

## 治山堰堤が設置された東信地域の小溪流における 魚類および両生類の生息状況

北野 聡\*・岸元良輔\*・中村 慎\*

治山堰堤の設置が水生生物に及ぼす影響を明らかにする目的で南佐久郡佐久穂町を流れる霧久保沢川において溪流性魚類を中心にその生息状況を調査した。2005年8月と11月に河川本流に設けた2～5区間において個体数推定および標識放流による移動調査を行った。電気ショッカーを用いた捕獲調査によってイワナ、ヤマメ（アマゴを含む）、カジカの3魚種ならびに両生類のハコネサンショウウオ幼生が確認された。最下流区間を除けばイワナが最優占種であり、その平均生息密度は、8月で12～23尾・100m<sup>2</sup>、11月で21～37尾・100m<sup>2</sup>であった。治山堰堤の上下区間における標識調査では、8月に堰堤下流で放流された30個体のうち4個体が11月に堰堤上流に移動しているのが確かめられた。しかしながら、ダム下流部のイワナの肥満度はその上流部に比べて有意に低く、ダム建設がイワナの成長に負の影響を及ぼした可能性が示唆される。また、イワナについてはミトコンドリアDNAのチトクローム*b*領域の塩基配列を解析したところ、調査地から4つのハプロタイプが確認された。最下流区間では上流域にみられない2タイプが確認され、これらは放流に由来する可能性が示唆された。

キーワード：治山堰堤、イワナ、遡上、生息密度、肥満度、ミトコンドリアDNA

### 1. はじめに

イワナ *Salvelinus leucomaenis* は我が国の溪流域の最上流域を占める冷水性魚類であるが、近年では河川改修、河畔林の伐採、堰堤建設、外来種の侵入、地球温暖化などの人為的影響により生息環境の質は低下しつつある<sup>1)~4)</sup>。なかでも土砂災害防止を目的とした砂防堰堤や治山堰堤については、最近50の間に施工数が急激に増加しており、その生態系への影響が憂慮されている。例えば、降海型を含むイワナの生息域に堰堤が設置されると、堰堤上流域集団の存続確率<sup>5)</sup>や遺伝的多様性<sup>6)</sup>が低下することが最近になって報告されている。また、堰堤で上流への移動が妨げられると堰堤上流域の個体数密度がその下流に比べ低下することも報告されている<sup>7)</sup>。このように一部では科学的な影響把握の試みがはじまっているものの、地域によって異なる自然環境や生物群集に適用するにはさらに広く情報を集積する必要がある。

本研究では、ごく最近になって治山堰堤（谷止め工）が設置され、その影響について関心が高まっていた千曲川上流域の霧久保沢川において、溪流魚類への生態影響を解明することを目的として行った。調査は、主要魚類の生息密度推定と堰堤上下の移動

調査ならびに予備的な遺伝解析を含み、その影響を多面的にとらえることを目標とした。

### 2. 材料と方法

#### 2.1 調査河川

調査は2005年8月と11月に南佐久郡佐久穂町の千曲川水系抜井川の支流である霧久保沢川において行った（図1）。霧久保沢川は茂来山（標高1,718m）と周辺の山々に源を発し、西北方向に流れて標高850m付近で抜井川に合流する平均勾配約8.5%（2万5千分の1地形図から推定）の小溪流である。この河川には、魚類の移動を阻害する可能性のある自然滝あるいは堰堤が少なくとも4箇所認められたため（図1の写真を参照）、これらの障害物を目安に長さ約50～80mの調査区間を5箇所（St A～St E）設けた。最下流の調査区（St E）を含む約100m区間には、それぞれ1.5m、2.0mの落差を持つ農業用頭首工のほか、その直上には落差2～3mの自然の滝も存在する。また、St D区間の約50m上流には落差約3mの急傾斜の自然滝、St Cの下流約300mには落差0.5～1.0mの橋の痕跡、St CとSt Bの間には治山堰堤（谷止め工）が存在している。この治山堰堤は2004年度に施工されたコンク

