

## 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

清川智之<sup>1</sup>・井岡 久<sup>2</sup>

### Rapid non-destructive determination of fat content in raw horse mackerel and blackthroat seaperch using a portable near infrared spectrophotometer and a case of practical use

Tomoyuki KIYOKAWA, Hisashi IOKA

**Abstract:** From the analysis result at Shimane Prefectural Fisheries Technology Center, jack mackerel and blackthroat seaperch caught off the coast of Hamada, having abundant lipids became clear. To improve these value further, we developed the lipid measurement technique by near-infrared spectrophotometer to measure in auction and Shop. As a result, the correlation coefficient with the chemical analysis value became possible about 1% and accuracy good measurements of the forecast standard error margin as for 0.95 or more. This approach succeeded in obtaining the trust of people with whom it related and it began to appear to the price. The jack mackerel was classified with this device by a different content of the lipid, we made a dried horse mackerel that the content of the lipid is different. And it offered it to the consumer, the obtained satisfaction rating was different. In addition, when having sold it after the content of the lipid was measured in the landing site and the retail store, and the numerical value that the fish had obtained was displayed, a high evaluation "It was easy to sell and bought it easily" was obtained in blackthroat seaperch.

キーワード：近赤外線, 脂質含有量, 非破壊測定, アカムツ, マアジ

#### はじめに

島根県浜田漁港を基地とするまき網漁船によって漁獲されたマアジ (*Trachurus japonicus*) は, “脂の乗り”の良いたことが経験的には知られていたが, 島根県水産技術センター (旧島根県水産試験場)において可食部の総脂質含有量 (以下脂質含有量) を分析した結果, 旬の時期 (4~8月)には全国屈指であることが科学的にも証明された<sup>1,2)</sup>.

上述の研究結果, および“脂の乗り”が良好と感

じられる脂質含有量が, 官能試験結果ではおよそ10%以上と考えられたため, これを超えるマアジを地元では“どんちっちアジ”と呼んでブランド化を進めることになった。しかし, 同じ旬のマアジでも, 漁場や魚の大きさにより脂質含有量に違いがみられ, 旬の時期であっても10%を下回る事例が確認されたことから, 現場で脂質含有量を即座に確認し, 規格に合致していることを明らかにすることが急務となった。

次にアカムツ (*Doederleinia berycoides*) は, 山陰西部沖合において底曳網で多獲される主要な魚種

<sup>1</sup> 漁業生産部 Fisheries Productivity Division

<sup>2</sup> 現：島根県庁水産課 Department of Fisheries, Shimane Prefectural Government, Matsue 690-8501, Japan

で、地元ではノドグロと呼ばれている。本種は、一般に“脂の乗り”が良いとされているが、産地、季節、サイズ、さらには個体により、“脂の乗り”が大きく異なることが明らかとなり<sup>3)</sup>、本種の付加価値を高めるためには、マアジと同様、個体や箱ごとに脂質含有量を提示することが必要と思われた。

そこで本研究では、現場において脂質含有量を測定できる可能性のある機種の中から、ポータブル型近赤外分光分析装置を選定し、サンプリング、測定部位の検討、本装置による近赤外スペクトルの測定、脂質含有量の化学分析、およびこれらの結果を照合、解析することにより、競りや出荷、または小売の店頭等で、精度良く脂質含有量を非破壊測定するための技術開発を行った。

さらに得られた測定技術を活用し、水揚げ現場、鮮魚店等で脂質測定を行うとともに、脂質含有量の異なるマアジを用いて開き干しを作製し、試食してもらうなど、より有効な本装置の活用方法を模索することで、ブランド化や高付加価値化にどのような形で資することが可能か、若干の検討を加えた。

