

蒲田川人工産卵河川におけるイワナおよびヤマメの体サイズ

岸 大弼, 徳田幸憲¹

Body size of charr and masu salmon in the Gamada artificial spawning channel in Gifu, central Japan

DAISUKE KISHI AND YUKINORI TOKUDA

溪流魚人工産卵河川は、旧河道または水路の転用により流路を造成あるいは陸域の掘削により流路を造成した後、水深、流速、河床材料といった条件を調整してイワナ *Salvelinus leucomaenis*、ヤマメ *Oncorhynchus masou masou*、アマゴ *O. m. ishikawae* といった溪流魚の産卵適地を整備したものである(中村ほか, 2007, 2009)。これまで溪流魚の増殖方法として種苗放流が多用されてきたが、近年の研究により、種苗放流の費用対効果は漁業協同組合が期待しているほどの水準ではないことが確認されている(中村ほか, 2022)。そうした背景から、野生個体の自然繁殖があらためて重視されるようになった。しかし、国内の自然河川には、防災や利水を目的とする河川工作物が多数設置されており、それに伴う河床材料組成の改変によって溪流魚の産卵適地は減少していると考えられる(柳井ほか, 1996; 石山ほか, 2009)。人工産卵河川は、産卵適地が不足している自然河川を補完するものであり、自然繁殖を促進する方法のひとつとして各地で造成が実施されている。国内ではこれまでに岐阜県、長野県、山梨県で計 5 事例があり、そのうち 3 事例が岐阜県内で実施されたものである(中村ほか, 2009; 沢本, 2009; 山梨県水産技術センター, 2013; 岸・徳原, 2017; 岸ほか, 2017, 2020, 2023)。

蒲田人工産卵河川は、2004 年 10 月から 2005 年 3 月にかけて神通川水系高原川支流の蒲田川左岸側の小支流の跡を転用して造成されたものである(第 1 図; 中村ほか, 2007, 2009)。この人工産卵河川では、2005 年 10 月に産卵場の整備作業が実施され、同年 11 月にはイワナの産卵が確認されている(中村ほか, 2009)。この人工産卵河川でふ化・浮出したイワナの成長状況については、すでに 2006 年および 2007 年に調査が実施済みである(中村ほか, 2009)。しかし、その調査が実施されてから 10 年以上が経過していることから、あらためて調査を実施して近況を把握することが求められている。また、この人工産卵河川では、2016 年からはヤマメの産卵も確認されるようになったが(岸ほか, 2023)、ふ化・浮出したヤマメの成長状況についてはまだ報告されていない。そこで本研究では、人工産卵河川でふ化・浮出したイワナおよびヤマメの成長状況を把握するため、人工産卵河川およびその流入先の蒲田川において両種の体サイズを調査した。

