

チュウゴクナシ‘鴨梨’果実の樹上および収穫後の成熟特性

誌名	園藝學會雜誌
ISSN	00137626
巻/号	603
掲載ページ	p. 703-710
発行年月	1991年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



チュウゴクナシ '鴨梨' 果実の樹上および収穫後の成熟特性

寧 波・久保康隆・稲葉昭次・中村怜之輔

岡山大学農学部 700 岡山市津島

Ripening Characteristics of Chinese Pear 'Yali' Fruit on and off the Tree

Bo Ning, Yasutaka Kubo, Akitsugu Inaba and Reinosuke Nakamura

Faculty of Agriculture, Okayama University, Tsushima, Okayama 700

Summary

Ripening characteristics of the Chinese pear 'Yali', Japanese pear 'Nijisseiki', and European pear 'La France' on and off the tree were compared.

Respiration rates of all three kinds of pear fruit on the tree increased slightly during the late stage of maturation. A typical climacteric pattern was observed in stored fruit of 'Yali' and 'La France', but not in those of 'Nijisseiki', independent of their maturity.

Ethylene production by intact fruit was detected just before the 'Yali' fruit abscised and during the late mature stage of 'La France', but none was detected in 'Nijisseiki' fruit even at the overripe state. Ethylene production in the stored fruit of 'Yali' and 'La France' showed a marked climacteric pattern which was accompanied by corresponding changes in 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) and the ethylene-forming enzyme (EFE) activity. Stored 'Yali' fruit evolved a large volume of ethylene, reaching a maximum of 380 nl/g·hr. The rate of ethylene production at the climacteric peak was progressively lower as the harvest date was delayed. Contrarily, stored 'Nijisseiki' fruit disclosed an unusually high ACC content but a low level of EFE activity while evolving no ethylene.

A drastic decline in starch and a slight increase of sugar were commonly observed in the three pear cultivars during their maturation process. However, their composition of sugars differed. In 'Yali' and 'La France', fructose was the predominant sugar throughout the maturation and ripening stages, whereas, in a ripe 'Nijisseiki' fruit, sucrose was the dominant sugar.

Malic acid was the predominant acid in the three pear cultivars. No sharp changes in acid content occurred in 'Yali' and 'Nijisseiki' fruits while they were maturing, but malic acid content increased briefly in 'Yali' fruit as it ripened. Malic acid level in 'La France' increased steadily while the fruit matured but the level declined rapidly as the fruit ripened.

During maturation on the tree fruit firmness decreased gradually in 'Yali' and 'Nijisseiki' but rapidly in 'La France' during maturation. 'Yali' fruit remained relatively firm during storage but those of 'La France' softened rapidly, whereas those of 'Nijisseiki' softened gradually. We found that 'Yali' fruit retained their firmness even though they produced voluminous amounts of ethylene.

緒 言

日本で栽培されているナシは、ニホンナシ (*Pyrus serotina* Rehd. var. *culta*), セイヨウナシ (*Pyrus communis* L. var. *sativa* DC.) およびチュウゴクナシ (*Pyrus ussuriensis* Maxim. var. *sinensis* Kikuchi) に大別さ

れる(13)。中国では、'鴨梨'を始め多くのチュウゴクナシの系統・品種が栽培されているが、最近生活水準の向上に伴ってますます需要が高まる傾向にある。日本でも、少量・多様化志向の高まりとともに、チュウゴクナシも需要が増える傾向にある。一般に、果実の収穫後の品質保持や流通・貯蔵技術は樹上および収穫後の成熟特性に立脚している。この点に関しては、ニホ

ンナシ(4, 10, 14)とセイヨウナシ(1, 3, 10, 12)については、多くの報告がなされているが、チュウゴクナシについての知見はきわめて乏しい現状である。そこで、本研究では、チュウゴクナシの生産、流通および貯蔵の基礎資料を得るため、代表的品種である‘鴨梨’の樹上および収穫後の成熟特性を、ニホンナシ‘二十世紀’およびセイヨウナシ‘ラ・フランス’と対比しながら、検討した。

材料および方法

材料として岡山市内の果樹園の‘鴨梨’、‘二十世紀’、および岡山大学農学部附属農場の‘ラ・フランス’を用いた。

1987年には3品種、1988年には‘鴨梨’のみを使用し摘果期(5月上旬)から完熟期まで経時的に果実を採取し、樹上成熟特性調査に用いた。また、成熟後期の数回の収穫果については、常温貯蔵(20°C)を行い収穫後の成熟特性の調査を行った。樹上および収穫後の成熟特性の調査項目として、呼吸活性(二酸化炭素排出量)、エチレン生成量、1-アミノシクロプロパン-1-カルボン

