

日本のサーモン養殖の課題と展望

～養殖業はどうあるべきか～

海洋問題演習 最終発表会 2023/1/15
マリンバイオセキュリティチーム
(會田、津島、丸山、宮内、山岡)

チームの目標

日本のサーモン養殖において

1. 主な養殖形態（小規模海面養殖・大規模海面養殖・RAS）
の実態の調査
2. それぞれの養殖形態における課題の把握
3. 日本の持続的な養殖業に向けた提言

マリンバイオセキュリティーとは

海洋生物の防疫のためのリスク管理のこと

MT0

- ▶ 養殖では個体密度が高い、移出入が多いなどの理由から自然界よりも疾病が発生しやすく、防疫の観点は大切

▶ 養殖業における防疫の種類

輸入防疫：海外から病気を持ち込まない

移入防疫：国内で病気を広めない

養殖場内の防疫：養殖場内で病気を広めない

ワクチン・投薬：病気にかかったときのリスクを下げる

▶ 養殖業における防疫の手段

生物に対して：選抜育種、魚種の変更

病原体に対して：除菌、薬剤、ワクチン

施設に対して：消毒・無菌体制、水質等のモニタリング

人に対して：教育、検査体制、報告体制



養殖場での魚のへい死の発生



魚病の診断・検査

画像引用) 「魚病検査のながれについて」岩手県

<https://www.pref.iwate.jp/sangyoukoyou/suisan/kikan/oshirase/1056315/1008658.html>

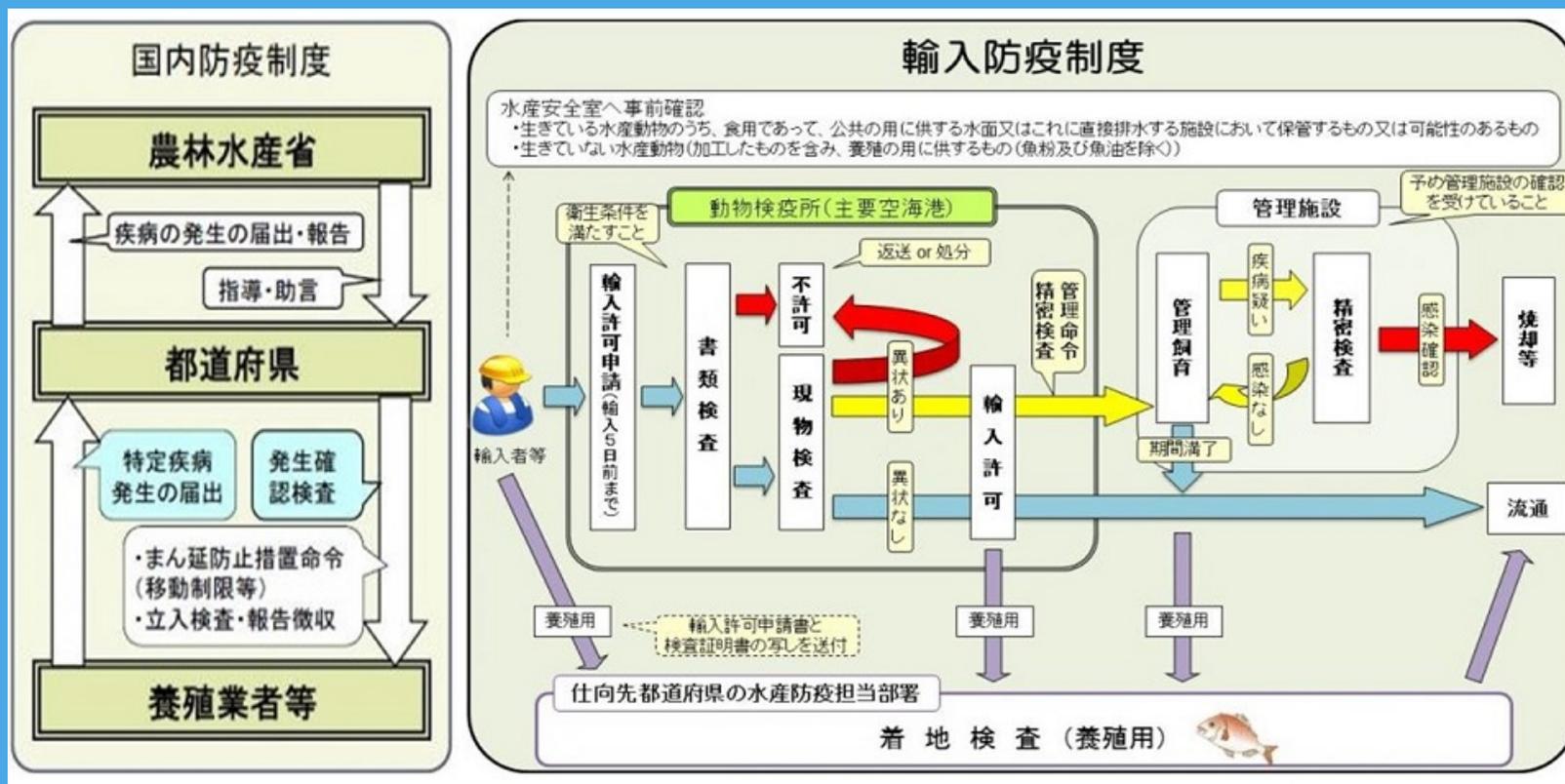
スライド 3

MT0 「海洋動物」という表現はあまり使われない（むしろ海洋哺乳類と誤解されやすい...）ため、「海洋生物」に変更しました。
Maruyama Takumi, 2024-01-14T23:54:16.088

