



- 業績名： サワラの漁況予測技術の開発
- 所属： 新潟県水産海洋研究所 漁業課
- 研究者： 主任研究員 池田 怜(いけださとし)

日本海で増加したサワラ

■ 新潟県のサワラ漁獲量(金額)の推移



■ 近年10年平均の漁獲金額 1億7,000万円／年

重要な漁獲対象種

< 銘柄 >

- ・体重1kg未満: さごし
- ・体重1kg以上: さわら



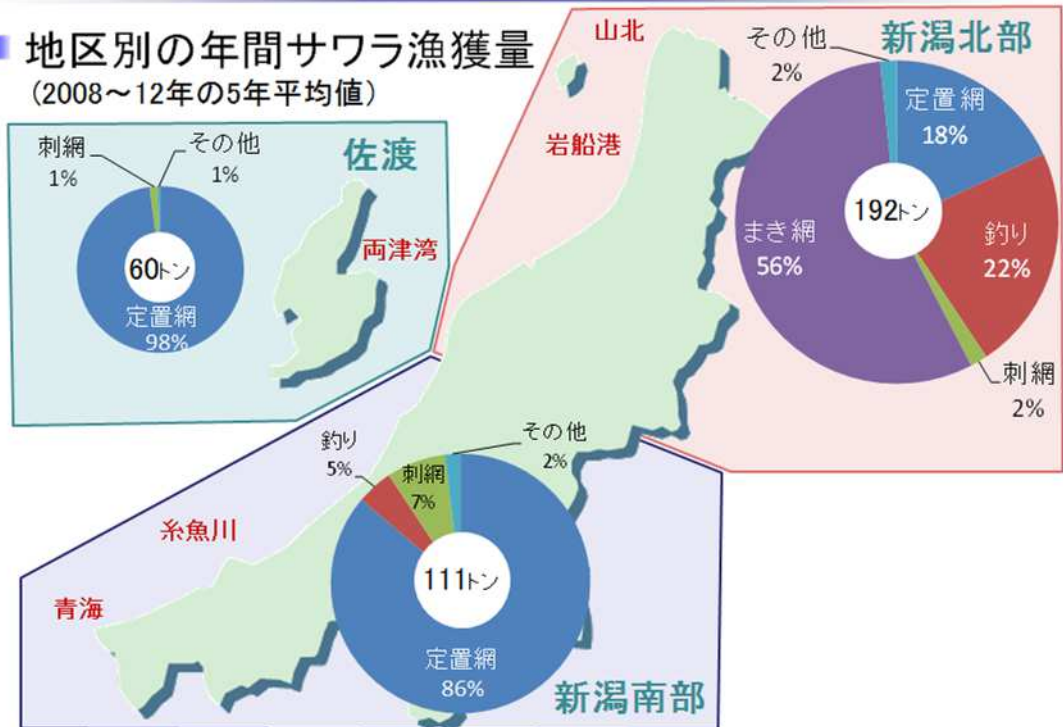
近年日本海でサワラが増加したと言われていますが、新潟県においても、以前はほとんど獲れなかったサワラが、2000年を境に急に獲れるようになりました。

新潟県のサワラの漁獲量は、2012年は100トン程度でしたが、近年で最も多かった2010年は約700トンでした。漁獲金額は、近年10年平均では年間約1億7000万円で、重要な漁獲対象種となっています。

県内では、体重1kg未満は「さごし」と呼ばれ、主に箱で、1kg以上は「さわら」として主に1本もので取引されています。特にさわら銘柄は単価も高く、漁業者にも重要視されています。

県内の地区別漁獲量

■ 地区別の年間サワラ漁獲量 (2008～12年の5年平均値)



次に、県内の地域別の水揚げの状況をご説明します。サワラの水揚げが多い地域は、青海、糸魚川の新潟南部地域、岩船、山北の新潟北部地域、佐渡の両津湾で、これら3つがサワラの主要な地域となっています。これらの地域ごとの漁業種類別の割合を示したのが円グラフで、数値は2008年～2012年の5年平均値でお示ししています。

佐渡は60トン程度で、そのほとんどが定置網です。

新潟南部は111トンで、こちらもほとんどが定置網によるものです。

北部は192トンとなっていますが、ここには新潟港のまき網が含まれています。まき網は、2010年など多く水揚げされる年もありますが、年による変動が大きく、ここ2年ぐらいはまき網による水揚げはほとんど無い状況です。まき網以外では、定置網と、それと同じくらい釣りがあります。この釣りの部分をちょっと見てみたいと思います。

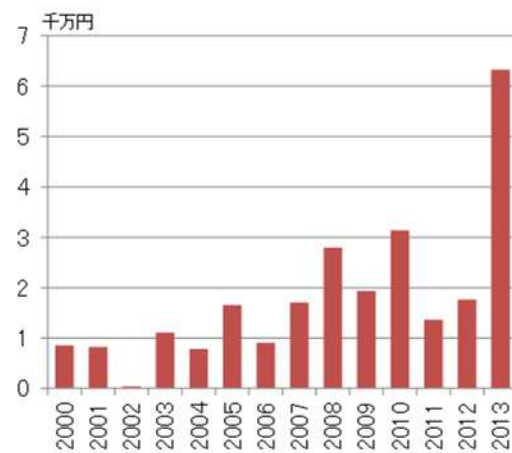
新潟北部の釣りの漁獲

■ 釣りと定置網の漁獲量
(年間)



釣りの漁獲が増加

■ 釣りの漁獲金額
(7月～11月の合計)

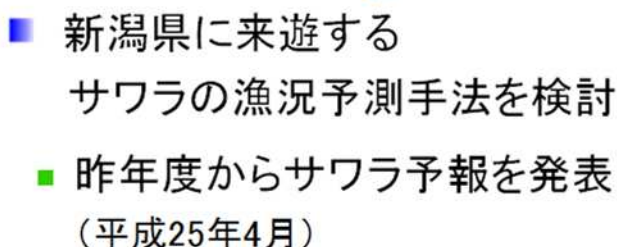


2013年は近年で最高

新潟北部地域における年間の釣りや定置網の漁獲量の推移を棒グラフにしてみました。青が定置、赤が釣りです。釣りと定置がだいたい同じくらいだったのが、ここ3年ぐらいは釣りが定置の倍以上と多くなっており、釣りによる漁獲が増加しています。

