

Fish Analyzer™ DFA100

技術資料

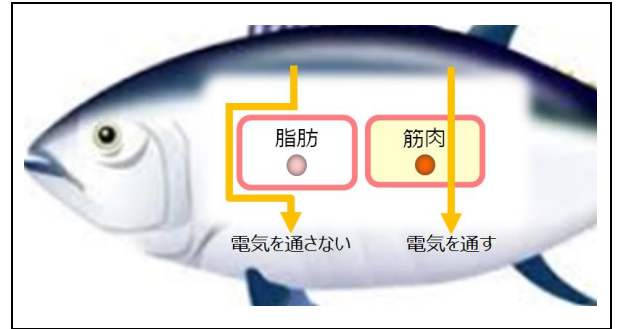
目次

1章 測定原理について	頁
1-1. 測定原理について	1
1-2. マルチ周波数方式について	1
1-3. 解凍品が測れない理由について	1
1-4. 測定範囲について	2
1-5. 回路構成について	2
2章 魚種ごとの基礎データについて	
2-1. 魚種毎の基本情報及び測定位置について	3
2-2. 基礎データ収集の条件について	
2-2-1. 時間	4
2-2-2. 温度	6
2-3. 推定精度について	5
2-4. 魚の種類による差や天然と養殖の差について	6
2-5. 測定結果の目安値について	
2-5-1. 日本食品標準成分表より	7
2-5-2. 脂肪の季節変動について	7
3章 検量線モード・オリジナル計算式作成モードについて	
3-1. 検量線モードでの判断基準について	9
3-2. オリジナル計算式作成モードの回帰分析について	10
4章 その他の技術資料	
4-1. 測定結果がおかしい原因	11
4-2. アタッチメント装着時に測定が行えない原因	11
4-3. 活用事例	
4-3-1. ブランド化	12
4-3-2. 加工品製造過程	12
4-3-3. 栄養管理	13

1章 測定原理について

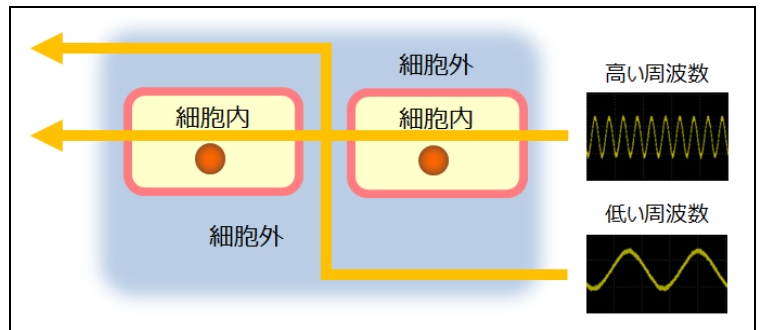
1-1. 測定原理について

Fish Analyzer™では、魚に電気を流すことで脂肪率の測定を行っています。魚体に電気を流した場合、筋肉のように水分を多く含む組織は電気を通し、逆に水分を含まない組織は電気を通しません。つまり、水分を殆ど含まない脂肪は電気を通さず高い抵抗性を示します。この抵抗性を示す値（インピーダンス値）より脂肪率を導くのがFish Analyzer™の測定原理であり、一般的にこの方法は「インピーダンス法」と呼ばれています。



1-2. マルチ周波数方式について

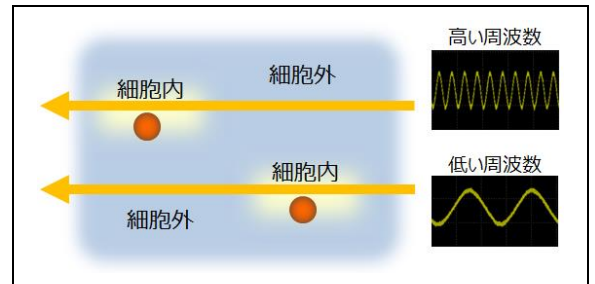
Fish Analyzer™では、電気を流す周期、すなわち周波数を変えて電気を流すマルチ周波数方式を採用しています。例えば、電気を通す筋肉であっても、時間当たりの周期を長くする、すなわち低い周波数で電気を流すと、主に電気は細胞の外を流れます。逆に、時間当たりの周期を短くする、すなわち高い周波数で電気を流すと、電気は細胞の中を



流れるようになります。確かに、細胞の中の電気が流れにくい、すなわち高い周波数で電気が流れにくければ脂肪が多いのですが、一方で脂肪の多い魚は細胞の外に水分が集まる傾向もありますので、細胞の外の電気が流れやすい、すなわち低い周波数で電気が流れやすければ脂肪が多いこともわかっています。このことを踏まえ、Fish Analyzer™では2kHz～100kHz周波数の範囲によるマルチ周波数方式を採用し、細胞内外の抵抗成分から高精度に脂肪率の測定を行っています。

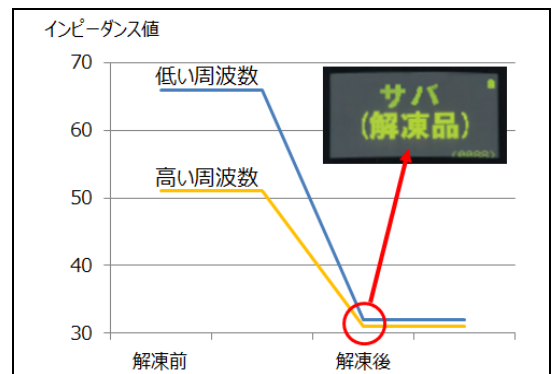
1-3. 解凍品が測れない理由について

Fish Analyzer™は、鮮魚専用です。なぜなら、一度冷凍して再び解凍した場合は細胞膜が破壊されるため、先ほどの細胞内外の抵抗成分の差をみることができず、周波数毎の差がなくなるからです。もちろん、解凍品を瞬時に見極められることができるのもFish Analyzer™の大きな特徴なのですが、一方で冷凍状態品や解凍品は測定できませんのでご注意ください。



基本的に低い周波数と高い周波数を比較した場合、低い周波数の方が細胞の外を通る分だけ経路が長くなり、インピーダンス値は高値を示します。しかしながら、前記の通り、解凍品は細胞膜が破壊されるため、低い周波数も高い周波数も同じ経路をたどり、結果、同じインピーダンス値を示します。

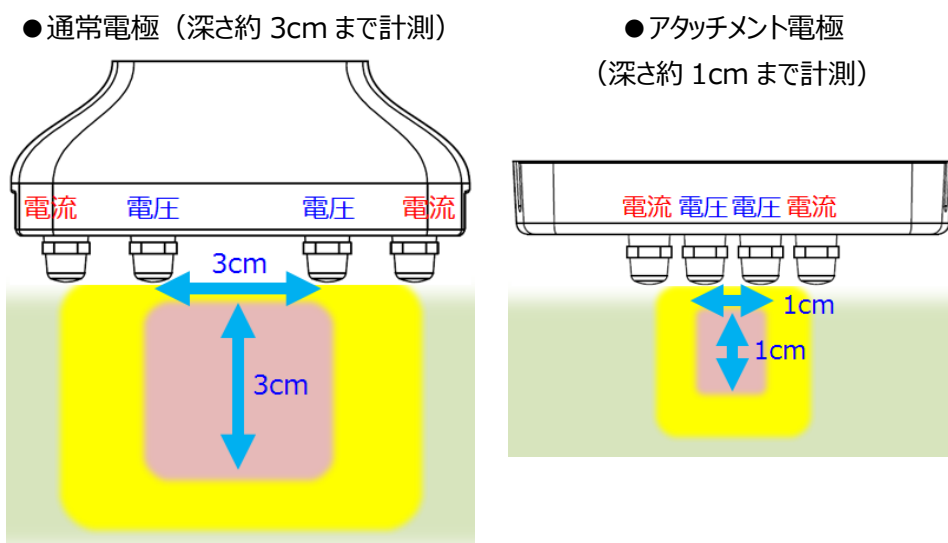
以上のことから、周波数毎の差がなかった場合、Fish Analyzer™では「解凍品」と表示します。尚、この現象は、腐敗が進んだり、身焼けが発生したりした場合などもみられますので、ご注意ください。



