

平成 16 年度

# 食品加工に関する試験成績

平成 17 年 3 月

福井県食品加工研究所

## 目 次

I	大型クラゲの原料特性の解明と加工法の改善……………	1
	大型クラゲの加工特性と塩クラゲ加工法の改善	
II	高品質純米酒製造技術の開発	
	清酒酵母由来1倍体株の取得と醸造特性評価……………	4
III	微生物機能を利用した県産大豆加工食品の高付加価値化……………	6
	豆乳の乳酸発酵試験	
IV	地産地消強化に伴う県産農林水産物・伝統食品の機能性評価と利用技術の開発…………	8
	1. 地場産農林産物の分析	
	2. 県産水産物の栄養成分評価	
V	福井ウメ一次加工品の品質向上技術と新規加工品の開発……………	10
	1. 紅サシの漬け込み塩分と性状	
	2. 梅酢の再利用方法の検討	
VI	福井そばの品質向上収穫技術の確立……………	12
	早期収穫そばの品質について	
VII	伝統野菜に対する需要創出のための生産・利用技術の確立……………	15
	在来カブの品質変化について	
〈再 録〉		
	大麦の硝子質数量化への画像解析への適用……………	17
	そばの製麺工程における糖含量の変化と糖化関連酵素との関係……………	23

大型クラゲの大量発生により、沿岸漁業に大きな被害を生じている。このため、漁業者からはクラゲの防除はもちろんのこと、新しい加工品の開発が強く望まれている。クラゲには水分が95%以上含まれているため、加工の際にはミョウバンを含む塩で脱水する必要がある。中国では塩クラゲにしてから食材としている。しかし、大型クラゲの製法については確立されておらず、中国で製造される塩クラゲ（材料は主にビゼンクラゲ）よりも費用が大幅に要するといった問題がある。そこで本事業では、大型クラゲの特性を調べるとともに、効率的な脱水方法による低コスト化の塩クラゲ製造方法および脱水率の調整によって新たな食感を作り出し、保存性を高めた新製品の開発を行う。また、脱水した廃液の簡易処理法についても検討する。

## 大型クラゲの加工特性と塩クラゲ加工法の改善

森山 充

キーワード: 塩クラゲ, 成分分析, 低コスト化

### 目的

福井県沿岸に来遊する大型クラゲ(エチゼンクラゲ)の成分については不明な点が多く、加工特性についても明らかではない。また、他のクラゲにおいて伝統的に用いられている加工法ではコストがかかりすぎ実用化にあたっては問題となる。

そこで本研究では、エチゼンクラゲの成分を調べ、加工特性について明らかにするとともに、他のクラゲにおいて伝統的に用いられている加工法による塩クラゲの製造について検討した。

### 実験方法

#### 1. 試料

平成16年10~12月に福井県越前町漁業協同組合から入手した。定置網から水揚げする際にクラゲを適度な大きさに切り、コンテナで搬送されたものを氷蔵して実験室に運び込み、適宜実験に利用した。

#### 2. 成分分析

以下の方法で測定した。

##### 1) 一般成分

水分：常圧 105℃恒量乾燥法 (4時間)

タンパク質：ケルダール分解法

脂質：ソックスレー抽出法

炭水化物：差引法

灰分：550℃恒量灰化法 (3時間)

##### 2) 無機成分

ナトリウム：希酸抽出後原子吸光法

カルシウム、マグネシウム：希酸抽出、ストロ

ンチウム干渉除去剤添加後原子吸光法

鉄、亜鉛：灰化後、希酸抽出後原子吸光法

#### 3. 塩クラゲ製造

今回標準とした塩クラゲの製造方法を図1に示した。製造にあたっては生クラゲ10kgを容量300の漬物用桶に入れ、10kgのおもりを乗せた。一連の工程については気温5℃の室内で行った。

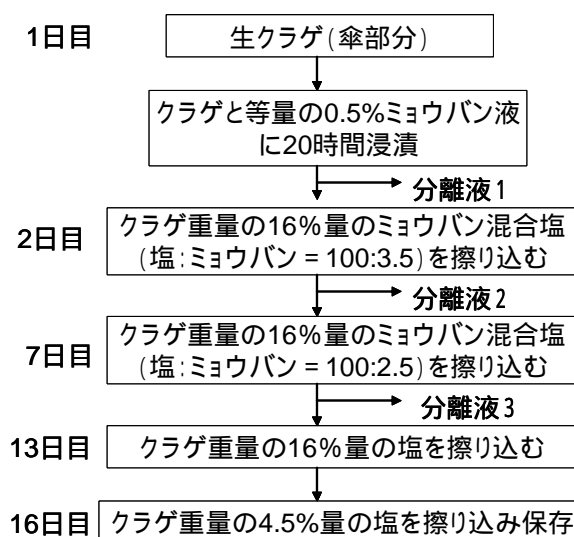


図1 塩クラゲ製造法の概略

今回は、この製造方法に使われているミョウバン混合塩の量を **10, 30** および **50%**減らして、塩クラゲを製造した。

#### 4. 物性測定

製造後 **1** 日保存した塩クラゲを **5 cm×0.7 cm** に切り取り、引張試験による破断強度を室温で測定した。レオメーターは不動工業社製 **NRM-2010J-CW**、データ解析にはレオテック社製 **RHEOwin, Ver2.04** を用いた。また、水分の測定も同時に行った。

#### 5. 分離液の pH 測定

加工工程における分離液をとり、pH メーター（東亜電波工業社製 HM-30V）で測定した。

## 結果および考察

### 1. 成分分析

図2に示したエチゼンクラゲの部位別および図1の方法で作成した試作品の一般成分を表1に示した。部位別の分析値について、ほとんど違いは見られなかった。今回標準的な製法で作成した塩クラゲについては、五訂日本食品標準成分表の塩クラゲとほぼ同様の分析値となり、本研究で標準とした塩クラゲの製造方法がエチゼンクラゲからの塩クラゲの製造に応用可能であると考えられた。

エチゼンクラゲの部位別の無機成分を表2に示した。魚肉や貝類の値とは大きくかけ離れており、海水に類似していた。このことからエチゼンクラゲは体内に海水を取り込みながら成長していくことが示唆された。

### 2. 塩クラゲの物性測定

ミョウバン混合塩を減らして製造した塩クラゲの破断強度を図3に示した。10%減および30%減については標準と比較して破断強度の低下は見られなかったが、50%減については約20%の破断強度の低下が見られた。

ミョウバン混合塩を減らして製造した塩クラゲの水分含量を図4に示した。水分については50%減において標準よりもやや高い値となった。

これらの結果から、ミョウバン混合塩を30%減量しても標準と比較して物性を損ねることなく塩クラゲの製造が可能であることが明らかとなった。しかし50%減量すると、塩の不足が原因と思われる不十分な脱水が破断強度の低下を引き起こすと考えられた。

### 3. 分離液の pH

塩クラゲ製造工程から排出される分離液の pH を図3に示した。ミョウバン混合塩を減らすと pH がやや高くなる傾向が見られたが、いずれも塩クラゲ製造に必要な pH4.6 以下となっており、pH を低下させる役割をもつミョウバンの添加量については標準よりも減らすことが可能であると考えられた。しかし、ミョウバンについてはタンパク質の凝集作

用もあることから、使用量の減が塩クラゲの物性にも影響があると思われるので、今後さらに細かな条件設定を行い、試験を行う必要がある。また、現場への普及等実用化を考えるに当たっては、さらにスケールアップして、塩やミョウバンの減量の影響を調べる必要がある。

## 謝 辞

本研究を行うにあたりサンプルリングについてご協力頂いた福井県越前町漁協協同組合の諸氏に厚くお礼申し上げます。なお、本研究は平成 **16** 年度先端技術を活用した農林水産高度化事業委託事業によるものである。

## 文 献

- 1) 鴻巣章二編：水産食品と栄養，pp98-113，恒星社厚生閣（1984）
- 2) 安田徹編：海の UFO クラゲ，pp169-172，恒星社厚生閣（2003）

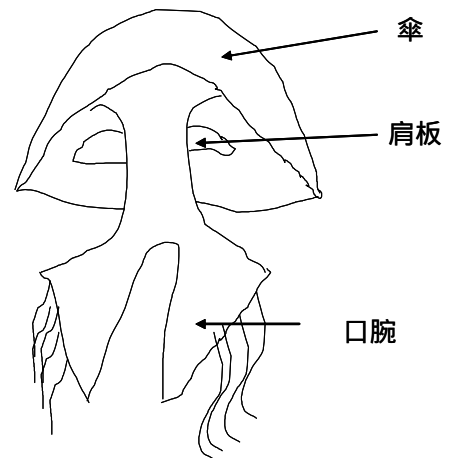


図2 エチゼンクラゲの部位

表 1 エチゼンクラゲおよび塩クラゲの一般成分

		(g/100g)					
		水分	タンパク質	脂質	灰分	炭水化物	塩分
未処理	(傘部分)	97.0	0.3	0	2.5	0.2	-
	(肩板)	96.0	0.2	0	2.8	1.0	-
	(口腕)	96.2	0.2	0	2.7	0.9	-
試作塩クラゲ		67.7	2.7	0.1	26.7	2.8	13.4
成分表塩クラゲ		67.0	5.5	0	25.0	2.5	15.2

0 : 0.1 未満

表 2 エチゼンクラゲの部位別無機成分

		(mg/100g)				
		Na	Ca	Mg	Zn	Fe
傘部分		1000	34	140	0	0
肩板		1100	35	150	0	0
口腕		1100	34	140	0	0
魚肉		110	47	36	1.1	1.2
貝類		250	71	64	15.0	5.4
海水		1100	41	130	0	0

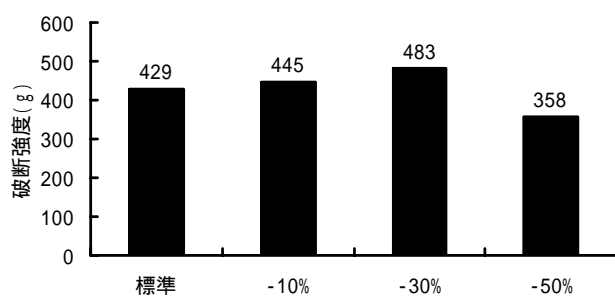


図 3 ミョウバン混合塩を減らして製造した塩クラゲの破断強度

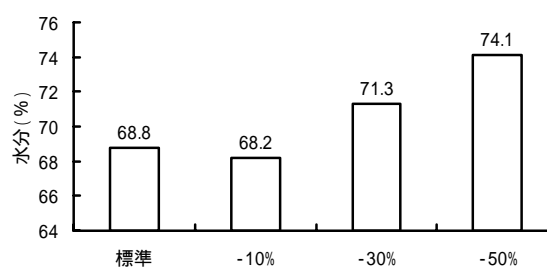


図 4 ミョウバン混合塩を減らして製造した塩クラゲの水分含量

表 3 塩クラゲ製造工程における分離液の pH

	分離液 1	分離液 2	分離液 3
標準	4.4	3.7	4.0
-10%	4.4	4.2	4.2
-30%	4.4	4.2	4.1
-50%	4.4	4.2	4.2

近年、市場では純米酒が注目されており、全製品を純米酒に切り替えるメーカーが増加しつつある。しかしながら、現在の酒造技術はアルコール添加を前提としたものが多く、単純にアルコール添加を省略しただけでは品質の高い純米酒は製造できず、一部製品で発酵停滞による品質低下が認められるなど、県産酒の品質低下が懸念される。さらに、純米酒が好調とはいえ、清酒全体の消費量は減少しており、何らかの消費拡大策が求められている。このような現状に対応するため、当課題では、純米酒製造に特化した技術開発を行い県産純米酒の高品質化と需要開拓を図るとともに、県産酒造好適米の需要促進に資することを目標としている。

## 清酒酵母由来 1 倍体株の取得と醸造特性評価

久保義人

キーワード：清酒酵母，1 倍体，醸造特性

### 目 的

植物や動物では、交配による育種が基本的な方法として多用されているが、清酒酵母はその孢子形成率の低さから交雑可能な 1 倍体の取得頻度が低く、実用株育種への利用例は少ない。清酒酵母の育成法としては自然変異株の分離法や変異処理法が主流であるが、自然変異は発生頻度が低く、変異処理法は変異頻度の調節が難しいなどの問題点もある。

近年、清酒酵母から効率的な 1 倍体取得法が考案され<sup>1)</sup>、従来に比べて簡便に 1 倍体を取得することが可能となった。そこで、清酒酵母より、交雑育種の材料となる 1 倍体の取得を試みた。

### 実験方法

#### 1. 1 倍体の取得

黒瀬らの方法<sup>1)</sup>を参考に、以下の方法にて行った。

2 倍体株を YPD 液体培地(2%グルコース，2%ポリペプトン，1%酵母エキス)にて培養し、その 0.2ml を YPD 培地に塗布して 2 日間培養した。生育菌体を孢子形成培地(2%酢酸カリウム，0.05%グルコース，2%寒天，pH6.5)に塗布し、30℃にて 5 日間培養した。培養後の菌体を 5ml の 40%エタノール溶液に懸濁し、25℃にて 15 分間振とうした。菌体を滅菌水で洗浄後、色素培地(2%グルコース，0.1%ポリペプトン，0.1%酵

母エキス，0.15% KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>，0.15% (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>，0.1% MgSO<sub>4</sub>・7H<sub>2</sub>O，0.001%エオシン Y，0.002%アマランス，2%寒天)に塗布し、30℃で 3 日間培養した。生じたコロニーのうち、小さく濃い赤色のコロニーを 1 倍体候補株として選抜した。1 倍体であることの確認と接合型の判定は、テスター株(*Saccharomyces cerevisiae* YPH499, YPH500)との mating 試験により行なった。

