

ブンタンの成育に伴う果実形質と貯蔵適性に関する研究

伊藤三郎・恒吉武雄*・橋永文男

(昭和52年8月31日 受理)

Studies on the Fruit Characteristics and Aptitude for Storage during Maturation of Pummelo (*Citrus grandis* OSBECK)

Saburo ITOO, Takeo TSUNEYOSHI and Fumio HASHINAGA

(Laboratory of Postharvest Physiology and Preservation of Fruits and Vegetables)

緒 言

ブンタンは四国、九州南部の温暖な地域に栽培され、そのなかでも高知、鹿児島県の両県が、面積ならびに生産量でも約75%を占めている。鹿児島県では“本田ブンタン”の発祥の地である阿久根市を中心に集団栽培が見られ、成熟果は1kg内外の大果となる。

本田ブンタンは、阿久根地方の本田小藤太宅地内にあったもので、当時は品質優良として阿久根地方のブンタンは大部分これに統一され、別名を阿久根ボンタンまたはコツダ(小藤田)ブンタンとも呼ばれる。

この本田ブンタン(以下ブンタンと略す)は元来、ブンタン類のなかでも豊産性で栽培し易く、収穫は現地では12月中下旬に行なわれる。貯蔵は多くが野囲い貯蔵で、一部に室内利用でワラ囲いし、乾燥防止策としてワラとビニールの併用被覆等をしていて5月ごろまで貯蔵され、適宜出荷される。12月に収穫されたブンタンは、2月上旬頃まで貯蔵すると食味が向上する。

元来、ブンタンは晩生カンキツであり、その成熟適期と果実品質との関係、収穫時期と貯蔵性の関連については殆んど研究が行なわれていないので、これらの点をより明確にする目的で本研究を行なった。

なお、本田ブンタンは大果であるが果皮がきわめて厚く成熟果で約50%が果皮重で占められており、現在さらに高品質のブンタン新品種の育成が鹿児島県果樹試験場^{4,5)}を中心に進められているが、本研究では

当面の主要品種である本田ブンタンを研究の対象とした。

材料および方法

1. 供試材料 阿久根市尾崎地区のブンタン集団樹園地(樹令10年生、永野井義信氏園)から1974年は標準樹5本を指定し、7月より12月まで6回、1975年は3樹を供試し9月より翌年2月までの7回にわたり、毎月各樹より5果ずつ本田ブンタン(*Citrus grandis* OSBECK)を採取し実験に供した。

貯蔵試験用は、1974年は12月分の採取と同時に開始し、各樹10果ずつを採取して室温で5日間予措した後、10°C低温区と常温区に分け40日間貯蔵し、両者を比較した。1975年は12月1日に採取したものを50日間同様に貯蔵し、翌年1月19日まで樹上においた果実、いわゆる樹上貯蔵果と比較した。

2. 測定項目と方法 果形指数、果重、果皮重、果汁率、pH、有機酸、果皮の色調、果皮および果肉の全糖、還元糖、ビタミンC、ナリンギン、香気成分、ペクチン組成および官能審査による食味などを測定した。

(1) 果形指数 横径(D)と縦径(H)を測りD/Hで求めた。

(2) 果汁率 じょうのうを分離してじょうのう膜と砂じょうに分け、砂じょうは予め乳鉢で磨砕した後、さらし布に包んでハンドジューサーを用いて压榨、搾汁した。

(3) 全糖、還元糖 Somogyi 変法で定量し、シヨ糖=(全糖-還元糖)×0.95として算出した。果皮糖分の抽出法: 4分割した果皮の赤道部を直径10mmのコルクボーラーでせん孔し、油胞部を除いたアルベド部のみを細片に切断し、これより10g秤取し、

本論文の要旨は園芸学会昭和51年秋季大会で発表した。

* 鹿児島県農業改良普及員

Agricultural improvement and promotion section (Kagoshima Prefecture)

70%メタノールを加えて3分間、ホモジナイズして乳状にした。さらにメタノールを加えて、遠心分離して上澄液 150~180 ml を得るよう3回反復した。抽出液はロータリー・エバポレーターでメタノールを揮散させ、残留液 30 ml 位の時点でイオン交換樹脂(アンバーライト MB-3)を小さじ2杯分加え、さらに純水で 70 ml 位に増量して、30分攪拌しながら脱イオンした。ろ液を 200 ml (20倍希釈)に定容し、10 ml 採り、Somogyi 変法で還元糖を滴定した。

果汁は遠沈上澄液 10 ml を 250 ml に定容(25倍)し、これより 10 ml サンプルングし還元糖を定量した。

全糖：果汁については上記25倍希釈液から、果皮については20倍希釈液から 100 ml をとり、25% HCl (10 ml) を加え 70°C の温湯で30分間転化し、40% NaOH で中和した後、200 ml に定容し、これより 10 ml とり Somogyi 変法で定量した。

(4) クエン酸と pH 果汁 (5 ml) に純水 (95 ml) を加え、0.1 N NaOH で滴定し、クエン酸%として算出、pH はガラス電極 pH 計で測定した。

(5) 有機酸 イオン交換樹脂法によって抽出し、活性シリカゲルカラムクロマトグラフィーにより分離、溶媒はクロロホルム-n-ブタノール混液のステップワイズ式により溶出、各フラクションを 0.01 N NaOH で滴定した。

(6) ビタミンC 毛戸らのジニトロフェニルヒドラジン法を改良した時間短縮法³⁾により 520 nm で比色定量した。

(7) ナリンギン 中林ら⁸⁾の Davis 変法により果汁および果皮について分析し、果皮はアルベド細片 (2 g) に 60%メタノール (100 ml) を加えて1時間加温抽出後、50%メタノール 200 ml に定容し、アルカリで発色した橙黄色を 420 nm で比色定量した。

