

## 事前に参加者からいただいた質問事項と回答

### 水産増養殖産業イノベーション創出プラットフォーム サーモン・陸上養殖勉強会

#### ①国内 RAS の市場動向

今後、国内で RAS が広がる場合になにか法的な障壁がありそうか？

⇒陸上養殖の設置に関する法的な規制はないと思われます。排水に関することでは水質汚濁防止法がありますが、排水規制の対象は、特定事業場から公共水域に排出される水と地下への浸透水です。特定事業場とは水質汚濁防止法の規制となる事業場であり排水基準は1日排水量が50kl以上の特定事業場に適用されておりますが、現在、養殖場は特定事業場には指定されておられません。指定された場合、BOD、COD、浮遊物質、全窒素、全リンが対象としてなり得る可能性はあります。また、地方公共団体には上乘せ基準を定めているようです。

一方、RAS のみではありませんが海外からのサーモン等種苗等を導入するにあたっては、水産資源保護法の検疫に関する項目が該当すると思われます。

【事務局】

②ノルウェーでのサーモンの陸上養殖の実施例、実施目的、メリット・デメリット、採算性等をご教示頂きたい。

⇒第3回サーモン・陸上養殖勉強会でもノルウェー等の海面養殖と陸上養殖のメリット・デメリットが回答されております（会員限定です）。海面でのライセンス料の高騰とウオジラミなどの寄生虫からの回避にメリットが示されている一方で、水源の水に関する問題や設備費、電気代についてのデメリットが紹介されています。

[http://www.fra.affrc.go.jp/cooperation/knowledge\\_platform/membersonly/salmon\\_sub/3rd\\_session/files/4.pdf](http://www.fra.affrc.go.jp/cooperation/knowledge_platform/membersonly/salmon_sub/3rd_session/files/4.pdf)

（P12を参照ください）

昨年の回答の抜粋も記述いたします。

・（現時点では難しい）陸上養殖の競争優位性獲得の課題：

環境面へのインパクトが小さいという側面と市場アクセスの容易性では圧倒的に有利であり、またきれいな水が豊富にある我が国にとって魅力ある陸上養殖ですが、コスト面では現時点では海面養殖のコストに匹敵することは難しく、以下の課題があります。

①陸上養殖の競争優位性獲得の課題／高止まりする設備費：

ノルウェーでも石油産業の低迷からエンジニアリング業界からの人材が多く養殖業界へ転職していると聞きます。我が国でも造船・石油化学産業の凋落は著しく、世界的にも優秀である人材が行き場を失っています。こうしたエンジニアリング技術を活用して、我が国でエネルギー効率が高く、信頼性の高い陸上養殖プラントを生み出すことはそう難しくないでしょう。ところが、エンジニアリングの費用効率という意味では特筆すべきものがありませ

ん。CAD/CAM ソフトウェアに国産は無く、最新鋭の CAD/CAM ソフトウェアを活用した生産技術・製造管理技術の進展において、我が国は競争劣位にあると考えています。また一般的に、ロボティクスの導入をはじめとして生産技術革新への投資はここ数十年低調で、量産技術・施工技術も課題です。日本のエンジニアリング企業の多くは個別原価計算が基本で、量産に向けた見込み生産型の生産管理が不得手です。経営管理技術にも課題を持っています。これらを乗り越えてヴェオリア社の RAS2020 のような製品のパッケージ化を行い、量産によってエンジニアリング費用を希釈することで設備費が低減されることが求められます。

②陸上養殖の競争優位性獲得の課題／陸上養殖に適した品種開発：

大きく変動する自然環境を相手にする海面養殖とは異なり、陸上養殖は飼育環境を一定にできることが強みです。閉鎖的な陸上養殖の環境では、海面養殖で懸念される寄生虫（ノルウェーでは海シラミ＝フナ虫）やアメーバ（タスマニア海域）などの外的要因からくる魚の死亡率が低い反面、種々の病気が蔓延するリスクは海面養殖よりも高いと言えます。薬や化学薬品を使った対処が一般的ですが、長期的には陸上養殖は飼育環境に最適化された病気への耐性の高い品種の開発が望まれます。天然魚では卵から孵化した海産魚の仔稚魚が成魚になるまで育つ確率は、0.01-0.1%。それが自然というもの。捕食されず、技術が確立されたとされるマダイの養殖ですら 40%ほどの稚魚はストレスによる共食いや病気・寄生虫などで生き残れません。品種改良が進めば魚の生存率は海面養殖に比べて圧倒的なものとなり、死亡率を 5%かそれ以下にすることも可能です。これによって歩留まりが上がるので、費用対効果は海面養殖に比べて有利なものになります。