キーワード: 溪流魚、自然繁殖、増殖方法、支流、しみ出し

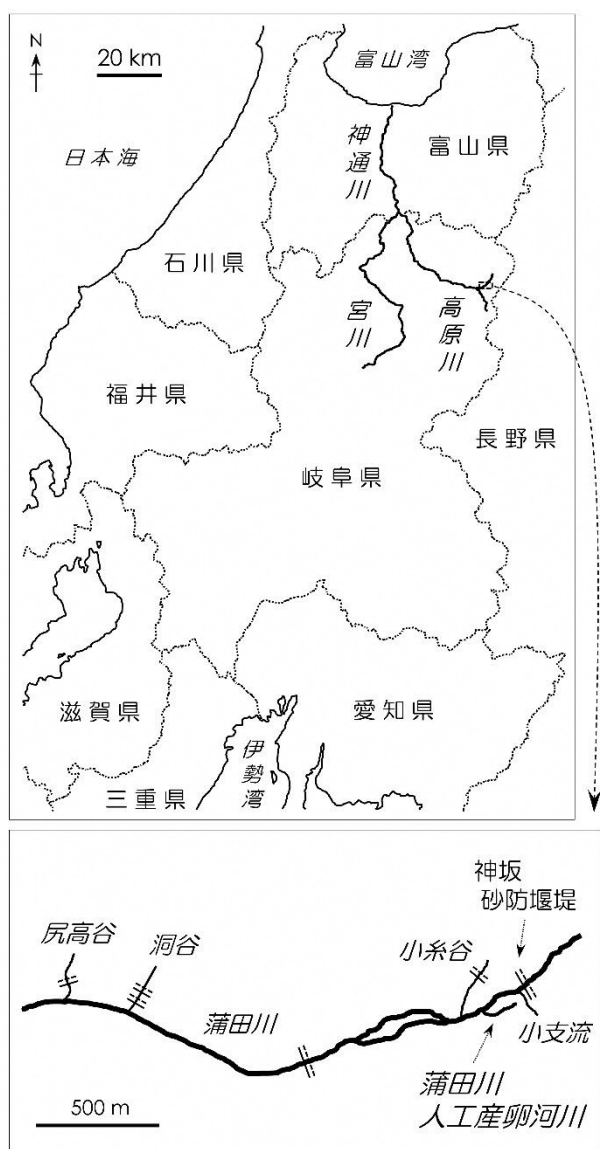
材料と方法

調査は、岐阜県高山市奥飛騨温泉郷の蒲田川人工産卵河川でイワナおよびヤマメの 2018 年級群(2017 年秋に産卵、2018 年春に浮出)ならびに 2020 年級群(2019 年秋に産卵、

2020 年春に浮出)を対象に実施した(第 1 図)。2018 年級群は 3 歳まで、2020 年級群は 1 歳までを調査対象とした。

本研究では、いずれの年級群の調査も 1 年目に人工産卵河川で稚魚(0 歳)の採捕および標識放流、それ以降は人工産卵河川および流入先の蒲田川において標識個体を探索す

1 高原川漁業協同組合



第1図 人工産卵河川および蒲田川(高山市奥飛騨温泉郷)の位置

るという手順で実施した。採捕にはエレクトロフィッシャー(LR-24型、Smith-Root社)を使用した。

人工産卵河川は、造成当初の区間長は270m、平均水面幅は1mであったが、近年の区間長は272m、平均水面幅は1.6mである(中村ほか, 2009; 岸ほか, 2019)。蒲田川では、人工産卵河川付近の神坂砂防堰堤の下流側3,020mの区間のうち一部を調査対象とした。この区間の平均水面幅は15.9mである(岸, 未発表)。蒲田川では遊漁期間中は釣りが可能であるが、人工産卵河川では年間を通じて釣りが規制されている。

2018年級群および2020年級群の調査方法の詳細は以下の通りである。なお、本研究では、後述するように尾叉長およ

び全長の両方を測定しているが、尾叉長の結果については本文でのみ、全長の結果については本文と図で示すこととした。

イワナおよびヤマメ2018年級群

イワナおよびヤマメの稚魚の採捕は、2018年6月24・25日と7月10・11日に人工産卵河川の全区間(蒲田川への流入地点から上流側272m地点までの区間)において実施した。採捕した稚魚は尾叉長および全長を測定し、標識として脂鰭の切除を行った後、人工産卵河川に戻した。

標識個体の探索は、2018年10月9・10日(0歳)、2019年10月7・9日(1歳)、2020年3月18-21日(2歳)、2021年3月5日(3歳)に人工産卵河川において実施した。当初は2020年10月にも標識個体の探索を予定していたが、同年7月の豪雨による大規模な増水で取水施設が損壊して人工産卵河川で断水が発生していたことから実施しなかった。また、2019年7月10・11日と8月7-9日と9月11・17日と10月7-10日(1歳)、2021年2月10-22日(3歳)には、蒲田川において探索を実施した。当初は2020年8月にも標識個体の探索を予定していたが、同年7月の豪雨による大規模な増水で流路が攪乱されていたことから実施しなかった。人工産卵河川では全区間において、蒲田川では10箇所(計983m)において標識個体を探索した。発見された標識個体は尾叉長および全長を測定した後、採捕地点に戻した。岐阜県漁業調整規則では全長15cm未満のイワナおよびヤマメの採捕が禁止されており、漁獲対象となるのは全長15cm以上の個体である。本研究では、標識個体の尾叉長および全長の範囲ならびに平均と標準偏差を算出したほか、全長15cm以上の個体を計数した。

