

枝梢の誘引と環状剥皮がポンカンの着花結実に及ぼす影響

岩 堀 修 一 ・ 松 本 亮 司
平 岡 俊 三* ・ 大 畑 徳 輔

(昭和 49 年 8 月 31 日受理)

Effects of Bending and Ringing of Branches on Flowering and Fruiting of Ponkan (*Citrus reticulata* Blanco) Trees

Shuichi IWAHORI, Ryoji MATSUMOTO,
Shunzo HIRAOKA* and J. T. OOHATA

(Laboratory of Pomology)

緒 言

ポンカンは温州ミカンに比べて枝の直立性が強く、栄養生長は年 4 回にも及ぶほど旺盛である。このため着花が不良となって十分な結実量が得られないことが多い。近年鹿児島県のポンカン栽培者の間で枝を水平にまで誘引する、いわゆる強制誘引が行なわれ、この処理が着花結実を増加させるといわれているが、これに関する試験はほとんど行なわれていない¹⁰⁾。従来カンキツ以外の果樹ではリンゴの誘引¹²⁾やカキのねん枝¹¹⁾が花芽の形成、ひいては着果結実を促進することが報じられている。しかしカンキツではこのような研究はない。そこでポンカンにおいて誘引が着花結実にどのような影響を及ぼすかについて、すでに着花結実を増加させることが知られている環状剥皮処理^{3,5,7)}と対比しながら調べるために実験を行なった。またこの際これらの処理が樹体内成分に及ぼす影響についても調べた。

謝辞：無機、有機の化学分析については著者の 1 人松本が農林省果樹試験場栽培生理研究室長石原正義博士の御懇切な御指導を賜わった。記して深く感謝する。

実験材料および方法

実験 1 鹿児島県肝属郡高山町の鹿児島県大隅果樹指導所(現果樹試験場大隅支場)に栽植の 1971 年当時 6 年生のポンカン樹(系統 F 2428, カラタチ台, ユズ根接)を供試した。供試樹は 1971 年 3 月に 90°の水平誘引処理したものと、対照樹として慣行の開心

自然形整枝の無誘引樹から選んだ。さらに 1971 年 12 月収穫の時点で、誘引樹のうち収量の多い樹と比較的収量が少ない樹との 2 群に分けた。ただし収量の少ない水平誘引の樹でも慣行整枝の樹よりは収量がかなり高かった。そこで 1972 年 6 月に、誘引多結実区、誘引少結実区、慣行整枝の対照区の 3 区を選び、1 樹 1 区完全無作為化法で 3 反復とし、計 9 樹を供試した。

着花調査は 1973 年 4 月 29 日の満開時に行なった。各樹より 20 枝を任意に選び、前年枝の先端から 30 cm 下までの枝について、そこから出た新梢数(発育枝、有葉花枝、直花枝)、花数(直花数、有葉花数)および葉数(新葉数、旧葉数)を調査した。次に生理落果が終了した 7 月 26 日に着果数を調査して結実歩合を得た。その後適度な摘果を行なった。

収穫は 12 月 2 日に行ない、果実個数と収量を調べた。次いで各樹より代表的な果実 10 個ずつを取り、果実重、着色、す上がり、糖、酸などの果実品質を調べた。着色はまず観察により、0(緑色)から 10(完全着色)までの指数とした。あわせて色差計(日本電色 ND-K6 B 型)によって果頂部の直径 1 cm 円内の色調を調べた。す上がりは果実を赤道面で横断し、その横断面について、0:す上がりなし、1:す上がりの徴候はあるが商品としては支障なし、2:す上がりで商品価値を損うもの、3:過度のす上がり、4:ほとんど果汁の出ないもの、の 5 段階の指数として表わした。果汁中の糖は屈折糖度計で測定し、酸は果汁 5 ml をとって 0.156 N 水酸化ナトリウム溶液で滴定し、クエン酸として表示した。

