

琉球大学学術リポジトリ

[総説]パパイア(*Carica papaya* L.)の未受精胚珠培養とジベレリンペースト処理による果実肥大

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): パパイア, 未受精胚珠, 不定胚, 植物体再生, ジベレリン, ジベレリンペースト, 果実肥大 キーワード (En): 作成者: 徳元, 正和, TOKUMOTO, Masakazu メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002016601

パパイヤ (*Carica papaya* L.) の未受精胚珠培養とジベレリンペースト処理による果実肥大

徳元正和

*沖縄県農業試験場

Unpollinated ovules culture of papaya (*Carica papaya* L.) and enlargement of fruit with gibberellin-paste treatment

Masakazu TOKUMOTO

Okinawa Prefectural Agricultural Experiment Station

Keywords : パパイヤ, 未受精胚珠, 不定胚, 植物体再生, ジベレリン, ジベレリンペースト, 果実肥大

1. はじめに

パパイヤ (*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^{1,2)}。16世紀初頭、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た。16世紀半ばにはスペイン領の西インド諸島からフィリピンに導入され、沖縄に伝わったのは18世紀初頭といわれている³⁾。

パパイヤはパパイヤ科パパイヤ属に属し、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。パパイヤの性は雌性、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。雌性木の果実は球型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く、特に洋なし型は果物用として消費者に好まれている。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⁴⁾。パパイヤの果実は果物としてだけでなく、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、プロテアーゼであるパパイ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⁵⁾。また、最近では、パパイヤ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。

沖縄県では、革新的農業技術開発構想や果樹振興計画の振興品目としてパパイヤを指定し、果物としてはマンゴー、野菜としてはゴーヤーに次ぐ作物として振興を図っている。しかしながら、沖縄で栽培される品種は外来種が主で、沖縄の気候や栽培環境に適しているとはいえず、沖縄オリジナル品種の育成が望まれている。なかでも、日鋼ハウスや近年普及しつつある平張りネットハウスにおいて容易に栽培できるわい性品種の育成が望まれている。一方、栽培面では、高温期の花粉稔性低下が原因と見られる両性果実の小型化が問題となっている。本総説では、パパイヤの育種を目的に開発した未受精胚珠培養法並びにジベレリンペースト処理による果実肥大

*沖縄県那覇市首里崎山町 4-222

法を紹介する。

2. パパイアの未受精胚珠培養

交配による新品種育成には長期間を要するが、半数性の生殖細胞を含むおしべ（葯）、あるいはめしべの胚珠を培養すると短期間で純系の植物を作ることができる。これまでイネ、タバコ、野菜類など多くの作物で成功し⁶⁾、育種期間の大幅な短縮化が可能になっている。そこで、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開発した。

2. 1 未受精胚珠からの不定胚誘導

パパイア雌株の未受精胚珠（図1）を各種ホルモンを含むMS培地に置床し、照明および暗黒下で培養したところ、暗黒下のジベレリン混合物（1ppm）およびGA₃（1ppm）を含む培地において不定胚誘導が認められた。不定胚の形成は培養50日目頃から確認され、その後、約40日間続いた。置床時に約1mmであった胚珠は3~4mmまで肥大し、その一部からカルスを経由することはなく不定胚が直接形成された。形成された不定胚は球状期、ハート状期を経て、子葉期に発達したが、奇形子葉をもつ異常胚も多く認められた（図2）。一方、照明下では不定胚の形成は認められず、また、BA、Kinetin、Zeatin、2iP、NAA、IAA、IBA、2,4-Dを添加した培地では、照明及び暗黒下いずれの条件下においても不定胚の形成は認められなかった。次に、不定胚の最適誘導条件を明らかにした。6種類のジベレリンを各種濃度で添加したMS培地で、未受精胚珠を暗黒培養すると、ジベレリン混合物、GA₃、GA₄添加培地で不定胚の形成が見られた。不定胚形成率はGA₃（2ppm）が最も高く13.7%、次に、GA₄（2ppm）で11.9%、ジベレリン混合物（1ppm）6.3%

