

ブラッドオレンジの加工技術に関する研究（第3報）

笹山新生 開俊夫 武士末純夫

Research on processing technology that makes the best use of feature of blood orange

SASAYAMA Shinsei, HIRAKI Toshio and BUSHISUE Sumio

南予地域で栽培面積が拡大しているブラッドオレンジ「タロッコ」の加工利用法を確立するため、果実重別の品質把握や貯蔵中の品質変化について検討した。小玉果ほど果肉(果汁)の赤みが濃く、アントシアニン、Brix、酸度、遊離アミノ酸の濃度も高く、加工原料としては150g以下の果実を使用するのが望ましかった。また、果汁の保存温度が低いほどアントシアニンの減少が抑制され、赤みの退色を延ばすことができた。「モロ」果汁を添加することで豊富に含まれているアントシアニン(赤み)の特徴を活かした加工品を試作した。

キーワード：タロッコ、赤み、アントシアニン、モロ

はじめに

近年、温州ミカンの販売価格が低迷し、「せとか」や「紅まどんな」、「甘平」など中晩生柑橘への品種転換が推進される中、南予地域では、温暖化により栽培可能となったブラッドオレンジに注目し、産地化に向けた取り組みが行われている。

その主要品種である「タロッコ」は、赤い果肉(果汁)と甘酸っぱい香りが特徴的で、生食用だけでなく加工用としての利用も期待されている。しかし、その赤みは、果実によるバラツキが大きく、赤みの薄い果実が混入した場合、加工品品質への影響が懸念される。また、その色素成分であるアントシアニンは、光や温度等によって変色(退色)しやすいため、一般的なカンキツの加工方法ではブラッドオレンジの特徴を十分活かすことができないなど、加工利用上の問題点が多い¹⁾²⁾。

前報³⁾⁴⁾では、ブラッドオレンジの収穫時期別の成分と色調について調査し、果実は成熟するほどアントシアニンが増加し赤みを増すことが分かった。

そこで、今回は、「タロッコ」の果実重別の品質把握や果汁の貯蔵中の品質変化等について検討し、また、味は淡白であるが赤みの色調と香りに特徴のある「モロ」の果汁を活かした加工品を試作した。

実験方法

1. 「タロッコ」の品質評価

(1)成分分析

JA えひめ南管内で生産された「タロッコ」を供試した。H20年産果実とH21年産果実をそれぞれ150g以下(ネー

ブル階級でS果相当)、151~200g(同M果相当)、201~250g(同L果相当)、251g以上(同2L果相当)の4段階に重量選別し、果皮を除いた果汁について品質評価した。

果汁色値は、測色計(東京電色社、カラーエースTCA-1)で測定し、「a-b」値で赤みの濃淡を評価した。アントシアニンは、1%塩酸メタノール溶液で抽出後、530nmの吸光度を測定して算出した。また、糖組成とビタミンCは高速液体クロマトグラフ法、遊離アミノ酸は自動アミノ酸分析計(日立L-8900形)を用いて測定した。⁵⁾

(2)貯蔵試験

H20年産「タロッコ」150g以下の果実と201~250gの果実を平成21年4月20日から5°Cで低温貯蔵し、2ヵ月後の果実(果汁)の品質変化を分析した。

また、収穫後に低温貯蔵していたH21年産「タロッコ」を5月下旬から-30°Cの冷凍庫で4ヶ月間冷凍保存し、5°Cの低温庫内で解凍後、果肉と果汁の苦味成分(ナリンギン、リモノイド)を測定した。

(3)果汁の保存試験

H20年産「タロッコ」150g以下の果実を搾汁後、3,000rpmで10分間遠心分離し、上澄み果汁を保存試験した。保存は、90°Cの温浴中で5分間加熱殺菌後、30°C、25°C、10°C、0°C、-20°C、-40°Cの条件で行った。それぞれの果汁について、果汁色値とアントシアニン、ビタミンCの経時変化を測定した。

