

令和 6 年 6 月 21 日現在

機関番号：25406  
研究種目：基盤研究(C)（一般）  
研究期間：2020～2023  
課題番号：20K02346  
研究課題名（和文）次世代シーケンサーを用いたおいしい魚を安心していただくための臭気成分指標の確立

研究課題名（英文）Establishment of odor component indices for the safe consumption of delicious fish using next-generation sequencing

研究代表者  
谷本 昌太（Shota, Tanimoto）  
県立広島大学・地域創生学部・教授

研究者番号：80510908  
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）：魚肉の血合肉及び普通肉の腐敗に至るまでの臭いの変化に関与する成分を明らかにし、その変化に重要な臭気成分を用いた品質指標を構築することを目的として、揮発性成分、細菌叢、酸化指標、腐敗指標の分析と官能検査を行った。  
腐敗するまで冷蔵（3℃）したブリ（代表的な赤身魚）肉の品質と細菌叢の変化を明らかにした。異なる貯蔵温度（冷蔵、氷蔵およびスーパーチルド）で腐敗に至るまで貯蔵したブリ肉の細菌叢および品質の変化を明らかにした。魚肉を長期間品質保持できる技術として、脱酸素包装とスーパーチルド貯蔵の併用の効果を明らかにした。代表的な白身魚として、氷蔵したマダイの揮発性成分と細菌叢の変化を明らかにした。

#### 研究成果の学術的意義や社会的意義

新たな知見として、魚肉の血合肉と普通肉の腐敗に至るまでの揮発性成分の変化を明らかにし、品質指標に重要な成分の候補を提案することができた。また、新たな魚肉の品質制御の技術として、スーパーチルドや脱酸素包装およびそれらの併用の有効性を明らかにした。さらに、細菌叢の変化と揮発性成分の変化の関係を明らかにした。これらのことは、安心しておいしい魚の提供を可能とし、消費者の食生活の質の向上や魚の消費量の回復に貢献できると考える。また、産業的にも魚肉の品質保持に関してより効果的な流通方法を提供できるだけでなく、品質制御に関する新加工技術開発のための基礎的な知見としての活用が期待できる。

研究成果の概要（英文）：We analyzed volatile components, bacterial flora, oxidation indices, and spoilage indices of fish meat (ordinary muscle and dark muscle) and conducted their sensory evaluation to clarify the components involved in odor changes of fish meat until spoilage, and to construct quality indices using odor components important in these changes.

Changes in quality and bacterial flora of yellowtail (a red-flesh fish) meat refrigerated at 3°C until spoilage were revealed. Changes in bacterial flora and quality of this fish meat stored at different storage temperatures (refrigerated, ice-cold and super-chilled) until spoilage were determined. The effects of deoxygenated packaging combined with super-chilled storage as a technique for long-term storage of fish meat were clarified. Changes in volatile components and bacterial flora of ice-stored red sea bream as a white-flesh fish were found.

研究分野：食品科学

キーワード：魚肉 細菌叢 揮発性成分 臭気 スーパーチルド 脱酸素 トリメチルアミン 腐敗

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

魚肉はタンパク質が豊富で、しかも、DHA などの n-3 系の脂肪酸が多く含まれる。これらの脂肪酸には、抗アレルギー性や脳疾患の予防効果などさまざまな機能があると考えられている。また、国民 1 人当たりの魚介類供給量と平均寿命の関係を見ると、魚介類供給量が多い国ほど平均寿命が長い傾向が認められている。そのため、魚は老若男女を問わず摂取してほしい食品の一つである。しかしながら、魚肉は貯蔵及び加熱により臭いの変化・劣化しやすい。また、畜肉と比べて腐敗しやすく、その際にも顕著な臭いの変化をもたらす。したがって、これらのことが、魚嫌いやこれを敬遠する理由になっており、色・味・臭いなど品質に関して重要な要素の中で、魚の場合、臭いの変化が最も重要視すべき項目である。そのため、新鮮な状態から腐敗に至るまでの魚肉の臭い成分を明らかにし、それらに基づいて各段階における臭い成分による品質指標を構築し、更には、品質変化を最小限に抑える技術を確立することは、生食用から加熱用までのすべての魚肉食品を安心しておいしくいただくために必要である。

