

# 高タンパク質素材の有効利用

宮 島 直 人<sup>\*1</sup>

早 川 潔<sup>\*2</sup>

上 野 義 栄<sup>\*3</sup>

## [要 旨]

高タンパク質未利用素材（液化仕込み酒粕、卵黄タンパク）の調味料化について検討した。

液化仕込み酒粕、卵黄タンパクを低水分で製麴したところ、麴菌の繁殖は順調であった。出麴を18%食塩水に仕込み25℃でもろみの分解を行った。また、卵黄タンパクは製麴を行わずに醤油麴と混合し18%食塩水に仕込み25℃でもろみの分解を行う簡略な方法についても検討を行った。

各種調味料に含まれるアミノ酸の種類については、酒粕調味料はデンプン原料に割砕小麦を用いた濃色タイプ、デンプン原料に白糖を用いた淡色タイプどちらもグルタミン酸、アスパラギン酸、ロイシン、アルギニンが多かった。卵黄タンパク調味料はアスパラギン酸、グルタミン酸、ロイシン、アルギニンが多かった。卵黄タンパク+醤油麴調味料はアスパラギン酸、ロイシン、リジン、 $\gamma$ -アミノ酪酸（GABA）が多かった。

## 1. 緒 言

日本では古くから、大豆を麴菌で発酵分解させた醤油が、芳醇な香りを持ち、また、大量生産が可能な調味料として愛用されてきた。しかし、最近、調味料の多様化が進んでおり、醤油以外の特徴を持った味も求められている。京都府中小企業総合センターでは高タンパク質原料を容易に調味料化する基本プロセス<sup>1~3)</sup>を開発し、すでに、魚醤油、鶏醤油等の製品化や試作を行ってきた。

本研究においては資源有効利用の一環として、液化仕込み酒粕、卵黄タンパクの高タンパク質素材からの調味料製造について取り組んだ。液化仕込み酒粕は、従来の酒粕と異なり大部分がタンパ

ク質であり、このタンパク質は、米からデンプンを除いたもの、すなわち、大半が米に由来するタンパク質といえる。卵黄タンパクは卵から卵黄を取り出し、卵黄脂質を取り除いた残さであり卵に由来するタンパク質といえる。現在、これらの高タンパク質素材は廃棄物として処分されるか、飼料として利用されているにすぎない。

以上により、これらの高タンパク質素材2種を原料とする新規調味料の開発を目的とし、今年度は、昨年度までに検討した麴化条件等に引き続き、それらの麴の調味料化について検討した。また、酒粕調味料については京都府醤油醸造協業組合の中間規模プラントでの仕込みを行い、卵黄タンパク調味料については、従来のオーソドックスな製麴方法以外に醤油麴を用いた簡略な方法での仕込みについても検討した。

\* 1 研究開発課 技師

(現 宇治保健所環境衛生課 技師)

\* 2 研究開発課 課長

\* 3 研究開発課 主任

## 2. 実験方法

### 2. 1 供試原料

**タンパク質原料：**タンパク質を多く含む原料として液化仕込みの酒粕、卵黄タンパクを用いた。酒粕は、月桂冠(株)から提供された高タンパク質含有の酒粕を流動床で乾燥し、原料として用いた。卵黄タンパクは太陽化学(株)から提供されたヨークプロテインを用いた。

**デンプン原料等：**デンプンを多く含む原料として割碎小麦、白糠、小麦デンプンを用いた。また、製麴時に物量体積を増加させ、水分分散を図る目的でコーンフィード(トウモロコシの皮)を用いた。割碎小麦は、小麦を全粒のまま約175℃で2～3分間焙煎し、割碎したものをを用いた。白糠は、酒造原料白米を約70%に精白したときの削り粕を用いた。小麦デンプンは、(株)関司穀粉製のものをを用いた。コーンフィードは、三和澱粉(株)のコーンデンプン製造工程で副生したものをを用いた。

### 2. 2 使用菌株

- ① 種麴メーカーである(株)菱六保存の麴菌の中から醤油用麴菌として *Aspergillus oryzae* HO-117 を蒸米に繁殖させたものを種麴として用いた。
- ② 京都府醤油醸造協業組合で製麴した醤油麴(割碎小麦と大豆に麴菌を繁殖させたもの)を用いた。

### 2. 3 調味料製造方法

**製麴方法 1：**タンパク質原料(酒粕、卵黄タンパク)を高圧滅菌用ポリ袋に入れ、121℃、30分間蒸煮し、滅菌した。この蒸煮物を冷却後にデンプン原料(割碎小麦や白糠)及び種麴を混合し、水を加え、水分量が30～35%となるように水分調節し、ヤエガキ醸造(株)製自動製麴装置で30℃～40℃に調節し、72時間製麴した。

