

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 1. Study on the Ripening of Papaya Fruit

高野 三郎

Saburo Takano

緒言

熱帯産果実 (Tropical Fruit) の一つであるパパイヤはその殆どがハワイで栽培されている。このパパイヤは日本に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⁽¹⁾。従来は燻蒸剤の一つである EDB (エチレンブromaid) を用い殺卵していたが、EDB が発癌性を持ち、生殖機能障害を引き起こすとされてから、使用禁止となった。現在、EDB に代るミバエの殺卵には蒸熱処理が行われている。この蒸熱処理は果実を7時間熱風をかけて中心部が47.2℃になるまで徐々に温度を上げてから、さらに47.2℃達温で10分間放置して終了する方法である。しかし、この方法では温度の変化に応じてパパイヤ果実の果肉部分に蒸熱処理によるとみられる硬い組織がいくつかの果実 (生理障害果実、Barrier Fruit) に生じる。この生理障害果実は可食状態に到らず腐食する。ところでパパイヤは、収穫後追熟させて可食状態とする果実である。ここではパパイヤの追熟軟化の機構と生理障害についても明らかにする目的で実験を行った。そこで、この硬い組織のあらわれた生理障害果実と正常な果実 (Normal Fruit) の両果実を追熟させて、それぞれの果実に存在が知られている多糖類 (ウロナイド量)⁽²⁾ や多糖類に影響を与える酵素等について検討を加えた結

果、若干の知見を得たので報告する。

実験方法

1. 実験材料 パパイヤ果実 (ソロ種) は、ハワイの農場で採取した未熟なもので、蒸熱処理による生理障害と同じ果実を作るため、ハワイで果実をラップで包み、蒸熱処理し人為的に生理障害果実を作成した。採取後5日目を実験の1日目とした。正常果実と生理障害果実は15日間追熟させ、その間1日目、3日目、5日目、7日目、10日目、15日目のウロナイド量や酵素量を測定した。

2. 硬度の測定で一屋製作所の果実硬度計で障害の出現をする種子周囲の厚さ1~1.5cmの部分測定した。

3. 酵素測定法

(1) PG (ポリガラクトナーゼ) 測定法
ポリガラクトン酸を基質とし、これを酢酸緩衝液に溶解し、抽出した酵素を加え、37℃、30分反応させた。反応停止後、ジニトロフタル酸で発色させた後、その発色度を450mmの吸光度から求めた。

PG 活性は37℃、1分間に1 μ mole の α -D-ガラクトン酸を遊離させる酵素量を1 Unit として求めた。

(2) β -1.3-グルカナーゼ測定法

β -1.3-グルカナーゼはラミナリン (β -グルカン) を基質とし、酵素液と37℃、

1時間反応させた。PG同様に発色させ、 β -D-グルコースを37℃、1分間遊離させる酵素量を1 Unitとした。

4. ポリウロナイド測定

試料にエタノールを加えホモゲナイズした後、80℃、30分加熱抽出した。ろ過して得たエリノール粉末にEDTAを含む酢酸ナトリウム緩衝液(pH=5)で懸濁した後、可溶性のポリウロナイドを得た。ポリウロナイドの定量はカルバズール硫酸法に準じて行った。ポリウロナイド(0~150 μ g, α -D-ガラクトキロン酸1 ml)溶液、濃硫酸を加え、沸騰浴中で10分加熱後、カルバズール液を加え混合し、1.5時間室温温度放置し発色させ520nmにおける吸光度より求めた。

一方、可溶性ポリウロナイドを酢酸ナトリウム緩衝液で平衡化したSephacrose CL-6B(1.8 \times 90cm)でゲルろ過し、溶出した各画分をカルバズール硫酸法で定量した。

