

# 落差工魚道における魚類の体長と流速の関係

(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 大久保 天  
(独) 土木研究所 寒地土木研究所 道北支所 長畑 昌弘

排水路における魚類の生息範囲や移動状況への影響因子の把握のため、北海道内の排水路で魚類調査を行った。ここでは、移動状況への影響因子の一つとして、落差工魚道の流速と、そこで遡上可能な魚類の体長の関係を調べた。調査対象魚種のうち、データ数の多かったヤマメでは、流速が大きいほど遡上可能な個体の最小体長が大きかった。また、流速が同等の場合、円筒型の通路を用いた既往研究よりも遡上に必要な体長は大きかった。

キーワード：魚類調査、機能評価、落差工、遡上

## 1. はじめに

農業農村整備事業において、頭首工や用水路などの農業水利施設を整備する際には、水系や水路内での魚類の遡上・生息に配慮して魚道が設置されている。魚道の設計においては、魚道内の流速と魚類の遊泳力を考慮する必要がある。すなわち、魚類が遡上中に遭遇する魚道内の最大流速が、対象とする魚類の突進速度以下であることが基本となる。

この突進速度は、魚道に関する設計指針<sup>1)</sup>や手引き<sup>2)</sup>において、様々な魚種について体長の大きさごとに示されている。しかし、同指針や手引きにおけるサケ科魚類のヤマメの突進速度についての記述は十分ではない。すなわち、そこにはヤマメの降海型であるサクラマスについてのみ示されている。ヤマメは北海道内の河川でも確認される魚種であるため、河川改修に伴う魚道設計の対象魚種となり得る。それゆえ、ヤマメの突進速度や遡上能力に関する基礎的なデータが必要である。

泉ら<sup>3)~5)</sup>は、室内実験や現地河川の魚道中に設置した

円筒型の通路を用いて、通路内の流速に対して遊泳する魚類に関する一連の遊泳実験を行い、ヤマメを含む各種魚類の突進速度を調査した。しかし、これは魚道の流れで突進速度を調査したものではないので、実際の魚道の流れにおけるヤマメの遊泳能力を確認する必要がある。

そこで、本研究では実際の魚道における魚類調査の結果から、ヤマメの魚体長と遡上可能な流速の関係を整理して、実際の落差工におけるヤマメの遡上能力を検証した。

## 2. 調査対象施設

調査対象としたA排水路は、河口から約40km上流にある総延長約6kmの排水路であり、供用開始後約8年が経過している。この排水路区間に29箇所<sup>6)</sup>の階段型落差工が整備されている(図-1)。これらの階段型落差工は、小落差を連ねて階段状に余剰落差を調節する構造(写真-1)を有している<sup>6)</sup>。

