

Fish Analyzer™ Ver.2.00

技術資料

目 次

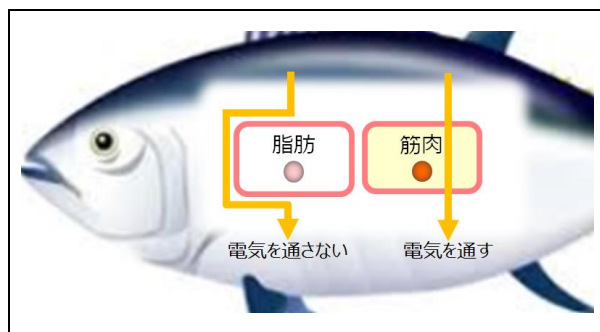
	頁
1章 Fish Analyzer™の測定原理について	
1-1. Fish Analyzer™の測定原理について……………	3
1-2. マルチ周波数方式について……………	3
1-3. 解凍品が測れない理由について……………	3
1-4. 測定範囲について……………	4
1-5. 回路構成について……………	4
 2章 正しい測定を行うために	
2-1. Fish Analyzer™で測定する脂肪率について……………	5
2-2. 正しい測定を行うために……………	5
2-3. 脂肪率の決定について……………	5
2-4. 水揚げ当日と水揚げ翌日の定義について……………	5
2-5. 魚種毎の基本情報と測定方法について	
● Fish Analyzer™ 魚種 No.1 「アジ」……………	6
● Fish Analyzer™ 魚種 No.2 「マサバ」……………	7
● Fish Analyzer™ 魚種 No.3 「ゴマサバ」……………	8
● Fish Analyzer™ 魚種 No.4 「イワシ」……………	9
● Fish Analyzer™ 魚種 No.5 「サンマ」……………	10
● Fish Analyzer™ 魚種 No.6 「ブリ」……………	11
● Fish Analyzer™ 魚種 No.7 「マグロ」……………	12
● Fish Analyzer™ 魚種 No.8 「マダイ」……………	14
● Fish Analyzer™ 魚種 No.9 「キンメ鯛」……………	15
● Fish Analyzer™ 魚種 No.10 「カツオ」……………	16
● Fish Analyzer™ 魚種 No.11 「サケ」……………	17
● Fish Analyzer™ 魚種 No.12 「ニジマス」……………	18
● Fish Analyzer™ 魚種 No.13 「サワラ」……………	19
● Fish Analyzer™ 魚種 No.14 「メダイ」……………	20

	頁
2-6. 魚の電気的特性について	
2-6-1.時間	21
2-6-2.温度	21
2-6-3.魚の種類による差や天然と養殖の差について	22
2-7. 測定結果の目安値について	
2-7-1.標本サンプルより算出した統計的な目安値について	22
2-7-2.脂肪の季節変動について	22
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. 検量線モードでの脂肪率の判断基準について	24
3-2. オリジナル計算式作成モードの回帰分析について	25
4章 その他の技術資料	
4-1. 測定結果がおかしい原因について	26
4-2. 電池がすぐになくなってしまう原因について	26
4-3. Fish Analyzer™を大事にお使いいただくために	
4-3-1.電池ボックス内の清掃について	27
4-3-2.アタッチメントの清掃について	27
5章 活用事例	
5-1. Fish Analyzer™が開発された背景について（監修の言葉より）	28
5-2. ブランド化	28
5-3. 加工品製造過程	29
5-4. 栄養管理	30
5-5. 明石浦漁業協同組合の2016年度の取り組みについて	31

1章 Fish Analyzer™の測定原理について

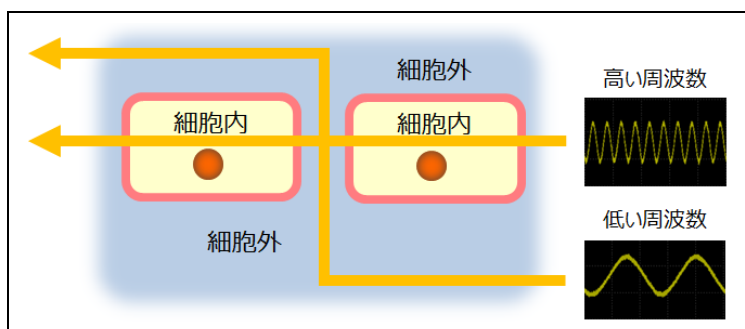
1-1. Fish Analyzer™の測定原理について

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

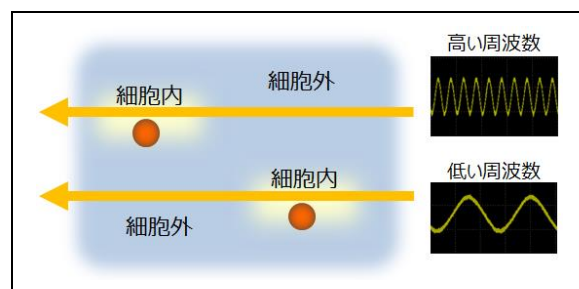
Fish Analyzer™では、電気を流す周期、すなわち周波数を変えて電気を流すマルチ周波数方式を採用しています。例えば、電気を通す筋肉であっても、時間当たりの周期を長くする、すなわち低い周波数で電気を流すと、主に電気は細胞の外を流れます。逆に、時間当たりの周期を短くする、すなわち高い周波数で電気を流すと、電気は細胞の中を



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。

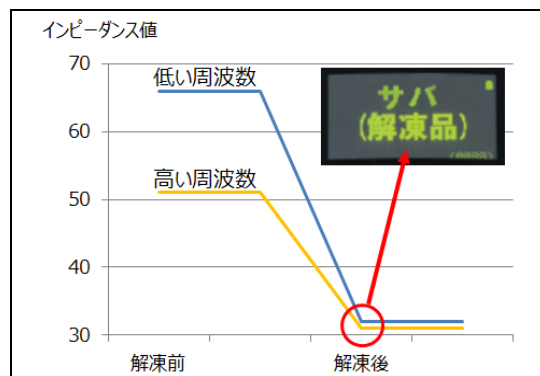
1-3. 解凍品が測れない理由について

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。

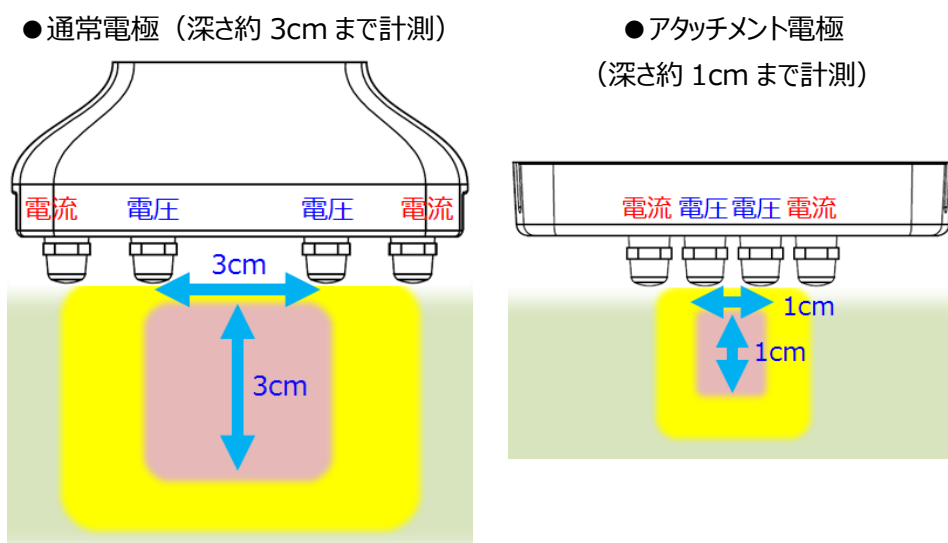
以上のことから、周波数毎の差がなかった場合、Fish Analyzer™では「解凍品」と表示します。尚、この現象は、変質が進んだり、身焼けが発生したりした場合などもみられますので、ご注意ください。



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。オームの法則に習い、「検出された電圧(V)÷魚体に流した電流(I)」を計算することで、インピーダンス値(Z) (≒抵抗値(R)) を算出されます。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、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、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。検量線モードで他の魚種を測定する場合についても、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。

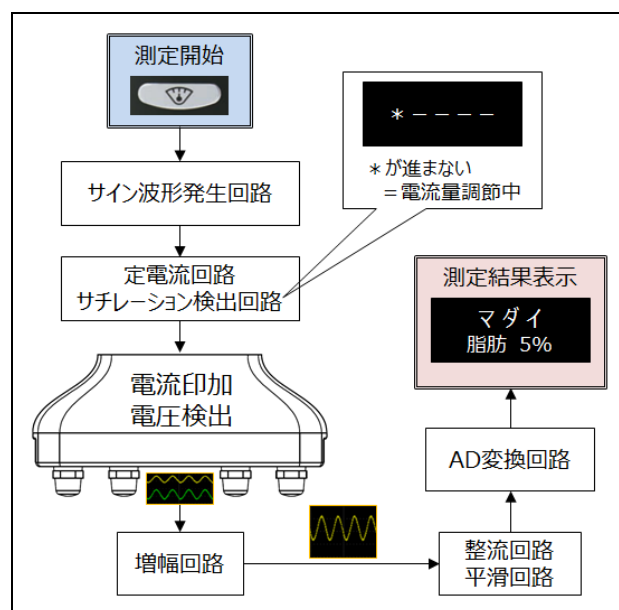


1-5. 回路構成について

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。ウロコの大い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すると、「*」がひとつで止まってしまう、なかなか次に進まない場合がありますが、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。



2-1. Fish Analyzer™で測定する脂肪率について

Fish Analyzer™では、基本的に背部に電極を当てて脂肪率の測定を行います（マグロのみ腹部と尻部に電極を当てる場合もあります）。現在、ヒト用として販売されている体脂肪計も、実は Fish Analyzer™と同様のインピーダンス法を利用しているのですが、ヒト用の場合は指先や足の裏など身体の末端に電極を配置しますので、身体全体を測定することができます。このことから、末端間同士に電極を配置する方法のことを「全身測定法」と言います。一方で、Fish Analyzer™のように末端間同士に電極を配置するのではなく、背部など身体の一部に電極を当てる測定のことを「局所測定法」と言います。

