

令和 4 年 6 月 16 日現在

機関番号：25406

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2021

課題番号：18K13019

研究課題名（和文）メタボローム解析技術に基づいた魚肉の新たな品質評価法の実用化に向けた基礎的研究

研究課題名（英文）Basic research toward practical application of a novel quality evaluation method for fish meats based on metabolome analysis technology

研究代表者

馬淵 良太（MABUCHI, Ryota）

県立広島大学・生物資源科学部・准教授

研究者番号：00632671

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、GC-MSメタボローム解析手法を用いて魚肉の新たな品質評価法の有効性を評価した。前課題で、ブリ肉をモデルに魚肉の鮮度及び呈味を品質指標とした新たな品質評価系を構築した。本課題では、本評価系を用いて解決すべき課題であった「魚種差」、「長期貯蔵」、「調理」による影響を検討した。まず、長期貯蔵では、魚種に依存せず変化する成分としてプトレシンやフェニルアラニンなどを特定した。魚種に共通した品質を評価できる可能性が示唆された。一方、調理では、蒸し加熱をモデルとして検討した。その結果、魚種に共通してグリコール酸が加熱時間依存的に増加し、魚種共通の加熱履歴のマーカーとしての可能性を見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

魚は栄養価に優れており、摂取が推奨される食品の一つである。しかしながら、魚は品質劣化が著しく、品質を正確に評価することが求められる。品質を評価する方法は数多く考案されているがどれも一長一短である。本研究で開発したGC-MSメタボロミクスを用いた魚肉の評価系は、一次代謝成分プロファイルから魚肉の品質を評価可能である。魚の貯蔵や加熱による魚肉中代謝成分の変化を明らかにしたことは、学術的に意義がある成果である。また、魚肉の品質評価は、水産・食品業界にとって消費者が求める魚の鮮度やおいしさを評価できるため、社会的にも意義がある成果が得られた。

研究成果の概要（英文）：In this study, we evaluated the effectiveness of a novel quality assessment method for fish using a metabolome analysis based on GC-MS. In a previous project, this quality evaluation system was established using yellowtail meat as the model and fish freshness and taste as quality indices. In this project, the effects of fish species, long-term storage, and cooking style, which were problems to be resolved using this evaluation system, were examined. First, putrescine and phenylalanine were identified as components that change during storage, irrespective of fish species. It was suggested that it may be possible to evaluate quality consistently between fish species. In terms of cooking style, on the other hand, steaming was considered as the model in the investigation. The results showed that glycolic acid content increased with increasing heating duration and remained constant for different fish species, indicating its potential as a marker of heating history in several fish species.

研究分野：食生活学

キーワード：メタボローム解析 メタボロミクス GC-MS 一次代謝成分プロファイル 魚肉 品質評価 貯蔵試験 加熱調理

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

本研究の前課題(魚のメタボロミクスによる新たな品質評価法の開発:26750023)において、GC-MSを用いた水溶性一次代謝成分を対象としたメタボローム解析手法(以下、GC-MSメタボロミクス)を魚肉の新たな品質評価に応用した。前課題では、ブリ肉をモデルに実験系を確立し、筋肉部位判別分析、低温短期貯蔵(微生物の有意な増加が認められない条件)における鮮度予測モデルの構築と貯蔵によって変化する成分の推定を行った。さらにこの実験系を応用し、味覚センサーによる呈味度と一次代謝成分プロファイルの相関性解析から呈味と関連が高い成分を推定し、新たな呈味評価法として提案した。

これらの実験からGC-MSメタボロミクスは魚肉の新たな品質評価法としての可能性を見出したが、実用化に向けてはいくつかの課題が見つかった。そこで本研究では、実用化に向けた課題を解決するため、特に魚種差、長期貯蔵、加熱調理の影響について検討を行った。

2. 研究の目的

前課題で構築した魚肉の新たな品質評価法の実用化に向けて、明らかとなった課題を解決する目的で、魚種差、長期貯蔵、加熱調理の影響について検討した。特に既存の魚の品質評価法は、魚種の違いに大きく影響するため、本研究では、魚種の違いに依存しない魚肉の統一的な評価法の確立を目指した。

