

第7回 サケ学研究会 講演要旨集

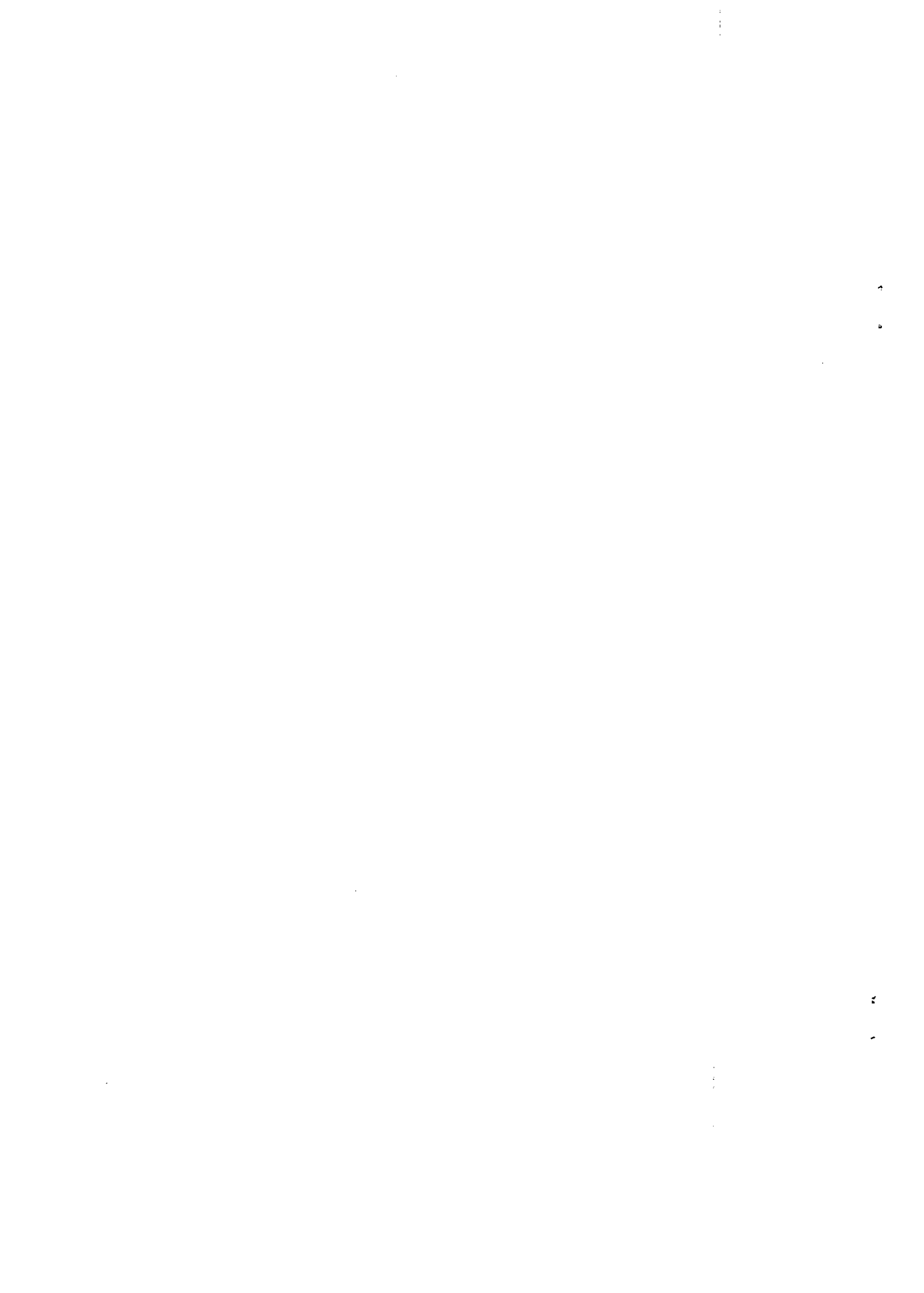
Abstracts for The Seventh Conference of Salmon Science Society (3S)



日時：平成25年12月22日（日）
場所：北海道大学 大学院 環境科学院
講義棟 D 棟 101 室

Date: Sunday, December 22, 2013

Venue: Graduate School of Environmental Science,
Hokkaido University



第7回サケ学研究会プログラムおよび要旨集目次

The Seventh Conference of Salmon Science Society (3S)

日時 平成25年12月22日(日)

場所 北海道大学大学院環境科学院(地球環境科学研究所)

講義棟(D棟)101室

午前の部

10:00 開会・会長挨拶 上田 宏(サケ学研究会会長)

一般講演 第1部

進行: 卜部浩一(さけます内水試)・工藤秀明(北大院水)

10:05 釧路沿岸域におけるサケ幼稚魚の分布 °春日井 潔・實吉隼人
・青山智哉・神力義仁・飯嶋亜内・宮腰靖之(さけます内水試)

10:22 網走沿岸で漁獲されたケイジ(鮭児)の年齢組成と魚体サイズ
.....°宮腰靖之(さけます内水試)・吉田裕次(網走漁協)

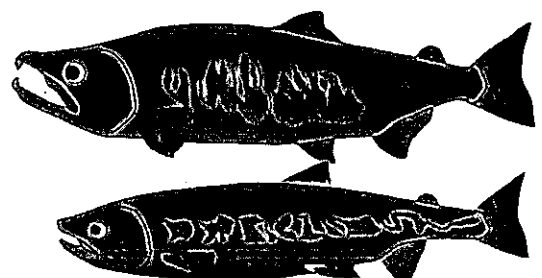
10:39 オホーツク中部常呂川におけるウライ上流域へのカラフトマス親魚の遡上数推定
.....°藤原 真・虎尾 充・實吉隼人・宮腰靖之(さけます内水試)

10:56 北海道日本海におけるサクラマスの回帰率の変動要因について
.....°飯嶋亜内・宮腰靖之・青山智哉・大森 始(さけます内水試)

11:13 石狩川流域におけるシロザケの産卵遡上行動°林田寿文(寒地土研)
・有賀誠(明治コン㈱)・篠原陽(北大院環)・高橋緑(明治コン㈱)
・山口紘(北大院環)・渡邊和好・矢部浩規(寒地土研)・上田 宏(北大FSC)

11:30 豊平川における砂州地形とシロザケの産卵環境の関係について
.....°矢野雅昭・矢部浩規・林田寿文(寒地土研)

11:47~13:00 昼休み



AYA

午後の部

一般講演 第2部

進行：清水宗敬（北大院水）・林田寿文（寒地土研）

- 13:00 サケ科魚ヘルペスウイルス *Oncorhynchus masou virus* (OMV) の全ゲノム解析 -----
-----°笠井久会・吉水 守(北大院水)
- 13:17 湾生活期におけるシロザケ稚魚の腸内に見出された乳酸菌について -----
-----°清水恵子(北里大釜石研)
- 13:34 サケ科魚類のインスリン様成長因子結合蛋白の免疫測定法の確立と成長との関係 -----
-----°福田美樹・川口航平(北大院水)・木村志津雄(北大 FSC)
・原 彰彦・清水宗敬(北大院水)
- 13:46 本邦のサケ属魚類 4 種における背隆起に関する比較解剖学的研究 -----
-----°薄 健太・工藤秀明・越野陽介(北大院水)・伴 真俊(北水研)
・市村政樹(北大院水・標津サーモン科学館)・足立伸次(北大院水)
- 13:58 ベニザケの母川記銘期における脳-下垂体-甲状腺系ホルモンの変化 -----
-----°古川 直大(北大院環)・水野伸也(さけます内水試)
・阿部邦夫・平間美信(北水研)・飯郷雅之(宇都宮大農)・上田 宏(北大 FSC)
- 14:10 ベニザケ脳内における性成熟に伴うキスペプチンおよび GnRH 遺伝子の発現動態 -----
-----°村上玲一(北大院環)・佐藤俊平・平間美信(北水研)
・天野勝文(北里大海洋生命)・上田 宏(北大 FSC)
- 14:22 カラフトマス(*Oncorhynchus gorbusha*)の沿岸域における遊泳環境の検証 -----
-----°篠原 陽(北大院環)・本多健太郎(北大 FSC)・野別貴博(知床財団)
・宮下和士(北大 FSC)
- 14:34 連続的な深度・水温データから捉えるサケの河川進入～北海道東部におけるデータロガー
の大規模標識放流データを用いたケーススタディ～ -----°白川北斗(函館国際水産海洋
都市推進機構)・篠原 陽(北大院環)・宮腰靖之(さけます内水試)
・本多健太郎(北大 FSC)・山口 紘(北大院環)・宮下和士(北大 FSC)

14:51～15:15 休憩

招待講演

座長 上田 宏(サケ学研究会会長)

- 15:15 持続可能なふ化放流事業と野生魚の共存を目指して：海外の研究事例紹介 -----
-----°荒木仁志(北海道大学大学院 農学研究院 教授)

一般講演 第3部

進行：宮腰靖之(さけます内水試)

- 15:45 マイクロサテライト DNA マーカーによる三陸岩手のサケの遺伝特性分析 -----
-----°塚越英晴・阿部周一(岩手大三陸水産研セ)