#### 2. 醸造特性評価

取得した 1 倍体株の醸造特性は、培養試験および総米 10g の小仕込試験で評価した。

培養試験は、取得株を 10ml の YPD-10 培地(10%グルコース，2%ポリペプトン，1%酵母エキス)または Cas 培地(10%グルコース，1.17%酵母カーボンベース，0.5%カザミノ酸)に接種し、30℃にて 4 日間培養した。培養終了後、上清のエタノール，有機酸，香气成分を測定した。小仕込試験の配合は、麴米 2g，70%精白の α 米 8g，0.16%乳酸水 16ml とし、発酵温度 15℃一定で行なった。1 日あたりの炭酸ガス減量が 0.5g 未満となった時点で遠心分離により上槽し、生成酒のエタノール，有機酸，香气成分，グルコースを測定した。

### 結果および考察

協会 7 号，9 号，14 号酵母，当研究所保存株 FK-301

の各株から、**233** 株の **1** 倍体を取得した。培養試験における醸造特性にはかなりの多様性が認められ、育種材料として十分利用可能であった。

培養試験の分析値を親株と比較し、エタノール濃度 **0.8** 倍以上、酢酸イソアミル濃度 **1.2** 倍以上、酢酸エチル濃度 **1.2** 倍未満、カプロン酸エチル濃度 **1.2** 倍未満、酢酸濃度 **1.2** 倍未満、グルコース濃度 **1%** 未満の株を選抜し、**10g** 小仕込試験に供した。選抜株の内訳は、**K-7** 由来 **10** 株、**K-9** 由来 **5** 株、**K-14** 由来 **17** 株、**FK-301** 由来 **1** 株の計 **33** 株であった。また、接合型の内訳は、**a** 型が **9** 株、**α** 型が **24** 株であった。

総米 **10g** の小仕込試験は、全て **2** 反復にて行なった。生成酒の各成分を測定し、親株に対する比率を算出することによって、各株の醸造特性を評価した(表)。培養試験の結果と同様に、各成分の濃度が親株に比べて大きく変化した株が存在した。

このようにして取得した各 **1** 倍体株の特性を考慮して交配を行なうことにより、実用株の育成を効率よく行なうことが可能となる。

## 文 献

- 1) 黒瀬直孝ら，*生物工学* **78(6)**，**191-194** (2000)

表 取得 1 倍体株の醸造特性(小仕込試験)

strain	MAT	CO2	EtOH	glycerol	Glc	citrate	malate	succinate	lactate	acetate	total*	AcCHO	AcOEt	i-BuOH	i-AmOAc	i-AmOH	CapOEt
h7-15	a	0.8	0.9	0.5		1.3	0.3	0.7	1.2	0.8	0.8	1.4	1.4	1.3	2.2	1.1	1.1
h7-26		0.8	0.8	0.6		1.3	2.9	1.3	1.7	0.5	1.2	0.5	1.1	0.9	1.6	1.0	0.7
h7-40		1.0	0.8	1.1		2.4	1.8	0.7	1.4	0.3	0.9	1.1	0.5	1.8	0.6	1.0	0.7
h7-44	a	1.1	0.9	0.9		1.1	0.5	0.8	0.9	0.6	0.8	1.8	0.4	0.9	0.5	0.9	1.3
h7-45		1.0	1.0	1.9		1.1	0.7	0.7	1.0	0.8	0.8	1.6	0.6	1.3	0.7	1.1	1.8
h7-58		0.9	0.9	1.1		1.2	1.5	0.6	1.2	0.6	0.9	1.4	0.8	1.0	1.2	0.9	2.1
h7-60		0.9	0.9	2.1		1.1	2.3	0.9	1.4	0.9	1.1	0.8	1.1	1.6	3.0	1.2	1.1
h7-61		0.9	0.9	3.3		1.2	0.5	0.7	1.1	0.8	0.8	1.7	0.7	0.8	0.7	0.8	2.4
h7-83		1.1	1.1	1.6		1.3	1.1	0.6	1.5	0.9	0.9	0.9	0.6	1.0	0.5	0.8	0.6
h7-160		1.0	0.9	1.0	(0.9)	1.0	1.1	0.6	2.0	0.7	1.1	0.9	1.0	1.6	2.3	1.1	1.0
h9-3	a	1.0	1.0	1.0	1.5	1.2	2.1	1.2	1.2	0.9	1.2	0.7	1.4	0.9	1.7	1.0	1.1
h9-5	a	0.9	1.0	1.3	0.5	1.0	0.7	1.0	1.1	0.8	0.9	1.1	1.3	0.9	2.0	1.0	0.7
h9-6		1.0	0.9	1.3	1.3	1.1	1.0	1.0	1.1	0.4	0.9	0.8	1.0	0.5	1.1	0.9	1.0
h9-7		1.0	1.0	1.1	1.2	1.0	0.7	0.8	1.1	0.8	0.9	1.2	1.2	0.8	1.4	0.9	1.1
h9-10		0.9	1.0	1.1	1.7	0.9	0.5	1.1	1.2	0.7	1.0	1.4	1.6	0.6	1.6	0.9	1.3
h14-2		0.8	0.9	0.9	1.7	0.9	0.6	0.6	1.3	0.6	0.8	1.5	1.7	1.3	3.4	1.0	1.1
h14-3		0.8	0.9	0.9	1.5	1.0	0.7	0.5	1.2	0.2	0.7	1.2	1.4	0.8	1.7	1.0	1.4
h14-4		0.7	0.8	1.0	2.2	1.4	0.9	0.5	1.4	0.9	1.0	2.1	1.1	1.2	2.6	1.0	1.5
h14-6		0.8	0.8	1.0	2.5	1.2	0.6	0.5	1.2	0.5	0.8	1.5	0.7	0.6	1.1	0.8	0.8
h14-8		0.8	0.8	1.0	2.3	1.2	0.5	0.8	1.4	0.4	0.9	1.8	1.2	0.9	2.4	1.0	0.6
h14-13	a	0.8	0.8	1.0	2.6	1.0	0.9	0.6	1.3	1.1	1.0	1.4	0.9	1.2	1.8	1.0	0.5
h14-19	a	0.9	0.9	1.0	5.2	0.9	0.7	0.7	1.3	1.1	1.0	1.1	1.6	1.5	3.4	1.1	0.8
h14-24	a	0.8	0.8	1.0	8.9	1.3	1.0	0.6	1.3	1.0	1.0	1.2	0.9	1.4	1.7	1.0	0.9
h14-26		0.9	0.9	1.0	4.1	1.1	1.0	0.8	1.1	0.9	1.0	1.6	1.3	1.8	2.6	1.2	1.0
h14-27		0.9	0.9	1.0	4.5	1.3	0.9	1.2	1.2	0.5	1.0	1.4	1.4	1.2	2.4	1.1	0.9
h14-30	a	0.9	0.9	0.9	5.0	1.1	0.5	0.7	1.1	1.4	1.0	1.4	1.3	1.8	2.5	1.2	0.7
h14-47		1.0	1.0	1.2	0.9	1.4	1.6	1.0	0.9	0.7	0.9	1.3	0.6	1.1	0.9	1.1	0.9
h14-49		0.9	0.8	1.0	1.6	1.5	1.1	0.9	1.1	0.3	0.8	2.3	1.0	1.2	2.0	1.1	1.0
h14-51	a	1.0	0.9	1.0	1.6	1.2	1.2	0.8	1.0	0.6	0.8	1.7	0.8	1.2	1.5	1.1	0.8
h14-55		0.9	0.9	1.2	1.8	1.5	1.1	0.7	1.2	0.7	0.9	1.8	0.6	1.0	1.1	1.0	0.9
h14-63		0.9	0.9	1.0	1.5	1.4	0.9	0.7	1.0	0.7	0.8	1.9	0.8	1.2	1.2	1.1	1.1
h14-68		0.9	0.9	1.1	1.5	1.3	0.9	0.8	1.1	0.8	0.9	1.8	0.7	1.1	1.1	1.1	0.8
h301-4		0.9	1.0	1.3	3.2	0.9	0.9	0.9	1.0	0.7	0.9	1.1	1.3	0.9	1.3	1.0	0.9

親株に対する比率を表示. 親株が未検出の場合は( )内に濃度を表示.

\*有機酸含量の総和

AcCHO, アセトアルデヒド; AcOEt, 酢酸エチル; i-BuOH, イソブチルアルコール; i-AmOAc, 酢酸イソアミル; i-AmOH, イソアミルアルコール; CapOEt, カプロン酸エチル



## 豆乳の乳酸発酵試験

田中ゆかり

キーワード:大豆、豆乳、殺菌、乳酸菌、発酵

### 1. 豆乳の殺菌条件の検討

大豆130g、一晚浸漬

#### 目的

豆乳を乳酸発酵させる前処理として、採取した豆乳の殺菌条件を検討した。

豆乳メーカー(25分)

分離 オカラ

豆乳

#### 実験方法

- 1) 豆乳調製方法:図1の方法で大豆から豆乳を採取した。
- 2) 加熱殺菌方法:調製した豆乳を試験管に10mlずつ分注し、採取した豆乳の中心部の温度を計測し、100℃10分、100℃30分、110℃10分、121℃10分加熱した。
- 3) pH測定:試料5mlを採取し、蒸留水5mlを加えたあとpHメーターで測定した。
- 4) 色調:豆乳5mlを丸形セルに入れ、色差計(ミノルタ製、CM-3500d)で測定した。
- 5) 微生物:豆乳調製直後及び30℃24時間後に一般生菌数、嫌気性生酸菌を測定した。一般生菌数は標準寒天培地(ニッスイ社製)を用いた。嫌気性生酸菌は、MBS培地(Difco社製)を用い、30℃、アネロパックを用いた嫌気状態で培養しコロニーを測定した。

さらし4重にして吸引濾過

冷却

図1 豆乳の調整

#### 結果および考察

採取直後の豆乳の、豆乳1gあたり一般生菌数は約 $10^5$ 個、嫌気性生酸菌は約 $10^4$ 個であった。豆乳に乳酸菌を添加する前処理として、殺菌が必要であると考えられた。

今回は30℃24時間保存可能な条件を検討した。100℃10分という条件で保存は可能であった。121℃の加熱では、色調、味の変化がみられた。すなわち、L値が減少し明るさが低下し、a値が増加し赤みが強くなり、b値が増加し黄色が強くなった。また、味も苦くなった。このことから、高すぎる温度での殺菌は、不適切であると考えられた。

表1 殺菌条件の異なる豆乳の品質

殺菌条件	保存時間 (保存温度:30 )	味	pH (24hr)	色調			一般生菌数 (CFU/g)	嫌気性生酸菌 (CFU/g)
				L*	a*	b*		
調製直後	採取直後	普通	6.6	82.63	-4.10	13.27	$4.2 \times 10^5$	$3.3 \times 10^4$
無処理	24hr	普通	5.6	79.91	-3.93	9.10	$5.8 \times 10^6$	$2.3 \times 10^7$
100 10分	24hr	普通	6.5	81.73	-3.89	12.65	検出せず	検出せず
100 30分	24hr	普通	6.5	80.97	-3.22	12.57	検出せず	検出せず
110 10分	24hr	普通	6.5	80.80	-2.89	12.58	検出せず	検出せず
121 10分	24hr	苦い	6.4	77.85	0.21	15.28	検出せず	検出せず

## 2. 豆乳の乳酸発酵試験

### 目的

酸味を特徴とするヨーグルト様などの商品の開発のために、豆乳の乳酸発酵試験を行った。

### 実験方法

- 1) 供試豆乳: 図1の方法で大豆から豆乳を採取し、100℃10分殺菌したもの。
- 2) 供試菌株: 当所で漬物、総菜から分離・保存している乳酸菌6株と市販発酵乳から分離した1株
- 3) 乳酸菌の培養、添加、発酵: MRS培地を用い、30℃静置培養にて **full growth** させた。培養状態は乳酸菌実験マニュアル<sup>1)</sup>により目視で判定した。豆乳10mlあたりこの培養液を**1 drop** (約  $10^5$  個) 添加し30℃で24時間、静置にて発酵させた。
- 4) 滴定酸度: 試料5mlを採取し、指示薬にフェノールフタレインを使用し、**0.1mol/l** 水酸化ナトリウムで滴定し、乳酸濃度(%)で表した。
- 5) 微生物: 30℃24時間後及び30℃48時間後に一般生菌数、嫌気性生酸菌を測定した。
- 6) 官能試験: 筆者らがパネルになり評価を行った。

### 結果および考察

表2に、30℃24時間及び30℃48時間の発酵豆乳の品質を示した。

乳酸菌無添加の場合、100℃10分の殺菌条件では、コロニーの形状からバチルスと思われる一般生菌数が増加し変敗した。乳酸菌を添加した場合は、図2の **81a5** 株の場合のように一般生菌数は減少した。また、乳酸濃度、乳酸菌数は増加し、48時間では菌によって発酵状態に違いが認められた。

表2 各種菌株による発酵豆乳の品質

供試菌株	30 24hr				30 48hr				官能評価	菌株有望度
	pH	乳酸濃度 (%)	嫌気性菌数 (CFU/g)	一般生菌数 (CFU/g)	pH	乳酸濃度 (%)	嫌気性菌数 (CFU/g)	一般生菌数 (CFU/g)		
無添加	6.5	0.05	0	0	6.3	0.09	0	$1.7 \times 10^6$	変敗臭	
Yakult2	6.3	0.08	$6.6 \times 10^7$	$5.7 \times 10^4$	6.0	0.05	$6.4 \times 10^8$	0	マイルドな酸臭, 酸味強い	
21f2	4.8	0.13	$5.6 \times 10^8$	0	4.4	0.24	$4.8 \times 10^8$	0	強い酸臭, 酸味強い	
MASA15	5.2	0.09	$3.1 \times 10^8$	0	4.4	0.19	$4.3 \times 10^8$	0	強い酸臭, 酸味強い	
Chib-2	6.2	0.09	$1.3 \times 10^8$	$6.0 \times 10^4$	5.3	0.10	$6.1 \times 10^8$	0	マイルドな酸臭, 甘い味	
KR4	6.1	0.06	$4.2 \times 10^8$	0	4.4	0.20	$6.4 \times 10^8$	0	くせがある酸臭, 強い酸味	
81a5	6.2	0.08	$2.3 \times 10^8$	0	5.2	0.09	$4.5 \times 10^8$	0	マイルドな酸臭, 牛乳様	
9a4	5.6	0.07	$2.9 \times 10^8$	0	4.9	0.12	$3.2 \times 10^8$	0	強い酸臭, マイルドな強い	