2. 「モロ」の品質評価

(1)成分分析

JA えひめ南管内で生産されたH21年産「モロ」の果実(果汁)成分を分析し、「タロッコ」と比較した。なお、香気成分は、揮発成分解析用ヘッドスペースGC-MS(サーモフィッシャーサイエンティフィック社)を用いて測定した。

(2)「モロ」果汁添加試験

この研究は、平成21-22年度「ブラッドオレンジ産地化確立事業」の予算で実施した。

果実重が 201~250 g の「タロッコ」果汁に、重量割合で 10%、20%、30%になるように「モロ」果汁を添加し、果汁色値やアントシアニンなどの変化を分析した。

3. 加工品試作

「タロッコ」の果汁や果皮を利用して、赤い色調と華やかな香りを活かすことを念頭に、コンフィチュール、ピール、ラスクを試作した。

結果と考察

1. 「タロッコ」の品質

(1)果実重別の成分

「タロッコ」の果実重別に分析した結果を表 1、表 2 に示す。

Brix は、H20 年産と H21 年産のいずれも、果実重が小さいほど高く、200 g を境に明らかな差が認められた。また、酸度は果実重が大きいほど低く、pH は果実重が大きいほど高くなる傾向にあった。

果汁色値(a-b 値)は、H20 年産と H21 年産のいずれも、果実重が小さいほど高く、赤みが濃かった。一方、201 g 以上の果実では、オレンジ色や黄色の果汁割合が増加し、果汁色値が低かった。

アントシアニンは果汁色値と同様の傾向を示し、200 g 以下の果実は 40~60ppm と高かったが、201 g 以上の果実では 10~20ppm と低かった。

アントシアニンの酸化防止作用を有するビタミン C は、果実重による差はほとんどなく、H20 年産は 62~64mg、H21 年産は 55~57mg で、ネーブルや福原オレンジと同程度であった。

表1 タロッコの果実品質(その1)

	Brix		酸度(g/100ml)		pH	
	H20	H21	H20	H21	H20	H21
	~150g	12.5	13.9	0.96	0.93	3.36
151~200g	12.4	13.2	1.07	0.95	3.24	3.44
201~250g	10.7	12.2	0.87	0.97	3.44	3.49
251g~	10.8	12.0	0.77	0.78	3.57	3.66

注)H20年産はH21年4月20日分析。H21年産はH22年4月20日分析。

表2 タロッコの果実品質(その2)

	果汁色(a - b値)		アントシアニン(ppm)		ビタミンC(mg/100g)	
	H20	H21	H20	H21	H20	H21
	~150g	7.17	8.09	45.6	61.4	62.0
151~200g	6.51	6.83	40.7	51.1	62.8	56.2
201~250g	2.19	4.07	14.1	20.3	64.3	55.7
251g~	0.94	2.64	10.3	12.5	62.6	55.0

注)H20年産はH21年4月20日分析。H21年産はH22年4月20日分析。

糖は、ショ糖、果糖、ブドウ糖の順に多く、果実重が小さいほど糖の濃度が高かった(表 3)。

表3 タロッコの糖組成

	果糖		ブドウ糖		ショ糖	
	H20	H21	H20	H21	H20	H21
	~150g	2.6	3.2	2.1	2.7	5.5
151~200g	2.9	3.0	2.3	2.6	5.1	5.6
201~250g	1.9	2.5	1.5	2.1	5.0	5.5
251g~	1.9	2.5	1.4	2.1	5.1	5.3

遊離アミノ酸は、プロリン(Pro)が最も多く含まれ、次にアルギニン(Arg)、γ-アミノ酪酸(γ-ABA)、セリン(Ser) アスパラギン酸(Asp)グルタミン酸(Glu)アラニン(Ala)順に多かった。また、果実重が小さいほど、プロリンが高い傾向にあった(表 4、表 5)。

表4 タロッコの遊離アミノ酸量(その1)