**製麴方法 2：**タンパク質原料(卵黄タンパク)

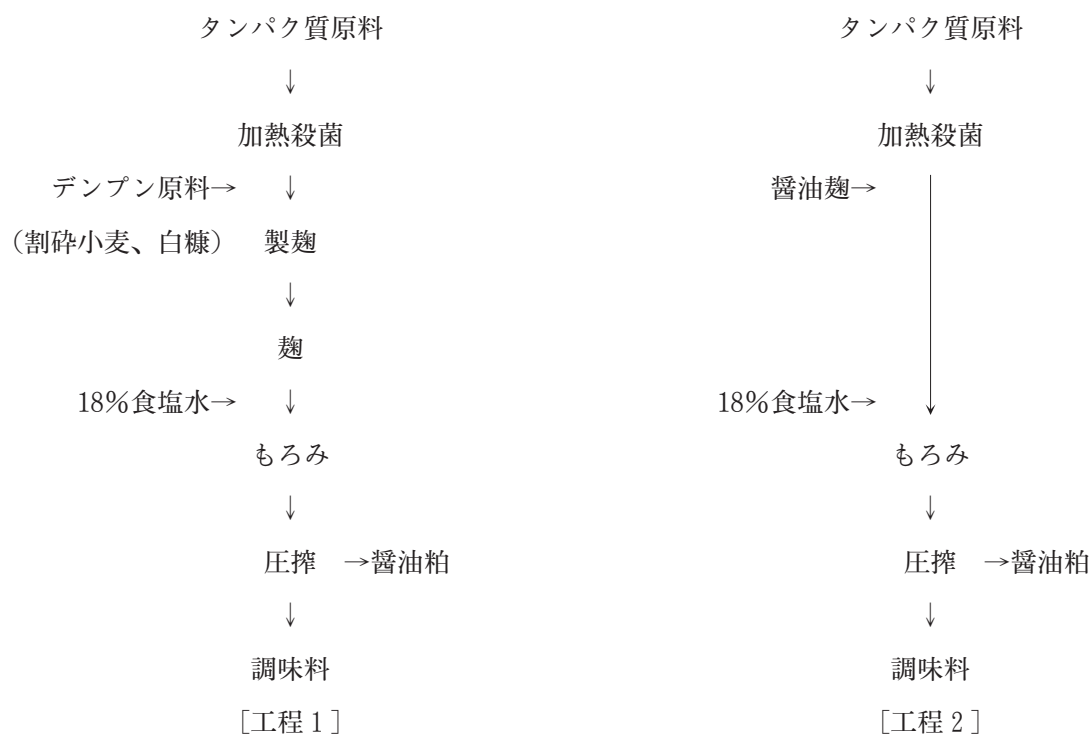


図 1 各種タンパク質原料を用いた調味料の製造工程

を高圧滅菌用ポリ袋に入れ、121℃、30分間蒸煮し、滅菌した。この蒸煮物を冷却後に醤油麹と混合した。

**もろみ発酵条件：**麹を18%の塩水で仕込み、25℃で1～6ヶ月間発酵した。

調味料製造工程を図1に示す。

## 2. 4 分析・測定方法

### ① 麹の酵素力価の測定

プロテアーゼ及びアミラーゼは国税庁所定分析法<sup>4)</sup>に準じて分析した。

### ② 麹の細菌数の測定

麹中の細菌数は、日本製薬(株)製の抗微生物培地「ダイゴ」を用いて、希釈平板培養法により測定した。

### ③ 原料、麹、もろみの栄養成分、全窒素、エキス分、食塩、色度等の測定は衛生試験法注解<sup>5)</sup>及び醤油試験法<sup>6)</sup>により測定した。

### ④ もろみ搾汁のアミノ酸分析

もろみ搾汁0.1mlを9.9mlのクエン酸バッファ

(pH2.2)で希釈後、(株)島津製作所製液体クロマトグラフ LC-9A で強酸性陽イオン交換樹脂カラム Shimpack Isc-07Na 型 (スルホン酸基を持つスチレンージビニールベンゼン共重合体)を用い分析した。

## 3. 実験結果

### 3. 1 高タンパク質原料の製麹

#### ① 酒粕の製麹

酒粕はエタノールを6.6%含んでおり、そのままでは麹菌の繁殖が阻害される。過年度までの検討結果で酒粕の製麹は、流動床乾燥法でエタノールを除去したものをを用いると良好な出麹が得られることがわかっている。

