

# Fish Analyzer™ シリーズ

# 技術資料 2025

---

## 目 次

---

	頁
<b>1章 Fish Analyzer™の測定原理について</b>	
1-1. インピーダンスとは.....	4
1-2. Fish Analyzer™の測定原理について	
1-2-1. 脂肪率の測定原理.....	4
1-2-2. 鮮度の測定原理.....	4
1-2-3. 解凍品の判別原理.....	5
1-3. Fish Analyzer™の測定範囲について -アタッチメントの装着- .....	5
1-4. Fish Analyzer™の回路構成について.....	6
<b>2章 正しい測定を行うために</b>	
2-1. 脂肪率は致死から 2~3 時間後を目安に測定してください.....	7
2-2. 鮮度は致死翌日から測定を開始してください.....	8
2-3. 活魚は水温 20°Cを目安に測定してください.....	8
2-4. 正しい測定のしかた.....	9
2-5. 脂肪率決定のしかたと脂乗りの判断基準について	
2-5-1. 一回測定の脂肪率決定のしかた.....	9
2-5-2. 連続測定の使いかた（推奨） .....	10
2-5-3. 脂乗りの判断基準となる統計情報について.....	10
<b>3章 魚種毎の基本情報と測定方法について</b>	
Ver.1.00 ●Fish Analyzer™ 魚種 No.1 「マアジ」.....	11
Ver.1.00 ●Fish Analyzer™ 魚種 No.2 「マサバ」.....	12
Ver.2.00 ●Fish Analyzer™ 魚種 No.3 「ゴマサバ」.....	13
Ver.1.00 ●Fish Analyzer™ 魚種 No.4 「マイワシ」.....	14
Ver.1.00 ●Fish Analyzer™ 魚種 No.5 「サンマ」.....	15
Ver.1.00 ●Fish Analyzer™ 魚種 No.6 「ブリ」.....	17
Ver.1.00 ●Fish Analyzer™ 魚種 No.7 「マグロ」.....	18

	頁
Ver.2.00 ●Fish Analyzer™ 魚種 No.8 「マダイ」.....	19
Ver.2.00 ●Fish Analyzer™ 魚種 No.9 「キンメダイ」.....	20
Ver.2.00 ●Fish Analyzer™ 魚種 No.10 「カツオ」.....	21
Ver.2.00 ●Fish Analyzer™ 魚種 No.11 「サケ」.....	22
Ver.2.00 ●Fish Analyzer™ 魚種 No.12 「ニジマス」.....	23
Ver.2.00 ●Fish Analyzer™ 魚種 No.13 「サワラ」.....	24
Ver.2.00 ●Fish Analyzer™ 魚種 No.14 「メダイ」.....	25
Ver.3.00 ●Fish Analyzer™ 魚種 No.15 「スズキ」.....	26
Ver.3.00 ●Fish Analyzer™ 魚種 No.16 「ハタハタ」.....	27
Ver.3.00 ●Fish Analyzer™ 魚種 No.17 「マハタ」.....	28
Ver.3.00 ●Fish Analyzer™ 魚種 No.18 「ヒラソウダ」.....	29
Ver.3.00 ●Fish Analyzer™ 魚種 No.19 「アナゴ」.....	30
Ver.3.00 ●Fish Analyzer™ 魚種 No.20 「マルアジ」.....	31
New ●Fish Analyzer™ 魚種 No.21 「ホッケ」.....	32
New ●Fish Analyzer™ 魚種 No.22 「カンパチ」.....	33
New ●Fish Analyzer™ 魚種 No.23 「シイラ」.....	34
New ●Fish Analyzer™ 魚種 No.24 「ハガツオ」.....	35
New ●Fish Analyzer™ 魚種 No.25 「サーモン」.....	36
New ●Fish Analyzer™ 魚種 No.26 「サツキマス」.....	37
New ●Fish Analyzer™ 魚種 No.27 「コイ」.....	38
New ●Fish Analyzer™ 魚種 No.28 「アカムツ」.....	39
<b>4章 他の魚種や生きている魚を測定する場合（生鮮魚、活魚）</b>	
4-1. 全魚種共通の脂肪率計算式「生鮮魚」.....	40
4-2. 全魚種共通の脂肪率計算式「生鮮魚（魚体の厚み3cm以下の小魚用）」.....	41
4-3. 生きている魚の脂肪率計算式「活魚」.....	42
4-4. 研究モードについて（オリジナル脂肪率計算式の作成について）	
4-4-1. 新たに脂肪率計算式を作成する場合.....	43
4-4-2. 鮮度変化や他の食品の品質を研究する場合.....	44
4-5. 魚類の脂乗りの目安（日本食品標準成分表より）.....	45
<b>5章 Fish Analyzer™シリーズについて</b>	
5-1. Fish Analyzer™シリーズについて.....	47
5-2. Fish Analyzer™ PRO の鮮度判定のしかた（鮮度指数の計算）.....	47
5-3. Fish Analyzer™ Type S の特徴.....	49
5-4. Fish Analyzer™ Type S の生産地モードについて.....	49
5-5. Fish Analyzer™ Type S の消費地モードについて.....	50

	頁
<b>6 章 Fish Analyzer™を活用したブランド魚の紹介</b>	
6-1. 明石浦漁業協同組合「浦サワラ」……………	51
6-2. 鳥羽磯部漁業協同組合の「答志島トロさわら」……………	52
6-3. 高知県室戸市「室戸春ぶり」……………	53
6-4. 熊野灘ぶり振興協議会「みえ春ぶり」……………	54
6-5. 館浦漁業協同組合「とよひめシイラ」……………	55
6-6. 愛媛県愛南町「媛スマ」……………	55
<b>7 章 その他の技術資料</b>	
7-1. 大切にお使いいただくために	
7-1-1. 電池ボックス内の清掃について……………	56
7-1-2. アタッチメントの清掃について……………	56
7-2. Fish Analyzer™に関連する研究報告……………	57
7-3. 書籍紹介……………	59

## はじめに

### – 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 –

Fish Analyzer™は、おいしさ指標のひとつである「脂質の含量」を簡便かつ非破壊で測定できる装置を開発することを目的に、水産総合研究センター（現 国立研究開発法人 水産研究・教育機構）、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と共同開発した装置です。

そして Fish Analyzer™の発売以来、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比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います。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言われています。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。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異なる数値を示す場合もあります。

とはいっても、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います。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。尚、本技術資料は8-2の文献、そして8-3の書籍を参考に記載していますので、オリジナルの文献もぜひお読みいただければと思います。

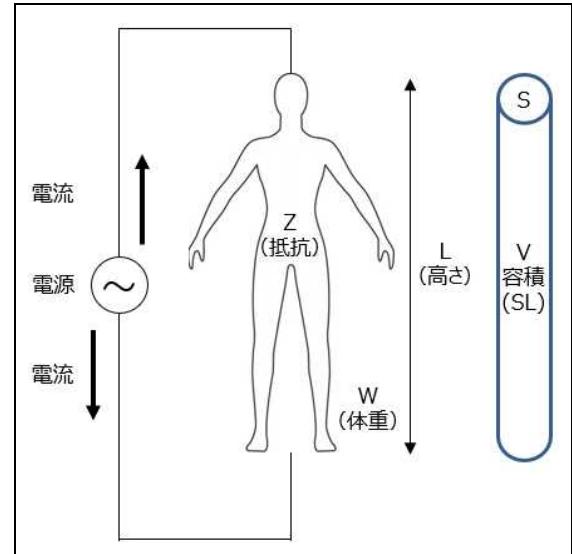
大和製衡株式会社

岡部修一

## 1-1. インピーダンスとは

インピーダンスは、交流電流の流れに対する周波数依存抵抗であり、コンデンサやインダクタを含む電気回路における交流電圧に対する電気の流れにくさを表した物理量です。インピーダンスはレジスタンスとリアクタンスの合成抵抗であり、レジスタンスは電気の流れに対する導体の純粋抵抗で、リアクタンスは容量性を表す抵抗です。

インピーダンスは高さに比例し、断面積に反比例することから、高さや断面積が異なるものを測定する場合、計算上の補正が必要となります。被計量物を円柱形（高さ  $L$ 、断面積  $S$ 、 $\rho$ =伝導係数）と仮定すると、円柱形の インピーダンス  $Z = \rho L / S$  として表すことができます。この分子と分母のそれぞれに  $L$  を乗じると  $Z = \rho L^2 / SL$  となり、 $SL$  は円柱の容積を示すことから 容積  $V = \rho L^2 / Z$  で算出することができます。電気は除脂肪組織（脂肪以外の組織）を通過するため、容積  $V$  は除脂肪組織と考えられます。Fish Analyzer™は電極間距離が固定であるため、長さの補正は不要ですが、魚体によって断面積は異なりますので、魚体の厚み 3cm を境目にアタッチメントの装着の有無を決めており、魚体の厚み 3cm 以下の場合はアタッチメントを装着して測定を行います。詳しくは 1-3 をお読みください。



## 1-2. Fish Analyzer™の測定原理について

### 1-2-1. 脂肪率の測定原理

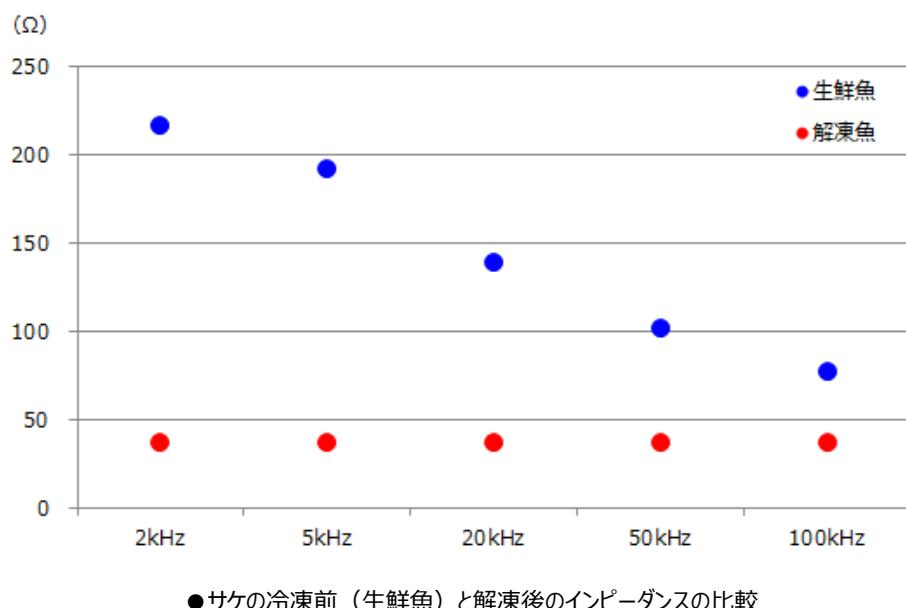
Fish Analyzer™では、魚体に電気を流すことで脂肪率や鮮度を測定しています。魚体組織には水分が多い細胞と水分が少なく細胞があり、水分量により電気の流れやすさが異なります。魚体に微弱な交流電流を流すと、電気は主に除脂肪組織を通過します。これは除脂肪組織が水分に富み、電気を流しやすいからです。一方、脂肪組織は水分をほとんど含まないため、高い抵抗性を示します。この電気の流れにくさより脂質含量を推定するのが、脂肪率測定の基礎となります。

### 1-2-2. 鮮度の測定原理

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。細胞は、導電性（電気を通す性質）と容量（誘電）性（電気を蓄える性質）を持ち合わせています。細胞を覆う細胞膜はリン脂質を主成分とする脂質二重層の絶縁体ですが、表面に親水性のある電解液を含むことから、電気的にはコンデンサの役割を担います。コンデンサとは、金属のような電気を通す導体の間に絶縁体を挟んだ構造の電子部品であり、極性が交互に変化する交流に合わせて充電・放電を繰り返し、交流電流を通過させます。細胞も、コンデンサの役目を担う細胞膜と導体として働く体液成分が組み合わさった等価回路とみなすことができるため、新鮮な魚体に電気を流した場合、低い周波数のときは細胞膜に蓄電するのみで、電気は細胞外を経路とし、周波数が高くなるにつれ、電気は細胞を通じて最短経路をたどるようになります。これは低い周波数ほど誘電率が高い、すなわち電気を貯めやすく、細胞を通過しにくくなる性質があり、結果として経路が長くなることから、新鮮な魚体は低い周波数のインピーダンスが非常に高い値を示します。一方、致死後は時間経過とともに電気を蓄えていた細胞膜が劣化し、細胞の保水性が失われ、細胞間の隙間も大きくなることから、低い周波数のインピーダンスは著しく低下するとともに、最終的に高い周波数のインピーダンスと類似の経路をたどるようになり、数値的にも近い値を示すようになります。この周波数毎のインピーダンス差より鮮度を判定するのが、鮮度測定の基礎となります。

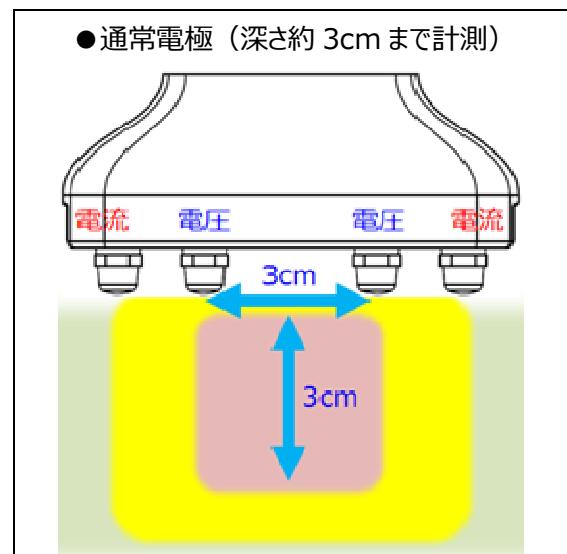
### 1-2-3. 解凍品の判別原理

Fish Analyzer™の大きな特徴のひとつに、解凍品を瞬時に見極められる技術が挙げられます。冷凍・解凍した個体のインピーダンスは、冷凍・解凍していない個体と比べ、数値が低いだけでなく、周波数毎の差が完全に失われてしまいます。これは冷凍および解凍により細胞の損傷だけでなく、電気を蓄電する細胞膜も損傷し、細胞膜の絶縁性（容量性）が失われるため、どの周波数でも電気が同じ経路をたどるからだと考えられています。下記にサケの冷凍前（生鮮魚）と解凍後のインピーダンスの比較を示しましたが、冷凍前は周波数毎に大きな数値差が見られたのですが、解凍後はその周波数毎の差が失われていることがわかります。Fish Analyzer™で解凍品を測定した場合、脂肪率や鮮度は表示せず、「解凍品」と表示します。食品表示法では、冷凍したものを解凍した水産物には「解凍」と記載することが義務化されていますので、冷凍品の見極め技術のひとつとしてインピーダンス法は有効であると言えます。また、前記のとおり冷凍品や解凍品の脂肪率の数値化、および鮮度判定は表示されませんが、研究モードによるインピーダンス測定は可能であり、丁寧な冷凍・解凍を行った場合、周波数毎の差は示さないものの、インピーダンスは高い値を示します。尚、著しく鮮度が低下し、細胞が大きく劣化した個体も「解凍品」と表示される場合があります。**Fish Analyzer™の解凍品判別は、20kHzと100kHzのインピーダンスの差が4Ω以下となった場合に「解凍品」と表示しています。**

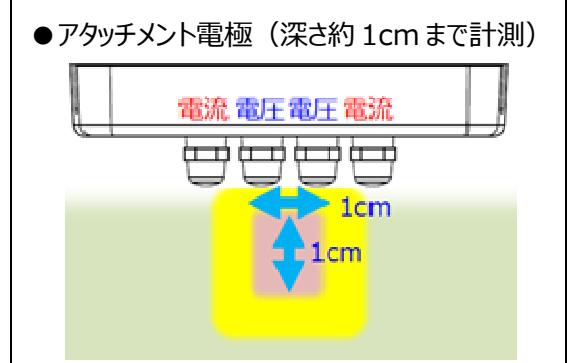


### 1-3. Fish Analyzer™の測定範囲について -アタッチメントの装着-

Fish Analyzer™のハード構成は、4つの電極を一列に配置しています。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。オームの法則に従い、外側の電流極から 100~300 $\mu$ A の交流電流を流し、内側の電圧極で電圧を検出することで、インピーダンスは算出されます。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、表面の測定に優れています。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、内部の測定に優れていると言われており、魚においては鱗や滑りの影響も回避できることが想定できます。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。



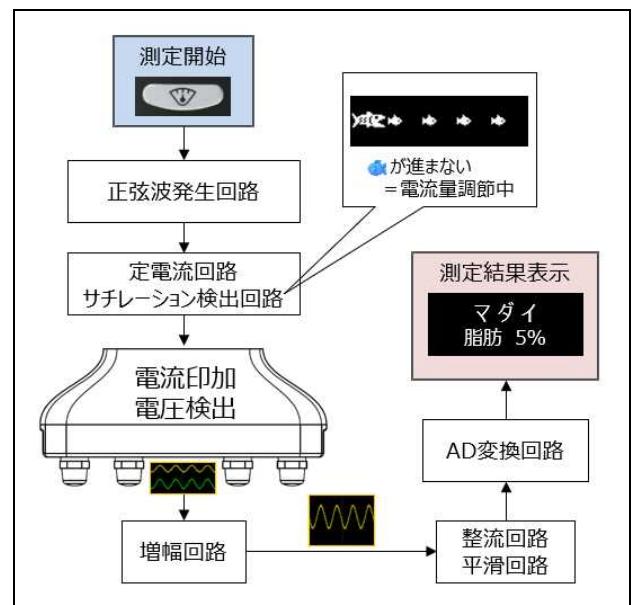
また、基本的に測定の深さは、電圧間の距離分に相当します。魚体の厚みが電圧間距離以上あれば測定に影響はないのですが、一方でインピーダンスは断面積に反比例する特性があり、魚体が薄いと、脂肪に関係なく高い値を示します。実際に、電圧極間距離の異なる装置を用いて計測したマアジの 100kHz インピーダンスとソックスレー法による脂質含量との関係を調べたところ、電圧間距離が 3cm の場合は脂質含量との相関係数は  $r=0.48$  でしたが、電圧間距離が 1cm の場合は  $r=0.70$  と高くなることが確認されています。そのため、



マアジ、マイワシ、サンマ、ハタハタ、アナゴ、これらの魚種を測定する場合、さらには魚体の厚み 3cm 以下の魚を「生鮮魚」で測定する場合は、アタッチメントを装着して測定を行います。Fish Analyzer™での脂肪率の測定は、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測定を行います。現在、ヒト用として発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活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、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分に電極を当てる測定方法は「局所測定法」と呼ばれています。局所測定法は、測りたい部位に直接電極を当てますので、電極を当てる部位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いない部位については推定要素が加わります。また、電気は流れやすいところを通過する特性があるため、電極間の測定範囲内で筋肉組織の先に脂肪組織があったとしてもそこには電気は流れず、化学分析の結果との間に誤差が生じる要因となります。

#### 1-4. Fish Analyzer™の回路構成について

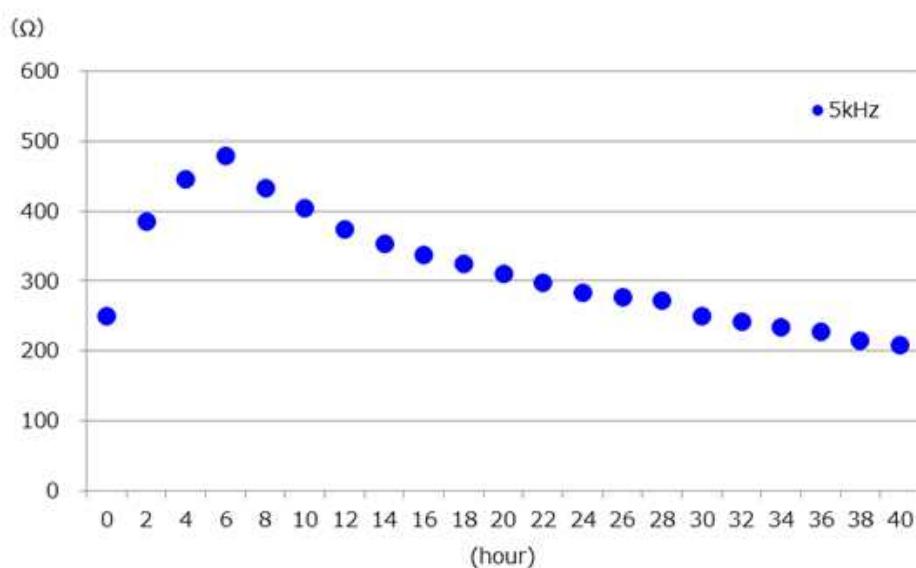
Fish Analyzer™では、複数の回路構成によりインピーダンス測定を行っています。測定が開始されると、まず正弦波形発生回路にて方形波を正弦波形に変換し、次に定電流回路にて正弦波形に応じた一定の交流電流を流します。その際、サチュレーション検出回路は検出電圧が所定範囲を超えててしまう飽和（サチュレーション）状態を確認し、飽和状態を確認した場合は、基準電圧以下になるよう電流量を調節します。鱗の大きい魚、表皮が乾燥している魚体を測定すると、 が次に進まない場合があります。これは、電圧の飽和状態をサチュレーション検出回路が検出し、電流量を絞っているからであり、このような現象が頻繁にみられる場合は、連続測定機能をご使用されることを推奨します。交流電流にて電圧を検出したら、增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。



尚、Fish Analyzer™は内部にキャリブレーション回路を搭載しており、測定時は複数の基準抵抗器を使って抵抗値を確認してから魚体のインピーダンス測定を行っています。したがって、装置の使用前に校正作業を行う必要はありませんが、高温多湿の環境下で長時間、使用または保管された場合、または内部に水の侵入などがあった場合などは、基準抵抗器の劣化だけでなく装置自体の故障につながりますので、くれぐれも装置は大切にご使用ください。

