

技術情報

石狩川上流域サケ稚魚大規模放流から10年

ふくざわ 福澤 ひろあき 博明*1・鈴木 すずき えいじ 栄治*2・坂上 さかがみ てつや 哲也*3・伴 ぼん まさとし 真俊*4・伊藤 いたう ひろみ 洋満*5・中島 なかじま あゆみ 歩*5・山田 やまだ なおよし 直佳*6

はじめに

石狩川は石狩岳を源流として石狩湾へ流れ込む全国屈指の大川です。支流の千歳川は、1888年に本格的なサケ（*Oncorhynchus keta*）のふ化放流事業を開始したことで良く知られており、毎年、20万尾前後のサケが遡上しています。一方、河口から上流約150kmにある旭川市周辺にもサケについての古い記録が残されています。過去には数十万尾の遡上があり（瀬川 2003）、また、明治時代には水産庁のさけますふ化場も建設され、ふ化放流事業が行われました（北海道さけ・ますふ化事業百年史編さん委員会 1988）。ところが、1964年に河口から約120km上流の深川市に農業用取水堰（旧花園頭首工）が建設されたために、そこから上流域へのサケの遡上は途絶えることになりました（図1）。

しかし、時代は変わり、石狩川上流域のサケが復活する兆しが見えてきました。石狩川では、魚のぼりやすい川づくり推進事業（<https://www.hkd.mlit.go.jp/as/tisui/vkvn80000000rq9.html>）により、1994年にモデル河川の指定を受けて多くの河川横断施設に魚道が整備され、旧花園頭首工には2000年に右岸側、2011年に左岸側に魚道が設置され、上流域へのサケの遡上が可能になりました（図2）。魚道ができた頃から、大雪と石狩の自然を守る会や小学校等の市民団体による小規模な放流が始まりましたが、北海道区水産研究所（当時の水産総合研究センターさけますセンター）は、ふ化放流と天然産卵を組み合わせた石狩川上流における野生サケ資源の回復を目的として、2009年から2011年の3カ年に大規模な標識放流試験を行いました。この試験に至った経緯や標識親魚の回帰の一部については、本誌4号（鈴木 2010）および10号（伴 2016）において報告したところですが、本稿では、石狩川上流域への標識親魚の回帰に加え、それらが自然産卵して生まれた子孫の回帰状況について紹介します。

標識放流試験と遡上親魚調査

標識放流試験として、2008年から2010年の秋

に千歳川に遡上したサケから卵を採って翌年の春まで千歳さけます事業所で育てた稚魚を旭川市の市街地を流れる忠別川の支流のポン川と愛別町の愛別川下流部まで約200kmをトラックで輸送し放流しました（図1）。旭川市周辺の市民放流では、毎年いくつかのグループが数千尾単位で放流し、合計で3~4万尾が放流されていますが、この試験では、両河川におよそ25万尾ずつ、その全てに耳石温度標識を付けて放流しました（表1）。

そして、最初に放流した2008年生まれ（2008年級）の試験放流魚の3年魚としての回帰が期待された2011年の秋から、輸送放流した場所の周辺で親魚の遡上状況を調査しています。



図1. 石狩川。千歳さけます事業所産のサケ稚魚を支流の愛別川と忠別川へ輸送放流した。



図2. 旧花園頭首工の鳥瞰写真。花園頭首工として建設されたが、現在は農業用取水堰としての役割は終わったため、旧花園頭首工と呼ばれる。

*1 北海道区水産研究所（北水研）さけます生産技術部、*2 北水研 さけます生産技術部 根室さけます事業所、*3 北水研 さけます生産技術部 伊藤仁さけます事業所、*4 北水研 業務推進部、*5 東北区水産研究所 さけます資源グループ、*6 公益財団法人 日本釣振興会北海道地区支部

