

富士川水系金川におけるブラントラウト駆除の効果

谷沢弘将・大浜秀規・小澤諒・坪井潤一*・長谷川功**

ブラントラウト (*Salmo trutta*) は北部ヨーロッパ地方、西アジア、アフリカの北端が原産地とされ、日本にはカワマス (*Salvelinus fontinalis*) の卵に混入して昭和初期にアメリカから持ち込まれたと考えられている^{1,2)}。本種は IUCN の「世界の侵略的外来種ワースト 100」³⁾及び日本生態学会の「日本の侵略的外来種ワースト 100」⁴⁾に選定されており、生態系に与える影響が大きい外来魚である⁵⁾。北海道では遊漁が盛んになった 1970 年代以降に急激に増加したと考えられ、1999 年には既に道内の 18 水系において確認されている⁶⁾。千歳川支流の紋別川とママチ川では在来魚のアメマスから置き換わった事例が報告されている等、在来種への悪影響が問題となってきた^{7,8)}。近年では本州においても自然河川でのブラントラウトの定着が確認されており、長野県松本市梓川の幹線水路や岐阜県神通川水系小鳥川等で報告されている^{9,10)}。2012 年、山梨県富士川水系金川においてこのブラントラウトが確認された。金川には在来マス類のイワナ (*Salvelinus leucomaenis*)、アマゴ (*Oncorhynchus masou ishikawae*) が生息しており、それらが競合や捕食などで減少してしまう可能性が考えられた。今回、在来魚保護と生態系復元を目的として、分布調査および駆除を行った。なお、本研究は峡東漁業協同組合の協力依頼により実施した。

材料と方法

調査河川は富士川水系笛吹川支流金川である (図 1)。サケ科以外の魚種ではカジカ (*Cottus pollux*) が生息している。調査区間の全延長は約 2.4 km、区間勾配は約 4.7%である。調査区間は上流区、中流区、下流区に分け調査した (図 1 右)。

調査は産卵期前の渇水時に実施した。調査内容を表 1 に示す。2012 年は分布調査、2013 年は全年級を対象とした駆除 (以下：全年級駆除)、2014 年は全年級駆除、資源量推定、親魚を対象とした駆除 (以下：親魚駆除) を行った。調査は背負い式電気ショッカー (12A, スミスルート社製) を用いて行った。全年級駆除と、親魚駆除との違いは電気ショッカーをかける場所で分別した。全年級駆除は当歳魚がいるとみられる水深の浅い場所や、流れの無い場所も含む河川全域を調査場所とするのに対し、親魚駆除は 1+以上の魚がいるとみられるやや深く、大きめの淵のみを調査場所とした。親魚駆除においても当歳魚が捕獲された場合は駆除した。ブラントラウトは全長、尾叉長、一部の個体については成熟の有無について測定した。イワナ、アマゴについては個体数をカウント後、再放流した。資源量は program capture の Zippen の減少法の式により推定した¹¹⁾。

