

3- (2) 内水面資源生態調査のうち溪流魚調査

担当：福本 一彦（養殖・漁場環境室）

実施期間：平成 23～25 年度（平成 25 年度予算額：内水面資源生態調査 4,343 千円のうちの一部）

目的

溪流魚の資源管理手法の一つとして、生物多様性を維持しつつ、溪流魚の増殖を図り、漁場を管理する「ゾーニング管理」があり^{1) 2)}、国内各地で実施されている。そこで、鳥取県でも、ゾーニング管理の導入や生態系に配慮した増殖方法の普及を目的として、2011 年から、溪流魚の在来個体群の生息域推定調査、および放流に頼らない増殖方法の一つである人工産卵場の造成試験を行った。

また、千代川水系において、サケ科魚類をはじめとした在来魚種や生態系に与える影響が大きいと懸念されているブラウントラウト及びタイガートラウトの生息情報が得られたため、これらの生息状況を把握することを目的として、調査を行った。

方法

1 イワナ、ヤマメの在来個体群生息域推定調査

調査対象水域は、イワナが千代川、天神川、日野川の各水系、ヤマメが陸上川および日野川水系とした（図 1）。各水系を管轄する漁協および遊漁者等に対し、両種の放流履歴について聞き取りを行い、聞き取り結果と堰堤等の河川構造物との関係から在来個体群が生息している可能性がある水域と、既放流水域を推定した。各水域のイワナ及びヤマメ個体群を 1～30 個体ずつ採集し、脂鱗を切り取り、エタノールで固定した。イワナではミトコンドリア DNA のシトクローム b 遺伝子の後半部 557bp を、ヤマメではシトクローム b 遺伝子領域の後半部 557bp 及び NADH 脱水素酵素サブユニット 5 (ND5) 遺伝子の前半部 692bp の 2 つの遺伝子座の塩基配列をもとに、各個体群の出現ハプロタイプ（遺伝子型）とその頻度、およびその結果に基づく在来・非在来の判定を行った。検出されたハプロタイプ（遺伝子型）は、イワナでは Yamamoto *et al.* (2004)³⁾、Kubota *et al.* (2007)⁴⁾、Kikko *et al.* (2008)⁵⁾、山本ら (2008)⁶⁾、Sato *et al.* (2010)⁷⁾、樋口ら (2011a, 2011b, 2012)⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾に、ヤマメでは水産総合研究センター増養殖研究所 (2010, 2011)¹¹⁾¹²⁾にそれぞれ準じて決定した。本調査で新たに認められたハプロタイプには、新たな番号を付けた。

なお、ハプロタイプの検出や解析は（独）水産総合研究センター増養殖研究所の協力を得て行い、その一部をいであ株式会社に委託した。

2 人工産卵場造成試験

試験は、千代川水系佐治川支流山王谷川小支流シマン谷（佐治川ダムとの合流点から上流 377m までの区間、平均流幅 1.8m、標高約 400～450m）、同水系野坂川支流安蔵谷川（堰堤から滝までの 76m の区間、平均流幅 3.2m、標高約 345～355m）、および天神川水系小鹿川支流丹戸沢（堰堤から堰堤までの 135m の区間、平均流幅 2.2m、標高約 490～510m）、同水系小鹿川本流の 4 水域で行った（図 1）。人工産卵場を造成するにあたり、2013 年 10 月に電気ショッカーを用いてイワナの親魚の生息密度を調査した。

人工産卵場は、中村 (2008)¹³⁾を参考に 10 月中～下旬にシマン谷に 6 ヶ所、安蔵谷川に 1 ヶ所、丹戸沢に 2 ヶ所、小鹿川本流に 3 ヶ所造成した（図 1）。造成後、11 月下旬まで適宜、産卵行動および産卵床を観察した。その後、2013 年 12 月下旬から 2014 年 1 月下旬に産卵場を掘り起こし、卵室ごとに発眼卵および死卵数を計数し、発眼率を求めた。



