

氏名・本籍	王 潤 (中国)
学位の種類	博士 (生命システム科学)
学位記番号	博甲 第70号
学位授与の日付	令和5年9月14日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 (課程博士)
学位論文題目	魚介類の貯蔵における細菌叢および品質変化に関する基礎研究
学位論文審査委員	主査 教 授 谷本 昌太 副査 教 授 北台 靖彦 准 教 授 山本 幸弘 准 教 授 馬淵 良太

## 学位論文の要旨

新鮮な魚介類は美味で栄養価も非常に高いため、国際的に需要が高まっている。しかしながら、その水揚げ後の品質劣化が著しく、貯蔵・流通時の品質保持が困難は課題となっている。魚介類の賞味期限を延ばし、品質を維持するためには、品質の劣化挙動を明らかにし、適切な流通条件を確立することが重要である。

一般に市販されている貝類は、生きたまま流通されている。この方法は、鮮度を維持するために最も適切であると推定される。しかし、貯蔵・流通中に貝類の代謝成分が自己代謝や微生物の増殖により変化し、このことが貝類の品質劣化につながる。また、これらは温度により影響を受けるとともに不適切な貯蔵温度による致死率の高まりも問題となる。そのため、貯蔵温度が、貝類の致死率の他、味覚や嗜好性に関わるエキス成分および細菌叢に及ぼす影響を調べることで貝類の品質変化を理解する上で有効である。

一方、魚介類において、不適切な貯蔵は、特定腐敗生物 (SSOs) の活動により外観と臭いの変化を伴う腐敗を引き起こし、食中毒のリスクとも関連する。SSOsである *Shewanella* 属や *Aeromonas* 属は、海産魚に特有の臭気成分である Trimethylamine (TMA) の生成に関与している。また、脂質酸化に生成されると推察されるアルデヒド類、ケトン類、アルコール類など揮発性成分も、魚肉の生臭さの原因として魚の品質と嗜好性に大きな影響を与える。そのため、新鮮な状態から腐敗に至るまでの魚介類の細菌叢や揮発性成分の変化挙動を明らかにすることは、嗜好性の高い状態で魚介類を安全に食べるために必要である。

近年、次世代シーケンシング (NGS) 技術は難培養の微生物の正確な同定や準優占菌の検出が可能となる利点があるため、食品の貯蔵による菌叢変化やSSOsの確定に用いられるようになってきた。

そこで、本研究では、魚介類の貯蔵時のエキス成分および揮発性成分の変化について検討するとともに、NGSによる菌叢解析を行い、魚介類の菌叢および品質に及ぼす貯蔵の影響に関する知見を得ることを目的とした。

第1章では、緒論として、本研究の背景および目的を述べる。

第2章では、活ムール貝の適切な流通条件を明らかにするための基礎的知見を得ることを目的として

異なる温度で貯蔵した活ムール貝の致死率，コハク酸脱水素酵素（SDH）活性，一般成分，生菌数（VBC）およびエキス成分を測定し，味覚活性値（TAV）および等価うま味濃度（EUC）を算出するとともに，分析値に基づく階層的クラスター分析（HCA），さらに，NGSによる菌叢解析を行なった。5°Cおよび10°Cで保存したムール貝の致死率は，0°Cで保存したものより低かった。0°Cで7日以上保存した活ムール貝の鰓は，5°Cおよび10°Cで保存したものより低いSDH活性を示した。EUCについては，異なる温度で保存した試料間で有意な差は認められなかったが，5°Cおよび10°Cで12日間保存した活ムール貝では，0°Cで保存した試料に比べてアラニンとコハク酸のTAVが高かった。エキス成分やVBCに基づくHCAの結果，5°Cと10°Cで保存した試料は0°Cで保存した試料とのエキス成分の組成，生菌数，味覚変化のパターンが異なることが示唆された。NGS解析の結果では，5°Cと10°Cで保存した活ムール貝は細菌の多様性が失われ，保存前と比較して菌叢が変化していることが示された。これらの結果から，ムール貝の最適な流通条件は，5°C，7日以内と判断された。

第3章では，腐敗に至るまでのマダイ筋肉（普通肉と血合肉）の揮発性成分と菌叢の変化を明らかにするとともに，腐敗に特徴的な揮発性成分を特定することを目的として，マダイ筋肉のVBC，揮発性塩基性窒素（TVBN），TMA，TBARSおよび揮発性成分の分析，官能評価とNGSによる菌叢解析を行った。両筋肉部位において，貯蔵前と比較して14日目以降に生菌数が増加し，21日目に初期腐敗となった。普通肉のTVBNおよびTMAは，貯蔵前と比較して7日目および21日目にそれぞれ増加した。脂質酸化指標のTBARSは，普通肉において貯蔵中に変化は見られなかったが，血合肉では，貯蔵前と比較して14日目に増加した。普通肉および血合肉から合計128の揮発性成分が検出され，それらの多くが貯蔵前と比較して，14日目以降に増加した。主成分分析の結果，腐敗に特徴的な成分として，(E,E)-3,5-Octadien-2-one, Unknown (KI: 1603)の2成分が示された。官能評価は，貯蔵前と比較して，貯蔵14日目に腐敗臭の強さおよび生の魚としての好ましさが増加及び低下し，21日目に喫食不可された。菌叢解析の結果，貯蔵中に菌叢の多様性が失われ，*Pseudomonas*属が優勢になり，この属がマダイのSSOsと示唆された。以上の結果から，マダイ肉の氷蔵中の品質変化において，*Pseudomonas*属の増殖に伴い，菌叢の多様性が失われるとともに，さまざまな揮発性成分の増加する中で(E,E)-3,5-Octadien-2-one, Unknown (KI: 1538)，Unknown (KI: 1603)が品質劣化のマーカールとしての可能性があること明らかとなった。

第4章では，本研究の総括を述べる

本研究は活ムール貝およびマダイ肉に対して，それらの貯蔵時のエキス成分または揮発性成分および菌叢の変化について検討することで魚介類の品質劣化の挙動の一端を明らかとした研究である。本研究の成果は，収穫後の活ムール貝およびマダイの貯蔵管理のための基礎的知見だけでなく，広く水産物の貯蔵・流通に応用されることが期待される。

参考論文（学位論文の要旨の草稿を提出する場合に記載）

（主参考論文）

Run Wang, Mayumi Hirabayashi, Ayumi Furuta, Takashi Okazaki, Shota Tanimoto. Changes in extractive components and bacterial flora in live mussels *Mytilus galloprovincialis* during storage at different temperatures. J. Food Sci. 2023, 88, 1654-1671. (<https://doi.org/10.1111/1750-3841.16502>)

（副参考論文）

Mayumi Hirabayashi, Takashi Okazaki, Run Wang, Ayumi Furuta, Shota Tanimoto. Characteristics of the Components of Mussels Compared to those of Oysters, Hard Clams, and Short-Necked Clams. Journal of cookery science of Japan 2022, 55, 235-244