

水産加工開発指導センター -

1. ニーズに対応した水産加工技術支援事業

山道敦・久保久美子・島岡啓一郎・石崎航一郎・川中奈保子・松田正彦

小規模経営体が多くを占める本県水産加工業者に対する商品開発・改良への支援や、漁業者の鮮度保持技術向上のため、本事業では、水産加工開発指導センターの施設や機器を活用したオープンラボによる試作の推進、現地指導、技術相談への対応、研修会の開催、情報誌の発行等を行った。

・試作試験に対する技術指導

新製品の開発、既存製品の改良、保存性の向上等を目的とした試作試験に対して、技術的な指導や助言を行うとともに、電話等による技術相談を行う等、合計345件に対応した。

・先進知見・技術の普及・指導

研修会 水産加工品の品質向上、鮮魚の品質保持技術、水産加工開発指導センターの取組等に関する研修を28回実施した。

巡回指導 新製品の開発、未利用魚の利用や鮮度保持に関する技術指導、「長崎俵物」の認定審査に係る工場検査等に関する巡回指導を71回実施した。

・水産加工開発指導センターが開発に関わった水産加工品

令和6年度は以下の5製品が開発された。

- ・「長崎ぶり天」
長崎蒲鉾有限会社（長崎市）
- ・「対馬あなご柳川風」
対馬地域商社（対馬市）
- ・「諫早湾芝海老カレー」
諫早湾漁業協同組合（諫早市）
- ・「ふわとろさばみりん」
有限会社丸富水産（佐世保市）
- ・「柚子塩ぶり」
有限会社丸富水産（佐世保市）

・水産加工技術指導体制の確立

一般社団法人長崎県水産加工振興協会と連携し、加工業者に対して、「長崎俵物」認定に関する指導や助言を行った。

・情報誌の発行

情報誌「水産加工だよりNo.31」を作成し、県ホームページ上にて公開した。

（担当：山道）

2. 売れる美味・新食感水産加工製造技術の開発

島岡啓一郎・石崎航一郎・久保久美子・山道敦

新たな食感の練り製品の開発

本県練り製品の売上が減少傾向にあることから、新たな製品として、浮きはんぺん^{1,2)}を参考にふわふわとした食感を有する練り製品の加工方法を検討した。

方法

加熱ゲルの調製 冷凍すり身及び冷凍卵白は冷蔵庫で一晩解凍して使用した。なお、加熱するまでは、品温が5℃以下になるよう保持した。

擂潰は高速カッター（ステファン製）を用い、以下の手順で行った（表1）。スケソウダラ冷凍すり身FA級又はアジ冷凍すり身（長崎蒲鉾水産加工工業協同組合製）に並塩を3%添加して、900rpmで2分間擂潰した。これに2倍量の冷水を加えた山芋粉末を添加して2分間、泡立てた卵白を添加して1分間、さらに冷水を加えて2分間、最後に馬鈴薯でんぷんを添加して2分間擂潰した。スケソウダラではでんぷんを10又は13%、マアジでは冷水を50、70又は90%添加した。

表1 擂潰工程

順番	材料	割合 (%)		擂潰時間 (分)	回転数 (rpm)
		スケソウダラ	マアジ		
1	すり身	100	100	2	900
2	並塩	3	3	2	900
3	山芋粉末 (冷水)	9 18	9 18	2	900
4	卵白	20	20	1	300~900
	冷水	105.5	50,70,90	2	3,000
5	でんぷん	10,13	10	2	900
すり上がり		283~286	210~250		

すり身を100とした場合の各材料の割合

肉糊は塩化ビニリデンチューブ（折径42mm）に充填し、スケソウダラは90℃で20分間、アジは40℃で30分間の予備加熱後90℃で20分間加熱した。加熱終了後チューブを除去して室温になるまで放冷した。

ゲル物性 加熱ゲルを高さ25mmに切り出して、サンレオメーターCR-100（サン科学製）で破断強度及び破断凹みを測定した。プランジャーは直径5mmの球状、押し込み速度は60mm/minとした。

加熱ゲルの密度 加熱ゲルの重量を測定し、水中置換法で測定した体積で除して、密度を算出した。また、調製した加熱ゲルに加え、市販のはんぺん2種を比較試料とした。

官能評価 室温まで冷却した加熱ゲルを用いて、ふわふわ感と弾力感を三段階で官能評価した。

結果

ゲル物性 でんぷんを10又は13%添加したスケソウダラ加熱ゲルの破断強度は、85又は121gfで、でんぷんが多い方が破断強度は高かった。冷水を50、70又は90%添加したマアジ加熱ゲルの破断強度は、205、159又は110gfで、水分が多いほど低い値であった。

