

## カキ ‘刀根早生’ の加温栽培におけるせん定程度が樹勢および果実軟化に及ぼす影響

脇坂 勝・今川順一・杉村輝彦

Effect of Pruning Severity on Fruit Softening and Tree Vigor in Forcing-Cultured Japanese Persimmon (*Diospyros. kaki. Thunb.*), ‘Tonewase’ Fruits.

Masaru WAKISAKA, Junichi IMAGAWA and Teruhiko SUGIMURA

## Summary

The relationship between tree vigor and post-harvest fruit softening after removal of astringency was studied for the forcing-cultured Japanese persimmon (*Diospyros.kaki.Thunb.*), ‘Tonewase’. Heavy and weak treatments were significantly different: a heavy pruning treatment increased mean leaf area more than a weak one. Mean shoot length showed a dissimilar tendency with mean leaf area. Mean leaf area and mean shoot length showed a linear correlation. Fruit enlargement was ineffective for indicating tree vigor. A weak pruning treatment increased the color chart numeric more than a heavy one. On the other hand, a heavy pruning treatment decreased post-harvest fruit softening after removal of astringency more than a weak one. These results suggest that vigorous trees have relatively lower post-harvest fruit softening after removal of astringency.

Key words: fruit softening, forcing-culture, persimmon, tree vigor, pruning severity, leaf area

## 緒 言

‘刀根早生’は、早く収穫できて収量が早く、栽培管理しやすいことから、カキ主要3大品種の1つに数えられている。‘刀根早生’は不完全渋ガキ<sup>1)</sup>であり、食用にするには脱渋作業が必要不可欠である。しかし、ハウス栽培の果実を従来のCTSD脱渋法<sup>9)</sup>により脱渋を行った場合、果実軟化が起こりやすく、著しい品質低下を招きやすいという欠点があり、生産現場では樹上脱渋法<sup>10)</sup>や高温下での二酸化炭素、アルコール併用脱渋法(高温併用脱渋法)<sup>4)</sup>により対処している。しかし、これらの方法で脱渋を行っても軟化果実が発生する場合があります。販路の拡大と消費の増大を目指すには、軟化しにくい果実を生産することが重要な課題となっている。

そこで、ここではカキ‘刀根早生’を用い、加温ハウス栽培に対するせん定程度の違いによって生じた樹勢の差が、果実軟化に及ぼす影響について調査した。

## 材料および方法

## 1. 供試ハウスおよび供試樹

2000~2003年に果樹振興センター内ハウス(10a)の‘刀根早生’(11~14年生)を供試し、樹勢別に強、中、弱勢樹を各3樹選定した。

ハウスの温度管理は、2000年1月31日から加温し、最初は最低気温14℃に設定し、3月6日から16℃で管理した。2001年は2月1日、2002年は1月21日、2003年は1月20日から加温を開始し、最初は最低気温8℃に設定し、その後10日ごとに2℃ずつ気温を上げた(第1表)。

第1表 ハウス概況

Table.1. General greenhouse conditions

	2000	2001	2002	2003
加温開始日	1月31日	2月1日	1月21日	1月20日
発芽期	2月10日	2月18日	2月8日	2月2日
展葉期	2月23日	2月26日	2月15日	2月12日
開花期	3月23日	3月27日	3月15日	3月23日

## 2. 新梢長の測定および樹勢の調整

2000年に調査した強, 中, 弱勢樹を使用し, せん定前に各樹ごとに全1年枝長を計測した。樹勢調節のため1年枝長のうち2001年, 2002年とも1月29日に強区は80%せん除し, 中区は65%, 弱区は50%それぞれせん除した。2003年は樹勢が強くなりすぎたため1月29日に強区は65%せん除し, 中区は60%, 弱区は50%それぞれせん除した(第2表)。