	Asp	Thr	Ser	Glu	Gly	Ala	Val	Ile
	(mg/100g)							
	~150g	7.8	1.3	11.4	7.7	1.2	6.8	2.8
151~200g	7.8	1.2	10.1	7.6	1.1	6.3	2.4	0.7
201~250g	6.2	1.3	11.0	4.9	1.2	7.0	2.9	0.6
251g~	7.5	1.3	10.2	6.3	1.1	6.5	2.3	0.5

注)Asp:アスパラギン酸 Thr:スレオニン Ser:セリン Glu:グルタミン酸
Gly:グリシン Ala:アラニン Val:バリン Ile:イソロイシン

表5 タロッコの遊離アミノ酸量(その2)

	Leu	Phe	-ABA	Orn	Lys	His	Arg	Pro
	(mg/100g)							
	~150g	0.8	1.4	26.5	1.5	3.3	1.1	70.4
151~200g	0.6	1.3	25.0	1.4	2.9	1.0	58.7	12.1
201~250g	0.7	1.9	27.1	2.0	3.8	1.2	67.3	12.6
251g~	0.5	1.7	21.7	1.9	3.8	1.1	77.1	11.2

注)Leu:ロイシン Phe:フェニルアラニン -ABA: -アミノ酪酸
Orn:オルニチン Lys:リジン His:ヒスチジン Arg:アルギニン Pro:プロリン

「タロッコ」の赤みは、果実によるバラツキが大きく、果皮色等の外観からは判断できないことが報告されており、赤みの濃い果実を選別する基準づくりが必要であった。今回の調査で、果実が小さいほど果肉(果汁)赤みが濃く、アントシアニン、Brix、酸度、遊離アミノ酸の濃度が高く、果実重が加工原料の選別基準として有効であると考えられた。この場合、色や香り等の特徴が乏しい 200 g 以上の果実は不適であり、加工原料には、できれば 150 g 以下の果実のみを使用するのが望ましかった。

(2)低温貯蔵中の成分量変化

低温貯蔵果実の成分量の変化を表 6、表 7 に示す。Brix はいずれの大きさの果実も貯蔵中にやや増加し、酸度は減少した。また、pH は増加する傾向であった。アントシアニンは貯蔵中に増加する傾向であったが、果汁色値の増加は、201~250 g の果実では認められなかった。ビタミン C は貯蔵中に減少した。

表6 貯蔵果実の品質変化

果実重	Brix		酸度(g/100ml)		pH	
	4/20	6/20	4/20	6/20	4/20	6/20
	~150g	12.5	13.1	0.96	0.84	3.36
201~250g	10.7	11.0	0.87	0.72	3.44	3.85

表7 貯蔵果実の品質変化

果実重	果汁色値(a - b値)		アントシアニン(ppm)		ビタミンC(mg/100g)	
	4/20	6/20	4/20	6/20	4/20	6/20
	~150g	7.17	7.51	45.6	75.7	62.0
201~250g	2.19	2.19	14.1	27.1	64.3	49.3

カンキツでは、出荷時期の調整や品質向上を図るため、果実の低温貯蔵が行われる。「タロッコ」の低温貯蔵は、品質向上だけでなく、アントシアニンの増加も認められたことから、果実のアントシアニン増加技術として期待できた。

(3)冷凍貯蔵中の苦味成分

冷凍貯蔵果実の苦味成分を表 8 に示す。ナリンギンは、果肉と果汁のいずれも含まれていなかった。また、リモノイドは、リモニンが 2.0~2.3ppm、ノミリンが 0.3~

0.6ppm、オバクノンが0ppmで、人が苦味を感じる閾値(リモニンで6ppm)より少なかった。

	ナリンギン (mg/100g)	リモニン (ppm)	ノミリン (ppm)	オバクノン (ppm)
果肉	0	2.3	0.6	0
果汁	0	2.0	0.3	0

カンキツの冷凍貯蔵は、出庫後の果実の取り扱い方法や苦味の問題等があるため、生果の流通販売では一般的に行われていない。しかし、今回のように、加工用原料として取り扱う場合には、果実外観は問題とならず、また、味についても苦味成分が少ないことから、原料果実の保存方法として有効であると考えられた。ただし、そのまま冷凍すると果実の大半が裂果し、また、果実の中にはリモニンが7ppmと高く、苦味を感じるものもあったことから、今後更なる検討が必要であった。

