

# 追熟開始後のセイヨウナシ ‘ル レクチエ’ におけるエチレン処理の影響

小式澤一博・知野秀次・児島清秀\*

(平成19年1月10日受付)

## 要 約

本研究は、追熟開始後のセイヨウナシ ‘ル レクチエ’ の果実におけるエチレン処理の影響を評価するために、果実重、果皮色、果肉硬度およびエチレン生成量の変化を測定した。エチレン処理区の果実重の割合は、対照区よりも低下した。これは湿度の影響であることが考えられた。果皮色および果肉硬度は、対照区およびエチレン処理区の間で差はなかった。処理区でのエチレン生成量は、対照区と同様であった。これらの結果より、追熟開始後のエチレン処理の影響を考察した。

新大農研報, 59:94-98, 2007

キーワード：エチレン、果肉硬度、果皮色

一般的に、セイヨウナシ (*Pyrus communis* L.) は、樹上では成熟せず (Kondo ら, 2004; 村山ら, 1996)、数日から数週間の追熟を必要とする (Murayama ら, 2006)。新潟県で栽培が盛んなセイヨウナシ ‘ル レクチエ’ の追熟期間は、収穫後に外気温で追熟させる自然追熟で40~50日であり (古田と浅野, 1991)、同じセイヨウナシの品種である ‘パートレット’ や ‘ラフランス’ のような早生品種よりも長く、そして技術的に難しい。

セイヨウナシの追熟および貯蔵特性に関する研究は、主に ‘ラ・フランス’ (北村, 1987; Kondo と Takano, 2000; Kondo ら, 2004; Murayama ら, 1998, 2002, 2006; 佐藤 ら, 1993)、‘マルゲリット・マリーラ’ (Murayama ら, 1998) および ‘パートレット’ (北村ら, 1981) で行われてきた。‘ル レクチエ’ に関しては、追熟生理 (知野ら, 2006; 古田と浅野, 1991; 松本, 2005; Murayama ら, 1995)、生理機能物質 (歌代と山田, 1996) および果実貯蔵 (古田ら, 1994; Furuta ら, 1992) などの報告がある。

現在、生産現場における ‘ル レクチエ’ の追熟は、自然追熟法および収穫後に低温 (0~5℃) で7~10日間の処理後に外気温で追熟させる低温処理追熟法である。自然追熟法には、追熟の進行速度が遅く、追熟は不均一になる欠点がある。低温処理追熟法は、自然追熟に比べて果実の熟度が均一になり、短期間で追熟が完了する。しかし、生産現場では低温処理後の追熟温度の制御が難しいため、需要期に合わせた計画的な出荷が困難である。さらに、需要期以外での過剰な出荷量が価格の低下を引き起こしている。そのため、生産現場には追熟中の温度制御または異なる追熟方法による出荷量の調整が求められている。

収穫後の果実におけるエチレン処理は、追熟の促進および斉一化に効果があることが報告されている (北村, 1987; 古田と浅野, 1991)。これらの報告から、追熟開始後の果実における追熟制御の方法のひとつとして、エチレンの処理が考えられる。しかしながら、既に追熟が開始している果実へのエチレン処理の影響は不明である。

本研究は、新しい追熟方法の確立を目的とし、追熟開始後の果実におけるエチレン処理の影響を評価するために、処理後の

果実重、果皮色、果肉硬度およびエチレン生成量を経時的に測定した。

## 材料および方法

### 1. 植物材料

新潟県加茂市五反田の栽培圃場に植栽されている樹齢10年のセイヨウナシ ‘ル レクチエ’ の樹から2004年10月18日に50果採取し、使用した。

### 2. 方法

#### 2-1. 収穫後の果実の処理

収穫した50果実は外気温で31日間追熟させた。その後、25果実をプラスチックのコンテナ (100 L) に入れ、密閉後、24時間室温で8000 ppm のエチレン処理を施した。エチレン処理した果実は、インキュベーター内 (温度10℃、湿度75~80%) で追熟させた。残りの25果実は、低温室 (約10℃、湿度80~85%) で自然追熟させた。