## 3. 葉果比及び葉面積の測定

2000年は5月26日に葉果比が15になるように調整し, 2001年も5月1日に各区の葉果比を同様に調整した。2002年は4月27日に各区葉果比を20に設定したが, 強区で樹勢が強くなりすぎて生理的落果が多くなったために, 各区2樹として強区については葉果比40とした。2003年も5月24日に各区の葉果比を20に設定したが, 強区と中区で生理的落果が多くなったために, 強区と弱区は各2樹, 中区は1樹とし, 葉果比を20とし, 強区の1樹については葉果比を40とした。

葉面積は, 樹勢を指標的に判断するために葉面積計(LI-COR社製, LI-3000A)を用いて測定した。樹勢の確認に目通り(地上高150cm程度)付近で各新梢の先端から2~4節の平均的な大きさの葉を1~2葉ずつ採取した。採取葉数は, 2000年は5月に各樹30葉を採取し, 2001年以降は収穫終了後に各樹50葉を採取して供試した(第2表)。

## 4. 収穫および脱渋方法

果実の収穫は, カラーチャート(農水省作成平核無用)を用い, 果実の赤道部が3.5~4となっ

た時点から順次行った。調査果実の脱渋は, 収穫後に2000年は高温併用脱渋法(果実温35℃, CO<sub>2</sub>50%, 99%エタノール1ml, 10時間処理), 2001年以降はCTSD脱渋法(果実温25℃, CO<sub>2</sub>95%, 16時間処理)で行い, 処理終了後25℃下の恒温条件下に置いた。

## 5. 果実の生育調査, 軟化および含水量の調査

各樹毎に15果を選んで果実の赤道部長径を15日ごとにノギスで計測し, 赤道部の果皮色をカラーチャート(農水省作成平核無用)で調査した。

果実の軟化調査は2000年には各区45果について脱渋開始時(0日), 脱渋処理5日後, 8日後, 12日後に岩田<sup>7)</sup>らの判定基準に従いI~IVの4段階に分類し, 2001年および2002年は各区の全収穫果実について, 2003年は果実含水量調査分を除く全果実を脱渋開始時(0日), 処理後1日から隔日で15日まで同様に調査した。

果実含水量調査は, 2003年に収穫果の一部について定温乾燥器(ヤマト科学株式会社製, DK83)を用い, 摂氏60℃で1ヶ月以上乾燥させたものを計測して乾重とした。

## 結 果

収穫直後の平均葉面積は, 2001年~2003年のいずれの年についても強区が最も大きく, 次いで中区, 弱区の順であった。また, 各区とも前年に比べ少しずつ大きくなり, 2003年には強区と弱区の差は83cm<sup>2</sup>となった(第2表)。

葉面積はせん定程度を強くしていくと差が開いたのに比べ, 平均新梢長は強区が最も長く, 次い

第2表 各樹勢設定区分の剪除率と平均葉面積の推移

Table 2. Changes of severity of pruning and mean leaf area by the Tree Vigor

	剪除率 (%)			平均葉面積 (cm <sup>2</sup> ) <sup>z,y</sup>			
	2001.1	2002.1	2003.1	2000.5	2001.10	2002.9	2003.9
強 区	80.0	75.0	65.0	136.2	143.3 a	162.1 a	189.4 a
中 区	65.0	65.0	60.0	105.9	108.4 b	120.8 b	146.1 b
弱 区	50.0	50.0	50.0	76.4	74.2 c	93.7 c	106.4 c

<sup>z</sup> 目通り(高さ150cm付近)周辺部の葉を2000年は1樹30枚, その他は50枚採取

<sup>y</sup> 異なる文字の行間には, Tukey検定の5%水準で有意差があることを示す

で中区、弱区の順に長く推移し、2001年度から2003年度では、強区はそれぞれ18.5cm, 19.5cm, 16.5cm, 弱区は同様に10.1cm, 12.1cm, 10.4cmと各期間を通じてほぼ一定であった(第2表, 第1図)。その結果, 同年度間では収穫後の平均葉面積と平均新梢長の間には葉面積が小さいと新梢長も短い傾向が見られ, 1次の相関においては5%水準で有意であった(第2図)。