(4)果汁の保存性

i)果汁色値の変化

保存温度と果汁色値の関係を図1に示す。30℃及び25℃で保存した果汁は、保存開始翌日から急激に退色し、7日後には商品価値が無いほど赤みが薄くなった。また、10℃及び0℃で保存した果汁も徐々に退色し、0℃の場合6ヶ月後に赤みがなくなった。

一方、-20℃及び-40℃で冷凍保存した果汁は、いずれも急激な退色は認められなかったが、果汁色値は徐々に低下する傾向であった。

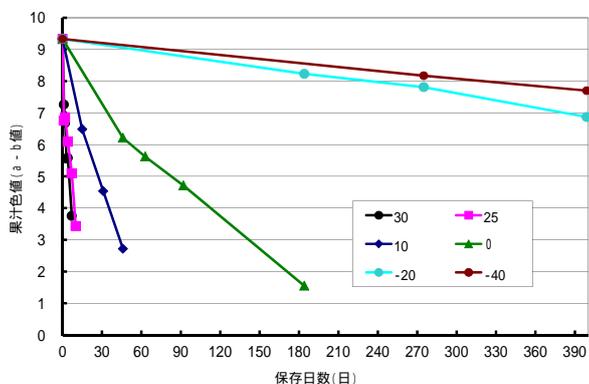


図1 保存温度と果汁色値の関係

ii)アントシアニン含量とビタミンC含量の変化

保存温度とアントシアニン、ビタミンCの関係を図2、図3に示す。アントシアニンは果汁色値と同様の減少傾向を示し、保存温度が高いほど急速に減少したが、-20～30℃で冷凍保存すると6ヶ月程度の保存は可能であることを示した。ビタミンCは保存開始後から減少し始め、冷凍条件下においても徐々に減少したが、保存温度が低いほど減少率は抑制される傾向にあった。

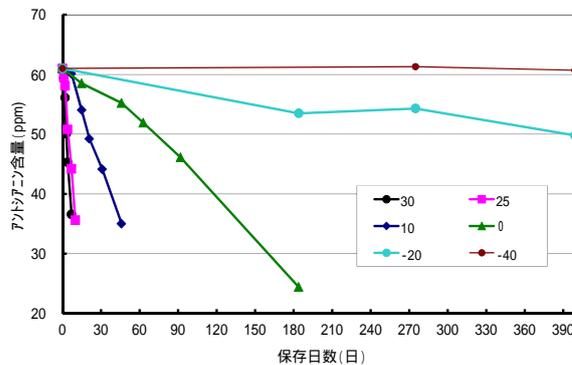


図2 保存温度とアントシアニンの関係

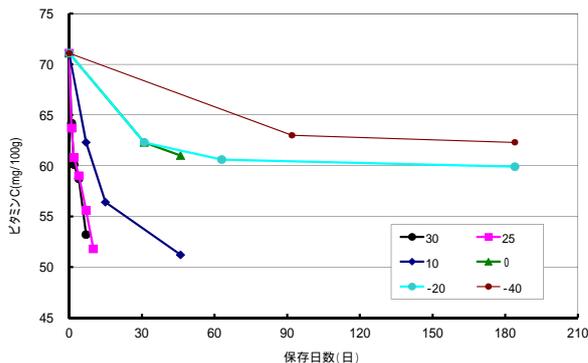


図3 保存温度とビタミンCの関係

2. 「モロ」の品質と利用

「モロ」の食味は「タロッコ」に劣るが、果肉の赤みが非常に濃い特徴があるため、「モロ」の利用法について検討した。

(1)成分比較

表9～11に「モロ」と「タロッコ」の果汁の成分分析結果を示す。表9より、「モロ」のBrixは11.7で、「タロッコ」より低かった。また、ビタミンCは39.6mgで、「タロッコ」の約60%と少なかった。一方、アントシアニンは334ppmで「タロッコ」の5倍以上含まれていた。

