

研究論文

カキ ‘富有’ と ‘次郎’ の果実品質に及ぼす環状剥皮、 結縛および CPPU 処理の影響

河合義隆・石川一憲・藤澤弘幸
東京農業大学農学部

Effects of Girdling, Strapping, and CPPU Treatments on
Fruit Quality in ‘Fuyu’ and ‘Jiro’ Persimmon

Yoshitaka KAWAI, Kazunori ISHIKAWA and Hiroyuki FUJISAWA
Tokyo University of Agriculture, Faculty of Agriculture

1. 緒言

カキは喬木性で頂部優勢が強い果樹であり、樹勢が旺盛になる傾向がある。強樹勢の樹は栄養成長に傾き、生理落果および果実の小玉化、着色遅延を示すので、樹勢を抑え、果実の高品質化につながる栽培を行う必要がある。果樹栽培では、環状剥皮と結縛は樹勢抑制、結実促進、高品質化などに効果があることが知られている。内藤ら(1981)は、カキ‘西条’の主幹部への環状剥皮により新梢伸長の抑制、花芽形成や結実の促進がみられることを報告している。文室(1997)は‘刀根早生’を用い、環状剥皮による樹勢抑制の原因は乾物生産量の減少や新根成長の抑制であることを示した。一方、亜主枝や側枝を針金の被覆線で結縛処理することにより、結実や果実肥大の促進がみられることが、‘かずさ’(長谷川ら 2002)、『西条’(長谷川・中島 1991, 長谷川・傍島 1992)、『前川次郎’(長谷川・中島 1991)、『伊豆’(長谷川・傍島 1992)、『松本早生富有’(長谷川・傍島 1992)、『西村早生’(長谷川・中島 1992)などの品種で報告されている。側枝への環状剥皮の影響についての調査は結縛処理に比べて少ないが、長谷川・中

島(1992)は‘西村早生’の側枝への環状剥皮と結縛処理の比較を行い、両処理ともに肥大促進、成熟促進などの効果がみられることを明らかにしている。

カキ栽培では、樹勢調節や着果促進のために樹勢の強い品種や樹の主幹への環状剥皮が行われているが、今後は着果促進などが期待できる側枝への環状剥皮や結縛処理による生産向上のための新しい栽培体系を確立することが大切である。

‘富有’と‘次郎’は甘ガキの主要品種であり、大果良品が求められている。環状剥皮や結縛処理は大果良品生産に結びつく技術であるが、主幹への環状剥皮による樹勢調節を必要としなかった両品種では、それらの効果についてほとんど調べられていない。そこで、本研究ではこれらの品種を用いて側枝への環状剥皮または結縛処理を行い、果実品質に及ぼす影響を調査した。一方、強いサイトカイニン活性を持つ合成化合物の CPPU (N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'-phenylurea) は、果実の肥大促進効果があることが知られており、ブドウやキウイフルーツなどの果樹栽培に利用されている(禿 1995)。カキでも CPPU 処理による果実肥大促進の報告がある(長谷川ら 1991)。そこで、CPPU と環状剥皮および結縛との組み合わせ処理の影響についても併せて調査した。

2. 実験方法

1) 側枝の環状剥皮および結縛処理

東京農業大学農学部果樹園芸学研究室実験圃場

平成 20 年 12 月 12 日受付

平成 21 年 8 月 22 日受理

Corresponding author

河合義隆 Yoshitaka KAWAI

〒243-0034 神奈川県厚木市船子 1737

1737 Funako, Atsugi, Kanagawa, 243-0034, Japan

E-mail : y3kawai@nodai.ac.jp

栽植の‘富有’ (21年生) および‘次郎’ (21年生) を用いて、環状剥皮、結縛処理を行った。

‘富有’は2005年5~9月にかけて、‘次郎’は同年6~9月にかけて、毎月29日に側枝に環状剥皮と結縛処理を行った。樹は処理時期別に1樹を用いた。主枝から分岐している側枝(基部の径3~4cm)を各処理区につき2枝供試し、枝の分岐基部から3~5cmの位置に処理を行った。環状剥皮は環状剥皮ナイフ(オルファ(株)製)を用いて、枝の周囲を10mm幅で剥皮し、結縛は外径2.0mmの針金の被覆線(内径1.5mm)を用いて、被覆線の約半分が食い込む程度までペンチで締め付けた。対照区として処理時期別に無処理の側枝2枝を用いた。‘富有’の満開日は5月24日、‘次郎’の満開日は5月20日であった。また、6月下旬に摘果(葉果比10~20)を行った。

