

瀬戸内海産キュウセンの各種成分及び加工適性に関する研究

我如古菜月*、濱田祥太、藤本晶子、太田健吾

本研究では、キュウセンの一般成分および嗜好に関連する成分の分析を行い、どのような特徴をもつ魚であるかを明らかにすることを目的とした。さらに、キュウセンを用いた練り製品を作製し、加工適性についても検討した。試料は瀬戸内海近海で漁獲されたオスおよびメスのキュウセンとし、可食部のみをミンチにしたものを使用した。作成したミンチのたんぱく質、脂質、灰分、水分のそれぞれの含量、脂肪酸組成、アミノ酸組成、破断応力、テクスチャーを測定した。さらにキュウセンのオス、メスの試料を混合して作製したはんぺんの官能評価を行った。測定項目のうち、脂質含量、たんぱく質含量および灰分含量に雌雄差が見られた。アミノ酸組成では、タウリンが雌雄どちらにも最も多く含まれており、固体差が大きいため有意差は出なかったが、メスよりもオスに多く含まれる傾向にあった。キュウセンを混合したはんぺんは、メスの試料を混合したはんぺんがオスの試料を混合したものよりも破断応力が高かった。官能評価において、キュウセンを混合したはんぺんの方が混合しないものより全体的に高評価であったことから、キュウセンははんぺん等の練り製品への加工適性があることが示唆された。

キーワード：キュウセン、はんぺん、クリープメーター、官能評価

魚は日本人に馴染み深い食材の一つである。さらに、比較的高たんぱく質であり、魚種によってはカルシウム、タウリン、鉄分、ドコサヘキサエン酸（DHA）やエイコサペンタエン酸（EPA）などの多価不飽和脂肪酸を多く含有することが知られている。しかし、その摂取量は減少傾向にあり、令和元年の国民健康栄養調査によると1日当たりの魚介類の摂取量は64.1gで、肉類の摂取量は103.0gと肉類の摂取量が魚介類の摂取量を大きく上回り、その差は年々大きくなっている。この傾向は特に若い世代に顕著に見られるが¹⁾、若い世代が魚を嫌っていると一概には言えない。魚食摂取量が低下した理由として考えられるのが、魚の調理に時間・手間がかかることが挙げられる。調理の簡素化や、若年者の調理経験不足により、魚をさばくところから調理する若年者は少ない²⁾。可食部のみが販売されている畜肉に比べると取り組みにくい食材である。特に一人暮らしをしているものでは、食べない傾向がさらに強いという報告がある^{3),4)}。さらに魚は傷みやすく、特有の魚臭もあるため、調理後の後片付けの煩わしさも相まって余計に敬遠される傾向にあることが考えられる。

そこで難しい調理工程がなく、手軽に魚を摂取できる方法として水産練り製品に着目した。水産練り製品は保存性に優れ、調理もされているため、若年層にも容易に魚介類摂取が可能になると考えられる。水産練り製品は魚肉に1~2%程度の塩分を加えることで弾力が生まれ、魚そのものとはまた違った風味を醸し出す。練り製品の主原料はエソやイトヨリダイ、キントキダイが一般的だが最近ではアジやイワシ、トビウオなどの近海魚を混合した製品も多く出てきている。このような魚を利用することで、独特の風味を醸し出すと同時に、小さい魚、食味の悪い魚、見かけの悪い魚など利用価値の低い魚でも、練

り製品にすれば美味しく食べることができる⁵⁾。また、加熱をすることで保存性が増し、野菜などのほかの食材と組み合わせた調理もしやすい。さらに、魚介類を主原料に作られることもあり、一般的に高たんぱく質で低カロリーである。さらに、かまぼこに血糖値上昇抑制効果があるとの報告もある⁶⁾。

