

北太平洋におけるサケの資源状況

浦和茂彦(北海道区水産研究所さけます資源部)

1) 北太平洋沿岸におけるさけます類の漁獲状況

北太平洋産さけます類の資源量は歴史的に高い水準にあり、特に最近の奇数年(2007年、2009年、2011年)には漁獲量が100万トンを超えました(図1)。漁獲量は地域差が大きく、分布の南辺域では減少傾向にあります。魚種別では、ギンザケとマスノスケが減少し、カラフトマスとサケ(シロザケ)が漁獲量の8割を占めるなど魚種による偏りもみられます。カラフトマスの漁獲量は、偶数年・奇数年級とも増加傾向にあり、最近では奇数年に約60万トン、偶数年に約40万トン漁獲され、ロシアの漁獲量が全体の約70%を占めています。サケの漁獲量は、1996年に約41万トンとピークとなり、近年は年変動がありますが30万トン前後を維持しています。サケの漁獲量は、日本では減少傾向ですが、ロシアではオホーツク海沿岸(西カムチャツカ、サハリンとアムール川)で増加傾向を示し、2012年は約10万トンと統計上の最高を記録しました。日本を含め、オホーツク海沿岸地域でサケの漁獲量が増加しており、アジア系サケ幼魚の主要な分布海域であるオホーツク海が好適な生育環境であったことを示唆しています。

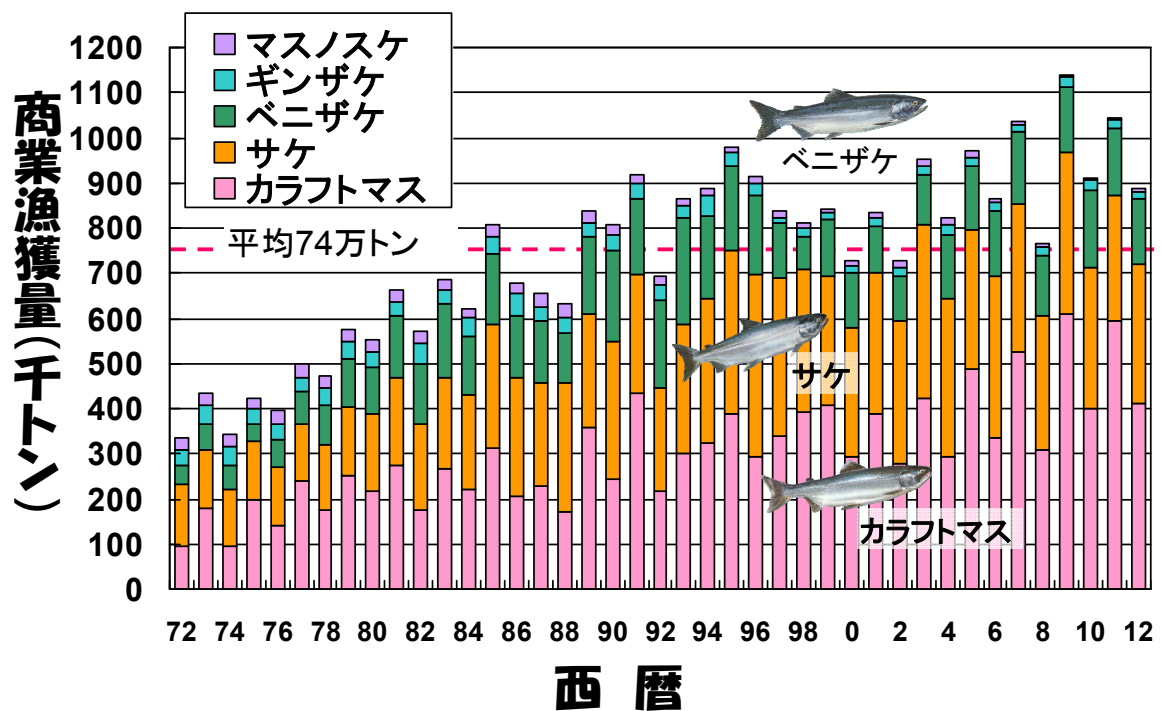


図1. 北太平洋地域におけるさけます漁獲量の年変動(1972-2012年)

2) ベーリング海におけるサケの資源動態

日本系サケは夏から秋にかけてベーリング海に広く分布し、この海域は北太平洋で越冬を終えたサケ未成魚の主要な生育場となっています。2007 年より(2010 年を除き)毎年7月下旬から8月にかけて北水研の調査船「北光丸」によるモニタリング調査をベーリング海の 17 定点で実施しています。この海域に分布するサケは、日本系とロシア系が大部分で、両者は海洋分布が重複するため競合関係にあります。ベーリング海では、1990 年代より少なくとも 2003 年まで日本系とロシア系サケの割合が拮抗していましたが、最近ではロシア系サケが増加し、日本系サケの約2倍の生息密度となっていることがわかりました(図2)。2009 年(2007 年級群)よりロシア系を中心としたサケ若齢魚(2 年魚)のベーリング海への加入が増加し、生息密度の増加と低水温によると思われるサケの成長低下が起きていました。昨年(2012 年)日本でみられた回帰サケ親魚の小型化は、ベーリング海における成長低下に起因し、今年再来遊群でも小型化傾向が続くと予想されます。ベーリング海定点調査で得られた漁獲データと遺伝的識別により、翌年の日本へのサケ来遊数を予測できる可能性があります。

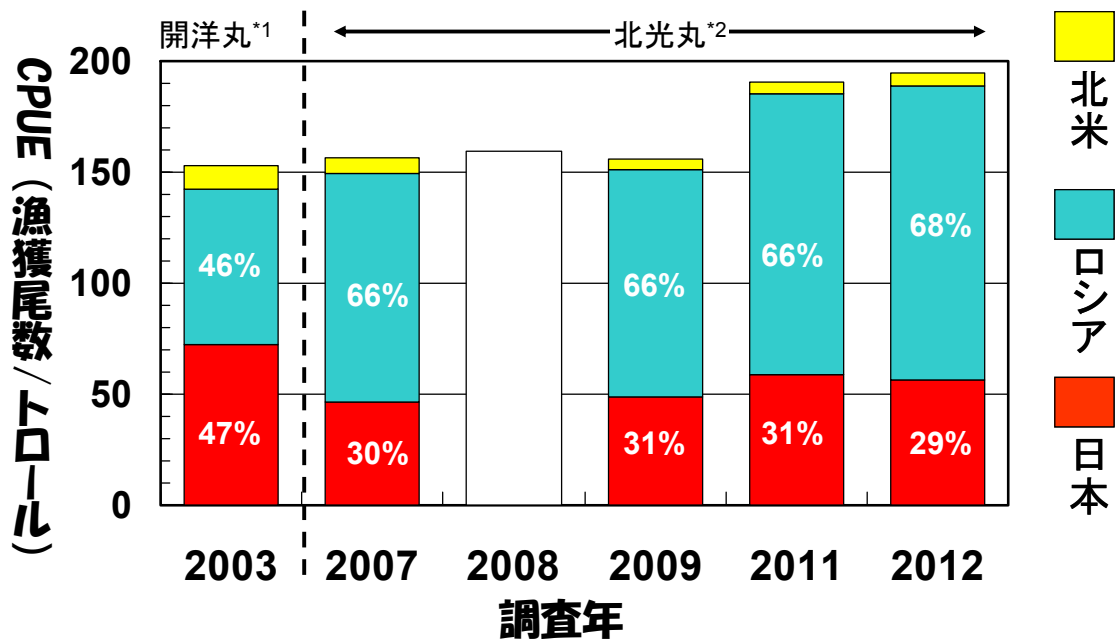
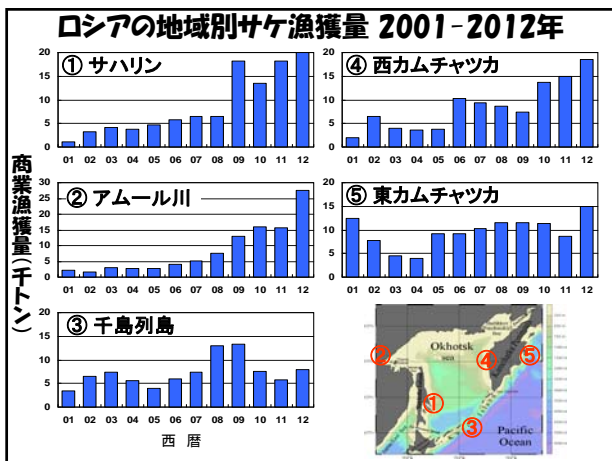
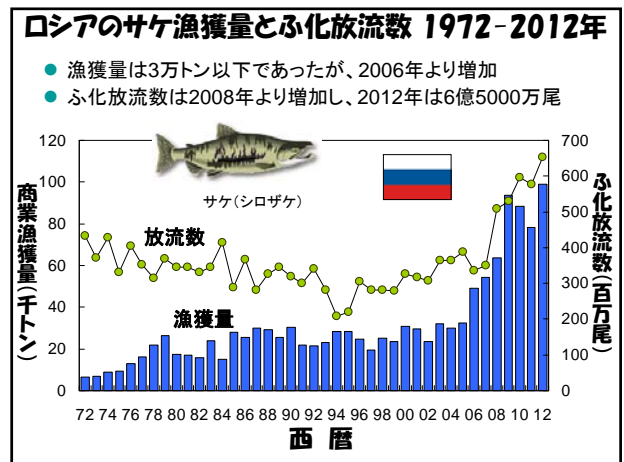
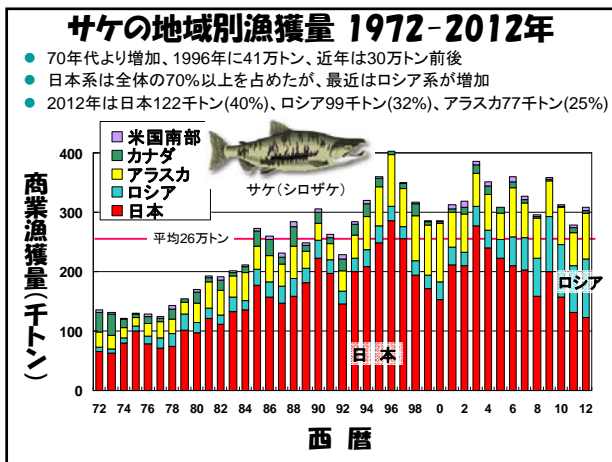
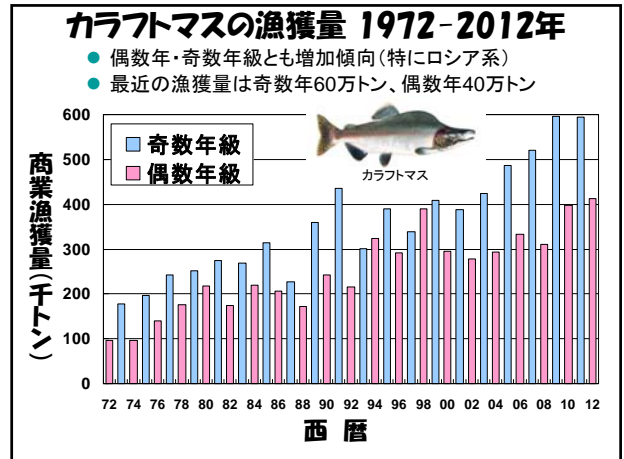
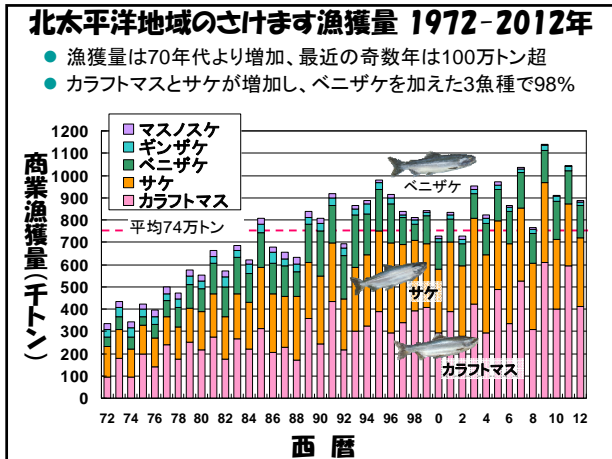


図2. ベーリング海におけるサケの系群別平均 CPUE (トロール1時間曳当たりの漁獲尾数)。2003 年は水産庁調査船「開洋丸」、2007 年以後は北水研調査船「北光丸」のトロール網で漁獲されたサケの系群組成を遺伝分析で推定し、系群別の CPUE を算出した。*1 Urawa et al. (2009); *2 遺伝分析: 佐藤俊平

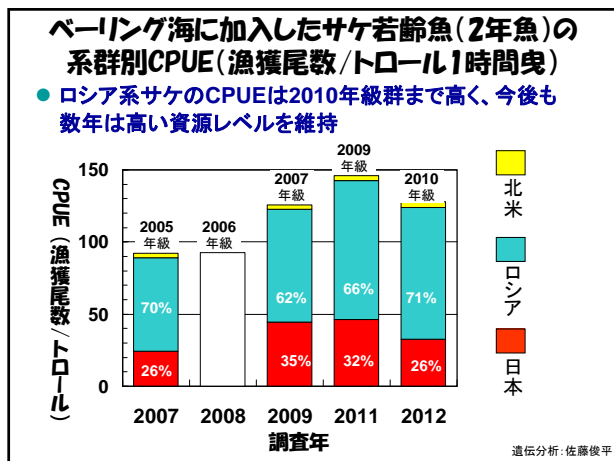
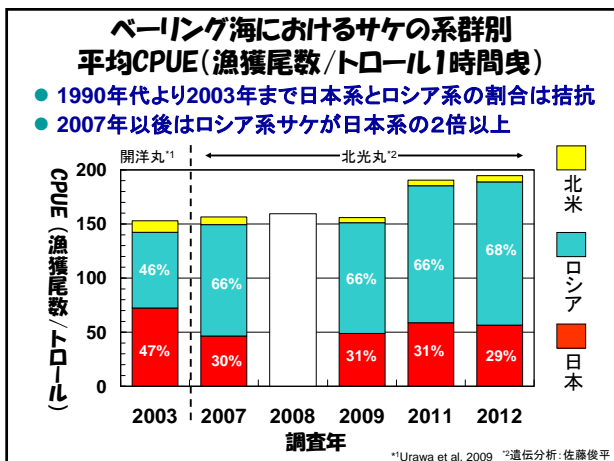
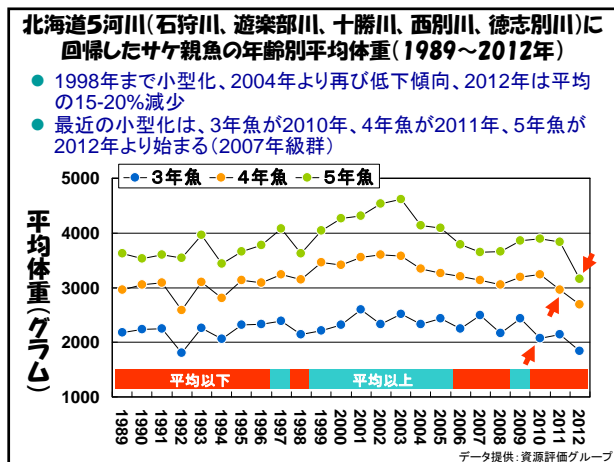
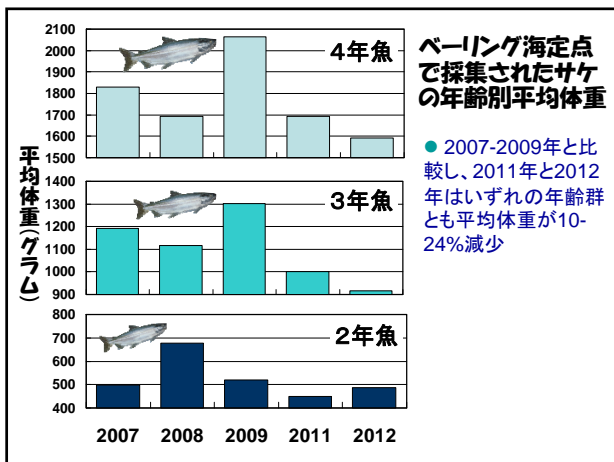
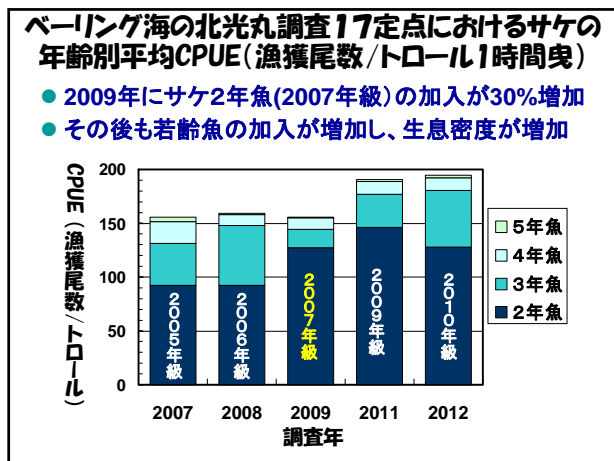
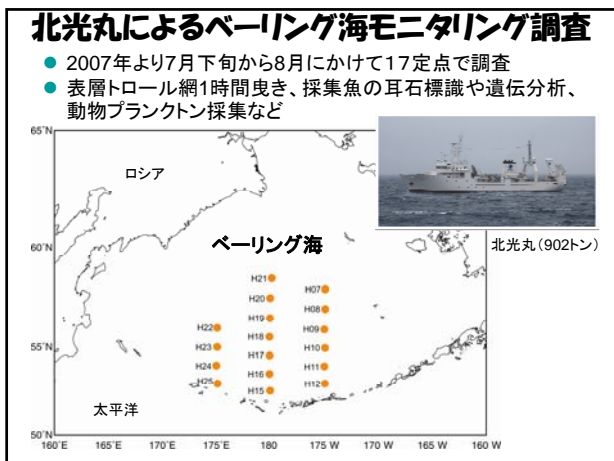


