

エチレンによるキウイフルーツの追熟促進

伊藤三郎・橋永文男

(青果保蔵学研究室)

昭和59年8月10日 受理

Effect of Ethylene on the Acceleration of Kiwifruit-Ripening

Saburo ITOO and Fumio HASHINAGA

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

緒 言

日本でもキウイフルーツ (*Actinidia chinensis* Planch.) の生産量が急増し、熟度調整および出荷調整のために貯蔵されるが、収穫後直ちに低温庫に搬入することにより長期貯蔵が可能である。たとえば Fletcher ら¹⁾は0℃で16週間、真子²⁾は5℃で4カ月、永田ら³⁾は0℃で5カ月間の貯蔵が可能であるとしている。しかしキウイフルーツの貯蔵果は香りが乏しいともいわれている⁷⁾。キウイフルーツはクライマクテリック型果実であり、エチレンにより成熟が促進される。

エチレンによるキウイフルーツの追熟促進に関する研究は少なく、エスレルによる追熟試験⁶⁾やエチレン処理後の成分変化についての研究^{4,9)}があるにすぎない。したがってキウイフルーツの熟度の均一化ならびに追熟期間の短縮をはかるため、実用規模でエチレン処理を試み、エチレンの濃度や処理時間等の条件を主として検討した。

材 料 と 方 法

1. 実験材料

1983年11月8, 9日に福岡県立花町において糖度6.0~6.5度で収穫されたキウイフルーツ、品種ハイワードを1℃、湿度85%で貯蔵し、12月1日に1~2℃の貯蔵庫に移した果実を実験に供した。

2. エチレン処理

追熟装置はネオケープ (岩谷産業製) を用い、パネルハウス 150×150×180cm, ネオパッケージ AR-1000 を使用した。

キウイフルーツをエチレン処理の前日の夕方出庫しておき (室温約10℃), 朝20℃のエチレン処理庫に入れ、果実温を一定にしたのち、以下の実験を行った。処理中の湿度は80%であり、処理時間は24時間であ

った。

実験1: 12月9日にキウイフルーツ SS (75~85g), M (100~115g), LL (130~140g) を各50個ずつ計15.8kgを4.2ppmのエチレンで処理後、無処理

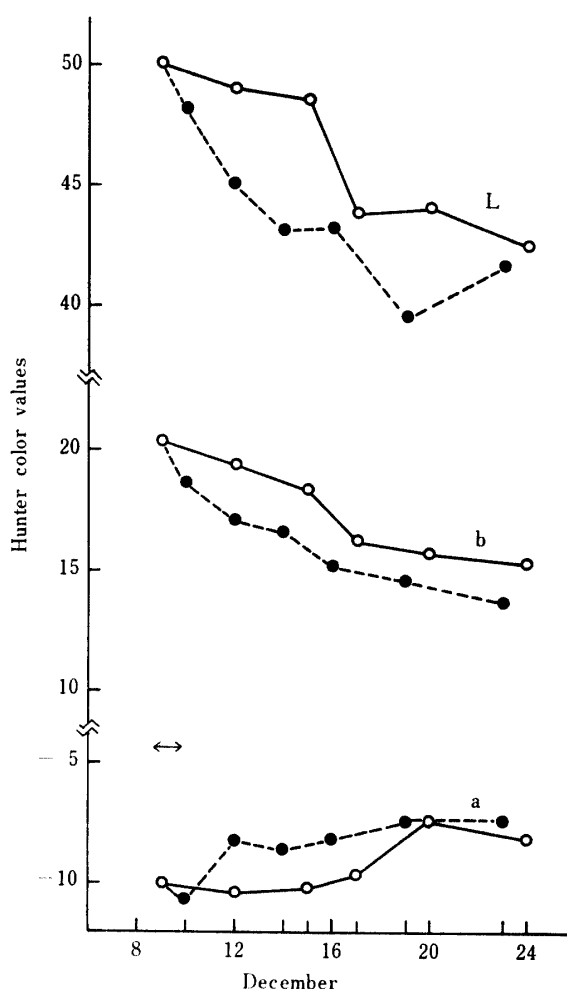


Fig. 1. Effect of ethylene (4.2 ppm level) on the color of kiwifruit flesh.
● - - ● Ethylene-treated fruits
○ — ○ Untreated fruits
← — → Ethylene-treatment period