まず、魚種差については、入手した各魚種に対してGC-MSメタボロミクスに供し、未処理の条件での生の魚肉の魚種間の代謝成分プロファイルを評価した。長期貯蔵の影響は、マダイをモデルに実施した。一般生菌数および揮発性塩基窒素(VBN)を測定し、同一試料でGC-MSメタボロミクスを行い、鮮度や腐敗度と一次代謝成分との関係性を明らかにした。さらに、他魚種の貯蔵実験を行い、貯蔵の影響の魚種差を評価した。加熱調理の影響は、主に2つの実験を行った。1つ目は、食品衛生学的な殺菌を目的とした条件での加熱による影響を評価した。2つ目は、魚肉中の一次代謝成分プロファイルが加熱によって変化する時間(加熱閾値)を把握した。この実験は、魚種差も検討した。以上の実験によってGC-MSメタボロミクスが魚肉の新たな品質評価法としての有効性を評価した。

3. 研究の方法

(1) 魚種差の解析:計15種の普通肉をGC-MSメタボロミクスに供した。魚は入手後、出来る限り鮮度が劣化しない条件で処理し、分析まで-80℃で保存した。15種のデータを一覧化し、主成分分析(または判別分析)および階層的クラスター分析(およびヒートマップ)を行った。なお、貯蔵試験および加熱調理についての魚種差の解析は、それぞれの項に記載した。

(2) 貯蔵試験:低温長期貯蔵が魚肉の品質に及ぼす影響を解析するために、マダイをモデルに実験を行った。貯蔵したマダイの普通肉をGC-MSメタボロミクスにより評価するとともに、既存の腐敗指標である一般生菌数およびVBNを測定し、一次代謝成分プロファイルと比較検討し、腐敗の影響を反映するマーカー成分を探索した。次に、マダイのモデル実験の他魚種への適用可能性を検討するため、いくつかの魚種を使用し、貯蔵試験を行い同様にGC-MSメタボロミクスを行った。

マダイ肉の低温貯蔵による解析

供試魚として、養殖マダイ6尾を、無作為に3尾ずつ2つのグループに分け、0℃および5℃で貯蔵した。マダイのフィレをラップで包装し、密封袋に入れて62日間貯蔵した。経時的にサンプリングを行った。なお、貯蔵前の試料をコントロールとした。各試料は、微量拡散分析法によるVBN測定、混釈法で段階的に希釈し培養後、コロニーカウント法で一般生菌数を測定した。GC-MSメタボロミクスで得られたデータをx(説明)変数、貯蔵日数、VBN値、一般生菌数をy(応答)変数に、SIMCA 13を用いてOPLS回帰分析によってyとxの相関性を解析した。得られたモデルは、CV-ANOVAで有意差検定を行った。

他魚種での貯蔵試験

マサバ、サンマ、シロサケ、マガレイ、サクラマスを使用し、5℃で0-28日間貯蔵した。貯蔵試料はGC-MSメタボロミクスに供し、得られたデータ一覧を用いて、貯蔵日数との関係性をOPLS回帰分析で明らかにした。魚種差を考慮した貯蔵日数の予測モデルの構築と魚種共通に貯蔵で変化する成分を探索した。

(3) 加熱調理:加熱による魚肉の一次代謝成分プロファイルへの影響を解析するために2つの実験を行った。1つ目は、ブリの普通肉と血合肉をモデルに、食品衛生学的な殺菌を目的とした条件での影響を評価した。2つ目は、魚肉中の一次代謝成分プロファイルが加熱によって変化する時間を把握するとともに、異なる魚種で加熱履歴を反映するマーカー成分を探索した。