調査の方法は、忠別川放流点周辺に 7 定点（約 3.3km）、愛別川周辺に 3 定点（約 1.7km）を調査区間として設定して（図 3）、遡上時期に旬 1 回程度、産卵床を計数しました。川幅は忠別川では 30m 前後、愛別川は 20m 前後、愛別川の合流点付近の石狩川本流は 50m 以上あり、川幅の広い本流の調査は愛別川合流点付近の右岸沿い（定点 AI2）とそのやや下流の右岸側の分流（定点 AI3）に限りましました。また、産卵後の親魚の死骸から鱗と耳石を採取して回帰した年齢と耳石標識の有無を調べました。これらにより、親魚の遡上量とその由来を把握しました。なお、それぞれの河川の調査区間の上流側には親魚がそれより上へ遡上しにくい河川工作物（堰堤）があることから、遡上量は比較的把握しやすいと考えました。

表 1. 愛別川と忠別川に放流された標識魚

年級	採卵日	放流日	放流場所	放流尾数 (千尾)	平均体重 (g)	耳石温度標識 (ハッチコード)
2008	2008/10/27	2009/3/25	愛別川	250	0.79	2.3-5H
			忠別川(ボン川)	250		
2009	2009/10/28	2010/3/24	愛別川	267	0.61	2.3-5H
			忠別川(ボン川)	267		
2010	2010/10/22	2011/3/23	愛別川	269	0.63	2.3-5H
			忠別川(ボン川)	268		

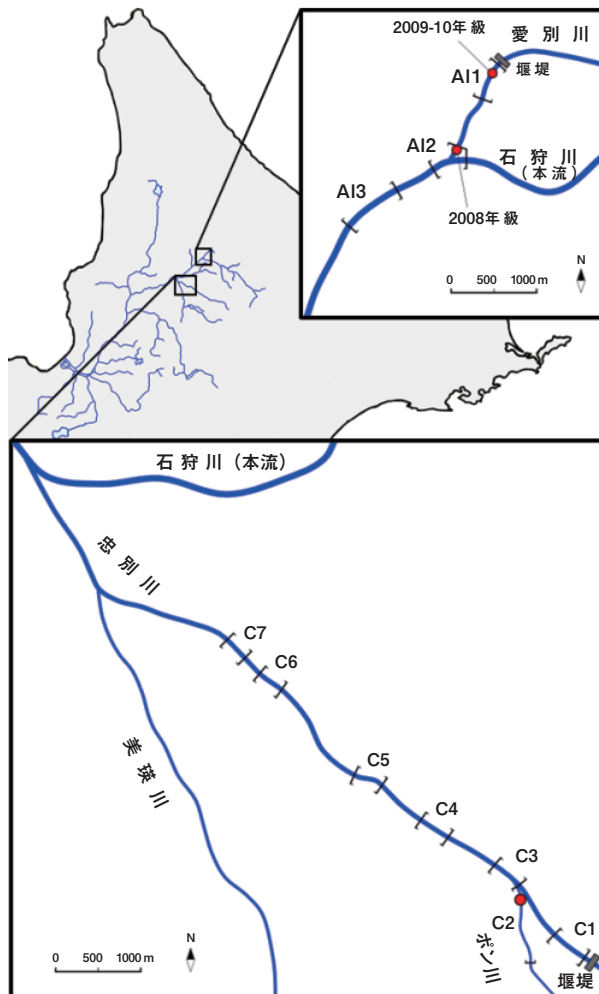


図 3. 標識放流場所(赤丸)と調査定点

大規模放流世代の回帰

2010 年以前にも旭川周辺でわずかに親魚が観察されていましたが(有賀ら 2012), 大規模放流世代の最初の 2008 年級群が 3 年魚として回帰した 2011 年以降, 標識放流場所に集中して多くの親魚と産卵行動が観察されました(図 4, 5)。



