

平成23年度

# 食品加工に関する試験成績

平成24年 9月

福井県食品加工研究所

## 目 次

I	米デンプンの老化性・消化性改変による新規米加工品の開発…………… 1 餅硬化速度に及ぼす糯米アミロペクチン構造の影響	1
II	福井県産米粉の利用を広げるおいしさ長持ち技術の開発…………… 4 1. 製パン特性に及ぼす米粉のアミロース含有量の影響 2. 米粉パンに及ぼす糖類、澱粉、酵素添加の影響 3. さつま揚げにおける米粉添加の影響	4
III	県産ラッキョウの付加価値を高めるラッキョウフルクタン活用技術の開発……………13 1. ラッキョウフルクタンの糖代謝酵素阻害活性の検討 2. ラッキョウフルクタンがグルコースの <i>in vitro</i> における拡散速度に 与える影響の検討	13
IV	再生医療分野の商品化を目指したラッキョウフルクタンの高精製技術の開発……………17 細胞凍結保存液中におけるラッキョウフルクタンの経時変化について	17
V	県育成乳酸菌 FPL2 の耐酸性機構の解明とウメ食品開発への応用 ……………19 1. FPL2 を用いた乳酸発酵梅干し製造技術の開発 2. 乳酸発酵を活用した梅リキュール製造条件の検討	19
VI	アオリイカ養殖技術の開発……………25 アオリイカの成分について	25
VII	サワラ回避・生態調査と利用加工技術開発……………28 サワラの落とし身について	28
VIII	シソ機能性加工品の開発……………31 シソ機能性飲料の開発	31
IX	夏型ソバ品種の品質調査……………34 播種期および収穫期の異なる夏型ソバ品種の品質調査…	34

福井県は米を農業生産の基幹としているが、食の外部化や健康意識の高まりなど、消費者意識の変化に伴う新たな市場への対応など「売れる米づくり」の推進が急務である。

本研究では、アミロペクチン分子の構造に着目して加工適性や食味等との関係を分析し、品種開発にフィードバックするとともに、加工技術等によりアミロペクチンの鎖状構造を生化学的・物理的に作り変え、物性や消化性を改変する技術を開発し、新たな加工品開発を目指す。

## 餅硬化速度に及ぼす糯米アミロペクチン構造の影響

佐藤有一

キーワード：糯米，餅，RVA，アミロペクチン構造

### 目的

餅は糯米より作られる加工品で、その加工特性の中で重要なことの一つは硬化速度である。硬化速度の速い糯米は米菓に向き、遅い糯米は和菓子に向くとされている。

そこで本年度は、この餅の硬化に及ぼす糯米デンプンの熱糊化特性やアミロペクチン構造の影響を明らかにすることとした。

### 実験方法

1. 糯米の熱糊化特性（ラピッド・ビスコ・アナライザー（RVA））の評価<sup>3)</sup>

#### 1) 供試材料

平成23年度福井県農業試験場で栽培された糯米7品種を用いた。

#### 2) RVA 測定条件

精米を粉砕機で50メッシュを通過するまで粉砕し、試料4g（乾物）に0.04%硫酸銅水溶液25mLを加えて測定した。

測定条件は30℃で始め昇温速度6.5℃/minとし95℃で3分保持後、6.5℃/minで30℃まで冷却し測定した。

2. アミロペクチン構造分析

#### 1) サンプル調製

中村<sup>2)</sup>らの方法に従い、上記米粉20mgをガラス製ふた付き遠心管10mLにとり、メタノール5mL加え10分間沸騰水中加熱した。放冷後、3,000rpmで遠心し上清を吸引除去した。沈殿に90%メタノール5mL加え常温で振とうし、再度遠心し上清を除くことを2度行った。得られた沈殿を65℃のお湯で2分間加熱しメタノールを蒸発させ、水を285μL加え、15μLの5mol/L水酸化ナトリウムを加えて攪拌後、5分間加熱し糊化した。放冷後酢酸21μL、600mM酢酸-水酸化ナトリウム緩衝液

(pH4.4)100μL、2%アジ化ナトリウム15μL、水1100μLを加え攪拌した。これに林原製イソアミラーゼ(1mg/mL)を3μLを添加し攪拌しながら37℃で7時間反応後、再度3μLの同イソアミラーゼを追加し、37℃で一晩反応させた。その後沸騰水中20分加熱し、1.5mLのチューブに移し、15,000rpm、2分間遠心した。

この上清をイオン交換樹脂（Bio-rad AG 501-X8(D)）で脱イオン後、Partk-Johnson法<sup>5)</sup>で糖量を定量し、10nmol相当をPCRチューブにとり、遠心エバポレーターで乾燥した。

#### 2) 蛍光ラベル化

APTS(8-amino-1,3,6-pyrenetrisulfonic acid)5mgに15%酢酸100μL加えた色素を調製し、その2μLを乾燥サンプルに加え攪拌後1MシアノボロヒドリドナトリウムTHF溶液を2μL加え55℃90分反応させた後純水46μL加え-30℃で保存した。

#### 3) キャピラリー電気泳動法を用いたアミロペクチン構造解析

ベックマン製キャピラリー電気泳動装置P/ACEシステムMDQを用い、PCRチューブにサンプル10μL、イオン交換水90μLを加え測定試料とし、同社糖鎖解析キット<sup>1)</sup>を用いて30kV、60分間泳動分析を行った。

3. 餅の調製と硬化速度の測定

糯米からRetsch製超遠心粉砕機、スクリーン0.25mmを用い米粉を調製した。

この糯米粉を直径55mmアルミ製秤量缶に20gをとって、これに水20mLを加え良く練った後、オートクレーブにて105℃、15min糊化させ餅とし、冷蔵庫に保存し24,48時間後に硬さを測定した。

硬さは1kg用果実硬度計で円錐状のプランジャーを用いて測定した。

## 結果および考察

### 1. 糯米のアミロペクチン構造

図 1 にカグラモチのキャピラリー電気泳動の結果を示すが、鎖長(Degree of Polymerization(DP)) 12 付近の短鎖の大きいピークと鎖長 45 付近に長鎖の小さいピークが認められる。

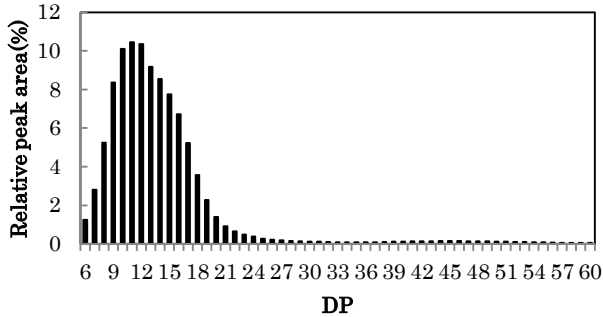


図1 カグラモチアミロペクチンの鎖長分布

他の品種の特徴を明らかにするため、このカグラモチとの差を各品種ごとに図 2 に示す。

北陸糯 248 号とタンチョウモチは鎖長 10~18 までの区分がカグラモチより少ないが他の品種は逆に多い特徴を示していた。

### 2. アミロペクチン構造と RVA 特性値との関係

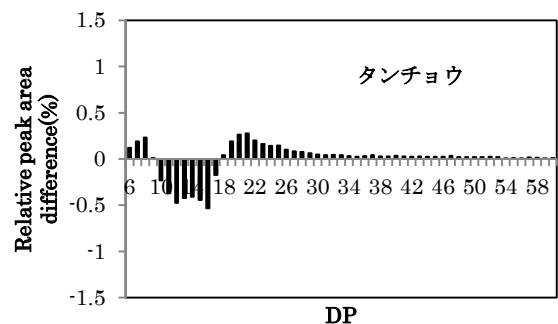
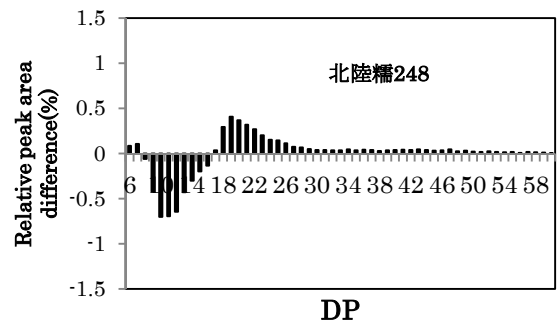
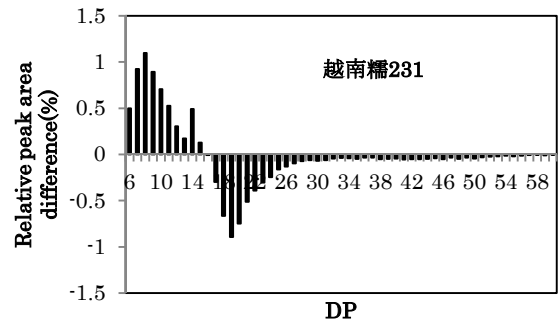
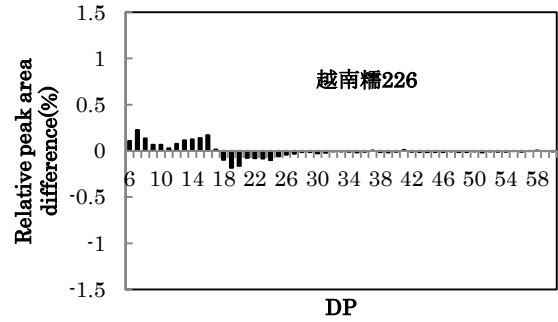
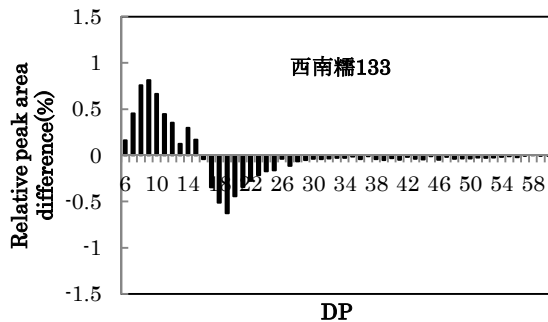
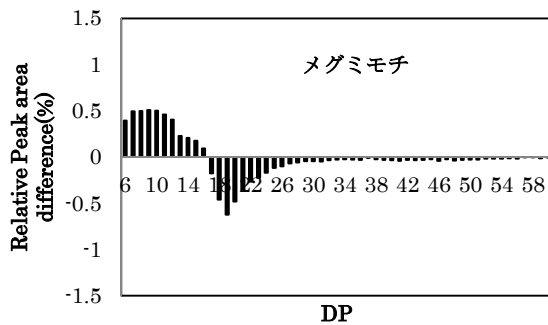


図 2 カグラモチアミロペクチンとの鎖長分布差

表 1 に RVA 特性値を示した。この特性値の中で糊化温度と餅の硬化（老化）速度とは正の強い相関がある<sup>4)</sup>ことが知られており、カグラモチは糊化温度が高く、タンチョウモチは糊化温度が低いことから前者は硬化が速く、後者は硬化が遅い可能性が示唆された。

実際に餅に加工した場合の餅の硬度変化を図 2 に示したが、カグラモチの硬化が速く、タンチョウモチの硬化

が遅かった。

表1 糯米のRVA特性

品種	最高 粘度 (RVU)	最低 粘度 (RVU)	ブレーク ダウン (RVU)	最終 粘度 (RVU)	セットバ ック (RVU)	糊化温度 (°C)
メグミモチ	362	155	207	285	130	70.9
西南糯 133	398	171	226	310	139	69.4
越南糯 226	402	170	232	311	141	71.1
カグラモチ	453	203	249	344	141	72.6
越南糯 231	418	189	229	336	147	70.3
北陸糯 248	356	156	200	283	127	70.4
タンチョウ	317	140	176	266	125	66.4

表2 保存中の餅の硬度変化(kg)

	24 時間	48 時間
メグミモチ	0.49	0.73
西南糯 133	0.48	0.73
越南糯 226	0.47	0.78
カグラモチ	0.58	0.79
越南糯 231	0.50	0.77
北陸糯 248	0.53	0.76
タンチョウ	0.38	0.66

この餅の硬化速度と RVA 特性値およびアミロペクチン鎖長分布との間で相関をとったところ表3に示すように RVA の中では糊化温度が、アミロペクチン構造では鎖長 16 の割合と正の強い相関があることが分かった。

表3 餅硬度と糊化温度、鎖長との相関関係

	糊化温度	鎖長 16	餅硬度(48 時間)
糊化温度	1		
鎖長 16	0.849	1	
餅硬度(48 時間)	0.914	0.778	1

今後、この知見を参考に米飯の食味との関係を調査する予定である。

## 参考文献

- 1) O'shea & Morell. : *Electrophoresis* **17**,681-688(1996)
- 2) Nakamura et al. : *Starch* **54**, 117-131(2002)
- 3) 五十嵐俊成 : 北海道立農業試験場報告 **127**(2010)

4) 松江勇次、内村要介、佐藤大和 : 日作紀 **71**,57-61(2002)

5) 中村道徳・貝沼圭二編 : 「生物科学実験法 19 澱粉・関連糖質実験法」 p42

# 1. 製パン特性に及ぼす米粉のアミロース含有量の影響

中川 友里

キーワード：米粉，品種，アミロース，製パン性

## 目的

近年，米の消費拡大を目的とした新規用途開発として米粉が注目を集めている。福井県内では米粉パンを主体に利用が図られているが，米粉パンは短期間で硬くなるため，廃棄率が高く，老化が問題となっている。

著者は既報<sup>1)</sup>で原料米品種が与える米粉および米粉パンの特性を調査した。その結果，新形質米である低アミロース品種であるニューヒカリで作成したパンは，主に主食用として生産されている中アミロース米のパンに比べて硬くなりにくい性質を持っていることが明らかとなった。

本研究では，老化(硬化)防止法として，原料米品種のアミロース含有量について検討することを目的とし，品種を混合した米粉でパンを作成し，製パン特性に及ぼす影響を調査した。

## 試験方法

### 1. 供試材料および米粉調製

試料は福井県農業試験場および嶺南振興局管内で栽培されたコシヒカリ，ニューヒカリ，もち米(品種不明)，モミロマンで，水分15%以下に乾燥調製した玄米を使用した。精米は(株)サタケ製精米機(MCM-250)を用いて約90%まで搗精した。洗米・浸漬を行った後，製粉はマイクロパウテック株式会社に委託し湿式気流粉碎で行った。パンの比容積は米粉の粒度や損傷澱粉率に影響する<sup>2,3)</sup>ことから，品種ごとに粉碎機の回転数等を調整し，できるだけ粒度と損傷澱粉率が同等の米粉になるよう粉碎した。粉碎後，水分13%前後に乾燥し，試験に用いた。

表2 米粉成分と特性

品種	タンパク質(%) <sup>※</sup>	アミロース含量(%) <sup>※</sup>	灰分(%)	ファリノグラフ吸水率(%) <sup>※</sup>	糊化特性				
					最高粘度(RVU)	最終粘度(RVU)	ブレイクダウン(RVU)	セツバック(RVU)	糊化開始温度(°C)
コシヒカリ	5.8	16.1	0.2	79.1	440	258	272	90	74.1
ニューヒカリ	5.8	8.6	0.2	80.8	460	198	329	68	71.2
もち米	5.7	0	0.1	85.9	284	147	194	58	70.5
モミロマン	5.8	27.7	0.1	75.3	231	241	117	126	70.3

※は1試料3反復の平均値、※は米粉水分13.5%換算値を示す

### 2. 米粉特性

米粉の粉体特性および成分特性を表1，図1，表2に示した。中位径および粒度分布はマイクロパウテック株式会社がレーザー回析散乱式粒度分布測定器(セイシン企業LMS-2000e)を用いて湿式(分散媒：2-プロパノール)で測定したデータを記載した。損傷澱粉率は米粉100mgを損傷澱粉測定キット(Megazyme社K-SDAM)を用いて測定した。ファリノグラフ吸水率はファリノグラフ(Brander社)を用いて米粉ミックス粉(米粉とグルテンの混合割合を重量比80:20，水分13.5%換算)300g使用時の300B.U.吸水率<sup>4)</sup>を，小麦粉生地物理性の検定<sup>5)</sup>に準じて測定した。

表1 米粉の粉体特性

品種	水分(%)	中位径(μm)	損傷澱粉率(%) <sup>※</sup>
コシヒカリ	12.3	57.9	3.4
ニューヒカリ	12.9	59.4	3.6
もち米	13.1	63.5	2.3
モミロマン	13.2	48.1	3.4

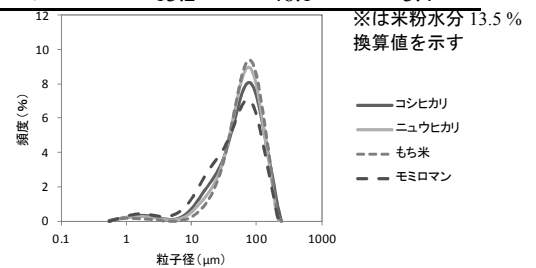


図1 米粉の粒度分布

### 3. 米粉パンの製造

原料配合は表3に示した。各品種4点と，コシヒカリにニューヒカリ，もち米，モミロマンを混合した米粉パンを製造した(表4)。加水量はファリノグラフ300B.U.吸水率から，混合割合に準じて配合した。製造には自動

表4 米粉パン製造での米粉の品種混合割合

品種	アミロース含有量(%)									
	0	5	8.6	10	15	16.1	20	25	27.7	
コシヒカリ	コシヒカリ	100								
ニューヒカリ	ニューヒカリ	100								
混合	コシヒカリ	100								
もち米	もち米	100	68.9	46.7	37.7	6.6				
混合	コシヒカリ	31.1		53.3	62.3	93.4				
モミロマン	モミロマン							33.9	76.8	100
混合	コシヒカリ							66.1	23.2	