### 2. 研究の目的

魚肉の臭いは、アルデヒドなどの脂質酸化物が大きく関与していると考えられてきた。われわれは、プリ肉を微生物の増加が認められない期間、氷蔵し、プリ肉の臭いには血合肉が大きく関わっており、その貯蔵中の変化に閾値の低い臭い成分が大きく関与することを明らかにした (Tanimoto ら 2018)。一方、われわれは、酸化防止を目的にプリ肉の氷蔵中における臭いや色の变化に対する窒素ガス包装の効果を検討し、この包装が効果的であることを明らかにした (Tanimoto と Shimoda 2016, Kitabayashi ら 2019)。さらに、われわれは、プリ血合肉の揮発性成分は貯蔵中に大きく変化するが、普通肉は貯蔵初期に増加しその後は大きく変化しなかった (Tanimoto et al 2016, 2018)。ただし、これらの結果は、あくまでも微生物の増加が認められない期間についてのものであり、その後腐敗に至るまでの臭い成分の変化については不明のままである。また、海産魚の臭い成分であるトリメチルアミンは細菌により生成されるが、これまで検討した貯蔵条件では検出されず、これがいずれの段階で発生し、どの程度関与しているかは不明である。

次世代シーケンサー (NGS) は、遺伝子の塩基配列を超高速に読み出す装置であり、全ゲノム配列の解析などさまざまな分野で応用されている。これを細菌の菌叢解析に応用したアンプリコンシーケンスは、土壌や腸内細菌、食品では発酵食品で行われている。この方法の特徴として、難培養性微生物の検出も可能なことと、これまで DNA 解析で不可能であった準優占の細菌に関する情報も得ることが可能なことである。一方、貯蔵中における魚肉中の微生物の増殖については、広範な研究があるが、主として培地上で増殖した細菌数を計測するコロニーカウント法により測定されたものがほとんどであり、国内の主要な海産魚の貯蔵中の微生物菌叢変化を NGS により解析した研究は見当たらない。

凍結温度付近で保存を行うスーパーチルド貯蔵は、魚を完全に冷凍することなしに呈味成分の変化や微生物の増加を抑制することで、貯蔵性を向上させることができる。この方法で貯蔵した魚の臭い成分の変化挙動やアンプリコンシーケンスによる菌叢変化については不明である。また、これまで臭いや色など魚肉の品質保持法としてわれわれが提案している窒素ガス包装 (Kitabayashi ら 2019) との併用によりさらなる品質保持効果の向上が期待される。

そこで、本研究は、魚肉の血合肉及び普通肉の腐敗に至るまでの臭いの変化に関与する成分を明らかにし、その変化に重要な臭い成分を用いた品質指標を構築することを目的としている。また、これらの指標を用いて、新たな臭い (品質) を制御する技術として、スーパーチルド貯蔵や窒素ガス包装 (脱酸素包装) との併用の効果について検討する。さらに、それぞれの貯蔵条件においてアンプリコンシーケンスによる菌叢解析を行い、菌叢変化と臭い成分変化の関係を明らかにする。

### 3. 研究の方法

#### (1) 実験 1 (Tanimoto et al ら 2024)

試料として養殖プリを用いた。プリ肉を腐敗状態に至るまでの期間冷蔵 (3 ) した。実験部位として、普通肉 (背肉) 及び血合肉について行った。揮発性成分は、固相マイクロ抽出法により抽出・濃縮後、ガスクロマトグラフィー/質量分析 (GC/MS) により定性・定量した。各揮発性成分の同定は、GC/MS の溶出時間及びマススペクトルの比較により行った。トリメチルアミンは、トリクロロ酢酸で抽出後、ベンゼンに転溶し、GC/MS により定量した。微生物の分析については、アンプリコンシーケンスにより菌叢変化の解析を行った。シーケンス領域は、16SrRNA の V3-V4 領域とした。また、コロニーカウント法により生菌数を測定した。生菌数の測定は、一般生菌数、*Brochothrix thermosphacta*、中温性乳酸菌、腸内細菌科、*Aeromonas* 属、海洋性細菌、*Pseudomonas* 属、 $H_2S$  産生菌について行った。培地として、低温性細菌用、乳酸菌用、アエロモナス用など複数の培地を用いた。一方、酸化指標としてチオバルビツール酸反応性物質および腐敗指標として揮発性塩基窒素を測定した。また、官能検査を行い、各部位における臭いの変化を比較した。

