

フィッシュアナライザ・シリーズ

技術資料

目次

	頁
1章 Fish Analyzer™の測定原理について	
1-1. Fish Analyzer™で脂乗りが良いと判定された魚が美味しいと言われる理由……	3
1-2. Fish Analyzer™の測定原理について……	3
1-3. 解凍品が測れない理由について……	4
1-4. Fish Analyzer™の測定範囲について – アタッチメントの装着 – ……	4
1-5. Fish Analyzer™の回路構成について……	5
2章 正しい測定を行うために	
2-1. 水揚げ当日と水揚げ翌日の定義について……	6
2-2. 正しい測定を行うために……	6
2-3. 脂肪率の決定と判定のしかたについて	
2-3-1. 脂肪率の決定について……	7
2-3-2. 脂乗りの判定基準となる統計情報について……	7
2-3-3. 脂肪の季節変動について……	7
3章 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」……	9
● Fish Analyzer™ 魚種 No.2 「マサバ」……	10
● Fish Analyzer™ 魚種 No.3 「ゴマサバ」……	11
● Fish Analyzer™ 魚種 No.4 「マイワシ」……	12
● Fish Analyzer™ 魚種 No.5 「サンマ」……	13
● Fish Analyzer™ 魚種 No.6 「ブリ」……	14
● Fish Analyzer™ 魚種 No.7 「マグロ」……	15
● Fish Analyzer™ 魚種 No.8 「マダイ」……	17
● Fish Analyzer™ 魚種 No.9 「キンメダイ」……	18
● Fish Analyzer™ 魚種 No.10 「カツオ」……	19
● Fish Analyzer™ 魚種 No.11 「サケ」……	20
● Fish Analyzer™ 魚種 No.12 「ニジマス」……	21
● Fish Analyzer™ 魚種 No.13 「サワラ」……	22

	頁
● Fish Analyzer™ 魚種 No.14 「メダイ」	23
● Fish Analyzer™ 魚種 No.15 「スズキ」	24
● Fish Analyzer™ 魚種 No.16 「ハタハタ」	25
● Fish Analyzer™ 魚種 No.17 「マハタ」	26
● Fish Analyzer™ 魚種 No.18 「ヒラソウダ」	27
● Fish Analyzer™ 魚種 No.19 「アナゴ」	28
● Fish Analyzer™ 魚種 No.20 「マルアジ」	29
4章 検量線モード・オリジナル計算式の作成について	
4-1. 検量線モードでの脂肪率の判定基準について	30
4-2. オリジナル計算式作成のための回帰分析について	31
(参考) ソックスレー法・比重法について	31
5章 Fish Analyzer™ PRO の「魚の状態」について	
5-1. 新しい魚の鮮度指標「魚の状態」について	32
5-2. 流通先・消費地で「魚の状態」を表示する目的	33
5-3. 生産地で「魚の状態」を表示する目的	34
5-4. 実測値で厳密な品質管理を行いたい方へ	34
6章 Fish Analyzer™ Type S について	
6-1. Fish Analyzer™ Type S の特徴について	35
6-2. 生産地モードについて	35
6-3. 消費地モードについて	38
7章 その他の技術資料	
7-1. 測定結果がおかしいと思ったら	39
7-2. 充電式電池のご使用のお勧め	39
7-3. 大切にお使いいただくために	
6-3-1. 電池ボックス内の清掃について	40
6-3-2. アタッチメントの清掃について	40
8章 活用事例	
8-1. 明石浦漁業協同組合の「特選品出荷」の取り組みについて	41
8-2. 津軽海峡本まぐろの「品質見える化事業」の取り組みについて	45
8-3. 鳥羽磯部漁業協同組合の「答志島トロさわら」取り組みについて	47
8-4. Fish Analyzer™ による品質管理について	49
8-5. Fish Analyzer™ による栄養管理について	50
8-6. 魚を美味しく食べるために	50
8-7. Fish Analyzer™ を用いた研究報告	51

1-1. Fish Analyzer™で脂乗りが良いと判定された魚が美味しいと言われる理由

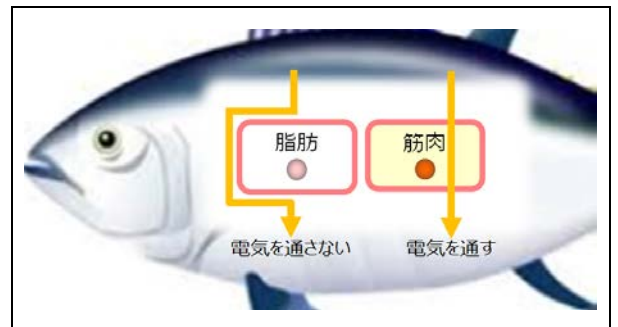
魚の皮下脂肪には、血液や血管の健康に様々な効果がある EPA（エイコサペンタエン酸）が多く含まれているだけでなく、食べたときに柔らかいという感触を与え、美味しさを倍増させます。これまで、テレビ番組や大学のオープンキャンパスなど、様々なところで脂肪率の異なる魚の食べくらべを行ってきましたが、試食いただいた多くの方に「Fish Analyzer™で脂が乗っていると判断された魚の方が、食感が柔らかく美味しい」との評価をいただいております。

その理由として、Fish Analyzer™が表示する脂肪率は、皮下脂肪を反映しやすいからだとされています。Fish Analyzer™は魚の表皮より電気を流しますので、通電性の良い筋肉の部分に到達する前に、どうしても抵抗性の強い皮下脂肪を通り抜けなければなりません。Fish Analyzer™はソックスレー法や比重法の脂質含量をもとに脂肪率の推定を行っていますが、それでも内部の脂肪よりも皮下脂肪を反映しやすく、ソックスレー法や比重法とは数値が異なる可能性があります。また、鮮度が低下した魚や熟成させた魚でも、同様の結果が得られる可能性があります。

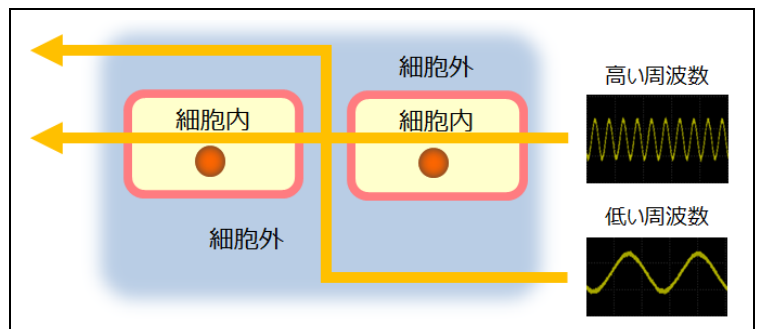
とはいえ、消費者の皆様にとって一番大切なことは、魚を美味しく食べてもらうこと、そして魚を食べてより健康になってもらうことであり、Fish Analyzer™が表示する脂肪率にはその要素が十分に含まれております。Fish Analyzer™をお使いいただく皆様には、本資料をお読みいただき、Fish Analyzer™が単にソックスレー法や比重法の脂質含量を推定する装置ではなく、美味しさを判別する装置であることをご理解いただければ幸いです。

1-2. 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や魚の状態を表示しています。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、水分をほとん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「インピーダンス」と呼び、このインピーダンス法より脂肪率を導くのが Fish Analyzer™の測定原理となります。



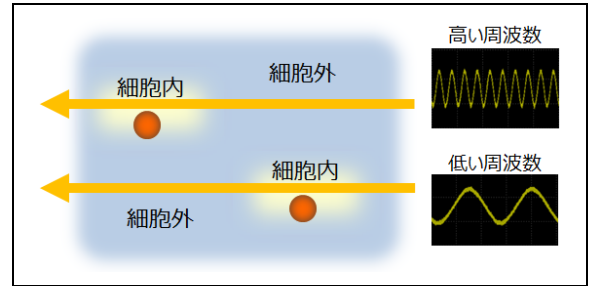
また、Fish Analyzer™では、電気を流す周期、すなわち周波数を変えて電気を流すマルチ周波数方式を採用しています。例えば、電気を通す筋肉であっても、時間当たりの周期を長くする、すなわち低い周波数帯域で電気を流すと、電気は細胞の外を流れます。逆に、時間当たりの周期を短くする、すなわち高い周波数帯域で電気を流すと、電気は細胞



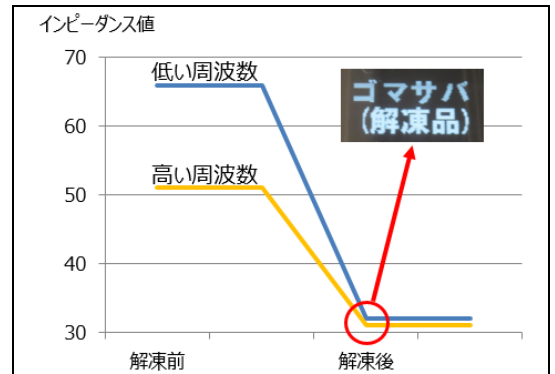
の中にも流すことができます。基本的に、細胞内に電気が流れにくい、すなわち高い周波数帯域で電気が流れにくい場合は脂肪が多いのですが、一方で細胞の外で電気が流れやすい、すなわち低い周波数帯域で電気が流れやすい場合は鮮度が低下していることもわかっています。このことを踏まえ、Fish Analyzer™では 5kHz～100kHz 周波数の範囲によるマルチ周波数方式を採用し、細胞内外の抵抗成分からインピーダンスを測定し、脂肪率や魚の状態を表示しています。

1-3. 解凍品が測れない理由について

Fish Analyzer™は、生鮮魚専用です。なぜなら、一度冷凍して再び解凍した場合、細胞を覆う細胞膜が破壊されるため、先程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。



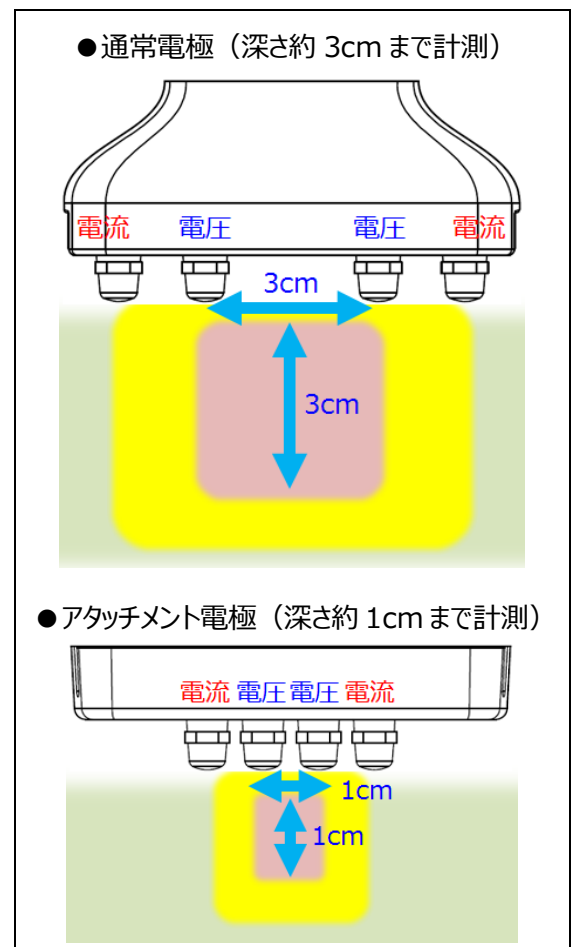
基本的に低い周波数と高い周波数を比較した場合、低い周波数の方が細胞の外を通る分だけ経路が長くなり、インピーダンスは高値を示します。しかしながら、前記の通り、解凍品は魚体に含まれる水分が冷凍されることで膨張し、細胞膜を破壊することから、低い周波数も高い周波数も同じ経路をたどり、結果、同じインピーダンスを示します。



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、この現象は鮮度が著しく低下したり、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. Fish Analyzer™の測定範囲について –アタッチメントの装着–

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(Z)は算出されます。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、表皮より下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ますので、表皮を反映してしまうと、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、表皮より下の測定を行っています。



また、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以上であれば測定に影響はないのですが、一方でインピーダンスは断面積に反比例する特性があり、魚体が薄いと、脂肪に関係なく高値を示します。このため、マアジ、マイワシ、サンマ、ハタハタ、アナゴについては、魚体サイズに関係なくアタッチメントを装着して測定を行ってください。同じく、検量線モードや魚の状態モードで他の魚種を測定する場合も、魚体の厚みが3cm以下であれば、アタッチメントを装着して測定を行ってください。

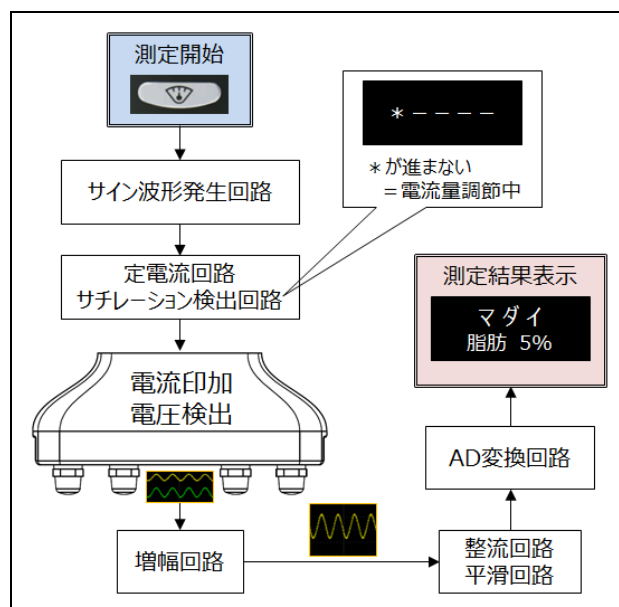
Fish Analyzer™では、腹部と尾部でも測定が行えるマグロを除き、背部に電極を当てて脂肪率の測定を行います。現在、ヒト用として販売されている体脂肪計も、実は Fish Analyzer™と同様のインピーダンス法を利用しているのですが、ヒト用の場合は指先や足の裏など身体の末端に電極を配置しますので、身体全体を測定することができます。このように、末端間同士に電極を配置する測定方法のことを「全身測定法」と言います。一方で、Fish Analyzer™のように背部など身体の一部に電極を当てる測定方法のことを「局所測定法」と言います。局所測定法は、測りたい部分に直接電極を当てますので、その部分については全身測定よりも正確に反映することができますが、一方で電極を当ててない部位については推定要素が加わります。したがって、Fish Analyzer™が表示する脂肪率は背部の脂乗りを反映した脂肪率であるご理解ください。

1-5. Fish Analyzer™の回路構成について

Fish Analyzer™では、複数の回路構成により測定を行っています。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。ウロコの大きい魚、表皮にヌメリが多い魚、逆に表皮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い、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、交流電流の量を絞っているからです。

交流電流にて電圧を検出したら、増幅回路にてアナログ信号を増幅し、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、安定した交流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の多くは、表皮に何らかの問題があり、安定した交流電流が流せていませんので、そのような場合は、表皮を湿った布で軽く拭いてください。



2-1. 水揚げ当日と水揚げ翌日の定義について

測定を行う際、魚種を選択すると同時に一部の魚種を除き、「水揚げ当日」と「水揚げ翌日²⁴」のいずれかを選択します。選択のしかたについて、下記内容および P.9 の冒頭の注意事項をご覧ください。尚、両日とも正確な脂肪率を得るために、魚を氷蔵保存した上で測定を行ってください。

●「水揚げ当日」は 生産地での測定 を意味します

生産地の場合、まだ魚が生きている場合もありますが、致死後、すぐに測定を行うと脂肪率が低めに表示される場合があります。まず、氷蔵で保存いただき、少なくとも 1 時間程度は時間を置いてから測定を行ってください。また、生産地でも致死から数日が経過している場合は、水揚げ翌日²⁴で測定を行ってください。Fish Analyzer™ PRO では、脂肪率の横に魚の状態が 5 段階で表示されますが、致死から数日が経過している場合の目安として、魚の状態が「A」や「A」と表示された場合は水揚げ当日で測定を行い、「B」や「C」が表示された場合は水揚げ翌日²⁴で測定を行ってください。

●「水揚げ翌日²⁴」は 流通先での測定 を意味します

Fish Analyzer™は鮮度変化の影響を受けますので、可能な限り入荷後すぐに測定を行ってください。また、Fish Analyzer™ PRO では、脂肪率の一緒に魚の状態が 5 段階で表示されます。魚の状態が「D」と表示された場合、正確な脂肪率を得ることが難しいとお考えください。

2-2. 正しい測定を行うために

Fish Analyzer™は魚体を壊さない非破壊装置ですが、魚体に直接触れる接触型の装置でもありますので、皮下脂肪が押しつぶされ場合、数値が変わってしまいます。正確な測定を行うために、以下のポイントを覚えてください。

① 本体を正しく持つ	② 動かないように固定する	
 <p>電源キーを押して電源オンし、魚種キーで魚種を選択します。本体の持ち方は、親指を測定ボタンの上に置き、残りの指はグリップを握ります。</p>	 <p>魚体に触れてもよい場合、指先で魚体を支え、本体を固定してください。</p>	 <p>魚体に触れられない場合、測定台に腕を付け、本体を固定してください。</p>
③ 魚体に電極を軽く当て、測定キーを押す	④ 測定中は画面だけでなく電極位置も見る	
 <p>所定の位置に 4 つの電極を軽く当て、確実に当たっていることを確認してから、測定キーを押してください。当てる角度は 45 度、目安として少し本体を起こすイメージで電極を当ててください。</p>	 <p>測定中、まずは画面に「*」マークが表示されたことを確認し、その後は目線を電極位置にも移し、電極位置が変わっていないか、確認してください。</p>	

2-3. 脂肪率の決定と判定のしかたについて

2-3-1. 脂肪率の決定について

前記の通り、Fish Analyzer™は接触型の装置であり、皮下脂肪の凹凸（おうとつ）具合で数値がばらつくことがあります。そのため、測定した魚の脂肪率の決定は、以下の3つの手順で行ってください。

手順① 基準法との相関が最も高いのが1回目の測定結果ですので、基本としては最初の測定結果を採用します。

→明らかに数値がおかしいと思った場合や、「*」が止まって進まなかった場合などは2回目の測定を行います。

手順② 2回目の測定を行った場合、最初の測定結果との差が±2%以内であれば、2回の平均値を採用します。

→最初の測定結果との差が±2%以上であれば、3回目の測定を行います。

手順③ 3回目の測定を行った場合、3回の真ん中（中央値）の測定結果を採用します。

（参考）大量に水揚げされた魚をすべてはかることは現実的ではありません。

このような場合、箱内の魚を5～20匹を抜き取り測定し、その平均値を箱全体の魚の脂肪率として採用します。

2-3-2. 脂乗りの判定基準となる統計情報について

脂肪率が決定したところで、果たして「脂乗りがよいのか?」、次のステップではその判定を行うこととなります。ひとつの目安として、日本食品標準成分表に記載されている「可食部100g当たり脂質」がありますが、前記の通り、Fish Analyzer™で表示される脂肪率は背部の皮下脂肪を反映しやすく、必ずしも目安になるとは限りません。そこで、3章の「魚種毎の基本情報と測定方法について」に基準値となる統計情報を記載しましたので、脂乗りを判定するひとつの目安としてご活用ください。但し、次の項で紹介しますが、魚は季節によって脂の乗りが大きく変わることがありますし、また生産地でも脂乗りが異なりますので、できればその土地毎にデータを集められることを推奨します。