ホームベーカリー(パナソニック SD-BH103)を用い、米粉パン(小麦あり)コースにより山形食パンを作成した。焼成後の米粉パンは室温(約 20 °C)で放冷し、1 時間後にポリエチレン袋に入れ 20 °C で保管した。翌日、菜種置換法<sup>6)</sup>により体積を測定し、重量を除して比容積(パンの体積(mL)/パンの重量(g))を算出した。

表3 米粉パンの配合

原料	配合比(%)
米粉ミックス粉	100
砂糖	6
ショートニング	5
スキムミルク	3
塩	2
ドライイースト	1.7
脱イオン水	フタガツ 300BU吸水率

※米粉ミックス粉は米粉とグルテンを 80 : 20 (重量比, 水分 13.5 %換算)で配合したもの

4. 米粉パンの物性測定

焼成後 20 °C で 3 日間保存し、縦・横・高さを 4 cm × 4 cm × 2 cm に切り出したクラムの硬さをレオメーター(レオテック製 NRM-2010J-CW)を用いて測定した。測定条件は直径 30 mm の円盤型プランジャー、スピード 6 cm/min で、25 % 圧縮した時の応力を硬さ(g)とした。また、2000 g 荷重し 10 秒後における応力(ag)から緩和率を次式から算出した。

$$\text{緩和率}(\%) = (2000 - a) / 2000 \times 100$$

測定は 6 回以上行い、平均を求めた。

結果および考察

1. 米粉パンの形状と比容積

焼成 1 日後のパンの外観・断面形状を図 2 に示した。比容積はコシヒカリで 4.0 mL/g となり、各混合米粉でアミロース含有量が低いほどケービングが起こり、ア

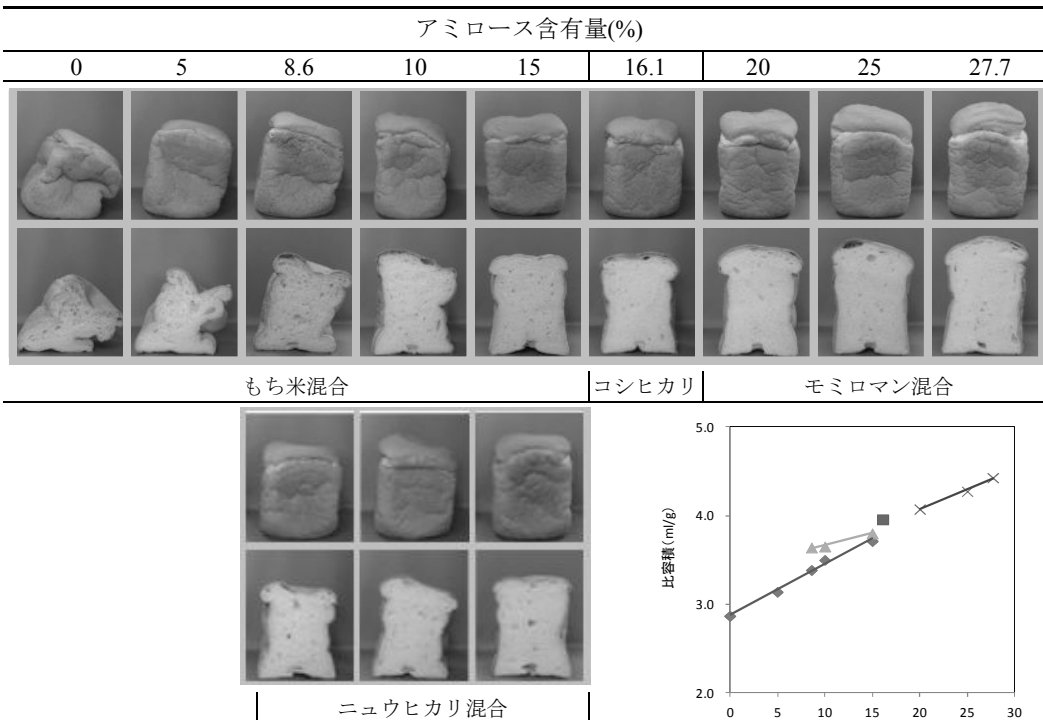


図2 米粉のアミロース含量を変化させたパンの外観・断面形状 (焼成翌日)

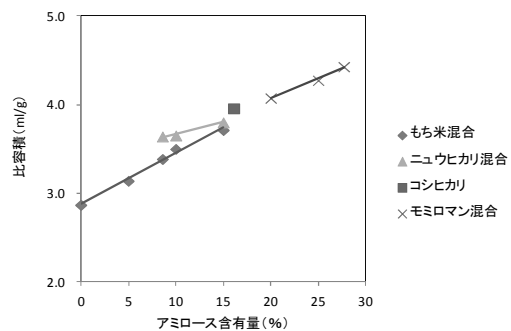


図3 品種混合によるアミロース含有量と比容積の関係

ミロース含有量が高いほど比容積は大きくなった(図 3). これは、米の品種特性(アミロース含有量)がパンの比容積に与える影響<sup>7)</sup>と同様の結果であった.

## 2. 米粉パンの物性測定

米粉パンの焼成1日後と3日後の硬さ, 緩和率を図 4, 5 に示した.

もち米混合のアミロース含有量 0 %と 5 %はケービングが著しく切り出しが不可能だったため, 物性測定は行わなかった. アミロース含有量 8.6 %以上で, 焼成1日後の硬さは概ねアミロース含有量が高いほど大きくなった. また, 焼成3日後の硬さではアミロース含有量 8.6 %, 10 %で硬さは小さかったが, 15 %以上で大きな差はなかった. よって, 焼成1日後から3日後の硬さの変化量は, アミロース含有量 15 %以上で同程度となった.

一方, 緩和率はアミロース含有量が高いほど低い傾向を示した. アミロース含有量が低いほど, 荷重をかけるとべたつき, 団子状になった. アミロース含有量を 8.6 %, 10 %と同じにしたもち米混合とニューヒカリ混合の緩和率では, 明らかにもち米混合の緩和率が高くなった. このことは, アミロース含有量以外の要因が大きいことが示唆される.

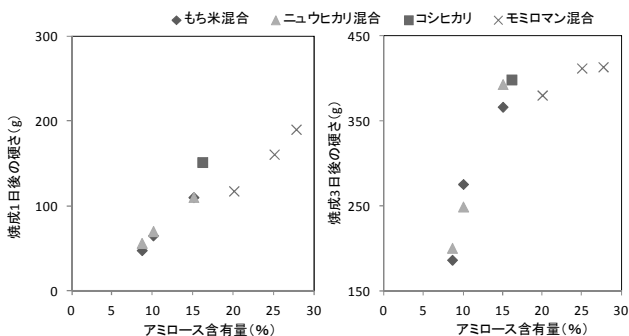


図 4 品種混合によるアミロース含有量と硬さの関係 (左は焼成1日後, 右は焼成3日後)

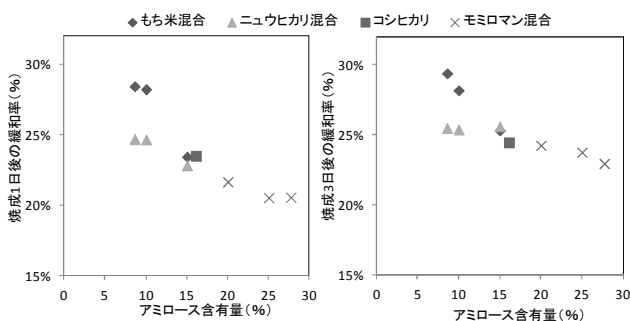


図 5 品種混合によるアミロース含有量と緩和率の関係 (左は焼成1日後, 右は焼成3日後)

米粉パンの製パン性は, 米の製粉による粒度や損傷澱粉率, 原料米のアミロース含有量が影響すると報告されている<sup>2,3,7)</sup>. 今回は, 各品種の米粉の粒度と損傷澱粉率が概ね同等になるよう製粉し, 加水量は生地 hardness が同じになるよう調整した. コシヒカリに他の品種を混合することにより, 米粉のアミロース含有量を変化させて, 製パン試験を行った.

その結果, アミロース含有量が低いほど, ケービングを起こし比容積は小さくなった. しかし, パンの硬さは低くなり, アミロース含有量 10 %以下で焼成3日後までの硬化を抑制していた. 品種によって比容積やクラムの物性(緩和率)に差は出るものの, 米粉のアミロース含有量を低くすることは, 硬化防止に有効ではないかと考える. 今後は, アミロース含有量を低くしても形状が保持できる方法を検討する必要がある.

## 参考文献

- 1) 中川友里: 平成 22 年度食品加工に関する試験成績, 福井県食品加工研究所, 5~8(2011)
- 2) 奥座宏一, 松木順子, 岡留博司, 岡部繭子, 鈴木啓太郎, 奥西智哉, 北村義明, 堀金彰, 山田純代, 松倉潮: 食総研報, **74**, 37~44(2010)
- 3) 小河拓也, 永井耕介: 兵庫農技総セ研報(農業), **59**, 19~23(2011)
- 4) 高橋克嘉, 奥西智哉, 鈴木啓太郎, 柚木崎千鶴子: 食科工, **58**, 55~61(2011)
- 5) 柴田茂久: 食品分析法, 日本食品工学会編, pp619~629, 光琳(1982)
- 6) 金谷昭子: フローチャートによる調理科学実験・実習, pp5~8, 17, 医歯薬出版(1984)
- 7) 高橋誠, 本間紀之, 諸橋敬子, 中村幸一, 鈴木保宏: 食科工, **56**, 22~30(2009)



## 2. 米粉パンに及ぼす糖類、澱粉、酵素添加の影響

中川 友里

キーワード：米粉、製パン性、糖類、

### 目的

近年、米の消費拡大を目的とした新規用途開発として米粉が注目を集めている。福井県内では米粉パンを主体に利用が図られているが、米粉パンは短期間で硬くなるため、廃棄率が高く、老化が問題となっている。

本研究では、老化(硬化)防止法として、糖類、澱粉、酵素の種類および添加量が米粉の製パン性に及ぼす影響を調査した。

### 試験方法

#### 1. 原材料および配合

基本配合は表 1 に示した。原材料はすべて購入した。米粉(パウダーライス C1:新瀉製粉)、グルテン(A-グル G: グリコ栄養食品)、砂糖(上白糖:伊藤忠製糖)、ショートニング(マーガレット 200:月島食品工業)、スキムミルク(森永乳業)、塩(塩事業センター)、ドライイースト(赤:サフ)。

表 1 基本配合

原料	配合比(%)
米粉	80
グルテン	20
砂糖	6
ショートニング	5
スキムミルク	3
塩	2
ドライイースト	1.7
水	75

#### 1) 単糖、オリゴ糖による砂糖置換

供試糖類は、グルコース(ナカライテスク)、フルクトース(和光)、ガラクトース(和光)、キシロース(シグマアルドリッチジャパン)、マルトース(ナカライテスク)、ラクトース(ナカライテスク)、エリスリトール(ナカライテスク)、キシリトール(和光)、ソルビトール(和光)、マンニトール(和光)、マルチトール(東京化成工業)、ミオイノシトール(ナカライテスク)、トレハロース(トレハ:林原商事)、直鎖オリゴ糖(オリゴトース:三和澱粉工業)、ラフィノース(ラフィノース 100:日本甜菜製糖)を使用した。なお、オリゴトースの糖組成は三和澱粉工業㈱によるとマルトリオースを 40%以上含有している。基本配合の砂糖 6%のうち 3%を供試糖類に置き換えてパンを作成した。

#### 2) 多糖類による加水増量

供試多糖類は寒天(和光)、ペクチン(関東化学)、グアーガム(和光)を使用した。基本配合に 0.5%多糖類を添加し、加水量を 83%に増加してパンを作成した。

#### 3) 各種澱粉による米粉置換

供試澱粉はタピオカ澱粉(ライトフード)、くず澱粉(丸三)、緑豆澱粉(古樹軒)、小麦澱粉(和光)、とうもろこし澱粉(和光)、さつまいも澱粉(和光)、バレイショ澱粉(和光)を使用した。基本配合の米粉 80%のうち 8%を各種澱粉に置き換えてパンを作成した。

#### 4) 酵素の添加

供試酵素は $\alpha$ -アミラーゼ(シグマ *Bacillus sp.*由来 2000 units/mg)、 $\beta$ -アミラーゼ(ナガセ 大豆由来  $1.5 \times 10^4$  AUN/g)、グルコアミラーゼ(和光 *Rhizopus sp.*由来 33 units/mg)、プルラナーゼ(林原 *Klebsiella pneumonia* 由来 2000 units/g)、プロテアーゼ(シグマ *Bacillus licheniformis* 由来)、リパーゼ(和光 ブタ膵臓由来)を使用した。添加量は各酵素がパンに変化を与える濃度でパンを作成した。

### 2. 米粉パンの製造

自動ホームベーカリー(パナソニック SD-BH103)を用い、米粉パン(小麦あり)コースにより山形食パンを作成した。焼成後の米粉パンは室温(約 20 °C)で放冷し、1 時間後にポリエチレン袋に入れ 20 °C で保管した。翌日、菜種置換法により体積を測定し、重量を除いて比容積(パンの体積(mL)/パンの重量(g))を算出した。

### 3. 米粉パンの物性測定

前述の製パン特性に及ぼす米粉のアミロース含有量の影響と同様に行った。基本配合のパンを標準 100 とし、それぞれの変化を比率で表した。

## 結果および考察

### 1. 単糖、オリゴ糖による影響

単糖、オリゴ糖、糖アルコールの砂糖置換は、いずれのパンも標準と同等の膨らみであった。焼成 3 日後の硬さの比較を図 1 に示す。標準と比べて、グルコースで硬くなりやすかつ

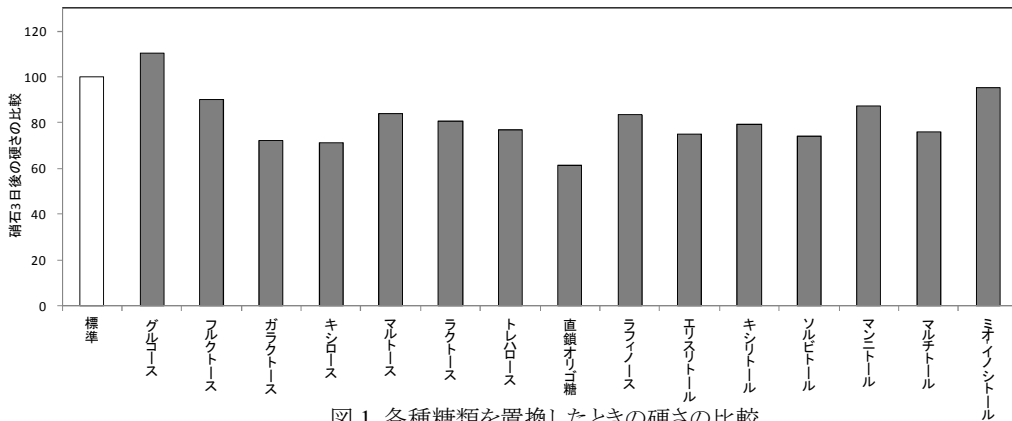


図1 各種糖類を置換したときの硬さの比較

た. グルコースの添加は発酵を早めるのでグルテンの形成に何らかの影響を与えているのかもしれない. マルトトリオースを多く含む直鎖オリゴ糖が最も硬くなりにくかった. 緩和率は標準 100 に対し 95~103 と明らかな変化は見られなかった(データ省略).

## 2. 多糖類と加水量増加による影響

はじめに, 多糖類 0.5%の追加でパンを作成したところ, いずれも生地が硬くなった. 焼成パンの比容積はほぼ同等であり, 焼成3日後の硬さも標準と大きな差はなかった(データ省略).

そこで, 生地の硬さを適当にするため, 加水量を増加させた. 比容積は標準で 4.0 mL/g に対し, 多糖類を加えず水を増量させたもの(無添加)は 4.3, 寒天添加は 3.8, ペクチン添加は 3.7, グアーガム添加は 3.6 mL/g となった. 無添加では生地が柔らかくなり, 腰折れが起こった. 一方, 水の増加と多糖類の添加は生地に弾力があり扱いやすく, 腰折れは小さかった. 焼成3日後の硬さは, 標準に比べ, 加水量を増加させたもの全てで明らかに硬くなりにくかった(図2). 緩和率はほとんど差がなかった(データ省略).

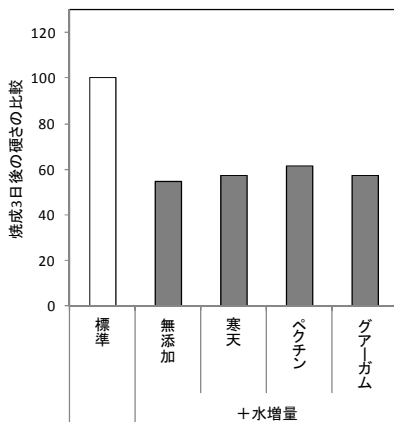


図2 加水量の増加と多糖類の添加による硬さの比較

## 3. 各種澱粉の置換による影響

各種澱粉の置換は, いずれのパンも比容積は標準と同等であった. 焼成3日後の硬さは, 緑豆, バレイショ, タピオカの順で低かった(図3). 緩和率に大きな差はなかった. なお, 糊化特性やアミロース含量との相関はなかった(データ省略).

