

9月13日(水)15:35～
令和5年度さけ・ます放流緊急転換事業講習会（WEB開催）

近年の北日本における海洋環境

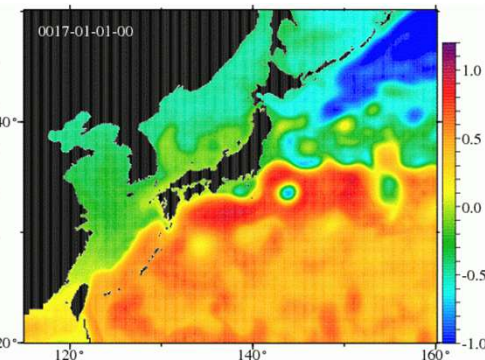
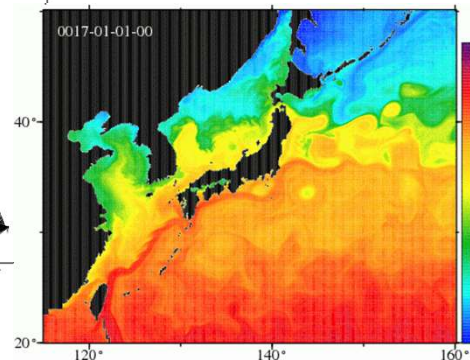
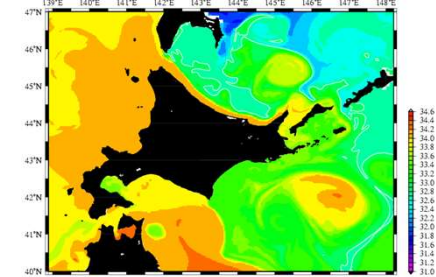
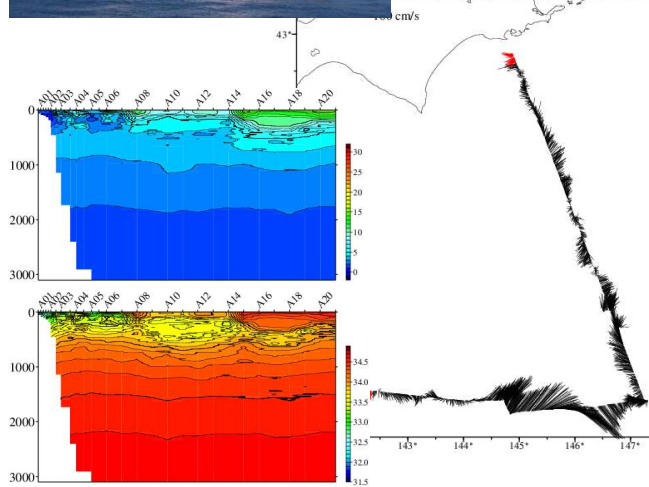
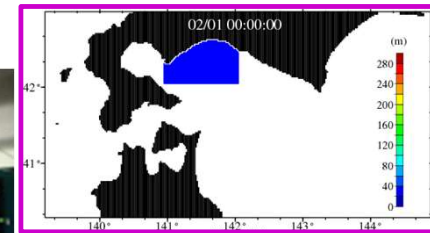
国立研究開発法人水産研究教育機構
水産資源研究所 水産資源研究センター
海洋環境部 寒流第1グループ

○黒田 寛、東屋知範

自己紹介：黒田 寛 【博士(工学)：海洋物理&水産海洋学】

私の研究：海水温や海流、漁業との関係を調べる

- ・ 海の状態を調査する
- ・ データを解析する (e.g., 現場&衛星, 解析値&再解析値, ...)
- ・ スパコンで海をシミュレーションする
- ・ 海と魚の関係を調べる



本日の話題

①気候変動とは？

②海洋の極端現象

「海洋寒波」と「海洋熱波」を例として

③最近年のサケ稚魚の経験環境

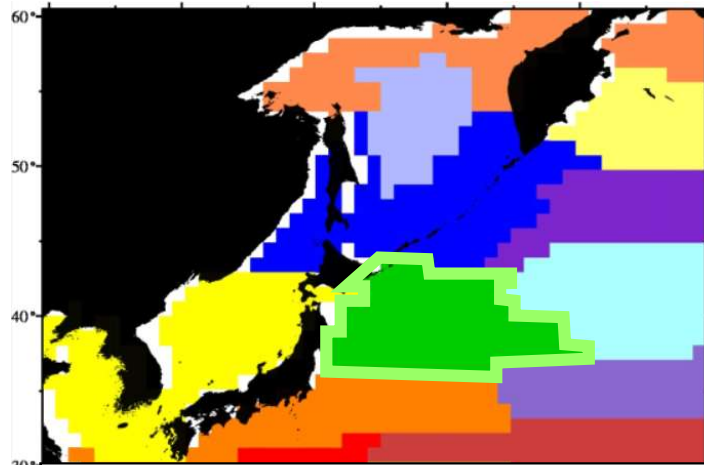
気候変動とは？
気候変動は悪者か？
地球温暖化とは違うのか？

ざっくりしたイメージ

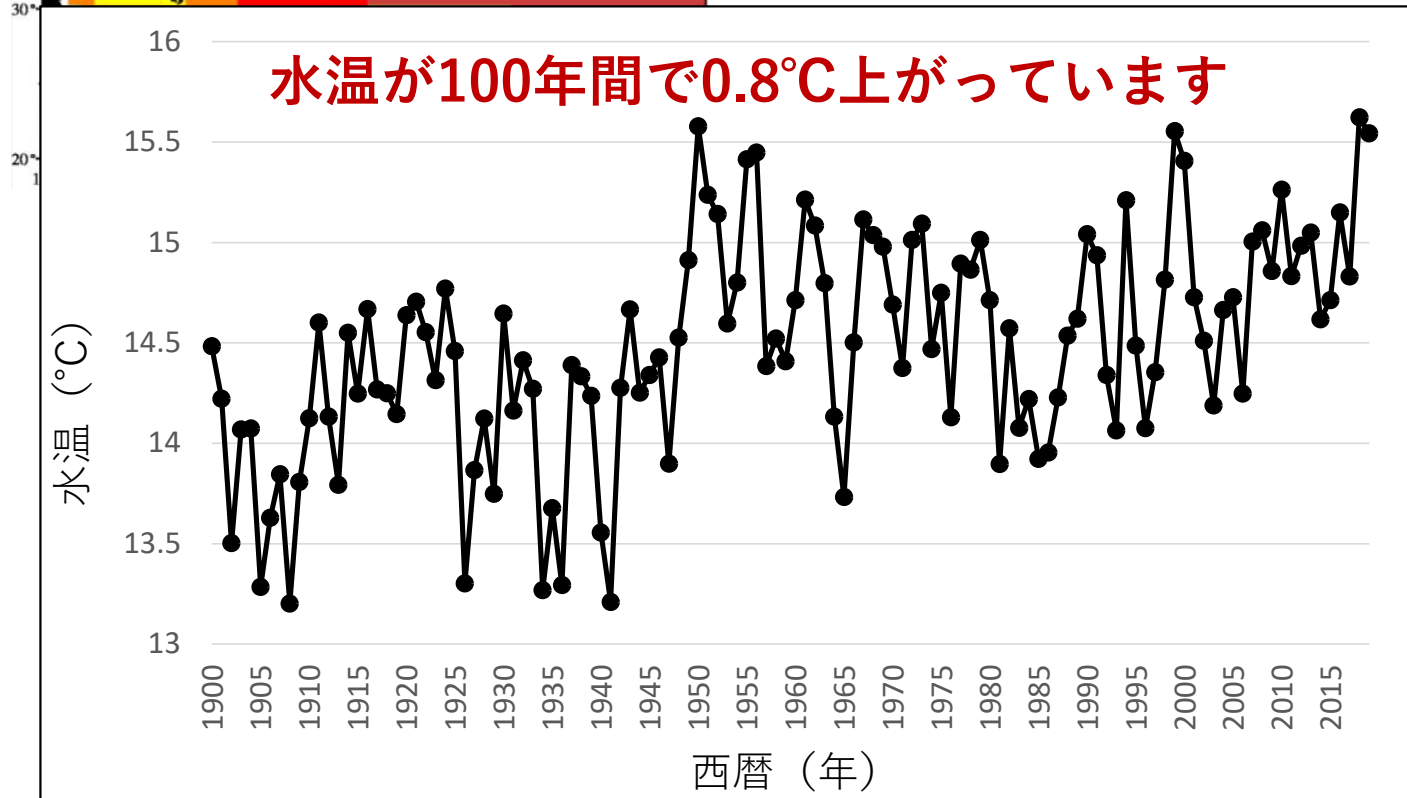
【現在～将来の気候変動】 =
【繰り返される変動（過去に経験のある変動）】 +
【繰り返されない変動（過去に経験のない変動）】

