

水産物供給の現状・将来と、  
必要とされる技術について

近畿大学大学院農学研究科・水産研究所  
教授

澤田 好史

**世界・日本の水産物生産の  
現状と将来の見通し  
今後必要となる技術・システム**

**1) 陸上養殖システム**

**2) DNA technology**

**イノベーション**

**これらの技術・システム活用の条件**

**異業種・異分野連携**





# Production of the PBF F5 generation in 2021: 第5世代誕生

**F0: wild-caught in 1987**



第0世代: 1987年天然捕獲

**F1: produced in 1995, 1996, 1998**



第1世代: 1995, 1996, 1998年産

**F2: produced in 2002**



第2世代: 2002年産

**F5: produced in 2021**



第5世代: 2021年産

**F4: produced in 2012**



第4世代: 2012年産

**F3: produced in 2007**



第3世代: 2007年産





# Blue revolution: 青の革命

## 海を耕せ!!

Koichi Seko: 世耕弘一



## Cultivating the seas — *Koichi Seko*

The size of both Japan's land and seas was reduced by its defeat in the Second World War.

Even if we increased the amount of food production on land, there would still not be enough food to feed the entire Japanese population.

'Japan will have no future unless we cultivate the seas and produce more seafood.'

It was under this philosophy that the Fisheries Laboratory was founded in 1948.





# 近大卒の魚と紀州の恵み 近畿大学水産研究所

近畿大学水産研究所 はなれ  
養殖魚専門料理店

「はなれ」と名付けたこの店舗では、新たな取り組みとして近大産の稚魚(種苗)を日本全国の業者が育てた「近大生まれの魚」を提供します。



# 世界的な水産物供給の危機です！！ 魚食文化の危機です！！

## > 漁業と養殖の共通の問題

陸上養殖

- ① 就労人口減・高齢化で減産となっている
- ② **地球温暖化・環境汚染による水域環境・生態系の悪化**
- ③ フードロス
- ④ 戦争による物資の不足と価格高騰

## > 漁業と養殖それぞれの問題

### 1. 漁業

- ⑤ 資源が有効利用されない
- ⑥ **漁場環境の改善**

### 2. 養殖

- ⑦ エサが確保できない
- ⑧ **新たな養殖場が必要である**
- ⑨ **新たな環境に適応した品種の作出**

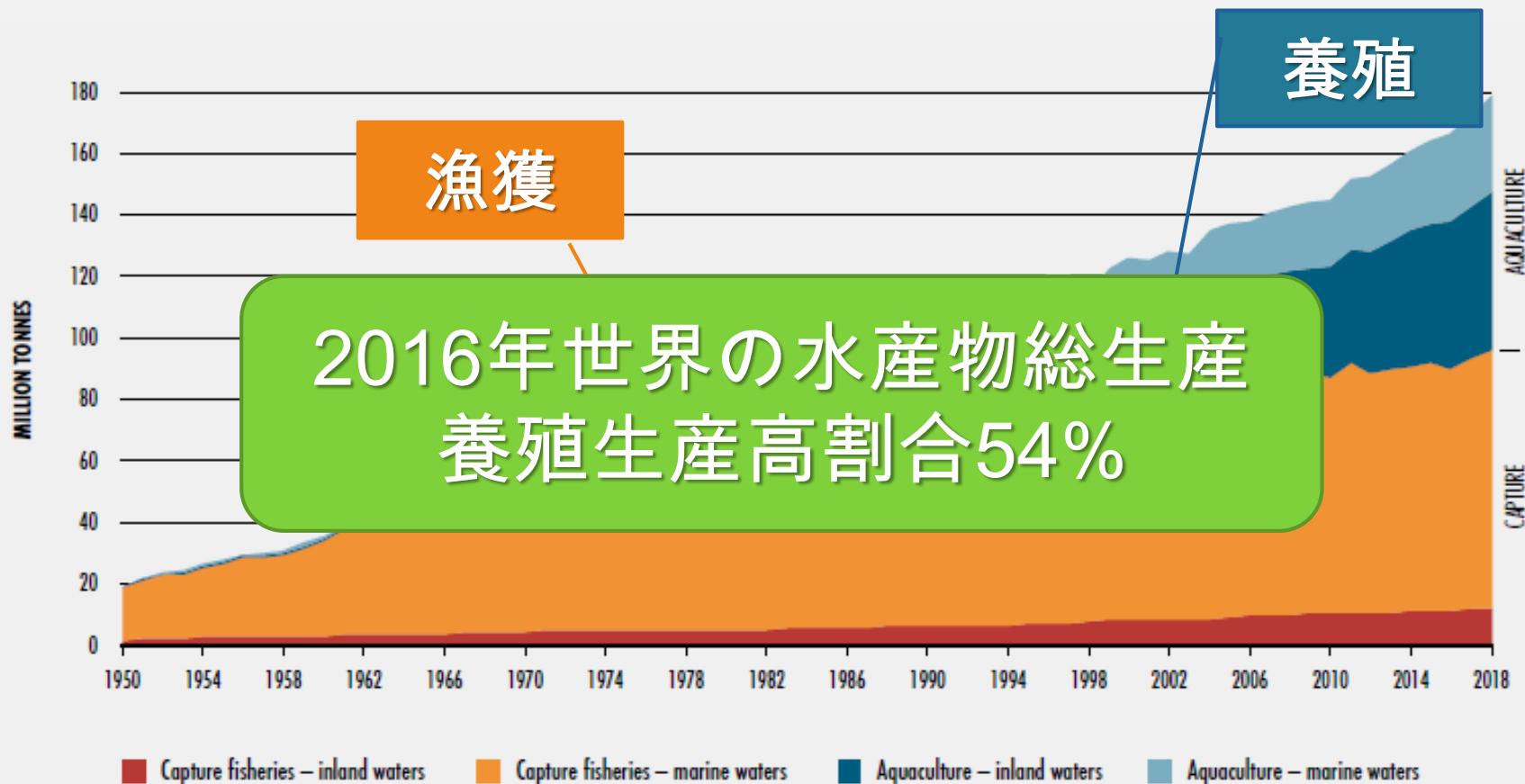
DNA technology

陸上養殖

DNA technology



# 世界の漁業・養殖生産量（1950年～2018年）



NOTE: Excludes aquatic mammals, crocodiles, alligators and caimans, seaweeds and other aquatic plants.  
SOURCE: FAO.

