

西別川における2006年のサケ稚魚の降河尾数の推定 (短報)

春日井 潔^{*1}, 竹内勝巳², 宮腰靖之², 永田光博²

¹北海道立総合研究機構 さけます・内水面水産試験場 道東支場,

²北海道立総合研究機構 さけます・内水面水産試験場

Estimation of number of downstream migrating chum salmon fry in the Nishibetsu River in 2006 (Short Paper)

KIYOSHI KASUGAI^{*1}, KATSUMI TAKEUCHI², YASUYUKI MIYAKOSHI² AND MITSUHIRO NAGATA²

¹ Doto Research Branch, Salmon and Freshwater Fisheries Research Institute, Hokkaido Research Organization, Nakashibetsu, Hokkaido, 086-1164

² Salmon and Freshwater Fisheries Research Institute, Hokkaido Research Organization, Eniwa, Hokkaido, 061-1433, Japan

Marked chum salmon *Oncorhynchus keta* fry (n = 104,200) with a clipped right pelvic fin were released in the upper reaches on 28 April, and were recaptured with a rotary screw trap in the lower reaches of the Nishibetsu River, eastern Hokkaido, northern Japan in 2006. A total of 23 marked fish were recaptured between 5 and 26 days after release. To assess the trap efficiency, chum salmon fry clipped upper the lobe of the caudal fin (n = 5,970) were released at the 2 km upper the trap, and seven fish were recaptured; trap efficiency was estimated at 0.13%. Right pelvic fin clipped chum salmon fry that passed the trap site were estimated at 17,167; the rate of recaptured fish against released fish was estimated at 16.5%.

キーワード：降河，再捕，シロサケ，稚魚，西別川

北海道東部根室海区の南部地区では、ふ化場で生産されたサケ稚魚 (*Oncorhynchus keta*) の約4割を西別川から放流している。西別川においては、種苗生産が上流域に位置するふ化場において行われており、放流も主にふ化場から行われている。西別川は流路延長が100km以上あり (Fig. 1), 上流から放流されたサケ稚魚が河口に到達するまでには長い時間を要すると予想される。1963年に虹別ふ化場 (現 水産総合研究センター 北海道区水産研究所 虹別さけます事業所) から放流されたサケ稚魚では (小林ら, 1965; 小林・原田, 1966), 標識魚の再捕状況から、4月の降河盛期には8日前後で降河すると報告された (小林ら, 1965)。ただし、この当時のサケ稚魚の放流は1月から始まり、4月には終了し、また浮上後ただちに無給餌で放流されていた (小林ら, 1965)。したがって、給餌して体重1g以上に成長した稚魚を3月以降に放流する、現在の放流方法とは様相が大きく異なる。このため、近年の大型サケ稚魚の降河状況が2008~2010年に調べられた (Kasugai *et al.*, 2013)。しかし、この調査では稚魚の

採集にロータリー式スクリュートラップを用いたが、トラップの採集効率は把握されていなかったため、西別川を降河したサケ稚魚の総数や生残率を推定することができなかった。ただし、2006年にはトラップによる稚魚の採集効率を推定するための調査が行われた。そこで本報では、2006年春に実施した西別川におけるスクリュートラップによる稚魚の採集効率とサケ稚魚の推定降河尾数について報告する。

材料および方法

調査に用いたサケ稚魚は、西別川で捕獲された親魚から2005年11月1日に採卵され、奥西別川ふ化場において生産された。2006年4月3日~7日に奥西別川ふ化場において右腹鰭を切除して標識した。4月28日に奥西別川ふ化場の排水路を通じて104,200尾が放流された。放流時の魚体サイズの平均値±標準偏差 (n = 170) は、尾叉長が5.06 ± 0.51 cm, 体重が1.21 ± 0.40gであった。

