

# 有色バレイショの機能性を活かした醸造酒の開発

角田 志保・犬塚 和男・一丸 禎樹・  
齋藤 宗久<sup>1)</sup>・西田 隆昭<sup>2)</sup>・福田 詮<sup>2)</sup>

キーワード：ジャガイモ，アントシアニン，抗酸化活性，醸造酒

Development of brewage made use of colored potato functions

Shiho Kadoda, Kazuo Inutsuka, Yoshiki Ichimaru,  
Munehisa Saito<sup>1)</sup>, Takaaki Nishida<sup>2)</sup>, Akira Fukuda<sup>2)</sup>

## 目 次

1. 緒 言	56
2. 小仕込み試験による醸造法の開発	56
1) バレイショの添加率	56
2) 使用酵母の選定	57
3) 退色の少ない醸造法	58
4) 製品と市販清酒の比較	59
3. 大型の仕込みによる実証試験と製品の評価	60
1) 大型仕込みにおけるもろみ経過と製品の一般成分	60
2) もろみのアントシアニン量およびDPPHラジカル消去活性の変化	63
3) 製品の保存性評価	63
4) 製品の商品性評価	65
4. 考 察	67
5. 摘 要	68
6. 引用文献	68
Summary	70

1) 長崎県工業技術センター, 2) 福田酒造株式会社

## 1. 緒 言

長崎県は暖地バレイシヨの主要な産地であり、2001年度の作付面積は4770ha、収穫量は107,600t<sup>12)</sup>と全国第2位の生産量を誇る。バレイシヨの主成分はコメ等の穀類と同様、炭水化物であるが、その他にポリフェノール、ビタミンおよびミネラル等、機能性が注目される成分を含んでいる。加工化学科ではこれまでに、焼酎、食酢、パン等、炭水化物源としての加工利用法の開発<sup>10),11),14)</sup>の他、亜硝酸分解能や細胞寿命の延長作用等の機能性評価<sup>2)</sup>にも取り組んできた。さらに現在愛野馬鈴薯支場では肉色が紫や赤色のカラフルなバレイシヨを育成中で、これらの有色バレイシヨにはポリフェノールの一種であり抗酸化能を持つアントシアニンが含まれる<sup>9),13)</sup>。また、大庭ら<sup>4)</sup>によると、同じくアントシアニンを含む有色カンシヨについては、加工利用法開発、機能性評価等すでに多数の研究が進められており、有色バレイシヨについても同様の研究が期待されている。

一方、県内および全国の酒造業界では清酒消費量の衰退が問題になっている。国税庁の統計<sup>7)</sup>によると、最近では消費者の健康志向の高まりおよび軽快な香味への嗜好変化から、清酒やウイスキー類の消費が減少し、果実酒、リキュール類や発泡

酒等、口当たりが軽く、ファッション性の高い製品の消費が増加している。これに対応し、清酒メーカーでもアルコール分が10%前後の低アルコール清酒など多様な製品の開発が各地で取り組まれている。

そこで今回、有色バレイシヨの抗酸化能と美しい色を活かした低アルコール醸造酒の開発を行ったので、その結果を報告する。

なお本報告は、(財)長崎県産業技術振興財団の「長崎県技術開発研究委託事業」において、長崎県工業技術センターおよび福田酒造株式会社との共同で実施した研究について、成果の一部を取りまとめたものである。本研究の遂行および企画・調整にあたり、(財)長崎県産業技術振興財団、長崎大学教育学部 玉利正人教授他、職員および学生の皆様、県工業技術センター食品・バイオ科 前田正道科長、同環境・海洋科 久保克己科長、九州沖縄農業研究センター食品機能開発研究室 須田郁夫室長、鹿児島県工業技術センター食品工業部 瀬戸口眞治主任研究員等には多大なご協力とご指導をいただいた。以上の各位、関係機関に厚くお礼申し上げます。

## 2. 小仕込み試験による醸造法の開発

バレイシヨの主成分は清酒醸造用の精白米と同様にでん粉であるが、形状、でん粉の質、でん粉以外の成分組成および水分率等は大きく異なり、これらが醸造の妨げになることが考えられる。また有色バレイシヨの特徴であるアントシアニンは、pH、熱、酸素、光等の影響を受け、加工の過程で退色、変色するという欠点があると言われている<sup>4)</sup>。そこで、小仕込み試験を行い、従来の清酒醸造法に改良を加えて、これらの問題に取り組ん

だ。

### 1) バレイシヨの添加率

本研究を始めるに先立ち、オートクレーブしたバレイシヨを酵素剤にて糖化しグルコースで補糖して発酵させる方法で、アルコールの生成を確認した(表1のA)。しかしこの方法は、オートクレーブおよび糖化酵素を用いるため、酒造場には導入しにくいと考えられた。そこで本試験では、蒸し器で有色バレイシヨを蒸煮し麴米で糖化する

より実用的な方法（表1のB）を検討した。

またバレイシヨを多く添加するほど製品の色および機能性は高くなるが、バレイシヨはコメに比べ糖質含有率が低く、糖質以外の成分やでん粉の性質も異なる。そこで、10%以上のアルコールを得ることができ、発酵や操作性に問題がない範囲で最大の添加率を明らかにした。

表1 予備試験と本試験の仕込み方法

項目	予備試験(A)	本試験(B)
バレイシヨのα化	オートクレーブ	蒸し器で蒸煮
バレイシヨの糖化	酵素剤による	麴米による
補糖	グルコース添加	蒸米添加
発酵型式	単行複発酵	並行複発酵

(1) 試験方法

試験1 実用的な方法による発酵の確認

表1のBの方法で小仕込みし、アルコール生成の指標として二酸化炭素の発生量を測定した。またカビや腐敗の有無を官能にて確認した。

試験2 バレイシヨ添加率の決定

秋山<sup>1)</sup>によると、酒造用精白米の糖質含有率は76~78%である。しかし有色バレイシヨのでん粉価は11%程度であるため、清酒原料のうち蒸米の一部を蒸しバレイシヨに置換するとすれば、添加率を糖質原料総量の54%以下にすることによって（ただし粕および糖が残らないと仮定した場合）10%以上のアルコールが得られることになる。そこで表2の配合で小仕込みし、操作性を確認するとともに製品のアルコール濃度を測定した。

表2 バレイシヨ添加率による仕込み配合

バレイシヨ添加率 (%) <sup>(注)</sup>	麴米 (g)	蒸米 (g)	蒸しバレイシヨ (g)	水 (ml)
20	23.15	69.33	23.12	150.3
30	23.15	57.77	34.68	150.3
40	23.15	46.21	46.24	150.3
50	23.15	34.65	57.80	150.3

注) [蒸しバレイシヨ添加量 / (麴米 + 蒸米 + 蒸しバレイシヨ) 添加量] × 100

(2) 試験結果

試験1 実用的な方法による発酵の確認

二酸化炭素の発生量からBの方法でも順調にアルコールが生成されることが明らかになった（図1）。またカビや腐敗の発生も認められなかった。

試験2 バレイシヨ添加率の決定

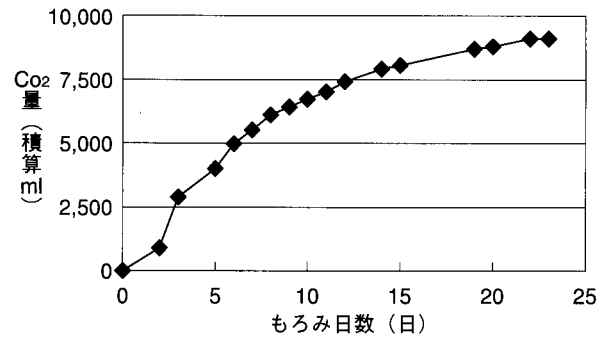


図1 Bの仕込みにおけるCO2発生量

表3 バレイシヨ添加率による製品のアルコール分

バレイシヨ添加率 (%) <sup>(注)</sup>	アルコール分 (%)
20	15.2
30	14.3
40	12.5
50	10.9

注) [蒸しバレイシヨ添加量 / (麴米 + 蒸米 + 蒸しバレイシヨ) 添加量] × 100

すべての区とも10%以上のアルコールが得られた（表3）。しかし50%添加区はもろみの攪拌が困難になったため、バレイシヨによる置換添加率は糖質原料の40%、すなわち蒸米の50%と決定した。

