

氏名	あん どう まさ し 安 藤 正 史
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学位記番号	論農博第 1909 号
学位授与の日付	平成 6 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文題目	HISTOLOGICAL AND BIOCHEMICAL STUDIES ON POST-MORTEM TENDERIZATION OF FISH MUSCLE (魚類筋肉の死後における軟化現象に関する組織学的・生化学的研究)
論文調査委員	(主 査) 教授 坂口守彦 教授 石田祐三郎 教授 森友彦

論 文 内 容 の 要 旨

魚類筋肉は即殺後、貯蔵中に速やかに軟化することが知られている。本研究は、この軟化現象を組織学および生化学の両面から検討を加え、その原因を解明したものである。その結果は以下のように要約される。

1. 肉質の評価法について、官能検査にかわる客観的な指標としてレオメーターを用いる破断強度をとり上げその有効性を検討した。その結果、破断強度は官能検査の結果と高い相関性があり、破断強度の測定は肉質の評価法として客観性のある有効な方法であることが確認された。次に、7魚種を用いて死後硬直が肉質におよぼす影響を検討した結果、いずれの魚種においても死後硬直が進行する際、肉質が硬化することはなく、逆に肉質の軟化が進行する傾向が認められた。これは死後硬直が肉質の変化に直接関与していないことを示すものである。

2. 軟化の原因が筋肉のどの部分に起因しているかを調べるため、組織学的な検討を行なった。軟化した筋肉を光学顕微鏡で観察したところ、筋肉に荷重をかけないで作製した試料では軟化の前後で変化が認められなかったが、荷重をかけた試料では、筋細胞間に存在する結合組織部分の崩壊が認められた。この結果は軟化に対応して結合組織の物理的強度が低下していることを示すものである。次に、透過型電子顕微鏡により軟化した筋肉を観察したところ、結合組織の主要成分であるコラーゲンの繊維構造が筋肉の軟化に伴って崩壊することがわかった。同様な軟化を示さないトラフグの筋肉では、結合組織の脆弱化およびコラーゲン繊維の崩壊はともに認められなかった。一方、いずれの魚類においてもこれまで軟化の主因とされてきた筋原繊維のZ線にはほとんど変化が認められなかった。以上の結果より、魚肉の軟化はコラーゲン繊維の崩壊に起因する結合組織の脆弱化によるものであることが明らかとなった。

3. コラーゲンの貯蔵中の変化に関して生化学的手法を用いて検討した。まず、コラーゲン分解の指標となる遊離型およびペプチド態のヒドロキシプロリン (Hyp) を定量したところ、軟化を示す筋肉ではいずれの型の Hyp 量も貯蔵中に増加した。一方、軟化を示さない筋肉ではいずれの Hyp とも検出できなかった。つまり、軟化を示す筋肉においてはコラーゲンに共有結合性の崩壊が起こっていると推定された。

次にマイワシとトラフグについてタイプ別にコラーゲンの溶解性を比較したところ、著しい軟化を示したマイワシ筋肉では、メジャー成分であるⅠ型コラーゲンに変化は観られず、マイナー成分であるⅤ型コラーゲンのみに溶解性の増大が認められ、本コラーゲンに何らかの分解が起こっている可能性が示唆された。一方、軟化を示さないトラフグ筋肉では、そのような変化は検出されなかった。この結果は、Ⅴ型コラーゲンの分解と筋肉の軟化との間に関連性があることを示唆するものである。

4. ニジマス筋肉について免疫組織学的にコラーゲンの局在性を調べたところ、Ⅴ型コラーゲンは軟化の原因である筋内膜のコラーゲン繊維を構成していることが明らかとなった。一方、メジャー成分であるⅠ型コラーゲンは貯蔵中に変化を示さず、しかも筋隔膜に局在していることがわかった。この事実はⅤ型コラーゲンが軟化の主要な原因となっていることを示している。

以上の結果から、筋内膜に存在するⅤ型コラーゲンの分解が、魚肉の軟化の主因であると結論した。本研究では、魚類の死後、その肉質が劣化する機構を明らかにしたものであるが、この成果は他種動物肉の軟化機構に関しても重要な示唆を与えるものである。

論文審査の結果の要旨

一般に魚類の鮮度低下は速やかで、特にその筋肉の軟化現象は鮮度低下を示す一つの目安として古くから注目されていた。しかし、その原因についてはいまだに解明されていない点が多かった。本研究において著者は筋肉中の結合組織に着目し、組織学的・生化学的手法を用いて魚肉の軟化機構を明らかにした。評価すべき点は次の通りである。

1. 肉質の評価法としてこれまで官能検査法が採用されてきたが、これにかわる手法としてレオメーターを用いる破断強度の測定が有効であることを見だし、この破断強度は官能検査の結果と高い相関性があり、肉質の評価法として有効であることを明らかにした。また、種々の魚類を用いて死後硬直が肉質におよぼす影響を検討し、いずれの魚種においても死後硬直が進行する際、筋肉は硬化することなく、逆に軟化する傾向があることを認めた。この点は、貯蔵中における肉質の変化には死後硬直は直接関与していないことを明確にしたものといえる。

2. 軟化の原因となる筋肉の部位を同定するため、本研究において著者は組織学的手法により検討した。まず、軟化した筋肉に荷重をかけてから光学顕微鏡で観察することにより、筋細胞間に存在する結合組織部分が壊れる様子を認め、軟化に対応して本組織の物理的強度が低下していることを明らかにした。次に、透過型電子顕微鏡を用いる観察によって、結合組織の主要成分であるコラーゲンの繊維構造が筋肉の軟化と呼応して崩壊することを見いだした。従来、軟化の主因は筋原繊維のZ線が脆弱化するためであるとされてきたが、むしろコラーゲン繊維の崩壊によるものであることを解明した意義は大きい。

3. コラーゲンの貯蔵中の変化に関しては、コラーゲン分解の指標となる遊離型およびペプチド態のヒドロキシプロリンが、軟化と相関して貯蔵中に増加すること、筋肉中ではマイナー成分であるⅤ型コラーゲンの溶解性が増大することなどを見いだした。これは、軟化した筋肉においてはⅤ型コラーゲンの崩壊が起こっている可能性が高いことを示すものであり、きわめて興味深い知見である。

4. ニジマス筋肉について免疫組織学的にコラーゲンの局在性を調べ、Ⅴ型コラーゲンは筋内膜のコ

ラーゲン繊維の構成成分となっていることを明らかにすることにより，V型コラーゲンの分解が筋内膜を脆弱化させ，その結果，筋肉の軟化が惹起されるという，魚肉の軟化機構を解明するに至った。

以上のように，本論文はこれまで解明されていなかった魚肉の軟化機構について組織学及び生化学的側面から検討を加え，新しい知見をもたらしたものであり，水産化学及び水産利用学の発展に寄与するところが大きい。

よって，本論文は，博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお，平成6年2月22日，論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果，博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。