Tanizawa Kosho, Oohama Hideki, Ozawa Ryo, Tsuboi Junichi, Hasegawa Koh

*水産総合研究センター増養殖研究所 **水産総合研究センター北海道区水産研究所

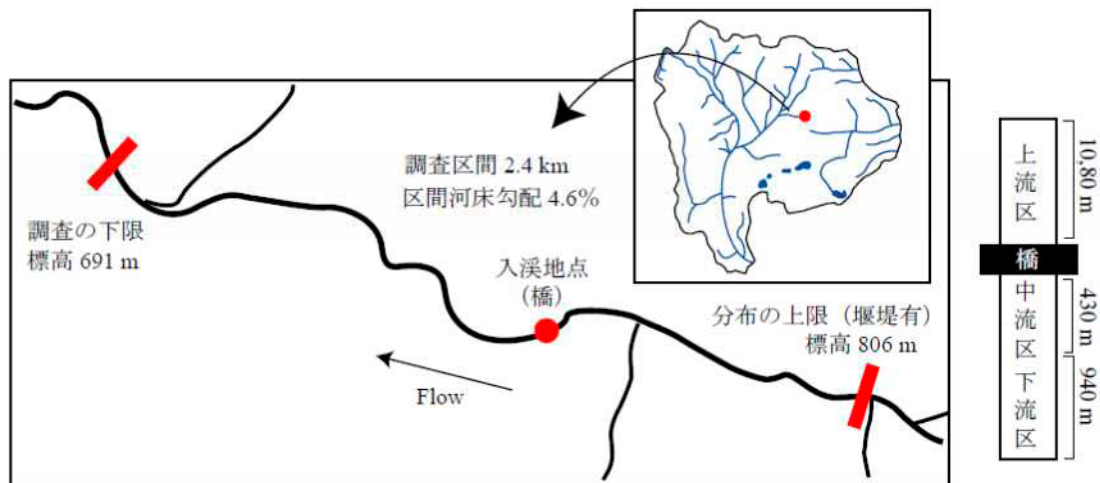


図1 金川の概況と調査区間

表1 調査内容

調査年	調査日	主目的	駆除地点
2012年	8月24日・8月25日	分布調査	上流区
	9月24日	分布調査	中・下流区
2013年	9月24日・9月25日	全年級駆除	全区
2014年	9月17日・9月18日	全年級駆除	全区
		資源量推定	
	11月4日	親魚駆除	上・中流区
	12月12日	親魚駆除	上・中流区

結果及び考察

採捕数と年級

調査全区間の1回目(1pass)の採捕数は2012, 2013, 2014年でブラウントラウトが183尾, 230尾, 286尾であった。イワナは274尾, 327尾, 222尾, イワナ×ブラウントラウトの交雑魚(以下交雑魚)が3尾, 28尾, 23尾, アマゴが723尾, 1,210尾, 689尾であった(表2)。ブラウントラウトの各年の尾叉長組成ではどの年においても100 mm, 200 mm付近でピークが現れることから, この付近が当歳魚, 1+魚の尾叉長と考えられた(図2)。駆除を行っているにも関わらず, 毎年相当数の当歳魚が加入していることが判明した。3ヶ年で採捕されたブラウントラウトの尾叉長組成から, 本研究では70~149 mmまでを当歳魚, 150~250 mmまでを1+魚とした(図3)。

表2 各年の1回目(1pass)の採捕個体数(尾)

	ブラウン	イワナ	交雑魚 (イワナ×ブラウン)	アマゴ
2012年	183	274	3	723
2013年	230	327	28	1,210
2014年	286	222	23	689
合計	699	823	54	2,622

