

日本海

リサーチ & トピックス

2017年3月 第20号



雄物川水系玉川のサケ捕獲

- 天然海域から採集したズワイガニ未成体の脱皮間隔
- オオサルパの日本海での出現
- サケの母なる川を訪ねて～秋田県雄物川編～

編集 日本海区水産研究所



国立研究開発法人
水産研究・教育機構

目 次

天然海域から採集したズワイガニ未成体の脱皮間隔 山本岳男（資源生産部 資源増殖グループ）	3
オオサルパの日本海での出現 井口直樹・児玉武稔（資源環境部 生物生産グループ）	5
サケの母なる川を訪ねて～秋田県雄物川編～ 阿部邦夫（資源管理部 さけます調査普及グループ）	8

表紙の解説

雄物川水系玉川のサケ捕獲

写真提供 大仙市

雄物川水系支流玉川では、河口から68km、雄物川本流との合流点から約1km上流で、川幅いっぱいにウライ（梁）と呼ばれる魚止めを設置し、10月から12月にかけて、そ上してきたサケを捕獲します。全長127mにも及ぶウライは国内最大級です。捕獲槽に入ったサケは生簀箱と呼ばれる木箱で川岸まで運ばれ、さらにトラックで採卵場まで運搬されます。

天然海域から採集した ズワイガニ未成体の脱皮間隔

山本岳男（資源生産部 資源増殖グループ）

飼育実験により、ズワイガニ未成体の6，7，8 齢の脱皮間隔を明らかにしました。

【はじめに】

ズワイガニは北半球の冷水域に広く分布し、日本、韓国、ロシア、グリーンランド、カナダ、アメリカで重要な漁業対象種である。

漁業対象種の資源評価や資源管理方策の検討には、成熟年齢、漁獲加入年齢、寿命など年齢に関する生物学的情報が必要であるが、甲殻類は脱皮により成長するため、一部の種を除いて魚類に存在する耳石や鱗のような年齢が記録される硬組織が存在しない。従って多くの甲殻類では定期的な採集調査を実施し、サイズ組成の変化を解析することで年齢が推定されている。

しかしズワイガニの小型個体を定期的に採集した事例は少なく、このような方法をとることは極めて困難である。このため年齢推定には、水槽内で天然海域の環境を出来るだけ再現し、そこで対象種を飼育して脱皮間隔を調査することが有効である。筆者はこれまでズワイガニのふ化から甲幅約20mmまでの個体を飼育し、20mmに成長するまでの年数と、脱皮前の甲幅から脱皮間隔を推定できることを明らかにした（Yamamoto *et al.* 2014, 2015a）。本報告では、既報に続くサイズのズワイガニを天然海域から採集して飼育し、脱皮前の甲幅から6～8 齢における脱皮間隔の推定を試みた。

【調査方法】

2011年6月3～30日に石川県から京都府の沖で採取した、61個体の未成体ズワイガニ（甲幅16.2～42.9mm）を実験に用いた。これらの個体は日

本海区水産研究所小浜庁舎に搬送し、実験は2012年12月28日まで実施した。

カニは、容量5～27Lのプラスチックメッシュのカゴおよび容量100LのFRP水槽で個体別に飼育し（写真1）、水温は、天然海域での生息水温を参考に1℃とした。カニには週に3回餌として解凍したナンキョクオキアミを1～4個体、および解凍したアサリを1個体ずつ与えた。生死と脱皮日を把握するため、1～3日毎に全てのカニを目視で確認した。カニが脱皮中に死亡していた場合は、脱皮個体として扱った（脱皮中の死亡率は全脱皮回数の4.5%）。

