

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 14 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K05903

研究課題名(和文) 育種・染色体操作を用いたサケ科魚類の魚卵アレルギー低減化の試み

研究課題名(英文) Attempts to reduce fish roe allergenicity of salmonids meat and organs using breeding and chromosome manipulation techniques

研究代表者

清水 裕 (Shimizu, Yutaka)

北海道大学・水産科学研究院・技術専門職員

研究者番号：00374629

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、熟したメス個体を持つ「卵黄タンパク質前駆体の混入に起因する、筋肉の喫食による魚卵アレルギー発症リスク」を抑制した魚類の生産を目指し、魚類養殖の分野で生産効率向上を目的として活用されている、三倍体化などの染色体操作による生殖能力を持たない魚類(不妊魚類)について検討した。その結果、通常体よりも魚卵アレルギーの含有量が極めて少なく、魚卵アレルギー低減化魚類となり得ることを明らかとした。

また、不妊魚類の市場流通が実現した際には、含有魚卵アレルギーの管理が必要であることを考慮し、ペーパー分析デバイス法による魚卵アレルギー定量系の構築を試み、従来法よりも大幅な測定時間短縮に成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

染色体操作技術は、主として養殖効率の向上などによるコスト低減を目的として活用されてきた。それゆえ、染色体操作による低アレルギー化生物種の作出は、過去に例のない試みであり、低アレルギー化食品が持つ高コストという問題を解決試みでもある。また、並行して開発した魚卵アレルギー定量系は、従来法よりも短時間、低コストであり、他の低アレルギー化食品に応用すれば、低アレルギー化を保証するための品質管理の低コスト化や精度の向上が可能である。

このように本研究で得られた知見は、先染色体技術の新たな活用法を提示し、低アレルギー化食品の生産性の向上に繋がるものであり、学術的、社会的に深い意義を持つ。

研究成果の概要(英文)：Muscles of mature female fish contain a precursor of yolk protein, which puts them at risk of developing fish roe allergy. The purpose of this research is the production of fish with reduced fish roe allergenicity that do not secrete yolk precursor. Therefore, we investigated fertile fish which made by chromosomal manipulation such as triploidization, which are generally used for the purpose of improving production efficiency in the field of fish farming. As a result, it was found that the content of yolk precursor was much lower than that of normal fish, and that it could be a fish with reduced fish roe allergenicity. In addition, considering the need to manage fish roe allergens when infertile fish are marketed, we attempted to construct a fish roe allergen quantification system using the paper-based analytical device, and succeeded in greatly shortening the measurement time compared to conventional methods.

研究分野：食品化学

キーワード：食物アレルギー 低アレルギー化 魚卵 不妊性魚類 染色体操作 ビテロジェニン アレルギー検知系 ペーパー分析デバイス

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 魚卵アレルギーの増加

水産物は我が国の重要な食糧資源であると同時に、主要な食物アレルギーの原因食品として、リスク評価の対象となっている。中でも、本申請の研究対象であるサケ・マス類は日本で最も消費量の多い水産物であり、その肉と卵は共にアレルギー表示制度の対象品目に含まれる。それゆえ、サケ・マス類のアレルギーリスクの評価には、肉と卵、両方のアレルゲンを考慮する必要がある。特に魚卵は、乳幼児の新規発症数において、鶏卵や乳製品など世界的に患者数の多いアレルギー原因食品を上回っており(1歳で2位、2,3歳で1位、平成23年消費者庁調査)、代表的魚卵であるシロザケ卵(いくら)の喫食リスクの軽減は、食物アレルギー全体のリスク軽減に大きく貢献する。