## 材料および方法

**材料** マアジについては、浜田漁港のまき網（一部定置網）で漁獲された、さまざまな脂質含有量の266個体を用いた（表1）。また、アカムツについては、島根県浜田漁港の沖合底曳網、島根県仁摩漁港

表1 検量線作成、および検定に使用した標本魚（マアジ）

標本漁獲日 (年/月/日)	測定時の状態 (解凍M・冷蔵R)	分析尾数 (尾)	平均尾又長 (cm)	平均魚体重 (g)	脂質範囲 (%) <sup>*1</sup>	LF <sup>*3</sup>
2005.3.30	R	17(7)	202.5	119.8	4.55-11.72	○
2004.4-7月	M	19(8)	176.7	82.0	2.78-18.45	
2004.10.22	M	10(4)	200.3	106.5	2.28-9.05	○
2005.3.10	M	10(4)	170-230 <sup>*2</sup>	70-150 <sup>*2</sup>	2.01-5.49	○
2005.3.17	M	10(4)	約200 <sup>*2</sup>	約100 <sup>*2</sup>	4.00-8.53	○
2005.1.28	M	10(4)	155.1	44.9	1.16-2.16	○
2005.4.13	R	40(16)	176.3	73.3	5.25-10.91	○
2005.4.25	R	20(8)	180.6	85.5	6.22-14.50	
2005.4.28	R	20(8)	189.5	98.2	11.26-16.57	
2005.4.27	R	20(8)	181.9	84.0	9.01-14.80	
2005.5.17	R	20(8)	196.3	115.7	10.83-19.60	
2005.5.19	R	20(8)	172.1	69.5	5.08-15.00	
2005.12.20	R	50(20)	224.2	150.6	1.07-7.90	○
2004-2005	M・R	266(107)				

分析尾数の()は、うち検量線の検定に用いた尾数を示す  
 ※1: Bligh-Dyerの方法で分析 ※2: 尾又長、体重の測定は行わなかった  
 ※3: 検量線LFを作成するのに使用したデータ

表2 検量線作成、および検定に使用した標本魚（アカムツ）

標本漁獲日 (年/月/日)	測定時の状態 (解凍M・冷蔵R)	分析尾数 (尾)	平均尾又長 (cm)	平均魚体重 (g)	脂質範囲 (%) <sup>*1</sup>
2005.5.19	R	20(8)	246.8	291.1	9.43-27.17
2005.4.13	R	24(9)	206.9	178.7	6.92-24.34
2005.3.1	M	18(7)	283.1	412.9	23.97-35.45
2005.3.25	M	20(8)	223.0	182.1	1.19-8.00
2005.3.7	M	32(13)	240.8	248.4	4.80-40.91
2005.10.11	R	21(8)	234.2	241.6	5.40-24.18
2005	M・R	135(53)	253.4	237.6	0.85-21.05

分析尾数の()は、うち検量線の検定に用いた尾数を示す  
 ※1: Bligh-Dyerの方法で分析

の小型底曳網、および県外の延縄と沖合底曳網により3~5月に漁獲された、さまざまな脂質含有量の135個体を用いた（表2）。なお両者とも、鮮魚を中心にサンプリングしたが、一部解凍魚も使用した。得られた試料のうち、およそ6割を検量線作成用、4割を検量線検定用試料とした。すなわちマアジは266尾のうち159尾を作成用、107尾を検定用試料とし、アカムツは135尾のうち82尾を作成用、53尾を検定用とした。

**脂質含有量の化学分析** 試料の調製と脂質含有量の化学分析については、材料の項で示した試料の左半身から、マアジでは鱗とゼイゴの後半分を、また、アカムツでは鱗を除去して得られた皮付きの魚肉を、全体が均一になるようにフードプロセッサを用いて細断した。得られた試料は、真空パックしたうえで-80℃で冷凍保存しておき、適時、Bligh-Dyer法に準じたクロロホルム-メタノール法で全脂質を定量し、分析標本の重量と全脂質重量の比から脂質含有量の割合を算出した。

