

# 1. 海の環境変化

環境（気候）：色々なスケールで変化する

## I. 空間

! 全球>海盆>海流系>海域>ローカル

## II. 時間：「今夏は暑い」⇒色々な変化が関係

### 1) 単年

! 振れ幅

! タイミング

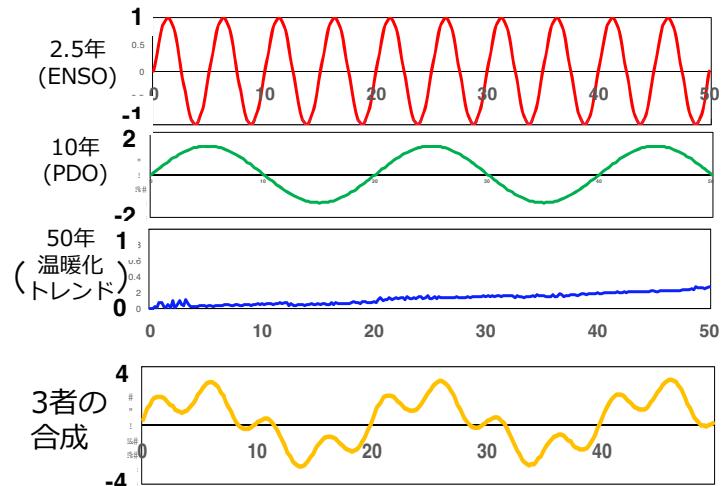
### 2) 2, 3年以内（例：エル・ニーニョ）

### 3) 10～20年（例：10年規模変動）

### 4) 50年以上：温暖化トレンド



感知(観測)される環境：様々な変動の合成値



※実際にはランダムな成分もふくまれる！

海で今何が起きている？水揚高はどう変わる？

山村織生 北海道大学水産科学研究院

資料ダウンロード：<https://goo.gl/NJvnd8>

### 1. 海の環境変化

### 2. 近年の北日本の海況・特異的な現象

### 3. 「海の幸」への影響

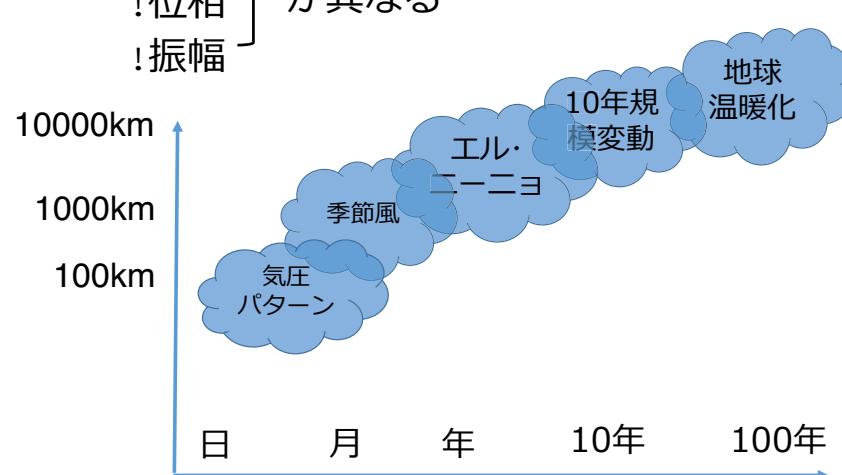
### 4. 「温度」と生態系

### 5. 「海の幸」の将来

感知(観測)される環境：様々な変動の合成

!周期  
!位相  
!振幅

Tommasiら, 2017



## 長期水温変動の例：江の島(宮城県)定地水温

! 気温(2月)と比べると…

! 水温に数年間の遅れ

! 相互に関連？

! 暖水期

! カタクチ

! ブリ

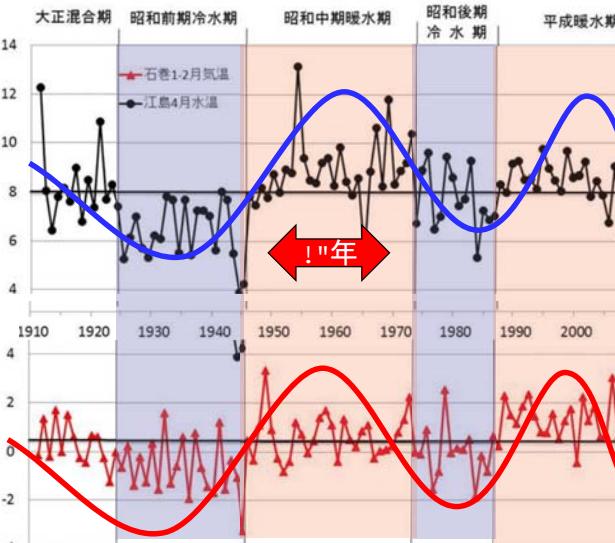
! マアジ

! 冷水期

! たら類

! ニシン

! マイワシ



## 北太平洋十年規模変動：PDO

! 北太平洋の水温変化のエンセンス

! 長期、広範囲データから抽出

! 多数あるテレコネクションのうち代表的な指数

! 20°N以北の海表面水温（約300地点）

! 1900-1992の間の「第一主成分」を使用

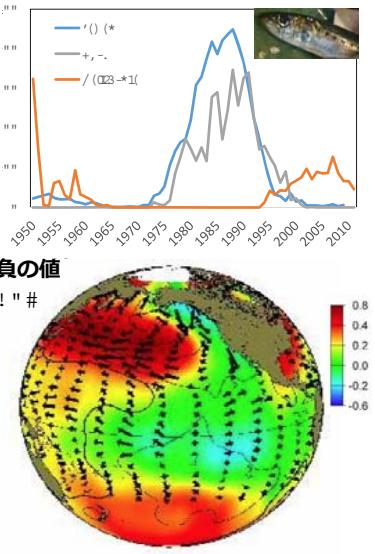
! 正値: 西海岸～Alaska高水温(サケ好漁)