【第3回サーモン・陸上養殖勉強会回答再掲】

採算性については調べきれれておりません。

【事務局】

③サーモン養殖を行う上で、生産性を上げる最新技術について

・サーモン陸上養殖事業への大型参入が増えているが、今後の見通しについて（供給過多にならないのか）

⇒サーモンの国内需要については約 1, 996 億円の輸入額があるとともに、まだまだ需要が見込めるとい話もあります。さらに、このコロナ禍という状況で「密を避けたレジャー」の動向としてマス釣り堀の需要があり、国内の海面サーモン用種苗不足の話も聞こえています。今後も需要については高止まりしていると思われる。

【事務局】

④緑色 LED 光用いたホシガレイの促成栽培で光の強さや電気代の目安が知りたいです。

⇒総合討論等で清水グループ長が回答します。

⑤素人で申し訳ないのですがサーモンの養殖に関して飼料（餌）を製造するにあたって

配合比率で動物性の餌と植物性の餌を混合した場合でんぷん質（ジャガイモ等）挿入したい場合、分解酵素は飼料に配合すればできるのかどうかをお聞きしたいです。植物性の材料を

入れるのは難しいでしょうか？

⇒通常、飼料にもスターチは 20%程度入っております。また、造粒するために小麦粉などを用いている場合もあります。このほかギンザケにおいては米粉を配合飼料に混ぜて餌を作り、養殖し出荷しているものもあります。魚種事に植物性の材料の要求性は異なると思います。

【事務局】

飼料原料の約半分は植物性由来のものになります。植物性由来として大きく①脂質源、②タンパク源および③バインダーの3つに分類されます。

①の脂質については消化性よりも脂肪酸組成（魚油なら EPA や DHA が多いが植物油には含まれていません）を考える必要があります。消化については考える必要がありませんのでここでは除外でよいと思います。

②のタンパク源として用いられる植物性由来の原料は主に大豆油粕とコーングルテンミールになります。コーングルテンミールはコーンからコーンスターチを精製した際に発生する副産物となります。また、大豆油粕は名前の通り大豆から油を搾油した際の残渣となります。ともに消化性は課題があり、大豆に関しては成長阻害因子も含まれるので取り扱いには注意が必要です。その消化性を改善するため消化酵素は検討課題に上がることもあります。製造工程の熱で失活したり、造粒後に噴霧するにしても多くの液体消化酵素は水ベースで油と混ざらず、後工程の油添加時に混ぜることもできないといった製造工程上の問題もあります。このような理由から、植物性のタンパク源を用いる時には魚の状態や水温などを鑑みて配合率を決定しておりました。

次に③のバインダー（つなぎ）として用いられる植物原料ですが、これは小麦粉とタピオカになります。Wheat flour（CP16%）などは CP（粗タンパク質）を期待してではなく 60%ほど含まれるデンプン質を期待して配合されております。

これについては加熱で十分にバインダー力を引き出せるため酵素などは特に必要ありません。セルラーゼ分解酵素などもありますが、そもそも肉食魚類は炭水化物の利用能が低いと言われており、低分子に分解したところで利用できないといった見解もあります。どのようなバインダーと使うかは世界中で立地条件などにより大きく異なります。

日本では小麦粉といえば製粉会社が食用の 1 等粉、2 等粉を製粉した後の 3 等粉、4 等粉（末粉）を指しますが、ヨーロッパでは全粒粉になります。タピオカもキャッサバ由来で産地は東南アジアなので日本ではよくつかわれますが、海外ではあまり見ないと思います。