密度 でんぷんを10又は13%添加したスケソウダラ加熱ゲルの密度は、0.95又は0.94g/cm³。冷水を50、70又は90%添加したマアジ加熱ゲルでは、それぞれ0.93、0.93又は0.91g/cm³であった。これに対して市販のはんぺん2種は、0.85と0.54g/cm³と低い値であった。

食感 マアジの冷水50%添加以外は、ふわふわ感が感じられるという評価であった。弾力はスケソウダラのでんぷん13%添加で強く感じられる、市販のはんぺん2種では感じられないという評価であった（表2）。

まとめ

- 1) 密度が0.91~0.95g/cm³の加熱ゲルが得られ、ふわふわとした食感が感じられるゲルが調製できた。
- 2) 市販のはんぺん2種は、弾力が感じられないと評価されるほど柔らかく、引き続き、食感の改良を行う。

文献

- 1) 福田裕・山澤正勝・岡崎恵美子監修：全国水産加工品総覧，第1版，株式会社光琳，東京，2005，pp.296~298．
- 2) 黒沼有里・下村道子：日本調理学会誌，52，169~175（2019）．

表2 各加熱ゲルの物性及び食感

すり身魚種	試験区等	破断強度 (gf)	凹み (mm)	密度 (g/cm ³)	ふわふわ感	弾力
スケソウダラ	でんぷん10%	85±6	7.3±0.5	0.95±0.01	○	
	でんぷん13%	121±10	10.4±0.6	0.94±0.01	○	○
マアジ	冷水50%	205±8	8.6±0.3	0.93±0.00	×	
	冷水70%	159±8	8.7±0.2	0.93±0.00	○	
	冷水90%	110±5	8.2±0.4	0.91±0.01	○	
不明	はんぺんA	-	-	0.85		×
さめ,いとより,たら	はんぺんB	-	-	0.54±0.01	○	×

○：強く感じられる，○：わずかに感じられる，×：感じられない
(担当：島岡)

冷凍刺身の品質向上技術の開発

近年の食の簡便化志向によって、水産物においても即食可能な商品のニーズが高まっている。鮮魚を刺身の状態で凍結し、解凍後すぐに食べることができる冷凍刺身は現代のニーズにマッチしているが、解凍時の見た目やドリップ生成等の問題がある。本試験ではこれらの解決策として、原料の前処理による品質向上方法を検討した。

1. 脱水時間による魚肉への影響

予備試験で魚肉の前処理方法を検討し、脱水処理によるドリップ低減効果が確認された。そこで、効果的な脱水処理時間を把握するため、脱水時間ごとの離水率、水分及び圧縮時の応力を測定した。

方法

供試魚 新三重漁業協同組合から活魚で購入した養殖ヒラマサに、延髄破壊・鰓切脱血を施し、海水氷で2時間冷却した。

前処理及び冷凍 フィレを柵に切り分け、浸透圧脱水シートピチットシート（オカモト製）で脱水した。設定時間にサンプルを切り分けて厚さ1 cmの刺身状とし、速やかにプラスチック（ホシザキ製）を用いて -30℃で急速凍結し、-20℃で2週間保存した。

離水率 17℃に設定したウォーターバスに5分間浸漬して解凍し、続けて4℃の水に浸漬し温度を一定にした。解凍後のドリップをキムタオルで拭きとり、解凍時の離水率（魚体重当たりのドリップ量）を次の式で

算出した。

$$\frac{A - B}{A - P} \times 100 = \text{離水率} (\%)$$

A：拭き取り前刺身重量，B：拭き取り後刺身重量，P：包材重量

圧縮弾性強度 レオメーター（サン科学製CR-100）に直径3 mmの円柱状プランジャーを装着し、5 mm圧縮時の応力を測定した。

水分 ドリップ拭き取り後のサンプルを用い、105℃常圧乾燥法で測定した。

結果

脱水処理(0~24 h) 24時間までの脱水処理による離水率の変化を図1に示した。未処理(0時間)の離水率は9.0%であったが、脱水時間が長くなるにつれて低下し、8時間処理で1.7%まで低下した。8時間以降になると、ほぼ変化しなくなり、横ばいとなった。