クロマトグラフィーの各画分の分子量はブルラン(Shodex STANDARD P-S2)分子量80万、40万、20万、10万の検量線より求

めた。

実験結果および考察

パパイヤ果実は蒸熱処理によりミバエの殺卵を行うが、これによる生理障害果実が出現し、可食状態とならず大きな問題となった。この生理障害果実は種子周辺の厚さ1~1.5cmの部分に障害組織がみられる(Fig. 1)。

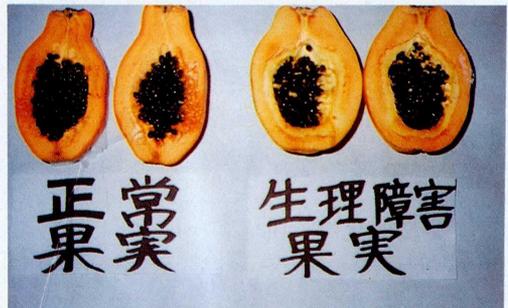


Fig. 1. 正常果実と生理障害果実

生理障害果実の障害組織はその周辺の組織や正常果実の組織と比較すると硬く、軟化が進行しない。そこで生理障害果実の障害組織と正常果実の組織の硬度を測定した。Fig. 2

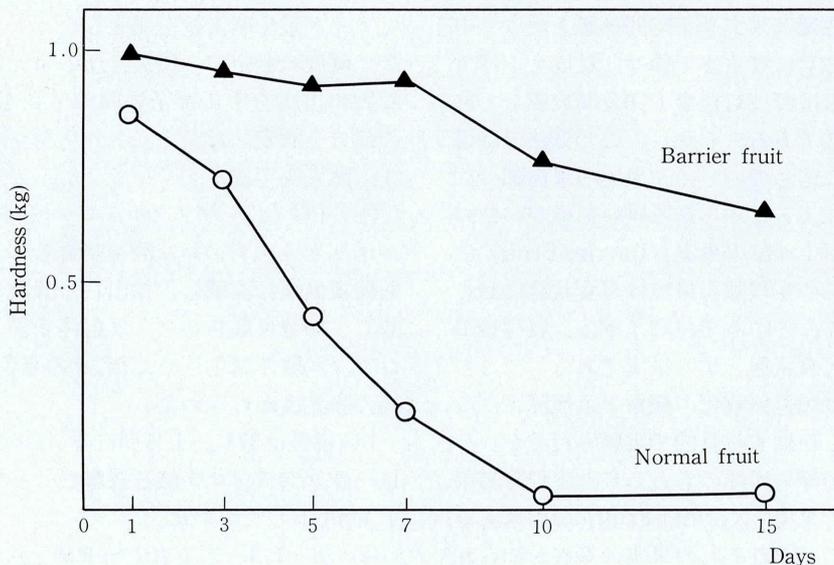


Fig. 2. Changes in Hardness of Normal fruit and Barrier fruit during Ripening of Papaya fruit.

にみられる様に、5日目では明らかに差がみられ、正常果実の硬度は10日目に殆ど0となった。一方、生理障害果実は15日目でも0.3kg以上を示し硬度の低下はみられなかった。この事は両果実の間には硬度に差があることが明らかとなった。

一方、追熟、軟化は組織の重要部分を占めるセルロースかセルロース間にセメントのような役割を演ずるポリウロナイドかが分解されることによってひき起こされるものと解釈されており、果実などでは後者の例が考えられている。ところで、パパイヤでは特にポリウロナイドに関与すると考えられるPGと β -1.3-グルカナーゼについて検討した。 β -1.3-グルカナーゼについては変動はみられなかったが、多糖類のポリウロナイド(ポリガラクトジュロン酸)に影響を及ぼすPG活性につて検討したところ、追熟に従い正常果実のPG活性は著しく高くなった。しかし、障害果実のPG活性は1日目と同様に一定で低い値であった(Fig. 3)このことは追熟の進まない生理障害果実の障害部のPG活性がなく、正常果実の追熟が進んだもののPG活性が高まったことにより、パパイヤ果実の追熟、軟化の一つの指標として、PG活性を調べるこ

