

亜熱帯カンキツの温帯における栽培

鹿児島大学農学部 富永茂人

Growing Subtropical Citrus Fruits in Temperate Climate

Shigeto TOMINAGA

Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Kagoshima 890

只今、ご紹介にあずかりました富永でございます。私は、鹿児島大学で果樹栽培を専門にしております。

最近、我国においても亜熱帯原生の果樹を栽培しようとする空気が高まってきています。それは大変嬉しいことなのですが、亜熱帯性果樹を温帯で栽培する場合、何が問題になるかということ、亜熱帯性のカンキツであるポンカンに例をとり、栽培の問題点とその対策についてお話をさせて頂きたいと思います。

カンキツ類は常緑性で、本来亜熱帯性の気候を生育の適温としているものと考えられます。従いまして、我国におきましては、早熟性のカンキツであるウンシュウミカンを除いて、すなわち中晩生カンキツの露地栽培は気象的に限界地域にあるものと考えられまして、常になんらかの気象的影響をこうむる危険性があり、収量が不安定であり、さらに品質不良な果実の生産を余儀なくされてきました。それを解決するために、近年、カンキツ類の施設栽培が急激に増加してきました。施設栽培は高気温環境を作り、気象の悪影響を防ぐために、高品質の安定生産に有効な栽培方法であり、我国においては早生ウンシュウの約1000haを始め、ポンカン、タンカン、マーコット、レモン、ライムなど、総計で2000haを越えています。

それでは、我国の中で鹿児島県の栽培面積が最も多いポンカンにつきまして、露地栽培の問題点と、施設栽培での利点と改善すべき点について述べていきたいと思います。

1. ポンカンとは

ポンカン (*Citrus reticulata* Blanco) はインド北部のスタラ地方の原産であり、栽培適地は年平均気温18℃～20℃の地帯とされています。我国におけるポンカンの栽培面積は約2300haですが、そのうち鹿児島県の栽培面積が約1500haを占めています。鹿児島県ではポンカンは主に年平均気温17℃以上の地域に栽培されていますが、局地的な適地や屋久島などの離島を除けば、樹体の生育や果実の発育、品質に対して積算温度が不足している感は否めません。そして、温度不足の地域におきましては、結果枝の充実不足、花器の発育不良によって不完全花や弱小花の発生

が多く、結実の不安定や果実品質の低下などが生じています。さらに、果実の発育不良や成熟期の遅れがみられます。ポンカン果実を有利に生産・販売するためには、これらの点を改善する必要があります。

近年では、これらのうち幾つかの問題点を一括して解決するために、ビニルフィルムによる屋根かけハウス栽培が普及してきております。しかし、屋根かけハウス栽培においても、問題が生じています。

2. 露地栽培での問題点

それでは、まず最初に鹿児島県における露地栽培でのポンカンの開花から結実、果実の発育、品質などの生態と栽培上の問題点についてお話したいと思います。

開花についてみますと、鹿児島県における露地栽培のポンカンは、3月下旬から4月上旬に発芽した後、1か月位して、5月上旬から下旬にかけて、ほぼ20日間にわたって開花し、他のカンキツ類と同様に、正規分布型の開花パターンを示します(6) (図1)。そして、特に早期に開花した花では雄ずいあるいは雌ずいに異常を示す奇形花が多くみられます(写真1)。

さらに、それらがどれくらい結実して収穫できる果実に発育するかというと、表1に示しますように、奇形花の落下率が極めて高く、また、正常花でも結実は不良であり、ポンカン全体の結実率は合計でもおおよそ5.0%にしかすぎません(6)。これは、他のカンキツ類に比べて非常に低い値です。例えば、ウンシュウミカンでは20～50%の結実率を示します。

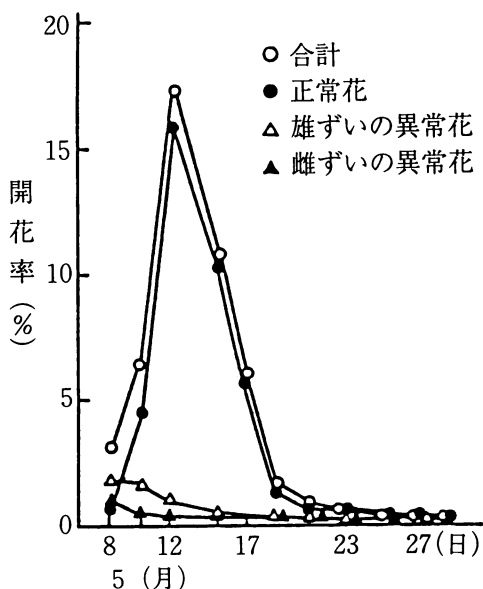


図1. 露地ポンカンの開花の波相 (1984).
富永ら(6)より引用.

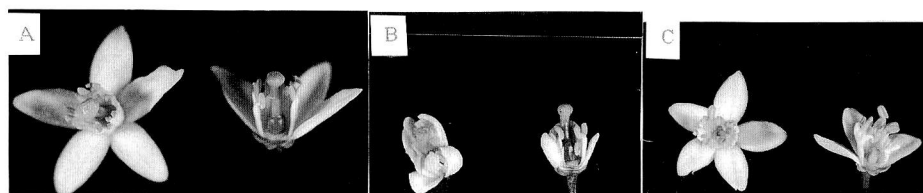


写真1. ポンカンの花の形状.

A. 正常花, B. 雄ずいの異常花, C. 雌ずいの異常花.

表1. 露地ポンカンの開花時期別の花の形状ごとの結実率(1984)

花の形状	前期開花	中期開花	後期開花	合計
正常花	10.3	4.0	5.7	5.0
雄ずいの異常花	6.8	0.5	6.4	4.6
雌ずいの異常花	1.5	0	0	0.9
合計	8.3	3.8	5.6	4.8

富永ら(6)より引用.

また、開花した花がその枝に何枚の葉を持っているかをみますと、ポンカンでは葉を持たない直花の割合が極端に多く、1枚以上の葉を持つ有葉花はあまり多くありません。そして、直花の結実率は極めて低く、ほとんどが落果します(6) (表2)。その結果、鹿児島県での露地ポンカンの平均反収は約1000kgと極めて低いのが現実です。

表2. 露地ポンカンの花梗枝の着葉数と結実率 (1984)

着葉数 (枚)	着花数/枝	結実率
0	2875	1.11
1	1569	2.10
2	1577	3.30
3	1070	9.72
4	546	17.77
5	217	17.51
6	62	29.03
7以上	36	27.78
合計	7952	4.83

富永ら(6)より引用.