(8) 揮発性成分 フラベド (2 g), アルベド (10 g), 果肉 (10 g) をそれぞれ 100 ml 三角フラスコに入れて密閉し、30°C に3時間保った後、ヘッドスペースを昇温ガスクロマトグラフィーによって測定した(分配剤:カーボワックス 20 M, カラム:3 m × 3 mm, 窒素ガス:40 ml/min, Temp.:80°C→5°C/min)。

(9) ペクチン 水抽出、ヘキサメタリン酸ナトリウム抽出および塩酸抽出で3分画し、カルバゾール比色法によりガラクトキロン酸としてペクチン含量を求めた。

実験結果

1. 1974年産プンタン

1. 果実の肥大, 果皮歩合等

Fig. 1 および Table 1 に示したように、果実の肥大は10月を最高に単純なS字型曲線を示したが、12月時点で再成長しS字変形状となった。特に果皮歩合は極めて高く10月以降~12月の収穫期でも約50%に達していた。

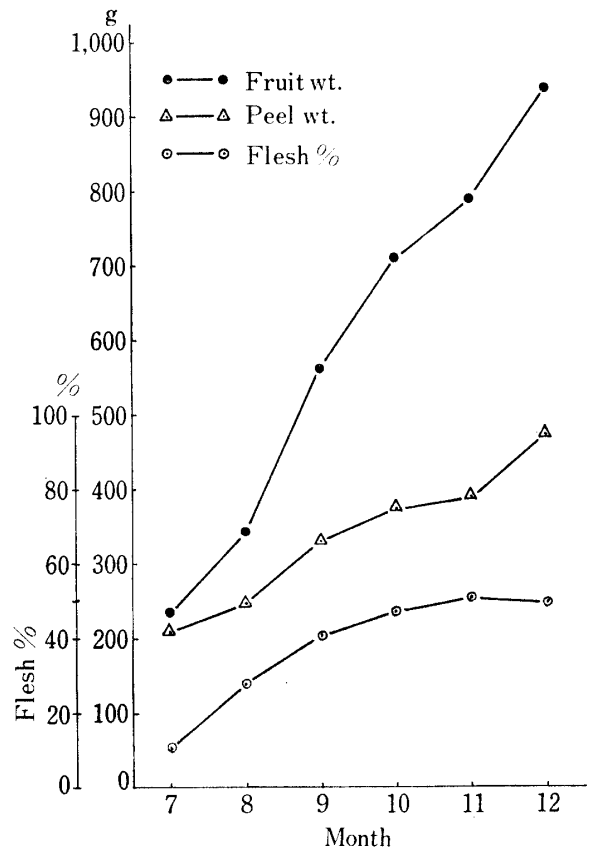


Fig. 1. Seasonal changes of fruit, peel wt, and flesh % of pummelo.

2. 糖組成

Fig. 2 に示したように果皮中の全糖およびショ糖の増加は顕著であったが、果肉では緩慢であった。果肉の糖組成はショ糖の含有量がたえず果皮よりも高く、全糖に対しショ糖の占める割合は約60%であり、一方、果皮では還元糖がいずれの時期でもショ糖より高く(還元糖率88~55%)、果肉とは全く異なった傾向がみられた。すなわち、糖組成は温州ミカン、ポンカンなどと同じ傾向を示した。

3. 有機酸

プンタンの主要有機酸であるクエン酸の変動は

Table 1. Seasonal changes of shape index of fruit, edible portion ratio of pummelo

Picking date	Fruit wt.	Diam.	Height	Shape index	Peel ratio	Flesh wt.	Segment membrane	Edible portion
	g	mm	mm		%	g	g	%
July 23	233	93	86	1.10	89.7	24	—	—
Aug. 21	341	109	96	1.13	72.5	94	19.4	21.8
Sept. 23	560	127	108	1.17	59.0	230	34.8	34.8
Oct. 24	706	136	114	1.19	52.4	334	39.6	41.7
Nov. 25	786	139	119	1.17	49.2	397	43.5	45.0
Dec. 19	935	150	124	1.21	50.4	464	45.7	44.7

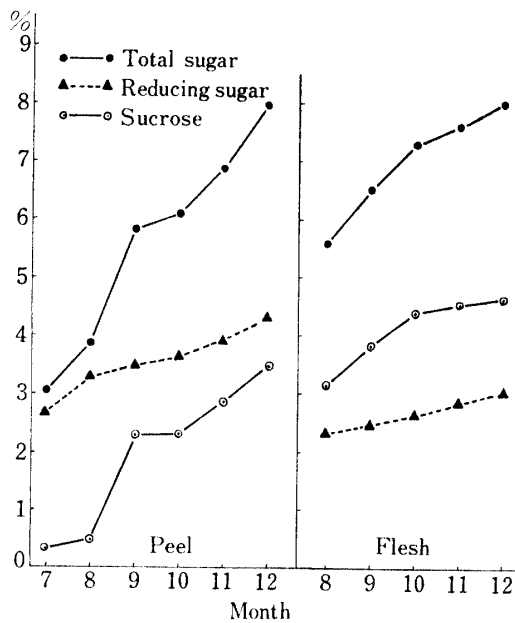


Fig. 2. Seasonal changes of sugars in the peel and flesh of pummelo.

