旭川市におけるアサギマダラの記録

末武 英一[1)]

Parantica sita niphonica MOORE アサギマダラは，北海道においては主に西南部で見られるが，筆者は 2013 年に旭川市内で複数の本種を観察・採集したので，以下に記録を報告する。

・2013 年 9 月 28 日午前 10 時頃，旭川市嵐山（あらしやま）サイクリングロードの路肩，嵐山トンネルの中間地あたりで，アサギマダラ１♂を発見した。（写真１）
　捕虫網が無かったため，帽子で何度か採集を試みたが，採集できなかった。
・9 月 29 日同地にてほぼ同時刻，１♂を採集した。
・10 月 5 日午前 11 時頃，同地点で２♀♀確認，１♀を採集，１♀は山側上方に向かって飛び去った。（写真２）

いずれの日も好天微風で，日光が良く当たる道路脇のオオハンゴンソウで吸蜜していた。上記以降は見られなかった。

写真１

写真２

1）旭川市旭岡２丁目

石狩川上流におけるサケ *Oncorhynchus keta* の 2012 年の自然産卵状況
－大規模放流個体群回帰 2 年目の報告－

Natural spawning of Chum salmon , *Oncorhynchus keta*, in the upriver of Ishikari River in2012

有賀 誠[*1]・山田直佳[*2]・伊藤洋満[*3]・有賀 望[*4]・宮下和士[*5]

Makoto Aruga・Naoyoshi Yamada・Hiromi Ito・Nozomi Aruga・Kazushi Miyashita

1 はじめに

サケ(***Oncorhynchus keta***)は，人工ふ化放流事業によって資源が維持されていると考えられてきたが(小林 2009)，近年は野生魚(親魚が野生魚か放流魚かには関係なく，自然産卵によって生まれた個体(中村 2009))も一定の割合で資源維持に貢献しているとの指摘や(森田ほか 2013)，生物多様性の観点からも，その重要性が見直されている(眞山 1989，帰山 2005)。また，「生物多様性国家戦略 2012-2020」においても，さけ・ます増殖事業を推進するうえで遺伝的多様性への配慮や野生魚との共存可能な放流技術の高度化を図ることが必要であることが明記されている。このような背景から，石狩川上流では，独立行政法人水産総合研究センター(以下，「水産総合研究センター」)によりサケの自然産卵による資源回復を目指し，2009 年から 3 年間にわたり 150 万尾(50 万尾×3 年)のサケ稚魚が試験放流された(以後，「大規模放流」)。 2011 年以降，放流魚が回帰し，本格的なサケの遡上，自然産卵が始まっている(有賀ほか 2013)。かつては，数十万規模のサケが遡上していた石狩川上流だが，その後いったんは絶滅し(瀬川 2001，旭川市 1994)，まとまったサケの遡上は約 50 年ぶりということもあり，市民の関心は高まっている。

サケは 1～7 年の海洋生活を経て母川に回帰するため(永田 2003 など)，数年間は，この大規模放流由来のサケの遡上が続くことが予想される。しかし，大規模放流は継続されていないため，石狩川上流においてサケが安定的に回復するには，自然産卵による再生産，すなわち野生魚の回復が重要となるが，河川環境が以前とは大きく変化している現在，野生魚が確実に回復するかどうかは不明である。したがって，今後，野生魚の回復を議論するうえでは継続的なモニタリングが重要と考え，筆者らは大規模放流個体群回帰前の 2010 年より産卵床に関する調査の記録をまとめてきた。本報告では主群の回帰が始まる大規模放流個体群回帰 2 年目(2012 年)の石狩川上流におけるサケの自然産卵に関する調査の記録をまとめた。

2 方法

2-1 調査地

調査対象河川は，石狩川(流路延長 119km，流域面積 3,450km^2(神居古潭より上流))および忠別川(流路延長 59km，流域面積 1,063km^2)，愛別川(流路延長 23km，流域面積 179km^2)およびポン川(流路延長 9km，流域面積 58km^2)である(図 1)。なお，石狩川および忠別川は，過去の上川盆地のサ

*1 明治コンサルタント株式会社　　*2 公益財団法人 日本釣振興会北海道地区支部
*3 独立行政法人 水産総合研究センター　　*4 公益財団法人札幌市公園緑化協会
*5 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

ケの主要遡上河川(瀬川 2001)，愛別川およびポン川は，サケ稚魚の大規模放流河川である。大規模放流の放流地点は，愛別川は石狩川との合流点(2009 年放流地点)および合流点から約 1.5km 上流の愛別川頭首工直下(2010 年，2011 年放流地点)，ポン川は忠別川合流点上流のツインハーブ橋直下である(鈴木 2010)。サケは放流地点に回帰する習性があることから(眞山 1989)，放流地点周辺までを調査対象とした。

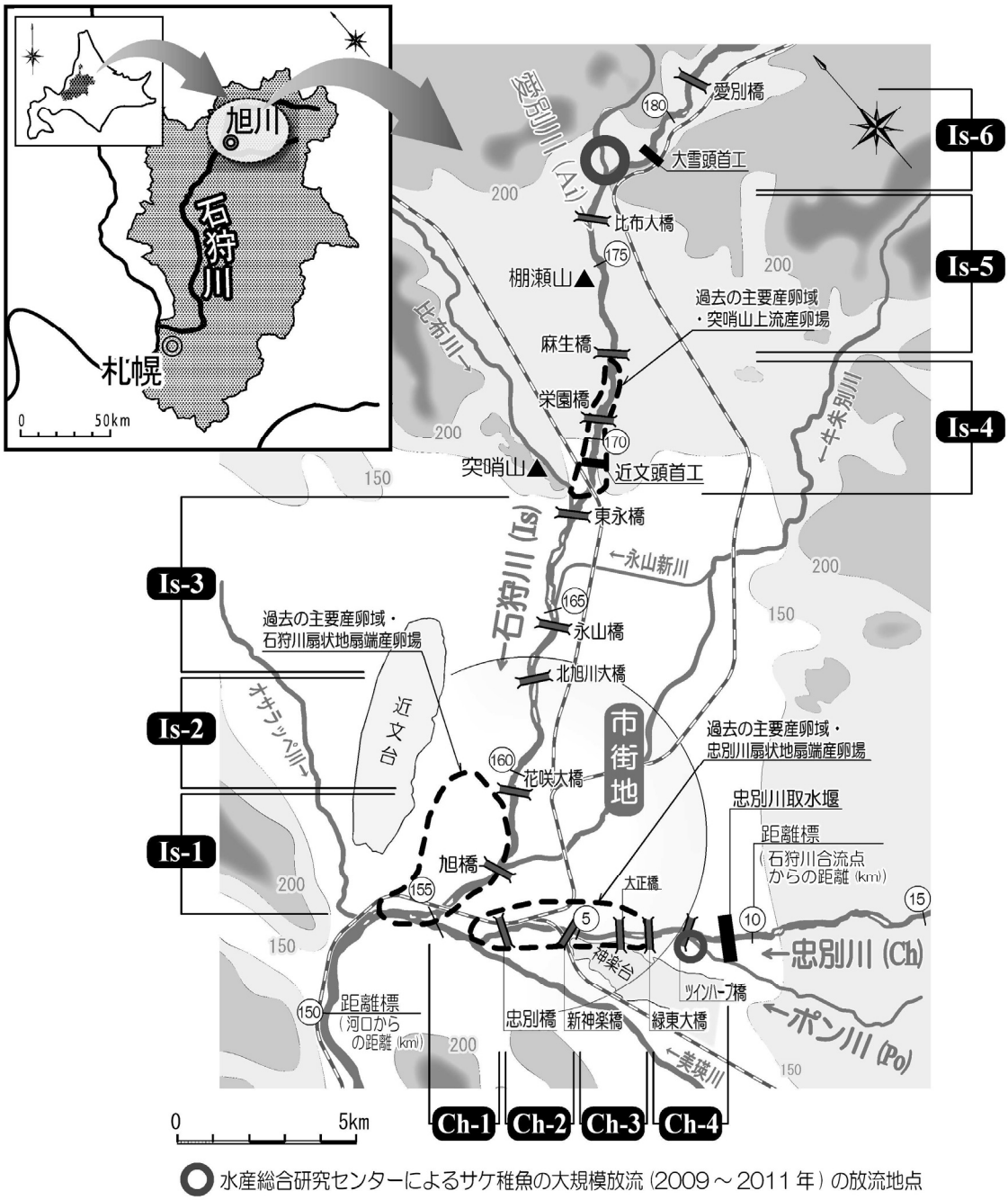


図 1. 調査位置図

調査対象は石狩川，忠別川，愛別川およびポン川である。将来にわたり調査結果を効率よく比較できるよう石狩川は 4～5km/区間，忠別川は 2～3km/区間を目安として区間分けした。過去の主要産卵域は瀬川(2002)参照。

