

有色素サツマイモを用いた新しい酒類に関する研究(IV) — サツマイモを用いた醸造酒 (さつまいもワイン) の抗酸化活性について —

食品工業部 岩屋あまね, 瀬戸口真治, 亀沢浩幸, 下野かおり, 間世田春作

Study on New Alcoholic Drink Making from Violet Sweet Potato(IV)

— Antioxidative activity of alcoholic drink made from sweet potato —

Amane IWAYA, Shinji SETOGUCHI, Hiroyuki KAMESAWA, Kaori SHIMONO and Syunsaku MASEDA

当センターで開発したサツマイモを原料とした発酵飲料 (さつまいもワイン) について, 抗酸化能の評価を行ったところ, 抗酸化能が高いといわれるブドウ原料のワインと同程度以上の活性があることが明らかになった。また, その抗酸化活性はポリフェノール含量とよく相関しており, 酵母の種類や原料処理方法の違い等の製造条件には影響を受けないことを確認した。

1. 緒言

当センターでは先に, アントシアニン系色素を高濃度に含有する紫サツマイモを用いた発酵飲料(さつまいもワイン)を開発し^{1), 2)}, 工業所有権を取得している³⁾。紫サツマイモには強い抗酸化能・ラジカル消去能が有ることが, また, それを利用したジュース(カンショ飲料)には活性酸素消去能やラット肝障害の軽減作用等が有ることが, 山川ら⁴⁾より既に報告されている。そこで本研究では, さつまいもワインの抗酸化活性について, 原料サツマイモの処理方法や添加有機酸の種類, 発酵過程等が及ぼす影響の有無を調べた。また, ポリフェノール含量や抗酸化活性について, 市販のワイン(ブドウ原料)との比較を行った。

2. 実験方法

2.1 原料サツマイモ

原料サツマイモは, 九州農業試験場畑地利用部で栽培されたアヤマラサキ, 九州 132 号, 九州 119 号, 九系 94222-13, 九系 165, 九州 125 号, 九系 177, 九系 204 の 8 品種を用いた。

2.2 さつまいもワインの製造方法

さつまいもワインの仕込み方法は前報²⁾に従った。また, 製造・発酵条件が製品の抗酸化活性に与える影響を検討するために, 原料サツマイモにアヤマラサキを用いて, 製造条件を変えて仕込み, 製品を得た。検討した製造条件は, 原料サツマイモの加熱処理方法として焙煎と蒸煮を, 添加する有機酸としてクエン酸と乳酸を, 使用酵母として KY7 (清酒用酵母), OC3 (ワイン用酵母) 及び KO (焼酎用酵母) 用いて行った。

2.3 試料調整

発酵前, 発酵過程及び発酵後に採取したさつまいもワイ

ンを遠心分離 (10,000rpm × 10min.) 後, セライトろ過したものを試料液とした。

ブドウを原料とする市販のワイン (以下, ぶどうワイン) は, 赤ワイン 6 種 (国内産 2 種, 外国産 4 種), ロゼワイン 2 種 (国内産 1 種, 外国産 1 種), 白ワイン 2 種 (国内産 1 種, 外国産 1 種) を試料として, さつまいもワインと同様の試験を行った。

2.4 成分分析方法

2.4.1 一般成分

アルコール分は, 高速液体クロマトグラフィー (HPLC) により測定した。固形分は, 凍結乾燥により求めた。糖分と酸度は, 国税庁所定分析法に従い測定した。

2.4.2 ポリフェノール含量及び色調

ポリフェノールの定量は Folin-Denes 法に従って行い, 没食子酸相当量として算出した。

また, McIlvein 緩衝液 (pH3) で適宜希釈した試料液について 530nm 及び 420nm の吸光度を測定し, 得られた値に希釈倍率を乗じた値 A530 (赤色度) と A420 (褐色度) を色調の指標とした。

2.5 抗酸化活性評価

2.5.1 ジフェニルピクリルヒドラジル (DPPH)