食品衛生学的な殺菌条件によるブリ肉への影響

活け締めにした養殖ブリを小売店から購入し、氷冷後、フィレにし2cm厚の切り身を作成し

た。切り身は、スチームコンベクションオーブンをを用い、スチームモード、蒸気量 100 で行った。加熱条件は、()中心温度 85 到達後、90 秒間温度保持(ノロウイルスの感染症を失活させる条件) ()中心温度 75 到達後 60 秒間温度保持(腸管出血性大腸菌 0-157 をはじめとする食中毒菌を死滅させる条件) ()庫内設定温度を 63 とし、30 分間加熱(低温長時間殺菌の条件)の 3 条件で、普通肉と血合肉を各条件で加熱した。なお、試料の中心温度が各条件の温度に達するまでの時間はそれぞれ ()約 11 分、()約 10 分 10 秒、()約 13 分であった。加熱後、-80 保存していた試料を GC-MS メタボロミクスに供した。

蒸し加熱による異なる魚種への影響

入手後、-80 保管したブリ、シロサケ、スケトウダラ、ニシンを用いた。各魚種の普通肉を 1cm 厚にし、家庭用蒸し器で 0-60 分間蒸し加熱した。加熱後、GC-MS メタボロミクスに供した。

4. 研究成果

(1) 魚種差の解析: 本研究では、15 種を実験に使用した。ブリ、カサゴ、オニオコゼ、マダイ、ウマツラハギ、クロダイ、ニジマス、フグ、マイワシ、シロサケ、スケトウダラ、マサバ、マガレイ、サクラマス、サンマの 15 種。我が国で消費される魚の種類は、非常に多いため、本研究で得られた成果は 15 種対象の実験であり、限定的なデータではあるが、魚種の違いを GC-MS メタボロミクスで評価が可能となったことが明らかとなった。まず、主成分分析によって魚種間の成分プロファイル解析を行った。一次代謝成分プロファイルから各魚肉をグループ化できた。また、階層的クラスタ分析を行い、ヒートマップによってグループ化された魚種と関連する一次代謝成分を視覚的に示した。さらに OPLS-DA によってグループ化された魚種間の判別分析を行い、グループごとに特徴的な成分を特定した。このように魚肉中に存在する成分は、魚種によって大きく異なることが本研究からも示された。この魚種差を考慮し、貯蔵試験および加熱調理では、魚種に共通して変化する成分を探索し、魚種に依存しない評価法の構築および重要成分の特定を行った。

(2) 貯蔵試験の結果

VBN: 0 貯蔵では、貯蔵 40 日目で 30mg/100g を上回り、62 日目の値は、 77.46 ± 9.25 mg/100g であった。また、未貯蔵と比較して貯蔵 35 日目で有意に増加した($P=0.003$)。一方、5 貯蔵では、貯蔵 21 日目の時点で 30mg/100g を上回り、62 日目の値は、 123.87 ± 11.54 mg/100g となった。また、未貯蔵と比較して貯蔵 29 日目で有意に増加した($P=0.002$)。貯蔵温度間では、貯蔵 29 日目、55 日目、62 日目の値が 0 貯蔵と比較して 5 貯蔵で有意に高値を示した(29 日貯蔵: $P=0.002$ 、55 日貯蔵: $P=0.020$ 、62 日貯蔵: $P=0.006$)。VBN は腐敗細菌等によってタンパク質が分解されることにより増加する。これまでマアジやコダラなど、多くの魚類でその増加速度が貯蔵温度によって異なることが報告されている。本研究でも、貯蔵日数の経過に伴って増加し、初期腐敗と判断される 30mg/100g を上回った日数が貯蔵温度により異なっており、これらの結果は先行研究の結果と一致した。このことから、本研究においてもマダイの貯蔵による腐敗は、0 よりも 5 でその進行が早いことが確認された。

一般生菌数: 0 貯蔵では貯蔵 55 日目で $7 \log$ CFU/g を上回った。また、未貯蔵と比較して、貯蔵 35 日目で有意に増加した($P<0.001$)。一方、5 貯蔵では貯蔵 15 日目で $7 \log$ CFU/g を上回り、未貯蔵と比較して有意に増加した($P<0.001$)。貯蔵温度間では、15、21、29 日貯蔵の 0 と比較して 5 で有意に高値を示した(15 日貯蔵: $P<0.001$ 、21 日貯蔵: $P<0.001$ 、29 日貯蔵: $P=0.035$)。一般生菌数は低温貯蔵により、増加が抑制されることが報告されており、本研究でも、0 は 5 と比較して、菌数増加が緩やかであった。一般生菌数の測定においても先行研究と一致する結果が得られた。

