

# 卵焼き製造ロスから調製した発酵調味料の品質特性

山崎 聡子 (YAMAZAKI Akiko)<sup>1</sup>, 原田 恭行 (HARADA Yasuyuki)<sup>2</sup>, 早坂 浩史 (HAYASAKA Hiroshi)<sup>3</sup>  
佐藤 勉 (SATO Tsutomu)<sup>4</sup>, 濱岡 直裕 (HAMAOKA Naohiro)<sup>5</sup>, 船津 保浩 (FUNATSU Yasuhiro)<sup>1, 6\*</sup>

Key Words : 卵焼きロス, 鶏肉, 麴, 発酵調味料, 再利用

## Quality Characteristics of Fermented Seasonings Prepared with Egg-Roasted Production Loss

**Authors:** Akiko Yamazaki<sup>1</sup>, Yasuyuki Harada<sup>2</sup>, Hirofumi Hayasaka<sup>3</sup>, Tsutomu Sato<sup>4</sup>, Nohiro Hamaoka<sup>5</sup>, Yasuhiro Funatsu<sup>1, 6\*</sup>  
**\* Correspondance author:** Yasuhiro Funatsu

### Affiliated institutions:

<sup>1</sup> Department of Food Science, Faculty of Dairy Science, Rakuno Gakuen University, 582, Midorimachi, Bunkyo-dai, Ebetsu, Hokkaido, 069-8501, Japan.

<sup>2</sup> Northwest Pacific Region Environmental Cooperation Center, 5-5, Ushijimashin-machi, Toyama, 930-0856, Japan.

<sup>3</sup> Taste & Aroma Strategic Research Institute, 8F Shinkawa Central Bld., 1-17-24, Shinkawa, Chuo-ku, Tokyo, 104-0033, Japan.

<sup>4</sup> Akita Konno Co., Ltd., 248 Aza Kariwano, Daisen-shi, Akita 019-2112, Japan.

<sup>5</sup> Food Processing Research Center, Hokkaido Research Organization, 589-4, Midorimachi, Bunkyo-dai, Ebetsu, Hokkaido, 069-0836, Japan

<sup>6</sup> Department of Food Science and Human Wellness, Rakuno Gakuen University, 582, Midorimachi, Bunkyo-dai, Ebetsu, Hokkaido, 069-8501, Japan

Key Words: egg-roasted production loss, chicken meat, *koji* mold, fermented seasoning, reuse

### Abstract

#### Background and Purpose:

Recently, increasing interest has been focused on food loss, such as non-standard products in food manufacturing plants, and their reuse in Japan. Food loss that occurs during the egg-roasting process can be possibly used as a material and to convert it to fermented seasonings. This study aimed to investigate the quality of various types of fermented seasonings prepared from the food loss using soy sauce brewing technology.

#### Materials and Methods:

The food loss produced during the egg-roasting process was chopped with a kitchen knife. The chopped food loss was mixed with three types of *koji* moulds: rice *koji*, soy sauce *koji* and soybean *koji*, salt-tolerant lactic acid bacterium (*Tetragenococcus halophilus*), salt, tap water and commercial enzyme in a two-liter crow bottle. Three types of *moromis* with and without minced chicken meat were fermented at approximately 30°C for 24 weeks. Soy sauce yeast (*Zygosaccharomyces rouxii*) was added to each *moromi* after 2 weeks. Various *moromis* were heated up to 90°C at the end of fermentation. The sample obtained after centrifugation and filtration with the heat-treated *moromi* was tentatively called as final product. Physicochemical properties and extractive components of the final products were investigated. In addition, taste sensor (TS) analyses of the final products were performed.

#### Results and Discussion:

The pH levels of all products were in the range of 4.6 to 4.7. The total nitrogen and soluble solids excluding salt levels, were higher in the products with chicken meat than those without chicken meat. The histamine levels of all products were below 20

ppm. Lactic acid, glutamic acid, lysine, leucine and arginine levels were richer in the products with chicken meat than in those without chicken meat, whereas citric and succinic acids and glycine levels exhibited the opposite trend. According to TS analysis, saltiness and sourness were stronger in the product with soybean *kaji* than those with the rice bran and soy sauce *kaji*, and the strength of umami (first taste) was remarkable in the products with chicken meat. Moreover, the product with soybean *kaji* and the chicken meat achieved most well-balanced umami (first taste and aftertaste) in all the products.

#### Conclusion:

Food loss, such as non-standard products, produced at egg-roasting process can be effectively reused by converting it to a variety of fermented seasonings using soy sauce brewing technology.