2) 使用酵母の選定

清酒醸造において、酵母はアルコールとともに香気成分や有機酸を生産し、製品の風味に大きく影響する。しかし低アルコール酒の製造では、香味のバランスが崩れやすく、ツワリ香等と呼ばれる異臭が発生しやすいとされている<sup>15)</sup>。また本研究においては、バレイシヨ由来の青臭さや土臭さも問題となる。そこで、アントシアニンを安定化し、かつ味のバランスを取る有機酸と、異臭をマスクするフルーティーな香りを豊富に生産できる酵母を選定した。

(1) 試験方法

蒸した有色バレイシヨを麴米で糖化した液に酵母を接種し、15℃で15日間発酵した後、濾液のクエン酸、リンゴ酸および香気成分の含有量を測定した。供試した酵母は、協会酵母および工業技術センターが県内の酒造場の吟醸もろみより分離した酵母等計12種である。なお有機酸は高速液体クロマトグラフィー、香気成分はヘッドスペースガスクロマトグラフィー<sup>3)</sup>にて測定した。

(2) 試験結果

さわやかな酸味を呈するクエン酸およびリンゴ酸の生産量は吟醸もろみ分離酵母 No. 36, No. 37, No. 67が多かった（図2）。また吟醸香の含み香の成分であるカプロン酸エチルの生産量および吟醸香の指標であるE/A値（酢酸イソアミル/イソアミルアルコール×100）は協会酵母7号, 14号, 吟醸もろみ分離酵母 No. 36, No. 67が高かつ

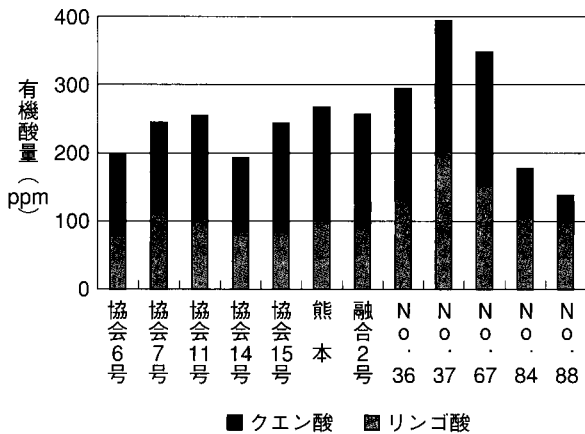


図2 各酵母の有機酸生産量

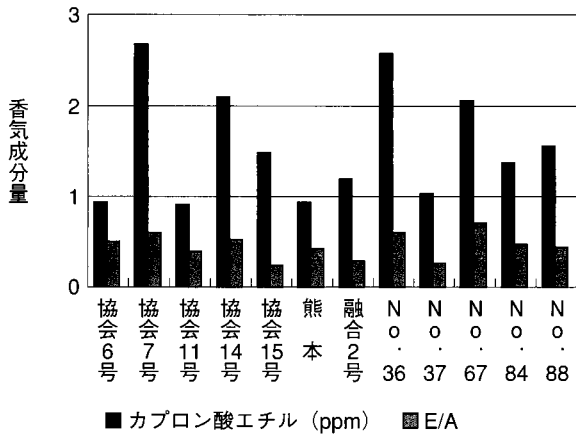


図3 各酵母の香り成分生産量

た（図3）。そこで有機酸および香り成分の生産量が共に多く、官能的にも評価が高かった吟醸もろみ分離酵母 No. 36を使用酵母として選定した。

3) 退色の少ない醸造法

清酒の醸造工程を利用する本製造法では、まず蒸米、麴米、水を混合したものに乳酸および酵母を加え培養し酒母を造る。これに蒸しバレイショ、蒸米、麴米および水を数回に分けて添加したもろみを発酵し、上槽および火入れを行い製品を得る。しかし有色バレイショの特徴であるアントシアニンは、pHや温度の上昇によって退色し、赤米酒の醸造においてはβ-グルコシダーゼにより分解されることが報告されている<sup>4)</sup>。

そのため、バレイショの添加時期が早いほどアントシアニンの溶出量は多くなるが、もろみの初期は麴のβ-グルコシダーゼ活性が高く、分解も受けやすくなると考えられる。また火入れにより製品の酵素を失活させることができるが、退色も懸念される。そこでバレイショの添加時期および火入れの有無と製品の色の関係について検討した。

(1) 試験方法

肉色が紫色のバレイショ「T9435-5」を表4のとおり添加時期を変えて小仕込みを行い、製品の吸光度を測定した。また「T9435-5」および肉色が赤色のバレイショ「愛系92」を用いて小仕込みした製品について、火入れ前後の吸光度変化および生の製品と火入れした製品の5℃保存中の吸光度変化を測定した。なお「T9435-5」は525nmの吸光度を、「愛系92」は502nmの吸光度を測定した。

(2) 試験結果

バレイショ添加時期が遅いほど製品の色が濃くなるということが明らかになった（表5）。また火入れ

表4 各試験区のバレイショ添加時期

試験区	原料	酒母	→ 初添	→ 仲添	→ 留添	→ 留添一週間後	→ 留添二週間後	
A	蒸しバレイショ(g)	0	0	26.25	19.99	0	0	
	蒸米(g)	6.25	11.25	0	28.71	0	0	
B	蒸しバレイショ(g)	0	0	0	46.24	0	0	
	蒸米(g)	6.25	11.25	26.25	2.46	0	0	
C	蒸しバレイショ(g)	0	0	0	0	46.24	0	
	蒸米(g)	6.25	11.25	26.25	2.46	0	0	
D	蒸しバレイショ(g)	0	0	0	0	0	46.24	
	蒸米(g)	6.25	11.25	26.25	2.46	0	0	
A~D	麴	米(g)	2.50	5.00	6.25	9.40	0	0
共通	水	(ml)	8.75	14.40	38.75	88.45	0	0

表5 バレイシヨ添加時期による製品の着色度

試験区	バレイシヨ添加時期	着色度(525nmの吸光度)
A	仲添および留添	0.068
B	留 添	0.071
C	留添一週間後	0.079
D	留添二週間後	0.086

