

トロピカルフルーツについての研究

Study on the Tropical Fruit

パパイヤ果実の追熟に関する研究

Part 2 . Study on the Ripening of Papaya Fruit

高野 三郎

Saburo Takano

緒言

パパイヤ果実はその殆どがハワイで生産されている。このパパイヤは日本へ輸入する際に地中海ミバエの殺卵が義務づけられている。従来は燻蒸剤のEDB (エチレンプロマイド) を用いる事でミバエの殺卵ができた。しかし、EDBは発癌性などが問題となり、使用禁止となった。そこで浮上したのが蒸熱処理である。これは果実を7時間熱風をかけて徐々に中心部が47℃になる迄温度をあげ、さらに47℃で10分間放置する方法である。しかし、この方法では必ずパパイヤ果実のいくつかに果肉部分の硬くなる組織が観察される。これを生理障害果実と呼び正常な果実と区別している。ところで、パパイヤ果実の果肉部は多糖類ででんぷんやペクチン質を含むので、これらに関連のあるポリウロナイド量や酵素のポリガラクチュロナーゼ (PG) の変化を検討したところ、ポリウロナイド量は正常な果実では追熟が進むにつれ変化がみられ低分子化の傾向がみられたのに対し、生理障害の果実では、その障害部のポリウロナイド量に変化はみられず、しかも正常な果実とは反対に高分子のまま存在していた¹⁾。またPGについても正常な果実では追熟が進むにつれ高くなったが、障害部ではほとんど変化がみられなかった。今回はさらに、これらの事実を確認する目的で検討した。まず生理障害が種子

にも影響を及ぼすか否かを調べるため、種子を取り正常な果実と生理障害の果実の種子の間で発芽に差があるか否かを検討した。また、正常な果実と生理障害果実の組織の顕微鏡写真を撮り、比較検討した。さらに両方の果実をコンピュータ断層撮影 (CT) し、比較検討した。一方、パパイヤの生理障害を改善させるため、薬剤処理 (エスレル浸漬とメチオニン浸漬) が効果があるかどうかとも検討した。これらの実験で若干の知見を得たので報告する。

実験方法

1. 発芽試験

正常果実の種子と生理障害果実の種子を、沍紙に水を十分に浸漬しておいた径15cmの大型のペトリ皿中にそれぞれ100粒ずつ播種し、25℃の恒温室で1週間放置した。次に発芽した種子数から発芽率を求めた。ペトリ皿はそれぞれの区とも10枚ずつ用いた。

2. 顕微鏡写真

正常な果実と生理障害果実を顕微鏡用に超薄切片としたものを、常法に従い固定し電子顕微鏡で撮影し観察した。

3. コンピュータ断層撮影 (CT)

CTはある一点からX線を照射し、このX線をパパイヤの正常果実と生理障害果実がどれだけ吸収したか、数値化し示した。

4. 障害改善のためのエチレン測定法

正常な果実と生理障害果実をそれぞれ、L-メチオニン、エスレル（2-クロロエチルホスホニック酸）5000 ppm、7500 ppm、10,000 ppm の各水溶液、3 l に30分浸漬し、その後8 l の容量の保存ビンに入れ、一日放置した後のエチレン発生量をガスクロマトグラフィー（GLC）、島津ガスクロマトグラフ（GC-12A）を用いて測定した。なお対照の浸漬液は蒸留水とした。

一方 GLC 測定条件は以下の通りである。

カラム：ステンレスカラム、1 m × 3 mm × 2 本

充填剤：ポーラバック Q

ポーラバック N/80メッシュ

TEMP：detector temp. 50℃

Injection temp. 100℃

Column temp. 50℃

キャリアガス：N₂ 40 ml/min

実験結果と考察

パパイヤ果実はハワイから日本へ輸入する際に、ミバエ殺卵のため EDB に代わる蒸熱処理が行われている。しかし、この方法では果実のいくつかに生理障害が生じ、問題となっている。今回はさらに、生理障害果実の性質について検討を加えた。