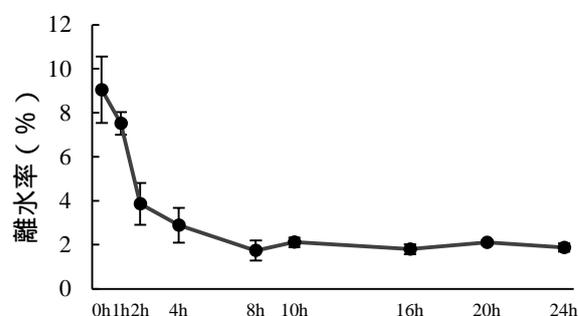


図1 脱水処理(0~24 h)が離水率に及ぼす影響

脱水処理(0~8 h) 前述の試験で、脱水処理0~8時間まで急激に離水率が低下したことから、8時間までの脱水

処理の影響を把握するため、1時間ごとに離水率、水分、圧縮弾性強度を測定した。

離水率は7時間で最も低い値を示し（図2）、魚肉の水分は脱水時間が長いほど高くなる傾向であった（図3）。脱水処理は凍結前に水分を除去するため、解凍後の離水率を低下させたと推測した。また、魚肉の水分が除かれたことにより、凍結中の氷結晶形成が抑制された結果、解凍した魚肉の水分は保持されたと考えられた。

解凍した魚肉の圧縮弾性強度は、脱水時間が長くなるにつれて低くなる傾向がみられ（図4）、魚肉中に水分が保持されたため、魚肉圧縮時の応力が低くなると推測した。

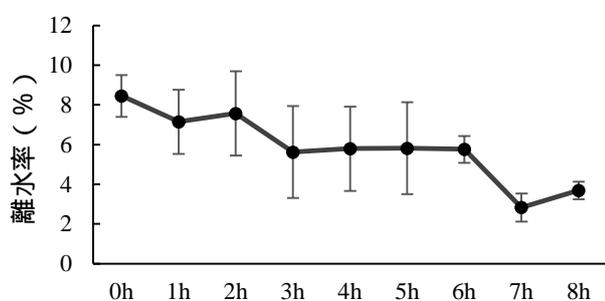


図2 脱水処理が離水率に及ぼす影響

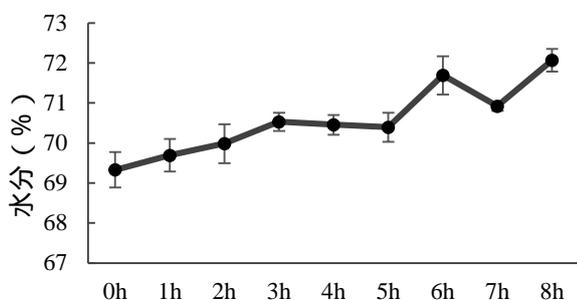


図3 脱水処理が魚肉の水分に及ぼす影響

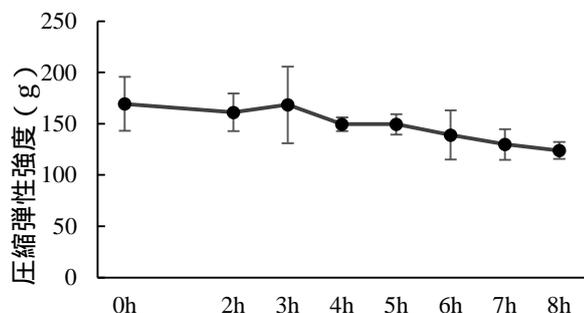


図4 脱水処理が魚肉の圧縮弾性強度に及ぼす影響

まとめ

- ・脱水処理により解凍後のドリップは減少した。
- ・脱水処理は魚肉圧縮時の応力を低下させた。

2. 脱水処理による官能への影響

試験1から脱水処理によるドリップ低減効果が確認されたため、脱水処理の影響を官能試験で評価した。

方法

官能試験 試験1と同様な方法で脱水処理しない対照区と8時間脱水処理した脱水区を調製し、 -30°C で急速凍結した。 -20°C で2週間凍結保管後、流水解凍して刺身状にし、パネリスト21名にブラインドで、各項目どちらが好ましいかを2点嗜好試験法で評価した。