の果実とともに 20℃、湿度 60~70% に箱ごと貯蔵した。

実験 2 : 12月 21日に SS, M, LL サイズのキウイフルーツを 10 kg ずつ 32 ppm のエチレンで処理し、常温 (約 10℃)、湿度 80~90% に貯蔵した。

実験 3 : 1月 20日に S (85~100 g) と L (115~130 g) の果実を各 100 個ずつ 10 ppm のエチレン処理を行ったのち、10℃ と 20℃ に各 50 個ずつ貯蔵した。湿度は 80~90% であった。

実験 4 : S と L 級果実各 50 個ずつを 10 ppm のエチレンで処理し、1, 3, 6, 18, 32 時間に各区から 6 個ずつ取り出し、20℃、湿度 80~90% に貯蔵した。

3. 分析法

果実の硬度を 12×10 mm の円錐形プランジャーを装置したユニバーサルハードネスメーター (科研工機) で、糖度を手持屈折糖度計 (アタゴ C-1 型) で測定後果実の赤道部を剥皮し、果肉の色調の L, a, b 値を測定した。また果実の 1/4 ずつを搾汁し、果汁の糖度、pH および滴定酸度を求めた。滴定酸度は 0.1 N 水酸化ナトリウムで pH 8.0 まで滴定し、クエン酸として算出した。

庫内のエチレン濃度の測定にはガスクロマトグラフ (島津 GC-3BF) を使用した。ネオケープの側面よりシリンジで採取した 1 ml のガスをポラパック Q を充

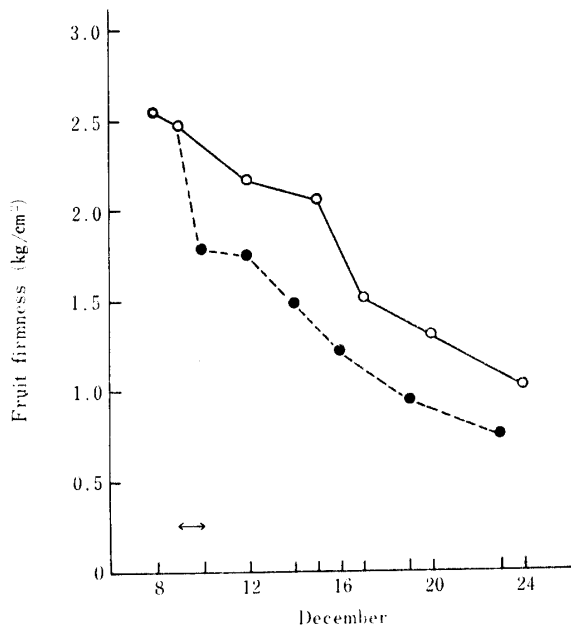


Fig. 2. Effect of ethylene (4.2 ppm level) on the fruit firmness of kiwifruit.

●- -● Ethylene-treated fruits
○—○ Untreated fruits
←-----→ Ethylene-treatment period

填した 3×190 mm ステンレスカラムに注入し、カラム温度 100℃、窒素ガス 30 ml/分 を流し、FID 検出器で測定した。

結 果

実験 1 Fig. 1 に示したようにエチレン処理したキウイフルーツの果肉色は L 値、b 値とも急減したが、a 値は対照区に比べてわずかに増加する傾向にあった。緑色を示す a 値はマイナスで示されており、a 値のわずかの増加傾向は緑色がうすれることを示している。また硬度は Fig. 2 から明らかなように 24 時間のエチレン処理で約 0.5 kg/cm² 低下した。処理後 4 日で可