## 抄録

### 背景と目的

現在、食品製造工場では規格外品のような食品ロスへの関心が高まり、その再利用法が求められている。このような食品ロスが食品原料として再利用できれば、卵焼き製造工程で生じる規格外品から発酵調味料への変換が可能となる。本研究では醤油醸造技術を用いて卵焼き製造工程で発生するロス（卵焼き製造ロス）から種々の発酵調味料を調製し、その品質を調査することを目的とした。

### 材料と方法

卵焼き製造ロスを細切し、これと3種類の麴（米麴、醤油麴、大豆麴）、醤油用乳酸菌（*Tetragenococcus halophilus*）、食塩、水および市販酵素剤を2L容のガラス瓶に入れて良く混合した。次にこれらのもろみを鶏肉添加区と鶏肉無添加区にそれぞれ分けて合計6種類のもろみを調製し、約30°Cで24週間発酵させた。2週間目の各種もろみに醤油用酵母（*Zygosaccharomyces rouxii*）を添加した。発酵終了後、90°Cに到達するまで火入れを行い、遠心分離・ろ過後の試料を最終製品とした。各種製品の物理化学的特性と呈味成分を調査した。また、味覚センサー（TS）分析も実施した。

### 結果と考察

すべて試料で製品のpHは4.6～4.7であった。全窒素分と無塩可溶性固形分は共に鶏肉添加区の方が鶏肉無添加区よりも高かった。ヒスタミンレベルはすべての試料で20 ppm未満であった。呈味成分をみると、乳酸、グルタミン酸、リジンおよびアルギニンは鶏肉添加区が鶏肉無添加区よりも高値を示した。一方、クエン酸とコハク酸およびグリシンは逆の傾向であった。TS分析では、塩味と酸味は大豆麴添加区が米麴および醤油麴添加区よりも強く、また、うま味（先味）の強さは鶏肉添加区で顕著であった。さらに、鶏肉と大豆麴添加区はすべての製品の中で最もうま味（先味・後味）のバランスが良かった。

### 結論

卵焼き製造工程で生じる規格外品のような食品ロスは醤油醸造技術を用いて効果的に多様な発酵調味料に再利用可能と考えられた。

\* 責任著者：船津保浩 E-mail: funatsu@rakuno.ac.jp

<sup>1</sup> 酪農学園大学酪農学部食品科学科（〒069-8501 江別市文京台緑町582番地）

<sup>2</sup> （公財）環日本海環境協力センター（〒930-0856 富山市牛島新町5-5）

<sup>3</sup> （株）味香り戦略研究所（〒104-0033 東京都中央区新川1-17-24 新川中央ビル8F）

<sup>4</sup> （株）秋田今野商店（〒019-2112 秋田県大仙市字刈和野248）

<sup>5</sup> （地独）北海道立総合研究機構食品加工研究センター（〒069-0836 江別市文京台緑町589番地4）

<sup>6</sup> 酪農学園大学農食環境学群食と健康学類（〒069-8501 江別市文京台緑町582番地）

## はじめに

食品ロスとは、本来食べられるにもかかわらず捨てられる食品のことで、その削減が、国連「持続可能な開発目標」(SDGs)にも位置付けられている<sup>1)</sup>。また、世界の9人に1人、約8億人が栄養不足で苦しんでいると言われている中で、食料の6割以上を輸入している我が国でも食品ロスが発生している。

我が国における食品ロスの発生量は、612万トン(平成29年度推計)<sup>1)</sup>国民1人1日当たり茶碗一杯のご飯に相当する量の食品を捨てている換算になり、そのうち5割強に当たる量が、食品関連事業者が廃棄している、いわゆる事業系食品ロスである。事業系食品ロスの内訳は、4割弱が外食産業、4割弱が食品製造業、2割が食品小売業、残りが食品卸売業となっている。

矢野経済研究所の調査によれば、食品メーカーの82.5%が食品ロス削減に取り組んでおり、食品ロス削減に取り組む理由として78.8%がコスト削減のためと回答している<sup>2)</sup>。食品ロス削減は食品工場にとって企業の財務体質を改善するためにも重要課題である。食品ロスの発生は見込生産、発注、在庫管理、製造工程で生じている<sup>3)</sup>。このうち製造工程で発生するロスとしては、原材料の下処理において発生する残渣、生産設備に付着して取り切れない残留分や盛付などで生じる工程ロス、設備トラブルで生じるロス、移送中や作業中の取り落としによるロス、品質基準を満たさないため廃棄されるロスおよび検食によるロスなどである。

Takano *et al.*<sup>4)</sup>は、かまぼこ製造工程で発生するロス(規格外品)の再利用を目的として発酵調味料に変換した。その結果、ロスの液化率が約75%以上と高く、呈味成分は魚肉より製造したもののほうが低いが、うま味成分は同等で、食品添加物の残存量も低いことから発酵調味料として再利用が可能であると報じている。

卵焼き製造工程でも焼き加減等の違いでロスが発生している。これまでに卵焼き製造ロスから発酵調味料への変換を試みた研究例<sup>5,6)</sup>がある。山崎ら<sup>5)</sup>は卵焼き製造ロスから製麴し、味噌を製造したところ、卵焼きロス麴で製造した味噌は、市販の白こし味噌や米麴で製造したものに比べて色調が薄い、脂質や遊離アミノ酸などが多く、官能的な風味も良好であると報じている。また、卵焼きロス麴を用い

た醤油様調味料への変換も試みられ、卵焼きロス麴に卵焼きロスと鶏肉を混合し、35°Cで4ヶ月間発酵させることでうま味(先味)や原料由来のクセと味のふくらみに特徴のある製品が得られている<sup>6)</sup>。しかし、発酵法の相違による製品の呈味成分と味わいとの関係については検討されていない。

本研究では卵焼きロスや鶏肉を主原料に用いて麴の種類を変えて発酵させた製品の呈味成分と味わいとの関係を調査することで、卵焼きロスの発酵調味料への幅広い活用法を検討することを目的とした。