Fig. 3 および Table 2 に示したように8月の未熟果の時点で1.4%で他のカンキツと比べ少なく、10月時点で最低値の1.24%を示し、その後いくぶん増加するが12月の成熟期でも1.42%程度であった。

従って1果当りの酸含量では、果実の肥大とともに著しい増加を示し、12月時点でも減少はみられず、ブタン果実内でのクエン酸の著しい増加、蓄積が成熟期に近い12月までなされていることが判明した。これは温州ミカンのクエン酸の時期別変化と比較⁶⁾して、全く異なる特異的なクエン酸のパターンであることが注目される。

4. ナリンギンとビタミンC

果汁および果皮中のナリンギンの時期別消長は Fig. 4 および Fig. 5 に示したが、果汁、果皮ともに生育に伴って漸次減少を示すが、果皮には特に多く含まれる。1果当りの絶対量では果皮には果汁中の38~50倍ものナリンギンが蓄積、増加することが認めら

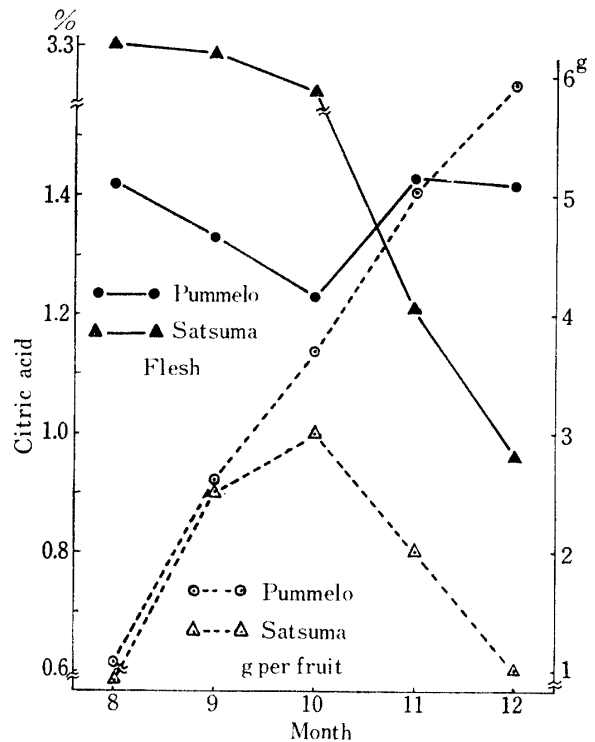


Fig. 3. Seasonal changes of citric acid in the flesh of pummelo.

れた。

ビタミンCの消長については Fig. 6 および Fig. 7 に示したが、特に還元型ビタミンCの1果当りの全量は果汁、果皮とも成育に伴って12月の採收期まで著しく増大した。

5. 香気成分

(1) 果皮フラベド部 Fig. 8 に示したように11月28日採収果のフラベド部位には15~16種類の香気成分が含まれており、主成分としてはリモネン、β-ピネン、α-ピネン、ミルセン、エタノール、メタノール、アセトアルデヒドなどを確認した。

(2) 貯蔵中の変化

(a) フラベド 10°C、常温ともアセトンのピークが現われ、β-ピネンの大きいピークが半分以下にな

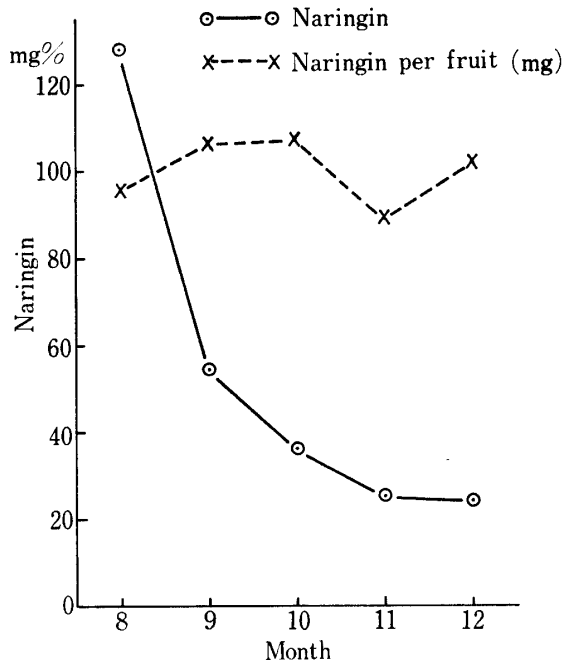


Fig. 4. Seasonal changes of naringin in the flesh of pummelo.

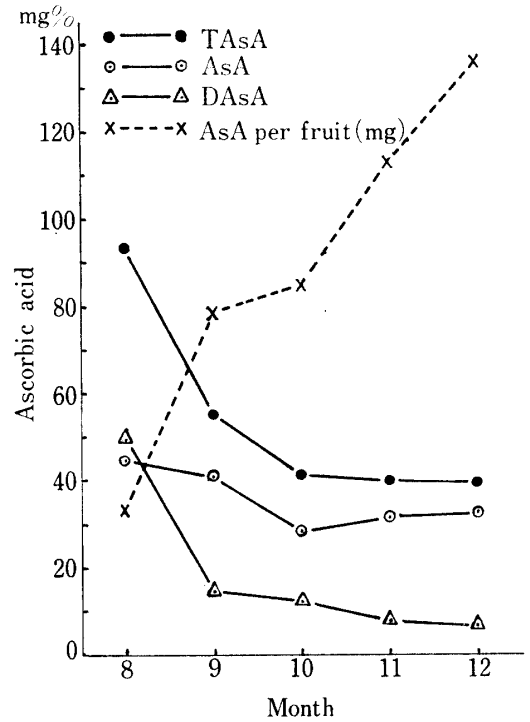


Fig. 6. Seasonal changes of ascorbic acid in the flesh of pummelo. TAsA: Total ascorbic acid, AsA: Ascorbic acid, DAsA: Dehydro-ascorbic acid

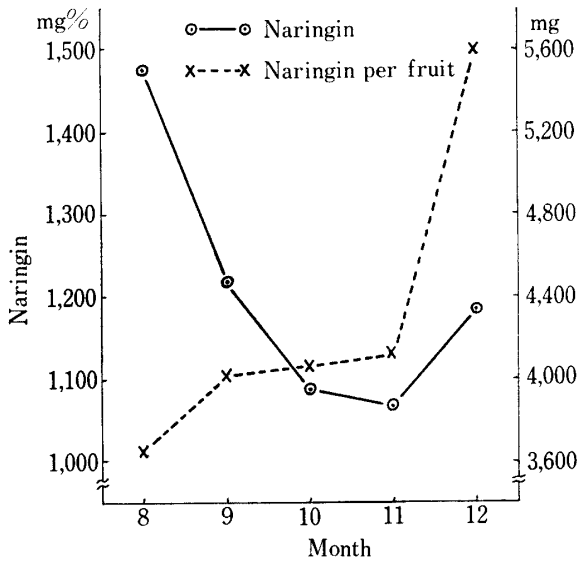


Fig. 5. Seasonal changes of naringin in the peel of pummelo.