図1 調査水域及び人工産卵場造成試験区域

3 ブラウントラウト生息状況調査

遊漁者からブラウントラウトおよびタイガートラウトの釣獲情報が寄せられていた千代川水系北股川支流大川において（図1，図2），1の調査時に，電気ショッカーを用いてイワナ以外のサケ科魚類も採捕し，各調査地点におけるサケ科魚類の生息密度，ブラウントラウトの全長，胃内容物，耳石切片による不透明帯の数，生殖腺指数を調査した．生殖腺指数は「生殖腺重量／体重×100」により求めた．

また，過去のブラウントラウトの生息状況について，智頭町役場職員，漁協組合員に聞き取りを行った．



図2 千代川水系北股川支流大川におけるブラウントラウト生息状況調査地点

結果および考察

1 イワナ，ヤマメの在来個体群生息域推定調査

以下に結果を魚種と水系毎に示した．

ウ 日野川水系

日野川水系で採集された 11 のイワナ個体群から, Hap-1, Hap-7, Hap-9, Hap-14, Hap-19, Hap-36, Hap-70, Hap-71, Hap-72, Hap-75, Hap-80 の 11 種類のハプロタイプが認められた (表 3) .

聞き取りにより在来と推定された 4 つの個体群のうち, 個体群 A では Hap-75, 個体群 B では Hap-70, 個体群 C および D-1 (滝上流) では Hap-71 がそれぞれ単型的に認められたことから, Hap-70, Hap-71, Hap-75 は日野川水系固有のハプロタイプである可能性が示唆された.

表 3 日野川水系のイワナ個体群から検出された mtDNA シトクローム b 領域における出現ハプロタイプ, 出現頻度および在来・非在来の推定結果

個体群	聞き取りによる推定	N	出現ハプロタイプ, 出現頻度											在来・非在来の推定結果
			Hap-1	Hap-7	Hap-9	Hap-14	Hap-19	Hap-36	Hap-70	Hap-71	Hap-72	Hap-75	Hap-80	
A	在来	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.000	-	在来
B	在来	21	-	-	-	-	-	1.000	-	-	-	-	-	在来
C	在来	26	-	-	-	-	-	-	1.000	-	-	-	-	在来
D-1 (滝上流)	在来	11	-	-	-	-	-	-	1.000	-	-	-	-	在来
D-2 (滝下流)	交雑	23	-	-	-	-	-	-	0.522	-	-	-	0.478	非在来
E	在来?	27	0.037	-	-	-	-	-	0.963	-	-	-	-	非在来
萩山川 支流 (移植)	交雑	30	-	-	-	-	-	-	0.133	0.867	-	-	-	非在来
谷中川	交雑	30	-	-	0.067	0.100	-	-	0.133	0.700	-	-	-	非在来
若松川	交雑	29	0.276	-	-	0.276	-	-	0.103	0.345	-	-	-	非在来
細谷川	交雑	29	-	0.034	-	-	0.103	-	-	-	0.862	-	-	非在来
日の詰川	交雑	28	0.071	0.464	-	-	0.286	0.179	-	-	-	-	-	非在来

(2) ヤマメ

ア 陸上川

陸上川では, 滝の下流と上流では Hap-2, Hap-27 の 2 種類のハプロタイプが共通して認められ, 滝上流ではこれに Hap-14, Hap-84 を加えた 4 種類のハプロタイプが認められた (表 4) .

これまでの知見では, 陸上川のサクラマスから, Hap-2 および Hap27 が検出されている (水産総合研究センター, 2011) ¹²⁾. 今回, 滝上流で検出された Hap-14 は, 多摩川水系産ヤマメから検出されているハプロタイプであることから, 移入個体由来である可能性が示唆された.