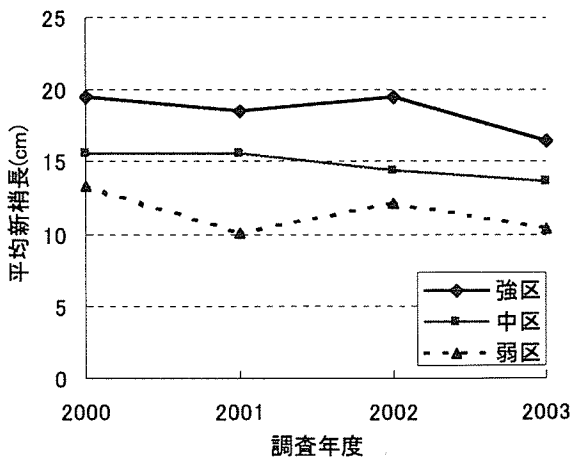
果実肥大は, 初期肥大の大きい区がそのまま他区より大きく推移する傾向があったが, 最大果実区は年度ごとに入れ替わり, 各区内によって肥大への影響は見られなかった(第3図)。

果実の着色の指標であるカラーチャート値は, どの年度も弱区が最も高く, 次いで中区, 強区の順になり, その結果, 収穫は早くなる傾向が見られた。しかし, 年度により着色の進み具合は異なる

り, 2000年および2002年の弱区では, すでに開花後150日を経過した時点でカラーチャート値が3.5を超え収穫期になったのに比べ, 2001年および2003年では2.5~3程度と着色が進まなかったため, 加温開始から収穫適期までの期間はかなり長くなった(第4図, 第3表, 第4表)。

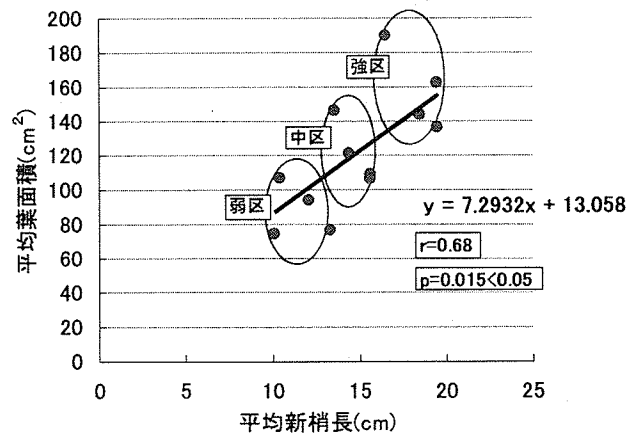
平均開花日は, 強区に比べ弱区の方がやや遅かったが, 開花~収穫日数の期間で見ると, 強区の173.5日に比べ弱区は157.3日と有意に短かった(第1表, 第3表)。

平均果実重は, 強区の収穫が遅い分やや大果になる傾向が見られ, 2000年および2001年では強区と弱区の差がそれぞれ35.1gおよび23.0gと, 強区は他区に比べ有意に大きかったが, 果実着色が早かった2002年に関しては各区ともほとんど差がなかった(第4表)。



