

夏作ハウスメロンの根域制限栽培における かん水方法が生育および根系分布に及ぼす影響

山下正隆^{1*}・新田益男²・荒木陽一³

¹農研機構九州沖縄農研

²高知農技セ

³農研機構東北農研

要 旨: 遮根シートを用いた夏作ハウスメロンの根域制限栽培において定植期以後のかん水方法の違いが地上部・地下部の生育, 根系分布に及ぼす影響を検討した. かん水処理は4処理区 (C区: 慣行地床栽培, 定植前うね全面かん水・少量多回数かん水管理, MF区: 根域制限・定植前うね全面かん水・少量多回数かん水管理, LM区: 根域制限・定植前うね全面かん水・少量多回数かん水管理, SD区: 根域制限・定植前うね中央部のみかん水・少量多回数かん水管理) を設けて植え付け直前の時期から処理を開始し, 収穫直後に各処理区の生育, 根系分布を調査した. C区での根系は分布が浅く, うね内だけでなく, 通路部分にも多くの根が分布した. 根域制限を行ったMF区, LM区でも浅根性の傾向が強くなり, LM区に比べてMF区での根量が少なかった. 一方, SD区では, 根域全体に太根, 細根が広がり, 根量もMF区, LM区に比べて多かった. 果実肥大はC区, SD区が優れ, 大玉で糖度も高かった. これに対してLM区, MF区は糖度は十分であるが, 果重がやや小さかった. また, 根域制限区の果梗長はいずれも品質基準内にとどまったが, LM区で最も短かった. 根域制限下における根系形成は地床栽培とは異なるだけでなく, かん水方法の違いによっても大きく変化し, 地上部生育, 果実の肥大・品質に影響を及ぼした.

キーワード: かん水方法, 根域制限, 根系分布, メロン, 夏作

Influences of irrigating methods on growth and root system formation of summer cropping melon cultivated under root confinement in a vinyl house: Masataka YAMASHITA (*Natl. Agric. Res. Cent. Kyushu Okinawa Region*), Masuo NITTA (*Kochi Agric Research Cent.*) and Yoichi ARAKI (*Natl. Agric. Res. Cent. Vegt. & Tea*)

Abstract: Influences of irrigating methods on shoot and root growth of melons were studied under root confinement culture in a vinyl house from mid-June to late August 2004. The control (plot C) and three root-confined plots (LM, MF and SD) were designed. Plot C unconfined rooting zone was irrigated by drip-watering at a relative short interval (at most 10 times a day according to the weather) in daytime. Plot LM and SD were also irrigated in the same way as plot C. Plot MF was irrigated by drip-watering at a long interval (at most 4 times a day according to the weather) in daytime. On basis of evapotranspiration rate, all plots were irrigated the same amount of water per day until one week before the harvest time. Prior to transplantation, plot C, LM and MF were sufficiently watered the whole surface of a ridge but plot SD was watered only the central zone of a ridge. Roots in plot C distributed shallowly and widely. Roots in plot MF and LM also distributed shallowly and the amount of roots was less in plot MF. Roots in plot SD grew most vigorously and distributed most uniformly in a ridge. Fruit weight was relatively larger in plot C and SD than in 2 other plots. The peduncle length was shorter in plot LM than in other plots. The results suggested that the watering management in root confinement culture greatly affected the root growth, root system formation and fruit quality.

Keywords: irrigation methods, melon, root confinement, root distribution, summer cropping.