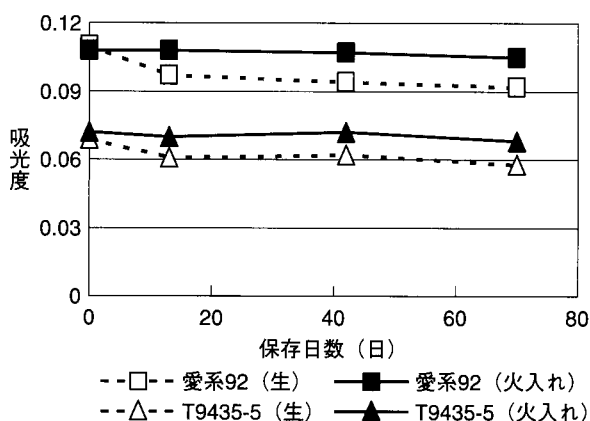


図4 火入れの有無による製品の色の变化

による退色はみられず、火入れした製品は生の製品より保存中の退色が抑制された(図4)。

#### 4) 製品と市販清酒の比較

有色バレイシヨ醸造酒の特徴を明らかにするために、これまで明らかになった結果をもとに小仕込みし、製品と市販清酒‘福鶴(福田酒造株式会社製)’を分析、比較した。

##### (1) 試験方法

肉色が紫色のバレイシヨ「長系114号」および赤色のバレイシヨ「長系115号」と吟醸もろみ分離酵母 No. 36を用いて表6の配合で仕込んだ。10℃で発酵しながら二酸化炭素の発生量を測定することによりアルコール生成量を確認し、もろみ日数17日で上槽および火入れした。こうして得た製品の成分、色および抗酸化能の指標である DPPH ラジカル消去活性を市販清酒と比較した。なお着色度は525nm(「長系114号」の製品)および502nm(「長系115号」の製品)の吸光度、褐変度は430

nmの吸光度で示した。また有機酸量は高速液体クロマトグラフィー、DPPH ラジカル消去活性は DPPH 分光光度法<sup>8)</sup>にて分析し、その他の分析は国税庁所定分析法<sup>3),5)</sup>に準じた。

##### (2) 試験結果

もろみは順調に発酵し(図5)、アルコール度12.5~12.6%の製品が得られた。製品の分析値を市販清酒と比較すると(表7)、アミノ酸度は低いがクエン酸含量が非常に多いことが特徴的で、酸度は市販清酒の約2倍であった。最大アルコール生成量を明らかにするため上槽を遅らせたことにより、直接還元糖量およびエキス分が低く日本酒度は高かった。吟醸香の含み香の成分であるカプロン酸エチルの生産量および吟醸香の指標である E/A 値(酢酸イソアミル/イソアミルアルコール×100)は吟醸酒より低かったものの普通酒と同程度以上となった。フーゼル油臭の原因となるイソブチルアルコールは市販清酒より低く抑えられた。抗酸化能の指標として測定した DPPH ラジカル消去活性は「長系114号」の製品は市販清酒の約20倍、「長系115号」は約11倍であった。着色度は「長系114号」の製品の方が高く、「長系115号」の製品の2倍であった。官能的にはさっぱりとした酸味が感じられ、バレイシヨの青臭さや土臭さはマスクされていた。

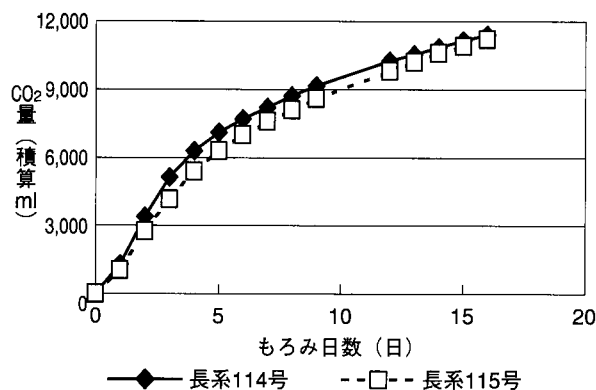


図5 小仕込み試験における CO<sub>2</sub>発生量

表6 小仕込み試験の仕込み配合

原 料	酒母	→ 初添	→ 仲添	→ 留添	→ 留添二週間後	合計
蒸しバレイシヨ(g)	0	0	0	0	46.24	46.24
蒸 米(g)	6.25	11.25	26.25	2.46	0	46.21
麴 米(g)	2.50	5.00	6.25	9.40	0	23.15
水 (ml)	8.75	14.40	38.75	88.45	0	150.35
合 計	17.50	30.65	71.25	100.31	46.24	265.95

表7 小仕込み試験の製品と市販清酒の比較

分析項目	製 品		市販清酒	
	長系114号添加	長系115号添加	普通酒	吟醸酒
日本酒度 (15℃)	+11.6	+11.5	-1.0	-1.0
アルコール分 (15℃)	12.5	12.6	15.0	15.0
直接還元糖量 (g/100ml)	0.95	0.90	2.50	3.45
エキス分 (g/100ml)	1.58	1.49	4.73	5.55
紫外外部吸収 (280nm)	13.05	13.05	5.05	3.93
pH (15℃)	4.50	4.40	4.60	4.95
酸度 (ml)	2.78	2.94	1.40	1.38
アミノ酸度 (ml)	0.79	0.63	1.42	1.49
クエン酸 (μg/ml)	1050	1185	39	-
リンゴ酸 (μg/ml)	311	465	367	-
カプロン酸エチル (μg/ml)	0.03	0.02	trace	3.30
E/A	0.35	0.36	0.30	3.27
イソブチルアルコール (μg/ml)	26.2	29.1	35.0	38.7
着色度	0.222	0.111	-	-
褐変度	0.092	0.078	0.044	0.038
DPPH ラジカル消去活性 (nmol トロロックス当量/ml)	1093	620	53	-

### 3. 大型の仕込みによる実証試験と製品の評価

小仕込み試験により有色バレイシヨ酒を醸造できることが明らかになった。しかし小仕込み試験はフラスコ内で行う総量が266gの試験で、実際の醸造とは条件等異なる部分もある。そこで実際の醸造ラインに近い規模（総量100kg）の仕込みを行い、小仕込み試験の結果を実証した。また実用化へ向けた問題点を明らかにするとともに、得られた製品について機能性、保存性および商品性の評価を行った。

#### 1) 大型仕込みにおけるもろみ経過と製品の一般成分

清酒の醸造では、酒母中の酵母や酸が急に薄められ雑菌が繁殖することを防ぐために、蒸米等の原料を3回に分けて加える三段仕込みを行うことが多い。小仕込み試験では同じく三段仕込みを行ったが、バレイシヨの添加に係る作業が増える分、その他の作業の簡素化が望まれる。そこで本試験では、小仕込み試験の結果を確認すると共に、一段ないし二段で仕込む方法を検討した。

#### (1) 試験方法

肉色が紫色のバレイシヨ「長系114号」、赤色のバレイシヨ「長系115号」および吟醸もろみ分離酵母 No. 36を用いて、表8の配合で仕込んだ。なお「長系114号」を用いた一段仕込み区をA、バレイシヨ添加時期による製品の色の違いを検証するために蒸米および麴米の仕込み（以後、「添」とする）の7日後に「長系114号」を添加した二段仕込み区をB、「長系115号」を用いた一段仕込み区をCとした。

図6のように品温を管理してもろみの成分変化を測定し、アルコール度が約11%になった時点で上槽および火入れした。得た製品について褐変度、着色度および一般成分を分析し、Bについてはさらに有機酸量および香気成分量を測定した。なお着色度は525nm（「長系114号」の製品）および502nm（「長系115号」の製品）の吸光度、褐変度は430nmの吸光度で示した。また有機酸量は高速液体クロマトグラフィーにて分析し、その他の分析は国

表8 大型仕込み試験の仕込み配合

試験区	原料	酒母	→ 添	→ 添の7日後 →	加水	合計
A	長系114号(kg)	0	17.40	0	0	17.40
B	長系114号(kg)	0	0	17.40	0	17.40
C	長系115号(kg)	0	17.40	0	0	17.40
A~C共通	蒸米(kg)	2.33	15.00	0	0	17.33
	麴米(kg)	0.83	8.00	0	0	8.83
	水(l)	5.60	46.84	0	4.00	56.44