局所測定法は、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全身測定よりも正確に反映することができますが、電極を当ててない部位の物理量を反映することはできません。したがって、基準となる化学分析についても、基本的に背部を中心に分析していますので、Fish Analyzer™で測定する脂肪率は「背部（背肉）の脂肪率を強く反映した脂肪率である」とお考えください。

2-2. 正しい測定を行うために

Fish Analyzer™は、魚を傷つけない非破壊型の測定方法ですが、一方で魚体に電極を当てながら測定する接触型の測定方法でもあります。そのため、魚体に電極を強く、さらに長く当て続けると、皮下脂肪が左右に分かれてしまい、電気の多くが皮下脂肪の下にある魚肉に流れてしまいますので、脂肪率が低めに測定されてしまいます。

正しい測定を行うためには、①本機のグリップ部をしっかりと握り、②所定の位置に電極を軽く当ててください。測定位置については、「2-5. 魚種毎の基本情報と測定方法について」でご確認ください。また、③必要に応じて本機を持たない側の手で魚を動かないように固定してください。



2-3. 水揚げ当日と水揚げ翌日の定義について

測定を行う際、一部の魚種を除き、Fish Analyzer™は、「水揚げ当日」と「水揚げ翌日」のいずれかを選択します。その定義について、「水揚げ当日」は漁獲後 24 時間以内の魚、また養殖など採取した活魚は絞めてから 24 時間以内の魚を意味し、「水揚げ翌日」は漁獲・採取から 24 時間以上経った魚を意味します。基本的には、この定義をもとにいずれかを選択しますが、選択に関する詳細を「2-6-1. 時間」に記載してありますので、測定前に必ずご確認ください。

2-4. 脂肪率の決定について

前記の通り、Fish Analyzer™は接触型の測定方法であり、電極を長く当て続けると脂肪率が低めに測定されてしまいます。そのため、最も信頼性の高い測定結果は最初に測定した脂肪率となりますので、まずは最初に測定した値をその魚の脂肪率として採用してください。

一方で、魚の表面に問題がある場合は異常に高い脂肪率が表示されることがあります。目安として、「1-5. 回路構成について」でご説明しました「電流を絞る作業」（「*」がひとつで止まって次に進まない）が行われた場合などはもう一度測定を行い、バラツキがないかを確認してください。最初の値より 2% 以内の低い値が表示された場合は、そのまま最初の値をその魚の脂肪率として採用してください、3% 以上の低い値、及び 2% 以上の高い値が表示された場合は、もう一度測定を行い、3 回目の値に近い方の値をその魚の脂肪率として採用してください。

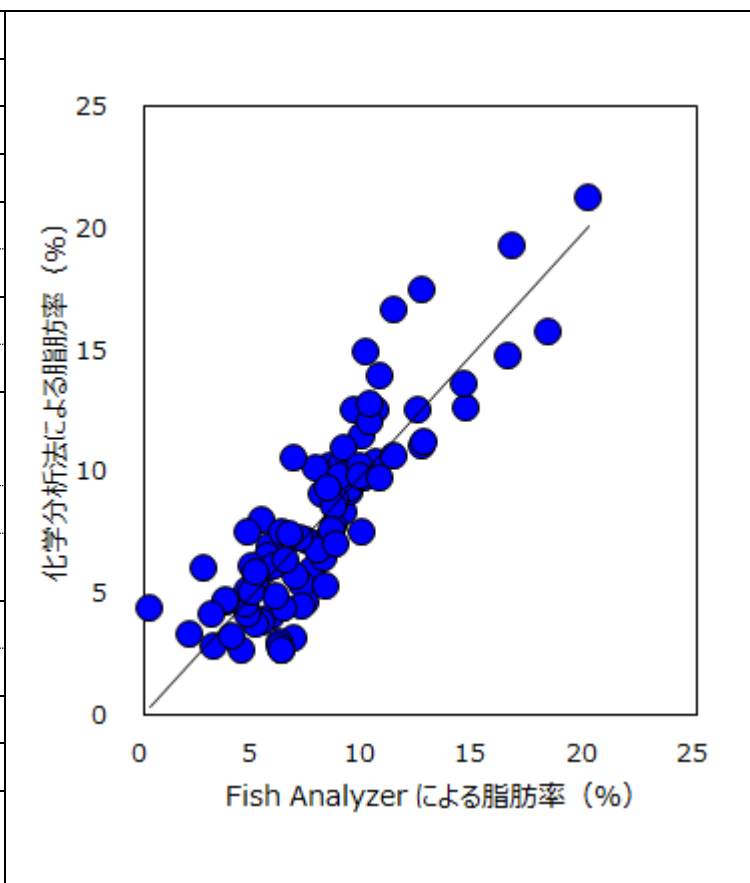
その他、Version.2 より「平均値表示機能」が搭載されております。これは、魚種キーを押すまでの間、画面下にこれまで測定した脂肪率の平均値が表示される機能で、複数回の測定結果をもって脂肪率を決定したい場合などは、表示された平均値をその魚の脂肪率として採用してください。尚、この平均値表示機能は、前記のような使い方もあれば、例えばトロ箱内の魚の脂肪率を示したいときなどにも使用できますので、用途に合わせて有効にご活用ください。

2-5. 魚種毎の基本情報と測定方法について

●Fish Analyzer™ 魚種 No.1 「アジ」

<基本情報>

種類	マアジ（養殖含む）	
場所	長崎県、千葉県、島根県	
時期	春、夏、秋	
データ数	93例	
尾叉長	平均 20.5±3.2cm 最小 16cm, 最大 30cm	
重量	平均 112±50g 最小 48g, 最大 318g	
脂肪率 統計情報※	平均	天然 6.8±3.1% 養殖 12.2±4.0%
	中央	天然 6.1%、養殖 11.6%
	75 パーセンタイル	天然 8.8%、養殖 13.9%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.87 推定誤差 S.E.E.=±2.0%	
100kHz 単相関	良好な相関 (r=0.8)	
翌日の傾向	インピーダンス値は高め	
その他	——	



データ提供：長崎県総合水産試験場、千葉県水産総合研究センター、島根県水産技術センター

※脂肪率統計情報については、「2-7-1. 標本サンプルより算出した統計的な目安値について」をご覧ください。

<測定方法>

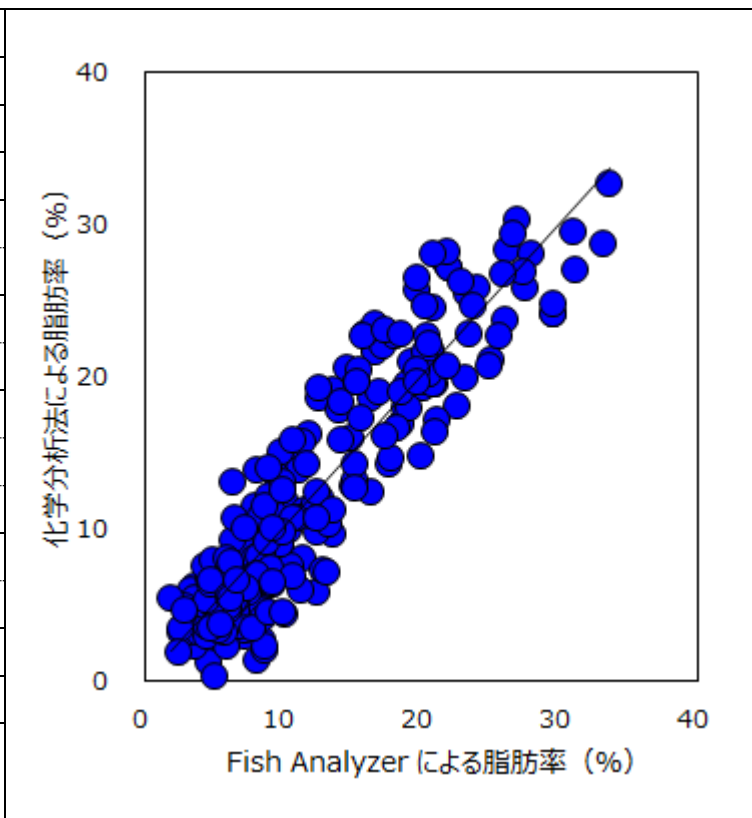
- ①アタッチメントを装着して測定を行ってください。
- ②第1背ビレと第2背ビレの間に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
<p>装着</p> 	

●Fish Analyzer™ 魚種 No.2 「マサバ」

<基本情報>


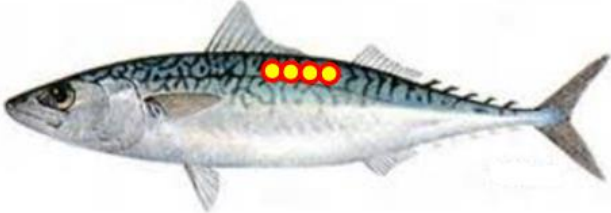
種類	マサバ
場所	千葉県
時期	春、夏、秋
データ数	270 例
尾叉長	平均 33.6±3.7cm 最小 23cm, 最大 41cm
重量	平均 483±172g 最小 126g, 最大 996g
脂肪率 統計情報	平均 11.7±7.8% 中央 9.0% 75 パーセントile 17.8%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.92 推定誤差 S.E.E.=±3.1%
100kHz 単相関	良好な相関 (r=0.75)
翌日の傾向	インピーダンス値は低め
その他	300g 以下は高めに表示される 可能性があります。



