

平成29年度さけます報告会 プログラム



日時：平成29年 8月 1日（火） 14：00～17：20
場所：ホテルライフオーツ札幌 札幌市中央区南10条西1丁目 TEL：011-521-5211
主催：国立研究開発法人 水産研究・教育機構 北海道区水産研究所

1 挨拶

主催者：水産研究・教育機構 北海道区水産研究所 所長 中津 達也
来賓：水産庁 増殖推進部 栽培養殖課 課長 伊佐 広己

2 発表内容

(14:10-17:15)

(1) 平成28年度漁期におけるサケ資源状況について

北海道区水産研究所さけます資源研究部 部長 福若 雅章

(2) 北太平洋のサケ資源の状況とベーリング海調査結果について

北海道区水産研究所さけます資源研究部 資源保全グループ長 鈴木 健吾

(3) 平成29年度サケ来遊予報

①今年の秋サケ来遊見通しについて（北海道）

北海道立総合研究機構さけます・内水面水産試験場さけます資源部 さけます管理G
研究主幹 藤原 真

②平成29年度山形県のサケ来遊予測

山形県水産試験場浅海増殖部 主任専門研究員 高澤 俊秀

——休憩——

(4) 三陸沿岸域の海洋環境とサケ回帰率の関係

日本海区水産研究所資源環境部 海洋動態グループ 任期付研究員 和川 拓

(5) 地域個体群による仔稚魚の発育と飼育開始時期について

北海道区水産研究所さけます生産技術部 虹別さけます事業所 主任技術員 大本 謙一

(6) 耳石温度標識を用いて・・・

北海道区水産研究所さけます生産技術部 技術課 主任技術員 戸嶋 忠良

(7) 宗谷岬周辺を通過するサケ幼稚魚を採集する試み

北海道区水産研究所さけます生産技術部 天塩さけます事業所 主任技術員 宮内 康行

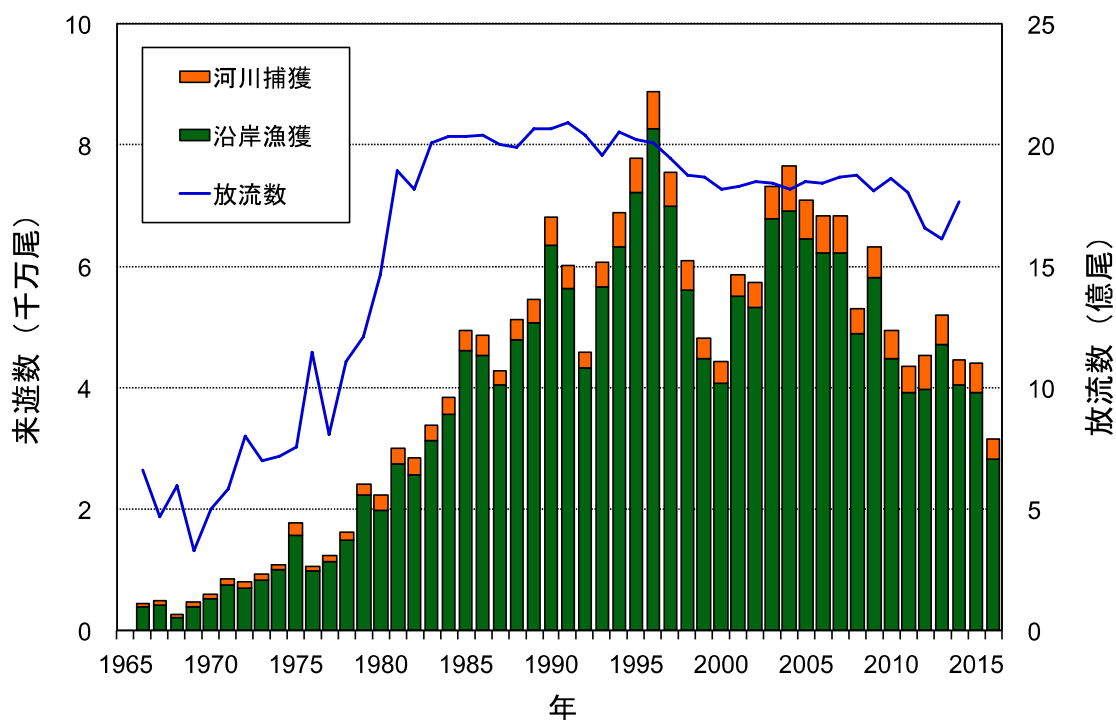
3 その他

(17：15 - 17：20)

平成 28 年度漁期におけるサケ資源状況について
 —さけます関係研究開発等推進会議研究部会での検討結果—

北海道区水産研究所 さけます資源研究部 福若雅章

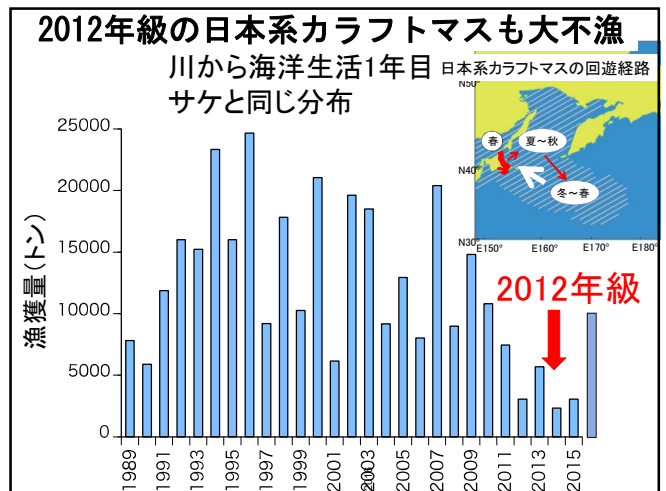
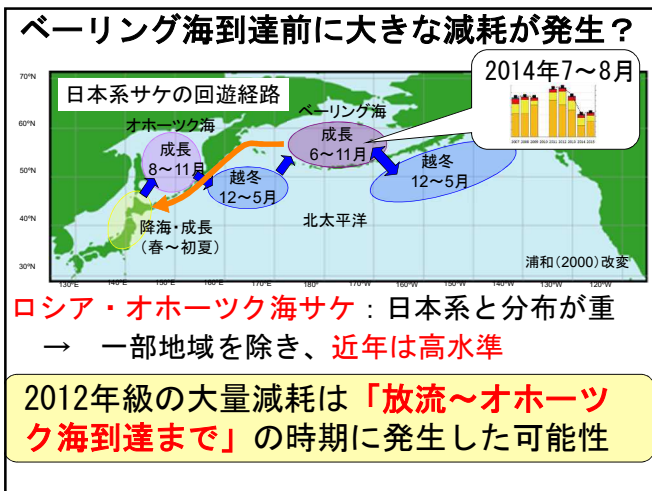
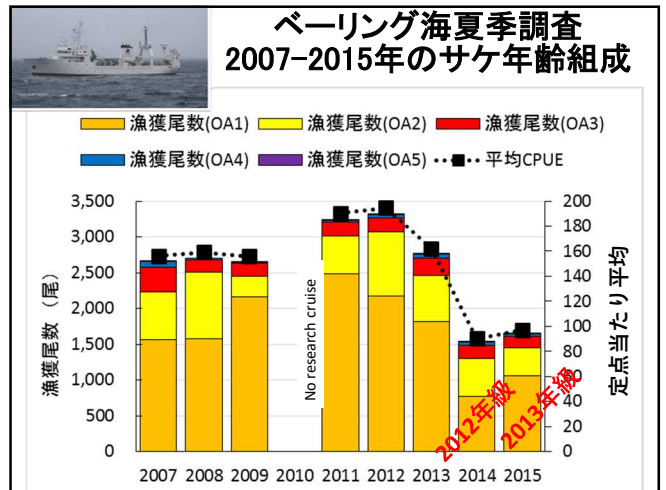
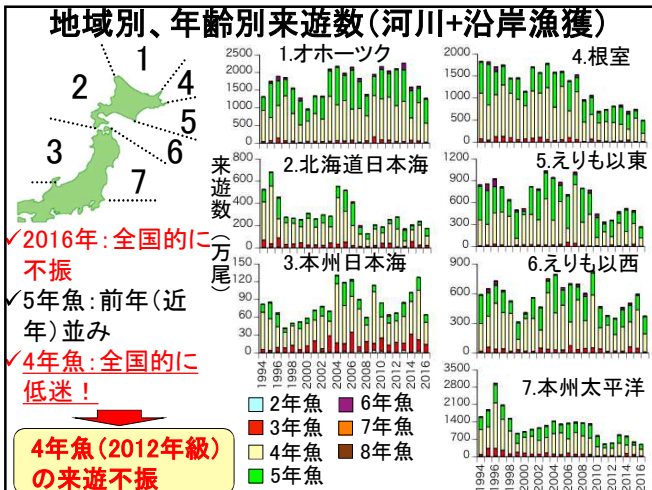
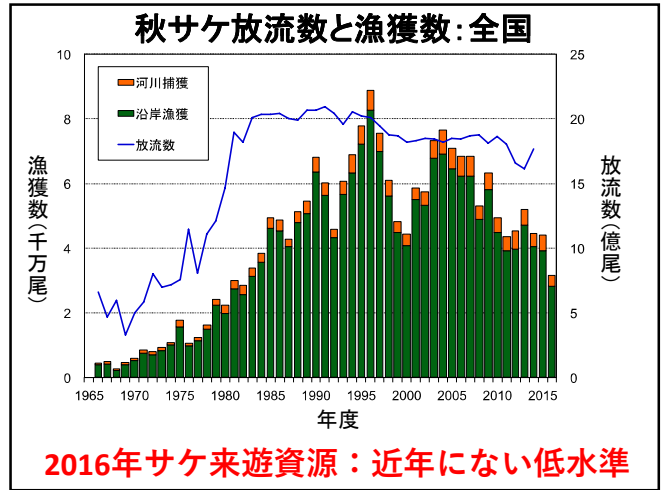
昨年度漁期のサケ来遊資源量は、全国で 3,153 万尾（2017 年 1 月 31 日現在）となり、前年比 71%で近年にないほどの低水準となった。来遊数の減少は全国的に観察された。そこで、さけます関係研究開発等推進会議研究部会では、その要因について検討したので、ここで検討結果の概要を報告する。

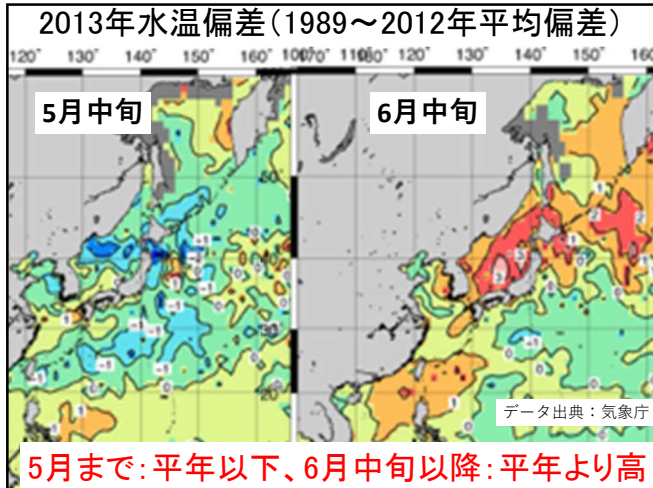


平成 28（2016）年度漁期における全国の秋サケ来遊数とサケ放流数



平成28年度のサケ資源状況について
—研究部会での検討結果—





2012年級放流時～後（2013年）の環境

- ・北海道の冬：寒い、春も遅い
- ・春～夏の北日本沿岸水温
5月まで平年以下、6月中旬以降高
⇒ 急激な変化
- ・6月中旬以降北日本沿岸～オホーツク
1980年以降で1～2位の高水温



分布や回遊に適した水温帯の形成期間が短かった可能性

平成28年（2016年）度のサケ資源状況

— まとめ —

1. 4年魚（2012年級）が全国的に少
2. 2012年級：放流からオホーツク海到達までに大量減耗？
3. 2012年級の降海年（2013年）
適水温帯の形成期間が短かったことが資源の影響？

北太平洋のサケ資源の状況とベーリング海調査結果について

国立研究開発法人水産研究・教育機構 北海道区水産研究所
鈴木健吾

1. 北太平洋のサケ資源の状況

北太平洋のさけます類の商業漁獲量の統計について NPAFC に報告された各国の統計値によると、北太平洋のさけます類の商業漁獲量は平成元（1989）年頃から高水準にあり、平成 19（2007）年以降は、奇数年には漁獲量が 100 万トンを超え、偶数年は 80 万～90 万トン程度の漁獲量で推移しています。平成 28（2016）年の漁獲量は 85 万トンとなっており、過去 5 回の偶数年（平成 26 年、平成 24 年、平成 22 年、平成 20 年、平成 18 年）の平均的な漁獲量（86 万トン）とほぼ同じ水準でした。

平成 28 年の漁獲における魚種別の内訳をみると、カラフトマスが全体の 41%、サケが 33%、ベニザケが 21%を占め、これら 3 魚種で漁獲量全体の 95%に達しました。漁獲量の推移で特徴的な点として、平成 11 年以降、偶数年が不漁、奇数年が豊漁という変動のサイクルが継続しています。これは主にカラフトマスの漁獲量の変動によるものとなっています。

北太平洋全域でのさけます類の放流数は、昭和 63 年頃から今日まで年間約 50 億尾でほぼ一定です。種類別の内訳をみるとサケの放流数が全体の 6 割程度と最も多くなっています。各国のサケ放流数では、日本からの放流数が最も多くなっていますが、平成 20 年頃からロシアのサケ放流数が増加しています。

2. ベーリング海調査結果

日本で生まれたサケは、春に降海した後、夏はオホーツク海で成長し、冬になると北西太平洋に移動します。その後は、水温等の環境によって移動し、冬から春にかけてアラスカ湾周辺、夏から秋にかけてはベーリング海で過ごすと考えられています。このような知見に基づいて、北海道区水産研究所では、平成 19 年から夏季ベーリング海においてさけます類の未成魚を対象とした表層トロール網によるモニタリング調査を行っています。平成 28 年の調査操業は、8 月 4 日～8 月 10 日の間に行いました。例年 17 カ所の調査定点で調査を行っていましたが、平成 28 年の調査は悪天候のため 13 定点での調査となりました。

平成 28 年の調査におけるサケの採集尾数は 1,680 尾となりました。前述の様に、調査定点の数が例年と異なるため、サケの採集尾数を 1 定点あたりの平均漁獲尾数（以下 CPUE）に換算して比較すると、平成 28 年の CPUE は約 130 尾となり、平成 26-27 年（90～97 尾）より多くなっています。平成 28 年は、平成 26-27 年に引き続きベーリング海の表面水温は例年より高くなっていました。これまでの調査では、水温が高いとサケの分布密度は低下する傾向にあったのですが、平成 28 年のサケの分布密度は平成 26-27 年に比べて高かったようです。

採集したサケの年齢組成を分析したところ、例年と比べて 3 年魚、4 年魚の比率が少なく、2 年魚の比率が高くなりました。餌生物の分布状況を見ると、小型の動物プランクトン、大型の動物プランクトンおよび小型の魚類・イカ類など、いずれも平成 27 年より現存量が多くなっていました。このためサケの餌環境はそれほど悪くはなかったと思われます。サケの太り具合の指標となる SMI は 769g で、平成 19 年以降の平年並みの値となりました。

ベーリング海で採集されたサケの地域起源を遺伝的手法により推定した結果では、平成 19 -26 年ではロシア系サケが 65%前後、次いで日本系が 30%前後、北米系が 5%程度で推移していたと推定されています。平成 27 年の調査結果では、ロシア系約 67%、日本系約 18%、北米系約 15%となり、系群組成における日本系の減少と北米系の増加が顕著でした。日本系の中身をさらに細かく分析したところ、平成 25 年までに比べて日本系の各系群の豊度は全体的に減少しており、特に北海道根室／オホーツク海系で減少幅が大きくなっていました。耳石温度標識の解析では、日本各地から放流されたサケがベーリング海で確認されています。平成 23 年級からは、耳石温度標識を付ける施標ふ化場の数が増えたことにより、より多くのふ化場から放流されたサケがベーリング海に到達していることが確認されました。しかし、オホーツク沿岸で放流されたサケがベーリング海で比較的多く再捕されている傾向は変わりませんでした。

