

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 土壌水分が果実品質と脱渋後の果実軟化に及ぼす影響

浦崎孝行・今川順一

Studies on the Soil Moisture Control in Forcing Culture of ‘Tonewase’ Persimmon. (1)
Effects of soil moisture on fruit qualities and fruit softening after removal of astringency.

Takayuki URASAKI and Junichi IMAGAWA

Summary

Effects of soil moisture on the fruit softening after removal of astringency and fruit qualities were studied in forcing-culture of Japanese persimmon ‘Tonewase’ under rhizosphere restricted experiment.

1. In 1999, it was studied that effects of soil moisture on fruit softening after removal of astringency and fruit qualities, in this experiment the soil moisture of experimental plots were extremely different each other, and treatment period was from fruit enlargement period to maturation period. On condition that the amount of watering was much, fruit enlargement was accelerated, but the coloring and harvesting were delayed. On condition that the amount of watering was little, fruit softening after removal of astringency and staining on skin were decreased.

2. In 2000, it was studied that the effects of soil moisture in smaller differential range, from coloring period to maturation period. Although, there was no significant difference in fruit enlargement, coloring and fruit qualities among experimental plots, on condition that the amount of watering was little, fruits softening was decreased.

Key words : forcing culture, fruit softening, soil moisture, persimmon, shelf-life

緒言

カキ ‘刀根早生’ のハウス栽培は、本県では面積約17ha、販売金額約5億円で、これは、カキ販売金額の約10%を占めており、経営上重要な品目である。しかし、ハウス柿はCTSD法²⁾で脱渋すると処理後数日以内に果実軟化が多発する場合があります、流通販売上の大きな問題となっている。

ハウス柿の軟化は、杉浦らが確立し¹⁾、岩本らがハウス柿への応用技術として産地に普及した樹上脱渋法⁸⁾や、数年前に当センターと産地のハウス柿部会が共同開発した高温アルコール併用脱渋法⁷⁾が普及したことによりCTSD脱渋法²⁾より少なくなった。しかし、軟化発生には園地間差があり、栽培条件によって軟化発生程度が異なることが考えられる³⁾。従来から県内の生産者の間で

は「水田転換畑では軟化果実の発生が多い」と考えられており、土壌水分と軟化発生の間には何らかの関連があることが予想されていたが、これまでに土壌水分と軟化の関係について検討した報告はない。そこで、カキのハウス栽培における脱渋後の軟化の発生と土壌水分との関連を検討するため本試験を行った。

実験材料および方法

試験は奈良県吉野郡西吉野村にある奈良県農業技術センター果樹振興センター内のハウスで、1999~2000年の2カ年間行った。栽培は根域制限仕立て¹⁾で行った。すなわち、地面に敷いた水耕シートの上に1樹当たり315ℓ（長さ180cm×幅

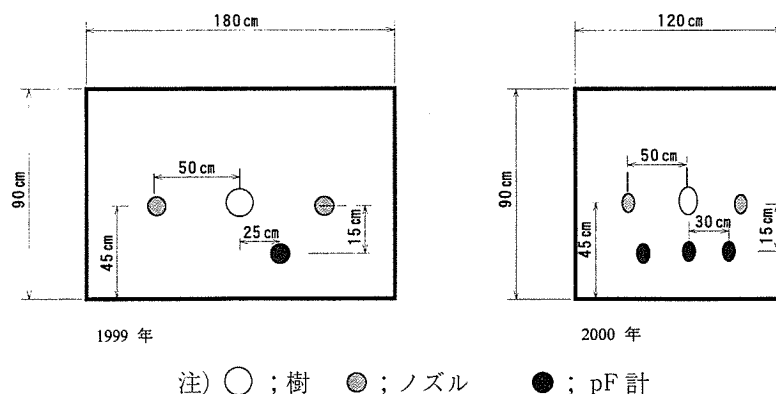
90cm×高さ30cm)の用土を盛りつけ、ポットで育てた‘刀根早生’の5年生苗を1998年3月に植え付けた。2000年には1樹当たり用土を200ℓ(長さ120cm×幅90cm×高さ30cm)にした。用土は、果樹振興センター内の表土(礫質褐色森林土)と牛糞堆肥を7:3の割合で混合し、1999年までは無肥料で栽培し、2000年は2月3日に配合肥料(柿豊8-6-7)を1樹当たり100g施用し、葉色の薄い樹のみ7月26日に追肥を施用した。両年も1月下旬~2月上旬に加温を開始し、8月中旬~9月上旬が収穫盛期になる普通加温の作型で実施した。