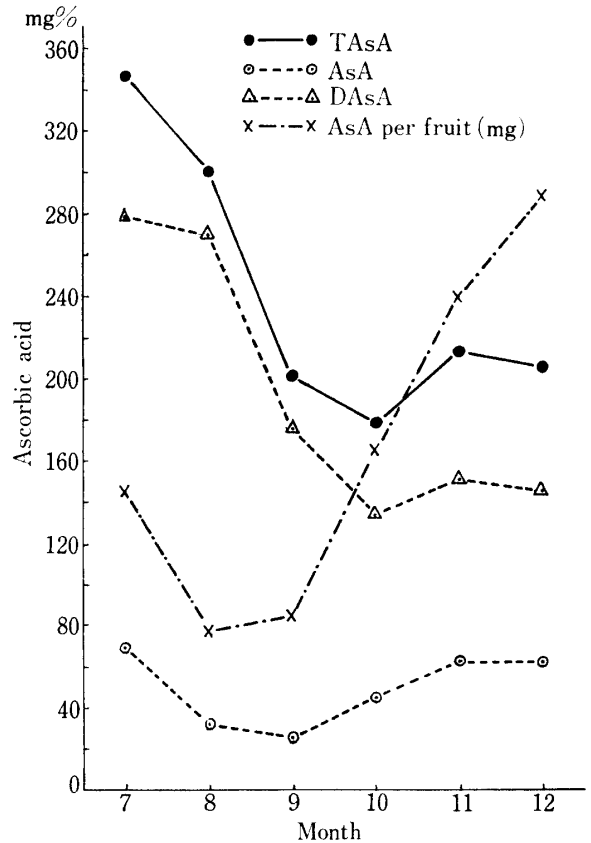


Fig. 7. Seasonal changes of ascorbic acid in the peel of pummelo.

る。このβ-ピネンがブタン特有の香り成分の一部と思われる。

(b) アルペド Fig. 9 に示したが常温区ではアセトアルデヒド、アセトン、エタノール、リモネンが著しく増加、貯蔵前になかったα-ピネン、ヘキサナール、β-ピネン、ミルセンが出現した。

(c) 果肉 Fig. 10 に示したが、貯蔵中にアセトアルデヒド、エタノール、リモネンが顕著に増加し、

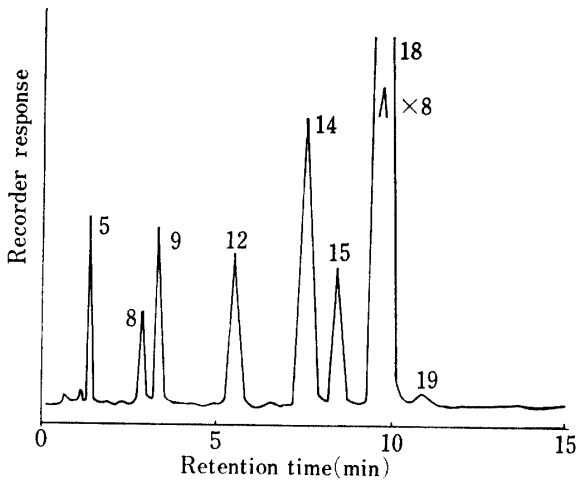


Fig. 8. Volatile substances in fresh flavedo of pummelo (Nov. 28).

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| 5. Acetaldehyde | 14. β -Pinene |
| 8. Methanol | 15. Mircene |
| 9. Ethanol | 18. Limonene |
| 12. α -Pinene | 19. γ -Terpinene |

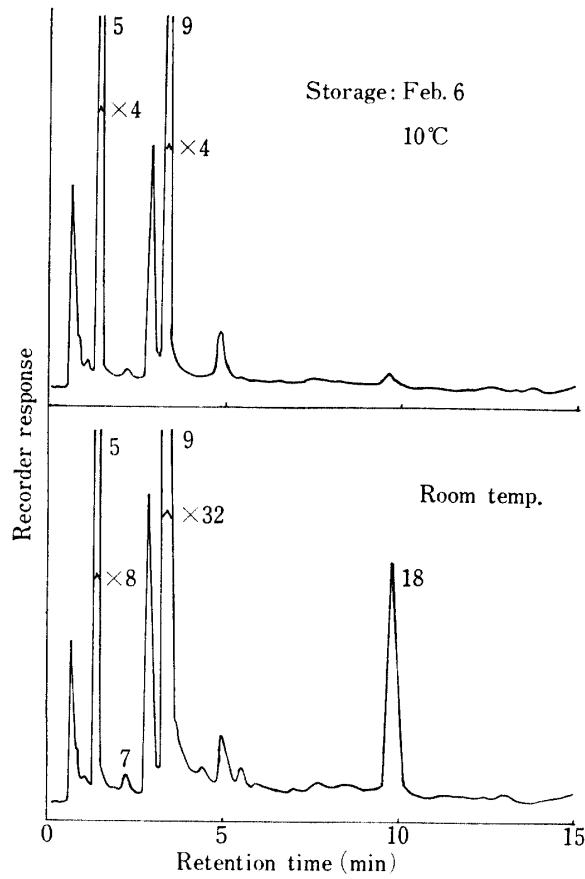


Fig. 10. Volatile substances in flesh of pummelo.