## (2) 実験 2

ブリ肉を 3、氷蔵、スーパーチルド(-3)の条件で貯蔵試験を行った。分析部位及び分析項目については、実験 1 と同様に行った。

## (3) 実験 3

ブリ肉を脱酸素包装し、貯蔵試験を行った。貯蔵条件は、氷蔵及びスーパーチルドとした。褐変度を除き、分析部位及び分析項目については、実験 1 と同様に行った。褐変度は、色差計を用いて測定した。

## (4) 実験 4

抗生物質(クロラムフェニコール)を加えたブリ肉のミンチを氷蔵した。この試料の、微生物として一般生菌数、海洋性細菌を測定するとともに、チオバルビツール酸反応性物質、トリメチルアミンおよび揮発性成分を分析した。これらは、実験 1 と同様の方法で行った。

## (5) 実験 5 (Wang ら 2024)

試料として養殖マダイを用いた。ブリ肉を腐敗状態に至るまでの期間氷蔵した。普通肉(背肉)及び血合肉について行った。生菌数、チオバルビツール酸反応性物質および揮発性成分の分析、菌叢解析(普通肉のみ)と官能評価を行った。生菌数は、中温菌と低温菌を測定した。

## 4. 研究成果

### (1) 実験 1 (Tanimoto ら 2024)

腐敗するまで冷蔵(3)保存したブリの品質と細菌叢の変化を比較検討した。

官能評価の結果、臭いの好ましさが、血合肉において貯蔵 10 日以上で、背部の普通肉において、14 日後に許容できないレベルに達すると判断された。

生菌数の測定により、貯蔵 10 日目と 14 日目には、血合肉および普通肉において、腸内細菌科、*Pseudomonas* 属、*Aeromonas* 属がそれぞれ log 7 CFU/g のレベルで検出されたが、*Brocothrix thermosphacta* と硫化水素産生細菌は、貯蔵 14 日目にそれぞれ log 5 CFU/g と 6 CFU/g のレベルで検出され、上記の細菌と比べて低いレベルであった。

アンプリコンシーケンスにより、門レベルにおいて、普通肉、血合肉の両部位で、冷蔵前は Proteobacteria 門の存在比が最も高く、冷蔵 10 日目以降で 97% 以上の存在比となった。門レベルにおいて、貯蔵後には血合肉および普通肉において *Pseudomonas* が優勢となり、10 日以上貯蔵で 90% 以上を占めた。血合肉および普通肉において 10 日以上貯蔵で *Acinetobacter*、Unclassified *Gammaproteobacter* および *Shewanella* の相対存在量は比較的高くなったが、これらの値は 5% 未満であった。貯蔵前の血合肉の観測された OUT 数、Chao1 指数、ACE 指数は、貯蔵 10 日以上のもものと比較して有意に高い値を示した。10 日以上貯蔵した普通肉および血合肉の Shannon 指数と Simpson 指数は、貯蔵 0 日と 6 日のもものと比較して有意に低い値を示した。魚肉の腐敗により、筋肉の種類に関係なく、細菌叢の多様性が失われることが示唆された。属レベルの菌叢に基づく階層クラスタ分析の結果、筋肉部位に関係なく、貯蔵中のブリ肉は 2 つの主要なクラスタに分けられ 10 日以上保存された筋肉とそれ以外、後者はさらに、貯蔵 6 日目の試料の一部と貯蔵前の試料と貯蔵 6 日目の試料の一部に分けられた。この結果は、主座標分析の結果により支持された。