両品種とも11月5日に、側枝1本につき無作為に5果(各処理区計10果)を収穫し、果実重、果高、果径、糖度(Brix)を測定した。

2) 環状剥皮および結縛とCPPUの組み合わせ処理

東京農業大学農学部果樹園芸学研究室実験圃場栽植の‘富有’ (22年生) および‘次郎’ (22年生) を各4樹用いて、環状剥皮または結縛処理とCPPU処理を組み合わせた実験を行った。

処理区は、環状剥皮区、環状剥皮+CPPU区、結縛区、結縛+CPPU区、CPPU区および無処理区の計6区とし、各処理区に2本の側枝を用いた。‘富有’、‘次郎’ともに、環状剥皮と結縛処理を2006年5月15日に、CPPU処理は6月10日(満開10日後)に行った。環状剥皮および結縛処理

は、1)と同様に行った。CPPU処理は、フルメット液剤(CPPU 0.1%含有;協和発酵工業(株))を希釈して25ppm溶液とし、Tween-20を添加して小筆で側枝の全ての幼果に塗布した。満開日は、‘富有’と‘次郎’ともに5月31日であった。摘果を1)と同様に行った。

収穫日は‘次郎’が10月22日、‘富有’が11月10日であり、側枝あたり無作為に5果(各処理区計10果)を収穫した。収穫後、果実重、果高、果径、果皮色および糖度(Brix)を測定した。果皮色は、遠観による5段階評価(1:全体的に緑色 2:部分的に緑色 3:やや橙色 4:橙色 5:全体的に赤色)で行った。

3. 結果

1) 側枝の環状剥皮および結縛処理の影響

5~7月の環状剥皮区の処理部位は、約1ヶ月後には癒合していた。結縛区の処理部位は、1ヶ月後に癒合組織はみられなかったが、収穫時には処理部位の樹皮が盛り上がり、被覆線を覆っていた。

環状剥皮および結縛処理がカキ‘富有’の果実品質に及ぼす影響を表1に示した。処理時期でみると、5月と7月処理が果実重を増加させた。6月処理では結縛のみ果実重を増加させた。8月と9月処理では、両処理とも果実重の増加はみられなかった。果高は5月、6月、7月の結縛および7月の環状剥皮で、果径は5月、6月、7月の結縛および5月と7月の環状剥皮で促進された。8月および9月処理では、果高と果径の肥大促進はみられなかった。糖度は、環状剥皮区が8月処理で、結

表1 環状剥皮および結縛処理がカキ‘富有’の果実品質に及ぼす影響

処理時期	処理区	果実重(g)	果高(mm)	果径(mm)	糖度(%)
5月	環状剥皮	319 a ²	62.6 abcd	90.7 a	15.9 cde
	結縛	355 a	64.6 abc	93.5 a	19.0 a
6月	環状剥皮	246 b	59.3 cdef	83.1 bc	15.8 cde
	結縛	311 a	65.6 ab	90.0 a	16.7 bcd
7月	環状剥皮	320 a	67.3 a	90.8 a	15.8 cde
	結縛	331 a	66.0 ab	92.1 a	16.9 bc
8月	環状剥皮	229 b	56.1 ef	83.5 b	17.4 b
	結縛	228 b	56.5 ef	83.3 b	15.4 e
9月	環状剥皮	206 b	53.8 f	78.1 c	15.7 cde
	結縛	238 b	60.4 bcde	81.2 bc	15.6 de
	無処理	228 b	58.4 def	81.1 bc	14.9 e

²アルファベット異符号間で有意差あり (Tukeyの多重検定, P=0.05)