ジャガイモ由来のデンプンもあるにはありますが、値段が高く特殊な物性を求められる飼料以外に使うことはあまりないと思います。

【PF 会員の飼料専門家からの回答】

⑥今回は陸上養殖が主体のように思いますが海上養殖での問題点などがわかれば教えていただけませんか？

⇒海面養殖では、台風などの天災による波浪の影響、潮通しが悪い漁場では給餌による自家汚染や赤潮発生による死亡と損害などが問題になっております。

また、生け簀を設置するのに適した水深があり、魚類養殖ができる水温の期間の長い場所で、区画漁業権が設定できる（関係漁業者等との調整が図られている）海面の確保というのも海上養殖での課題です。また、気象の影響（台風や大雨赤潮の発生等）を受けるところです。餌のコストや人件費に関してはどちらも同様にかかります。

（第3回サーモン・陸上養殖勉強会の資料にもございます）

[http://www.fra.affrc.go.jp/cooperation/knowledge\\_platform/membersonly/salmon\\_sub/3rd\\_session/files/2.pdf](http://www.fra.affrc.go.jp/cooperation/knowledge_platform/membersonly/salmon_sub/3rd_session/files/2.pdf)

【事務局】

⑦日本の漁業ビジネスについて（ノルウェーのように国を挙げての新ビジネスへ発展する可能性は？現在の日本の補助金制度では、次世代には繋がらない）

⑧事業性の追求について

⇒日本の漁業ビジネスについては各社いろいろなお考えがあると思われます。日本の補助金制度として、国としては漁業収入安定対策事業において収入が減少した漁業者の経営を支えるために積み立ての基金の積み増しなどを行っています。この養殖版積み立てぷらすは（2008年4月～）養殖業者と国が1：3の割合で資金を積み立て出荷価格の下落による減収を補填する制度で①養殖共済（物損保険方式）への加入と②持続的養殖生産確保法で漁場改善計画への参加・遵守が要件になっています。また、減収に対しては、基準収入は過去5年で最大・最小を除いた5中3の平均収入で算出されそれを下まわった時に支援される仕組みになっています。このため生産費用をまかなうことが出来るかなど課題はあると思われます。事業性の追求については企業として行っているため利益の追求は目指されていると思います。

【事務局】

⑨ノルウェーのサーモン養殖事業におけるグローバル展開

⑨(追加7\_27) ・ノルウェーサーモンの養殖魚種、今後の魚種拡大を考えているかなど

⇒廣田の講演の中でお聞き下さい。

今後の魚種ではないがノルウェーは海藻養殖に力を入れていくという話も多数出てきております。下記のリンクなどをご参考にしてください

[https://r-tsushin.com/journal/europe/norway\\_2019\\_8.html](https://r-tsushin.com/journal/europe/norway_2019_8.html)

<https://www.theexplorer.no/stories/ocean/algae-a-sustainable-circular-resource-for-the-future/>

<https://www.seafoodsource.com/news/aquaculture/op-ed-how-the-seaweed-industry-could-grow-in-norway>

<https://thefishsite.com/articles/kelp-farming-a-great-opportunity-for-northern-norway-and-the-world>

【事務局】

⑩最近、外資系企業が大規模な陸上養殖施設を日本国内に設置し、サーモンの養殖を進めており、今後日本のサーモン養殖が値段という部分では競争に負けてしまうのではないかと危惧しています。このような状況の中で、日本の養殖業はどのような差別化を図り、すみわけすべきなのでしょう？もしくは、外資系企業の陸上養殖への参入規制が図られることはあるのでしょうか？ぜひ、お聞きしたいです。

⇒日本の養殖業はどのような差別化をするかについては、第3回サーモン・陸上養殖勉強会の質問でも回答をしております。まず前提として、国内に輸入されている鮭鱒類としては①ノルウェー産アトランティックサーモン(生)、②チリ産トラウト(冷凍)、③チリ産ギンザケ(冷凍)の3種類があります。海面養殖の国産サケマス類がどこまで競争力を持てるかについてですが、②③に対しては国産サケマスでも同等以上の競争力を持てる可能性があります。一方、①については難易度が上がります。国産サケマスというと、具体的には国産ギンザケか、国産トラウトということになるかと思います。特徴としては、水温が18度以下となる12-6月のみが海面養殖期間となるため、収穫サイズが小さいことと、収穫が4-6月に固まることが国産サケマスのネックです。

