

研究分野	5 いわてブランドの確立を支援する水産加工技術の開発	部名	利用加工部
研究課題名	(3) 県産水産物の品質に関する研究 ① 簡易・迅速品質評価技術開発		
予算区分	県単 (利用加工試験費)		
試験研究実施年度・研究期間	平成 24 年度～平成 29 年度		
担当	(主) 滝澤 紳 (副) 藤嶋 敦、上田 智広		
協力・分担関係	大和製衡株式会社、有限会社伊藤水産		

<目的>

大和製衡株などが魚体のインピーダンスから脂質含量 (魚肉 100 g 当たりの脂質重量の割合) を推定する測定機を開発する中で、当所は、共同研究機関として4魚種 (サケ、カツオ、ブリ、サワラ) のデータ収集を行い、本測定機は平成 27 年 2 月に「フィッシュ・アナライザ (Fish AnalyzerTM、以下「FA」)」として市販された。一方、全国では FA を活用し、地元で漁獲されるマグロやタイなどのブランド化に取り組んでいる事例が見られる。

また、FA には三倍体ニジマス測定対象としてメーカーが作成した検量線 (以下「旧検量線」) が組み込まれており、本県の養鱒場での活用が見込まれるが、養鱒場では小型や中型のニジマスも測定対象としたい要望があった。更に、昨年度の当センターの試験でマダラ腹部のインピーダンスを測定し雌雄を判別することができている。

そこで、本研究では、養鱒場や加工場等の現場で FA を使用し、機器を普及するための課題や改善点等について検討することを目的とした。

<試験研究方法>

1 養鱒場における FA の活用

(1) 小型・中型ニジマスを対象とした脂質含量を推定するための検量線の作成

平成 29 年 7～11 月に八幡平市の養鱒場において、FA により小型ニジマス 38 尾 (尾叉長 19.7～27.4 cm) と中型ニジマス (尾叉長 32.6～45.9 cm) 13 尾の背中央部の 100kHz インピーダンスを測定した。ニジマスは事前に冷却し、中型ニジマスでは魚体サイズがサケに近いので FA 電極を直接、小型ニジマスではサンマやアジを測定する小型電極を FA 電極の上に追加装着し、魚体に接触させた。その後、当センターにニジマスを持ち帰り、電極を接触させた魚体側面をフィレーンとして切り出し、ソックスレー抽出法により粗脂肪を抽出・定量した。分析試料は、小型ニジマスではフィレーン全体、中型ニジマスでは電極の接触部分を垂直に切り出した魚肉 (皮を含む) とした。

なお、小型ニジマスのインピーダンスの中には、スミルノフグラブズ検定を適用すると 200～800 Ω のように外れ値となるものがあった。これは、FA 電極と小型電極の間の金具が接触不良を起こしていると考えられたことから、検量線の作成には外れ値を除いた 28 尾 (尾叉長 20.4～27.4 cm) の測定値のみを用いた。

(2) 三倍体ニジマスを対象とした FA の活用

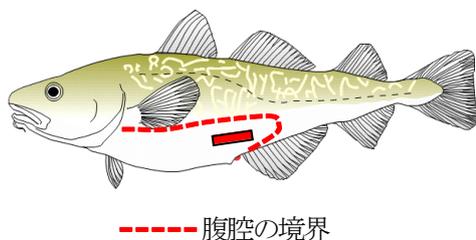
前記(1)と同様、三倍体ニジマス 8 尾 (尾叉長 46.9～53.4 cm) を入手し、養鱒場では FA により推定脂質含量及び周波数別 (2、5、20、50、100 kHz) インピーダンスの測定を行い、当センターに持ち帰り粗脂肪含量を測定した。分析試料は、電極の接触部分を垂直に切り出した魚肉 (皮を含まない) とした。