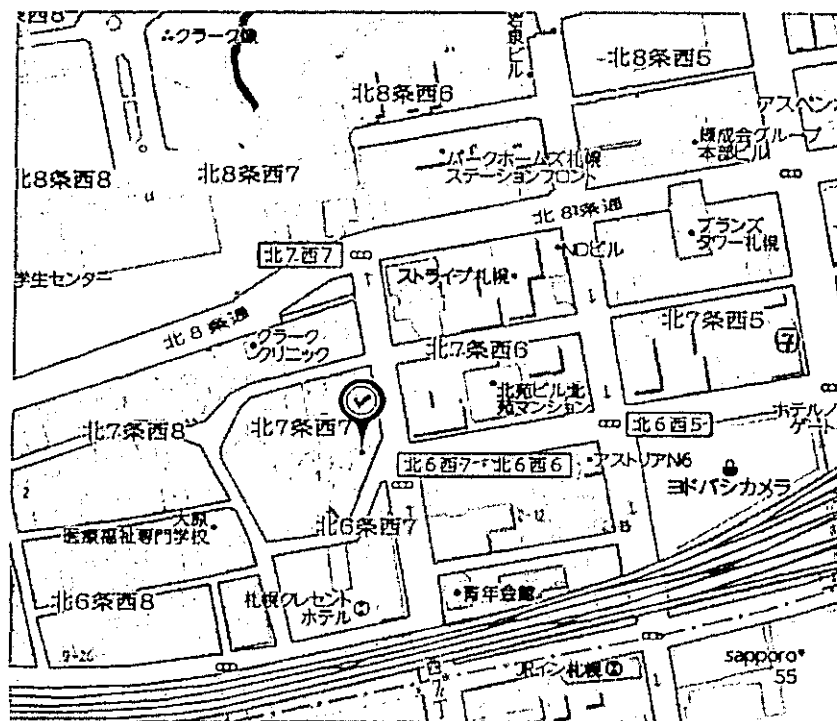
- 16:02 遡上障害の解消によるサケ・マスの産卵環境回復量の推定 -----
 -----°ト部浩一・宮腰靖之（さけます内水試）・三島啓雄（北大サステナ研）
 ・川村洋司（さけます内水試）
- 16:19 サケ稚魚の群れ行動の発達 -----°虎尾 充・宮本真人・實吉隼人
 ・小林美樹（さけます内水試）
- 16:36 標津町内各水系におけるシロザケの自然産卵状況および発眼時の生残率 -----
 -----°市村政樹・西尾朋高（標津サーモン科学館）・織田美登志・成田暁美（標津漁協）
 ・中村憲二・戸田雅彦（標津さけ定置漁業部会）・山崎忠仁・片山亮太（標津町）
 ・蠣崎 宏・戸田喜己（根室管内さけます増協）・小野郁夫・徳田裕志（北水研）
 ・小林美樹（さけます内水試）・越野陽介・瓜生大輔・工藤秀明（北大院水）

自由討論

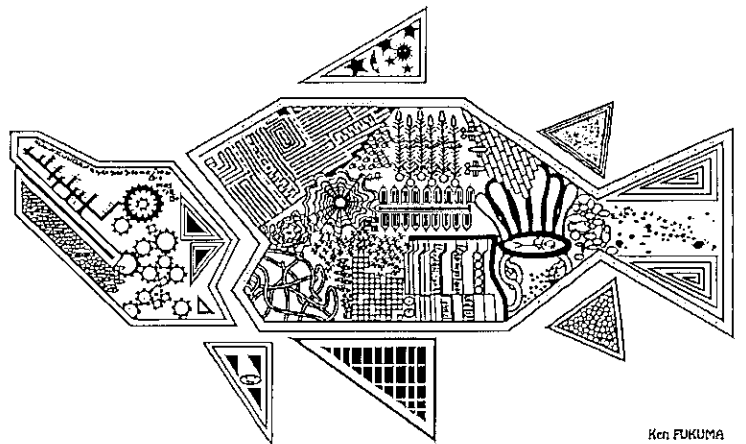
- 16:53～17:15 進行：工藤秀明（事務局）
 各部門代表および参加者からの情報提供，問題提起等
 次回開催場所・内容の意見徴収

- 17:15 閉会 ----- 梶山雅秀（生態学部門代表）

- 18:00 懇親会 -----居酒屋「場末の和顔」（ばすえのわがお）
 北区北七条西7-6-17, Tel: 011-706-0028
 （北大生協の裏の出口から少し札幌駅より借楽園緑地と同じ区画）
 ☆申し訳ございませんが事前申込者限定です。



午前の部 一般講演要旨



Ken FUKUMA

釧路沿岸域におけるサケ幼稚魚の分布

○春日井 潔・實吉 隼人 (さけます内水試 道東)・青山 智哉
・神力 義仁 (さけます内水試 道南)・飯嶋 亜内・宮腰 靖之 (さけます内水試)

背景と目的 この数年北海道の秋サケ漁獲量が低迷していたが、その中でもえりも以東海区の東部地区は資源量の落ち込みが著しかった。この地区のサケ増殖の中心河川である釧路川の資源回復を目指して、さけます内水試では2012年から釧路沿岸域において海洋環境調査とサケ幼稚魚の分布を調べてきた。ここでは2年間の沿岸調査で明らかになったことを報告したい。

材料と方法 2012年は、白糠漁港、釧路港、昆布森漁港の計16カ所において、表層水温の測定とサケ稚魚の目視観察を行った。釧路港湾内において、夜間に2カ所でたも網によるサケ稚魚採集を行った。釧路川河口沖(Aライン)、阿寒川河口沖(Bライン)、茶路川河口沖(Cライン)の距岸0.5, 1, 4, 7 kmに定点を設定し、A2~A4, B2~B4では2艘曳きによる稚魚採集と海洋観測、C1~C4では海洋観測のみを行った。2013年は、夜間のたも網による採集を釧路港に加えて、千代ノ浦漁港、昆布森漁港でも行い、釧路港西側の渚帯で地曳網による採捕を行った。沿岸域における調査は、Cライン, A3, A4, B4の調査を廃止した以外は2012年と同様に行った。

結果と考察 2012年と2013年において港湾内の水温の平均値が8°Cを超えたのは5月上旬と6月上旬、13°Cを超えたのは7月上旬と6月中旬であった。両年ともサケ稚魚は4月下旬から観察され、もっとも多く観察されたのは5月下旬と6月上旬であった。2012年では7月上旬、2013年では6月下旬にはほとんど観察されなくなった。港湾内におけるサケ幼稚魚の分布は表層水温に大きく左右されていると考えられた。

沿岸域の全定点の平均水温は、8°Cを超えたのが6月上中旬で、両年とも7月中旬までには13°Cを超えなかった。距岸1 km以内の定点におけるサケ稚魚のCPUEは両年とも5月中旬から7月中旬に10尾/kmを超えた。CPUEが最も高く推移した釧路川河口沖1 kmでは5月中旬~6月下旬にかけて100尾/kmを超え、阿寒川河口沖1 kmでは両年とも6月下旬に100尾/kmを超えた。一方、距岸4 km以上の定点ではCPUEが10尾/kmを超えることはなかった。沿岸域のサケ幼稚魚は、平均CPUEが6月中下旬に高い値を示し、平均水温が13°Cに達する前に採捕されなくなった。

釧路港湾内・渚帯では調査期間を通して体長組成に大きな変化はなく、釧路川から降河してきたサケ幼稚魚が入れ替わって採捕されたものと推測された。一方、釧路沿岸域では6月上中旬までは体長組成に大きな変化はなかったが、6月下旬では大型の幼魚が多くなった。2012年の6月下旬の阿寒川河口沖では釧路川以西から放流した標識魚が多く発見された。

釧路川河口沖
2012年5月
阿寒川河口沖
2012年6月
茶路川河口沖
2012年7月

1/2
1/2

1/2

網走沿岸で漁獲されたケイジ（鮭児）の年齢組成と魚体サイズ

○宮腰 靖之（さけます内水試）・吉田 裕次（網走漁協）

背景と目的 秋サケ定置漁業において、秋サケに混じって漁獲される未成熟のサケはケイジ（鮭児）と呼ばれ、脂質含量が高く、秋サケ1万尾に対して1~2本程度しか漁獲されないために希少であることから極めて高値（1尾10万円など）で取引される。ケイジに関する科学的な情報は多くなく、今回、まとまった数のケイジの魚体測定（尾叉長、体重、年齢）を行う機会を得たのでここに報告する。

材料と方法 2013年9~11月、網走港でのサケの水揚げの際、未成熟の個体をケイジとして取り分けて、尾叉長と体重を計測し、さらに鱗を採取して年齢査定を行った。調査は網走漁協の定置漁場のうち、ケイジの漁獲が多い漁場の漁獲物を中心に調査を行ったが、漁獲されたケイジ全数を測定できたわけではなかった。なお、2013年の網走漁協での秋サケの漁獲尾数（速報値）は4,446,410尾である。

結果 2013年9月25日から11月12日にかけて、計157尾の未成熟のサケを測定した。10月下旬をピークとし、10月中に全体の83%（131尾）を測定した（図1）。年齢組成は1+が3.2%（5尾）、2+が40.1%（63尾）、3+が51.0%（80尾）、4+が5.7%（9尾）であった。測定されたケイジのうち、最小サイズの個体は43cm、0.9kg（年齢：1+）、最大サイズの個体は69cm、4.7kg（年齢は3+）であった。各年齢の平均サイズを表1に示した。また、ケイジの肥満度（1.36）は秋サケ（1.13）と比べて高かった。

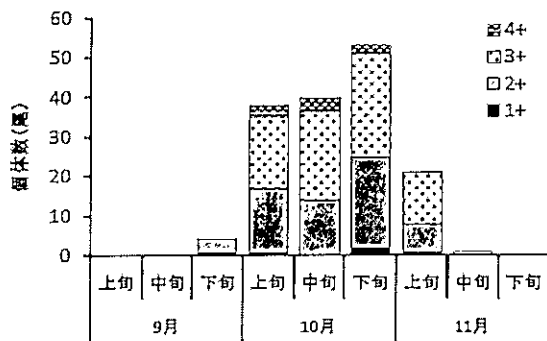


図1 2013年に測定したケイジの旬別・年齢別個体数

表1 2013年に測定したケイジの年齢別魚体サイズ

年齢	個体数 (尾)	尾叉長(cm)			体重(kg)		
		平均	±	標準偏差	平均	±	標準偏差
1+	5	45.6	±	2.0	1.30	±	0.27
2+	61	57.3	±	4.0	2.59	±	0.57
3+	75	61.1	±	3.6	3.15	±	0.60
4+	8	61.8	±	2.3	3.15	±	0.37
全体	149	59.1	±	4.8	2.86	±	0.70