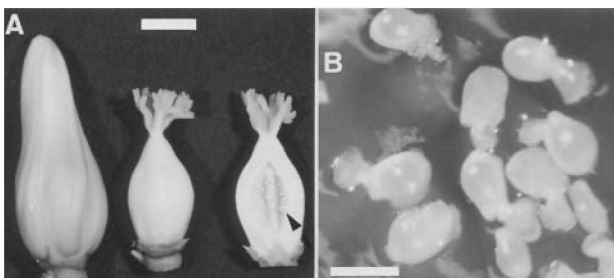


図1. パパイアの雌花と未受精胚珠(Bar=1cm)
A: 雌花 (矢印は未受精胚珠を示す。)
B: MS培地に置床した未受精胚珠

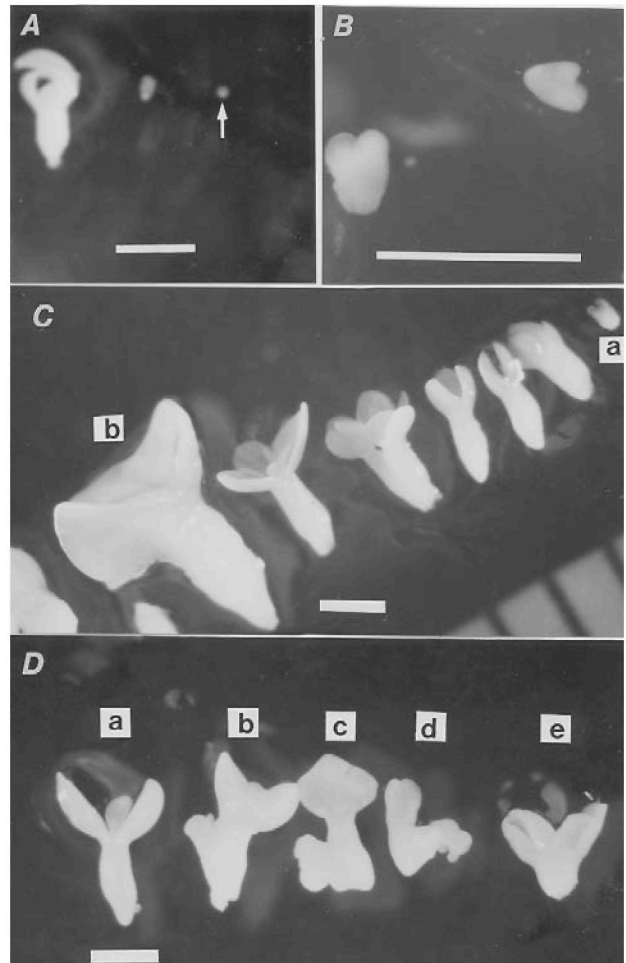


図2. 未受精胚珠より誘導した不定胚(Bar=1mm)
A: 球状胚 (矢印) D: 子葉期胚の形状
B: ハート状胚 a: 正常胚
C: 不定胚の発達 b~e: 異常胚
a: 魚雷型胚
b: 子葉期胚

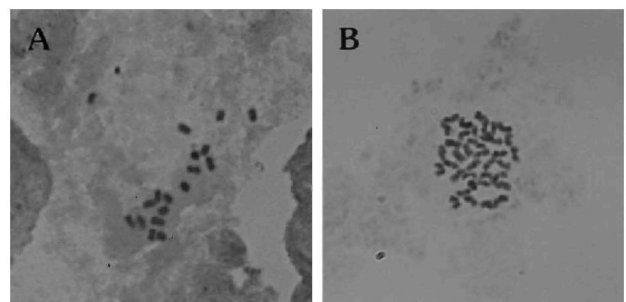


図3. 不定胚の染色体
A: 2倍体 (2n=18)
B: 4倍体 (4n=36)

であった。一方、GA₁、GA₅、GA₇添加培地では不定胚形成は見られなかった（表1）。不定胚の染色体を観察した結果、そのほとんどは2倍体であったが、4倍体や異数体も確認された（図3）。カン