\* 長野県環境保全研究所 自然環境チーム 〒381-0075 長野市北郷2054-120

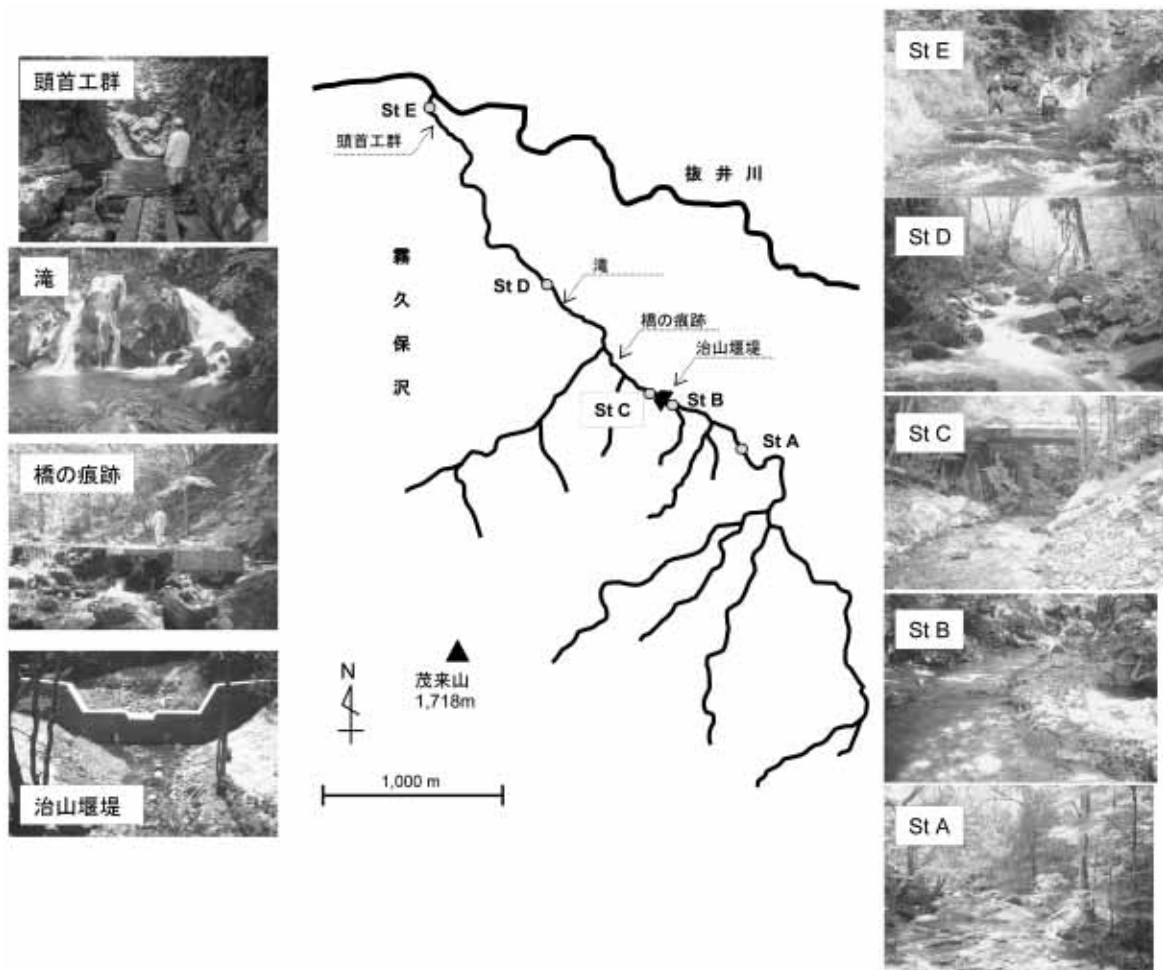


図1 調査地の地図および景観

リート製の堰堤で流水落差は中央の切り欠き部で1.8mである。ただし、調査時点では堰堤上部への土砂堆積は少なく、堤体の基部に2箇所設けられた直径80cmの水抜き管により、堰堤上下は落差がほとんどなく通水している状態であった。水温は8月調査時で15.3~17.0℃ (St A~St E)，11月で5.9℃ (St B&C)であった。

抜井川水系を管轄する佐久漁業共同組合への聞き取りによると、調査地周辺にはイワナ *S. leucomaenis*、ヤマメ *Oncorhynchus masou masou*、アマゴ *O. masou isikawae*、カジカ *Cottus pollux* が生息するとされる。このうちアマゴは本来この水系には分布しない亜種であり過去に放流された系統と考えられるが、記録に残されておらずその由来は不明である。また抜井川本流にはイワナ及びヤマメが毎年放流されているものの、霧久保沢川への放流は実施されていない。