● 基準値となる統計情報

①平均値	データの合計値をデータ数で割った値で、最も一般的な脂乗りの基準値です。
②25パーセンタイル値	データを脂肪率の低い順に並べ、25番目に相当する値で、最低限の脂乗りを基準とする場合に基準値として採用します。
③中央値	データを脂肪率の低い順に並べ、ちょうど真ん中の50番目に相当する値で、特出的に脂が乗った魚がいる存在する場合は、平均値ではなく中央値を採用します。
④75パーセンタイル値	データを脂肪率の低い順に並べ、75番目に相当する値で、希少価値品を作り出したい場合に基準値として採用します。

2-3-3. 脂肪の季節変動について

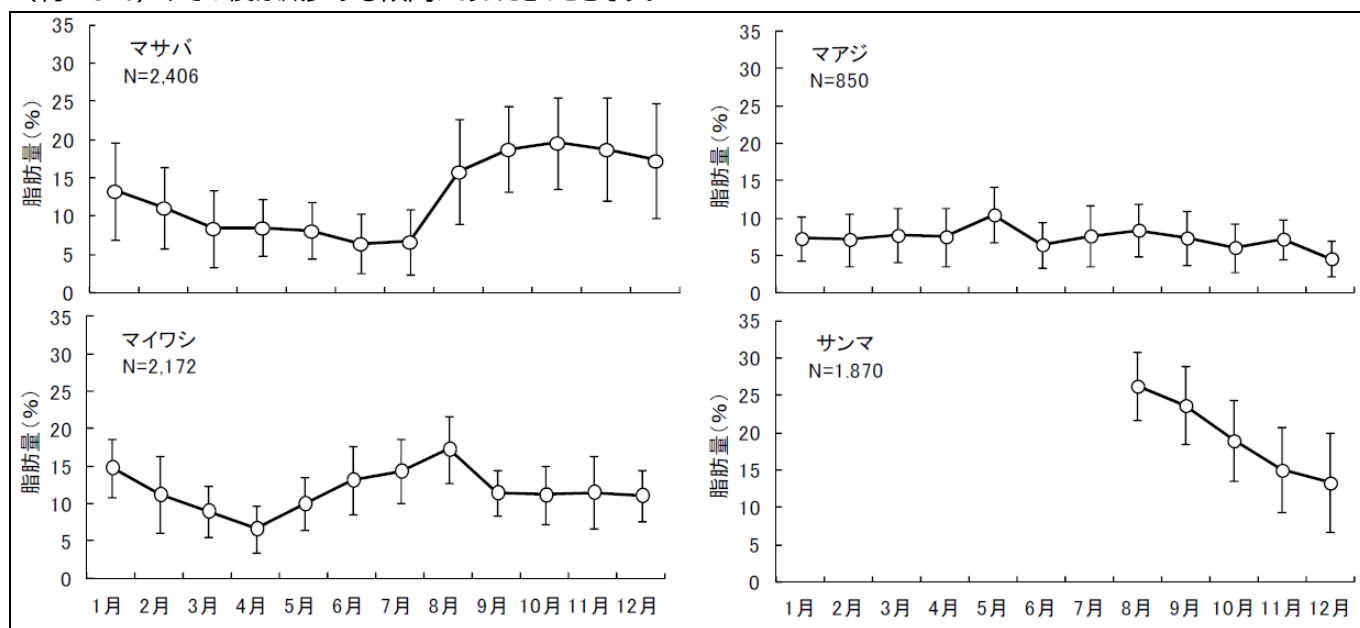
①長崎県沿岸のマアジ・マサバ

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。¹⁾

②千葉県銚子漁港で水揚げされたマサバ・ゴマサバ・マアジ・マイワシ・サンマ

千葉県水産総合研究センターによると、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ことです（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%前後で推移したとことです。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ことと、

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です（約7%）。最後に、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。²⁾

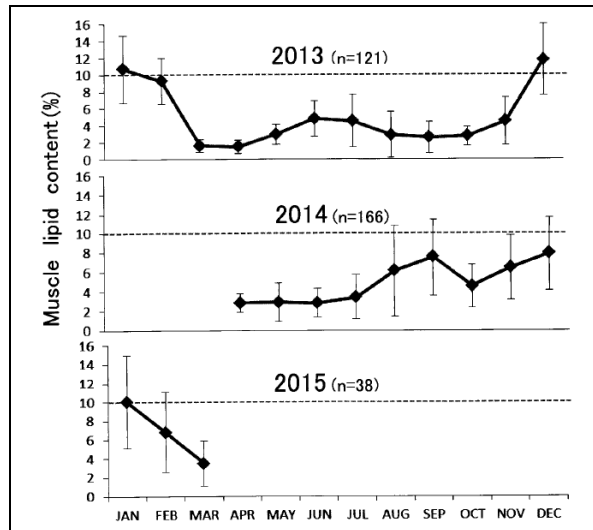


※千葉県水産総合研究センターでは、銚子漁港で水揚げされるマアジ、マサバ、ゴマサバ、マイワシ、サンマの脂肪量を定期的に測定し、その結果を千葉県のホームページに公開しています。詳しくは、下記アドレスにアクセスしてください。

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

③三重県熊野灘産のゴマサバ

2013～2015年にまき網漁業によって漁獲された熊野灘産ゴマサバの脂肪含量の月別変化を調査したところ、2013年においては1～2月に10%前後の高い脂肪含量を示した後、3～4月には1%台にまで急減したとのことです。その後、夏季（6～7月）にやや増加したものの、おおむね秋季（10月）まで2%前後の低い値で推移し、12月に再び脂肪含量が急増して10%を上回ったとのことです。2014年4月～2015年3月の間においても、冬季（12～1月）に脂肪含量が増加する傾向が認められたとのことで、一般に魚は脂の乗っている時期が最も美味とされ、「旬」と考えられていることから、熊野灘産ゴマサバの旬は冬季（12～1月）であるとのことです。



(参考文献)

- 1) 長崎県総合水産試験場：マアジのおいしい食べ方と加工原料適性の関係
<http://www.marinelabo.nagasaki.nagasaki.jp/topics/060223%20maajikakou/060223maajikakou2.pdf>
- 2) 千葉県水産総合研究センター，千葉県水産情報通信センター，千葉県農林水産技術会議：銚子漁港に水揚げされる多獲性魚類の脂肪量，漁海況旬報，No.24-17，2012
- 3) 井上美佐，岡田誠：熊野灘産ゴマサバにおける脂質含量の季節変化，三重県水産研究所研究報告，25，95-99，2016

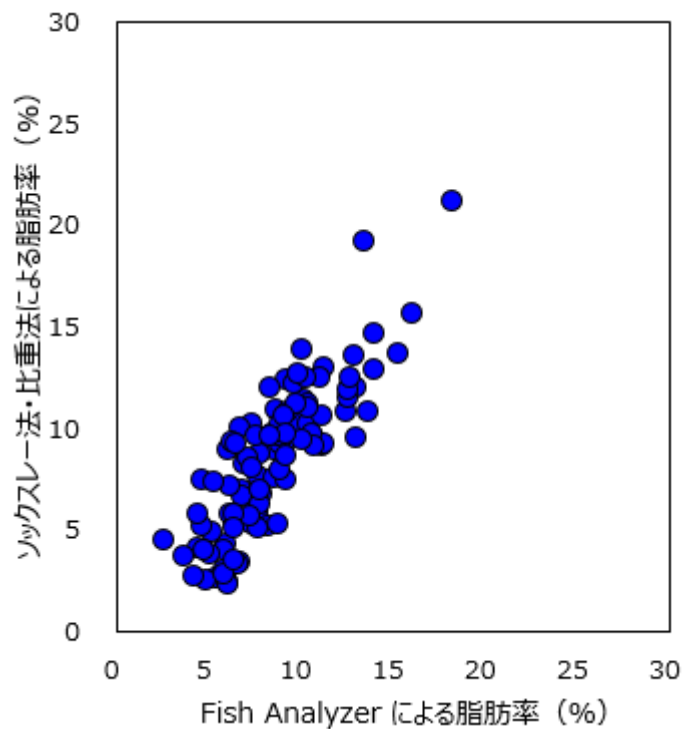
3 章 魚種毎の基本情報と測定方法について

(注意) 各魚種の脂肪率計算式は、基本情報の「魚の状態」で測定を行い、作成しました。この状態と異なる状態で測定を行った場合、結果に影響を与える可能性があります。例えば、ゴマサバの致死当日は強い硬直状態（A'）で測定を行いましたが、すでに解硬している場合は数値が低めに表示される可能性があります。必要に応じて、致死当日でも「水揚げ翌日²⁴」で測定を行ったり、またはその逆で測定を行ったりするなど、「魚の状態」と照らし合わせながら選択してください。

● Fish Analyzer™ 魚種 No.1 「マアジ」

<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	104 例
尾叉長	平均 20.8±3.2cm 最小 16cm, 最大 30cm
重量	平均 121±40g 最小 52g, 最大 318g
脂質含量	
平均値	天然 7.6±3.1% 養殖 10.0±4.0%
25 パーセンタイル値	天然 5%、養殖 10%
中央値	天然 8%、養殖 12%
75 パーセンタイル値	天然 10%、養殖 14%
化学分析法との関係	重相関係数 R=0.83 推定誤差 S.E.E.=±2.1%
100kHz 単相関係	r=0.7
魚の状態	当日平均 A、翌日平均 B
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

<測定方法>

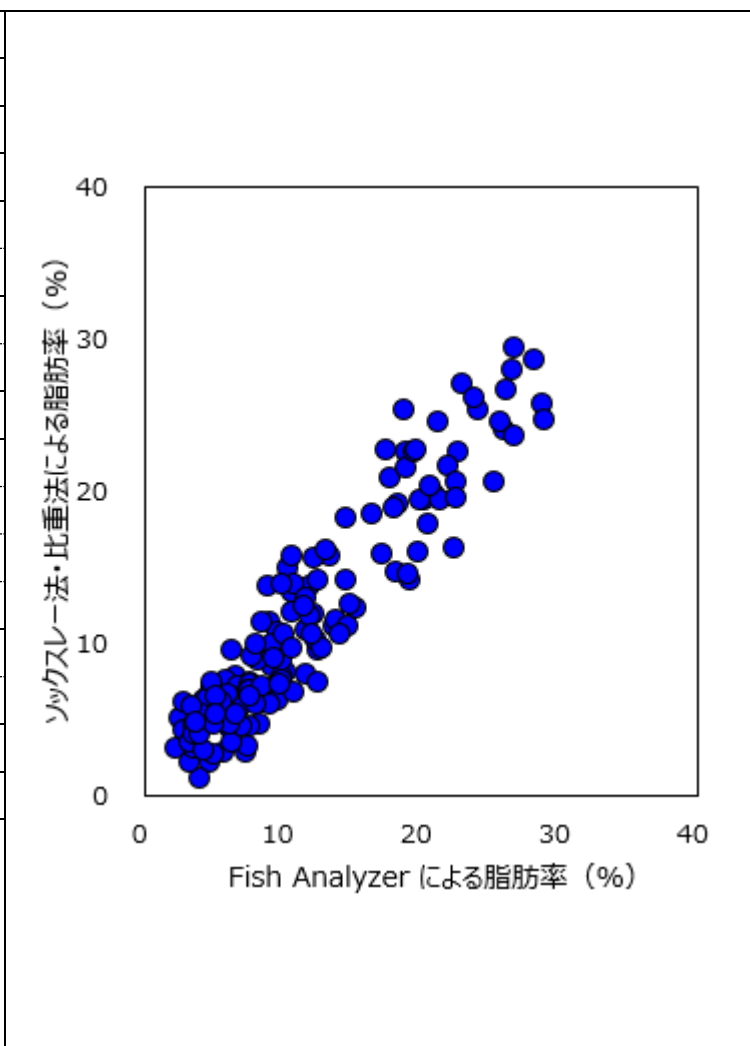
- ①アタッチメントを装着して測定を行ってください。
- ②第 1 背ビレと第 2 背ビレの間に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
装着 	

● Fish Analyzer™ 魚種 No.2 「マサバ」

<基本情報>


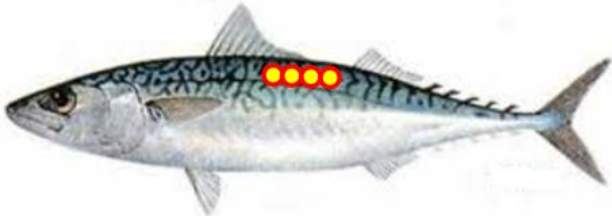
種類	マサバ
場所	千葉県
時期	春、夏、秋
データ数	150 例
尾叉長	平均 33.4±3.9cm 最小 25cm, 最大 41cm
重量	平均 471±171g 最小 171g, 最大 921g
脂質含量	
平均値	11.7±7.1%
25 パーセンタイル値	6%
中央値	10%
75 パーセンタイル値	16%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.94 推定誤差 S.E.E.=±2.5%
100kHz 単相関	r=0.8
魚の状態	当日平均 A、翌日平均 B
その他	300g 以下は数値が高めに表示 される可能性があります。 強い硬直状態 (A') の場合は、 数値が高めに表示される可能性 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>

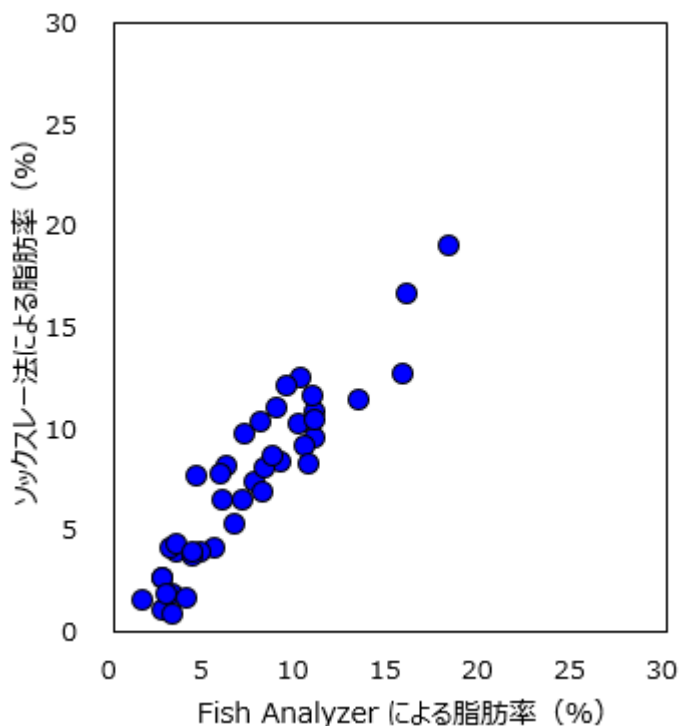
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背ビレの後端に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

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、千葉県
時期	春、夏
データ数	42 例
尾叉長	平均 36.8±2.1cm 最小 31cm, 最大 43cm
重量	平均 714±132g 最小 449g, 最大 1,215g
脂質含量	
平均値	7.4±4.3%
25 パーセンタイル値	4%
中央値	8%
75 パーセンタイル値	10%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.93 推定誤差 S.E.E.=±1.6%
100kHz 単相関	r=0.8
魚の状態	当日平均 A'、翌日平均 B
その他	300g 以下は数値が高めに表示 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
データ提供：千葉県水産総合研究センター、館山水産事務所

<測定方法>

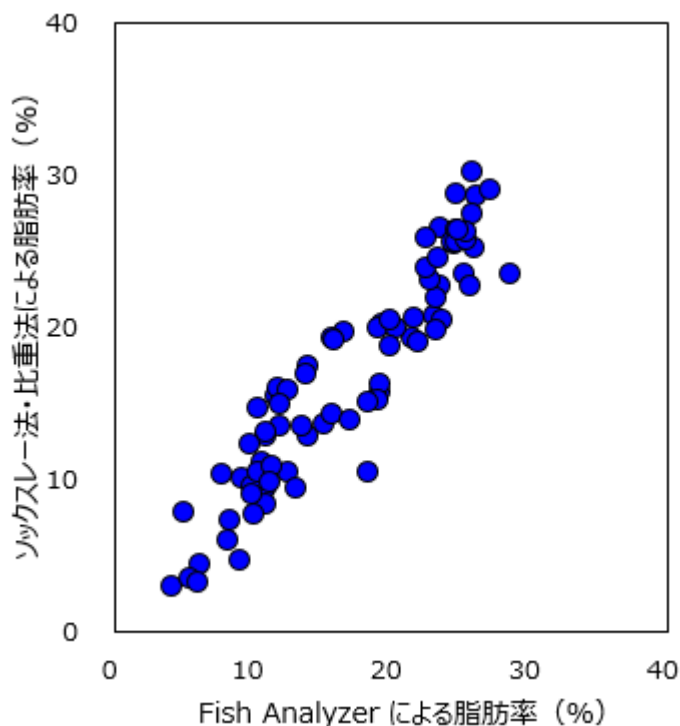
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背びれの後端に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
不要 	

● Fish Analyzer™ 魚種 No.4 「マイワシ」

<基本情報>


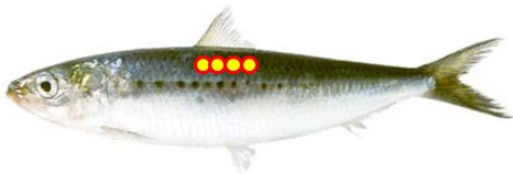
種類	マイワシ
場所	千葉県
時期	夏、冬
データ数	81 例
被鱗体長	平均 16.8±7.2cm 最小 11cm, 最大 22cm
重量	平均 73±46g 最小 17g, 最大 156g
脂質含量	
平均値	16.8±6.7%
25 パーセンタイル値	11%
中央値	16%
75 パーセンタイル値	23%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.93 推定誤差 S.E.E.=±2.6%
100kHz 単相関	r=0.8
魚の状態	当日平均 A、翌日平均 B
その他	—



データ提供：千葉県水産総合研究センター

<測定方法>

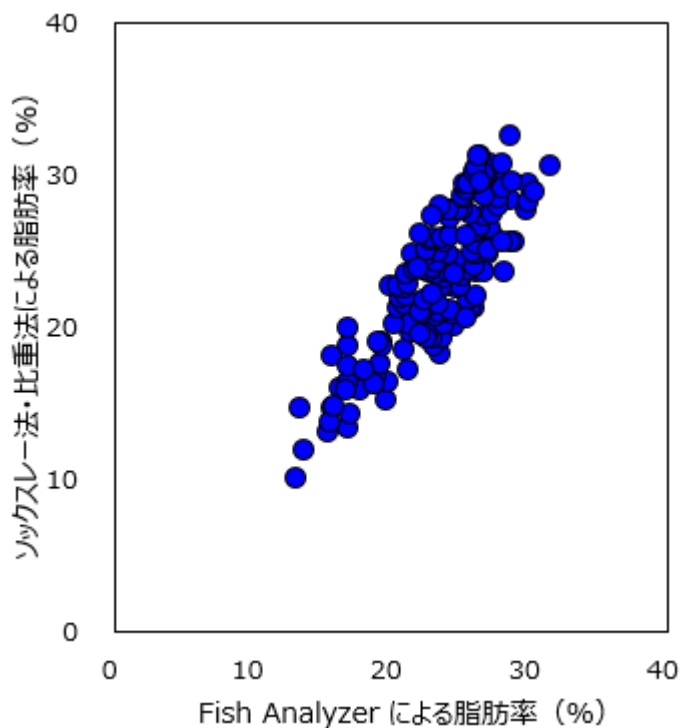
- ①アタッチメントを装着して測定を行ってください。
- ②背ビレの中心に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

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	156 例
肉体長	平均 31.2±1.3cm
	最小 26cm, 最大 35cm
重量	平均 155±23g
	最小 78g, 最大 212g
脂質含量	
平均値	23.4±4.7%
25 パーセンタイル値	20%
中央値	24%
75 パーセンタイル値	27%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.84
	推定誤差 S.E.E.=±2.5%
100kHz 単相関	r=0.7
魚の状態	平均 B
その他	致死翌日から数日経過したデータにて計算式を作成しています。