流動床乾燥法で乾燥した粉末酒粕を、割砕小麦や白糖と混合して製麹したところ麹菌は順調に繁殖した(表2①、②)。

#### ② 卵黄タンパクの製麹

卵黄タンパクを割砕小麦、小麦デンプンと混合して製麹したところ麹菌は順調に繁殖した。(表

表2 製麹中の酵素力価

	(U/g)			
	製麹時間 (h)			
	0	24	48	72
①乾燥酒粕+割砕小麦				
protease(pH6)	—	—	—	19100
protease(pH3)	—	—	—	19000
α-amylase	—	—	—	1900
②乾燥酒粕+白糖+コーンフィード				
protease(pH6)	—	—	—	13200
protease(pH3)	—	—	—	13400
α-amylase	—	—	—	810
③卵黄タンパク+割砕小麦+小麦デンプン				
protease(pH6)	100	430	24100	26100
protease(pH3)	130	300	11400	11000
α-amylase	490	540	1600	1900

2③)

### 3. 2 高タンパク質原料のもろみ熟成

#### ① 酒粕麴のもろみ熟成

京都府醤油醸造協業組合のプラントで、酒粕麴を18%の食塩水で仕込み、25℃で熟成を行った。

もろみ配合：乾燥酒粕10kg、割砕小麦10kg、18%食塩水36L仕込み

乾燥酒粕10kg、白糖10kg、コーンフィード2kg、18%食塩水36L仕込み

表3は乾燥酒粕と割砕小麦のもろみ搾汁の全窒素、エキス分等を示したものである。

全窒素は高く6ヶ月間の発酵期間を経て1.81(g/100ml)であり、大豆醤油の出荷基準の1.6

(g/100ml)を上回った。これは酒粕の分解性の良さを示している。全アミノ酸も同様に大豆醤油の6.61(g/100ml)を上回る8.20(g/100ml)という高い数値が得られた。しかし、グルタミン酸は低くグルタミン酸を多くする発酵条件の検討が課題として残った。

表4は乾燥酒粕と白糖のもろみ搾汁の全窒素、エキス分等を示したものである。

全窒素は高く6ヶ月間の発酵期間を経て1.88(g/100ml)であり、大豆醤油の出荷基準の1.6(g/100ml)を上回った。これは酒粕の分解性の良さを示している。全アミノ酸も同様に大豆醤油の6.61(g/100ml)を上回る8.45(g/100ml)という高い数値が得られた。しかし、グルタミン酸は低くグルタミン酸を多くする発酵条件の検討が課

表3 もろみ（乾燥酒粕・割砕小麦）の溶出成分の経時変化

成 分	熟 成 時 間 (月)					
	1	2	3	4	5	6
T-N(g/100ml)	—	—	1.61	—	—	1.81
エキス(%)	—	—	17.1	—	—	18.7
NaCl(%)	—	—	13.9	—	—	13.7
色 度	—	—	33	—	—	27
Glutamic acid(g/100ml)	—	—	0.69	—	—	0.83
T-amino acid(g/100ml)	—	—	6.39	—	—	8.20

もろみ配合：乾燥酒粕10kg、割砕小麦10kg、18%食塩水36L仕込み

表4 もろみ（乾燥酒粕・白糖）の溶出成分の経時変化

成 分	熟 成 時 間 (月)					
	1	2	3	4	5	6
T-N(g/100ml)	—	—	1.53	—	—	1.88
エキス(%)	—	—	15.6	—	—	18.4
NaCl(%)	—	—	14.4	—	—	14.4
色 度	—	—	45	—	—	41
Glutamic acid(g/100ml)	—	—	0.62	—	—	0.85
T-amino acid(g/100ml)	—	—	6.13	—	—	8.45

もろみ配合：乾燥酒粕10kg、白糖10kg、コーンフィード2kg、18%食塩水36L仕込み

表5 もろみ（卵黄タンパク・割碎小麦）の溶出成分の経時変化

成 分	熟 成 時 間 (月)					
	1	2	3	4	5	6
T-N(g/100ml)	0.93	1.16	1.23	1.29	1.34	1.38
エキス(%)	15.1	17.5	18.2	18.6	18.8	19.0
NaCl(%)	13.9	13.5	13.8	13.9	14.0	14.0
色 度	49	45	41	39	37	33
Glutamic acid(g/100ml)	0.50	0.62	0.65	0.68	0.69	0.71
T-amino acid(g/100ml)	3.67	4.82	4.95	5.21	5.40	5.56

