

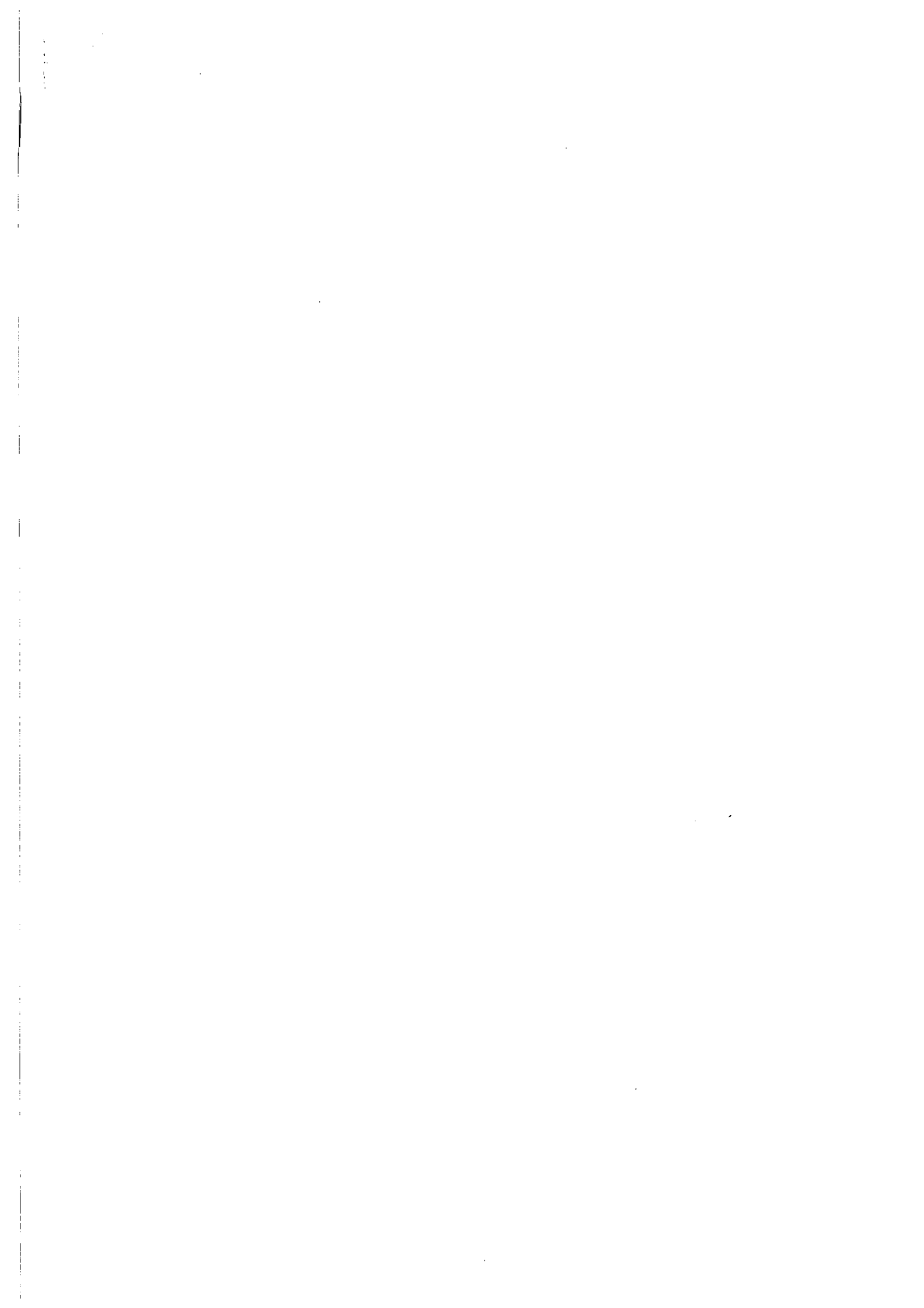
富山県農林水産総合技術センター  
**食品研究所研究報告**  
第 1 号

Bulletin of the Food Research Institute,  
Toyama Prefectural Agricultural, Forestry and Fisheries Research Center

富山県農林水産総合技術センター  
食品研究所

Food Research Institute,  
Toyama Prefectural Agricultural, Forestry and Fisheries Research Center

富山食研研報  
Bull. TOYAMA  
Food Res. Inst.  
No. 1 2010



# 目 次

## 報 文

富山県産大豆を原料としたレトルト煮豆製造技術の開発

中川 義久、加藤 肇一 ..... 1

機能性成分濃度を調節できる充填豆腐製造技術

中川 義久、鹿島 真樹 ..... 7

県内産農産物の遊離アミノ酸組成について

鹿島 真樹、中川 義久 ..... 13

富山県の自然界からの酒造用酵母分離とそれを利用した清酒の開発

中川 秀幸 ..... 23

富山県内産特産物を利用したパンの開発

池川 志穂 ..... 31

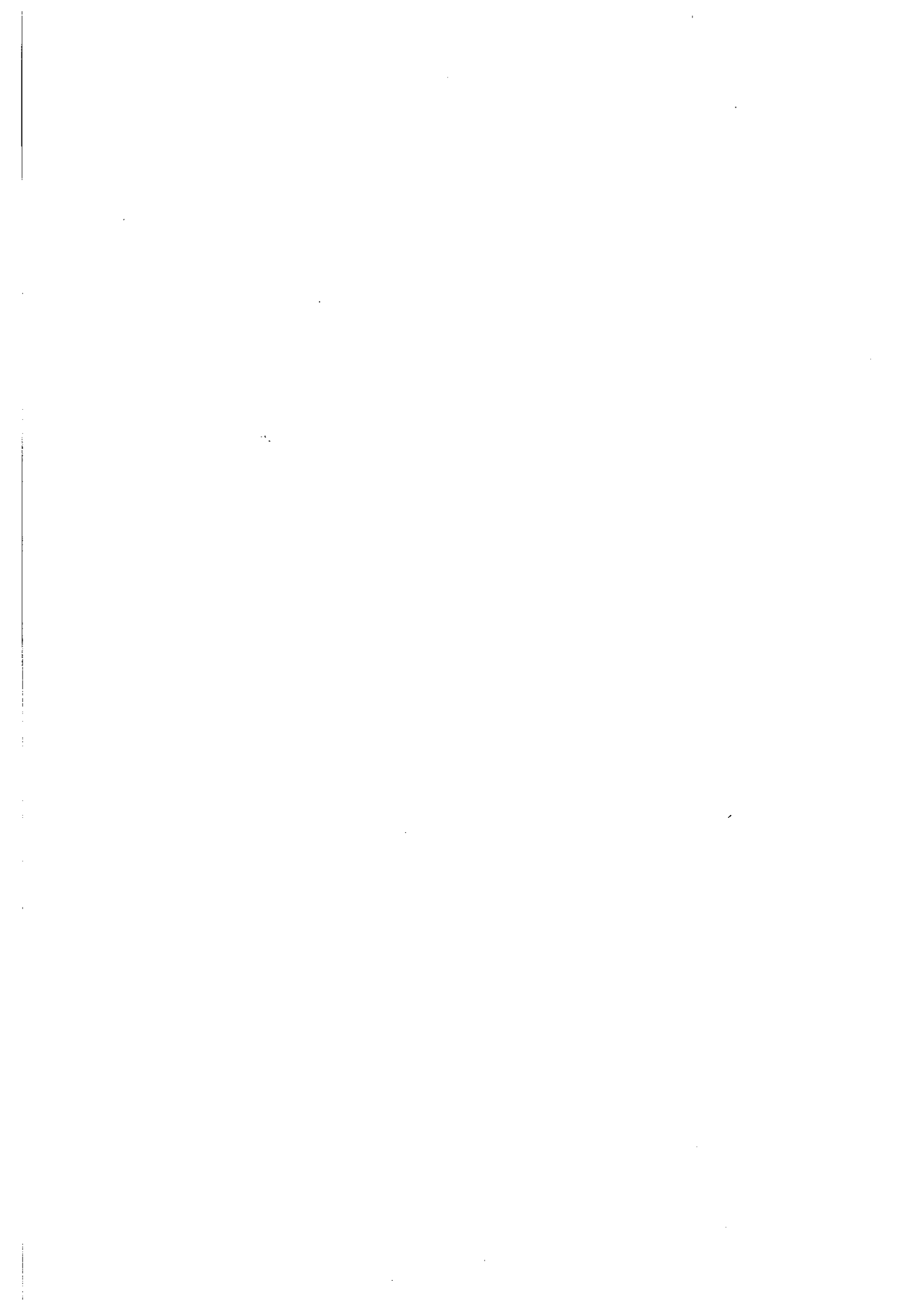
海洋深層水を利用した乳酸菌飲料の開発

横井 健二、加藤 肇一 ..... 35

## ノ ー ト

80℃で保存した米菓の揮発成分変化

加藤 一郎 ..... 41



# 富山県産大豆を原料としたレトルト煮豆製造技術の開発

中川 義久、加藤 肇一

(2010年1月20日受理)

大豆レトルト煮豆は、十分に吸水させた大豆を調味液とともに包装後、レトルト釜で加圧加熱殺菌し、常温で長期保存可能にしたものである。富山県産エンレイは、煮豆用として県内外で高い評価を得ているが、レトルト煮豆にした場合、裂皮（皮剥け）やヌメリが発生し製品の歩留まりや品質を低下させている。また、オオツルについては、煮豆特性の評価が行われていない。さらに、大豆のレトルト煮豆適性は各事業所で試作や食味試験など独自の方法により行われているが、試作に大量のサンプルが必要なことや結果を共通に評価ができないことが問題となっている。そこで、少量の大豆でできるレトルト水煮の試作方法を用いて、エンレイ、オオツルの形状、色を測定し、エンレイについては、紫斑粒の影響と裂皮、ヌメリ、かたさの問題点を解決できるレトルト煮豆製造方法を開発したので報告する。

## 実験方法

### 1. 試料

大豆は、2002、2003年富山県産エンレイおよびオオツルの大粒2等を用いた。

### 2. 試作

試作は大豆100粒で行い、その方法を図1に示した。浸漬用水、加熱用水はイオン濃度0~1.0MのNaCl溶液およびCaCl<sub>2</sub>溶液を使用し、加熱条件はF値4を想定し、121℃10分間で行った。

### 3. 方法

#### (1) 形状

形状は、大豆および水煮大豆を脱皮後、

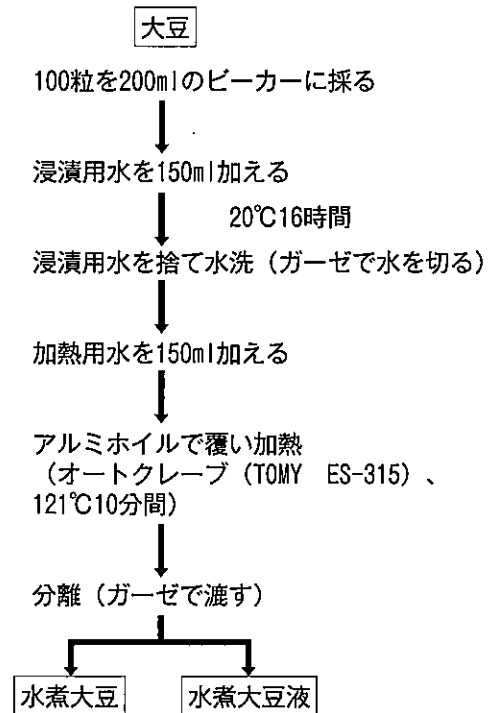


図1 大豆のレトルト水煮の試作方法

子葉部を2分割した半楕円球について、底面の楕円の長径、短径と高さを測定した。

#### (2) 色

表面色は、大豆1粒をφ5mmの穴あき試料台を用い測定した。粉体色は、遠心粉碎機 (Retsch社製 (φ0.5mmフィルター使用)) で粉碎した大豆粉体3gを粉体用セルに入れ測定した。水煮大豆液の色は水煮大豆液をNo5Aのろ紙でろ過した液5mlを粉体用セルに入れ測定した。なお、測色計は島津製作所 CRL-7100F、表色系は (Lab)\*、C/2光源の反射光で測定した。

#### (3) 裂皮率

水煮大豆の裂皮率は、100粒について、一粒ずつ手で軽く押し、皮が剥離したものを

裂皮粒としその数を裂皮率とした。

#### (4) 種皮の Ca 吸着量の測定

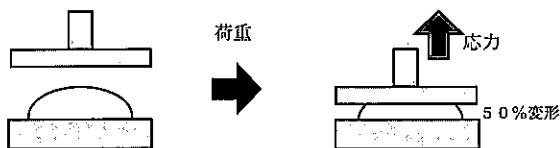
大豆種皮は、大豆30gに脱イオン水100mlを加え電子レンジ(600W)で1分間加熱して種皮と子葉部に分け、真空凍結乾燥後、遠心粉碎機で粉碎して調製した。種皮のCa吸着は、種皮粉末3.0gにCaCl<sub>2</sub>溶液15mlを加えてスターラーで、30分間20℃で攪拌して行った。ここで用いたCaCl<sub>2</sub>溶液の濃度は、0、0.11、0.22、0.33Mとした。その攪拌溶液を3,000RPMで遠心分離した上澄を0.45μmのフィルターでろ過し、ろ液のCa量を原子吸光法により測定して元の溶液に対するCa減少量を種皮のCa吸着量とした。

#### (5) ヌメリと固形分

ヌメリは、大豆水煮液の粘性を指標とした。粘性は、水煮液を液温20℃で、垂直に立てた10mlメスピペット(PYREX中間目盛 普通穴)の目盛0mlまでとり液を滴下させ、液面が目盛10mlになるまでの時間を測定し、対応するグリセリン濃度で粘性として表した。また、水煮大豆液の固形分は、105℃常圧乾燥法によった。

#### (6) かたさ

水煮大豆のかたさは、形や大きさの影響をなくするため50%変形時の応力とし、図2の方法で測定した。また、Ca量は、灰化後原子吸光法により測定した。



水煮大豆を脱皮し子葉を2分割して得られた試料を半楕円球とみなしRE-3305 RHEONER(山電)を用い、30mm平板プランジャーで押しつぶし、50%変形時の応力をかたさとした。

図2 かたさの測定方法

### 結果および考察

#### (1) 形状

煮豆において形や大きさは、その品質を評価する上で重要な項目である。エンレイとオオツルについて、水煮による大豆の形状と重量の変化を表1に示した。オオツルは水煮で

表1 水煮による大豆の子葉の形状と重量の増加率

測定項目	大豆	煮豆	煮豆/大豆	
エンレイ	長径	9.0mm	15.6mm	173%
	短径	8.2mm	9.6mm	117%
	高さ	3.4mm	3.9mm	115%
	百粒重	32.9g	78.0g	237%
オオツル	長径	9.4mm	16.8mm	179%
	短径	9.6mm	10.6mm	110%
	高さ	3.4mm	3.8mm	112%
	百粒重	36.8g	87.3g	237%

は短径と高さがあまり増加しないことから、大きいが平らな形状を示しており、エンレイと混用した場合、未熟粒の混入と思われる可能性があると考えられた。また、エンレイとオオツルで水煮にした場合、長径、短径、高さそれぞれの増加率が異なっていたことから、大豆ではほとんど同じ形でも煮豆では異なった形になることもあるので、形状の評価は水煮大豆で行う必要があると考えられた。

#### (2) 表面色

エンレイとオオツルについて大豆の表面色、粉体色と水煮大豆液の色を表2に示した。オ

表2 エンレイ、オオツルの色

試料名	色		
	L*	a*	b*
大豆表面色	30.4	-0.7	3.8
エンレイ 大豆粉体色	84.5	-0.8	17.6
水煮大豆液	43.7	-1.6	12.0
大豆表面色	31.2	-0.9	5.7
オオツル 大豆粉体色	84.0	-0.9	19.1
水煮大豆液	44.9	-2.3	14.7

オツルはエンレイに比べb\*値が高く外観としても黄色みがやや強かった。水煮液の色も、

同様であったが外観としては黄色よりも赤色が強く感じられ、エンレイの方が赤く感じられた。

(3) エンレイ紫斑粒の影響

煮豆においては、表面だけの変色であっても製品の品質に大きく影響する。特に北陸地域では、紫斑の発生が大きな問題となっている。そこでエンレイの紫斑が加熱によりどのように色が変化するかを調べるため、紫斑粒と正常粒の大豆と水煮大豆の表面色を測定し、表3に示した。紫斑粒は、水煮により a\* 値の

表3 エンレイの紫斑粒、正常粒の水煮による表面色の变化

試料名	色	L*		
		a*	b*	
紫斑粒	大豆	22.0	1.3	-0.3
	水煮大豆	22.4	0.6	1.3
正常粒	大豆	26.7	0.1	4.0
	水煮大豆	25.1	0.0	2.5

低下、b\* 値の上昇が見られ、紫色が茶色に変わったが、混入した紫斑粒は製品中で容易に判別でき、正常粒の水煮大豆に比べると L\* 値、b\* 値が低く、a\* 値が高く、煮豆の品質を低下させることがわかった。そのため、着色粒は大豆の段階で色彩選別を徹底し、取り除くことが重要である。

(4) 裂皮率

エンレイは種皮が弱く、煮豆製造工程で裂皮粒が多く発生することが問題となっている。そこで、浸漬用水として、イオン濃度0.2、0.4、0.6、0.8、1.0MのNaCl溶液およびCaCl<sub>2</sub>溶液、すなわちNaCl溶液は0.1~0.5M、CaCl<sub>2</sub>溶液は、0.067~0.333Mとし、エンレイの水煮大豆を試作し、煮豆の品質低下の一因である大豆の裂皮について検討した結果を図3に示した。水で47%あった裂皮率がNaCl溶液では、ほとんど変化がなくどの濃度でも裂皮抑制は認められなかった。一方、CaCl<sub>2</sub>溶液では、0.067Mで9.2%、0.267Mで2.4%と裂皮率が著しく減少した。このようにCaCl<sub>2</sub>溶液では、同じイオン強度のNaCl溶液

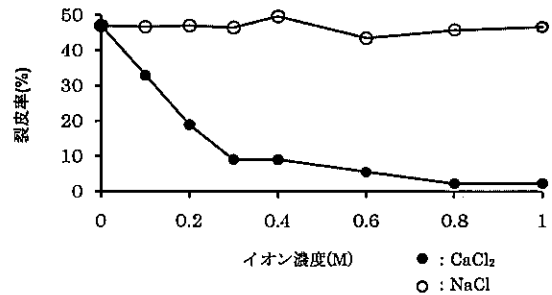


図3 浸漬用水のイオン濃度と水煮大豆の裂皮率

では見られない裂皮率の減少が確認できたことから、CaCl<sub>2</sub>溶液での裂皮抑制効果は、浸透圧の影響ではないと考えられた。そこで、大豆種皮のCa吸着量を測定したところ、表4に示したとおり大豆種皮にCaの吸着が確認された。このことから、大豆種皮にCa<sup>2+</sup>が

表4 大豆種皮のCa吸着量

CaCl <sub>2</sub> 濃度 (mM)	Ca吸着量 (mg/g)
110	5.6
220	6.8
330	12.4

結合し、種皮構造が強化され裂皮率が著しく減少したと推察された。

(5) ヌメリ

レトルト水煮では加熱により大豆表面にヌメリが発生し、品質が低下するため、殺菌に十分な加熱が行えず問題となっている。そこで、ヌメリの生成について調べるため、異なる温度で加熱したエンレイ水煮液の粘性と固形分を測定し図4に示した。

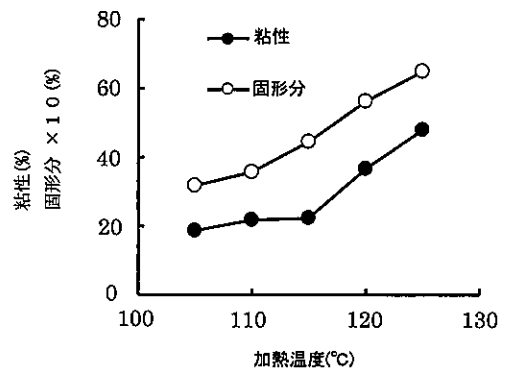


図4 加熱温度が大豆水煮液の粘性と固形分に及ぼす影響

固形分は加熱温度が高くなるに従い増加したが、粘性は115℃以上で急激に増加したため、粘性の増加は固形分の溶出だけでなく、115℃以上での増粘物質の生成<sup>1)</sup>も影響していると考えられた。

次に、CaCl<sub>2</sub>のヌメリの抑制効果について浸漬液に0～1.3M CaCl<sub>2</sub>溶液を用い検討した結果を図5に示した。水浸漬の場合37%あ

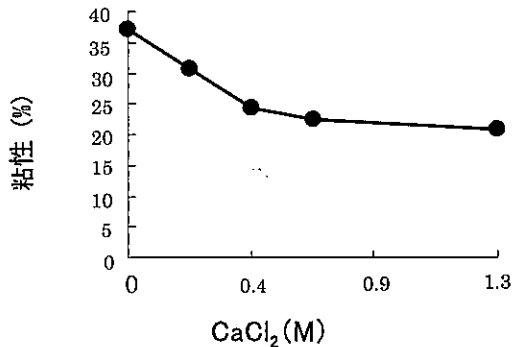


図5 浸漬用水のCaCl<sub>2</sub>濃度と水煮液の粘性

った水煮液の粘性は0.067M CaCl<sub>2</sub>溶液で24%まで低下し、問題となるヌメリは感じなくなった。これは、CaCl<sub>2</sub>溶液に浸漬することで、加熱時の多糖類やたんぱく質の溶出量が少なくなったことや加熱時に共存していたCaが増粘物質の生成を阻害したためと推察された。また、この増粘物質の生成は、Mg<sup>2+</sup>でも抑制されることが、大塚らにより報告されている<sup>2)</sup>。

#### (6) かたさ

レトルト煮豆では、大豆の原料変動により製品のかたさにバラつきが生じやわらかくなりすぎる場合があるため、製造工程でかたさを調整しなければならない。現在は、加熱条件によりかたさを制御しているが限界がある。そこで、味噌用の蒸煮大豆のかたさに関わることが知られているCa<sup>3)</sup>量と水煮のかたさの関係を検討し、エンレイ水煮大豆のCa量とかたさの関係を図6に示した。Ca量が多くなるに従い水煮大豆はかたくなり、0.6g/100g以上ではかたさの増加は認められなかった。そこで、種々のCaCl<sub>2</sub>濃度の浸漬用水、加熱用水を用い、試作した水煮大豆のかたさと苦みを表5に示した。その結果、浸

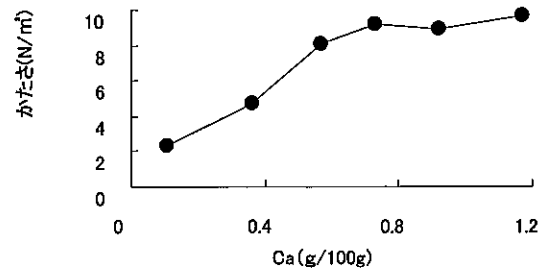


図6 水煮大豆のCa量とかたさの関係

表5 水煮大豆のかたさと苦味

水煮試作条件		かたさ (N/m <sup>2</sup> )	苦味
浸漬用水	加熱用水		
水	水	3.4	—
CaCl <sub>2</sub> 0.267M	水	7.1	—
CaCl <sub>2</sub> 0.267M	CaCl <sub>2</sub> 0.067M	12.1	±
CaCl <sub>2</sub> 0.267M	CaCl <sub>2</sub> 0.133M	13.8	+
CaCl <sub>2</sub> 0.267M	CaCl <sub>2</sub> 0.200M	13.3	+
CaCl <sub>2</sub> 0.267M	CaCl <sub>2</sub> 0.267M	14.5	+
CaCl <sub>2</sub> 0.267M	CaCl <sub>2</sub> 0.333M	15.7	+