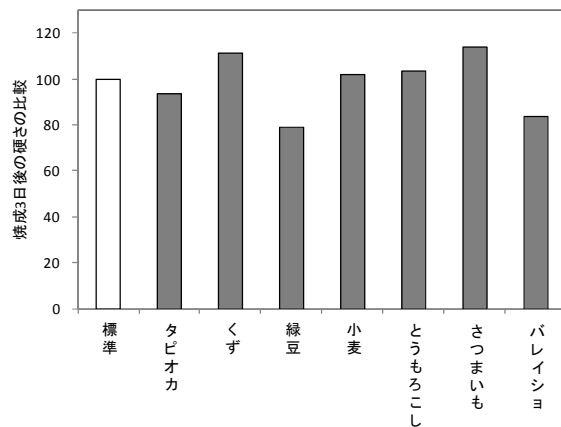


図3 各種澱粉を置換したときの硬さの比較

## 4. 酵素の添加

糖質分解酵素の添加による硬さと緩和率の比較を図5に示す.  $\alpha$ -アミラーゼの添加は生地を若干柔らかくするが, 焼成パンは 0.01~0.1 ppm のとき比容積 3.9~4.2 mL/g でほぼ同等であった. 1 ppm 以上の添加のパンは非常に柔らかく腰折れが強かった. 焼成3日後の硬さは  $\alpha$ -アミラーゼの添加が多いほど低くなった. 一方, 緩和率は高く, 弾力のない(べとつく)触感となった.  $\beta$ -アミラーゼの添加も焼成3日後の硬さは添加量が多いほど硬くなりにくくなった. グルコアミラーゼは, 今回の添加量では影響がなかった. プラナーゼの添加は 0.001 ~0.01 %



図4  $\alpha$ -アミラーゼ添加の焼成パン

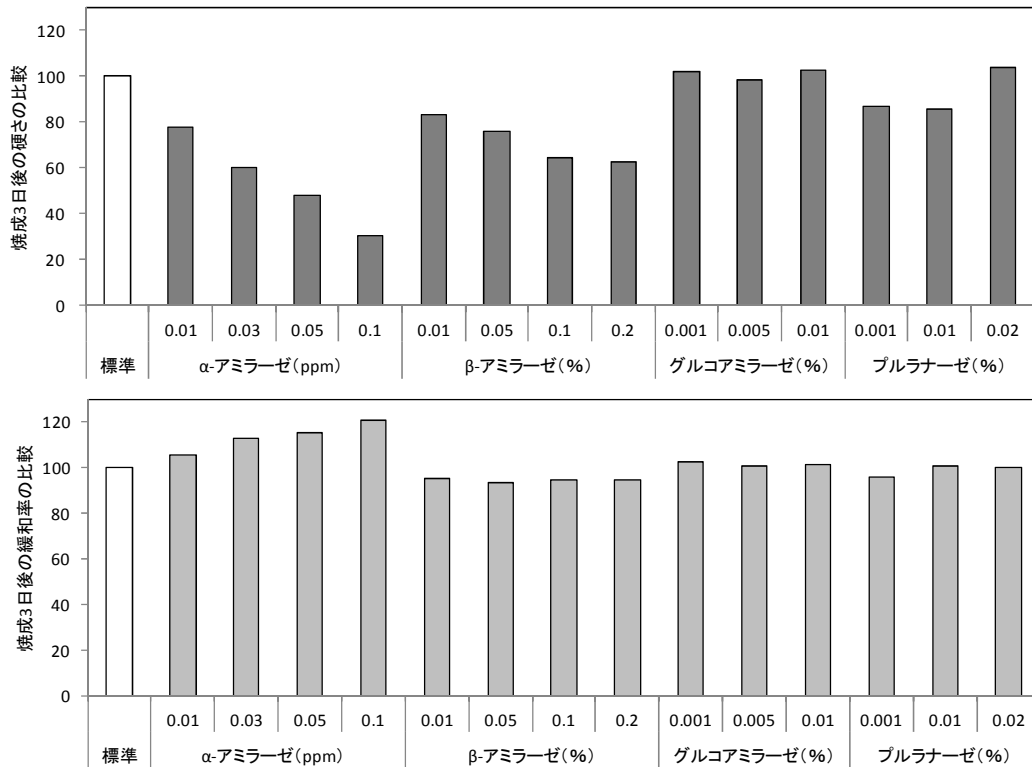


図5 糖質分解酵素による硬さ(上)と緩和率(下)の比較

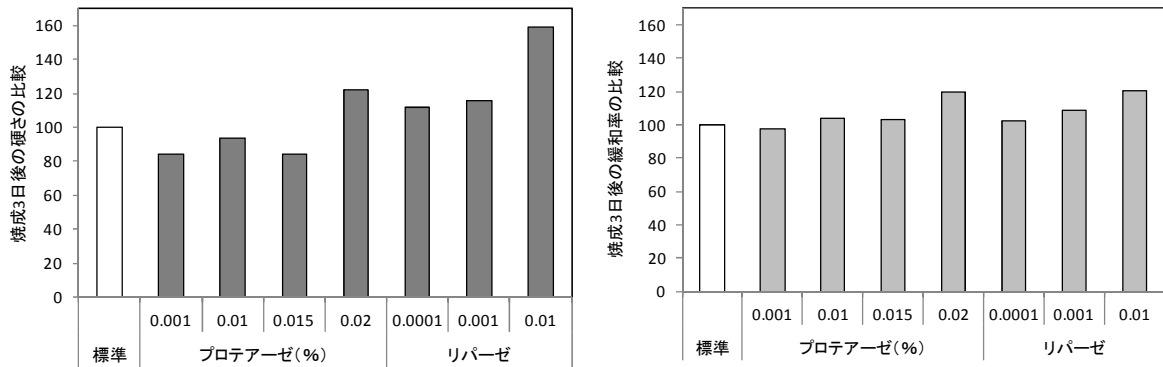


図6 蛋白質・脂質分解酵素による硬さ(左)と緩和率(右)の比較

で若干硬くなりにくかったが、0.02 %の添加で標準と同等になった。

蛋白質分解酵素及び脂質分解酵素の添加による硬さと緩和率の比較を図6に示す。プロテアーゼを添加すると、0.015%以上の生地ですらかく伸びがよくなった。しかし、発酵の段階で添加量が多いほど生地の表面に穴が開き、グルテン膜が弱くなっていることが推測された。

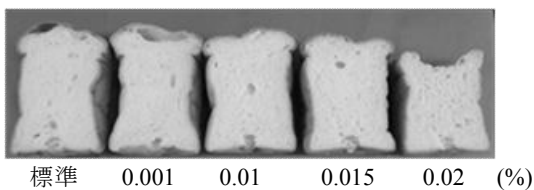


図7 プロテアーゼ添加の焼成パン

焼成パンは0.02%添加で明らかに膨らみが悪く(図7, 比容積 3.4 mL/g), 硬さと緩和率で高くなった。

リパーゼの添加は、生地が柔らかく伸びがよくなり、0.01%で生地の保持力がなくまとまらなかった。焼成パンは0.001%以上ではクラムの気泡が大きくなり、0.01%で明らかに膨らみが悪くなった(図8, 比容積 3.5 mL/g)。今回のリパーゼの添加量では、いずれも硬さおよび緩和率は高い、すなわち標準より硬くなりやすく、崩れやすかった。

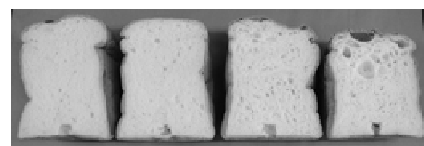


図8 リパーゼ添加の焼成パン

物性の評価として 2000 g 荷重し 10 秒後における応力 (回復力) の変化を緩和率として示した。アミラーゼ、プロテアーゼ、リパーゼの添加で緩和率は高い値となったが、 $\alpha$ -アミラーゼの添加はべとつきが強く荷重により団子状に固まり回復しなかった一方で、プロテアーゼおよびリパーゼの添加は荷重に脆く、回復しなかった。

今回、従来小麦粉パンで老化防止に利用されている素材について、それらが米粉パンへ与える硬化抑制の有効性を評価した。糖類および澱粉の置換は同含量での効果が明らかになったことで、さらに甘味度等を考慮し、各種最適配合量を検討する必要がある。また、加水量を増加させることは容易に硬化の抑制に働き、形状保持の観点から多糖類の添加が望まれる。酵素の添加は種類や量によって大きく影響を与え、少量生産の現場では利用に向かないかもしれない。

### 3. さつま揚げにおける米粉添加の影響

佐藤 有一

キーワード：米粉，すり身

#### 目 的

近年、米粉の利用としてパンやめんなど従来小麦粉を利用した食品への利用・開発研究が盛んに行われている。その中には単に小麦粉を代替した食品も多く、价格的に不利な場合が多い。そこで米粉の特徴を生かした水産練り製品開発のために、今年度はすり身に米粉を加えた場合の影響を明らかにした。

#### 測定方法

##### 1) 供試材料

(1)スケソウダラすり身：むぎや蒲鉾より冷凍品を購入したものを5℃で自然解凍した。

(2)米粉：コシヒカリ米粉（パールライス社製）を用いた。

(3)浮粉：三和澱粉「強力特選新浮粉(白)」(馬鈴薯デンプン系)を用いた。

##### 2) 熱糊化特性(ラピッド・ビスコ・アナライザー(RVA))の測定

米粉または浮粉2.5gを図り純水25mLを加えたのち、RVAにて50℃で1分間保持、4分で93℃まで昇温、93℃で7分間保持、4分で50℃まで冷却、50℃で3分間保持した。

##### 3) さつま揚げの調製

BOSCH社のキッチンマシン(MUM4405JP)に攪拌器(混合用)をセットし、原料冷凍すり身500gを冷蔵庫で解凍後speed2で2分間空摺りしたのち、塩10gを加え10分間塩摺りしソルビン酸3.5g、砂糖10g、デンプン所定量を所定の水に溶かし加えさらに10分間攪拌した。

その後成型し、180℃の油で表1分裏1分表30秒裏30秒揚げて試作品とした。

##### 4) 物性測定

レオテック製NRM-2010J-CW FUDOHレオメーターを用い、プランジャーは歯形B(W20mm×D8mm×H10mm)でプランジャー速度6cm/min、咀嚼モード、クリアランスは1.5mmとした。

#### 結果および考察

1)米粉と浮粉の糊化特性およびさつま揚げ時の比較

米粉と浮粉のRVA測定結果を表1に示したとおり、同

表1 米粉、浮粉のRVA特性値

	糊化開始温度 (°C)	最高粘度 (RVU)	最終粘度 (RVU)	ブレイク ダウン (RVU)	セットバック (RVU)
米粉	73.0	218	204	99	86
浮粉	68.7	449	238	299	87

米粉、浮粉とも2.5gを使用

一濃度で米粉の最高粘度は浮粉の最高粘度のほぼ1/2しか示さず、すり身に添加した場合のゲル強度増強作用が浮粉より弱いことが推察された。

次に表2の配合割合でさつま揚げを試作した場合の咀嚼試験結果を図1に示した。米粉は浮粉よりもゲル増強効果が弱いことが明らかとなった。

表2 さつま揚げ試作レシピ

すり身	500 g
米粉(浮粉)	50 g
食塩	10 g
砂糖	10 g
ソルビン酸	3.5 g
氷水	125 mL

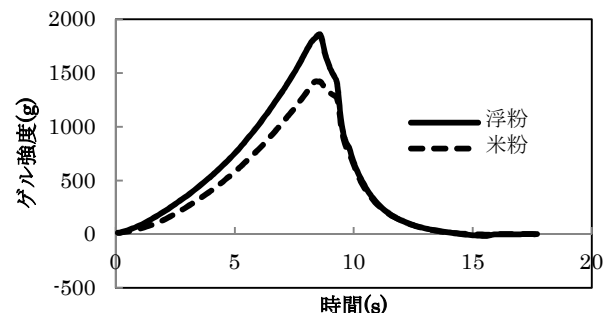


図1 さつま揚げ咀嚼試験における米粉、浮粉の影響

2)さつま揚げ調製時の米粉添加量の影響

米粉添加の割合をすり身に対して10%、20%、30%、40%としてさつま揚げを調製した。その際米粉10%増加するごとに加水を50ml増加し、できるだけゲル強度は同じになるように表3の条件でさつま揚げを調製した。

その結果, 図2に示すように米粉添加割合が30%を越すと物性が脆くなり、歯形で押ししている途中で破断し、食感として好ましくなかった。

表3 米粉添加割合を変えたさつま揚げレシピ 単位:g

	10%区	20%区	30%区	40%区
すり身	500	500	500	500
米粉	50	100	150	200
食塩	10	10	10	10
砂糖	10	10	10	10
ソルビン酸	3.5	3.5	3.5	3.5
氷水	125	175	225	275

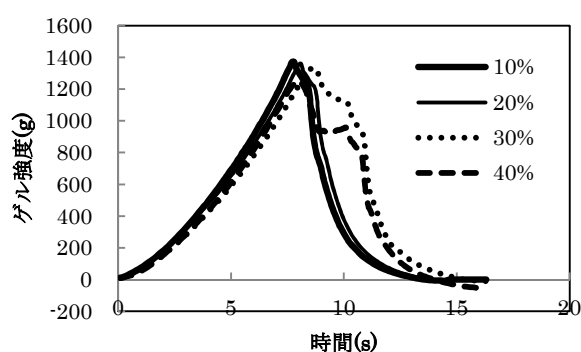


図2 さつま揚げ咀嚼試験に及ぼす米粉濃度の影響

また、米粉パンにみられるモチモチ感のような食感は、米粉を添加したさつま揚げでは得ることはできなかった。

今後、米粉の一部を $\alpha$ 化するなどして米粉の特徴がでないかさらに検討する予定である。

## 参考文献

- 1) 山澤正勝ら編：「かまぼこ その科学と技術」, pp328-348, 恒星社厚生閣(2003)
- 2) 田中ゆかり：平成 22 年度食品加工に関する試験成績,p11(2011)

## 1. ラッキョウフルクタンの糖代謝酵素阻害活性の検討

大浦 剛, 小林恭一, 谷 政八\*

\*仁愛大学人間生活学部

**キーワード：** フルクタン,  $\alpha$ -アミラーゼ活性阻害, スクララーゼ活性阻害, マルターゼ活性阻害

### 目 的

これまでにラッキョウフルクタンの機能として、血糖値上昇を抑制する作用等が明らかとなっており、<sup>1)</sup>ラッキョウフルクタンの糖代謝における作用機序を明らかにするために、今回は糖代謝酵素としてスクラーゼ、マルターゼ、 $\alpha$ -アミラーゼ阻害活性について検討した。

### 実験方法

#### 1. 試料

ラッキョウフルクタンは、株式会社エル・ローズが平成21年7月に製造したロット(S10-0907)を使用した。

#### 2. 酵素液

スクラーゼ、マルターゼについては、市販ラット腸管アセトン粉末(SIGMA社製)に9倍量の50 mM マレイン酸緩衝液(pH6.0)を加え、水中にてホモジナイザーで均質化した後、遠心分離(3000 rpm, 10 min, 4 °C)し、上清を粗酵素液とした。スクラーゼ反応には粗酵素液を50mM マレイン酸緩衝液(pH6.0)で2倍希釈、マルターゼ反応には粗酵素液を50 mM マレイン酸緩衝液(pH6.0)で20倍希釈して用いた。

$\alpha$ -アミラーゼは豚膵液由来の $\alpha$ -アミラーゼ(SIGMA社製)を267.5 Unit/mLになるように0.1 Mリン酸ナトリウム緩衝液(pH7.0)で調製した<sup>3)</sup>。

#### 3. 活性の測定

##### 1) スクララーゼおよびマルターゼ活性の測定

2%スクロース、あるいは2%マルトース溶液0.6 mLに2%フルクタン水溶液を等量添加し、37 °Cにて5分間保温後上記粗酵素液を0.6 mL加え、37 °Cにて30, 60, 90, 120 分間反応させた。糖類(スクロースあるいはマルトース)、ラッキョウフルクタン、酵素液は50 mM マレイン酸緩衝液(pH6.0)で溶解した。対照には2%フルクタン

水溶液の代わりに50 mM マレイン酸緩衝液(pH6.0)を添加、ブランクには失活酵素を用い、反応停止は沸騰水中で10分間加熱して酵素を失活させた。反応停止後、遠心分離(3000 rpm, 10 min)し、その上清中のグルコース量をF-キット(ロシュ・ダイアグノスティック社製)で測定した。分解率は反応に用いた基質のマルトースあるいはスクロースが完全に分解された場合に生成されるグルコース量を100%とし、それに対してラッキョウフルクタン添加、無添加の反応から生成されたグルコース量を%で示した。阻害活性は次式により算出した。

$$\text{阻害率 (\%)} = \frac{\text{対照生成グルコース濃度 (mg/mL)} - \text{フルクタン添加時生成グルコース濃度 (mg/mL)}}{\text{対照生成グルコース濃度 (mg/mL)}} \times 100$$

##### 2) $\alpha$ -アミラーゼ活性の測定

$\alpha$ -アミラーゼ活性の測定は市販アミラーゼ-テストワコー(和光純薬工業(株)製)を参考にして行った。4%デンプン溶液(0.1 Mリン酸緩衝液(pH7.0))1 mLに同じ緩衝液で溶解した2%フルクタン1 mLを添加し、37 °C、5分間保温後、 $\alpha$ -アミラーゼ溶液を0.02 mL(5.35 Unit)加え、37 °Cにて、30, 60, 90分間反応した。対照には0.1 Mリン酸緩衝液(pH7.0)、ブランクには失活酵素を用い、反応停止は沸騰水中で10分間加熱して酵素を失活させた。反応で生成したマルトースをF-キット(ロシュ・ダイアグノスティック社製)で測定し、酵素活性を測定した。阻害活性はマルターゼの場合と同じにして計算した。

## 結果および考察

図1のとおり、スクラーゼ活性についてラッキョウフルクタン区と対照区の差はほとんど見られなかった。スクラーゼ活性阻害率は、60分後が-4.3%、75分後が-3.7%、90分後が4.3%で、 $\pm 5\%$ 程度の幅があった。 $\pm 5\%$ 程度の差は誤差の範囲と考えられ、ラッキョウフルクタンのスクラーゼ活性阻害は認められなかった。