日本の水産防疫制度

▶ サーモン養殖の場合、卵の輸入防疫が中心

二国間協定が結ばれている国からかつ、その政府が無病証明したものだけが輸入できる。



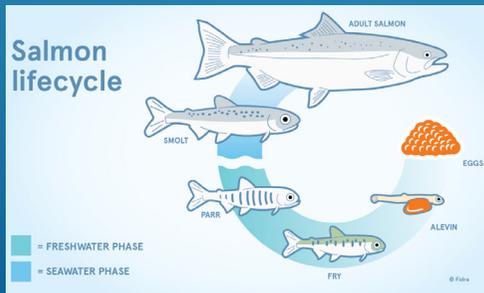
サーモンってどんな魚？

- ▶サケ科魚類の中で、降海型で大型になるものを指すことが多い。（生物学的な定義はない）

食品業界では、生食できる大型のサケ・マスをサーモンと呼ぶ傾向がある。

- ▶降海型の天然のサケ科魚類は、筋肉中にアニサキスや日本海列頭条虫などの寄生虫がいることが多く、生食には不向き。養殖により生食が主流に。

今発表ではサケ科魚類のうち、大型になり生食できるものをサーモンと呼ぶ。



<https://www.bestfishes.org.uk/scottish-salmon-farming/scottish-salmon-life-cycle/#:~:text=The%20juvenile%20freshwater%20stage%20of,can%20then%20move%20to%20saltwater.>



<https://delishkitchen.tv/articles/105>



<https://www.zukan-bouz.com/syu/%E3%82%AE%E3%83%B3%E3%82%B6%E3%82%B1>

ヒメマス（陸封型）



同じ種類だけど、見た目も大きさも全然違う！

ベニザケ（降海型）



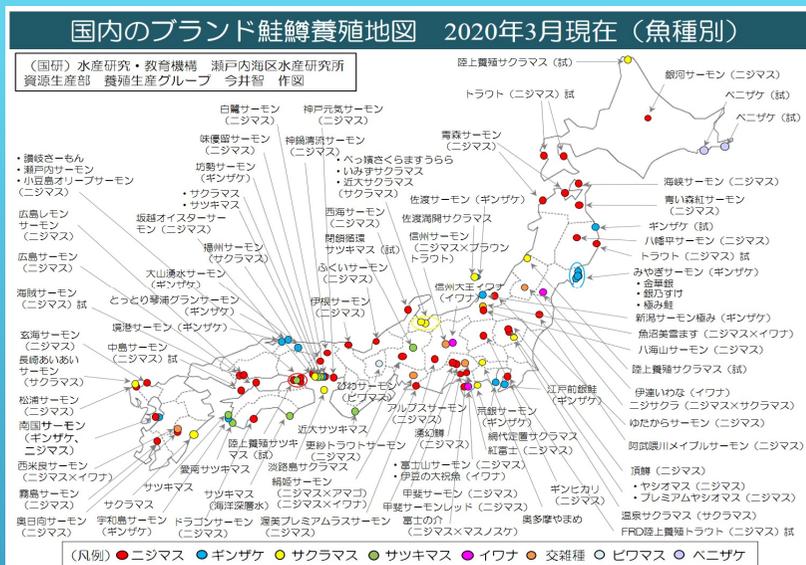
<https://www.bclss.org/news/lakelife-sockeye-salmon-oncorhynchus-nerka>

なぜサーモンに注目したか

サーモンは（計画も含め）国内養殖が急速に増えている。
しかし、魚病に対する調査・制度が不十分ではないか？

▼国内生産が増えている理由

- ・ 寿司ネタとしての需要
 - ・ 近年の健康志向による、欧米を中心とした和食ブーム
 - ・ 「国産」の付加価値
 - ・ カーボンフットプリントの考慮
 - ・ 品種改良、種苗の安定生産、陸上養殖システム等の技術の進歩
 - ・ ハマチやカンパチの裏作としてのサーモン養殖
- （例:讃岐サーモン、2011~）



https://www.fra.affrc.go.jp/cooperation/salmon/4th_session/files/0.pdf



2010年を100とする。総務省消費者物価指数より作成

サケの病気について

- ▶ 病原体には様々な特性を持つものがある

例：自然環境に存在するが一定の条件でないと爆発的には広まらないもの（ビブリオ）
一度感染すると免疫が付くもの（EIBS）

- ▶ 病原体によっては、ワクチンがないものもある

| | | | 国内存在 | WOAH | 薬物治療 (国内) | ワクチン (国内) | ワクチン (国外) |
|---------------|--------------------------------------|-------|------|------|--------------|--------------|---------------------------|
| 細菌性腎臓病 (BKD) | <i>Renibacterium salmoninarum</i> | | ○ | | | | カナダ、チリ、USA |
| レンサ球菌症 | <i>Streptococcus iniae</i> | 海水 | ○ | | ○ | | |
| せっそう病 | <i>Aeromonas salmonicida</i> | 淡水・海水 | ○ | | ○ | | USA, カナダ、チリ、オーストラリア、ヨーロッパ |
| ビブリオ病 | <i>Vibrio anguillarum</i> | | ○ | | ○ | ○ | |
| | <i>Vibrio ordalii</i> | | ○ | | ○ | | |
| 細菌性鰓病 | <i>Flavobacterium branchiophilum</i> | 淡水 | ○ | | 塩水浴 | | |
| カラムナリス病 | <i>F. columnare</i> | 淡水 | ○ | | | | USA |
| 細菌性冷水病 | <i>F. psychrophilum</i> | 淡水 | ○ | | ○ | | |
| レッドマウス病 | <i>Yersinia ruckeri</i> | 淡水 | △ | | | | USA, カナダ、ヨーロッパ |
| ピシリケッチア症 | <i>Piscirickettsia salmonis</i> | 海水 | | | | | チリ |
| Wound Disease | <i>Moritella viscosa</i> | 海水 | ? | | | | ノルウェー、UK、アイルランド、アイスランド |