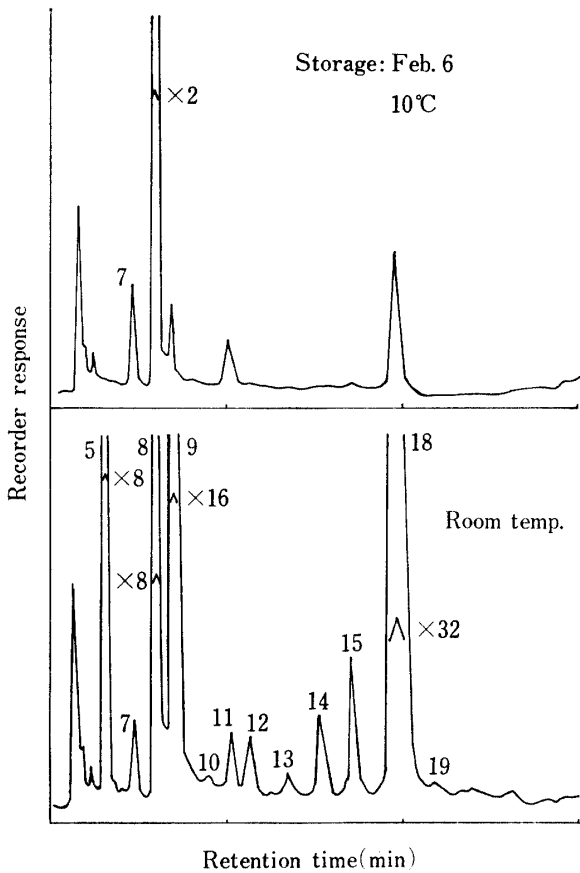


Fig. 9. Volatile substances in albedo of pummelo.

3 および Fig. 11 に示したように成熟に伴って増加しており、アルベド、じょうのう膜ともに11月下旬採収果において最高を示した。じょうのう膜の全ペクチンはアルベドの約1.7~2.1倍もあり、じょうのう膜もペクチン源として重要であろうと思われる。しかし、塩酸抽出ペクチンが約71~77%内外で非常に高く、じょうのう膜においては大部分がプロトペクチンと考えられる。

II. 1975年産ブンタン

前年度の結果から、成熟に伴い果実中にクエン酸、糖分、ナリンギン、ビタミンCなどが12月収穫期に至ってもなお上昇、増大していることから、翌年1月以降に成熟適期があるのではないかと思われる。その点を試験するため越年採収し同様に試験した。採収は9月5日より開始し翌1975年2月9日まで7回に渡り3樹(樹令11年生)より供試した。

1. 越年採収した場合の時期的変動

その時期別変動の結果は Tables 3, 4, Figs. 12, 13 などに示したが、大別して次の2つのパターンに分けられた。

品質の劣化を示している。

6. ペクチン

全ペクチンに対する可溶性ペクチンの割合は Table

Table 2. Main acid constituents in flesh of pummelo

Picking date	Citric	Malic	Others (%)			
			Total	Isocitric	Succinic, α -Ketoglutaric	β -Hydroxy- butyric
	%	%				
Oct. 16	90.39	4.74	4.87	1.13	0.96	0.65
Nov. 16	90.06	4.56	5.38	0.82	1.16	1.08
Dec. 17	92.56	3.98	3.46	0.68	0.82	0.82

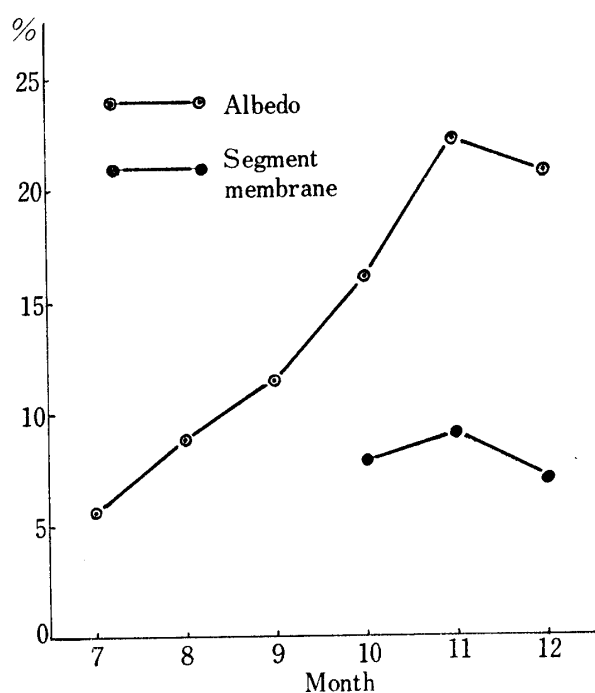


Fig. 11. Seasonal changes of soluble pectin ratio to total pectin in the albedo and segment membrane of pummelo.

(1) 12月下旬で果実形質、成分の蓄積がほぼ停止するもの：果実の肥大、果皮歩合、クエン酸、ナリンギン、果肉のビタミンC

(2) 越年2月上旬まで増加を示すもの：糖度、果皮の色調a、b値、果皮の還元型ビタミンC

従って、ブタンの成熟は12月の時点において、果実の肥大、クエン酸、ナリンギン等の増加はほぼピークに達しており、それ以降は横ばいを示している一方、越年2月上旬までなお増加を示すものとして糖度、果皮の色調、還元型ビタミンCがあげられる。

このことは従来のブタンの収穫期の12月時点では、内容成分上からはやや未熟果の状態にあり、これより1~2か月樹上においた場合は、さらに糖分の増加、果皮の着色などの成熟が進行し、果実の内容成分が充実、食味も向上することが認められた。

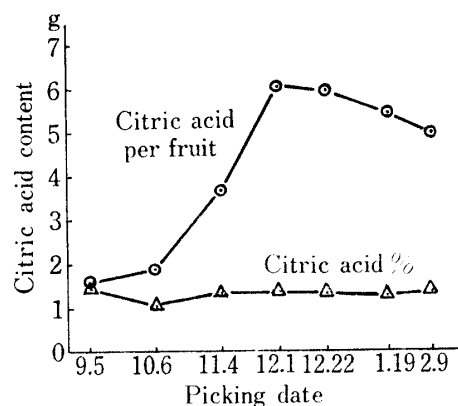


Fig. 12. Seasonal changes of citric acid in the flesh of pummelo (over the year-end).