(2) 魚肉喫食に伴う魚卵アレルギー発症リスクの存在

いくらをはじめとする魚卵の、主要アレルゲンである β -コンポーネント(以下、BC)は、メス肝臓で合成される卵黄タンパク質前駆体(ビテロジェニン:以下、Vg)の一部である。Vgが血流を介して肝臓から卵母細胞に移行した後、酵素によって開裂し、その断片の一つがBCとなる。申請者らは、VgがBC様のアレルゲン性を示すことを見出した。この知見は、Vgを含む血液が混入した肉や内臓の喫食によって、魚卵アレルギー患者が諸症状を発症する可能性が高いだけでなく、魚肉の摂取による魚卵アレルギーへの感作(健常者がアレルギーを発症し患者となる事)を誘引することを示している。それゆえ、魚肉がVgを含有するという事実は、魚卵アレルギー患者の食生活だけでなく、健常者の健康にも影響を及ぼす可能性があるため、解決すべき課題である。

(3) 生産現場レベルで使用可能な魚卵アレルゲン検知系の不在

現在、日本の食品分野で使用されているアレルゲン検知・定量系は、主にELISAやPCRである。これらは、使用に際して、専用の反応容器に対応した分光光度計やサーマルサイクラーなどの専門的機器や長い操作時間が必要であり、養魚場や比較的規模の小さな食品工場などで使用することは極めて困難である。これは、次節で述べる、低アレルゲン化魚類の養殖において、適切な品質管理の手法が存在しないことを意味しており、本研究の目的達成の妨げとなっている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、魚卵アレルゲンを含まない魚肉の安定供給に必要な技術の開発である。本件計画では、その目的達成のため、以下に述べる二つの小目標を設定して研究を進めた。

(1) 魚卵アレルゲンを含まない魚類作出法の確立

魚卵様のアレルゲン性を持つVgは性成熟に伴って分泌される。それゆえ、性成熟をしない魚類であればVgを分泌せず、魚卵アレルゲンを低減化した魚類として扱える可能性が高い。そこで、養殖効率の向上などを目的とした品種改良の手段として古くから使用されている染色体操作技術に注目し、染色体の三倍体化や異種交雑によって作出された、生殖能力のない魚類(以下、不妊魚)を作出・収集し、そのVg分泌状態について検討を行った。

(2) 食品製造現場で使用可能なレベルで安価かつ簡便なVgの検知・定量系の開発

前述のように、養魚場など、低アレルゲン化魚類の生産現場での使用に適した検知・定量系は存在しない。そこで、近年開発されたペーパー分析デバイス¹⁾の技術を使用、一般的に使用されているELISA以上の勘弁・迅速さの獲得を目指して開発を進めた。ペーパー分析デバイスの操作フローを図1に示す。

ペーパー分析デバイスは、ろ紙を基材とする小型、軽量、薄型の自動流れ分析デバイスである。このデバイスには、試料がながれる流路が含まれている。流路は紙繊維であり、流路の外側には疎水性材料(ワックスなど)を含浸させているため、流路外に液が染み出ることはない。流路に導入した検体は、紙繊維による毛管現象によって流れながら、流路の途中に塗布された試薬(抗体、酵素、基質)と反応し、流路末端で分析反応が完了する。このような特性からペーパー分析デバイスは魚卵アレルゲンを簡便に検出するための有力な候補になりえる。なお、本研究におけるペーパー分析デバイスの構築は、魚卵アレルゲンに対するデバイス構築に関する知見の取得を主目的としている。それゆえ、対象は不妊魚ではなく、日本において最もメ

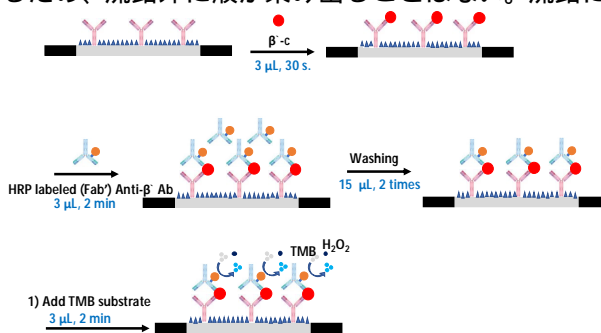


図1 本研究で構築したペーパー分析デバイスの操作フロー

ジャーなアレルギー原因魚卵であるシロザケ卵とし、使用した抗体や精製抗原も、先行研究で作成したものを使用した。

3. 研究の方法

(1) ニジマス BC に対する抗体の作成と総 Vg 定量系の構築

不妊魚中の Vg の定量を目的とした Vg 定量系を構築した。こちらは、後述のペーパー分析デバイスと異なり、構築が比較的容易な ELISA を基本原理として構築した。