# 地球温暖化と異常気候

干ばつ、冷夏、洪水などによる  
環境の悪化



# 海洋温暖化

日本近海では2023年（令和5年）春以降記録的に高い海面水温が続いています。9月の平均海面水温は、統計を開始した1982年以降で9月として最も高く、平年差が $+1.6^{\circ}\text{C}$ と特に大きくなりました。

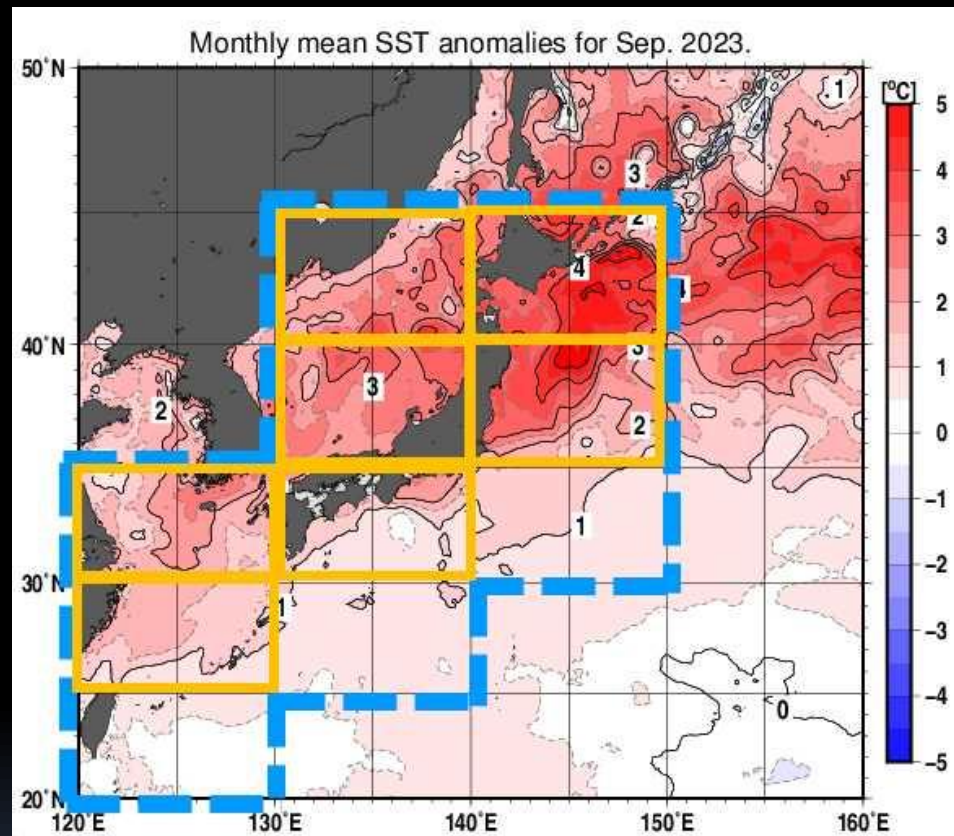
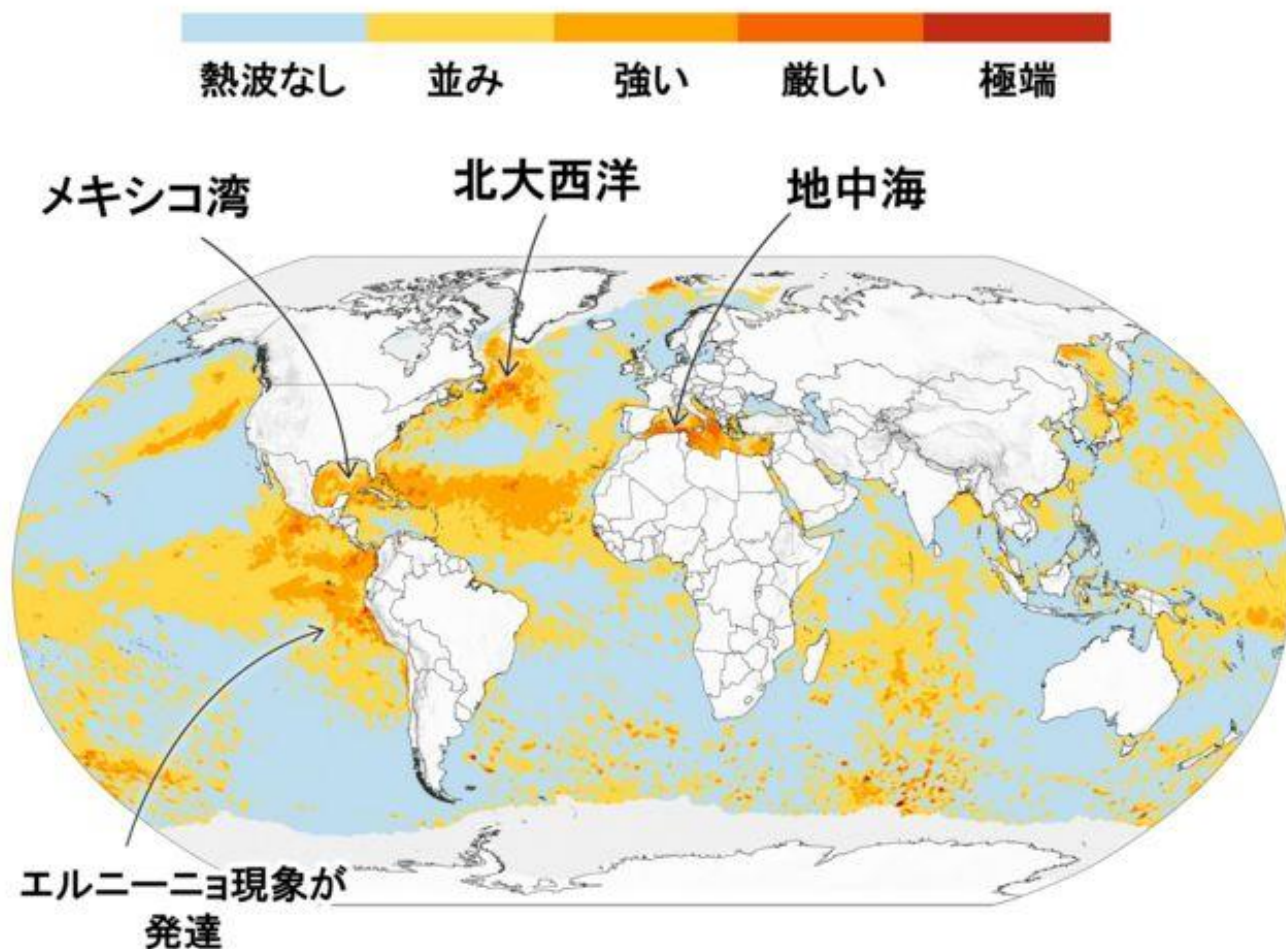