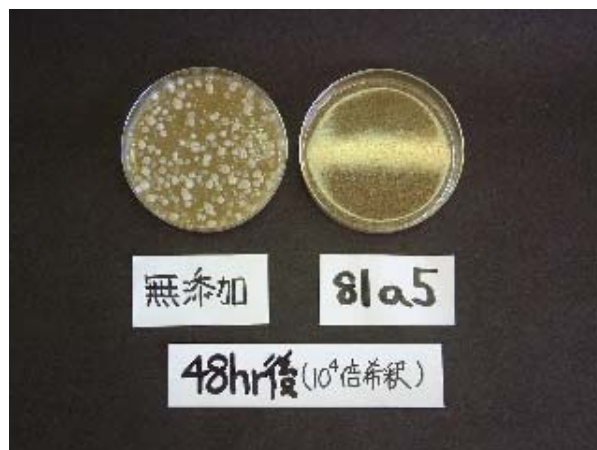


図2 30℃48時間の一般生菌数培地

官能評価において、強い酸臭、酸味があるものもあったが、chib-2株、**81a5**株がマイルドな香りを示し、今後の商品開発に有望と考えられた。

なお当研究は平成15年度、平成16年度をまとめたものである。

### 文献

- 1) 小崎道夫監: 乳酸菌実験マニュアル、朝倉書店 (1992)

地産地消の動きから各地の特産品が脚光を浴びる中、福井県でも勝山水菜、敦賀のマナ、ズワイガニのミソや卵、ノロゲンゲ(ミズペコ)などの県産農林水産物に関心が寄せられている。しかし、これらは「日本食品標準成分表」に記載されておらず、食品構成・栄養成分まで決まっている学校給食や、「健康づくり応援の店」等では、扱い難い状況にある。このため、エネルギー・タンパク質・脂質・ビタミン・ミネラル・機能性成分等の栄養成分と、調理過程における栄養成分の損失等のデータを明らかにし、誰でも活用できるデータベースとして公開し、県産農林水産物が利用しやすい環境の構築を図る。

## 1. 地場産農林産物の分析

倉内 美奈

キーワード: 地産地消, 栄養成分

### 目的

地場産農林産物 11 品目の栄養成分を測定する。

### 実験方法

1) 供試材料: 収集した試料は、図 1 に示した。

2) 測定項目

(1) エネルギーの算出方法は以下の通り<sup>1)</sup>。

野菜  $2.44 \times \text{タンパク質} + 8.37 \times \text{脂質} + 3.57 \times \text{炭水化物}$

イモ  $2.78 \times \text{タンパク質} + 8.37 \times \text{脂質} + 4.03 \times \text{炭水化物}$

キノコ  $2.44 \times \text{タンパク質} + 8.37 \times \text{脂質} + 3.57 \times \text{炭水化物}$

(2) 水分: 70°C 24 時間乾燥法を用いた。

(3) タンパク質: ケルダール分解法を用いた。

(4) 脂質: 酸分解法<sup>2)</sup>を用いた。

(5) 灰分およびミネラル: 乾式灰化法(525°C 5 時間)で灰化後塩酸抽出し原子吸光により測定した。

(6) ビタミン A ( $\beta$ -カロテン): ミディトマトは永田らの方法<sup>3)</sup>を用いた。ミディトマト以外の作物についてはエタノール抽出後けん化抽出し HPLC 法<sup>2)</sup>を用いた。

(7) ビタミン B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>: 酸抽出後 HPLC 法を用いた。

(8) ビタミン C: メタリン酸抽出後 HPLC 法もしくはヒドラジン比色法を用いた。

(9) 食物繊維: プロスキーマ変法<sup>2)</sup>を用いた。

### 結果および考察

1) 収集試料の内訳は、マナ 2 時期(敦賀市)、木田チリメンチソ 2 時期(福井市)、ミディトマト 4 種(越のルビー、華小町、華クィーン: 福井市、あわら市、坂井町)、赤ズイキ(大野市)、サトイモ(大野市)、ヤマトキホコリ(総合グリーンセンター)、穴間カブラ(和泉村)、河内カブ(焼畑区、水田転換畑区 2 時期、農試 1

号: 美山町) 4 種、越前カンタケ(池田町: 2 時期)、谷田部ネギ(小浜市)、勝山ミズナ(勝山市)の 11 品目であった。

2) 五訂日本食品標準成分表に記載されている同種の農林水産物と比較した。特に大きく変動した成分は見られなかった。しかしミディトマトに関していえば、ビタミン A であるカロテンやビタミン C は若干高めの値を示した。消費者までの距離の短い地場産のものはビタミンなどが壊れるのが少ないと考えられる点、栄養的に大きな利点と考えられる。

### 文献

1) 「五訂日本食品標準成分表」 科学技術庁資源調査会 pp5~11

2) 「五訂日本食品標準成分表分析マニュアルの解説」 財団法人日本食品分析センター 中央法規

3) 永田雅靖 ら : 日食工誌 39, 10, 925~928(1992)

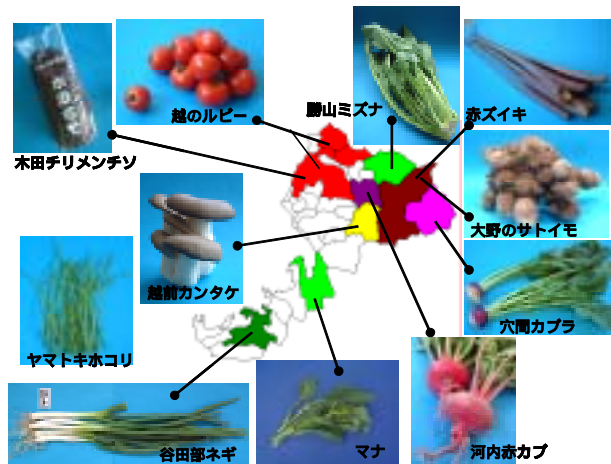


図 1 分析供試材料

## 2. 県産水産物の栄養成分評価

森山 充

キーワード: 一般成分, 無機成分, ビタミン

### 目 的

学校給食に食材を使用する場合、栄養成分のデータが必要となってくる。しかし、県産水産物の中には「日本標準食品成分表」に掲載されていないものもあり、部位別のデータの掲載もほとんどなく、学校給食に利用しづらい状況にある。そこで今回は、日本標準食品成分表に掲載されていない県産水産物の中で、学校給食現場より要望のあるものについて栄養成分の分析を行い、地場産水産物の利用拡大を目指すことを目的とする。また、県産ではないが、県内水産加工品に多く使われているノルウエー産のサバについての分析も行った。

### 実験方法

#### 1) 試 料

##### (1) ノロゲンゲ

11 月下旬福井県越前漁港水揚 (平均体重 120g) 頭, 内臓を除く可食部

##### (2) ズワイガニ雌 (写真 1)

11 月中旬福井県越前漁港水揚 (平均体重 180g) 肉, ミソ, 内卵, 外卵

##### (3) ズワイガニ雄

1 月中旬福井県越前漁港水揚 (平均体重 510g) 肉, ミソ

##### (4) サバ

冷凍ノルウエー産 (平均体重 580g) 頭, 内臓, 背骨部分を除く可食部

#### 2) 分析方法

以下の方法で測定した。

##### (1) 一般成分

水分: 常圧 105°C 恒量乾燥法 (4 時間)

タンパク質: ケルダール分解法

脂質: ソックスレー抽出法

炭水化物: 差引法

灰分: 乾式灰化法 (550°C, 3 時間)

##### (2) 無機成分

ナトリウム: 希酸抽出後原子吸光法

カルシウム, マグネシウム: 希酸抽出, ストロンチウム

干渉除去剤添加後原子吸光法

鉄, 亜鉛: 灰化, 希酸抽出後原子吸光法

##### (3) ビタミン

A: エタノール抽出後 HPLC 法

B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>: 酸抽出後 HPLC 法

C: ジピリジル法

### 結果および考察

ズワイガニのミソや卵に関してはビタミン C 含量が多く、材料が新鮮なため分解が進んでいないと考えられた。対照的にサバについてはビタミン C が含まれておらず、冷凍品であるためかなり分解が進んでいると考えられた。また、ズワイガニのミソには鉄分が多く含まれていた。今回測定できなかった項目については今後取り組んでいくとともに、他の成分についても繰り返し測定することによりデータの精度を高めている予定である。

### 文 献

- (財) 日本食品分析センター編: 五訂日本食品標準成分表分析マニュアルの解説, 中央法規, 東京, 2001.
- 日本食品科学工学会編: 新・食品分析法, 光琳, 東京, 1996.



写真 1 ズワイガニミソ (左中央部分), 内卵 (左上部下部) および外卵 (右)

## 1. 紅サシの漬け込み塩分と性状

駒野 小百合

キーワード: 紅サシ, 白干ウメ

### 目的

福井県の代表的な品種「紅サシ」に適した白干ウメ製造技術を確立するために漬け込み時の塩分濃度と白干ウメ製品の性状について検討した。

### 実験方法

- 1) 供試試料 福井県園芸試験場(福井県美浜町久々子)で平成16年6月30日に収穫した「紅サシ」2Lを黄化させ、冷凍保存しておいたものを供試した。
- 2) 方法 冷凍保存した生梅を、未解凍で約400gのウメをはかりとり、梅重量に対して14, 16, 18, 20, 22%重量の塩をそれぞれ添加し、梅重量と同等の重石をして30日間漬け込んだ。付け上がり後にそれぞれの付け上がり歩留、梅酢を測定した。

その後ウメを遠赤外線カーボンヒーターランプ(800W)で梅表面の温度が40℃程度になるように光源からの距離を調整して、水分が65%程度になるまで乾燥させた。その後湿度65%、20℃に一週間保管し、重量と外観を調査した。

### 結果および考察

ウメ酢の液面が果実の上面に達するまでの漬上がり日数は塩濃度が高いほど早くなった。今回は小規模であったため、塩添加量が梅重量の16%より低いと梅酢が梅より上に上がらず、漬け上がりの確認ができなかった。

また漬上がり歩留は塩20%添加で最も高かった。歩留は塩の添加量が多いほど高くなると思われたが、塩重量が上がると梅酢量も増えたため、22%添加では歩留まりが下がったと思われる(表1)。

干し上がりは、塩分の低いほど早くなったが、漬上直後を100とした場合の干し上がり後の歩留は塩分が高くなるほど高くなっていった。しかし、生梅を100とした場合は、漬上がり直後の歩留の影響もあり、最

終的には20%の塩で漬け込んだ白干ウメの歩留が最も高かった(図2, 表2)。

表1 漬上り後の性状

食塩添加濃度 (% W/生梅W)	漬上り日数 (日)	漬上り歩留 (%)	梅酢率 (%)	クエン酸濃度 (梅酢)(%)	食塩濃度 (梅酢)(%)
14	-	62.6	47.5	6.58	18.9
16	-	63.0	51.5	6.48	21.9
18	7	64.4	50.7	6.20	24.6
20	4	65.5	56.5	6.16	26.0
22	3	64.1	64.6	5.91	26.9

表2 干上り後の性状

食塩添加濃度 (% W/生梅W)	干上り時間 (時間)	干上がり歩留 (%)
14	10	42.6
16	10	47.2
18	13	48.2
20	13	52.5
22	14.5	48.0

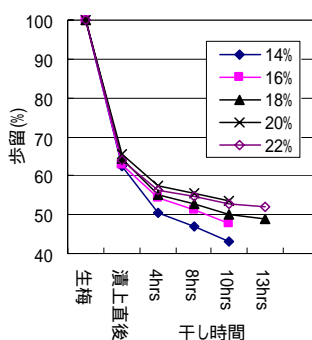


図1 各段階における重量変化

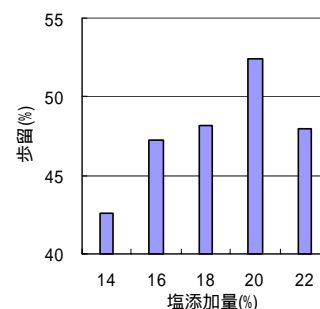


図2 白干ウメの歩留

また、塩添加が多いほど梅表面に塩が結晶化し、22%では特に外観が損なわれていた。また、歩留の低かった14%と、22%の白干しウメは果肉がしぼんでふっくらとしていなかったため、塩分添加が高すぎたり低すぎたりすると歩留が悪くなるだけでなく外観を損なうと考えられる(図3)。また紅サシは果肉率がやや高めのため、本来白干し梅を漬ける場合に目安とされている梅重量の18%塩分添加量よりやや多めが良いのではないかと思います。

れる。

今回は冷凍生梅を用いたため、解凍時に出るドロップ等が要因し、歩留は全体的に低めであった。生梅を用いた再検討が必要である。

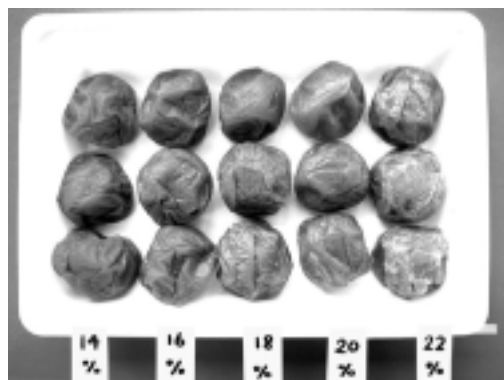


図3 白干し梅の外観

## 2. 梅酢の再利用方法の検討

駒野小百合, 小林恭一

キーワード: 梅酢

### 目的

本県の梅生産は青ウメ出荷から一次加工白干ウメへとシフトしている。この一次加工時に大量に出る梅酢は、白干しウメの重量とほぼ同量にのぼり、処分に費用を要している。梅酢の一部は漬物等に再利用されているが、高塩分度高酸度のため他に利用法が無く産業廃棄物として処分しなければならない。しかし梅酢に含まれる酸の多くはクエン酸等の有機酸であり、有効に活用できる可能性が高い。今回は梅酢から塩を取り除く方法について検討した。