土壌水分は、土壌水分張力計を用い、深さ20cmのpF値を測定した。pF計は長さ40cmの透明な塩ビ管の一端にポラスカップを付け、もう一端をダブルキャップでふさいで作った。このpF計の内部に水を充填してポラスカップ部分を土中に埋設し、塩ビ管内部にかかる負圧をブルドン管型

圧力計(ダイキ社製PG-100102V)で測定し、pF値に換算した後平均値を算出した。

1) 1999年

かん水量を極端に変えて多かん水区、中かん水区、少かん水区を設けた。処理は果実肥大期~収穫期に相当する6月8日~9月13日に行った。1処理区10樹とし、各処理区1反復とした。かん水は1樹当たりノズル(サンホープ社製、商品名:スプレーペンS-125-300)を2本設置し、毎日13時頃に自動かん水を行った。かん水は1日1回とし、水圧を調節して、ノズル1本のかん水量が500cc/分になるようにした。10樹の中から中庸な5樹を選び、1樹あたり1カ所のpF値を毎日午前9時に測定し、pF値により処理区、時期毎にかん水量を調節した(第1図、第1表、第2表)。なお、処理開始前は全区ともpF2.0を目標にかん水した。供試全樹から1樹当たり中庸な5果を選



注) ○ ; 樹 ● ; ノズル ● ; pF計

第1図 かん水用ノズルとpF計の位置 (1999年)

Fig.1. The Position of watering nozzle and pF meter

第1表 試験区の構成 (1999年)

Table 1. Composition of experimental plots (1999)

少かん水区	;	測定時のpF値が2.3~2.5になるようかん水。
中かん水区	;	測定時のpF値が2.0~2.3になるようかん水。
多かん水区	;	毎日13:00に区外に逸溢し始めるまでかん水。

第2表 各試験区のかん水量 (ℓ/日/樹) (1999年)

Table 2. Amount of watering in each experimental plot (1999)

期間 (月.日)	6.8~6.23	6.24~7.2	7.3~7.8	7.15~8.6	8.7~8.11	8.12~8.29
少かん水区	2	6	7	8	7	10
中かん水区	10	12	12	12	17	17
多かん水区	14	20	20	20	23	23

び、経時的に果実肥大、着色程度を調査した。収穫は、赤道部の着色程度がカラーチャートで4に達したものから順次収穫した。収穫した果実は果重および汚損程度を調査し、直ちに高温アルコール併用脱渋法⁷⁾にて脱渋処理を行った。脱渋処理後果実は25℃の恒温室で保存し、経時的に触感で軟化程度を調査した。軟化程度は軟化部分が全く認められないものを0、僅かに弾力性を感じるが商品性に問題ないものを1、果実表面の一部に指で押さえると元に戻らない場所があるものを2、果実全体が指で押さえて元に戻らない状態のものを3とし、調査果実の平均値で表した。

汚損程度は汚損部分が全くないものを0、汚損部の大きさが100円玉1個分（直径約2cm）程度以下のものを1、100円玉2個程度以下のものを2、100円玉2個程度以上のものを3とし、調査果実の平均値で表した。