調査範囲は，産卵状況の経年変化を把握できるよう区間分けを行っているが(有賀 2013)，本報告もこれに準じた。石狩川では区間あたり 4～5km，忠別川では 2～3km を目安として地形や河道形状，河床材料，土地利用，過去の推定産卵場(瀬川 2002)等をもとに区分した。

2-2 産卵床調査

産卵床調査は，過去の調査と同様に対象区間を踏査し，河床を目視して産卵床の有無を確認した。確認した産卵床は，その位置を携帯型 GPS に記録した。調査は，サケの遡上状況を踏まえ，2012 年 10 月～12 月にかけて実施した。調査は，産卵床の痕跡が確認可能な 1～2 週間程度の間隔を目安として 3～5 回行うことを基本とした。調査河川や対象区間により調査回数が異なるが，いずれの区間においても遡上・産卵最盛期に調査を実施し，重複カウントがないよう注意した。

遡上規模については，産卵床の数をメスの個体数として，雌雄はほぼ同数と考え，産卵床数の 2 倍を推定遡上数とした。

3 結果

産卵床調査の結果を調査時期ごとに区間別に集計した(表 1)。また，産卵床の分布を図 2 にまとめた。産卵床分布図には，明治以前の過去の産卵集中箇所(瀬川 2001)との比較や，大規模放流個体群回帰前後からの経年変化が把握できるよう 2010 年以降の産卵床調査の結果を合わせて示した(有賀ほか 2012,2013)。また，市民放流を含むこれまでのサケ稚魚の放流規模と一連の産卵床調査の結果から推定した遡上数の推移を整理した(図 3)。

産卵床数は，石狩川流域(以下，「石狩川」)で 788 箇所，忠別川流域(以下，「忠別川」)が 799 箇所とほぼ同規模で，全体では 1,587 箇所の産卵床を確認した。一連の調査の開始以降で最も多く，2010 年の大規模放流個体群回帰前(15 箇所)の 100 倍以上，本格的な回帰が始まった 2011 年(354 箇所)の約 5 倍となった(図 1)。

石狩川では，大規模放流個体群が回帰した 2011 年調査は，放流地点に近い愛別川およびその下流(**Is-5**)周辺に産卵床は集中した。しかし，2012 年には，放流地点周辺に産卵床の集中傾向は認められるものの，その分布は流域全体に分散したと言える(図 2)。

産卵床数は，北旭川大橋上流～突哨山区間(**Is-3**)の 238 箇所が最も多く，麻生橋～愛別川合流点区間(**Is-5**)の 169 箇所，愛別川区間(**Ai**)の 164 箇所と続く。これらの区間では，例えば，北旭川大橋上流右岸のワンド部(**Is-3**)，比布大橋直下右岸分流(**Is-5**)，布引橋下流右岸砂州端部(**Ai**)のような 20 箇所以上の産卵床が集中する箇所(以下，「産卵床集中箇所」)がある。

これまで産卵床の分布が少なかった最下流の忠別川合流点周辺～花咲大橋区間(**Is-1**)や突哨山上流～麻布橋区間(**Is-4**)でも産卵床が分布し，それぞれ旭橋上流左岸本流沿い(**Is-1**)や麻生橋下流左岸分流(**Is-4**)などで産卵床集中箇所を確認した。また，2011 年の調査では岩盤の露出が著しく調査を実施しなかった花咲大橋～北旭川大橋区間(**Is-2**)でも 38 箇所の産卵床を確認した。この区間の産卵床は，低水路幅が広く，砂礫が堆積する花咲大橋上流の右岸分流に集中していた。そのほか，最上流の愛別川合流点～愛別橋区間(**Is-6**)においても 9 箇所の産卵床が分布し，全区間で前年を上回る産卵床が確認された。

忠別川では，2011 年調査において大規模放流地点のポン川への産卵床の集中に加え，調査範囲全体への分布の広がりも認められており，2012 年では，さらに，それぞれの傾向が一層顕著に進んだと言える(図 2)。

産卵床数は，最上流の緑東大橋～忠別川取水堰区間(**Ch-4**)の 332 箇所が最も多く，忠別川全体の約 4 割を占めた。特に，大規模放流地点であるポン川が合流するツインハープ橋下流周辺にその分布は集中し,産卵床集中箇所が連続する状況だった。2011 年調査では最も多くの産卵床を確認したポン川区間(**Po**)は，緑東大橋～忠別川取水堰区間(**Ch-4**)，忠別橋～新神楽橋区間(**Ch2**)に次ぐ産卵床数だったが，約 60m の狭い区間に 2012 年(85 箇所)の約 2 倍の 148 箇所を確認した。緑東大橋～忠別川取水堰区間(**Ch-4**)と合わせると 480 箇所になり，約 6 割の産卵床が放流地点を中心に分布したことになる。放流地点周辺は，水深が浅く，流れも緩やかなため，サケの姿を目視しやすく 2011 年に引き続き，多くの一般市民がサケの見学に訪れていた。なお，緑東大橋～忠別川取水堰区間（**Ch-4**)では，放流地点から約 2km 上流の忠別川取水堰下流においても産卵床集中箇所が確認されている。

表 1. 石狩川上流における 2012 年のサケの産卵床数

流 域	河川	区間	調査時期					集計			
			10月上～中旬	10月下旬	11月上～中旬	11月下旬	12月上旬	区間	河川	流域	総数
石狩川	石狩川	Is-1	0	37	28	14	－	79	624	788	1,587
		Is-2	－	13	23	2	－	38			
		Is-3	2	123	85	28	－	238			
		Is-4	2	37	41	11	－	91			
		Is-5	3	100	62	4	－	169			
		Is-6	－	4	4	1	－	9			
	愛別川	Ai	－	71	93	－	－	164	164		
忠別川	忠別川	Ch-1	0	0	2	0	－	2	651	799	
		Ch-2	4	94	100	8	0	206			
		Ch-3	1	32	69	7	2	111			
		Ch-4	5	163	152	11	1	332			
	ポン川	Po	28	70	44	4	2	148	148		
各時期の確認数 (　　)は比率			45 (2.8)	744 (46.9)	703 (44.3)	90 (5.7)	5 (0.3)				

注1)　数字は産卵床の確認数，“－”は調査未実施を示している.

注2)　石狩川ではIs-2区間は岩盤が露出して産卵適地が少ないこと，Is-6区間は放流地点より上流にあたるため大量遡上の可能性が低いことから1回目調査は実施していない.

注3)　愛別川は，遡上・産卵の最盛期の10月下旬～11月中旬にかけて2回のみ補足的に実施.

注4)　石狩川，愛別川，忠別川(Ch-1区間)では､サケの遡上・産卵最盛期後の12月上旬調査は未実施.