1-4. 測定範囲について

Fish Analyzer™は、下部に4つの電極を配置しています。外側が電気を流す電流極で、内側が電圧を検出する電圧極です。インピーダンス法には主に2電極法と4電極法があり、2電極法は左右それぞれの電流極と電圧極をひとつにした構造で、測定物との接触部の影響を大きく受けることから表皮の測定に優れているとされています。一方、4電極法は電流極と電圧極を分けた構造で、接触部の影響を除去できることから、身体内部の測定に優れているとされています。魚は表面が湿っている状態で測りますので、表面の影響を大きく受けると、脂肪が多い魚でも電気が流れやすいと判断され、正確な測定が行えません。そのため、Fish Analyzer™では4電極法を採用し、身体内部のみを測定するようにしています。

尚、基本的に測定の深さは、電圧間の距離分に相当します。魚体の厚みが電圧間距離である3cm以上あれば問題ないのですが、一方でインピーダンス値（抵抗値）は断面積に反比例する性質があり、魚体の厚み3cmを下回ると脂肪の多さに関係なくインピーダンス値は高値を示してしまいます。このため、魚体の厚みが3cmを下回ることが多いアジ、イワシ、サンマについては、必ず電圧間距離1cmのアタッチメントを装着して測定することになります。他の魚種についても、魚体の厚みが3cmを下回る場合はアタッチメントを装着して測定を行ってください。

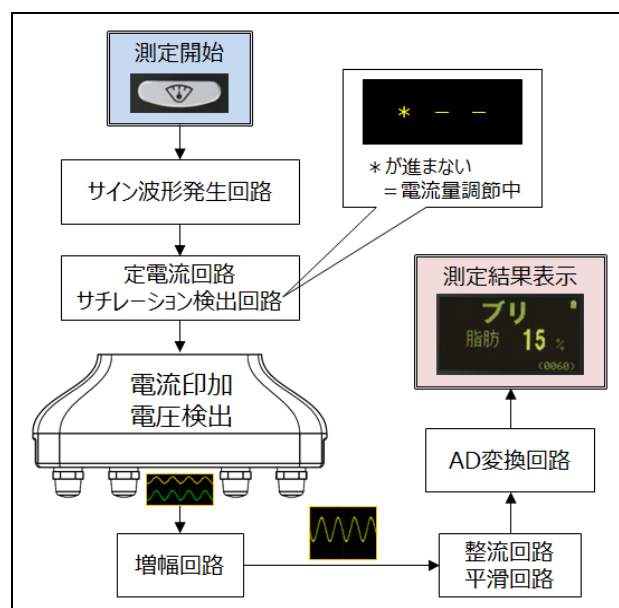


1-5. 回路構成について

Fish Analyzer™では、複数の回路構成により脂肪率を測定しています。測定が開始されると、まずサイン波形発生回路にて方形波をサイン波形に変換し、次に定電流回路にてサイン波形に応じた一定の交流電流を流します。その際、サチレーション検出回路が飽和状態の有無を確認し、飽和状態を確認した場合は、基準電圧以下になるよう電流量を調節します。ウロコのない大きな魚や表面のヌメリが多い魚、表面が乾燥している魚を測定した場合、「*」がひとつで止まってしまう場合がありますが、これはサチレーション検出回路が飽和状態を検出し、電流量を絞っているからです。

電流を流した後、電圧のアナログ信号を検出したら、増幅回路にて増幅し、整流回路・平滑回路にて直流化した後、最後にAD変換回路にてデジタル信号に変換して数値化します。

正確な測定を行うためには、安定して電流を流すことが重要となります。測定結果がバラつく場合、その多くは魚の表面に問題があり、安定した電流が流せていませんので、そのような場合は魚体表面を湿った布で拭いてみてください。



2章 魚種ごとの基礎データについて

2-1. 魚種毎の基本情報及び測定位置について

●アジ

種類	マアジ	測定位置	第1背ビレと第2背ビレの間、側線より上
産地	長崎県、千葉県	 <p>第1背ビレ 第2背ビレ ← 側線</p>	
水揚げ時期	6月～10月		
データ数	56匹		
平均尾叉長	19.1±1.2cm		
平均重量	96±24g		
平均脂肪率	6.0±3.9%		

●サバ

種類	マサバ	測定位置	背ビレの後端、側線より上
産地	千葉県	 <p>背ビレ後端 ← 側線</p>	
水揚げ時期	6月～12月		
データ数	278匹		
平均尾叉長	33.5±3.8cm		
平均重量	479±174g		
平均脂肪率	11.7±7.8%		

●イワシ

種類	マイワシ	測定位置	背ビレの中心、側線より上
産地	千葉県	 <p>背ビレ ← 側線</p>	
水揚げ時期	8月		
データ数	45匹		
平均尾叉長	13.8±0.9cm		
平均重量	37±9g		
平均脂肪率	13.8±4.1%		


●サンマ

種類	サンマ	測定位置	腹ビレの中心、側線より上
産地	千葉県	 <p>← 側線 腹ビレ</p>	
水揚げ時期	9月～11月		
データ数	353匹		
平均尾叉長	30.8±1.6cm		
平均重量	148±27g		
平均脂肪率	22.8±5.0%		

●ブリ

種類	ブリ（養殖）	測定位置	第1背ビレと第2背ビレの間、側線より上
産地	長崎県		
水揚げ時期	5月～12月		
データ数	41匹		
平均尾叉長	55.5±6.0cm		
平均重量	2752±924g		
平均脂肪率	6.3±5.2%		

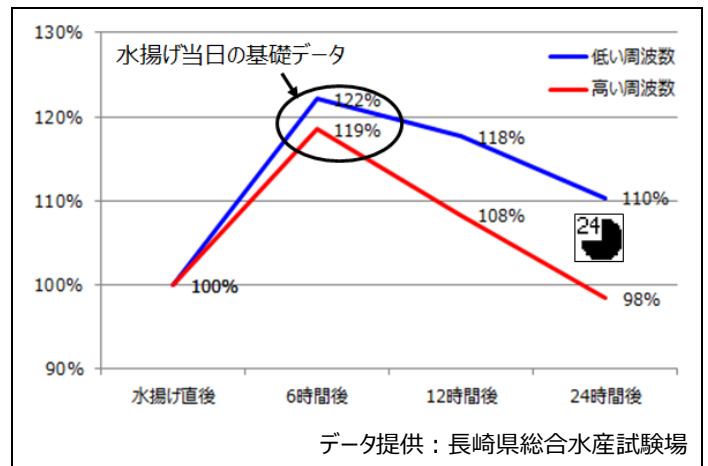
●マグロ

種類	クロマグロ（養殖）	測定位置	背＝胸ビレの上、腹＝胸ビレの下、尻＝臀ビレの上
産地	長崎県		
水揚げ時期	5月～12月		
データ数	42匹		
平均尾叉長	106.2±16.5cm		
平均重量	28.6±14.7kg		
平均脂肪率	(背) 9.4± 7.0% (腹) 26.0±12.6% (尻) 10.3± 7.6%		