野菜栽培における根域制限は, ホウレンソウ(荒木ら 1997a.), シュンギク(荒木 1997b.), トマト(廣末ら 2002, 松崎ら 1994, 大野ら 2002, 桜井・小山田 1995,

猿渡ら 2002, 山崎 1999), メロン(串間・江藤 2000), キュウリ(松沼ら 2002), スイートコーン(荒木ら 1997c)などに適用されており, その目的は難防除土壌病

2006年7月6日受付 2007年5月27日受理

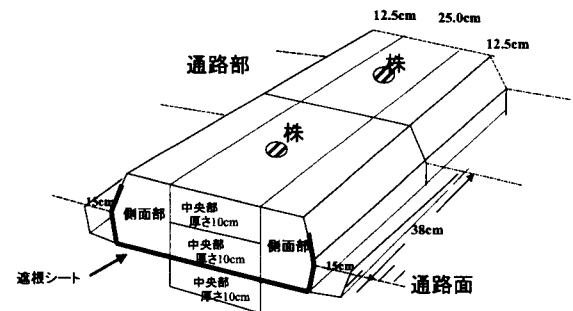
*連絡先 〒839-8503 福岡県久留米市御井町1823-1 九州沖縄農業研究センター久留米研究拠点
E-mail: my898@affrc.go.jp

害虫の回避, 湿害回避, 果実品質の向上など多様である. 根域制限手法としては隔離ベッド(大須賀 2002, 猿渡ら 2002)や透水性遮根シート(串間・江藤 2000, 山崎 1999)を用いる方法が一般的であるが, 遮根シートによる方法は設置が簡便なため, ハウスでのメロン, トマト栽培では高糖度や外観に優れた高品質果実の生産に利用されている(廣末ら 2002, 串間・江藤 2000, 松崎ら 1994, 大野ら 2002, 猿渡ら 2002, 山崎 1999). 根域制限栽培では根の分布が一定の土層内に限定されるため, 水分制御が容易である. その反面, 作物の生育段階や気象条件の変化に応じた精度の高い水管理が必要とされ, かん水方法が草勢, 果実の肥大や糖度に大きく影響する(串間・江藤 2000). このことは, 制限された土層内では根の生育・分布, 活性がかん水方法による土層内水分状態の違いによって大きな影響を受けていることを示唆する. しかし, これまで根域制限下での根系形成の実態についてはほとんど調査事例がなく, 不明な点が多い. 根域制限下での安定した生育, 品質の向上をめざすためには, 水管理の違いによる根域内での根の生育・分布とその機能的特性を明らかにし, その実態に即して水分を制御することがより効果的と考えられる. そこで, 本研究ではハウスメロンの根域制限栽培において, 異なるかん水条件が根系形成に及ぼす影響を検討した.

材料および方法

品種は‘アールスメロン夏系2号’(三共種子研究所)を供試し, 夏作で栽培した. 2004年5月24日に市販の樹皮堆肥を詰めた育苗箱に播種し, 5月29日に直径9cmポリポットに移植後, 6月13日にビニルハウス内本圃に定植した. なお, 定植に先立って6月11日にうねにマルチング(透明ポリフィルム)を行った. 栽植様式は条間135cm, 株間38cmの1条植とし, 1処理区20株植えとした. 1処理区のうね幅は50cm, うね長は8m, 盛り土の高さは通路面から約10cmであった. 根域制限区では通路面から深さ約10cmの面に透水性遮根シートを敷き, うねの両側部まで覆った. 処理区は, LM区:根域制限・定植前うね全面かん水・定植後少量多回数かん水管理,

MF区:根域制限・定植前うね全面かん水・定植後少量少回数かん水, SD区:根域制限・定植前うね中央部のみかん水・定植後少量多回数かん水, C区:慣行地床栽培・定植前うね全面かん水・定植後少量多回数かん水を設けた. マルチング前に, LM区, MF区, C区ではいずれもうね全面にかん水し, SD区ではうねの中央部のみかん水した. かん水は散水ノズルを用いて底面まで水が浸透するよう, 手かん水で時間をかけて十分に散水した. 各処理区とも点滴かん水チューブ(点滴孔の間隔20cm)1本をうね中央に敷設してタイマーによりかん水した. かん水処理期間は定植後9日目から収穫1週間前までとした. ただし, 深根化を促す目的で定植後11日目から4日間はかん水を控えた. かん水は重量法で求めた蒸発散量を指標として行い, LM区, C区, SD区は7:00から15:00まで300ml/株(生育盛期の晴天日蒸発散量/株・時間に相当)を基準に0回/日から最大10回/日かん水した. MF区は同じかん水時間帯で, かん水頻度を0~4回/日, 1回の株当たりかん水量を天候, 生育ステージに応じて900ml, 600ml, 300mlのいずれかとし, 1日の総かん水量は他の3区と同じにした. 施肥は10a当たり窒素11kg, リン酸13kg, カリ7kgを全量基肥として施用した. 交配は7月7~9日に行い, 1株1果栽培とし, 8月23日に収穫した. 地上部, 根の生育調査は収穫直後に生育の揃った3株を選んで行った. 地上部重は, 地際部で切断した直後に新鮮重を測定した. 地下部は, うねと直交方向には株を中心として25cm幅のうね中央部と左右両側25cmのサイド部とに分け(C区については通路中央部まで)た. 両部位ともうねと並行方向に株を中心としてうね長38cmの