太平洋沿岸におけるさけます類の漁獲状況

まとめ

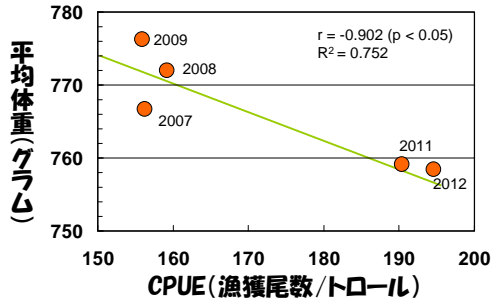
- 太平洋全体のさけます資源量(漁獲量)は歴史的に高水準
- カラフトマスとサケが増加し、全体の80%を占める
- 北部のロシアで増加、アラスカで横ばい、南西部(日本、北米南部)では減少傾向
- オホーツク海沿岸地域でサケの漁獲量が増加しており、幼魚の生息場であるオホーツク海の好適な環境を示唆

ロシアのさけます漁業



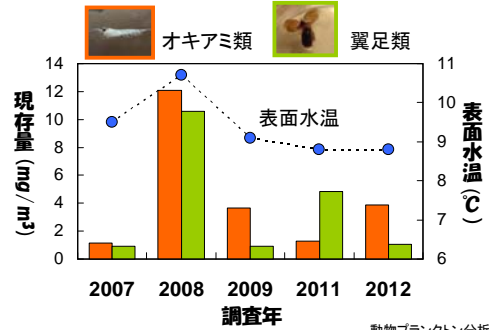
ベーリング海定点におけるサケの平均CPUEと平均体重(尾叉長400mmで標準化)の関係

- 両者には負の相関が認められ、密度依存的なサケの成長低下が起きている可能性



ベーリング海定点における餌生物(オキアミ類と翼足類)の現存量と表面水温の変化

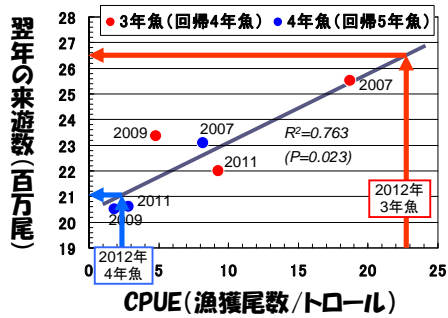
- 2008年以外は餌量が比較的少なく、水温も低い傾向



動物プランクトン分析: 佐藤智希

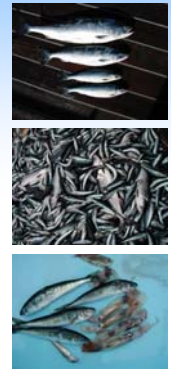
日本系サケのベーリング海定点における平均CPUEと翌年の来遊数の関係

- 両者には正の相関がみられ、ベーリング海定点における漁獲データと遺伝的識別により翌年の来遊数を予測できる可能性



ベーリング海におけるサケの資源動態まとめ

- 日本系とロシア系サケが大部分で、両者は海洋分布が重複し競合
- 最近ではロシア系サケが増加し、日本系サケの約2倍の生息密度
- 2009年(2007年級群)より若齢魚の加入が増加し、低水温と生息密度の増加により成長低下
- ベーリング海定点における漁獲データと遺伝的識別により、翌年の来遊数を予測できる可能性



岩手県におけるサケの資源状況

清水勇一（岩手水技セ）

【回帰親魚の状況】岩手県のサケの漁獲尾数は、放流数が4.3億尾で一定となった昭和59年以降、大きく変動しながらも1400万尾の高水準にあった。しかし、平成11年以降に800万尾の水準まで減少し、平成22年以降400万尾の水準まで減少している。平成25年以降は、平成23年の東日本大震災の影響を受けた稚魚およびその後のふ化場の復旧過程に放流された稚魚が回帰する年代に入ることから、更なる減少が懸念される。

近年の漁獲量は、前期、中期、後期資源のいずれかが減少しているのではなく、すべての時期において減少している。また、平成21年までは回帰率の低下と魚体重に負の相関関係が見られていたが、平成22年以降は回帰率の低下と魚体重の減少が同時に起きている。さらに、平成24年は孕卵数、卵容積が減少する傾向が見られ、回帰尾数の減少に加えてますます種卵確保が困難な状況になっている。

サケの漁獲尾数を年級別年齢別回帰尾数に整理すると、昭和55年級以降は高位変動、平成7年級以降は中位安定、平成18年級以降低位で推移しているが、この変動は何によってもたらされるのか、地球規模の海洋環境と合わせて検討、評価する必要がある。

【幼稚魚の状況と今後の見通し】漁獲尾数の変動要因は、沿岸滞泳期の初期減耗が最も大きな要素であるという作業仮説を立て、当センターでは平成15年から岩手丸により、幼稚魚の分布密度のモニタリングを開始した。その結果、サケ幼稚魚の分布密度は平成18年（平成19年級）から隔年変動しながら低下し、それは沿岸水温と負の相関関係があることが分かった。また、分布密度は4歳魚の回帰尾数と正の相関関係があるものの、平成20年（平成21年級）のように分布密度が多いのにも係わらず回帰尾数が少ない年もあった。一方、平成19年以降、岩手県沿岸の水温環境は、湾内よりも沿岸部の水温上昇がはやく、沿岸部の水温は長期的に春季が短くなっている傾向が見られた。これらのことから、回帰尾数の多少は、まず沿岸滞泳期の生き残りに依存し、さらに離岸期の海洋条件等にも影響されるという仮説を設けることができる。

一方、サケ幼稚魚の分布密度が4歳魚の回帰尾数と正の相関関係があることから、3年後の回帰尾数を見通すことができ、概ね400万尾程度で推移すると推定された。これは、平成10年～平成21年の48%にあたり、今後数年はかなり厳しい状況が続くと見通された。

【今後の課題と対策】減少要因の究明としては、沿岸滞泳期の生残と離岸条件を明らかにする必要はある。一方、種卵確保は、将来の資源を維持するために必須であり、関係者が一丸となって取り組まなくては成就しない。さらに、貴重な種卵は1粒でも無駄にすることはできず、唯一の手が加えられるふ化放流技術を改良しなくてはならない。

そこで、今年度は北水研、道水試と連携し、原因究明として北海道沖合の共同調査を行った。この調査は、各地区から離岸する（した）サケがどのように分布・成長をしているのかを把握することを目的とし、単年で大きな成果を得られるものではない。今後、多くの情報を得るために、北海道の皆様のご理解とご協力を得て継続していく必要がある。

一方、岩手県では、震災の前後に資源構成モデルの試算や飼育餌料の実験などの取り組みも行っており、今回の報告ではその一部も紹介する。太平洋沿岸のサケ資源にとって、厳しい時代に入り、今後の議論の一助となれば幸いである。

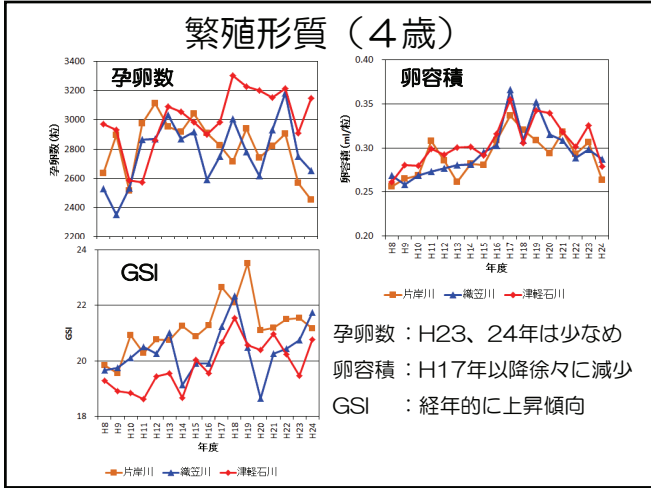
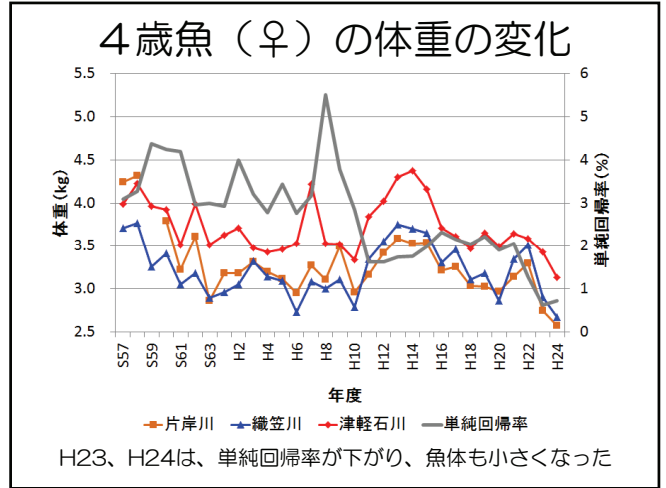
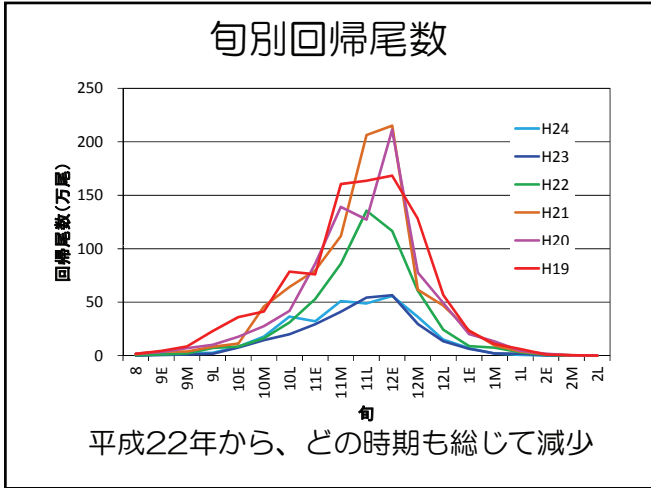
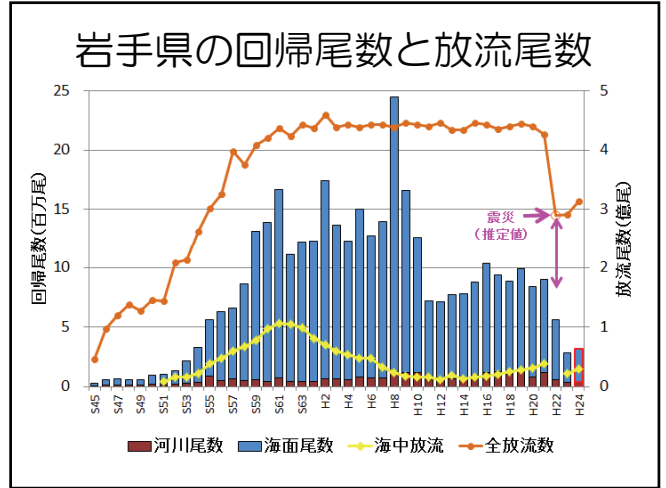
2013.8.5 @札幌

さけます関係研究開発等推進会議

岩手県におけるサケの資源状況



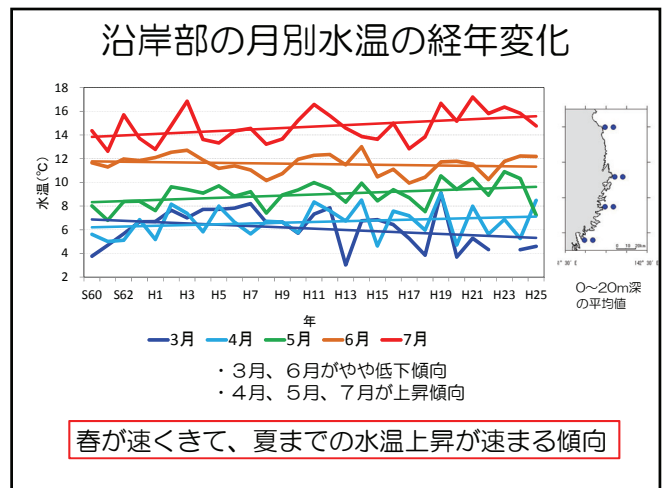
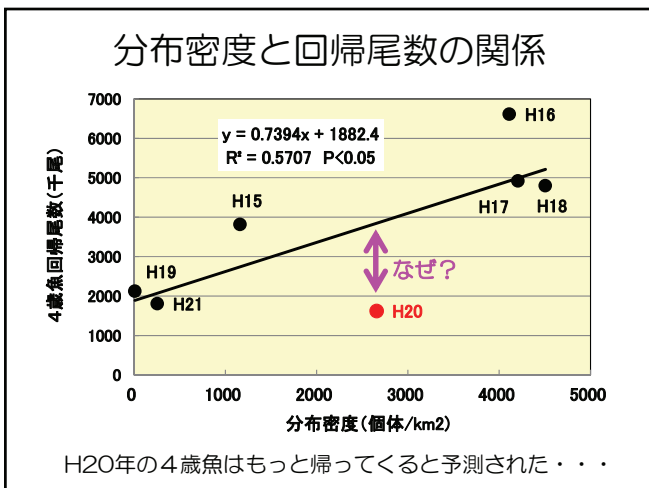
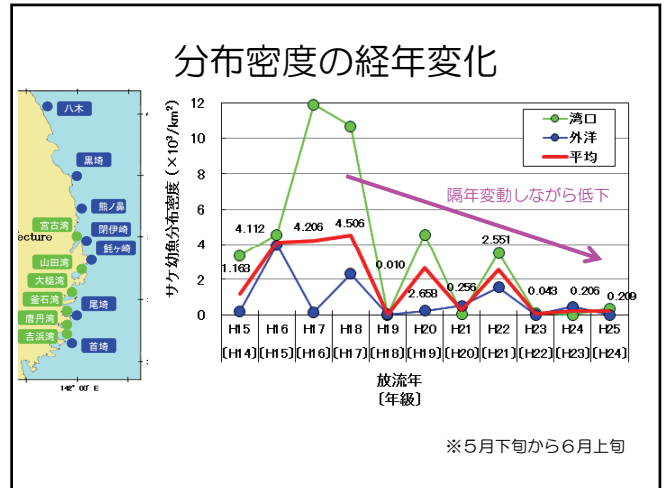
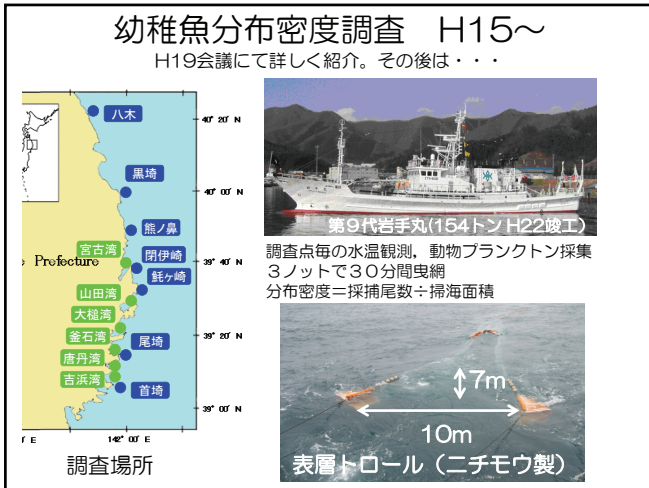
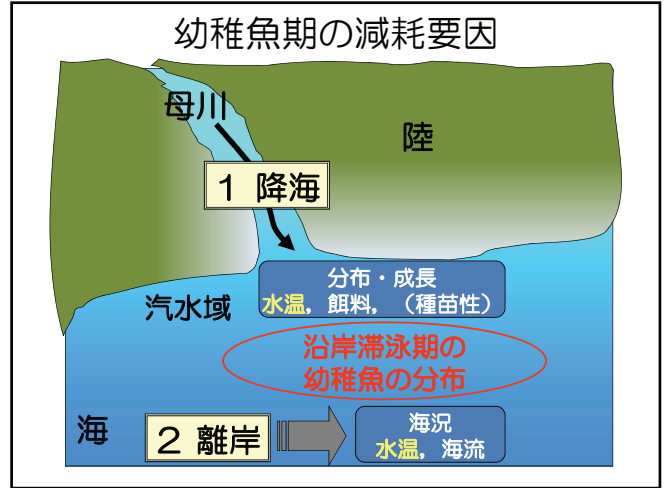
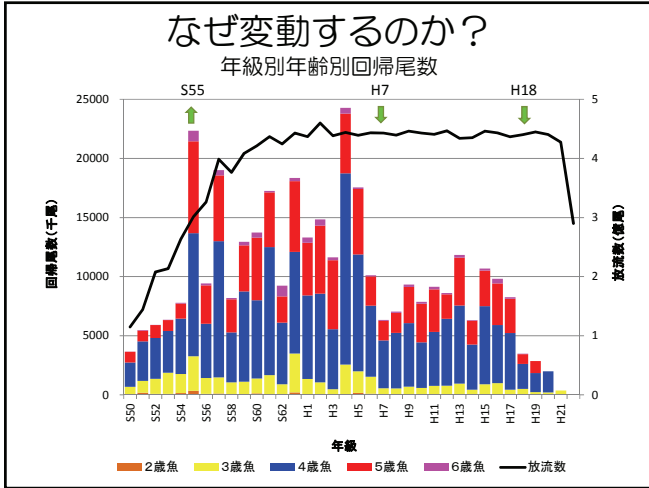
岩手県水産技術センター
漁業資源部 清水 勇一

