

柑橘を用いた果実酒の貯蔵による変化 Changes in citrus-based fruit wine during storage

人見 英里¹⁾ 橋口 美里¹⁾
HITOMI Eri¹⁾, HASHIGUCHI Misato¹⁾

Purpose : The purpose of this study was to prepare two types of fruit wine with 10% and 20% peel using three types of citrus from Kagoshima Prefecture (Beni-amatsu, Kawachi-bankan, and Fukiage-konatsu), and to explore changes over time after preparation.

Methods : Fruit wine was prepared using fruit, fruit peel, glacial sugar, and white liquor. The peels and fruit were removed from the fruit wine at 4 weeks after pickling, and the color difference, acidity, sugar content, and pH were measured thereafter until the 20th week. Fruits and peels removed from fruit wine were freeze-dried and extracted with 35% and 70% ethanol, and the total polyphenol content and DPPH radical scavenging capacity were determined along with the fruit wine.

Results : The fruit wine with 20% fruit peel showed higher L^* , a^* , and b^* values than the wine with 10% fruit peel, but the acidity, sugar content, and pH showed little difference due to the amount of fruit peel. L^* , a^* , and b^* values and acidity increased and sugar content decreased until the fourth week after pickling, but remained almost unchanged after the fruit and peel were removed at the fourth week. The total polyphenol concentration in the fruit wine was higher in fruit wine with 20% fruit peel than in fruit wine with 10% fruit peel for all citrus, and remained unchanged after the fourth week. The DPPH radical scavenging capacity of fruit wine with 20% fruit peel was higher than that of wine with 10% fruit peel and remained flat or decreased after the 4th week.

Key words : fruit wine, citrus, Beni-amatsu, Kawachi-bankan, Fukiage-konatsu

要旨

【目的】本研究では、鹿児島県産柑橘3種類（紅甘夏、河内晩柑、吹上小夏）を用いて果皮量10%及び20%の2種の果実酒を調製し、調製後の変化を経時的に探ることを目的とした。

【方法】果実酒は果実、果皮、氷砂糖、ホワイトリカーを用いて調製した。果実酒の漬け込み後4週間目に果皮と果実を取り出し、その後も20週目まで色差、酸度、糖度、pHの測定を行った。果実酒から取り出した果実および果皮は凍結乾燥後に35%、70%エタノールで抽出し、果実酒とともに総ポリフェノール量及びDPPHラジカル捕捉能の測定を行った。

【結果】果実酒の色差、酸度、糖度、pHを測定したところ、果皮20%使用果実酒では10%果実酒と比べ L^* 、 a^* 、 b^* 値が高くなったが、酸度、糖度、pHは果皮の量による差はほとんどみられなかった。漬け込み後4週目まで、 L^* 、 a^* 、 b^* 値及び酸度の上昇と糖度の減少が見られたが、4週目で果実及び果皮を取り出した後は、ほぼ横ばいとなった。果実酒中の総ポリフェノール濃度はいずれの柑橘においても果皮20%使用果実酒では10%果実酒と比べ多く、4週目以降は横ばいとなった。DPPHラジカル捕捉能については、総ポリフェノール濃度と同様に果皮20%使用果実酒では10%果実酒と比べ高くなり、4週目以降は横ばいまたは減少が見られた。

キーワード：果実酒、柑橘、紅甘夏、河内晩柑、吹上小夏

1) 山口県立大学看護栄養学部栄養学科

1) Yamaguchi Prefectural University, Faculty of Nursing and Human Nutrition, Department of Human Nutrition

果実酒と呼ばれている酒は、酒税法¹⁾よれば、醸造酒類に位置づけられる果実酒（ワインのように果汁を原料とした醸造酒）および混成酒類に位置づけられる甘味果実酒の2種類がある。本研究でとりあげる果実酒は後者の混成酒類であり、果実を砂糖ともに焼酎のような酒に漬けたものを指す。日本においては、混成酒類としての果実酒で最も普及している果実酒が梅酒である²⁾ こともあって梅酒についての研究が以前から多くなされている^{3)~8)} が、柑橘果実を果実酒に加工した場合の研究報告はほとんどなされていない。そこで、本研究では3種類の柑橘果実を用いて果実酒を調製し、調製後の変化について調べることを目的とした。

方法

1) 試料

柑橘は、鹿児島県で栽培された紅甘夏、河内晩柑、吹上小夏（黒川農園）の3種類を令和2年5月下旬に購入し用いた（写真1~3）。

2) 果実酒の調製

果実酒については日本蒸留酒酒造組合ホームページ「果実酒くらぶ」⁹⁾ 及び様々な果実酒作成方法を紹介している個人作成ホームページ「果実酒工房」¹⁰⁾ を参考にして調製した。外果皮をむいて二つ割りにした柑橘果実1000g、ホワイトリカー1.8L（ホワイトタカラ果実酒の季節、宝酒造、アルコール35%）、氷砂糖200g（日新製糖株式会社）を用い、果実酒を調製した（写真4）。柑橘果実については外果皮と果実に分け、果実1000gおよび外果皮100gを用いたものを果皮10%果実酒、果実1000gおよび外果皮200gを用いたものを果皮20%果実酒とし、3種類の柑橘につきそれぞれを作成し、計6種類とした。その後、果実酒の瓶は室温暗所に保存し、定期的に瓶をゆすって混和を行った。果皮および果実は漬け込み4週後に引き上げを行い、引き上げた果実と果皮は-20℃で冷凍保存した。その後も果実酒は20週まで室温暗所に保管した。



写真1 紅甘夏



写真2 河内晩柑



写真3 吹上小夏



写真4 果実酒 漬け込み直後（河内晩柑）

3) 果実酒のサンプリング

果実酒は1週、2週、3週、4週、6週、8週、12週、16週、20週に、瓶全体を振ってよく混和したのち、固形物を沈殿させてから杓レードルを用いて上澄み部分のサンプリングを行い、直後に色差、酸度、糖度、pHを測定した。その後、ポリフェノール測定、DPPHラジカル捕捉能測定まで-20℃で冷凍保存した。

4) 果汁率の算出

柑橘果汁は絞り器で搾汁して採取し重量を測定し、果実全体の重量で除して果汁率を算出した。

5) 色差

果実、果汁および果実酒の色差は、測色色差計 (Z-II 300A: 日本電色工業株式会社) を用いて、果実は反射測定モード、果汁及び果実酒は透過測定モードで測定した。

6) 酸度

果実酒は、遠心分離機 (テーブルトップマイクロ冷却遠心機3500: 久保田商事株式会社) で12000rpm、室温で5分間遠心分離後、上清を1ml採取した。指示薬としてフェノールフタレイン溶液を1滴加え、0.1N水酸化ナトリウム溶液 (富士フィルム和光純薬工業株式会社 容量分析用 f=1.001) で滴定し、薄いピンク色が30秒消えない時点を終点とした。滴定は3連で行い、有機酸量は、柑橘に多く含まれるクエン酸として以下の式から酸度を求めた¹¹⁾。

