

環状剥皮と摘葉がポンカン果実の成熟に及ぼす影響

岩堀修一・松本亮司*・大畑徳輔

(昭和51年8月31日 受理)

Effects of Trunk Ringing and Defoliation on Maturation of Ponkan (*Citrus reticulata* Blanco) Fruit

Shuichi IWAHORI, Ryoji MATSUMOTO and J. T. OOHATA

(Laboratory of Pomology)

緒 言

環状剥皮が果実の熟期促進および収量増加などに及ぼす影響をみた試験は、Lilleland と Brown¹²⁾ によるアンズ、Weaver¹⁷⁾ によるブドウなど、各種果樹で行われ、これら落葉果樹においては熟期促進および収量増加などの効果が認められている。一方常緑果樹であるカンキツ類においては、オレンジ^{5,9)}、タンゼロ^{9,10)} で収量の増加が認められているが、熟期を促進するという報告は比較的少なく、著者らの知る限りでは岩堀ら⁷⁾ および時任ら¹⁴⁾ の報告があるにすぎない。

岩堀ら⁷⁾ は環状剥皮および誘引がポンカンの着花・結実を増加させ、着色も促進させることを認めた。時任ら¹⁴⁾ は温州ミカンに環状剥皮処理を行なった結果、熟期の促進および品質の著しい向上がみられたと報告している。

上記のことを考慮し、ポンカンにおいて環状剥皮処理と、併せて摘葉処理区を設けて、これらの処理が果実の成熟過程、品質、収量および翌年の開花などに及ぼす影響を明らかにする目的で、本実験を行なった。

実験材料および方法

鹿児島大学農学部附属唐湊果樹園に栽植された、樹勢、結実量ともに良好な11年生のポンカン樹32本を選抜し試験に用いた。処理は環状剥皮木部処理(Xylem Ringing)、環状剥皮皮部処理(Phloem Ringing)、摘葉処理(Defoliation)、および無処理の対照(Control)の4処理とし、1樹1区、8反復の乱塊法で実験を行なった。

環状剥皮処理は満開51日後の昭和50年6月20日

本研究の要旨は園芸学会昭和51年九州支部会において発表した。

* 現農林省果樹試験場安芸津支場

に行なった。処理方法は、地上部からおよそ10ないし20cmの主幹に巾2mmの間隔で樹皮をはぎとり、これを環状剥皮皮部処理区とし、さらに木部まで2mmの深さに切り込みを入れた区を環状剥皮木部処理区とした。また、摘葉処理区は満開131日後の同年9月8日に、新葉、旧葉にかかわらず、先端の葉を残してすべての枝梢の葉を交互に一枚ずつ摘んだ。一つの例として摘葉数を挙げると、一樹あたり4,547枚であった。

果実の調査には、成熟期後半の2ヶ月にわたりおよそ2週間おきに10月28日(満開181日後)、11月11日、11月25日、12月8日、12月17日(満開231日後)の計5回各樹より代表的な果実3個ずつを採取し、果実重、横径、着色、ス上がり、糖、酸、クロロフィル含量を調べた。なお12月17日の調査は収穫をかねて行ない、各樹あたりの収量も調査した。

着色はまず観察により、0(緑色)から10(完全着色)までの指数で表わした。かたわら色差計(日本電色ND-K6B型)で赤道面の緑色の濃い部分と淡い部分および果頂部の計3ヶ所について、直径1cmの円内の色調を調べた。

ス上がりは、果実を赤道面で横断し、その横断面について、0:ス上がりなし、1:ス上がりの徴候のあるもの、2:ス上がりのあるもの、3:甚しいス上がり、4:ほとんど果汁のでないもの、の5段階として表わした。

果汁中の糖度は屈折糖度計で、全糖および還元糖はSomogyi-Nelsonの比色法⁴⁾で測定した。酸は果汁5mlをとって、0.156N水酸化ナトリウム溶液で滴定し、クエン酸(%)として表わした。

