

イサダからの高付加価値素材の製造技術

試験研究計画名：三陸産イサダを全利用した高付加価値素材の効率的生産体系構築

地域戦略名：岩手県産水産物の高付加価値化と販路の拡大（三陸産イサダの機能性成分抽出・加工技術開発による新産業創出と漁業者収入向上）

研究代表機関名：（公財）岩手生物工学研究センター

地域の競争力強化に向けた技術体系開発のねらい：

オキアミ漁業が、数万トンスケールで商業的にできる漁場は世界に3海域しかなく、三陸は世界的にも貴重なオキアミ漁場です。三陸地域で漁獲されるツノナシオキアミは体長2cmほどのオキアミ類の一種で、地元ではイサダと呼ばれています（写真1）。イサダ漁（写真2）は1970年代から行われ、主な用途は養殖魚の生餌と釣りの撒き餌で、最盛期には岩手県、宮城県、福島県、茨城県で10万トン以上を漁獲し、100円/kg以上で取引されてきました。しかし、養殖産業とレジャー産業の変化によって生餌の需要が低下し、イサダ冷凍ブロックの需要減少が続き、価格維持のために漁獲制限が実施されました。東日本大震災前には4県合計で漁獲枠を4万5千トンに制限したにもかかわらず、単価は55円/kgと大幅に低下してしまいました。東日本大震災発生後は安価な中国産オキアミが輸入されるようになり、国産イサダ冷凍ブロックの養殖生餌需要がほとんど消失し、漁獲量が2万1千トン、浜値が38円/kgとなり、市場が大幅に縮小してしまいました。毎年春先の3月から4月に安定した漁獲が見込めるイサダは、三陸漁業者の安定収入源であり、最盛期には1隻あたり2,000万円近い売り上げが見込める魚種でした。三陸沿岸では季節に応じて様々な魚種を対象にして漁業が行われていますので、三陸水産業の持続性に大きく貢献してきました。震災前で売り上げ額は980万円/隻ほどありましたが、それが震災後5年の平均売上額は572万円/隻まで低下しました。燃料費や人件費、漁船の維持費用等を考慮したイサダ漁の損益分岐点は約1,000万円/隻と見積もられており、岩手県における操業隻数は震災前の102隻から震災5年後の平成28年には51隻まで半減してしまいました。イサダの需要増加は三陸水産業にとって喫緊の課題です。



写真1. イサダ



写真2. イサダ漁の様子

本研究開発では、イサダの用途を拡大して需要を増やすために、イサダから高付加価値素材を製造する技術の開発に取り組みました。イサダには、オメガ3高度不飽和脂肪酸であるエイコサペンタエン酸（EPA）やドコサヘキサエン酸（DHA）を豊富に含有するオイルや、アスタキサンチンや、動物試験で脂肪燃焼促進効果や脂肪肝抑制効果、動脈硬化抑制効果があることが判明したオキアミ特有の新規機能性

成分である 8-ヒドロキシエイコサペンタエン酸 (8-HEPE:8 ヒープ)、動物性蛋白質、甲殻類特有の旨味・香味成分など健康維持に優れた成分が豊富に含まれています。そこで、イサダに含有される 8-HEPE の健康維持に優れた機能性とその含有量の多い漁獲時期を調べました。また、機能性脂質、動物性蛋白質、旨味・香味成分を効率的に分離・精製し、高付加価値素材として製造する技術を開発しました。

技術体系の紹介：

1. 8-HEPE の機能性と素材化

イサダには 8-HEPE というオキアミに特有の新たな健康維持に優れた機能性成分があります。イサダを健康食品やサプリメントの原料として活用していくための鍵となる成分です。そこで、8-HEPE の健康機能性に関する実証試験と 8-HEPE の素材化技術の開発に取り組みました。

高コレステロール食の摂取によって動脈硬化等の症状を発症するモデルマウスを用いて 8-HEPE の機能性評価を行いました。この動物実験によって、動脈硬化の抑制、血糖値の抑制、LDL (悪玉) コレステロールの抑制と HDL (善玉) コレステロールの増加、肝臓脂肪の抑制効果があることが分かりました。8-HEPE は生活習慣病の予防に高い効果が期待できる新たな機能性成分です。しかも、8-HEPE はオキアミに含まれている食経験のある成分です。さらに安全性を確認するために、8-HEPE 濃縮素材の毒性試験を実施したところ、急性毒性試験の上限値 (2,000mg/kg) を摂取しても毒性は観察されませんでした。しかし、このままでは利用しづらいので 8-HEPE 濃縮素材の用途を拡大するため、簡単に食品に添加できる粉末化技術も開発しました (写真 3)。