**近赤外スペクトルの測定** 近赤外スペクトルの測定には、水産用に改良が施されたポータブル型近赤外分光分析装置（FQA-NIRGUN、果実非破壊品質研究所（FANTEC株）社製、写真1）を用いた。本装置で測定できる近赤外スペクトルの波長の範囲は600-1100nmの間であるが、解析は直接的、間接的に脂質の影響を受ける（FANTEC 林崎氏私信）と考えられる700-950nmの範囲で行い、1回の測定におけるスキャン回数や校正方法は本装置の仕様に従った。本装置による測定については、山内らによれば表面から5mmまでの近赤外スペクトルデータから脂質含有量を割り出すとされている<sup>4)</sup>。浜田のまき網で漁獲されるマアジは比較的小型（50~150g程度）の個体を中心であること、普通筋肉の方が血



写真1 測定に用いたポータブル型近赤外分光分析装置

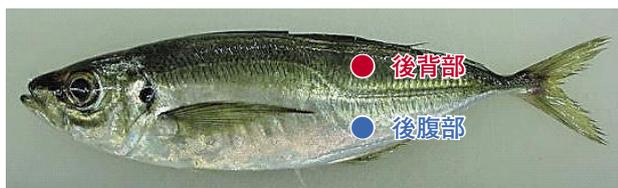


写真2 マアジの近赤外スペクトル測定部位

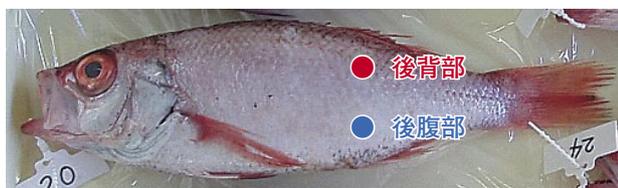


写真3 アカムツの近赤外スペクトル測定部位

合筋肉より脂質含有量の変動がはっきりしていると思われること、“ゼイゴ”や内臓の影響を避ける必要があること等から、これらの条件を満たす魚体左側後背部と後腹部の2カ所を測定部位に選定し(写真2)、それぞれに計測ヘッド部を密着させて2回ずつ測定を行った。なお、アカムツについてもマアジと同様、測定部位を魚体左側後背部と後腹部の2カ所とし、それぞれ同様に2回ずつ測定を行った(写真3)。スペクトル測定時の積算時間は魚種や測定部位により20~60msに設定した。近赤外線は温度に強い影響を受けるとされるため、測定時の魚体温度については、水揚げ時の魚体温が通常0~5℃程度であることから、現場と同程度となるよう、海水に浸漬し、冷却した状態で測定を行った。

スペクトルの解析 脂質含有量を測定するための重回帰検量線は、原スペクトルの吸光度2次微分値と、左半身の脂質含有量の化学分析値から、本測定装置に付属するソフトウェア(Ca-Maker)によって総当たり法による重回帰分析を行い作成した。な

お波長の選択は、これまでの研究によれば、魚油の特性吸収波長である920nm前後を第一波長としている事例が多いが<sup>5-7)</sup>、この解析ソフトを用いた場合、波長の選択を自由に行うことができない。そのため、上述した原スペクトルの吸光度2次微分値と化学分析値から検量線を作成し、得られた検量線を使って検定用試料の評価を行った。また、マアジでは脂質含有量が少ない個体のグループ(表1中のLF)だけでさらに検量線を作成し、検量線の精度を比較した。なお、重回帰検量線を作成するために選択した波長の数は、マアジ、アカムツの後背部、後腹部とも1~5とした。

測定技術の活用方法の検討 マアジ、アカムツとも、得られた測定技術を活用し、水揚げ現場、鮮魚店等で脂質含有量の測定を行い、毎日の漁船(漁場)や銘柄、個体ごとの脂質含有量の違いを調べ、さらに聞き取った意見を整理した。また、マアジでは本装置で測定した脂質含有量の異なるマアジ(原魚の脂質含有量:10~15%, 15~20%)の開き干しを作製し、脂の乗りに関するアンケートに回答してもらうことで、本装置の活用方法について若干の検討を加えた。