データ提供：千葉県水産総合研究センター

<測定方法>

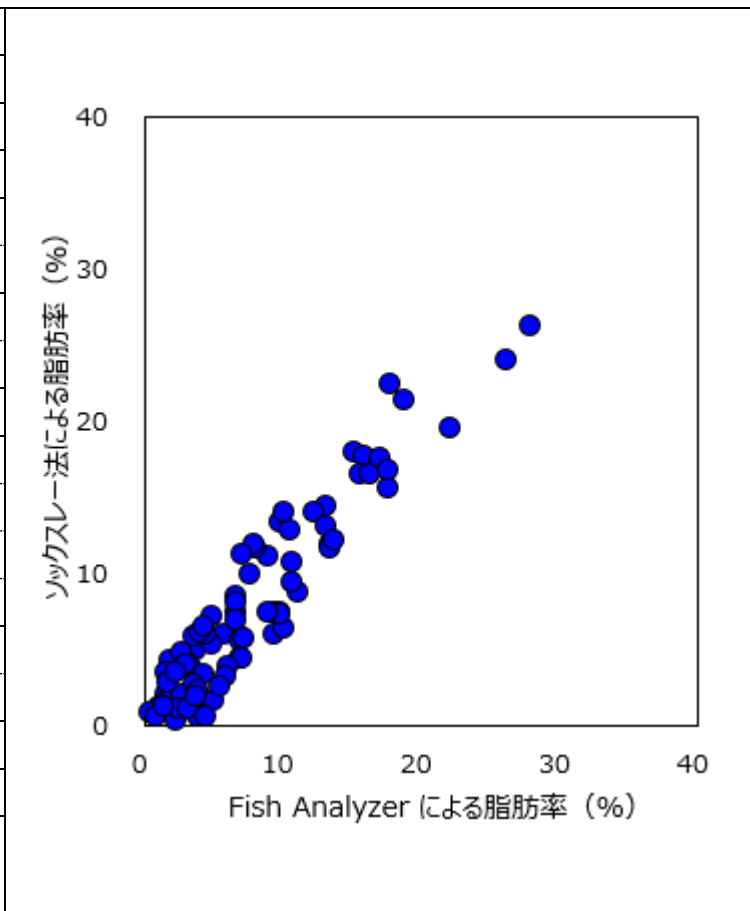
- ①アタッチメントを装着して測定を行ってください。
- ②腹ビレの中心に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

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>


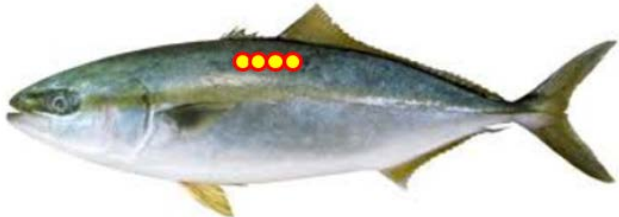
種類	ブリ (養殖含む)
場所	長崎県、岩手県
時期	春、夏、秋
データ数	91 例
尾叉長	平均 63.9±9.9cm 最小 44cm, 最大 86cm
重量	平均 4.4±2.2kg 最小 1.4kg, 最大 11,2kg
脂質含量	
平均値	7.5±6.2%
25 パーセンタイル値	2%
中央値	6%
75 パーセンタイル値	12%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.94 推定誤差 S.E.E.=±2.0%
100kHz 単相関	r=0.9
魚の状態	当日平均 A、翌日平均 A'
その他	——



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。

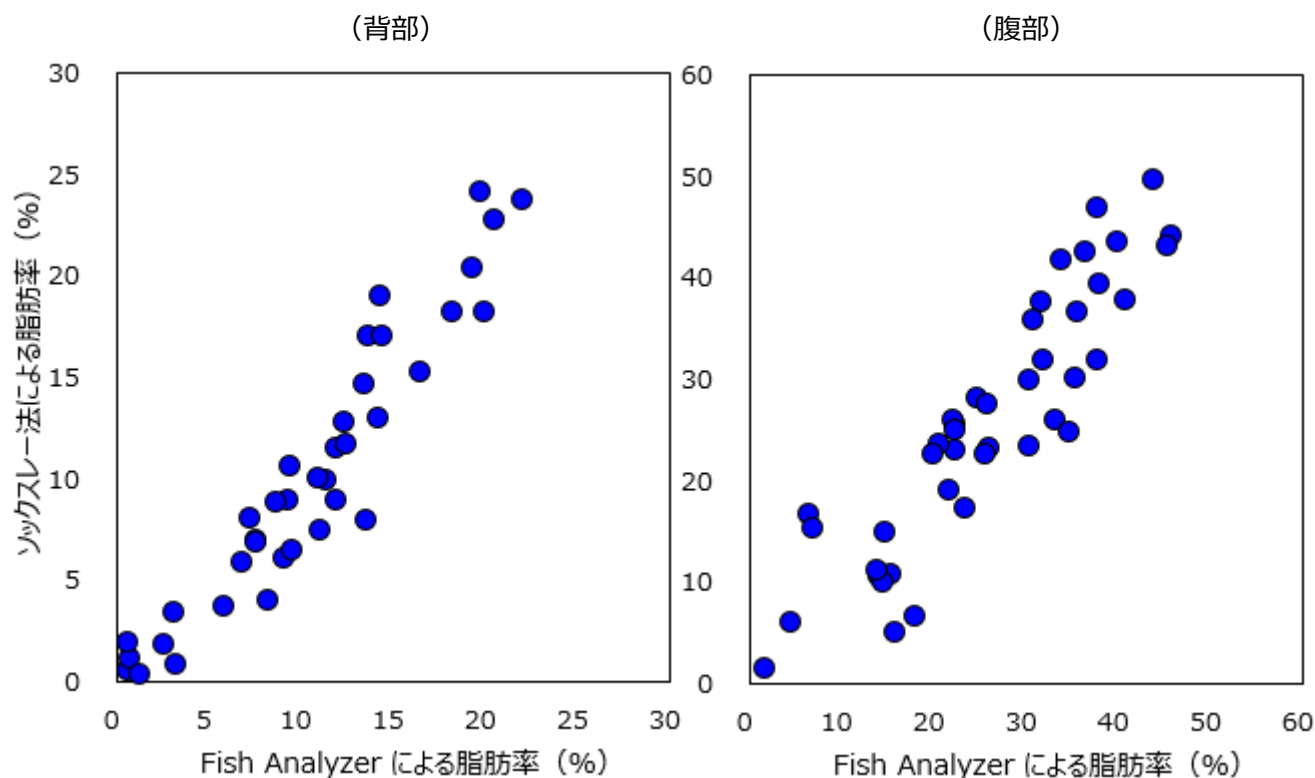
アタッチメント	測定位置
不要 	

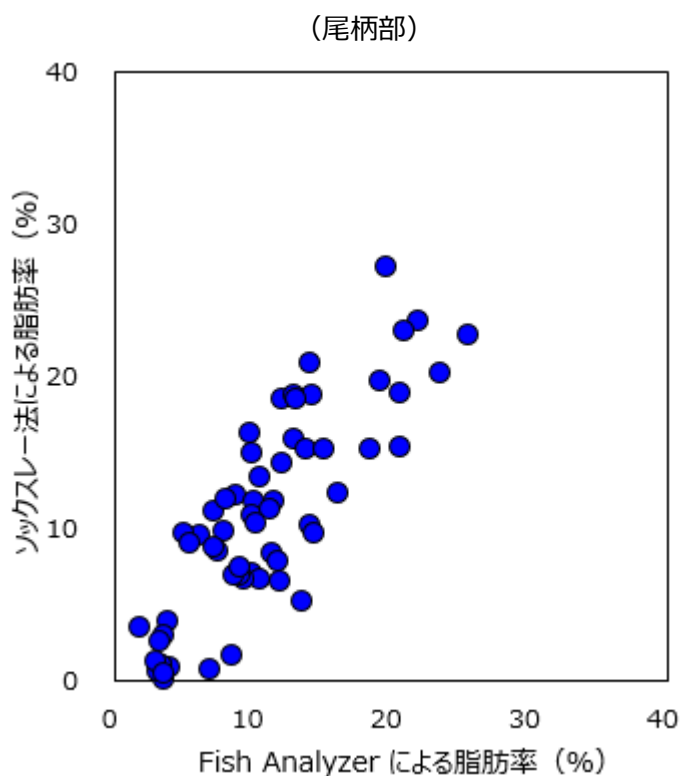
● Fish Analyzer™ 魚種 No.7 「マグロ」

<基本情報>

種類	クロマグロ (養殖)	尾叉長 (尾柄部)	平均 127.9±29.9cm
場所	長崎県		最小 81cm, 最大 177cm
時期	夏、秋、冬	重量 (背・腹部)	平均 28.6±14.7kg
データ数	背・腹部 42 例, 尾部 61 例		最小 10.3kg, 最大 60.9kg
尾叉長 (背・腹部)	平均 106.2±16.5cm 最小 81cm, 最大 136cm	重量 (尾柄部)	平均 44.2±22.8kg 最小 10.3kg, 最大 87.4kg

	背部	腹部	尾柄部 (腹部側)
脂質含量			
平均値	平均 9.4±7.0%	平均 26.0±12.6%	平均 10.8±6.8%
25 パーセンタイル値	4%	17%	7%
中央値	9%	25%	10%
75 パーセンタイル値	14%	36%	15%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.95 推定誤差 S.E.E.=±2.3%	重相関係数 R=0.90 推定誤差 S.E.E.=±5.4%	重相関係数 R=0.83 推定誤差 S.E.E.=±3.8%
100kHz 単相関	r=0.9	r=0.8	r=0.8
魚の状態	当日平均 A、翌日平均 A	当日平均 A、翌日平均 A	当日平均 A、翌日平均 A
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。	——






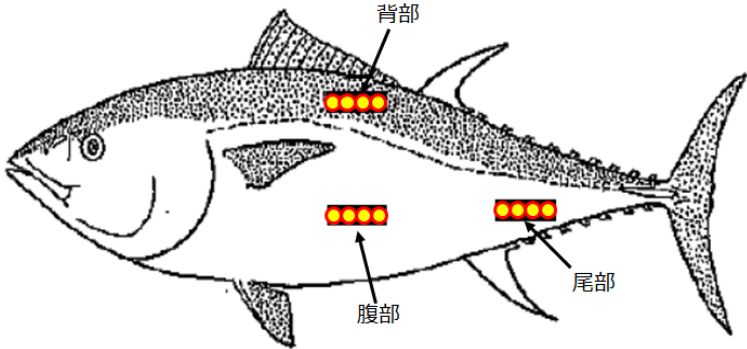
<測定方法>

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。

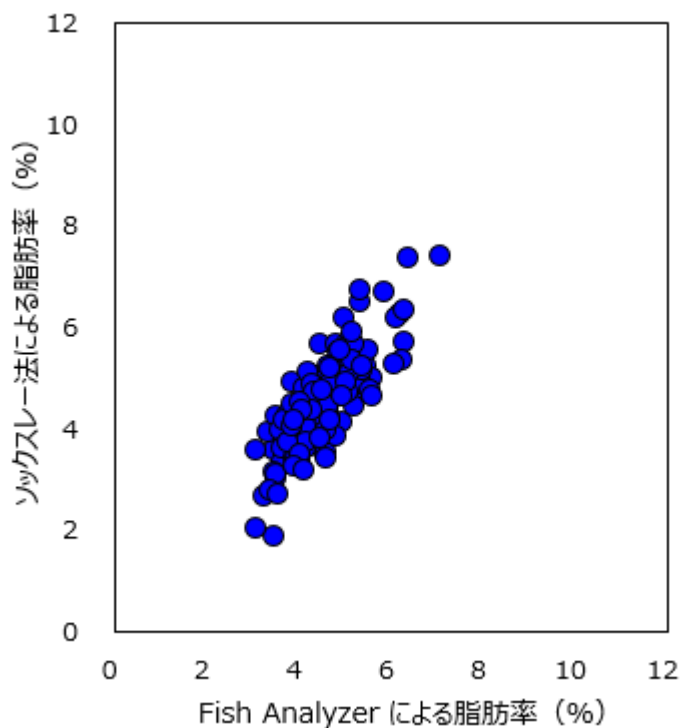
(尾柄部) 臀ビレの後端に電極の先端を合わせ、側線より少し下の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
<p style="text-align: center;">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	108 例
尾叉長	平均 36.8±1.7cm 最小 29.5cm, 最大 43.0cm
重量	平均 1,059±150g 最小 520g, 最大 1,582g
脂質含量	
平均値	4.5±1.0%
25 パーセンタイル値	3%
中央値	4%
75 パーセンタイル値	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.=±0.6%
100kHz 単相関	r=0.8
魚の状態	当日平均 A、翌日平均 A'
その他	—



データ提供：三重県水産研究所

<測定方法>

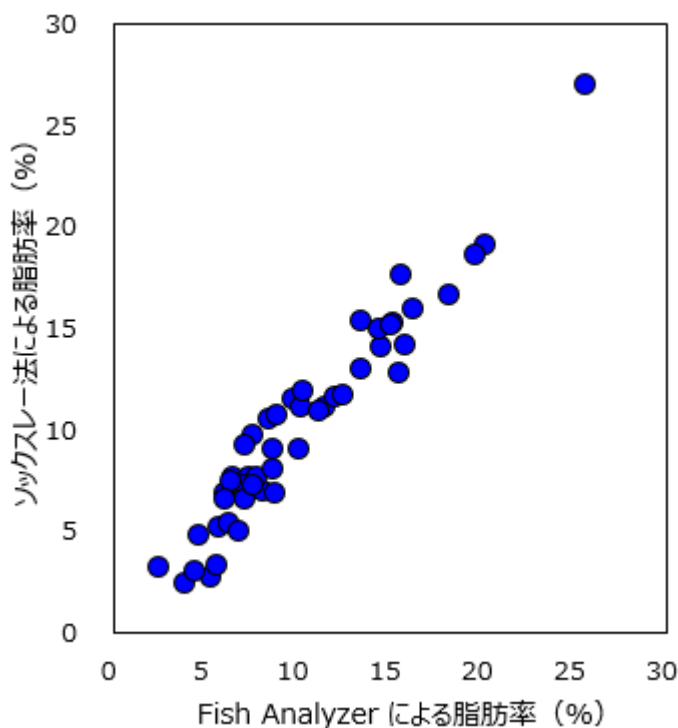
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背ビレの先端に電極の先端を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
不要 	

● Fish Analyzer™ 魚種 No.9 「キンメダイ」

<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 1,166g
脂質含量	
平均値	10.2±5.0%
25 パーセンタイル値	7%
中央値	10%
75 パーセンタイル値	13%
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	r=0.9
魚の状態	当日平均 A、翌日平均 A
その他	300g 以下は数値が高めに表示 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>

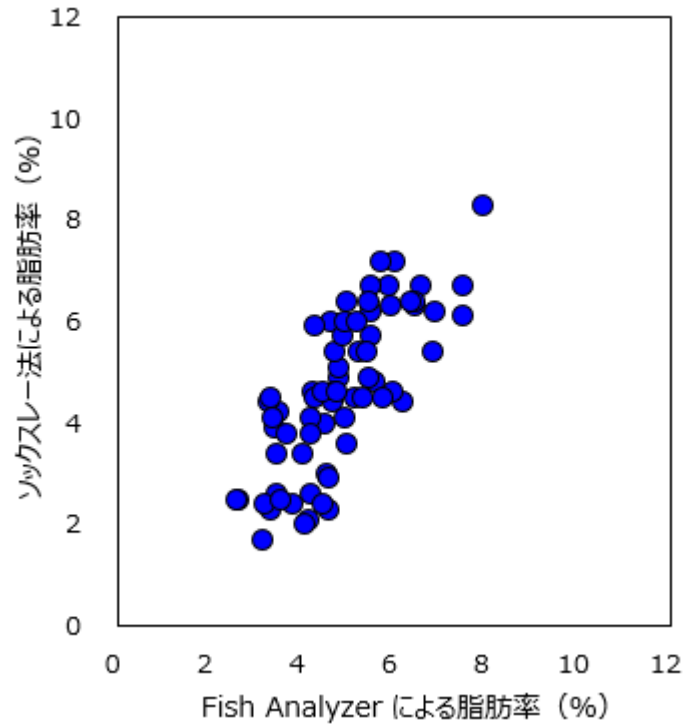
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背ビレの中心に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
不要 	

● Fish Analyzer™ 魚種 No10 「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
尾叉長	平均 52.2±1.4cm 最小 48cm, 最大 55cm
重量	平均 3,069±282g 最小 2,529g, 最大 3,667g
脂質含量	
平均値	4.9±1.6%
25 パーセンタイル値	4%
中央値	5%
75 パーセンタイル値	6%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.76 推定誤差 S.E.E.=±1.0%
100kHz 単相関	r=0.6
魚の状態	平均 B
その他	致死翌日から数日経過したデータにて計算式を作成しています。 春先は数値が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>

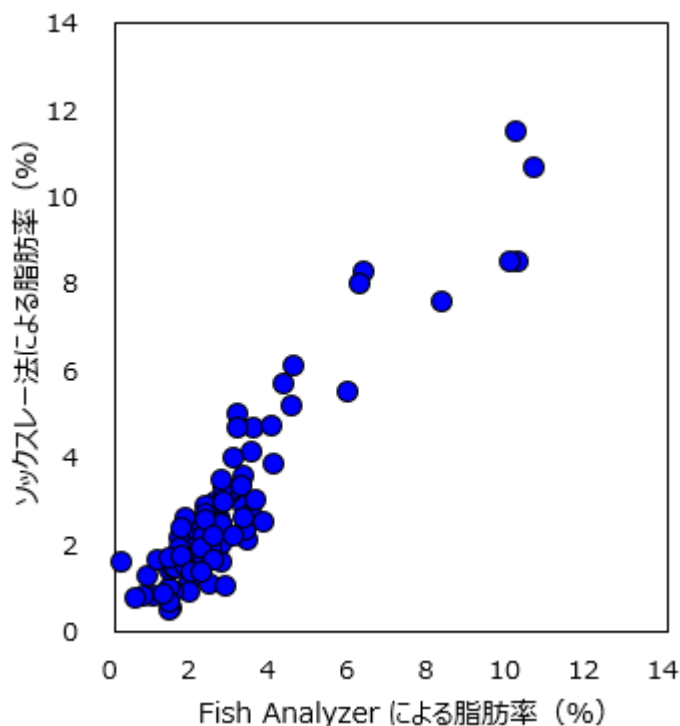
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②第1背ビレと第2背ビレの間に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

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	春、夏、秋
データ数	91 例
尾叉長	平均 66.7±5.3cm 最小 54cm, 最大 79cm
重量	平均 3,809±772g 最小 2,123g, 最大 5,533g
脂質含量	
平均値	2.9±2.0%
25 パーセンタイル値	1%
中央値	2%
75 パーセンタイル値	3%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.93 推定誤差 S.E.E.=±0.8%
100kHz 単相関	r=0.8
魚の状態	当日平均 B、翌日平均 C
その他	岩手県ではギンケのほかに A ブナ ～C ブナを測定しました。



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、網走水産試験場、釧路水産試験場
根室市水産経済部水産加工振興センター