まず、通常体ニジマスの卵から BC を精製し、これをウサギに免疫し、その血清から抗ニジマス BC 抗体（以下、a-RTB）を得た。さらに、得られた a-RTB を使用したサンドイッチ ELISA を構築した。検出感度は通常体ニジマスの精製 BC を使用して測定した。

(2) 対象魚類の入手・作出

本研究では、日本におけるアレルギー原因魚卵の中で最も報告が多い魚種であるシロザケ（イクラ）の近縁種であり、養殖魚としての実績が多い鮭鱒類の不妊魚を対象として研究を行った。対象とした不妊魚は、不妊化手法によって 2 種類に分けられる。一つは、受精卵の高水温処理によって三倍体化した不妊性三倍体ニジマス（以下、3-RT）である。これは、北海道の養鱒場から供与を受け、実験に供した。

もう一つは、異質三倍体である。これは、本来は生存不可能な交雑種を、三倍体化することで生存性の回復を行った三倍体で、基本的に生殖能力を持たない。本研究では、まずニジマスの卵とサクラマスあるいはブラントラウトの精子を受精し、これらの受精卵に高水温処理を施すことによって三倍体化することで、ニジマスとサクラマスの雑種（以下、雑種 RM）と、ニジマスとブラントラウトの雑種（以下、雑種 RB）の 2 種を作出し、実験に供した。

(3) 対象魚類の持つ魚卵アレルギー性の評価

まず、対象魚から、筋肉、肝臓、腎臓、生殖腺、加えて個体によっては血液を採取した。次に、食品からのアレルギー抽出における公定法²⁾に則って、それらから抽出物を調製した。そしてそれらの抽出物を、a-RTB を使用したイムノプロットティング（以下、IB）によって Vg の分解状態の確認と定量を行った。さらに、前述の総 Vg 定量用の ELISA 系に供し、分解によって生じた Vg 断片も含めた総 Vg 量を測定した。なお、Vg 定量時の検量線の標準物質にはニジマスの BC を使用することで、BC 相当量として数値化した。

アレルギー性の評価に際して、基準値は次のように定めた。食品衛生法におけるアレルギー表示精度において、³⁾対象となる食品の含有量が、「食品 1 g あたり数 μg を超える」場合に表示の対象となると定められている。そこで、魚類組織 1 g に魚卵 10 μg に相当する BC が含まれている場合にアレルギー発症リスクがあると定義した。先行研究により、ニジマス卵 1 g 中の BC 量は約 25 mg であることが判っているため、本研究では 0.25 $\mu\text{g}/\text{g}$ を超える総 Vg が検出された個体をアレルギー発症リスクがあると判断した。

(4) Vg 検知定量を目的としたペーパー分析デバイスの開発

ペーパー分析デバイスは、主に、ろ紙を基材とし、流路は紙繊維からなり、流路の壁はワックス材がコートされた繊維またはワックスが繊維の隙間を埋めたものからなる。本研究では、ペーパー分析デバイスの流路を作製するため、ワックスをインクの主成分とするオフィスプリンター（Xerox 製）を用いて、流路パターンを A4 版に裁断したろ紙に印刷した。その後、120 の乾燥機で 2 分加熱した。この操作により印刷によりインクが載らなかった部分が流路となる。流路パターンは画像描画ソフトを用いてパソコンで設計した。

