

十勝産食材を用いた出汁素材の開発 (R6)

公益財団法人とかち財団 ものづくり支援部

食品技術グループ 横山真由子

1 研究の背景と目的

広尾町は十勝地域で漁獲されるシシャモの半数近くを水揚げしているが、近年、漁獲量は減少傾向にある¹⁾。そのため漁業者からはシシャモと同時に捕獲される魚介類の利用促進が望まれている。このうちキュウリウオ (サケ目キュウリウオ科) は北海道以北の太平洋側に生息する²⁾が、市場における取引価格が低いため廃棄される事例も少なくない。一方、キュウリウオは古くは広尾町近郊の住人に出汁素材として家庭で消費されていたが、様々な出汁素材が容易に入手できる現在では出汁としての利用はほとんどない。

料理で使用する出汁はうま味や香りを引き立てる欠かせないものであり、昆布、鰹節、煮干しなどの出汁素材は古くから料理に使用されているが、これらの出汁素材には地域性があり、九州北部で使用されるトビウオのあごだしのように地域特有のものが存在する³⁾。そこで、本研究ではキュウリウオを用いた出汁素材として煮干しの製造方法を検討し、地域性のある出汁素材の開発を目指した。

2 試験研究の方法

(1) キュウリウオ煮干しの製法の検討

令和5年10~11月に広尾町で漁獲されたキュウリウオ203匹(R5年産)を重量ごとに4群に分別(9.9g未満:3匹、10.0~14.9g:93匹、15.0~19.9g:81匹、20g以上:26匹)して、試験まで-20℃で冷凍保存し、最初に煮干し製造のための煮熟時間を検討した。20g以上のキュウリウオ各3匹を沸騰した5Lの4%食塩水中で5分間もしくは10分間煮熟し、煮熟後、放冷して煮熟時間ごとの衛生状態および身の破損状態を評価した。衛生状態は公定法に従い一般生菌数、大腸菌群を検査し、身の破損状態は目視で確認した。

次に、煮熟後のキュウリウオについて乾燥条件を検討した。10.0~14.9gと15.0~19.9gのキュウリウオ各9匹ずつを煮熟後、送風定温恒温機(DNF-84、ヤマト科学株式会社)を用いて乾燥温度を25、40、60、80℃に設定し、各温度での乾燥時間を検討した。乾燥時間の指標は、日本農林規格では煮干魚類の原材料を「まいわし、かたくちいわし、うるめいわし及びまあじ」と定めているため、この規格(水分18%以下、粗脂肪分は上級5%以下、標準8%以下)⁴⁾を参考にした。対照を市販のカタクチイワシ煮干し(市販煮干し)とし、各煮干しをミルサーで粉碎後、目開き850 μ mの試験用ふるいを通過したものを試料として分析に供した。水分は常圧加熱・直接法(105℃5時間)、水分活性は水分活性測定装置(LabMaster-aw、ハシナ社)、粗脂肪分はソックスレー抽出法を用いて測定を行った。

さらに、乾燥温度の違いによる出汁の味質を評価するため、各煮干し出汁のうま味成分を比較した。うま味成分の分析は、乾燥条件の異なる試作煮干しと市販煮干しを粉末化

し、各々蒸留水に対し3%(w/v)を加え、30分間常温で静置後、湯煎で各懸濁液を加温して90℃に達した時点から7分間維持した。その後、20分間氷冷し、ろ過して得られた出汁を供試液とした。うま味成分のうち、イノシン酸は齋藤らの報告⁵⁾をもとにHPLCにより定量し、グルタミン酸はPTCアミノ酸分析法により定量した。統計解析はMicrosoft Excelの分析ツールを使用して、一对の標本による平均のt検定(両側)を行った。官能評価は供試液に1%(w/v)の食塩を加え簡易的に実施した。

(2) キュウリウオ煮干しの特徴分析

試作煮干しの特徴を明らかにするため、各煮干し自体に含まれるうま味成分、一般成分および味質評価の結果を市販煮干しと比較した。試作煮干しは40℃、16時間乾燥のものを粉末化して用いた。うま味成分は各々蒸留水に対し5%(w/v)となるように遠沈管に加え60℃で60分間保温し、10分間振とう後、ろ過して得られた溶液を供試液とし、2-(1)記載の方法でイノシン酸およびグルタミン酸を定量した。たんぱく質はマクロ改良ケルダール法、灰分は直接灰化法、食塩相当量は希酸抽出法によるナトリウム分析により測定した。味質は蒸留水に対し煮干し粉末を乾燥重量で3%(w/v)、食塩を0.6%(w/v)加え、湯煎で70℃に保った出汁各40mlを当財団職員19名を評価パネルにして二点比較法により官能評価した。評価の項目は、色の濃さ、キュウリの臭い、苦味、うま味、うま味の持続性とし、これらについて濃いまたは強い方を選択させた結果を集計した。統計処理はMicrosoft Excelを使用して二項検定(片側)を行った。