GC-MS メタボロミクス: まず主成分分析から 0 および 5 のスコアプロットは、貯蔵日数ごとに異なる代謝成分プロファイルを示した。次に貯蔵日数を y 変数とした OPLS 回帰分析を行った。すべてのモデルで R^2Y が 0.65 以上、 Q^2 が 0.5 以上を示し有効なモデルが作成された。また、CV-ANOVA で有意差検討を行ったところ、すべてのモデルで有意であった。さらに、実測値を縦軸に、予測値を横軸に各 y 変数(貯蔵日数、VBN、生菌数の値を y とした)の予測式を作成した。貯蔵日数の予測式では、日数依存的な予測式が作成された。VBN の予測式では、0 で 40 日までと 55、62 日目がはっきりと分離され、5 では、VBN に依存的であった。一般生菌数の予測式では、0 で一般生菌数に依存的な予測式が作成され、5 では、0、7 日と 15 日以降がはっきりと分離された。OPLS 回帰分析から得られた VIP 値(モデル作成に重要な x 変数の度合い)が 2.0 以上のものを高 VIP 値成分として抽出した。乳酸、アラニン、バリンは、いずれの条件でも高 VIP 値を示した。不揮発性アミンであるプトレシンは貯蔵日数、VBN の 5 で高 VIP 値を示した。この 4 成分は、ピーク強度から再解析した。乳酸は、0 で貯蔵 35 日目、5 で 40 日目以降の値が有意に低値を示した($P<0.05$)。アラニンは、0 で貯蔵 35 日目、5 で 21 日目以降の値が有意に高値を示した($P<0.05$)。バリンは、0 で貯蔵 35 日目、5 で 29 日目以降の値が有意に高値を示した($P<0.05$)。プトレシンは、0 では貯蔵 55 日目で、5 では 15 日目で初めて検出され、5 では、40 日以降の値が有意に高値を示した($P<0.05$)。

以上、低温長期貯蔵が魚肉の腐敗に及ぼす影響を評価したところ、マダイの代謝成分プロファ

イルは、貯蔵日数、VBN、一般生菌数の変化と大きく相関することが示された。そのため、貯蔵による代謝成分プロファイル変化を評価する方法は、魚肉の腐敗を評価する新たな方法として有効であった。

マダイの実験で、評価方法の有効性が示された。この方法が他魚種にも利用可能かどうか、および魚種差を考慮した解析が可能か検討した。実験には、供試魚としてサンマ、マス、サケ、サバ、カレイを使用した。魚種ごとに、OPLS 回帰分析によって貯蔵日数との関係性を解析したところ、いずれの魚種でも有意な予測モデルが構築された。このことから GC-MS メタボロミクスによる魚の貯蔵を評価する方法の有効性が確認された。

次に、5 魚種すべてのデータを使用し、OPLS 回帰分析を行った。その結果、魚種共通の有意な予測モデルが構築された。さらに VIP 値から特に重要な成分を探索したところ、プトレシン、フェニルアラニン等のアミノ酸類が検出された。特にプトレシンについては、マダイにおいても重要成分として特定されたものであり、他魚種でも同様の結果が得られた。

以上、貯蔵試験の実験から貯蔵による魚肉の品質を評価する方法として GC-MS メタボロミクスは、魚種に依存せず評価可能な方法であることが示唆された。

(3) 加熱調理

未加熱と各条件の加熱試料で普通肉および血合肉の部位ごとに OPLS-DA による判別分析を行った。その結果、いずれの条件でも有意な差は認められなかった。そのため、本実験で行った食中毒予防のために設定した加熱条件では、ブリ肉中の一次代謝成分プロファイルに顕著な影響を及ぼさないことが明らかとなった。他の指標（匂い成分、官能評価等）との関連性の解析は必要ではあるが、一次代謝成分は多くが呈味性を有する成分である。そのため、食中毒予防のための条件は、魚肉の安全性を保ちつつ、かつ呈味性も保持する条件である可能性が示唆された。