もろみ配合：卵黄タンパク1.14kg、割碎小麦 2 kg、小麦デンプン0.86kg、18%食塩水 8 L仕込み

表6 もろみ（卵黄タンパク・醤油麹）の溶出成分の経時変化

成 分	熟 成 時 間 (月)					
	1	2	3	4	5	6
T-N(g/100ml)	0.93	1.13	1.23	1.30	1.38	1.48
エキス(%)	10.0	10.8	11.2	11.5	12.4	13.7
NaCl(%)	13.2	13.4	13.8	13.7	13.6	12.7
色 度	33	32	29	27	25	23
Glutamic acid(g/100ml)	0.39	0.01	0.04	0.05	0.05	0.05
T-amino acid(g/100ml)	2.83	3.47	4.41	4.93	5.16	5.54
GABA(g/100ml)	0.01	0.47	0.58	0.64	0.67	0.70

もろみ配合：卵黄タンパク1.14kg、醤油麹 2 kg、18%食塩水 8 L仕込み

題として残った。

色度についてはデンプン原料として割碎小麦を用いたものは濃く着色したが、白糖を用いたものは淡色であった。これは着色の原因物質であるペントースが割碎小麦に多く、白糖に少ないからであると考えられる。以降は酒粕調味料（濃色）と酒粕調味料（淡色）で表示する。

## ② 卵黄タンパクのもろみ熟成

卵黄タンパク麹を18%食塩水で仕込み、25°Cで6ヶ月間にわたりもろみの熟成を行った。

表5は卵黄タンパクと割碎小麦のもろみ搾汁の全窒素、エキス分等を示したものである。

全窒素、全アミノ酸はやや低い数値にとどまった。これは卵黄タンパクの分解性の悪さを示している。しかし、もろみの配合割合又は食塩水量を

変えることで改善できるものと思われる。

表6は卵黄タンパクと醤油麹のもろみ搾汁の全窒素、エキス分等を示したものである。

全窒素、全アミノ酸はやや低い数値にとどまった。これは卵黄タンパクの分解性の悪さを示している。しかし、もろみの配合割合又は食塩水量を変えて改善できるものと思われる。

また、グルタミン酸が2ヶ月目から極端に少なくなっている。それと同時に1ヶ月目まではほとんどゼロに近かったGABAが2ヶ月目から急激に増加した。これは、もろみに生息している微生物によるグルタミン酸脱炭酸作用によりGABAが生成されたものと思われる。

表 8 各種調味料のアミノ酸組成

(mg/100ml)

アミノ酸	酒粕調味料 (濃色)	酒粕調味料 (淡色)	大豆 醤油
Aspartic acid	820(10.0)	840(9.9)	876(13.2)
Threonine	410(5.0)	460(5.4)	312(4.7)
Serine	480(5.9)	510(6.0)	440(6.7)
Glutamic acid	830(10.0)	850(10.1)	1407(21.3)
Proline	380(4.6)	320(3.8)	396(6.0)
Glycine	330(4.0)	340(4.0)	229(3.5)
Alanine	580(7.1)	570(6.7)	384(5.8)
Cystine	60(0.7)	60(0.7)	20(0.3)
Valine	630(7.7)	640(7.6)	365(5.5)
Methionine	230(2.8)	230(2.7)	82(1.2)
Isoleucine	490(6.0)	490(5.8)	389(5.9)
Leucine	850(10.4)	880(10.4)	752(11.4)
Tyrosine	100(1.2)	100(1.2)	44(0.7)
Phenylalanine	450(5.5)	470(5.6)	278(4.2)
Histidine	290(3.5)	310(3.7)	105(1.6)
Lysine	450(5.5)	510(6.0)	367(5.5)
Arginine	750(9.1)	820(9.7)	164(2.5)
GABA	70(0.9)	50(0.6)	
Total	8200(100)	8450(100)	6610(100)

( )内は%

### 3. 3 各種調味料のアミノ酸組成

アミノ酸は醤油のうま味の中心物質であり、アミノ酸の種類と量によりその醤油の特徴が出てくると考えられる。

表 8 は、醤油組合のプラントで *A. oryzae* HO-117 を用いて調味料化した本研究の酒粕（濃色）、酒粕（淡色）及び大豆の生揚醤油のアミノ酸含量を比較したものである。

大豆醤油はグルタミン酸、アスパラギン酸、ロイシンが多い特徴を持つ。酒粕調味料は濃色、淡色どちらもグルタミン酸、アスパラギン酸、ロイシン、アルギニンが多かった。全アミノ酸量はどちらも大豆醤油に比べるとかなり多かった。