| | | 感受性宿主 | | | | | 特定疾病 | WOAH | ワクチン |
|------------------|---------|-------|----------|------|-------|------|------|------|----------------------------|
| | | ニジマス | タイセイヨウサケ | ギンザケ | 在来サケ科 | 国内存在 | | | |
| 伝染性臍臓壊死症 | IPNV | ○ | ○ | | | ○ | | | ノルウェー、チリ、UK、カナダ、USA |
| 伝染性造血器壊死症 | IHNV | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | カナダ |
| ヘルペスウイルス病 | SalHV-2 | ○ | | ○ | ○ | ○ | | | |
| 赤血球封入体壊死症 (EIBS) | PRV-2 | | | ○ | | ○ | | | |
| ウイルス性旋回病 | WDV | ○ | | ○ | | ○ | | | |
| レオウイルス感染症 | CSV | | | | ○ | ○ | | | |
| ウイルス性出血性敗血症 | VHSV | ○ | ○ | ○ | | | ○ | ○ | |
| ヘルペスウイルス感染症 | SalHV-1 | ○ | | | | | | | |
| 流行性造血器壊死症 | EHNV | ○ | | | | | ○ | ○ | |
| 伝染性サケ貧血症 | ISAV | ○ | ○ | | | | | ○ | ノルウェー、チリ、アイルランド、フィンランド、カナダ |
| アルファウイルス感染症 | SAV | ○ | ○ | | | | ○ | ○ | ノルウェー、チリ、UK |
| サケポックスウイルス症 | SGPV | | ○ | | | | | | |

日本のサーモン養殖業の主な形態

①小規模海面養殖業

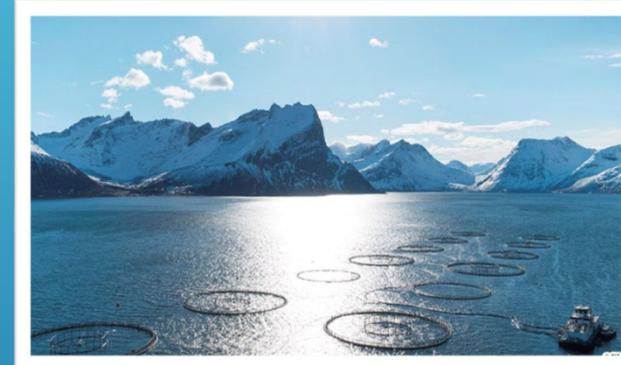
- ・ 一辺10メートル程度の小型のいけすを使用
- ・ 基本的に毎日海に出て、給餌やメンテナンスを人の手で行う
- ・ 家族経営が主流。漁協により区画漁業権を免許される

②大規模海面養殖業

- ・ 最大で直径50mほどの大型のいけすを使用
- ・ 給餌や管理は遠隔で行う
- ・ 企業経営が主流

③循環式陸上養殖 (RAS)