結果

官能評価の結果 見た目「パック包装状態で総合的に見た目が好ましいもの」、ドリップ「パック包装状態でドリップが少なく見えるもの」の2項目で、脱水区が有意に高い評価であった。脱水処理を行うことで解凍時のドリップが抑えられ、視覚的な品質向上につながることを期待できる（図5）。

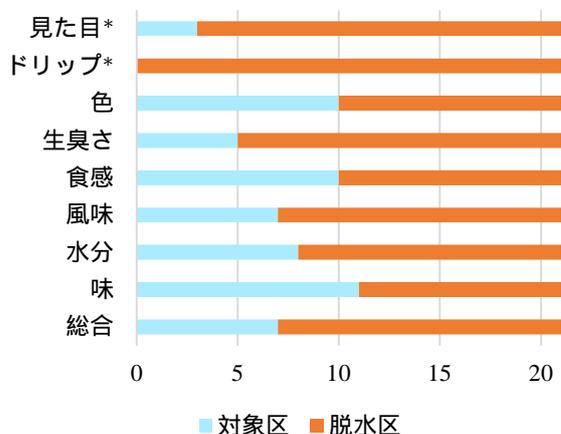


図5 官能試験結果 *は有意差あり ($p < 0.01$)

まとめ

- ・凍結前の脱水シートを用いた処理により、解凍後のドリップが軽減された。
- ・脱水処理を施した冷凍刺身の官能試験では、解凍時のドリップ量が少なく、見た目の評価が高かった。

(担当：石崎)

3. 長崎県産魚の長距離流通に向けた品質保持技術の開発

久保久美子・菅向志郎^{*1}・谷山茂人^{*1}・王曜^{*1}・濱田友貴^{*1}
出口雄也^{*2}・右田雄二^{*2}

県産鮮魚の新たなマーケットとして、海産魚の巨大マーケットに成長した中国の内陸部や国内では首都圏等、既存の主な出荷先よりも遠隔地での販路開拓・拡充を図るため、長距離あるいは長期の流通であっても、高品質を保つことが重要である。

本事業では、脱血による県産鮮魚の品質保持技術を開発することとし、令和6年度は、前年度までに実施した脱血法及び血液残存量（残血量）測定の結果を踏まえ、セミドレス加工及び殺菌処理したブリの品質を評価した。

・残血量の評価

方法

試料 長崎県内で養殖したブリ（体重 4.9 ± 0.6 kg $n=9$ ）を用いた。

血液置換処理 麻酔後、心臓からヘパリン含有リン酸緩衝生理食塩水（PBS）を注入し、血液置換した。

残血量の測定 血液置換後、尾部のフィレそのまま、あるいはカットしたフィレに対して、等重量のヘパリン含有PBSとともに真空包装することで、魚体内の血液を溶出させた。溶出液に10% SDSを加えて攪拌後、15,000 rpmで10分間遠心分離し、上清を超微量分光光度計（NanoDrop One, Thermo Fisher Scientific製）で吸光値を測定してヘモグロビン濃度を算出し、残血量の指標とした。

結果

ミオグロビンの影響 フィレそのまま、あるいはカットしたフィレから抽出したヘモグロビン濃度は、 0.005 ± 0.001 mg/ml、あるいは 0.007 ± 0.002 mg/mlであり、ミオグロビンの影響はごく僅かと考えられた。

残血量測定方法の改良 令和5年度までに報告した残血量の測定では、尾部切断の際に、背大動静脈からの出血による誤差が大きかったため、背骨を除く尾部右

身を縦方向に4等分して測定することとした。

脱血処理による残血量 脱血処理していないブリ尾部フィレのヘモグロビン濃度は 0.055 ± 0.011 mg/mlであったのに対し、脱血処理すると5分の1以下（ 0.010 ± 0.001 mg/ml）に低下した。

・セミドレス加工及び殺菌処理したブリの品質 方法

試料 長崎県内で養殖したブリ（重量 4.5 ± 0.4 kg）を水産試験場の海面生簀で1カ月間蓄養し、令和6年12月に延髄刺殺し、両鰓を切断して冷却放血後、垂下式で脱血処理²⁾した。脱血後、ラウンドで保管したブリ（ラウンド区）と、鰓・内臓除去したセミドレスを亜硫酸水で殺菌処理したブリ（セミドレス殺菌区）の品質を比較した。