## 2-1. 脂肪率は致死から2~3時間後を目安に測定してください

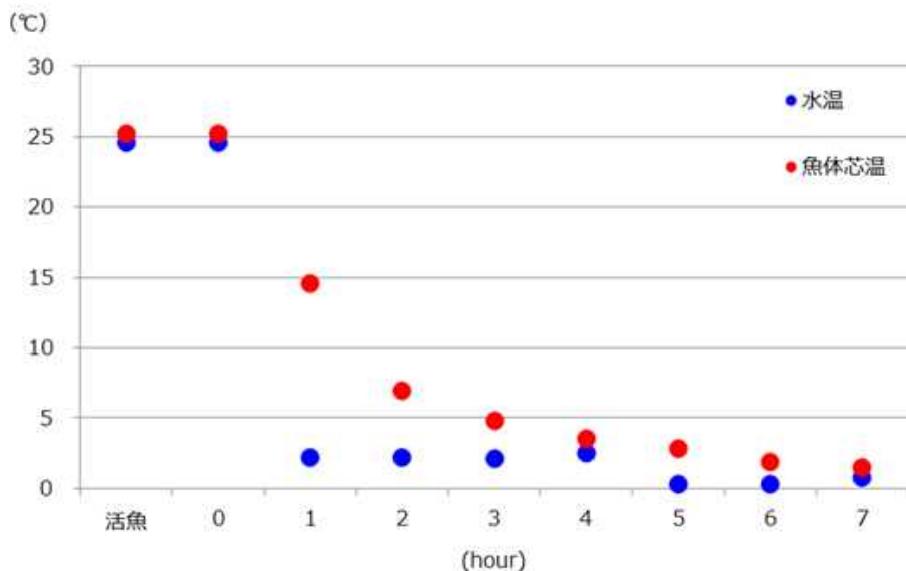
Fish Analyzer™の脂肪率は、身質と魚体温の変化に容易に反応してしまいます。まず身質について、下記にスマの致死から2時間毎の5kHzインピーダンスの変化を示しましたが、致死から2時間後までインピーダンスは急激な上昇を示し、その後は緩やかに上昇を続け、6時間後に上昇のピークを迎え、その後は緩やかに下降します。この急激な上昇の要因として、致死による血流の停止と損失、そして冷やし込みによる温度変化などが考えられますが、少なくとも致死から2時間以内は測定を避ける必要があり、さらに時間が経過すると強い死後硬直の影響を受ける可能性がありますので、身質変化の観点から考えると、脂肪率の測定は致死から2~3時間後が適切となります。以前のFish Analyzer™では「水揚げ翌日<sup>24</sup>」モードを搭載しておりましたが、翌日の魚は強い死後硬直を示す個体もいれば、すでに硬直が解けた解硬を示す個体もあり、平均的には十分に脂肪率が推定できるものの、個体毎では誤差が生じる可能性がありますので、より正確な脂肪率を提供するため2025年の新バージョンより翌日の脂肪率の測定を廃止しました。



●スマの致死から2時間毎の5kHzインピーダンスの変化（データ提供：愛媛大学南予水産研究センター）

脂肪率の測定を行う際、魚は丸のまま（何も加工されていない状態）で測定を行います。丸のまま測定する理由について、Fish Analyzer™の脂肪率は皮下脂肪組織から筋肉組織へ電気が通過することを想定して基礎データを収集しています。電気は流れやすいところを通過する特性があるため、例えば筋肉組織の先に脂肪組織があったとしてもそこには電気は流れず、筋肉組織のみを流れます。実際に、フィレを皮下脂肪側と筋肉側から測定した場合では数値は全く異なり、筋肉側から測定した場合のインピーダンスは、かなり低い値を示します。その他、1-1で記載したとおり、インピーダンスは断面積の影響を受けるため、脂肪率の測定はフィレや加工された状態では行わず、丸のまま測定してください。フィレでの脂肪率測定を希望される場合は、独自でオリジナル計算式を作成する必要があります。オリジナル計算式の詳細については4-4をお読みください。

温度の影響については、すでに多くの研究報告がされており、例えば長崎県総合水産試験場の研究によると、氷蔵していたブリを10°Cの水槽に入れ、次に水温を20°Cに昇温させた後、再び10°Cに冷却、最後は発砲スチロール箱の中で氷蔵状態に戻したところ、すべての周波数帯で魚体温を上げるとインピーダンスは低下し、再び魚体温を下げるとインピーダンスが元の数値に戻ることが確認されています。また、次のページにブリの致死から1時間毎の水温と魚体芯温の変化を示しましたが、致死後すぐに冷やし込みを行った場合、魚体の芯温は2~3時間後に落ち着く傾向を示しています。以上を踏まえ、**脂肪率は致死後すぐ、丸のまま5°C以下まで冷やし込みを行った後、2~3時間後を目安に測定してください**。尚、脂肪率の測定後、画面には脂肪率と一緒に100kHzインピーダンスが表示されます。100kHzインピーダンスは、脂肪率と最も相関の高いインピーダンスですので、脂肪率と合わせ、評価の参考にしてください。



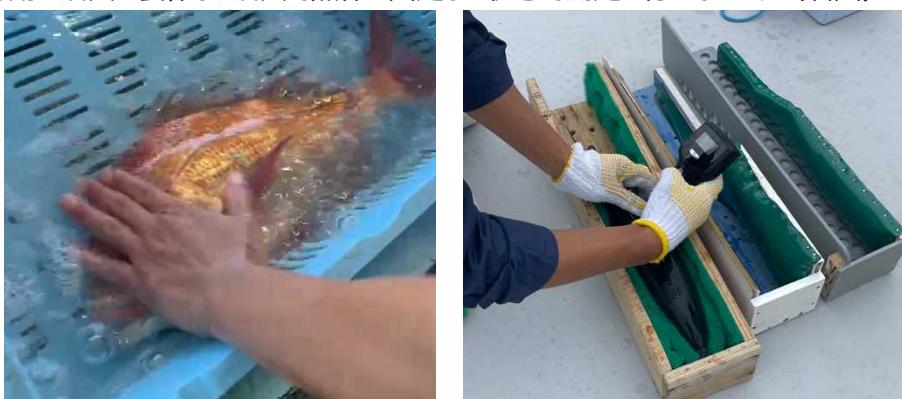
●ブリの致死から 1 時間後との水温と魚体芯温の変化 (データ提供 : 長崎県総合水産試験場)

## 2-2. 鮮度は致死翌日から測定を開始してください

一般的に、魚の鮮度の最も良い状態は活魚もしくは締めてすぐの状態ですが、インピーダンスで鮮度を見る場合、必ずしもそうはなりません。前記にスマの時間毎の5kHzインピーダンスの変化を示しましたが、致死後すぐは低い値を示し、6時間後まで上昇を続け、その後は緩やかに下降し始め、30時間後には致死後と同じ値を示しています。すなわち、致死後の魚のインピーダンスには上昇期と下降期があり、同じ数値が2度現れますので、上昇期と下降期のいずれかで鮮度測定をする必要があります。このインピーダンスの上昇は、致死から24時間後には落ち着く傾向にあります。以上を踏まえ、鮮度は致死翌日から測定を開始してください。尚、鮮度の測定後、画面には鮮度判定と一緒に鮮度指数が表示されます。この鮮度指数をもとに鮮度判定は行われていますが、鮮度指数の詳細については5-2をお読みください。

## 2-3. 活魚は水温 20°Cを目安に測定してください

「活魚」は活きた状態の魚を意味しますので、活魚測定は活きたまま測定を行います。測定の際、魚が暴れると魚体を傷つける可能性がありますので、まずは魚を落ち着かせることを心がけてください。参考までに、明石浦漁業協同組合では魚をカゴに入れた状態で魚体を水に浸け、魚の目を隠すなど魚が安定したところで測定を行っています（左図）。また、長崎県総合水産試験場では、専用の治具を製作し、治具で魚体を固定した状態で測定を行っています（右図）。



2-1で記載したとおり、Fish Analyzer™の脂肪率は魚体温の変化に容易に反応してしまいます。長崎県総合水産試験場がブリの魚体温とインピーダンスの関係を調べたところ、魚体温が1°C上昇するごとにインピーダンスは100kHzで1.45Ω、50kHzで1.98Ω、それぞれ低下することが確認されました。これを活魚の計算式に当てはめると、魚体温が5°C変化すると脂肪率は約0.5%変化しており、1目量の誤差が生じる可能性があります。活魚の基礎データを収集は、魚体温の目安となる水温21.5±3.1°Cの状況下で行いました。以上を踏まえ、**活魚は水温20°Cを目安に測定してください**。尚、活魚はアタッチメント無しで基礎データを収集していますので、測定は魚体の厚み3cm以上の個体で行ってください。

## 2-4. 正しい測定のしかた

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、接触のしかたで数値がばらつく可能性があります。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本体を正しくもつ	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ないか、確認してください。</p>

## 2-5. 脂肪率決定のしかたと脂乗りの判断基準について

### 2-5-1. 一回測定の脂肪率決定のしかた

前記のとおり Fish Analyzer™は接触型の装置であり、魚体との接触のしかたで数値がばらつく可能性があります。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、「」が止まって進まなかった場合は2回目の測定を行います。

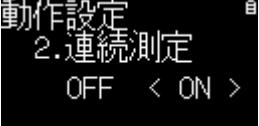
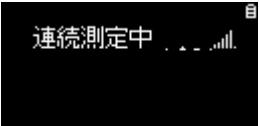
手順② 2回目の測定を行った場合、最初の測定結果との差が±2%以内であれば、2回の平均値を採用します。

→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、その中央値を採用します。

## 2-5-2. 連続測定の使いかた（推奨）

Fish Analyzer™では、2025年の新バージョンより「連続測定機能」を搭載しました。これは測定中、魚体に電極を当てる間は測定が継続される機能で、を押すか、魚体から電極を離すまで測定が継続されます。連続測定は安定した測定結果が得られやすいので、特に脂肪率の測定には連続測定を推奨しています。

操作内容		表示画面
①	 を押し続け、Menu画面を呼び出し <u>動作設定</u> を選択します。続けて、カーソルを <u>2.連続測定</u> に合わせ  を押し、 <u>ON</u> を選択して  を押します。	 動作設定 2.連続測定 OFF < ON >
②	連続測定を開始します。所定の位置に電極を当て  を押します。 正確に測定されている場合、画面中のバーが減少し、最後に  が現れます。	 連続測定中 
②	連続測定中、電極を当てる間は画面中央に最新の測定結果が表示され、画面下には直近3回分の脂肪率が表示されます。	 連続測定中  脂肪 8% 71g 8% 8% 8%

## 2-5-3. 脂乗りの判断基準となる統計情報について

脂肪率が測定できたところで果たして脂乗りがよいのか、その判断を行う必要があります。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当たりの含量」があり、4-5にタンパク質(g)、脂質(g)、そして脂質(%)を記載しましたが、同じく3章にFish Analyzer™搭載魚種のソックレー法や比重法による脂質含量も記載されていますので、脂乗りを判断する目安としてご活用ください。また、8-2にFish Analyzer™に関する研究報告が記載されており、この中には各地の魚の脂乗りについての報告もあります。一例として、三重県水産研究所、尾鷲市役所によると、熊野灘で漁獲されたブリの脂質含量は4月下旬でも10%以上の個体が81%を占め、2020年は15%以上の個体が68%も占めていたことを報告しています。山形県水産研究所によると、庄内浜産マダイの平均脂質含量は、1月に10.5%と最も高くなり、その後は低下し、6月に3.5%と最も低くなったことを報告しています。北海道立総合研究機構 中央水産試験場によると、道産ホッケの平均脂質含量は、7月に7.7%と最も高くなり、9月以降は顕著に減少したことを報告しています。高知県水産試験場によると、高知県室戸岬周辺の定置網漁場に来遊するブリの脂質含量は、3月の漁獲尾数増加とともに平均脂質含量は上昇し、4月中には10%以上の値を示した後、5月になると漁獲尾数減少とともに平均脂質含量も低下したことを報告しています。高知県室戸漁業指導所によると、高知県東部海域におけるヒラソウダの脂質含量は、中銘柄（重量800～1,000g）で11月と12月に平均12%以上となり、大銘柄（重量1,000g以上）でも12月に平均13.9%と高い値を示したことを報告しています。詳細については、8-2に記載されているオリジナルの文献をお読みいただければと思います。

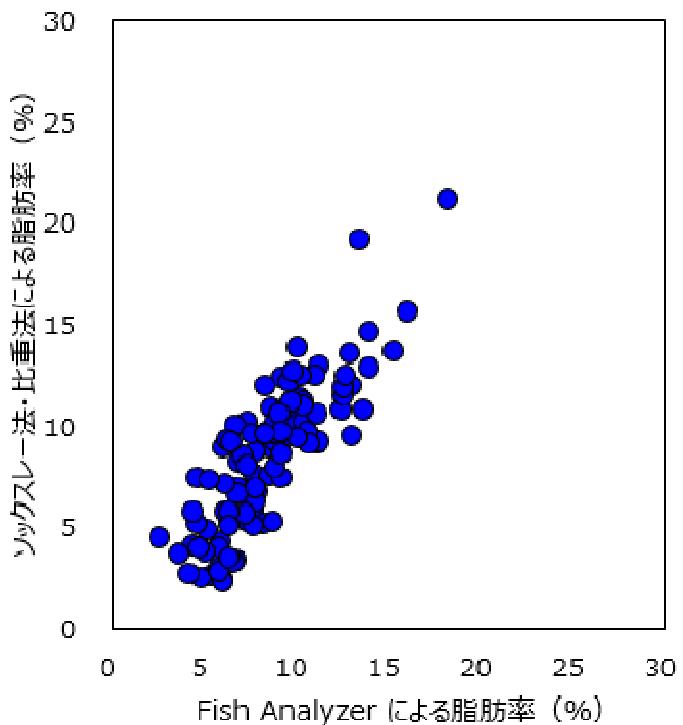
### ●統計情報のみかた

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。

## ●Fish Analyzer™ 魚種 No.1 「マアジ」

## &lt;基本情報&gt;

種類	マアジ (養殖含む)
場所	長崎県、千葉県、島根県、宮崎県
時期	春、夏、秋
データ数	104 例
尾叉長	平均 $20.8 \pm 2.5\text{cm}$
	最小 16.2cm, 最大 30.0cm
重量	平均 $121 \pm 40\text{g}$
	最小 52g, 最大 318g
脂質含量	
平均値	8.4 $\pm$ 3.7%
25 パーセンタイル値	5%
中央値	9%
75 パーセンタイル値	11%
化学分析法 との関係	重相関係数 $R=0.83$ 推定誤差 $S.E.E.=\pm 2.1\%$
100kHz 単相関	$r=0.7$
魚の状態	平均 A (鮮度指数 0.52)
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、宮崎県水産試験場

## &lt;測定方法&gt;

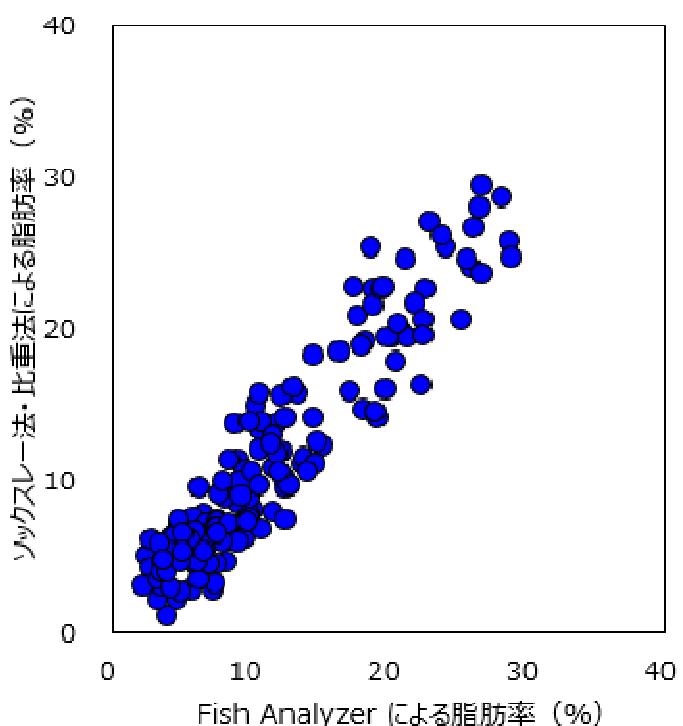
- ①アタッチメントを装着して測定を行ってください。
- ②第1背ビレと第2背ビレの間に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

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＞

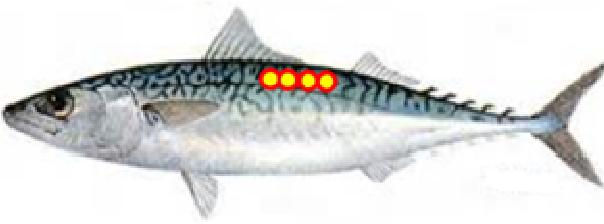
種類	マサバ
場所	千葉県
時期	春、夏、秋
データ数	150 例
尾叉長	平均 $33.4 \pm 3.9$ cm
	最小 24.5cm, 最大 40.5cm
重量	平均 $471 \pm 171$ g
	最小 171g, 最大 921g
脂質含量	
平均値	11.7 $\pm$ 7.1%
25 パーセンタイル値	6%
中央値	10%
75 パーセンタイル値	16%
化学分析法 との関係	重相関係数 $R=0.92$
	推定誤差 $S.E.E.=\pm 2.4\%$
100kHz 単相関	$r=0.8$
魚の状態	平均 A (鮮度指数 0.52)
その他	300g 以下は数値が高めに表示され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＞

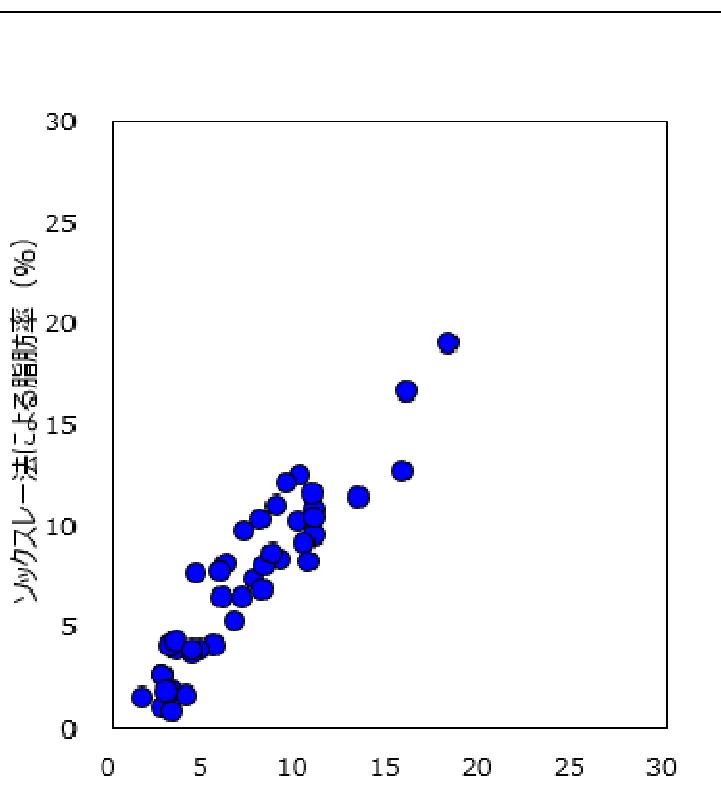
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背ビレの後端に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。
- ③致死後 2 時間程度のマサバを測定する場合、「マサバ」ではなく「生鮮魚」を選択してください。

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 $36.8 \pm 2.1$ cm
	最小 31.2 cm, 最大 42.7 cm
重量	平均 $714 \pm 132$ g
	最小 449 g, 最大 1,215 g
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 $S.E.E.=\pm 1.6\%$
100kHz 単相関	$r=0.8$
魚の状態	平均 S (鮮度指数 0.54)
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：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  
千葉県水産総合研究センター、館山水産事務所

### ＜測定方法＞

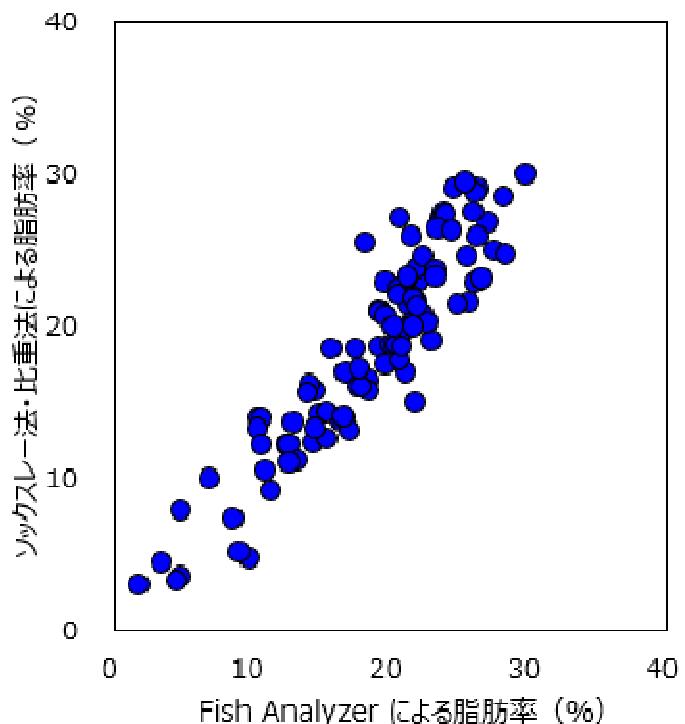
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背ビレの後端に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。



## ●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、宮崎県、北海道、石川県
時期	春、夏、秋、冬
データ数	104 例
被鱗体長	平均 $17.7 \pm 3.6$ cm
	最小 11.2cm, 最大 23.7cm
重量	平均 $83 \pm 44$ g
	最小 17g, 最大 156g
脂質含量	
平均値	18.4±6.6%
25 パーセンタイル値	14%
中央値	19%
75 パーセンタイル値	24%
化学分析法 との関係	重相関係数 $R=0.92$
	推定誤差 $S.E.E.=\pm 2.6\%$
100kHz 単相関	$r=0.8$
魚の状態	平均 A (鮮度指数 0.51)
その他	—



データ提供：千葉県水産総合研究センター、宮崎県水産試験場、釧路水産試験場、石川県水産総合センター

### <測定方法>

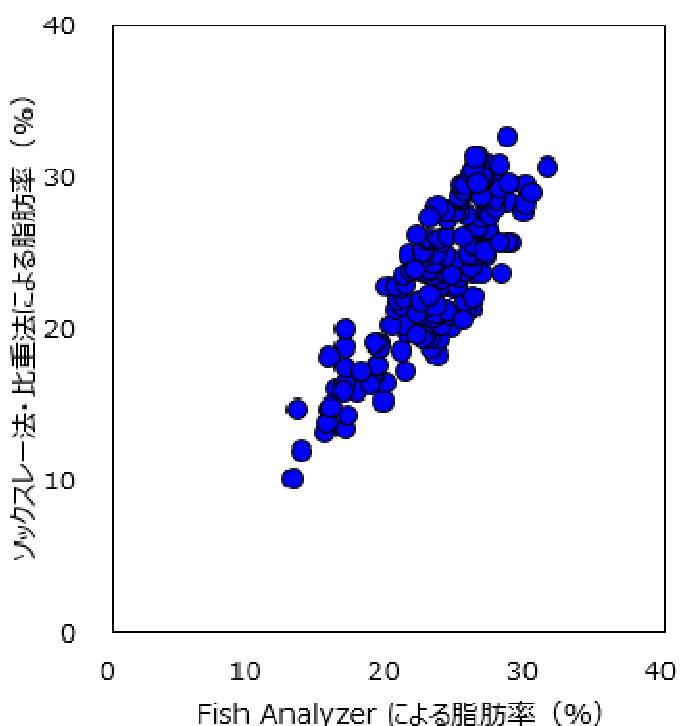
- ①アタッチメントを装着して測定を行ってください。
- ②背ビレの中心に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
装着	