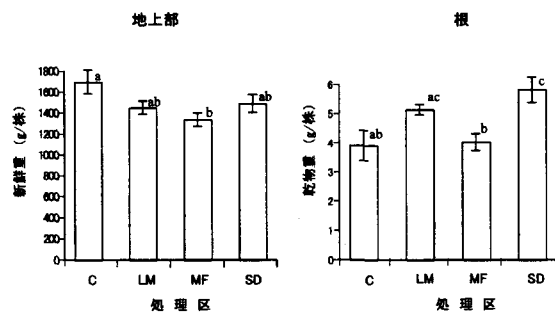
第1図 根の掘り取り区分

範囲から1株の根を採取した(第1図). 中央部については10cmの層別に深さ20cmまで(C区については深さ30cmまで), また, 両側部については深さ20cmまでの土層をフリーザーナイフと移植ごてを用いて根を切断しながら掘り取った(C区については深さ20cmで通路中央部まで). 掘り取った土塊は手で丁寧に崩しながら根を選別・採取した. 採取した根は水洗後, 太根(>直径1mm)と細根(≤直径1mm)に分けて80°Cで3日間通風乾燥し, 乾物重を測定した. また, 一果重, Brix糖度, 果梗長, 達観によるネット品質を5果について調査した.

結果

1. 地上部, 地下部の生育に及ぼす影響

地上部重は根域制限区がいずれもC区に比べて小さい傾向があり, MF区は有意に小さかった(第2図). 最上位葉はC区が幅, 長さとも根域制限区に比べて大きい傾向にあった. T/R比は, 有意ではなかったが, C区が最も大きく, 次いで, MF区



第2図 かん水方法が地上部, 根の生育に及ぼす影響

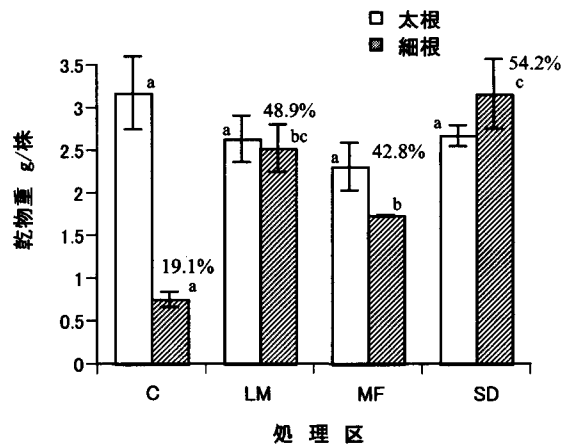
図中のバーは標準誤差. 同一アルファベットのついた値間には5%水準で有意差が無いことを示す.

第1表 かん水方法が葉, 茎の生育およびT/R比に及ぼす影響

処理区	最上位葉 cm		茎径mm	T/R比
	葉幅	葉長		
C区	38.4±0.5a	22.8±1.2a	17.2±0.6a	444.5±60.2a
LM区	32.8±1.2b	20.2±0.6a	17.0±0.4a	282.5±12.7a
MF区	31.0±1.2b	20.0±0.6a	16.0±0.4a	331.9±10.3ab
SD区	31.3±0.8b	18.9±1.2a	16.9±0.2a	257.7±23.4ac

平均値±標準誤差. 同一アルファベットのついた値間には5%水準で有意差が無いことを示す. T/R比は地上部新鮮重と根乾物重から求めた.