夏季ベーリング海調査では、平成 26 年以降サケの漁獲尾数（CPUE）が大きく変化したり、北米系のサケが増加するなど、これまでに無い変化が見られています。これらの変化が日本に回帰するサケ資源に及ぼす影響について、今後も注視していく必要があると考えます。

北太平洋のサケ資源の状況とベーリング海調査結果について



国立研究開発法人
水産研究・教育機構

北海道区水産研究所 さけます資源研究部
資源保全グループ 鈴木健吾

●北太平洋の主なさけます類

カラフトマス



ギンザケ



サケ



マスノスケ



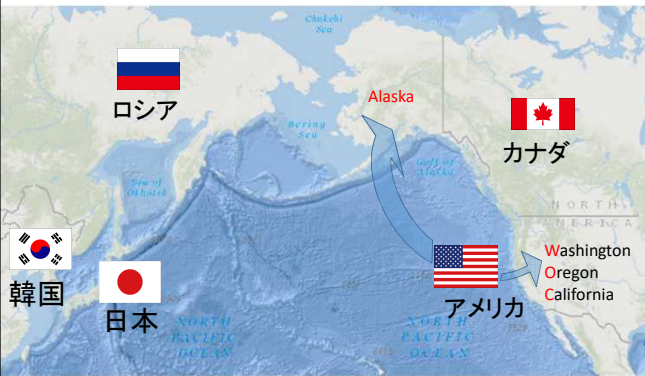
ベニザケ



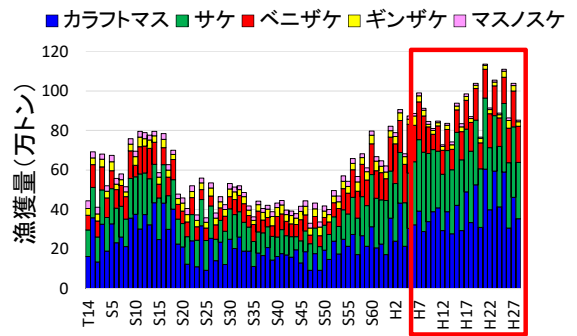
他に、サクラマス、スチールヘッドトラウトが漁獲される

写真はNPAFC Annual Report2016 より転載

North Pacific Anadromous Fish Commission (NPAFC) (北太平洋における溯河性魚類の系群の保存のための条約 加盟5カ国)

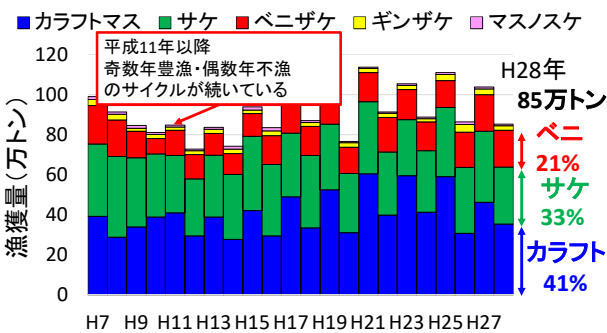


主なさけます類の商業漁獲量(北太平洋全域) 大正14(1925)～平成28(2016)年



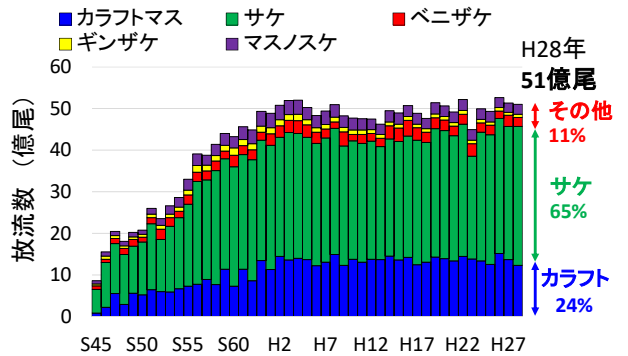
NPAFC:WGSAデータ+平成28年暫定値

主なさけます類の商業漁獲量(北太平洋全域) 平成7(1995)～平成28(2016)年



NPAFC:WGSAデータ+平成28年暫定値

主なさけます類の放流数(北太平洋全域) 昭和45(1970)年～平成28(2016)年



NPAFC:WGSAデータ+平成28年暫定値

北太平洋のサケ資源の状況

- 北太平洋全体のさけます類漁獲量は依然として高水準を維持、ただし隔年変動が大きくなっている
- カラフトマス、サケ、ベニザケの順に漁獲が多い
- 北太平洋のさけます類放流数は、昭和63年(1988)頃から、およそ50億尾の水準を維持(内6割ほどがサケ)
- サケの放流数は日本が最も多いが、近年ロシアからの放流も増加傾向にある

NPAFC-国際サケ年(IYS)の活動

- 国際的にサケの研究を活性化することが目的
- NPAFCとNASCO (North Atlantic Salmon Conservation Organization) の共同企画
- 2019-2020年に焦点を当て、共同調査を計画中

- 2018年(平成30年)
春季水産学会(東京)で、
日本系サケの資源変動に
関するシンポジウムを企画



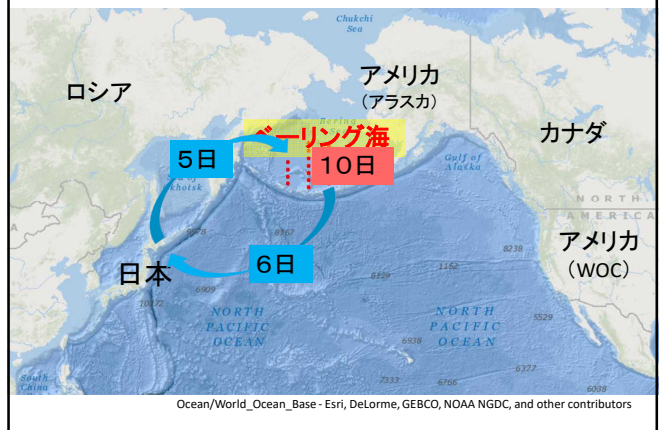
INTERNATIONAL
YEAR OF THE SALMON

●平成28年夏季ベーリング海 さけます資源生態調査

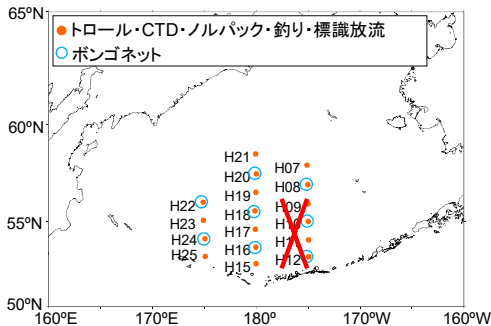


漁業調査船 北光丸

ベーリング海(調査海域)

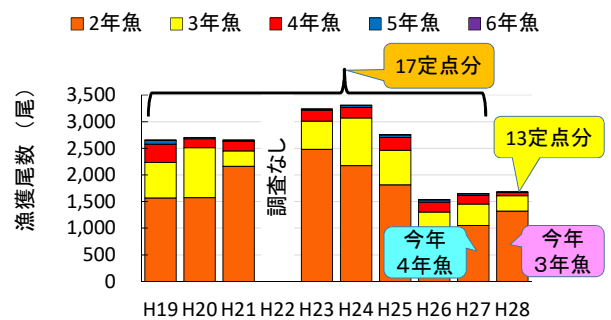


平成28年調査定点



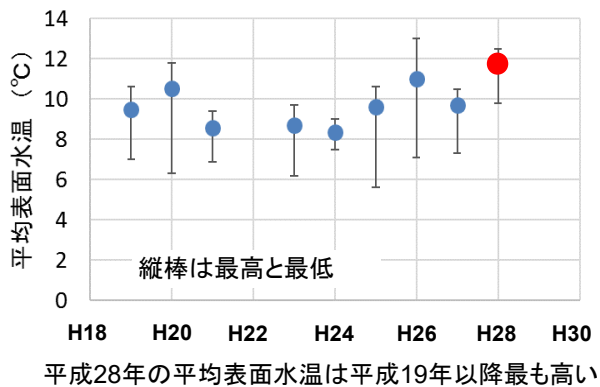
- 漁獲調査: 表層トロール1時間曳(13定点)
- 海洋観測: CTD・ノルパック(13定点)・ポンゴ(6定点)
- その他: 釣り調査・標識放流(13定点)

平成19-28年のサケ漁獲尾数・年齢組成



- 平成28年の2年魚は平成26-27年に比べて増加した

平成19年－28年のベーリング海表面水温

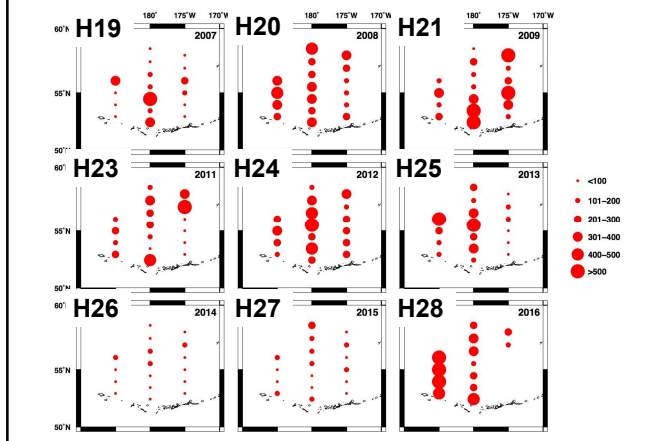


餌生物調査方法

改良型ノルパック ネット	ボンゴ ネット
口径：0.45 m	口径：0.70 m
目合：0.335 mm	目合：0.335 mm
曳網：鉛直曳(150-0 m)	曳網：斜行曳(100-0 m)



動物プランクトン現存量：ノルパックネット (mg/m³)

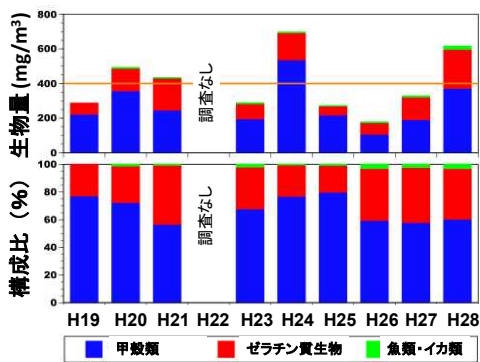


ボンゴネットで採集したサケの餌生物



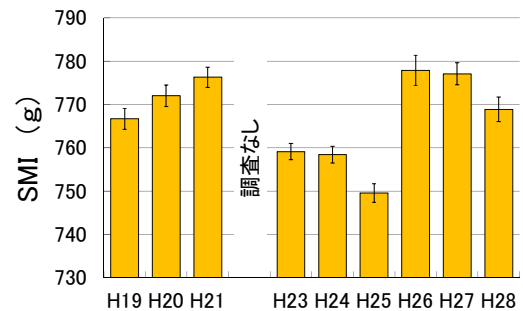
餌生物の生物量：ボンゴネット

動物プランクトン生物量：BONGOネット (mg/m³)



採集したサケの太り具合 (Scaled Mass Index : SMI)

SMI: 健康診断で目にするBMIのような数値

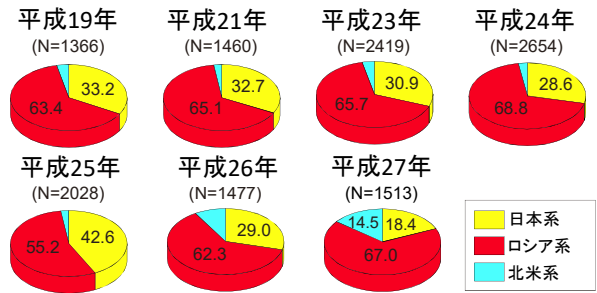


- 過去9回の調査結果の中央値
- H23-25年よりも増加→小型化傾向は解消

遺伝子および耳石温度標識による
系群の解析
(H27年調査の結果)

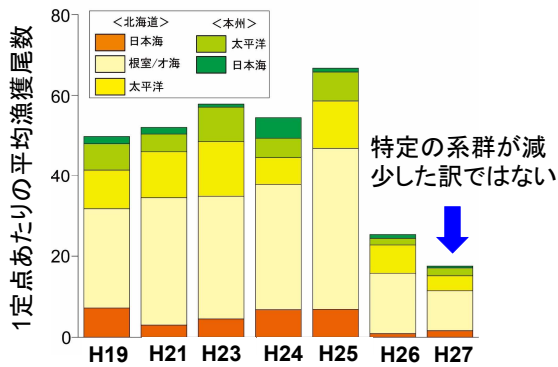


ベーリング海におけるサケ未成魚の系群組成



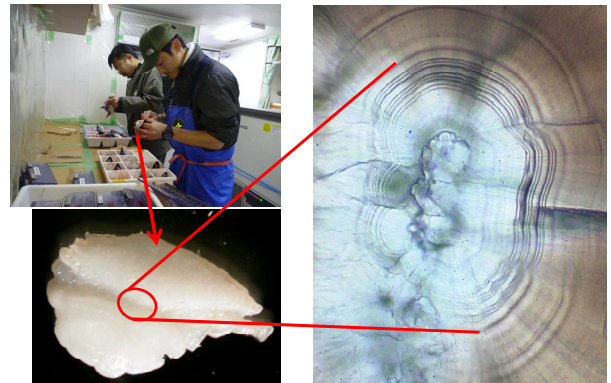
- 平成19-26年: 日本系30%前後, ロシア系65%前後
- 平成27年: 日本系18.4%, ロシア系67%, 北米系14.5%
→ 日本系サケの割合が過去最も少ない

ベーリング海における日本系サケ未成魚の系群豊度

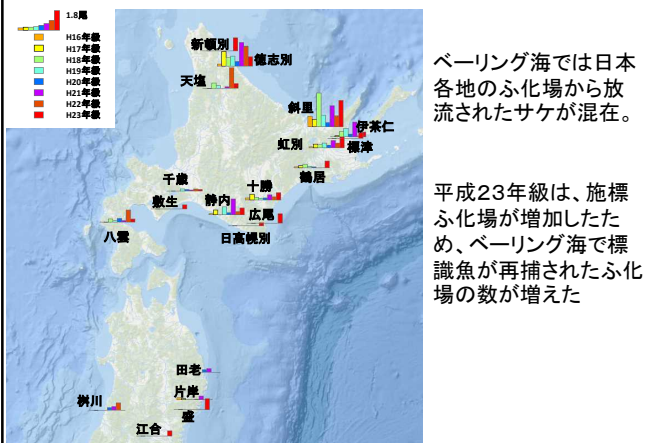


- 全ての地域で豊度が低い状態
- 北海道根室・オホーツク海系と太平洋系の豊度が減少

ベーリング調査における
耳石温度標識魚の再捕について



放流100万尾あたりの耳石温度標識魚再捕数



平成28年ベーリング海調査の状況

- 平成28年の平均漁獲尾数は平成26-27年から増加
- 表面水温は依然として高水温傾向が続いている
- 小型の動物プランクトンの湿重量は増加
- サケの太り具合は平年並み

系群の動向では

- 平成27年のロシア系の比率はそれほど変わらないが、日本系の減少と北米系の増加が顕著
- オホーツクで放流された耳石標識魚はベーリングで捕獲される割合が高い傾向

今年の秋サケ来遊見通しについて

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構
さけます・内水面水産試験場 さけます資源部

昨年（平成 28 年）の来遊状況

平成 28 年（2016 年）の全道への秋サケ来遊数（沿岸での漁獲数と河川での捕獲数の合計）は 2,579 万尾と平成 4 年の 2,755 万尾を下回り、平成以降では最も少ない来遊数に留まりました（図 1）。年齢別に見ると、5 年魚（平成 23 年生まれ）は 1,366 万尾（前年比 149%）と最近としては平均的な来遊数であったのに対して、主群である 4 年魚（平成 24 年生まれ）は 1,069 万尾（前年比 43%）、3 年魚（平成 25 年生まれ）は 85 万尾（前年比 50%）といずれも平成以降では最も少ない来遊数でした。これらのことから昨年の不漁は主群である 4 年魚の来遊不振が要因と考えられました。

