

# 水産物の光学的特性を応用した鮮度評価技術に関する研究

菅原 智明 [財団法人函館地域産業振興財団研究開発部プロセス技術科／主任]

加藤 早苗 [旭川医科大学 医学部 生化学講座 細胞制御科学分野／助教]

吉岡 武也 [財団法人函館地域産業振興財団 (北海道立工業技術センター)／科長]

木下 康宣 [財団法人函館地域産業振興財団 (北海道立工業技術センター)／主任]

野村 保友 [山形大学大学院 医学系研究科 生命環境医科学専攻 生命情報工学講座／准教授]

## 背景・目的

ホタテやイカなどの水産物は、北海道では年間100万トンを超える水揚げとなっている。近海の水産資源を確保しながら付加価値の高い製品を生産することは重要である。解決手段の一つとしては、鮮度を保持しながら消費地まで新鮮な品物を届けて高価格で販売することが考えられる。函館地域では、文部科学省の都市エリア事業に参画し、魚介類の鮮度に関して研究開発を行ってきている。

鮮度に関する研究を推進する上で、鮮度評価は重要である。生化学的分析は、精度のよい分析方法であるが、分析には専門的技術が必要で、なおかつ時間がかかるといった短所もある。また、北海道の水産物を、海外も含め広範囲に流通販売するには、簡便で非破壊な鮮度測定方法の開発が望まれている。

本研究の目的は、光学的特性を応用し、水産物の迅速かつ正確な鮮度評価技術を確立することである。光学的特性と鮮度との関連性を明らかにする。

## 内容・方法

本研究開発では、水産物の光学的特性を測定するためには必要となる測定条件を見出し、光測定による鮮度評価の可能性について調査・検討する。光学的特性としては、光を照射したときの発光(蛍光分光)を測定する。

分析対象はホタテ貝柱として、汎用的な蛍光分光器を使用したときの蛍光分光について調査を行う。一般的に物質の蛍光分光は、照射する光の波長に依存することが知られていることから、本研究ではホタテ貝柱へ紫外線から可視光までの波長の光を照射し、そのときに生じる蛍光分光を観測する。照射する光の波長を変化させながら、試料の発光スペクトルを測定することにより、特徴的な発光スペクトルが得られる条件、すなわち照射光の波長を決定する。また、水産物からの発光強度は非常に弱いため、

測定条件を最適化する必要があると考えられる。ノイズレベルを低減させて正確な蛍光分光を計測するため、適切な測定用光学フィルタを選択する。

ホタテ貝柱を約10°Cで保存し、保存時間ごとに蛍光分光測定を行い、鮮度の低下に伴う蛍光分光スペクトルの変化について調査する。主に発光強度およびスペクトルピーク波長などに注目し、蛍光分光測定を行い、鮮度との関連性を実験的に検証することによって、鮮度評価における蛍光分光測定の有効性を確実なものとする。

## 結果・成果

活ホタテから貝柱を取り出し、縦横3mm、長さ15mmにカットして測定用試料とした。測定には蛍光分光測定装置を使用し、サンプルを石英製三角セルに入れ、蛍光分光分析を行った。本研究では、生体組織に元来含まれている補酵素の中でも、蛍光を生じる物質に注目した。補酵素は、アデノシン三リン酸(ATP)の産生など、エネルギー代謝に関する物質として知られている。

波長365nmの紫外線を照射したときの蛍光分光測定結果を図1に示す。比較のために、補酵素溶液についても測定を行った。ホタテ貝柱のPLは、458nmにピークを持つ青色発光を示し、400~600nmにわたるPLスペクトルとなることが分かった。補酵素溶液についてもピーク波長が459nmで、400~600nmの発光が見られた。両者のスペクトルはよく似ていることから、図1のホタテ貝柱の発光は、貝柱に含まれる補酵素によるものと考えられる。

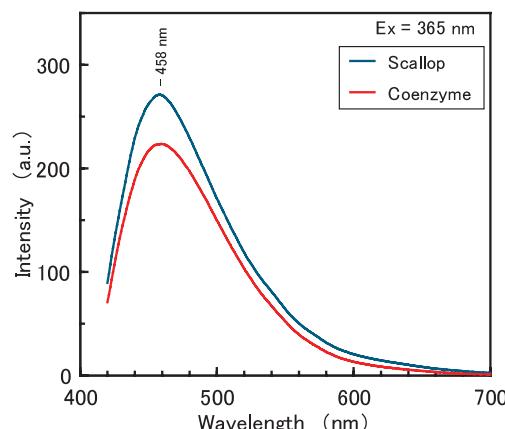


図1 PL測定結果

次に、蛍光波長を461nm一定とし、照射光の波長を変化させ、励起スペクトルを測定した。図2に、ホタテ貝柱と補酵素溶液の励起スペクトルを示す。補酵素溶液の励起スペクトルはピーク波長が346nmとなり、文献の値とほぼ一致した。一方、ホタテ貝柱はピーク波長が361nmであり、長波長側に若干シフトすることが分かった。ホタテ貝柱のピーク波長がシフトした原因としては、ホタテ貝柱の生体組織の特性として、貝柱の発光に不可欠な高エネルギーの電子が、補酵素溶液の場合よりも低エ