>LM区>SD区の順であった. 地際部の茎径は有意ではなかったが, C区≒LM区≒SD区>MF区の順であった(第1表). 根重は根域制限区間で異なり, SD区が有意に大きく, 次いでLM区>MF区≒C区の順であった(第2図). 根域制限区における太根重の処理間差は小さかったが, 細根重はSD区>LM区>MF区の順に大きく, 全根に占める細根の割合も, SD区では約54%, LM区では約50%であったのに対し, MF区では約40%であった. 一方, C区では太根重は大きかったにもかかわらず, 細根重は根域制限区に比べて有意に小さかった(第3図). この理由としては, C区では多くの根が通路部分にも認められたが, 調査時の通路部分の土層は踏圧のためかなり硬く締まっており, 土塊からの細



第3図 かん水方法が根の生育に及ぼす影響

太根>直径1mm, 細根≤直径1mm. 図中の数値は細根率. 図中のバーは標準誤差. それぞれの根重について同一アルファベットのついた値間には5%水準で有意差が無いことを示す.

根の分別, 回収が極めて困難であったことに起因すると考えられた。

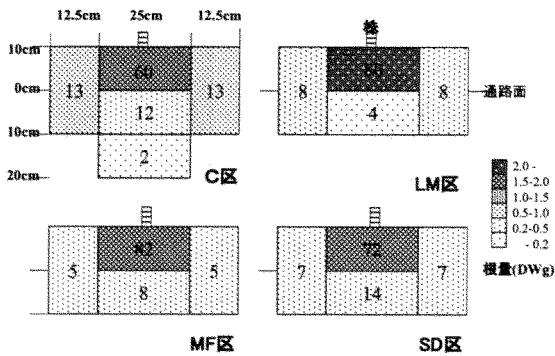
2. 根系分布に及ぼす影響

土層内の根系分布については, 根域を制限しないC区においても深さ20cmまでの土層に太根のほとんどと細根の約90%が分布した。特に, 太根はいずれの処理区においても株周囲の深さ10cmの土層内に最も多く分布する傾向が認められた。しかし, 土層別の分布には処理間差が認められ, C区ではうね中央浅層部での太根の占める割合は60%で4処理区中最も小さく, 通路を含む両側面部や10cm以下の土層での分布も比較的多かった。これに対して, 根域制限処理区ではうね中央浅層部での太根の占める割合が増加する傾向が認められ, LM区, MF区では約80%であった。しかし, SD区では約70%とやや小さく, 一方で10cm以下の土層での分布はC区と同程度に多かった(第4図)。一方, 細根は根域制限の有無, かん水方法の違いによって

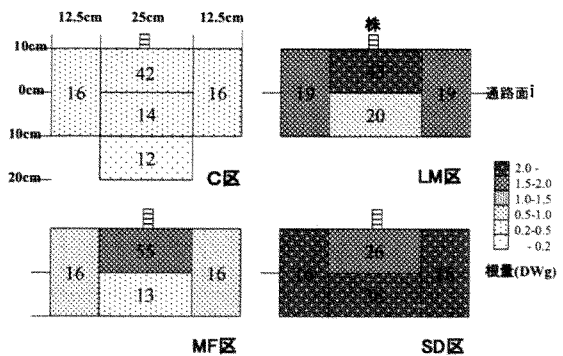
特徴的な分布の様相を呈した。C区ではうね中央浅層部に約40%が分布し, 残りは通路を含む両側面部, 深さ10cm以下の土層に均等に分布した。しかし, C区では細根の回収が不十分であったことを考えると, 特に, 両側面部での細根分布割合は過小に評価された可能性がある。根域制限区での細根はかん水方法によって異なる分布の様相を示した。MF区, LM区ではうね中央部深さ10cmの土層に全細根の約半量が分布し, 両側部および10cm以下の土層での細根は少ない傾向にあった。これに対し, SD区ではうね中央浅層部での細根の割合が小さくなり, 両側部およびうね中央深層部での細根の割合が増加した。特に, うね中央深層部, 両側部での細根量がうね中央浅層部より多く, 細根は土層全体に均等に分布する傾向を示した(第5図)。