まず、正常な果実と生理障害果実の種子をとり、蒸留水に浸漬した後、25℃、1週間放置した後の発芽率を検討した。結果は表1に示した。

パパイヤ種子の発芽率は生理障害果実の種子が正常果実の種子より低く、殆ど発芽がみられなかった。この事より蒸熱処理をすると生理障害果実の果肉の障害ばかりでなく、種

表1 パパイヤ種子の発芽率 (%)

正常果実	生理障害果実
35.7	1.5

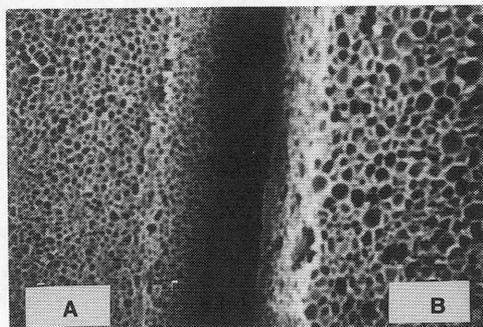


図1 パパイヤ果実の果肉切片の電子顕微鏡写真

A：生理障害果実

B：正常果実

子の発芽も抑制することがしられ、種子にも何らかの影響を及ぼすものと考えられた。

次に、正常果実と生理障害果実の組織切片を電子顕微鏡により観察した。電子顕微鏡の写真は図1に示した。

電子顕微鏡から推察すると、生理障害果実の細胞組織の状態は大きさが一様にそろっており細胞は極めて良く整列されていた。これに対し正常な果実では細胞の大きさが一様でなく、大小入り乱れたランダム様を呈していた。

このことより、蒸熱処理で障害を受けた生理障害果実の細胞は前回測定した PG の様に殆ど化学成分に変動を示さないものと思われる。これに対し、正常な果実では PG などが経日的に増大する事より、恐らく正常果実の大きな細胞内では、関連の化学物質などが活発に変動を起こしているものと推察された。

一方、医療の方面で人間の頭部診断などで効果を示しているコンピュータ断層撮影を行い、正常果実と生理障害果実の CT 値（吸収値）を比較し検討した。なお CT 値は水を 0 とし、X 線を吸収する部分は (-) 値を、X 線吸収しにくい部分は (+) 値を示している。測定は5個の平均で示したものであるが、正常果は (-) 値のまま -60 付近で殆ど変化がみられなかった。一方、障害果では1日目には -20 であったが経日的に増加し、15日目は