- ・ 水をろ過・殺菌して循環させながら陸上で行う
- ・ 無菌の環境で、工場のように魚の管理を行う
- ・ 維持コストが大きく、大企業による資本の提供が主流



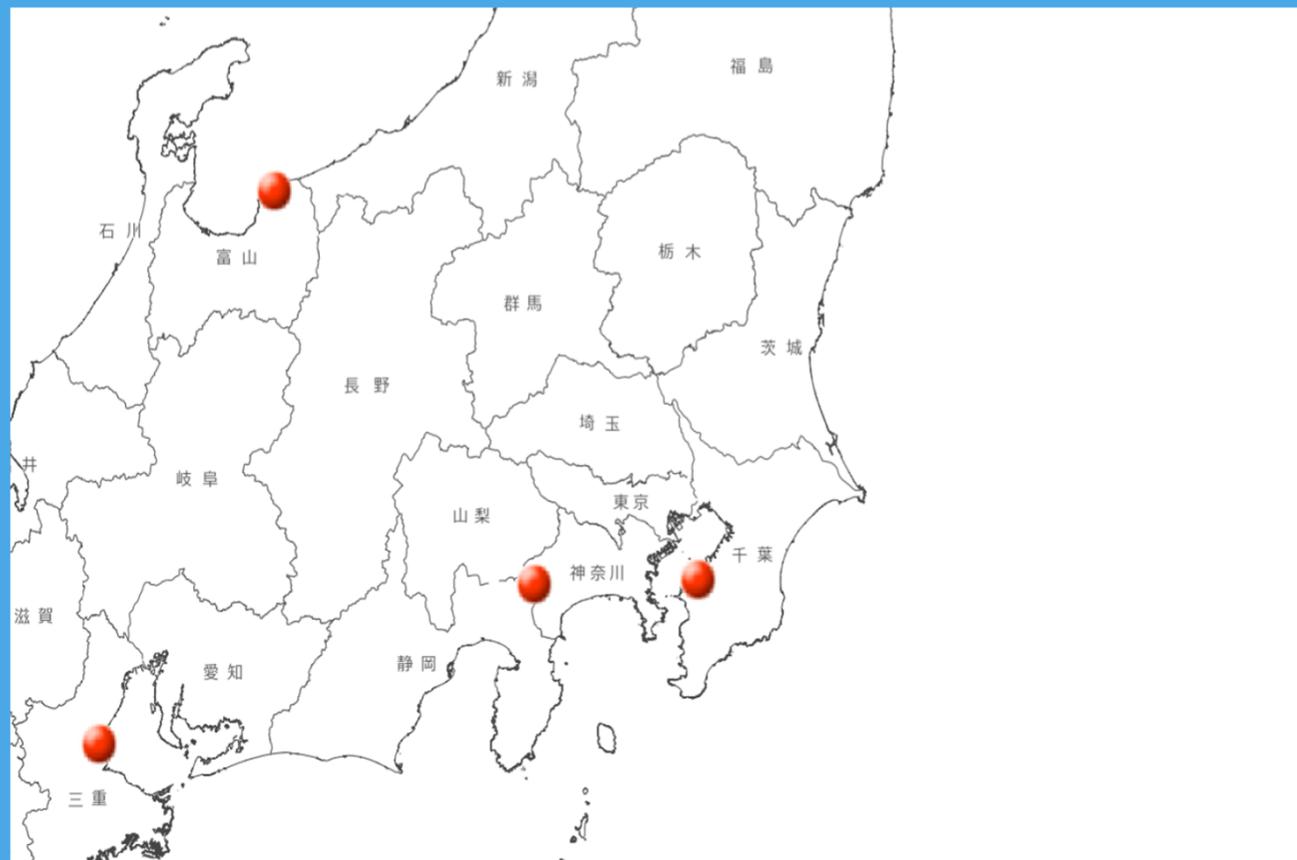
<https://umito.maruha-nichiro.co.jp/article56/>



<https://frd-j.com/en/projects-en/>

増える陸上養殖施設

- アトランド・三菱商事系
富山県入善町 2500トン
- FRDジャパン・三井物産系
千葉県木更津市 3500トン
- プロキシマー・丸紅系
静岡県小山町 5300トン
- ピュアサーモン・伊藤忠系
三重県津市 10000トン



フィールドワーク

▶ 小規模海面養殖

志津川漁協・宮城県南三陸町

▶ 大規模海面養殖

日本サーモンファーム・青森県今別町

▶ RAS（陸上循環型養殖）

アトランド 富山県入善町



志津川漁協（小規模海面養殖）



ゲ10

写真!!!!!!!!!!!!!!

ゲスト ユーザー, 2024-01-15T05:44:14.564

日本サーモンファームの養殖

- オカムラ食品工業(親会社)
 - 2005年～デンマークで養殖開始
 - 日本での養殖のノウハウ獲得
- 魚卵輸入元：アメリカ、カナダ
- 魚種：トラウトサーモン

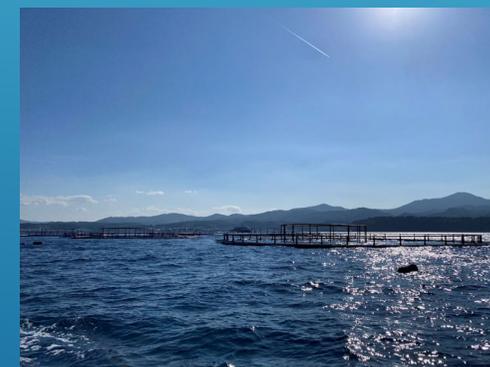
- 深浦について
 - 世界遺産「白神山地」から流れるミネラル豊富な水

- 今別について (2021～)
 - 環境への配慮：日本で初めてASCサケ基準の認証を取得
 - 北西の強い風から守られる地形
 - 井戸水（淡水）



養殖の形態形態@日本サーモンファーム

| 年数 | 1年目 | | | | | 2年目 | |
|------|-------|-----|---------------------|---|-----------|-----------------|-----|
| 月 | 11月 | ～ | 2月 | ～ | 11月 | ～12月 | 3月頃 |
| 生育段階 | 発眼卵 | → | 稚魚 | | → | 成魚 | |
| 育成場所 | 室内孵化場 | — | 陸上プール (4×20×1.5) | — | — | 海面生簀 (直径40m) | 水揚げ |
| g | | ～5g | | | ～300-400g | | 3kg |