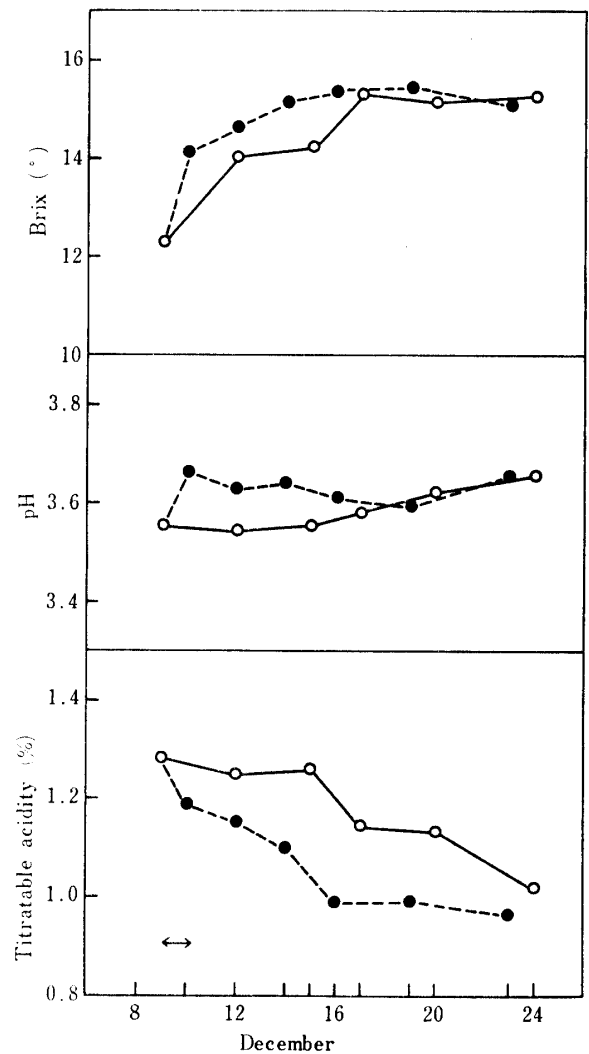


Fig. 3. Effects of ethylene (4.2 ppm level) on the Brix, pH and titratable acidity of kiwifruit.

●- -● Ethylene-treated fruits
○—○ Untreated fruits
←-----→ Ethylene-treatment period

食に適するようになり、9日目で 1.0 kg/cm^2 以下になり、対照区に比べ4~5日追熟が促進された。

Fig. 3 に示したように糖度の増加は処理区の方が約3日早くなった。pHについては無処理区では漸増するのに対し、処理区は処理直後から pH3.6 以上に上昇した。滴定酸度は硬度と同じく処理区の方が著しく低下した。

硬度について各区5個の標準偏差を求めた結果を Table 1 に示した。処理区の方が標準偏差が少なく、対照区より硬度が均一になった。

実験2 エチレン処理後果実を常温(約 10°C) に貯蔵した結果、処理後4日までの間に硬度、糖度、L値、a値、b値が急変したが、その後は pH、滴定酸を含めて変動が少なかった (Table 2)。

実験3 エチレン処理後の温度を変えて貯蔵した結

果、4日目までは 10°C 区と 20°C 区は大差がなかった (Fig. 4)。しかし6日目以降は 20°C 区の果実硬度が急激に低下し、 1 kg/cm^2 以下になった。糖度に対しては影響が少なかった。

実験4 10 ppm のエチレン処理後、1, 3, 6, 18 および30時間後にそれぞれ、SおよびL級果実を6個ずつ取り出して硬度を測定し、その結果を Fig. 5 に示した。1ないし6時間の処理でもかなり追熟促進効果が認められ、処理時間が長いほど硬度が低下した。

考 察

キウイフルーツに対する24時間のエチレン処理では4.2 ppm, 10 ppm, 32 ppm のいずれの濃度においても同じような追熟促進効果が認められ、4~10 ppm のエチレン濃度で追熟処理ができ、また処理時間も12

Table 1. Comparison of standard deviation of fruit-firmness in ethylene-treated fruits and in untreated ones (n=5)

Ethylene	Date	Standard deviation of fruit firmness (kg/cm^2)			
		SS	M	LL	Average
4.2 ppm	Dec. 10	0.21	0.42	0.17	0.27
	12	0.21	0.23	0.38	0.27
	14	0.31	0.45	0.31	0.36
	16	0.33	0.14	0.36	0.28
	19	0.33	0.23	0.35	0.30
	23	0.35	0.18	0.32	0.28
	Average	0.27	0.28	0.32	0.29
0 ppm	Dec. 9	0.27	0.20	0.28	0.25
	12	0.36	0.30	0.39	0.35
	15	0.34	0.50	0.36	0.40
	17	0.57	0.20	0.48	0.42
	20	0.60	0.42	0.49	0.50
	24	0.60	0.42	0.38	0.47
	Average	0.46	0.34	0.40	0.39