2) 2000年

処理は前年同様3水準としたが、かん水量の差を小さくし、やや多かん水区、中かん水区、やや少かん水区を設けた（第3表、第4表）。処理は着色始期から収穫期に相当する7月25日～8月31日に行った。2000年はpF値の処理区内変動を小さくするため、圃場内の全樹の総新梢長、平均新梢長と葉数を測定して、揃った樹を選び、1処理区は1樹とし、各処理区5樹（5反復）とした。1樹当たり3カ所のpF値を午前9時頃に測定した（第1図）。かん水量は各区各樹のpF値に応じ

て樹毎に変えた。すなわち最もかん水量の少ない樹のかん水量を全樹に自動かん水で行い、各区各樹毎に不足量（0～20ℓ）をジョロでかん水した。処理開始前は全供試樹のpF値を測定時に概ね2.0になるようかん水した。1999年と同様各樹から中庸な5果を選び、経時的に着色と肥大を測定した。収穫、脱渋およびその後の調査は1999年と同様に行った。

結 果

1) 1999年

多かん水区はpF値1.3未満が51%、同1.3～2.0が26%とpF値の低い階級の出現割合が高く、少かん水区は、同2.0～2.3が23%、同2.6以上が66%とpF値の高い階級の出現頻度が高く、中かん水区はその中間的な出現頻度になった（第2図）。かん水量が多いほど果実肥大が優れたが、着色が遅れ、収穫時期が遅くなった（第3～5図）。また、かん水量が少ない処理区では、汚損程度が小さく軟化も少なかった（第5表）。少かん水区は軟化果実は最も少なかったが、日中頻繁に葉の萎れが観察され、果実が小さかった。

2) 2000年

やや多かん水区では、pF値1.3未満が2%、同1.3～2.0が44%、同2.0～2.3が17%、同2.3～2.6が28%となり、1999年の多かん水区に比べてpF1.3未満の出現頻度が少なくなった。中かん水

第3表 試験区の構成（2000年）

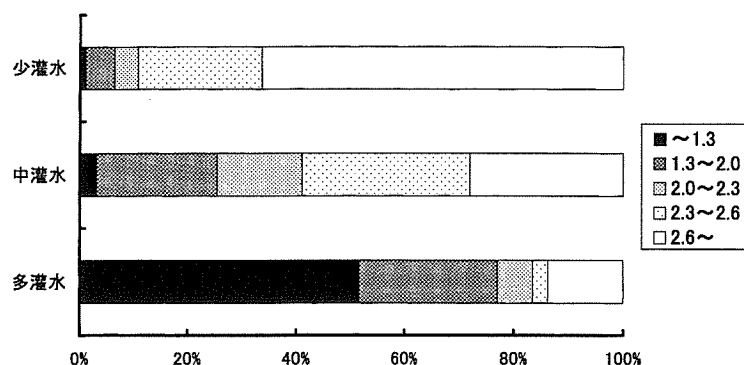
Table 3. Composition of experimental plots (2000)

やや少かん水区	;	測定時のpF値が2.3になるようかん水。
中かん水区	;	測定時のpF値が2.0～2.3になるようかん水。
やや多かん水区	;	測定時のpF値が1.7～2.0になるようかん水。

第4表 各試験区のかん水量（ℓ/日/樹）（2000年）

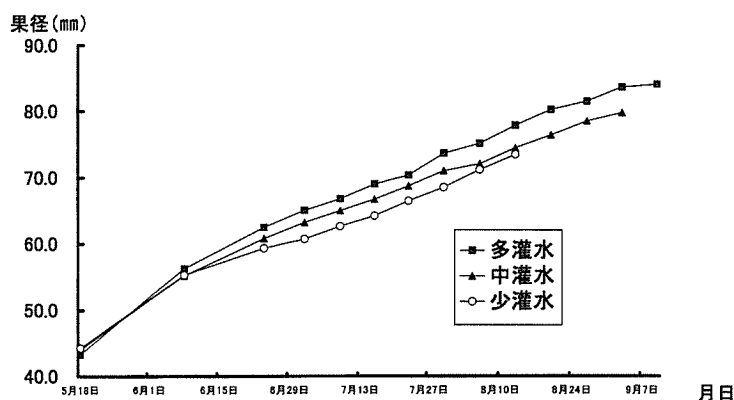
Table 4. Amount of watering per day in each experimental plot (2000)