食品中の有機酸量 (%) = $a \times f \times b \times 1 / s \times 100$

a: 0.1N水酸化ナトリウム溶液の平均滴定量(ml)

f: 0.1N水酸化ナトリウム溶液の1mlに相当するクエン酸量(g): 0.0064

b: 0.1N水酸化ナトリウム溶液の力価: 1.000

s: 試料の採取量(ml): 1

7) 糖度

果実酒および果汁の糖度はポケット糖度計 (アタゴ株式会社、PAL-1) を用いて測定した。

8) pH

果実酒および果汁のpHは、コンパクトpHメータ LAQUAtwin pH-11B (株式会社 堀場製作所) を用いて測定した。

9) 果皮および果実酒から取り出した果皮及び果実の凍結乾燥と抽出

果皮及び各果実酒から取り出した果実と果皮は凍結乾燥 (真空凍結食品乾燥器GENESIS25XL-3、VisTis) を行った後、5gをそれぞれ35%エタノール、70%エタノール50ml中で4℃、1週間抽出した。その後、ポリエステル製ネットで濾過し、濾液を測定用試料とした。

10) Folin法による総ポリフェノール量の定量¹²⁾

試料 (20倍から100倍に希釈したもの) 0.5mlを2ml容チューブに入れ、Folin試薬 (シグマアルドリッチジャパン、2倍希釈) 0.5mlを加えてよく混和した後3分間室温に放置し、10%Na₂CO₃溶液0.5mlを加えてよく混和した。これをさらに室温にて1時間放置したものを、760nmで吸光度を測定した。得られた果皮および果実 (乾燥重量) 中の総ポリフェノール量は没食子酸当量として表した。果汁および果実酒については1ml当たりのポリフェノール量として表した。

11) DPPHラジカル捕捉能¹³⁾

1.5ml容チューブに、0.1M酢酸緩衝液 (pH5.5)、DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) エタノール溶液、試料 (5倍から50倍に希釈したもの) をそれぞれ0.3mlずつ入れ混和し、遮光下で室温にて60分間放置した後、517nmで吸光度を測定した。各試料3連で行い、対照 (ブランク) として、試料の代わりに蒸留水を用いて同様に測定した。また、0~0.08mM アスコルビン酸 (AsA) の標準液を用いて同様の操作を行い、検量線を作成した。結果については、検量線から算出したDPPHラジカル減少率から、果皮および実1g (乾燥重量) または果汁および果実酒1ml当たりのアスコルビン酸当量で表した。

結果

1) 使用した柑橘の性状、果皮・果汁のポリフェノール含量、DPPHラジカル捕捉能

本研究で使用した柑橘の性状を表1に、柑橘外果皮の色差を表2に、果汁の色差を表3に示す。紅甘夏と河内晩柑は直径10cm程度の大振りな柑橘であり、吹上小夏はそれに比べて小振りな柑橘であっ

た。柑橘の外皮の色で最も橙色の濃いものが紅甘夏であり、河内晩柑は橙黄色、吹上小夏が最も黄色が強い品種であり、果汁においても同様の傾向を示した。

柑橘果汁の酸度、pH、糖度を表4に示す。最も酸度の低い柑橘が河内晩柑であり、次いで紅甘夏、吹上小夏の順で高い値を示したが、pHではpH3.1-pH3.4の範囲となり酸度ほどの差は見られなかったもの酸度の高かった果実は低いpHを示した。糖度は、紅甘夏、河内晩柑、吹上小夏の順に高かった。

外果皮及び果汁の総ポリフェノール量を表5、表6に示す。乾燥果皮を使用したこともあり、いずれの柑橘でも35%エタノール抽出において70%エタ

ノールよりも多くのポリフェノールが抽出された。外果皮のポリフェノール量は河内晩柑でそれに次いで紅甘夏、最も少なかったのが吹上小夏であった。果汁のポリフェノールは果皮ほどの差はなく、いずれの柑橘果汁においても0.3mg/ml前後であった。外果皮及び果汁のDPPHラジカル捕捉能を表7、表8に示す。外果皮のDPPHラジカル捕捉能は、35%エタノール抽出液において河内晩柑、吹上小夏、紅甘夏の順で高かったが、果汁においては、河内晩柑、紅甘夏、吹上小夏の順となった。

表1 品種別の果実の性状

	直径(mm)	果実重量(g)	果皮重量(g)	果汁重量(g)	果汁率(%)
紅甘夏	94.8 ± 3.2	336.8 ± 9.4	119.4 ± 15.8	122.3 ± 9.03	36.5 ± 2.1
河内晩柑	94.4 ± 4.2	335.5 ± 12.2	111.7 ± 11.0	148.2 ± 6.53	44.4 ± 0.4
吹上小夏	65.0 ± 2.2	118.1 ± 6.2	40.8 ± 2.2	39.51 ± 4.77	33.8 ± 3.3

平均±標準偏差 (n=3)

表2 柑橘外果皮の色差

	L*値	a*値	b*値
紅甘夏	56.76 ± 0.79	22.31 ± 1.83	58.74 ± 2.62
河内晩柑	66.55 ± 1.75	3.40 ± 1.75	63.90 ± 5.89
吹上小夏	69.19 ± 1.19	2.20 ± 0.89	68.83 ± 0.81

平均±標準偏差 (n=3)

表3 果汁の色差

	L*値	a*値	b*値
紅甘夏	8.93 ± 0.55	3.78 ± 0.35	11.77 ± 0.63
河内晩柑	11.41 ± 2.03	3.55 ± 0.62	12.21 ± 1.54
吹上小夏	17.29 ± 1.37	4.83 ± 0.34	14.85 ± 0.63

平均±標準偏差 (n=3)

表4 果汁の酸度、pH、糖度

	酸度(%)	pH	糖度(Brix%)
紅甘夏	0.90 ± 0.00	3.36 ± 0.03	9.10 ± 0.63
河内晩柑	0.64 ± 0.00	3.43 ± 0.13	9.50 ± 0.45
吹上小夏	1.06 ± 0.01	3.12 ± 0.09	10.4 ± 0.76

平均±標準偏差 (n=3)

表5 外果皮の総ポリフェノール量

	紅甘夏 (mg/g dry wt.)	河内晩柑 (mg/g dry wt.)	吹上小夏 (mg/g dry wt.)
35%EtOH 抽出	22.2 ± 0.09	22.7 ± 0.51	16.2 ± 0.20
70%EtOH 抽出	12.5 ± 0.12	17.5 ± 1.00	11.8 ± 0.32