2-2. 基礎データ収集の条件について

2-2-1. 時間

インピーダンス値は血流量に反比例する性質があり、血流量が低下するとインピーダンス値は高値を示します。魚が「死に体」になると同時に血流は停止しますので、インピーダンス値は上昇を始めます。アジやサバなどは、血流停止から5～6時間後にピークを迎え、ブリやマグロなどの大きな魚はもう少し後の時間にピークを迎えます。Fish Analyzer™では、「水揚げ当日」と「水揚げ翌日」の2種類に分け測定を行っていますが、水揚げ当日については血流停止からインピーダンス上昇のピークを迎える5～6時間後に基礎データの収集を行っております。



参考までに、水揚げ直後に測定を行った場合、アジを除く他の魚種は2～3%、脂肪率が低く計算されます。

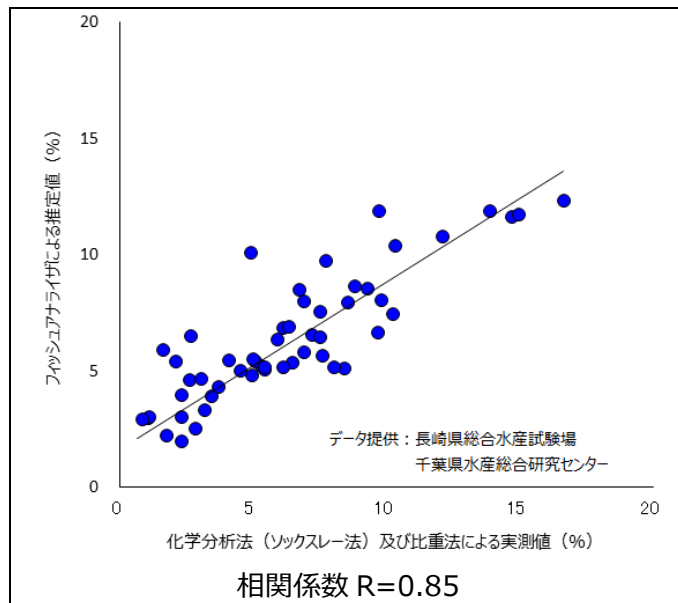
2-2-2. 温度

インピーダンス値には先程の血流のほか、温度の上昇に反比例する性質もあります。温度が上がるほどインピーダンス値は低値を示しますので、海水温が上がる夏場などは特に注意が必要です。Fish Analyzer™では、氷蔵で保存した後、基礎データの収集を行っておりますが、アジやイワシなどの小さい魚は1時間以上、ブリやマグロなどの大きい魚は4時間以上の氷蔵保存を推奨しております。

