



Title	Study on the Application of Impedance in Freshness Change of Fish
Author(s)	袁, 鹏翔
Citation	(2019-03-20)
Issue Date	2019-03-20
URL	http://hdl.handle.net/10069/38974
Right	

This document is downloaded at: 2019-09-18T07:39:23Z

Study on the Application of Impedance in Freshness Change of Fish 魚類の鮮度変化におけるインピーダンス値変化の応用に関する研究

長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科

袁 鵬翔

魚類の生鮮度状態は、魚価を決定するばかりでなく、加工製品の品質にも影響を及ぼすことが知られている。従って、魚類の生鮮度を簡易に知ることは重要である。現在、筋肉中に含まれる ATP 関連化合物の分解する過程を化学的に分析して鮮度を判定する K 値が多く用いられている。しかしながら、K 値は試料作製に手間がかかるのみならず、魚筋肉を採取しての測定が必要となる。そのため、これに用いられた検体は商品としての価値を大きく損なってしまう。

ところで、魚類の筋肉は主に細胞と細胞外液で構成され、これらの成分はそれぞれ電気的抵抗と容量特性を持っており、これらが魚体のインピーダンス (Z) 値を決定する。また、生物の生理学的変化が筋肉の Z 値の変化に影響を与えることが知られている。この点について、生物 Z 値の変化から、生物の生理学的変化を評価することができれば、生物内部の変化や肉質評価に利用することができると思われる。したがって、魚筋肉の Z 値変化を測定することで、魚類の体組成や品質変化等の指標を迅速かつ非破壊で決定することができるのではないかと考えられる。一方、貯蔵中の魚筋肉の Z 値変化は体組成や構造と大きく関係しているが、Z 値の変化やその詳細な機序は不明である。そこで本研究ではこの変化を明らかにするとともに K 値からみた鮮度変化との関係を検討した。これらが明らかとなれば、魚筋肉の生鮮度変化を迅速かつ非破壊で決定することが可能となり、ひいては生体の生理学的変化、組織状態の評価等にも役立つと考えられる (第 1 章)。

まず (第 2 章)、インピーダンス値を用いた氷蔵中における魚類生鮮度指数 (K 値) の非破壊による推定。

長崎近海産の 8 魚種を致死後氷蔵し、経時的に背部普通筋の ATP 関連化合物量を分析し、K 値を算出した。一方、同魚種の背部普通筋の Z 値 (2、5、20、50、100 kHz) を測定した。K 値は全魚種で約 40% まで保存時間の延長に伴い直線的に上昇した。Z 値の変化は 2 種類のパターンを示した。即ち、マアジ、イヅカサゴ、マダイ、カナガシラでは、Z 値は初期の氷蔵 24 時間に増加し、その後氷蔵終了まで減少し、その減少速度は魚種により異なった。一方、アカムツ、マトウダイ、カイワリ、キダイでは、Z 値は保存時間の延長に呼応して直線的に低下し、その減少速度は先と同様、魚種により異なった。魚類の Z 値は、高周波数よりも低周波数で一般的に高かった。即ち、2kHz の Z 値が最も高く、100kHz での Z 値が最も低かった。Z 値は全魚種で保存 24 時間目以降に保存時間の延長に伴って概ね低下した。保存 24 時間目以降の K 値と 2 kHz の Z 値/100 kHz の Z 値の比 (C 値) と

の間には有意な正の相関関係が認められた。従って、氷蔵中における試料魚の Z 値は K 値の変化を概ね反映しており、C 値を測定することで、氷蔵 24 時間目以降の生鮮度 (K 値) を簡便かつ非破壊で評価できるであろうと考えられた。

次に (第 3 章)、ブリ (*Seriola quinqueradiata*) 背部筋の ATP 含量およびインピーダンス値の貯蔵中における変化。

前章では魚筋肉の Z 値は保存初期に上昇と下降を示したが、その変化の原因は不明である。本章では Z 値を用いて K 値を推定するための基礎的知見を得るため、養殖ブリを試料魚として、致死後種々の保存温度 (0: 氷蔵, 5, 10, 15, 20°C) で保存し、2 kHz の Z 値と筋収縮、普通筋中 ATP 含量の挙動を測定するとともに、氷蔵中における筋収縮に伴う普通筋細胞の形態に着目して検討を行った。その結果、養殖ブリの 0°C から 20°C における各保存温度における Z 値の変化は、保存初期にいったん上昇しその後低下する傾向を示し、保存初期における Z 値上昇は筋収縮と ATP 含量の低下とよく呼応していた。普通筋中 ATP 含量低下の後、K 値のゆるやかな上昇に伴って、Z 値は減少した。保存初期における各保存温度の Z 値上昇速度は筋収縮速度とよく呼応しており、すべての温度で Z 値は ATP 含量との強い関係性が考えられた。保存初期における Z 値の減少速度は貯蔵温度と有意な相関を示していた。氷蔵中における筋細胞間のスペースは 0 時間目より保存 6 時間目まで縮小し、保存 20 時間目で拡張していきおり。この細胞間スペースの縮小と拡張は、氷蔵初期における Z 値の上昇と低下とよく呼応していた。従って、保存初期における ATP の減少に伴う細胞間スペースの縮小は Z 値上昇の 1 つの因子となると考えられた。これらのことは、種々の保存温度で保存した魚筋肉の組織の状態と品質を評価するための有意義な手法として Z 値を使用可能であることを示唆していた。

最後に (第 4 章)、氷貯蔵中におけるブリのインピーダンス値と普通筋の細胞構造。

前章までで、電気的特性の変化 (2 kHz の Z 値) は、細胞の状態分析の簡易な方法として用いられると考えられた。本章では魚筋肉の電気的特性を明らかにするために、養殖ブリを試料魚として、氷蔵中における 2 kHz における Z 値を測定するとともに、光学顕微鏡と透過型電子顕微鏡を用い組織学的に普通筋細胞の筋細胞間隙と筋細胞膜を観察した。その結果、Z 値は初期の 6 時間に増加し、6 時間後に徐々に低下した。形態学的にみると、氷蔵 6 時間後に細胞間スペースの拡張や氷蔵 20 時間目に筋細胞膜の崩壊が観察された。従って、Z 値の変動は魚筋肉の死後変化中に生じる組織構造の変化に起因すると考えられた。

以上を取りまとめるとインピーダンスを用いた、C 値 (2 kHz の Z 値/100 kHz の Z 値) の測定は魚筋肉の氷蔵 24 時間目以降の生鮮度 (K 値) 推定を可能とし、簡便かつ非破壊の測定方法として利用可能であろうと考えられた。種々の保存温度で保存した魚筋肉の組織の状態と品質を評価するための有意義な手法として Z 値を使用可能であることを示唆していた。さらに、低周波 Z 値 (2 kHz) は筋肉の組織と構造の変化に強く関係しており、低周波 Z 値 (2 kHz) は魚筋肉の細胞膜の破壊指標として利用可能であると考えられた (第 5 章)。