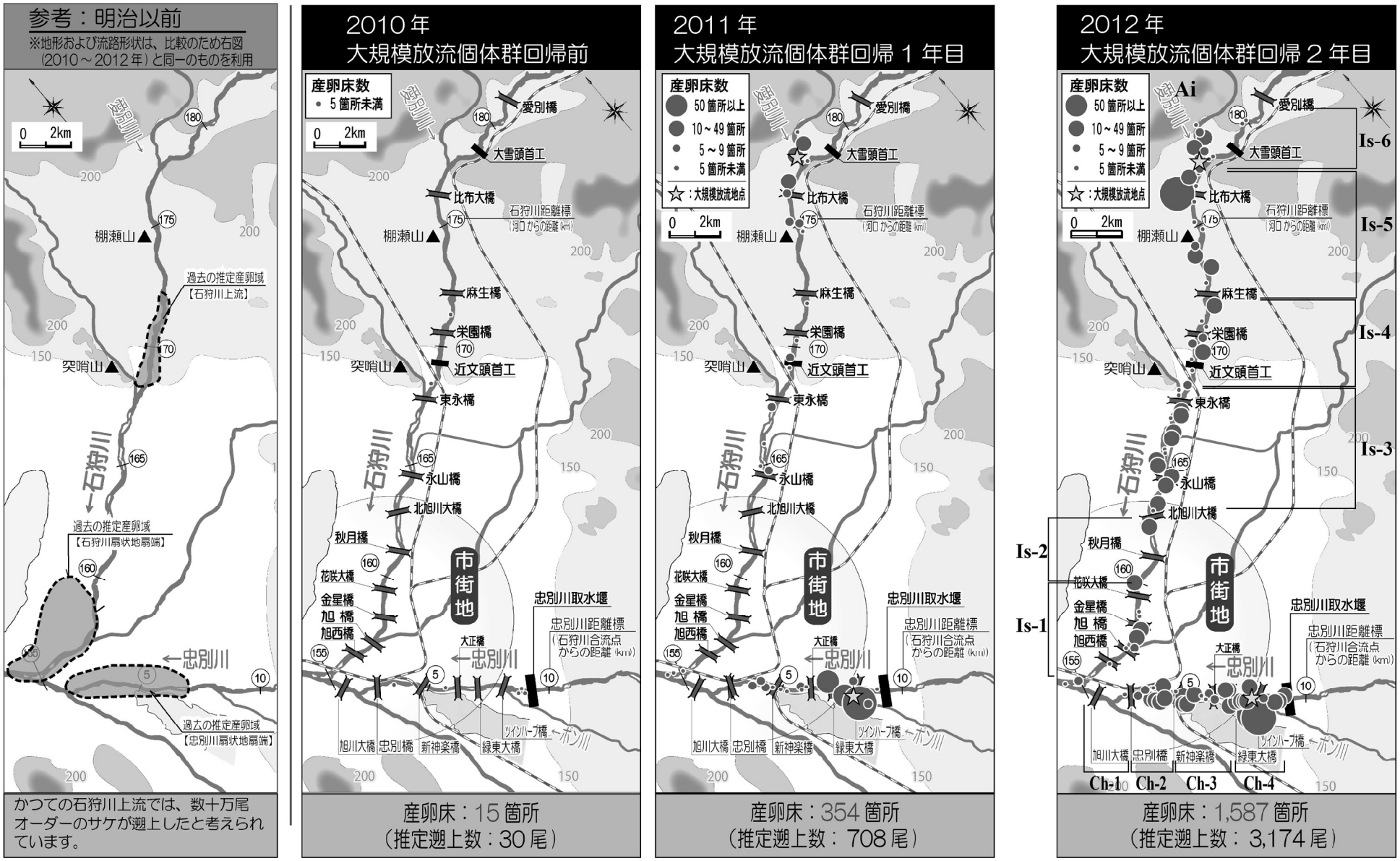


図 2.石狩川上流における産卵床分布の推移

左端の「参考資料：明治以前」は瀬川(2002)による石狩川上流の過去の推定産卵場を示す．右の3つは，今回の調査を含む2010年～2012年に実施した産卵床調査の結果を用いている．産卵床数が多く，一定規模でまとめて図上にプロットしている．大規模放流個体群回帰後の産卵床は，放流地点に分布が集中し，忠別川では1年目，石狩川では2年目以降に産卵床が流域全体への分散していく傾向が認められる．

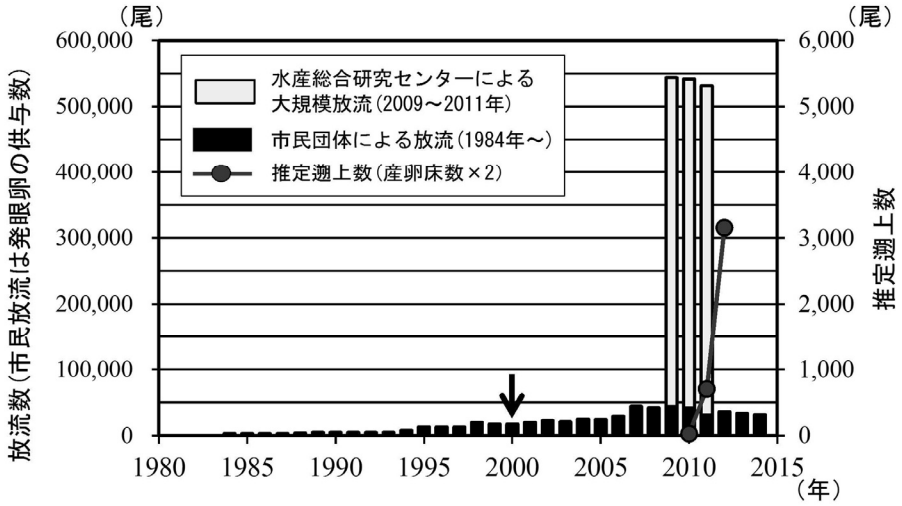


図 3. 石狩川上流における放流規模と遡上数の推移

水産総合研究センターによるサケ稚魚の大規模放流は 2009～2011 年の 3 年間実施された（50 万尾／年）。一方，市民放流は 1984 年以降，市民団体や小学校等の教育機関によって現在も続けられており，近年は 3～4 万尾の規模で推移している。黒矢印は，石狩川中流（深川市）の旧花園頭首工への魚道設置年を示している。この年，1964 年の頭首工の設置から 36 年ぶりに海からの連続性が確保された。

忠別橋～新神楽−橋区間（**Ch-2**）は，緑東大橋～忠別川取水堰区間（**Ch-4**）に次ぐ 206 箇所の産卵床を確認した。この区間では，特に JR 橋下流の分流の形成が顕著な区間に分布が集中し，本流右岸の湾曲部や中洲周辺に産卵床集中箇所が複数認められた。

新神楽橋～緑東大橋区間（**Ch-3**）の産卵床は，新神楽橋上流の左岸の神楽岡公園沿い，緑東大橋下流の右岸分流～左岸の本流沿いで確認された。最下流の合流点～忠別橋区間（**Ch-1**）は，河道が直線状で，水際は両岸ともヤナギ類が繁茂しているため流路は固定しており，産卵適地となる砂州・礫州の形成が少ないため，調査頻度は少ないが，忠別橋下流で 2 箇所の産卵床を確認した。

産卵床の確認時期を見ると，時期によっては調査未実施区間はあるものの，石狩川，忠別川のいずれも 10 月下旬（46.9%）～11 月中旬（44.3%）までの確認数が多く，その比率は全体の 9 割を占めた（表 1）。この時期の調査では，産卵床が集中する箇所において産卵行動中のサケを容易に目視することができた。

4 考察

4-1 石狩川上流におけるサケの遡上規模

石狩川上流の 2012 年の産卵床確認数は全体で 1,587 箇所だった（表 1）．産卵床調査では流速，水深が大きく物理的にアクセスできない中州等の調査箇所もあった。また，増水時の濁り等を極力避けて調査を実施したものの全区間で適切な調査条件を確保することは困難だった。さらに，今回の調査範囲外のポン川でもサケの遡上，産卵床の確認情報もあり，実際の産卵床数は調査結果を上回っていた可能性がある。したがって，石狩川上流における 2012 年の遡上規模は，少なくとも 1,587 箇所×2（オス・メス）＝3,174 尾以上，概ね 3,200 尾以上が遡上したものと推定される（図 2）。

石狩川上流への遡上個体には，大規模放流個体群のほかに，小規模ながらも市民放流由来の個体あるいは自然産卵由来の野生魚が含まれる（図 3，有賀ほか 2012）。大規模放流個体群は全て耳石標識されているため，死骸体から耳石を回収し，その標識を判読することで大規模放流由来の

個体かどうかが分かる(浦和 2001)。2012 年の石狩川上流におけるサケの死骸体約 300 体の耳石判読結果によれば，標識放流魚の比率は 96.5%だった(伊藤 未発表)。したがって，2012 年の石狩川上流への遡上個体のほとんどは，2011 年同様，大規模放流由来の個体だったと言える。産卵床の確認時期が 10 月下旬～11 月中旬に集中したことも(表 1)，サケが出生日(放流魚の場合は親の採卵日：表 2)に合わせて遡上するという性質によるものと考えられる(眞山 1989，高橋 2013)。

ここで，石狩川上流の遡上規模を放流数と回帰数から試算した単純回帰率(最も数が多い 4 年魚を基準として，3 年前の放流数から試算する簡便法)から考えると，その値は 0.58%で，定置網定置網による捕獲効率（9 割）を考慮すると，沿岸回帰率は 5.8%となる。近年の一般的な沿岸回帰率 4～5%や(永田ほか 2003)，2009 年放流魚に対する北海道の単純回帰率が 4.7%であることから(水産総合研究センターhttp://salmon.fra.affrc.go.jp/ok_relret.htm「サケの放流数および回帰率の推移」より)，単純な比較ではあるものの，石狩川上流のサケの遡上は良好な回帰状況だったと言える。しかし，遡上規模の評価については，年級群ごとの回帰率との比較が必要であり，今後の課題としたい。

表 2. 石狩川上流における大規模放流個体群の採卵日から放流日までの履歴

	採卵年月日	孵化年月日	浮上年月日	放流日	体長(cm)
2009年放流個体	2008.10.27	2008.12.27	2009.2.16	2009.3.25	4.5
2010年放流個体	2009.10.28	2009.12.28	2010.2.15	2010.3.24	4.4
2011年放流個体	2010.10.22	2010.12.21	2011.2.16	2011.3.23	4.5

4-2　産卵床の分布傾向

石狩川上流における本来の主要産卵域は，現在よりも豊富な湧水地帯だった石狩川および忠別川の扇状地扇端部と突哨山上流の石狩川にあったと推定されている(瀬川 2001，2002，図 2)。

しかし，本格的なサケの遡上が回復した大規模放流個体群回帰後の 2011 年，2012 年の産卵床の分布は，過去の推定産卵域とは異なり，稚魚の大規模放流地点の影響を強く受けていた(図 2)。サケの母川回帰性は良く知られているが，一般的には降海直前にその河川(母川)特有の臭いを記憶すると考えられている(帰山 2002)。遡上個体群の約 9 割が大規模放流個体であることから，石狩川上流のほとんどの遡上個体が，放流後の降海時に刷り込まれた記憶をもとに放流地点に遡上してきたものと考えられる。