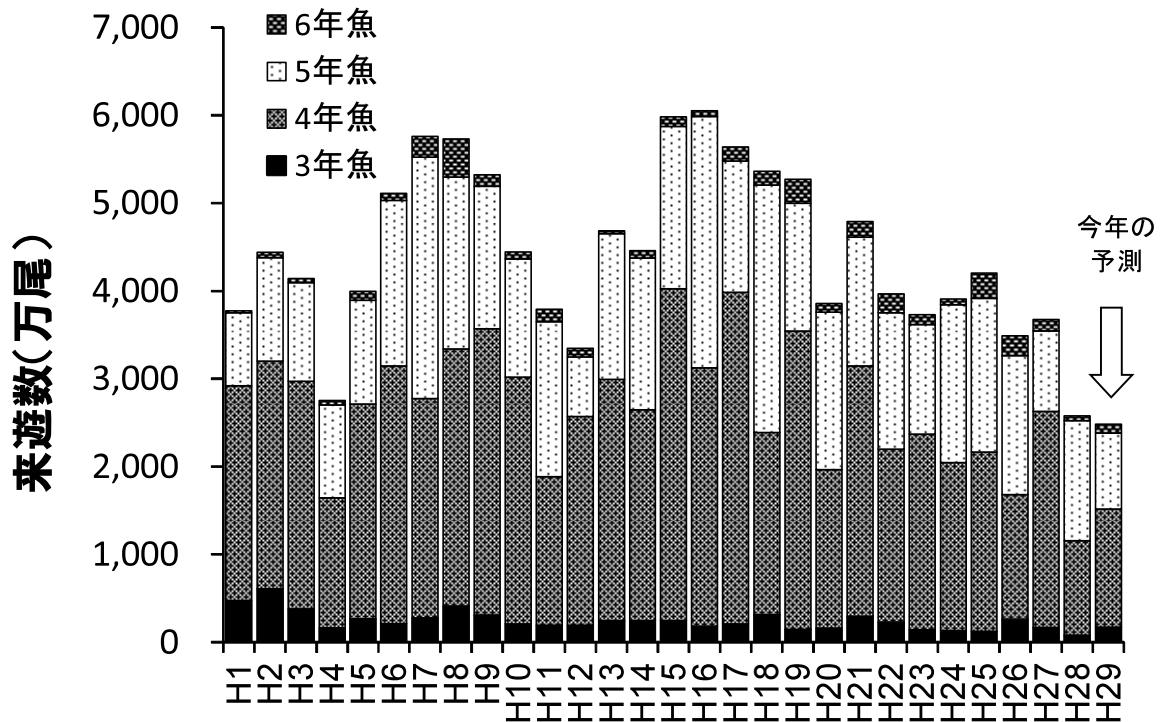


図 1 最近の北海道へのサケの（年齢別）来遊数の推移

今年（平成 29 年）の来遊予測

今年（平成 29 年）の全道への来遊数は 2,480 万 6 千尾と予測され、昨年に引き続き、3,000 万尾を下回る大変厳しい予測となっています（図 1）。昨年は多くの海区で 4 年魚の来遊数が平成以降で 1～3 番目に少なかったため、今年の 5 年魚は昨年を下回ると予測されます。一方、昨年の 3 年魚も平成以降で最も少なかったものの、今年の 4 年魚は極端に少なかった昨年を上回る予測となっています。

地区別の来遊予測値については、北海道立総合研究機構さけます・内水面水産試験場のホームページをご覧ください（<http://www.fishexp.hro.or.jp/cont/hatch/index.html>）。

平成 29 年度山形県のサケ来遊予測

山形県水産試験場

昨年（平成 28 年度）の来遊状況（図 1）

- 沿岸漁獲は 6.8 万尾（前年度比 49%、平年比 86%）であった。
- 河川捕獲は 8.0 万尾（前年度比 43%、平年比 62%）であり、ここ 10 年間で 2 番目の少なさであった。
- 沿岸来遊（沿岸漁獲と河川捕獲の合計）は 14.8 万尾（前年度比 46%、平年比 71%）であった。

* 平年比は過去 10 年間の平均値との比率

今年（平成 29 年度）の来遊予測（図 1、2）

- 沿岸来遊は昨年（H28）を下回る 8.2 万尾（前年度比 56%、平年比 45%）と予測される。
- 減少予測の主な理由としては、昨年、平成 25 年級群である 3 年魚が少なかったことから、シブリング法により、今年、主体となる同年級群の 4 年魚が昨年を下回ると計算されるためである。
- 予測値は、沿岸漁獲は過去 19 年間、河川捕獲は 17 年間記録しなかった低水準となっている。

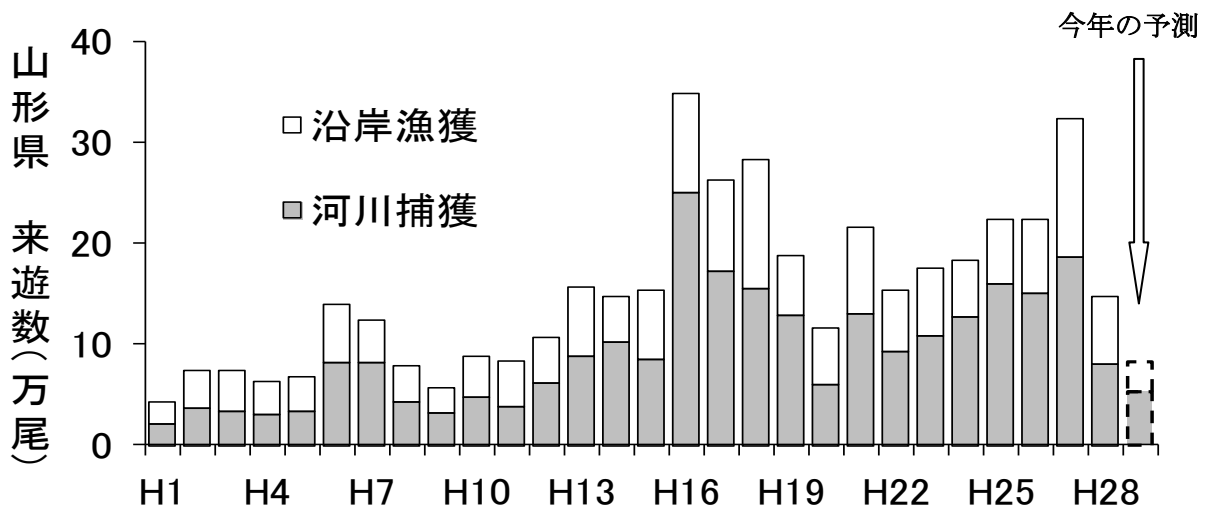


図 1 近年の山形県へのサケ来遊数の推移と今年の予測

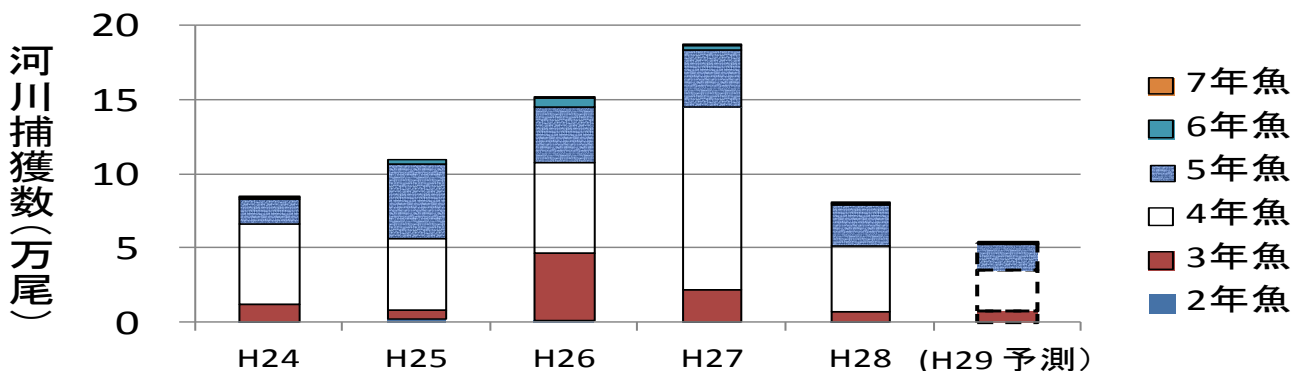
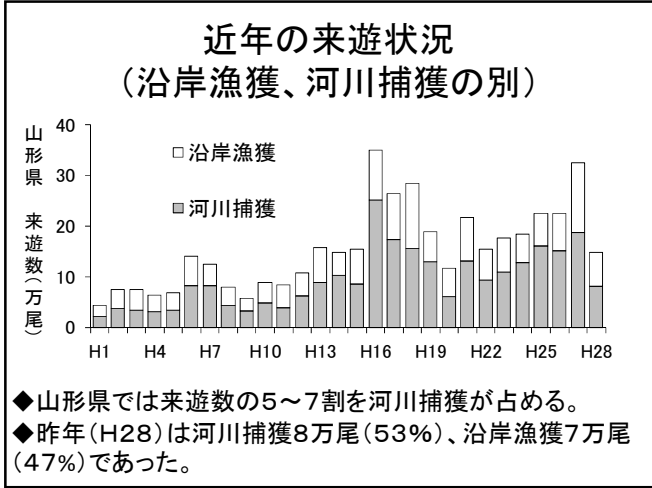
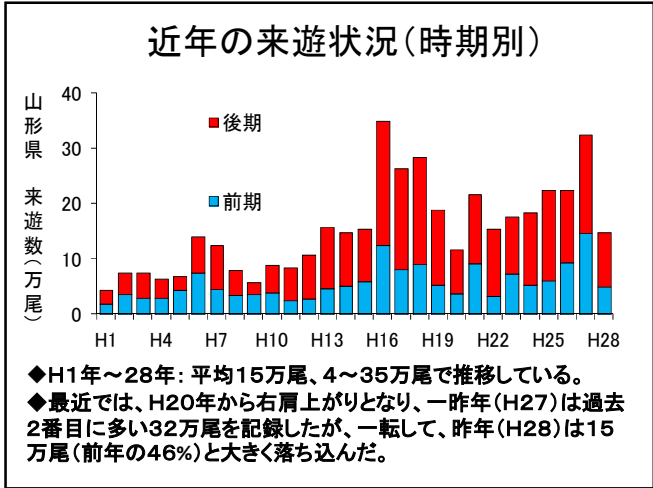


図 2 山形県における河川捕獲の年齢組成

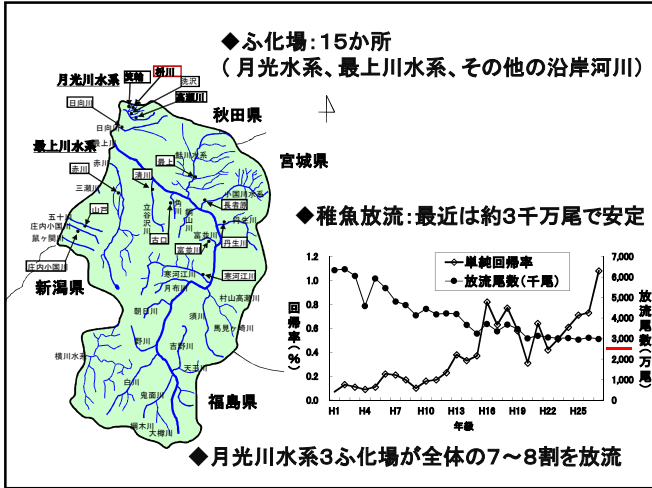


- ## 平成29年度山形県のサケ来遊予測
1. 近年の来遊状況
 2. ふ化場、稚魚放流数
 3. 回帰年齢と魚体サイズ
 4. 今年の来遊予測

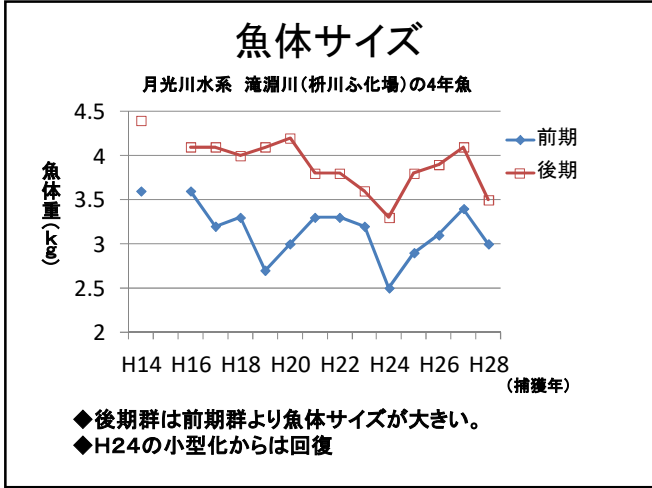
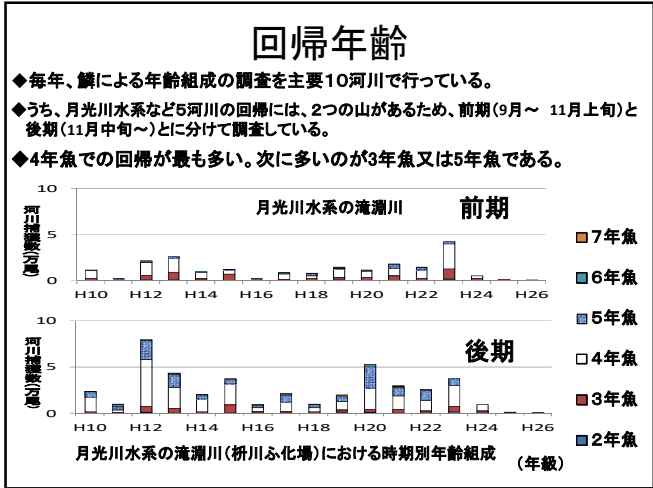
1. 近年の来遊状況について



2. ふ化場、稚魚放流数について



3. 回帰年齢と魚体サイズについて



4. 今年(H29)の来遊予測について

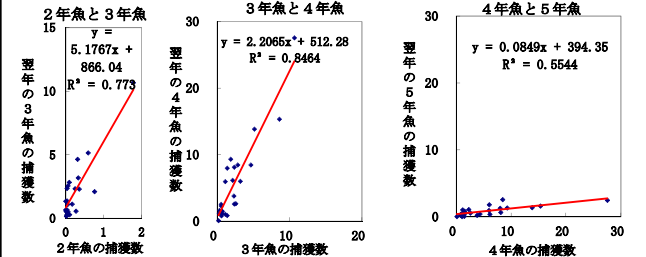
予測方法

- ◆河川捕獲は河川毎にシプリング法を適用して積算
- ◆沿岸漁獲は河川捕獲との実績比から計算

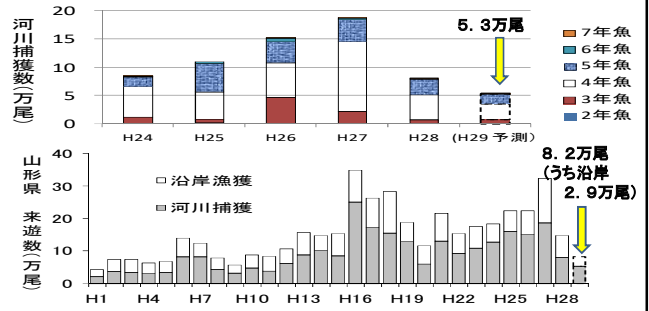
◆シプリング法

- ・同一年生まれ(同一年級群)の年齢の異なる回帰魚(2~5年魚)の資源(尾数)に、正の相関があることを利用した推測方法。
- ・前年の年齢別捕獲尾数を関係式にあてはめて、翌年の各年齢の回帰尾数を計算する。

- ◆一例:月光川水系 滝淵川(前期)における関係式 単位:千尾



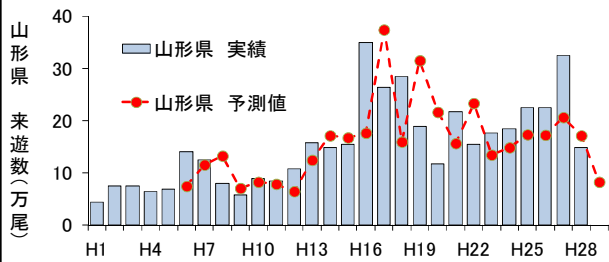
今年(H29年)の来遊予測



- ◆今年(H29)の来遊は、昨年の3年魚(H25年級)が少なかったことから、主体となる4年魚(同年級)が昨年を下回り、8.2万尾となる予測である。

- ※一昨年(H27)の記録的な豊漁は、4年魚(H23年級)の多さが主因である。
- ※昨年(H28)の落ち込みは、4年魚(H24年級)が少なかったことに加え、5年魚(H23年級)が伸びなかったことによる。