! 負値: 低水温(サケ不漁) ! #

! 日本近海: スルメやカタクチ増

! PDOの大幅な変化が「レジームシフト」に相当(たとえば1976/77)

! レジームシフトとは？



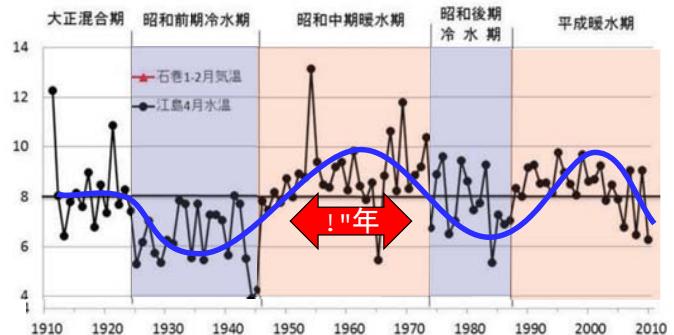
## 長期水温変動の例：江の島(宮城県)定地水温

! (佐伯：宮城県水研セ, 2013) による

! 4月の水温

! 20年ぐらい続く変動が主

! いわゆる「10年規模変動」



## 1.長期トレンド：温暖化

! 水温上昇速度は緩やか(親潮: 0.3°C/50yr)

! 海洋：蓄熱量が多い！

! 大気全体が +10°C → 全海洋水温 +0.01°C に相当

! 比熱の高さと水深(平均4000m)のため

! 1980年以降、表層の蓄熱量増加

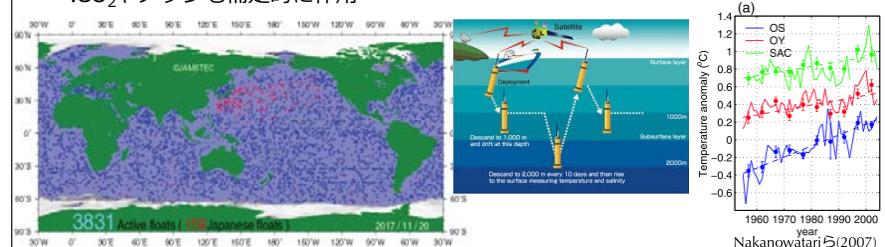
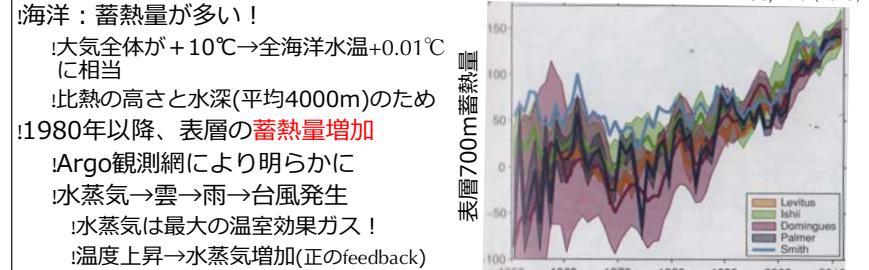
! Argo観測網により明らかに

