

北上川水系中津川における河川横断構造物と 魚類の生息分布との関係

辻 盛生*・鈴木 正貴*・加藤 溪***・

小野寺 海人***・加藤 豪仁****

要 旨 北上川水系中津川とその支流の米内川において、横断構造物であるダムおよび堰堤と魚類分布の関係を調査した。優占魚種はヤマメ、アブラハヤ、カジカ、ウグイであった。中津川は、ダムによるアーマー化の傾向が見られ、カジカやウグイはダム下流部において生息が確認できなかった調査区があった。米内川にはダムは無く、河床は砂礫からなり、所々に淵も見られ、各魚種の当歳魚が確認されたが、その数は少なかった。米内川合流直後の堰堤において、多くの小型の個体が滞留する傾向が見られ、サケの遡上もこの堰堤で止められた。特にウグイはその堰堤よりも上流側の分布が少ない傾向が顕著であった。魚類の生息、産卵環境としても良好に機能すると考えられる米内川に小型個体が遡上できるよう、堰堤に備えられた魚道の改善が望まれる。

キーワード 堰堤、ダム、移動阻害、河床材料、物理環境

1. はじめに

河川に生息する魚類は、餌資源や好適な生息環境を求めて河川内を移動する(棟方・三浦 2009)。一方、瀬や淵、水際の植生など、多様な構造を持つ河川は魚類に生活の場を提供する(豊島ら 1996、辻ら 2017)。しかし、河川の流路を横断するダムや堰などの構造物は、魚類の河川内移動を阻害し、流れ分布を制約する(中野ら 1995、松宮ら 2001、樋口ら 2005)。河川横断構造物の設置は、河川を利用する魚類にとって、生活の場の縮小や消失をもたらした(中野ら 1995、渡辺ら 2001、福島 2005)、集団の分断、縮小、さらにこれらに起因する近交弱勢による遺伝的劣化によって絶滅を引き起こすと予測されている(Dunham et al., 森田・山本

2004)。

他方、河川横断構造物であるダムは魚類の移動を妨げるだけではなく、河床材料の移動(辻本 1999)や水質(香川 1999、辻ら 2014)に影響を与える。特に、上流から供給される土砂がダム湛水域に沈降することから、ダム下流域においてはアーマー化と呼ばれる河床材料の粗粒化(土屋 1981)が生じ、河川生態系に影響を与える(角ら 2011)。

盛岡市内を流れる中津川においては、支流の米内川との合流直後、およびその上流側の両河川にそれぞれ複数存在する堰堤による魚類生息域の分断や、中津川上流に存在するダムによる生息魚への影響が懸念される。しかしながら、これら横断

* 岩手県立大学総合政策学部 〒020-0693 岩手県滝沢市巣子 152-52

** 東北緑化環境保全株式会社 〒980-0014 宮城県仙台市青葉区本町 2-5-1

*** 一関市役所 〒021-8501 岩手県一関市竹山町 7-2

**** 株式会社サンデー 〒039-1166 青森県八戸市根城 6-22-10

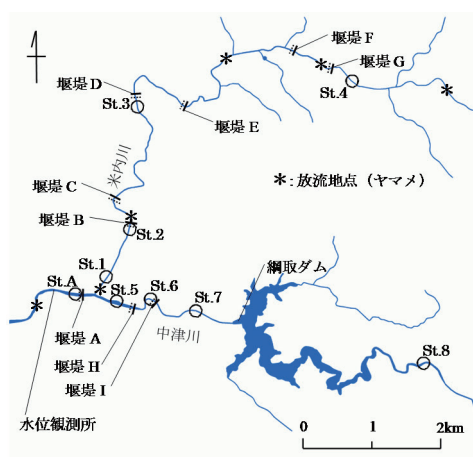


Fig. 1. 調査地点

Table 1. 調査実施日

調査内容	実施場所	年 月 日
河床材料調査	St.1, St.5,	2012 8月16日
	St.4, St.8	2013 6月13日
魚類採捕調査	St.A, St.1, St.2,	2012 5月17日, 7月27日,
	St.5, St.6	10月8日
河川流速・水質調査	St.2, St.3, St.4,	2014 5月31日, 9月2日,
	St.6, St.7, St.8	10月9日

St. 1 および St. 5 は、2012年5月17日の調査は実施していない。

構造物が本川の生息魚に与える影響は明らかになっていない。ここでは、中津川、米内川におけるダムや堰堤が魚類生息におよぼす影響を検証した結果を報告する。

2. 材料および方法

2.1 調査地の概要

中津川は北上川の一次支流で、流路延長が34.5 km、流域面積は208 km²の一級河川である。北上山地を源流として網取ダム(1982年竣工)を経て支流である米内川と合流し、その下流に堰堤Aが存在する(Fig. 1)。堰堤Aより下流側では、北上川との合流点までの約4.6 kmにおいて、魚類の移動を阻害する横断構造物は存在しない。なお、北上川には河口から17 kmほど上流に北上大堰が存在するが、それより上流側の中津川までの間には魚類の移動を阻害する横断構造物はない。また、北上大堰には魚道が設置されており、魚類の

移動が確認されている(佐藤ら1992)。米内川合流点より上流においては、中津川は堰堤H、堰堤Iを経て、さらに網取ダムが存在する。米内川は、堰堤B～Gの6つの堰堤が存在する。調査区間におけるそれぞれの河川横断構造物、調査区(St.)の位置をFig. 1に示した。ここでは、中津川の網取ダム下流においてSt.5、St.6、St.7を設定し、さらにダム上流にSt.8を設けた。米内川においては、中津川のそれぞれのSt.に対応する位置にSt.1、St.2、St.3、St.4を設定した。さらに堰堤A下流にSt.Aを設定した。

横断構造物諸元調査は2016年8月20日に実施し、それ以外の各調査実施日についてTable 1に示した。なお、魚類採捕調査は隔年の実施であることから、両年で重複して調査したSt.2、St.6の水質、および物理環境から、調査年間の河川環境の差の有無を確認した。