<測定方法>

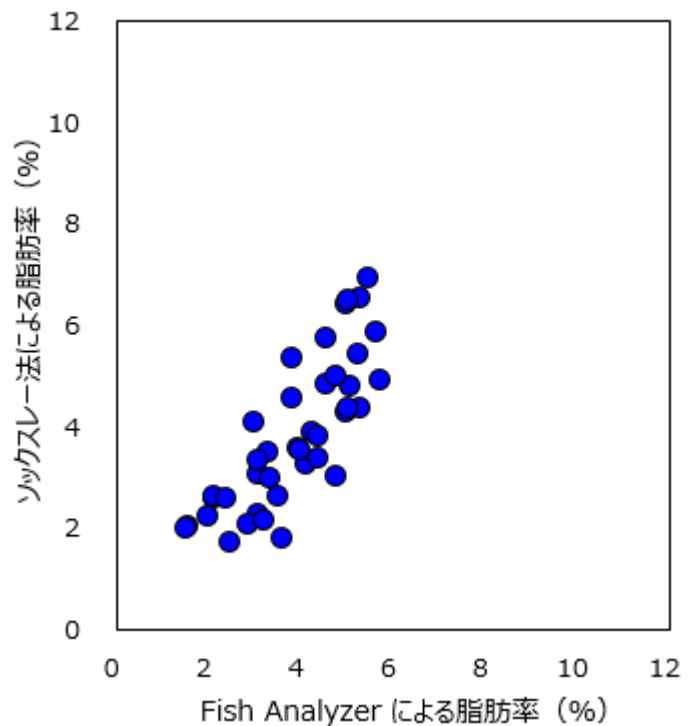
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背びれの中心に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

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	40 例
尾叉長	平均 47.7±7.6cm 最小 33cm, 最大 62cm
重量	平均 2,334±1,109g 最小 655g, 最大 5,556g
脂質含量	
平均値	3.9±1.5%
25 パーセンタイル値	3%
中央値	4%
75 パーセンタイル値	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.=±0.9%
100kHz 単相関	r=0.8
魚の状態	当日平均 A'、翌日平均 A
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>

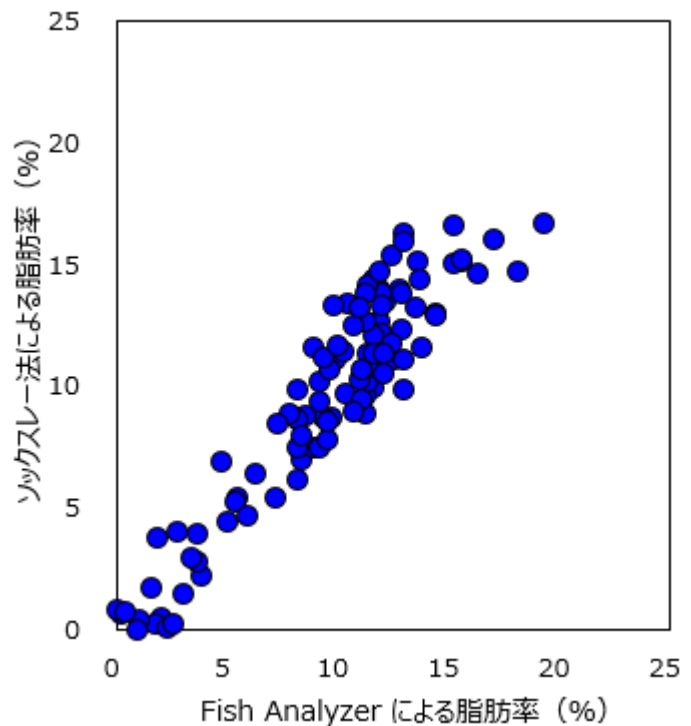
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背ビレの先端に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

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、山形県、三重県
時期	夏、秋、冬
データ数	103 例
尾叉長	平均 69.1±8.6cm 最小 33cm, 最大 62cm
重量	平均 2,001±1,021g 最小 332g, 最大 5,953g
脂質含量	
平均値	9.5±4.6%
25 パーセンタイル値	7%
中央値	11%
75 パーセンタイル値	13%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.94 推定誤差 S.E.E.=±1.6%
100kHz 単相関	r=0.9
魚の状態	当日平均 A'、翌日平均 A
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、山形県水産試験場、三重県水産研究所

<測定方法>

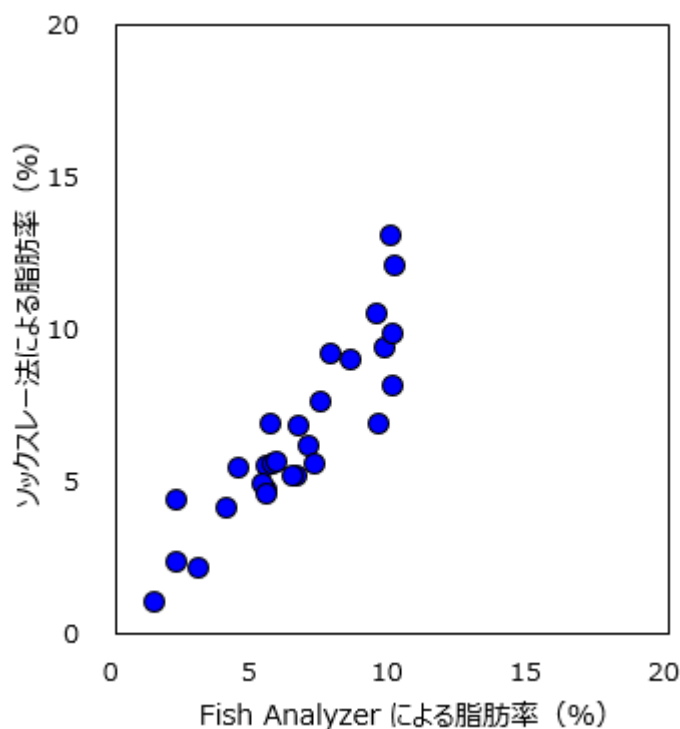
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②第 2 背ビレの先端に電極の後端を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

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 5,513±2,066g 最小 2,250g, 最大 9,164g
脂質含量	
平均値	6.5±2.9%
25 パーセンタイル値	5%
中央値	6%
75 パーセンタイル値	8%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.89 推定誤差 S.E.E.=±1.3%
100kHz 単相関	r=0.8
魚の状態	平均 A
その他	致死翌日のデータにて計算式を作成しています。



データ提供：長崎県総合水産試験場

<測定方法>

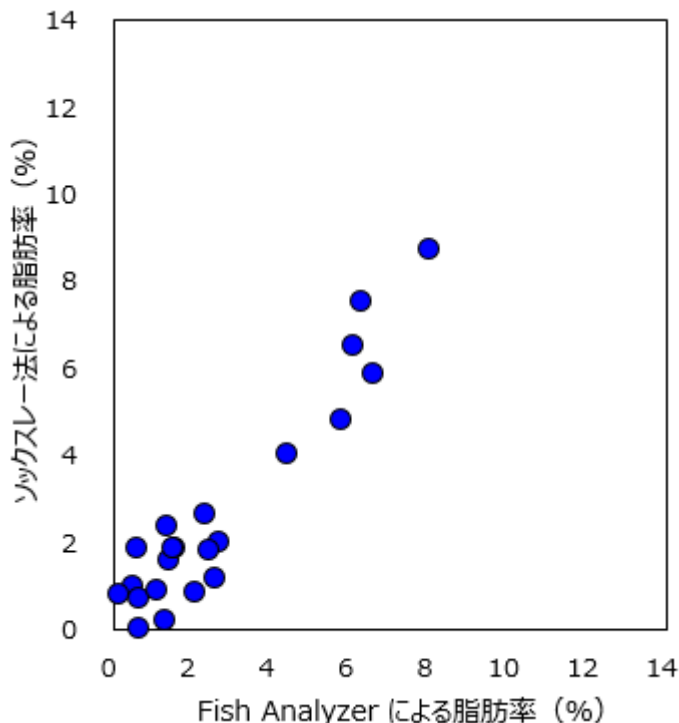
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背ビレの先端に電極の先端を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
不要 	

● Fish Analyzer™ 魚種 No.15 「スズキ」

<基本情報>

種類	スズキ
場所	兵庫県、三重県
時期	春、夏、秋
データ数	22 例
尾叉長	平均 63.8±7.5cm 最小 53cm, 最大 78cm
重量	平均 2,504±1,086g 最小 1,300g, 最大 4,820g
脂質含量	
平均値	2.7±2.3%
25 パーセンタイル値	1%
中央値	2%
75 パーセンタイル値	4%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.95 推定誤差 S.E.E.=±0.8%
100kHz 単相関	r=0.9
魚の状態	当日平均 A、翌日平均 A'
その他	致死翌日でも硬直が進んでない場合は、数値が低めに表示される可能性があります。



データ提供：兵庫県立農林水産技術総合センター、三重県水産研究所

<測定方法>

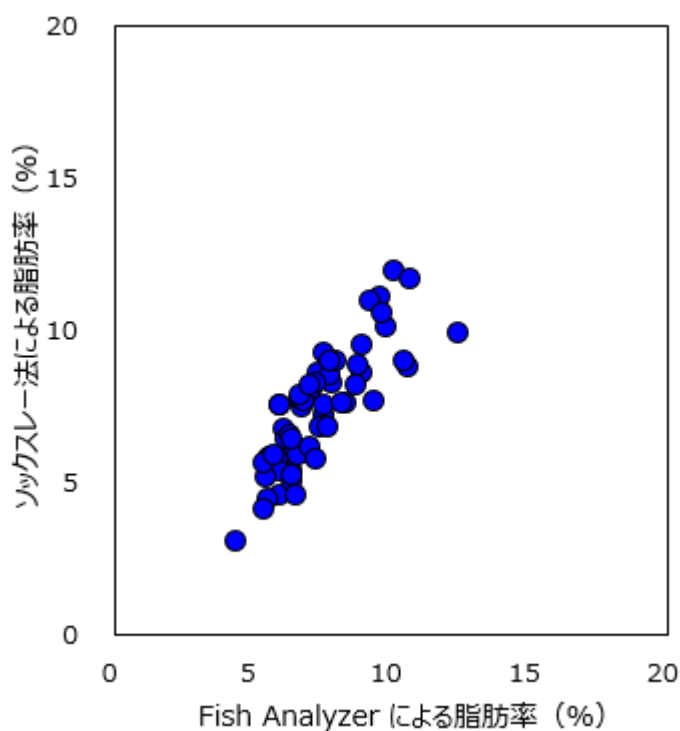
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②第 1 背ビレの後端に電極の後端を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
不要 	

● Fish Analyzer™ 魚種 No.16 「ハタハタ」

<基本情報>


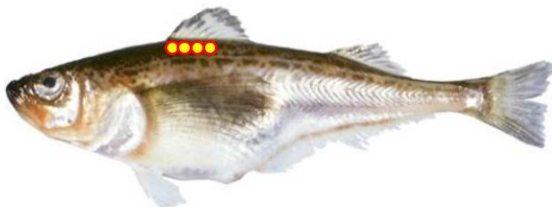
種類	ハタハタ
場所	兵庫県、山形県
時期	秋、冬
データ数	59 例
尾叉長	平均 19.7±1.6cm 最小 17cm, 最大 23cm
重量	平均 104.5±21.9g 最小 68g, 最大 149g
脂質含量	
平均値	7.4±2.0%
25 パーセンタイル値	6%
中央値	8%
75 パーセンタイル値	9%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.83 推定誤差 S.E.E.=±1.1%
100kHz 単相関	r=0.7
魚の状態	平均 B
その他	致死翌日から数日経過したデータにて計算式を作成しています。



データ提供：兵庫県立農林水産技術総合センター、山形県水産試験場

<測定方法>

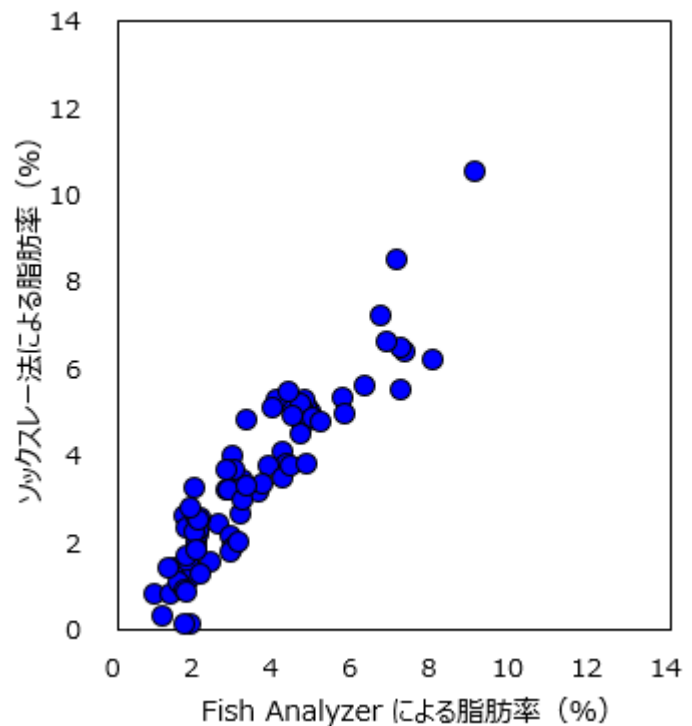
- ①アタッチメントを装着して測定を行ってください。
- ②背ビレの先端に電極の先端を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
<p>装着</p> 	

● Fish Analyzer™ 魚種 No.17 「マハタ」

<基本情報>



種類	マハタ
場所	三重県
時期	春、秋、冬
データ数	76 例
尾叉長	平均 42.2±2.6cm 最小 37cm, 最大 47cm
重量	平均 1,124±267g 最小 525g, 最大 1,771g
脂質含量	
平均値	3.4±2.0%
25 パーセンタイル値	2%
中央値	3%
75 パーセンタイル値	5%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.92 推定誤差 S.E.E.=±0.8%
100kHz 単相関	r=0.9
魚の状態	当日平均 A、翌日平均 A'
その他	—



データ提供：三重県水産研究所

<測定方法>

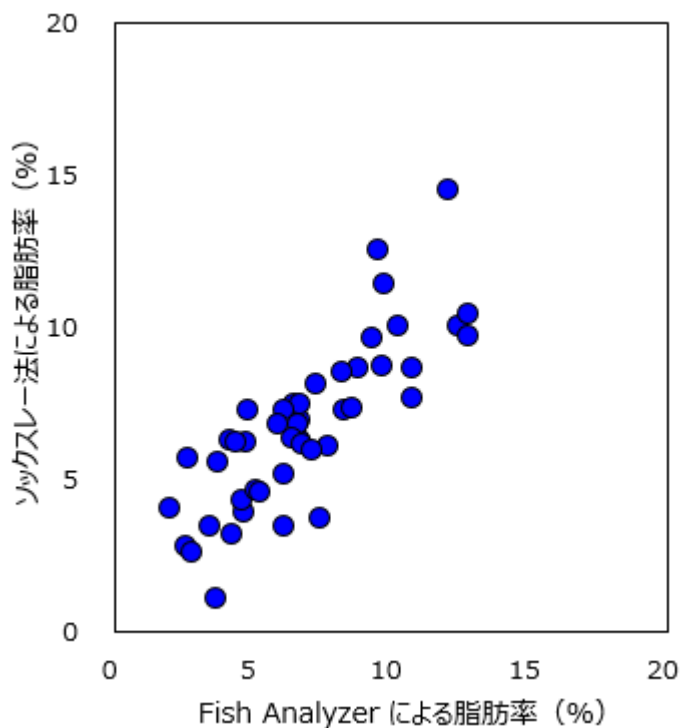
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背ビレの先端に電極の先端を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
不要 	

● Fish Analyzer™ 魚種 No.18 「ヒラソウダ」

<基本情報>


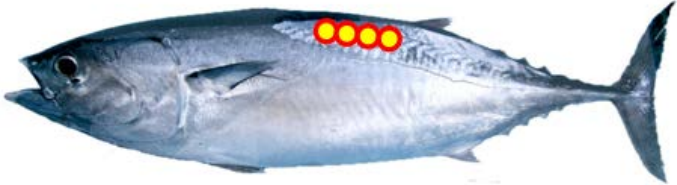
種類	ヒラソウダ
場所	三重県
時期	冬
データ数	46 例
尾叉長	平均 37.1±2.6cm 最小 33cm, 最大 43cm
重量	平均 913±217g 最小 587g, 最大 1,481g
脂質含量	
平均値	6.8±2.7%
25 パーセンタイル値	5%
中央値	7%
75 パーセンタイル値	9%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.82 推定誤差 S.E.E.=±1.6%
100kHz 単相関	r=0.8
魚の状態	当日平均 A'、翌日平均 A
その他	—



データ提供：三重県水産研究所

<測定方法>

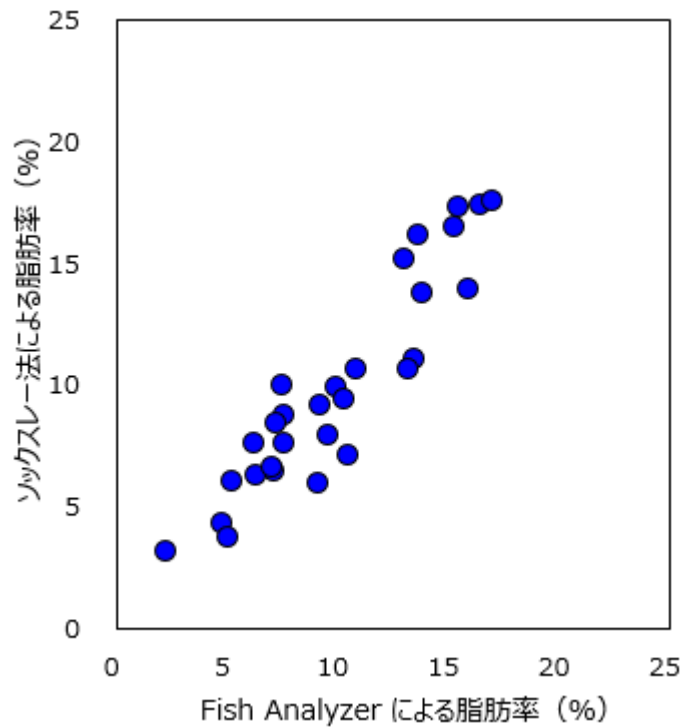
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②第 1 背ビレと第 2 背ビレの間に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
不要 	

● Fish Analyzer™ 魚種 No.19 「アナゴ」

<基本情報>



種類	アナゴ
場所	長崎県
時期	春、夏
データ数	29 例
尾叉長	平均 63.2±8.8cm 最小 38cm, 最大 78cm
重量	平均 426±161g 最小 72g, 最大 780g
脂質含量	
平均値	10.0±4.3%
25 パーセンタイル値	7%
中央値	9%
75 パーセンタイル値	14%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.93 推定誤差 S.E.E.=±1.6%
100kHz 単相関	r=0.3
魚の状態	平均 A
その他	致死当日のデータにて計算式を作成しています。