品質分析 感覚色度は、色彩色差計（CR-400, コニカミノルタ製）を用いて測定した。K値は、Ehiraら³⁾の方法で抽出し、HPLC（LC-2000 plus series, 日本分光製）を用いて測定した。破断応力は、厚さ1 cmの魚肉片を切り出し、レオナー（RE-3305, 山電製）を用いて、筋線維に対して平行にプランジャー（円柱形 3 mm）を押し込んだ（1 mm / 秒）。脂質酸化は、Tanimotoら⁴⁾の方法で、分光光度計（V-730, 日本分光製）を用いてチオバルビツール酸価を測定した。メタボロミクス分析は、LC-QTOF-MS（ExionLC 2.0 / X500R QTOF, エービー・サイエックス製）を用い、データ処理・化合物同定・統計解析には、メタボロミクス用のデータ処理ソフトウェア（MS-DIAL ver.4.90, 理化学研究所）及びWeb統計解析ツールMetaboAnalyst 6.0を用いた。なお、分析は、GC-MS（7890A/5975C GC/MSD, アジレントテクノロジー製）を用いた。

官能検査 ラウンド区、又はセミドレス殺菌区を氷蔵で14日間保存後に刺身の状態とし、流通や行政関係者、

^{*1}長崎大学、^{*2}長崎県環境保健研究センター

学生等62名で評価した。見た目, 旨味, 食感, においてそれぞれ評価し, 最後に5段階で総合評価した。統計処理は, エクセル統計を用いてマン・ホイットニ検定を行った。

結果

品質比較 ラウンド区及びセミドレス殺菌区の感覚色度, K値, 破断応力に差はみられなかった。メタボロミクス及びにおい分析の主成分分析では, 両区間に有意な差は認められなかった。また, 個別成分含量では, 7~14日目にセミドレス殺菌区のグルタミン酸が多い傾向であった。脂質酸化(チオバルピツール酸価)は両区で明瞭な差は認められず, 両区とも保存中に極端に上昇することはなかった(図1)。

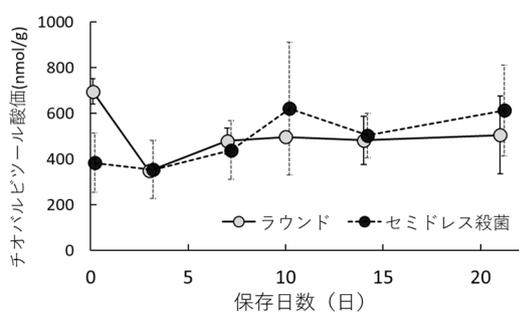


図1 チオバルピツール酸価の経時変化

官能評価 旨味, 食感, においの評価に有意な差はみられなかった。見た目は, セミドレス殺菌区がラウンド区よりも有意 ($p < 0.01$) に低い評価となり, 総合評価においても, セミドレス殺菌区は有意 ($p < 0.05$) に低い評価であった。

安全性の評価

方法

試料 前述のと同じラウンド区及びセミドレス殺菌区を試料とした。

細菌検査 筋肉部の生菌数, 低温菌数, 大腸菌群, 腸炎ビブリオを検査した。

ヒスタミン チェックカラーヒスタミン(キッコーマンバイオケミファ社)を用いて測定した。

結果

細菌検査 両区とも氷蔵21日目まで, 生菌数と低温菌数は 1.0×10^3 cfu/gを超えることはなく, 腸炎ビブリオと大腸菌群は検出されなかった。氷蔵保存において, 亜塩素酸水による殺菌効果は認められなかった。

ヒスタミン 氷蔵21日目のヒスタミンは, ラウンド区が 10.8 ± 4.9 , セミドレス殺菌区が 11.8 ± 1.6 ppmで, どちらも食中毒を引き起こすレベルではなかった。

まとめ

- 1) カットした尾部半身から血液を抽出する方法は, 残血量の指標として有効であった。
- 2) セミドレス殺菌区の見た目は, ラウンド区よりも低い評価であった。
- 3) 脱血処理したブリは氷蔵21日目まで, 脂質酸化, 細菌増殖, ヒスタミン生成は低いレベルで, 安全性が確認された。

文献

- 1) 久保久美子・山田海璃・菅向志郎・谷山茂人・王曜・濱田友貴・松尾広伸・松永尚子・出口雄也・右田雄二・山口結奈: 長崎水試事報, 56~57 (2022) .
- 2) 久保久美子・石崎航一郎・菅向志郎・谷山茂人・王曜・濱田友貴・松尾広伸・出口雄也・右田雄二・山口結奈: 長崎水試事報, 57~58 (2023) .
- 3) S. Ehira, H. Uchiyama, F. Uda, H. Matsumiya: *Nippon Suisan Gakkaishi*, 36, 491~496 (1970) .
- 4) S. Tanimoto and M. Shimoda: *Journal of aquatic food product technology*, 25, 185~196 (2016) .