2012年は5月21日、2014年は5月20日に米内川の複数箇所(Fig. 1)で30～50 mm程度のヤマメ *Oncorhynchus masou masou* の稚魚が各年に合計1200尾程度放流された(岩手県釣り団体協議会 私信)。

2.2 河川横断構造物の状況

調査範囲内に存在する横断構造物の構造や大きさ、用途、魚道の有無についてTable 2に示した。以下、各構造物の状況を示す。堰堤Aは、米内川合流直後にあり、堰堤の高さは1.9 m、下流突出型の階段式魚道が備えられた。米内川には、堰堤B～Fの5つの堰堤が存在した。堰堤Bには魚道は設置されていないものの、堰堤の高さが1.6 m、水叩き部の水深が0.6 mであり、小規模の増水でほとんど落差が見られなくなった。堰堤Cは、直径1 mを越える自然石をランダムに積み合わせた構造で、高低差は約2 mであった。そのため、落差は比較的大きいものの、魚類の遡上が可能と思われる流路が数カ所形成されていた。堰堤D、Eはどちらも下流突出型の階段式魚道が備えられ、それぞれ堰堤の高さは1.7 m、1.5 mであった。堰堤Fは高さ2.3 mで、下流突出型の階段式魚道が設置されていたものの、平水において魚道を水が

Table 2. 河川横断構造物の諸元

所在場所	横断構造物	堰堤構造	用途・目的	堰堤高さ	水叩き部 水深	魚道構造
合流後	堰堤 A	自然石張りコンクリート	水道, 防火用水	1.9m	0.2m	階段式
米内川	堰堤 B	コンクリート	農業	1.6m	0.6m	—
	堰堤 C	自然石積み	農業	2.0m	0.2-0.3m	—
	堰堤 D	コンクリート	農業	1.7m	0.15m	階段式
	堰堤 E	コンクリート	農業	1.5m	0.4m	階段式
	堰堤 F	自然石張りコンクリート	水道, 農業	2.3m	0.6-0.7m	階段式(破損)
	堰堤 G	コンクリート(一部崩壊)	農業	1.0m	0.2m	—
	堰堤 H	コンクリート	農業	1.8m	0.5m	階段式(扇型)
中津川	堰堤 I	コンクリート	農業	1.3m	0.1m	—
	網取ダム	重力式コンクリートダム	洪水調節, 水道, 不特定利水	59m	—	—

Table 3. 水文環境調査結果

	2012	2013	2014
年間降水量 (mm/年)	1243	1723	1359
日最大降水量 (mm/年)	63.5	66.5	66.0
日最大降水量記録日	7月16日	9月16日	7月10日
日降水量30mm以上の日数(日)	6	11	11
年間平均流量 (m³/s)	3.4	11.2	7.2
最大流量 (m³/s)	24.1	109.5	102.3
最大流量記録日	Jul.17	Jul.13	Apr.4
St.2, St.6 平均 EC 値 (mS/m)	5.4, 6.0	—	5.3, 5.6
St.2, St.6 平均 pH	7.1, 7.2	—	7.3, 7.3
St.2, St.6 平均 DO(SAT) (%)	98.4, 98.8	—	99.6, 96.2

水質は、魚類採捕調査実施日に測定したもの。

流下しておらず、機能していない状況であった。堰堤 G は高さが 1 m で一部コンクリートが崩れており、結果として平水でも魚類の遡上が可能と考えられる構造であった。中津川の堰堤 H、I は、双方ともコンクリート製であり、堰堤 H の高さは 1.3 m、階段式の扇形魚道が備えられた。堰堤 I の高さは 1.3 m であり、魚道は設置されていない。中津川上流に位置する網取ダムは多目的ダムであり、高さは 59 m で魚道はない。

2.3 河川環境の物理化学的調査

調査期間である 2012 年 5 月から 2014 年 10 月において、国土交通省山岸水位観測所のデータに基づく水位と流量の相関から求めた河川流量、および中津川の上流域に近い藪川のアメダスデータによる降水量をそれぞれ把握した。

魚類採捕調査時に、各調査区において気温、水

温、水素イオン濃度 (pH)、溶存酸素量 (DO)、電気伝導度 (EC) の測定を行った。DO および水温、飽和溶存酸素量から酸素飽和度 (DO (SAT)) を求めた。St.2 と St.6 においては両年で調査を行い、有意水準 5% で Welch-t 検定によって比較した。

St.A および St.1~8 の各調査区において、魚類採捕調査終了直後に、流速、水深の物理環境調査を行った。直線河道部の St.1、St.3、St.4、St.5、St.7、St.8 は、採捕範囲の河川横断方向に、現地の状況を踏まえて 3~4 本の測線を設定し、測線上の河川横断方向に 5 等分して 4 地点の測点を設け、毎回の調査において極力同じ地点で水深と 6 割流速の測定を行った。堰堤直下の St.A、St.2、St.6 は、水叩き部分から下流に向かい川幅が変化し、横断方向に同数の定点の設定が困難であったことから、概ね等間隔に 10 か所程度定点を決め、調査回毎に極力同じ地点で水深、6 割流速を測定した。測定した水深、流速について、堰堤直下の St.A、St.2、St.6 と直線河道部の St.1、St.3、St.4、St.5、St.7、St.8 に区分し、各 St.間の差を比較した。なお、2012 年と 2014 年における物理環境の差異の評価には、比較的近い流量が観測された 2012 年 7 月 27 日 (4.16 m³/day) と 2014 年 5 月 31 日 (3.64 m³/day) のデータを用いた。Bartlett 検定の結果、等分散性が棄却されたことから、5% の有意水準で Kruskal-Wallis 検定で有意差を確

認し Steel-Dwass の多重比較検定を行った。

河床構造がダムによって受ける影響を比較するために、ダムを擁する中津川下流 (St.5)、ダムの無い米内川下流 (St.1) を、さらに上流からの土砂供給においてダムの影響を受けていない中津川上流 (St.8)、米内川上流 (St.4) を調査区として設定した (Fig. 1)。調査は2012年8月に St.1、St.5 を、2013年6月に St.4 と St.8 を実施した。河床材料サンプルを採取するための横断線は、調査区内で大きな岩などの障害物が見られない代表的な平瀬に設定した。川幅を横断方向に4等分する3地点を設定し、それぞれに0.5 m×0.5 m のコードラートを設けた。枠内の表層約10 cm とさらにその下層約10 cm の第2層に分けて河床材料を網目0.3 mm のサーバーネット (HOGA 社製) を用いて採取した。粒径100 mm 以上のサンプルは、個別に長径、短径、重量を現地で測定し、長径と短径の平均を粒径の値として用いた。