例えば、

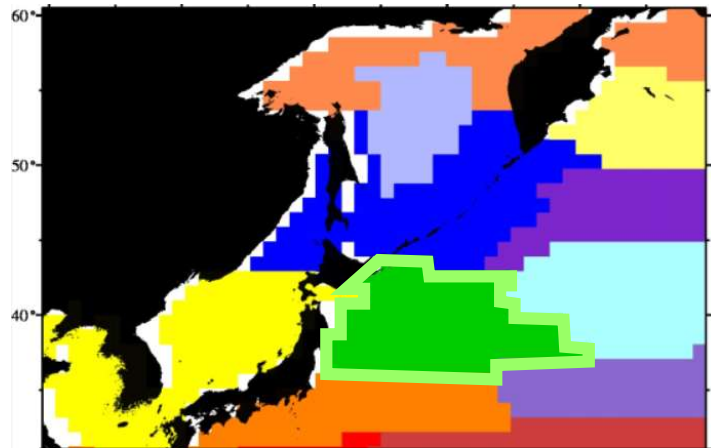
- ・ 地球温暖化に伴う水温上昇
 - ・ 気候や海洋の極端現象
- 継続時間：数日以内～十数年



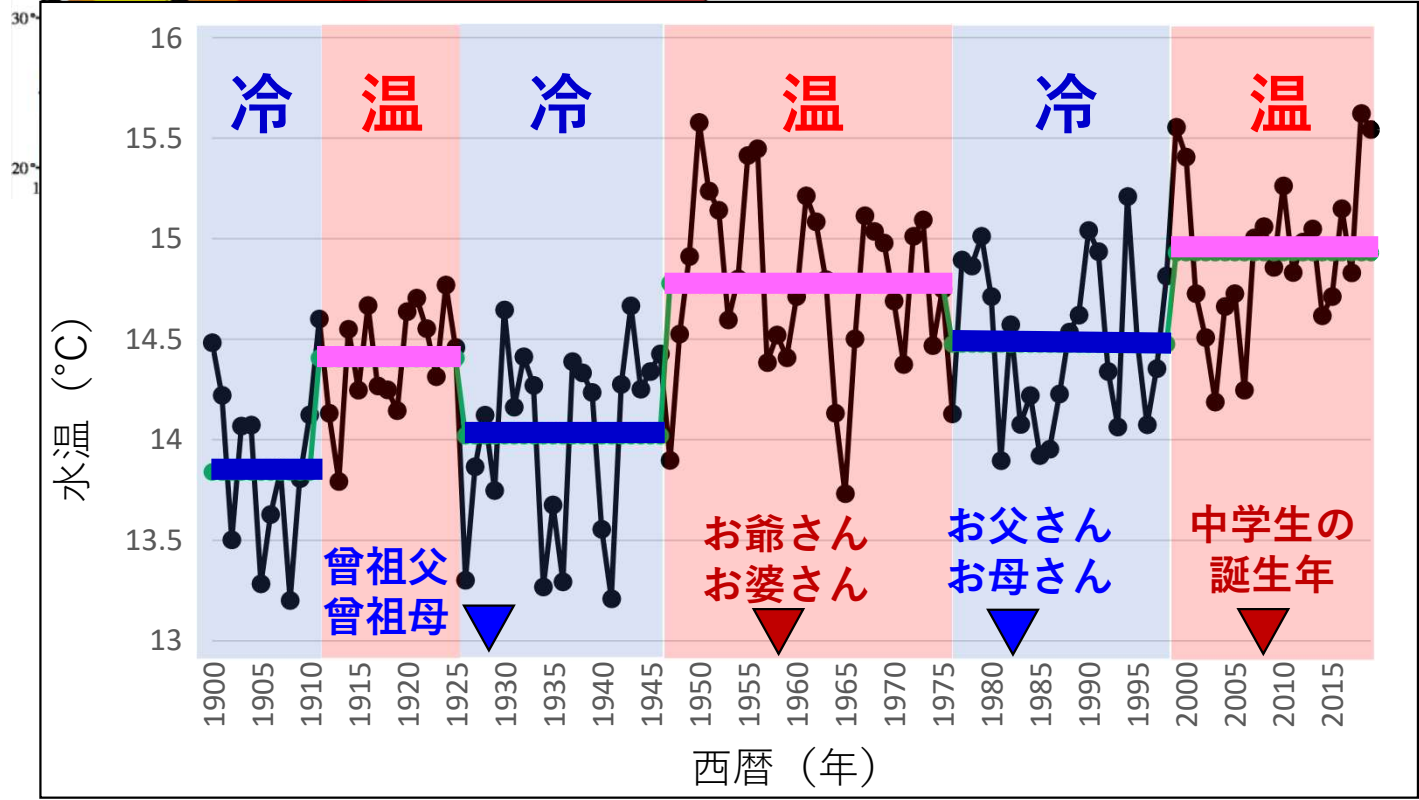
道東の沖
 緑に塗った海での
 海面水温
 (年平均水温)
 1900年～



詳細
 ・ KobeSST
 を用いて作図
 ・ 海域分けは
 cluster解析

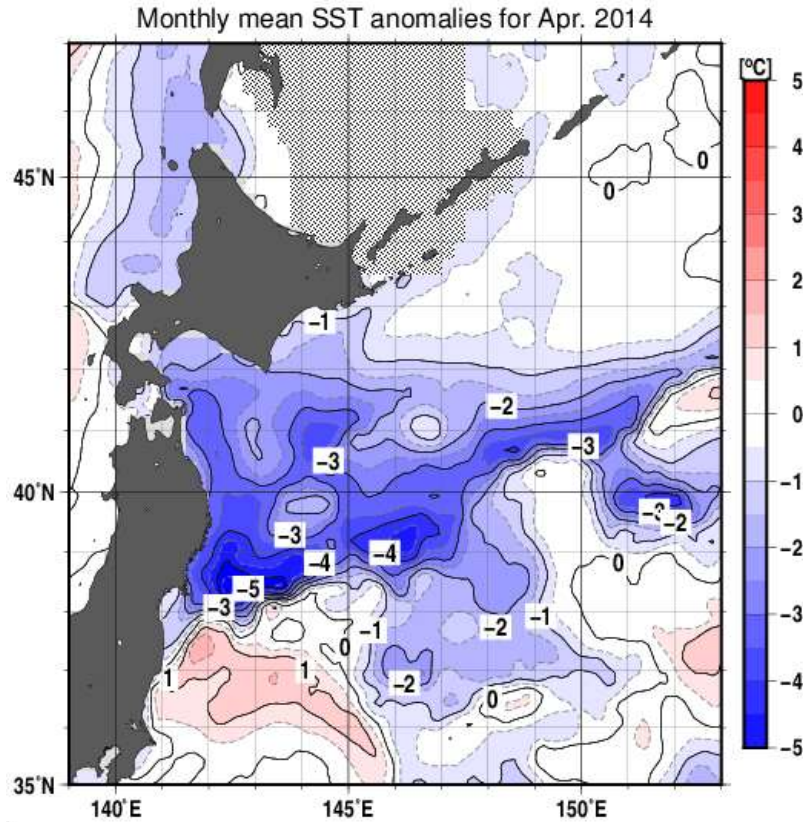


釧路の沖
 緑に塗った海での
 海面水温
 (年平均水温)
 1900年～



詳細
 ・ KobeSST
 を用いて作図
 ・ 海域分けは
 cluster解析

2014年4月の海面水温平年差

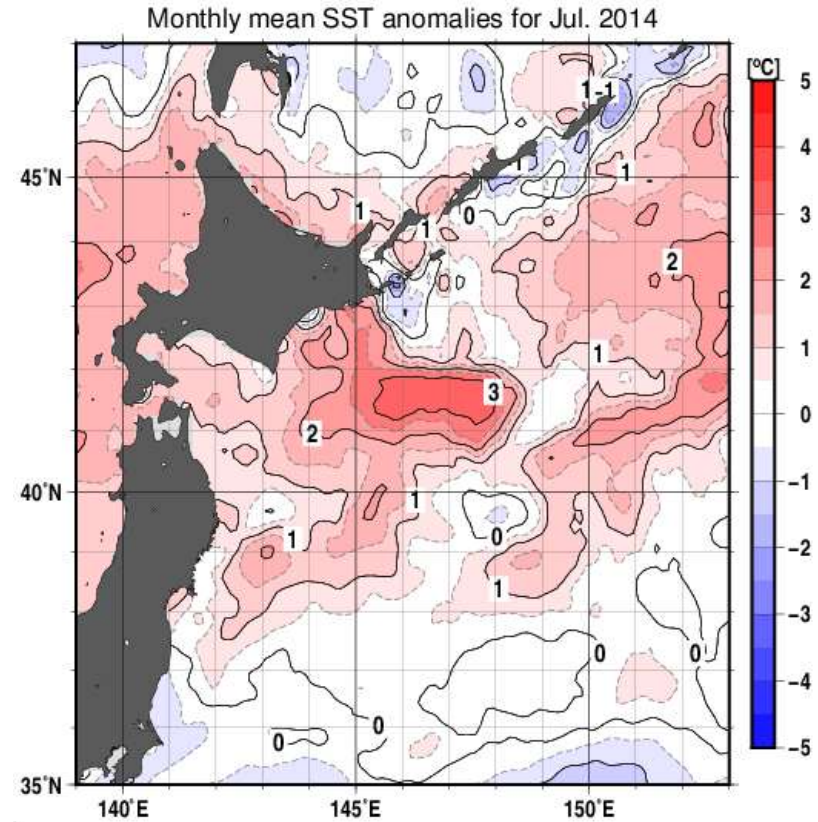


海洋の極端現象

海洋寒波

Marine cold-spells

2014年7月の海面水温平年差



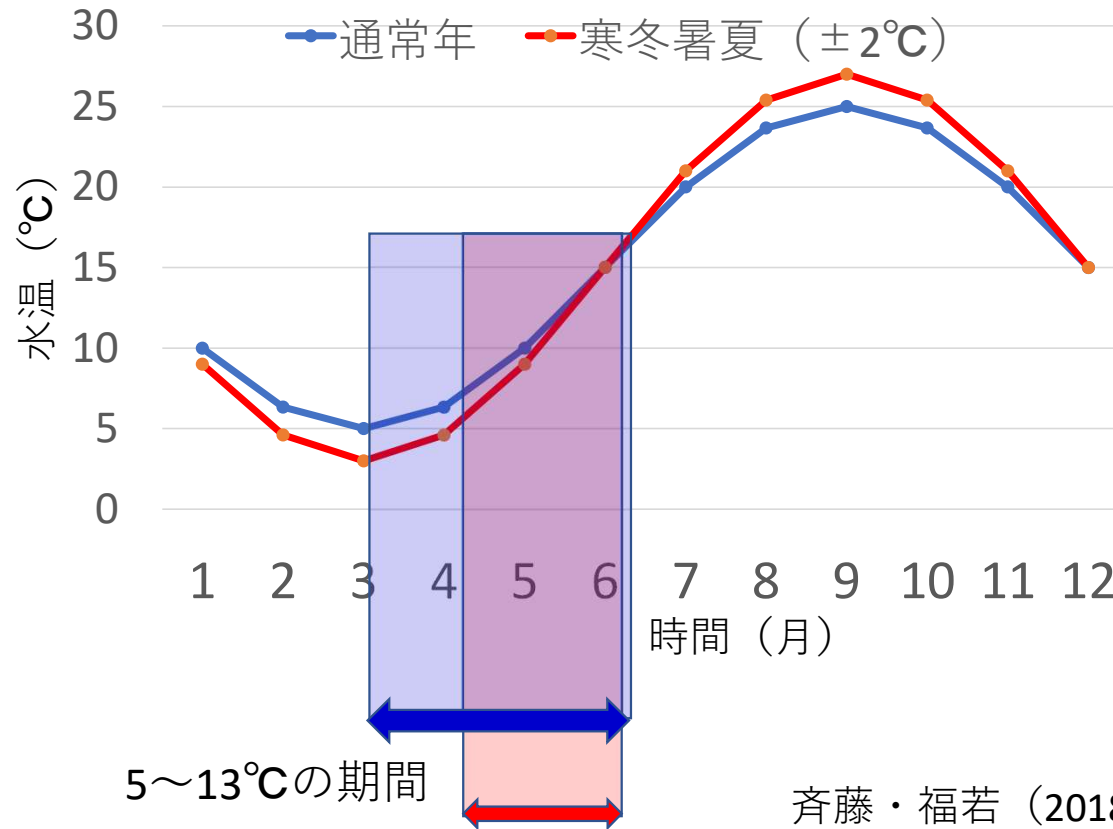
海洋熱波

Marine heatwaves