表 4 陸上川のヤマメ個体群から検出された mtDNA シトクローム b 領域及び NADH 脱水素酵素サブユニット 5 領域における出現ハプロタイプ, 出現頻度および在来・非在来の推定結果

個体群		N	出現ハプロタイプ, 出現頻度						在来・非在来の推定結果
			Hap-2	Hap-3	Hap-14	Hap-27	Hap-29	Hap-84	
陸上川	滝上流	28	0.321	-	0.036	0.607	-	0.036	非在来?
陸上川	滝下流	11	0.364	-	-	0.636	-	-	

イ 日野川水系

日野川水系についてみると, A 川では堰堤上流, 下流ともに Hap-3 が共通して認められ, 堰堤下流では, これに Hap-29 を加えた 2 種類のハプロタイプが認められた (表 5) .

このうち, 堰堤上流では, Hap-3 が単型的に認められたこと, 側線上に僅かに赤色を示すような個体が全く見られなかったことから, 在来個体群であると推定された.

一方, 近隣の B 川では, Hap-2 が単型的に認められた. ただし, 採集された個体の一部に, 側線上に僅かに赤色を示すような個体がみられたこと, Hap-2 はサクラマス, アマゴの亜種間で重複して出現す

H25 成果 3-2 溪流魚調査

るハプロタイプである（水産総合研究センター，2011）¹²⁾ことから，判定保留とした。

表5 日野川水系のヤマメ個体群から検出されたmtDNA シトクロームb領域及びNADH脱水素酵素サブユニット5領域における出現ハプロタイプ，出現頻度および在来・非在来の推定結果

個体群	N	出現ハプロタイプ，出現頻度						在来・非在来の 推定結果
		Hap-2	Hap-3	Hap-14	Hap-27	Hap-29	Hap-84	
日野川水系A川 堰堤～上流堰堤迄	10	-	1.000	-	-	-	-	在来
日野川水系A川 下流堰堤～堰堤迄	30	-	0.300	-	-	0.700	-	不明
日野川水系B川	11	1.000	-	-	-	-	-	判定保留

2 人工産卵場造成試験

表6に卵発掘調査結果を示した。

ア 千代川水系佐治川支流山王谷川小支流シマン谷

調査区間における全長15cm以上のイワナの採捕数は17個体，生息密度は0.02個体/m²であった。

イワナの産卵床は，人工産卵場では造成した6カ所のうち1カ所で，自然の産卵床は1ヶ所それぞれ確認された。自然の産卵床の形成場所は水深20cm，表層平均流速4cm/秒の淵脇であった。

人工産卵場における1卵室あたりの産着卵数は123粒，発眼率は91.9%であった。一方，自然の産卵床1床あたりの産着卵数は183粒，発眼率は80.9%で，発眼率は人工産卵場の方が高かった。

イ 千代川水系野坂川支流安蔵谷川

調査区間における全長15cm以上のイワナの採捕数は10個体，生息密度は0.04個体/m²であった。

イワナの産卵床は，人工産卵場で1カ所確認され，産着卵数は15粒，発眼率は73.3%であった。

ウ 天神川水系小鹿川本流

人工産卵場では，造成した3カ所のうち1ヶ所でイワナの産卵行動が11月上旬に観察された。12月に一部発掘したところ，活卵が確認されたが未発眼だったため，発掘を中断した。その際，人工産卵場近くの岩陰でも自然の産卵床を1ヶ所確認したが，卵は未発眼だった。

エ 天神川水系小鹿川支流

調査区間における全長15cm以上のイワナの採捕数は19個体，生息密度は0.06個体/m²であった。

人工産卵場におけるイワナの産卵行動は11月上旬～中旬にかけて観察され，卵室数は4カ所であった。1卵室あたりの産着卵数は50～105粒，発眼率は44.3～64.8%で，他の水域に比べて発眼率が低かった。

この原因として，砂の堆積により通水性が確保できなかったことが考えられた。1月の調査時には，砂の堆積が著しい地点では，死卵に加え，ふ化仔魚の死亡個体も確認された。本水域の主な底質は真砂土であるが，人工産卵場内は流れが緩やかなため，造成後粒径の小さい砂が次第に堆積したものと考えられる。