脱皮前の甲幅と脱皮間隔の関係を数式で表すため、脱皮確率という概念を用いた。すなわち、個体別に飼育しているそれぞれのカニが最初に脱皮

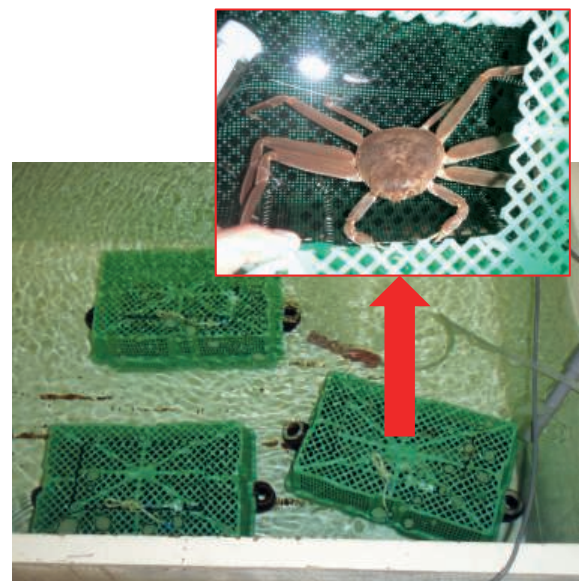


写真1 ズワイガニ稚ガニの飼育の様子

した日を0日とし、以降、脱皮しない期間の各日の脱皮確率を0、次に脱皮した日の脱皮確率を1とした。そして、甲幅何mmのカニが最初の脱皮日から何日目に脱皮確率1になったかという個体別のデータをまとめて、脱皮確率に及ぼす甲幅と脱皮後日数の影響をロジスティック式(脱皮確率 $P=1/(1+\exp(-(a+b\times\text{甲幅}+c\times\text{脱皮後日数})))$)にあてはめた。なお、雌雄で脱皮間隔に差が無かったため、この解析は雌雄まとめて行った。

【脱皮間隔の推定】

甲幅16.2~33.9mmの個体から、33の脱皮間隔が得られた。これらのデータから、脱皮確率は $P=1/(1+\exp(-(-21.211-1.174\times\text{甲幅}+0.189\times\text{脱皮後日数})))$ で表されることが分かった。すなわち、この式に任意の甲幅を代入すれば、その甲幅のカニの脱皮間隔が推定可能である。例えば、日本海のズワイガニの6、7、8歳の甲幅の中央値は、19.5、27.5、37.5mmと推定されている(伊藤, 1970)。これらを代入すると、半数が脱皮する $P=0.5$ の日数はそれぞれ、234日、284日、346日と計算された(図1)。

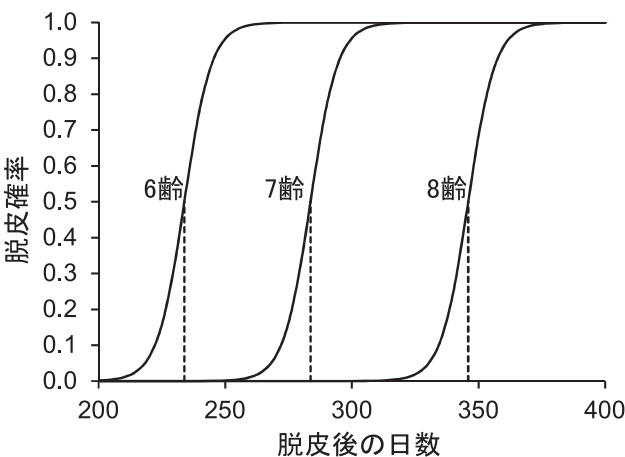


図1 脱皮確率の式($P=1/(1+\exp(-(-21.211-1.174\times\text{甲幅}+0.189\times\text{脱皮後日数})))$)から推定した、6歳(甲幅19.5mm)、7歳(同27.5mm)、8歳(同37.5mm)の脱皮間隔(Yamamoto *et al.* 2015bより引用・改変)

【おわりに】

天然海域での採集調査から、これまで、本種の6歳以降の脱皮間隔はほぼ1年と推定されてきた(伊藤, 1970)。しかし、本実験によって、脱皮間隔は成長に伴って徐々に長くなることが明らかになった。この傾向は、幼生や、より小さい稚ガニでも同様であった(Yamamoto *et al.* 2014, 2015a)日本海のズワイガニは、雄では10~13歳、雌では11歳でこれ以上脱皮しない最終脱皮年齢に到達すると考えられている。ズワイガニの成熟年齢、漁獲加入年齢を明らかにするには、9歳以降の脱皮間隔の解明も必要である。