エネルギーの光を吸収することによって、励起し生成したことが考えられる。また励起スペクトルのピーク波長は、生体組織の状態に依存するものと予想される。

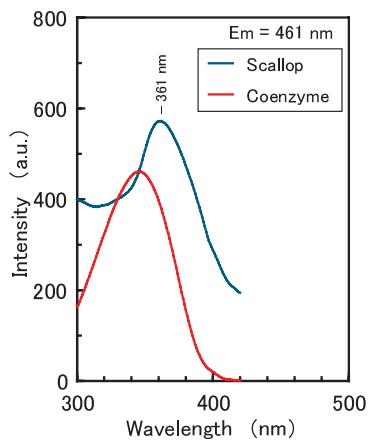


図2 励起スペクトル測定結果

ホタテ貝柱のPLスペクトルの発光強度とピーク波長について、保存温度を約10°C一定とし、保存時間によるスペクトルの変化を調べた。図3に、測定結果を示す。ピーク波長については457~459 nmとなり、ほぼ一定であった。PL強度は、保存時間が6時間までは変化が少ないが、6時間を超えると減少し始め、72時間後には初期の強度の70%程度にまで弱くなった。PL強度の減少は、生体内の電子伝達系の働きによって補酵素濃度が減少したこと、組織自身の吸収・散乱特性の変化によるものが要因として考えられる。特性変化のメカニズムについては今後の検討課題であるが、ホタテ貝柱中の補酵素からの発光強度は保存時間に強く依存することが明らかとなった。また、生体内に一定量含まれる物質の発光強度を基準とし、補酵素の発光強度を規格化することにより、鮮度評価の精度をより高くすることが可能と考えられ、検討する計画である。

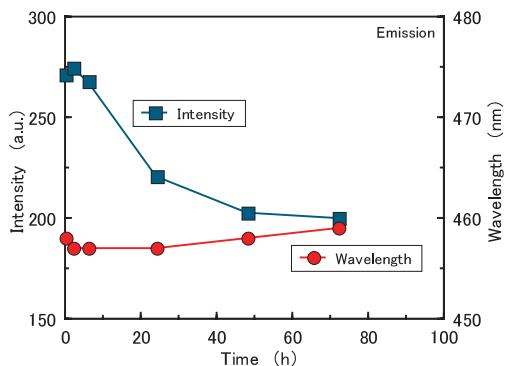


図3 PLスペクトルの保存時間依存性

励起スペクトルのピーク強度とピーク波長の測定結果を図4に示す。ピーク強度については、図3のPL強度と同じように、6時間以上で減少する傾向が見られた。ピーク波長は、361 nmから367 nmまで、保存時間が長

くなるほど長波長側にシフトした。これは、保存時間とともに生体組織の光吸収過程が変化し、より低エネルギーの照射光で発光するようになったためと考えられる。励起スペクトルのピーク波長が保存時間とともに長波長側へシフトすることから、ホタテ貝柱の鮮度評価指標への応用が期待できる。

以上の結果から、PLスペクトルと励起スペクトルを解析することによって、鮮度評価へ応用可能であることが分かった。また、本手法はホタテ貝柱以外の水産物についても応用できると考えている。近い将来、光学的測定の特徴を活かし、非破壊で迅速に誰もが再現性よく鮮度指標を得ることが可能になるものと確信する。

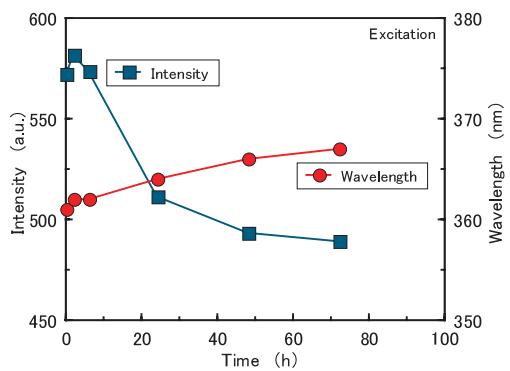


図4 励起スペクトルの保存時間依存性

### 今後の展望

ホタテ貝柱を用いて、光学的特性を測定した結果、鮮度との関連性について基本的知見が得られた。今後は、他の水産物への応用を検討するとともに、本研究成果を新製品開発や評価装置開発につなげて実用化を図る。そのためには、大学や企業との連携が不可欠であるが、文部科学省の都市エリア産学官連携促進事業で築いたネットワークなどを利用し、必要な研究体制を形成することができるようになっており、強みである。次年度以降も大学には、これまで通り優れたシーズと経験を活かしながらご指導を受けたいと考えている。企業としては、研究支援機器開発の企業および光技術関連企業等が数社、その他には水産製品に実際に携わっている水産関連企業が不可欠と考えている。

研究開発資金については、中小企業が用意することは困難な情勢であり、競争的資金も考えるのが現実的である。来年度以降の応用開発については、企業との話し合いによって競争的資金をどこからどのくらい導入する必要があるのかを判断する。その結果次第で、貴財団の研究開発助成を活用することも十分に考えている。