2012 年の産卵床の分布は，遡上規模が 2011 年と比べて約 5 倍で，産卵床の分布は流域全体へ分散，特に石狩川でその傾向は強く，最も多くの産卵床確認区間は中流の北旭川大橋～突哨山区間(**Is-3**)だった(図 2，表 1)。放流魚は，もともと千歳川遡上個体から採卵した個体で，遺伝的には千歳川に適応した特性を有している。サケは，一般的に出生時期(親の産卵日)に合わせて遡上，成熟するが（眞山 1989，高橋 2013)，河口から約 70km 地点で採捕して成熟させる千歳川に対し，石狩川上流の産卵場は最短の忠別川合流点付近でも河口から約 150km 以上も離れている。遡上距離が本来の遡上河川よりも長いうえ，石狩川中流域の旧花園頭首工の魚道や神居古潭の急流区間では，遡上が遅延する可能性もある(有賀ほか 2009，林田ほか 2013)。したがって，放流地点に到達する前に成熟が進んでしまう個体も少なくなく，こうした個体が放流地点より下流の産卵適地

に産卵したものと推察される。石狩川は、放流地点が忠別川よりも約 20km も上流に位置するため，この影響が強かったものと考えられる。石狩川上流では，放流地点を過去の産卵域や現在の産卵適地よりも上流に設定したことが，結果的には広範囲な産卵床の分散につながったものと推察される。

4-3　野生魚の回復に向けて

大規模放流による石狩川上流のサケの本格的な遡上回帰は，回帰率の変動影響を受けるものの，少なくとも 2015 年まではまとまった遡上が続くものと考えられる(図 4)。しかし，大規模放流自体は 2009 年～2011 年の 3 年間で終了しているため，安定的にサケの遡上が継続されるには，大規模放流個体群による自然産卵由来の個体，すなわち野生魚の回復が重要である。

水産総合研究センターの耳石解析によると(伊藤2011，伊藤未発表)，石狩川上流の遡上個体には，2011 年では 12%(85 尾)，2012 年では 3.5%(111 尾)が耳石の無標識個体で，これは大規模放流個体群以外の個体が含まれていたことを示している。また，大規模放流個体群回帰前の 2010 年においても，産卵床を 15 箇所(推定遡上数 30 尾)カウントしていることから（有賀ほか 2012)，

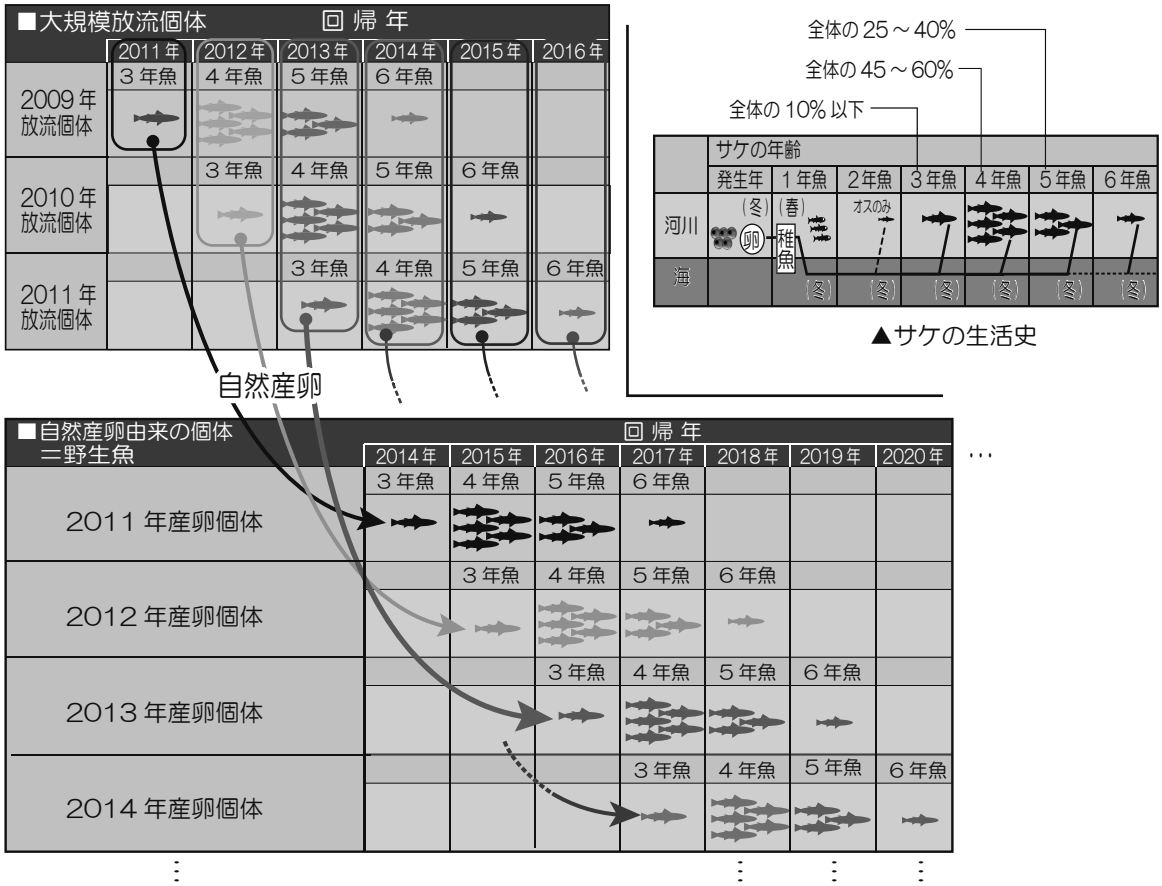


図 4．上)大規模放流の稚魚放流年と親魚の回帰年の関係と
下)大規模放流個体群による自然産卵由来の野生魚と回帰年との関係

「さけ・ます類の河川遡上生態と魚道(眞山(2004)」のサケの生活史を示した図を参照して作成。
➡ は産卵期のサケを表し，サイズと数は相対的な量の比率を示している。右上の「サケの生活史」の各年級群の比率は永田(2003)を参照．4～5 年魚を主群とすると，主群の回帰は 2012～2015 年までとなる。本報告の 2012 年は，2009 年の放流個体群が最も多く回帰する年にあたる。

石狩川上流では，毎年十～数十箇所規模で，野生魚あるいは市民放流由来の個体による自然産卵が繰り返されてきた可能性がある。仮に，この遡上規模を今年の結果から 100 尾とすると，メス 1 尾の孕卵数約 3,000 粒より卵数の合計は 150,000 粒となる。稚魚の降海までの生残率を豊平川の試算値から 7.5～22.2%とすると（有賀ほか 投稿中），降海稚魚は 11,000～33,000 尾と推定される。この降海稚魚の規模は，近年の市民放流規模 30,000～40,000 尾にオーダー的には近似することから，石狩川上流には，野生魚が一定程度の割合で回帰しているものと推察される。石狩川上流において，数万規模の市民放流を契機として野生魚が回復したことを考えると，大規模放流による自然産卵の増加が，将来の野生魚の安定的な回復につながるものと期待される。

一方，石狩川上流の現在の河川環境を考えると，野生魚の回復に対する懸念もある。石狩川上流では，約 7 割が伏流水由来の場所で産卵している可能性もあり（有賀ほか 2012），こうした場所では，10 月下旬～11 月中旬に産卵する石狩川上流の大規模放流個体群の場合，一般的な浮上時期とされる 3 月～5 月時点で積算水温が不足していることが考えられる。浮上時期の遅延は，例えば，石狩川では融雪出水により浮上前に産卵床が流出してしまう恐れがある。また，忠別川では，忠別ダムの流量調整により，融雪期の水位が低く，産卵床が干上がって浮上直前の稚魚が死亡している状況等も確認されている（山田直佳 私信）。

今後は，産卵床数だけでなく，稚魚が降海するまでの生残率も重要になってくると考えられる。そのうえで，産卵から発眼，ふ化，浮上に至る各段階での生育環境にも着目し，「サケの再生産にとって何が大切か？」モニタリングをとおして明らかにしていくことが，今後の石狩川上流における安定的な野生魚の回復を考えていくうえで重要であると考える。

謝辞

調査の実施およびとりまとめにあたっては，北海道開発局の渡邊智明氏，村上裕子氏，田中康泰氏，荒川志保氏ほか関係者の方々には大変お世話になった。大雪と石狩の自然を守る会の寺島一男氏には石狩川上流におけるサケに関する市民活動等の貴重な情報をいただいた．野生鮭研究所の小宮山英重氏にはサケの産卵床調査に関して調査方法や調査を行うにあたっての考え方などの指導をいただいた。そのほか，（社）北海道栽培漁業振興公社技術顧問の眞山紘博士，寒地土木研究所の林田寿文博士，（株）北海道技術コンサルタントの森由行氏，小原聡氏，オフィスマルマの長谷川雅広氏，パブリックコンサルタント㈱，㈱野外科学，環境テクニカルサービス㈱，北海道大学北方生物圏フィールド科学センター生態系変動解析分野の学生諸氏および明治コンサルタント㈱の関係者の方々には技術的アドバイスや現地調査の協力をいただいた。旭川市博物館の瀬川拓郎博士および向井正幸氏には有益なアドバイスをいただいた。ここに記して深謝の意を表します．本報告には平成 24 年度に北海道開発局旭川開発建設部から発注された「石狩川上流自然再生事業検討業務」の成果の一部を使わせていただいた。なお，本報告の巻末には 2013 年 10 月 13 日～11 月 17 日まで JST 科学技術コミュニケーション推進事業の支援を受けて開催した「サーモンギャラリー展」の展示資料（一部改訂）を添付している。

引用文献

有賀 誠・津田裕一・藤岡 紘・本多健太郎・光永 靖・三原孝二・宮下和士(2009) 石狩川におけるシロザケ ***Oncorhynchus keta*** の遡上行動－テレメトリーシステムの利用－． 応用生態工学 12：119-130.

