

携帯型近赤外分光計によるマサバ脂肪量の非破壊測定の実用化（短報）

矢口登希子

Practical applications of rapid non-destructive fat content in chub mackerel *Scomber japonicus* using a portable Near-Infrared Spectrometer

Tokiko Yaguchi

key word : 携帯型近赤外分光計, 脂肪量, 非破壊測定, マサバ

マサバ (*Scomber japonicus*) の脂肪量は、季節、漁場、サイズによって大きく変動する。水揚げされたマサバは鮮魚や加工原料として利用されており、脂肪量は価格や品質、用途に関係するため、仲買人、加工業者から脂肪量の情報が要望されている。しかし、これまでのソックスレー抽出法などの化学分析法では、結果が出るまでに1日以上かかることから、市場での販売時には間に合わず、現場では迅速に脂肪を測定する方法が望まれてきた。

近赤外分光法は、測定対象に近赤外線を照射し、吸収された度合い(吸光度)の変化を算出することで、切片等を作成することなく非破壊で脂肪量を推定することが可能で、業界の要望を満たす手法と考えられる。

これまで、水産分野の脂肪量の迅速測定では、カツオ、ビンナガ、マアジ、アカムツ、メバチマグロ、サバ等の魚種で卓上型または携帯型の近赤外分光計を用いた非破壊検査法の実用化研究が行われている(山内ら 1999, 島本ら 2000, 島本ら 2001, 山内ら 2006, 清川ら 2007, 山内ら 2004)。

そこで、マサバについて携帯型近赤外分光計を利用し、魚体部に光センサーをあてるだけで、近赤外線の吸収率から脂肪量を推定する非破壊測定法の実用化に取り組んだので報告する。

方 法

今回のマサバの脂肪量測定に使用したシブヤ精機株式会社製の携帯型近赤外分光器 FQA-NIRGUN(図 1)には、機器に検量線が付属している。しかし、県内に水揚げされるマサバ太平洋群の脂肪量は季節変動が大きく、特に南下期は1年間の中でも脂肪量が多い時期であり、機器に付属している一般的な検量線では誤差が大きかったので精度を向上させるため新たに検量線を作成した。

試料には、2012年10月から2013年12月に常磐沖で漁

獲されたマサバを用い、測定時の状態は、解凍または冷蔵とした(表 1)。分析尾数 257 尾を、漁獲年月、脂肪量が偏らないように分け、171 尾を検量線作成用、86 尾を検量線の検定用とした。測定部位は、当該機器に示されたサバの測定方法に沿って、可食部全体の粗脂肪率の平均値に相関が高い臀鰭脇とした。スペクトル測定は、魚体温度を 0~5°C、積算時間を 50ms とし、2 回行った。脂肪量は、頭、内臓、鱭、中骨を除去後、その左半身を皮ごと細切、均一にしてジエチルエーテルによるソックスレー抽出法により分析した。検量線は、付属のソフトウェア Ca-Maker を用いて重回帰分析により作成した。



図 1 マサバ脂肪含量測定に用いた携帯型近赤外分光計

表 1 検量線作成および検定に使用した試料(マサバ)

漁獲年月	測定時の状態	分析尾数 (尾)	平均尾叉長(範囲) (cm)	平均魚体重(範囲) (g)	脂肪量平均(範囲) (%)
2012年10月	解凍	30	32.7(29.9~38.0)	415.2(268.1~624.1)	11.3(2.7~27.0)
2012年11月	解凍	13	30.9(29.0~33.1)	382.7(290.5~549.7)	11.0(1.5~25.7)
2013年1月	解凍	87	32.5(28.3~38.3)	424.8(242.5~709.6)	12.8(1.0~29.2)
2013年3月	冷蔵	45	34.7(30.4~38.4)	512.0(278.8~805.0)	14.3(2.4~26.8)
2013年4月	冷蔵	22	34.6(32.5~39.0)	487.1(383.6~613.6)	7.1(0.6~14.9)
2013年5月	解凍	15	33.2(28.8~36.3)	463.7(274.9~629.4)	5.8(0.8~16.4)
2013年12月	解凍	45	34.6(29.3~40.2)	579.2(250.1~973.9)	21.5(6.2~31.9)
		計	257		