2018年級群については、著者らの現地調査による採捕以外に、遊漁者への釣獲情報の聞き取りを実施した。標識個体を確認された場合はおおよその全長を聞き取った。

イワナおよびヤマメ2020年級群

イワナおよびヤマメの稚魚の採捕は、2020年3月18-21日に人工産卵河川の全区間(蒲田川への流入地点から上流側272m地点までの区間)において実施した。ヤマメについては、採捕した稚魚の尾叉長および全長を測定し、標識として脂鰭の切除を行った後、人工産卵河川に戻した。イワナについては、体サイズが小さかったため、尾叉長の測定は無作為に抽出した21尾のみを対象とした。全長については、採捕したすべての個体を測定した。測定後、標識として脂鰭の切除を行った後、人工産卵河川に戻した。

標識個体の探索は、2021年3月5日(1歳)に人工産卵河川において実施した。当初は2020年10月にも標識個体の探索を予定していたが、同年7月の豪雨による大規模な増水で取水施設が損壊して人工産卵河川で断水が発生していたこと

から実施しなかった。2021 年 2 月 10-22 日(1 歳)には、蒲田川において探索を実施した。当初は 2020 年 8 月にも標識個体の探索を予定していたが、同年 7 月の豪雨による大規模な増水で流路が攪乱されていたことから実施しなかった。人工産卵河川では全区間において、蒲田川では 10 箇所(計 775m)において実施した。発見された標識個体は尾叉長および全長を測定した後、採捕地点に戻した。2018 年級群と同様、標識個体の尾叉長および全長の範囲ならびに平均と標準偏差を算出したほか、全長 15cm 以上の個体を計数した。

イワナ 2018 年級群と 2020 年級群の識別

イワナについては、2020 年 3 月 18-21 日に人工産卵河川で実施した探索では、2018 年級群の 2 歳の標識個体および 2020 年級群の 0 歳の標識個体が混在し、2021 年 3 月 5 日に人工産卵河川および同年 2 月 10-22 日蒲田川本流において実施した探索では、2018 年級群の 3 歳の標識個体および 2020 年級群の 1 歳の標識個体が混在していた。それらは同一の標識を行っているが、年齢が 2 歳離れていることから、体サイズの差異で年級群を識別できるものと当初は予想していた。2020 年については、結果で後述するように 2018 年級群の 2 歳と 2020 年級群の 0 歳とは体サイズに明瞭な差異があつて識別可能であった。しかし、2021 年については、2018 年級群の 3 歳と 2020 年級群の 1 歳の体サイズの範囲が近接していて識別は困難であった。

本研究では、2021 年の調査時における 2018 年級群の 3 歳と 2020 年級群の 1 歳の識別のため、2018 年級群の最小個体の成長曲線(一般化線形モデル)を作成した。この一般化線形モデルは、人工産卵河川で採捕された 2018 年級群の 2018 年 6 月 24・25 日と 7 月 10・11 日と 10 月 9・10 日(0 歳)、2019 年 10 月 7・9 日(1 歳)、2020 年 3 月 19-21 日(2 歳)の最小個体の全長のデータをもとに、応答変数に全長、説明変数に採捕日(2018 年 1 月 1 日からの経過日数)、誤差構造にガンマ分布、リンク関数に log を指定して統計ソフト R version 4.0.3 およびパッケージ MuMIn で作成した(Bartoń, 2018; R Development Core Team, 2020)。そして、そのモデルを 2021 年 2・3 月まで延長(外挿)し、2018 年級群の 3 歳の標識個体の全長と 2020 年級群の 1 歳の標識個体の全長との境界線として適用した。この境界線上の個体およびそれより大きい個体は 2018 年級群の 3 歳とみなし、境界線より小さい個体は 2020 年級群の 1 歳とみなした。

なお、ヤマメについては、結果で後述するように 2 歳以上と考えられる標識個体は確認されず、2021 年に採捕された標識個体には 2018 年級群の 3 歳は混在していないと考えられた。そのため、2018 年級群と 2020 年級群の全長の境界線は作成しなかった。