以上，人工産卵場の造成により，産卵適地が創出され，イワナの産卵に寄与する事が確認された。ただし，底質が真砂土の場合は，造成後の砂の堆積による通水性の悪化が課題として残された。

今後の対策として，造成時に砂が堆積していくことを見越して，通水性がしっかり確保できる場所を確保し，その部分は深く掘り込み，基盤となるこぶし大サイズの石を多めに投入しておくことが考えられる。

3 ブラウントラウト生息状況調査

図3に各調査地点におけるイワナ，アマゴ，ブラウントラウトの生息密度を示した。イワナの生息密度は落差があり下流からの遡上が困難な最上流部で最も高く（11個体/100m²），その他は勾配の急な小支流で僅かに認められた程度で，勾配の緩やかな本流ではほとんど認められなかった。

一方，ブラウントラウトは勾配の緩やかな本流の広い範囲でみられたが，落差があるため遡上できない最上流部や勾配の急な小支流では確認されなかった。

アマゴは勾配の急な小支流を除き，本流から最上流部まで幅広く確認された。

表 6 卵発掘調査結果

水系	支流	小支流	小支流	人工産	造成	真の	自然産	水深 (cm)	平均 流速 (cm/秒)	発眼卵	仔魚数	死仔魚	死卵	発眼率 (%)	ふ化率 (%)	備考		
				卵場造 成数	面積 (㎡)	産卵 床数	卵床数			(a)	(b)	数	(c)				(d)	(a+b+c/ a+b+c+d) ×100)
千代川	佐治川	山王谷川	シマン谷	1	1.4	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
				1	3.2	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				1	2.6	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				-	-	-	1	20	4.0	148	0	0	35	80.9	-	-	岸際、淵脇	
				1	1.7	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				1	3.0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
野坂川	安蔵谷川			1	7.5	1	-	-	-	113	0	0	10	91.9	-			
				1	4.6	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
天神川	小鹿川	丹戸沢	本流	1	3.3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12/8活卵確認も	
				-	-	-	1	20	-	-	-	-	-	-	-	-	その後積雪のため調査できず	
				1	5.0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				-	-	-	-	-	-	2	2	20	26	48.0	16.7	-	砂堆積	
				1	2.9	3	-	-	-	0	45	1	25	64.8	97.8	-		
				-	-	-	-	-	-	0	58	3	44	58.1	95.1	-	砂多い、物陰	
野坂川	安蔵谷川			1	2.4	1	-	-	-	43	0	0	54	44.3	-	泥堆積		
				-	-	-	1	22.5	-	-	-	-	-	-	-	-	12/8岩陰にて活卵確認.その後調査できず	
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

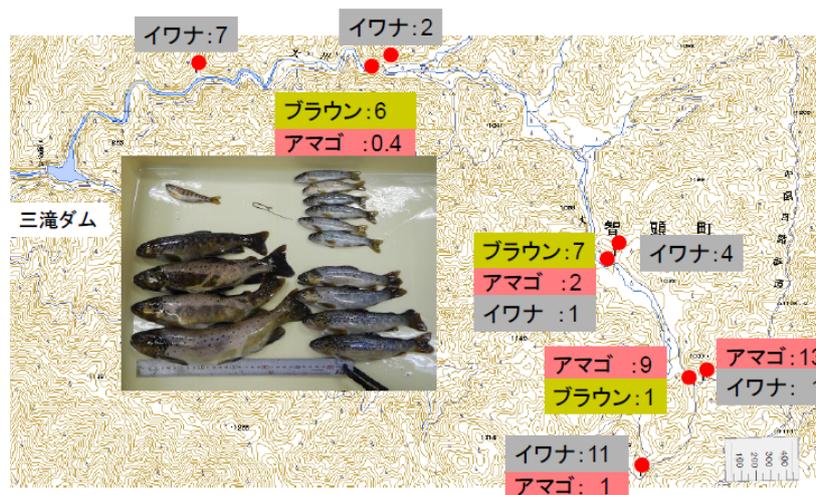


図 3 各調査地点におけるイワナ，アマゴ，ブラントラウトの生息密度（個体/100㎡）

次に、採捕されたブラントラウトの全長組成を図 4，生殖腺指数を図 5 にそれぞれ示した。雌は産卵後と思われる個体が多かったが、抱卵個体が確認されたこと、稚魚が採捕されたことから、再生産しているものと考えられた。