## ● 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 $31.2 \pm 1.3$ cm
	最小 25.9cm, 最大 34.7cm
重量	平均 $155 \pm 23$ g
	最小 78g, 最大 212g
脂質含量	
平均値	$23.4 \pm 4.7\%$
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 $S.E.E.=\pm 2.6\%$
100kHz 単相関	$r=0.7$
魚の状態	平均 B (鮮度指数 0.44)
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＞

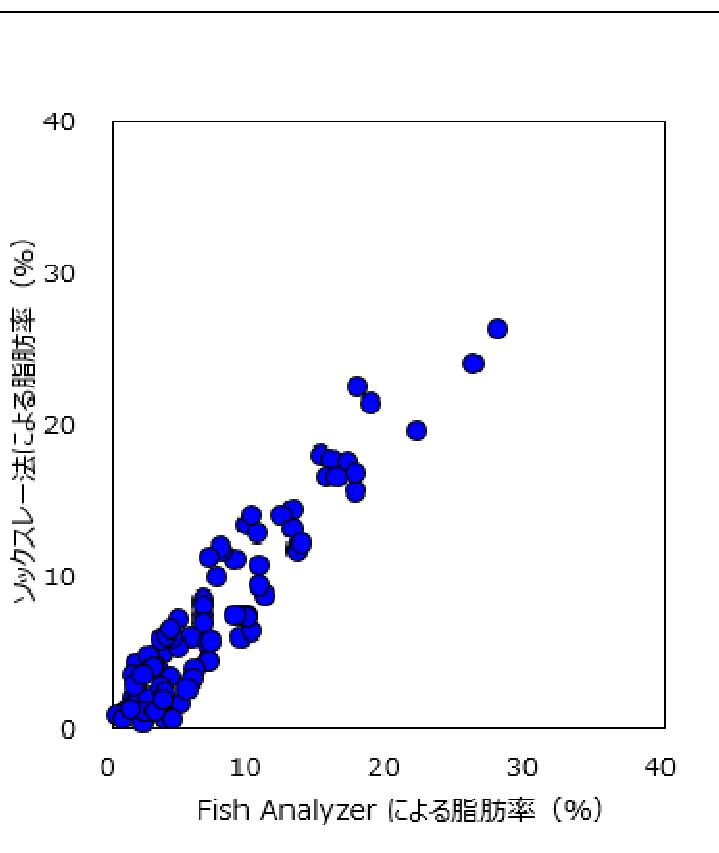
- ①アタッチメントを装着して測定を行ってください。
- ②腹ビレの中心に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。
- ③致死後 2 時間程度のサンマを測定する場合、「サンマ」ではなく「生鮮魚」を選択してください。

アタッチメント	測定位置
装着	

## ● 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 $63.9 \pm 9.9$ cm
	最小 44.4 cm, 最大 86.4 cm
重量	平均 $4,396 \pm 2,171$ g
	最小 1,360 g, 最大 11,224 g
脂質含量	
平均値	$7.5 \pm 6.2$ %
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 $R=0.95$
	推定誤差 $S.E.E.=\pm 2.1$ %
100kHz 単相関	$r=0.9$
魚の状態	平均 A (鮮度指数 0.52)
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。

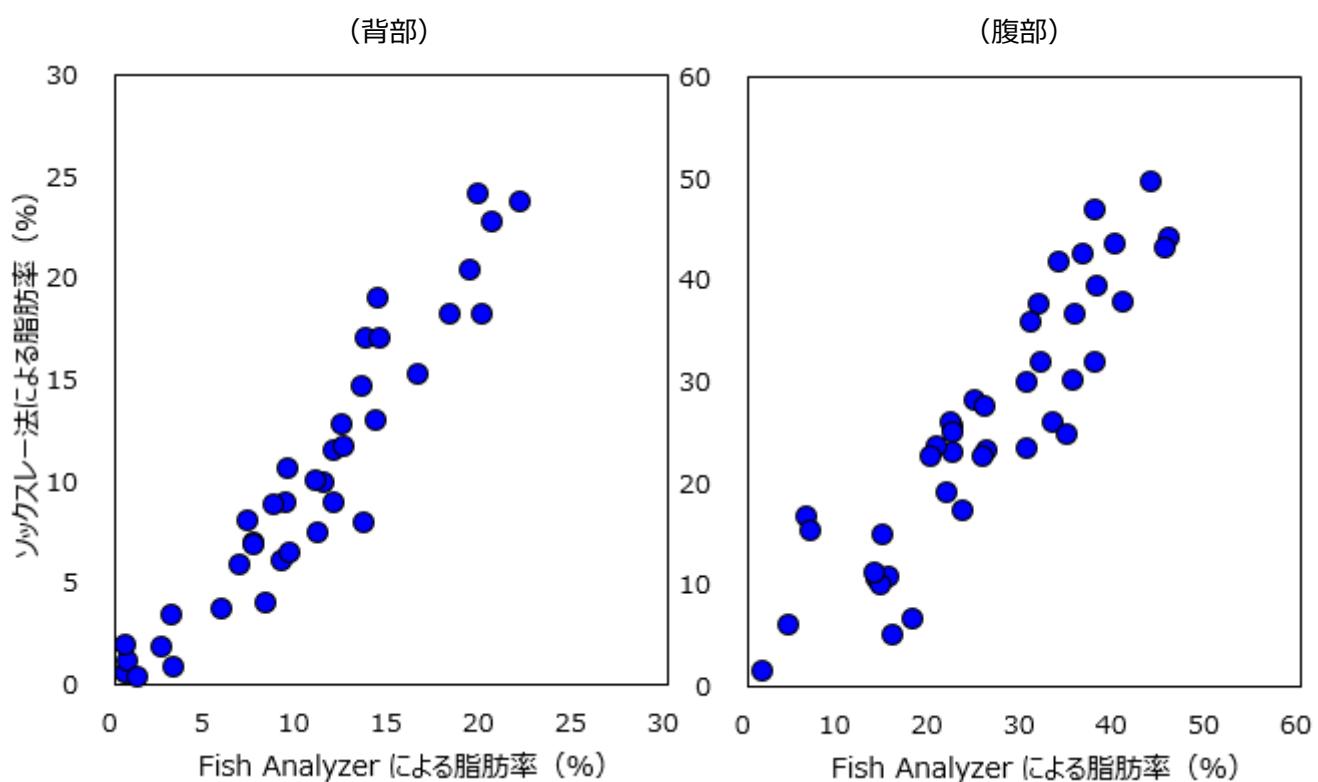
アタッチメント	測定位置
不要 	

● Fish Analyzer™ 魚種 No.7 「マグロ」

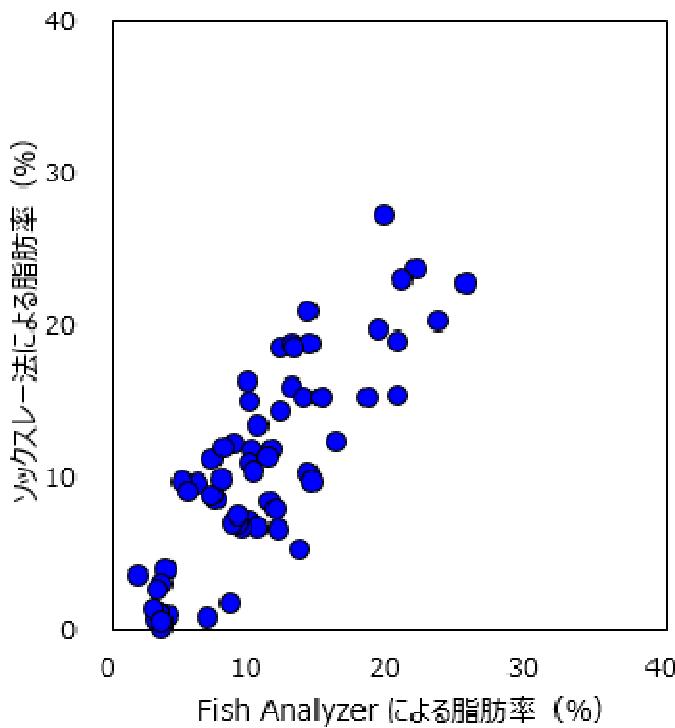
<基本情報>

種類	クロマグロ（養殖）	尾叉長	平均 $106.2 \pm 16.5$ cm
場所	長崎県		最小 81.0cm, 最大 136.0cm
時期	夏、秋、冬	重量	平均 $28.6 \pm 14.7$ kg
データ数	42 例		最小 10.3kg, 最大 60.9kg

	背部	腹部	尾部
脂質含量			
平均値	平均 $9.4 \pm 7.0$ %	平均 $26.0 \pm 12.6$ %	平均 $10.8 \pm 6.8$ %
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 $R=0.95$	重相関係数 $R=0.90$	重相関係数 $R=0.94$
75 パーセンタイル値	推定誤差 S.E.E. = $\pm 2.3$ %	推定誤差 S.E.E. = $\pm 5.5$ %	推定誤差 S.E.E. = $\pm 2.7$ %
100kHz 単相関 魚の状態	$r=0.8$ 平均 A (鮮度指数 0.49)	$r=0.8$ 平均 A (鮮度指数 0.52)	$r=0.6$ 平均 A (鮮度指数 0.49)
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。

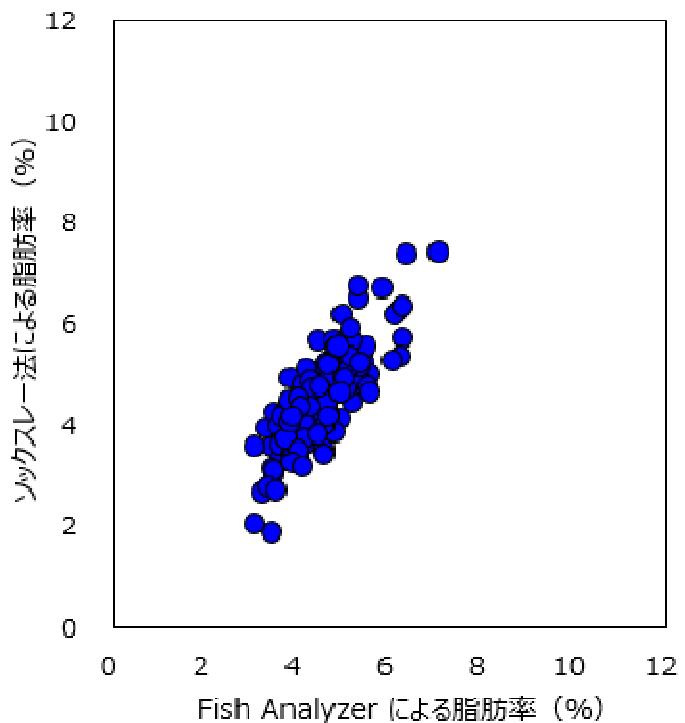
(尾部) 臀ビレの後端に電極の先端を合わせ、側線より少し下の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
不要 	

## ● Fish Analyzer™ 魚種 No.8 「マダイ」

### <基本情報>

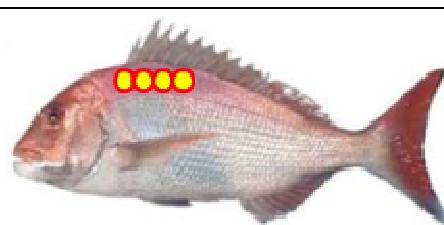
種類	マダイ (養殖含む)
場所	三重県
時期	春、夏、秋、冬
データ数	176 例
尾叉長	平均 $36.8 \pm 1.7$ cm
	最小 29.5cm, 最大 43.0cm
重量	平均 $1,059 \pm 150$ g
	最小 520g, 最大 1,582g
脂質含量	
平均値	$4.8 \pm 1.4$ %
25 パーセンタイル値	4%
中央値	5%
75 パーセンタイル値	6%
化学分析法 との関係	重相関係数 $R=0.81$
	推定誤差 $S.E.E.=\pm 0.6$ %
100kHz 単相関	$r=0.8$
魚の状態	平均 A (鮮度指数 0.51)
その他	—



データ提供：三重県水産研究所

### <測定方法>

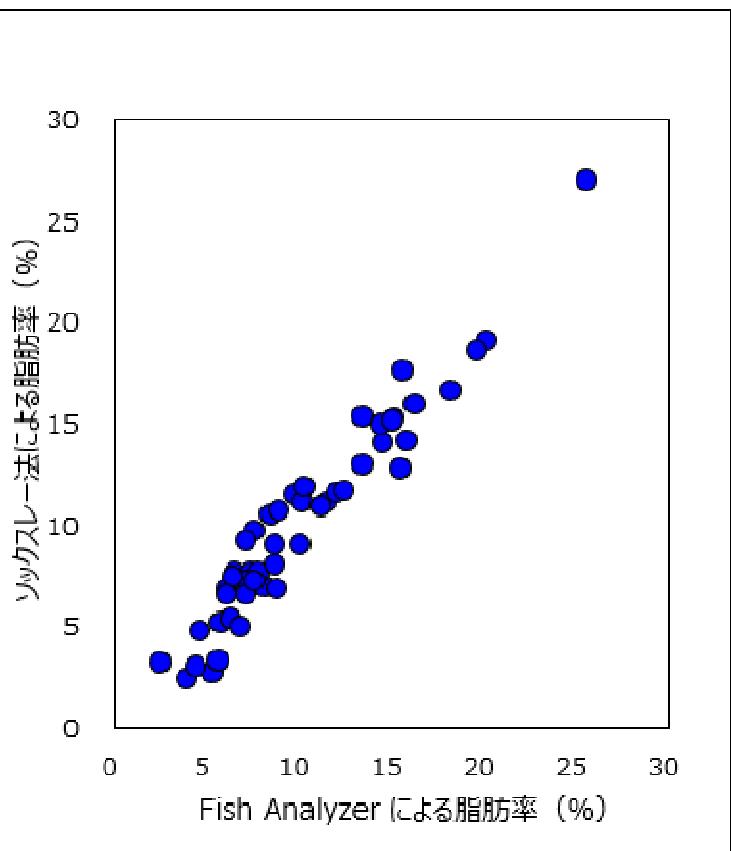
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背ビレの先端に電極の先端を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

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 $29.5 \pm 3.9$ cm
	最小 22.1cm, 最大 36.5cm
重量	平均 $619 \pm 275$ g
	最小 241g, 最大 1,166g
脂質含量	
平均値	$10.2 \pm 5.0$ %
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 $S.E.E. = \pm 1.4$ %
100kHz 単相関	$r=0.9$
魚の状態	平均 A (鮮度指数 0.50)
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＞

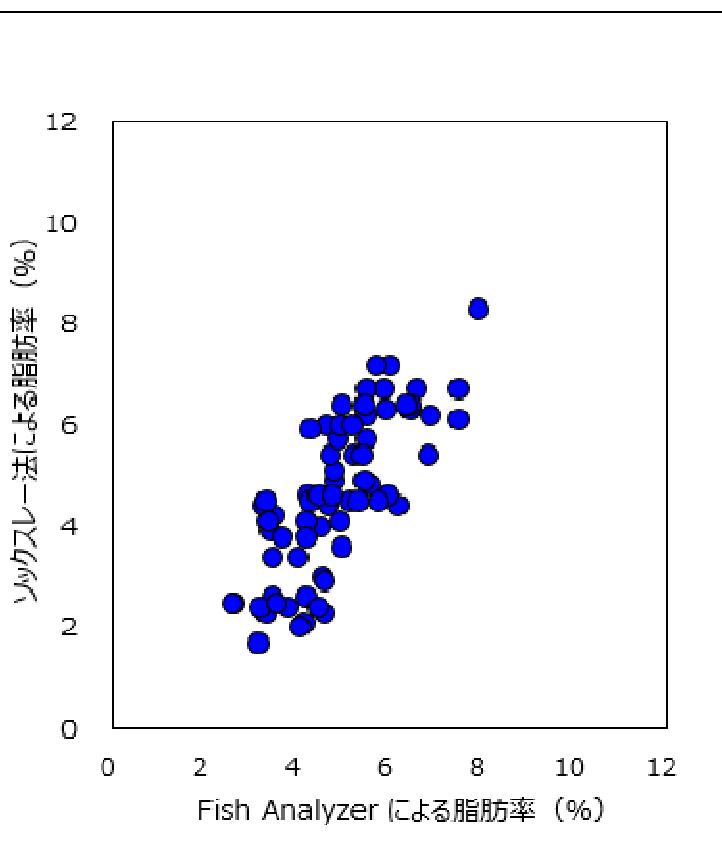
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背ビレの中心に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

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 $52.2 \pm 1.4$ cm
	最小 48.4cm, 最大 55.0cm
重量	平均 $3,069 \pm 282$ g
	最小 2,529g, 最大 3,667g
脂質含量	
平均値	$4.6 \pm 1.6$ %
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 $R=0.7$
	推定誤差 $S.E.E. = \pm 1.0$ %
100kHz 単相関	$r=0.6$
魚の状態	平均 B (鮮度指数 0.43)
その他	—



データ提供：岩手県水産技術センター

### <測定方法>

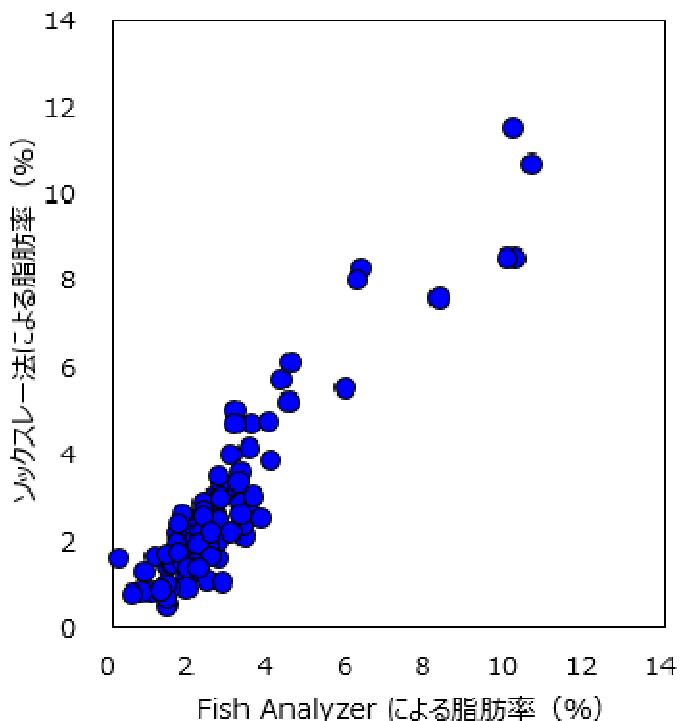
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②第1背ビレと第2背ビレの間に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。
- ③致死後 2 時間程度のカツオを測定する場合、「カツオ」ではなく「生鮮魚」を選択してください。

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 $66.7 \pm 5.3$ cm
	最小 54.3cm, 最大 79.3cm
重量	平均 $3,809 \pm 772$ g
	最小 2,123g, 最大 5,533g
脂質含量	
平均値	$2.9 \pm 2.0$ %
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 $S.E.E.=\pm 0.8$ %
100kHz 単相関	$r=0.8$
魚の状態	平均 B (鮮度指数 0.45)
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＞

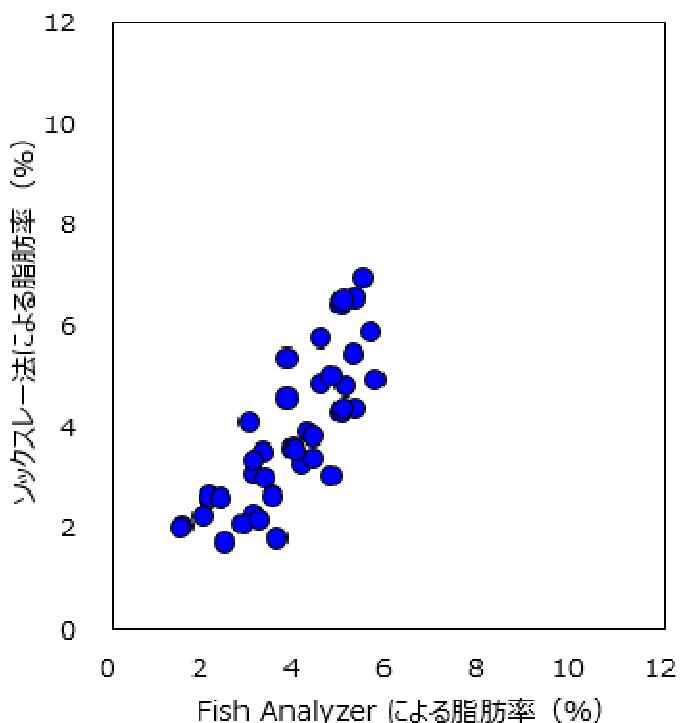
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背ビレの中心に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。



## ● 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 $47.7 \pm 7.6$ cm
	最小 32.5cm, 最大 61.6cm
重量	平均 $2,334 \pm 1,109$ g
	最小 655g, 最大 5,556g
脂質含量	
平均値	3.9 $\pm$ 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 $R=0.80$
	推定誤差 $S.E.E.=\pm 0.9\%$
100kHz 単相関	$r=0.7$
魚の状態	平均 S (鮮度指数 0.58)
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＞

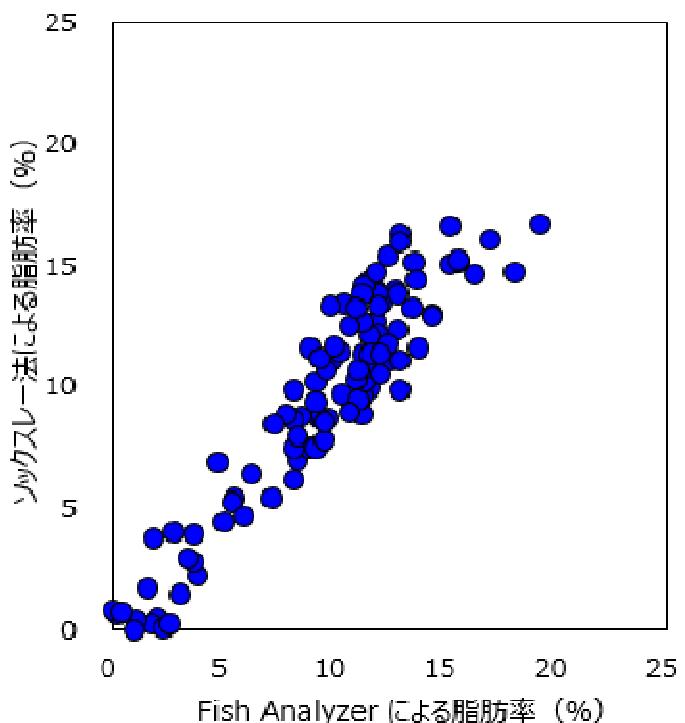
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背ビレの先端に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