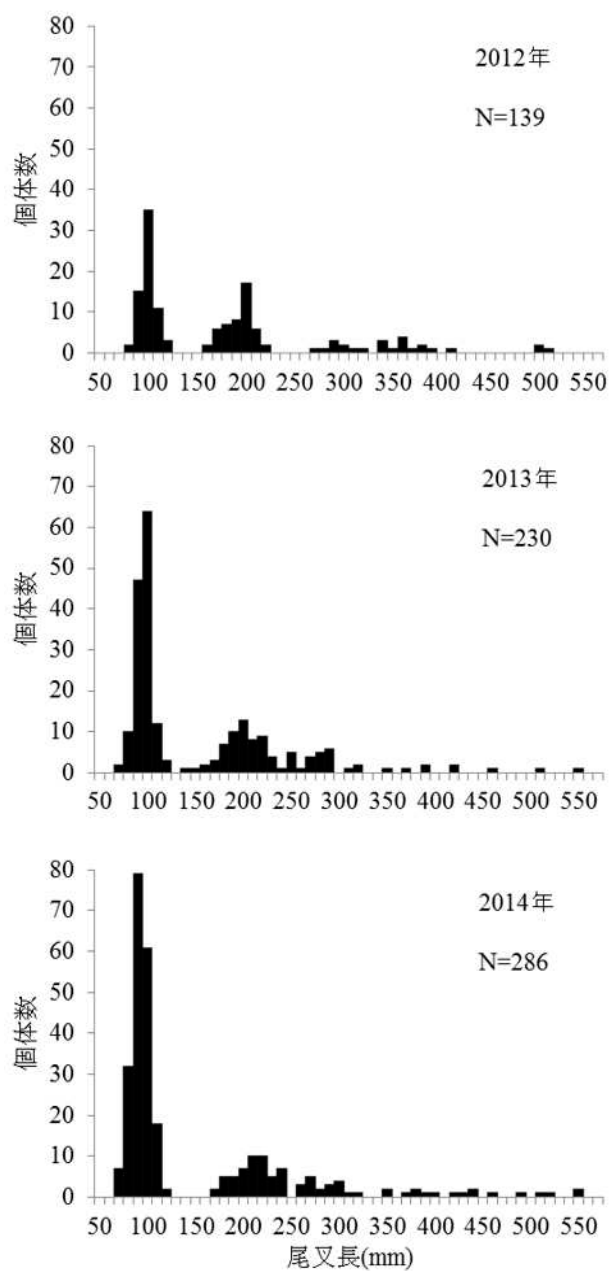


図2 各年の1回目(1pass)に駆除されたブラウントラウトの尾叉長組成

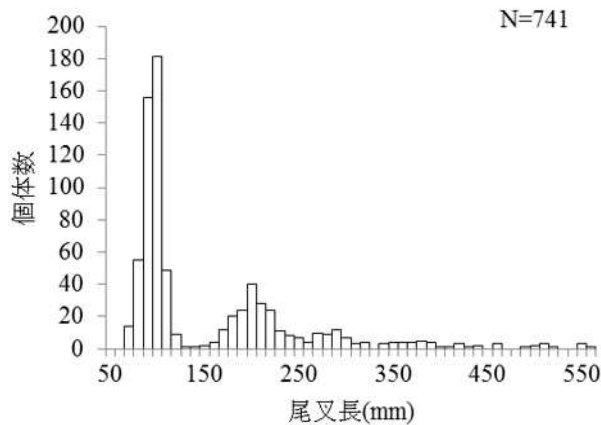


図3 3ヶ年合計のブラウントラウトの尾叉長組成

成熟

632 個体において、尾叉長組成と成熟の有無について調査した (図 4)。外見上、生殖線が発達したものを成熟とみなし、生殖線がひも状のものは未成熟とした。1+魚は 40%がオス、21%がメスであり、残りの 39%は未成熟であった (図 5)。ブラウントラウトの成熟は北海道においてオスは 1+, メスは 2+からと報告されている¹²⁾。金川においてはオス・メスとも早熟個体は 1+から繁殖に参加していた。2+以上の魚は 1 尾 (尾叉長 278 cm) を除いて全て成熟していた。

