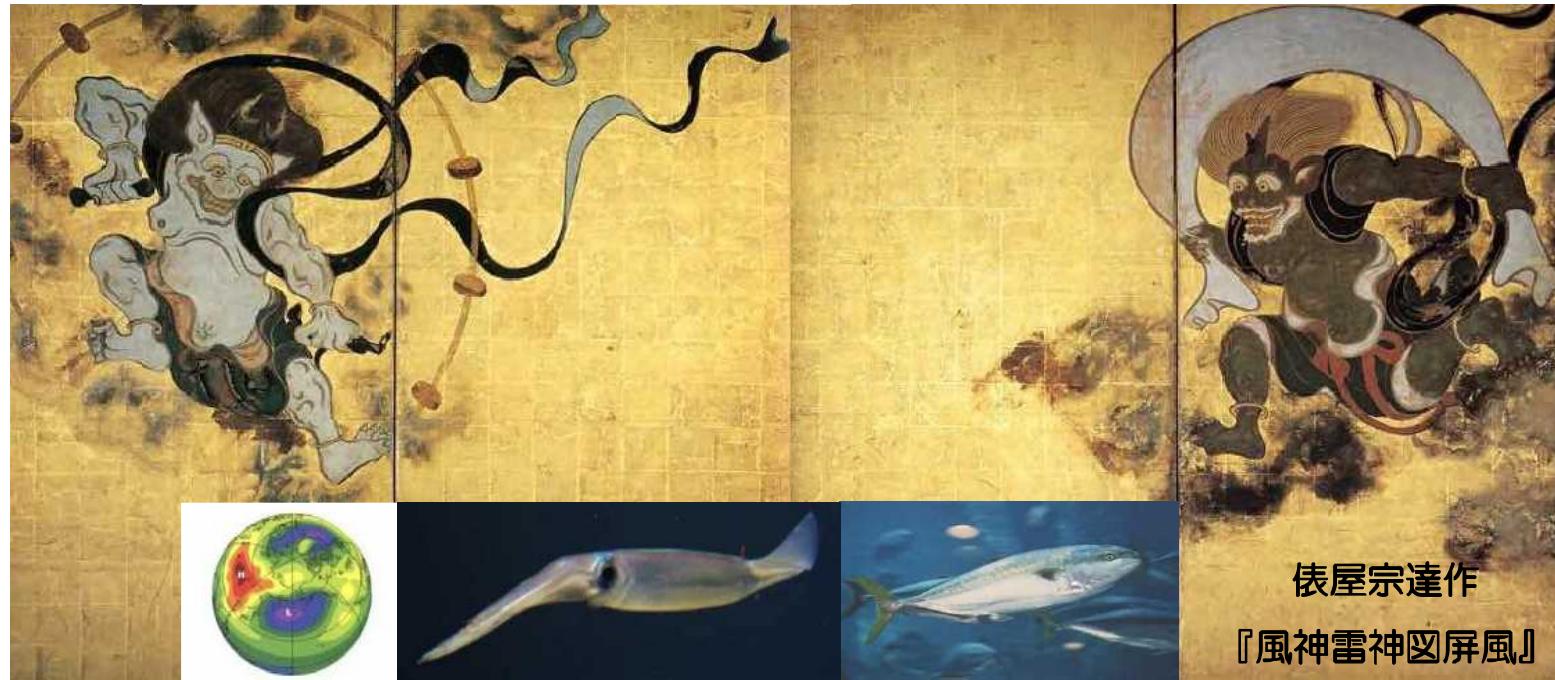


気候変動の影響への適応に関するセミナー「気候変動と暮らしへの影響」  
(令和2年11月19日, 札幌ACU-Y)

# 海洋環境変化に応答する水産資源の動向: これに適応する漁業とは?



俵屋宗達作

『風神雷神図屏風』

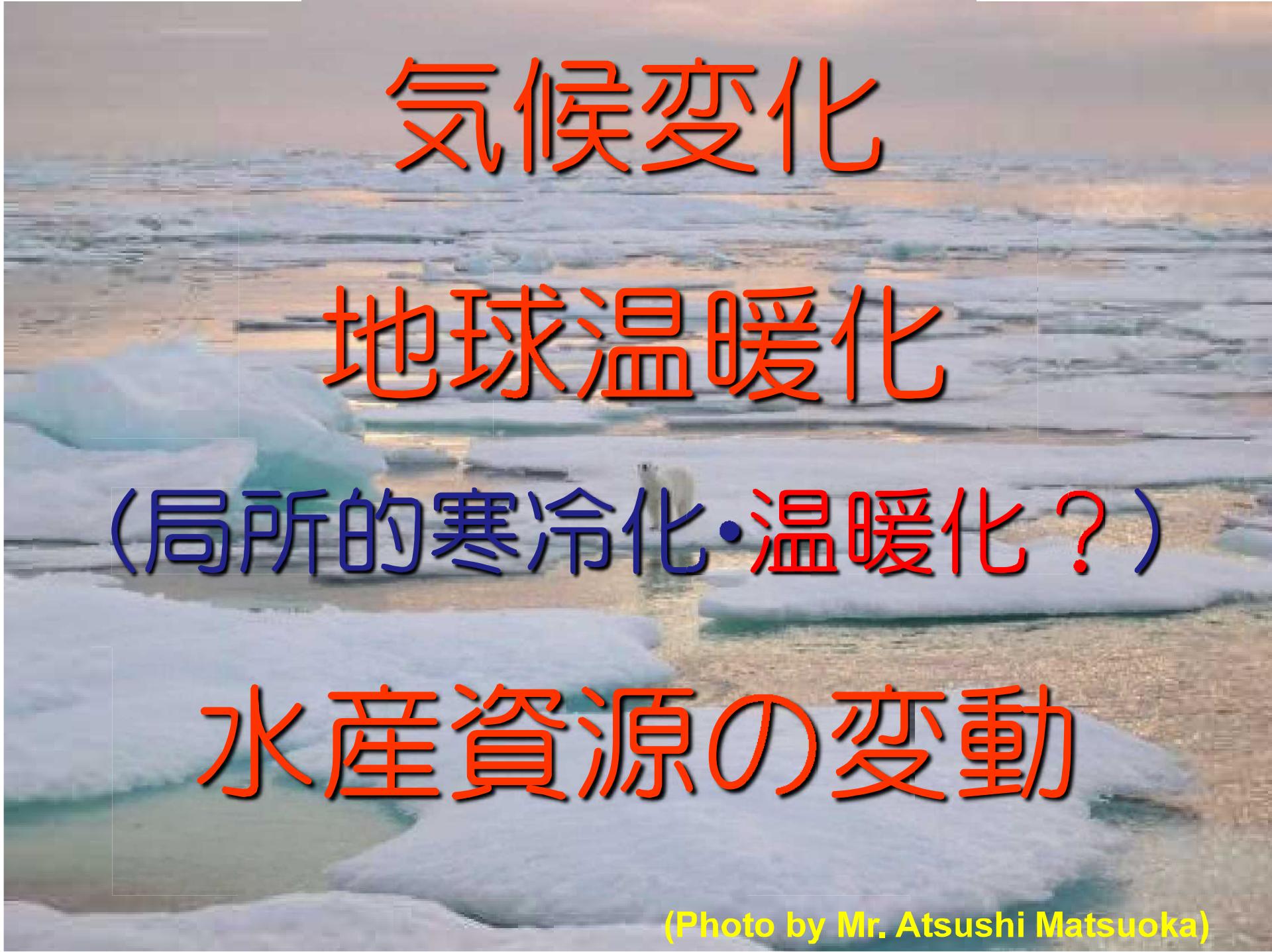


Hakodate  
Cephalopod  
Research  
Center

函館国際水産・海洋都市推進機構  
函館頭足類科学研究所(北大名誉教授)  
桜井 泰憲(さくらい やすのり)

# 略歴

- 1950年10月、岐阜・高山生まれ。1973年北海道大学大学院水産学部卒、同大学院を経て、1983年より青森県営浅虫水族館(現:あさむし水族館)勤務。1987年より北海道大学水産学部勤務、2015年3月31日に特任教授を退職。専門は、水産学、海洋生態学、水産海洋学
- イカ・タコ類をはじめ、イワシ類、ブリ、タラ類などの水産生物の生態研究により、海洋環境の寒冷・温暖の周期的变化による水産資源の動向の将来予測を可能にした
- 過去30数年間で完成させたイカ類の採集・輸送・長期飼育システムは、高鮮度での流通に繋がり、イカの高付加価値化に貢献
- 南かやべ地区の大型定置網に大量入網する小型マグロの来遊予測などの漁海況情報を提供するなど、北海道内の沿岸漁業の健全化・漁業経営の安定化に貢献
- 水産海洋学会会長、日本水産学会副会長、知床世界自然遺産地域科学委員会委員長、同海域ワーキンググループ座長、えりも地域ゼニガタアザラシ保護管理協議会、浅虫水族館顧問などを歴任
- 主な著書：「イカの春秋」（共著、成山堂）「新鮮イ力学」（共著、東海大学出版会）、「海洋保全生態学」（編著、講談社）、「オホーツクの生態とその保全」（編著、北大出版会）、「水産海洋学入門」（共著、講談社）、「イカの不思議」（北海道新聞社）など
- 受賞歴：「タラ類・イカ類の飼育研究」で「水産海洋学会・宇田賞」（1999年）、「スルメイカの資源変動に関する研究」で「水産学会・進歩賞」（2001年）、「知床世界自然遺産海域の生態系の保全と持続的漁業の共存への貢献」で「環境保全功労賞」（2012年）、「イカの資源研究、知床世界自然遺産海域の保全、海洋生物多様性などへの助言」により「第7回海洋立国推進功労賞受賞」（2014年）、「イカ類の資源変動予測と高鮮度手法開発」により「北海道科学技術賞」（2018年）、「函館市の水産業振興に貢献」により「函館市文化賞」（2020年）



气候变化

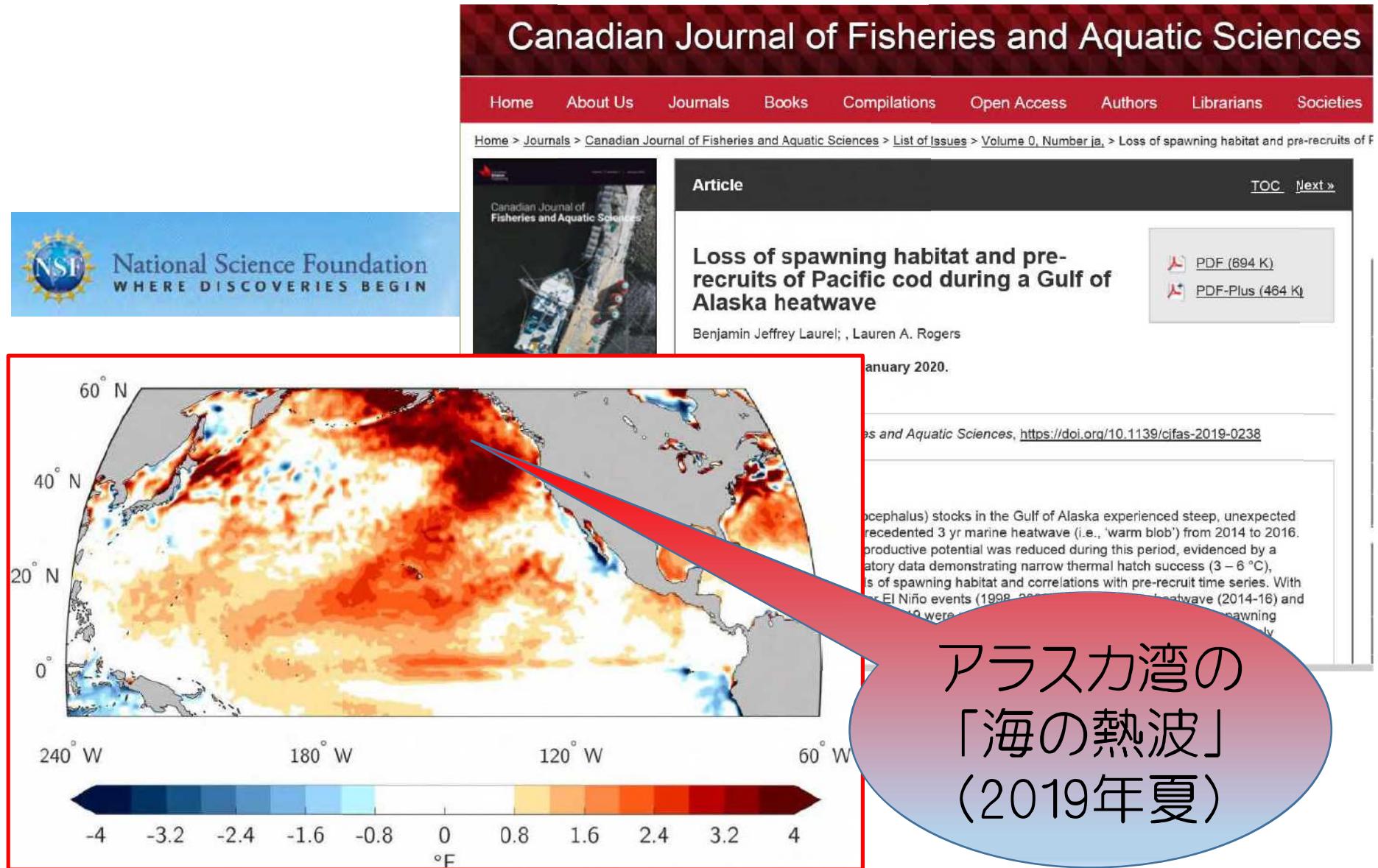
地球温暖化

(局所的寒冷化・温暖化?)

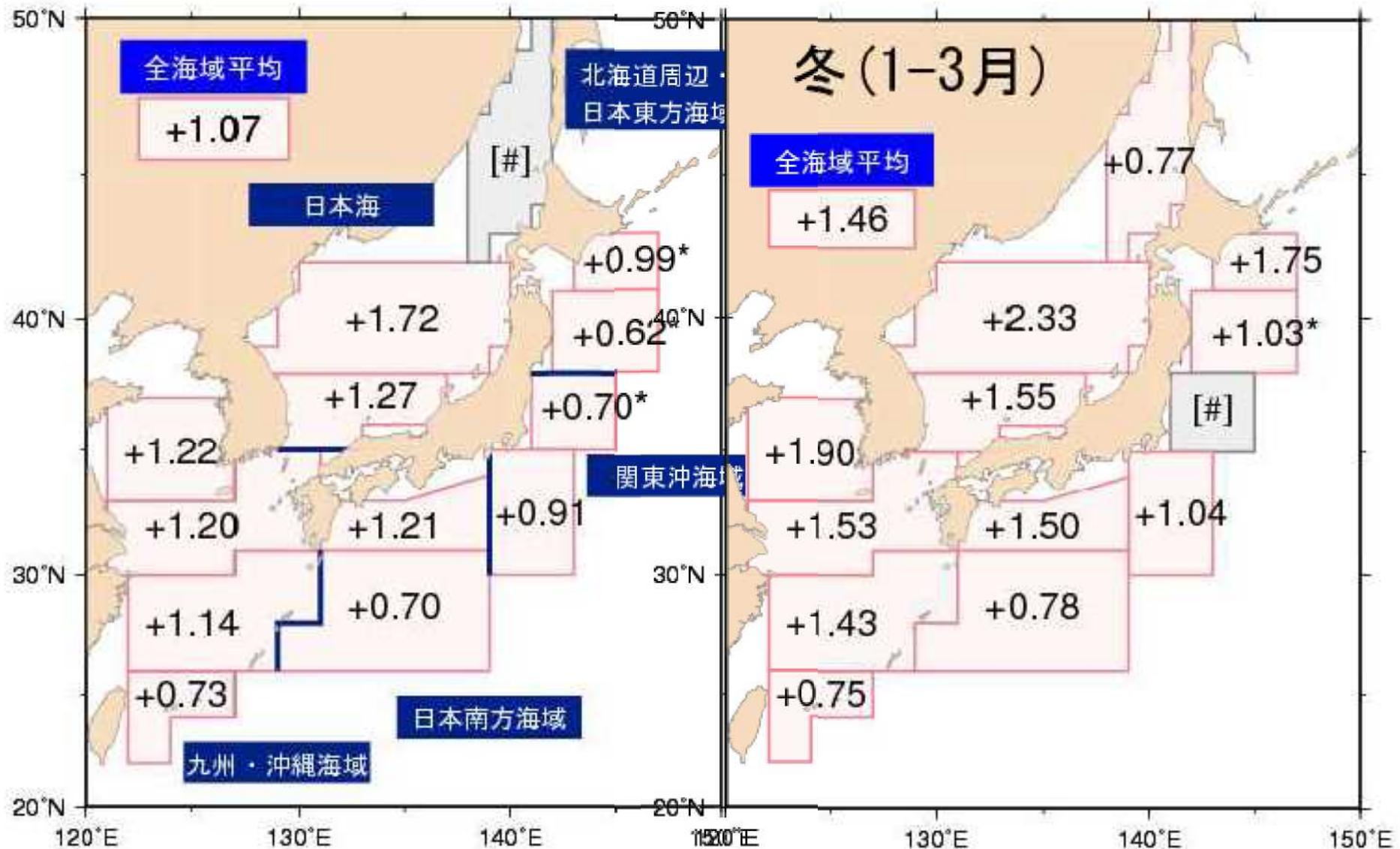
水産資源の変動

(Photo by Mr. Atsushi Matsuoka)