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＞

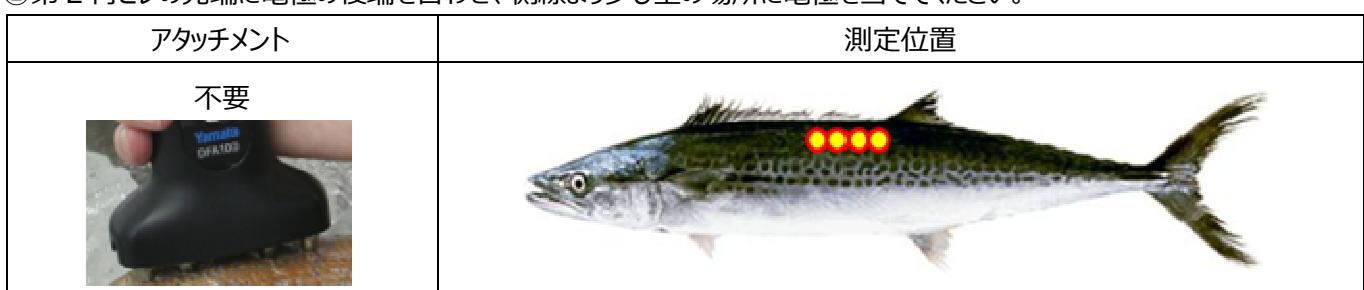
種類	サワラ
場所	岩手県、山形県、三重県
時期	夏、秋、冬
データ数	103 例
尾叉長	平均 $69.1 \pm 8.6$ cm
	最小 51.5cm, 最大 90.4cm
重量	平均 $2,001 \pm 1,021$ g
	最小 332g, 最大 5,953g
脂質含量	
平均値	9.5 $\pm$ 4.6%
25 パーセンタイル値	7%
中央値	11%
75 パーセンタイル値	13%
化学分析法 との関係	重相関係数 $R=0.94$
	推定誤差 $S.E.E.=\pm 1.6\%$
100kHz 単相関	$r=0.9$
魚の状態	平均 S (鮮度指数 0.53)
その他	サゴシは含まれていません。



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＞

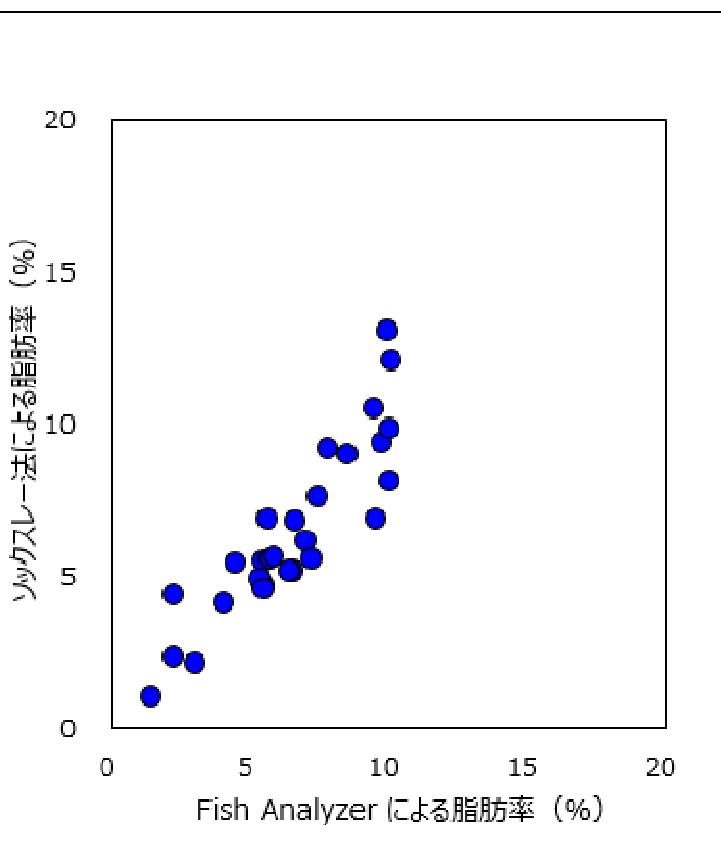
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②第2背ビレの先端に電極の後端を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。



## ● 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 $66.5 \pm 7.8$ cm
	最小 51.5cm, 最大 81.5cm
重量	平均 $5,513 \pm 2,066$ g
	最小 2,250g, 最大 9,164g
脂質含量	
平均値	6.5 $\pm$ 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 $S.E.E.=\pm 1.3\%$
100kHz 単相関	$r=0.8$
魚の状態	平均 S (鮮度指数 0.53)
その他	—



データ提供：長崎県総合水産試験場

### ＜測定方法＞

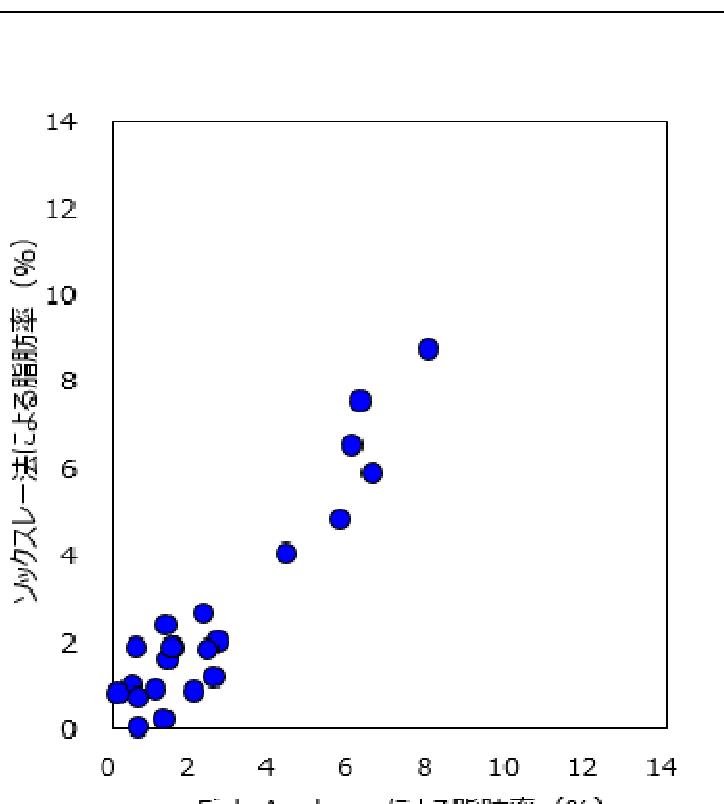
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背ビレの先端に電極の先端を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。



## ● Fish Analyzer™ 魚種 No.15 「スズキ」

### ＜基本情報＞

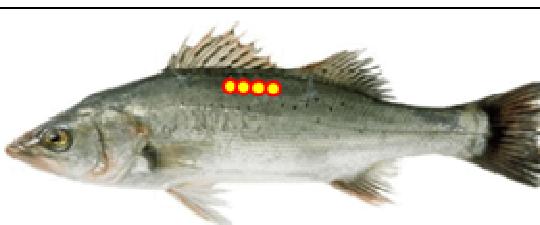
種類	スズキ
場所	兵庫県、三重県
時期	春、夏、秋
データ数	22 例
尾叉長	平均 $63.8 \pm 7.5$ cm
	最小 53.0cm, 最大 77.8cm
重量	平均 $2,504 \pm 1,086$ g
	最小 1,300g, 最大 4,820g
脂質含量	
平均値	$2.7 \pm 2.3\%$
25 パーセンタイル値	1%
中央値	2%
75 パーセンタイル値	4%
化学分析法 との関係	重相関係数 $R=0.95$
	推定誤差 $S.E.E.=\pm 0.8\%$
100kHz 単相関	$r=0.9$
魚の状態	平均 A (鮮度指数 0.51)
その他	――



データ提供：明石浦漁業協同組合、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＞

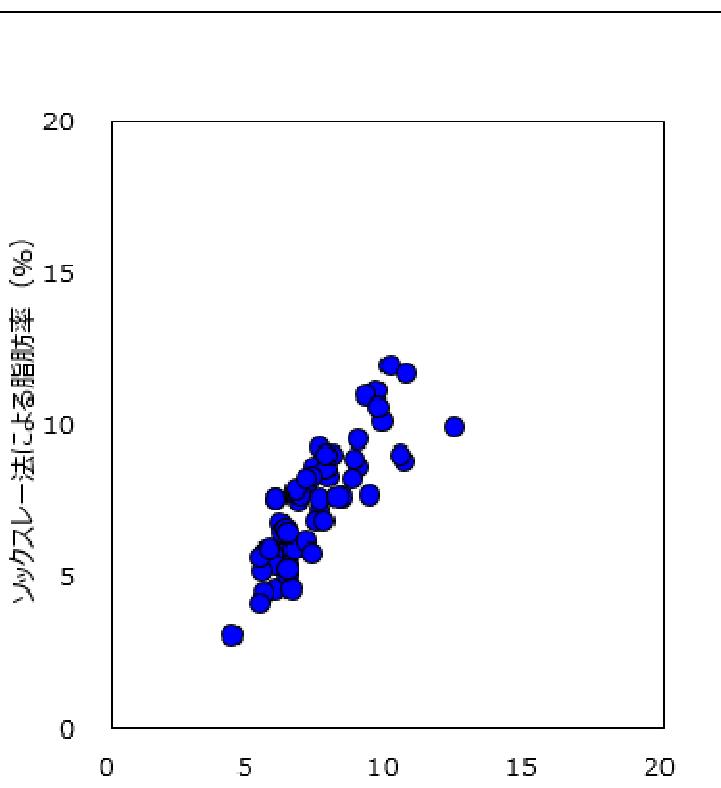
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②第1背ビレの後端に電極の後端を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

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 $19.7 \pm 1.6$ cm
	最小 16.5cm, 最大 22.7cm
重量	平均 $105 \pm 22$ g
	最小 68g, 最大 149g
脂質含量	
平均値	$7.4 \pm 2.0$ %
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 $S.E.E.=\pm 1.1$ %
100kHz 単相関	$r=0.7$
魚の状態	平均 A (鮮度指数 0.48)
その他	—



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＞

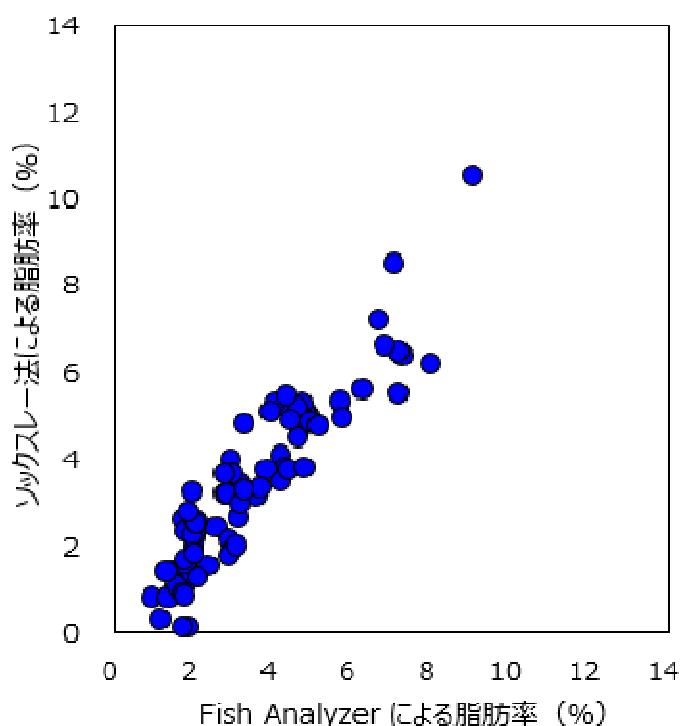
- ①アタッチメントを装着して測定を行ってください。
- ②背ビレの先端に電極の先端を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
装着	

## ● 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 $42.2 \pm 2.6$ cm
	最小 36.9cm, 最大 47.1cm
重量	平均 $1,124 \pm 267$ g
	最小 525g, 最大 1,771g
脂質含量	
平均値	3.4 $\pm$ 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 $S.E.E.=\pm 0.8\%$
100kHz 単相関	$r=0.9$
魚の状態	平均 B (鮮度指数 0.45)
その他	—



データ提供：三重県水産研究所

### <測定方法>

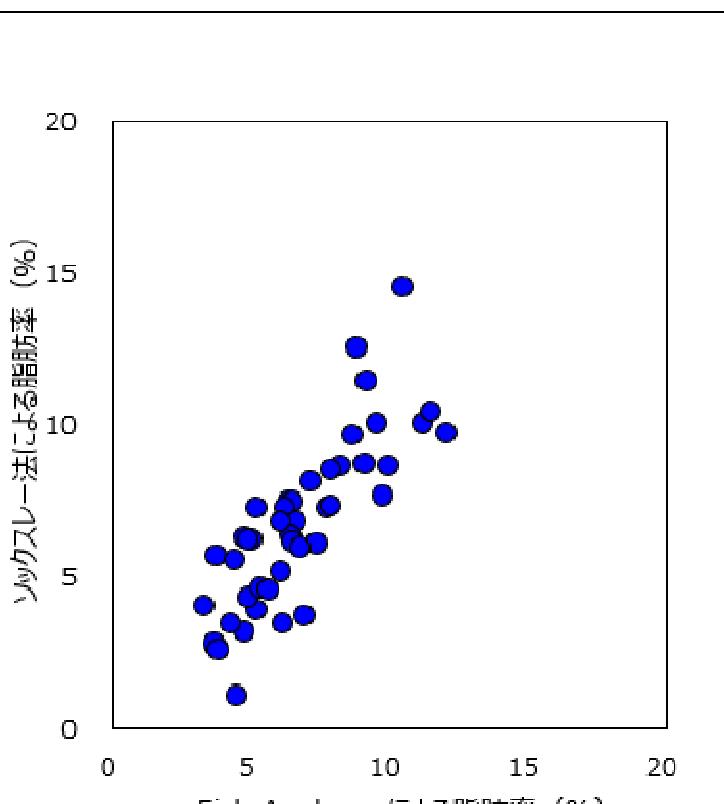
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背ビレの先端に電極の先端を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。



## ●Fish Analyzer™ 魚種 No.18 「ヒラソウダ」

### ＜基本情報＞

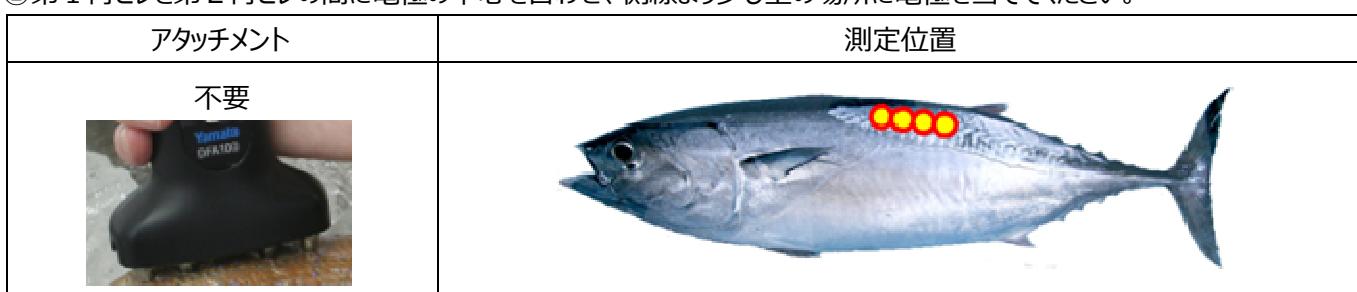
種類	ヒラソウダ
場所	三重県
時期	冬
データ数	46 例
尾叉長	平均 $37.1 \pm 2.6$ cm
	最小 32.6cm, 最大 43.3cm
重量	平均 $913 \pm 217$ g
	最小 587g, 最大 1,481g
脂質含量	
平均値	6.8 $\pm$ 2.7%
25 パーセンタイル値	5%
中央値	7%
75 パーセンタイル値	9%
化学分析法 との関係	重相関係数 $R=0.81$
	推定誤差 $S.E.E.=\pm 1.6\%$
100kHz 単相関	$r=0.7$
魚の状態	平均 S (鮮度指数 0.57)
その他	—



データ提供：三重県水産研究所

### ＜測定方法＞

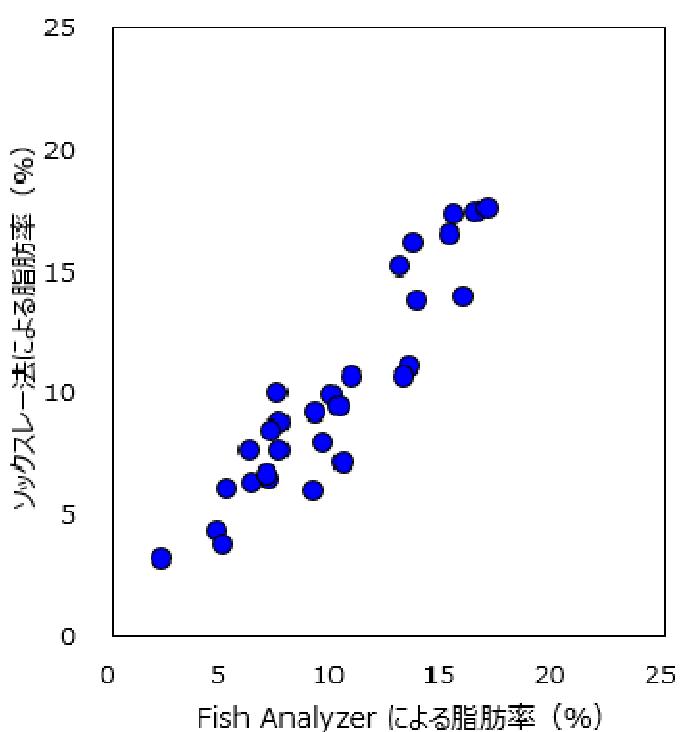
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②第1背ビレと第2背ビレの間に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。



## ● Fish Analyzer™ 魚種 No.19 「アナゴ」

### <基本情報>

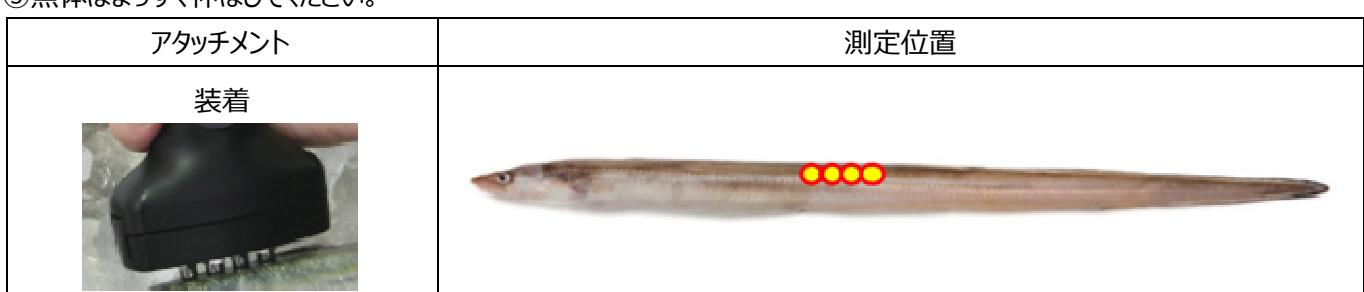
種類	アナゴ
場所	長崎県
時期	春、夏
データ数	29 例
尾叉長	平均 $63.2 \pm 8.8$ cm
	最小 37.7 cm, 最大 77.7 cm
重量	平均 $426 \pm 161$ g
	最小 72 g, 最大 780 g
脂質含量	
平均値	$10.0 \pm 4.3$ %
25 パーセンタイル値	7 %
中央値	9 %
75 パーセンタイル値	14 %
化学分析法 との関係	重相関係数 $R=0.93$
	推定誤差 $S.E.E.=\pm 1.7$ %
100kHz 単相関	$r=0.3$
魚の状態	平均 A (鮮度指数 0.49)
その他	—



データ提供：長崎県総合水産試験場

### <測定方法>

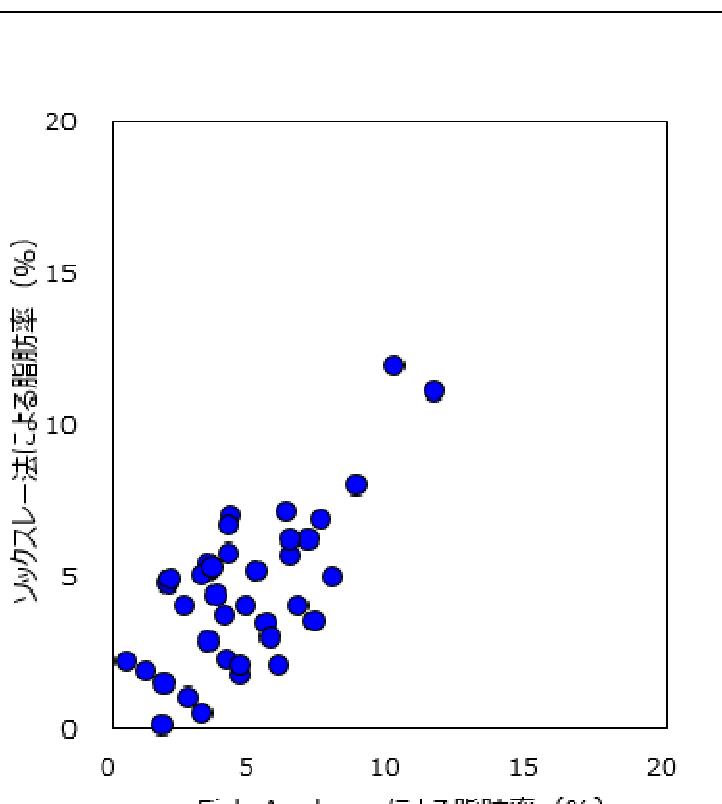
- ①アタッチメントを装着して測定を行ってください。
- ②肛門の位置に電極の先端を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。
- ③魚体はまっすぐ伸ばしてください。