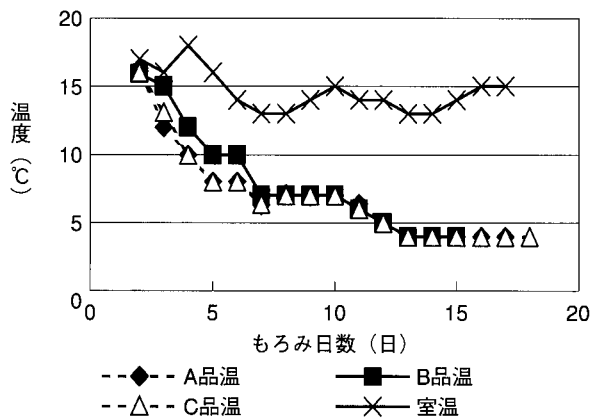


図6 もろみの温度管理

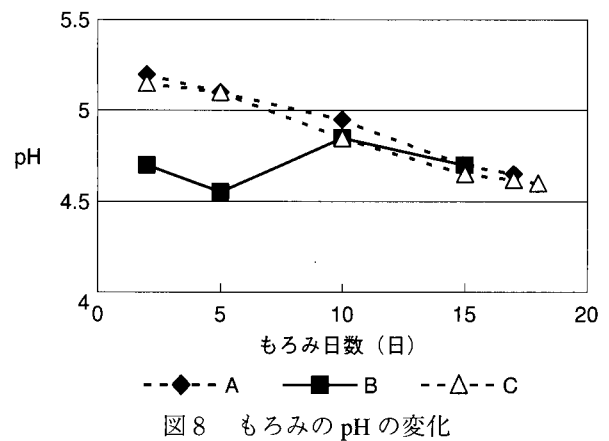


図8 もろみの pH の変化

税庁所定分析法<sup>3),5),6)</sup>に準じた。

(2) 試験結果

一段仕込みおよび二段仕込みでも腐敗等の異常はなく、もろみは順調に発酵した。もろみの一般分析値は図7~14のように変化し、試験区Aは添の17日後、Bは15日後、Cは18日後に11.3%のアルコール分を得た。バレイシヨを添の7日後に添加したBは他の2区に比べ、アルコール度の上昇(図7)および直接還元糖量の低下(図13)が速かった。製品はとくに日本酒度、直接還元糖量、エキス分に違いを生じ、試験区Bの製品が最も日