データ提供：千葉県水産総合研究センター

<測定方法>

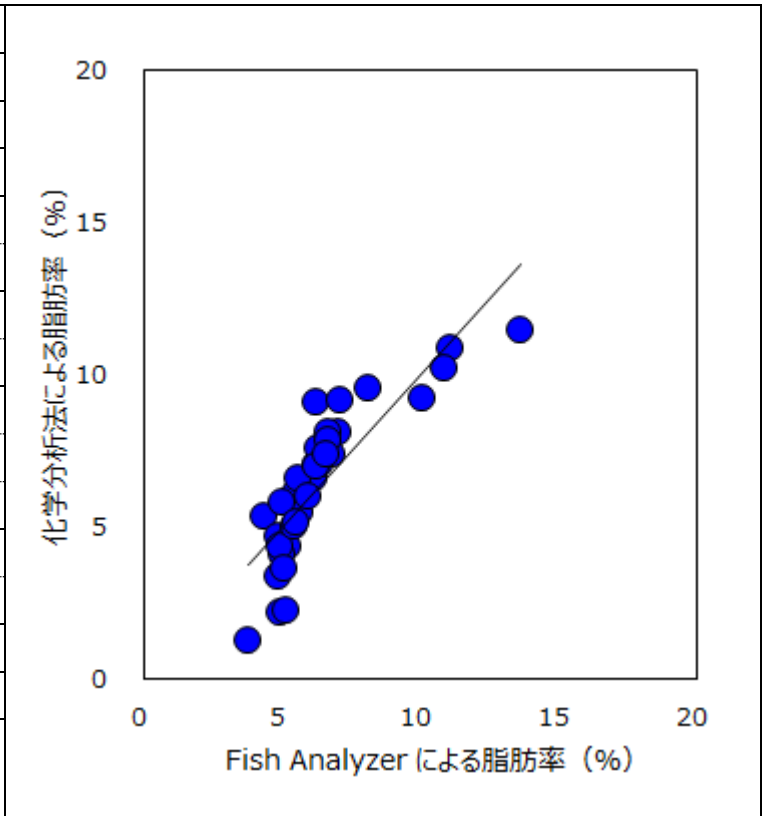
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背ビレの後端に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
不要 	

●Fish Analyzer™ 魚種 No.3 「ゴマサバ」

<基本情報>


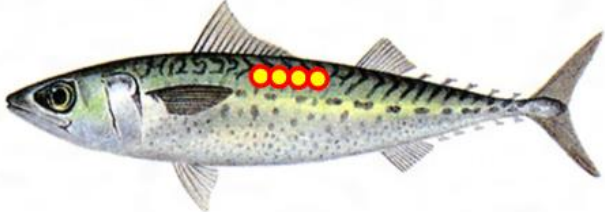
種類	ゴマサバ
場所	岩手県
時期	夏
データ数	35 例
尾叉長	平均 33.7±1.5cm 最小 31cm, 最大 39cm
重量	平均 592±88g 最小 449g, 最大 827g
脂肪率 統計情報	平均 6.4±2.5% 中央 6.6% 75 パーセントile 8.0%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.84 推定誤差 S.E.E.=±1.4%
100kHz 単相関	良好な相関 (r=0.82)
翌日の傾向	インピーダンス値は低め
その他	300g 以下は高めに表示される 可能性があります。



農林水産技術会議「食料地域再生のための先端技術展開事業」にてデータ取得

<測定方法>

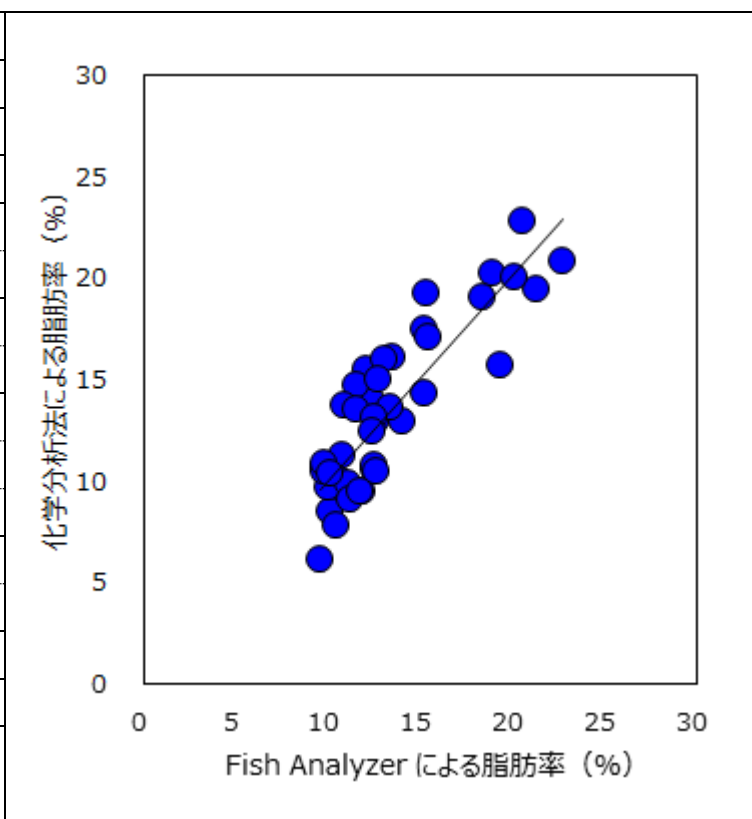
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背ビレの後端に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
不要 	

●Fish Analyzer™ 魚種 No.4 「イワシ」

<基本情報>


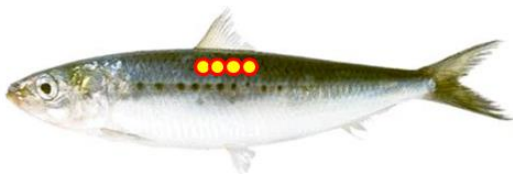
種類	マイワシ
場所	千葉県
時期	夏、冬
データ数	42 例
被鱗体長	平均 13.7±0.9cm
	最小 11cm, 最大 15cm
重量	平均 36±9g
	最小 17g, 最大 52g
脂肪率 統計情報	平均 13.4±4.0%
	中央 13.0%
	75 パーセントイル 15.9%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.90
	推定誤差 S.E.E.=±1.8%
100kHz 単相関	良好な相関 (r=0.75)
翌日の傾向	インピーダンス値は低め
その他	——



データ提供：千葉県水産総合研究センター

<測定方法>

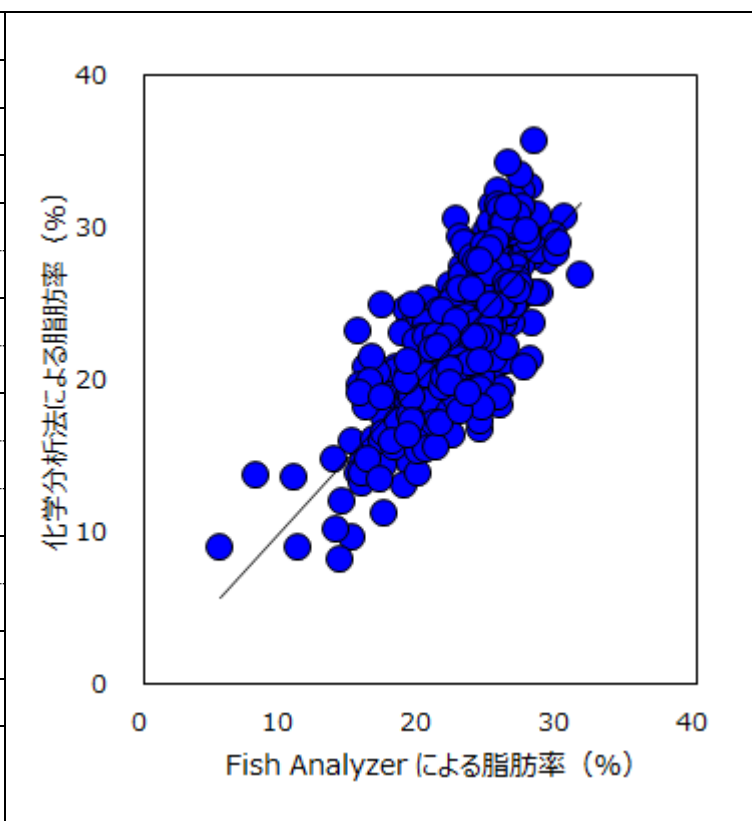
- ①アタッチメントを装着して測定を行ってください。
- ②背ビレの中心に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
<p>装着</p> 	

●Fish Analyzer™ 魚種 No.5 「サンマ」

<基本情報>



種類	サンマ
場所	千葉県
時期	夏、秋
データ数	349 例
肉体長	平均 30.9±1.6cm 最小 24cm, 最大 35cm
重量	平均 148±27g 最小 60g, 最大 212g
脂肪率 統計情報	平均 22.9±4.9% 中央 23.0% 75 パーセントイル 26.2%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.75 推定誤差 S.E.E.=±3.3%
100kHz 単相関	低い相関 (r=0.6)
翌日の傾向	※翌日測定なし
その他	測定は水揚げされた日に行ってください。



データ提供：千葉県水産総合研究センター

<測定方法>

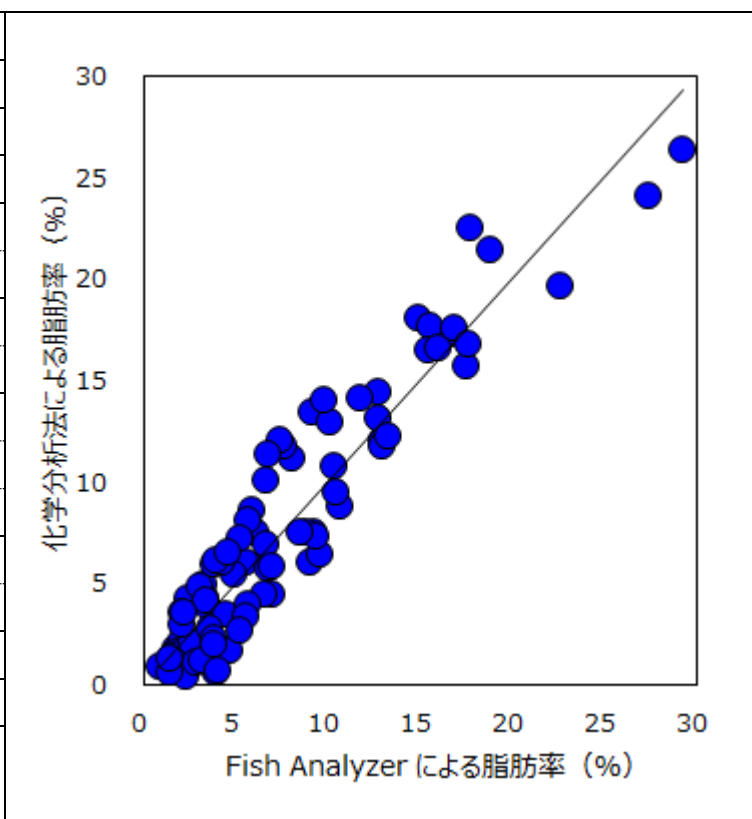
- ①アタッチメントを装着して測定を行ってください。
- ②腹ビレの中心に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
<p>装着</p> 	