## 1. 実験材料と方法

### 1-1. 実験材料

醤油様調味料の製造には、食品製造工場で卵焼きを製造する際に発生したロスと成鶏(品種:ジュリアまたはボリスブラウン)むね肉(皮なし生)を挽肉(4mm目)にしたものを主原料として使用した。以下、上記の試料をそれぞれ卵焼き製造ロスおよび挽肉と略す。また、本実験では醤油の製造に用いられる市販の醤油麴、米麴および大豆麴の3種類の麴を用いた。なお、これらの麴はそれぞれ大麦、米、大豆を基質として *Aspergillus oryzae* を接種して製造されたものである。さらに本研究では、醤油用乳酸菌 *Tetragenococcus halophilus* (秋田今野商店(株)) および醤油用酵母 *Zygosaccharomyces rouxii* (秋田今野商店(株)) も使用した。発酵を促進する目的で粉末タイプのタンパク分解酵素剤であるスミチーム LP50(新日本科学(株))を使用した。

### 1-2. 実験方法

#### 1-2-1. 各種醤油の製造

卵焼き製造ロスを包丁で細切し、表1に示すような6種類のもろみを調製した。まず、卵焼き製造ロスを細切し、3種類の麴(米麴、醤油麴、大豆麴)を用いて6試験区(鶏肉無添加区:①ロス+米麴, ②ロス+醤油麴, ③ロス+大豆麴, 鶏肉添加区:④ロス+米麴+鶏肉, ⑤ロス+醤油麴+鶏肉, ⑥ロス+大豆麴+鶏肉)に分けて2L容のガラス瓶に入れた。これらに食塩、水、市販タンパク質分解酵素剤および醤油用乳酸菌を混合後、ろ紙で蓋をして約30°Cで24週間発酵させた。食塩は終濃度15%(w/w)になるように150g添加した。なお、醤油用乳酸菌は10<sup>6</sup> cfu/gレベルで、醤油用酵母は10<sup>5</sup> cfu/gレベルで

表1 各種卵焼き製造ロス醤油の配合 (g)

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
卵焼き製造ロス	450	450	450	225	225	225
食塩	150	150	150	150	150	150
醤油麴	100			100		
米麴		100			100	
大豆麴			100			100
鶏挽肉				225	225	225
水	295	295	295	295	295	295
スミチューム LP50	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9

醤油用乳酸菌と醤油用酵母は No.1 ~ No.6 のすべてにそれぞれ最終濃度として  $10^6$ cfu/g および  $10^5$ cfu/g レベルで添加した。なお、前者は仕込み時に、後者は発酵 2 週間目にそれぞれ添加した。

それぞれ仕込み時と発酵 2 週間後に接種した (接種時の菌数は製造元の菌数から算出した概算値)。

### 1-2-2. 分析試料

24 週間後、もろみを  $90^\circ\text{C}$  に達するまで火入れをし、遠心分離 ( $10,000\times\text{g}$ , 30 分) を行い、遠心分離後の上清をろ過 (No.5C, アドバンテック (株)) して得られたろ液を最終製品とした。

### 1-2-3. 色調

色調は色差計 (Spectrophotometer SA4000, 日本電色工業 (株)) を用いて透過法にて,  $L^*$ ,  $a^*$  および  $b^*$  を測定した。なお、実験に用いたセルは  $2\text{ mm}\times 40\text{ mm}\times 50\text{ mm}$  の大きさのものである。

### 1-2-4. pH

pH はガラス電極式の pH メーター (HM-20P, 東亜ディーケーケー (株)) を用いて常温で測定した。

### 1-2-4. 全窒素分と無塩可溶性固形分

全窒素分はケルダール法<sup>7)</sup> を用いて測定した。Brix は、糖用屈折計 (MASTER-20M, ATAGO) を用いて測定した。無塩可溶性固形分は醤油試験法<sup>8)</sup> によって算出した。

### 1-2-5. ヒスタミン

ヒスタミンの測定は酵素法<sup>9)</sup> を用いて行った。すなわち、各種製品を蒸留水で 100 倍希釈後、固相フィルター (Waters) で不純物を除去し検液とし、この検液をチェックカラーヒスタミン ((株) キッコーマン) を用いて測定した。

### 1-2-6. 有機酸および遊離アミノ酸

有機酸は各種製品を蒸留水で 10 倍に希釈した試料を  $0.45\ \mu\text{m}$  のセルロースアセテートフィルターでろ過し、島津 HPLC 分析システム (島津製作所 (株)) に供した。分析に用いたカラムは Shim-pack

SCR-102H ( $8\text{ mm I.D.}\times 300\text{ mm L.}$ ), 移動相は  $5\text{ mM } p\text{-トルエンシルホン酸}$ , 流量は  $0.8\text{ mL/min}$ , カラム温度は  $40^\circ\text{C}$  とした。遊離アミノ酸は最終製品をトリクロロ酢酸により除タンパクした後, 定容し, 自動アミノ酸分析計 (L-8500, (株) 日立製作所) を用いて測定した。