ラジカル消去能

山川らの方法⁵⁾に準じて測定を行った。すなわち, 100μM DPPHラジカル / エタノール溶液 1ml と McIlvein 緩衝液 (pH6) 1ml の混合液に, 蒸留水で適宜希釈した試料液を 100μl 添加し, 正確に 20 分後の 517nm における吸光度 (A517(s)) を測定した。対照として, 蒸留水を 100μl 添加したときの吸光度 (A517(b)) を測定し, 消去能を (1) 式により算出した。

$$\text{消去能 (\%)} = 100 - \frac{A517(s)}{A517(b)} \times 100 \quad (1)$$

2. 5. 2 スーパーオキサイド(O₂⁻)除去能の測定

阿賀らの方法⁶⁾を一部改変して測定を行った。すなわち、50mM Na₂CO₃ 緩衝液(pH10.8) 2.4ml, 3mM EDTA・2Na 0.1ml, 0.75mM NBT(ニトロブルーテトラゾリウム)0.1mlに試料溶液 0.05ml, 及び XOD(キサンチンオキシダーゼ) 0.5U/ml PBS-溶液 0.05ml を添加してよく混和させ、室温で15分間静置した。次に、3mM XT(キサンチン)溶液 0.1mlを添加し、直後と15分後の295nm及び560nmの吸光度(A₂₉₅(s), A₅₆₀(s))を測定し、15分間の吸光度の増加量を求めた(ΔA₂₉₅(s), ΔA₅₆₀(s))。試料溶液の代わりに蒸留水を加えたものを対照として、同様に吸光度の増加量を求めた(ΔA₂₉₅(b), ΔA₅₆₀(b))。

除去能は、(2)式により算出した。

$$\text{除去能(\%)} = 100 - \frac{\Delta A_{560}(s) / \Delta A_{560}(b)}{\Delta A_{295}(s) / \Delta A_{295}(b)} \times 100 \quad (2)$$

3. 結果及び考察

3. 1 製造条件と抗酸化活性

3. 1. 1 アルコール発酵と抗酸化活性

図1に酵母によるアルコール発酵過程での抗酸化活性の推移を示した。アルコール発酵の過程では、抗酸化活性に増減はほとんど見られなかった。

図2に酵母の種類による製品の抗酸化活性の差を検討した結果を示した。酵母はKY7, OC3及びKOの3種類を用いて製造したが、それらの製品の抗酸化活性には、

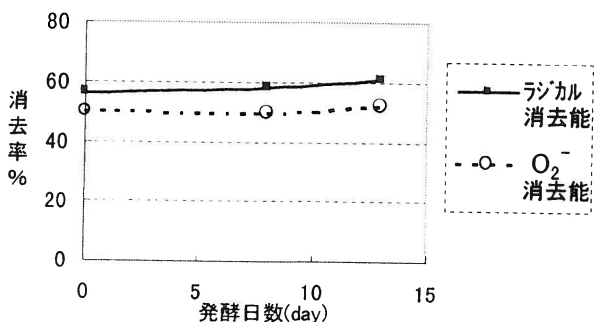


図1 アルコール発酵と抗酸化活性

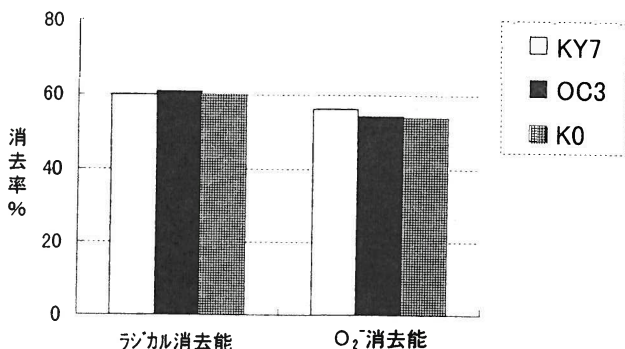


図2 酵母と抗酸化活性

有意差は見られなかった。

これらの結果より、酵母によるアルコール発酵過程で生成される物質は、製品(さつまいもワイン)の抗酸化活性にほとんど影響を与えないことが推測された。

3. 1. 2 原料処理法及び補酸と抗酸化活性

図3に、原料サツマイモの加熱処理方法や添加する有機酸を変えて製造した時の、製品さつまいもワインの抗酸化活性を示した。原料サツマイモの処理は焙煎または蒸煮の2とおりで、添加する有機酸は乳酸、クエン酸、乳酸とクエン酸の混合の3とおりで製造したが、その製品の抗酸化活性には差は見られなかった。