表 1. 未受精胚珠からの不定胚誘導に及ぼすジベレリンの影響

Gibberellin	concn. (mg · liter ⁻¹)	No. of grown ovules ^z	No. of ovules forming embryos	% of ovules forming embryos ^y
GA-mixed	0.1	220	1	0.5*
	0.5	346	18	5.2*
	1.0	143	9	6.3*
	2.0	124	3	2.4*
	5.0	436	3	0.7*
GA ₁	0.1	281	0	0
	0.5	311	0	0
	1.0	235	0	0
	2.0	196	0	0
	5.0	328	0	0
GA ₃	0.1	481	5	1.0*
	0.5	245	4	1.6*
	1.0	181	4	2.2*
	2.0	342	47	13.7*
	5.0	254	9	3.5*
GA ₄	0.1	326	0	0
	0.5	382	21	5.5*
	1.0	357	10	2.8*
	2.0	151	18	11.9*
	5.0	297	0	0
GA ₅	0.1	183	0	0
	0.5	327	0	0
	1.0	282	0	0
	2.0	322	0	0
	5.0	246	0	0
GA ₇	0.1	195	0	0
	0.5	266	0	0
	1.0	389	0	0
	2.0	405	0	0
	5.0	186	0	0

^z肥大した胚珠の数 (培養3ヶ月後)

^yχ²検定 p=0.05で有意差あり

キツの葯培養では、花粉が直接胚様体を形成し植物体へと発達するが、得られた植物体のほとんどは2倍体であったと報告している⁷⁾。本実験では、不定胚の多くが2倍体であり半数体を見出すことは出来なかった。パパイヤにおいても、カンキツと同様に未受精胚珠の培養中に染色体倍加が起こっていると推察された。

2. 2 不定胚からの植物体再生

不定胚からの植物体再生は一般に植物ホルモンを

含まない培地で行う場合が多い^{8,9,10)}。そこで、得られた不定胚をホルモンフリー培地に置床し、植物体の再生を行った。その結果、ジベレリン混合物で誘導した不定胚からの植物体再生率が18.6%であったのに対し、GA₃およびGA₄で誘導した不定胚からの再生率はそれぞれ26.4%、26.9%であった。GA₃で誘導した不定胚からは形態的に正常な小植物体が高率で発生したが、GA₄で誘導した不定胚からは異常な形態の小植物体も多数生じた (図4)。再生植物体の順化率は、ジベレリン混合物24.4%、

GA₃33.3%、GA₄32.8%であった。茎葉および根の形態が異常な再生植物体は、順化の過程ですべて枯死した。しかし、茎葉が奇形にも関わらず根の発達した再生植物体では、順化の過程で新たに茎葉の発達がみられ、その後は正常個体とほぼ同様に成長した。このような個体はGA₄で誘導された不定胚由来の植物体に多く観察された。不定胚から順化までの生存率は、GA₃、GA₄を用いた場合には8.8%と同率で高く、ジベレリン混合物の約2倍であった。なお、再生植物体の根端の染色体を観察した結果、16個体はすべて2倍体であった。

2. 3 再生植物体の形態的特性

未受精胚珠から再生した植物体8株とその果実について調査を行った。その結果、未受精胚珠培養に用いた親系統No. 9の定植6ヶ月後の樹高が174cmであったのに対し、No. 3は150cmで、No. 4及びNo. 7はそれぞれ141cm、150cmであった(表2)。No. 3とNo. 4は幹が小さく、果実も小さかった。しかし、No. 7は幹、果実が大きく糖度も高かった。No. 7の果実形質は親系統株に似ていたが、樹高や初着花高の低い形質は特有なものであった(図5)。