果皮のクロロフィル含量はMackinney法¹³⁾により分光光度計を使用して測定し、フラベドとアルベドをあわせた果皮の生体重あたりで表示した。

以上の果実分析のほかに、10月8日（満開100日後、環状剥皮50日後、摘葉処理前）に春枝の不着果枝より、1樹あたり100枚の葉を採取して、チッソ、リン、カリウムの三要素について葉分析を行なった。

チッソは Semi-micro Kjeldahl 法、リンは molybdi-vanadophosphoric acid 法による比色法、カリウムは原子吸光法（ベックマン NF-1A 型）により分析を行なった⁶⁾。

翌春の開花程度を調べるために、春の発芽前に1樹あたり20本の結果母枝を無作為に選び、札をつけた。開花時にこの結果母枝の先端から30cmまでの花と葉の数を調べ、葉花比をもとめた。

以上の計測数値は分散分析およびダンカンの多重検定で統計的有意性の検定を行なった。

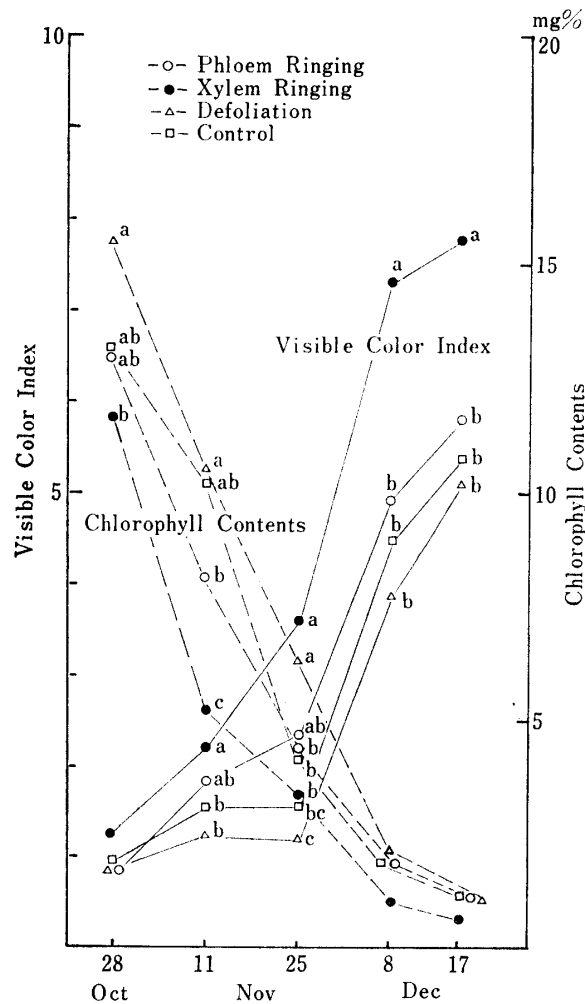


Fig. 1. Effects of ringing and defoliation on visible color index and chlorophyll contents of ponkan fruit rind. Values with different letter on same date are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

実験結果

1. 着色程度

視察による各処理区の果実の着色の変化を第1図に示した。10月下旬においては各処理区とも着色にはほとんど差が認められなかったが、11月中旬になると僅かではあるが環状剥皮木部処理区の着色が進み、ついで環状剥皮皮部処理区、対照区の順で、摘葉区の着色が最も遅れた。11月下旬に至って木部処理区はさらに着色が進み指数は3.6となり、ついで皮部処理区も指数が2.4となったが、対照区、摘葉区はともに11月中旬と同じ程度の着色を示した。12月上旬以後は木部処理区は他の処理区と比較してさらに著しく着色が促進され、果実は赤味を帯び、12月17日の収穫時には指数は7.8という高い値を示し、対照区に比べて2週間ほど着色が早められた。しかし皮部処理区および摘葉処理区は、対照区との間に有意差が認められな