※表 1 に供試魚の測定結果を示す。

2 マダラの雌雄判別方法の検証

前年度の試験結果から、マダラの雌雄判別方法を測定部位は図1とし、インピーダンス判別基準（整数値）は図2のとおり「100 kHz、75 Ω以上をオス、74 Ω以下をメス」と定めた。

今年度は、加工現場でこの基準を検証するため、県内のフィレー加工を行う鮮魚出荷場でインピーダンスの測定と目視による雌雄判別を行った。なお、検証試験は、平成29年10月～平成30年2月に6回実施し、生殖巣の発達したマダラ292尾を用いた。



--- 腹腔の境界

図1 測定部位

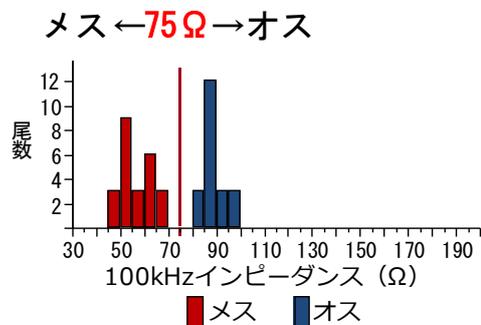


図2 雌雄判別基準

<結果の概要・要約>

1 養鱒場におけるFAの活用

(1) 小型・中型ニジマスを対象とした脂質含量を推定するための検量線の作成

図3にインピーダンスと粗脂肪含量の相関関係を示す。小型と中型のニジマスのどちらも、インピーダンスと粗脂肪含量の相関係数 r が約0.4と低く、脂質含量を推定するための検量線を作成できなかった。これは、小型・中型ニジマスの粗脂肪含量が約1～9%と幅があるものの、インピーダンスのほとんどが100 Ω前後であり、FAが粗脂肪含量に対応したインピーダンスを測定できていないためであった。

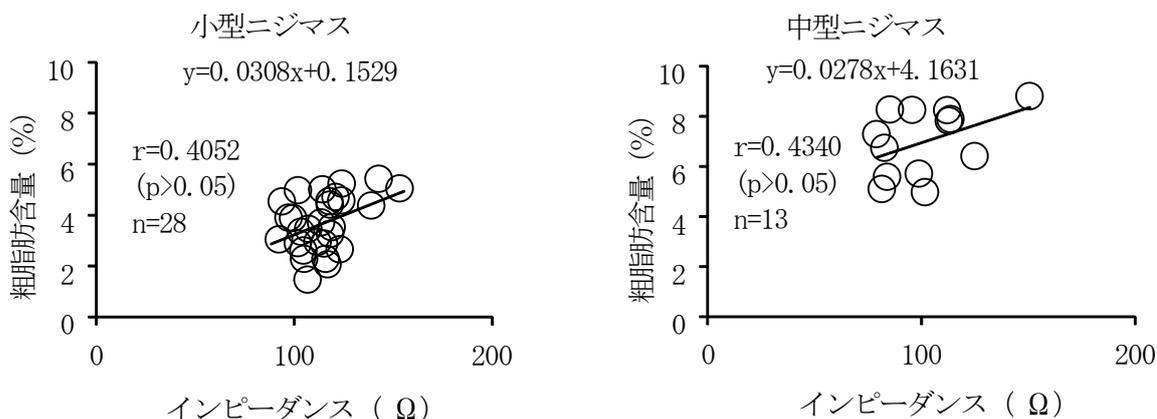


図3 小型・中型ニジマスのインピーダンスと粗脂肪含量の相関関係

(2) 三倍体ニジマスを対象としたFAの活用

図4に旧検量線による推定脂質含量と粗脂肪含量の相関関係を示すが、相関係数が $r=0.063$ と低かった。同様に、釧路水試がサケを対象にFAにより脂質含量を調査した結果、相関係数が低い結果となっている。そこで、今回の調査結果から新しい検量線「推定脂質含量 $=0.1141 \times (100 \text{ kHzインピーダンス}) - 3.0805$ 」($r=0.836$)を求めた(図5)。この新しい検量線を利用し、出荷基準を「FAの推定値5%以上の個体」と定め、脂質含量の少ない個体の出荷を未然に防止する用途として活用できるものと考えられた。