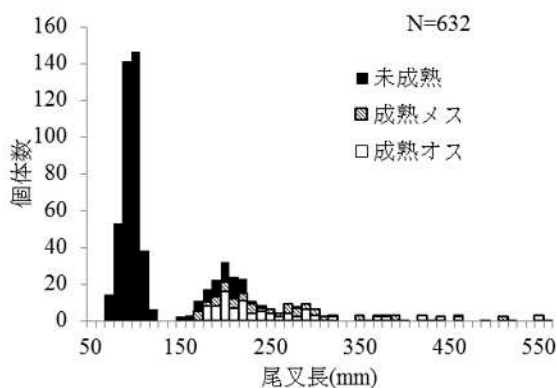


図4 3ヶ年合計のブラウントラウトの成熟別尾叉長組成

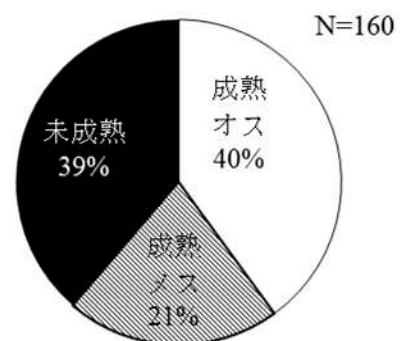


図5 ブラウントラウト 1+の成熟状況

CPUE

各年の駆除 1 回目 (1pass) におけるブラウントラウトの電気ショッカー 1 台 1 時間当たりの CPUE は、上流区で 2012, 2013, 2014 にかけて 9.2, 6.4, 5.6 と減少しているが、中・下流区は 11.4, 13.2, 11.8 と減少の傾向は見られなかった (表 3)。また当歳魚と 1+以上に区分した CPUE より、当歳魚は 2012, 2013, 2014 年にかけて 3.7, 7.0, 7.1 と 2013, 2014 年に増加した (表 4)。1+以上は 2012, 2013, 2014 年でそれぞれ 4.1, 4.5, 3.1 と 2014 年に減少した。ブラウントラウトの駆除個体数は年を増すごとに増加し、特に当歳魚の駆除数が 2012 年と比較して 2013, 2014 年は増加した (66 尾から 140 尾, 199 尾) (表 5)。2012 年は分布調査が主な目的であったため、流れの緩やかな場所や、細い分流などでは駆除を実施していない。2013 年からは全年級を対象

とした本格的な駆除を行った結果、当歳魚の CPUE は増加したと考えられた（表 4）。一方、1+以上の CPUE が減少したことや（表 4）、上流区の CPUE は 9.2、6.4、5.6 と減少したことから一定の駆除効果が認められた（表 3）。

2013 年は上、中、下流区に分け CPUE を算出した（表 6）。その結果、CPUE が最も高い区間は中流区（18.9）であった。特に当歳魚の CPUE が 12.7 と高く、ブラウントラウトの繁殖が行われ、加入が多い区間であると推定された。またイワナ、交雑魚は上流区（それぞれ 33.2、2.6）、アマゴは上・中流区（76.8 と 71.6）が高い値となった。

表 3 各区間のブラウントラウトの CPUE（電気ショッカー1台・1時間当たり）

	上流区	中・下流区
2012年	9.2	11.4
2013年	6.4	13.2
2014年	5.6	11.8

表 4 1+以上と当歳のブラウントラウトの CPUE（電気ショッカー1台・1時間当たり）

	1+以上	当歳	合計
2012年	4.1	3.7	7.7
2013年	4.5	7.0	11.5
2014年	3.1	7.1	10.2

表 5 1+以上と当歳のブラウントラウトの駆除個体数

	1+以上 (尾)	当歳 (尾)	合計 (尾)	1+以上の 比率(%)
2012年	73	66	139	47.5
2013年	90	140	230	60.9
2014年	87	199	286	69.6

表 6 2013 年、各区間の CPUE（電気ショッカー1台・1時間当たり）

	ブラウン			イワナ	交雑魚	アマゴ
	当歳	1+以上	全年級			
上流区	1.6	4.8	6.4	33.2	2.6	76.8
中流区	12.7	6.1	18.9	14.3	1.6	71.6
下流区	5.3	2.9	8.3	7.6	0.5	40.6

資源量と駆除率

2014 年に上流区、中流区において個体数と駆除率（捕獲個体数／推定個体数）の推定を行った（表 7）。推定個体数（95%信頼区間）は上流区 48（48~57）尾、中流区 228（208~273）尾であった。その内、1+以上の魚は上流区で 29（29）尾、中流区で 47（46~60）尾、当歳魚は上流区で 21（19~41）尾、中流区で 182（161~234）尾と推定され、中流区の個体数が多かった。駆除率は上流区で 82.8%、中流区で 59.6%と推定され、上流区より中流区は低い結果となった。上流区は高い駆除率、及び CPUE の減少から、駆除による個体数減少に成功していると考えられた。中流区では約 60%と上流区に比べ低い駆除率であった。ここは倒木、葦の繁茂（図 6）、石の下のえぐれが多数あり、電気ショッカーが使用しにくい区間であったため、駆除率が低かった

と考えられた。また 1+以上の魚は上流区、中流区でそれぞれ 93.6%、75.1%だったのに対し、当歳魚は 61.9%、55.5%であり、1+以上の魚の駆除率に比べ当歳魚の駆除率は 20~30%低かった。