図1 2023年9月の海面水温の平年差の分布図。平年は1991年から2020年までの30年間の平均値。青破線は日本近海の海面水温を算出した海域。橙枠は、統計を開始した1982年以降で9月として最も高くなった海域で、数字は各海域の番号を表す。



# 世界各地で海洋熱波が多発

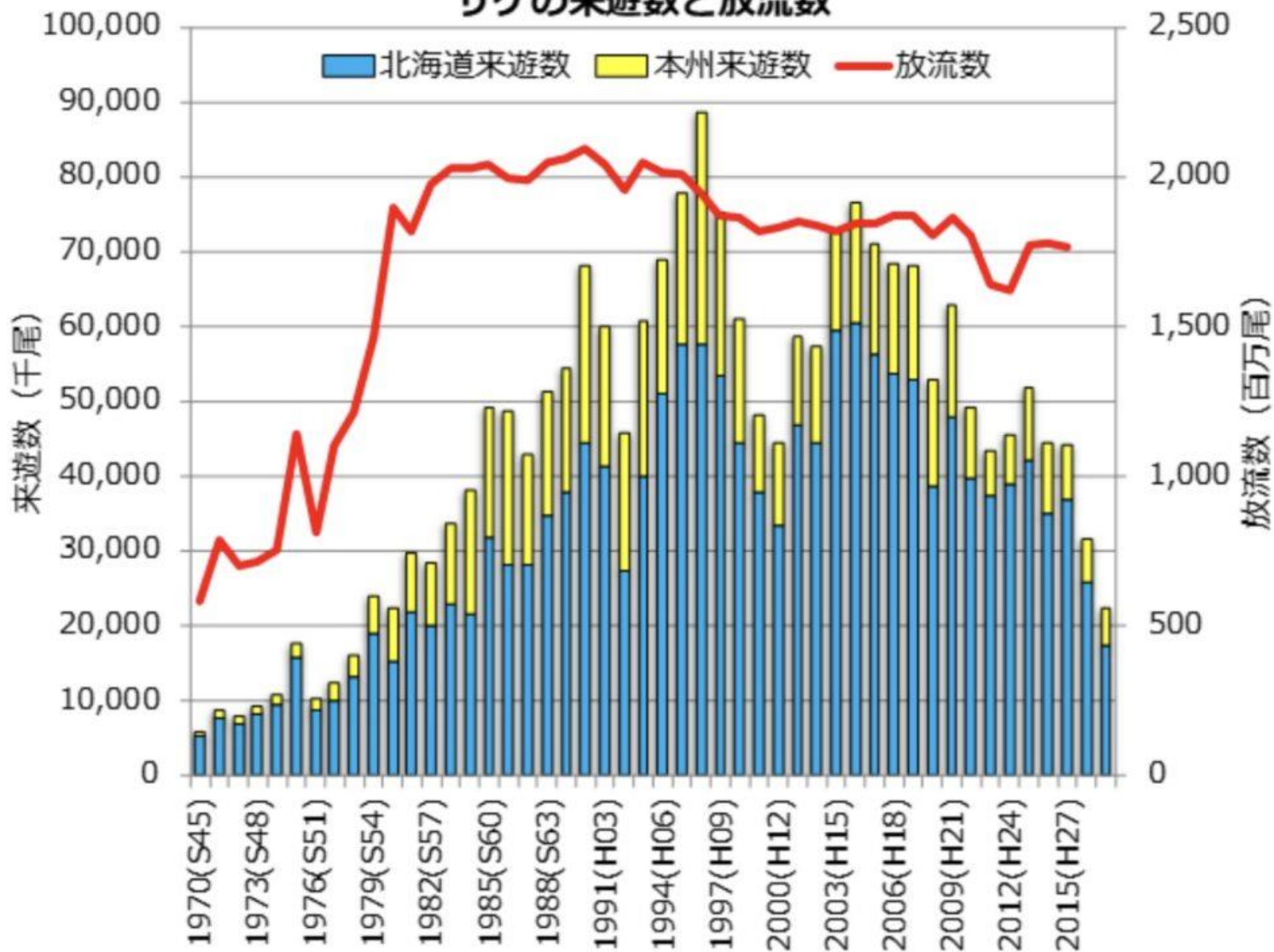
2023年7月24日の海洋熱波の深刻度



注:熱波の分類は海面音から計算。  
海氷の影響がある水域が灰色で除外してある

米海洋大気庁サンゴ礁ウォッチ(基準期間:1985~2012年)

# サケの来遊数と放流数



時事エクイティ:2023/04/11

# サンマ不漁、沖合移動原因か＝ 温暖化で海洋環境変化

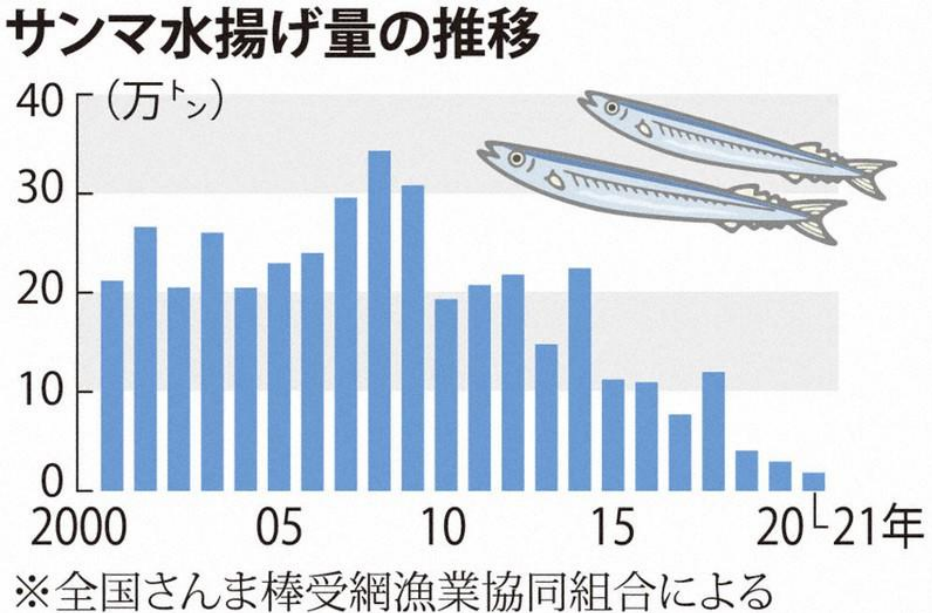
サンマ水揚げ量、3年連続最低

21年、18年比8割減

毎日新聞 2022/01/08



2010年代前半の海洋環境の変化。水産研究・教育機構の資料を基に作成



歴史的なサンマの不漁について、国立研究開発法人水産研究・教育機構（横浜市）は、地球温暖化で海洋環境が変化し、サンマが東の沖合に移動したことが原因とする調査結果を公表した。餌不足による成長の遅れも指摘しており、資源回復が急務となっている。