(担当: 久保)

4. 血液置換によるブリ及び植食性魚類の品質改善

久保久美子・菅向志郎*・谷山茂人*・王曜*

・ブリ血合筋の褐変抑制

ブリやマグロ等の魚肉中に存在するミオグロビンは、生体中では鮮赤色の酸化型ミオグロビンと紫赤色の還元型ミオグロビンとして存在するが、死後時間の経過に伴い、褐色のメトミオグロビンに変化する(メト化)。これに伴う魚肉の変色は褐変と呼ばれ、鮮魚価値を低下させる。

冷凍保管中のブリ血合筋のメト化は低い酸素分圧が原因とされていることから、ウルトラファインバブル水(UFB)による血液置換や過飽和酸素海水を用いたメト化抑制効果の検討を行った。

方法

試料 水産試験場の海面生簀で飼育したブリ(1歳魚)を用いた。

血液置換 麻酔後、腹部を開腹、心臓からカニューレーションにより抗血液凝固作用を有するクエン酸Na及びUFBを含むリン酸緩衝生理食塩水で血液を置換し、6日間氷蔵後にメト化率を測定した。

酸素強化処理 未処理、脱血処理(鰓切断後放血)、酸素強化処理したブリを-20℃で6日間保管してメト化率を測定した。酸素強化処理は、2-フェノキシエタノールを用いた麻酔をし、前麻酔期状態(鰓蓋運動は正常であるが魚体が横転した状態)¹⁾に、酸素エアレーションでDOが200%以上となるよう調整し、10分間浸漬した。

メト化率の測定 血合筋から蒸留水を用いてミオグロビンを抽出後、分光光度計(島津製作所製 UV-1650PC)で548及び524 nmの吸光値を測定し、井ノ原らの方法²⁾でメト化率を算出した。

結果

血液置換の影響 血液置換時に痙攣が確認され、未処理のメト化率は18.6%であったのに対し、血液置換処理した方が21.5%と高い値であった。痙攣によるATP

消失の影響が予想された。

酸素強化の影響 魚体内の酸素分圧が高いと思われる酸素強化処理(46.2%)、未処理(40.2%)、脱血処理(37.3%)の順にメト化率は高い値であった。

まとめ

1)ブリフィレを-20℃で保管した場合、肉中の酸素分圧が高いと考えられる方が、メト化率は高くなった。

文献

- 1)渡辺研一・高橋誠・中川雅弘・太田健吾・佐藤純・堀田卓朗：水産増殖，54，255～263(2006)。
- 2)井ノ原康太・尾上由季乃・木村郁夫：日水誌，81，456～464(2015)。

(担当：久保)

・植食性魚類の臭気低減技術開発

イスズミ等の植食性魚類は、特有の臭気が流通段階での大きな課題となっているため、血液置換処理による臭気低減効果を検討した。

方法

試料 長崎市地先の定置網で漁獲後、蓄養されたノトイスズミ(以下、イスズミ)を用いた。

ミンチ肉での保存 未処理と血液置換処理したイスズミから背部普通筋、腹部普通筋、血合筋を採取してミンチ肉とし、10℃で0,1,2日間保存して官能評価を実施した。血液置換処理は、麻酔後、腹部を開腹して、心臓からのカニューレーションにより血液をリン酸生理食塩水に置換した。

におい分析 ミンチ肉で保存したサンプルの臭気成分をにおい分析装置(FF-2A 島津製作所)で解析した。ブロック肉での保存 未処理、鰓切断脱血処理、簡易血液置換処理して背部からブロック肉(頭部側10cm、皮付き)を採取してポリエチレン袋に入れ、含気状態で7日間氷蔵保存し、官能評価を実施した。簡易血液置換