普通肉および血合肉中の揮発性塩基性窒素は、それぞれ貯蔵 10 日以上および 6 日以上で、貯蔵前と比較して有意に増加した。トリメチルアミンは、貯蔵前と比較して、普通肉および血合肉中でそれぞれ貯蔵 10 日以上および 6 日以上で有意に増加した。普通肉および血合肉のチオバルビツール酸反応性物質は、それぞれ 10 日以上および 6 日以上貯蔵すると、貯蔵前と比較して有意に高い値を示した。

検出された揮発性成分の主成分分析の結果、血合肉では貯蔵 3 日目の試料の一部を除いて、貯蔵前後の揮発性成分が第 1 主成分により分けられた。一方、長期間保存された普通肉は第 2 主成分のスコアが高くなった。また、一方、血合肉および普通肉中において Ethyl butyrate が貯蔵 14 日目に、普通肉中において 2、3-butanedione が、それぞれ貯蔵 14 日目と 10 日目に初めて検出された。貯蔵前と比べて、普通肉中のアセトインは貯蔵 14 日後に 81 倍に増加し、保存血合肉では、10 日以上貯蔵で有意に増加した。14 日間の貯蔵期間を通して、普通肉中の (*E*)-2-pentenal や血合肉中の 1-pentanol などの揮発性物質は、それぞれ直線的に減少および増加した。これらの揮発性成分は、ブリの血合肉および普通肉の冷蔵中における腐敗および/または脂質酸化による品質劣化のマーカーとなる可能性が示唆された。

### (2) 実験 2

異なる貯蔵温度(冷蔵、氷蔵およびスーパーチルド)で腐敗に至るまで貯蔵した魚肉の菌叢変化および品質の変化を比較検討した。

生菌数は、冷蔵、氷蔵およびスーパーチルドの普通肉および血合肉の一般生菌数は、いずれもそれぞれ貯蔵 14、21 および 50 日目に初期腐敗の値となった。また、貯蔵温度の低いスーパーチルドが、一般生菌数だけでなく各腐敗菌の増殖を遅延可能であった。

普通肉の揮発性塩基性窒素は、貯蔵前と比べて、冷蔵で貯蔵 14 日目、スーパーチルドで貯蔵 50 日目に有意に増加し、氷蔵では貯蔵期間を通じて有意差は認められなかった。血合肉の揮発性塩基性窒素は、貯蔵前と比べて、冷蔵で貯蔵 3 日目、氷蔵で貯蔵 14 日目、スーパーチルドで貯蔵 27 日目に有意に増加した。しかし、揮発性塩基性窒素は、いずれの試料も貯蔵期間を通じて腐敗の指標である 30 mg/100 g を超えなかった。普通肉のトリメチルアミンは、貯蔵前と比べ

て、冷蔵で貯蔵 6 日目、氷蔵で貯蔵 14 日目、スーパーチルドで貯蔵 17 日目に有意に増加した。血合肉のトリメチルアミンは、貯蔵前と比べて、冷蔵で貯蔵 6 日目、氷蔵で貯蔵 7 日目、スーパーチルドで貯蔵 7 日目に有意に増加した。また、トリメチルアミンは、いずれの貯蔵温度も血合肉は、貯蔵 6 または 7 日目に許容限界を超え、貯蔵条件間の差はほとんど無く温度効果が認められなかった。普通肉のチオバルビツール酸反応性物質は、貯蔵前と比べて、冷蔵で貯蔵 3 日目、氷蔵で貯蔵 7 日目、スーパーチルドで貯蔵 17 日目に有意に増加した。血合肉のチオバルビツール酸反応性物質は、貯蔵前と比べて、冷蔵で貯蔵 6 日目、氷蔵で貯蔵 3 日目、スーパーチルドで貯蔵 17 日目に有意に増加した。しかし、血合肉のチオバルビツール酸反応性物質は、冷蔵、氷蔵およびスーパーチルドで貯蔵 6、7 および 7 日目に  $0.500 \mu\text{mol/g}$  程度の値を示し、スーパーチルドは TBARS の増加抑制効果を示さなかった。また、トリメチルアミンおよびチオバルビツール酸反応性物質は、いずれの貯蔵温度においても血合肉は普通肉と比べて貯蔵期間を通じて有意に高い値を示した。