(3) キュウリウオ煮干しの実スケール製造検討

地域企業の協力のもと、工場スケールで試作実証試験を実施した。-20℃で冷凍保存しておいたR5年産キュウリウオ10匹(10.0~14.9g:5匹、15.0~19.9g:5匹)と令和6年10~11月に広尾町で漁獲されたキュウリウオ10匹(R6年産、99g未満:1匹、100~149g:2匹、150~199g:6匹、200g以上:1匹)をそれぞれ試験に使用した。両年産のキュウリウオは回転釜を用いて4%(w/v)沸騰食塩水中で各5分間煮熟した後、40℃に設定した乾燥機でR5年産のものは19時間10分、R6年産のものは45時間乾燥した。完成した煮干しは速やかに-20℃で冷凍保存し、2-(1)記載の方法で水分、粗脂肪分を測定した。

3 実験結果と考察

(1) キュウリウオ煮干しの製法の検討

まず、煮熟時間の決定のため、5分間と10分間の煮熟を比較した結果、微生物検査では共に一般生菌数300以下/g、大腸菌群陰性/0.2gとなり、どちらも菌数に問題はなかった。このため、20g程度までのキュウリウオは5分間以上の煮熟をすれば有害微生物のリスクが低いことが示唆された。破損状態は5分間より10分間の方が破損個所が多く、煮熟中に起きる水の対流による影響と考えられた。日本農林規格の品質基準では煮干魚類の

形態として腹切れや皮剥げが少ないことが挙げられている⁴⁾ため、本試験では20g程度までのキュウリウオの場合、煮熟条件は5分間が適当と考えられた。

次に、乾燥条件決定のため予備試験として送風定温恒温機を60℃に設定し、煮熟したキュウリウオを乾燥させたところ、7.5時間（就業時間内）では乾燥が不十分であったため、製造のオペレーションを考慮して16時間（1昼夜）とした。この結果、25℃では乾燥16時間でも水分22.4%となり日本農林規格の基準に適合しなかったため、乾燥時間は25℃で24時間、40、60、80℃で16時間とした。この乾燥時間で各乾燥温度での水分、水分活性、粗脂肪分を比較した結果（表1）、全ての試作煮干しが日本農林規格の基準を満たしていた。水分は乾燥温度が高いほど低く、中でも40、60、80℃では市販煮干しより低かった。水分活性は全ての試作煮干しが市販煮干しより低く、有害微生物の繁殖リスクが低いと考えられた。粗脂肪分も水分活性と同様で、且つ、上級規格に該当した。

さらに、各煮干し出汁のうま味成分を比較した結果（表2）、イノシン酸濃度は市販煮干し出汁が最も高く、次いで25℃乾燥煮干し出汁（有意差 $p < 0.01$ ）であった。グルタミン酸濃度は40、60、80℃乾燥の煮干し出汁が市販煮干し出汁や25℃乾燥の出汁よりも有意に高かった。このことから、市販煮干し出汁と比べて試作煮干し出汁は有意にイノシン酸濃度が低く40、60、80℃乾燥では有意にグルタミン酸濃度が高いことが示唆された。これらの出汁を簡易的に官能評価した結果、25℃乾燥煮干し出汁はわずかにキュウリ臭が感じられ、40、60、80℃乾燥煮干し出汁は乾燥温度の上昇に伴い加熱臭が感じられた。

以上の結果から、本試験ではキュウリ臭と加熱臭が感じられなかった40℃、16時間の乾燥条件が適当と考えられた。

表1 乾燥条件の異なる試作煮干しと市販煮干しの水分、水分活性、粗脂肪分

	乾燥温度・時間				市販煮干し
	25℃24時間	40℃16時間	60℃16時間	80℃16時間	
水分 (g/100g)	13.9±0.7	4.8±0.2	3.2±0.4	1.5±0.2	12.8±0.1
水分活性	0.59	0.23	0.05	0.10	0.63
粗脂肪分 (g/100g)	1.6±0.6	2.1±0.1	2.3±0.0	2.1±0.3	2.5±0.0

