

低コスト放流手法がサクラマス成魚資源に与える効果推定

内水面水産振興部 富樫宥哉

【目 的】

サクラマスは本県海面漁業及び内水面漁業における重要魚種の一つであり、1992年には「県の魚」に指定されている。本種の増殖手法に関する研究では、平成30年度に完了した課題で発眼卵埋設放流（以下、卵放流）が稚魚放流よりも費用対効果で優れることが明らかにされた（鈴木，2020）。

しかし、前課題では卵放流のサクラマス親魚に対する定量的な効果を推定することはできなかった。また、近年では遊漁者の減少や漁協組合員の高齢化などから種苗放流事業自体の見直しも進んでおり、より詳細な効果のモニタリングも求められている。

そこで、本研究では、本県で主流の稚魚放流手法が成魚資源に与える効果を推定するとともに、低コストな卵放流による代替の可能性について検証することを目的とした。

1 卵放流による増殖効果の検証

【方 法】

1. 2020年級の追跡調査

2020年11月20日に鶴岡市山五十川を流れる五十川（図1）において、アリザリンコンプレクソン（以下、ALC）による耳石標識を施した発眼卵の卵放流を実施した。翌2021年の春期に稚魚調査を実施したところ、総推定生息数は357尾となり、2020年級の推定残存率の平均値は3.40%であった（鈴木，2023）。

当年級の回帰が予想される2023年春期に、本県海面での水揚げに耳石標識魚が含まれていないかを確認するために、スーパーマーケットや旅館等で利用された県産サクラマスの頭部を139尾分購入し、蛍光顕微鏡でALC標識を確認した。



図1 調査河川の位置

2. 2022年級

五十川

2022年11月15日に、計1万粒を五十川支流の沢内川と温俣川に地まき方式で放流した。

埋設後の稚魚残存率を調査するために、翌2023年6月に温俣川と沢内川において調査区間を設け（図2、表1）、電気ショッカーを用いてサクラマス（ヤマメ）を採捕し、除去法により区間内の生息個体数を推定した。いずれの区間も3回の除去を行い、Program capture（United States Geological Survey, <https://www.mbr-pwrc.usgs.gov/software/capture.html>）を用いて推定生息数を算出した。

また、調査区間内の複数地点で水面幅を計測し、台形近似により区間の水面積を求めた。これにより推定生息密度の算出を行った。さらに未調査区を含む河川全域の生息個体数を面積で引き伸ばし、推定を行った。ただし、未調査区間の推定生息密度および水面幅は隣接する調査区間の平均値をとると仮定した。

採捕したサクラマスは持ち帰り、全長、体長、体重を計測し、頭部から耳石を取り出したのち、蛍光顕微鏡（オリンパス：BHF-342）を用いてALC標識の有無を調べた。さらに、そのALC標識魚の割合と前述の生息個体数の推定から卵放流に由来する稚魚の残存率を推定した。

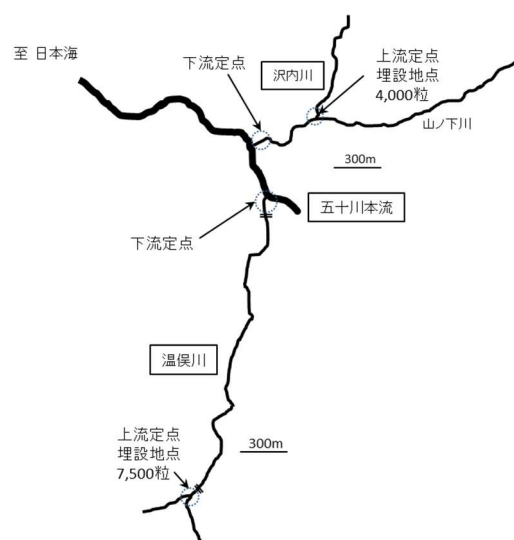


図2 五十川調査定点の位置

表1 五十川2支流における調査区間

河川名	調査区間 下流定点(m)	未調査区 (m)	調査区間 上流定点(m)	計 流程(m)
沢内川	75	331	44	450
温俣川	42	2,030	28	2,100