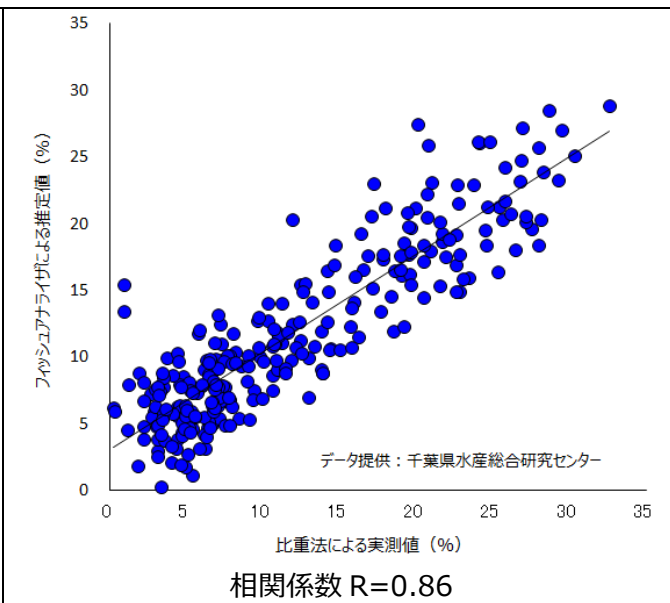


2-3. 推定精度について

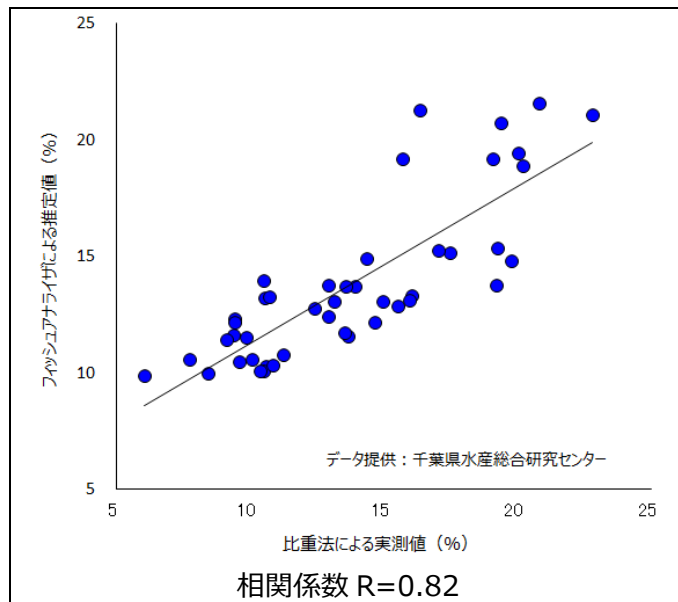
●アジ



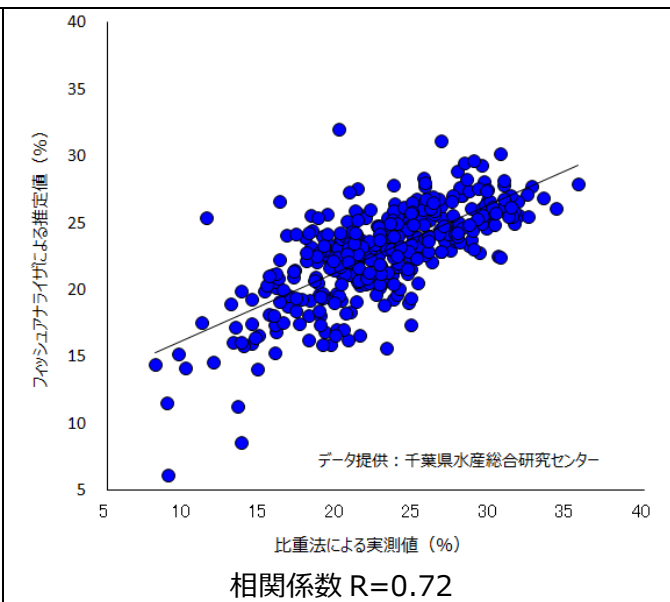
●サバ



●イワシ



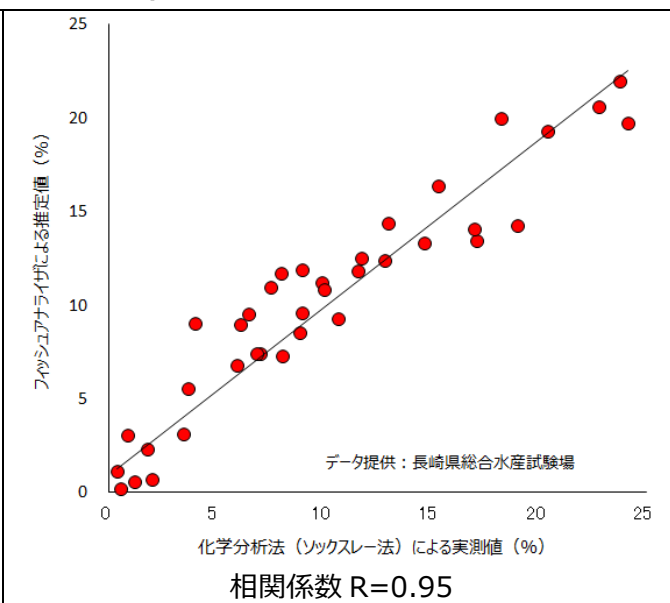
●サンマ



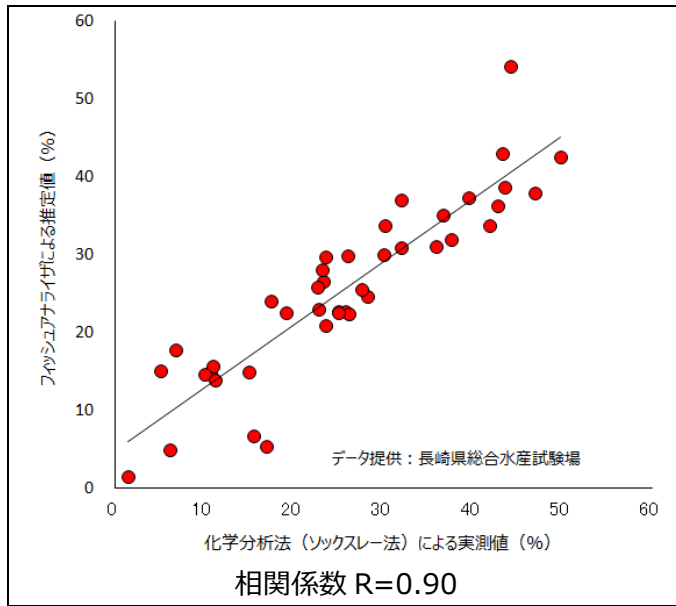
●ブリ



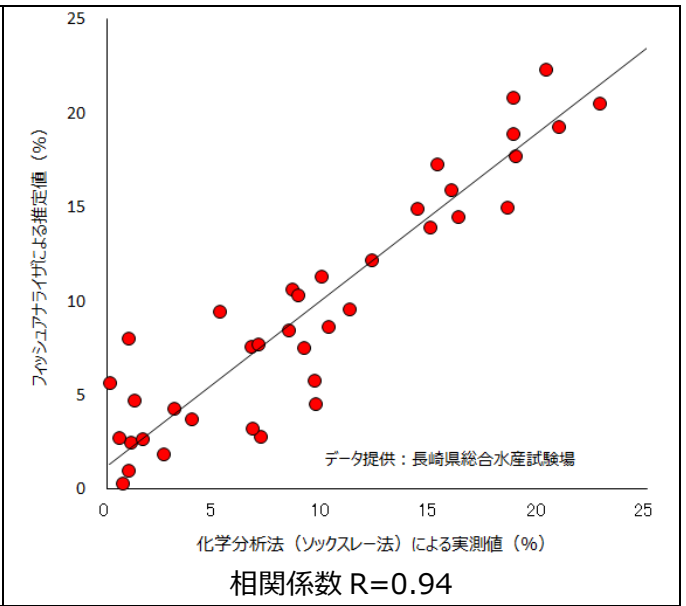
●マグロ背部



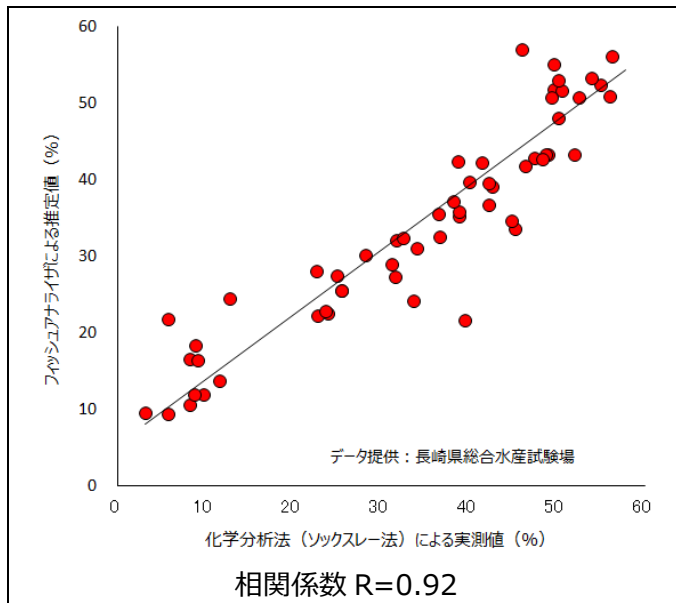
●マグロ腹部



●マグロ尻部



●マグロ切り身



2-4. 魚の種類による差や天然と養殖の差について

Fish Analyzer™と市販の人用体脂肪計の測定原理は同じですが（ともにインピーダンス法を使用）大きな違いは「全身測定」「局所測定」という点が挙げられます。Fish Analyzer™では、「1-4. 測定範囲について」で図示した通り、局所から全体を推定する局所測定を採用していますが、局所測定は測りたい部分に直接電極を当てますので、その部分の物理量を正確に反映することができます。もちろん、実際のところは元々が脂肪の少ないアジと元々が脂肪の多いブリでは、インピーダンス値から脂肪率を換算するための「重み付け」は異なりますが、それでも同じ魚種であれば魚の種類や天然・養殖による差は生じにくく、実際に基礎データとは異なる天然ブリで検証試験を行ったところ、化学分析法（ソックスレー法）による脂肪率との平均値誤差は0.6%と少なく、相関係数も $r=0.9$ と養殖ブリと同等の精度を示しました。

但し、局所測定はサイズが大きくなればなるほど非計測範囲が増えるため、逆に全身測定よりも誤差が大きくなってしまいう欠点があります。マグロが背部、腹部、尻部の3カ所で測定を行っているのは、局所測定が成り立つ範囲を超えてしまっているからです。

2-5. 測定結果の目安値について

2-5-1. 日本食品標準成分表より

魚の場合、産地や時期、種類によって脂の乗りが異なりますので、人のように標準値や基準値といった値は存在しません。参考までに日本食品標準成分表に記載されている100gあたりの脂質量を相対値に換算した値を記載しましたが、この値はあくまで1検体の可食部100gあたりの成分であり、必ずしも平均値や標準値という意味ではありませんので、目安値としてご確認願います。

