

琉球大学学術リポジトリ

パイアに関する研究

メタデータ	言語: 出版者: 南方資源利用技術研究会 公開日: 2014-10-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 徳元, 正和 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002017046

パパイアに関する研究

沖縄県農業試験場

徳元正和

1. はじめに

パパイア(*Carica papaya* L.)はメキシコ、西インド諸島、ブラジルにわたる熱帯アメリカが原産とされている。パパイアは、16世紀初頭にスペイン探検隊によってパナマおよび南米の北西部で発見された後、急速にカリブ海沿岸一帯に伝播され、スペイン領の西インド諸島からフィリピンに導入されたのは16世紀半ばで、沖縄に伝わったのは18世紀初頭といわれている。

パパイアはパパイア科パパイア属に属し、4属31種が知られていて、そのうち食用として栽培されているのは*Carica papaya*のみである。パパイアの性は雌性、雄性、両性の3つの型があり、基本的な果実型は性によって決定される。雌性木の果実は球形もしくは楕円型を示し、雄性木は通常着果しない。両性木は洋ナシ型あるいは長楕円型が多い。世界の主要な品種は約80種あるといわれ各地で独特な品種が育成されている。世界の年間生産量は720万トン(2000年)で、その1/3以上はブラジルで生産されている。

パパイアは果実としてのみでなく、未熟果は野菜、漬け物等に利用される。未熟果から採取されるラテックスは、プロテアーゼ活性を有するパパインを含んでいることから、化粧品、消化剤等に利用されている。また最近では、パパイアの持つ様々な機能が注目され、健康野菜としての位置付けも確立されつつある。

パパイアは県の果樹振興計画や革新的農業技術開発構想の指定品目の一つであり、果実としてはポストマンゴー、野菜としてはポストゴーヤーとして期待され、その振興が図られきている。そこで、私共の研究室(県農試バイオテクノロジー研究室)でもパパイアの生産振興に資する目的でパパイアの研究に取り組み、最近、いくつかの研究成果が得られたので以下に紹介する。

2. 沖縄県農業試験場における研究開発状況

1) パパイア未受精胚珠培養技術の開発

パパイアの育種がこれまで進展しなかった理由の一つに、新品種育成には幾世代も交雑を繰り返し、純系にする必要があると言う事が上げられる。しかし、半数体育種と呼ばれる手法を用いると短期間で純系の植物を作ることができる。これは半数性の生殖細胞を含む花のおしべ(葯)、あるいはめしべの胚珠を培養すると、生殖細胞由来の植物体(純系)を得る事が可能になることによる。

これまでイネ、タバコ、野菜類など多くの作物で成功し、育種期間の大幅な短縮化が可能になっている。そこで筆者らは、純系のパパイアを短期間で得ることを目的に未受精胚珠培養法を試みた。材料は交雑後代のパパイアを用い、採取した蕾(蕾内受粉を避けるため雌株を使用)から無菌的に胚珠を取り出し、植物ホルモンを含む培地で暗培養すると、不定胚(受精を経ずに、受精卵からと同様の形態や過程で発生する胚)が形成され、この不定胚を再生培地に移植すると植物体が再生された。再生植物体の染色体を調べた結果、半数体は確認できず多くは二倍体で、なかには四倍体も確認された。パパイアの四倍体は普通自然界に存在しないので、培養中に染色体倍化が起きたと考えられる。そこで、純系確認のため以下

の分析や調査を試みた。まず、再生植物体と親株をゲノムレベルで比較するためにRAPD分析（比較したい個体間のDNA配列の違いを探し出す手法）を行った結果、その多くは親株と同じだったが、なかには親株とは異なる多型（DNA配列の違い）もみられた。また、再生植物体の形態を調べると、親系統株に比べ低位置で着果する個体も観察された（写真1）。これは栽培上有用な形質となる。さらに、果実形態では親系統株と類似の楕円型が多かったがなかには異なるものも見られた。一方、四倍体のパパイヤ果実は二倍体とは明らかに異なっていた（写真2）。