Table 2. Effect of ethylene treatment on kiwifruit stored at room temperature

Date	Hunter color value			Fruit-firmness (kg/cm^2)	Brix (Degree)	Titratable acidity (%)	pH
	L	a	b				
Dec. 22	46.1	-9.4	18.3	1.84	14.3	1.15	3.65
24	45.3	-8.3	16.4	1.62	14.9	1.06	3.68
26	43.5	-7.7	15.6	1.53	15.2	0.99	3.69
28	42.9	-7.3	15.3	1.55	15.3	1.04	3.70
Jan. 5	42.9	-6.8	14.8	1.26	15.2	1.04	3.62
9	42.5	-7.3	15.1	1.46	15.8	1.10	3.62
14	42.2	-7.4	13.9	1.24	15.4	1.08	3.72

Ethylene treatment: 32 ppm, 24 hr. Room temperature: approximately 10°C

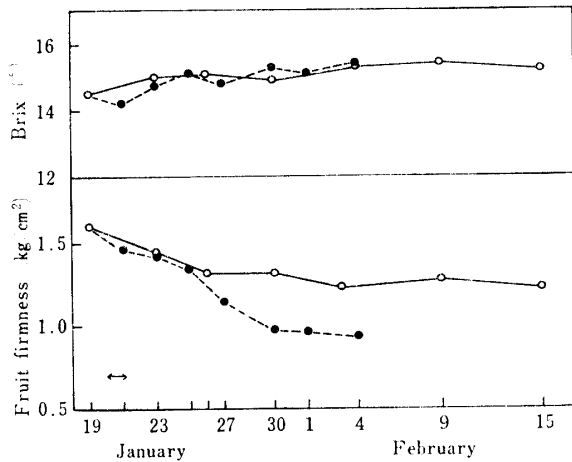


Fig. 4. Effect of storage temperature after ethylene treatment at 10 ppm level on kiwifruit.

- - - ● 20°C storage
- — ○ 10°C storage
- ← — → Ethylene-treatment period^d

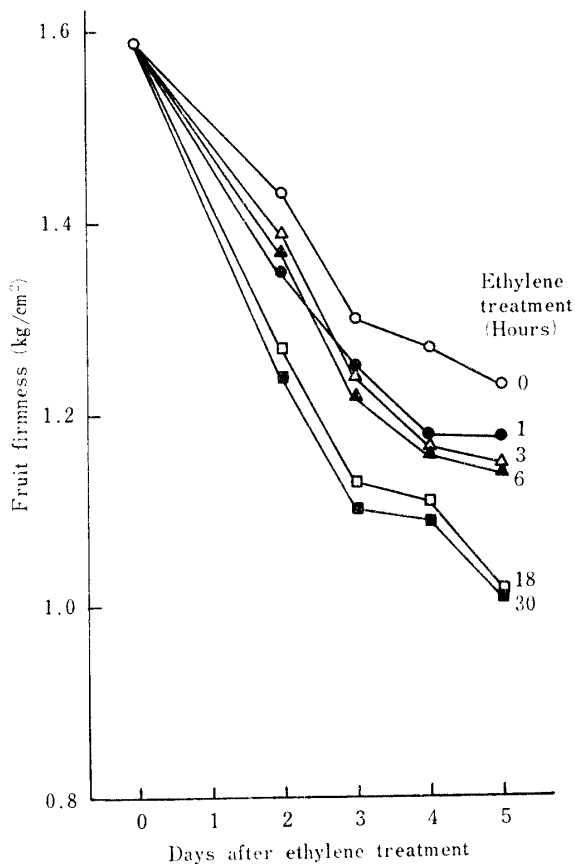


Fig. 5. Effect of ethylene-treatment period at 10 ppm level on kiwifruit.

~24時間で十分だと考えられる。

キウイフルーツのエチレン処理により硬度、L値、

b値、滴定酸度等が減少し、糖度、pH、a値が増加した。しかし貯蔵した2月のキウイフルーツのエチレン処理では糖度、酸度、pH、色調等の変化はあまり認められず、酸度は貯蔵の後期にわずかに増加する傾向にあった。いっぽう遅く収穫した果実ほど追熟後の酸含量が多いという報告もある²⁾。クロロフィル含量は貯蔵中またはエチレン処理後⁴⁾ほとんど変化が認められないが、本実験ではa値のわずかな増加があり、エチレン処理により緑色がうすれる可能性がある。したがって、キウイフルーツの追熟に対しては必要最小限のエチレン処理量が望ましいと思われる。

