

養殖トラフグ肝臓（無毒）加工品のにおい および嗜好性の改善

大貫和恵*・坂倉有紀*・五百藏良**・村上りつ子***・野口玉雄****

序 論

フグ料理は、フグ鰭を利用した鰭酒、筋肉や皮を利用したてっさ、てっちり、から揚げなど他にも多数あるが、その中のひとつである「ふぐの子」は、石川県美川町、大野、金石などで昔から作られ、フグの卵巣を用いた伝統的な発酵食品¹⁾である。この地区では、明治初期より製造が盛んに行われ、原料は、マフグ (*Takifugu porphyreus*)、ゴマフグ (*Takifugu stictonotus*)、サバフグ (*Lagocephalus gloveri*) などが多く、卵巣のぬか漬けは殆どが有毒な原料を用いる点で非常に特異な食品といえる²⁾。天然フグの卵巣は、一般的にフグ毒Tetrodotoxin (TTX) を保有し、毒性が強いとされているが、肝臓も同様、毒を保有している³⁾。

現在、フグの肝臓（フグ肝）は、1983年当時の厚生省通知により、フグ科の有毒種、無毒種にかかわらず全てが食用として禁止され、無毒種を含めて廃棄されている⁴⁾。しかし、野口らの研究^{5)~7)}により、フグは餌による食物連鎖から毒化することが解明され、無毒の餌で養殖すれば、無毒フグの生産が可能となった。それにより、今まで費用をかけて廃棄されていたフグ肝が食材として有効活用できる可能性が高まった。

フグは、生食での消費期間が短く、多量な消費は難しいことから、漁獲量の多い12月～2月の時期に採取された無毒のフグ肝を加工処理することが必要不可欠であり、製品の長期保存や大量生産が必須条件となる。著者らは、その先駆けとして、これまで、上記時期のフグ肝を市場に流通させるために、フグ肝を長期保存や大量生産が可能な加工品として作成し、その嗜好性や理化学的特性を明らかにしてきた^{7)~9)}。その嗜好性は、非常に高く、高度不飽和脂肪酸であるイコサペンタエン酸 (IPA: icosapentaenoic acid, $C_{20}H_{30}O_2$, $C_{20:5}$, n-3) やドコサヘキサエン酸 (DHA: docosahexanoic acid, $C_{22}H_{32}O_2$, $C_{22:6}$, n-3) が多く含まれていることから、上質な口溶けや独特な風味があるとの評価を得た^{7)~8)}。しかし、フグ肝を加工処理する際、加熱加工をすると、魚介類特有のヒトに不快を与えるにおいが生じ、それが嗜好性に悪影響を与えていた。

本研究では、加熱時に生成されるにおいの原因物質を明らかにするとともに、そのにおいを軽減させるため、魚臭抑制効果がある調味料を組み合わせる加工処理を行い、そのに

* : 茨城キリスト教大学生生活科学部 講師

** : 東京医療保健大学医療保健学部 教授

*** : 茨城キリスト教大学生生活科学部 教授

**** : 東京医療保健大学大学院医療保健学研究科 教授

おいおよび嗜好性を官能評価より明らかにする。

方 法

1. フグ肝の毒性試験

1.1. 試料

佐賀県唐津市呼子にある(株)萬坊所有の開放系循環水槽(2,500匹/水槽, 100 t)で、無毒の人工飼料と生魚を与え養殖されたトラフグ(*Takifugu rubripes*) 2年魚より腑分けした肝臓(フグ肝)(n=49)を以下の実験に供した。

1.2. 被検液の調製

試料の安全性を確認するため、食品衛生検査指針・理化学編のフグ毒検査法¹⁰⁾に準じて以下のように調製した。

試料5.0 gを量り乳鉢中で、乳棒により磨砕・均一化し、同容量5 mlの0.1%酢酸水溶液を加え、10分間沸騰水浴中で加熱抽出した。得られた抽出液を氷水中で冷却後、遠心分離し(1,000 g, 10 min)、上清液を被検液として毒性試験に供した。なお、試料調製には、総数の1割が個々に、9割が4個体の平均重量を合一にして調製した。