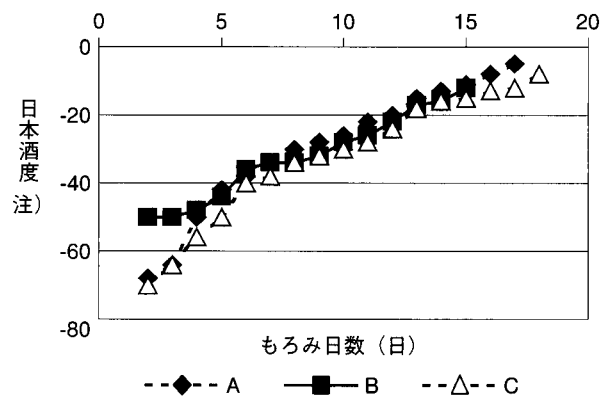


図9 もろみの日本酒度の変化  
注) ボーメ度は日本酒度に換算した

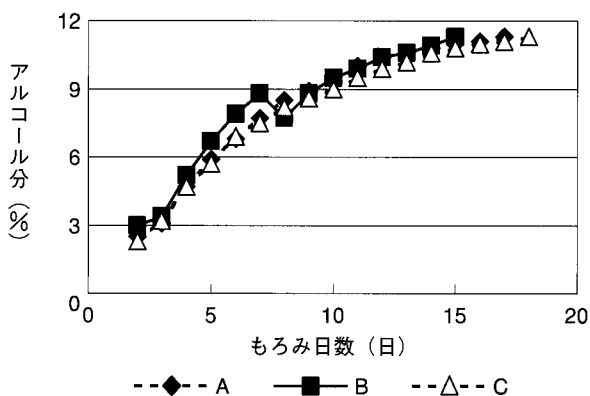


図7 もろみのアルコール分の変化

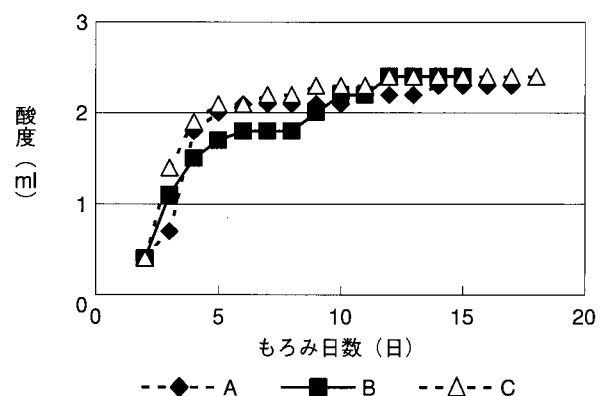


図10 もろみの酸度の変化

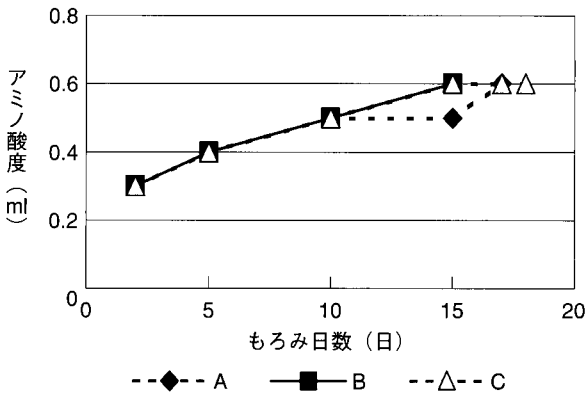


図11 もろみのアミノ酸度の変化

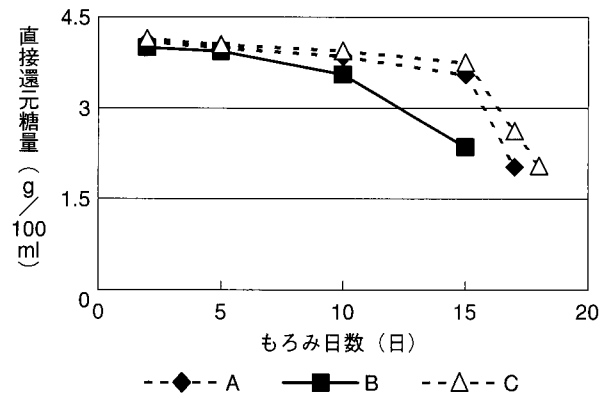


図13 もろみの直接還元糖量の変化

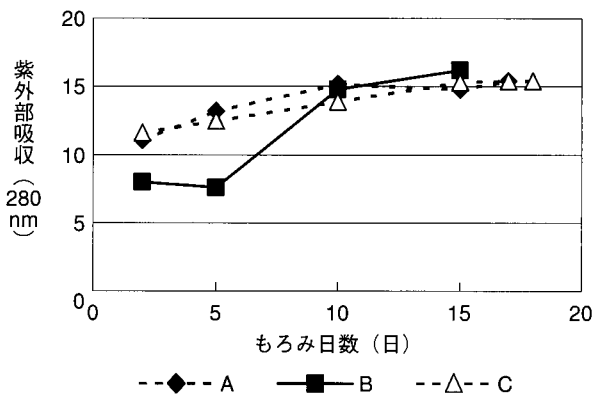


図12 もろみの紫外外部吸収の変化

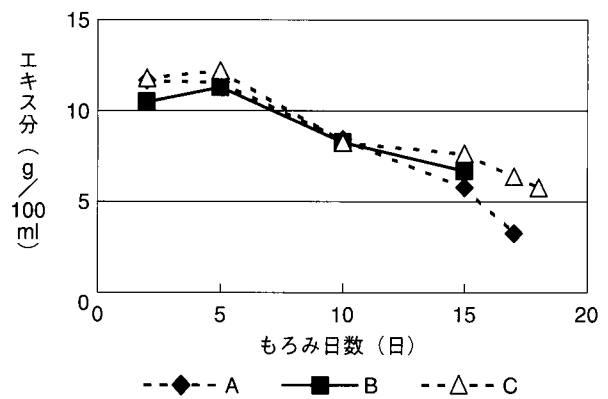


図14 もろみのエキス分の変化

表9 大型仕込み試験の製品と小仕込み製品，市販清酒との比較

分析項目	大型仕込み製品			小仕込み製品		市販清酒
	A	B	C	長系114号 添加	長系115号 添加	
日本酒度 (15℃)	-5	-12	-8	+11.6	+11.5	-1.0
アルコール分 (15℃)	11.3	11.3	11.3	12.5	12.6	15.0
直接還元糖量 (g/100ml)	2.01	2.33	2.05	0.95	0.90	2.50
エキス分 (g/100ml)	3.3	6.59	5.55	1.58	1.49	4.73
紫外外部吸収 (280nm)	15.3	16.0	15.3	13.05	13.05	5.05
pH (15℃)	4.65	4.65	4.60	4.50	4.40	4.60
酸度 (ml)	2.3	2.3	2.4	2.78	2.94	1.40
アミノ酸度 (ml)	0.6	0.7	0.6	0.79	0.63	1.42
クエン酸 (μg/ml)	-	305.5	-	1050	1185	39
リンゴ酸 (μg/ml)	-	578.5	-	311	465	367
カプロン酸エチル (μg/ml)	-	0.02	-	0.03	0.02	trace
E/A	-	0.32	-	0.35	0.36	0.30
イソブチルアルコール (μg/ml)	-	28.3	-	26.2	29.1	35.0
着色度	0.115	0.123	0.105	0.222	0.111	-
褐変度	0.122	0.157	0.126	0.092	0.078	0.044
アントシアニン量	0.968	1.049	0.804	-	-	-
DPPH ラジカル消去活性 (nmol トロロックス当量/ml)	733	743	722	1093	620	53



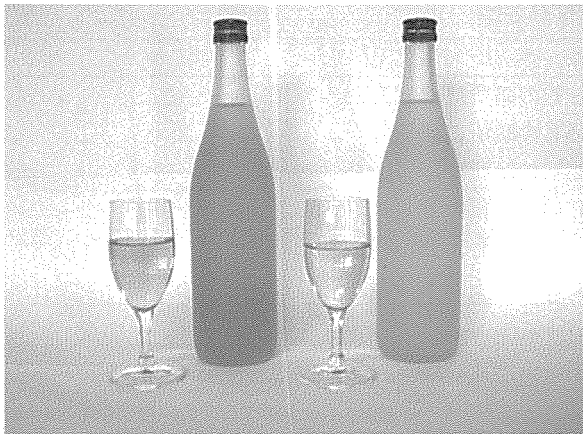


写真1 製品の色 (左: B, 右: C)

本酒度が低く、直接還元糖量およびエキスが多くなった (表9)。色に関しては小仕込み試験の製品に比べ褐変度が大きく、着色度も低下したものの、写真1のような色が得られた。また香気成分は小仕込みと同程度で、リンゴ酸量は増加し、クエン酸量は小仕込みの3分の1未満であったが市販清酒に比べると約8倍であった (表9)。官能的にはBの製品は他より甘口で、Cの製品は酸味が強く感じられた。

## 2) もろみのアントシアニン量および DPPH ラジカル消去活性の変化

小仕込み試験の製品には高い DPPH ラジカル消去活性が認められたが、本試験の製品は着色度が低かったことから、DPPH ラジカル消去活性も低下したことが推定された。そこでもろみにおける活性の変化を明らかにし、また製品と小仕込みの製品を比較した。

### (1) 試験方法

1) の試験区 A, B, C のもろみおよび製品のアントシアニン量および DPPH ラジカル消去活性を測定した。なおアントシアニン量はサンプルと 5% トリフルオロ酢酸溶液の 4:1 混液 (v/v) の吸光度 (A および B は 525nm, C は 502nm) で示した。また DPPH ラジカル消去活性は DPPH 分光光度法<sup>8)</sup> に準じて分析した。

### (2) 試験結果

アントシアニン量はバレイシヨ添加後に急増し、その後の増加は穏やかであった。同じ「長系114号」を添加した試験区 A と B では、添加時期が遅い B の方が添加直後の増加率が大きく、上槽するまで A より多いまま推移した (図15)。DPPH ラジカル消去活性もバレイシヨ添加直後に急増した

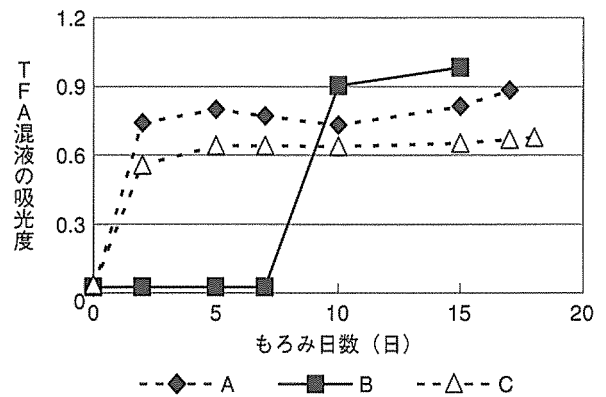


図15 もろみのアントシアニン量の変化

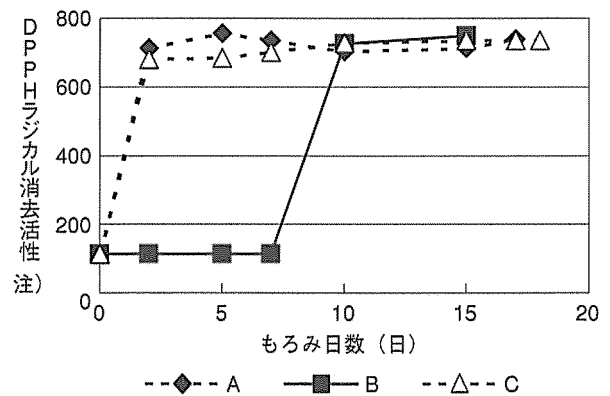


図16 もろみの DPPH ラジカル消去活性の変化  
注) nmol トロロックス当量/ml

が、試験区間の差は小さかった (図16)。

DPPH ラジカル消去活性は「長系114号」の製品は小仕込みより低下したが、市販清酒と比較すると13~14倍であった (表9)。

## 3) 製品の保存性評価

一般的に清酒は、着色や味・香りの劣化を防ぐため紫外線を遮断し低温で保存される。さらにアントシアニンは光や高温により退色すると言われ<sup>9)</sup>、本製品の保存は特に遮光および保冷が必要であると考えられる。そこで温度条件および光条件による保存性の違いを明らかにした。

### (1) 試験方法

1) の試験区 B の製品について表10のとおり試験区を設定し、84日間保存中の色、アントシアニン量および DPPH ラジカル消去活性の変化を測定した。なお色は着色度 (525nmの吸光度) と褐変度 (430nmの吸光度) の比で示し、アントシアニン量は製品と 5% トリフルオロ酢酸溶液の 4:1 混液 (v/v) の 525nmの吸光度で示した。また DPPH ラジカル消去活性は DPPH 分光光度法<sup>8)</sup> に