予測精度の向上(課題)



- ◆シプリング法の関係式は昭和40年代から蓄積した年齢組成データを用いて作成している。

- ◆用いるデータを直近20年にするなど、関係式の検討を行う。

- ◆稚魚の沿岸滞留期の環境(水温、動物プランクトン)との関連も検討する。

平成29年度山形県のサケ来遊予測(まとめ)

1. 近年の来遊状況

- 1) 平成元年以降、4~35万尾、平均15万尾
- 2) 一昨年(H27)は過去2番目に多い32万尾を記録
- 3) 昨年(H28)は一転して、15万尾(前年の46%)に落ち込む。

2. ふ化場と稚魚放流数

- 1) 現在15ヶ所のふ化場が稼働(月光川水系、最上川水系、その他の沿岸河川)
- 2) 月光川水系が全体の7~8割を放流
- 3) 最近では約3千万尾の安定放流
- 4) 昨年、月光川水系に北海道の技術を導入したふ化場が完成(新川ふ化場)

3. 回帰年齢と魚体サイズ

- 1) 回帰魚の主体は4年魚。後期群は5年魚の割合が高くなる。
- 2) 魚体サイズは後期群が大きい。H24の小型化からは回復

4. 今年(今年)の来遊予測

- 1) 前年の年齢別捕獲数からシプリング法により予測。
- 2) 今年(今年)は昨年をさらに下回る8万尾という予測(前年比 56%、平年比45%)

ご静聴ありがとうございました。

本発表にあたり、日本海区水産研究所をはじめ、関係者の皆様から資料提供、御助言を頂きました。この場を借り、お礼申し上げます。

三陸沿岸域の海洋環境とサケ回帰率の関係

和川 拓（水研機構日水研），玉手 剛（標津サーモン科学館）
黒田 寛（水研機構北水研），伊藤進一（東大気海洋研），寛 茂穂（水研機構東北水研）
山野目健（岩手沿岸広域振興局），児玉琢哉（岩手水技セ）

1. はじめに

寒流である親潮・沿岸親潮や暖流である津軽暖流・黒潮続流が沖合域から複雑に流入する岩手県沿岸域の水温・塩分などの海洋環境は，季節変動や経年変動が大きい（例えば，Hanawa and Mitsudera, 1987；Wagawa et al., 2015）。

日本第2位の水揚げで，岩手県の主要な沿岸漁業資源であるサケ（シロザケ）の成長には，稚魚が降海して沿岸域に滞留する時期（5-6月）における海洋環境が重要であると知られており（例えば，入江1990），沿岸域の海洋環境の大きな変動はサケの生残に重大な影響を及ぼすと考えられる。しかし，その関係は，海洋観測資料を用いて十分に検証されてきてはいない。

本研究では，長期間に渡り継続的に実施されてきた岩手県沿岸定線のCTD観測資料を用いて，沿岸域における海洋環境と3年後のサケの回帰率の関係を調べた。

2. 観測概要と解析資料及び解析方法

岩手県水産技術センターがほぼ毎月実施している岩手県沿岸定線観測の，1998-2010年における水深1m毎のCTD資料を解析した（図1）。また，2001-2013年の岩手県サケ回帰率資料（岩手県水産技術センター年報）を用いた。

水塊分類にはHanawa and Mitsudera (1987)の方法を用いた。

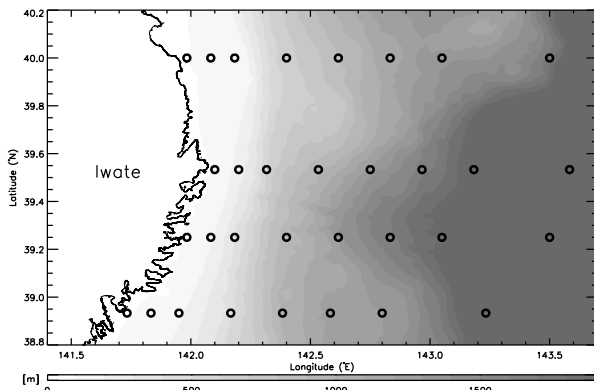


図1: 岩手県沿岸定線（北から順番に黒埼定線，とどヶ崎定線，尾埼定線，栴島定線）のCTD観測点（印）。背景の灰色領域は等水深領域を示す。

3. 結果と考察

図2に，2006年と2008年のサケ稚魚沿岸滞留期（5-6月）における，尾埼定線の水温と塩分の鉛直断面を示す。サケ回帰率は2010年付近を境に1.0%以

上から0.5%以下へ低下し（図3），低下の前後の2009年と2011年に回帰したサケは，それぞれその3年前の2006年と2008年における沿岸滞留期の海洋環境の影響を受けたと考えられる。2006年は，低温・低塩な親潮水や表層水が水平・鉛直的にほぼ全域で支配的に分布していた。一方，2008年は，高温・高温な津軽暖流水や黒潮水が沖合域の表層から亜表層（水深0-100m）に多く分布し，陸棚上でも表層（水深0-10m）では13°C以上の高温水が分布していた。

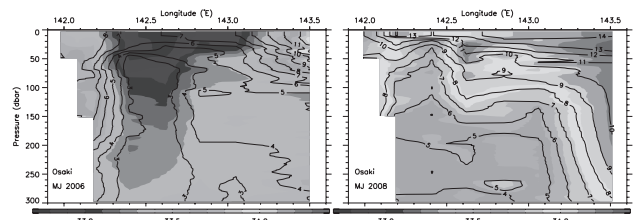


図2: 2006年（左図）と2008年（右図）の5-6月における尾埼定線の水温（等値線）と塩分（灰色）の鉛直断面

図3に，岩手県のサケ4歳魚回帰率，沿岸滞留期（3年前の5-6月）における全観測点で水平・鉛直的に空間平均した暖水比（津軽暖流水と黒潮水の頻度の和と親潮水と沿岸親潮水の頻度の和の比，と定義），PDO（北太平洋十年規模振動）やALPI（アリューシャン低気圧指数）の経年変化を示す。2010年付近で1.0%以上から0.5%以下へ低下したサケ回帰率に一致して，沿岸滞留期における暖水比は増加していた。この結果は，サケの稚・幼魚期における過度の高温・高塩な海洋環境が成長・生残に不利な影響を及ぼすという過去の生態学的な研究結果（例えば，入江1990）と整合し，沿岸滞留期における大幅な水温度・塩分の上昇が3年後の回帰率へ悪影響を及ぼすことを示唆する。

相関解析においても，サケ回帰率と沿岸滞留期における暖水系水頻度比の経年変化は有意な関係を示した（Spearmanの順位相関 $\rho \approx -0.69$ ， $P < 0.05$ ）。これらの結果は，海洋観測による情報を用いた，回帰数の予測精度の向上にも貢献しうる。

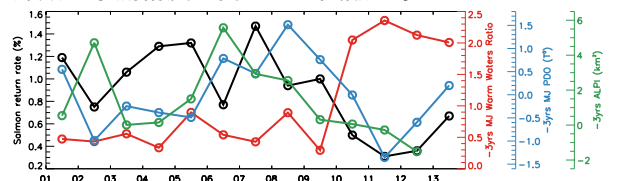


図3: 岩手県のサケ回帰率（黒色），3年前の5-6月における全観測点で水平・鉛直平均した暖水比（津軽暖流水+黒潮水）/（親潮水+沿岸親潮水）；赤色），PDO（青色），塩分（緑色）の時系列。

三陸沿岸域の海洋環境とサケ回帰率の関係

和川 拓 (水研機構日水研)
 玉手 剛 (標津サーモン科学館) 黒田 寛 (水研機構北水研)
 伊藤進一 (東大大海洋研) 笈 茂穂 (水研機構東北水研)
 山野目 健 (岩手沿岸広域振興局) 児玉 琢哉 (岩手水技セ)

さけます報告会 Aug 1, 2017

SALMON 情報, 11, 3-6, 2017.

Relationship between coastal water properties and adult return of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) along the Sanriku coast, Japan. *Fish. Oceanogr.*, **25**, 598-609, 2016.

食料生産地域再生のための先端技術展開事業 (農林水産技術会議)
 「天然資源への影響を軽減した持続的な漁業・養殖業生産システムの実用化・実証研究: 沖合・沿岸海洋環境情報統合システムの実証研究」

1 はじめに

- 岩手県サケと海洋環境
- 岩手県サケの母川回帰
- 目的と焦点

2 観測概要及び解析資料と解析手法

- 観測概要及び解析資料

3 結果

- 表層の流れ場: 全期間平均と季節平均
- 2006年と2008年の5~6月の鉛直断面: とどヶ崎・尾崎定線
- 2006年と2008年の $t-z$ 断面: 尾崎定線陸棚上
- 2006と2008年の水塊の季節変化
- サケ回帰率・3年前の暖水比・PDO・ALPIの経年変化
- 相関係数の鉛直断面: とどヶ崎・尾崎定線

4 まとめ

岩手県サケと海洋環境

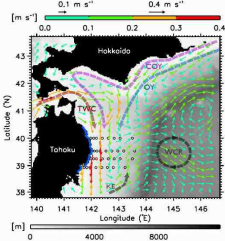
サケ (シロザケ): 岩手県の主要な沿岸漁業資源

- 稚魚が降海して沿岸域に滞留する春季 (5-6月) における海洋環境が重要 (例えば, 入江, 1990; Saito & Nagasawa, 2009): 主に水温・海面の情報のみ

岩手県沿岸域の海洋環境

- 寒流の親潮や沿岸親潮, 暖流の津軽暖流や黒潮続流など複数の海流が沖合域から流入し, 季節変動や経年変動が大きい (例えば, Hanawa & Mitsudera, 1987; Wagawa et al., 2015)
 - 外洋に張り出した海岸地形
- 沿岸域の海洋環境の大きな変動: サケの成長・生残 (回遊経路)・回帰に大きな影響を及ぼすと考えられる
- PDO など大洋規模の平均的な海洋環境 (気候) とサケの回帰率の関係: 例えば, Hare et al. (1999); Irvine & Fukuwaka (2011)

沿岸域の海洋観測資料を用いた客観的な解析により十分に示されてはいない

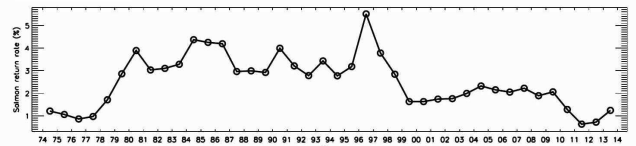


岩手県サケの母川回帰

サケの降海から母川回帰 (例えば, 入江 1990; Saito & Nagasawa, 2009)

- n年4~5月: 河川・沿岸放流
- n年5~6月: 沿岸滞留 (高温・高塩な環境は成長・生残に不利)
- n年夏季~秋季: オホーツク海
- n年冬季~n+1年6月: 西部北太平洋で越冬
- n+1年冬季~n+2年6月: ベーリング海で越冬
- n+3年秋季: 母川回帰

大きな経年変化



- 1980年代: 増加 ⇒ 人工放流数の安定
- 1990年代: 減少 ⇒ レジームシフト?
- 2000年代: さらなる減少 ⇒ 不明

目的と焦点

目的

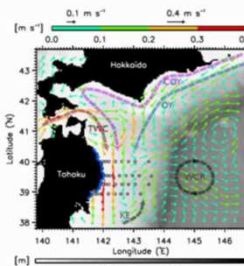
- 長期間・鉛直高解像度資料を用いて, 岩手県沿岸域の海洋環境と3年後のサケの回帰率の関係を解明

焦点

- サケ沿岸滞留期の海洋環境・3年後の母川回帰
- 経年変化
- (気候的な描像ではなく) 沿岸域の直接的な海洋観測に基づく
- 塩分資料付加による水塊情報
- 鉛直構造

岩手県水産技術センターの精力的な海洋観測, 資料の復元・提供

観測概要及び解析資料



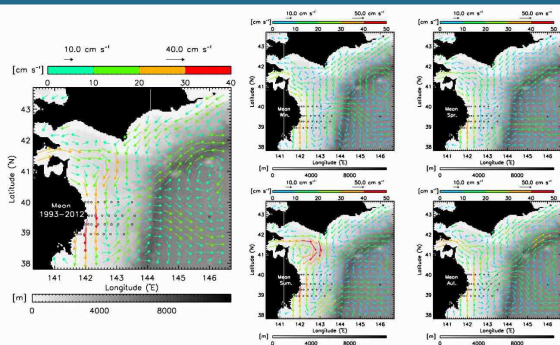
蓄積された岩手県沿岸定線 CTD

- 1998年~2010年, ほぼ毎月の13年間分
 - 津波で流失した資料を復元
- 北から順番に, 黒崎定線, とどヶ崎定線, 尾崎定線, 樺島定線
- 水深1m間隔
- 岩手丸 (岩手県水技セ)

岩手県サケ4歳魚回帰率

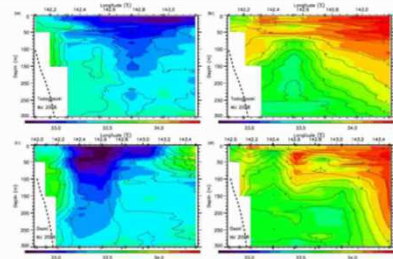
- 4歳魚推定回帰尾数/放流数 × 100
- 2001年~2013年の13年間分
- 岩手県水産技術センター年報より

表層の流れ場：全期間平均と季節平均



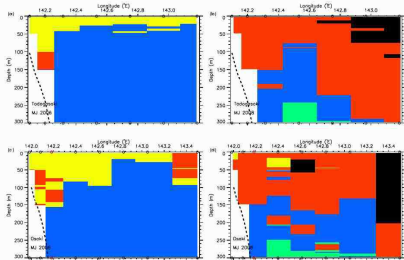
- ⇨ 親潮：冬季/春季に卓越
- ⇨ 津軽暖流：秋季に卓越
- ⇨ 黒潮統流（+切離れた暖水塊）：間欠的に侵入

2006年と2008年の5～6月の鉛直断面：とどヶ崎・尾崎定線



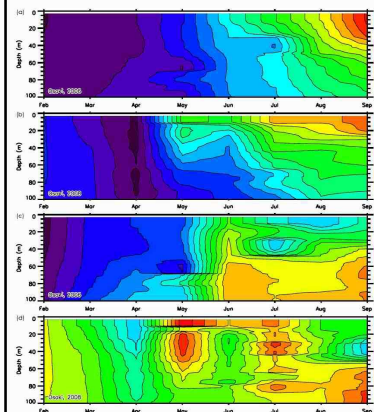
- ⇨ 水温（等値線）と塩分（カラー）
 - ⇨ とどヶ崎・尾崎定線：山田湾（津軽石川など）の近く
- ⇨ 2006年：低温・低塩な海洋環境の水が支配的
 - ⇨ 2009年度（4歳魚回帰率が高い時期）に戻ってきた4歳魚が放流された年の春季に対応
- ⇨ 2008年：高温（>13°C）・高塩な海洋環境の水が陸棚上まで
 - ⇨ 2011年度（4歳魚回帰率が急激に低下した時期）に戻ってきた4歳魚が放流された年の春季に対応

2006年と2008年の5～6月の鉛直断面：とどヶ崎・尾崎定線



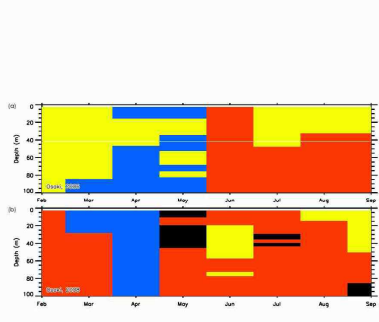
- ⇨ Hanawa & Mitsudera (1987) による水塊分類
 - ⇨ 親潮水：青色、沿岸親潮水：紫色（本断面では観測されず）、津軽暖流水：赤色、黒潮統流水：黒色、下層冷水：緑色、表層水：黄色
- ⇨ 2006年
 - ⇨ 50m以浅：親潮水+表層水
 - ⇨ 低温・低塩水
- ⇨ 2008年
 - ⇨ 50m以浅：津軽暖流水+黒潮統流水
 - ⇨ 高温・高塩水