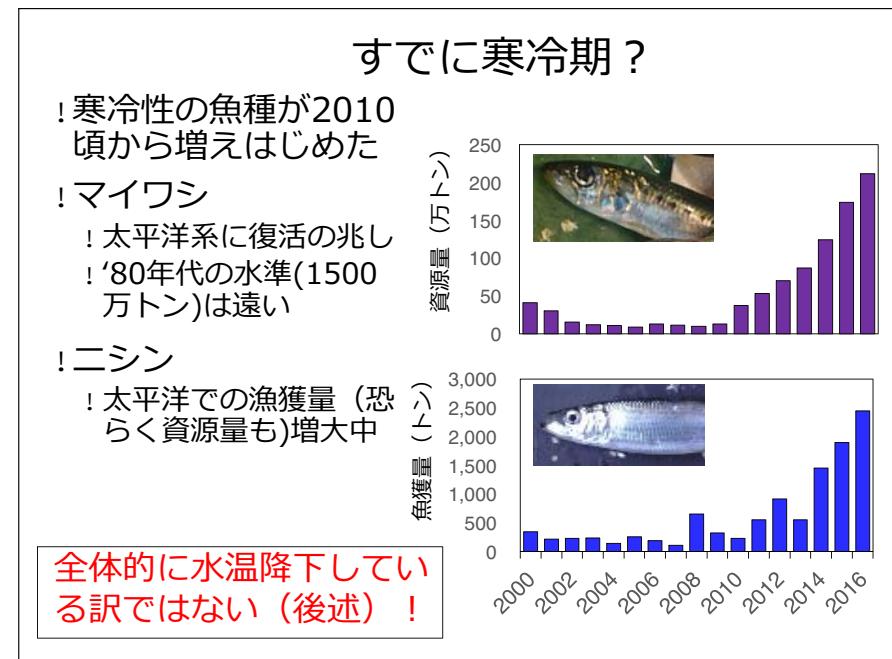
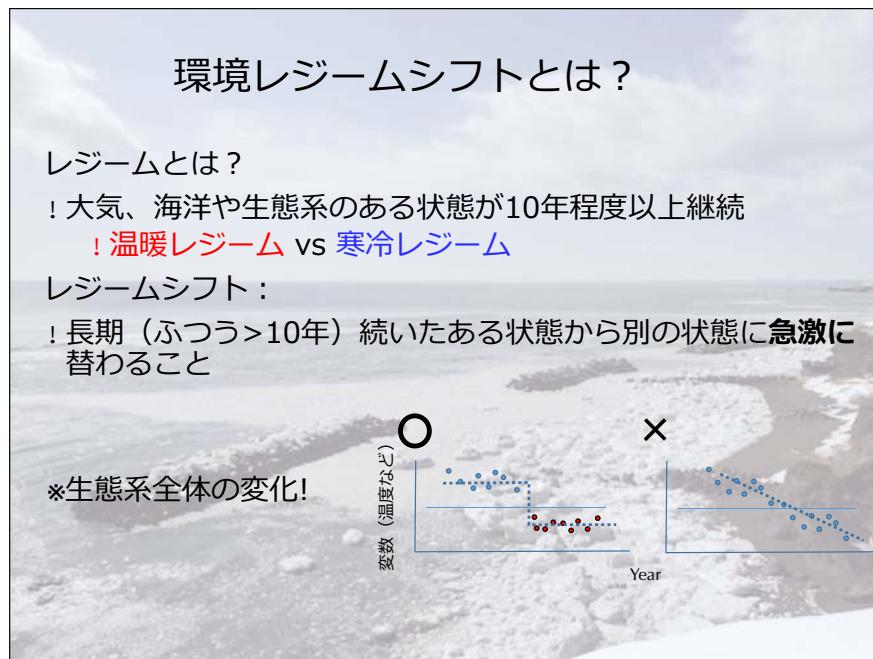
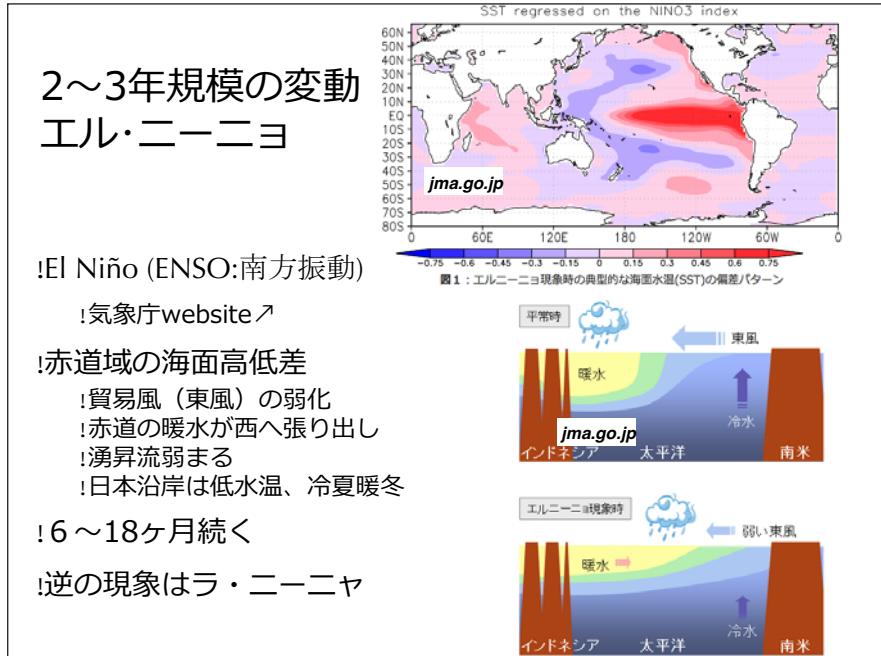
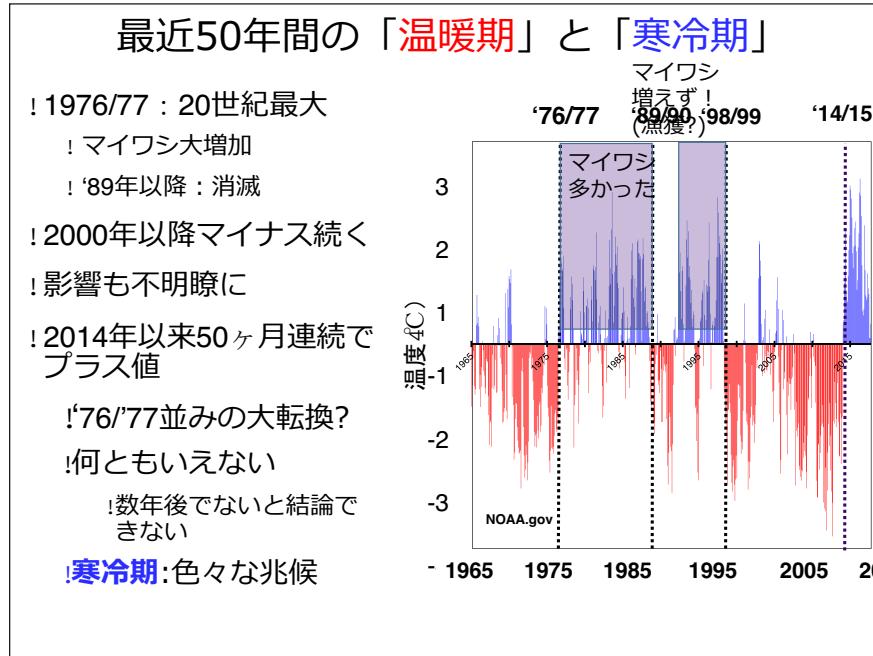
! 水蒸気→雲→雨→台風発生

! 水蒸気は最大の温室効果ガス！

! 温度上昇→水蒸気増加(正のfeedback)

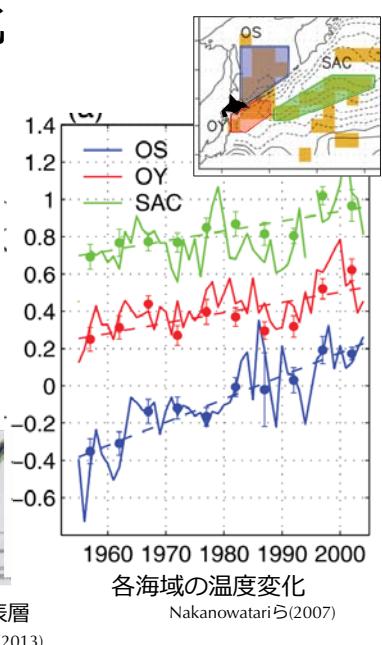
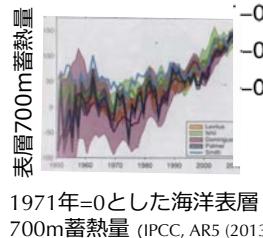
! CO<sub>2</sub>やメタンも補足的に作用