結 果

イワナ 2018 年級群

イワナ 2018 年級群については、2018 年 6・7 月に 317 尾の 0 歳を標識した。尾叉長は範囲が 3.5-8.8cm および平均±標準偏差が 6.0 ± 1.0 cm、全長は範囲が 3.6-9.1cm および平均±標準偏差が 6.2 ± 1.1 cm であった(第 2 図)。

標識個体の探索では、2018 年(0 歳)の 10 月に 145 尾が発見された。尾叉長は範囲が 5.1-10.9cm および平均±標準偏差が 7.3 ± 1.2 cm、全長は範囲が 5.3-11.4cm および平均±標準偏差が 7.5 ± 1.2 cm であった。漁獲可能サイズ(全長 15cm 以上)に到達した個体はいなかった。

2019 年(1 歳)は 8 月と 9 月に各 1 尾および 10 月に 63 尾が発見された。それら計 65 尾の尾叉長は範囲が 8.8-23.2cm および平均±標準偏差が 14.0 ± 3.0 cm、全長は範囲が 9.2-23.9cm および平均±標準偏差が 14.7 ± 3.0 cm であった。漁獲可能サイズに到達したのは 65 尾のうち 19 尾であった。

2020 年(2 歳)は 3 月に 34 尾が発見された。尾叉長は範囲が 10.6-18.9cm および平均±標準偏差が 14.4 ± 2.1 cm、全長は範囲が 11.0-19.7cm および平均±標準偏差が 15.1 ± 2.1 cm であった。漁獲可能サイズに到達したのは 34 尾のうち 13 尾であった。

2021 年 2・3 月の 2018 年級群(3 歳)と 2020 年級(1 歳)を識別する境界線として、2018 年級群の 2018-2020 年(0-2 歳)の最小個体のデータから経過日数を説明変数とする一般化線形モデルおよび切片だけのモデル(null モデル)が作成された(第 1 表)。本研究では前者を境界線として採用し、これを 2021 年まで延長して 2018 年級群の 3 歳の最小サイズを算出した結果、例えば、2 月 10 日の時点では 20.3cm、3 月 5 日の時点では 21.1cm と推定された(第 2 図)。2021 年は 2 月に 7 尾および 3 月に 14 尾の標識個体が発見された。それら計 21 尾のうち、5 尾はこの境界線上の個体およびそれより大きい個体であったことから、2018 年級群の 3 歳と判断された。残りの 16 尾は境界線より小さい個体であったことから、2020 年級群の 1 歳と判断された。

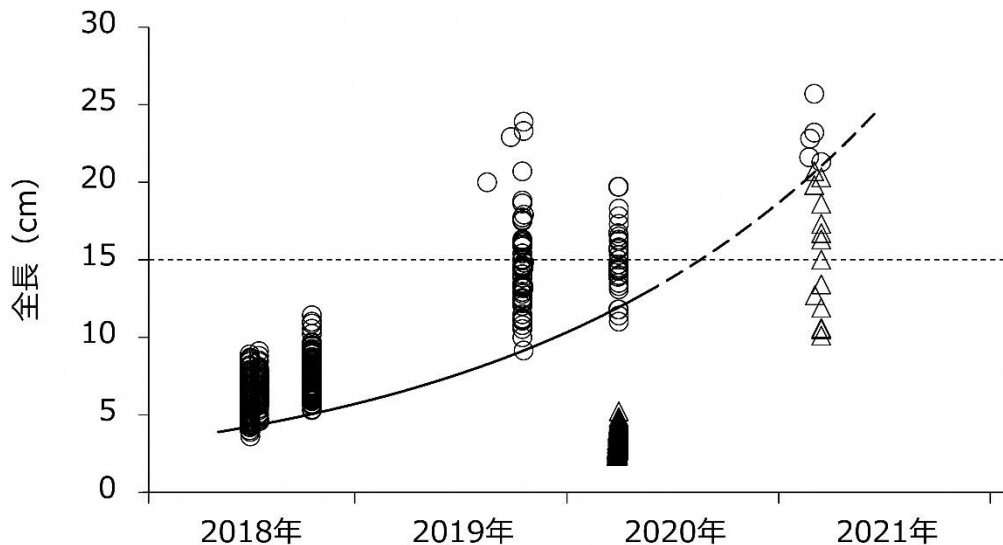
2021 年 2・3 月に 2018 年級群の 3 歳と判断された 5 尾については、尾叉長は範囲が 20.3-25.0cm および平均±標準偏差が 22.3 ± 1.8 cm、全長は範囲が 21.3-25.7cm および平均±標準偏差が 22.9 ± 1.8 cm であった。すべての個体が漁獲可能サイズに到達していた。