2006年と2008年のt-z断面：尾崎定線陸棚上



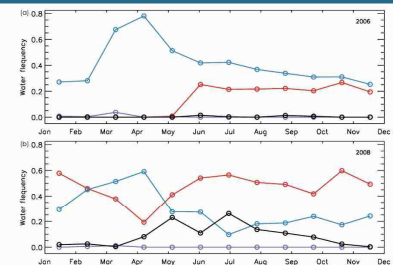
- ⇨ 陸棚上の点における水温と塩分の鉛直分布の季節変化
- ⇨ 2006年：5・6月頃まで低温・低塩水（サケの好適環境）が陸棚上を支配
- ⇨ 2008年：5月に表層で高温（~14°C）・高塩水が侵入

2006年と2008年のt-z断面：尾崎定線陸棚上

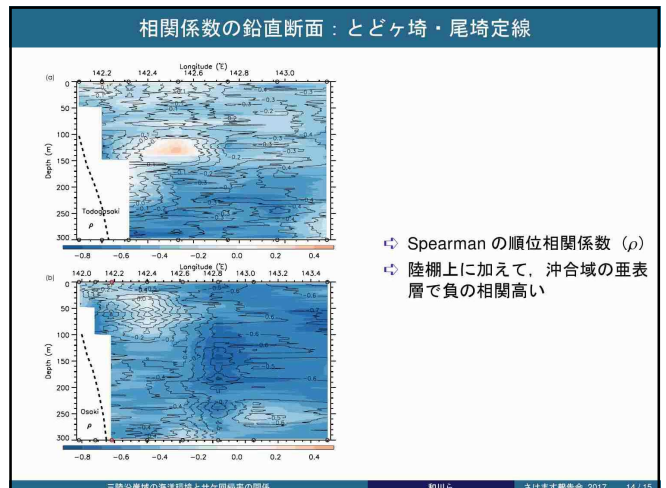
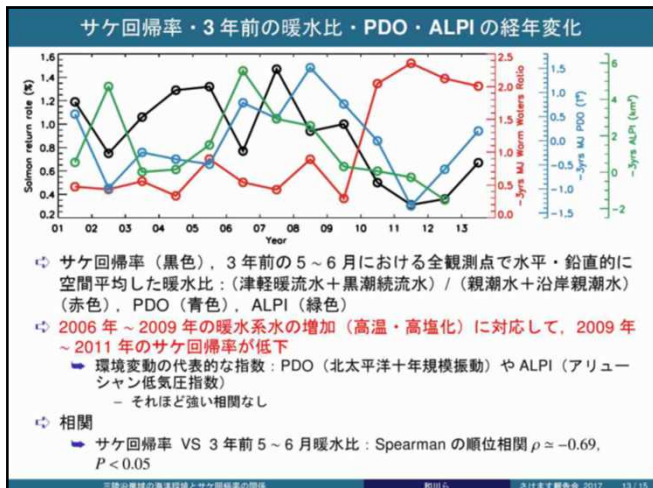


- ⇨ 陸棚上の点、Hanawa & Mitsudera (1987) による水塊分類
 - ⇨ 親潮水：青色、沿岸親潮水：紫色（本断面では観測されず）、津軽暖流水：赤色、黒潮統流水：黒色、下層冷水：緑色、表層水：黄色
- ⇨ 2006年：5・6月頃まで低温・低塩水：親潮水+表層水
- ⇨ 2008年：5月表層の高温（~14°C）・高塩水：津軽暖流水+黒潮統流水

2006と2008年の水塊の季節変化



- ⇨ Hanawa & Mitsudera (1987) に基づく水系分類
- ⇨ 青色：親潮水、紫色：沿岸親潮水、赤色：津軽暖流水、黒色：黒潮統流水
- ⇨ 全測点・全層・全定線
- ⇨ 2006年
 - ⇨ 親潮水が1年を通して支配的、3月に沿岸親潮水が表層に侵入、黒潮水はほぼなし
- ⇨ 2008年
 - ⇨ 津軽暖流水が1年を通して多い、5月に黒潮水が表層に侵入、沿岸親潮水はほぼなし



まとめ

◻ 長期間かつ継続的な岩手県沿岸定線 CTD 観測資料を用いて, 沿岸域における海洋環境と3年後のサケの回帰率の関係を調査
 ◻ 岩手県サケの沿岸滞留期の海洋環境の高温・高塩化と, 3年後のサケ回帰率の低下が対応
 ↳ 岩手水産技術センターによる卓越した海洋観測観測実績
 ↳ 塩分 (水塊) 情報と鉛直構造
 ↳ 海洋学と生態学による学際的な研究

課題

◻ 沿岸滞留期における海洋環境がサケ幼魚の生残へ及ぼす影響, の具体的なメカニズム
 ↳ 初期餌料? 成長速度?
 ◻ 沿岸域の海洋環境の予測: サケ放流適期推定の改良
 ◻ 他の沿岸域への応用性
 ◻ 東日本大震災後にまたレジーム変わる?

和川ら 2017 15 / 15

地域個体群による仔稚魚の発育と飼育開始時期について

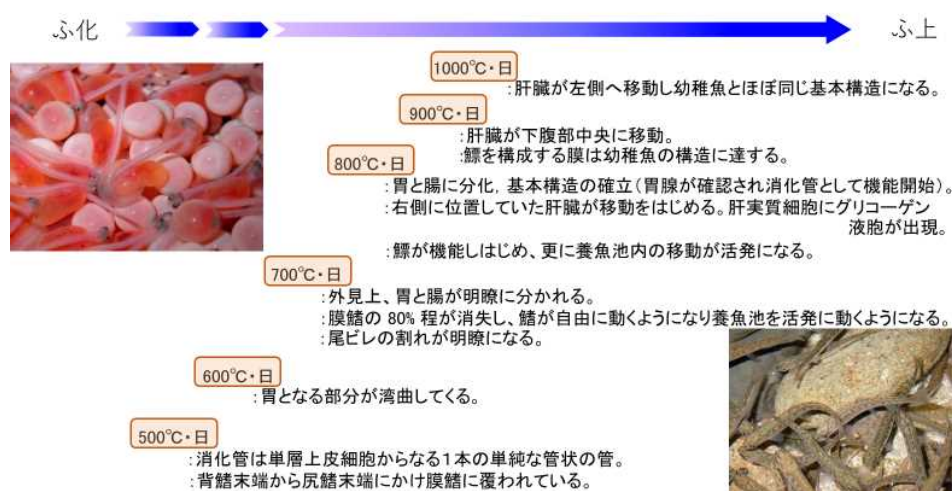
国立研究開発法人 水産研究・教育機構
北海道区水産研究所さけます生産技術部
虹別さけます事業所 大本 謙一

近年の集団遺伝学的解析により日本系サケは本州に2つ（本州太平洋、本州日本海）、北海道には5つ（北海道オホーツク、根室海峡、北海道日本海、北海道太平洋東部、北海道太平洋西部）の遺伝的に異なる地域集団があることが示されています。各地域個体群は生まれ育った生息環境に適応した生物特性を持つと考えられます。しかし日本では地域個体群の特性が十分理解されておらず、とくに発生学的なアプローチをした研究は見当たらずサケの仔稚魚管理においては、これを把握することが重要と考えます。

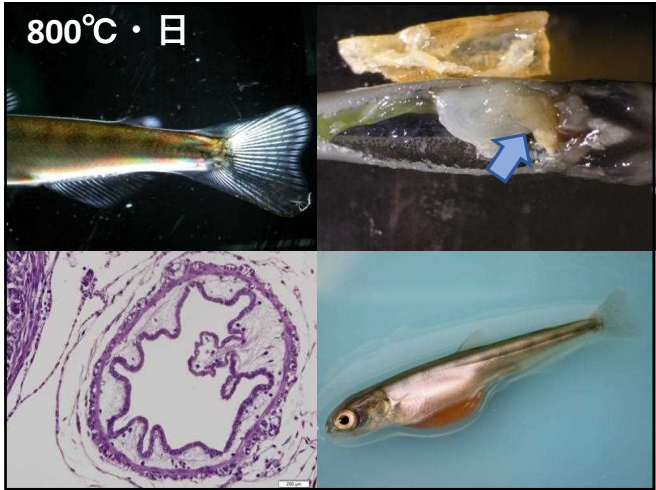
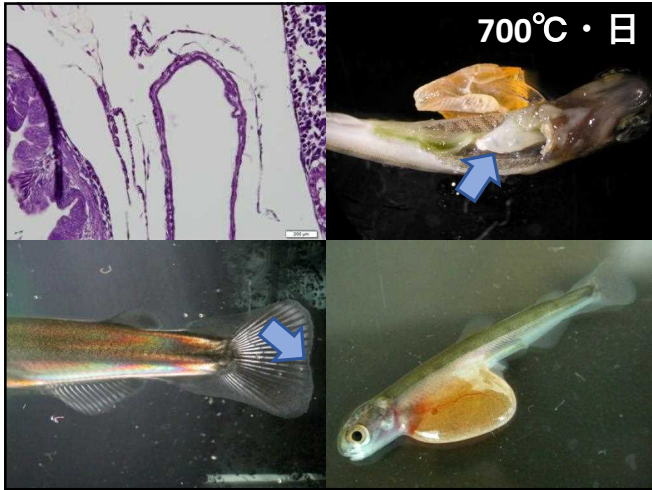
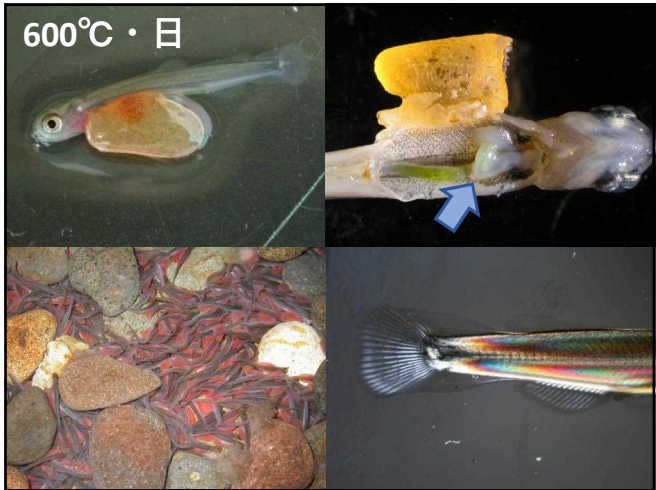
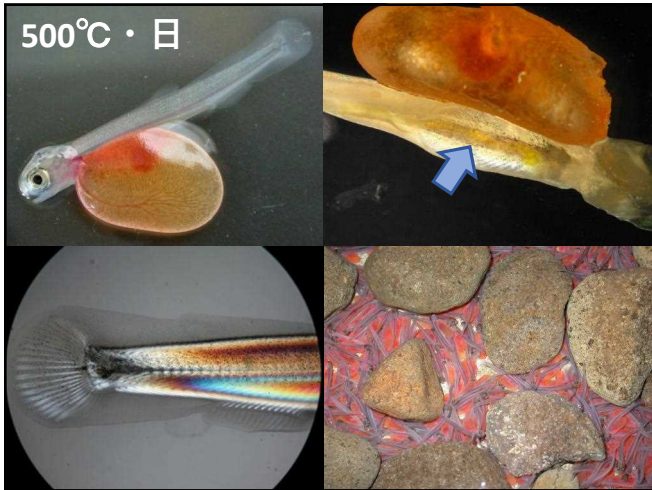
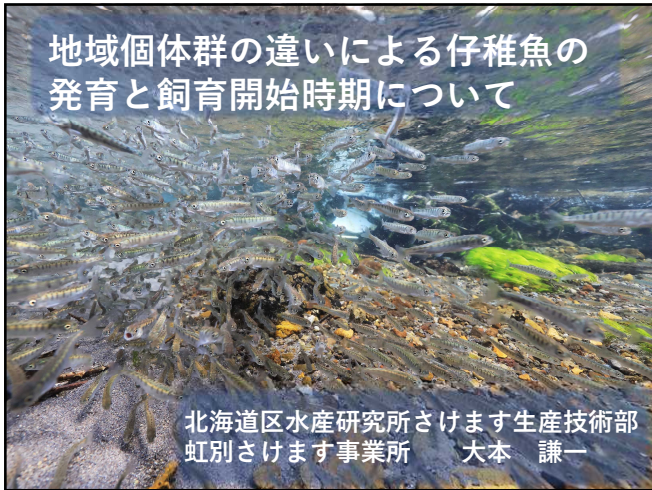
そこで、筆者が勤務した複数のふ化場で把握したサケ仔魚の発生の違いや、ふ上のタイミング、飼育開始（餌つけ開始）時期などについて調べました。

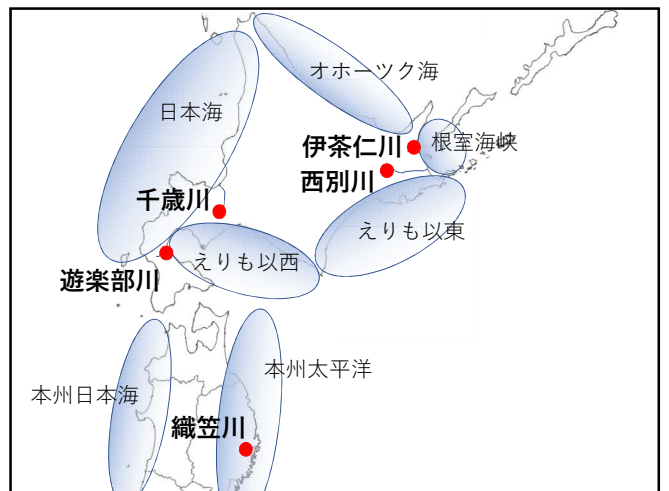
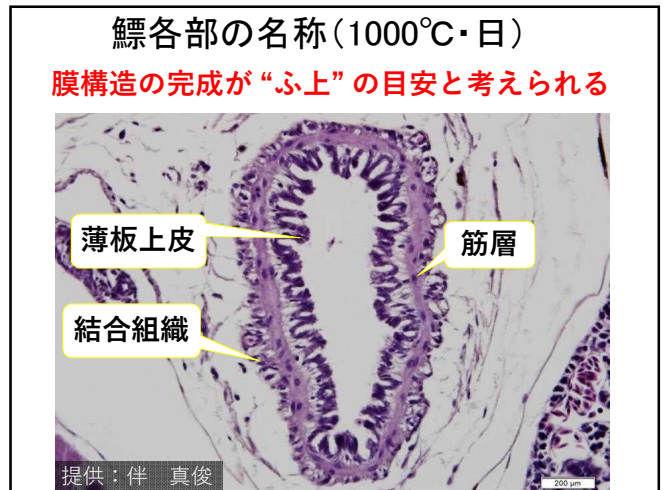
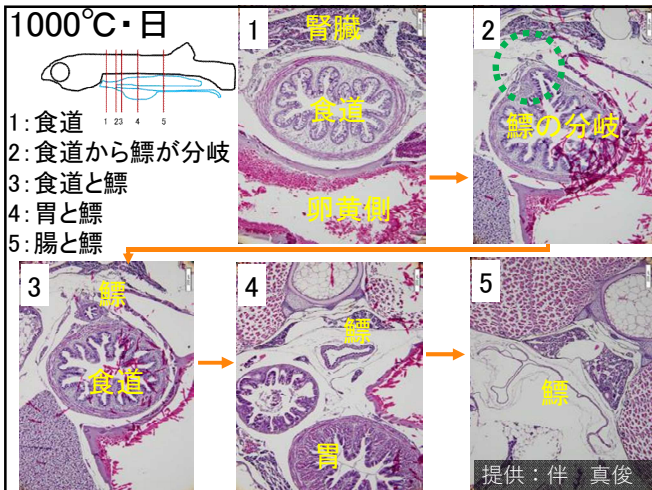
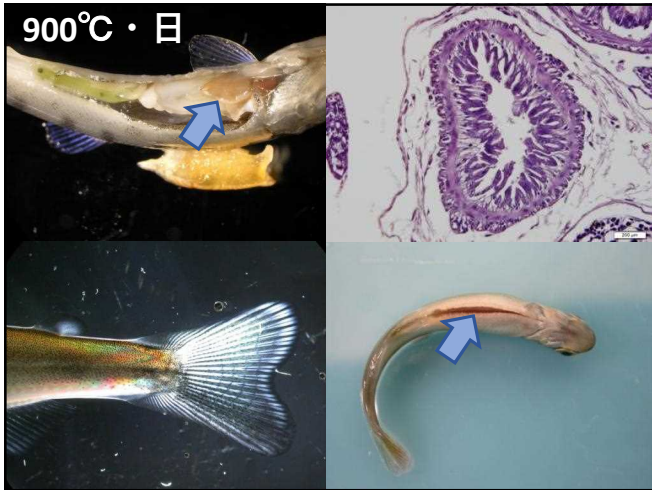
その結果、鰓を構成する膜は積算温度 $900^{\circ}\text{C}\cdot\text{日}$ で幼稚魚の構造に達することから、ふ上のタイミングはこのころと考えられました。ただし、時期、地域差はあるかもしれません。また、ふ化後、魚体重のピークが来る時期が餌付け開始の目安と考えられました。地域ごと、採卵期別でふ化した仔魚の発育特性が変わることから、ふ上、飼育開始時期（餌付け開始時期）のタイミングが違ふと考えられます。