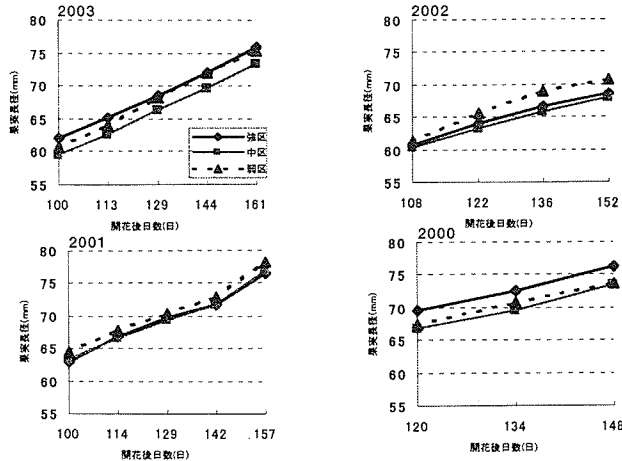
第1図 樹勢別による平均新梢長の推移

Fig.1. Changes of mean shoot length by the tree vigor



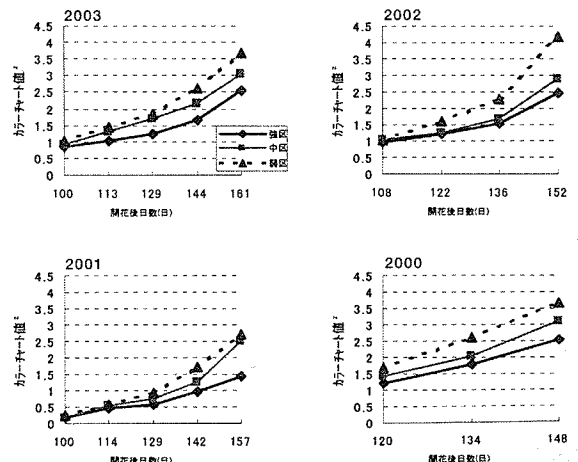
第2図 平均葉面積と平均新梢長の相関

Fig.2. Correlation of mean leaf area and mean shoot length



第3図 樹勢が果実肥大に及ぼす影響

Fig.3. Effect of the tree vigor on fruit enlargement



<sup>2</sup> 果実赤道部を計測

第4図 樹勢が果実着色に及ぼす影響

Fig.4. Effect of the tree vigor on fruit color

第3表 平均収穫日及び果実重

Table 3. Mean harvesting time and mean fruit weight

	2000 <sup>z</sup>		2001 <sup>z</sup>		2002 <sup>y</sup>		2003 <sup>x</sup>	
	平均収穫日	果実重(g)	平均収穫日	果実重(g)	平均収穫日	果実重(g)	平均収穫日	果実重(g)
強区	8月31日	219.5 a <sup>w</sup>	9月16日	245.1 a	8月28日	162.4 a	9月13日	213.2 a
中区	8月29日	185.4 b	9月11日	220.1 b	8月23日	154.0 a	9月5日	183.6 b
弱区	8月24日	184.4 b	9月9日	222.1 b	8月13日	162.8 a	8月29日	187.6 ab

<sup>z</sup> 葉果比15に調整

<sup>y</sup> 強区は葉果比40, その他は葉果比20に調整

<sup>x</sup> 葉果比20に調整

<sup>w</sup> 異なる文字の行間には, Scheffe検定の5%水準で有意差があることを示す

第4表 平均開花日と開花～収穫日数 (2003)

Table 4. Mean flowering time and flowering-harvesting days

	平均開花日	開花～収穫日数(日)
強区	3月21日	173.5 a <sup>z</sup>
中区	3月23日	166.3 ab
弱区	3月24日	157.3 b

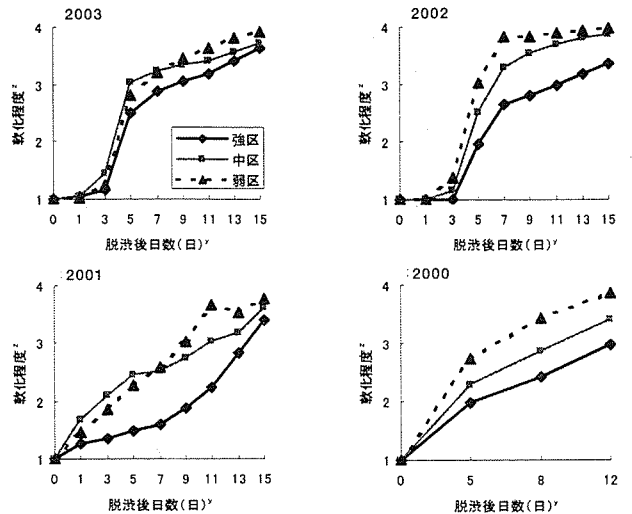
<sup>z</sup> 異なる文字の行間には, Scheffe検定の1%水準で有意差があることを示す