漬水に0.267M CaCl<sub>2</sub>溶液、加熱水に0.067M CaCl<sub>2</sub>溶液を使用し製造した水煮大豆が、かなり歯ごたえのあるかたさであった。味はやや苦味が感じられたが煮豆に調味すれば問題ない程度であり、CaCl<sub>2</sub>添加量もCaとして0.46 (g/100g)と食品衛生法における使用基準以下であった。

#### 要 約

大豆煮豆の品質に係わる、形状、色、劣皮、ヌメリ、かたさを小規模で評価するため、大豆100g規模で水煮を製造して試験する方法を検討した。

- 1 水煮による形状変化は品種によって異なっており、形状の評価は水煮大豆で行うことが必要であった。
- 2 大豆の色は外観品質に影響しており、紫斑粒の混入は表面色で容易に判断でき、品質を大きく低下させることがわかった。
- 3 大豆水煮の劣皮はCaCl<sub>2</sub>溶液の使用で抑制できた。



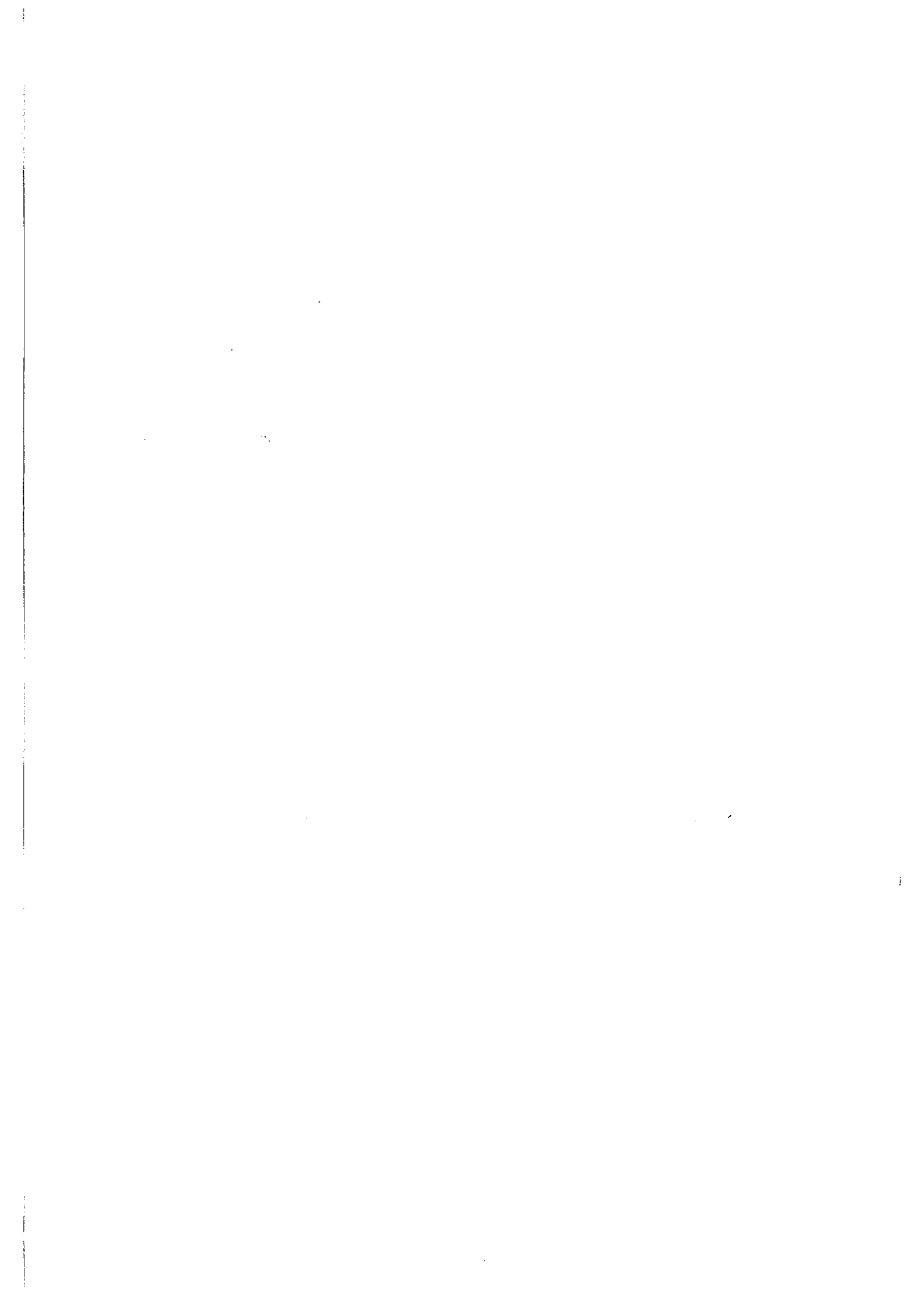
4 水煮大豆の表面のヌメリは加熱温度が高いほど増加し、粘性は115℃以上で急激に増加した。大豆をCaCl<sub>2</sub>溶液に浸漬することによりヌメリを抑制できた。

5 水煮大豆のかたさは種皮に結合するCa量に関係し多いほどかたくなった。

大豆水煮を製造するにあたって、大豆浸漬工程および蒸煮工程にCaCl<sub>2</sub>溶液を使用することにより、煮豆製造における問題点である劣皮とヌメリを解決でき、歯ごたえのある煮豆を製造することを明らかにした。

### 参考文献

- 1) 吉井英文, 古田武: 食品廃棄物由来ペクチンと大豆たん白質の加熱縮合反応による新規乳化剤の開発, 大豆たん白研究, 6, 29-33, (2003).
- 2) 大塚耕太郎: 日本食品科学工学会第50回大会講演集, 61, (2003).
- 3) 若林 昭. 蒸煮大豆の硬化とカルシウムの関係について. 味噌の科学と技術, 196: 26-30, (1970).



# 機能性成分濃度を調節できる充填豆腐製造技術

中川 義久、鹿島 真樹

(2010年1月20日受理)

近年、配糖体、フィチン酸など大豆の成分に関する研究が進み、その健康機能性が明らかにされてきている。しかし、豆腐は伝統食品として古くから製造されており、その工程はこれまで大豆タンパク質の抽出効率のみに注目されてきた。このため、大豆の持つ機能性成分が十分に活用されていない。そこで本研究では、豆腐製造に冷凍工程を導入するという前報<sup>1)</sup>で報告した新しい技術を活用し、大豆の機能性成分として知られている大豆イソフラボン (SIF)、大豆オリゴ糖 (SOS)、フィチン酸 (IP6) と大豆タンパク質を分離し、これらを用いて機能性成分量を調製できる充填豆腐製造技術を開発したので報告する。

## 実験方法

### 1. 実験材料

大豆は富山県産エンレイ (2005年) を用い、豆乳は豆腐製造業者が富山県産エンレイから調製したものを使用した。その豆乳の窒素濃度は、0.93%、pH は、6.67であった。

### 2. 試料の調製

豆乳を凍結、解凍分離して、残さとドリップを得た。その方法を図1に示した。

凍結は、1 L の豆乳を密封袋 (ヒストパック) に入れ-28℃の凍結庫で1~3ヶ月間凍結した。

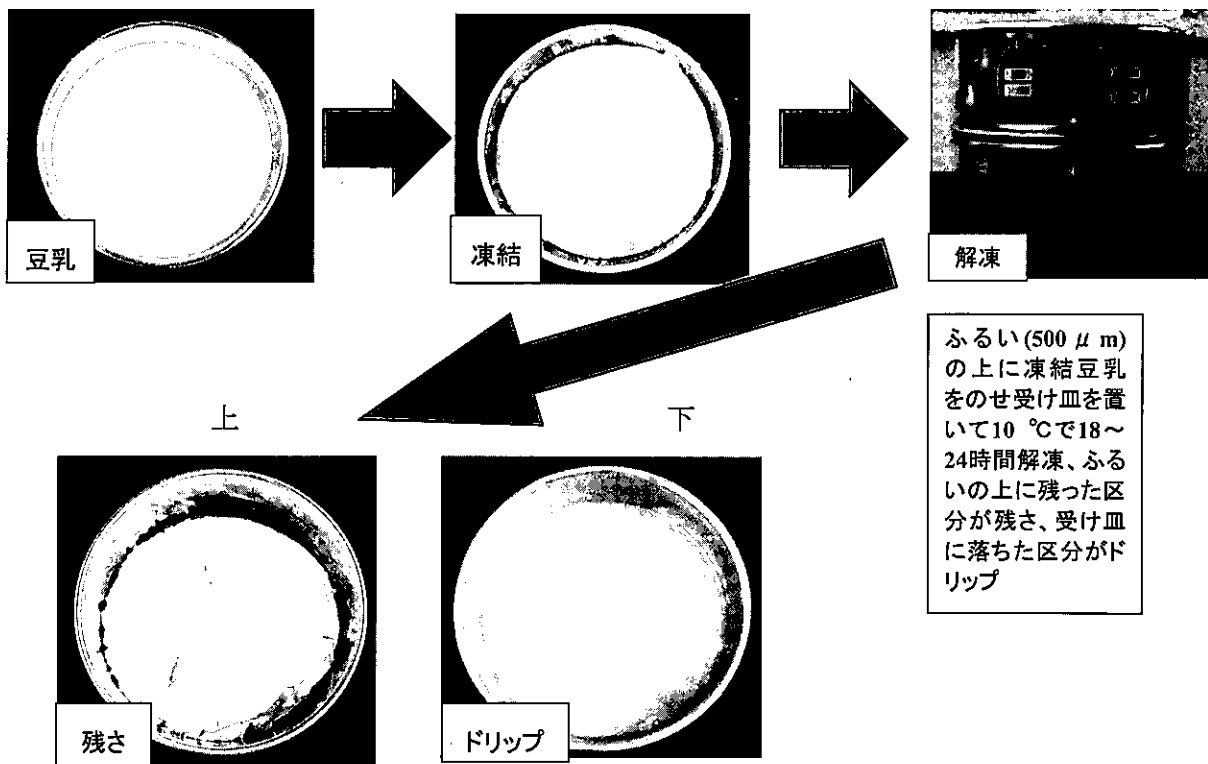


図1 豆乳の凍結、分離方法

解凍分離は凍結した豆乳をふるい（目開き500 $\mu$ m）の上のせ受け皿を置いて10℃で、ふるい上に残った区分の中心部に氷塊が無くなるまで解凍した（18～24時間）。その結果、ふるい上に残った区分を残さ、受け皿に落ちた区分をドリップとした。また、残さにドリップ減少分（重量）を加し、ミキサー（愛工舎製作所 KM230、リキダイザー装着）で2分間均質化したものを処理1回残さ豆乳、その後、再び、凍結、解凍分離を行い、残さを均質化処理したものを処理2回残さ豆乳とし、同様の処理をもう1回繰り返したものを処理3回残さ豆乳とした。

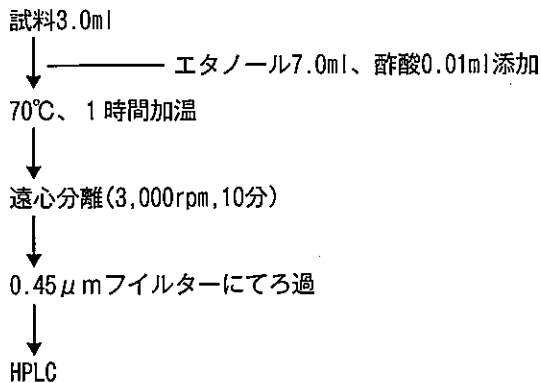
### 3. 測定方法

#### (1) 窒素量とタンパク質量

窒素量は、ケルダール法にて測定した。タンパク質量は、窒素-タンパク質換算係数5.71を用い窒素量より算出した。

#### (2) SIF および収斂味の測定

SIF の測定は、図2のとおり行った。



HPLC 測定条件	
装 置	ポンプ ギルソン 305
	検出器 UV 検出器 ギルソン 118
	圧力モジュール ギルソン 805
	ミックミキサー ギルソン 811C
カ ラ ム	関東科学 株式会社 LiChrosorb BP-18 (7 $\mu$ m, $\phi$ 4 $\times$ 250mm)
溶 離 液	A液: 20mM リン酸ナトリウム緩衝液 (pH3.0) B液: アセトニトリル 分析開始時 B液を10%、30分後に50%になるようにグラジエント溶離を行った。
流 量	1.0ml/min
カラム温度	40℃
標準物質	ダイジン (Wako、生化学用)、ゲニスチン (SIGMA HPLC用)、ダイゼイン (SIGMA HPLC用)、ゲニステイン (SIGMA HPLC用) を使用、グリシチン、グリステイン、マロニル化合物は文献 <sup>21) 22)</sup> を参考にピーク同定を行い、分子量を補正し算出した。

図2 SIF の測定方法

SIF の総量は、ゲニステインとして示した。

収斂味は、Shigemitsu らの報告<sup>2)</sup> に基づいて各成分の閾値を（ダイジン (0.01mM)、ダイゼイン (0.001mM)、マロニルダイジン (0.0001mM)、ゲニスチン (0.06mM)、ゲニステイン (0.01mM)、マロニルゲニスチン (0.01mM) とし、それぞれの1L当たりの量を閾値で除した値をユニット (U) で示した。

#### (3) SOS の測定

図3のとおり行い、ラフィノース、スタキオースの合計を SOS 量とした。

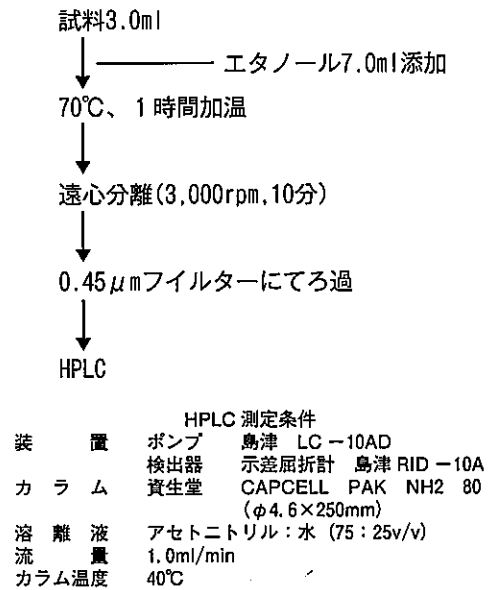


図3 SOS の測定方法

#### (4) IP6の測定

図4のとおり行った。

#### (5) Ca 凝固性<sup>6)</sup>

窒素濃度0.6%に加水調製した豆乳およびドリップ添加豆乳について測定した。なお、ドリップを添加した場合は、ドリップの窒素濃度は含めずに調製した。

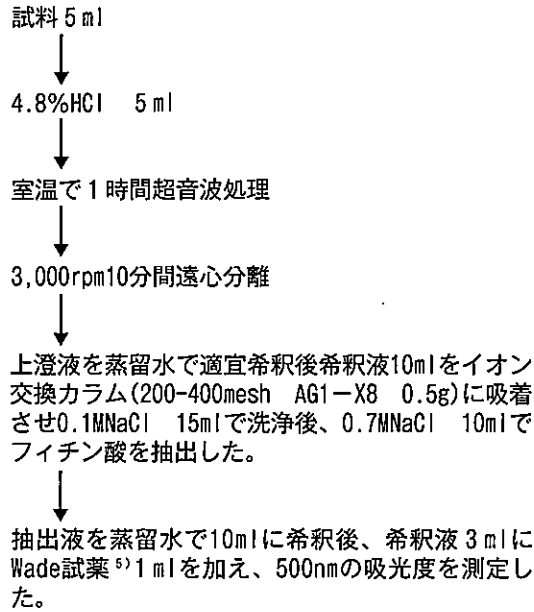


図 4 IP6 の測定法

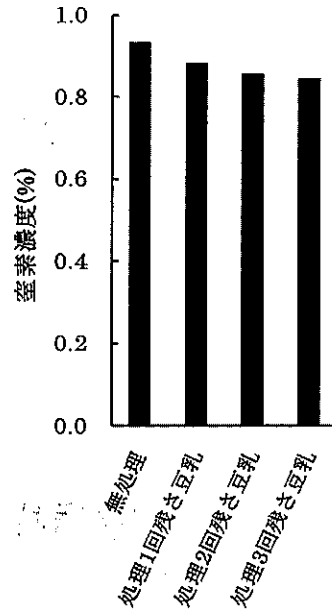


図 5 処理回数による残さの窒素濃度

結果

(1) 凍結、解凍分離による処理残さ豆乳の窒素濃度、SIF、SOS、IP6 の変化

凍結、解凍分離を繰り返し、処理残さ豆乳の窒素濃度を調整した結果を図 5 に示した。処理残さ豆乳の窒素濃度は、処理毎に減少したが、処理 3 回でも残さに 90% 以上のタンパク質が含まれており、タンパク質のほとんど

が凍結、解凍により不溶化していた。また、このときの残さの重量比率は、処理回数にかかわらずほぼ 50% であった。

次に各処理残さ豆乳の SIF、収斂味、SOS、IP6 を図 6 に、また、SIF、SOS 組成を表 1 に示した。残さの SIF、SOS、IP6 いずれも処理回数が増えるに従い減少し、減少率は、タンパク質に比べ大きかった。すなわち、同一窒素濃度で比較すると、SIF は、処理 1 回で無処理豆乳の 58%、2 回で 49%、3 回で 32%、

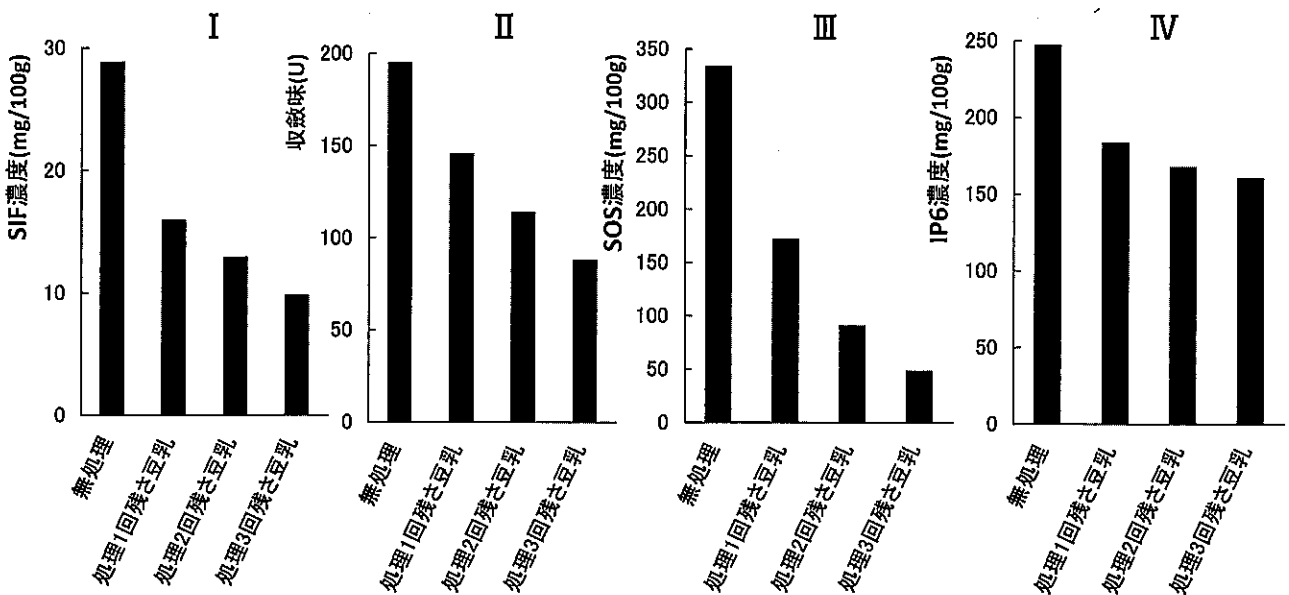


図 6 処理回数による残さ豆乳の SIF、収斂味、SOS、IP6  
I : SIF II : 収斂味 III : SOS IV : IP6

表1 処理残さ豆乳のSIFとSOSとIP6の組成

試料名	SIF									SOS		IP6
	ダイジン	グリシチン	ゲニステイン	マロニルダイジン	マロニルグリシチン	マロニルゲニステイン	ダイセイリン	グリステイン	ゲニステイン	ラフィノース	スタキオース	(mM)
	(10 <sup>-4</sup> mM)									(M)		
無処理豆乳	9.1	7.3	1.4	18.0	10.9	27.9	10.0	6.4	15.0	1.7	4.1	375
処理1回残さ豆乳	5.1	3.7	0.8	13.8	7.5	15.3	4.8	2.2	7.5	1.3	2.2	278
処理2回残さ豆乳	3.5	2.0	0.4	10.8	5.3	12.8	2.8	2.3	9.7	0.6	1.3	255
処理3回残さ豆乳	2.8	1.2	0.2	8.6	3.9	9.1	0.6	2.1	7.0	0.4	0.7	243

収斂味は、1回で79%、2回で64%、3回で50%であった。また、SOSでは、1回で55%、2回で30%、3回で16%と著しく減少したが、IP6では、1回で78%、2回で74%、3回で72%と減少率は小さかった。以上の結果より、凍結、解凍分離で加水量を調節することにより豆乳のタンパク質濃度を減少させずに機能性成分量を減少できることがわかった。

### (2) SIF、SOS、IP6の少ない充填豆腐の試作

豆乳を凍結、解凍分離することにより、タンパク質濃度をほとんど変えずにSIF、SOS、IP6を減少させることができたので、分離残さを利用してこれらの少ない充填豆腐の製造を試みた。前報<sup>1)</sup>により凍結、解凍分離した豆乳は、Ca凝固性から処理1回であれば加熱前に25mMのNaClを添加することにより、味にほとんど影響なく、豆腐製造が可能ながわかっていて、そこで、この技術を応用したSIF、SOS、IP6の少ない充填豆腐の製造工程を図7に示した。

この工程で豆腐を製造することにより、タンパク質濃度5%の充填豆腐に含まれるSIF 27mg/100g、SOS 314mg/100g、IP6 232mg/100gの豆腐を同じタンパク質濃度でSIF 16mg/100g、SOS 172mg/100g、IP6 182mg/100gに減少させることができた。味でも、収斂味183Uを145Uに減らすことができたが官能的には大きな差はなく、色の変化量もL\*値1.1、a\*値0.6、b\*値0.6と少なく、外観に差は認められなかった。

### (3) SIF、SOS、IP6の多い充填豆腐の試作

凍結、解凍分離による残さの成分減少分は、

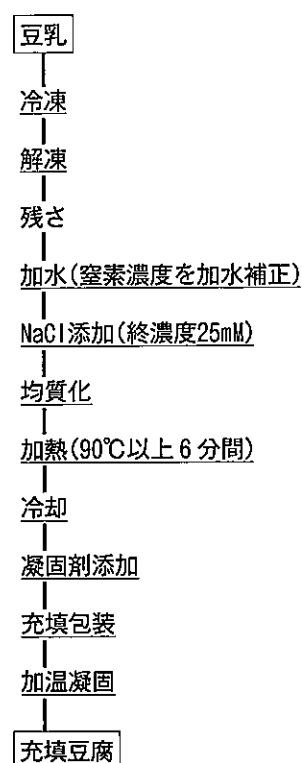


図7 SIF、SOS、IP6の少ない充填豆腐の製造工程

ドリップに含まれているため、これらを濃縮添加することによりSIF、SOS、IP6の多い充填豆腐の製造を試みた。前報<sup>1)</sup>によりドリップ濃縮液にはCa凝固性が認められないことからドリップは、凝固性に影響しないと、その窒素濃度は考慮せずに豆乳の濃度調整を行った。