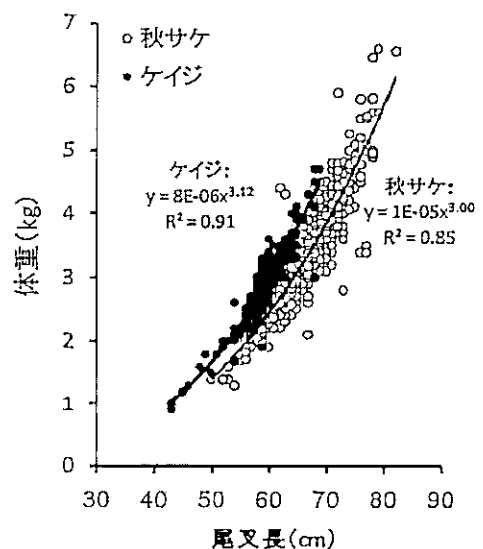


図2 2013年に測定したケイジと秋サケの尾叉長-体重関係

オホーツク中部常呂川におけるウライ上流域へのカラフトマス親魚の遡上数推定

○藤原 真・虎尾 充・實吉 隼人・宮腰 靖之（さげます内水試）

背景と目的 漁獲量，回帰年の降水量，河川水温等をパラメータとしたカラフトマスの回帰量の推定モデルでは来遊資源に占める天然産卵由来魚の割合が放流魚のそれより高く，自然産卵と気候変動が資源変動に大きく関与しているとの報告がある（Morita et al. 2006）。しかし，天然魚と放流魚の構成比あるいは両者の回帰率については全く解明されておらず，実態は良くわからないのが実情である。オホーツク東部の網走川と止別川で行った耳石 ALC 標識魚の放流試験では放流時の標識率に比べ，回帰時の標識率が有意に低く，河川間の移動（迷入）や自然産卵を示唆する結果が得られている。実際，河川間の移動に関しては情報が得られつつあるが，自然産卵の実態については不明の点が多く，放流魚の回帰率を明らかにするには自然産卵の実態も把握する必要がある。そこで先行調査において自然産卵遡上魚が確認されている常呂川においてウライ上流域へのカラフトマス親魚の遡上数推定を試みた。なお，常呂川は流路延長 120.5km の一級河川で毎年 480 万尾のカラフトマス稚魚を放流し，採卵用親魚を捕獲する増殖河川である。

材料と方法 常呂川の捕獲施設で捕獲されたカラフトマス親魚の一部にリボンタグ（チューブで固定）を装着し，平成 24 年 8 月 31 日～9 月 1 日，9 月 10 日，9 月 20 日の 3 回に分け，851 尾（♀216 尾，♂635 尾）をウライ上流へ再放流した。また，増水による遡上も含めたウライ上流への移動の有無を確認するため，9 月 1 日には標識魚 110 尾をウライ下流へ再放流した。なお，放流場所，放流月日，雌雄を特定できるよう異なる色のリボンタグとチューブを装着した。放流後，ウライ上流域の支流 8 河川において遡上親魚の目視調査とホッチャレの回収調査を実施した。調査は 9 月 9 日から 10 月 16 日まで計 6 回実施し，調査区間を踏査して遡上親魚および産卵床を計数した。また，ホッチャレは雌雄の判別，標識の有無を確認し，尾叉長あるいは POH レングス（postorbital-hypural length；眼窩の後端から下尾骨後端までの長さ）を測定し，計数の重複を避けるため，魚体に切れ込みを入れた。また，調査時に定点の水温を測定した。

結果と考察 トコロホロナイ川，隈川，仁頃川，ルクシニコロ川，無加川においてカラフトマスの遡上が確認された。このうち，標識魚は，ルクシニコロ川を除く支流で確認され，河口から約 100km 上流に位置する無加川まで遡上しているのが確認された。一方，ホッチャレはトコロホロナイ川，隈川，ルクシニコロ川の 3 河川で 218 尾が回収され，このうち，標識魚（脱落个体含む）はトコロホロナイ川と隈川で回収された 55 尾であった。ウライ上流へ放流した標識魚のうち，13 尾が捕獲槽，1 尾が沿岸定置網でそれぞれ再捕された。また，ウライ下流へ放流した標識魚のうち，1 尾が上流域で目視されると共に定置網でも 6 尾が再捕された。これは河川増水によりウライが沈んだため，ウライ上下流への移動が起こったものと考えられた。ウライ上流へ再放流した標識魚のうち，捕獲槽，ウライおよび沿岸定置網で再捕された 84 尾を除いた 767 尾を標識放流の実数とし，上流域において標識魚と未標識魚が一樣に分布し，Petersen 法が成立すると仮定すると上流域へ遡上したカラフトマスは 3,000 尾と推定された。よって，ウライ上流域への遡上数は河川回帰尾数（捕獲尾数＋上流域への遡上数）の約 8.5%を占めると考えられた。今後は来遊量の増減あるいは河川流量等の河川環境に伴う年変動も明らかにするため，複数年調査を実施する必要がある。

7/21/2012

7/21/2012
7/21/2012
-8-

8.6/0

北海道日本海におけるサクラマスの回帰率の変動要因について

○飯嶋 亜内・宮腰 靖之・青山 智哉・大森 始（さけます内水試）

背景と目的 道さけます内水試では、主に北海道日本海側を中心にサクラマス幼魚の試験放流と回帰調査を行い、放流効果のモニタリングを行ってきた。放流直後に降海し、約1年間の海洋生活を送った後に母川に回帰する放流幼魚の沿岸漁業による漁獲尾数や放流河川への遡上尾数には、大きな年変動が見られている。本研究は、放流幼魚の回帰率の変動要因を明らかにすることを目的として、回帰データと環境要因との解析を行った。

材料と方法 北海道日本海南部に所在する道さけます内水試道南支場において、鱭切除により標識を施したサクラマス幼魚を4～6月に放流した(1998～2012年)。放流翌年の3～6月に放流河川付近の漁業協同組合支所において、旬1～2回の間隔で調査日を設定し、漁獲されたサクラマス全数を調べて標識魚の漁獲尾数を記録し、体長・体重を測定した。調査日に確認された標識魚の総数を、水揚げ日数に対する調査日の抽出率で除すことによって標識魚の漁獲尾数を推定し、さらに放流尾数で除して、回帰率を算出した。調査時もしくは放流河川に遡上した標識魚から採鱗を行った(2001, 2009～2013年)。放流幼魚と回帰魚の鱗の比較により、淡水生活期に形成される淡水帯と降海後に形成される海洋帯を識別した(図1)。降海後の越冬時期に成長が停滞し、隆起線が密集した冬期帯が形成されるため、鱗の淡水帯末端から冬期帯直前の幅は(図1の点線矢印)、降海後から越冬前までの成長量を示す。魚鱗計測システム(ラトックシステムエンジニアリング)を用いて、淡水帯末端から冬期帯直前の幅を測定した。

結果と考察 回帰率と、冬季の北太平洋の温暖・寒冷化に影響するアリューシャン低気圧の勢力の指標である北太平洋指数(North Pacific Index : NPI)の放流年11月の値が、有意な正の相関を示した($r=0.59$, $n=15$, $P<0.05$)。また、回帰率が高い年は回帰時の体サイズが大きい傾向を示した。鱗紋解析を行った6年間において、淡水帯末端から冬期帯直前の幅の年平均値と、放流年11月のNPIとの間($r=0.87$, $n=6$, $P<0.05$)及び回帰時の平均体長との間($r=0.86$, $n=6$, $P<0.05$)に有意な正の相関が見られた。以上から、サクラマスが越夏場所から南下し成長停滞の始まる11月に、NPIが高く極東域が温暖な年は、越冬前の高成長期間が長くなり越冬サイズが大きくなるため、冬季の生残が良好で大型サイズで回帰すると考えられ、アリューシャン低気圧が回帰率の年変動に強い影響を及ぼしている可能性が示唆された。

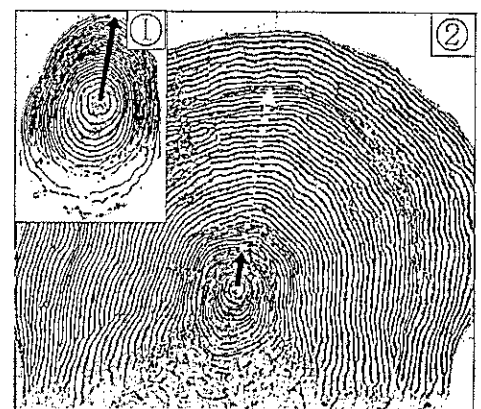


図1 放流幼魚①と回帰魚②の鱗：実線矢印は淡水帯、点線矢印は海洋帯のうち冬期帯直前までを示す

石狩川流域におけるシロザケの産卵遡上行動

○林田 寿文(寒地土研)・有賀 誠(明治コン(株))・篠原 陽(北大院環)・高橋 緑(明治コン(株))
・山口 紘(北大院環)・渡邊 和好・矢部 浩規(寒地土研)・上田 宏(北大FSC)

背景と目的 石狩川流域はシロザケ (*Oncorhynchus keta*) の重要な生息場であり、多くの個体が遡上・産卵を行う。そのため、頭首工などに魚道が数多く設置され遡上調査が行われてきたが、魚道機能評価として、単に遡上の可否を論ずるのではなく、構造物のない河川内の行動との比較により魚道有効性の評価が必要と考えた。本研究は、石狩川河口で放流し千歳川に遡上する群(横断工作物なし)と、石狩川中流で放流し石狩川上流や忠別川へ遡上する群(稚魚放流地点まで頭首工と床止めが6基)を設定し、テレメトリーを用いた遡上行動調査を行った。

材料と方法 電波と超音波の機能を併せ持つ発信機 (Lotek 社) が装着されたシロザケを、2013年9月30日に石狩川河口(河口放流, KP2 付近左岸) から18尾, 10月23日に石狩川タツブ大橋上流(中流放流, KP45 付近右岸)から25尾を放流し行動追跡を行った。河口放流の個体は石狩湾の定置網で採捕されたものを使用し, 中流放流の個体は旧花園頭首工魚道のトラップで採捕されたものを使用した。超音波受信機 (Lotek 社および Vemco 社) は, 石狩川19基, 千歳川3基, 忠別川2基, 豊平川1基の合計25基を設置した(図-1)。また, 不定期に各河川の堤防上や高水敷から電波の探索を行いシロザケ個体の位置を特定した。シロザケの遡上行動調査は, 9月下旬から12月中旬まで行われた。

結果 河口放流個体18尾のうち, 千歳川遡上13尾(うち11尾はインディアン水車到達), 石狩川 KP150 付近1尾, 石狩川 KP44 付近1尾, 海へ降下2尾, 河口付近で斃死(推定)1尾であった。中流放流個体25尾のうち, 石狩川 KP150 より上流へ5尾, 忠別川の稚魚放流地点2尾, 内大部川3尾, 神居古潭下流1尾, 旧花園頭首工下流2尾, 徳富川1尾, パンケ歌志内川2尾, 石狩川頭首工付近4尾, 降下個体5尾(うち2尾は千歳川へ進入)であった。以上のデータから, 遡上時の遊泳速度などの遡上行動の詳細な把握や魚道評価が可能となる。