### 実験方法

#### 1) 供試試料

(株)福梅より提供いただいた白梅酢を使用した。

#### 2) 方法

##### (1)濃縮

①梅酢を煮詰めた後、105℃通風乾燥により濃縮

②PHPD (パワーヒートパイプ乾燥) により非加熱で乾燥濃縮

##### (2)塩の分離

それぞれの濃縮物を 99.5%エタノールで数回洗浄。不溶部を回収梅塩とした

その後エタノール溶解部を蒸留により濃縮し、梅酢エキスとした。

### 結果および考察

加熱乾燥処理梅酢は加熱することにより褐変し、また粘度も増したため、扱いが難しくなり、粘度を低下

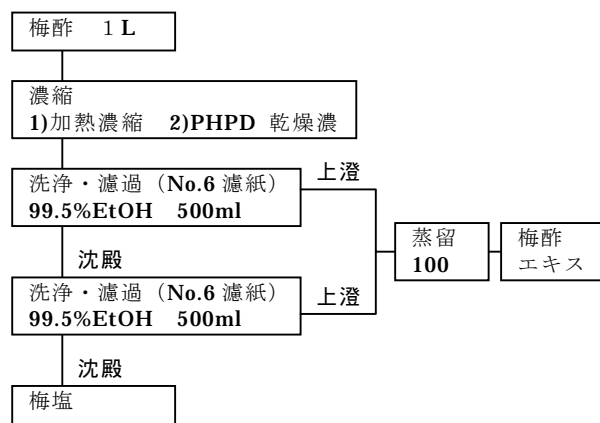


図1 塩回収フローチャート

させる目的でエタノール洗浄を2回行った。また分離した塩も褐色に着色していたため、用途が限られるものと思われる。梅酢エキスも粘度が高く梅エキス様の外観であった。

PHPD 乾燥は、さらっとして着色も少なく、塩も白かった。エキスもやや褐色であり、粘度も低下した。

どちらのエキスも大幅に塩は除かれたが、濃縮の影響で塩味が感じられた。

表1 梅酢の成分(100ml中)

	塩分 (g)	クエン酸 (g)
	19.5	4.3

表2 梅塩の成分(100g中)

	塩分 (g)	クエン酸 (g)	水分 (g)
PHPD	88.0	4.8	1.0
加熱乾燥	89.4	3.9	1.3

表3 梅エキスの成分(100ml中)

	塩分 (g)	クエン酸 (g)
PHPD	14.3	26.3
加熱乾燥	8.1	54.0

表4 梅塩とエキスの回収量(梅酢1Lあたり)

	梅塩 (g)	エキス (ml)	エキス (g)
PHPD	236	59	71
加熱乾燥	257	50	72

本県のそばは、地域特産的な福井のブランドとして重要視されている。近年、品質に対する消費者の関心が高まり、実需者からも風味のよい成熟早期の黒化率の低いそばを求める傾向がある。県では、収穫時期の分散と品質向上のため早刈りを指導・推進しつつある。しかし、最も風味のよい収穫時期の詳細は未解明である。

そこで、収穫時期と風味の関連を解明し、品質情報を明らかにすることによって、良質な福井そばのイメージアップとブランドの強化を図る。

## 早期収穫そばの品質について

天谷 美都希

キーワード: そば, 早期収穫, 成分, 機能性

### 目的

そばの収穫時の黒化率と、成分、色、機能性成分等の関連を明らかにする。

### 実験方法

#### 1. 供試材料

平成 16 年大野市下舌産そば 3 点を用いた。

品種：大野在来種

収穫日：10 月 28 日，11 月 5 日，11 月 9 日

黒化率：玄そばを、黒・茶・緑に分け、黒と茶色の玄そばの割合を求めた。

#### 2. 玄そばの形質

既報<sup>1)2)</sup>に準じ、以下のとおり分析した。

1)千粒重：千粒の重量を測定した。水分換算は 15%とした。

2)容積重：100ml の玄そばの重量を 3 点測定し、平均値とした。

3)粒大：千粒重/容積重×1000

4)殻率：玄そば 50 粒の殻とむき粒の重さを測定。

$$\frac{\text{殻重量}}{(\text{粒重量} + \text{殻重量})} \times 100$$

5)製粉歩留：フレットミルで製粉し、60 メッシュのふるいを通過した粉を試料とした。

$$\frac{\text{そば粉の重量}}{\text{そば粉の重量} + \text{そば殻の重量}} \times 100$$

#### 3. そば粉の成分と色調と機能性

1)水分：試料 3g を 135℃、3 時間通風乾燥により測定した。

2)灰分：試料 3g を予備灰化後、570℃、10 時間加熱により測定した。

3)タンパク質：ケルダール法により測定した。試料 0.5g にケルタブ、硫酸 11ml を添加して 420℃で加熱分解後、水 30ml を添加し、ケルテックオートサンプラーシステムを用いて測定した。

4)脂質：試料 5g を 105℃で 1 時間通風乾燥後、エーテル 60ml を添加し、ソックスレー抽出法により、30 分間煮沸抽出し、2 時間循環抽出した。エーテルを除去した後、100℃で 1 時間通風乾燥して重量を測定した。

5)アミロース：試料 0.2g に 95%エタノール 1ml、1mol/l 水酸化ナトリウム 9ml 添加し、沸騰水中で 10 分間加熱し、放冷後、100ml に定容したものを試料溶液とした。試料溶液 1ml に 1mol/l 酢酸 0.1ml、0.2%ヨウ素、2%ヨウ化カリウム溶液 0.2ml を添加し、20ml に定容後、30℃20 分間放置して反応させ、吸光度を 620nm で測定した。

6)全糖：80%エタノール可溶性の糖をグルコース換算して求めた。試料 1g に 80%エタノール 10ml を添加し、80℃、1 時間抽出した。遠心分離して得た上澄み液を 100ml に定容し、フェノール硫酸法で測定した。4 倍に希釈した試料溶液 1ml に 5%フェノール溶液 1ml を加え、濃硫酸 5ml を直接滴下し、10 分間放置後、攪拌し、さらに 20 分間放置して 490nm で吸光度を測定した。

7)クロロフィル：試料 1g に 80%アセトン 5ml を添加し、室温で 5 分間抽出した。遠心分離により得た上澄み液の



吸光度を 663, 645nm で測定し, arnon の式<sup>4)</sup>により, 総クロロフィル, クロロフィル a, クロロフィル b を求めた.

8)色調: ミノルタ製色差計 CM-3500d を用いて, L\*, a\*, b\*, ハンター白度を測定した.

9)ポリフェノール: そば粉 2g に 45%アセトンを 10ml 添加し, 室温で 5 分間抽出した上澄み液を 20ml に定容し, さらに 25 倍に希釈したものを試料溶液とし, フォーリン・デニス法により測定を行った. 試料溶液 1ml にフォーリン試薬 1ml, 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1ml を加えて 1 時間後に 700nm で吸光度を測定した. 標準には D-カテキンを用いた<sup>5)</sup>.

10)ルチン: 試料 1g にメタノール 10ml を添加し, 80°C, 1 時間抽出した. 遠心分離により得た上澄み液を 25ml に定容し, 10 倍に希釈したものをメンブランフィルターでろ過後, 20 μl を HPLC で測定した.

測定条件<sup>7)</sup>

機種: Waters510

分析カラム: μ Bondapak C18(Waters)

移動相: 2.5%酢酸, アセトニトリル(80:20)

流量: 1.0ml/min

検出: 紫外分光光度計 (350nm)

11)抗酸化性: そば粉 0.5g に 80%エタノール 10ml を添加し, 80°C 1 時間抽出し, 20ml に定容したものを試料溶液とし, 0.2M MES buffer, 400 μ M DPPH, 20%エタノールの混合液を 0.9ml に 6 段階の濃度でサンプル溶液を添加し, 30 分後に 520nm で吸光度を測定する. 標準には Trolox を用いた<sup>5)</sup>.

12) β-アミラーゼ活性: Megazyme 製のキットを用いて測定した. 試料 0.5g に抽出バッファー 5ml を加え, 室温で 1 時間放置し, 遠心分離した上澄み液を希釈バッファーで 10 倍に希釈したものを粗酵素液とした. 基質液 0.1ml, 粗酵素液を 40°C で 5 分間予備加温し, 基質液に粗酵素液 0.1ml 添加し, 40°C で 10 分間反応させた. 停止液 1.5ml 添加し, 410nm で吸光度を測定し求めた. 酵素力 1Unit は, 40°C で 1 分間に 1 μ mol のパラニトロフェノールを PNPG5 から遊離する量とした<sup>8)</sup>.

13) α-グルコシダーゼ活性: 試料 0.1g に, 0.5%NaCl と 5mM DTT を含む 10mM 酢酸バッファー 5ml を加え, 5°C で一晩放置し, 遠心分離した上澄み液を粗酵素液とした. 6mM パラニトロフェニール-α-D-グルコピラノシド (PNPG, 100mM 酢酸バッファー(pH4.5))1ml を 37°C で 5 分間予備加温し, 粗酵素液 0.1ml 添加し, 37°C で 10 分間反応後, 0.2M Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> を 0.5ml 添加し, 400nm で吸光度を測定し求めた. 酵素力 1Unit は, 37°C で 1 分間に 1 μ mol のパラニトロフェノールを PNPG から遊離する量とした<sup>8)</sup>.

4. 糊化特性と物性

1)糊化特性: 試料 4g(水分換算 13.5%)に水 25ml を添加し, よく攪拌したものを RVA(FOSS 製 Rapid Visco Analyzer)で測定した.

RVA 測定条件

温度条件: 0~10 分 50°C, 5 分間で 93°C に上昇, 15~22 分 93°C, 4 分間で 50°C に下降, 26~29 分 50°C  
回転速度: 0~10 秒 960, 10 秒~29 分 160

2)生麺の物性: そば粉 8g, 強力粉 2g, 水 3.8ml を混合し, 1 分間こね, 製麺機を使って厚さ 1mm に伸ばし, 型抜きした麺を使用し, レオメーターで破断強度を測定した.

レオメーター測定条件 (生麺)

アダプタ名: 歯形押し棒 A

レンジ: 2kg サンプリングクロック: 100ms

終了荷重率: 75%

テーブル速度: 6cm/min

3)ゆで麺の物性: 生麺と同様に生地を作り, 10mm×約 50mm に切断し, 5 分間放置後, 4 分間ゆで, 冷水で冷やしたものをレオメーターでそしゃく試験を行い, 凝集性を測定した.

レオメーター測定条件 (ゆで麺)

アダプタ名: 歯形押し棒 A

レンジ: 2kg サンプリングクロック: 100ms

テーブル速度: 6cm/min

テーブルの動き: U&D, base 0, stroke 10mm

結果および考察

1. 玄そばの形質

玄そばの形状について表 1, 図 1 に示した. 黒化率の増加に従い, 千粒重と容積重は大きくなり, 充実度が増した. その後, 千粒重, 容積重, 粒大が低下し, 充実が進まなかった.

表 1 そばの形状

収穫日	黒化率 (%)	千粒重 (g/1000粒)	容積重 (g/L)	粒大 (ml/1000粒)	殻率 (%)	製粉歩留 (%)
10/28	48	22.9	571	40.2	20.2	77.7
11/5	76	24.5	670	36.7	19.3	79.7
11/9	97	22.6	633	35.7	20.1	78.4

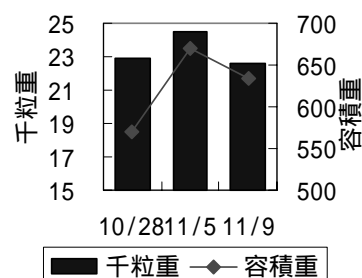


図 1 玄そばの形質



## 2. そば粉の成分特性と色調

表2のとおり、灰分、タンパク質、脂質、全糖、アミロース含量に大きな差はなかった。

表2 そば粉の成分 (水分換算 13.5%)

収穫日	水分 (%)	灰分 (%)	タンパク質 (%)	脂質 (%)	全糖 (%)	アミロース (g/100g)
10/28	16.6	2.2	13.4	3.0	1.4	28.1
11/5	14.2	2.2	13.5	3.0	1.3	28.8
11/9	15.2	2.2	13.4	3.0	1.4	27.8

また、表3のとおり、早刈りのそば粉は、a\*値が低く、b\*値が高いことより、黄緑色が強い色調であった。また、クロロフィル含量が低く、クロロフィル a, b の比も低い。収穫期の遅いそばの粒大が小さかったことの影響が大きいと考えられる。

表3 そば粉の色調とクロロフィル

収穫日	色調			総クロロフィル (mg/100g)	クロロフィルa/b
	L*	a*	b*		
10/28	81.3	-1.31	10.2	2.3	1.14
11/5	81.7	-0.55	9.7	3.4	1.36
11/9	82.0	-0.41	8.6	2.8	1.34

機能性については、表4、図2のとおり、早刈そばはポリフェノール、ルチンの含量が高く、抗酸化性も高かった。このことより、黒化率の低いうちにそばを収穫することによって、栄養的にすぐれているといわれるそばを、さらに機能性を高めることができる。また、早刈そばはβ-アミラーゼ活性が高く、そば麺の味と関連があるのではないかと考えられる(表5)。

表4 そば粉の機能性

収穫日	ポリフェノール (mg/100g)	ルチン (mg/100g)	抗酸化性 (Troloxnmol/g)
10/28	691	44	17.4
11/5	565	18	15.1
11/9	557	21	14.1