表 2 環状剥皮および結縛処理がカキ‘次郎’の果実品質に及ぼす影響

処理時期	処理区	果実重 (g)	果高 (mm)	果径 (mm)	糖度 (%)
6 月	環状剥皮	346 a ²	64.4 a	94.7 a	17.6 ab
	結縛	306 b	59.6 ab	92.2 ab	16.0 bc
7 月	環状剥皮	296 bc	58.2 b	90.1 bc	18.6 a
	結縛	264 cd	56.5 b	87.9 cde	16.0 bc
8 月	環状剥皮	279 bcd	57.3 b	87.9 cde	14.2 c
	結縛	291 bc	58.9 ab	89.8 bcd	14.9 c
9 月	環状剥皮	249 d	58.8 ab	86.3 de	13.8 c
	結縛	246 d	58.6 ab	85.3 e	13.7 c
	無処理	279 bcd	58.2 b	89.1 bcde	15.2 bc

²アルファベット異符号間で有意差あり (Tukey の多重検定, P=0.05)

縛区が 5 月, 6 月および 7 月処理で有意に増加し, なかでも 5 月の結縛区は 19.0 と非常に高くなった. なお, 5 月の結縛処理では果実の着色促進がみられた (データなし). 環状剥皮と結縛処理を比較すると, 5 月, 6 月, 7 月の結果から結縛処理の方が‘富有’の果実品質への影響は大きかった.

環状剥皮および結縛処理がカキ‘次郎’の果実品質に及ぼす影響を表 2 に示した. ‘次郎’においては, 環状剥皮により果実の肥大促進と糖度増加がみられた. 6 月処理の環状剥皮区では果実重, 果高, 果径が増加した. また, 7 月の環状剥皮区では糖度が有意に増加したが, 8 月と 9 月処理では有意差はみられなかった. 一方, 結縛処理による果実の肥大, 糖度の増加はみられなかった.

2) 環状剥皮および結縛と CPPU の組み合わせの影響

環状剥皮と結縛に CPPU 塗布を組み合わせ処理した場合の‘富有’と‘次郎’の果実品質への影響をそれぞれ表 3, 表 4 に示した. 本実験においても, ‘富有’では環状剥皮と結縛の単独処理により果実肥大が促進された. CPPU との組み合わせの影響をみると, 環状剥皮+CPPU 区は環状剥皮-CPPU 区より果実重, 果高, 果径が大きかったが, 結縛+CPPU 区のそれらは結縛-CPPU 区より小さかった. ‘次郎’では, 果実肥大に対する環状剥皮と結縛の効果はみられなかった. CPPU は単独でも, 環状剥皮や結縛との組み合わせ処理でも果実肥大を抑制した. ‘富有’の糖度は環状剥皮と結縛処理により高くなり, CPPU 塗布により低下する傾向がみられた. ‘次郎’では環状剥皮-CPPU 区が 18.0 と最も高い糖度を示したが, 環状剥皮+CPPU 区の果実糖度は CPPU 無塗布の

無処理区と同じ低い値となった. ‘富有’ (表 3, 図 1) と ‘次郎’ (表 4, 図 2) とともに, 環状剥皮と結縛処理に CPPU 塗布を加えると果実の着色は抑制された.

4. 考察

側枝への環状剥皮と結縛処理をした結果, ‘富有’は両処理とも‘次郎’は環状剥皮処理により果実肥大が促進され, 糖度が増加した. 長谷川・中島 (1991) は‘西条’と‘前川次郎’に側枝結縛処理を行い, ‘西条’では果実肥大, 着色促進が, ‘前川次郎’では糖度増加, 着色促進がみられたことを報告している. さらに, ‘西村早生’の果実品質に及ぼす側枝への環状剥皮と結縛処理の影響を比較した実験では, 両処理とも果実の成長を促進し, 成熟を早め, これらの効果に差異がないことが示されている (長谷川・中島 1992). 本実験では, 品種により環状剥皮処理と結縛処理の効果に差がみられ, ‘富有’では結縛処理の方が, ‘次郎’では環状剥皮処理の方が高品質化の効果が大きい傾向がみられた.