大豆100gに同量の処理1回ドリップの80℃減圧3倍濃縮液を磨砕大豆に添加し、得られた豆乳(加水にタンパク質濃度5%に調整)のSIF、SOS、IP6の組成を表2に、Ca凝固性を図8に示した。ドリップ3倍濃縮液

表2 ドリップ濃縮液添加豆乳の SIF と SOS と IP6の組成

試料名	SIF									SOS		IP6 (mM)
	ダイジン	グリシチン	ゲニスチン	マロニルダイジン	マロニルグリシチン	マロニルゲニスチン	ダイゼイン	グリステイン	ゲニスチン	ラフィノース	スタキオース	
	(10 <sup>-4</sup> mM)									(M)		
水添加豆乳	9.4	6.0	1.2	16.9	20.2	21.1	8.8	4.7	22.1	1.5	3.8	352
1倍量添加豆乳	12.0	7.5	1.8	22.8	17.1	33.4	19.1	8.9	54.8	2.2	6.2	390
2倍量添加豆乳	33.8	12.3	3.5	24.1	44.8	54.3	20.6	9.7	67.4	2.1	7.6	419
3倍量添加豆乳	48.3	15.5	5.6	34.1	69.9	89.9	30.1	9.6	85.6	2.8	7.6	463

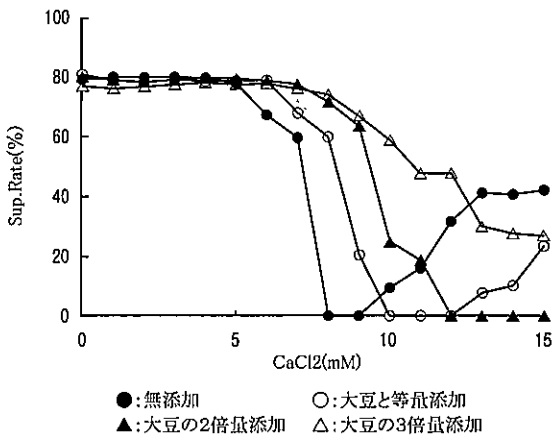


図8 ドリップを濃縮添加した豆乳の Ca 凝固性

を大豆の3倍量加えた豆乳では凝固はしなかったがドリップ3倍濃縮液を2倍量と等量を添加した豆乳ではCa濃度を約60%、約25%高くするとドリップ無添加と同様の凝固性を示した。このことから、SIF、SOS、IP6の多い充填豆腐が製造できる工程は図9のようになる。

この工程で豆腐を製造することによりドリップを添加しないタンパク質濃度5%の豆腐に含まれるSIF30mg/100g、SOS326mg/100g、IP6 232mg/100gをSIF48mg/100g、SOS522mg/100g、IP6 257mg/100gにすることができた。

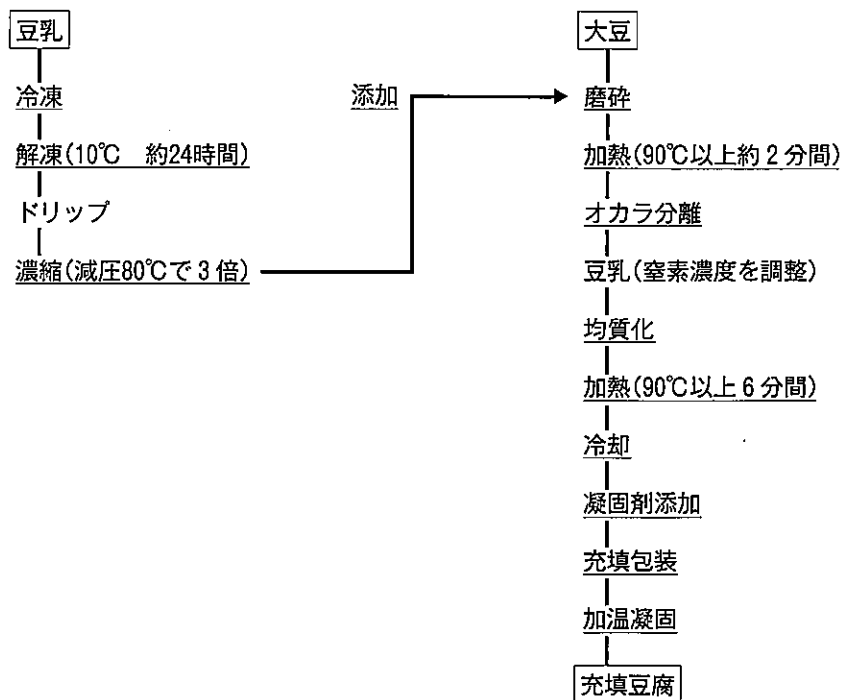


図9 SIF、SOS、IP6の多い充填豆腐の製造工程

また、収斂味は、183Uが257Uと増加し、色の変化は、L\*値0.5、a\*値-0.1、b\*値0.5であったが、官能、外観に大きな差は認められなかった。

Effect of Storage Temperature on Tofu-Processing Property and Phytic Acid in Soybean, Bull. of Toyama Food Res. Inst., 4, 9-14 (2001).

## 要 約

1. 豆乳を凍結、解凍処理することにより、Ca凝固性を有する大豆タンパク質を多く含む残さとほとんど含まないドリップに分画することができた。
2. 残さを利用して、SIF、SOS、IP6の少ない充填豆腐を製造できた。
3. ドリップを濃縮して豆乳に添加することにより、SIF、SOS、IP6の多い充填豆腐が製造できた。

## 謝 辞

試料提供や試作に御協力いただいた富山県豆富商工組合の皆様にご心から謝辞を表します。

## 文 献

- 1) 中川義久, 鹿島真樹: 凍結工程を含む豆腐製造技術の開発, 富食研報, 6, 51-56(2008).
- 2) Shigemistu Kudou et al. Malonyl Isoflavone Glycosido in Soybean Seeds Agric.Biol. Chem., 2227-2233, (1991).
- 3) 島田和子ら: 豆腐の食味に及ぼす大豆リポキシゲナーゼの影響, 日食科工誌, 45, 122-128 (1998).
- 4) Keisuke Kitamura et al. : Low Isoflavone Content in Some Early Maturing Cultivars, So-called Summer-type Soybean, JapanJ. Breed. 41, 651-654, (1991).
- 5) M. Latta and M. Meskin, A Simple and Rapid Colorimetric Method for Phytate Determination, J. Agric. Food Chem. 26, 1313-1315, (1980).
- 6) Yoshihisa Nakagawa, Masaki Kashima :



# 県内産農産物の遊離アミノ酸組成について

鹿島 真樹、中川 義久

(2010年1月20日受理)

食品中のアミノ酸の存在形態としては、たんぱく質を構成する構成アミノ酸と遊離の状態で存在するアミノ酸の形態がある。なかでも遊離アミノ酸は、味に影響を与える成分として知られており<sup>1)</sup>、うまみ成分のグルタミン酸、甘味のグリシン、苦味のロイシンなどがある。また近年は機能性成分としてのアミノ酸も注目されており、 $\gamma$ -アミノ酪酸<sup>2)3)</sup>、シトルリン<sup>4)5)</sup>、カルノシン<sup>6)7)</sup>、アンセリン<sup>6)7)</sup>、オルニチン<sup>8)9)</sup>など様々なアミノ酸について研究されている。このように注目される遊離アミノ酸であるが、現在までに食品中に含まれる遊離アミノ酸に関する成分表は、(財)日本栄養食糧学会が取りまとめているだけで、他に取りまとめられたものはほとんどない。また富山県内で生産されている農産物についても、これらに含まれる遊離アミノ酸組成は「とやまの特産物」で一部データが示されているだけで、そのほとんどの遊離アミノ酸含量については調査されていない。

今回、食品の味や機能性成分として重要である遊離アミノ酸含量について、富山県産農産物の組成を明らかにしたので報告する。

## 試料及び実験方法

### 1. 試料及び試料の調製

試料は、平成17年度～19年度にいずれも富山県内で栽培・収穫された農産物を主に2カ年にわたりサンプリングした。それぞれの試料は通常の食生活で廃棄される部分を除き、スピードカッター等を用いて細断し、分析に供試した。

(1) 穀類：白米（コシヒカリ、てんたかくの

玄米と精白米）、大麦（ファイバースノウの玄麦と精白麦）、そば、いなぎびを用いた。

(2) いも類：さといも（大和）を用いた。

(3) 豆類：大豆（エンレイ、オオツル）、丹波黒大豆を用いた。

(4) 種実類：ぎんなん（久寿）を用いた。

(5) 野菜類：宿根そば葉、ふじまめ（芭蕉成ふじまめ）、ほうきぎ、ぎょうじゃにんにく、たけのこ、ねぎ（吉蔵、夏扇4号）、かぼちゃ（黒海、伯爵）、入善ジャンボ西瓜、早生大かぶ、赤かぶ（あかくら）を用いた。

(6) 果実類：日本なし（幸水、豊水）、りんご（ふじ）、ぶどう（巨峰、ロザリオビアンコ）、かき（水島柿、三社柿、富山干柿）、うめ（稲積梅）、ゆずを用いた。

### 2. 試験方法

(1) 水分：水分は品目ごとに「五訂日本食品標準成分表分析マニュアルの解説<sup>10)</sup>」に準じて測定した。

(2) 遊離アミノ酸：遊離アミノ酸は、「新・食品分析法<sup>11)</sup>」に準じて75%エタノール溶液で加熱還流抽出し、減圧乾固した後0.02N塩酸溶液に溶解し、日立製アミノ酸分析計（L-8500）で測定した。

## 実験結果及び考察

### 1. 穀類の遊離アミノ酸組成

穀類の遊離アミノ酸組成を表1に示した。

米はてんたかく、コシヒカリの2品種について玄米及び精白米を調査した。玄米・精白米いずれも品種にかかわらずアスパラギン酸、グルタミン酸、アラニンの含量が高く、この

表1 穀類の遊離アミノ酸組成について

品目	分類	試料採取日 (年/月/日)	平均重量 (g/個)	廃棄率 (%)	水分 (g/100g)	Asp	Thr	Ser	Glu	Gly	Ala	Cit	Val	Cys	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	γ-ABA	Trp	Lys	His	Arg	Pro	合計	備考
H17米 (てんたかく)	玄米	2005/9/9	-	0	15.0	3.6	0.7	2.4	4.6	0.9	4.4	0.0	0.7	0.0	0.3	0.3	0.4	0.7	0.4	6.1	1.6	0.3	0.3	0.8	0.8	29.3	
H18米 (てんたかく)	玄米	2006/9/22	-	0	13.8	4.7	0.7	2.3	7.7	0.7	3.6	0.0	0.6	0.0	0.2	0.2	0.3	0.6	0.3	1.8	2.3	0.3	0.3	0.9	0.0	27.6	
H17米 (コシヒカリ)	玄米	2005/9/16	-	0	14.2	4.4	0.8	2.1	5.0	0.8	3.8	0.0	0.7	0.1	0.3	0.3	0.4	0.8	0.3	3.6	1.3	0.4	0.5	1.2	1.0	27.8	
H18米 (コシヒカリ)	玄米	2006/10/6	-	0	14.5	6.6	0.7	2.2	6.9	0.9	4.0	0.0	0.8	0.0	0.2	0.3	0.4	0.7	0.3	2.7	1.8	0.3	0.5	1.5	0.0	30.8	
H19米 (コシヒカリ)	玄米	2007/11/2	-	0	13.1	4.7	0.5	2.0	10.9	0.4	2.4	0.0	0.4	0.0	0.3	0.1	0.2	0.5	0.1	0.2	1.6	0.1	0.2	1.3	0.0	28.0	
H17米 (てんたかく)	精白米	2005/9/9	-	0	14.1	1.2	0.3	1.0	1.2	0.3	1.8	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.1	1.8	0.5	0.1	0.0	0.2	0.0	9.4	歩留約 91%
H18米 (てんたかく)	精白米	2006/9/22	-	0	14.2	1.2	0.2	1.0	2.0	0.3	1.5	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.1	0.8	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	7.9	歩留約 91%
H17米 (コシヒカリ)	精白米	2005/9/16	-	0	13.8	1.7	0.4	1.2	1.5	0.4	2.0	0.0	0.4	0.0	0.1	0.1	0.2	0.4	0.2	1.6	0.6	0.1	0.2	0.5	0.6	12.1	歩留約 91%
H18米 (コシヒカリ)	精白米	2006/10/6	-	0	14.7	1.5	0.2	0.9	1.7	0.4	1.7	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.9	0.0	0.1	0.0	0.3	0.0	8.3	歩留約 91%
H17大麦 (ファイバーストク)	玄麦	2005/7/27	-	0	17.4	3.4	0.8	1.2	2.7	2.1	7.9	0.0	1.8	0.4	0.0	0.6	1.2	2.1	1.5	6.2	16.5	1.2	0.7	1.6	2.3	54.1	
H18大麦 (ファイバーストク)	玄麦	2006/7/26	-	0	16.8	3.0	0.6	0.9	2.2	2.0	8.1	0.0	1.5	0.0	0.0	0.6	0.9	1.6	2.1	5.2	21.2	1.0	0.8	2.0	0.9	54.7	
H17大麦 (ファイバーストク)	精白麦	2005/7/27	-	0	17.0	2.8	0.4	0.5	2.2	0.6	1.7	0.0	1.2	0.0	0.0	0.5	1.1	1.8	1.1	0.9	6.9	1.0	0.3	0.6	0.5	24.1	歩留約 56%
H18大麦 (ファイバーストク)	精白麦	2006/7/26	-	0	15.4	3.2	0.4	0.5	1.3	0.9	2.0	0.0	1.0	0.0	0.2	0.5	1.0	1.3	1.5	1.6	11.6	0.8	0.4	1.1	0.0	28.3	歩留約 56%
H17そば	粉	2005/11/7	-	0	14.5	6.6	3.6	4.3	21.1	2.3	3.3	0.0	5.0	0.0	0.0	23.4	2.4	1.7	1.4	1.3	3.3	1.2	0.0	6.1	0.0	87.0	
H18そば	粉	2006/10/23	-	0	14.0	7.0	4.5	4.5	18.1	2.3	3.7	0.5	5.4	0.5	0.4	0.0	2.7	1.4	2.3	3.0	5.0	1.0	1.4	10.9	0.0	74.6	
H17いなぎび	精白粒	2005/11/7	-	0	11.5	0.3	0.1	0.3	1.0	0.6	0.6	0.0	0.7	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.3	0.0	4.7	
H18いなぎび	精白粒	2006/10/11	-	0	11.8	0.2	0.2	0.4	1.1	0.5	0.6	0.0	0.6	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.3	0.0	4.7	

結果は岡崎ら<sup>12)</sup>や後藤ら<sup>13)</sup>の報告と良く似ていた。品種間については、コシヒカリとてんたかくでは大きな違いは見られなかった。品種間よりは年次間による含量の違いがみられ、なかでも玄米の $\gamma$ -アミノ酪酸含量は栽培年により大きく異なった。これは、玄米の $\gamma$ -アミノ酪酸含量は施肥処理の影響があるという山口らの報告<sup>14)</sup>から、栽培方法や乾燥方法によって栽培年次により $\gamma$ -アミノ酪酸含量が変動したことが考えられた。なお遊離アミノ酸の総量は玄米に対して精白米は1/3程度であった。

大麦については、玄麦、精白麦いずれもトリプトファン、アラニン、 $\gamma$ -アミノ酪酸の割合が高かった。この結果はMustafaらの報告<sup>15)</sup>や松下らの報告<sup>16)</sup>とやや異なっており、品種や栽培条件の違い等が遊離アミノ酸組成に差が生じた要因として考えられた。なお年次間ではあまり違いが見られず、遊離アミノ酸の総量は玄麦に対して精白麦はほぼ1/2程度になっていた。

そばについては、グルタミン酸の含量が高く遊離アミノ酸の総量の1/4程度を占め、これ以外にはアスパラギン酸、バリン、アルギニンの含量が高く、この結果は進藤らの報告<sup>17)</sup>と類似していた。また年次間ではあまり違いが見られなかった。

いなきびは、遊離アミノ酸の総量が少なく4.7mg/100g程度であり、グルタミン酸、グリシン、アラニン、バリンの割合が高く、年次間にはほとんど差がなかった。この遊離アミノ酸組成の結果は松下らの報告<sup>16)</sup>と異なっており、品種や栽培条件等の違いによることが要因として考えられた。

## 2. いも類の遊離アミノ酸組成

いも類の遊離アミノ酸組成を表2に示した。

サトイモについては、アスパラギン酸、セリン、グルタミン酸の含量が高かった。年次間では、遊離アミノ酸の総量やセリン、アルギニン、バリン、ロイシン、 $\gamma$ -アミノ酪酸含量に年次による違いが見られた。この遊離ア

ミノ酸組成の結果は村上らの報告<sup>18)</sup>とは異なり、サトイモの品種や栽培条件等による違いが要因と考えられた。

## 3. 豆類の遊離アミノ酸組成

豆類の遊離アミノ酸組成を表3に示した。

エンレイについては、グルタミン酸、アラニン、アルギニン、トリプトファンの含量が高かった。年次間では、遊離アミノ酸の総量にはそれほど大差はなかったが、 $\gamma$ -アミノ酪酸含量は年次間でかなり違いが見られた。

オオツルでは、グルタミン酸、アスパラギン酸、トリプトファン、アラニンの含量が高く、エンレイと比べてオオツルではアスパラギン酸の割合が高いなど品種間で少し違いがあった。なお年次間ではほとんど違いはなかった。

丹波黒では、アルギニンの含量が高く、続いてアスパラギン酸、グルタミン酸の含量が高かった。丹波黒は、エンレイ、オオツルに比べると遊離アミノ酸の総量がかかなり高めであり、組成割合も他の2品種と異なっていた。年次間では、遊離アミノ酸の総量に違いが見られ、またアルギニン、グルタミン酸、 $\gamma$ -アミノ酪酸、アラニン含量にも年次による差が見られた。

これら遊離アミノ酸含量の結果は水野らの報告<sup>19)</sup>と一部類似しており、なかでも大豆の品種による遊離アミノ酸の総量の違いはアルギニン含量の違いに起因することや遊離アミノ酸総量やアルギニン含量は黄大豆に比べ黒大豆で高値であることはほぼ一致していた。

## 4. 種実類の遊離アミノ酸組成

種実類の遊離アミノ酸組成を表4に示した。

ぎんなんは、グルタミン酸、アルギニン、アラニン、プロリン、 $\gamma$ -アミノ酪酸の含量が高かった。年次間では遊離アミノ酸の総量、アルギニン、アラニンに少し違いが見られた。ぎんなんの遊離アミノ酸組成については報告があまりないが、他の種実類のMapelliらのくるみの報告<sup>20)</sup>やDurzanのピスタチオの報告<sup>21)</sup>と一部類似しているところもあった。

表2 いも類の遊離アミノ酸組成について

品目	分類	試料採取日 (年/月/日)	平均重量 (g/個)	廃棄率 (%)	水分 (g/100g)	Asp	Thr	Ser	Glu	Gly	Ala	Cit	Val	Cys	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	γ-ABA	Trp	Lys	His	Arg	Pro	合計	備考
H17さといも (大和)	球莖生	2005/10/5	65.5	23.8*	86.1	16.9	2.3	6.3	8.5	0.5	2.3	0.0	1.5	0.0	0.0	1.7	1.4	1.3	3.1	1.3	0.4	0.9	0.8	6.2	0.0	55.2	*表層
H18さといも (大和)	球莖生	2006/9/25	65.7	14.5*	83.7	18.9	3.7	11.9	7.6	0.7	3.0	0.0	3.4	0.0	0.5	3.1	3.8	3.8	5.0	3.8	2.6	1.4	1.8	3.0	1.0	78.9	*表層

表3 豆類の遊離アミノ酸組成について

品目	分類	試料採取日 (年/月/日)	平均重量 (g/個)	廃棄率 (%)	水分 (g/100g)	Asp	Thr	Ser	Glu	Gly	Ala	Cit	Val	Cys	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	γ-ABA	Trp	Lys	His	Arg	Pro	合計	備考
H18大豆 (エンレイ)	全粒	2006/12/5	-	0	11.3	11.2	2.8	5.9	52.0	17.8	34.3	5.4	5.2	0.0	3.7	5.1	8.4	2.9	6.6	18.2	22.2	3.1	12.6	26.8	4.3	248.4	
H19大豆 (エンレイ)	全粒	2007/12/27	-	0	12.0	14.8	2.2	4.4	44.4	16.9	32.8	0.0	3.1	0.0	3.6	3.6	5.7	2.3	5.3	8.0	16.9	2.4	5.6	23.6	0.0	195.6	
H18大豆 (オオツル)	全粒	2006/12/27	-	0	12.0	27.1	1.8	2.4	30.2	0.0	23.3	0.0	3.9	0.0	1.8	3.4	4.5	1.4	5.8	3.5	33.2	1.8	2.9	13.4	0.0	160.5	
H19大豆 (オオツル)	全粒	2007/12/27	-	0	12.0	33.8	1.6	2.3	32.3	14.5	17.7	0.0	1.7	0.0	1.6	2.3	2.7	0.0	4.1	4.6	23.2	1.9	3.6	20.7	0.0	168.7	
H18大豆 (丹波黒)	全粒	2007/1/22	-	0	10.4	70.6	3.3	4.1	36.1	0.0	28.3	0.0	3.4	0.0	2.0	2.6	2.3	2.9	5.0	7.0	28.6	2.2	13.0	192.0	0.0	403.4	
H19大豆 (丹波黒)	全粒	2007/12/27	-	0	18.2	50.7	3.4	3.2	53.9	13.8	15.2	0.0	2.1	0.0	1.6	2.9	2.3	0.0	1.9	3.2	20.1	2.7	6.2	98.1	0.0	281.2	

表4 種実類の遊離アミノ酸組成について

品目	分類	試料採取日 (年/月/日)	平均重量 (g/個)	廃棄率 (%)	水分 (g/100g)	Asp	Thr	Ser	Glu	Gly	Ala	Cit	Val	Cys	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	γ-ABA	Trp	Lys	His	Arg	Pro	合計	備考
H17ぎんなん (久壽)	可食部	2005/10/13	3.4	23.4*	56.7	4.1	4.5	5.5	45.6	1.8	26.2	0.0	5.5	0.0	0.9	3.1	2.0	0.9	2.0	16.3	0.8	2.1	1.8	43.5	20.5	186.9	*総薄皮
H18ぎんなん (久壽)	可食部	2006/10/13	2.7	23.7*	55.6	2.9	3.6	6.0	35.0	1.8	15.0	0.0	3.7	0.0	0.7	2.0	1.4	0.9	1.9	14.4	0.0	1.6	2.5	17.5	21.4	132.3	*総薄皮

## 5. 野菜類の遊離アミノ酸組成

野菜類の遊離アミノ酸組成を表5に示した。

宿根そばについては、 $\gamma$ -アミノ酪酸含量が高く、これ以外にもアスパラギン酸、グルタミン酸、アラニン、バリン、ロイシン等の含量も高かった。宿根そばは年次による違いが大きく、なかでも $\gamma$ -アミノ酪酸、アスパラギン酸、グルタミン酸、バリンの各アミノ酸含量が年次により差があり、これに伴い遊離アミノ酸の総量も異なっていた。

ふじまめについては、アスパラギン酸、アラニン、 $\gamma$ -アミノ酪酸の含有量が高く、他にスレオニン、システイン、アルギニンも高かった。年次間では、アミノ酸の総量には大差なかったが、アスパラギン酸やグルタミン酸では年次により含有量に少し違いがあった。この遊離アミノ酸組成の結果は鈴木らの報告<sup>22)</sup>のさやえんどうやさやいんげんの組成とは異なり、ふじまめの特徴であると考えられた。