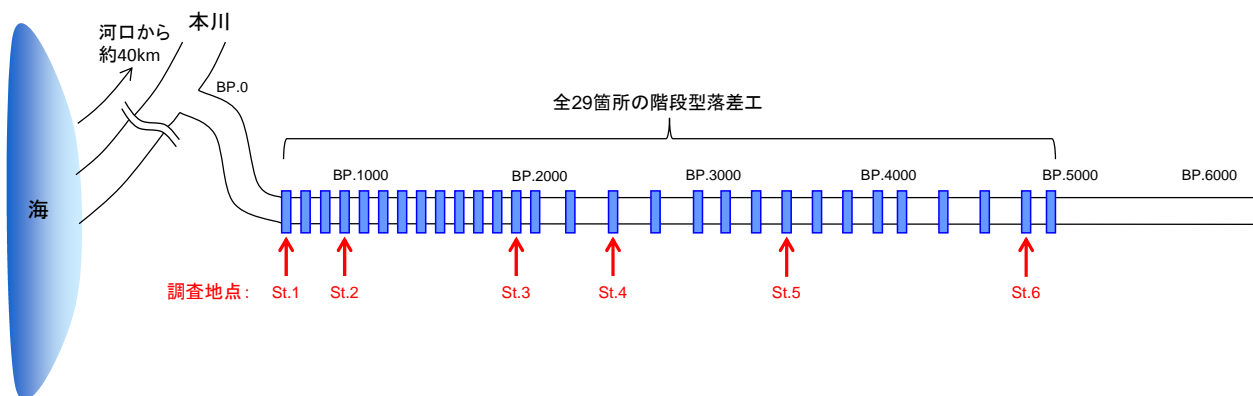


図-1 A排水路の概要と調査地点



写真-1 階段型落差工の外観



写真-2 隔壁中央部の切欠部の流水状況

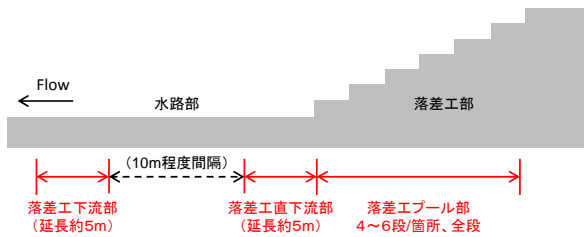


図-2 各調査地点における調査箇所

また、隔壁中央部には切欠が設けられ(写真-2)、排水路流量が減少した際にも切欠部を流れる流水により魚類が遡上できるように配慮している。

### 3. 調査方法

A排水路における調査は、サケ科魚類が降海を始める春期から、遡上期に相当する秋期までの期間に計4回行った(平成24年5月、6月、7月、9月)。本研究で実施した調査は次のとおりである。

#### (1) 採捕調査

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、図-1に示した6地点で行った。これらの地点では、図-2に示した落差工下流部(水路部)、落差工直下流部、落差工プール部において、さで網や電気ショッカーを用いて採捕調査を行った。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。

#### (2) トラップ調査

トラップ調査は、落差工を遡上した魚類を直接採捕するもので、図-1に示した6地点のうち、St. 2、St. 4、St. 6の3地点を対象として行った。この調査では、トラップを各落差工の最上流部に一昼夜(24時間)設置した。

#### (3) 流速調査

流速は、流速計を用いて、魚類の遡上経路となる落差工下流部(水路部)、落差工直下流部、落差工プール部および落差工切欠部で計測した。その計測位置は、各箇所の水路センター付近にて、落差工下流部(水路部)と落差工直下流部では水面から水深の6割程度の深さ、落差工プール部および落差工切欠部は水面から概ね15cmとした。

## 4. 結果

#### (1) 採捕調査

採捕調査の結果、A排水路では7科13種の魚類と1科1種の甲殻類を確認した。このうち、ヤマメに関する調査地点および調査時期ごとの採捕数を表-1に示す。また、図-3には総数に対する魚体長の大きさごとの割合を示す。ヤマメはA排水路全域に分布しているとともに、5cm程度の小さいものから10cm以上のものまで幅広い世代の生息が確認された。

#### (2) トラップ調査

ヤマメに関するトラップ調査での採捕数を表-2に示す。同表には、ヤマメの親魚となるサクラマスの結果も記した。ヤマメは遡上期である9月に多く確認された。これは産卵に向けて河川上流へ遡上するサクラマスに併せて繁殖活動を行うヤマメの生態行動と一致する<sup>7)</sup>。そのデータ数の多い9月の場合について、総数に対する魚体長の大きさごとの割合を図-4に示す。採捕調査では体長8cm以下のヤマメが全体の採捕数の約6割を占めている(図-5)にもかかわらず、トラップ調査では、体長8cm以下のヤマメはほとんどみられなかった。このことから、落差工を遡上できるヤマメは体長により制限されることが示された。

#### (3) 流速調査

流速調査の結果のうち、平成24年度9月のSt. 1におけ

表-1 採捕調査でのヤマメの採捕数

調査時期	調査地点						総数
	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	
5月	44	27	24	26	63	67	251
6月	25	15	25	40	49	59	213
7月	35	29	23	31	54	54	226
9月	50	61	44	46	46	42	289

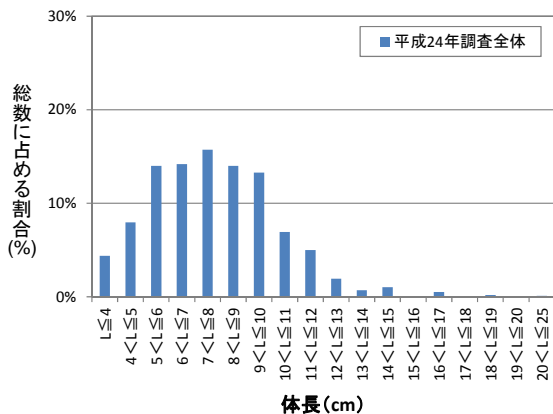


図-3 魚体長の大きさごと割合 (採捕調査)