## 2.2 水生脊椎動物の捕獲調査

2005年8月9日~10日にかけて各調査区間において電気ショッカー (Smith-root社製, Model LR-24) を用いて採捕調査を行った。個体数推定の方法としては、2~3回の複数回除去法を用いた<sup>8)-11)</sup>。捕獲には3名が従事し、通電により一時的に麻痺した魚類を三手網とタモ網 (いずれも網目5ミリ) を用いてすくいとった。2回目以降の採捕を行う場合には取り残された魚類が十分に回復できるように約10分の間隔をおいた。採捕した個体は、全長 (TL)、体重 (BW) を計測した後に、元の場所にすみやかに放流した。なお、堰堤上下のSt BとSt Cで採捕された個体のうち、全長10cm以上の個体については、アクリル系色素の皮下注射<sup>12)</sup>により採捕区間がわかるように標識した。また、各調査区で採捕されたイワナについては無作為に数個体を選び、後のDNA解析用に尾鰭の一部 (約5mm角) を切除して実験室に持ち帰った。鰭の断片はDNAの抽出作業ま

表1 調査地の物理環境と確認された水生脊椎動物

調査地点	標高 m	調査法	面積 ㎡	流路長 m	平均川幅 m	調査月日	水温℃ (時刻)	捕獲個体数			
								イワナ	ヤマメ	カジカ	ハコネ*
St A	1150	3回除去法	183	56	3.3	8月9日	15.3(10:00)	26	0	0	10
St B	1065	3回除去法	173	61	3.0	8月8日	14.9(10:30)	31	0	0	10
St C	1060	3回除去法	273	74	3.6	8月8日	14.9(14:30)	38	0	0	37
St D	1000	3回除去法	150	46	3.3	8月9日	15.3(12:00)	27	0	1	3
St E	850	2回除去法	177	46	3.9	8月8日	17.0(16:50)	15	35	0	0
St B	1065	2回除去法	170	82	2.4	11月23日	5.9(14:50)	33	0	0	3
St C	1060	2回除去法	206	71	2.5	11月23日	5.9(11:50)	62	0	0	10

\* : ハコネサンショウウオ幼生

での間、99%エタノールに保存した。

また、2005年11月24日には、堰堤上下区間(St B & C)で同様の採捕調査を実施し、8月に標識された個体の移動についてデータを収集した。さらに、10～11月はイワナの繁殖期にあたるため腹部を触診して性成熟を判定した。

主要魚種については栄養状態の指標として水産学でよく用いられる肥満度(103・BW・TL<sup>3</sup>)を算出した。長野県内のイワナの肥満度については、山本他<sup>13)</sup>が詳しく報告しており、体長との相関はほとんどないこと、全長10cm未満の個体ではばらつきが大きいことなどが明らかになっている。そこで本稿では全長10cm以上の主要魚種についてのみ肥満度を算出した。

### 2.3 イワナのミトコンドリアDNA解析

イワナのDNAはエタノールに保存した鱗組織を材料に動物組織用DNA抽出キット(キアゲン社DNeasy Tissue Kit)を用いて抽出した。その後はYamamoto *et al.*<sup>14)</sup>に従い、ミトコンドリアDNAチトクロームb領域を増幅するプライマーセットを適用してPCR酵素反応による増幅を行った。塩基配列の決定にはABI3700シーケンサー(Applied Biosystem社製)を用いた。

決定した塩基配列は日本DNAデータバンクのウェブサイト<sup>15)</sup>上のClustal W<sup>16)</sup>ソフトウェアで多重整列を行い、既往の公開データ<sup>14)</sup>と照らして変異サイトを特定し、遺伝子型(ハプロタイプ)を決定した。

## 3. 結果

### 3.1 魚類および両生類の生息状況

今回の調査で確認された主要な水生動物は、魚類

でイワナ、ヤマメ、カジカ、両生類でハコネサンショウウオ *Onychodactylus japonicus* の合計4種であった(表1)。ヤマメについては、多くの個体の体側に朱色の斑点が認められかつて放流されたアマゴとの交雑が進行していると考えられたが、ここでは便宜的に本来この水系に分布するヤマメとしてまとめた。またハコネサンショウウオについては、すべて外鰓をもつ幼生で、成体は確認できなかった。8月調査時の個体数組成は、イワナが137個体(59%)と最も多く、次いでハコネサンショウウオ幼生60個体(26%)、ヤマメ35個体(15%)、カジカ1個体(0.4%)の順であった。分布は種によって異なっており、イワナが全域で捕獲されたのに対して、カジカはSt Dのみ、ヤマメはSt Eのみ、またハコネサンショウウオ幼生はSt Dより上流域の区間で確認された。