ほうきぎは、アラニン、 $\gamma$ -アミノ酪酸、アルギニンの含量が高く、これに続いてグルタミン酸、プロリン、アスパラギン酸等も高かった。年次間ではアミノ酸の総量やアラニン、アルギニンの含量に少し違いが見られた。

ぎょうじゃにんにくは、アスパラギン酸、グルタミン酸、アラニン、セリン、バリンの割合が高かった。この結果は望月らの報告<sup>23)</sup>とかなり一致していたが、 $\gamma$ -アミノ酪酸は違いがあり富山県産のものは低かった。年次間ではアミノ酸の総量に違いがあり、各アミノ酸ではセリン、アラニン、バリンで年次の差が大きかった。

たけのこの遊離アミノ酸組成は、チロシンが約6～7割ほどを占め、他にはセリン、 $\gamma$ -アミノ酪酸、アラニン、バリン、イソロイシン、ロイシン、アスパラギン酸の含量も高かった。この結果は大久らの報告<sup>24)</sup>のアミノ酸組成はかなり異なっているところが多く、このことは収穫時期、大きさ等による変動が大きいことが考えられた。また年次間ではほと

んど差が見られなかった。

ねぎは、県内でいろいろな品種が栽培されており、年次によって分析した品種が異なっていたが、ねぎの品種にかかわらずアラニン、セリン、グルタミン酸の含量が高かった。また吉蔵はアスパラギン酸の含量も高かった。この結果は鈴木らの報告<sup>25)</sup>と含量の多いアミノ酸についてはかなり一致していたが、アミノ酸の総量はかなり異なっていた。このことは、ネギの品種、収穫時期、栽培方法等によるものと考えられた。

かぼちゃは黒海と伯爵について分析したが、遊離アミノ酸組成は、品種にかかわらずアスパラギン酸、 $\gamma$ -アミノ酪酸、アルギニンの含量が高かった。黒海ではこれら以外にグルタミン酸、アラニンの含量が高く、遊離アミノ酸の総量も伯爵に比べ多かった。また黒海では年次間の遊離アミノ酸の総量は差があり、また各アミノ酸のなかではアスパラギン酸、グルタミン酸、アラニンが年次による違いが顕著であった。このことはかぼちゃの成熟度<sup>26)</sup>で変動することも原因の一つと考えられた。一方伯爵では年次間で遊離アミノ酸の総量及び組成ともあまり変動がなかった。この結果は鈴木らの報告<sup>22)</sup>と異なるところもあり、原因としては品種、成熟度合い、保存期間等による違いが考えられた。また黒海、伯爵のいずれにおいてもシトルリンが検出された。

入善ジャンボ西瓜は、遊離アミノ酸組成の5割以上をシトルリンが占めており210mg/100g程度であり、アルギニンも全体の2割程度を占めていた。なおシトルリン含量は、稲富らの報告<sup>26)</sup>や鈴木らの報告<sup>22)</sup>よりも低めであった。これら以外にはアスパラギン酸、アラニン含量もやや高かった。年次間では遊離アミノ酸の総量もアミノ酸割合もほとんど年次により変わらなかった。

かぶ類は早生大かぶと赤かぶ（あかくら）について分析したが、かぶの種類に関わらずグルタミン酸とアスパラギン酸の含量が高かった。早生大かぶではこれ以外に $\gamma$ -アミノ酪

表5 野菜類の遊離アミノ酸組成について

品目	分類	試料採取日 (年/月/日)	平均重量 (g/個)	廃棄率 (%)	水分 (g/100g)	Asp	Thr	Ser	Glu	Gly	Ala	Cit	Val	Cys	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	γ-ABA	Trp	Lys	His	Avg	Pro	合計	備考
H17宿根そば	8月 採取:葉 9月 採取:葉	2005/8/4 2005/9/28		0	80.7 88.6	1.2 4.0	8.3 5.6	7.6 5.0	1.6 2.7	0.8 0.6	9.7 13.4	0.0 0.4	11.0 8.7	0.0 0.0	0.0 0.0	9.1 5.6	10.4 7.5	4.6 4.0	7.7 4.2	61.8 42.1	4.3 2.3	4.0 2.6	1.4 1.0	2.0 2.9	4.8 3.5	150.5 116.1	
H18宿根そば	葉	2006/8/30		0	88.8	21.4	2.9	4.7	23.9	0.6	3.7	1.0	2.6	0.0	0.0	2.0	2.5	2.3	2.4	10.1	0.0	1.9	0.3	1.6	0.0	83.9	
H17ふじまめ (芭蕉成ふじまめ)	若さや	2005/8/4	4.5	0	89.2	23.6	16.9	6.8	5.8	1.5	19.0	0.0	8.6	14.7	0.0	4.1	4.2	1.7	2.8	23.8	0.0	1.8	6.7	13.1	4.2	159.0	
H18ふじまめ (芭蕉成ふじまめ)	若さや	2006/8/17	4.7	0	88.2	46.1	13.9	9.4	13.6	1.4	21.9	0.3	9.1	16.3	1.0	5.3	4.7	1.9	2.2	17.6	0.0	1.5	8.3	19.3	1.6	195.2	
H17ほうぎぎ	可食部	2005/11/14		0	80.6	5.9	3.4	3.4	9.1	3.5	20.6	1.0	5.0	0.0	0.0	4.7	5.5	5.4	3.8	16.7	2.0	2.5	1.5	10.8	4.7	109.5	
H18ほうぎぎ	可食部	2006/11/10		0	80.4	7.5	5.5	6.6	9.7	5.2	32.1	0.0	7.9	0.0	1.2	8.0	9.0	8.2	6.6	19.7	2.5	5.0	3.2	15.8	8.7	162.4	
H18きょうじ やんにんにく	可食部	2006/5/26		16.1*	91.0	18.2	2.8	6.5	17.6	1.7	12.5	0.0	2.7	0.0	0.0	1.2	1.7	0.9	1.0	3.5	0.0	1.1	0.0	0.9	0.0	72.2	*茎
H19きょうじ やんにんにく	可食部	2007/5/2		24.9*	91.2	23.5	4.2	17.2	24.6	4.5	22.0	0.0	12.5	0.6	0.0	2.9	2.4	1.7	0.8	4.2	0.0	1.0	0.0	1.5	0.0	123.6	*茎
H18たけのこ	可食部	2006/5/8	655	59.1*	91.9	15.4	12.9	34.8	24.2	3.7	27.7	0.6	27.8	0.0	6.9	26.1	26.3	545.4	22.3	26.0	10.5	13.1	14.0	14.0	7.5	859.3	*竹皮、 基部
H19たけのこ	可食部	2007/4/26	1221	24.9*	91.9	28.9	8.6	26.9	13.3	2.8	21.2	0.0	23.3	0.0	5.3	20.7	21.6	578.6	14.5	29.4	9.5	7.9	9.8	7.8	15.3	845.2	*竹皮、 基部
H18ねぎ (吉蔵)	可食部	2006/10/5	145	4.1*	93.8	17.2	8.9	22.3	20.9	2.5	25.1	0.0	8.7	0.0	0.3	2.9	5.2	5.2	4.6	3.5	0.0	3.3	1.3	5.9	0.0	137.9	*根、 基部
H19ねぎ (夏扇4号)	可食部	2007/11/1	166	19.5*	93.6	6.7	7.4	18.0	13.0	2.3	22.5	0.0	6.9	0.0	0.4	2.0	3.9	4.6	3.5	2.8	0.0	2.7	1.4	8.1	0.0	106.1	*根、 基部
H17かぼちゃ (黒海)	可食部	2005/8/4	1600	4.1*	80.4	39.0	6.7	10.0	17.0	2.1	22.5	0.3	3.9	0.0	1.4	4.4	7.4	7.2	4.5	74.2	1.0	1.5	2.8	21.8	3.6	231.2	*竹皮、 基部
H18かぼちゃ (黒海)	可食部	2006/8/3	2100	13.7*	73.2	81.9	5.9	8.4	47.3	1.5	12.4	2.8	3.0	0.0	2.2	6.1	6.8	5.7	2.4	23.7	0.0	1.5	3.5	80.4	1.4	296.9	*竹皮、 基部
H17かぼちゃ (伯麟)	可食部	2005/9/6	2400	11.2*	80.1	22.7	3.5	4.5	5.4	0.9	6.4	1.0	1.7	0.0	3.1	4.6	4.6	10.0	2.9	35.2	1.6	1.0	4.5	62.8	0.0	176.4	*竹皮、 基部
H18かぼちゃ (伯麟)	可食部	2006/8/30	2100	15.3*	71.6	38.8	4.4	8.8	9.3	1.0	4.5	1.0	3.5	0.0	4.5	6.5	9.3	10.5	4.5	29.1	0.0	0.9	4.5	46.0	0.0	187.2	*竹皮、 基部
H17入善ジャ ンボ西瓜	可食部	2005/8/4	17400	25.6*	92.7	15.8	2.6	8.8	4.6	1.1	16.7	218.1	5.0	0.0	3.4	8.6	1.8	0.9	9.5	5.6	2.2	3.1	5.5	75.5	3.6	392.4	*果皮、 種子
H18入善ジャ ンボ西瓜	可食部	2006/8/3	13900	33.9*	91.1	21.3	2.7	8.6	6.0	0.9	9.5	211.3	7.7	0.0	4.2	10.2	3.1	1.0	10.3	9.1	2.2	2.3	7.4	71.8	3.2	392.9	*果皮、 種子
H17早生大かぶ	根部	2005/10/31	608	0	94.0	13.7	5.8	7.0	24.5	1.0	4.0	0.0	5.5	0.0	0.0	3.5	0.8	1.7	3.1	6.9	1.2	0.9	2.4	2.8	1.2	85.8	
H18早生大かぶ	根部	2006/11/6	1128	12*	93.6	11.9	3.1	4.5	15.8	1.3	4.2	0.0	3.6	0.0	0.0	2.5	1.8	1.9	1.4	13.2	0.0	2.0	1.4	1.8	1.5	71.9	*葉柄 基部
H19早生大かぶ	根部	2007/12/26	1892	0	94.5	7.5	1.5	3.3	15.2	1.1	2.8	0.0	1.7	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	6.3	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	40.4	
H17赤かぶ (あかくら)	根部	2005/11/1	434	0	93.9	12.9	1.6	2.7	35.8	0.9	3.6	0.0	1.4	0.7	0.0	1.0	0.5	0.9	0.3	0.4	4.0	1.0	0.9	0.9	1.2	70.9	
H19赤かぶ (あかくら)	根部	2007/11/2	589	0	94.1	9.4	1.5	3.1	28.5	1.8	5.1	0.0	1.7	0.0	0.0	1.5	1.2	0.0	0.5	1.9	0.0	1.2	0.0	1.2	0.0	58.6	

酸やセリンの含量が高く、一方赤かぶではアラニンの含量が高かった。この結果は鈴木らの赤かぶの報告<sup>22)</sup>と類似しており、早生大かぶは赤かぶと異なっていた。年次間では、早生大かぶでは年次によって遊離アミノ酸の総量、各アミノ酸含量にも変動が見られた。一方赤かぶでは年次間の変動は少なかった。

#### 6. 果実類の遊離アミノ酸組成

果実類の遊離アミノ酸組成を表6に示した。

なしは幸水と豊水について分析したが、品種に関わらず遊離アミノ酸組成ではアスパラギン酸の含量が高く全体の約6割を占めており、アスパラギン酸以外にはグルタミン酸、セリン、スレオニン、バリンの含量が高かった。年次間では幸水、豊水とも遊離アミノ酸の総量、各アミノ酸含量ともあまり変動がなく、品種間でも大きな違いはなかった。この遊離アミノ酸含量の結果は鈴木らの報告<sup>22)</sup>と異なっており、遊離アミノ酸総量は鈴木らの調査した品種長十郎と20世紀は150mg/100g程度であったのと比べ、幸水は50~60mg/100g程度、豊水は67mg/100g程度と含有量が低かった。これは、なしの品種によって遊離アミノ酸の総量に差が生じることが考えられた。また品種以外にも栽培条件等が影響していることが考えられた。

りんごはふじを調査したが、遊離アミノ酸組成ではアスパラギン酸の含量が高く約9割程度を占めており、これ以外にはグルタミン酸がわずかに含まれていた。年次間では遊離アミノ酸の総量が36mg~54mg/100gと少し変動が見られたが、各アミノ酸ではほとんど変動がなかった。この結果は松岡らの報告<sup>27)</sup>でのアスパラギン酸含量が高いことと類似していた。

ぶどうは巨峰とロザリオビアンコについて分析したが、品種にかかわらず遊離アミノ酸組成では、アルギニン、アラニン、 $\gamma$ -アミノ酪酸の含量が高かった。巨峰ではアラニン、アルギニン、 $\gamma$ -アミノ酪酸、プロリンの順に含量が高かったのに対し、ロザリオビアンコ

ではアルギニン含量が遊離アミノ酸組成の約6割を占めており、次にアラニン、 $\gamma$ -アミノ酪酸の順であった。この巨峰の結果は鈴木らの報告<sup>22)</sup>と類似していた。なお年次間ではいずれの品種ともあまり変動が見られなかった。

かきは水島柿、三社柿、富山干柿とも遊離アミノ酸の総量が年次により大きく変動していた。特に水島柿での変動が大きく、20mg~120mg/100gと6倍も変動していた。このことは柿の熟度がアミノ酸含量に影響するという小宮山らの報告<sup>28) 29)</sup>から、当該年次のかきの熟度がアミノ酸含量に影響しているものと考えられた。水島柿、三社柿、富山干柿いずれもシトルリン、アスパラギン酸、 $\gamma$ -アミノ酪酸の含量が高かった。なかでも富山干柿では、シトルリンと $\gamma$ -アミノ酪酸の含量が高くなっていた。これは原料となる三社柿からの干柿製造での水分の蒸発での濃縮による増加と考えられた。

うめの遊離アミノ酸組成は、グルタミン酸、アスパラギン酸、セリン、 $\gamma$ -アミノ酪酸の含量が高かったが、総遊離アミノ酸含量は少なかった。年次間では遊離アミノ酸の総量や各アミノ酸の含量もあまり変動していなかった。この結果は松岡らの報告<sup>30)</sup>と類似していた。

ゆずは、果皮と果汁に分けて遊離アミノ酸組成を調査した。果皮は、プロリン、アスパラギン酸、グルタミン酸、アラニン、 $\gamma$ -アミノ酪酸の含量が高かった。果汁は、プロリン、グルタミン酸、セリン、 $\gamma$ -アミノ酪酸、アラニンの含量が高く、果皮と果汁の遊離アミノ酸組成はかなり類似していた。果皮と果汁では遊離アミノ酸の総量がかなり異なっており、果皮に比べて果汁が多かった。年次間では果汁はあまり変動していなかったが、果皮は年次により遊離アミノ酸の総量や各アミノ酸含量に変動が見られた。このゆず果汁の結果は門家らの報告<sup>31)</sup>と類似していた。

表6 果実類の遊離アミノ酸組成について

品目	分類	試料採取日 (年/月/日)	平均重量 (g/個)	廃棄率 (%)	水分 (g/100g)	Asp	Thr	Ser	Glu	Gly	Ala	Cit	Val	Cys	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	γ-ABA	Trp	Lys	His	Arg	Pro	合計	備考	
																												mg/100g
H17なし (幸水)	可食部	2005/8/19	329	24.1*	87.3	32.4	2.6	4.8	5.7	0.3	2.8	0.7	4.3	0.0	0.5	1.7	1.1	0.0	0.6	1.1	0.0	0.7	0.0	0.8	0.0	59.9	*果皮、 しん部	
H18なし (幸水)	可食部	2006/8/24	331	21.4*	86.8	23.1	3.0	4.6	2.5	0.2	2.5	0.0	4.5	0.0	0.8	2.6	1.9	0.1	1.4	0.2	0.0	0.2	0.7	0.3	1.9	50.6	*果皮、 しん部	
H17なし (豊水)	可食部	2005/9/9	494	21.7*	86.9	43.0	2.7	4.0	5.3	0.2	1.5	0.3	4.0	0.0	1.0	1.9	1.2	0.0	0.6	0.2	0.0	0.6	0.0	0.3	0.0	66.6	*果皮、 しん部	
H18なし (豊水)	可食部	2006/9/11	489	25.7*	86.9	40.8	3.0	4.6	5.5	0.1	1.6	0.0	4.1	0.0	1.3	1.9	1.1	0.1	0.5	0.1	0.0	0.4	0.2	0.1	1.2	66.6	*果皮、 しん部	
H17りんご (ふじ)	可食部	2005/11/29	455	18.7*	85.4	46.5	0.4	1.9	3.3	0.1	0.7	0.0	0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	54.4	*果皮、 しん部
H18りんご (ふじ)	可食部	2006/11/30	376	17.1*	85.2	32.4	0.2	0.7	1.9	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.2	*果皮、 しん部
H17ぶどう (巨峰)	可食部	2005/9/9	324	21.9*	83.1	5.8	4.2	5.6	9.1	1.1	39.1	1.0	2.5	0.0	0.4	0.8	1.9	1.5	1.8	17.2	0.0	0.5	1.5	27.1	14.2	135.4	*果皮、 種子	
H18ぶどう (巨峰)	可食部	2006/9/4	489	17.2*	80.7	4.9	5.0	6.9	7.4	0.8	41.4	0.9	2.6	0.3	0.5	1.0	2.1	1.4	1.7	14.7	0.0	0.4	1.4	23.5	14.0	131.0	*果皮、 種子	
H17ぶどう (明眸ピアン)	可食部	2005/9/12	666	13.1*	83.2	9.0	5.1	4.3	9.0	0.4	10.8	6.8	2.2	0.0	0.0	0.9	2.5	0.8	1.7	9.5	0.0	1.3	3.1	119.2	5.8	192.4	*果皮、 種子	
H18ぶどう (明眸ピアン)	可食部	2006/9/14	646	11.9*	82.7	6.0	4.7	3.5	5.9	0.3	8.6	4.6	1.8	0.0	0.2	1.0	2.3	0.9	1.8	8.0	0.0	0.6	2.1	90.9	6.8	150.0	*果皮、 種子	
H17かき (水島)	可食部	2005/10/13	138	25.1*	84.6	9.7	5.3	2.1	8.0	0.7	1.3	67.9	2.8	1.6	0.0	2.0	2.3	1.2	1.9	10.0	1.8	0.0	1.3	2.1	0.0	121.9	*果皮、 種子、 へた	
H18かき (水島)	可食部	2006/10/13	160	21.4*	84.0	3.9	0.5	0.6	1.4	0.4	0.6	8.6	0.5	0.2	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	20.5	*果皮、 種子、 へた	
H17かき (三社)	可食部	2005/11/17	327	18.4*	82.0	14.2	11.2	6.8	7.9	1.0	2.7	72.3	6.4	0.5	0.0	4.3	5.0	3.2	6.1	7.3	4.7	0.4	2.1	9.7	1.0	166.7	*果皮、 種子、 へた	
H18かき (三社)	可食部	2006/11/8	286	14.2*	81.6	8.6	4.0	2.5	2.2	0.5	1.1	29.3	1.5	0.0	0.0	0.8	0.9	0.8	1.4	5.1	2.7	0.1	0.6	5.1	0.0	67.2	*果皮、 種子、 へた	
H17富士干柿	可食部	2005/12/27	51.9	11.3*	31.4	29.5	26.8	19.6	3.7	4.6	16.3	139.1	22.6	0.0	1.1	10.7	13.4	7.1	15.7	43.6	9.0	0.9	3.1	18.2	7.0	392.2	*種子、 へた	
H18富士干柿	可食部	2006/12/18	58.5	8.4*	29.7	17.1	16.3	12.3	3.8	4.0	19.2	92.9	9.3	1.2	0.0	5.7	7.5	4.2	11.2	34.5	10.4	0.8	1.7	13.0	7.6	272.8	*種子、 へた	
H17うめ (箱種)	未熟果	2005/6/13	17.8	17.2*	90.5	7.6	1.9	5.8	8.3	0.2	1.9	0.0	1.6	0.0	0.0	1.3	0.9	0.2	0.3	3.9	0.5	0.2	0.8	0.3	4.1	39.8	*核	
H19うめ (箱種)	未熟果	2007/6/11	18.0	18.7*	91.0	10.6	2.7	7.6	10.6	0.3	3.6	0.0	1.7	0.0	0.2	1.4	1.2	0.2	0.4	5.9	0.0	0.2	0.7	0.8	1.7	49.8	*核	
H17ゆず	果皮	2005/12/13	147 (全果)	0	83.5	16.1	0.8	7.1	12.8	0.4	8.9	0.0	0.7	0.0	0.0	0.3	0.4	0.7	0.0	6.1	0.0	0.5	0.0	3.9	46.5	105.1	果皮42.5%、 果汁28.8%	
H19ゆず	果皮	2007/11/20	125 (全果)	0	82.1	21.4	1.6	10.8	21.7	0.9	11.4	0.0	0.7	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.4	12.2	0.0	0.2	0.0	4.1	76.5	162.1	果皮38.4%、 果汁21.7%	
H17ゆず	果汁	2005/12/13	147 (全果)	0	90.6	88.7	2.4	27.0	41.0	1.8	25.2	0.0	1.9	0.0	0.0	0.8	0.8	0.6	1.1	23.4	0.0	0.9	0.5	8.1	68.4	292.5	果皮42.5%、 果汁28.8%	
H19ゆず	果汁	2007/11/20	125 (全果)	0	91.1	91.1	2.3	27.8	49.0	1.9	25.3	0.0	3.6	0.0	0.0	0.8	0.8	0.0	1.4	28.2	0.0	1.0	0.0	12.3	70.8	316.1	果皮38.4%、 果汁21.7%	



## 要 約

富山県内産農産物、①穀類（コシヒカリ、てんたかく、大麦、そば、いなきび）、②いも類（さといも）、③豆類（エンレイ、オオツル、丹波黒大豆）、④種実類（ぎんなん）、⑤野菜類（宿根そば、ふじまめ、ほうきぎ、ぎょうじゃにんにく、たけのこ、ねぎ、かぼちゃ、入善ジャンボ西瓜、早生大かぶ、赤かぶ）、⑥果実類（なし（幸水、豊水）、りんご（ふじ）、ぶどう（巨峰、ロザリオビアンコ）、かき（水島柿、三社柿、富山干柿）、うめ、ゆず）の遊離アミノ酸組成を明らかにした。

## 文 献

- 1) 桜井芳人編：食品総合辞典，（同文書院，東京）p26（1990）。
- 2) 柴田考行：脳損傷急性期における脳循環・代謝についての実験的研究，脳と神経，19，231（1967）。
- 3) 園田久泰：乳酸菌発酵由来 $\gamma$ -アミノ酪酸の機能性～更年期障害及び初老期精神障害に対する効果～，FOOD Style21，5，92（2001）。
- 4) T. Hayashi et al. : Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 102 (38), 13681 (2005).
- 5) M. P. Koeners, et al. : Hypertension., 50 (6), 1077 (2007).
- 6) 西村敏英：カルノシンとアンセリン—スポーツ用機能性素材として，FOOD Style21, 12 (8), 53 (2008).
- 7) 佐藤三佳子：食肉中に含有されるイミダゾールジペプチド：カルノシン/アンセリン，昭和女子大学大学院生活機構研究科紀要，17，195（2008）。
- 8) 川田陽子：L-オルニチンの肝機能への改善作用，FOOD Style21，11（11）65（2007）。
- 9) 柴崎剛：アミノ酸，L-オルニチンの機能を探る：疲労、肌質の改善効果にサプリメントとしての有用性，化学と生物，45（5），309（2007）。
- 10) 五訂日本食品標準成分表分析マニュアルの解説（財）日本食品分析センター編，中央法規（2001）。
- 11) 新・食品分析法分析法（日本食品科学工学会新・食品分析法編集委員会編），光琳（1996）。
- 12) 岡崎正一、沖佳子：農化，35，194（1961）。
- 13) 後藤昌弘、村上讓、山中博之：赤米とコシヒカリ、ミネニシキの物理・化学的性質ならびに食味の比較，食科工，43，821（1996）。
- 14) 山口武視、一岡愛子、田中朋之、中野淳一：有機米における栽培履歴と発芽玄米中 $\gamma$ -アミノ酪酸含量との関係，日本作物学会中国支部研究集録，46，14（2005）。
- 15) Mustafa A. et al. : Analysis of free amino acids in creal products, Food Chemistry, 105, 317 (2007).
- 16) 松下アヤコ：穀類の遊離アミノ酸含量に関する研究。第Ⅱ報，熊本女子大学学術紀要，1，11（1992）。
- 17) 進藤久美子ら：寒ざらし処理によるソバの成分変化，食科工，48（6），449（2001）。
- 18) 村上賢治ら：サトイモの体細胞雑種の形態的特性および球茎品質，岡山大学農学部学術報告，95，13（2006）。
- 19) 水野時子ら：大豆の水浸漬による遊離アミノ酸の変動，家政学会誌，53（12），1197（2002）。
- 20) Mapelli, S. et. al. : Free amino acids in wanut kernels and young seedling, Tree Physiology, 21, 1299 (2001).
- 21) Durzan, D. J. : Free amino acid and protein nitrogen in the pistachio, Adv. Hort. Sci., 8, 115 (1994).
- 22) 鈴木忠直ら：果実野菜とその加工品の遊離アミノ酸含量とアミノ酸パターン類似性について，食品総合研究所報告，31，42（1970）。
- 23) 望月恵美子ら：にんにく製品の判別法に関する検討（2），山梨県衛公年報，39，15

(1995).