1.3. マウス毒性試験¹⁰⁾

被検液1 mlをddY系雄マウス(18~20 g, 4週齢)に腹腔内投与後、呼吸停止(致死と判定)するまでの時間を測定した。毒力は、食品衛生検査指針のフグ毒検査法に記載の致死時間-マウス単位換算表に従って算出した。なお、毒力はマウス単位(MU)で示され、1 MUとは体重20 gのマウスを30分で死亡させる毒力である。可食部1 g当たり10 MU未満の毒力が食品衛生上の「無毒」とされる。

2. フグ肝のにおいの成分分析

試料約30 gをサンプリングバッグに採取し、不活性ガスを充填後、40℃および100℃にて1時間加温した。加温後のサンプリングバッグ内のガスをマイクロスケールパージ&トラップ-ガスクロマトグラム質量分析法(MPT-GC/MS法)によりスキャンモードの測定を行った。検出された成分のマススペクトルについては、ライブラリー検索と解析を実施した。同時に、カラム出口にて、におい嗅ぎ装置でにおいを嗅ぎ、においを感じた時点でマーキングを行い、判別可能であった場合には、そのにおいの質を記録した。なお、検出されたピークでにおい嗅ぎ装置でにおいを感じた保持時間近辺の成分および嗅覚閾値の低い成分を中心に解析を行った。

使用機器は、MPTがENTECH製(ENT-7100A型)、GC/MSがAgilent製(GC6890N+MSD5975B型)で分析し、ライブラリーは、WILEY/NIHによる検索を行い、においの質は、におい嗅ぎ装置GERSTEL製(ODP 2型)で観察した。

3. フグ肝の加工処理

3.1. 下処理方法

下処理方法は、1. フグ肝の毒性試験において無毒(<10 MU/g)が確認されたフグ肝を用い、約1時間流水洗浄した後、血管をはさみで裂いて、血抜き処理を行った。それを、

以下の加工品の作製に供した。

3.2. 加工処理法

2. フグ肝のにおいの成分分析より加温処理で生じたフグ肝独特のにおいを軽減させ、かつ嗜好性を高める加工品を検討するため、これまでの官能評価より最も嗜好性が高く⁸⁾、マスキング効果がある味噌、魚臭抑制効果がある日本酒、赤酒の2種の調味料を組み合わせ、フグ肝に適する各調味料とその濃度比等の検討を行った。

調味料の割合は、赤酒（瑞鷹株式会社東肥蔵）と味噌（ハナマルキ株式会社）を使用した試料A（味噌：赤酒＝1：1）、試料B（味噌：赤酒＝1：2）、試料C（味噌：赤酒＝1：3）、日本酒（盛田株式会社）と味噌を使用した試料D（味噌：日本酒＝1：1）、試料E（味噌：日本酒＝1：2）、試料F（味噌：日本酒＝1：3）の全6種類とし、それらを試料に浸漬して冷蔵庫（1～4℃）にて3日間保存した。次に、各試料をフードシーラー脱気密閉器で真空にパウチ詰にし、オートクレーブで加熱殺菌（122℃，22分）した。その後、冷蔵庫で1日保存し、冷却したものを加工品とした。加工品の詳細を以下に示した。

試料A：味噌と赤酒（1：1）で加工処理したフグ肝

試料B：味噌と赤酒（1：2）で加工処理したフグ肝

試料C：味噌と赤酒（1：3）で加工処理したフグ肝

試料D：味噌と日本酒（1：1）で加工処理したフグ肝

試料E：味噌と日本酒（1：2）で加工処理したフグ肝

試料F：味噌と日本酒（1：3）で加工処理したフグ肝

3. フグ肝加工品の官能評価

各調味料の魚臭抑制効果および嗜好性を検討するため、本学学生および職員（20～30歳代）の計41名（男性2名，女性39名）をパネルとし、官能評価を行った。1人当たりの供試試料は、約5gを室温にて提供した。評価方法は、2. フグ肝の加工処理により作製した全6種のフグ肝加工品を順位法¹¹⁾，5段階評点法¹²⁾により行った（図1）。