このように、ポンカンの露地栽培においては、正常で大きい子房を持つ健全花で、しかも葉を持つ有葉花の割合を高めること、その上で、結実率を向上させる方策を見出していくことが重要であります。

果実の発育をみてみますと、今述べたように、開花時のポンカンは子房が極めて小さく、開花から9月上旬までの果実の初期発育は極めて緩慢です。その後は果実が急速に大きくなりますが、10月まではウンシュウミカンよりも果実は小さく(1) (図2)、摘果を行なう場合でも果実を見逃すことが多々あります。このように露地栽培ではポンカンの果実の発育は不良で、長期間にわたります。このことは販売する商品を生産するという点からは非常に不利です。

さらに、果皮の着色も遅く、樹の上の多くの果実が出荷できるほどに着色するのは1月以降になります(1) (図3)。

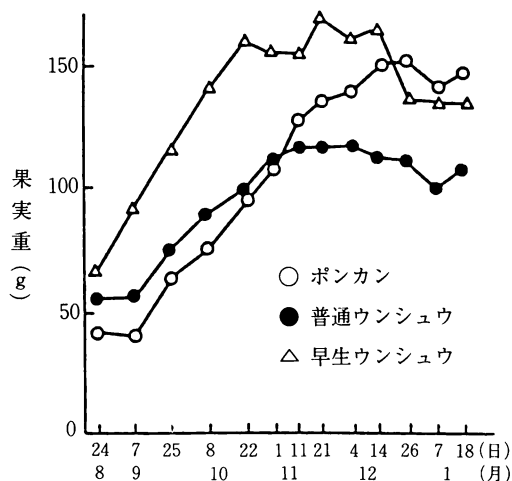


図2. 露地ポンカン果実の発育 (1974).
橋永ら(1)より引用.

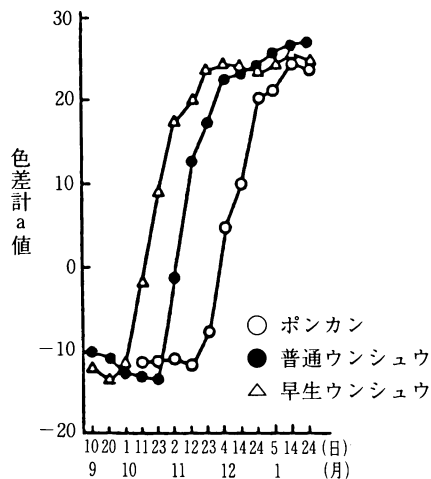


図3. 露地ポンカン果皮の着色の変化 (1973).
橋永ら(1)より引用.

今、述べましたように、果実の大きさや着色を収穫の基準とすると、露地栽培ではポンカンの収穫時期は相当遅れ、1月以降になります。しかし、鹿児島県であっても1月になると、霜などの低温障害や寒害を受ける危険があり、この点は露地栽培での大きな問題点です。

次に、食べた時の食味の観点から、糖度や酸含量という、果実内の成分の変化をみてみたいと思います。露地栽培のポンカンでは、果実の発育が遅いために、果実がかなり大きくなる10月頃まで果実内に果汁がほとんどなく、パサパサした状態です。この時期までは、糖も低く、酸も高く、当然のことながら、とても食べられる状態ではありません。

食べた時に甘さを示す糖度(Brix)は、果汁が蓄積し始める10月頃から次第に増加します(図4)。

そして、12月には、11～12%の糖分を含みます(1).

食べた時の酸っぱさを示す滴定酸含量は、果汁がない10月下旬までは極めて多く、その後果汁の増加とともに、11月から12月にかけて急激に減少し、12月中旬には1%以下になります(1)(図5). この程度の酸含量になると、なんとか食べられるようにはなりますが、食味はまだポンカン本来のものとは言えません.

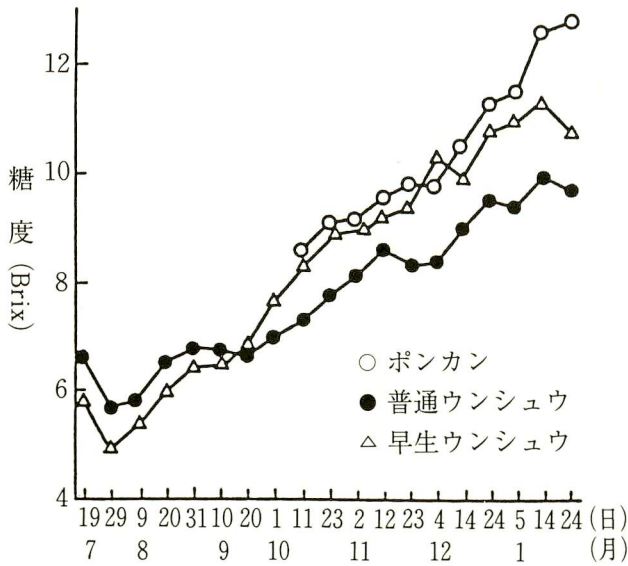


図4. 露地ポンカン果実の糖度 (Brix) の変化 (1973).
橋永ら(1)より引用.

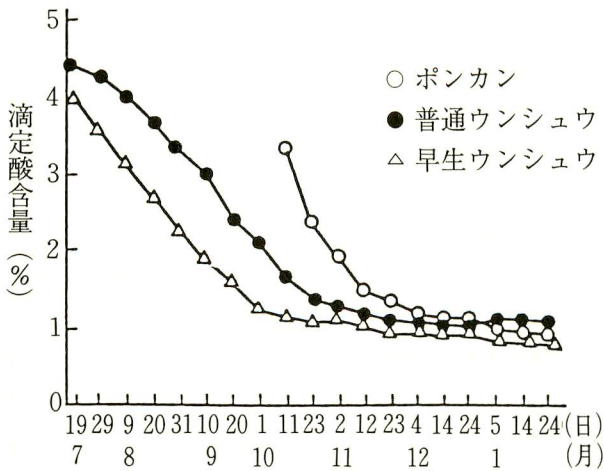


図5. 露地ポンカン果実の滴定酸含量の変化 (1973).
橋永ら(1)より引用.