水産練り製品に使用されている魚介類はいろいろあるが、本研究では瀬戸内海近海で漁獲されるキュウセン(学名: *Parajulis poecilepterus*) に着目することとした。キュウセンは温帯に適応した小型のベラ科魚類である。浅い岩礁域に生息し、その分布域は日本海側では新潟県佐渡以南、太平洋側では北海道函館以南から九州南岸で、藻場や岩場が点在する内湾の浅い砂質域に多く生息している。キュウセンは雌雄同体であり、小さい時は雌で大きくなると雄に性転換する魚として知られている。全国的には認知度が高くないが、瀬戸内海沿岸では「ぎざみ」と呼ばれ、漁業や遊漁の対象魚となっている。旬は夏ごろで鱗は薄く皮は厚みがあり骨は脆く透明感のある白身魚である。肉質は少し水分が多く時間がたつと身が脆弱になり、熱を通して硬く締まらないという特徴がある。瀬戸内海では煮付け、南蛮漬けなどにして食されているが⁷⁾、食に観点を向けたキュウセンの基礎データは少ないのが現状である。そこでまず、キュウセンの一般成分や風味といった基礎データを収集した。その際に雌雄差があるか合わせて検討した。一般的に卵を持っている時期の雌の魚は必要な栄養が卵に移行してしまうため、身の状態が雄よりも悪かったり、美味しさに欠けていると言われている。しかし魚種によって異なる可能性もあるため、本研究でもキュウセンの雌雄差について検証することとした。さらに、キュウセンを用いて水産練り製品を作製し、若年世代のパネルに対し官能評価を行うことで、キュウセンの水産練り製品への加工適性について検討した。

方法

(1) 使用した魚の入手方法および試料調製

試料として瀬戸内海近海で漁獲されたオスおよびメスのキュウセンを、尾道市内、三原市内のスーパーもしくは尾道の漁業協同組合関係者より数回にわたり購入した。購入後は1匹ずつラップし冷凍保存バッグに入れ、-30℃の冷凍庫にて実験当日まで保管した。分析時に解凍し、頭、尾、内臓、鱗を除去し、1回の分析で1~3匹程度をミンチにして使用した。

(2) 各種成分組成分析

キュウセンの可食部をミンチ(1回につき1~5匹使用)にした試料の各種成分組成の測定は以下のように行った。水分含量の測定は、104℃に設定した乾燥機内で常圧加熱乾燥法を用いて行った。粗たんぱく質含量はケルダール法を用いて測定した。灰分は104℃に設定した乾燥機内で予備乾燥を行った後に直接灰化法により測定した。脂質含量はFolch法を用いて抽出した魚油の重量を測定することで算出した。さらに、得られた魚油について、脂肪酸メチル化キット(グリセリド用、ナカライテスク製)を用いてメチル化した後、ガスクロマトグラフ(GC-2010 plus、島津製作所製)にて脂肪酸組成を分析した。標準品のピークと未知試料の保持時間とを比較することで、脂肪酸の同定または推定を行い、ピーク面積から組成比を算出した。なお、キャリアガスはヘリウム、キャピラリーカラムはDB-23(60m×0.25mm内径、膜厚0.15µm、J&W製)を用いた。その他の分析条件は、注入口温度250℃、検出器温度280℃、

スプリット比 1:50、入口圧 230kPa、昇温条件 50°C (1min) →25°C/min→175°C→4°C/min→230°C (10.25 分) とした¹¹⁾。アミノ酸分析は、試料をクエン酸リチウム緩衝液を用いて希釈しメンブレンフィルターでろ過した後、全自動アミノ酸分析装置 (JLC-500/V2、日本電子株式会社製) で測定した。

(3) キュウセンを混合した水産練り製品の物性測定

本研究では、エソのミンチをベースにキュウセンの魚肉を混合した水産練り製品を研究対象とした。試料は尾道市内のスーパーマーケットで購入したエソの可食部をミンチにしたものに、(1)に記載した方法により、購入したキュウセンの可食部のミンチを混合したはんぺんを用いた。はんぺんの作り方は以下のとおりである。エソ及びキュウセン(メス・オス)の可食部のミンチを各 75.0 g ずつ使用し、塩化ナトリウム (株式会社日本海水) 3 g を加え、フードプロセッサーでミンチに粘りが出るまで 30 秒程度粉碎した。このすり身に上白糖 (関門製糖株式会社) 15 g、片栗粉 (フジタ株式会社) 22.5 g、蒸留水 30 mL を加えて良く攪拌した。これを縦 12.5 cm×横 8.0 cm×高さ 4.5 cm の金属製の流し型に入れ、沸騰水で表面も裏面も 3 分ずつ茹で、氷水で放冷し、水気をよくふき取った。その後、縦 3.0 cm、横 3.0 cm、厚さ 2.0 cm に切り分け、クリープメーター (RE2-33005C、株式会社山電製) で貫入試験およびテクスチャー測定を行った。貫入試験では既報⁷⁾を参考に直径 5 mm の球状プランジャーを用い、測定速度 1mm/s で測定した。テクスチャー測定では直径 5 mm の円柱状プランジャーを用いて歪率 50%、測定速度 10mm/s で計測した。