酸(ACC)含量、エチレン生成酵素(EFE)活性、デンプン含量、糖含量、有機酸含量および果肉硬度を取り上げた。

二酸化炭素排出量とエチレン生成量は、ヘッドスペース法により常法どおりガスクロマトグラフィーで測定した。EFE活性の測定には、果肉切片約2.5gを1mM ACCを含む50mM K-リン酸緩衝液(pH 5.7)2mlの入った約40ml容のネジ蓋付三角フラスコ内に入れ、減圧浸透後、30°Cで1時間インキューベートした後、フラスコ内のエチレン濃度を測定してin vivoでの活性を求めた。ACC含量は果肉10gの80%エタノール抽出物のカチオン分画をLizada・Yang(11)の方法で分析した。デンプン含量は80%エタノール抽出残さをCarter・Neubert(2)の方法を一部修正して測定し、ジャガイモ可溶性デンプンとして表示した。果肉中の糖および有機酸含量の測定は、80%エタノール抽出物を常法どおりイオン交換樹脂で分別し、高速液体クロマトグラフィー(HPLC)(充てん剤:日立ゲル 2618, 溶離液:糖分析には蒸留水, 有機酸分析には1%リン酸液)を用いて行っ

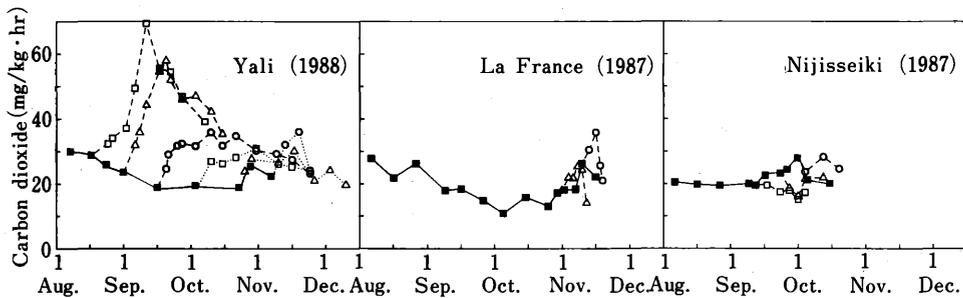


Fig. 1. Changes in the respiration rate of three kinds of pear fruit ripened on (solid symbol) and off (open symbols) the tree. Harvested fruits were stored at 20°C.

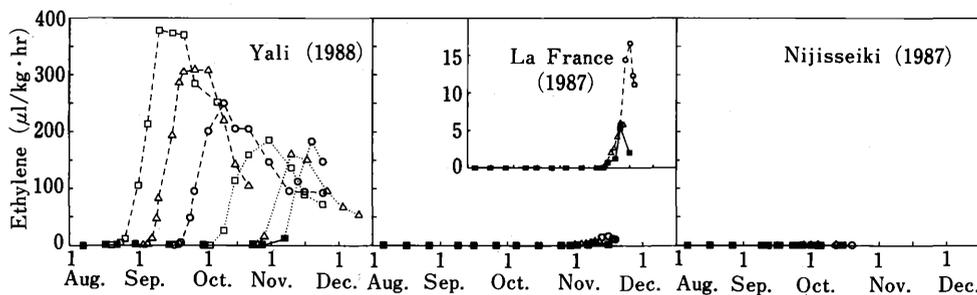


Fig. 2. Changes in ethylene production rate of three kinds of pear fruit ripened on (solid symbol) and off (open symbols) the tree. Harvested fruits were stored at 20°C.