葉分析のためのサンプルは 1972 年 6 月より約 2 カ月ごとに、6 月 28 日、8 月 31 日、10 月 28 日、12 月 26 日および 1973 年 3 月 2 日に行なった。葉は果実を

* 鹿児島県果樹試験場大隅支場

つけていない春枝の中間部より各春枝あたり1枚ずつ、計40~50葉を採取した。これを常法により洗浄、乾燥、粉碎、ふるい分けして、分析時まで乾燥状態で貯蔵した。

分析は窒素、リン、カリウム、カルシウム、マグネシウムおよび炭水化物（還元糖、全糖、デンプン）について行なった。窒素は semi-micro Kjeldahl 法、リンは molybdivanado-phosphoric acid 法による比色（島津ダブルビーム分光光度計 UV-200 型使用）、カリウム、カルシウム、マグネシウムは原子吸光法（バックマン NF-1A 型）によった⁴⁾。また炭水化物は Somogyi-Nelson の比色法によった^{1,6)}。

実験2 鹿児島大学農学部附属唐湊果樹園のポンカン12樹を供試した。処理は対照（開心自然形）、誘引、環状剥皮の3種とし、1樹1区、乱塊法4反復で試験した。処理は1972年10月25日に開始したが、誘引はできるだけ水平になるようにした。環状剥皮は主枝、亜主枝のうち、6割ないし7割の枝を地上部約1mのところ、幅5mmで行なった。処理当時の樹令は第1ブロック15年生、第2ブロック4年生、第3、第4ブロックは7年生であった。収量は樹容積あたりに換算して表わした。

着花調査は1973年4月26日に、結実調査は8月16日に、収穫は12月10日に、また葉分析のための採葉は1972年10月30日、12月27日および1973年3月26日に行なった。調査の項目や方法、分析などはすべて実験1に準じた。

実験結果

実験1 第1表に各処理区の着花結実の状態を示した。花数は誘引多結実区で最も多く、次いで誘引少結実区であり、対照区ではごく少なかった。これを葉花比で示すと誘引多結実区で最も小さく、誘引少結実区がこれに次ぎ、対照区で最も大きかった。つまり誘引区全体としては対照区よりも花数が多かったことになる。

結実歩合（実止まり）については誘引多結実区と対照区ではそれぞれ8.2%、8.6%で同じ程度であったが、誘引少結実区では15.8%で前二者の倍近くであった。そのため結実の状態を示す葉果比では、葉花比同様誘引多結実区が最も小さく、次いで誘引少結実区であったが、その差は葉花比におけるより小さくなった。一方対照区ではこれら2区に比べてはるかに高い値を示した。このように誘引の区では着生した果実数が多かった。

第2表に1971年より3カ年間の収量を示した。1971年では誘引により収量は著しく増加したが、翌年は隔年結果のためどの区も収量は減少した。1973年の収量は上述の着花結実の結果を反映して、誘引多結実区で最も高く、誘引少結実区がこれに次ぎ、対照区は最も低かった。

第3表には各区における開花期に発生した新梢のパターンを示した。これによると対照区では発育枝（無着花）の割合が著しく高く、有葉花枝、直花枝の割合

Table 1. Effects of branch-bending on flowering and fruit-setting of ponkan (Exp. 1)

Treatment	No. of leaves	No. of flowers	Leaf per flower ratio	No. of fruits	Leaf per fruit ratio	Fruit set percent
Bending, high yield	1,565	365	4.5	30	52.7 ^a	8.2%
Bending, low yield	2,253	146	33.9	23	173.0 ^a	15.8
Control	1,521	35	141.6	3	579.7 ^b	8.6

Number of leaves, flowers, and fruits are total of 20 shoots per tree.

Means with different letters are significantly different at the 5% level.