表10 各試験区の保存条件

試験項目	試験区	保存方法
温度条件 (試験1)	5℃	サンプル瓶に入れ密封した製品を、5℃の暗所に静置した。
	15℃	サンプル瓶に入れ密封した製品を、15℃の暗所に静置した。
	25℃	サンプル瓶に入れ密封した製品を、25℃の暗所に静置した。
光条件 (試験2)	暗所	シャーレに入れ密封した製品を、25℃の暗所に静置した。
	UVカット	シャーレに入れ密封し紫外線カットフィルム <sup>注)</sup> で覆った製品を、25℃に保って蛍光灯を照射した。
	明所	シャーレに入れ密封した製品を、25℃に保って蛍光灯を照射した。

注) 波長394nm以下の光を90%以上吸収する（製造元分析値）

て分析した。

(2) 試験結果

試験1 温度条件試験

色は褐変や退色により多少変化した（図17）、3区とも見た目の大きな変化は認められなかった。アントシアニン含量は5℃区ではほとんど変化しなかったが、15℃区、25℃区で徐々に減少した（図18）。また DPPH ラジカル消去活性は保存温度によらずほとんど変化しなかった（図19）。

試験2 光条件試験

暗所区と比較して明所区およびUVカット区は色の劣化が激しかった（図20）。また明所区およ

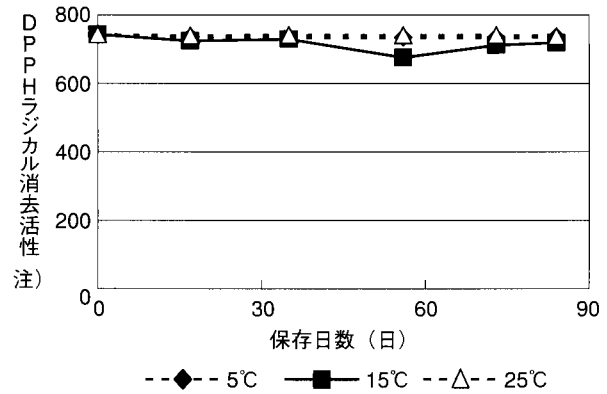


図19 温度による DPPH ラジカル消去活性の変化  
注) nmol トロロックス当量/ml

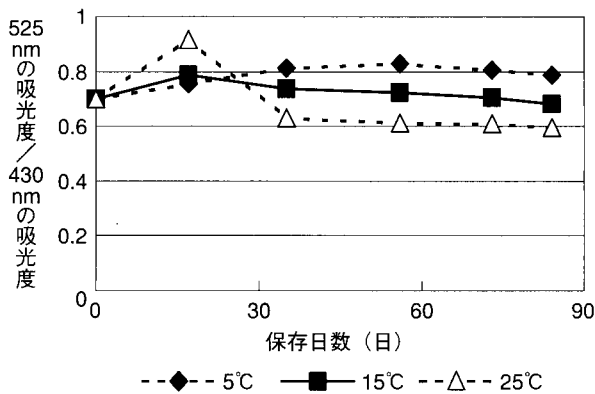


図17 温度による色の変化

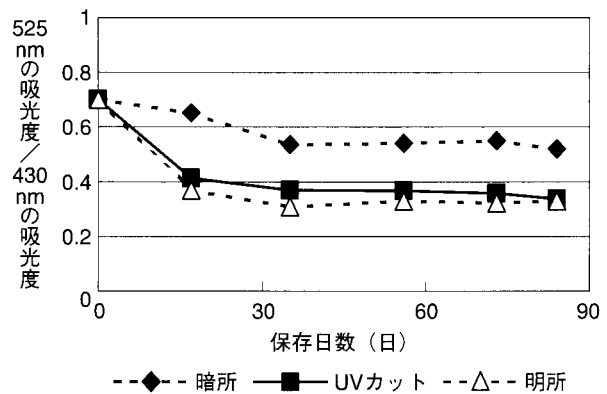


図20 光による色の変化

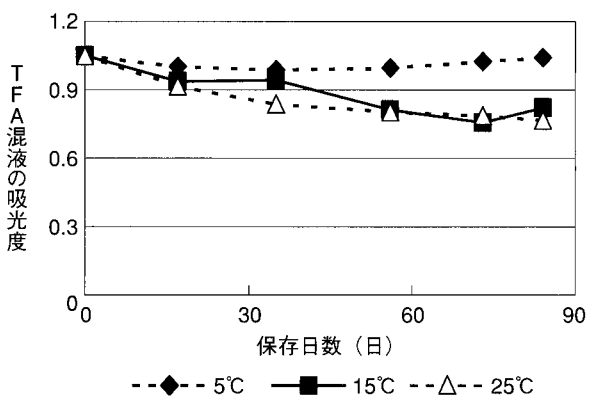


図18 温度によるアントシアニン量の変化

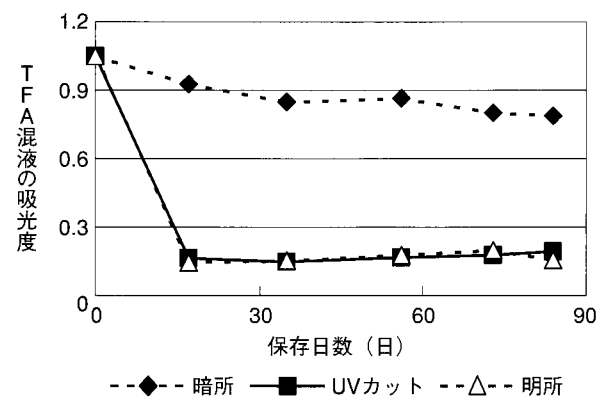


図21 光によるアントシアニン量の変化

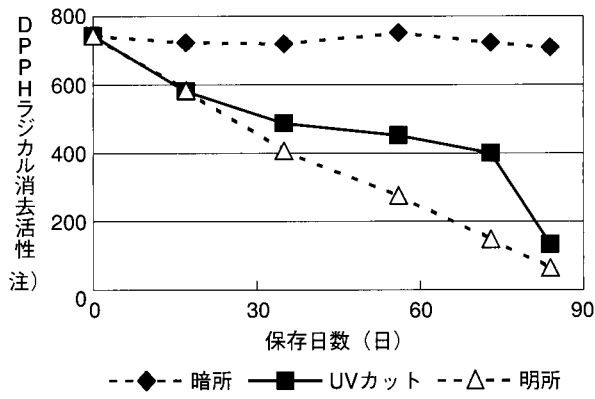


図22 光によるDPPHラジカル消去活性の変化  
注) nmol トロロックス当量/ml

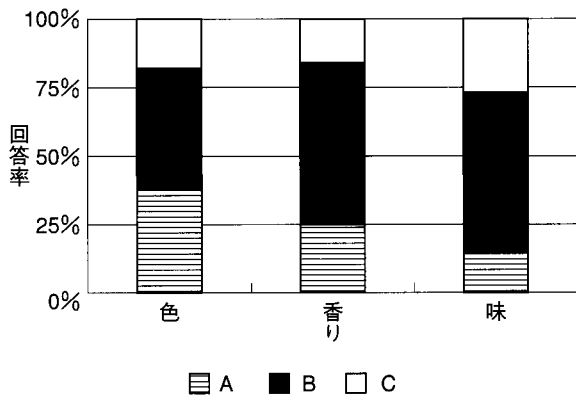


図23 色, 味, 香りについて最も好みである製品

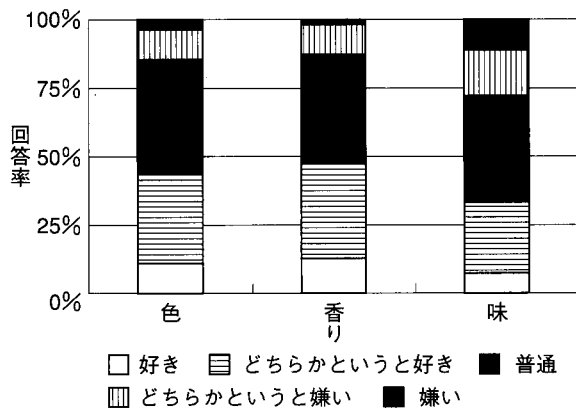


図24 色, 香り, 味に対する評価

びUVカット区のアントシアニンは大部分が分解され(図21), DPPHラジカル消去活性も大きく低下した(図22)。

#### 4) 製品の商品性評価

商品化における基礎資料を得るために, 製品の改善方向, 好まれる消費者層および望まれる販売方法を明らかにした。

##### (1) 試験方法

1) の試験区A, B, Cの製品(以下それぞれA, B, Cとする)について選択式あるいは記述式のアンケート調査を行った。調査対象は総合農林試験場職員, 長崎大学職員, 長崎大学学生の計65名, アンケート内容は, パネラーの年齢, 性別, 普段の飲酒量, 好きなアルコール飲料の種類, サンプルの色, 香り, 味の好き嫌い, 希望する飲用方法および販売方法についてである。