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.
有賀 誠・山田直佳・伊藤洋満・有賀 望・宮下和士(2013) 石狩川上流におけるサケ ***Oncorhynchus keta*** の 2011 年の自然産卵状況－大規模放流個体群回帰 1 年目の報告－. 旭川市博物科学館研究報告 5: 35-46.
有賀 誠・伊藤洋満・田中康泰・津田裕一・有賀 望・宮下和士(2012)石狩川上流のサケの遡上と自然産卵の回復－現在と過去の産卵場の比較－. 応用生態工学会第 16 回研究発表会.
有賀 望・森田健太郎・鈴木俊哉・佐藤信洋・岡本康寿・大熊一正(投稿中) 大都市を流れる豊平川におけるサケ***Oncorhynchus keta***野生個体群の存続可能性の評価. 日本水産学会誌.
旭川市(1994) 上川盆地の動物たち.「新旭川市史 第一巻 通史一」(旭川市史編集会議編), pp. 91-98. 旭川市, 北海道.
林田寿文・有賀 誠・篠原 陽・高橋 緑・山口 紘・渡邉和好・矢部浩規・上田 宏(2013) 石狩川流域におけるシロザケの産卵遡上行動. 平成 25 年度 日本水産学会北海道支部大会.
伊藤洋満(2011) 石狩川上流域における自然産卵サケの資源回復を目指して!. 水産総合研究センター研究開発情報 北の海から 14
帰山雅秀(2002) 最新のサケ学. ベルソーブックス 011(日本水産学会監修). 成山堂書店.
帰山雅秀(2005) 水辺生態系の物質輸送に果たす遡河回遊魚の役割. 日本生態学会誌 55:51-59
小林哲夫(2009)「日本サケ・マス増殖史」北海道大学出版.
眞山 紘(1989) さけ.「日本の淡水魚」(川那部浩哉・水野信彦編)pp. 210-225. 山と渓谷社.
眞山 紘(2004) さけ・ます類の河川遡上生態と魚道. さけ・ます資源管理センターニュース 13:1-7.
森田健太郎・高橋 悟・大熊一正・永沢 亨(2013)人工ふ化放流河川におけるサケ野生魚の割合推定. 日本水産学会誌 79:206-213.
永田光博(2003) サケ(シロザケ).「新 北のさかなたち」(上田吉幸・前田圭司・嶋田 宏・鷹見達也編)pp. 132-137. 北海道新聞社.
中村智行・飯田 遥(2009)「守る・増やす渓流魚 イワナとヤマメの保全・増殖・釣り場作り」農山漁村文化協会.
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－. 水産総合研究センター研究開発情報 salmon 情報 4:22-24.
鈴木俊哉(1999) 遊来部川におけるサケの自然産卵環境調査. さけ・ます資源管理センターニュース 4:1-4.
瀬川拓郎(2001) 上川盆地におけるサケの生態と漁法. 旭川市博物館研究報告 7:1-7.
瀬川拓郎(2002) 富のヒエラルヒーとしてのサケの産卵床. 旭川市博物館研究報告 8:13-23.
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 7:16-19
浦和茂彦(2001) さけ・ます類の耳石標識. さけます資源管理センターニュース 7:3-10.

サケについて

■旭川に遡上するサケの仲間

サケの仲間（サケ科魚類）は、北半球の北極圏～温帯の地域に広く生息し、北海道を代表する魚です。
このうち海から旭川に遡上する主な在来種のサケの仲間にはサケ、サクラマス、アメマスがいます。

写真提供：森田健太郎 氏

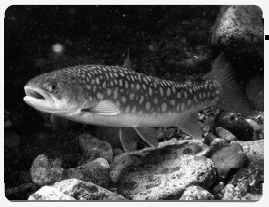
●サケ（シロザケ）

北海道全域に分布します。秋から冬にかけてたくさんの親ザケが回帰し、古代から人々はその恵みを受けてきました。近年、旭川周辺の石狩川上流でもサケの遡上が確認され、自然産卵を観察することができます。

写真提供：角田 武 氏

●サクラマス

普通は川で１年、海で１年生活しておとなになります。海に行っていないものをヤマメと呼びます。桜の咲く時期に海から川に入り９～10月に川の上流で産卵します。近年、旭川近郊の河川でも確認されています。



写真提供：角田 武 氏

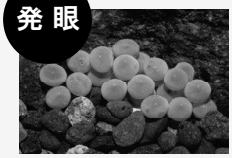
●アメマス

一生川で生活するものもいれば、海と川を行ったり来たりするものもいます。海では沿岸域、川では上流から下流まで広い範囲で見られます。サケやサクラマスと違い、産卵後も死にません。

■サケの一生

①生まれてから旅立ちまで

発眼

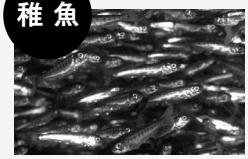


受精した卵は砂利の中で成長を始め、水温８℃の場合、約１ヶ月たつと、目になる部分が分かるようになります。

ふ化

生まれたばかりのサケの赤ちゃんのお腹には、卵黄のうと呼ばれる栄養の袋がついていて、まだ泳げません。エサは食べず、お腹の栄養を使って成長します。

稚魚



生まれてから約２ヶ月たつと（水温８℃の場合）、砂利から出てきてエサを食べ始めます。川ではユスリカの幼虫などを食べて大きくなり、春になると群れで海に下ります。

サケは、川で生まれ、海へ出て大きくなり、おとなになると、卵を産むために生まれた川へかえってきます。

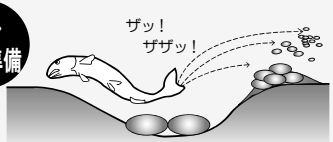
サケの回遊

②おとなになるまで（海洋生活）

海に出たサケは、１年目はオホーツク海付近、２～３年目は、夏はベーリング海、冬はアラスカ湾でエサを食べて成長します。海では、オキアミやヨコエビなどの動物性プランクトンが主食で、大きくなると小魚も食べます。そして、おとなになる年の春には、日本を目指して戻ってきます。

③おとなになってから死ぬまで

遡上～産卵準備



日本の近くまで戻ったサケは、「におい」をたよりに、生まれた川を遡上し、産卵の準備をします。メスは卵を産むのに適した場所を探し、穴を掘り始めます。一方、オスはメスをめぐってケンカ（体当たり、噛みつき）を始めます。