期間(月/日)	7/30～8/5	8/6～8/12	8/13～8/19	8/20～8/26	8/27～8/31
やや多かん水区	14.4	12.8	15.0	15.9	9.9
中かん水区	9.8	12.6	10.7	10.3	8.8
やや少かん水区	9.5	9.2	8.1	7.6	7.3



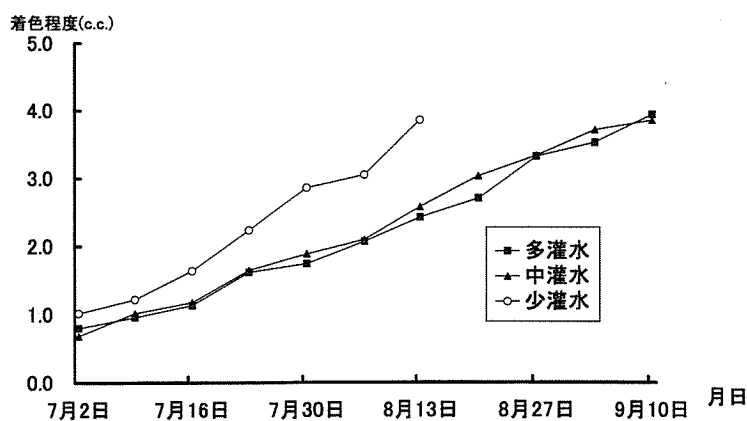
第2図 果実肥大期から成熟期までのpF値の出現頻度 (1999年)

Fig.2. Frequency of pF in each plot from fruits enlargement period to maturation period (1999)



第3図 果径の推移 (1999年)

Fig.3. Changes of fruits diameter in each experimental plot (1999)

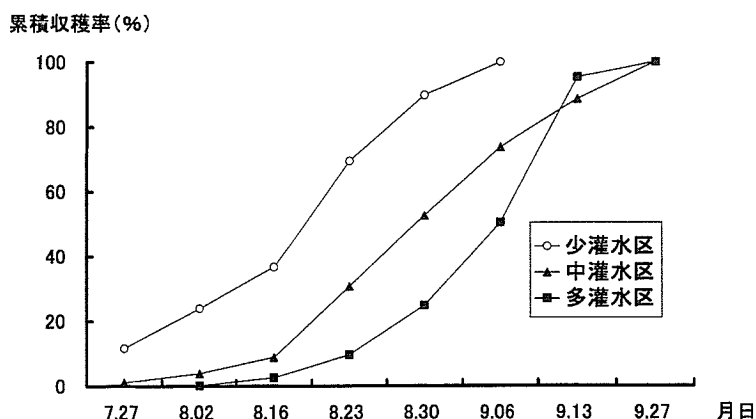


第4図 着色の推移 (1999年)

Fig.4. Changes of skin color in each experimental plot (1999)

区はpF1.3未満が0%、それ以外の階級は20~30%程度の頻度であった。やや少かん水区はpF1.3~2.3が28%、同2.3~2.6が42%、同2.6以上が30%の頻度になった(第6図)。果実肥大、着色程度に処理間差はなく、汚損も各処理区とも少なく、処理間差がなかった(第7図、第8図)。

しかし、軟化程度はやや少かん水区が他の処理区に比べて有意に低くなった(第6表)。



第5図 累積収穫率 (1999年)

