

ノート

リファイナーを用いた丸ごとすり身の製造技術開発

坂本 啓^{*1}・三浦 悟^{*1}・鈴木 貢治^{*1}・阿部 行洋^{*1}・霜山 まさ子^{*1}・石田 典子^{*2}

Development of new surimi made from whole fish body using refiner and decanter type centrifuge

Kei SAKAMOTO^{*1}, Satoru MIURA^{*1}, Mistuharu SUZUKI^{*1}, Yukihiro ABE^{*1},
Masako SHIMOYAMA^{*1} and Noriko ISHIDA^{*2}

キーワード: カタクチイワシ, リファイナー, 連続遠心機, 丸ごと, ラウンド, すり身, 微細化, シログチ, ニギス, サバ

カタクチイワシは潜在的に資源が豊富にあると言われているが、小型で一次処理にコストがかかること、消化酵素の活性が強いため漁獲後の鮮度低下が早いことなどが原因となり、ほとんどが餌料向けで食用として利用される割合は少ない。この現状を打破するために、高木らによって「ラウンドすり身」技術が開発された¹⁾。これは、魚体を微細化し、消化酵素のインヒビターとして卵白を加えながら水さらしをすることで消化酵素の活性を抑え、練り製品を作る中間原料であるすり身を製造する技術である。また、魚体処理をせずにラウンド状態のまま用いるので歩留まりが高いという特徴があり、カタクチイワシを原料にした試験では、魚肉のみを用いた場合は歩留まり31.2%であるのに対してラウンドすり身では42.9%となっている¹⁾。しかし、この製造工程は凍結粉砕機、摩砕機、高速連続遠心分離機など高価かつあまり普及が進んでいない加工機器を使用しており、これらが技術普及の妨げになっていた。そこで、ラウンドすり身の技術を応用し、これらの工程を比較的普及しているチョッパーやリファイナーで代用した「丸ごとすり身（リファイナー法）」の製造技術を確立させるとともに、他魚種への応用を検討したので報告する。

本研究の途中で東日本大震災が発生し、本県沿岸部の

状況は一変した。各地区の漁業施設や加工施設はいまだ復旧が進んでいない状況だが、本研究が復興の一助となることを願い、報告するものである。

この研究は、(独)水産総合研究センター交付金プロジェクト研究「カタクチイワシ資源の高度利用による地域活性化計画」において行った。

材料と方法

1 丸ごとすり身（リファイナー法）の製造工程

本研究では、平成22年夏期に宮城県沿岸において旋網で漁獲され、石巻魚市場に水揚げ後ブロック凍結された平均尾叉長12.6cm、平均体重12.4gのカタクチイワシを原料とした。

丸ごとすり身は魚体の一次処理工程がなく皮や骨が含まれる点、また消化酵素が残存しており、その活性を抑制する必要がある点で市販の冷凍すり身の製造工程と異なり、できあがったすり身の品質も異なる。予備試験において冷凍すり身品質検査基準²⁾の必須項目に沿って弾力を評価したところ、ゲルが脆弱で測定できなかった。そこで、この基準の任意項目にある馬鈴薯澱粉を添加する評価方法を用い、これを10%添加して評価することにした。この評価方法で行った予備試験の坐り条件ごとの