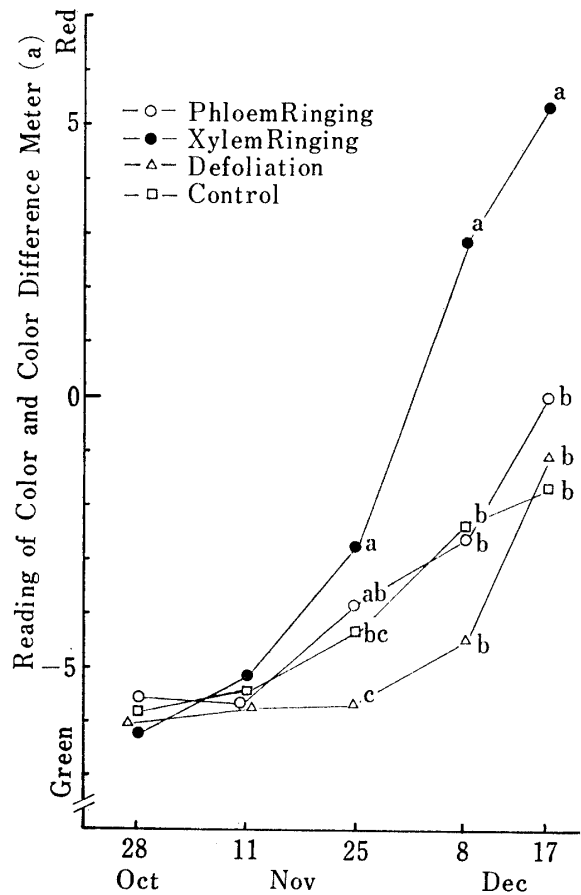


Fig. 2. Effects of ringing and defoliation on coloration as expressed by color difference meter "a" value. Values with different letter on same date are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

った。

2. 色差計による色調の変化

第2図に示した色差計のa値は、一の方向は緑色の増加を表わし、逆に十の方向は赤色の増加を表わしている。この値は果実の赤道部の緑色の濃い部分と薄い部分の二点の平均値で表わしたものであるが、明らかに第1図に示した視察による着色の変化と同様な傾向を示した。すなわち木部処理区は他の3処理区に比べて11月下旬から急激に緑色の抜けが進んで、着色の促進が認められた。一方皮部処理区は対照区とほとんど差がなく推移し、収穫期において初めて、有意差はなかったが、いくぶん着色が良好となる傾向を示した。摘葉処理区は第2図では第1図よりもさらにはっきりと10月下旬から11月上旬にかけて着色が遅延する傾向がみられたが、収穫時には対照区と同じ程度の着色になった。

収穫時の色差計数値としてa値の他にL値(明るさ)、b値(+:黄色, -:青色)についても第1表に示したが、これらにおいても木部処理区がもっとも果皮の着色が促進されていることがうかがえた。

3. クロロフィルの分解

クロロフィル含量の消長については第1図に示した。それによると時期的なずれはあるが、クロロフィル減少の程度が着色や色差計のa値とうまく対応していることが読みとれる。たとえば緑色の抜けの早い木部処理区は、11月中旬の時点でクロロフィル含量が対照区のおよそ1/2になっており、クロロフィルの分解がもっとも早く始まったことを示している。一方皮部処理区のクロロフィル含量も木部処理区と対照区の間ぐらいであり、対照区に比べて多少分解が早くになっている。摘葉処理区は10月下旬から11月下旬までの成熟期前半においてクロロフィル含量が高かった。このことは時期的なずれはあるにしても、着色やa値の遅延の傾向と一致するものといえよう。

12月に入るとどの区でもクロロフィル含量は1mg%以下になり、各処理区間に差は認められなかった。したがって12月に入ってからの各区の着色やa値の違いはクロロフィルの減少によるのではなく、主としてカロチノイドの増加によるものであろう。