*長崎大学

処理は、氷締め後3時間氷蔵した後に、簡易血液置換装置を用いて水道水に置換した（図1）。

官能評価 ミンチ肉の評価（ $n=10$ ）では、未処理を基準とし、血液置換処理肉のにおいを「弱い」「同等」「強い」で評価し、両者それぞれを、食べる時に「気にならない」「少し気になる」「かなり気になる」の3段階で評価した。また、ブロック肉の評価（ $n=5$ ）では、「臭気なし（1点）」「やや臭う（2点）」「臭い（3点）」で評価した。



図1 簡易血液置換装置

結果

ミンチ肉の評価 部位や保存日数に関わらず、大半のパネリストは、血液置換処理肉のにおいが未処理よりも「弱い」又は「同等」と評価した。特に、血合筋では保存日数に関係なく、7割以上が血液置換処理肉のにおいを「弱い」と評価し、血液置換の効果が確認された。ただし、背部及び腹部普通筋では2日後まで9割が食べるのに「気にならない」又は「少し気になる」と評価したのに対し、血合筋では1日後で6割以上が「少し気になる」「かなり気になる」と評価した。におい分析 臭気指数は部位に関わらず、保存1日目の血液置換処理肉が未処理よりも低い値を示したが2日目では同等の値となった（図2）。

また、臭気に寄与する成分系統は、0日目はすべて硫化水素と有機酸系であった。未処理の血合筋では、1日目に硫黄系、アミン系、アルデヒド系も検出され、さらに2日目になると、アンモニアも検出された（図3）。
ブロック肉の評価 0日目の評価では未処理は1.7点、脱

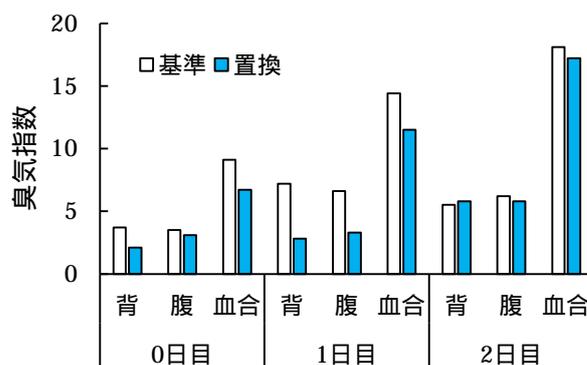


図2 ノトイズズミの部位別臭気指数

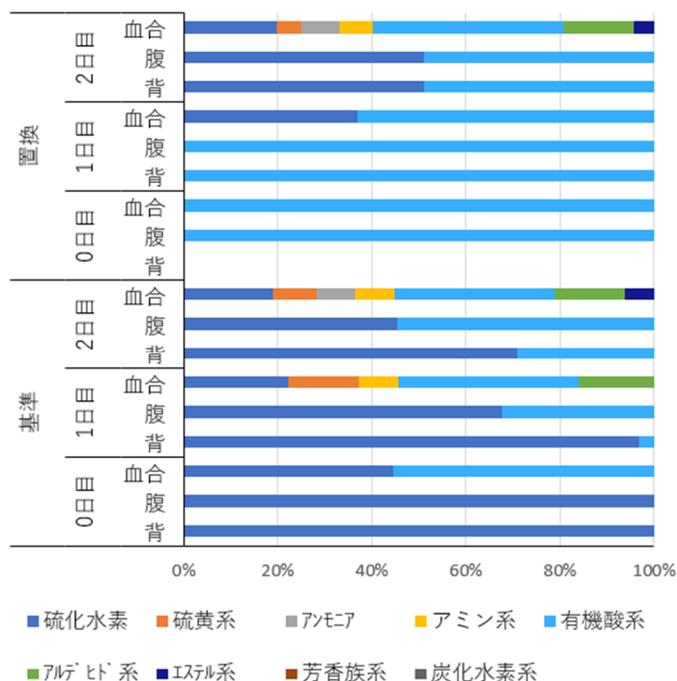


図3 ノトイズズミの部位別臭気寄与割合

血処理は1.3点、簡易血液置換処理は1.4点であった。7日間氷蔵後の評価は未処理が2.3点、脱血処理は1.9点、簡易血液置換処理は1.7点となった（低いほど臭気弱い）。血液除去による臭気抑制効果が推察された。

まとめ

- 1) ノトイズズミは血液を除去することで、臭気は弱く感じられるようになった。
- 2) 普通筋の臭気は喫食に支障ないが、血合筋は保存日数の経過と共に臭気が強くなった。

（担当：久保）