推定生息密度は種や季節によって異なっていた(図2、表2)。8月における魚類の生息密度はイワナとヤマメが混生したSt Eで37尾・100m<sup>2</sup>と最も高かったが、イワナだけに限ってみるとSt Dで23尾・100m<sup>2</sup>と最も高く、St Cが14尾・100m<sup>2</sup>と最も低かった。しかしながら、11月の調査では、堰堤下流(St C)のイワナの密度はSt Bの約1.5倍の37尾・100m<sup>2</sup>とかなり高くなっていた。一方、ハコネサンショウウオ幼生については、8月に2～26尾・100m<sup>2</sup>であったが、11月の調査では3～8尾・100m<sup>2</sup>と減少した。

11月の治山堰堤上下(St B & C)におけるイワナの全長組成と性成熟を図3に示した。全長16cm以上のほとんどの個体は性成熟に達していた。調査時期にはメスのほとんどは腹部に成熟卵がなく痩せており、すでに繁殖時期の終盤と考えられた。いずれの区間にも雌雄の成熟個体が確認され、産卵場として利用されている様子がうかがえた。

表2 複数回除去法に基づく個体数推定データ

調査月	調査地点 (面積 m <sup>2</sup> )	対象生物	各回の捕獲個体数			推定個体数 N	標準誤差 SE	95%信頼限界	
			1回目	2回目	3回目			NI	Nu
8月	St A (183.3)	イワナ (全サイズ)	13	5	8	37	14	28	97
		イワナ (TL ≥ 10cm)	7	4	6	34	33	19	214
		ハコネサンショウウオ	5	4	1	10	1	10	10
	St B (173.3)	イワナ (全サイズ)	21	5	5	32	2	32	42
		イワナ (TL ≥ 10cm)	11	4	2	17	1	17	22
		ハコネサンショウウオ	1	9	1	13	2	12	24
	St C (273.2)	イワナ (全サイズ)	30	6	2	38	1	38	38
		イワナ (TL ≥ 10cm)	23	5	1	29	1	29	29
		ハコネサンショウウオ	11	14	8	71	55	38	335
	St D (150.1)	イワナ (全サイズ)	13	8	6	35	8	29	70
		イワナ (TL ≥ 10cm)	9	6	4	23	6	20	50
		ハコネサンショウウオ	2	1	0	3	0	3	3
		イワナ・ヤマメ (全サイズ)	35	15	—	65	6	58	80
		イワナ・ヤマメ (TL ≥ 10cm)	12	6	—	24	4	21	35
	St E (176.7)	イワナ (全サイズ)	9	6	—	21	3	18	32
イワナ (TL ≥ 10cm)		2	1	—	4	1	4	10	
ハコネサンショウウオ		0	0	—	0	—	—	—	
イワナ (全サイズ)		31	2	—	35	2	34	43	
11月	St B (169.8)	イワナ (全サイズ)	31	2	—	35	2	34	43
		イワナ (TL ≥ 10cm)	25	2	—	29	2	28	37
		ハコネサンショウウオ	1	2	—	5	2	4	13
	St C (206.3)	イワナ (全サイズ)	48	14	—	76	5	69	90
		イワナ (TL ≥ 10cm)	44	13	—	70	5	64	84
ハコネサンショウウオ	4	6	—	16	4	13	27		