●Fish Analyzer™ 魚種 No.6 「ブリ」

＜基本情報＞

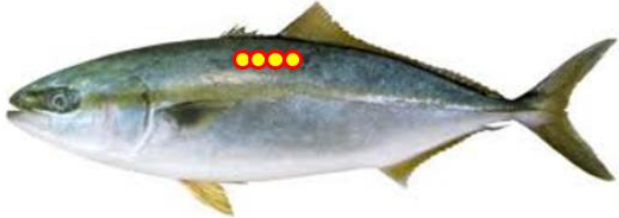
種類	ブリ（養殖含む）
場所	長崎県、岩手県
時期	春、夏、秋
データ数	91 例
尾叉長	平均 63.9±9.9cm 最小 44cm, 最大 86cm
重量	平均 4396±2171g 最小 1360g, 最大 11224g
脂肪率 統計情報	平均 7.5±6.2% 中央 6.0% 75 パーセントile 11.7%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.94 推定誤差 S.E.E.=±2.1%
100kHz 単相関	強い相関 (r=0.93)
翌日の傾向	インピーダンス値は高め
その他	——



データ提供：長崎県総合水産試験場、岩手県水産技術センター

＜測定方法＞

- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②第 1 背ビレと第 2 背ビレの間に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

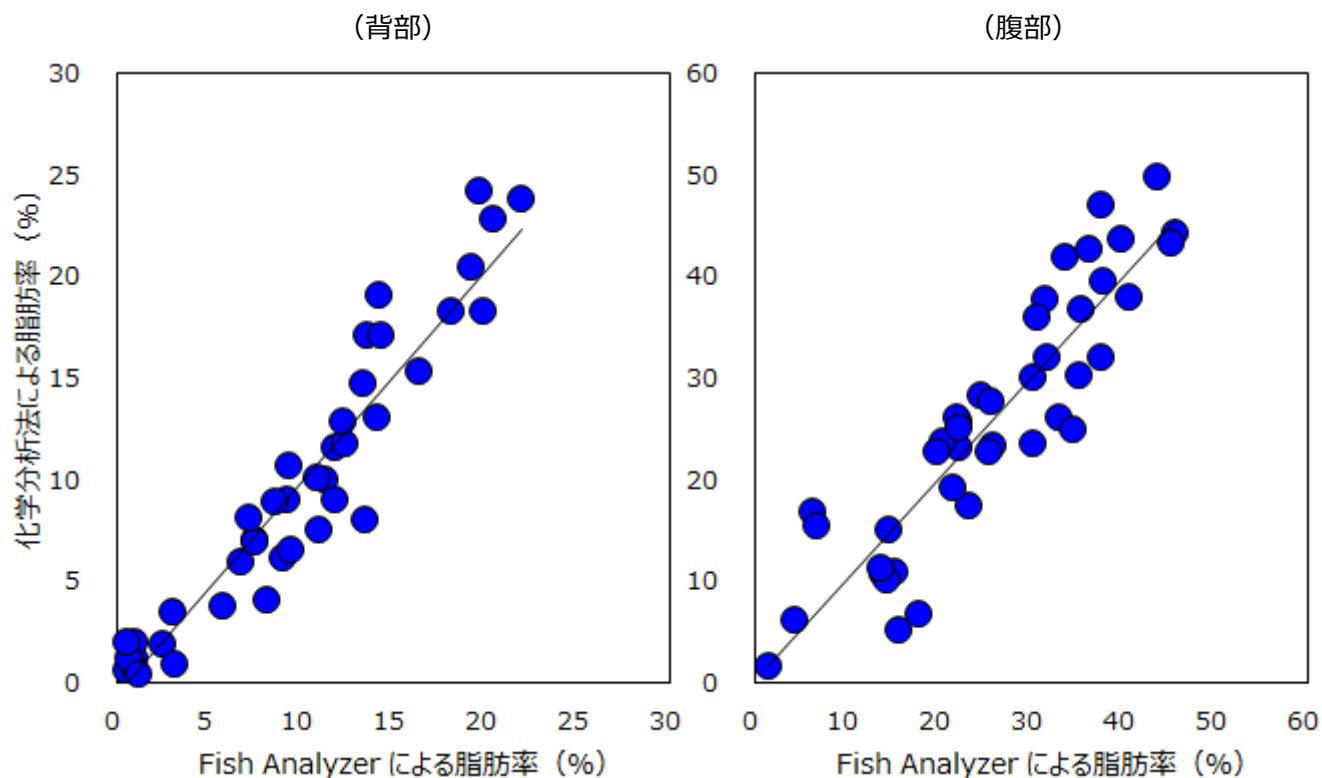
アタッチメント	測定位置
不要 	

●Fish Analyzer™ 魚種 No.7 「マグロ」

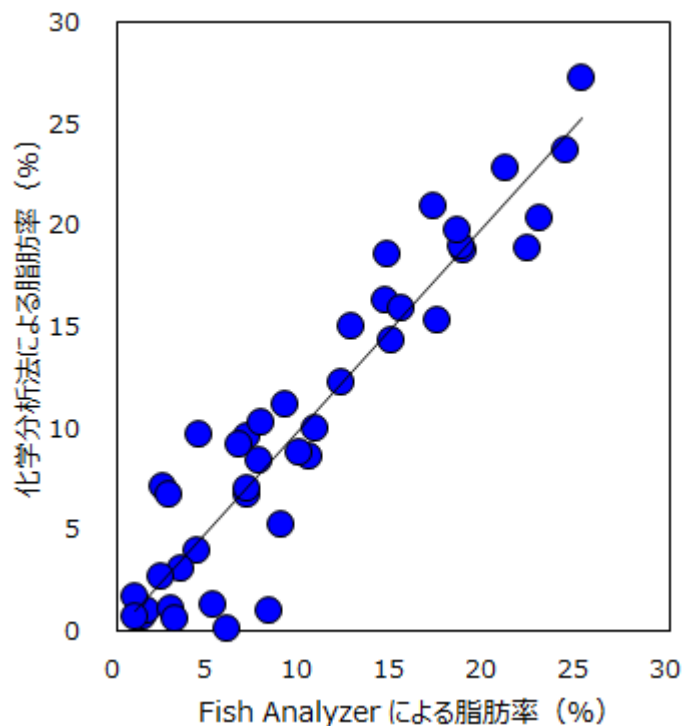
<基本情報>

種類	クロマグロ（養殖）	尾叉長	平均 106.2±16.5cm
場所	長崎県		最小 81cm, 最大 136cm
時期	夏、秋、冬	重量	平均 28.6±14.7kg
データ数	42 例		最小 10.3kg, 最大 60.9kg

	背部	腹部	尾柄部（腹部側）
脂肪率 統計情報	平均 9.4±7.0%	平均 26.0±12.6%	平均 10.3±7.6%
	中央 8.5%	中央 25.3%	中央 9.4%
	75 パーセントイル 14.2%	75 パーセントイル 36.4%	75 パーセントイル 16.2%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.95	重相関係数 R=0.90	重相関係数 R=0.94
	推定誤差 S.E.E.=±2.3%	推定誤差 S.E.E.=±5.4%	推定誤差 S.E.E.=±2.7%
100kHz 単相関	良好な相関 (r=0.87)	良好な相関 (r=0.83)	低い相関 (r=0.62)
翌日の傾向	インピーダンス値は高め	インピーダンス値は高め	インピーダンス値は高め
その他	大型魚は含まれていません。	測定位置により脂肪率が大きく変動する可能性があります。	大型魚は含まれていません。



(尾柄部)



データ提供：長崎県総合水産試験場


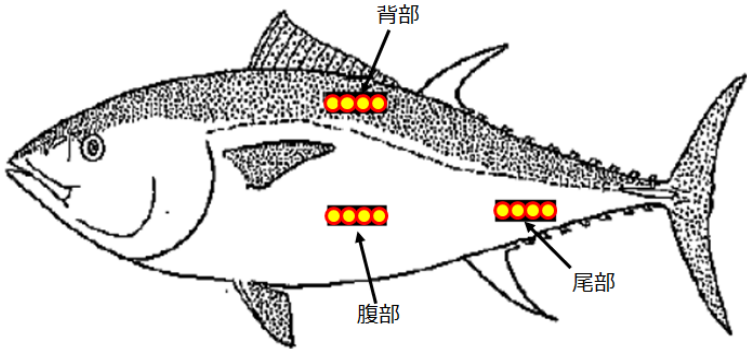
<測定方法>

アタッチメントを外して測定を行ってください。

(背部) 胸ビレの後端に電極の先端を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

(腹部) 胸ビレの後端に電極の先端を合わせ、腹ビレの付け根と側線のちょうど中間の場所に電極を当ててください。

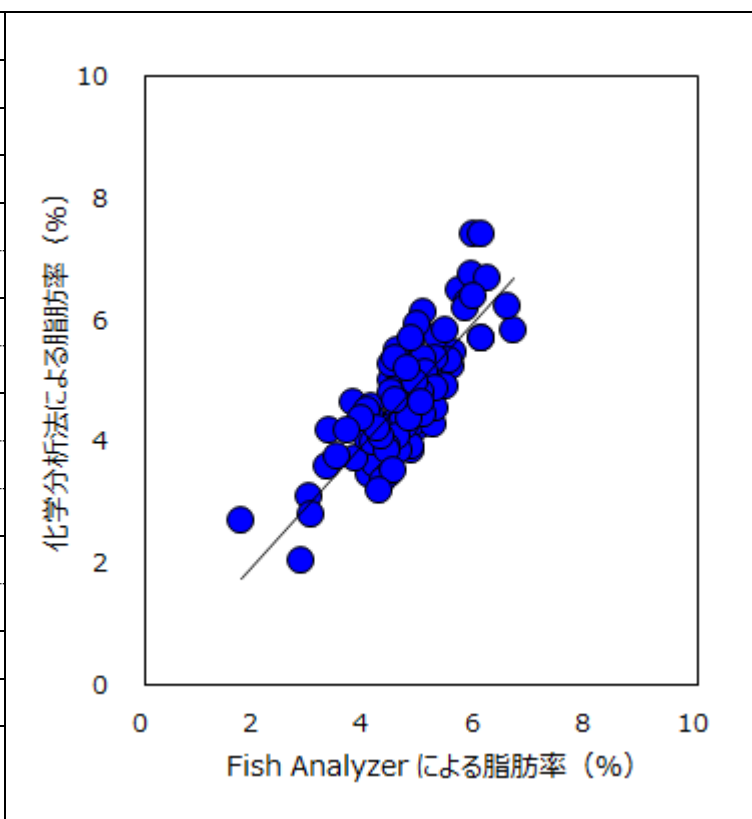
(尾柄部) 臀ビレの後端に電極の先端を合わせ、側線より少し下の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
<p data-bbox="300 1377 363 1411">不要</p> 	