の実験によって、加熱条件によっては、一次代謝成分プロファイルへの有意な影響が認められないことが明らかとなった。ゆで加熱などの調理損失が大きいような調理法であれば、一次代謝成分プロファイルの有意な変化が得られることが想定されるが、本研究では調理損失が大きい調理法に限定した。そこで、家庭用蒸し器を用いて、蒸し調理を加熱のモデル実験とし、一定の温度（100℃）でどのくらいの時間で一次代謝成分プロファイルに有意な影響を与えるのか検討した。階層的クラスター分析から、60 分間の加熱で未加熱試料と完全に分離することができた。そのため、本実験の条件に限られるが、100℃で60分間の加熱で一次代謝成分プロファイルに影響を与えることが明らかとなった。日常の魚を用いた調理を考えると、100℃で60分間の加熱を伴う料理は多くないため、呈味分量の視点から魚料理のおいしさを考えると、多くの料理法で呈味成分が保たれていることが予想される。

次に、魚種差を考慮した蒸し加熱の影響と、加熱によって変化する成分の探索を行った。ブリ、シロサケ、スケトウダラ、ニシンの普通肉を試料とし、家庭用蒸し器で100℃、60分間加熱した。まず、魚種ごとに加熱時間を y 変数にし、OPLS 回帰分析を行った。その結果、すべての魚種で加熱時間に依存して代謝成分プロファイルの有意な変化が認められた。さらに、魚種に共通して加熱で変化する成分を探索したところ、グリコール酸が抽出された。このような成分は、魚肉の加熱履歴を反映する加熱調理マーカーとなり得る。