沖縄県におけるパイアの栽培は、ウイルス及び台風による被害を避け、良質な果実を得るために施

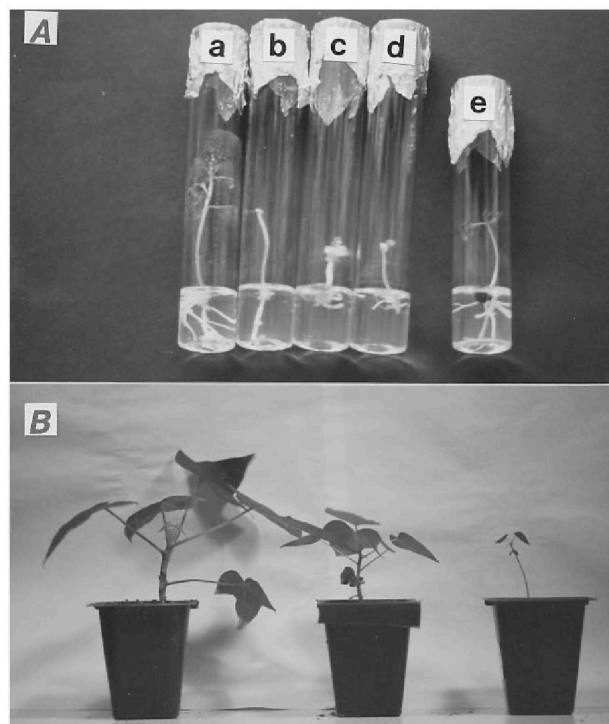


図4. 不定胚より再生した植物体

- A: 再生植物体
- a: 正常植物体
- b~d: 異常植物体
- e: 実生
- B: 順化した植物体

表2. 再生植物体の特性

Plant No.	Plant ^z height (cm)	Trunk ^z diameter (cm)	Height of first flower (cm)	Fruit					
				Weight (g)	Length (cm)	Diameter (cm)	L/D ^y	Flesh thickness (cm)	Brix (%)
1	172	11.1	85	808±133*	14.3±0.8*	10.2±0.4*	1.40	2.3±0.1*	12.3±0.7*
2	171	11.2	83	799±150	14.7±0.7	11.4±0.9	1.29	2.0±0.2	13.8±0.7
3	150	8.4	72	512±39	9.3±0.3	9.5±0.3	0.98	2.3±0.1	13.5±0.9
4	141	8.5	84	520±43	12.2±0.6	9.5±0.2	1.28	1.7±0.1	10.5±1.1
5	168	10.1	87	817±157	14.6±1.0	11.6±1.0	1.26	2.1±0.2	13.9±1.0
6	170	11.3	93	750±104	13.9±1.2	11.2±1.0	1.24	1.8±0.1	13.9±0.8
7	150	11.2	48	761±135	14.0±1.1	11.1±0.8	1.26	2.1±0.2	13.9±1.1
8	173	11.9	71	650±117	13.0±1.2	10.6±0.7	1.23	2.0±0.2	11.9±2.0
9 ^x	174	11.4	87	726±105	12.4±0.7	10.2±0.4	1.26	2.1±0.1	13.3±0.7

^z圃場定植6ヶ月後の植物体の樹高及び幹径を調査した。

^yLength/Diameter比

^x親系統株

* 数値は平均±SD

設内で行われている。パパイヤの成長は早く、播種後1年～1年半で2～3mに達するものが多い。天井に到達したパパイヤは、茎頂が傷つき、成長及び結実に影響を受けるばかりでなく、果実の収穫は困難を極める。未受精胚珠培養により得られたわい性個体は施設栽培に適しており、パパイヤの育種にとって重要な遺伝資源になると考えられる。

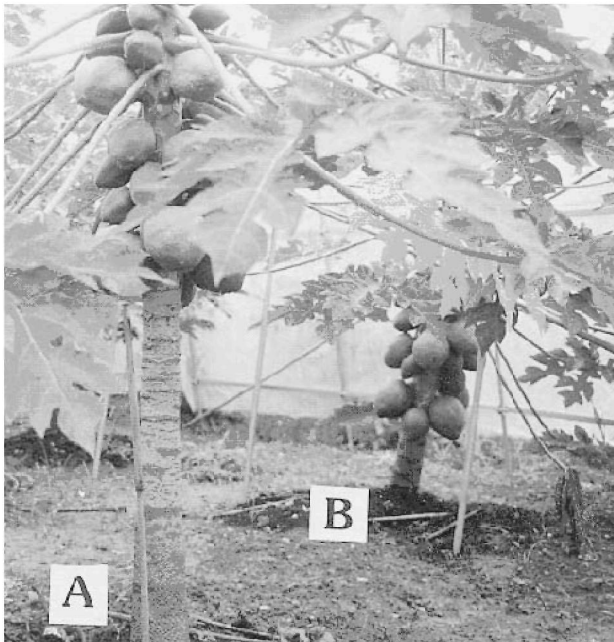


図5. 圃場定植した再生植物体
A: 親系統株 (表2のNo.9)
B: 再生植物体 (表2のNo.7)