4. 糖の変化

第3図に示したように糖度は木部処理区、皮部処理

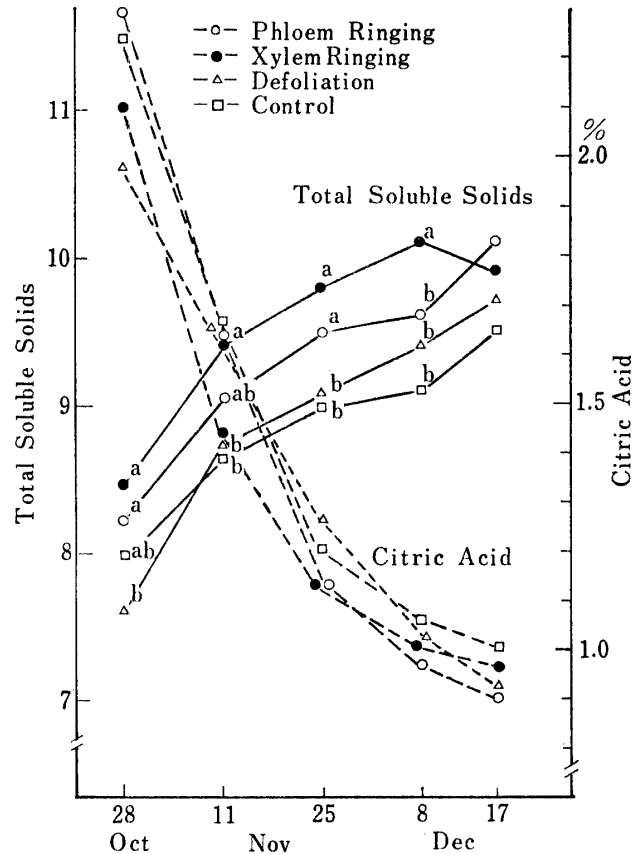


Fig. 3. Effects of ringing and defoliation on total soluble solids and citric acid contents of ponkan fruit. Values with different letter on same date are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

Table 1. Effects of ringing and defoliation on quality of ponkan fruit

Treatment	Fruit weight g	Rind color			Total soluble solids	Total sugar %	Reducing sugar %	Citric acid %	Granulation index	
		Value of color difference meter		Visual index						
		L	a							b
Phloem ringing	148	49.8 ^{ab}	+0.09 ^b	27.4 ^b	5.75 ^b	10.1	10.2	5.0 ^a	0.81	0.17
Xylem ringing	138	52.5 ^a	+5.47 ^a	29.4 ^a	7.75 ^a	9.9	11.1	5.0 ^a	0.87	0.47
Defoliation	132	47.6 ^b	-1.02 ^b	24.9 ^c	5.13 ^b	9.7	10.9	4.5 ^{ab}	0.83	0.21
Control	147	47.9 ^b	-1.64 ^b	26.0 ^c	5.42 ^b	9.5	10.6	4.3 ^b	0.91	0.08

Fruit was harvested on December 17.

Means with different letters are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

区, 摘葉処理区, 対照区の順に増加し, 12月上旬に木部処理区が糖度 10.10 となり最も高くなった. しかし 12月中旬の収穫期の時点では皮部処理区の糖度は 10.10 と最も高くなり, 木部処理区はかえって多少の減少傾向を示したが, 処理区間に有意差は認められなかった. また収穫時の全糖含量においても同様処理区間に有意差は認められなかった.

このように糖度が最高を示す時期は処理区によって異なり, 対照区, 摘葉区に比べて木部処理, 皮部処理の両環状剥皮区では早くから糖度のピークが現われた.

5. クエン酸含量の変化

第3図に示したように, 各処理区とも時期が進むにつれて果汁中のクエン酸含量が急激に減少した. しかしどの時期においても処理区間にほとんど差は認められなかった.

6. ス上がり

第1表に示したように, 木部処理区が他の処理区に比べてややス上がりが多い傾向が認められたが, 有意差は認められず, また木部処理区でもス上がり指数は 0.47 と低く, 経済価値に支障をきたすほどのス上がりではないと考えられた.

7. 収量

環状剥皮処理で僅かではあるが後期落果する傾向が観察されたが, 第2表に示したごとく, 収量は各処理区間に有意な差は認められなかった. 一樹あたり収量はむしろ対照区, 摘葉区に比べて環状剥皮区の方が 5 kg ぐらい高かった.