順位法は、味噌と赤酒で加工処理した試料A，試料B，試料Cと味噌と日本酒で加工処理した試料D，試料E，試料Fの2項目に分け、それぞれ「味」が好ましいと思われるもの、「におい」が感じられなかったと思われるものを順に記入してもらった（図1(A)）。5段階評点法は、分析型の評価項目が「におい」、「外観」、「やわらかさ」、「脂っぽさ」、「総合評価」、評点が「1：非常に悪い（弱い，かたい）」から「5：非常に良い（強い，やわらかい）」とした。嗜好型は、「におい」、「外観」、「やわらかさ」、「脂っぽさ」、「味」、「加工品」、評価が「1：非常に好ましくない」から「5：非常に好ましい」とし、各加工品について自由記述も項目に加えた（図1(B)）。

A) 順位法	B) 5段階評点法	
<p><種別評価></p> <p>1. 試料A～Cについて</p> <p>① 美味しかったと思われる順に記入してください。</p> <p>1位 2位 3位</p> <p>おいしい → → まずい</p> <p>② におい（生臭さ）が感じられなかったと思われるものから順に記入してください。</p> <p>1位 2位 3位</p> <p>におわない → → におう</p> <p>理由</p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div> <p>2. 試料D～Fについて</p> <p>① 美味しかったと思われる順に記入してください。</p> <p>1位 2位 3位</p> <p>おいしい → → まずい</p> <p>② におい（生臭さ）が感じられなかったと思われるものから順に記入してください。</p> <p>1位 2位 3位</p> <p>におわない → → におう</p> <p>理由</p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div>	<p><試料> No. _____</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>1. においの強さ（生臭さ）</p> <p>非常に強い 1 2 3 4 5 非常に弱い</p> <p>2. 外観（色を含む）</p> <p>非常に悪い 1 2 3 4 5 非常によい</p> <p>3. やわらかさ（食感）</p> <p>非常にかたい 1 2 3 4 5 非常にやわらかい</p> <p>4. 脂っぽさ</p> <p>非常に強い 1 2 3 4 5 非常に弱い</p> <p>5. 酸っぱさ</p> <p>非常に強い 1 2 3 4 5 非常によい</p> <p>6. においの好み（香気）</p> <p>非常に好きでない 1 2 3 4 5 非常に好き</p> <p>7. 外観の好み（色を含む）</p> <p>非常に好きでない 1 2 3 4 5 非常に好き</p> <p>8. やわらかさの好み</p> <p>非常に好きでない 1 2 3 4 5 非常に好き</p> <p>9. 脂っぽさの好み</p> <p>非常に好きでない 1 2 3 4 5 非常に好き</p> <p>10. 酸の好み</p> <p>非常に好きでない 1 2 3 4 5 非常に好き</p> <p>11. 製品としての好み</p> <p>非常に好きでない 1 2 3 4 5 非常に好き</p> </td></tr></table> <p>自由記述</p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div>	<p>1. においの強さ（生臭さ）</p> <p>非常に強い 1 2 3 4 5 非常に弱い</p> <p>2. 外観（色を含む）</p> <p>非常に悪い 1 2 3 4 5 非常によい</p> <p>3. やわらかさ（食感）</p> <p>非常にかたい 1 2 3 4 5 非常にやわらかい</p> <p>4. 脂っぽさ</p> <p>非常に強い 1 2 3 4 5 非常に弱い</p> <p>5. 酸っぱさ</p> <p>非常に強い 1 2 3 4 5 非常によい</p> <p>6. においの好み（香気）</p> <p>非常に好きでない 1 2 3 4 5 非常に好き</p> <p>7. 外観の好み（色を含む）</p> <p>非常に好きでない 1 2 3 4 5 非常に好き</p> <p>8. やわらかさの好み</p> <p>非常に好きでない 1 2 3 4 5 非常に好き</p> <p>9. 脂っぽさの好み</p> <p>非常に好きでない 1 2 3 4 5 非常に好き</p> <p>10. 酸の好み</p> <p>非常に好きでない 1 2 3 4 5 非常に好き</p> <p>11. 製品としての好み</p> <p>非常に好きでない 1 2 3 4 5 非常に好き</p>
<p>1. においの強さ（生臭さ）</p> <p>非常に強い 1 2 3 4 5 非常に弱い</p> <p>2. 外観（色を含む）</p> <p>非常に悪い 1 2 3 4 5 非常によい</p> <p>3. やわらかさ（食感）</p> <p>非常にかたい 1 2 3 4 5 非常にやわらかい</p> <p>4. 脂っぽさ</p> <p>非常に強い 1 2 3 4 5 非常に弱い</p> <p>5. 酸っぱさ</p> <p>非常に強い 1 2 3 4 5 非常によい</p> <p>6. においの好み（香気）</p> <p>非常に好きでない 1 2 3 4 5 非常に好き</p> <p>7. 外観の好み（色を含む）</p> <p>非常に好きでない 1 2 3 4 5 非常に好き</p> <p>8. やわらかさの好み</p> <p>非常に好きでない 1 2 3 4 5 非常に好き</p> <p>9. 脂っぽさの好み</p> <p>非常に好きでない 1 2 3 4 5 非常に好き</p> <p>10. 酸の好み</p> <p>非常に好きでない 1 2 3 4 5 非常に好き</p> <p>11. 製品としての好み</p> <p>非常に好きでない 1 2 3 4 5 非常に好き</p>		