た。果肉硬度は、圧縮試験器(東洋ポールドウイン製, STM-T-50 F)で果肉貫入抵抗速度: 50 mm/min, プランジャー: 円柱形, 直径 5.5 mm)を測定して求めた。

結 果

'鴨梨' 果実の 2 年間の結果はほぼ同様であったので、兩年のデータがある場合には、1988 年の結果を中心に述べる。なお、'鴨梨'と'ラ・フランス'は樹上では厳密な意味での成熟現象はみられず、前者では 11 月 10 日以後、後者では 11 月 15 日以後すべての果実が落下した。ここでは便宜上落下までの發育を樹上成熟として取り扱った。

1. 呼吸活性の変化(第 1 図)

樹上での果実の發育に伴う呼吸活性は 3 種類とも幼果期に高く、その後急速に減少してほぼ一定となった。第 1 図に 8 月以後の変化を示した。いずれの品種とも成熟に伴って呼吸活性はやや増加した後、'二十世紀'では完熟(食味が最高になる時期)後、'鴨梨'と'ラ・フランス'では落果直前に再び低下した。

収穫後の成熟についてみると、'鴨梨'と'ラ・フランス'は収穫熟度にかかわらず呼吸活性は追熟に伴って増加し、その後再び低下するという明確なクライマクテリックパターンを示した。'鴨梨'では、どの時期で収穫しても、収穫後はクライマクテリックが認められ、そのピークは早期収穫果ほど高くなる傾向があった。'ラ・フランス'では、ピークに達するまでの日数は 1 回目より 2 回目の収穫果のほうが短く、ピーク値も高かった。

'二十世紀'では収穫果の呼吸活性は、樹上成熟果よりやや減少する傾向がみられた。

2. エチレン生成量の変化(第 2 図)

樹上成熟果実のエチレン生成は、'鴨梨'と'ラ・フランス'では落果直前の収穫果で初めて認められた。'二十世紀'では終始ほとんど認められなかった。

収穫後の成熟に伴うエチレン生成についてみると、'鴨梨'は、いずれの時期の収穫果でも 1 週間以内にエチレン生成が始まり、呼吸のクライマクテリックのピークとほぼ同じ頃に極めて多量の生成量を示し、その後減少した。エチレン生成のピークの高さは、収穫時期が遅くなるほど低くなる傾向がみられた。'ラ・フランス'のエチレン生成は 2 回の収穫果とも明確に認められ、呼吸活性と同様に後期収穫果のほうが生成開始までの日数が短く、生成量も多かった。'二十世紀'では、いずれの時期の収穫果とも貯蔵中を通じて極めて微量であった。

3. ACC 含量および EFE 活性の変化(第 3 図)

'鴨梨'では、樹上成熟中は ACC 含量は極めて微量であり、EFE 活性もほとんど認められなかったが、落果直前になると両者ともに急増した。'ラ・フランス'では ACC 含量および EFE 活性ともに 10 月末まではほとんど認められず、その後急増した。'二十世紀'では ACC 含量はかなり認められたが EFE 活性は終始低かった。

収穫果についてみると、'鴨梨'では ACC 含量と EFE 活性のいずれも追熟に伴って増加して、ほぼエチレン

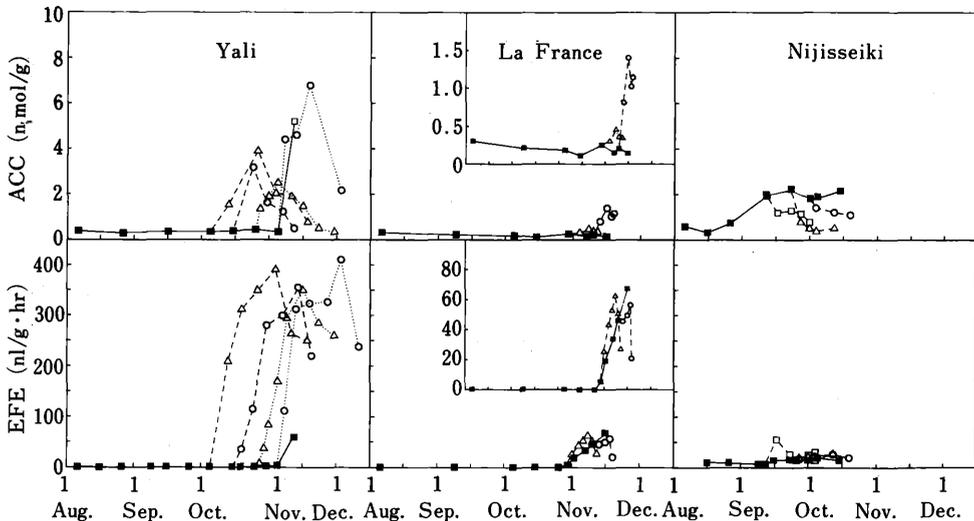


Fig. 3. Changes in EFE activity and ACC content of three kinds of pear fruit ripened on (solid symbol) and off (open symbols) the tree. Harvested fruits were stored at 20°C.