- 24) 大久長範ら：ネマガリタケと孟宗タケノコの遊離アミノ酸比較, 宮城大学食産業学部紀要, 2 (1), 57 (2008).
- 25) 松下アヤコ：大豆、小豆、かぼちゃおよびきゅうりの成熟過程における遊離アミノ酸含量の変化に関する研究, 栄養と食糧, 17 (6), 76 (1965).
- 26) 稲富秀夫ら：明治大学農学部研究報告, 21, 23 (1967).
- 27) 松岡徹夫ら：リンゴのアミノ態窒素含量と遊離アミノ酸組成, 食品総合研究所報告, 37, 83 (1980).
- 28) 小宮山美弘ら：果実類の熟度と貯蔵条件に基づくアミノ酸組成の特徴, 山梨食工指報告, 18, 23 (1986).
- 29) 小宮山美弘ら：渋ガキの遊離アミノ酸組成と干柿製造工程中のその変化, 山梨食工指報告, 18, 45 (1986).
- 30) 松岡徹夫ら：ぶどう、もも、うめおよびメロンのアミノ態窒素含量と遊離アミノ酸組成, 食品総合研究所報告, 46, 102 (1985).
- 31) 門家重治ら：県産かんきつ果汁の高品質化に関する研究 (第1報), 愛媛県工業技術センター研究報告, 28, 35 (1990).

# 富山県の自然界からの酒造用酵母分離と それを利用した清酒の開発

中川 秀幸

(2010年1月20日受理)

富山の酒は、特に淡麗辛口の酒として知られ、吟醸酒、本醸造酒などの特定名称清酒の構成割合が高いなどの特徴があるといわれている。清酒の消費量は年々減少する傾向にあるが、味や香りなどに新しい特徴を持った製品の売り上げの伸びは期待されている。そこで、富山県や地域のイメージにマッチした清酒の開発を目的として、酒造に適した酵母を県内各地から採取し、その酵母を使って香味に優れた清酒の製品化を図ったので報告する。

## 試料および実験方法

### 1. 酵母の分離源

県内の様々な花および海洋深層水から酵母を採取した。分離源は表1に示す、①中部山岳国立公園弥陀ヶ原の高山植物52検体、②砺波市のチューリップ公園等のチューリップ137検体、③南砺市の井口椿公園の椿110検体、④富山湾の海洋深層水200Lとした。なお、サ

表1 自然界からの酵母分離の概要

分離源	採取時期	場 所	試料数
高山植物	平成15年 8月	中部山岳国立公園 弥陀ヶ原高原	52検体
チューリップ	平成16年 5月	砺波市チューリップ公園 および園場	133種 137検体
椿	平成17年 4月	南砺市井口椿公園	52種 110検体
海洋深層水	平成17年 2月	滑川市海洋深層水分水施設 アクアポケット	200L

ンプリングした花は、現地が無菌的に採取し、滅菌水に入れて、冷蔵して実験室に持ち帰った。また、高山植物の場合は、森林管理署の許可を得た上で、花を直接採取せずに滅菌した綿棒での拭き取り法により、微生物を採取

した。海洋深層水は、70%アルコールで殺菌し、更に滅菌水で洗浄した20L容のポリタンクに無ろ過の原水を採取した。

### 2. 酵母の分離・選抜と醸造特性評価

#### (1) 濃縮および集積培養

集積培養は、麴糖化液を用いて行った。麴糖化液は、麴の重量に対し、4倍量の水を加えて60℃で一晩糖化、ろ過の後にボーメ5、pH5.5に調整して用いた。この25mlの麴糖化液の集積培養培地に採取した花および滅菌水を加えて25℃で約1週間静置培養した。海洋深層水は、約20Lずつを滅菌した直径5cmの0.45~2.0 $\mu$ mのメンブレンフィルターによるろ過を行い、菌体の濃縮を行った。ろ過終了後、メンブレンフィルターを取り出し、集積培養培地にそのまま添加した。なお、メンブレンフィルター、ガラスろ過器および培地は、121℃で15分間加圧加熱殺菌してから用いた。

#### (2) 酵母の分離

約1週間の静置培養後の培養液のアルコール分を測定し、概ね1%以上のアルコール生成のあった集積培養液を適宜希釈し、ポテトデキストロース寒天（以下、PDA）平板培地に塗抹し、25℃で2~3日培養した。生育した単一コロニーを釣菌し、更にPDA平板培地に画線塗抹した。これを繰り返し純粋化したものをPDA斜面培地に接種し、25℃で培養後、5℃で冷蔵保存した。

#### (3) アルコール生成試験による選抜

121℃で15分間加圧加熱殺菌したボーメ5、pH5.5の麴糖化液の培地に分離保存した酵母を1白金耳接種し、15℃で一晩培養

後に乾燥麴（精米歩合70%，日本晴）を培地に対し重量比約20%加え、更に2週間培養した後、もろみを遠心分離した上清をアルコール分析に供した。その結果において、概ね5%以上のアルコール生成のあった菌株を以下の小仕込み試験に供した。

(4) 小仕込み試験

仕込み配合を表2に示した。なお、麴に

表2 仕込み配合

	酒母	初添	留添	計
総米 (g)	60	270	670	1000
掛米 (g)	0	180	520	700
麴 (g)	60	90	150	300
汲水 (ml)	100	500	1100	1700

掛米：60% α米 麴：60% 乾燥麴 発酵温度：15℃

は乾燥麴吟醸用（精米歩合60%，山田錦）、掛米にはα化米（精米歩合60%，日本晴）を用いた。仕込方法は酵母仕込-前日水麴法、2段仕込とし、発酵温度を15℃（一定）とした。発酵経過は、容器ごともろみの重量を量り、炭酸ガス減量を求めた。

(5) 試験醸造酒の分析と評価

アルコール分、酸度、アミノ酸度は国税庁所定分析法<sup>1)</sup>に準じて行った。アルコール分はガスクロマトグラフ法により測定した。有機酸は島津製作所の有機酸分析システムにより分析した。試験醸造酒の酒質については官能評価を行った。官能評価は、金沢国税局鑑定官および県酒造組合員の協力を得て行った。

(6) キラー性の有無の確認

選定した酵母の協会清酒7、9、14号酵母を対象に対するキラー性の有無を大内ら<sup>2)</sup>の方法を用いて調べた。すなわち、グルコース2%、酵母エキス1%、ポリペプトン1%のYEPD培地90mlにpH4.5の1Mクエン酸-リン酸緩衝液10mlを混合し、0.03%のメチレンブルーと2.5%の寒天を添加した平板培地に協会酵母を画線接種し、それと交叉するように供試菌株を画線接種して培養して生育の阻害、死滅をメチレン

ブルー染色により確認する方法によった。

実験結果及び考察

1. 酵母の分離選抜

高山植物より、集積培養した場合のアルコール生成の結果を図1に示した。これらの中で概ね5%以上のアルコール生成のあった菌株から、さらに分離した酵母を用いたアルコール生成試験の結果を図2に示した。また、チューリップより集積培養した場合のアルコール生成の結果を図3に示した。これらの中で概ね5%以上のアルコール生成のあった菌株から、さらに分離した酵母を用いたアルコール生成試験の結果を図4に示した。次いで、椿より集積培養した場合のアルコール生成の結果を図5に示した。これらの中で概ね0.5%以上のアルコール生成のあった菌株から、さらに分離した酵母を用いたアルコール生成試験の結果を図6に示した。また、海洋深層水よりメンブレンフィルターに捕集し、集積培養した場合のアルコール生成の結果を図7に示した。これらの中で概ね0.3%以上のアルコール生成のあった菌株から、さらに分離した酵母を用いたアルコール生成試験の結果を図8に示した。この様にアルコール生成を指標に選抜し、これを繰り返した結果、通常の清酒のアルコール濃度の15%程度に達する株を分離することが可能であった。また、これら

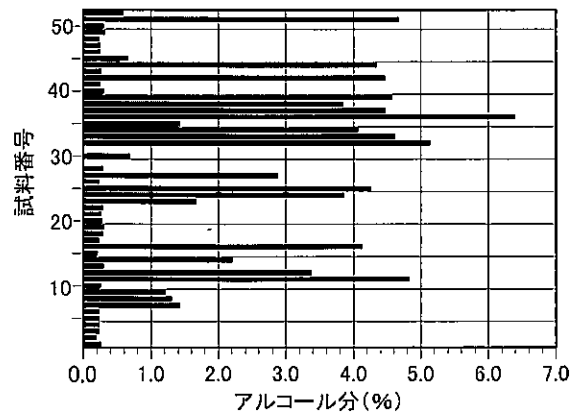


図1 集積培養におけるアルコール生成 (高山植物)

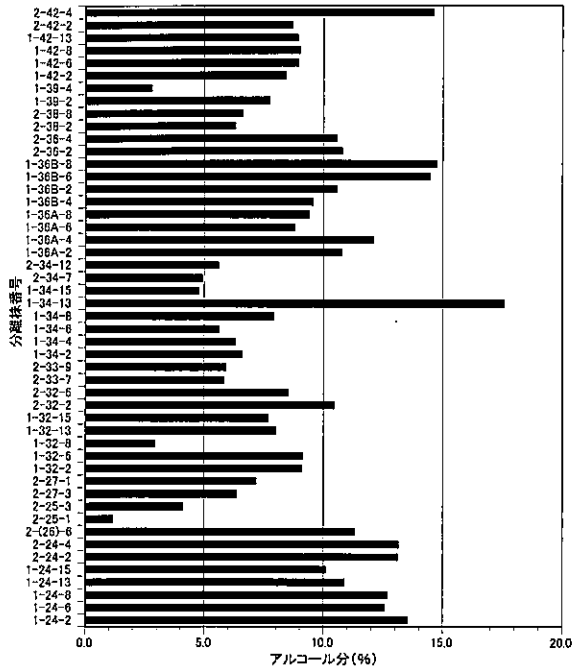


図2 分離株のアルコール生成 (高山植物)

4

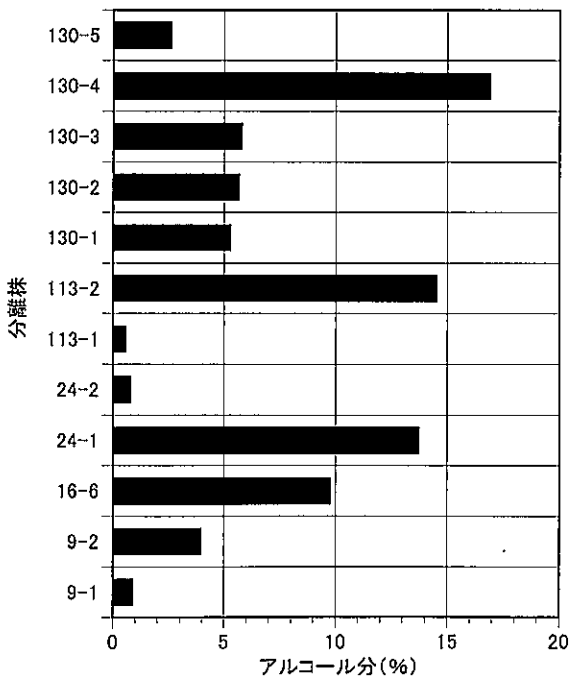


図4 分離株のアルコール生成 (チューリップ)

3

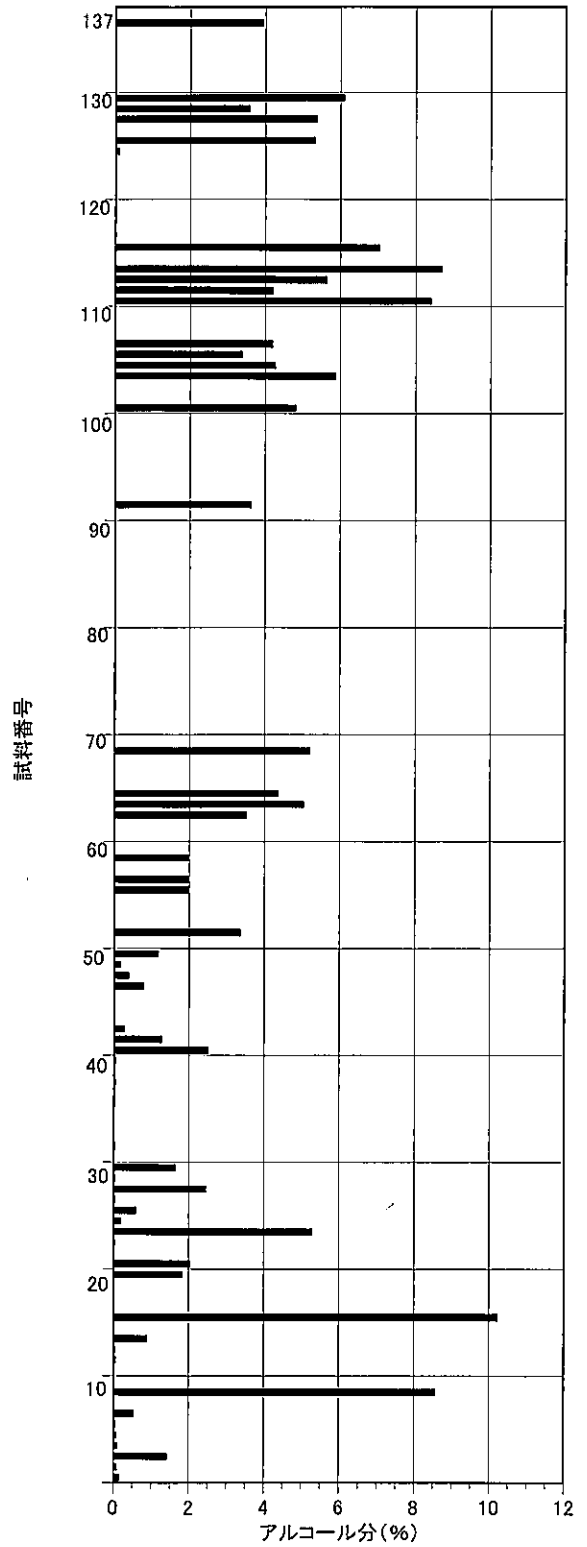


図3 集積培養におけるアルコール生成 (チューリップ)

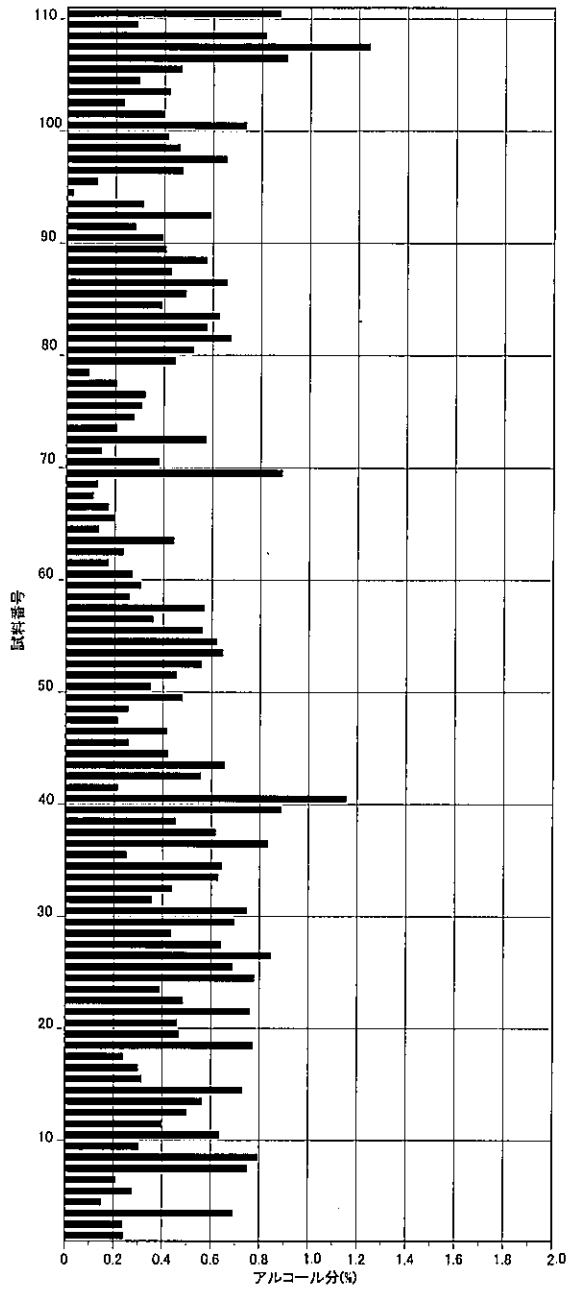


図5 集積培養におけるアルコール生成(棒)

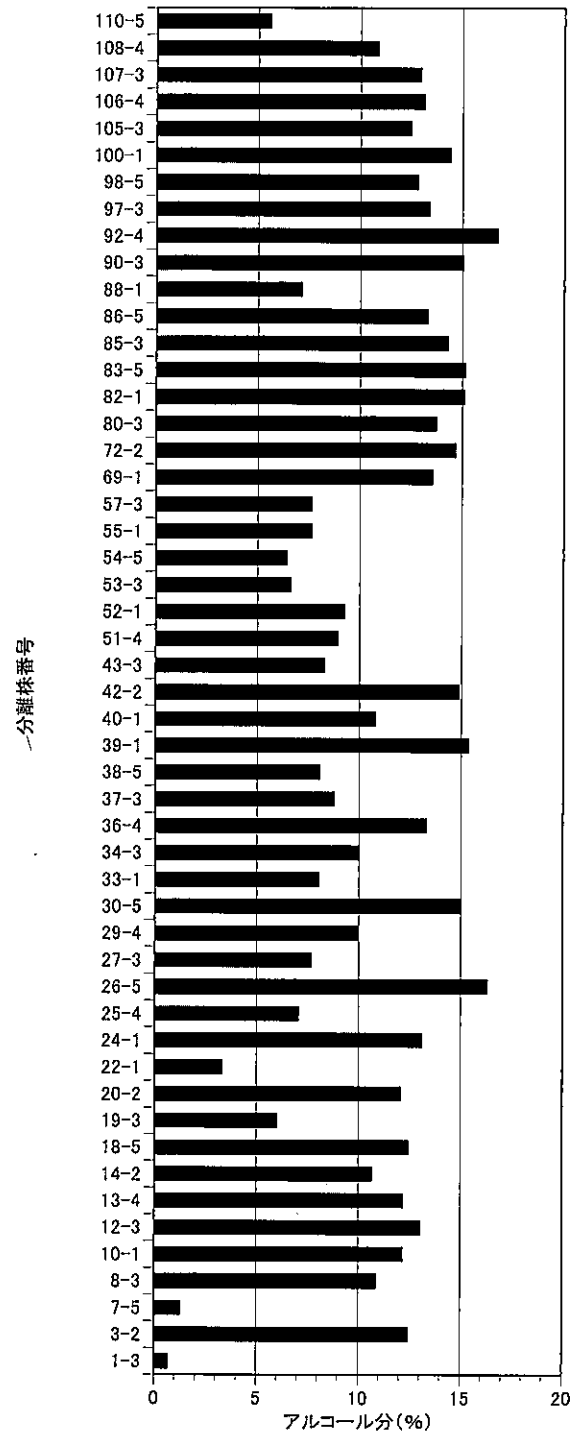


図6 分離株のアルコール生成(棒)

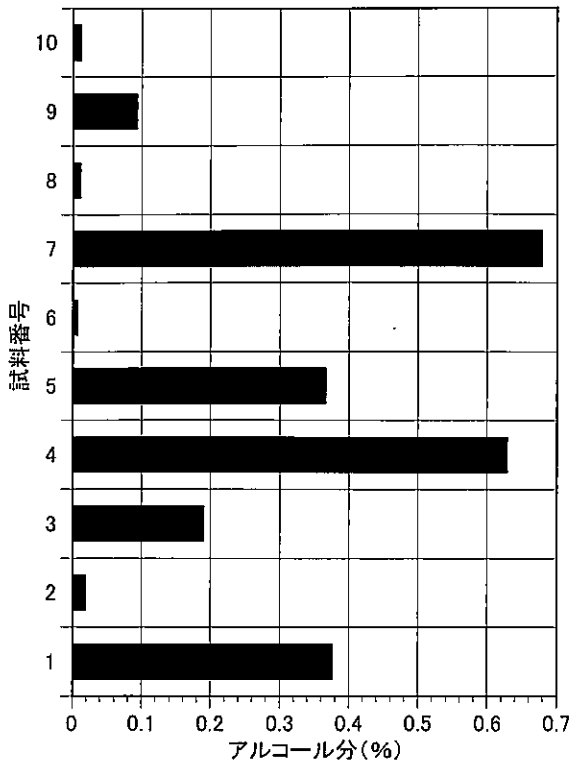


図7 集積培養におけるアルコール生成 (海洋深層水)

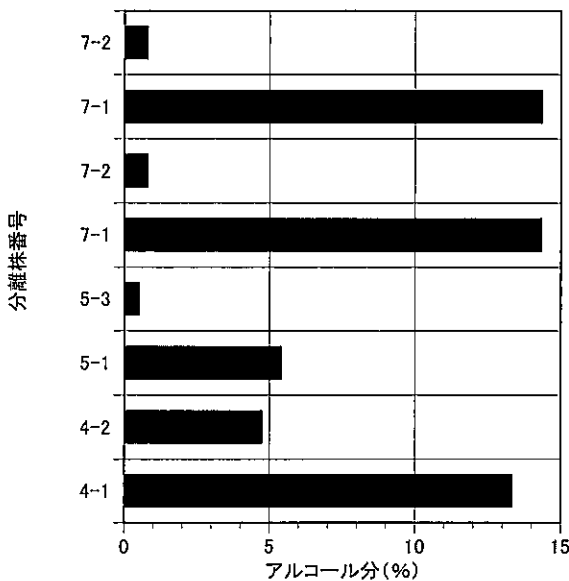


図8 分離株におけるアルコール生成 (海洋深層水)