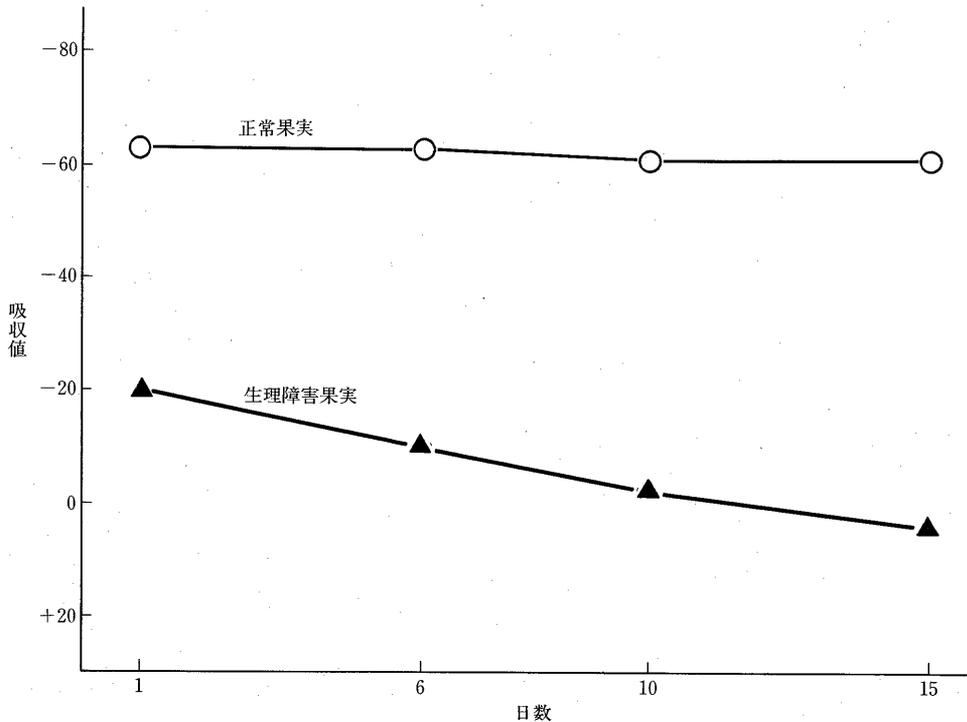


図2 パパイヤ果実のCT値

(+) 値を示した。今回のCT値でも生理障害果実と正常果実の間に著しい差のあることが認められた(図2)。

次にパパイヤ果実を薬剤に浸漬することにより生理障害果実の改善に影響をもたらすか否かを検討した。正常果実と生理障害果実をそれぞれエスレルとメチオニンの溶液に浸漬し、その後の両果実から発生するエチレン量を測定し比較した。また、正常果実ではエスレルに浸漬した区で濃度の上昇に伴いエチレン発生量も増大していた。また、正常果実をメチオニン浸漬すると、濃度の上昇につれてわずかにエチレン発生量の増加はみられたが、エスレル浸漬の様な著しい増加はみられなかった。一方、生理障害果実の結果ではエスレル浸漬では正常果実の時と同様にエスレル濃度に比例したエチレン発生量の増加が認められた。これに対し、メチオニン浸漬ではすべての濃度においてエチレンの発生がみられな

かった(図3)。

メチオニンは生体内で、S-アデノシルメチオニン(SAM)、L-アミノシクロプロパン-1-カルボン酸(ACC)を経てエチレンが合成される^{2),3)}。メチオニン浸漬では、特に生理障害果実を用いた場合、エチレン発生が殆どみられないことから、エチレン生成系が蒸熱処理によって影響を受け、制御されているものと推察される。

一方、エスレル処理区では、エチレン発生量が正常果実、生理障害果実、ともにエスレル濃度の増加に比例して増加し、しかも各濃度によるエチレン発生量はあまり差がみられず、メチオニン処理区より明らかに発生量が多かった(図4)。エスレルはpH 4.1以上の水溶液では物理化学的に分解しエチレンを発生することが良く知られている。多くの植物体のpHは4.1以上であるので、パパイヤをエスレルに浸漬すると、パパイヤ果実中で