とが重要な因子となったものとみられる。

一方、パパイヤ果実の追熟、軟化にはPGが関与していることが示唆されたので、PGが働く相手のポリウロナイド量についても検討を加えた。ウロン酸量に求めたが、正常果実、生理障害果実障害部、生理障害果実非障害部のそれぞれ1日目、5日目、15日目のポリウロナイドのゲル透過の溶出パターンを表したものである(Fig. 4)。標準分子量プルランで、Sephacrose CL-6B)カラムの溶出容量による分子量を求めたところ、正常果実の1日目で見られる2つのピークのフラクションナンバー40前後(以下aとする)と70前後(以下bとする)はそれぞれ約99万、約10万であると判断された。正常果実では追熟により経時的にaよりbに移行する。一方生理障害果実障害部ではポリウロナイドがaによるもので、15日目でも、これは変わらないかった。生理障害果実非障害部では正常果実と比べるとやや遅れが高分子のピークaが崩れ分離されbとなり、追熟がおこるものとみられる。このように正常果実はポリウロナイドは低分子化されていくことが、追熟で明らかとなった。以上パパイヤ果実の追熟には組織中のPGが働きポリウロナイドの低分子化をひき起し、軟

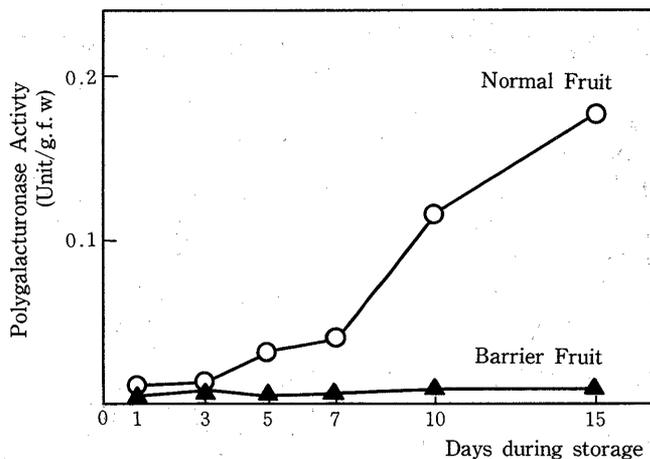
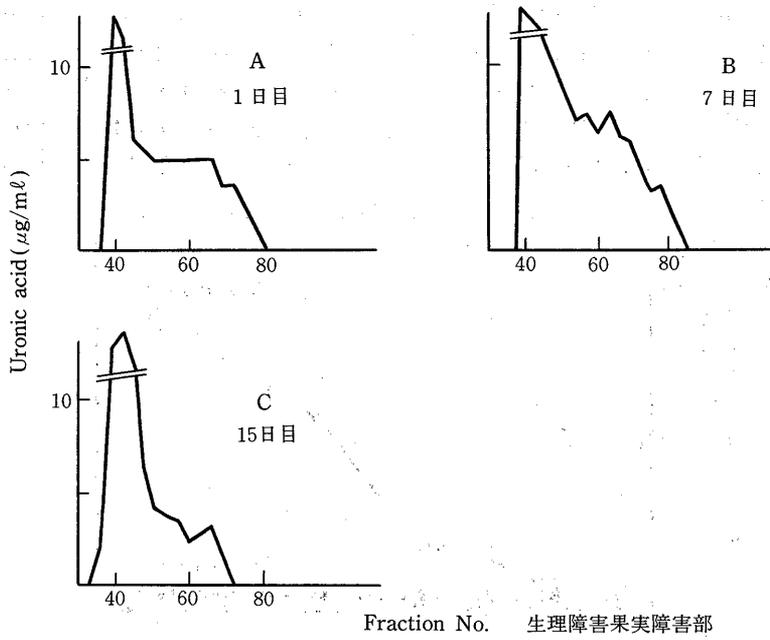
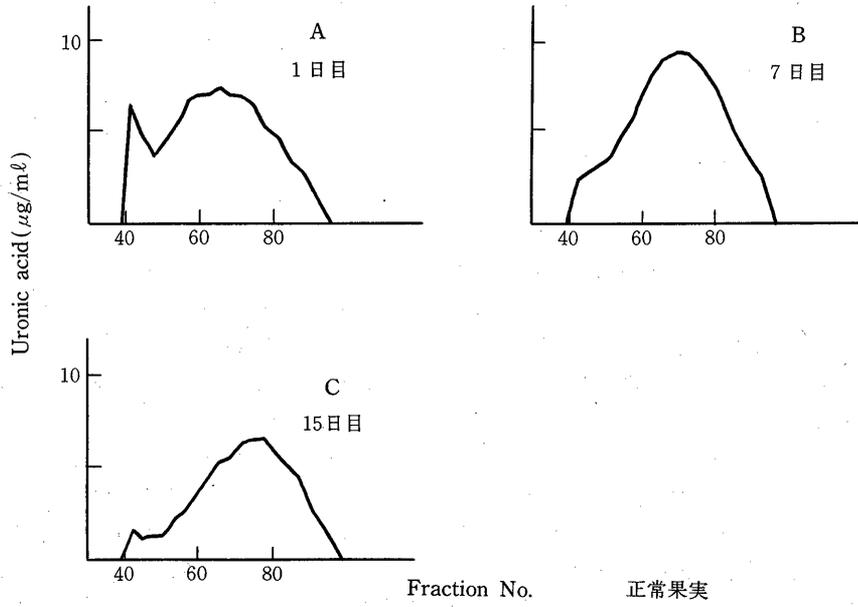