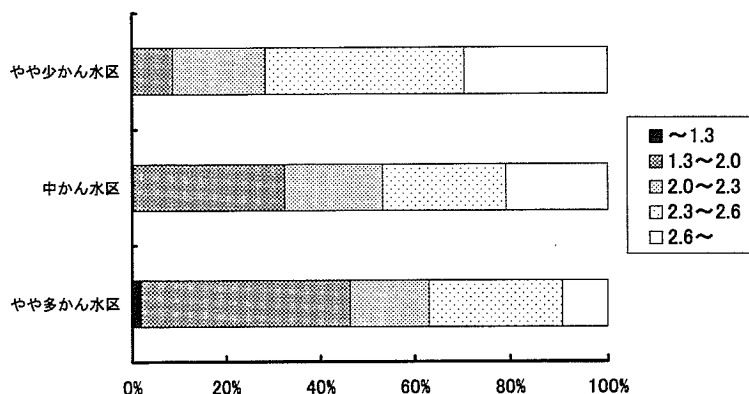
Fig.5. The rate of accumulation harvest of each experimental plot (1999)

第5表 土壌水分の多少と果実品質・脱渋処理後の軟化 (1999年)

Table 5. Fruit qualities and fruit softening after removal of astringency in each experimental plot (1999)

区	果実重(g)	汚損程度	脱渋7日後軟化程度
多かん水区	239±2.0a	2.2a	2.7a
中かん水区	201±2.2b	2.0a	2.5a
少かん水区	148±2.5c	0.6b	1.3b
有意性	※	※	※

※汚損程度、軟化は0：無～3：甚で評価した。
 表中のデータは全供試果実の平均値 (±SE)。
 添え字が異なればTukeyの検定で5%で有意差あり。



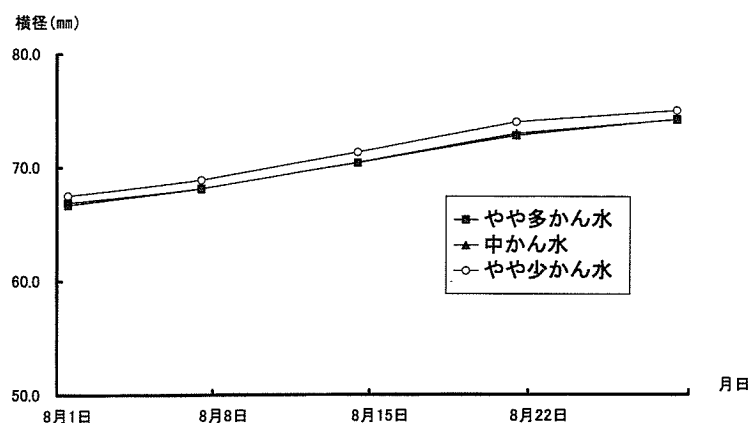
第6図 着色始期から成熟期のpF値の出現頻度 (2000年)

Fig.6. Frequency of appearance of pF in each experimental plot from coloring period to maturation period (2000)

考 察

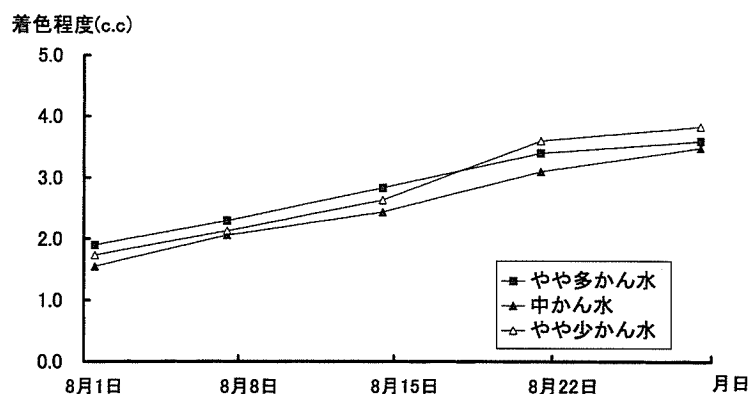
本試験の最終的な目的は、果実品質を損なわず、脱渋後の軟化発生を抑制できるかん水技術の確立である。カキのかん水に関して、長谷らは、同一圃場内で‘カキ富有’の生育が優れる場所と不良な場所で土壌水分を長期間継続して調べ、pF1.3