## 結果と考察

解析によって選択された近赤外スペクトルの波長 表3にマアジ、表4にアカムツの脂質含有量推定検量線を作成する際に選択された波長を示した。マアジ、アカムツとも選択波長数を1とした場合、解析に用いたソフトウェアによって選択された波長は、脂質含有量が少ないマアジのスペクトルデータを使用して作成したマアジ後背部の検量線を除き、油脂

表3 マアジ脂質含量推定検量線の作成、および検定結果

検量線作成 使用部位	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 (%)	Bias (%)	RPD
		λ1	λ2	λ3	λ4	λ5						
後背部	1	924					0.897	0.851	2.009	2.249	0.131	1.82
	2	880	900				0.969	0.959	1.122	1.212	0.236	3.38
	3	768	876	900			0.973	0.966	1.061	1.121	0.265	3.65
	4	732	776	880	900		0.974	0.966	1.040	1.102	0.291	3.71
	●5	732	772	880	904	932	0.975	0.972	1.009	1.017	0.275	4.02
後腹部	1	924					0.916	0.899	1.824	1.795	0.504	2.23
	2	876	900				0.966	0.954	1.183	1.270	0.481	3.15
	3	856	872	900			0.968	0.960	1.117	1.170	0.470	3.41
	4	856	872	900	920		0.972	0.963	1.071	1.144	0.428	3.49
	●5	712	856	872	900	920	0.973	0.964	1.064	1.135	0.414	3.52
後背部 (LF)	1	856					0.787	0.900	1.673	1.413	-0.402	2.15
	2	880	900				0.939	0.963	0.935	0.855	0.208	3.55
	3	768	880	900			0.947	0.954	0.878	0.953	0.157	3.18
	●4	772	792	880	904		0.955	0.963	0.811	0.861	0.109	3.52
	5	772	792	820	880	904	0.958	0.961	0.790	0.881	0.121	3.44
後腹部 (LF)	1	924					0.771	0.852	1.725	1.609	0.317	1.88
	2	876	908				0.937	0.949	0.952	0.998	0.212	3.04
	3	832	876	900			0.947	0.952	0.878	0.952	0.222	3.18
	4	700	716	876	900		0.952	0.950	0.840	0.990	0.146	3.06
	●5	776	800	824	876	900	0.959	0.958	0.777	0.870	0.066	3.48

●.....:作成した検量線の中で、最も精度が高いと考えられた採用波長数

表4 アカムツ脂質含量推定検量線の作成, および検定結果

検量線作成 使用部位	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 (%)	Bias (%)	RPD
		λ 1	λ 2	λ 3	λ 4	λ 5						
後背部	1	928					0.973	0.964	2.205	2.697	-0.173	3.47
	●2	828	932				0.977	0.969	2.050	2.527	0.013	3.71
	3	732	824	932			0.977	0.968	2.017	2.568	0.016	3.65
	4	828	912	932	948		0.979	0.968	1.973	2.559	-0.008	3.66
	5	732	848	912	932	948	0.979	0.967	1.948	2.568	-0.028	3.65
後腹部	1	928					0.965	0.973	2.485	2.259	0.015	4.15
	2	840	932				0.971	0.977	2.263	2.089	0.128	4.48
	3	728	868	932			0.975	0.982	2.144	1.868	-0.020	5.01
	●4	732	748	868	932		0.976	0.982	2.107	1.864	-0.007	5.02
	5	848	868	888	916	932	0.977	0.975	2.071	2.178	-0.152	4.30