図 4. 2012 年 11 月の放流点付近の様子。写真上は愛別川(矢印に親魚), 下は忠別川

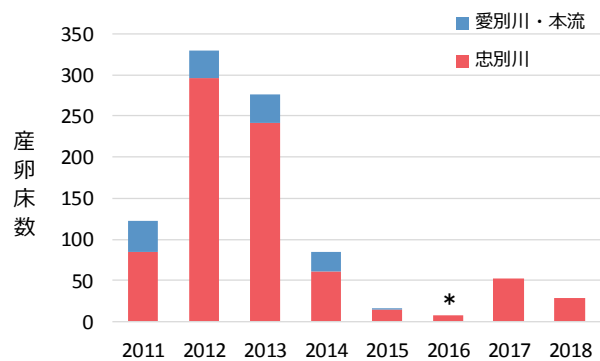


図 5. 調査定点内の産卵床数。2016 年は大型台風による長期間の増水のため調査困難(参考値)

特に 2012 年が多く、忠別川と愛別川周辺の定点内に合計 300 を超える産卵床が確認されました。雌 1 尾が一つの産卵床を造ると考え、雌雄の性比を 1:1 とすれば、定点内には産卵床の 2 倍の数の 600 尾を超える親魚が遡上したと考えられます。2008~2010 年級が 3~5 年魚として回帰した 2011~2015 年の親魚推定数に親魚の死骸の年齢割合

を乗じると図6のよう示されます。また、死骸の耳石分析では、2011～2013年の親魚のほとんどが試験放流魚であることがわかり(図7)、特に突出して多かった2008年級の魚は忠別川の定点内だけでも894尾が回帰したと推定されました。2008年級では、千歳さけます事業所から千歳川へ本試験放流群とほぼ同時期、同サイズ(3/24, 0.79g)で放流された標識放流群があり、この放流群について、千歳川に設置された捕獲装置(ウライ)によって捕獲された回帰親魚数を放流数で除した河川回帰率は0.83%でした(北水研 未発表資料)。石狩川上流域への試験放流群もこれと同等な河川回帰率であったとすれば、忠別川と愛別川の周辺にそれぞれ2千尾(250千尾×0.0083)程度の回帰があったものと思われ、忠別川の定点内では、その半数近くが確認されたこととなります。愛別川周辺では忠別川に比較すると産卵床確認数は少なくなっていますが、その要因としては、調査範囲が忠別川と比べて小さかったことが挙げられます。また、愛別川の放流点付近では、遊泳している親魚の数が多く割には確認された産卵床が少なかったことから、一旦は放流地点付近に回帰したものの産卵場所を求めて定点を離れて産卵した魚が多かったのではないかと思われました。