### 1-2-7. 味覚センサー分析

#### (1) 味覚軸の選定

各種製品を蒸留水で 10 倍に希釈し, 味覚センサー (味認識装置 TS-5000Z, Insent) を用いて分析した。次に 12 軸で得られた測定結果の平均値 ( $n=3$ ) から分析に用いる味覚軸の選定を行った。すなわち, 味推定値  $< 0$  は人も実際には感じにくいと判断し, 甘味を候補軸より除外した。また, にがり系苦味は試料間差 (差異) の低さから除外し, 10 軸 [先味 (苦味雑味/薬, 苦味雑味/食, 渋味刺激, うま味, 塩味), 後味 (苦味/薬, 苦味/食, 渋味, うま味コク, 酸味 B)] で評価した。

#### (2) データ解析

測定データを用いて多変量解析 (主成分分析) を行い, 固有値ベクトルより PC1 (横軸) と PC2 (縦軸) のプラス方向とマイナス方向の味わいの定義をそれぞれ決定し, 主成分分析散布図を作成し, 麴の違いや鶏肉添加による呈味の変動を可視化した。

## 2. 結果および考察

### 2-1. 麴の種類と鶏肉添加有無による各種製品の物理化学的特性と呈味成分の違い

#### 2-1-1. 色調と化学成分

最終製品の色調と化学成分を表 2 に示す。まず色調をみると, 大豆麴添加区 (No.3 と No.6) では, 鶏

表2 最終製品の色調と化学成分

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
色調						
L*	70.89	89.51	85.78	83.72	86.99	83.56
a*	0.83	-3.26	-1.47	-2.93	-4.24	-1.34
b*	42.10	29.33	36.38	41.91	40.87	40.09
pH	4.7	4.7	4.6	4.6	4.6	4.7
全窒素分 (g/100 mL)	1.6	1.4	1.6	1.8	1.9	2.1
無塩可溶性固形分 (%)	14	12	12	18	17	18
ヒスタミン (ppm)	15	15	17	15	11	17

無塩可溶性固形分 (%) = Brix - 食塩分 No.1 ~ No.6 は表1 に示すとおりである。

肉添加の有無による色調の違いはみられなかったが、醤油麹添加区 (No. 1 と 4) と米麹添加区 (No. 2 と 5) では違いがみられた。醤油麹添加区では鶏肉を添加した試料 (No. 4) の方が、鶏肉を添加していない試料 (No. 1) よりも L\* が高く、a\* が低かった。また、米麹添加区では、鶏肉を添加した試料 (No. 5) の方が、鶏肉を添加していない試料 (No. 2) よりも a\* がやや低く、b\* が高かった。これらの違いは、鶏肉を添加することで、醤油麹添加区では明度、赤味度が強くなるが、米麹添加区では赤味度がやや弱く、黄味度が強くなったことを示唆している。また、もろみの成分組成や麹そのものの色の違いおよび発酵中に生じるメイラード反応<sup>10)</sup>も原因の一つと考えられる。

次に pH をみると、いずれの試料も pH は 4.6 ~ 4.7 まで低下した。これまでに大豆麹を用いて発酵させたエゾシカ醬の最終製品の pH は 5.4 ~ 6.7 と高く、また、有機酸組成をみると、酢酸が乳酸より多く生成されているため、主な発酵形態は酢酸発酵であると報じられている<sup>11)</sup>。しかし、本研究では大豆麹を用いた試料の pH は 4.6 ~ 4.7 と低く、後述する最終製品の有機酸組成をみると、酢酸は検出されず、有機酸の中で最も多く検出されたのは乳酸であった。本研究で pH が低値であったのは発酵中に生成された乳酸が一因と考えられる。このことから、発酵形態は使用した主原料に影響され、本研究で用いた卵焼き製造ロスが好塩性乳酸菌のエネルギー源となる炭水化物をエゾシカ肉よりも多く含んでいるため、大豆麹を用いた試料でも十分なエネルギー源が供給され、好塩性乳酸菌による正常な乳酸発酵が行われたと考えられる。

日本食品標準成分表 2015 年版でみると、厚焼きたまごとえぞしか (赤肉) の炭水化物量<sup>12)</sup>はそれぞ

れ 6.4 g/100 g と 0.6 g/100 g であり、前者の方が後者よりも多い。全窒素分をみると、麹の種類にかかわらず、鶏肉を加えることで全窒素分は増加した。特に鶏肉を添加した試料 (No. 4, 5, 6) の全窒素分は、JAS 規格で定められている濃口醤油の特級レベル<sup>13)</sup>の 1.5% よりも高い値を示していた。このことは、主原料のタンパク質量<sup>12)</sup> (日本食品標準成分表 2015 年版: 厚焼きたまご: 10.8 g/100 g, 成鶏肉/むね/皮なし, 生: 24.4 g/100 g) の違いに起因すると考えられる。

無塩可溶性固形分をみると、全窒素分と同様に麹の種類にかかわらず、鶏肉添加試料 (No. 4, 5, 6) の無塩可溶性固形分は鶏肉無添加試料 (No. 1, 2, 3) のそれよりも高値であった。また、鶏肉添加により、JAS 規格で定められている濃口醤油の特級レベル<sup>13)</sup>の 16% よりも高値を示した。