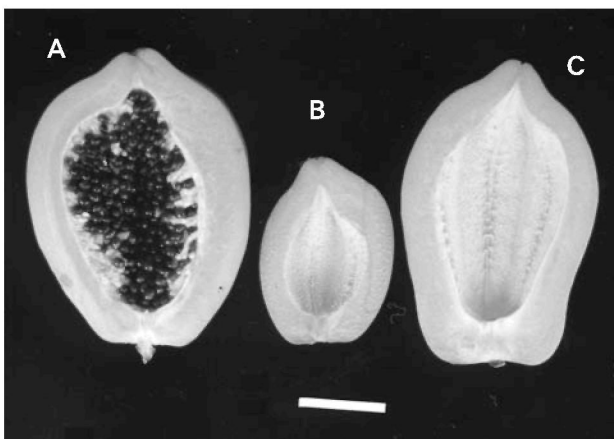


図6. ジベレリンペースト処理した雌性果実
(Bar=5cm)
A: 人工受粉
B: 無処理
C: ジベレリンペースト処理

3. ジベレリンペースト処理による果実の肥大

パパイヤには、雄性、雌性そして両性の3つの表現型が存在するが、雌性株を栽培する場合、人工受粉しなければ結実しにくく、たとえ結実しても果実は小型となる。一方、両性株の場合には、受粉処理は必要ないが、高温期の花粉稔性低下が原因と見られる両性果実の小型化が問題となっている。そこで、受粉処理に代わる果実肥大技術の開発を目的として、日本ナシ^(11,12)で実用化されているジベレリンペースト(協和発酵工業製、GA含量2.7%)のパパイヤ果実に与える影響を調べた。

ジベレリンペーストを雌花のメシベ、子房周囲そして花梗周囲に塗布したところ、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。果梗周囲への処理が果実肥大に最も効果的で、受粉処理に比べても大きな差は見られなかった(図6)。ジベレリン処理した果実は受粉果実と型が異なり、やや細長となった。また、種子の形成は見られず、処理部位の果梗が著しく徒長した。

次に、両性花の花梗部にジベレリンペーストを塗布し、その効果を調べた。花粉稔性が高い時期の両性花へ処理した結果、無処理区の果実重が357gであるのに対し、処理区の果実重は488gであった。花粉稔性が低下する夏場の両性花に処理を行ったところ、無処理区の果実は肥大せず63gであったのに対し、処理果実は450gであった(図7)。以上の結果から、ジベレリンペーストは両性果実の肥大にも有効であることがわかった。また、雌株同様に果梗の著しい伸長が観察された。

現在、デパート等で販売されている果物用パパイヤはハワイで育種されたソロ種の両性果実が主である。沖縄県でソロ種の両性株を栽培すると、春に咲いた花の子房は良く肥大し、秋に400～600gの果実を収穫することができる。一方、夏場に咲いた花の花粉は稔性が低く、冬場の収穫時期になっても果実が肥大しない。両性花の花梗部にジベレリンペーストを塗布すれば、季節に関係なく大玉果実を安定生産することができ、また、花梗部が伸長するため果実同士の密着による果型のくずれを防止することもできる。