未満の条件が80%以上の頻度で現れるような条件下では、生育と結実は不良であり、pF1.3未満の期間が50%以下でpF1.3～2.0の期間が30%以上の頻度となる条件では生育・結実が良好であることが報告されている⁴⁾。また、鎌田らはカキ‘前川次郎’のコンテナ栽培において、全生育期間を通してpF2.6前後の少水分レベルに頻繁に遭遇さ



第7図 果実肥大の推移 (2000年)

Fig.7. Changes of fruits diameter in each experimental plot (2000)



第8図 着色の推移 (2000年)

Fig.8. Changes of skin color in each experimental plot (2000)

第6表 土壌水分と果実品質・脱渋処理後の軟化 (2000年)

Table 6. Fruit qualities and fruit softening after removal of astringency in each experimental plot (2000)

区	果実重(g)	汚損程度	脱渋処理後日数		
			3日後	7日後	10日後
やや少かん水	170±3.5	0.9±0.1	0.1b	1.2b	1.6b
中かん水	167±2.0	1.0±0.1	0.2ab	1.6ab	2.0a
やや多かん水	159±2.8	0.9±0.1	0.4a	1.9a	2.2a
有意性	n s	n s	*	*	*

※汚損程度、軟化は0：無～3：甚で評価した。
 表中のデータは全供試果実の平均値 (±SE)。
 添え字が異なればTukeyの検定で5%で有意差あり。

せないように注意する必要があること、全生育期間を通じてpF2.0でかん水することが望ましいと報告している^{9,10)}。そこで、本試験ではこれらの報告に基づいてpF値の階級を1.3未満、1.3～2.0、2.0～2.3、2.3～2.6、2.6以上として検討した。

1999年は、土壌水分を極端に変えることが、果

実品質や脱渋後の軟化にどのように影響するかを検討した。当初、試験区の構成は表1のように計画したが、実際のpF値は設定通りにはならなかった。これは、同一区内でも樹毎に蒸散量が異なるために土壌水分量にばらつきがあることと、pF値そのものが、ポラスカップ周辺部の土壌構造

等によって影響されることが原因と考えられた。そこで、土壌水分状態を表現するには長谷や鎌田らが行ったように^{4,9)}、pF値を階級に分けてそれぞれの階級頻度から、度数分布で示すのが良いと考えた。林らは透湿性マルチを収穫45日前から敷設することにより、土壌pF値は2.8付近まで安定的に高まり、着色が促進されて収穫期が3日早まり、糖度が0.7 (Brix) 上昇したが果実重には影響が少なかったことを報告している⁵⁾。少灌水區で果実重が軽くなったのは、この區が林らの報告と異なり、果実肥大期から収穫期まで長期間土壌水分が少ない状態を継続したことによると思われる。多かん水區と中かん水區の汚損は、果頂部から赤道部にかけての果皮の亀裂から生ずる汚損であり、これが軟化多発の原因であると思われる。

2000年は、1999年の結果を元に土壌水分の多少の幅を狭め、試験期間を着色期から収穫期までの1月間として、土壌水分の多少が脱渋後の軟化発生に及ぼす影響を検討した。その結果、着色期以降、本実験程度に土壌水分が少なくなるようなかん水方法によって、果実品質を損なうことなく軟化が減少することがわかった。2000年のやや少かん水區と1999年の少かん水區のかん水量は近似しているにもかかわらず、2000年の果実重が大きいが、これは用土量が減ったために同じ程度のかん水量でも土壌水分が相対的に多くなり、pF値が低くなったためと思われる。