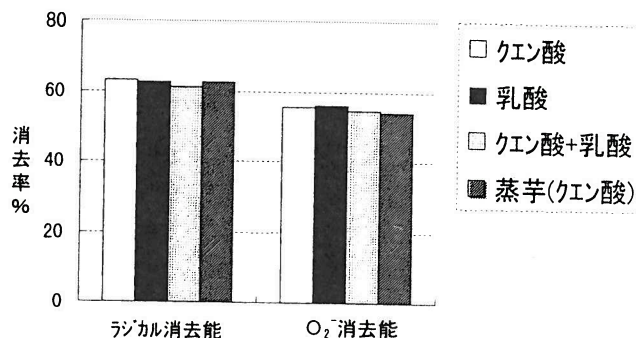


図3 原料処理法・有機酸と抗酸化活性

以上の結果より、製造条件(原料処理方法や添加する有機酸等)の違いや、酵母による発酵生産物は、製品であるさつまいもワインの抗酸化活性にほとんど影響を与えないと考えられた。

3. 2 一般成分

今回用いた製品ワイン(さつまいもワイン9種、ぶどうワイン9種)の一般成分を表1に示した。

なお、酵母や有機酸の種類は製品の抗酸化活性に影響を与えないことから、官能評価の結果をもとに、製造したさつまいもワインには有機酸としてクエン酸を、酵母としてワイン用酵母を用いた。

さつまいもワインは、紫色系サツマイモであるアヤマラサキ、九州132号、九州119号、九系94222-13から得られた赤タイプの製品5種、薄紫色サツマイモである九系165から得られたロゼタイプの製品1種、黄色系のサツマイモ九州125号と九系177及び橙色系サツマイモ九系204から得られた白タイプの製品3種を用いた。

ぶどうワイン及びさつまいもワインの成分は、アルコール分が8.6~12.1%及び12.5~14.9%、酸度は5.6~10.8及び7.3~13.5、残糖量は0.3~6.6%及び0.3~2.3%、固形分は2.0~8.7%及び2.4~4.5%、と製品によってかなりのばらつきが見られた。

表1 供試ワインの一般成分

原 料	(品 種)	試料	ワインの	アルコール分	酸度	残糖量	固形分
		番号	タイプ	(V/V%)		(W/V%)	(W/V%)
さ つ ま い も	(アヤマサキ)	S①	赤	13.6	7.7	1.7	2.9
	(九州 132号)	S②	赤	13.8	7.4	0.8	3.1
	(九州 119号)	S③	赤	13.3	7.4	2.3	4.5
	(九系 94222-13)	S④	赤	13.5	7.7	1.2	3.5
	(アヤマサキ)	S⑤	赤	12.5	13.5	1.6	3.8
	(九系 165)	S⑥	桃	14.2	7.6	0.5	2.5
	(九州 125号)	S⑦	白	13.2	7.9	2.3	4.4
	(九系 177)	S⑧	白	13.5	7.3	1.7	3.7
	(九系 204)	S⑨	白	14.9	7.7	0.3	2.4
ぶ ど う		①	赤	11.4	6.5	0.3	2.5
		②	赤	11.7	6.6	0.3	2.0
		③	赤	12.1	6.1	0.4	2.5
		④	赤	10.7	5.6	6.6	8.7
		⑤	赤	12.0	7.1	0.3	2.1
		⑥	桃	10.9	7.7	2.2	4.1
		⑦	白	10.7	8.1	2.0	4.1
		⑧	白	11.2	6.9	2.0	3.8
		⑨	白	8.6	10.8	3.6	5.8

3. 3 ポリフェノール含量と抗酸化活性

ぶどうワインについては、既にその抗酸化活性とフェノール総量が強く相関していると梅田ら⁷⁾が報告している。今回用いたぶどうワインについても、抗酸化活性とポリフェノール含量の相関係数は 0.98 以上で、非常に良い相関を示した。

図4に、さつまいもワインについての、抗酸化活性とポリフェノール含量の相関関係を示した。相関係数は 0.9 以上と、高い相関が得られた。このことより、さつまいもワインについてもその抗酸化活性は、含有するポリフェノールに起因するものと思われた。