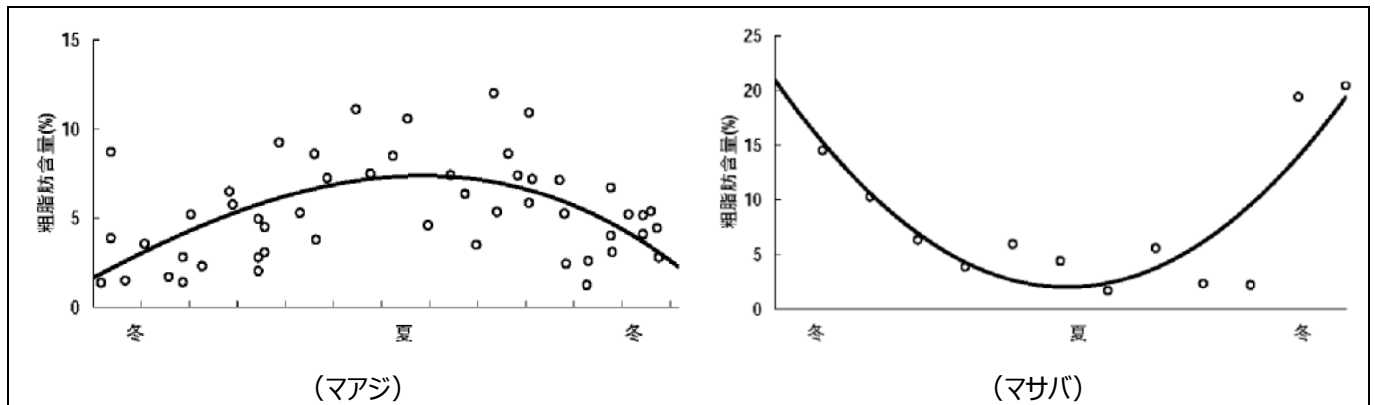
食品名	100gあたりの脂質
マアジ	3.5g (3.5%)
大西洋アジ	9.1g (9.1%)
ムロアジ	6.9g (6.9%)
マサバ	12.1g (12.1%)
大西洋サバ	26.8g (26.8%)
マイワシ	13.9g (13.9%)
カタクチイワシ	12.0g (12.0%)
ブリ(成魚)	17.6g (17.6%)
ハマチ(養殖)	18.2g (18.2%)
クロマグロ・赤身	1.4g (1.4%)
クロマグロ・脂身	27.5g (27.5%)
キハダマグロ	0.4g (0.4%)
ビンナガマグロ	0.7g (0.7%)
ミナミマグロ・赤身	0.1g (0.1%)
ミナミマグロ・脂身	28.3g (28.3%)
メジマグロ	4.8g (4.8%)
メバチマグロ	1.2g (1.2%)

参考：文部科学省 科学技術・学術審議会 資源調査分科会 報告「日本食品標準成分表 2010」

2-5-2. 脂肪の季節変動について

長崎県総合水産試験場によると、長崎県沿岸で漁獲されたマアジ肉中の粗脂肪含量は、冬に3%以下の低値を示し、夏に向けて上昇することです。この間、産卵期も含まれますが、マアジは他の魚類に見られるような産卵後の粗脂肪含量の極端な低下はみられず、夏に最も高い値(約10%)を示した後、秋になると徐々に低下し始めることです。

一方、マサバはまったく逆の傾向を示し、長崎沿岸海域で漁獲されるマサバの粗脂肪含量は冬季に高く、夏季に低い値を示すことです(「マアジのおいしい食べ方と加工原料適性の関係」より)。

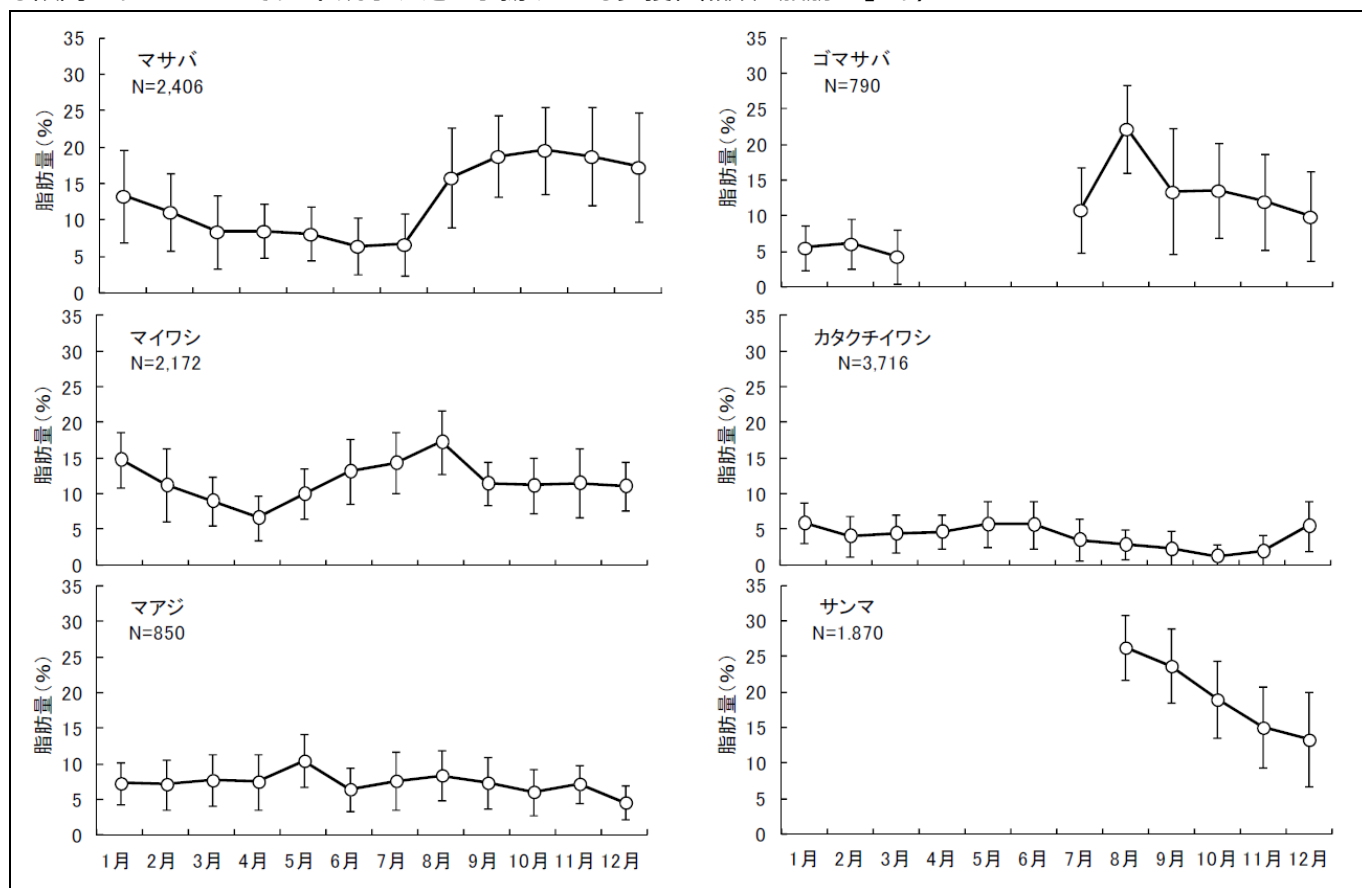


一方、千葉県水産総合研究センターが銚子漁港で水揚げされた多獲性魚類の脂肪量を調査したところ、まずマアジの脂肪量は年間を通じて約7%前後で脂肪量の変動は小さかったとのことです。