^{*1}水産技術総合センター ^{*2}独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所

ゼリー強度を図1に示すが、坐り条件による弾力の違いを表現できており、評価方法として利用できることが確認された。

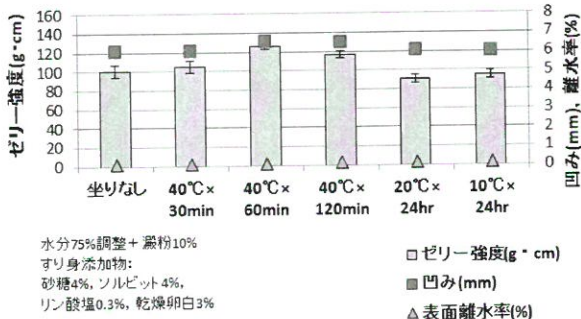


図1 予備試験における坐り条件別ゼリー強度

(1) 各製造工程の精査

丸ごとすり身の製造工程は、まず裁断はバンドソー（(株)中島製作所, WN-38-3）、粉碎はチョッパー（FUJEE（株）, MGB-32, 目合7mm）で行った。次に裏ごしはリファイナー（(株)備文機械製作所, SUM420）を用い、目合は1.5mmとした。また、水さらしはバッチ式で木べらによる攪拌とし、さらし溶液への乾燥卵白の溶解はロボクープ（(株)エフ・エム・アイ, R-10D）による真空攪拌で行った。予備試験において、さらし水のpHは6.8程度であり、試作した丸ごとすり身のpHも弾力が出やすいとされる6.3~7.5³⁾の範囲に入っていたため、本試験では高木ら¹⁾の試験で行ったアルカリさらしは行わなかった。さらに、脱水はシャープレスデカンター（巴工業（株）, FM-2CIP）を用い、遠心力は2800G、供給ポンプの吐出量は0.84m³/h程度（吐出量メモリ8）に固定した。播漬はサイレントカッター（MAINCA（株）, CR-22）、凍結は-40°C急速凍結機（(株)帝国電機製作所, RGH-3）を用いて行った。

各工程において、安価な加工機器で代用できるか精査するとともに、工程ごとに魚肉をサンプリングし、肉温、pH、水分、歩留まりを調べた。魚肉のpHは冷凍すり身品質検査基準²⁾に沿ってpH計（(株)ハギテック, pHSpear）で測定し、水分は乾燥法で測定した。また、魚肉の水さらし回数を0, 1, 2, 3回に変更した丸ごとすり身を作成し、弾力、粗脂肪、脱水廃液の化学的酸素要求量（COD）を測定した。水さらし時の水量は魚肉の5倍量とし、溶液への添加物は1回目はNaCl 0.3%及び乾燥卵白0.1%、2回目以降はNaCl 0.3%で行った。播漬時の添加物は砂糖4%、

ソルビット4%、乾燥卵白1.5%に固定した。

弾力の評価には、前述した方法で作成した肉のりをケーシングに詰め、40°Cで60分坐らせた後に87°Cで30分加熱（以下、40°C×60分坐りと言う）した検査用かまぼこを用いた。このかまぼこの破断強度（g）及び凹み（mm）をレオメーター（サン科学, CR-200D, 直径5mm球状プランジャー, 進入速度60mm/min）で測定し、これらの積から弾力の指標であるゼリー強度（g・cm）を算出した。ゼリー強度の結果には標準偏差をエラーバーで示した。また粗脂肪は脂肪抽出装置（ティケーターFoss, ソクステックシステムHT-6）で測定し、脱水廃液のCODはアルカリ性KMnO₄法⁴⁾で測定した。

(2) 播漬時の卵白添加量

基本としたラウンドすり身の製造工程では、播漬時に乾燥卵白を3%加えることで弾力改善効果が得られるとされているが⁵⁾、工程の一部を変えた丸ごとすり身における適正な卵白添加量を把握するため、播漬時に添加する乾燥卵白量を、魚肉量に対して0, 0.5, 1.0, 1.5, 3.0%に変更したすり身を作成し、その弾力を（1）と同様に評価した。水さらし回数は1回（NaCl 0.3%, 乾燥卵白0.1%）で、播漬時の卵白以外の添加物は砂糖4%、ソルビット4%、リン酸塩0.3%に固定した。

2 練り製品製造企業へのアンケート調査

カタクチイワシを原料とした丸ごとすり身を用いた揚げかまぼこ（カタクチイワシ丸ごとすり身50, スケトウダラすり身50, 糖類, 塩, 馬鈴薯澱粉, 調味料）、魚肉ソーセージ（カタクチイワシ丸ごとすり身50, スケトウダラすり身50, サラダ油, 大豆タンパク, 乾燥卵白, 食塩, 糖類, タマネギ, 調味料）、蒲鉾チップス（カタクチイワシ丸ごとすり身60, スケトウダラすり身40, 小麦粉, 糖類, 塩, 調味料）を作り、練り製品製造企業等（宮城県水産練り研究会会員15名を含む32名）に提示し、アンケート調査を実施した。

3 他魚種への応用

他魚種への応用を図るため、カタクチイワシ同様低利用魚である小型のシログチ、ニギス、サバを原料に、カタクチイワシの標準工程に基づいて丸ごとすり身を試作

リファイナーを用いた丸ごとすり身の製造技術開発

し、同様に品質を評価した。魚体サイズはシログチが全長約6cmのもの、ニギスが平均尾叉長18.6cm、平均体重は39.8gのもの、サバは船上でブライン凍結されたもので、平均尾叉長28.3cm、平均体重は260gのものを用いた。播潰時の添加物は砂糖4%、ソルビット4%、乾燥卵白3.0%、リン酸塩0.3%に固定した。