全国さんま棒受網漁業協同組合は7日、2021年の全国のサンマ水揚げ量が前年比38%減の1万8291トンだったと発表した。記録的な不漁が続き、3年連続で過去最低を更新した。3年前の18年比では約8割減と大幅な落ち込みで、卸価格は高値で推移しており、秋の味覚が食卓から遠のく状況が続いた。



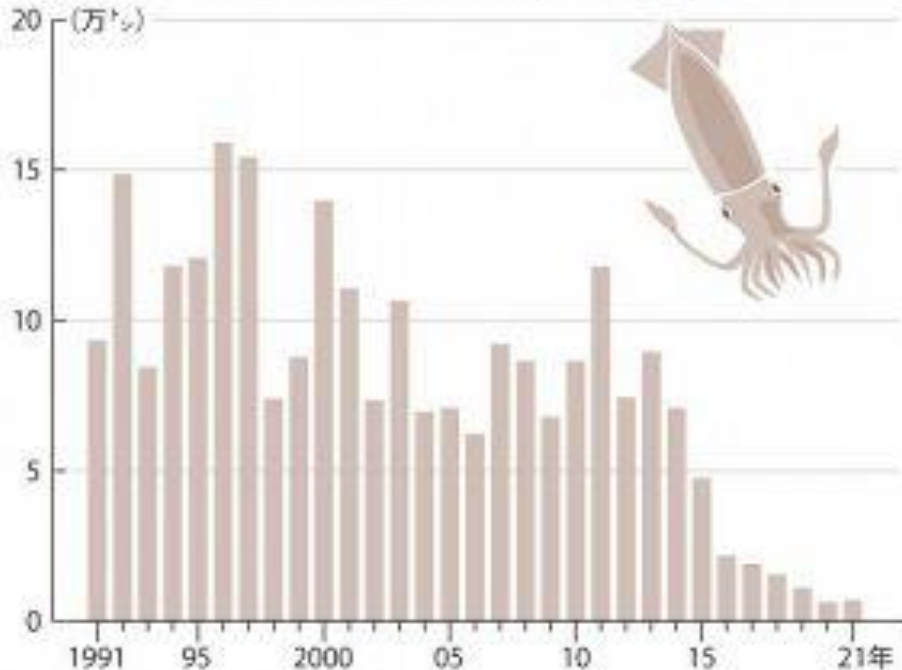
# <市場発！> 漁獲激減のスルメイカ 資源回復は今年も見込めず

北海道新聞 2022/07/03

スルメイカの不漁が毎年のようにニュースで伝えられています。今年はどうでしょうか。北海道立総合研究機構函館水産試験場が6月14～21日に実施した日本海側の資源量調査での漁獲匹数は、2010年以降で最も低い水準でした。今年も資源量はほとんど回復していないようです。



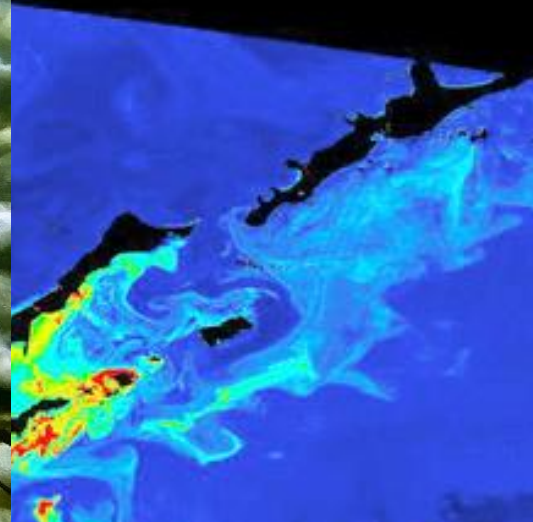
北海道のスルメイカ漁獲量  
(注) 北海道水産現勢より。2021年は速報値







海中で死んで白くなっているウニ(9月24日、北海道厚岸町沖で)  
＝厚岸漁協提供



海の異変 赤潮でサケ・ウニ大量死  
茶色く濁る水 北海道の味覚がピンチ

検出されたプランクトン「カレニア・ミキモトイ」  
提供 (地独)北海道立総合研究機構

道立総合研究機構中央水試  
魚介類に有害な  
複数のプランクトンを道内で初検出

人工衛星による2021年10  
部分が北海道東部の太平

北海道東部 秋サケやウニなどが死ぬ被害相次ぐ 赤潮が原因か  
2021年10月3日 14時42分

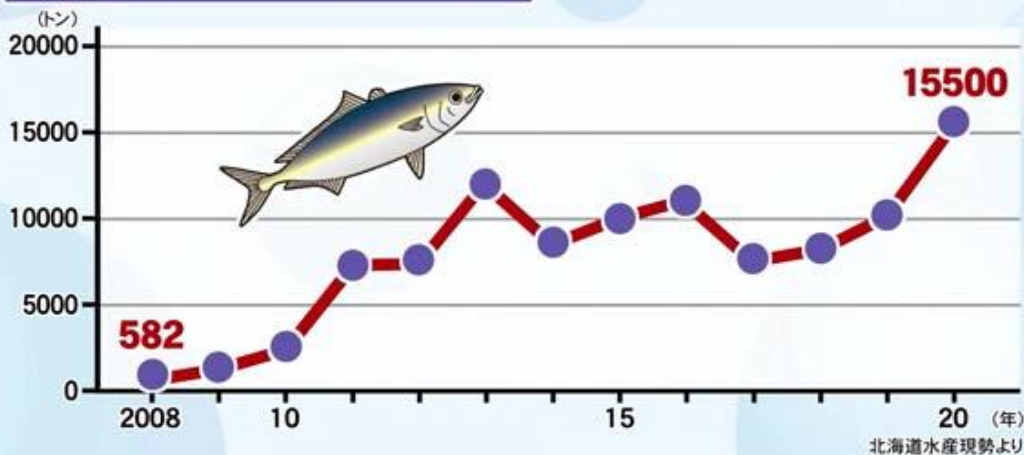


2020年10/26

“秋の味覚”に異変 イクラが高騰

温暖化でサケ不漁 定置網にかかるのはブリ

道内のブリの漁獲量



獲実績

(千尾、金額:千円)

金額	前年比
95,178	66.1%
49,172	73.8%
36,343	91.2%
16,399	57.2%
03,368	87.8%
50,460	69.4%