# アラスカ湾では、海水温の上昇（Marine Heat Wave:海の熱波）に伴ってマダラの産卵場の消滅が起きた！



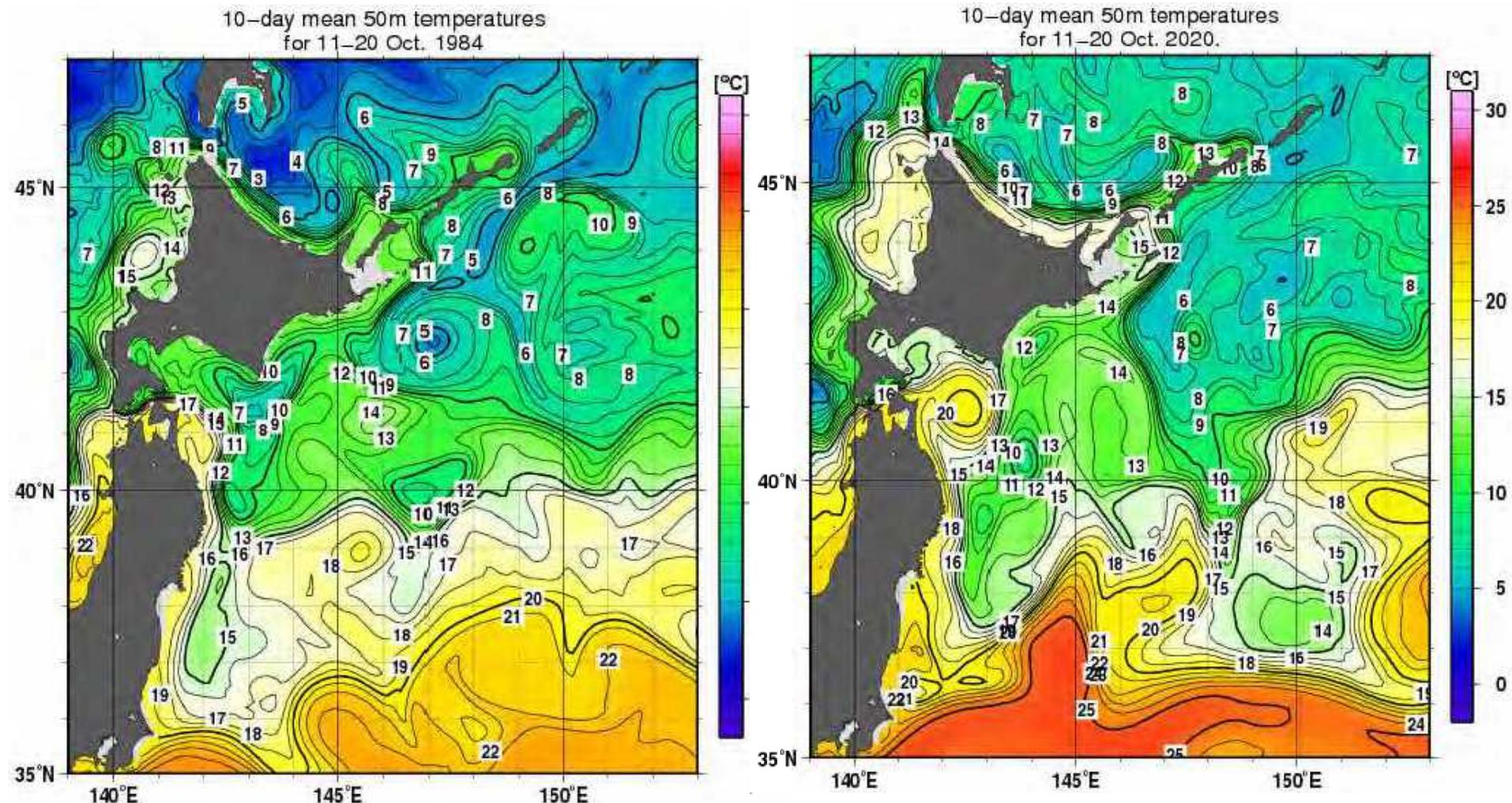
# 日本周辺の海水温は上昇中！特に、冬が顕著！

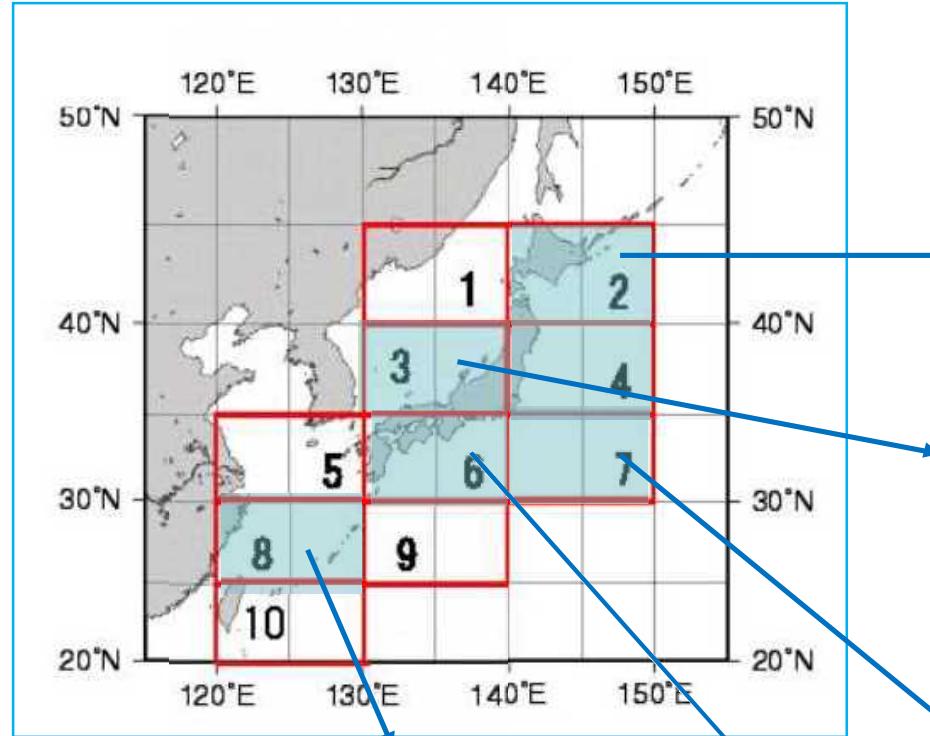


気象庁HP・海洋の健康診断表より

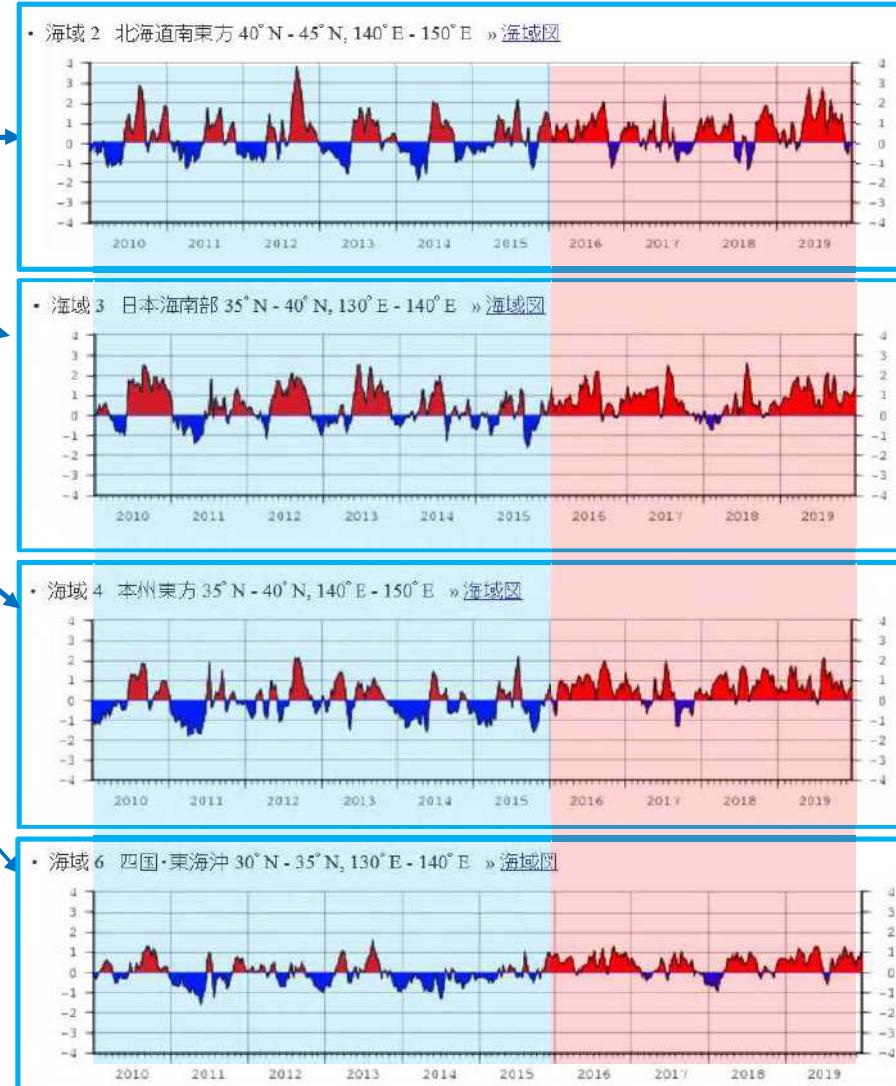
# 北海道を取り囲む海の水温も、温暖化が進行中！

## 1984年と2020年(36年後)10月中旬の海面水温の比較





## 各海区の過去10年間の月別水温アノマリー



- 四国・東海沖:2010年～2015年, 2018年の冬～春は、低水温。マイワシ, サバの再生産・加入に適している
- 東シナ海:2016年と2018年2～3月の僅かな低水温が、スルメイカ冬生まれ群の漁獲減に影響？

気象庁HP・海洋の健康診断表より

# 今、魚種交替が進行中？

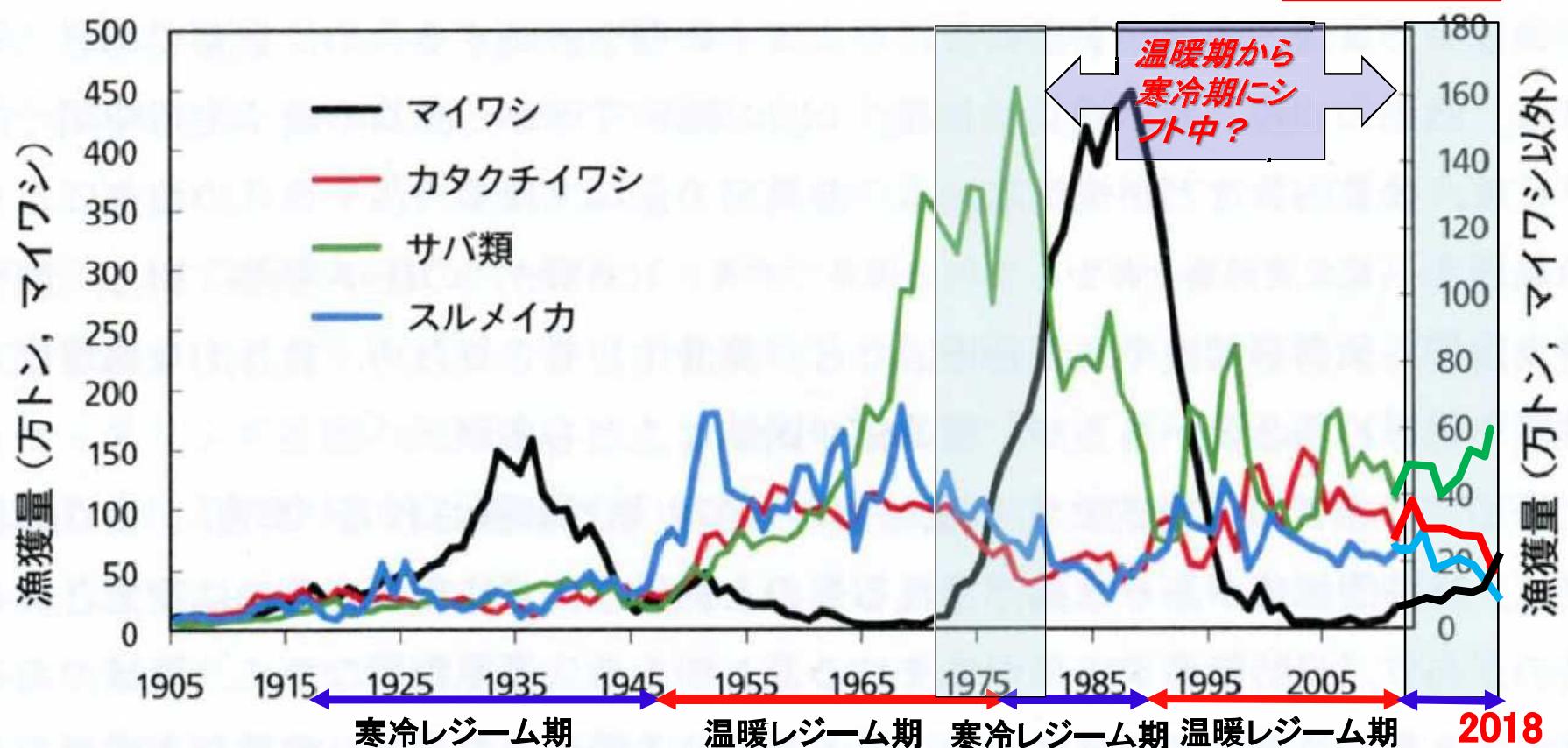
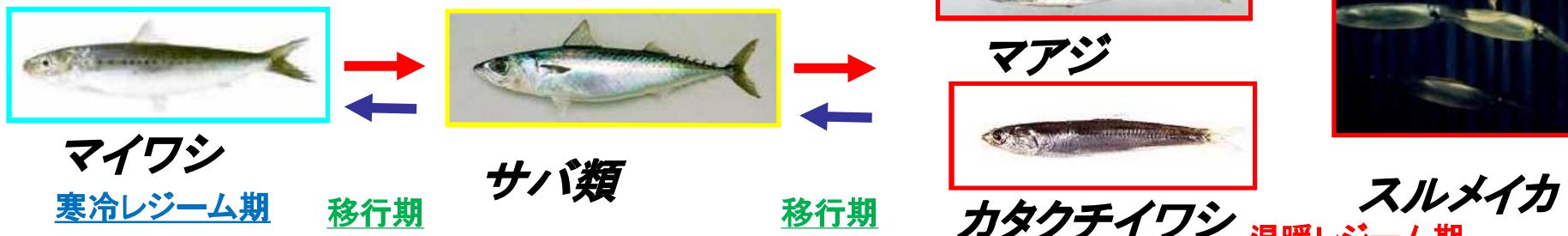


図 2.4-1 日本の主要浮魚類の漁獲量の変遷（1905～2011年）（谷津, 2014, 水産海洋学入門に加筆）

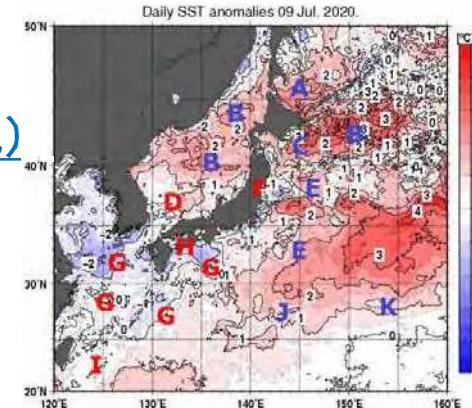
（水産庁:H28年度資源評価ダイジェスト版より2010年～2016年漁獲量を追加）

# 2020年の主な水産資源の動向



サケ（4,5歳主体）過去最低

2020年7月9日の海面水温アノマリー



小型マグロの来遊が多い



サンマ（漁獲減・小型化）



むつ湾のマダラ  
(豊漁・高齢化)



スルメイカは2016年  
以降激減！

今年は復活？



ブリ（資源は良好）漁場が北上化



ニシンの漁獲増加中

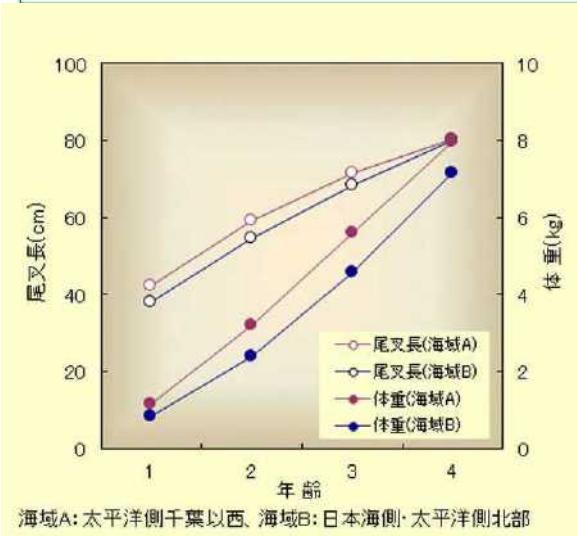


マイワシ・サバ類は中位水準



サワラが初めて噴火湾に

- ・ブリの好漁は継続、産卵場・回遊とも北上化
- ・3~5kgの“メナダ”は2~3歳、7キロ以上の“ブリ”は4歳魚以上



令和元年度魚種別系群別資源評価(50魚種87系群)

水産庁HP(<http://abchan.fra.go.jp/>)

# 令和元年度資源評価報告書(ダイジェスト版)

[Top](#) > [資源評価](#) > [令和元年度資源評価](#) > [ダイジェスト版](#)

標準和名サワラ

学名 *Scomberomorus niphonius*

系群名 東シナ海系群

担当水研 西海区水産研究所



## 生物学的特性

寿命:

6歳程度

成熟開始年齢:

1歳(一部)、2歳(大部分)

産卵期・産卵場:

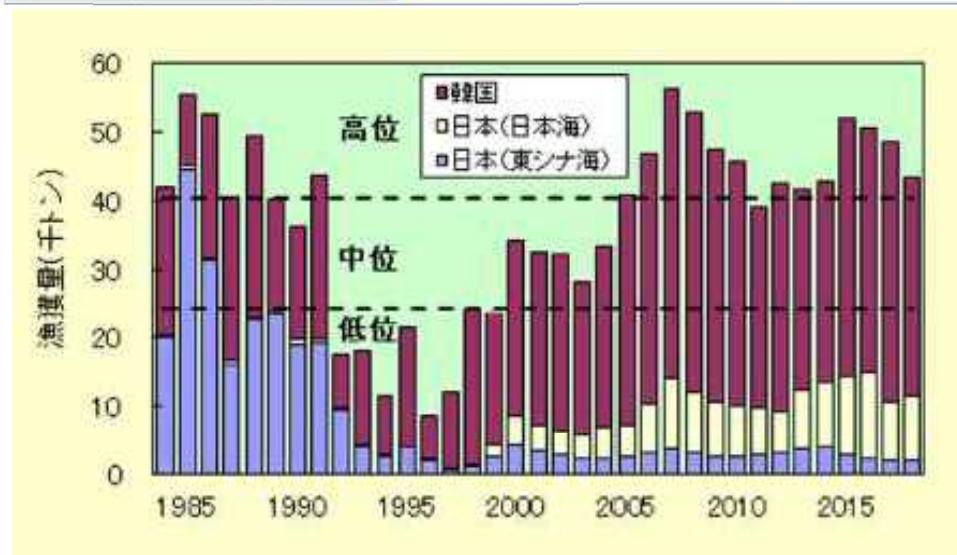
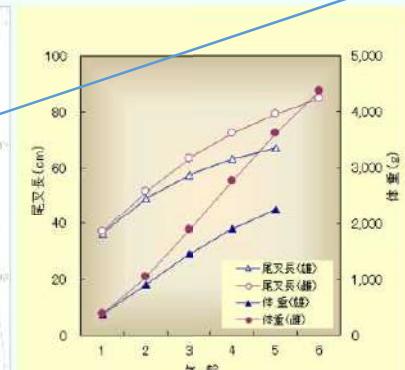
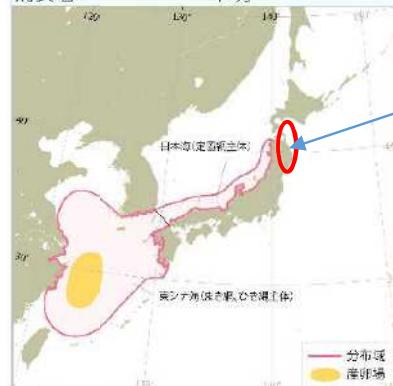
3~6月、東シナ海の中国沿岸

