

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—

平岡芳信 逢阪江理 開俊夫

Studies on the processing of Brad orange (Part 1)
—Quality survey of Brad orange according to harvest time—
HIRAOKA Yoshinobu, OHSAKA Eri and HIRAKI Toshio

愛媛県宇和島地域で生産されるブラッドオレンジ(タロッコ)の加工適性を明らかにするために、収穫時期別のアントシアニンや酸、糖などの含有量変化と抗酸化性を調査した。3月中旬以降に収穫したタロッコは、アントシアニンや遊離アミノ酸の含有量が多く、赤色が濃く味が濃厚な果汁としての利用が期待できた。

キーワード：ブラッドオレンジ(タロッコ)、アントシアニン、遊離アミノ酸、収穫時期、成分変化

はじめに

近年、宇和島地域で、高級フルーツとして人気のイタリア産ブラッドオレンジの一種、タロッコが栽培されるようになった。タロッコはイタリアのシチリア島で栽培されている品種で、直径約7cmの赤みがかった果肉は濃厚で甘酸っぱい味わいと香りが特徴である。この赤みの色素はアントシアニンであり、目の疲労回復などに効果があると言われているが、アントシアニンが、熱や光により減少することが加工上の問題になっている。

そこで、タロッコに含まれる機能性成分アントシアニンを有効利用するために、収穫時期別にアントシアニンなどの含有量変化を調査し、若干の知見が得られたので報告する。

試験方法

1. 試料

愛媛県みかん研究所で採取した表1に示すタロッコを用いた。

表1. 使用したタロッコ

収穫時期	重量(g)	個数	平均重量(g)	平均果高(mm)	平均果径(mm)
12月5日	132~213	12	165.1	65.2	70.6
1月15日	162~236	10	198.4	70.7	73.8
2月22日	151~241	10	181.8	67.9	72.2
3月10日	130~220	10	170.8	66.8	70.9

2. アントシアニンの定量

搾汁した果汁2gに、1%塩酸-メタノール溶液6m1

を加え約1分間ホモジナイズ処理し、アントシアニンを抽出した。次に、3000rpmで10分間遠心分離を行い、その上澄液を1%塩酸-メタノール溶液で適宜希釈し、520nmで吸光度を測定し、検量線より濃度を求めた。また、検量線は、Cyanidin-3-O-Glucoside Chloride (Kuromanin Chloride)を標品として同様に希釈し、5~40ppmの範囲で吸光度を測定し作成した。

3. アントシアニンの同定

アントシアニンの同定は、2. で得られた試料を表2の高速液体クロマトグラフの条件で測定した。

表2. 高速液体クロマトグラフの測定条件

HPLC 条件	グラジエント条件
カラム：逆相 ODS	0~20分：B液40%→50%
カラム温度：40℃	20~35分：B液45%
検出：520nm	35~45分：B液50%
流速：1.4ml	45~50分：B液50%→80%
インジェクション量：10μl	50~72分：B液80%
A液：1%リン酸	72~80分：B液40%
B液：1%リン酸・50%メタノール・0.1%TFA	

4. 果実の表皮及び果汁の色の測定

果実の表皮及び果汁の色の測定は、色差計（東京電色(株)カラーエースTCA-A)を使用し、Labで表示した。果実の表皮は1試料につき6回、果汁は1試料につき2回測定し、平均値を表示した。

5. 抗酸化性

抗酸化性のサンプルは、タロッコ、モロ、伊予柑、デコボン、清見、甘平、紅まどんな、ポンカン、綾小春の果汁を搾って得た。

抗酸化性は、果汁を抗酸化能測定キット「ラジカルキ

ヤッチ」(アロカ(株)製)を用いて発光させ、化学発光測定装置(AccuFLEX Lumi400(アロカ(株)製)で測定した。抗酸化能(消去率)は、抗酸化物質の抽出・希釈に用いた溶媒を反応系に加えた場合の発光量(コントロール測定)と、これに抗酸化物質を加えた場合の発光量(サンプル測定)との比率として、下記の式により求めた。

$$\text{消去率(\%)} = \frac{\text{コントロール発光量} - \text{サンプル発光量}}{\text{コントロール発光量}} \times 100$$