いずれの試料も最終製品のヒスタミン量は 11 ~ 17 ppm と低レベルであり、CODEX の基準値<sup>14)</sup>である 400 ppm 未満であった。このことから、本研究で調製したすべての製品が日常の使用量ではアレルギー様食中毒<sup>15)</sup>を起こす危険性は低いと考えられる。なお、本研究で調製した最終製品のヒスタミンレベルは蒲鉾製造ロスから調製した製品<sup>4)</sup> (88 ~ 237 ppm) や市販醤油<sup>16)</sup> (156 ~ 219 ppm) のそれより低く、市販魚醤油<sup>17)</sup> (ND ~ 310 ppm) のそれと同レベルであった。

以上より、最終製品を JAS 規格の濃口醤油の特級レベル<sup>13)</sup>と比較すると、条件を満たしていたのは鶏肉添加試料 (No. 4, 5, 6) であることが分かった。

## 2-1-2. 呈味成分

有機酸組成を表3に示す。遊離アミノ酸と同様に、麹の種類にかかわらず、鶏肉添加試料 (No. 4, 5, 6) が鶏肉無添加試料 (No. 1, 2, 3) に比べて有機酸総

表 3 最終製品の有機酸組成 (mg/100 mL)

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
クエン酸	56	64	43	ND	9	ND
コハク酸	75	79	46	54	60	26
乳酸	234	297	752	538	709	895
ピログルタミン酸	250	192	234	290	294	351
総量	614	632	1074	883	1071	1272

ND：検出されず No.1～No.6は表1に示すとおりである。

表 4 最終製品の遊離アミノ酸組成 (mg/100 mL)

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
Tau	24	23	10	31	41	30
Asp	86	ND	78	ND	ND	100
Thr	268	215	242	305	294	332
Ser	374	299	347	321	311	363
Glu	561	447	624	685	764	887
Gly	1937	1798	1787	804	889	844
Ala	358	309	415	437	482	488
Pro	191	151	166	188	178	187
Cit	20	21	20	22	25	25
Val	432	363	409	451	451	497
Cys	8	15	19	ND	ND	12
Met	190	173	181	225	239	250
Arg	401	373	455	501	547	607
Lys	397	349	424	605	637	690
His	109	91	115	146	141	170
Ile	356	306	354	426	435	485
Leu	539	483	569	660	692	759
Tyr	93	64	107	95	104	120
Phe	311	284	312	332	356	392
Orn	ND	2	3	ND	7	ND
総量	6655	5765	6636	6235	6593	7236

ND：検出されず No.1～No.6は表1に示すとおりである。

量が多かった。大豆麴を使用した試料 (No. 3 と 6) ではそれぞれ他の麴添加区に比べ総量が多く、特に乳酸が多く検出された。また、いずれの麴添加区も鶏肉を添加することで、クエン酸やコハク酸が減少し、乳酸およびピログルタミン酸が増加した。麴の種類にかかわらずクエン酸量やコハク酸量が鶏肉無添加試料より鶏肉添加試料で多い理由は、主原料の成分組成の違い (卵焼き製造ロスにはかつおだしや醤油が添加されていること) と考えられる。大豆麴添加区 (No. 3) が醤油麴添加区 (No. 1) や米麴添加区 (No. 2) よりも乳酸量が多い理由は、発酵初期 (2 週間) にタンパク質分解が速く進行し、得られた窒素が乳酸菌の栄養源 (窒素源) となり乳酸発酵を促

進させたことが一因と考えられる。これまでに乳酸発酵に用いる乳酸菌は栄養要求性が高いため、炭素源の他に酵母エキスなどの栄養源 (窒素源) が副原料として必要と報じられている<sup>18)</sup>。なお、本研究の発酵初期では前者が後 2 者よりも pH の低下が最も速く、全窒素分の増加度合いも大きかった (結果は図示せず)。

また、鶏肉添加区の乳酸量が鶏肉無添加区のそれより多い理由は、死後、筋肉中のグリコーゲンの分解による乳酸の蓄積<sup>19)</sup>が一因と考えられる。さらに、鶏肉添加区のピログルタミン酸量が鶏肉無添加区のそれより多い理由は、発酵中にタンパク質分解が起こり、複数の経路で生成されたグルタミン酸と

ペプチダーゼによって生じたグルタミンから非酵素的な反応で変換されたピログルタミン酸<sup>20)</sup>が蓄積するため主原料中のタンパク質量の多い前者が後者に比べてピログルタミン酸が多く蓄積したと考えられる。

最終製品の遊離アミノ酸組成を表4に示す。麴の種類にかかわらず、グリシン量は鶏肉を添加しない試料 (No. 1, 2, 3) が鶏肉を添加した試料 (No. 4, 5, 6) に比べて多かった。これは卵焼き製造工程においてグリシンが添加されており、そのため主原料に多く含まれることが一因と考えられた。麴の種類や鶏肉添加有無にかかわらずグルタミン酸、バリン、アルギニン、リジンおよびイソロイシンが比較的多く検出された。遊離アミノ酸はそれぞれ味を示し、グルタミン酸とアスパラギン酸はうま味と酸味、グリシン、アラニン、トレオニン、プロリン、セリンは甘味、フェニルアラニン、チロシン、アルギニン、イソロイシン、ロイシン、メチオニン、リジンは苦味を呈すると報じられている<sup>21)</sup>。食品の遊離アミノ酸含量表 ((公社) 日本栄養・食糧学会)<sup>22)</sup>に掲載されている遊離アミノ酸合計量で大まかに概算した数値で比較すると、本研究での発酵調味料のうま味と酸味および苦味は鶏肉添加区 (No. 4~No. 6) の方が鶏肉無添加区 (No. 1~No. 3) よりも強く、