気象庁海面水温：https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/data/db/kaikyo/monthly/sst_HQ.html

冬春の海洋寒波と夏秋の海洋熱波が発生することによる サケ稚魚沿岸滞在期における適水温の短期化

ある場所の海面水温（模式図）



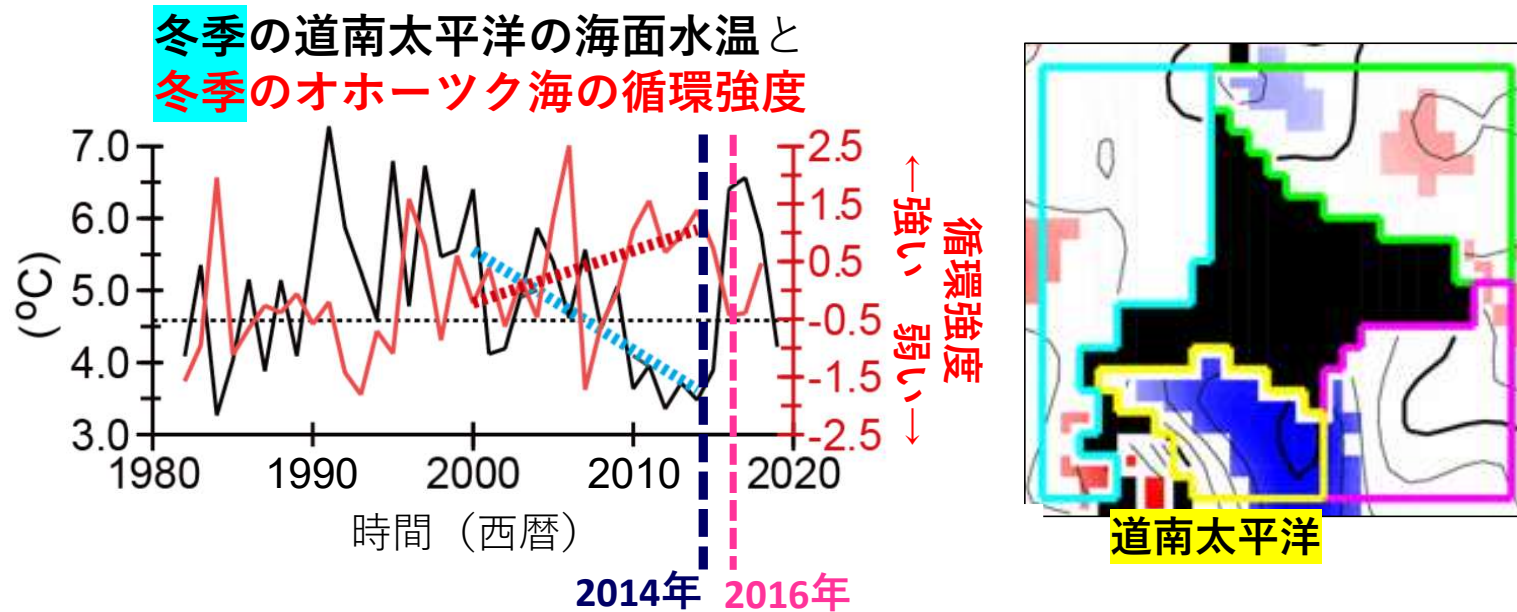
サケ稚魚にとって
降海直後の5~13°C
になる期間が重要
(海に適応する期間)

→ 寒冬暑夏傾向により、
適水温期間が短くなり、サケ
には厳しい条件。

齊藤・福若 (2018) を参考に模式図を作成

極端現象：冬春季の海洋寒波

冬季の道南太平洋における海面水温と
冬季のオホーツク海循環強度との関係



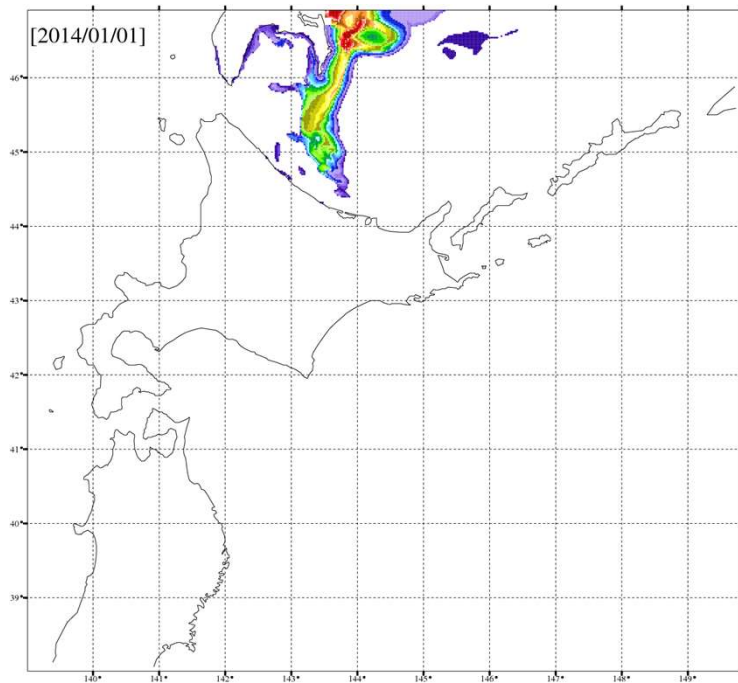
1990年代以降（特に、2000年以降）、オホーツク海の循環の強化にともない東樺太沖での極低温水（沿岸親潮の起源水）の南下が徐々に強まり、道南太平洋の冬季の海面水温が徐々に低下。

極端現象：冬春季の海洋寒波

高解像度1/50° モデルによる
オホーツク海を起源とする極低温水
(沿岸親潮水：水温 $\leq 2^{\circ}\text{C}$, 塩分 ≤ 33) の層厚