生成と同様なパターンで変化したが、EFE 活性のピークのほうがエチレンや ACC 含量と比較してやや遅れる傾向がみられた。‘ラ・フランス’も、ACC 含量および EFE 活性ともに追熟に伴って増加し、また、エチレン生成と同様に 1 回目の収穫果より 2 回目のほうが増加の速さやピーク値は高かった。‘二十世紀’では、いずれの時期の収穫果も、ACC 含量は貯蔵中減少する傾向を示し、EFE 活性の増加もほとんどみられなかった。

4. デンプン含量および糖と有機酸組成の変化(第4図)

3 種類とも成熟初期にはデンプンがかなり認められ、‘鴨梨’や‘ラ・フランス’では‘二十世紀’より多かったが、樹上成熟に伴って急速に減少した。果実中の糖としては、液体クロマトグラムから判断して、果糖、ブドウ糖およびショ糖が主なものであった。

‘鴨梨’では果糖が多く、次いでブドウ糖、ショ糖の順であり、成熟とともにいずれも漸増した。‘ラ・フランス’の糖組成および成熟に伴う変化様相は‘鴨梨’とほぼ類似していた。‘二十世紀’では成熟初期には果糖が最も多く、次いでブドウ糖、ショ糖であったが、その後ショ糖が急増して9月中旬に入ってから最も高含量になり、‘鴨梨’や‘ラ・フランス’とは異なった変化様相を示した。

有機酸組成としては、いずれの果実ともリンゴ酸とクエン酸が検出され、特に前者が主なものであった。‘鴨梨’ではリンゴ酸は樹上成熟期間中ほとんど変化しな

かったが、クエン酸は漸減の傾向がみられた。‘ラ・フランス’のリンゴ酸は樹上成熟に伴って増加した。慣行の収穫期(岡山では‘鴨梨’は10月中旬、‘二十世紀’は9月上旬、‘ラ・フランス’は10月の後半)で比較すると、‘鴨梨’と‘二十世紀’ではリンゴ酸およびクエン酸がほぼ等量であったが、‘ラ・フランス’のリンゴ酸は約2倍も高かった。逆に、‘ラ・フランス’のクエン酸含量は他の2品種よりも顕著に少なかった。

貯蔵中のこれらの含量変化については、収穫直後、貯蔵中期および貯蔵終了時の3段階について第1表に示した。‘鴨梨’では収穫時にデンプンがやや含有されているが、追熟中に急減した。‘二十世紀’と‘ラ・フランス’では、収穫時にデンプンは少量しか含まれておらず、貯蔵および追熟中にほぼ消失した。糖含量については、‘鴨梨’ではいずれの時期の収穫果も果糖およびショ糖が追熟中に一度増加したのち減少したが、ブドウ糖はやや増加する傾向があった。‘ラ・フランス’では各糖組成とも追熟に伴って増加した。‘二十世紀’では果糖やブドウ糖はやや増加したがショ糖は減少した。有機酸含量は、‘鴨梨’ではリンゴ酸が追熟中にやや増加した後減少し、クエン酸はやや減少した。‘ラ・フランス’と‘二十世紀’ではリンゴ酸は追熟中や貯蔵中に減少した。

5. 果肉硬度の変化(第5図)