結果と考察

1. タロッコの収穫時期別の成分変化

(1)果汁の pH と酸度の変化

12月から3月まで、収穫時期別に採取したタロッコの果汁の pH と酸度の変化を図 1 に示す。収穫時期が 12 月から 1 月、2 月になるに従って、それぞれ、pH は、2.8、3.2、3.4 と上昇し、酸度は、1.9%、1.7%、1.4%と減少し、果実が熟成することが示されたが、2 月から 3 月にかけての変化は少なかった。

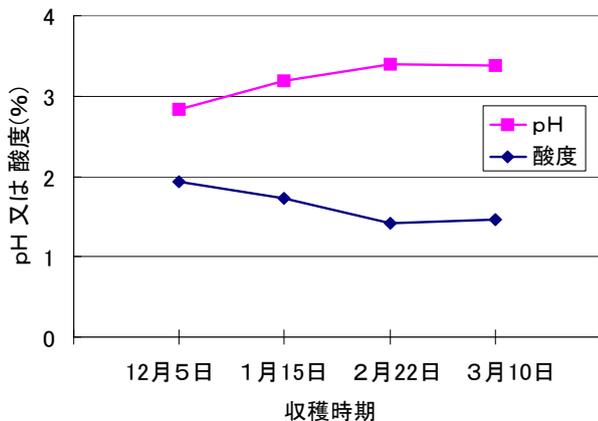


図 1. タロッコの収穫時期別 pH と酸度の変化

(2)果汁の Brix と a 値(赤み)の変化

12月から3月まで、収穫時期別に採取したタロッコの果汁の Brix と a 値の変化を図 2 に示す。収穫時期が 12 月から 1 月、2 月、3 月になるに従って、Brix は、11.9%、12.7%、13.4%、14.1%と増加し甘みが増し、a 値は、0.6、0.1、3.7、8.3 と増加し赤みが増した。果実が熟成するに従って、アントシアニンが生成されたことが推定された。

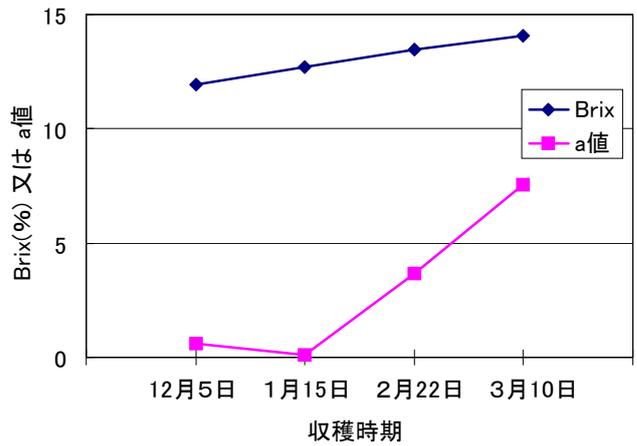


図 2. タロッコの収穫時期別 Brix と a 値の変化

(3)果汁の糖の変化

(2)の結果により、果実が成熟すると果汁の Brix が増加することが分かったので、変化した糖の種類を収穫時期別に調べた結果を図 3 に示す。収穫時期が 12 月、1 月、2 月、3 月となるに従って、果糖は 2.6%、2.5%、2.5%、2.5%と、サッカロースは 4.9%、5.0%、4.8%、4.9%とほとんど変化しなかったが、グルコースは 2.1%、2.3%、2.5%、2.6%へと、マルトースは 0%、0.1%、0.4%、0.5%へと微増した。