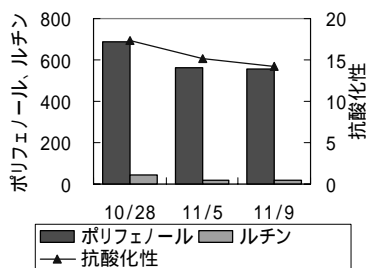


図2 そば粉の機能性成分と抗酸化性

表5 そば粉の酵素活性

収穫日	-アミラーゼ (Unit/g)	-グルコシダーゼ (Unit/g)
10/28	1.6	0.41
11/5	1.1	0.45
11/9	0.8	0.43

## 3. 糊化特性と物性

表6の結果より、早刈そばは、ブレイクダウン値とゆで麺の凝集性に差はないが、生麺の強度が弱い。生麺で認められた物性の差異が、ゆで麺ではなくなってしまうことから、調理過程の影響を考える必要がある。

表6 糊化特性と物性

収穫日	ブレイクダウン RVU	生麺強度 g	ゆで麺凝集性
1 10/28	138	474	0.85
2 11/5	136	517	0.84
3 11/9	143	525	0.83

## 文献

- 1) 杉本雅俊：平成14年度食品加工に関する試験成績書，pp9，福井食加研（2003）
- 2) 杉本雅俊：平成12年度食品加工に関する試験成績書，pp10～11，福井食加研（1992）
- 3) 杉本雅俊：平成3年度食品加工に関する試験成績書，pp45～46，福井食加研（1992）
- 4) 林孝三：植物色素（養賢堂），pp236(1988)
- 5) 篠原和毅ら：食品機能研究法，光琳(2001)
- 6) 有田俊幸ら：東京都立食品技術センター研究報告 第9号，pp25～31
- 7) 倉内美奈：平成15年度食品加工に関する試験成績書，pp12，福井食加研（2004）

近年、食文化の見直しや地産地消運動等に後押しされ、消費者の伝統野菜に対する関心が高まっており、現場でも伝統野菜の産地づくりに取り組んでいこうという動きが見られる。しかし、伝統野菜は露地栽培のため、作期に限られており、出荷幅が短く、価格が安定しない。さらに、伝統野菜の持つ独特の風味は、一部の根強い支持を受けているが、くせのないものを好む最近の消費者の嗜好にあわず、産地拡大を妨げている。そこで、県下全域に在来種が広がっているツケナ、カブを対象とし、作期拡大およびニーズに対応した品質制御技術の確立を行うために伝統野菜の施設栽培化に取り組み、施設栽培により生産された伝統野菜の加工・利用技術を開発するとともに、事例調査による振興手法の解明と有利販売のための価格設定モデルの構築を行い、新しい需要を創出するための生産から加工、消費までの一連の技術開発を行う。

## 在来カブの品質変化について

小林恭一、加藤公美\*、林恒夫\*\*

\*福井農試 野菜花き研究グループ、\*\*福井農試 企画営農研究グループ

キーワード:カブ,品質,施設栽培

### 目的

伝統野菜の作期拡大およびニーズに対応した品質制御技術の確立を図るために、伝統野菜である在来カブを用い、播種期、栽培方法を変えた場合の品質変化について検討する。

### 実験方法

1. 供試材料：平成 16 年福井県農業試験場野菜花き研究グループで栽培されたカブ 7 品種
  - 1) 河内赤カブ
  - 2) 杉箸の赤カンバ
  - 3) 嵐カブ
  - 4) 穴馬カブ
  - 5) 古田刈カブ
  - 6) 大野紅カブ (対照)
  - 7) 早生大カブ (対照)
2. 栽培場所：福井県農業試験場内 F-75 パイプハウスおよび場内露地圃場
3. 播種期：3月22日、4月27日、5月12日、6月14日、9月1日
4. 試験区：露地栽培、ハウス、ミニ温室、ハウス無マルチ、ハウスマルチ (タイベックシート、グリーンマルチ)
5. 収穫期：5月25日、7月2日、7月14日、8月18～24日、11月5日、12月8日
6. 分析項目：根重、水分、硬さ、糖含量、生の官能評価
7. 分析方法：水分は 70℃常圧乾燥法、硬さは不動製レオメータによる貫入抵抗値を、糖含量は 80%エタノール抽出液を用い、HPLC (カラム:YMC-Polyamine II, 移動

相:アセトニトリル/水 (65/35)、検出器:RI, 温度 35℃) を用いた。官能評価は、辛み、苦み、えぐみ、甘み、食感を 5 段階で絶対評価した。

### 結果および考察

試料は、根重のばらつきが大きく、水分含量、硬さなどは根重の低い個体ほど高くなる傾向が見られた。

カブの主要な糖は、ブドウ糖、果糖で、ショ糖は比較的少ない傾向であった。

通常の播種期に近い試験区 (9月1日播種) での、露地栽培とハウス栽培の比較では、いずれの品種においても、露地栽培のほうが、水分が低く、糖含量が高かった。また色素を含む品種では、外観の色が露地栽培で濃かった。官能評価の結果でも甘みが露地で強く感じ、肉質の緻密さも露地栽培で認められた。

6月14日播種、8月18～24日収穫の試験区では、露地栽培の各品種とも、根重、水分が低く、硬かった。

根重、水分、硬さ、糖含量から判断して、5月25日収穫のハウス栽培、8月18日収穫のミニ温室の一部、8月20日収穫のハウスタイベックシートマルチの一部等従来の露地栽培の品質に近いカブを得る試験区、品種の組み合わせが認められた。

品種による違いでは、河内赤カブはいずれの試験区でもほかの品種に比べ、根重、水分が低く、硬く、生の官能評価結果でも、辛み、苦みが強く、硬かった。

穴馬カブ、嵐カブ、古田刈カブは河内赤カブ、杉箸の赤カンバに比べ、播種期、栽培方法が異なっても品質が安定する傾向がみられた。



## 大麦の硝子質数量化への画像解析の適用

倉内美奈\*・杉本雅俊\*

### The Application of Image Analysis to the Quantitative Evaluation of Glassiness in a Section of Barley Grain

Mina KURAUCHI\* and Masatoshi SUGIMOTO\*

大麦の断面における硝子質の状況を簡易、客観的に求めることを目的に、市販のデジタルカメラと画像処理ソフトウェアを用いた画像解析による硝子質部分の数量化を試みた。

県内にて収穫されたミノリムギを横に切断し、画像解析を行った結果、黄色フィルターを通すことにより精度良く硝子質の割合を算出することが可能となった。

また、黄色フィルターの有効性を確認するため、色差計で断面の色相である  $a^*$  値、 $b^*$  値と彩度である  $L^*$  値を用いて主成分分析を行った結果、その有効性が示された。

以上の結果から、100粒の画像解析を行うことで、従来法の目視より再現性の高い硝子率の測定が期待できる。

Key Words : 大麦, 画像解析, 色差計, 主成分分析

## ・ 緒 言

福井県は大麦の振興に力を入れており、平成14年度の生産量は六条大麦全国収穫量の約4分の1を占めている。福井の大麦のほとんどは麦飯用で粒加工がなされており、精麦した麦を蒸して、つぶした押し麦や、その後黒条線に沿って切断した米粒麦などがある。この際重視されるのが粒の色である。現在の品質評価では55%精麦したときの白度や色調( $L^*a^*b^*$ 値)、そして硝子率が重要な評価項目である。精麦時の  $L^*a^*b^*$  値は、麦の鮮度を測るものであり、また白度は硝子率と相関が高く、つまり硝子率は品質評価の中でも非常に重要な項目である。硝子率は胚乳部の中で灰色がかかった硝子状になっている硝子質部分の割合が高い粒の割合を示す値であり、この値が大きいと、精麦時のムギの白度が劣り、搗精する際に粉質粒が砕けて加工歩留まりが低下する。

しかし、硝子率を測定にはいくつかの問題点が存在する。測定には1サンプルあたり、少なくとも100粒をカッターで切断して目視にて判定するため、時間が掛かり能率も悪い。そして視覚情報のため、断面の硝子質部分

の面積を定量化する際、測定者の主観が影響し、判定の個人差が大きいと考えられる。さらに一個人でも計測時の心理状態や体調などの影響を受けやすく、結果の再現性が乏しい。その結果、年度間差などの比較が難しい。

この問題を解決するために、大麦の硝子率という視覚情報を客観的に数値データへ変換することは、有効なことと考えられる。

最近のパーソナルコンピュータやデジタルカメラの発達により、農産物の品質に関わる、様々な評価を画像により客観的に解析しようという試みがなされている。すでに酒米における心白評価<sup>1)</sup> やオオムギの精麦程度<sup>4)</sup>、炊飯米の外観評価<sup>1)2)</sup> など、多方面への応用例が報告されている。そこで、本研究では画像解析法を利用して、客観的に大麦の硝子質部分の面積割合を求める方法を考案した。

## ・ 試験方法

### 1. 供試材料

福井県で採取した平成13,14年度産ミノリムギから無作為に選抜した。

### 2. 硝子率の求め方

試料を100粒採り、カッターで赤道部を輪切りにした断面を観察して求めた。硝子質部分が全体の70%以上の粒は硝子質粒、30~70%の粒を半硝子質粒、それ以下の

\* 福井県農業試験場 食品加工研究所 技術開発研究グループ

粒を粉状質粒とし、以下の式で求めた。

硝子率(%)=

$$(\text{硝子質粒数} + \text{半硝子質粒数} \times 0.5) / \text{供試粒数} \times 100$$

### 3. 画像取り込み方法

実体顕微鏡(オリンパス自動露出顕微鏡-SZH10)で拡大した画像をデジタルカメラ(FUJIFILM 6 X OPTICAL ZOOM)により撮影し、パーソナルコンピュータに入力した(解像度: 118 ピクセル/センチ)。

### 4. 画像処理ソフト

LIA32 for Windows95 ver.0.374b2(山本一清氏)を用いた。(http://hp.vector.co.jp/authors/VA008416/)

### 5. 色差計の測定と解析

分光測色計はCM-3500d(MINOLTA社)を用いた。また、色彩管理ソフトウェアはCM-S7W(MINOLTA社製)を用いた。測定環境は、正反射光処理は除去方式を採用し、測定径はφ8mm、測定方法は反射率測定とした。ターゲットマスクはφ3mmを使用した。これにより、400~700nmの反射率データとL\*値、a\*値、b\*値を測定した。主成分分析は統計解析ハンドブック多変量解析のソフトを用いた

### 6. 白度

佐竹式グレイテストミル(砥石粒度: #36, 同硬度: P, 同回転数: 1,150r.p.m.)を使用し、原麦試料180gの55%を搗精した。これをKett式粒体用光電白度計(C-300-3)を使用して測定した。

## 結果および考察

### 1. 画像解析による硝子質部分の判別

#### 1) 画像取得方法の検討

割断したムギの中から粉質粒を1粒、半硝子粒を2粒、硝子質粒を1粒の計4粒分の画像を標準として選抜し、外殻部分の色と粉質部分、硝子質部分のそれぞれの色をサンプリングすることによりソフトで自動判別させた。この判別基準を利用して、他の20粒で画像解析を行った。

その結果、濃い硝子質部分は硝子質と判別したが、色が薄い硝子質部分は粉質と判別され、全体的に低い硝子率となった(図1)。

そこで、硝子質部分でも光の反射により色が薄くなった部分を半硝子質部分として、3区分で判別基準を作成し、画像解析を行った結果を図2に示した。また、判別結果をもとに、従来法による目視の硝子率の求め方に準じて、1粒中の硝子質率を求めた。すなわち、

$$\text{単粒硝子質率}(\%) =$$

$$(\text{硝子質面積} + \text{半硝子質面積} \times 0.5) / \text{胚乳部面積}$$

とした。この場合、粉質部分も半硝子質部分と判別してしまい、全ての粒が半硝子質粒と判別された(図2)。しかし外殻部分の判別はどのケースでも明確に判別された。

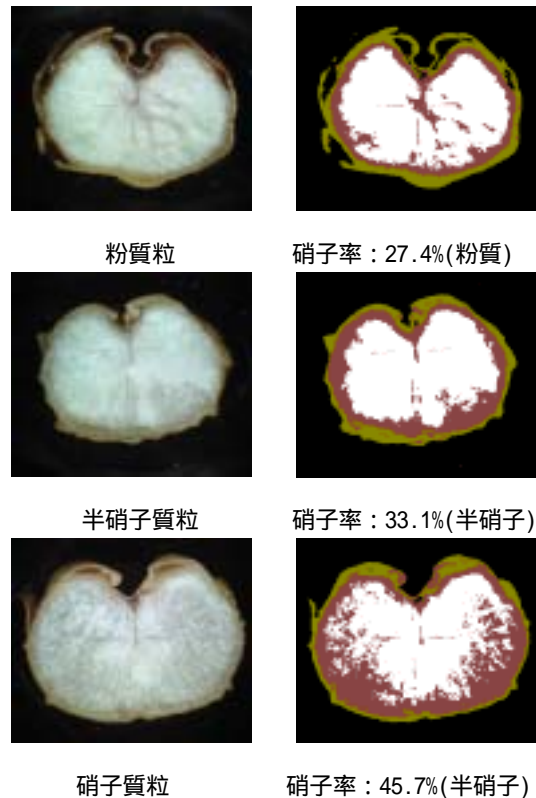


図1 画像解析による硝子率の評価1  
注) 白色: 粉質, 紫色: 硝子質, 茶色: 穀皮部分

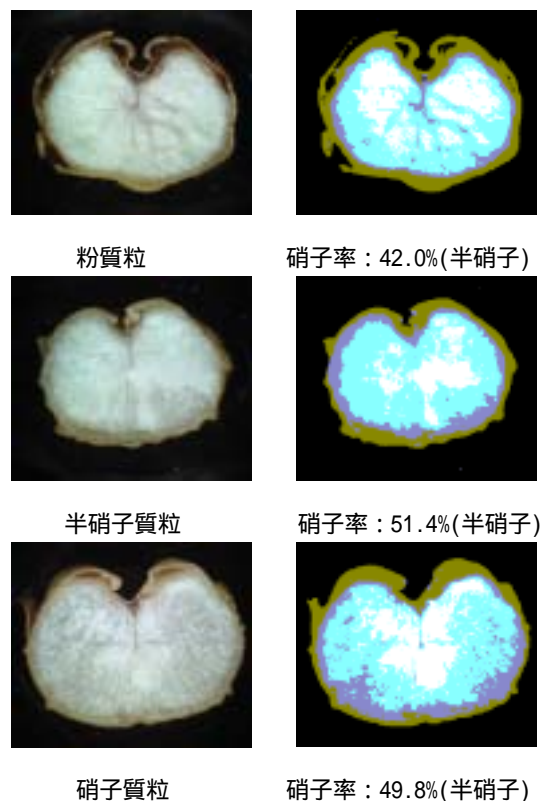


図2 画像解析による硝子率の評価2  
注) 白色: 粉質, 水色: 半硝子質, 紫色: 硝子質, 茶色: 穀皮部分

硝子質部分には濃い灰色の硝子質部分と光を反射するため色が薄く見える硝子質部分が存在する。この色が薄く見える硝子質部分と粉質部分の判別は、同じ白色として判断されるため、うまく判別されないと考えられた。この画像処理ソフトは、もともと森林情報の解析に用いられるソフトで、トマトの生育診断<sup>7)</sup>にも利用されている。赤、緑、青の各デジタル値を測定しているため、今回の場合も色調で判別されたと考えられる。そのため外殻部分の茶色は明確に判別するが、白色の微妙な濃淡では判別が難しいのが原因だと考えられた。