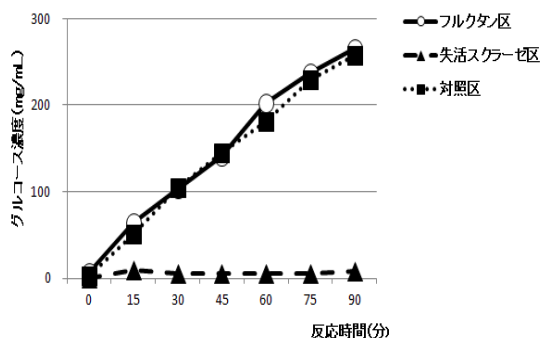


図1.ラッキョウフルクタンのスクラーゼ活性阻害活性測定

図2のとおり、マルターゼ活性についてラッキョウフルクタン区と対照区の差はほとんど見られなかった。マルターゼ活性阻害率は、60分後が4.6%、75分後が-4.7%、90分後が4.8%で、 $\pm 5\%$ 程度の幅があった。 $\pm 5\%$ 程度の差は誤差の範囲と考えられ、ラッキョウフルクタンのマルターゼ活性阻害は認められなかった。

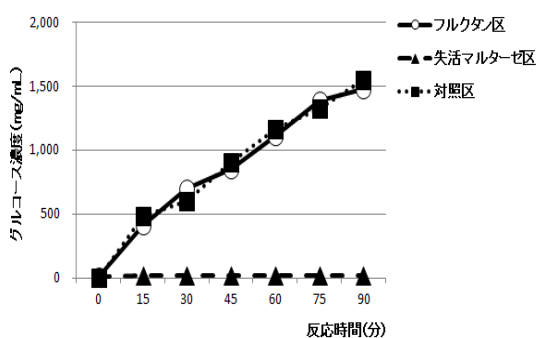


図2.ラッキョウフルクタンのマルターゼ活性阻害活性測定

図3のとおり、 $\alpha$ -アミラーゼ活性についてラッキョウフルクタン区と対照区の差はほとんど見られなかった。 $\alpha$ -アミラーゼ活性阻害率は、60分後が-4.3%、75分後が-3.7%、90分後が4.3%で、 $\pm 5\%$ 程度の幅があった。 $\pm 5\%$ 程度の差は誤差の範囲と考えられ、ラッキョウフルクタンの $\alpha$ -アミラーゼ活性阻害は認められなかった。

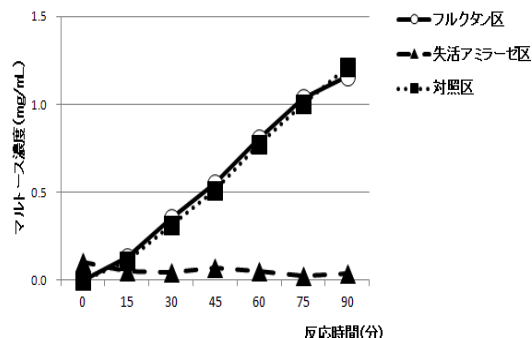


図3.ラッキョウフルクタンの $\alpha$ -アミラーゼ活性阻害活性測定

ラッキョウフルクタンの血糖値上昇を抑制する作用機序の一つとして、ラッキョウフルクタンが糖代謝酵素の活性を阻害することを想定した。しかし、これらの結果からフルクタンが糖代謝酵素の活性には影響を与えないと考えられる。血糖値上昇を抑制する作用は、ラッキョウフルクタンの他の働きであることが考えられる。

## 参考文献

- 1) 小林恭一, 科学と工業, **79** (4), pp 175~180, (2005)
- 2) 福井県, 特許公報, 3111378, (2000)
- 3) 出口ヨリ子ほか, 日本農芸化学会誌, **72**, (8), pp 923~931, (1998)
- 4) 岸本由香, 機能性食品と薬理栄養, **3**,(6), pp.453~457 (2000)
- 5) 小林義典ほか, 日本栄養・食糧学会誌, **61**,(6), pp 265~271,(2008)



## 2. ラッキョウフルクタンがグルコースの *in vitro* における拡散速度に与える影響の検討

大浦 剛, 小林恭一, 谷 政八\*

\*仁愛大学人間生活学部

キーワード： フルクタン, 食物繊維, グルコースの拡散

### 目 的

これまでにラッキョウフルクタンの機能として、血糖値上昇を抑制する作用等が明らかとなっている<sup>1)</sup>。一方、食物繊維の生理効果の一つ耐糖性改善効果は、水溶性食物繊維の拡散阻害作用により説明されている<sup>2)</sup>。そこでラッキョウフルクタンの糖代謝における作用機序を明らかにするために、今回はグルコースの *in vitro* における拡散速度に与える影響について検討した。

### 実験方法

#### 1. 試料

ラッキョウフルクタンは、株式会社エル・ローズが平成21年7月に製造したロット(S10-0907)を使用した。

なお、グルコースの拡散速度は、溶液温度で異なることから、試験に使用するイオン交換水、2%グルコース溶液およびフルクタン溶液は冷蔵庫で一晩冷やすことで初期の温度条件を同じにした。

#### 2. グルコースの拡散速度の測定

グルコース拡散速度測定装置について、文献<sup>2)</sup>を参考に作成した。図1のグルコース拡散速度測定装置を水温37°Cのウオーターバス内に設置後、イオン交換水100 mL、2%グルコース溶液100 mLおよびフルクタン溶液60 mLをグルコース拡散速度測定装置の所定の場所に注いだ。経時的(0分、60分、120分および180分)にイオン交換水を注いだ場所から1 mLの溶液を採取し、その中のグルコース量をグルコースCIIテストワコー(和光純薬工業(株)製)で測定した。対照は、フルクタン溶液をイオン交換水に置き換え測定した。グルコースの拡散阻害率は次式により算出した。

$$\text{阻害率 (\%)} = \frac{\text{対照グルコース濃度 (mg/mL)} - \text{フルクタン添加時グルコース濃度 (mg/mL)}}{\text{対照生成グルコース濃度 (mg/mL)}} \times 100$$

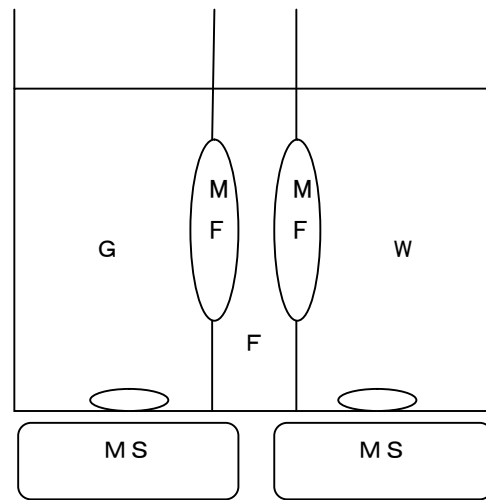


図1 食物繊維存在下におけるグルコースの拡散速度測定装置

G:グルコース溶液(100 mL), MF:メンブランフィルター(0.45 μm), F:フルクタン溶液(60 mL) W:蒸留水(100 mL), MS:マグネチックスターラー

### 結果および考察

図2のとおり、ラッキョウフルクタン濃度が高いほどグルコース濃度が低く、180分後のグルコースの拡散阻害率は、2%フルクタン溶液で15%、4%フルクタン溶液で30%、8%フルクタン溶液で83%であった。

ラッキョウフルクタンも他の水溶性食物繊維と同様にグルコースの拡散阻害作用がみられた。グルコースの拡散速度は、容器の容量や形状により大きく異なるため、他の文献<sup>4,5)</sup>に記載された水溶性食物繊維のグルコースの拡散阻害効果と今回の結果の比較はできない。そして今後、図1のグルコース拡散速度測定装置を用いて、他の水溶性食物繊維のグルコース拡散阻害率を算出し、ラッキョウフルクタンの効果を検討したい。

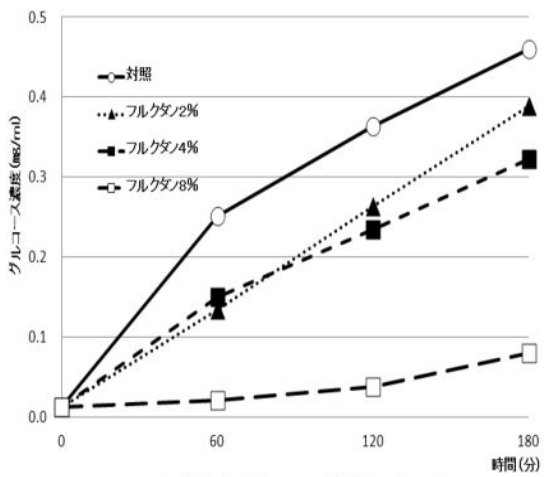


図2. フルクタン濃度の違いがグルコース拡散速度に与える影響

## 参考文献

- 1) 小林恭一, 科学と工業, **79** (4), pp 175~180, (2005)
- 2) 印南敏ほか編: 改訂新版食物繊維, 第一出版株式会社, (1995)
- 3) 福井県, 特許公報, 3111378, (2000)
- 4) 加藤陽治ほか, 弘前大学教育学部紀要, **81**,(8), pp 93~99, (1999)
- 5) 古庄律ほか, 日本食物繊維学会誌, **11**,(1), pp 15~22, (2007)

## 細胞凍結保存液中におけるラッキョウフルクタンの経時変化について

大浦 剛, 小林恭一, 寺田聡\*<sup>1</sup>, 小川亜希子\*<sup>2</sup>, 安川沙織\*<sup>3</sup>, 森山展行\*<sup>3</sup>\*<sup>1</sup>福井大学工学部, \*<sup>2</sup>鈴鹿工業高等専門学校, \*<sup>3</sup>株式会社エル・ローズ

キーワード: フルクタン、凍結保存、動物培養細胞

## 目 的

ラッキョウフルクタンに動物細胞の凍結保存での細胞凍結保護効果があることが見出され<sup>1,2,3)</sup>, ラッキョウフルクタンを用いた動物由来の血清を使用しない動物細胞凍結保存液の開発を行っている。ラッキョウフルクタンは、pH、温度条件により低分子化する恐れがあり<sup>4)</sup>, 凍結保存液中で、フルクタンの低分子化が懸念されることから、凍結保存液中のフルクタンの変化について検討した。

## 実験方法

## 1. 試料

ラッキョウフルクタンは、株式会社エル・ローズが平成22年2月に製造したロット(S5-1002)を使用し、ラッキョウフルクタンを用いた動物細胞凍結保存液<sup>5)</sup>を2種類(表1)のとおり調製し、温度-80℃(冷凍)と4℃(冷蔵)の2つの条件で保存を行った。なお、試料はメンブランフィルター(0.22 μm:ミルポア社製)でろ過滅菌後、クライオチューブ(nunc社製)に4 mLずつ分注し、50日・100日・150日・200日・250日・300日の期間保存した。

表 1.凍結保存液の組成

サンプル名	組 成		
EG 保存液	フルクタン+エチレングリコール (30%) (5%)	+9.5mMリン酸緩衝液(pH7.6) (65%)	
DMSO 保存液	フルクタン+ジメチルスルホキシド (30%) (3%)	+9.5mMリン酸緩衝液(pH7.6) (67%)	

## 2. 調査項目

## 1)フルクタン溶液の水素イオン濃度(pH)

pHメーター(HORIBA D51S)で測定した。

## 2)フルクタン分解率(%)

所定の期間保存した試料をF-キット(ロシュ・ダイアノグノスティック社製)でフルクトースを濃度を測定

し、以下の式でフルクタン分解率を算出した。

$$\text{フルクタン分解率 (\%)} = \frac{\text{保存後溶液のフルクトース濃度 (mL)} - \text{保存前溶液のフルクトース濃度 (mL)}}{\text{保存前のフルクタン濃度 (10000 mg/L)}} \times 100$$

## 3)フルクタンの分子量分布

高速ゲルろ過クロマトグラフを用いて行った。分析条件は下のとおり。分析用の試料は、0.2 M 硝酸ナトリウム溶液でフルクタン濃度が0.2%になるよう希釈したものを、0.45 μmのメンブランフィルター(ザルトリウス・ステディム製)でろ過したものを用いた。

[フルクタン分子量高速ゲルろ過クロマトグラフ分析条件]

装置 : CCP&8020 シリーズ(東ソー株式会社製)

カラム : TSKgel guardcolumn PWxl

(7.8 mml.D.×30 cmL、東ソー株式会社製)

: TSKgel G4000 PWxl

(7.8 mml.D.×30 cmL、東ソー株式会社製)

: TSKgel G3000 PWxl

(7.8 mml.D.×30 cmL、東ソー株式会社製)

: TSKgel G2500 PWxl

(7.8 mml.D.×30 cmL、東ソー株式会社製)

直列接続

移動相: 0.2 M 硝酸ナトリウム溶液

流速 : 1.0 mL/min

試料注入量: 100 μL

検出器 : RI (CCP&8020 シリーズ(東ソー株式会社製))

カラム温度: 40 °C

分子量マーカー: 標準プルラン

## 結果および考察

フルクタン溶液の水素イオン濃度は、冷蔵(4 °C)冷凍(-80 °C)とも保存期間中の変化はほとんど変化せず安定していた(図 1)。

保存期間 300 日におけるフルクタン分解率は、いずれの区においても 0.1 %未満で冷蔵冷凍とも変化はほとんど変化せず安定していた(図 2)。

高速ゲルろ過クロマトグラフによるフルクタン溶液の分子量分布パターンは、保存期間 300 日の間ほとんど変化は認められなかった(図 3, 4)。

以上の結果より、検討した2種の組成の凍結保存液の冷蔵、冷凍中の変化は認められず、安定性は優れていた。

## 参考文献

- 1)寺田聡ほか, 日本生物工学会シンポジウム講演要旨集, **2010**, p47, (2010)
- 2)柳原佳奈ほか, 日本生物工学会講演要旨集, **63rd**, p191, (2011)
- 3)小川亜希子ほか, 日本生物工学会講演要旨集, **63rd**, p175, (2011)
- 4)小林恭一ほか, 福井県農業試験場研究報告, **35**, pp 23~29, (1998)
- 5)国立大学法人福井大学, 独立行政法人国立高等専門学校機構, 福井県, (株)エル・ローズ:特許願, 特願 2011-106530

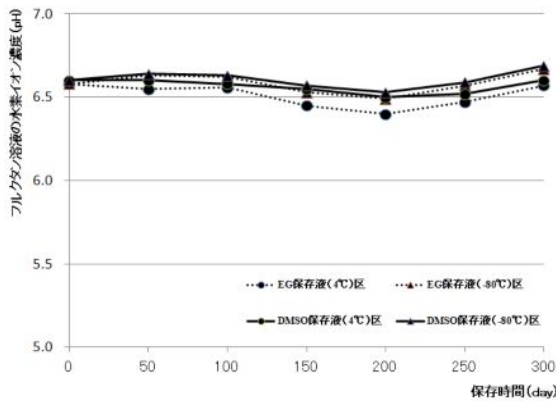


図1.フルクタンの凍結保存液中におけるpHの経時変化

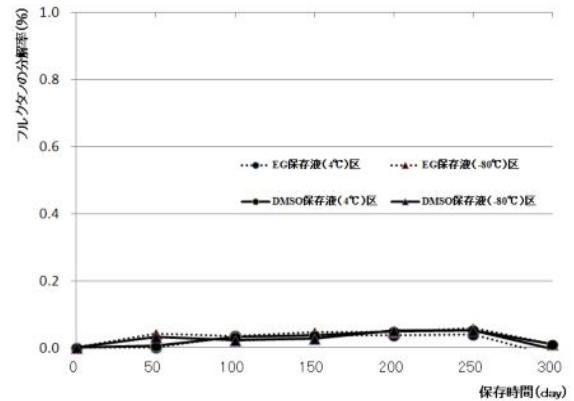
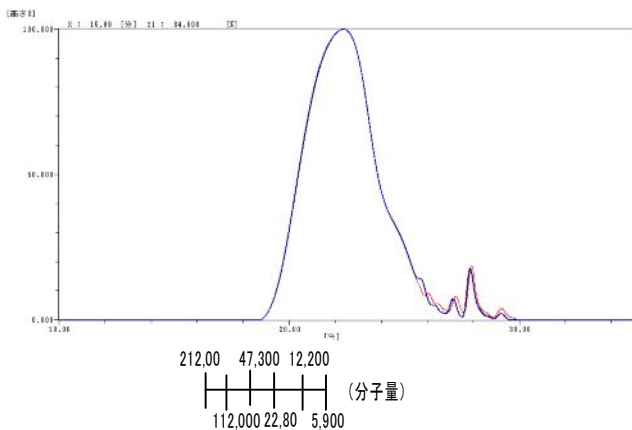
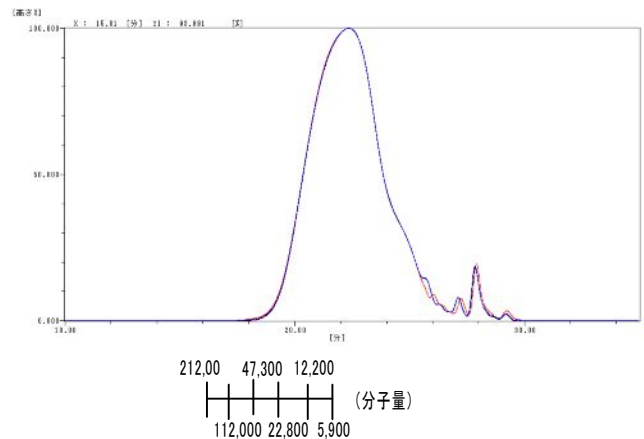


図2.フルクタンの凍結保存液中における分解の経時変化



保存条件(溶出曲線) : 保存前 (——)  
 冷蔵 4°C 保存 300 日間 (——)  
 冷凍 -80°C 保存 300 日間 (——)

図 3. フルクタンのEG 保存液中における冷蔵(4 °C) 保存および冷凍(-80 °C) 保存 300 日後の分子量分布



保存条件(溶出曲線) : 保存前 (——)  
 冷蔵 4°C 保存 300 日間 (——)  
 冷凍 -80°C 保存 300 日間 (——)

図 4. フルクタンの DMSO 保存液中における冷蔵(4 °C) 保存および冷凍(-80 °C) 保存 300 日後の分子量分布

## V 県育成乳酸菌 FPL2 の耐酸性機構の解明と梅食品開発への応用

(地域科学技術振興研究事業)