遊漁者への聞き取りでは 2019 年に計 5 件の釣獲情報が得られたが、無標識の個体为中心であり、標識個体であることが確認できたのは 3 月 24 日に釣獲された 1 尾であった。この個体の全長は約 16cm とのことであった。

第1表 イワナ 2018 年級群の最小個体の全長を説明する一般化線形モデル

モデル	推定値(標準誤差)		AIC	ΔAIC
	切片	採捕日(2018年1月1日からの経過日数)		
1	3.4675 (0.0495)*	0.0016 (0.0001)*	65.5	0
2	4.2397 (0.1443)*		98.8	33.3

* $P < 0.001$



第2図 人工産卵河川および蒲田川で採捕されたイワナ 2018 年級群(○)と2020 年級群(△)の全長
(図内の実線は 2018 年級群の最小個体の成長曲線(第1表のモデル 2)および長破線はその延長線、水平の点線は全長 15cm の位置)

イワナ 2020 年級群

イワナ 2020 年級群については、2020 年 3 月に 281 尾の 0 歳を標識した。尾叉長はそのうち 21 尾のみ測定し、範囲が 2.3-4.3cm および平均±標準偏差が 3.7 ± 0.5 cm であった(第2図)。全長はすべての個体を測定し、範囲が 2.3-5.2cm および平均±標準偏差が 3.3 ± 0.6 cm であった。なお、平均尾叉長が平均全長より大きい値となっているが、これは尾叉長を測定した 21 尾が大型の個体に偏って抽出されていたためと推測される。

2021 年 2・3 月に発見された標識個体については、前述したように 16 尾が 2020 年級群の 1 歳と判断された。それらの尾叉長は範囲が 9.7-20.3cm および平均±標準偏差が 14.6 ± 3.5 cm、全長は範囲が 10.1-20.7cm および平均±標準偏差が 15.1 ± 3.6 cm であった。漁獲可能サイズに到達したのは 16 尾のうち 7 尾であった。

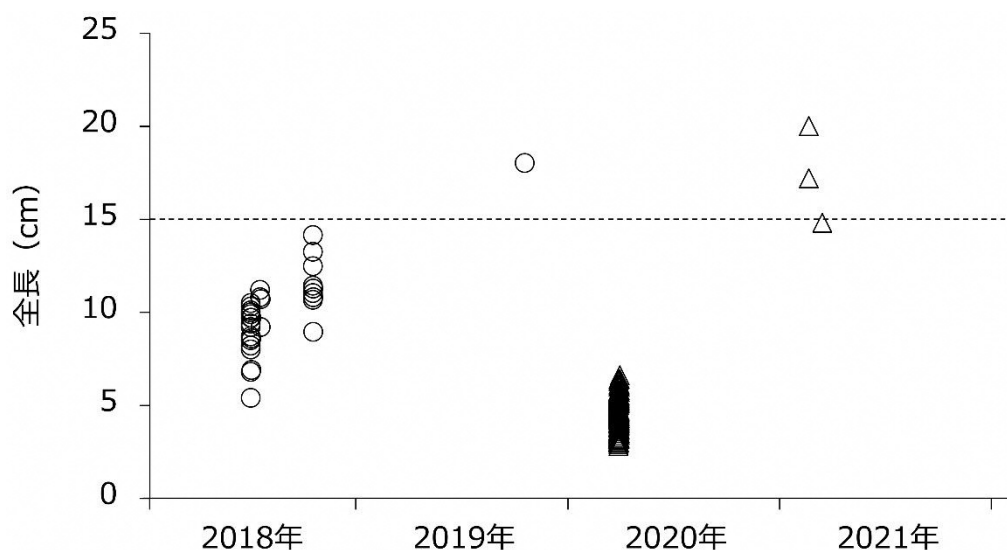
ヤマメ 2018 年級群

ヤマメ 2018 年級群については、2018 年 6・7 月に 25 尾の

0 歳を標識した。尾叉長は範囲が 6.5-10.5cm および平均±標準偏差が 8.7 ± 1.1 cm、全長は範囲が 5.4-11.2cm および平均±標準偏差が 9.1 ± 1.4 cm であった(第3図)。