持ち帰ったサンプルは80℃に設定した通風乾燥機で48時間乾燥させた後、63 mm、31.5 mm、13.2 mm、8 mm、4 mm、2 mm、1 mm、0.5 mm、0.25 mm のJIS 準拠の9種類のふるい(直径200 mm) で選別を行った。13.2 mm 未満は自動ふるい震とう機 (日陶科学社製 ANF-30) を用い、63 mm、31.5 mm は手動でふるい分けを行った。その後、現地測定で粒径100 mm 以上のサンプルも含め、各階級の重量百分率から粒径分布曲線を作成した。表層、下層毎に4地点の粒度分布において、Friedman 検定の結果有意差を確認し、5%の有意水準で Sheffe の多重比較検定によって差を確認した。なお、本報告の統計解析は SSRI 社のエクセル統計2015を用いた。

2.4 魚類採捕調査

2012年5月17日、2014年5月31日に春季調査、2012年7月27日、2014年9月2日に夏季調査、2012年10月8日、2014年10月9日に秋季調査を各調査区において実施した (Table 1)。合流点から中流までの St.A、St.1、St.2、St.5、St.6 を2012年に、中流から上流の St.2、St.3、St.4、St.6、St.7、St.8 を2014年に調査した (Fig.

1)。なお、2012年の春季調査では、St.1、St.5 の調査を実施していない。

1つの調査区は3名で採捕し、1名が投網を7回投げ、その後2名がエレクトリックフィッシャー (Smith-Root 社製 LR-20B)、タモ網、サデ網を併用して水際部や障害物付近を中心に15分間採捕を行った。エレクトリックフィッシャーの設定は、電圧を300 V、デューティ比15%、周波数を25 Hz とした。直線河道部 (St.1、St.3、St.4、St.5、St.7、St.8) は平瀬部を中心に縦断方向に約50 m の範囲を、堰堤直下 (St.A、St.2、St.6) は水叩きおよびその周辺を時間内に採捕した。なお、St.2は、水叩きおよびその周辺部の面積が小さかったことから、努力量を揃えるために下流の直線河道部を約10 m 調査範囲に含めた。採捕した個体は種を同定し、標準体長を計測後に同調査区に放流した。なお、本報告における魚類の分類は、中坊 (2013) にしたがった。また、2012年10月8日の St.A 調査において複数尾のサケの生息が目視で確認されたが、採捕対象から除外した。

3. 結果

3.1 水質および物理環境

2012年から2014年における降水量、流量、水質に関する調査結果を Table 3 に示した。2012年の降水量は1243 mm/y と少なく、山岸水位観測所での年間平均流量は3.4 m³/s であった。2013年の降水量は1723 mm/y であり平年の1334 mm/y に比べ多く、年間平均流量は11.2 m³/s であった。2014年の降水量は1359 mm/y であり、年間平均流量は7.2 m³/s であった。

2012年と2014年の両年に魚類採捕調査を実施した St.2、St.6 における3回の魚類採捕調査時の水質の平均値を比較した。その結果、EC、pH 共に、2012年、2014年の間に有意差は見られず ($p>0.05$)、DO (SAT) もほぼ飽和状態を示した。

水深、流速の調査結果を Fig. 2 に示した。各調査区の物理環境の特徴を以下に示す。2012年、2014年の両年で測定した St.2、St.6 において、水深、

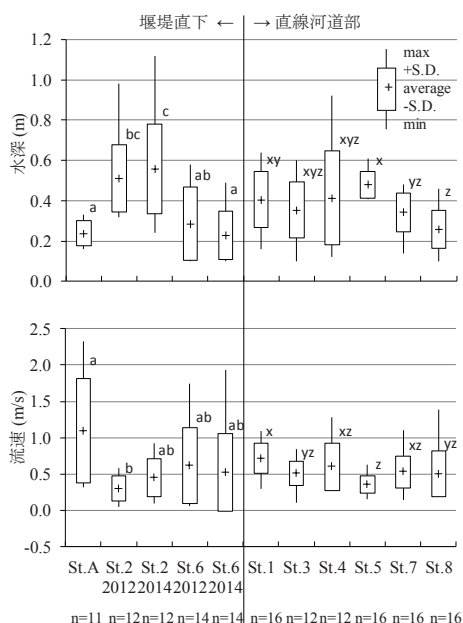


Fig. 2. 各調査区の水深と流速の状況

(同一のアルファベットは、有意差なしを示す。)

流速共に差は見られなかった ($p>0.05$)。2014 年 St.2 の水深は、St.A および 2012 年の St.6 に比べて有意に深かった ($p<0.05$)。また、St.2 の水深にばらつきが大きい傾向が見られたが、これは水叩きの下流側に水深 1 m 程度の淵が存在したことによる。直線河道部については、米内川の St.1、St.3、St.4 において水深の最大、最小値の差、および標準偏差が中津川の St.5、St.7、St.8 に比べて大きい傾向が見られた。また、St.5 の水深は、St.7、St.8 に対して有意に深い傾向が見られた ($p<0.05$)。直線河道部の St.5 における平均流速は、St.1 に比べて有意に遅い傾向が見られた ($p<0.05$)。

調査を実施した St.1、St.4、St.5、St.8 における河床材料の平均値による粒径階級毎の粒径分布を Fig. 3 に示した。上流部の St.4、St.8 の表層においては、両河川の粒径分布に差異は見られず ($p>0.05$)、ダムの無い米内川下流の St.1 においても St.4、St.8 との差は見られなかった ($p>0.05$)。