また、旧検量線の推定式は明らかにされていないが、メーカーカタログによれば、「重相関係数 $R=0.81$ 、100 kHz単相関 $r=0.8$ 」と記載されている。このことから、旧検量線の推定式は、100 kHz単相関の推定式

を基本（100 kHzのインピーダンスが最も脂質含量を決定する値であり、その係数も高い）としていると考えられる。しかし、図4に示すとおり、今回の試験では相関係数 $r=0.063$ と非常に低いことから、100 kHz単相関の推定式は、新検量線の推定式とは大きく異なると推測される。加えて、カタログによれば、旧検量線の作成に用いられた三倍体ニジマスの粗脂肪含量は約2～7%であったが、これに比べ当試験に供試魚の粗脂肪含量が約6～10%と高い。以上のことから、新検量線に改良を必要とした要因として、FAの旧検量線は脂質含量の低いニジマスを用いて作成されたが、当試験の脂質含量の高いニジマスに適用できなかったためと考えられた。

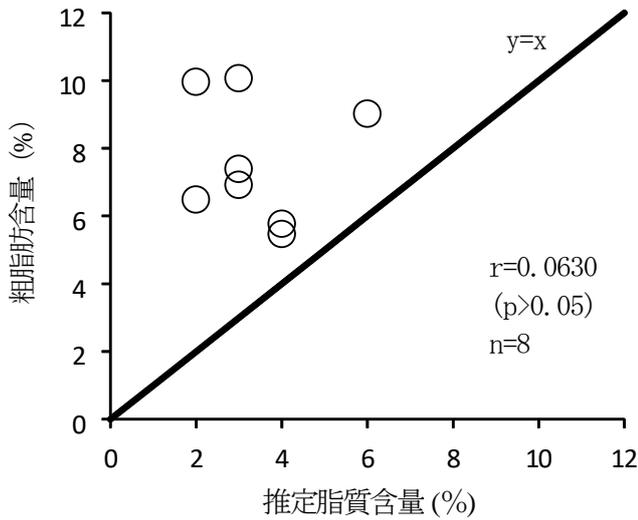


図4 旧検量線による推定脂質含量と粗脂肪含量の相関関係

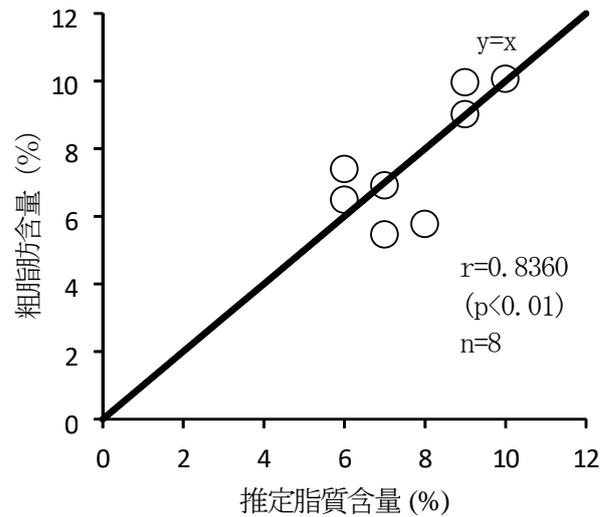


図5 新検量線による推定脂質含量と粗脂肪含量の相関関係

平成 29 年度岩手県水産技術センター年報

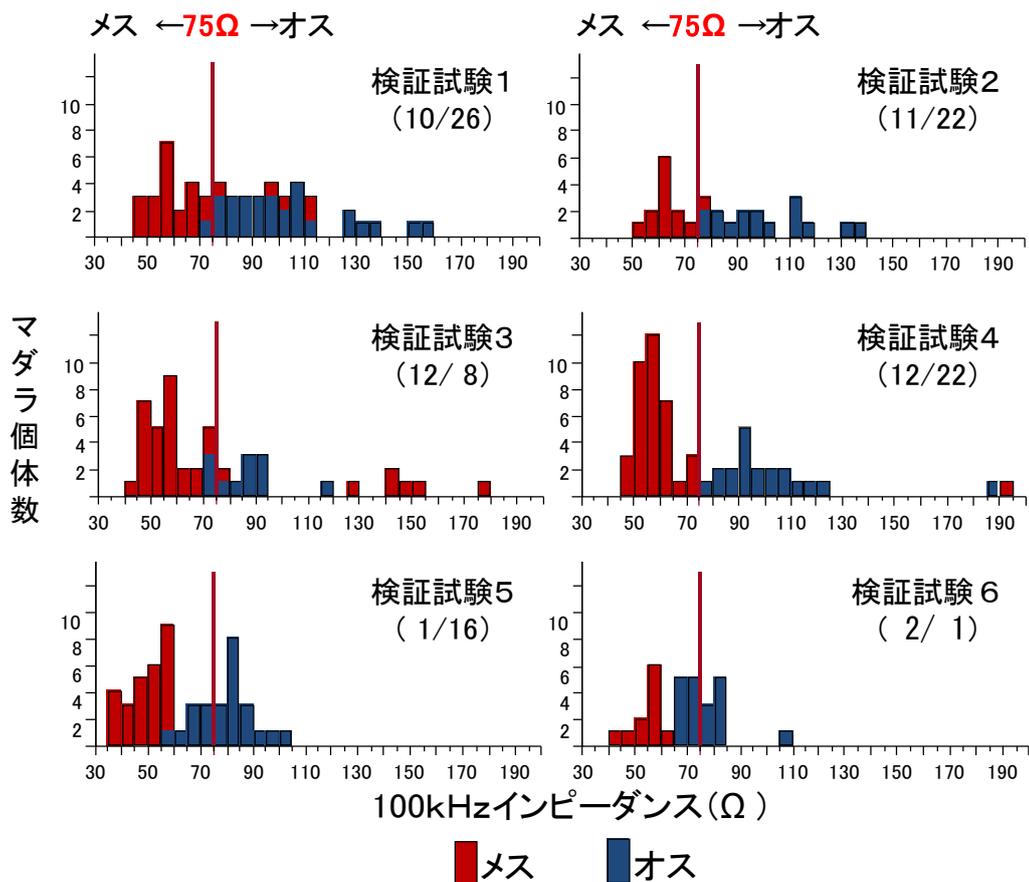
表 1 供試魚の尾叉長、体重、肥満度と脂質含量

規格	入手日	尾叉長(cm)	体重(g)	肥満度	脂質含量 (%)
小型	7月6日	20.5	129.8	15.1	5.0
		20.4	133.9	15.8	4.4
		21.4	147.4	15.0	4.7
		20.9	150.3	16.5	3.2
		22.3	170.2	15.3	5.4
		25.6	258.4	15.4	5.2
		26.8	276.5	14.4	4.6
		21.8	137.3	13.3	4.5
	8月2日	22.3	145.9	13.2	3.6
		20.7	117.7	13.3	2.9
		23.3	173.1	13.7	3.3
		20.9	108.6	11.9	0.8
		21.7	139.8	13.7	2.0
		22.8	161.4	13.6	2.9