また、それぞれのすり身から使った検査用かまぼこについて、明度 (L*) と色調 (a*, b*) を色彩色差計 (ミノルタ, DR-300) で測定し、カタクチイワシ丸ごとすり身及び市販のスケトウダラすり身と比較した。結果の図には標準偏差をエラーバーで示した。

結果及び考察

1 丸ごとすり身 (リファイナー法) の製造工程

(1) 各製造工程の精査

製造工程ごとの肉温, pH, 水分, 歩留まりを表1に示す。冷凍ブロックから始まるこの工程は、リファイナーを用いた裏ごし工程まで肉温がマイナスであった。このため、リファイナーの吐出口付近に魚肉が詰まり、当初設定していた3mm程度のスリットでは排出されにくい状況であった。そこで、スリットを徐々に広げていき、最終的に2.5cm (半開程度) で行うことにした。

次の水さらし工程で肉温はプラスとなり、デカンターによる脱水工程後には肉温が10℃を超えた。この試験時の雰囲気は20℃近くあり、この影響もあってか、その後3回目の脱水後には18.5℃まで上昇していた。水さらし前に6.6付近にあった魚肉のpHは、水さらしをするごとに高くなり、水さらし3回目には7.3となっていた。このさらし溶液への乾燥卵白の溶解はロボクープによる真空攪拌で行ったが、真空攪拌装置がない場合は乾燥卵白をミキサー ((有) 竹内食品機械, MD-40) で魚肉と事前混練することで代用出来た。脱水工程ではバッチ式遠心脱水機 ((株) 大道産業, OMD-18) を用いた脱水を検討したが、デカンター脱水のものと比較して良い弾力は得られず、この部分は高価な機械に頼らざるを得なかった。今後はスクリーブレスによる脱水も検討していく必要がある。

原料からの歩留まりは、粉碎・裏ごし工程では、それぞれ95.0%、87.1%であったが、この減少は機械に残存した魚肉が主因であり、スケールを大きくすることで改善

できると思われた。水さらし・脱水工程では、水溶性タンパク質等が流出するため、歩留まりは大きく低下し、1回さらして36.9%、2回さらして21.4%、3回さらして16.5%であった。1回さらし脱水後の歩留まりは、高木ら¹⁾の試験結果の42.9%には及ばなかったが、比較的高い値であった。

表1 工程ごとの肉温・pH・歩留まり

	冷凍原料 (ブロック)	粉碎後	裏ごし後	水さらし1回 脱水後	水さらし2回 脱水後	水さらし3回 脱水後
肉温 (°C)	-12.0	-	-1.9	14.3	15.9	18.5
pH	-	6.6	6.6	6.9	7.2	7.3
水分 (%)	-	81.6	82.9	81.5	84.0	79.2
魚肉重量 (kg)	51.0	48.4	44.4	17.9	9.5	2.9
原料からの歩留まり (%)	100	95.0	87.1	36.9	21.4	16.5

次に、水さらし回数別のすり身のゼリー強度、粗脂肪量を図2に示す。水さらし回数が増えるにつれてゼリー強度が増加し、それとともにすり身の粗脂肪量は減少した。また、脱水廃液のCODは、水さらし1回目で3400mg/L、水さらし2回目で1600mg/L、水さらし3回目で1000mg/Lであった。歩留まりの低下の割にゼリー強度はそれほど改善されていないため、脂肪の他にも筋原繊維等が流出している可能性が示唆された。上記の歩留まりや水さらし試験の結果から、丸ごとすり身の水さらし回数は1回が良いと考えられた。