産卵

メスが穴を掘り終え、その上で大きく口を開けて合図をすると、つがいのオスが横に並び、口を開けて返事をし、メスは卵、オスは精子を出して産卵します。

ホッチャレ

卵を産み終わったメスとオスは、やがて死に、ホッチャレ（死骸体）となって川の中の水生昆虫や動物のエサになります。

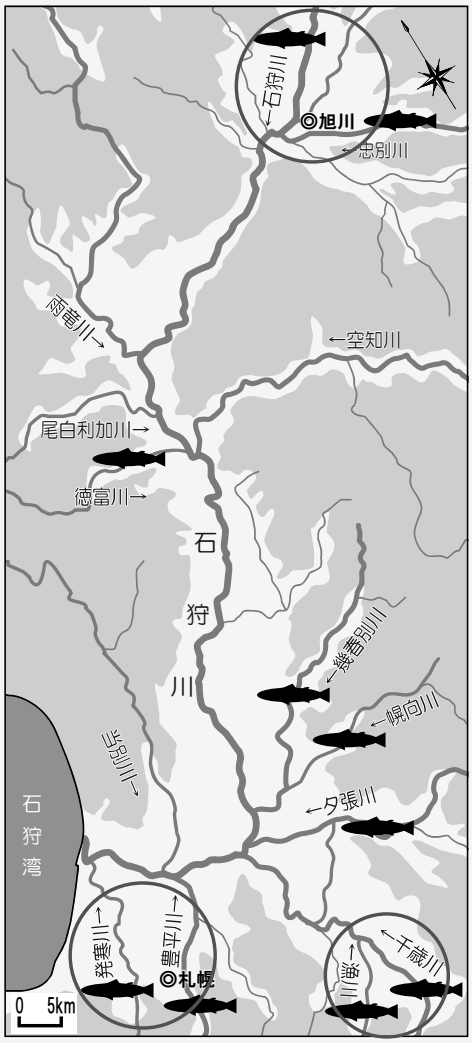
参考資料：札幌市豊平川さけ科学館リーフレット・展示パネル

旭川のサケの歴史① ～過去のサケの遡上状況とサケの絶滅～

■明治以前

旭川市を流れる石狩川上流（石狩川・忠別川）は、北海道でも有数のサケの遡上河川でした。
戦前には数千尾、明治以前には数十万尾規模で遡上していたと考えられています。

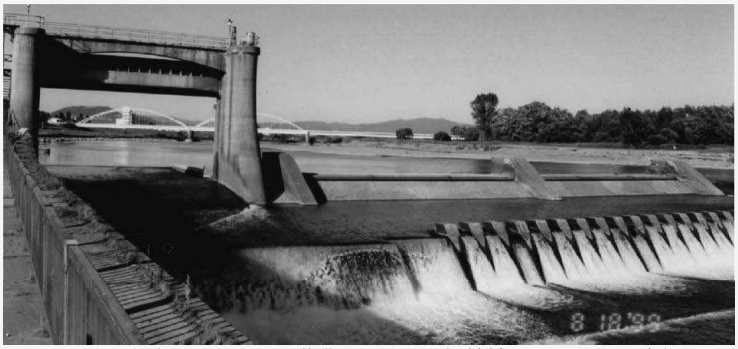
▲かつての石狩川上流への遡上の様子
上：「深川市史」／下：「日本の川・いしかりがわ（偕成社）」より抜粋。
一軒の家で飼われている７匹ほどの犬が川に入って咥えてくるだけでも2,000 尾になったという記録もあるほどです。



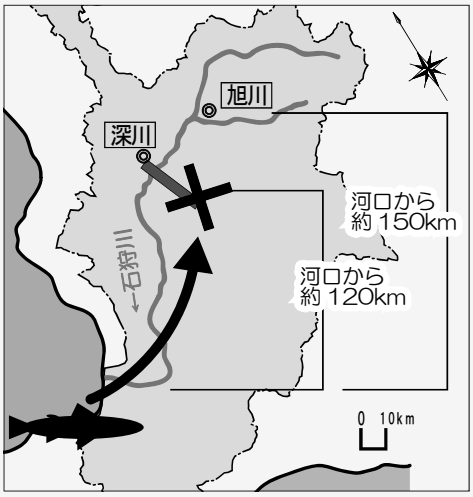
▲過去の石狩川水系のサケの遡上河川（ ）
赤○内の石狩川上流、札幌扇状地（豊平川・発寒川）、千歳川上流域（千歳川・漁川）は特に多くのサケが遡上・産卵する地域だったと考えられています。

■サケの絶滅

高度経済成長期の水質汚濁、さらに 1964 年に石狩川中流（深川市）に設置された農業用取水堰（現在の「旧花園頭首工」）が建設され、石狩川上流のサケは絶滅したと考えられています。



▲石狩川中流に設置された農業用取水堰（総落差 5m の遡上阻害物）



▲河口から旭川までの距離と遡上阻害物

●継続されたサケ稚魚の市民放流

旭川へのサケの遡上が完全に途絶えた後も、市民団体（大雪と石狩川の自然を守る会等）によって、1984 年以降、小規模（3,000 尾～ 20,000 尾程度）ながらもサケの稚魚放流が続けられてきました。
こうした市民活動が、旧花園頭首工への魚道の設置やサケ稚魚の大規模放流につながり、その後の旭川におけるサケの回復に大きな役割を果たしたと考えられます。

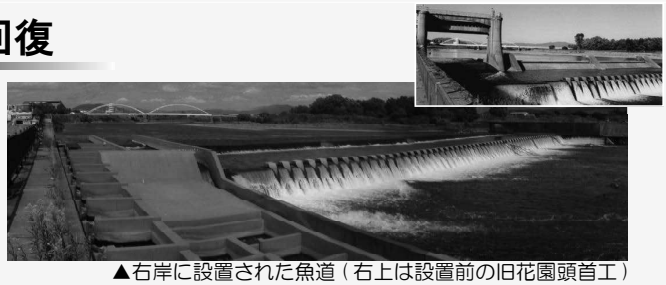
▲サケ稚魚の市民放流の様子（2004 年）と関連記事（読売新聞 2010.3.30～4.6 の連載記事）

参考資料：瀬川拓郎（2005）アイヌ・エコシステムの考古学（北海道出版企画センター）

旭川のサケの歴史② ～サケの遡上回復とサケ稚魚大規模放流～

■河川環境の改善とサケの遡上回復

1970 年代に河川の水質改善が進み、さらに、旧建設省（現在の国土交通省）の「魚がのぼりやすい川づくり推進事業」にもとづき、2000 年に旧花園頭首工へ魚道が設置されました。
北海道開発局が実施した魚道調査では、魚道設置直後の秋にサケの遡上が 36 年ぶりに確認されました。魚道設置直後にサケの遡上が確認できたのは、サケが絶滅した後も、小規模ながらもサケ稚魚の市民放流が継続されていたためだと考えられます。
その後の調査により、数十尾程度というオーダーながらも旭川へのサケの遡上、自然産卵が確認されるようになりました。



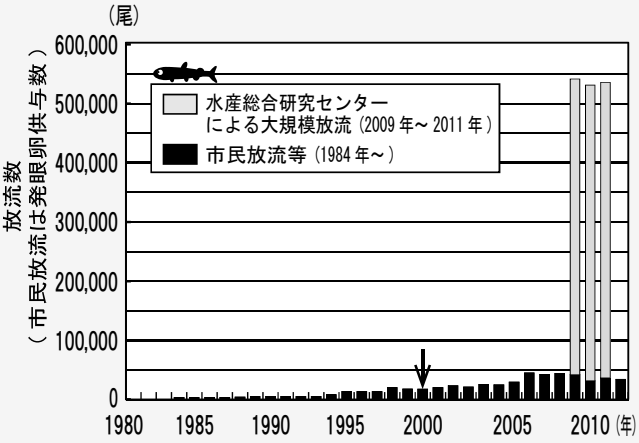
▲右岸に設置された魚道（右上は設置前の旧花園頭首工）

▲サケの遡上に関する各種報道
左：2000.10.28 朝日新聞／下：2005.6.24 北海道新聞より

■サケ稚魚の大規模放流

旭川へのサケの遡上、市民の関心の高まり等を受け、独立行政法人水産総合研究センターにより「天然産卵資源回復試験」として 50 万尾 ×3 年（2009 年～2011 年）、合計 150 万尾のサケ稚魚の大規模放流が実施されました。
この試験は、大規模放流を契機として、河川の生産力を生かしたサケの自然産卵資源を回復させるもので、生物多様性にとっても重要な野生魚の回復を目指しています。

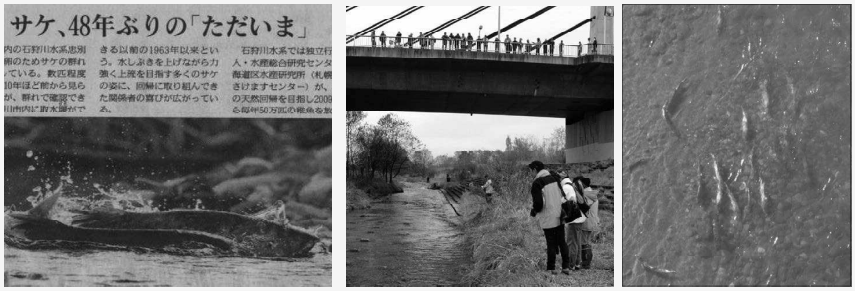
▲大規模放流の様子（忠別川（ポン川）ツインハーブ橋下（2011 年））



▲石狩川上流におけるサケ稚魚の放流規模の推移
矢印は旧花園頭首工への魚道設置の年を示しています。市民放流は 1984 年以降、市民団体を中心として実施され、近年では 30,000 ～ 40,000 尾の放流が継続されています。

■サケの大量回帰

大規模放流されたサケの回帰が 2011 年秋以降、本格的に始まりました。
昨年（2012 年）には 3,000 尾以上の大量のサケが遡上しました。



▲左：サケの大量回帰に関する報道（2011.10.29. 北海道新聞より）／
中：見学に訪れる市民／右：橋の上から見られるサケの群れ

●旧花園頭首工魚道の改良

放流魚の大量回帰に先立ち、旧花園頭首工では、左岸にも新たに魚道が設置され、多くのサケの遡上が可能になったと考えられています。新しい魚道は「入口の見つけやすさ」、「土砂により埋没しにくいこと」等に配慮されています。