写真 3. 8-HEPE 濃縮素材

2. 機能性素材原料に適したイサダの漁獲時期と保存法

イサダ漁は毎年 3 月から 4 月に行われます。この漁期中のどの時期に漁獲したイサダが機能性素材の原料として適しているのか、漁獲されたイサダの脂質含有量を指標に調べました。また、イサダを安定供給するための保存法についても調べました。イサダ漁が始まる 3 月初旬の脂質含有量は 2%未満でしたが、3 月下旬から 4 月下旬にかけて脂質含有量が次第に増加し、3 月初旬に水揚げされたイサダに対して 4 月初旬に水揚げされたイサダの脂質含有量は 1.5 倍以上も多くなることが分かりました (表 1)。イサダから機能性素材を製造する際、脂質含有量の多いイサダを原料に用いることが歩留まりを高めるために重要です。

イサダの漁期は限られていますので、これらの機能性素材を通年製造するためには、イサダを冷凍保存して安定的に供給する必要があります。そこで、冷凍温度と保存期間、イサダオイルの状態について調べました。現在、水揚げされたイサダの 2 ~ 3 割が加水された後に凍結され、 -30°C で保存されます。加水または無加水でイサダを凍結し $-30 \sim -50^{\circ}\text{C}$ で保存したところ、加水凍結し -30°C で保存したイサダでは、オイルの分解が進んでしまいました。一方、 -40°C 以下で冷凍保存すれば、加水凍結でも無加水凍結でもオイルの分解を 20%以下に抑えて、1 年間冷凍保存できることが判明しました。4 月に水揚げされたイサダを -40°C 以下で冷凍保存することにより、安定してイサダを通年供給することができます。

表 1. イサダにおける漁獲時期とオイルおよび 8-HEPE の含有量

漁獲時期	オイル含有量	8-HEPE含有量
2月 後半	1.7 ± 0.3 %	10.8 ± 3.8 ppm
3月 前半	1.6 ± 0.2 %	8.2 ± 3.5 ppm
4月 前半	2.1 ± 0.4 %	9.7 ± 5.6 ppm
4月 前半	2.6 ± 0.3 %	14.5 ± 7.1 ppm
4月 後半	3.0 ± 0.4 %	12.5 ± 7.1 ppm

3. 遠心分離によるイサダオイル、イサダミール、イサダエキスの生産技術の開発

イサダに含まれる機能性オイル、動物性蛋白質を豊富に含むイサダミール、甲殻類特有の旨味・香味成分を含むエキスを素材化するために、遠心分離技術を開発しました（特願 2018 - 070235 号）。冷凍イサダブロックを原料にしてイサダオイル素材（写真 4）、イサダミール素材、イサダエキス素材を一度に製造することができます。イサダオイルは、サプリメントや機能性食品原料として、イサダミールは人の動物性蛋白質源として、養殖魚や家畜の高機能飼料として活用できます。イサダエキスからは、亜臨界（高温高圧）処理することで生臭さを低減して、海老風味と香ばしさを高めた調味料を作ることができます。



写真 4. 粉末イサダオイル素材

4. アルコールを用いたイサダオイル、8-HEPE の生産技術の開発

イサダに含まれる機能性成分であるリン脂質型 EPA・DHA、アスタキサンチン、8-HEPE を抽出し素材化するために、アルコール抽出と濃縮技術を開発しました。8-HEPE は、動物試験で脂肪燃焼促進効果や脂肪肝抑制効果、動脈硬化抑制効果があるオキアミ特有の新規機能性成分です。しかし、8-HEPE はイサダにおける含有量が 10ppm（1kg 中に 10mg）程度と極めて少なく、漁獲する時期によって含有量も変動します。そこで、イサダの 8-HEPE 含有量を増やす技術を開発しました。イサダの湿重量に対して 2 倍の水を添加して 20℃で 20 時間ほど攪拌することで、イサダに含まれる EPA が 8-HEPE に変換されて 8-HEPE 量を約 40 倍に増やすことができます。アルコールを用いて抽出・濃縮したイサダオイル（写真 4）や 8-HEPE 含有素材は、サプリメント原料として利用できます。また、アルコール抽出後の残渣は、動物性蛋白質源として飼料としても利用できます。