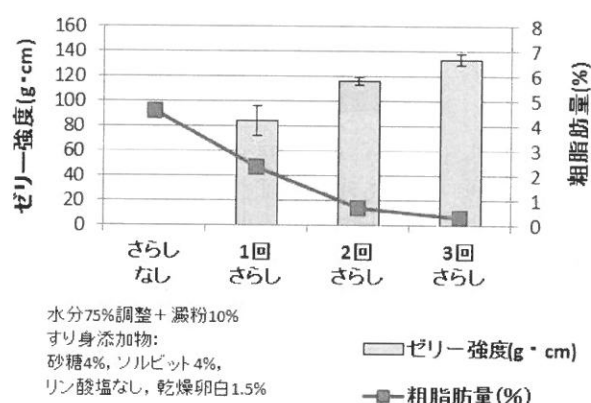
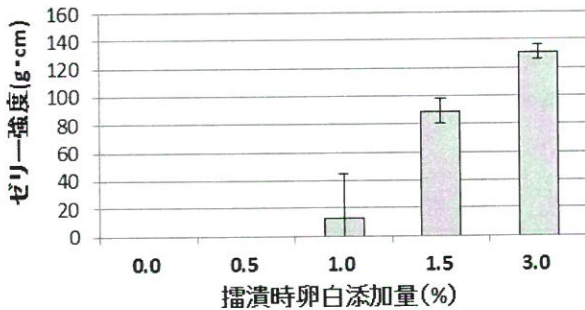


図2 水さらし回数とゼリー強度・粗脂肪

(2) 播潰時の卵白添加量

播潰時に添加した卵白量とゼリー強度の関係を図3に示す。乾燥卵白1.0%以下の処理区ではゲルが脆弱なためほとんど測定できなかった。乾燥卵白1.5%の処理区では90g・cm程度のゼリー強度が確認されたが、最も高いゼリー強度を示したのは3.0%の処理区であり、丸ごとすり

身においても添加卵白濃度は3.0%程度必要であることが確認された。



水分75%調整+澱粉10%
すり身添加物:砂糖4%,ソルビット4%,
リン酸塩0.3%,乾燥卵白0~3%

図3 播漬時の添加卵白量とゼリー強度

以上の結果を踏まえてリファイナー法の標準工程を図4に示す。3他魚種への応用試験は基本的にこの工程をベースに行うこととした。

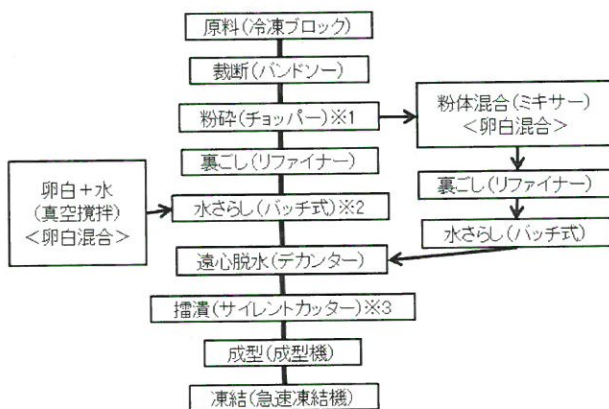


図4 丸ごとすり身リファイナー法標準工程

- ※1 ミキサーによる卵白添加工程を追加することで、真空攪拌による卵白溶解工程を代替することが可能。
- ※2 卵白 0.1%, 塩 0.3%。原料の脂肪含量や求める品質等により回数を調整する。
- ※3 糖類に加え、卵白を 3%程度加える必要あり。

2 練り製品製造企業へのアンケート調査

試作した3品について、商品化の可能性を聞いた結果を図5に示す。「商品化できる」または「工夫すれば商品化できる」と回答した人は揚げかまぼこで94%、魚肉ソーセージで94%、かまぼこチップスで86%となり、多少の工夫は必要だが、概ね商品化可能との評価が多かった。