### 1. FPL2を用いた乳酸発酵梅干し製造技術の開発

駒野小百合・久保義人

キーワード：乳酸菌, FPL2, 耐塩性, ウメ

#### 目 的

福井県が育成した乳酸菌FPL2は、従来の乳酸菌に比べて耐酸性に優れ、低 pHでも生育可能であることから、ウメ果汁の発酵に適しているが、さらに梅の加工品である梅干等の製造に利用するために浸透圧耐性の強化や発酵の工夫を行う必要がある。

本研究では、塩分に対する耐性を向上させるための育種選抜と、FPL2改良株を用いた梅加工技術の開発を目指している。

#### 実験方法

##### 1. 耐塩性取得株の選抜

###### 1) 1次選抜

本年度エチルメタンサルホン酸処理で得た変異株26株と前年度の候補株<sup>1)</sup>をMRS (Difco) 培地で30℃16時間培養し生理食塩水で2回洗浄後、2%塩化ナトリウムを含んだ0.1 M酒石酸緩衝液 (pH 2.7) に変異株をそれぞれOD<sub>600</sub>が0.1になるように添加、20℃1.2時間後の菌数を測定した。

###### 2) 2次選抜

1次選抜試験で生存の高かった3株を、MRS培地で30℃16時間培養し滅菌生理食塩水で2回洗浄後、表1の調味液 (65℃10分殺菌) に、OD<sub>600</sub>が0.1になるように添加、20℃での生存数を調査した。酵母エキスは調味料として使用されている酵母エキスH (キリン協和発酵) を使用した。梅酢は、福井県産の紅サシを用い梅重量の18%の塩で漬けこみ後、上がってきた梅酢を使用した。

梅酢	30ml
グルコース	4g
酵母エキスH	2g
GYP培地用混合塩液	0.5ml
Total	100ml

クエン酸 (%)	塩分 (%)	pH
1.6	5.7	2.9

表3 GYP培地用混合塩液組成

MgSO <sub>4</sub> ・7H <sub>2</sub> O	4g
MnSO <sub>4</sub> ・4H <sub>2</sub> O	0.2g
FeSO <sub>4</sub> ・7H <sub>2</sub> O	0.2g
NaCl	0.2g
Total	100ml

##### 2. 無機塩類追加による発酵改善

酵母エキスH 1.5%, グルコース4%, 食塩8%になるように調製した梅用調味液にGYP培地<sup>2)</sup>用塩混合溶液 (表3) を0.5%(V/V)添加し、121℃、15分高圧蒸気滅菌を行った。MRS培地で16時間培養したE22株を0.1%(V/V)添加し、生菌数、乳酸の生成を経時的に調査した。

##### 3. グルコース濃度が生育に及ぼす影響

酵母エキスH1.5%, グルコース4, 8%, GYP培地用塩混合溶液0.5%の調味液を滅菌冷却後、MRS培地で30℃、16時間培養したE22株を液量で0.1%添加し、30℃で経時的に菌数と乳酸生成量を、発酵終了後にグルコース残量を測定した。

##### 4. 乳酸発酵梅干しの試作

白干し梅は県産の紅サシを梅の18% (塩分は15.3%換算) の塩で漬けこみ後、土用干しを行い調製した。

発酵調味液は酵母エキスH 1.5%, グルコース4%, GYP用混合塩液0.5%の溶液に30℃16時間前培養したE22株を液量で0.1%添加し、30℃で24時間発酵させたものを使用した。

白干し梅を水で脱塩後、発酵調味液と重量で1:1になるように漬けこみ、20℃で塩分、酸度、菌数の変化を調査した。

脱塩梅は3粒の種を除き破砕後、Brix値を測定した。またこれを純水で希釈ホモジナイズし濾液を用いクエン酸、塩分を分析した。

##### 3. 測定方法

1) 乳酸菌数：BCP加プレートアカウンタガール

「ニッスイ」を使用し37 °C, 1~2 日培養後にコロニー数を計測した。

2)クエン酸:0.1 mol/L 水酸化ナトリウムで滴定しクエン酸に換算した。

3) 塩分:中和後, モール法により塩化物イオンを滴定し食塩に換算した。

4) 滴定酸度:試料10 mlを中和するのに要する 0.1 mol/L水酸化ナトリウム溶液の液量で表示した。

5) Brix値:ポケット糖度計 PAL-1 (ATAGO) を用い測定した。

6)乳酸:培養後の培地を純水で10 倍希釈・濾過後, 島津有機酸測定システム(島津製作所)を使用し定量した。

7) グルコース:グルコースCII-テストワコー (和光純薬) を用い定量した。

## 結果および考察

### 1. 耐塩性向上株の選抜

緩衝液中の生存試験で親株より生存が良かったE7, E11, E22株を候補株とした(図1)。次に候補株4 株を用い梅酢含調味液中での生存を調査し, 1 時間後で親株の10 倍, その後も最も生存が高かった E22 株を選抜株とした(図2)。

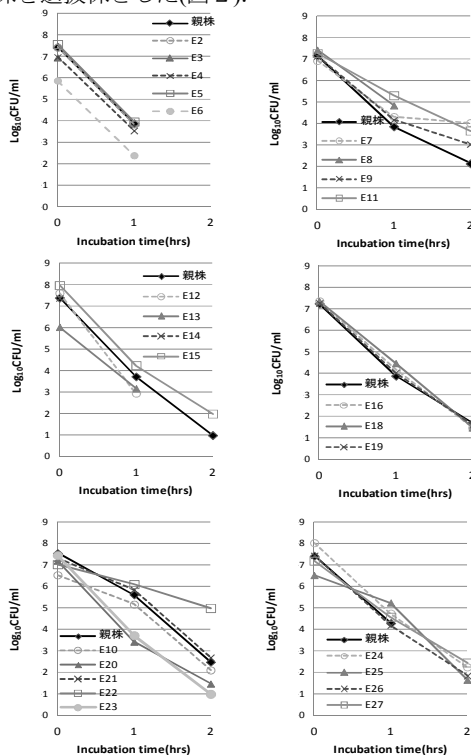


図1 低pH緩衝液内での変異株の生存数変化

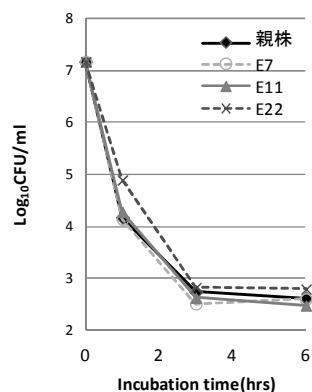


図2 梅酢混合調味液中での各候補株の生存比較

### 2. 無機塩類追加による発酵の改善

FPL2は, 8 %食塩を添加した発酵梅干し用の調味液中では, 同様に8 %の食塩を含むGYP培地やMRS培地中に比べ生育・酸生成が共に悪くなった。調味液に含まれる酵母エキスとグルコースだけでは乳酸菌の生育に必要な無機塩類, 特にマンガンが不足している可能性があるため<sup>3)</sup>, 調味液に GYP培地用の無機塩類混合液を添加し生育を比較した。

無機塩類を添加した区では生存, 乳酸生成量共に無添加区より優れ, 無機塩添加は乳酸生成を促進することが分かった。しかし乳酸生成量は0.2 %にも及ばず, 高ストレス下ではあまり乳酸発酵が出来ないことが分かった(図3)。乳酸による味や風味を活かすためには白干梅と混合する前に, 十分に発酵を行ったほうが良いと思われた。

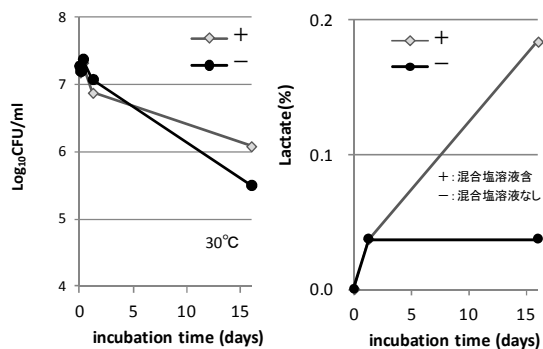


図3 塩混合溶液添加による乳酸発酵の違い

### 3. グルコース濃度が生育に及ぼす影響

グルコース濃度による発酵の違いを調査するため4 %と8 %のグルコース濃度での生菌数変化と乳酸生成量を経時的に調査した。初期グルコース濃度で

発酵には大きな差がなく、乳酸生成量も共に4日位で頭打ちになった。また発酵16日後のグルコース残量は4%区で2.1%、8%区で6.2%でどちらもグルコースは2%弱しか消費されておらず、発酵が一定以上進まないのはグルコース不足によるものではなかった。調味液のグルコース濃度を12%、16%に上昇させた区では高浸透圧のためか菌数増加が遅く、減少も早く、乳酸生成量も低くなったため（データ省略）梅調味液に甘味を増やす場合は、発酵後に糖を追加するか、甘味料としてグルコース以外のものを追加するのが適当と思われる。

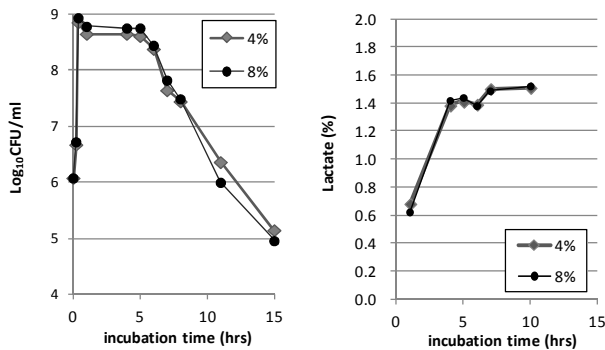


図4 グルコース濃度が菌数と

乳酸量生成量に及ぼす影響

### 3. 乳酸発酵梅干しの試作

白干し梅をBrix値が5.6, 7.8, 17.1になるまで脱塩した後、乳酸発酵調味液に漬け込み、塩分、酸度、生菌数を調査した。Brix 17.1では発酵調味液の塩分、酸度は直ちに上昇し、乳酸菌も3日目に死滅した。Brix 5.6と7.8の脱塩梅では、Brix 5.6は調味液の塩分が1.8%、Brix 7.8では調味液の塩分が2.7%程度で平衡化し、酸度は両方とも23程度であり差がなかった。調味液中での酸度の上昇は乳酸発酵によるものではなく、梅のクエン酸が移行したもので、クエン酸濃度は脱塩程度であり差がなかったため(表4)と思われる。どちらも生菌数は35日後までは確認できた(図5)。

表4 脱塩梅のクエン酸と塩分

Brix	クエン酸(%)	NaCl(%)
5.6	2.1	3.1
7.8	2.3	5.5
17.1	3.7	9.3

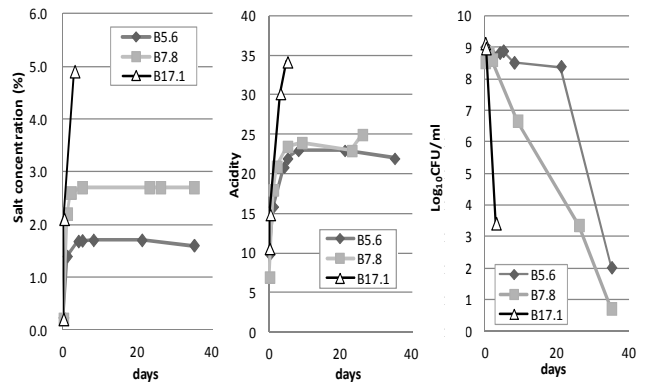


図5 脱塩梅のBrix値の違いによる調味液の変化

乳酸発酵梅干しの特徴を活かすためには、生菌の確保と乳酸生成量を増加させて風味に個性を出すことが必要となるため、E22株の生存に適した条件と、乳酸生成量を多くさせる条件を検索する必要があり、今後の課題である。

### 参考文献

- 1) 平成22年度食品加工に関する試験成績,2011
- 2) 小崎道雄監. 「乳酸菌実験マニュアルー分離から同定までー」朝倉書店, 東京,1992
- 3) 乳酸菌研究集談会 編. 「乳酸菌の化学と技術」学会出版センター, 東京,1996
- 4) 平成19年度食品加工に関する試験成績,2008

## 2. 乳酸発酵を活用した梅リキュール製造条件の検討

久保義人

キーワード：乳酸菌，FPL2，耐酸性，梅酒

### 目 的

高い耐酸性を有するFPL2の食品製造への利用方法として梅の主要加工品である梅酒に着目し，乳酸発酵工程を組み入れた梅リキュール製造技術の開発を目標とし，基本条件の検討を行った。

### 実験方法

#### 1. 使用菌株および培地

当研究所育成株FPL2(NITE P-692)を使用した。通常の培養にはMRS培地(Difco)を使用し，培養温度は37℃とした。生菌数の計測には，BCP加プレートカウンタアガール(日水製薬)を使用した。

#### 2. エタノール濃度の影響

梅果汁(酸度69、糖濃度 0.8%)を希釈した液にグルコースとエタノールを加え，酸度10，糖濃度10%，エタノール0，3，6，9%の発酵液100 mLを調整し，FPL2のMRS培養菌体を $OD_{600} = 0.1$ となるように接種した。培養は20℃静置条件で行い，期間中の生菌数および乳酸濃度の変化を測定した。

#### 3. 酸度の影響

糖濃度10%，エタノール濃度5%で一定とし，梅果汁(酸度80.5)の濃度が10，20，30，40，50%(v/v)となる溶液50 mLを作成し，試験液とした。FPL2のMRS培養菌体を $OD_{600} = 0.1$ となるように接種し，20℃における乳酸生成量の変化を測定した。

#### 4. 温度の影響

梅果汁(酸度80.5、糖濃度 1.2%)を希釈した液にグルコースとエタノールを加え，酸度10，糖濃度10%，エタノール6%の発酵液100 mLを調整した。FPL2のMRS培養菌体を $OD_{600} = 0.1$ となるように接種し，15，20，25℃における乳酸生成量および生菌数変化を測定した。

#### 5. 接種量の影響

梅果汁(酸度69、糖濃度 0.8%)を希釈した液にグルコースとエタノールを加え，酸度10，糖濃度 10%，エタノール9%の発酵液100 mLを調整した。FPL2の

MRS培養菌体を $OD_{600} = 0.1, 0.5, 1.0$ となるように接種し，20℃における乳酸生成量および生菌数変化を調査した。

#### 6. FPL2の発酵力向上

定常期まで培養したFPL2菌体を滅菌水に懸濁し，紫外線(15W殺菌灯、40 cm、40秒)照射後に単一コロニーを分離し，各種条件下での選抜を行った。

#### 7. 各種成分の測定

有機酸の定量は，島津有機酸測定システム(島津製作所)を使用した。糖類の測定は高速液体クロマトグラフを使用し，カラムはShim-pack SCR101C (7.9 × 300 mm，島津製作所)，移動層は水を使用し，検出は示差屈折にて行った。酸度は国税庁所定分析法に従い，試料10 mLを中和するのに要する0.1 mol/L水酸化ナトリウム溶液量で表示した。

### 結果および考察

#### 1. エタノール濃度の影響

FPL2は高い耐酸性を示し梅果汁中で乳酸発酵およびマロラクチック発酵を行うことができる<sup>1)</sup>が，梅酒のように低pHかつエタノール存在条件ではその能力は低下することが予想される。そこで，エタノール濃度がFPL2の安定性および乳酸生成量に及ぼす影響を確認した。

図1に示すように，エタノール0%および3%では生菌数および乳酸生成量の推移に差は認められなかった。対してエタノール6%および9%では，エタノール濃度に対応して生菌数の減少が早まるとともに乳酸生成量も少なくなった。この結果からFPL2の発酵限界エタノール濃度は，酸度10，グルコース濃度10%の場合3~6%付近と推定される。



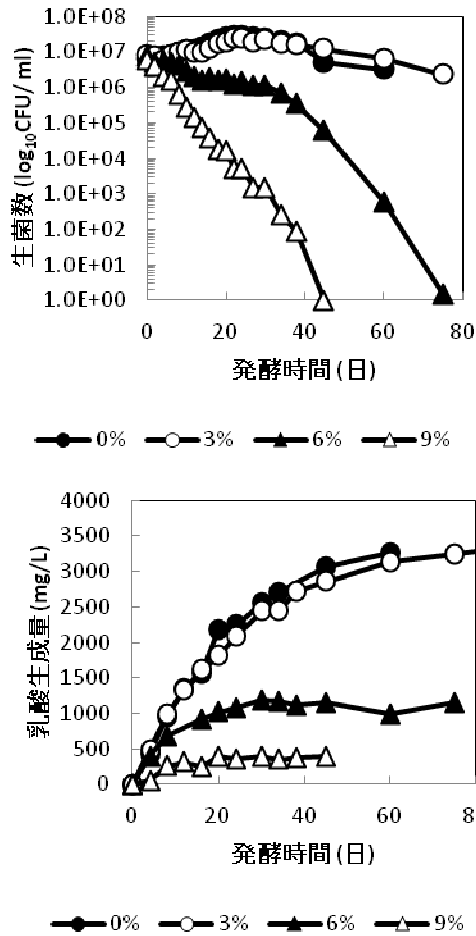


図1 エタノール濃度の影響  
上: 生菌数, 下: 乳酸生成量

## 2. 酸度の影響

次に、エタノール共存下での酸度の違いがFPL2の安定性および乳酸生成量に及ぼす影響を検討した。発酵液の酸度は梅果汁の添加量で調節し、グルコース濃度およびエタノール濃度が同一となるように調製した。

24日間経過後の乳酸の生成は、酸度18.5(果汁濃度20%)まで認められたが、それ以上では確認されなかった(表1)。終了時点での生菌数は、果汁濃度20%までが $10^3 \sim 10^4$ 個/mLオーダー、30%では $10^2$ 個/mL、40%以上では検出されなかった。これらのことから、発