揮発性成分の主成分分析の結果、貯蔵後の血合肉と普通肉の主成分得点は、PC2 により分けられた。貯蔵した普通肉の主成分得点は、いずれの貯蔵温度の試料も貯蔵中に PC1 が負の方向に変化するのに対して、血合肉の主成分得点は、いずれの貯蔵温度の試料も貯蔵中に PC2 が正の方向に変化した。また、普通肉、血合肉ともに温度が低いほどそれぞれの主成分得点の変化を抑制していることが示された。したがって、スーパーチルド貯蔵が、冷蔵と氷蔵と比べて普通肉および血合肉の揮発性成分の貯蔵中における変化を抑制することができる可能性が示唆された。一方、主成分得点の結果から、普通肉では、(E,E)-3,5-Octadien-2-one などが、血合肉では、1-Penten-3-ol などが貯蔵中の変化と関わるのある化合物として示された。また、いくつかのエステル化合物が貯蔵前において不検出であったが、腐敗した試料において普通肉および血合肉で検出された。これらの結果は、これらの化合物が品質劣化や腐敗の指標として使用できる可能性を示した。

菌叢解析の結果、多様性指数は、いずれの貯蔵温度も貯蔵により有意に減少し、スーパーチルドが他の貯蔵条件と比べてその減少に日数を要した。貯蔵日数の増加に伴い、門レベルでは Proteobacteria、属レベルでは *Pseudomonas* が優勢になった。また、冷蔵および氷蔵では、*Acinetobacter* や *Brochothrix* も腐敗した試料にも一定割合で存在した。クラスター分析では、スーパーチルドの腐敗後の菌叢が冷蔵および氷蔵のそれらと異なることが示唆された。主座標分析では、貯蔵温度や筋肉の種類に関わらず、貯蔵初期の多様な菌叢が、貯蔵期間の延長に伴って特定の属の細菌が増殖し、優勢となり類似の菌叢になることが示された。一方、冷蔵の場合は、腐敗に至るまでの菌叢の変化挙動が他の条件と異なることが示唆された。

官能検査において、普通肉の“腐敗したにおい”および“においの強さ”は、冷蔵で貯蔵 6 日目、氷蔵で貯蔵 14 日目および 7 日目に、スーパーチルドで貯蔵 17 日目および 7 日目に有意に増加した。血合肉の“腐敗したにおい”および“においの強さ”は、冷蔵で貯蔵 10 日目、氷蔵で貯蔵 7 日目、スーパーチルドで貯蔵 17 日目に有意に増加した。

以上の結果から、スーパーチルドは、プリ肉の腐敗の進行、脂質酸化および臭いの変化を冷蔵や氷蔵と比べて抑制できることが明らかとなった。しかし、貯蔵中の腐敗指標、脂質酸化および臭いの変化に対するスーパーチルドの抑制効果の度合いは異なった。また、いずれの貯蔵温度も特定の属の菌の増殖により腐敗が進行するが、貯蔵温度の違いにより、腐敗に至るまでおよび腐敗後の菌叢は厳密には異なった。

### (3) 実験 3

魚肉を長期間貯蔵する技術として、脱酸素包装とスーパーチルド貯蔵の併用の効果を検討した。

一般生菌数は、両筋肉部位ともに、スーパーチルド・脱酸素包装以外の試料で貯蔵中に有意に増加した。また、より温度の低いスーパーチルドで生菌数の増加をより抑制し、脱酸素包装がその効果は増強した。各腐敗菌については、一般生菌数と同様の傾向を示した。