使用に際して、ペーパー分析デバイスに事前に抗体などの試薬を保持しておく必要がある場合には、ろ紙基材に作製した流路に試薬溶液を所定量塗布し、所定時間、所定温度で乾燥させることで、ある程度の期間、即座に使用可能な状態を維持することが可能である。

実際の測定においては、構築したペーパー分析デバイスに、試薬および BC 標準試料を添加し、所定時間反応させ、デジタルカメラでデバイスの画像を撮影した。画像解析ソフトにて、撮影した画像から発色領域の RGB 値を抽出し、これを演算することにより発色強度として CMYK 表色系のシアン値を算出し、これを BC の定量値に換算した。

また、このペーパー分析デバイスも 3-1 で述べた ELISA と同様に、標準資料にシロザケ BC を使用し、Vg を BC 相当量として定量することを前提に構築を進めた。

4. 研究成果

(1) a-RTB の作成と Vg 定量用 ELISA の構築

精製したニジマス BC をウサギに免疫し、a-RTB を作成した。3 ヶ月で 6 回のブースター免疫により、十分な力価が得られたため、これを用いて Vg 定量系を構築した。構築した Vg 定量用 ELISA の検出感度は、検出限界が 0.054 $\mu\text{g}/\text{g}$ 、定量下限が 0.139 $\mu\text{g}/\text{g}$ （いずれもニジマス BC 相当量）であった。定量下限値が、前述のアレルギーリスク判断の基準値を下回っていることから、十分な感度が得られたと判断し、以下の測定に使用した。

(2) 3-RT の魚卵アレルギー性の評価

出荷サイズ(1.5~2.0kg)となった3-RTおよび対照群として用意した通常体ニジマスの各組織のVg含有量を調査した結果を表1に示す。調査した23個体中の5個体の組織から基準値を超える総Vgが検出された。これら5個体はいずれも生殖腺が卵巣様に発達していることが、魚体開腹時に目視で確認されていた。特に、No.21~23の個体は、通常体のメスの放卵時期と近い状態にまで成熟が進んでいた。また、No.12と13の生殖腺細胞をヘマトキシリンエオシンで染色した結果を図2に示す。Vgが検出されなかったNo.12とことなり、Vgが検出されたNo.13では明らかに卵細胞様に成熟が始まっており、卵黄球期程度の発達が認められた。

表1 ニジマスの各組織に含まれる総Vg量

3-RT					通常体・オス				
個体No.	筋肉	生殖腺	肝臓	腎臓	個体No.	筋肉	生殖腺	肝臓	腎臓
1	N.D.	N.D.	Trace	Trace	1	N.D.	Trace	N.D.	Trace
2	Trace	Trace	Trace	Trace	2	Trace	Trace	Trace	Trace
3	N.D.	N.D.	Trace	N.D.	3	Trace	Trace	Trace	Trace
4	Trace	Trace	N.D.	N.D.	平均	Trace	Trace	Trace	Trace
5	Trace	Trace	Trace	Trace					
6	Trace	Trace	Trace	Trace					
7	Trace	Trace	Trace	Trace					
8	Trace	Trace	Trace	Trace					
9	Trace	Trace	Trace	Trace					
10	Trace	0.699	Trace	Trace					
11	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.					
12	N.D.	Trace	Trace	N.D.					
13	N.D.	7.095	1.213	0.800					
14	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.					
15	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.					
16	Trace	Trace	Trace	Trace					
17	N.D.	Trace	Trace	Trace					
18	Trace	Trace	Trace	Trace					
19	N.D.	Trace	Trace	Trace					
20	Trace	Trace	Trace	Trace					
21	Trace	6.789	Trace	Trace					
22	0.248	9.275	9.007	7.759					
23	N.D.	8.155	Trace	N.D.					
平均	Trace	1.470	0.547	0.457					

通常体・メス				
個体No.	筋肉	生殖腺	肝臓	腎臓
1	0.593	6.862	7.653	6.75
2	0.523	7.093	7.679	7.115
3	0.981	6.956	7.578	7.146
平均	0.699	6.970	7.637	7.004