平均±標準偏差 (n=3)

表6 果汁の総ポリフェノール量

紅甘夏 (mg/ml)	河内晩柑 (mg/ml)	吹上小夏 (mg/ml)
0.36 ± 0.01	0.31 ± 0.00	0.29 ± 0.02

平均±標準偏差 (n=3)

表7 外果皮のDPPHラジカル捕捉能

	紅甘夏 (μ mol/g dry wt.)	河内晩柑 (μ mol/g dry wt.)	吹上小夏 (μ mol/g dry wt.)
35%EtOH 抽出	55.55 ± 5.68	77.48 ± 0.92	69.67 ± 1.09
70%EtOH 抽出	50.29 ± 4.40	69.11 ± 2.85	46.70 ± 2.56

平均±標準偏差 (n=3)

表8 果汁のDPPHラジカル捕捉能

紅甘夏 (μ mol/ml)	河内晩柑 (μ mol/ml)	吹上小夏 (μ mol/ml)
3.93 ± 0.50	5.22 ± 0.19	3.08 ± 0.23

平均±標準偏差 (n=3)

2) 柑橘果実酒の色差

果実酒の保存期間中の明度 (L*値) の変化を図1-1に、色度 (a*値) の変化を図1-2に、色度 (b*値) の変化を図1-3に示す。L*値は、紅甘夏、河内晩柑を用いた果実酒においては果皮の量にかかわらず20週間の保存期間を通じてほぼ同程度であった。吹上小夏を用いた果実酒においては、果皮20%の果実酒の明度が低く、調製後4週目まで低下する傾向が見られたが果実・果皮を取り出した後は一定となった。

a*値は、いずれの柑橘においても20%果皮の果実酒で低くなった。使用する柑橘によってa*値は異なり、吹上小夏では正の値であったが、河内晩柑、紅甘夏の順では負の値を示した。調製後1週目から4週

目まで吹上小夏においてa*値は大きく上昇したが他の柑橘ではその変化は小さく、果実・果皮を取り出した4週目以降は河内晩柑、紅甘夏ではほぼ一定となった。吹上小夏においては、4週目以降20週目までa*値が上昇したが、写真撮影によって比較すると若干の褐変として観察された。

b*値においては、いずれの柑橘においても20%果皮の果実酒で高くなった。使用する柑橘によって大きくb*値は異なり、吹上小夏>紅甘夏>河内晩柑の順で低い値を示した。いずれの柑橘でも4週目までb*値の上昇がみられたが、紅甘夏、河内晩柑においてその変化が大きかった。果実・果皮を取り出した4週目以降は若干の上昇の傾向が見られた。

これら色差の4週目までの変化は、砂糖の浸透圧

及びエタノールによって果実及び果皮から徐々にフラボノイド等の色素成分が溶出したことによると考えられる。

3) 柑橘果実酒の酸度

果実酒の保存期間中の酸度の変化を図2に示す。酸度には果皮添加量の影響は見られなかった。酸度は調製後4週間まで上昇したが、果実・果皮を取り出した後は一定となった。酸度は紅甘夏、河内晩柑と比較して吹上小夏で低い値となったが、これは表4で示したように吹上小夏の果汁の酸度が低いことによるものと考えられる。4週目までの酸度の急激な上昇は、砂糖の浸透圧およびアルコールの影響により果実中から果汁成分が出たことによると考えられる。

4) 柑橘果実酒の糖度

果実酒の保存期間中の糖度の変化を図3に示す。糖度は調製後4週間まで低下したが、果実・果皮を取り出した後は一定となった。糖度が4週目まで低下したのは、果実中に含まれていた水分が糖の浸透圧とアルコールによって徐々に放出されたことにより総液量が増えたことによるものと考えられる。糖度は紅甘夏、河内晩柑と比較して吹上小夏で高い値となったが、これは表4で示したように吹上小夏の果汁糖度が高いことが関係していると考えられる。

5) 柑橘果実酒のpH

果実酒の保存期間中のpHの変化を図4に示す。果実酒のpHは、3週目にかけて若干低下したが、その後は大きな変化は見られなかった。いずれの果実酒においても、1週目でpH4.2前後、4週目、20週目でpH 4.1前後であり、保存時期および果皮量による差はほとんどなかった。初期のpHの低下は砂糖およびエタノールの影響で果汁が果実外に出ることによると考えられるが、滴定法で求めた酸度(図2)と傾向は一致していなかった。

6) 柑橘果実酒の総ポリフェノール濃度

果実酒の保存期間中の総ポリフェノール濃度の変化を図5に示す。果実酒中のポリフェノール濃度は、紅甘夏>河内晩柑>吹上小夏の順であり、外果皮自体を35%エタノールで抽出した場合のポリフェノール量(表5)と相関があった。いずれの果実酒

でも果皮添加量の多い20%が10%に比べ高いポリフェノール濃度を示したことから、果皮から果実酒中に溶出したポリフェノールが果実酒中のポリフェノール濃度に寄与していることが考えられた。4週目まで果皮を果実酒中に漬けていたものの、2週目以降に果実酒中のポリフェノール濃度が増加することはなく、2週間で果実・果皮中のポリフェノール成分は溶出したと考えられる。その後は、むしろポリフェノール濃度が低下する傾向が見られた。果皮及び果実を取り出した4週目以後は、ポリフェノール濃度にほとんど変化は見られなかった。

果実酒から取り出した果皮、果実中のポリフェノール量を表9、表10に示した。果皮について、漬け込み前のポリフェノール量と比べ、35%エタノールで取り出した果皮を抽出した場合には、柑橘の種類によって変わるものの、漬け込み前の果皮の10~17%の含有量、70%エタノールで果皮を抽出した場合には12~20%の含有量となっていた。このことから果皮中に含まれる80~90%のポリフェノールが果実酒中に移行したことが確認できた。果皮量20%では果皮量10%に比べて残存量が多くなっていったことから、果皮量20%では加えたホワイトリカー量では抽出が十分に行えなかったことが推察された。

7) 柑橘果実酒のDPPHラジカル捕捉能

果実酒の保存期間中のDPPHラジカル捕捉能の変化を図6に示す。果実酒のラジカル捕捉能は、必ずしも果実酒中の総ポリフェノール濃度と一致せず、濃度の最も低かった吹上小夏のラジカル捕捉能が高く、河内晩柑が低い結果となった。果皮量が異なる果実酒を比べると、いずれの果実でも20%果実酒が10%果実酒に比べてラジカル捕捉能が高いことから、ポリフェノール量がラジカル捕捉能に寄与していることが考えられた。河内晩柑では、漬け込み初期にはラジカル捕捉能が高かったものの、保存期間が長くなるにつれて他の柑橘と比べて大きく低下していた。吹上小夏のラジカル捕捉能が高くなった要因としては、果皮・果実に含まれるフラボノイドの種類によるものと考えられるが、本研究ではフラボノイド組成を調べていないことから、各フラボノイドの寄与率については不明である。また河内晩柑で保存につれてラジカル捕捉能が低下した理由についてフラボノイドの一部が保存に伴って分解したことが考えられるが詳細は不明である。