これらのことから、適切な管理手法を確立するため各ふ化場の発育特性を細かく把握する必要があると考えられます。



サケ仔魚期の発育過程のイメージ

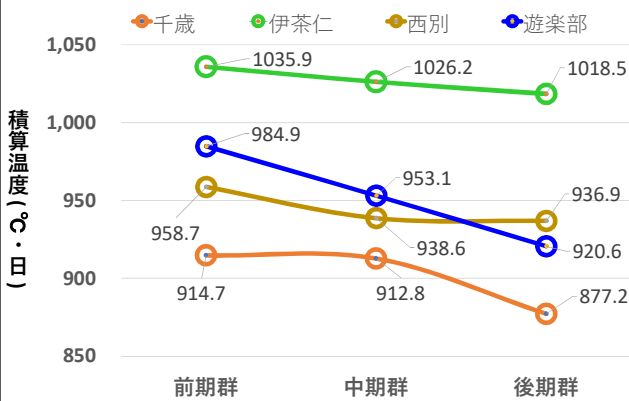




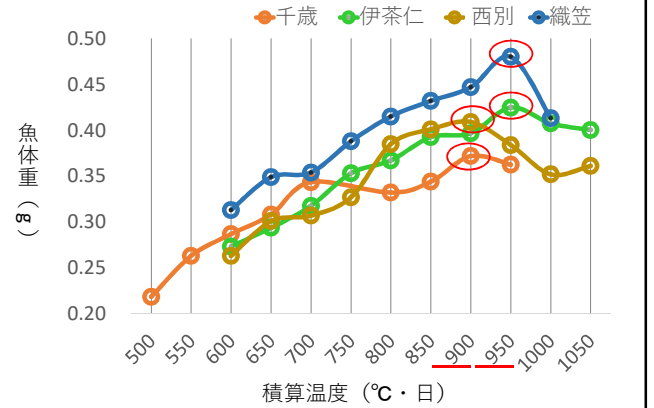
- ・地域個体群は生まれ育った生息環境に適応した生物特性を持つと考えられる。
- ・現在の日本では地域個体群の特性が十分理解されておらず、とくに発育学的アプローチをした研究はほとんどない。
- ・サケの仔魚・稚魚管理において、地域個体群の発育特性を把握することが重要と考えられる。



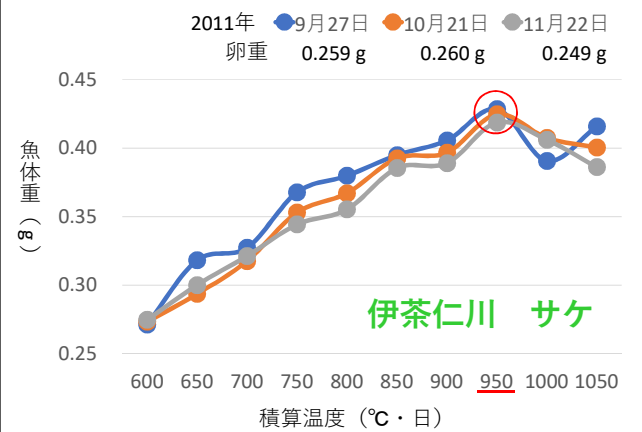
個体群の違いによる期別のふ上積算温度



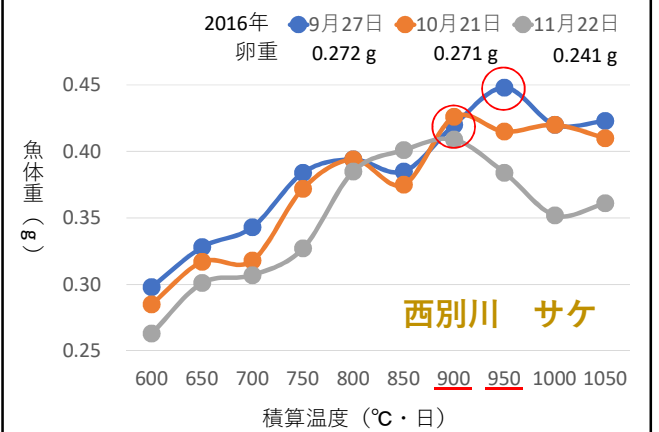
地域の違いによるサケ仔魚の発育の違い



採卵時期の違いによる仔魚の発育の違い



採卵時期の違いによる仔魚の発育の違い



飼育開始時期

ふ上後2週間目（約900°C・日）までの**体重が減少しはじめる前**。（餌つけ時期が前後しても放流時の体重にあまり差が出ない）

引用：サケ仔魚の初期成長と餌付け時期に関する研究、魚と水（16）

早い餌つけほど成長は良い。体重減少傾向からみると2週間目（約900°C・日）まで。

引用：さけますの餌つけ時期と初期成長-1、ヒメマス（淡水研日光）
さけますの餌つけ時期と初期成長-2、シロサケ（淡水研日光）

餌つけ開始が遅い群（1,015・1,063°C・日）



ピンヘッド状態で死亡する個体が多くなる

引用：サケの餌付け時期に関する検討、魚と卵（158）

※水温の高いふ化場は特に注意が必要

ま と め

- ・ 鰹：900°C・日で幼稚魚の構造
⇒ ふ上のタイミング（時期・地域差！？）
- ・ 魚体重のピーク時期 ⇒ 餌付け開始の目安
- ・ 地域・採卵期別の発育特性の違い
⇒ ふ上、飼育（餌付け）時期が異なる
- ・ 流程の長さによる発育特性の違い
- ・ **適切な管理手法を確立するため各ふ化場ごとの発育特性の把握必要**

耳石温度標識を用いて・・・

北海道区水産研究所 さけます生産技術部 技術課
戸嶋忠良

耳石温度標識は現在、北海道区水産研究所だけでなく、北海道内や本州太平洋側では宮城県、本州日本海側では富山県までのふ化場において様々な試験目的により使用されている。当該標識は標識有無を確認する上では大変手間の掛かる業務である。その反面、大量の個体へ標識を付けることができ、耳石バーコードの配列を変えることにより、多くの標識パターンを使い分けることが可能であるというメリットがある。この利点を生かして、現在、サケの耳石温度標識については、約90種類の耳石バーコードを約50か所のふ化場で使用している。今回は、耳石温度標識に関する業務を紹介するとともに、「耳石温度標識によって分かってきた事」や「耳石標識を用いたこれからの取り組み」を報告する。

「耳石温度標識によって分かってきた事」

○採卵時期の違いによるサケ親魚の遡上時期

斜里川の採卵時期を特定した標識放流群について回帰した親魚の旬別の捕獲割合を調べた結果、採卵旬又はその前旬が遡上のピークとなること、11月中旬の採卵群では想定していた回帰時期よりもかなり早い時期から遡上していることが推定された。

○ロシア調査船によるオホーツク海の調査結果


ロシア調査船によるオホーツク海の秋季調査結果における日本系耳石標識魚の分布数等の情報から、日本系サケの海洋生活1年目の夏～秋における回遊経路の模式図が示された。千島列島沿いにオホーツク海を北上し、カムチャッカ半島の西部で南に向かう経路が推定された。

「耳石標識を用いたこれからの取り組み」

○カラフトマス全数標識

カラフトマスの来遊数は最近減少傾向を示している。現在の標識割合である約20%を100%にすることにより、野生魚とふ化場魚とが明確に区別することができ、野生魚の資源状況を把握するとともに、地域毎に耳石バーコードを分けることにより地区単位で人工ふ化放流の効果を正しく評価することに貢献できると期待される。その取り組み事例を紹介する。

耳石温度標識を用いて・・・

 北海道区水産研究所 戸嶋 忠良

本日の話題

- 1：耳石温度標識とは
- 2：耳石温度標識によって分かってきた事
- 3：耳石標識を用いたこれからの取り組み

本日の話題

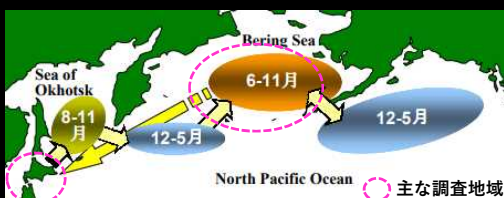
1：耳石温度標識とは

耳石温度標識の特徴

- ・サケ頭部の「耳石」に、**バーコード状の模様**を付ける技術
(成長の過程で水温を急激に下げると、その箇所のみ濃くなる)
- ・一度に**大量の個体(発眼卵)**に標識をつけることが可能
- ・バーコードの配列を変えることにより、**多くの標識パターン**を使い分けることが可能

耳石温度標識魚の採捕調査

放流した標識魚を河川内、北日本沿岸域、ベーリング海などで採捕



年間査定数 (サケ)

幼稚魚(国内)	10,000尾
ベーリング海未成魚	1,500尾
回帰親魚(国内)	12,000尾

耳石温度標識魚の割合は調査地域で差!

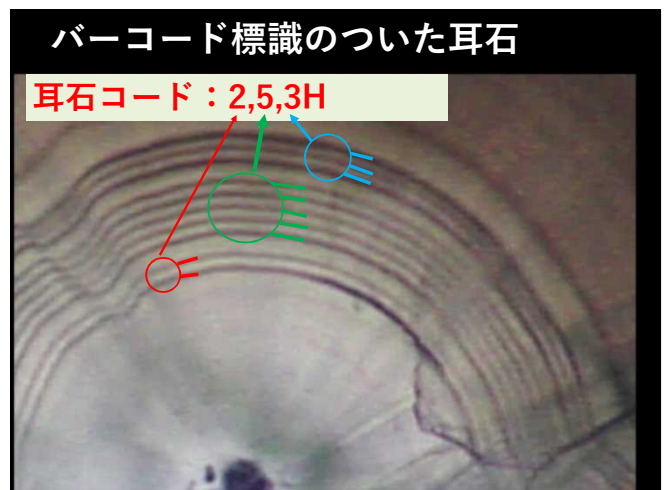
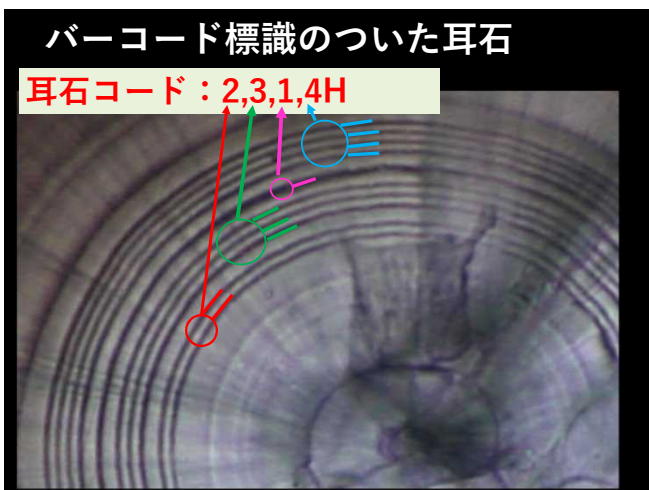
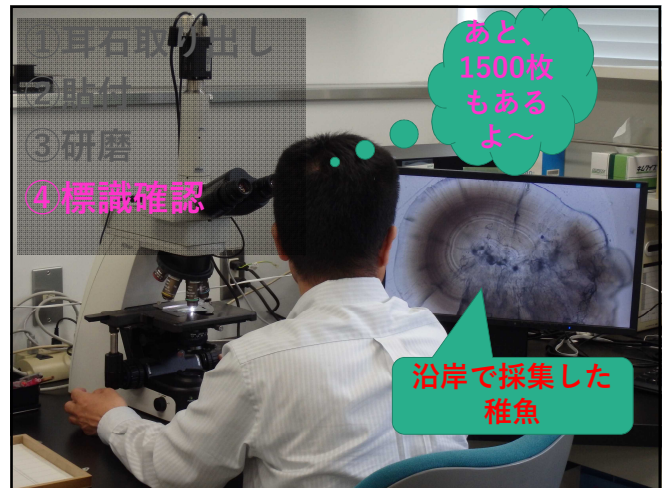
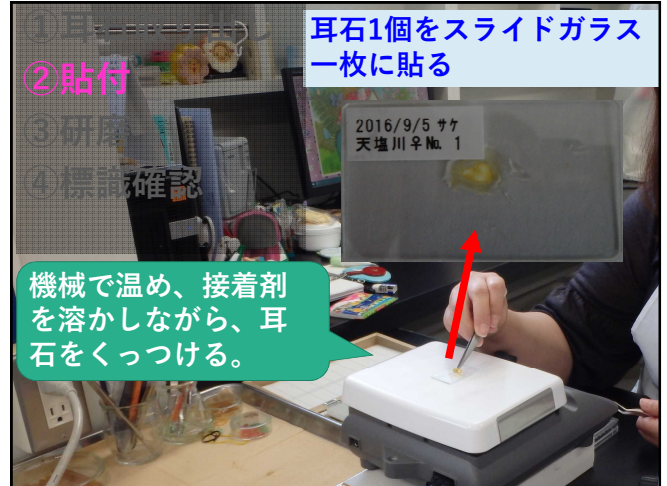
耳石温度標識魚の査定

査定方法 (流れ)