N.D.: 検出限界以下、Trace: 痕跡量
各数値は、組織1gあたりのVg量(mg)
グレー部分は基準値を超えていることを示す

平均体重	1.94 ± 0.27 kg
平均全長	53.2 ± 2.0 cm

そこで、これらの個体の3倍体化が失敗している可能性を考慮し、これら5個体の生殖腺の倍数性を測定した。その結果、No.22の相対DNA量が2nとなっており、通常体である事が判明した。しかし、他の個体の相対DNA量は3nであり、三倍体である事が確認された。

以上の結果は、不妊性三倍体として作出・飼育された個体群であっても、三倍体化に失敗により一定数の通常体が混在していることを示している。さらに、三倍体化が成功した個体であっても、成熟して基準値を超えるVgを含有する個体が、一定数存在することも同時に示している。

これらの知見より、市場流通する不妊性三倍体ニジマス中にもVg分泌個体が存在するため、現状では魚卵アレルギー低減化魚類として扱うことは困難であることが判明した。しかし、三倍体のVg分泌量は通対よりも少量であり、生殖腺の発達の目視確認が可能であったため、出荷時にVg含量チェックするシステムを構築することで低アレルギー化魚類として使用可能と判断した。

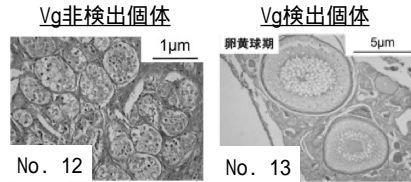


図2 三倍体ニジマスの生殖腺細胞発達状態

三倍体ニジマスの生殖腺を細胞切片にした後、ヘマトキシリンエオシン染色したものの

(3) 異種交雑魚類の作出と魚卵アレルギー性の評価

三倍体魚の交雑受精卵から、雑種RMで30個体、雑種RBで25個体の作出・生育に成功した。また、倍数性調査の結果、いずれも三倍体である事が確認された。

そこでこれらの雑種を、孵化後26ヶ月、および36ヶ月時点の各組織のVg含有量を測定した。ただし、雑種に関しては、3-RTと異なり、魚体が小さな段階でのサンプリングであるために生殖腺の発達が不十分であり、サンプリングすることができなかった。一方で、サンプリング設備が充実した施設での飼育であったため、3-RTでは不可能であった採血が可能であり、血液の測定を追加で行った。結果を表2に示す。

まず、基準値を超える総Vgが検出されたのは、32ヶ月の雑種RMのNo.14の肝臓のみであった。3-RTと比較するとVg分泌個体が少なく、魚卵アレルギー低減化魚類としての適性が高いと考えられる。特に、雑種RBの32ヶ月に関しては、体重が3-RTの出荷サイズに近く、繁殖効率が高い雑種だと判断した。

しかし、いずれの雑種においても、26ヶ月の血液から痕跡量を超える総Vgが検出されたが、32ヶ月の血液から検出された総Vgは最大でも痕跡量であり、26ヶ月の個体群よりも明らかに少ない。Vgは成長に従って分泌されるものであるため、32ヶ月の分泌量が26ヶ月よりも少なことは考えにくい。加えて、これらの雑種の飼育では、魚体サイズの増大に対応して、29ヶ月の時点で、飼育水槽と供給水、そして飼料を変更しているため、この現象は飼育環境に起因する可能性が高い。例えば、オスであっても、性