表1 酸度がFPL2の乳酸生成に及ぼす影響

果汁濃度 (%)	酸度	pH	乳酸生成量 (mg/L)
10	9.5	2.8	244
20	18.5	2.7	179
30	27.0	2.7	tr
40	33.0	2.6	nd
50	39.5	2.6	nd

tr: 痕跡, nd: 未検出

酵限界酸度は20付近(エタノール5%時)と推定される。

## 3. 発酵温度の影響

これまでに、酸性環境下でのFPL2の生存率は温度により変化することを確認している。低pHかつエタノール環境下での発酵特性を確認するため、温度の違いが及ぼす影響について試験した。

結果を図2に示す。温度による生菌数の差異は、開始40日以降に現れた。菌数の減少は25℃が最も早く開始後70日目まで検出されなくなった。生菌数が最も高く維持されたのは20℃で、次いで15℃、25℃となった。一方、乳酸生成量は25℃が高く、20℃と15℃はほぼ同等の推移を示した。今回の結果では生菌数と乳酸生成量は必ずしも一致しておらず、FPL2の乳酸発酵性は温度の影響を大きく受けることが示唆された。

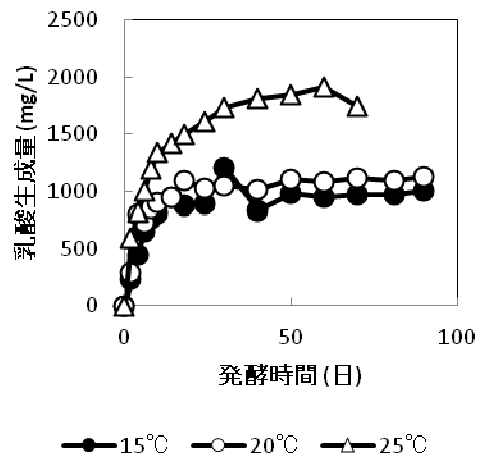
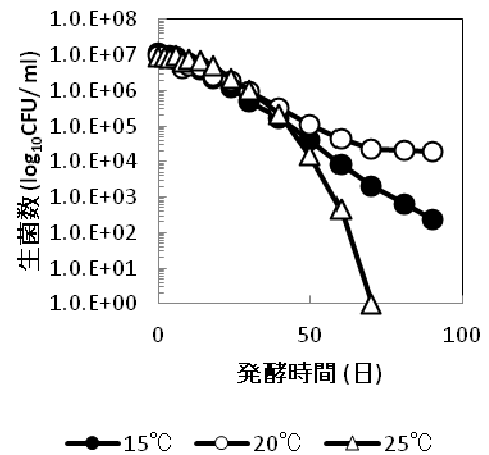


図2 発酵温度の影響  
上: 生菌数, 下: 乳酸生成量

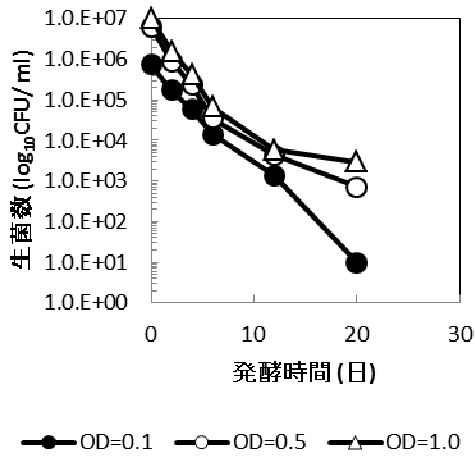


図 3 接種量の影響

#### 4. 接種量の影響

最後に、接種量の違いが生菌数および乳酸生成量の推移に及ぼす影響を検討した。これまでの試験でエタノール濃度5%以上ではFPL2の増殖が期待できないことが明らかとなったため、接種量を高めることによる発酵促進効果をエタノール9%の条件で検討した。

図3に示すように接種量の違いによる初発菌数の差はそのまま維持され、その後の菌数変化も同様に推移した。乳酸生成はOD<sub>600</sub> = 1.0添加で認められたが、それ以下の添加量では観察されなかった。接種量

OD<sub>600</sub> = 1.0の条件では、1×10<sup>9</sup>個の菌体が20日間で12.6 mgの乳酸を生成した計算になり、十分な発酵促進効果を得ることはできなかった。

#### 5. FPL2の発酵力向上

FPL2の発酵力向上を図るため、変異処理を試みた。

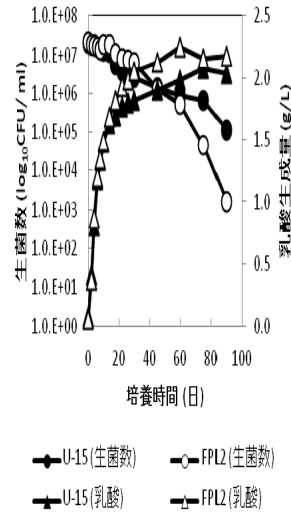


図 4 FPL2 変異株の発酵特性

変異原には紫外線を使用し、照射後の菌株を梅酒混合MRS培地、エタノール添加梅果汁、および梅酒希釈液で培養し、生存率および乳酸生産性を指標として選抜しU-15株を取得した。U-15株はエタノール濃度を3%に調整した梅酒希釈液での培養で、親株(FPL2)に対して高い生存率を示した。一方、乳酸生成速度は親株に比べて遅く、長期発酵向けの特性を有していた。(図4)

#### 参考文献

- 1) 小林恭一, 駒野小百合, 高橋みなみ, 百木華奈子, 谷政八: 平成20年度食品加工に関する試験成績, 福井県食品加工研究所, 9-11 (2009)

## アオリイカの成分について

成田 秀彦・杉田 顕浩(福井県水産試験場)

キーワード：アオリイカ, 成分, 遊離アミノ酸

## 目 的

福井県の海面魚類養殖は、嶺南地域のリアス式海岸の入り江を利用して行われている。主に養殖されている魚はトラフグ(若狭フグ)、マダイであるが、養殖経営の観点からは、さらに多品種養殖への取り組みが重要である。アオリイカは、イカ類中最もおいしいイカとされており、成長も早く、市場価値も高い魚種であり、他地域でも養殖されていない。そこで、まだ未開発であるアオリイカ養殖に関する基礎研究を行い、新たな特産化を目指す。

食品加工研究所ではアオリイカの成分、鮮度保持について検討する。

## 実験方法

## 1. 材料

9月に県内定置網で漁獲後水産試験場で約2ヶ月間飼育したアオリイカをビニール袋に酸素を充填し活で搬入した物を試験材料とした。

## 2. 貯蔵試験

11月9日アオリイカを活で搬入後、頭部を切断し即殺後0℃、5℃、10℃のインキュベーターおよび室温(18℃)に貯蔵し、一定時間ごとに胴肉部を切り取り核酸関連物質、遊離アミノ酸の分析用試料にするとともに色差計で色調を測定した。

## 3. 分析方法

## ・一般成分

既報<sup>1)</sup>の通り

## ・核酸関連物質、遊離アミノ酸

胴肉部の皮をむき、1 g前後を10%過塩素酸で抽出し、60% KOHで中和後50 mLにメスアップした物を、凍結し分析用試料とした。これを随時解凍しHPLCで分析を実施した。核酸関連物質はAsahipak GS-320HQを使用し200 mMリン酸バッファー pH3.0 0.6 mL/minにて分析した。遊離アミノ酸の分析は日立の L8500を使用した。

## ・色調

表皮を剥いだ胴肉を3cm四方で切り出し肉の色調をミノルタ分光測色計 CM-3500d を使用して L\*, a\*, b\* を測定した。

## 結果および考察

## 1. 一般成分について

アオリイカ胴肉部の一般成分についてこれまでの5年間の調査から水分が75~77%、灰分が1.6~1.9%、粗蛋白質20~23%、粗脂肪0.4~0.8%であり、年間を通して大きな変動はなく、また、天然と養殖で大きな違いは認められなかった。今回の飼育個体でも一般成分はこれらの範囲内にあり天然、養殖による差は認められなかった。

## 2. 鮮度(核酸関連物質)について

活で持ち込んだアオリイカを即殺して各温度帯で貯蔵試験を実施した。(図1~5) 今回の貯蔵試験ではK値は従来どおり、貯蔵温度の低い方が上昇は低かった。しかし、8時間程度までのK値の上昇は0℃貯蔵も10℃貯蔵も差がなかった。

ADPとAMPの挙動を見ると0℃貯蔵ではADPが速やかに分解されAMPが蓄積していたが、10℃ではADPの分解が遅く、それに伴いAMPの蓄積も少なかった。5℃貯蔵はその中間を示した。

また、今回の分析では即殺直後であるにも関わらず、ATPの比率が異常に低かった。これは、昨年エアレーションにより運搬したが、今回は酸素を充填して運搬した影響と考えられ、高酸素濃度下における生理活性への影響が考えられた。

## 3. 色調について

今回の試験結果では胴肉のL\*値は死後上昇しその後、減少する傾向が見られた。(図6)

表皮の色は即殺直後は透明であるが、これを0℃に貯蔵するとすぐに褐色になった。しかし、10℃では6時間程度透明感が維持されていた。また、胴肉の透明

感も 0℃では2時間程度維持されていたが、10℃では7時間程度維持されていた。図7~10に0℃、10℃、1時間と5時間貯蔵した時の写真を示した。

#### 4. 遊離アミノ酸について

アオリイカの遊離アミノ酸組成 (mg/100g) を見ると、Tau, Gly, Ala, Arg, Pro で全体の90%以上を占めていた。また、甘味系アミノ酸の Gly, Ala, Pro の

合計は60%以上であった。(図11)

#### 参考文献

- 1) 成田秀彦:平成21年度食品加工に関する試験成績書, pp16~17, 福井県食品加工研究所

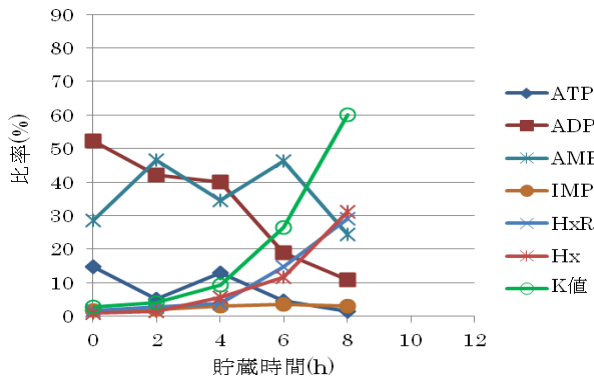


図1 18℃貯蔵中の核酸関連物質の消長

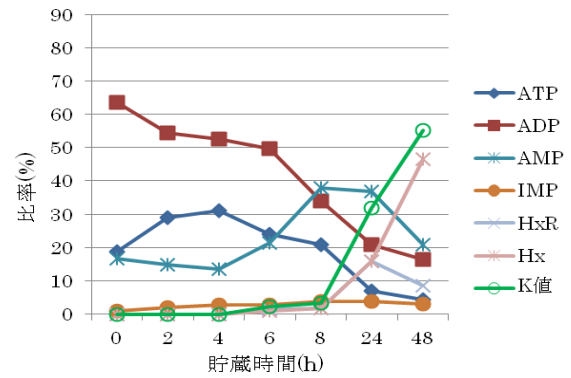


図2 10℃貯蔵中の核酸関連物質の消長

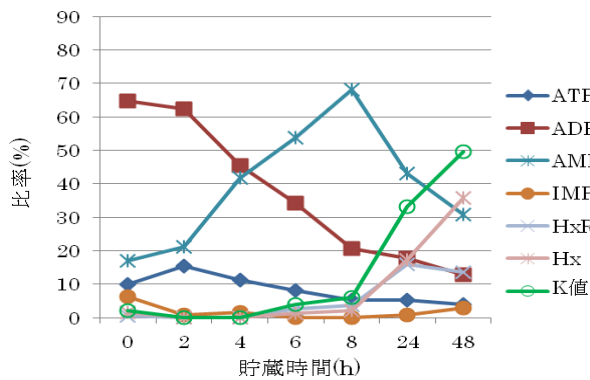


図3 5℃貯蔵中の核酸関連物質の消長

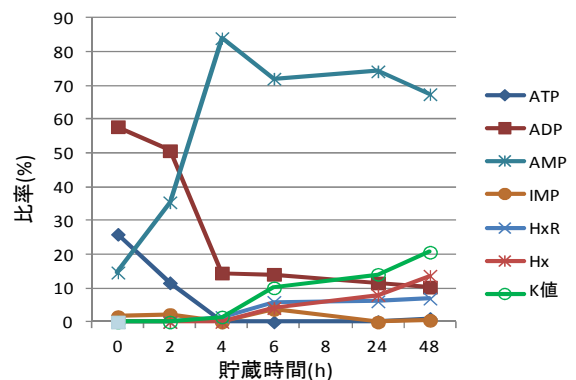


図4 0℃貯蔵中の核酸関連物質の消長

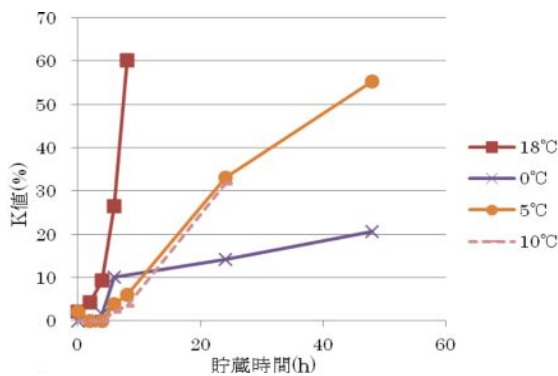


図5 温度別貯蔵中のK値の変化

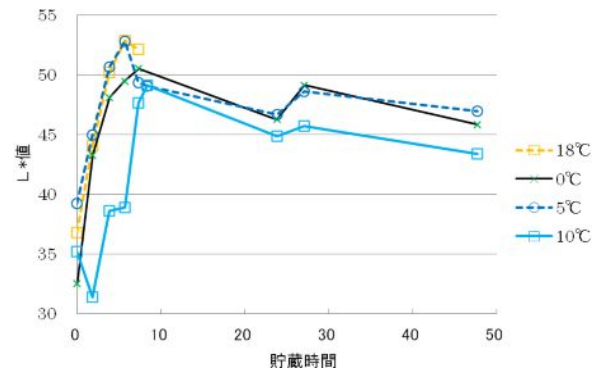


図6 温度別貯蔵中のL\*値の変化

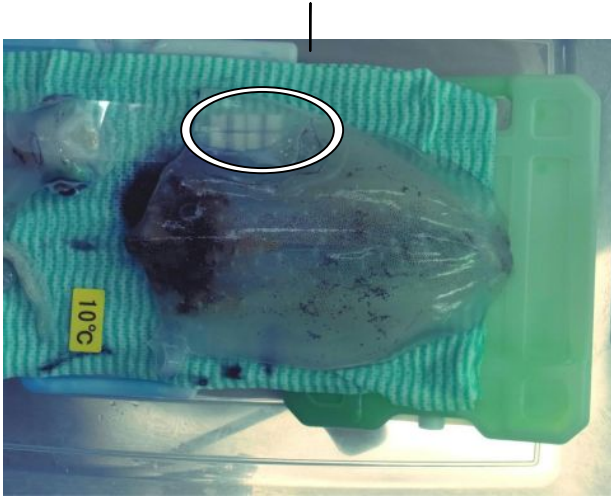


図7 10°C 1時間貯蔵後

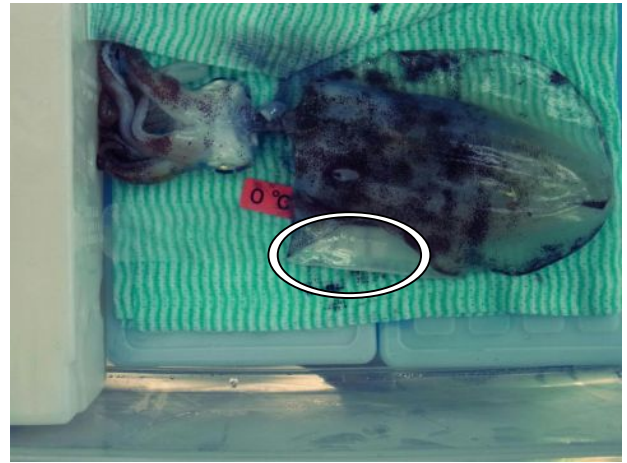


図8 0°C 1時間貯蔵後

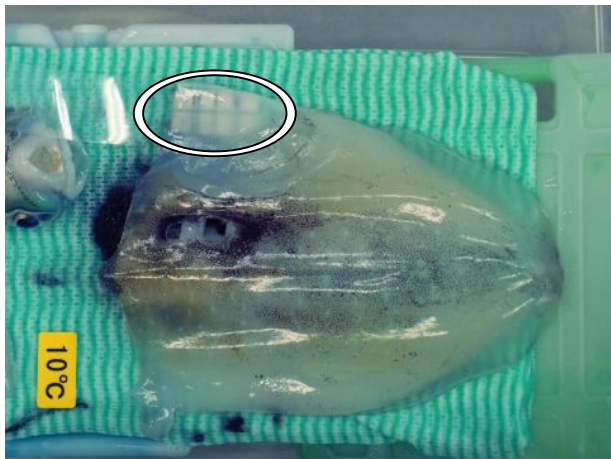


図9 10°C 5時間貯蔵後



図10 0°C 5時間貯蔵後

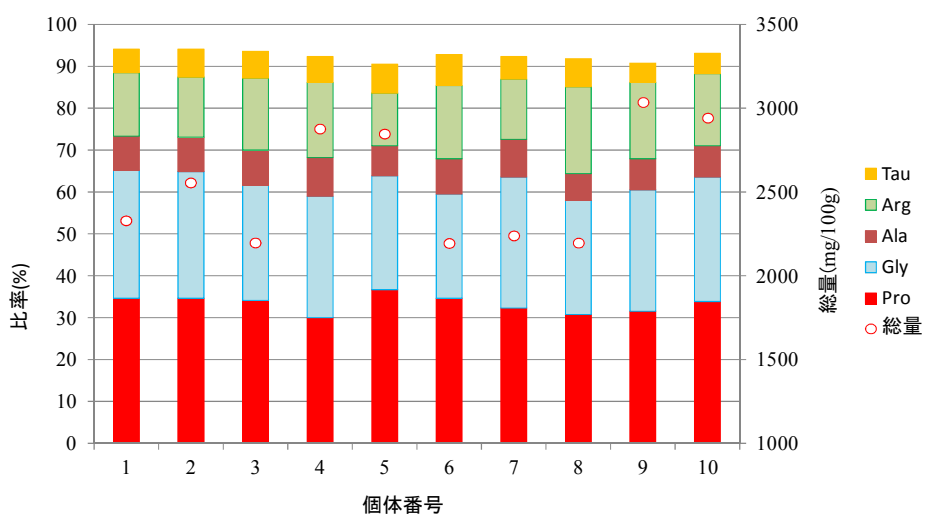


図11 アオリイカの遊離アミノ酸組成

## サワラの落とし身について

成田 秀彦

キーワード：サワラ, 落とし身, 成分

## 目 的

大量に漁獲されるサワラ(サゴシ)を骨、内蔵、皮を除いた落とし身として利用するため、落とし身の保存方法の検討を行うとともに、加工適性を把握し魚ハンバーグ等への利用、また、調味製品(佃煮風)等を開発する。