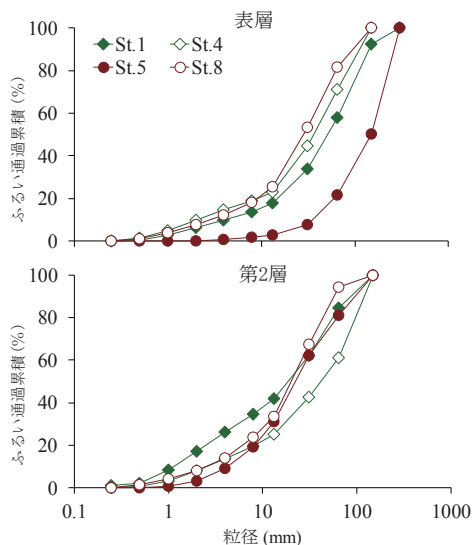


Fig. 3. 河床材料の粒径分布

一方、ダムのある中津川の下流である St.5 の表層においては、上流の St.8 との間に有意差が見られ ($p<0.05$)、8 mm 未満の細粒分の占める割合は 1.6% と他の調査区の上層 (St.1 : 13.8%、St.4 : 14.6%、St.8 : 12.1%) に比べて少ない傾向が見られた。さらに、St.5 表層では 65 mm 以上の粒径が 78.2% を占め、他の調査区の上層 (St.1 : 42.2%、St.4 : 28.6%、St.8 : 18.4%) に比べて多い傾向が見られた。第 2 層については、各地点における統計的有意差は見られなかった ($p>0.05$)。

3.2 魚類採捕調査

3.2.1 採捕魚種および各調査地の傾向

2012 年、2014 年の間の水質、および St.2、St.6 における流速、水深に差が見られなかったことから、2 ヶ年の間で、河川環境の大幅な変化は無かったと判断した。

調査日毎に採捕した魚種、尾数、岩手県レッドリスト (岩手県 2013) および環境省レッドリスト (環境省 2015) のランク情報を Table 4 に示した。総採捕種数は 10 科 17 種、総採捕尾数は 1618 尾であった。また、オオクチバス *Micropterus salmoides* は国外外来種、ワカサギ *Hypomesus*

Table 4. 採捕魚種および尾数

和名	学名	調査区No. (調査回数)	レッドリスト		(尾数 (調査毎平均))										計	%	
			岩手県	環境省	St. A (n=3)	St. 1 (n=2)	St. 2 (n=6)	St. 3 (n=3)	St. 4 (n=3)	St. 5 (n=2)	St. 6 (n=6)	St. 7 (n=3)	St. 8 (n=3)				
スナヤツメ類	<i>Lethenteron</i> sp.		C	VU			9 (1.5)								9	0.6	
タナゴ	<i>Acheilognathus melanogaster</i>		D	EN	7 (2.3)										7	0.4	
ウグイ	<i>Tribolodon hakonensis</i>				109 (36.3)		10 (1.7)	5 (1.7)	7 (2.3)	4 (2)	23 (3.8)		1 (0.3)	159	9.8		
アブラハヤ	<i>Phoxinus lagowskii steindachneri</i>				164 (54.7)	10 (5)	28 (4.7)	11 (3.7)		11 (5.5)	79 (13.2)	26 (8.7)	3 (1)	332	20.5		
モツゴ	<i>Pseudorasbora parva</i>				4 (1.3)									4	0.2		
カマツカ	<i>Pseudogobio esocinus</i>		DD				2 (0.3)							2	0.1		
コイ科未成魚	Larval cyprinid							7 (2.3)						7	0.4		
ヒガシシマドジョウ	<i>Cobitis biwae</i>							1 (0.3)			3 (0.5)			4	0.2		
ギバチ	<i>Pseudobagrus tokiensis</i>			VU						1 (0.5)				1	0.1		
ワカサギ	<i>Hypomesus nipponensis</i>										4 (0.7)			4	0.2		
アユ	<i>Plecoglossus altivelis</i>				8 (2.7)			1 (0.2)						9	0.6		
ヤマメ	<i>Oncorhynchus masou masou</i>				188 (62.7)	78 (39)	101 (16.8)	47 (15.7)	61 (20.3)	29 (14.5)	183 (30.5)	48 (16)	8 (2.7)	743	45.9		
サクラマス							3 (0.5)							3	0.2		
イワナ属	<i>Salvelinus</i> sp.				2 (0.7)			1 (0.2)					2 (0.7)	5	0.3		
オオクチバス	<i>Micropterus salmoides</i>				4 (1.3)									4	0.2		
カジカ	<i>Cottus pollux</i> (Large eggs)		C	NT	110 (36.7)	39 (19.5)	77 (12.8)	21 (7)	15 (5)	43 (21.5)			17 (5.7)	322	19.9		
オオヨシノボリ	<i>Rhinogobius fluvialis</i>				1 (0.3)									1	0.1		
トウヨシノボリ	<i>Rhinogobius kurodai</i>				2 (0.7)									2	0.1		
計					599 (199.7)	127 (63.5)	232 (38.7)	92 (30.7)	83 (27.7)	88 (44)	292 (48.7)	74 (24.7)	31 (10.3)	1618			
(%)					37 (40.9)	7.8 (13)	14.3 (7.9)	5.7 (6.3)	5.1 (5.7)	5.4 (9)	18 (10)	4.6 (5.1)	1.9 (2.1)				
種数					11	3	8	5	3	5	5	2	5	16			

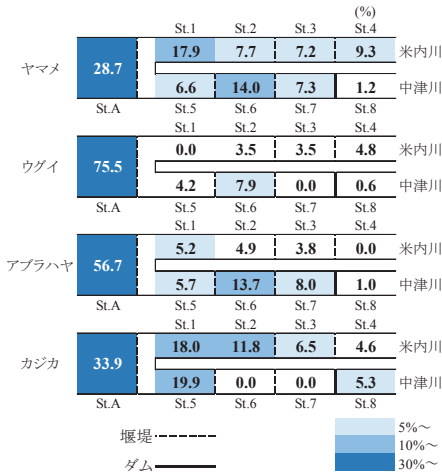


Fig. 4. 主要魚種の流程分布の割合

(1 調査当たり平均)

nipponensis、アユ *Plecoglossus altivelis altivelis*、モツゴ *Pseudorasbora parva* は国内外来種である (岩手県 2001)。