#### 2-2. 果実重、果皮色、果肉硬度およびエチレン生成量の測定

追熟中の果実の調査は、2004年11月17日から2004年12月16日まで行った。調査は、エチレン処理開始後6日から開始し、5日毎に行った。各測定日に5果の果皮色 (赤道部およびていあ部)、果肉硬度 (赤道部) およびエチレン生成量を測定した。

果皮色は、果実カラーチャートニホンナシ (地色) を基準にし、果実の赤道部およびていあ部の4ヶ所を測定した (図1)。果肉硬度は、円筒型の直径10.0 mm のプランジャーを取り付けた硬度計 (東京製作所) を使用し、赤道部の2ヶ所の果皮をナイフで薄く皮し、果肉部を測定した (図1)。エチレン測定は Kojima ら (1994) の方法に従い、ガスクロマトグラフ (GC-263-50; 日立) で測定した。果実をガラスのデシケーター内 (7.1 L) に入れ、1時間後にデシケーター内の試料ガス1.0 mL をガスタイトのシリンジで抜き取り、水素炎イオン化検出器 (FID) と活性アルミナカラム (3.0 mm × 1.0 m) を接続した GC に注入した。

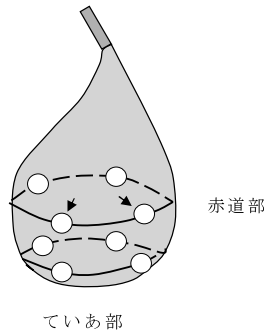


図1. 果皮色 (○) および果肉硬度 (矢印) の測定部位.

結果

1. 果実重

本試験では、エチレン処理の効果を確実にするために24時間の処理を行った。通常は処理後日数が使用されているが、本論文では日数の基準を「エチレン処理開始後」とした。その理由は、エチレン処理後に効果が起こり始める時点が不明であるからである。

対照区およびエチレン処理区の果実重の割合は、処理開始後の日数の増加とともに低下し、6日までは同様であった(図2)。しかし、処理開始後11日以降のエチレン処理区の果実重の割合は、対照区より低く推移し、26日の果実重の割合はエチレン処理区の方が低かった(96.5%)。

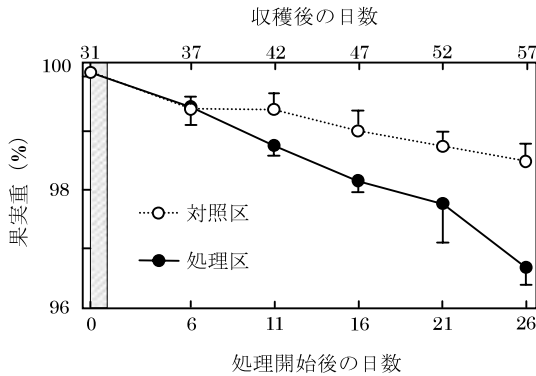


図2. 追熟中の果実における果実重の割合の変化. 垂線は標準偏差を示す (n = 5). 収穫後31日間は外気温で追熟させ、それ以降は10℃で追熟させた. 図中の斜線部は、エチレンの処理期間を示す.

2. 果皮色

収穫時の果実における赤道部の果色値は2.5 ± 0.0であり、エチレン処理開始時の果色値は3.4 ± 0.4であった(図3)。対照区またはエチレン処理区の赤道部の果色値は、処理開始後の日数とともに増加した。

収穫時の果実のていあ部の果色値は2.5 ± 0.0であり、エチレン処理時の果色値は3.9 ± 0.5であった(図3)。対照区またはエチレン処理区のていあ部の果色値は、赤道部の果色値と同様にエチレン処理開始後の日数とともに増加した。