なお、本報告は、Yamamoto *et al.* 2015bの内容を要約したものである。

【引用文献】

- 伊藤勝千代, 1970: 日本海におけるズワイガニの生態に関する研究-III. 甲幅組成および甲殻硬度の季節変化から推測される年令と成長について. 日水研報告, 22, 81-116.
- Yamamoto T., Yamada T., Fujimoto H., Hamasaki K., 2014: Effects of temperature on snow crab (*Chionoecetes opilio*) larval survival and development under laboratory conditions. J. Shellfish Res., 33, 19-24.
- Yamamoto T., Yamada T., Kinoshita T., Ueda Y., Fujimoto H., Yamasaki A., Hamasaki K., 2015a: Effects of temperature on growth of juvenile snow crabs, *Chionoecetes opilio*, in the laboratory. J. Crust. Biol., 35, 140-148.
- Yamamoto T., Yamada T., Kinoshita T., Ueda Y., Fujimoto H., Yamasaki A., Hamasaki K., 2015b: Growth and moulting of wild-born immature snow crabs, *Chionoecetes opilio* (Fabricius, 1788) (Decapoda, Majoidea), in the laboratory. Crustaceana, 7-8, 911-922.

オオサルパの日本海での出現

井口直樹・児玉武稔（資源環境部 生物生産グループ）

2015年秋～冬に日本海で漁業被害をもたらしたオオサルパについて、漁業調査船や衛星から得られたデータにより、その出現要因を考察しました。

【はじめに】

オオサルパはホヤの仲間で、クラゲのように海を浮遊し、時々大量発生することで知られる。日本海においては、2004年に日本海の広範囲にわたって大量に出現した（Iguchi and Kidokoro, 2006）。その後は大量に出現することはなかったが、2015年秋～冬に日本海でオオサルパが底びき網などに多く入網し、漁業被害が発生した。本稿では、オオサルパの生態について紹介し、日本海ブロック水産情報^{*}や調査船調査などの結果から分布の特徴を把握するとともに、衛星データによる植物プランクトン現存量（クロロフィル a 濃度）の解析によりオオサルパの出現要因について考察した。

【オオサルパの生態】

オオサルパは世界の外洋暖水域に広く分布し、ベーリング海やイギリス近海などの冷水域でも出現の報告がある。サルパ類の中で最も大きく成長し、最大体長は30cmに達する。無性世代（単独個体）と有性世代（連鎖個体）を交互に繰り返す。単独個体は、無性生殖のための出芽部を胃の付近に持ち、それが分節することにより、電車の様に長くつながった連鎖個体を何回も生み出し、好条件下では短期間に増殖することが可能である。連鎖個体は雌雄同体で、有性生殖により単独個体を生む。連鎖個体は、採集時にはバラバラになっていることが多いが、単独個体はヒゲが2本生えている様な外見をしており、単独個体と連鎖個体とは簡単に区別できる（図1）。

サルパ類の摂餌方法は特徴的で、体の中が空洞の筒状をしており、その空洞に粘液でできたろ過ネットを持ち、このネットに海水を通して植物プラン

クトン等の餌をこし取り食べている。このネットの目合が小さいため、サルパ類では1 μ m以下の餌も食べることができると言われている。

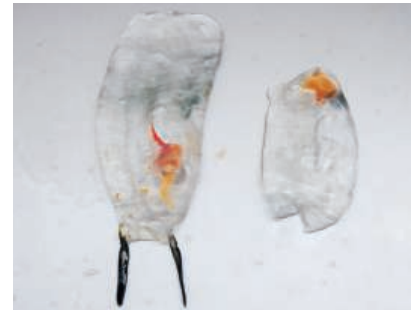


図1 オオサルパ、左が単独個体（体長18cm）、右が連鎖個体（11cm）赤い部分が胃。

【2015年の漁業被害状況】

2015年のオオサルパによる漁業被害を把握するため、日本海ブロック水産情報からオオサルパの出現情報を抜き出し、北海道から山口県までのオオサルパの漁業被害の発生状況を表1に示した。ここでは被害の大小に関わらず、オオサルパの出