2014年

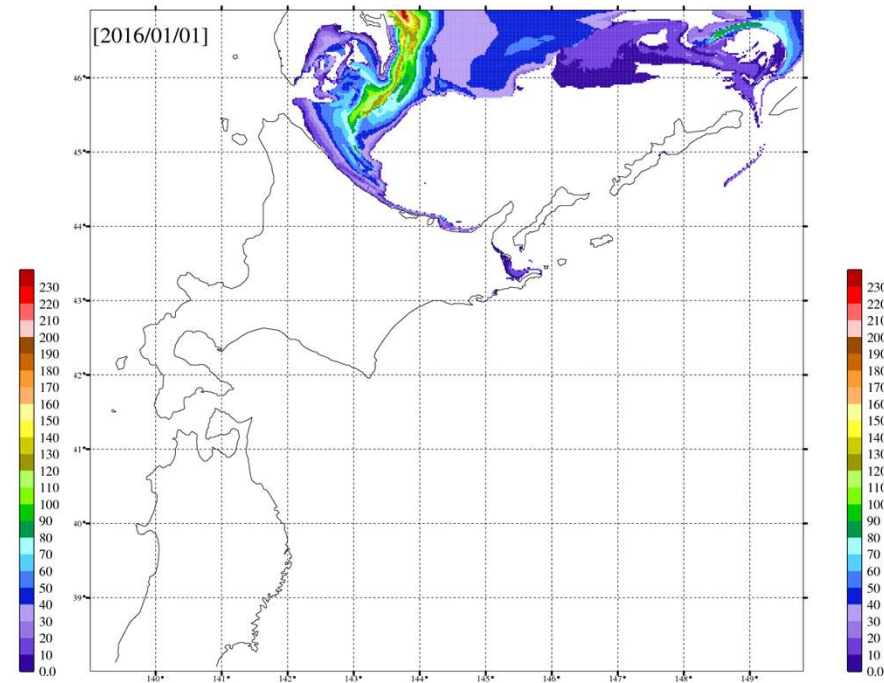
オホーツク海の循環強度の**強い年**



冬春季の道南海域が**低水温**の年

2016年

オホーツク海の循環強度の**弱い年**

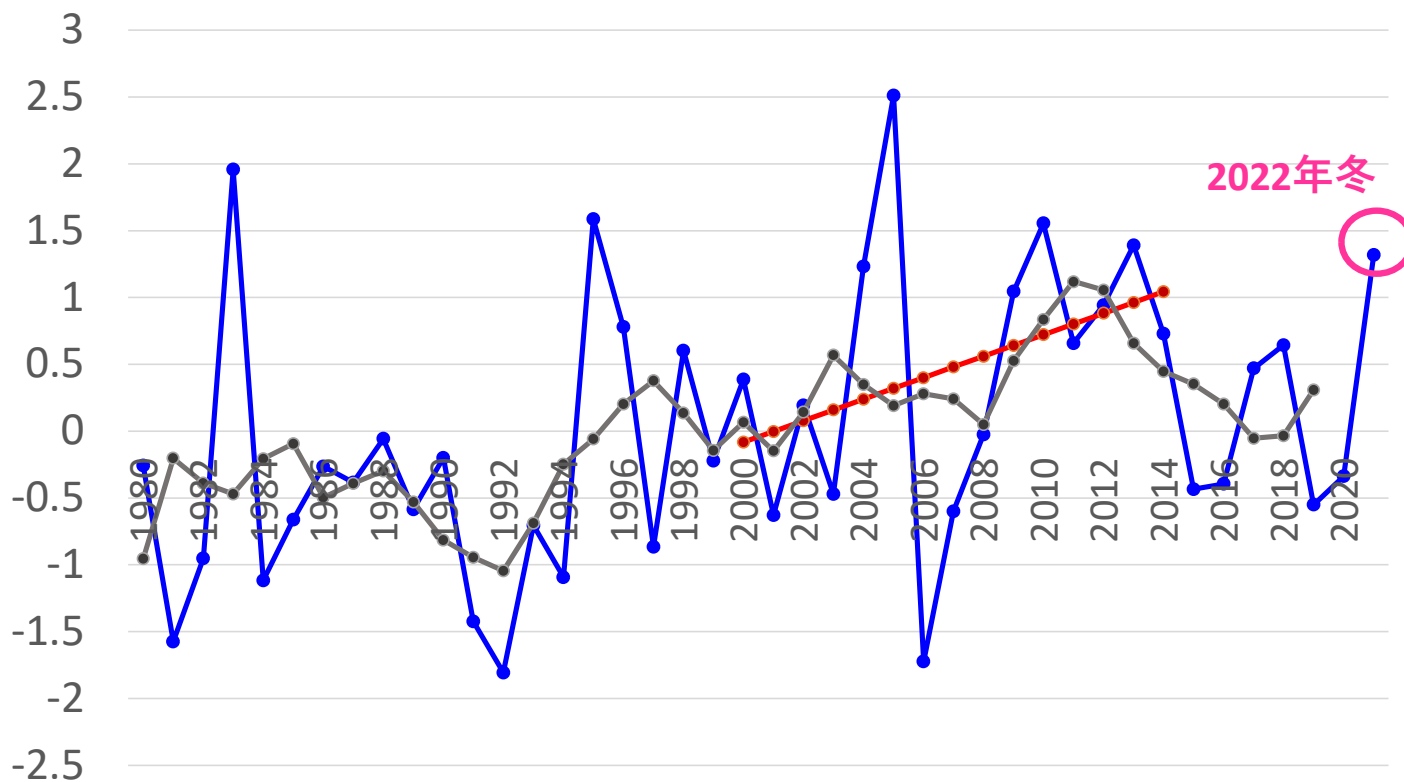


冬春季の道南海域が**高水温**年

極端現象：冬春季の海洋寒波

2022年冬に発生した海洋寒波の事例

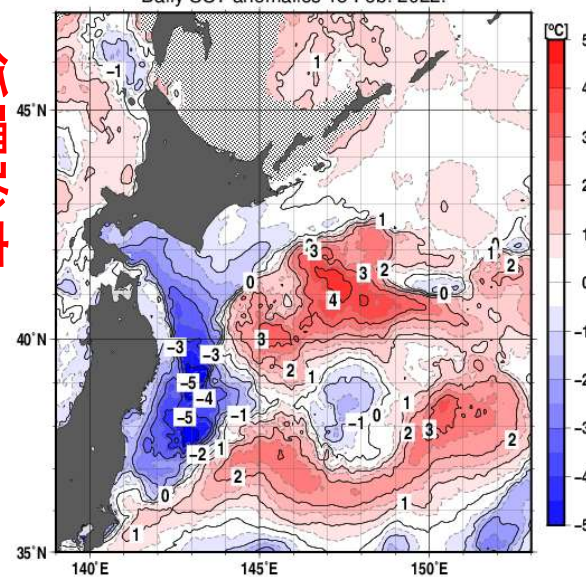
冬季のオホーツク海の循環強度



↑ 強い、循環強度
↓ 弱い、循環強度

2022年2月15日の海面水温の平年差

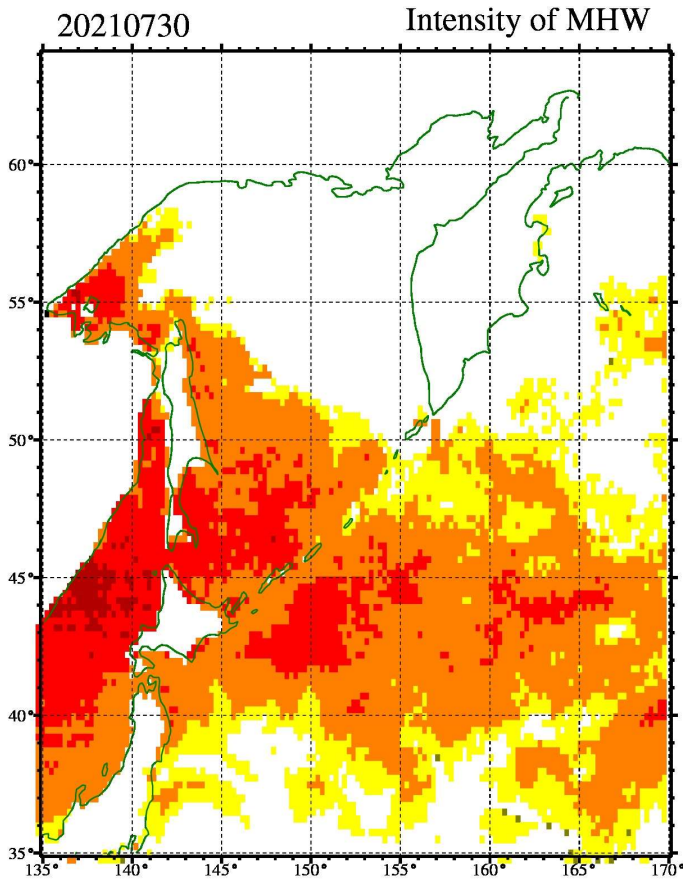
Daily SST anomalies 15 Feb. 2022.



