差工28箇所が、サケ・マス類の遡上行動に配慮した階段型落差工に改修・整備された。また、排水路整備区間の下流端および上流端には、水路内土砂を堆積させる幅広水路工(沈砂池)が整備された。施設の改修・整備後、供用を開始してから約8年が経過している。写真-2にB排水路における階段型落差工の外観を示す。

2.2.2 調査地点の状況

B排水路では、魚類の生息に配慮した魚道工として階段型落差工が整備されている。本研究では、排水路の下流域、中流域、上流域におけるそれぞれ代表的な3地点、St.3地点、St.5地点、St.7地点にて、採捕調査およびトラップ調査を実施した。その他St.1地点、St.2地点、St.4地点、St.6地点、St.8地点ではデータを補足するため採捕調査のみを行った。各調査地点における採捕調査箇所を図-9に示す。階段式落差工の各プール内およびその下流の水路部において採捕調査を実施した。各調査地点の水路部(St.3、St.5、St.7)および階段型落差工の概要は、次のとおりである。

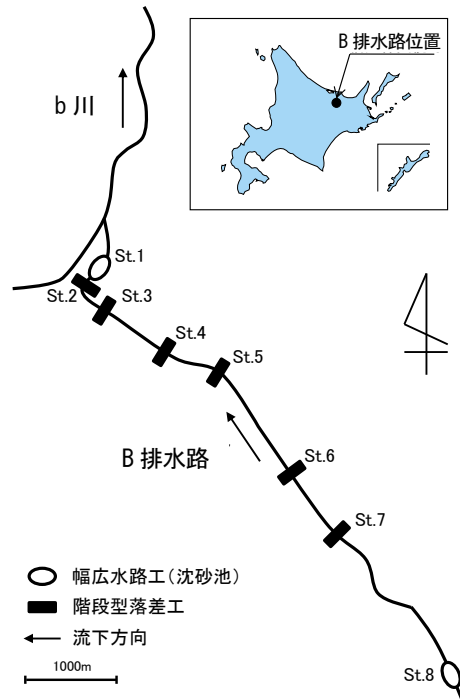


図-8 B排水路の位置および調査位置の概要



写真-2 B排水路における階段型落差工の外観

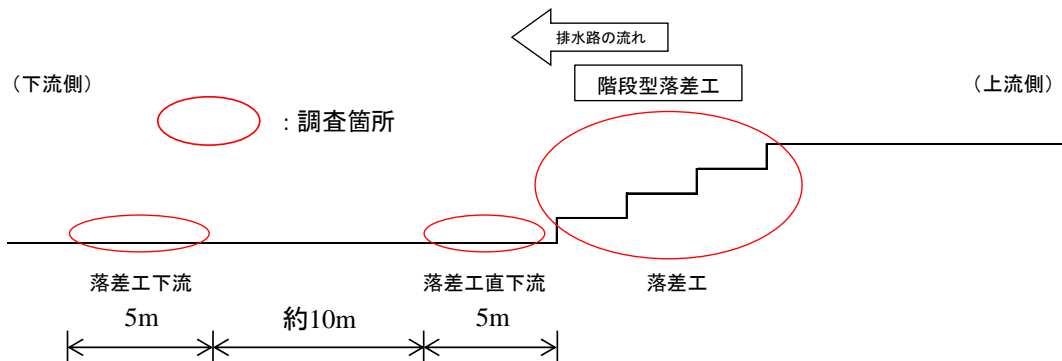


図-9 調査地点における採捕調査箇所

(1) St. 3 地点水路部の概要

St.3 地点水路部の夏期の外観、植生環境および水路断面をそれぞれ図-10(a)～(c)に示す。水路法面にはクサヨシやオオイタドリが繁茂する。排水路の法面勾配が 1:1.5、施工時の河床幅は 2m であり、連結ブロックによる 3 面護岸工が施工されている。現況では河床部に砂の堆積がみられる。流況は瀬が主であり淵はほとんどみられない。水深は概ね 25cm 程度であり、夏期の平均水温は約 16℃である。

(2) St. 5 地点水路部の状況

St.5 地点水路部の夏期の外観、植生環境および水路断面をそれぞれ図-11(a)～(c)に示す。水路法面にはクサヨシが繁茂する。排水路の法面勾配が 1:1.5、施工時の河床幅は 2m であり、連結ブロックによる 3 面護岸工が施工されている。現況では河床部に砂礫が堆積している。流況は瀬が主であり淵はほとんどみられない。水深は概ね 25cm 程度で、夏期の平

均水温は約 15℃である。

(3) St. 7 地点水路部の状況

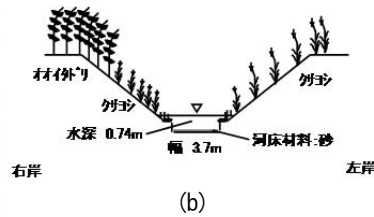
St.7 地点水路部の夏期の外観、植生環境および水路断面をそれぞれ図-12(a)～(c)に示す。夏期にはクサヨシが繁茂する。排水路の法面勾配が 1:1.5、施工時の河床幅は 2.0m であり、連結ブロックによる 3 面護岸工が施工されている。現況では河床部に砂礫が堆積している。流況は瀬が主であり淵はほとんどみられない。水深は概ね 30cm 程度で、夏期の平均水温は約 17℃である。

(4) 階段型落差工の概要

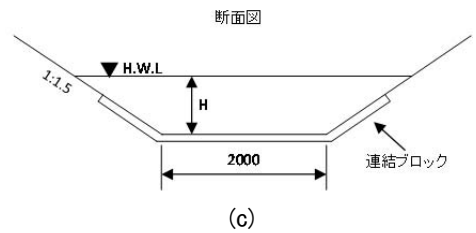
B 排水路において整備された階段型落差工の縦断面の模式を図-13 に示す。既設の段落型落差工プール部に複数の隔壁を設けて、流水面が階段状に変化するよう設計されている。現地の各落差工地点の勾配に応じて、4 段から 6 段の隔壁が設けられている。また、図-14 に示すとおり各隔壁の中央部には



(a)



(b)