“秋の味覚”に異変 イクラが高騰

温暖化でサケ不漁 定置網にかかるのはブリ

ブリ







# 酒かすで育つ「小浜よっぱらいサバ」、猛暑で大量死... 業者「餓死しているような状態」

読売新聞 2023/10/6(金) 08:11 配信



小浜よっぱらいサバ＝  
田烏水産提供(読売新聞)



酒かすを加えた餌で養殖する福井県小浜市のブランドサバ「小浜よっぱらいサバ」が、今夏の猛暑などの影響で大量に死んだことがわかった。養殖に使う天然のサバも不漁が続き、今後の出荷の見通しは立っていない。養殖業者は、天然サバに頼らない「完全養殖」の実用化も視野に、事業の継続を目指している。(浜崎春香)



2018年08月07

Record china

[猛暑で養殖ナマコに未曾有の大被害、6.8トン・112億円分が死ぬ—遼寧]

遼寧省では猛暑のため、養殖ナマコにかつてない被害が出ている。

ナマコが死にはじめたのは7月23日ごろで、すでに6万8000トン、金額にして68億7000万元(約112億円)分の損害が出たという。

中国中央電視台(中国中央テレビ)などが6日付で伝えた。



# 世界的な水産物供給の危機です！！ 魚食文化の危機です！！

## > 漁業と養殖の共通の問題

陸上養殖

- ① 就労人口減・高齢化で減産となっている
- ② **地球温暖化・環境汚染による水域環境・生態系の悪化**
- ③ フードロス
- ④ 戦争による物資の不足と価格高騰

## > 漁業と養殖それぞれの問題

### 1. 漁業

- ⑤ 資源が有効利用されない
- ⑥ **漁場環境の改善**

### 2. 養殖

- ⑦ エサが確保できない
- ⑧ **新たな養殖場が必要である**
- ⑨ **新たな環境に適応した品種の作出**

陸上養殖

# 陸上養殖(Land-based aquaculture)システム



FAO: A Guide to Recirculation Aquaculture  
An introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems

## > 漁業と養殖の共通の問題

② 地球温暖化・環境汚染による水域環境・生態系の変化と悪化

## > 漁業と養殖それぞれの問題

2. 養殖

⑦ 新たな養殖場が必要である

# 農業

## > 露地栽培



出典：農業女子PJ

<https://nougyoujoshi.maff.go.jp/>

## > 植物工場：Plant factory



【アジア取材ノート】 勃興する植物工場産業

シンガポール、2年で3倍増

シンガポールで植物工場を開設する企業が増えている。政府が食料自給率を引き上げようとしているほか、都市型農業の集積地を目指して事業環境を整備していることが背景にある。生産拠点数は2018年までの2年間で3倍近くとなった。政府は今後も支援体制を強化する意向を示しており、国内外企業による工場設置の動きが拡大しそうだ。（文＝NNAシンガポール 清水美雪）

**NNA ASIA** <https://www.nna.jp/news/show/1936846>



# 人工光型植物工場

次世代の先端農業として注目されています。



出典；鹿島 [https://www.kajima.co.jp/tech/plant/artificial\\_light/index.html](https://www.kajima.co.jp/tech/plant/artificial_light/index.html)