褐変度は、貯蔵温度に関わらず、脱酸素包装することで増加を抑制することができた。貯蔵温度の低下により揮発性塩基性窒素の増加が抑制されたが、脱酸素包装における増加遅延効果は示さなかった。貯蔵温度の低下によりトリメチルアミンの増加が抑制されたが、脱酸素包装の効果は認められなかった。チオバルビツール酸反応性物質は、貯蔵温度に関わらず、含気包装した試料で有意に増加したが、脱酸素包装では有意な増加は認められなかった。温度効果については、普通肉でスーパーチルドによる増加遅延効果が認められたが、血合肉では認められなかった。また、両筋肉部位ともに、温度よりも脱酸素包装の効果の方が大きかった。

官能評価の結果、脱酸素包装により腐敗した臭いの増加を遅延、そして臭いの強さの増加を抑制できることが示唆された。また、スーパーチルド貯蔵との併用で、より効果が増強されることが示唆された。

揮発性成分の主成分分析の結果、普通肉では第一主成分と第二主成分により、0 日目と含気包装と脱酸素包装に区別され、含気包装と脱酸素包装では、揮発性成分の変化挙動が異なることが示された。また、貯蔵期間の短い脱酸素包装した試料が、貯蔵前の試料と比較的近い場所に位置していることから、脱酸素包装により普通肉の揮発性成分の変化を抑制できることが示唆された。血合肉においても包装条件間で揮発性成分の変化挙動が異なることが示された。ローディングプロットの結果、貯蔵期間が長いスーパーチルドの含気包装では、2-Propanone などが、貯蔵期間が長いスーパーチルドの脱酸素包装では、1-Hexanol などの成分が特徴的な成分として示さ

れた。

アンプリコンシーケンスにおいて、多様性指数は、貯蔵日数が経つにつれて全ての貯蔵条件で減少した。また、スーパーチルドおよび脱酸素包装が他の貯蔵条件と比べてその減少に日数を要した。主座標分析と菌叢組成の結果、含気包装では貯蔵初期の多様な菌叢が貯蔵期間の増加に伴い、特定の細菌（門レベル：Proteobacteria、属レベル：Pseudomonas）が増殖し、その細菌が優勢である類似の菌叢になることが示唆された。一方、脱酸素包装では特定の微生物が増殖せず、菌叢の構成だけが変化した。

以上のことから、脱酸素包装とスーパーチルドの併用は、魚肉を長期間貯蔵する技術の1つとして期待できると考えられる。

#### (4) 実験 4

微生物菌叢の変化に伴う臭い変化に対して重要な成分の特定を行う目的で、抗生物質（クロラムフェニコール）を加えたブリ肉のミンチを氷蔵し、トリメチルアミン、チオバルビツール酸反応性物質および揮発性成分を測定した。

氷蔵 21 日目の一般生菌数および海洋性細菌数において、いずれの筋肉部位も抗生物質添加が無添加に比べて低い値を示した。トリメチルアミンは、氷蔵 21 日目においていずれの筋肉部位も抗生物質の添加による差は認められなかった。チオバルビツール酸反応性物質も、いずれの筋肉部位も抗生物質の添加による大きな差は認められなかった。したがって、今回の貯蔵条件において、トリメチルアミンおよび脂質酸化に由来する揮発性成分の生成に対して微生物の影響は大きくないことが示唆された。

#### (5) 実験 5 (Wang ら 2024)

貯蔵中の白身魚の揮発性成分と細菌叢の変化を明らかにするため、マダイの筋肉を氷蔵した。

普通肉と血合肉中の低温性細菌と中温性細菌は、貯蔵 14 日目以降に有意に増加した。血合肉中のチオバルビツール酸反応性物質も同様に貯蔵 14 日目以降に有意に増加したが、普通肉では有意な変化を示さなかった。

揮発性成分のプロファイルは、細菌の増殖が認められなかった貯蔵 7 日目まではすべての試料間で違いが認められなかった。しかし、貯蔵 14 日目以降の試料のプロファイルは、貯蔵 7 日までの試料および普通肉と血合肉間で区別された。普通肉および血合肉中の (*E, E*)-3,5-Octadien-2-one は、貯蔵前と比較して貯蔵 14 日以降に有意に増加し、両筋肉部位に共通する特徴的な揮発性成分であった。