果肉硬度は3種類のナシとも樹上および収穫後の成熟に伴って減少したが、‘鴨梨’や‘二十世紀’では漸減し

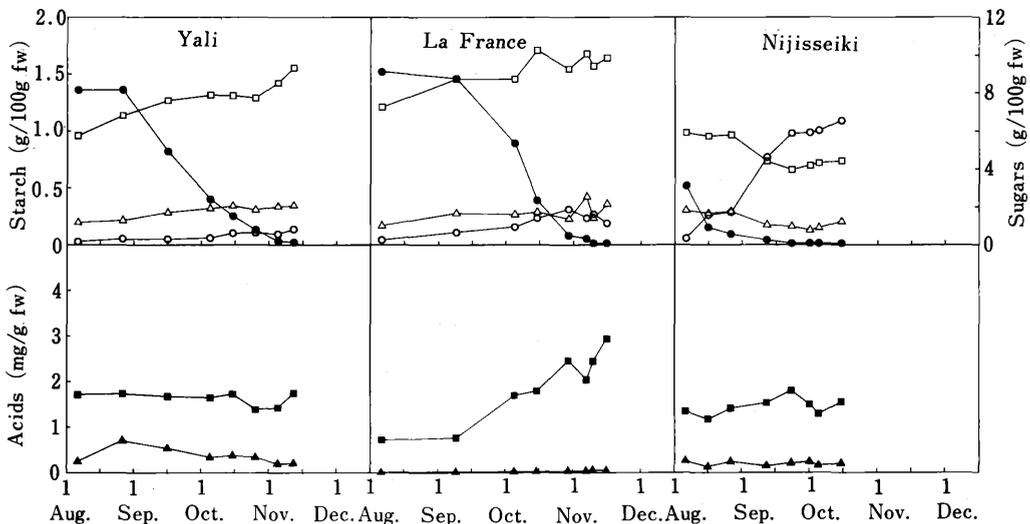


Fig. 4. Changes in starch (●), fructose (□), glucose (Δ), sucrose (○), malic acid (■) and citric acid (▲) contents of three kinds of pear fruit ripened on the tree. Harvested fruits were stored at 20°C.

Table 1. Changes in starch, sugar and organic acid contents in three kinds of pear fruit during storage (1987).

Harvest date	Days in storage			Starch (g/100gFW)			Fructose (g/100gFW)			Glucose (g/100gFW)			Sucrose (g/100gFW)			Malic acid (mg/gFW)			Citric acid (mg/gFW)			
	B ^z	C ^y	A ^x	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
Yali																						
3 Oct.	21	43	0.40	0.02	0.01	7.51	7.88	8.45	1.90	1.98	2.36	0.434	0.85	1.64	1.84	1.69	0.33	0.35	0.29			
10 Oct.	15	35	0.25	0.01	- ^w	7.98	7.84	9.49	2.04	2.12	2.32	0.61	1.42	0.47	1.86	1.60	0.37	0.24	0.32			
23 Oct.	10	35	0.13	-	-	7.49	7.73	7.91	1.83	2.04	1.80	0.61	1.03	0.38	1.71	1.47	0.33	0.19	0.14			
2 Nov.	8	28	0.03	-	-	8.03	8.52	8.88	2.01	2.19	2.31	0.54	0.76	0.32	1.42	1.70	1.65	0.19	0.12	0.21		
La France																						
27 Oct.	9	13	0.08	0.01	-	9.87	9.26	9.37	1.36	1.29	1.46	1.86	2.21	2.08	2.54	2.17	1.18	0.02	0.05	0.03		
7 Nov.	6	9	0.01	-	-	9.61	9.42	9.26	1.32	1.50	1.50	0.95	1.37	1.53	2.45	2.20	1.68	0.03	0.06	0.07		
Nijisseiki																						
10 Sep.	11	19	0.04	0.01	-	4.64	4.39	4.61	1.03	1.26	1.16	5.22	4.45	4.79	1.52	1.62	1.24	0.14	0.27	0.14		
21 Sep.	8	19	0.01	-	-	4.37	3.94	4.72	0.95	1.09	1.12	5.86	5.14	4.58	1.79	1.74	1.63	0.20	0.37	0.26		
29 Sep.	11	18	0.01	-	-	4.24	4.18	4.32	0.75	1.54	1.34	5.89	5.26	5.43	1.49	1.44	1.49	0.23	0.25	0.16		

^z At the middle of storage period.

^y At the end of storage period.

^x Immediately after harvest.

^w Trace.

たのに対して, 'ラ・フランス'では急減した。収穫後については, '鴨梨'では追熟に伴う果肉硬度の変化は極めてわずかであり, したがって, 収穫時期が早い果実ほど追熟中の果肉の軟化程度が少ない傾向がみられ, 貯蔵中の硬度保持は樹上果より明らかに良好であった。'ラ・フランス'では, 追熟中の軟化は樹上果より急速であった。'二十世紀'でも貯蔵中に軟化が進行した。

考 察

林・平田(4)は'二十世紀'果実の呼吸活性は着色期に一時的に増加するとし, 同様の現象を北村ら(10)も認めている。'ラ・フランス'については, 樹上での呼吸活性はいったん減少した後, 成熟に伴って増加するとする報告(10)がみられる。本研究でも, いずれのナシ果実とも呼吸活性は成熟に伴ってやや増加して, '二十世紀'では完熟後, '鴨梨'および'ラ・フランス'では落果直前には低下することが認められ, 樹上成熟に伴う呼吸活性のパターンだけでは3種類のナシ果実を特徴づけることはできなかった。