食性:

生活史を通じ魚食性が強い

捕食者:

不明



令和元年度魚種別系群別資源評価(50魚種87系群)

2000年以降、津軽海峡を通過して岩手沿岸まで回遊。2019年には、初めて噴火湾の南かやべ沿岸の定置網にトン単位で入網



水産庁HP(<http://abchan.fra.go.jp/>)

# 南海のヤリイカの仲間が津軽海峡 に出現！

函館国際水産・海  
洋総合研究センタ  
ーでも飼育展示！



ケンサキイカ（ブドウイカ型）  
(函館自由市場・富田鮮魚店よ  
り、2016年3月)

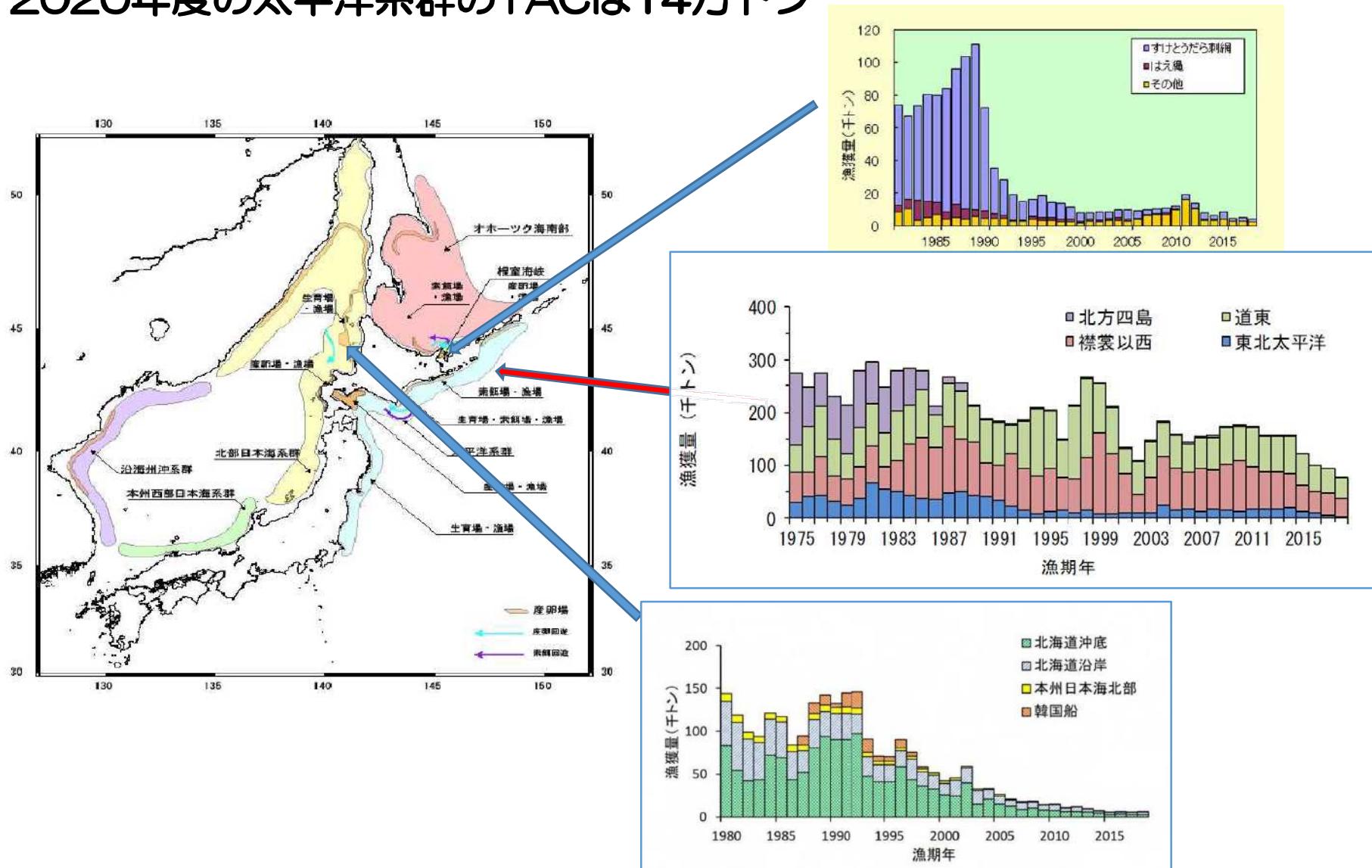


アオリイカ  
(シロイカ型)  
(世界イカ類図鑑、2015)



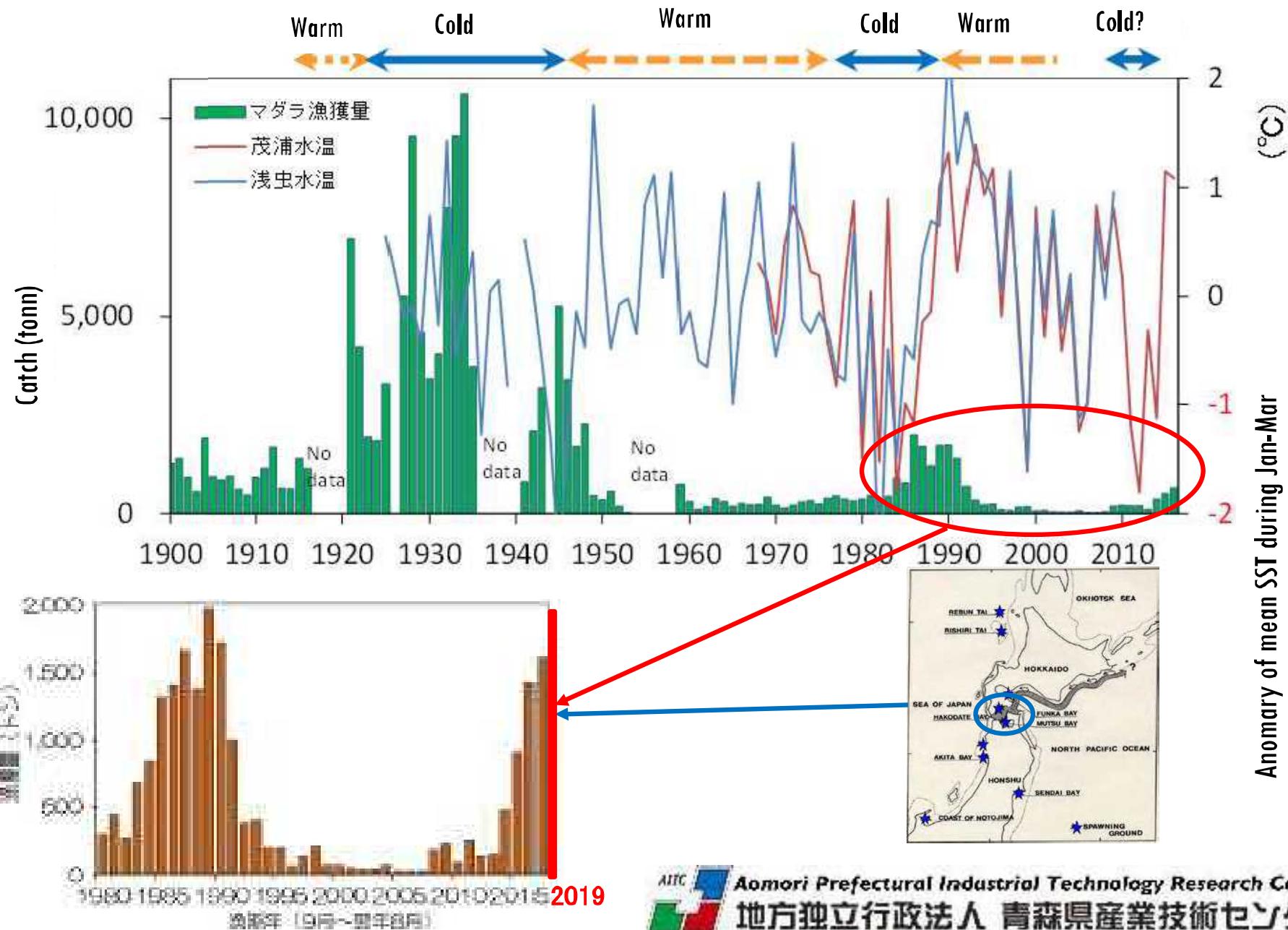
1990年代以降の温暖レジーム期に南端のスケトウダラから減少している  
(韓国沿岸および東北沿岸の漁獲激減は同じ)

2020年度の太平洋系群のTACは14万トン

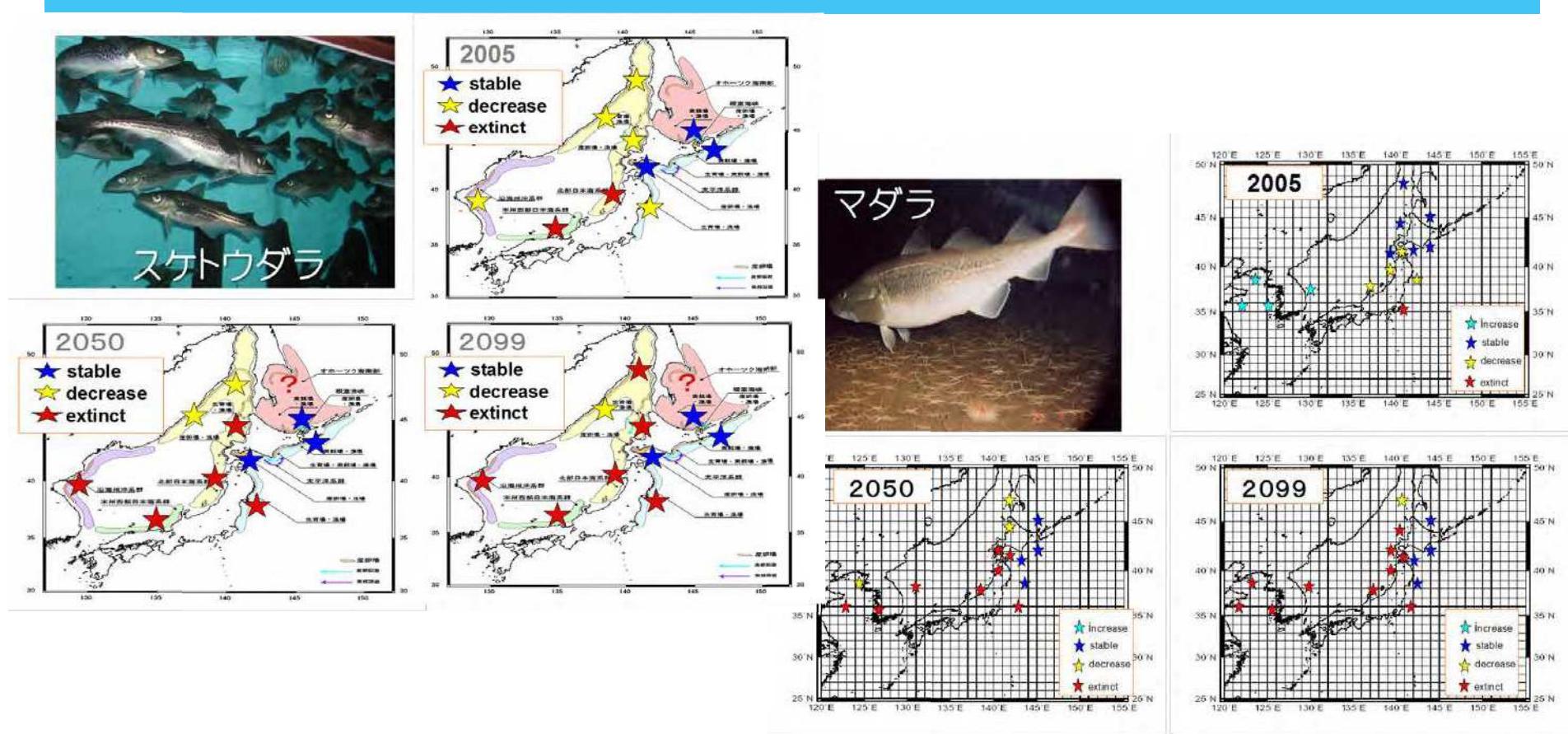


我が国のスケトウダラの漁獲量の経年変化(水産庁:R元年度年度資源評価HPより)

# むつ湾及び津軽海峡で漁獲されるマダラの漁獲量の歴史的変遷



2050年に2°C、2100年に4°C海水温が上昇すると、日本海からスケトウダラとマダラが消える！  
「IPCCの地球温暖化シナリオ(第5次報告)」に基づいてシミュレーションした結果」



(桜井他, 2007)

# 北海道,特に道南のブリは増えている? なぜ、北海道では「ブリ食」が敬遠され ていたの?



南かやべの定置網で漁獲されたブリ  
(2020年10月15日)



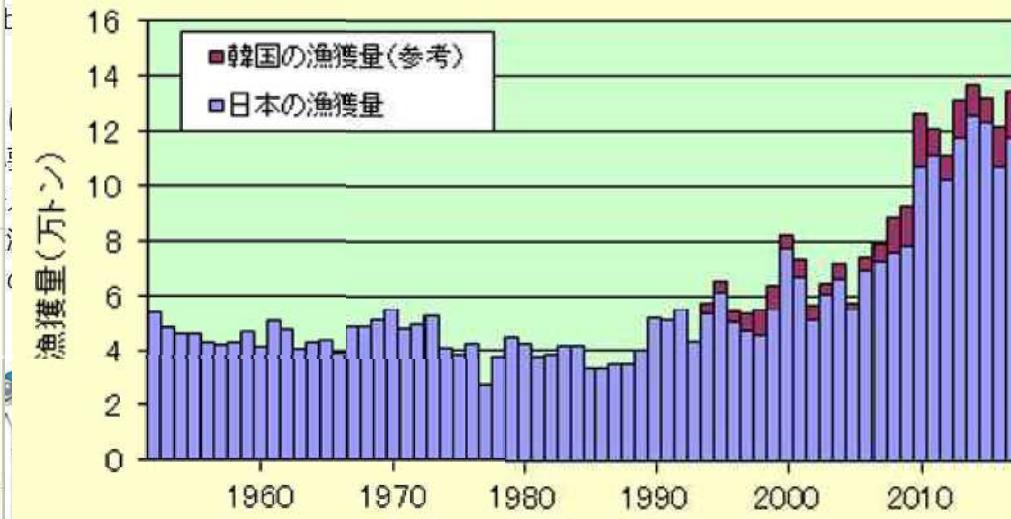
羅臼の定置網で漁獲されたブリ  
(14号, 2019年10月23日)



令和元年度資源評価報告書(ダイジェスト版)

[Top](#) > [令和元年度資源評価](#) > [ダイジェスト版](#)

標準和名 ブリ  
学名 *Seriola quinqueradiata*  
担当水研 日本海区水産研究所 中央水産研究所

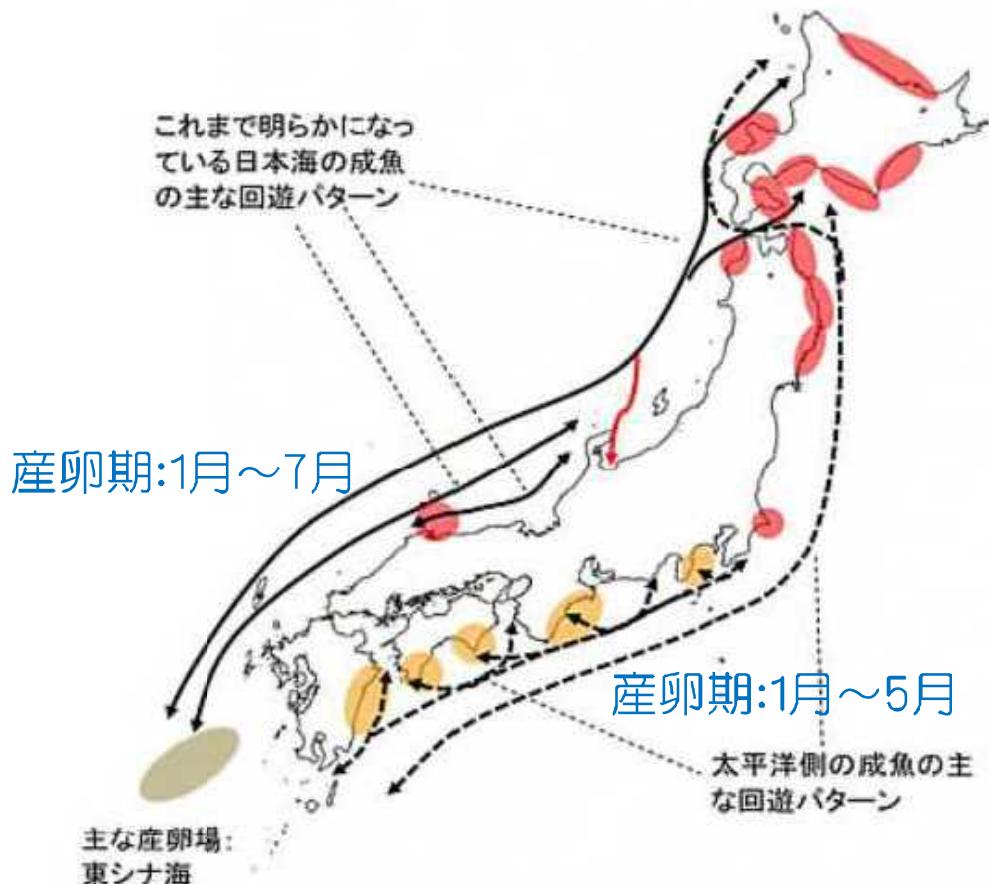


流れ藻につくブリ  
幼魚(モジャコ)