特に釣りによる漁獲は夏～秋にかけて盛んで、7月～11月の漁獲金額の推移を見ると、**2013年**は近年で最高となっています。大きいサワラは単価も高く、サワラを狙って獲ることが増えているように感じています。最近では板びき網漁業者もサワラ釣りを行っており、休漁期間の収入源になっているほか、**9月**の底びき網解禁後も釣りを継続することで、カレイ・ヒラメ類への漁獲圧の減少や価格下落防止の効果が期待されます。

- サワラ資源の有効利用と効率的な操業を推進するためには、漁期前に漁況情報を提供するための予測技術の開発が必要



- ・農林水産技術会議 実用技術開発事業(H21-23年度)
日本海で急増したサワラを有効利用するための技術開発
- ・資源評価調査(H24年度～)

このようにサワラは漁獲対象として重要になってきていることから、サワラ資源の有効利用と効率的な操業を推進するためには、漁期前に漁況情報を提供するための予測技術の開発が必要です。

予測の方法がある程度目途が立ってきたので、昨年4月に初めてサワラの予報を、このような形で発表しました。ここでは、本県で行っているサワラ漁況予測の手法についてご説明します。

なお、業績関連の研究事業ですが、平成21年度から23年度の行われた農林水産技術会議の実用技術開発事業「日本海で急増したサワラを有効利用するための技術開発」、それ以降は、資源評価調査により得られたデータを用いて研究を行っています。

日本海におけるサワラの分布回遊

■ 農林水産省 実用技術開発事業

「日本海で急増したサワラを有効利用するための技術開発」

- 期間: 2009～2011年
- 参画機関: 日本海区水産研究所
各県の試験研究機関



プロジェクト研究で分かってきた
分布回遊の知見に基づいて
漁況予測の検討を行った



漁況予測には分布回遊の知見が基礎的な情報となりますが、2009年～11年まで行われた実用技術開発事業「日本海で急増したサワラを有効利用するための技術開発」によって、不明だった日本海におけるサワラの分布回遊が明らかになってきました。本研究もこの事業で得られた知見に基づいて予測を行っていますので、まず、簡単にサワラの分布回遊について説明させていただきます。

分布回遊

0歳魚の来遊(秋)

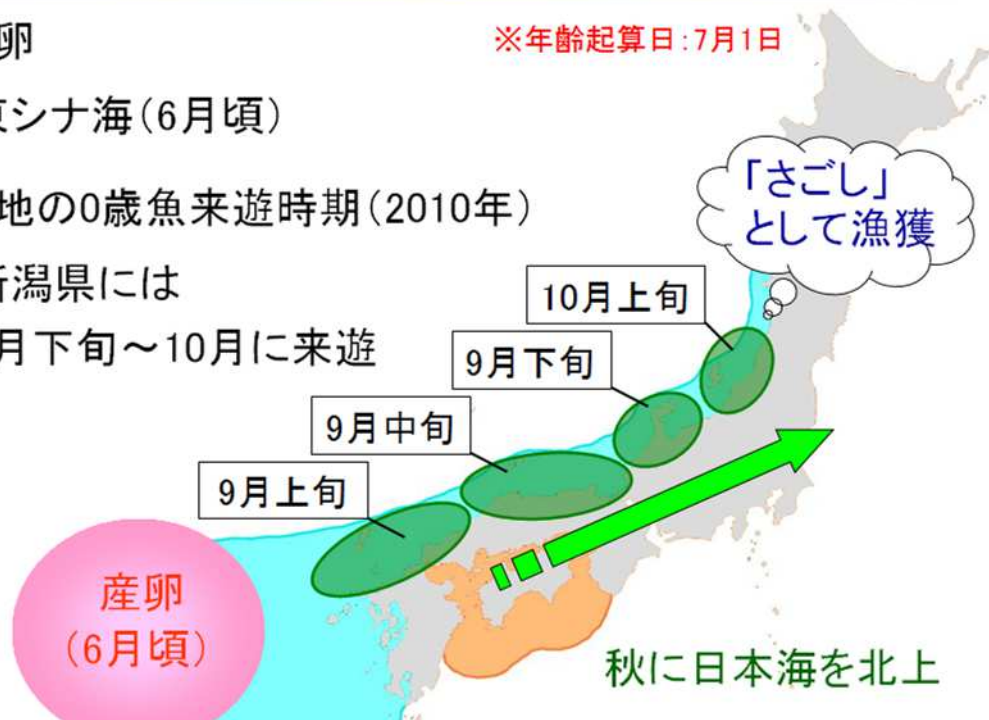
■ 産卵

- 東シナ海(6月頃)

※年齢起算日:7月1日

■ 各地の0歳魚来遊時期(2010年)

- 新潟県には
9月下旬～10月に来遊



サワラは、6月頃、東シナ海で産卵すると考えられており、今回は7月1日を年齢起算日としてご説明します。

ふ化した0歳魚は秋に日本海を北上し、各地に来遊します。新潟にはだいたい10月ごろに来遊し、1kg未満のさごしが越後側の定置網で漁獲されます。

分布回遊 0歳魚(秋)～1歳魚(春)

- 日本海各地に来遊したサワラは
翌々年春まで大きな移動はしない
- 各地で越冬(0歳冬)
- 7月～8月に急成長
さごし→さわらへ(1歳)
- 越冬(1歳冬)



日本海の各地に来遊したサワラは、標識放流の結果から、大きな移動はせず、産卵期を迎える翌々年、1歳の春まで各地の地先を小規模回遊していると考えられています。

0歳秋に来遊したサワラは、冬に各地で越冬します。そして、7月頃1歳を迎えるサワラは、7月～8月に急成長し、さごしからさわらへと大きくなります。そしてさらにもう1回各地で越冬します。

分布回遊

1歳魚(春)