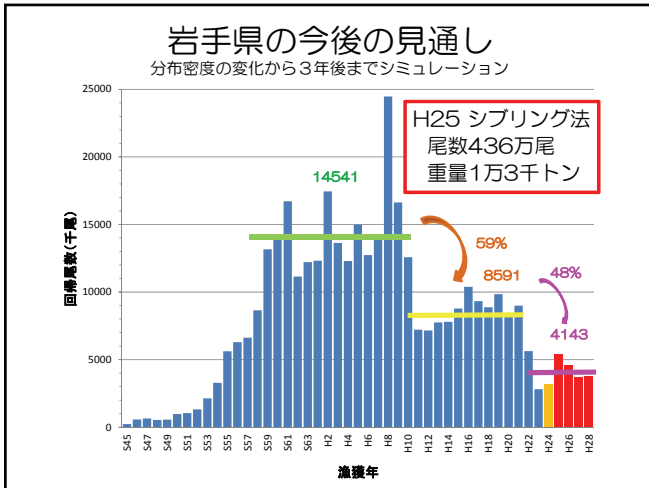
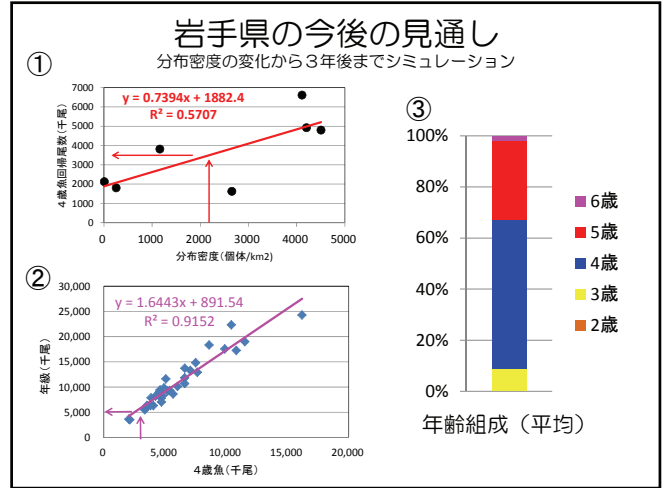
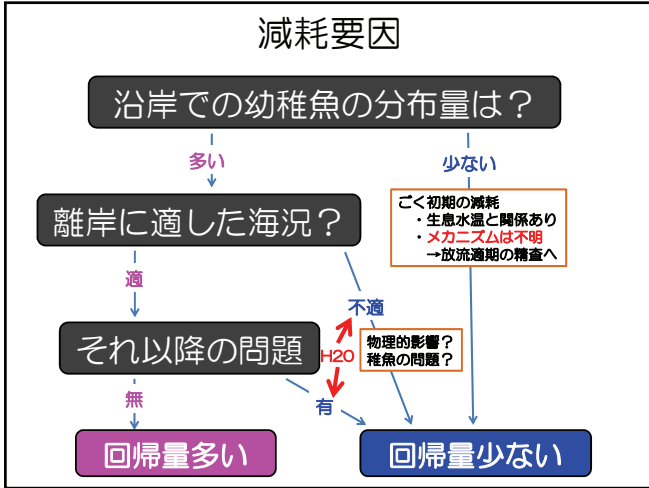



岩手県の回帰親魚まとめ

- H11年につき、H22年から回帰尾数が減少。
- H22以降、どの時期も総じて回帰尾数が減少。
- H22、H23年は、魚体が小さく、孕卵数が少なかった。
- 卵容積はH17以降減少傾向、GSIは経年的に高くなる傾向にあった。

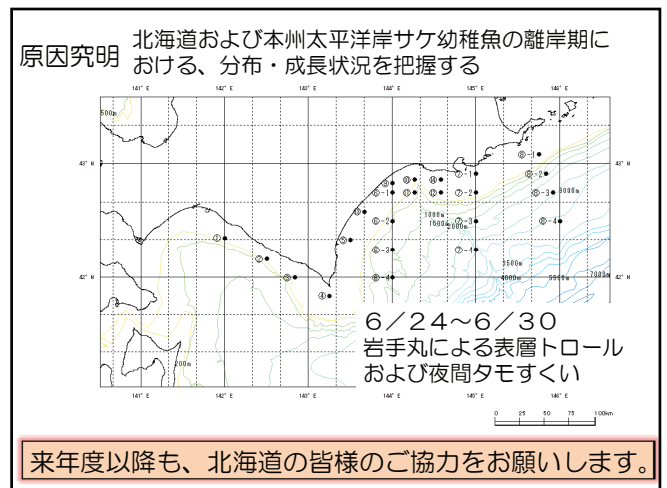
計画通りに種卵確保することが困難

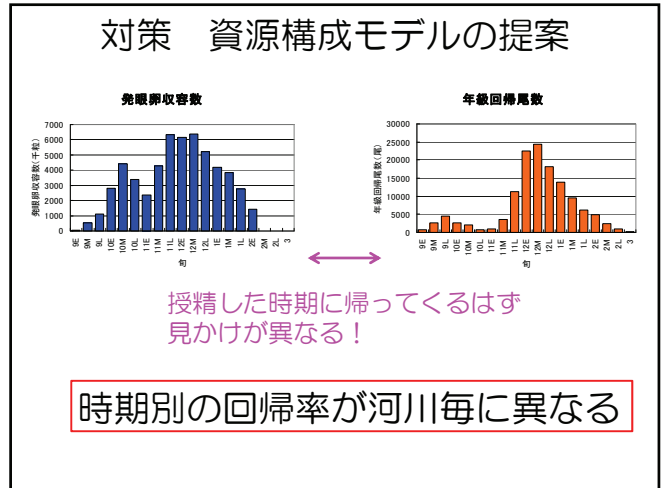
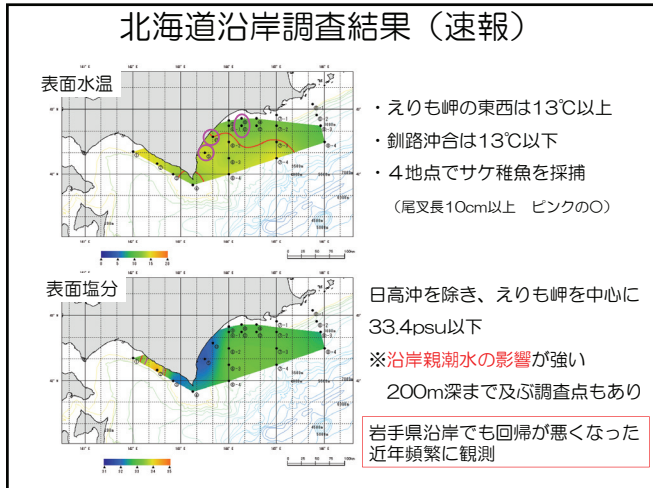




- ### 幼稚魚期の減耗要因まとめ
- 沿岸滞泳期の分布密度は、H18年以降隔年変動しながら低下傾向。
 - 分布密度は、回帰尾数と正の相関関係。
 - サケ幼稚魚の分布密度は、水温と負の相関。
 - H20 (H19年級) は正の相関から外れる。
→沿岸滞泳期以降の減耗要因がある？
 - 近年、湾内と比べて沿岸部の水温上昇がはやい。
 - H28年までは、400万尾程度で推移？
- 変動要因の究明と対策が必要**

- ### 今後の課題
- 種卵をどのように確保するか？
(関係者一丸となった対応が必要)
 - 沿岸滞泳期に何が起きているか？
(水温だけでは十分な説明とは言えない)
 - 稚魚はどのくらい離岸しているか？
 - 人工ふ化放流技術を改良する余地はあるか？



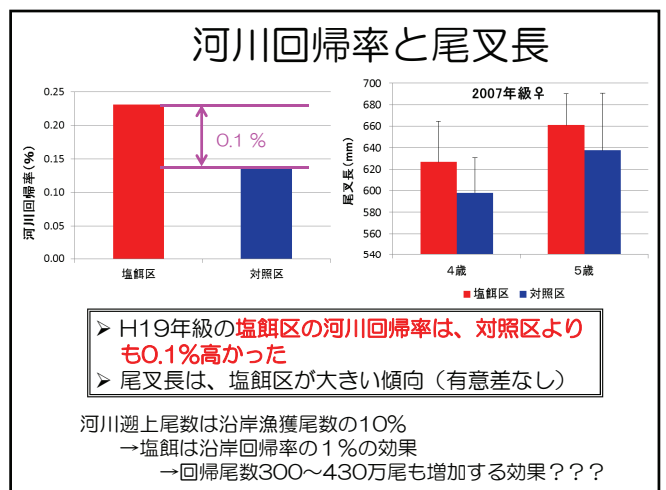
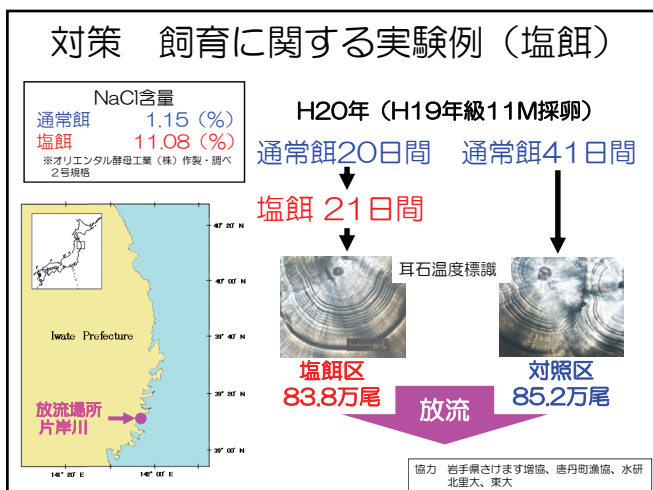
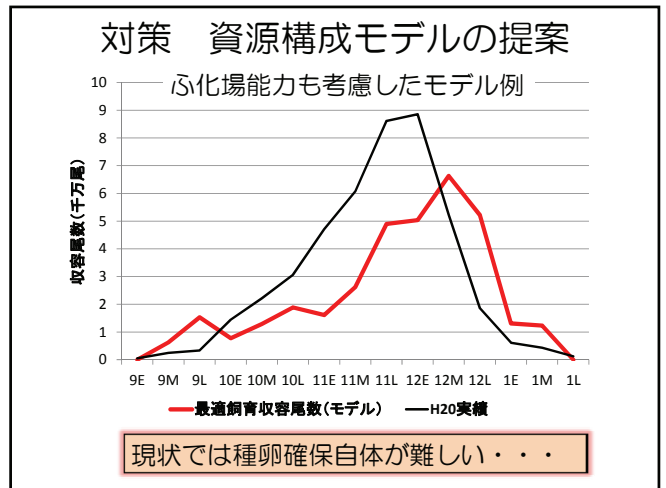


対策 資源構成モデルの提案

回帰効率表 旬別河川回帰率÷年間河川回帰率×100

河川	9E	9M	9I	10I	10M	10I	11I	11M	11I	12E	12M	12I	1E	1M	1I	2E
川原川			50	185	285	151	35	81	99	41	4					
海峯川	13	101	121	119	153	175	99	41	18	16	5					
高取川	4	54	225	124	106	122	61	12	49	15	10					
大野川			31	49	41	30	43	69	101	163	214	282	150			
宇都川			187	180	246	202	59	50	69	88	67	23				
元室川	13	177	254	118	78	125	86	58	64	95	119	79	118			
菅沢川			29	49	71	65	25	57	170	206	260	141	21	3		
小車川			1	70	59	60	54	25	52	99	149	206	206	106	108	
猪狩川				2	11	12	24	14	181	260	301	100				
山手川			1	36	38	27	63	90	144	151	132	100	57	41		
猪野川			3	78	78	32	34	46	165	198	152	159	159	94	25	
大野川			28	114	36	27	14	15	35	38	156	185	148	124	123	184
東渡川			3	20	22	57	78	122	152	145	104	88	28			
大野川			8	38	69	54	48	48	126	180	190	144	111			
磯口川			43	268	94	214	104	69	157	265	154	72	11	12		
磯野川			36	52	35	31	43	52	73	134	192	246	211			
大野川			10	36	188	23	15	15	80	112	170	210	228	27		
小野川							3	24	101	180	222	79	56			
猪野川			72	45	62	84	72	83	95	148	208	162	34	49		
猪子川			10	32	51	31	34	75	120	193	208	78	39			
片野川			33	31	39	72	140	150	125	97	88	70	34	12		
鳥野川						136	123	95	95	88	100	82	77	45		
元室川			28	35	78	128	122	161	200	98	3					
高取川			30	61	51	63	44	38	170	242	242	242	78			
猪野川			70	89	64	82	47	46	100	161	179	139	119	94		
猪野川			5	138	181	71	34	57	65	93	135	159	142	73	41	19
気仙川						39	60	63	88	99	108	188	190	113		

1粒の効果を最大限高める方法？
種卵移植に対しても便利な表



北海道におけるサケの資源状況

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
研究主幹 宮腰靖之

平成 24 年（2012 年）の北海道への秋サケ来遊数（沿岸漁獲数＋河川捕獲数）は 3,910 万尾にとどまり、3 年連続で 4,000 万尾を下回る来遊数となりました（図 1）。魚体にも顕著な小型化がみられ、漁獲重量も約 10 万トンにとどまりました。海区別にみると、オホーツク海は引き続き高い資源水準を維持していますが、えりも以東および以西太平洋は低い資源水準にとどまりました。根室と日本海は海区全体では来遊数はやや増加したものの、地区間の格差が大きく、来遊不振となった地区もみられました。

昨年は全道的に魚体の小さな魚が目立ち、漁獲物の平均目廻りは最近では最も小さくなりました（図 2）。年齢別に魚体重を比較しても昨年は各年齢とも例年よりも小型であり、5 年魚の割合が例年よりも高いにも関わらず平均目廻りは小さくなりました。また、道内の増殖河川で採卵された卵のサイズを調べたところ、例年よりも小型となった河川が多くみられました。

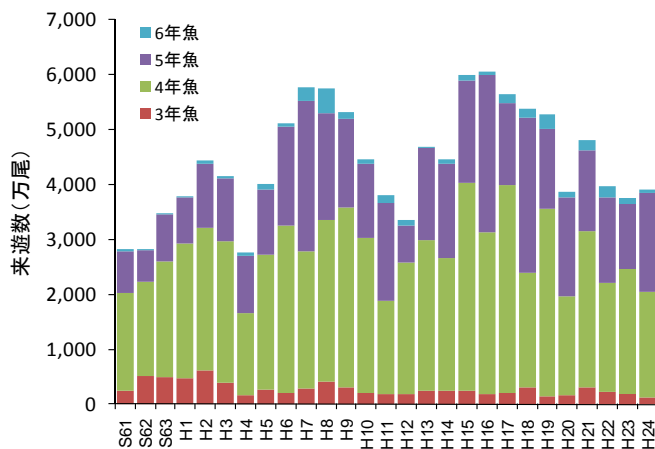


図 1 最近の北海道への秋サケの来遊数

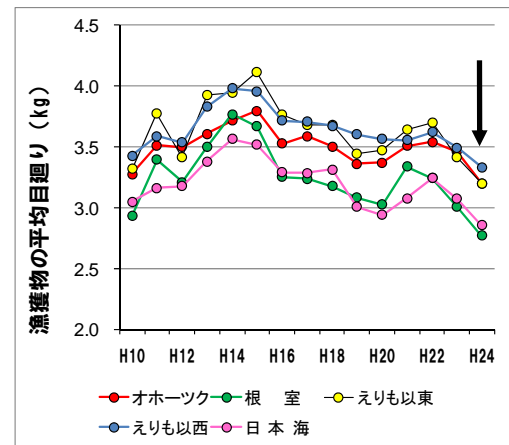


図 2 最近の漁獲物の平均目廻り

昨年 9 月には北海道沿岸は記録的な高水温となり、秋サケの来遊にも様々な影響がみられました。高水温の年によくみられる漁期の遅れがみられた地区が多くあった他、日本海南部など高水温の影響を強く受けた地区では極端な来遊不振となりました。また、沿岸での漁獲数に比して河川への遡上数が多い地区が目立ちました。