Fig. 3. Changes in Polygalacturonase Activity of Normal fruit and Barrier fruit during Ripening of Papaya fruit.



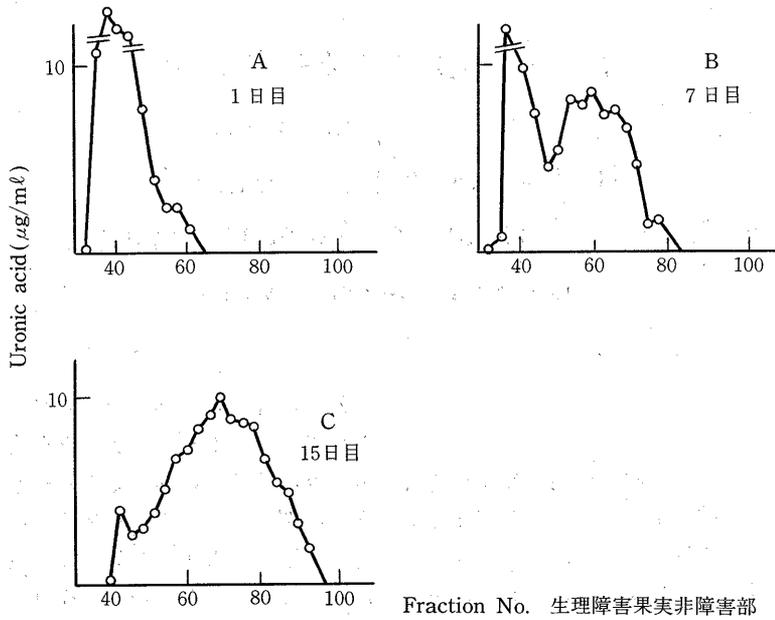


Fig. 4. パパイヤ果実ポリウロナイドの経日的分子量の変動

化していくものと推察できる。一方、生理障害果実の障害部ではPGがダメージを受けポリウロナイドの低分子化を抑制しているものと思われる。

参考文献

- (1) Alamine, E. K. and Seo, S., Misc. Publ, 167, 7 (1978).
- (2) 増田芳雄、植物の細胞壁、第2章、東京大学出版会