3. 果実収量・品質に及ぼす影響

一果重はC区≒SD区>LM区≒MF区の順に大きく, C区, SD区に比べてMF



第4図 かん水方法がうね内の太根の分布に及ぼす影響
図中の数値は根の分布率(左右側面部は等分値)。



第5図 かん水方法がうね内の細根の分布に及ぼす影響
図中の数値は根の分布率(左右側面部は等分値)。

第2表 かん水方法が果実肥大、品質に及ぼす影響

処理区	1果重 g	糖度* Brix%	果梗長 cm	ネット** 品質
C区	1,949±104.4a	15.4±0.4a	2.3±0.1a	3.1±0.1a
LM区	1,708±46.0ab	16.1±0.7a	1.5±0.1b	3.5±0.0b
MF区	1,695±23.5b	16.0±0.5a	1.9±0.1c	3.5±0.2ab
SD区	2,038±86.6ac	15.5±0.3a	2.0±0.1a,c	3.1±0.1a

平均値±標準誤差。同一アルファベットのついた値間には5%水準で有意差が無いことを示す。*: 内部糖度、**: ネットの密度・盛りにより、1(劣)~5(優)の指標を与えた。

区は有意に小さかった。果実が大きかった C 区, SD 区の糖度は LM 区, MF 区に比べてやや低かったが, いずれの処理区も糖度は 15 度以上であり, 有意差はみられなかった。果梗長は C 区で 2 cm を越えたが, 根域制限区はいずれも 2 cm 未満であり, 特に LM 区は 1.5 cm と有意に短かった。ネット品質はいずれも中程度で根域制限の有無, かん水方法による差異は小さかった(第 2 表)。

考 察

一般に, ハウスメロン栽培では高収量, 高品質のために生育期間を通して精密な土壌水分管理が求められる(神谷 1996, 金子 2002, 大泉 2002, 鈴木 1970)。いわゆる“水の精算”はこのような水管理の一例である(河森ら 1970, 神谷 1996)。これは栄養生長期や生育後半に一時的にかん水を控えることによって土壌中に滞留する余分な水分を除く処理であり, 深根化(大泉 2002), 果実の肥大・品質向上(神谷 1996, 大泉 2002)を目的としている。このような精密な水分管理は, 経験と勘に頼る部分が大きいため, これまでに草勢(平林 1956, 神谷 1996), 果実の生長(朝倉 1995, 1996), pF 値(河森ら 1970, 桜井・小山田 1995, 矢部ら 1981), 蒸散量(梁ら 1995)などが客観的な管理指標として検討されている。しかし, メロンのように定植後の吸水量が生育段階や天候に応じて大きく変化する作物では(鈴木 2002), 地上部の生育反応や気象条件などに加えて, 養水分の吸収を担う地下部の態勢すなわち根の生育および機能に応じて水管理を考える必要がある。これまで地床栽培における地上部生育の変化から, 土壌水分による根の分布や活性への影響が示唆されている(河森ら 1970, 矢部ら 1981)。隔離ベッドや遮根シートなどによって根の分布範囲を制限する根域制限栽培では, 地床栽培よりも精密な水分管理の必要性が高い。しかし, 制限された根域内での根系の形成, 機能的特性についての調査事例はこれまでほとんどなく, その実態には不明な点が多い。そこで本研究では, 夏作での遮根シートによる根域制限栽培におけるかん水方法の違いが根域内の根の生育・分布および果実の肥大・品質に及ぼす影響を検討した。