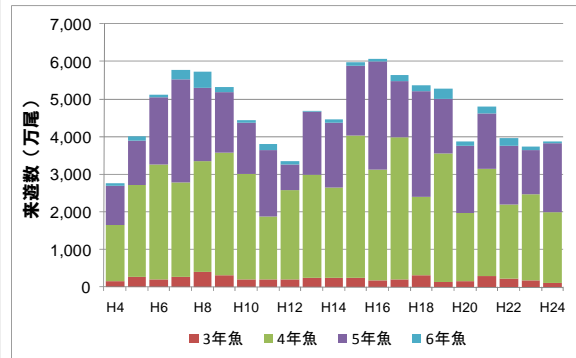
親魚確保においては、全道的に河川遡上率が高く、前半は捕獲数が順調に伸びた河川が多くみられましたが、11 月以降の大雨増水により後期の親魚捕獲が困難となり、後期卵が不足する地区もみられました。平成 24 年は沿岸での高水温や集中豪雨により、沿岸漁獲や河川捕獲が大きな影響を受けた一年となりました。

平成25年度さけます関係研究開発等推進会議



北海道におけるサケの資源状況
 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 宮腰靖之

最近20年の北海道へのサケの来遊数



90年代中盤、00年代中盤に豊漁。最近は3年連続で3000万尾台の来遊数。

各海区への来遊数

オホーツク:2,109万尾(前年比 103%)

日本海:277万尾(前年比108%)

根室: 818万尾(前年比110%)

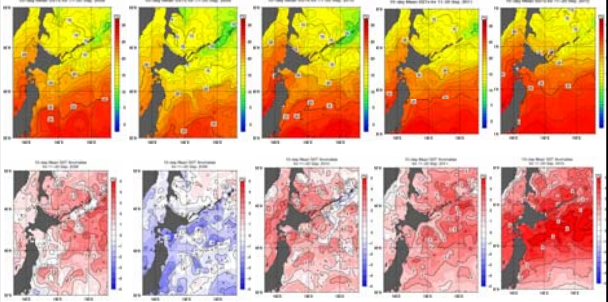
えりも以西:349万尾(前年比92%)

全道計:
3,910万尾
(前年比 104%)

えりも以东:358万尾(107%)

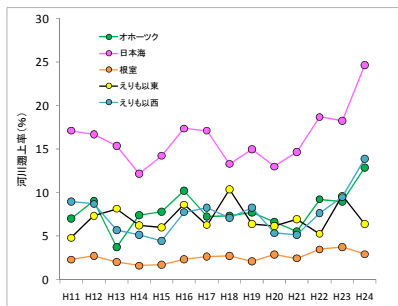
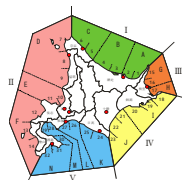
北海道周辺の9月中旬の沿岸水温
(上:旬平均、下:平年差)

H20年 H21年 H22年 H23年 H24年

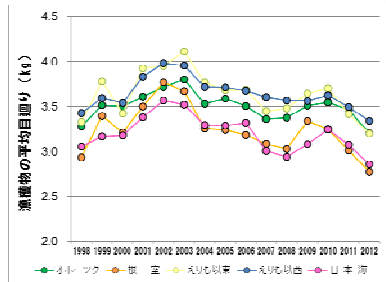


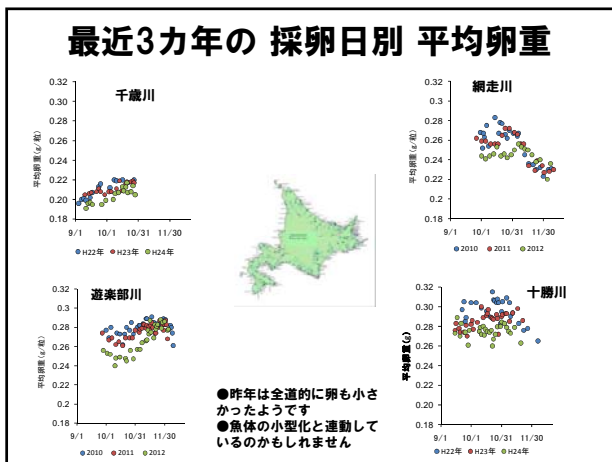
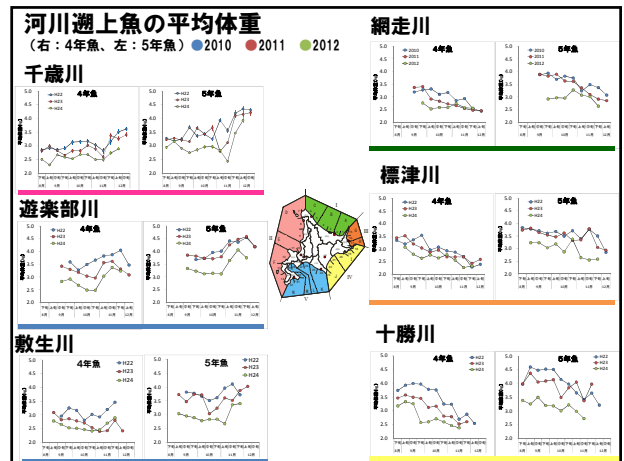
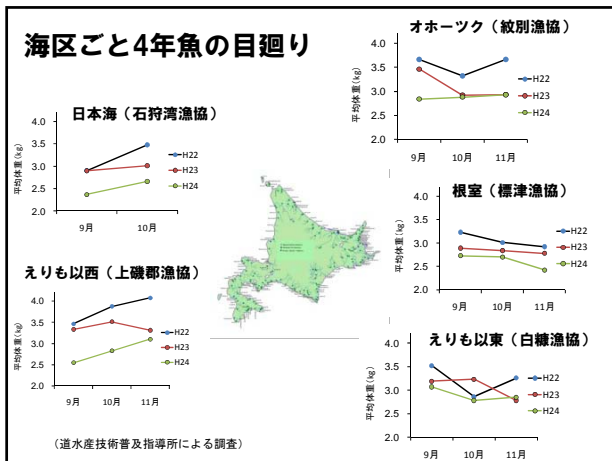
海区ごとの河川遡上率

河川捕獲数 / (沿岸漁獲数 + 河川捕獲数)



昨年は全道的に魚体がかなり小型でした





H24年の秋サケ来遊の特徴

- 3年連続で4,000万尾を下回り最近としては低位の来遊数にとどまった
- 9月中の沿岸の高水温により、漁獲時期に遅れが見られ、河川遡上率も高かった
- 魚体サイズは極端に小型であった (全道的な傾向)
- 各河川の卵サイズも小型であった (全道的な傾向)

平成 25 年 8 月 5 日
平成 25 年度 成果普及部会

平成 25 年度（2013）のサケ来遊数見込み

独立行政法人 水産総合研究センター 北海道区水産研究所
渡邊 久爾

<はじめに>

本発表では、平成 25 年度来遊見込みについて情報提供する。なお、来遊見込みの対象地区は、オホーツク海と根室、日本海および太平洋の 3 地区とする。

<見込みの推定方法>

来遊見込みについて、平成 3～24 年度の年齢別来遊尾数を用いたシブリング法により推定した。シブリング法とは、「ある年の X 年魚の数から、翌年の X+1 年魚の数を推定する」という手法である。平成 25 年度において、シブリング法で見込みを推定した年魚は、4、5、6 および 7 年魚である。シブリング法が適用できなかった 2、3 および 8 年魚来遊見込みは、平成 20～24 年度の平均来遊数とした。

<来遊見込み>

以下、地区別に平成 25 年度来遊見込みについて述べる。オホーツク海と根室では、前年度比 91%（80%信頼区間下限と上限：81～103%）となり、前年度よりも来遊数が少なくなると見込まれた。

太平洋では、前年度比 119%（80%信頼区間下限と上限：99～143%）となり、前年度よりも来遊数が多くなると見込まれた。

日本海では、前年度比 76%（80%信頼区間下限と上限：60～95%）となり、前年度よりも来遊数が少なくなると見込まれた。

ここで、注意点を 2 つ上げる。①太平洋における平成 25 年度の 3 年魚は、2011 年の東日本大震災の中で放流された 2010 年級群であり、通常年とは異なり大きく生残率が低下した可能性がある。しかしながら、見込みを推定する際、震災の影響を考慮していないことから、太平洋の来遊見込みを過大に推定している可能性がある。②日本海と太平洋の来遊見込み前年度比は、それぞれ 76%および 119%であるが、これら来遊見込みは、低水準であった平成 22 年度（2010）実績値と比べてほぼ同水準か、やや低水準といった水準である。したがって、日本海と太平洋では、本年度も厳しい来遊見込みとなることから、自県内の種卵確保を図るため、事前の注意喚起、対応協議等が望まれる。

想定されるサケ資源の変動要因

(独) 水産研究総合センター北海道区水産研究所

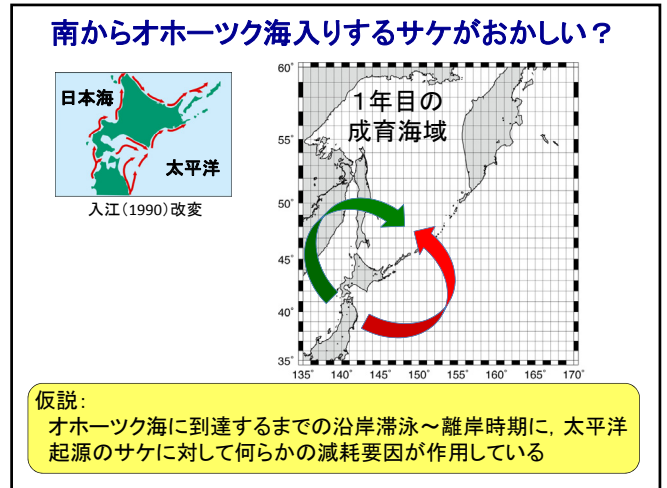
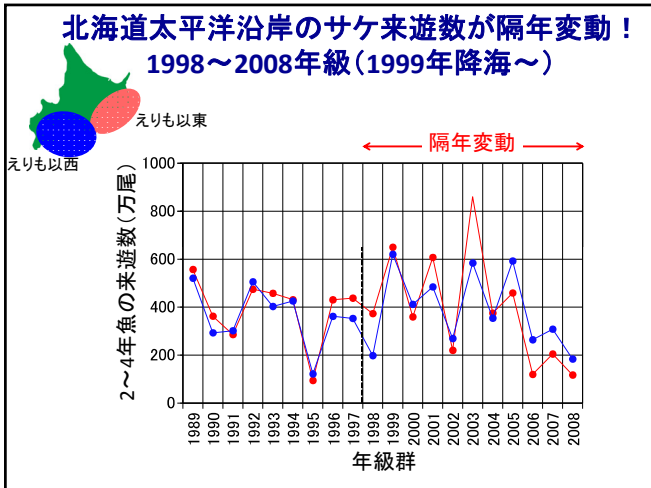
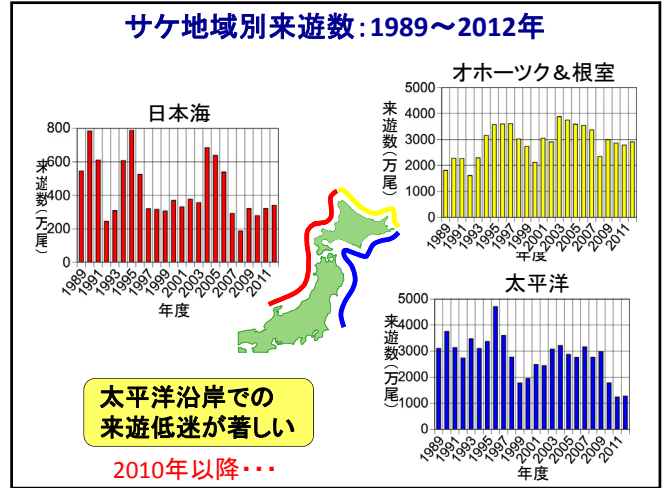
齋藤寿彦

我が国のサケ来遊数は2008年から減少傾向が認められるようになり、2010年以降3年連続で5,000万尾を割り込む水準で低迷しています。最近の低迷は、特に北海道から本州にかけての太平洋沿岸地域で顕著です。日本のサケ幼稚魚は、日本沿岸域を離岸した後、夏から秋にかけてオホーツク海で成長することが知られており、オホーツク海へ移動した後は様々な地域起源のサケが混成して索餌回遊しています。そのため、太平洋沿岸起源のサケのみに顕著な来遊低迷が見られる原因として、海洋生活1年目の降海からオホーツク海へ至るまでの段階で、大きな減耗が生じている可能性が考えられます。そこで、降海後の沿岸滞泳期における減耗について、海洋環境の影響と他魚種による被食の影響を検討してみました。

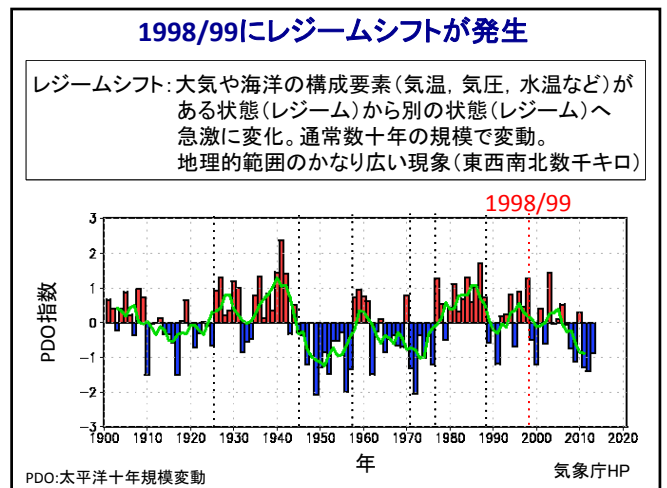
北太平洋のサケマス類の資源変動は、海洋環境の変動を受けています。大気や海洋は数十年規模で変動しており、ある平均的な状態(レジーム)から別の平均的なレジームへと急激に変化することがあります。このようなレジームの急激な変化はレジームシフトと呼ばれており、1900年以降をみても複数回のレジームシフトが知られ、最近では1998/99年に発生したと考えられています。レジームシフトは地理的にみて広範囲におよぶ大規模な変化であり、より小さな地理的スケールでみた場合、その変化を捉えることが難しいことがあります。今回、太平洋沿岸域にサケ幼稚魚が滞泳する時期の表面海水温に、レジームシフトと関連するような変化が認められるのか検討しましたが、そのような水温変化を見出すことは困難でした。