データ提供：長崎県総合水産試験場

<測定方法>

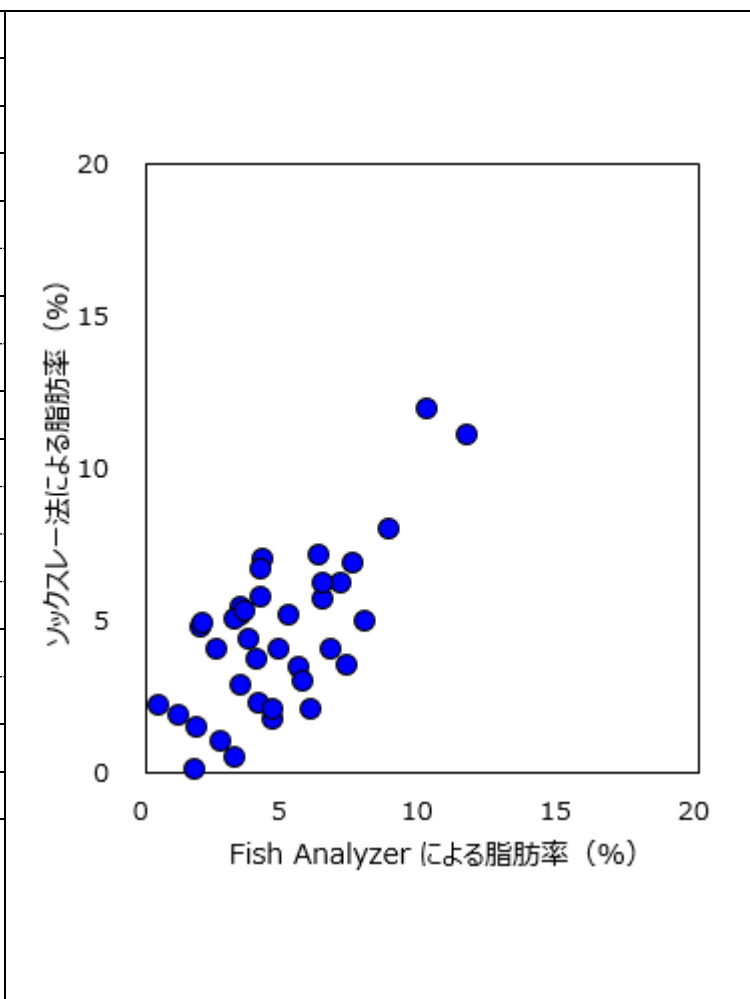
- ①アタッチメントを装着して測定を行ってください。
- ②肛門の位置に電極の先端を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。
- ③魚体はまっすぐ伸ばしてください。

アタッチメント	測定位置
<p>装着</p> 	

● Fish Analyzer™ 魚種 No.20 「マルアジ」

<基本情報>

種類	マルアジ
場所	和歌山県
時期	春、夏、秋、冬
データ数	43 例
尾叉長	平均 26.2±19.4cm 最小 22cm, 最大 29cm
重量	平均 250±50g 最小 144g, 最大 330g
脂質含量	
平均値	3.9±3.3%
25 パーセンタイル値	2%
中央値	4%
75 パーセンタイル値	6%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.75 推定誤差 S.E.E.=±1.8%
100kHz 単相関	r=0.4
魚の状態	平均 B
その他	致死翌日までのデータにて計算式を作成しています。 150g 以下は高めに表示される可能性があります。



データ提供：和歌山県水産試験場、兵庫県立農林水産技術総合センター

<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 	

4-1. 検量線モードでの脂肪率の判定基準について

検量線モードとは、①登録されていない魚種の脂乗りを知りたい、②背部以外の脂乗りを知りたい、③独自で脂乗り評価を行いたい、といった場合など、実測値での脂乗り評価を行うモードで、ここでは脂肪率ではなく100kHzのインピーダンス値が表示されます。「3章 魚種毎の基本情報と測定方法について」で「100kHz単相関」を記載しましたが、これはソックスレー法または比重法と100kHzインピーダンスの相関関係を示したもので、多くの魚種で100kHzのインピーダンスがこれらの脂質含量に対して高い相関係数を示します。また、ソックスレー法または比重法が行える環境があれば、オリジナルの計算式を作成することができます。以下の手順をご覧ください、この検量線モードやオリジナル計算式を入力することができる「魚A」「魚B」「魚C」を有効にご活用ください。

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、弊社ホームページの「製品問合せ」までお問い合わせください。

手順① 測定条件を決める

検量線モードは単周波数での測定となりますので、鮮度変化の影響をまともに受けてしまいます。そのため、測定条件を合わせる事が重要となります。少なくとも以下の内容については、あらかじめ決めておいてください。

1. 保存条件（氷蔵保存、冷蔵保存など ※少なくとも魚体温度は同じになるようにしてください）
2. 魚の状態（活魚、致死〇時間後の魚、魚の状態「B」の魚など）

手順② 測定位置を決める

Fish Analyzer™の魚種の多くは背部で測定を行っていますが、検量線モードでは背部以外の測定を行っていただいても構いません。例えば、脂が乗りやすい腹部や、「1-1. Fish Analyzer™で脂乗りが良いと判定された魚が美味しいと言われる理由」でも記載しましたが、Fish Analyzer™が表示する脂肪率は皮下脂肪を反映しやすいと言われておりますので、皮下脂肪の付きやすい位置など、測定される魚の特徴を反映しやすい位置を選択してください。尚、魚体の厚みが3cm以下の場合、アタッチメントを装着して測定を行ってください。

手順③ 測定して判定基準を決める

測定条件と測定位置を決めることで、初めて検量線モードでの測定を行うことができます。検量線モードは1Ω単位でインピーダンスが表示されますので、複数回の測定を行った場合、数Ωのバラツキが見られる可能性があります。その魚の数値の決定については、測定回数2～3回の平均値を採用されることをお勧めします。判定基準については、「2-3-2. 脂乗りの判定基準となる統計情報について」を参考にしてください。

手順④ ソックスレー法または比重法で脂質含量を測定する ※オリジナル計算式作成時のみ

オリジナルの計算式を作成する場合、検量線モードでの測定後にソックスレー法または比重法で脂質含量を測定します。検体の目安として、少なくとも20検体以上をお勧めしておりますが、検体数が多いほど信頼性も高くなります。ソックスレー法の分析について、小型魚はフィレー（頭、背骨、内臓は除く ※皮あり）、大型魚はインピーダンスを測定した部位のブロック（100g程度 ※皮あり）を分析されることをお勧めします。

4-2. オリジナル計算式作成のため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、これらの魚種は検量線モードで測定したデータをもとに、オリジナルの計算式にて脂肪率を表示するための魚種です。尚、オリジナルの計算式を作成するには、ソックスレー法または比重法が行える環境が必要となります。

オリジナル計算式の作成は、まず上記①～③の手順で測定を行い、その後手順④のソックスレー法または比重法で脂質含量を測定します。ある程度データが揃ったら、ソックスレー法または比重法で測定した脂質含量を従属変数、検量線モードで測定したインピーダンス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）を魚種A～Cのいずれかに入力することで、オリジナル計算式による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 $x \cdot y$ 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	セツペン	-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	76
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

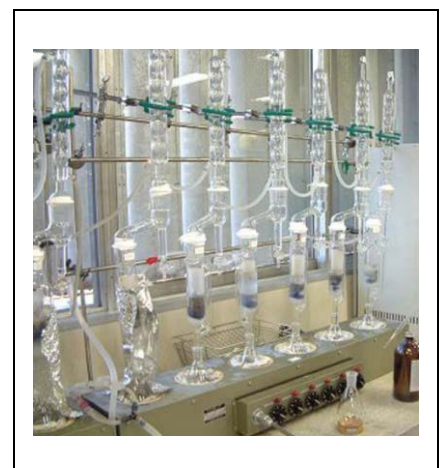
※Microsoft Excel を用いた「平均値」「パーセンタイル値」「単回帰分析」の計算フォーマットは、弊社ホームページ上に添付していますので、必要に応じてダウンロードしてください（ファイル名：Fish Analyzer 計算フォーマット.xls）。

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

（参考）ソックスレー法・比重法について

ソックスレー法は化学分析法のひとつで、一般的に脂肪分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、まずミンチ状にした魚体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の重さを測定すれば実脂肪量を導くことができます。

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、この比重より脂肪分を導く方法ですが、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。



5-1. 魚の新しい鮮度指標「魚の状態」について

Fish Analyzer™ PRO では、脂肪率の横にインピーダンスより導き出した魚の新しい鮮度指標、「魚の状態」を5段階で表示しています。この技術資料でも頻繁に出ています「インピーダンス」ですが、そもそもインピーダンスは抵抗成分であるレジスタンスと容量成分であるリアクタンスの合成成分です。実は、インピーダンスを用いた食品解析は古くから実施されていた手法であり、その代表が縦軸にリアクタンスをとり、横軸にレジスタンスをとり、測定周波数に応じてプロットした Cole-Cole プロットと呼ばれる解析方法です。一方、Fish Analyzer™ PRO はレジスタンスとリアクタンスを個別に測定していませんので、この場合は低い周波数帯域のインピーダンスと高い周波数帯域のインピーダンスの両方を用いて解析する必要があります。

Fish Analyzer™ PRO が測定しているインピーダンスは、周波数の増加に対して低下する性質があり、その現象を「分散」と呼びます。Fish Analyzer™ PRO が測定している周波数帯の分散は「 β 分散」と呼ばれており、細胞膜と細胞内液・外液、つまり細胞組織の構造に起因します。

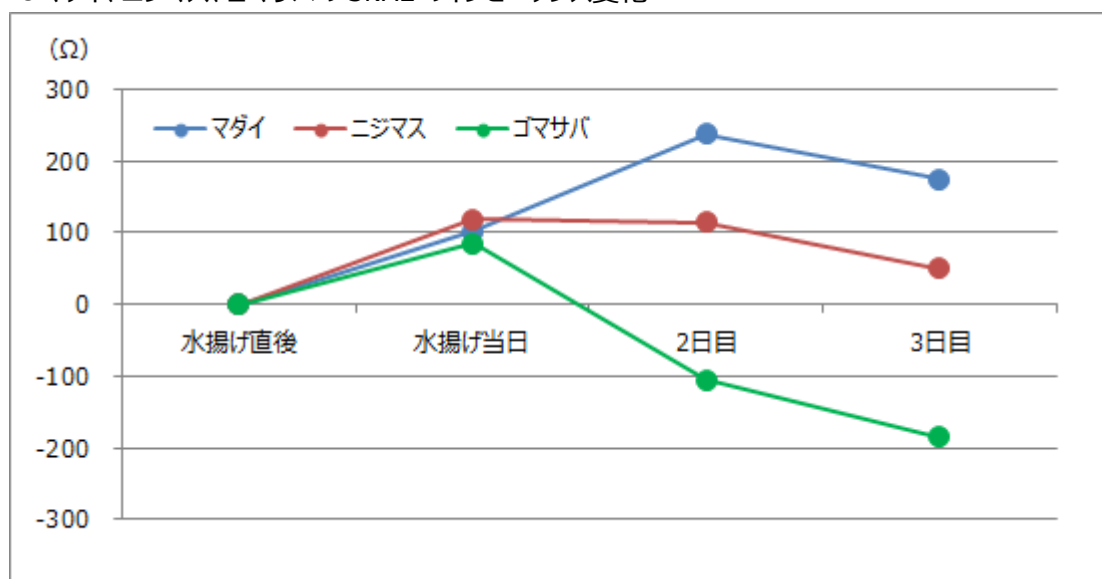
基本的に、低い周波数帯域では細胞膜が高い電気容量及び絶縁性を示すため、電気は細胞内を流れずに細胞の外を流れますので、インピーダンスは高くなります。逆に、高い周波数帯域では細胞膜が電氣的に短絡され、細胞内にも電気を流れますので、インピーダンスは低くなります。

一方、致死後の魚の状態は時間とともに変化し、それを反映する形でインピーダンスも変化します。長崎県総合水産試験場が4つの周波数のブリのインピーダンス変化を測定したところ、4つの周波数のインピーダンスは水揚げから24時間後に最も高い値を示し、その後、インピーダンスは低下していくのですが、特に低い周波数帯域のインピーダンスの低下が大きく、24時間から72時間後までの2日間で5kHzのインピーダンスは100kHzのインピーダンスと比べ、約3倍も低下しました。

また、下記に「マダイ、ニジマス、ゴマサバの5kHzのインピーダンス変化」を示しましたが、水揚げ直後からインピーダンスが上昇する傾向に違いはありませんが、インピーダンスが低下する時間には魚種間で差が見られます。このインピーダンスの低下は、保存期間中の鮮度変化に伴って構造分散が大きく変化し、細胞膜の劣化等に基づく電氣的特性が変化するからだと言われています。また、細胞外抵抗の低下、すなわち低い周波数帯域のインピーダンスの低下は、細胞膜の電気容量減少の現れであり、細胞内液が細胞外へ流出するからだと言われています。

細胞が水分を保持する能力は、間違いなく生鮮食品の重要な要素です。鮮度指標の代表には、生化学的な分析結果に基づくK値がありますが、Fish Analyzer™ PRO が表示する「魚の状態」は、K値とはまた別の意味合いを持っている「細胞の電氣的特性」に基づく鮮度指標です。

● マダイ、ニジマス、ゴマサバの5kHzのインピーダンス変化



5-2. 流通先・消費地で「魚の状態」を表示する目的

Fish Analyzer™ PRO が表示する「魚の状態」は、「A」、「A'」、「B」、「C」、「D」の5段階で鮮度評価を行います。

流通先・消費地で魚の状態を表示する目的は、魚をより美味しく食べていただくためのご提案をしていただくことであり、最終的に消費者の皆様にご安心・安全をご提供していただくことです。

まず、「A」、「A'」、「B」について説明します。致死後、まずは魚の身の引き締まり具合（硬直）に比例するようにインピーダンスは上昇します。この身の引き締まった状態が、「A」または「A'」となります。その後、身の引き締まりが解けるとともにインピーダンスは低下し始めますが、まだ細胞の電気的特性は保たれており、この状態は「B」となります。

魚の状態は、細胞の電気的特性を基にした新しい鮮度指標ですが、K値とは無関係というわけではなく、K値1%～20%に相当する魚の状態は「A」・「A'」と「B」であり、このことより「生食でも美味しく食べることができます。」と表記しています。もちろん、K値を含め、鮮度評価のみで生食の可否を決めることはできませんのでご注意ください。サケやサバなど基本的に生では食べない魚は、たとえ魚の状態が良くても調理して食べてください。

次に、「C」、「D」について説明します。本格的に鮮度の低下が始まると、特に低い周波数帯域のインピーダンスが大きく低下します。これは、細胞の構造が変化し、細胞の電気的特性が変化してしまうからです。また、細胞の保水力も低下し、細胞内液が細胞外へ流出することで、さらに低い周波数帯域のインピーダンスは低下します。この細胞の電気的特性が変化し、保水力が低下した状態が「C」または「D」となります。K値20%以上に相当するのが「C」と「D」となりますので、「生食よりも焼いたり煮付けにしたり、調理した方が美味しく食べることができます。」と表記しています。もちろん魚の状態はK値を推定しているものではなく、腐敗までを見極めることはできませんので、ご注意ください。

その他、魚の状態判定とは別に、「E」は測定エラーと思われる場合に表示され、「解凍品」が表示されない検量線モードと魚の状態モードでは、解凍品の場合に「F」が表示されます。



※K値を含め、鮮度評価のみで生食の可否を決めることはできませんので、十分ご注意ください。

5-3. 生産地で「魚の状態」を表示する目的

致死後すぐ、まだ魚の身が引き締まる前の状態も「B」となり、さらに血液がある状態であれば「C」と表示される場合もあります。流通先・消費地での魚の状態は、「A'・A」→「B」→「C」→「D」と変化しますが、実は多くの魚の本当のスタートは「B」や「C」からとなります（ブリなど一部の魚種は「A」からのスタートとなります）。

致死後すぐは、魚体の身がまだ柔らかく、そのため魚の状態は「B」や「C」という結果になります。その後、血流が止まることや身が固くなることで低い周波数帯域の電気が流れにくくなり、「A」または「A'」となります。つまり、生産地での出荷前の魚の状態は「B」または「A」となるのですが、ここに生産地で魚の状態を表示する目的が隠されています。

長崎県総合水産試験場の報告によると、致死条件（神経締めと苦悶死など）を変えると硬直の開始時間が変わり、インピーダンスが上昇する時間も変わるとのことでした。具体的には、苦悶死では硬直開始が速く、インピーダンスの上昇も速い一方で、神経締めを施した魚は硬直開始もインピーダンス上昇も緩やかになります。死後の魚体は、死後硬直→完全硬直→解硬（硬直が解けること）→軟化→腐敗と進んでいきますが、解硬と同時に生化学的変化が速やかに起こり、軟化が始まるため、硬直を遅らせることがとても重要視されています。生産地で魚の状態が「B」から「A」、または「A」から「A'」に上がるのが遅いほど、その後の流通先・消費地での鮮度保持が期待できます。

また、活魚での競りを基本としている明石浦漁業協同組合では、活魚から魚の状態を確認することがあります。これは、通常のマダイの活魚は「B」や「C」であるのに対し、活魚の状態から「A」のマダイが存在したため、このマダイを調査したところ、明らかに身質がおかしかったことがわかりました。恐らく、この時点でかなりのエネルギーを消費していたのだと考えられます。

生産地で「魚の状態」を表示する目的は、鮮度保持技術を高めていただくことや品質管理を行っていただくことであり、最終的に流通先や消費地との信頼関係を築き上げていただくことです。

5-4. 実測値で厳密な品質管理を行いたい方へ

Fish Analyzer™ Proには、魚の状態モードがあります。ここでは、魚の状態の判定のほかに5kHzのインピーダンスが表示されます。検量線モードは100kHzのインピーダンスが表示され、こちらは主に脂の乗り具合を実測値で確認しますが、魚の状態モードは、インピーダンスの上昇具合や低下ポイントなどの鮮度変化を実測値で確認します。

5段階での鮮度評価は、非常にわかりやすい鮮度評価であり、単発の測定で現状を判定することができますが、一方で微小な変化までを厳密に反映することはできません。前記の通り、インピーダンスは魚の身の引き締まり具合に比例するように上昇し、身の引き締まりが解けるとともに低下しますが、致死後に急激にインピーダンスが上昇した場合、身の引き締まりが解けるのも速いので、早い段階で食べなければ旨みを感じることができません。このような場合、あらかじめ致死後すぐのインピーダンスを生産地で測定しておいてもらい、魚と一緒に数値も納品してもらえば、致死からどのくらい上昇したかがすぐに把握できますので、常に同じ品質の料理をお客様に提供することができます。

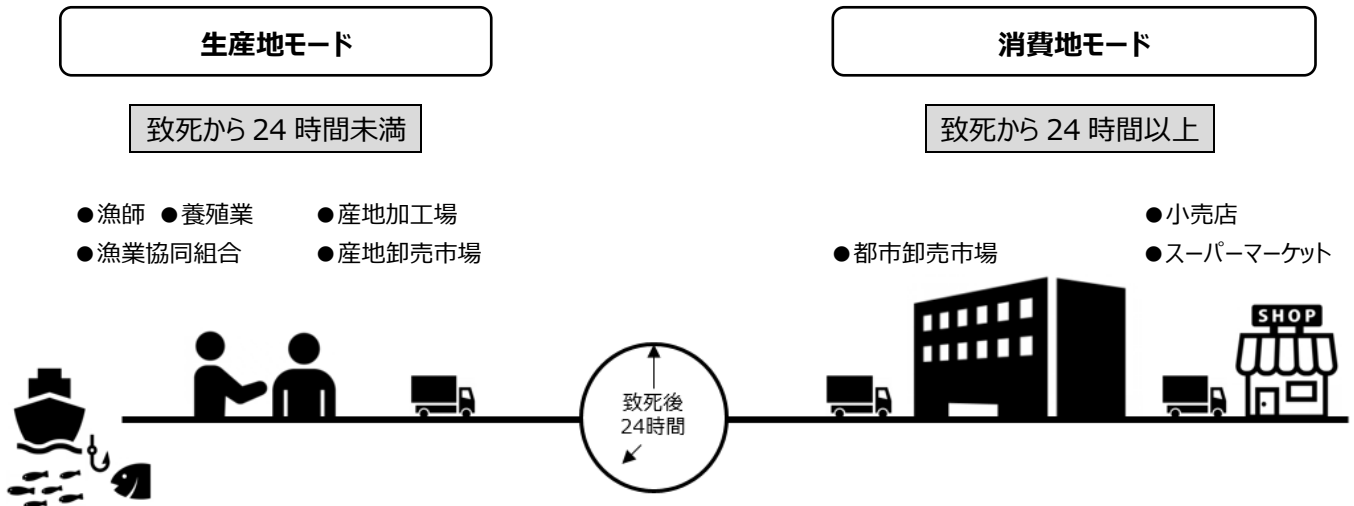
また、ブリやマグロなどは身の引き締まりが解けたタイミングが、最も旨みが増して美味しいと言われています。このような場合、インピーダンスを定期的に測定し、その中で上昇が止まったタイミングを把握すれば、最も良い状態の料理をお客様に提供することができますし、逆に白身魚などは身の引き締まった状態で、なおかつ旨み成分が出てきたタイミングが美味しいと言われています。このような場合、インピーダンスの上昇が止まる前のタイミングを把握すれば、同じく最も良い状態の料理をお客様に提供することができます。