の分離酵母を、エタノール生成能が高いことに加え、(1)酢酸エチル臭などの異臭が認められない、(2)産膜しないなどを基準に選抜し、これを繰り返し試験した。

2. 試験醸造と品質評価

分離・選抜した酵母を使って小仕込み試験

を実施し、官能評価による品質評価により酵母を選定した。官能評価は、香味に優れ、かつ香味が分離源および分離した地域のイメージにマッチしていることを主な基準とした。その結果、高山植物52試料から220株の酵母を分離し、「タテヤマウツボグサ」を分離源とする1株を最終的に現地実用化試験用酵母に選定した(以下、高山植物酵母)。チューリップ133種137検体からは、332株の酵母を分離し、品種「キャンドルライト」を分離源とする1株を選定した(以下、チューリップ酵母)。また、椿の花52種110検体から226株を分離し、「旭光」を分離源とする1株を選定した(以下、椿酵母)。また、海洋深層水200Lからは、4株を分離し、1株を選定した(以下、海洋深層水酵母)。

なお、これらの選定した酵母は、協会清酒7、9、1401号酵母の他の主要な醸造用酵母に対するキラー性がないことを確認した。

選定したこれらの酵母による小仕込み試験の醸造結果について、発酵経過を図9および試験醸造酒のアルコール分、酸度、アミノ酸度を表3に示した。また、試験醸造酒の有機酸組成を表4および図10に示した。

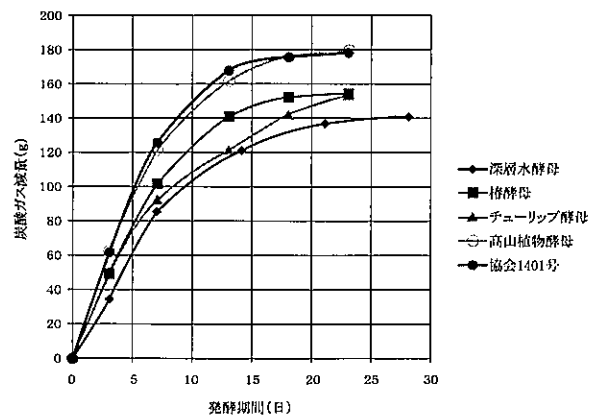


図9 小仕込み試験における各酵母の発酵経過

表3 分離酵母を用いた試験醸造酒の一般成分

酵母の種類	アルコール分 (%)	酸度 (ml)	アミノ酸度 (ml)
高山植物酵母	19.2	6.2	2.1
チューリップ酵母	16.2	5.1	2.2
椿酵母	17.1	4.1	2.8
海洋深層水酵母	14.8	3.8	2.7
協会1401号(対照)	20.1	3.5	3.3

表4 分離酵母を用いた試験醸造酒の有機酸組成

成分	有機酸 (mg/100ml)						
	クエン酸	ピルビン酸	コハク酸	リンゴ酸	酢酸	乳酸	計
高山植物	12.4	0	53.7	39.3	19.4	98.7	223.5
チューリップ	13.2	12.4	50.2	58.4	26.2	37.2	197.6
椿	12.7	4.9	41.7	35.4	7.6	46.7	149.0
海洋深層水	18.1	0	103.5	22.8	21.9	32.6	198.9
協会1401号(対照)	9.5	10.7	33.7	22.8	0	34.6	111.3

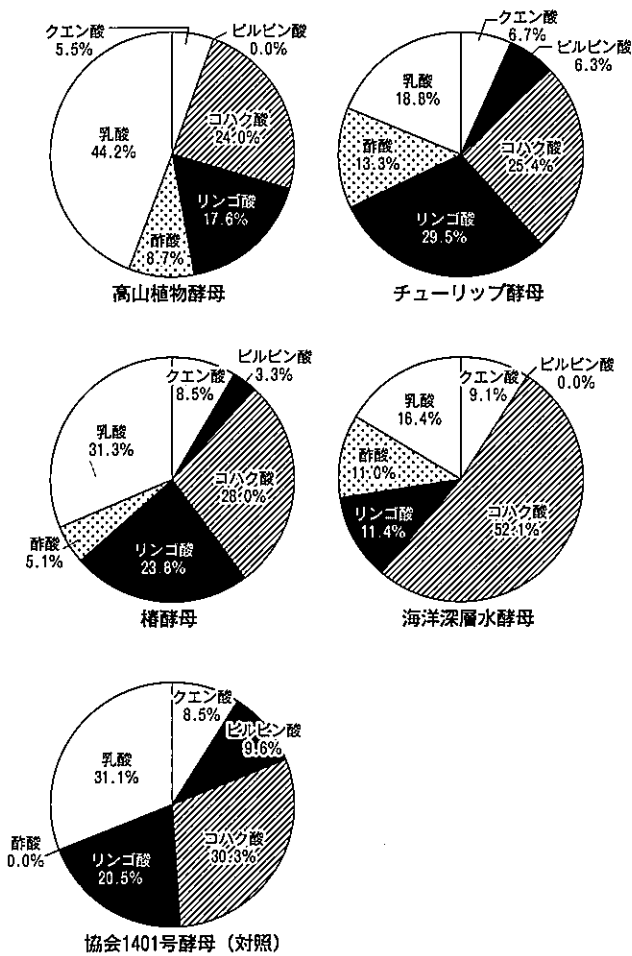


図10 分離酵母を用いた試験醸造酒の有機酸組成比

高山植物酵母では、発酵の立ち上がりも速く、対照の協会酵母に匹敵する20%前後のアルコール濃度に到達することが可能であった。椿およびチューリップ酵母では、ともに16~17%のアルコール濃度に達したが、発酵の立ち上がりは椿酵母の方が比較的速かった。海洋深層水酵母では、他の酵母に比べてアルコール発酵が緩慢で、到達したアルコール濃度は15%前後にとどまった。製成酒の酸度は、


対照の協会1401号酵母の3.5mlに対して海洋深層水酵母が3.8ml、椿酵母で4.1mlであったが、チューリップ酵母5.1ml、高山植物酵母6.2mlと比較的多酸であった。有機酸組成は、高山植物酵母では、総有機酸量が223.5mg/100mlと4酵母の中で最も多かった。その組成は、乳酸が主体で全体の44.2%を占めたが、次いでコハク酸が24.0%と多かった。チューリップ酵母の総有機酸量は197.6mg/100mlで海洋深層水酵母とほぼ等しい値であったが、リンゴ酸の割合が29.5%と最も高いのが特徴的で、コハク酸25.4%、乳酸18.8%の順であった。椿酵母では、総有機酸量は149.0mg/100mlと4酵母の中で最も低かった。その組成は、乳酸31.3%、コハク酸28.0%、リンゴ酸23.8%と続き、対照の協会1401号と近い比率であった。また、チューリップ酵母とは、逆の組成比順であった。海洋深層水酵母では、総有機酸量198.9mg/100mlであったが、コハク酸主体で52.1%と特に割合が非常に高かった。残りは、乳酸16.4%、リンゴ酸と酢酸は、約11%とほぼ等量含まれていた。クエン酸は、どの酵母も約5から10%程度であった。クエン酸量としては、海洋深層水酵母で18.1mg/100mlと最大であった。

3. 分離酵母を用いた製品の開発

県内酒造メーカーで、これらの酵母を用いた実用化仕込みを行った。その結果、(1)高山植物酵母では、高原をイメージした淡麗な味わいで軽快な吟醸香に優れた吟醸酒が、(2)チューリップ酵母では、花の香りを持ち、日本酒のやわらかさと果実酒の爽やかな酸味を融合した純米吟醸酒が、(3)椿酵母は椿の花様の甘い香りを有する吟醸酒が、(4)海洋深層水酵母では、すっきりと辛口ながらも、ふわりとした独特の吟醸香で、これまでの花酵母にはみられない独特の香味を備えた純米吟醸酒が、それぞれ得られ、これらは図11に示すとおり、商品化された。




**製品の概要 (高山植物)**  
 商品名 「北アルプス弥陀ヶ原高原の「うつぼ草」の花酵母で造ったお酒」




吟醸酒  
 アルコール分 15度～16度  
 日本酒度 +12  
 原料米 雄町 (特別栽培米)  
 原料米の精米歩合 50%  
 香味の特徴  
 淡麗な味わいで軽快な吟醸香に優れた吟醸酒

**製品の概要 (チューリップ)**  
 商品名 「咲いた咲いた」




純米吟醸酒  
 アルコール分 14度～15度  
 日本酒度 -11  
 原料米 雄山錦  
 原料米の精米歩合 55%  
 香味の特徴  
 花の様な香りで、日本酒のやわらかさと程よい甘み、果実酒の爽やかな酸味が特徴の新感覚の清酒

**製品の概要 (椿)**  
 商品名 「萌 (めぐみ)」



純米吟醸酒  
 アルコール分 14度～15度  
 日本酒度 -11  
 原料米 富山県産山田錦  
 原料米の精米歩合 50%  
 香味の特徴  
 椿の花のような甘い香りと、米の旨みが生きている純米吟醸酒

**製品の概要 (海洋深層水)**  
 商品名 「海の恵み」



純米吟醸酒  
 アルコール分 15度～16度  
 日本酒度 +7  
 原料米 雄山錦  
 原料米の精米歩合 55%  
 香味の特徴  
 すっきりと辛口ながらも、ふわりとした独特の吟醸香が特徴

図11 実用化された各製品の概要

要 約

- (1) 高山植物、県花チューリップ、地域の花椿、海洋深層水など、県内の豊かな自然から酵母を採取した。
- (2) これらの中から、アルコール生成が高く、香味が良好などの清酒醸造に適した酵母を分離・選抜し、さらに官能評価等により、それぞれ1株ずつを実用化酵母として選定した。県内の酒造メーカーと協力し、これらの酵母を用いた香味が分離源およびその地域等のイメージにマッチした個性豊かな清酒を開発し、商品化した。
- (3) 高山植物では、52試料から220株の酵母を分

- 離し、これらの中から「タテヤマウツボグサ」を分離源とする1株を選定した。この酵母を用いて、高原をイメージした淡麗な味わいで軽快な吟醸香に優れた吟醸酒が製品化された。
- (4) チューリップ133種137検体からは、332株の酵母を分離し、品種「キャンドルライト」を分離源とする1株を選定した。この酵母を用いて、花の香りを持ち、日本酒のやわらかさと果実酒の爽やかな酸味を融合した純米吟醸酒が製品化された。
- (5) 椿の花51種110検体から226株を分離し、「旭光」を分離源とする1株を選定した。この酵母を用いて、椿の花様の甘い香りを有する吟醸酒が製品化された。
- (6) 海洋深層水200Lからは、4株を分離し、1

株を選定した。この酵母を用いて、すっきりと辛口ながらも、ふわりとした独特の吟醸香で、これまでの花酵母にはみられない独特の香味を備えた純米吟醸酒が製品化された。

## 文 献

- 1) 注解編集委員会編：第四回改正国税庁所定分析法注解，日本醸造協会（1993）.
- 2) 大内弘造、川島 宏：醸協，69（9），629-630（1974）.

# 富山県内産特産物を利用したパンの開発

池川 志穂

(2010年1月20日受理)

近年食生活の多様化に伴い製パン業界においては、もちもち感やさっくり感を持つ製品や特徴のある製品が消費者の嗜好に合い好評である。

そこで県内産特産物を添加することにより、これまでの製造工程を大きく変えることなく、既存の設備で簡易に消費者の嗜好に合ったパンを開発することを試みた。添加する特産物は、柔らかくて粘りがあり、ある程度の澱粉質を含むものとして里芋(主な産地:南砺市、上市町、滑川市、作付面積161ha、収穫量1,740t<sup>1)</sup>)と自然薯(主な産地:氷見市、富山市)を選んだ。これらを、生のままあるいは茹でてペースト状にして各々小麦粉に混ぜ込み、製パンした場合のパンの品質を検討した。

## 試料及び実験方法

### 1. 原材料

- (1) 小麦粉 (カメラア:日清製粉)
- (2) 富山県内産特産物

里芋(産地:上市町)、自然薯(産地:氷見市)

### 2. 里芋、自然薯の前処理

#### (1) 里芋

茹でて皮をむき、粗熱を取った後スピードカッターでペースト状にした。

#### (2) 自然薯

生のまま皮をむき、スピードカッターでペースト状にした。

### 3. 製パン方法

パン材料の基本配合割合を表1に示した。里芋については、里芋に含まれる澱粉で小麦粉の0(対照)、5、8、10%を置換(水

表1 パン材料の基本配合割合

原料名	重量(g)	配合率(%)	備考
小麦粉	250.0	100.0	
イースト	2.8	1.1	ドライイースト、予備発酵
砂糖	17.0	6.8	一部予備発酵で使用
食塩	5.0	2.0	
ショートニング	10.0	4.0	
脱脂粉乳	6.0	2.4	
水	180.0	72.0	一部予備発酵で使用
計	470.8	190.0	

分を含む重量比では、小麦粉に対し0(対照)、60、99、126%の里芋を添加)し、自然薯については、自然薯に含まれる糖質で小麦粉の0(対照)、5、10、15%を置換(水分を含む重量比では、小麦粉に対し0(対照)、21、45、72%の自然薯を添加)した。製パンは自動ホームベーカリー(松下電器産業(株)製SD-BT103型、以下HB)を用いて行った。小麦粉及びその他副原料(イースト、ショートニング、水を除く)は篩にかけ、適正な温度(夏場は5℃、冬場は室温)で1晩以上保存した。また、イースト溶液は、40℃の温水20ml(配合量の一部)に砂糖2g(配合量の一部)を溶解したものにドライイーストを加え、軽く混ぜた後30℃の定温器中で20分間予備発酵を行った。発酵後のイースト溶液と水(夏場は5℃、冬場は室温で1晩以上保存)及び里芋又は自然薯ペーストを小麦粉類に加え、HBによりパンを試作した(図1)。なお、混捏開始10分後にショートニングを加えた。

### 4. 測定項目

#### (1) パンの体積・比容積

パンは焼成後2時間、恒温恒湿(温度25℃、

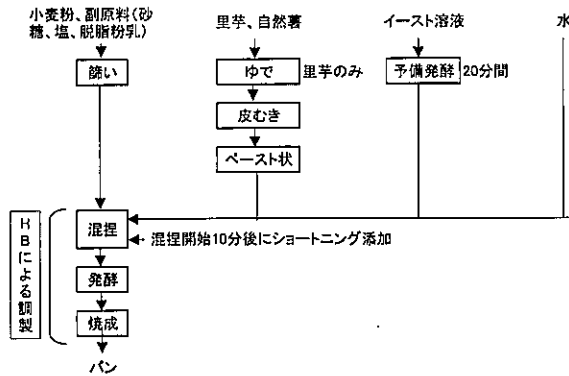


図1 製パンのフローチャート

湿度40%、以下保存は全て同条件）室で放冷し、その後乾燥しないように保存容器（ヒストパック：L-5）に入れ、恒温恒湿室で保存した。焼成後約24時間後に菜種法で体積を測定し、体積を重さで除して比容積とした。

(2) パンの物性測定

焼成後約24時間または48時間恒温恒湿室で保存したパンを厚さ約2cmにスライスし、クラム（内相）の4cm×4cmを切り出して物性測定用試料とした。

測定は、レオナー RE-33005（楡山電製）のテクスチャー解析 Ver. 1.2で、直径40mm円盤状プランジャーを用いた70%2回圧縮法<sup>2)</sup>で行った。つまり、プランジャーで1mm/secの速度にて試料の4cm×4cmの面を厚さの70%まで圧縮し、これを2回行って、弾力性、凝集性および1回目と2回目の圧縮時の最大荷重の比を求めた（図2）。

なお、物性は試作1回の1試料につき8

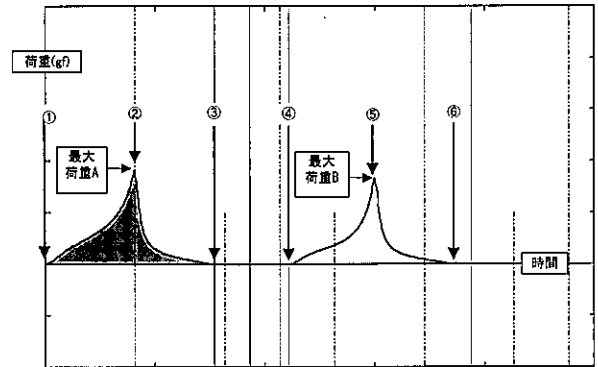


図2 テクスチャー解析の応力曲線

弾力性（距離④～⑤/①～②）  
凝集性（面積④～⑥/①～③）  
最大荷重比（最大荷重B/最大荷重A）

～12片を測定し、試作は2～4回繰り返して行った。

実験結果および考察

1. 里芋を添加したパンの品質

里芋に含まれる澱粉で小麦粉の5、8、10%を置換し、HBを用いてパンを製造した。里芋添加パンの里芋添加量と添加した里芋中に含まれる澱粉による置換割合及びパン（クラム）の水分等を表2に示した。富山県内産里芋の成分は、とやまの特産物<sup>3)</sup>の数値を用い、澱粉量は8.8g/100g、水分量は83.6g/100gとした。製パン時の加水量は、パン生地的水分が同様になるよう里芋の水分量を考慮し、対照の180gに対し、5%置換区で87g、8%置換-1区で17g、8%置換-2区で27g、10%置換区で10gに調整した。焼成後24時間保存後のパン水分は、5及び8%置換区は対

表2 里芋添加パンの里芋添加量と里芋澱粉による小麦粉の置換割合及びパンの水分（副原料は表1と同様）

		単位	対照	5%置換	8%置換-1	8%置換-2	10%置換
小麦粉量	A	g	250	237.5	230	230	225
里芋添加量	B	g	0	142	227	227	284
うち水分量	C=B×83.6%	g	0	119	190	190	237
うち澱粉量	D=B×8.8%	g	0	12.5	20.0	20.0	25.0
加水量	E	g	180	87	17	27	10
里芋澱粉による小麦粉置換割合	D/(A+D)×100	%	0	5.0	8.0	8.0	10.0
パンの水分（24hr保存後）		g/100g	45.2	45.4	44.7	45.4	47.7

照と同程度であり、10%置換区では里芋の水分のために対照より2.5g/100g高くなった。焼成後24時間保存後の比容積を図3に示した。

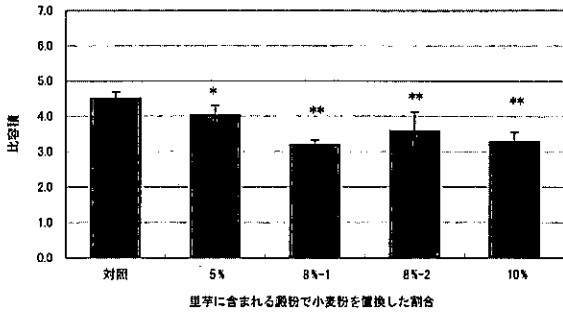


図3 里芋を添加したパンの比容積

\* : 対照と5%水準で有意差有り  
 \*\* : 対照と1%水準で有意差有り  
 n = 2 ~ 4

比容積が対照と同程度以上になったのものはなく、いずれも対照より有意に低くなった (n=2~4)。また、焼成後24及び48時間保存後に物性を測定した結果、弾力性、凝集性、最大荷重比について対照よりも有意に高くなったのものはなかった (n ≥ 16、図4、図5)。

里芋を添加したパンは、比容積、物性からみると良好な結果が得られなかったが、味については香ばしくて甘味があり、特に里芋に含まれる澱粉で小麦粉の8及び10%を置換したパンは良好と感じられた。

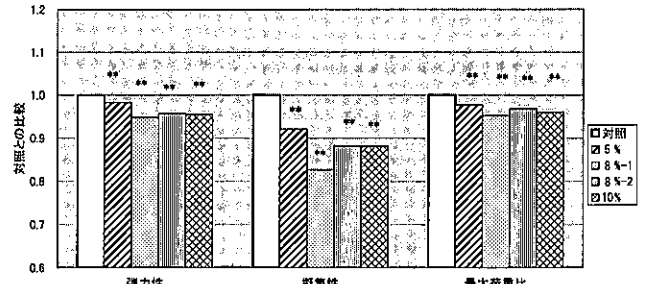


図4 里芋添加パンの物性 (24時間保存後)

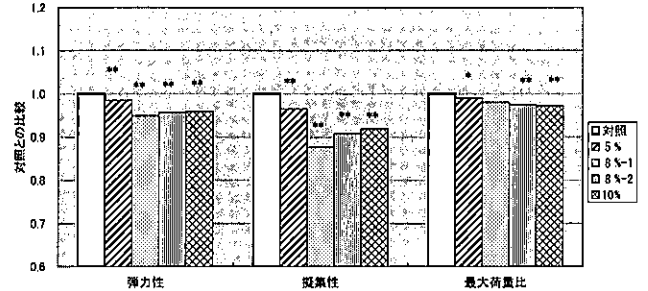


図5 里芋添加パンの物性 (48時間保存後)

\* : 対照と5%水準で有意差有り  
 \*\* : 対照と1%水準で有意差有り  
 n ≥ 16

2. 自然薯を添加したパンの品質

自然薯に含まれる糖質で小麦粉の5、10、15%を置換し、HBを用いてパンを製造した。自然薯添加パンの自然薯添加量と添加した自然薯に含まれる糖質による置換割合及びパン(クラム)の水分等を表3に示した。自然薯

表3 自然薯添加パンの自然薯添加量と自然薯糖質による小麦粉置換割合及びパンの水分 (副原料は表1と同様)

	単位	対照	5%置換	10%置換	15%置換	
小麦粉量	A	g	250	237.5	225	212.5
自然薯添加量	B	g	0	51	101	152
うち水分量	C=B×68.8%	g	0	35.1	69.5	104.6
うち糖質量	D=B×24.7%	g	0	12.6	24.9	37.5
加水量	E	g	180	158	135	114
自然薯糖質による小麦粉置換割合	D/(A+D)×100	%	0	5.0	10.0	15.0
パンの水分 (24hr 保存後)	g/100g	44.6	47.0	46.8	46.4	

の成分は、五訂日本食品標準成分表<sup>4)</sup>の数値を参考に、糖質量は炭水化物量から食物繊維量を差し引いた24.7g/100g、水分量は68.8g/100gとして計算した。製パン時の加水量は、パン生地の水分が同様になるよう自然

薯の水分量を考慮し、製パン時の加水量は対照の180gに対し、5%置換区で158g、10%置換区で135g、15%置換区で114gと調整した。焼成後24時間保存後のパン水分は、5~15%置換パンにおいて対照より1.8~2.4g/100g

高くなった。

焼成後24時間保存後の比容積については、全ての置換区で対照と同程度以上であった (n = 4、図6)。また、焼成後24及び48時間保存後に物性を測定した結果、弾力性、凝集性、最大荷重比の全てにおいて対照よりも有意に高くなったのは、5%置換パンであった。 (n ≥ 31、図7、図8)

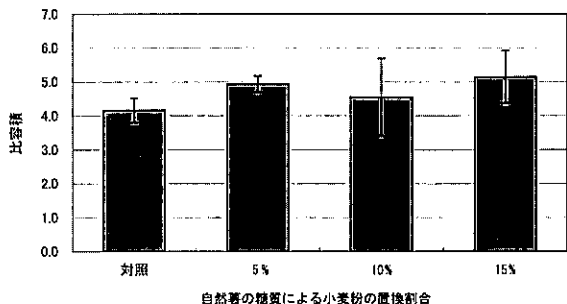


図6 自然薯を添加したパンの比容積

\* : 対照と5%水準で有意差有り  
 \*\* : 対照と1%水準で有意差有り  
 n = 4

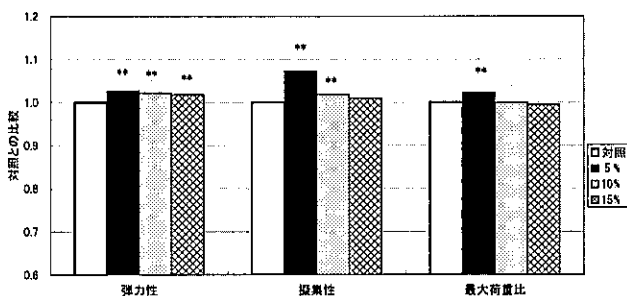


図7 自然薯添加パンの物性 (24時間保存後)