環状剥皮と結縛は, それぞれ処理部の維管束師部の切断または閉塞により処理部下方への光合成産物の移動を阻止し, 果実肥大促進および高品質化を引き起こしていると考えられる. 内藤ら (1981) は‘西条’の主枝に 5 mm と 10 mm 幅の環状剥皮を行い, 両者の間の効果の違いは明らかでなかったと述べている. 一方, 長谷川・中島 (1992) は‘西村早生’の側枝に 3 mm と 10 mm 幅の環状剥皮を行った結果, 10 mm 幅の環状剥皮は果実の成長を促進して成熟を早めたが, 3 mm 幅の環状剥皮では効果がなかったと報告している. また, 長谷川・中島 (1991) は, 2 mm 径と 2.6 mm 径の被

表3 環状剥皮、結縛処理およびCPPU塗布がカキ‘富有’の果実品質に及ぼす影響

処 理		果実重 (g)	果高 (mm)	果径 (mm)	糖度 (%)	果皮色
無処理枝	-CPPU	190	55.6	76.8	14.1	3.6
	+CPPU	206	57.9	79.3	13.2	3.5
環状剥皮	-CPPU	259	59.4	85.5	14.9	4.3
	+CPPU	299	62.7	90.3	12.6	3.5
結 縛	-CPPU	273	60.3	86.7	15.3	4.8
	+CPPU	206	56.8	78.6	14.4	1.9
有意性 ²						
A (環状剥皮, 結縛)		**	**	**	*	N.S.
B (CPPU)		N.S.	N.S.	N.S.	**	**
A×B		**	**	**	N.S.	**

²*は5%水準, **は1%水準で有意差あり, N.S.は有意差なし(二元配置分散分析)

表4 環状剥皮、結縛処理およびCPPU塗布がカキ‘次郎’の果実品質に及ぼす影響

処 理		果実重 (g)	果高 (mm)	果径 (mm)	糖度 (%)	果皮色
無処理枝	-CPPU	252	56.4	88.6	15.2	4.1
	+CPPU	188	54.3	78.9	14.2	1.5
環状剥皮	-CPPU	261	57.5	89.8	18.0	4.4
	+CPPU	230	51.8	87.3	15.2	3.2
結 縛	-CPPU	218	54.9	83.1	15.3	3.6
	+CPPU	212	53.4	84.1	14.2	1.8
有意性 ²						
A (環状剥皮, 結縛)		**	N.S.	**	**	**
B (CPPU)		**	**	**	**	**
A×B		*	N.S.	**	*	*

²*は5%水準, **は1%水準で有意差あり, N.S.は有意差なし(二元配置分散分析)

覆線を用いて‘前川次郎’の結果母枝を結縛した場合、被覆線の太さによる果実品質の差はみられなかったが、癒合組織の形成は2mmの方が良好であったとしている。本実験では1cm幅の環状剥皮と2mm径の被覆線による結縛を行っているため、処理による影響は十分果実に表れたと考えられる。しかし、長谷川ら(2002)は側枝結縛の強度と取り外しの有無について検討し、深さ1mmの結縛で2ヶ月後の取り外しが果実の発育促進には適当であると述べている。本実験では被覆線の取り外しはしていないため、取り外し操作を加えることにより、更なる果実発育促進が望めるかもしれない。

カキの果実は開花から7月下旬に旺盛な成長をし(第Ⅰ期)、7月下旬から9月中旬にその成長は一時緩慢になり(第Ⅱ期)、9月中旬から急激に成長し成熟する(第Ⅲ期)(平田ら1978)。本実験において、‘富有’では5月の環状剥皮と結縛処理で、

‘次郎’では6月の環状剥皮処理で処理効果が大きかったことから、果実成長のステージからみると処理適期は果実の成長が旺盛な第Ⅰ期の前半と言える。平田ら(1974)は‘富有’の果実成長を調べ、果実の大きさは果肉の細胞数と細胞の大きさにより決まり、細胞数は1日当たりの増加量より細胞の分裂期間の長さに強く影響されること、細胞の分裂期間は樹体の養分状態に支配されており、前半の蓄積養分が多いほど分裂期間が長くなり果実が大きくなることを明らかにしている。‘富有’の果実肥大効果も、環状剥皮または結縛処理により側枝から同化産物の転流が抑えられ、果実の細胞分裂期間が長くなったことにより生じたことが推測される。

一般に落葉期の晩秋に果実が成熟するカキでは、秋季に形成された光合成産物の大部分はその年の果実の肥大と成熟に利用されると言われているが、1枚の葉の光合成量は9月上旬から落葉期