標識個体の探索では、2018 年 10 月(0 歳)に 9 尾が発見された。尾叉長は範囲が 9.4-13.4cm および平均±標準偏差が 11.4 ± 1.3 cm、全長は範囲が 8.9-14.1cm および平均±標準偏差が 11.6 ± 1.5 cm であった。2019 年(1 歳)は 10 月に 1 尾が発見された。尾叉長は 17.4cm、全長は 18.0cm で、漁獲可能サイズに到達していた。その後、2020 年 3 月には標識個体が発見されず、2 歳以上の個体は確認されなかった。

2021 年 2・3 月(1 歳)には、全長 14.8-20.0cm の標識個体が 3 尾発見された。2018 年級群は 2019 年 10 月(1 歳)の時点で 18.0cm に到達しており、もしこの 2021 年 2・3 月(3 歳)まで生残していた場合はより大きく成長しているものと推測される。そのため、2021 年 2・3 月に発見された標識個体は 2018 年級群の 3 歳ではなく、いずれも 2020 年級群の 1 歳と判断された。



第3図 人工産卵河川および蒲田川で採捕されたヤマメ2018年級群(○)と2020年級群(△)の全長
(図内の点線は全長15cmの位置)

遊漁者への聞き取りでは2019年に計6件の釣獲情報が得られたが、無標識の個体为中心であり、標識個体であることが確認できたのは5月24日に釣獲された1尾であった。この個体の全長は約18cmとのことであった。

ヤマメ2020年級群

ヤマメ2020年級群については、2020年3月に234尾の0歳を標識した。尾叉長は範囲が2.8-6.3cmおよび平均±標準偏差が 4.4 ± 0.8 cm、全長は範囲が2.8-6.6cmおよび平均±標準偏差が 4.6 ± 0.8 cmであった(第3図)。

標識個体の探索では、2021年2・3月(1歳)に3尾が発見された。前述したように、これらはいずれも2020年級群であると判断された。尾叉長は範囲が14.2-19.4cmおよび平均±標準偏差が 16.8 ± 2.6 cm、全長は範囲が14.8-20.0cmおよび平均±標準偏差が 17.3 ± 2.6 cmであった。漁獲可能サイズに到達したのは3尾のうち2尾であった。残り1尾は全長15cm未満であったが、14.8cmと漁獲可能サイズに近い値であった。

その他(イワナとヤマメの交雑個体)

イワナとヤマメの交雑個体については本研究の対象外であることから考察では言及しないが、参考情報として以下に付記する。

2018年6・7月の0歳の標識時にイワナとヤマメの交雑と考えられる個体が2尾採捕された。尾叉長は範囲が8.1-8.7cmおよび平均±標準偏差が 8.4 ± 4.2 cm、全長は範囲が8.4-9.0cmおよび平均±標準偏差が 8.6 ± 0.4 cmであった。それらも2018年級群として脂鰭を切除して標識した後、人工産卵河川に戻した。標識個体の探索では、2018年(0歳)の

10月に2尾が発見された。尾叉長は範囲が9.7-10.8cmおよび平均±標準偏差が 10.2 ± 0.7 cm、全長は範囲が10.2-11.2cmおよび平均±標準偏差が 10.6 ± 0.7 cmであった。その後、2019年7-10月(1歳)、2020年3月(2歳)、2021年2・3月(3歳)に人工産卵河川や蒲田川で探索したが、標識個体は確認されなかった。

2020年3月の0歳の標識時にもイワナとヤマメの交雑と考えられる個体が1尾採捕された。尾叉長は3.7cm、全長は3.8cmであった。この個体は、2018年6・7月に標識した2018年級群より小さいことから2020年級群の0歳と判断し、脂鰭を切除して標識した後、人工産卵河川に戻した。その後、2021年2・3月(1歳)に人工産卵河川や蒲田川で探索したが、標識個体は確認されなかった。