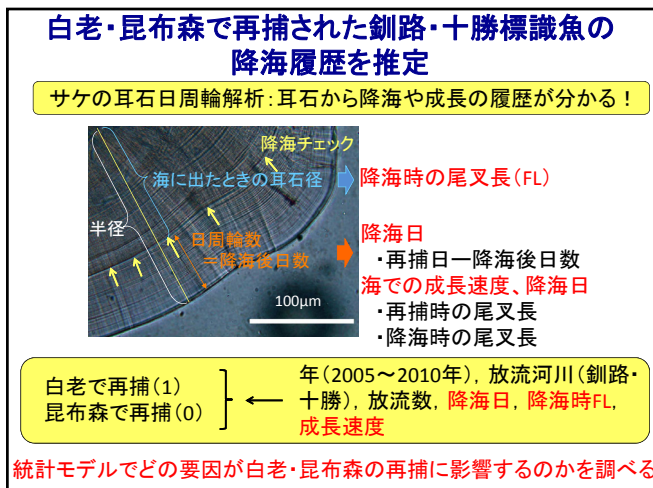
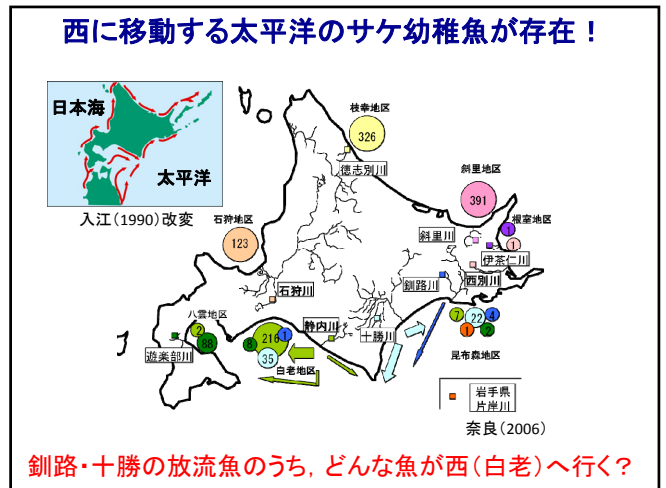
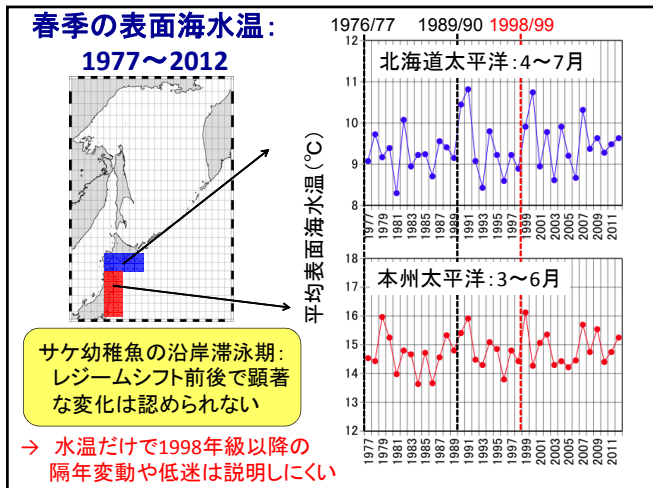
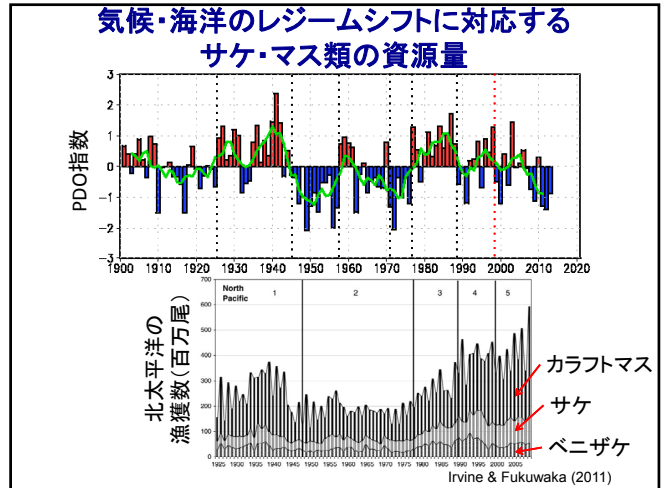
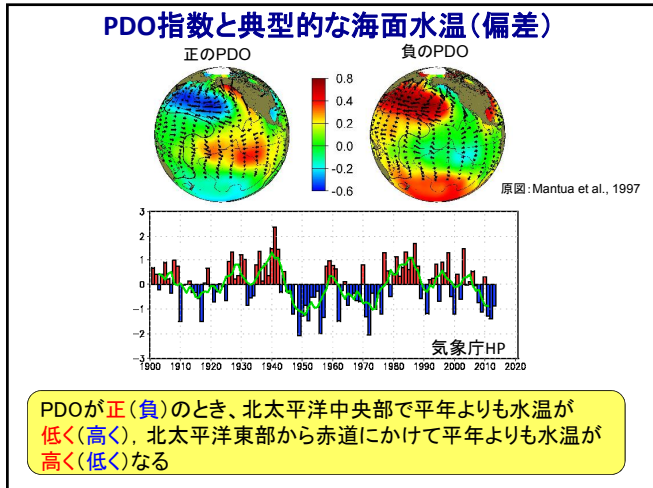
北海道区水産研究所(旧さけますセンター)では、北海道の白老沿岸域と昆布森沿岸域において、サケ幼稚魚の調査を実施してきました。その調査では、2005～2010年にかけて釧路川と十勝川から放流された耳石温度標識サケが再捕されています。興味深いことに、これら道東の河川起源のサケが、毎年のように母川の西側に位置する白老沿岸で再捕されています。白老への移動は、これまで考えられてきた日本のサケ幼稚魚の回遊経路とは正反対への移動を意味します。そこで、白老と昆布森で再捕された釧路川と十勝川の耳石温度標識サケについて、耳石日周輪解析を行ない、個体ごとの降海時期、降海サイズ、海での成長を調べてみました。その結果、白老へ向かった標識魚は、降海時期が早く、どちらかという大きなサイズで降海した魚であることが分かりました。また、白老への移動しやすさには年差があり、4～5月のえりも以西海域の西向きの流速が影響しているようでした。2008～2009年には、この西向きの流速が小さく、白老へ向かう確率が他の年に比べて低くなりました。さらに2005～2010年に降海したサケの、親魚としての河川回帰尾数と白老へ向かう確率には正の相関が見られました。白老へ向かう魚が降海する5月上旬頃には道東海域の沿岸水温はまだ低く、サケ幼稚魚の生息可能な水温5℃以上の海域は主にえりも以西海域に形成されます。したがって、西側へ向かいやすい海況の年には、降海時期の早い魚の生残が良くなる一方、西側へ向かいにくい年には初期減耗が大きくなる可能性が示唆されます。

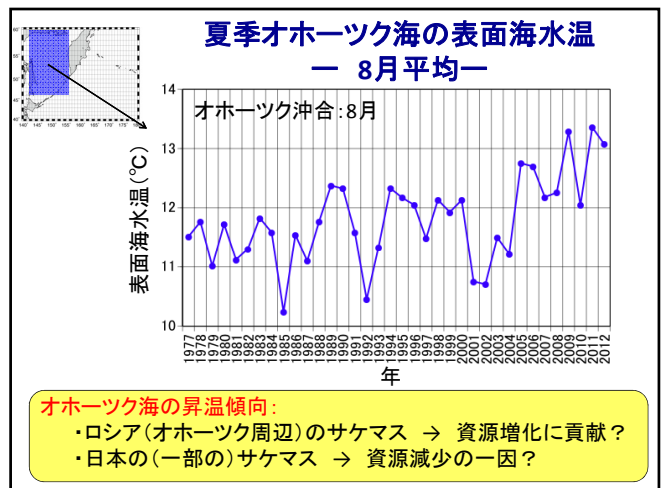
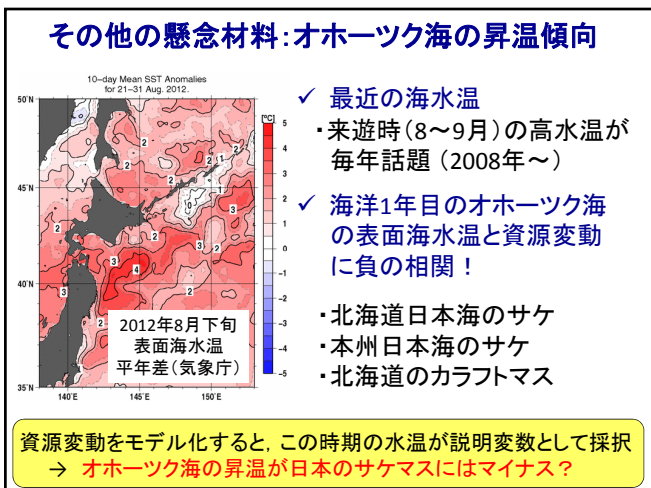
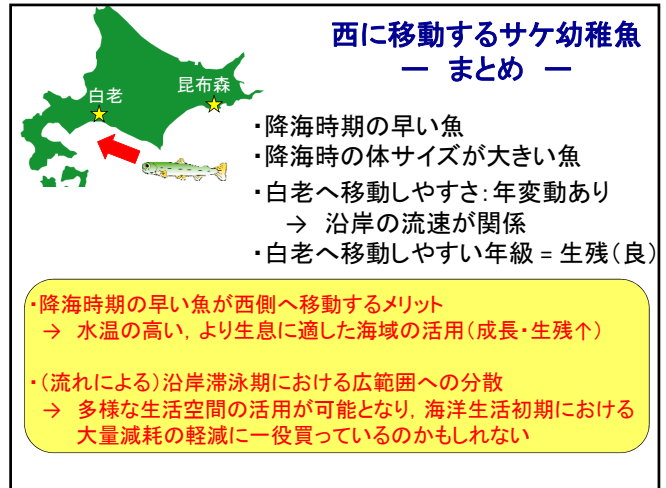
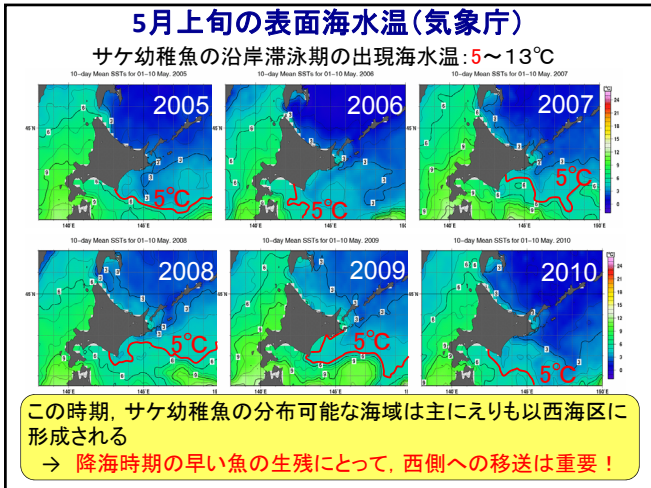
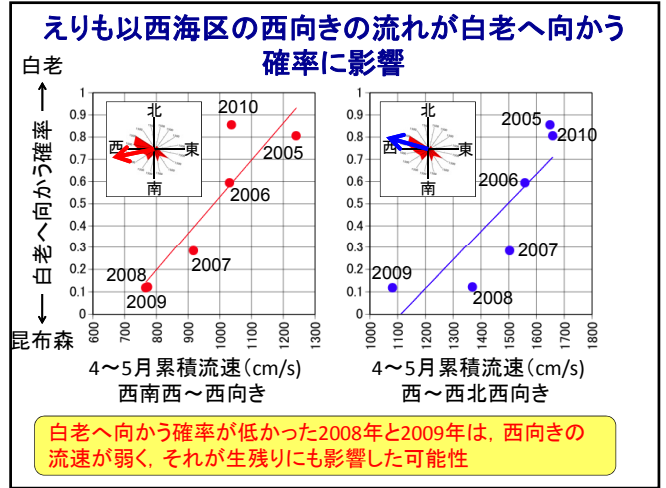
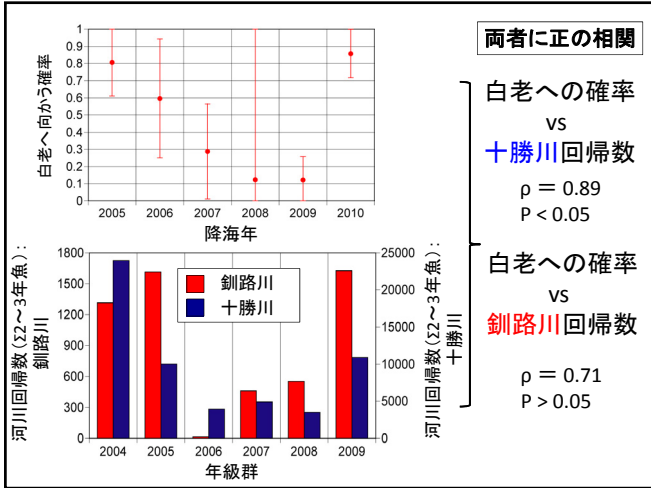
2000年代半ばから、北海道太平洋沿岸の春定置網でスケトウダラが大量に漁獲されているとの情報を漁業者の皆さんから入手しました。そこで4～7月に胆振から釧路にかけての定置網で漁獲された魚の漁獲統計を1985年以降調べてみました。その結果、確かに2006年以降スケトウダラの漁獲量が激増していました。しかし、増加しているのはスケトウダラだけではなく、1999年以降、定置網において底生性魚類、魚食性魚類の漁獲が増えている傾向が認められました。これら定置網で漁獲された魚の胃内容物から、尾叉長10センチ前後のサケ幼稚魚が見つかる場合もあることから、北海道の太平洋沿岸域においてサケ幼稚魚に対する捕食圧が高まっている可能性があります。




- 想定される変動要因**
- 降海後の沿岸滞泳期における減耗
 - ✓ 海洋環境の影響
海水温, 流れ, 塩分 → 魚の分布, 成長
 - ✓ 他魚種との生物間相互作用
被食による影響 → 生残







浜の声:
 「2007～8年頃から、春の定置でスケウが獲れるようになった。昔は獲れなかったのに...」
 ……サケ稚魚喰っているみたいだぞ! ……」



- ・胆振～釧路振興局
- ・4～7月 (=サケ幼稚魚の出現時期)
- ・定置網の漁獲

○日本におけるサケ幼稚魚捕食者に対する知見(Nagasawa,1998)

- ・サケ幼稚魚と沿岸域で分布が重なる種=90種以上
- ・サケ幼稚魚の捕食者として知られている種=9種
- ・被食による減耗 → 定量的な影響は不明

魚種別の漁獲量による主成分分析(PCA)
 定置で漁獲された34魚種カテゴリーをPCAで類型化
 → 8つの主成分に集約(分散%の合計=75.5%)

第一主成分: 25.53%

スケウ(0.92)
 マダラ(0.82)
 ソイ類(0.82)
 プリ(0.81)
 マガレイ(0.80)
 ヒラメ(0.79)
 ソウハチ(0.68)

ヤリイカ(-0.71)
 マイワシ(-0.75)

1999年頃から、魚食性、底生性の魚類の漁獲量が増加

サケ4年魚までの来遊数と胆振～釧路の4～7月スケウ漁獲量

スケウ漁獲量(トン) / サケ2～4年魚来遊数(万尾)

- スケウ
- 以東サケ
- 以西サケ
- ★ 2012年は速報値

スケウの定置漁獲が顕著になった2007年以降に降海したサケで来遊不振が顕著! → 沿岸域での捕食圧が変化?

想定される変動要因

○ 降海後の沿岸滞泳期における減耗

✓ 海洋環境の影響

- ・1998/99レジームシフトに伴う太平洋沿岸の表面海水温の変化は不明瞭。
- ・釧路・十勝起源サケの北海道太平洋西岸への移動には海流が影響し、広域に分散した年級の生残が良い可能性。

✓ 他魚種との生物間相互作用

[被食関係]

- ・1999年頃から、北海道太平洋沿岸の春定置では、魚食性・底生性魚類の漁獲が増加傾向。
- ・定置内でサケ幼稚魚の捕食減耗が懸念。



北海道におけるサケふ化放流概況の変遷(要旨)

安達宏泰(北海道区水産研究所業務支援課)

「適期・適サイズ放流」は、

○天然のサケの降海は、雪解け時期の4月中旬から5月上旬の間(北海道では沿岸水温5～8℃の時期)に盛期を迎える。

○尾叉長5cm前後(稚魚から幼魚へ)で遊泳機能、摂餌機能が強化される。

○沿岸水温が12～13℃となる時期までに尾叉長7cm、体重3g以上に成長していることが沖合に移動するための必要条件である。

などの調査結果に基づき、放流を沿岸水温が5℃に達する時期に1g前後に成長した稚魚から開始し、それらの稚魚が沿岸から姿を消す13℃に達する時期までに3gに成長するのに要する期間を溯った時期までに終了することをふ化放流事業の指針として示したものです。

このことについて、北海道さけ・ますふ化場時代からのふ化放流概況などを用いてS50年級からH18年級までの放流状況を概観したところ、

○S50～S55年級の放流重心(平均的な放流月日)は4月下旬から5月初め、平均放流サイズは0.6～0.7g、

○S56～H4年級の放流重心は4年半ばから4月末まで徐々に遅れ、平均放流サイズは0.6gから1.1gに大型化、

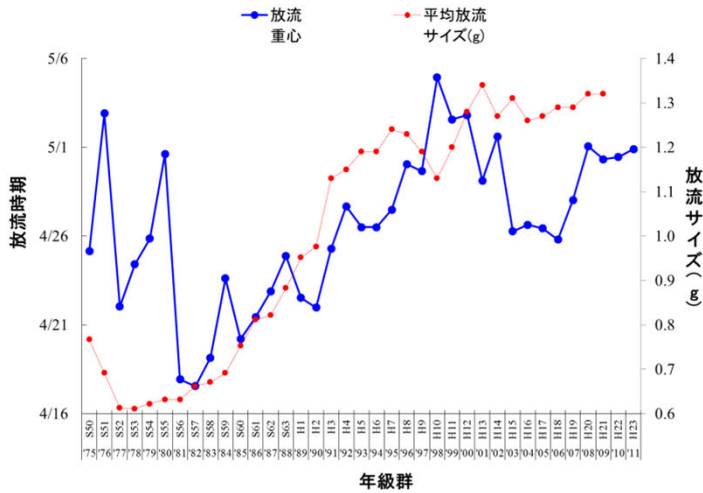
○H5～H18年級の放流重心は4月末から5月初め、平均放流サイズは1.1～1.3g、

と移り変わってきたことが分かりました。

この間、5%を超える高い回帰率は、沿岸水温が5℃に達する20日前以降の時期に放流重心があり、平均0.7g以上のサイズで放流された年級群で得られました。また、この範囲を外れて回帰率5%に達した年級群はなかったことから、用水量や施設能力といった制約が多い中、事業を組織的かつ効果的に進めるための指針として「適期・適サイズ放流」は妥当であったとの見解に至りました。

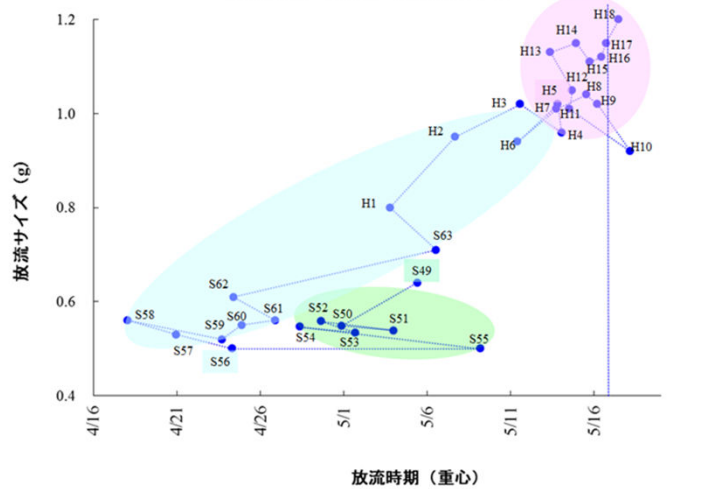
しかし、放流重心やサイズが上述の範囲内にあるにも拘わらず回帰率が低かったという例も少なからずあり、各地域においては、改めて過去から現在に至るふ化放流事業の経過の整理と現状の再点検、河川・沿岸環境など地域特性を分析して、より効果的なふ化放流の途を探ることを提言します。