## 実験方法

## 1. 材料

早朝県内定置網で漁獲されたサワラを食品加工研究所に運び試験に使用した。

## 2. 試験方法

サワラの大きさ別、時期別、可食部率、採肉率、一般成分(水分、蛋白質、粗脂肪、灰分)と鮮度(K値)、および、落とし身の貯蔵性について調べる。

## 3. 落とし身製造方法

サワラの頭、内蔵を除き、洗浄水切り後、2枚におろし、株式会社ヤナギヤ製小型ロール式魚肉採取機(SRS 3.7mm目)を使用し落とし身を製造した。

## 4. 分析方法

## ・一般成分

サワラ落とし身のミンチをよく混ぜ分析用試料とした。

分析方法 水分：105℃常圧乾燥法

粗蛋白：セミマイクロケルダール法

粗脂肪：ソックスレー法

灰分：550℃灰化法

## ・鮮度(K値)、遊離アミノ酸

サワラ落とし身を製造する際同一原料の数個体から背肉部を切り取り5g前後を10%過塩素酸で抽出し、60%KOHで中和後50mLにメスアップした物を、凍結し分析用試料とした。これを随時解凍しHPLCで分析を実施した。核酸関連物質はAsahipak GS-320HQを使用し200mMリン酸バッファー pH3.0 0.6mL/minにて分析した。遊離アミノ酸の分析は日立のL8500を使用した。

## ・過酸化価(POV)

サワラ落とし身を凍結乾燥し乾燥品10g当たり100mLのジクロロメタンにより脂肪分を抽出し測定<sup>1)</sup>した。

## ・堅さの測定

FUDOレオメーター(NMR-2010J-CW)で歯形押し棒Cを使用して加熱肉の破断応力を測定した。サンプルは落とし身に塩、砂糖を添加混練り後成形し100℃20分間蒸煮したものを厚さ1cmに切断し使用した。

## 結果および考察

## 1. 落とし身の歩留まりについて

早朝県内定置網で漁獲された鮮魚および冷凍魚を解凍した物から小型ロール式魚肉採取機によって落とし身を製造した結果を表1,2に示した。3年間の試験の結果、平均尾叉長35cm~45cmのサゴシサイズの採肉率は魚体重の58%~63%であった。手作業で採肉した物で62%程度であり、魚肉採取機で採取した物とほとんど変わりがなかった。冷凍魚を解凍して採肉した方が鮮魚より若干歩留まりが良い傾向であった。また、鮮魚でも鮮度が落ちた方が歩留まりは若干良くなった。

## 2. 一般成分について

サワラ落とし身の一般成分を表3に示した。水分が76.3~79.1%、灰分が1.5~1.6%、粗蛋白質19.7~20.5%、粗脂肪0.4~1.7%であり、脂肪分が少なかった。今回の原料は最大で1kgまでの小型のサワラを使用しており、このため脂肪含量が少なかったと考えられる。

## 3. 鮮度(K値)について

原料のK値は鮮魚では8%以下であり鮮度は良好であった。

## 4. 落とし身の貯蔵中の変化について

落とし身のミンチ(3.2mm目)を折幅30mmのケーシングに詰め、-30℃冷凍貯蔵後の加熱時の保水率を見るため、100℃、10分加熱後の水分含量を調べたところ、最初水分が77.7%であったが、2ヶ月後に74.4%、1年後には74.7%と若干減少していた。また、100℃、10分加

熱後の堅さは最初破断応力が 890 g であったが 2 ヶ月後では 1035 g と高くなっており、1 年後でも 1050 g と変化は見られなかった。

5. 過酸化価(POV)の変化について

落とし身を-30℃に凍結保存し貯蔵中の POV の変化を見とところ、1 年後に POV は 2 meq/kg から 6 meq/kg に若干増加していたが、さほど大きな変化では無かった。

6. 遊離アミノ酸組成について

サワラの遊離アミノ酸量は 300~400 mg/100 g とさほど多くなかった。また、遊離アミノ酸の構成割合を見ると、His が 30~60 % と高かった。

7. 加熱肉の特性

鮮度別落とし身の加熱後の堅さを図 1 に示した。鮮度が悪いほど加熱肉の破断応力も低下した。しかし、塩を 1 % 添加

した物では、当日と 1 日目では違いが見られなかった。

手ごねと家庭用フードカッターを使用し混練りした落とし身ミンチの加熱後の堅さを図 2 に示した。フードカッターを使用した方が手ごねより破断応力は 2 割ほど高くなっていた。また、食感はフードカッターを使用した方が蒲鉾風になっていた。

8. 加工品試作

落とし身を利用して佃煮風角煮、乾燥角煮を試作した。また、落とし身、落とし身と合い挽き肉を混合した物でハンバーグを試作した。(図 3,4) 食品加工研究所内の試食では割と良い評価を得た。

参考文献

- 1) 日本薬学会編 衛生試験法注解 1990 p338

表 1 落とし身の採肉率

採肉年月日	平均尾叉長 範囲 (cm)	平均体重 範囲 (g)	全重量 (kg)	ドレス (kg)	ドレス (%)	採肉 (kg)	採肉率 (%)	ドレスから (%)
H21.9.30	35.4 33.0~41.5	319 244~454	24.5	18.5	75.3	15.1	61.6	81.9
H21.10.14	44 40.5~48.0	586 442~788	23.2	17.3	74.6	13.5	58.3	78.1
H21.11.26	44.1 39.0~52.0	626 430.9~959.5	27.7	21.5	77.5	17.2	62.2	80.2
H22.2.5 (H21.10.14冷凍)	40.2 35.7~45.0	473 337~720	16.1	12.5	77.6	10.2	63.4	81.6
H22.9.30 (H21.10.14冷凍)	42.3 28.3~39.6	380 246.6~610.8	25.8	19.8	76.7	16.2	62.9	81.9
H22.10.5	41.3 36.8~47.3	522 377.3~685.3	21.9	17.2	78.5	13.2	60.3	76.7
H22.11.4	42.3 38.3~47.6	549 401.4~789.6	23.1	17.7	76.7	14.1	61.2	79.8

表 2 冷蔵庫(5℃)貯蔵後の採肉率(平均尾叉長 44.3cm、平均体重 439.5g)

貯蔵日数	漁獲後	K値	全重量(kg)	ドレス(kg)	採肉(kg)	歩留まり	
0日	8時間	1.8%	21.5	16.8 77.8%	13.2	61.5%	死後硬直中 魚体温 0℃
1日目	28時間	2.8%	21.2	16.4 77.4%	13.2	62.2%	死後硬直中 魚体温 1.5℃
2日目	52時間	8.6%	21.9	16.9 77.2%	13.9	63.4%	解硬 魚体温 3.5℃



表3 落とし身の成分

落とし身採取 年月日	水分 (%)	粗脂肪 (%)	灰分 (%)	粗蛋白(%) (計算)
H21.9.30	78.1	0.4	1.6	20.0
H21.10.14	76.3	1.7	1.5	20.5
H21.11.26	77.1	1.7	1.5	19.8
H22.9.30	78.2	0.6	1.5	19.7
H22.10.5	79.1	0.7	1.5	18.8
H22.11.4	77.6	1.1	1.5	19.8
H23.10.12	78.3	0.6	1.5	19.6
H23.10.13	77.7	0.7	1.6	19.9
H23.10.14	77.7	1.2	1.5	19.6

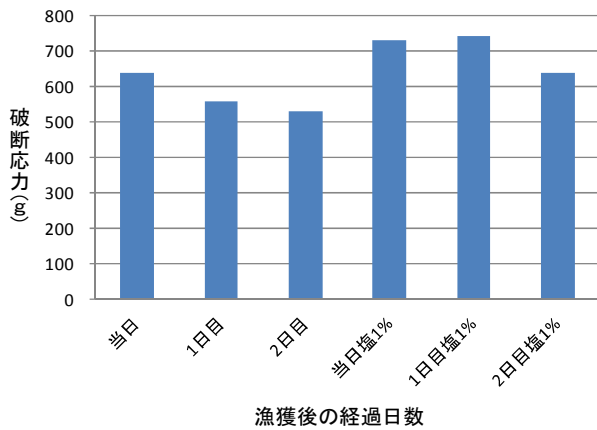


図1 鮮度別加熱肉の破断応力

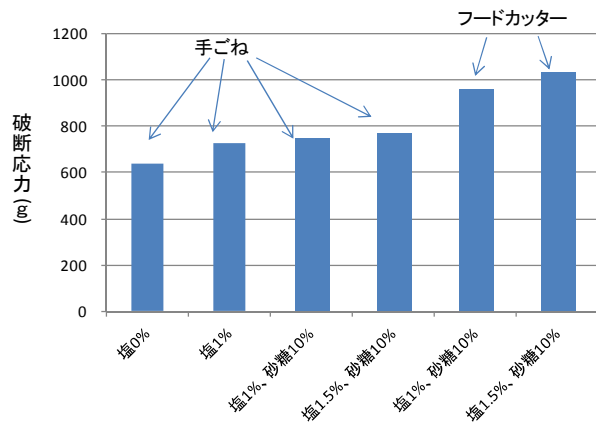


図2 混練り方法別破断応力



図3 サワラ角煮



図4 サワラハンバーグ  
(左:サワラのみ 右:サワラ:合い挽きミンチ(1:1))



## シソ機能性飲料の開発

橋本直哉・高橋正和(福井県立大学)

キーワード: シソ, 抗炎症, ロスマリン酸, 飲料

## 目 的

シソ(*Perilla frutescens* var. *crispa*)は中国原産の植物で、漢方で抗菌作用や理気薬として香蘇散や茯苓飲合半夏厚朴湯などに配合されている。主要香気成分としてペリラルデヒド<sup>1,2)</sup>が、色素成分にはアントシアニン色素のシソニン<sup>3)</sup>などが知られている。一方、生理活性成分としてロスマリン酸やルテオリンなどが含まれることも知られており<sup>4,7)</sup>、シソの生理機能には抗酸化作用<sup>4)</sup>や抗アレルギー作用<sup>5,6)</sup>が報告されている。本課題では、福井県立大学 生物資源学部<sup>7)</sup>と連携し、シソ機能成分(ロスマリン酸)に着目した加工品(飲料)の開発を目的とした。

今回、ロスマリン酸の定量法の確立ならびにロスマリン酸の部位別含量測定、機能性飲料の試作品の調製、製品の経時安定性の測定を行った。

## 実験方法

## 1. 供試材料

2011年に福井市木田地区で栽培された伝統野菜『木田ちそ』を供試した。

## 2. 分析方法

## 1) 水分

生試料の水分含量は 105°C, 18 時間の常圧乾燥法, 乾燥粉末試料の水分含量は 105°C, 3 時間の常圧乾燥法で実施した。

## 2) pH 測定

試験品等の pH は、pH メーター(HM-30V, 東亜電波)を用いて測定した。

## 3) ロスマリン酸ならびにカフェ酸の定量

試料を適宜希釈後、0.45 μm フィルターを用いて不溶成分を除去した後、分析に供した。分析は液体クロマトグラフィー(LC)を用いて実施した。

定量には絶対検量線法を用い、標準標品の上限濃度としてロスマリン酸(Carbosynth Ltd.) 150 μg/mL, カフェ酸(Nacalai) 10 μg/mL を用いて検量線を作成した。

## 4) アントシアニンの定量

AOAC の方法に準じた<sup>8)</sup>。pH 1.0 緩衝液として 0.025 M

塩化カリウム緩衝液, pH 4.5 緩衝液として 0.4 M 酢酸ナトリウム緩衝液を使用した。

試験液 200 μL に対し、いずれかの緩衝液を 800 μL 添加後、分光光度計(Hitachi, U-5100)にて 520 nm と 700 nm における吸収を測定した。

アントシアニン量は、Cyanidin-3-glucoside 当量として次式で算出した。

Anthocyanin pigment

(cyanidin-3-glucoside equivalents, mg/L)

$$= (A \times MW \times DF \times 10^3) / (\epsilon \times l)$$

A; (A<sub>520</sub>-A<sub>700</sub>) (pH 1.0) - (A<sub>520</sub>-A<sub>700</sub>) (pH 4.5)

MW; 449.2 g/mol (cyanidin-3-glucoside)

DF; 5 (dilution factor)

10<sup>3</sup>; factor for conversion from g to mg

ε; 26,900 M<sup>-1</sup>cm<sup>-1</sup>(cyanidin-3-glucoside)

l; path length (cm)

## 結果および考察

## 1. イソクラティック条件での定量法の確立

ロスマリン酸分析は LC を用いた方法で実施した。分離能の観点からグラジエント溶出法が優れているが、分析時間が長いという問題があった。商品開発を進めていく面で開発スピードを上げるためには、多くの試料を分析する必要がある。そこで、分析試料の性状はほとんど変わらない点に着目し、イソクラティック条件を用いたロスマリン酸ならびにカフェ酸定量方法を確立した。

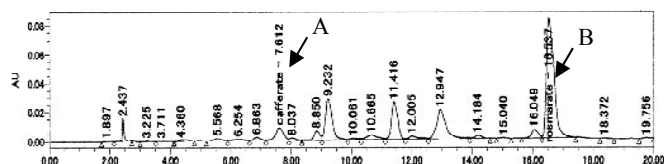


図 1 シソ抽出物のグラジエント溶出クロマトグラフ

A のピークがカフェ酸, B のピークがロスマリン酸を示す

Instruments: Waters Alliance 2695. Column: Shiseido Capcell Pak C<sub>18</sub> ACR (150 mm × 4.6 mm i.d., 5 μm). Mobile phase A: 10% acetonitrile, 0.3% formic acid. Mobile phase B: 60% acetonitrile, 0.3% formic acid. Time program: 0% B (0 min) → 60% B (20 min) → 100% B (20.1-30 min) → 0% B (30.1-40 min). Flow rate: 0.8 mL/min. Column temperature: 40°C. Detection: UV (280 nm). Injection vol.: 10 μL

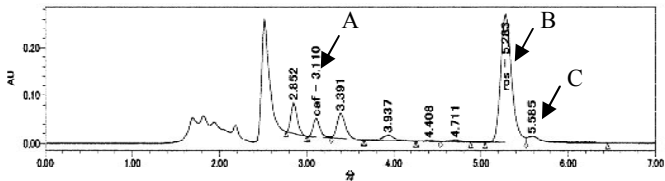


図2 リキュールのイソクラティック分析クロマトグラフ  
Aのピークがカフェ酸、Bのピークがロスマリン酸を示す  
Instruments: Waters Alliance 2695. Column: Shiseido Capcell Pak C<sub>18</sub> ACR (150 mm × 4.6 mm i.d., 5 μm). Mobile phase: 25% acetonitrile, 0.3% formic acid. Flow rate: 0.8 mL/min. Column temperature: 40°C. Detection: UV (280 nm). Injection vol.: 10 μL

グラジエント溶出法では、カフェ酸ならびにロスマリン酸の溶出時間はそれぞれ7.5, 16.5 minであった(図1)。16.5 min時の推定アセトニトリル濃度から、イソクラティック条件を検討した。結果、25%アセトニトリル、0.3%ギ酸が最も分離が良好と判明した(図2)。各溶出時間は、カフェ酸3.1 min、ロスマリン酸5.3 minであった。定量精度確認のため添加回収試験を実施したところ、回収率はカフェ酸98%、ロスマリン酸99%であった。

## 2. ロスマリン酸の安定性

pH、温度ならびに光に対するロスマリン酸の安定性を確認した。

### 1) pHに対する安定性

ロスマリン酸を50%メタノール溶液に溶解後、クエン酸緩衝液ならびにフタル酸塩 pH標準液(Wako, pH 4.01)、ホウ酸塩 pH標準液(Wako, pH 9.18)を用いてロスマリン酸濃度が10 ppmとなるように混合した。混合品のpHを確認後、25°Cで3日間保管後にロスマリン酸とカフェ酸の定量を行った。

その結果、pH 5ではロスマリン酸の加水分解によるカフェ酸の生成が見られ、アルカリ条件下(pH 9)ではロスマリン酸およびカフェ酸ともにピークは確認できなかった。

ロスマリン酸溶解時のpHは4.9であることを踏まえ、クエン酸緩衝液でpH 4以下に調製した。その結果、pH 4以下ではほとんどロスマリン酸の分解は観察されなかった。

### 2) 温度ならびに光に対する安定性

ロスマリン酸を50%メタノール溶液に溶解後、10 ppmに調製(pH 4.9)した後、エッペンドルチューブに分注した。各チューブをそれぞれ-18°C、36°Cの暗所にて3日間保管した。100°Cの試験区については沸騰水浴中で20分間加熱を行った。紫外線照射区については、クリーンベンチ内の紫外線ランプを用いて3日間照射を行った。各条件で保管後、LCを用いて定量分析を実施した。

その結果、すべての試験区の試料でロスマリン酸溶出後に新たなピーク(図2のピークC)が観察されたが、これはその後の詳細な試験結果からロスマリン酸の分解物ではなく構造異性体のピークではないかと考えられた(結果省略)。紫外線照射区においてのみ、異なる溶出時間の新たなピークが出現しており、ロスマリン酸は光に不安定である可能性が示唆された(表1)。

表1 温度ならびに光による安定性への影響

	RT 5.3 min	RT 5.6 min	other peaks	total Area	% of Ros
	Area	Area	Area		(%)
-18°C	5181	722	n.d.	5903	100
36°C	5332	670	n.d.	6002	100
100°C	5242	970	n.d.	6212	100
紫外線	4545	1044	91	5680	98

値は、LCにおけるピーク面積を示す。

Retention time (RT) 5.3 min, RT 5.6 minは、ロスマリン酸(Ros)として計算した。

n.d.: not detected

## 3. シソの部位別ロスマリン酸含量

収穫時期の初期であるH23年6月21日に収穫したシソを用いて部位別のロスマリン酸の測定を行った。

刈り取ったシソから得られる葉の重量割合は61%、葉に含まれる水分量は89%であった。年度が異なるため一概に比較できないが、H21年8月下旬収穫のシソ葉の重量割合は72%、水分含量85%であったことから、収穫時期が遅くなるにつれシソ植物体に占める葉の割合は高まる一方、葉の水分量は低下すると考えられる。

葉の色や形状により分類し、ロスマリン酸ならびにカフェ酸の含有量をそれぞれ測定した(表2)。木田ちその特長である縮緬シソは、シソ葉全体に占める割合の約8割であり、縮緬シソのロスマリン酸含量は26 mg/g DMであった。今回の結果から、シソの縮緬の有無や色によるロスマリン酸含量の違いは認められなかった。ロスマリン酸はシソ葉だけでなく葉柄部にも認められた。しかしながら、葉柄部から抽出したエキスはろ過時間が長く、またやや強い苦味が認められた(結果省略)。

表2 シソの部位別のロスマリン酸含量

	シソ葉に占める割合 (%)	カフェ酸 (mg/g DM)	ロスマリン酸 (mg/g DM)
縮緬シソ	79	0.9	26
縮れなし紫	16	1.0	37
縮れなし緑	4	1.1	21
葉柄	-	0.3	18

DM: Dry matter.