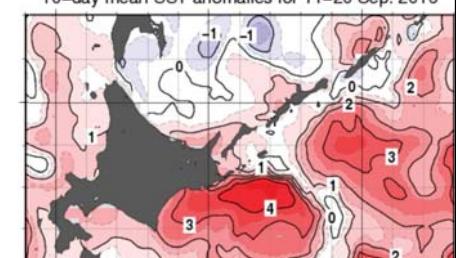
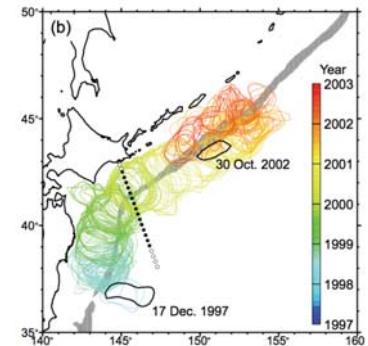
## 海の温暖化

- ! 親潮: 50年で $0.3^{\circ}\text{C}$
- ! オホーツク :  $0.6^{\circ}\text{C}$
- ! 一見わずかだが...  
! 海は蓄熱量が大  
 $\Delta \text{気温} + 10^{\circ}\text{C} = \Delta \text{海洋} + 0.01^{\circ}\text{C}$
- ! 蓄熱量が増えた
- ! 気候にも影響(大型台風)



## 2) 道東沖暖水塊

- ! 道東沖に暖水渦
- ! 黒潮から切り離れ
- ! 数ヶ月～数年存続
- ! 以前から知られたが...
- ! 近年は強大化
- ! サケやサンマの来遊を阻害



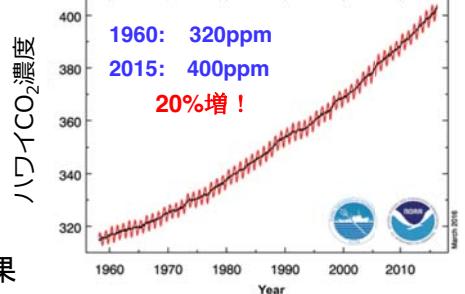
## 地球温暖化

- ! 温室効果ガス
  - ! 水蒸気, CO<sub>2</sub>, メタン
  - ! 生存に必須！
  - ! 平衡温度: $-19^{\circ}\text{C}$



- ! 人為gasの効果は少ないが
  - ! 水蒸気+雲 67%
  - ! CO<sub>2</sub> 21%
  - ! オゾン 6%
  - ! etc. 6%

**わずかな変化:  
影響大**

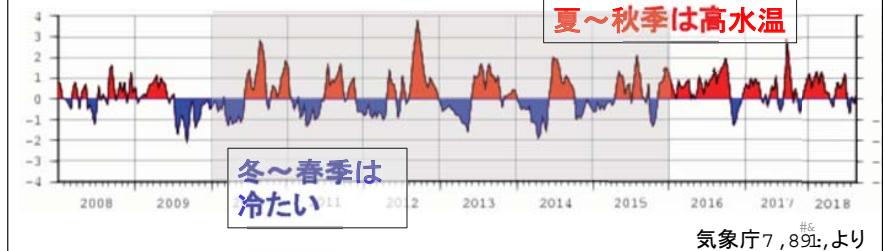


/5,6 気温6 水蒸気量6 温室効果

## 2. 近年の特異現象

### 1) 暖冬暑夏

- ! 過去 (1980-2010)平均値からの差(アノマリー)
- ! 2010～2015
  - ! 冬～春季に低水温：サケ降海期
  - ! 夏～秋季に高水温：サケ・サンマ来遊期
- ! 2016以降は高水温⇒暖水塊