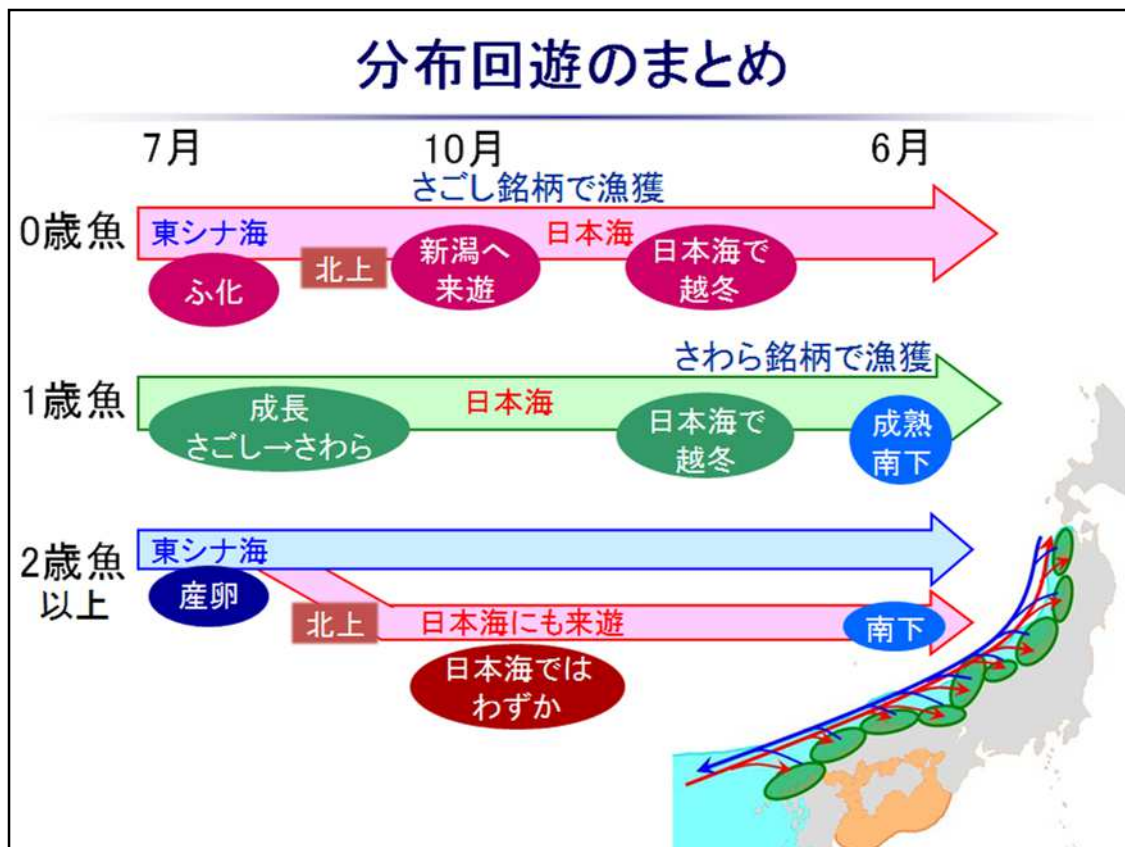
■ 1歳魚の春(5月頃)

- 産卵のため、東シナ海へ南下



その後、春、5月頃になりますと、産卵のために一斉に東シナ海へ向けて南下していきます。このとき、佐渡ではさわら銘柄が大量に漁獲されることがあります。

この写真は、平成23年の5月25日の両津市場の様子ですが、この日だけで40トンの水揚げがありました。



分布回遊をまとめたものがこちらです。

東シナ海でふ化したサワラは、9月ごろから日本の沿岸を北上し始め、新潟県には10月前後に来遊してきます。このとき、さごし銘柄が漁獲されます。日本海の各地に来遊したサワラは、産卵期になるまで大きな移動はせず、その周辺の海域で過ごします。

7月に1歳を迎えるころ、急速に成長して、体重**1kg**を超えるさわら銘柄となります。その後、2歳になる直前の5月ごろに、産卵のために東シナ海へ向けて一斉に南下していきます。このときに、佐渡では、さわら銘柄が短期間のうちに大量に漁獲されます。

なお、2歳魚以上の詳しい回遊についてはまだよく分かっていませんが、日本海でも2歳魚以上の大型のサワラが非常に少ないですが見られます。東シナ海で産卵を終えたものの一部は、また北上して日本海の北部海域にも来遊し、5～6月ごろに産卵のため東シナ海へ南下する、というのを繰り返すのではないかと考えられています。

方法 銘柄別漁獲量データ

年級ごとの漁獲量データを知りたい
しかし、漁獲統計のデータはサワラのみ

<銘柄>

・体重1kg未満:さごし

・体重1kg以上:さわら



0歳



1歳以上

銘柄ごとの漁獲量を推定

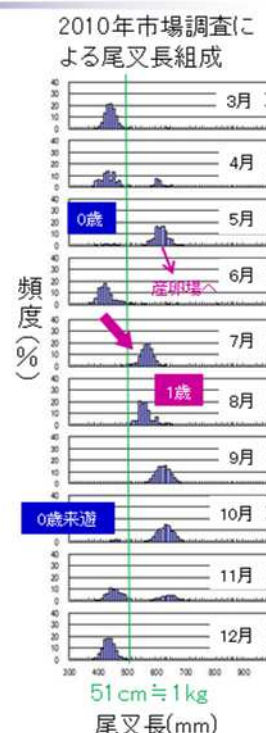
■ 伝票調査(定置網)

■ 両津市場 (2006年～)

■ 岩船港市場 (2007～11年)

銘柄ごとに

漁獲量を集計



方法です。

漁況予測にあたって、まず年級ごとの漁獲量のデータが必要となります。最初にご説明した通り、県内では体重1kg未満をさごし銘柄、体重1kg以上をさわら銘柄と呼んでおり、市場での販売形態やキロ単価も異なっていますが、残念ながら、サワラの漁獲統計のデータはサワラ1本で、銘柄別に分かれていません。

一方、右のグラフは2010年の市場調査による尾叉長組成を表していますが、6月まで尾叉長40cm台だった0歳魚は、1歳になる頃に急成長し、7月頃には50cm台になります。このグラフを見ても、尾叉長51cm前後を境に0歳と1歳の組成が分かれているのが分かり、尾叉長51cm前後は、ちょうど体重約1kgに相当します。したがって、さごしは0歳、さわらは1歳以上とみなしても支障がないと考え、銘柄ごとの漁獲量を推定することを検討しました。