西別川においてサケ稚魚は、上流の4ふ化場 (虹別, 奥

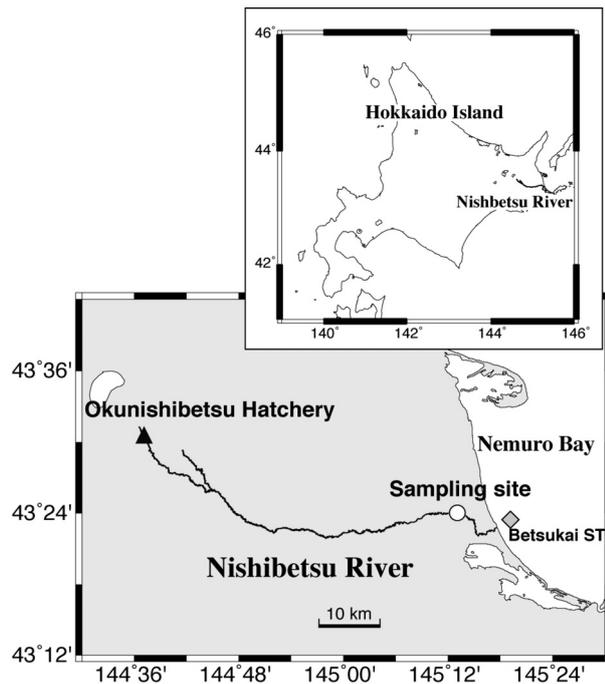


Fig.1 Map of the study area showing the locations of (1) release site (solid triangle) and sampling site (open circle) in the Nishibetsu River; and (2) data logger for sea surface temperature (Betsukai ST: gray rhombus).

西別川, 西別川, 本別) から3月8日から5月22日にかけて計40,630,000尾が放流された (Fig. 2B)。1回の放流尾数は11,000~613,400尾であった。

サケ稚魚の降河状況を明らかにするため, 奥西別ふ化場から90km下流, 河口から12km上流に位置する西別川捕獲場のウライ下の河川中央からやや左岸寄りに, ロータリー式スクリーントラップ (E.G. Solutions, Inc., OR, U.S.A; 以下, トラップ) を4月8日から7月6日にかけて設置した (Fig. 1)。4月9日の捕獲場における水域の断面積は17.6m² (川幅約30 m, 水位99cm) で, 水中でのコーンの断面積は0.88m²なので, 水域に占めるコーンの割合は5%であった。

トラップによって採捕された魚類の調査は原則, 毎日行った。採捕された魚類はたも網ですくい上げバケツなどに移した後, 麻酔 (FA 100, 田村製薬株式会社, 東京) をかけ, 標識の確認と尾数の計数を行った。標識魚はすべて取り上げて持ち帰り, 尾叉長および体重を測定するまで冷凍して保存された。計数した魚類の内, 標本として持ち帰るもの以外は麻酔から覚めた後に放流した。

西別川では上流の奥西別川ふ化場付近と下流の捕獲場にデータロガー (Tidbid, Onset, US) を設置し, 1時間おきに水温を記録した。沿岸域の水温として, 西別川河口から約1.5 km 沖合に設置された水温観測ブイ (マリンアイ, 北翔電子, 江別; Fig. 1: Betsukai ST) で1時間ごとに

測定された1 m水深のデータを用いた。

トラップの採集効率を推定するために, 5月8日に尾鰭上葉を切除した標識魚5,970尾を捕獲場の約2km上流から放流した。尾鰭切除標識魚の放流時の体サイズの平均値±標準偏差 (n = 100) は, 体長5.63 ± 0.59 cm, 体重1.59 ± 0.43 gであった。トラップの採集効率は標識魚の放流数に対する再捕尾数から推定し, その際, 放流から再捕までの間に死亡はないものと仮定し, 放流した標識魚はすべてトラップ設置地点を通過して下流へと移動したものと仮定した。

標識魚の降河尾数は, 一つのトラップによる部分的な採捕の場合を適用して最尤推定値と95%信頼区間を推定するとともに (Volkhardt *et al.*, 2007: 257p), FORTRANプログラム「BOOTN」(Murphy *et al.*, 1994) を用い, ブートストラップサンプリングを1000回行い, その推定値から平均値と95%信頼区間を求めた。採集効率は, 以下の式に基づいて推定し, 95%信頼区間を「BOOTN」を用いて標識魚の降河尾数と同様の方法で推定した。

$$\text{採集効率} = (\text{標識魚再捕数} + 1) / (\text{標識魚放流尾数} + 1)$$

結果

環境の変化

西別川および沿岸域の水温変化をFig. 2Aに示した。上流の奥西別川ふ化場付近では河川水温は8℃前後で, 放流時期の3月~6月にかけてはほぼ一定であった。捕獲場においては, 4月の下旬以前は上流より水温が低かったが, それ以降は上流よりも高く推移した。西別川河口沖の水温は5℃に達するのは5月上旬, サケ稚魚が沿岸域に広く分散すると考えられる水温である8℃に達するのは5月中下旬であった。また, サケ稚魚が沿岸域から外洋へと移動し始めるとされる水温である13℃に達したのは6月下旬から7月にかけてであった。