※小数点以下第1位を四捨五入。

【結果及び考察】

1. 2020年級の追跡調査

139個体の耳石を確認した結果、標識個体は確認されなかった。このため卵放流魚の回帰率を算出することはできなかった。サクラマス卵放流魚の回帰率に関する知見はほとんどないため、今後も各年級群で調査を継続していく予定である。

2. 2022年級

沢内川 まず、沢内川の上下流定点で求めた推定生息数と水面積を表2に示す。推定生息数を水面積で除して求めた推定生息密度は下流定点で0.10尾/㎡、上流定点で0.06尾/㎡となった(表2)。また、全区間(流程450m)での推定生息数は計91尾となった。

表2 沢内川の各区間における稚魚推定生息密度

	下流定点	未調査区	上流定点
推定生息密度(尾/㎡)	0.10	0.08	0.06
水面積(㎡)	168	865	141
推定生息数(尾)	16	67	8

※推定生息数、水面積：小数点以下第1位を四捨五入。

※推定生息密度：小数点以下第3位を四捨五入。

次に、持ち帰った稚魚を解剖し、耳石ALC標識魚の割合を求めたところ、下流定点で33%、上流定点で0%の割合で標識が認められた。これにより、沢内川全区間における卵放流魚の合計は20尾となった(表3)。

ALC標識卵の標識率は100%であったので、これにより沢内川における卵放流魚の残存率は、20(尾)÷3,000(粒)×100=0.67%と算出された。

表3 沢内川の稚魚推定生息数の内訳

区間	推定生息数	稚魚推定生息数の内訳	
		野生魚	卵放流魚
下流定点	16	11	5
未調査区	67	52	15
上流定点	8	8	0
合計	91	71	20

※小数点以下第1位を四捨五入。

温俣川 つづいて、温俣川の調査区で求めた推定生息数と水面積を表4に示す。これらの推定生息数を水面積で除して求めた推定生息密度は下流定点で0.03尾/㎡、上流定点で0.02尾/㎡となった(表4)。

表4 温俣川の各区間における稚魚推定生息密度

	下流定点	未調査区	上流定点
推定生息密度(尾/㎡)	0.03	0.02	0.02
水面積(㎡)	117	5501	62
推定生息数(尾)	3	123	1

※推定生息密度：小数点以下第3位を四捨五入。

※推定生息数、水面積：小数点以下第1位を四捨五入。

この値を基に未調査区の推定生息密度を求めたところ、0.02尾/㎡となった。未調査区の水面積は区間長2,030m×川幅2.71m=5,501㎡と算出されたため、これらに乗じて未調査区の推定生息数は123尾となった。

次に、持ち帰った稚魚を解剖し、耳石ALC標識魚の割合を調査したところ、下流定点で33%、上流定点で0%の割合で標識が認められた。これにより、温俣川全区間における卵放流魚の合計は表4の推定生息数を合計し、127尾となった(表5)。また、卵放流魚の卵放流魚の残存率は、32(尾)÷7,000(粒)×100=0.46%と算出された。

表5 温俣川の稚魚推定生息数の内訳

区間	推定生息数	稚魚推定生息数の内訳	
		野生魚	卵放流魚
下流定点	3	2	1
未調査区	123	92	31
上流定点	1	1	0
合計	127	95	32

※推定生息数、水面積：小数点以下第1位を四捨五入。

※推定生息密度：小数点以下第3位を四捨五入。

2022年級の残存率は温俣川、沢内川の両河川において本課題で行った放流の中で最低となった。沢内川においては、推定生息数が野生魚と卵放流魚ともに昨年よりも少ないことから、放流手法によるものではなく放流後の河川環境による影響だと考えられた。

2 稚魚放流による増殖の検証

近年では放流魚の追跡調査として、外部標識以外にも遺伝子マーカーを用いた例が知られている(北田ほか, 2008; 山本ほか, 2014)。本県のサクラマス放流事業においても、こうした手法が適応できるか検討するために、これまで本課題で2014年級と2019年級の放流