「モロ」の遊離アミノ酸は、「タロッコ」と同様にプロリン(Pro)が最も多く含まれ、次にアルギニン(Arg)、γ-アミノ酪酸(γ-ABA)、グルタミン酸(Glu)、セリン(Ser)、アラニン(Ala)、アスパラギン酸(Asp)の順に多かった(表10、表11)。

「モロ」の香気成分として、α-ピネン、β-ピネン、D-リモネン、リナロール、バレンセンが検出され、このうち、D-リモネンが最も多く含まれていた。また、リナロールとバレンセンは、「タロッコ」より多く含まれていた(表12)。

以上のことから、「モロ」は「タロッコ」に比べて、Brix、糖質、酸度が低く味が淡泊であるが、アントシアニンが5倍以上多量に含まれていること、香気成分が多いことから、赤みや香りの増強に利用できることが分かった。

	Brix	酸度 (g/100ml)	アトシアン (ppm)	ビタミンC (mg/100g)	糖組成		
					Fru	Glu	Suc
モロ	11.7	1.00	334	39.6	2.6	2.1	4.8
タロッコ	14.4	1.04	61	67.5	3.5	3.0	6.0

	Asp	Thr	Ser	Glu	Gly	Ala	Val	Ile
	(mg/100g)							
モロ	16.1	2.1	19.0	19.6	1.7	16.6	2.5	0.8
タロッコ	8.3	1.5	15.0	8.8	1.6	9.5	2.2	0.9

注) Asp: アスパラギン酸 Thr: スレオニン Ser: セリン Glu: グルタミン酸
Gly: グリシン Ala: アラニン Val: バリン Ile: イソロイシン

	Leu	Phe	-ABA	Orn	Lys	His	Arg	Pro
	(mg/100g)							
モロ	0.7	1.1	42.4	2.5	3.1	0.9	59.8	191
タロッコ	0.9	1.2	33.2	1.6	3.3	1.1	86.1	235

注) Leu: ロイシン Phe: フェニルアラニン -ABA: -アミノ酪酸
Orn: オルニチン Lys: リジン His: ヒスチジン Arg: アルギニン Pro: プロリン

	-ピネン	-ピネン	D-リモネン	リナロール	パレンセン
	(ppm)				
モロ	0.04	0.19	19.8	0.51	0.37
タロッコ	0.01	0.10	13.1	0.15	0.19

(2)「モロ」果汁添加試験

果実重が 201~250 g の「タロッコ」の果汁はオレンジ色で、果汁色値が低かった。また、D-リモネンやパレンセン等の香氣成分は、赤みの濃い果汁の 5%以下で、ブラッドオレンジ特有の甘酸っぱい香りがなかった。

この「タロッコ」果汁に「モロ」果汁を添加したときの成分分析結果を表 13、14 に示す。果汁色値とアントシアニンは、添加割合が多くなるほど増加し、赤みが向上した。また、香氣成分も増加し、香りが付与された。

混合割合は、色調から勘案し、元果汁の 20%混合すれば十分利用できる果汁になることが分かった。

試験区	-ピネン	-ピネン	D-リモネン	リナロール	パレンセン
	(ppm)				
無添加区	-	0.00	0.52	0.01	0.03
モロ10%添加区	0.00	0.02	2.31	0.05	0.08
モロ20%添加区	0.01	0.04	5.90	0.09	0.11
モロ30%添加区	0.01	0.06	8.27	0.12	0.14