●..... : 作成した検量線の中で、最も精度が高いと考えられた採用波長数

の官能基であるCHの3倍音に帰属すると考えられている920nm付近にあった<sup>8)</sup>。アカムツの場合も、後背部と後腹部のすべての選択波長数の検量線とも、選択された波長は脂質に由来すると思われる920nm付近の、928nmと932nmであったことから、作成された検量線が脂質の影響を強く反映したと考えられる。しかしながらマアジでは920nm前後の波長が選択されない検量線もあった。そのような検量線では、脂質含有量を直接測定しているというよりは、脂質があることで魚肉の性状に何らかの違いが生じ、そのために脂質含有量が測定できている可能性も考えられた。

本装置を用いて果実の糖度、酸度の測定が行われているが、グルコース等の糖やクエン酸等の酸に直接吸収される近赤外線領域は、本装置で測定できる範囲にはないとされる (FANTEC 林崎氏私信)。脂質の場合も脂質含有量に起因した様々な物性の違いがあり、その影響で脂質を測定できることが示唆さ

れた。

脂質含有量測定検量線の作成と評価 表3にマアジ、表4にアカムツの脂質含有量推定検量線(以下、検量線)の作成, および検定結果を示した。なお表中のSECは化学分析値(%)と近赤外線による脂質含有量推定値(%)間の検量線作成時の標準誤差を、SEPは検量線検定時の標準誤差を、Biasは検量線検定用試料の推定誤差の平均値を、RPDは検量線検定用試料の脂質含有量の標準誤差を検量線検定時の標準誤差(SEP)で除したものである。

マアジでは、選択波長数を1から2にすると、SEPが大きく減少し、精度が向上した。しかしアカムツでは、選択波長数が1の場合ではマアジと比較して精度が高かったものの、1から2にした場合ではマアジとは異なりほとんど変化しなかった。この理由として、アカムツの場合はマアジと比較して脂質含有量の幅が大きく(マアジ: 1.16-19.60%, ア

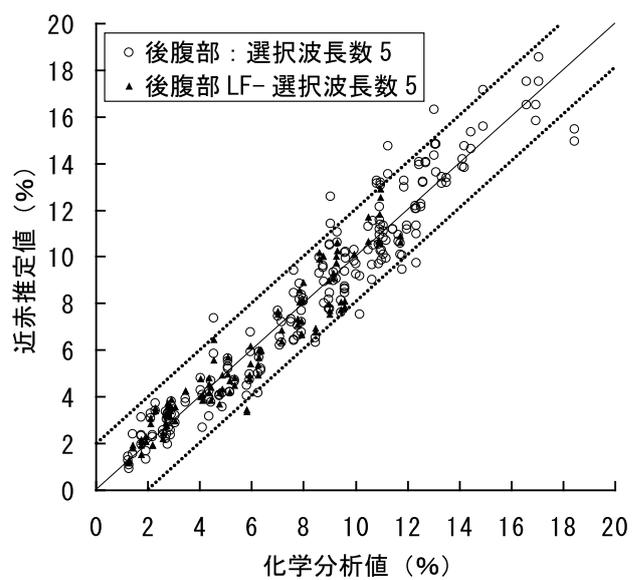
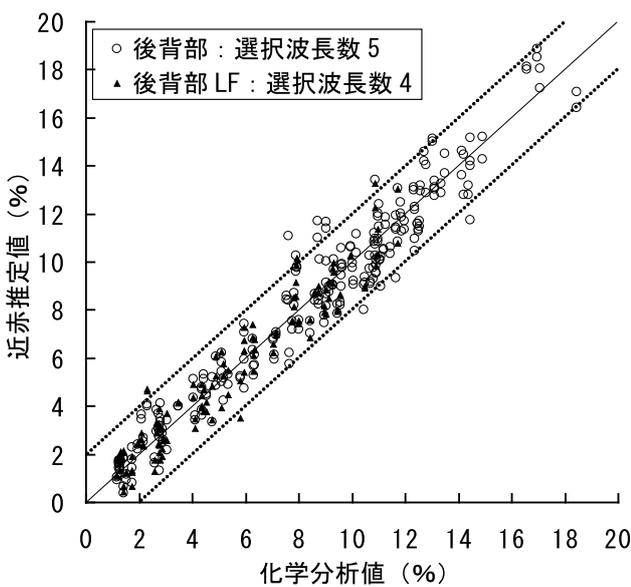