(4) キュウセンを混合した水産練り製品の官能評価

実施内容を理解し同意の得られた福山大学生命工学部海洋生物科学科に所属する 4 年生計 27 名 (男 22 名、女 5 名) をパネルとして官能評価を行った。用いたキュウセンは(1)と、作製方法は(3)と同様であるが、評価対照となるエソは業務用のエソすり身を購入し使用した。エソのみで作製したはんぺんを基準と設定し、基準を最初に試食後、キュウセンのオス及びメスのミンチを混合して作製したはんぺんを食し、5 段階で採点を行った。質問項目は、食べる前については「Q1. 基準と比較して見た目・色はどうか?」「Q2. 基準と比較して魚の香りはどうか?」「Q3. 対象の練り製品の香りはどうか?」の 3 項目であり、食べた後は「Q4. 基準と比較して味はどうか?」「Q5. 基準と比較して魚の香りはどうか?」「Q6. 対照の練り製品の香りはどうか?」「Q7. 基準と比較して弾力はどうか?」「Q8. 基準と比較して歯ごたえはどうか?」「Q9. 基準と比較して舌触りはどうか?」「Q10. 基準と比較して後味はどうか?」とした。また、総合評価として「Q11. 総合的に見てこの練り製品は商品としてどうですか?」の 1 項目を設けた。なお、本研究は福山大学研究安全倫理委員会の承認のうえ、ヘルシンキ宣言に則り実施した (通知番号 2021-H-41 号)。

(5) 統計解析

得られたデータについてオスおよびメスの試料の二群間の比較は T 検定を行い、 $P < 0.05$ で有意差ありとした。

結果および考察

(1) キュウセンの各種成分組成分析

表 1 にキュウセンのオス、メスの試料における水分、粗たんぱく質、灰分、脂質のそれぞれの含量、および脂肪酸組成比の測定結果を示した。オス、メスの試料における水分含量に有意差はみられず、ともに 79% 台であった。また、食品成分表⁸⁾で確認すると、他の魚ともほぼ同様な数値を示していた。粗たんぱく質含量はオスが 19.7%、メスが 19.0%、灰分はオスが 1.9%、メスが 1.1% を示し、雌雄間で有意差が見られた。脂質含量はオスが 0.94%、メスが 1.88% であり、標準偏差が大きかったため有意差はなかったがややメスの方が高値であり、マガレイやカサゴ、ヒラメといった他の白身魚と同程度の脂質含量であった。脂肪酸はオス、メスの試料ともにパルミチン酸が 23%、DHA が 20%、オレイン酸が 11~12%、EPA が 9~11%、ステアリン酸 6~7% の順に多く含まれていた。その他の脂肪酸については、オスではアラキドン酸、パルミトレイン酸、ヘキサン酸、ミリスチン酸が、メスでは、ミリスチン酸、アラキドン酸、パルミトレイン酸、ヘキサン酸、リノール酸が多く含まれていた。

表 1. キュウセンの各種成分分析結果

	水分含量 (%)	粗たんぱく質 (%)	灰分 (%)	脂質含量 (%)	脂肪酸組成比 (%)					
					パルミチン酸	DHA	オレイン酸	EPA	ステアリン酸	その他
オス	79.6±1.2	19.7±0.4	1.9±0.2	0.9±0.8	22.8	20.6	12.1	8.7	6.4	29.6
メス	79.8±0.7	19.0±0.5	1.1±0.0	1.9±1.3	23.2	20.0	11.3	10.8	7.1	27.6

*水分含量：N=5、粗たんぱく質および灰分：N=3、脂質含量：N=5、脂肪酸組成は脂質含量で抽出した魚油を使用。

*表中の*は P<0.05、**は P<0.01 を示す。

表 2. キュウセンのアミノ酸組成比 (単位: mg/可食部 100g)