このように、同じ判定でも「インピーダンスが急激に上昇しているのか?」、「インピーダンスが下がり始めたのか?」など、5段階の評価だけではわからない部分まで厳密に品質管理を行いたい方は、この魚の状態モードを有効に活用し、独自の品質管理方法を導き出してください。

6-1. Fish Analyzer™ Type S の特徴について

Fish Analyzer™ Type S は、従来の「マアジ」や「ブリ」など魚種を選択するのではなく、「生産地」もしくは「消費地」といった流通過程を選択して測定することが特徴です。これは、Fish Analyzer™の測定原理であるインピーダンス法の短所を最大限にカバーし、適材適所で Fish Analyzer™ Type S を使っていただくことを目的としております。インピーダンスは脂乘りに応じて高い抵抗性を示しますが、脂乗り以上に鮮度変化の影響を受けますので、仮に脂が乗っていても鮮度が悪ければインピーダンスは低値を示します。また、インピーダンスは硬さに応じて高い抵抗性を示しますが、致死後すぐの魚体と解硬後の魚体は物理的には同等の硬さであるため、これらをインピーダンス法で区別することができません。これらをカバーするため、①脂肪率は完全硬直までの過程で測定する、②致死後すぐの鮮度は死後硬直の経過を観察する、③硬直後は鮮度変化のみを判定する、これらを明確にプログラム化したのが Fish Analyzer™ Type S です。

目安として、生産地モードは致死から 24 時間未満の魚が対象で、主な業種として漁師、養殖業、漁業協同組合、産地加工工場、産地卸売市場が該当します。一方、消費地モードは致死から 24 時間以上、時間が経過している魚が対象で、主な業種として小売店、スーパーマーケット、都市卸売市場が該当します。特に経過時間と異なるモードで測定した場合、正確な結果を得ることができませんので、測定の際は必ず適切なモードを選択してください。



6-2. 生産地モードについて

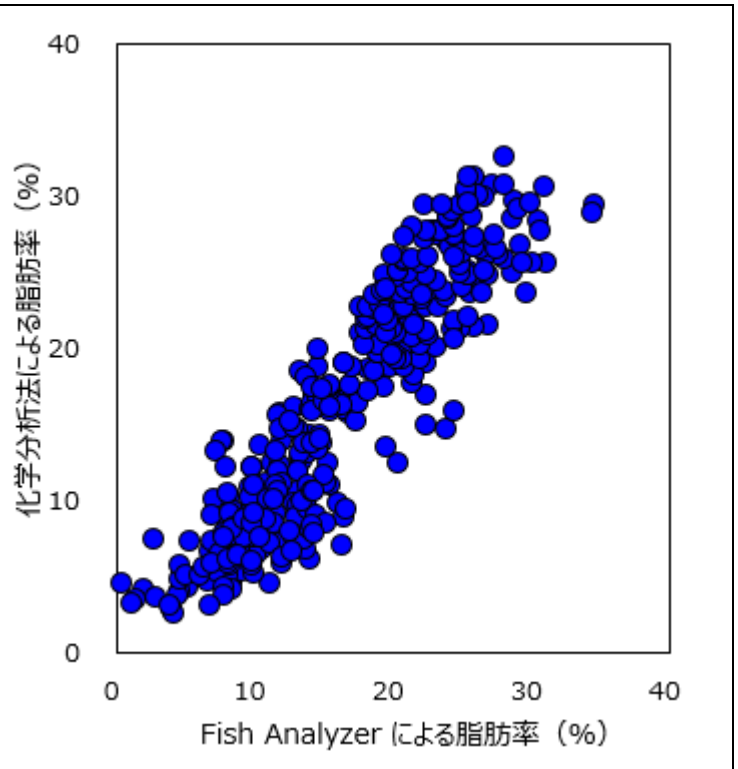
生産地モードの主な測定項目は脂肪率であり、Fish Analyzer™ Type S はこれまで化学分析をした様々な魚種のデータより、全魚種共通の計算式を作成しています。このデータの中には、従来のフィッシュアナライザ・シリーズにはなかった魚種も含まれています。また、196 魚種、計 4,000 尾で計算式の検証試験も実施しており、多くの魚種で脂肪率の平均値が日本食品標準成分表（文部科学省）の脂質含量に近いことを確認しています。

全魚種共通の計算式は、従来の Fish Analyzer™のように魚種を選択する必要がないというメリットがありますが、一方で魚種毎に鮮度変化が異なる翌日以降の脂肪率を正確に反映することができないというデメリットもあります。P.32 の図からも確認できるように、水揚げ翌日（2 日目）は魚種毎でその変化傾向が異なりますので、全魚種共通の計算式を使用する Fish Analyzer™ Type S では、鮮度が低下する前の課程、すなわち完全硬直までの過程で測定を行います。また、化学分析法との重相関係数はアタッチメントあり・なしともに $R=0.9$ ですが、Fish Analyzer™のように魚種毎の特徴を踏まえて計算式を作成しているわけではありませので、多少のバラツキも考慮して表示単位は 5%単位となっています。

<基本情報>

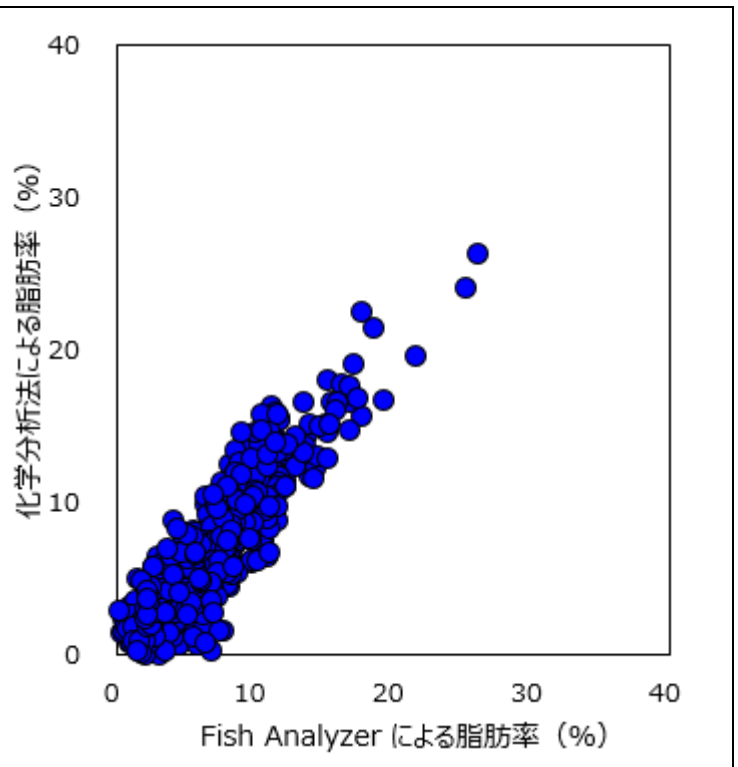
●アタッチメントあり

データ数	386 例
尾叉長	平均 30.0±12.3cm 最小 16cm, 最大 78cm
重量	平均 164±104g 最小 52g, 最大 780g
脂質含量	
平均値	16.2±3.3%
25 パーセンタイル値	9%
中央値	16%
75 パーセンタイル値	24%
化学分析法 との関係	重相関係数 R=0.90 推定誤差 S.E.E.=±3.5%
100kHz 単相関	r=0.8
魚の状態	平均 A
その他	マアジ、マイワシ、サンマ、カレイ等 の計 6 魚種で計算式を作成



●アタッチメントなし

データ数	680 例
尾叉長	平均 54.6±17.1cm 最小 27cm, 最大 100cm
重量	平均 2,588±1,898g 最小 221g, 最大 11,224g
脂質含量	
平均値	6.2±4.2%
25 パーセンタイル値	3%
中央値	5%
75 パーセンタイル値	8%
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	r=0.8
魚の状態	平均 A
その他	ゴマサバ、ブリ、マダイ、ホッケ等の 計 17 魚種で計算式を作成



参考までに、次ページに「主な魚種の脂乗りの良さの目安」を添付しました。もちろん、脂乗りには季節変動や地域差がありますので、このデータはあくまで目安として参考にいただき、実際にブランド品の基準を設ける場合などは、必ずその地域の魚でデータ収集を行ってください。一部、日本食品標準成分表の脂質含量と全魚種共通の計算式による脂肪率平均値に差が見られる魚種もありますが、こちらも最終的にはその地域でデータ収集を行った上、基準値を設けてください。

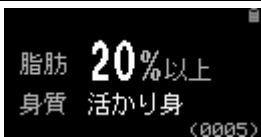
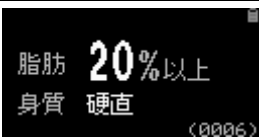
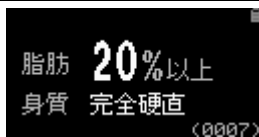
●主な魚種の脂乗りの良さの目安

魚種名	日本食品標準成分表より 可食部 100g 当たりの脂質含量(g)	全魚種共通の計算式による 脂肪率平均値(%)	Fish Analyzer™ Type S 脂乗りの良さの目安
アイナメ	3.4	7.0	5%以上
アナゴ	9.3	10.0	10%以上
アマダイ	3.6	6.7	5%以上
イサキ	5.7	6.0	5%以上
イシダイ	7.8	7.9	10%以上
カツオ	6.2	5.4	5%以上
カマス	7.2	7.6	10%以上
カンパチ	4.2	3.5	5%以上
ギンザケ (養殖)	12.8	9.2	10%以上
キンメダイ	9.0	8.9	10%以上
クロダイ	6.7	6.5	5%以上
クロマグロ (背)	7.6	9.4	10%以上
クロマグロ (腹)	27.5	26.0	25%以上
ゴマサバ	5.1	6.8	5%以上
サワラ	9.7	9.5	10%以上
サンマ	25.6	23.4	25%以上
シマアジ	8.0	6.9	5%以上
シロサケ	4.1	2.9	5%以上
スズキ	4.2	2.7	5%以上
タチウオ	20.9	11.4	10%以上
ニジマス (海面養殖)	14.2	16.0	15%以上
ニジマス (淡水養殖)	4.6	3.9	5%以上
ニシン	15.1	14.0	15%以上
ハタハタ	5.7	7.4	5%以上
ハモ	5.3	5.0	5%以上
ヒラマサ	4.9	8.4	10%以上
ヒラメ	3.7	4.3	5%以上
ブリ	17.6	13.7	15%以上
ホウボウ	4.2	5.7	5%以上
ホッケ	4.4	9.0	10%以上
マアジ	4.5	6.7	5%以上
マイワシ	9.2	17.5	15%以上
マサバ	16.8	13.8	15%以上
マダイ	5.8	6.5	5%以上
マルアジ	5.6	6.0	5%以上
ムロアジ	6.9	4.0	5%以上
メジナ	4.5	7.9	10%以上

参考：日本食品標準成分表 2020 年版（八訂）（文部科学省）

生産地モードでは、魚の身質を判定することもできます。この身質判定は、魚を締めて出荷する人のために提供しているもので、魚の取り扱いの良さを PR してもらうことが目的です。魚の死後、しばらくしてから死後硬直が始まりますが、死後硬直の開始が遅いほど、その後の鮮度持ちの良さが期待できます。締めた際に魚を暴れさせてしまった場合や、氷締めなど魚を締めてない場合などは、早い段階で身質判定が「完全硬直」となってしまいます。この身質判定は、生産地で魚を適切に取り扱ったことの証明になりますし、若手漁業者の魚の取り扱い技術向上にも活用できます。

参考までに、鮮度保持能力に定評のある明石浦漁業協同組合様では定期的に出荷前のマダイの身質測定を行っていますが、過去 1,181 尾の測定結果を見てみると、完全硬直と判定されたマダイはゼロ、硬直と判定されたマダイもわずか 2%、活かり身と判定されたマダイは 98%と、この結果からも鮮度保持能力の高さが伺えました。

判定	活かり身	硬直	完全硬直
表示			
状態	硬直が始まる前の状態を意味します。多くの魚種は、この状態が出荷の目安となります。	硬直が始まった状態を意味します。マサバやサワラなど硬直の速い魚種は、この状態が出荷の目安となります。	強い硬直状態を意味します。締めてすぐに完全硬直になると、鮮度低下が速いことが懸念されます。

6-3. 消費地モードについて

消費地モードの主な測定項目は鮮度判定であり、この鮮度判定は、消費者に安心・安全を提供した上、品質の高い魚はその品質に見合うだけの適正価格で取り引きしてもらうことが目的です。鮮度の科学的な評価法として「K 値」がありますが、普段、消費地で食べている魚の K 値は 15～35%と言われており、K 値が 15%未満であれば、鮮度の良い魚と言えます。Fish Analyzer™ Type S の鮮度は、K 値は推定しているわけではありませんが、もちろんインピーダンスと K 値との検証試験も実施しており、3 段階の判定も K 値の定義を参考に分類しています。ただし、P.33 にも記載しましたが、腐敗の目安となる K 値 60%以上まで進むとインピーダンスは下げ止まりとなりますので、腐敗までを見極めることはできません。

判定	生鮮魚 (鮮度良好)	鮮魚 (一般鮮度)	熟成 (調理向き)
表示			
状態	硬直が解ける前の状態を意味します。K 値 15%未満に相当し、優れた鮮度の目安となります。	硬直が解けた状態を意味します。K 値 15～35%に相当し、一般的な鮮度の目安となります。	軟化が進んだ状態を意味します。保存方法によって、軟らかく独特の旨みを感じる場合もあります。

消費地モードでは、鮮度判定のもととなる 5kHz のインピーダンスを測定することもできます。鮮度判定は大きく 3 段階に分けていますが、インピーダンスは鮮度判定のもととなる数値ですので、前回測定したときよりもインピーダンスが低下していれば、鮮度が落ちている証拠です。このインピーダンスを同じ魚で定期的を確認することで「鮮度判定はまだ鮮魚だけど、前回よりもインピーダンスがさらに低下しているので、生よりも調理した方が美味しく食べられるかもしれない」といった具合に、さらに細かい部分での鮮度管理が可能となります。

7-1. 測定結果がおかしいと思ったら

	問題→よくある原因	対処方法
①	脂肪率がばらつく →うろこ、ヌメリ、表面乾燥のため	魚体の表面に問題がある場合、安定して電流を流すことができません。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。
②	脂肪率が低い →致死直後に測定を行ったため	致死直後はまだ身が柔らかく、正確な測定を行うことができません。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。
③	はかる度に脂肪率が低くなる →魚体に電極を強く当てたため	魚体に電極を強く、長く当て続けると、皮下脂肪が押し潰されてしまい、数値が低くなってしまいます。その場合は、指で魚の表面を平らに戻してください。
④	脂肪率が高い →測定位置がずれたため	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、例えば極端に背ビレ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。電極は所定の位置に当ててください。
⑤	アタッチメントを装着すると脂肪率が高かったりエラーが出たりする →アタッチメントに問題が発生したため	「6-3-2. アタッチメントの清掃について」をご覧くださいとともに、接続端子が変形してしまった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（有償交換となります）。
⑥	脂肪率がおかしい →細胞の電気的特性が変化したため	Fish Analyzer™は鮮度変化の影響を受けます。Fish Analyzer™ Pro で魚の状態が「D」と表示された場合、正確な脂肪率を得ることが難しいとお考えください。

※上記以外問題が発生した場合や、対処方法でも回復しない場合は、弊社ホームページの「製品問合せ」までご相談願います。

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

7-2. 充電式電池のご使用のお勧め

Fish Analyzer™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、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。

7-3. 大切にお使いいただくために




7-3-1. 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 Analyze™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>
	

7-3-2. 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>
		

8-1. 明石浦漁業協同組合の「特選品出荷」の取り組みについて

2015年2月に発売されたFish Analyzer™ですが、もともと「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」で開発された商品であり、その事業の目的は「魚価向上」と「品質管理」でした。一方、発売後に最も多かった反応は、「脂乗りの低い魚が売れなくなる」といった言葉であり、事業の目的を達成することは容易でないことがわかりました。

その中で、前向きに「新しい価値が作れる」と言ってくれたのが、大和製衡の地元にある明石浦漁業協同組合でした。明石のブランド魚「明石鯛」は、豊富なエサ、環境の良い漁場、腕のいい漁師、鮮度保持技術など、いくつもの条件より「美味しい」との評判を得ていますが、良好な脂の乗りも美味しい理由のひとつであり、特に秋の明石鯛は脂乗りが良く、実際に高値で取り引きされることも多くなります。一方、夏は清涼感のある上品で淡泊な身質なのですが、それでも秋よりも魚価が下がる傾向があり、どのようにして夏の明石鯛に価値を付けるかが、年間を通じて魚価を安定させる課題となっていました。そこで、兵庫県立農林水産技術総合センターの指導のもと、「明石鯛特選品」の出荷に向けた取り組みが始まりました。



まず、特選品出荷までの下記4つの年間目標を立案し、目標達成に向け定期的に会議を開催しました。ちょっとしたことかもしれませんが、このように必ず顔を合わせ、意見を出し合うことが重要になるかもしれません。

- ①年間を通じて明石鯛の脂肪率を測定し、脂の乗り具合を調査する
- ②オープンキャンパスを通じて、脂の乗り具合に応じた明石鯛の美味しさをアピールする
- ③関係者による明石鯛品評会を開催し、明石鯛の特徴を明確にする
- ④夏を含めた季節毎の「明石鯛特選品」を出荷する



①年間を通じて明石鯛の脂肪率を測定し、脂の乗り具合を調査する

この作業には、①職員の方に測定に慣れてもらう、②測定のタイミングを決める、③季節毎の平均値を調査する、これらの目的がありました。明石浦漁業協同組合は活魚での競りを基本としているため、絞めた直後は不安定要素が強いこともわかり、それで少なくとも締めてから1時間後の出荷前に測定を行うことにしました。また、年間400匹以上の明石鯛の測定を行い、春、夏、秋の平均的な脂乗りを知ることができました（冬は五智網漁が禁漁になるため測定は行いませんでした）。

ブランド化を行う際、ある季節に特化して出荷を行うか、年間を通じて出荷を行うか、ひとつ議論になったところですが、季節毎に脂乗りに変動があるのは公知の事実であり、脂乗りの良い時期の数値にこだわる必要はないと判断し、年間通じての基準値ではなく季節毎に基準値を設けることにしました。結果として、年間を通じての明石鯛特選品の出荷が可能となり、全体的な魚価の底上げにつながりました。