サイズが小さいことについては、種苗選択や給餌機の活用等で克服できてきており、②③とそんなサイズでの収穫が可能になってきています。一方で収穫期が4-6月に固まってしまうことは避けられないので、一年中供給するためには冷凍する必要が出てきます。②③はもともと冷凍ですから、サイズ面で同レベルまで育てることができれば、十分に戦えます。①は一年中生鮮で輸入されてきますので、国産冷凍サケマスが同じ土俵に立つためには、冷凍しても品質が落ちないような技術や、高水温でも飼育可能な育種(日本の海面でも周年生産を可能にする)等が必要になるかと思います。

【第三回サーモン・陸上養殖勉強会回答再掲】

海外のサーモンは大規模化、育種、省人化、低価格な電気代等に支えられ、非常に原価を抑えた生産ができています。日本国内での競争優位性に限れば①「新鮮さ」、「フレッシュ」が切り口だと思います。ノルウェーからサーモンが日本に入ってくるには空輸を使っても水揚げから2~3日程度です。さらに船便を使った場合であれば凍結であり、(解凍処理)、加工後、国内輸送、小売り陳列を施さなければなりません。

それ故に国産サーモンは「新鮮さ」、「フレッシュ」が優位になると思われます。この他②国内の在来のサケマスでの差別化もありますが、これに関してはまだ新しく未知数です。一方、輸出となった場合、世界的に競合するのは「アトラン(太平洋サケ)」、「サーモントラウト(海面ニジマス)」で、このほかは「ギンザケ」くらいです。

魚種的な特徴と違いはノルウェーから空輸されるアトランは、味は良いが、身が柔らかく冷凍には不向き、空輸されるため高価格となります。しかしながら、サーモントラウトは凍結・解凍しても生食に耐えられるので冷凍輸送が可能という特徴があります。ギンザケは身が柔らかいため生食用の冷凍は不向きです（切り身材としての冷凍はあり）。

日本国内のサーモン養殖はギンザケが生産量のおおかたを占めて、近年海面ニジマスが伸びつつあります。こうした現状を踏まえると、生食用の生鮮ニジマス・ギンザケであれば、リードタイム、空輸費用で北欧、南米より地理的に有利なアジア圏に空輸して、北欧アトランに対応できる可能性はあると思います。沖縄空港等の HUB 機能を活用すれば、ギンザケなら仙台空港から羽田、沖縄、沖縄で通関し翌朝 6 時までにはアジア圏内に到着するため豊洲とほぼ同じ魚が提供可能です（第 3 回ブリ類養殖振興勉強会資料を参照ください）。

なお、サーモン養殖を垂直統合型で手がけているオカムラ食品は、ベトナムに加工場を持っていることもあり、当初から海面ニジマスの冷凍を海外に出す（加工も含めて）ことを念頭に置いているようです（第 2 回サーモン・陸上養殖勉強会資料参照）。

海面ニジマスの発色（消費者受け）と冷凍輸送のコストを考えるとアジア圏では空輸のアトランに対応できる可能性はあると思われます。しかしながら、日本でアトランティックサーモンが生産されるようになると状況はまた一変すると思われます。アジア向けの高鮮度なアトランが提供されるとともにカーボンフットプリント等に配慮された生産ができることで国産サーモンにとっては新たな競争相手になる可能性は大きいと思われます。

外資系企業の陸上養殖への参入規制については①国内 RAS の市場動向でも回答しておりますが、「陸上養殖における参入規制はない」のが現状だと思います。

【事務局】

⑪ヒラメを養殖しています。LED の効果に興味があります。

⇒総合討論の中で清水グループ長が回答します。

⑫最近の陸上養殖に関する弊害、問題点があれば教えて欲しい。

⇒陸上養殖の研究担当に問い合わせましたが弊害については気になった動きなどはないとのことでした。問題点としては従来から言われている、施設整備のインシャルコスト、電気使用料等のランニングコストが高額（最大のネック）であることと併せて経済的な収益性が見込めるかということが課題となっている。

基本的には平成 25 年に水産庁がとりまとめたものから大きな違いはないと思います。

<https://www.jfa.maff.go.jp/j/saibai/yousyoku/arikata/pdf/4-3-2docu.pdf>

【事務局】

なお、実際に取り組まれたりする場合は必ずご自分で調査した上で取組下さい。この回答については事務局等が調べておりますが責任は負いかねます。