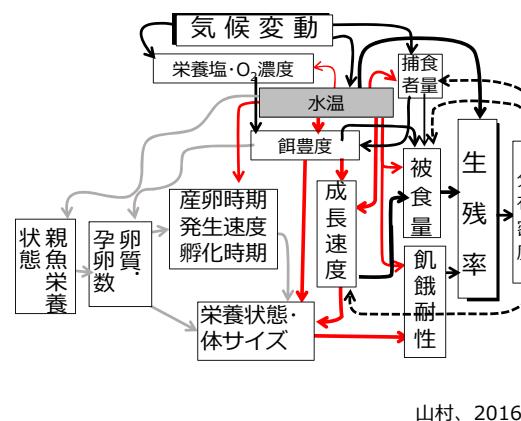


## 水温は水産資源変動にいろいろな経路で影響！

- > 密度依存的過程
- > フエノロジー(発生タイミング)
- > その他

### 気候変動の影響経路

- ! 直接・間接的に様々
- ! 要因間の相互作用も複雑で理解難しい



山村、2016

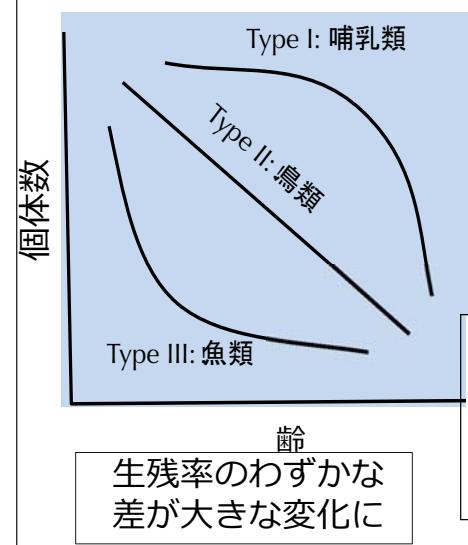
## 生物の生き残りプロセス

! 生活史初期(卵・仔魚)に最大の死亡率

! ある年の生まれ群の強度はこの時点でほぼ決まる

! 死亡率は指數目盛り！

$$N_{t+1} = N_t e^{-z}$$



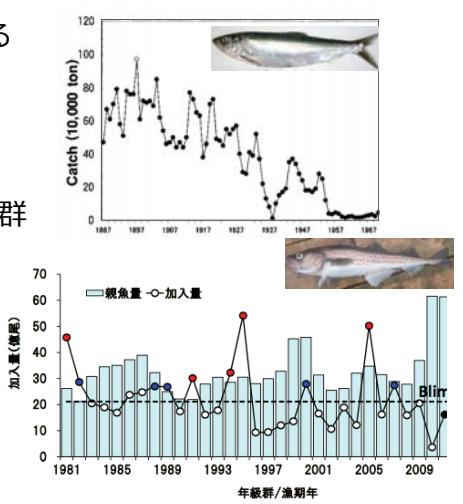
## 温度と生態系：水産資源の変動の特性

! 大きく変化する魚種がある

- ! ニシン
- ! マイワシ
- ! スケトウダラ

! 「卓越年級」の発生

- ! 生き残りの多い生まれ群
- ! 資源を支えている
- ! なぜ発生するのか？



## 水温変化とイワシ類の大変動

! 27年間、10万点以上の卵仔魚サンプル

! マイワシとカタクチ仔魚の成長速度

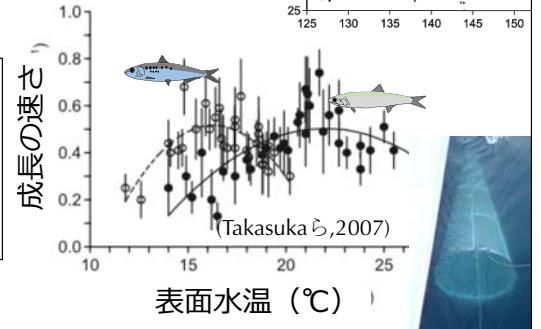
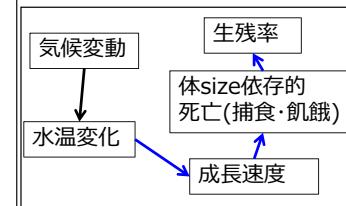
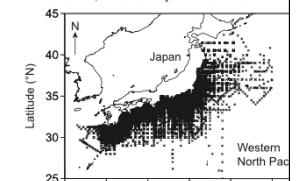
! 成長最適水温の違い

! マイワシ: 14 – 20 °C

! カタクチ: 17 – 27 °C

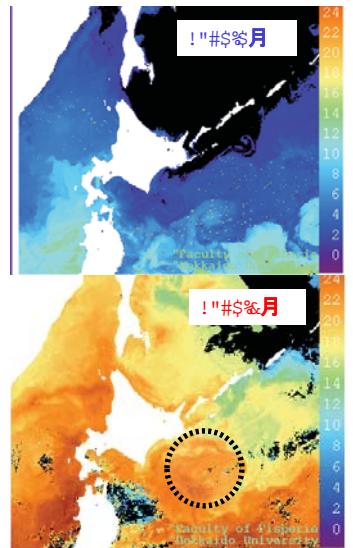
! 成長率のわずかな差が大きな変化に

Fig. 3. Sampling stations for Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*) and Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*) in the egg and larval surveys off the Pacific coast of Japan 1978 to 2004. All sampling stations, including both fixed and unfixed stations, are collectively shown as crosses.



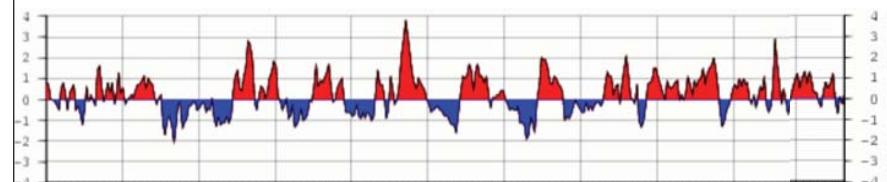
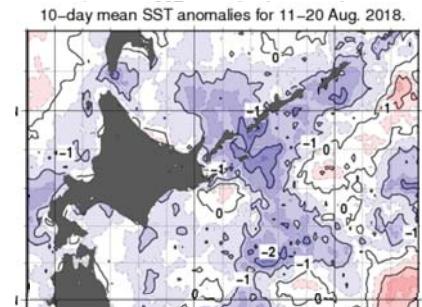
## 近年の「暖冬暑夏」傾向

- ! 降海幼魚の成長・生残率に悪影響
  - ! 低水温 ⇒ 成長が遅い
  - ! ⇒ 工サが少ない  
(オホーツク)
- ! 産卵回帰の回遊に悪影響
  - ! 回遊をブロック
  - ! 母川回帰性つよいが…
    - ! 以外と他海域に移動しているかも
  - ! 道東不漁年に北方四島豊漁したこともあった
  - ! 近年は共に良くない



## サケ：今後の見通し

- ! 2014年生まれも降海時に低水温を経験
- ! 生き残り：良くない（昨年なみ？）
- ! 回帰時の海況は？
  - ! 初夏～高水温で推移
  - ! 8月：台風～低気圧の混合で解消した？
- ! 今後に期待！