以上で述べたように、鹿児島県におけるポンカンの露地栽培では、果実の発育に長期間かかったり、外観の色付きが遅く、内容成分からみた成熟も遅れるために、産業として成り立つために重要な、早期出荷できる（具体的にいうと、正月前に出荷できる）果実の割合が非常に少ないのが実情です(7)。一方、食味良好な高品質果実を生産するために、年明けまで果実を樹上にならして置くと寒害を受ける危険性が高く、採算がとれないこともあります。

以上で述べました、ポンカンの露地栽培での問題点を表に整理してみました(表3)。このように、露地栽培では、果実の生産性や品質の面から問題が大きいために、最近、早生ウンシュウと同様に、ポンカンでも施設栽培が増加してきております。

まず、施設栽培の一般的な利点を表で示してみました(表4)。

カンキツ類の栽培現場で実行されている施設栽培のタイプは表5に示すようにおおむね4種類

表3. ポンカンの露地栽培での問題

奇形花，弱小花の発生が多い
果実肥大不良
着色不良，品質不良（高酸）
果面障害（コハン症，水腐れ）が多い

表4. カンキツ類の施設栽培の利点

高気温環境，保温，防寒，降水遮断，防風
気象災害の防止
熟期の促進，高品質果実の生産

表5. カンキツ類の施設栽培タイプ

タイプ	目的と特徴	主な品種
加温ハウス栽培	冬季加温	早生・極早生ウンシュウ
	早熟化，早期出荷	-
無加温ハウス栽培	冬季防寒	マーコット，レモン，タンカン
	高品質化	
屋根かけハウス栽培	降雨遮断と日中の昇温	ポンカン，タンカン，ネーブル
	高品質化	
防風栽培	季節風の防止	清見，ネーブル
	風傷害防止，外観向上	

であります。そして、それぞれ独特の目的や特徴を持ち、それぞれ表に示したような品種で利用されています。

これら4種類の施設には、コストや効果の点から一長一短がありますが、ポンカンでは、ウンシュウミカンで見られるような加温ハウス栽培のメリットはあまり発揮されず、また、無加温ハウス栽培では資材費が加温ハウス栽培並みに高い上に、夏季には高温になりすぎた場合の温度管理が難しく、その割には成熟促進及び品質向上効果が大きくないために、鹿児島県の施設栽培ポンカン約70haのうち過半数が、安価で、簡易な屋根かけハウス栽培であります。

3. 屋根かけハウス栽培の利点と問題点

ポンカンの屋根かけハウス栽培の概略を表で示しました(表6)。このように、ビニルフィルムによる屋根かけは、春の発芽前の3月下旬から梅雨あけまでの約3か月間と秋の収穫前の2回行います。春の被覆の目的は着花数の増加と奇形花の発生防止、結果率の向上、果実肥大の促進、酸の減少の促進、果面の保護などにあります。

表6. ポンカンの屋根かけハウス栽培の概略

屋根かけ時期	目的
3月下旬～梅雨明け	着花数の増加, 奇形花の発生防止 結実率の向上, 果実の肥大促進 減酸と着色の促進, 果面の保護
11月上旬～収穫	コハン症防止, 水腐れ防止 果実の肥大促進, 減酸促進

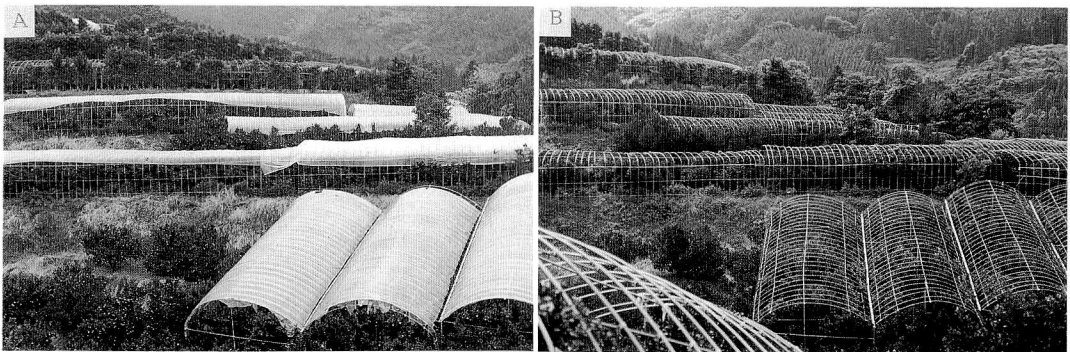


写真2. ポンカンの屋根かけハウス栽培の1例（高山町）。

A. 屋根かけ被覆の状態, B. 被覆していない状態

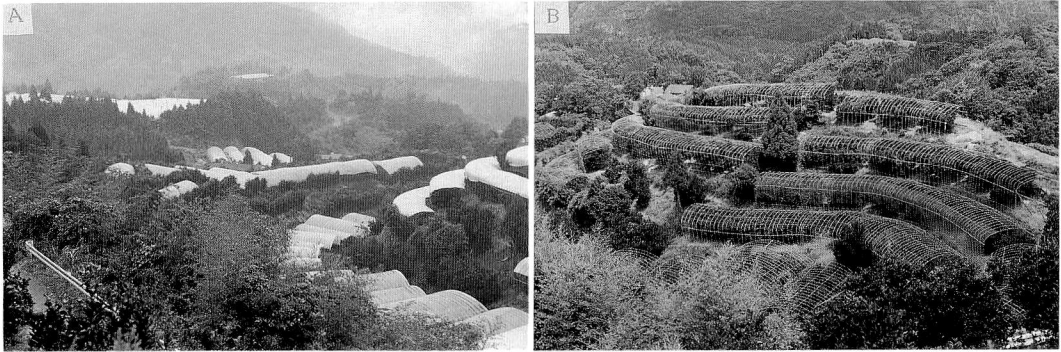


写真3. ポンカンの屋根かけハウス栽培の1例（高山町）.

A. 屋根かけ被覆の状態, B. 被覆していない状態

秋の被覆の目的は果面の保護, 果実肥大, 酸の減少促進にあります. 特に, 屋根かけで果実の発育を促進し, 果皮が薄く, 果面がスムーズになった場合には, 水腐れが発生しやすいので, 着色開始期の11月上旬頃から収穫時まで再被覆が必要であります.