まず行ったのが、伝票調査です。佐渡の両津市場では、2006年からずっと続けており、岩船では一部の期間で実施しました。箱ごと、あるいは1本ごとの量と金額を銘柄ごとに集計し、銘柄ごとの平均単価の把握も行いました。

方法 銘柄別漁獲量データ

■ 漁獲統計データ(2002年～) 月別の漁獲量・金額

県内(定置網)

- 青海
- 糸魚川
- 両津
- 岩船港
- 山北

他県(全漁業種類)

- 富山県(魚津以東)
- 山形県
- 秋田県
- 青森県(日本海側)

■ 金額のデータがあるところ:

月ごとの平均単価から「さごし」と「さわら」の割合を推定

■ 金額のデータがないところ:

隣接地域の「さごし」と「さわら」の割合を使用して推定

銘柄別に月別漁獲量を推定

次に、サワラ全体の漁獲統計データ(月別の、漁獲量と金額の2002年からのデータ)を使いました。

県内は、定置網の漁獲量が多い、青海、糸魚川、両津、岩船、山北の5地区を使いました。さらに近隣の県の漁獲量データも使わせていただきました。

さごしとさわらの単価は差がありますので、さごし・さわらの単価をそれぞれ仮定してしまえば、漁獲金額のデータがある地区については、月ごとの平均単価からさごしとさわらの割合が推定できますので、そこから銘柄別の漁獲量を求めました。金額のデータがないところについては、隣接地域のさごしとさわらの割合を使用して推定しました。

銘柄別漁獲量の推定方法

■ **考え方** (例) 銘柄単価: 1kgあたり さごし300円、さわら900円の場合

・ある月の平均単価(漁獲金額÷漁獲量)が750円→さごしが全体の4分の1

$$\text{さごしの割合を}x\text{とすると、}300 \times x + 900 \times (1-x) = 750 \quad x = 0.25$$

・ある月の平均単価が900円を超える場合→すべて「さわら」の漁獲とみなす

	富山東部	青海	糸魚川	両津	岩船港	山北	山形県	秋田県	青森県
2002	(青海＋糸魚川)と同じ割合	単価	単価	平均単価	平均単価	単価	単価	山形県と同じ割合	単価 さごし 250円 さわら 750円
2003									
2004									
2005									
2006		さごし 250円	さごし 350円	伝票調査	伝票調査	さごし 120円	さごし 300円		
2007									
2008		さわら 1,200円	さわら 1,200円			さわら 550円	さわら 900円		伝票調査
2009									
2010									
2011									
2012									
2013	平均単価								

- 伝票調査実施地区→伝票調査による各月平均銘柄単価を利用
- 非実施地区→銘柄単価を任意に設定(聞き取りなど)
- 漁獲金額データがない地区→隣接地区のさごし・さわらの割合

さらに具体的に説明しますと、例えば、1kgあたりの各銘柄の単価を、さごし:300円、さわら:900円と仮定した場合、漁獲金額÷漁獲量で求められるある月の平均単価が750円のときは、この計算式からさごしの割合は4分の1であると推定できます。また、ある月の平均単価が900円を上回るような場合はすべて「さわら」、300円を下回るような場合はすべて「さごし」とみなしました。このような考え方で銘柄別の漁獲量を推定できます。

各地区によって得られたデータは異なりますので、どの地区がどのデータを使ったのかというのをまとめたのが、この表です。

伝票調査を実施した赤で示したところは、伝票による銘柄別漁獲量の集計結果を利用しました。同じ地区の伝票データのない年(黄色の部分)については、伝票調査による各月各銘柄の平均単価を利用して、考え方のような方程式を解いて推定しました。

緑の伝票調査を実施していない地区では、聞き取りなどによって各銘柄の単価を任意に設定して、方程式を解いて割合を推定しました。

青の漁獲金額が得られなかった地区は、隣接地域のさごし・さわらの割合から推定しました。

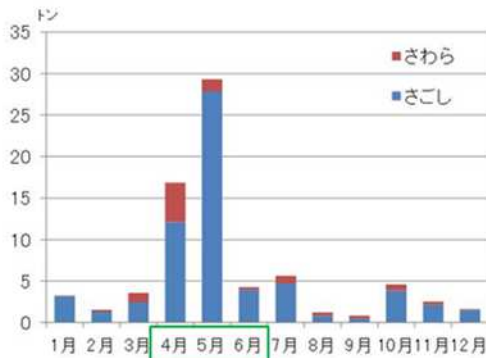
このような考え方で各銘柄の割合を推定し、銘柄別漁獲量を計算しています。

これまでこの方法で計算してきていますが、実際の獲れ方と異なるような値が算出されることは今のところなく、各年級の資源の動向はこの方法でも十分に再現できていると考えています。

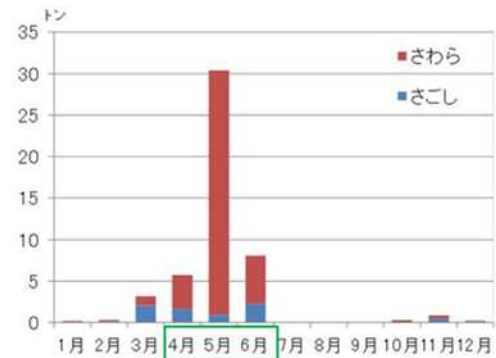
越後側・佐渡の主要漁期(定置網)

■ 月別の漁獲量 (2008～12年の平均値)

■ 越後側 (青海・糸魚川・岩船港・山北)



■ 佐渡 (両津)



主漁期

越後:4～6月 さごし

佐渡:4～6月 さわら

漁期別に漁況を予測できないか?