今回の調査では、2018年級群および2020年群のいずれも漁獲可能サイズに到達した標識個体は確認されなかった。

考 察

人工産卵河川でふ化・浮出したイワナは、半数近い個体が1歳から2歳にかけて漁獲可能サイズに到達することが確認された。ヤマメについては、大部分の個体が1歳で漁獲可能サイズに到達することが確認された。最大の個体は、イワナが1歳で尾叉長23.2cmおよび全長23.9cm、ヤマメが1歳で尾叉長19.4cmおよび全長20.0cmにまで成長していた。また、イワナについては、1歳以降も生残した個体が3歳で全長20cm以上に成長することが示唆された。このほか、人工産卵河川

でふ化・浮出したイワナおよびヤマメは、1 歳になると人工産卵河川だけでなく蒲田川でも確認され、支流から本流への移動(しみ出し)事例と同様(水産庁, 2021; Tsuboi et al. 2022)、人工産卵河川においても一部の個体为本流に移動していることが本研究により確認された。

飛騨地方の河川では、イワナおよびヤマメは産卵場所として支流を利用する傾向が示唆されている(岸ほか, 2016)。イワナについては水面幅 1-5m、ヤマメについては水面幅 2-9m の河川で産卵が多く確認されている(水産庁, 2021)。人工産卵河川周辺の蒲田川では、そうした規模の支流は左岸側に名称不明の小支流、右岸側に小糸谷と洞谷と尻高谷が存在する。名称不明の小支流は急勾配であるほか、下流側に神坂砂防堰堤の副堤があるため、遡上・産卵は困難である。小糸谷および尻高谷は流水がないことがあり、安定した再生産の場として機能していない。洞谷は落差工があるほか、三面コンクリート張りとなっているため、遡上・産卵は不可能である。したがって、人工産卵河川周辺の蒲田川には、イワナおよびヤマメの遡上・産卵が可能な支流は存在していないのが実情である。蒲田川の水面幅は平均 15.9m(範囲 9.1-51.0m)であり(岸, 未発表)、ヤマメについては場所によっては産卵が可能と考えられるが、全域が産卵に適しているわけではない。イワナについては全域が産卵に不向きといえる。こうした背景から、人工産卵河川はヤマメの産卵を補完する場になっているほか、イワナにとっては貴重な産卵場所になっていると考えられる。人工産卵河川周辺の蒲田川は、標高 900m 以上の寒冷地かつ多雪地であるが、流域の温泉の影響で冬季でも水温が 10℃前後と高く、3 月の解禁当初から状態の良いイワナおよびヤマメが釣れる漁場として遊漁者に人気がある。今後も蒲田川を好漁場として活用するため、人工産卵河川における毎年秋の産卵場の整備作業を継続してイワナおよびヤマメの自然繁殖を促進することが望まれる。

今回の調査では人工産卵河川でふ化・浮出したイワナおよびヤマメの成長状況が明らかになったほか、人工産卵河川が蒲田川への漁業資源となるイワナおよびヤマメの供給元として機能していることが確認された。ただし、人工産卵河川に残留した個体と蒲田川に移動した個体の体サイズの差異、蒲田川に移動した個体の割合といった項目については検証の余地がある。今後はそうした項目を調査し、移動の実態についてより詳しく把握することが課題である。

要 約

1. 岐阜県高山市奥飛騨温泉郷の蒲田川人工産卵河川でふ化・浮出したイワナおよびヤマメの 2018 年級群ならびに

2020 年級群の体サイズを調査した。

2. イワナの 2018 年級群および 2020 年級群は、1 歳の 10 月には尾 叉 長 8.8-23.2cm および 9.7-20.3cm、全 長 9.2-23.9cm および 10.1-20.7cm に成長していた。
3. ヤマメの 2018 年級群および 2020 年級群は、1 歳の 10 月には尾 叉 長 17.4cm および 14.2-19.4cm、全 長 18.0cm および 14.8-20.0cm に成長していた。
4. イワナおよびヤマメは、いずれも 1 歳で半数近い個体が漁獲可能サイズ(全長 15cm 以上)に成長することが確認された。
5. 人工産卵河川で標識したイワナおよびヤマメは、翌年には蒲田川でも確認された。人工産卵河川は、蒲田川への漁業資源の供給元として機能していることが確認された。