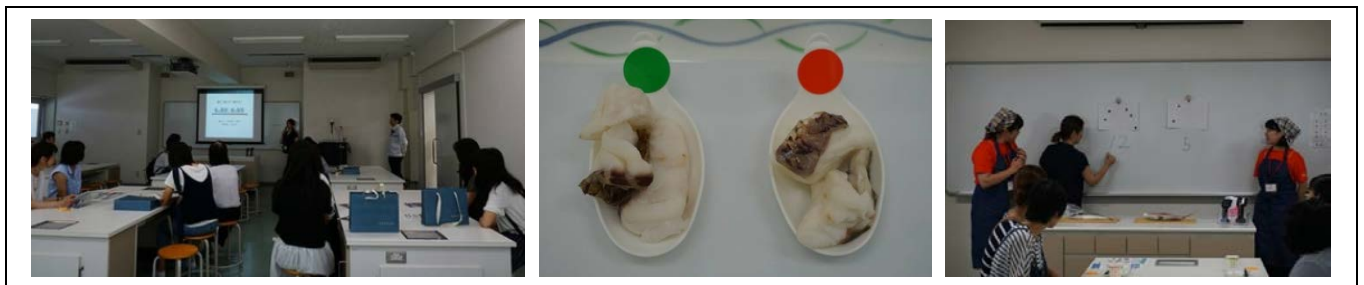


②オープンキャンパスを通じて、脂の乗り具合に応じた明石鯛の美味しさをアピールする

ブランド化を行う上でイベントを開催することはとても大切なことで、ひとつはブランド化を目指す魚の美味しさを知ってもらうこと、もうひとつはイベントに関するプレスリリースを行い、マスメディアを通じて広く活動を知ってもらうことです。神戸女子大学・健康スポーツ栄養学科は、栄養学・食品学・衛生学・調理学をベースに、アスリートに対する食事・栄養指導などの専門知識を習得するとともに、子供達の食育栄養教育や中高齢者の健康維持・介護予防など、幅広い知識とスキルの修得を図り、高い実践力と専門性を持つスポーツ栄養士を育成する学科で、この学科への入学を目指す高校生に対し、「見て、知って、食べよう～私の脂肪と魚の脂質～」と題したオープンキャンパスを開催しました。

オープンキャンパスでは、高校生への講義を開催し、魚の脂質と健康との関係について知ってもらうとともに、開催時期が夏でしたので、夏に最適な「明石鯛の冷製蒸し料理」を試食してもらい、明石鯛の美味しさを知ってもらいました。また、明石鯛は言うまでもなく天然魚ですが、あえて脂乗りの異なる養殖魚との食べ比べてもらい、それぞれの良さも知ってもらいました。

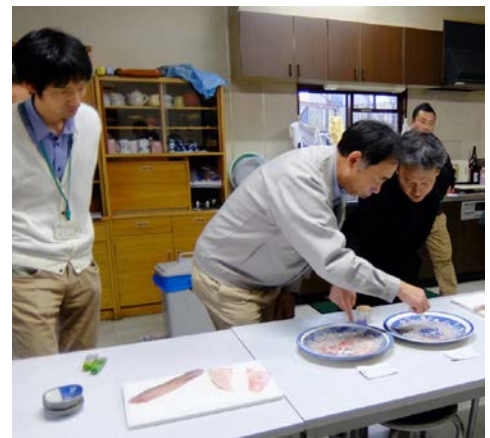
このオープンキャンパスをプレスリリースしたことで、新聞記事に掲載してもらい、後日、テレビの取材も受けました。これらを通じて、世間の方に明石鯛特選品出荷に向けた準備を進めていることを知ってもらえたのも、オープンキャンパスを開催した成果だったと考えています。



③関係者による明石鯛品評会を開催し、明石鯛の特徴を明確にする

ブランドとは、「①「もの」の価値を備え、②他の商品又はサービスと差別化することを意図した情報を付した商品又はサービスであって（多くは「商標」を意味します）、③その「もの」の価値と情報の組み合わせに対し、消費者が良いイメージを抱き、信頼を置いているもの」と定義されています（農林水産省・地域ブランドワーキンググループ報告書より）。

「明石鯛」はすでに地域団体商標を取得しており、伝統の技“明石浦メ”を施した明石鯛はものの価値も十分備えています。あとは、食べたときに消費者の方がどのようなイメージを抱くか、それを言葉で明確にする必要があったため、水産物の専門家、管理栄養士、地元の明石市職員、水産物に関する取材を行っている新聞記者、そして普段は魚に馴染みの低い一般の方にも集まってもらい、明石鯛の品評会を開催しました。



品評会では、脂乗りが特選品の基準を満たした明石鯛と、逆に基準を満たしていない明石鯛の2種類を用意し、まず脂乗りの違いを確認してもらった上、明石鯛特選品について、以下3つのコメントをもらいました。尚、消費地で食されることを考慮し、致死後1日が経過した明石鯛を試食してもらいました。試食の結果、参加者からは特徴3の「モチリとした食感」を挙げる方が多く、明石鯛特選品を食された方はこの“モチリとした食感”を味わい楽しんでもらえるという、言葉の特徴を導き出すことができました。

●明石鯛の食べたときの特徴

- 特徴1. 上品で洗煉させた味
- 特徴2. 口に広がる甘みと旨み
- 特徴3. モチリとした食感



④夏を含めた季節毎の「明石鯛特選品」を出荷する

取り組み開始から一年後の2017年の春より、明石鯛特選品の本格的な出荷が開始されました。特選品出荷に際し、まず明石鯛特選品を入れる発泡スチロールを変えました。従来の発泡スチロールは薄いピンク色の箱であり、こちらにも他にはない明石浦漁業協同組合を象徴する箱だったのですが、明石鯛特選品は黒色の箱に金色のテープを貼り、ラベルに従来の象徴であったピンク色を残すことで、これまでの明石浦漁業協同組合のイメージを損なうことなく、尚かつ、これまで以上の特別感あふれる専用の箱を製作しました。



次に、明石鯛特選品を購入できる方を、出荷契約を結んでいる方のみと限定しました。これは、簡単に購入できないようにすることで購入できるお客様にさらなる特別感を与え、価格に反映させる狙いがありました。

また、すべての明石鯛を測定していると思われがちですが、実際にすべての明石鯛は測定していません。前記の通り、測定は出荷前に行うのですが、出荷前の忙しい中での全数測定は職員に負担を与えるだけでなく、魚の品質（鮮度）にも影響を与えます。特選品として必要な数のみを測定し、それ以外は測定せずに出荷します。これは、標準品も脂乗りが同等である可能性を残しますので、標準品の価値を落さないことにもつながります。ただ、実用面での明石鯛特選品の大きな価値になるのですが、購入されるお客様は、脂乗りが同じである前提でその後の調理法等を考えられますので、常に脂乗りが一定以上のものを提供すれば、お客様商品の「品質の安定」にもつながります。

●明石鯛特選品の条件

- ①明石港に水揚げされた明石鯛であること。
- ②見た目が美しいこと。
- ③締めてから1時間後に Fish Analyzer™で測定し、脂乗りがその季節の基準値以上であること。
- ④出荷に関する売買契約書を結んでいること。
- ⑤標準品とは別の黒色発泡スチロールに入っていること。

明石鯛特選品を出荷した効果として、まず前記の通り、標準品の価格を下げることなく特選品の魚価を上げることができ、全体的な魚価の底上げにつながりました。また、これまで取引の少なかったところからも特選品の注文が入るようになりました。

課題としては「継続」だと考えています。測定は一手間増える作業であり、価格に反映できなければ費用対効果としてはマイナスです。明石浦漁業協同組合では、明石鯛に続き「明石浦スズキ」のブランド化を目指しています。明石浦産のスズキは、一本釣り漁法でストレスを与えずに味が落ちにくく、また速い潮流で泳ぎ、イカナゴなどの豊富なエサを食べて動き回っていることで淡泊で香りが良いのが特徴です。一方で、知名度が低いのも事実であり、脂乗りの良さや鮮度の良さを全国の方に知ってもらえれば、明石鯛と同様に価格に反映でき、「継続」につながると考えています。

よく「明石浦だから事業の目的を達成できた」と言われることがあります。確かに、明石浦漁業協同組合は日本トップの漁協であり、明石鯛もすでにブランド魚としての地位は確立していましたが、それでもさらに上を目指す姿勢があるからこそ、事業の目的を達成できたのだと考えています。



明石浦「特選品」の出荷開始について

明石浦漁業協同組合では、2015年より明石鯛をはじめとする明石港で水揚げされた魚の品質を、機械を使って確認しております。県農林水産技術総合センター指導のもと、測定には「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」で開発された「Fish Analyzer™」を使用し、発売元である地元の企業・大和製衡㈱とともに2016年だけで800匹以上の魚の測定を行うなど、新たなサービスの提供に向けた準備を進めてきました。

「Fish Analyzer™」は魚体に微弱な電気を流し、魚の脂肪率を表示します。脂は電気を通しませんので、脂乗りの良い魚ほど電気は流れにくくなります。一方で、「Fish Analyzer™」の正式名称は「品質状態判別装置」であり、電気の流れは魚の品質によっても左右されます。鮮度の悪い魚や内傷のある魚は細胞が変化しているため、仮に脂乗りが良くても電気は流れやすくなってしまい、低い数値を示します。解凍品に至っては、数値すら示しません。つまり、「Fish Analyzer™」が示す高い数値は、脂乗りに優れた品質の良い「美味しい魚」であることを証明してくれます。

2016年11月、県水産関係者、大学教員、管理栄養士、水産専門の記者などが集まり、「Fish Analyzer™」で数値の高かった明石鯛の品評会を行いました。参加者からは、従来から言われている「上品で洗練させた味」との評価に加え、「口に広がる甘みと旨み」「モチリとした食感」という、脂の乗った明石鯛の美味しさが容易に想像できる評価をいただきました。

そこで、2017年5月より「Fish Analyzer™」を活用した新たな出荷の取り組みを開始しました。天然魚は季節毎に脂乗りが異なるため、まずはそれぞれの季節に適した脂乗りがあることを「Fish Analyzer™」で確認します。その上で、一定基準を満たしている商品の中から数値が高い商品、脂乗りの良い商品を特別に発注した黒い発砲に入れ、明石浦「特選品」として出荷します。

元々、明石浦漁業協同組合が出荷する商品は高い評価をいただいておりますが、それでもこの取り組みを通じて、お取引いただく皆様に新たな価値をご提供できればと考えております。

- ① 料理を提供されるお客様は、一定の脂が乗っていることを想定した上で調理方法を考えられます。常に脂乗りが一定以上であれば、ご購入いただいたお客様商品の「品質の安定」にもつながります。
 - ② 脂乗りを含め、魚の品質状態を確認することは、より一層の「食の安心」につながると考えております。
 - ③ 明石海峡の魚の脂乗りの良さ、美味しさを伝えることは、水産物のさらなる発展につながると考えております。
- この美味しさと安心の詰まった明石浦特選品を、是非ご愛顧いただきますよう、宜しく願い申し上げます。



「Fish Analyzer™」



特選品パッケージ（左は標準パッケージ）



※明石浦漁業協同組合では、鮮魚・活魚をお買い上げいただく全てのお取引先に対し、あらかじめ当組合所定の売買契約書での契約取り交わしをお願いしております。お取引希望のお問い合わせは、当組合の業務部にて承ります。

TEL (078) 912-1771 FAX (078) 912-2094

8-2. 津軽海峡本まぐろの「品質見える化事業」の取り組みについて

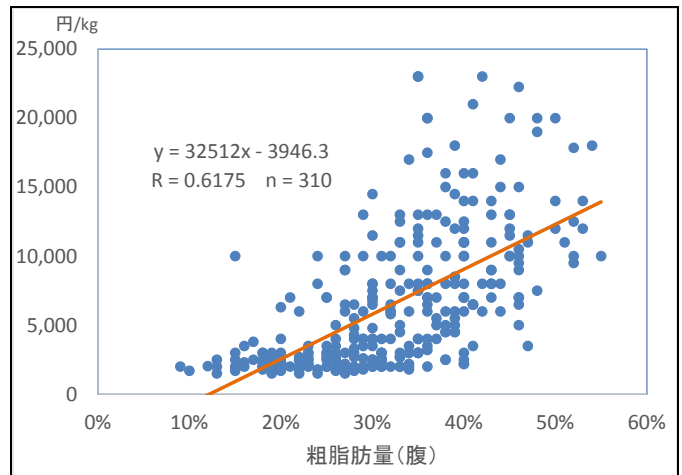
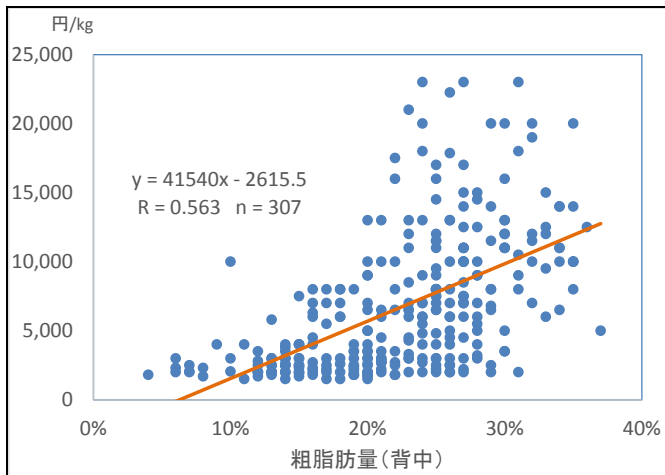
「津軽海峡本まぐろ」は、船上や荷捌所での高鮮度処理が市場関係者から高い評価を得ているのですが、一方で全国的な知名度を持つ「大間まぐろ」のような价格的有意性を持っていないのが課題でした。

北海道新幹線「奥津軽いまべつ駅」開業を迎え、津軽海峡本まぐろの認知度アップは同地域での食の先導役として重要な観光資源であることから、2016年、青森地方水産業改良普及所では、津軽海峡本まぐろの「品質見える化事業」を立ち上げ、Fish Analyzer™で測定した脂の乗りや肉質を提示し、市場関係者や消費者が求めるまぐろの品質情報を提供する取り組みを開始しました。



① マグロ目利きポイントの定量化

まぐろの単価は漁獲量に左右されやすく、「脂乗りを単価に反映することは難しい」と言われ続けてきたのですが、2015年に青森地方水産業改良普及所が津軽海峡本まぐろ 311尾を事前調査した結果、Fish Analyzer™での数値が高いほど、高値傾向で取引されていることがわかり、仲買人の評価と一致していることがわかりました。



② 品質の把握による販売価格の向上

この結果を受け、2016年、三厩漁業協同組合と竜飛今別漁業協同組合・竜飛支所では、津軽海峡本まぐろの背部と腹部の脂乗りを数値化し、数値の高いまぐろには積極的に単価を上げる取り組みを開始しました。

前記の通り、まぐろの単価は漁獲量に左右されやすいのですが、それでも、その日の中で脂乗りの良いまぐろには高値を付けています。例えば、10月15日の記録を見てみると、背部と腹部、両方とも脂乗りが良いまぐろに 8,000 円/kg の単価を付けています（もう一方は 4,000 円/kg）。これは、しっかりと測定して品質を把握しているからこそできることであり、

最初から大きな成果に結びつくわけではありませんが、このような地道な努力が魚価向上につながるのだと考えています。

日付	重量 kg	体長 cm	粗脂肪量(%)			単価 円/kg	備考 ヤケの有無
			背中	腹	尾部		
10月5日	187(197)	216	29%	30%	6,800		
10月5日	170(177)	210	21%	29%	6,000		
10月8日	177(181.6)	213	29%	27%	6,500		
10月8日	93(98)	188	20%	26%	3,500		
10月11日	80(84.4)	174	18%	25%	2,600		
10月11日	37.5(38)	129	20%	27%	2,000		
10月14日	40(41)	130	10%	15%	3,000	小売	
10月14日	139(142)	197	21%	26%	3,000		
10月14日	42(42.5)	137	15%	20%	3,000	小売	
10月14日	160(165)	227	24%	28%	5,500		
10月15日	180(184)	230	35%	36%	8,000		
10月15日	170(179)	216	24%	36%	4,000		

③品質の正確な表示による「青森の正直」

青森県では、県産の農林水産物および加工品の販路拡大を図るため、平成17年に定められた「決め手は、青森県産。」をキャッチコピーに三村申吾知事自らが先頭に立ち、全国の小売業者、卸売業、外食産業のバイヤー、そして消費者に青森県産の品質の良さをPRしています。また、シンボルマーク「青森の正直」は、青森県の生産者が一生懸命、手塩にかけてつくった青森県産品、その一途なこだわりで安全で安心な食材をお客様に正直にまじめにお届けする気持ち、これを「生産者と消費者」の強い信頼関係として円（縁）で表現しています。



青森県では、早い段階より消費者に安心・安全を提供する取り組みを行っていましたが、計量法第1条「計量法の目的」の解説文には、「商品のメーカーから消費者に至る一般取引の各段階に適正な計量の実施が確保されることにより、消費者保護は実現する。小売商と消費者との間における取引においても、適正計量が実施されれば、消費者は保護されると同時に小売商も繁栄が約束される。」ということが記載されています。

今回の津軽海峡本まぐろの品質見える化事業も、品質情報を数値化することで消費者保護はもちろんのこと、津軽海峡本まぐろの知名度も上がり、地元へ津軽海峡本まぐろを食べに足を運ぶ消費者が増え、そして最後は漁業経営の安定および地域の活性につながるのだと考えています。



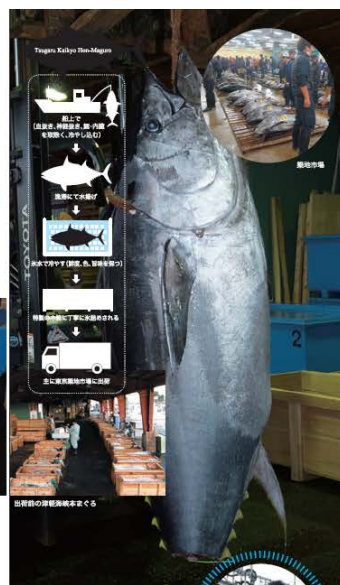
脂の乗りがわかる、鮮度が見える、「フィッシュアナライザ」導入。

津軽海峡本まぐろの品質管理と価値の向上を目指して。

電研及び三原の漁業協同組合では、市場関係者に本まぐろの品質情報を提供するため、非破壊型品質測定器「フィッシュアナライザ」を導入しました。魚を傷つけることなく魚に当てただけで数秒以内に脂肪率が表示されます。測定値は、鮮度低下など品質の目安にもなっており、徹底した品質管理を行っています。

フィッシュアナライザ

微弱な電流を流して、抵抗値から魚体に含まれる脂肪率を表示。複数の周波数で電気を流す多周波測定方式を採用し、電気の流れ方を魚体断面内外の状況から脂肪を分析することで高精度な脂肪率測定を実現しています。また、鮮度低下により、測定値が低くなる原理を利用し、品質管理にも役立てられます。



今年もまぐろを追う若手漁師

牧野 優人さん

「25歳まで出陣で関東方面に行っていました。が、幼い頃から船の上で、漁師の祖父の背中を見ていた。いつかは自分も船に乗ると決めていました。祖父と船に乗るようになって今年で5年目。一人で海に出ることも増えてきて、いちは大きなまぐろは120kgのまぐろを揚げました。8月から1月まで、一年のうち半分はまぐろを追っています。まぐろは夜中の12時に海に出てエサ取りから始めなければなりません。それに海に行ってもないまぐろが来るかどうか分からないのが難しいところだと思います。冬は雨で船が出せない日が多くなるので、そんな時はまぐろの仕掛け作りや自分なりの工夫を凝らしてみるのが面白いんです。ここ、三原と電研には「ダンプ流し」という独自の漁法があります。まぐろが食い付くとダンプ(ワキ)がくる回って白い羽根がフックと上がる。それを見ながら網の間にほんつクワ(ワキ)を調整します。で、つかまらなると取りにいけれど、船を揺るよつにならないうちに、それに自身の力で、まぐろをつかまえて、そして一生、この仕事は続きます。」