- ・ブリの好漁は継続、産卵場・回遊とも北へと拡大中
- ・フクラゲ(フクラギ)は1歳魚、2~5kgの“メナダ”は2~3歳、7キロ以上の“ブリ”は4歳魚以上
- ・親魚・加入魚とも順調に増加中！

# わかつてき たブリの大回遊

ご協力を願いします！  
記録計や標識のついたブリを見つけたら  
すぐに、ご連絡ください！



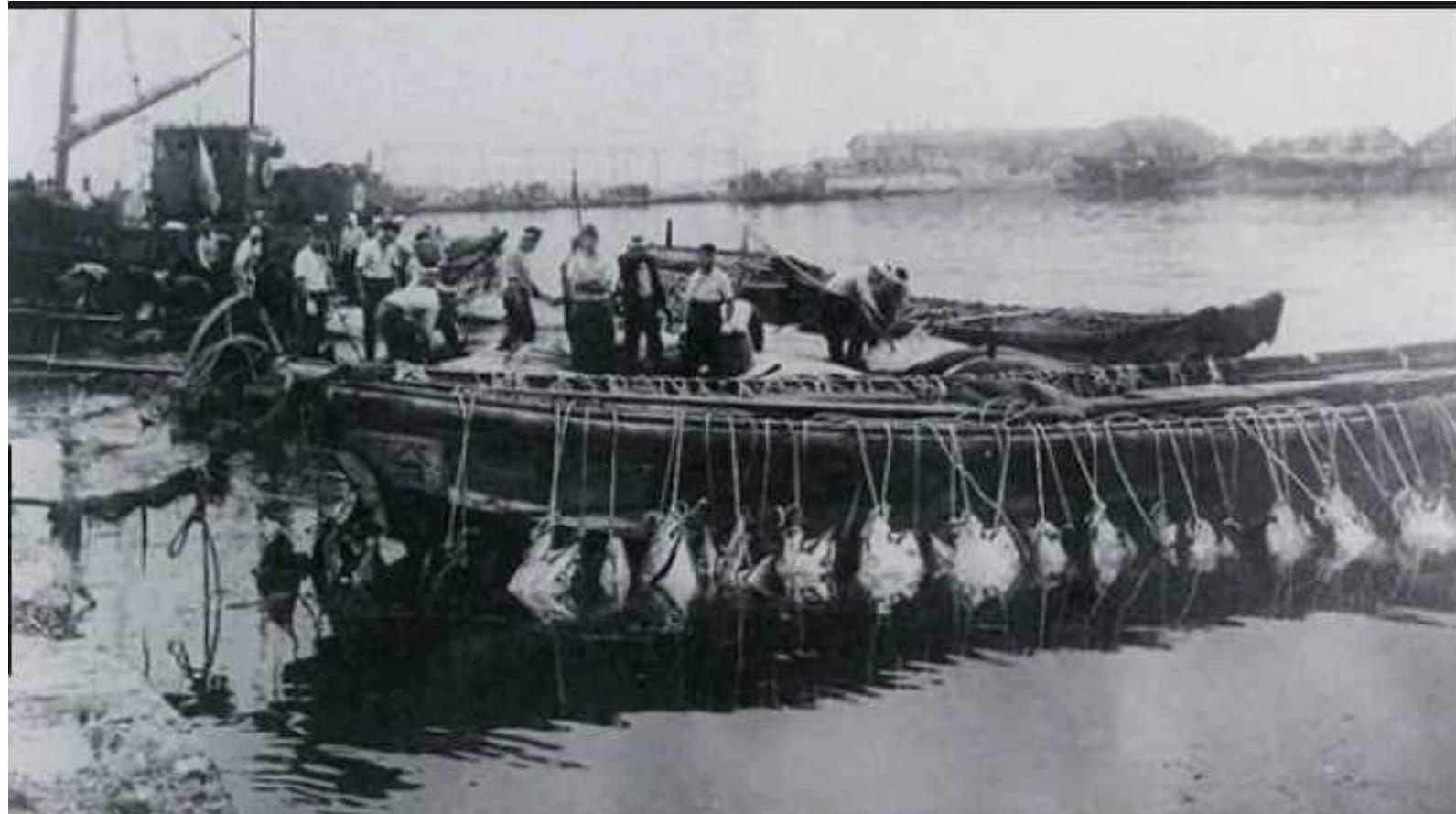
● 漁獲量増加地域（サイズ問わず）

○ 漁獲量増加地域（大型ブリ）

出典：井野ら(2008)および久野ら(2018) 水産海洋研究82号  
「ブリの移動回遊生態（太平洋側）」を元に作成

## 日本周辺のブリ成魚の回遊パターンと、漁獲の 増加地域

# クロマグロの来遊予測—自主的取り組みの可能性 (函館・南かやべ地区を例として)

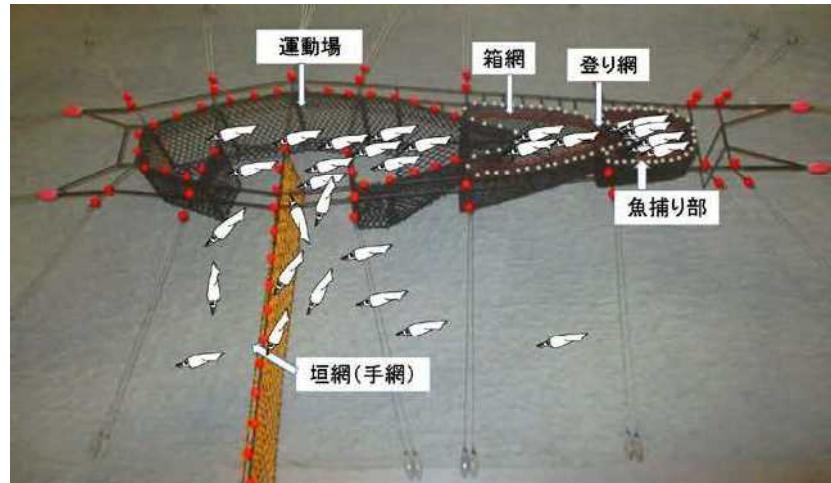


臼尻・松山漁場 鮪豊漁

昭和18年

民谷元一 所蔵

函館市南かやべ地区臼尻の大謀網で漁獲された大型クロマグロ(1943年)

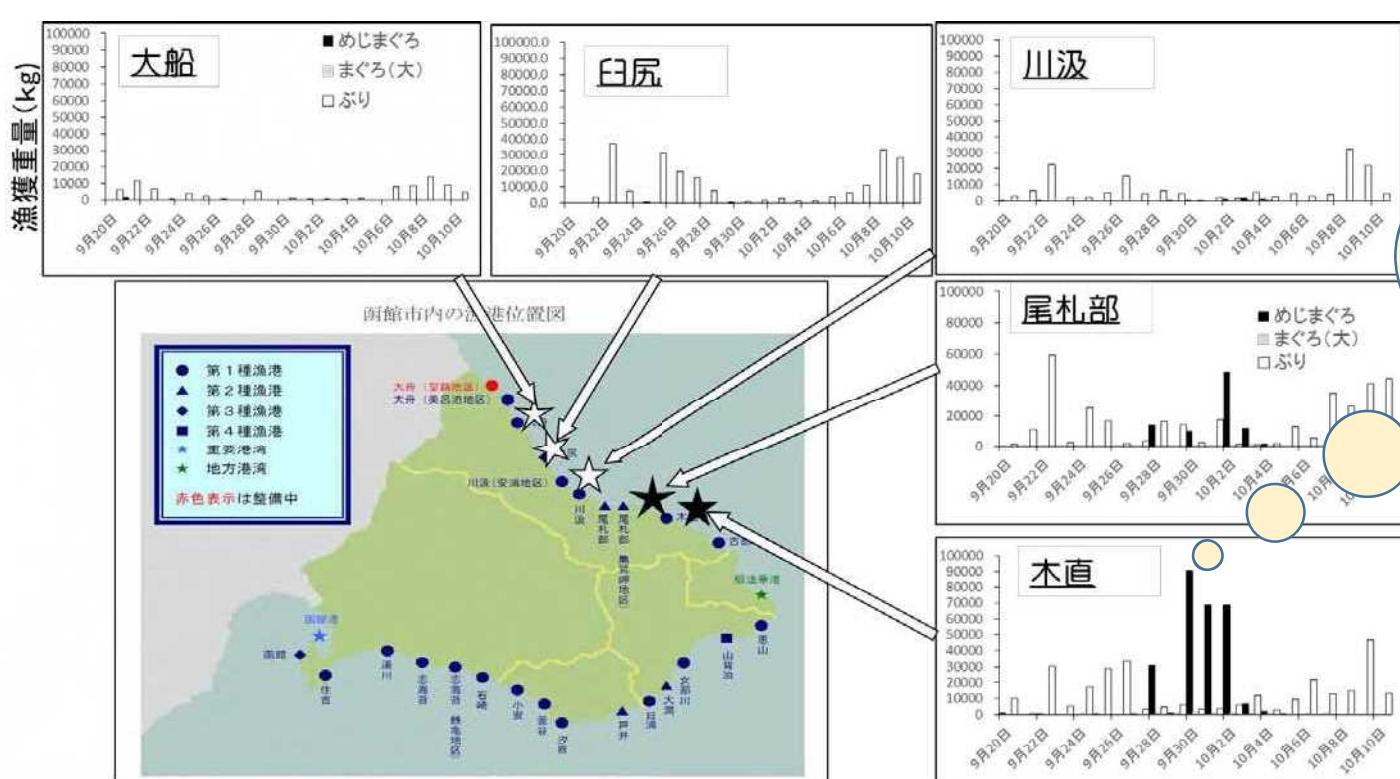


## みなみかやべ地区の大型定置網（大謀網）の構造

(設置の最大水深：50m)

1経営体が、陸網と沖網2ヶ統)

**大型定置網は24経営体**：初夏はスルメイカ、クロマグロ、夏以降はブリ、秋以降はサケ、スルメイカ、ブリ



2017年9月20日～10月10日の間の、南かやべ地区の大船から木直の大型定置網に入網したブリとクロマグロの日別漁獲量(kg)の推移

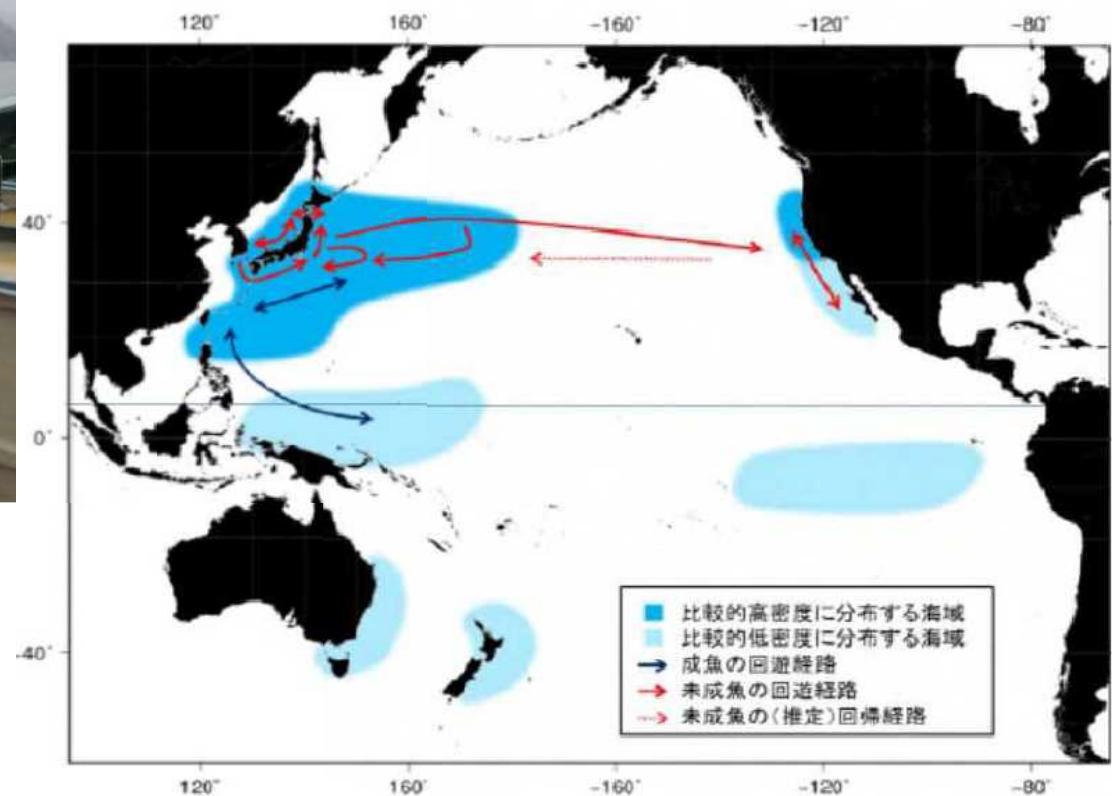
ブリの大漁  
が、突然小型  
マグロの大  
量入網に！

# クロマグロ



450kgの巨大マグロ

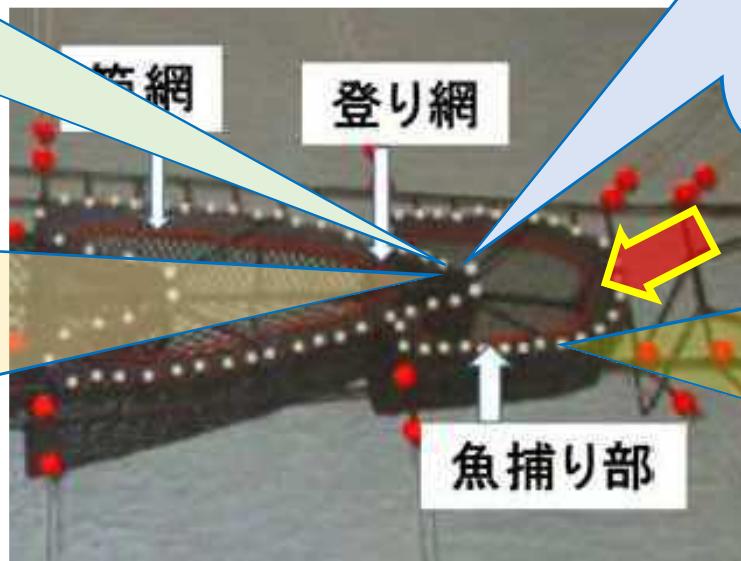
クロマグロ日本周辺だけではなく太平洋を横断する！



では、南かやべの定置網では、大量入網した小型マグロを、どのように放流しているのか？

魚探などで、小型マグロ主体の入網が判断できた場合は、揚網をしないで、網口から逃げるのを待つ

2艘の船で網に平行に魚捕り部を揚網し、小型マグロの群れを視認した場合は、登り網口側の絞り網を下げて、マグロが口の部分から逃げるのを待つ



登り網部分から2艘を直列にして魚とり部を絞り込んでゆく。この時、小型マグロの群れが視認できた場合は、網上げを中断して網口方向への逃避を待つ

魚とり部を絞り込んで最後の揚網前に、矢印付近のアバ下の網の一部が下がるように工夫して、小型マグロを逃がす。ただし、他の魚も逃避

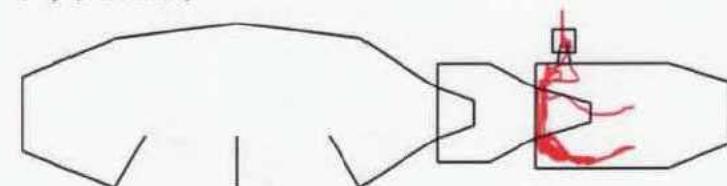
(2019年は、11万本、約1,600トンの小型マグロを放流)

定置網内のブリは、  
網に沿って泳ぐ！  
クロマグロは網に  
近づかない！

クロマグロ小型魚 (FL85cm)

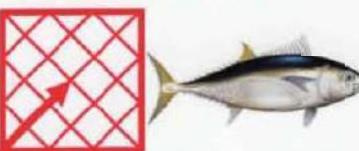


ブリ (FL56cm)