トラップによるサケ稚魚の採捕状況

サケ稚魚は, トラップを設置した2日後の4月9日からトラップを撤去する7月6日まで採捕された (Fig. 2C)。一日あたりに採捕されたサケ稚魚の尾数は0~3,497尾 (平均±標準偏差 = 403.9 ± 674.5尾) であった。トラップでは総計35,135尾のサケ稚魚が採捕された。トラップによるサケ稚魚の採捕は, 4月中旬 (日平均水温5℃) から増加し始め, 4月下旬 (同8℃), 5月中旬 (同11~13℃), 5月末 (同11~13℃) の概ね3つのピークが認められた。6月上旬には数尾にまで減少し, 6月下旬から調査を終了した7月上旬までの間は, 0か1尾で推移した。

サケ稚魚の採捕が増加し始めたのは, 下流の水温が上流の水温を超えた時期に当たり, 多くの稚魚の採捕が終

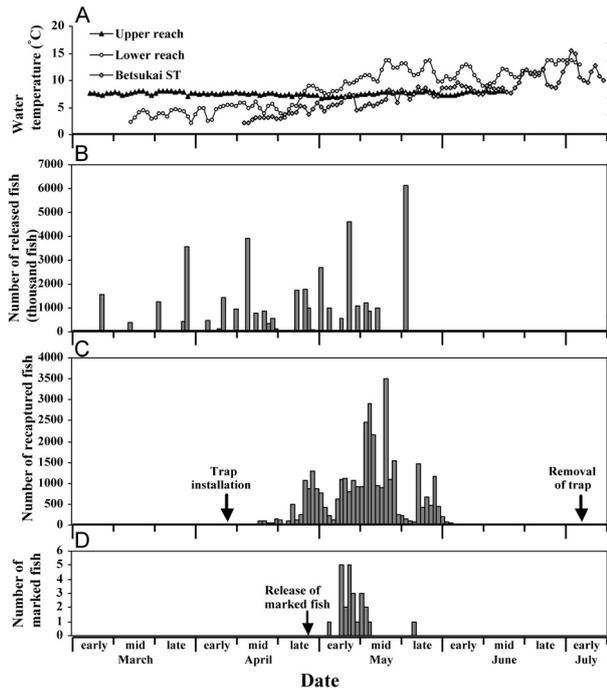


Fig.2 A: Changes in water temperature in the upper and lower reaches of the Nishibetsu River and sea surface temperature at Betsukai ST in 2006; B: number of chum salmon fry released into the Nishibetsu River in 2006; C: number of chum salmon fry recaptured using a rotary screw trap in 2006; D: number of marked chum salmon fry recaptured using the rotary screw trap.

息したのは西別川河口沖の表層水温が8℃を超えた時期に該当した (Fig. 2A, C)。

標識魚の再捕状況

奥西別川ふ化場から放流された右腹鰭切除標識魚は、放流の5~26日後に確認され (大部分は8~18日後)、再捕された尾数は23尾であった (Fig. 2D)。捕獲場までの平均到達日数は、 11.6 ± 4.4 日であった。再捕された23尾のうち測定した21尾の平均体サイズは、体長5.15 cm、体重1.04 g、肥満度7.44であった。

トラップの採集効率を推定するために放流した尾鰭上葉切除標識魚は、放流翌日までに7尾が再捕された。採集効率は0.13% (95%信頼区間: 0.07~0.25) と推定された。

ここで得られた採集効率を用いて、奥西別川ふ化場から放流された右腹鰭切除標識魚の捕獲場での通過尾数を推定したところ、最尤推定値では17,167尾 (95%信頼区間: 4,155~30,179尾)、ブートストラップ推定値では17,245尾 (7,349~37,319尾)であった。放流尾数に対する推定通過尾数の割合 (生残率) は、16.5% (最尤推定値: 4.0~29.0%; ブートストラップ推定値: 7.1~35.8%) となった。