脱渋後の果実軟化は, 岩田<sup>7)</sup>らの判定基準に従ってI~IVの4段階で数値化した軟化程度とした場合, 商品性のない軟化程度Ⅲ(果肉の一部が水浸状になっている)以上になるのは, 2001年では強区で脱渋処理終了後15日の3.4に対して弱区では同9日の3.0であり, 6日の差があった。同様に2002年では強区と弱区の間は8日差, 2003年では2日差であった。また, 軟化程度ⅢおよびⅣのものを軟化果実とみなして軟化率を示した場合, 脱渋処理終了3~5日後に急激に果実が軟化する傾向が見られた。各年度間ではばらつきがあるものの, 強区において果実軟化率が低くなった。しかし, 各年度間における脱渋終了後の同時期での軟化率は, ばらつきが大きく一定の傾向は認められなかった(第5図, 第6図)。

果実を乾燥させた調査については, 全ての区で固形率はほぼ一致した(第5表)。

### 考 察

樹勢を表す指標については新梢伸長停止期, 葉

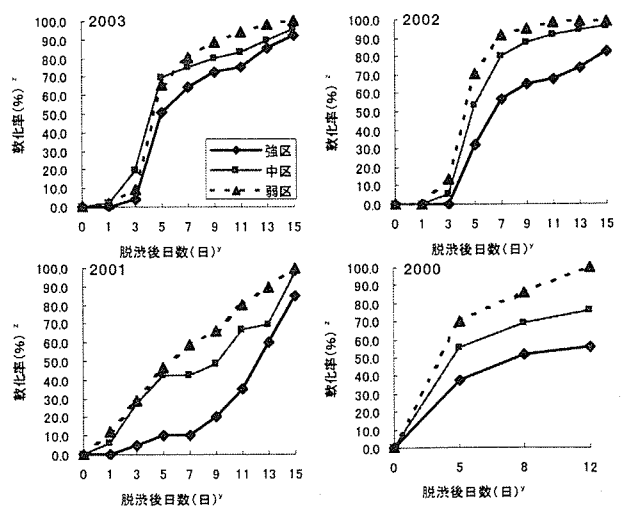


<sup>z</sup> 軟化程度を岩田<sup>7)</sup>らの基準により1~4で評価

<sup>y</sup> 2000年は高温併用脱渋法, 他はCTSD脱渋法により処理

第5図 樹勢における軟化程度の推移

fig.5. Changes of a grade of fruit softening after removal of astringency by the tree vigor



<sup>z</sup> 軟化程度Ⅲ(果肉の一部が水浸状になっている)以上の比率

<sup>y</sup> 2000年は高温併用脱渋法, 他はCTSD脱渋法により処理

第6図 樹勢における軟化率の推移

fig.6. Softening curves of removal of astringency by the tree vigor

第5表 収穫果実の生重及び乾重 (2003)

Table 5. Fresh weight and dry weight on harvesting time

	生重(g)	乾重(g)	固形率(%)
強 区	202.0	43.3	21.4
中 区	203.5	45.5	22.4
弱 区	207.4	46.6	22.5

の大きさ、新梢長、新梢の太さ等があげられる<sup>8)</sup>。また、ブドウでは樹勢の強弱によって葉面積には著しい差があるとしており<sup>13)</sup>、本実験においてカキについても同様の結果が得られた。一方、新梢長についてはせん定程度の差をつけ続けたにも関わらず、同区の年度間ではあまり新梢の伸長に差がなかった。そのため、葉面積と新梢長の間には有意水準5%の相関関係は認められたが、あまり強いものではなかった。このことから樹勢を確認する指標としては、葉面積の方がより適当であると考えられる。