甘味は弱いと考えられた。

また、国産大豆醤油と比較すると、うま味と酸味は鶏肉添加区および無添加区の方が共に国産大豆醤油よりも弱く、甘味と苦味は強い傾向が示された。市販魚醤油との比較では、うま味と酸味は鶏肉添加区と無添加区のいずれも同等または弱く、甘味は同等または強い傾向であった。さらに、遊離アミノ酸総量を見ると、主原料を卵焼き製造ロスから鶏肉に半分置換してもそれほど大きく増加しないが、大豆麴の鶏肉添加試料 (No. 6) が今回の試験試料の中で総量が最も多かった。これは主原料の組成だけでなく、麴の基質のたんぱく質量 (大豆 (乾): 32.8~33.8 g/100 g<sup>12)</sup>) が他の麴のそれよりも多いことが一因と考えられる。そのため発酵中の全窒素分レベルも他の試料よりも高い傾向が示された (結果は図示せず)。

## 2-2. 麴の種類と鶏肉添加有無による各種製品の味わいの違い

味覚分析で得られたデータを多変量解析 (主成分分析) した。その結果、得られた主成分分析散布図を図1に示す。寄与率は横軸 (PC1) と縦軸 (PC2) でそれぞれ 68.0% と 18.8% で、累積寄与率は 86.8% であった。固有値ベクトルから横軸のプラス方向を

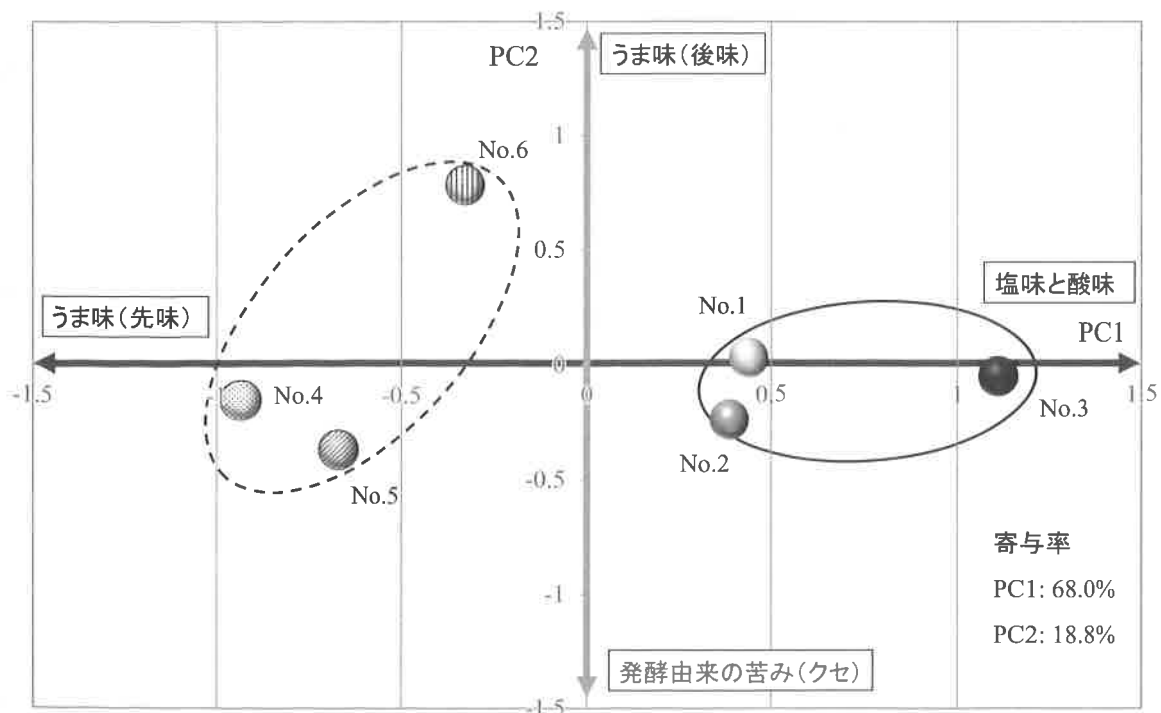


図1 主成分分析散布図  
No. 1~No. 6は表1に示すとおりである。実線：鶏肉無添加区、破線：鶏肉添加区。

塩味と酸味、マイナス方向をうま味（先味）の軸と定義した（結果は図示せず）。また、縦軸のプラス方向をうま味（後味）、マイナス方向を発酵由来の苦み（クセ）の軸と定義した。その結果、味わいのバランスは鶏肉無添加試料（No. 1, 2, 3）と鶏肉添加試料（No. 4, 5, 6）の2つのグループに大別された。うま味（先味）は前者が後者よりも強い傾向が示された。また、鶏肉添加の有無に関わらず、醤油麴（No. 1 と 4）と米麴を用いた試料（No. 2 と 5）で類似しており、大豆麴を添加した試料（No. 3 と 6）は他の試料（No. 1, 2, 4, 5）よりもそれぞれ塩味や酸味が強かった。特に、鶏肉と大豆麴添加区（No. 6）では他の試料（No. 1～5）に比べてうま味（先味・後味）のバランスが強い特徴がみられた。したがって、仕込み時の主原料を卵焼き製造ロスだけでなく、鶏肉を混合することで卵焼き製造ロスから調製した製品よりもうま味（先味と後味）を強化した製品の製造が可能と考えられた。これまでにエソシカ醬では麴と乳酸菌、麴と乳酸菌と酵母を添加することで得られた発酵調味料の酸味や味のクセがそれぞれ変動すると報じられている<sup>11)</sup>。本研究では後者の系のみで実施しているため今後は乳酸菌または酵母の単独使用などの発酵法の改良も必要と思われる。