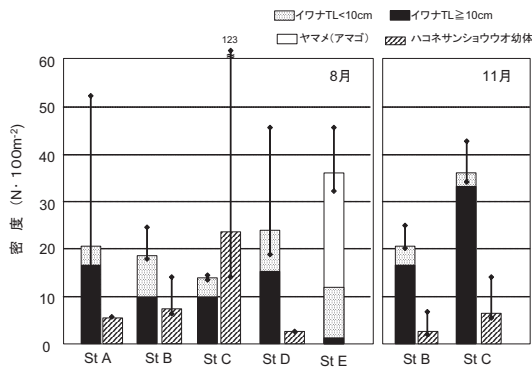


図2 各調査回における推定個体数密度  
バーは95%信頼区間を示す。

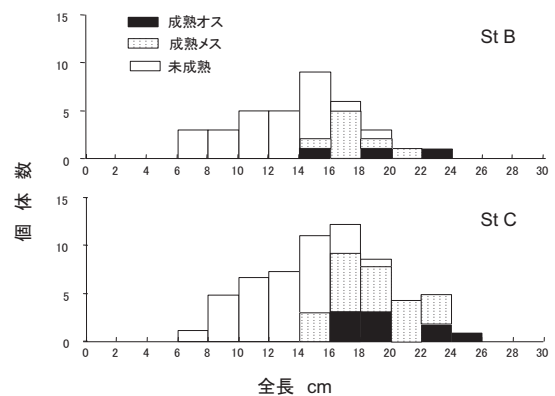


図3 2005年11月のSt Bおよび St Cにおける全長  
分布と性成熟

### 3.2 堰堤上下区間におけるイワナの移動

8月から11月にかけて堰堤上 (St B) および堰堤下 (St C) において実施した標識調査の結果は表3の通りである。8月に標識された個体のほとん

どは同一区間で確認されたが、St Cで標識された4個体については堰堤下流から上流への移動が確認された。これらは全長の大きな順に、21.6cm TL (メス産卵済)、19.6cm TL (メス産卵済) 18.4cm TL (オス成熟)、11.2cm TL (未成熟) であり、特定の

表3 治山堰堤の上流 (St B) と下流 (St C) 間における標識イワナ (全長10cm以上) の移動

8月の標識放流地点 (総個体数)	11月の再捕地点	
	St B	St C
St B (16)	5	0
St C (30)	4	11

表4 調査地のイワナ19個体に確認されたミトコンドリアDNAチトクローム領域 (557bp) の塩基配列変異

Hap-1の全塩基配列はDDBJ, EMBL, Gene Bank で参照可能 (Accession number AB111031)

ハプロタイプ*	5'末端からの位置					
	19	163	211	214	254	328
Hap-1	A	G	A	T	C	G
Hap-3	G	—	—	C	T	A
Hap-7	G	—	T	C	T	A
Hap-16	G	A	—	C	T	A

\*: ハプロタイプ名称は文献<sup>14)</sup>に準拠

表5 各調査地点のイワナに確認されたハプロタイプの頻度

調査地点	ハプロタイプ			
	Hap-1	Hap-3	Hap-7	Hap-16
St A	0	4	0	0
St B	1	3	0	0
St C	0	4	0	0
St D	1	2	0	0
St E	1	0	2	1

性やサイズへの明瞭な偏りは認められなかった。

### 3.3 イワナの肥満度

8月におけるイワナの肥満度 ( $10^3 \cdot BW \cdot TL^{-3}$ ) は調査区間によって有意に異なっていた (一元配置分散分析,  $F_{3, 78} = 4.4, P < 0.01$ ; 図4)。全長10cm以上の個体の肥満度をSt A ~Dの4区間でFisherのPLSD検定により多重比較すると、堰堤下のSt Cにおける肥満度は平均9.3 ( $\pm 0.04SE$ ) と堰堤上流のSt A (平均9.8  $\pm 0.08SE$ )、St B (平均10.1  $\pm 0.49SE$ ) のいずれの区間よりも低かった。また、St Dの肥満度 (平均9.4  $\pm 0.05SE$ ) についても堰堤上のSt Bより低かった。

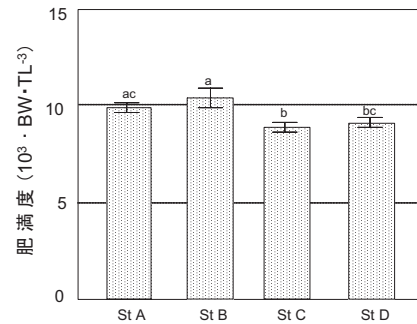


図4 8月の調査時におけるイワナの肥満度(全長10cm以上の個体について算出)

バーは標準誤差を示し、同じ英文字が付けられた区間には有意差が認められない (Fisher's PLSD Tests,  $P < 0.05$ )。

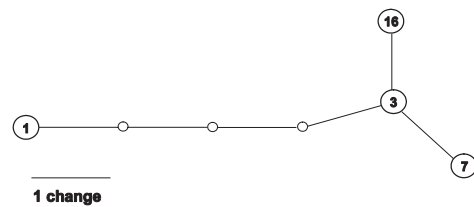


図5 調査地で確認されたイワナのミトコンドリアDNAハプロタイプ間の系統関係 (文献<sup>14)</sup>の日本全国規模の系統樹より抜粋)