マサバは8月から脂肪量が増加し、10月に最も高くなったとのことです（約20%）。その後も18%前後の高い脂肪量で経過した後、1月以降は徐々に減少し6月と7月に最も低くなったとのことです（約7%）。一般に、マサバは秋季に脂肪量が多く人気がありますが、この脂肪は産卵期が終了した夏季以降に北上し、餌生物の多い三陸から道東沖へと索餌回遊して蓄積したものと報告されています。同じサバでも、ゴマサバは8月に最も高く（約20%）、9月以降は12月まで13%前後で推移し、1月以降はさらに減少して3月まで5%前後で推移したとのことです。また、マサバに比べ脂肪量は低い傾向が見られたとも報告されています。

マイワシは5月から脂肪量が増加し、8月に最も高くなり（約17%）、9月以降、約11%で安定して推移した後、1月から徐々に減少し、6月には最も低くなったとのことです（約7%）。カタクチイワシの脂肪量の変動は小さいものの、12～6月は5%前後で高く、9～11月は1～2%と低い傾向が見られたとのことです。脂肪量の季節変動には産卵期の影響が大きく、産卵期には脂肪量が低い傾向にあり、マイワシに比べカタクチイワシの変動が小さいのはマイワシの産卵期は2～4月ですが、カタクチイワシは1年を通じて産卵を行っているため、脂肪量の季節変化が小さくなった報告されています。

サンマは秋の印象が強いですが、漁期当初の8月に水揚げされたものが最も脂肪量が高く（約25%）、その後は減少する傾向にあったとのことです（「銚子漁港に水揚げされる多獲性魚類の脂肪量」より）



3章 検量線モード・オリジナル計算式作成モードについて

3-1. 検量線モードでの判断基準について

検量線モードとは、主に今回登録されていない魚種を測るためのモードで、ここでは脂肪率ではなくインピーダンス値が表示されます。検量線モードで難しいのは判定です。1Ωの違いが何%に相当するのか、これは「2-4. 魚の種類による差や天然と養殖の差について」でも記述した通り、魚種毎でインピーダンス値から脂肪率を換算するための「重み付け」が異なるため、すべての魚を同一の基準で判断することはできません。そこで、幾つかの統計的手法を用いた判断基準についてご紹介しますので、検量線モードをご使用になる際は参考にしてください。

● 平均値

平均値は、データの分布の中央位置を示す指標で、主にデータに偏りが無い場合に用います。

平均値は単純な良否判定を行う場合に有効で、平均値を超えれば脂が乗っている、逆に平均値を下回れば脂が少ないと判断することになりますので、養殖魚の成長具合の確認やエサの調整の目安として活用できます。

平均値は、すべてのインピーダンス値の合計値をデータ数で割れば算出されますが、Microsoft Excel を用いた場合、右図のように関数名「AVERAGE」を入力した上、() でデータ範囲を選択することで簡単に計算することができます。

	A	B	C	D
1				インピーダンス値
2	平均値	152	入力	107
3			入力	125
4			入力	169
5			入力	144
6			入力	139
7			入力	110
8			入力	108
9			入力	128
10			入力	108
11			入力	163
12			入力	176
13			入力	169
14			入力	299
15			入力	239
16			入力	286
17			入力	144
18			入力	102
19			入力	97
20			入力	136
21			入力	101

● パーセンタイル値

パーセンタイル値は、データの分布を小さい数字から大きい数字に並べ替え、目的のデータがどの位置に存在するかをパーセントで示した指標で、比較的データに偏りがみられる場合でも用いることができます。

右図の場合、全体の 25%・50%・75%に相当するインピーダンスを求めています。例えば全体の 25%位置に相当する 108Ωを下回った場合は脂肪の少ない魚と判断し加工用に回す、逆に全体の 75%位置に相当する 169Ωを超えれば脂肪の多い魚と判断しブランド品として出荷する、といった具合に魚の出荷の選別やブランド化の目安として活用できます。

パーセンタイル値は、右図のように Microsoft Excel を用いて関数名「PERCENTILE」を入力した上、() でデータ範囲を選択し、さらにはカンマを入れてパーセンタイル値 (右図の場合 75%なので 0.75)を入力すれば簡単に計算することができます。

	A	B	C	D
1				インピーダンス値
2	25%値	108	入力	107
3	50%値	138	入力	125
4	75%値	169	入力	169
5			入力	144
6			入力	139
7			入力	110
8			入力	108
9			入力	128
10			入力	108
11			入力	163
12			入力	176
13			入力	169
14			入力	299
15			入力	239
16			入力	286
17			入力	144
18			入力	102
19			入力	97
20			入力	136
21			入力	101

3-2. オリジナル計算式作成モードの回帰分析について

Fish Analyzer™の魚種の中に「魚 A」「魚 B」「魚 C」「魚 D」「魚 E」「魚 F」の 6 つが設けられていますが、これはオリジナルの計算式にて脂肪率を測定するための魚種です。

オリジナル計算式作成モードは、まず Fish Analyzer™の検量線モードでインピーダンス値を測定し、同時にソックスレー法または比重法で実脂肪量を測定します。ある程度データが揃ったら（統計的な目安は 20 検体です）、実脂肪量の集団を従属変数、インピーダンス値の集団を独立変数として単回帰分析を行い、「傾き」と「切片」を算出します。この傾き（カタムキ）と切片（セツパン）を Fish Analyzer™の魚種 A～F のいずれかに入力することで、独自の計算式を用いた魚の脂肪率を表示することができます。

●単回帰分析

単回帰分析とは、2 つの要因 x・y の因果関係を回帰式「 $y=ax+b$ 」にて表現する分析方法で、y は脂肪率、x はインピーダンス値、a と b がそれぞれ傾きと切片になります。

Microsoft Excel を用いた場合、傾きは関数名「SLOPE」を入力した上、（ ）でまず実脂肪量のデータ範囲を選択し、カンマを入れてインピーダンス値のデータ範囲を選択すれば計算することができます。切片も同様に、関数名「INTERCEPT」を入力した上、（ ）で実脂肪量のデータ範囲を選択し、カンマを入れてインピーダンス値のデータ範囲を選択すれば計算することができます。最低でも傾きは小数点第 4 位まで、切片は小数点第 1 位まで入力してください。

	A	B	C	D	E
1				実脂肪率	インピーダンス値
2	カタムキ	0.0865	入カ→	5.9	107
3	セツパン	-4.8	入カ→	6.0	125
4			入カ→	6.0	169
5			入カ→	6.0	144
6			入カ→	5.7	139
7			入カ→	4.1	110
8			入カ→	1.2	108
9			入カ→	1.8	128
10			入カ→	5.8	108
11			入カ→	10.8	163
12			入カ→	12.9	176
13			入カ→	11.7	169
14			入カ→	21.4	299
15			入カ→	17.2	239
16			入カ→	18.1	286
17			入カ→	12.0	144
18			入カ→	4.2	102
19			入カ→	5.4	97
20			入カ→	7.2	136
21			入カ→	4.3	101

※Microsoft Excel を用いた「平均値」「パーセント値」「単回帰分析」の計算フォーマットは、同ホームページ上に添付してありますので、必要に応じてご活用ください（ファイル名：Fish Analyzer 計算フォーマット.xls）。

(参考) ソックスレー法について

基準となるソックスレー法と比重法について、比重法は魚の空中の重さを、魚の空中の重さと水中の重さを差し引いた値で割ることで比重を計算し、この比重より実脂肪量を導く方法なのですが、この比重法を行う場合でも初段階ではソックスレー法は必要となります。

