

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年6月28日現在

機関番号：30109

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500769

研究課題名（和文）環境負荷の軽減と循環型資源の形成を目指した安全・安心なりサイクル発酵調味料の開発

研究課題名（英文）Development of safety and security reusable fish sauce for the purpose of environmental loading reduction and establishment of circulative resources

研究代表者

松津 保浩（FUNATSU YASUHIRO）

酪農学園大学・農食環境学群・教授

研究者番号：90382481

研究成果の概要（和文）：

本研究の目的は練製品製造工程や消費期限内に回収される製品（蒲鉾ロス）を調味料に変換し、得られた調味料とその調味料を利用して製造した練製品の品質を調査することである。ニギスと蒲鉾ロスおよびその混合物に醤油麹と乳酸菌を添加してテストプラントレベルで約6ヶ月間常温発酵を行った。その結果、得られた発酵調味料は食品添加物の高度濃縮がなく、ヒスタミンレベルも低い安全安心な発酵調味料であること、官能評価と味覚分析から調味料の蒲鉾への再利用が可能であることから、本技術により食品ロスの削減が可能であることが明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：

The aim of this study is to transform from surimi-based products processing wastes and returnable products within best before date, i.e. *kamaboko* wastes, into fish sauces by use of soy sauce *koji* mold and lactic acid bacteria and to conduct quality assessment of the fish sauces and the *kamaboko* produced with the fish sauces. The production of two kinds of the fish sauces were tried on a small industrial scale from the *kamaboko* wastes with or without the addition of the meat of deepsea smelt (*Glossodon semifasciatus*). They were fermented for about 6 months at room temperature. As a control, a fish sauce was also produced only from the deepsea smelt meats. The levels of the original additives to *kamaboko* products, sorbic acid, β -carotene, capsanthin, lycopene and pyrophosphates were very low in the waste and the mixed fish sauces. The histamine levels in these fish sauces were below 50 ppm. According to evaluation of *kamaboko* prepared with three fish sauces by sensory and using taste sensor, there were no significant ($p>0.05$) differences of palatability and taste balance between the mixed sauce and the control. These findings suggest that the reduction of food loss such as *kamaboko* wastes could be realized by making good use of the fish sauce production technology.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2011年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2012年度	300,000	90,000	390,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：食と環境

1. 研究開始当初の背景

日本は水産ねり製品の消費大国であり、多様な製品が製造されている。その製造技術は高く効率的な生産が行われているが、製造工程において発生するロス（製品にできないゲル化した固形物）を完全に抑制するには至っていない。ロスは、製品種類に応じ、多様な成分、物性を有し、様々なサイズのものが発生する。このため、畜産分野で屑肉に対し実施される酵素を用いた接着技術等を応用するのは困難で、未利用のまま産業廃棄物となっている。最近、水産ねり製品の原料である冷凍すり身が急激に高騰したことと相まって、製造工程で発生するロスはねり製品製造業において深刻な問題となってきている。また、消費期限により回収される製品も蒲鉾ロスと類似した成分を含有することから発酵調味料の原料への利用が考えられるが、製品の原材料や保管条件が異なり、消費者の嗜好性や安全性志向を考慮すると、得られる製品の品質（風味や安全性）や食品への利用方法を調査する必要がある。

2. 研究の目的

本研究は、練製品製造工程で発生するロス（製品にできないゲル化した固形物）や消費期限内に回収した練製品廃棄物を食品加工原料として捉え、それらの原料に麴と好塩性乳酸菌を添加してヒスタミンレベルの低いリサイクル発酵調味料を調製し、得られた製品の品質（物理化学的性状、微生物試験、呈味・香气成分、残存食品添加物量、官能特性）の調査研究を行い、食品への再利用のための味覚分析を実施することで、環境負荷の軽減と循環型資源の形成を目指した安全・安心なリサイクル発酵調味料の開発とその応用を図ることを目的とするものである。

3. 研究の方法

(1) 現状調査とテストプラントレベルでの安全性の確認

①蒸し蒲鉾一つである巻き蒲鉾の生産量の多い富山県で工場、販売店舗等で回収品の量と種類について(株)梅かまの協力を得て聞き取り調査を行った。

②発酵中に生成・蓄積するヒスタミン量および食品添加物である保存料や着色料の濃縮度合いについての調査を行った。

仕込みの条件は表1のとおりである。ロスを赤巻きとそれ以外に選別し、それぞれニギス魚肉を混合しない試料(4と5)と等量混合した試料(2と3)に対して食塩、水、醤油麴、