図1 官能評価用紙（順位法および5段階評点法）

4. 統計処理について

統計処理は、統計処理ソフトIBM SPSS Statistics 21（日本IBM）を用い、結果は、平均値±標準偏差で表した。有意差検定においては、一元配置分散分析（ANOVA）した後、多重比較法（Tukey）にて有意水準1%における検定を行なった。

5. 倫理的配慮

官能評価は、本学倫理審査委員会に承認を得た上で実施した。さらに、パネリストには、研究意義、目的、方法等を口頭および文章にて説明し、実験参加同意書への署名により同意を得た。

結果および考察

1. フグ肝の毒性試験

マウスによるフグ毒毒性試験の結果、供試した生のフグ肝49個体（268.8±50.3 g）すべては<2-8 MU/g（個体別試料<2 MU/g, 4個体の合一試料<8 MU/g, マウスによる公定法の検出限界2-8 MU）を示し、食品衛生上、10 MU/g未満が「無毒」であることから、すべての試料は無毒であった。

2. フグ肝のにおい成分分析

フグ肝を40℃および100℃で加温処理により発生したにおいをMPT-GC/MS法より分析

し、検出されたピークを図2に、その推定成分を表1に示した。検出成分の量的関係は、検出された成分の感度が全てトルエンと等しいと仮定して、トルエンのピーク面積と各成分のピーク面積との比によって濃度を算出した（トルエン換算）。

40℃で加温処理して発生したにおいては、特有の不快感腐卵臭がする硫化水素（Rt=2.939 min）、にんにくのような刺激臭がする硫化メチル（Rt=5.485 min）、ヒトに不快な臭いを与えるメチルメルカプタン（Rt=3.846 min）、刺激的でナッツ様の臭いのブタナール（Rt=6.982 min）、3-メチルブタナール（Rt=8.763 min）が検出された。

一方、100℃で加温処理して発生したにおいては、魚臭特有のにおいのトリメチルアミン（Rt=5.705 min）が新たに検出され、3-メチルブタナール（Rt=10.486 min）が40℃で加温処理したフグ肝より顕著に高く検出された。前者は、ピークは低いがお覚閾値も小さいため（表1）、においの感度は非常に高い。また、イソブタナール（Rt=7.888 min）やヘキサナール（Rt=14.717 min）も検出された。

