

アカアマダイの水産加工原料適性に関する研究 : 特に筋肉の加熱ゲル形成能について

著者	橋 希元
学位名	博士(海洋科学)
学位授与機関	東京海洋大学
学位授与年度	2016
学位授与番号	12614博甲第425号
URL	http://id.nii.ac.jp/1342/00001420/

博士学位論文内容要約

専攻 Major	応用生命科学	氏名 Name	高橋 希元
論文題目 Title	アカアマダイの水産加工原料適性に関する研究 :特に筋肉の加熱ゲル形成能について		

アマダイ類は世界各地の温暖な海域に生息している。中でもアカアマダイ *Branchiostegus japonicus* は、東アジア各国で漁獲され、日本近海で漁獲されるアマダイの中で最も漁獲量が多く全体の約 80% を占め、我が国における重要な漁獲対象種となっている。本種は、一般に味が良いとされ食用として好まれおり、市場に広く流通している。また近年では一部地域において、ブランド魚に指定し地域の特産品として販売を促進しようとする試みもなされている。

本種については、延縄漁や一本釣り漁で漁獲される大型魚は、高級魚とされており、市場で高く取引される一方で、底曳網漁などで漁獲される全長 30cm 以下の小型魚は、魚価が大きく低下することから加工用原料として利用されることが多い。しかしながら、本種筋肉は極めて脆弱であり、加工中に崩れやすいことや、流通中での劣化が迅速に起こることが、水産加工業者の間で長く問題になってきた。これらの理由により、これまでは本種を水産加工原料として利用する場合、一部の塩干品などに用途が限られており、加工食品として利用するための新たな技術開発が強く望まれてきた。しかしながら、これまでに本種を水産加工原料として利用するための抜本的な研究や対策は行われてこなかった。

上記問題を解決するために、本博士論文研究では市場価値が低く加工の難しい小型アカアマダイを食品として有効利用することを目的に、特に本種筋肉の加熱ゲル形成能および練り製品原料適性に関する研究を行い、加熱ゲル形成能と内在性プロテアーゼの関係の解明、および近年水産食品業界からの開発要望が強い非タンパク質添加物によるゲル形成能の改善を試みた。

本博士学位論文は 6 章で構成され、第 1 章：緒言、第 2 章：内在性プロテアーゼがアカアマダイ筋肉の加熱ゲル形成能におよぼす影響、第 3 章：有機酸塩によるアカアマダイ筋肉の加熱ゲル形成能の改善、第 4 章：塩化カルシウムがアカアマダイ筋肉の加熱ゲル形成能に及ぼす影響、第 5 章 アルカリ塩水晒しがアカアマダイ筋肉の加熱ゲル形成能に及ぼす影響および第 6 章：総括となっている。

第 1 章では、緒言として日本近海におけるアカアマダイの生態、漁獲量や市場における価格などについて、既存の研究を元に考察した。

第 2 章では本種無晒し肉の練り製品原料適性について明らかにし、加えて内在性プロテアーゼがアカアマダイ筋肉加熱ゲル形成能に及ぼす影響について検討した。本研究の結果より、本種筋肉は通常の調製方法では 30-80°C で加熱ゲルを形成せず、90°C 加熱でのみ極めて脆弱なゲルを形成したことから、練り製品原料適性が著しく低いことが明らかになった。また、SDS-PAGE の結果から、ミオシン重鎖(MHC)を中心としたタンパク質分解が激しく生じていたことから、加熱ゲル形成能が極めて低い理由として、内在性プロテアーゼによる魚肉中のタンパク質の分解が要因の 1 つであることが示唆された。一方で、1,10-フェナントロリンなどのキレート剤や benzamine などのセリンプロテアーゼ阻害剤により、本種筋肉は 40, 60, および 90°C の加熱条件でゲル化し、タンパク質の自己消化も抑制された。これらの結果から、本種筋肉のゲル形成能低下にセリンプ

ロテアーゼが関与していること、また金属イオンがプロテアーゼ活性に影響を及ぼしていることが示唆された。さらに、セリンプロテアーゼ阻害剤やキレート剤を使用することで、本種筋肉を練り製品原料として利用出来る可能性が示唆された。

第3章では有機酸ナトリウムによるアカアマダイ筋肉加熱ゲル形成能の改善について検討した。第2章の実験によりキレート剤やプロテアーゼ阻害剤を使用することで、本種筋肉の加熱ゲル形成能が改善できることが明らかとなった。一方で、水産練り製品産業では、卵白や豆類が広くプロテアーゼ阻害剤として利用されているが、近年はアレルギー問題により、それらの利用が敬遠されている。そこで、本種筋肉加熱ゲル形成能改善と新規非タンパク質添加物の開発を目的として、キレート能を持つ有機酸ナトリウムを用いて加熱ゲルの調製を行ない、その影響を検討した。本種筋肉は60°Cおよび90°Cの加熱条件で、クエン酸Na、フィチン酸NaおよびEDTA-Na添加することで加熱ゲル形成能が改善した。また、本種筋肉と有機酸ナトリウム塩を用いたホモジネートを透析し、60°C加熱したところ、MHC分解の抑制が確認できた。また筋肉中のCa²⁺、Zn²⁺およびMg²⁺の含有量が減少した。したがって、これら有機酸ナトリウムは金属イオンをキレートすることで内在性プロテアーゼ活性を低下させ、本種筋肉の加熱ゲル形成能を改善することが示唆された。

第4章では非タンパク質物質であり食品添加物として広く利用されている塩化カルシウムがアカアマダイ筋肉の自己消化と加熱ゲル形成能に及ぼす影響を検討した。40、60および90°Cにおいて50ml/kg以上の塩化カルシウム添加で、MHCを主とした本種筋肉の自己消化は抑制され、加熱ゲル形成能が改善した。またホモジネートでの試験においても、25mM以上の塩化カルシウム添加によりMHC分解抑制効果が確認できた。一方、内在性トランスグルタミナーゼ活性は35-40°C、10mM塩化カルシウムの添加で最大化した。これらの結果は塩化カルシウム添加による本種筋肉のゲル形成能改善効果は、これまでに指摘されてきた、内在性トランスグルタミナーゼ活性の向上によるものだけでなく、本種筋肉タンパク質の自己消化抑制効果も大きく寄与することを示唆した。

第5章ではアルカリ塩水晒しがアカアマダイ筋肉加熱ゲル形成能に及ぼす影響について検討した。清水、アルカリ水(0.2%NaHCO₃)、塩水(0.15%NaCl)と比較し、アルカリ塩水晒し(0.2%NaHCO₃+0.15%NaCl)は、本種筋肉のゲル形成能を最も改善したが、SDS-PAGEでミオシン重鎖の分解抑制効果を検討したところ、その効果はアルカリ晒しおよび塩水晒しと同等であった。一方で、タンパク質の表面疎水性はアルカリ塩水晒しで有意に高まった。以上より、アルカリ塩水晒しによる本種筋肉の加熱ゲル形成能改善には、これまで指摘されてきた水溶性画分中の内在性プロテアーゼ除去によるタンパク質の分解抑制効果のみならず、表面疎水性上昇による疎水性相互作用の増加が寄与している可能性も示唆された。

第2章から第5章の結果を受け、第6章では総括として総合討論を行なった。本種筋肉は通常では加熱ゲル形成能が低く、練り製品原料として適さないが、内在性プロテアーゼによるミオシン重鎖を主とした筋肉タンパク質の自己消化を抑制することで加熱ゲル形成能が改善すること、また本研究により、通常のタンパク質添加物を用いない新規方法によるゲル形成能改善に成功したと結論付けた。