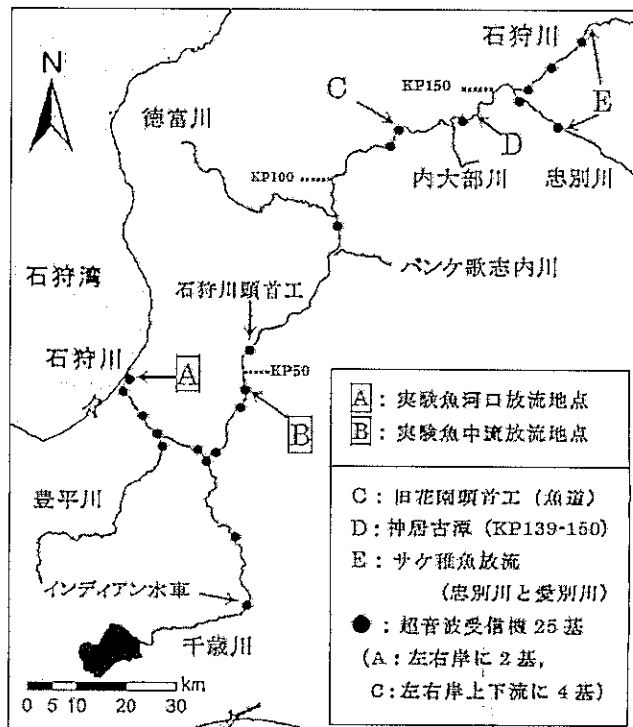


図-1 石狩川流域調査位置図

Handwritten notes at the bottom of the page, including "10-10-10" and "10-10-10" written vertically, and other illegible scribbles.

一般講演 第1部

豊平川における砂州地形とシロザケの産卵環境の関係について

○矢野 雅昭・矢部 浩規・林田 寿文（寒地土研 水環境保全チーム）

背景と目的 人工孵化放流技術の向上と共に漁獲量を増加させた、シロザケ (*Oncorhynchus keta*) 漁であるが、近年では河川での自然再生産の必要性も指摘されている。そのため、河川整備においても産卵環境に配慮する必要がある、保全・創出すべき河川要素の把握が重要である。

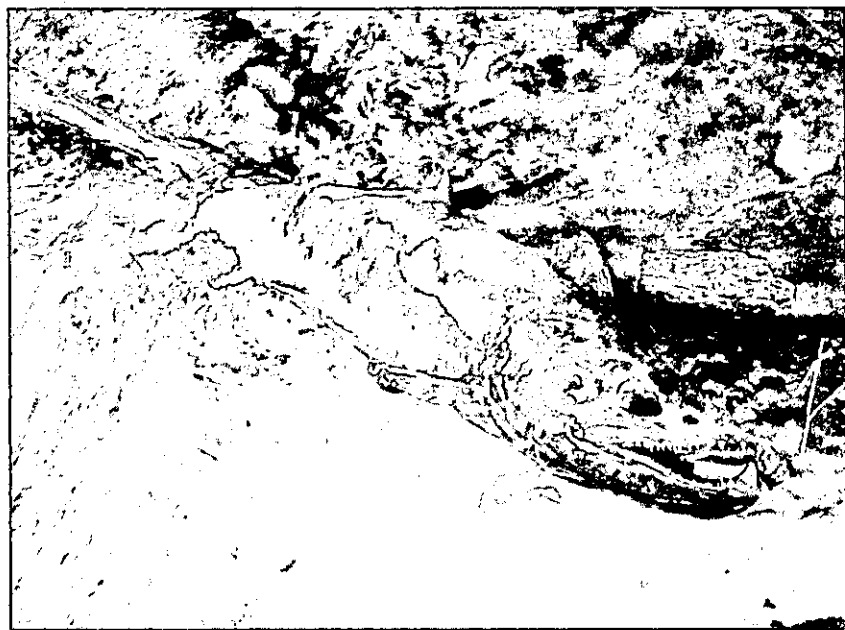
サケ科魚類の産卵環境には、浸透流の発生に影響することから河床地形との関係が指摘されている。この河床地形は、河床勾配や河川平面形状により様々なものがあるが、中流部の直線的に整備された、川幅が広い河道における主な河床地形の成因は砂州であると考えられる。しかし、砂州地形内の物理環境分布と産卵環境の関係を詳細に検討した事例はない。本研究では、現地調査を基に、砂州地形により形成される平面的な物理環境分布と産卵床分布を調査し、その関係を検討したものである。

材料と方法 現地調査は、平成23年10月～24年1月に、北海道石狩川支流の豊平川において、本流の石狩川との合流点から11.8～13.05kmの範囲で行った。調査は、横断測量、河床材料、浸透流、河川水温・河床内水温差調査を行った。横断測量は、縦断間隔10mで行い、河床材料、浸透流、河川水温・河床内水温差は、縦断間隔20mで、主流路を等分するよう1測線当り4～5地点調査した。これらの調査結果を、三角形分割補間法により補間し、図化した。砂州地形の河床内水温を詳細に把握するため、産卵床が多数確認された砂州において、縦断方向約40m間隔に5測線設け、自記水温計を1測線あたり5地点埋設した。後期群の産卵床が多数確認された、主流部から外れた箇所においても自記水温計観測を行った。産卵床位置調査は10～12月に毎月一回行い、札幌市豊平川さけ科学館による同年度の産卵床位置調査結果も合わせて検討に用いた。

結果と考察 地形調査の結果、調査区間内には、平水時の流量で冠水する砂州の区間と、樹林化した高比高の河床により水面幅が狭まった区間が確認され、後者の区間では、河床材料が産卵環境に適さない状況であった。浸透流調査の結果、砂州頂部で河川水が浸透する傾向で、砂州前縁線で湧出する傾向であった。自記水温計による観測結果、砂州頂部では、河床内水温の平均値と変動が河川水と同程度であるのに対し、前縁線では河床内水温が河川水温よりも平均値が高いか、もしくは変動が小さかった。前期群にあたる10～11月に確認された産卵床の多くは、砂州の前縁線近傍に位置していた。このことは、砂州の頂部で浸透した河川水が前縁線で湧出し、それに伴い前縁線の河床内水温が高く、安定し、産卵環境に寄与していることが考えられた。

後期群にあたる12～1月に確認された産卵床は、主流部から外れた箇所に多く確認された。これらの箇所に設置した自記水温計の観測結果では、前期群の産卵床が確認された箇所よりも水温がはるかに高く、地下水の影響が強い箇所であると考えられた。

矢野 雅昭



午後の部
一般&招待講演 要旨

一般講演 第2部

サケ科魚ヘルペスウイルス *Oncorhynchus masou virus* (OMV) の全ゲノム解析

○笠井 久会・吉水 守(北大院水)

背景と目的 *Oncorhynchus masou virus* (OMV) は宿主のサクラマスを始めヒメマス、サケ、ギンザケ、ニジマスに病原性を示し、特にヒメマス、サケ、サクラマスには強い病原性を示す。腫瘍原性も実験的に確かめられている。サクラマスから OMV が分離された当初、OMV のサクラマス、シロサケ、ギンザケおよびニジマスに対する病原性は仔魚期のみであった。一方、ギンザケから分離された OMV はギンザケに対し、稚魚のみならず、より大型の魚に対しても病原性を有していることが報告され、ニジマス由来 OMV は、ニジマスに対し強毒であるが、腫瘍原性は認められていない。このように分離株によって病原性に大きな違いが見られるものの、これら分離株は血清学的に均一であり区別されない。病原性の違いや腫瘍原性を明らかにするには、ゲノムワイド解析技術を用いた株間の詳細な比較が不可欠であるが、いまだ行われていない。そこで本研究では、わが国由来株の病原性および腫瘍原性に相違が生じる仕組みをゲノム構造面から解明することを目的に、OMV の全ゲノム解析を行った。

材料と方法 病原性・腫瘍原性の異なるサクラマス由来の OMV 標準株 OO-7812 株、ギンザケ由来 COTV-8801 株およびニジマス由来 RtNa-0010 株を実験に供した。シヨ糖密度勾配遠心分離によりウイルスを精製し、精製ウイルスから核酸を抽出し、次世代シーケンス解析に供した。得られたコンティグをマルチプル PCR により整列化し、コンティグ間の未知領域およびゲノム末端までの未知領域をクローニングした後、塩基配列を決定した。次いで、ゲノム塩基配列から ORF を抽出し、機能予測を行った。

結果と考察 OMV ゲノムは約 164 kbp であり、およそ 3 kbp のリピート領域が含まれ、ロングユニーク領域と両端に逆位反復配列が位置したショートユニーク領域から構成されていた。ORF のホモロジー検索の結果、魚類および両生類のヘルペスウイルスに保存されている 12 の遺伝子は OMV ゲノムにも存在した。エンベロップを構成するタンパク質をコードすると予測される ORF をはじめ、いくつかの ORF はサクラマス由来株と大型魚に対する病原性を有するギンザケおよびニジマス由来株間でアミノ酸配列に相違がみられ、病原性に関わる遺伝子の候補と考えられた。哺乳類のヘルペスウイルスではウイルスゲノム中の癌遺伝子が細胞のアポトーシス誘導を抑制し、細胞の癌化を促進することが知られている。OMV のある ORF はアポトーシス抑制タンパク質の機能が付されていたことから、腫瘍原性にこの遺伝子が関与している可能性が示された。

湾生活期におけるシロザケ稚魚の腸内に見出された乳酸菌について

○清水 恵子 (北里大学 感染制御研究機構 釜石研究所)

背景と目的 シロザケ漁は岩手県の主要な水産業の一つである。資源維持のために人工ふ化放流事業も盛んに行われており、各ふ化場においては、健康な稚魚を安定的に生産することが求められている。近年、ヒトの健康について腸内細菌が大きく関与することが明らかにされてきているが、腸内細菌とサケ稚魚の健康状態の関係は未解明である。そこで、サケ稚魚の腸内細菌を把握するために、ふ化場および湾生活期の腸内細菌について分子生物学的手法を用いて調査したので報告する。