# 陸上養殖のメリット

**安定生産・計画生産** : 天候等に左右されず安定生産が可能  
寒冷地・砂漠など場所を選ばない  
水温, 光周期など飼育環境のコントロールが可能である

**区画漁業権の制約がない** :

**疾病の低減** : 病原菌, 寄生虫の侵入を減らすことができる

**トレーサビリティの確保** : 完全な飼育履歴の確保

**フードマイレージ(食料の輸送距離)の最小化** :  
消費に隣接した立地

# 陸上養殖のデメリット

- ・ **高額な初期投資が必要**

地代，施設費

- ・ **飼育できる種類が限られる**

サケ，ヒラメ，トラフグ，クルマエビ，バナメイ  
ウミブドウなど。

- ・ **運用コストが高い**

設備管理費，光熱費など

- ・ **エネルギー消費が多い**

電気エネルギー，化石燃料



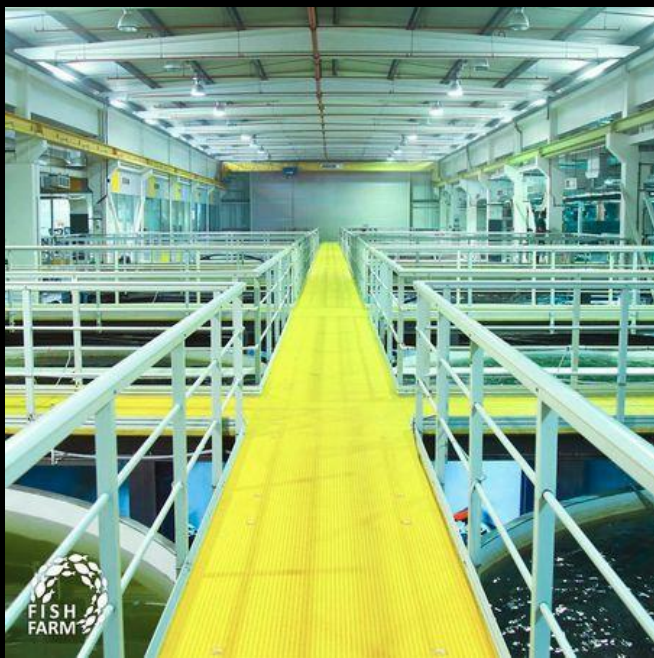




# UAEの陸上養殖ベンチャー『Fish Farm社』 サーモンなどの魚を本格販売へ







## THE ONLY INGREDIENT YOU NEED



業務用には魚を丸ごと1匹販売している。  
一般消費者には、ソースや下味がついている  
切り身商品として販売



# アイスランドの養殖生産量 推移グラフ(1975~2021年) (graphtochart.com作成)



# なと新聞

2020年10月20日 18時



在日本アイスランド大使館

へ十坊碁美上陸

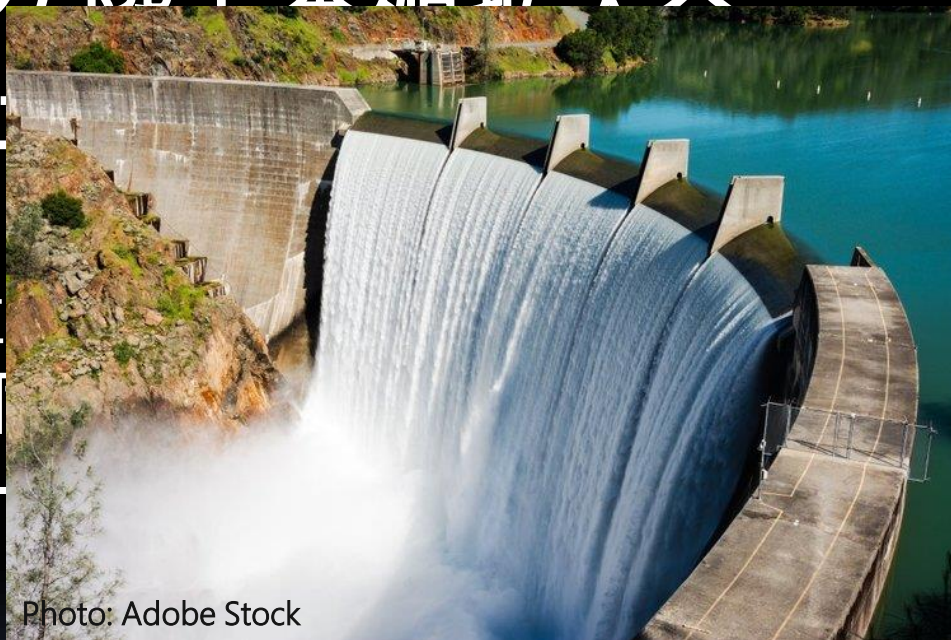
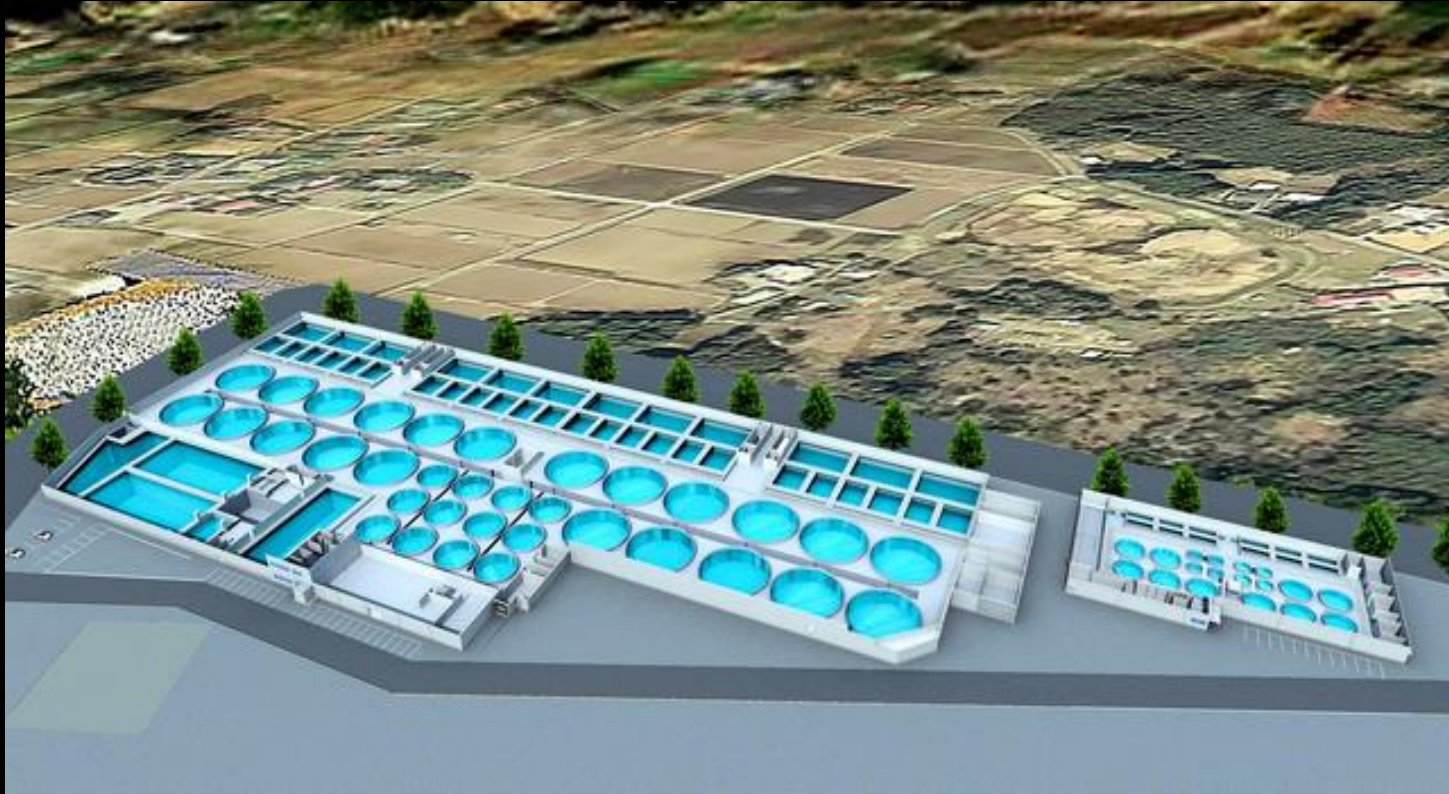


Photo: Adobe Stock

のアルミニウム製造、センチュ  
会社・ノルドウラルが同半島に持  
書面に署名した。

# 朝日新聞デジタル 国内最大級のサケの陸上養殖施設 小山町



サケ類の陸上養殖施設としては日本最大級となるアトランティックサーモンの養殖施設が26日、静岡県小山町の工業団地で2023年の完成を目指して着工した。手がけるのはノルウェーのシーフード企業で、大消費地の首都圏に近い立地と富士山の湧水（ゆうすい）という水資源を生かし、年間5300トンの出荷を計画している。