Table 2. Effects of branch-bending on yield of ponkan (Exp. 1)

Treatment	1971		1972		1973	
	No. of fruits	Fruit weight per tree	No. of fruits	Fruit weight per tree	No. of fruits	Fruit weight per tree
Bending, high yield	167	21.6kg	51	8.8kg	133 ^a	20.2 ^a kg
Bending, low yield	115	14.5	0	0	46 ^b	7.4 ^b
Control	35	4.9	10	1.5	8 ^b	1.7 ^b

Statistical analysis was made only in 1973. Means with different letters are significantly different at the 5% level.

はごく低かった。反対に誘引多結実区では有葉花枝と直花枝の割合がかなり高く、発育枝の割合は低かった。そして誘引少結実区は中間の値を示し、発育枝、有葉花枝が多く、直花枝は少なかった。

各区の果実品質を第4表に示した。果実重、着色、す上がりには処理区間に有意差が認められなかった。しかし糖含量は誘引多結実区で、クエン酸含量は誘引少結実区で高かった。

葉中の窒素、リン、カリウム、カルシウム、マグネ

シウムは分析したすべての時期において処理区間に差が認められなかった。各区の12月と3月における炭水化物含量を第5表に示した。いずれも有意差はみられなかったが、誘引多結実区において12月、3月ともにデンプン、全炭水化物含量が高い傾向にあった。

実験2 第6表に各処理区の着花結実の状態を示した。葉花比は環状剥皮区が最も小さく、誘引区がこれに次ぎ、対照区が最も大きかった。つまり環状剥皮や誘引によって花数は増加した。一方結実歩合は総じて

Table 3. Effects of branch-bending on the pattern of shoots of spring flush (Exp. 1)

Treatment	Vegetative shoots	Shoots with flowers and leaves	Shoots with flowers
Bending, high yield	14.8 % (3.2)	45.8 % (9.9)	39.4 % (8.5)
Bending, low yield	50.0 (7.2)	33.3 (4.8)	16.7 (2.4)
Control	81.4 (7.9)	13.4 (1.3)	5.2 (0.5)

Values in parenthesis are number of shoots.

Table 4. Effects of branch-bending on fruit quality of ponkan (Exp. 1)

Treatment	Fruit weight	Value of color difference meter			Color index	Brix	Citric acid	Granulation index
		L	a	b				
Bending, high yield	145 gm	48.0	6.2	25.6	6.9	9.7 ^a	1.06 ^b %	1.2
Bending, low yield	135	44.0	1.3	23.3	5.7	8.6 ^b	1.34 ^a	0.4
Control	143	44.9	3.2	22.7	5.3	9.0 ^b	1.06 ^b	1.5

Means with different letters are significantly different at the 5% level.

Table 5. Effects of branch-bending on carbohydrates and nitrogen contents of spring flush leaves (Exp. 1)

Treatment	Sampled in December, 1972						
	Reducing sugar	Non-reducing sugar	Total sugar	Starch	Total carbohydrate	Nitrogen	C/N ratio
Bending, high yield	3.98%	3.98%	7.96%	21.49%	29.45%	2.96%	9.65
Bending, low yield	3.61	4.73	8.34	17.78	26.12	2.98	8.77
Control	4.06	5.14	9.20	18.76	27.96	3.03	9.23
Treatment	Sampled in March, 1973						
	Reducing sugar	Non-reducing sugar	Total sugar	Starch	Total carbohydrate	Nitrogen	C/N ratio
Bending, high yield	2.11	2.84	4.95	21.77	26.72	2.98	8.97
Bending, low yield	1.97	4.53	6.50	19.84	26.34	2.98	8.84
Control	1.31	3.14	4.44	20.17	24.61	3.04	8.10

Table 6. Effects of branch-bending and ringing on flowering and fruit-setting of ponkan (Exp. 2)

Treatment	No. of leaves	No. of flowers	Leaf per flower ratio	No. of fruits	Leaf per fruit ratio	Fruit set percent
Bending	1,449	429	3.5	28	57.8 ^a	6.5 ^a %
Ringing	1,146	859	1.5	27	43.5 ^a	3.1 ^b
Control	1,256	377	4.7	6	240.8 ^b	1.6 ^b

Number of leaves, flowers and fruits are total of 20 shoots per tree.