材料と方法 岩手県内のふ化場および湾海域の稚魚の腸内細菌を比較するために、平成 24 年は甲子ふ化場および山田湾、平成 25 年は甲子ふ化場、織笠ふ化場、釜石湾ならびに山田湾の稚魚を採集した。採集した稚魚は -20°C で凍結した。また、乳酸菌の獲得経路を明らかにするために、H25 年には表層のプランクトンを採集し、エタノールで固定した。魚体を解凍後、腸を摘出し、TE バッファーを加えてすり潰した後、ビーズ・フェノール法で DNA を抽出した。プランクトンについても同様の方法で DNA を抽出した。抽出した DNA を鋳型にして、細菌型 16S リボソーム RNA 遺伝子の超可変領域を PCR 増幅し、次世代シーケンサーによる塩基配列解析および DGGE 法 (変性剤濃度勾配ゲル電気泳動法) によるプロファイルの比較解析を行った。

結果と考察 16S リボソーム遺伝子に基づく系統解析の結果、ふ化場と湾海域の稚魚の腸内細菌は大きく異なることが分った。平成 24 年 5 月に山田湾で採集した稚魚 3 個体のうち 2 個体から乳酸菌 *Leuconostoc* 属細菌が 8 割を超える高い割合で検出された。再現性を確認するため、翌 25 年 5、6 月に山田湾および釜石湾の稚魚を同様の方法で調査した結果、5 月の稚魚からは *Leuconostoc* 属細菌が検出されたが、6 月の稚魚からはほとんど検出されなかった。一方、乳酸菌の獲得経路と想定した 5 月におけるプランクトンの付着細菌について同様の解析を行った結果、乳酸菌はほとんど検出されなかった。そこで、腸内細菌の DGGE プロファイルと耳石解析による推定海水移行日 (岩手県水産技術センター提供) を比較した結果、*Leuconostoc* 属細菌が検出された稚魚の海水移行日は 3、4 月に集中しており、5 月以降に海水移行した稚魚からは *Leuconostoc* 属細菌はほとんど検出されなかった。また、採集群ごとの平均尾叉長、海水生活日数ならびに乳酸菌の出現頻度を比較した結果、海水生活日数が 40 日を超え、尾叉長が 80 mm を超える稚魚において乳酸菌の出現頻度が高かった。尾叉長 80 mm の時期は発育期とされ、消化管が完成し、摂餌機能と遊泳力が著しく強化される時期とされている (帰山, 1986)。今後、湾生活期のサケ稚魚の成長における *Leuconostoc* 属細菌の機能を探索するとともに、優占化機構についても解明していく。

稚魚
甲子

乳酸菌

腸内細菌の増殖

サケ科魚類のインスリン様成長因子結合蛋白の免疫測定法の確立と成長との関係

○福田 美樹・川口 航平（北大院水）・木村 志津雄（北大FSC）・原 彰彦
・清水 宗敬（北大院水）

背景と目的 魚類の成長にはインスリン様成長因子 (IGF) -I が重要な役割を果たしているが、その活性は IGF 結合蛋白 (IGFBP) によって調節されている。IGFBP には 1~6 までのタイプがあり、それぞれ IGF の活性を促進もしくは阻害している。さらに、硬骨魚類ではそれぞれのサブタイプが存在する。サケ科魚類の血中には主に 3 種類の IGFBP が検出され、それぞれ-1a, -1b および-2b と同定された。このうち IGFBP-1a と-1b は IGF 活性の阻害型とされ、特に IGFBP-1b はストレスに対して高感度に血中に誘導されることが報告されている。そのため、血中 IGFBP-1b は負の成長の指標になると考えられ、その定量は魚の成長状態を診断する上で重要となる。しかし、現段階では、定量法は放射免疫測定法 (RIA) に限られる。そこで、本研究では IGFBP-1b の時間分解蛍光免疫測定法 (TR-FIA) を確立し、サクラマスにおいて、負の成長の指標としての有用性を検討した。

材料と方法 ビオチン標識した精製マスノスケ IGFBP-1b を用いて、競合法による TR-FIA の確立を行った。まず、ヤギ抗ウサギ IgG 抗体が固相化された 96 穴プレートに、抗 IGFBP-1b 血清、精製 IGFBP-1b もしくは血清試料を添加した。そして、標識 IGFBP-1b を入れて競合させ、さらにアビジン-Eu と反応させて蛍光を測定した。次に、北海道大学北方生物圏フィールド科学センター七飯淡水実験所にて、個体標識したサクラマス 1 年魚を用いた絶食実験を行った。実験魚を給餌、絶食および再給餌群に分け、給餌群には実験期間中 1 日 1 回の給餌を行い、絶食群は餌止めした。再給餌群は 4 週間の餌止め後、2 週間給餌した。絶食後および再給餌後に各群 7 個体ずつ尾叉長、体重、肝重量を測定した後、血液を採取して血清試料を得た。

結果と考察 条件検討の結果、抗血清の希釈倍率が 1:4000、標識 IGFBP-1b の濃度が 5 ng/ml の条件で良好なスタンダードカーブが得られ、その測定範囲 (ED₈₀~ED₂₀) は 0.9~24.6 ng/ml だった。IGFBP-1a と-2b に対する交差性はそれぞれ 3.1%および 0%と低かった。スタンダードカーブとサクラマス血清希釈系列との間に平行性が確認された。さらに、IGF-I による測定への阻害作用は見られなかった。アッセイ間変動係数が 12.5%、アッセイ内変動係数は 9.7%であった。これらの結果から、魚類で初めて IGFBP-1b の TR-FIA が確立された。本測定系を用いて、絶食実験に供したサクラマスの血中 IGFBP-1b 量を測定した結果、4 週間の絶食で有意に高くなり、その後 1 週間の再給餌で給餌群と同程度まで低下した。さらに、成長のパラメーターと血中 IGFBP-1b 量との相関を調べたところ、個体の体長および体重の成長率などと負の相関が見られた。以上の結果から、血中 IGFBP-1b はサクラマスの負の成長指標として有用であることが考えられた。



Oncorhynchus masou

IGFBP-1b → 負の成長!

本邦のサケ属魚類4種における背隆起に関する比較解剖学的研究

○薄 健太・工藤 秀明・越野 陽介 (北大院水)・伴 真俊 (北水研)
・市村 政樹 (北大院水・標津サーモン科学館)・足立 伸次 (北大院水)

背景と目的 遡河性サケ属魚類 (*Oncorhynchus* spp.) の雄は、性成熟時に第二次性徴としての背隆起を発達させる。同属の中でも背隆起の発達の程度は種によって異なり、特にカラフトマス (*O. gorbuscha*) の顕著な背隆起については、高水分含量を示す疎性結合組織の新生および骨組織の成長により発達することが、我々の研究グループにより明らかにされている (Susuki et al. in press)。しかしながら、カラフトマス以外のサケ属魚類の背隆起内部構造は不明である。本研究では、本邦のサケ属魚類4種 (サクラマス *O. masou*, ベニザケ *O. nerka*, シロザケ *O. keta* およびカラフトマス) の成熟雄を用いて、サケ属魚類の背隆起の各種における形態学的構造および種間の差異を明らかにすることを目的として、背隆起の外部形態解析および組織化学的解析を行った。

材料と方法 供試魚には、サクラマス (砂蘭部川および遊楽部川遡上個体: 渡島管内さけ・ます増殖事業協会より分与), ベニザケ (美々川遡上個体: 北海道区水産研究所より分与), シロザケ (遊楽部川遡上個体) およびカラフトマス (標津川遡上個体: 標津サーモン科学館より分与)の産卵親魚の成熟雄個体を用いた。外部形態解析には、画像解析ソフト (MorphoJ; Klingenberg 2011) を用いたランドマーク法による幾何学的形態計測を行った。背部組織の組織化学的解析には、一般的な組織観察に併せ、多糖類, ヒアルロン酸, 脂質および類骨をそれぞれ検出する各染色を行い観察した。

結果と考察 外部形態解析により、背隆起の発現は4種の中でもベニザケとカラフトマスにおいて顕著であることが改めて示され、背隆起が最も高い部位がベニザケとカラフトマスでは背鰭前端より吻側に位置していたのに対し、サクラマスとシロザケにおいては背鰭前端部であることが確認された。全4種において、背鰭前端部における前頭断面では筋組織の発達が認められたが、結合組織量が極めて少なかった。ベニザケおよびカラフトマスの背隆起の最も高い部位の前頭断面においては、背側中央隔壁部と背側端部でヒアルロン酸を含有する疎性結合組織が著しく発達していた。サクラマスおよびシロザケにおいても同部位に疎性結合組織が認められたが、その発達度合いは他の2魚種と比較すると非常に小さく、特にサクラマスからはヒアルロン酸が検出されなかった。同部位における脂肪はカラフトマスとベニザケで少なく、サクラマスとシロザケでは豊富に存在していた。全4種において、不完全神経間棘および神経棘周辺に骨芽細胞が認められたが、骨芽細胞の細胞活性はカラフトマスとベニザケで高く、サクラマスとシロザケでは低かった。

内部構造の観察から、背部組織における疎性結合組織の新生および骨組織の成長の程度が、種ごとの背隆起発現の程度を反映している可能性が示された。カラフトマス雄の背部組織では、成熟に伴い脂質成分が水分に置換されることが示唆されている。本研究のベニザケとカラフトマスにおいて、背隆起高が最も大きくなる部位が背鰭前端部よりも前方に位置していることは、成熟に伴い疎性結合組織に置換される脂肪組織の発達が最も大きい部位に対応しているためであると考えられた。カラフトマスとベニザケでは、盛んな脂質代謝と背隆起内のヒアルロン酸に由来する豊富な水分により、背隆起が顕著に発達すると推察された。

一般講演 第2部

ベニザケの母川記銘期における脳-下垂体-甲状腺系ホルモンの変化

○古川 直大 (北大院環境)・水野 伸也 (さけます内水試)・阿部 邦夫・平間 美信 (水研セ北水研)
・飯郷 雅之 (宇都宮大農)・上田 宏 (北大 FSC)

背景と目的 サケ科魚類は銀化し海水適応能を獲得して降河回遊し、その際に母川固有のニオイを記銘すると考えられている。銀化および母川記銘には、脳-下垂体-甲状腺系ホルモンが重要な役割を果たすと考えられており、その最上流部に位置する甲状腺刺激ホルモン放出ホルモン (TRH) が主導的な役割を果たすことが提唱されている。しかし、サケ科魚類においてはその詳細は解明されていない。本研究はサケ科魚類の母川記銘期の脳-下垂体-甲状腺系ホルモンの変化を明らかにする目的で、ベニザケ (*Oncorhynchus nerka*) 1 歳魚を用いて脳内の 2 種類の TRH 前駆体遺伝子 (TRHa・TRHb) と下垂体における TSH β の mRNA 発現量、および血清中 T₃・T₄ 濃度の解析を行った。