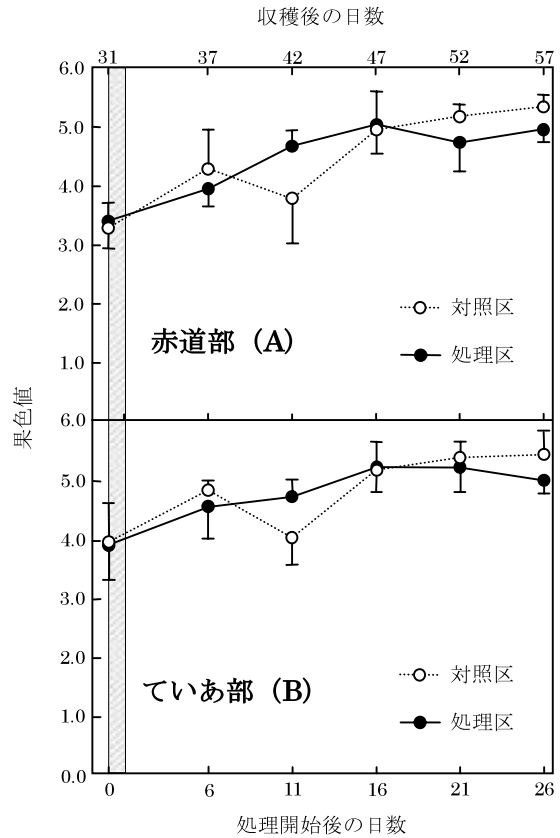


図3. 追熟中の果実における赤道部 (A) およびていあ部 (B) の果色値の変化. 垂線は標準偏差を示す (n = 5). 収穫後31日間は外気温で追熟させ、それ以降は10℃で追熟させた. 図中の斜線部は、エチレンの処理期間を示す.

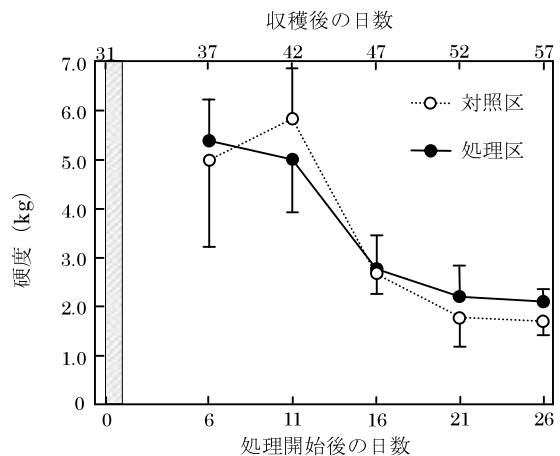


図4. 追熟中の果実における赤道部の果肉硬度の変化. 垂線は標準偏差を示す (n = 5). 収穫後31日間は外気温で追熟させ、それ以降は10℃で追熟させた. 図中の斜線部はエチレンの処理期間を示す.

### 3. 果肉硬度

対照区の果肉硬度は、処理開始後11日から16日にかけて急激に低下し、処理開始後21日以降に停滞した（図4）。最終的に、対照区の果肉硬度は $1.7 \pm 0.4$  kgであり、調査した5果のうち1果が適食の硬度（1.3 kg）に達していた。エチレン処理区の果肉硬度は、対照区の果実と同様に処理開始後の日数とともに低下した。処理開始後16日以降は、対照区と同様に停滞し、処理開始後26日は $2.1 \pm 0.4$  kgであった。この時点で適食の硬度に達した果実はなかった。

### 4. エチレン生成量

エチレン処理開始直前のエチレン生成量は $34 \mu\text{l} \cdot \text{kg FW}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ であった（図5）。対照区のエチレン生成量は、処理開始後11日に最大（ $82.5 \mu\text{l} \cdot \text{kg FW}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ ）となった。その後、エチレン生成量は減少した。処理区のエチレン生成量は処理開始後11日まで変化せず、16日に最大生成量（ $67.5 \mu\text{l} \cdot \text{kg FW}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ ）を示した。その後は、対照区の果実と同様に減少した。