表2 市販煮干し出汁と試作煮干し出汁のうま味成分の比較

	イノシン酸濃度 (mg/100mL)	グルタミン酸濃度 (mg/100mL)
市販煮干し	23.92±0.65	1.50±0.02
25℃乾燥煮干し	14.33±1.00**	1.53±0.04
40℃乾燥煮干し	8.72±0.10***	2.52±0.07**
60℃乾燥煮干し	8.89±0.43**	2.36±0.08**
80℃乾燥煮干し	8.18±0.70***	2.37±0.17*

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

(2) キュウリウオ煮干しの特徴分析

試作煮干し自体の特徴を明らかにするため 40℃乾燥煮干しと、市販煮干しに含まれるうま味成分を比較した結果(表 3)、うま味成分は出汁と同様に市販煮干しよりも有意 ($p<0.001$) にイノシン酸が少なく、有意 ($p<0.05$) にグルタミン酸が多いことが示唆された。一般成分を比較した結果(表 4) では、40℃乾燥煮干しは市販煮干しより低脂質、高灰分であった。試作煮干しの脂質が少ないことは、酸化による影響を受けにくいと考えられ、キュウリウオ煮干しの特徴にできる可能性を示唆した。また、高灰分の理由は高い食塩相当量に起因しており、イワシを原料とする煮干しの塩分が 1.2%~6%程度という報告⁶⁾ と比べても食塩相当量が高かった。煮熟工程は小泉らの報告⁷⁾ を参考に検討し、一般的なイワシを原料とした煮干しの調製方法に準じたが、一般的な煮干しの調製方法では塩分が高くなったため、加工工程で真水または低濃度の塩水により煮熟することで塩分を低下させた方が良いと推察された。一方で、従来の手法を踏襲するならば塩分とうま味を生かした粉末調味料素材や珍味等の加工適性を有すると考えられた。

官能評価用に調製した各煮干し出汁の評価結果(表 5) は、試作煮干し出汁より市販煮干し出汁の方が「色が濃い(有意差 $p<0.001$)」「苦みが強い(有意差 $p<0.01$)」と回答したパネルが有意に多かった。一方、「キュウリ臭の強さ」「うま味の強さ」「うま味の持続性の強さ」に関して有意差はなかった。

表 3 市販煮干しと試作煮干しのうま味成分の比較

	うま味成分/100g		うま味成分/100g(乾物重量)	
	イノシン酸 (mg/100g)	グルタミン酸 (mg/100g)	イノシン酸 (mg/100g)	グルタミン酸 (mg/100g)
市販煮干し	833.98±15.10	42.46±1.36	956.40±17.29	48.70±1.56
試作煮干し	296.67±11.68***	68.89±8.54*	311.63±12.27***	72.36±8.97*

* $p<0.05$ *** $p<0.001$

表 4 試作煮干しと市販煮干しの一般成分の比較(n=3)

	栄養成分値/100g		栄養成分値/100g(乾物重量)	
	試作煮干し	市販煮干し* ¹	試作煮干し	市販煮干し* ²
エネルギー (kcal)	315	298	-	-
水分(g)	4.8	15.7	-	-
炭水化物(g)	3.4	0.3	-	-
たんぱく質(g)	70.7	64.5	74.3	74.0
脂質(g)	2.1	6.2	2.2	7.1
灰分(g)	19	13.3	20.0	15.3
食塩相当量(g)	9.6	4.3	10.1	4.9

*1. 日本食品標準成分表(八訂) 増補 2023 年「魚介類<魚類>(イワシ類)かたくちいわし/煮干し」より引用

*2. *1 より算出

以上の結果から、試作煮干し出汁は市販煮干し出汁と比較してイノシン酸濃度が低く、グルタミン酸濃度が高かったが、官能評価の結果はうま味において市販煮干しと遜色のないものであることが示唆され、試作煮干し出汁の特徴は市販煮干し出汁に比べて同程度のうま味を有し、出汁にすると色が薄く苦味が弱い出汁となる特徴を有すると考えられた。

表 5 試作煮干し出汁と市販煮干し出汁の二点比較法による官能評価(濃い、強い方を選択)

項目	パネリスト数		P値
	試作煮干し出汁	市販煮干し出汁	
色の濃さ	0	19	$p < 0.001$
キュウリ臭の強さ	11	8	$p = 0.6762$
苦味の強さ	4	15	$p < 0.01$
うま味の強さ	10	9	$p = 0.5000$
うま味の持続性の強さ	7	12	$p = 0.0835$