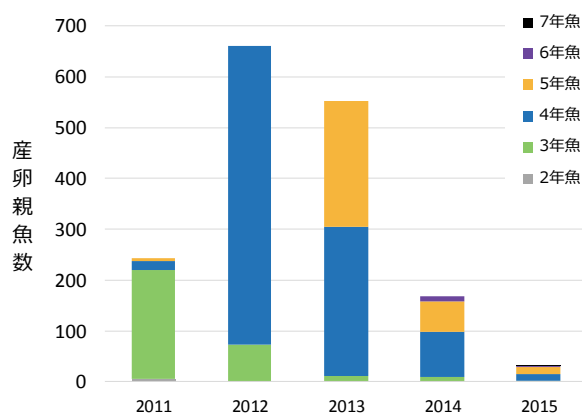


図6. 2011年から2015年に回帰した遡上親魚の年齢構成

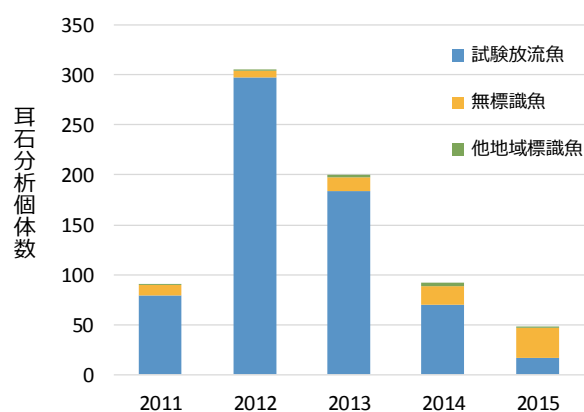


図7. 2011年から2015年に回帰した遡上親魚の耳石温度標識個体数

大規模放流世代の回帰終了後の親魚遡上

2015年の秋は、試験放流魚の回帰が2010年級の5年魚のみとなるため、遡上数の減少が予想される一方、2011年以降に大量に回帰した大規模放流群の自然産卵によって生まれた次の世代(第2世代)となる2011年級の4年魚及び2012年級の3年魚としての回帰が期待されました。しかし、定点内で確認された産卵床数は大きく減少しました(図5)。

2016, 17年の秋は、大量の自然産卵によって生まれた2012, 13年級が4年魚として回帰することから、遡上数の増加が期待されましたが、2016年は2015年をさらに下回る産卵床数となり、2017はそれよりやや増加しました。2016年については、8月に大型台風が上陸した影響で長期間濁った状態が続き、川底が見える範囲が限られたため、産卵床数が少なくなっています。確認できなかった産卵床が多くあったと思われませんが、この前後の年に遡上した親魚の年齢構成からこの年の遡上数を推定してみると、多く見積もってもこの3倍程度であり、それほど多くは遡上しなかったようです。近年の千歳川産サケ4年魚の1尾あたりの孕卵数はおよそ3,200粒(北水研 未発表)であり、2012, 13年の秋には300前後の産卵床が確認されたことから、定点内だけでも100万粒近い産卵があったと考えられますが、その生き残りはかなり悪かったものと推察されます。

2016年以降、忠別川ではある程度の親魚の遡上・産卵がありましたが、愛別川周辺では全く確認できませんでした。サケは径5~30mmを中心とした中型の礫の河底に産卵することが多い(佐野 1955)ですが、愛別川の放流地点周辺では、100mmもあるような大型の礫の割合が年々増加しており、産卵に適した砂利層が減少していることが第2世代の産卵床が確認できなかった一因と思われます。

自然産卵によって生まれた個体の回帰についての検討

ところで、2015年以降の無標識魚について、第2世代という言葉を使ってしまいましたが、本当にそれは大規模放流の回帰親魚が自然産卵したものが回帰したものを検討する必要があります。表2は石狩川上流域試験放流魚以外の耳石分析の結果を示したものです。

このように他地域から放流された標識魚は毎年のように見つかっていて、支流の千歳川の他に北海道日本海北部の天塩川、オホーツク海西部の徳志別川の耳石温度標識魚が確認されました。北海道の河川から放流されるサケ稚魚に標識がついて

いるのは13~17% (<https://npafc.org/>) に過ぎないので、これらの無標識魚も他河川生まれの迷入魚である可能性があることから、無標識魚だからといってこの地域での自然産卵や市民放流に由来するものとは言えません。百万尾規模の稚魚が放流され、数万尾の親魚が遡上するような河川では、他河川生まれの迷入魚が発見されることは少ない(福澤 2016) ですが、遡上数のごく僅かな河川の中には迷入魚の割合が多い河川もありそうです。このように毎年ある程度の迷入はあるのですが、無標識魚の数だけでみると、2015年以降増加傾向にあることから、試験放流魚が自然産卵した第2世代が生き残ったものも含まれるものと考えられます。

表 2. 石狩川上流域試験放流魚以外の耳石分析結果。
2016年は調査期間を通じて濁りが強かったため、親魚の採集尾数が少なかった。

調査年	無標識魚数	他地域由来 標識魚数	放流場所
2011	11	1	天塩川
2012	7	1	徳志別川
2013	14	2	徳志別川・千歳川
2014	19	3	天塩川・千歳川(2)
2015	31	1	天塩川
2016	21*	0	
2017	79	1	天塩川
2018	64	0	