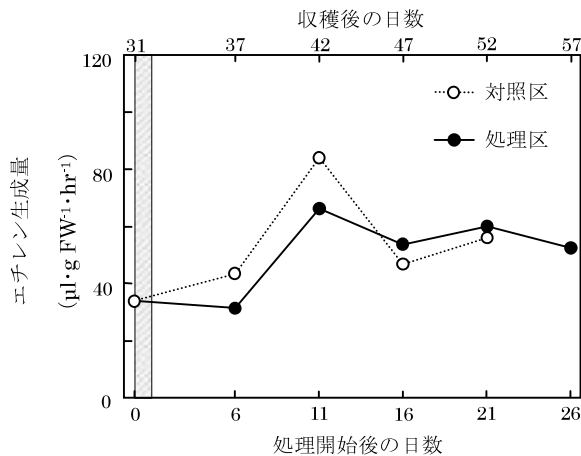


図5. 追熟中の果実におけるエチレン生成量の変化。果実収穫後31日間は外気温で追熟させ、それ以降は10°Cで追熟させた。図中の斜線部分は、エチレンの処理期間を示す。

### 考察

追熟における果実重の割合は、エチレン処理区の方が低かった（図2）。その原因は、追熟期間中の湿度の影響と考えられる。エチレン処理した果実はインキュベーター内（湿度75～80%）で、一方、無処理の果実は低温室（湿度80～85%）で追熟させた。この数%の湿度の差が果実重の割合に影響したと考えられる。今後は追熟環境をそろえて試験することが必要である。

一般的に、エチレンは果実の成熟を促進し、果皮の黄化および果肉を軟化させる。収穫直後の果実におけるエチレン処理による追熟の促進効果は、‘ラ・フランス’（北村, 1987）および‘ル レクチエ’（古田と浅野, 1991）で認められている。さらに、収穫直後の‘ル レクチエ’果実へのエチレン処理は追熟の斉一化の効果があることが古田と浅野（1991）によって報告されている。しかし、追熟開始後の果実にエチレン処理した本研究において、果皮の黄化または果肉の軟化は、処理間で差がほとんど認められなかった（図3および図4）。さらに、エチレン生成量も処理間ではほぼ同様の傾向であった（図5）。

エチレン処理区の果実の果皮色、果肉硬度およびエチレン生成量が無処理の果実と同様の傾向を示した原因は、エチレン処理時の果実のエチレン生成量が関与しているかもしれない。本試験におけるエチレン処理時の果実のエチレン生成量は $34 \mu\text{l} \cdot \text{kg FW}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ であり、すでにかんがりのエチレンが果実で生成されていたため、高濃度のエチレンを処理しても追熟促進効果がみられなかったと考えられる。セイヨウナシ‘ラ・フランス’において、収穫時に11 ppmのエチレン生成量を示した果実にエチレン処理をしても追熟促進効果がないことを北村（1987）は報告している。したがって、エチレン処理による追熟促進効果は処理時のエチレン生成量と密接な関係があり、収穫直後の果実ではエチレン処理によってエチレン生成が誘導または促進されるが、追熟を開始した果実におけるエチレン処理はエチレン生成の誘導および促進効果がほとんどないことが示唆された。