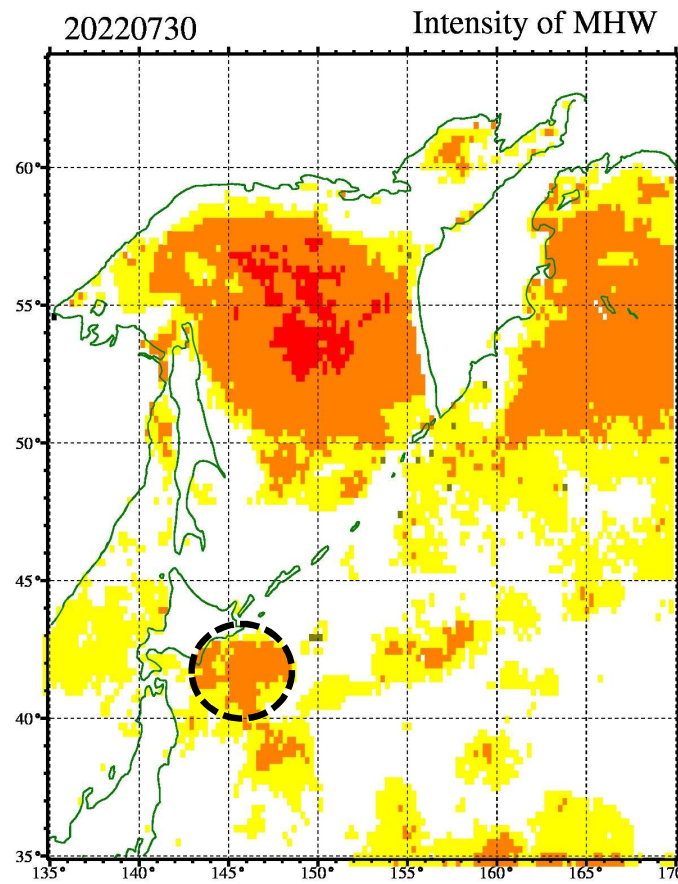
極端現象：夏秋季の海洋熱波

2021年～2023年7月30日に発生した海洋熱波の強度

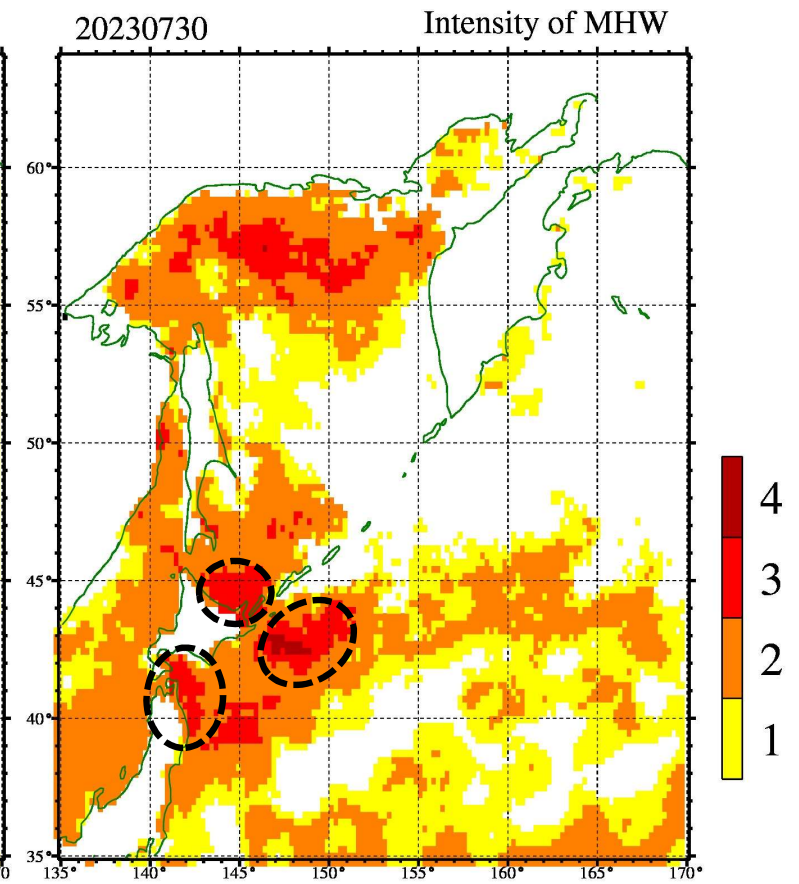
2021年7月30日



2022年7月30日



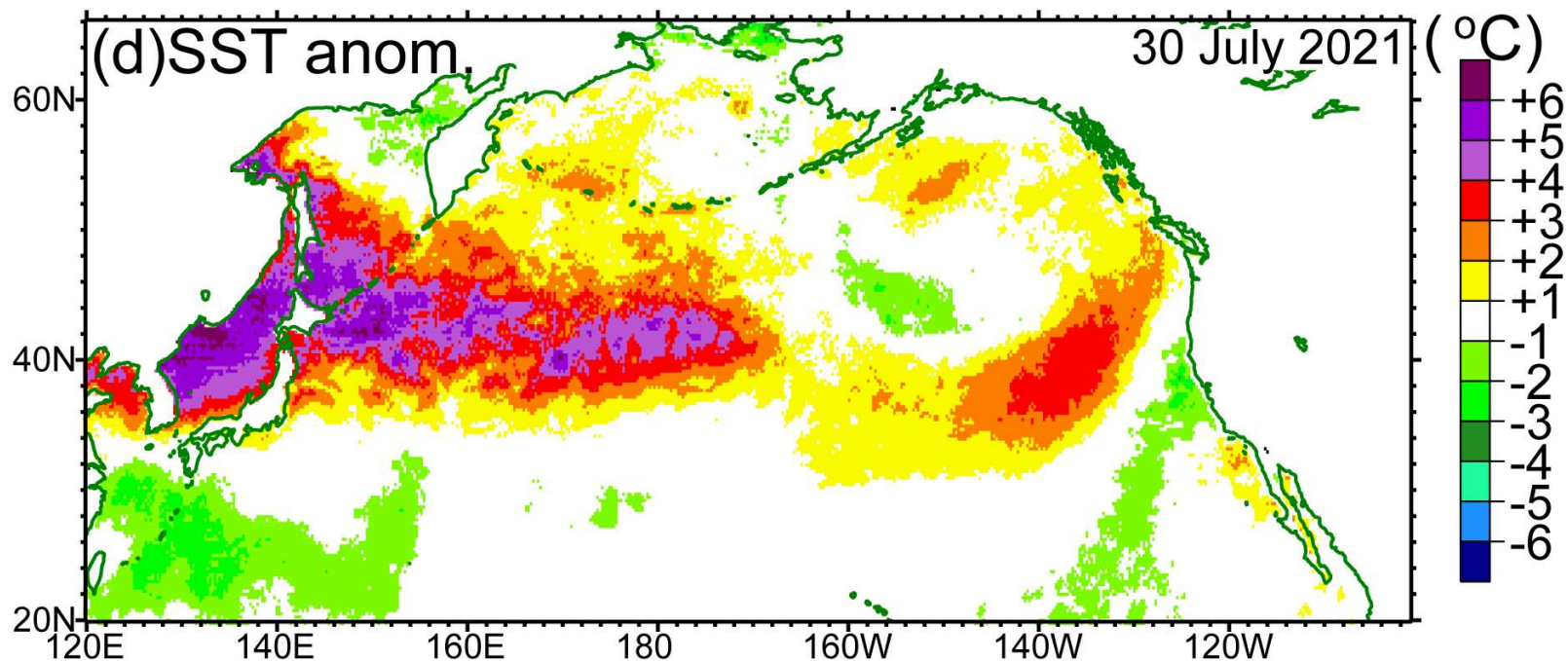
2023年7月30日



海洋熱波2021

大気からの異常な海面加熱

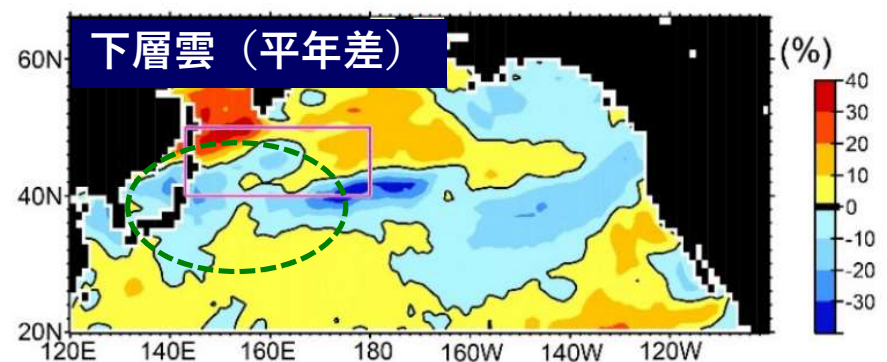
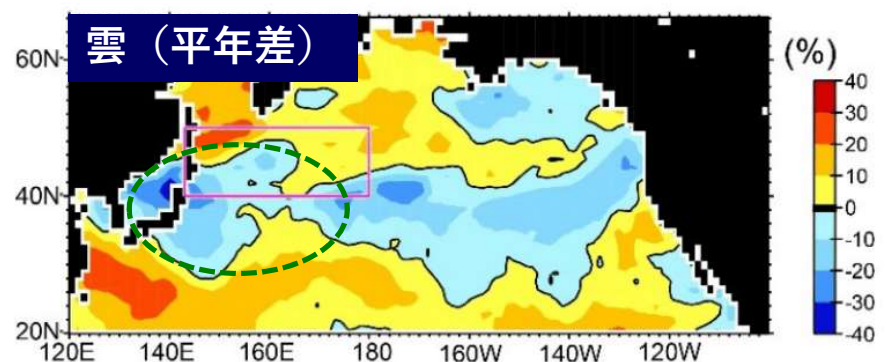
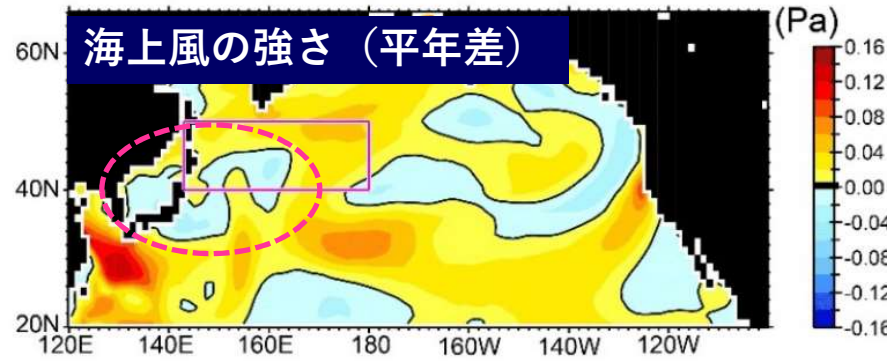
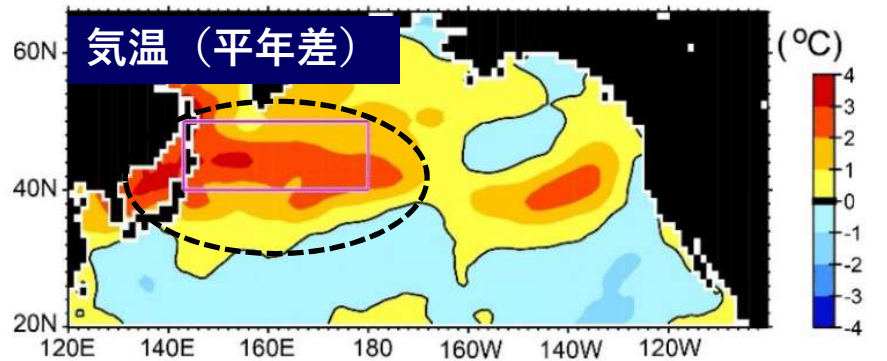
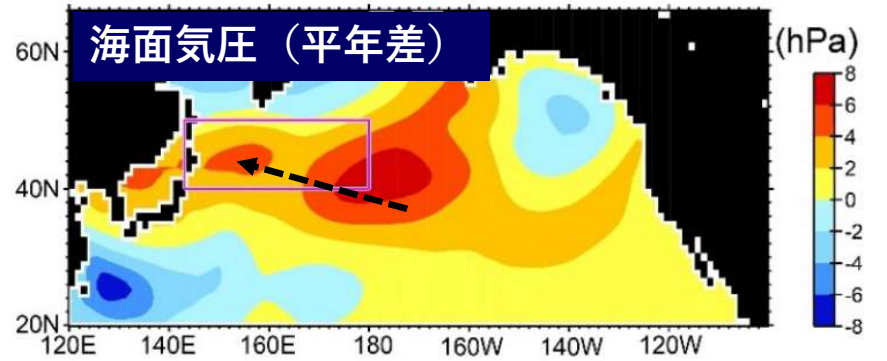
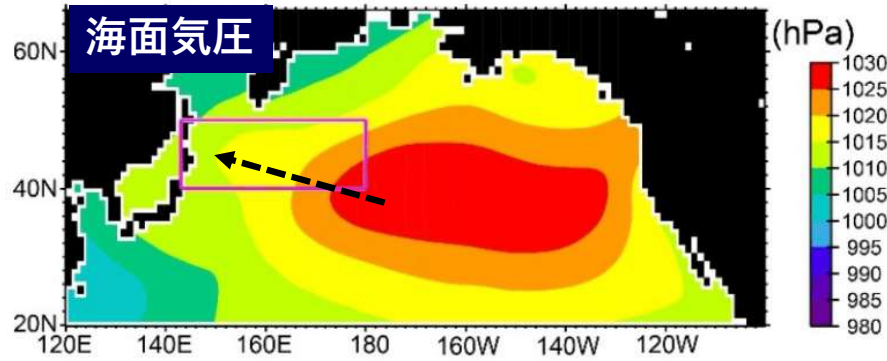
2021年7月30日（海洋熱波のピーク時）の海面水温の平年差



人工衛星による海面水温観測（1982年）以降、
北西太平洋において最大規模&最強の海洋熱波

Kuroda and Setou (2021)