## 水温変化の影響 1. サケ

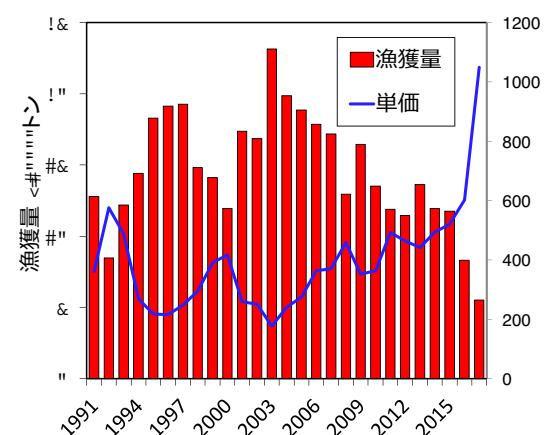
### 日本系サケ

- ! 5月頃降海
- ! オホーツク海で索餌
- ! 太平洋で最初の越冬
- ! 1歳以後
  - ! Bering海で索餌
  - ! Alaska湾で越冬
- ! 通常4歳で産卵



## 最近年の魚獲状況：悪い

- ! 漁獲量：近年の最低値
- ! 単価は市場最高
- ! それでも生産量減を吸収できず
- ! 流通量の激減



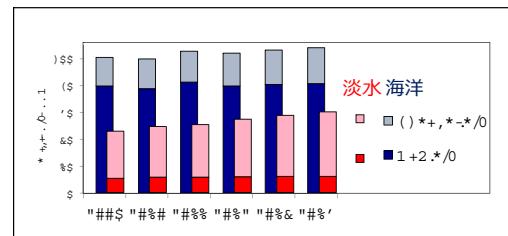
## 生産動向 (海洋vs内水; 漁獲vs養殖)

! 海洋&内水面漁獲  
横ばい

! 内水面養殖：  
年率6.5%で増加

! 2014年：  
471万トンのうち260万トンを中国が生産

! 海洋養殖も年率4.5%  
! 増産の余地は少なそう  
! 環境負荷が大きい ⇒ 陸上養殖始まってい  
る

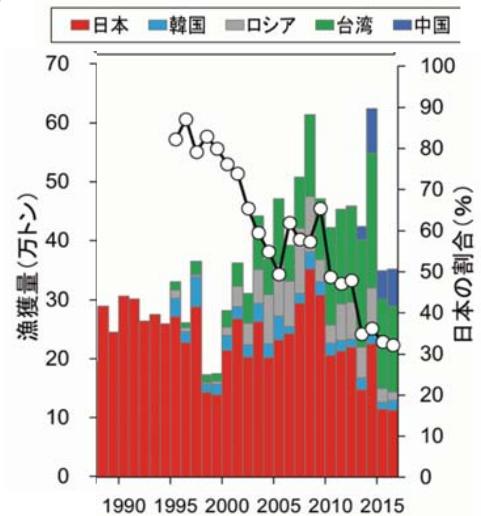


## サンマ：近年の漁獲量激減

! 代わって台湾、ロシア  
が台頭

! ただし諸外国の「乱獲」  
が原因ではない！

! 分布パターンの変化

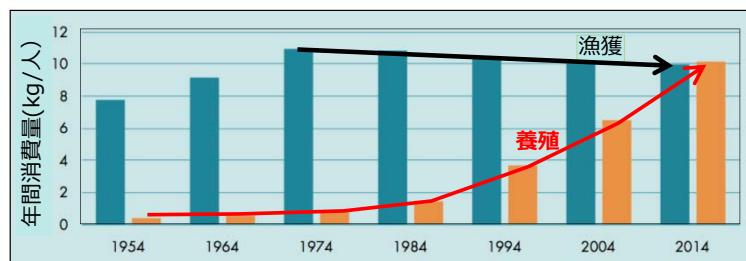


## 2014年に摂食量の「漁獲 vs 養殖」が逆転！

! 漁獲魚は漸減

! 養殖魚は急増

- ! コイ科(中国&インド)
- ! ギンザケ(Chile)
- ! エビ (アジア各地)
- ! ティラピア (アフリカ)
- ! ナマズ類 (南米、アフリカ)



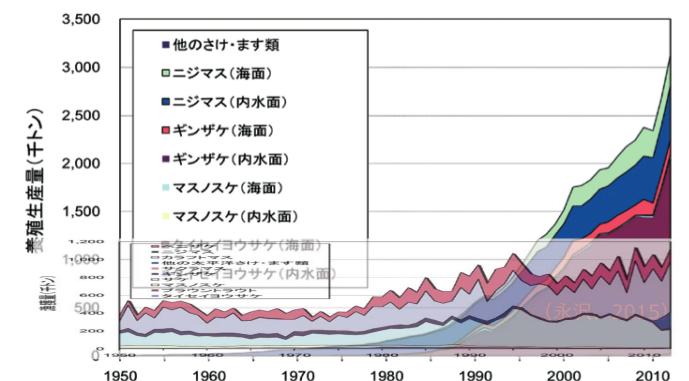
## 養殖生産の増加 ーさけ類の場合ー



! 漁獲生産は100万トン程度

! カラフトマス>サケ>その他

! タイセイヨウサケ養殖は漁獲量（全魚種）の2倍以上！



## サンマの将来

- ! 多国が入り会いで利用
- ! 我が国も沖獲りに参入
- ! 国際委員会で管理を開始
  - ! NPFC (北太平洋漁業委員会)
- ! 魚獲と管理のルール作りに着手

- ! 日本近海への来遊 :
  - 何とも言えない(予測不能)

「北太平洋における公海の漁業資源の保存及び管理に関する条約」(北太平洋漁業資源保存条約)の効力について

「北太平洋における公海の漁業資源の保存及び管理に関する条約」(北太平洋漁業資源保存条約)の寄託政府である韓国政府より、我が国政府に対し、本条約が平成27年7月19日に発効する旨の通報が、この度ありました。

1. 「北太平洋における公海の漁業資源の保存及び管理に関する条約」(北太平洋漁業資源保存条約)は、北太平洋における漁業資源の長期的な保存及び持続可能な利用の確保を目的とした条約です。