##### (2) 試験結果

A, B, Cの中で, 色, 香り, 味がそれぞれ最も良いものはどれかという問いに対しては, 色はAおよびB, 香りおよび味はBと答えた人が多かった(図23)。また前述の問いで最も良いとしたものの色, 香り, 味に対する5段階評価では, 色は「好き」または「どちらかという好き」と答えた人が44%, 香りは47%という評価を得たが, 味については33%で, 「嫌い」または「どちらかという嫌い」と答えた人が28%であった(図24)。味に対する低評価の理由としては渋み, えぐみや酸味がある, 味がうすい, 物足りない等が多かった。比較的高く評価したのは, 年齢では30歳代, 飲酒頻度は週に3~4回, 一回の飲酒量は日本酒に換算して0.5~1合程度, 好きなアルコール飲料としてカクテル, ビール, ワインを挙げた人であった(表11)。飲用形態としては, 記念日や特別な日ではなく普段用として, 個人宅や高級店以外の飲食店で, 私的な知人と共にを選んだ人が多かった。飲み方は食前酒, 食中酒としてあるいは食事と関係なく, 冷やしてストレートでを選んだ人が多かった。販売方法としては酒屋で, 720ml程度で, 1000円前後の価格を選んだ人が多かった(表12)。

表11 製品の味，香り，色に対するグループ別の評価<sup>注1)</sup>

分 類		味	香り	色	
年齢	20歳代	2.93	3.28	3.34	
	30歳代	3.21	3.86	3.86	
	40歳代	3.40	3.40	3.20	
	50歳代以上	2.71	3.42	2.57	
性別	男性	3.10	3.42	3.17	
	女性	2.92	3.50	3.60	
飲酒頻度	月に1回未満	2.38	3.13	3.38	
	月に1～2回程度	3.08	3.62	3.46	
	週に1～2回程度	3.29	3.40	3.36	
	週に3～4回程度	3.80	3.67	3.67	
	週に5回以上	2.80	3.46	3.14	
一回の飲酒量 (清酒換算)	0.5合以下	2.29	3.17	3.14	
	～1合以下	3.10	3.67	3.62	
	～2合以下	2.91	3.41	3.00	
	～3合以下	3.00	3.25	3.50	
	3合より多い	3.45	3.33	3.33	
好きなアルコール5種 <sup>注2)</sup>	リキュール, カクテル	あり	3.07	3.48	3.57
		なし	2.92	3.38	3.08
	ビール, 発泡酒	あり	3.18	3.49	3.31
		なし	2.53	3.29	3.40
	ワイン	あり	3.04	3.58	3.44
		なし	2.97	3.31	3.24
	清 酒	あり	2.88	3.35	3.19
		なし	3.11	3.42	3.46
	スピリッツ	あり	3.00	3.45	3.24
		なし	3.00	3.45	3.48

注1) 「好き」5点, 「どちらかというが好き」4点, 「普通」3点, 「どちらかという嫌い」2点, 「嫌い」1点とした場合の平均点で示した。

注2) 「好きなアルコール飲料の上位5位は?」という質問に対し, 各飲料を挙げた者は「あり」挙げなかった者は「なし」に分類した。

表12 希望する飲用方法および販売方法に関するアンケート結果

選 択 肢		回答率 (%)	選 択 肢		回答率 (%)	選 択 肢		回答率 (%)
飲む場面	普段	73	食事との 関係	食前酒	35	販売, 提供場所	コンビニ	18
	特別な日	27		食中酒	34		スーパー	15
飲む場所	個人宅	33		食後酒	2		酒屋	33
	野外	6		食事と関係なく	29		土産品店	23
	大衆向けの店	29		合わせる 食事	洋食		47	飲食店
	おしゃれな店	29	和食		53	容 量	180ml 程度	13
高級店	3	温度, 割り方	冷やしてストレート	61	250ml 程度		18	
飲む仲間	一人で		13	常温でストレート	8		360ml 程度	25
	家族や親戚と		17	温めてストレート	3		720ml 程度	44
	私的な知人と		54	オンザロック	18		1800ml 程度	0
	公的な知人と		16	水割り	2	720ml あたりの 価格	～499円	13
			お湯割り	2	500円～		38	
		カクテル	3	1000円～	33			
				1500円～	9			
						2000円～	7	

## 4. 考 察

本研究では肉色が紫色または赤色のバレイシヨを用いて醸造酒を開発することに取り組み、まず小仕込み試験にて、清酒原料のうち蒸米の50%を蒸し有色バレイシヨに置換し、清酒と同様に醸造(三段仕込み)することでDPPHラジカル消去活性とパステル調の色を有する低アルコール飲料を得た。さらに、省力化のため一段あるいは二段で仕込んだ大型の試験でも商品化の可能性が見込まれるアルコール飲料が得られた。

有色バレイシヨの色の成分であるアントシアニンは、熱、酸素、pH、光等の影響を受け、加工の過程で退色、変色するという欠点がある。また、含まれるアントシアニンの種類が多く、アシル化されている割合が高いほど安定であるが、多くの加工製品で利用されている有色カンシヨに比べ、バレイシヨアントシアニンは安定性が低いと言われている<sup>4)</sup>。原料を加熱蒸煮し、有酸素かつpH4.4以上の環境で発酵する清酒醸造技術を利用するに当たり、アントシアニンの特徴を引き出すことは本研究の最大の課題であったが、バレイシヨの添加時期を遅らせることにより機能性と色をある程度保持することができ、一定の成果が得られたといえる。

蒸米および麴米の添と同時にバレイシヨを添加した製品より、その7日後に添加した製品の方がアントシアニンを多く含み、色が濃くなった要因としては、バレイシヨ添加時のもろみの酸度が前者では0.4ml、後者では1.8mlと上昇しており、アントシアニンが安定的に抽出されたことが考えられる。また火入れにより保存中の退色を抑制できたことから、赤米と同様にバレイシヨのアントシアニンも麴の $\beta$ -グルコシダーゼにより分解されると考えられ、7日後に添加した方がその影響が小さかったものと推察される。

抗酸化能の指標の一つであるDPPHラジカル消去活性について小仕込みの製品と大型仕込みの製品を比較すると、肉色が紫色の「長系114号」を用いた製品は小仕込みの方が約1.49~1.47倍高

かったが、赤色の「長系115号」を用いた製品では逆に大型仕込みの方が1.16倍高かった。小仕込み試験と大型仕込み試験の条件の違いは、バレイシヨの剥皮程度(小仕込みは完全に剥皮、大型仕込みは洗浄中の擦り剥け程度)、蒸煮温度と時間、発酵温度と時間、もろみがさらされる酸素および光の量等がある。肉色が赤色のバレイシヨのアントシアニンの方が、温度および光に対する安定性は高いと言われているが<sup>4)</sup>、DPPHラジカル消去活性にはアントシアニンの他、クロロゲン酸等が関与しており、バレイシヨの系統によるこれらの成分の安定性や、塊茎中での分布の違いにより、前述のような差が出たものと推察される。