一方, エチレンについては, '二十世紀'では, 樹上での呼吸の一時的な増加に伴って組織内エチレン濃度も増加することが報告されているが(14), その濃度は極めて微量であるとされている(10)。「ラ・フランス」でも, 熟度の進行に伴い組織内エチレン濃度が増加するが, 樹上成熟中のエチレン生成量は微量であるとされている(10)。本研究でも, '鴨梨'は落果直前, 'ラ・フランス'は成熟期の後半ごろに, つまり, 成熟期近くになると樹上でもエチレン生成がみられたが, '二十世紀'では樹上完熟期に至るまでほとんどエチレン生成はみられなかった。

果実の追熟性の有無を判断するうえで, 呼吸活性やエチレン生成の変化は重要な指標である。これまでの研究報告を総合すると, '二十世紀'は, いわゆるノンクライマクテリック型果実に属し, 収穫果の呼吸活性はその後漸減もしくはほぼ一定であり, エチレン生成量は極めて微量である(10, 14)が, 'ラ・フランス'の呼吸はクライマクテリック・パターンを示し, 同時にエチレン生成がみられるとされている(10)。チュウゴクナシについては, 収穫果の呼吸活性の変化は典型的なクライマクテリック・パターンを示すが, クライマクテリック・ライズの開始からピークに至るまでの期間は, セイヨウナシや他のクライマクテリック型の果実に比べてかなり長く, その過程で果実は最適可食状態になるとされている(10, 8)。本研究に用いた3種類のナシの収穫時期別の果実の呼吸活性およびエチレン生成の

変化様相は、上述のこれまでの研究結果とよく一致していた。特に‘鴨梨’については、かなりの未熟期(果重は慣行収穫期の半分以下の220g程度)から落果期まで、収穫時期別に調査したが、いずれの時期からの追熟果も呼吸のクライマクテリック・パターンとエチレン生成の増加、果肉の軟化、可溶性固形物の増加、果皮の黄化および香りの出現などクライマクテリック型果実に特有の変化がみられた。したがって、‘鴨梨’もクライマクテリック型果実の一つであると判断して間違いなと考えられた。

バナナ(6)、ウメ(5)およびメロン(9)果実では、収穫熟度が進むほど追熟中のエチレン生成やクライマクテリック・ライズの開始時期が促進されることが知られている。一方、キウイフルーツ(7)やカキ(15)では収穫熟度が進むほど追熟中のエチレン生成量が減少するとされている。本研究に用いたナシ果実では、‘鴨梨’は、収穫熟度が進むほどクライマクテリックの発現時期はやや促進されるようであったが、エチレン生成量と呼吸のクライマクテリック・ピーク値は低くなる傾向があり、上述のキウイフルーツやカキと類似していた。一方、‘ラ・フランス’は逆に収穫熟度が進むほどエチレン生成量が増加し、バナナ、ウメおよびメロンと類似していた。したがって、呼吸活性やエチレン生成からみると、‘鴨梨’は明らかに‘二十世紀’とは異なり、‘ラ・フランス’と類似しているように思われたが、収穫時期別の呼吸およびエチレン生成量パターンは、‘ラ・フランス’とは特性が異なるように思われた。

本研究に用いた3種類のナシ果実のACC含量およびEFE活性についてみると、‘鴨梨’や‘ラ・フランス’では、いずれの時期の収穫果も、追熟に伴ってACC含量やEFE活性が増加して、ほぼエチレン生成量と同様なパターンで変化した。特に、‘鴨梨’ではACC含量とEFE活性が著しく高く、そのためエチレン生成量も著しく高い特徴がみられ、この点においても、明らかに‘ラ・フランス’とは異なる成熟特性を示した。

樹上成熟中のデンプンと糖組成の変化様相をみると、いずれのナシ品種ともデンプン含量が急速に低下する点は一致していた。しかし、糖組成には大きな相違がみられ、‘鴨梨’と‘ラ・フランス’はいずれの糖組成も漸増傾向を示したのに対して、‘二十世紀’ではショ糖含量が完熟期に向けて急増する様相を示し、明らかに他の2品種とは異なっていた。一方、有機酸組成については、‘鴨梨’は‘二十世紀’と類似しており樹上成熟中に大きな変化は示さなかったが、‘ラ・フランス’ではリンゴ酸含量が樹上成熟中に増加した。収穫後には、‘鴨梨’ではリンゴ酸が追熟中にやや増加したのち減少したが、‘ラ・フランス’と‘二十世紀’では追熟や貯蔵中に減少した。