(3) キュウリウオ煮干しの実スケール製造検討

本試験で選定した条件をもとに、工場スケールで実証試験を実施した。R6年産キュウリウオはR5年産キュウリウオと同等の水分(表6)になるまで、より長時間の乾燥が必要であった。これは、試験に使用したキュウリウオの平均重量がR6年産は1尾あたり約152gに対しR5年産は約15gと魚体のサイズに大きな差があり、R6年産はR5年産の約10倍の重量であったため、均一な乾燥に至るまで長時間の乾燥が必要となったことによる。また、粗脂肪分を分析した結果、R6年産キュウリウオを用いた試作煮干しは日本農林規格の基準に適合しなかった(表6)。これは魚体サイズが大きいためにより脂がのった魚体が多かったものと推察された。

表 6 試作煮干しの水分、粗脂肪分

	R5年産キュウリウオ煮干し	R6年産キュウリウオ煮干し
水分(g/100g)	6.0±0.0	5.2±0.3
粗脂肪分(g/100g)	2.0±0.1	14.9±0.1

これらの結果から、広尾町で実施されているシシャモ漁で混獲されるキュウリウオを煮干し原料とする場合、魚体サイズにより粗脂肪分が異なり、品質にばらつきが出る可能性が高く、加工には一定程度のサイズの統一が必要と考えられた。今回の場合、1匹あたりの重量が20g程度であれば日本農林規格の基準に適合した粗脂肪分の煮干しを製造可能であることが示唆されたが、今後の実証に向けて魚体サイズごとの粗脂肪分データの蓄積により、適した魚体サイズの設定が必要と考えられた。結論として、R6年産キュウリウオを用いた試作煮干しは粗脂肪分が規格基準に適合しなかったため、残念ながら出汁素材としては不向きであった。一方で、地域企業からR6年産キュウリウオを用いた試作煮干しはR5年産キュウリウオを用いた試作煮干しより魚油の香りが強く存在感があるという好ましい評価

を得ることが出来、脂質を多く含む原料であっても別の用途での加工適性があることが示唆された。参考までに、この時の歩留まりは R6 年産キュウリウオ約 1,670g から煮干し約 370g を回収し、収率は約 22%であった。現在はこの特徴を生かした粉末調味料の開発を地域企業と進めている。

4 まとめ

キュウリウオは北海道以北に分布し、十勝地域でも水揚げされる魚種である。しかし、キュウリウオの加工利用に関する報告はほとんどない。本研究ではキュウリウオの食用利用拡大のため、キュウリウオを用いた出汁素材の製造方法を検討した。今回は 1 匹あたりの重量 20g 程度のキュウリウオを用いた場合における煮干魚類の日本農林規格として定められている水分、粗脂肪分の条件を満たす製造方法として原料の煮熟時間 5 分間、乾燥条件 40℃、16 時間が適当であった。試作煮干しは市販のカタクチイワシ煮干しと比較して、うま味成分であるイノシン酸が有意に低く、グルタミン酸が有意に高かったが、官能評価ではうま味に関する項目に有意差はなかった。そのため、市販煮干しに劣らないうま味を有すると考えられた。また、市販煮干しより有意に苦味が少ないことから頭や内臓を除去せずに煮干しを全て粉碎して製造することが可能で、粉末調味料等の素材としての利活用が可能と考えられた。

一方で、キュウリウオは漁獲される年度により、煮干しを製造した際の粗脂肪分が年度により大きく異なった。しかし、粗脂肪分が高くても魚油由来の香りを生かした加工食品の開発可能性が示唆され、現在、地元企業と粉末調味料の開発に取り組んでいる。本研究によって、キュウリウオのサイズの違いにより、用途に応じた加工食品を開発することで、未利用資源であるキュウリウオの利用率向上、十勝産の新たな特色ある製品の開発に貢献することが期待される。

5 参考文献

- 1) 「十勝の水産 2022」, 十勝総合振興局
<https://www.tokachi.pref.hokkaido.lg.jp/ss/sis/tokachinosuisan/tokachinosuisanTOP.html>
- 2) 章超樺ら, (1992). 日本水産学会誌, 58 (4), 773-779.
- 3) 武藤嘉則, (2017). 佐賀大学教育学部研究論文集/佐賀大学教育学部, 1(2), 63-70.
- 4) 日本農林規格「煮干魚類」2024年4月10日改正
- 5) 齋藤薫ら, (2010). 食肉の理化学分析及び官能評価マニュアル, 独立行政法人家畜改良センター
- 6) 安達町子, 野崎征宣, (2002). 長崎大学水産学部研究報告, 83, 13-18.
- 7) 小泉鏡子, 平塚聖一, (2017). 水産学会誌 83 (2), 199-206.