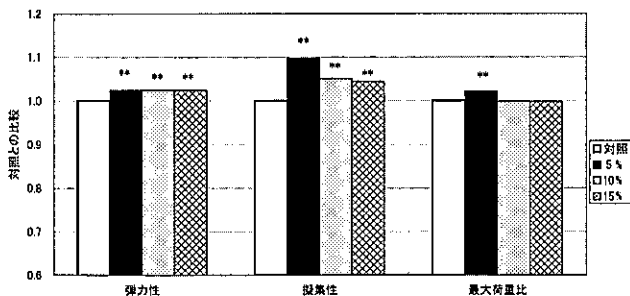


図8 自然薯添加パンの物性 (48時間保存後)

\* : 対照と5%水準で有意差有り  
 \*\* : 対照と1%水準で有意差有り  
 n ≥ 36

自然薯を添加したパンは、自然薯の添加量が増えると泥臭さを感じるが、5%置換パンでは気にならない程度であった。

これらの結果から、自然薯の糖質で小麦粉の5%を置換したパンがもちもち、しっとり感のあるパンとして良好であると考えられた。

要 約

富山県内産里芋と自然薯の各々を小麦粉に添加し、HBにより製パンした場合のパンの品質を検討したところ、以下の結果を得た。

1. 里芋を添加したパンの品質

里芋に含まれる澱粉で小麦粉の5、8、10%を置換 (水分を含む重量比では、小麦粉に対し60、99、126%の里芋を添加) し、製パンしたところ、比容積及び物性 (弾力性、凝集性、最大荷重比) で対照よりも有意に高くなったものはなかった。しかし、里芋の澱粉で小麦粉の8及び10%を置換したパンは、香ばしくて甘味があり、味は良好と感じられた。

2. 自然薯を添加したパンの品質

自然薯に含まれる糖質で小麦粉の5、10、15%を置換 (水分を含む重量比では、小麦粉に対し21、45、72%の自然薯を添加) し、製パンしたところ、比容積は全ての添加量区で対照と同程度以上であった。さらに自然薯の糖質で小麦粉の5%を置換したパンは、物性 (弾力性、凝集性、最大荷重比) についても対照よりも有意に高くなり、もちもち、しっとり感のあるパンとして良好であると考えられた。

文 献

- 1) 農林水産省統計部：平成20年産秋冬野菜、指定野菜に準ずる野菜等の作付面積、収穫量及び出荷量。
- 2) 甲知美、加藤一郎、平野寛：パン類の品質向上技術の開発、平成18年度富山県食品研究所業務年報。
- 3) とやまの特産物 (2003)。
- 4) 五訂日本食品標準成分表 (科学技術庁資源調査会編)、(2000)。

# 海洋深層水を利用した乳酸菌飲料の開発

横井 健二、加藤 肇一

(2010年1月20日受理)

海洋深層水をパン、麺類、菓子、清酒等の加工食品の原料として用いる場合、大量に含まれる塩化ナトリウム（約3%）の存在が味覚の点から、あるいは健康の点から障害となる場合が非常に多かった。ところが平成17年3月より滑川市から塩化ナトリウムを大幅に減少させた「ミネラル脱塩水」が安価に提供され始め、海洋深層水の食品への利用拡大に大きな期待が持たれるようになった。一方、近年の健康への関心の高まりから乳酸菌飲料に果物や野菜等の副原料を組み合わせた新商品が市場を賑わせている。そこで本研究では、海洋深層水の「ミネラル脱塩水」を乳酸発酵に利用することにより新しいタイプの乳酸菌飲料を開発し、富山湾海洋深層水の利用拡大を図ることを目的とした。

## 実験方法

### 1. 試料

ミネラル脱塩水は、深層水供給施設（アクアポケット、滑川市）より入手した。乳酸菌 starter 3種は、共和ハイフーズより入手した。

### 2. 乳酸菌飲料の試作

乳酸菌は、GYP 培地<sup>1)</sup>を用いて37℃で2日間前培養した。5%脱脂粉乳-5%グルコースを調製し、80℃・10分または65℃・40分加熱処理した。放冷後、脱脂粉乳に前培養した乳酸菌を約 $1 \times 10^7$  cfu/mlの濃度になるよう接種し、37℃で保温した。

### 3. 各種分析方法

生菌数は、GYP 寒天培地を用い、37℃2日間培養して生じた集落を計数した。滴定酸度

は、フェノールフタレインを指示薬とし、50 mM 水酸化ナトリウム溶液を滴定し、乳酸換算して表記した。ミネラルは、試料を灰化後原子吸光法<sup>2)</sup>により行った。有機酸分析は、試料を均質化し遠心分離、濾過により不要物を除去した後、HPLC（島津有機酸分析システム）により分析した。

## 実験結果および考察

### 1. ミネラル脱塩水を配合した脱脂粉乳の成分と殺菌条件

ミネラル脱塩水（以下 EDW）と蒸留水を種々の割合で混合し、これらを用いて加糖脱脂粉乳（5%脱脂粉乳、5%ブドウ糖）を調製した。それらの無機成分を測定した（表1）。

表1 ミネラル脱塩水含有脱脂粉乳の無機成分

ミネラル脱塩水配合割合 (%)	カルシウム (mg/100g)	マグネシウム (mg/100g)	ナトリウム (mg/100g)	カリウム (mg/100g)
0	69	5	25	66
20	78	53	32	65
50	87	110	36	77
100	100	200	45	74

EDW を含まない加糖脱脂粉乳では、マグネシウム含量が極めて少なかったが、EDW の配合によりその含量が大幅に増加した。また EDW100% で調製した加糖脱脂粉乳のカルシウムは、蒸留水で調製したその約1.4倍であった。これは脱脂粉乳中にもカルシウムが含まれるためと考えられた。ナトリウム、カリウムについては EDW にあまり含まれていないため、顕著な増加は認められなかった。このことより、EDW を用いて調製した脱脂

粉乳は、マグネシウムを多量に含むことを特徴とすることが明らかとなった。

マグネシウムは、不足すると骨粗鬆症、神経疾患、精神疾患などを引き起こすことがある<sup>3)</sup>。健常人では不足することは少ないが、マグネシウム摂取量はカルシウム摂取量の半分が理想的であると考えられており、マグネシウムの相対的摂取不足が、種々の疾患の誘因として重要視されている<sup>3)</sup>。このような観点から、EDW の食品への積極的利用は有意義であると考えられた。

調製した EDW 入り加糖脱脂粉乳を、殺菌目的で加熱したところ、EDW を50%以上含むと、80℃、5分程度の処理で沈殿が多量に析出した。これは、粉乳中のカゼインと EDW 中の2価イオンとの相互作用により生成すると考えられた。65℃では、EDW100%の加糖脱脂粉乳を40分間処理しても、沈殿は認められなかった。

2. 単一の乳酸菌 starter による発酵試験

3種の乳酸菌 (*Lactobacillus helveticus*, *Lactococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus*、以下それぞれ LH, LL, ST とする) を starter として用い、EDW で調製した加糖脱脂粉乳 (EDW 配合割合20, 50, 100%) について発酵試験を行い、発酵乳の生菌数と滴定酸度を48時間まで調べた。LH で発酵した場合、EDW の割合が多いと菌の生育が悪化し、100% EDW で調製した脱脂粉乳では、ほとんど生育しなかった (図1)。しかし、50% EDW, 20% EDW では菌はよく生育し、酸度は0.9-1.3% (乳酸換算) に達した。ST を用いた場合、LH に比べ48時間後の酸度は半分程度であったが、EDW の含有割合に関わらず、菌の生育は良好であり、酸度もほぼ同等となった。また、LH に比べ菌の増殖速度が速く、酸度の上昇も速かった (図2)。LL では、EDW の影響をあまり受けない点で、ST 菌と性質が似ていたが、40時間後から生菌数が低下し、48時間後の酸度も ST よりやや低かった (図3)。

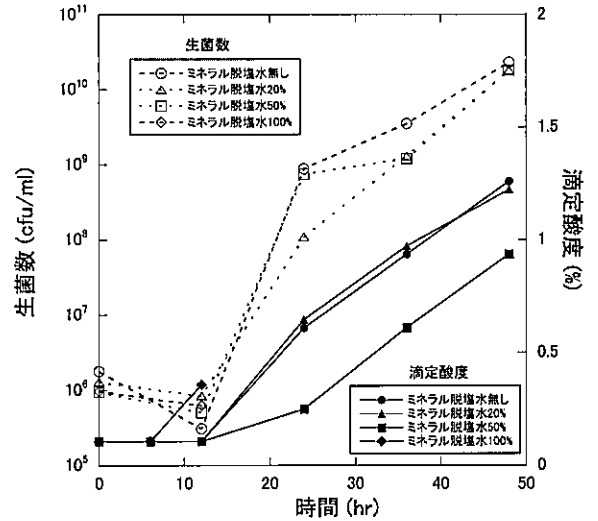


図1 ミネラル脱塩水添加した脱脂粉乳の *L. helveticus* による発酵経過

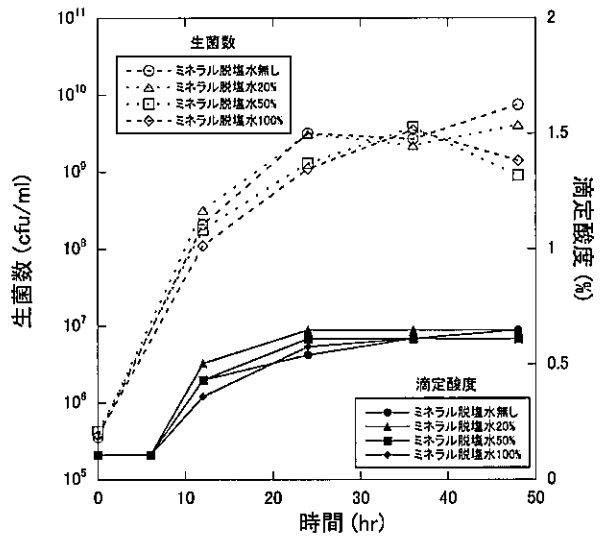


図2 ミネラル脱塩水添加した脱脂粉乳の *S. thermophilus* による発酵経過

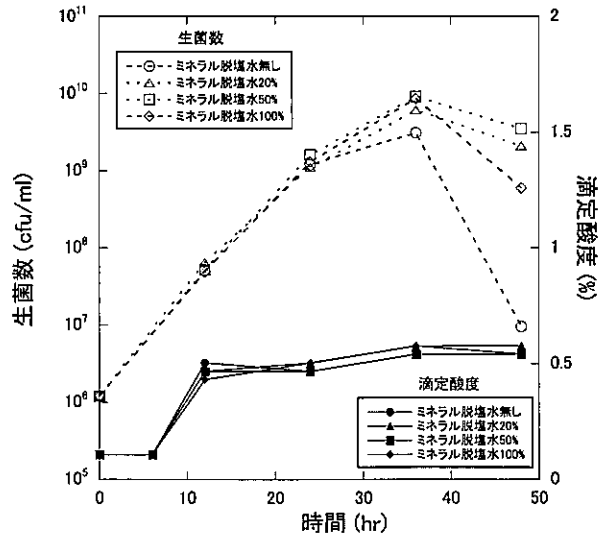


図3 ミネラル脱塩水添加した脱脂粉乳の *L. lactis* による発酵経過



得られた発酵乳の有機酸組成を調べたところ、いずれの菌も乳酸含量が他の酸に比べ著しく高く、LH 菌では ST 菌の 2 倍程度高かった。

クエン酸は、ST 菌と LL 菌で多かった (表 2)。

これらのことから、LH は高い酸度が得ら

表 2 各スターターで発酵したミネラル脱塩水含有脱脂粉乳の有機酸組成

使用スターター	ミネラル脱塩水配合割合 (%)	乳酸 (mg/100g)	酢酸 (mg/100g)	フマル酸 (mg/100g)	コハク酸 (mg/100g)	クエン酸 (mg/100g)
S. thermophilus	0	520	2.9	3.9	1.3	93
	20	520	3.6	5	1.5	100
	50	480	3.6	5	1.5	97
	100	470	3.6	3.1	1.5	100
L. helveticus	0	1000	55	1	43	22
	20	1100	66	0.8	53	0.4
	50	800	57	0.8	42	0.4
	100	ND	ND	ND	ND	ND
L. lactis	0	410	12	6.6	2.1	91
	20	420	12	6.3	2.2	98
	50	390	13	6.1	2.3	99
	100	340	12	5.8	2.3	93

れる反面、増殖速度が遅く、EDW により生育阻害を受けることがわかり、ST は酸度は低いが増殖速度が速く、EDW の影響を受けにくいことが明らかとなった。

3. 2種のスターターを併用した場合の発酵試験

単一スターターによる発酵試験の結果、LH では、ST に比べ到達酸度は高いが、酸度の上昇が遅く、高濃度の EDW では増殖阻害を受ける欠点が認められた。一方 ST では酸度の上昇が早く、EDW による増殖阻害を受けにくい利点がある反面、到達酸度が低い欠点が認められた。そこで、LH, ST の併用を検討した (図 4)。酸度の上昇が ST 単独使用と同等に早くなり、到達酸度は LH と同程度となった。また、EDW100% で調製した加糖粉乳中においても、菌の併用により、発酵乳の酸度は 1% を超えるまで上昇した。これらのことから、ST, LH を併用することにより、特に EDW の配合割合が多い場合に、発酵を効率的に行えることが明らかとなった。

L. bulgaricus と S. thermophilus を共培養すると、両者の生育が促進されることは既に知られており、L. bulgaricus が分解したタンパク質分解物が S. thermophilus の生育を促

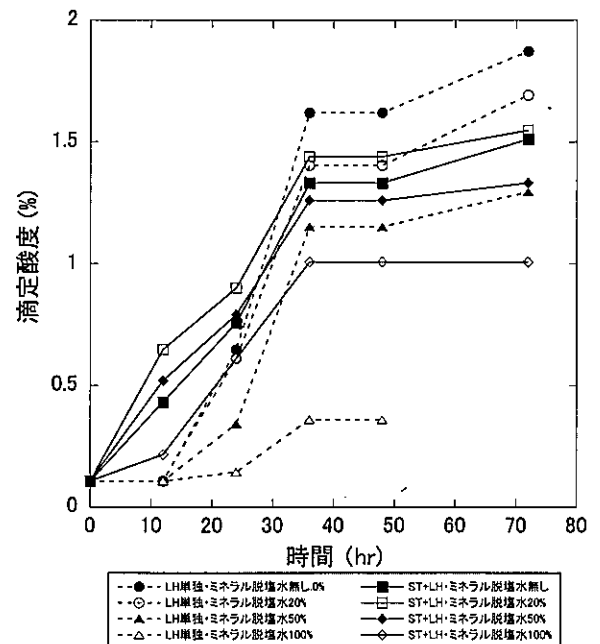


図 4 L. helveticus 単独または L. helveticus と S. thermophilus 混合培養における酸度の変化

進する共生関係にあることが指摘されている<sup>4)</sup>。また、L. acidophilus と S. thermophilus についても、共培養による両者の生育促進が報告されている<sup>5)</sup>。本研究での L. helveticus と S. thermophilus においても、共生関係にある可能性が示唆された。L. helveticus は、牛乳中のタンパク質分解力が強いことが知ら

れており<sup>6)</sup>、*L. bulgaricus* との共生関係の場合と同様に、タンパク質分解物が関係する共生関係である可能性も考えられた。

#### 4. EDW入り乳酸菌飲料発酵条件の検討

LH, ST スターターを併用し、30, 37, 44°Cの各温度で発酵試験を行ったところ、温度が高くなると乳成分の凝固が顕著になった。30, 37°Cで調製した発酵乳の凝固物は、超音波処理により容易に均質化したが、44°Cで調製したものでは、凝固物が固く均質化がやや困難であった。30°Cの発酵では酸度が最も低かったため、発酵温度は37°Cが適すと考えられた。

脱脂粉乳濃度 (1 - 15%) とグルコース濃度 (0 - 5%) について検討したところ (表3)、脱脂粉乳濃度が高くなるほど酸度は上昇

表3 滴定酸度に及ぼす脱脂粉乳、グルコース濃度の影響

脱脂粉乳 (%)	グルコース (%)	滴定酸度 (%)
15	5	1.944
15	2.5	0.872
10	5	1.548
10	2.5	1.548
5	5	0.828
5	2.5	0.846
3	5	0.54
3	2.5	0.54
1	5	0.252
1	2.5	0.288

したが、高濃度では凝固物が固くなる傾向が認められ、10%程度が乳酸菌飲料には適すると考えられた。また、グルコース存在下で酸度が増加する傾向はほとんど認められず、本スターターを用いる場合は、発酵段階における補糖は必要ないと考えられた。

EDWの配合割合 (20, 50, 70%) が、滴定酸度に及ぼす影響について検討したところ (表4)、濃度が高くなるにつれ酸度はやや低下したが、配合割合70%においても、酸度は約1.5%に達し、通常の乳酸菌飲料の酸度 (約0.6 - 1.0%) には十分に到達していた。

EDWの配合割合が有機酸組成に及ぼす影響を調べたところ (表5)、EDW50%配合において、クエン酸が無配合の10倍多かった。リンゴ酸は、EDW50%, 70%配合した場合、無添加の1/4に減少した。乳酸と酢酸は、EDW配合量が増えるにつれ漸減した。官能的にはこれらの差は強くは感じられず、EDWの有するほろ苦い味の影響が強かった。

これらの結果より、EDWを配合した場合

表4 ミネラル脱塩水配合割合が酸度に及ぼす影響

ミネラル脱塩水配合 (%)	脱脂粉乳 (%)	滴定酸度 (%)
20	10	1.584
50	10	1.512
70	10	1.476

表5 ミネラル脱塩水配合割合が有機酸組成に及ぼす影響

	リン酸 ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	クエン酸 ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	ピルビン酸 ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	リンゴ酸 ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	コハク酸 ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	乳酸 ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	ギ酸 ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	酢酸 ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	レブリン酸 ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	ピログル タミン酸 ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )
ミネラル脱塩水無し	2230	120	475	235	504	22700	34	789	46	15
ミネラル脱塩水50%配合	2150	1510	579	63	626	19400	28	727	33	9
ミネラル脱塩水70%配合	2193	261	605	67	648	18100	33	717	31	6

の乳酸菌飲料の発酵特性が明らかとなり、製品の味の設定に応じた、現場での発酵条件の調整が、残された課題と考えられた。

## 文 献

1) 内村泰, 岡田早苗: 乳酸菌実験マニュアル

ル, 朝倉書店, 東京 (1992).

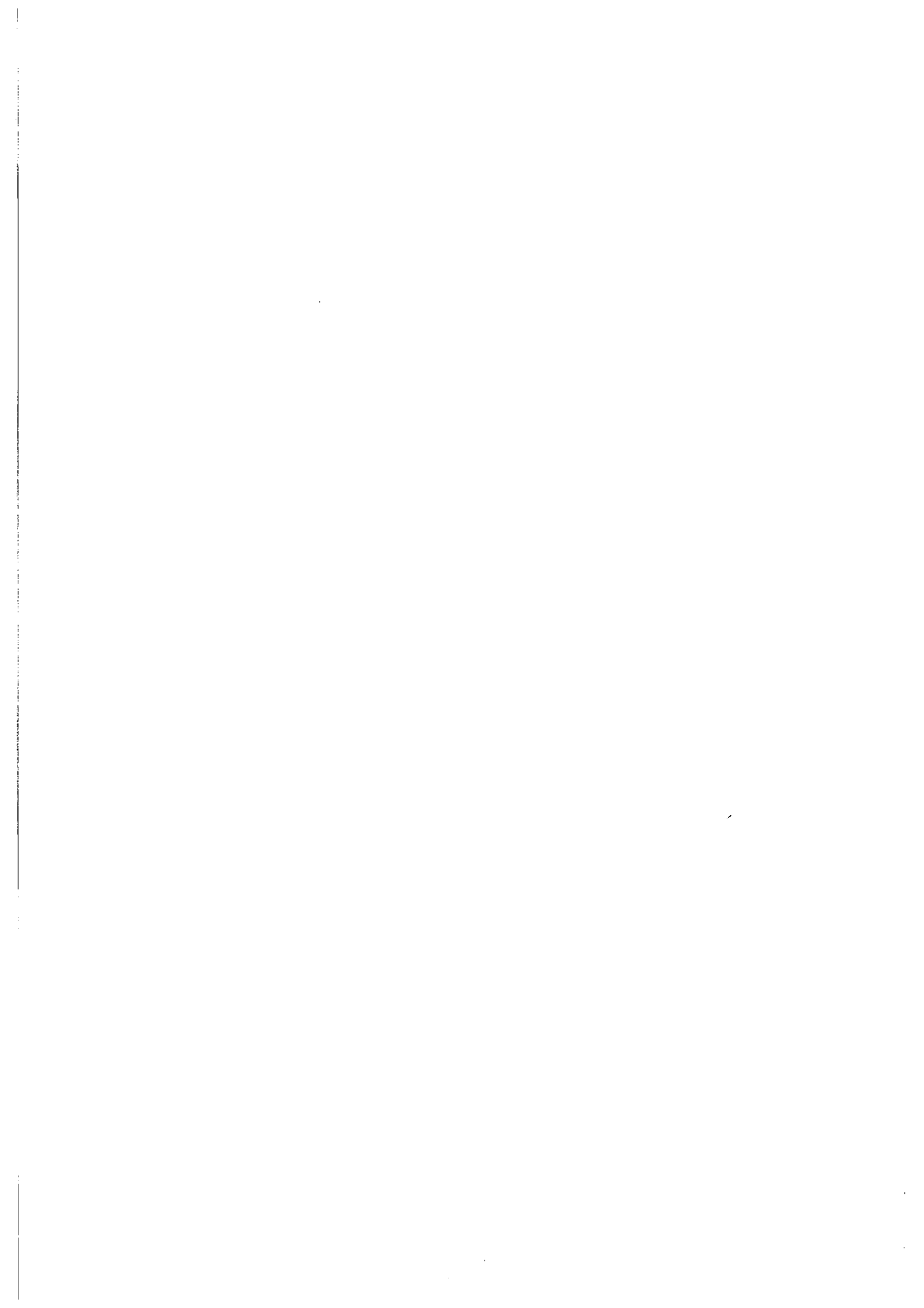
2) 食品分析法 (日本食品科学工学会新・食品分析法編集委員会編), 光琳, (1996).

3) 糸川葦則, 斎藤 昇: マグネシウム - 成人病との関係 -, p 1-96 (1995).

4) Moreira, MR., Abraham, AG., and De Antoni, GL., Sodium formate stimulation of

the proteolysis activity of lactobacilli grown at low temperature. *Milchwissenschaft*, **53**, 607-610, (1997).

- 5) 増田哲也, 大川悦史, 金子大作, 梅津伸一, 伊藤敏敏: *食科工*, **52**, 131-134 (2005).
- 6) Manso, MA., Leonil, J., Piot, M., Gagnaire, V., Isolation and characterisation of a *Lactobacillus helveticus* ITG LH 1 peptidase-rich sub-proteome, *Int. J. Food Microbiol.*, **105**, 119-129 (2005).