(4) まとめ

以上、本研究では、新たな魚肉の品質評価法として GC-MS メタボロミクスの有効性を評価した。貯蔵試験及び加熱調理の実験から、実験条件は限定的であるものの魚種差に依存しない評価が可能であることが明らかとなった。そのため、GC-MS メタボロミクスは、魚肉の統一的な品質評価法として利用可能である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Hamakawa Yumi, Mukojima Kaori, Uchiyama Maki, Okada Shoko, Mabuchi Ryota, Furuta Ayumi, Tanimoto Shota	4. 巻 85
2. 論文標題 Effect of different heating conditions on odor of yellowtail <i>Seriola quinqueradiata</i> muscles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry	6. 最初と最後の頁 2030 ~ 2041
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/bbb/zbab110	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Furuta Ayumi, Hamakawa Yumi, Ishibashi Chinami, Mabuchi Ryota, Tanimoto Shota	4. 巻 25
2. 論文標題 Effects of different heating conditions on protein composition in each muscle type of yellowtail (<i>Seriola quinqueradiata</i>)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Fisheries and Aquatic Sciences	6. 最初と最後の頁 31 ~ 39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.47853/FAS.2022.e4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kawaguchi Osamu, Nakayama Naomi, Uehara Misaki, Midooka Anise, Toutani Fukutarou, Nagao Norio, Matsumoto Takuya, Mabuchi Ryota, Tanimoto Shota	4. 巻 87
2. 論文標題 Effect of live storage in diluted seawater on the postmortem changes of extractive flesh components of red seabream <i>Pagrus major</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Fisheries Science	6. 最初と最後の頁 883 ~ 892
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12562-021-01546-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Furuta Ayumi, Mabuchi Ryota, Tanimoto Shota	4. 巻 86
2. 論文標題 Effects of different heating conditions on the texture and extracts of the meat from each part of the yellowtail <i>Seriola quinqueradiata</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Fisheries Science	6. 最初と最後の頁 693 ~ 700
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12562-020-01426-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tanimoto Shota, Kondo Rumi, Mabuchi Ryota, Watanabe Eiko, Nobayashi Kazuo, Fujita Yoshikazu	4. 巻 26
2. 論文標題 Antioxidant Activity and Taste-active Component Distribution in the Bran Layer of Rice Grain	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Food Science and Technology Research	6. 最初と最後の頁 855 ~ 862
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3136/fstr.26.855	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Osamu kawaguchi, Mao Tanaka, Minami Yoshii, Yuji Iwamoto, Anise Midooka, Fukutarou Toutani, Norio Nagao, Takuya Matsumoto, Ryota Mabuchi, Shota Tanimoto	4. 巻 85
2. 論文標題 Off-flavor of red sea bream Pagrus major reared in recirculating aquaculture systems with low salinity is caused by 2-methylisoborneol	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Fisheries Science	6. 最初と最後の頁 553-560
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12562-019-01307-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mabuchi R, Ishimaru A, Adachi M, Zhao H, Kikutani H, Tanimoto S	4. 巻 24
2. 論文標題 Taste Evaluation of Yellowtail (Seriola Quinqueradiata) Ordinary and Dark Muscle by Metabolic Profiling	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Molecules	6. 最初と最後の頁 2574
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/molecules24142574	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 東谷福太郎, 川口修, 御堂岡あにせ, 岩本有司, 松本拓也, 長尾則男, 馬淵良太, 谷本昌太	4. 巻 85
2. 論文標題 飼育水の塩分がマダイの死後硬直に及ぼす影響	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本水産学会誌	6. 最初と最後の頁 506-508
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2331/suisan.19-00008	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mabuchi Ryota, Adachi Miwako, Ishimaru Ayaka, Zhao Huiqing, Kikutani Haruka, Tanimoto Shota	4. 巻 8
2. 論文標題 Changes in Metabolic Profiles of Yellowtail (<i>Seriola quinqueradiata</i>) Muscle during Cold Storage as a Freshness Evaluation Tool Based on GC-MS Metabolomics	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Foods	6. 最初と最後の頁 511