る落差工下流部（水路部）、落差工直下流部、落差工プール部および落差工切欠部の流速を表-3に示す。最も流速が大きいのは落差工切欠部であった。

既往文献において、落差工切欠部で計測した流速は、深さ5cm以上深くなると流速が概ね一定の分布となること<sup>1)</sup>、深さが一定であれば横方向の流速は概ね同等あること<sup>9)</sup>が示されている。それゆえ、計測した落差工切欠部の流速を、魚類が遡上中に遭遇する最大の流速であるとした。

## 5. 考察

以上の調査結果から、ヤマメの体長と、遡上中に遭遇する最大流速である落差工切欠部の流速との関係を考察した。

落差工を遡上したヤマメの体長と落差工切欠部の流速との関係を図-6に示す。比較のため円筒型の通路の流れに逆らってヤマメを遊泳させ、突進速度を調べた泉らの結果<sup>3)~5)</sup>を同図中に記した。落差工切欠部の流速が大きいほど、遡上していたヤマメの最小体長は大きい傾向がみられた。このことにより、切欠部の流速がヤマメの遡上に影響することが示唆された。泉らの研究<sup>3)~5)</sup>では、体長5cm程度のヤマメの突進速度は2.3m/s程度と示されている。一方、本調査では落差工切欠部の流速は2.2m/s以下であったものの、魚体長が8cm以下のヤマメの遡上はほとんど確認されなかった。

このことの原因として可能性のあるものは、まず泉ら

表-2 トラップ調査でのヤマメの採捕数

調査時期	調査地点			総数
	St.2	St.4	St.6	
5月	1	1	0	2
6月	1	0	1	2
7月	14	2	2	18
9月	86(1)	52(5)	74(5)	212(11)

※カッコの数字は、サクラマスを示す。

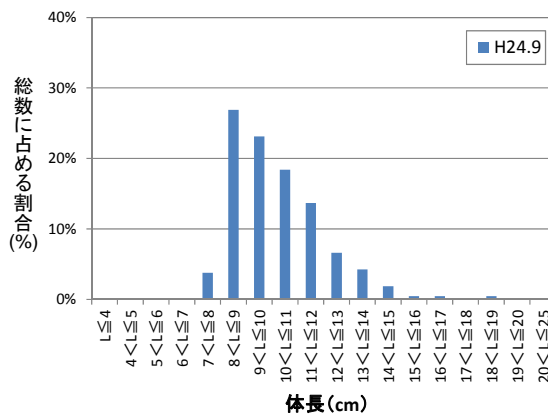


図-4 魚体長の大きさごと割合  
(9月実施のトラップ調査)

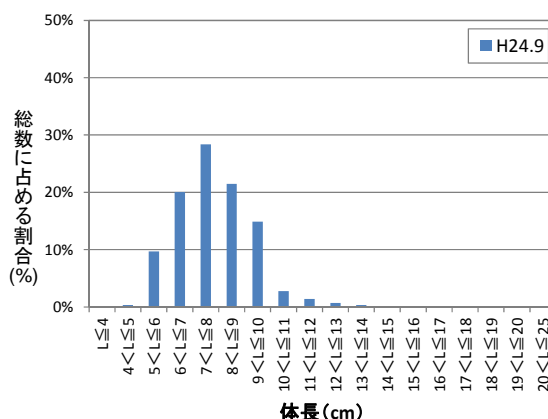


図-5 魚体長の大きさごと割合  
(9月実施の採捕調査)

の研究<sup>3)~5)</sup>と本調査のヤマメの個体レベルの遊泳能力の差があげられる。また、両者のヤマメの遊泳能力に大きな差はないとして、別な視点からみれば、体長約5cm程度のヤマメが遡上できる切欠部の流速でありながら、現地の落差工では、それ以上のヤマメ（体長約5cm程度～約8cm以下）が何らかの要因で遡上を阻害されているととらえることができる。実際の落差工では流速以外の要因も存在していて、それがヤマメの遡上可否に影響していることが考えられる。例えば、階段型落差工内の流況形態が魚類の遡上率に影響していること<sup>9)</sup>や、隔壁天端の形状が魚類の遡上に影響することが指摘されている（A排水路の隔壁天端は丸型であるが、切欠底部は直角型となっている）。

表-3 流速調査結果

単位:m/s	
調査箇所	流速
落差工下流部	0.58
落差工直下流部	1.32
落差工プール部	0.59
落差工切欠部	2.04

実際の落差工で、ある体長より小さなヤマメの遡上が困難であることが、必ずしもヤマメの生息に重大な影響を及ぼしているわけではない。A排水路では、遡上期である9月に産卵のために遡上するサクラマスがみられる(表-2)とともに、排水路上流のSt.6地点では春期に5cm以下の小さな個体も確認されている(図-7)ことから、ヤマメの再生産(産卵、孵化)が行われているものと推察される。それゆえ、現状の階段型落差工がヤマメの生息を阻害しているものではないと考えられる。