こちらのグラフは、先ほどの方法で推定した、越後側と佐渡地区の、月ごとの銘柄別漁獲量を表したものです。赤がさわら、青がさごしとなっています。

いずれも春の漁獲量が多いのですが、越後側ではさごしの漁獲が多いのに対して、佐渡ではさわらの漁獲が多くなっています。

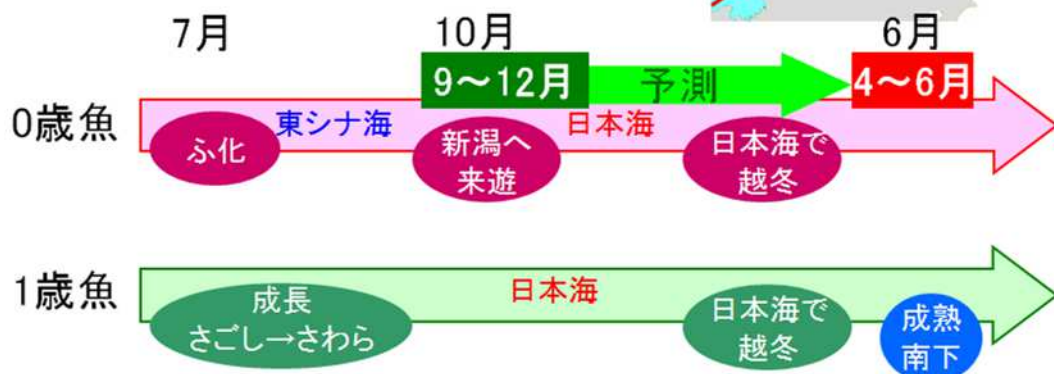
そこで、越後側は4月から6月のさごしの漁況と直後の夏～秋のさわらの漁況を、佐渡は4月～6月のさわらの漁況を予測できないかと考え、検討してみました。

越後側4～6月さごしの予測

- 9～12月 さごし(0歳魚)漁獲量

予測

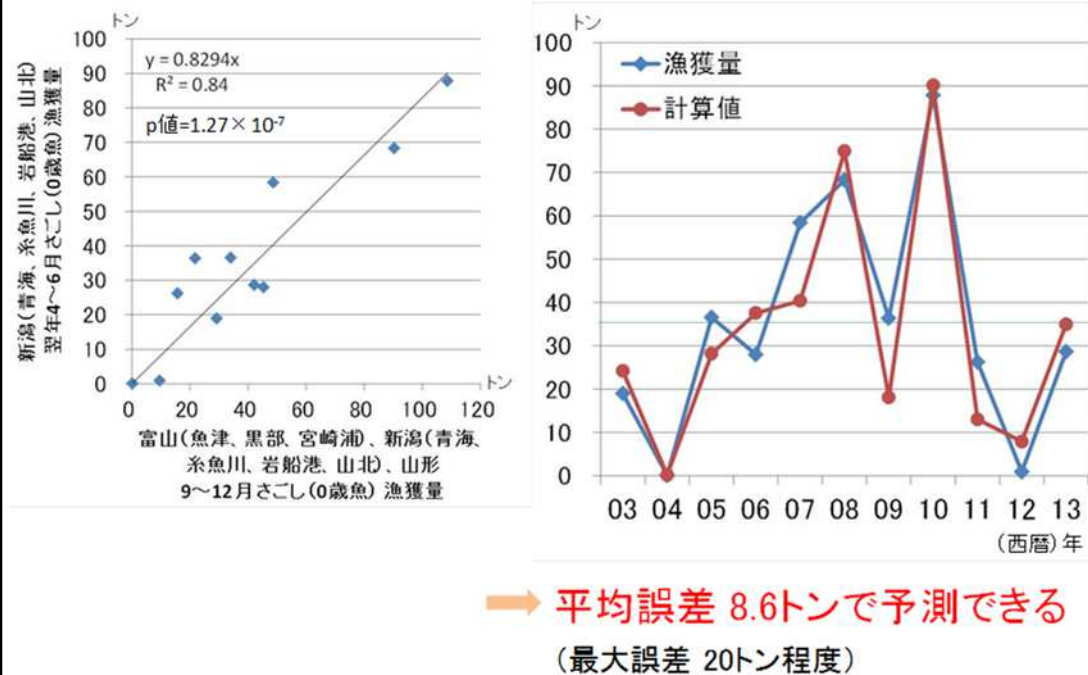
- 越後側4～6月さごし(0歳魚)



まず越後側の4月～6月のさごし(0歳魚)の漁況予測について説明します。

秋に新潟へ来遊した0歳魚は、そのまま大きな移動はしないことから、9月から12月に新潟周辺に来遊した0歳魚の漁獲量から、4月～6月のさごしの漁獲量を予測できるのではないかと考えました。

越後側4～6月さごしの予測

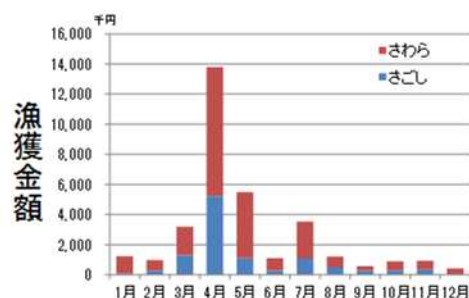
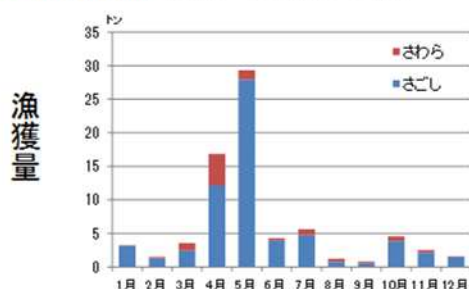


このグラフは、9月～12月における富山県の魚津から東側の地区、新潟の越後側の地区、山形のさごし(0歳魚)の漁獲量と、その後の4月～6月における新潟の越後側におけるさごし(0歳魚)の漁獲量の関係を表したものです。R2は0.84で、秋に多く獲れれば、春にも多く獲れるという、正の相関関係があることがわかりました。

この近似式を使って、秋のさごしの漁獲量からその後の春のさごしの予想漁獲量を計算した値を赤で、実際の漁獲量を青で表したのが右側のグラフです。最大で20トン程度の誤差が出ているところがありますが、平均誤差は8.6トンで、おおまかな傾向はとらえられると考えています。

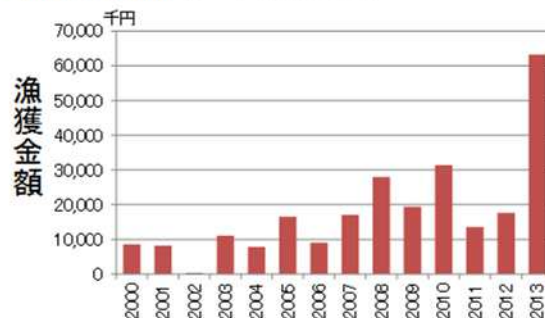
越後側 夏～秋季さわらの予測

■ 越後側 (2008～12年の平均値)