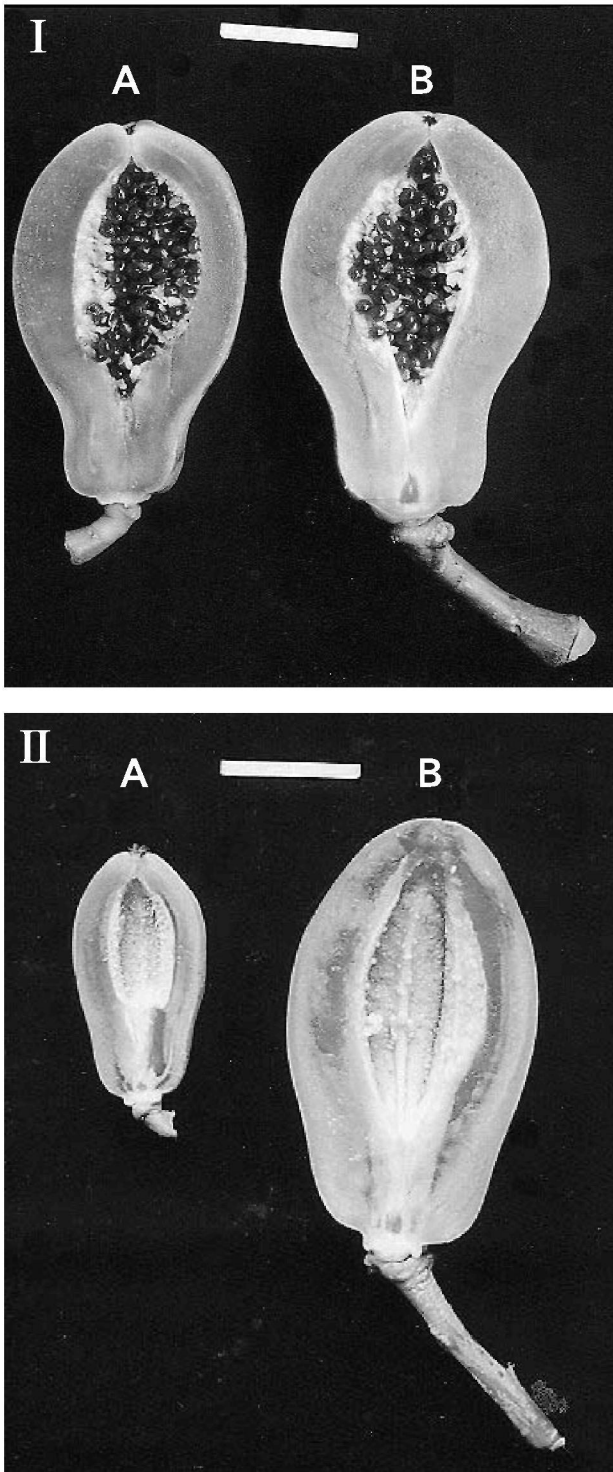


図7 ジベレリンペースト処理した両生果実
(Bar= 5 cm)
I : 5月28日開花 (花粉稔性あり)
II : 6月28日開花 (花粉稔性なし)
A : 無処理
B : ジベレリンペースト処理

4. おわりに

パパイアは周年出荷できる作物として期待され、そして振興が図られてきた。しかしながら、生産量

は横ばいで、その理由に本総説で取り上げた問題が大きな要因となっている。両性果実の小型化の問題にはジベレリンペースト処理が効果的であることがわかった。しかしながら、実用化に向けた農薬登録(適用拡大)の問題が残されている。今後は、未受精胚珠培養により得られた個体を母本として、沖縄の気候や栽培環境に適した沖縄ブランド品種の育成に取り組んでいきたい。

参考文献

- 1) Nakasone H. Y. and R. E. Paull (1997) Tropical Fruits. p.239-269 CAB International, Wallingford. UK.
- 2) 桜井芳次郎：1971. パパイア. p.2047-2049. 最新園芸大辞典編集委員会. 最新園芸大辞典. 誠文堂新光社. 東京.
- 3) 安富徳光：1994. パパイア. p.56-83. 特産のくだもの—マンゴー・パパイア 果樹種苗協会. 東京.
- 4) Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Production year book (2000)
- 5) 廣瀬和榮：1996. 沖縄におけるパパイア栽培技術及び生産振興対策の課題について. 沖縄開発庁沖縄総合事務局農林水産部報告書. p.1-4.
- 6) 西村繁夫・斉藤猛雄・山口真美子：1991. 不定胚形成の現状と誘導技術. p.9-15. 農耕と園芸編集部編. バイオホルティ 5. 誠文堂新光社. 東京.
- 7) 日高哲志. 1990. カンキツの薬培養. p.26-31. 農耕と園芸編集部編. バイオホルティ 2. 誠文堂新光社. 東京.
- 8) Ammirato, P. V. 1983. Embryogenesis. p.82. In:W. R. Sharp, D. A. Evans, P. V. Ammirato and Y. Yamada (eds). Handbook of plant cell culture. Vol.1. Macmillan Publishing Company, New York.
- 9) 鎌田博. 1980. 高等植物における不定胚形成の制御. 植物の化学調節. 15:62-78.
- 10) 清沢茂次・野村和成・高木千明・折館寿朗・下中雅仁. 1988. 植物の不定胚経路由再分化の生理. p.454-461. Bio Industry(CMC). 東京.
- 11) 三戸部 満. 1981. ジベレリンによるナシの果実肥大および熟期促進. 埼玉園試研報. 10:1-7.
- 12) 高瀬輔久・河瀬明夫・岡田詔男. 1982. ジベレリンペーストとエスレルによるナシ幸水の熟期促進及び果実肥大効果. 愛知農総試研報. 14: 205-210.