再生植物体が胚珠組織の生殖細胞ではなく、体細胞由来だとすると親株と同じDNA配列や形質を持つと考えられるが、RAPD分析や形態調査の結果から、再生パパイヤの一部は生殖細胞由来の純系の可能性があると考えている。未受精胚珠培養技術をパパイヤの育種に結びつけるためには、半数性の生殖細胞から確実に、かつ効率よく再生植物体を得る必要がある。今後はこれらの培養条件を究明し、パパイヤの品種育成に有効に活用したいと考えている。

2) DNAマーカーによるパパイヤの性識別

交配組合せにおけるパパイヤの性の分離比は表1のとおりになる。現在、沖縄県で広く栽培されている果物用パパイヤ「サンライズ」は表1の4の分離をするハワイ系品種で、その苗には雌と両性が1対2の割合で混在する。「サンライズ」の雌株、両性株共に果実をつけるが、雌株の果実より洋なし型の両性果実が消費者から好まれるため、農家では1箇所を複数本仮定植し、開花後（播種後6～8ヵ月）に雌株を引き抜き、両性株を残す栽培法を行っている。この栽培法では、育苗や栽培のコストがかさむため、育苗段階でのパパイヤの性識別法の開発が要望された。また、品種育成を行う場合でも、両性の優良系統を選抜対象とするため、苗の段階で性

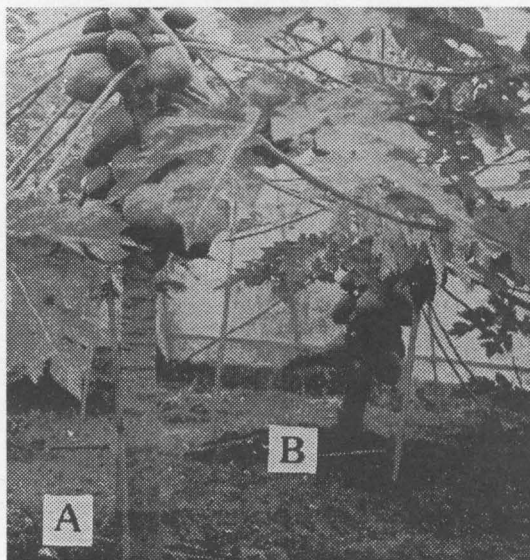


写真1 未受精胚珠から得られた再生パパイヤ

A：親系統株 B：低着果株

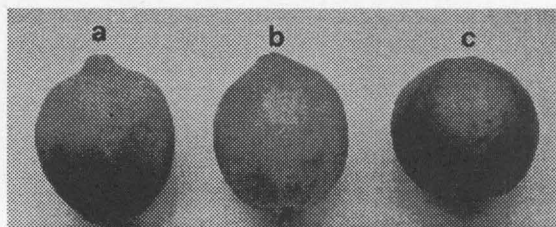


写真2 再生パパイヤの果実型

a. 親株(2倍体)
b. 再生パパイヤ(2倍体)
c. 再生パパイヤ(4倍体)

表1 パパイヤ性の分離化

交配組合せ	性 比		
	雄	両性	雌
1. 雌×雄	1	0	1
2. 雌×両性	0	1	1
3. 雄自殖、雄×雄	2	0	1
4. 両性自殖、両性×両性	0	2	1
5. 両性×雄、雄×両性	1	1	1