ここで, 鹿児島県の現地で行われている屋根かけハウス栽培の全景を写した写真を幾つかご紹介いたします (写真2, 3).

次に, ビニルフィルムで屋根かけを致しますと, 樹体を取り巻く環境のうち気温と土壤水分が

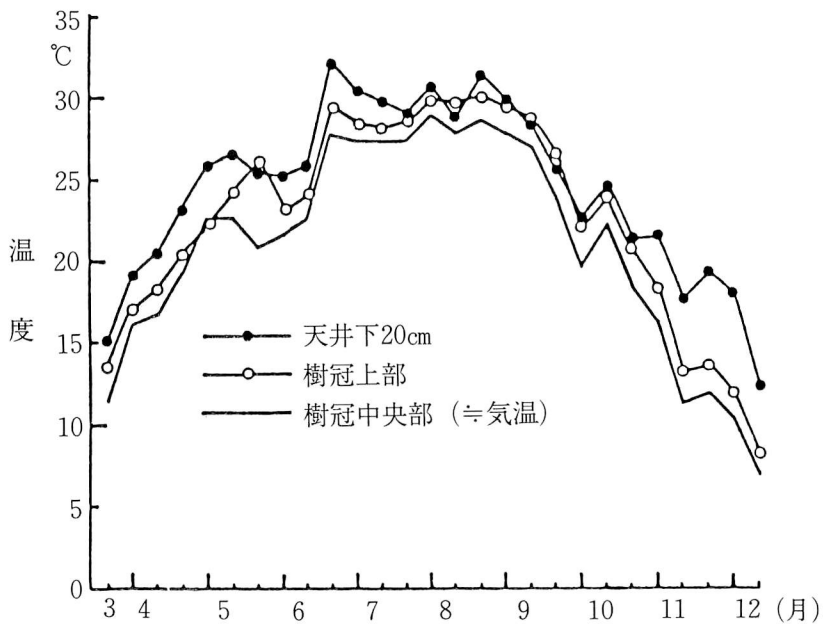


図6. 屋根かけハウス下の気温の推移.
富永 (未発表).

どのように変化するのかを示します。

まず、気温は図6に示すように、単なる屋根かけだけの被覆であっても、樹冠中央部の気温（外気温とはほぼ一致している）に比べて、屋根かけの天井下20cmの気温はかなり高く推移しますし、樹冠上部でも樹冠中央部よりも1℃～5℃も高く推移します。屋根かけによる露地との差は、この微気象的な気温の変化が最も大きいものと考えられます。

土壌水分をみると、屋根かけを行なうと、樹冠下の土壌の深さ60cmでの土壌水分張力（pF）は、露地に比べて高く、屋根かけ期間中は土壌は乾燥気味に推移することが明らかであります（図7）。しかし、このように乾燥しても、ポンカンには根が深いこと、屋根かけハウス栽培でも浸透による土壌中の水分の移動があるものと考えられるために、乾燥による果実肥大の抑制はほとんど認められません。

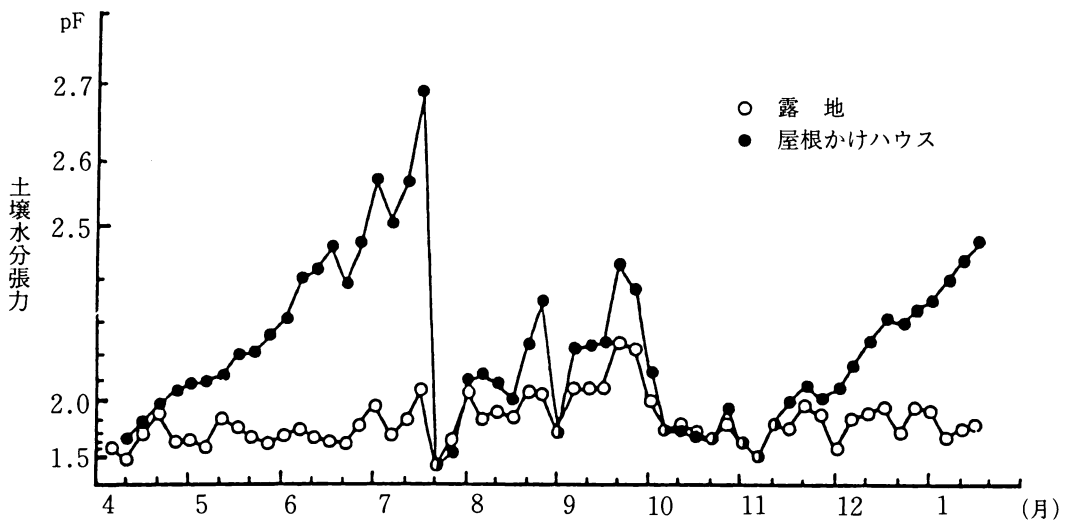


図7. 露地と屋根かけハウスにおける深さ60cmの土壌水分の推移。
富永（未発表）。

次に、屋根かけハウス栽培におけるポンカンの開花や果実の発育及び品質などの生態的な変化と、屋根かけ栽培の利点や問題点について述べたいと思います。

屋根かけ栽培樹では露地栽培樹より2～5日程度花が早く咲きます。しかも開花は短期間で終了するようになります。すなわち、ビニルフィルムの屋根かけによって開花のピークが約5日早くなり、奇形花の発生も減少しました(5) (図8)。

さらに花の数も増えます。この点については、次の表7で示しました。このように、枝当りの着花数も露地樹の387個に比べ、屋根かけ樹では1149個と大幅に多くなりました。しかも、屋根かけ樹ではほとんどが正常花でした(5)。これは、屋根かけによって、被覆下の気象条件、特に気温条件がやや改善されたためと考えられます。露地と屋根かけ樹の着花状況を写真4で示しました。