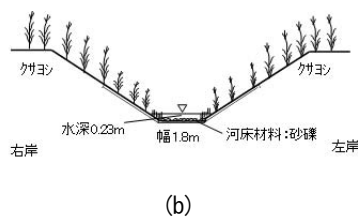


(c)

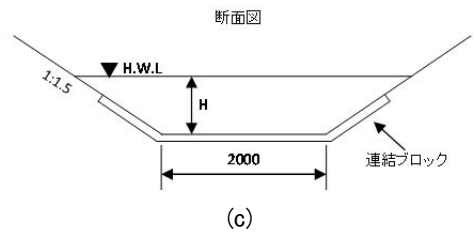
図-10 St. 3 地点水路部の夏期の外観、植生環境および水路断面



(a)



(b)

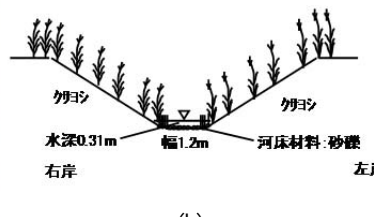


(c)

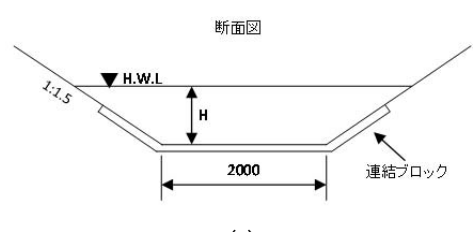
図-11 St. 5 地点水路部の夏期の外観、植生環境および水路断面



(a)



(b)



(c)

図-12 St. 7 地点水路部の夏期の外観、植生環境および水路断面

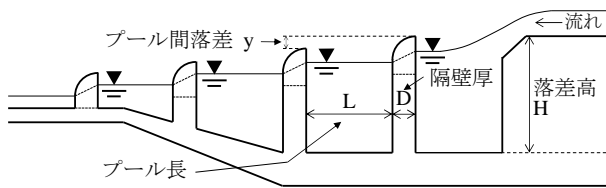


図-13 階段型落差工の縦断面

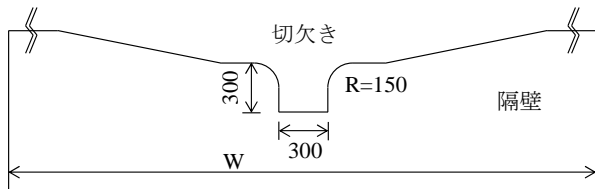


図-14 階段型落差工の壁面

表-2 階段型落差工の構造諸元

調査地点	H (mm)	W (mm)	y (mm)	L (mm)	D (mm)	魚道勾配 $y/(L+D)$
St.3	2,250	6,500	200	1,825	300	約1/10
St.5	1,170	4,200	200	1,500	300	約1/10
St.7	1,290	4,200	230	1,750	300	約1/10

W、y、L、D：図-13 および図-14 参照

切欠きが設けられている。各調査地点における階段型落差工の構造諸元を表-2 に示す。魚道勾配はいずれの調査地点においても約 1/10 である。

3. 調査方法

3.1 採捕調査

採捕調査の方法は、国土交通省河川局河川環境課²⁾に準拠して、電気ショッカー、タモ網およびサデ網を用いて実施した(写真-3)。採捕した魚類は魚種の同定後、魚種毎に個体数と体長を記録した。また、採捕した魚類の頭部に、標識としてイラストマー蛍光タグ(シリコン主体の色素)を注入して(写真-4)放流した。このマーキングされた魚類をその後の調査で再度捕獲できれば、魚類の移動範囲を確認することができる。このマーキングを行う調査を 2012 年の採捕調査に合わせて実施した。

3.2 トラップ調査

トラップ調査は、写真-5 に示すように階段型落差工の最上段上流部に網を張り、上流から下流側へ移動する魚類は入れず、階段型落差工を遡上してきた魚類のみを、一度入れれば抜け出せない構造をもつ仕掛け(トラップ)に導いて採捕する方法である。こうした状態で 24 時間放置後、トラップにかかった魚



写真-3 採捕調査の様子



写真-4 マーキングした魚類



写真-5 トラップ調査の様子

類を採捕して魚種の同定後、魚種毎に個体数と体長を記録した。

3.3 調査の全体数量

サケ・マス類が降海を始める春期(5月～6月)から夏期(7月～8月)、産卵のため遡上する秋期(9月～11月)までの期間に計4回の調査を行った(2011年は秋期のみ調査)。A 排水路および B 排水路において、2011年～2013年に行った調査の項目・時期・回数をそれぞれ表-3 および表-4 に示す。

表-3 A 排水路の調査項目・時期・回数

調査項目	調査地点	調査時期		
		2011	2012	2013
採捕調査	St.1(下流域代表地点)	秋a・秋b・秋c	春a・春b・夏・秋	春a・春b・夏・秋
	St.2(中流域代表地点)	秋a・秋b・秋c	春a・春b・夏・秋	春a・春b・夏・秋
	St.3	—	春a・春b・夏・秋	春a・春b・夏・秋
トランプ調査	St.5(上流域代表地点)	秋a・秋b・秋c	春a・春b・夏・秋	春a・春b・夏・秋
	第2号落差工(St.1)	—	春a・春b・夏・秋	春a・春b・夏・秋
	第7号落差工(St.2)	—	春a・春b・夏・秋	春a・春b・夏・秋
	第11号落差工(St.4)	—	春a・春b・夏・秋	春a・春b・夏・秋
マーキング調査	第15号落差工(St.5)	—	春a・春b・夏・秋	春a・春b・夏・秋
	St.1～St.5	—	春a・春b・夏・秋	春a・春b・夏・秋