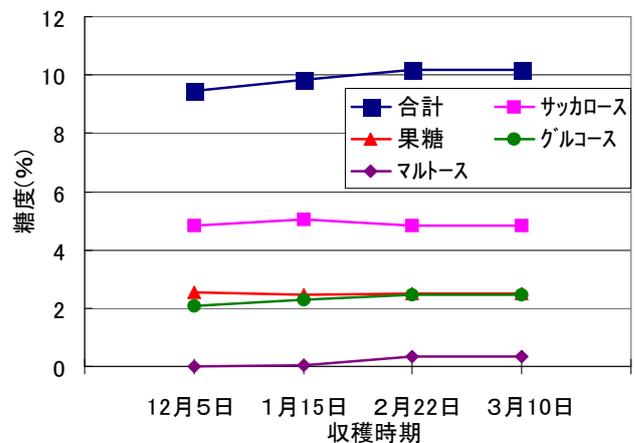


図 3. タロッコの収穫時期別糖濃度の変化

(4)果汁のアミノ酸の変化

12月から3月まで、収穫時期別に採取したタロッコの果汁の遊離アミノ酸の変化を表 3 に示す。収穫時期が 12 月、1 月、2 月、3 月になるに従って、Asp は 48.5mg/100ml、35.4mg/100ml、10.2mg/100ml、19.3mg/100ml へと、Glu は 17.4mg/100ml、15.3mg/100ml、10.5mg/100ml、10.2mg/100ml へと減少したが、Pro は 95.6mg/100ml、110.8mg/100ml、143.1mg/100ml、170.6mg/100ml へと、Arg は 44.7mg/100ml、57.3mg/100ml、64.9mg/100ml、69.6mg/100ml へと増加した。果実が成熟するにしたがって、遊離アミノ酸のトータルが増加することが分かった。

表 3. タロッコの収穫時期別遊離アミノ酸の変化

アミノ酸	(mg/100ml)			
	タロッコ 12月5日	タロッコ 1月15日	タロッコ 2月22日	タロッコ 3月10日
Asp	48.5	35.4	10.2	19.3
Thr	1.1	1.1	0.8	1.2
Ser	12.4	11.1	10.3	12.5
Glu	17.4	15.3	10.5	10.2
Pro	95.6	110.8	143.1	170.6
Ala	10.6	7.6	8.3	8.4
Phe	0.6	0.6	0.5	0.7
γ-ABA	12.8	13.4	13.2	15.2
Orn	0.3	0.6	1.7	1.3
Arg	44.7	57.3	64.9	69.6
Total	244.0	253.2	263.5	309.0

2. タロッコの収穫時期別アントシアニンの変化

(1)アントシアニン含有量の変化

12月から3月まで、収穫時期別に採取したタロッコの果汁のアントシアニン濃度の測定結果を図4に示す。収穫時期が12月、1月、2月、3月になるに従って、アントシアニンは0ppm、7.7ppm、25.4ppm、62.7ppmと増加し、果汁の赤みが増した。

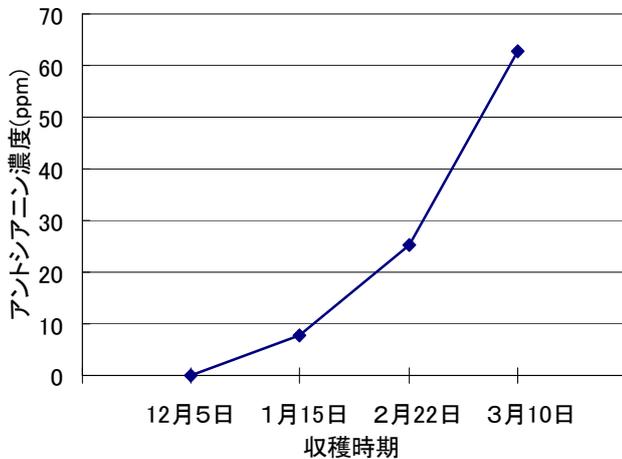


図 4. タロッコのアントシアニン含有量の変化

(2)果皮の赤色(a 値)と果汁の赤色(a 値)の関連

タロッコの果皮の赤色と果汁の赤色の関連について調べた結果を図5に示す。図5から分かるように、果皮の赤色と果汁の赤色には関連(相関係数 $R=-0.004$, N 数=43)がなく、果皮が赤くても果汁が必ずしも赤いとは限らないことが分かった。