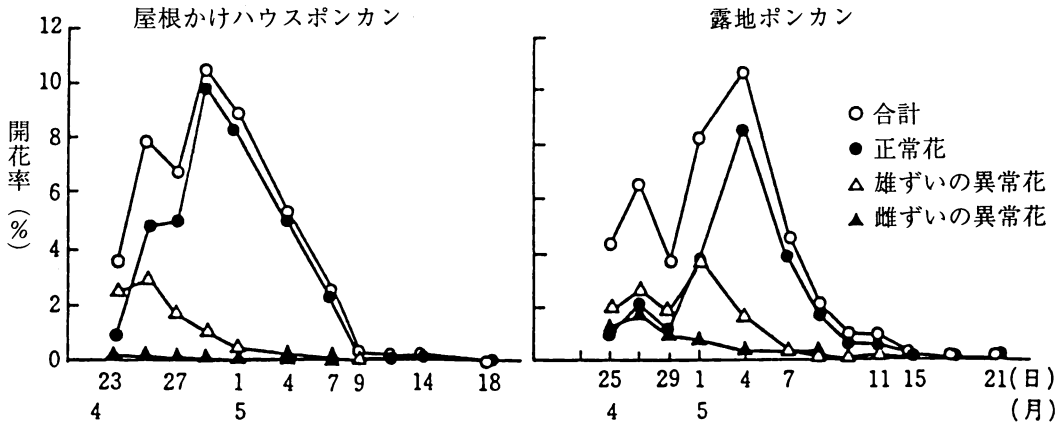


図8. 露地ポンカンと屋根かけハウスポンカンの開花の波相 (1985).
富永ら(5)より引用.

表7. 露地ポンカンと屋根かけハウスポンカンの開花時期別の花の形状ごとの開花数と結実率(1985)

花の形状	屋根かけハウスポンカン				露地ポンカン			
	前期開花	中期開花	後期開花	計	前期開花	中期開花	後期開花	計
正常花	248	408	274	930	33	130	73	236
(結実率)	(1.6)	(4.6)	(4.7)	(3.9)	(6.1)	(9.2)	(10.9)	(9.3)
雄ずいの異常花	163	35	10	208	50	48	8	106
(結実率)	(1.2)	(5.7)	(20.0)	(2.9)	(2.0)	(6.2)	(13.5)	(4.7)
雌ずいの異常花	8	1	2	11	30	10	5	45
(結実率)	(12.5)	(0)	(0)	(9.1)	(13.4)	(10.0)	(40.0)	(15.6)
合計	419	444	286	1149	113	188	86	387
(結実率)	(1.7)	(4.7)	(4.5)	(3.7)	(6.2)	(8.5)	(12.7)	(8.8)

富永ら(5)より引用.

一方、結実率は屋根かけによって決して改善されていません。ただ、屋根かけ樹では着花数が極めて多いために、結実数は、露地樹より多くなりました。このように、屋根かけハウス栽培においては、予想した程の結実確保効果は認められませんでした。この点は、露地栽培同様、今後の課題と言えます。

屋根かけ樹と露地樹の花の落ちかた、つまり、落果(花)の波相を比較しますと(図9)、屋根かけ樹では露地樹に比べて、開花期から約1か月間にある第1次生理落果(花)がかなり少なく、第2次生理落果も早く始まります。そして、第2次生理落果のピークは露地樹よりも約20日早くなりました。その結果、屋根かけ樹では生理落果は6月一杯で終了しました(5)。これは、露

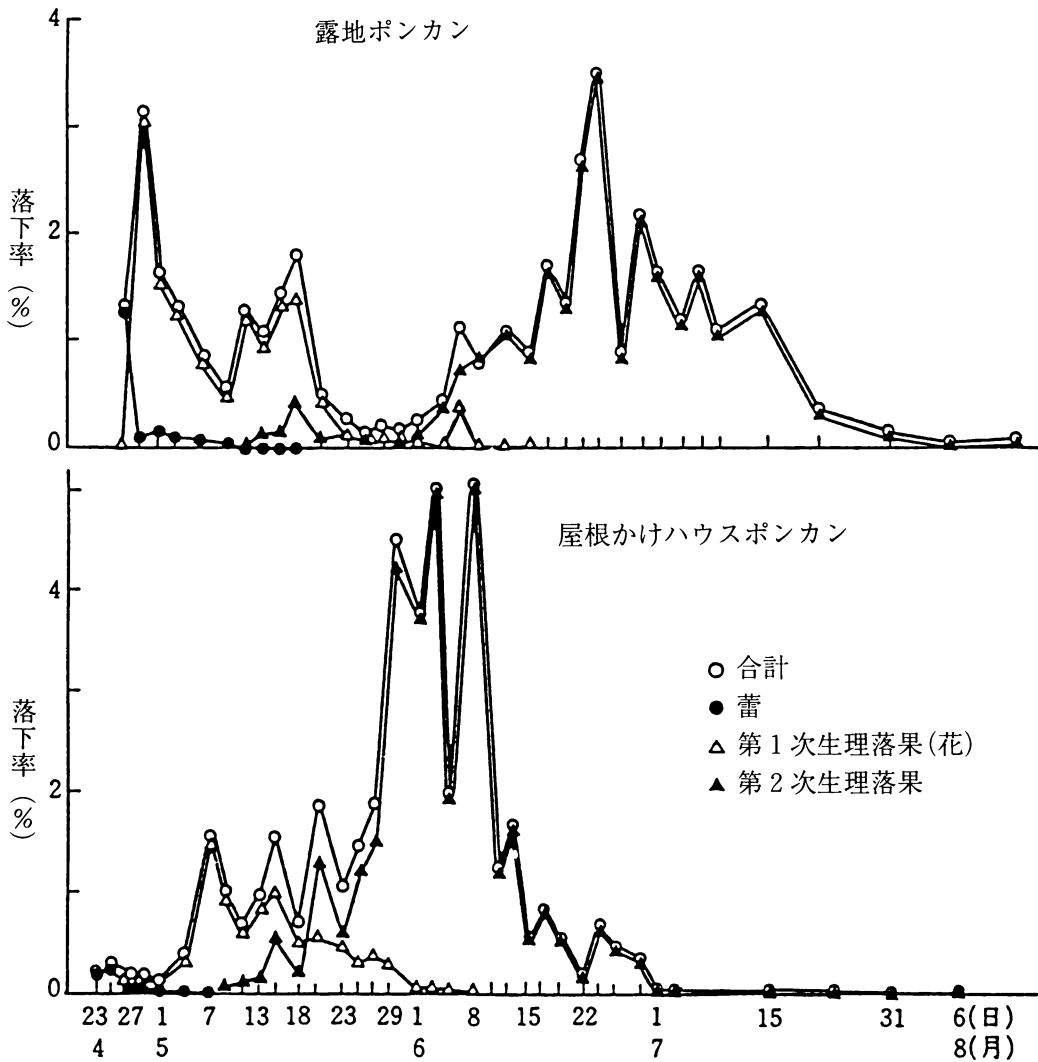


図9. 露地ポンカンと屋根かけハウスポンカンの落果(花)の波相(1985).
富永ら(5)より引用.