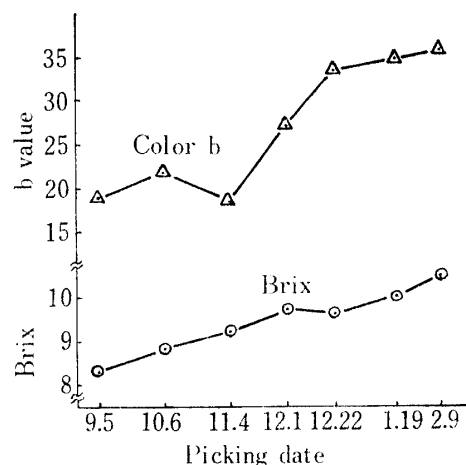


Fig. 13. Seasonal changes of Brix and color b value of pummelo (over the year-end).

2. 越年採取果の問題点

この場合、問題としては越年採取の果実には、凍霜害による果皮の油胞部分の1部に色変り果が発生したことである。すなわち、2月9日に供試樹のうち1樹の樹上残存果115果を採取したうち、47%の果実が多少の差はあったが果皮の油胞部分の1部に色変りが見られた。これは越年後の1月、2月中の低温により樹上で果実が凍霜害を受け、その後日光の直射等が起

Table 3. Seasonal changes of pectins in the albedo of pummelo

Part	Picking date	Pectin fraction			Total pectin
		Water sol.	(NaPO ₃) ₆ sol.	HCl sol.	
		%	%	%	%
Albedo	July 23	0.21	1.47	2.14	3.82
	Aug. 21	0.42	1.93	2.38	4.74
	Sept. 23	0.52	1.31	2.70	4.54
	Oct. 24	0.77	1.41	2.63	4.81
	Nov. 25	0.81	1.20	1.65	3.67
	Dec. 19	0.95	1.32	2.32	4.58
Segment membrane	Oct. 24	0.65	1.74	5.88	8.27
	Nov. 25	0.68	1.01	5.86	7.56
	Cec. 19	0.59	1.59	6.26	8.44

Table 4. Seasonal changes of naringin in flesh and albedo of pummelo

Picking date	Peel ratio	pH in juice	Naringin (juice)		Naringin (albedo)	
			Fresh	Per fruit	Fresh	Per fruit
	%		mg	mg	mg	mg
Sept. 5	65.1	3.29	81	89	1,426	3,662
Oct. 6	61.4	3.39	64	114	1,081	3,662
Nov. 4	50.8	2.48	28	76	1,116	3,628
Dec. 1	49.3	3.17	32	143	1,302	6,398
Dec. 22	46.7	3.28	30	137	1,000	4,432
Jan. 19	51.0	3.45	30	130	1,312	6,442
Feb. 9	54.6	3.32	25	89	1,444	7,007

Table 5. Changes of fruit qualities during storage of pummelo

Qualities	Dec. 1 picked fruit	50 days storage		
		10°C	Room temp.	On tree
Retention (%)	100	95.8	60.0	100
Acid (%)	1.29	1.28	1.36	1.28
Brix	9.6	10.3	10.4	9.8
pH	3.18	3.24	3.57	3.43
Color a	-7.3	-4.0	5.2	-2.3
Color b	24.4	36.4	28.7	35.7
Naringin in juice (mg %)	29.0	27.9	33.8	30.1

因し果皮の油胞部分が温度障害を引起し色変りを生じたものと考えられる。

III. ブンタンの貯蔵適性

1. 1974年産の貯蔵試験

12月採収果を各樹10果ずつ供試し、室温で5日間予措した後、10°C（湿度86~88%）と常温区（13~21°C、湿度50~60%）に分け40日間貯蔵した結果、両区間に差があるのは果皮の色調、光沢、香氣、果皮部（アルベド）の糖組成などであり、常温区は果皮の還元糖の著しい増加が目立った。

このように貯蔵条件の差は、果皮部ではきわめて顕著に現われたが、果内部に対しては意外に軽微であり、従ってブンタン果実の構造上の特質、特にアルベド組織の肥厚発達とじょうのう膜の強じん性がもたら

す差異と考えられる。

2. 1975年産の貯蔵試験

12月1日採収果を50日間10°C区と常温区に貯蔵し、一方、樹上で越年し翌年1月19日の採収果（50日間樹上貯蔵）と対照区（12月1日採収果）計4処理間で比較した果実品質の変移はTable 5のとおりである。

1975年の試験でも常温貯蔵は果実の減量が最も激しく、貯蔵開始後5週目には乾燥のため1部こはん症状が見られた。ブンタンのクエン酸は50日間の貯蔵中あるいは越年樹上貯蔵でも温州ミカンとは異なり、クエン酸含量の変動がきわめて少ない点が注目される。

官能による食味試験では、樹上貯蔵果は食味が最も

優れており、次いで 10°C 区が良好であったが、常温区はこはん症果のためか食味が劣り品質の低下が激しかった。

考 察

ブンタンはシトロンとともにカンキツ類中最も巨大な果実を産する。また単胚であるので、ブンタン同志の自然交配で多数の品種が発生したし、さらにオレンジ類やミカン類などが交雑して、さまざまな自然雑種が誕生した。そしてその大果性は受継がれ、カンキツ類中でも特異な存在として注目される。

本実験の対象となった本田ブンタンは成熟すると大きさ 1 kg 内外に達し、そのうち果皮の占める割合は 50% で、特に海綿組織のアルベド部が肥厚しており、従ってじょうのう膜を除去すると可食部は正味 44~45% 程度となる。それ故、この厚い果皮を利用して砂糖煮のブンタン漬けの特産品が生産されており、現在生産量の 3 割程度が加工原料として消費されている。この本田ブンタンは阿久根市およびその近郊で集団栽培され、わが国のブンタンでは最も多くの産出量を誇っている。