表2 異種交雑種の各組織に含まれる総Vg量

雑種RM: 孵化後26ヶ月					雑種RB: 孵化後26ヶ月				
個体No.	筋肉	血液	肝臓	腎臓	個体No.	筋肉	血液	肝臓	腎臓
1	N.D.	0.195	Trace	Trace	1	N.D.	0.144	Trace	Trace
2	N.D.	0.152	Trace	Trace	2	N.D.	0.149	Trace	Trace
3	Trace	0.160	Trace	Trace	3	N.D.	0.157	Trace	Trace
4	0.144	0.164	Trace	Trace	4	Trace	0.158	Trace	Trace
5	0.148	0.178	Trace	Trace	5	0.139	0.181	0.140	Trace
6	Trace	0.234	Trace	Trace	6	Trace	0.188	Trace	Trace
7	Trace	0.189	Trace	Trace	7	Trace	0.186	Trace	Trace
8	Trace	0.160	Trace	Trace	8	Trace	0.158	Trace	Trace
平均	Trace	0.179	Trace	Trace	平均	Trace	0.165	Trace	Trace

平均体重	0.454 ± 0.132 kg
平均全長	34.9 ± 4.5 cm

平均体重	0.503 ± 0.247 kg
平均全長	34.1 ± 6.1 cm

雑種RM: 孵化後32ヶ月					雑種RB: 孵化後32ヶ月				
個体No.	筋肉	血液	肝臓	腎臓	個体No.	筋肉	血液	肝臓	腎臓
9	N.D.	Trace	N.D.	Trace	9	Trace	N.D.	0.142	Trace
10	N.D.	Trace	Trace	Trace	10	Trace	N.D.	0.146	Trace
11	N.D.	Trace	Trace	0.142	11	N.D.	N.D.	N.D.	Trace
12	Trace	N.D.	Trace	Trace	12	N.D.	N.D.	N.D.	Trace
13	Trace	N.D.	0.147	Trace	13	N.D.	N.D.	Trace	Trace
14	Trace	N.D.	0.252	N.D.	14	Trace	N.D.	Trace	Trace
平均	Trace	Trace	Trace	Trace	平均	Trace	N.D.	Trace	Trace

平均体重	0.681 ± 0.101 kg
平均全長	38.0 ± 2.3 cm

平均体重	1.378 ± 0.386 kg
平均全長	45.1 ± 4.5 cm

N.D.: 検出限界以下、Trace: 痕跡量
各数値は、組織1gあたりのVg量(mg)
グレー部分は基準値を超えていることを示す

ホルモン様の汚染物質の影響で Vg を分泌する事や、⁴⁾市場流通する飼料にエストロゲン様の物質が含まれ、これに伴ってオス魚が Vg 分泌を起こす可能性があることが報告されている。⁵⁾それゆえ、変更前の環境のいずれかに、Vg 分泌を引き起こす要因があると判断し、現在検証を行っている。

(4) ペーパー分析デバイスの構築

流路への 1 次抗体の固定法の開発

ペーパー分析デバイスで BC の免疫分析を実現するため、まず流路(紙繊維)への抗体の固定化法を検討した。これまでに化学的に結合する手法が報告されているが、煩雑であった。そこで、抗原および抗体ともに入手が容易な抗 IgG 抗体および抗 HRP 抗体を用いて抗体を固定化する簡便な手法を検討した。その結果、抗体の基材への物理吸着を利用することで、固定化による抗体機能の低下を抑えた固定化法の確立に成功した。

続いて、本抗体固定法を多穴プレートのようなペーパー分析デバイスに適用し、BC の免疫分析系の構築に取り組んだ。そして、従来法(ELISA 法)と同等の検出感度を有しながら、分析時間を 1 日半から 1 時間に短縮できる分析系の構築に成功し、抗体固定のための本法の有用性を実証した。

BC の免疫分析のためのペーパー分析デバイスの開発

前節で確立した手法で抗体を固定化し、これに BC を含む試料、酵素標識抗体、発色試薬を順に加えて行う分析計の構築を試みた。反応条件を検討することにより、従来並みの感度の分析(検出感度:約 1 ng/mL)が従来よりも 1/10 の時間(約 20 分)で可能となった。さらに、操作手順と分析時間を短縮するデバイス設計を行い、反応条件を検討した。その結果、あらかじめ 1 次抗体が固定化されたペーパー分析デバイスを用いれば、4 ステップ、約 7 分で分析を完了することが可能となり、従来法(ELISA 法)と比較して簡便性および迅速性が著しい向上に成功した。

