水産加工シリーズ

道産水産物の脂質含量(脂の乗り)を瞬時に数値化する

キーワード：近赤外分光測定機、脂質含量、水産物、非破壊分析

はじめに

消費者の水産物に対する高品質志向は年々強くなっており、水産物卸売業界では、鮮度や脂の乗りを数値化し、水産物に付加情報として添付することで、品質を客観的に表示して消費者にアピールする取り組みが試みられています。しかしながら、鮮度や脂の乗りの指標であるK値や脂質含量の測定には、従来の測定機器では１日以上の分析時間を要します。このため、道内の当該業界からは、現場で簡易に測定できる方法の確立が要望されています。

中央水産試験場では、平成23～25年度に実施した「水産品の鮮度及び脂質の数値化によるブランド化事業」で、水産卸売市場等で扱われる生鮮魚を対象とし、現場対応型の測定装置によりK値及び脂質含量をリアルタイムで測定する方法を検討しました。今回は､上記事業で得られた結果から、脂質含量の数値化についてご紹介します。

非破壊による水産物の脂質含量の測定

近年、非破壊分析（食品などの対象物を、傷つけることなく分析すること）による各種水産物の成分、色調、固形分（身入り）等の数値化が検討されてきています。特に脂質含量の測定については、近赤外分光分析により、静岡県水産技術研究所（対象魚種：ビンナガ、マサバ、カツオ等)、島根県水産技術センター（対象魚種：マアジ、ノドグロ等）をはじめ、いくつかの水産研究機関で検討されています。

ここで、近赤外分光分析による水産物の脂質含量の数値化の仕組みについてお話しします。近赤外分光測定機から水産物に向けて照射した近赤外線は水産物の内部まで入った後、水産物の脂質等の成分により吸収されて外に出てきます。出てきた近赤外線のデータ（波長、強度）と化学分析による脂質含量測定値から関係式（検量線）を導き出します。この関係式を入力した近赤外分光測定機から水産物に近赤外線を照射すると、脂質含量が瞬時に分かるというものです。

近赤外分光分析による道産３魚種の脂質含量数値化の検討

本事業では、北海道産のホッケ39検体、サメガレイ72検体、及びシロサケ52検体（トキサケ36検体及びアキサケ16検体）を用い、魚種別に脂質含量の数値化を検討しました。

・試験方法

脂質含量の測定部位は各魚種の背肉部とし、その表皮上からポータブル型近赤外分光測定機（以下NIR-GUNとする、写真１）により、近赤外線のデータを取りました。写真２は、ホッケ背肉部の近赤外分光分析の様子を示しています｡続いて、NIR-GUNを照射した部位の表面から３㎝×３㎝×１㎝の肉片を切り出し、皮を除去後、脂質含量



写真１　ポータブル型近赤外分光測定機 NIR-GUN（静岡製機株式会社製）



写真２　NIR-GUNによるホッケ背肉部の近赤外分光分析の様子

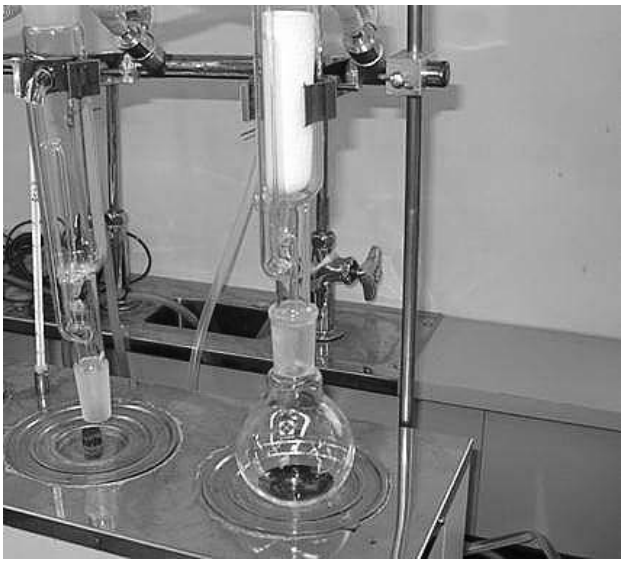


写真３　ソックスレー抽出装置

を化学分析（ソックスレー法）により測定しました。写真３に、化学分析で用いたソックスレー抽出装置を示しました。

次に、各魚種の脂質含量について、NIR-GUNによる分析データと化学分析測定値（以下、実測値）から検量線の作成とその評価を行うとともに、NIR-GUNにより導き出される値（以下、近赤外推定値）を求めました。なお、検量線の作成では、選択波長範囲及び選択波長数を設定する必要があるため、前者は850～950㎚、後者は２、３、４、５としました。そして、検量線の作成に用いたデータ数について、ホッケは26検体、サメガレイは36検体、シロサケは26検体（トキサケ18検体及びアキサケ８検体）とし、各魚種とも、残りの検体を用いて検量線の評価を行いました。

・試験結果

今回用いた各魚種の脂質含量（実測値）は、ホッケが5.8～24.8％、サメガレイが1.4～16.6％、シロサケが1.9～28.7％（トキサケ 5.7～28.7％、アキサケ 1.9～6.3％）で、いずれも広い範囲に分布していました。