本まぐろの天然の旨味は、船上の技法で極まる。

津軽海峡本まぐろは一本釣りと延縄によって漁獲されていますが、そのほとんどは一本釣りによるものです。釣り上げたまぐろは、船上ですばやく血抜きや神経抜きを行い、エラや内臓を取り除いた後、氷水で冷やして鮮度や色、旨味を保ち、極上のまぐろに仕上げられています。各漁協では本まぐろの品質を高めるため、船上での素早い処理を徹底するようマニュアル化し、鮮度の良い本まぐろを東京築地市場などに出荷しています。

船上技法

血抜き

最初に「血抜き」を行うため、まぐろのエラ下の動脈を切断。速やかな血抜き処理が品質の決め手です。

神経抜き

まぐろの頭部中心に穴を開け、ナイロン棒を挿入し、神経を破壊します。これによりまぐろの痙攣を止め体温の上昇を防ぎます。

内臓処理

エラを切り内臓を丁寧に抜き取ります。これにより体温を下げやすくなります。

冷やし込み

まぐろの腹の中に氷が充満するように魚全体を氷水に浸します。速やかに行うことで鮮度低下やヤケ肉を防ぎます。
※エラ内一気抜きされた後の氷水の上層などでタンパク質が変性してしまう危険。

8-3. 鳥羽磯部漁業協同組合の「答志島トロさわら」取り組みについて

日本一海女さんの多い町として有名な三重県鳥羽市には、毎年、美味しい海産物をもとめて多くの観光客が集まりますが、それでも近年は漁業の衰退により観光客は減少していました。そのため、鳥羽市の漁業は漁獲量の減少により従事者の収入が不安定となり、結果、漁業の担い手が不足するという負のスパイラルに陥っていました。

これを断ち切るため、漁獲物の付加価値向上と海洋資源を生かした観光振興などを目的として、平成 27 年 2 月に鳥羽市観光協会、鳥羽磯部漁業協同組合、鳥羽市が一体となって「鳥羽市・漁業と観光の連携促進協議会」を設立しました。そして、当協議会では鳥羽の主要な漁獲物で脂が乗って旨みのあるサワラにターゲットを絞り、より付加価値の高いサワラを「答志島トロさわら」と名付け、ブランド化による魚価向上を目指す取り組みを開始し、その取り組みに活用されたのが Fish Analyzer™でした。



①答志島トロさわらブランド基準

●答志島トロさわらのブランド基準

(1) 一本釣りに限る。 ※刺し網等で漁獲したサワラは水中で死んでしまい鮮度の基準が作りにくいいため除外。

○対象サイズ

(2) 2.1kg 以上、4.0kg 以下とする。

○漁獲日、魚体の状態

(1) 当日に漁獲した個体のみ対象とする。(前日漁獲分は対象外)

(2) 痩せ個体は対象外とする。

(3) 可食部に傷(取り込み時のカギの傷等)のある個体は対象外とする。(目に傷がある個体も対象外)

(4) 変形個体は対象外とする。

○対象となる水揚げ市場

(1) 答志島(和具浦・答志・桃取町)、菅島(菅島)の4支所の市場が対象

※同海域で漁獲する菅島のサワラも対象のため、対象は「答志島をはじめとした鳥羽市の離島で揚がったサワラ」とする。

○締め方、保存方法

(1) 締め方は船上活メとする。

(2) 漁獲後の保存方法が漁業者によって異なるため、ある程度の統一を図る。

(推奨する漁獲後の保存方法等をまとめたものを漁業者に配布)

【開始宣言】

(1) Fish Analyzer™による脂肪含量測定値が平均 10%を超えること。

(2) 測定個体数は 30 個体とする。(無作為に抽出)

(3) 測定日 3 回連続で基準をクリアすること。

(4) 測定対象市場は和具浦市場とする。

(5) 基準をクリアした段階で『答志島トロさわら宣言』を出し、出荷を開始。

【終了について】

(1) Fish Analyzer™による脂肪含量の測定値が平均 10%を下回る、もしくは 5%以下の個体が 2 割を超えた時点で全量計測に変更する。(脂肪含量の測定値が 10%以上の個体のみ「答志島トロさわら」として出荷)

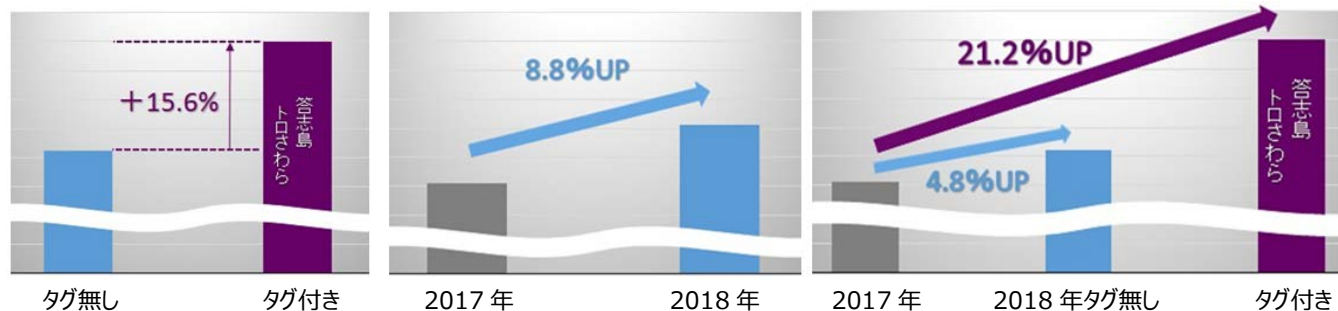
(2) 最長で翌 2 月末日までとする。

答志島近海では、曳(ひ)き釣り漁という釣糸を海に流して船を走らせながら獲る漁法でサワラを漁獲します。刺し網などで獲るサワラとは違い、漁師が一本一本、丁寧に釣り上げたサワラは傷みも少ない極上品です。また、この地域は伊勢湾からのミネラル豊富な水と黒潮が出会う場所に位置しており、エサとなる小魚にも脂が乗っているため、鳥羽のサワラは脂が乗っていると言われていましたが、実際に三重県水産研究所がサワラの脂肪含有量を調査したところ、鳥羽のサワラの脂肪含有量は全国でもトップクラスであることがわかりました。その魅力を「見える化」するため、サワラの脂肪含有量を Fish Analyzer™で測定し、数値を示すことで品質保証と差別化を図りました。

毎年10月、Fish Analyzer™で1日に測定されたサワラの脂肪含有量が3日連続で平均10%を超えると「トロさわら宣言」が出され、答志島トロさわらの出荷が開始されます。答志島トロさわらの尾ビレ付け根部には、ブランド品の象徴となるブランドタグが付けられています。各漁業者によって管理されたブランドタグは、入札前に取り付けられ、タグの裏面には生産者の船名も記載されています。当然のことながら、このブランドタグを付けるための基準は厳格なものとなっていますが、ブランド品のチェック機能もさらに厳しく、基準から外れる痩せ个体、傷个体、変形个体について、漁業者、漁協職員、仲買人の三者による三重チェックが行われています。

②ブランド化実現による価格効果

答志島トロさわらの出荷を開始した2018年、ブランドタグ付きサワラの平均価格はタグ無しより15.6%も増加しました。全体としても、2017年の平均単価と比べ、タグ付きでは21.2%の増加、タグ無しでも4.8%の増加と、ブランド化による知名度アップでサワラ全体の価格を引き上げることに成功しました。



伊勢湾のサワラは秋から冬にかけて脂が乗りますが、最も脂乗りの良くなる時期には脂肪率が20%を超え、「白身のトロ」と言われるほど身が真っ白に見えます。味わいも絶品で、刺身や炙りで食べると、そのトロけるような脂の乗りを感じつつ、さっぱりとしたクセのない味わいを楽しむことができます。今後、答志島トロさわらがブランド魚として定着すれば、漁業従事者の収入は安定し、漁業を目指す若者が増え、漁業の再発展とともに鳥羽市の観光産業もさらに進化すると考えています。



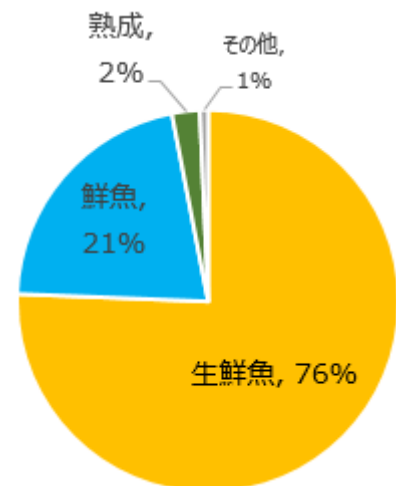
8-4. Fish Analyzer™ による品質管理について

羽田空港を拠点に鮮魚流通を行っている羽田市場株式会社は、従来の流通システムとは異なり、買受人や仲買人を挟まずに流通を簡素化したことで、圧倒的な鮮度とトレーサビリティを実現しています。近年、食の安全への意識の高まりから野菜や果物は生産者の名前や写真が提示されることも多いのですが、水産物はどこで誰が獲ったのかわからないのが一般的でした。羽田市場株式会社の「超速鮮魚」は、「いつ」「誰が」「どこで」「どうやって獲って」「どのように鮮度管理をしているのか」、これらを明確にした上で顧客に届けられています。この羽田市場株式会社でフィッシュアナライザによる品質管理が始まったのは、2018年4月からで、現在までに測定した魚の数は全国77カ所の生産地より入荷した196種類4,000尾にもなります。例えば、キンメダイは全国14カ所の生産地より入荷していますが、測定した292尾の脂肪率の平均値は8.9%であり、文部科学省より発表されている「日本食品標準成分表 2015年版



(七訂)」のキンメダイの可食部100g当たりの脂質含量が9.0gですので、全体的には標準的な成分値であることがわかっています。一方で、2018年12月から2019年2月にかけては下田産のキンメダイを積極的に入荷しており、この時期の下田産キンメダイの平均脂肪率は15.0%と非常に高い数値を示していました。同じように、ソウダガツオ属のヒラソウダは可食部100g当たりの脂質含量が8.4gと脂乗りの良好な魚種であり、これまで全国6カ所の生産地より入荷しましたが、2018年11月は平均脂肪率18.1%の長崎産を多く入荷していました。ブリは可食部100g当たりの脂質含量が17.6gと非常に脂乗りの良い魚種ですが、一方で個体差が大きい魚種でもあります。その中で、2019年1月から2月かけての氷見産の平均脂肪率は20.6%と高い数字であり、この情報を他の地域にも提供することで冬全体の平均脂肪率は16.5%となりました。もちろん、脂乗りには好みがありますので、数値が高いから良いという訳ではありませんが、それでも季節毎の脂肪率、産地毎の脂肪率を把握することは顧客の好みに合わせた出荷が可能となり、信頼関係の強化にもつながります。

一方、鮮度指標は足の速いサバ類など全ての魚種を合わせても、98%が生鮮魚及び鮮度でした。そのサバ類に関して、マサバは現在までに120尾の測定を行いました。鮮度指標の平均は「B」であり、大抵のマサバが致死24時間後には鮮度指標「C」や「D」になっていることを考えると、かなりの短時間で入荷していることがわかりますし、朝便で届く福岡産などは鮮度指標「A」や「A」も多く見られます。ゴマサバは32尾の測定を行いました。鮮度指標の平均は「A」であり、その要因として2018年7月から8月にかけて館山より入荷したゴマサバ7尾中5尾の鮮度指標が「A」であったことが大きく、丁寧に魚を取り扱ったことが伺えます。その魚の取り扱いについて、今、注目しているのが奄美より入荷している「奄美鮮魚 笠利産」です。現在までに36種類676尾、カツオやマハタなど名前をよく聞く魚から、アマミフエキやオオグチイシチビキ、マルクチヒメジといった魚の測定も行いましたが、これら全てを合わせた鮮度指標の平均は「A」であり、長いときには3日以上も操業しているにも関わらず、非常に鮮度の良い状態を保っています。これは、沖締め作業、超低酸素水の活用、荷さばき場の衛生管理など、様々な労力を費やした結果であり、奄美との取引が増加した要因にもなりました。



現在、全国各地の様々な魚の脂肪率と鮮度指標をデータ化する取り組みは始まったばかりですが、データ化が進むことは必ずしも生産者に喜ばれることではないかもしれません。それでも、その手間や苦労は確実に収入に反映されますし、実際に同じ漁獲高でも年収が倍以上になった生産者もいると聞いています。水産物の品質管理は、高品質な水産物を適正価格で流通させ、生産者の所得向上に結びつく新たな仕組みを作るとともに、漁業の地方創生につながると考えています。

8-5. Fish Analyzer™ による栄養管理について

あまり注目されていませんが、実は魚の脂肪率をはかることは栄養管理を行う上で大切なことであり、例えば脂質異常症患者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、腎臓病患者はタンパク質を制限しなければなりません、制限すると全体のエネルギー量が減ってしまうので、その分を脂質から補わなければなりません。

現状の栄養管理は日本食品標準成分表をもとに行われていますが、実際の脂肪率（脂質含量）には個体差があります。例えば2014年12月5日に千葉県銚子港で水揚げされたマサバ400g クラスの脂肪率をみでみると、最も低いもので15.99%、最も高いものでは24.53%とその差は8.54%、これを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。こちらも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。



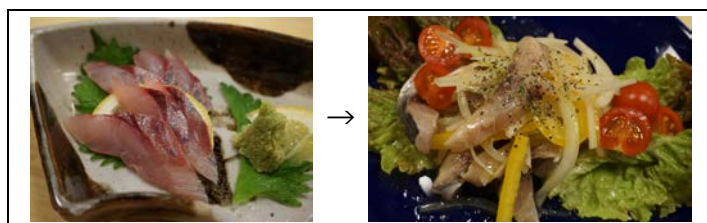
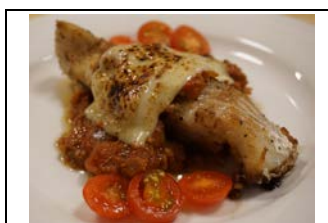
一日の摂取カロリーとして考えれば微々たるものですが、この積み重ねが疾病の引き金となるので、魚の脂肪率を把握することはとても大切なこととなります。もちろん、一概に脂肪率だけを知ればよいというものではありませんが、それでも脂肪率を知ることが栄養管理を行う上で大きな効果が期待できます。

8-6. 魚を美味しく食べるために

兵庫県明石市にある「まえもん kitchen おおき家」で、新しい試みを行っていただきました。旬ではないまだあまり脂の乗っていない脂肪率2%のスズキと、魚の状態が「C」判定のマアジを持ち込み、魚の状態に応じた料理を作ってもらいました。

スズキはチーズを乗せて焼き、ミートソースを和えることで、濃厚でありながらスズキの淡白な美味しさを引き出す料理となりました。もしスズキ自体に脂がもっと乗っている状態であれば、この調理法ではなかったはずですが。「C」判定のマアジはあえて、生で食べる刺身とさらに一手間加えて軽いきずし風に調理したカルパッチョ仕立てで食べ比べをしてみました。こちらの結果は歴然で、刺身で食べたときは後味を強めに感じましたが、塩の脱水作用により余分な水分と臭みが抜け、マアジの旨みを活かしたまったく別の料理に生まれ変わっていました。また、脂量が多い魚を調理する場合、味がなじみにくいことがあるので、切りかけ造り(切り込みを入れてから切り離す)など包丁の入れ方を変えるという工夫をすることもできます。

Fish Analyzer™ および、Fish Analyzer™ PRO は素材が本来持っている良さを、よりの確に見極めた上で、調理方法に変化と幅を持たせることができるのです。魚の状態を判別するひとつの指標となり、「魚価向上」や「品質管理」にご活用していただくことも大切な任務ではありますが、魚を扱う方、食べる方に安心・安全を与え、最後まで魚を美味しく食べていただくことにご活用していただきたいと願っております。



8-7. Fish Analyzer™ を用いた研究報告

- 1) 長谷川淳, 小林正三: 魚肉における導電率と脂質含量の関係. 千葉水総研報 2010, 5: 25-30.
- 2) 村田昌一: 鮮魚用脂肪含量測定装置の開発. 産学官連携ジャーナル 2015, 11(7): 11-13.
- 3) 村田昌一, 谷山茂人, 橘勝康, 久保久美子, 川口和宏, 小山智行, 長谷川淳, 岡部修一, 三田尾健司, 金庭正樹: 鮮魚用脂肪含量測定装置の開発. アクアネット 2015, 3: 44-48.
- 4) 久保久美子, 古賀恵実, 松本欣弘, 桑原浩一: 簡易測定器による非破壊での養殖クロマグロ肉の脂肪量推定の可能性. 長崎県水産試験場研究報告 2014, 40: 21-27.
- 5) 小山智行, 小林正三, 瀧口明秀: 電気抵抗値による魚肉脂質含量の推定精度に関与する要因の解明. 千葉水総研報 2014, 8: 21-26.
- 6) 久保久美子, 松本欣弘, 桑原浩一, 岡部修一, 谷山茂人, 橘勝康, 村田昌一: インピーダンスを用いたブリおよびマアジの脂肪量の非破壊測定. 日本水産学会誌 2016, 82: 743-752.
- 7) 吉満友野, 川島時英, 小林正三: マサバにおけるインピーダンスの経時変化を考慮した粗脂肪量推定. 千葉水総研報 2017, 11: 1-7.
- 8) 吉満友野, 川島時英, 小林正三: 生体電気インピーダンス法によるキンメダイ粗脂肪量の推定. 水産技術 2017, 9(2): 63-69.
- 9) 小山智行, 長谷川淳, 瀧口明秀, 橘勝康, 村田昌一, 谷山茂人, 小林正三: 電気抵抗値を用いたマサバの魚肉脂質含量の推定技術の開発. 日本水産学会誌 2018, 84(2): 274-279.
- 10) 石原成嗣, 竹谷万里, 井岡久, 清川智之: インピーダンスによるムシガレイ鮮度の非破壊測定. 島根水技セ研報 2018, 11: 1-9.
- 11) Pengxiang Yuan, Yao Wang, Riho Miyazaki, Jia Liang, Katsuya Hirasaka, Katsuyasu Tachibana, Shigeto Taniyama: A convenient and nondestructive method using bio-impedance analysis to determine fish freshness during ice storage. Fish Science 2018, 84: 1099-1108.
- 12) 袁鵬翔, 王曜, 宮崎里帆, 平坂勝也, 橘勝康, 谷山茂人: 養殖ブリの種々の保存温度における死後硬直と魚肉インピーダンスの関係. 日本食品化学学会誌 2019, 26(11): 11-16.
- 13) 岡部修一, 村田昌一: フィッシュアナライザの技術解説と活用事例. ていち 2019, 136: 36-46.
- 14) 岡部修一, 村田昌一: 「フィッシュアナライザ」の活用事例. アクアネット 2020, 6: 40-42.
- 15) 武田崇史, 岡部修一, 安江尚孝: 紀伊水道で漁獲された浮魚類における生体電気インピーダンスと脂質含量との関係. 水産技術 2020, 13(1): 21-26.

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>)

各種お問い合わせ： (<https://www.yamato-scale.co.jp/support/inquiry/>)

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	KDX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・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番2号	博多エイトビル1階 TEL.092-471-1921

Fish Analyzer™, Fish Analyzer™ PRO, Fish Analyzer™ Type S「技術資料」
初版（発行日：2021年3月17日）