以上より、生臭さの原因である硫化水素およびメチルメルカプタンは、100℃で加温処理をしたフグ肝よりピークが検出されず、完全に消失していた。一方、100℃で加温処理をしたフグ肝から新たにトリメチルアミンが検出され、3-メチルブタナールも顕著に高く検出された。加温時に生成されるにおいの主な原因物質は、トリメチルアミンおよび3-メチルブタナールであることが明らかとなった。フグ肝には、含硫アミノ酸（メチオニン、シスチン）や脂質・脂肪酸等が含まれ^{7)~9)}、それらを加温処理することでフグ肝独特のにおいを発生することが明らかとなった。

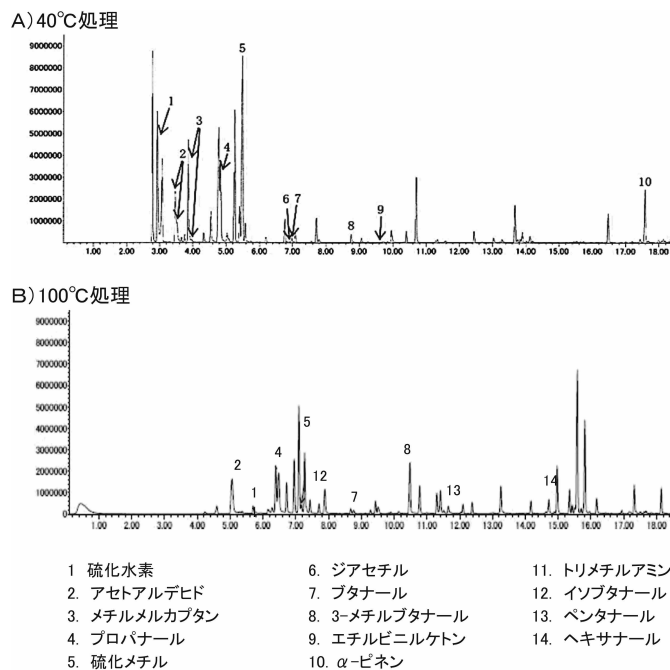


図2 フグ肝が加温時に発生する揮発性成分

表1 フグ肝の揮発性有機成分の定性結果

ピーク No.	推定成分名	組成式	検出成分のトルエン換算値		嗅覚閾値 (volppb)
			40℃処理	100℃処理	
1	硫化水素	H ₂ S	96	N.D.* ¹	0.41
2	アセトアルデヒド	C ₂ H ₄ O	59	280	1.5
3	メチルメルカプタン	CH ₄ S	66	N.D.	0.070
4	プロパナール	C ₃ H ₆ O	69	290	1.0
5	硫化メチル	C ₂ H ₆ S	140	41	3
6	ジアセチル	C ₄ H ₆ O ₂	0.86	N.D.	0.050
7	ブタナール	C ₄ H ₈ O	4.1	21	0.67
8	3-メチルブタナール	C ₅ H ₁₀ O	6.3	260	0.10
9	エチルビニルケトン	C ₅ H ₈ O	0.29	N.D.	—
10	α-ピネン	C ₁₀ H ₁₆	38	N.D.	18
11	トリメチルアミン	C ₃ H ₉ N	N.D.	50	0.032
12	イソブタナール	C ₄ H ₈ O	N.D.	130	0.35
13	ペンタナール	C ₅ H ₁₀ O	N.D.	48	0.41
14	ヘキサナール	C ₆ H ₁₂ O	N.D.	69	0.28

* 1 : Not detected

3. フグ肝加工品の官能評価

3.1. 順位法の結果

味噌と赤酒で加工処理したフグ肝加工品の「味」は、試料Aが最も好まれ、次いで試料C ($p < 0.01$)、試料B ($p < 0.01$) の順で有意に好まれた。「におい」は、試料Aが最も感じられず、次いで試料C、試料Bの順であった。