官能検査の結果、普通肉は 14 日目に腐敗し始め、21 日目に食べられないレベルに達することが示めされた。

普通肉の菌叢解析は、貯蔵中に *Pseudomonas* 属が優勢となることを示した。また、貯蔵 21 日目に *Shewanella* 属と *Brochothrix* 属の存在比率も上昇した。

#### <引用文献>

Shota Tanimoto, Mitsuya Shimoda, Changes in volatile compounds of dark and ordinary muscles of yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) during short-term cold storage, J. Aquatic. Food Prod. Technol., 25 巻、2016、185-196

Shota Tanimoto, Haruka Kikutani, Kaori Kitabayashi, Tomoko Ohkita, Rino Arita, Sayaka Nishimura, Remi Takemoto, Ryota Mabuchi, Mitsuya Shimoda, Qualitative changes in each part of yellowtail *Seriola quinqueradiata* flesh during cold storage, Fish. Sci., 84 巻、2021、135-148

Kaori Kitabayashi, Shota Tanimoto, Haruka Kikutani, Tomoko Ohkita, Ryota Mabuchi, Mitsuya Shimoda, Effect of nitrogen gas packaging on odor development in yellowtail *Seriola quinqueradiata* muscle during ice storage, Fish. Sci., 85 巻、2019、247-257

Shota Tanimoto, Yuka Hirata, Shinta Ishizu, Run Wang, Ayumi Furuta, Ryota Mabuchi, Genya Okada, Changes in the quality and microflora of yellowtail *Seriola quinqueradiata* muscles during cold storage, Foods, 2024、13 巻、1086-1101.

Run Wang, Shinta Ishizu, Miyuki Kondo, Ayumi Furuta, Genya Okada, Shota Tanimoto, Changes in quality and bacterial flora in red sea bream (*Pagrus major*) flesh during ice storage, FSTR, 2024、30 巻、in press.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Wang Run, Hirabayashi Mayumi, Furuta Ayumi, Okazaki Takashi, Tanimoto Shota	4. 巻 88
2. 論文標題 Changes in extractive components and bacterial flora in live mussels <i>Mytilus galloprovincialis</i> during storage at different temperatures	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Food Science	6. 最初と最後の頁 1654 ~ 1671
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/1750-3841.16502	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 Wang Run, Ishizu Shinta, Kondo Miyuki, Furuta Ayumi, Okada Genya, Tanimoto Shota	4. 巻 30
2. 論文標題 Changes in quality and bacterial flora in red sea bream ( <i>Pagrus major</i> ) flesh during ice storage	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Food Science and Technology Research	6. 最初と最後の頁 in press
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 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, Hirata Yuka, Ishizu Shinta, Wang Run, Furuta Ayumi, Mabuchi Ryota, Okada Genya	4. 巻 13
2. 論文標題 Changes in the Quality and Microflora of Yellowtail <i>Seriola quinqueradiata</i> Muscles during Cold Storage	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Foods	6. 最初と最後の頁 1086 ~ 1101
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/foods13071086	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 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 1件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 谷本 昌太
2. 発表標題 「匂い研究」
3. 学会等名 第28回低・未利用資源有効利用研究連絡会（旧カタクチイワシ勉強会）（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石津信太・近藤美裕貴・古田 歩・岡田玄也・谷本昌太
2. 発表標題 次世代シーケンサーを用いた氷蔵したマダイ普通肉の菌叢解析
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 吉雅静・石津信太・古田歩・谷本昌太
2. 発表標題 異なる条件で貯蔵したブリ肉の細菌叢の変化
3. 学会等名 令和5年度日本水産学会秋季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 近藤優・吉雅静・泉川一花・松本茜・古田歩・谷本昌太
2. 発表標題 脱酸素包装およびスーパーチルド貯蔵による貯蔵したブリ肉の品質劣化抑制
3. 学会等名 令和5年度 日本水産学会秋季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 吉雅静・近藤優・石津信太・松本茜・古田 歩・谷本昌太
2. 発表標題 令和5年度 日本水産学会秋季大会
3. 学会等名 令和 5 年度（公社）日本食品科学工学会 西日本支部大会
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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------