金額では「さざり」が重要

■ 新潟北部 (7～11月の釣り)



「さざり」を狙った釣獲が増加
⇒ 夏～秋季の予想の重要性 ↑

- ・ 主体は4～6月さごしの成長群
- ・ 大きな移動はしない

春季さごしの予測 ⇨
夏～秋季さわらの予想として発表

こちらは先ほどの銘柄別の漁獲量と金額を表したグラフですが、さごしよりもさわらの単価ははるかに高いことから、漁業としてはさざり銘柄が重要になってきます。

さらに、最初にお示したとおり、新潟北部地域では夏～秋のさざり銘柄を狙った釣りが増加しており、夏～秋のさざりが獲れるのか獲れないのか予想することが、漁業者にとって重要な情報となります。

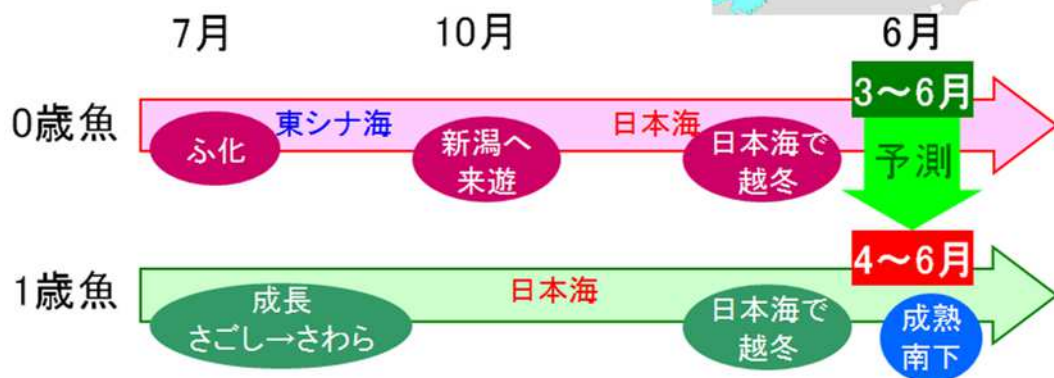
この夏～秋のさざりは、直前の春のさごしの成長群が主体で、大きな移動はしないことから、先ほど予測した春のさごしの水準が、そのまま夏～秋のさざりの水準を表しているとみなして、夏～秋のさざりの予報として発表しています。

佐渡4～6月さわらの予測

- 3～6月 さごし(0歳魚)漁獲量



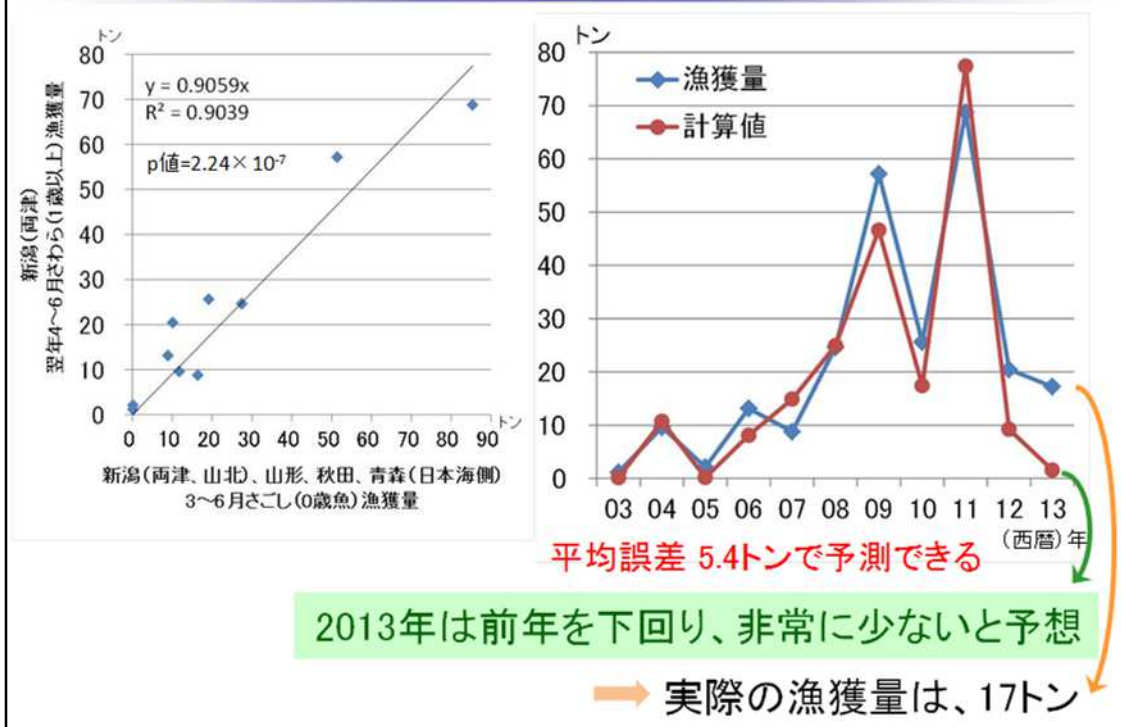
- 佐渡4～6月さわら(1歳以上)



次に、佐渡の4月～6月のさわら(1歳以上)の漁況予測について説明します。

各地で成長・越冬したサワラは、5月ごろに一斉に南下していきます。このことから、3月～6月に佐渡よりも北の海域のさごし(0歳魚)の漁獲量から、翌年4月～6月のさわら(1歳以上)の漁獲量を予測できるのではないかと考えました。