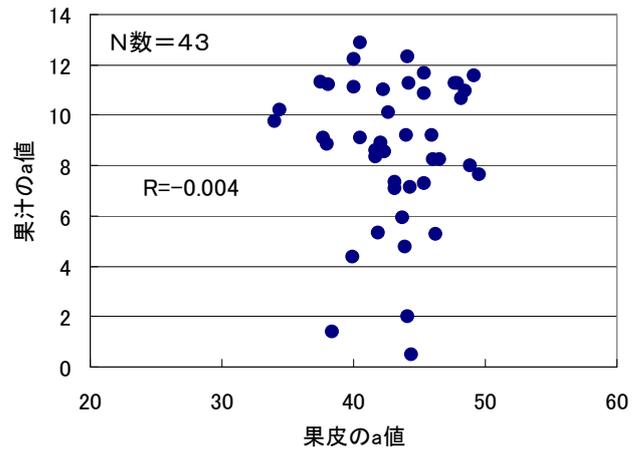


図 5. タロッコの果皮と果汁の a 値の関連

(3)アントシアニンの分布

平成19年3月に採取したタロッコの内部のアントシアニンの分布状態を写真1、2に示す。写真1からアントシアニンは果頂部あるいは外皮側から生成されているのが分かる。写真2からは1房1房の分布状態はまだらであるが、外皮側から生成されているのが分かる。



写真 1. タロッコの重量別分割写真



写真 2. タロッコの1房の写真

(4)重量の違いによるアントシアニンの含有量

タロッコの重量別に果汁のアントシアニン含有量を測定した結果を図6に示す。タロッコの重量の違いによる果汁のアントシアニン濃度は、相関係数 $R=-0.32$ (N 数=43)と相関は弱いものの、果実の重量が軽いほど高くなる傾向にあった。

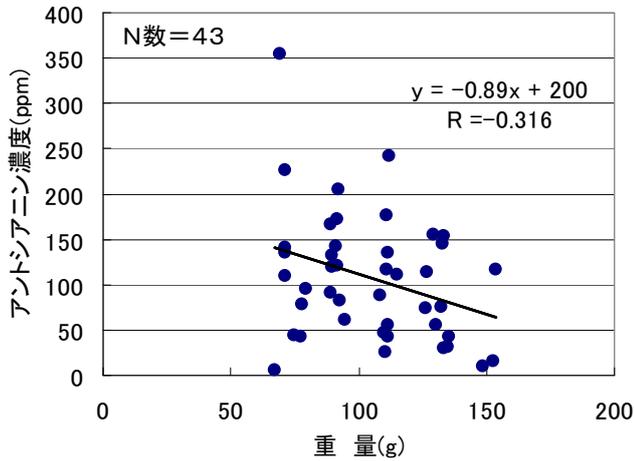


図 6. タロッコの重量とアントシアニン濃度の相関

(5)アントシアニンの種類の同定

高速液体クロマトグラフを使用して、タロッコのアントシアニンを分析した結果を図 7 に示す。相対保持時間が、11.64 分は Ideain Chloride、16.20 分は Kuromanin Chloride、45.58 分は Cyanidin Chloride であると同定した。なお、53.12 分は未同定であるが、Cyanidin 3-(6"-malonylglucoside)であると推定される。