耳石切片観察により不透明帯の数を年齢と考えて全長との関係についてみると、0+が 78~125mm (N=6)，1+が 174~204mm (N=4)，2+が 218mm (N=1)，3+が 256~309mm (N=4) であった。

胃内容物は、水生昆虫（トビケラ類）、陸生昆虫、カエルが確認され、魚類は確認されなかった。

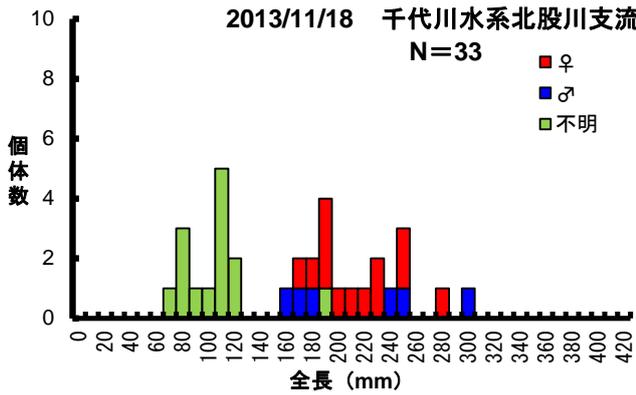


図4 ブラウントラウトの全長組成

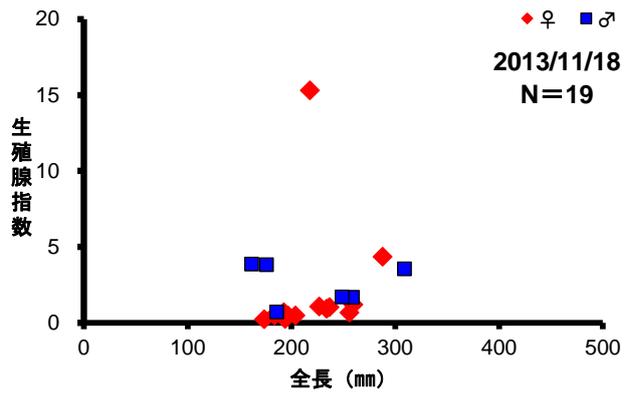


図5 ブラウントラウトの生殖腺指数

聞き取りの結果、「昭和 40 年代以前はイワナ釣り場だったが、昭和 40 年代にアマゴが確認され、昭和 56 年に三滝ダム上流でブラウントラウトを初確認した」、「本調査地点はかつてイワナの釣り場であったが、漁協によるイワナの放流は行ってない」との回答が得られた。

北海道千歳川支流では、アメマスが生息域にブラウントラウトが侵入した後、優占種の置き換わりが生じた例が報告されている（鷹見ほか，2002）¹⁴。本調査の結果、千代川水系北股川でもブラウントラウトが優占している状況が確認された。今後、漁協の意向を踏まえながら、駆除についても検討していく必要がある。

成果と課題

1 イワナ、ヤマメの在来個体群生息域推定調査

県内 3 大河川におけるイワナ、および県内におけるヤマメの在来個体群生息域が推定され、今後、溪流漁場のゾーニング管理を行っていく上での基礎資料とすることができた。

2 人工産卵場造成試験

人工産卵場造成による産卵効果も確認され、放流に頼らない増殖手法として各漁協へ普及することができた。ただし、真砂土や砂が多い支流では、産卵が確認されても、高い発眼率が維持できないリスクも伴うため、造成の際、砂の堆積を見越して深掘りする、砂が堆積する場所と通水性を確保できる場所を意識して造成するよう指導する必要がある。