表 9 は、当センターの実験室で *A. oryzae* HO-117 及び醤油麹を用いて調味料化した本研究の卵

黄タンパク調味料、卵黄タンパク+醤油麹調味料及び大豆の生揚醤油のアミノ酸含量を比較したものである。卵黄タンパク調味料はアスパラギン酸、グルタミン酸、ロイシン、アルギニンが多かった。卵黄タンパク+醤油麹調味料はアスパラギン酸、ロイシン、リジン、GABAが多かった。全アミノ酸量はどちらも大豆醤油に比べると少し少なかった。

### 4. 考 察

特徴のある調味料として、大豆以外のタンパク質の調味料化が注目されている。京都府中小企業総合センターでは高タンパク質原料を容易に調味料化する基本プロセスを開発し<sup>1-3)</sup>、すでに、魚醤油、鶏醤油の製品化や試作開発を行ってきた。



表9 各種調味料のアミノ酸組成

(mg/100ml)

アミノ酸	卵黄タンパク 調味料	卵黄タンパク+ 醤油麹調味料	大豆 醤油
Aspartic acid	520( 9.4)	644(11.6)	876(13.2)
Threonine	320( 5.8)	397( 7.2)	312( 4.7)
Serine	390( 7.0)	0( 0.0)	440( 6.7)
Glutamic acid	710(12.8)	53( 1.0)	1407(21.3)
Proline	260( 4.7)	285( 5.1)	396( 6.0)
Glycine	160( 2.9)	233( 4.2)	229( 3.5)
Alanine	350( 6.3)	473( 8.5)	384( 5.8)
Cystine	0( 0.0)	31( 0.6)	20( 0.3)
Valine	390( 7.0)	484( 8.7)	365( 5.5)
Methionine	140( 2.5)	153( 2.8)	82( 1.2)
Isoleucine	340( 6.1)	415( 7.5)	389( 5.9)
Leucine	580(10.4)	692(12.5)	752(11.4)
Tyrosine	80( 1.4)	25( 0.5)	44( 0.7)
Phenylalanine	280( 5.0)	292( 5.3)	278( 4.2)
Histidine	150( 2.7)	142( 2.6)	105( 1.6)
Lysine	400( 7.2)	510( 9.2)	367( 5.5)
Arginine	470( 8.5)	5( 0.1)	164( 2.5)
GABA	30( 0.5)	705(12.7)	
Total	5560( 100)	5539( 100)	6610( 100)

( )内は%

さらに、本研究においては、この調味料化プロセスにより種々の高タンパク質未利用素材の調味料化について検討した。まず、安価に供給される調味料原料として注目したのは融米醸造工程から副産してくる高タンパク質酒粕、卵黄から脂質を抽出する工程から残さとして副産してくる卵黄タンパクであった。そこで、これらの高タンパク質素材を製麹し、食塩水で仕込み、麹菌のプロテアーゼで分解し、液体調味料に加工するプロセスに取り組んだ。

酒粕、卵黄タンパクどちらも麹菌の生育は順調であった。しかし、卵黄タンパクは分解性が少し悪く、全窒素、アミノ酸は低い数値にとどまった。しかし、もろみの配合割合又は食塩水量を変えれば改善できるものと思われる。また、製麹して製

造したオーソドックスな方法と醤油麹と混合した簡略な方法の結果を比較したところ、全窒素、全アミノ酸にほとんど違いは見られなかった。

酒粕調味料は濃色、淡色どちらも全窒素、全アミノ酸が大豆醤油の数値を上回り、良好な結果が出たことから商品化を検討することとした。ネーミングは酒粕ではイメージが悪いので原料の米にちなんでライス調味料とすることとした。ライス調味料（淡色）は、小麦や大豆を使用していないのでアレルギー保有者向け調味料として有望である。

#### 〈謝 辞〉

本研究を遂行するにあたって、御指導をいただきました奈良先端科学技術大学院大学教授の谷吉

樹先生に深謝いたします。

**(参考文献)**

- 1) 早川潔、上野義栄、中西貞博、本多靖、小室均、菊島直、莊咲子：生物工学、71、245-251 (1993)
- 2) 早川潔、上野義栄、中西貞博：特許公告、No. 49989 (1988)
- 3) 早川潔、上野義栄、中西貞博：特許出願、No. 122772 (1991)
- 4) 日本醸造協会：第3回改正国税庁所定分析法注解、p. 210-225、日本醸造協会 (1987)
- 5) 日本薬学会：衛生試験法注解、金原出版 (1995)
- 6) 日本醤油研究所：しょうゆ試験法、日本醤油研究所 (1985)