着色期以降のかん水量が少ないと軟化発生が減少する理由は、ブドウの根域制限栽培において土壌水分が少ない条件では細根量が増えること⁶⁾、また、軟化発生程度が異なるカキハウスの現地調査で、細根量が少ない園で軟化発生が多いという調査事例¹¹⁾と関連があると思われる。

今後は土壌水分をpF値ではなく、より生産者にわかりやすい指標植物の利用などで、実践可能な水分判定技術を開発するとともに、土壌水分が根に及ぼす影響と軟化発生に及ぼす影響を明らかにして、軟化発生と土壌水分の因果関係を明らかにしたい。また、他の管理技術と軟化の間の関連についても検討し、かん水を含む実用的な軟化防止技術体系を確立していく必要がある。

摘 要

カキ‘刀根早生’のハウス栽培において根域を制限して、土壌水分が脱渋後の果実軟化と果実品質に及ぼす影響を検討した。

1. 1999年は、果実肥大期から収穫期まで、かん水量を極端に変えた3処理区を設け、土壌水分の果実品質、脱渋後の果実軟化への影響を調査した。かん水量が多いほど果実の肥大が良かったが、着色と収穫期が遅れた。かん水量が少ないと、脱渋後の軟化が少なく、収穫時の汚損果も減少した。
2. 2000年は、着色期から収穫期まで、かん水量の差を小さくして、土壌水分の影響を調査した。果実肥大、着色、果実品質にほとんど差はなかったが、かん水量の少ない区で脱渋後の果実軟化が少なくなった。

謝 辞

この試験を行うにあたり、pF計の作り方をご指導いただいた、現独立行政法人農業技術研究機構果樹研究所の伊藤大雄氏に謝意を表します。また、試験の実施に多大なご協力をいただいた現農業大学の米田義弘氏に謝意を表します。

引用文献

1. 文室政彦. 1999. カキ (*Diospyros kaki* L.F.) の低樹高栽培に関する研究. 滋賀県農業試験場特別研究報告. No. 21: 1-193.
2. 古田道夫・明田川太七郎. 1981. 渋カキ(平核無)の脱渋処理法の改善. 農及園. 56: 773-778.
3. 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.
4. 長谷嘉臣・町田裕・間芋谷徹. 1988. カキ樹の生育・結実に及ぼす下層土の水分条件の影響. 果樹試験場報告E第7号: 31-49.

5. 林公彦・牛島孝策・干々和浩幸・姫野周二・吉永文浩・恒遠正彦. 1996. 透湿性シートのマルチによるカキ果実の品質向上. 九州農業研究成果情報. No11. 下巻: 225-226.
 6. 今井俊治・藤原多見夫・田中茂穂・岡本五郎. 1991. 根域制限栽培のブドウ‘巨峰’の樹体生長と果実発育に及ぼす土壤水分の影響. 生物環境調節. 29(3): 133-140.
 7. 今川順一・濱崎貞弘. 1999. ハウス柿における新脱渋法について. 園学雑別2: 455.
 8. 岩本和彦. 1980. 平核無柿の樹上脱渋試験. 奈良県果樹試験成績書. 昭和54年度: 33-34.
 9. 鎌田憲昭. 1996. カキのコンテナ栽培法 2 施肥, 水管理法について. 農業技術研究. 50. No3: 64-65.
 10. 鎌田憲昭. 1997. カキのコンテナ栽培における施肥, 水管理法. 静岡県農政部農林水産関係試験研究成果情報. : 114-115.
 11. 小松英雄・中屋英治・富田栄一・小川正毅. 1995. カキの生理障害防止対策 ハウス‘刀根早生’の軟化防止対策 発生要因の究明 細根量と軟化の発生. 和歌山県果樹園芸試験場果樹試験研究成績. : 155-157.
 12. 杉浦明・原田久・苫名孝. 1975. カキ果実の脱渋性に関する研究 第1報 エタノール処理による樹上脱渋(その1). 園学雑. 44: 265-272.
-