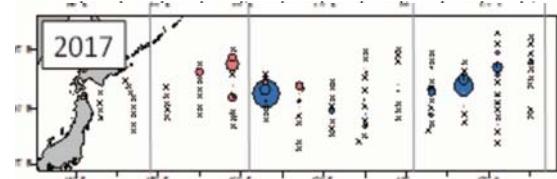
2. 平成18年に我が国の主導で条約作成交渉が開始され、我が国のみか、米国、韓国、ロシア、カナダ、中国、台湾が参加し、平成24年6月に東京において採択されました。

3. 本条約に基づき、クサカリツボダイ、キンメダイ、サンマ、アカイカ等の保存管理措置等を決定する委員会である北太平洋漁業委員会(NPFC\*)が設立され、その事務局が東京に設置されます。

\* NPFC: North Pacific Fisheries Commission  
水産庁プレスリリース(> !? ≈月)

## サンマ：近年の分布が変化

- ! 代わって台湾、ロシアが台頭
- ! ただし諸外国の「乱獲」が原因ではない！
- ! 分布パターンの変化
- ! 日本近海に来ない！
- ! 暖水塊も一因だが分布変化の原因はよく分かっていない



2010年以前：  
夏は2区(160~180 °E)に高密度、秋に1区へ来遊

2011年以降：  
! 東偏したまま来遊しない  
! そもそも全体数が少ない

## スルメイカ：漁獲の動向

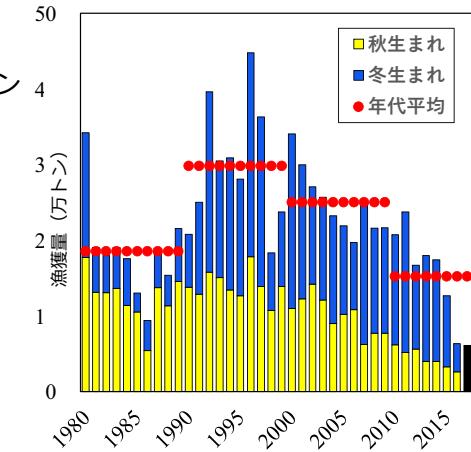
! 最近年(2017)は速報値

! 秋冬生まれ群の合算値

! '90~'00年代：20-30万トン以上

! 秋生まれ漸減傾向だった

! 最近年：冬生まれも激減



## スルメイカ：2つの「発生群」

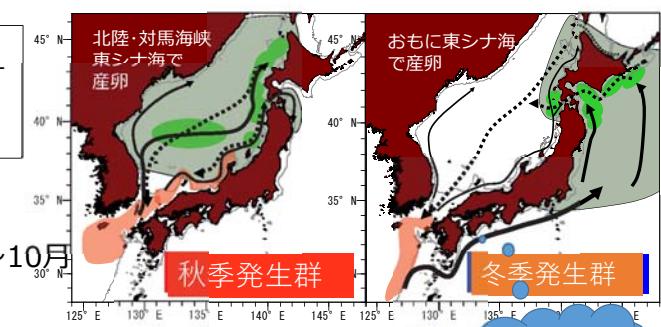
♦ 発生時期の異なる2群に分け  
て管理されている

秋季発生群

日本海 5月～10月

冬季発生群

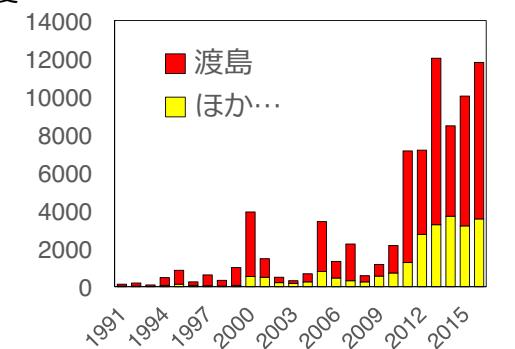
太平洋 8月～12月  
日本海 11月～2月



日本海vs太平洋  
の分配・輸送は  
流れ任せ！

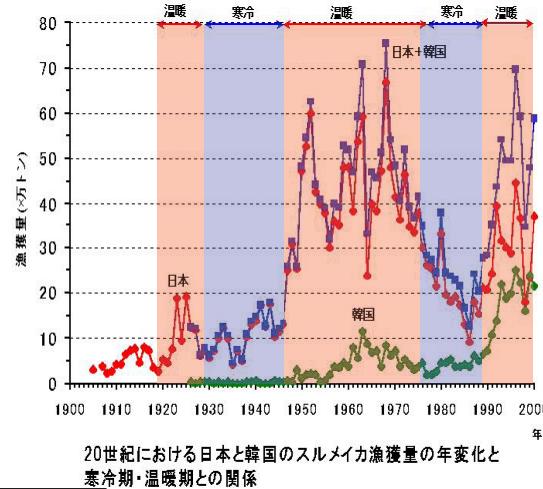
## ブリの魚獲動向

- ! 単一系群（と想定）
- ! 従来より晩秋に津軽海峡で大型魚を魚獲
  - ! 小型の「ふくらげ」も
- ! 2011年以降多量に獲れ始める
- ! 全国的にも増加中



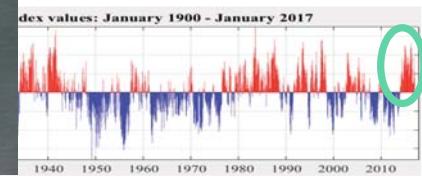
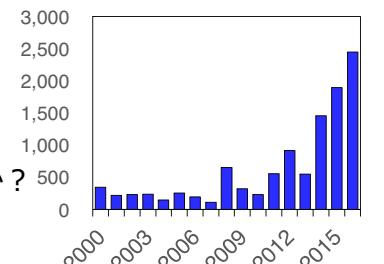
## なぜ近年は不漁？

- ! 温暖化？
    - ! ちがう！
  - ! むしろ寒冷化
  - ! 東シナ海産卵場の底層に冷水塊が
  - ! 産卵適地面積が激減！
  - ! 今後の見通し
    - ! すでに「寒冷期」に入っているとすると、この先数年は良くない状態が続きそう
- むしろ今までが異常に好況だった