味噌と日本酒で加工処理したフグ肝加工品の「味」は、試料Dが最も好まれ、試料Eおよび試料Fは同等の結果であった。「におい」は、試料Fが最も感じられず、次いで試料E、試料Dの順であった。これらの結果には有意な差がみられなかった。

以上より、濃度比が異なる各調味料で加工処理したフグ肝加工品において「味」が好まれたのは、味噌と両調味料の割合が1:1であった。一方、「におい」が最も感じられなかったのは、調味料の種類により異なった結果が得られ、赤酒を使用した場合、味噌と赤酒の割合が1:1、日本酒を使用した場合、味噌と日本酒の割合が1:3となった。味噌と日本酒で加工処理したフグ肝加工品は、日本酒の割合が多いほど魚臭抑制効果が高まるが、味の評価が低く、魚臭抑制効果が高いほど嗜好性が高い評価には繋がらなかった。

3.2. 5段階評価

5段階評点法では、分析型と嗜好型の2種類を実施し、その評価を図3に示した。

分析型において、「におい」は、試料Fが最も低かったが、全ての試料において類似した評価が得られた。「外観」は、試料A (3.8 ± 0.8) が最もよく、試料Bに対して有意差がみられた ($p < 0.01$)。「やわらかさ」は、試料E (4.1 ± 1.0) が最もやわらかく、試料Bおよび

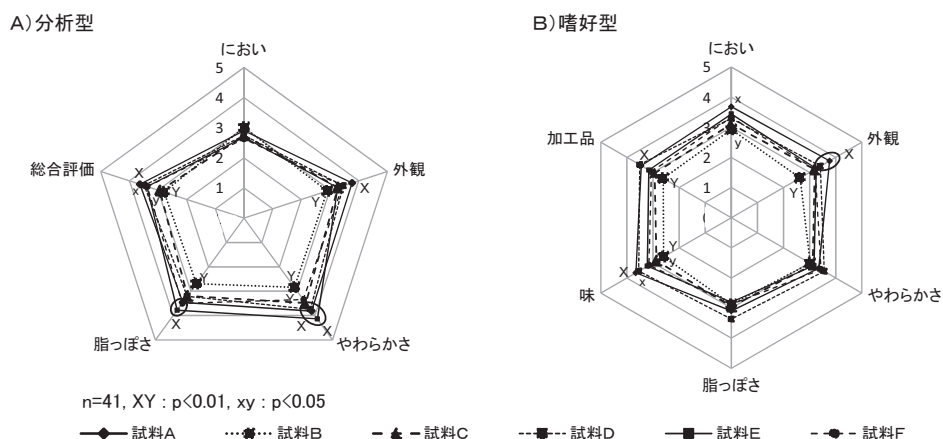


図3 フグ肝加工品の官能評価（5段階評点法）

試料F ($p < 0.01$) や試料C ($p < 0.05$) に対して有意差がみられた。「脂っぽさ」は、試料B (2.7 ± 0.9) が最も弱く、試料A、試料Eおよび試料Fに対して有意差がみられた ($p < 0.01$)。「総合評価」は、試料A (3.6 ± 1.1) が最も高く、次いで試料D (3.5 ± 1.1) であった。試料Aは、試料B ($p < 0.01$) と試料C ($p < 0.05$) に対して有意に高く、味噌と赤酒で加工処理したフグ肝加工品においては、赤酒の割合が高くなるにつれ評価が低くなる負の相関がみられた ($p < 0.01$)。