階段型落差工の設計では、対象魚種の生態も踏まえた上で、以上のような複数の視点から検討する必要がある。その際に、本研究で得られたような現地における調査結果が参考になるものと考えられる。

## 6. まとめ

本研究では、実際の魚道における魚類調査の結果からヤマメを対象に、体長と遡上可能な流速の関係を整理して、実際の落差工におけるヤマメの遡上能力を検証した。本研究において得られた主な知見は次のとおりである。

- (1) 魚道内の最大流速(本研究では落差工切欠部の流速)が大きいほど、落差工を遡上可能なヤマメの最小体長は大きい傾向がみられた。
- (2) 円筒型の通路を用いて行われた既往研究では、体長5cm程度の子ヤマメの突進速度は2.3m/s程度と示されているが、本調査では体長が8cm以下のヤマメの遡上はほとんど確認されなかった。既往研究の突進速度を参考にして設計を行う場合、調査が行われた条件を考慮することが望ましいと考えられる。
- (3) A排水路では、サクラマスの遡上や、排水路上流地点において魚体長の小さい個体も確認されたことから、ヤマメに関しては再生産が行われているものと推察された。

### 参考文献

- 1) 農林水産省農村振興局整備部設計課監修(社)農業土木学会発行:よりよき設計のために「頭首工の魚道」設計指針、2002
- 2) 国土交通省河川局:魚がのぼりやすい川づくりの手引き、2005
- 3) 泉完、矢田谷健一:河川における自然誘導式スタミナトンネルを用いた野生魚の突進速度に関する実験、農業農村工学会論文集、第249号、pp.115~116、2007.6
- 4) 泉完、山本泰之、矢田谷健一、神山公平:河川における自

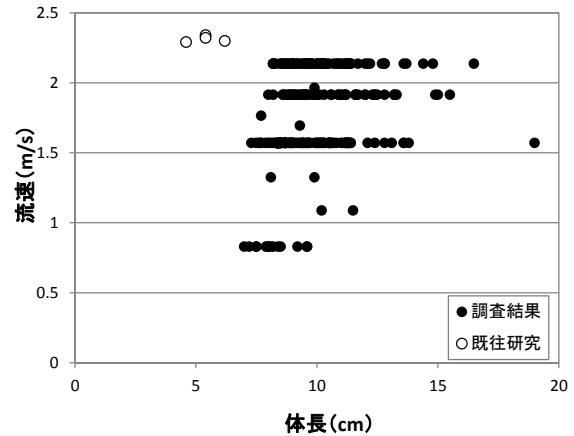


図-6 体長と流速の関係

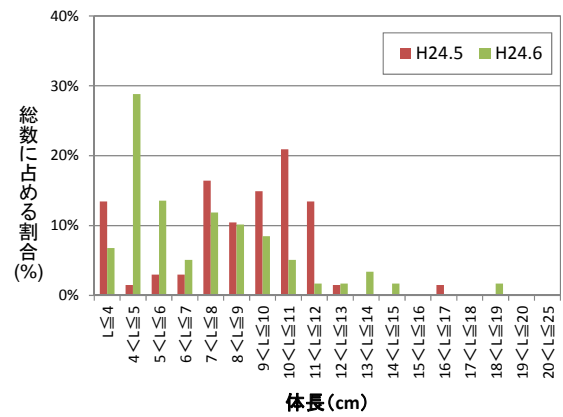


図-7 St.6地点の魚体長の大きさごと割合(採捕調査)

- 然誘導式スタミナトンネルを用いた高速流条件での野生魚の突進速度、農業農村工学会論文集、第261号、pp.73~82、2009.6
- 5) 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、第262号、pp.103~109、2009.8
  - 6) 北海道開発局農業水産部:排水路計画設計技術指針(案)、1998
  - 7) (株)山と溪谷社:山溪カラー名鑑 日本の淡水魚(改訂版)、2005
  - 8) 中村俊六、高嶋信博、木村博:階段式魚道の流況に関する実験について、農業土木学会誌、第55巻、第10号、pp.11~16、1987.10
  - 9) 浪平篤:魚道内の流況に着目した階段式魚道の設計に関する研究、農村工学研究所研究報告、第49号、2010.2