各育成段階における魚病対策

孵化場



- 室内の結露防止
- 職員の履物交換、消毒

屋外陸上プール



- 鳥対策の網網
- RAS
 - バクテリア使用バイオフィルター
 - **閉鎖循環(新しい水 10%/日)**
 - 地下水使用
- 職員の履物交換、消毒

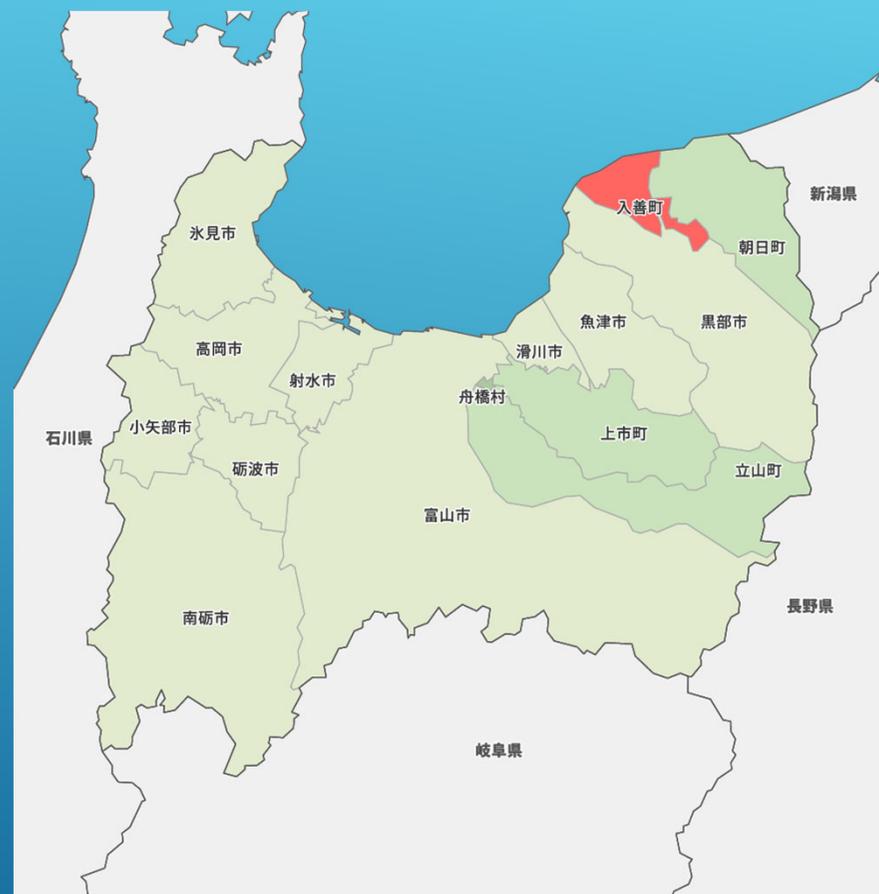
海上生簀



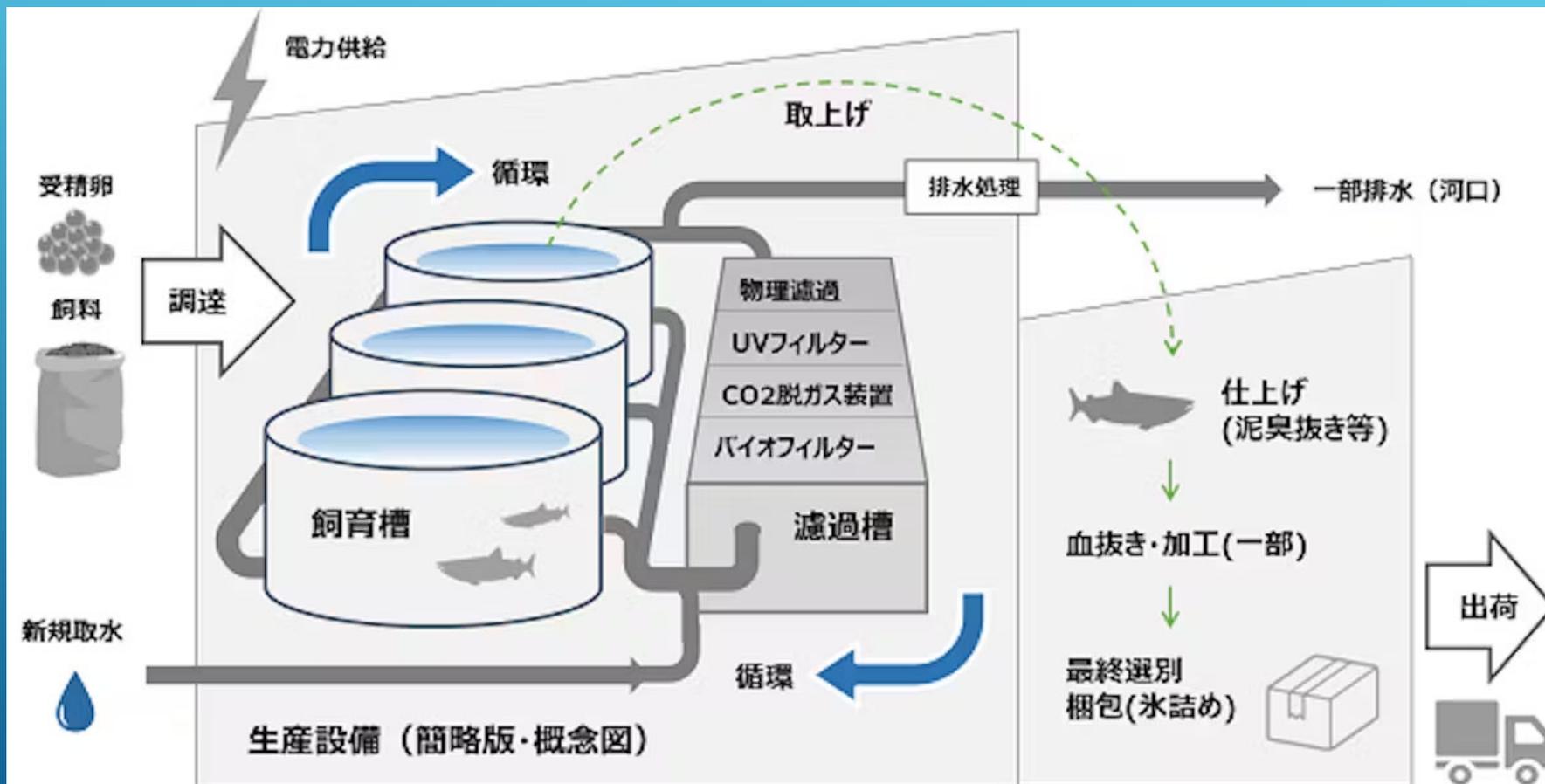
- 鳥対策の網
- **水中遠隔操作可能カメラ**

アトランド社のサケ養殖概要

- 養殖場所：富山県入善市
- 魚卵輸入元：アイスランド（RAS）
- 魚種：アトランティックサーモン
- 入善について
 - 黒部川の伏流水（淡水）と
富山湾の海洋深層水（海水）



ATLAND社の設備計画内容



RAS養殖

- ▶ 防疫に関する専門家が常駐していない。
 - ▶ マニュアルはあるが、地域雇用が中心
 - ▶ 周辺に類似の養殖場ができた場合の防疫の難しさ
 - ▶ ワクチンを使うことを考えていない
 - ▶ 規制で、ワクチンは使ってはいけないと認識していた
 - ▶ 魚卵をアメリカとカナダからしか輸入できない
 - ▶ 日本と二国間協定を結んでいる国
 - ▶ デンマークとの二国間協定を政府に依頼
- 見えてきた問題
 - 今後考えられる対策

各養殖形態の比較

| | 小規模海面 | 大規模海面 | RAS |
|----------------|------------------------|--------------|-------------------|