しかし、これまでこの特徴的なカンキツである本田ブンタンの育成肥大過程における形質、内容品質の変化、採取適期、貯蔵性などについては従来、系統的な研究が殆んどなされていないので、当面の主要品種である本田ブンタンのこれらの点を明らかにすることを主眼に 2 か年間の結果をとりまとめたものである。

1974 年の試験結果で注目されたのは育成に伴うクエン酸のパターンであり、主要有機酸はクエン酸で有機酸の 90% 以上を占めていたが、クエン酸含量は育成期間中 (8~12 月) 1.40% 前後の小幅な変動であり、1 果当りの全酸量では果実の肥大とともに著しい増加を示し、12 月時点でも減少の傾向はみられなかった。これは温州ミカンや夏ダイダイなどと全く異なる特異的なクエン酸のパターンであった。翌年 1975 年の越年採取の結果では、クエン酸の果実内への蓄積は 12 月でピークに達し、それ以後はほぼ停止していることがわかった。

すでに垣内ら^{6,7)} により報告されているように、1 果当たりでは温州ミカンの酸集積が 10 月上旬にピークを持ち、夏ダイダイ、福原オレンジの晩生カンキツではややおそく 11 月前後に酸集積のピークがあるが、ブンタンはそれより更におそく 12 月以降にあり、それ以降で果実の肥大が停止した後も、果汁の酸含量は減少を示さない。しかし、レモンのように果実 1 個中

に含まれる酸の総量は、果実の各発育段階を通じて一定のものもあり、例えば 1 果中に含まれる酸の総量はほぼ 2.1 g 程度で、この値は果実発育の各期を通じて一定に保たれている。

Erickson²⁾ はカンキツ果実の酸は、果実内部で合成されることを明らかにし、いっぽう Ting¹¹⁾ は果肉組織の中心部に酸の集積が著しいことを確かめている。これらのことを考え合わせると、酸の集積は酸合成を行なう果実細胞の分裂、肥大が前提条件となることを示しており、生体内での酸の集積は糖の分解過程での触媒生成物であり、細胞内の酵素活性ことにクエン酸の生成分解をつかさどるアコニターゼの活性低下あるいは Bogin ら¹⁾ が認めているようにシトラマレイトの生成によるアコニターゼ阻害、さらに解糖系の諸酵素の活性に支配されるものと思われる。

一方、果汁中の酸の減少は果肉組織の呼吸系ないし物質代謝の経路の変更を意味するものであり、通常酸の減少に伴って呼吸の低下、芳香成分の生成、組織の軟化などが起こる。

これらのことからブンタンの真の成熟期は現在収穫されている 12 月ではなく、少くともそれ以降にあることが推定され、ブンタンは晩生カンキツであることが伺われる。

次に貯蔵性についての問題であるが、ブンタン類に関する研究報告は他のカンキツ類に比べて少なく、そのなかでも貯蔵に関しては古く桜井^{9,10)} の台湾産カンキツ類の冷蔵および貯蔵の報告が見られるだけで、麻豆ブンタンおよび晩白柚について温度 2~3°C、湿度 94~96% で貯蔵試験を行っている。晩白柚では 2 月より 6 月までの 100 日間の貯蔵試験の結果上記の条件で 6 月下旬までは辛うじて保蔵できたが、桜井によれば果形大なるブンタン類は重量大にして内容、果肉組織の充実緊張を長期に渡って持続することは困難と述べている。

本貯蔵試験でも果実重が重いことと相まって、肥厚した果皮アルベドを収縮させず鮮度を保つことがブンタン貯蔵上重要であると認められた。従って、常温貯蔵でその上湿度が低く乾燥気味な場合は、この果皮アルベド部が収縮し、加えてこはん症の発生が多くなり、果実品質の明らかな劣化を来すようになる。50 日貯蔵で果実重の保持率を比較すると、10°C 低温区 (湿度 86~88%) で保持率 95% のブンタンは鮮度が優れており、常温乾燥区 (13~21°C、湿度 50~60%) で保持率 60% のブンタンは品質不良であった。

これらのことから、ブンタン類の貯蔵は同じカンキ

ツ類でも温州ミカンとは形質が異なっているので、貯蔵条件を異にし強度の予措乾燥は不適であり、果皮アルベドを収縮させず果皮海綿部がはりのある状態を保つことが品質保持上重要となっている。また、貯蔵中のクエン酸の分解もきわめて少ない点、追熟貯蔵中にブンタン特有の芳香がもし出される等が特徴としてあげられる。

樹上貯蔵中における果皮の部分色変り果の発生については、越年した場合に遭遇する低温気象条件に起因すると考えられるが、外観の商品性を低下させるだけでなく、こはん病発生の誘因ともなる。温州ミカンの貯蔵中の低温障害としては低温域 0~1°C で油胞部の斑点性かつ変が認められ、油胞部のかつ変は未熟果に多いとされている。これに湿度が適正でない場合などは、油胞間の陥没いわゆるピッチングを生ずる。

したがって、晩生カンキツであるブンタンの採収適期は現行の12月より遅くして、成熟をより進めた越年段階で収穫し、出荷、貯蔵した方が、内容品質からは良好であると言えるが、この凍霜害による果皮の色変り発生がその年の気象条件で起こり得るので、越年採収には十分な注意が必要となろう。それ故、12月早あるいはそれ以前の早期採収は、ブンタンの内容成分の充実を伴っていないことが本実験からも確かめられたので、早採り出荷、未熟果の採収、貯蔵は可能な限り避けたいものと思われる。

要 約

1. ブンタンの成育に伴う形質の変化をまず明らかにするため、1974年は5樹を供試し7月より12月まで6回、1975年は3樹を供試し9月より翌年2月までの7回に渡り、時期別に果実の肥大状況、果皮歩合、可食部、部位別の各種成分の消長、貯蔵適性等を測定した。