※マーキング調査は、2012年にマーキングを行い、2013年にはマーキングされた個体の確認のみとする。

表-4 B 排水路の調査項目・時期・回数

調査項目	調査地点	調査時期		
		2011	2012	2013
採捕調査	St.1	—	春a・春b・夏・秋	春a・春b・夏・秋
	St.2	秋a・秋b・秋c	春a・春b・夏・秋	春a・春b・夏・秋
	St.3(下流域代表地点)	秋a・秋b・秋c	春a・春b・夏・秋	春a・春b・夏・秋
	St.4	秋a・秋b・秋c	春a・春b・夏・秋	春a・春b・夏・秋
	St.5(中流域代表地点)	秋a・秋b・秋c	春a・春b・夏・秋	春a・春b・夏・秋
	St.6	秋a・秋b・秋c	春a・春b・夏・秋	春a・春b・夏・秋
	St.7(上流域代表地点)	秋a・秋b・秋c	春a・春b・夏・秋	春a・春b・夏・秋
	St.8	—	春a・春b・夏・秋	春a・春b・夏・秋
トランプ調査	第4号落差工(St.3)	—	春a・春b・夏・秋	春a・春b・夏・秋
	第16号落差工(St.5)	—	春a・春b・夏・秋	春a・春b・夏・秋
	第28号落差工(St.7)	—	春a・春b・夏・秋	春a・春b・夏・秋
マーキング調査	St.1～St.8	—	春a・春b・夏・秋	春a・春b・夏・秋

※マーキング調査は、2012年にマーキングを行い、2013年にはマーキングされた個体の確認のみとする。

4. 結果および考察

4.1 A 排水路における調査結果および考察

4.1.1 採捕調査により確認された魚種と採捕数

A排水路において採捕された主な魚種は、フクドジョウ、ニジマス、トミヨ属淡水型、ハナカジカであった(写真-6(a)～(d))。図-15～図-17にそれぞれ各調査年に実施した採捕調査の結果を示す。調査の実施年により全体の採捕数が大きく異なった。調査地点および調査方法は変わらないことから、この採捕数の差異は各年の気象条件などによる変化であると考えられる。各年の同一調査時期の魚類相(魚種構成)に大きな違いはみられないが、排水路内の魚種の生息分布には各魚種毎にそれぞれ特徴がみられた。フクドジョウは全調査地点で数十個体以上が採捕された。ニジマスはSt.1地点およびSt.2地点で相当数の個体が採捕されたものの、St.3地点およびSt.5地点ではほとんど採捕されなかった。トミヨ属淡水型(以下、「トミヨ属」)はSt.2地点およびSt.3地点において多くの個体が確認された。ハナカジカはSt.1地点のみで採捕にされ、St.2地点より上流では確認されなかった。

4.1.2 魚種の生息分布に関する考察

魚種の生息分布を規定する条件は、各種魚種が生存するために必要な生息環境と分布の拡大を阻害する物理的な障害である。この観点から、A排水路におけるフクドジョウ、ニジマス、トミヨ属、ハナカジカの生息分布について、次に考察する。

まず、ニジマスをSt.3地点より上流側ではほとんど確認できなかったのは、St.2地点とSt.3地点の間にある落差150cmの段落型落差工が、ニジマスの遡上を阻害しており、それをこえて生息域を拡大することが困難であったためと考えられる。しかし、フクドジョウやトミヨ属はSt.3地点においても相当数の個体が確認されている。この分布の違いについて、次のような理由が考えられる。ニジマスは排水路整備前の支流河川では確認されていない³⁾外来種である。このため、現在、A排水路内に生息するニジマスは、近年(A排水路供用後)に本川から移動してきた個体であると考えられる。それゆえ、ニジマスは下流側から生息分布を拡大してきたが、St.2地点とSt.3地点の間の段落型落差工が遡上の障害となり、それより上流側への生息分布を拡大することが困難となった。これに対して、フクドジョウやトミヨ属は在来種である。A排水路の整備区間に整備前より分布していたことから、段落型落差工の上下流域にそれぞれ相当数の生息が確認できるものと考えられる。また、St.2地点およびSt.3地点にトミヨ属の生息数が多いのは、水際植生や水草の繁茂などトミヨ属が生息場所として適する場所が整っているためと考えられる。

また、ハナカジカはSt.1地点でのみ確認され、St.2地点より上流側では確認されていない。ハナカジカは在来種であり、A排水路整備前から生息していたと考えられるが、河床の環境変化に敏感なハナカジカの分布は排水路整備後に限定されたと考えられる。ただし、St.1地点とSt.2地点の間には、段落型落差工のような構造物がないにも関わらず、St.2地点ではハナカジカの生息を確認できなかったことから、