魚についてミトコンドリアND5遺伝子を用いたDNA解析に着手してきた。結果、2014年級の回帰が予想される2017年採捕親魚で35個体中23個体、2019年級の回帰が予想される2022年採捕親魚で40個体中20個体にそれぞれ2014年級と2019年級の放流魚と同じハプロタイプが観察された（鈴木，2023）（鈴木，2024）。本年度は複数のミトコンドリア遺伝子を対象とした分析とマイクロサテライトマーカー解析を行い、稚魚放流を主とする放流魚が沿岸漁獲に占める割合等を調査する予定であったが実施することができなかったため、今後、解析を進めていく予定である。

3 漁協組合員による発眼卵埋設放流効果の検証

【方法】

本課題における2020年から2022年に温俣川、沢内川で行った卵放流は漁業協同組合（以下、漁協）の組合員による作業で行った。この漁協組合員による放流の効果を検証すべく、放流翌春の残存率を用いて、2013年から2016年に山形県が行った卵放流との比較を行った。各年の詳しい放流手法については過年度の事業報告書を参照頂きたい。

【結果】

結果を表6に示す。漁協組合員による卵放流による2河川、3ヵ年分の残存率の加重平均は3.58%となり、2013年から2016年の山形県が行った放流による3.63%（山形県農林水産部，2018）と遜色ない結果となった。

表6 各年の推定残存率

放流年	支流名	卵数(粒)	卵放流魚推定生息数(尾)	推定残存率(%)
		A	B	B/A×100
2020	温俣川	7,500	187	2.49
	沢内川	3,000	170	5.67
2021	温俣川	7,500	622	8.29
	沢内川	4,000	116	2.90
2022	温俣川	7,000	32	0.45
	沢内川	3,000	20	0.68

※卵放流魚推定生息数、水面積：小数点以下第1位を四捨五入

※推定残存率：小数点以下第3位を四捨五入

4 まとめ

サクラマス低コスト放流手法である卵放流は漁協組合員が実施した場合においても稚魚放流より安価な代替手段となりうる実証された。但し、稚魚放流に比べ河川での生活期間が長くなるため、より河川環境の影響を受けやすくなり、年により効果に幅があることに留意する必要がある。

卵放流による沿岸成魚資源への増殖効果については、

沿岸成魚資源から標識魚が確認されず効果検証に至らなかった。原因として県内全体の放流増殖行為や再生産が反映される沿岸資源においては、本試験の卵放流の規模が小さかったことが考えられる。卵放流の沿岸成魚資源への効果検証には、卵放流の普及による放流母数の増加が必要である。

DNA解析による稚魚放流を主とする放流増殖行為の効果検証では、ミトコンドリアDNA解析により放流由来魚（山形県水産振興協会由来）が沿岸資源に占める割合は2014年級で66%以下、2019年級で50%以下までと絞り込まれた。今後、複数のミトコンドリア遺伝子を対象とした分析とマイクロサテライトマーカー解析により精度を高め、放流増殖行為の有効性について検討する。

【参考文献】

鈴木悠斗（2024）低コスト放流手法がサクラマス成魚資源に与える効果推定 令和4年度山形県内水面水産研究所事業報告書 15-17

鈴木悠斗（2023）低コスト放流手法がサクラマス成魚資源に与える効果推定 令和3年度山形県内水面水産研究所事業報告書 17-21.

鈴木悠斗（2020）河川環境を総合的に利用したサクラマスの増殖手法の開発 平成30年度山形県内水面水産試験場事業報告書 19-24.

山形県農林水産部．2018．サクラマス発眼卵埋設放流個体の残存率．平成29年度新しい技術の試験研究，p143 - 144.

北田修一、帰山雅秀、浜崎活幸、谷口順彦（2008）第11章人工種苗の生産と親魚集団の遺伝的管理 水産資源の増殖と保全 225.

山本昌幸、野口大毅、小畑泰弘、菅谷琢磨、高木基裕（2014）瀬戸内海東部におけるDNAマーカーによるクルマエビの放流効果推定 水産増殖 62 (4) 393-405.