佐渡4～6月さわらの予測



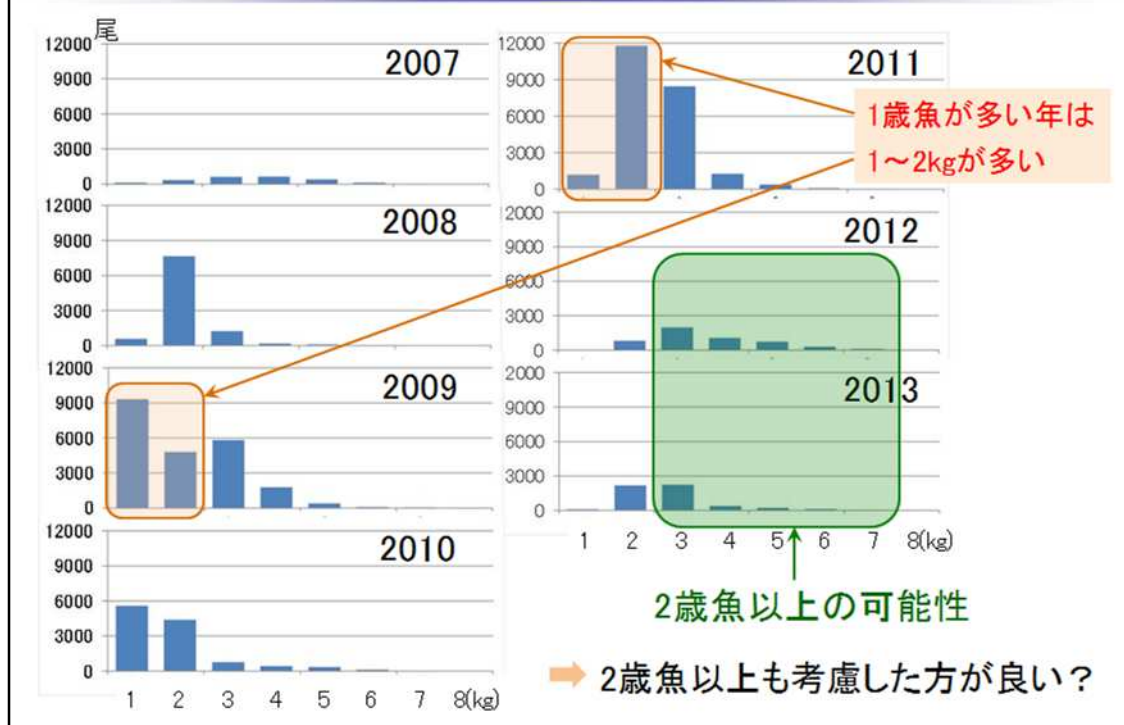
このグラフは、3月～6月における両津、山北、そして山形、秋田、青森の日本海側のさごし(0歳魚)の漁獲量と、翌年4月～6月における佐渡のさわら(1歳以上)の漁獲量の関係を表したものです。こちらも、さごしが多く獲れば、翌年のさわらも多く獲れるという、正の相関関係があることがわかりました。

先ほどと同様に、この近似式を使って計算した値を赤で、実際の漁獲量を青で表しました。最大で10トン程度の誤差が出ているところがありますが、平均誤差は5.4トンで予測できるということがわかりました。

この計算結果から、2013年の佐渡の春のさわらは前年を下回り、非常に少ないと予想しました。

しかし、実際の漁獲量は17トンで、わずかに前年を下回った程度でした。

佐渡(両津市場)4～6月さわら体重組成



この原因について少し考えてみました。

ここに、佐渡の両津の伝票調査に基づく、春のさわらの体重組成をお示ししています。横軸が1キロ台、2キロ台、3キロ台・・・となっています。

さきほどの予想でサワラが多いと予想された2009年や2011年は、1歳魚が多いと考えられますが、そのような年は、1キロから2キロ台の尾数が多くなっています。

一方で、3キロ台以上のサイズでは、2歳以上が含まれている可能性があり、1歳魚が少ない年においては、2歳魚以上の影響も無視できないのではないかと考えました。

佐渡4～6月さわらの予測(重回帰)

■ 重回帰式による予想

$$Y = a_0 + a_1 \cdot X_1 + a_2 \cdot X_2 + a_3 \cdot X_3$$

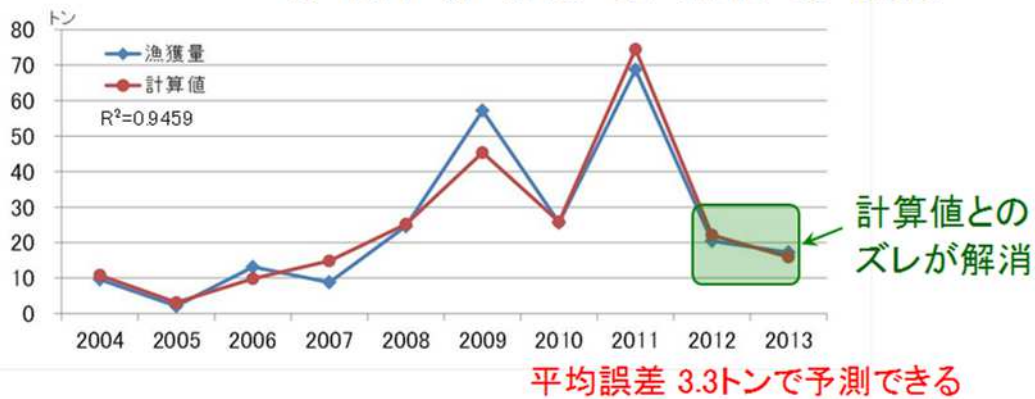
4～6月
さわら漁獲量

1年前の
3～6月さごし漁獲量

2年前の
さごし

3年前の
さごし

$a_0=1514$ $a_1=0.7428$ $a_2=0.1212$ $a_3=0.1393$



そこで、2歳魚と3歳魚の影響を考慮に入れるため、重回帰による関係式をたててみました。

Yが春のさわら漁獲量、Xはさごしのときの春の漁獲量で、1歳魚、2歳魚、3歳魚を考慮しようとしています。

計算値と漁獲量の誤差の平方和が最小となるように エクセルのソルバーで係数 a_0 ～ a_3 を決定し、このような値となりました。

グラフがこちらですが、 R^2 は0.9459で若干上がり、2012年と13年のズレが解消しました。平均誤差3.3トンで予測できます。

係数 a_3 の値が a_2 より大きい、2014年の結果の検証が必要など、検討すべきこともありますが、このような修正を検討しながら、今後もサワラの予報を続けていきたいと考えています。

成果と波及効果

■ 成果 …… 漁模様が事前に想定できるようになった

■ 波及効果

予報は漁協・漁業士・市場等に送付、
ホームページに掲載し、広く周知

(予報文書送付先156件、H25年度HPアクセス数96件)

■ 県北部海域で増加した釣り

➡ 効率的な操業に寄与

(例) 不漁が予想される場合は他魚種へ転換

※ 2013年は35隻で6300万円の水揚げ
(7～11月サワラのみ)

■ 佐渡の定置網の春期のさわら

➡ 経営の見通しが立ち、 販売戦略等で活用可能に

➡ 資源の合理的利用が期待できる

漁業者からの声

・ (2012年の不漁時) 獲れないことが分かっていたなら、早めに教えてほしかった。

・ 期待できることが分かれば意欲が出る。(北部・釣り)

・ サワラはマグロより安定した収入になるので、見通しは知りたい。(佐渡・定置)

現場の高い関心!