3 季の全調査地点の採捕尾数は、ヤマメが 743 尾 (45.9%)、アブラハヤ *Phoxinus lagowskii steindachneri* が 332 尾 (20.5%)、カジカ大卵型 *Cottus pollux* (以降「カジカ」とする) が 322 尾 (19.9%)、ウグイ *Tribolodon hakonensis* が 159 尾 (9.8%) であり、この 4 種類で全体の約 96% を占めることから、本川における優占種といえる。残りはそれぞれの種において全捕獲数の 1%未満

であった。St.2 において 2012 年 7 月 27 日に 510 mm、同年 10 月 8 日に 465 mm、485 mm のサクラマスを採捕した。サクラマスの陸封型がヤマメであるが、ここでは分けて評価した。また、中津川におけるサケの遡上時期である秋季 (渡辺 2017) の調査において、St.A より上流においてサケは確認されていない。なお、2014 年 9 月 2 日に St.3 において確認されたコイ科未成魚 7 尾は、アブラハヤと思われるが同定には至らなかった。

St.A の調査 1 回あたりの平均は約 200 尾であり全体の 41%を占めた。堰堤 A より上流においては、調査 1 回あたりの平均採捕尾数は、10.3~63.5 尾であり、上流に向かうほど少なくなる傾向が見られた。

主要魚種の流程分布を Fig. 4 に示した。なお、数値は調査 1 回あたりの平均採捕尾数の流程内に占める割合を用いた。ヤマメは St.A で 28.7%、堰堤 A より上流では、St.1、St.6 においてそれぞれ 17.9%、14.0%を占め比較的多かった。一方、網取ダム上流の St.8 においては、1.2%と少なかった。ウグイは St.A で 75.5%を占めた。堰堤 A より上流の分布は少なく、St.1、St.7 では採捕されなかった。アブラハヤは、St.A で 56.7%を占めた。堰堤 A より上流では St.6 において 13.7%と比較的多い傾向が見られたが、各河川の上流である St.4、St.8 におけるアブラハヤの分布はそれぞれ

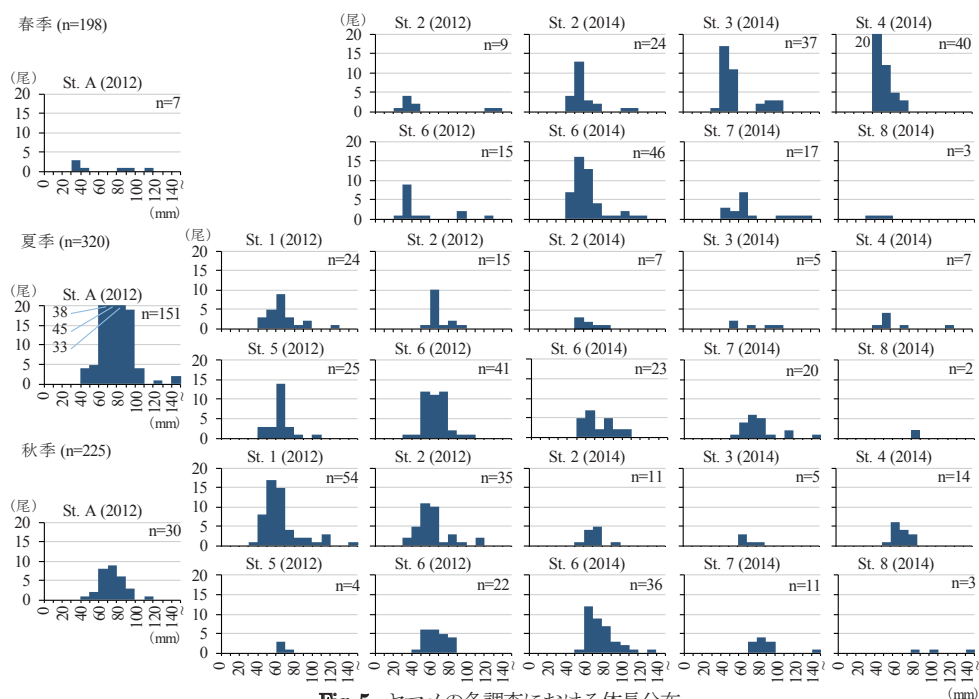


Fig. 5. ヤマメの各調査における体長分布

0%、1.0%であった。カジカは、St.A で 33.9%、堰堤 A より上流では St.1、St.2、St.5 でそれぞれ 18.0%、11.8%、19.9%と比較的多い傾向が見られた。他方で、St.6、St.7 では調査期間を通してカジカは採捕されなかった。

3.2.2 優占種の季節的消長

ヤマメは、2012 年春季の調査である St.A、St.2 (2012)、St.6 (2012) の結果は放流前のものであり、20~50 mm と 80 mm 以上の 2 峰分布となった (Fig. 5)。一方、2014 年春季は放流後であり、40~80 mm のピークが見られた。ダム上流であり放流が行われていない St.8 においては春季に 30~60 mm のヤマメ当歳魚と考えられる個体が確認された。夏季は St.A に集中する傾向が見られた。

カジカは、3 季を通し St.A で多い傾向が見られたが、同地点において当歳魚による 2 峰分布は確認されなかった (Fig. 6)。夏季においては、堰堤 A より上流において、分布が見られなかった St.6、

St.7 および St.3 以外で 10~30 mm の当歳魚を含む 2 峰分布が確認された。秋季においても堰堤 A より上流において、20~40 mm の当歳魚の分布が確認された。

なお、ウグイは St.A における秋季の採捕が 83 尾と多く、体長の最頻階級は 40~50 mm であった。アブラハヤは、St.A において 50~90 mm の個体を中心として夏季に 134 尾、秋季に 30 尾採捕された。堰堤 A より上流においては、アブラハヤは最上流部を除いて採捕され、各調査区で当歳魚とみられる個体が確認された。春季のアブラハヤ採捕尾数は全体で 26 尾と少なかった。