	9月14日	21.9	126.0	12.0	2.1
		24.5	185.1	12.6	2.7
		24.9	220.3	14.3	3.9
		27.4	252.0	12.3	2.9
		23.9	184.5	13.5	2.3
		24.9	203.3	13.2	2.6
		21.3	154.7	16.0	3.5
		24.6	179.8	12.1	1.5
	10月5日	24.3	221.9	15.5	5.0
		24.7	202.3	13.4	3.5
		26.2	234.4	13.0	2.9
		26.7	236.0	12.4	3.7
		26.4	241.6	13.1	3.0
		26.8	256.3	13.3	5.0
		27.3	269.7	13.3	3.9
	11月16日	24.5	201.7	13.7	4.5
		25.0	226.2	14.5	3.3
		20.7	105.2	11.9	2.6
23.5		156.6	12.1	3.4	
21.4		116.6	11.9	2.3	
20.9		114.1	12.5	4.4	
19.7		96.0	12.6	3.8	
中型	7月6日	21.5	133.7	13.5	4.4
		20.6	109.5	12.5	2.9
	7月13日	38.0	926.1	16.9	7.9
		36.9	757.9	15.1	8.8
	8月2日	36.9	900.0	17.9	8.2
		33.5	615.1	16.4	6.4
	9月14日	32.6	494.8	14.3	5.0
		43.7	1,429.2	17.1	5.7
		41.1	1,098.6	15.8	8.2
	10月6日	43.8	1,495.5	17.8	7.8
		44.9	1,416.4	15.6	8.3
	11月16日	43.9	1,537.5	18.2	7.3
		45.7	1,558.5	16.3	5.1
		45.2	1,406.3	15.2	5.6
三倍体	7月13日	45.9	1,510.5	15.6	6.7
		52.4	2,420.0	16.8	6.9
	8月2日	49.4	2,360.0	19.6	7.4
		46.9	2,086.7	20.2	5.8
	9月14日	48.4	1,983.4	17.5	10.1
		53.4	2,579.2	16.9	10.0