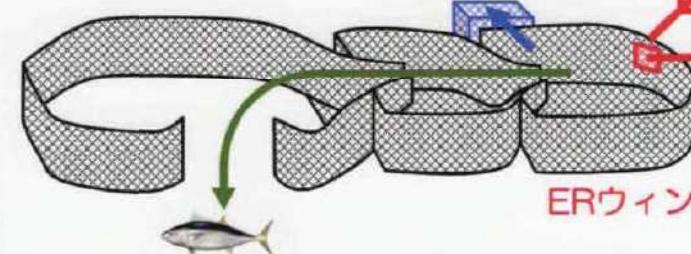


選別網による『サイズ選別技術』  
→大型魚は漁獲

金庫網を活用した『魚種選別技術』  
→ブリは金庫網へ



ERウィンドーからの『緊急放流技術』  
→小型魚は放流

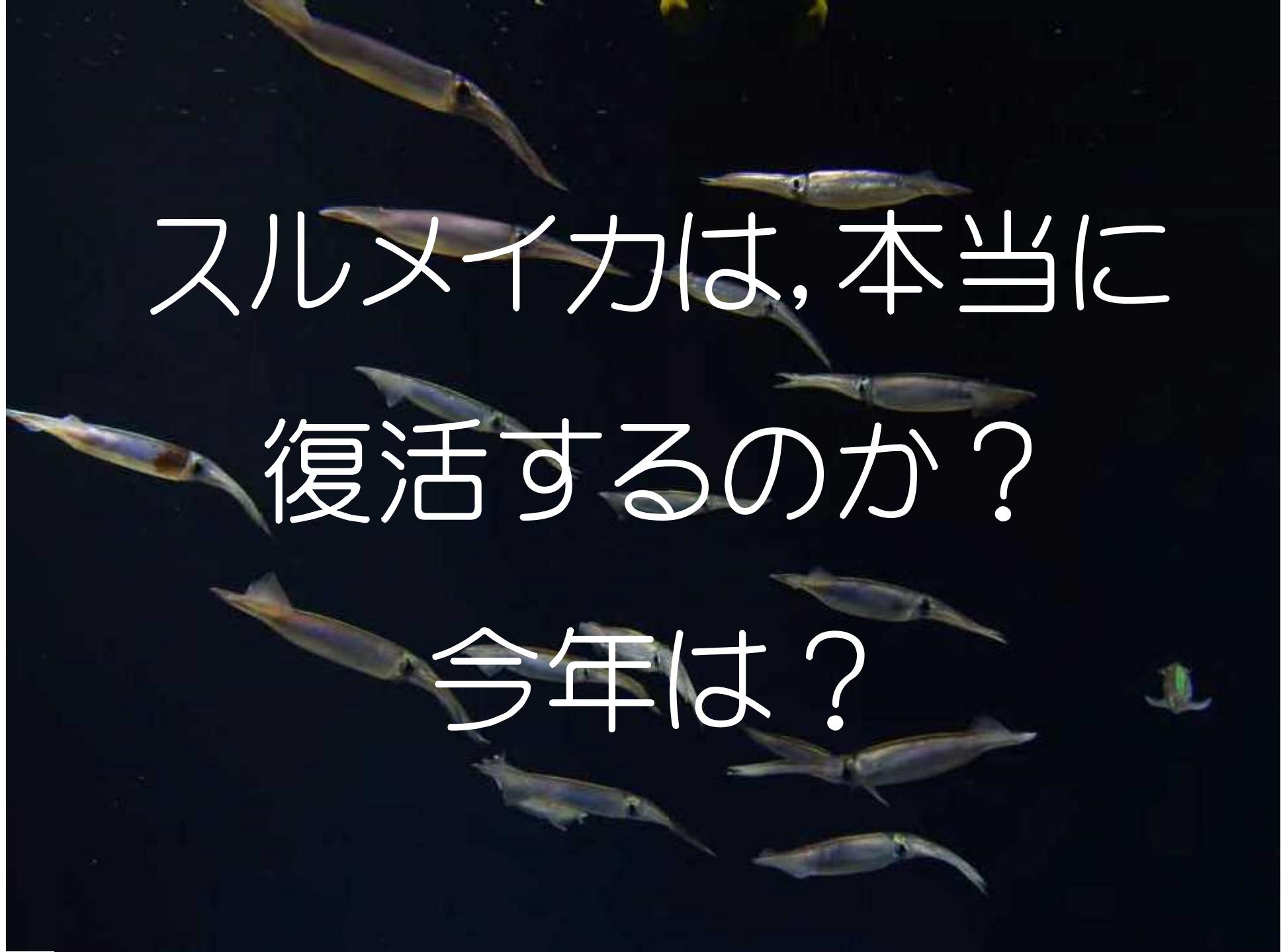


揚網中止と昇網開放による『逃避促進技術』  
→クロマグロは網外へ

図-8 クロマグロ小型魚の選別・放流技術（深浦モデル2018）

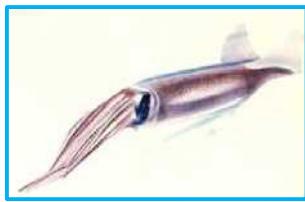
発行：クロマグロ小型魚選別放流技術研究開発コンソーシアム  
(代表 東京海洋大学 秋山清二 akiyama@kaiyodai.ac.jp)

小型クロマグ  
ロを放流して、  
ブリを漁獲す  
る！

A dark, atmospheric photograph showing a school of squid swimming in the ocean at night. The squid are silhouetted against a bright background, appearing as elongated, translucent shapes. They are oriented vertically, moving upwards through the frame.

スルメイカは、本当に  
復活するのか？

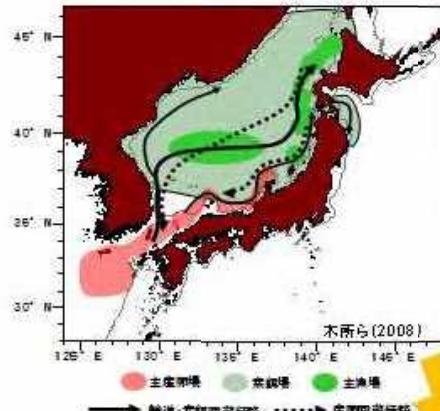
今年は？



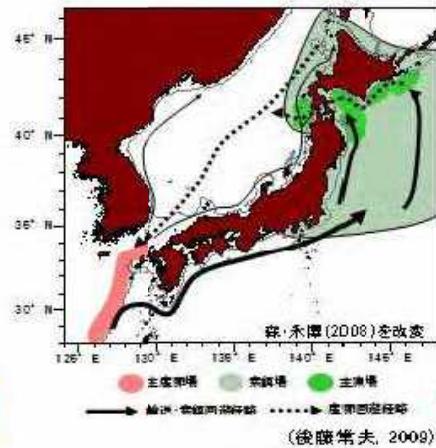
## スルメイカの生活史・回遊・主な漁場

周年産卵をするが、主産卵期は秋季から冬季

秋季発生群  
10~12月生まれ



冬季発生群  
1~3月生まれ

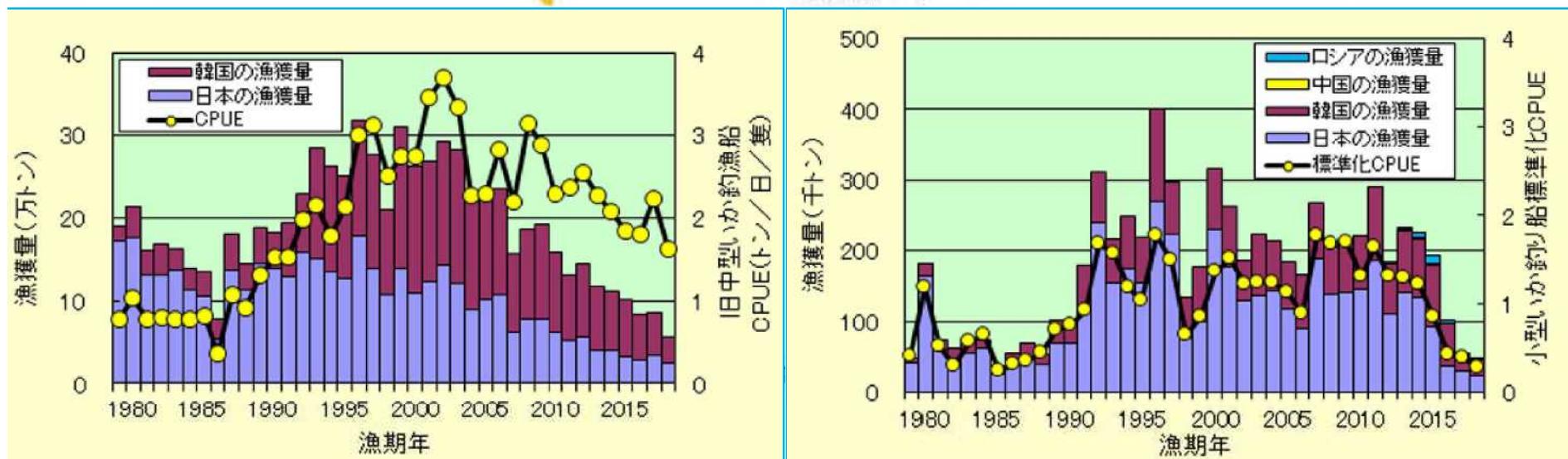


## 秋生まれ群

・2018年の漁獲量: 56,830トン  
(日本: 24,247トン、韓国: 32,583トン)

## 冬生まれ群

・2018年の漁獲量: 45,399トン  
(日本: 22,829トン、韓国: 22,293トン)

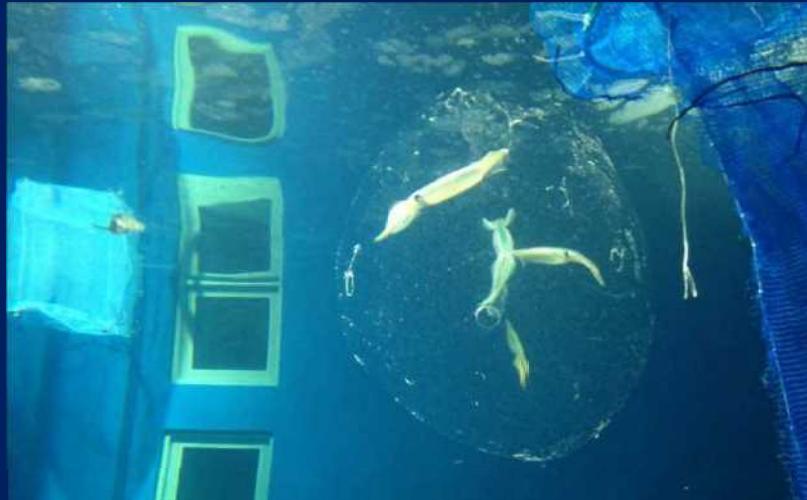


2019年の秋・冬生まれ群の漁獲量は前年比21%減の3万3千トン(速報値)

令和元年度魚種別系群別資源評価(50魚種87系群) 水産庁HP(<http://abchan.fra.go.jp/>)

図1.秋・冬生まれ群の生活史・回遊・主な漁場と、両群の日韓の漁獲量の経年変化(1979年~2018年)

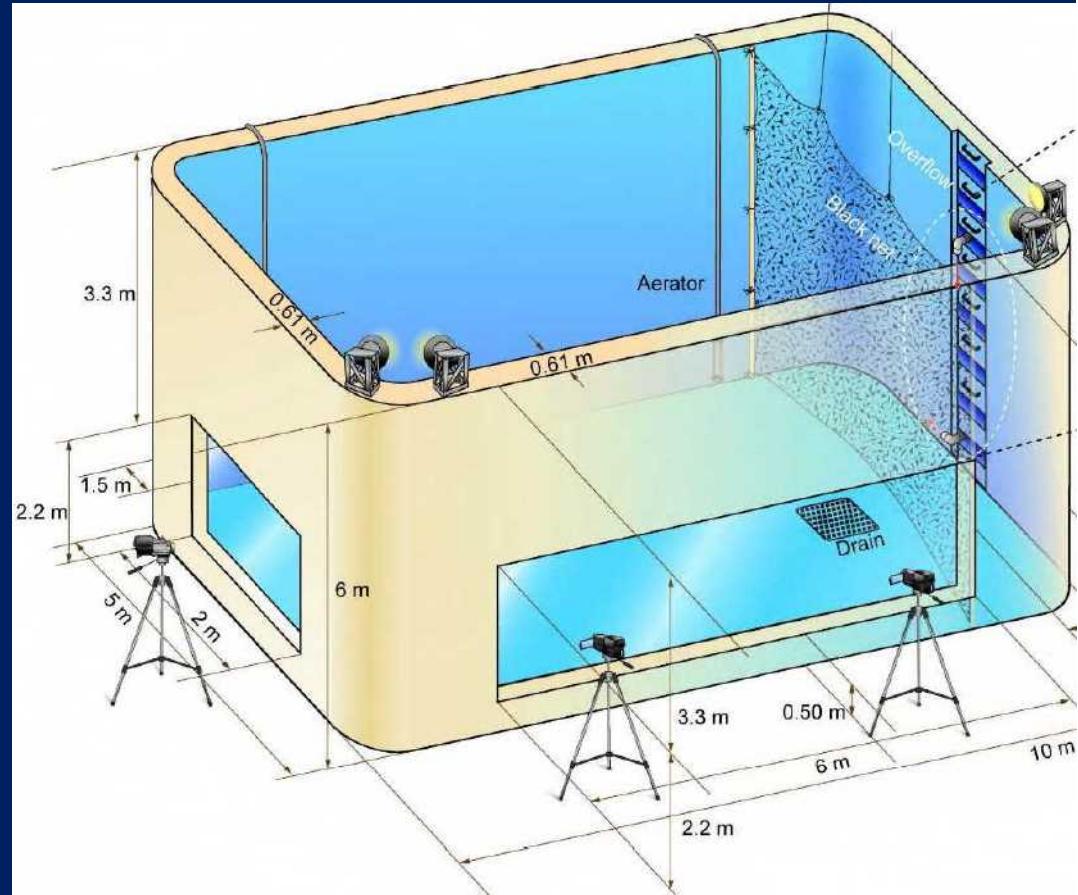
# 大型水槽でスルメイカの産卵生態を探る



(産卵の謎を解く, 30年間の飼育実験から)



# 函館国際水産・海洋総合研究センターの大型実験水槽



産卵行動観察時のカメラの配置

# スルメイカの採集と輸送, 予備飼育



曙水産（函館市古部）の定置網



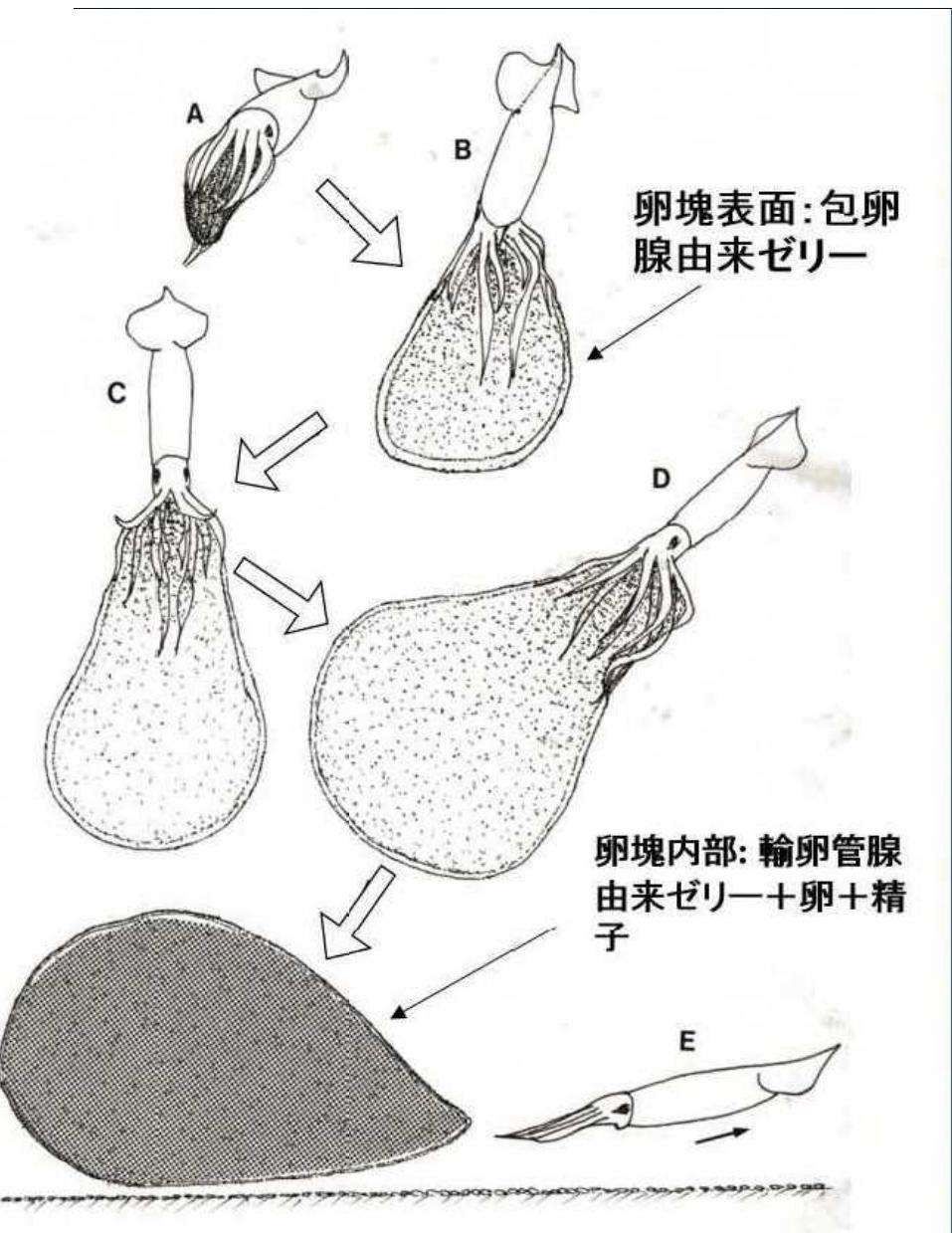
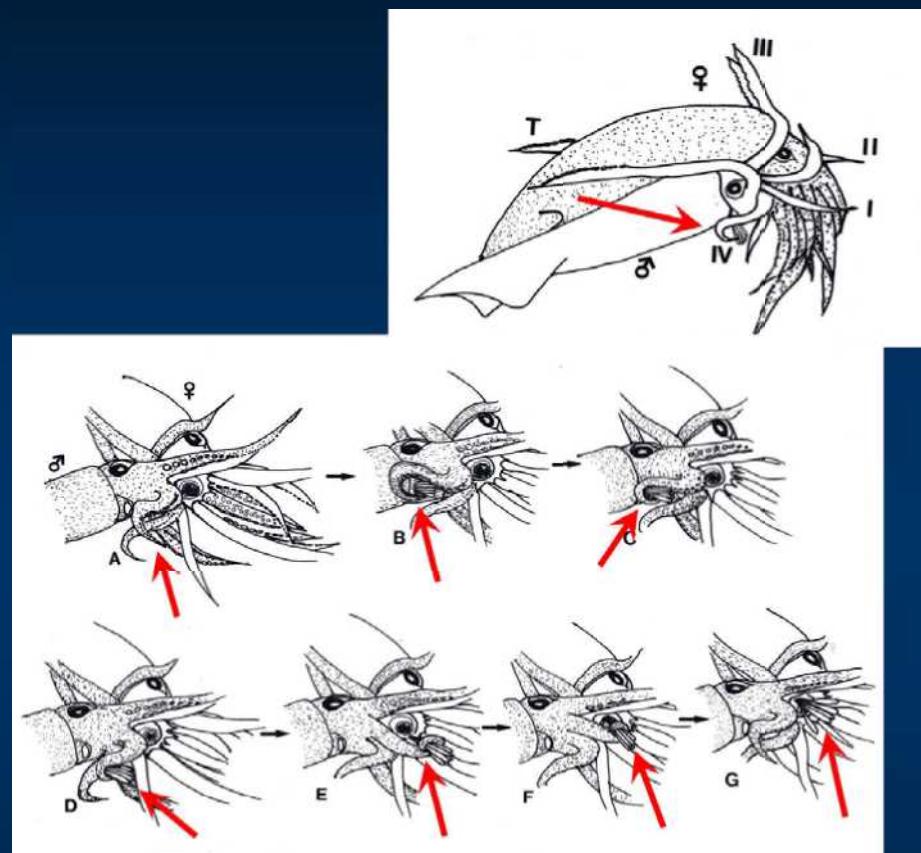
産卵直前まで10トン水槽で予備飼育