果実酒から取り出した果皮、果実中のDPPHラジカル捕捉能を表11、表12に示した。果皮について、漬け込み前のDPPHラジカル捕捉能と比べ、柑橘の種類によって変わるものの、抽出に用いたエタノー

ル濃度35%、70%ともに漬け込み前の果皮の3~8%のラジカル捕捉能を示しており、前項で示したポリフェノールの残存率よりもラジカル捕捉能では低い結果となった。

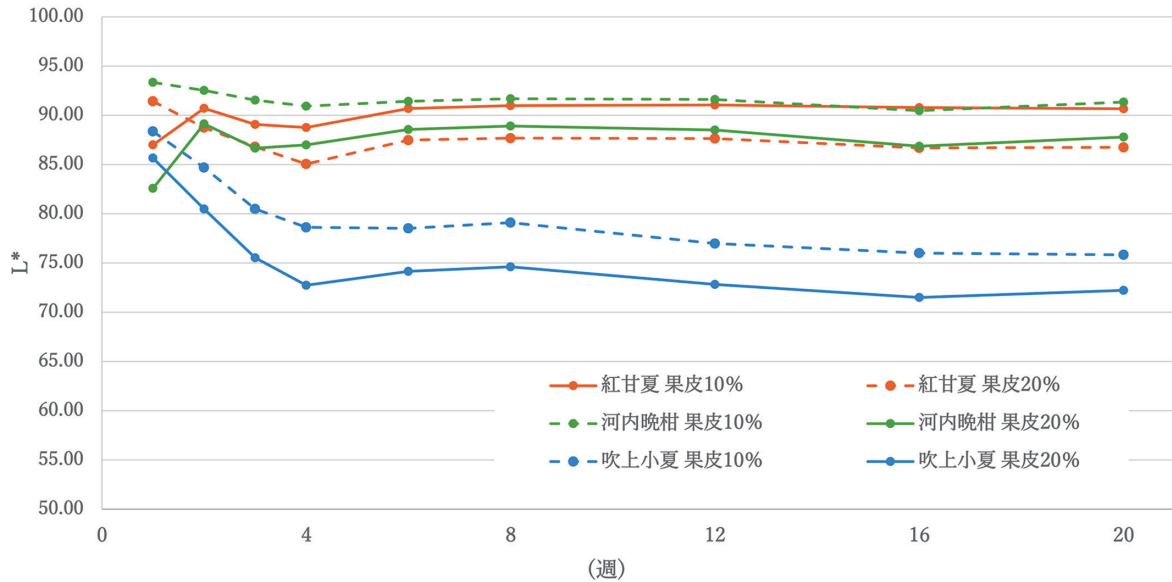


図1-1 果実酒の明度 (L*値) の変化

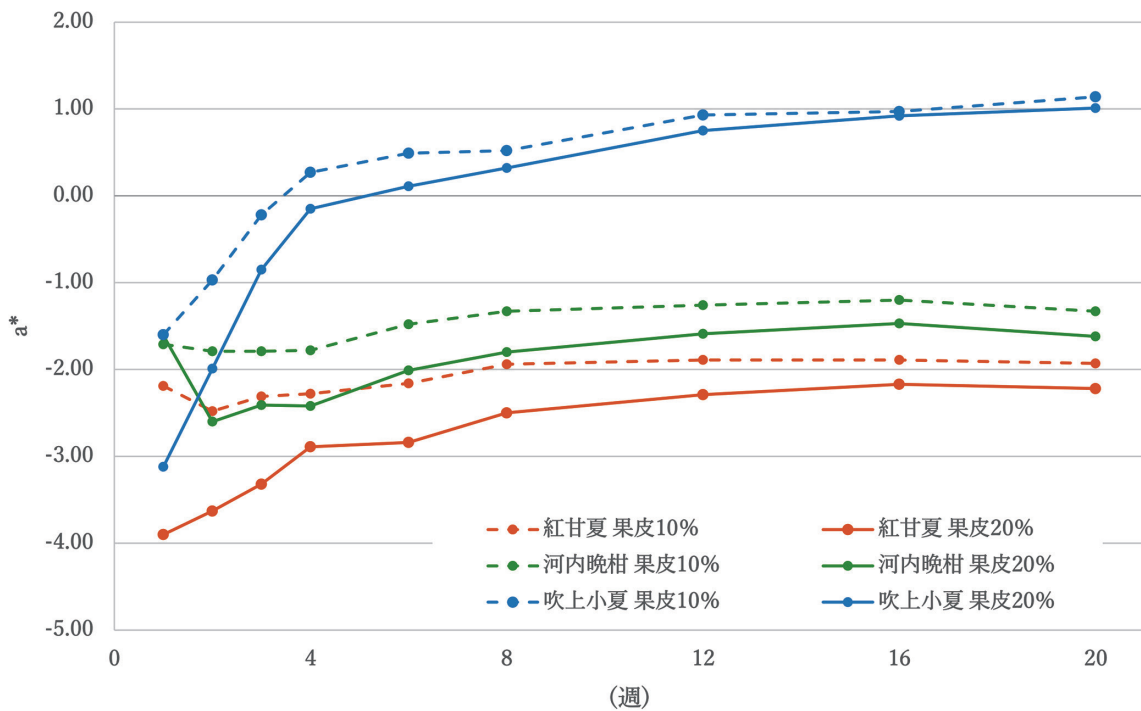


図1-2 果実酒の色度 (a*値) の変化

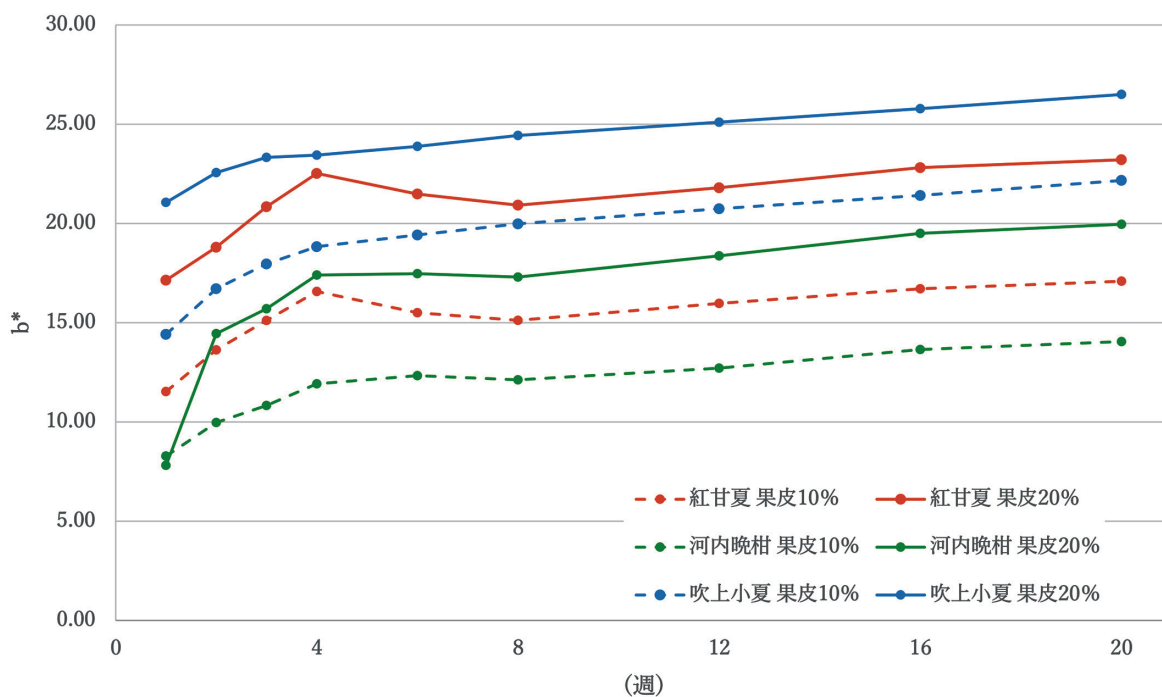


図1-3 果実酒の色度 (b*値) の変化

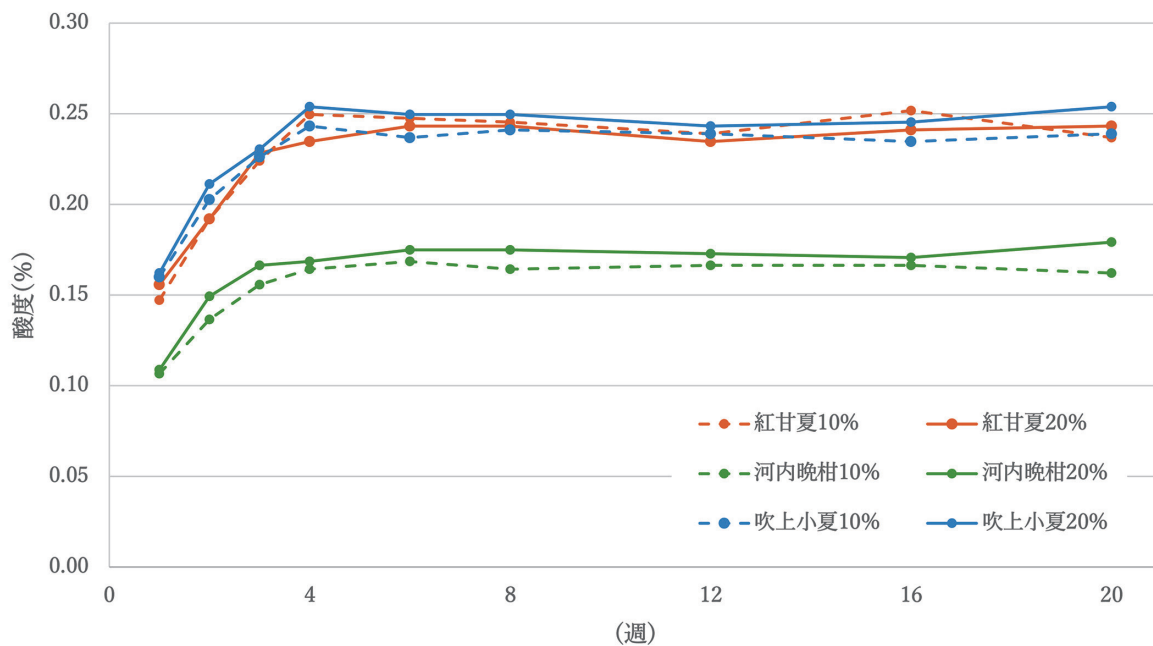


図2 果実酒の酸度の変化

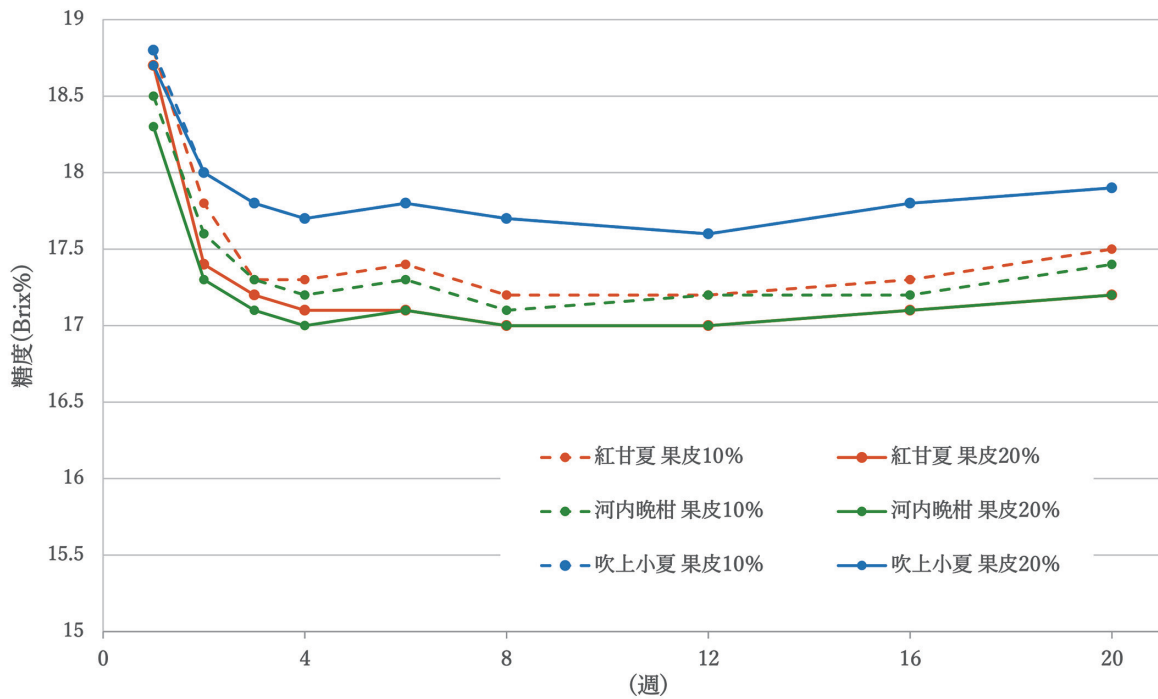


図3 果実酒の糖度の変化

吹上小夏の10%と20%は同一の値であったため、点線、実線が重なって表示されている

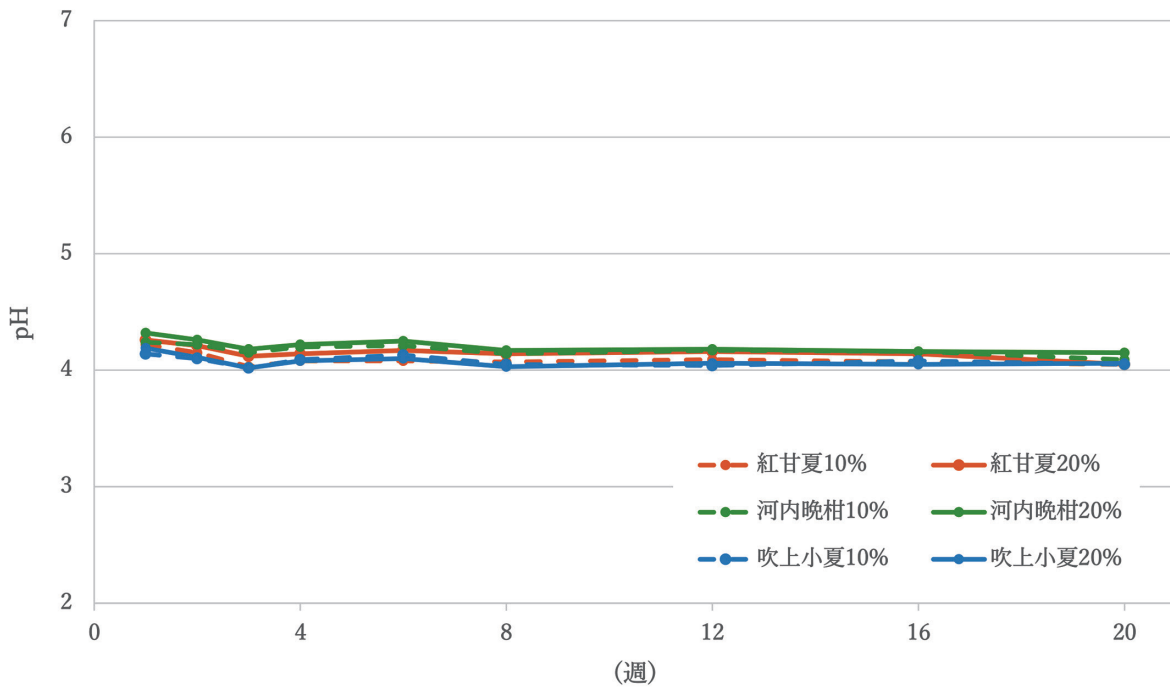


図4 果実酒pHの変化

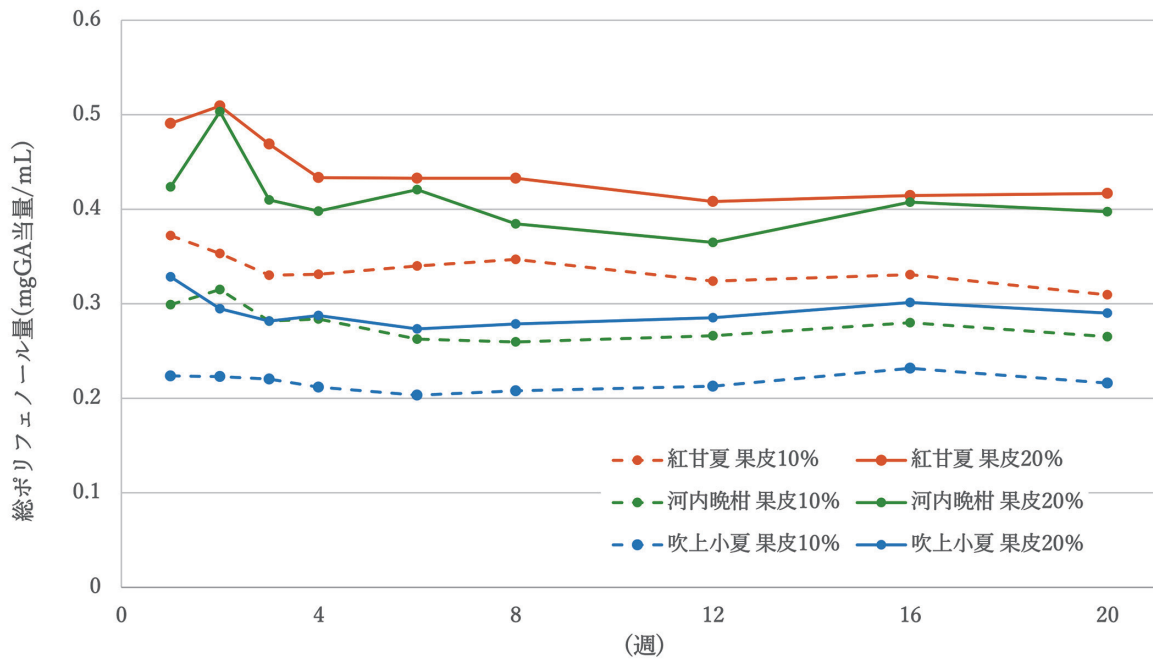


図5 果実酒の総ポリフェノール濃度の変化

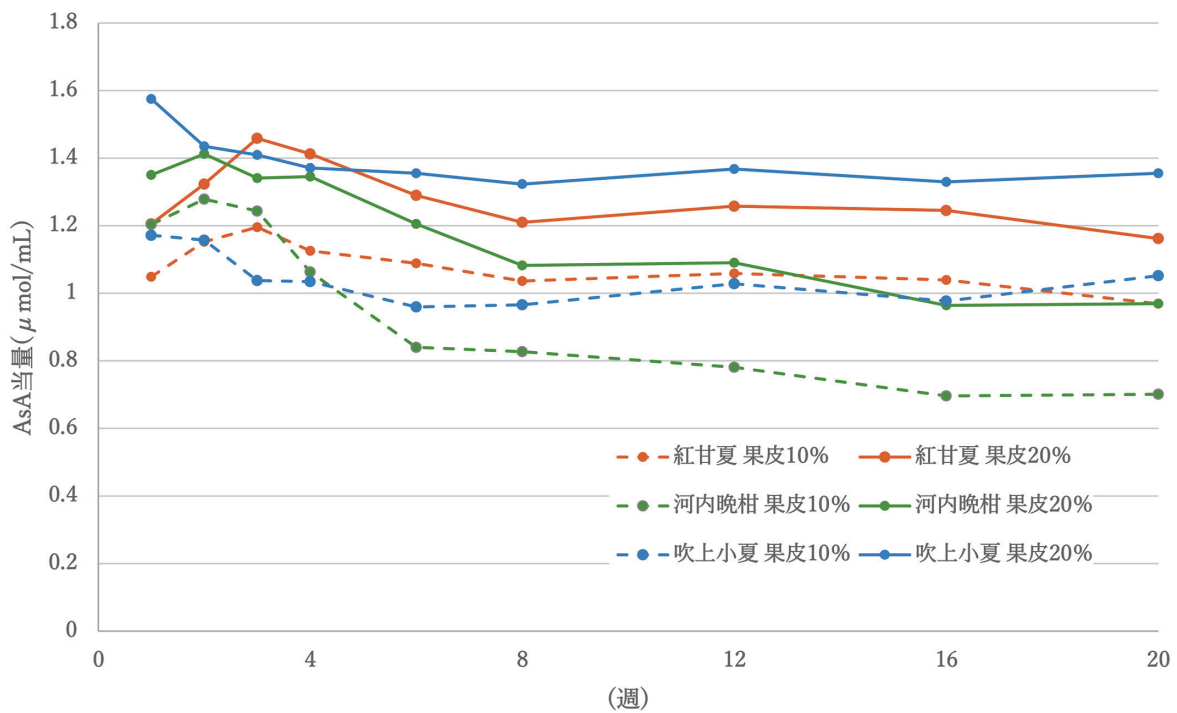


図6 果実酒のDPPH ラジカル捕捉能の変化

表9 果実酒から取り出した果皮の総ポリフェノール量