- ① 取り出し
- ② 貼付
- ③ 研磨
- ④ 標識確認

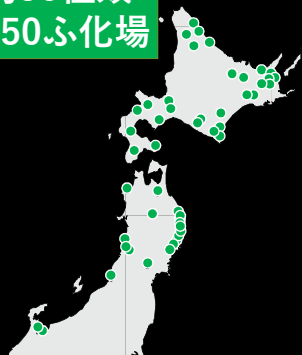
耳石温度標識魚の査定

- ① 取り出し
- ② 貼付
- ③ 研磨
- ④ 標識確認



耳石温度標識(サケ)の放流場所と放流数

約90種類
約50ふ化場



日本全体の
サケ放流数
約18億尾

サケ耳石温度
標識放流数
約2.5億尾

標識放流の割合
約14%

本日の話題

2：耳石温度標識によって分かってきた事

- (①)採卵時期の違いによるサケ親魚の遡上時期
- (②)ロシア調査船によるオホーツク海の調査結果

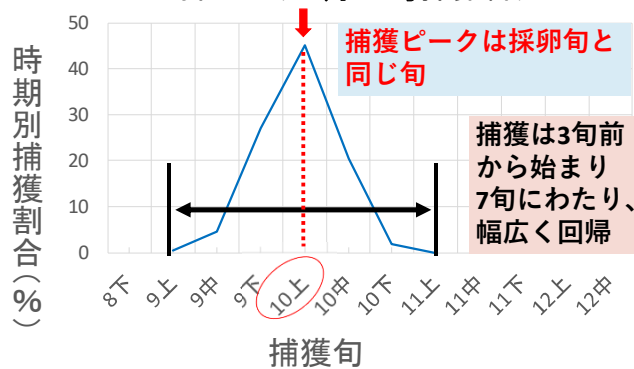
①採卵時期の違いによる サケ親魚の遡上時期

採卵時期を特定できる耳石温度標識
放流群について、回帰親魚の旬別捕獲
割合を調べた。

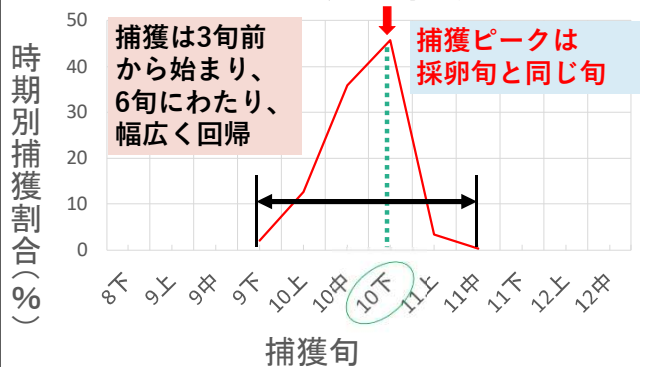
調査放流年級と放流群数

斜里川：平成15～21年級 24群

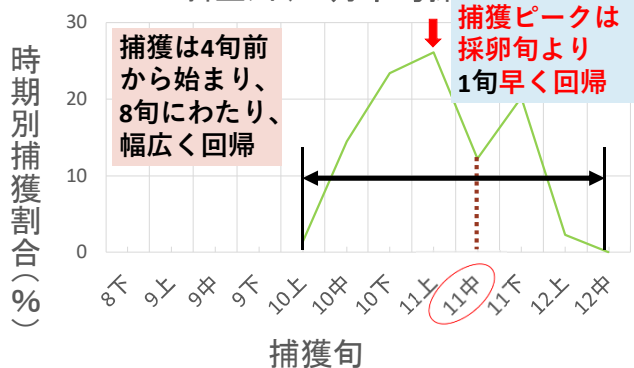
斜里川(10月上旬採卵群)

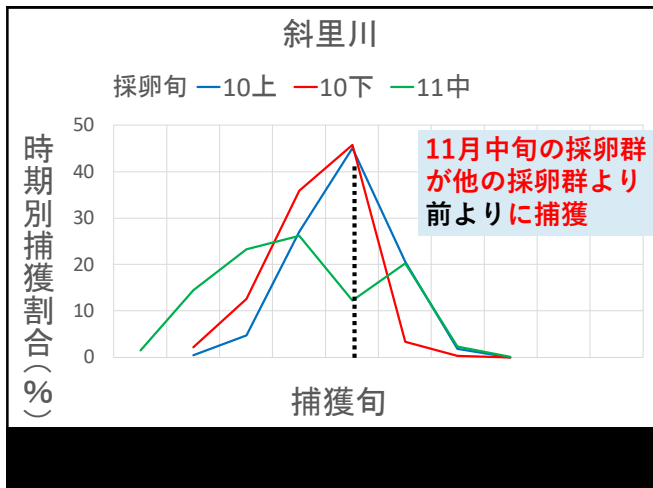


斜里川(10月下旬採卵群)



斜里川(11月中旬採卵群)

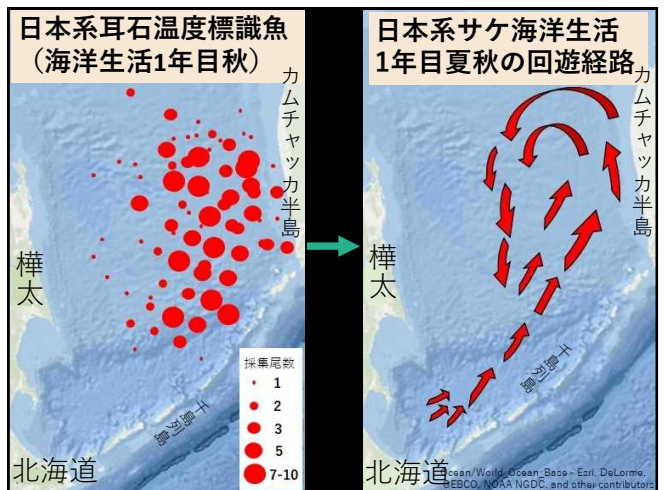




- ### 斜里川での事例
- ・ 捕獲ピークは採卵旬と同じ若しくは前の旬
 - ・ 捕獲は3~4旬前から始まり、約2ヶ月
 - ・ 11月中旬採卵群は、想定していた回帰時期よりもかなり早い時期から回帰

②ロシア調査船によるオホーツク海の調査結果について
(平成23~26年：秋季)

ロシアの研究者が発表した資料
(Chistakova and Bugaev 2016)
を改変・紹介



本日の話題

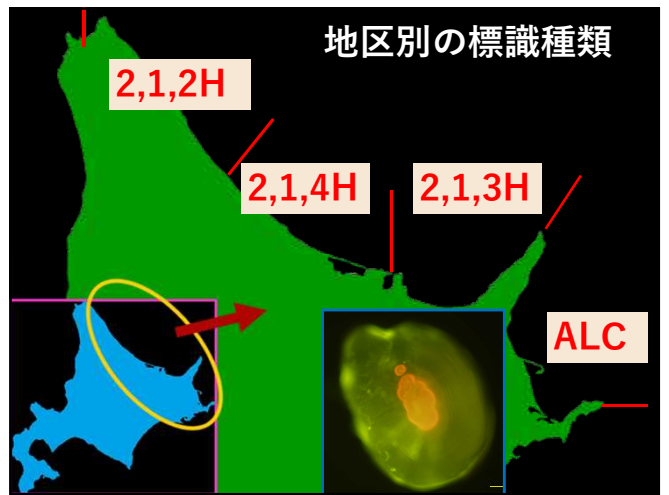
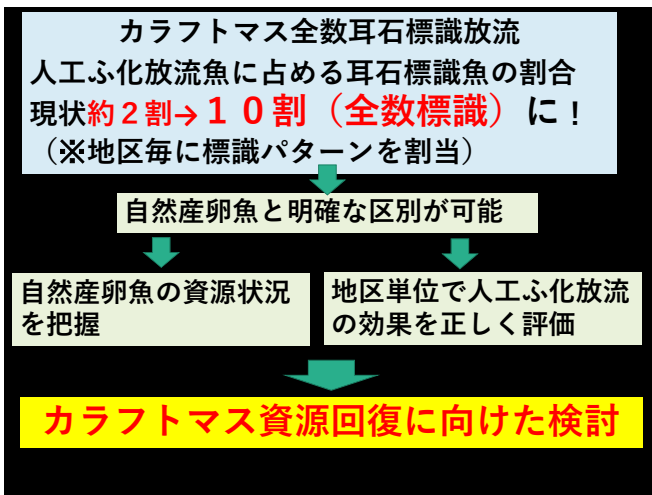
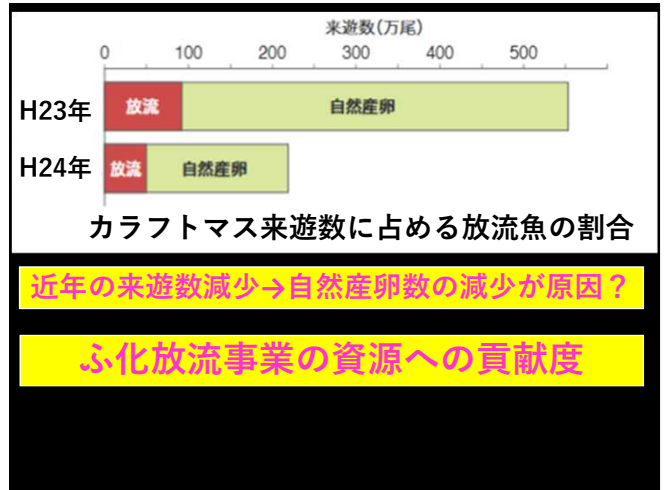
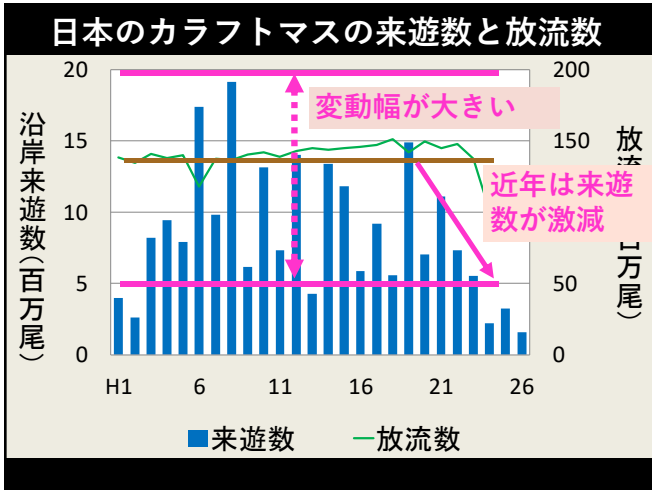
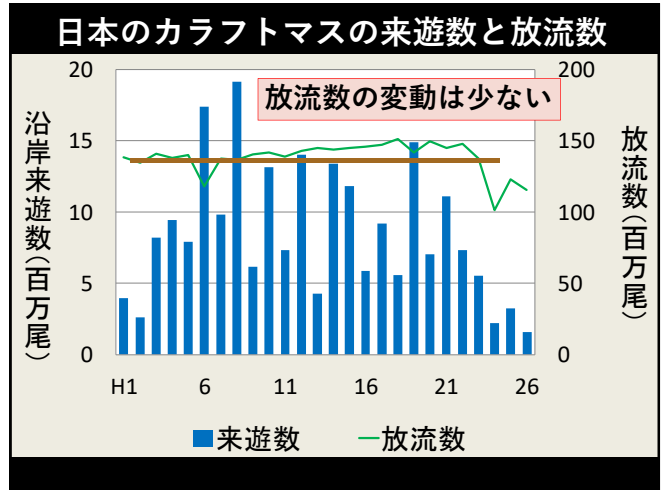
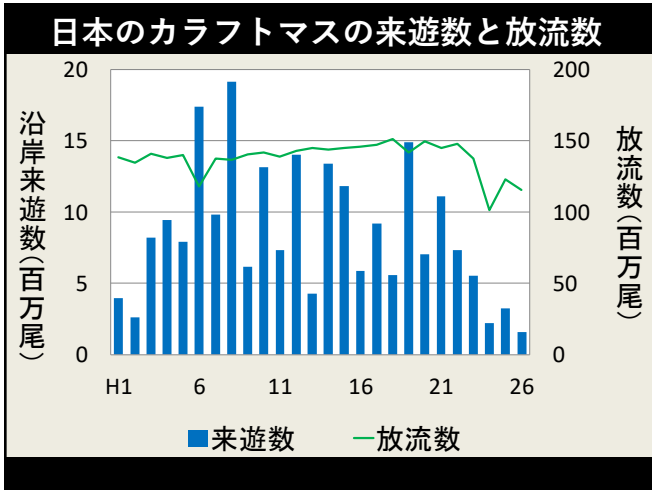
3：耳石標識を用いたこれからの取り組み
(カラフトマス全数耳石標識放流)

カラフトマス全数耳石標識放流

カラフトマス (♂)

サケ (♂)

	カラフトマス	サケ
放流数	1.3億尾	18億尾
成熟年齢	2年	2~8年
母川回帰性	やや弱い	強い



カラフトマス全数耳石標識放流

共同研究機関：

- 北見・宗谷・根室管内
さけ・ます増殖事業協会
- 北海道立総合研究機構
さけます・内水面水産試験場
- 北海道区水産研究所

実施期間：平成29年～平成33年

本日の話題

1 耳石温度標識とは

大量・多種標識可能、査定に手間

2 分かってきた事

捕獲のピーク：採卵旬 or 前の旬

サケ幼魚オホーツク海での回遊経路：

千島沿いに北上、カム西で南下

3 これからの取り組み

カラフトマス全数標識⇒放流効果

今後とも各種、調査へのご協力をお願いいたします。

宗谷岬周辺を通過するサケ幼稚魚を採集する試み

北海道区水産研究所さけます生産技術部 天塩さけます事業所

宮内 康行

我が国では平成 11 年春に耳石標識をつけたサケ（シロザケ *Oncorhynchus keta*）稚魚がはじめて千歳川から放流された（川名 1999）。その後、耳石標識魚の放流数は徐々に増加し、近年では水産庁委託事業によるものなど全国から多くの耳石標識のついたサケ幼稚魚が放流されている。サケ幼稚魚は放流後には岸沿いに北上し、夏頃までにオホーツク海に入ることが知られているが（浦和 2000）、近年の耳石標識魚の追跡調査により、太平洋側のサケ幼稚魚の回遊経路で新発見が見つかっている（高橋 2010）。しかし、それに比べて日本海側のサケ幼稚魚の回遊経路の情報は少ない。

そこで、北水研天塩さけます事業所では日本海を北上し、初期減耗を免れて宗谷岬を通過したであろう大型のサケ幼稚魚を採集し、その耳石解析等を行うことで放流場所からの成長や移動状況を把握する調査を平成 27 年度から開始した。

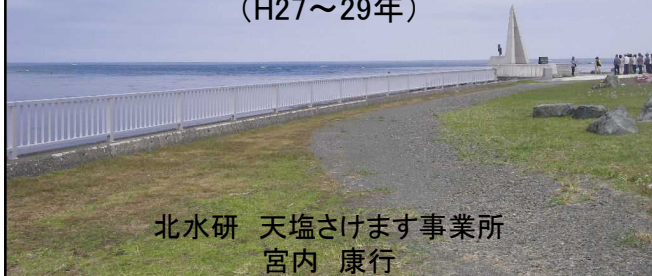
採集方法として漁船による曳き網、岸からは投網や集魚灯を用いた。採集されたサケ幼稚魚は魚体測定および耳石温度標識の有無を解析した。

平成 27 年度は小型の無標識魚が 7 尾しか採集されなかった。平成 28 年度は 106 尾を採集し、この中には大型魚も数尾含まれている。耳石解析結果から天塩川および石狩川由来の標識魚が発見され、いくつかは成長や移動時間を算出できた。平成 29 年度は 258 尾を採集し、昨年に引き続き、天塩川由来の他、頓別・幌内川由来（2 河川共通標識）、サハリン由来の標識魚も確認されている。

この 3 年間の取り組みにおいて、最も南方由来の標識魚は 10 g サイズの石狩川由来であったが、集魚灯を用いた調査では大型のサケ幼稚魚を多く取り逃がしている。引き続き、大型のサケ幼稚魚の採集に努め、移動や成長等を明らかにする基礎データを蓄積し、最終的にはふ化放流事業実施の際の適切な放流時期や放流サイズの決定などに利用していきたい。