忠別川における親魚遡上の特徴

2011年から2018年まで毎年、産卵床が観察されている忠別川について、少し詳しく遡上の状況を見てみます。図8に忠別川の7定点における毎年の産卵床数を示しました。最上流部である堰堤下の定点C1から下流に向かって、C2、C3としていて、放流点は支流ポン川の本流合流点付近で定点C2に含まれます(図3)。なお、2016年は調査期間を通じてほとんど川底が見えなかった定点もあったので除外しました。大規模放流世代が回帰した2015年までは、放流点の周辺のC1~C4に集中する傾向にありましたが、2017、18年はやや分散する傾向が見られました。7定点の最上流部のC1は上流側に魚が登りにくい堰堤の直下であることから、C1に多くの産卵床ができると予想されましたが、C1が特別多い傾向は見られませんでした。大規模放流世代の回帰魚は特にC2の下流域とC3で多く産卵しており、輸送放流された魚であっても、かなり正確に放流点付近に帰ってきている様子が見られました。

忠別川において産卵床が形成された時期は図9のように11月上旬をピークとする年が多い傾向にありました。産卵床の計数は、調査時点で新たに確認された数を示して、産卵から数日後の

確認となることから、実際の産卵はこれより全体的にやや前倒しになると思われます。大規模放流世代が大量回帰した2011~13年は特に11月上旬に集中しています。放流魚は10月下旬に採卵した群であり(表1)、実際の産卵のピークは、確認のピークよりやや早いと考え、採卵時期に概ね一致しているようです。サケは自分の採卵時期と大体同じ時期に回帰する(高橋 2013)という性質は良く知られていますが、その特徴が現れています。一方、第2世代にあたる2017~18年では、10月上旬から中旬に産卵する魚の割合が増えています。もしかしたら、この時期に産卵した魚は試験放流群の子孫ではなく、他地域からの迷入や石狩川の下流域から遡上したものなど、違った系統である可能性も考えられます。ちなみに、市民放流では、10月下旬に千歳川で採卵されたものが多く放流されています。

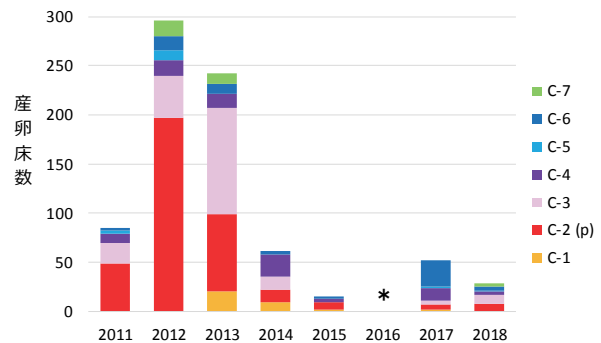


図 8. 忠別川における定点別の産卵床確認数。2016年データは調査範囲が限られたため除外した。

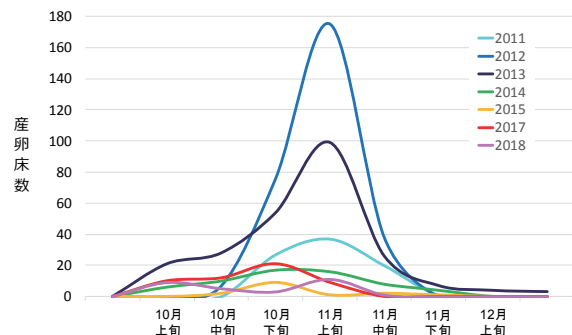


図 9. 忠別川における旬毎の新規産卵床確認数。2016年データは調査範囲が限られたため除外した。

忠別川の産卵・生育環境

忠別川で毎年安定して産卵が見られる場所のうち、2017年秋に造られた6つの産卵床の中に水温ロガー(HOBO UA-002-64)を埋設して水温を計測してみました(図10)。厳寒期の1~2月の産卵床内の水温はほとんどが1~2℃の低水温でした。一部に千歳事業所の用水の温度に近い8℃前後の湧水が湧いている場所もありましたが、特にその