### 3.4 イワナのミトコンドリアDNA解析

解析した19標本のミトコンドリアDNAチトクローム領域には、Hap-1, Hap-3, Hap-7, Hap-16の4つの遺伝子型 (ハプロタイプ) が確認された (表4)。これらのハプロタイプ間には1~5塩基の変異があり、最節約法による系統関係は図5の通りであった。調査区間ごとにとみるとSt Dより上流域はHap-1 とHap-3で構成されていたが、最下流部のSt Eでは上流域で優占するHap-3は見つからず、逆に上流では全く見られなかったHap-7とHap-16が確認された (表5)。

## 4. 考察

霧久保沢川には魚類ではイワナ、ヤマメ、カジカが確認されたが、全域を通じて生息していたのはイワナのみであった。カジカは中下流域でごく稀にしか出現せず、ヤマメは最下流にある頭首工群で遡上が阻まれていると考えられた。霧久保沢川の最下流域は河川勾配が緩く、目立った落差がない形状で抜井川本流に接続しているため、本流で放流された個体やその子孫が侵入している可能性が高い。イワナ



のミトコンドリアDNAの解析では、この最下流には上流で見られないハプロタイプが複数個体認められた。全国規模のDNA多型調査<sup>14)</sup>や北野（未発表データ）によると、Hap-1、Hap-3は長野県内でも雑魚川等の千曲川（信濃川）水系で、またHap-16も富山県の九頭竜川で確認されている。したがって、これらが日本海に注ぐ千曲川水系で確認されても不自然ではない。ところが、Hap-7については長野周辺の日本海側では確認されておらず、これは放流種苗に由来している可能性が高い。今回の解析標本数は限られてはいるものの、放流が盛んに行なわれている抜井川と連結する区間については非在来の個体が侵入している可能性が高いが、それ以外の上流域については放流の痕跡は見あたらず在来の遺伝子型をもつ個体群が残っているものと考えられた。

治山堰堤の設置の魚類への影響については、生息密度、肥満度、移動の3つの観点から検証を行なった。堰堤上下の調査区間で標識して個体の移動を追跡したところ、夏季から秋季にかけて堰堤下流から上流へ遡上する個体が複数確認され、これらはおそらく堰堤基部に設けられた水抜き穴を通して遡上したものと考えられた。ただし、現状の構造がイワナにとって遡上可能なものであることはデータから読みとれるものの、堰堤がイワナの遡上を阻害していないと結論づけるには堰堤建設以前の移動状況との比較が必要であろう。

生息密度と肥満度を堰堤の上下区間で比較すると、堰堤設置がイワナの生息に悪影響を及ぼした可能性が示唆される。生息密度は8月に堰堤下流区間で低かったが、11月の調査では逆に下流で高くなった。一般にイワナは定着性の強い魚種として知られており<sup>17)</sup>、出水等の攪乱があってもほとんど移動しないものの<sup>18)</sup>、繁殖期には本流から支流等への産卵遡上がしばしば報告<sup>19)</sup>されている。山本他<sup>7)</sup>は千曲川支流大石川水系で遡上が困難な堰堤の下流部ではその上流部に比べてイワナの生息密度が高くなることを明らかにしている。繁殖期にあたる秋季の調査において治山堰堤の下部で極端にイワナの密度が増加した現象は、産卵遡上したイワナが堰堤あるいはその上部にできた急傾斜区間があるために停滞したためかもしれない。

また8月におけるイワナの肥満度は、生息密度の高い堰堤上流部に比べ下流部で低くなっていた。肥満度は同一河川であっても生息密度や餌料状態、性成熟などの諸要因で変化するため要因を断定するこ

とは難しいが、堰堤工事に伴う濁水等の環境変化が餌料の量や質の低下、またストレス因子になった可能性も残される。今後、水生生物のモニタリングを実施する際には水生昆虫の現存量を含め詳しく検討していく必要がある。