嗜好型において、「におい」は、試料A (3.7 ± 1.0) が最も好ましく、試料Bに対して有意差がみられた ($p < 0.05$)。「外観」も同様、試料A (3.8 ± 0.8) が最も好まれ、試料Bに対して有意差がみられた ($p < 0.01$)。「味」も同様、試料A (3.7 ± 0.9) が最も好まれ、次いで試料D (3.5 ± 1.1) であった。試料Aは、試料B ($p < 0.01$) および試料C ($p < 0.05$) に対して有意に好まれていた。「加工品」は、試料A (3.5 ± 0.9) および試料D (3.5 ± 1.0) が最も好まれ、試料Bに対して有意差がみられた ($p < 0.01$)。さらに、味噌と赤酒で加工処理したフグ肝加工品の上記4項目は、赤酒の割合が高くなるにつれ好まれなくなる負の相関がみられた (味 : $p < 0.01$, におい, 外観, 加工品 : $p < 0.05$)。

3.3. 総合評価

各調味料の濃度比は、5段階評点法による分析型の「総合評価」、嗜好型の「味」および「加工品」の評価より各調味料と味噌で加工処理したフグ肝加工品の割合において、1 : 1 (試料A、試料D) が高かった。順位法においても、味噌と赤酒で加工処理した試料Aが最も評価が高かった。

調味料の種類は、赤酒を使用した試料A、日本酒を使用した試料Dを比較した場合、総合的に試料Aの評価が高く、嗜好型の「におい」、「外観」、「味」、「加工品」の4項目で6種類の試料のうち試料Aが最も好まれていた。

従って、味噌と赤酒の割合を1 : 1で加工処理したフグ肝加工品は、最も嗜好性が高く、おいが感じられないことから、フグ肝に対して味噌と赤酒の相性が良いことが分かった。さらに、各調味料の割合が1 : 1は、1 : 2, 1 : 3に対して最適であることが分

かった。また、味噌と日本酒で加工処理したフグ肝加工品では、魚臭抑制効果が高まるが、魚臭抑制効果が高いほど嗜好性が高くないことが明らかになった。

結 論

魚臭抑制効果は、赤酒、日本酒、味噌を合わせたものが効果的であるが、嗜好性は、赤酒と味噌を合わせたものが好まれることが明らかとなった。さらに、フグ肝を加工処理する際の赤酒と味噌の割合は、1 : 1 が適していることが明らかになった。

従って、フグ肝加工品を製造する場合は、魚臭抑制効果がある赤酒と嗜好性の高い味噌を1 : 1 で加工処理することが最も適していると考えられる。

本研究で使用した赤酒は、日本（特に、熊本県）の伝統的な調理酒であり、褐色、甘みがあるのが特徴である¹³⁾。本研究の結果により、赤酒と味噌を組み合わせることによってフグ肝との相性がよく、嗜好性も高くなることが明らかとなった。今後は、赤酒が主に使用されている九州地方（特に熊本県）にあわせ、味噌もその地方で主に使用されている麦みそ等^{14) - 15)}を用いて研究を進め、よりフグ肝に適している味噌を検討しつつ、加工処理の改良を行うことで、加工品としての嗜好性の向上に努めていきたいと考える。

謝 辞

本研究を進めるにあたり協力した茨城キリスト教大学生生活科学部卒業研究生（織笠友莉，益子美保，森山千咲），さらに、試料を快く提供していただいた株式会社萬坊に深謝いたします。