産卵直前のスルメイカを大型水槽に移動



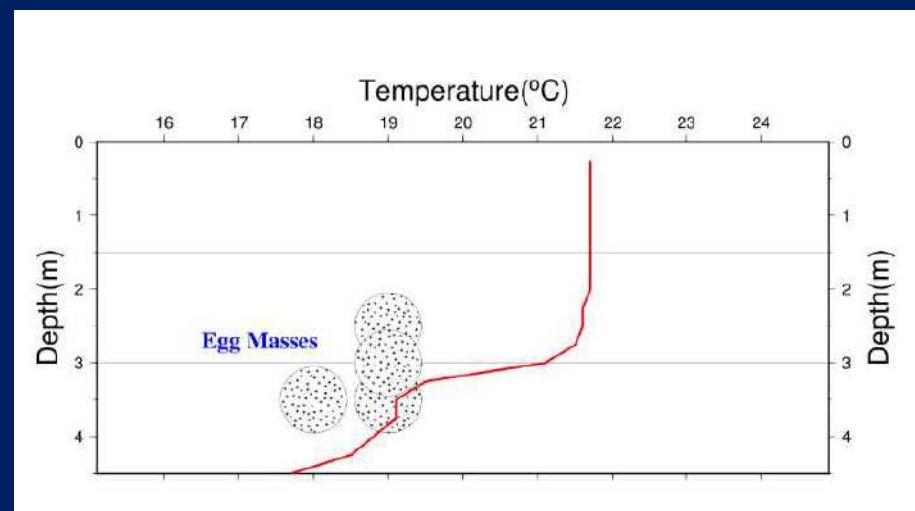
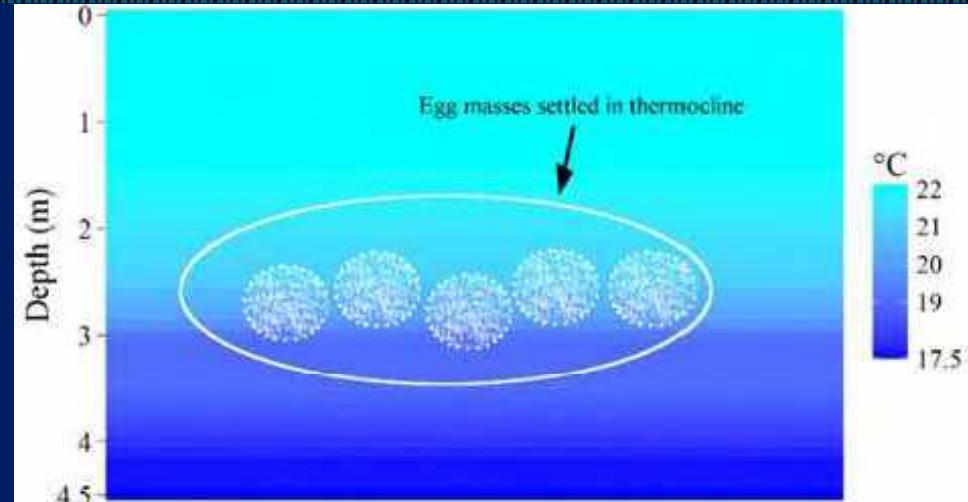
産卵実験では、成熟したメスとオスを大型水槽に入れて、行動観察



# スルメイカの交接・産卵行動

Sakurai et al., 2003

# 卵塊は水温躍層より上層に滞留する！ では、底に沈んだら、その運命は？



水槽内の底に沈んだ卵塊  
(底に沈むと、壊れてしまう)

# ふ化幼生の生存



水温20°Cで飼育してふ化後13日目のスルメイカの幼生

- ふ化後の幼生は、最大で10日～13日間生存（13日間は、過去最長）
- 生存したふ化幼生の胃中に大量の海洋細菌が存在（高知大学・足立亨介准教授によるメタゲノム解析からの世界初の発見）

# スルメイカの再生産仮説

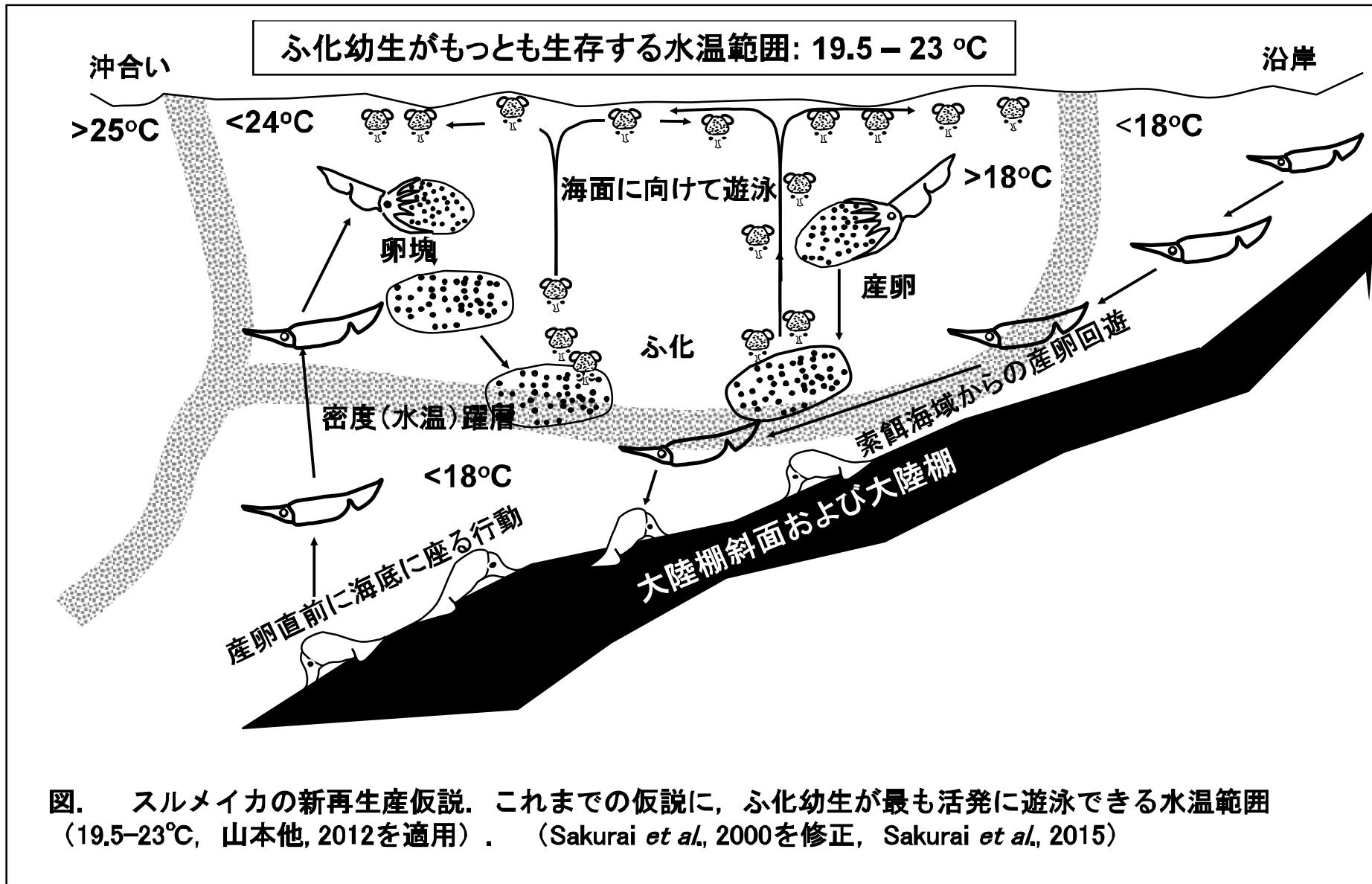
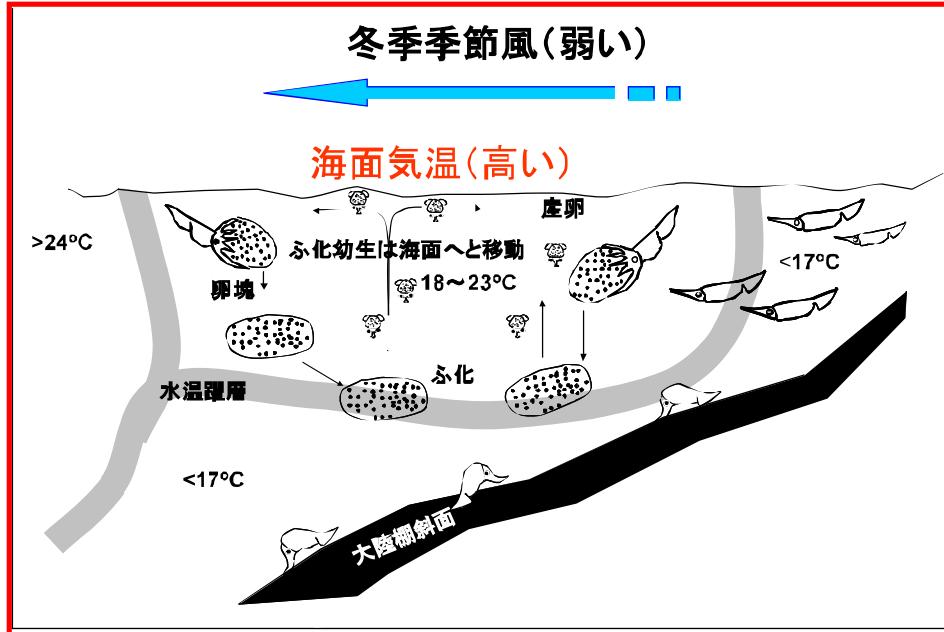
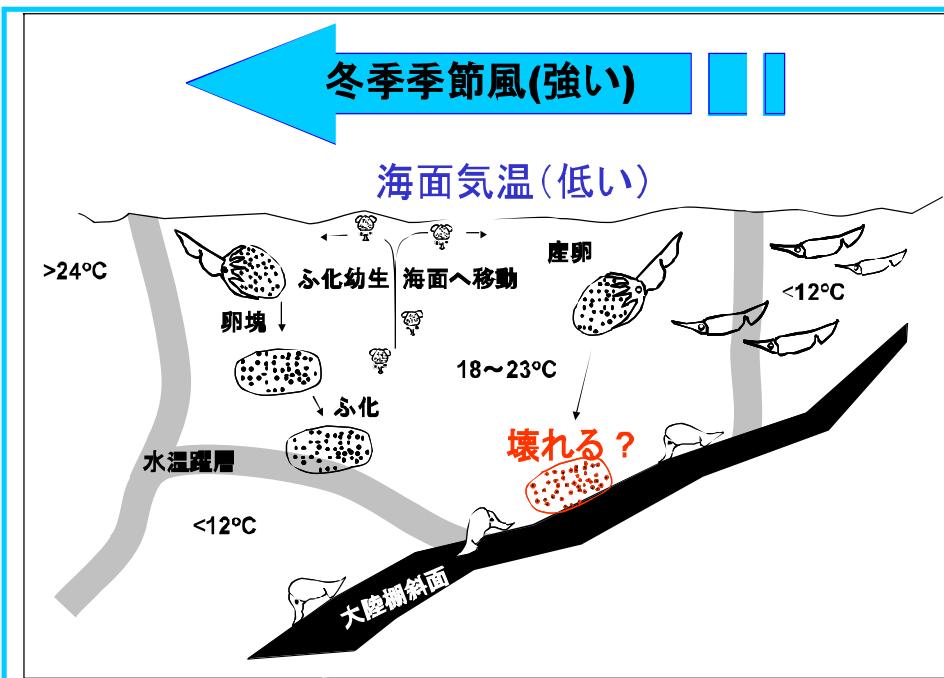


図. スルメイカの新再生産仮説。これまでの仮説に、ふ化幼生が最も活発に遊泳できる水温範囲 (19.5–23°C, 山本他, 2012を適用)。 (Sakurai et al., 2000を修正, Sakurai et al., 2015)



