

6. 光による魚介類の鮮度評価技術に関する研究開発

ものづくり技術支援グループ ○菅原智明、下野 功
食産業技術支援グループ 吉岡武也、木下康宣
(株) 電制 高瀬雅由、澤代唯文、須貝保徳

1. はじめに

生鮮水産物は重要な食料資源の一つであり、新鮮で美味しい水産物を消費者に提供するため、漁獲・流通・販売において、共通の客観的鮮度評価方法や測定装置が求められている。一般的に水産物は死後、組織に含まれるアデノシン三リン酸(ATP)が徐々に分解することで、最終的にイノシンとヒポキサンチンを生成する。斎藤らはこの現象を利用し、鮮度の科学的評価として、ATP 関連物質中のイノシンとヒポキサンチンの割合(K 値)を用いる K 値評価法を開発した。K 値による鮮度評価は、精度が高く優れた方法であるが、分析には時間がかかる。

一方、光学的測定には迅速で高感度、非破壊といった特徴があることから、光学的方法による水産物の鮮度評価について研究している。魚介類の組織には、光の照射によって発光する蛍光物質が元々含まれており、例えば還元型ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド(NADH)、トリプトファン(Trp)などが知られている。NADHは、生命活動のエネルギー源として知られているATPの生成に関連する補酵素である。Trpはアミノ酸の一種であり、生体内で比較的安定した物質と考えられている。魚介類の蛍光測定の結果、蛍光強度により鮮度評価できることが分かった。鮮度測定の応用としては、水産食品製造工程での非破壊検査などを考えている(図1)。

2. 実験方法

試料には函館近海で漁獲された活スルメイカを用いた。活スルメイカを即殺した後、外套膜の皮を剥ぎ、3×3 mm、長さ15 mmの切片を作製し、プラスチックフィルムで包んで石英製三角柱セルに入れ、測定用サンプルとした。試料に紫外線を照射すると、図2のように青く光る。鮮度評価試験では、試料を10℃で72時間まで保存した。

保存時間ごとに試料を、図3に示す蛍光分光分析装置(日本分光(株)製FP-6600)にセットし、光電子増倍管を用いて室温で三次元励起蛍光スペクトル測定を行った。この測定は、蛍光波長と励起波長とを変化させ、それぞれの波長ごとに蛍光強度を測定するもので、励起蛍光マトリックスあるいは蛍光指紋とも呼ばれている。蛍光測定条件は、蛍光側の光学スリット幅を6 nm、励起側を5 nmとした。



図2 スルメイカの蛍光



図3 蛍光分光分析装置の外観

3. 結果及び考察

図4に、活スルメイカの三次元励起蛍光スペクトル測定結果を示す。この図には、二つのピークが見られる。蛍光波長が450 nm、励起波長が360 nmの蛍光は、NADHに由来する。蛍光波長350 nm、励起波長300 nmにはNADHよりもやや強いピークがあり、これはTrpからの蛍光と分かった。測定波長範囲内にNADHとTrp以外に蛍光ピークは観測されなかった。

次にNADHの蛍光強度に注目し、保存時間ごとに測定した。蛍光強度の保存時間依存性を図5に示す。

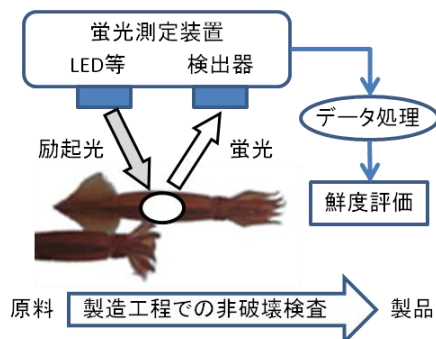


図1 蛍光測定による鮮度評価と装置開発後の応用

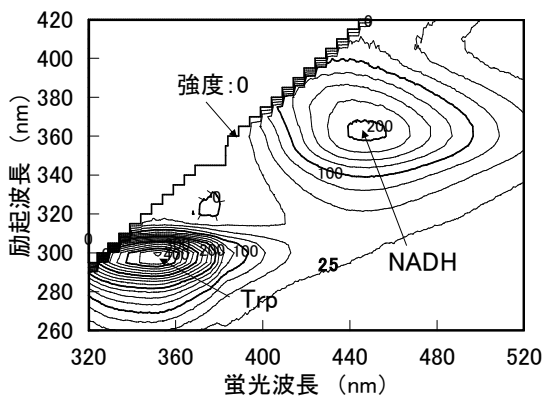


図4 活スルメイカの三次元励起蛍光スペクトル測定結果

活締め直後を0時間とし、そのときの蛍光強度を1とすると、NADH 蛍光強度は試料の保存時間が長くなるほど低下し、対照的にK値は増加することから、NADH 蛍光強度が鮮度指標になることが明らかとなった。Trpについては、図6に示すように保存時間を長くしても蛍光強度はほとんど変化しなかった。この理由として、Trpが化学的に安定しており、代謝の影響を受けにくいことが考えられる。