●Fish Analyzer™ 魚種 No.8 「マダイ」

<基本情報>



種類	マダイ (養殖含む)
場所	三重県
時期	夏、冬
データ数	105 例
平均尾叉長	平均 36.9±1.5cm 最小 32cm, 最大 41cm
平均重量	平均 1073±133g 最小 696g, 最大 1480g
脂肪率 統計情報	平均 4.7±1.0% 中央 4.6% 75 パーセンタイル 5.3%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.8 推定誤差 S.E.E.=±0.6%
100kHz 単相関	無相関 (r=-0.06)
翌日の傾向	インピーダンス値は高め
その他	——



データ提供：三重県水産研究所

<測定方法>

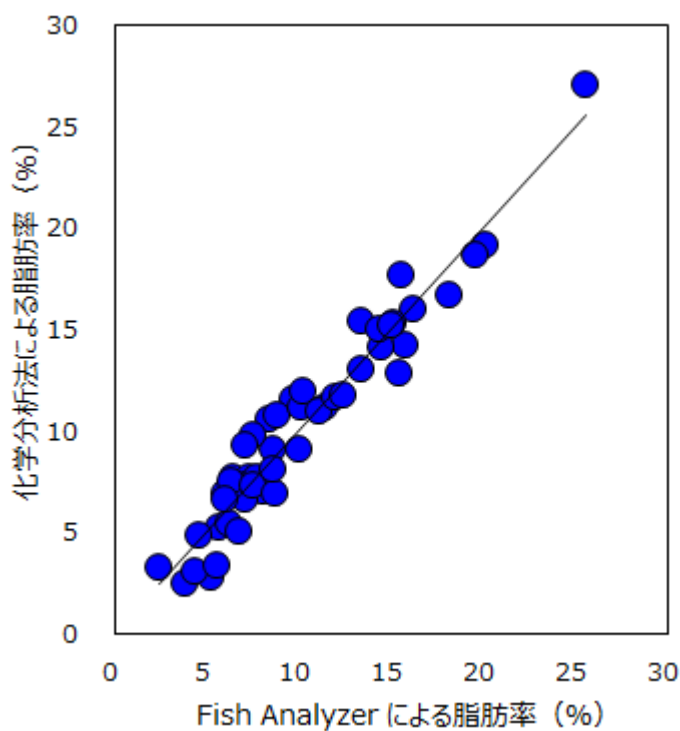
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背ビレの先端に電極の先端を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
不要 	

●Fish Analyzer™ 魚種 No.9 「キンメ鯛」

<基本情報>

種類	キンメダイ
場所	千葉県
時期	秋
データ数	48 例
尾叉長	平均 29.5±3.9cm 最小 22cm, 最大 37cm
重量	平均 619±275g 最小 241g, 最大 1166g
脂肪率 統計情報	平均 10.2±5.0% 中央 9.6% 75 パーセントile 13.3%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.97 推定誤差 S.E.E.=±1.3%
100kHz 単相関	強い相関 (r=0.9)
翌日の傾向	インピーダンス値は低め
その他	300g 以下は高めに表示される 可能性があります。



データ提供：千葉県水産総合研究センター

<測定方法>

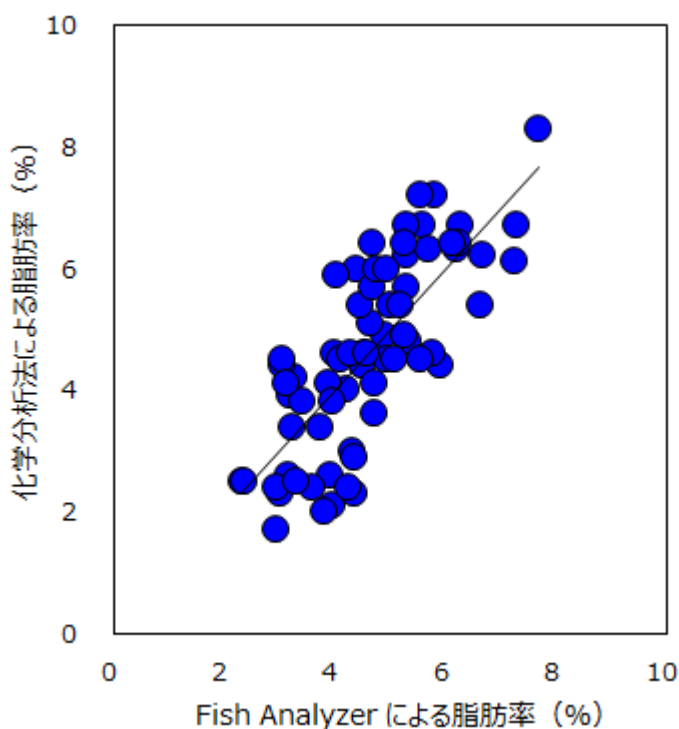
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背ビレの中心に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
不要 	

●Fish Analyzer™ 魚種 No.10 「カツオ」

<基本情報>



種類	カツオ
場所	岩手県
時期	秋
データ数	69 例
平均尾叉長	平均 52.2±1.4cm 最小 48cm, 最大 55cm
平均重量	平均 3069±282g 最小 2529g, 最大 3667g
脂肪率 統計情報	平均 4.6±1.6% 中央 4.6% 75 パーセントイル 6.0%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.77 推定誤差 S.E.E.=±1.0%
100kHz 単相関	低い相関 (r=0.61)
翌日の傾向	※翌日測定なし
その他	測定は水揚げされた日に行ってください。春先は高めに表示される可能性があります。



データ提供：岩手県水産技術センター

<測定方法>

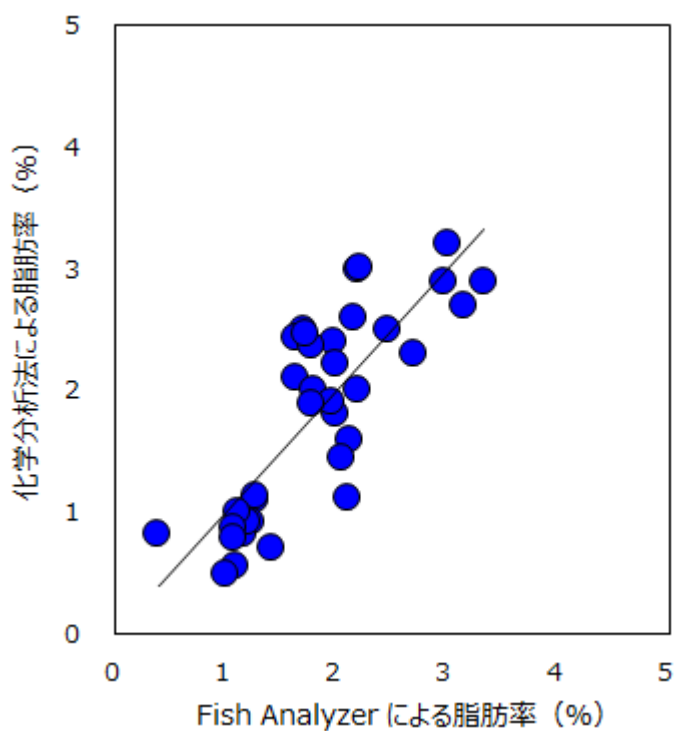
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②第 1 背ビレと第 2 背ビレの間に電極の中心を合わせ、側線より少し上のウロコがない場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
不要 	

●Fish Analyzer™ 魚種 No.11 「サケ」

<基本情報>


種類	シロザケ
場所	北海道、岩手県
時期	秋
データ数	36 例
平均尾叉長	平均 70.0±3.8cm 最小 62cm, 最大 79cm
平均重量	平均 3688±768g 最小 2024g, 最大 5533g
脂肪率 統計情報	平均 1.8±0.8% 中央 2.0% 75 パーセンタイル 2.5%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.81 推定誤差 S.E.E. = ±0.5%
100kHz 単相関	無相関 (r=0.33)
翌日の傾向	インピーダンス値は低め
その他	岩手県ではギンケのほかに A ブナ ～C ブナを測定。



データ提供：北海道立工業技術センター、岩手県水産技術センター

<測定方法>

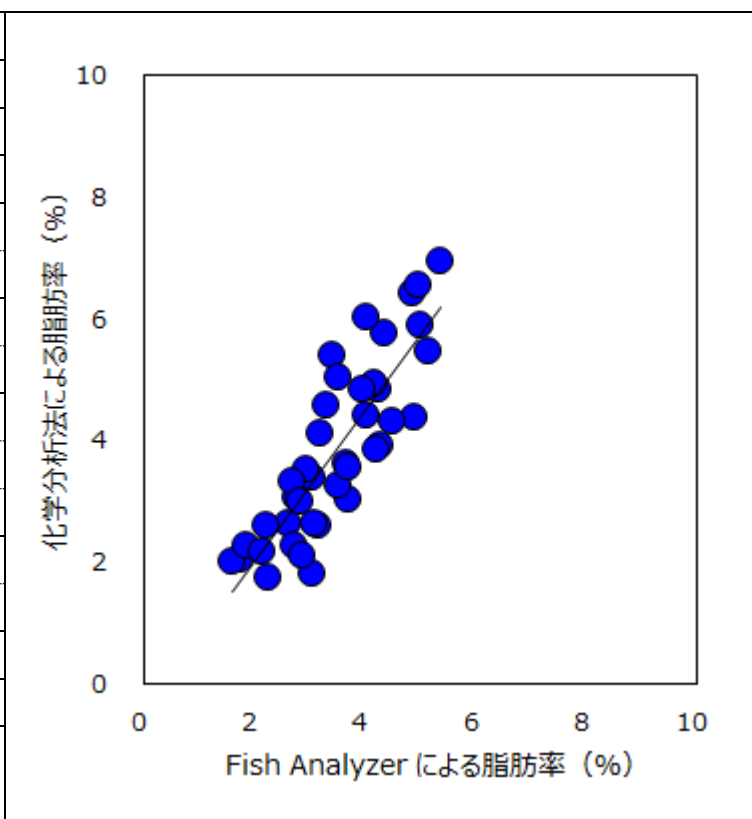
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背ビレの中心に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
不要 	