周辺に集中して産卵しているわけではありませんでした。忠別川は分流や中洲が豊富で、産卵に適した砂利層が多いのですが、水温が低すぎて、サケの卵と仔魚の発育には不向きのように思われます。実際、稚魚が泳ぎ出すはずの2~3月に産卵床を観察してみると、水温が高い産卵床付近では2月には産卵床から泳ぎ出した稚魚が観察されましたが、水温が低い産卵床内には、3月半ばにふ化してから間もない仔魚やふ化前の卵が確認されました(図11)。この臍囊がついた魚が産卵床から出て泳ぎ出すまでは、まだ2ヶ月以上の時間を要すると考えられます。このように水温が低い産卵床で育った魚は、石狩湾周辺の沿岸水温が13℃になる沖合への移動時期(概ね6月上旬頃)までに、生き残るために必要とされる尾叉長7cm、体重3gのサイズに成長する(Mayama 1982)のは難しそうです。

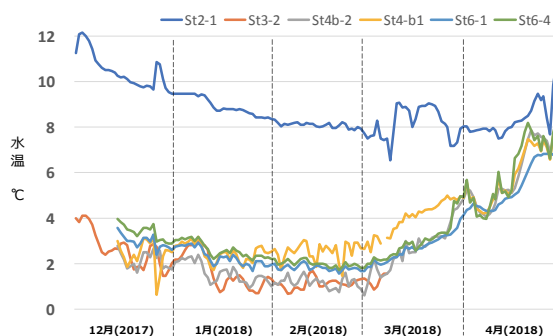


図10. 忠別川の産卵床内水温。産卵床頂点のやや後方、15cm程度の深さに水温ロガーを埋設して連続観測。凡例は定点と産卵床番号を示す。



図11. 11月上旬に形成された産卵床とその中の卵と仔魚の状態。翌年3月10日の13時に測定した産卵床内の水温は4.3℃

自然産卵個体の生き残りが悪い要因としては、大量の親魚による産卵床の掘り返し、細かい土砂の流入による産卵床の通水性の低下、水位低下に

よる産卵床の露出など、色々と考えられますが、このような低水温が、忠別川での第2世代の回帰が良くなかった要因の一つとも思われました。今回の試験で放流したサケ稚魚は千歳さけます事業所の生産上の都合により10月下旬採卵群を用いましたが、もっと早い時期の採卵群を用いることができれば、自然産卵で生まれた稚魚は離岸期までにより大きく成長でき、親魚まで生き残る割合はもう少し多くなったかもしれません。

かつては石狩川に遡上するサケのうち、盛期が10月となる前期群は本流由来、12月となる後期群は千歳川由来と考えられており(三原 1954)、旧花園頭首工が建設される前は、その近くの本流にあった音江捕獲場で9月から10月にほとんどのサケが捕獲されていました(図12)。その頃とは様々な環境が変わっていますが、早い産卵時期の魚の方がこの地域に適しているように思われます。