## 4. 試作品の調製

機能性飲料として、リキュールの製造試験を行った。

7月下旬収穫のシソ葉60gを家庭用蒸し器にて5分蒸熱処理を行い、広ロメディウム瓶を用いて清酒(エタノール)

ル濃度 15%)または焼酎(エタノール濃度 35%) それぞれ 1200 mL(葉含量 5%)に 20 日間漬け込みを行った。

漬込み後、ろ過を行い、シソリキュール原液とした。

シソリキュール原液に、クエン酸ならびに上白糖を加え、官能的に良いと感じる配合割合を決定し、試作品とした。

添加する糖と酸の重量比率を 4:1 とすると、外観も鮮やかな赤色となり、香りも十分にシソらしさを感じさせ、味覚的、視覚的に最も好ましく感じられる比率となった。各リキュールのロスマリン酸含量を表 3 に示す。なお、清酒ベースの品では、経時的なロスマリン酸の減少は認められなかったが、焼酎ベースでは経時的な含量低下が認められた(結果省略)。このロスマリン酸の減少は、焼酎ベース品の pH が約 6 であるため、前項のロスマリン酸安定 pH 域ではないことに起因すると考えられた。

表 3 試作リキュール中のロスマリン酸含量

	ロスマリン酸 (mg/L)
清酒ベース	327
焼酎ベース	351

#### 5. 加速試験下における試作品の経時安定性

リキュール試作品では、経時的なロスマリン酸減少や赤色素の退色傾向が認められたため、これらの減少要因を調べるために、過酷条件下での加速試験を行った。

試作品の pH を 3.3 に調整し、-18°C、室温(15°C)、36°C、60°C、紫外線照射下、蛍光灯照射下、振盪の各試験区を設定し、15 日ならびに 30 日保管後のロスマリン酸含量とアントシアニン含量を測定した。

30 日間それぞれの試験区で保管した試作品のロスマリン酸含量とアントシアニン含量を図 3 に示した。60°C 保管試作品については 15 日間でアントシアニン由来の赤色素が確認できなくなったため、試験を 15 日で中止した。図 3 より、ロスマリン酸ならびにアントシアニンともに熱と光に対して不安定な傾向が認められた。

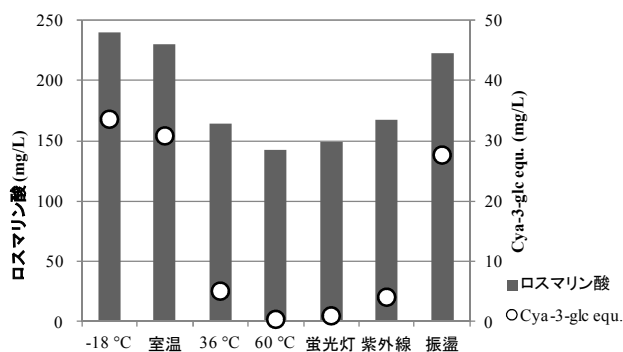


図 3. 30 日保管後のロスマリン酸とアントシアニン含量  
リキュールの pH は 3.3 に調製品を使用  
60°C 試験区については 15 日保管品

#### 6. アメの試作

飲料以外の加工品としてアメの試作を行った。

沸騰水 940 mL にシソ葉 260 g を添加し、10 分間加熱して熱水抽出を行った。抽出後ろ過し、クエン酸 15.6 g を添加したものをロータリーエバポレーターで 26.3 g まで濃縮し、シソエキスとした。

このエキス 2 g に砂糖 140 g と水 40 g を添加して 140°C まで加熱して砂糖を溶解し、型に入れてアメを試作した。

試作したアメを水に溶解し、アメ中のロスマリン酸含量ならびにアントシアニンの量を測定した。その結果、アメの製造工程中のアントシアニン含量の減少はほとんど見られなかった。一方、ロスマリン酸は約 30 %低下していた。

以上、これらの知見を基に、シソの機能性(ロスマリン酸)に着目した商品開発に取り組む予定である。

#### 参考文献

- 1) Gisho Honda, Yasuhiko Koezuka, Wasuke Kamisako, Mamoru Tabata: *Chem. Pharm. Bull.*, **34**(4), 1672-1677 (1986)
- 2) Raphael Kang, Randi Helms, Michael J. Stout, Hasan Jaber, Zhengqing Chen, Tetsuo Nakatsu: *J. Agric. Food. Chem.*, **40**(11), 2328-2330 (1992)
- 3) Kumi Yoshida, Tadao Kondo, Kiyoshi Kameda, Toshio Goto: *Agric. Biol. Chem.*, **54**(7), 1745-1751 (1990)
- 4) Linghua Meng, Yves F. Lozano, Emile M. Gaydou, Bin Li: *Molecules*, **14**(1), 133-140 (2009)
- 5) Toshiaki Makino, Yasuyuki Furuta, Hajime Fujii, Takashi Nakagawa, Hannosuke Wakushima, Ken-ichi Saito, Yoshihiro Kano: *Biol. Pharm. Bull.* **24**(10), 1206-1209 (2001)
- 6) Hiroshi Ueda, Chikako Yamazaki, Masatoshi Yamazaki: *Biol. Pharm. Bull.* **25**(9), 1197-1202 (2002)
- 7) Masakazu Takahashi, Yuta Sugiyama, Kyuichi Kawabata, Yu Takahashi, Kazuhiro Irie, Akira Murakami, Yoshito Kubo, Kyoichi Kobayashi, Hajime Ohigashi: *Biosci. Biotech. Biochem.* **75**(11), 2240-2242 (2011)
- 8) Jungmin Lee, Robert W. Durst, Ronald E. Wrolstad: *J. AOAC Int.*, **88**(5) 1209-1278 (2005)

## IX 夏型ソバ品種の品質調査

(7月収穫「福井夏そば」栽培実証事業)

福井県のソバ栽培は、8月に播種し11月に収穫する「秋そば」の作型が一般的である。これまで「新そば」は11～12月に出荷していたが「そば」の需要が高くなるのは夏であることから、新たな福井そばブランドとして夏に新そばを提供できる「夏ソバ」の産地化を目指している。

### 播種期および収穫期の異なる夏型ソバ品種の品質調査

中川 友里, 橋本 直哉, 駒野 小百合, 久保 義人

キーワード：ソバ, 夏型, 品質

#### 目的

他県で栽培されている夏型ソバ品種を比較栽培し、それぞれの品種特性を明らかにするとともに、異なる播種期と収穫期による品質の影響を調査する。

#### 試験方法

##### 1. 試験材料

平成23年に福井県農業試験場で栽培されたものを使用した。品種および栽培条件は以下の通り。

表1 夏型ソバの播種日と収穫日(福井県農業試験場)

品種	播種日	収穫日	
		早期	成熟
春のいぶき	4/11	6/24	7/4
	4/21	6/28	7/11
	4/30	7/1	7/13
なつみ	4/11	6/24	7/4
	4/21	6/28	7/4
	4/30	7/3	7/11
しなの夏そば	4/11	6/20	6/27
	4/21	6/22	6/29
	4/30	6/28	7/11
キタワセソバ	4/11	6/22	6/28
	4/21	6/24	7/11
	4/30	6/29	7/11

- 播種条件：条間35 cm, 播種量45 粒/m, 128.6 粒/m<sup>2</sup>
- 施肥(N kg/10 a)：10 aあたり追肥1号8 kg, ようりん10 kg, 塩化加里4 kg N:P:K=1.2:2.4:3.6(kg)
- 試験区制：1区5条(条間35 cm)×8.5 m, 2区制

##### 2. 試料の調整

収穫された玄そばは水分15%まで乾燥し、密封したポリエチレン袋で低温室に保管した。分析に使用するそば粉は、測定直前にフレッドミル(ローレル挽き)で皮つきのまま粉碎し、60メッシュを通過した1番粉と2番粉を混合して調製した。

##### 3. 分析方法

- 色調：そば粉をミノルタ製色差計CM-3500dを用いて

反射測定し、L\*a\*b\*表色系で表した。

- 脂肪酸度：そば粉5 gにベンゼン25 mL加え30分間放置後に濾過し、得られた濾液5 mLに0.04%フェノールフタレインエタノール溶液5 mLを加え、0.02 M水酸化カリウムで滴定した。滴定液量より中和に要した水酸化カリウム当量を乾物100 gあたりとして示した。
- 糊化特性：そば粉4 g(水分13.5%換算)にイオン交換水25 mLを加えてラビット・ビスコ・アナライザー(Newport Scientific社)を用いて測定した。

##### RVAの測定条件

温度：50℃を1分間保持、93℃まで4分間で上昇、93℃を7分間保持、50℃まで4分間で下降、50℃を3分間保持

回転速度：0～10秒960rpm, 以降160rpm

- ルチン：そば粉1 gにメタノール10 mL加え、80℃1時間抽出を行った。遠心分離により得た上清を25 mLにメスアップし、0.45 μmメンブランフィルターでろ過後、10 μLをHPLCを用いて測定した<sup>1)</sup>。

##### HPLCの測定条件

分析カラム：shiseido CAPCELL PAK C<sub>18</sub> ACR (4.6 mm i.d.×150 mm)

移動相：2.5%酢酸、アセトニトリル(80:20)

流速：0.8 mL/min.

検出：紫外分光光度計 350 nm

#### 結果および考察

##### 1. 製粉歩留

播種期および収穫期ごとの製粉歩留を表2に示した。品種ごとの製粉歩留は春のいぶきが70～73%、なつみが72～73%、しなの夏そばが68～70%、キタワセソバが70～72%で、しなの夏そばが低い傾向を示した。製粉歩留は、播種期および収穫期による違いはほとんどなく、品種による特性が大きいと考える。

##### 2. そば粉の色調

そば粉の色調は品種や播種期による明らかな違いは見られなかった(表2)。収穫期を早めることで緑色が強くな

表2 播種期および収穫期ごとの製粉歩留と色調

品種	播種日	製粉歩留(%)		そば粉色調					
				L*		a*		b*	
		早期	成熟	早期	成熟	早期	成熟	早期	成熟
春のいぶき	4/11	72	73	82.0	81.6	-0.63	-0.14	10.54	9.17
	4/21	70	72	83.0	81.5	-0.61	-0.04	9.62	9.09
	4/30	72	71	82.1	82.1	-0.27	-0.39	9.76	10.03
なつみ	4/11	73	73	81.3	81.2	-0.63	-0.12	10.67	8.85
	4/21	72	73	82.5	81.7	-0.54	-0.20	9.81	8.97
	4/30	72	72	82.8	81.5	-0.50	-0.38	9.39	9.33
しなの夏そば	4/11	—	70	—	81.4	—	-0.08	—	8.46
	4/21	69	69	82.1	80.9	-0.48	0.03	9.94	8.63
	4/30	68	69	82.3	81.9	-0.42	-0.31	9.00	8.79
キタワセソバ	4/11	72	71	82.2	81.4	-0.75	-0.32	10.05	8.85
	4/21	71	72	82.8	81.9	-0.75	-0.29	9.59	8.66
	4/30	70	72	82.7	81.3	-0.75	-0.49	9.22	9.05

ること(a\*値の低下およびb\*値の上昇)は、既報<sup>2)3)</sup>と同様の結果となった。

### 3. 脂肪酸度

脂肪酸度は品種、播種期、収穫期による明らかな違いは見られなかった(データ省略)。脂肪酸度の変化は保存温度やソバ実の水分含量に影響する<sup>4)</sup>ことから、今回の試料では差が小さかったと考える。

### 4. 糊化特性

糊化特性を表3に示す。各項目において品種差があった。播種期や収穫期による違いを収穫10日前から収穫までの降水量の積算量と照合すると、積算降水量が多いほど最高粘度が低くなる傾向を示した。このことは原ら<sup>5)</sup>や杉本ら<sup>6)</sup>の報告から、収穫期の降雨による穂発芽の影響と推測する。梅雨時期の降雨を避け穂発芽の影響を受けないために、播種期を早める必要があるのかもしれない。

### 5. ルチン含量

従来の秋型ソバ(在来種)<sup>2)</sup>と同様、全ての試料で早期収穫によりルチン含量は多くなった。ソバ中のルチンは太陽の紫外線による細胞壁や遺伝子の破壊を守るために生成され、その含量は日射量に比例する<sup>7)</sup>と言われるが、今回の播種期によるルチン含量の違いは日射量との相関は認められなかった。また、品種によるルチン含量の程度は評価できなかった。

以上の結果から、今回の試験では夏型ソバの品種特性は判然としなかった。しかし、播種期を早めることで降雨による穂発芽の影響を回避できる可能性があった。また、早期収穫によりそば粉の緑色が強くなることやルチン含量が多くなることは秋型ソバと同様、付加価値を高める手段として有効かもしれない。

### 参考文献

- 1) 小原忠彦, 大日方洋, 村松信之, 松橋鉄治, 日食工誌, **36**, 114-120(1989)
- 2) 天谷美都希:平成18年度食品加工に関する試験成績, 福井県食品加工研究所, 9~11(2007)

表3 播種期および収穫期ごとの糊化特性とルチン含量

品種	播種日	積算降水量(mm)		糊化特性(RVU)						ルチン(mg/100gDM)	
				最高粘度		ブレイクダウン		最終粘度			
		早期	成熟	早期	成熟	早期	成熟	早期	成熟	早期	成熟
春のいぶき	4/11	9.8	71.5	397	391	125	134	504	499	64.4	32.2
	4/21	24.0	119.5	376	380	129	132	453	495	43.9	29.5
	4/30	37.5	119.5	375	364	122	131	478	444	64.1	45.7
なつみ	4/11	9.8	71.5	394	410	120	135	550	554	60.4	25.9
	4/21	24.0	71.5	375	409	117	131	511	548	41.9	31.5
	4/30	32.5	119.5	375	373	124	137	489	455	52.4	33.3
しなの夏そば	4/11	21.1	18.5	—	304	—	94	—	419	—	24.5
	4/21	2.3	24.5	318	326	103	101	410	447	50.3	20.5
	4/30	24.0	119.5	280	293	98	104	356	380	32.8	24.6
キタワセソバ	4/11	2.3	24.0	377	353	140	129	464	460	58.4	34.7
	4/21	9.8	119.5	340	360	124	119	424	496	56.1	30.0
	4/30	24.5	119.5	332	269	127	108	393	419	47.7	40.6

- 3) 茨城県農業総合センター農業研究所 平成 20 年度主要成果一覧(2008). 見た目および風味が優れる「常陸秋そば」早期収穫技術.  
<http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/nourin/noken/>
- 4) 和田陽介, 中川友里, 見延敏幸, 桑野遥, 天谷美都希, 久保義人: 福井県農業試験場研究報告, **47**, 1~8(2010)
- 5) 原貴洋, 沖智之, 松井勝弘, 手塚隆久: 機能性成分に及ぼす影響, 日本作物学会記事, **73**, 190~191(2004)
- 6) 杉本雅俊, 平井浩一, 栗波哲: 関東東海北陸農業研究成果情報, **4**, 160~161(2001)
- 7) 鈴木建夫: 食品加工総覧第 4 巻加工品編, p240, 農山漁村文化協会(1999)

平成 23 年度 食品加工に関する試験成績

---

2012 年 9 月 発行

編集・発行 福井県食品加工研究所  
〒910-0343 福井県坂井市丸岡町坪ノ内 1 字大河原 1-1  
Tel 0776-61-3539 Fax 0776-61-7034  
<http://info.pref.fukui.jp/nougyou/noushi/shokuken/>

---

2012.09.21110.230