ソックスレー法は化学分析法のひとつで、一般的に脂肪を抽出する場合にエーテルを用いた抽出法が利用されます。脂肪は水には溶けず、エーテルなどの有機溶媒に溶ける性質があります。この性質を利用して、まず魚（ミンチ処理肉）をエーテルで処理し、魚体内の脂肪分をエーテル内に溶解させます。次に、脂肪分を含む溶液をろ過させ、溶液のみを回収し、回収した溶液を加熱させます。溶液を加熱するとエーテルは蒸発し、溶解していた脂肪分のみが残りますので、最後に残留物である脂肪量の重さを測定すれば実脂肪量を導くことができます。




4-1. 測定結果がおかしい原因

測るたびに値が変わるなど測定結果がばらつく、あきらかに脂肪率が低すぎるなど測定結果がおかしい場合は、以下の原因が考えられます。下記対処方法をご確認の上、再度、正確な測定を行ってください。それでも解消されない場合は、技術相談窓口にお問い合わせください（アドレス：<http://www.yamato-scale.co.jp/contact/prdinq/?id=126>）。

	原因	対処方法
①	水揚げ直後や絞めた直後に測定を行ったため	海水温や血流停止直後の影響を受けていますので、その場合は氷蔵保存した上、少し時間を空けてから測定を行ってください。（詳細は「2-2. 基礎データ収集の条件について」をご参照ください）。
②	うろこ、ヌメリ、表面乾燥のため	魚の表面に問題が生じた場合、安定して電流を流すことができませんので、その場合は魚体表面を湿った布で拭き、多少の水分が残った状態で測定を行ってください。
③	魚に電極を強く当てたため	電極を強く当てたり、長時間、魚に電極を当てたままにしたりすると、皮下内部の組織の状態が変わってしまいますので、その場合は指で魚の表面を平らに戻してください。
④	測定位置が上下にずれたため	測定位置は左右のズレより上下のズレの方がばらつきは大きく、例えば極端に背びれに近い位置や側線に電極を当てると、安定した測定が行えませんので、電極は所定の位置に当ててください（正確な測定位置については「2-1. 魚種毎の基本情報について」をご参照ください）。
⑤	アタッチメントに問題が生じたため	下記「4-2. アタッチメント装着時に測定が行えない原因」をご参照いただき、接続端子が変形してしまっている場合は、ご購入された販売店にご連絡いただきアタッチメントを交換してください（その場合、有償交換となります）。
⑥	魚の腐食が進んだため	魚の腐食が進むと細胞膜が破壊され、正確な測定が行えなくなりますので、測定は水揚げ翌日までに行ってください。腐食が進んだり、身焼けが発生したりした場合は、「解凍品」と表示される場合があります（「1-3. 解凍品が測れない理由について」をご参照ください）。

4-2. アタッチメント装着時に測定が行えない原因

本体電極に海水やヌメリなどの汚れが付着したままアタッチメントを装着すると、汚れがアタッチメントの接続端子にも付着してしまい、測定ができなくなります（のまま表示が変わりません）。

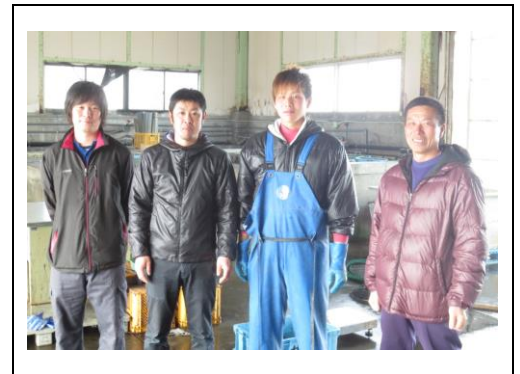
<p>アタッチメントを装着する際は、必ず水かアルコールで本体電極に付着した汚れを拭き取ってから装着してください。</p>	<p>アタッチメントの接続端子に汚れが付着した場合は、綿棒の先端を水やアルコールで湿らせた上、綿棒を接続端子の内側に向かってスライドさせ、汚れをきれいに拭き取ってください。</p>	<p>接続端子の外側を下方方向に向かって押し当てると、接続端子が外側に折れ曲がってしまいますので、ご注意ください。</p>
		

4-3. 活用事例

4-3-1. ブランド化

●2015年3月20日付「みなと新聞」より

橋湾東部漁協南串山支所（長崎県雲仙市）の雲仙養殖業者会ピワ茶添加グループは、餌にピワ茶葉を加えたブランドブリ「びわ茶雲仙ぶり」（商標登録済み）を養殖する。京阪神地区の大手スーパーのオリジナル商品で、ほどよい脂のりが支持を集める。同グループは簡単・迅速に魚の脂肪率を非破壊で測定できる「Fish Analyzer™」（発売元は大和製衡）の導入を計画。品質管理に活用し、ブランド力を強化する方針だ。雲仙養殖業者会は2年前にピワ茶添加グループを結成、長崎大学や長崎県総合水産試験場と共同研究を始めた。



魚が脂肪過多にならないようピワ茶葉の添加期間などを比較実験した結果、ほどよい脂のりが特徴の「びわ茶雲仙ぶり」の商品化に成功した。風味の評価は高く、血合いの変色が遅い点も支持を集める。

同グループが採用を予定する Fish Analyzer™ は県総合水産試験場や長崎大など県内外の5団体が共同開発した。魚に微弱な電流を流し、高い精度で脂肪率を測定する仕組み。小型のハンディタイプで持ち運びできる。電極部分を第一背びれと第二背びれの間にあてただけで、これまで手間がかかっていた脂肪測定がわずか5秒ほどでできる。あらかじめ魚種を選択し、測定ボタンを押すだけの簡単操作。同グループは出荷時に計測して品質管理に役立てる計画だ。品質の高い魚を安定供給し、一層の消費者の信頼獲得を目指す。

●2015年3月30日付「水産新聞」より

長崎県内43のマグロ養殖業者と17の関係漁協でつくる「長崎県まぐろ養殖協議会」（財部安則会長）は、魚の脂肪計測機「フィッシュアナライザ」を導入し、県産養殖マグロの品質管理に乗り出す。

クロマグロ養殖は資源保護の観点から「量」から「質」への転換が進められており、同協議会では、長崎県が策定した「長崎県産養殖クロマグロの規格基準」および「長崎県養殖クロマグロ出荷（取上げ）管理マニュアル」に基づいた品質向上に取り組んでいる。