### 謝辞

本研究に御協力いただいた園芸学研究室の皆様、ならびに植物材料を提供して頂いた小式澤博氏に心より感謝申し上げます。

### 引用文献

- Blankenship, S. M. and D. G. Richardson. 1985. Development of ethylene biosynthesis and ethylene-induced ripening in ‘d’ Anjou’ pears during the cold requirement for ripening. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **110**: 520-523.
- 知野秀次・松本辰也・児島清秀. 2006. エチレンあるいは低温処理がセイヨウナシ‘ル レクチエ’の追熟過程の果実特性におよぼす影響. *園学研*, (印刷中).
- 古田道夫・浅野 聡・今井誠一. 1994. 二酸化炭素吸収剤利用による西洋ナシのフィルム包装貯蔵. *日本包装学会誌*, **3**: 102-111.
- Furuta, M., S. Asano and S. Imai. 1992. Prevention of browning of the peel of pears by polyethylene film packaging. *Packaging Technology and Science*, **5**: 91-100.
- 古田道夫・浅野 聡・今井誠一. 1991. エチレン発生剤の利用による果実の追熟調節. *包装研究*, **12**: 19-27.
- 古田道夫・浅野 聡. 1991. 西洋ナシ（ル レクチエ）の追熟特性. *新潟県食品研究所研究報告*, **26**: 1-5.
- 北村利夫. 1987. セイヨウナシ‘ラ・フランス’の追熟生理及び品質における収穫日、追熟温度及びエチレン処理の影響. *園学雑*, **56**: 229-235.
- 北村利夫・岩田 隆・福島忠昭・古川良茂・石黒運弥. 1981. 果実・野菜の成熟生理と貯蔵に関する研究（第2報）. *園学雑*, **49**: 608-616.
- Kojima, K., N. Sakurai, S. Kuraishi and A. Kokubo. 1994. Changes in firmness and chemical constituents of banana fruits during ripening. *Jpn. J. Trop. Agr.*, **38**: 293-297.
- Kondo, S., K. Settsu and A. Jitratham. 2004. How application times of 2,4-DP influence the ripening capacity of ‘La France’ pears. *Hort Science*, **39**: 101-104.
- Kondo, S. and Y. Takano. 2000. Cell wall metabolism and induction of ripening capacity in ‘La France’ pears as influenced by 2,4-DP. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **125**: 242-247.
- 松本辰也. 2005. ル レクチエの収穫適期検証. *新潟農総研園芸*

センター試験成績書 (果樹). 平成16年度: 73-74.

- Murayama, H., I. Konno, S. Terasaki, R. Yamamoto and N. Sakurai. 2006. Nondestructive method for measuring fruit ripening of 'La France' pears using a laser Doppler vibrometer. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, **75**: 79-84.
- Murayama, H., T. Katsumata, O. Horiuchi and T. Fukushima. 2002. Relationship between fruit softening and cell wall polysaccharides in pears after different storage periods. *Postharvest Biol. Technol.*, **26**: 15-21.
- Murayama, H., T. Takahashi, R. Honda and T. Fukushima. 1998. Cell wall changes in pear fruit softening on and off the tree. *Postharvest Biol. Technol.*, **14**: 143-149.
- Murayama, H., D. Satoh, Y. Ohta and T. Fukushima. 1995. Effect of relative humidity on ripening of 'Le Lectier' pear fruit. *Acta Hort.*, **398**: 187-193.
- 佐藤康一・野口協一・佐竹正行・工藤郁也・高瀬紘一. 1993. セイヨウナシ 'ラ・フランス' の予冷方法と追熟温度. *山形園試研報*, **10**: 23-41.
- 歌代景一・山田 寿. 1996. セイヨウナシ果実の発育中および追熟中におけるポリフェノール含量の品種差異と台木の影響. *園学雑*, **64**: 779-786.
- Wang, C. Y., W. M. Mellenthin and E. Hansen. 1972. Maturation of 'Anjou' pears in relation to chemical composition and reaction to ethylene. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **97**: 9-12.

## Effects of Ethylene Treatment on ‘Le Lectier’ Pears after the Beginning of Ripening

Kazuhiro KOSHIKIZAWA, Shuji CHINO and Kiyohide KOJIMA\*

(Received January 10, 2007)

### Summary

In this study, to examine of effects of ethylene treatment on ‘Le Lectier’ pears after the beginning of ripening, changes of fruits weight, peel color, flesh firmness and ethylene production rate were determined. The ratio of the fruits weight in the ethylene treatment decreased more than in the control. It might be due to humidity. There were no differences between ethylene treatment and control in peel color and flesh firmness. Ethylene production rate in ethylene treatment was similar with control. From these results, the effects of the ethylene treatment after the beginning of ripening were discussed.

*Bull.Facul.Agric.Niigata Univ., 59:94-98, 2007*

**Key words** : ethylene, flesh firmness, peel color