Means with different letters are significantly different at the 5% level.

Table 7. Effects of branch-bending and ringing on yield of ponkan (Exp. 2)

Treatment	No. of fruits	No. of fruits per tree crown volume (m^3)	Fruit weight per tree
Bending	152	17.1 ^{ab}	10.9kg
Ringing	232	31.4 ^a	24.5
Control	63	5.4 ^b	6.4

Table 8. Effects of branch-bending and ringing on the pattern of shoots of spring flush (Exp. 2)

Treatment	Vegetative shoots	Shoots with flowers and leaves	Shoots with flowers
Bending	14.4%(3.6)	26.8%(6.7)	58.8%(14.7)
Ringing	2.5 (1.1)	16.0 (6.9)	81.5 (35.2)
Control	14.6 (3.2)	23.6 (5.2)	61.8 (13.6)

Values in parenthesis are number of shoots.

Table 9. Effects of branch-bending and ringing on fruit quality of ponkan (Exp. 2)

Treatment	Fruit weight	Value of color difference meter			Color index	Brix	Citric acid	Granulation index
		L	a	b				
Bending	108gm	51.8	24.4 ^b	29.5	5.7	9.4	1.15%	0.7
Ringing	114	52.9	29.9 ^a	29.1	6.4	10.9	1.27	1.3
Control	110	50.8	20.1 ^c	27.7	5.3	9.6	1.25	0.9

Means with different letters are significantly different at the 5% level.

Table 10. Effects of branch-bending and ringing on carbohydrate and nitrogen contents of spring flush leaves (Exp. 2)

Treatment	Sampled in December, 1972						
	Reducing sugar	Non-reducing sugar	Total sugar	Starch	Total carbohydrate	Nitrogen	C/N ratio
Bending	3.15%	3.40%	6.55 ^a %	21.19%	27.74%	2.88%	9.63
Ringing	3.57	3.36	6.93 ^a	22.38	29.31	2.59	11.32
Control	4.25	4.21	8.46 ^b	20.76	29.22	2.83	10.33
Treatment	Sampled in March, 1973						
	Reducing sugar	Non-reducing sugar	Total sugar	Starch	Total carbohydrate	Nitrogen	C/N ratio
Bending	1.53	3.35	4.88	19.99	24.87 ^b	2.70	9.21
Ringing	2.57	2.93	5.50	21.98	27.48 ^a	2.22	12.38
Control	1.69	3.42	5.11	19.26	24.37 ^b	2.54	9.59

Means with different letters significantly different at the 5% level.

実験1より低かったが、誘引区で最も高く、次いで環状剥皮区、対照区の順であった。このため結実の状態を示す葉果比では誘引区と環状剥皮区はほとんど等しく、対照区のみが大きかった。この結果を反映して、第7表に示したように、収量は環状剥皮区で最も高く、次いで誘引区、対照区の順に低かった。

第8表には開花期に発生した新梢のパターンを示した。これによると対照区や誘引区でも直花枝が60%程度で比較的多かったが、環状剥皮区では直花枝が81.5%で極端に多く、発育枝は2.5%で著しく少なかった。

第9表で各区の果実品質を示した。果実重、糖、酸、す上がりには処理区間の差が認められなかった。しかし色差計測定値のうち赤色の程度を示すa値は環状剥皮区で最も高く、次いで誘引区であり、対照区は

最も低かった。このため観察による着色指数も環状剥皮区で最も高かった。

葉中無機養分の含量では、リン、カリウムで10月、12月、3月、ともに対照区が他の2区より高い値を示し、12月、3月の窒素含量は環状剥皮区で低かったが(第10表)、その他のカルシウム、マグネシウム含量は各区共大差なく、一定の傾向を示さなかった。