	紅甘夏		河内晩柑		吹上小夏	
	果皮 10% (mg/g dry wt.)	果皮 20% (mg/g dry wt.)	果皮 10% (mg/g dry wt.)	果皮 20% (mg/g dry wt.)	果皮 10% (mg/g dry wt.)	果皮 20% (mg/g dry wt.)
35%EtOH 抽出	2.57 ± 0.05	3.50 ± 0.10	3.28 ± 0.22	3.86 ± 0.10	1.56 ± 0.13	1.93 ± 0.02
70%EtOH 抽出	2.08 ± 0.09	2.44 ± 0.05	2.01 ± 0.03	3.16 ± 0.49	1.38 ± 0.03	1.80 ± 0.07

平均±標準偏差 (n=3)

表10 果実酒から取り出した果実の総ポリフェノール量

	紅甘夏		河内晩柑		吹上小夏	
	果皮 10% (mg/g dry wt.)	果皮 20% (mg/g dry wt.)	果皮 10% (mg/g dry wt.)	果皮 20% (mg/g dry wt.)	果皮 10% (mg/g dry wt.)	果皮 20% (mg/g dry wt.)
35%EtOH 抽出	1.40 ± 0.03	3.12 ± 0.07	2.20 ± 0.05	2.46 ± 0.04	1.79 ± 0.04	1.48 ± 0.01
70%EtOH 抽出	0.96 ± 0.03	2.22 ± 0.06	1.52 ± 0.03	1.67 ± 0.09	1.25 ± 0.03	1.63 ± 0.03

平均±標準偏差 (n=3)

表11 果実酒から取り出した果皮の DPPH ラジカル捕捉能

	紅甘夏		河内晩柑		吹上小夏	