果実硬度は樹上ではいずれの品種も成熟に伴って低下したが、収穫後の軟化様相には品種間の差異がみられた。特に、‘鴨梨’では追熟中に果肉硬度は変化することなく、収穫時点の硬度を保持したまま追熟する様相を示したのに対して、‘ラ・フランス’では追熟に伴って果肉硬度が急減するという、大きな相違がみられた。したがって、収穫後の果肉硬度という点からみると、

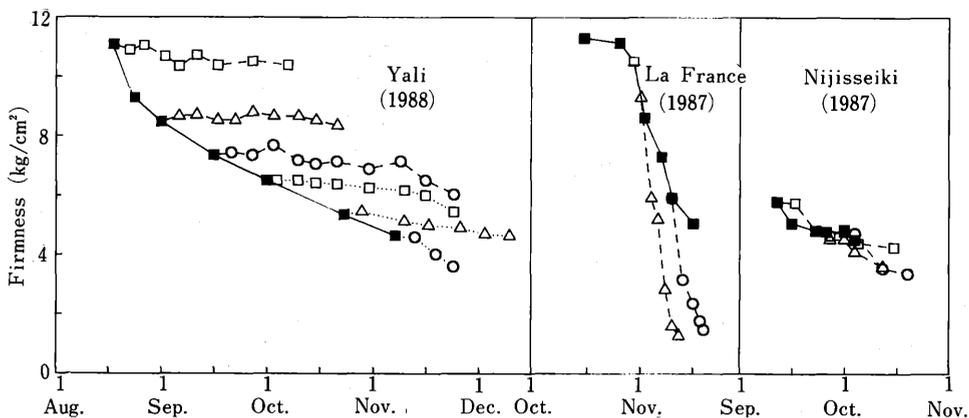


Fig. 5. Changes in firmness of three kinds of pear fruit ripened on (solid symbol) and off (open symbols) the tree. Harvested fruits were stored at 20°C.

‘鴨梨’は‘二十世紀’に近い性質を示すように思われた。

以上のことを総合して考えると, ‘鴨梨’は‘ラ・フランス’と同様に明らかに追熟性を持ったクライマクテリック型果実であり, その特徴としては極めて多量のエチレンを生成するにもかかわらず, 果肉の軟化は‘二十世紀’よりもさらに緩慢である点にあると思われる。その他, 糖組成の変化では‘ラ・フランス’と類似しているが, 有機酸組成からみると‘二十世紀’に近く, ‘鴨梨’は, ‘ラ・フランス’や‘二十世紀’とは異なった特有の成熟特性を持つように思われた。また, ‘鴨梨’果実の成熟に対する内的条件は, 果実肥大期中期(8月中旬)にはすでに形成されており, 収穫後も樹上とほぼ類似の成熟現象が誘起されるものと思われる。しかし, その時点では果肉細胞はあまり肥大しておらず, 硬度も高く, さらに糖度も低いので, 収穫時期としてはまだ適切ではないと思われる。9月中旬以後になるといつ収穫しても可食状態にまで十分成熟の進展が起り, 追熟を前提とした収穫が可能になるものと判断される。実際には, 生産量, 収穫所要時間, 予想流通期間および利用目的などに応じて収穫適期を決定する必要がある。

摘 要

チュウゴクナシ‘鴨梨’の樹上および収穫後の成熟特性をニホンナシ‘二十世紀’およびセイヨウナシ‘ラ・フランス’と対比しながら調べた。

呼吸活性は3種類とも樹上成熟に伴って増加した。収穫後の呼吸活性は‘鴨梨’と‘ラ・フランス’では, 収穫熟度にかかわらずクライマクテリック・パターンを示したが, ‘二十世紀’では, ノンクライマクテリック・パターンであった。樹上成熟果のエチレン生成は, ‘鴨梨’では収穫期における落果直前, ‘ラ・フランス’では成熟期の後半頃に始まったが, ‘二十世紀’では過熟になってもみられなかった。収穫果実のエチレン生成は, ‘鴨梨’と‘ラ・フランス’では明確に認められ, ACC含量とEFE活性もエチレン生成と同調した変化様相を示した。特に‘鴨梨’のエチレン生成量は極めて多く, 最も多量の場合には380 nl/g・hrにも達した。また, 収穫時期が早いほど追熟中のエチレン生成量も多い傾向があった。一方, ‘二十世紀’では樹上ではある程度のACC含量の蓄積がみられたが, EFE活性が低く, エチレン生成は樹上でも収穫後もほとんどみられなかった。