一方、流水中で唯一確認された両生類のハコネサンショウウオについては、その影響は必ずしも明瞭ではなかった。堰堤建設によるサンショウウオ類への影響としては、西日本を中心に分布する大型のオオサンショウウオについて移動阻害の報告<sup>20)</sup>があるが、その他の河川性の種類について影響の実態はあまり調べられていない。ハコネサンショウウオは山地の溪流付近に生息し、水温10℃ほどに保たれる湧水で春と秋に産卵活動を行い、孵化した幼生はカワゲラやカゲロウを餌として約3年の幼生期間を溪流中で過ごす<sup>21)</sup>。そのため、堰堤建設で餌となる水生昆虫類が減少すれば、幼生の生息密度などにも影響があると考えられるが、8月の調査ではイワナの事例とは逆にむしろ堰堤下流区間で幼生密度が高い傾向があった。この傾向は夏から秋まで維持されていた。繁殖期のイワナと同様に堰堤によって上流方向への移動を阻害されたと見ることもできるかもしれないが自然状態でのサンショウウオ幼生の生態には不明な点が多く、今後さらに本種の生態についての情報集積を進めることが望まれる。

今回の調査によって最近建設された治山堰堤周辺を含め霧久保沢川全体の魚類の生息状況についてデータを集積することができた。調査河川のイワナは在来集団としての遺伝的特性を有し保全上の価値は認められるものの、沢全体としてみると中下流付近に位置する自然の滝や頭首工によって生息域の分断化はかなり進んでいるとみた方が妥当である。その認識のうえで、今後必要なことは霧久保沢川の在来集団にかかる人為的な影響をできる限り取り除くことであろう。

北海道の降海型イワナ集団（亜種名アメマス）での研究結果<sup>5)</sup>によると、霧久保沢川程度の沢（流域面積約1.3km<sup>2</sup>）で堰堤によって遡上が妨げられた場合の集団の存続確率は、10年後までならば90%を超えるが、20年後で約80%、30年後で約60%、40年後で約40%、50年後で約30%と見積もられている。本州のような陸封化された個体群に関してはこのような研究例はないが、堰堤等の設置によって上下方向に個体群が分断化される状態は決して好ましいことではない。

抜井川本流からの放流個体の侵入を防ぐ一種の防波堤の役割を果たしている下流部の頭首工についてはやや事情が異なるものの<sup>19)</sup>、課題となっている上流部の治山堰堤については今後においても魚類の移動を確保するための手段を講じることが求められる。現段階では堰堤は満砂しておらず通常より大きく設計された水抜き穴を通じてイワナの移動が可能である。しかし、上流の土砂供給が増加すれば近い将来には満砂により1~2mの段差ができ魚類の遡上が難しくなると予想される。低ダムむけに提案されている「阻流石つき斜局面魚道」<sup>20), 22)</sup>等の設置も視野に入れつつ溪流地形の変化と魚類の生息状況を注意深くモニタリングする必要がある。

### 謝 辞

本調査研究の実施にあたり、勤労者山岳連盟の三井明高氏には霧久保沢川の自然環境の現状についての情報を提供いただいた。現地調査にあたっては、東信森林管理署へ入林届けを提出し、電気ショッカーの使用は佐久漁業共同組合の同意を得た上で長野県知事の許可を得て実施した。佐久漁業組合長の松本義明氏には現地調査に同行いただき、魚類の生息状況や種苗放流について情報を提供いただいた。山本祥一郎博士、中村智幸博士には、調査方法や関連文献をご教示いただいた。以上、関係者各位に謝意を表したい。