材料と方法 実験には北海道区水産研究所静内さけます事業所産ベニザケ 1 歳魚の脳の視索前野-視床下部, 下垂体, 血液および鰓を記銘期前から後にあたる 1 月から 7 月の期間に採取した。TRHa・TRHb および下垂体の TSH β mRNA 発現量はリアルタイム定量 PCR により測定し、血清中 T₃・T₄ 濃度は ELISA 法により測定した。銀化進行度の指標として、海水適応能に重要な鰓の NKA 活性をウアバイン存在下および非存在下での ATP 分解量の差から算出した。

結果と考察 母川記銘期における視索前野-視床下部の TRHa・b mRNA 発現量は、1 月から 5 月までのサンプルの解析が終了しており、6 月・7 月のサンプルについては現在解析中である。TRHa mRNA の発現量は、雄雌において 1 月から 3 月にかけて増加した後に 4 月に向けて減少するが 5 月に向けて再び増加していた。雄雌ともに 1 月と 5 月の値の間で有意差が検出され、雌では 4 月から 5 月にかけての発現量の増加にも有意差も検出された。TRHb mRNA 発現量は、雌雄ともに変動はするものの有意差は検出されなかった。下垂体の TSH β mRNA 発現量は、雄では 1 月から 7 月にかけて増加していき、雌では 1 月から 4 月にかけて減少し 5 月に増加した後、7 月に向けて再び減少した。血清中 T₃・T₄ 濃度は、雌雄ともに 3 月から 4 月にかけて激的に上昇した後、雄では 7 月まで高値を維持し、雌では 5 月に向けてすぐに減少した。雌雄で TSH β mRNA 発現量と血清中 T₃・T₄ 濃度の変化の挙動が異なったことについては、5 月以降の雄の個体の中には早熟雄が存在していたことが原因であると考えられた。ニホンウナギ (*Anguilla japonica*) の先行研究より卵巣の発達に伴い TSH β 遺伝子発現量と血清中 T₄ 濃度が増加する (Han et al., 2004) ことが明らかになっているため、成熟度の差が雌雄の TSH β mRNA 発現量変化と血清中 T₃・T₄ 濃度変化の挙動に差を生じさせたことが示唆された。また、鰓の NKA 活性は、雌雄共に 4 月に最大となり 1 月の値との間には有意差も検出された。血清中 T₃・T₄ 濃度と鰓の NKA 活性が 4 月に最大となったことからベニザケ 1 歳魚の銀化のピークが 4 月であったことが推察された。

一般講演 第2部

ベニザケ脳内における性成熟に伴うキスペプチンおよび GnRH 遺伝子の発現動態

○村上 玲一 (北大院環)・佐藤 俊平・平間 美信 (水研セ北水研)
・天野 勝文 (北里大海洋生命)・上田 宏 (北大 FSC)

背景と目的 サケ科魚類は繁殖を行うために性成熟し、降河時に記銘した母川固有のニオイを想起して母川回帰すると考えられている。サケ科魚類の性成熟および母川回帰は、脳-下垂体-生殖腺系ホルモンが制御しており、その中でも生殖腺刺激ホルモン放出ホルモン (GnRH) が特に重要な役割を果たすことが、これまでの研究により明らかにされている。近年、GnRH をさらに上流で制御する因子としてキスペプチンが注目されている。キスペプチンは脊椎動物脳内の視床下部に存在するニューロンがつくるペプチドであり、GnRH の強力な分泌作用を持つことが報告されている。サケ科魚類においても *kiss2* 遺伝子の存在が明らかになっており、性成熟や母川回帰において重要な役割を果たしている可能性が考えられる。しかし、哺乳類ではキスペプチンの研究が盛んに行われているが、サケ科魚類におけるキスペプチンの知見は少なく、キスペプチンと GnRH の関係についても不明な点が多い。本研究ではベニザケ脳内における性成熟に伴うキスペプチンの挙動、およびキスペプチンが GnRH に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

材料と方法 実験には7月末から8月初旬にかけてベーリング海にてサンプリングしたベニザケ (*Oncorhynchus nerka*)、および安平川水系美々川に回帰したベニザケを成熟途上 (9月) と排精・排卵 (10月) の雌雄を使用した。サンプリングの際、脳を領域別に分断し性成熟に特に重要であるとされている視床下部を使用した。脳内のキスペプチン遺伝子 *kiss2*、および *salmonGnRH* 前駆体遺伝子である *sGnRH-I*・*sGnRH-II* mRNA 発現量をリアルタイム定量 PCR によって測定した。

結果と考察 視床下部における *kiss2* mRNA 発現量は、美々川に回帰した成熟途上個体および排精・排卵個体と比較して、ベーリング海においてサンプリングされた未成熟個体で雌雄ともに高かった。*sGnRH-I*・*sGnRH-II* mRNA 発現量はベーリング海の未成熟個体で高い傾向が認められ、*kiss2* と似た挙動を示した。*kiss2* mRNA 発現量と *sGnRH* mRNA 発現量の挙動が類似していたことから、ベニザケにおいてもキスペプチンが GnRH を制御している可能性が示唆された。また、成熟個体と比較して、未成熟個体で *kiss2* mRNA 発現量が高かったことからキスペプチンが性成熟開始のトリガーとして重要な役割を果たしていることが推察された。現在、脳その他領域において同様の解析を行っており、総合的に考察を行っていく予定である。



Oncorhynchus nerka

カラフトマス(*Oncorhynchus gorbuscha*)の沿岸域における遊泳環境の検証

○篠原 陽(北大院環)・本多 健太郎(北大 FSC)・野別 貴博(知床財団)・宮下 和士(北大 FSC)

背景と目的 知床半島において、カラフトマスは重要な漁獲対象種となっており、主にマス小型定置網によって漁獲される。一般的に定置網は来遊魚を待ち受けて漁獲するので、効率良く漁獲するためには、漁獲対象種の遊泳環境を把握する事が重要である。マス小型定置網は、浅い岸近くの海域に設置される事が多いので、本種は同様な海域を遊泳していると推測される。しかしながら、本種の沿岸域における移動生態に関する知見は不足しているため、実際にどのような環境を遊泳しているかは明確になっていない。本研究では、沿岸域においてカラフトマスは、浅い岸近くの海域を遊泳している事の検証を目的とし、2種類の調査を実施した。(1)バイオロギング手法を用いた放流調査を行い、本種の鉛直的な動きを把握する事で、浅い層を遊泳している事を確認する。(2)標識放流調査を行い、本種の水平的な移動を把握する。本種が沿岸域では岸近くを遊泳しているのであれば、多くの個体が放流場所から近い定置網で再捕獲されると考えられる。

材料と方法 調査は知床半島沿岸域において、2007, 2008年の8月上旬に計5回実施した。供試魚は、マス小型定置網で漁獲された物を用いた。供試魚にデータロガー(1分毎の遊泳深度, 経験水温を記録)と、リボンタグを装着した後、半島西側の付け根, 及び東西先端の3マイル沖から放流した。再捕獲された個体からデータロガーを取得し、海洋を遊泳していた際の遊泳データを抽出し、解析に用いた。また、同半島沿岸域を6つのエリアに区切る事で、供試魚の再捕獲場所の傾向を明確にした。調査全体で、データロガー装着個体を計14個体、標識個体を計759個体放流した。

結果と考察 計5個体の遊泳データを解析に用い、標識個体は計526個体(再捕獲率69.3%)が再捕獲された。遊泳データから、カラフトマスは深度20m以浅の表層を常に遊泳する個体、表層と深度30m前後までの潜行と浮上を繰り返す個体、深度15m付近を常に遊泳する個体の3種に大別出来た。鉛直移動は一様ではなかったが、本種は20m以浅を最も遊泳している傾向がみられた。また各調査の再捕獲個体の60%以上が、放流地点の存在するエリアで再捕獲されていた。以上の結果は、多くのカラフトマスは放流後、岸に向かって遊泳し、浅く(20m以浅)岸に近い海域を遊泳していた事を示唆している。

本研究において、カラフトマスの平均経験水温は $16.3 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ であった。一方、外洋域では $10.2 \pm 1.6^{\circ}\text{C}$ の水温帯を最も遊泳している事から(Walker 2000)、沿岸域で遊泳していた深度20m以浅は、本種にとって高い水温帯であったと考えられる。母川が近いシロザケの成熟個体は、水温が高くても表層を遊泳し、表層の河川由来のニオイを基に母川探索を優先して行うと考えられている(Tanaka 2000)。知床半島内にはカラフトマスの遡上河川が多数存在している。また、本種は母川回帰性が低く(Quinn 1984)、他河川への迷入率が高いと考えられているので(藤原 2011)、多くのカラフトマスが知床半島周辺海域に回帰してきた時点で、近辺に遡上出来る河川が多数存在していた状態であったと考えられる。したがってカラフトマスは沿岸域において、シロザケの成熟個体と同様に、高い水温であるにもかかわらず深度20m以浅の表層を遊泳し、表層に存在する河川水を頼りに遡上河川の探索を優先して行っていたと考えられる。

一般講演 第2部

連続的な深度・水温データから捉えるサケの河川進入

～北海道東部におけるデータロガーの大規模標識放流データを用いたケーススタディ～

○白川 北斗 (函館国際水産・海洋都市推進機構)・篠原 陽 (北大院環)・宮腰 靖之 (さけます内水試)
・本多 健太郎 (北大FSC)・山口 紘 (北大院環)・宮下 和士 (北大FSC)

背景と目的 サケ(*Oncorhynchus keta*)の母川回帰行動において、母川探索の後に続く河川進入に関する知見はあまり知られていない。特に、沿岸域から河川進入における遊泳様式を、途切れない個体データから解析した事例はごく少数である。本研究では、個体の連続的な経験水温、遊泳深度を取得できるデータロガーを用い、得られた個体の経験水温、遊泳深度と様々な環境データから、標識個体の空間利用の状態(いつ、どこを遊泳していたのか)を、主に三つ(海域、河口域、河川内)に区分し、道東におけるサケの河川進入前後の行動のパターン化を目的とした。