	11月16日	52.4	2,210.1	15.4	9.0
		50.5	2,126.5	16.5	5.5
		49.8	2,060.2	16.7	6.5

※肥満度= (体重)³/尾叉長×1000

2 マダラの雌雄判別方法の検証

図6に検証試験の結果を示した。検証試験1～4では、メスでも100kHzのインピーダンスが75Ωを超える個体があった。また、オス、メスともに100Ωを大きく超える個体があり、190Ωに達する個体もあった。100Ωを大きく超えた個体の腹部が大きく膨らんでいたため、測定部位の腹腔側と生殖巣の間に隙間が生じないう電極を強く押し当てて測定したところ、インピーダンスは大きく低下した。マダラは、はえなわ漁などで深所から急に海上に引き上げられると、図7に示すように鰾の空気が腹腔内に漏れ出す場合があり、このような状態で測定すると、空気が電気を通さないため、電気が腹部の魚肉に集中して流れインピーダンスが高くなったと推測された。検証試験5～6では電極を強く押し当てて測定したところ、100Ωを大きく超える個体はなくなったが、全体的にインピーダンスが低下した。このことから、価格の高いオスを確実に選び出すには、基準値を70Ω以上のものを選ぶことが必要と考えられる。



空気を抜く前 図6 マダラ雌雄判別実証試験結果 空気を抜いた後



図7 腹部の空気が抜かれる前後のマダラの比較

＜今後の問題点＞

- 1 FA が養鱒場で広く活用されるためには、メーカーの機器改良により小型魚から大型魚まで測定対象が拡大されることや推定脂質含量の精度が向上することが課題である。
- 2 マダラの雌雄判別方法については、現場への普及が課題である。

＜次年度の具体的計画＞

現場での使用実績を残し普及につなげるため、FA によるマダラ雌雄判別の導入を計画している魚市場に対して測定方法（測定部位、電極の接触、インピーダンスの基準等）を指導する。

＜結果の発表・活用状況等＞

- 1 ニジマスの測定結果について、協力先の養鱒場に報告。
- 2 マダラの雌雄判別方法について
藤嶋 フィッシュアナライザ（魚の脂肪計）の活用について（県北地区水産物付加価値向上セミナー）
藤嶋 フィッシュアナライザ（魚の脂肪計）について（岩手県生産地魚市場職員等研修会）
藤嶋 電気インピーダンス法によるマダラの雌雄判別について（水産試験研究成果等報告会）