写真 4. アルコール抽出イサダオイル

技術体系の経済性は：

経営改善効果

岩手県において東日本大震災前に 7,500 トンほどあった養殖魚の餌としてのイサダ需要は震災後にほぼなくなり、震災前に約 11,000 トンあった釣り餌としてのイサダ需要も、震災後は 200 トン/年のペースで減少し続けています。イサダ冷凍ブロックの需要増加は現状では見込めませんが、乾燥イサダ等の食品需要は増加しています。岩手県におけるイサダの食品需要は、震災前の 400 トンから平成 31 年には約 1,300 トンまで増加しています。しかしながら、この食品需要の伸びは、冷凍ブロックの需要の減少を補うほど増えていません。イサダ漁再興には、食品・健康食品やサプリメントの機能性素材として

イサダ需要を創出する必要があります。本製造技術体系を用いることで、冷凍イサダから残渣を出さずにオイル、8-HEPE、ミール、エキスを効率的に製造することができます。また、8-HEPE の認知度を高めることにより、イサダの用途拡大と需要増加を図ることができます。

本事業参画民間企業によって令和 6 年には、乾燥イサダとして年間約 180 トン、大船渡に建設された新工場によるオイル、8-HEPE、ミール、エキスの製造により年間約 900 トン、合計約 1,100 トンの新たな需要が創出されると予想しています。

現在、岩手県では年間約 1 万トンのイサダの漁獲がありますので、約 1,100 トンの新たな需要を創出することによって 10%ほど需要が増加することになります。平成 31 年度のイサダの平均単価が約 55 円/kg ですので、金額としては 6,000 万円ほど水揚げ金額の増加が見込まれます。現在イサダ漁をしている漁船数は 51 隻ありますので、イサダ漁をしている漁船 1 隻あたりに換算すると約 120 万円の水揚げ金額の増加に繋がります。

経済的な波及効果

今後、イサダ 8-HEPE の健康機能性に関する人介入試験を行い、健康増進に効果があることが実証されれば、さらに需要が増加すると考えられます。国内のみならず、北米においてクリルオイルは、サプリメントとして数百億円規模の大きなマーケットがありますので、海外へ輸出することも期待できます。さらに、健康食品素材としてイサダの知名度向上によって、乾燥イサダなどの既存製品の販売促進効果も期待できます。また、大船渡に建設されたクリルオイル工場の稼働によって、冷凍加工業者などイサダに関連する加工業への波及効果も期待されます。

こんな経営、こんな地域におすすめ：

イサダの水揚げされる地域（岩手県・宮城県）での導入を想定して技術体系を開発しました。東日本大震災前にイサダ漁の行われていた、福島県、茨城県へも導入できます。また、本製造技術体系はイサダ冷凍ブロックを原料としています。イサダ冷凍ブロックは -40°C 以下で冷凍保存すれば、加水凍結でも無加水凍結でもオイルの分解を 20%以下に抑えて、1 年間冷凍保存できますので、基本的には日本全国どこでも生産が可能な製造技術体系となっています。

技術導入にあたっての留意点：

冷凍イサダブロックからのイサダオイル、イサダミール、イサダエキス素材の分離抽出には、破碎装置、インキュベートするための反応タンク、遠心分離装置、殺菌装置が必要になります。遠心分離で得られるイサダオイル素材は乳化状態のオイル素材ですので、粉末素材化には噴霧乾燥装置が必要です。サプリメントオイルとしてのイサダオイル、8-HEPE 素材の製造にはアルコールでの抽出と濃縮が行える設備が必要になります。設備に関しましては個別に最適化を図る必要がありますので下記お問い合わせ先にご相談ください。

研究担当機関名：(公財) 岩手生物工学研究センター、岩手県沿岸漁船漁業組合、(株) 國洋、(株) 川秀、京都先端科学大学、(国) 香川大学、(学) 岩手医科大学、岩手県工業技術センター

お問い合わせは：(公財) 岩手生物工学研究センター

電話 0197-68-2911 E-mail isada@ibrc.or.jp

(学) 帝京科学大学

電話 03-6910-1010 E-mail hyamada@ntu.ac.jp

執筆分担 ((公財) 岩手生物工学研究センター 山田秀俊 (現所属: (学) 帝京科学大学 生命環境学部))