| メリット | 初期投資が少ない 裏作も可能 | 生産量が多い | 環境変化に強い 漁業権が不用 |
| デメリット | 優良な海面が残っていない 生産が少ない | 優良な海面が残っていない | 初期投資・エネルギーコストが多い |
| 魚病への強さ (予想) | 個々では弱い 全体ではリスクが分散？ | 被害が多い | 基本強いが一度病気が入ると弱い？ |

実地見学により見えてきたこと

～マリンバイオセキュリティの実態及び意識差～

マリンバイオセキュリティの実態

近年は目立った魚病被害はない

| 社名 | アトランド社 | 日本サーモンファーム | 志津川漁協 |
|---------|--------------|--------------|-------------|
| 魚種 | アトランティックサーモン | トラウト（ニジマス） | ギンザケ |
| 経営母体 | 総合商社・水産企業 | 食品加工企業 | 系列 |
| 経営形態 | 会社 | 会社が漁協に加入 | 漁協に加入した家族単位 |
| 成魚の養殖形態 | RAS | 大規模海面 | 小規模海面 |
| 種苗の養殖形態 | RAS | RAS | かけ流し |
| 発眼卵の輸入元 | 海外 | 海外（アメリカ・カナダ） | 国内（北海道）、海外 |
| 種苗の由来 | 単一 | 単一 | 複数 |
| ワクチン使用 | × | △ | ○ |
| 利用する淡水 | 伏流水（循環） | 井戸水（循環） | 河川水（かけ流し） |
| 利用する海水 | 海洋深層水 | 海水 | 海水 |