好塩性乳酸菌(*Tetragenococcus halophilus*, 秋田今野商店)を混合し、常温で約6ヶ月間発酵させた。醤油麴は蒸し脱脂大豆:炒合小麦=1:1に *Aspergillus oryzae* (ビオック, 一紫一号菌) を接種して製造したものである。ニギス魚肉のみを用いた試料を対照(試料1)とした。6ヶ月間発酵後のもろみをもろみ袋に入れ、圧搾し、得られたじゅう液を90℃に到達するまで火入れし、循環型精密ろ過機(分画分子量10,000)でろ過後のろ液を最終製品とした。仕込み時の配合は表1のとおりである。なお、ヒスタミン量は酵素法、ソルビン酸はガスクロマトグラフ分析法、重合リン酸塩はイオンクロマトグラフ法、 β -カロテン、リコピンおよびカプサンチンはHPLC分析法を用いた。

表1 仕込み時の原材料の配合(食品添加物残存量の調査)

	試料1	試料2	試料3	試料4	試料5
ニギス(kg)	260	130	130	0	0
赤巻ロス(kg)	0	130	0	260	0
昆布巻ロス(kg)	0	0	130	0	260
醤油麴(kg)	40	40	40	40	40
食塩(kg)	66	66	66	66	66
水(kg)	86	86	86	86	86
好塩性乳酸菌(kg)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
合計	452.3	452.3	452.3	452.3	452.3

(2) 発酵調味料の品質に及ぼす酵素剤の添加効果

①テストプラントレベル：

ニギス魚肉（内臓を含む）、食塩、水、市販の醤油麴および好塩性乳酸菌を混合し、ニギス魚醤油もろみを調製した（試料1）。また、もろみにスミチュームLP50（新日本化学）を添加したのも調製した（試料2）。魚肉の代わりにロスをを用いてもろみを調製し（試料3）、ニギスと同様にスミチュームLP50を添加したのも調製した（試料4）。さらに、魚肉とロスを混合してもろみを調製し（試料5）、2と同様にスミチュームLP50を添加したのも調製した（試料6）。これらの試料を常温で約6ヶ月間発酵させた。仕込み時の配合は表2のとおりである。もろみの一部を分取し、ヒスタミン量およびヒスタミン生成菌数を測定した。ヒスタミン量の測定は(1)－②と同様であり、ヒスタミン生成菌数はMPN法で実施した。

②実験室レベル：①各試料(1-4)について450kgずつ2タンク調製し、分析用試料として、各タンクからもろみ10kgずつを取り出

表2 仕込み時の原材料の配合(酵素剤の添加効果)

	試料1	試料2	試料3	試料4	試料5	試料6
ニギス(kg)	260	260	0	0	130	130
蒲鉾ロス(kg)	0	0	260	260	130	130
醤油麹(kg)	40	40	40	40	40	40
食塩(kg)	66	66	66	66	66	66
水(kg)	86	86	86	86	86	86
好塩性乳酸菌(kg)	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
スミチュームLP50(kg)	0.09	0	0.09	0	0.09	0
合計	452.1	452.0	452.1	452.0	452.1	452.0

し、25℃にて32週間発酵させた。もろみの一部を経時的に分取し、微生物数および細菌相(一般生菌数、芽胞菌数、好塩菌数、高度好塩菌数、カビ・酵母数、ヒスタミン生成菌数)、化学成分(醤油試験法)の挙動を追跡した。

③①と②での品質の違い

①と②で得られた最終製品の味覚を都甲らの方法で分析した。分析項目は先味(酸味、苦味雑味、渋味刺激、甘味、うま味、塩味)と後味(コク、にがり系苦味、塩基性苦味、酸性苦味、渋味)で、得られたデータの多変量解析を行った。

(3) 発酵調味料の蒲鉾への応用

①テストプラントレベルで発酵させた3種類の発酵調味料(ニギス、混合、ロス)を実際に製造されている赤巻かまぼこに添加して再利用した際の製品(ニギス蒲鉾、混合蒲鉾、ロス蒲鉾)の品質を味覚分析と官能評価から調査した。まず、味覚分析では、3種類の蒲鉾に5倍量の純水を加えてフードプロセッサで咀嚼状態を作り出し味覚成分の抽出・ろ過を行い、分析試料とし、常温で測定を行った。次に、男性44名、女性33名、計77名、平均年齢38.9歳で蒲鉾が嫌いでないパネルで、全体味、色調、香りおよび全体の品質についての順位法による官能評価を実施した。