この問題は光の反射に起因していると考えられたので、光の反射を抑えることを目的に、色フィルターを併用した硝子質部分の判別を検討した。市販の各色のセロファンを麦の切断面に載せ、拡大画像をデジタルカメラで取得した。青や緑のフィルターでは、全体の画像を暗くし、濃い硝子質部分と粉質部分の判別すら困難なものとした。赤色のフィルターも、青や緑フィルターほどではないが、胚乳部分の判別が不十分となっただけでなく、穀皮部分と胚乳部分の判別も出来なかった。一方、黄色フィルターをかけた場合、粉質部分と半硝子質部分の判別が可能となった(図3)。しかしながら、赤フィルター同様、穀皮部分と胚乳部分の判別が十分でないという問題が残った。

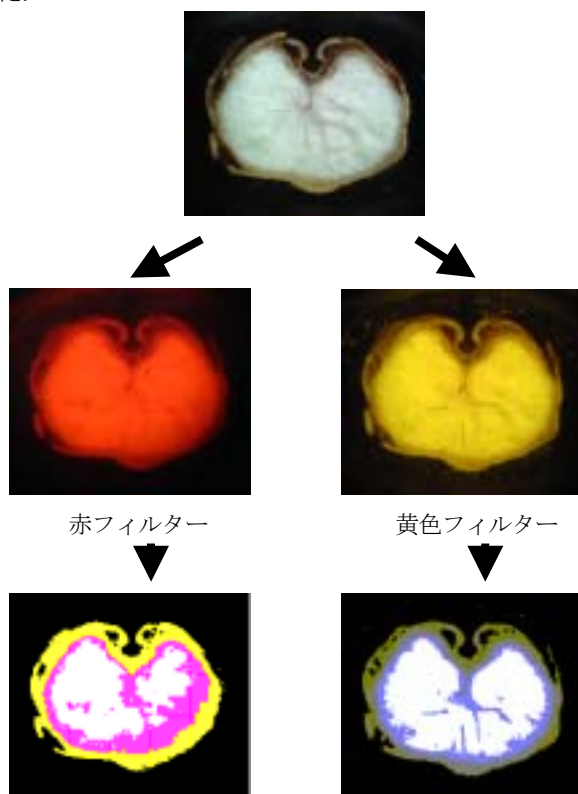


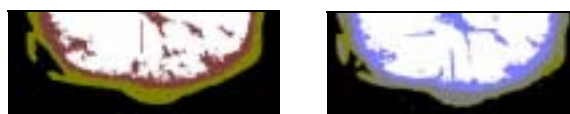
図3 フィルターによる解析画像の違い

注)白色：粉質，  
桃色：硝子質，  
黄色：穀皮部分

白色：粉質，  
水色：半硝子質  
灰色：硝子質  
茶色：穀皮部分

## 2) 補正の検討

赤フィルターほどではないが、黄色フィルターをかけることにより穀皮部分が不鮮明となり、穀皮部分の一部を硝子質部分と判別しているものが多かった。(図4)そこで、胚乳部分の面積はフィルターを通していない画像から得て、黄色フィルターを通した画像から、粉質、半硝子質部分の面積を求め、硝子質部分は胚乳部分の面積から粉質部分と半硝子質部分の面積を差し引くことでこの問題の回避を試みた(表1)。その結果、目視によって得られた粉質、半硝子質、硝子質部分と画像処理によって判別されたものとは、ほぼ一致を見た。



フィルター無し

黄色フィルター

図4 フィルターの有無による画像の違い

注)白色：粉質  
紫色：硝子質  
茶色：穀皮部分

白色：粉質  
水色：半硝子質  
灰色：硝子質  
茶色：穀皮部分

しかし、単粒硝子率の演算値による粉質粒、半硝子質粒、硝子質粒の判別では異なる階級を示す場合があった。この原因としては目視で行う場合、全体に対する硝子質部分の占める割合を、感覚的に行っていたのに対して、画像解析法ではコンピュータにより面積値が算出されるため、目視と違って面積値の算出が厳密であるためと考えられた。そこで硝子質部分の割合が胚乳部の30~70%を占めた場合、半硝子粒としていた判断基準を30~60%と設定し直すことにより、目視とほぼ一致する粒質の判別が可能となった。

今後、画像解析の試料を増やし、粒質判別の精度の検証を行う必要があると考えられる。

## 2. 黄色フィルターの有効性

黄色フィルターの有効性を確認するために、切断面を3mm径のターゲットマスク上に置き、色差計にてL\*値、a\*値、b\*値を測定し、主成分分析を行った。主成分分析は小麦の用途別分類<sup>2)</sup>や柿の渋果判別<sup>5)</sup>、老化大豆の識別<sup>6)</sup>などに活用されている。そこで、硝子質の識別判定にもこの手法が応用できると考えた。

色フィルターを置かずに測定した結果(表2)では、第1および第2主成分軸からなる散布図において、硝子から半硝子、粉質になるにつれ、第2主成分軸上を負から正へ移行するといった一定の傾向が観察された(図5)。つまり色相と彩度で判別が可能であった。第1主成分の固有ベクトルはL\*値が高くa\*値b\*値が低いと正側へシ

表 1 補正することによる硝子率の判別推移

No.	目 視	黄色フィルター		穀皮部分の補正後		
		単粒硝子率 (%)	30<半硝子<70	単粒硝子率 (%)	30<半硝子<70	30<半硝子<60
1	半硝子	49.6	半硝子	40.6	半硝子	半硝子
2	粉質	32.0	半硝子	21.2	粉質	粉質
3	半硝子	44.1	半硝子	32.7	半硝子	半硝子
4	粉質	40.4	半硝子	29.5	粉質	粉質
5	半硝子	43.0	半硝子	36.2	半硝子	半硝子
6	粉質	35.6	半硝子	28.8	粉質	粉質
7	硝子	74.3	硝子	72.0	硝子	硝子
8	粉質	33.3	半硝子	23.4	粉質	粉質
9	硝子	65.6	半硝子	59.3	半硝子	半硝子
10	粉質	30.0	半硝子	21.6	粉質	粉質
11	硝子	64.7	半硝子	62.7	半硝子	硝子
12	半硝子	46.8	半硝子	42.5	半硝子	半硝子
13	半硝子	59.2	半硝子	56.2	半硝子	半硝子
14	半硝子	50.7	半硝子	46.7	半硝子	半硝子
15	半硝子	53.9	半硝子	49.4	半硝子	半硝子
16	硝子	66.8	半硝子	63.1	半硝子	硝子
17	半硝子	53.0	半硝子	47.8	半硝子	半硝子
18	硝子	66.1	半硝子	62.7	半硝子	硝子
19	半硝子	43.9	半硝子	38.6	半硝子	半硝子
20	硝子	65.4	半硝子	61.2	半硝子	硝子

表 2 色相と彩度の主成分分析結果(色フィルター無し)

	第 1 主成分	第 2 主成分	第 3 主成分
L*値	0.61	0.48	0.63
a*値	-0.67	-0.12	0.73
b*値	-0.43	0.87	-0.25
固有値	2.058	0.813	0.129
寄与値	68.6%	27.1%	4.3%
累積寄与率	68.6%	95.7%	100%

表 3 色相と彩度の主成分分析結果(黄色フィルター)

	第 1 主成分	第 2 主成分	第 3 主成分
L*値	0.59	-0.39	0.71
a*値	0.55	0.84	0.00
b*値	0.59	-0.39	-0.71
固有値	2.744	0.254	0.001
寄与値	91.5%	8.5%	0.05%
累積寄与率	91.5%	99.95%	100%

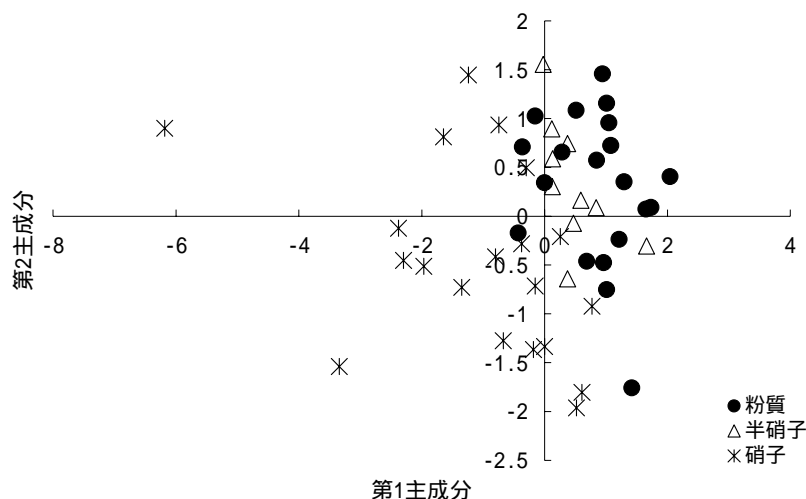


図 5 主成分分析による散布図(色フィルター無し)

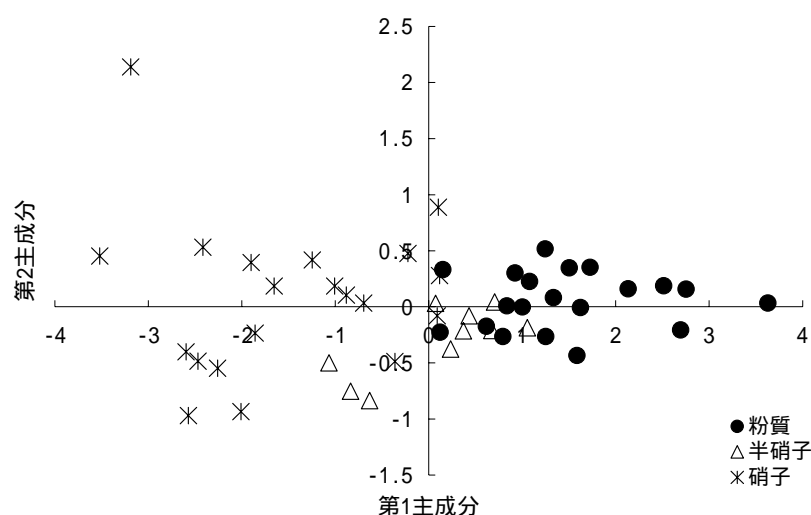


図6 主成分分析による散布図(黄色フィルター)

フトしていることが分かる。つまり硝子質粒は粉質粒と比べ、暗くオレンジがかったことを示しており、この寄与率は約70%と高いものであった。

次に画像解析で行ったと同様に黄色フィルターを置いて測定した L\*値, a\*値, b\*値で主成分分析を行った結果では、より明確に区別されていた(表3, 図6)。第1主成分で寄与率が91%以上で、ほぼ判別を可能とすることが分かる。

黄色フィルターはモノクロ写真などに利用され、「青」の光をカットする作用がある。このフィルターを取り付けることにより、濃淡をはっきり見せる効果も知られている。今回の画像解析を行う際の黄色フィルターは、全体的に白い大麦の断面の中でも微妙な色合いである半硝子質部分の濃淡を強調する作用のあることを示唆した。

以上のことから黄色フィルターを置くことにより、粉質部分、半硝子質部分、硝子質部分の明確な分類を可能にしたと考えられた。

今回は、簡易に判別することを目的としたため、画像解析の判別は自動解析としたが、さらに判別精度を高めるためには、判別の際の色閾の設定などの検討が必要であろう。また、画像解析による単粒硝子率の測定は目視に代わる客観的な方法として、可能性を見いだしたが、判別の迅速化のためには穀粒の切断という問題が残された。堀金らは穀粒切断装置<sup>4)</sup>を用いることにより100粒同時に処理することが可能と報告している。これを利用してより短時間にかつ客観的な硝子質に関する数値や断面特性を、画像解析や色差計によって分得ることが可能であると示唆された。

## 引用文献

- 1) 秋山征夫, 高原美規, 山元皓二(1996): 酒米における心白評価への画像解析への適用, 育雑 46: 367-371
- 2) 千葉実, 南澤正敏, 河野澄夫, 岩元睦夫(1995): 近赤外スペクトルの主成分分析による用途特性の異なる小麦粉の分類, 日食工誌 42: 796-801
- 3) 福岡忠彦, 福井希一(1990): 画像解析法によるオオムギの精麦品質の数量化について, 育雑 40: 223-232
- 4) 堀金彰, 山田純代(2003): 穀粒の切片調製法を利用した成分分析, 食糧その科学と技術 41: 105-118
- 5) 伊藤茂, 大竹良知, 鬼頭勇夫(1997): 近赤外分光法による不完全甘ガキ「西村早生」の渋果判別, 愛知農総試報 29: 213-218
- 6) 草間豊子, 阿部英幸, 河野澄夫, 岩元睦夫(1997): 近赤外スペクトルの主成分分析および主成分スコアを用いた判別分析による老化大豆子実の識別, 日食工誌 44: 569-578
- 7) 竹内将史, 大崎隆幾, 畑中康孝, 高橋正樹(2003): 画像処理によるトマトの生育診断技術, 平成14年度野菜試験成績書: 89-90
- 8) 田中豊, 垂水共之(1995): **Windows**版 統計解析ハンドブック 多変量解析, pp88-99, 共立出版株式会社 東京
- 9) 柳原哲司(2000): 画像解析による炊飯米の外観評価, 日食工誌 47: 516-522



# The Application of Image Analysis to the Quantitative Evaluation of Glassiness in a Section of Barley Grain

Mina KURAUCHI\* Masatoshi SUGIMOTO\*

## Summary

The glassiness of barley grain is commonly evaluated by visual measurement of a cross-section of the grain. However, there are some problems with this method. For example, the measurement is time-consuming, and it is difficult to evaluate the degrees of glassiness objectively. For these reasons, we tried to evaluate the glassiness of barley grain quantitatively using image analysis techniques.