養殖形態ごとのマリンバイオセキュリティ意識

▶ どの見学地点でも魚病対策は一定程度取られていたが、方針は全く異なっていた

▶ 小規模（志津川漁協）

病原体はあるものとして、出荷量を上げる
ワクチン（ビブリオ）

▶ 大規模（日本サーモンファーム）

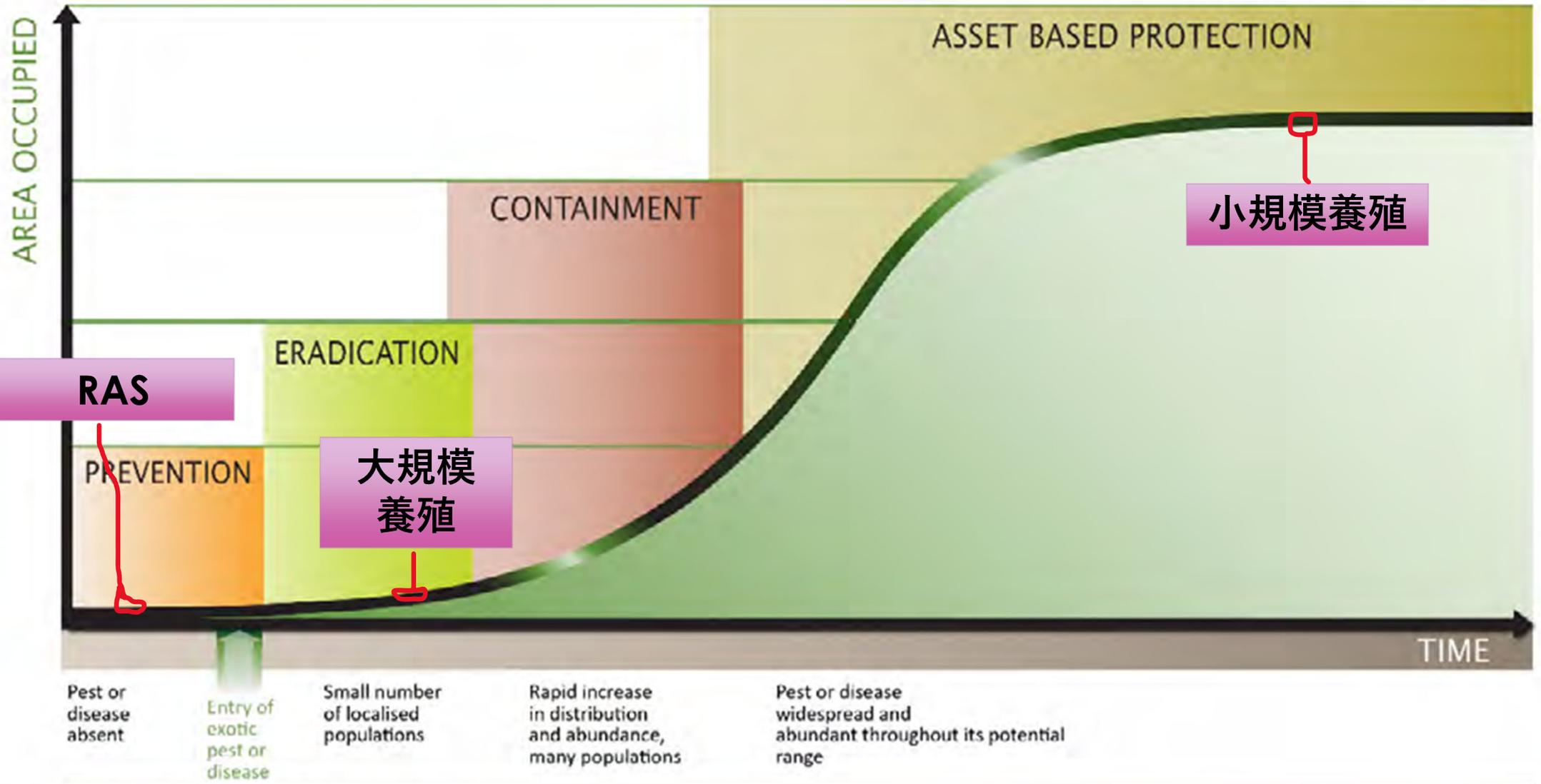
病原体の少ない場所に設置、生存率を上げる
立地・ワクチン

▶ RAS（アトランド）

病原体を入れないことに注力
(そもそも病原体は入ってこないという想定)
逆にワクチンや薬は考えていない

GENERALISED INVASION CURVE SHOWING ACTIONS APPROPRIATE TO EACH STAGE

Version 1.0: 30 APR 2009



養殖業全体が抱える課題と対策

- それぞれの養殖業の未来
- 防疫体制の不足
- 種苗輸入の問題・国内種苗について
- 規制の必要性
- 海外での養殖業に関する法整備

それぞれの養殖様式について

- ・ マリンバイオセキュリティの視点なら...
→RASが最適解
- ・ 漁村振興や海面監視の視点なら...
→小規模養殖を残すべき
- ・ 食料生産・消費者への安定供給の視点なら...
→大規模養殖を残すべき

- ・ メリットとデメリットが各養殖様式にあるが、それぞれが補い合っている。
→一つの養殖に絞るのではなく、利点を生かしてバランスをとっていく

防疫体制の不足

- ▶ バイオセキュリティーの計画を立てている施設はなかった
発生後の対処では手遅れなことも
- ▶ どの養殖場もかかりつけ水産獣医師はいなかった
- ▶ 企業と行政の情報共有に問題あり
企業は県の水産試験場に連絡せず、社内で完結させる傾向
- ▶ 国が保有している水産情報が漁民にいきわたっていない

種苗輸入の問題

- ▶ どの事業者も一定数の種苗を海外から輸入していた
- ▶ 種苗輸入が抱えるリスク
 - ・ 外国から病気が持ち込まれるリスク
(輸入時の検査は全数検査ではない)
 - ・ 安定生産
(二国間協定を結んでいる国が少ないため、輸入禁止になったら安定生産が難しくなる)

なぜ国産の種苗が使われないのか

▶ 現場から聞こえてきた質の低さの声

- ・ 現在の支援事業：種苗生産一事業当たり2500万円、全体で9億円に過ぎない（R5年）
- ・ 国内の既存の種苗生産場と海外とは技術レベルが大きく異なる
→ 品種改良が進んでいない・小規模で供給が不安定・技術力

▶ 国内種苗は系統が不明かつ雑多、病気の危険性も高い

▶ そもそも国内種苗でも外国産を入れていた

→ 国内はの種苗生産は小規模なので、近親交雑を防ぐためである可能性

**大型の補助金投下、または公共事業として大型の種苗生産施設を増やす努力が必要
（系統の保存・無病種苗の生産・品種改良（高生産性・高温））**

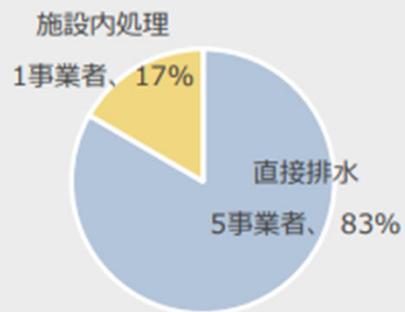
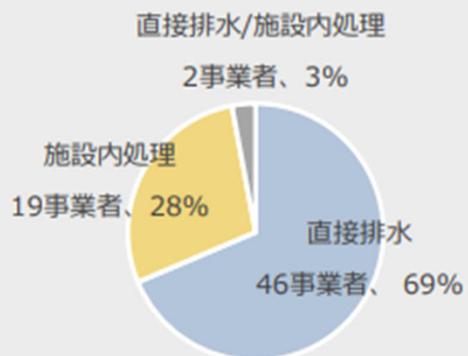
規制の必要性