	果皮 10% (mg/g dry wt.)	果皮 20% (mg/g dry wt.)	果皮 10% (mg/g dry wt.)	果皮 20% (mg/g dry wt.)	果皮 10% (mg/g dry wt.)	果皮 20% (mg/g dry wt.)
35%EtOH 抽出	2.13 ± 0.33	4.31 ± 0.05	5.01 ± 0.18	5.77 ± 0.09	2.16 ± 0.14	4.06 ± 0.19
70%EtOH 抽出	1.34 ± 0.25	3.50 ± 0.23	4.50 ± 0.15	4.36 ± 0.26	1.70 ± 0.06	3.51 ± 0.95

表12 果実酒から取り出した果実の DPPH ラジカル捕捉能

	紅甘夏		河内晩柑		吹上小夏	
	果皮 10% (mg/g dry wt.)	果皮 20% (mg/g dry wt.)	果皮 10% (mg/g dry wt.)	果皮 20% (mg/g dry wt.)	果皮 10% (mg/g dry wt.)	果皮 20% (mg/g dry wt.)
35%EtOH 抽出	2.11 ± 0.09	3.33 ± 0.27	5.87 ± 0.25	1.81 ± 0.46	5.36 ± 0.14	0.92 ± 0.31
70%EtOH 抽出	0.63 ± 0.64	1.40 ± 0.22	5.83 ± 0.03	0.60 ± 0.20	3.77 ± 0.16	1.75 ± 0.23

平均±標準偏差 (n=3)

考察

本研究では、鹿児島県で栽培された柑橘を使用したが、その特徴は以下の通りである。