表1 2015年のオオサルパの漁業被害及び出現状況（○は日本海ブロック水産情報、△は聞き取り結果）

	9月	10月	11月	12月
	上中下	上中下	上中下	上中下
北海道				
青森 [*]			△	△△
秋田	○○○	○○○	○○	
山形			○	○○○
新潟				○○○
富山				
石川		△△	△△△	△△
福井		△△△	△△△	△△
京都		○○○	○○○	○
兵庫	○○○	○○○	○○○	○
鳥取		○○○		
島根				○
山口				

^{*}津軽海峡、太平洋側のみ

※日本海ブロック水産情報

青森県から山口県までの日本海側各府県および北海道で見られた特筆すべき現象を四半期ごとにとりまとめて日水研のHP（<http://jsnfri.fra.affrc.go.jp/jblock/index.html>）で公開しています。

現が報告されていれば、月を上旬、中旬、下旬に分けて丸で示した。また、日水研独自の聞き取り調査結果により、出現の確認が追加された期間は三角で示した。これによると秋田県の出現が早く、終了も早い。北海道、富山県、山口県では報告は無かった。出現時期は、秋田県を除いて、西側で早く、東側で遅い傾向が見られた。各機関からのオオサルパの出現に関する報告の内容から、山形県、石川県、福井県の被害が大きかったと判断された。

【日本海における出現状況】

毎年4月に水産庁事業「我が国周辺水産資源調査・評価推進事業」のスルメイカ新規加入量調査の一環として、新潟県水産海洋研究所、富山県水産研究所、石川県水産総合センター、鳥取県水産試験場、日本海区水産研究所により、表層トロール調査が実施されている（網口の広さおよそ79㎡、速度3ノットで30分曳網）。その際に採集されたオオサルパから分布の特徴を調べた。採集されたオオサルパは全体の湿重量を船上で測定し、測定できなかった場合は、出現の有無を確認した。ここではオオサルパの種判別が確実な2004、2015、2016年のデータを利用した。

4月におけるオオサルパは、2004年の出現が最も多く、採集量は最大で一曳網当たり187kgで、日本海中央部の大和堆付近とその東側海域、さらに東北・北海道西岸域に出現した（図2）。この海域は沖合の対馬暖流の流路に相当する。2015年、2016年もやはり沖合域で多い傾向がみられた。ただし一曳網当たりの採集量は、最大で2015年が38kg、2016年が17kgと2004年と比較すると少なかった。なお、2016年はモモイロサルパも多く出現し、その重量を含んだ値である。2004年の大量出現においては、その前後の年でもオオサルパが採集された（数値は不明）。また、2015年の翌年、2016年も出現した。これらのことから、日本海では一度多く出現すると少なくとも2～3年は出現し続けるようである。