第10表に示した葉中炭水化物含量をみると、環状剥皮区において12月、3月ともにデンプン含量がわずかではあるが高い傾向にあり、C/N率も高い傾向にあった。

考 察

本実験において誘引がポンカンの収量を増加させる

ことが認められ、これは坂元と桑波田¹⁰⁾の報告と一致した。この収量の増加は着花数または結実歩合の増加によってもたらされたものである。実験1の誘引多結実区では着花数が多いことが収量の増加につながり、実験1の誘引少結実区と実験2の誘引区では着花数は対照区と大差ないが結実歩合が著しく高いために収量が増加した。

実験1の樹は1971年3月に誘引を実施し、その年の収量は著しく増加したが、翌年は隔年結果のため収量は減少し、調査した1973年にはふたたび収量が増加した。対照区の収量は3年間低いままでとどまった。大垣ら⁹⁾は温州ミカンで、Moss⁸⁾はスイートオレンジで、前年の収量と開花数の間には逆相関の関係があること、つまり隔年結果をすることを報じている。本実験においても各区ごとにみると隔年結果の傾向が認められ、この点で彼らの報告と一致した。しかし各区の間でみると誘引多結実区では前年の収量が対照区より多いにもかかわらず、花数が多く、誘引区と対照区では着花の水準が異なるように思われた。すなわち誘引によって“成りぐせ”がついたといえよう。

新梢のパターンからみても誘引処理によって発育枝が減少し、有葉花枝、さらには直花枝が増加することが認められた。以上のことから誘引は花芽分化期から開花期、生理落果期、結実期を通じて、樹を生殖相の方向に促している傾向があるといえよう。GoldschmidtとMonselise²⁾は若木は相対的に発育枝が多く、有葉花枝、直花枝が少ないが、一方成木では発育枝が少なく、有葉花枝、直花枝が多くなると報じている。この点からすると誘引が樹のagingを進めたとも考えられよう。

環状剥皮処理で着花結実が増加することはカンキツでも他の果樹同様よく知られている^{3,5,7)}。本実験でも環状剥皮により着花が著しく増加した。この花の増加は主として直花が著しく増加したためであり、一方発育枝はほとんど発生しなかった。このように環状剥皮は誘引よりも樹を生殖的にさせるように思われた。

実用的にみると環状剥皮でこのようにほとんど発育枝が出ないと、翌年の結果母枝が確保されず、したがって収量は激減すると考えられる。実際に観察しても翌年の着花は極端に少なかった。したがって長期間にわたって栄養生長相と生殖相とのバランスをはかることが重要であるポンカンのような果樹では、環状剥皮で一時的に収量を増加させても好ましくない場合があり得ることを留意せねばならない。

この点、誘引によるならば、樹は生殖的になるが、

それでも翌年以後の結果母枝に十分な発育枝は発生しており、このような着花結実法は好ましいものと考えられよう。

大垣ら⁹⁾は温州ミカンの隔年結果の研究において、12月下旬の枝の炭水化物含量とC/N率が翌年の着花と密接な関係にあり、そのうちでも特にデンプン含量が重要であると報じている。本実験でも実験1の誘引多結実区や実験2の環状剥皮区のように着花の多かった区では12月、3月の炭水化物含量は、有意差は認められなかったが、いくぶん高い傾向を示した。これは大垣らの結果と一致したといえよう。

摘 要

1. ポンカンの枝の誘引が着花結実におよぼす影響を調べるために、鹿児島県高山町と鹿児島市唐湊の2カ所で実験を行なった。唐湊においては環状剥皮処理の影響をもあわせて調べた。

2. 実験1(高山)では誘引多結実区、誘引少結実区、対照区の3処理を完全無作為化法3反復で比較した。

3. 誘引処理により収量は増加した。これは着花の増加(誘引多結実区)または結実歩合の増加(誘引少結実区)によってもたらされた。誘引により春に発生した枝のうち発育枝が減少し、有葉花枝、直花枝の割合が増加した。