図1 最も精度が高かった検量線で検定した際の化学分析値と近赤による脂質含有量推定値の関係(マアジ)  
(点線に挟まれた部分は±2%の範囲を示す)

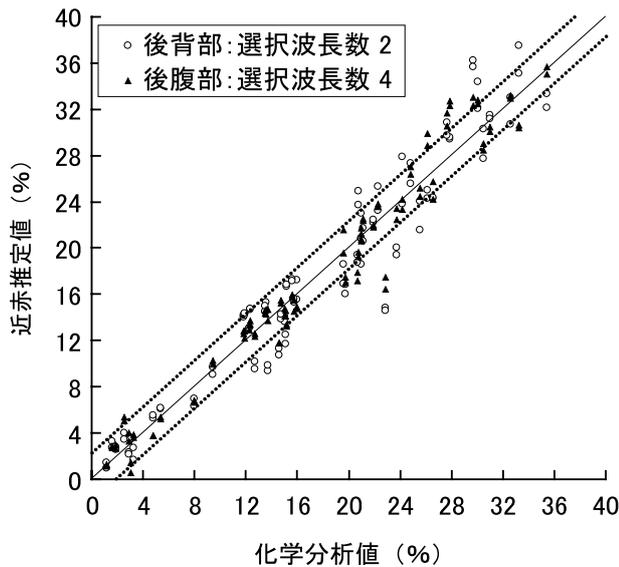


図2 最も精度が高かった検量線で検定した際のと近赤による脂質含有量推定値の関係（アカムツ）  
（点線に挟まれた部分は±2%の範囲を示す）

カムツ：1.19–40.91%），脂質の影響をより強く受けたことが考えられる。また，マアジでは，選択波長数が後背部，後腹部の検量線とも5の時にSEPが最も小さく，低脂質個体のみを用いて作成した検量線（検量線LFとする）では，後背部が4，後腹部が5の時にSEPが最も小さかった。一般に選択波長数が多くなると，検量線検定時の標準誤差SEPが大きくなることが知られている。この現象はオーバーフィッティング（過剰適合）と呼ばれ，重回帰的に説明変数を取り込みすぎた際に発生するとされるが，検量線を作成する際は，これが発生しない範囲に選択波長数を抑えなければならない<sup>9)</sup>。そのため，アカムツの検量線では，選択波長数を後背部では2に，後腹部では4に，マアジ低脂質個体の後背部のデータを用いて作成した検量線LFでは4に，それ以外ではオーバーフィッティングはみられなかったことから5に設定するのがよいと考えられた。

図1にマアジの，各部位ごとに最も精度が高かった検量線で検定した際の化学分析値と近赤外線による脂質含有量推定値の関係を示したが，すべての検量線とも±2%の範囲からはずれている個体の割合が少ないことが見てとれる。しかしながら，後背部と後腹部の検量線を比較すると，±2%の範囲から外れている個体の割合は後腹部の方が多く，後背部の方がやや精度が高い傾向が認められた。また，低脂質魚の脂質含有量を測定する場合，検量線LFを



写真4 水揚げ現場や鮮魚店での脂質含有量表示の様子

使用する方が，すべてのデータを用いて作成した検量線よりもSEPの値が小さく，精度が高いことが示唆された。しかしながら，作成した検量線によって比較的高脂質であることが多いマアジ養殖魚を測定すると，推定された脂質含有量が分析値よりも高めとなったり，脂質含有量の個体差が大きい秋期の魚を測定するとやや誤差が大きくなったことから（清川，未発表），検量線作成に用いるサンプルの選択や，使用する検量線に用いたサンプルの特徴を十分考慮する必要があると思われる。ただし，浜田のマアジの場合，これまでの研究から<sup>1,2)</sup>，季節ごとの脂質含有量の変化がある程度把握できているので，季節によって解析に用いるサンプルを変えたり，検量線を使い分けたりすることで，より精度の高い測定値が得られるものと考えられる。