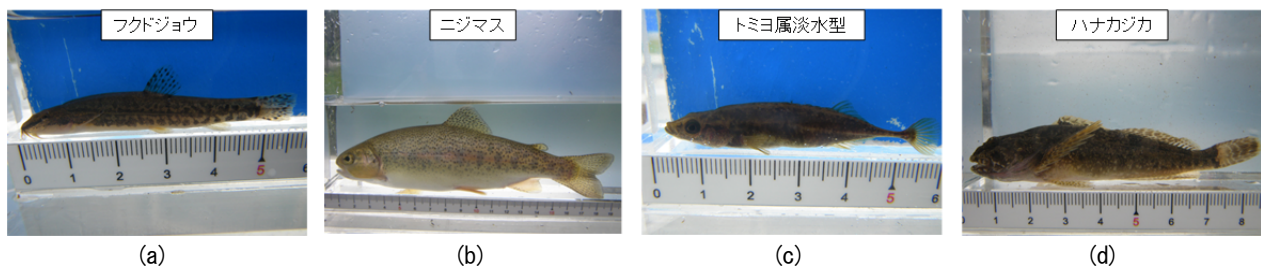


写真-6 A 排水路において採捕された主な魚類

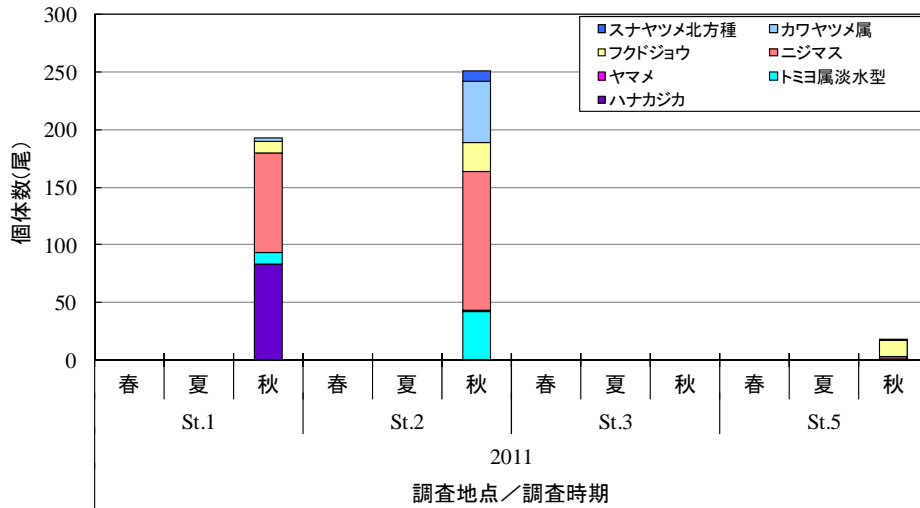


図-15 A排水路における平成2011年に実施した採捕調査の結果（秋期のみ調査実施）

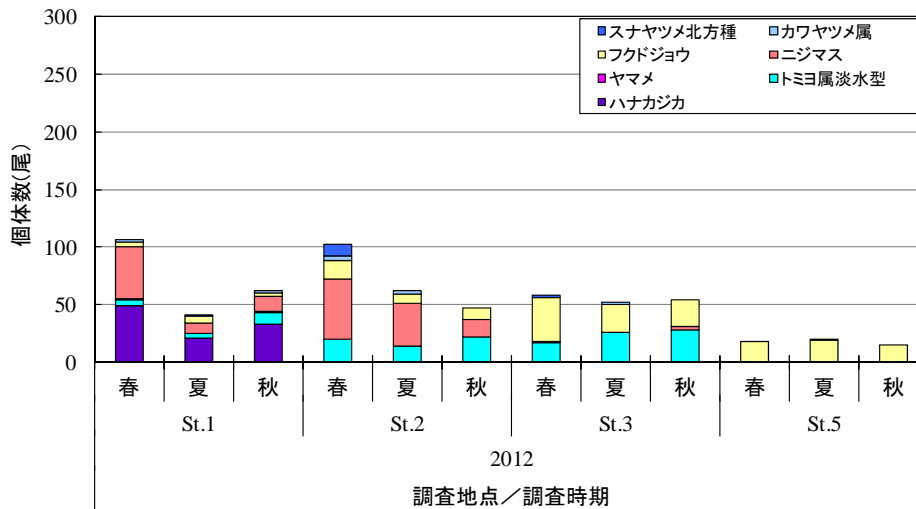


図-16 A排水路における2012年に実施した採捕調査の結果

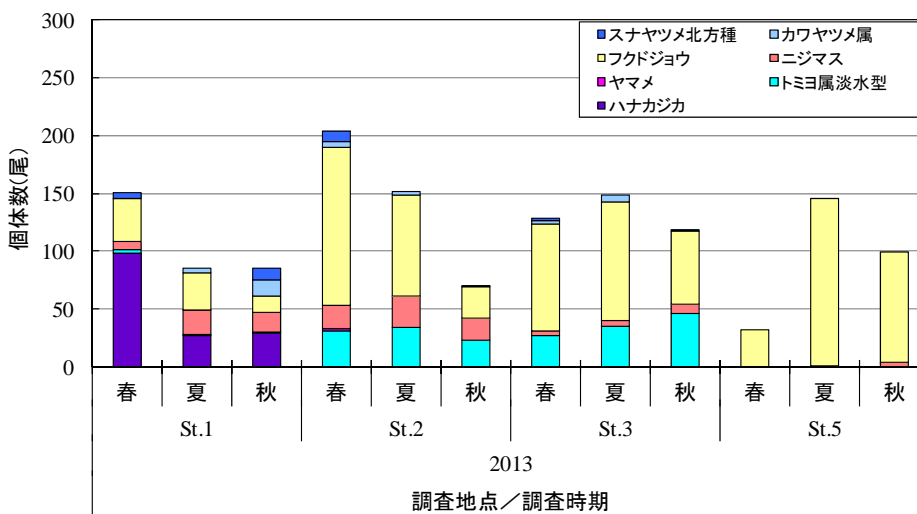


図-17 A排水路における2013年に実施した採捕調査の結果

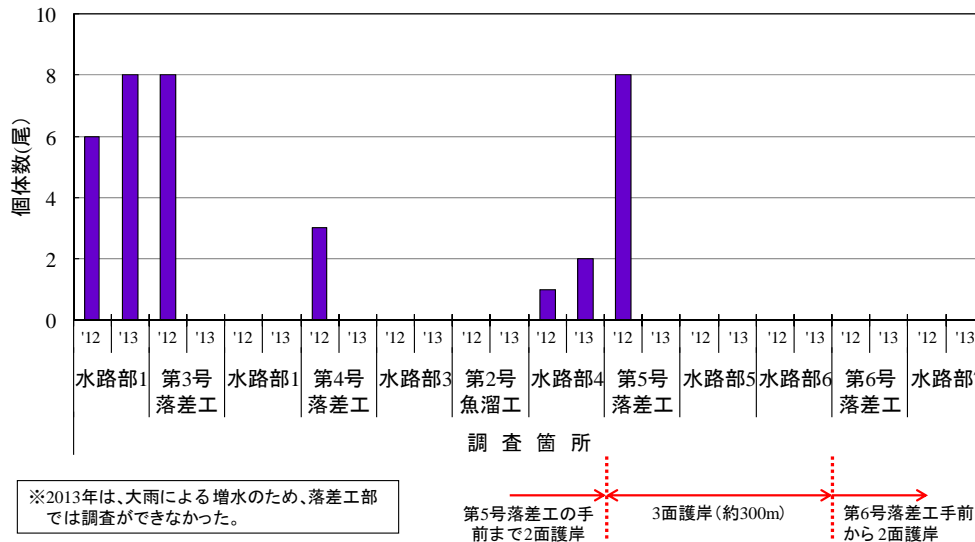


図-18 ハナカジカの生息範囲に関する追跡調査の結果

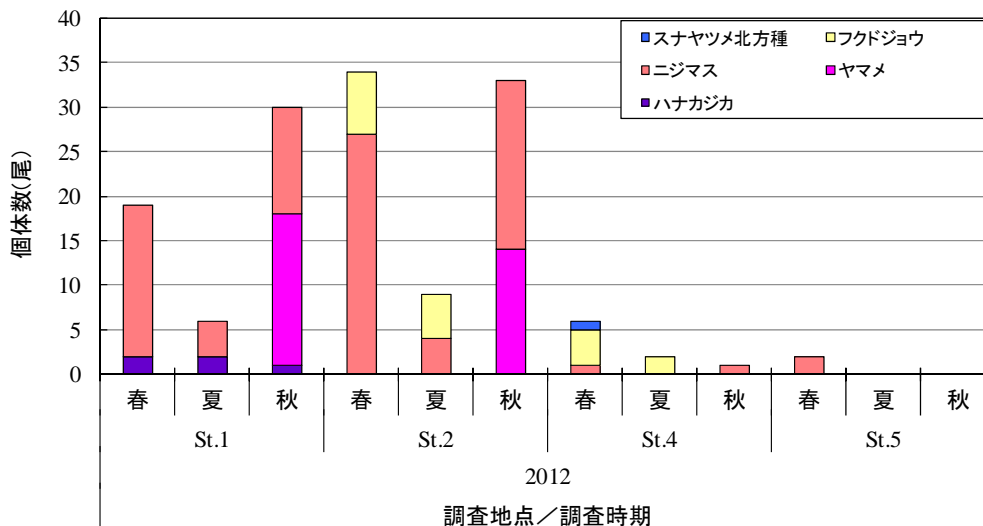


図-19 A排水路におけるトラップ調査の結果（2012年実施調査）

St.1 点から St.2 地点までの間にハナカジカの移動を阻害する障害があるものと推察される。そこで、St.1 点から St.2 地点間のハナカジカの生息を詳細に確認する追跡調査を実施した。その結果を図-18 に示す。ハナカジカは St.1 地点から上流へ、複数の階段型落差工があるものの自然河床が続いている区間では、生息が確認された。しかし、第5 落差工（階段型落差工）より上流ではハナカジカの個体は確認されなかった。ハナカジカは第3号落差工、第4号落差工および第5号落差工の各プール内で採捕されており、マーキング調査から階段型落差工をこえて移動している個体が確認されたこと、さらに次節で述べるトラップ調査で階段型落差工を遡上した個体を確認し

たことから、階段型落差工がハナカジカの分布を制限している主要因ではないと考えられる。第5号落差工の上流側には、3面護岸区間が続いており、その河床部には河床砂礫がほとんどない状況であった。このような河床の状況は、ハナカジカの生息環境として好ましくない。このため、3面護岸区間がハナカジカの移動を阻害して生息範囲を限定している要因と推察される。

4.1.3 階段型落差工を遡上する魚類

St.1地点、St.2地点、St.4地点およびSt.5地点の階段型落差工におけるトラップ調査の結果(2012年実施調査)を図-19に示す。A排水路における主要な遊泳魚であるニジマスの遡上を確認され、秋期の調査ではヤマメの遡上