4. 実験2(唐湊)では誘引区、環状剥皮区、対照区の3処理を乱塊法4反復で比較した。

5. 誘引も環状剥皮も、ともに収量を増加させた。これは着花の増加(環状剥皮区)または結実歩合の増加(誘引区)によるものであった。環状剥皮区では春の栄養枝発生が極端に少なかった。

6. 葉中の無機養分含量は両実験とも各区間の有意差が認められなかった。しかし着花の増加した実験1の誘引多結実区、実験2の環状剥皮区で12月、3月の炭水化物含量がいくぶん高い傾向を示した。

引用文献

- 1) 福井作蔵：還元糖の定量法，1，8-12，東京大学出版会，東京（1969）。
- 2) Goldschmidt, E. E. and Monselise, S. P.: Carr, D. J. ed. Plant Growth Substances 1970, 758-766, Springer-Verlag, Berlin (1972).
- 3) Goren, R. and Monselise, S. P.: J. Hort. Sci., 46, 435-441 (1971).
- 4) 石原正義：果樹の葉分析法，1~62，農林省果樹試験場，平塚（1971）。
- 5) 伊東秀夫，藤田克治，大垣智昭：園学雑，28，

- 249-255 (1959).
- 6) 北岡正三郎：糖類の分析. **1**, 34, 講談社, 東京 (1971).
- 7) Monselise, S. P., Goren, R. and Wallerstejn, I.: *Hort Science*, **7**, 514-515 (1972).
- 8) Moss, G. I.: *J. Hort. Sci.*, **46**, 177-184 (1971).
- 9) 大垣智昭, 藤田克治, 伊東秀夫：園学雑, **34**, 1-8 (1965).
- 10) 坂元三好, 桑波田竜沢：鹿児島果試昭47年業務報告, 56-57 (1973).
- 11) 鈴木 登：園芸学会昭47年秋季大会発表要旨, 74-75 (1972).
- 12) Tromp, J.: *Acta Bot. Neerl.*, **17**, 212-220 (1968).

Summary

Ponkan (*Citrus reticulata* Blanco) is often a relatively low, slow and unstable producer in southern Japan. As a counter-measure, recently, many commercial groves have been taking up, and are developing, a new training method of trees, named "branch bending", with fairly promising results. The object of this study is to obtain some physiological background concerning the effect of branch-bending on flowering and fruiting in ponkan trees.

The experiments were conducted at the two locations in Kagoshima prefecture, Kagoshima city and Kōyama town.

In the **experiment 1**, 9 trees of 6-year-old were tested at the experimental orchard in Kōyama Branch, Kagoshima Fruit Experiment Station. Six of them received bending treatment, in which all branches had been bent horizontally, two years before this investigation started. They were sorted in two groups of the respective three trees, those of relatively high yield and low yield in the preceding two years. The other three trees had received no bending treatment, and were compared with others as control.

Branch-bent trees of high yield showed higher flowering, and branch-bent trees of low yield, higher fruit setting, than unbending control trees. Consequently branch-bent trees of formerly high yield gave highest yield, which was followed by branch-bent low yield trees, control trees being lowest. Most of the spring shoots of control trees were vegetative, while the percentage of flower shoots increased in branch-bent trees.

Carbohydrate-contents in leaves were slightly higher in bent-trees than in control ones, especially in December and March.

In the **experiment 2**, 12 trees were observed at the University grove in Toso, Kagoshima city. Two kinds of flower promoting treatment, branch-bending and branch-ringing, were compared with control trees in complete randomized blocks of four replications. Ringing produced the highest yield, presumably owing to its flower-increasing effect. Branch-bending increased the yield also, mainly because of its increasing effect on fruit setting. Percentage of vegetative shoot in ringed trees was extremely low, suggesting the undesirable less productivity in the following season. Starch-contents of the leaves in ringed trees were higher than those of the trees treated otherwise in December and March.

The experiments showed clearly that branch-bending results in the increased yield either through increased flowering or through fruit-set improvement.