Barley grain was cut vertically from the side, and pictures of the sections were taken with a digital camera. From those pictures, quantitative data were derived by image analysis techniques. The glassiness of the grain was assessed accurately when a yellow filter was used in taking the pictures.

To confirm the effectiveness of this method, the hue and the saturation of the grain sections were measured with a spectrophotometer, and a principal component was analyzed in relation to glassiness. The result showed that the appearance of the grain section was evaluated accurately by this method and the reproducibility of the image analysis method is higher than that of visual measurement.

# そばの製麺工程における糖含量の変化と糖化関連酵素との関係

杉本雅俊\*

## The Relationship between Changes in the Sugar Content and the Saccharification Enzymes on the Process of Making Buckwheat Noodles.

Masatoshi SUGIMOTO\*

そばの製麺工程における糖含量の変化と糖化関連酵素との関係について検討した。手打ちで二八そば（小麦粉 2 割を含む）を製麺することにより、糖含量の増加がみられた。二八そば粉に含まれる糖の組成はシュクロースが多く、生麺、ゆで麺においてはマルトース、グルコースが増加した。茹で過程では茹で時間が長くなるにしたがって糖含量は低下した。ファリノグラフを用いて、そば生地混捏後の糖含量を調べた結果、二八そば粉生地のほうが 100%そば粉生地より多くなった。二八そば粉生地ではマルトースおよびグルコースの増加量が多く、特に 35℃混捏ではグルコースが増加した。二八そばで糖含量が多くなる要因として、そば粉は $\alpha$ -グルコシダーゼ活性が高く、小麦粉は $\beta$ -アミラーゼ活性が高い傾向がみられ、このような糖化関連酵素活性の違いによることが示唆された。糖化関連酵素は生麺の状態でも高い活性を有しており、生麺の保存期間において糖含量の増加が認められた。

Key Words : そば, 糖, 糖化関連酵素, 食味

### ．緒言

一般に麺類の食味はこし、歯切れというようなテクスチャーが大部分を占めており、化学的な味の寄与は小さい<sup>1)</sup>といわれている。そばについても更科そばのように玄そばの中心部分の粉を用いた白いそばでは、ツルツルとした喉ごしのよい食感が重要となる。しかし、本県における越前そばのように甘皮や子葉部を多く含む全粒粉を用いたそば麺の食味においては、こしのある食感に加えて、香りやほのかな甘み、旨みといった風味もおいしさの重要な要素である。

米飯の食味においては硬さや粘りといった物理的な要因とともに味も重要な要因であり、炊飯過程で還元糖の増加がみられ、増加率の多い米ほどおいしいといわれている<sup>4,13)</sup>。糖の増加には糖化関連酵素の関与が示唆され、炊飯過程における温度上昇中に還元糖を生成する酵素としては $\alpha$ -グルコシダーゼの存在が報告されている<sup>1)</sup>。また、そばのつなぎとして用いられる小麦については $\alpha$ -アミラーゼ、 $\beta$ -アミラーゼ等によりパンの製造過程においてマルトースが増加することが知られている<sup>10)</sup>。

\* 福井県農業試験場 食品加工研究所 技術開発研究グループ

### ープ

そばについては加水後、水回し、捏ね、のし、切り、茹で工程があり、甘み成分である糖含量が変動することが予想され、糖類の挙動を明らかにすることはそばの食味を評価する上で重要である。そこで、そばの製麺工程における糖含量の変化と糖化関連酵素との関係について検討したのでその結果を報告する。

### ．実験方法

#### 1. 実験材料

そば粉は平成 13 年度県内産ソバを石臼製粉した全粒粉を用い、つなぎ粉は小麦粉（たんぱく質含量 12.5%）を用いた。

#### 2. 二八そばの製麺方法

平成 13 年産の県内の各産地（大野市、勝山市、丸岡町、金津町、池田町）の在来種を用いた。製麺は手打ちによる方法で行った。手打ちでそば麺を作る場合、つなぎとして小麦粉を用いるのが一般的である。そこで、そば粉 80%に対し小麦粉を 20%加えて混ぜた後、水を 45%添加して、水回し、捏ね、のしを行い、厚さ約 1.5mm ×幅 1.5mm で切り、約 1 分間茹で、冷水でさらし、十

分に水切りを行った。

### 3. 糖類の分析

そば粉、生麺、ゆで麺をそれぞれ 5g 採取し、10 倍容の 80%エタノール濃度になるように 99.5%エタノールとイオン交換水を加え、80℃、1 時間抽出した後、100ml にメスアップした。3,000rpm で遠心した上澄液 50ml を減圧乾固させた後、イオン交換水に再溶解させ、ろ紙でろ過したものを測定用試料とした。全糖はグルコースを標準にしてフェノール硫酸法により求めた。甘味に寄与する糖としてマルトース、シュクロース、グルコース、フラクトースを酵素法 (F-キット、ロシュ・ダイアグノスティックス (株)) により求めた。

### 4. 糖化関連酵素の活性測定

$\alpha$ -アミラーゼ活性および  $\beta$ -アミラーゼ活性はメガザイム社製の測定キットを用いて求めた。 $\alpha$ -アミラーゼは BPNPG7 から 40℃ で 1 分間に 1  $\mu$  mol のパラニトロフェノールを遊離する酵素力を 1U とした。 $\beta$ -アミラーゼ活性は PNPG5 から 40℃ で 1 分間に 1  $\mu$  mol のパラニトロフェノールを遊離する酵素力を 1U とした。

$\alpha$ -グルコシダーゼ活性はパラニトロフェニール- $\alpha$ -D-グルコピラノシド (PNPG) を用いる岩田ら<sup>2)</sup>の方法で求めた。試料 100mg を 0.5%NaCl と 5mM DTT を含む 5mM 酢酸緩衝液 (pH5.0) 1ml で 5℃1 晩抽出し、10,000rpm で 10 分間遠心分離した上澄液を粗酵素液抽出液とした。活性は 100mM 酢酸緩衝液 (pH4.5) に溶かした 6mM PNPG を 1ml 採取して、37℃ で 5 分間予備加温し、粗酵素抽出液 0.1ml を加えて、37℃10 分間反応後、0.2M Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0.5ml を加えて反応を停止し、400nm における吸光値を測定して求めた。37℃ で 1 分間に 1  $\mu$  mol のパラニトロフェノールを遊離する酵素力を 1U とした。

### 5. 茹で過程における糖含量

2. の配合による生麺を 60, 90, 120, 160 秒間それぞれ茹で、冷水で水洗、水切りしたゆで麺の糖含量を求めた。

### 6. そばの生地混捏過程における糖含量

ブラベンダー・ファリノグラフ (ブラベンダー社、8101 型) を用い、試料 300g に対してイオン交換水を 55% 加え、ミキサー温度を 10℃、35℃ に設定し、回転数 6

3rpm で 20 分間混練した生地の糖含量を測定した。

### 7. そばの糊化過程における糖含量

ラピッドビスコアライザー (ニューポート・サイエンフィック社, RVA-3D+) を用い糊化特性測定後の試料を用いて糖分析を行った。試料 4g に対しイオン交換水 25ml 添加した。温度条件は 50℃ で 1 分間保持後、93℃ まで 4 分間で昇温し、93℃ で 7 分間保持し、50℃ まで 5 分間で降温した後、5 分間 50℃ に保った。

## ・実験結果および考察

### 1. 二八そばの生麺およびゆで麺の糖含量

手打ちにより製麺したそばについて、二八そば粉、生麺およびゆで麺の糖含量を調べ、その結果を表 1 に示した。全糖量は二八そば粉では乾物 100g 当たり平均で 1.03g であり、生麺になると 3.93g に増加し、ゆで麺では 2.37g に減少した。糖の組成は、二八そば粉にはシュクロースが多く、グルコース、フラクトースは少なかった。これは進藤ら<sup>6)</sup>の報告と一致した。生麺においてはシュクロースが若干低下し、二八そば粉ではほとんど存在しなかったマルトースおよびグルコースの増加が認められた。ゆで麺では生麺で増加したグルコースの減少量が多かった。生麺で糖含量が増加しているのは、加水後、手打ちによりそばを捏ね、伸ばすことにより糖含量が増加すると考えられる。また、茹で過程では湯の中へ糖が流れでていることが示唆された。

杉山ら<sup>8)</sup>は米飯のおいしさについて、味に着目し、味に関与すると思われる成分の定量および偏在状態の検討を行っており、その中で米の全糖量を測定している。その結果として 3 品種の米の全糖量は全粒部で 229~311mg%, 外層部には 1034~1212mg% と多く含まれている。さらに香西ら<sup>4)</sup>は米の炊飯過程における遊離糖、還元糖の変化について検討し、浸水、加熱中において糖含量が増加し、その米に含まれる主要な糖はシュクロース、グルコースであり、加熱中にグルコースの増加が著しいことを明らかにしている。このような米における糖の含有量および消長と本試験の結果から推察して、そばの製麺過程で生成した糖が茹でることにより一部流亡するものの、マルトース、グルコースなどの糖が増加して

表 1 二八そば粉、生麺、ゆで麺の糖含量 (g/100g 乾物)

		全糖	マルトース	シュクロース	グルコース	フラクトース
二八そば粉	平均	1.03	0	0.61	0.01	0.03
	標準偏差	0.07	0	0.03	0.002	0.002
生麺	平均	3.93	0.74	0.56	1.12	0.06
	標準偏差	0.16	0.14	0.05	0.04	0.002
ゆで麺	平均	2.37	0.67	0.38	0.48	0.02
	標準偏差	0.13	0.09	0.02	0.03	0.003

注) 試料として県内各産地のそば粉 5 点を用いた。

おり、全糖量はゆで麺（水分 **65.0%**）において、**100g** 当たり平均で **0.82g** に相当することから、米と同様、そば麺においても糖類が甘味として食味に寄与していると考えられた。

## 2. 茹で時間とゆで麺の糖含量

糖含量に及ぼす茹で時間の影響を調べた結果を図1に示した。糖含量は茹で時間が長くなるにしたがって、低下する傾向がみられた。食感からみると、**90秒** 付近が適度な茹で時間であり、茹ですぎにあたる **180秒** になると糖が流亡しやすくなるとともに、麺の水分も高くなるため相対的に糖含量は急激に低下すると考えられた。

また、冷水で素早く麺の温度を下げ、水切りを十分することはそば麺の身を引き締め、おいしく食べるコツとされている。今回は茹で後の流水の温度、時間については検討していないが、このことは糖含量の流失を防ぐという意味からも有効な方法であると考えられる。

## 3. そばおよび小麦生地混捏過程における糖含量

そばの捏ね過程における糖含量の変化を明らかにするため、そば粉、小麦粉、二八そば粉をファリノグラフを

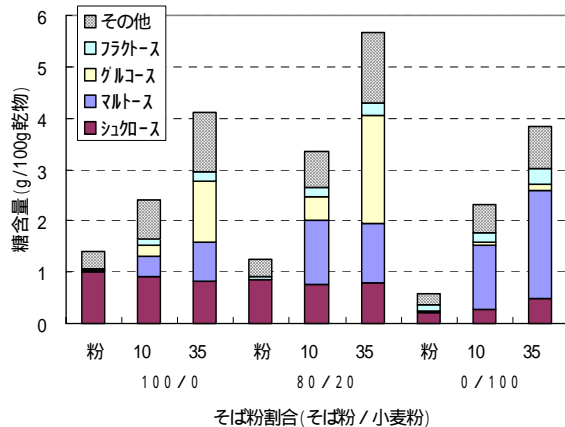


図2 そばおよび小麦生地混捏過程における糖含量の変化

用いて混捏した生地の糖含量を求め、図2に示した。また、糖含量の増加の要因として酵素の作用が示唆されるため、そば粉および小麦粉の糖化に関連すると思われる  $\alpha$ -アミラーゼ、 $\beta$ -アミラーゼ、 $\alpha$ -グルコシダーゼの活性値を表2に示した。全糖量は二八そば粉生地が **100%** そば粉生地、小麦粉生地より高く、いずれも **10℃** より **35℃** 混捏のほうが高くなった。糖組成の変化は小麦生地ではマルトースの増加が著しく、二八そば粉および **100%** そば粉ではマルトースおよびグルコースの増加がみられ、特に **35℃** 混捏ではグルコースが増加した。

糖化関連酵素の活性は、そば粉は  $\alpha$ -グルコシダーゼ活性が高いのに対し小麦粉は  $\beta$ -アミラーゼ活性が高かった。 $\alpha$ -アミラーゼ活性は共に低い値であった。二八そば粉生地が **100%** そば粉生地より糖含量が高くなる理由として、つなぎに用いた小麦粉の  $\beta$ -アミラーゼの作用により **2** 糖類であるマルトースの生成量が増加し、さらに、

そば粉に含まれる  $\alpha$ -グルコシダーゼが作用し単糖であるグルコースまで分解されることにより糖含量が増加したと推察された。小麦粉生地においては、 $\beta$ -アミラーゼ活性が高いためマルトースの生成量が多いが、 $\alpha$ -グルコ