も確認された。また、底生魚では、フクドジョウの遡上が比較的多く確認されるとともに、St.1地点の階段型落差工のハナカジカなどの底生魚の遡上も確認された。A排水路の階段型落差工は遊泳魚の遡上を想定したものであるが、本調査では、底生魚の遡上に関しても、その有効性が示唆された。

4.2 B排水路における調査結果および考察

4.2.1 採捕調査により確認された魚種と採捕数

B排水路において採捕された魚種は15種以上と多様な魚種が確認された。そのうちの代表的な魚類を写真-7(a)～(d)に示す。また、図-20～図-22にそれぞれ各調査年に実施した採捕調査の結果を示す。ここでは、サクラマスとその河川残留型であるヤマメ⁴⁾とを分けて記載した。B排水路においても魚類の全採捕数が各調査年により大きく異なった。その原因の特定には至らないが、例えば、2013年春季に洪水が起きたことを後の調査から確認しており、遊泳力の弱い稚魚などの多くが、そのときの洪水で流されて、2014年の調査における魚類の採捕数が激減した可能性もある。また、各年の同一時期の魚類相に大きな違いはみられないものの、各調査地点毎の魚類の分布には特徴がみられた。St.3～St.7での採捕数の多くはヤマメ、アメマス、エゾウグイなど由来種の遊泳魚であった。とくにヤマ

メは採捕数全体の半数以上を占め、B排水路に生息する主要な遊泳魚とみられる。また、St.1地点、St.2地点およびSt.8地点では、シベリアヤツメやフクドジョウなどの底生魚が多くみられた。また秋期の調査では、遡上途中のサクラマスが確認された。

4.2.2 魚類の生息分布に関する考察

採捕された主な魚種であるシベリアヤツメ、フクドジョウ、アメマス、ヤマメの分布について、次のとおり考察した。

底生魚であるフクドジョウおよびシベリアヤツメなどは、主にSt.1地点およびSt.8地点で確認された。両地点は幅広水路工（沈砂池）であることから、流速は遅く砂礫が堆積しているため、底生魚の生息環境としては良好であると考えられる。シベリアヤツメは秋期のSt.2地点でも相当数の個体が確認された。これは、秋期に成体へと成長したシベリアヤツメが新たな生息場所を求めて遊泳を始めたが、St.2地点の階段型落差工を遡上できずに、その下流の水路に留まったものと考えられる。

遊泳魚であるアメマスやヤマメは、主にSt.2地点～St.7地点で確認された。水路部のほか常時水深が確保される階段型落差工プール内にも生息場所としているものと考えられる。ヤマメは春期のSt.8地点で