図 1 環状剥皮、結縛および CPPU の組み合わせ
実験における収穫時の‘富有’果実の外観
左上段：無処理－CPPU 右上段：無処理＋CPPU
左中段：環状剥皮－CPPU 右中段：環状剥皮＋CPPU
左下段：結縛－CPPU 右下段：結縛＋CPPU



図 2 環状剥皮、結縛および CPPU の組み合わせ
実験における収穫時の‘次郎’果実の外観
左上段：無処理－CPPU 右上段：無処理＋CPPU
左中段：環状剥皮－CPPU 右中段：環状剥皮＋CPPU
左下段：結縛－CPPU 右下段：結縛＋CPPU

に向けて低下することなどが明らかにされている(平田・黒岡 1974)。これらのことから 8 月、9 月の環状剥皮と結縛処理で効果がみられなかったのは、秋季の光合成量の低下に起因すると考えられる。

環状剥皮と結縛に CPPU を組み合わせて果実への影響を調査したところ、‘富有’では環状剥皮と CPPU を組み合わせた処理で果実が最も大きくなったが、‘次郎’では CPPU の単独および組み合わせ処理ともに果実肥大が抑制された。CPPU 処理による果実肥大の促進はブドウ(小野ら 1991)やキウイフルーツ(Iwahori ら 1988)などで報告されている。カキでは、‘平核無’と‘西条’で満開 15 日前の CPPU 処理で果実肥大抑制が、満開 10 日後の処理で果実肥大促進がみられた(長谷川ら 1991)。また、‘松本早生富有’では、幼果への CPPU 散布による肥大成長抑制が報告されている(Sugiyama and Yamaki 1995)。本実験では CPPU 処理は開花 10 日後に行っているが、果実肥大は‘富有’の環状剥皮との組み合わせでみられただけで、‘次郎’では抑制された。CPPU による果実肥大への影響は、品種や処理時期などにより異なること

が考えられる。

CPPU 処理により‘富有’と‘次郎’ともに果実の糖度低下と着色不良がみられたが、このことは CPPU に果実の成熟遅延作用があることを示している。長谷川ら(1991)も低糖度と着色不良は CPPU 処理による成熟遅延であると報告している。環状剥皮や結縛処理は糖度を高め、着色を促進する作用を示したが、CPPU との組み合わせ処理では CPPU による低品質化作用が強く現れることが明らかとなった。環状剥皮や結縛処理により転流抑制とともに CPPU の果実内留保が促されたために、その生理作用が強く出たと考えられる。

本研究の結果から、果実生育ステージの第 I 期前半における側枝の環状剥皮と結縛処理は‘富有’と‘次郎’の大果良品生産に結びつく技術として利用できると考えられる。しかし、これらの処理に CPPU を組み合わせると糖度と着色の低下を招くため、両者の併用は適切ではないと判断される。

5. 摘要

カキ‘富有’と‘次郎’を用いて、側枝への環状剥

皮と結縛の処理およびそれらとサイトカイニン活性をもつ合成化合物のCPPUの果実塗布の組み合わせ処理が果実品質に及ぼす影響について調べた。‘富有’では環状剥皮の5月と7月処理で、結縛の5月、6月および7月処理で果実重が増加した。果実の糖度は、5月、6月および7月の結縛処理により増加した。これらの効果は環状剥皮処理に比べ結縛処理の方が大きかった。‘次郎’では6月の環状剥皮処理で果実重と果径が無処理に比べ大きかった。処理時期としては5月または6月処理の果実品質が良好であったことから、果実生育ステージの第I期前半が適期と推察された。‘富有’では、環状剥皮とCPPUの組み合わせで最も果実肥大が大きかった。‘次郎’では、CPPUは単独、組み合わせ処理ともに果実の肥大を抑制した。また、‘富有’、‘次郎’ともに、CPPU処理により糖度は低下し、着色抑制がみられた。