が識別できれば栽培規模を縮小でき省力化が可能となる。

パイアの性は花が咲くまで形態による判断ができないため、ゲノムレベルの性特異的な多型（DNA配列の違い）を探し出し、それを性識別マーカー（目印）として利用する方法が有効と考えられる。そこで、品種識別等に利用されているRAPD法を用いて性特異的多型の探索を行った。材料は、いくつかの品種とそれらの交配集団の計49個体を用いた。その結果、雄と両性株にのみ存在する性特異的多型が見つかった（写真3）。次に、この多型のDNA配列を決定したところ、雄及び両性由来の多型は同じDNA配列で、450塩基対の長さがあり、公開されているDNAデータベースにこの配列と類似したものは存在しなかったことから、多型の領域が遺伝子（例えば、雌雄を決する遺伝子）ではないことが考えられた。しかし、この多型を性識別マーカーとして利用することにより、パイア苗の性識別ができるようになった。但し、RAPD法の欠点には再現性や感度、そしてDNA抽出コストや時間等、実用化に向けて解決すべき問題が残っている。そこで、再現性や感度向上のために、性識別マーカーのDNA配列を利用して、そのマーカー部分だけを増幅する方法を開発した（写真4）。これにより、改良した性識別マーカーの有無により、高感度かつ容易にパイアの性識別が可能になった。今後の課題として、性識別に用いるDNAの抽出法の改良（簡素化、低コスト化）に取り組む予定だが、近い将来、栽培現場に貢献し得る技術開発ができるものと考えている。

1) ジベレリン処理によるパイアの果実肥大

パイアを施設栽培する場合、両性株は完全花を持つため結実および果実発育は良好であるが、ソロ種等は夏場のハウス内の高温時における花粉の不稔化によって、果実が小型化する現象が見られる。また、雌株は受粉しなければ結実しないことも多く、結実しても果実は無核で小型となる。従って、雌株の施設栽培においては正常な果実を得るための受粉処理が必要となる。

一般に果実の成長には種子が必要であることから、種子から成長ホルモンが供給されていると考えられている。受精が完了した胚珠では、胚乳核の分裂が盛んに繰り返され、種子として発達し始める。この時期の幼種子はジベレリンやサイトカニンを活発に生産する。そこで、受粉処理しないパイア（雌株）に対するジベレリン処理がパイアの果実成長と発育に及ぼす影響について検討した。

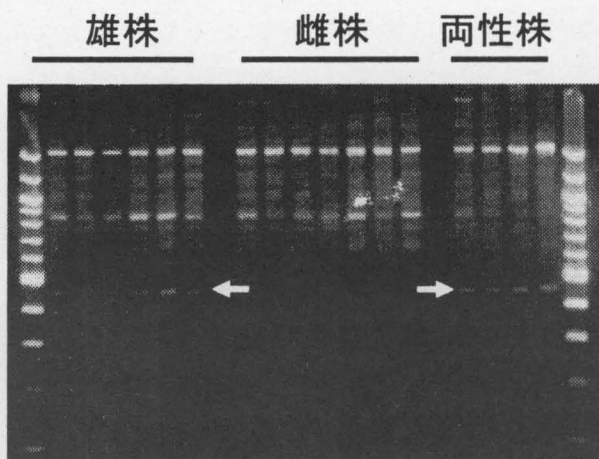
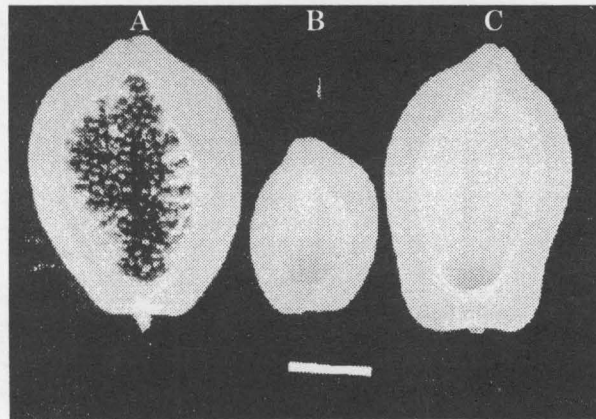