4. 考察

4.1 堰堤 A の影響

優占種の流れ分布は堰堤 A 直下の St.A に集中し (Fig. 4)、それぞれ 100 mm 以下の小型の個体が多かった。魚種別では、ウグイは秋季において St.A に滞留する傾向が顕著であり、当歳魚と考え

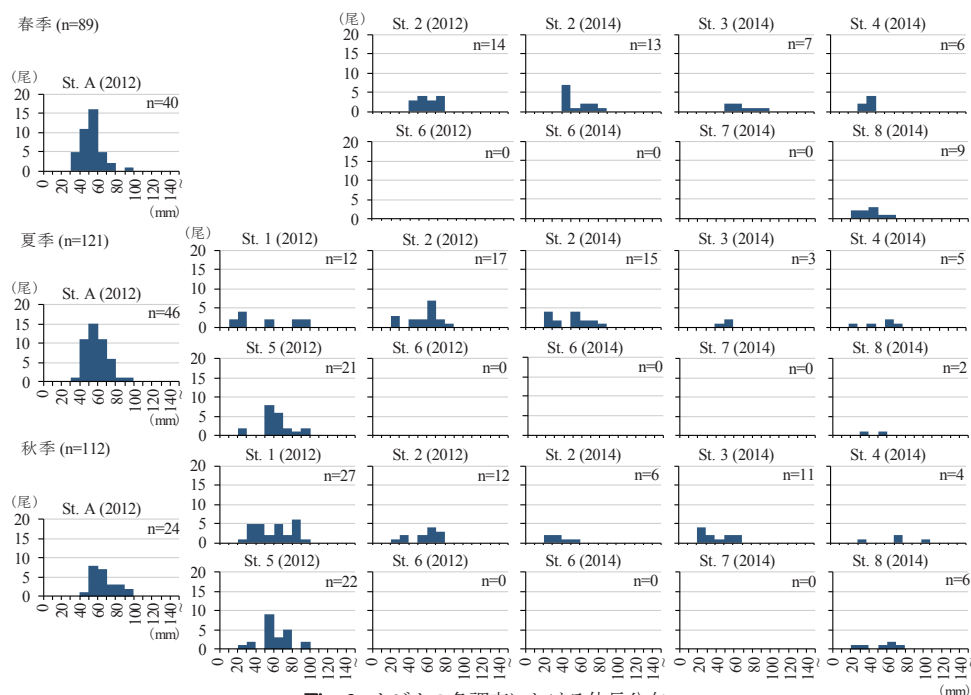


Fig. 6. カジカの各調査における体長分布

られる 40~60 mm の個体が多く採捕された。ウグイは未成魚であっても行動範囲は広い (宮地ら 1989) とされることから、中津川下流域あるいは北上川で孵化した当歳魚が遊泳力をつけた秋季に遡上し、堰堤 A で止められたものと考えられた。アブラハヤは、夏期において St. A に滞留が多い傾向が見られた。6 月から 9 月にかけて当歳魚が下流域から上流側に大規模に遡上する (棟方 2009) ことから、夏期に遡上した個体が堰堤 A で止められたものと考えられた。ヤマメは、St. A において夏季に 60~100 mm の個体が滞留する傾向が見られた。北海道の野生状態では水温が 18℃を越えると摂食活動の抑制が確認されている (真山 1992)。夏期において、より水温が低い傾向が見られた米内川上流 (辻ら 2014) への遡上に阻害される状況は問題といえる。カジカにおいても、堰堤 A が遡上を妨げていることが示唆された。体長組成を見ると、St. A において夏季、秋季にはカジカの当歳魚は見られなかった。下流域で孵化した個

体とその周辺で成長 (辻ら 2017) し、2 年目以降の個体がある程度遊泳能力を付け、上流に向けて遡上を試みているのかもしれない。これらの結果から、中津川は北上川と落差無く繋がっているものの、堰堤 A に備えられた魚道が十分に機能せず、小型魚を中心に上流域への移動が阻害された状態と考えられる。

4.2 網取ダムによる中津川のアーマー化

中津川下流の St. 5 と米内川下流の St. 1 における河床材料粒径分布に有意差が見られた。St. 5 の流速が St. 1 に比べ有意に遅い (Fig. 2) 条件であるにもかかわらず、St. 5 の表層では粒径 8 mm 未満の河床材料の割合が極端に少なく (Fig. 3) 1.6% であった。他方で、両河川上流側である St. 4、St. 8 の間における粒径分布に差は見られなかったことから、両河川の上流からの土砂供給に大きな差は無いといえる。したがって、網取ダムによって細粒分が捕捉され、ダム下流の St. 5 では河床のアーマー化が進んだと考えられる。

4.3 堰堤Aより上流域の各魚種の流程分布

ウグイの堰堤Aより上流域における分布はわずかであり、堰堤Aだけではなく、それ以外の堰堤による生息域の矮小化による個体数の減少（中野ら1995、岸・徳原2012）が懸念された。さらに、St.7においてウグイの分布が見られなかったことから、堰堤Iによる生息域の分断だけではなく、アーマー化による生息環境の悪化がウグイの生息に悪影響を与えたことが考えられる。一方、アブラハヤは堰堤A上流における個体数がウグイに比べて多く、また当歳魚と思われる個体を採捕した調査区も多く見られた。したがって、アブラハヤはウグイに比べ狭い移動範囲内においても再生産が可能であり、アーマー化の影響も少ない種であると考えられる。