謝辞

本論文の御校閲を頂いた三重大学大学院生物資源学研究所平塚伸教授ならびに本研究に御協力頂いた東京農業大学農学部佐藤恵梨子氏と尾越悠右氏に深く感謝します。

キーワード

環状剥皮, 結縛, CPPU, カキ, 果実肥大, 果色, 糖含量

引用文献

- 文室政彦 (1997): カキ ‘刀根早生’の乾物生産および分配に及ぼす新梢伸長初期の環状はく皮の影響, 園学雑. 66 (3/4); 481-488.
- 長谷川耕二郎・久家工人・三村哲之・中島芳和 (1991): カキ ‘西条’と‘平核無’の結実ならびに果実発育に及ぼす合成サイトカイニン (KT-30)とGA₃の影響, 園学雑. 60 (1); 19-29.
- 長谷川耕二郎・松下本樹・北島 宣 (2002): カキ ‘かずさ’における側枝結縛の強度および取り外しの有無が果実発育と翌年の着花に及ぼす影響, 高知大学研報. 51; 11-22.
- 長谷川耕二郎・中島芳和 (1991): カキ ‘西条’および‘前川次郎’の開花ならびに果実品質に及ぼす側枝結縛の影響, 園学雑. 60 (2); 291-299.
- 長谷川耕二郎・中島芳和 (1992): カキ ‘西村早生’の果実生長に及ぼす側枝の環状はく皮ならびに結縛の影響, 高知大学研報. 41; 39-45.
- 長谷川耕二郎・傍島真人 (1992): カキの結実と果実品質並びに花芽形成に及ぼす主枝結縛の影響, 熱帯農業 36 (1); 14-20.
- 平田尚美・林 真二・黒岡 浩 (1974): カキ果実の発育ならびに成熟に関する生理学的研究 (第2報) 翌年の果肉細胞の分裂と肥大および成熟果実の大きさと品質におよぼす秋季摘葉の影響, 鳥大農研報. 26; 15-27.
- 平田尚美・林 真二・田辺賢二 (1978): カキ果実の発育ならびに成熟に関する生理学的研究 V. 果実の発育と内生のオーキシン, ジベレリン, サイトカイニン, アブシジン酸およびエチレン含量との関係, 鳥大農研報. 30; 26-37.
- 平田尚美・黒岡 浩 (1974): カキ果実の発育ならびに成熟に関する生理学的研究 (第1報) 枝梢内の炭水化物含量および果実の肥大と品質におよぼす秋季摘葉の影響, 鳥大農研報. 26; 1-14.
- Iwahori, S., S. Tominaga and T. Yamasaki (1988): Stimulation of fruit growth of kiwifruit, *Actinidia chinensis* Planch., by N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'-phenylurea, a diphenylurea-derivative cytokinin, Sci. Hortic. 35; 109-115.
- 禿 泰雄 (1995): 植物成長調整剤総覧, 植物の化学調節 30 (2); 197-216.
- 内藤隆次・植田尚文・山村 宏 (1981): カキ西条若木の結実促進に関する研究 (第1報) 環状はく皮, はく皮逆接, SADH 散布の効果, 鳥根大農研報. 15; 12-21.
- 小野俊朗・依田征四・高木伸友 (1991): ブドウ ‘ピオーネ’の果実品質に及ぼす KT-30S 液剤 {N-(2-クロロ-4-ピリジル)-N-フェニルウレア} の影響, 岡山農試研報. 9; 47-51.
- Sugiyama, N. and T. Yamaki (1995): Effects of CPPU on fruit set and fruit growth in Japanese persimmon, Sci. Hortic. 60; 337-343.

Summary

This study was undertaken to investigate the effects of girdling and strapping of lateral branches, combined with application of CPPU (N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'-phenylurea) to the fruitlets, on fruit quality of two cultivars of Japanese persimmon (*Diospyros kaki* L., 'Fuyu' and 'Jiro'). Girdling in May and July and strapping in May, June and July significantly increased fruit size and weight of 'Fuyu'. Strapping in May, June and July increased fruit sugar content of 'Fuyu' and enhanced fruit quality more than girdling in 'Fuyu'. Girdling

in June significantly increased fruit size and weight of 'Jiro'. Because girdling and strapping in May or June showed the best results in both cultivars, it is suggested that these treatments are suitable for persimmon during the first half of stage I of fruit development. The combination of girdling and CPPU significantly increased fruit size in 'Fuyu', and CPPU decreased fruit size in 'Jiro'. CPPU decreased fruit color and sugar content in both cultivars.

Key Words

girdling, strapping, CPPU, persimmon, fruit color, fruit size, sugar content