●Fish Analyzer™ 魚種 No.12 「ニジマス」

<基本情報>



種類	3 倍体ニジマス (淡水)
場所	静岡県
時期	春、夏
データ数	36 例
体長	平均 47.7±7.6cm 最小 33cm, 最大 62cm
重量	平均 2334±1109g 最小 655g, 最大 5556g
脂肪率 統計情報	平均 3.9±1.5% 中央 3.6% 75 パーセントイル 4.9%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.85 推定誤差 S.E.E. = ±0.8%
100kHz 単相関	良好な相関 (r=0.72)
翌日の傾向	インピーダンス値は高め
その他	——



静岡県水産技術研究所富士養鱒場データから大和製衡作成

<測定方法>

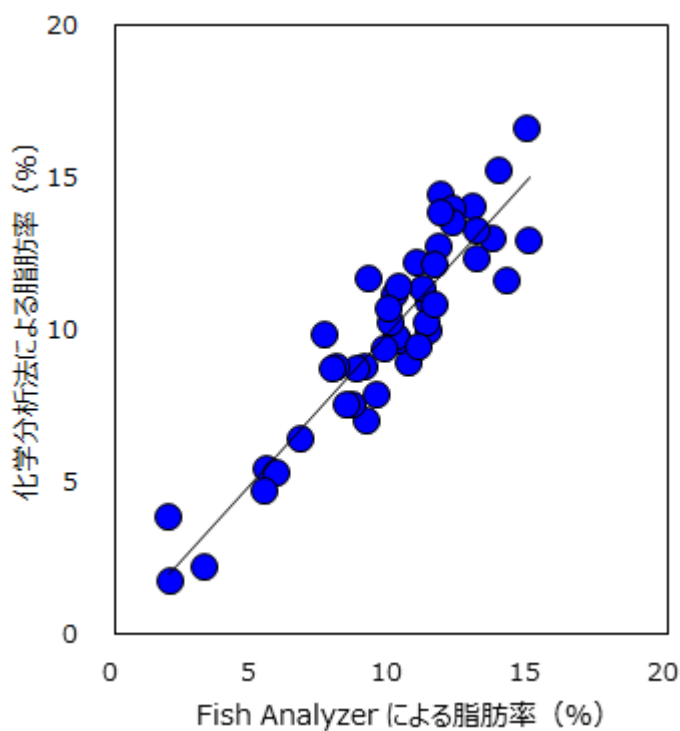
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背ビレの先端に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
不要 	

●Fish Analyzer™ 魚種 No.13 「サワラ」

<基本情報>



種類	サワラ
場所	岩手県
時期	秋
データ数	46 例
尾叉長	平均 70.0±8.4cm 最小 61cm, 最大 90cm
重量	平均 2651±990g 最小 1762g, 最大 5953g
脂肪率 統計情報	平均 10.0±3.3% 中央 10.3% 75 パーセントile 11.8%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.92 推定誤差 S.E.E.=±1.3%
100kHz 単相関	良好な相関 (r=0.82)
翌日の傾向	インピーダンス値は低め
その他	サゴシは含まれていません。



データ提供：岩手県水産技術センター

<測定方法>

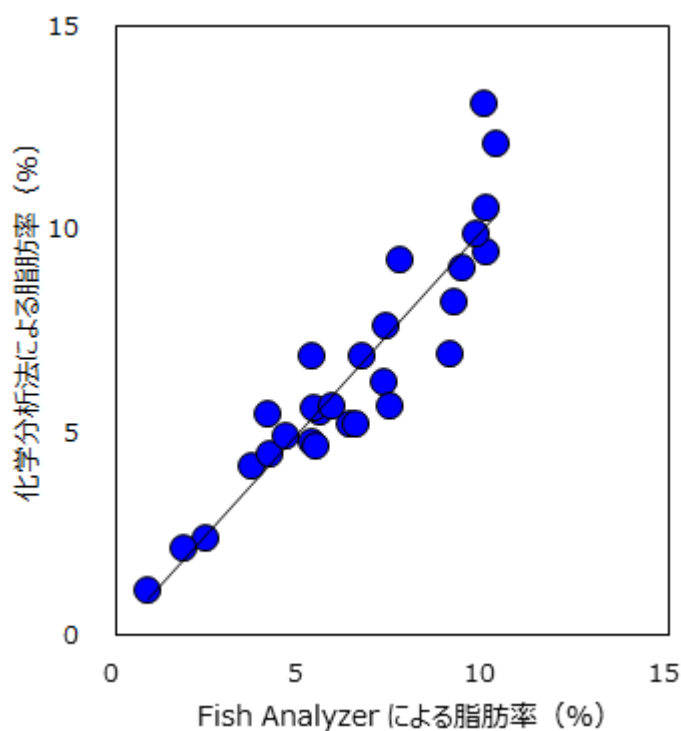
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②第 2 背ビレの先端に電極の後端を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
不要 	

●Fish Analyzer™ 魚種 No.14 「メダイ」

<基本情報>



種類	メダイ
場所	長崎県
時期	夏、秋
データ数	28 例
尾叉長	平均 66.5±7.8cm 最小 52cm, 最大 82cm
重量	平均 5513±2066g 最小 2250g, 最大 9164g
脂肪率 統計情報	平均 6.5±2.9% 中央 5.6% 75 パーセンタイル 8.4%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.92 推定誤差 S.E.E.=±1.2%
100kHz 単相関	良好な相関 (r=0.77)
翌日の傾向	※翌日測定なし
その他	測定は水揚げされた日に行ってください。



データ提供：長崎県総合水産試験場

<測定方法>

- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背ビレの先端に電極の先端を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

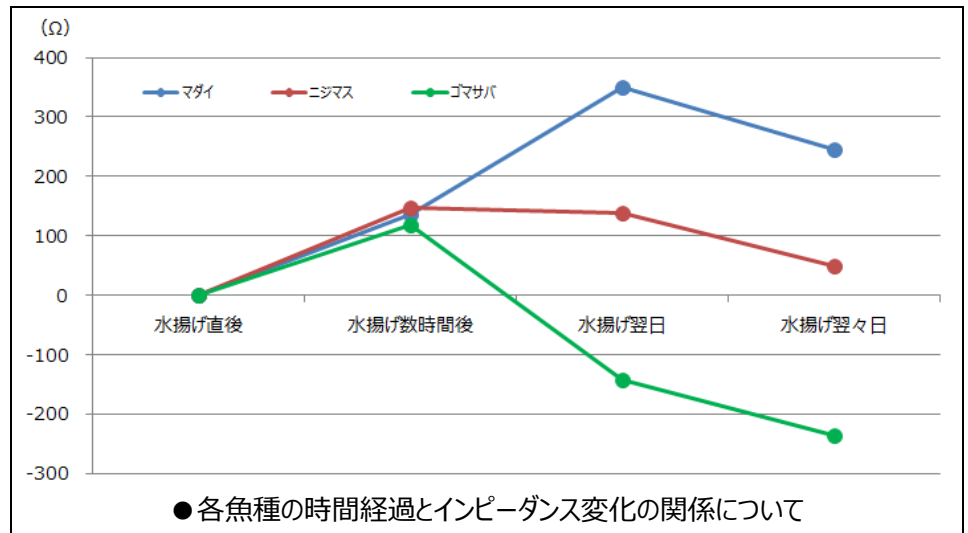
アタッチメント	測定位置
不要 	

2-6. 魚の電気的特性について

2-6-1. 時間

インピーダンス法は脂肪量を把握する上で非常に優れた方法ですが、一方で脂肪以外の影響を受けて値が変わってしまう場合があります、これが Fish Analyzer™ における「誤差の要因」となります。

そのひとつが時間ですが、厳密には「水揚げ後の経過時間に伴う魚体の変化」がインピーダンス値に影響を与えます。インピーダンス値は形状の変化に影響を受ける性質があり、魚体の硬直具合に比



例する形でインピーダンス値は上昇します。これはすべての魚種に言えることであり、水揚げ当日（漁獲・採取当日）の計算式はこのような傾向を踏まえて作成しています。但し、水揚げ当日でもゴマサバのように解硬の早い魚種はインピーダンス値が下降してしまい、そのような場合は脂肪率が低めに表示されてしまいます。「2-5. 魚種毎の基本情報と測定方法について」の基本情報の中に「翌日の基本傾向」が記載されていますが、特に「インピーダンス値は低め」と記載されている魚種について、水揚げから 15 時間以上経過している場合は、水揚げ当日であっても翌日設定で測定することを推奨します。

一方、マダイやニジマスは水揚げ翌日（漁獲・採取翌日）も高い値を維持しており、水揚げ翌日の計算式はこの状態のタイミングで作成しています。とはいえ、水揚げ翌々日にはすべての魚種でインピーダンス値の下降が始まりますし、鮮度変化の進んだ個体であれば、もっと早い段階でインピーダンス値が下降しますので、水揚げ翌日の測定は水揚げから 35 時間以内に行うことを推奨します。尚、翌日の基本傾向が「低め」の魚種について、こちらはほとんどの個体で 24 時間後のインピーダンス値の下降が確認されているため、計算式も下降を想定して作成していますが、最近の報告に「スラリーアイスで保存されたマサバの脂肪率が異常に高く表示された」というものがあり、原因として下降するはずのインピーダンス値が維持されていたことが考えられましたが、このように翌日の基本傾向と異なる傾向がみられた場合は、誤差が生じやすくなることをご理解ください。

参考までに、漁獲・採取直後に測定を行った場合、多くの魚種は血液循環がまだある状態ですので脂肪率が低めに表示される傾向にあります（インピーダンス値は血液循環の有無（大小）に反比例します）、計算式の関係で高く表示される場合もあります。また、活魚の状態についても今後の研究課題となりますが、もし Version.2 で漁獲・採取直後あるいは活魚の測定を行いたい場合は、あらかじめそのような状態と絞めてから数時間後の正規の状態での測定を行い、正規の状態との間の「差分」を把握した上で、漁獲・採取直後及び活魚の値に「差分」を換算してください。

2-6-2. 温度

もうひとつ、インピーダンス値は温度の上昇に反比例する性質があります。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。