エチレンの処理時期は収穫直後の方が効果が顕著に表れる(実験1)。しかも処理後の温度や湿度で追熟速度および追熟状態がかなり異なるようである。いうまでもなく処理後の温度が高い方が早く追熟するのに対し、10°Cではかなり遅れた。また実験1では標準偏差の平均が0.29であり、実験3では0.19(20°C貯蔵)であったことから、エチレンの処理時期または貯蔵の湿度が追熟に影響するものと考えられる。エチレン処理しない場合、貯蔵期間が長くなるほど出庫後の追熟期間が短くなることから^{3,5)}、長期貯蔵の果実にはエチレン処理は有効でないと思われる。

エチレン処理により食味が向上するとの報告⁶⁾があるが、本実験ではエチレン処理の有無にあまり差が認められなかった。ただ糖度として16度以上、果実硬度で1.0~1.4 kg/cm²のものがとくに旨く、糖度13度未満はすべてまずかった。

要 約

キウイフルーツ (*Actinidia chinensis* Planch.), 品種ハイワードに対するエチレン処理の条件と追熟効果について実用規模で試験を行った。

エチレン処理の濃度は4~10 ppmで十分であり、12~24時間で追熟が促進される。処理後20°Cに保つと4日目で可食状態になり、その後5日間適熟の状態であった。しかし10°C貯蔵は追熟が緩慢になり長期間適熟状態で保持された。

追熟の結果、硬度、酸度、L値、b値が減少し、糖度、pH、a値の増加が認められた。収穫後のエチレン処理時期が早いほどその効果が大きく、また貯蔵力は処理後の温度に大きく影響された。

謝辞 試料を提供下さった福岡県立花町役場経済課、立花町内農業協同組合、および追熟装置を貸与して頂いた岩谷産業(株)に謝意を表す。

文 献

- 1) Fletcher, W. A., Baumgart, M. G. and Piper, B. M.: Handling Chinese gooseberry for long storage and export. *New Zealand J. Agr.*, **99**, 15-16 (1959)
- 2) 久保秀彦: キウイフルーツの成熟期における成分変化および収穫期を異にした果実の追熟後の品質. 静岡柑試研報, **19**, 69-70 (1983)
- 3) 真子正史: キウイフルーツの貯蔵方法と出庫後の品質変化に関する試験. 神奈川園試研報, **29**, 18-28 (1982)
- 4) Matsumoto, S., Obara, T. and Luh, B. S.: Changes in chemical constituents of kiwifruit during post-harvest ripening. *J. Food Sci.*, **48**, 607-611 (1983)
- 5) 水野 進・蔡 龍銘・寺井弘文・福井正夫: キウイフルーツの成熟ならびに貯蔵に関する研究 (第5報) 輸入および国内産ヘイワードの品質について. 昭58春園芸学会研究発表要旨, 344-345 (1983)
- 6) 永田賢嗣・栗原昭夫: キウイ・フルーツ貯蔵果実の追熟に及ぼすエスレルの影響. 昭58秋園芸学会研究発表要旨, 460-461 (1983)
- 7) 永田賢嗣・栗原昭夫・間亭谷 徹: キウイの収穫適期と貯蔵法について. 果樹試報E, **5**, 9-18 (1984)
- 8) Robertson, G. L. and Swinburne, D.: Changes in chlorophyll and pectin after storage and canning of kiwifruit. *J. Food Sci.*, **46**, 1557-1559 (1981)
- 9) Young, H., Paterson, V. J. and Burns, D. J. W.: Volatile aroma constituents of kiwifruit. *J. Sci. Food Agr.*, **34**, 81-85 (1983)

Summary

Some treatment conditions and effects of ethylene on the ripening of kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch.), cv. Hayward, were investigated in a commercial scale. As to the ethylene level, four to ten ppm applied for 12-24 hours was enough to accelerate the maturity of kiwifruit.

When the ethylene-treated fruits were kept at 20°C, they became eatable on the 4th day, with the maintenance of the quality of the fruits for 5 days. However, the storage of those fruits at 10°C made the acceleration retarded, letting the fruits be kept at proper maturity for a comparatively long period.

As a result of ethylene-treatment, fruit-firmness, titratable acidity, and L and "b" values fixed by a color difference meter decreased rapidly, while Brix, pH and "a" value increased slightly. The earlier the ethylene treatment after harvest, the higher effect was to be expected. The storage life was influenced considerably by the degree of storage temperature after ethylene-treatment.