1989年以降にスルメイカが増えた原因

冬の季節風が弱いと水温躍層が中層に発達し、卵塊は壊れないため、たくさんの幼生が生き残る！



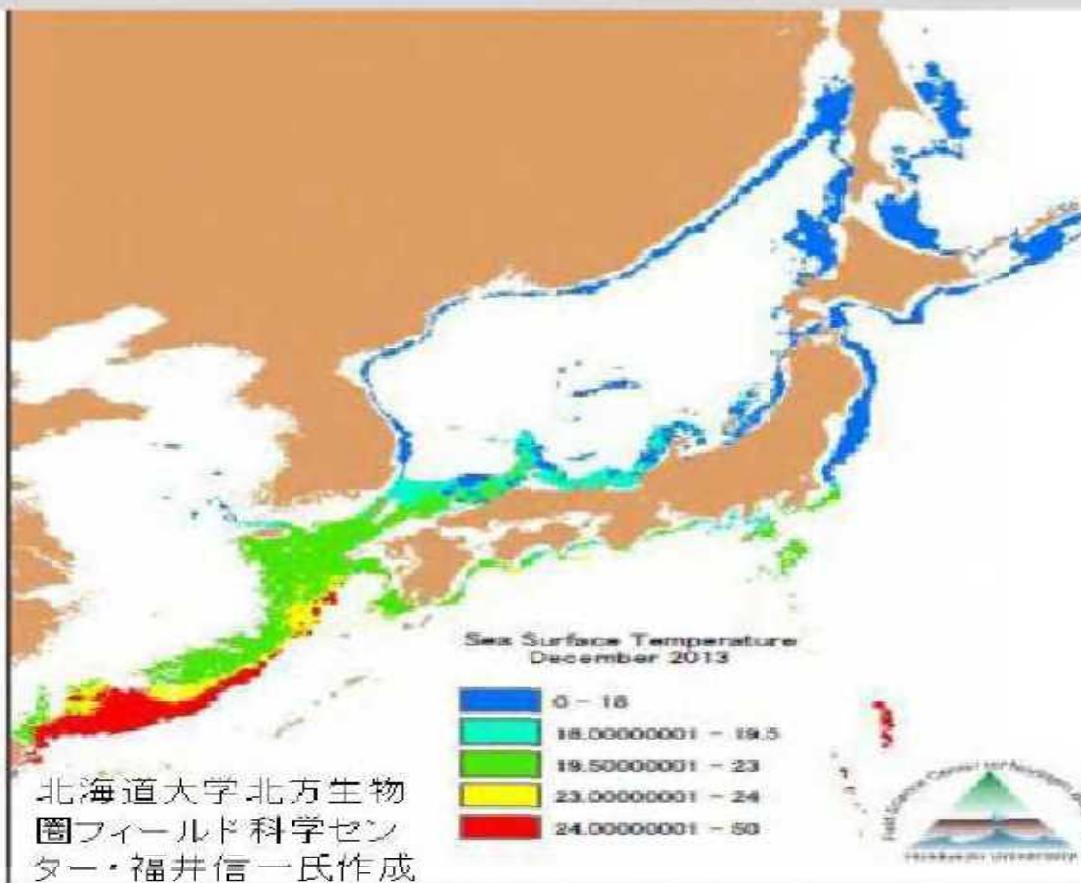
1977-1988年の寒冷期にスルメイカが減った原因

冬の季節風が強く海面気温が低いと、水温躍層が深くなつて、一部の卵塊は海底まで沈み壊れてしまう。2016年～2018年も同じことが起きた？

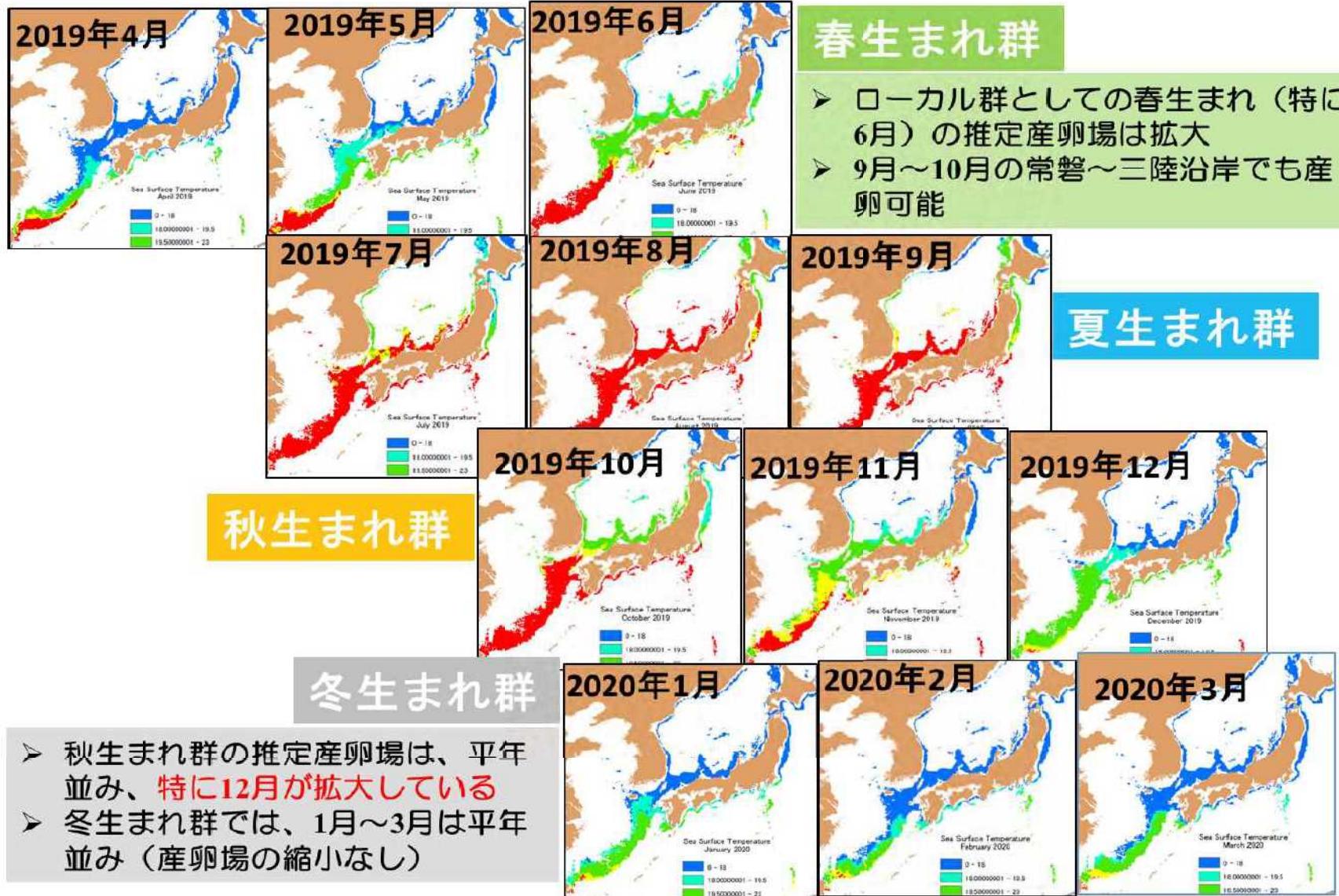
Sakurai他(2013)などに加筆

# スルメイカの産卵可能海域の抽出例

大陸棚(100-500m) の上の海面水温19・5-23°Cの海域が産卵場！



海面水温と海底地形（水深100-500m）だけで、スルメイ  
カの再生産可能海域が判る！

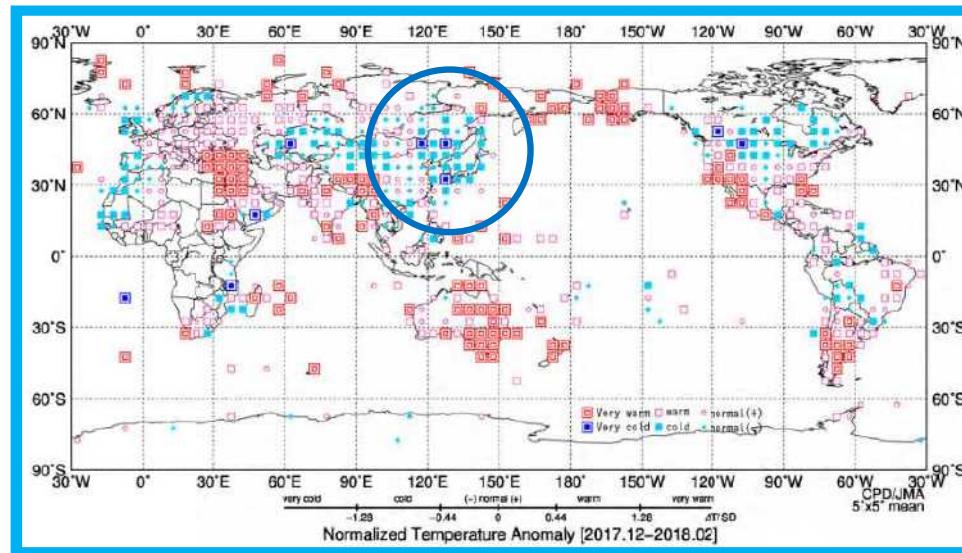


作成:北大北方生物圏フィールド科学センター・福井信一氏

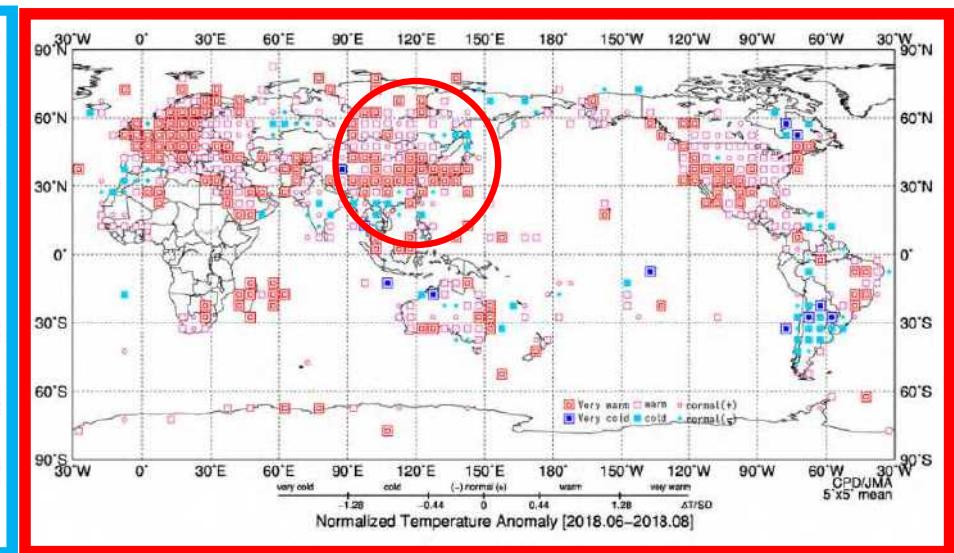
図. 2019年4月～2020年3月のスルメイカの推定産卵場(水色～緑色～黄色の海域)の比較(推定産卵場:ふ化幼生が海面に浮上して生存できる水深100～500mの大陸棚上の海面水温で表記。青・赤の海域:幼生が生存できない。緑色の海域:幼生の最適水温範囲。薄い青・黄色の海域:幼生が生存可能)

- ・ 地球規模では、高温化が進行中！ただし、偏西風の蛇行によって局所的な異常寒冷・高温化。
- ・ 2017年、2018年冬季の日本周辺は異常寒冷、しかし、夏は猛暑に！
- ・ この現象は、北極海の海氷の減少とも関係するかも？
- ・ 2019年、2020年は暖冬に！

**Severe winter**

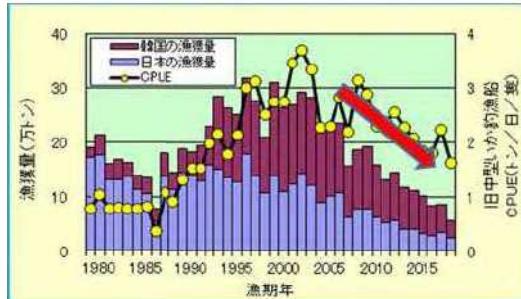


**Intense heat summer**



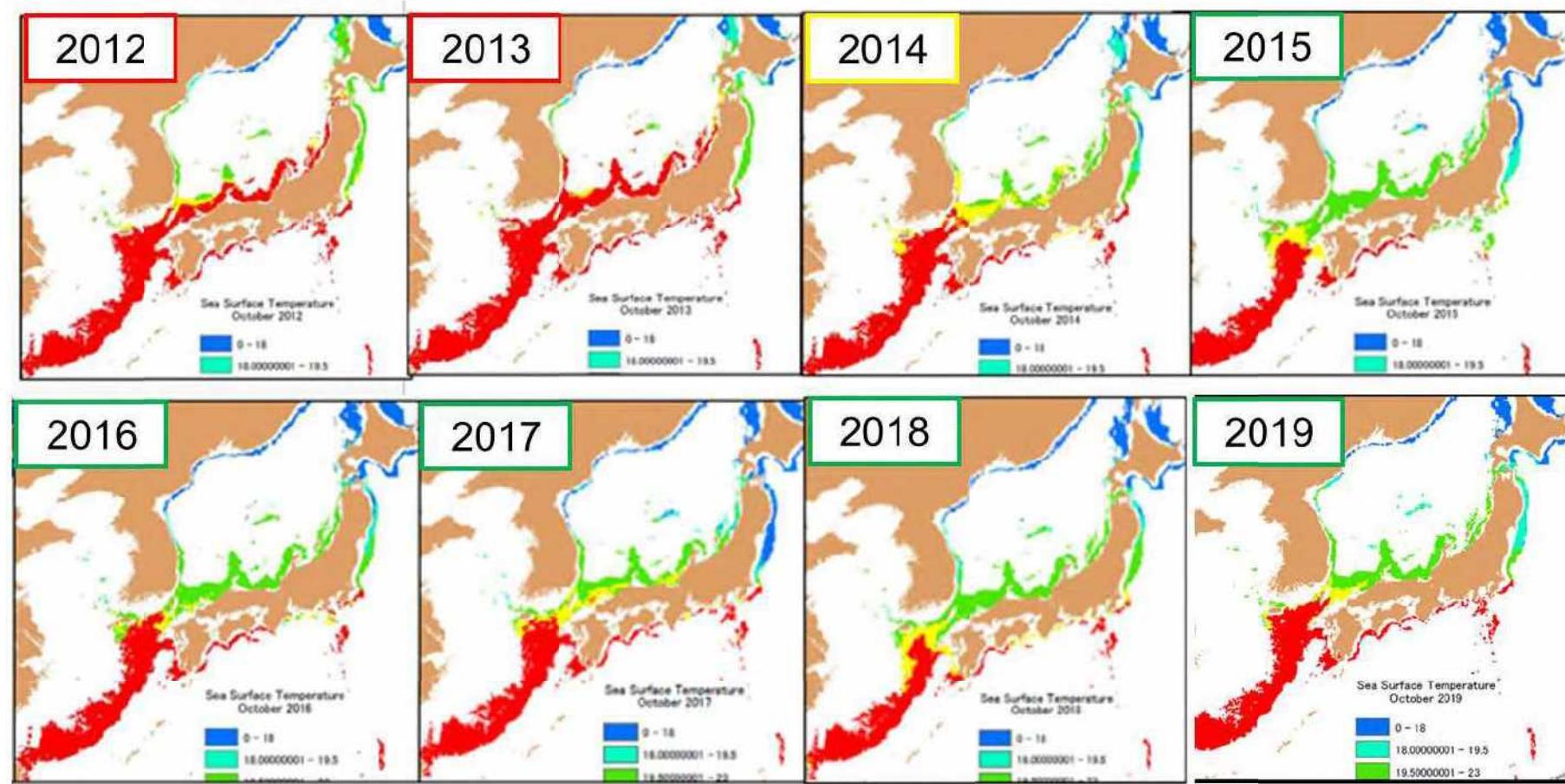
Normalized temperature anomaly of winter (Dec, 2017-Feb, 2018) and summer (Jun-Aug, 2018)

(From Japan metrological agency, <http://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/monitor/climfig/?tm=seasonal&el=gtmp>)



2014年以降は、10月の産卵場が復活している！（常磐～三陸沿岸にも産卵場が存在）

直近10年間の秋生まれ群の日本漁獲量の減少傾向は、**産卵場の高水温化ではなく、漁場の沖合化と日本以外の外国船（特に、中国のIUU漁船による漁獲増も原因と推定）**



作成・北大北方生物圏フィールド科学センター・福井信一氏

図. 2012年～2019年10月のスルメイカの推定産卵場(水色～緑色～黄色の海域)の比較



2013年11月(羅臼漁港)

2013年と2018-2020年3月のスルメイカの再生産仮説に基づく推定産卵場（青と赤色海域はふ化幼生の生存に不適：2016年は推定産卵場が顕著に縮小）。羅臼漁協のスルメイカ水揚げ量は、