また、製品保存中の色および機能性の低下については、温度の影響は小さいが、光による影響が大きいことが明らかになった。しかし特徴である色を見せながら販売するために、無色でありながら退色を防ぐことのできる容器包装の選定が望まれている。

以上のような不安定化要素と、色および機能性の消長について詳細に検討することにより、さらに高品質な製品の醸造が可能になると考えられる。

本研究におけるもう一つの課題は、米に比べ雑味が多いバレイシヨを用い、低アルコールに仕上げることによる香味の低下、悪化を補うことであったが、香気成分および有機酸の生産性が高い酵母を使用することで、バレイシヨの臭いやツワリ香はマスクされ、さっぱりとした酸味の飲料となった。しかし清酒酵母および麴特有の味・香りやバレイシヨ由来の渋み苦みは、ターゲットとして想定していた飲酒経験の少ない層には受け入れられなかった。商品化に向けては、ある程度飲酒頻度が高い20歳代後半~30歳代の女性で、渋み苦みのあるワインやビール等を好む層にターゲットを移行し、さらにバレイシヨの剥皮によるえぐみの低減および糖等の添加による調味を検討する必要がある。また作業性の問題としては、もろみ中でのバレイシヨの拡散が重労働であることが挙げ

られ、実用化に向けては、機械やセルラーゼの使用による省力化が望まれている。

## 5. 摘 要

アントシアニンを含む有色バレイショを用いた醸造酒の製造法について検討した結果、以下のよう結果が得られた。

- 1) 清酒原料のうち蒸米の50%量を蒸した有色バレイショに置換し清酒と同様に醸造することで、有色のアルコール飲料が得られた。
- 2) バレイショの土臭さや青臭さをマスクする香りと、アントシアニンを安定化する酸を得るために、香り成分および有機酸の生産性が高い酵母を選定した。
- 3) 蒸米および麴米と同時にバレイショを添加した製品より、その7日後に添加した製品の方が色が濃くなった。また、火入れにより保存中の退色を抑制できた。
- 4) 製品のアルコール分は11.3%、直接還元糖量は約2 g/mlで、市販清酒に比べクエン酸含量が多く酸度が高かった。また市販普通酒と同程度の香り成分が含まれていた。
- 5) 製品は市販清酒の13~14倍の抗酸化能(DPPHラジカル消去活性)を有していた。
- 6) 84日間の保存試験の結果、高温(15℃および25℃)保存による製品の劣化は小さいが、光の照射による退色、アントシアニン量の減少およびDPPHラジカル消去活性の低下は大きいことが明らかになった。
- 7) 試飲アンケートの結果、製品の「色」については「好き」または「どちらかというが好き」という回答が全体の44%、香りは47%という評価を得た。しかし味については同回答は33%で、渋み、えぐみや酸味がある、味がうすい、物足りない等の理由から「嫌い」または「どちらかという嫌い」という回答が28%であった。

## 6. 引用文献

- 1) 秋山裕一：清酒。醸造学(大塚謙一編)。養賢堂(東京)、10-64、1985。
- 2) 丸禎樹・犬塚和男・角田志保・渡邊正己・鈴木啓司・柳田晃良・井手勉・小川義雄：バレイショの機能性に関する研究。長崎県総合農林試験場研究報告(農業部門)、28、71-81、2002。
- 3) 太田剛雄：ヘッドスペースガスクロマトグラフィーによる香り成分の定量、第四回改正国税庁所定分析法注解(注解編集委員会編)、日本醸造協会(東京)、273、2000。
- 4) 大庭理一郎・五十嵐喜治・津久井亜紀夫・寺原典彦・太田英明・吉玉国二郎・香田隆俊・林一也・佐藤充克・津田孝範・津志田藤二  
郎・梶本修身・須田郁夫・名和義彦・田中良和・大澤俊彦：アントシアニン食品の色と健康、建帛社(東京)、2000。
- 5) 岡崎直人：清酒、合成清酒・浮ひょう類、第四回改正国税庁所定分析法注解(注解編集委員会編)、日本醸造協会(東京)、7-33、266-272、2000。
- 6) 北本勝ひこ：酒母、もろみ、第四回改正国税庁所定分析法注解(注解編集委員会編)、日本醸造協会(東京)、229-234、2000。
- 7) 国税庁：国税庁統計年報書平成12年度版第126回、大蔵財務協会、2002。
- 8) 須田郁夫：抗酸化機能、食品機能研究法(篠原和毅・鈴木建夫・上野川修一編)光琳出版

- (東京), 218-220, 2000.
- 9) 中尾敬・石橋祐二・向島信洋・林一也・椎名隆次郎・森元幸：紫肉，赤肉バレイシヨの栽培地，作型の違いによるアントシアニン含有量の差異．九州農業研究，63，29，2001.
  - 10) 永尾嘉孝・山本富治：バイオリアクターによるばれいしょ食酢の製造法，長崎県総合農林試験場研究報告（農業部門），18，45-59，1990.
  - 11) 長崎県総合農林試験場環境部加工化学科：食品試験研究成績・計画概要集（公立編），507-508，1994.
  - 12) 長崎統計情報事務所：第49次長崎農林水産統計年報，2002.
  - 13) 増田真美・沖智之・小林美緒・須田郁夫・中尾敬：紫色・赤色のバレイシヨから得たアントシアニン含有濃縮物の抗酸化活性．九州農業研究，65，53，2003.
  - 14) 山本富治・福田一郎・福田詮・小川勉・西村利幸：バレイシヨを原料とする本格焼酎の製造技術開発．長崎県総合農林試験場研究報告（農業部門），15，115-117，1987.
  - 15) 横堀正敏・山田和男・増田こずえ：食品試験研究成績・計画概要集（公立編），89-90，2001.

## Development of brewage made use of colored potato functions

Shiho Kadoda, Kazuo Inutsuka, Yoshiki Ichimaru,  
Munehisa Saito<sup>1)</sup>, Takaaki Nishida<sup>2)</sup>, Akira Fukuda<sup>2)</sup>

### Summary

We made a study of brewing methods of alcoholic drink from colored potato containing anthocyanin.

- 1) We substituted steamed potato for 50% of steamed rice in weight base, and brewed same as Japanese wine, "sake". As a result, we got colored brewage.
- 2) We selected yeast which has high productivity of aroma compounds and organic acids, for the purpose of getting flavor which covers odor from potato and acid which stabilizes anthocyanin.
- 3) The products, which was added potato seven days after adding steamed rice and kouji rice, colored deeper than the products, which was added potato at the same time to steamed rice and kouji rice. And, sterilized products could be kept the color deeper than fresh ones.
- 4) The products contained 11.3% ethyl alcohol, 2g/ml reducing sugar, and much citric acid than marketed sake. The products had higher acidity than marketed sake.
- 5) The products had antioxidative activity (DPPH radical-scavenging activity) which was much 13-14 times concentration than sake.
- 6) As a result of preservation tests for 84 days, the quality of products little got worse, though preserved in high temperature (15°C, 25°C). But the products kept lightened discolored sharply, moreover their anthocyanin contents and DPPH radical-scavenging activity fell off.
- 7) As a result of sending out questionnaires on the quality of products, 44% answerers evaluated 'good' or 'a little good' about their colors, and about their flavors 47% ones replied the same answer. But about their tastes only 33% ones answered so and 28% ones answered 'bad' or 'a little bad,' because they had harsh tastes, sharp tastes, or they were too light.