Table 2. Effects of ringing and defoliation on yield of ponkan

Treatment	Number of fruit per tree	Yield per tree kg
Phloem ringing	166	22.2
Xylem ringing	169	23.7
Defoliation	145	18.6
Control	130	18.4

8. 葉中の無機成分

8月採取した葉中のチッソ, リン, およびカリウム含量を第3表に示した. チッソおよびカリウム含量は処理区間に差が認められなかったが, リン含量では木部処理区が他の区に比べて有意差をもって低かった.

Table 3. Effects of ringing and defoliation on nitrogen, phosphorus and potassium contents of spring flush leaves

Treatment	N	P	K
Phloem ringing	3.09	0.147 ^a	0.85
Xylem ringing	3.14	0.128 ^b	0.74
Defoliation	3.28	0.140 ^a	0.79
Control	3.25	0.148 ^a	0.86

Leaves were sampled on August 8, therefore, defoliation treatment had not been done.

Values are expressed as per cent dry weight. Means with different letters are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

9. 翌春の着花

翌春の着花の状態を第4表に示した. 樹間のバラツキが大きく, 特に環状剥皮部の組織の癒合の程度により開花が大きく異なったため有意差は認められなかった. しかし環状剥皮処理により花数は増加し, 摘葉によって花数が減少する傾向ははっきりとうかがえた. 環状剥皮区では落葉のため, また摘葉区では摘葉したため, いずれも旧葉数は対照区より少なかったが, 春の新葉発生数はどの区でも同じ程度であった. 環状剥皮区では樹勢の衰えが明らかに認められた.

考 察

環状剥皮処理が果実の成熟を促進したという事例は落葉果樹では比較的多く, リンゴ¹⁾, プドウ¹⁷⁾, アンズ^{3, 12)}などで認められており, 野菜においてもトマト¹⁶⁾で報告されている. しかし柑橘においては環状

Table 4. Effects of ringing and defoliation on flowering of ponkan trees in the next spring

Treatment	No. flowers without leaves	No. flowers with leaves	No. total flowers	No. old leaves	No. new leaves	No. total leaves	leaf to flower ratio
Phloem ringing	18.4	41.8	60.3	324.3	582.5	906.8	15.0
Xylem ringing	12.9	31.6	44.5	327.5	596.1	923.6	20.8
Defoliation	0.6	11.2	11.8	286.3	544.9	831.2	70.4
Control	8.4	21.1	29.5	405.5	602.6	1008.1	34.2

Values are total of 20 one-year-old terminals per tree.

剥皮による収量増加の報告は多い¹¹⁾が、熟期の促進をみた例は少なく、岩堀ら⁷⁾のポンカン、時任ら¹⁴⁾の温州ミカンの報告があるにすぎない。

時任ら¹⁴⁾は温州ミカンにおいて本質剥皮と樹皮剥皮を行なったところ、木質処理のほうが果皮の着色を著しく促進したことを報じている。本実験のポンカンにおいても環状剥皮木部処理により着色が2週間促進されたが、皮部処理では対照に比べて着色促進はわずかであり、12月中旬の収穫時にはほとんど差がなかった。Weaver¹⁷⁾はブドウにおいて環状剥皮による成熟促進を、主として糖その他の炭水化物蓄積のためとした。後述するように糖に関しては皮部処理でも木部処理ほどではないが、蓄積の促進が認められた。しかし着色に関しては木部処理と皮部処理の間にはより大きな差が認められ、この点はWeaver¹⁷⁾のような糖蓄積によってはほとんど説明をすることはできない。