樹上成熟に伴うデンプンの急減と糖含量の増加は3種類ともみられたが, 糖組成は異なり, ‘鴨梨’と‘ラ・フランス’は樹上成熟期間を通じて終始果糖含量が最も高かったが, ‘二十世紀’ではショ糖含量が成熟期間中急増

して最も高くなった。

樹上成熟に伴う有機酸含量は, ‘ラ・フランス’でリンゴ酸が急増したこと以外にはあまり変化がなかった。収穫後は, ‘鴨梨’ではリンゴ酸含量が追熟中一度増加した後減少したが, ‘ラ・フランス’では漸減傾向を示した。

果肉硬度はいずれの品種とも樹上では減少し, 特に‘ラ・フランス’では著しかった。収穫後は, ‘鴨梨’では追熟中に果肉硬度はほとんど減少せず, 収穫時点の硬度を保持していたが, ‘二十世紀’では漸減し, ‘ラ・フランス’では追熟とともに急減した。

以上を総合すると‘鴨梨’果実の成熟特性は多量のエチレンを生成するにもかかわらず, 果肉硬度の保持が良好であるという点で, 特徴づけられる。

引用文献

1. Akhavan, I. and R. E. Wrolstad. 1980. Variation of sugars and acids during ripening of pears and in the production and storage of pear concentrate. *J. Food Sci.* 45: 499-501.
2. Carter, G.H. and A. M. Neubert. 1954. Rapid determination of starch in apples. *J. Agr. Food Chem.* 2: 1070-1072.
3. Gerhardt, F. and B.D. Ezell. 1938. Respiration and emanation of volatiles from Bartlett pears as influenced by ripening and storage. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 36: 423-426.
4. 林 真二・平田尚美. 1971. ナシ果実の成熟のケミカルコントロールに関する研究. 第3報. Ethrelと果実の成熟に関する基礎および実用化の問題. 園学要旨. 昭46春: 144-145.
5. 稲葉昭次・中村怜之輔. 1981. ウメ果実の樹上及び収穫後の成熟. 園学雑. 49: 601-607.
6. 稲葉昭次・岡本一郎・伊東卓爾・中村怜之輔. 1984. フィリピン産‘Cavendish’バナナの樹上成熟特性と収穫熟度別の追熟特性. 園学雑. 53: 66-78.
7. 稲葉昭次・久保康隆・中村怜之輔. 1989. キウイフルーツの樹上及び収穫後の成熟特性. 園学雑. 58(別2): 610-611.
8. 片岡丈彦・榊原俊雄・小西 剛・古川良茂・行永寿二郎. 1988. チュウゴクナシ果実の成熟および追熟時の生理的変化. 園学要旨. 昭63春: 18-19.
9. 北村利夫・梅本俊成・岩田 隆・赤沢経也. 1975. メロン果実の貯蔵に関する研究. 第2報. 追熟中における呼吸量及びエチレン生成量の変化と品種間差異. 園学雑. 44: 197-203.
10. 北村利夫・岩田 隆・福島忠昭・古川良茂・石黒運彌. 1981. 果実・野菜の成熟生理と貯蔵に関する研究. 第2報. ナシ果実の呼吸量及びエチレン生成量と種間及び品種間差異. 園学雑. 49: 608-616.
11. Lizada, M.C.C. and S.F. Yang. 1979. A simple and sensitive assay for 1-aminocyclopropane-

- l-carboxylic acid. Anal. Biochem. 100:140-145.
12. 小曾戸和夫・荒木忠治・薮 花雄. 1962. 洋梨の追熟に関する生化学的研究. 第1報. 洋梨デンプンについて. 農化. 36:447-451.
 13. 最新園芸大辞典編集委員会編. 1969. ナシ. p. 1845-1857. 最新園芸大辞典. 誠文堂新光社. 東京.
 14. 佐藤義彦・町田 裕. 1983. ニホンナシ果実の収穫後における肉質粉質化に関する研究. 第2報. エチレン発生量と日持ち性について. 園学要旨. 昭58春:146-147.
 15. 高田峰雄. 1983. 種々の発育段階で採取したカキ果実の呼吸. エチレン生成及び成熟. 園学雑. 52:78-84.