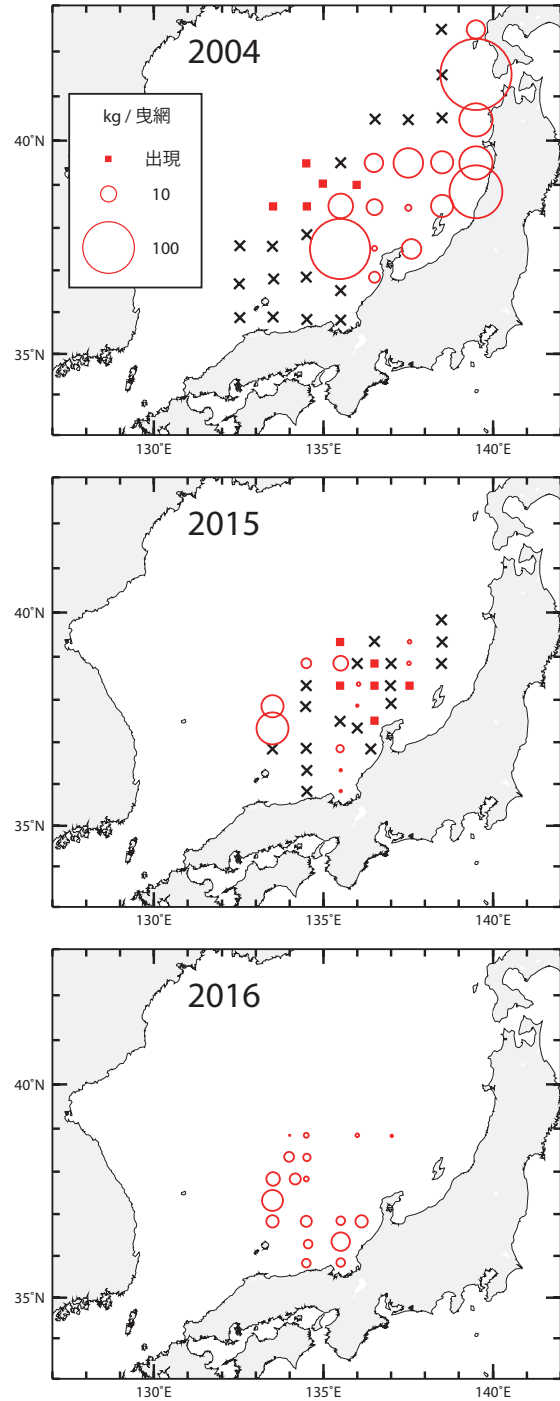


図2 2004年、2015年、2016年4月のオオサルパの分布
2016年はモモイロサルパを含む。×はオオサルパが採集されなかった地点を示す。

【植物プランクトン現存量の解析】

オオサルパの多量な出現については、様々な要因が複合した結果によるものと考えられる。2015年秋～冬の漁業被害をもたらした要因については、植物プランクトンの秋季ブルームによって餌が増え、オオサルパが増殖した可能性が指摘されている。そこで衛星観測によるクロロフィルa濃

度データを用いてこの可能性の検証を行った。欧州宇宙機関のプロジェクトであるGlobColour (<http://www.globcolour.info>) が提供している1998年から2015年までの日本海のクロロフィル *a* 濃度データ ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) を使用し、月毎に緯度経度1度メッシュ(121点)の値を計算した。漁業被害が多くなった10月について、点ごとのクロロフィル *a* 濃度を観測変数(121個)として、主成分分析を行った。主成分分析は多くの変数がある場合に、その変動のパターンを探す分析方法である。

10月におけるクロロフィル *a* 濃度は、第1主成分(寄与率30%)の主成分得点(この値が高いほど、クロロフィル *a* 濃度が高いことを示す)から判断して、過去18年間で2015年が最も高かった(図3)。第1主成分の固有ベクトル(第1主成分の変動にそれぞれの点がどの程度影響を持ったかを示す)は、日本海北部～中部の沖合の広い範囲で高かった(図4)。これらのことから、2015年は沖合域の秋季ブルームが顕著な年であったことがわかる。

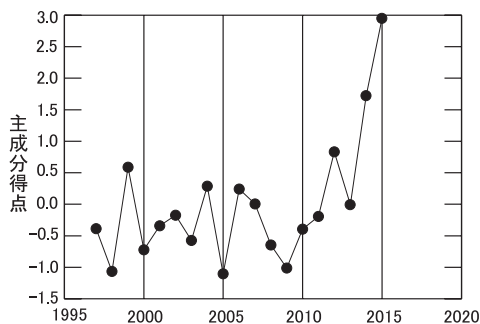


図3 10月のクロロフィル *a* 濃度における第1主成分の主成分得点

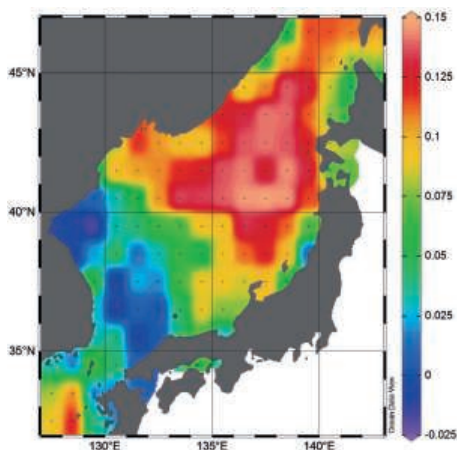


図4 第1主成分の各点における固有ベクトル

【出現要因の考察】

2004年4月の結果を解析したIguchi and Kidokoro (2006)によると、衛星画像の日本海のクロロフィル *a* 濃度水平分布から判断して、クロロフィル *a* 濃度が高い海域にオオサルパが出現する傾向が見られた。また、オオサルパの胃内容物を検鏡した結果も、*Coscinodiscus wailesii*といった大型の珪藻類が多かった。同じ年に東シナ海でのオオサルパの大量出現が確認されていないことから、2004、2015、2016年の4月に出現したオオサルパは、日本海沖合域の春季植物プランクトンブルームを利用して日本海内で増えたものと考えられる。