北海道におけるサケ放流時期・サイズの推移



オホーツク海区

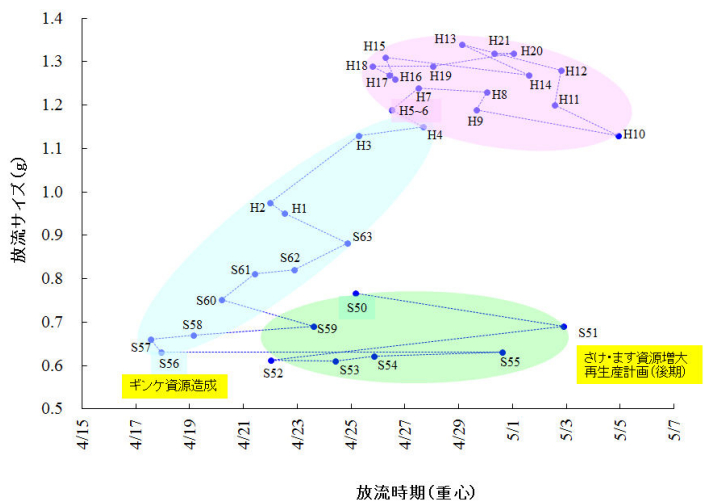
放流時期(重心)と放流サイズ



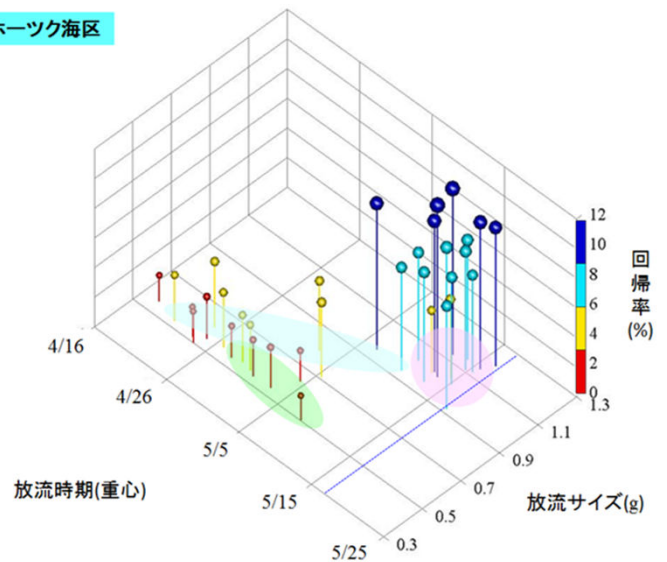
北海道全域

放流時期(重心)と放流サイズ

※各点の添字は年級を表す

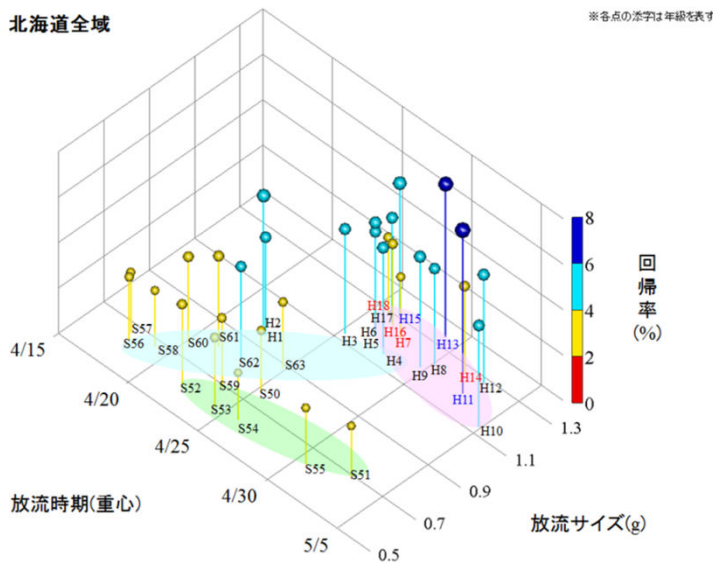


オホーツク海区



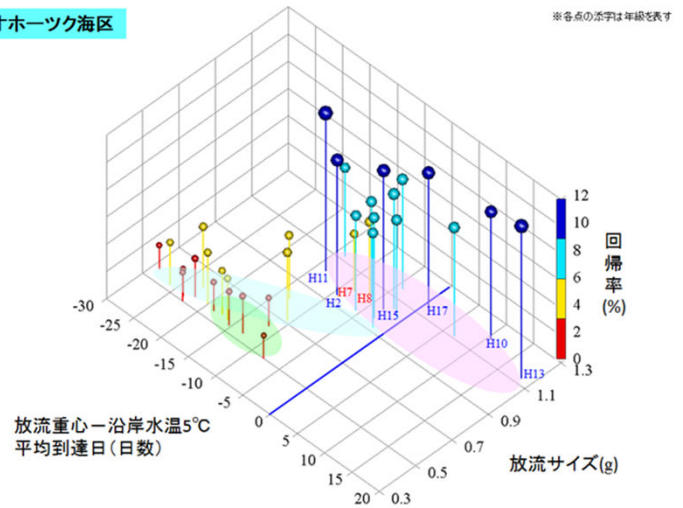
北海道全域

※各点の添字は年級を表す

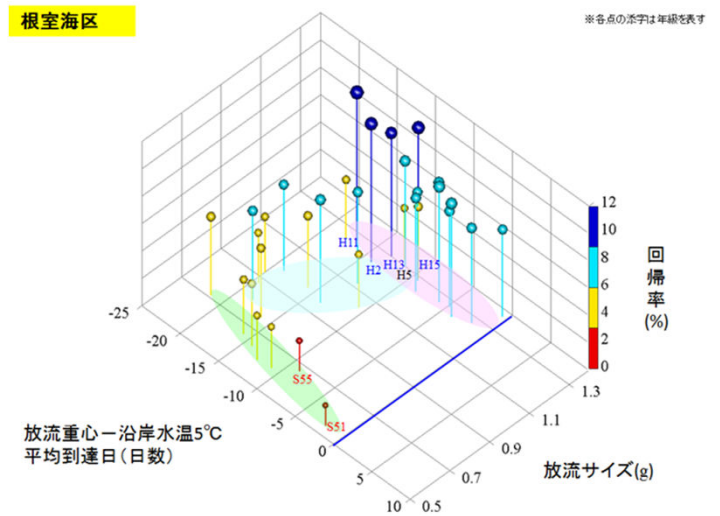
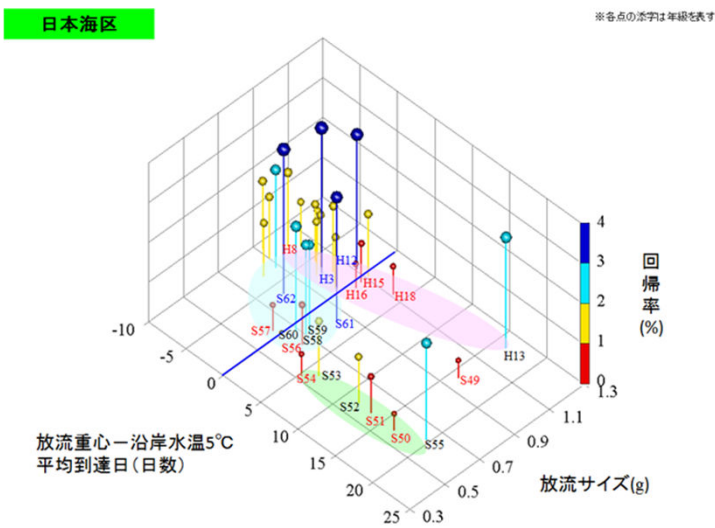
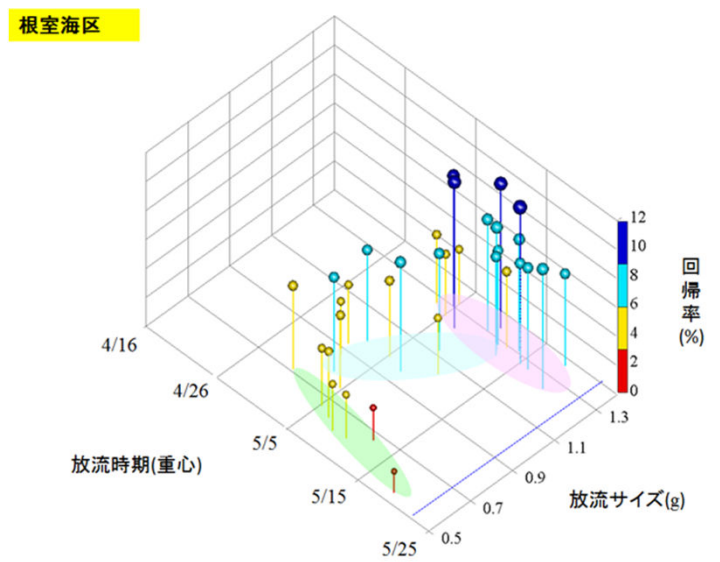
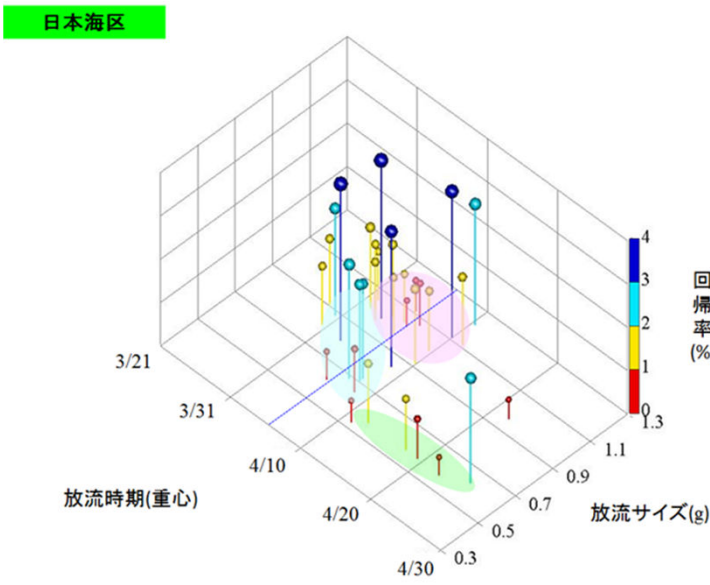
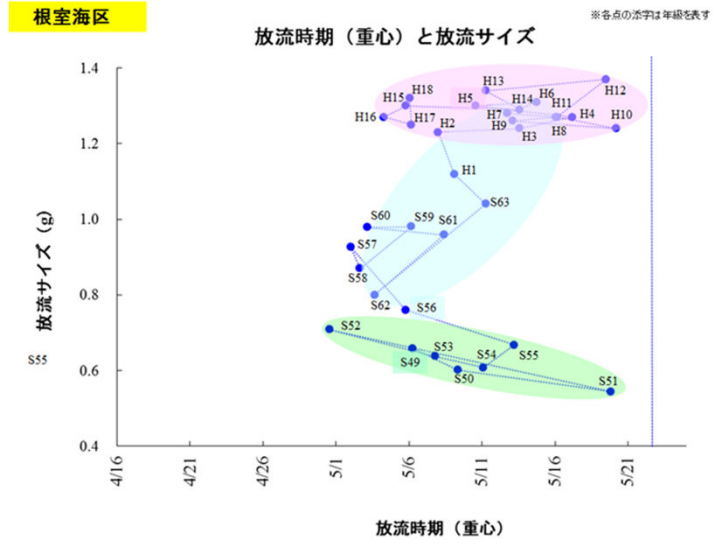
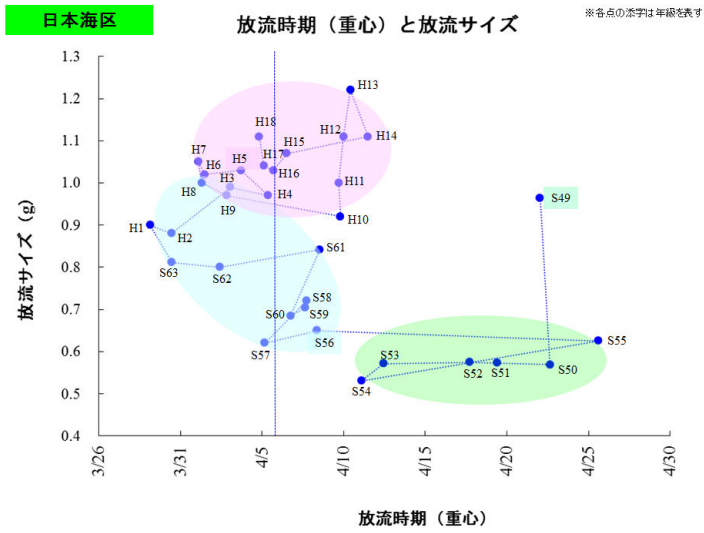


オホーツク海区

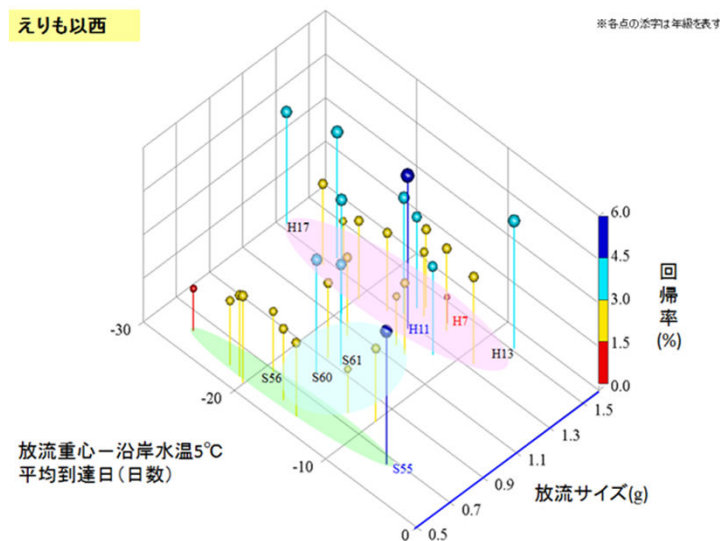
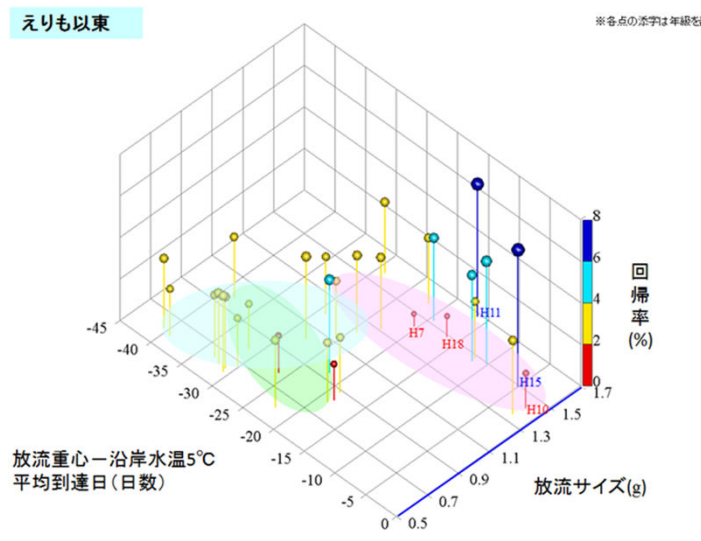
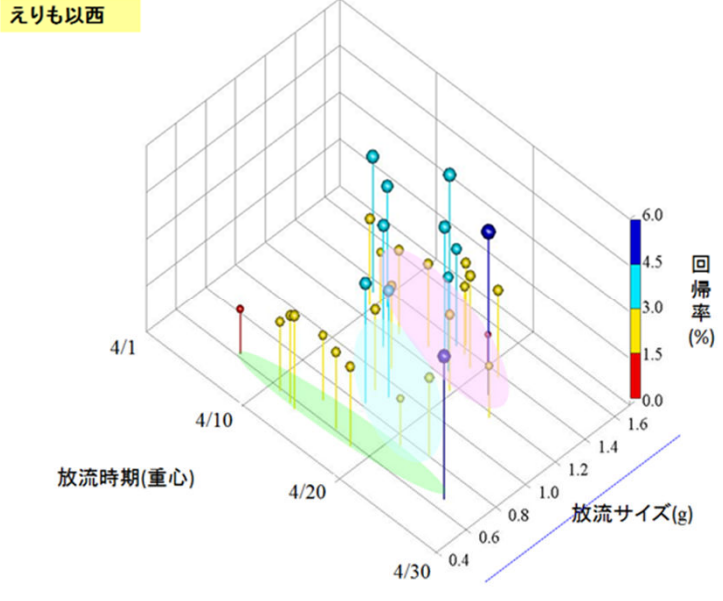
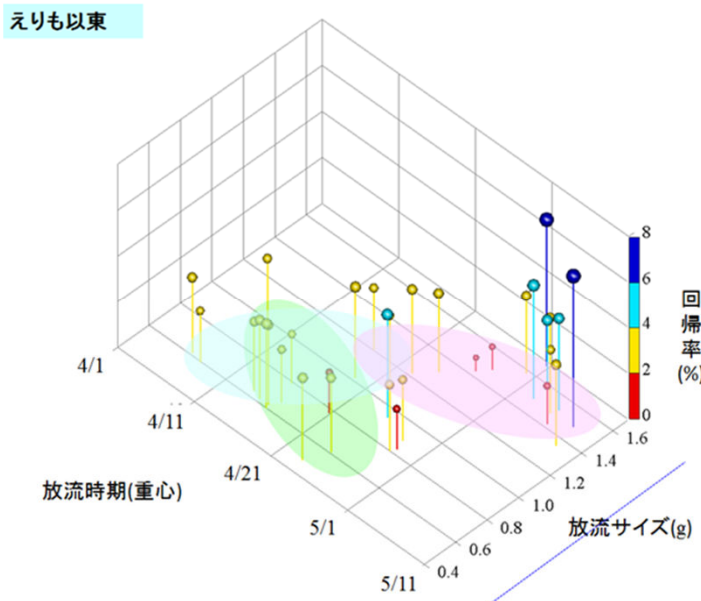
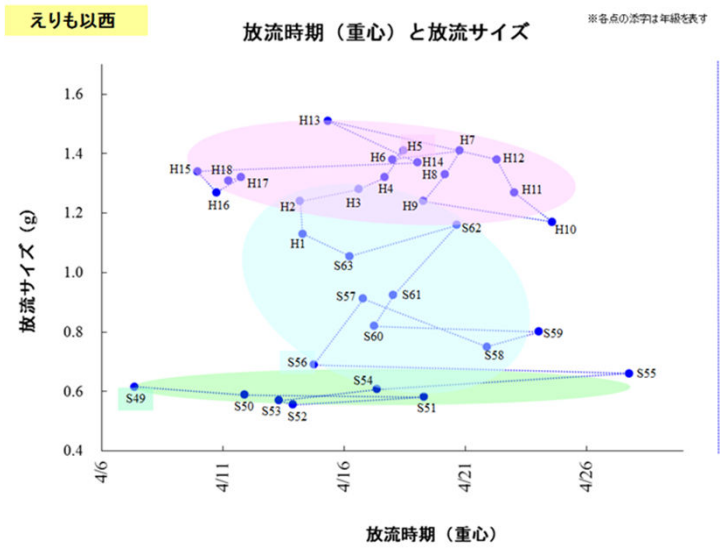
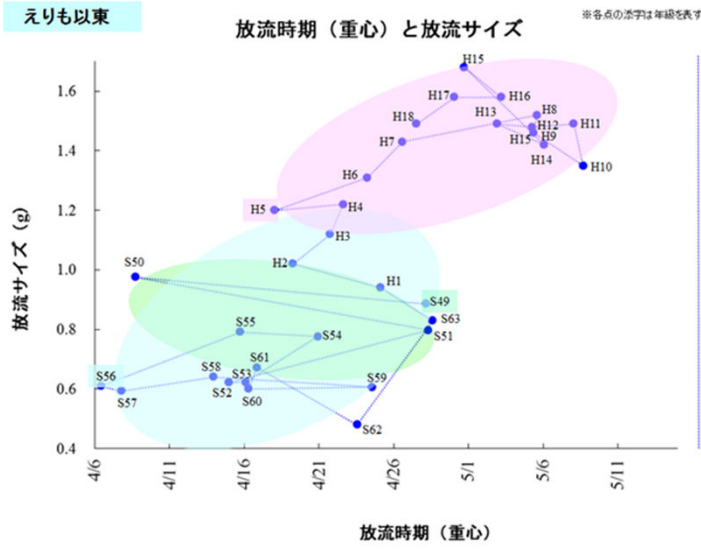
※各点の添字は年級を表す