木部は地下部からの物質転流の通路であるので、木部処理と皮部処理の着色のちがいは木部処理で地下部からの物質転流が妨げられたためと考えられよう。CraneとCampbell⁹⁾はアンズにおいて環状剥皮が果実の成熟を促進したのは地下部よりの窒素の転流が妨げられたためであろうとしている。また時任ら¹⁴⁾も木部処理で葉中の窒素含量が減少したことを示している。本実験での葉分析の結果では窒素やカリ含量には差は認められず、リンのみが木部処理区で他の区より低い含量を示した。しかし着色指数と葉中の三要素の含量との間の単相関を求めてみると、窒素との間には -0.498^{**} 、リンとの間には -0.538^{**} 、カリとの間には -0.425^{*} と、いずれも有意な負の相関が認められた。このことは果皮の着色に地下部からの物質の転流の影響が及んでいることを示唆するものといえよう。

JonesとLacey⁶⁾はリンゴと洋ナシにおいてジベレリンが地下部で作られ、木部を通して地上部に転流することを示し、この蒸散流中のジベレリンは地上部の生長に影響を及ぼすのに十分な量であると結論した。ジベレリンは果皮の着色を遅らせ²⁾、生育旺盛な枝の果実は着色が遅れることも認められているので、あるいは柑橘でもジベレリンが地下部で作られ、果実の成熟をふくめて地上部に影響を及ぼしているかもしれない。もしそうならば木部処理はジベレリンの転流を妨げ、それによって着色を促進したとも考えられる。

糖の蓄積について時任ら¹⁴⁾は環状剥皮木部処理で特に対照よりも糖が増加したと報じた。本実験でも環

状剥皮木部処理、ついで皮部処理で糖の増加は促進され、そのピークに達した時期は対照区より早くなったが、最終的な収穫期においては糖含量は対照区とほとんど変わらなかった。この点ではむしろ8年以上にわたって連年環状剥皮処理したOrlandoタンゼロにおいて、糖に差がみられなかったという報告¹⁰⁾と一致していた。このように剥皮樹において、糖の蓄積は促進されたが、糖の集積には限界があることが認められたことは、この時期の光合成、糖の転流の面からも興味深く、生理面からの検討が必要であろう。

環状剥皮処理では冬期の落葉が甚しく、樹は衰弱がはげしく、翌年の開花も著しく増加した。時任ら¹⁴⁾も木部処理によって冬期の落葉がはげしく、この方法を実用化するためには施肥その他で樹勢回復させる方法を見出さなければならないと報じている。

摘葉処理では収穫時の着色は対照区とほとんど差が認められなかったが、11月中旬～12月上旬にかけて着色はかなり遅れた。摘葉処理は9月に実施したが、その後秋梢の二次発生が多く、10月中旬までその伸長が旺盛であったことも、果皮の着色遅延と関連しているかもしれない。富田¹⁵⁾は3年生温州ミカンで全葉摘葉すると果実の着色が遅れ、それが収穫期までつづくことと報じた。また摘葉による果実中の糖の減少も報じている。本実験では1/2摘葉という相当極端な処理をしたのだが、果実中の糖は対照区とほとんど変わらなかった。これは本実験のポンカン樹が11年生で、しかも樹勢が比較的良かったことによるものであろう。また摘葉処理が9月という比較的遅い時期であったことも一因かもしれない。しかし摘葉の影響は翌年の着花にあらわれ、摘葉区の着花数は対照区に比べて半減した。

摘 要

1. 環状剥皮と摘葉がポンカン果実の成熟や品質に及ぼす影響を調べるため、鹿児島大学農学部附属唐湊果樹園の11年生ポンカン樹32本を用いて実験を行なった。

2. 処理は環状剥皮木部処理、同皮部処理、摘葉処理、および無処理の4種とし、1樹1区、乱塊法で8反復とした。

3. 環状剥皮処理により果皮の着色は促進され、特に木部処理では著しく、対照より約2週間促進された。摘葉処理では着色はいくぶん遅れたが、収穫時には対照区とほぼ同じようになった。