参考文献

- 1) 小林武志，木村 凡，藤井建夫. フグ卵巣ぬか漬けの微生物によるフグ毒分解の検討. 日本水産学会誌, 69 (5), pp.782-786 (2003).
- 2) 小沢千重子. フグ卵巣のぬか漬けではなぜ中毒しないか?. 化学と生物, 25 (4), pp.222-223 (2005).
- 3) 加納碩雄. “3. 脊椎動物におけるフグ毒の分布”. 日本水産学会監修. フグ毒研究の最近の進歩（水産学シリーズ70）. 橋本周久編. 東京，恒星社厚生閣, pp.32-44 (1988).
- 4) 厚生省環境衛生局長通知. フグの衛生確保について. 昭和58年12月2日，環乳第59号 (1983).
- 5) 野口玉雄，高谷智裕，荒川 修. 囲い養殖法により養殖されたトラフグの毒性. 日本食品衛生学会誌, 45 (3), pp.146-149 (2004).
- 6) Noguchi, T., Arakawa, O., Takatani, T., Toxicity of pufferfish *Takifugu rubripes* cultured in netcages at sea or aquaria on land., C.B.P. Part D1, pp.153-157 (2006).
- 7) 大貫和恵，野口玉雄，荒川 修. 開放系循環水槽において養殖されたトラフグ肝臓の無毒確認とその脂質中の機能性成分. 日本食品化学学会誌, 16 (3), pp.157-162 (2009).
- 8) 大貫和恵，野口玉雄，荒川 修. 安全なフグ肝加工品の栄養成分と機能性成分. 日本食品化学学会誌, 17 (1), pp.6-11 (2010).
- 9) 西念幸江，小澤啓子，峯木真知子，野口玉雄. 陸上養殖された無毒化トラフグの肝臓の調理法別食味特性. 日本官能評価学会誌, 13 (2), pp.115-124 (2009).
- 10) 厚生労働省監修. 食品衛生検査指針・理化学編, 東京，日本食品衛生協会, pp.661-666 (2005).
- 11) (社)日本フードスペシャリスト協会. 新版 食品の官能評価・鑑別演習，第2版. 東京，建帛社, pp.30-31 (2008). (ISBN 978-4-7679-0367-5)
- 12) (社)日本フードスペシャリスト協会. 新版 食品の官能評価・鑑別演習，第2版. 東京，建帛社, pp.34-37 (2008). (ISBN 978-4-7679-0367-5)

- 13) 峯木 真知子. 熊本産郷上酒「赤酒」が魚料理に及ぼす調理効果. 日本醸造協会誌, 109 (5), pp.346–351, (2014).
- 14) 松浦 昇. 麦みそについて. 日本醸造協会誌, 91 (10), pp.695–704 (1996).
- 15) 久米 堯, 伊藤明德. 麦味噌・豆味噌. 日本醸造協会誌, 94 (3), pp.187–200 (1999).

Strategy to improve the odor and the taste of the processed non-toxic liver of cultured pufferfish by each mixture of effective seasonings to cancel fish and shellfish odor.

Kazue Onuki, Yuki Sakakura, Ryo Ioroi, Ritsuko Murakami, Tamao Noguchi

The present study aims the revival as the traditional food of pufferfish liver which was prohibited to serve as an edible food at 1983 by the Ministry of Welfare, with safety, nutritional function and deliciousness. From our study worked so far, the liver of non-toxic pufferfish obtained was found to possess a high preference with high functional IPA and DHA. However, its characteristic fish and shellfish odor impairs its preference. Through present study, the components of the odor occurred were varied dependent on heating temperature.

The non-toxic pufferfish liver was put in the sampling bag followed by filling the inert gas and was heated for about one hour at 40 degrees or 100 ones. The components of the gas occurred through heating were analyzed by the MPT-GC/MS method. From the pufferfish liver heated at 40 degrees, hydrogen sulfide and methyl mercaptan were mainly detected as the causative odor. On the other hand, in heating treatment at 100 degrees, a lot of trimethylamine newly occurred and further 3-methylbutanol and isobutanol remarkably increased in replacement of most components detected formerly. From these results, the odor generated on the heat-treatment of pufferfish liver was found to mainly consist of trimethylamine and 3-methylbutanol.

Next, the processed foods were manufactured by using each two mixture of a miso, a sake, and an akazake effective to improve fish and shellfish odor. The sensory evaluation (ranking test, 5-point scoring test) was performed by panel in the evaluation method to evaluate the odor and the preference of obtained processed foods. As a result, the pufferfish liver having been processed mixing the miso with the akazake was, overall, high evaluation, especially liked four items (odor, appearance, taste, processed food) in six kinds of samples. In addition, it was clarified that the ratio of 1:1 of the miso and the akazake was the best.