## ● Fish Analyzer™ 魚種 No.20 「マルアジ」

### ＜基本情報＞

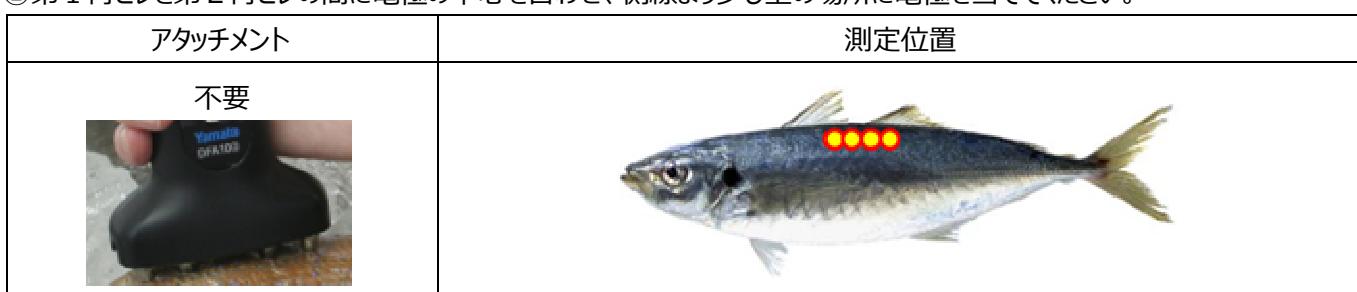
種類	マルアジ
場所	和歌山県
時期	春、夏、秋、冬
データ数	43 例
尾叉長	平均 $26.2 \pm 1.9$ cm
	最小 21.8 cm, 最大 29.0 cm
重量	平均 $250 \pm 50$ g
	最小 144 g, 最大 330 g
脂質含量	
平均値	$4.1 \pm 2.7$ %
25 パーセンタイル値	2 %
中央値	4 %
75 パーセンタイル値	6 %
化学分析法 との関係	重相関係数 $R=0.75$
	推定誤差 $S.E.E.=\pm 1.8$ %
100kHz 単相関	$r=0.6$
魚の状態	平均 B (鮮度指数 0.44)
その他	150 g 以下は高め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＞

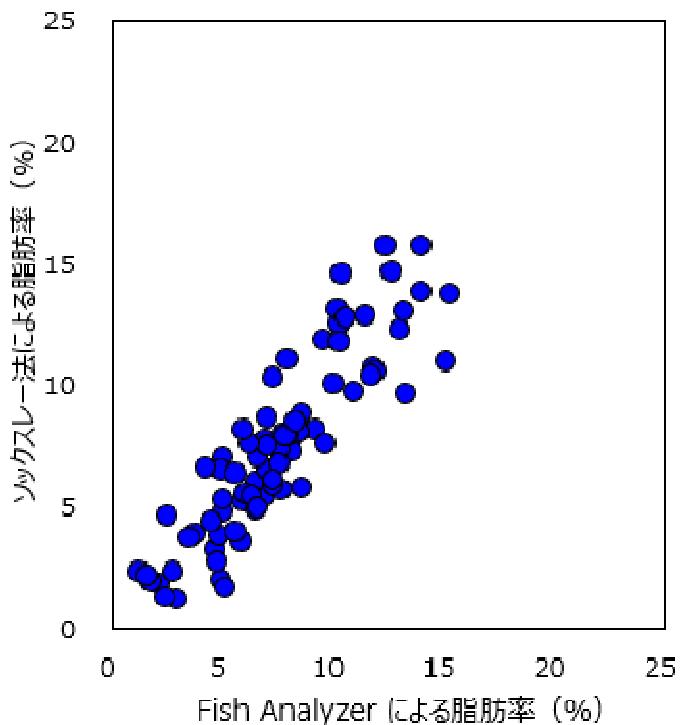
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②第1背ビレと第2背ビレの間に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。



## ● Fish Analyzer™ 魚種 No.21 「ホッケ」

### ＜基本情報＞

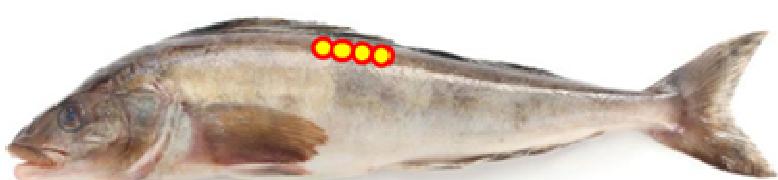
種類	ホッケ
場所	北海道
時期	春、夏、秋
データ数	77 例
尾叉長	平均 $41.7 \pm 5.2$ cm
	最小 32.2 cm, 最大 55.6 cm
重量	平均 $414 \pm 167$ g
	最小 295 g, 最大 862 g
脂質含量	
平均値	7.5 $\pm$ 3.8%
25 パーセンタイル値	5%
中央値	7%
75 パーセンタイル値	10%
化学分析法 との関係	重相関係数 $R=0.89$
	推定誤差 $S.E.E.=\pm 1.7\%$
100kHz 単相関	$r=0.8$
魚の状態	平均 A (鮮度指数 0.52)
その他	



データ提供：地方独立行政法人北海道立総合研究機構 中央水産試験場、北海道立工業技術センター

### ＜測定方法＞

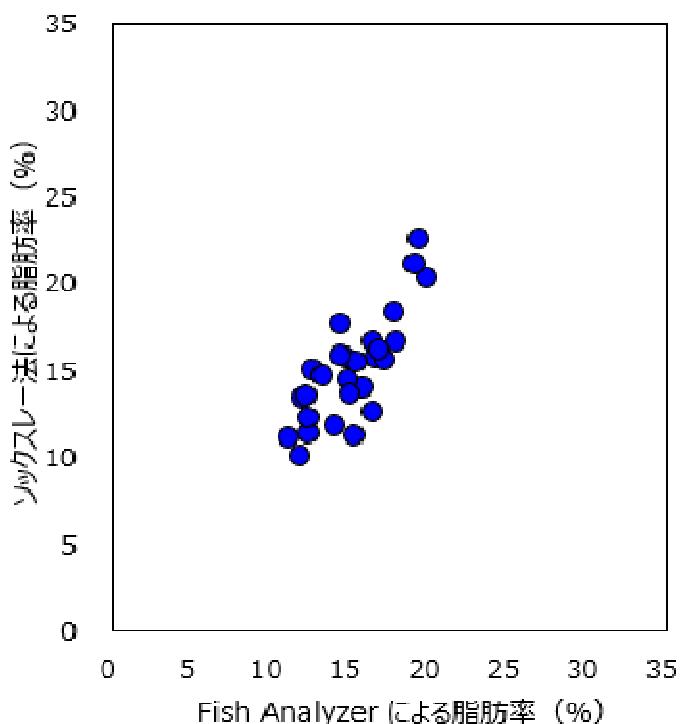
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②胸ビレの後端に電極の先端を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
不要 	

## ● Fish Analyzer™ 魚種 No.22 「カンパチ」

### 〈基本情報〉

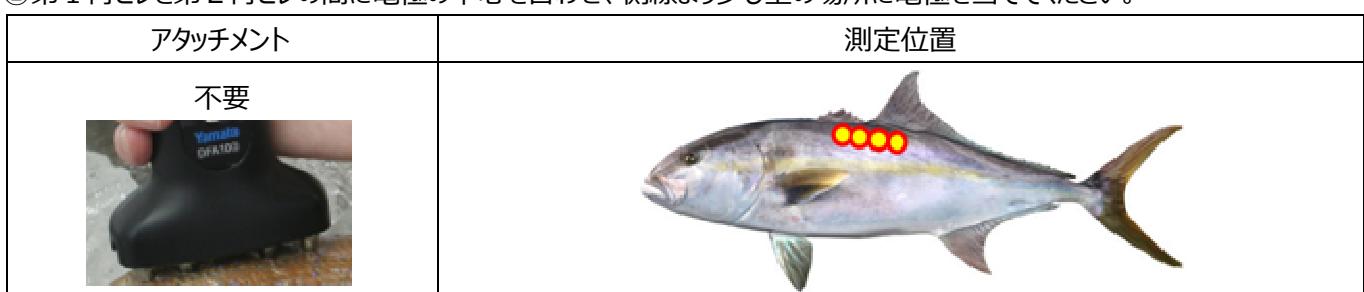
種類	カンパチ（養殖）
場所	鹿児島県
時期	夏、冬
データ数	27 例
尾叉長	平均 $63.6 \pm 2.7$ cm
	最小 59.0cm, 最大 69.0cm
重量	平均 $4,531 \pm 592$ g
	最小 3,880g, 最大 5,720g
脂質含量	
平均値	15.1±3.1%
25 パーセンタイル値	13%
中央値	15%
75 パーセンタイル値	17%
化学分析法 との関係	重相関係数 $R=0.80$
	推定誤差 $S.E.E.=\pm 1.9\%$
100kHz 単相関	$r=0.7$
魚の状態	平均 A (鮮度指数 0.48)
その他	—



データ提供：マルハニチロ株式会社

### 〈測定方法〉

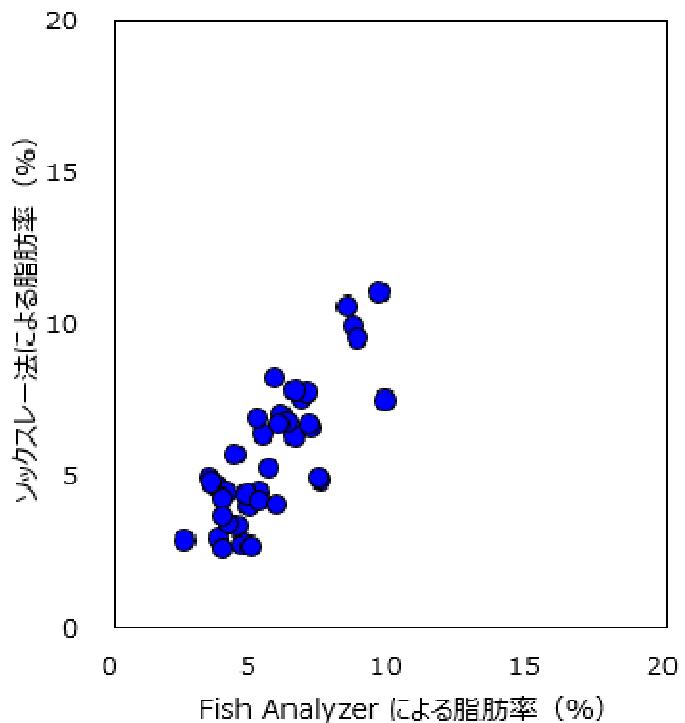
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②第1背ビレと第2背ビレの間に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。



## ●Fish Analyzer™ 魚種 No.23 「シイラ」

### <基本情報>

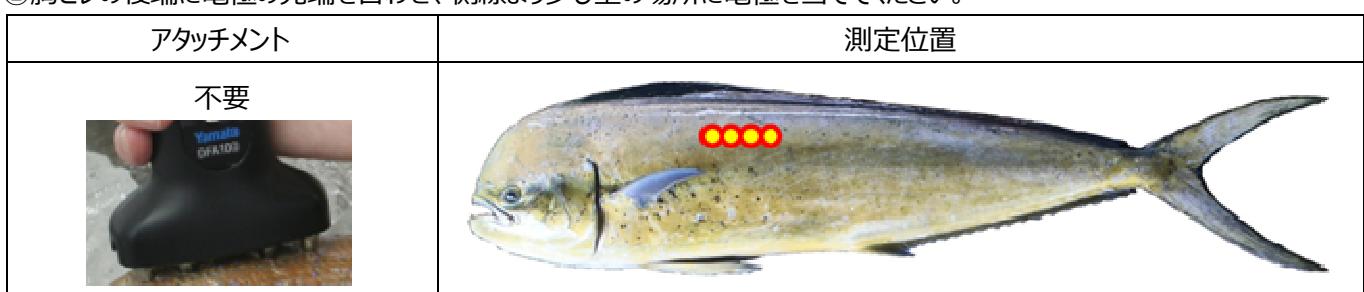
種類	シイラ
場所	長崎県
時期	秋
データ数	27 例
尾叉長	平均 $87.1 \pm 6.7$ cm
	最小 72.0cm, 最大 100.0cm
重量	平均 $5,961 \pm 1328$ g
	最小 3,500g, 最大 8,600g
脂質含量	
平均値	5.7 $\pm$ 2.2%
25 パーセンタイル値	4%
中央値	5%
75 パーセンタイル値	7%
化学分析法 との関係	重相関係数 $R=0.80$
	推定誤差 $S.E.E.=\pm 1.4\%$
100kHz 単相関	$r=0.6$
魚の状態	平均 A (鮮度指数 0.49)
その他	—



データ提供：館浦漁業協同組合、長崎県総合水産試験場

### <測定方法>

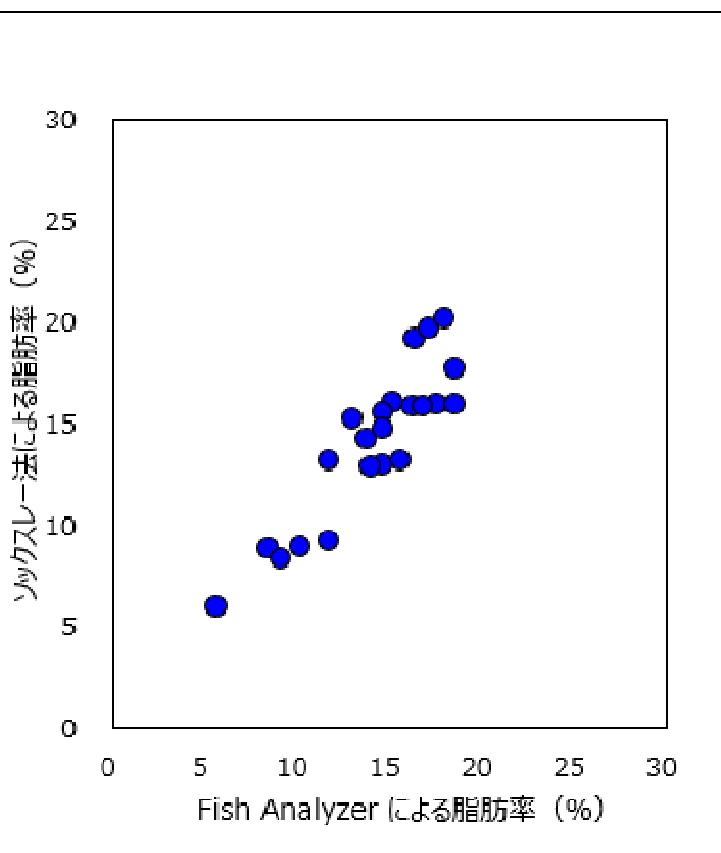
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②胸ビレの後端に電極の先端を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。



## ● Fish Analyzer™ 魚種 No.24 「ハガツオ」

### ＜基本情報＞

種類	ハガツオ
場所	三重県
時期	冬
データ数	22 例
尾叉長	平均 $59.6 \pm 2.5$ cm
	最小 51.0cm, 最大 64.0cm
重量	平均 $3,736 \pm 630$ g
	最小 2,000g, 最大 5,000g
脂質含量	
平均値	14.1±3.8%
25 パーセンタイル値	13%
中央値	15%
75 パーセンタイル値	16%
化学分析法 との関係	重相関係数 $R=0.90$
	推定誤差 $S.E.E.=\pm 1.7\%$
100kHz 単相関	$r=0.6$
魚の状態	平均 S (鮮度指数 0.53)
その他	—



データ提供：尾鷲市役所、三重県水産研究所

### ＜測定方法＞

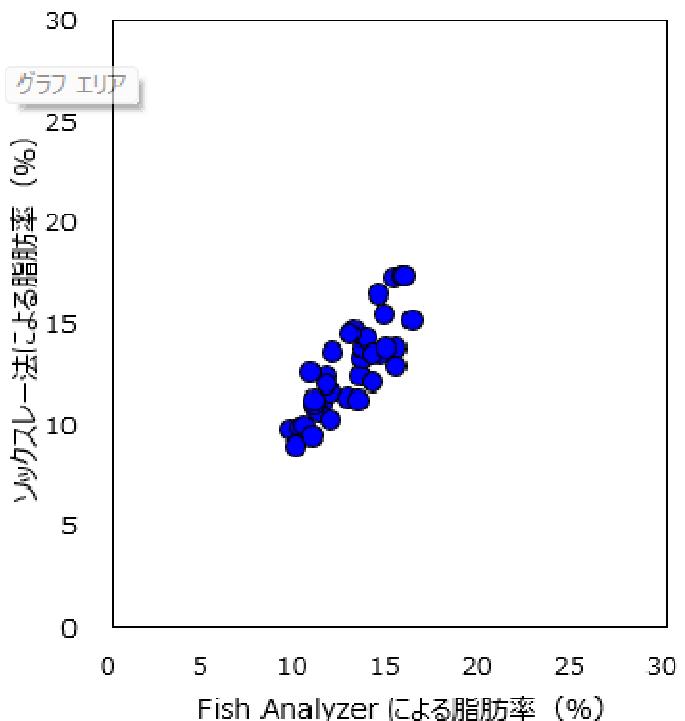
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②第1背ビレと第2背ビレの間に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。



## ● Fish Analyzer™ 魚種 No.25 「サーモン」

### ＜基本情報＞

種類	ニジマス（海面養殖）
場所	石川県
時期	春、冬
データ数	36 例
尾叉長	平均 $46.6 \pm 2.6$ cm
	最小 40.6cm, 最大 52.0cm
重量	平均 $1,974 \pm 314$ g
	最小 1,244g, 最大 2,879g
脂質含量	
平均値	12.8 $\pm$ 2.3%
25 パーセンタイル値	11%
中央値	13%
75 パーセンタイル値	15%
化学分析法 との関係	重相関係数 $R=0.83$
	推定誤差 $S.E.E.=\pm 1.3\%$
100kHz 単相関	$r=0.5$
魚の状態	平均 S (鮮度指数 0.53)
その他	――



データ提供：石川県水産総合センター

### ＜測定方法＞

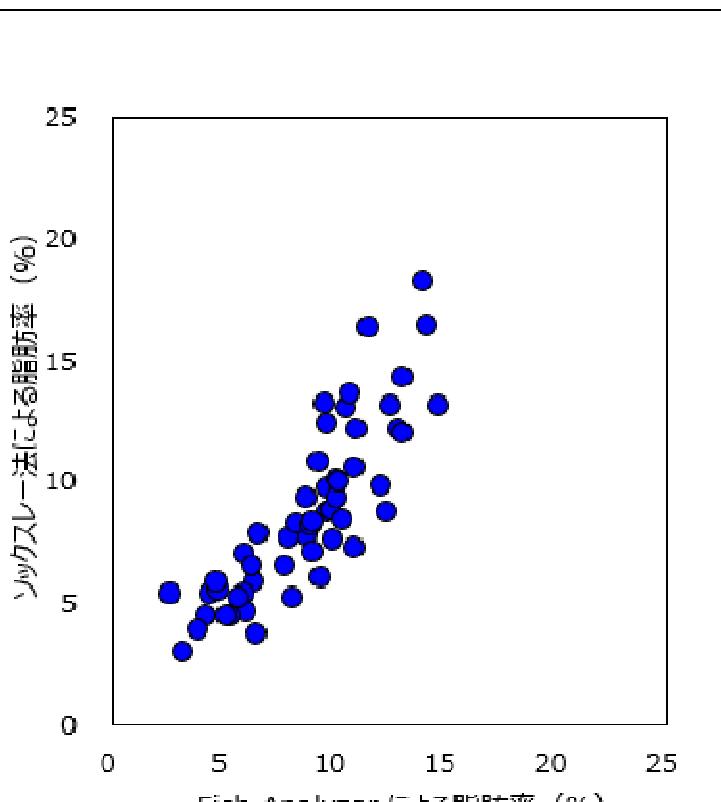
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背ビレの先端に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。



## ● Fish Analyzer™ 魚種 No.26 「サツキマス」

### ＜基本情報＞

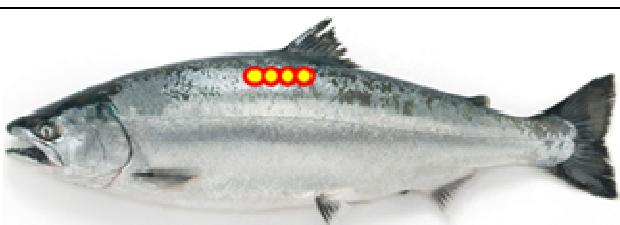
種類	サツキマス（海洋深層水）
場所	高知県
時期	夏、秋
データ数	53 例
尾叉長	平均 $43.8 \pm 7.4$ cm
	最小 30.0cm, 最大 56.0cm
重量	平均 $1,496 \pm 630$ g
	最小 481g, 最大 2,612g
脂質含量	
平均値	$8.8 \pm 3.6$ %
25 パーセンタイル値	6%
中央値	8%
75 パーセンタイル値	11%
化学分析法 との関係	重相関係数 $R=0.85$
	推定誤差 $S.E.E.=\pm 1.9\%$
100kHz 単相関	$r=0.8$
魚の状態	平均 S (鮮度指数 0.58)
その他	—



データ提供：高知県海洋深層水研究所データから大和製衡作成

### ＜測定方法＞

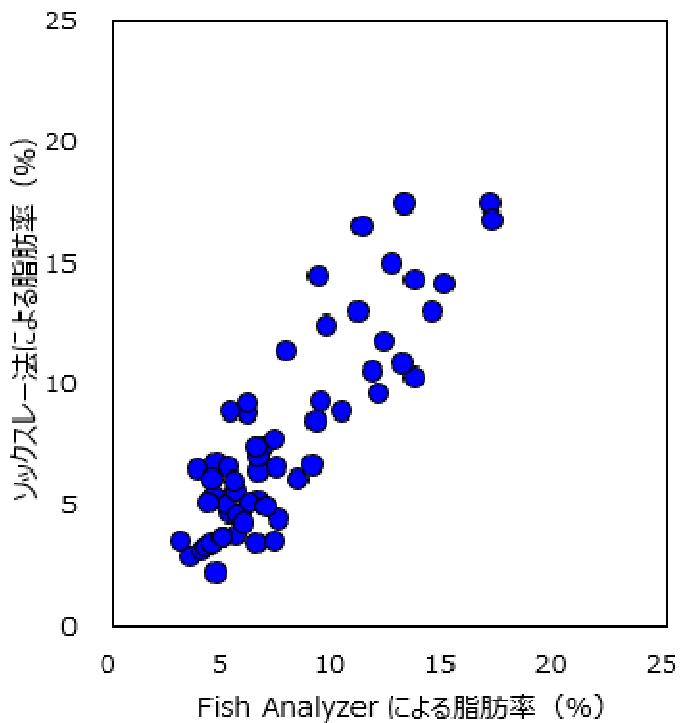
- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背ビレの先端に電極の中心を合わせ、側線より少し上の場所に電極を当ててください。