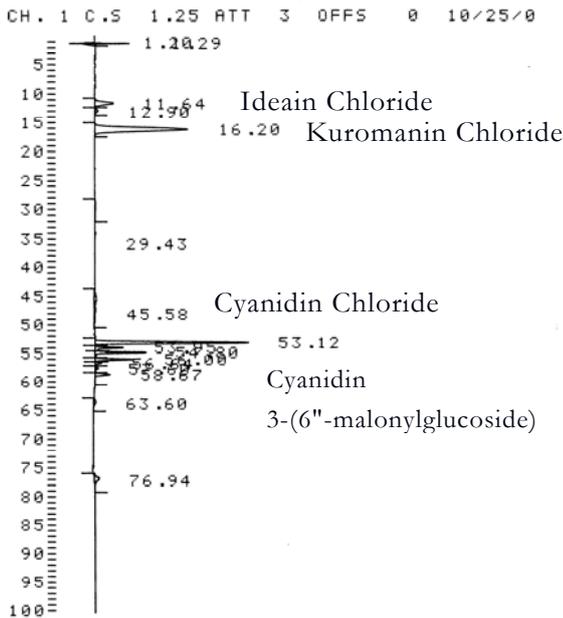


図 7 高速液体クロマトグラフによるアントシアニンの分析

3. タロッコの抗酸化性

タロッコには、アントシアニンが含まれているため抗酸化能(消去率)が大きいと推定される。そこで、2月に収穫された柑橘の消去率について測定した結果を図 8 に示す。消去率は、モロ、甘平、綾小春、タロッコ、ポンカンにおいて、それぞれ 49.4%、48.7%、50.8%、45.8%、46.5%と大きな抗酸化性を示した。全体的に柑橘果汁の抗酸化能は大きかったが、これは、全てのサンプルにア

ントシアニンのほかにビタミン C やクリプトキサンチンなどが多く含まれていると推測された。

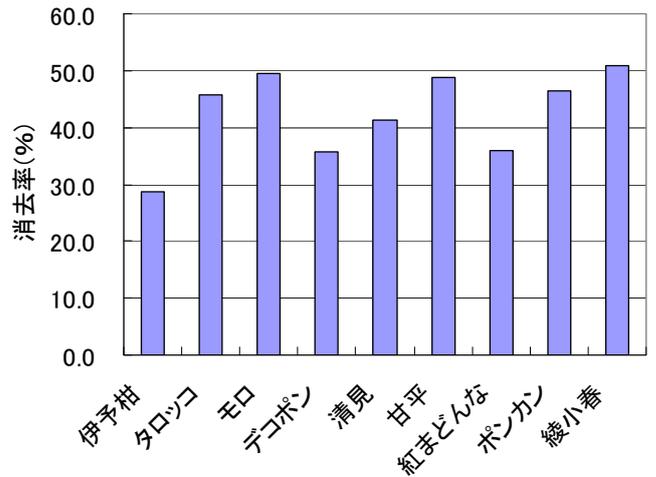


図 8. 柑橘の抗酸化性

ま と め

タロッコの加工適性を調べるために、収穫時期別にアントシアニン含有量や酸度、糖度などの変化と抗酸化性について測定し、以下の結果が得られた。

1. 収穫時期別成分変化

収穫時期が 12 月から 1 月、2 月になるに従って、酸度は減少し pH は増加したが、2 月から 3 月の変化は少なかった。

収穫時期が 12 月から 1 月、2 月、3 月になるに従って、グルコースやマルトースは微増するが、果糖やサッカロースは変化が少なかった。また、アミノ酸では、Pro と Arg が増加した。

2. 収穫時期別アントシアニン含有量の変化

アントシアニンは、2 月以降、急激に増加した。また、軽い果実ほどアントシアニン濃度は高くなる傾向にあったが、果皮の色と果肉の色に関連はなかった。

3. 果汁の抗酸化性

タロッコも他の柑橘と同様に抗酸化性が高かった。

4. アントシアニンの加工適性

3 月中旬以降に収穫したタロッコは、アントシアニンや遊離アミノ酸の含有量が多く、赤色が濃く味が濃厚な果汁としての利用が期待できた。

引用文献

1) 門家重治、児玉雅信：県産かんきつ果汁の高品質化に関する研究(第 1 報)-かんきつの食味成分の解明と異臭発生成分の解明-,愛媛工技研究報告,28,35-44(1990).