なお、本実験では年度を重ねる毎に全ての区において、少しずつ葉面積が増大していった。今川らは早期加温栽培において、隔年結果をおこさず毎年安定した花数を確保するためには、葉果比を8~11を目標に着果調整をするべきであると述べている<sup>3)</sup>。しかし、今回は実験として強区の樹勢を強く管理したために花が著しく少なく、着果後も生理的落果が頻発したために果実確保が難しくなった。そのため、せん定程度以外全ての区の栽培条件を均一にするために、葉果比を15程度から上げていったので、樹勢がやや全体に強まってしまった。

カキの果実肥大は2重S字型曲線を描き、第3期に入ると果色の発現とともに肥大が進むとされ<sup>12)</sup>、また、着色については20℃前後の温度帯が果実の着色と成熟に重要であるとされている<sup>11)</sup>。この傾向は、枝変わりであるカキ‘刀根早生’についても同様と思われる、普通加温や後期加温栽培の果実ではステージⅡからⅢの移行期が不明確であるとし、これには夜温の高さが関連していると推察している<sup>2)</sup>。これらの点から、本実験において発生した年度別の収穫期および着色程度のばらつきと果実肥大程度の差は樹勢の問題ではなく、ハウス栽培の被覆状況下における8月中旬~

9月中旬での夜温の影響が大きいと思われる。

収穫時期については、カキ‘平核無’でも樹勢が強いものの方が遅れることが報告されており、前阪らは、強勢樹は弱勢樹に比べて葉中窒素含有率が常に高く推移したためとしている<sup>8)</sup>。本実験でも樹勢が強いものほど収穫期が遅れる傾向が発生し、葉色も濃かったことから、同様の傾向であったのかもしれない。

板村はカキ‘平核無’において、樹勢が弱く落葉時期が早い樹の果実は脱渋後の軟化が早く、葉が樹体に着生していることが、採取脱渋後の果実のエチレン生成を抑制する<sup>6)</sup>とされ、本試験でも弱区の方が紅葉および落葉が早いものが見られたことから、この点から樹勢の弱いものは脱渋処理後の軟化が早まったと考えられる。また、完熟期に向かうに従ってエチレン生成能の低下および果実軟化程度の低下が認められ、完熟果で最も貯蔵性があったとした報告もある<sup>5)</sup>。本実験において樹勢の強いものは、着色がより遅延する傾向が見られ、その結果、着色期が緩慢に推移するために熟期が遅れることとなり、収穫が遅くなっても軟化が抑えられた可能性も考えられる。

なお、樹勢別に収穫後果実の水分含量を測定したが、全く同じであった。浦崎らは、灌水量が少ない方が果実軟化が抑えられると、土壌水分管理の重要性について報告している<sup>14)</sup>。しかし、本実験での同一圃場間では水分管理の差がなく、各区間における果実軟化に対して、土壌水分による影響はなかったことを示唆していると考えられる。

以上より、樹勢を表現する指標としては葉面積がより明確であり、平均の葉面積が大きい、つまり樹勢が強い方が、脱渋後の果実軟化を抑制するという結果が得られた。しかし、あまり樹勢を強くしすぎると、花芽の確保や開花後の生理的落果が頻発し、収穫果があまり得られにくくなるので、栽培に関してはその点を考慮した樹勢管理を行うのがよいと考える。

今回は主にせん定程度により樹勢を変え、それを平均葉面積により確認しながら、区の設定を行って軟化程度の違いについて調査し、強樹勢由来の果実の方が軟化が抑制されるという結果を得た。しかし、収穫後について樹勢と果実の関係、例えばエチレン生成と呼吸の関係や、果実の細胞