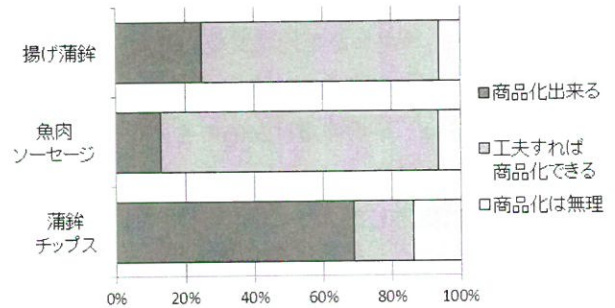


図5 カタクチイワシ丸ごとすり身を用いた試作品のアンケート結果

3 他魚種への応用

それぞれの魚種から作成したすり身及び検査用かまぼこの試作条件を表2に、検査用かまぼこのゼリー強度のデータを図6に示す。検査用かまぼこ作成時の肉のりpHはかまぼこの弾力が出るとされる6.3~7.5³⁾の範囲に全て入っていた。シログチは、馬鈴薯澱粉を加えずに評価したが、練り製品に利用可能である弾力が得られた⁶⁾。澱粉を添加した場合はさらに弾力が出ると思われる。歩留まりは42.0%であった。今回用いたシログチの耳石は長径が3mm程度あり、これらの破片のすり身への混入が懸念されたが、デカンターへの給水ホースをさらしタンクの底に付けないように設置することで混入を回避できた。実用化の際は、底が円錐形の容器を用いて耳石を沈殿させ、除去することで対応できると考える。

次に、ニギスはゼリー強度108g・cmとカタクチイワシに近いゼリー強度を示した。この丸ごとすり身を原料に2と同様の工程で揚げ蒲鉾を作ったところ、カタクチイワシよりも色合いがよく、原料の提供を受けた練り製品製造企業から高評価を得た。一方、船凍ブラインサバはカタクチイワシに比べて水分量が少ないにも関わらず弾力が低かった。このすり身の粗脂肪を測定したところ、5.3%とカタクチイワシの2倍以上あり、これが原因であると考えられた。このような粗脂肪が多い原料については、カタクチイワシ用の標準工程のままでは粗脂肪を十分に除去できず、水さらし時のpH調整や回数を増やすなどして粗脂肪量を下げることが必要であると考えられた。

表 2 魚種別丸ごとすり身の試作条件

	原 料	すり身作成時			評価用かまぼこ作成時		
		水さらし回数	播漬時添加卵白 (%)	pH	添加澱粉 (%)	最終水分 (%)	pH
①	冷凍カタクチ	1	3.0	6.9	10	70.4	6.8
②	冷凍シログチ小	1	3.0	7.7	0	74.3	7.3
③	冷凍ニギス	1	3.0	7.4	10	69.4	7.0
④	冷凍サバ	1	3.0	7.5	10	67.8	7.3
⑤	生鮮スケトウダラKA級	3	0	-	0	76.9	7.1

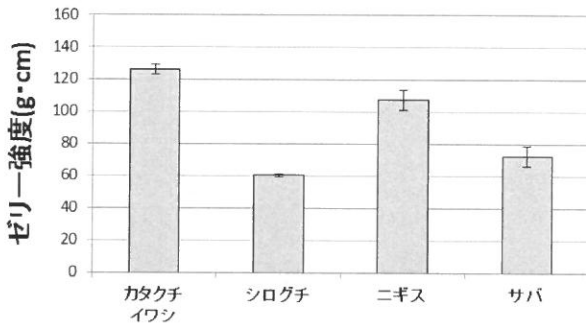


図 6 魚種別のゼリー強度 (40℃×60分坐り)

それぞれのすり身の明度 (L*) と色調 (a*, b*) を図7, 図8に示す。40℃×60分坐りのデータを示したが, 他の坐り条件もほぼ同様の結果であった。丸ごとすり身は皮, 骨, 内臓等も含まれるため, 市販のスケトウダラ冷凍すり身KA級と比較して全般的に低い明度であった。また色調は, 赤身魚であるカタクチイワシやサバがスケトウダラと比較して赤味と黄色味が強い傾向にあるのは予想どおりであったが, 白身魚であるシログチやニギスについても同様の傾向が見られた。これらのことから, この色調は血合い肉よりもむしろ皮, 骨, 内臓等の混入が原因であると推察された。

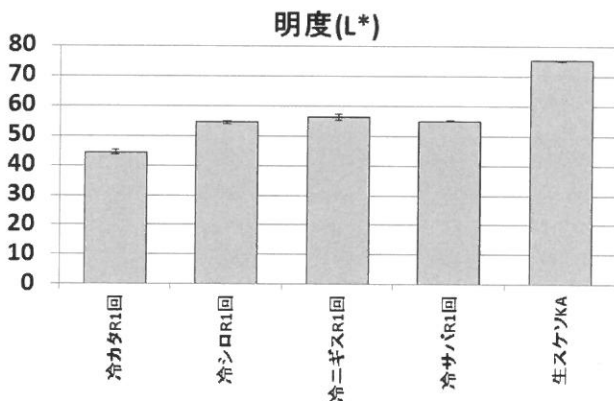


図 7 魚種別評価用かまぼこの明度 (L*)