● 排水方式

- ・ 魚類、貝類、甲殻類の排水方式は、**約3割が施設内処理**
- ・ 藻類の排水方式は、**約2割が施設内処理**

魚類・貝類・甲殻類

藻類



- ▶ 現状は排水規制がない
- ▶ 直接廃水の事業者も多い

RAS型養殖は届出制に（R5～）

▶ 透明性は一定程度向上した。

▶ 更に許可制にすべきでは？

（種苗から病気が広まるリスク・排水から広まるリスク）

<https://www.jfa.maff.go.jp/j/saibai/yousyoku/attach/pdf/taishitsu-kyoka-9.pdf>

令和5年4月1日からスタート

陸上養殖業が届出制になります！

「内水面漁業の振興に関する法律」に基づき、陸上養殖業が届出養殖業として定められました。

Q. 届出制の対象となる陸上養殖業は？

A. 次のような陸上養殖業が対象になります。

食用の水産物を、

- 海水や、淡水に塩分を加えた水等を使用して養殖しているもの。
- 閉鎖循環式で養殖しているもの。
- 餌や糞等を取り除かずに排水しているもの。

※餌や糞等の除去には、柵や網を設置する等の簡易な方法も含まれます。

対象外となるもの

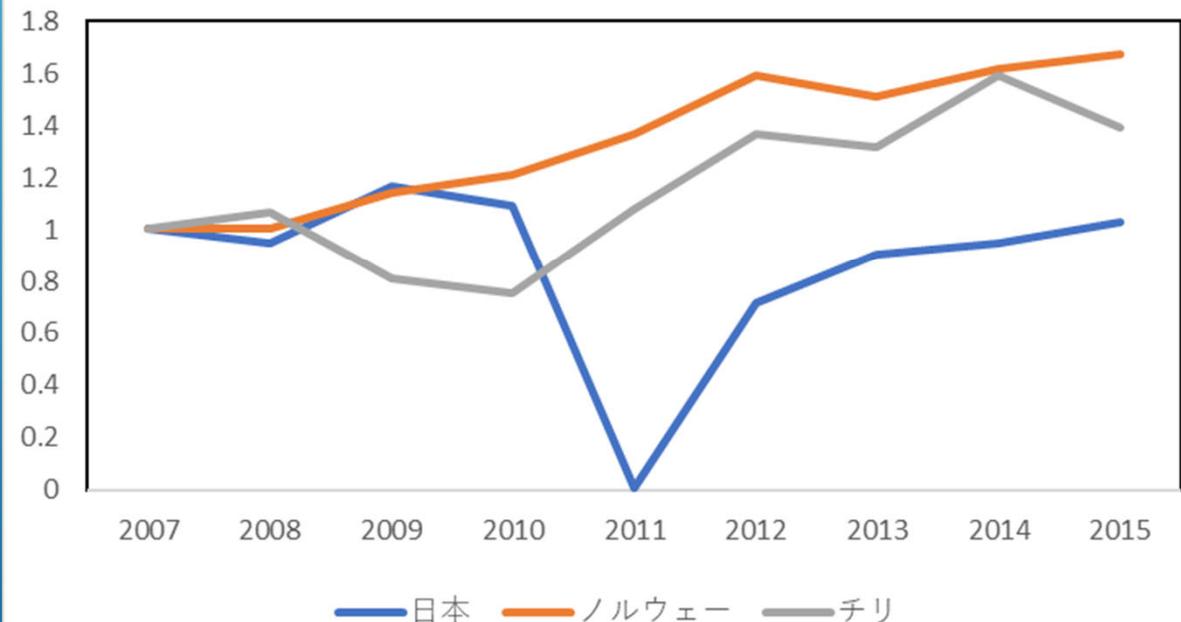
- 種苗生産
- マス、アユ、コイ等の淡水掛け流し式養殖、ウナギ養殖 等は対象外です。



海外の規制例（ノルウェー,チリ）

- ▶ ノルウェーのライセンス制
 - ・ライセンス取得には排水、底質などの条件をクリアする必要がある
 - ・ライセンスごとに最大許容生物量（MTB）が設定されている
- ▶ チリのライセンス制
 - ・魚病関連の規制法が存在
 - ・密度基準、ゾーン制
- ▶ 寡占が進んでいる

サケ養殖量の推移



2007年生産量を1とする

海面漁業生産統計調査（ギンザケ）、チリ水産庁HP（salmon）、ノルウェー水産庁HP(salmon)より作成

日本の法制度

- ▶ ライセンスが存在しない
- ▶ 区画漁業権が中心で、漁協を中心とした閉鎖的な漁場管理
⇒ 漁民は場所から養殖形態を選ばざるを得ない
(例えば、温暖化したから宮城から北海道へ移って養殖を続けるというのは許されない)
- ▶ 今後養殖業が集約化していくうえでは適切な規制が必要
(密度制限、排水規制、種苗規制)

私たちが導いた結論

- 養殖業の形態は一つに絞るのではなく、それぞれの利点を活用してバランスよく生産していく
- 種苗輸入には病気を持ち込んでしまうリスクがある
 - 品種改良を進め、種苗の質を向上させる
 - 国内に大型の種苗生産施設を増やす
 - 政府から大型の補助金が必要
- ライセンス制度や排水規制などの法整備が必要

ご清聴ありがとうございました