レベルの部分についてはまだ不明であるので、更に検討する必要がある<sup>4) 5) 6)</sup>。

## 摘 要

カキ‘刀根早生’を用い、加温栽培において葉面積を指標としてせん定程度を変え、樹勢と果実の軟化程度の関係を検討した。

1. 収穫直後の平均葉面積は、各区間で各年とも強区、中区、弱区の順に有意に大きかった。収穫後の平均葉面積と平均新梢長の間では、1次の相関関係は5%水準で有意な相関関係が認められたが、新梢長は同区の年度間では伸長の差がみられなかったため、樹勢の指標としては平均葉面積の方がよいと思われた。
2. 樹勢の違いによる果実肥大への影響は見られなかった。果実着色は弱区、中区、強区の順に早く進み収穫は早くなった。
3. 脱渋後の果実軟化は、岩田らの判定基準の軟化程度Ⅲ及びⅣを果実軟化したとみなして軟化率を示した場合、強区、中区、弱区の順に低く軟化しにくい傾向が見られた。これは、弱樹勢の樹は落葉が早いことから、葉の着生が採取脱渋後のエチレン生成を抑制し果実軟化しにくくすることと、着色期が緩慢に推移するために熟期が遅れることとなり、収穫が遅くなっても軟化が抑えられたという両方の可能性が示唆された。

## 謝 辞

今回の研究において、調査等において多大なご協力をいただきました、元研修生の岡田正俊、八木喜久両氏に謝意を表します。

## 引用文献

1. 遠藤融郎. 1987. カキ品種名鑑. 43.
2. 播磨真志・中野龍平・山本貴司・小松英雄・藤本欣司・北野欣信・久保康隆・稲葉昭次・富田栄一. 2001. カキ‘刀根早生’促成栽培果実の収穫後の軟化発生. 園学雑. 70(2): 251-257

3. 今川順一・浦崎孝行. 2001. カキ‘刀根早生’の加温栽培における着花と果重の増加技術. 奈良農技研報. 33: 1-11.
4. 今川順一・濱崎貞弘・今堀義洋・上田悦範. 2003. カキ‘刀根早生’ハウス栽培果実における高温下での二酸化炭素, エタノール併用脱渋法. 園学雑. 72(1): 75-81
5. 板村裕之. 1986. 成熟段階の異なるカキ‘平核無’果実のアルコール脱渋に伴う軟化と呼吸量及びエチレン生成量の関係. 園学雑. 55(1): 89-98.
6. 板村裕之・福嶋忠昭・北村利夫・原田久・平智・高橋芳浩. 1994. 摘葉およびジベレリン処理がカキ‘平核無’果実のアルコール脱渋後の軟化に及ぼす影響. 園学雑. 62(4): 867-875
7. 岩田隆・中川勝也・緒方邦安. 1969. 果実の収穫後における成熟現象と呼吸型の関係(第1報). 園学雑. 38(2): 194-201.
8. 前阪和夫・藤本欣司. 1998. カキ‘平核無’の樹勢の強弱が果実肥大に及び品質に及ぼす影響. 和歌山果樹試研報. 10: 1-10
9. Matsuo. T., J. Shinohara and S. Ito. 1976. An improvement on removing astringency in persimon fruits by carbon dioxide gas. Agr. Biol. Chem. 40: 215-217
10. 杉浦明・原田久・菅名孝. 1975. カキ果実の脱渋性に関する研究(第1報). 園学雑. 44(3): 265-272
11. 鄭国華・安田稔・平野健・杉浦明. 1988. 果実温度がカキ‘平核無’果実成熟に及ぼす影響. 園学要旨. 昭和63春(果樹): 106-107
12. 鄭国華・平智・米森敬三・杉浦明. 1990. 温度条件の異なる地域におけるカキ果実の発育および成熟様相の相違. 園学雑. 59(3): 471-477
13. 時本巽. 1982. ブドウの生育相に関する研究(第1報)近畿中国農研. 63: 48-51
14. 浦崎孝行・今川順一. 2002. カキ‘刀根早生’の促成栽培における土壌水分管理に関する研究(第1報). 奈良農技研報. 32: 12-19