②ロスの発生率とロスの再生率についての研究協力者である(株)梅かまで自社調査を行った。算出方法は下記のとおりである。

$$\text{ロスの発生率(\%)} = \frac{\text{再生量(kg)} + \text{委託量(kg)}}{\text{総生産量(kg)}} \times 100$$

$$\text{ロスの再生率(\%)} = \frac{\text{再生量(kg)}}{\text{再生量(kg)} + \text{委託量(kg)}} \times 100$$

なお、委託量は専門の処理業者に有料で委託する量のことである。

4. 研究成果

(1) 現状調査とテストプラントレベルでの安全性の確認

①現状調査ではロスの種類は渦巻き蒲鉾(赤巻きと昆布巻)が多く、蒸し蒲鉾や焼き蒲鉾等でも発生していることが分かった。また、ロス発生量は生産量(月別平均)の2006~2007年の自社調査では約3%であることが分かった。これについては研究実施期間に再調査する必要があると考えられた[(3)-②]。

②ヒスタミンレベルをみると試料1は発酵中に上昇しそれぞれ45と90日目で1000ppmレベルに達したが、その他の試料では200ppm以下で推移した。次に、食品添加物を調査したところ、ソルビン酸量は仕込み時に試料1以外では230-850ppmであったが、発酵に伴い減少し、最終製品では33-163ppmのレベルに低下した。また、重合リン酸塩は仕込み時に既にいずれの試料にもピロリン酸やトリポリリン酸は検出されず、オルトリン酸のみが検出された。 β -カロテンは試料3のみで24-31ppm検出されたが、発酵に伴い減少し、最終製品では検出限界以下となった。試料4と5ではリコピンおよびカプサンチン量はそれぞれ2mg/L以下および51-121mg/Lであり、練製品製造時の添加量の約1/10以下に減少していることが分かった。したがって、発酵中にもろみに蓄積するヒスタミンはロスの添加で抑制されることが再確認された。この事実は小善ら(2010)の報告¹⁾を支持する結果である。また、蒲鉾に使用されている食品添加物も発酵調味料中での高度濃縮は見られないことも確認された。この事実もTakano et al. (2012)の報告²⁾を支持している。

(2) 発酵調味料の品質に及ぼす酵素剤の添加効果

①いずれの試料も全窒素分は発酵6週目まで急激に増加し、その後発酵終了まで緩やかに推移した。発酵終了後の全窒素分は試料1と2の方が試料3と4より多く、試料5と6はその中間であった。試料1と2、3と4および5と6の間にはそれぞれ有意な違いは見られなかった。pHはいずれの試料も発酵4週目に5まで低下するが、それ以降、試料2は発酵終了時まで5.2まで緩やかに増加したが、それ以外の試料は5.0以下であった。ヒスタミンは試料2では6週目より急激に増加し、発酵終了時には900ppmのレベルに達したが、それ以外の試料は発酵期間を通して30ppm以下であった。ヒスタミン生成菌数の変化もヒスタミン量の結果とよく対応し、試料2は 10^5 /g以上のヒスタミン生成菌数の増殖期間が18週と長く、それ以外の試料では 10^4 /g以下であった。したがって、テストプラントレベルではニギスおよびロスもろみにおいて酵素剤の品質向上面での添加効果は認められなかった。また、発酵中のヒスタミン蓄積は主原料のロットの品質に影響を受けることも分かった。

②試料1-4において最も計数値が高かったのは好塩菌数で、発酵初期には 10^8 cfu/g~ 10^9 cfu/gで推移し、10~20週目にかけて 10^6 ~ 10^7 cfu/gまで低下した。その後、ニギスもろみ(試料1および2)では、32週目までに 10^8 cfu/gに増加したが、ロスもろみでは菌数が増加する事はなかった。高度好塩菌数も同様の挙動を示した。一般生菌数および芽胞菌