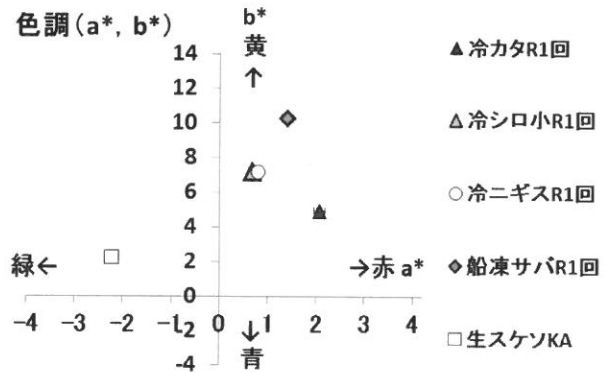
※一部既発表データを含む⁶⁾

図 8 魚種別評価用かまぼこの色調 (a*, b*)

※一部既発表データを含む⁶⁾

以上の試験から, チョッパー及びリファイナーを用いることで魚体の微細化工程を代用することが可能となり, この工程で作成したすり身を用いた試作品は, 練り製品製造企業から概ね商品化可能との評価を得ることができた。しかし, 脱水工程については, バッチ式の遠心脱水機では代用できず, 課題が残った。また, 今回の試験では, 高木ら¹⁾の工程にあるアルカリさらしやバブリングは行っていないため, 今後はこれらについても検討していく必要がある。

また, この丸ごとすり身製造工程は, 魚種によって工程の一部を調整する必要があるものの, カタクチイワシ以外のいくつかの魚種にも応用可能であることがわかった。今後実用化する際は, 製造工程の微調整やすり身の冷凍耐性などのより詳細なデータを蓄積する必要がある。さらに, 今回消化酵素のインヒビターとして用いた卵白はアレルギー物質であり, 近年は敬遠される動きもあることから, 他のインヒビターも検討していく必要があると考える。

謝辞

本研究を行うにあたり, カタクチイワシ資源の高度利用による地域活性化計画研究のプロジェクトチームメンバーには幅広い情報と適切な助言を頂き, 大変お世話になった。また, シログチに関しては岡山県農林水産総合センター水産研究所の元谷専門研究員, ニギスに関しては富山県の株式会社上久の蛸谷社長, 船凍サバに関しては独立行政法人水産総合研究センター開発調査センター

北勝丸の多大なるご協力を頂いた。また、CODの分析に関しては当センター環境資源部の職員にも協力を頂いた。この場を借りて深謝する。

要約

石巻魚市場に水揚げされたカタクチイワシを原料として、安価な加工機器を用いた丸ごとすり身の製造工程を精査するとともに、他魚種への応用を検討した。

1) チョッパーやリファイナーを用いることで、より安

価で普及率の高い機器を使った丸ごとすり身の製造工程をほぼ確立することができたが、脱水工程について一部課題が残った。

- 2) 丸ごとすり身を用いた試作品を練り製品製造企業に示し、アンケートを実施したところ、多少の工夫は必要であるが、概ね商品化可能であるとの声が多かった。
- 3) 丸ごとすり身の工程は、魚種ごとに工程を微調整する必要はあるが、小型のシログチ、ニギス、サバにも概ね応用可能であった。

参考文献

- 1) 高木毅・石田典子・加藤登 (2009), 食用不快部位を含む水産原料からの食肉製造方法, 日本国特許庁, 特開2009-232814
- 2) 西岡不二男 (1994) 冷凍すり身の品質検査基準. 日水誌, **60**, 282-283
- 3) 岡田稔(2008) かまぼこの足の形成. かまぼこの科学, 成山堂, 東京, 64-71
- 4) 佐竹久男 (1980) 化学的酸素要求量 (COD). 新編水質汚濁調査指針, 恒星社厚生閣, 東京, 160-162
- 5) 高木毅・森下博仁・加藤登 (2008) カタクチイワシを原料としたラウンドすり身の製造方法 (2). 平成20年度水産利用関係研究開発推進会議利用加工技術部会研究会資料, 独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所, 90-91
- 6) 坂本啓・元谷剛・清水泰子・石田典子 (2011) シログチの丸ごとすり身技術の開発. 平成23年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, 日本水産学会, 150