謝 辞

高山市奥飛騨温泉郷の宝山荘の方々や中田好彦氏には現地調査の際にお世話になった。遊漁者の方々には釣獲情報を提供していただいた。現地調査では同僚諸氏の支援を受けた。ここに記して各位に感謝する。なお、本研究は水産庁の環境収容力推定手法開発事業(平成 31 年度-令和 4 年度)により実施した。

文 献

- 石山信雄・渡辺恵三・永山滋也・中村太士・剣持浩高・高橋浩揮・丸岡 昇・岩瀬晴夫. 2009. 河床の岩盤化が河川性魚類の生息環境に及ぼす影響と礫河床の復元に向けた現地実験の評価. 応用生態工学, 12: 57-66.
- 岸 大弼・松山幸盛・佐々木 茂・徳田幸憲. 2023. 溪流魚人工産卵河川の水温. 岐阜県水産研究所研究報告, 68: 7-12.
- 岸 大弼・佐々木 茂・徳田幸憲・徳原哲也. 2020. 溪流魚人工産卵河川における産卵場整備後の土砂の堆積状況. 岐阜県水産研究所研究報告, 65: 1-10.
- 岸 大弼・徳原哲也. 2017. 岐阜県下呂市馬瀬に整備された人工産卵河川の物理環境およびイワナの産卵状況. 応用生態工学, 19: 221-231.
- 岸 大弼・辻 寛人・藤井亮吏・大原健一・徳原哲也. 2016. 飛騨地方の溪流におけるイワナおよびヤマメ・アマゴの産卵地点の標高・河床勾配・水面幅. 岐阜県水産研究所研究報告, 61: 1-9.
- 岸 大弼・上田利章・徳田幸憲・徳原哲也. 2017. 溪流魚人工産卵河川における産卵場整備での砂利の使用量. 岐阜県

- 水産研究所研究報告, 62: 9-13.
- 中村智幸・岸 大弼・徳原哲也・片岡佳孝・菅原和宏・亀甲武志. 2022. ヤマメ・アマゴの種苗放流の増殖効果の検証. 水産技術, 15: 17-38.
- 中村智幸・高橋剛一郎・谷田一三・太田猛彦・徳田幸憲. 2007. 溪流魚の人工産卵河川のつくり方<マニュアル編>. 国土交通省北陸地方整備局神通川砂防事務所, 岐阜県飛騨市. 17pp.
- 中村智幸・徳田幸憲・高橋剛一郎. 2009. 人工産卵河川におけるイワナの産卵と当歳魚の動態. 応用生態工学, 12: 1-12.
- 沢本良宏. 2009. 遠山川に造成した人工産卵河川. 長野県水産試験場水産だより, 29: 3.
- 水産庁. 2021. 放流だけに頼らない! 天然・野生の溪流魚(イワナやヤマメ・アマゴ)を増やす漁場管理. 水産庁, 東京. 16pp.
- 高橋剛一郎・徳田幸憲・中村智幸. 2013. 人工産卵場における粒径組成とイワナの産着卵の生残について. 砂防学会誌, 66: 40-44.
- Tsuboi, J., K. Morita, Y. Koseki, S. Endo, G. Sahashi, D. Kishi, T. Kikko, D. Ishizaki, M. Nunokawa and Y. Kanno. 2022. Small giants: Tributaries rescue spatially structured populations from extirpation in a highly fragmented stream. J. Appl. Ecol., 59: 1997-2009.
- 山梨県水産技術センター. 2013. 溪流魚の生息場所の造成・復元技術の開発. 水産総合研究センター増養殖研究所内水面研究部 (編), pp.166-199. 渓流域資源増大技術開発事業研究報告書. 水産庁, 東京.
- 柳井清治・永田光博・積丹川共同調査グループ. 1996. 河川改修がサクラマス *Oncorhynchus masou* (BREVOORT) の産卵環境に及ぼす影響. 砂防学会誌, 49: 15-21.