	オス	メス
P-Ser	0.67±0.58	1±0.00
Tau	228±16.52	183±84.50
Asp	2±0.00	2.5±1.53
Thr	3.67±0.58	4±3.06
Ser	3.67±1.53	3.67±3.79
Asn	1±0.58	1.5±1.00
Glu	6±1.73	6±4.58
Gln	6.67±2.52	4.5±2.65
Gly	5.67±1.15	3.33±1.15
Ala	10±1.00	8.67±7.64
Cit	1±0.00	1±0.58
Val	2±0.00	3±2.00
Met	1±0.00	1.33±0.58
Cysta	3±1.73	2.67±2.08
Ile	1.67±0.58	2±1.53
Leu	2.33±0.58	3±2.00
Tyr	1.33±0.58	2.33±1.53
Phe	1±0.00	1.5±1.00
Orn	3±0.00	2.33±2.31
His	1±0.00	1.33±0.58
Lys	8.67±2.52	6±6.24
Arg	2.33±0.58	3.33±3.21
Hypro	1±0.58	1±0.58
Pro	2.33±0.58	3.5±2.52

(2) アミノ酸分析計によるアミノ酸組成比の測定

表 2 にキュウセンの可食部試料の遊離アミノ酸組成比および含硫アミノ酸様化合物であるタウリン (Tau) の結果を示した。オス、メスともに最も多かったのは Tau であり、有意差はないが若干オスの方が含有量が高かった。Tau の含量についてはタラやマダダイなどと同程度であった⁹⁾。遊離アミノ酸の中ではオス、メスの試料問わず、Ala、Lys、Gln、Glu が多く含まれていた。しかしながら、全体的に遊離アミノ酸量は少なかった^{10)、11)、12)}。

(3) キュウセンを混合した水産練り製品の物性測定

キュウセンを混合した水産練り製品の破断応力測定、テクスチャー測定の結果を表 3 に示した。破断応力に関して、エソとオスのキュウセンの試料を混合したものが一番低値であり、エソとメスのキュウセンを混合したものが一番高値であった。この傾向はテクスチャー測定の最大荷重、ガム性においても同様であった。付着性についてはエソとメスのキュウセンを混合したものが低値であり、エソのみが高値だったため、キュウセンを混合することで付着性が低下する傾向が見られた。

(4) キュウセンを混合した水産練り製品の官能評価

エソのみで作製したはんぺんを基準として、キュウセンのオス・メスの試料を混合したはんぺんを比較した結果を図 1 に示した。「基準と同じ」を 0 とし「良い・美味しい」方を「プラス (+)」、「悪い・嫌い」方を「マイナス (-)」とした。官能評価の Q1~Q3 は食べる前における見た目、色、香りに関する質問項目であり、見た目や色についてはキュウセンのオスの試料を混合したはんぺんが評価がキュウ

センのメスの試料を混合したはんぺんと比較して有意に低かった。Q1 以外の項目については統計学的な有意差はなかった。Q4 以降は食べたときの味、香り、弾力、歯ごたえ、舌触り、後味に関する評価であり、味についてはキュウセンのメスの試料を混合したはんぺんの方の評価が高い傾向にあった。香りについてはキュウセンのオスの試料を混合したはんぺんの方の評価が高く、弾力 (Q7) や歯ごたえ (Q8)、後味 (Q10) についてもキュウセンのオスの試料を混合したはんぺんの方の評価が高かった。クリープメーターでの測定では、オスの試料を混合したはんぺんよりメスの試料を混合したはんぺんの方が、破断応力における最大荷重、テクスチャー解析における最大荷重およびガム性とも高値となった。よってメスの試料を混合した方が歯ごたえがあると示されたが、その歯ごたえがパネルにとってはあまり好まれる強さではなかったものと考えられた。舌触り (Q9) についてはキュウセンのメスの試料を混合したはんぺんの方の評価が高かった。テクスチャー解析において付着性はメスの試料を混合したはんぺんの方がオスの試料を混合したはんぺんより低値だったことが反映されていると考えられた。総合評価 (Q11) では、キュウセンのオスの試料を混合したはんぺんの方の評価が高かった。メスの試料を混合したはんぺんの自由記述の欄には「最もおいしかった」や「味は好きだが弾力が硬くて好きではない。」という意見が得られた。硬さについては、前述のクリープメーターでの測定結果でもメスの試料を混合したはんぺんの方が最大荷重が高く、官能評価でもそれに準じた結果となった。オスの試料を混合したはんぺんの自由記述の欄には「市販品に近い気がした」や「磯臭さが減っていて食べやすかった。」などオスの試料を混合したはんぺんの方が比較的高評価をしている意見が多かった。臭いについては、ガスクロマトグラフによるはんぺんの揮発性成分組成についても調べたところピーク数については 58~64 個と、サンプル間で大差はなかった (データ未公表)。しかし、ピークの大きさの違いがいくつか見受けられたので、含有量の多少が官能評価で得られた「オスの試料を混合したはんぺんの方がやや評価が高い傾向にある」という結果にも影響している可能性が考えられた。