2. 両年度の成績から総括すると、ブンタンの形質、成分の時期別変動は次の2つのパターンに分けられた。①12月下旬で果実形質や成分の変動がほぼ停止するもの：果実の肥大、果皮歩合、クエン酸、ナリンギン、果肉のビタミンC、②越年2月上旬まで増加するもの：糖度、果皮の色調aおよびb値、果皮の還元型ビタミンC、であった。

3. 越年2月9日まで樹上においた果実は、果皮の油胞部分の1部に色変りがみられ、発生率は115果採収したうち47%に達した。これは樹上で凍霜害を受け、その後日光の直射等による温度障害を引起したものと思われる。

4. 12月採収果を貯蔵した場合、果実の品質について試験したが、ブンタン果実のアルベド組織が肥厚している特性、乾燥に弱い点等を考慮して、従来の野囲い貯蔵に代る最適貯蔵法の確立が望ましいと思われた。

5. これまでの結果を総合判断すると、ブンタンの収穫適期は従来の12月中旬より遅くした方が品質全般に良好であると言えるが、越年採収には凍霜害の問題が残るように思われる。

6. ブンタンの主要有機酸はクエン酸が90%以上を占め、次いでリンゴ酸が4%内外、イソクエン酸が1%内外含まれていた。また成育に伴い、果実内でクエン酸の蓄積が12月まで増加を続けており、温州ミカン、夏ダイダイとは全く異なるクエン酸のパターンが認められたことは注目に値する。

7. 香気成分としては、15~16種含まれていることを同定し、主成分としてリモネン、β-ピネン、α-ピネン、ミルセン、エタノール、アセトアルデヒド等を確認した。

謝辞：本研究を行なうに当たり、供試材料の提供や実験遂行にご協力、ご配慮いただいた阿久根市長、市役所農政課、阿久根ボンタン振興会会長等関係各位に深謝する。なお本研究費の一部は農林水産省特別試験研究費補助金の助成をいただいたことを付記し、謝意を表する。

文 献

- 1) Bogin, E. and Wallace, A.: Organic acid synthesis and accumulation in sweet and sour lemon fruits. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **89**, 182-194 (1966)
- 2) Erickson, L. C.: Citrus fruit grafting. *Science*, **125**, 994 (1957)
- 3) 伊藤三郎・沢井喜代美：ヒドラジン法によるビタミンC定量の時間短縮法について。園試興津年報(果・加), **No. 5**, 60-62 (1969)
- 4) 鹿児島県果樹試験場：育成カンキツ果実調査。48年度試験成績書(栽培・土壌肥料), 9-14 (1974)
- 5) 鹿児島県果樹試験場：晩生新品種育成現地検定試験。50年度試験成績書(栽培), 27-31 (1976)
- 6) 垣内典夫・伊庭慶昭・伊藤三郎：カンキツ果汁の基礎的研究 I 温州ミカンの有機酸および糖分の時期別変化。園試報, **B, No. 10**, 149-162 (1970)
- 7) 垣内典夫・伊藤三郎：同上 II 夏カンおよび福原オレンジの有機酸と糖分の時期別変化。園試報, **B, No. 11**, 101-117 (1971)
- 8) 中林敏郎・神谷真太郎：柑橘類フラボノイドの

- 研究(その2)温州蜜柑果汁中アルカリで黄色を呈する成分. 農産技研誌, **6**, 149-155 (1959)
- 9) 桜井芳次郎: 台湾産柑橘類の冷蔵及普通貯蔵の比較(1). 柑橘研究, **5**(2), 181-198 (1933)
- 10) 桜井芳次郎: 同上 (2). 柑橘研究, **6**(1), 48-72 (1933)
- 11) Ting, S. V.: Distribution of soluble component and quality factors in the edible portion of citrus fruits. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **94**, 515-519 (1969)

Summary

1. In order to clarify the changes in fruit characteristics appearing in accordance with the maturation of pummelo (so called Buntan in Japan), some inspections and analyses were made on the following items: fruit-enlargement, peel percentage, edible portion ratio, constituents of the component parts of fruit. To be used in these studies, fruits were collected monthly 6 times from July to December in 1974, using 5 trees; and 7 times from September in 1975 to February of the next year, using 3 trees.

2. From the results obtained through these two seasons, the seasonal changes of pummelo were divided into the following two patterns. (1) The items approximately brought to cessation towards the end of December were fruit-enlargement, peel percentage, the amounts of citric acid, naringin, and ascorbic acid in the flesh, (2) The items made to be increasing till the beginning of February of the next year were Brix, Hunter color values (a) and (b) of the peel, and reducing-typed ascorbic acid in the peel.

3. The fruits allowed to be remaining on trees till February 9 were observed to occur a color change on the oil gland of the peel, reaching the incidence of 47% of the 115 fruits collected. This was assumed to have been caused by temperature injury, due to the fact that fruits were affected by frost and thereafter by straight sun light.

4. Concerning the storage of the fruits, picked in December, from our experiments on the quality of fruits, it was considered to be desirable to establish an optimum storage condition in place of the present field storage, paying due regard to the characteristics of thickening growth of albedo tissue, and of sensitivities to dryness.

5. The conclusion from these results showed that in view of general quality the time fit to the harvesting of pummelo should be fixed at the date later than the middle of December, contrary to the present usage. However, this innovation seems to have presented a problem of frost-injury threatening the next year harvest.

6. The major organic acids of pummelo were composed of citric acid of more than 90% of the total, malic acid of about 4%, and isocitric acid of about 1%. It is worth noticing that unlike the cases of Satsuma mandarin and Natsudaidai, in accordance with the maturing of the fruit, the accumulation of citric acid in the fruit continued to be increasing up to December.

7. About 15-16 kinds of aromatic substances were found, and as major constituents, limonene, β -pinene, α -pinene, myrcene, ethanol and acetaldehyde were identified.