### 文 献

- 1) 水産庁(編)(1998)日本の希少な野生動物に関するデータブック。日本水産資源保護協会、東京。
- 2) 環境省編(2003)改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック汽水・淡水魚類、自然環境研究センター、東京。
- 3) 長野県(2004)長野県版レッドデータブック—動物編、長野。
- 4) 前川光司(1999)溪流魚の生態と砂防工事の影響、「溪流生態砂防学」(太田武彦・高橋剛一郎編)、pp. 89-105、東京大学出版会。
- 5) Morita, K. and Yamamoto, S. (2002) Effects of habitat fragmentation by damming on the persistence of stream-dwelling charr populations. *Conservation Biology*, 16 : 1318-1323.
- 6) Yamamoto, S., Morita, K., Koizumi, I., and Maekawa, K. (2004) Genetic differentiation of white-spotted charr (*Salvelinus leucomaenis*) populations after habitat fragmentation : Spatial-temporal changes in gene frequencies. *Conservation Genetics*, 5 : 529-538.
- 7) 山本 聡・三城 勇・沢本良宏(2001)砂防ダムの階段型魚道の設置がイワナ資源に与えた影響。長野県水産試験場研究報告, 5,13-16.
- 8) Lockwood, R. N. and Schneider, J. C. (2000) Stream fish population estimates by mark-and-recapture and depletion methods. *In* : Manual of fisheries survey methods, II (ed., J. C. Schneider). Michigan Department of Natural Resources, Fisheries Management Report 25, Lansing.
- 9) White, G. C., Burnham, K. P., Otis, D. L., and Anderson, D.R. (1978) User's Manual for Program CAPTURE, Utah State University Press, Logan, Utah.
- 10) Rexstad, E., and Burnham, K. P. (1991) User's Guide for Interactive Program CAPTURE. Colorado Cooperative Fish & Wildlife Research Unit, Colorado State University, Fort Collins, Colorado.
- 11) 個体数推定法CAPTUREに関するウェブサイト (<http://www.mbr-pwrc.usgs.gov/software/capture.html>)
- 12) Guy, C. S., Blankenship, H. L. and Nielsen, L. A. (1996) Tagging and Marking. *In* : Fisheries Techniques, second edition (eds., Murphy B. R. and Willis D. W. ), American Fisheries Society, Maryland.
- 13) 山本聡・河野成実・川之辺素一(2004)長野県内のイワナの肥満度。長野県水産試験場研究報告, 6,4-7.
- 14) Yamamoto, S., Morita, K., Kitano, S., Watanabe, K., Koizumi, I., Maekawa, K. and Takamura, K. (2004) Phylogeography of white-spotted charr (*Salvelinus leucomaenis*) inferred from mitochondrial DNA sequences. *Zoological Science*, 21 : 229-240.

- 15) DDBJウェブサイト(<http://www.ddbj.nig.ac.jp/>)
- 16) Thompson J. D., Higgins D. G. and Gibson T. J. (1994). Clustal W : improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Research*, 22 : 4673-4680.
- 17) Nakamura, T. (2002) Residency and movement of stream-dwelling Japanese charr, *Salvelinus leucomaenis*, in a central Japanese mountain stream. *Ecology of Freshwater Fish*, 11 : 150-157.
- 18) 山本聡・沢本良宏・井口恵一朗・北野 聡 (2004) 千曲川水系の山地溪流における出水後のイワナの停留と移動. 長野県水産試験場研究報告, 6 : 1-7.
- 19) 中村智幸 (1998) イワナにおける支流の意義. 「魚から見た水環境」(森誠一編). pp. 177-187, 信山社サイテック, 東京.
- 20) 太田武彦・高橋剛一郎 (編) (1999) 溪流生態砂防学, 東京大学出版, 東京.
- 21) 秋田喜憲 (1996) ハコネサンショウウオ. 「日本動物大百科5-両生類・爬虫類・軟骨魚類」(日高敏高監修), pp. 20-23, 平凡社, 東京.
- 22) 中村俊六 (1999) 溪流生態砂防における砂防ダムと魚道. 「溪流生態砂防学」(太田武彦・高橋剛一郎編), pp. 150-175, 東京大学出版会, 東京.

### Impacts of an erosion control dam on fish and salamander populations of Kirikubo Stream in Nagano Prefecture, central Japan

Satoshi KITANO\*, Ryosuke KISHIMOTO\* and Shin NAKAMURA\*

\* Nagano Environmental Conservation Research Institute, Natural Environment Team, 2054-120 Kitago, Nagano 381-0075, Japan

#### Abstract

Population surveys were conducted to elucidate the impacts of erosion control dam on the aquatic vertebrates in the Kirikubosawa stream in Nagano Prefecture, central Japan. Three fish species (*Salvelinus leucomaenis*, *Oncorhynchus masou*, and *Cottus pollux*) and one salamander species (*Onychodactylus japonicus*) were captured by electrofishing on August and November, 2005. According to the mtDNA analysis of *S. leucomaenis*, there was no evidence that artificial stocking occurred at least for the upper study reaches. *S. leucomaenis* was the most predominant species among aquatic vertebrates, which densities ranged from 12-23 individuals $\cdot$ 100m<sup>-2</sup> in August and 21-37 individuals $\cdot$ 100m<sup>-2</sup> in November, respectively. Mark-recapture survey revealed that upstream movements by *S. leucomaenis* occurred through drain-holes in the basement of erosion control dam. However, lower values of condition factor ( $10^3 \cdot BW \cdot TL^{-3}$ ) in the below-dam population may imply the negative effects on body weight increments by dam construction.

**Key words** : erosion control dam, *Salvelinus leucomaenis*, upstream movement, population density, condition factor, mitochondrial DNA analysis