宇多川<sup>23)</sup>は高温条件（55℃）において、微生物汚染を減らし、食塩無添加でサバ魚醤油の発酵期間を約15時間に短縮し、ヒスタミンレベルの低い速醸魚醤油を開発した。本研究では製品の風味の点を中心に検討したため約30℃で24週間発酵させたが、製造現場では発酵期間の短縮を求められていることから今後は温度や配合条件の検討も必要と思われる。

三上ら<sup>24)</sup>は豚肉に食塩、麴、胡椒、水およびプロテアーゼ（Alcalase 2.4 L）を加えて、3種類の食塩濃度（15%、20%、25%）のもろみを調製し、30℃で6ヶ月間発酵させた。また、1ヶ月後にFlavourzyme 500 Lを添加したのもも調製した。その結果、6ヶ月後の発酵調味料の収率は67.0～78.5%、pHは4.8～5.0で、食塩20%でFlavourzyme 500 Lを添加した製品が官能的な総合評価が高いと報じている。本研究ではいずれの試料も6ヶ月後の発酵調味料の収率は約65～70%、pHが4.6～4.7であった。三上らの結果に比べてpHは類似しているが、収率がやや低いいため収率を上げるためにはスミチームLP50の添加

を仕込み時だけでなく、発酵後にも実施する必要があると思われる。また、味覚分析結果より味わいの特徴は推定できるが、嗜好性が分からないため今後は嗜好性試験も実施していく必要がある。

莊ら<sup>25)</sup>の卵白発酵調味料（たまご醤油）研究結果をみると、スポンジケーキを培地として調製した麴（スポンジ麴）と卵白液を食塩存在下で24時間発酵加熱させた卵白もろみは、うま味が強く、かつ甘味や卵風味を有し、色調が顕著に薄く、しかも卵アレルギーたんぱく質も消失していた。今後は消費者の健康志向が増加していることから発酵中の卵アレルギーたんぱく質の消失有無に関する研究も実施する必要がある。

カルノシンやアンセリンは食肉に比較的多く含まれる抗酸化物質で、いずれも構造中にヒスチジンを含有するジペプチドである<sup>26)</sup>。これらヒスチジルジペプチドの経口摂取は、酸化ストレスに起因する各種疾病や老化の予防、疲労軽減<sup>27)</sup>および中高齢者の筋力向上<sup>28)</sup>などに寄与することが報告されている。また、これらの成分は鶏の品種や部位で異なる<sup>29, 30)</sup>ことが報じられている。そこで本研究でも調査したところ、カルノシンの場合、鶏肉を添加した製品（No. 4, 5, 6）と鶏肉を添加しない製品（No. 1, 2, 3）はそれぞれ222～288 mg/100 mLと $\leq 38$  mg/100 mLで、前者の方が後者に比べて多かった。また、アンセリンの場合、鶏肉を添加しない製品（No. 1, 2, 3）は検出限界以下であったが、鶏肉を添加した製品（No. 4, 5, 6）は252～282 mg/100 mLであった。これらヒスチジルジペプチドの残存はサケ醤油<sup>31)</sup>でも見られるが、本研究では発酵中の塩分濃度の上昇（21～25%）もみられることからもろみのタンパク質分解の進行が遅れて残存した可能性もある。

## 結論

本研究では卵焼き製造工程で発生する規格外品のよ様な食品ロスを醤油醸造法により発酵調味料に変換した。その結果、麴、鶏肉、市販酵素剤の添加、醤油用乳酸菌と醤油用酵母を接種した発酵法を用いることで塩味と酸味やうま味（先味・後味）を制御した多様な醤油様発酵調味料に変換できること、特に、大豆麴と鶏肉の添加がうま味のバランスの強化に効果的であることが明らかとなった。