2012 年も同じ駆除率であったと仮定すると、1+以上の魚を上流区で 93.6%、中流区で 75.1% 駆除しているにもかかわらず (表 7)、2013 年には 199 尾と 2012 年の 140 尾より多くの当歳魚が駆除された (表 5)。産卵を防ぐためには更に高い駆除圧をかける必要があると推察された。ブラウントラウト当歳魚の個体数が減少しない理由としては、アマゴやイワナと比較して体サイズが大きい個体が生息していたこと、大型の個体は一腹当たりの抱卵数も多く再生産した場合の影響が大きいこと (尾又長 50.6cm のメスのブラウントラウトは約 2,500 粒の卵を抱卵 (図 7))、また、上記のとおり、メスが 1+から成熟し、再生産に寄与していることなどが考えられた。

表 7 ブラウントラウトの推定個体数と駆除率

年級	区間	1pass	2pass	推定個体数	95%信頼区間	推定駆除率
全年級	上流区	39	8	48	48~57	82.8%
	中流区	135	56	228	208~273	59.6%
1+以上	上流区	27	2	29	29	93.6%
	中流区	35	10	47	46~60	75.1%
当歳	上流区	12	6	21	19~41	61.9%
	中流区	100	46	182	161~234	55.5%



図 6 採捕風景



図 7 尾又長 50.6cm のメスのブラウントラウト
約 2,500 粒の卵を抱卵

交雑魚

ブラウントラウトに対する交雑魚 (図 8) の個体数の割合は上流区で高く、2012、2013、2014 年で 1.2%、40.6%、20.5%であった (表 7)。また当歳魚に限定すると上流区の 2013 年は 150.0% であり、ブラウントラウトよりも多く出現した。長谷川 (私信) によると、交雑魚の出現率は 1% 以下の場合が多いとされており、金川における交雑魚の出現率は非常に高いことが判明した。

富士川水系小武川におけるイワナの繁殖時期は 11 月上旬から 11 月下旬である¹³⁾。金川のブラウントラウトのオスは 9 月中旬から 12 月中旬まで排精が確認されており、イワナの繁殖時期

にブラウントラウトのオスが成熟していることが明らかとなった。北海道での千歳川、十勝川、苫小牧川で確認された交雑魚は DNA 分析の結果、イワナがメス、ブラウントラウトがオスであると報告されている¹⁴⁾。以上のことから、金川における交雑魚もイワナ♀×ブラウントラウト♂の可能性が高いと考えられた。本来であればイワナが産まれるべきところが、交雑魚に置きかわってしまっているため、イワナの再生産に悪影響を与えていると考えられた。養殖下でイワナ♀×ブラウントラウト♂から交雑魚を作出した試験では、浮上率は25.1%であり、イワナ♀×イワナ♂の80.4%と比較して低い値であったと報告されている¹⁵⁾。このことから、数尾の交雑魚の出現であっても、イワナ同士の正常な交配が相当数妨げられている可能性が示唆された。

各年でみると、調査初年の2012年上流区の交雑魚のブラウントラウトに対する割合は1.2%であるが、前年に駆除を行った後の2013、2014年ではそれぞれ40.6%、20.5%と高い値であった(表7)。上流区は駆除率が82.8%と高く(表7)、効率的にブラウントラウトを駆除できた区間である。ブラウントラウトを減少させた事で、残ったブラウントラウトはイワナと遭遇する機会が増え、交配が増加した可能性が考えられたが、これについては更なる検討が必要である。



図8 イワナ×ブラウントラウトの交雑魚

表8 ブラウントラウトとイワナ×ブラウントラウト交雑魚の個体数と割合

年	区間	当 歳			1+以上			全年級		
		ブラウン (尾)	交雑魚 (尾)	交雑魚/ ブラウン(%)	ブラウン (尾)	交雑魚 (尾)	交雑魚/ ブラウン(%)	ブラウン (尾)	交雑魚 (尾)	交雑魚/ ブラウン(%)
2012年	上流区	53	1	1.9	31	0	0	84	1	1.2
	中・下流区	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013年	上流区	8	12	150.0	24	1	4.2	32	13	40.6
	中・下流区	132	14	10.6	66	1	1.5	198	15	7.6
2014年	上流区	12	4	33.3	27	4	14.8	39	8	20.5
	中・下流区	187	16	8.6	60	0	0	247	16	6.5