ヤマメの堰堤Aより上流側の流程分布では、St.8を除き各調査区において比較的多い傾向が見られた（Fig. 4）。放流が米内川を中心に複数箇所で行われたことによると考えられる。2014年の春季は放流後の調査であり、St.2（2014）、St.3、St.4、St.6（2014）における40～70 mmのピークは、主に放流魚と考えられる（Fig. 5）。放流が行われていない地点であるSt.6（2014）の春季において観察された個体の多くは、St.1付近の放流魚が、堰堤Hの魚道を利用して遡上したものと考えられた。一方、St.2（2012）、St.6（2012）の春季はヤマメの放流前であるが、20～50 mmの当歳魚（宮地1989）のピークが確認された。しかしながら、St.6はアーマー化による影響が懸念される部分である。St.6（2014）春の調査において放流後の当歳魚は堰堤Hの魚道を遡上したことから、St.6（2012）春に確認された当歳魚は現地で再生産が行われたものではなく、下流で孵化した個体が堰堤Hの魚道を遡上した可能性が高い。他方で、St.2の淵において標準体長や雌雄別から判断して別の個体と思われるサクラマス3尾を採捕した。サクラマスが堰堤Aの魚道を遡上していることを示し、米内川における遡河回遊個体を含むサクラマス（ヤマメ）の再生産が示唆された。サクラマスは石礫底に産卵し、26.5～75 mmの粒径が優占

する条件に産卵床を作るとされる（ト部ら2012）。この粒径を含む13.2～65 mmの占める割合は、表層でSt.1:39.8%、St.4:48.3%、St.5:18.9%、St.8:56.1%であり、米内川の河床構造はサクラマスの産卵環境としての条件を満たすことを裏付ける。しかし、米内川上流の堰堤Fの魚道は機能しておらず、生息・繁殖域として期待できる上流への遡上を拒んでいる可能性が高い。

カジカはSt.6、St.7において採捕されなかった。対照となる米内川のSt.2、St.3においては、当歳魚を含む分布が見られた（Fig. 6）ことから、ダム下流のアーマー化によるカジカの生息に対する影響が示唆された。なお、St.6、St.7以外においては、夏季、秋季にカジカの当歳魚と考えられる20～50 mmの個体が確認された（Fig. 6）。したがって、カジカは産卵環境が担保されれば、堰堤によって分断された範囲でも世代交代が行われるものと推察された。他方、アーマー化の影響が懸念されるSt.5では当歳魚も含めカジカが確認された。カジカの成魚は下流に接続する米内川からの移動が考えられるが、移動能力の小さいカジカの当歳魚は、St.5周辺で孵化した個体である可能性が高い。カジカの産卵は、瀬の石礫底にある大型の石の下に空所に行い（後藤2001）、石の一部は周囲の石礫に埋まった洞窟状の構造が必要（山本・沢本2000）とされる。St.5においては表層のアーマー化が進んでいるものの、水深が比較的深く流速が遅い条件であることから、第2層に残る砂礫によって産卵環境が維持されていることが考えられた。一方、カジカの分布が見られなかった上流側のSt.6、St.7では、St.5よりも水深が浅く流速が速い傾向が見られたことから、細粒分の流出が進み、アーマー化がさらに進行していることが考えられる。すなわち、アーマー化によるカジカの生息環境の劣化と、堰堤Hによって下流からの遡上が阻害され、St.6、St.7においてカジカが見られなくなったものと考えられた。

ダム上流のSt.8においてはカジカ以外の分布は少なく（Fig. 4）、遊泳魚における集団の分断による影響（福島2005）が懸念された。しかしなが

ら、St.8 におけるヤマメの採捕個体数は、ダムのない米内川最上流の St.4 に比べ少なかったものの、春季には当歳魚と考えられる個体が確認された。少なくともダム建設以降には放流が行われていない（岩手県釣り団体協議会 私信）ことから、綱取ダムによって陸封された環境で再生産が行われ、在来個体群が残されている（中村 2010）可能性がある。

4.4 中津川の横断構造物の影響と改善策

以上のように、本川において、堰堤等による移動阻害やダムによる下流域のアーマー化による魚類への影響が明らかになった。特に、魚類の流程分布や体長組成の分析結果から、堰堤 A に設置された魚道の機能不全が流域の課題として浮かび上がった。1993 年に行われた全国の魚道調査の結果、魚道が備えられていてもそのうちの 45%は遡上困難であるとされ、新しい技術による魚道の改築が求められる（森川 2000）が、堰堤 A の魚道も同様といえる。特にウグイにおいて、秋季に見られるような明らかな遡上阻害が確認され、かつ生息環境が備わっていると考えられる米内川における生息個体数が極端に少なかった。したがって、本調査対象水域のウグイの生息に対して、堰堤 A による移動阻害の影響が大きいと考えられる。堰堤 A を小型魚の遡上を可能にする魚道に改善することが強く望まれる。なお、堰堤 A の下流側でオオクチバスが確認された。魚道を改善することによって上流域への侵入が懸念されるが、2012 年秋季に 100 mm 前後の小型個体が 4 尾確認されたのみであり、堰堤 A による個体群分断の改善を優先すべきと考える。しかしながら、堰堤 A 上流側の中津川においてはアーマー化の影響が強く、魚類生息環境として十分とはいえない。堰堤 A の魚道改善による中津川に対する効果は限定的と考えられる。一方、米内川は魚類の生息環境が整っており、堰堤 A の魚道改善効果は高いと考えられる。しかしながら、ウグイの分布に見られるように、堰堤 A だけでなく、米内川の各堰堤による移動阻害が懸念される。魚道が機能していない堰堤 F を筆頭に米内川の堰堤に備えられた魚道の機能検証

と必要に応じた改善が望まれる。

謝辞

本調査は、国土交通省岩手河川国道事務所、岩手県県土整備部河川課の協力を得て行った。岩手県釣り団体協議会顧問の大坪啓則氏、もりおか中津川の会の渡辺敏嗣氏には、中津川の魚類に関する貴重な情報をご提供いただいた。また、岩手県立大学総合政策学部の学生諸氏には、調査の実施にあたってご協力をいただいた。厚く御礼申し上げる。本研究の一部は、河川環境管理財団河川整備基金助成事業および岩手県立大学地域政策研究センター地域協働研究事業によって行われた。記して感謝の意を表する。