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/foods8100511	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Mabuchi Ryota, Tanaka Mao, Nakanishi Chihori, Takatani Nanako, Tanimoto Shota	4. 巻 24
2. 論文標題 Analysis of Primary Metabolites in Cabbage (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>) Varieties Correlated with Antioxidant Activity and Taste Attributes by Metabolic Profiling	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Molecules	6. 最初と最後の頁 4282
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/molecules24234282	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tanimoto Shota, Kondo Rumi, Itonaga Shino, Domen Atomu, Mabuchi Ryota	4. 巻 44
2. 論文標題 Screening plant extracts for quality preservation of dark muscle fish flesh: A simple method	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Food Processing and Preservation	6. 最初と最後の頁 1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jfpp.14315	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Mabuchi Ryota, Zhao Huiqing, Tanimoto Shota	4. 巻 65
2. 論文標題 Effect of Heat Processing on the Constituent Profile of Lemon Juice	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi	6. 最初と最後の頁 183 ~ 191
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3136/nskkk.65.183	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 馬淵良太	4. 巻 2
2. 論文標題 魚肉の品質評価へのメタボロミクスの応用	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 アグリバイオ	6. 最初と最後の頁 368～371
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 馬淵良太	4. 巻 2
2. 論文標題 メタボロミクスの水産食品分野への応用	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 アグリバイオ	6. 最初と最後の頁 906～907
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mabuchi Ryota, Adachi Miwako, Kikutani Haruka, Tanimoto Shota	4. 巻 24
2. 論文標題 Discriminant Analysis of Muscle Tissue Type in Yellowtail <i>Seriola Quinqueradiata</i> Muscle Based on Metabolic Component Profiles	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Food Science and Technology Research	6. 最初と最後の頁 883～891
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3136/fstr.24.883	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mabuchi Ryota	4. 巻 2018
2. 論文標題 Development of new quality evaluation method by metabolomics of fish	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Impact	6. 最初と最後の頁 78～80
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21820/23987073.2018.8.78	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kitabayashi Kaori, Tanimoto Shota, Kikutani Haruka, Ohkita Tomoko, Mabuchi Ryota, Shimoda Mitsuya	4. 巻 85
2. 論文標題 Effect of nitrogen gas packaging on odor development in yellowtail <i>Seriola quinqueradiata</i> muscle during ice storage	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Fisheries Science	6. 最初と最後の頁 247 ~ 257
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12562-018-1253-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mabuchi Ryota, Ishimaru Ayaka, Tanaka Mao, Kawaguchi Osamu, Tanimoto Shota	4. 巻 9
2. 論文標題 Metabolic Profiling of Fish Meat by GC-MS Analysis, and Correlations with Taste Attributes Obtained Using an Electronic Tongue	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Metabolites	6. 最初と最後の頁 1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/metabo9010001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 馬淵 良太, 趙 慧卿, 石丸 絢也香, 谷本 昌太	4. 巻 14
2. 論文標題 メタボローム解析手法に基づいたパンの美味しさ評価系の構築	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 県立広島大学人間文化学部紀要	6. 最初と最後の頁 49 ~ 57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計24件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 岡田玄也, 田畑友希那, 上野汐梨, 石津信太, 馬淵良太, 谷本昌太
2. 発表標題 女子大学生を対象とした腸内細菌叢及び食事履歴と糞便中代謝成分 との相関性解析
3. 学会等名 第75回 日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 向島佳織、好井みなみ、刀根亜希、馬淵良太、古田 歩、谷本昌太
2. 発表標題 加熱後の異なる貯蔵における条件がブリ肉のトリメチルアミン生成に及ぼす影響