「紅甘夏」は、鹿児島県阿久根市で甘夏の枝代わりとして発見された品種であり、甘夏と比べ果皮や果肉が赤味を帯びており、甘く酸味がまろやかで、ひと粒ひと粒に果汁がたっぷり含まれていることが特徴である¹⁴⁾。鹿児島県の「かごしまブランド」産地指定を受けている柑橘であり、鹿児島県出水地域の特産品である。収穫後2~3カ月貯蔵し、糖度が

のってから出荷される。

「河内晩柑」は、大正時代に熊本県河内町で発見された柑橘で、ブンタン系の自然雑種である。大きさは250g~450g、さわやかな香りを持ち、上品な甘酸っぱさが特徴である。3月下旬から6月までがシーズンである¹⁵⁾。

「吹上小夏」は、一般的に「日向夏」とも呼ばれ、1820年に宮崎県宮崎市の真方安太郎氏宅で発見された歴史の古い柑橘であり、ユズの血をひいていると考えられている。果皮は黄色くなめらかで、大きさ

は200~250g。薄味でさっぱりしていて、白皮（アルベド）は甘みがあるのが特徴である。1月から店頭に並び始め、多く出回るのは4月から5月である¹⁶⁾。

本研究では、上記の柑橘を使用して果実だけでなく果皮と共に漬けた果実酒について検討した。その結果、色差、酸度、糖度などの大きな変化は調製後4週間で起こり、その後の変化は小さいことが見出された。このことは、多くの柑橘果実酒の多くのレシピ⁹⁾で1か月程度の保存後に飲用可能としていることと一致していた。梅酒についての報告²⁰⁾では、酸度は漬け込み開始から16日間上昇し続け、その後はほぼ一定となることが示されている。この報告では、ショ糖を加えず35%エタノールのみで漬けた梅酒の場合も16日目までショ糖を添加した場合とまったく同様に酸度が上昇していたことから、必ずしもショ糖による浸透圧がなくても35%エタノールの影響で果実からの酸の溶出が起こり得ると考えられる。