アタッチメント	測定位置
不要 	

## ●Fish Analyzer™ 魚種 No.27 「コイ」

### <基本情報>

種類	コイ
場所	山形県
時期	夏、冬
データ数	60 例
尾叉長	
重量	
脂質含量	
平均値	7.8±4.1%
25 パーセンタイル値	5%
中央値	7%
75 パーセンタイル値	10%
化学分析法 との関係	重相関係数 $R=0.87$ 推定誤差 $S.E.E.=\pm 2.1\%$
100kHz 単相関	$r=0.8$
魚の状態	平均 A (鮮度指数 0.50)
その他	—



データ提供：山形県内水面水産研究所

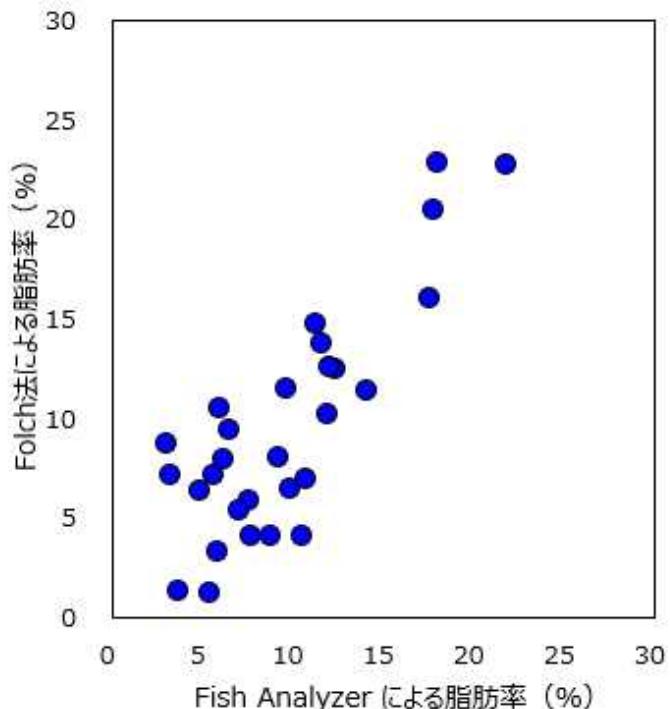
### <測定方法>

- 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。



<基本情報>

種類	アカムツ
場所	福島県および宮城県
時期	冬
データ数	29 例
尾叉長	平均 $34.3 \pm 3.3$ cm
	最小 27.6 cm, 最大 39.9 cm
重量	平均 $635 \pm 219$ g
	最小 280 g, 最大 1,063 g
脂質含量	
平均値	$9.6 \pm 5.7$ %
25 パーセンタイル値	6 %
中央値	8 %
75 パーセンタイル値	12 %
化学分析法 との関係	重相関係数 $R=0.83$ 推定誤差 $S.E.E.=\pm 3.3$ %
100kHz 単相関	$r=0.8$
魚の状態	平均 S (鮮度指数 0.53)
その他	—



福島国際研究教育機構 (F-REI) (R5-7 年度)「農林水産業分野の先端技術展開事業」にてデータ取得

データ提供：東北大学大学院農学研究科水産資源化学研究室



<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。



## 4-1. 全魚種共通の脂肪率計算式「生鮮魚」

&lt;統計情報&gt;

## ●モデル集計

R	R <sup>2</sup> 乗	調整済み R <sup>2</sup> 乗	推定値の標準誤差
0.919	0.845	0.845	2.14207

## ●分散分析

	平方和（分散成分）	自由度	平均平方	F 値	有意確率
回帰	32356.112	2	16178.056	3525.820	0.000
残差（分散分析）	5946.633	1296	4.588		
合計（ピボットテーブル）	38302.745	1298			

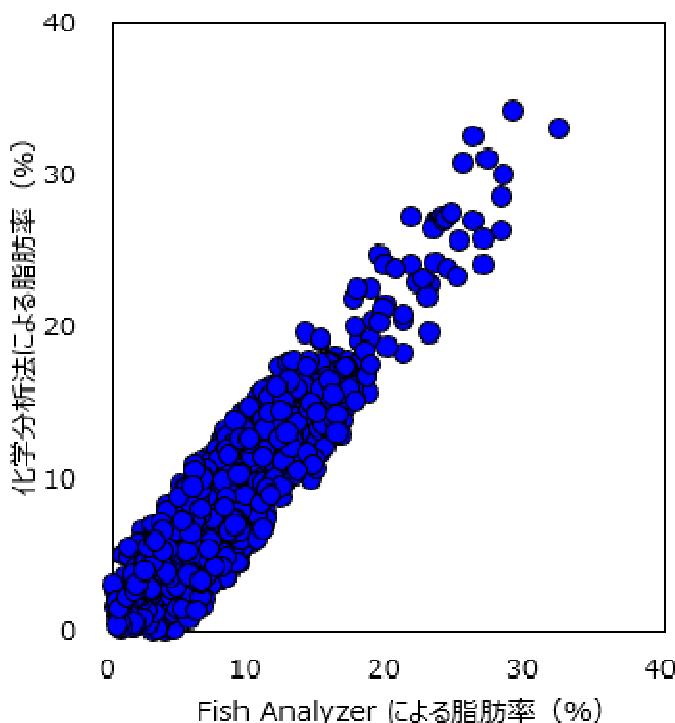
## ●係数

	標準化係数 ベータ	t	有意確率	相関			共線性の統計量	
				ゼロ次	偏	部分	許容度	VIF
(定数)		23.142	0.000					
100kHz	0.788	69.683	0.000	0.867	0.888	0.763	0.937	1.068
50kHz/100kHz	-0.315	-27.829	0.000	-0.513	-0.612	-0.305	0.937	1.068

## ●共線性の診断

次元	固有値	条件指数	分散プロパティ			共線性の統計量	
			(定数)	100kHz	50kHz/100kHz	許容度	VIF
1	2.902	1.000	0.00	0.01	0.00		
2	0.097	5.483				0.00	
3	0.002	42.411	1.00	0.11	0.99		

## ●散布図（脂肪率平均値：7.3±5.4%）



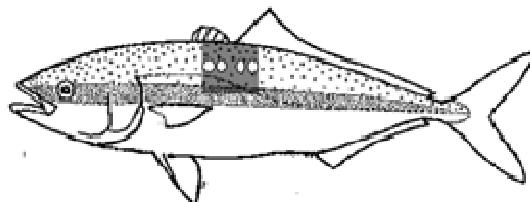
## ●計算式作成に使用した魚種

マサバ、ゴマサバ、ブリ、マグロ、マダイ、キンメダイ、サケ、ニジマス、サワラ、スズキ、マハタ、ヒラソウダ、マルアジ、ホッケ、カンパチ、シイラ、ハガツオ、サーモン、サツキマス、コイ、アカムツ、スマ

（計 22 種、N=1,299、）

## &lt;測定方法&gt;

- ①アタッチメントを外して測定を行ってください。
- ②背部・側線より少し上に電極を当ててください。



## 4-2. 全魚種共通の脂肪率計算式「生鮮魚（小魚用）」

生鮮魚（小魚用）は、魚体の厚み 3cm 以下の魚が対象となり、アタッチメントを装着して測定を行います。

### ＜統計情報＞

#### ●モデル集計

R	R <sup>2</sup> 乗	調整済み R <sup>2</sup> 乗	推定値の標準誤差
0.940	0.883	0.883	2.69373

#### ●分散分析

	平方和（分散成分）	自由度	平均平方	F 値	有意確率
回帰	32079.796	2	16039.898	2210.512	0.000
残差（分散分析）	4237.616	584	7.256		
合計（ピボットテーブル）	36317.412	586			

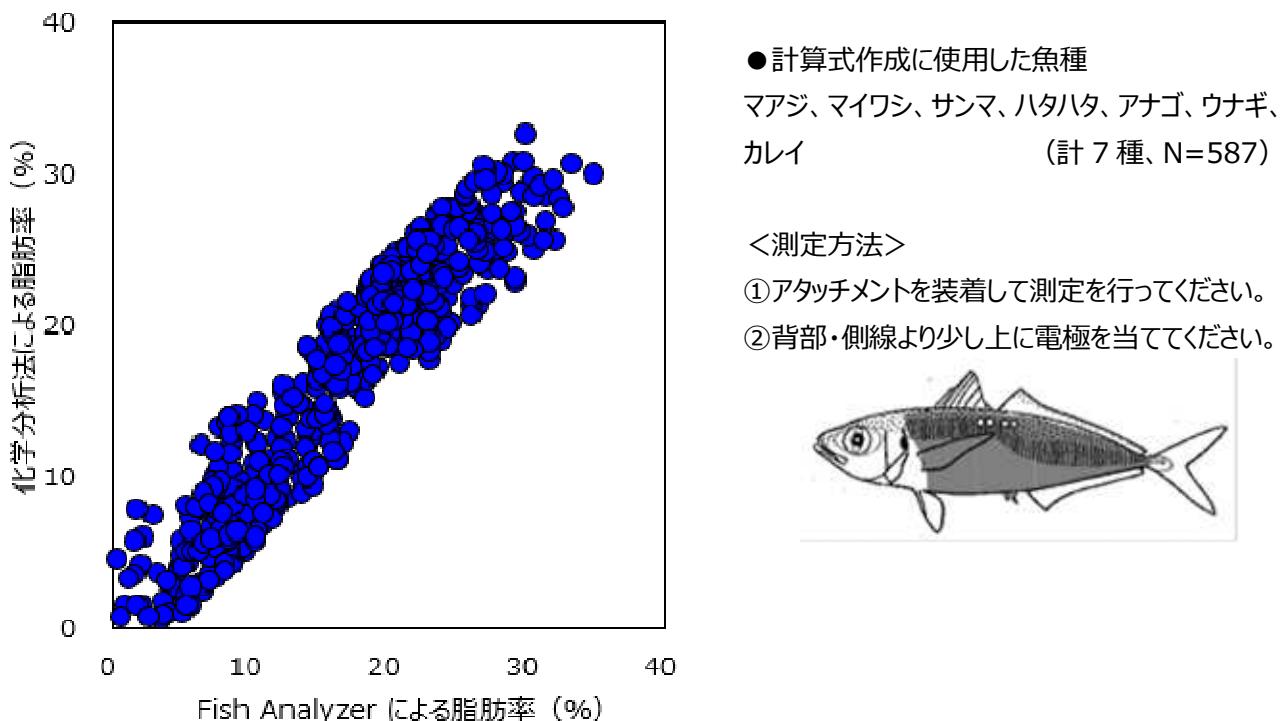
#### ●係数

	標準化係数 ベータ	t	有意確率	相関			共線性の統計量	
				ゼロ次	偏	部分	許容度	VIF
(定数)		30.445	0.000					
100kHz	0.552	34.240	0.000	0.812	0.817	0.484	0.767	1.303
50kHz/100kHz	-0.539	-33.421	0.000	-0.806	-0.810	-0.472	0.767	1.303

#### ●共線性の診断

次元	固有値	条件指数	分散プロパティ			
			(定数)	100kHz	50kHz/100kHz	
1	2.950	1.000	0.00	0.01	0.00	
2	0.049	7.769	0.00	0.68	0.01	
3	0.001	59.277	1.00	0.31	0.99	

#### ●散布図（脂肪率平均値：16.9±7.9%）



### 4-3. Fish Analyzer™ 統一計算式 No.3 「活魚」

<統計情報>

●モデル集計

R	R2 乗	調整済み R2 乗	推定値の標準誤差
0.875	0.765	0.763	1.80768

●分散分析

	平方和 (分散成分)	自由度	平均平方	F 値	有意確率
回帰	1940.014	2	970.007	296.845	0.000
残差 (分散分析)	594.725	182	3.268		
合計 (ピボットテーブル)	2534.740	184			

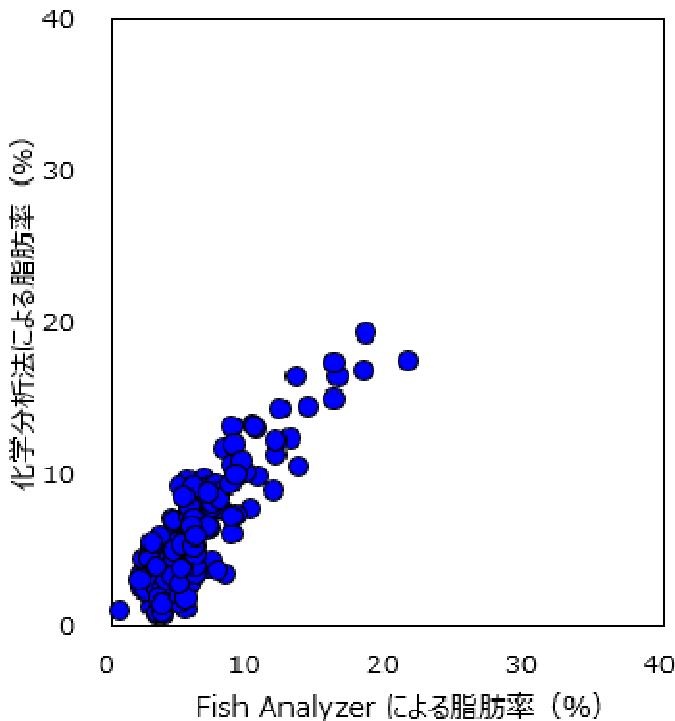
●係数

	標準化係数 ベータ	t	有意確率	相関			共線性の統計量	
				ゼロ次	偏	部分	許容度	VIF
(定数)		9.196	0.000					
100kHz	0.637	16.291	0.000	0.795	0.770	0.585	0.842	1.188
50kHz/100kHz	-0.397	-10.153	0.000	-0.651	-0.601	-0.365	0.842	1.188

●共線性の診断

次元	固有値	条件指数	分散プロパティ				
			(定数)	100kHz	50kHz/100kHz		
1	2.940	1.000	0.00	0.01	0.00		
2	0.059	7.034	0.00	0.79	0.00		
3	0.001	72.561	1.00	0.20	1.00		

●散布図 (脂肪率平均値 : 6.2±3.7%)



●計算式作成に使用した魚種

(魚体の厚み 3cm 以上が対象となります)

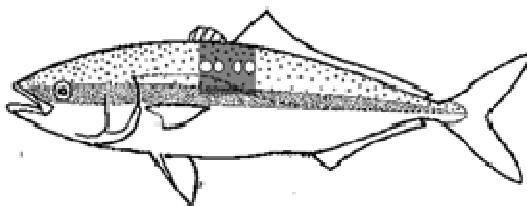
ブリ、マダイ、マハタ、サツキマス、コイ、スマ

(計 6 種、N=185)

<測定方法>

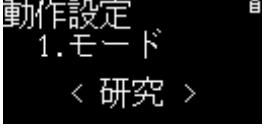
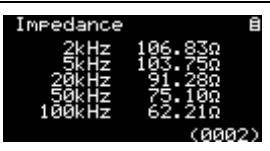
①アタッチメントを外して測定を行ってください。

②背部・側線より少し上に電極を当ててください。



## 4-4. 研究モードについて

研究モードとは、新たに脂肪率計算式を作成する場合、鮮度変化や他の食品の品質を研究する場合、このような場合に使用する研究者向けのモードです。研究モードでは、2kHz、5kHz、20kHz、50kHz、100kHz の周波数帯のインピーダンスが同時に測定され、画面に表示されます。主に研究モードをご使用される場合、5つのインピーダンスをメモするのが負担となるため、オプションで Bluetooth™無線通信を搭載されることをお薦めします。自動で 5つのインピーダンスデータがパソコンへ送信され、同時に CSV ファイルが生成されます。

操作内容		表示画面
①	①  を押し続け、Menu 画面を呼び出し <u>動作設定</u> を選択します。カーソルが <u>1.モード</u> に位置していることを確認し、  を押し、 <u>研究</u> を選択して  を押します。	
②	② 研究モードは、2kHz、5kHz、20kHz、50kHz、100kHz の周波数帯で測定したインピーダンスが表示される研究機関向けのモードです（連続測定はできません）。	

### ●Bluetooth™無線通信にて生成される CSV ファイル「FishAnalyzerData.csv」

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	測定番号	日付	時刻	2kHz(Ω)	5kHz(Ω)	20kHz(Ω)	50kHz(Ω)	100kHz(Ω)
2	1	2025/8/7	9:56:34	419.54	358.57	259.28	200.95	166.11
3	2	2025/8/7	9:56:46	334.92	290.77	210.71	160.54	127.98

### 4-4-1. 新たに脂肪率計算式を作成する場合

2-1 で記載したとおり、Fish Analyzer™の脂肪率は鮮度と魚体温の変化に容易に反映してしまいます。**脂肪率は致死後すぐ、丸のまま 5℃以下まで冷やし込みを行った後、2~3 時間後を目安に測定してください。**

測定部位は「背部」を推奨しており、背びれ位置の側線より少し上に電極を当てることを目安にしてください。もちろん、背部以外の測定を行っていただいて構いません。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 以下の場合は、アタッチメントを装着して測定を行ってください。

インピーダンス測定は、魚体に電極を当てたまま、最低でも 3 回は行ってください。回帰式算出時に従属変数となるインピーダンスは、①3 回の測定結果にばらつきがないことを条件に 1 回目の測定結果を採用する、②同じく 3 回の測定結果にはばらつきがないことを条件に 3 回の平均値を採用する、③測定を 5 回行い、最小値と最大値の 2 データを省いた上、残り 3 つのデータの平均値を採用する、この 3 つのいずれかを推奨しています。

検体数の目安として、少なくとも 20 検体以上をお薦めしていますが、もちろん検体数が多いほど信頼性も高くなります。参考までに、2003 年に一般社団法人一般社団法人日本計量機器工業連合会より「体脂肪計技術評価基準等の策定に関する調査研究事業報告書」が発表され、ヒトの体脂肪率算出のガイドラインが示されました。ガイドラインでは「被験者数は男女とも回帰式に用いる独立変数の数×20 以上であること」と定められており、独立変数が 1 の単回帰式であればデータ数は 20、独立変数が 2 の重回帰式であればデータ数は 40 が目安となります。また、魚は季節によって脂乗りが変わるので、複数の季節でデータ収集を行うことを推奨しています（特に脂乗りの良い季節と悪い季節でのデータ収集）。

最後に、回帰式算出時に従属変数となる脂質含量をソックスレー法または比重法で分析します。ソックスレー法で分析する際、魚の皮を剥がさずにミキシングすることを推奨していますが、装置の関係でどうしても皮を剥がなければならない場合、できるだけ皮下脂肪を剥がないようにしてください。分析量として、小型魚はフィレ（皮有りで頭、背骨、内臓は除く）、大型魚はインピーダンスを測定した部位のブロック（皮有りで 100g 程度）を推奨しています。

従属変数と独立変数が揃いましたら、統計ソフトで回帰分析を行います。参考までに、4-1、4-2、4-3 で示したとおり、Fish Analyzer™は多くの魚種で ①100kHz インピーダンス、②50kHz インピーダンスと 100kHz インピーダンスの比率、この 2 つを独立変数として使用しています。従属変数となるソックスレー法または比重法による脂質含量に対し、100kHz インピーダンスは正の相関、50kHz インピーダンスと 100kHz インピーダンスは負の相関を示しており、50kHz インピーダンスと 100kHz インピーダンスの比率は補正係数と位置付けています。

従属変数となるソックスレー法または比重法による脂質含量との誤差が大きい場合、まずは冷やし込みの温度（5°C 以下）、致死からの測定のタイミング（致死から 2~3 時間後）に問題がなかったか確認してください。その上で、従属変数の脂肪率のレンジ（範囲）が大きくなるように再データ収集を試みてください（脂肪率のレンジが狭い場合は直線性が短くなるので精度が出にくくなります）。また、1-3 でも類似内容を記載しましたが、大型魚で半身など測定した場所以上の分析を行った場合、測定部位の脂肪と分析した脂肪との間に相関がなければ、こちらも誤差要因となります。

脂肪率計算式が作成できたところで果たして脂乗りがよいのか、その判断を行う必要があります。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 当たりの含量」があり、4-5 にタンパク質(g)、脂質(g)、そして脂質(%)を記載しましたが、同じく 3 章に Fish Analyzer™ 搭載魚種のソックスレー法や比重法による脂質含量も記載されていますので、脂乗りを判断する目安としてご活用ください。

#### ● 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、この比重法も推定式を用いて脂質含量を導くため、初段階ではソックスレー法による分析が必要となります。

#### 4-4-2. 鮮度変化や他の食品の品質を研究する場合

鮮度変化について研究する場合、インピーダンスそのままの使用を推奨しています。Fish Analyzer™では、鮮度判定とともに鮮度指数を表示していますが、これはあくまで単発的に鮮度を把握するための指標ですので、学術的な水産研究分野において、品質の変化に着目した研究を行うのであれば、やはり複数回のインピーダンス測定を経て、その変化量を持って議論を行うのが良いと考えております。

一例として、大連工業大学がニジマスを用いて行った研究では、2kHz インピーダンスの測定を複数回に渡り行い、そのインピーダンス低下にともなう変化量が、解硬の進行、魚肉の軟化の進行、K 値の上昇、これらと高い相関が認めたことを報告しています。また、近年では水産物以外の研究として、畜産分野では静岡県畜産技術研究所中小家畜研究センター、静岡県立農林環境専門職大学が 2kHz と 100kHz のインピーダンスの比率が豚ロースの貯蔵日数の予測に活用できる可能性を報告しており、医学分野では臓器提供の機会増加を目的とした長崎大学医学部の研究で、100kHz インピーダンスが脂肪肝の評価に活用できる可能性を報告しています。

1-4 で記載したとおり、Fish Analyzer™は内部にキャリブレーション回路を搭載しており、複数の基準抵抗器を使って常に校正を行いながら測定を行っていますので、正確なインピーダンスを得ることができます。この研究モードを用いて、様々な研究分野で活用されることを期待しています。