図2にはアカムツの，各部位ごとに最も精度が高かった検量線で検定した際の化学分析値と近赤外線による脂質含有量推定値の関係を示したが，後腹部の検量線の方が後背部の検量線と比較して精度が高かった。しかし，精度はどちらも実用に耐えうるレベルと判断されることから，例えば魚箱に立ててある魚体を測定する場合には，背側を測定することに

より、精度はやや劣るものの、魚箱から取り出すことなく測定することも可能である（写真4）。そのため、いくつかの部位で検量線を作成し、測定する場所や状況に応じて検量線を使い分けることも、本装置を活用するためには有効な方法といえよう。

なお、近赤外線を用いた脂質や糖度の測定において精度は、通常SEPと成分値の変動範囲で表現されるが、変動範囲の異なる複数の検量線の精度を比較する指標として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）が考案されている。RPD値が2.5～3.0の場合、検量線は大まかなスクリーニングに適し、3.0以上の場合、満足なスクリーニングが可能で、5以上の場合、品質管理用の分析に適している<sup>9-11)</sup>とされる。マアジ、アカムツとも今回作製した検量線はRPD値が3を超え、一部には5を超えるものもあることから、測定精度はかなり高いと考えられた。

**測定技術の活用結果** マアジでは、漁船（漁場）や魚の銘柄で脂質含有量に違いがあり、旬の4～8月の時期であっても平均脂質含有量10%を下回る船や銘柄がみられた。しかし、本装置を活用することで、競りの前に仲買人等に対して確実に平均脂質含有量10%を超えているという、ブランド基準を満たしていることを提示することが可能となり、厳密な形で“どんちっちブランド”の品質管理ができるようになった。それにより、消費者の信頼も得られるようになり、価格にも反映され始めたようである<sup>12-14)</sup>。また、同じ脂質含有量が10%を超えている場

合でも、そのレベルで消費者の感じ方が異なると考えられたため、本装置を活用し、脂質含有量10～15%と15～20%のマアジを用いて開き干しを作製し、それぞれを消費者に提供、試食してもらったところ、満足度が異なった（図4）<sup>15)</sup>。さらに、アカムツでは、水揚げ現場や鮮魚店等で脂質含有量を測定し、その数値を提示した魚を販売したところ、売りがやすい、買いやすいといった評価が得られた（写真4）<sup>16)</sup>。

このように、美味しさに直結する脂質含有量を提示することは、漁獲物の高付加価値化に対して有効な手段と考えられた。今後は本装置を活用することで、さらにハタハタ、ブリ、メダイ、マサバ等、脂の乗りが売りとなっている魚の脂質含有量測定技術を開発し、さらに脂質以外の成分分析（肉質等）への応用を進めていきたいと考える。

## 謝 辞

本報告を取りまとめるに当たり、近赤外線を用いた脂質測定に関する視察、技術指導を快く受け入れていただいた、静岡県水産試験場山内悟氏、果実非破壊品質研究所の方々、また、サンプルの入手、並びに実用化試験に多大な協力をいただいた、浜田市ブランド化戦略会議専門部会長（裕丸漁業生産組合専務理事）渡辺祐二氏ほか、関係各位に対し、厚くお礼申し上げます。