固形試料の蛍光測定では、濃度が同じでも蛍光強度が異なる場合がある。試料の平坦度、サイズ、セルへの入れ方、光源の明るさの違いなどが原因と考えられる。同鮮度の試料を測定すると、NADH 蛍光強度は大きくばらつくが、Trp 蛍光強度とは比例する傾向が見られた(図7)。そこで、鮮度に依存しない Trp 蛍光強度を比較対象とし、NADH 蛍光強度を補正することによって、精度の高い鮮度評価ができると考えた。

図8に、NADH-Trp 蛍光強度比 (NADH/Trp) による鮮度評価結果を示す。補正後の NADH 蛍光強度は、0 h のとき約 0.49 で、72 h 後には 0.23 とほぼ 1/2 に減少した。またデータのばらつきを表す相対標準偏差については、補正前よりも小さくなり、0 h において約 15 % となった。

4. まとめ

活スルメイカの NADH と Trp を蛍光分光分析した結果、NADH 蛍光強度の時間変化を指標とし、鮮度評価できることを実証した。NADH は魚介類の筋肉に多く含まれることから、イカ以外の生魚の切り身や開き、生貝柱などの鮮度検査にも蛍光測定が使えるものと考えられる。今後は、鮮度測定の処理速度や精度の向上を図り、水産食品の製造工場や流通現場で利用可能な小型鮮度測定装置の試作に結び付けたい。

本研究の一部は、科学技術振興機構 (JST) の研究成果展開事業「マッチングプランナープログラム」の支援により行われた。関係各位に謝意を表す。

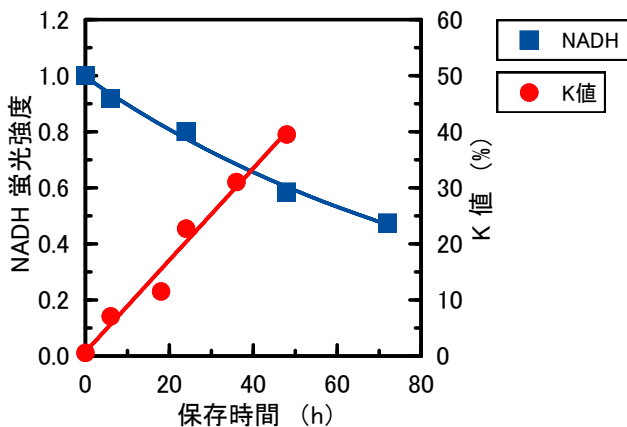


図5 NADH 蛍光強度およびK値の保存時間依存性

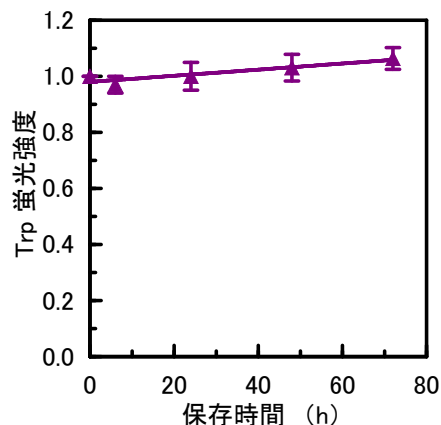


図6 Trp 蛍光強度の保存時間依存性

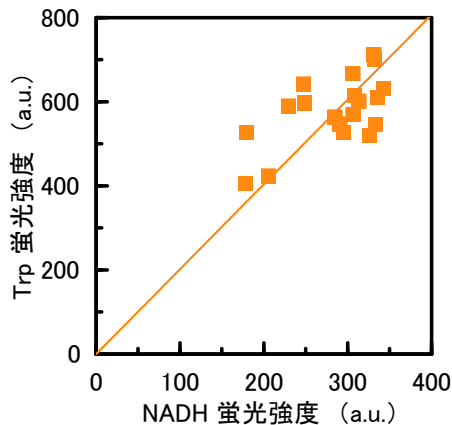


図7 蛍光強度の分散

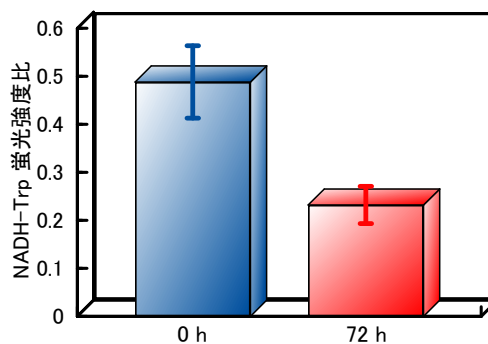


図8 NADH-Trp 蛍光強度比による鮮度評価