図中の青線は、沿岸水温5°C平均到達日を表す。

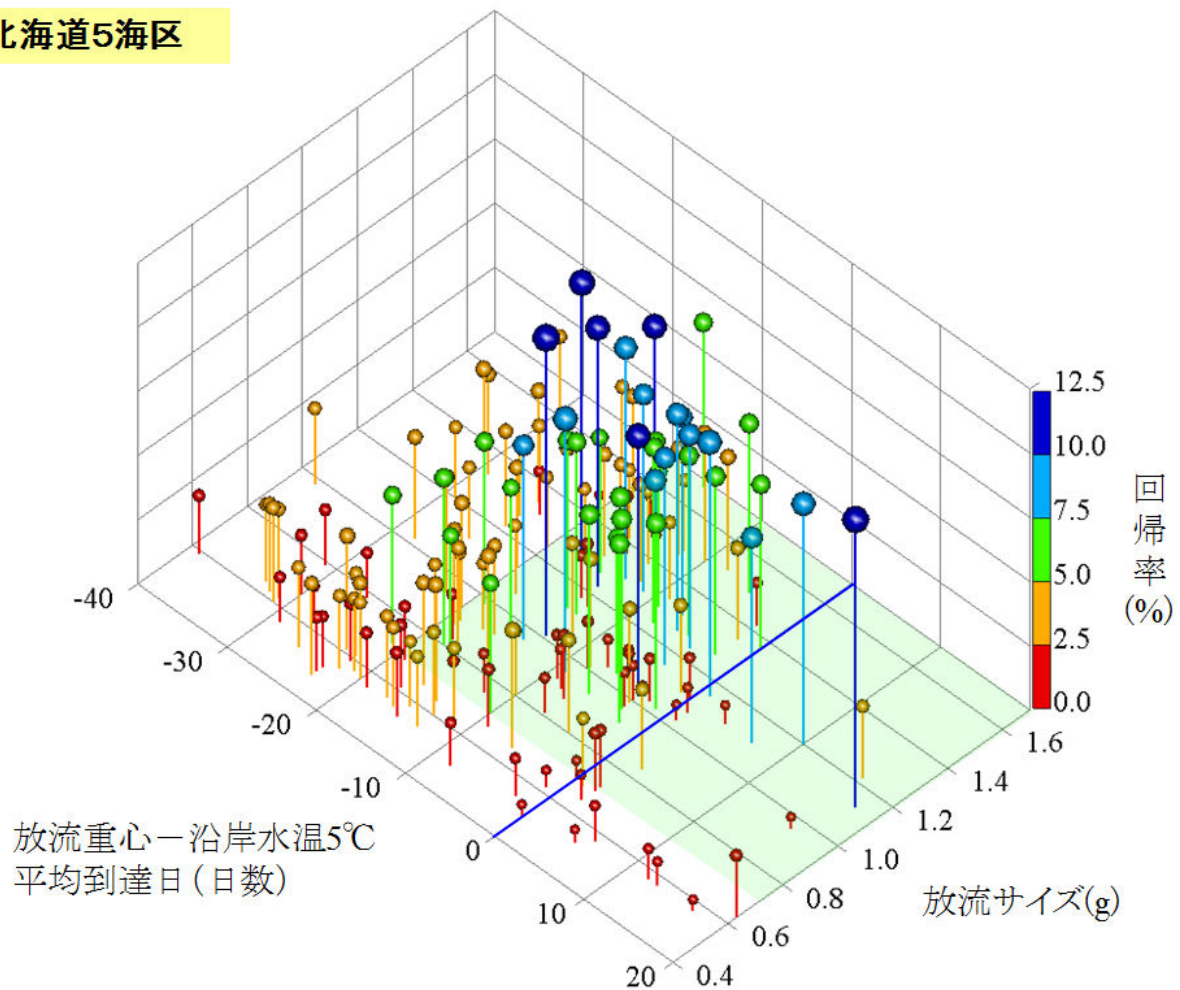


図中の青線は、沿岸水温5°C平均到達日を表す。



図中の青線は、沿岸水温5°C平均到達日を表す。

北海道5海区



図中の青線は、沿岸水温5°C平均到達日を表す。

放流にあたっての留意点

(H5年 北海道さけ・ますふ化場研修会資料の要点を抽出)

① 地域に合った適正放流エリアの設定と柔軟な放流

各地域における過去の水温データを収集・整理して、その場所に合った放流エリアを設定する。

② 施設能力等の再点検と効果的な収容計画の策定

各ふ化場の飼育地面積や用水(水量、温度、水質)条件を改めて点検した上で、期別資源の重要性に優先順位を設け、優先度が大きい稚魚ができるだけ多く適正エリア内に放流されるように収容計画を策定する。

③ 状況に応じた柔軟な放流

沿岸水温の立ち上がり方は年によって異なるので、それぞれの場所でリアルタイムに把握し、状況に応じた柔軟な放流を行う。

○適正放流エリア内の放流

大きい稚魚から放流し、小さい稚魚はより大きくしてから放流する。

○適正放流エリア外の放流

地域にとって優先順位が低い稚魚から放流し、重要な資源となる稚魚の放流はできるだけ適正放流エリアに近づける。

参考資料 「適期放流について(H5北海道さけ・ますふ化場資料 復刻版)」

北海道におけるサケ資源の著しい増加は、給餌飼育と適正な降海時期と沖合移動時期に合わせた放流操作(適期放流)がサケの初期生活期における生残率を高め、それが高回帰率につながったと考えられている(Kobayashi 1980; Mayama 1985; 帰山 1986)。北海道におけるサケ放流は、昭和50年代前半から沿岸水温5℃を目安に開始され、沿岸水温が10℃前後となる時期には放流を終えることで進められてきている。

しかし、近年、暖冬により降雪量が少なく沿岸域への河川水の影響が少ない日本海における3月期の水温上昇が早いなど従来の沿岸環境と異なった傾向が見受けられ、沿岸環境(水温、塩分)のきめ細かいデータに基づいた適正な放流を行うことが必要になってきている。また、適期放流を考えるに当たっては放流時期、沿岸水温とともに放流する幼稚魚の発育段階も重要な要素となることから(真山 1983,1985; 帰山 1983,1986)、放流に当たっては幼稚魚の発育を考慮した放流も進める必要がある。

【適期放流および発育段階】

1. 適期放流および発育段階に関する知見

- ① 天然のサケの降海状況は河川によって、また、年によって多少変動はみられるが、盛期は雪解け時期の4月中旬から5月上旬の間で、水温5～8℃の時期である(小林 1977)。
- ② 集約的に管理され、大量に放流される人工放流魚の多くの個体は河川に滞留することなく降海し、環境の比較的安定した河川で増水期間に放流された少数の個体のみが河川に若干滞留する(真山 1983; 帰山・佐藤 1979)。
また、放流されたサケ幼魚は河川内ではほとんど成長しない(真山・関 1980)
- ③ 河川から降海したサケ幼魚は前期幼魚期を河口やその周辺の低塩分域、波浪の影響の少ない湾奥部の砕波帯などの海浜域に生息するが、成長に伴って分布域を拡大して後期幼魚期には高塩分で外洋の影響をうける湾口部まで生活域を拡大する(帰山 1986)。
サケ・マス幼魚を放流するのに最も適した時期は低塩分の沿岸水が沿岸沿いに分布している時期であり、放流の上限は表面水温が13℃、塩分が約34‰となる時期である(入江 1990)。
- ④ 母川周辺の沿岸域から姿を消す直前の魚体サイズは尾叉長6～8cm、体重2.5～4.0gであること、そしてこの沿岸の北方約80kmの沿岸で6月上・中旬に採捕された石狩川産の標識サケ幼魚が平均尾叉長7.4cm(6.6～8.0cm)、平均体重3.5g(2.5～4.5g)であったことから、尾叉長7cm前後、体重3.0g前後の魚体サイズが沖合に移動するための必要条件と判断された。
従って、沿岸の表面水温が12～13℃となる時期までに尾叉長7cm、体重3g以上に成長する幼魚は、母川周辺の沿岸域から順調に沖合回遊に移行することが可能であり、いわば生残率が高い(Mayama 1985)。
- ⑤ 尾叉長5cm前後より発育段階が稚魚期から幼魚期へ移行し遊泳機能、摂餌機能が強化される(帰山 1990,図1)。
- ⑥ 普通に沿岸域に分布する尾叉長3～8cmの大きさに限って考えれば、この範囲でもできるだけ大きく育てて放流することは、単純に生き残りを多くするという点からは、少なくともマイナスには成らない。また、発育段階から尾叉長5cm(体重1g)に成長した幼魚を放流することによって、かなり減耗を減らすことが可能と考えられる(入江 1990)。
- ⑦ 指数曲線的成長は、生物の成長速度が著しく高い初期生活期に使われ、サケ属魚類の場合、内部栄養から外部栄養へ移行しつつある稚魚期から活発な摂餌行動と移動を示す幼魚期によく適合する(帰山 1986,1991)。
- ⑧ 指数成長曲線を $L=a \times \exp(b \times t)$ (L:体長(mm)、t:経過日数(日)、a:初期体長(mm))とすると、海洋生活初期のサケ幼魚の瞬間成長係数(b)は、帰山は宮城県沿岸でのサケ幼魚の成長曲線を求め、沖合性の餌動物を摂餌する大型群が最も高い0.0181を示し、ついで沿岸Epibenthos、枝角類などを摂餌する個体が0.0107であったと報告している。また、千歳川より放流されたユーロピウム標識群の採捕結果から、平均瞬間成長係数は0.00998と計算された。

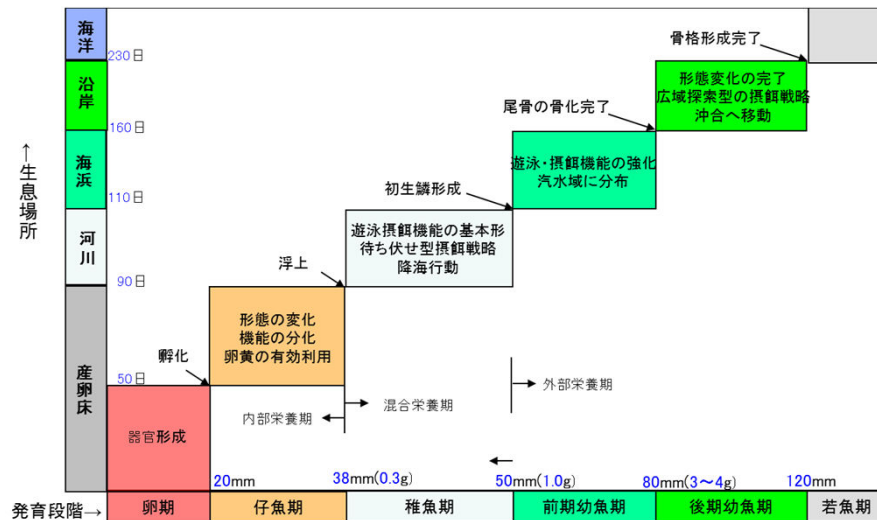


図1 サケの初期生活期における発育段階と形態的・生態的特徴

(「魚と卵」第159号 1990年3月 鼎山雅秀を改変)

2. 基本的なモデル

- ① 河川ではサケの幼稚魚はほとんど成長しない。また、大量に放流される人工放流魚の多くの個体は河川に滞留することなく降海する。
- ② 放流を開始する時期は、沿岸水温が5℃となる時期を目安とする。
- ③ 最低放流サイズは、沿岸域における生残率を高めるため、発育段階が幼魚期へ移行する時期である尾叉長5cmを目安とする。
- ④ 離岸期の幼魚のサイズは尾叉長7～8cmであり、その時の水温は13℃である。
- ⑤ 海洋生活初期におけるサケ幼魚は、指数曲線の成長を示す。体長の瞬間成長係数は成長の良い個体で約0.0120前後の成長を示すものと思われるが、石狩川の結果などを考慮し、ここでは0.0100とした。

以上の条件により適期放流および放流サイズについての基本的なモデルを作成した。

放流にあたっては、基本的には放流は沿岸水温5℃を目安に開始し、13℃となる時期には離岸することから10℃までに終了するように実施し、放流サイズについては放流時期を考慮し、適正エリア内(斜線部分)に入るようなサイズと時期に放流する。