3. 学会等名 令和3年度日本水産学会秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 向島佳織、濱川祐実、岡田祥子、内山真希、馬淵良太、古田歩、谷本昌太
2. 発表標題 食品衛生の観点から設定した殺菌条件がブリ肉のトリメチルアミン生成に及ぼす影響
3. 学会等名 令和3年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石津信太、近藤美裕貴、馬淵良太、古田歩、岡田玄也、谷本昌太
2. 発表標題 氷蔵したマダイ肉の生菌数、TBARSおよび揮発性成分の変化
3. 学会等名 令和3年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 馬淵 良太、中西 千歩里、田中 麻緒、谷本 昌太
2. 発表標題 加熱調理がキャベツの一次代謝成分プロファイルに及ぼす影響と加熱による特徴的変動成分の特定
3. 学会等名 日本食品科学工学会第66回大会（札幌）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古田 歩, 濱川 祐実, 川口 修, 石橋 ちなみ, 馬淵 良太, 谷本 昌太
2. 発表標題 ブリ肉テクスチャーの加熱条件の違いによる差異の要因について：構成タンパク質の解析
3. 学会等名 日本食品科学工学会第66回大会（札幌）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 王 潤, 馬淵 良太, 谷本 昌太
2. 発表標題 乾燥加熱した米糠タンパク質の乳化特性
3. 学会等名 日本食品科学工学会第66回大会（札幌）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中 麻緒, 馬淵 良太, 中西 千歩里, 谷本 昌太
2. 発表標題 キャベツのメタボローム解析による抗酸化性および呈味特性と一次代謝成分との品種間解析
3. 学会等名 日本食品科学工学会第66回大会（札幌）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 谷本昌太, 中山直美, 馬淵良太, 松本拓也, 長尾則男, 川口 修, 御堂岡あにせ, 東谷福太郎, 藤澤美咲
2. 発表標題 低塩分蓄養がマダいの氷蔵中におけるエキス成分変化に及ぼす影響
3. 学会等名 令和元年度 日本水産学会秋季大会（福井市）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 甲村浩之, 古川瑛貴, 森川友里花, 馬淵良太
2. 発表標題 栽培方法、品種、部位の違いがアスパラガス若茎の成分プロファイルに及ぼす影響
3. 学会等名 一般社団法人園芸学会平成31年度(2019年度)秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古田歩, 濱川祐実, 川口修, 石橋ちなみ, 馬淵良太, 谷本昌太
2. 発表標題 ブリ肉テクスチャーの加熱条件の違いによる差異の要因について：コラーゲンの分析結果を踏まえた考察
3. 学会等名 公益社団法人日本食品科学工学会東北支部令和元年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 谷本昌太・好井みなみ・中塩朱音・馬淵良太
2. 発表標題 真空包装が加熱後に冷蔵したブリ肉の脂質酸化および臭いに及ぼす影響
3. 学会等名 令和2年日本水産学会春季大会（東京都）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松本拓也・山本千里・川口修・御堂岡あにせ・藤澤美咲・東谷福太郎・馬淵良太・長尾則男・谷本昌太
2. 発表標題 低塩分海水で飼育したマダイの外傷部で発現する遺伝子の探索
3. 学会等名 令和2年日本水産学会春季大会（東京都）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松本拓也, 山本千里, 川口修, 御堂岡あにせ, 岩本有司, 東谷福太郎, 馬淵良太, 長尾則男, 谷本昌太
2. 発表標題 外傷を付与したマダイの外傷回復過程を評価するためのバイオマーカー遺伝子の検討
3. 学会等名 第20回マリンバイオテクノロジー学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 馬淵良太, 石丸絢也香, 田中麻緒, 趙慧卿, 谷本昌太
2. 発表標題 魚肉貯蔵中の代謝成分プロファイル変化とK値および味覚センサーとの相関性解析による魚肉品質評価
3. 学会等名 日本食品科学工学会第65回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 濱川祐実, 馬淵良太, 谷本昌太
2. 発表標題 二次加熱がブリ肉の臭い成分に及ぼす影響
3. 学会等名 平成30年度公益財団法人日本水産学会秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 馬淵良太, 石丸絢也香, 趙慧卿, 田中麻緒, 好井みなみ, 川口修, 御堂岡あにせ, 岩本有司, 東谷福太郎, 長尾則男, 松本拓也, 谷本昌太
2. 発表標題 低塩分蓄養したマダイの筋肉におけるメタボロミクスおよび官能評価
3. 学会等名 平成30年度公益財団法人日本水産学会秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 東谷福太郎, 川口修, 御堂岡あにせ, 岩本有司, 馬淵良太, 松本拓也, 長尾則男, 谷本昌太
2. 発表標題 低塩分海水による蓄養がマダイの死後硬直に及ぼす影響
3. 学会等名 平成30年度公益財団法人日本水産学会秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松本拓也, 山本千里, 川口修, 御堂岡あにせ, 岩本有司, 東谷福太郎, 馬淵良太, 長尾則男, 谷本昌太
2. 発表標題 cDNAサブトラクション法による低塩分海水で飼育したマダイにおける外傷回復関連遺伝子の探索
3. 学会等名 平成30年度公益財団法人日本水産学会秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中麻緒, 馬淵良太, 川口修, 御堂岡あにせ, 岩本有司, 東谷福太郎, 長尾則男, 松本拓也, 谷本昌太
2. 発表標題 マダイの外傷回復を評価する血漿中のメタボライトマーカースの探索
3. 学会等名 平成30年度公益財団法人日本水産学会秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松本拓也・山本千里・川口修・御堂岡あにせ・東谷福太郎・藤澤美咲・馬淵良太・長尾則男・谷本昌太
2. 発表標題 塩分海水で飼育したマダイの外傷回復過程を評価するバイオマーカー遺伝子の探索
3. 学会等名 平成31年度公益財団法人日本水産学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 谷本昌太・濱川祐実・石坂萌々・馬淵良太
2. 発表標題 真空包装が加熱したブリ肉の臭い成分に及ぼす影響
3. 学会等名 平成31年度公益財団法人日本水産学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 好井みなみ・刀根亜希・馬淵良太・谷本昌太
2. 発表標題 加熱後の貯蔵がブリ肉の脂質酸化および臭いに及ぼす影響
3. 学会等名 平成31年度公益財団法人日本水産学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中麻緒・馬淵良太・川口 修・御堂岡あにせ・東谷福太郎・藤澤美咲・谷本昌太
2. 発表標題 天然クロダイの致死条件の違いが筋肉の代謝成分プロファイルに及ぼす影響
3. 学会等名 平成31年度公益財団法人日本水産学会春季大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 分担執筆（担当：第2章 質量分析 第6節 GC/MSによるメタボローム解析と食品の品質評価手法への適用）	4. 発行年 2021年
2. 出版社 エヌ・ティー・エス	5. 総ページ数 326(担当: pp81-88)
3. 書名 食品分野におけるメタボリックプロファイリング～成分、産地、品質評価・向上～	

〔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
研究協力者	谷本 昌太 (TANIMOTO Shota)		
研究協力者	古田 歩 (FURUTA Ayumi)		

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