海洋熱波2021発達期の気象条件



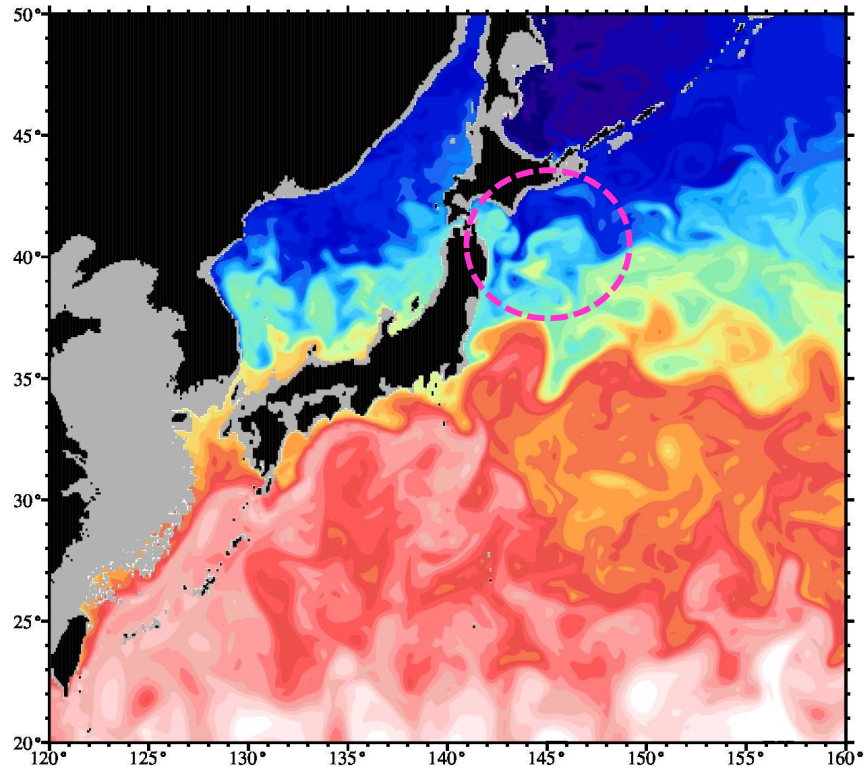
海洋熱波2023

南下しない親潮、極端に北上する黒潮続流

2017年6月1日

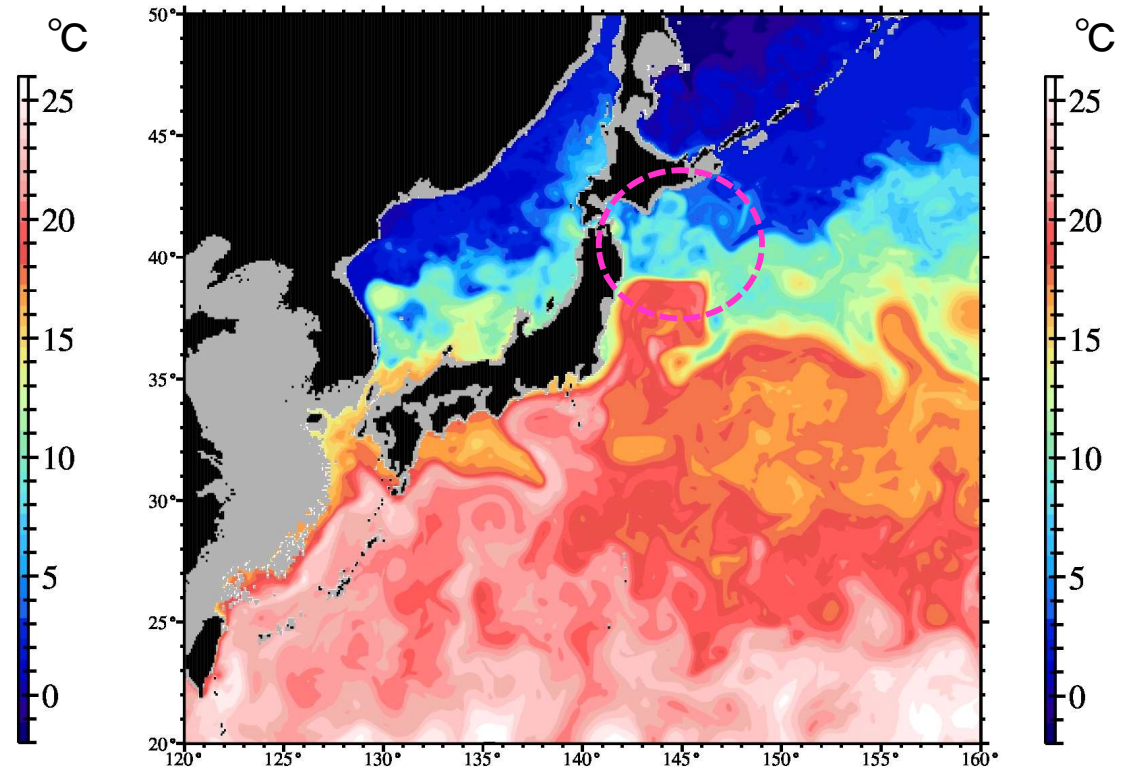
2023年6月1日

Daily 100-m temperature 2017/06/01



2010年代以降で夏季の親潮が強い年

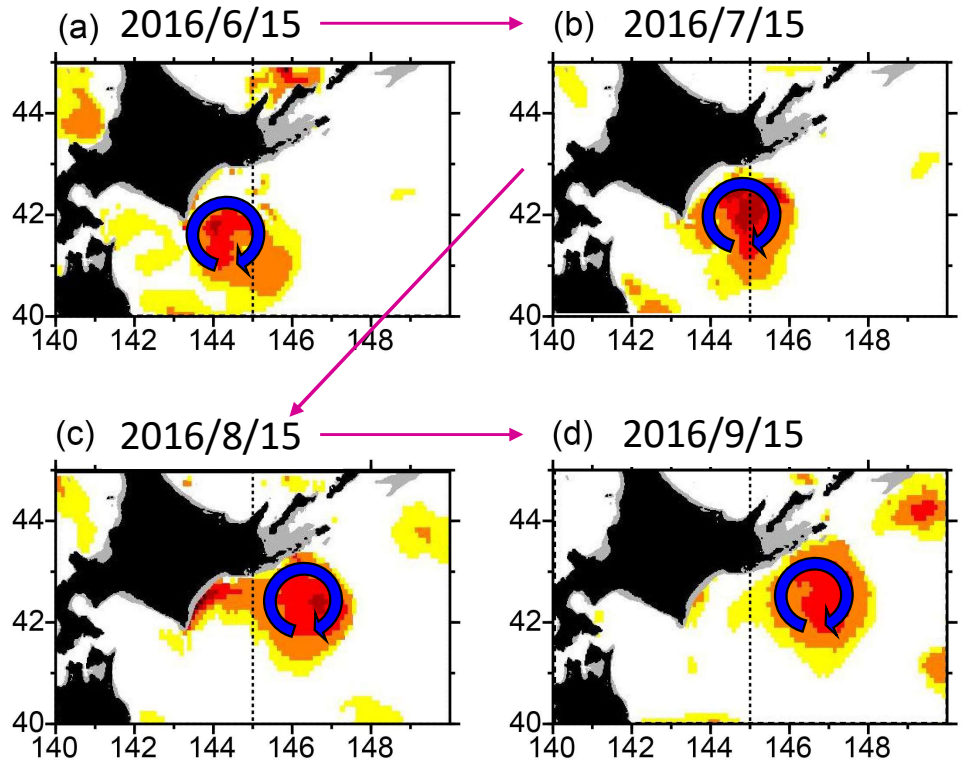
Daily 100-m temperature 2023/06/01



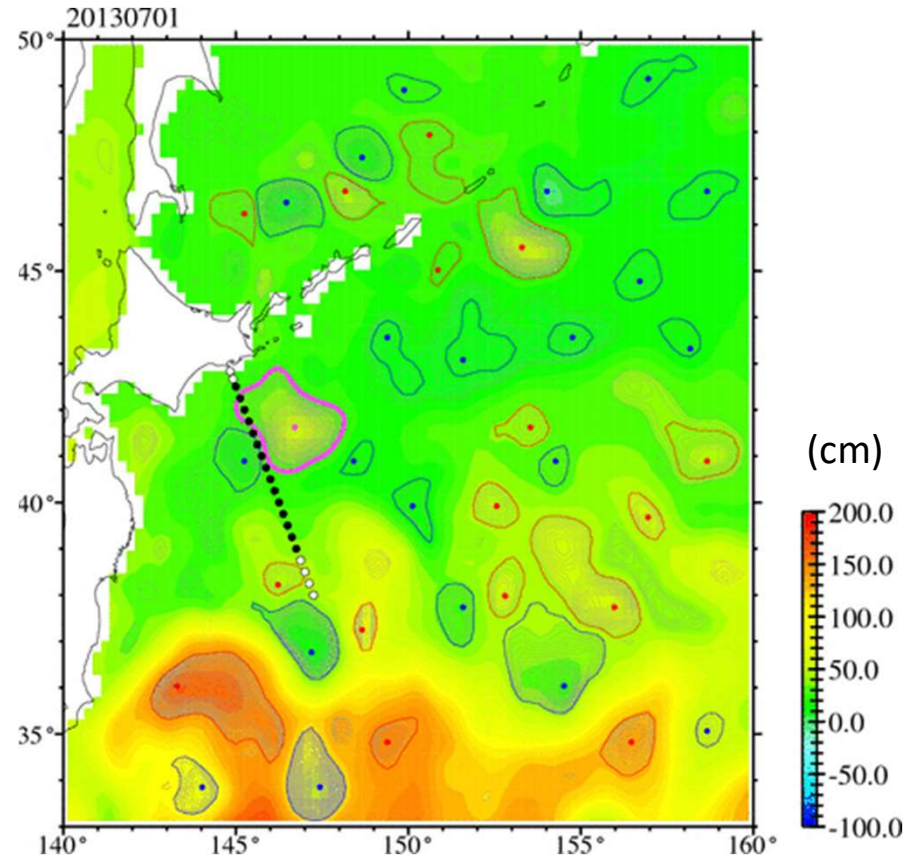
夏季の親潮が弱く & 黒潮続流が極端に北上

2010年代以降に頻発する局所的な海洋熱波の典型例 道東沿岸に接近する黒潮暖水塊

海洋熱波の強度
(50m深水温)



2010年代前半の道東沖に
停滞した暖水塊の動き