▲左岸側に新設された魚道

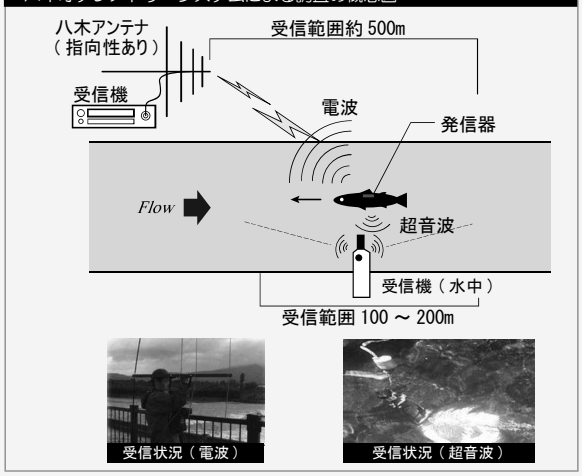
サケの遡上　～河口から旭川まで何日で遡上するか？～

■発信器を利用したサケの追跡　－ バイオテレメトリー調査 －

旧花園頭首工（深川市）の魚道を遡上したサケは、「どこまで遡上しているか？」、「旭川まで到達しているか？」、「遡上日数はどのぐらいか？」北海道開発局では、そうした疑問を明らかにするために、サケに発信器を装着し、その行動を追跡する遡上調査（バイオテレメトリー調査）を実施しました。
発信器は、電波を発するもの、超音波を発する２種類に大別されます。石狩川上流では、その両者を組み合わせた遡上行動調査が行われました。

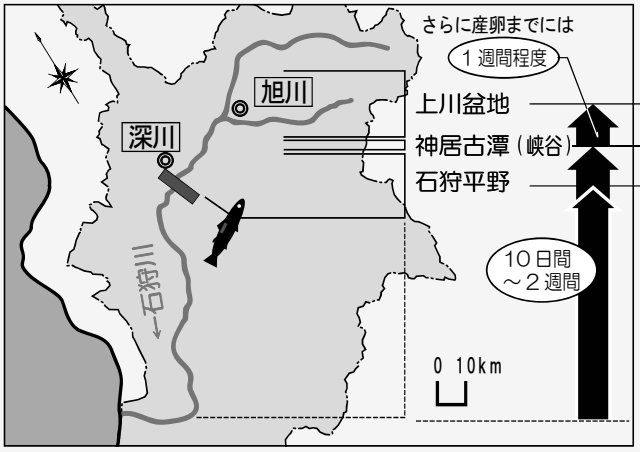
▲発信器を装着したサケ

バイオテレメトリーシステムによる調査の概念図

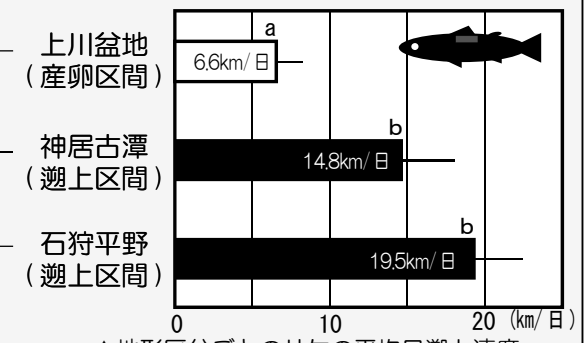


■追跡結果

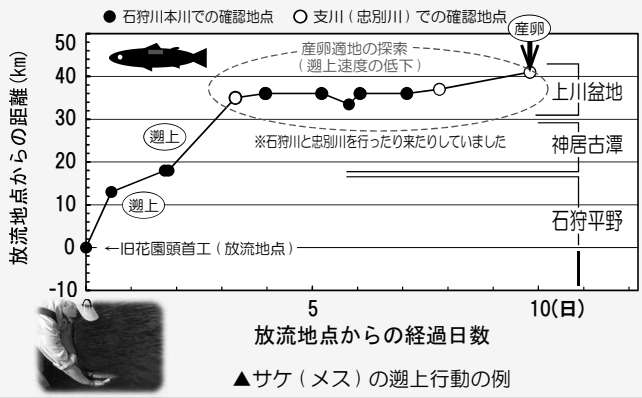
旧花園頭首工の魚道調査で捕獲したサケに発信器を装着して追跡したところ（2002 年～ 2004 年：８個体）、平均遡上速度は、平野区間（石狩平野）で 19.5km/ 日、峡谷区間（神居古潭）で 14.8km/ 日、盆地区間では 6.6km/ 日でした。平野～峡谷区間では産卵に関連するような行動をせずに、ただの通路として遡上し、今なお産卵適地が残る盆地区間では、産卵場所の探索したり、繁殖相手を探したりするため、遡上速度が低下するものと考えられます。
河口から産卵区間である上川盆地までは約 150km あります。上記の結果から、150km÷（19.5km/ 日＋14.8km/ 日）/2＝8.7≒約 10 日で、休息等を考慮すれば、概ね 10 日間～２週間程度で河口から旭川まで遡上すると推測しています。



▲旭川までの推定所要日数　※平均日遡上速度（右図）から推定



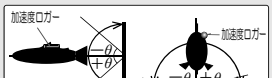
▲地形区分ごとのサケの平均日遡上速度
※a,b の文字が異なる場合は、統計的に有意な差があることを示しています。

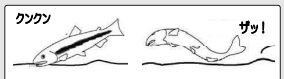


▲サケ（メス）の遡上行動の例

●産卵区間（適地）のサケの探索行動とは？

産卵区間のサケ（メス）に加速度センサーを試験装着したところ、この区間における産卵適地の探索行動の一端が分かってきました。
加速度センサーは、サケの加速度と体位変化を 1/10 秒毎に記録します。これを波形で表し、その波形こから産卵行動に関する特有の波形を抽出することで、「サケが、いつ、どんな行動をしていたか？」が把握できます。この結果、産卵適地に到達したサケが、広範囲（L≒8km）にわたって、産卵地点の探索行動（鼻先を河床につける nosing、試し掘り）を行っていることが分かりました。



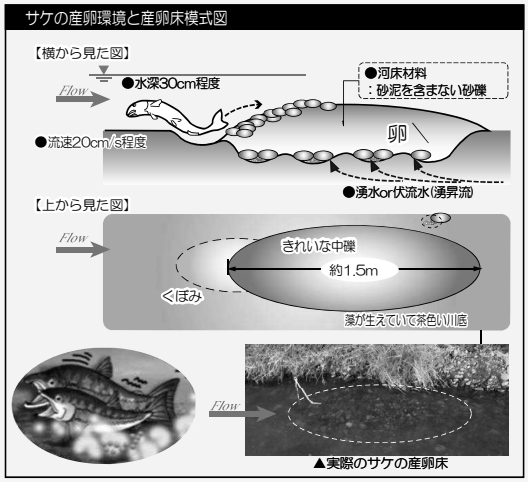


参考資料：北海道開発局（2011-2012）石狩川上流自然再生事業検討業務報告書
有賀ほか（2009）　石狩川におけるシロザケの遡上行動－テレメトリーシステムの利用－（応用生態工学 12），有賀ほか（2012）石狩川上流におけるシロザケの産卵適地と探索行動－加速度ロガーによる行動解析事例－（応用生態工学会研究発表会講演集）