3 ブラウントラウト生息状況調査

ブラウントラウトやイワナの生息状況などが把握できた。今後、漁協や内水面漁場管理委員会の管理方針に活用できる。

参考文献

- 1) 中村智幸・飯田 遥 (2008) : 溪流漁場のゾーニング管理マニュアル. 水産庁・全国内水面漁業協同組合連合会.
- 2) 中村智幸 (2013) : 溪流魚の増やし方～放流と自然繁殖を上手に使いこなす～. 水産庁.
- 3) Yamamoto S, Morita K, Kitano K, Watanabe K, Koizumi I, Maekawa K, Takamura K (2004) : Phylogeography of white-spotted charr (*Salvelinus leucomaenis*) inferred from mitochondrial DNA sequences. Zoological Science 21: 229-240.
- 4) Kubota H, Doi T, Yamamoto S, Watanabe S (2007) : Genetic identification of native populations of fluvial white-spotted charr *Salvelinus leucomaenis* in the upper Tone River drainage. Fisheries Science 73: 270-284.
- 5) Kikko T, Kuwahara M, Iguchi K, Kurumi S, Yamamoto S, Kai Y, Nakayama K. (2008) : Mitochondrial DNA population structure of white-spotted charr (*Salvelinus leucomaenis*) in the Lake Biwa water system. Zoological Science 25: 146-153.
- 6) 山本祥一郎, 中村智幸, 久保田仁志, 土井隆秀, 北野 聡, 長谷川 功 (2008) : ミトコンドリア DNA 分析に基づく関東地方産イワナの遺伝的集団構造. 日本水産学会誌 74: 861-863.

H25 成果 3-2 溪流魚調査

- 7) Sato T, Demise T, Kubota H, Nagoshi M, Watanabe K (2010) : Hybridization, Isolation, and Low Genetic Diversity of Kirikuchi Char, the Southernmost Populations of the Genus *Salvelinus*. Transactions of the American Fisheries Society 139: 1758-1774.
- 8) 樋口正仁, 兵藤則行, 佐藤雍彦, 野上泰宏, 河野成実 (2011) ミトコンドリア DNA 分析による信越地方産イワナの遺伝的集団構造. 日本水産学会誌 77: 1098-1100.
- 9) 樋口正仁, 野上泰宏, 兵藤則行 (2011) 登川におけるイワナ (*Salvelinus leucomaenis*) の遺伝的集団構造. 新潟県内水面水産試験場調査研究報告 35: 1-8.
- 10) 樋口正仁, 佐藤雍彦, 野上泰宏, 兵藤則行 (2012) ミトコンドリア DNA 分析による放流河川におけるイワナ (*Salvelinus leucomaenis*) の遺伝的集団構造. 新潟県内水面水産試験場調査研究報告 36: 1-5.
- 11) 水産総合研究センター増養殖研究所 (2010) 遺伝子データベースの構築によるイワナ, ヤマメ, アマゴ个体群の在来・非在来判別手法の開発.
http://www.maff.go.jp/j/budget/yosan_kansi/sikkou/tokutei_keihi/seika_h22/suisan_ippan/pdf/60100161_01.pdf
- 12) 水産総合研究センター増養殖研究所 (2011) 遺伝的多様性の把握及び个体群の在来・非在来判別手法の開発.
http://www.maff.go.jp/j/budget/yosan_kansi/sikkou/tokutei_keihi/seika_h23/suisan_ippan/pdf/60100342_01.pdf
- 13) 中村智幸 (2008) : 溪流魚の人工産卵場の作り方 (パンフレット) . 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所.
- 14) 鷹見達也, 吉原拓志, 宮腰靖之, 桑原 連 (2002) : 北海道千歳川支流におけるアメマスから移入種ブラウントラウトへの置き換わり. 日本水産学会誌 68 (1) : 24-28.