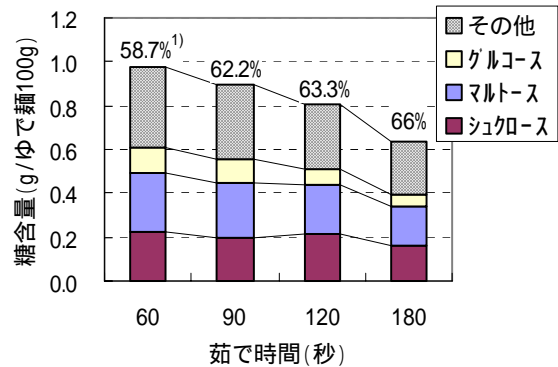


図1 そば麺の茹で時間と糖含量

- 1) 麺の水分
- 2) 茹で時間 60秒 麺はかため 90秒 適度 120秒 やや軟らかい 180秒 軟らかめ

シダーゼ活性は低く、グルコースの生成は少ないと考えられた。いずれも **10℃** より **35℃** と混捏温度の高い方が、これらの酵素の作用が高まるため糖含量が増えると考えられた。 $\alpha$ -アミラーゼは澱粉の  $\alpha$ -**1,4** グルコシド結合をランダムに分解するため、活性が高い場合、小麦粉やそば粉の物性を低下させることが報告されている<sup>7, 12)</sup>。また、 $\alpha$ -アミラーゼは  $\alpha$ -グルコシダーゼ、 $\beta$ -アミラーゼと協調して還元糖生成に寄与していることが報告されている<sup>2, 10)</sup>。しかし、今回用いたそば粉、小麦粉における  $\alpha$ -アミラーゼ活性は低く、澱粉に対する分解性は大きくないと考えられた。

本試験の結果から、小麦粉はそば麺のつなぎとしての役割とともに糖含量を増加させる働きがあることが示唆された。

表2 そば粉と小麦粉の主な糖化関連酵素の活性

	$\alpha$ -アミラーゼ (mU/g)	$\beta$ -アミラーゼ (U/g)	$\alpha$ -グルコシダーゼ (mU/g)
そば粉	53	5	455
小麦粉	40	1063	21

## 4. 生麺の保存条件と糖含量

糖化関連酵素の活性が製麺過程でどの程度残存しているかについて調べた結果を図3に示した。二八そば粉における活性を **100%** とし、生麺およびゆで麺時の活性残存率を求めた。その結果、 $\beta$ -アミラーゼ、 $\alpha$ -グルコシダーゼについては生麺を **5℃** で一晩保存した後でも **90%** 程度の活性を有しており、いずれの酵素も茹でることでほとんど失活した。

このことは、製麺後も保存状態によっては酵素が作用して糖化が進むと考えられる。そこで、図4に生麺の保存条件と糖含量について調べた結果を示した。その結果、糖含量は生麺を5℃で冷蔵保存した場合、保存時間の長い一晩貯蔵で全糖量は増加しており、特にグルコースの増加量が多かった。また、20℃と保存温度が高い場合、グルコースの増加量が多い傾向がみられた。

そばは香りなど風味が失われ易いため打ちたてがおいしいといわれるが、一方において、短時間ではあるが熟成したほうがそば特有の味がでるともいわれている。手打ちによるそば麺において、生麺の保存期間中に、酵素が作用し甘味が増すことは、ねかしにより微妙な味わいができるひとつの要因ではないかと考えられた。

田島ら<sup>9)</sup>は、米粒の外層部分の水抽出には酵素によりオリゴ糖類が生成され、呈味成分としての可能性が示唆されると報告している。また、そばの $\alpha$ -グルコシダーゼはマルトースやシュクロースを基質としてグルコースを

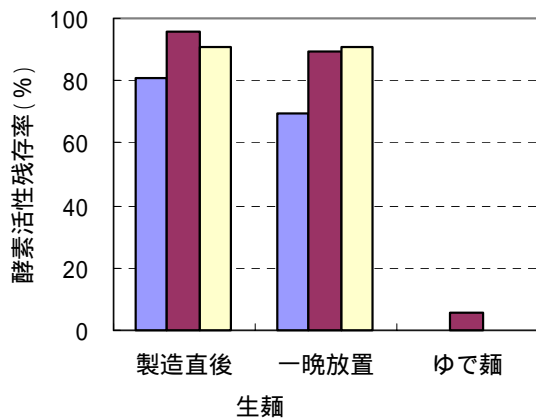


図3 生麺、ゆで麺の糖化関連酵素活性

■ -アミラーゼ ■ -アミラーゼ □ -グルコシダーゼ

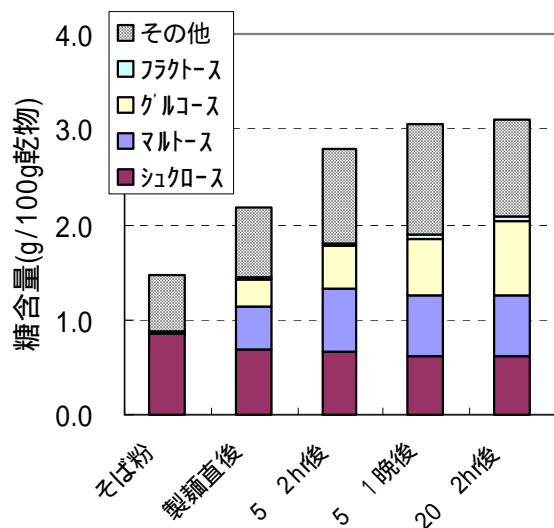


図4 生麺の保存条件と糖含量

生成するとともに、転移反応により少糖類を生成することが報告されている<sup>3, 11)</sup>。このようなことから、そばについても製麺過程でオリゴ糖類が生成することは十分考えられ、呈味性への影響が考慮される。この点については今後検討していく必要がある。

### 5. そばの糊化過程における糖含量

そばの糊化過程における糖含量の変化を明らかにするため、そば粉と小麦粉の配合割合を変えて、ラピッドビスコアライザー (RVA) により糊化させた試料について糖含量を調べ、その結果を図5に示した。そば粉に対して小麦粉の配合割合が増すにしたがって糖含量は増える傾向であった。生成した糖の組成をみると、そば粉100%ではほとんどグルコースのみが増えるが、小麦粉の割合が増えるにしたがって、グルコース、マルトースの増加がみられ、マルトースの占める割合が多くなり、小麦粉のみの場合はマルトースがほとんどで、グルコースの生成量は少なかった。しかし、糊化過程における糖含量の変化は、生地混捏過程時に比べて小麦粉の割合が多いほど、マルトースの生成量は顕著に多い傾向を示した。これは、小麦粉の割合が増えるにしたがい $\beta$ -アミラーゼが多くなるとともに、糊化過程ではさらに $\beta$ -アミラーゼの作用が高くなることが示唆された。生地混捏過程では比較的溫度が低い状態で酵素が作用しているが、RVAにより糊化させる過程では、短時間ではあるが高い溫度域で酵素が作用すると考えられる。

坂本ら<sup>5)</sup>は精白米に耐熱性の $\alpha$ -アミラーゼの存在を確認している。丸山ら<sup>14)</sup>は炊飯中に少なくとも2種の $\beta$ -アミラーゼが作用しており、米飯の蒸らし期での糖の生成には耐熱性の強い $\beta$ -アミラーゼが関与していると考察している。また、パンの焼成中において小麦の $\beta$ -アミラーゼは57~72℃で失活するといわれている<sup>10)</sup>。そばについても $\beta$ -アミラーゼ、 $\alpha$ -グルコシダーゼの至適温

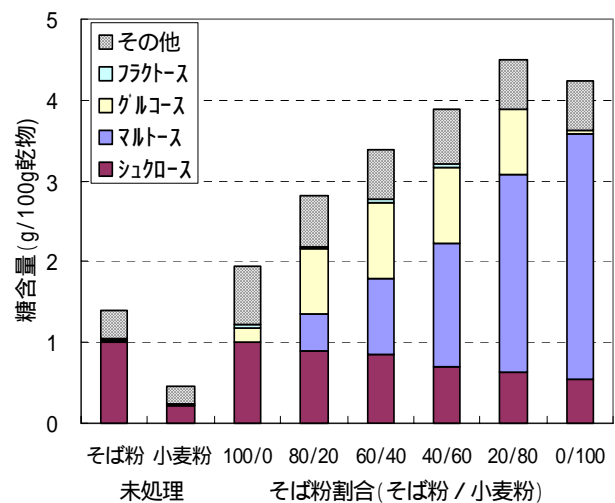


図5 そば粉の配合割合と加熱後(RVA)の糖含量

度、耐熱性など酵素の特性の違いが、生地混捏過程と糊化過程の糖含量変化の違いの要因として挙げられるが、このことについては不明な点が多く、糖化関連酵素の特性解明は今後の検討課題である。

これらのことから、実際にそばを茹でるときにおいては、糖類が流れ出るため、糖の収支は明確ではないが、温度上昇過程で酵素が作用し糖が増加することが示唆された。

そば麺のおいしさの要素のひとつである甘味に着目し、製麺工程における糖含量の変化と糖化関連酵素との関連を検討した。その結果、そばを製麺する過程で、そば粉および小麦粉に含まれる $\alpha$ -グルコシダーゼ、 $\beta$ -アミラーゼなど糖化関連酵素が作用して、主にマルトース、グルコースなどの糖類が増加することが明らかになった。実際、手打ちによる製麺において、手で水回し、捏ね、のしを充分に行うことで、生麺の糖含量はかなり増加する。そこで、甘味の多いそば麺を得るには茹で工程で糖の損失をできるだけ少なくすることが重要であると考えられる。また、つなぎとして用いる小麦粉は麺をつなぎ易くするとともに、糖含量を増加させる働きがあることが示唆された。

## 引用文献

- 1) M. Awazuhara, H. Fujiwara, H. Hayashi, M. Chino, A. Nakagawa, J. Yamaguchi, K. Hatae and A. Shimada (2000). Distribution and Characterization of Enzymes Causing Starch Degradation in Rice. *J Agric Food Chem* **48** : 245-252
- 2) 岩田 博・岩瀬新吾・高浜圭誠・松浦宏行・猪谷富雄・荒巻 功(2001). 米 $\alpha$ -グルコシダーゼ活性と理化学特性値との関係. *食科工* **48** : 482-490.
- 3) 金谷憲一・佐々木基喜・川嶋浩二・千葉誠哉・下村得治

(1979). ソバ $\alpha$ -グルコシダーゼの固定化とその性質. *農化* **53** 385-390.

4) 香西みどり・石黒恭子・京田比奈子・浜藺貴子・畑江敬子・島田淳子(2000). 米の炊飯過程における還元糖および遊離アミノ酸量の変化. *家政誌* **51** : 579-585.

5) 坂本 薫・丸山悦子(1990). 精白米 $\alpha$ -アミラーゼの精製とその性質. *澱粉科学* **37** : 29-34

6) 進藤久美子・安井明美・大澤 良・堀田 博・鈴木東子・金子勝芳・鈴木建夫(2001). 寒ざらし処理によるソバの成分変化. *食科工* **48** : 449-452.

7) 杉本雅俊・栗波 哲(2001). 第48回日本食品科学工学会講演要旨集. pp. 111.

8) 杉山智美・小西雅子・寺崎大二郎・畑山敬子・島田淳子(1995). 米粒中の微量成分とその偏在. *食科工* **42** : 401-409.

9) 田島 眞・堀野俊郎・前田万里・孫 鐘録(1992). 米粒外層から抽出されるオリゴ糖類. *日食工誌* **39** : 857-861.

10) 田中康夫・松本 博(1997). 製パン材料の科学(Ⅰ). 光琳, 東京. pp. 112-123.

11) 千葉誠哉(1989). 糖転移反応による少糖類の合成. *醸協* **84** : 136-143.

12) 長尾精一(1984). 小麦とその加工. 建帛社, 東京. pp. 98-100.

13) 松本文子(1979). 調理と米第1版. 学建書院, 東京. pp. 82.

14) 丸山悦子・梶田武俊・西 千代子・宮田康子(1981). 炊飯に関する研究Ⅳ炊飯中におけるアミラーゼ活性の挙動. *家政学雑誌*. **32** : 253-258

15) 山野善正(2003). おいしさの科学事典. 朝倉書店, 東京. pp. 258.

# Changes in the Sugar Content on the Process of Making Buckwheat Noodles and Relationship to the Saccharification Enzymes

Masatoshi SUGIMOTO

## Summary

The effect of different processes of making buckwheat noodles on the sugar content and its relationship to the saccharification enzymes were investigated.

The sugar content of handmade *Nihachi Soba* (*buckwheat noodles with 80% buckwheat flour and 20% wheat flour*) increased during the noodle making processes. Among the sugar components, there was a considerable amount of sucrose in the *Nihachi Soba* flour. During the process of noodle making, maltose and glucose contents increased in the uncooked and the boiled noodles, respectively. The sugar content decreased as the boiling time for the noodles became longer.

A farinograph was used to examine the sugar content of the dough. The results indicated that the sugar content of the *Nihachi Soba* dough increased more than that of the 100% buckwheat flour dough. The content of maltose and glucose increased in the *Nihachi Soba* dough and the amount of glucose was the highest when the dough was kneaded at 35°C. The main saccharification enzyme activity in the buckwheat flour was different from that in the wheat flour. In the buckwheat flour, the  $\alpha$ -glucosidase activity was higher. On the other hand,  $\beta$ -amylase activity was higher in the wheat flour.

These results suggested the reason why the the sugar content was high in the *Nihachi Soba* noodles. The saccharification enzymes activity was kept high in the uncooked noodles and the sugar content also increased during preservation.

平成16年度 食品加工に関する試験成績

---

2005年3月31日 発行

編集・発行 福井県農業試験場・食品加工研究所  
(福井県食品加工研究所)  
〒910-0343 福井県坂井郡丸岡町坪ノ内1字大河原1-1  
Tel 0776-61-3539  
Fax 0776-61-7034

---