サケの産卵　～サケの産卵場所はどこに、どれくらい？～

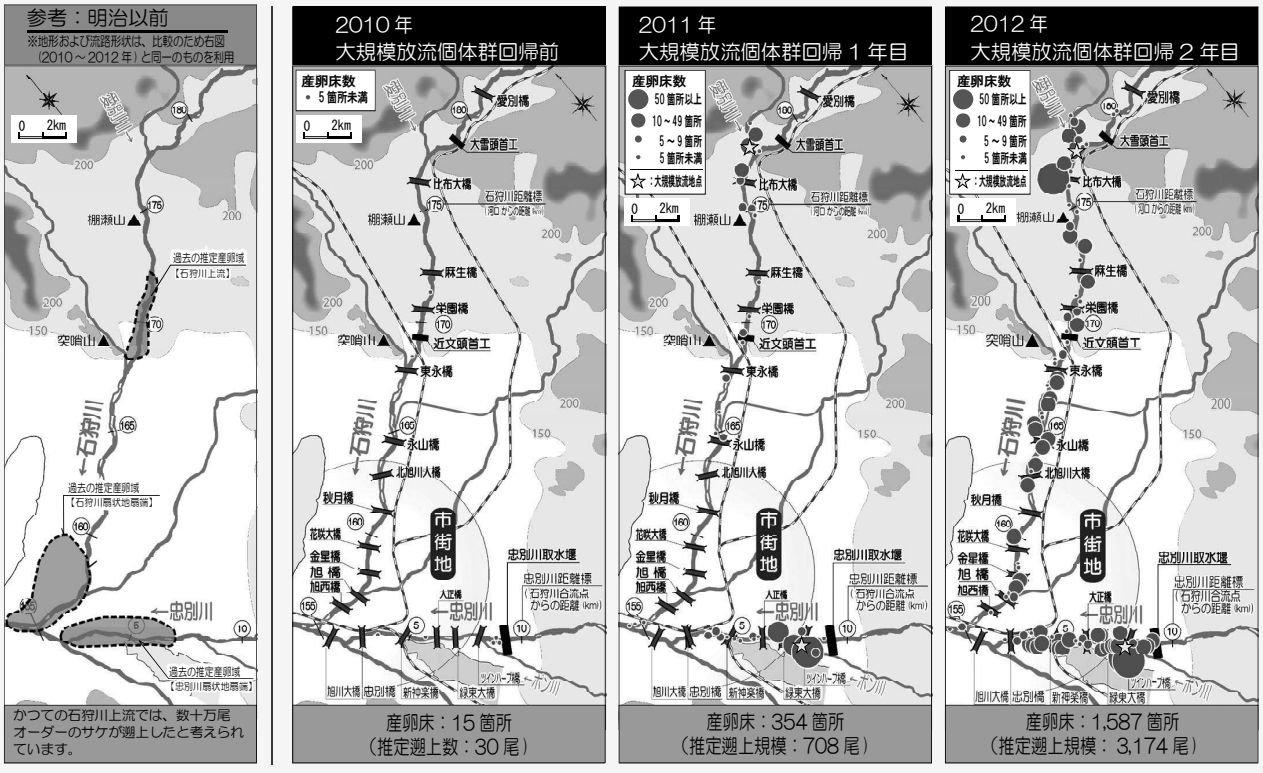
■産卵床とは　― 産卵床（サケの産卵痕跡）調査 ―

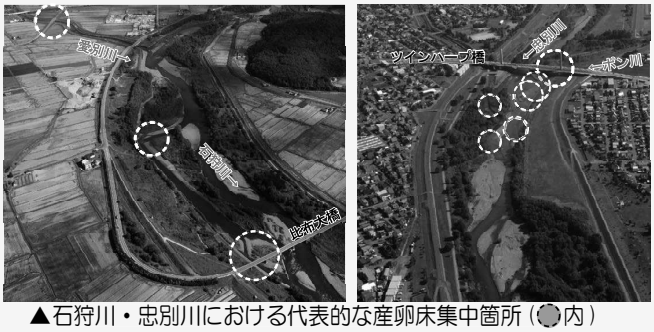
サケは、こぶし大の礫を含む砂利と川底から水が湧き上がる場所で産卵します。メスは、川底に穴を掘って卵を産み、産卵後に埋め戻します。そのため、産卵後の川底は特徴的で（右図を参照）、これを産卵床と呼んでいます。
メスは、４～５回に分けて産卵し、最終的に一つの産卵床を作るため、「産卵床の数」=「メスの数」と考えることができます。したがって、産卵床の数を調べ、産卵床数（メス）×2 倍（オス）⇒サケの遡上数とすれば、遡上規模を推定することができます。
石狩川上流では、大規模放流個体が回帰する前年の 2010 年から市民や関係機関等により産卵床調査が実施されています。



■産卵床分布の推移

大規模放流個体回帰前の 2010 年には、数は少ないものの産卵床を確認しています。これは、小規模ながらも石狩川上流で自然産卵による再生産が回復していた可能性があることを示唆しています。
その後、大規模放流個体が回帰しはじめた 2011 年、2012 年は、遡上数が増加します。特に 2012 年は、産卵床が前年の約５倍となり、その分布は石狩川上流全体に広がりました。産卵場所は、過去の推定産卵域に一致することなく、むしろ「稚魚の放流地点」を中心に分布していました。

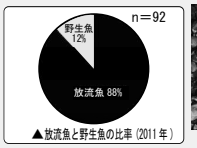




▲石狩川・忠別川における代表的な産卵床集中箇所（◯内）

●旭川のサケは、放流魚 or 野生魚？

水産総合研究センターにより大規模放流されたサケには、耳石という器官に標識が付けられています。
2011 年に水産総合研究センターが実施した調査では、回収した 92 個体の死骸体のうち 88% にあたる 81 個体が標識個体でした。今は、ほとんどが放流魚ですが、自然産卵による再生産が進み、将来的に野生魚の比率が高まっていくことが期待されています。



▲放流魚と野生魚の比率（2011 年）

▲耳石の採取状況と標識箇所

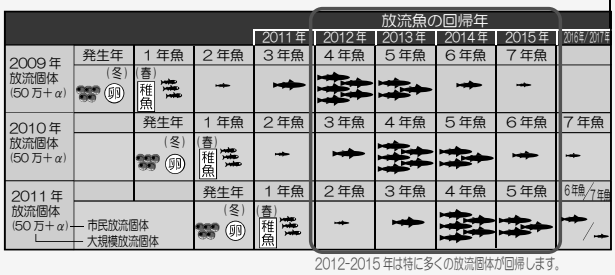
参考資料：北海道開発局（2011-2012）石狩川上流自然再生事業検討業務報告書、伊藤洋満（2011）石狩川上流域における自然産卵サケの資源回復を目指して！（水産総合研究センター研究開発情報北の海から 14）
瀬川拓郎（2005）アイヌ・エコシステムの考古学（北海道出版企画センター）、旭川市博物科学館研究報告 4-5 号

旭川のサケの将来

■自然産卵による次世代の重要性

サケは、生まれた翌春に降海し、２～５年の海洋生活を経て(３～６年魚)、再び生まれた川に戻って(回帰)、産卵します。３・４年魚で戻ってくるものが最も多いです（右図①)。
放流魚も同様です。石狩川上流では、2009 年～2011 年の３年間に大規模放流が実施されました。したがって、放流魚のほとんどは 2011 年～ 2016 年に回帰しますこのうち 2012 年～ 2014 年は、主群の回帰年にあたるため、特に多くの回帰が予想されます (右図②)。
石狩川上流の場合、大規模放流は終了し、継続されません。放流由来の親サケは、今後、減少していきます。したがって、サケが石狩川上流に、毎年、安定的に遡上するかどうかは、自然産卵によって生まれた子供たち（＝野生魚）が、親ザケとなって回帰できるかどうかにかかっています。
旭川のサケが本当の意味で回復するかどうか、放流魚（第一世代）の子ども世代（第二世代）まで、しっかりと見守っていくことが重要です。

図①：サケの一生



図②：石狩川上流の大規模放流個体群の回帰年

▲稚魚の放流年と親ザケの回帰年との関係
眞山 (2004)) の「サケの生活史」の図を参照して作成。
は親ザケであること、サイズと数は相対的な比率を示しています。

▲大規模放流個体による自然産卵由来の野生魚の回帰年

●産卵後の生育状況について

サケは、湧水のような地下水が湧き上がる場所に卵を産みます。湧水の影響の強い場所では、水温が真冬でも約 8℃程度あり、産卵後約１ヶ月で発眼卵、２ヶ月後にふ化、４ヶ月後には稚魚となって浮上し、融雪時の降海に備えます。

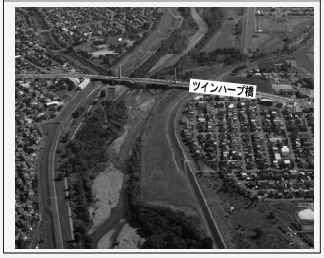
現在の旭川は、かつてほど湧水が豊富ではなく、サケは浅い地下水の流れ（伏流水）の影響の強い場所にも、たくさん産卵しています。こうした場所は真冬には水温が 2℃前後まで下がります。産卵時期にもよりますが、３月になってもふ化していない卵も見られました。こうした卵も稚魚となって降海し、親ザケとなって再び旭川に戻ってくるかどうか、注視していく必要があります。

▲旭川で確認できた産卵後の各段階での生育状況

■サケを見に行こう！

旭川において、この数年間は、とても多くのサケを目にすることができるチャンスです。これを機会として、今後、サケの遡上が安定的に回復するかどうか、みんなで見守っていきましょう。

観察ポイント①:
サケがよく見える場所に行く。旭川では、例えば、ツインハーブ橋周辺でよく観察できます。



観察ポイント②:
橋の上など、高い所からの方が目にしやすいです。

観察ポイント③:
コケが生えていない砂利を探します。サケが産卵のために砂利を掘っています。

観察ポイント④:
産卵場所は比較的浅いところです。産卵が進むと、ウロコが剥げて、白っぽく見えます。

参考資料：眞山紘 (2004) さけ・ます類の河川遡上生態と魚道．さけ・ます資源管理センターニュース 13.
「新 北のさかなたち（北海道新聞社）上田吉幸・前田圭司・嶋田宏・鷹見達也編」

旭川市博物科学館研究報告第６号
平成26年（2014年）３月30日発行

■編 集 ・ 発 行■
旭川市博物科学館（館長　南　尚貴）
■旭川市科学館■
〒078-8329　旭川市宮前通東
TEL（0166）31-3186・FAX（0166）31-3310
■旭川市博物館■
〒070-8003　旭川市神楽３条７丁目
TEL（0166）69-2004・FAX（0166）69-2001