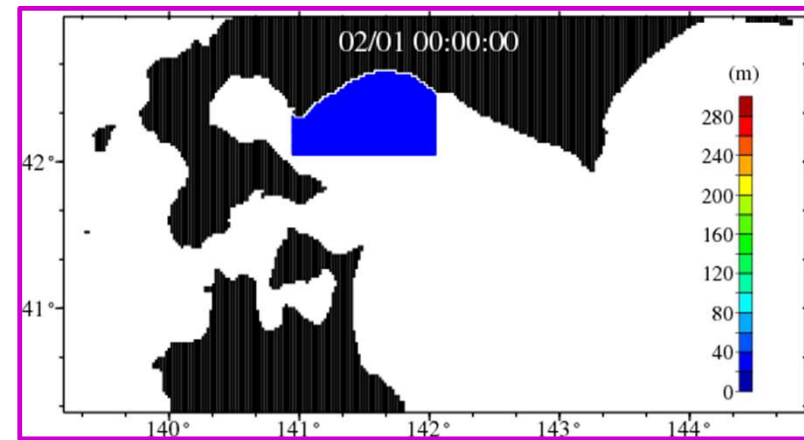
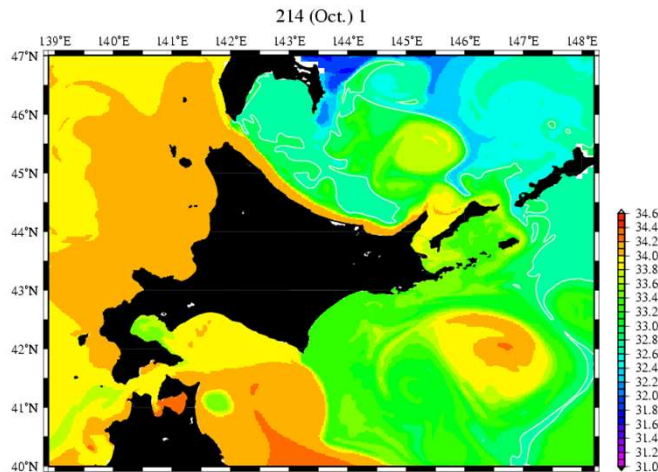


最近年のサケ稚魚の経験環境

海のシミュレーション

+

卵仔稚魚の輸送実験（粒子追跡）



Q.複雑化する海洋環境変動（特に、海流と海水温）が水産資源の稚魚輸送や生残にどのような影響を与えているか？

海水温や海流を現実的にシミュレーションして、水産資源の卵や仔稚魚を模した粒子（粒粒）を仮想的な海の中に流す、あるいは、仮想的な海の中を泳がせて、その動態や年々の変動を調べる

二つの事例(2019～2022年のサケ稚魚 海降年に注目)

①北海道日本海サケについて

石狩湾沿岸から粒子を投入し、オホーツク海に達するまでの粒子の経年変化を調べた。

※遊泳を考慮していない

②本州太平洋サケについて

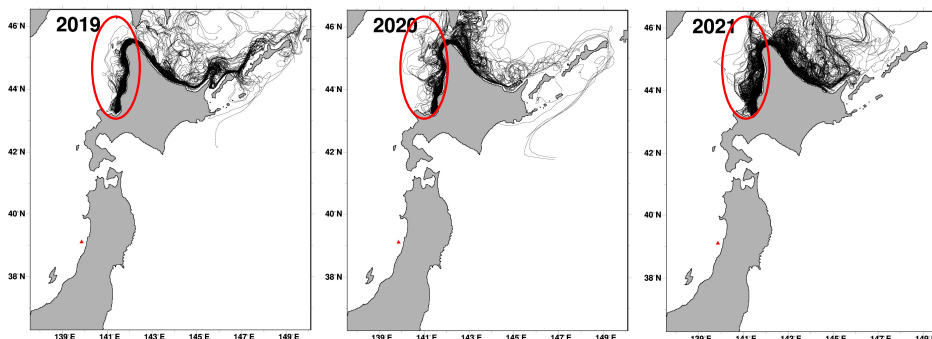
岩手県沿岸から粒子を投入し、遊泳速度の違いで道東まで達する粒子の経年変化を調べた。