## 4-5. 魚類の脂乗りの目安（日本食品標準成分表より）

●日本食品標準成分表 2020 年版（八訂）「可食部 100g 当たりの含量」

食品名	タンパク質		脂質
	(g)	(g)	脂肪率換算
あいなめ	19.1	3.4	3.4%
あこうだい	16.8	2.3	2.3%
まあじ	19.7	4.5	4.5%
まるあじ	22.1	5.6	5.6%
にしまあじ	19.6	9.1	9.1%
むろあじ	23.6	6.9	6.9%
あなご	17.3	9.3	9.3%
あまご養殖	18.3	3.6	3.6%
あまだい	18.8	3.6	3.6%
あゆ天然	18.3	2.4	2.4%
あゆ養殖	17.8	7.9	7.9%
アラスカめぬけ	17.2	3.4	3.4%
あんこう	13.0	0.2	0.2%
いかなご	17.2	5.5	5.5%
いさき	17.2	5.7	5.7%
いしだい	19.5	7.8	7.8%
いとよりだい	18.1	1.7	1.7%
いぼだい	16.4	8.5	8.5%
うるめいわし	21.3	4.8	4.8%
かたくちいわし	18.2	12.1	12.1%
まいわし	19.2	9.2	9.2%
めざし	18.2	18.9	18.9%
しらす	15.0	1.3	1.3%
たたみいわし	75.1	5.6	5.6%
いわな養殖	19.0	3.6	3.6%
うぐい	20.1	1.5	1.5%
うなぎ養殖	17.1	19.3	19.3%
うまづらはぎ	18.2	0.3	0.3%
えい	19.1	0.3	0.3%
えそ	20.1	0.8	0.8%
おいかわ	19.2	5.8	5.8%
おおさが	16.3	8.0	8.0%
おこぜ	19.6	0.2	0.2%
おひょう	19.9	1.7	1.7%
かさご	19.3	1.1	1.1%
かじか	15.0	5.0	5.0%
くろかじき	22.9	0.2	0.2%
まかじき	23.1	1.8	1.8%
めかじき	19.2	7.6	7.6%
かつお春獲り	25.8	0.5	0.5%
かつお秋獲り	25.0	6.2	6.2%

食品名	タンパク質		脂質
	(g)	(g)	脂肪率換算
そうだがつお	25.7	2.8	2.8%
かます	18.9	7.2	7.2%
まがれい	19.6	1.3	1.3%
まこがれい	18.0	1.8	1.8%
子持ちがれい	19.9	6.2	6.2%
かわはぎ	18.8	0.4	0.4%
きす	18.5	0.2	0.2%
きちじ	13.6	21.7	21.7%
きびなご	18.8	1.4	1.4%
キングクリップ	18.2	0.1	0.1%
ぎんだら	13.6	18.6	18.6%
きんめだい	17.8	9.0	9.0%
ぐち	18.0	0.8	0.8%
こい養殖	17.7	10.2	10.2%
まごち	22.5	0.5	0.5%
めごち	17.1	0.6	0.6%
このしろ	19.0	8.3	8.3%
からふとます	21.7	6.6	6.6%
ぎんざけ養殖	19.6	12.8	12.8%
さくらます	20.9	7.7	7.7%
しろさけ	22.3	4.1	4.1%
たいせいようさけ養殖	20.1	16.5	16.5%
にじます海面養殖	21.4	14.2	14.2%
にじます淡水養殖	19.7	4.6	4.6%
べにさけ	22.5	4.5	4.5%
ますのすけ	19.5	12.5	12.5%
まさば	20.6	16.8	16.8%
ごまさば	23.0	5.1	5.1%
たいせいようさば	17.2	26.8	26.8%
あぶらつのざめ	16.8	9.4	9.4%
よしきりざめ	18.9	0.6	0.6%
さより	19.6	1.3	1.3%
さわら	20.1	9.7	9.7%
さんま	18.1	25.6	25.6%
しいら	21.3	1.9	1.9%
したびらめ	19.2	1.6	1.6%
しまあじ養殖	21.9	8.0	8.0%
しらうお	13.6	2.0	2.0%
シルバー	18.6	7.9	7.9%
すずき	19.8	4.2	4.2%
きだい	18.6	3.1	3.1%

●日本食品標準成分表 2020 年版（八訂）「可食部 100g 当たりの含量」

食品名	タンパク質	脂質	
	(g)	(g)	脂肪率換算
くろだい	20.4	6.7	6.7%
ちだい	19.4	2.4	2.4%
まだい天然	20.6	5.8	5.8%
まだい養殖	20.9	9.4	9.4%
たかさご	20.2	1.5	1.5%
たかべ	18.7	9.0	9.0%
たちうお	16.5	20.9	20.9%
すけとうだら	17.4	1.0	1.0%
まだら	17.6	0.2	0.2%
ちか	19.5	0.6	0.6%
どじょう	16.1	1.2	1.2%
とびうお	21.0	0.7	0.7%
ナイルティラピア	19.8	5.3	5.3%
なます	18.4	8.6	8.6%
にぎす	18.7	1.2	1.2%
にしん	17.4	15.1	15.1%
はぜ	19.1	0.2	0.2%
はたはた	14.1	5.7	5.7%
はまふえふき	20.5	0.3	0.3%
はも	22.3	5.3	5.3%
ひらまさ	22.6	4.9	4.9%
ひらめ天然	20.0	2.0	2.0%
ひらめ養殖	21.6	3.7	3.7%
とらふぐ養殖	19.3	0.3	0.3%
まふぐ	18.9	0.4	0.4%
ふな	18.2	2.5	2.5%
ぶり成魚	21.4	17.6	17.6%

食品名	タンパク質	脂質	
	(g)	(g)	脂肪率換算
ぶり・はまち養殖	20.7	17.2	17.2%
ほうぼう	19.6	4.2	4.2%
ホキ	17.0	1.3	1.3%
ほっけ	17.3	4.4	4.4%
ぼら	19.2	5.0	5.0%
ほんもろこ	17.5	4.1	4.1%
きはだ	24.3	1.0	1.0%
くろまぐろ天然赤身	26.4	1.4	1.4%
くろまぐろ天然脂身	20.1	27.5	27.5%
くろまぐろ養殖赤身	24.8	7.6	7.6%
びんなが	26.0	0.7	0.7%
みなみまぐろ赤身	21.6	0.4	0.4%
みなみまぐろ脂身	20.3	28.3	28.3%
めじまぐろ	25.2	4.8	4.8%
めばち赤身	25.4	2.3	2.3%
めばち脂身	23.9	7.5	7.5%
マジエランあいなめ	13.3	22.9	22.9%
まながつお	17.1	10.9	10.9%
みなみくろたち	21.7	3.0	3.0%
みなみだら	16.4	0.3	0.3%
むつ	16.7	12.6	12.6%
めじな	19.4	4.5	4.5%
めばる	18.1	3.5	3.5%
メルルーサ	17.0	0.6	0.6%
やつめうなぎ	15.8	21.8	21.8%
やまめ養殖	18.4	4.3	4.3%
わかさぎ	14.4	1.7	1.7%

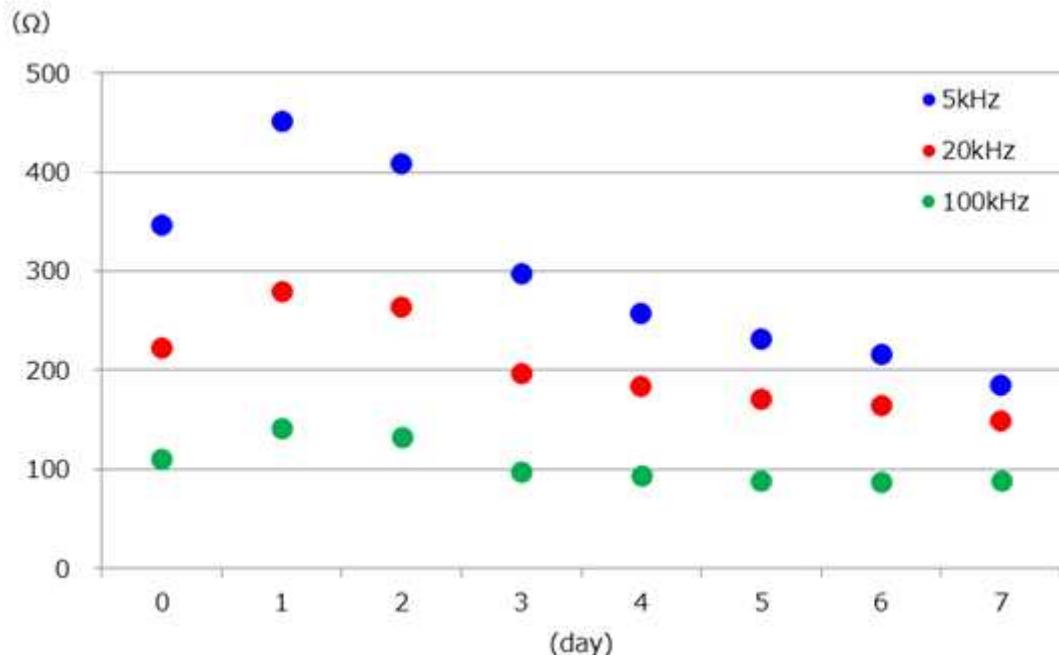
## 5-1. Fish Analyzer™シリーズについて

Fish Analyzer™には、魚の脂肪率を1%単位で表示する「Fish Analyzer™ / DFA100」（2015年発売）、脂肪率に加えて魚の鮮度を5段階で判定する「Fish Analyzer™ PRO / DFA110」（2015年発売）、生産地と消費地で脂肪と鮮度を簡易的に管理する「Fish Analyzer™ Type S / DFA10」（2021年発売）の3種類があります。ここでは、Fish Analyzer™ PROの鮮度判定のしかたとFish Analyzer™ Type Sについて紹介します。

Fish Analyzer™	Fish Analyzer™ PRO	Fish Analyzer™ Type S
		

## 5-2. Fish Analyzer™ PROの鮮度判定のしかた（鮮度指数の計算）

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（容量成分）をとり、横軸にレジスタンス（抵抗成分）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™のインピーダンスはレジスタンスとリアクタンスを合わせた合成抵抗ですので、低い周波数と高い周波数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。インピーダンスは、周波数の増加に対して数値が低下する性質があり、その現象を「分散」と呼びます。Fish Analyzer™が測定している周波数帯の分散は「 $\beta$  分散」と呼ばれており、細胞膜と体液成分（細胞内液、細胞外液）、すなわち細胞組織の構造に起因します。細胞や細胞膜に対する電気の流れについては 1-2-2 で記載しましたが、低い周波数では電気は細胞外を流れ、高い周波数では最短経路を通過しますので、新鮮な魚体であれば、低い周波数のインピーダンスは非常に高い値を示します。また、同じく 1-2-2 で記載しましたが、致死後は時間経過とともに電気を蓄えていた細胞膜が劣化し、細胞の保水性が失われ、細胞間の隙間も大きくなることから、低い周波数のインピーダンスは著しく低下します。Fish Analyzer™ PRO では、魚の鮮度判定を「S」、「A」、「B」、「C」、「D」の5段階で行いますが、その解析のもととなるのが、これら鮮度変化に対するインピーダンスの現象を応用した「鮮度指数」です。



●ブリの 5kHz、20kHz、100kHz のインピーダンス変化 (データ提供 : 長崎県総合水産試験場)

上記にブリの 5kHz、20kHz、100kHz のインピーダンス変化を示しましたが、2-2 で記載したとおり、致死後の魚のインピーダンスには上昇期と下降期があり、3 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、そこを境目にインピーダンスは低下していきます。このように複数回の測定でインピーダンスの変化を追えるのであれば、鮮度判定は容易に行えるのですが、通常は 1 回の測定で鮮度判定を行わなければなりません。そこで着目したのが、3 周波数のインピーダンスの「間隔比」です。5kHz インピーダンスと 100kHz インピーダンスの間に 20kHz インピーダンスは位置するのですが、致死後すぐであれば 20kHz インピーダンスは中間もしくは 100kHz インピーダンス寄りに位置し、時間が経過するにつれ 20kHz インピーダンスは 5kHz インピーダンスよりに位置します。以上を踏まえ、鮮度指数は以下の計算式より算出されます。

$$\frac{(5\text{kHz インピーダンス} - 20\text{kHz インピーダンス})}{(5\text{kHz インピーダンス} - 100\text{kHz インピーダンス})}$$

算出された鮮度指数は 5 段階に分類され、それぞれ鮮度判定として変換されるのですが、K 値に照らし合わせてみた場合、K 値 1%～20% に相当する鮮度判定は「S」、「A」、「B」となります。この判定であれば、生食でも食べることができる目安となります。もちろん鮮度評価のみで生食の可否を決めることはできませんし、基本的にサケやサバなどは鮮度が良くて調理して食べることになります。K 値 20% 以上に相当する鮮度判定は「C」、「D」であり、こちらは生食で食べるよりも、焼いたり煮付けにしたり、調理した方が美味しく食べられることを意味します。下記に Fish Analyzer™ PRO の鮮度判定を記載しましたので、魚を美味しく食べる目安にしてください。

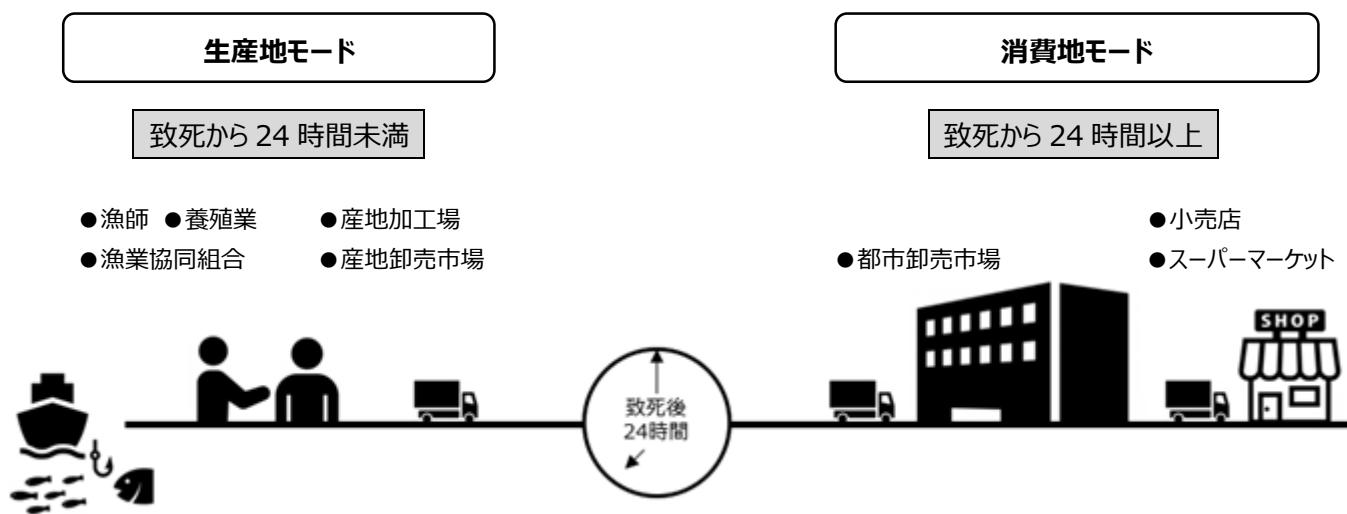
#### ●Fish Analyzer™ PRO の鮮度判定

	鮮度 S	鮮度 A	鮮度 B	鮮度 C	鮮度 D
区分	生鮮魚		鮮魚		熟成
鮮度指数	0.55 以上	0.50	0.45	0.40	0.35 以下
相当する K 値	10% 以下		10%～20%	20%～30%	30% 以上
食べ方の目安	生食・加熱			加熱	

### 5-3. Fish Analyzer™ Type S の特徴

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います。インピーダンスは脂乗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い値を示します。また、インピーダンスは硬さに応じても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。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。



### 5-4. Fish Analyzer™ Type S の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、全魚種共通の脂肪率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の脂質含量に近いことを確認しています。

全魚種共通の脂肪率計算式は、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、一方で魚種毎の脂乗りの特徴を厳密に反映できないというデメリットもあります。2-1 に記載したとおり、水揚げ翌日は個体毎で変化傾向が異なりますので、全魚種共通の脂肪率計算式を使用する 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脂肪率の測定を行います。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  $R=0.9$  以上ですが、前記のとおり魚種毎の脂乗りの特徴を踏まえて計算式を作成していませんので、多少のばらつきも考慮して表示単位は 5% 単位となっています。

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いない場合などは、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役立ちます。

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確認されました。

判定	活かり身	硬直	完全硬直
表示	脂肪 20%以上 身質 活かり身 (0005)	脂肪 20%以上 身質 硬直 (0006)	脂肪 20%以上 身質 完全硬直 (0007)
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。	硬直が始まっている状態を意味します。 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。

## 5-5. Fish Analyzer™ Type S の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、Fish Analyzer™と同様に「鮮度指数」をもとに判定しており、K値を推定しているわけではありませんが、もちろん鮮度指数とK値との関係も検証しており、3段階の区分けはK値と生鮮魚・鮮魚の定義に習うかたちで分類しています。ただし、腐敗の目安となるK値60%以上まで進んでも、インピーダンスの低下傾向は下げ止まりとなる可能性が高くなりますので、腐敗までを見極めることは難しいと考えております。

判定	生鮮魚（鮮度良好）	鮮魚（一般鮮度）	熟成（調理向き）
表示	生鮮魚（鮮度良好） IMP. 525Ω (0023)	鮮魚（一般鮮度） IMP. 270Ω (0082)	熟成（調理向き） IMP. 109Ω (0107)
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のインピーダンスも表示されます。鮮度判定は大きく3段階に分けていますが、4-4-2で記載したとおり、インピーダンスそのものの変化量が鮮度変化を反映しますので、例えば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、前回よりも鮮度が落ちたと判断します。このインピーダンスを定期的に確認することで、数値での鮮度の把握が可能となり、より詳細な鮮度管理が可能となります。

## 6-1. 明石浦漁業協同組合「浦サワラ」

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。

日本標準時のまちである兵庫県明石市にある明石浦漁業協同組合は、四季折々に約100種類の水産物を水揚げしています。ここでの競りは活魚が基本で、昼前に開始されることから「昼網」と呼ばれています。明石の魚は、豊富な工サ、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、特に秋の魚は脂乗りが良く、実際に高値で取り引きされることも多くなります。



明石の魚といえば明石鯛や明石ダコが有名ですが、実はサワラも人気が高く、特に釣りのサワラは船上で活け締めされ、身が傷まないように丁寧に扱われていることから、全国の飲食店から注文が入ります。また、サワラは春の印象が強いですが、実は浜では脂の乗った秋のものが好まれていることから、2021年より明石浦漁業協同組合では秋のサワラを「浦サワラ」と名付け、飲食店が新たな目玉商品として提供できるよう、ブランド品としての環境を整えました。まず、「旨秋 浦サワラ Fair 2021～ここに行けば浦サワラを味わえる実施店舗一覧～」というパンフレットを作成し、明石市内の飲食店・小売店を中心に浦サワラを取り扱う全国約200の店舗を紹介しました。さらに、サワラ漁師16軒が競り前のサワラをFish Analyzer™で脂肪率を測定し、脂質含量5%以上には黄色「上旨」のタグを、10%以上には赤色「特上」タグを尾部に装着し、脂乗りの情報も合わせて競りにかけました。

浦サワラのブランド化の取り組みにより、2021年のサワラの浜値は2020年の同時期と比べ、倍となりました。実例として、兵庫県内の百貨店が浦サワラフェアを開催するために浦サワラの購入を依頼し、それを受けた仲買は脂乗りの優れた赤タグを注文しました。仲買は是が非でも赤タグの浦サワラを購入することで、自ずと魚価は上がりました。もうひとつ、この取り組みで大きな成果となったのが、品質の良い浦サワラは高値で取り引きされることが証明されたことで、今まで以上にサワラ漁師が丁寧に取り扱うようになったことです。取り扱いの丁寧さから、今後は年間を通じてのブランド化が期待されています。



## 6-2. 鳥羽磯部漁業協同組合「答志島トロさわら」

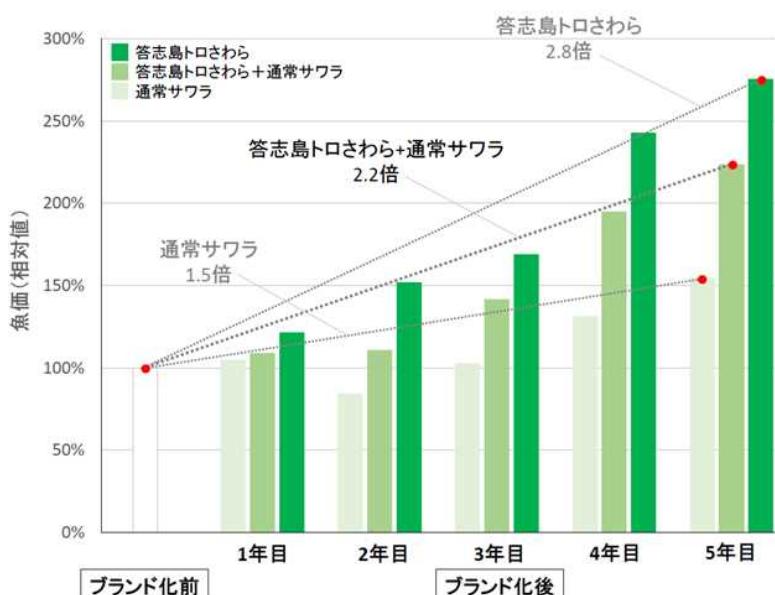
三重県鳥羽市は市内全域が伊勢志摩国立公園に位置し、豊かな自然環境に恵まれ観光業が基幹産業となっています。観光客のもう一つの目的は、新鮮な海の幸を楽しむことです。それゆえ、漁業と観光業は切っても切れない関係性があり、そこで漁業と観光業が連携することで得られる相乗効果により、地域の発展を目的として協議会を立ち上げました。その中で鳥羽の観光の目玉となる海産物をブランド化して売り込んでいくこととなり、選ばれたのが一本釣りで漁獲されるサワラです。サワラは漢字で「鰯」と表されるため一般的には春の魚というイメージですが、地元の漁業者は「秋から冬のサワラは脂がよく乗ってマグロのトロより旨い」と好んで食べていました。

鳥羽市の離島、答志島と菅島で水揚げされるサワラのうち、中でも一本釣りで漁獲された個体は以前からその品質の高さを評価されてきました。また、鳥羽のサワラは秋から冬にかけて脂の乗りが非常によく、市場での味の評価も高かったのですが、山形県の「庄内おばこサワラ」、京都府の「京鰯」、福岡県の「藍の鰯」など、全国各地でサワラのブランド化が進んでおり、それらとの明確な差別化を図る必要性がありました。そこで最大の特徴である脂の乗りを科学的根拠に基づいて“見える化”してブランド化することとなり、インピーダンス法にもとづく魚用品質状態判別装置 Fish Analyzer™を活用することになりました。