材料と方法 2007~2013年の9-10月にかけて、定置網船および遊漁船をもちいた釣獲を行い、サケを捕獲した。捕獲したサケは、船上で深度・水温ロガー(Lat 1400, Lotek.Inc. 2007年のみ DST milli, Steroddi.Inc)を第一背鰭基上部に装着した。2007年から2013年の調査で、計263個体(2007: n=5, 2008: n=42, 2009: n=23, 2010: n=26, 2011: n=62, 2012: n=22, 2013: n=83)のサケに同数のロガーを装着し、網走、ウトロ、標津を中心とする道東沿岸域の海岸線より3マイル沖に放流した。河川におけるロガー装着個体の再捕獲は、道東一帯の主要河川に設置されたサケマス捕獲採卵場で行った。再捕獲された個体のデータ(経験水温、遊泳深度)と水位や水量などの環境要因を時系列的に比較するため、水文水質データベース(国土交通省)などから環境データを取得した。

結果 2007~2013年の間に道東海域に放流した263個体内、5個体(2008年斜里川: n=1, 2009年斜里川: n=1, 2011年斜里川: n=1, 2012年常呂川: n=2)が河川で再捕獲された。ロガーの記録時間は3-13日間(平均9.8d)、放流場所から捕獲地点までの移動距離(LCP)は21-73km(平均36km)であった。再捕獲された全てのサケの経験水温と遊泳深度には、大まかに3つの状態が認められた。まず、結果1: 表層0mから200m程度の深度まで潜行と浮上を繰り返す深淺遊泳の状態、結果2: 遊泳深度0mかつ経験水温がSSTと近い水温である状態、結果3: 表層遊泳中(遊泳深度0m付近)であるにもかかわらず、経験水温が4から8℃程度急激に低下し、その後は低い水温のまま表層遊泳をする状態が認められ、これらの状態は基本的に連鎖(i.e. 1→2→3)していた。また、経験水温・遊泳深度と河川の環境データ(水量や水位)を時系列的に比較したところ、上記3の水温が急激に低下した時間には、他の時間よりも水位や流量が低く、干潮となる傾向があった。

考察 再捕獲された個体の経験水温、遊泳深度、海域のSST、海域・河川地形および再捕獲日時の比較により、結果1から3の行動連鎖は、海域・河口域・河川内への移動によるものと考えられた。また、サケの河川進入前後の経験水温と環境データの比較から、サケの河川進入には河川水位や流量、干潮等がtriggerとなると示唆された。したがって、道東沿岸域に回帰したサケは、河口直前まで深淺遊泳を繰り返し、河口で好適な条件を待ちつつ、その後に河川に進入すると考えられた。

干 → 瀬?

持続可能なふ化放流事業と野生魚の共存を目指して：海外の研究事例紹介

荒木 仁志（北海道大学大学院 農学研究院）

背景 「日本のサケは、その殆どがふ化場由来である」とは、つい最近まで国内外における一般常識であった。実際、年間18億匹にも及ぶ大規模なサケ稚魚放流事業は日本の水産資源を維持する上で大きな役割を果たしている。一方で、日本の河川で自然産卵する野生魚は河川や海洋における環境変化によりその数を大きく減らし、資源としての価値を失ったと考えられてきた。この状況は海外でも広く知られており、「自国のサケマスを日本のようにしてはならない」とは筆者がとあるアメリカでの会議で直接聞いた、現地サケマス研究者の言である。

最近のふ化放流魚と野生魚を巡る研究例 この流れを受け、サケ科魚類のふ化放流魚に関して筆者が携わったアメリカ、スイスでの研究事例を紹介する。アメリカ・オレゴン州での筆者らの研究はふ化放流魚が親魚として遡上した後、次世代、次々世代の自然繁殖成功度を目的としたもので、DNA マーカーに基づく1万5千個体の遺伝情報解析を行った結果を報告する。一方、スイスにおける研究ではふ化放流魚の形態に着目し、親の由来（人工飼育魚か野生魚か）が子供の形に与える影響について報告する。これらの研究は人工的な環境下で育つ魚が自然環境下とは異なる選択圧にさらされ、結果として自然環境に適応できないまま放流されている可能性を示唆している。このような放流魚と野生魚との自然交配がもたらす遺伝的・長期的影響については理論的予測の余地を出ていないが、今後の実証が待たれる。

日本のサケにおける今後の展望 日本においてもサケ野生魚の存在価値は見直されつつある。日本の河川におけるサケマスの状況は実際には我々が思っているほどふ化放流一辺倒ではなく、野生魚の自然再生産は漁業資源量にも一定の貢献をしていることが分かってきた。とはいえ日本のサケ野生魚の実態についてはまだまだ未解明な点が多く、今後より野生魚に焦点を当てた研究が進められる必要がある。と同時に、ふ化放流事業の在り方についても今後野生魚の自然再生産と共存しうる新しい形を模索することで、人にもサケにも益する持続可能型事業としての更なる発展が期待される。

マイクロサテライト DNA マーカーによる三陸岩手のサケの遺伝特性分析

○塚越 英晴・阿部 周一（岩手大学三陸水産研究センター）

背景と目的 サケは水産重要種であるが、資源管理に向けた遺伝学的知見はまだ十分でなく、中でも本州の個体群については極めて少ない。そこで本研究では、三陸岩手のサケを対象に遺伝的多様性や遺伝的類縁関係、前期遡上群と後期遡上群間の遺伝的差異などを明らかにするために、マイクロサテライト DNA マーカーを用いて予備的に解析を行った。

材料と方法 岩手県沿岸河川の安家川、津軽石川、気仙川の遡上サケ、および県内陸を流れる北上川水系の築川、稗貫川、砂鉄川の遡上サケまたは放流種苗から各々ヒレ標本を採集した（6地点で採集時期の異なる10集団、計798個体）。時期の異なる遡上認められている沿岸河川においては、前期群と後期群の標本を採集した。なお、北上川水系のサケの遡上時期は前期群に相当する。採集された個体から全ゲノム DNA を抽出し、PCR増幅とフラグメント解析により本種に最適化された同属他種のマイクロサテライト DNA マーカー9座を用いて遺伝子型を決定した。その遺伝子型を基に、各河川集団と採集時期別にヘテロ接合度および一座あたりの対立遺伝子数を算出した。また、河川間の遺伝的分化の有無を検討するために遺伝的分化指数(F_{ST})を算出した。さらに、各集団間の遺伝的類縁関係を明らかにするために、近隣結合(NJ)法により系統樹を作成した。

結果と考察 一座あたりの対立遺伝子数は、沿岸河川では27.8から30.8であったのに対し、北上川水系では20.7から25.4であり、沿岸河川集団と比べ北上川水系の河川集団は低い傾向がみられた。

各河川の前期群と後期群のすべての組み合わせで遺伝的分化が示唆された($P < 0.05$)。また、NJ系統樹において、前期群と後期群という群ごとのまとまりが認められた。これは、同一河川においても遡上時期（繁殖時期）が異なる事によって、両群の間に生殖的隔離が生じたことによると考えられた。また、前期群についてみると、北上川水系と沿岸の河川集団は系統樹の上で各々まとまり、 F_{ST} からも両者の遺伝的分化($P < 0.05$)が認められた。以上から、少なくとも三陸岩手には沿岸前期群、沿岸後期群、および北上川水系という3つのグループがあることが示唆された。

遡上障害の解消によるサケ・マスの産卵環境回復量の推定

○ト部 浩一・宮腰 靖之（さけます内水試）・三島 啓雄（北大サステナ研）
・川村 洋司（さけます内水試）

背景と目的 サケ・マスの資源増殖は、人工孵化放流をベースに行われてきた。今後、サケ・マス漁業の持続可能性を高めるには、野生資源の保全と管理も重要である。しかし、サケ・マスの再生産環境は大きく劣化し、中でも河川横断工作物による産卵遡上の阻害は、野生資源の回復を進める上で大きな問題となっている。遡上障害の解消を効果的に進めるには、広域スケールで現状評価を行い、解消効果がより大きな施設を特定する必要があるが、そのためには工作物の位置情報の集積と GIS を用いた解析手法の開発が不可欠である。先行研究では、工作物および魚道の位置情報のデータベース化が進められ、GIS を用いて遡上障害が生じている地点およびその上流域の区間距離を推定する手法が確立された。しかし、その手法ではサケ・マスの産卵場所選択に強い影響を与える河床材料粒径（礫径）が考慮されておらず、遡上障害区間にどれくらいの産卵適地が存在するかを評価することができなかった。このため、本研究では、水理モデルを用いて任意の地点の河床材料粒径を推定する手法を検討するとともに、河床材料粒径への選択性に基づき、オホーツク沿海地域におけるサケ、カラフトマス、サクラマスの産卵適地量評価を行った。さらに、工作物と魚道の位置情報を用いて、遡上障害を解消することにより回復可能な産卵環境量の推定を試みた。

材料と方法 解析には環境科学研究センター、国立環境研究所およびさけます・内水面水産試験場が共同で作成した流域 GIS データベース（河道ラインデータと工作物および魚道位置情報データ）とデジタル標高地図（DEM）を用いた。オホーツク沿海地域の全河道ライン上に 50m 間隔で解析ポイント（29,687 地点）を発生させ、ポイントを中心とした流路延長 1,000 m の区間における河床勾配を算出した。得られた河床勾配値と水理モデルを用いて各ポイントでの河床材料粒径を推定するとともに、実測値と比較し推定精度の検証を行った。次に、産卵床の粒度分析により得られたサケ、カラフトマス、サクラマスの河床材料粒径に対する選択性に基づき、産卵に適しているポイントを魚種別に特定し、産卵適地の量を推定した。さらに、工作物および魚道の位置情報を用いて遡上障害が解消された場合に回復する産卵適地の量（産卵環境回復量）を推定した。

結果と考察 GIS 解析により得られた河床勾配推定値と水理モデルを用いて推定した河床材料粒径は実測値とよく一致することが確認された。サケ、カラフトマス、サクラマスでは産卵床の河床材料粒径が異なった。モデルにより予測された河床材料粒径と粒径に対する選択性に基づき産卵適地と判定されたポイントは実際の産卵場所と良く一致した。解析の結果、遡上障害の解消による産卵環境回復量は大水系で大きく、魚種別ではサクラマスで大きいことが確認された。但し、急勾配河川における産卵適地の予測精度には改善の余地があることも明らかになった。また、解析に用いた工作物データには農業用施設が含まれておらず、推定結果は大幅な過小となっていると考えられたことから、今後は農業用施設データベースの拡充が必要と考えられた。