ノート

## 80℃で保存した米菓の揮発成分変化

加藤 一郎

(2010年1月20日受理)

現在、油脂を含む米菓製品の賞味期限設定の品質指標として、においを中心とした食味、過酸化価値が用いられている。しかし、賞味期限設定のためには、賞味期間以上の長期間、製品を保存する必要があることから、米菓のように賞味期間が100日前後と長い製品では、より短時間で賞味期間を設定する方法が求められている。

これに応えるため、油含有米菓を常温より高温で保存し、過酸化価値を測定し、賞味期限の推定を行うということが行われている。しかし、過酸化価値の測定には、油脂を抽出する必要があり、さらに滴定の際にクロロホルムを使用する。そこで、本研究では過酸化価値に代えて、油脂を抽出する必要がなく、クロロホルムも用いず、米菓2gで測定可能である固相マイクロ抽出法を用いた揮発成分の測定結果を用いることで、賞味期限の推定を行うことができないか検討した。

その結果、温度80℃では、油含有米菓の揮発成分の顕著な変化が10日間以内にみられ、賞味期間の短い米菓の方が変化が早かったので報告する。

## 実験方法

## 1 試料及び保存

試験に用いた米菓を表1に示した。この米菓を25℃暗所で保存することにより、賞味期

表1 供試米菓のタイプ、脂質含量及び表示原材料

試料名	タイプ	脂質含量	表示原材料
油含有米菓	油吹付け	11.3g/100g	もち米、植物油、昆布、食塩、調味料(アミノ酸等)

間の異なる試料米菓を調製した。これらを0日、50日及び100日(表示賞味期限)保存し、十数組のセプタム付試料容器(楸)サンプルラック30ml容PFA試料バイアル)に約2g採取粗砕し、ふたを閉め80℃で暗所保存し劣化を促進させ、揮発成分の変化を測定した。

## 2 揮発成分の分析

セプタム付試料容器に保存したものをそのまま用いた。

あらかじめ空焼きを行った固相マイクロ抽出器具(スペルコ社SPMEファイバーアセンブリ:抽出相75 $\mu$ mCarboxen/PDMS)を試料容器のセプタムに突き刺し、60℃のブロックヒーターに設置した。固相マイクロ抽出器具の吸着剤部分を試料容器内に露出、そのまま90分間放置し、揮発成分の吸着を行った。吸着剤部分を固相マイクロ抽出器具内に格納し、直ちにガスクロマトグラフの注入口(240℃)に突き刺し、再び吸着剤部分を露出することにより、吸着された揮発成分をガスクロマトグラフ内に導入した。

## 3 ガスクロマトグラフィ

揮発性有機酸の分析を目的にしたカラム(アジレント社FFAP 25m  $\phi$ 0.2mm0.33 $\mu$ m膜厚)を用い、ガスクロマトグラフ装置にはキャピラリーガスクロマトグラフ質量分析計(ヒューレットパッカード社(現アジレント社)G1800A GCDシステム)を用い、注入口温度を240℃、スプリットレス、カラム温度を50℃で2分間保持した後、毎分10℃で220℃まで昇温し、220℃で1分間保持した。注入口には、固相マイクロ抽出器具専用のガラスライナー(スペルコ社)を装着した。キ

キャリアガスは、ヘリウム1.5ml/分とした。

#### 4 揮発成分の同定

ガスクロマトグラフィで得られた各ピークのマスペクトルをガスクロマトグラフ質量分析計のワークステーションのライブラリー検索 (PBM 法) を用いて解析、同定を行った。なお、ライブラリーには NIST を用いた。

### 結果および考察

25℃で0 (製造直後)、50及び100日間 (表示賞味期限) 保存した米菓試料を80℃で保存したときの揮発成分の変化を図1~3に示した。揮発成分測定に用いた固相マイクロ抽出器具は、定量性には問題があることから、オートスケール (各クロマトグラムが一番高いピークが同じ高さになるよう調整) で示した。共通して、ヘキサン酸が80℃保存の途中から一番高いピークになり、その後、際立って高いピークとなった。更に80℃での保存日数が長くなるとオクタン酸、ノナン酸等のピークが高くなり、80℃での保存日数が10日前後で、ヘキサン酸がクロマトグラムの中で一番高いピークであるものの、オクタン酸、ノナン酸も同じような高さのピークとなった。ヘキサン酸は、前報<sup>1)</sup>でヘキサナールとともに米菓の劣化の指標とした成分である。

25℃で保存した期間の違いが、揮発成分の変化に与える影響を見るために、図4に米菓を80℃で6日間保存して測定した揮発成分の結果を並べて示した。25℃で保存した期間が0日間と50日間では大きな違いは見られなかったが、25℃で保存した期間が100日間 (賞味期限) ではオクタン酸、ノナン酸が多くなっており、0、50日間と区別することができた。また、25℃で保存した期間が0日間と50日間の試料は、80℃での保存日数が7、8日間で、25℃100日間の米菓を80℃で6日間保存した時と似たクロマトグラムとなった。

従って、賞味期限の短い100日間保存した米菓の方が、賞味期限の長い0日間や50日間保存した米菓より、80℃で保存したときの揮発成分の

変化が早かった。このことは、80℃で保存すると、賞味期限の短い米菓は、長い米菓より早くオクタン酸、ノナン酸が多くなるといえた。

そこで、米菓を80℃で保存したときのオクタン酸/ヘキサン酸面積比の変化を図5に、ノナン酸/ヘキサン酸面積比の変化を図6に示した。両面積比とも概ね、25℃での保存期間の長い方が、早く大きくなっていった。

以上のことから、米菓試料の賞味期限の推定方法として、米菓試料を2g程度粗砕、容器に入れて80℃で保存し、ヘキサン酸、オクタン酸、ノナン酸、ヘキサン酸とオクタン酸の比、ヘキサン酸とノナン酸の比等を指標とする方法が考えられた。

### 文 献

- 1) 加藤一郎：揮発成分測定による米菓の品質評価法, 富食研報, 4, 41-46 (2001).

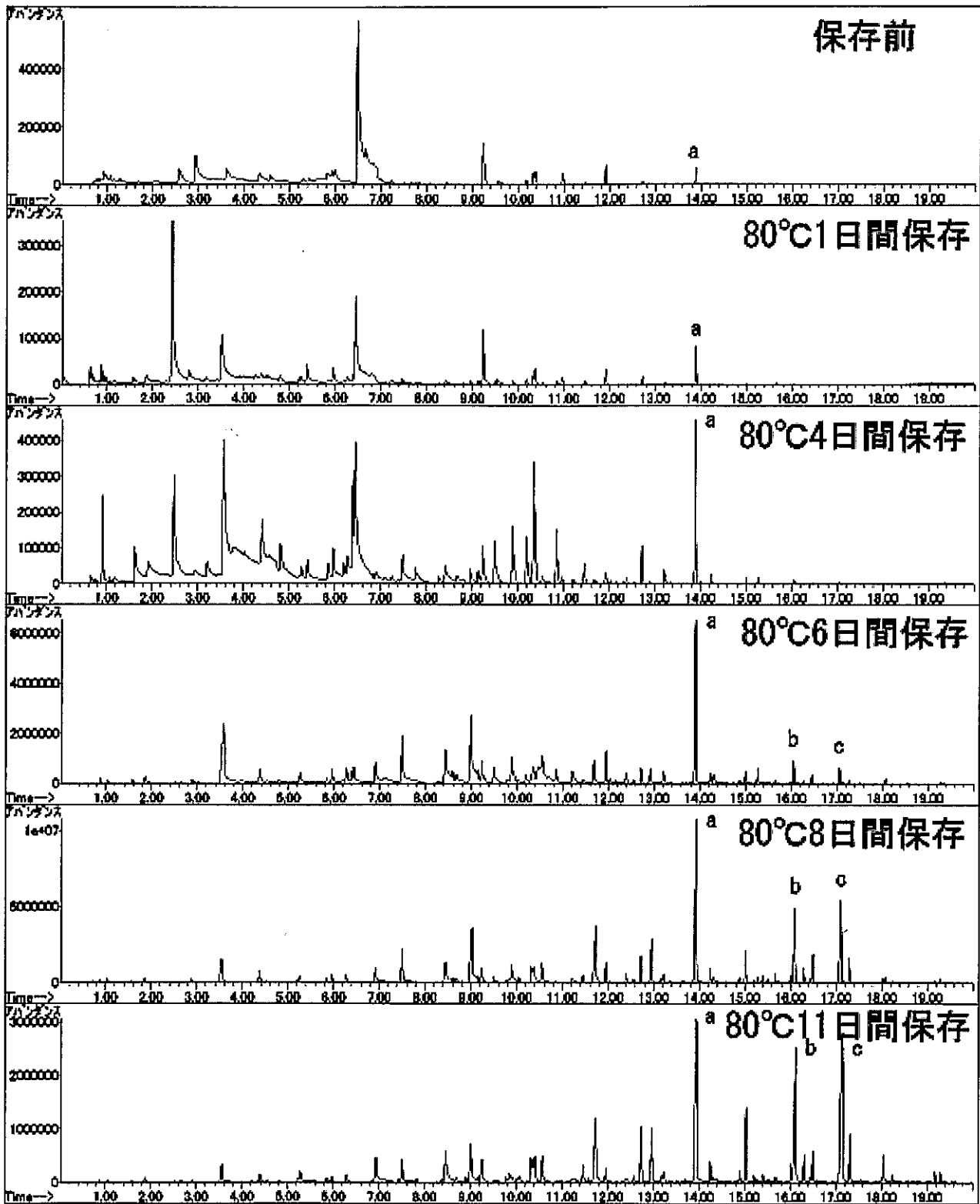


図1 製造直後の米菓試料を80℃で保存したときの揮発成分の変化  
 (使用分析カラム FFAP a:ヘキサン酸、b:オクタン酸、c:ノナン酸)

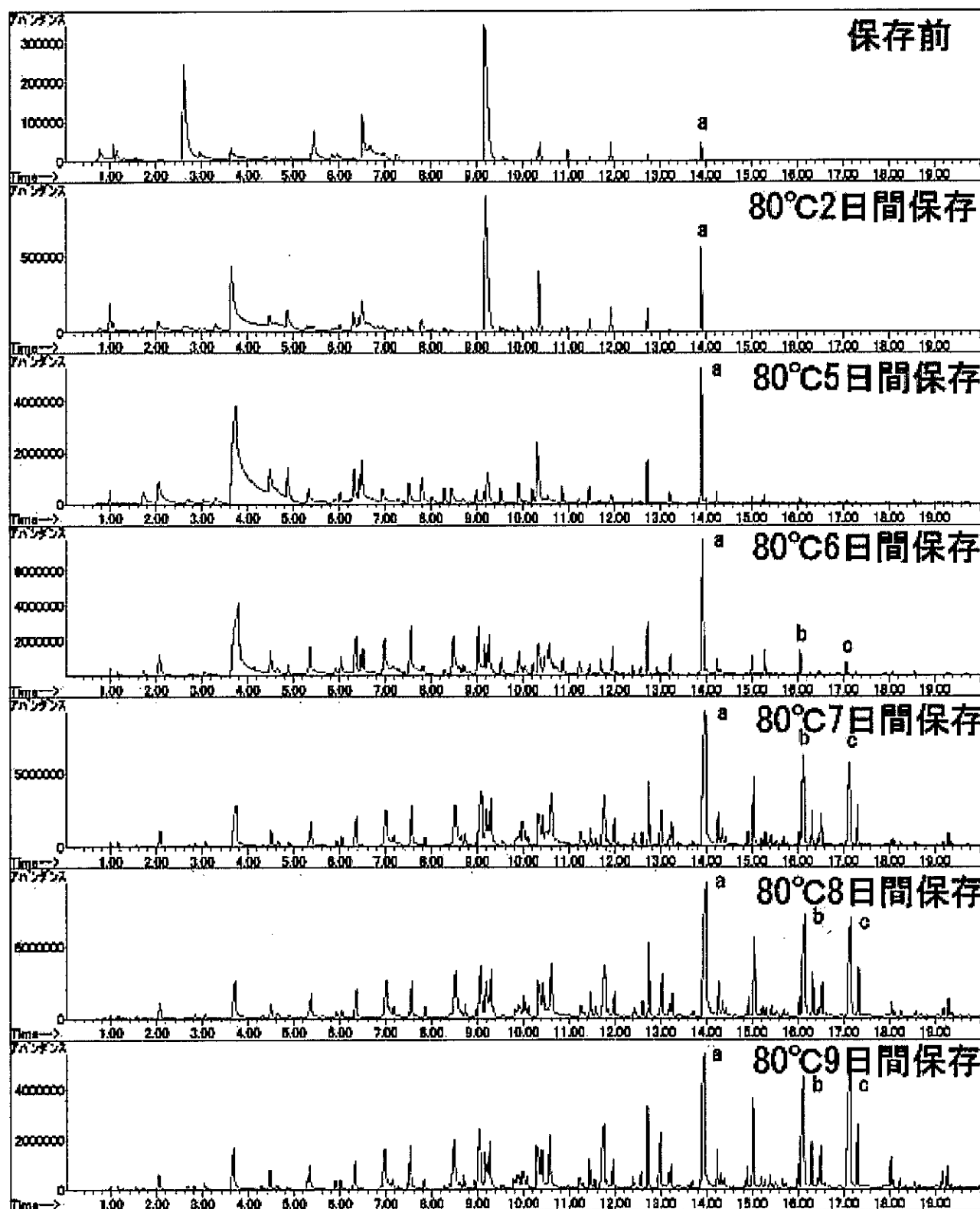


図2 25°Cで約50日間保存した米菓試料を80°Cで保存したときの揮発成分の変化  
(使用分析カラム FFAP a:ヘキサン酸、b:オクタン酸、c:ノナン酸)



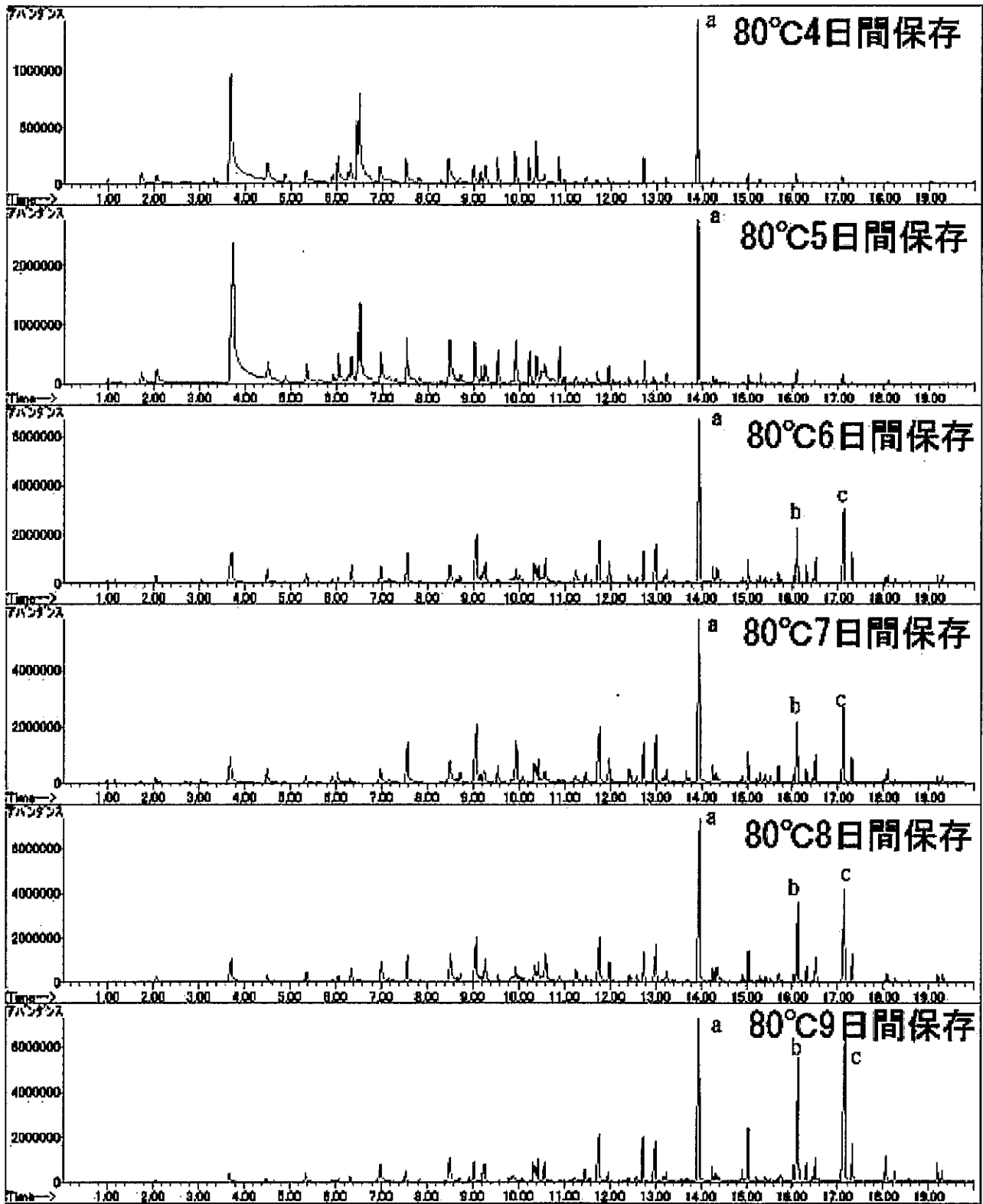


図3 25℃で約100日間（表示賞味期限時まで）保存した米菓試料80℃で保存したときの揮発成分の変化（使用分析カラム FFAP a：ヘキサン酸、b：オクタン酸、c：ノナン酸）

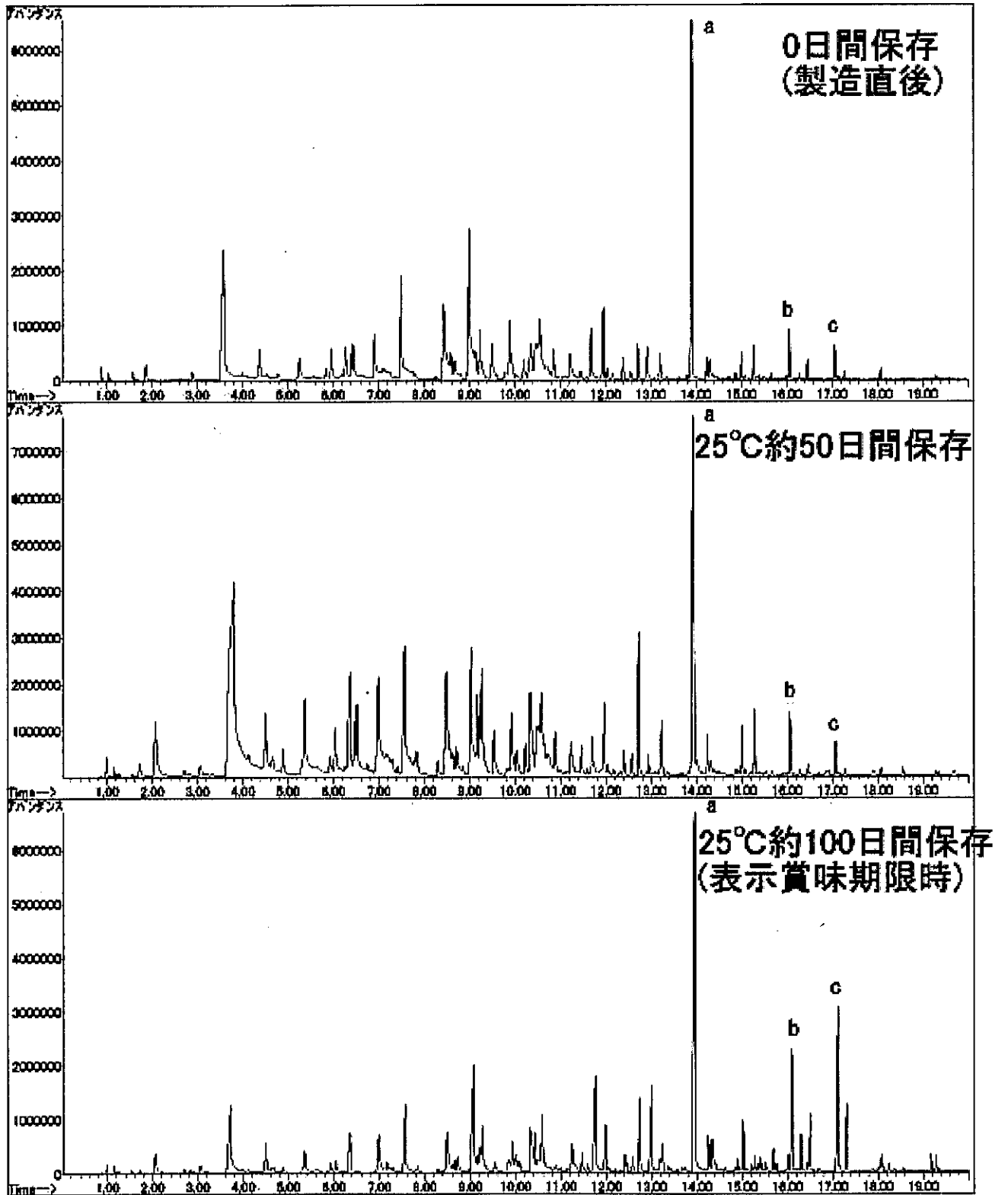


図4 25°Cで0日間（製造直後）、約50日間及び約100日間（表示賞味期限時まで）保存した米菓試料を80°Cで6日間保存したときの揮発成分の変化  
 (使用分析カラム FFAP a:ヘキサン酸、b:オクタン酸、c:ノナン酸)

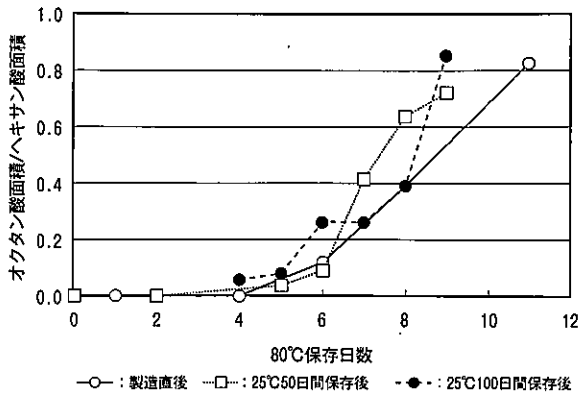


図5 米菓試料の25℃での保存期間が80℃保存時のオクタン酸面積/ヘキサン酸面積の変化に及ぼす影響

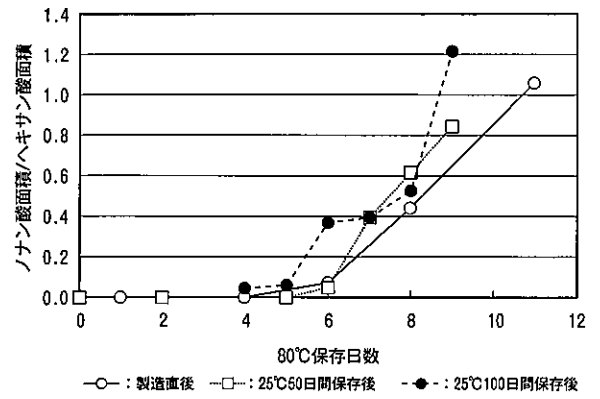


図6 米菓試料の25℃での保存期間が80℃保存時のノナン酸面積/ヘキサン酸面積の変化に及ぼす影響

富山県農林水産総合技術センター  
食品研究所研究報告  
第1号

平成22年3月31日 発行

発行所

〒939-8153 富山市吉岡1124-1  
富山県農林水産総合技術センター  
TEL : (076) 429-2111  
FAX : (076) 429-2701

発行者

高屋武彦

編集所

〒939-8153 富山市吉岡360  
富山県農林水産総合技術センター  
食品研究所  
TEL : (076) 429-5400  
FAX : (076) 429-4908

編集責任者

今井 徹

印刷所

〒939-8208 富山市布瀬町南2丁目3-9  
(有)平野総合印刷社  
TEL : (076) 425-8102  
FAX : (076) 491-4053