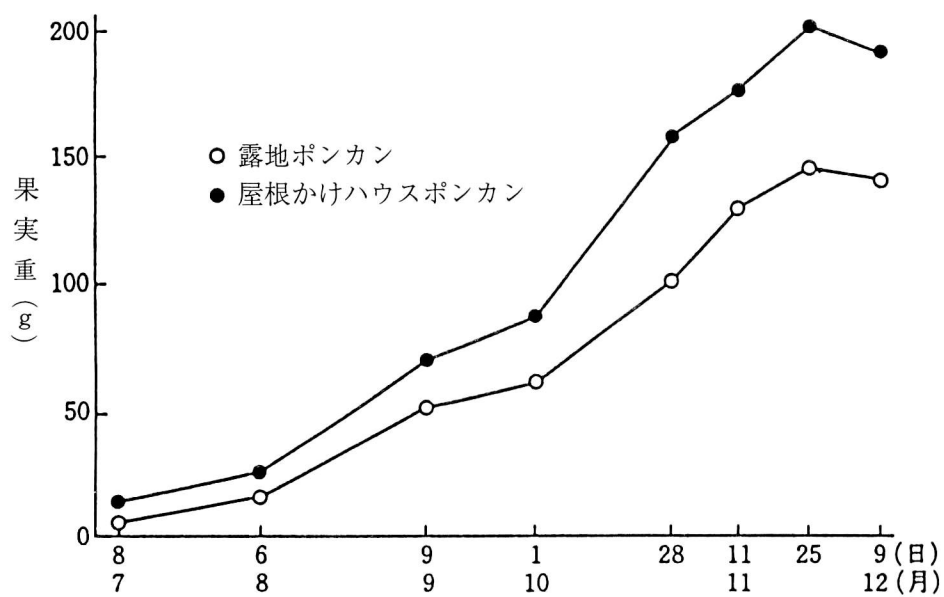
地樹より1か月以上も早く生理落果が終了したことになります。このように、屋根かけ樹では生理落果期間が大幅に短くなりますが、それは、屋根かけ樹では果実周辺の温度が高くなることにより、幼果の発育が露地樹よりも旺盛であり、早く大きくなるためと考えられます。屋根かけ樹では、ここまでの発育が大きいために、落果せずに樹上に残った果実の発育はさらに進展すると考えられます。

従いまして、果実の発育をみますと、図10に示しますように、屋根かけ樹では、春季の被覆終



写真4. ポンカンの開花状況.

A. 屋根かけハウスポンカン, B. 露地ポンカン

図10. 露地ポンカンと屋根かけハウスポンカンの果実の発育 (1985).
富永(3)より引用.

了時点の7月上旬には、すでに露地樹より果実の重さが約10gも大きくなっていました。その後も、果実が発育するにつれてその差は拡大し、秋季被覆開始時点の11月上旬の差は50gにもなりました(3)。このように、ビニルフィルムによる屋根かけでは、特に春～初夏の屋根かけによって、ポンカン果実の肥大が大幅に促進されることが明らかでありました。この果実肥大促進効果が屋根かけハウス栽培の最大のメリットであります。なお、屋根かけ樹では果実の果汁も8月には搾ることができる位、たまっています。

次に、果実の着色をみますと、露地樹では11月11日から着色が始まったのに対して、屋根かけ樹では露地樹よりも約2週間も早く10月28日から果実の着色が始まりました(3) (図11)。

この点について、現地での着色の差を写真で示しました(写真5)。

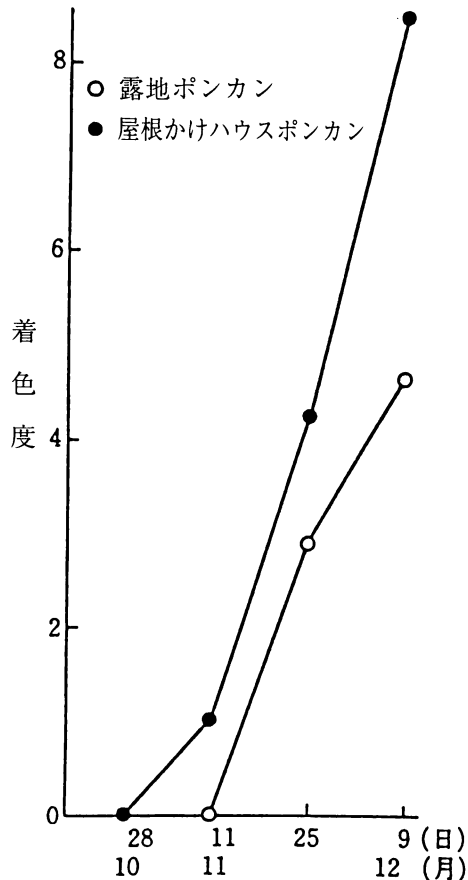


図11. 露地ポンカンと屋根かけハウスポンカンの果実着色度の変化 (1985).
富永(3)より引用.



写真5. ポンカンの着色状況.