<https://www.asahi.com/articles/photo/AS20210429002367.html>

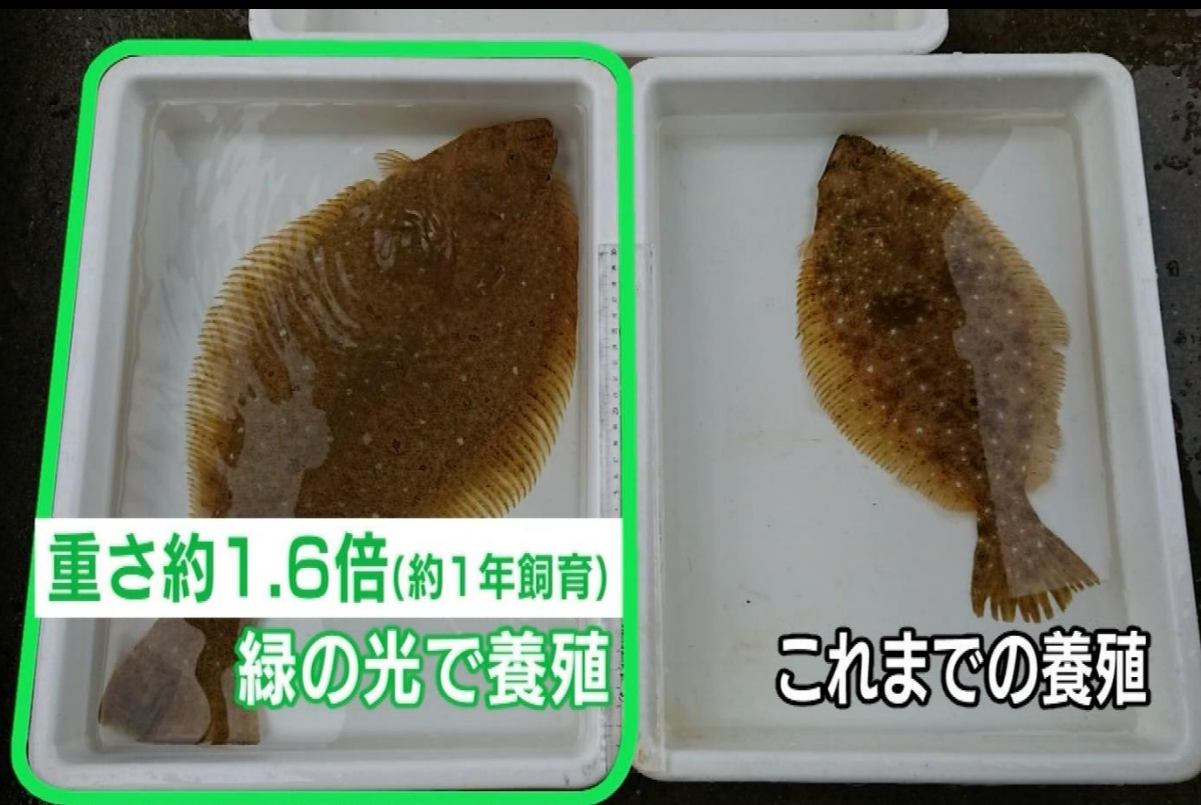


NHK NEWS おはよう日本  
朝一番のアップデート

魚の養殖に新技術「緑の光」でヒラメ  
やカレイが急成長



養殖業が盛んな大分県佐伯市。こちらのヒラメの養殖場で使われているのが緑色のLEDライトです。



重さ約1.6倍(約1年飼育)

緑の光で養殖

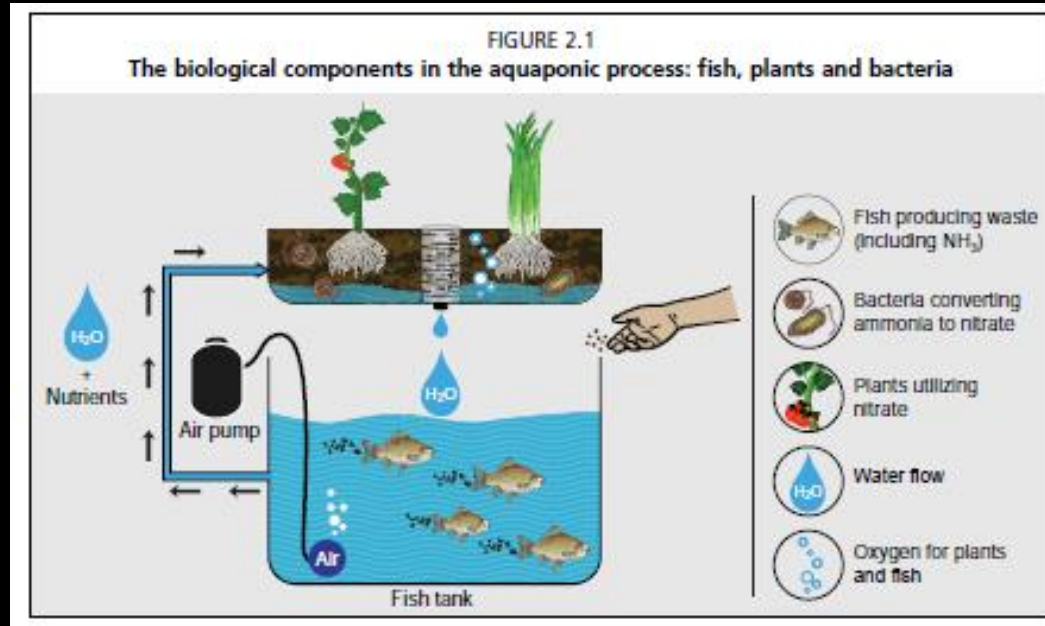
これまでの養殖

写真:大分県農林水産研究指導センター水産研究部

平均でヒラメの重さは1.6倍に。これまで1年近くかかっていた出荷までの期間を9か月にすることができました。人件費や燃料代も抑えられ、年間300万円以上のコストを削減できるといいます。味や食感も従来のもものと遜色ないということです。



# Aquaponics (アクアポニクス): 水産養殖 (Aquaculture) と水耕栽培 (hydroponics; ハイドロポニクス) を合わせた循環型有機農業法





# 三井物産や長谷工など、サーモン陸上養殖に210億円出資

2023年7月20日 18:03



千葉県富津市に新たにつくるサーモン養殖施設の建設費用などに充てる（千葉県木更津市の養殖施設）  
**三井物産**は20日、連結子会社で陸上養殖を手掛ける**FRDジャパン**（さいたま市）の第三者割当増資約  
**210億円**を**長谷工コーポレーション**などと共同で引き受けると発表した。**FRD**が7月中に着工予定のサー  
モンの養殖施設の建設費などに充てる。世界中で水産物の需要が伸びるなか、国内で安定して供給  
できる体制をつくる。

引受金額の内訳は三井物産が78億5千万円、長谷工と**エア・ウォーター**が50億円ずつ引き受け、残りを  
**積水化学工業**や三井住友信託銀行、三菱UFJ銀行などがそれぞれ引き受ける。増資後の三井物産の**FRD**  
への出資比率は**50.4%**となり、連結子会社の状態を維持する。

# 世界的な水産物供給の危機です！！ 魚食文化の危機です！！

## > 漁業と養殖の共通の問題

- ① 就労人口減・高齢化で減産となっている
- ② **地球温暖化・環境汚染による水域環境・生態系の悪化**
- ③ フードロス
- ④ 戦争による物資の不足と価格高騰