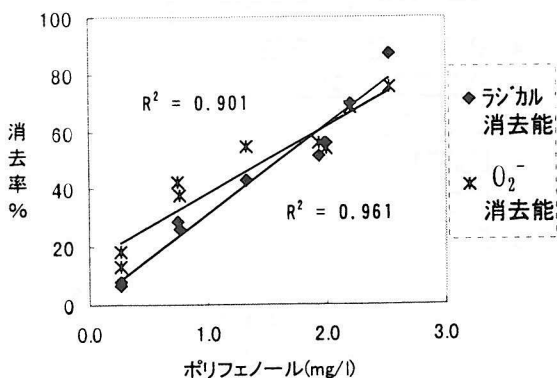


図4 抗酸化活性とポリフェノール含量

また、製造工程中では抗酸化活性に変動が見られないことから、さつまいもワインの抗酸化活性は、原料サツマイモのポリフェノールに因るものと考えられた。

3. 4 ポリフェノール含量及び色調

ポリフェノール含量と色調の測定結果を表2に示した。さつまいもワイン、ぶどうワイン共に、色度が高い値を示すほどポリフェノール含量が高くなる傾向がみられた。しかし、試料S⑨(さつまいもワイン・白タイプ)については、色度の低い値に比べてポリフェノール含量が比較的高い値を示した。S⑨は原料にカロテンを豊富に含むサツマイモ(カロテンイモ)を使用しているが、そのカロテンイモ由来の還元性の成分がポリフェノール含量に影響していると考えられる。

さつまいもワインの赤タイプは、ポリフェノール含量及び A420(褐色度)はぶどうの赤ワインとほぼ同程度であったが、A530(赤色度)は非常に高い値を示した。このことより、さつまいもワイン(赤)とぶどうワイン(赤)では、ポリフェノールに占めるアントシアニンの割合や、構成アントシアニンの種類が異なることが推測された。

<さつまいもワイン>

表2 ポリフェノール含量と色調

試料番号	S①	S②	S③	S④	S⑤	S⑥	S⑦	S⑧	S⑨
ワインのタイプ	赤	赤	赤	赤	赤	白	白	白	白
ポリフェノール(mg/l)	1940	2200	1320	2520	1990	760	270	260	740
A 530	19.5	20.6	4.3	11.1	22.3	0.8	0.1	0.1	0.1
A 420	4.8	5.2	1.4	3.2	5.6	0.6	0.3	0.3	0.2
A 530/A 420	4.1	4.0	3.1	3.5	4.0	1.4	0.4	0.3	0.2

<ぶどうワイン>

試料番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
ワインのタイプ	赤	赤	赤	赤	赤	白	白	白	白
ポリフェノール(mg/l)	1580	1120	1630	1250	1140	430	290	240	230
A 530	3.5	1.9	3.2	2.5	2.6	0.3	0.4	0.1	0.0
A 420	4.7	2.4	3.9	4.1	3.6	0.5	0.6	0.2	0.1
A 530/A 420	0.7	0.8	0.8	0.6	0.7	0.6	0.7	0.3	0.2

3. 5 ぶどうワインとの比較

さつまいもワインの抗酸化活性が、ぶどうワインに比べてどの程度であるのか比較を行った結果を図5に示した。

赤ワイン→ロゼワイン→白ワインと、色度及びポリフェノール含量が低下するに従い抗酸化活性も低くなる傾向がみられた。これは3. 3で述べたとおり、抗酸化活性がポリフェノール含量に起因しているためであると推測された。そして、s⑨については、ポリフェノール含量と同様に、