## [謝辞]

本研究を遂行するにあたりご協力いただいた(株)あじかん 大道学氏に深く謝意を表します。

## [利益相反]

本研究は卒論研究の一環として研究を推進しており、企業からの研究費は受託していないため利益相反は生じていない。

## 参考文献

- 野島昌浩：食品産業の食品ロスの削減対策～現状と課題，食品と開発 **55**: 4-7, 2020.
- 株式会社矢野経済研究所：プレスリリース No. 2368「フードロス削減に向けた企業の取組みに関する調査を実施 2019年」  
[https://www.yano.co.jp/press-release/show/press\\_id/2368](https://www.yano.co.jp/press-release/show/press_id/2368)
- 早川雅人：食品工場でのフードロスが生じる原因と対策，食品と開発 **55**: 12-14, 2020.
- Takano, T, Shozen, K, Satomi, M, Taira, W, Abe, H, *et al.*: Quality of fish sauce products from recycled by-products from fish gel and kamaboko processing. *J. Food Quality* **35**: 217-227, 2012.
- 山崎聡子, 濱岡直裕, 佐藤理紗子, 石下真人, 船津保浩：卵焼きロスを利用した新規発酵調味料の開発 特に味噌製造時の麴の基質としての再利用について，*New Food Indust.* **59**: 25-29, 2017.
- 山崎聡子, 佐藤勉, 早坂浩史, 船津保浩：卵焼きロスを利用した新規発酵調味料の開発 II 特に醤油様調味料製造時の主原料や麴の基質としての再利用について，*New Food Indust.* **61**: 430-436, 2019.
- (社)日本食品科学工学会 新・食品分析法編集委員会：新・食品分析法. 光琳 1996.
- 財団法人日本醤油研究所 醤油試験法編集委員会：醤油試験法. 醤協通信社 1990.
- Sato, T, Horiuchi, T and Nishimura, I.: Simple and rapid determination of histamine in food using a new histamine dehydrogenase from *Rhizobium* sp. *Analytical Biochemistry* **346**: 320-326, 2005.
- 白井照幸：食品におけるメーラード反応. 日本食生活学会誌 **26**: 7-10, 2015.
- 船津保浩, 宮内千枝, 川上誠, 石下真人：醤油醸造技術を用いて調製したエゾシカ醬の品質特性. 日本畜産学会報 **86**: 53-61, 2015.
- 文部科学省：食品成分データベース, 2019. <https://fooddb.mext.go.jp/>
- 農林水産省：しょうゆの日本農林規格, 2014.  
[http://www.maff.go.jp/j/jas/jas\\_kikaku/pdf/kikaku\\_syouyu\\_h210831.pdf](http://www.maff.go.jp/j/jas/jas_kikaku/pdf/kikaku_syouyu_h210831.pdf)
- FAO. STANDARD FOR FISH SAUCE : CODEX STAN 302-2011, 2013.  
[http://www.fao.org/input/download/standards/11796/CXS\\_302e.pdf](http://www.fao.org/input/download/standards/11796/CXS_302e.pdf)
- 山中英明, 藤井建夫, 塩見一雄：食品衛生学, 恒星社厚生閣 2012.
- 井部明広：発酵食品に含まれるアミン類. 東京健安研セ年報 **55**: 13-22, 2004.
- 中里光男, 小林千種, 山崎裕季子, 立石恭也, 川合由華, 安田和男：魚醤油中の揮発性塩基窒素および不揮発性アミン類の分析. 東京衛生年報 **53**: 95-100, 2002.
- 尾形(齊藤)美貴：清酒製造工程で副生する米ヌカを活用したポリ乳酸原料用乳酸の生産. 醸協 **110**: 126-131, 2015.
- 沖谷明紘：肉の科学(沖谷明紘編). 朝倉書店, 2001.
- 伊藤考太郎：しょうゆ醸造に寄与する麴菌由来グルタミンナーゼに関する研究. 生物工 **95**: 114-120, 2017.
- 山口静子監修：うま味の文化・UMAMIの科学. 丸善株式会社, 1999.
- (公社)日本栄養食糧学会：食品遊離アミノ酸含量表, 2013.  
[https://www.jsnfs.or.jp/database/database\\_aminoacid.html](https://www.jsnfs.or.jp/database/database_aminoacid.html)
- 宇多川隆：速醸造魚醤油の開発とその利用. 醸協 **107**: 477-484, 2012.
- 三上正幸, Nguyen Trang, 島田謙一郎, 関川光男, 福島道弘, 小野伴忠：豚肉発酵調味料“肉醬”の性質. 食科工 **54**: 152-159, 2007.
- 荘咲子, 上野義栄, 八田一, 成田宏史：卵白スポンジケーキを用いた麴菌の高密度培養と卵白発酵調味料(たまご醤油)の開発. 食科工 **61**: 77-8, 2014.
- 有原圭三：食肉と食肉製品の機能性と健康への寄与. 畜産物利用学(齊藤忠雄, 根岸晴夫, 八田一). 文永堂出版, 2011.
- 菊地数晃, 渡邊一浩：魚類筋肉エキスからのアンセリンの分離と生理機能. 水産資源の先進的有効利用法(坂口守彦, 平田孝監修). NTS, 2005.
- 佐藤三佳子, 前村公彦, 高島能久, 森松文毅, 佐藤雄二：鶏肉抽出物の摂取が中高齢者の筋力に及ぼす影響. 食科工 **59**: 182-185, 2012.
- 岡久修己：総説 鶏肉のカルノシン・アンセリン. 食品中の健康機能性成分の分析法マニュアル  
[https://unit.aist.go.jp/shikoku/food\\_forum/manual/213T.pdf](https://unit.aist.go.jp/shikoku/food_forum/manual/213T.pdf)
- 佐藤直人, 菊池雄, 伊藤修：異なる品種間の鶏肉における遊離アミノ酸, ジペプチド, イノシン酸量  
<http://www.naro.affrc.go.jp/org/tarc/to-noken/DB/DATA/063/063-073.pdf>
- 吉川修司, 田中彰, 錦織孝文, 太田智樹：大麦麴と耐塩性微生物を用いて調製したシロサケ魚醤油の開発. 食科工 **58**: 281-286, 2006.