A. 屋根かけハウスポンカン, B. 露地ポンカン

このように、屋根かけハウスでは、果実の大きさや果皮の着色を基準にした場合、露地より約2週間程度早く果実を収穫できることとなります。これは、春季の被覆によって果実の発育が促進され、果皮が薄く、スムーズになって果皮の熟度が進展した結果と推察されます。

次に、食味をみてみます。

果汁の糖度(Brix)は、屋根かけ樹と露地樹の果実の間に大きな差はありませんでした(3)(図12)。

果汁の滴定酸含量の推移をみると、露地樹に比べて屋根かけ樹では、酸含量のピークに早く達し、そのピークの含量も低く、さらにその後の減酸も明らかに早くなりました(図13)。そして、11月上旬には酸含量は1%程度になりました(3)。なお、この減酸効果も春季の被覆によってもたらされたものと考えられます。

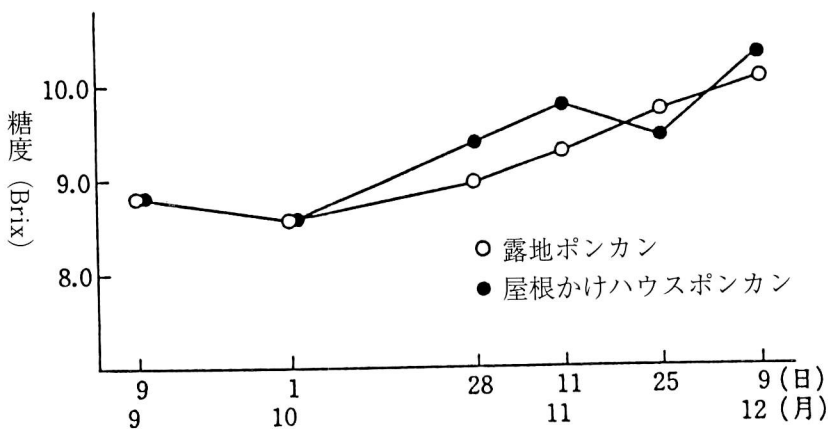


図12. 露地ポンカンと屋根かけハウスポンカンの果実の糖度 (Brix) の変化 (1985). 富永(3)より引用.

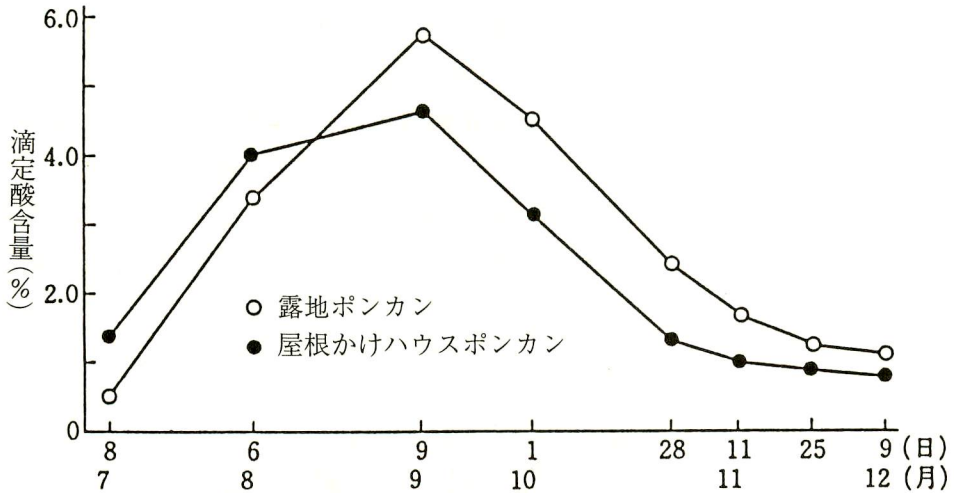


図13. 露地ポンカンと屋根かけハウスポンカンの果実の滴定酸含量の変化 (1985). 富永(3)より引用.

ですから、果皮の着色だけでなく、食味の点からみても、例えば、滴定酸含量がおおよそ1.0%になる時期を収穫の目安とすれば、屋根かけ樹では露地樹よりも2週間以上早く果実を収穫できることとなります。

以上のように、ポンカン樹にビニルフィルムで屋根かけを行なうと、明らかに果実は肥大し、着色の進展と酸の減少は早くなり、これらの点からみた成熟は2週間以上早くなることが示されました。これはまことに結構なことではありますが、屋根かけハウス栽培を行っている農業現場では、果実の糖度の低下(言い換えれば、糖度の蓄積不足)が問題となっています。すなわち、ポンカ

表8. 露地ポンカンと屋根かけハウス
ポンカンの果実品質

	露地樹	屋根かけハウス樹
果形指数	1.09	1.16
果実重(g)	133.4	171.1
着色度	5.2	7.0
す上がり	0.49	1.01
果肉率(%)	73.9	75.6
B r i x	10.4	10.1
滴定酸(%)	1.05	0.91

富永と岩堀(4)より引用.

ンの屋根かけハウス栽培では果実の糖度が上がらないという声が聞こえてきます。

確かに、露地樹と屋根かけ樹の全果実の収穫時の品質の平均を比較しても、屋根かけ樹で糖度がやや低いことが示されています(4) (表8)。この点を詳しくみるために、ポンカンの1樹内で果実が着いている位置による果実品質の分布を調査しました。具体的には、立体的な果実の着果位置を高さ、主幹からの距離、方位の三次元に分割して、果実品質を調査しました。

その結果、図14に示しますように、果実の着果位置のうち、地上からの高さ、すなわち果実がどの高さに着いているかということが、この糖度が低いことと関係があるということが明らかに