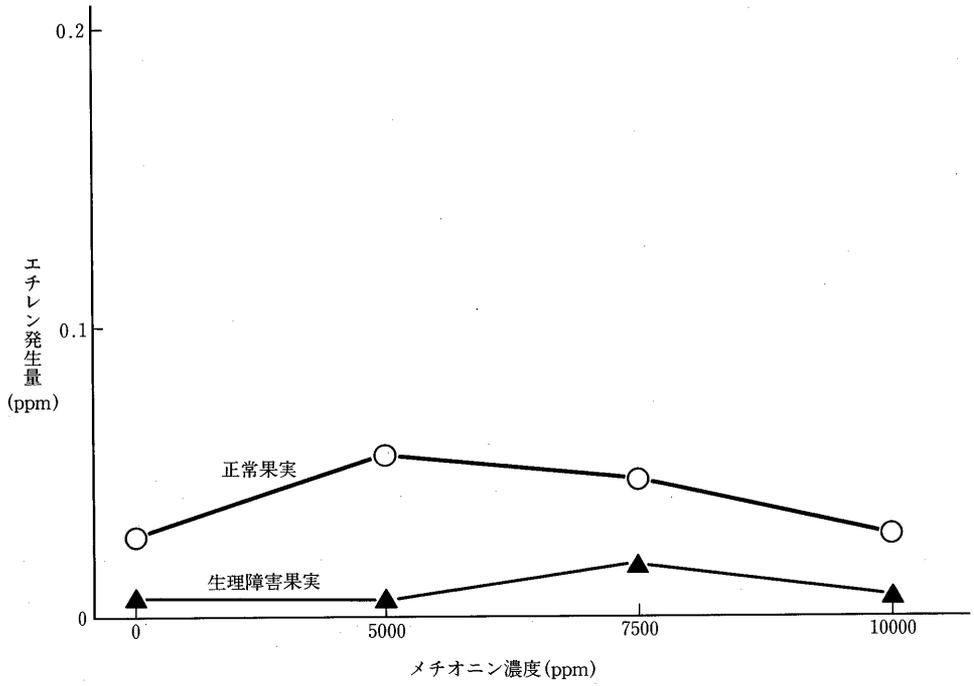


図3 メチオンの各濃度の溶液にパパイヤを浸漬した時のエチレン発生量

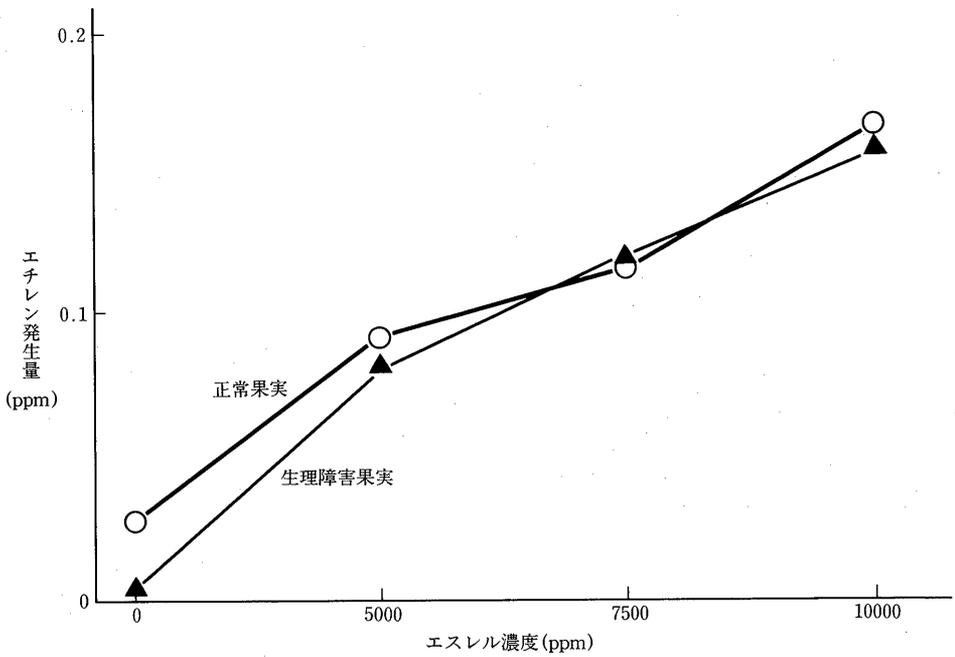


図4 エスレルの各濃度の溶液にパパイヤを浸漬した時のエチレン発生量

速やかに分解しエチレンが発生したものと推察される。即ち、エチレンは自己触媒的に働き、パパイヤの生体内でのエチレン生合成作用にも促進的に働いたものと解釈される。今回はメチオニン処理区によるエチレン発生量に差がなかったため、植物成長調整剤エスレルは障害果実の改善に有効性があると思われる。

以上より、次のいくつかが明らかとなった。すなわち、蒸熱処理した時に生じた生理障害果実の種子は殆ど発芽しなかったことから、種子発芽機構にも何からの影響を及ぼしているものと思われた。またCT像からも生理障害果実では正常果実との間に差を生じ、同時に調べた電子顕微鏡写真では正常果実にみられたランダムな細胞はなく、どれも一様な大きさであった。しかもパパイヤの蒸熱処理に

よる生理障害を改善するためには植物成長調整剤のエスレルが大変良好な効果を示すことを認め、実用化の可能性も示された。

なお、パパイヤの生理障害の機構に関する因子はパパイヤ果実中に存在するタンパク質の変性によるものと解釈している。前報¹⁾のポリガラクチュロナーゼがその有効な因子と考え、この検索を行うつもりである。

参考文献

- 1) 高野三郎、生活科学研究、文教大学生生活科学研究、第13集、39 (1991).
- 2) Lieberman, M., *Ann. Revi. of Plant Physiol.* **23**, 259 (1972).
- 3) Fuhrer J. Kaur-Sawhney, R. Shih, L. and Galston, A. W. *Plant Physiol.* **70**, 1597 (1982).