NIR-GUNによる脂質含量検量線の作成結果とその評価結果を表１に示しました。検量線作成により算出される実測値との誤差（検量線標準誤差、SEC）は1.65～2.19％で、各魚種とも実測値と近赤外推定値の相関は良好でした。次に、作成した検量線の評価により算出される誤差（予測標準誤差、以下、SEP）を求めました。この値が低いほど検量線精度が高いことになります。その結果、ホッケでは選択波長数３、サメガレイでは選択波長数２、シロサケでは選択波長数４の場合にSEPが最も低くなり、それぞれ1.34％、2.04％、3.01％でした。図１には、各魚種について、検量線精度

表１　ホッケ、サメガレイ及びシロサケ脂質含量の検量線作成結果と評価結果

ホッケ　　検量線評価は13検体で実施

近赤外積算時間	検量線作成用検体数	脂質含量実測値(%) 最小-最大	平均値	標準偏差	選択波長数	選択波長(nm) λ1	λ2	λ3	λ4	λ5	検量線作成試料相関係数	SEC (%)	検量線評価試料相関係数	SEP (%)	評価
30msec	26	6.1-24.8	11.2	3.9	2	862	930				0.895	1.80	0.844	1.40	
					3	854	890	922			0.906	1.75	0.799	1.34	○
					4	862	890	922	946		0.922	1.63	0.856	1.50	
					5	862	890	906	922	946	0.923	1.66	0.857	1.49	

サメガレイ　　検量線評価は36検体で実施

近赤外積算時間	検量線作成用検体数	脂質含量実測値(%) 最小-最大	平均値	標準偏差	選択波長数	選択波長(nm) λ1	λ2	λ3	λ4	λ5	検量線作成試料相関係数	SEC (%)	検量線評価試料相関係数	SEP (%)	評価
30msec	36	1.4-16.6	7.1	3.3	2	862	906				0.874	1.65	0.828	2.04	○
					3	862	886	934			0.877	1.66	0.795	2.10	
					4	870	898	918	938		0.880	1.66	0.805	2.06	
					5	854	870	898	918	938	0.880	1.69	0.804	2.06	

シロサケ　　検量線評価は26検体で実施

近赤外積算時間	検量線作成用検体数	脂質含量実測値(%) 最小-最大	平均値	標準偏差	選択波長数	選択波長(nm) λ1	λ2	λ3	λ4	λ5	検量線作成試料相関係数	SEC (%)	検量線評価試料相関係数	SEP (%)	評価
30msec	26	1.9-28.7	9.9	6.8	2	862	930				0.951	2.19	0.884	3.35	
					3	854	890	922			0.967	1.84	0.859	3.03	
					4	862	890	922	946		0.972	1.73	0.883	3.01	○
					5	862	890	906	922	946	0.973	1.76	0.889	3.02	

SEC：検量線標準誤差　　SEP：予測標準誤差

近赤外分析での波長範囲は850-950nmに設定

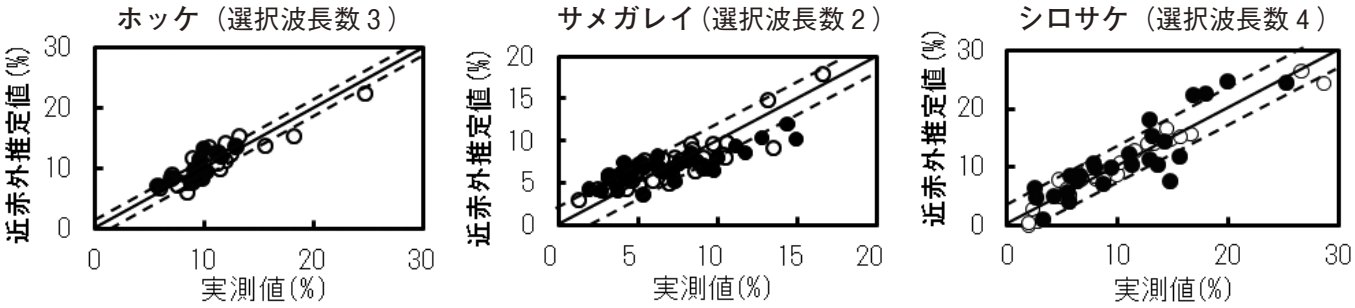


図１　ホッケ、サメガレイ及びシロサケ脂質含量の実測値と近赤外推定値の関係

○：検量線作成用試料　●：検量線評価用試料

各グラフ内の実線はｙ＝ｘを、点線で囲まれた部分は検量線評価での予測標準誤差、即ち、ホッケ：±1.34%、サメガレイ：±2.04%、シロサケ：±3.01% の範囲を示す

が最も高かった（SEPが最も低かった）場合の脂質含量の実測値と近赤外推定値の関係を示しました。これらのことより、ホッケ、サメガレイ及びシロサケについては、非破壊分析により、概ね３％以内の誤差で脂質含量を測定できるものと考えられました。

おわりに

本事業において､ホッケの脂質含量については、近赤外推定値と実測値との誤差が概ね±1.5％程度で数値化が可能であることが示唆され、実用性は高いと考えられます。札幌市内の水産卸業者では、本事業で得られた結果による検量線データを用いてNIR-GUNによるホッケの脂質含量を計測し、10％を境に差別化を行う試行試験を実施しています。

食品の成分表示による品質保証は既に果樹等で実施されており、水産物においても近い将来、実用化が予想されます。今後は分析精度の向上や他魚種への応用が課題になり、それらの取り組みが必要です。

（小玉裕幸　中央水試加工利用部

報文番号　B2392）