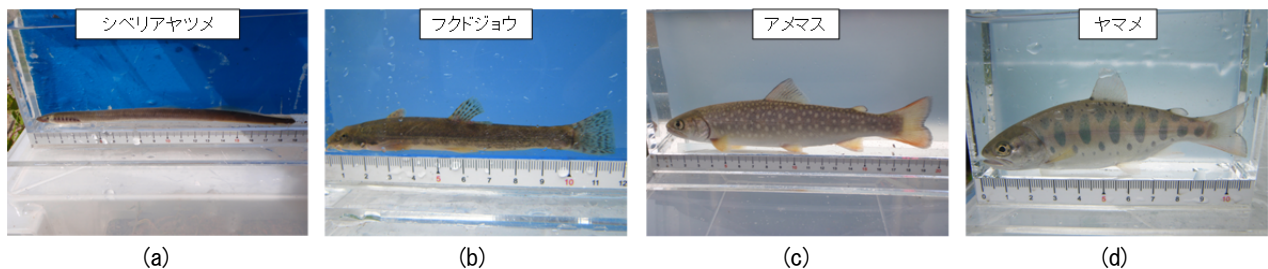


写真-7 B排水路において採捕された主な魚類

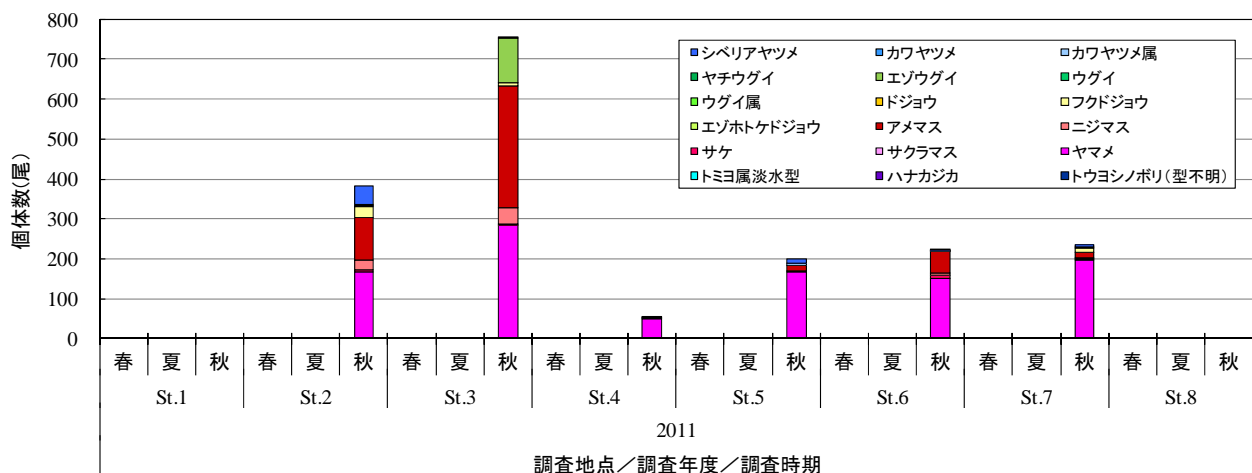


図-20 B排水路における2011年に実施した採捕調査の結果（秋期のみ調査実施）

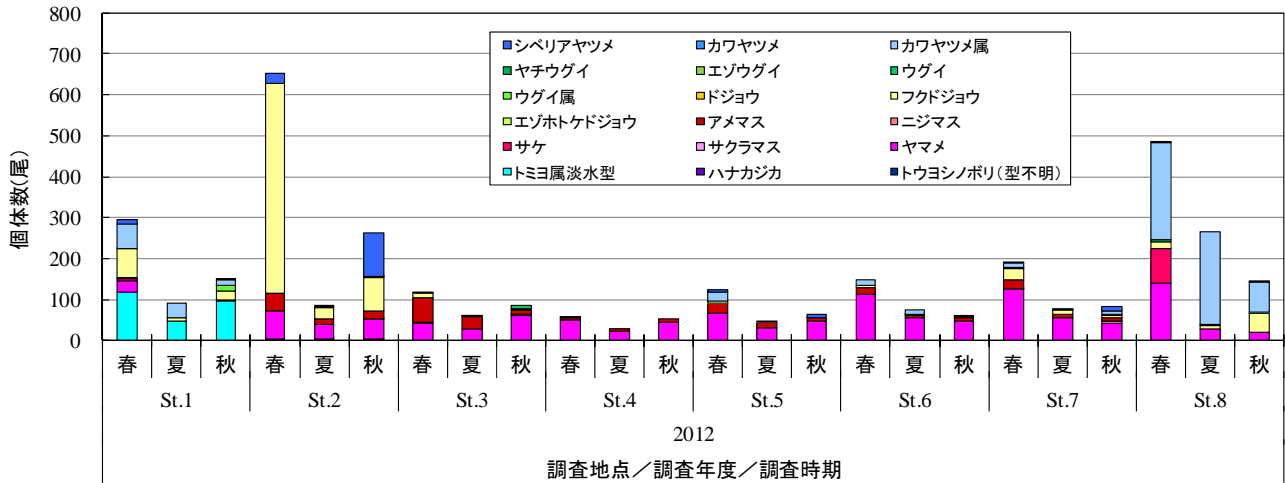


図-21 B排水路における2012年に実施した採捕調査の結果

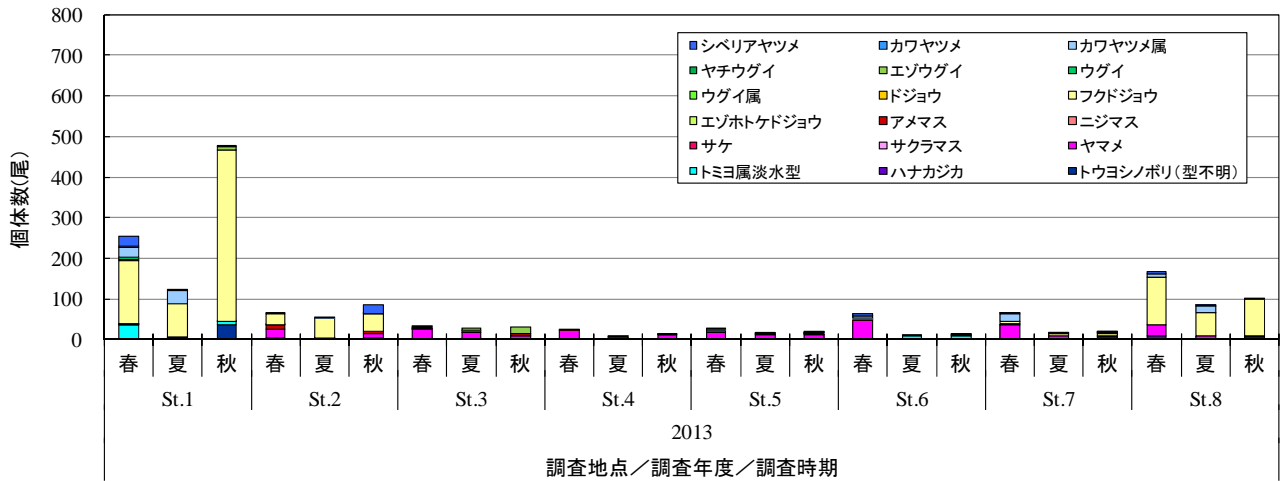


図-22 B排水路における2013年に実施した採捕調査の結果

も相当数の個体が確認されているが、これらのほとんどは稚魚であった。それゆえ、St.8地点よりも上流側にサクラマス（ヤマメ）の産卵場所があり、そこで孵化した稚魚が降下した途中の沈砂池に留まっていたものと考えられる。また、秋期にはヤマメの親魚であるサクラマスが確認されており、B排水路は、サクラマスが産卵場所とする水路であることが確認された。