2-6-3. 魚の種類による差や天然と養殖の差について

「2-1. Fish Analyzer™で測定する脂肪率について」でも記載しました通り、Fish Analyzer™は局所測定法を採用していますので、電極を当てた部分の物理量を正確に反映することができます。とはいえ、実際のところは魚種毎に脂肪率の計算式を変え、その魚種に適した変数で脂肪率を導いていますが、それでも同じ魚種であれば、魚の種類や天然・養殖による傾向の違いは生じにくく、実際に Version.2 ではアジとブリにおいて天然と養殖の両者を用いて計算式を作成しましたが、その際に天然のみ、または養殖のみで計算式を作成した場合と精度的に差がないことを確認しております。但し、すべての魚種で確認できたわけではなく、傾向は同じでも数値的な差がみられる場合もありますので、今後も調査を続け、技術資料の中で情報を公開していく予定です。

2-7. 測定結果の目安値について

2-7-1. 標本サンプルより算出した統計的な目安値について

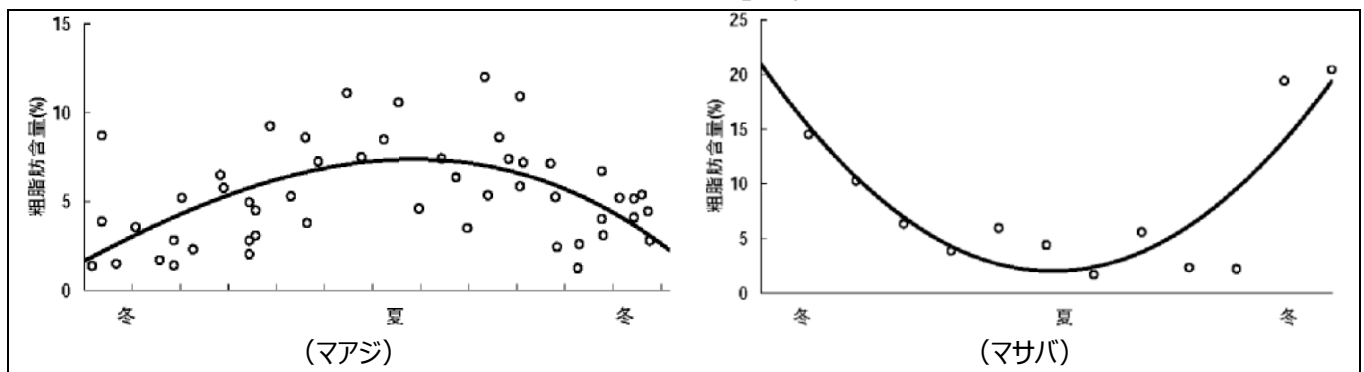
以前、脂肪率の目安値として日本食品標準成分表に記載されている値を示しましたが、Fish Analyzer™で測定される脂肪率は背部の脂肪を強く反映しますので、必ずしも日本食品標準成分表の値が目安値になるとは限りません。

そこで、「2-5. 魚種毎の基本情報と測定方法について」の基本情報の中に、Fish Analyzer™の計算式を作成するために採取した各魚種の脂肪率の統計情報を記載しました。統計情報は、「平均値」「中央値」「75 パーセンタイル値」の3種類で、平均値はデータの合計値をデータ数で割った値であり、中央値は標本サンプルを脂肪率の低い順に並べ、ちょうど真ん中の50番目に存在する値です。一般的な目安値と言えば平均値ですが、平均値は特出した値につり上げられてしまうことがあるため、そのような傾向が強い場合は中央値より判断します。また、75 パーセンタイル値は中央値が50番目を示すのに対し、さらに上位の75番目を示します。もちろん、特に天然の魚は次に説明します季節変動によって脂の乗りが大きく変わることがありますので、あくまで参考としてご確認ください。

2-7-2. 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とのこと。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とのこと。

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とのこと（「マアジのおいしい食べ方と加工原料適性の関係」より）。

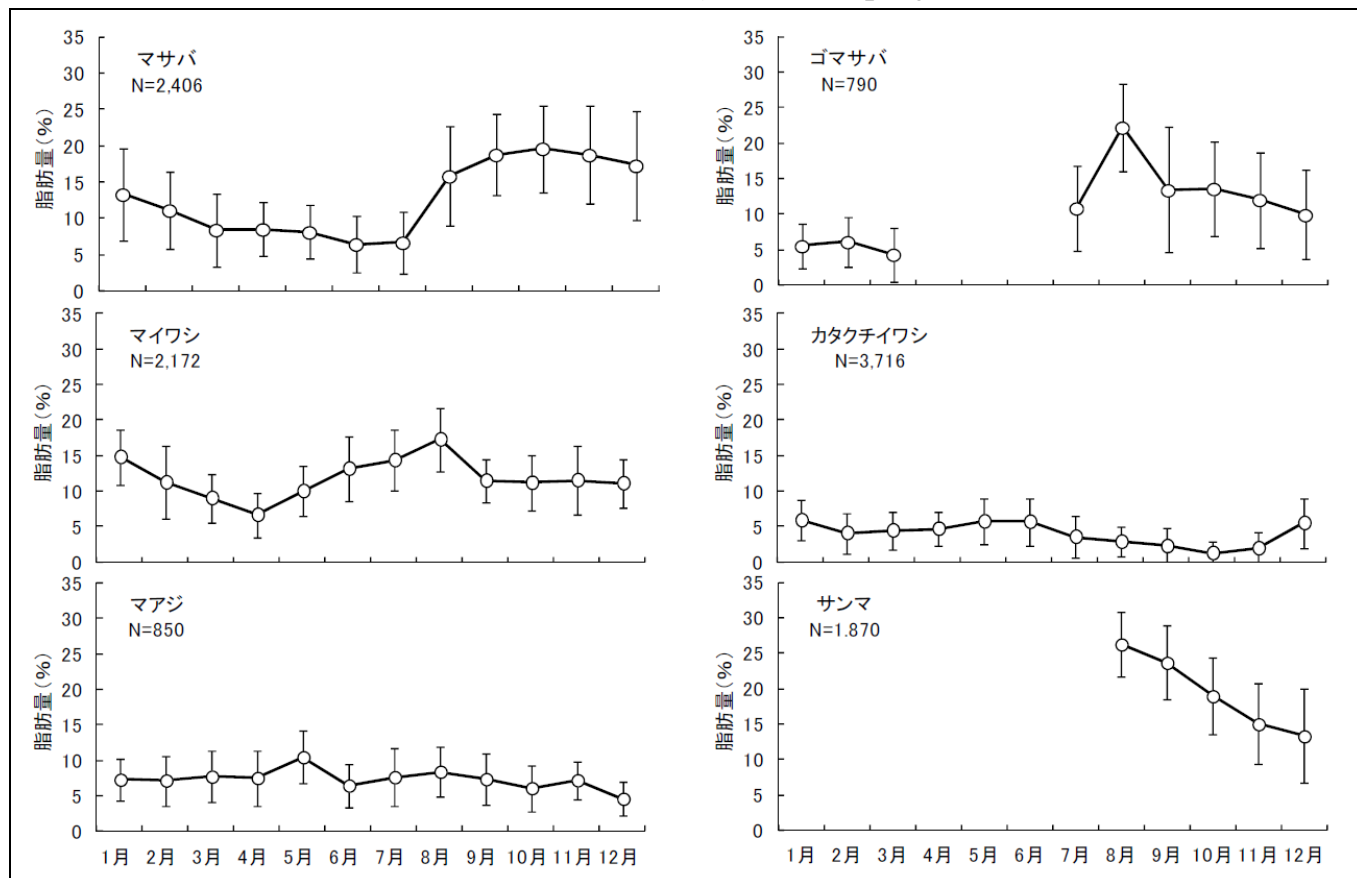


また、千葉県水産総合研究センターが銚子漁港で水揚げされた多獲性魚類の脂肪量を調査したところ、まずマアジの脂肪量は年間を通じて約7%前後で脂肪量の変動は小さかったとのこと。

マサバは8月から脂肪量が増加し、10月に最も高くなり（約20%）、その後は18%前後で推移し、1月から徐々に減少し、6月と7月に最も低くなったとのこと（約7%）。ゴマサバは8月に最も高く（約20%）、その後は13%前後で推移し、1月以降は5%前後で推移したとのこと。

マイワシは8月に最も高くなり（約17%）、その後は11%前後で推移し、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（約7%）。

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）。



※千葉県水産総合研究センターでは、銚子漁港で水揚げされるマアジ、マサバ、ゴマサバ、マイワシ、サンマの脂肪量を定期的に測定し、その結果を千葉県のホームページに公開しています。詳しくは、下記アドレスにアクセスしてください。

<http://www.pref.chiba.lg.jp/lab-suisan/suisan/suisan/takakuseigyo/index.html>

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. 検量線モードでの脂肪率の判断基準について

検量線モードとは、①登録されていない魚種を測りたい、②背部以外の測定を行いたい、③産地オリジナルの評価を行いたい場合、などに使用するモードで、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。「2-5. 魚種毎の基本情報と測定方法について」の基本情報の中に「100kHz単相関」という項目がありますが、これは化学分析法と100kHzインピーダンス値の相関関係を示したもので、相関係数の高い魚種は検量線モードでオリジナル計算式を作成することも可能です。

検量線モードで難しいのは判定です。そこで、2つ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、この検量線モードをご使用される際、または通常の魚種モードで高脂肪群の目安値を算出される際などの参考にしてください。

尚、検量線モードで思ったような結果が出ない場合や対象魚種以外で測定される場合は、一度、技術相談窓口までお問い合わせください (<http://www.yamato-scale.co.jp/contact/prding/?id=126>)。

● 平均値

平均値は、データの合計値をデータ数で割った値であり、データに偏りが無い場合はデータの分布の中央位置を示します。

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」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。

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

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

The formula bar shows `=AVERAGE(D2:D21)`. A blue box highlights the data range D2:D21, and a label 'データ範囲' points to it. The cell B2 contains the result '152'.

● 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を下回った場合は加工用として出荷する、50%位置に相当する138Ωを超えれば高脂肪群として出荷する、75%位置に相当する169Ωを超えればブランド品として出荷する、といった具合に魚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パーセンタイル値なので0.75)を入力すれば簡単に計算することができます。

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the same data as the previous figure. The formula bar shows `=PERCENTILE(D2:D21,0.75)`. A green box highlights the data range D2:D21, and a label 'データ範囲' points to it. The cell B4 contains the result '169', which is circled in red. Labels '25%値' (108), '50%値' (138), and '75%値' (169) are placed above the corresponding values in column B. A label 'パーセンタイル値' points to the 0.75 in the formula bar.