2004、2015、2016年の4月の調査船調査では、2004年の採集量が一番多かったが、2004年には秋～冬の漁業被害は無かった。2004年と2015年の出現状況及び被害状況の違いから、2015年秋～冬の漁業被害は、春の出現以降のオオサルパの生き残りがよかったためと考えられ、2015年10月の高いクロロフィル *a* 濃度は餌料環境の面からこのことを支持している。つまり、通常秋季ブルームのピーク前である10月にずれた植物プランクトンの増加も、無性生殖世代があり増殖速度が速いサルパ類は有効に利用できたものと考えられる。秋季に沖合で増殖したオオサルパが日本海を西から東へ流されつつ、冬の水温低下と餌の減少により活動が弱まり海底に沈み、底びき網で採集され漁業被害が発生したのであろう。秋田県での比較的早い出現については、極前線付近の流れにより沖合から直接的に運ばれてきたためと推察される。今後、同様な漁業被害が起こる可能性を早期に把握するために、オオサルパの出現を注意深くモニタリングしていく必要がある。

【引用文献】

Iguchi N. and Kidokoro H., 2006: Horizontal distribution of *Thetys vagina* Tilesius (*Tunicata*, *Thaliacea*) in the Japan Sea during spring 2004. *J. Plankton Res.*, 28, 537-541.

サケの母なる川を訪ねて ～秋田県雄物川編～

阿部邦夫（資源管理部 さけます調査普及グループ）

本州日本海には、サケがそ上する様々な河川があり、古くからふ化放流に取り組み、独自の食文化が育まれてきました。その一つである秋田県雄物川を紹介します。

【はじめに】

私たち、日水研さけます調査普及グループでは、秋田県・山形県・新潟県・富山県において、サケのふ化放流事業に関する技術普及や各河川にそ上する親魚のモニタリング調査（年齢、体サイズ等の把握）を実施しています。そのため、私たちは、50箇所以上もの捕獲場やふ化場に、年間延べ150回以上訪れます。そこは、北海道や岩手県と比べると放流規模も小さく、回帰数も多くありませんが、各地で独自のさけ料理や加工法、漁法など伝統的な文化を見ることができます。

そこで、モニタリングを実施している河川から流程の長さや親魚のそ上数、伝統文化等を考慮して県毎に代表河川を選び、その河川についてふ化放流事業の歴史を中心に紹介していきたいと思います。今回はその第1弾として秋田県雄物川にスポットをあててみました。

【雄物川の概要】

雄物川は秋田県南部を北西に流れる一級河川です。流路延長は133キロメートル、流域面積は4,710平方キロメートルあり、秋田県で一番広い河川です。山形県境に近い湯沢市上院内の南沢付近に源を発し、秋田市の中心市街地近くで日本海に注いでいます。支流には雄物川水系では最長の玉川があり、その上流にはクニマスや辰子姫で有名な田沢湖や強酸性温泉として有名な玉川温泉があります。また、本流にはダムが無く、堰などの河川工作物も少ないためカヌーなどが利用できることから、自然体験型の観光スポットとしても注目されています（図1）。



図1 雄物川と玉川の合流点。向かって右側が雄物川

【雄物川のふ化放流事業】

秋田県では、2010年からふ化放流事業の集約化を行い、13箇所あったふ化場は現在6箇所となり（図2）、年間2000万尾の放流が行われています。そのうち、雄物川では240万尾の稚魚を放流し、4～6千尾の親魚を捕獲しています。