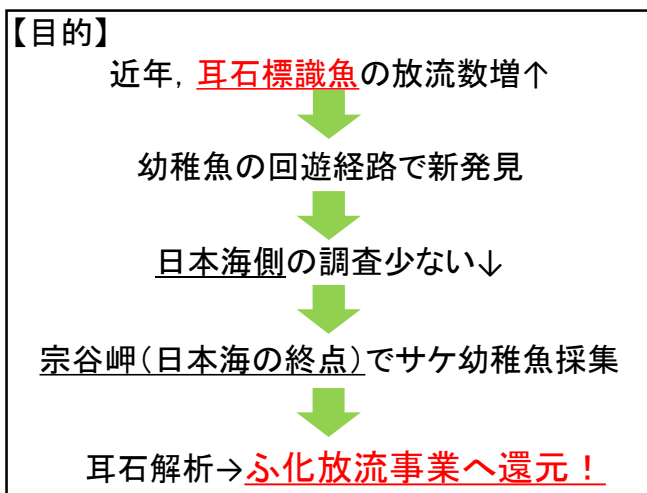
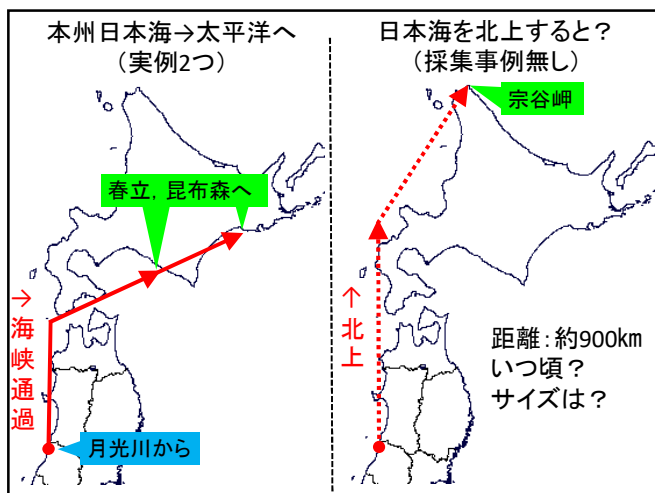
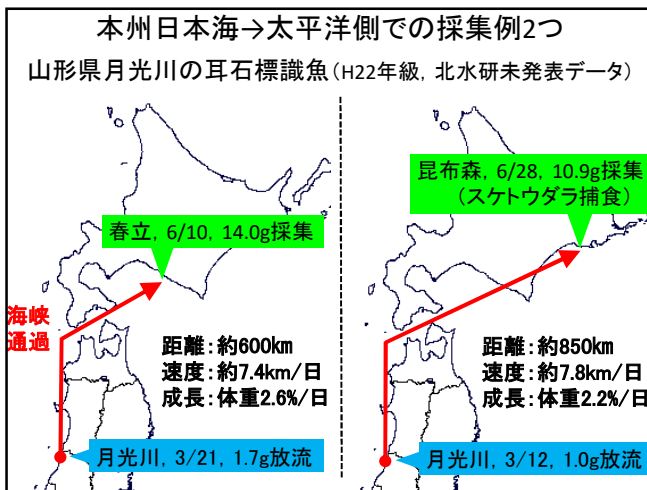
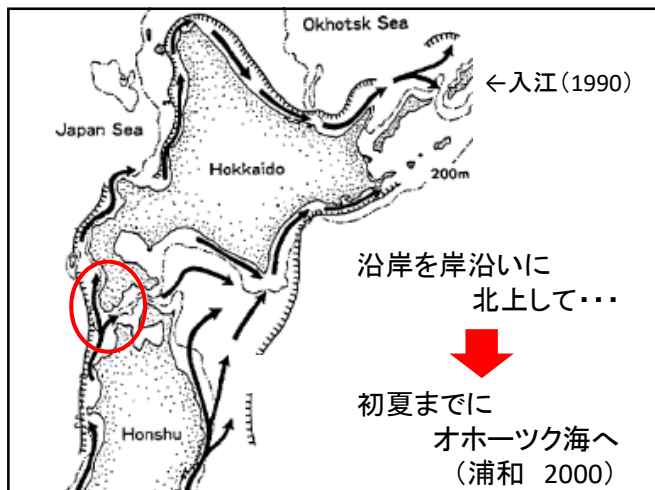
H29年度さけます報告会

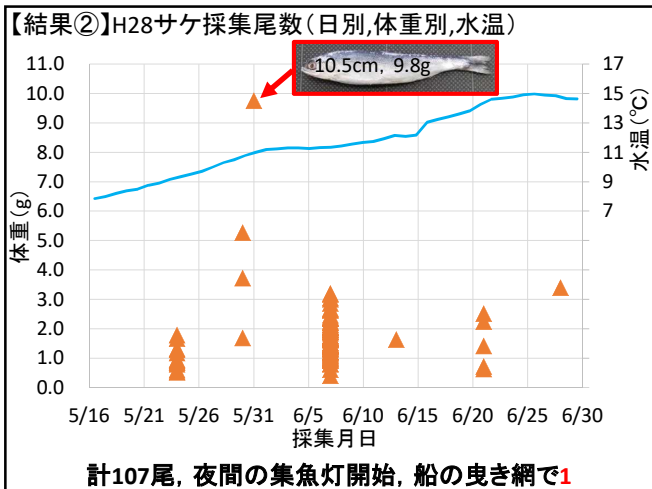
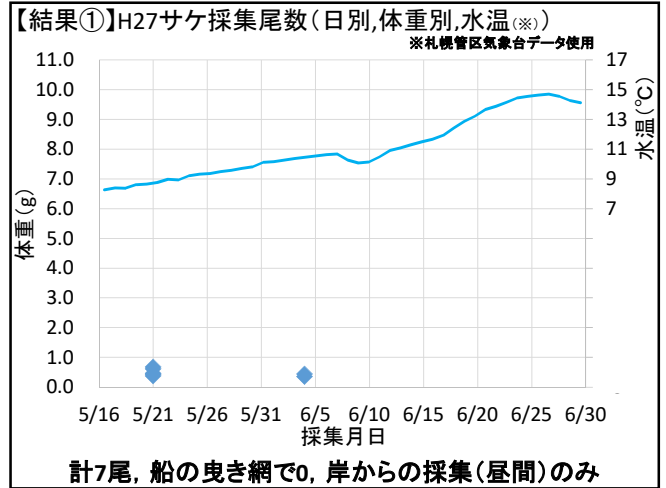
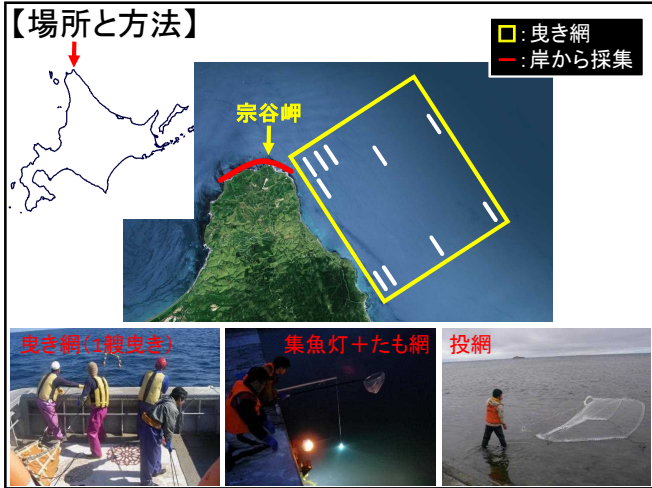
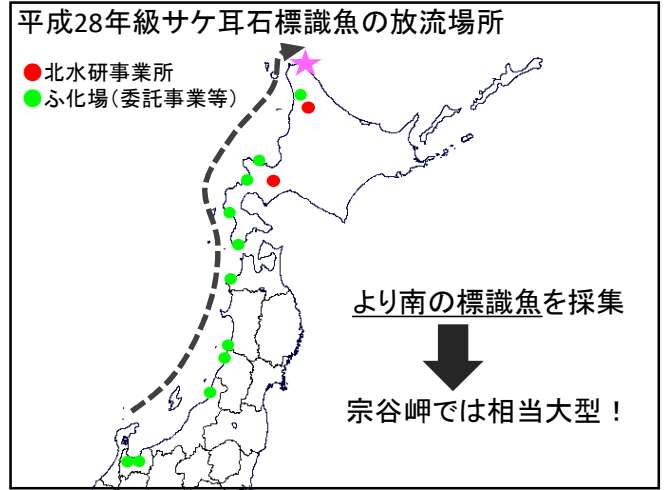
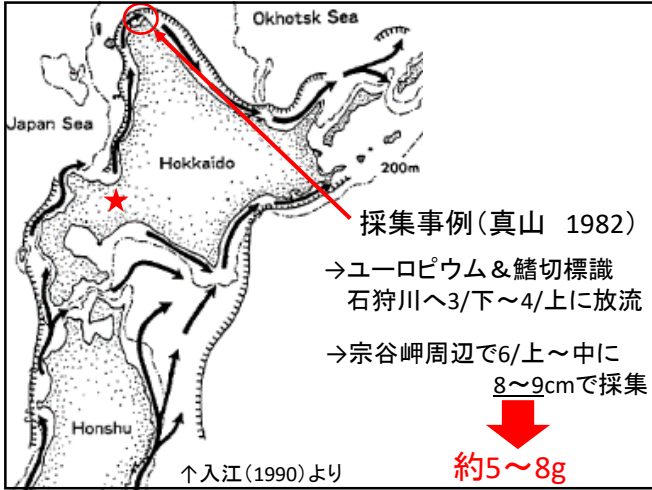
宗谷岬周辺を通過する サケ幼稚魚を採集する試み (H27~29年)

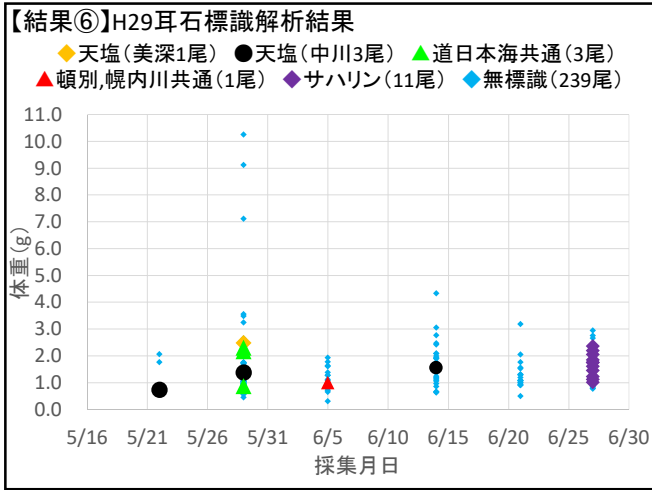
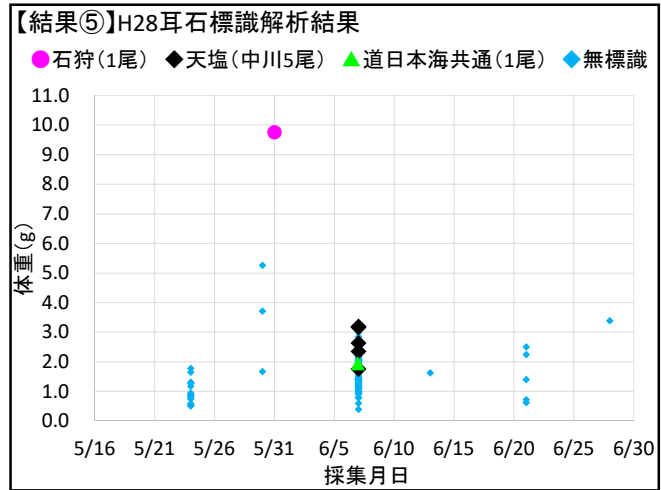
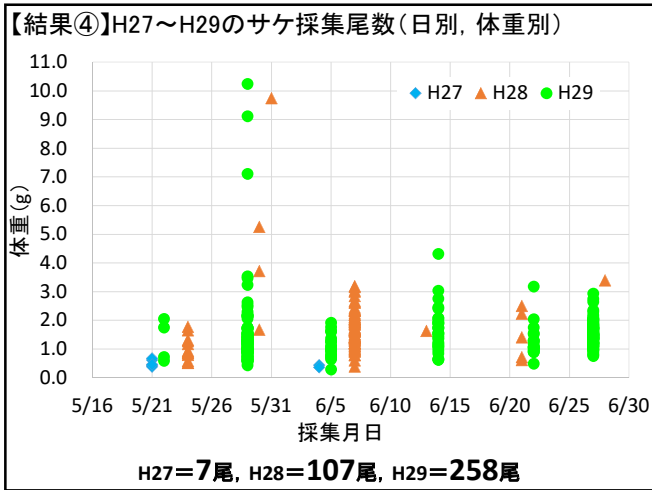
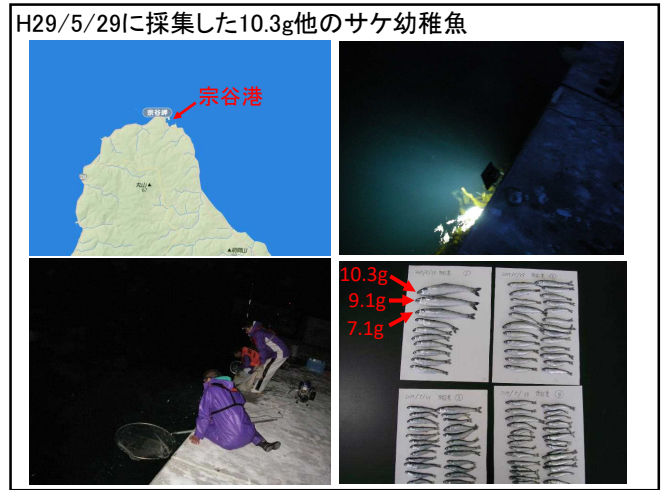
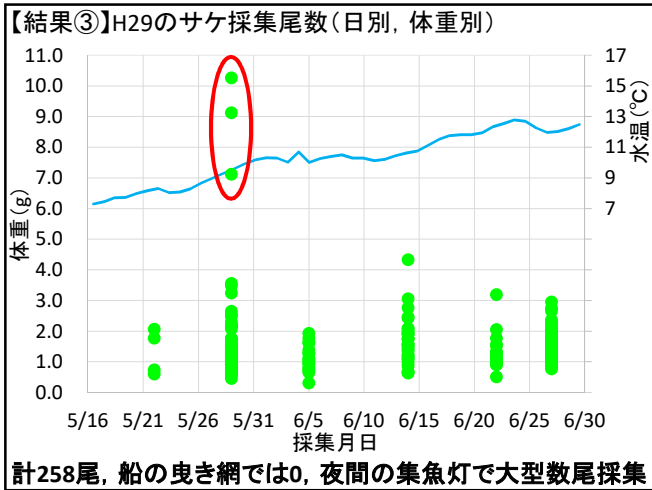


北水研 天塩さけます事業所
宮内 康行

- ・日本最北端
- ・海峡は43km
- ・海峡最深部は70m
- ・全国から観光客多数
- ・探検家：間宮林蔵







- 【3年間の結果】**
- 大型は数尾採集
 - 最も南の標識魚は「石狩川」由来
(真山(1982)で採集事例あり)
 - 天塩川の標識魚,
2種類が移動と成長の追跡可能
 - 岬より東の「頓別川(幌内川)」由来を採集
 - サハリン由来を採集

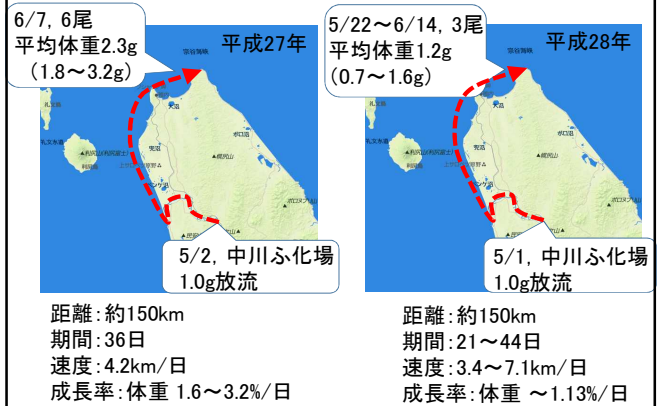
【耳石標識魚の移動と成長: その①】

天塩川: 天塩さけます事業所の標識魚 (H28年級群)

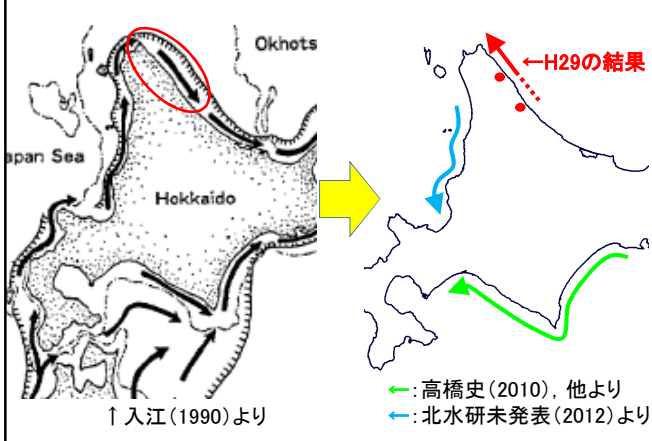


【耳石標識魚の移動と成長: その②】

天塩川: 中川ふ化場の標識魚 (H27, 28年級群)



【宗谷岬で頓別, 幌内川の標識魚採集】



【宗谷岬でサハリン由来の標識魚採集】



【まとめ】

- 大型魚は10.3gを筆頭に数尾採集!
- 集魚灯でも大型魚を採集!
- 宗谷岬周辺の回遊経路の一端が見えた
- 耳石標識魚の一部は成長や移動を追跡
- 引き続き, 大型サケ 幼稚魚を採集したい