調査期間中の採集効率を0.13%で一定と仮定した場合、捕獲場における通過尾数は27,020,000尾 (14,050,000~50,190,000尾) と推定された。放流魚全体の生残率は

66.5% (34.6~123.5%) となり、標識魚より高い割合を示した。

考察

上流から放流された標識魚と未標識魚の下流での生残率には大きな違いがあった。標識魚が多く発見された5月上中旬はトラップによるサケ稚魚の採捕尾数が1日1,000尾以上であったため、標識魚を見落とし、降河尾数を過小評価した結果、生残率が低下した可能性がある。

トラップの採集効率は河川の流量や流速によって変動することが知られている (宮腰ら, 2001; Volkhardt *et al.*, 2007)。本研究では採集効率の推定が1回だけだったので、採集効率調査を行った5月上旬以外では採集効率が異なり、実際の通過尾数は推定通過尾数とは異なっていた可能性もある。流量や流速の環境変動に応じて複数回の採集効率調査を行い、データを集積し、それに基づいて通過尾数を推定する必要がある。

一方、採集効率以外に標識魚の生残率を低下させた要因も考えられる。西別川においては、放流時期が早い稚魚ほど降河に日数を要し、4月上旬以前では20日以上、4月中旬で2週間程度、5月上旬では10日以内で上流のふ化場から下流の捕獲場まで到達する (Kasugai *et al.*, 2013)。また、同じ年では早い時期に放流した稚魚の再捕率 (放流尾数に対する再捕尾数の割合) は遅い時期の放流群より低い (Kasugai *et al.*, 2013)。西別川では1960年代においても河川内で再捕されたサケ稚魚が餌不足に陥っている可能性が示唆されている (小林ら, 1965)。西別川においてはトラップで再捕されたサケ稚魚の栄養状態は悪く (水野, 未発表データ)、長期間河川内に滞在することで栄養状態が悪化し、減耗が大きくなった可能性がある。この仮説の妥当性を示すためには、今後、河川内におけるサケ稚魚の減耗を示すデータを集積する必要がある。

謝辞

標識作業およびスクリーントラップの設置には、一般社団法人 根室管内さけ・ます増殖事業協会から多大な協力を頂いた。別海漁業協同組合 大橋勝彦氏、小笠原豊氏には調査を手伝って頂いた。試験当時にさけます・内水面水産試験場道東支場に勤務していた鈴木智佐登氏には採集効率推定に用いたサケ稚魚の標識作業を手伝って頂いた。ここに記して感謝します。

引用文献

Kasugai K, Torao M, Nagata M, Irvine JM. The relationship between migration speed and release date for chum salmon *Oncorhynchus keta* fry exiting a 110-km northern

- Japanese river. *Fish. Sci.* 2013; 79: 569–577.
- 小林哲夫, 原田 滋, 阿部進一. 西別川におけるサケ・マスの生態調査 I. サケ稚魚の降海移動並びに成長について. 北海道さけ・ますふ化場研究報告 1965; 19: 1–10.
- 小林哲夫, 原田 滋. 西別川におけるサケ・マスの生態調査 II. カラフトマス稚魚の降海移動, 成長, 食性. 北海道さけ・ますふ化場研究報告 1966; 20: 1–10.
- 宮腰靖之, 隼野寛史, 藤原 真, 杉若圭一, 永田光博. ロータリー式スクリーントラップによる野生および放流サクラマススモルトの再捕率の比較. 水産増殖 2001; 49: 445–450.

- Murphy ML, Thedinga JF, Pella JJ. Bootstrap confidence intervals for trap efficiency estimates of migrating fish. Unpublished manuscript, Auke Bay Laboratory, 11305 Glacier Hwy, Juneau, Alaska, 99801–8626. 1994.
- Volkhardt GC, Johnson SL, Miller BA, Nickelson TE, Seiler DE. Rotary screw trap and inclined plane screen traps. In: Johnson DH, Shrier BM, O’Neal JS, Knutzen JA, Augerot X, O’Neil TA, Pearsons TN (eds). *Salmonid field protocols handbook: techniques for assessing status and trends in salmon and trout populations* American Fisheries Society, Bethesda, MD, USA. 2007; 235–266.