果実酒の抗酸化性の観点から、本研究では果実酒の一般的な性質に加えて果実酒中のポリフェノール濃度、DPPHラジカル捕捉能についても検討した。

図5に示したように柑橘に含まれるフラボノイドを中心とするポリフェノールは、すでに漬け込み後1週間で溶出しており、長期間果皮を漬け込む必要は無いことが裏付けられた。表5及び表9に示したように、果実酒から4週目に取り出した果皮では、含まれる総ポリフェノール量が漬け込み前に比べて10-20%程度となっており、漬け込み4週間で果皮からの溶出が進んだことが確認できた。苦味を抑えるために柑橘果実酒レシピでは、漬け込み後5日から1週間で果皮のみを取り出すことが推奨されているものがある^{17, 18)}が、本研究結果からもその理由が確認できた。

DPPHラジカル捕捉能に関して、図5に示したように果実酒中のポリフェノール量は果皮の量に応じて多くなったが、DPPHラジカル捕捉能は、必ずしもポリフェノール量と相関しておらず、量だけでなくフラボノイドの種類が関係していると考えられた。果実酒中に溶出した各種フラボノイドの種類及び量やそれぞれが抗酸化性の発現にどの程度寄与しているかの検討は行っていないため、今後の検討が必要である。

様々な酒類の抗酸化性については、石渡らによって市販アルコール飲料のラジカル捕捉能についての

詳細な報告がなされており¹⁹⁾、その中の梅酒、ブルーベリー酒、かりん酒と比較してみたところ、本研究とは使用果実が全く異なるもののDPPHラジカル捕捉能、ポリフェノール量ともに報告されている値とほぼ同程度の値を示していた。このことから、果実の種類は異なっても果実を加工した嗜好飲料である果実酒からも抗酸化成分であるポリフェノールの摂取が可能であると考えられた。

本研究では、調製した果実酒の味と香りについての官能検査は行っていないが、著者らがサンプリング時に試飲調査を行ったところ、いずれの柑橘においても1週目には酸味は低く感じられたが2週目で最も酸味を強く感じるようになり、3、4週目までは酸味が強く感じられたが、6週目以降はほとんど感じなくなっていた。苦味については、10%果皮に比べ20%果皮で強く感じられ、保存期間が長くなっても減じることはなかった。甘みについては、柑橘によって保存期間による感じ方は異なっていた。匂いについては、最初は柑橘特有の爽やかな匂いであったが保存期間が延びるにしたがって、吹上小夏以外の柑橘では不快臭が感じられるようになった。梅酒においては、5年間の保存においても初期とは香りの性質は変化するものの甘い香りを保っていたことが報告されている⁷⁾が、柑橘を用いた果実酒では柑橘によって長期保存が適さないことが考えられた。今後、柑橘を用いた果実酒について味、香りの観点からも検討が必要である。

参考文献

- 1) e-GOV 法令検索 酒税法 <https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=328AC0000000006> (2023年1月4日閲覧)
- 2) 日本洋酒酒造組合 洋酒に関する統計（日本洋酒酒造組合統計）http://www.yoshu.or.jp/statistics_legal/statistics/index.html (2023年1月3日閲覧)
- 3) 垣内典夫, 石川和子, 森口早苗, 京谷英寿, 吉田雅夫: ウメ果実の有機酸と遊離アミノ酸の熟度及び品種別変化. 日本食品科学工学会誌, Vol.32, No.9, 669-676, 1985.
- 4) 垣内典夫, 森口早苗: ウメ果汁の抽出に対する品種と熟度の影響. 日本食品科学工学会誌, Vol.32, No.9, 677-684, 1985.

- 5) 阿部廣子, 水谷令子: 梅酒の有機酸組成について. 日本家政学雑誌, Vol.21, No.5, 292-296, 1970.
- 6) 蟻川トモ子, 大島さゆり: 梅酒熟成に関する研究 (第1報) 梅酒熟成中の糖の変化, 日本家政学会誌, Vol.46, No.7, 635-640, 1995.
- 7) 蟻川トモ子, 大島さゆり, 高垣仁志: 梅酒熟成に関する研究 (第2報) 梅酒の香気成分と貯蔵による変化, 日本家政学会誌, Vol.48, No.4, 295-301, 1997.
- 8) 富永暁子, 水上和美, 蟻川トモ子: 梅酒熟成中の遊離アミノ酸・糖・酸・色の変化, 日本家政学会誌, Vol.52, No.11, 1133-1138, 2001.
- 9) 焼酎SQUARE 日本蒸留酒酒造組合: 果実酒くらぶ レシピNAVI
<https://www.shochu.or.jp/kajitsushu/homemade/index.html> (2023年1月3日閲覧)
- 10) 「果実酒工房」 (<http://www.kajitsushu.net/index.shtml>) (2023年1月3日閲覧)
- 11) 大鶴勝: 食品と栄養の科学3, 食品学実験 2.1中和滴定 d 有機酸の定量, 朝倉書店, pp.35-37, 2003.
- 12) 真部孝明: フローチャートで見る食品分析の実際 - 植物性食品を中心に -, 幸書房, pp.79-80, 1994.
- 13) M.Matsumoto: Antioxidant Activity of Hydrophilic Compounds of Defatted Soybean Fermented with *Neurospora intermedia* (D-ontjom) . Food Sci.Technol Res, Vol.8, No.3, 235-238, 2002.
- 14) 山上農園 <https://yamagamifarm.com/lineup/beni-amanatsu/> (2023年1月3日閲覧)
- 15) 果物ナビ <https://www.kudamononavi.com/zukan/citrus/kawachibankan> (2023年1月3日閲覧)
- 16) 伊藤農園 みかんな図鑑<https://www.itonoen.com/dictionary/mikan/%e6%97%a5%e5%90%91%e5%a4%8f/>
(2023年1月4日閲覧)
- 17) 日本蒸留酒酒造組合 焼酎スクエア 果実酒クラブレシピNAVI 夏みかん酒<https://www.shochu.or.jp/kajitsushu/homemade/spring/natsu.html> (2023年1月3日閲覧)
- 18) 果実酒工房 夏みかん酒 <http://www.kajitsushu.net/natushtml> (2023年1月3日閲覧)
- 19) 石渡仁子, 高村仁知, 的場輝佳: 市販アルコール飲料のDPPHラジカル捕捉活性, 日本調理科学会誌, Vol.34, No.4, 407-416, 2001.
- 20) 山田聡子, 青柳康夫, 菅原龍幸: 梅酒製造過程における果実成分の溶出と変化について, 日本食品工業学会誌, Vol.38, No.4, 288-293, 1991.