※遊泳を考慮

①石狩湾河口付近から投入した粒子の軌跡（受動的移動のみ）

粒子の投入期間は3月1日～6月30日まで、1日1回投入した。

-各年北海道沿岸にそってオホーツク海に達する。



石狩湾沿岸からオホーツク海に到達する割合を各投入日で示す。

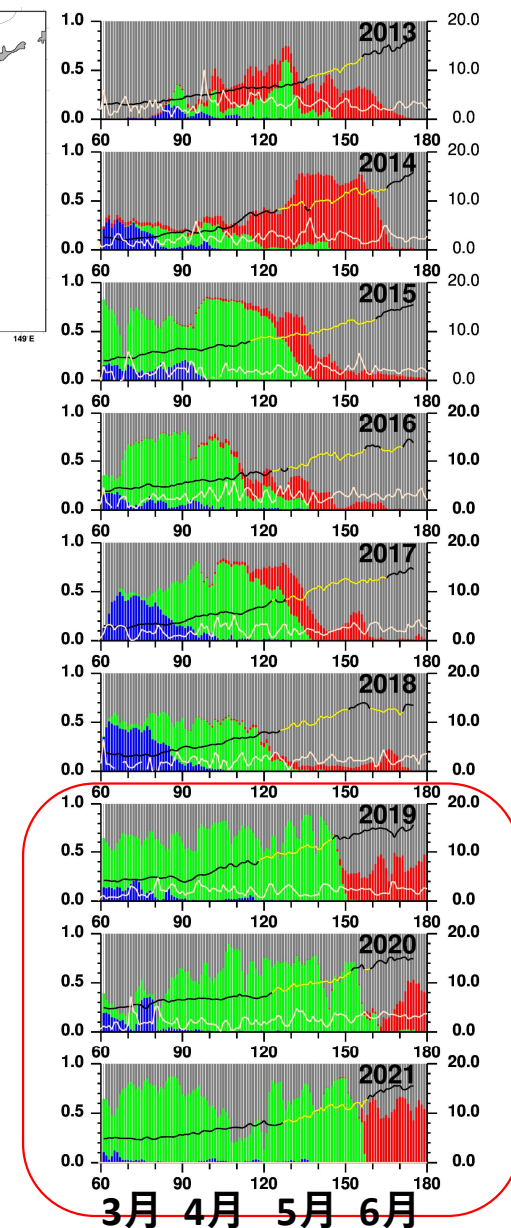
左縦軸はオホーツク海に到達した割合、右縦軸は水温。

青棒: 2.7°Cより低温を経験、緑棒: 良好な経験水温(2.7°C~15.7°C)、赤棒: 15.7°Cより高温を経験、

黒棒: オホーツク海に到達しなかった粒子の割合。

黒線: 投入地点の表面水温、黄色線は投入地点の水温が8°C~13°Cの場合。

白線: 相対河川流量の時間変化。



-2019年、2020年、2021年では良好な経験水温でオホーツク海に到達する割合が高く、その期間が長い。

-投入時の水温8°C~13°Cの時期と緑棒が一致。

=>2022年の回帰量が増加した要因か。

令和4年度さけ・ますふ化放流抜本対策事業報告書より抜粋

②岩手県沿岸から投入した粒子の
海流に向う遊泳速(cm/s)と
粒子の軌跡の関係

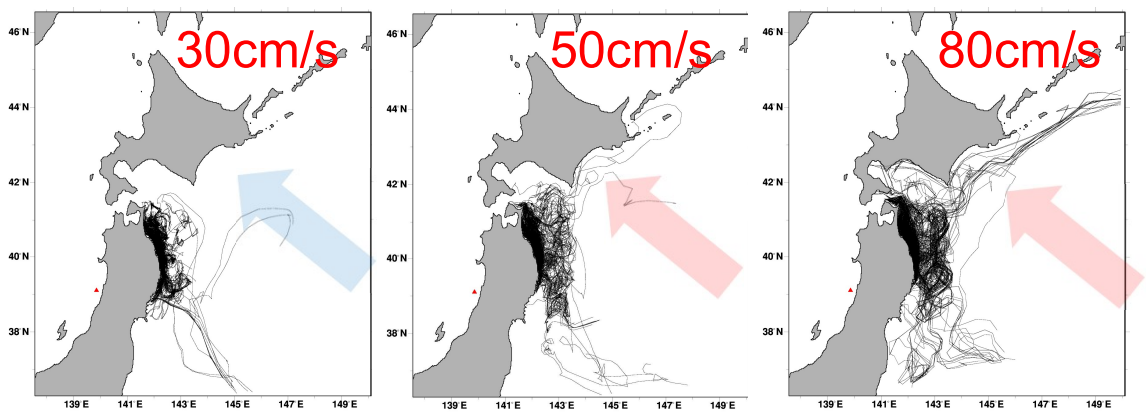
投入時期は3月1日～6月まで
1日1回

・道東まで到達するには大きな遊泳速度。
・2019年は北海道までの連なる流れはあるが
流速が速い。

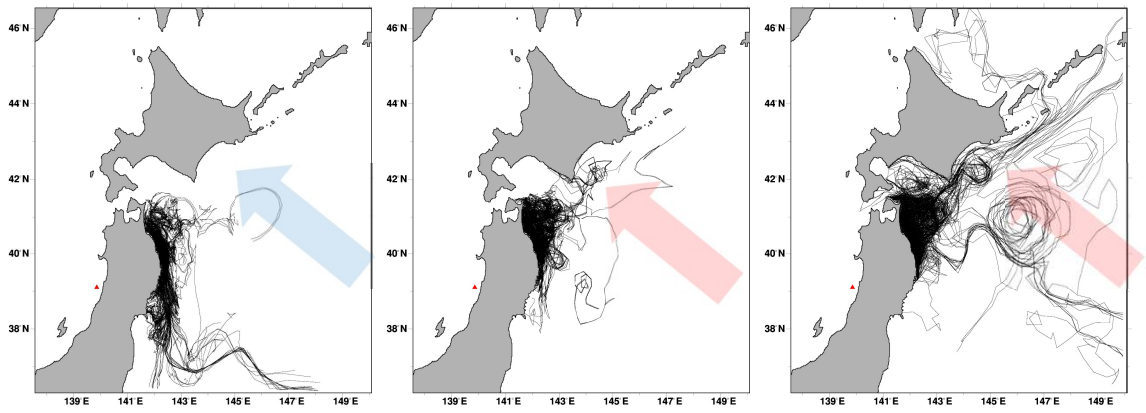
=>高い遊泳力には体サイズが大きい方がよい。
一方、遊泳力を大きくすると代謝が大きくなる。

令和4年度さけ・ますふ化放流抜本対策事業報告書より抜粋

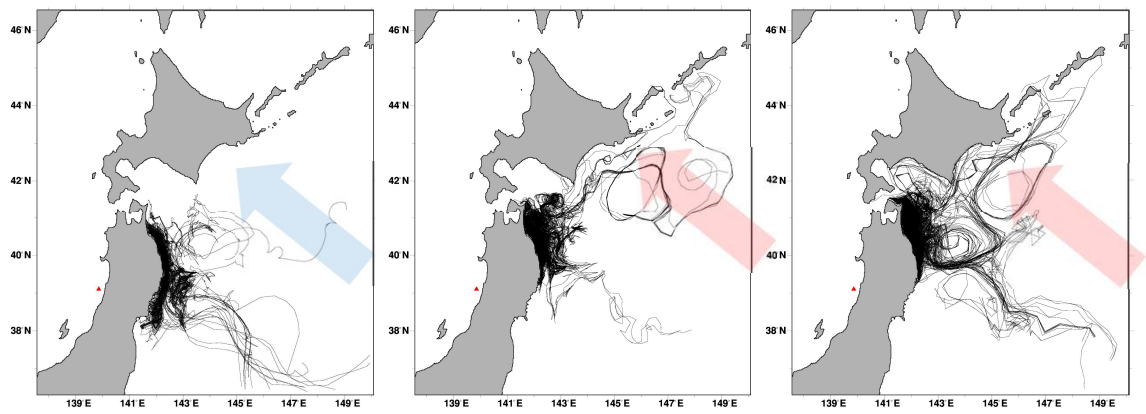
2019年



2020年



2021年



まとめ

①気候変動とは？

【現在～将来の気候変動】 = ざっくりしたイメージ
【繰り返される変動（過去に経験のある変動）】 +
【繰り返されない変動（過去に経験のない変動）】

②海洋の極端現象

「海洋寒波」と「海洋熱波」の事例

③最近年のサケ稚魚の経験環境

「北海道日本海サケ」と「本州太平洋サケ」の事例