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」の3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（セツペン）を Fish Analyzer™の魚種 A～C 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	入力	5.9	107
3	セツペン	-4.8	入力	6.0	125
4			入力	6.0	169
5			入力	6.0	144
6			入力	5.7	139
7			入力	4.1	110
8			入力	1.2	108
9			入力	1.8	128
10			入力	5.8	108
11			入力	10.8	163
12			入力	12.9	176
13			入力	11.7	169
14			入力	21.4	299
15			入力	17.2	239
16			入力	18.1	286
17			入力	12.0	144
18			入力	4.2	102
19			入力	5.4	97
20			入力	7.2	136
21			入力	4.3	101

※Microsoft Excel を用いた「平均値」「パーセンタイル値」「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、必要に応じてダウンロードしてください（ファイル名：Fish Analyzer 計算フォーマット.xls）。

www.yamato-scale.co.jp/products/detail/id:294

（参考）ソックスレー法について

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。

尚、比重法は、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。



4-1. 測定結果がおかしい原因について

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（<http://www.yamato-scale.co.jp/contact/prding/?id=126>）。

	原因	対処方法
①	水揚げ（漁獲・採取）直後や絞めた直後に測定を行ったため	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。詳しくは「2-6. 魚の電気的特性について」をご覧ください。
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。詳しくは「1-5. 回路構成について」をご覧ください。
③	魚に電極を強く当てたため	魚体に電極を強く、さらに長く当て続けると、皮下脂肪が左右に分かれてしまい、電気の多くが皮下脂肪の下にある魚肉に流れてしまいますので、脂肪率が低めに測定されてしまいます。その場合は、指で魚の表面を平らに戻してください。詳しくは「2-2. 正しい測定を行うために」をご覧ください。
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、例えば極端に背側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が、電極は所定の位置に当ててください（詳しくは「2-5. 魚種ごとの基本情報と測定方法について」をご覧ください）。
⑤	アタッチメントに問題が生じたため	「4-3-2. アタッチメントの清掃について」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	魚の変質が進んだため	魚の変質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。変質が進んだり、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詳しくは、「1-3. 解凍品が測れない理由について」をご覧ください。

4-2. 電池がすぐになくなってしま原因について

Fish AnalyzerTMでは、有機 EL 表示管を採用しており、暗い場所でも数値をくっきりと確認することができますが、一方で消費電流が液晶タイプの表示管よりも高く、連続的に表示を続けた場合は数日で電池は無くなってしまいます。そのため、自動消灯機能を搭載し（詳しくは取扱説明書 P.22「省電力のための動作設定」をご覧ください）、携帯電話のように一定時間、キー操作がなかった場合は表示を消灯するようにしています。したがって、特別な場合を除き、自動消灯機能及び自動 OFF 機能は有効にしてください（購入時、自動消灯機能は 20 秒、自動 OFF 機能は 20 分に設定されています）。

また、環境問題を考慮し、付属されている乾電池が無くなった後は、繰り返し使用できる充電式の電池をご使用されることをお勧めします。参考までに、Panasonic 製充電電池の「eneloop」及び「EVOLTA」については、一連の電気評価試験を行い、問題なくお使いいただけることを確認しておりますし、電池寿命も通常の乾電池と変わらないことも確認しております。

4-3. Fish Analyzer™を大事にお使いいただくために




4-3-1. 電池ボックス内の清掃について

最も多い故障の原因は本機内部への浸水です。Fish Analyzer™はIP65の防塵・防水等級ですが（防塵＝粉塵が内部に侵入しない、防水＝噴流水による有害な影響がない）、電池蓋の閉まりが不十分な場合は内部に水が入り込む恐れがあります。下記に電池蓋の取り付けかたと電池ボックス内の清掃のしかたについて示しましたので、定期的に電池ボックス内を清掃し、清掃後は電池蓋をしっかりと閉めてください。

<p>上下電池の接点部分を中心に、乾いたティッシュ等で汚れやほこりを拭き取ってください。万一、水滴が見られた場合は、水滴をきれいに拭き取ってください。尚、電池蓋周辺に埋め込まれているパッキン（透明色）が浮き上がっている場合は、速やかにお買い上げの販売店までご連絡願います。</p>	<p>電池蓋を取り付ける際は、電池蓋を下方よりしっかりと押し込み、上に隙間を作らないようにしてください。本体と電池蓋それぞれにラインがありますので、ラインを合わせてください。</p>
	

4-3-2. アタッチメントの清掃について

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）。下記に清掃のしかたを示しましたので、ご使用後は必ず清掃を行ってください。

<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>
		

5-1. Fish Analyzer™が開発された背景について（監修の言葉より）

従来、水産物の流通段階での品質は流通専門家の経験値で主観的に評価されており、一定基準で数値化できていませんでした。数値化するには専門知識や特殊な機器を必要とし、時間を要する化学的手法に頼らざるを得ないのが現状です。そこで、水産物の品質情報としておいしさ指標の1つである脂質の含量を簡便にかつ非破壊で測定できる小型機器の開発をめざし、長崎大学水産学部、長崎県総合水産試験場、千葉県水産総合研究センター、大和製衡株式会社、（独）水産総合研究センターは共同で農林水産技術会議 平成 22 年度「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」「魚価向上及び高品質な水産物、水産加工品の提供をめざした品質測定機器の開発」に取り組み、Fish Analyzer™「DFA100」を開発し、このたび販売されました。Fish Analyzer™「DFA100」は、アジ、ブリ、マグロ、マダイ、キンメダイ、カツオ、サワラ等の脂肪含量を水産現場にて非破壊で迅速・高精度に測定することができます。

また、鮮魚と凍結・解凍魚の判別も可能です。本機で測定できる品質情報はおいしい優れた水産物のブランド化、加工品製造時の原料特性の把握、養殖魚の品質管理等の水産流通各現場において、さらに消費者への高品質な製品の安定的供給に役立つと考えます。

長崎大学水産学部 教授（保健学博士） 橋 勝康
教授（農学博士） 村田 昌一

5-2. 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で当てるだけで、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「長崎県産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団体で共同開発され、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。

5-3. 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、どちらかというと「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。

5-4. 栄養管理

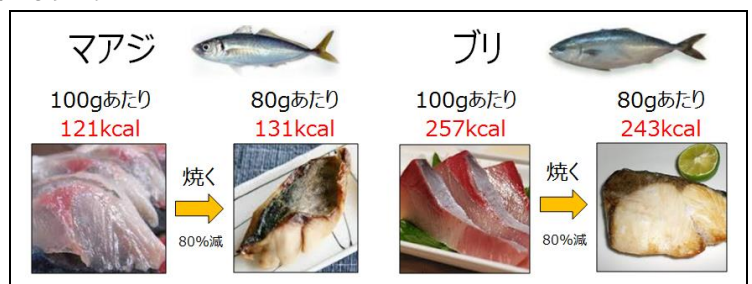
●和食産業展 2015 和食ステージ特別講演会「魚用品質状態判別装置の測定原理と活用事例」より

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が、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もらいたいのが本音です。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、実際の脂肪量は季節によって大きな変動幅があります。

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てみると、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」とのことです。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。

※三重県水産研究所のホームページにある「旬のおさかな情報」「さかなを食べよう」のコーナーでは、魚の基本情報からおいしい食べ方についても掲載されています。詳しくは、下記アドレスにアクセスしてください。

<http://www.mpstpc.pref.mie.lg.jp/SUI/syunnosakana/syunindex.htm>

<http://www.mpstpc.pref.mie.lg.jp/SUI/seafoods/seafoodsindex.htm>

※長崎県総合水産試験場のホームページにある「魚の開き方教室」のコーナーでは、魚の開き方について写真付きでわかりやすく掲載されています。詳しくは、下記アドレスにアクセスしてください。

<http://www.marinelabo.nagasaki.nagasaki.jp/sakana/index.html>

5-5. 明石浦漁業協同組合の2016年度の取り組みについて

明石の魚が美味しいと評判を得ているのは、豊富なエサ、環境の良い漁場、腕のいい漁師、魚を扱う技（鮮度を保つ技）など幾つもの条件から成り立っています。もちろん、良好な脂の乗りも美味しいとされる理由のひとつであり、2016年1月に Fish Analyzer™ で明石浦漁港に水揚げされた天然マダイの脂肪率を測定したところ、全体的に脂の乗りが高いことが確認されました。とはいえ、冬場はもともと脂乗りがよいのに対して、夏場は冬場に比べて全体的に低いとされています。



また、夏場の清涼感のある上品で淡泊な身質を好まれる方もいますが、脂乗りがよいものが好まれる傾向もあります。夏場は1年のうちでも安定した水揚げがある時期でもあり、いかにこの時期の特徴を捉えて価値を上げるかが兵庫県の漁業関係者にとって重要となります。そこで、県の先駆けとして明石浦漁業協同組合では、兵庫県立農林水産技術総合センターの協力のもと、地元の企業、大和製衡株式会社と共同で6月から7月にかけてのマダイを本格的に調査します。

具体的には、①Fish Analyzer™ でこの時期のマダイの脂肪率を測定し、脂の乗り具合を調査する、②地元兵庫で獲れた魚を美味しく食べるための普及活動を行っている兵庫県漁業協同組合連合会の「SEAT-CLUB（シートクラブ）」と協力して、脂の乗り具合に応じたマダイの美味しい食べ方を提案する、この2つの取り組みを行い、年間を通じて兵庫県のマダイの美味しさを知ってもらいたいと考えております。

また、サワラなど他の魚種も含め、継続的に Fish Analyzer™ での測定を行い、脂肪率の経時変化をしっかりと把握した上、ゆくゆくはその時期毎の「特選品」も出荷したいと考えております。

明石浦漁業協同組合ホームページ
(<http://www.akashiura.or.jp/>)

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

Fish Analyzer™ 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.078-818-6540
東日本支店	〒105-0013	東京都港区浜松町1丁目22番5号	TEL.03-5776-3123
中日本支店	〒460-0008	名古屋市中区栄5丁目27番14号	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	ショールーム都賀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番2号	博多エイトビル1階 TEL.092-471-1921

Fish Analyzer™ Ver.2.00「技術資料」
改定第1版（発行日：2016年3月18日）