## > 漁業と養殖それぞれの問題

### 1. 漁業

- ⑤ 資源が有効利用されない
- ⑥ **漁場環境の改善**

### 2. 養殖

- ⑦ エサが確保できない
- ⑧ **新たな養殖場が必要である**
- ⑨ **新たな環境に適応した品種の作出**

DNA technology

DNA technology

# 選抜育種によるマダイの成長改善

年	世代	4歳での体重(g)
1972	I	2,000
1975	I&II	2,440
1976	II	2,735
1978	II&III	2,600
1980-1981	III	3,089 ± 241
1983	III&IV	3,656 ± 167
1984-1985	IV	3,627 ± 405
1986-1987	IV&V	3,488 ± 241
1989	V	4,075
1991	V&VI	4,109 ± 215
1994	VI&VII	5,009



# 品種改良に用いられるDNA technology

## > 今後の養殖魚の品種改良の方向

- 成長優良
- 高抗病性
- 高温耐性
- 食味向上

## > 品種改良の方法

- 選抜育種
- 遺伝子組換え
- ゲノム編集

全てに  
DNA technologyが  
必要とされる

# 養殖魚の品種改良：高温耐性の獲得を目指して

## DNA technology

### 地球温暖化→海水温上昇

- ・ 養殖魚の飼育適水温を越えることでストレス強度が増し、  
**成長の遅延**  
**魚病被害**（ウイルス・バクテリア・寄生虫）  
が起きている。

### 高温耐性を持つ魚類品種改良の試み

**サケ類：ニジマス・サクラマス**

今後は

生簀網養殖：マダイ、ブリ、

陸上養殖：ヒラメなど



# 環境DNA (environmental DNA、eDNA) とは

低コストで高精度な生物調査手法として急速に広がり

(日経バイオテクから)

環境DNAは、水や土壌、大気などの環境中に放出されたDNAの総称。サンプリングした水や土壌を分析することにより、その環境中にどのような生物が存在するのかを網羅的に把握したり、特定の生物が存在するか否かを検知することができる。

低コストで高感度の生物調査の手法として広がりを見せている。さらには水質汚染などの環境のモニタリング、感染症の病原微生物などのモニタリング手法としても注目されている。

# 水産増養殖で今後必要される 建設コンサルタントの役割

**水産増養殖における技術・システムは  
異業種・多分野に亘る**

生産・流通・加工・調理・  
販売・廃棄物処理



**事業成功誘導のために  
各分野の連携・協同を図ることが必要！！**

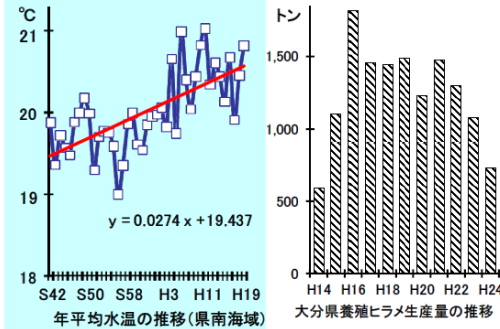
一社では不可能であるので、  
専門分野企業を集めてコンソーシアムを作る



高水温に強いヒラメを探し出せ！ ～高水温耐性ヒラメの選抜育種～

【研究のポイント】

地球温暖化がいわれる中、海水温も上昇傾向にあります。図は県南海域の40年間の年平均水温の推移です。  
 大分県は全国でも有数の養殖ヒラメの生産県ですが、海水温の上昇に伴う、疾病の多発や、代謝異常と思われる死亡など、生産性の低下が近年見られ、養殖現場から対策が求められています。  
 そこで、水産研究部では関係機関と連携し、高水温に耐性を持つヒラメの系統の探索及び作出に取り組みました。



【研究の成果】

○親ヒラメの入手  
 県内の養殖場において夏の猛暑を生き残ったヒラメや、県内で漁獲された天然のヒラメ、他の研究機関で交配されたヒラメなどを親としました。

○現地養殖試験 (平成23～25年度)  
 これらの親ヒラメを交配し、平成25年度には、3つの系統(①～③)を作出しました。  
 この3つの系統の稚魚を実際に養殖している生産者に飼育してもらい、その生き残りを記録してもらったところ、図2のようになりました。  
 いずれも水温が高くなり始める8月下旬～9月上旬に死亡個体が増加する傾向がみられました。  
 このような現地試験は平成23年度から実施しており、これまでの結果から、水温が高い時期を生き残ったヒラメを親として交配を繰り返すことで、高水温耐性に優れた系統を作出できることが分かりました。

○今後の予定  
 交配を繰り返すことで、より優れた系統を作出できることが分かりましたので、さらに複数の系統を作出し、生産者の協力を得ながら、現地養殖試験を実施する予定です。  
 育種には長い年月を必要としますが、生産現場は待ってけません。そのために、良いと思われる系統は、積極的に現場の評価を得て、スピード感を持って、普及につなげていきます。

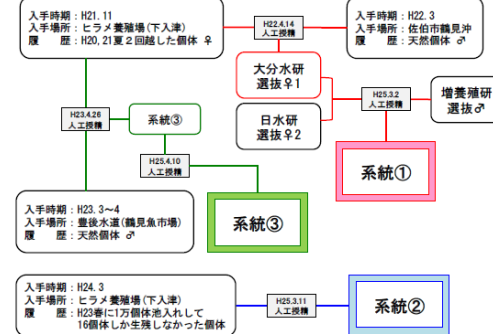


図1 高水温耐性ヒラメ親候補群の「家系譜」

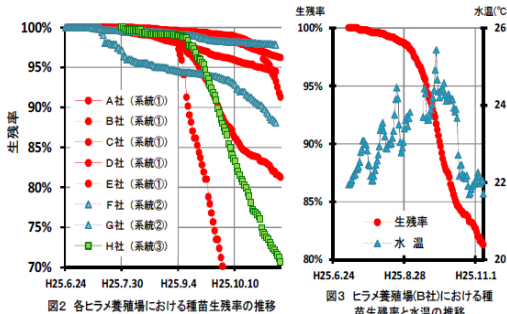


図2 各ヒラメ養殖場における種苗生存率の推移

図3 ヒラメ養殖場(日社)における種苗生存率と水温の推移

【生産者の声】



下入津ヒラメ組合  
 菅谷 高明 会長

ヒラメを生産をしていく中で、夏の高水温によって疾病が引き起こされ、そのことによる生存率、成長率の低下が悩みであり、水産研究部による高水温耐性ヒラメへの取り組みには、生産者として期待しています。  
 安心・安全なヒラメ生産には、水産研究部の協力も頂きつつ、ヒラメ組合としても、最大限 協力していきたいと思います。

【連絡先】

担当：農林水産研究指導センター 水産研究部 栽培資源チーム  
 TEL：(0972)32-2155  
 住所：大分県佐伯市上浦大字津井浦194-6

A school of fish swimming underwater in a blue environment. The fish are silhouetted against the lighter blue water, creating a sense of movement and depth. The overall tone is serene and calm.

ご静聴有り難うございました。