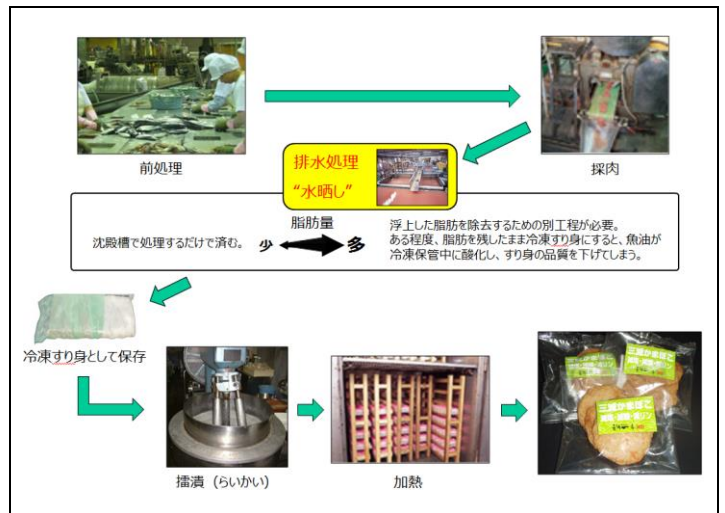
今後は、出荷時の脂肪率を測定し、品質の信頼性を高めながら、データを蓄積し、脂肪率の基準値を定めるなど、県外産との差別化を図る予定である。採用予定の Fish Analyzer™ は、人の体脂肪計と同じインピーダンス測定方式を採用、微弱な電流を魚に流し、脂の乗りを推定するもので、長崎県総合水産試験場・長崎大学水産学部など5団体が共同開発され、大和製衡（兵庫県明石市）から今年の2月19日に発売された。アジ・サバ・イワシ・サンマ・ブリ・マグロの6魚種の脂肪率が簡単・迅速・高精度に計測ができる。マグロは背部・腹部・尻部・切り身の部位で測定可能。43養殖業者の購入費用の半額を県が補助し、同協議会が半額を負担する。財部会長は「Fish Analyzer™ をマグロ養殖業者に普及させることで良質な魚の管理を行い、県内の既存のブランドマグロをより発展させた県産養殖マグロの新ブランドを推進し、漁業者の所得向上につなげたい」と話す。

4-3-2. 加工品製造過程

●和食産業展 2015 和食ステージ特別講演会「魚用品質状態判別装置の測定原理と活用事例」より

ブランド化については、どちらかという「脂の乗り」が中心となりますが、もちろん脂肪が多ければすべてよいというのではなく、食文化の中では脂肪の少ない魚が重宝されるケースも多々あります。特に、加工品などでは「脂肪率を知る」ということが、製造過程においてとても重要になってきます。ここでは、かまぼこの製造過程を通じて脂肪率を知ることの重要性についてご説明させていただきます。

かまぼこの製造工程は、まず前処理を行い、採肉した上で「水晒し（みずさらし）」という排水処理を行うのですが、原料魚の脂肪量が多いほど、その処理が厄介になってしまいます。脂肪量がわずかな場合は沈殿槽で処理するだけで済みますが、脂肪がたっぷりと浮いた状態では、その浮いた脂肪を除去するための別工程が必要になります。仮に、ある程度、脂肪を残したまま冷凍すり身にしてしまうと、魚の油が冷凍保管中に酸化して、すり身の品質を下げてしまいます。このように、品質の高いかまぼこを作る、しかも効率よく作るには、脂肪率を知ることがとても重要になります。



もうひとつ、練り製品について、弾力のある練り製品を形作るには、タンパク質そのものの能力である「ゲル形成能」が高くないといけないのですが、ゲル形成能は「冬に高く、夏に低い」と言われてきました。実は、これは脂肪量と関係が深く、マアジのデータを例にご説明しますと、マアジは夏に脂が乗り、冬は脂肪が少ないと傾向にあるのですが、実はゲル形成能とは全く逆の関係にあることがわかり、これを突き詰めると「脂肪量が低ければゲル形成能が高い」ということがわかりました。つまり、夏でも脂肪率さえわかれば、弾力性の高い練り製品を作ることができるということです。

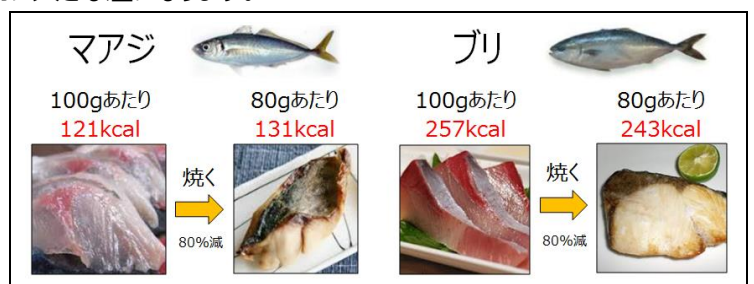
4-3-3. 栄養管理

●和食産業展 2015 和食ステージ特別講演会「魚用品質状態判別装置の測定原理と活用事例」より

管理栄養士にとって「魚の脂肪率がわかる」ということは、言うまでもなく「最適な栄養管理が行える」ということであり、例えば脂質異常症患者さんなどは適切な脂質コントロールを行わなければ動脈硬化のリスクが高まるため、できるだけカロリーの低い食事を提供しなければなりません。逆に、腎臓病患者さんなどは、タンパク質は制限しないといけません、全体のエネルギー量が減るのでその分を脂質で補うことが多く、現在は主に中鎖脂肪酸を加工した食品を食べてもらっていますが、普段の食事でも摂ってほしいのが本音です。このような場合、脂肪を測ることで一歩進んだ栄養管理を行うことができます。

現状の栄養管理（カロリー計算）は、日本食品標準成分表をもとに行われていますが（「2-5-1. 日本食品標準成分表」をご参照ください）、実際の脂肪量は季節によって大きな変動幅があります（「2-4. 脂肪の季節変動について」をご参照ください）。また、同じ日に水揚げされた魚でも脂肪率には差があり、例えば2014年12月5日に千葉県で水揚げされたマサバ400gクラスのデータをみると、最も脂肪率が低いもので15.99%、最も高いものでは24.53%とその差は8.54%、脂質含量に換算すると8.5g、カロリーに換算すると76.5kcalにもなりました。これは、単純に10分程度のランニングに相当しますので、あらかじめ脂肪率を知ると知らないとは非常に大きな差になります。

また、脂肪率を知れば調理の仕方も変わってきます。例えば、マアジ、マサバなどは焼くことでカロリーが増える魚で、逆にブリなどは焼くことでカロリーが減る魚です。こちらあらかじめ脂肪率を知ること、「今日のブリは脂が多いので焼いて食べよう」といった具合に、ちょっとした工夫を行うことができます。



管理栄養士の先生によると、「一日の摂取カロリーとして考えれば微々たるものですが、この積み重ねが疾病の引き金となるので、栄養指導・栄養管理を行う上で脂肪率を把握することはとても大切です」とのこと、もちろん脂肪酸の組成を知ることなど、一概に脂肪率だけわかればよいというものではないのですが、それでも脂肪率を知ること健康面でも大きな効果が期待できます。

大和製衡ホームページ : <http://www.yamato-scale.co.jp/>

Fish AnalyzerTM 製品情報 : <http://www.yamato-scale.co.jp/products/detail/id:294>

技術相談窓口 : <http://www.yamato-scale.co.jp/contact/prding/?id=126>

信頼・技術・創造

大和製衡株式会社

本社営業	〒673-8688 兵庫県明石市茶園場町 5 番 22 号		TEL.078-918-6540
東日本支店	〒105-0013 東京都港区浜松町 1 丁目 22 番 5 号	浜松町センタービル 4 階	TEL.03-5776-3123
中日本支店	〒460-0008 名古屋市中区栄 5 丁目 27-14	朝日生命名古屋栄ビル 5 階	TEL.052-238-5731
千葉営業所	〒264-0025 千葉市若葉区都賀 4 丁目 8 番 18 号	ショー・エム都賀 1 階	TEL.043-214-3920
九州営業所	〒812-0018 福岡市博多区住吉 4 丁目 3-2	博多エイトビル 1 階	TEL.092-471-1921

Fish Analyzer™ DFA100「技術資料」

初版（発行日：2015年4月1日）