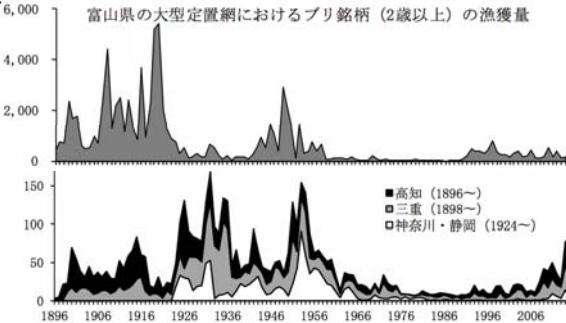
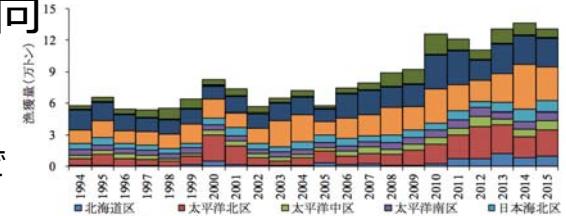
## マイワシ資源の見通し

- ! 近年、漁獲量が続伸
- ! 北海道沿岸各地でも若齢魚が出現
- ! 2014年以来、の寒冷レジーム
- ! 1980年代の水準の再来か？？
- ! 魚獲圧に打ち勝ち増えられるか？？



## ブリの魚獲動向

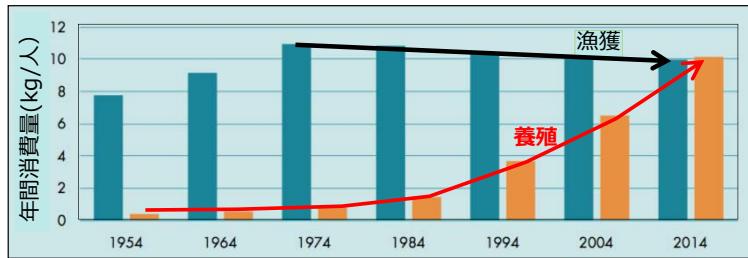
- ! 全国的にも増加傾向
- ! 縁辺域(北海道)での増加は資源増大期の特性かも
- ! 19末～20C前半に比べるとまだまだ増加の余地はありそう
- ! 上手な利用法を！



## !"#年に摂食量の「漁獲 %&養殖」が逆転(

- !漁獲魚は漸減
- !養殖魚は急増

- !コイ科(中国&インド)
- !ギンザケ(Chile)
- !エビ(アジア各地)
- !ティラピア(アフリカ)
- !ナマズ類(南米、アフリカ)



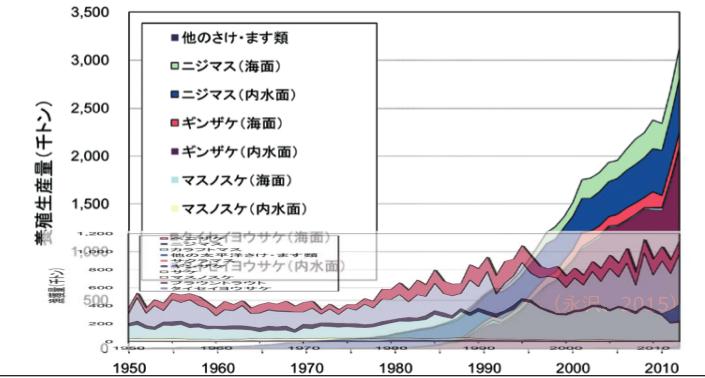
## 養殖生産の増加 ーさけ類の場合ー



!漁獲生産は100万トン程度

!カラフトマス>サケ>その他

!タイセイヨウサケ養殖は漁獲量(全魚種)の2倍以上!

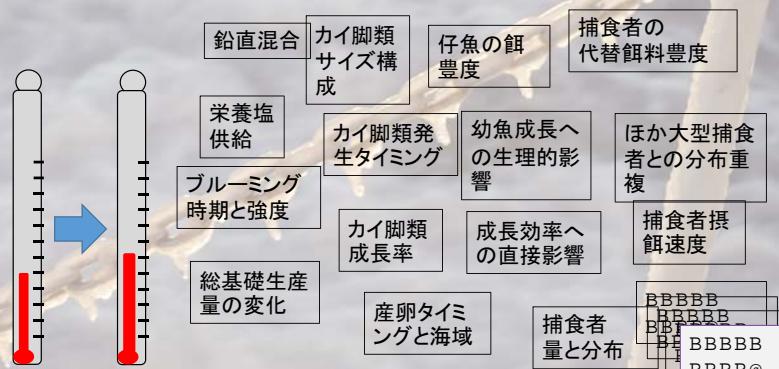


## 資源・生態系への影響

わずかな水温変化も全要素に影響!

- !あらゆる要素に影響
- !複雑なプロセスで作用
- !相互作用⇒不確実性(カオス)

モニタリング調査と試資料の分析(過去を含む)

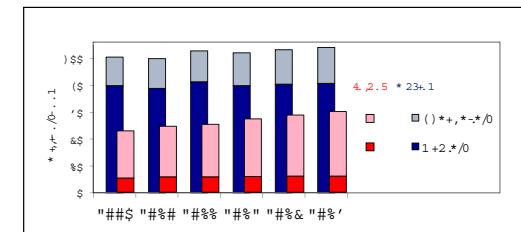


## 生産動向 海洋 & 内水面 漁獲 & 養殖

!海洋 & 内水面漁獲  
横ばい

!内水面養殖:  
年率6.5%で増加

!2014年:  
471万トンのうち260万トンを中国が生産



!海洋養殖も年率4.5%

!増産の余地は少なそう

!環境負荷が大きい ⇒ 陸上養殖始まっている