参考文献

- Dunham J. B., Vinyard G. L. & Rieman B. E., (1997) Habitat Fragmentation and Extinction Risk of Lahontan Cutthroat Trout, North American Journal of Fisheries Management 17, 1126-1133.
- 福島路生 (2005) ダムによる流域分断と淡水魚の多様性低下：北海道全域での過去半世紀のデータから言えること。日本生態学会誌 55(2), 349-357.
- 後藤晃 (2001) カジカ科。「改訂版 日本の淡水魚」, pp.654-668. 山と溪谷社, 東京.
- 樋口文夫, 福嶋悟, 宇都誠一郎 (2005) 大岡川の河川構造物が魚類の流程分布に与える影響に関する調査報告。横浜市環境科学研究所報 29, 30-57.
- 岩手県 (2001) 岩手県野生生物目録.
- 岩手県 (2013) 淡水魚類レッドリスト.
- 香川尚徳 (1999) 河川連続体で不連続の原因となるダム貯水による水質変化。応用生態工学 2(2), 141-151.
- 環境省 (2015) 汽水・淡水魚類 環境省レッドリスト 2015.
- 岸大弼, 徳原哲也 (2012) 飛騨地方南部の飛騨川支流群における魚類相。岐阜県河川環境研究所

- 研究報告 57, 1-10.
- 真山紘 (1992) サクラマス *Oncorhynchus masou* (Brevoort) の淡水域の生活および資源培養に関する研究. 北海道さけ・ますふ化場研究報告 46, 1-156.
- 松宮由太佳, 渡辺勝敏, 井口恵一郎, 岩田祐土, 山本軍次, 西田睦 (2001) 福井県嶺南地方を流れる南川水系の淡水魚類. 魚類学雑誌 48(2), 93-107.
- 宮地傳三郎, 川那部浩哉, 水野信彦 (1989) 原色日本淡水魚類図鑑, pp.80-132, 保育社, 東京.
- 森川一郎 (2000) 魚がのぼりやすい川づくり推進モデル事業の現状と課題. 応用生態工学 3(2), 193-198.
- 森田健太郎, 山本祥一郎 (2004) ダム構築による河川分断化がもたらすもの, サケ・マスの生態と進化. 前川光司編, pp.281-312, 文一総合出版, 東京.
- 棟方有宗, 三浦彩 (2009) アブラハヤの季節的移動分散行動と河川内の物質利用均質化機構の検討. 河川整備基金助成事業報告.
- 中坊徹次 (2013) 日本産魚類検索 全種の同定, 東海大学出版会, 神奈川.
- 中村智幸 (2010) 聞き取り調査によるイワナ在来個体群の生息分布推定. 砂防学会誌 53(5), 3-9.
- 中野繁, 井上幹生, 桑原貞知, 豊島照雄, 北条元, 藤戸永志, 杉山弘, 奥山悟, 笹賀一郎 (1995) 北海道大学天塩・中川地方演習林および隣接地域における淡水魚類相と治山・砂防ダムが分布に及ぼす影響. 北海道大学農学部演習林報告 52(2), 95-109.
- 佐藤隆平, 菅原政一, 大塚勝章, 青山裕俊, (1992) 北上大堰付設バーチカルスロット式魚道におけるアユ及びサケの遡上調査. 水産工学 29, 119-122.
- 角哲也, 中島佳奈, 竹門康弘, 鈴木崇正 (2011) アユの産卵に適した河床形態に関する研究. 京都大学防災研究所年報 54(B), 719-725.
- 豊島照雄, 中野繁, 井上幹生, 小野有五, 倉茂好匡 (1996) コンクリート化された河川流路における生息場所の再造成に対する魚類個体群の反応. 日本生態学会誌 46, 9-20.
- 土屋昭彦 (1981) 図解河川・ダム・砂防用語事典, p.194, 山海堂, 東京.
- 辻盛生, 鈴木正貴, 平塚明 (2014) ダム湖が河川水質に与える影響の隣接類似河川との比較による評価—放流によるダム水位低下操作を含む水質変動—. 応用生態工学 17(1), 1-15.
- 辻盛生, 加藤溪, 鈴木正貴 (2017) 北上川水系中津川における低水護岸が魚類の生息に与える影響. 応用生態工学 19(2), 245-257.
- 辻本哲郎 (1999) ダムが河川の物理的環境に与える影響:河川工学及び水理学的視点から. 応用生態工学 2(2), 103-112.
- ト部浩一, 村上泰啓, 中津川誠 (2004) サクラマスの産卵環境特性の評価. 北海道開発土木研究所月報 613, 32-44.
- 渡辺恵三, 中村太士, 加村邦茂, 山田浩之, 渡邊康玄, 土屋進 (2001) 河川改修が底生魚類の分布と生息環境におよぼす影響. 応用生態工学 4, 138-146.
- 渡辺敏嗣, 辻盛生, 鈴木正貴, 樋川満 (2017) 北上川水系中津川におけるサケ (*Oncorhynchus keta*) の遡上と産卵環境の評価. 総合政策 18(2), 77-87.
- 山本 聡, 沢本良宏 (2000) カジカ *Cottus pollux* 産卵床の物理的環境条件. 長野県水産試験場研究報告 4, 5-7.

Relation between Cross-River Structures and Fish distribution fauna of the Nakatsu River in Kitakami River Basin.

Morio TSUJI, Masaki SUZUKI, Kai KATO, Kaito ONODERA,
Takehito KATO

Abstract

This study investigated the relationship between cross-river structures, like weirs and dams, and the fish distribution in the dammed Nakatsu river and the Yonai river, which is one of its tributaries. The dominant fish species were *Oncorhynchus masou masou*, *Phoxinus lagowskii steindachneri*, *Cottus pollux* and *Tribolodon hakonensis*. Although the tendency of armoring by the dam was observed in the Nakatsu river, *C. pollux* and *T. hakonensis* could not be captured downstream of the dam in some investigation sites. The Yonai river has no dams; its riverbed consists of gravel and sand, with pools in some places; however, only a few underyearlings were confirmed. Numerous small individuals of multiple species and *Oncorhynchus keta* tended to congregate directly downstream of the weir located immediately below the confluence of the Yonai river. Furthermore, *T. hakonensis*, in particular, exhibited a significant tendency to have a lower distribution upstream of the weir. Improvements to the fishway constructed in the weir are required so that small individuals can migrate to the Yonai river, whose habitats functions for growth and provides a spawning environment.

Key words Weir, dam, Disturbance of migration, river bed materials, physical environment