攪測定の自動化を目指したデバイスの改良

さらなる操作の簡便化を目指し、試料を導入するのみですべての操作が自動化されるペーパー分析デバイスの開発を試みた。まず、試料の流路に 1 次抗体を固定し、酵素標識 2 次抗体および呈色酵素基質を塗布乾燥により保持させた。さらに、抗原 抗体反応の時間を確保できるように所定時間流れを止めるため、既報を参考に流路の途中にグルコースからなるバルブを設けた。これは、流路に高濃度のグルコースを塗布したもので、グルコースが流れてきた試料に溶解するまでの間試料の流れを停止することができる。この処理により、グルコース濃度や塗布量によって流れを遅延させることが確認でき、手動操作の減少に成功した。今後、更なる改良により、完全な自動化に対応したデバイスの構築を目指す。

(5) 研究成果の総括

本研究の成果により、染色体操作によって得られた不妊性雑種の Vg 分泌は極めて少量であり、魚卵アレルゲン低減化魚類としての適性がある事が示された。一方で、不妊性魚類であっても、飼育水や飼料などの飼育環境に起因して、Vg を分泌する可能性がある事が示された。3-RT において雑種よりも Vg 分泌個体が多く確認された事も、飼育環境に起因する可能性がある。それゆえ、魚卵アレルゲン低減化魚類の実用化に向けた次の課題は、不妊魚の Vg 分泌を促す要因の特定と、それを制御・排除する方法の確立であり、これを解決することで、低アレルゲン化魚類の実用化が可能となるだろう。

また、ペーパー分析デバイスの開発では、従来の ELISA 法よりも測定時間の大幅な短縮に成功した。現在はシロザケを対象とした検証の段階だが、不妊魚を対象としたデバイスが完成すれば、不妊魚の飼育や流通時の Vg 含有調査において大きな助けとなることは確実であり、さらなる検討を進めていきたい。

参考文献

1. Komatsu T, et al. ACS Sens.2021;6:1094-102.
2. アレルギー物質を含む食品の検査方法について . 食発第 1106001 号 .
3. 食品表示基準 Q&A について . 消食表第 140 号 .
4. Jobling S, et al. Environ Health Perspect.1995 Jun;103(6):582-7.
5. Matsumotoa T, et al. Comp. Biochem. Physiol. 2004 Part C;139:147-52.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 渡辺彩希、石田慎太郎、笹岡友季穂、清水裕、東藤孝、平松尚志、趙佳賢、佐伯宏樹
2. 発表標題 不妊体ニジマスの魚卵アレルギーフリー食材としての有用性評価
3. 学会等名 令和4年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡辺彩希、清水裕、高橋英佑、藤本貴史、山羽悦郎、趙佳賢、佐伯宏樹
2. 発表標題 サケ科不妊性雑種における魚卵アレルギー発症リスクの評価
3. 学会等名 令和5年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	笹岡 友季穂 (Sasaoka Yukiho) (00825177)	地方独立行政法人北海道立総合研究機構・水産研究本部 網走水産試験場・主査 (80122)	
研究分担者	藤本 貴史 (Fujimoto Takafumi) (10400003)	北海道大学・水産科学研究院・准教授 (10101)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	平松 尚志 (Hiramatsu Naoshi) (10443920)	北海道大学・水産科学研究院・准教授 (10101)	
研究分担者	石田 晃彦 (Ishida Akihiko) (20312382)	北海道大学・工学研究院・助教 (10101)	
研究分担者	渡慶次 学 (Tokeshi Manabu) (60311437)	北海道大学・工学研究院・教授 (10101)	
研究分担者	佐伯 宏樹 (Saeki Hiroki) (90250505)	北海道大学・水産科学研究院・教授 (10101)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関