

# 微生物由来トランスグルタミナーゼ製剤による水産塩干品の改質に関する研究

長崎大学大学院 生産科学研究科 海洋生産科学専攻

田中 晴生

魚肉塩干品は日本の伝統的な水産加工品のひとつであるが、その品質については、魚肉タンパク質、油脂の劣化、塩漬・乾燥条件などさまざまな要因の変化が多く、長い間経験的な製法、知見に頼りがちであった。そのために食品化学的な研究対象としては、主要工程における水分（活性）、エキス成分の消長、微生物相の変化など個別事象に偏る傾向になることが否めなかった。しかし近年になって、ソフトな食感、低塩タイプの製品が好まれるようになってきていることもあり、塩干品の品質制御の点からもタンパク質レベルでの本格的な検討が必要になった。このような状況下、1990年代になって北大の伊藤らは、スケトウダラ筋肉を使用した検討を行い、水産塩干品の物性や食感に寄与する成分は、水産練り製品の場合と同様に筋原線維タンパク質、とりわけ主要な役割を果たすのがミオシン分子であることを明らかにした。また丹保らはマアジを使用した塩漬・乾燥の検討により、魚肉の持っている内因性のトランスグルタミナーゼによってミオシン重鎖間の $\epsilon$ - $\gamma$ -グルタミルリジン結合が触媒・生成されることを報告している。

一方、食品添加物としての微生物由来トランスグルタミナーゼを主剤とした製剤が1993年より市場導入され、畜産加工、水産加工、豆腐、製麺などの各分野で順次実用化されていった。このうち水産加工分野においては、水産練り製品が物性改良効果やタンパク質組成の変化を検討しやすいこともあって比較的報告事例が認められるが（阿部、安永ら）、魚卵、塩干品、惣菜などでは検討が充分ではなく、対照・添加区間での現象論の比較に終始しているのが現状である。そこで本研究では、長崎県産のマアジを出発原料とし、塩干品製造時における魚肉タンパク質の特性を種々検討し、これに先述のトランスグルタミナーゼ（以下、TGase）製剤を組み合わせることで、さらなる品質向上ができないかどうかの検討を行った。また、TGase製剤の添加効果を、対照と添加区間で詳細に比較することで食品添加物としての有用性を検証することも目的とした。第1章は序章であり、上記のような研究背景と目的について詳述したものである。第2章では、魚肉の塩干品製造の主要工程である塩漬におけるTGase製剤の添加効果について検討を行った。具体的には、採取したマアジ背肉を1 cm角に切り出し、これを2.0 M NaCl（pH 7.0）溶液中で4℃にて最大

24 時間の塩漬処理を行い、経時的に取り出したサンプルの各種特性（魚肉の物性、タンパク質組成）について検討した。TGase 製剤の添加は塩漬液に対して所定量の「アクティバ」TG-S (味の素 (株) 製、畜肉練り込み用、100 u / g) を加えることで行った。塩漬時間の経過に伴って魚肉の破断荷重は次第に上昇し、常に TGase 製剤添加区が対照よりも高い値を示した。また、塩漬処理した魚肉を 8 M 尿素-2% SDS-2% 2-メルカプトエタノール混液（以下、尿素-SDS-メルカプトエタノール混液）に溶解後 SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動にて分析したところ TGase 製剤添加区は対照に比べてミオシン重鎖の重合度合いが顕著で、重鎖多量体の生成が認められた。これらの検討結果から TGase 製剤は塩漬処理中に、架橋効果を発揮し魚肉の物性向上に影響を与えていることが確認できた。次に第 3 章では、第 2 章での検討結果をベースに、より実用系に近い系として、近海で漁獲された新鮮なマアジをフィレー状に加工し、長崎県総合水産試験場の BP 設備を借用して塩漬・乾燥処理実験、試作、評価を行った内容について述べた。最初に、塩漬時におけるマアジフィレー肉の表面部分と内層部分の塩分濃度の差について検討した。その結果、最大 24 時間塩漬しても、塩漬液と直接接触している外側部分と最奥部にあたる内層部分で浸透度合いが異なり、内層部分の塩分濃度は表面のその 50~70% 程度に留まることがわかった。微生物由来 TGase は分子量が約 38,000 であり、長時間塩漬を行っても TGase が魚肉の内層部分まで浸透する可能性は低いと考えられる。また 6 時間塩漬処理した魚肉を用いて 30℃ における冷風乾燥処理を行った場合の特性について検討した。その結果、乾燥処理においては塩漬時ほどの大きなタンパク組成の差は見られなかった。ただし、塩漬・乾燥処理の両過程において TGase 製剤添加区と対照区間で、筋原線維 Ca-ATPase 活性の経時変化について検討したところ、乾燥処理工程では、TGase 製剤添加区の方が対照よりも活性低下の度合いが遅いという興味深い結果が示された。これらの結果より、TGase 製剤は、魚肉表面の塩漬液に接触している外側部分を優先的に架橋し、生成されたタンパク質の架橋重合物が乾燥の段階において内層部分のタンパク質の変性を抑制することが示唆された。さらに、第 4 章では長崎大学水産学部学生をパネルとした、マアジフィレー肉を使用した塩干試作品の加熱調理品の官能評価について述べた。その結果、TGase 製剤添加区は対照よりも物性面で明確に好まれた。これら一連の検討結果より、今後実使用時での塩干品の物性コントロールや歩留まりの向上に本知見が活用されることが期待される。