成果と波及効果です。

本研究により、サワラの漁模様が、漁期前に想定することができるようになりました。

そして、漁期前に発表した予報は、漁協や漁業士、市場などに送付しているほか、ホームページにも掲載して、広く周知しています。

この取組みにより、県北部海域で増加している釣りの漁獲については、例えば、不漁が予想される場合は他の魚種へ転換できるなど、効率的な操業に寄与することができるようになりました。昨年2013年は、北部の釣りは7月～11月の間に35隻で6300万円を水揚げしており、この漁況予報が重要な情報となっています。この中には板びき網漁業者も含まれており、9月の底びき網解禁後も釣りを継続することで、カレイ・ヒラメ類の漁獲圧の減少や価格下落防止の効果も期待できます。また、佐渡の定置網では春期にさわらが多く漁獲されますが、事前に漁模様が分かれば、経営の見通しが立ち、販売戦略などでも活用できるようになります。

このような形で、資源の合理的利用が期待できます。

また、実際に、漁業者のみなさんからもサワラの予報について、いろいろご意見いただいています。

北部の釣りの漁協からは「獲れないことが分かっていたなら、早めに教えてほしかった」とご意見いただきました。これは、2012年の不漁時のときに言われたことで、このことが定期的にサワラ予報を発表するきっかけの一つとなりました。また、漁が期待できることが事前にわかっていると、操業の意欲も出てくるようで、特に北部海域では高い関心があります。

一方、佐渡の定置網でも、「獲れ方が不安定なマグロよりも安定した収入になる」ということで、サワラの見通しを知りたいという声を多くいただいています。

このように、現場でもサワラの予報についての関心は非常に高く、サワラ漁況の情報の重要性を感じているところです。

まとめ

- 2000年以降急増したサワラ資源を有効利用するため、漁獲が多い時期の漁況予測手法を開発した。
 - 富山東部～山形の秋季さごし  越後側の春季さごし
予測 
越後側の夏～秋季さわら
 - 新潟～青森の春季さごし  佐渡の春季さわら
予測
- 漁況予報として公表することで、漁模様を事前に想定でき、サワラ資源の合理的利用を図ることができるようになった。

まとめです。

- ・2000年以降急増したサワラ資源を有効利用するため、漁獲が多い時期の漁況予測手法を開発し、富山東部～山形の秋季のさごしから越後側の春季のさごし、そしてその後の夏～秋季のさわらを予測できること、新潟～青森の春季のさごしから佐渡の春季のさわらを予測できることが明らかとなりました。
- ・これらの予測結果を漁況予報として公表することで、漁模様を事前に想定できるようになり、サワラ資源の合理的利用を図ることができるようになりました。

既往研究との違い

- 木所ほか(2013) 「日本海中部沿岸域の漁況予測」
 - 石川・福井・京都の月別銘柄別漁獲量から漁獲尾数を算出
 - 3県の秋期さごし尾数と3県の秋期さわら及び春期さわら尾数の相関を示す(2002～07年データ、2004年は除外)
 - 3県の秋期さわら尾数と3県の春期さわら尾数の相関を示す
- 本研究の特徴
 - 県内の地域別の漁獲実態に合わせた予測の手法を検討
 - 県内や近隣県では銘柄別の漁獲量の集計がない
 - ➡ 平均単価から銘柄別漁獲量を推定することで予測可能に
 - 北部日本海における漁獲データを広く利用することで、9年以上にわたり高い相関を得ることに成功(除外年もなし)
 - 高齢魚の影響を考慮するため重回帰を取り入れ、精度の向上を図った

(参考スライド)

参考として、既往研究との違い、本研究の特徴についてご説明します。

2009年～11年まで行われた実用技術開発事業「日本海で急増したサワラを有効利用するための技術開発」の成果の一部として、木所ほか(2013)により、「近年の日本海中部沿岸域におけるサワラの漁況予測手法」が報告されました。

この研究では、石川・福井・京都の2002年～2009年の月別銘柄別漁獲量から算出された3県合計の漁獲尾数を用いて、さわらの漁況を予測するための相関が示されました。

まず、秋のさごしと翌年秋のさわらの漁獲尾数、秋のさごしと翌々年の春のさわらの漁獲尾数の相関関係が示されました。さごしのときで2002年～2007年のデータが用いられましたが、はずれ値の2004年は除外されました。また、秋のさわらから翌年春のさわらの漁獲尾数の相関関係が示されています。こちらは除外年はなく、6プロットの相関です。このことから、特異年を除けば秋のさごしから、翌々年春のさわらを予測可能で、特異年についても秋のさわらから補正可能としています。

一方、本研究は、新潟県内では佐渡と本土側では漁獲の盛期も違うことから、地域別の漁獲実態に合わせ、現場のニーズに合った予測を検討しようとしたことが大きな特徴になります。

また、県内を含め、近隣県でも、さわらとさごしを分けた銘柄別漁獲量の集計はなく、そのままでは漁況予測は不可能でした。しかし、さわらとさごしの平均単価が大きく異なることを利用することで、平均単価からさわらとさごしの割合を推定することで、銘柄別漁獲量を算出し、漁況予測を可能にしました。

この手法で北部日本海の漁獲データを広く、過去にもさかのぼって利用することで、長期間にわたり、除外する年もなく、9プロット以上で高い相関を得ることに成功しました。

さらに、佐渡のさわら予測では、近年特に影響が多いと考えられる高齢魚の漁獲を考慮するために重回帰を取り入れ、誤差を少なくするための精度向上をはかりました。