数は全ての試料で1週間後に 10^8 cfu/gから 10^6 cfu/gに低下し、発酵終了時までほぼ一定の値であった。麹菌数は発酵に伴い減少し、発酵16週目までに検出されなくなったが、ニギスもろみでは麹菌以外のカビ類が検出されるようになった。ロス試料では異常発酵(臭気異常、カビ増殖)を起こした1試料を除いてカビ類は16週目以降検出されなかった。ヒスタミン生成菌数はニギスもろみにおいて発酵初期に急激に増加し16週目で 10^8 /gに達し、発酵終了時でも 10^6 - 10^7 /gであった。これらの試料のヒスタミン量は1,000ppm以上であり、ヒスタミン生成菌数の挙動と一致していた。ロスもろみでは(試料3の1試料を除き)、ヒスタミンの蓄積が少なく、菌数の増加もほとんど観察されなかった。しかし、異常発酵を起こしたロスもろみではヒスタミン生成菌数が12週目から急激に増加し、発酵終了時には 10^8 /gに達した。pHの挙動はヒスタミンの蓄積と関連しており、ヒスタミン量の増加に伴いpHは上昇した。したがって、実験室レベルでもニギスおよびロスもろみにおいて酵素剤の添加効果は認められなかった。また、ヒスタミンの蓄積はロスもろみで抑制されたことから主原料により大きく影響を受けることが示唆された。

③テストプラントレベルと実験室レベルでの味覚分析をみると、いずれの場合もロス(試料3と4)とニギス(試料1と2)で味わいが分かれ、各グループ内サンプル間差はそれほど大きなものではなかった。また、ニギスの方がロスと比較して全体的に味が強く、中でもうま味、コク、魚の風味を強く感じられた(いわゆる「魚醤」らしさが強かった)。さらに、ロスはニギスに比べて全体的に味覚の数値が小さく、両グループ間の比較ではマイルドに感じられた。したがって、味覚分析から原料の違いによる味のバランスの違いはテストプラントレベルと実験室レベルでは類似していることが分かった。なお、テストプラントレベルでの混合(試料5と6)は魚の風味・クセ(苦味雑味/薬)がニギスとほぼ同様であるが、その他の軸のバランスはロスに類似していた。

(3) 発酵調味料の蒲鉾への応用

①味覚分析：味わいのバランスチャートではコク、甘味、塩味、うま味を比較すると、類似したレイダーチャートが示され、試料間の全体的な味わいの質がほぼ同じであることが分かった(図1)。また、味の強弱を示す味わいマップでは縦軸に苦味由来のコク、横軸にうま味をプロットすると、3種類の蒲鉾では味数値の差が1以内であり、このことは試料間に差異を感じにくいことを示している(図2)。したがって、3種類の蒲鉾では全体の味わいの質や各味の強さには差異がないことが分かった。

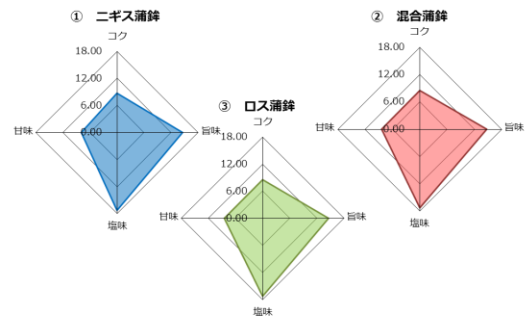


図1 味のバランスチャート

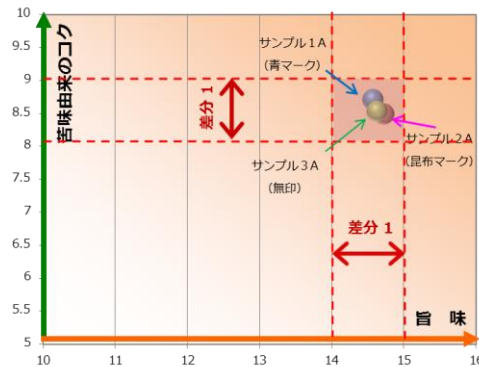


図2 味わいマップ

官能評価：色調と香りではいずれの試料間にも有意差が見られないが、全体味と全体の品質ではロス蒲鉾がその他の蒲鉾に比べて有意に好まれないことが分かった(表3)。したがって、ロスと魚肉を混合して発酵調味料を製造することで蒲鉾への再利用が可能であることが市販製品のレベルで確認された。

表3-1 3つの蒲鉾に対する順位合計

	味		色調	
	順位合計	平均順位	順位合計	平均順位
ニギス	186a	2.4	155a	2.0
混合	132b	1.7	151ab	2.0
ロス	144b	1.9	156ab	2.0