試験区	果汁色	アトシアン	ビタミンC
	(a - b値)	(ppm)	(mg/100g)
無添加区	-9.95	11.7	60.5
モロ10%添加区	4.56	40.9	65.0
モロ20%添加区	9.59	63.3	66.8
モロ30%添加区	12.0	82.2	62.8

3. 加工品試作

試作品の原料果汁には、小玉果(100~150 g)の遠心分離果汁や「モロ」添加果汁(添加割合 20~30%)を使用した。

(1)コンフィチュール

果汁の赤い色調と華やかな独特の香りを活かすため、香料や着色料、保存料等を使用せず、口どけの良さを追

求したコンフィチュールを試作した。

<製法>

- ①砂糖とゲル化剤を混合し、遠心分離果汁を加える。
- ②80℃まで加熱し、砂糖を加える。
- ③再度 80℃まで加熱し、残りの砂糖を加える。
- ④さらに 80℃まで加熱し、ビンに充填して蓋をする。
- ⑤80℃の湯浴中で 5 分間殺菌する。
- ⑥冷却して、冷暗所で保管する。



写真2 コンフィチュール

(2)ピール

果皮を砂糖だけで炊き上げた後乾燥させ、1 個ずつ手で食べられるピールを試作した。

<製法>

- ①果皮を短冊状にスライスする。
- ②水中で沸騰後、水晒しする。
- ③グラニュー糖を加えて 1 晩放置する。
- ④糖を加えて加熱することを繰り返し、糖度を段階的に上げていく。
- ⑤金網に広げて乾燥させる。
- ⑥袋に入れて、グラニュー糖をまぶす。



写真3 ピール

(3)ラスク

果汁、粉糖、果皮のピール等をスライスしたパンに塗って乾燥させ、常温保存でも赤い色調が退色しにくいラスクを試作した。

<製法>

- ①バターロール配合で、パンをつくる。
- ②翌日、焼いたパンを 8~10mm にスライスして、130~150℃で乾燥させる。(乾燥パンは、乾燥庫で保管)
- ③モロを 20% 添加した果汁、砂糖漬けしておいた果皮、クエン酸、粉糖を混合して、乾燥したパンの表面に均等に塗る。

- ④90℃のオーブンで5分乾燥させる。(乾燥後は、乾燥庫で保管)



写真4 ラスク

ま と め

ブラッドオレンジ「タロッコ」の特徴を活かした加工利用法を確立するため、果実重別成分の把握や果汁の貯蔵中の品質変化等について検討し、次の結果が得られた。

1. 小玉果ほど果肉(果汁)の赤みが濃く、アントシアニン、Brix、酸度、遊離アミノ酸の濃度も高かった。
2. 加工原料としては、ブラッドオレンジの特徴(色・香り)が出せる150g以下の果実を使用するのが望ましかった。
3. 果汁の保存温度が低いほどアントシアニンの減少が抑制され、赤みの退色を延ばすことができた。
4. 「タロッコ」果汁に「モロ」果汁を混合することで赤い色調や香りが改善され、元果汁の20%混合すれば十分利用できる果汁となった。
5. 「モロ」果汁を添加することで豊富に含まれているアントシアニン(赤い色調)の特徴を活かした加工品を試作した。

文 献

- 1)大庭理一郎・五十嵐喜治・津久井亜紀夫：アントシアニン—食品の色と健康—，建帛社(2000).
- 2)伊藤三郎：果実の科学，朝倉書店(1991).
- 3)平岡芳信、逢阪江理、開俊夫：ブラッドオレンジの加工に関する研究(第1報)—ブラッドオレンジの収穫時期別品質調査—，愛媛産技研研究報告，**48**,28-31(2010).
- 4)平岡芳信、逢阪江理、開俊夫：ブラッドオレンジの加工に関する研究(第2報)—ブラッドオレンジの加工適性—，愛媛産技研研究報告，**48**,32-35(2010).
- 5)文部科学省科学技術学術審議会資源調査分科会食品成分委員会編：五訂日本食品標準成分表分析マニュアル(2005).