・分析尾数257尾のうち171尾を検量式用、86尾を検量式の検定用とした。

結 果

表 2 に、重回帰分析による検量線とその検定結果を示した。6 波長を使用した検量線が、検量線相関係数 0.975、検量線標準誤差 1.72、検定試料相関係数 0.976、予測標準誤差 1.47 と最も精度が高かった。RPD(検量線評価用試料の対象成分値の標準偏差の SEP に対する比率)は、2.5~3.0 の場合、検量線はおおまかなスクリーニングに適しており、3.0 以上の場合、満足なスクリーニングが可能とされているが(山内ら 2004)、今回作成した検量線は RPD4.5 と満足なスクリーニングが可能であった。

図 2 に、6 波長を使用した検量線の化学分析値と近赤外推定値との関係を示した。この検量線では実際の脂肪量±1.5%の誤差で、脂肪量を非破壊で瞬時に測定することが可能となった。

2014 年 5 月に、作成した検量線を活用した近赤外分光計が産地市場の現場に普及し、2015 年 11 月から、はさき漁業協同組合では入札前に脂肪を測定し、検体とともに掲示している(図 3)。

表 2 マサバ脂肪含量推定検量線の作成及び検定結果

選択波長数	採用波長(nm)						検量線相関係数	検定試料相関係数	SEC %	SEP %	ハイズ %	RPD
	λ 1	λ 2	λ 3	λ 4	λ 5	λ 6						
1	904						0.927	0.937	2.88	2.38	-0.205	2.79
2	824	852					0.956	0.952	2.24	2.05	-0.066	3.24
3	700	772	856				0.967	0.950	1.95	2.10	-0.059	3.16
4	700	772	828	856			0.969	0.961	1.90	1.85	-0.047	3.59
5	700	772	876	900	920		0.974	0.971	1.76	1.60	0.039	4.15
6	700	776	872	900	920	944	0.975	0.976	1.72	1.47	0.095	4.51

SEC: 検量線標準誤差 SEP: 予測標準誤差 ハイズ: 化学分析値と近赤外推定値の差の平均 RPD=検定試料標準偏差(6.640)/SEP

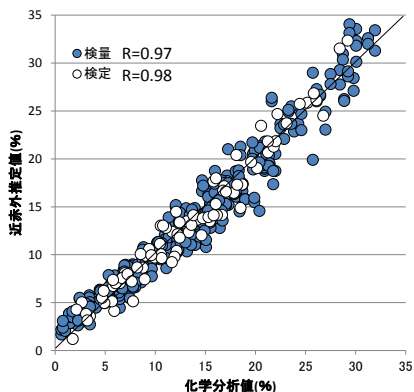


図 2 化学分析値と近赤外推定値の関係



図 3 入札時に脂肪測定・展示されたサバ

水産試験場においても市場でサンプリングしたマサバの脂肪量を当該機器で測定し、2015 年 10 月から水産試験場のホームページで公表している。

なお、尾叉長 30cm 未満のマサバについては、作成した検量線を用いると実際よりも低い値が表示されることが判明したため、現在、補正用データを収集中であり、今後は全サイズを通してより精度良く測定できるよう技術改良する計画である。

謝 辞

本研究を始めるにあたり、島根県水産技術センター 内田 浩様には、当該技術に関する研修を快く引き受けて下さり丁寧にご指導いただきました。心よりお礼申し上げます。

文 献

山内悟・澤田敏雄・河野澄夫 (1999), インタラクタンス方式の光ファイバーを用いた近赤外分光法による冷凍カツオ粗脂肪量の非破壊測定, 日水誌, 65(4)747-752
 畷本淳司・長谷川薫・藤井大樹・河野澄夫 (2000), ビンナガの脂肪分布と近赤外分光法による脂肪含量の非破壊測定, 日水誌, 66(6)1059-1065
 畷本淳司・長谷川薫・井出圭・河野澄夫 (2001), 生・凍結マアジの近赤外分光法による脂肪量の非破壊測定, 日水誌, 67(4)717-722
 山内悟・畷本淳司・水野俊博 (2006), ハンディー型近赤外測定器によるマアジおよびその干物の脂肪測定, 日本食品科学工学会誌, 53(7)393-397
 清川智之・井岡久(2007), ポータブル型近赤外分光分析装置によるマアジ, アカムツ脂質含有量の非破壊測定とその活用事例, 島根県水産技術センター研究報告第 1 号, 11-17
 山内悟・畷本淳司 (2004), 近赤外分光法による脂肪含量の非破壊評価, 水産学シリーズ 141 水産物の品質・鮮度とその高度保持技術, 恒星社厚生閣, 92-101