以上の結果から、キュウセンを混合することで若年層に好まれやすい練り製品を作成できることが示唆され、オス、メスの試料の混合により硬さや風味を変化させることが可能であることが明らかとなった。

表 3. キュウセンを混合した水産練り製品の物性測定結果

		エソ	エソ+キュウセン(オス)	エソ+キュウセン(メス)
		平均値±標準偏差	平均値±標準偏差	平均値±標準偏差
破断応力	最大荷重 [N]	4.7±2.2	4.3±2.1	5.3±2.3
	最大荷重 [N]	6.8±2.6	6.5±2.6	7.0±2.6
テクスチャー解析	凝集性	0.5±0.7	0.5±0.7	0.5±0.7
	ガム性	3.3±1.8	3.2±1.8	3.6±1.9
	付着性 [J/m ²]	14137.7±118.9	12961.8±113.8	8799.8±93.8

瀬戸内海産キュウセンの各種成分及び加工適性に関する研究

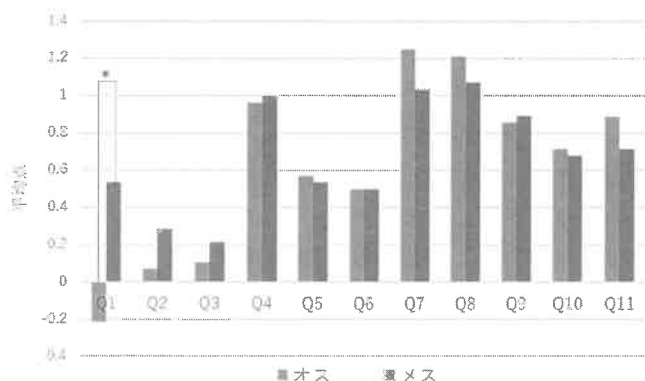


図1. キュウセンを混合したはんぺんの官能評価 (n=27, *;P<0.01)

質問項目：<食べる前>Q1.基準と比較して見た目・色はどうか？Q2.基準と比較して魚の香りはどうか？Q3.対照の練り製品の香りはどうか？<食べた後>Q4.基準と比較して味はどうか？Q5.基準と比較して魚の香りはどうか？Q6.対照の練り製品の香りはどうか？Q7.基準と比較して弾力はどうか？Q8.基準と比較して歯ごたえはどうか？Q9.基準と比較して舌触りはどうか？Q10.基準と比較して後味はどうか？<総合評価>Q11.総合的に見てこの練り製品は商品としてどうか？

表4 官能評価の自由記述欄に記載されていた内容

オスの魚肉を混合したはんぺん	メスの魚肉を混合したはんぺん
香りが強く味は薄く感じた	3つの中で最も好み
蒲鉾に近い感じがした	3つの中で一番おいしかった
市販品に近い気がした	641と同じで臭みがなくていい。でも、641より濃い感じがしてこっちの方がいい。
基準と比較して磯臭さが下がっていて食べやすかった	味は好きだが弾力が硬くて好きではない。
個人的に魚嫌いだからこの暗いニオイがない方がいい	—音癖がなく食べやすかった。
蒲鉾風味。食べる前は生臭さを感じたが、食べた後はそうでもなかった	食感が少し硬い部分があったが、基準より柔らかくはあった。
魚の後味が580に比べて強かった。580より弾力がしっかりしていたように思えた。	口に入れる瞬間少し臭さが
美味しかった。	味は好きだったがはんぺんには弾力が強かった。
ニオイは特に臭くはない	美味しい
弾力があってよい	

本報告の粗たんぱく質含量は、山口県産業技術センターの施設および設置機器を用いて行った。また、本報告は日本食品科学工学会第69回大会で発表した。

謝辞

本研究を行うにあたり、実験試料の入手にご協力くださいました吉和漁業組合理事の松本伸幸様、尾道漁業組合理事の島村正春様、株式会社クラハシの岡秀敏様に深謝致します。

文献

- 1) 仁後 亮介、松隈 紀生、田村 麻衣、竹下 華織、松隈 美紀、城田 知子、甲斐 論：魚食普及のための食品開発の取り組み—未利用魚介類（ヤズ、サバ）を利用した加工食品—、中村学園大学・中村