サケ稚魚の群れ行動の発達

○虎尾 充・宮本 真人・實吉 隼人・小林 美樹（さけます内水試 道東）

背景と目的 最近、北海道におけるサケ総漁獲量は減少し地区間の漁獲量格差も拡大している。そのため、地区ごとの放流適期の検証や放流種苗の質の再評価が求められている。これまで、遊泳力など個体の能力から種苗性を評価した試みはあるが、群れ形成などより高次の行動を基準としてサケ稚魚の種苗性を評価した例は見当たらない。サケ稚魚の人工孵化放流事業では自然状態に比べて高密度で飼育されるため、このことがサケ稚魚の群れ行動の発達過程に影響を及ぼす可能性が考えられる。そこで本研究では、個体間距離と頭位交角を指標として、サケ稚魚飼育魚の群れ行動の発達過程を検討するとともに、河川で採集された野生魚との比較を試みた。

材料と方法 実験に用いたサケ稚魚飼育魚は、発眼卵でさけます・内水面水産試験場道東支場の立体式孵化器に收容・管理し、2013年1月20日に浮上後、アトキンス式孵化水槽（長さ3.26m×幅0.33m×水深0.21m）に收容し給餌飼育を開始した。2013年1月30日、2月4日、2月14日、2月25日、3月7日、3月19日の計6回、個体間距離と頭位交角を測定した。一方、野生の供試魚は、2013年4月25日に標津川水系の支流武佐川と7月4日に古多糠川で投網を用いて採集した。

実験に用いた稚魚は、アトキンス式孵化水槽（馴致水槽）に30～50尾を收容し12時間以上馴致した後、実験に用いた。実験では、馴致水槽から直径約48cmのポリエチレン製タライ（実験水槽）に無作為にサケ稚魚10個体を移動し、10分間静置後に実験水槽上方に設置したデジタルカメラで5分間、動画撮影した。撮影した動画から1分ごとに静止画像を切り出し、頭位交角（separation angle, SA）と最小個体間距離（nearest neighbor distance, NND）を算出した。

結果と考察 実験期間中の飼育サケ稚魚の尾叉長は、浮上後10日目の 35.63 ± 0.80 mmから浮上後58日目の 53.56 ± 2.32 mmまで成長した。武佐川で採集した野生魚の平均尾叉長は 39.60 ± 1.95 mm、7月4日に古多糠川で採集した野生魚の平均尾叉長は 51.75 ± 9.58 mmであった。算出されたサケ稚魚の平均SAは、 $48.5 \sim 59.2^\circ$ の範囲にあり、飼育魚・野生魚ともに群れ形成がない場合に期待される 90° と有意に異なっていた。NNDの体長比は体長37～47mmでは0.5～0.7で、体長50mm以上で0.9と有意に大きくなった。これは、飼育魚、野生魚ともに同様の傾向であった。サケ稚魚では初期から高い集群性を示すことが定量的に示された。また、サケ稚魚の群れ行動への飼育による顕著な影響は認められなかった。

$n/4$ 549枚
FLD 50mm → 10尾内頭位交角

一般講演 第3部

標津町内各水系におけるシロザケの自然産卵状況および発眼時の生残率

- 市村 政樹・西尾 朋高（標津サーモン科学館）・織田 美登志・成田 暁美（標津漁協）
・中村 愨二・戸田 雅彦（標津さけ定置漁業部会）・山崎 忠仁・片山 亮太（標津町）・蠣崎 宏
・戸田 喜己（根室管内さけます増協）・小野 郁夫・徳田 裕志（北水研 伊茶仁さけます事業所）
・小林 美樹（さけます内水試 道東）・越野 陽介・瓜生 大輔・工藤 秀明（北大院水）

背景と目的 「標津町サケマス自然産卵調査協議会」は、標津漁業協同組合、サケ定置漁業部会、標津町、根室管内さけます増殖協会によって2012(平成24)年1月より5ヶ年計画で立ち上げた組織であり、さらに、北水研さけ・ます資源部根室事業所および道総研さけます内水面試験場道東支場に指導・協力をいただいている。この協議会は現在の孵化放流事業に加え、自然産卵資源の増加を目的とし、標津町内7水系で、各河川におけるシロザケ、カラフトマスおよびサクラマスの自然産卵状況、自然産卵による卵の発眼までの生残率、稚魚の生息環境の調査、さらに産卵適地面積を測量している。それぞれの項目について毎月1~3回、構成団体から職員が派遣され調査を行っており、地元漁業者も積極的に参加している。ここでは、本調査によって得られた標津町内各水系におけるシロザケの自然産卵状況および発眼時の生残率について報告する。

材料と方法 自然産卵状況調査は2012年および2013年の9~12月の間、月に3回、標津町内の標津川、伊茶仁川、忠類川、蕪別川、元崎無異川の5水系10河川の28~42地点で定点観測を行った。各ポイントにおいて流路長100メートル以上の区間で、シロザケの生体、死亡個体および産卵床には目印を付け、その数をカウントし記録した。発眼までの生残率調査は2012年および2013年の2~3月に自然産卵状況調査の際に目印を付けた産卵床を掘起し、発眼卵および死卵の数をカウントした。

結果と考察 シロザケの自然産卵は全水系で確認された。孵化場近辺では集中し産卵している状況であったが、それ以外では一部河川を除き、ほとんどもしくは全く確認されなかった。発眼までの生残率調査は、両年とも産卵床に付けた目印が11月中旬以前の増水により流失したため、11月下旬~12月中旬に産卵が確認された産卵床で行った。2012年には5水系6河川10地点で75の産卵床を調査した結果、発眼時の生残率は平均 $44.9\% \pm SD 43.8$ (範囲 0~100%) であり、2013年には5水系5河川8地点で56の産卵床を調査した結果、発眼時の生残率は平均 $48.3\% \pm SD 37.7$ (範囲 0~99.1%) であった。卵の生残率は河川間および河川内でも産卵床により大きく異なっていた。本調査で得られた卵の生残率の結果は、既報の結果（例えば、佐野・長沢 1958）と比べ低い値を示したが、河川ごとにその要因は異なる可能性が示唆された。今後、当地域で野生魚を増やすためには、自然産卵個体の密度が孵化場近辺に著しく偏っていることから、その解消が必要であると考えられる。

資源

サケ学研究会

Salmon Science Society (3S)

名称:

「サケ学研究会」

会費

会費は、当面年額 500 円とする。

事務局:

北海道大学大学院水産科学研究院

組織と役員

(組織)

遺伝学部門

生態学部門

生理学部門

増殖資源部門

事務局

(役員)

目的:

サケ科魚類の科学に関する学術研究・情報の交流と普及を図り、その学術研究の発展に寄与することを目的とする。

事業:

本研究会は、目的を達成するために次の事業を行う。

1. 研究発表会および学術講演会等の開催
2. ホーム・ページの開設
3. 関連学会との連絡および協力
4. その他、目的を達成するために必要な事業

1. 会長：組織 4 部門の代表の輪番制とし、任期は 2 年とし、連続しての再任はなし。
2. 部門代表：各部門に所属する会員から選出する。部門代表の任期は 4 年とし、再任は妨げないが、連続 3 期までとする。
3. 事務局長：会長が選任することとし、任期は 2 年とし、再任は妨げない。

会員:

本研究会の目的に賛同して入会した個人を会員とする。会員は下記の組織の 4 部門のいずれかに所属する。

(入会)

入会希望者は、入会申込書を会長に提出し、各部門の代表の承認を得る。

(退会)

会員が退会しようとするときは、理由を付して退会届けを会長に提出する。

なお、会費を 2 年間未納した会員は自動的に退会とみなす。

(現在の役員)

会長: 上田 宏

遺伝学部門代表: 浦和茂彦

生態学部門代表: 帰山雅秀

生理学部門代表: 上田 宏

増殖資源部門代表: 永田光博

事務局長: 工藤秀明

(2013年12月19日現在)

発表者連絡先（敬称略・発表順）

春日井潔	kasugai-kiyoshi@hro.or.jp	薄 健太	fcchm504@yahoo.co.jp
宮腰靖之	miyakoshi-yasuyuki@hro.or.jp	古川直大	naonao@fsc.hokudai.ac.jp
藤原 真	fujiwara-makoto@hro.or.jp	村上玲一	rei0723@fsc.hokudai.ac.jp
飯嶋亜内	iijima-anai@hro.or.jp	篠原 陽	akira-shinohara@ees.hokudai.ac.jp
林田寿文	hayashida0109@gmail.com	白川北斗	dipper@fish.hokudai.ac.jp
矢野雅昭	98283@ceri.go.jp	荒木仁志	arakih@res.agr.hokudai.ac.jp
越野陽介	y_koshino516@yahoo.co.jp	塚越英晴	tsuk@iwate-u.ac.jp
笠井久会	hisae@fish.hokudai.ac.jp	卜部浩一	urabe-hirokazu@hro.or.jp
清水恵子	keiko.s@kitasato-u.ac.jp	虎尾 充	torao-mitsuru@hro.or.jp
福田美樹	mikki.10itthd@gmail.com	市村政樹	masaki.ichimura.salmon@gmail.com

研究発表会開催地

- 第1回 2007年9月24日 北海道大学水産学部大会議室（函館）
- 第2回 2008年12月13日 北海道大学水産学部マリンサイエンス創成研究棟（函館）
- 第3回 2009年12月5日 旧北海道立水産孵化場本場展示研修館（恵庭）
- 第4回 2010年12月18日 北海道大学水産学部マリンサイエンス創成研究棟（函館）
- 第5回 2011年12月17-18日 北海道大学学術交流会館小講堂（札幌）
- 第6回 2012年12月8日 北海道大学水産学部マリンサイエンス創成研究棟（函館）
- 第7回 2013年12月22日 北海道大学大学院地球環境科学研究院講義棟D棟（札幌）

領 収 書

第7回サケ学研究会要旨集代として
¥500- を領収しました。

2013年12月22日



サケ学研究会事務局
工藤秀明

サケ学研究会

会長：上田 宏
遺伝学部門代表：浦和茂彦
生態学部門代表：埴山雅秀
生理学部門代表：上田 宏
増殖資源部門代表：永田光博
事務局長：工藤秀明
(hidea-k@fish.hokudai.ac.jp)

事務局

〒041-8611 函館市港町3-1-1
北海道大学大学院水産科学研究院
海洋生物資源保全管理学分野
Tel/Fax 0138-40-5602

<http://www.geocities.jp/sakekenkyukai/index.html>

発行日：2013年12月19日
発行所：サケ学研究会