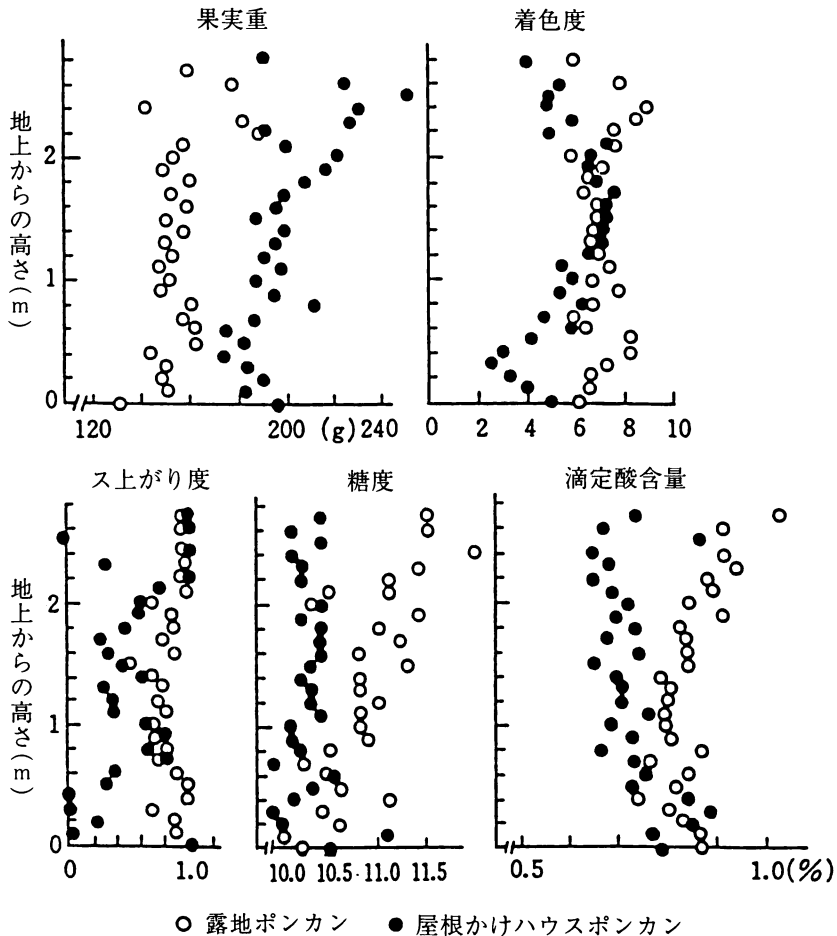


図14. 露地ポンカンと屋根かけハウスポンカンの果実品質の着果位置（地上からの高さ）別の分布（1984）。

富永と岩堀(4)より引用。

なりました。この結果、屋根かけ樹では、露地樹に比べて、果実重はどの高さの着果位置でも大きいこと、滴定酸含量は樹冠中～上部の果実でかなり低いことが明らかでありましたが、糖度は、露地樹では着果位置が高くなるにつれて高くなるのに対して、屋根かけ樹では着果位置が高くなっても糖度が高くなり、樹冠の中～上部の果実では露地樹果実より糖度が低いことが明らかになりました(1)。このことから、屋根かけハウス栽培で糖度が低いと言われるのは、樹冠の中～上部に着果した果実で糖度の蓄積が劣るために、全体として、糖度の高い果実の割合が減少する結果であることが示されました。

この糖度低下は、春～初夏の屋根かけによって樹冠中～上部で果実肥大が促進されるために糖度が薄くなる希釈効果と、春～初夏の屋根かけによりハウス上部の気温が高くなりすぎるために果実の中が異常な代謝になるためではないかと想像されます。

このために、屋根かけハウスポンカンで糖度低下を防ぐためには、樹冠上部での過度の温度上昇を防ぐことが効果的であると考えられ、農業現場では、天井部分のビニルフィルムを開けたり、屋根かけの天井を互い違いにするなどして暖気抜きを工夫しているところもあります。

また、鹿児島県果樹試験場では、図15に示すように、エチクロゼートの散布、土壌を乾燥させるためのビニルフィルムマルチ、散乱光をより有効に利用するための反射シートマルチ、枝への環状剥皮などの処理が、糖度を上昇させるのに効果があることを明らかにしています(2)。

以上で述べた、ポンカンの屋根かけハウス栽培の利点と改善すべき点について、表9にまとめました。

今後の問題点としては、露地栽培での問題点を減らすこと、さらに、屋根かけハウス栽培でも、もっと高品質の果実を大量に生産する方策を見出すことがあげられます。そのためには、露地や屋根かけハウス栽培のそれぞれに適した品種の選択、台木の選択を行い、また、栽培技術を確立していく必要があるものと思われます。

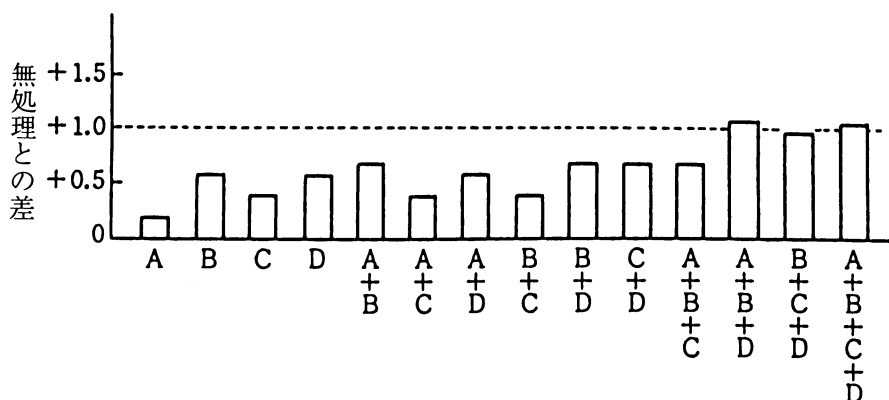


図15. 屋根かけハウスポンカン果実に対する各種処理の糖度上昇効果。

処理：A = エチクロゼート散布, B = ビニルマルチ, C = 反射シートマルチ, D = 環状剥皮。
時任ら(2)より引用。

表9. ポンカンの屋根かけハウス栽培の利点と改善すべき点

利点	① 奇形花, 弱小花の減少 ② 着花数の増加—結実数の増加 ③ 果実肥大の促進 ④ 着色の促進 ⑤ 減酸の促進 ⑥ 果皮が薄く, 果面が奇麗
改善すべき点	① 糖度の上昇不良 ② 結実率

引用文献

1. 橋永文男・富永茂人・大畑徳輔. 1978. 成熟・貯蔵に伴うカンキツ果実の成分変化, 鹿大農学術報告, 28:149-155.
2. 時任俊広・大倉野寿・藤崎満. 1986. 雨除け栽培ポンカンの糖度上昇組立試験, 鹿児島果試昭61年試験成績書, 31-36.
3. 富永茂人. 1989. ポンカン (*Citrus reticulata* Blanco) 果実の品質向上に関する研究, 鹿大農学術報告, 39:17-87.
4. 富永茂人・岩堀修一. 1987. 屋根かけハウスと露地栽培ポンカンの樹冠内着果位置と果実品質, 鹿大農学術報告, 37:49-57.
5. 富永茂人・大迫正栄・岩堀修一. 1989. 屋根かけハウスと露地栽培ポンカンの着花と落果(花), 鹿大農学術報告, 39:89-102.
6. 富永茂人・佐藤宗治・岩堀修一. 1986. ポンカンの開花と落果(花)について, 鹿大農学術報告, 36:45-52.
7. 富永茂人・佐藤宗治・岩堀修一. 1987. ポンカンの樹冠内着果位置と品質, 鹿大農学術報告, 37:29-40.