**2013年：2万5千トン（豊漁年）**

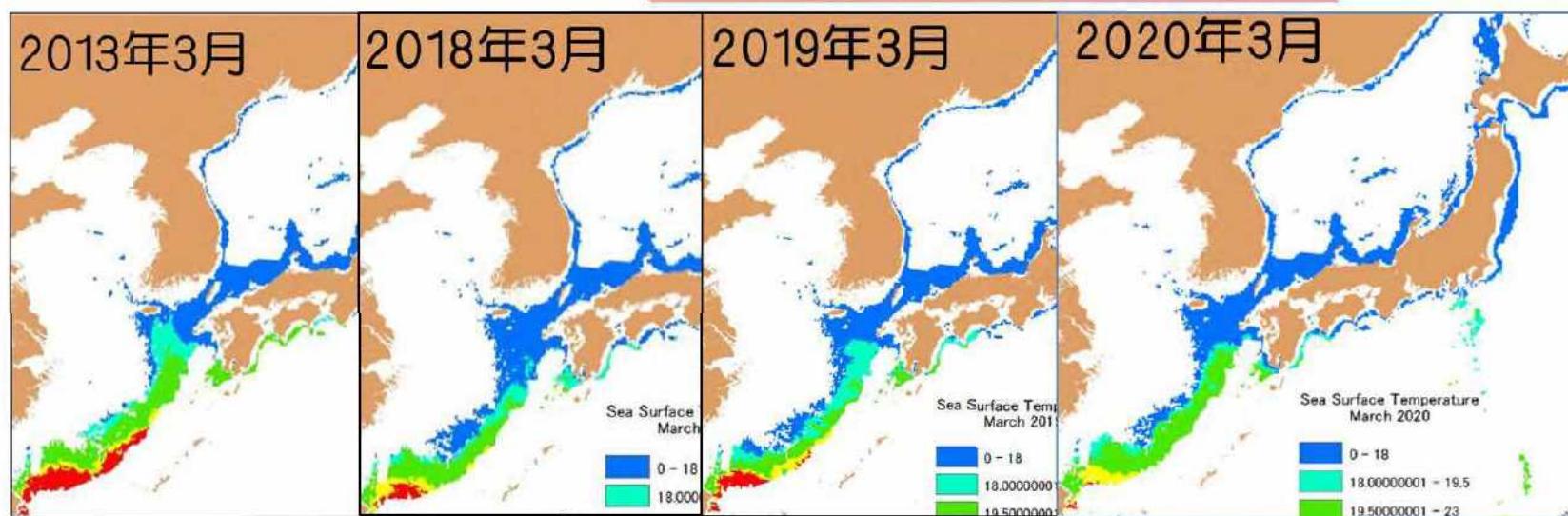
**2016年：400トン（不漁年）**

**2017年：100トン（不漁年）**

**2018年：160トン（不漁年）**

**2019年：2千トン（やや回復）**

**2020年：2019年並み or 増加？**



作成：北大北方生物圏フィールド科学センター・福井信一氏

図. 2013年と2018年、2019年および2020年3月のスルメイカの推定産卵場(水色～緑色～黄色の海域)の比較



黒潮大蛇行は、スルメイカとマイワシの資源変動にも影響する？

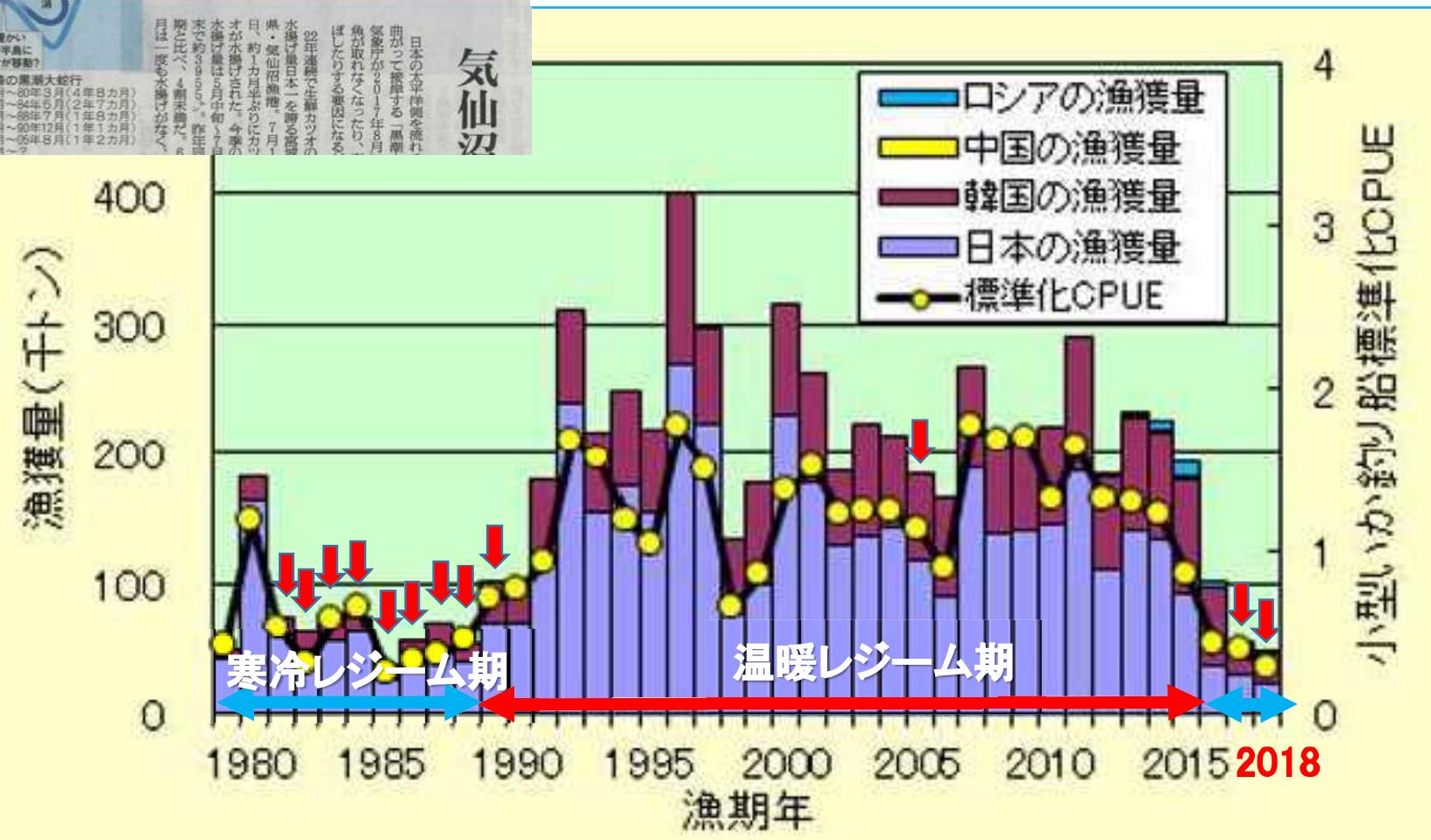


図. 冬生まれ群のふ化幼生が、黒潮に沿って太平洋を北上輸送される3月～4月に、黒潮大蛇行(赤→)が発生した年の冬生まれ群の漁獲量との関係

# 魚介類の高鮮度・高附加值化 (地鮮地食の薦め)



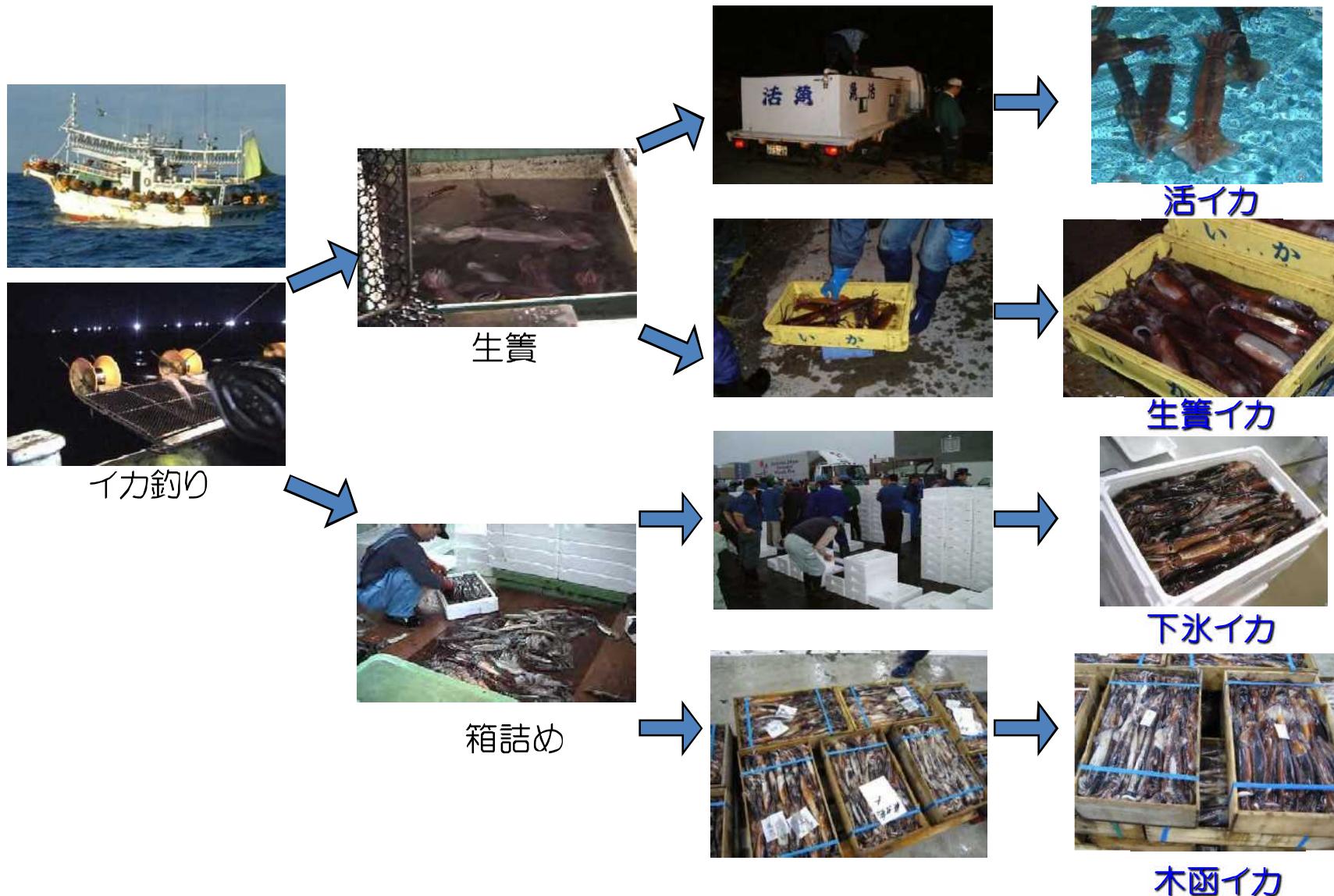
函館市内の鮮魚店に並ぶ「生簀イカ」



10時間後の生簀イカ(上)  
と活〆したスルメイカ(下)  
の刺身の比較(NHKニュースより、H25年12月31日)

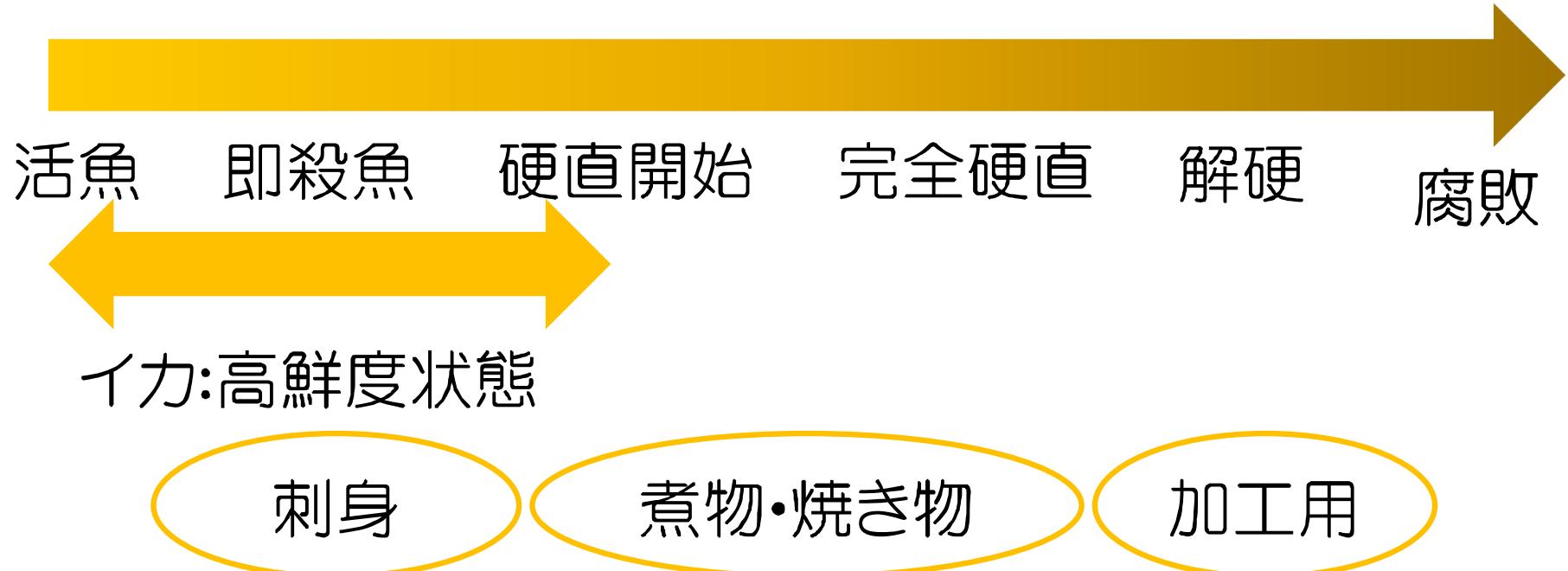
# スルメイカの流通方法と名称(函館市の例)

(作成:吉岡武也博士・函館工業技術センター)



# 魚介類の鮮度

魚介物の鮮度:不可逆的に低下

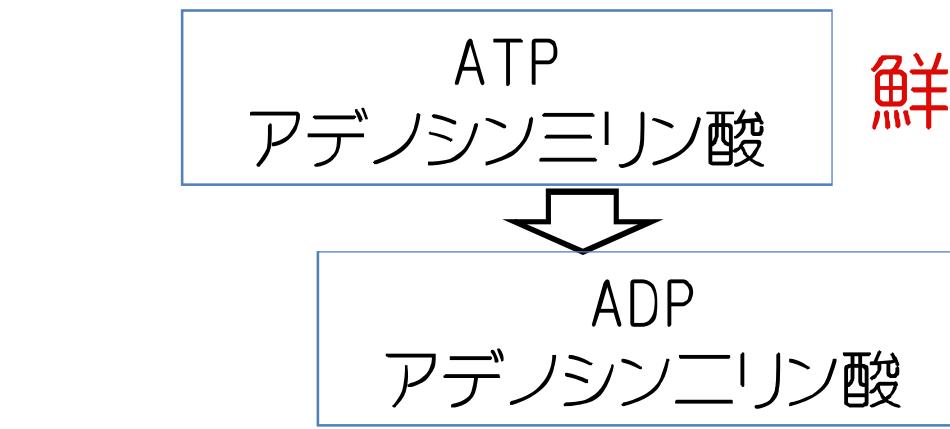


- ・鮮度・保存方法によって使い分け
- ・高鮮度なものほど高価格

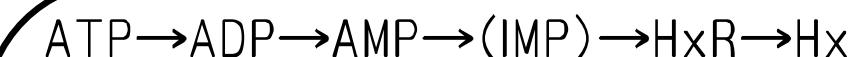


高鮮度保持技術の開発が必要

# 高鮮度状態の指標としてATP含有量・K値を測定



鮮度



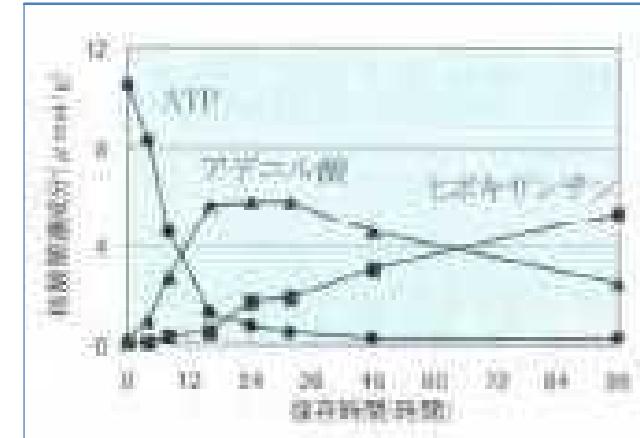
•ATP含有量の低下→鮮度の低下

•ATPが高い→透明度が高い

歯ごたえがよい

$$K\text{値} = (\text{HxR} + \text{Hx}) / \text{ATP関連物質全量}$$

×100 (魚介類の鮮度評価: 値が小さいほど高鮮度)



AMP  
アデニル酸

旨味

IMP  
イノシン酸

HxR  
イノシン

Hx  
ヒポキサンチン

鮮度低下

## ブリの高鮮度化と、生臭みをなくすためには

### 水産加工シリーズ 道産ブリの生鮮流通に向けて

(飯田訓之・菅原玲 中央水試加工利用部

報文番号 B2416



写真1 活け締め機とブリの切断箇所

写真（上）は活け締め機（魚体の輪郭線の位置にブリをセットする）、写真（下）は切断後で、①は延髄を切断、②は鰓を切断したもの。

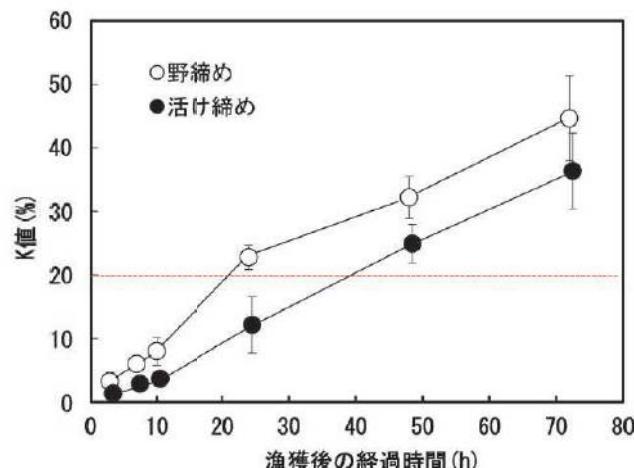
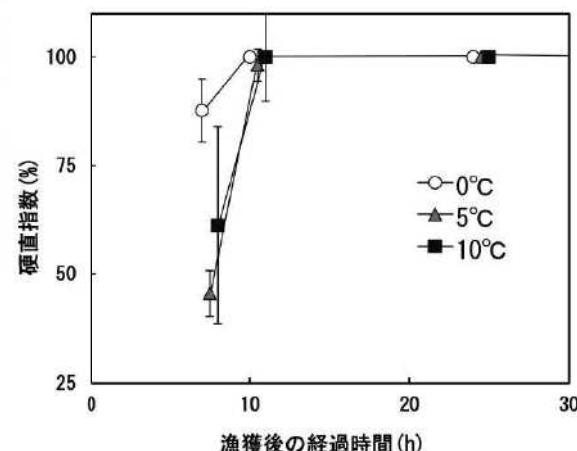
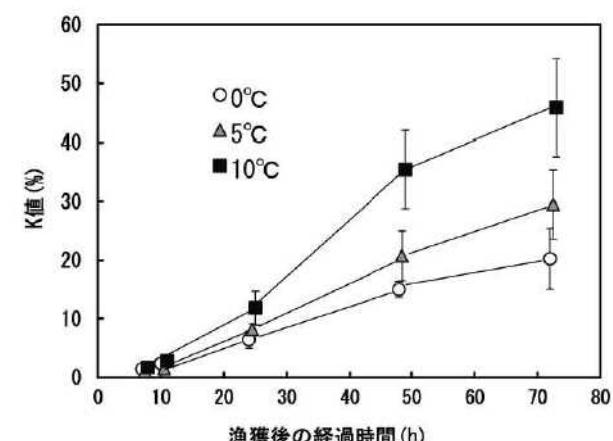
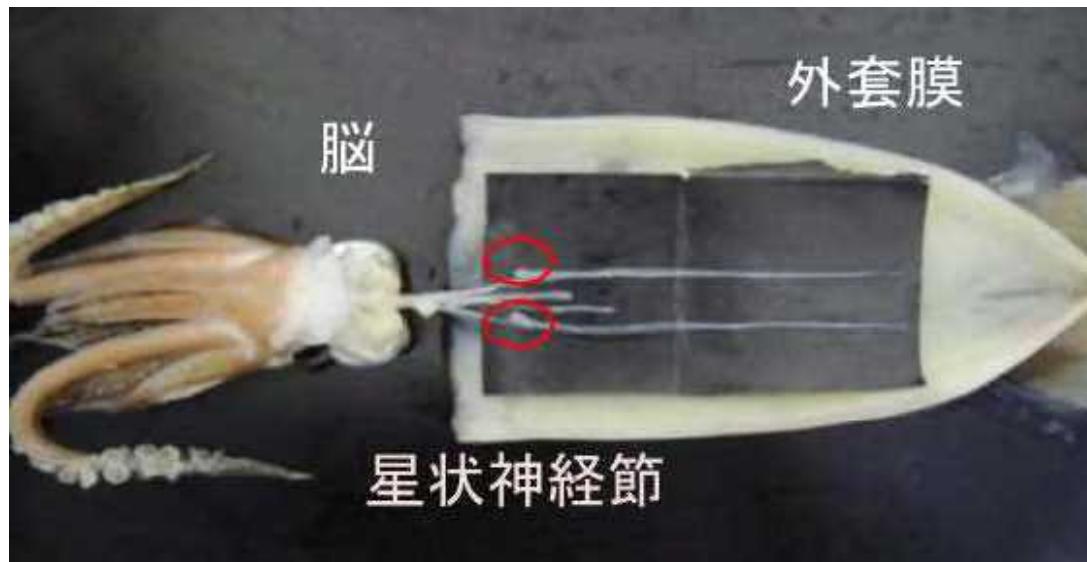
図2 渔獲後のK値の変化 (5℃保管)  
N=4 エラーバーは標準偏差

写真2 活け締めと野締めブリの刺身

図4 渔獲後の硬直指數の変化(活け締め魚)  
N=5、エラーバーは標準偏差図5 渔獲後のK値の変化(活け締め魚)  
N=4、エラーバーは標準偏差

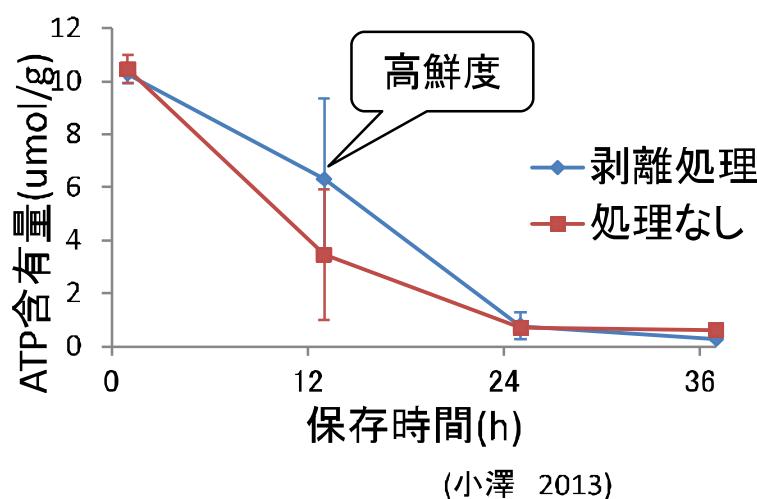
# イカ活チャ器によるイカの高鮮度保持



イカ活チャ器  
(株式会社フジワラ)

外套膜から神経を剥離  
↓  
高鮮度を保つ

【処理後12hの鮮度】



【利点】  
簡単に、外見を損なわず  
高鮮度を保つことができる

より効果的な保存方法は？

# イカ活チャ器によるイカの高鮮度保持



胴体と頭の背中側の隙間に  
イカ活チャ器を差し込む



胴体の隙間に沿って軽く  
押し、星状神経節を遮断



一瞬に胴体（外套部）が透明に



イカ活チャ器（株・フジワラ）

【利点】

簡単に、外見を損なわず  
高鮮度を保つことができる

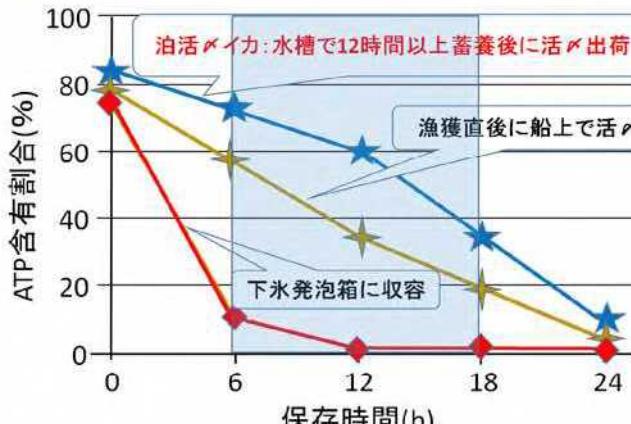


活〆・梱包の6時間後



活〆・梱包の12時間後

午前に活〆して出荷、その日の夜には、朝獲りと同じ鮮度のイカ刺しとして提供できます！



活〆直後からのイカ筋肉中のATP(アデノシン三リン酸)の含有割合  
の変化: 値が高いほど高鮮度で透明、かつコリコリした食感。



活〆・梱包の24時間後

\*本事業は、農林水産技術会議委託事業「イカ類の高鮮度保持技術を活用した『地鮮地食』型生産・流通・消費システムの開発」、  
(一財)漁港漁場漁村総合研究所とのイカ類の高鮮度流通の実用化に関する共同研究として実施しています

# 旬のさかなを美味しく食べよう！



ご清聴有難うございます



Asamushi Aquarium, Mar. 11, 2019