- 学園大学短期大学部研究紀要、44、167-168(2012)
- 2) 田口 和子、長野 みさを、大矢 みどり：食生活の中の魚についての一考察(第1報)、名古屋文理短期大学紀要、16、95-106(1991)
 - 3) 木村 祐子、巴 久美、坪倉 もえ、丸山 千寿子、岩崎 洋子、坪能 由紀子、片山 伸也、天野 晴子、宮本 武典、源 五郎：本学学生の昼食摂取の実態と改善を目指した食環境づくりの試み、日本女子大学紀要、64、11-17(2017)
 - 4) 湯川 夏子、小谷 由美：家庭の食卓における魚離れの実態と要因、食生活研究誌、29 (6)、21-25 (2009) 岡田 稔：新訂かまぼこの科学、(2008) 成山堂書店
 - 5) 岡田 稔：新訂かまぼこの科学、(2008) 成山堂書店
 - 6) 矢澤 一良：「かまぼこ」の血糖値上昇抑制作用の解明と糖尿病予防への応用、浦上財団研究報告書 Vol. 15、51-59 (2007)
 - 7) 北條健一、杉山純一、粉川美踏、藤田かおり、弓削渉、野崎理悦、伊藤寿美、乳化米ゲルの添加による魚肉すり身加熱ゲルの物性制御、日本食品科学工学会誌、64 (3)、130-149 (2017)
 - 8) 香川明夫/監修；八訂 食品成分表 2021
 - 9) 平岡芳信、佐々木嘉忠、園田浩二、愛媛県で水揚げされる魚介類の含窒素エキス成分量 (第1報)、愛媛県産業技術研究所研究報告、No. 49、19-22 (2011)
 - 10) 中辻伸嘉、秋田もなみ、林芳弘、野村晋平、足立亨介、森岡克司、和歌山県産加太産天然マダイ肉の物性に関与する生化学及び組織学的特性、水産増殖、66(4)、309-315 (2018)
 - 11) 永井崇塔、福馬敬紘、中津沙弥香、柴田賢哉、坂本宏司、凍結含浸処理した魚介類の軟化と筋肉タンパク質の変化、水産学会誌、77(3)、402-408 (2011)
 - 12) 塚正泰之、福田隆志、安藤正史、マダイの塩締めと短期熟成が呈味成分に及ぼす影響に関する研究、日本水産学会誌、88(6)、503-514 (2022)

引用 URL

- i) 令和元年国民健康・栄養調査報告、<https://www.mhlw.go.jp/content/000711006.pdf>(2023.5.22)
- ii) Frank David、脂肪酸メチルエステル分析に使用するカラムの選択、<https://www.chem-agilent.com/cimg/00001424.pdf>、(2023.5.27)
- iii) おさかな瓦版 23 号、独立行政法人水産総合研究センターニュースレター、<http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/letter/no23.pdf> (2022.1.20)

**Studies on various components and suitability for processing of Seto Inland Multicolorfin rainbowfish
(*Parajulis poecilepterus*, kyusen)**

Natsuki Ganeko, Shota Hamada, Akiko Fujimoto and Kengo Ohta

Department of Marine Bio-Science, Faculty of Life Science and Biotechnology, Fukuyama University, Fukuyama,
Hiroshima 729-0292, Japan

The purpose of this study was to analyze the general and related to taste components of multicolorfin rainbowfish (kyusen) to clarify the characteristics of this fish. In addition, a paste product was prepared using multicolorfin rainbowfish and its suitability for processing was also examined. The samples were male and female multicolorfin rainbowfish caught in the waters around the Seto Inland Sea, and only the edible parts were used for mincing. Contents of protein, fat, ash, moisture, fatty acid composition, amino acid composition, breaking stress, and texture were measured using the minced fish. In addition, sensory evaluation was performed on hanpen prepared by mixing male and female multicolorfin rainbowfish, respectively. Among the measured items, differences between males and females were observed in fat content, protein content, and ash content. As for the amino acid composition, taurine was more abundant in males than in females. The breaking stress of the hanpen mixed with female multicolorfin rainbowfish was higher than mixed with male multicolorfin rainbowfish. In the sensory evaluation, the hanpen mixed with multicolorfin rainbowfish was rated higher overall, suggesting that multicolorfin rainbowfish is suitable for processing into paste products such as hanpen.

Keywords; multicolorfin rainbowfish, hanpen, creepmeter, sensory evaluation