脂質含量の周年変化を多数の試料で測定した結果、漁業者が言うとおり、秋から冬にかけて非常に脂質含量が高くなることが確認されました。また、ピーク時には平均脂質含量が14~18%に達し、20%を超える個体も多数確認され、全国的に見てもトップクラスの脂の乗りになることがわかりました。



毎年9月、Fish Analyzer™で測定したサワラの脂肪含有量が10%を超える個体が安定的に水揚げされ始めると「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タグが付けられていますが、浜値はブランド化開始前の2017年度の平均単価に比べ、ブランド化開始から5年目の2022年度の平均単価は2.2倍に上昇し（ブランド認定品は2.8倍）、ブランド認定されなかった通常のサワラの平均単価も1.5倍に上昇しました。近年でも上昇傾向が続いており、2024年10月には浜値で過去最高の半口単価11,222円で入札されました。同時期の豊洲市場での国産サワラの平均価格が1,868円であったことから、答志島トロさわらの評価の高さがうかがえました。



### 6-3. 高知県室戸市「室戸春ぶり」

高知県東部に位置する室戸市では、大敷と呼ばれる大型定置網漁業が盛んに行われており、現在、室戸岬東岸海域で4つの経営体・芸東4大敷（佐喜浜大敷組合、椎名大敷組合、三津大敷株式会社、高岡大敷株式会社）が大型定置網漁業を営んでいます。芸東4大敷では例年3月～4月の春頃にブリが大量に漁獲されており、脂乗りが非常に良く、その味は地元地域では高く評価されています。

一方で、芸東4大敷で春頃に漁獲されるブリ（ブリ、メジロ、ハマチ銘柄）は平均単価が約194円/kg（平成30年～令和4年）となっており、令和4年の新潟市中央卸売市場における新潟県産ブリの平均単価560円/kgと比較すると、ブリの旬を冬に迎える新潟県と比較して非常に低単価という現状がありました。これは、大量に漁獲されることによる値崩れや、一般的に認知されているブリの旬が「冬」であり、春のブリは旬から外れ脂が少なく美味しいという先入観があることが要因と考えられました。よって、室戸岬東岸海域で漁獲されるブリの旬は春であるということを一般消費者に認識してもらい、ブリの単価を少しでも向上させることができ、今後、持続的に漁業経営を継続するために重要となります。芸東4大敷で春頃に漁獲されるブリは脂が乗っていると地元地域で評価されていたが、それについて定量的な評価はなされていませんでした。地元で評価されている脂の乗りをPRするためには、科学的根拠に基づいた評価が重要であると考え、令和3年2月から現在に至るまで、芸東4大敷で漁獲されるブリの体脂肪率を魚用品質状態判別装置 Fish Analyzer™を用いて月1回以上、盛漁期には週1回以上の頻度で高知県水産試験場と連携して測定を行いました。

令和6年3月31日時点まで合計1,602尾のブリの体脂肪率を測定した結果、3月～5月頃に体脂肪率が高くなることが分かりました。また、ブリの重量を7kg以上に限定し、さらに時期を限定することで、平均体脂肪率が約16%と脂乗りの優れたブリを選別できることが判明しました。

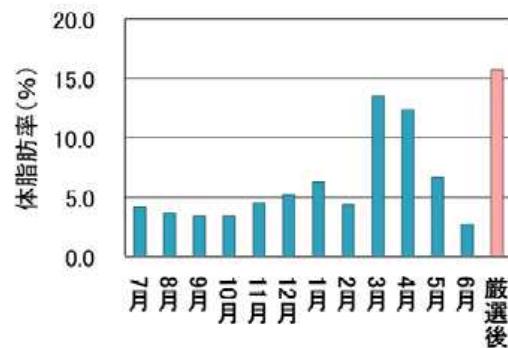
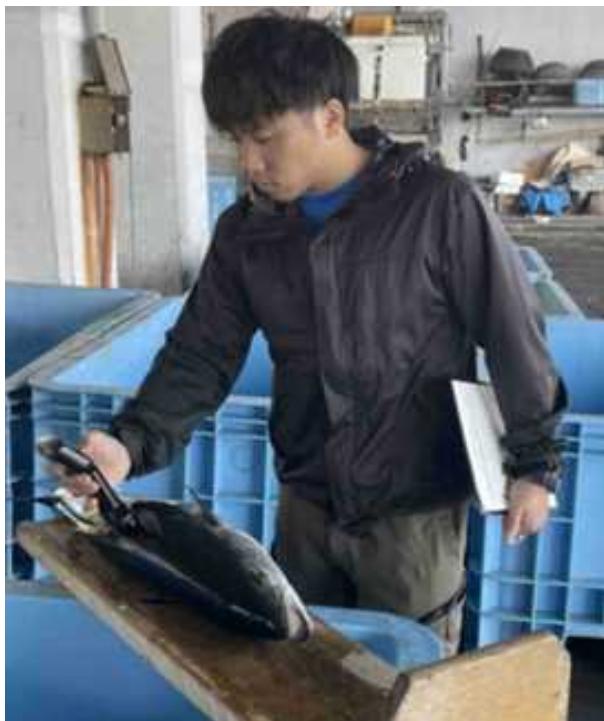


図. 令和3年7月～4年6月に芸東4大敷で漁獲されたブリ（ブリ、メジロ）の月別平均体脂肪率及び厳選個体の平均体脂肪率

春に室戸沖の定置網で脂のり抜群のブリが漁獲され始めると「室戸春ぶり宣言」が出されます。この宣言が出されている期間中に漁獲される7kg以上かつ漁師が厳選したブリは「室戸春ぶり」と呼ばれ、全国に出荷されます。脂の乗った「室戸春ぶり」を食べて、ぜひ室戸の春を実感してください。

（濱町諒介「室戸春ぶり」のブランド化支援より抜粋）

## 6-4. 熊野灘ぶり振興協議会「みえ春ぶり」

熊野灘に面する三重県南部の多くの漁村で営まれているブリ定置網は、地域経済を支える最も重要な産業として根付き、生活、文化、風習とも深くつながっています。産地では、大漁祈願の神事や、三重県産ブリをPRするための直販イベントが行われます。



2010年代以降、海水温の上昇によるブリの分布域の北上に伴い、全国的にブリの漁獲量が増加しました。熊野灘のブリ定置網においても好漁に恵まれる年が多くなり、特に春における漁獲量が急増しました。春のブリは、従前では「彼岸ブリ」と言われ、「寒ブリ」と比べて低く評価されていました。ところが、漁獲が増えた2010年代以降、春にまとまって獲れるブリは、丸々と太っていて、脂が乗っていることに関係者が気付き始めました。そこで、2017年から尾鷲市と三重県水産研究所がFish Analyzer™を使って春のブリの脂の乗りを測定したところ、15%以上の非常に高い値を示す個体が大部分であり、中には30%程度の非常に脂の乗った個体も漁獲されることがわかりました。標識放流の調査結果も合わせると、近年の熊野灘の豊漁を支える丸々と太った春のブリは、北の海で栄養を蓄え、産卵のために熊野灘に来遊してきた群れだと推測されています。

ブリの漁獲量は比較的安定して推移しており、近年では、ほとんどの定置網漁場においてブリが年間漁獲量、金額の大部分を占めているため、ブリの好漁が年間の定置網経営を支えているといつても過言ではありません。このような状況により、寒ブリに比べて安価であった春ブリの認知度向上は徐々に重要性を増してきました。

尾鷲市のホームページへの春ブリのページ開設、三重県のプライドフィッシュへの登録、量販店のポップ向けのデータ提供など、脂肪含量の測定データに基づいた地道な情報発信の継続により、春ブリは脂が乗っていて美味しいということが、徐々に浸透し始めました。更に尾鷲市では、ブリが春に旬を迎える出世魚であることにちなんで、令和4年度から、市長から新規採用職員へ「春ぶり」を贈呈する取り組みを行っています。翌年度からは、同じく春にブリが水揚げされる高知県室戸市でも同様の取り組みが行われ、両市はお互いに協力して「春ぶり」の普及に取り組んでいます。

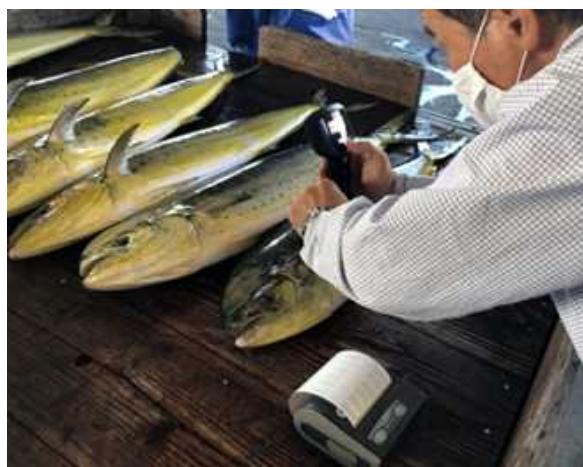
令和5年度には、更なる認知度向上を図るため、三重県の定置漁業者、漁協、系統団体、行政などで構成される熊野灘ぶり振興協議会を設立し、旬の春ぶりの水揚げが本格化する時期を全国の消費者に知つてもらうべく、「みえ春ぶり宣言」の取り組みを始めました。宣言発出には、「①3月1日以降、三重県内の熊野灘沿岸の複数の定置網漁場において、ブリが同日にそれぞれ1,000尾以上水揚げされた時」「②春分の日までに①の条件を満たさない場合は、直近のブリの脂肪含量の測定結果の平均値が14%以上である時」を条件にしています。これらの条件は、宣言後にまとまった漁獲が期待できること、脂が乗ったブリが漁獲されていることを考慮しています。①はまとまった群れは脂肪含量が高い傾向があるというこれまでの測定データを根拠とした条件、②は脂肪含量そのものを条件としています。また、令和6年3月から定置網漁業を営む株式会社はいだ早田大敷が脂肪含量15%以上を基準の一つにしたブリの独自ブランド“結”の出荷に取り組むなど、Fish Analyzer™は「みえ春ぶり」の様々な取り組みに活用されています。



## 6-5. 館浦漁業協同組合「とよひめシイラ」

館浦漁業協同組合の自営定置では年間に 300~600 t のシイラが水揚されます。このシイラは世界中に回遊している魚で外国では広く食されている魚ですが、日本では人気のない魚の一つです。平戸沖には、9 月から 11 月にかけてトビウオを追いかけてシイラが回遊してきます。トビウオをエサにしたシイラは脂があり、地元では人気の魚です。「この美味しいシイラを皆さんに食べてもらいたい！」と言う思いで、令和元年に館浦漁協を中心に漁業者や地元の有識者に声をかけてシイランドプロジェクトを立ち上げ、シイラのブランディング（シイランドプロジェクト）をはじめました。そして、生まれたブランド魚が「とよひめシイラ」です。「とよひめシイラ」は、平戸市内で水揚げされ Fish Analyzer™で測定された脂質が 4 %以上のメスに厳選し、加えて厳密な鮮度管理（血抜き・温度管理等）をしたシイラのブランド名です。館浦には「比賣（ひめ）神社」という氏神様の豊玉姫が祀られている神社があり、そこでは豊漁が祈願されていることから「とよひめシイラ」と名付けされました。

館浦では毎年秋には「シイラヴフェスタ」を開催しており、シイラ釣り大会やシイラ料理コンテストが行われるなど、さらなる「とよひめシイラ」のブランド力向上につなげています。



## 6-6. 愛媛県愛南町「媛スマ」

これまで多くの魚種の脂質含量を測定しましたが、最も高かったのは愛媛大学南予水産研究センター、愛媛県、地元生産者の連携により完全養殖に成功した幻の魚「スマ」です（ブランド名「媛スマ」）。媛スマは愛媛県産の養殖スマを包括した愛称で、媛スマの中には特に脂乗りに優れた「伊予の媛貴海（ひめたかみ）」というブランド魚も存在します。媛スマは稚魚から育てる一般的な養殖ではなく、卵からふ化させて育てる完全養殖にて養殖が行われています。スマの脂質含量は 1 月～4 月にかけて高い値を示し、産卵期である 7 月～9 月にかけて減少、そして 10 月以降に再び増加することが明らかになっていますが、産卵期でも脂質含量 30% を超える個体が存在し、ピーク時には 40% を超える個体も存在します。伊予の媛貴海の脂質含量の基準は 25% 以上であり、その選別に Fish Analyzer™が活用されています。魚種「スマ」は、愛媛県でスマの研究、生産、出荷を担っている人のみが使用できる特注品の魚種であり、愛媛大学南予水産研究センターでは媛スマの脂質含量計算式の定期的な検証を行い、ブランド品の品質保証に努めています。

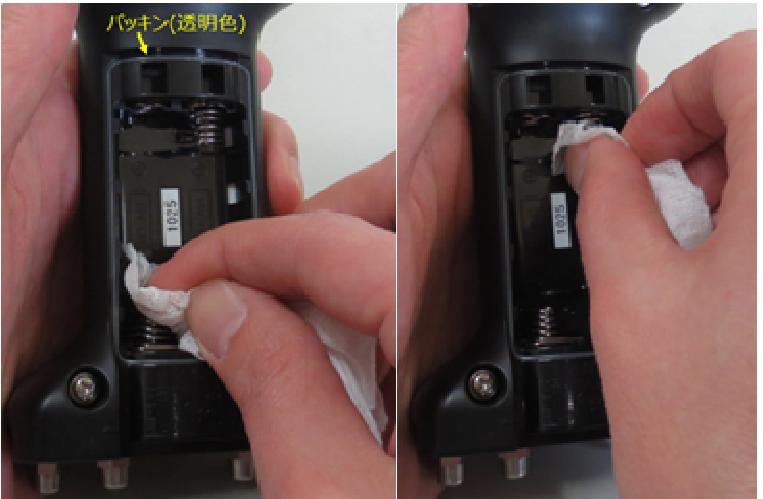


媛スマ  
脂肪 33% 352g  
(0182)

## 7-1. 大切にお使いいただくために

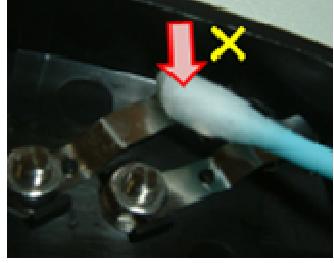
## 7-1-1. 電池ボックス内の清掃について

最も多い故障の原因是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>
	

## 7-1-2. アタッチメントの清掃について

本体電極に海水や滑り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向に向かって押し当てるとき、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>
		

## 7-2. Fish Analyzer™に関する研究報告

### ●水産

- 1) 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.
- 2) 村田昌一, 谷山茂人, 橋勝康, 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.
- 3) 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.
- 4) 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する要因の解明. 千葉県水産総合研究センター研究報告 2014; 8: 21-26.
- 5) 藤嶋敦, 上田智広, 小野寺宗仲. いわてブランドの確立を支援する水産加工技術の開発（サワラの脂肪率推定）. 平成 27 年度岩手県水産技術センター年報 2015; 1-3.
- 6) 久保久美子, 松本欣弘, 桑原浩一, 岡部修一, 谷山茂人, 橋勝康, 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) 竹ノ内徳人, 原田幸子, 前原務, 田鍋聰, 金尾聰志. 新たな養殖魚種「スマ」の販売促進に向けた取り組み. 養殖ビジネス 2017-03; 54(3): 57-60.
- 8) 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. 千葉県水産総合研究センター研究報告 2017; 11: 1-7.
- 9) 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.
- 10) 滝澤 紳, 藤嶋敦, 上田智広. いわてブランドの確立を支援する水産加工技術の開発（マダラの雄雌判別）. 平成 29 年度岩手県水産技術センター年報 2017; 117-122.
- 11) 小山智行, 長谷川淳, 瀧口明秀, 橋勝康, 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.
- 12) 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. 島根県水産技術センター研究報告 2018; 11: 1-9.
- 13) Pengxiang Yuan, Yao Wang, Rihō 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.
- 14) 袁鵬翔, 王曜, 宮崎里帆, 平坂勝也, 橋勝康, 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.
- 15) 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. いち 2019; 136: 36-46.
- 16) 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.
- 17) 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.
- 18) Xinru Fan, Xiaoyu Lin, Chunhua Wu, Nana Zhang, Qiaofen Cheng, Hang Qi, Kunihiko Konno, Xiuping Dong. Estimating freshness of ice storage rainbow trout using bioelectrical impedance analysis. Food Science & Nutrition 2021; 9: 154-163.
- 19) Xinru Fan, Zheng Jin, Yu Liu, Yuwen Chen, Kunihiko Konno, Beiwei Zhu, Xiuping Dong. Effects of super-chilling storage on shelf-life and quality indicators of Coregonus peled based on proteomics analysis. Food Research International 2021; 143:110229.

### ●水産

- 20) 岡部修一, 三田尾健司, 長尾武好. 水産流通現場で迅速・簡便に水産物の脂質含有量等を測定する機器の開発. JATAFF ジャーナル 2022; 10: 31-37.
- 21) 笹木大地, 竹内大介: 熊野灘で漁獲されるブリの脂肪含量. 第 60 回ブリ資源評価・予報技術連絡会議報告 2021; 5-8.
- 22) 高木牧子. 科学的評価による庄内浜産水産物の品質向上試験. 山形県水産研究所事業報告 2022; 45-46.
- 23) 鎌水梢, 麻生真悟. ホッケ資源の効果的活用に向けて-「脂乗り」で付加価値を高める！！-. 北水試だより 2022; 105: 17-19.
- 24) 笹木大地, 館洋: 伊勢湾におけるサワラの脂肪含量の変動特性. 三重県水産研究所研究報告 2022; 29: 34-41.
- 25) 梶達也, 漢町諒介, 鎌昇吾, 大河俊之. 高知県室戸岬周辺の定置網漁場に来遊するブリにみられる近年の質的变化. 黒潮の資源海洋研究 2023; 24: 89-98.
- 26) 漢町諒介, 鎌昇吾, 梶達也, 大河俊之. 高知県東部海域におけるヒラソウダの漁獲動向と魚体脂肪率の推移. 黒潮の資源海洋研究 2023; 24: 99-106.
- 27) 阪井裕太郎, 黒倉 壽, 多田智輝, 野村 翼, 八木信行. 東京都特別区における鮮魚の品質分布と小売店の販売戦略. 日本水産学会誌 2023; 89(2): 137-146.
- 28) 阪井裕太郎, 大淵龍, 黒倉壽, 清水義弘, 中村泰徳, 八木信行. 神経締めがシマアジの鮮度保持と消費者評価に与える影響. 日本水産学会誌 2025; 91(2) 107-115.
- 29) 富山嶺. 北海道沿岸で漁獲されるブリの脂肪率：季節、海域およびサイズによる変動. 北水試だより 2025; 111: 1-4.

### ●畜産

- 30) 寺田圭, 鈴木駿, 大谷利之, 岡部修一, 大塚誠. 生体インピーダンス法による簡便な肥育豚の背脂肪厚測定. 日本養豚学会誌 2023; 60(4): 131-137.
- 31) Kei Terada. Shuichi Okabe, Makoto Otsuka. Prediction of pork loin storage period using a compact impedance device. Animal Science Journal 2024; DOI:10.1111/asj.70020.

### ●医学

- 32) TOMOKO YOSHIMOTO-HARAMURA, TAKANOBU HARA, AKIHIKO SOYAMA, TOTA KUGIYAMA, HAJIME MATSUSHIMA, KUNIHIKO MATSUGUMA, HAJIME IMAMURA, TAKAYUKI TANAKA, TOMOHIKO ADACHI, MASAAKI HIDAKA, SHUICHI OKABE, MASAKAZU MURATA, SUSUMU EGUCHI. A Simple Rapid Method for Measuring Liver Steatosis Using Bioelectrical Impedance. in vivo 2022, 36: 570-575.

## e-水産学シリーズ 「生鮮水産物品質の非破壊計測技術」

Non-Destructive Technologies for Assessing the Quality of Seafood

日本水産学会 監修 岡崎 恵美子・木宮 隆・鈴木 敏之・今野 久仁彦 編

発行所 (株)恒星社厚生閣



近年食品業界では近赤外分光法等の非破壊計測技術が急速に普及しているが、水産分野では流通形態の特殊性や品質評価の複雑性といった背景から導入が遅れていた。そこで、機器開発業者、水産関連業者、研究者、機械開発者が緊密に連携して研究が進められてきた。本書では、工学分野の観点で機器分析技術の基本的原理や解析を詳しく解説するとともに、こうした非破壊技術を活用し実際に産業現場での水産物の高付加価値化や地域振興に取り組む事例を具体的に紹介する。

**第1部 総論** 第1章 非破壊計測技術の進展と水産物品質評価への応用 (岡崎恵美子・木宮 隆・鈴木敏之・今野久仁彦)

**第2部 近赤外分光法による非破壊評価** 第2章 近赤外分光法による非破壊評価 (大倉 力) / 第3章 近赤外分光法による水産物の品質評価の可能性と評価技術開発の実際 (木宮 隆) / 第4章 近赤外分光法の水産業の現場への応用 (1) -「どんちっちアジ」の脂質評価- (清川智之・開内 洋・石橋泰史・久米英浩) / 第5章 近赤外分光法の水産業の現場への応用 (2) -「八戸前沖さば」の脂質評価と八戸における非破壊計測技術の取り組み- (木村優輝・木宮 隆)

**第3部 蛍光指紋法による非破壊評価** 第6章 蛍光指紋の原理と食品への応用 (柴田真理朗) / 第7章 蛍光指紋法を用いた水産物品質評価の可能性 (中澤奈穂・Md. Mizanur Rahman・柴田真理朗・中内茂樹・岡崎恵美子)

**第4部 インピーダンス法による非破壊評価** 第8章 インピーダンス法の原理と非破壊計測法としての進展 (渡辺 学) / 第9章 インピーダンス法を用いた脂質分析、鮮度分析機器の開発 (岡部修一・久保久美子) / 第10章 インピーダンス法を利用した鮮度評価 (今野久仁彦・范 馨茹・董 秀萍) / 第11章 インピーダンス法を用いた脂質評価の水産現場への応用例 -「答志島トロさわら」のブランド化- (久保田正志)

**参考** 資源の有効利用と新たな加工技術の開発 第12章 海外輸出に向けた品質情報の“見える化”的重要性 (吉岡武也・岡崎恵美子)

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  
東北オフィス 〒020-0034 岩手県盛岡市盛岡駅前通16番21号 盛岡駅前通ビル4階 TEL.019-619-3340  
北関東オフィス 〒350-0822 埼玉県川越市大字山田1888番地1 TEL.049-215-3122  
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 〒810-0044 福岡市中央区六本松2丁目12番25号 ベルヴィ六本松6階 TEL.092-577-1591  
営業時間外緊急技術相談窓口 TEL.078-918-6168  
URL: [www.yamato-scale.co.jp](http://www.yamato-scale.co.jp)