写真3 RAPD法によるパイアの性識別
矢印は性識別マーカーを示す。



写真4 改良型マーカーによる性識別
矢印は改良型マーカーを示す。

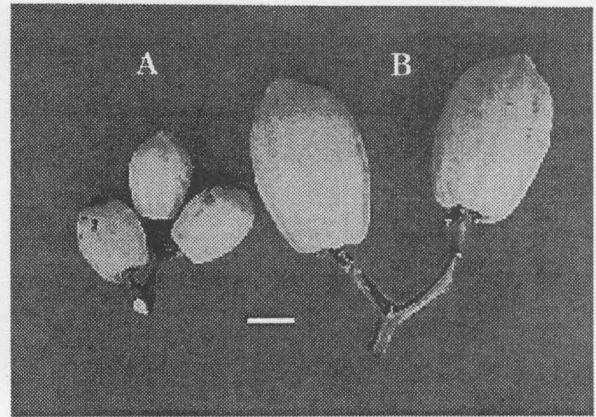
ジベレリンペースト（市販）を開花期のメシベ、子房周囲、果梗周囲に処理した結果、メシベ処理では果頂部に肥大が見られたが、果実全体の肥大は見られず小型であった。子房周囲への処理では果実全体に肥大が見られたものの果型がくずれ奇形果となった。果梗周囲への処理では果実の肥大は最も良好で、受粉処理に比べても大きな差は見られなかった。ジベレリン処理の果実は種子形成が認められず無核であった（写真5）。また、果梗にジベレリンペースト処理すると果梗の著しい徒長が見られた（写真6）。



(Bar=5cm)

写真5 ジベレリン処理による果実肥大

- A : 受粉区
- B : 無処理区
- C : GA処理区（種無し）



(Bar=5cm)

写真6 ジベレリン処理に見られる花梗の伸長（矢印はGAを塗布した部分）

- A : 無処理区
- B : GA処理区

ジベレリン処理及び無処理果実のいずれも成長とともに果肉細胞の肥大が見られた。無処理果実の細胞肥大は緩やかであったが、ジベレリン処理果実では果肉細胞の肥大も急速に進むことが観察された。

開花後における果実長の変化は、無処理果実では緩やかな増加を示したが、ジベレリン処理果実では、処理後約2ヵ月は急速な成長を示し、その後は緩やかな増加になった。また、受粉処理はジベレリン処理に比べ初期の増加率はやや小さいものの、直線的な増加が長く続き、収穫期の果実長はジベレリン処理と差がほとんど見られなかった。

果実径の変化は、上記の果実長と同様な増加傾向を示した。受粉処理した果実径は開花後3~4ヵ月間直線的に増加し、収穫期の果実径はジベレリン処理果実に比べやや大きく、その結果、ジベレリン処理果実は細長の楕円型であり、受粉果実は球形に近い果実型であった。

以上の結果から、開花期の果梗へのジベレリン処理はパイア果実の肥大に大きく影響し、受粉処理とほぼ同程度の果実肥大効果がみられた。ジベレリン処理の果実は受粉果実と型がやや異なり、種子の形成は見られなかった。また、処理部位の果梗は著しく徒長した。

3. おわりに

前述のように、パイアは県の果樹振興計画や革新的農業技術開発構想の指定品目として位置付けられその振興が図られてきたが、生産現場では台風等の気象災害、ウイルス病の蔓延、沖縄に適した新品種の育成など様々な面で解決すべき問題が残されている。

しかし、これらの個々の技術課題については大学や公設試験場、民間企業等に基礎的な研究蓄積があり、また、研究成果も多く出されている。

一方、沖縄県では大学や公設試験場等が有する技術やノウハウを活用し、民間企業が事業化に結びつけるための研究開発制度（沖縄産学官共同研究推進事業）を平成13年度よりスタートした。そこで、産学官のもつこれらの研究成果を、当該制度等を活用して連携させることで早期の事業化が可能になると思われる。そうすることにより、パイアの生産振興は飛躍的に進むものと考えられる。