2012年から3年間駆除を行ってきたが、河川全体のブラウントラウトを減少させるには至っていない。今後は減少傾向の上流区の駆除は維持しつつ、特に中流区において電気ショッカーの効率的な使用方法や、駆除回数の増加、電気ショッカー使用が適さない場所での新しい駆除方法を検討するなど、駆除圧を高くする必要があると考えられた。また交雑魚についても高い出現率であることからモニタリングしていくことが望ましい。

要約

1. 富士川水系金川にてブラウントラウトの駆除を行った。
2. 2012, 2013, 2014年にそれぞれ183尾,230尾,286尾のブラウントラウトを駆除した。
3. 尾叉長組成より本研究では70~149 mmが当歳魚, 150~250 mmが1+魚であると推定された。
4. 成熟は1+のブラウントラウトから始まっている可能性が示唆された。
5. 上流区, 1+以上の魚のCPUEの減少は駆除の効果であると推定された。
6. 中流区において毎年相当数のブラウントラウトが加入していることが明らかとなった。
7. イワナとブラウントラウトの交雑魚が上流区において多く出現した。
8. 駆除により交雑魚の出現数を増加させている可能性が示唆された。
9. 中流区において駆除率が低かった。また当歳魚の駆除率も低かった。
10. ブラウントラウトを減らすためには中流区の駆除圧を上げる必要があると考えられた。

文献

- 1) 丸山為蔵・藤井一則・木島利通・前田弘也 (1987) : ブラウンマス. 外国産新魚種の導入経過, 水産庁研究部資源課・養殖研究所, 東京, 27-28.
- 2) 長谷川功 (2010) : サケ科魚類のプロファイル~ブラウントラウト~. SALMON 情報, 4, 27-29.
- 3) IUCN 日本委員会 : IUCN 世界の外来侵入種ワースト 100, オンライン, <http://www.iucn.jp/species/376-worst100.html>.
- 4) 日本生態学会 (編) (2002) : 外来種ハンドブック. 他人書籍, p113.
- 5) 長谷川功 (2013) : 外来サケ科魚類の生態学~ブラウントラウトの定着要因と在来種及び生物多様性への影響~. 日本水産学会誌. 79, 630-633.
- 6) 鷹見達也・青山智也 (1999) : 北海道におけるニジマスとブラウントラウトの分布. 野生生物保護, 4, 41-48.
- 7) 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, 24-28.
- 8) Koh Hasegawa, Chitose Yamazaki, Tamihisa Ohta, Kazumasa Ohkuma (2012): Food habits of introduced brown trout and native masu salmon are influenced by seasonal and locational prey availability. Fisheries Science 78, 1163-1171.
- 9) 北野聡・逸見泰明・柳生将之・美馬純一 (2013) : 松本市梓川幹線水路で増加するブラウントラウト *Salmo trutta*. 長野県環境保全研究報告. 9, 67-70.
- 10) 石崎大介・谷口義則・淀太我 (2012) : 岐阜県神通川水系小鳥川におけるブラウントラウトの定着. 魚類学雑誌. 59, 1, 49-54
- 11) USGS: program capture. オンライン, <http://www.mbr-pwrc.usgs.gov/software/capture.html>.
- 12) 青山智哉・鷹見達也・下田和孝・小山達也 : 北海道におけるブラウントラウトの年齢と成長および性成熟. 北海道立水産孵化場研究報告. 56, 115-123
- 13) 山梨県水産技術センター (2011) : 平成 22 年度溪流資源増大技術開発事業研究報告書, 溪流魚の生息場所造成・復元技術開発. 独立行政法人 水産総合研究センター, 105-116
- 14) Kitano, S., K. Hasegawa, and K. Maekawa. (2009): Evidence for interspecific hybridization between native white-spotted charr and nonnative brown trout on Hokkaido Island, Japan. J. Fish Biol, 74, 467-473.

- 15) Ryo Suzuki and Fukuda Yoshimi (1971): Survival potential of F₁ hybrids among salmonid fishes.
Bull. Fresh water, Fish. Res. Lab., 21 (1) 69-83.