同じ文字の付いた順位合計には有意差がない($P>0.05$)。

表3-2 3つの蒲鉾に対する順位合計

	香り		受容性	
	順位合計	平均順位	順位合計	平均順位
ニギス	173a	2.2	177a	2.3
混合	144ab	1.9	136b	1.8
ロス	145ab	1.9	149ab	1.9

同じ文字の付いた順位合計には有意差がない($P>0.05$)。

②2010年7月から2011年6月までの月別平均ロスの発生率は3.5%であった(図3の破線)。本技術の導入により月別平均ロスの再生率が48.8%になることが分かった(図4の破線)。

以上の結果より、蒲鉾製造工程と消費期限内に回収される蒲鉾ロスは発酵調味料の製造技術の導入や得られた調味料の蒲鉾への再利用により、環境負荷の軽減や循環型資源

形成に寄与できると考えられた。

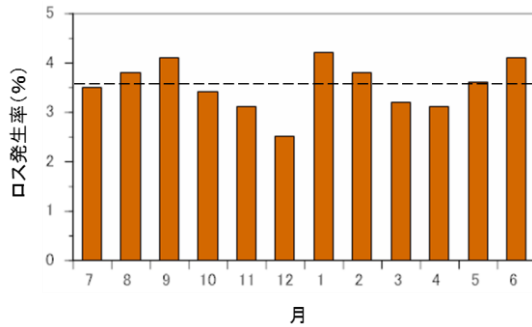


図3 月別ロスの発生率
破線：月別平均。

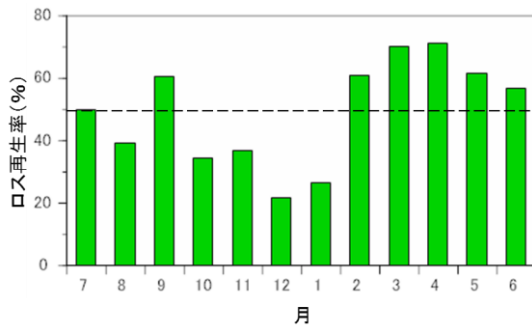


図4 月別ロスの再生率
破線：月別平均。

参考文献

1. 小善圭一, 高野隆司, 里見正隆, 高橋 努, 船津保浩. 日水誌, 76, 1083-1085 (2010).
2. Takano, T., Shozen, K., Satomi, M., Taira, W., Abe, H., Funatsu, Y. Quality of fish sauce products from recycled byproducts from fish gel and *kamaboko* processing, *J. Food Quality*, 35, 217-227 (2012).

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

- ① 船津保浩、里見正隆、原田恭行、蒲鋒製造ロスの再利用を目的とした循環型食品加工技術の開発、食品と容器、査読無、53巻2号、2012、120-125.

[学会発表] (計5件)

- ①高野隆司、高田康平、小善圭一、原田恭行、里見正隆、○船津保浩、仕込時の砂糖の量と乳酸菌種の違いが魚醤油の品質に与える影響 2 -特に最終製品の品質について一仕込時の砂糖の量と乳酸菌種の違いが魚醤油の品質に与える影響 1 -特にもろみの品質について一、平成 23 年日本水産学会秋季大会
- ②高野隆司、高田康平、小善圭一、原田恭行、里見正隆、○船津保浩、仕込時の砂糖の量と乳酸菌種の違いが魚醤油の品質に与える影

響 II -特に最終製品の品質について一仕込時の砂糖の量と乳酸菌種の違いが魚醤油の品質に与える影響 2 -特に最終製品の品質について一、平成 23 年日本水産学会秋季大会

③○里見正隆、小善圭一、船津保浩、矢野豊、魚醤油から分離されたチラミン生成菌の性状、平成 24 年日本水産学会秋季大会

④○船津保浩、舊谷亜由美、原田恭行、小善圭一、高野隆司、里見正隆、主原料の違いと酵素剤の添加が魚醤油の品質に与える影響、第 33 回日本食品微生物学会学術集会

⑤○船津保浩、原田恭行、里見正隆、蒲鋒ロスの再利用を目的とした循環型加工技術の開発、26th ビジネス EXPO

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

<http://laboratory.rakuno-ac.jp/lab0-198.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

船津 保浩 (FUNATSU YASUHIRO)
酪農学園大学農食環境学群・教授
研究者番号：90382481

(2) 研究分担者

里見 正隆 (SATOMI MASATAKA)
独立行政法人水産総合研究センター水産物応用開発研究センター衛生管理グループ・主任研究員
研究者番号：00344325

(3) 連携研究者

該当なし