4.2.3 階段型落差工を遡上する魚類

各調査地点の階段型落差工におけるトラップ調査の結果を図-23に示す。St.2地点～St.7地点における採捕調査結果と同様なアメマス、ヤマメ、サクラマス、エゾウグイなどの在来種がトラップに採捕された。B排水路に生息する主な遊泳魚は、種類によらず階段型落差工を遡上できることを確認した。とくに秋期の調査では遡上するヤマメの採捕数が急増した。また、同

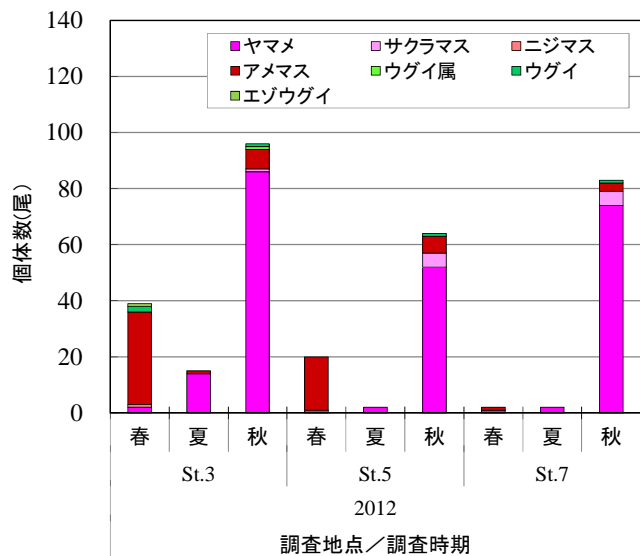


図-23 B排水路におけるトラップ調査の結果(2012年実施調査)

調査では、体長数十cmのサクラマスの上上が確認された。こうしたヤマメおよびサクラマスの遡上は、産卵場所を求めて河川の上流域へ移動する繁殖行動とみられる。一般に北海道における階段型落差工はサケ・マス類を対象魚種として設置されており、この観点から、B排水路における階段型落差工はサケ・マス類の魚道として有効に機能していると評価される。しかし、本調査では底生魚の階段型落差工の遡上を確認できなかった。階段型落差工が底生魚の生息に与える影響については今後の課題である。

4.2.4 遡上するヤマメの体長と流速の関係

トラップ調査結果を分析すると、階段型落差工を遡上できる魚類の体長に制約があることが推察された。そこで、本調査において採捕数の多くを占めるヤマメに注目して、階段型落差工を遡上できるヤマメの体長について検討した。図-24に秋期の採捕調査およびトラップ調査において採捕されたヤマメの体長と採捕数との関係を示す。採捕調査で得られたヤマメの半数以上は体長8cm以下のヤマメであったが、トラップ調査において採捕されたヤマメには体長8cm以下のものはほとんどみられなかった。このことから、階段型落差工を遡上できるヤマメの体長には制約があるものと示唆された。

ヤマメの遡上の可否に影響を与える要因のひとつに魚道内の流速が考えられる。魚類の遊泳速度には、通常時の巡航速度と短時間の瞬発力に相当する突進速度がある。魚類が魚道を遡上するためには、少なくとも突進速度が魚道内の流速以上でなければならない。その突進速度は魚種や体長により異なる。農林水産省農村振興局整備部設計課⁵⁾に、主な魚類の遊泳速度が記載されているが、そこには体長24～50cmのサク

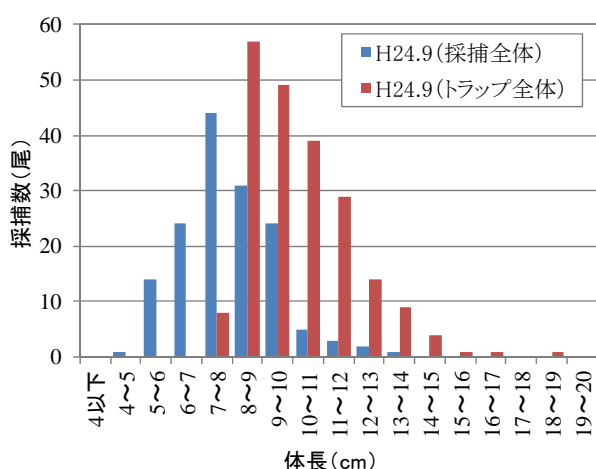


図-24 採捕調査とトラップ調査において採捕されたヤマメの体長毎の採捕数 (2013 (H24) 年 9 月調査)

表-5 切欠き部の流速と遡上したヤマメの最小体長

調査地点	切欠き部の流速 (cm/s)	遡上したヤマメの最小体長 (cm)
St.1	157	7.3
St.2	192	8.0
St.3	214	8.2

ラマスの突進速度が200～250cm/sであるとの記載はあるものの、ヤマメに関する記載はない。そこで、本調査結果より、ヤマメの突進速度の推定を試みた。

秋期のトラップ調査実施時には、階段型魚道の隔壁を越流する流水のほとんどは切欠き部に集中していたことから、このときヤマメは切欠き部の流水中を遡上したものと考えられる。表-5に、9月のトラップ調査時に実測した各調査地点切欠き部の流速と同調査時に遡上したヤマメの最小体長を示す。体長8.0cmおよび8.2cmのヤマメが、それぞれ切欠き部の流速192cm/s、214cm/sの流水に抗して遡上した。このことから、体長が8cmより大きいヤマメの突進速度は概ね200cm/sをこえると示唆される。