雄物川のサケふ化放流事業の歴史は古く、明治28年12月に当時の仙北郡大川西根村蛭川に県営ふ化場が創設されたことに始まります。明治33年には現在の旧花館村に移転し、昭和33年には県から大曲市（現大仙市）に施設が譲渡され、大曲市営水産ふ化場が発足しました。その後、昭和55～57年および63年の施設整備、平成24～25年の施設改修を経て現在に至っています（図3）。事業の運営は、平成3年よりふ化放流部門を大曲市鮭ふ化放流事業組合（現大仙市鮭ふ化放流事業組合）に、親魚捕獲を雄物川鮭増殖漁業生産組合に委託し実施されています。

平成27年11月には、大仙市鮭ふ化放流事業が開

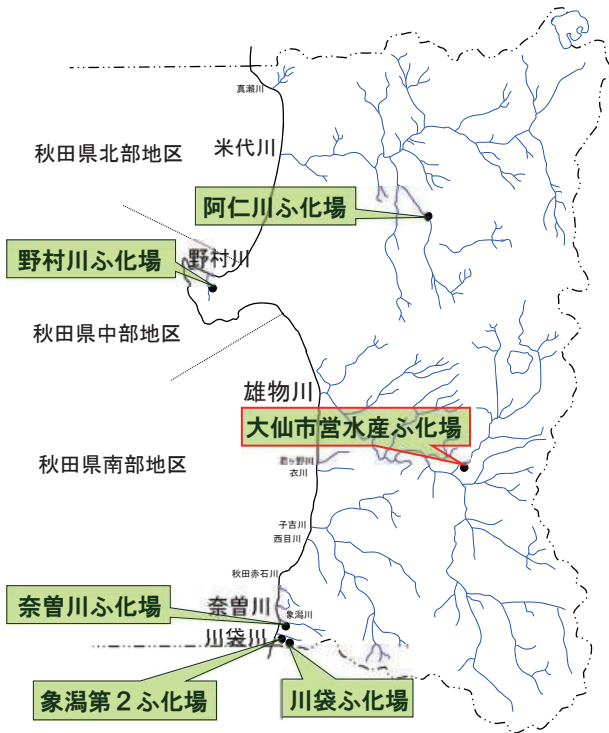


図2 秋田県のふ化場配置図
大仙市営水産ふ化場は南部地区に位置する。



図3 大仙市営水産ふ化場

始120年を迎えたことを記念して、式典や「さかなくん」を招いての講演会などの記念事業が盛大に開催されたのは記憶に新しいところです。

【雄物川のサケと食文化】

雄物川のサケ捕獲場が所在する大仙市花館地区、内陸のこの地で暮らす人々にとって、サケは貴重な生魚として重宝されてきました。そして、脂の少ない川のサケを味噌や醤油で味付けするなど、頭から尾まで余すところなく食べ尽くすとい



図4 紅葉漬け(左上)の作り方を指導する佐々木さん

う料理方法が代々受け継がれてきました。サケの身を麴で漬け込んだ「紅葉漬け」や「薫製」, 「すし」など、様々なさけ料理がありますが、今ではその作り方を知る人が年々少なくなっているそうです。こうした料理方法を知る数少ない一人が雄物川鮭増殖漁業生産組合の捕獲現場責任者の佐々木豊さんです。佐々木さんは伝統料理の文化が消えないように、地域の公民館で地域住民に川サケの料理方法を教えています(図4)。

大仙市では、こうした料理教室の他にも秋の捕獲時期から春の放流時期まで1年を通してサケに関する行事が開催されています。こうした地域の活動にふれるたびに、サケふ化放流事業は、サケ漁業資源の維持だけでなく、地域の伝統文化の継承にも少なからず貢献しているということを実感することができます。

【おわりに】

本州日本海側には、サケのそ上する様々な河川があります。そこには、サケのふ化放流事業はもとより、食文化や漁法などの伝統文化が息づいています。さらに、サケのふ化放流事業は、子供たちの教育の場として活用されるなど、地域文化の継承や活性化に重要な役割を果たしています。

こうしたサケと人々との関わりや文化について、今後も機会があれば、各県を代表するサケの河川をピックアップして紹介していきたいと考えています。

発行：国立研究開発法人水産研究・教育機構

編集：国立研究開発法人水産研究・教育機構 日本海区水産研究所
〒951-8121 新潟市中央区水道町1-5939-22
電話：025-228-0451(代) FAX：025-224-0950
<http://jsnfri.fra.affrc.go.jp/>