## 文 献

- 1) 開内洋・井岡久・石原成嗣（2000）マアジの総脂質含量の季節変動について。水産物の利用に関する共同研究 第40集（第47回 日本海水産物利用担当者会議），石川県水産総合センター，16-18.
- 2) 開内洋・井岡久・石原成嗣（2001）島根県産マアジの脂質について。水産物の利用に関する共同研究 第41集（第48回 日本海水産物利用担当者会議），富山県食品研究所，47-52.
- 3) 清川智之・開内洋・井岡久（2007）島根県周辺海域で漁獲されたアカムツ総脂質含有量の季節変動と個体差について。島根県水産技術センター研究報告 第1号，19-23.
- 4) 山内 悟・平塚聖一・岡田裕史・長谷川薫（2004）近赤外分光法によるサバ・アジの脂肪含量の非破壊評価法の開発，平成15年度水産物品質

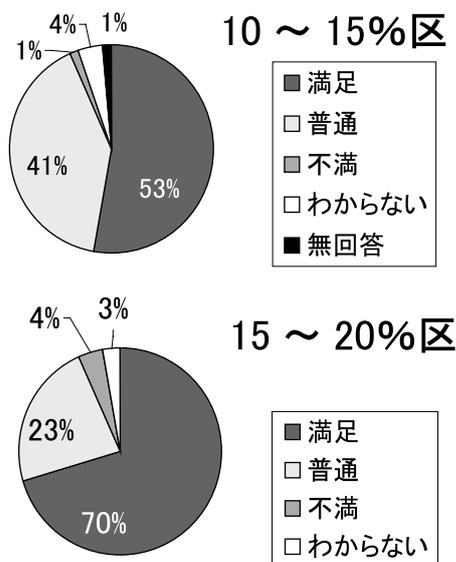


図4 脂質含有量の違いで異なるマアジ開き干しの脂の乗りの満足度

保持技術開発基礎調査研究成果の概要.

- 5) 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, 747-752.
- 6) 寫本淳司・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, 1059-1065.
- 7) 寫本淳司・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, 717-722.
- 8) Osborne BG, Fearn T, Hindle PH. Theory of near infrared spectrophotometry. Practical NIR Spectroscopy with Application in Food and Beverage Analysis, 1st ed., Longman Scientific and Technical, New York, 1983;29-33\*.
- 9) 山内悟・寫本淳司 (2004) 近赤外線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 (中添純一・山中英明編), 恒星社厚生閣, 東京, 92-101.
- 10) William P. Variable affecting Near-Infrared Reflectance Spectroscopic Analysis. In: William P, Norris K (eds) Near-Infrared Technology in the Agriculture and Food Industries, AACC, Minnesota 1987;147\*.
- 11) William P. (1996) 第12回非破壊計測シンポジウム講演要旨 日本食品科学工学会, 9\*.
- 12) 浜田市水産物ブランド化戦略会議: 「水産ブランドどんちっち」 - 利己的から利他的に - . 平成17年度「立ち上がる農山漁村」選定案概要書. 農林水産省, No.22 (n.d). <http://www.maff.go.jp/tatiagaru/H1722donchicchichi.pdf>
- 13) 三木奈都子 (2006) 「国産水産物新需要創出ビジネス モデル化支援事業報告書 (平成17年度)」第1章 地域ブランド保護方策について I-2 「まき網アジのブランド化 - 山口県萩市の「萩の瀬付きアジ」と島根県浜田市「どんちっちアジ」 - . 財団法人魚価安定基金, 15-24.
- 14) 井岡久 (2006) トレーサビリティシステムを利用した地域水産物のブランド化について. 日水誌, 72, 972-973.
- 15) 島根県水産技術センター (2006) 美味しい! 健康に良い! 『どんちっちアジ』 ~マアジ干物の試食アンケート結果~ トビウオ通信号外とびっくす. No.10. <http://www2.pref.shimane.jp/suisi/topics/tobics/2006/tobics010.pdf>
- 16) 島根県水産技術センター (2005) ノドグロでも脂の乗りを瞬時に測定! マアジに続き脂質測定器の実用化に成功 トビウオ通信号外とびっくす. No.6. <http://www2.pref.shimane.jp/suisi/topics/tobics/2005/tobics006.pdf>

\*直接参照しなかった.