4. 環状剥皮処理により果実中の糖の蓄積は促進さ

れたが、収穫時には処理区間に差が認められなかった。酸含量、ス上がり発生については処理区間に差が認められなかった。

5. 翌春の新葉発生には処理区間に差は認められなかったが、着花数は環状剥皮処理で著しく増加し、摘葉処理で減少した。環状剥皮で樹勢は衰えた。

文 献

- 1) Allen, F. W.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **32**: 52-55 (1935)
- 2) Coggins, C. W., Jr. and Hield, H. Z.: in Reuther, W., Batchelor, L. D. and Webber, H. J. ed. *The Citrus Industry*, **2**, 371-389, Univ. of California Press, Berkeley, Calif. (1968)
- 3) Crane, J. C. and Campbell, R. C.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **69**, 165-169 (1957)
- 4) 福井作蔵: 還元糖の定量法, 193 pp, 東京大学出版会, 東京 (1969)
- 5) Goren, R. and Monselise, S. P.: *J. Hort. Sci.*, **46**, 435-441 (1971)
- 6) 石原正義: 果樹の葉分析法, 62 pp, 果樹試験場, 平塚 (謄写版) (1971)
- 7) 岩堀修一・松本亮司・平岡俊三・大畑徳輔: 鹿大農学術報告, **25**, 19-24 (1975)
- 8) Jones, O. P. and Lacey, H. J.: *J. Exp. Bot.*, **19**, 526-531 (1968)
- 9) Krezdorn, A. H.: *Proc. Fla. St. Hort. Soc.*, **73**, 49-52 (1961)
- 10) — and Wiltbank, W. J.: *ibid.*, **81**, 29-35 (1969)
- 11) Lewis, L. N. and McCarty, C. D.: in Reuther, W. ed. *The Citrus Industry*, **3**, 227-228, Univ. of California Press, Berkeley, Calif. (1973)
- 12) Lilleland, O. and Brown, J. G.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **34**, 264-271 (1936)
- 13) 作物分析法委員会編: 栽培植物分析測定法, 387-388, 養賢堂, 東京 (1975)
- 14) 時任俊広・迫田和好・新沢達郎: 園芸学会昭和50年九州支部会発表要旨, 3 (1975)
- 15) 富田栄一: 農園, **46**, 1065-1066 (1971)
- 16) Veliath, J. A. and Ferguson, A. C.: *Hort. Science*, **10**, 415 (1975)
- 17) Weaver, R. J.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **60**, 132-140 (1952)

Summary

Experiments were conducted to evaluate the effects of phloem- or xylem-ringling and defoliation on the maturation and quality of ponkan (*Citrus reticulata* Blanco) fruit, using 11-year-old trees grown in an orchard of Kagoshima University.

The treatments were made concerning phloem-ringling, xylem-ringling, defoliation, and control, replicated 8 times, in randomized complete design, using one-tree plot. Trunk ringling was done on June 20 by removing the bark of 2 mm in width as in phloem-ringling, and in xylem-ringling a cut was made into xylem to 2 mm in depth, added to the phloem-ringling. In defoliation treatment, leaves on a tree were removed alternately so that one half of the leaves were to be picked away from a tree on September 8.

Xylem-ringling markedly accelerated coloration of ponkan fruits, thus enabling to harvest them about two weeks earlier than control fruit. Phloem-ringling also accelerated coloration, while defoliation retarded coloration, but by middle December when all fruits were harvested, the coloration of the fruits in treated plots were almost similar to that of control plot.

Fruits in xylem-ringling attained their peak in soluble solids contents about two weeks earlier, and those in phloem-ringling about one week earlier than control fruits which attained their peak at harvest in middle December, but later decreased slightly, so there were no differences in total soluble solids contents among the treatments at harvest. There were no significant differences in acid contents nor degree of granulation among the treatments.

No differences among the treatments were found in nitrogen nor potassium contents of the leaves from non-fruiting spring-cycle-terminals sampled in August, but the leaves from xylem ringling-trees contained significantly less phosphorus than in other treatments.

The number of flowers in the next spring increased by ringling-treatments and decreased by defoliation-treatment, but statistically not significant. The number of newly emerged spring-cycle-leaves was quite similar among the treatments.