白タイプのワインとしては比較的高い抗酸化活性を示した。ここでも、カロテンイモ由来の還元性物質が、その高い抗酸化活性の要因になっていると思われた。

また、さつまいもワインの赤タイプは、抗酸化活性が非常に高いと言われているぶどう赤ワインと同程度またはそれ以上の抗酸化活性を有することが分かった。

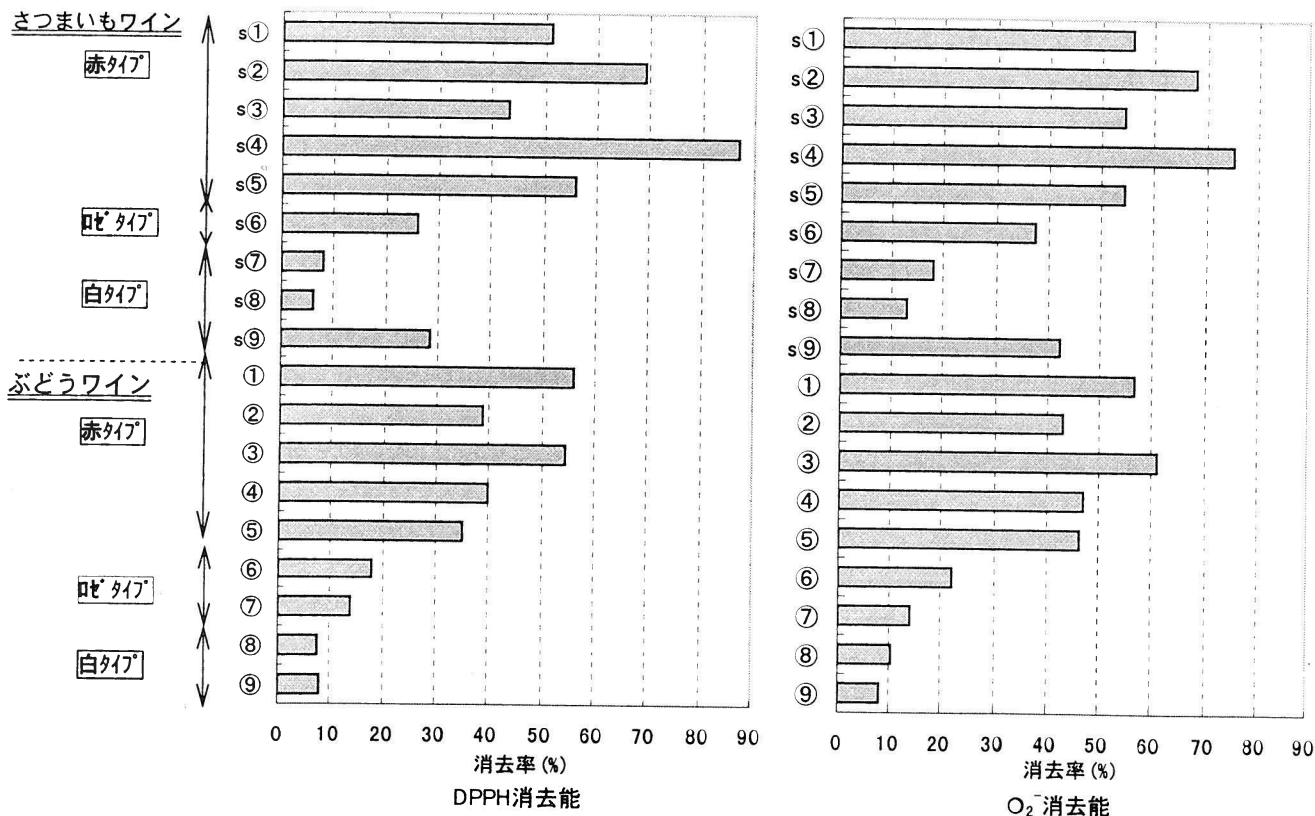


図5 供試ワインの抗酸化活性

4. 結 言

当センターで開発したさつまいもワインは、アントシアニン系色素を多く含むことから様々な機能が期待されるが、今回はその抗酸化活性について検討した。その結果、以下のことが明らかになった。

- (1) さつまいもワインの抗酸化活性はポリフェノール含量と良い相関があり、製造条件（アルコール発酵や原料サツマイモの処理方法、添加する有機酸の種類等）には影響を受けない。
- (2) さつまいもワインの赤タイプはぶどうワインの赤タイプに比べ、非常に鮮やかな赤色を呈する。
- (3) さつまいもワインは、ぶどうワインと同程度以上の抗酸化活性を有する。
- (4) 白タイプのワインでもカロテンを豊富に含むサツマイモを原料にしたものは、抗酸化活性の高い製品が得られることが期待できる。

謝 辞

抗酸化活性の測定に当たり有益な御助言を賜りました生

命工学工業技術研究所の岡修一先生、及び、原料のサツマイモについて御協力いただいた九州農業試験場の山川理先生、熊谷亨先生に謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 瀬戸口眞治, 上山貞茂, 安藤浩毅, 高峯和則, 亀澤浩幸, 濱崎幸男: 鹿児島県工業技術センター研究報告, 10, 27 (1996)
- 2) 瀬戸口眞治, 亀澤浩幸, 間世田春作, 熊谷 亨, 山川 理: 鹿児島県工業技術センター研究報告, 11, 13 (1997)
- 3) 瀬戸口治ら: 特許 第1988368号 (1995)
- 4) 杉田浩一, 松ヶ野一郷, 須田郁夫, 山川 理: 食品工業, 41, No.13, 50 (1998)
- 5) 玉川浩司, 飯塚崇史, 小堀真珠子, 新本洋士, 津志田藤二郎, : 日本食品科学工学会誌, 45, 420 (1998)
- 6) 阿賀 創, 渋谷 孝, 茶圓博人, 福田恵温, 栗本雅司: 日本食品科学工学会誌, 45, 210 (1998)
- 7) 梅田まき, 大西正男, 伊藤精亮, 近藤泰男, 井関渉, 川口政憲: 日本農芸化学会誌講演要旨集, 73, 129 (1999)