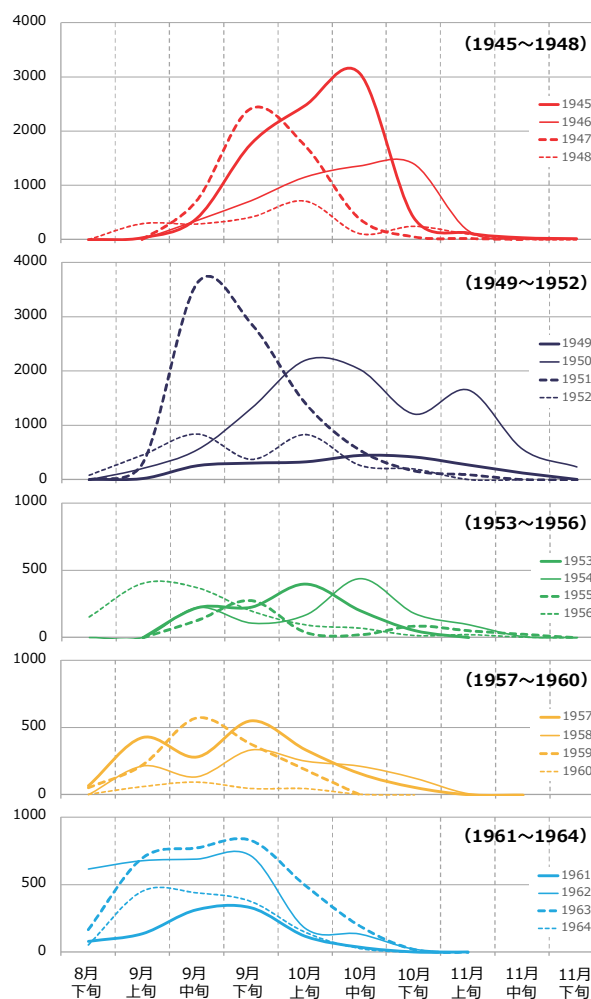


図12. 旧花園頭首工建設以前の音江捕獲場(現深川市)におけるサケ捕獲数

おわりに

本試験では、長距離を輸送して放流したにもかかわらず、多くの親魚が放流場所付近に回帰したことから、改めてサケの稚魚放流の効果の大きさと回帰能力に感心させられました。一方、石狩川上流の2箇所の放流場所周辺において自然産卵による個体が多く生き残るのは簡単ではないように思われました。愛別川では第2世代の回帰が確認できなかったことから、自然再生産はほとんど期待できないようですが、忠別川では第2世代と見られる回帰があり、自然再生産が持続する可能性があると考えられます。今後も引き続き、次世代の回帰を調査し、定着するか否かの状況を把握していきたいと思えます。

最後に、本試験の実施に当たって、事前調査からいろいろな面でご協力を頂いた「大雪と石狩の自然を守る会」、ご指導・ご助言を頂いた旭川開発建設部旭川河川事務所、北海道上川支庁、旭川市、愛別町、東神楽町などの関係各位に感謝申し上げます。

引用文献

有賀 誠・山田直佳・伊藤洋満・有賀 望・宮下和士. 2012. 石狩川上流におけるサケ *Oncorhynchus keta* の自然産卵—大規模放流個体群回帰前の実態—. 旭川市 博物科学館研究報告, 4: 35-46.

- 伴 真俊. 2016. 石狩川上流域における野生サケ資源回復の試み. SALMON 情報, 10: 41-43.
- 福澤博明. 2016. サケの母川回帰精度について. SALMON 情報, 10: 16-19.
- 北海道さけ・ますふ化事業百年史編さん委員会. 1988. 河川別サケ・マス捕獲, 産卵, 放流数—石狩川. 北海道鮭鱒ふ化放流事業百年史統計編, 北海道さけ・ますふ化放流百年記念事業協賛会, 札幌. pp 301-303.
- MAYAMA H. 1982. Technical innovations in chum salmon enhancement with special reference to fry condition and timing of release. In Proceedings of the 11th U. S.-Japan Meeting on Aquaculture, Salmon enhancement. NOAA Tech. Rep. NMFS 27: 83-86.
- 三原健夫. 1954. 石狩川に於ける鮭捕獲時期の変遷に就て (昭和29年10月). 北海道立水産孵化場, 3 pp
- 佐野誠三. 1955. 鮭の産卵について (産卵環境). 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 10: 1-6
- 瀬川拓郎. 2003. 神の魚を追いかけて—石狩川をめぐるアイヌのエコシステム. エコソフィア, 11: 23-29.
- 鈴木栄治. 2010. 旭川でサケ稚魚50万尾を放流—石狩川本流サケ天然産卵資源回復試験—. SALMON 情報, 4: 22-24.
- 高橋 悟. 2013. サケの採卵時期の違いによる親魚の回帰時期と回帰年齢. SALMON 情報, 7: 16-18.