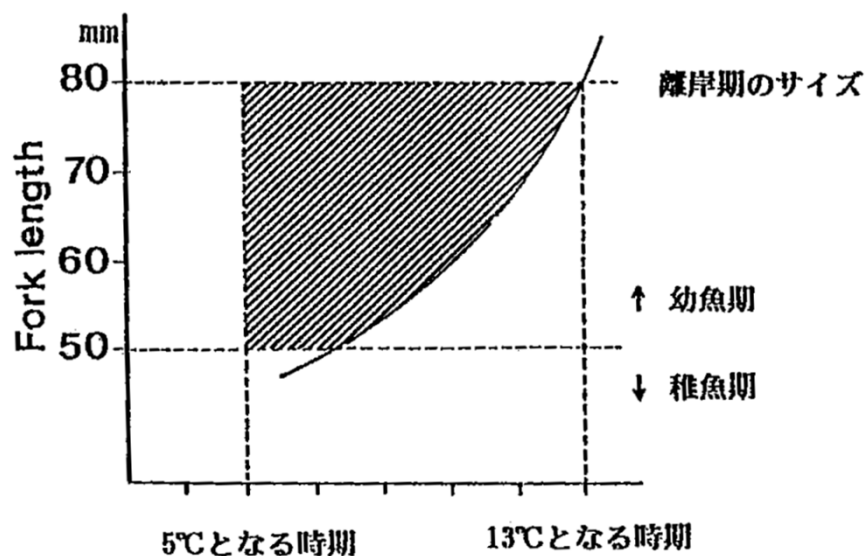


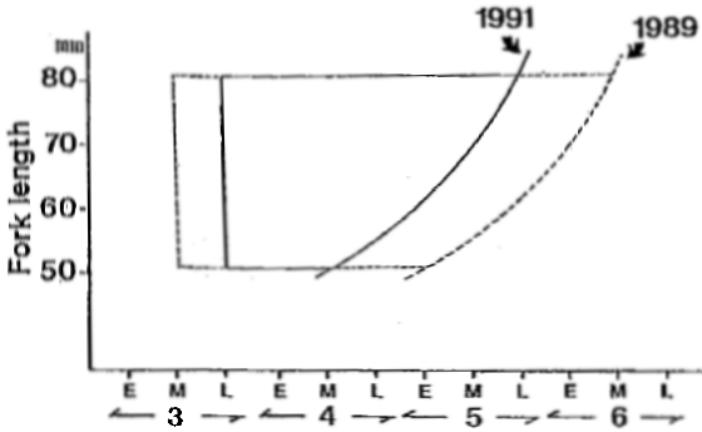
図2 適期放流および放流サイズについての基本的モデル (斜線部分—適正放流エリア)

3. 各海区における代表的な適正放流エリア

基本的なモデルに基づき、ここ数年の各海区における代表的な地区における適正放流エリアを図3に示した。地区によっては適正放流エリアが年によって大きく異なっていることが分かる。

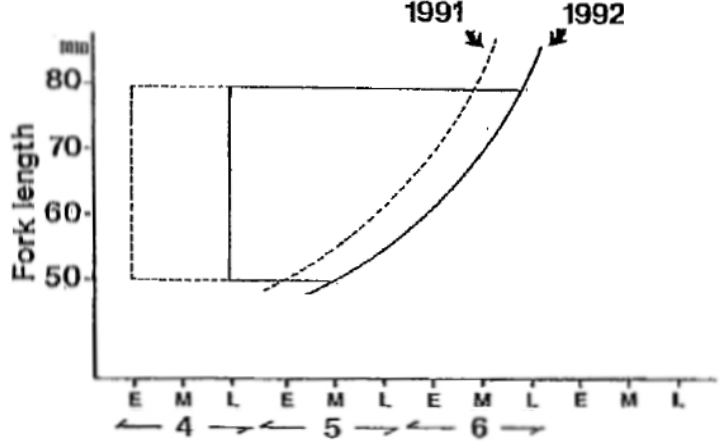
1) 日本海区

沿岸水温: 寿都沿岸



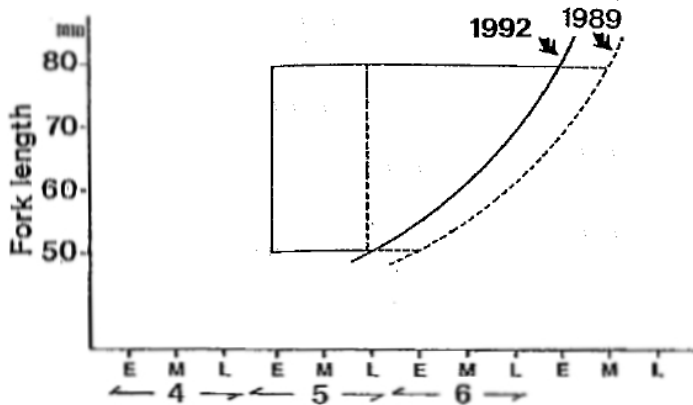
2) オホーツク海区

沿岸水温: 紋別沿岸



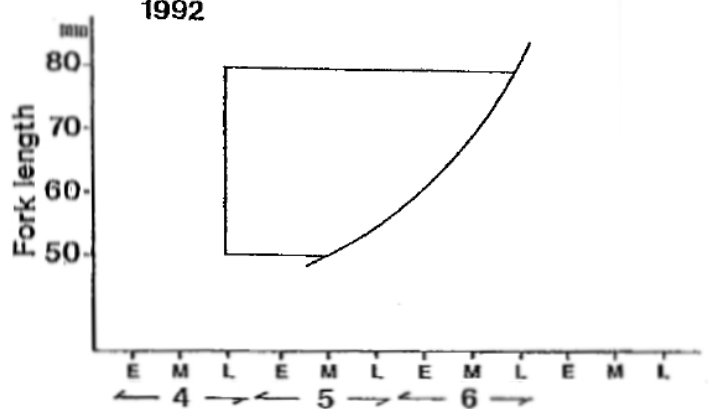
3) 根室海区

沿岸水温: 羅臼沿岸



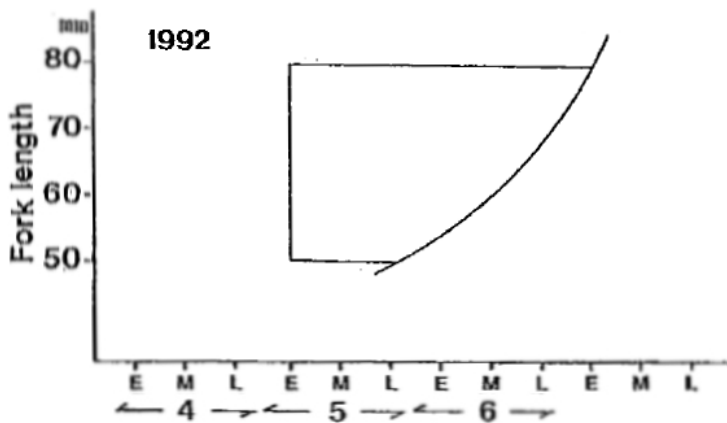
4) エリモ以東海区

沿岸水温: 厚岸沿岸



5) エリモ以西海区

沿岸水温: 浦河沿岸



4) エリモ以西海区

沿岸水温: 鹿部沿岸

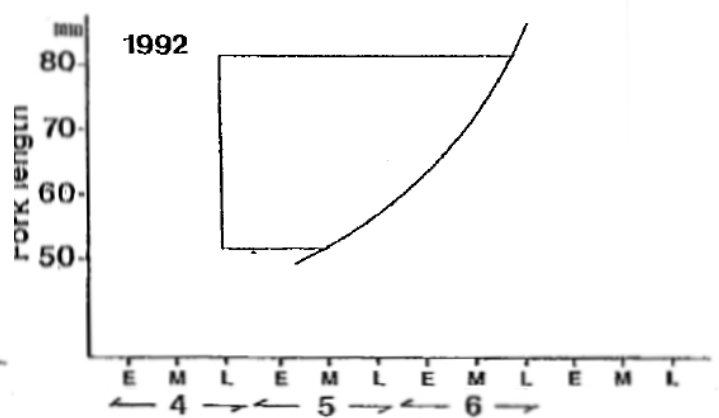


図3 各海区における代表的な適正放流エリア

【放流手法】

放流に当たっては、河川、沿岸の生産力並びに離岸・沖合移動に関連した適切な放流時期と放流量の調整が重要な要素である(広井 1981)。また、千歳川のように恵まれた生育環境を持つ河川においても、連日100万尾前後の大量放流が継続されるようなふ化放流体制のもとでは、稚魚の分布密度が低い3月上・中旬に放流される初期放流群を除いて、大部分の稚魚は放流後10日位の短期間のうちに降海する。このことから、稚魚の放流に当たっては、河川の生育環境より、むしろ、放流河川周辺の沿岸生育環境を十分に把握した上で放流することが重要である(真山他 1983)。

従って、放流に当たっては前述の適期放流(沿岸環境)、幼稚魚の発育段階を考慮するとともに、各ふ化場の飼育能力等を勘案して計画的に放流を実施する。また、沿岸環境の変化に対応出来る放流体制の確立を図る必要がある。

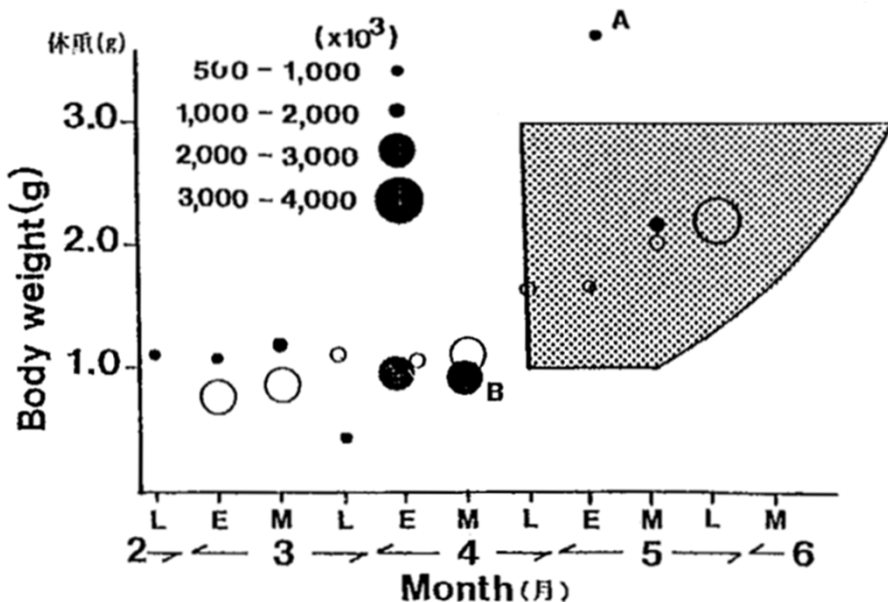
4. 実際の放流状況

1992(H4)年春における放流状況の例を図示した。上図にはある河川における2事業場の放流状況を、下図にはある海区における放流状況をそれぞれ示した。

上図からは2月の下旬から飼育能力を超える分を随時放流している状況が分かる。

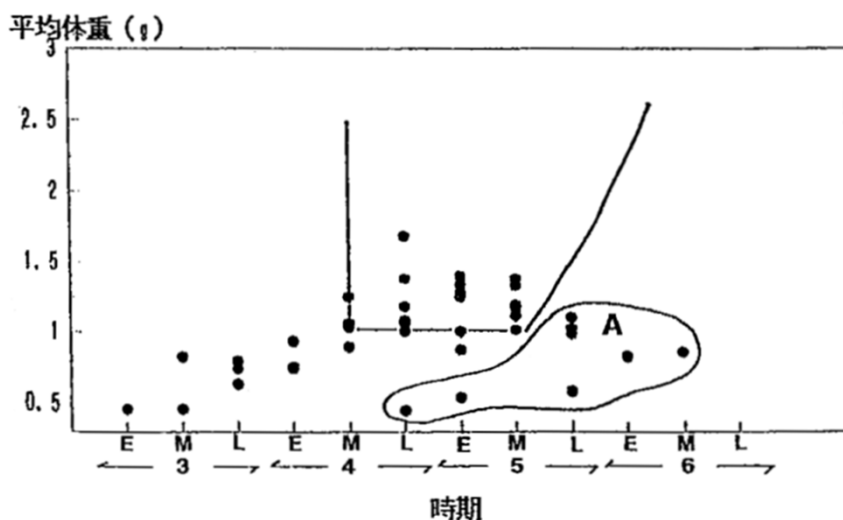
しかし、放流適期内の放流状況を見ると、約4gの大型の幼魚(A)が約500千尾放流されている一方で、適期間内に1g以下の稚魚(B)が約2,000千尾放流されている。

この放流状況から見ると、大型の幼魚(A)を早めに放流し、小型の稚魚(B)を大きくして放流するなどの改善を図ることににより、より効果的な放流が出来るように思われる。



ある河川のサケ幼稚魚の放流状況と適正放流エリア

下図では、4月下旬～6月中旬にかけて適正放流エリア外で小型の稚魚(A)が行われている状況が見られる。これらの稚魚は水温が13℃となる時期までに、体長7～8cmに達しないとされる。これらについては種卵の収容調整などによって改善を図っていく必要がある。



ある海区におけるサケ幼稚魚の放流状況と適正放流エリア

5. 放流にあたっての留意点

- 1) 各支場および事業場は、経年の沿岸水温の状況から各海区、地区における適正な放流エリアを作成する。
- 2) 種卵の収容に当たっては、期別収容割合が地区で定められていることから、地区内のふ化場の飼育池面積や用水環境を正確に評価し、地区内の各ふ化場が出来るだけ適正なエリア内の放流となるよう収容計画をたてる。
- 3) 放流に当たっては、沿岸水温の状況を正確に把握し、適正な放流エリア内の放流となるよう実施する。
- 4) 適正放流エリア外の放流となる場合は、期別収容割合を考慮し、全体の資源に影響のないよう留意する。
- 5) 虚弱稚魚(ピンヘッド稚魚)などは魚病の原因となるので、選別し放流する。
- 6) 適正エリア内での放流となる場合は、大型の稚魚から放流を行い、小型の稚魚は大きくしてから放流する。

引用文献

- 広井修. 1981. サケ資源の初期減耗—特に人工ふ化放流における卵から稚魚放流までの減耗要因について. 漁業資源研究会議報, (22):p.53-65
- 入江隆彦. 1990. 海洋生活初期のサケ稚魚の回遊に関する生態学的研究. 西海区研報. (68):p1-142
- 梶山雅秀. 1983. 宮城県におけるサケの放流時期に関する検討. 北海道から本州に移殖したシロサケの回帰現象の変化に関する緊急調査研究報告, 43-46. 東北区水産研究所
- 梶山雅秀. 1986. サケ *Oncorhynchus keta* (Walbaum) の初期生活史に関する生態学的研究. さけ・ます研報, (40): 31-92
- 梶山雅秀. 1991. サケ属魚類の発育と成長3. 成長曲線. 魚と卵, 160:47-52
- 小林哲夫. 1977. 沿岸滞泳期におけるサケ・マス幼魚の生態. 水産海洋研究会報, (31):39-44
- Kobayashi, T. 1980. Salmon propagation in Japan. In Salmon ranching (ed. By J.K.Thorpe) Academic, London, pp.93-107.
- 眞山紘・関二郎・清水幾太郎. 1983. 1980年と1981年春放流魚の降海移動と沿岸帯での分布回遊. さけ・ます研報, (37):1-22
- Mayama, II. 1985. Technical innovation in chum salmon enhancement with special reference to fry condition and timing of release. In Proceeding of the eleventh U.S.-1982. NOAA Tech.Rep.NMFS 27:pp83-86.

「太平洋サケ資源回復調査事業」の概要

(独) 水産総合研究センター
北海道区水産研究所さけます資源部
永澤 亨

北日本における最重要水産資源であるサケは主にふ化放流事業により支えられていることから、他の漁業資源に比べて安定した生産が期待されています。しかし、近年北海道、本州とも太平洋側を中心とした来遊数の低下が顕著となり、社会的にも大きな問題となっています。このような状況を受け、水産庁では平成 25 年度より、「太平洋サケ資源回復調査事業」の委託を公募しました。

この公募をうけ、下安家漁協、宮古漁協、十勝釧路管内増協、渡島管内増協、岩手県水産技術センター、道さけます・内水試、および水研センターで共同研究機関を立ち上げて本事業を受託することができました。本調査事業は、太平洋側サケ来遊量減少の要因を明らかにし、ふ化放流手法の改良を通じた回復を図ることを目的として実施します。

太平洋側から放流された幼稚魚が降海後、オホーツク海に達する前（春～初夏）に大きく減耗していることがサケの来遊数減少に結び付いている可能性が高いことから、(1) 春期の太平洋北部沿岸域において、主として定置網に入網するサケ稚魚の耳石等を分析して移動実態や成長履歴を把握することによって、太平洋側各地域のサケの生き残りの条件を探索します。(2) また地域毎に生き残り適したサケ稚魚の放流条件を検討し、それを検証するために放流の時期やサイズ等を変えて耳石標識を施したサケ稚魚を生産放流します。(ふ化放流事業高度化試験) 放流河川は北海道えりも以東海域の釧路川水系、えりも以西海域の知内川水系、岩手県北部の安家川水系、岩手県中部の津軽石川水系としています。(3) さらに沿岸生活期における海洋環境変化や他魚種の影響を把握するため、沿岸定置に入網するサケ稚魚を捕食していると考えられる魚種の胃内容物調査を実施(サケ稚魚被食実態調査)するとともに、沿岸環境のサケ資源変動への影響を探索します。これら調査を通じてモデル地域ごとのサケふ化放流様式の再検討を行い、サケ来遊資源の安定化を目指します。

本事業は不振に苦しむ太平洋側地域のサケ資源安定化に向けてのきっかけとなる調査と期待されていますが、もちろんこの調査で得られる結果だけでサケ資源の回復・安定化が望める訳ではありません。水研センターのさけます事業所でもこの調査事業の実施に合わせて、放流時期別に異なる耳石標識を施したサケ放流を計画していますし、サケ好適生息条件の探索には海洋環境担当部所が数値モデルを用いたサケ幼稚魚の移送シミュレーション等も行っています。「サケ資源の厳しい現状を改善するために何ができるか？」を主題にさまざまな方向から取り組んでいきますので、みなさまのご支援をお願いします。