また、泉ら⁹⁾の実験では、平均体長4.6cm～6.2cmのヤマメ稚魚の突進速度は229cm/sであったと報告されている。ただし、この実験でヤマメが流速に抗して遊泳した距離は20cm前後である。突進速度が流速 (実験では218cm/s) を上回ったとしても、遊泳の持続能力の違いにより遊泳できる距離が異なることが考えられる。このことを踏まえて、図-24に示す結果について推察すると、現地の切欠き部の遡上経路長はおよそ60cm (隔壁幅30cm+落差30cm) であり、十分な体力をもたない体長8cm以下のヤマメは突進速度を持続できず遡上できなかった可能性がある。

4.2.5 遡上可能なヤマメと繁殖行動

以上の調査結果より、B排水路における体長8cm以下のヤマメの遡上行動は制限を受けるものの、排水路整備後8年が経過した現況においても、ヤマメは排水路内に持続的に生息している。ヤマメは、孵化後、最初の1年で数cmの体長に成長するが、繁殖行動を行うのは主に2年目の秋からである。それゆえ、体長8cm以下のヤマメが遡上できないことが繁殖行動に大きな影響を与えるものではないと考えられる。秋期の調査では遡上するヤマメとともに、図-23のトラップ調査結果に示されるように、産卵のため遡上してきたサクラマスが確認されている。また、春期の採捕調査では、産卵後1年未満と考えられる体長5cm以下の多数の個体を確認している。このことから、B排水路ではサクラマス (ヤマメ) の再生産、すなわち、産卵および孵

化が持続的に行われてきたと推察される。

5. まとめ

本研究では、魚道として階段型落差工を設置したA排水路およびB排水路を対象に、魚類の生息および遡上に関する調査を実施して、魚類の生息範囲や移動状況に影響を与える因子を抽出することを目的とした。この観点から、本研究における主要な成果を次にまとめる。

- (1) A排水路およびB排水路ともに階段型落差工を遡上する多くの遊泳魚を確認し、階段型落差工は魚道として有効に機能していることが示された。
- (2) B排水路では底生魚の階段型落差工の遡上はほとんど確認されず、A排水路ではフクドジョウやハナカジカの遡上を確認されたもののその数は多くない。階段型落差工が底生魚の動態・生息に与える影響は今後の課題である。
- (3) A排水路では、段落型落差工によりニジマスの遡上が阻害され、その生息範囲が限定されているものと考えられた。「はじめに」にも記したとおり、こうした段落型落差工は、現在、魚類の生息に配慮した魚道施設へと改修・整備が進められている。
- (4) A排水路におけるハナカジカは、階段型落差工をこえて移動しているが、3面護岸区間より上流側での生息は確認されなかった。このことから、3面護岸のような砂礫の少ない河床環境が、ハナカジカの生息範囲に影響する重要な因子であることが示唆された。
- (5) B排水路のヤマメの事例にみられるように、階段型落差工を遡上できる個体の体長には制約があるものと考えられた。しかし、このことは、B排水路におけるヤマメの生息を阻害するものではなかった。
- (6) 体長が8cmより大きいヤマメの突進速度は、概ね200cm/sをこえると示唆された。これは、泉ら⁹⁾の既往報告より小さい突進速度であった。

参考文献

- 1) 北海道河川環境研究会：魚のすみやすい川づくりガイド、北海道建設技術センター、pp.24～25、2010.9
- 2) 国土交通省河川局河川環境課：平成18年度版 河川水辺の国勢調査 基本調査マニュアル〔河川版〕、pp.Ⅱ-11～Ⅱ-28、2013.
- 3) 山田久幸、粕谷典保：植生の早期回復に配慮した排水路工法について、水と土、141、pp.71～75、2005.6月

4) 尼岡邦夫、仲谷一宏、矢部 衛：北日本魚類大図鑑、p.85、1995.9

5) 農林水産省農村振興局整備部設計課：よりよき設計のために「頭首工の魚道」設計指針、pp.20～21、2002.10

6) 泉完、山本泰之、矢田谷健一、神山公平：河川における挿入式スタミナトンネルによるヤマメ稚魚の突進速度に関する実験、農業農村工学会論文集、262、pp.103～109、2009.8

STUDY ON FISH HABITATS IN AGRICULTURAL IRRIGATION FACILITIES

Budget : Grants for operating expenses General account

Research Period : FY2012-2015

Research Team : Cold-Region Agricultural Development Research Group
(Irrigation and Drainage Facilities) and Director for

Author : NAKAMURA Kazumasa

SUTO Yuji

OHKUBO Takashi

HOMMURA Yukio

ITO Nobuo

NOZAWA Kazuhiro

NAGAHATA Masahiro

KONDO Haruyoshi

TAIRA Yoshiaki

MIYAMOTO Shuji

EBINA Kenji

TSURUSAWA Toshiki

Abstract : To determine the effectiveness of fishways installed in agricultural irrigation facilities towards increasing that effectiveness, the migratory patterns of fish after fishway installation need to be understood, and issues concerning fish habitat and migration need to be clarified. However, few surveys have been conducted for such purposes; thus, more surveys and data collection are required. In this study, a field survey was conducted in an agricultural drainage channel with a stepped drop that is the most commonly used fishway in Hokkaido, to determine the factors that affect the habitat range and movement of fish species. The survey at a stepped drop installed as a fishway indicated that, judging from the maximum flow velocity in the fishway and the masu salmon of shortest length that swam up the current when it was at the maximum flow velocity, the burst swimming speed for most of the masu salmon whose body length exceeded 8 cm was greater than 200 cm/s. Although the literature on this topic has reported burst swimming speeds of masu salmon no longer than 6 cm to be about 230 cm/s in cylindrical water channels, it is believed that actual fishways should be designed under the assumption that the burst swimming speed of fish may be less than 230 cm/s. As for demersal fish, although some were found to swim up the stepped drop, there were no cases in which fish swam up through the section that has all three sides continuously protected by concrete blocks. From the above, it can be assumed that the existence of gravel on the riverbed is an important factor in the habitat range and movement of demersal fish.

Keywords : Agricultural drainage channel, Stepped drop, Fishway, Burst swimming speed