根域を制限しない C 区での太根は, 水平方向には通路部まで達していたが, その多くは浅い土層に分布した。細根についても, 太根分布に対応して浅く広く分布すると推察された。この点については改めて正確な根量を把握する必要がある。メロンの根系は浅根性とされており(池田ら 2005, 川崎 1996, 大泉 2002), 慣行の地床栽培での浅く大きく広がった根系は, 養水分吸収範囲が広く, 地上部のおう盛な生育を支えるが, 精密な水分制御は難しいと考えられた。一方, 根域制限処理区での根系は遮根シート内の土層に限られ, 根域内での根系はかん水方法によって分布の違いを生じた。すなわち, MF 区, LM 区ではいずれもうね中央浅層部での太根, 細根の分布割合が高まり, 浅根性の傾向が強まった。活着後の土壌水分の減少は深根化を促すとされる(景山ら 1970, 大泉 2002)が, LM 区, MF 区のように定植直前のうね全面かん水により, 生育初期から根域全体の水分を均等に維持する水管理を行った場合は, “水の精算”により活着後に一時かん水を控えても特に深根化が促されることはなかった。これに対し, 根域制限を行い, 1 日当たり総かん水量, かん水頻度が同じであっても, 生育初期にうね側面部を乾燥気味に維持した SD 区では, うね中央浅層部での太根分布割合が若干減少し, 一方でうね中央深層部での太根分布割合が増加した。両側部の太根量も減少せず, 結果として, 細根量の増加と根域内の分布の均一化につながったと考えられた。SD 区の目的は, 定植から活着期まで適湿土層を株周辺に限定することによって, 根を深層へ誘導することにあつたが, 狙いどおり深根化を促すことができた。SD 区では, 植え付け当初に側面部への水分供給を控えることで, 活着期間中は株周辺と側面部に生じた大きな土壌水分差がうね中央部下方への根の伸長を促し, その後, 水分差の減少に伴って側面部土層内にも分枝根が伸長したと考えられる。すなわち, 根域内での土層による水分の違いが根の生長に大きく影響を及ぼすことを示唆した。このことはメロン栽培における水管理が草勢, 果実肥大・品質に及ぼす影響の大きさを裏付けるとともに水管理による根系制御の可能性を示すと考えられた。

温室メロンの栽培では, 生育後半に“水

の精算”を行い、その後、1日のかん水量と蒸発散量との収支を合わせるような精密な水管理によって果実の肥大、糖度、ネットの形成を制御するが、このような水管理は単に根による水分吸収を抑えるということではなく、与えられた水が過不足なく吸収されるようにすることを目的としている(神谷 1996)。従って、SD区における根域全体にわたる多量の細根分布は、うね内全層で養水分吸収がおう盛であることを示し、生育後半にかん水を控えても草勢の衰えが少なく、果実の肥大、品質にも良い効果をもたらすと考えられた。果実肥大はC区、SD区が優れ、大玉で糖度も高かった。これに対してLM区、MF区の果実は糖度は十分であるが、やや軽かった。また、交配直後の水分に大きく影響される果梗長は、C区では長さ2cmまでとされる品質基準を越え、LM区ではやや短くなった。これらの果実の肥大、品質の違いは根の量、分布の変化による養水分吸収の違いを反映した結果と考えられ、特に、広範囲に広がる根系を持つ地床栽培では的確な水分制御の難しさを示した。また、根域制限栽培において、少ないかん水頻度で1回のかん水量を多くするかん水方法では土壌水分の日変動が他の処理区と比べて大きいと推察されるが、このことによる根の生育や分布、果実肥大・品質への影響については今後詳しく検討する必要がある。本試験は高温・乾燥期の夏作での検討結果であるが、ハウスメロンの遮根シートを用いた根域制限栽培下での水管理は根系形成を大きく左右する要因であり、地上部生育、果実の肥大・品質にも影響を及ぼすと考えられた。

引用文献

- 朝倉利員 1995. メロン果重の生長曲線に対する水管理の影響. 園学雑 65 (別1): 360-361.
- 朝倉利員 1996. 果重変化を水管理指標とするメロンの自動かん水. 園学雑 65 (別1): 14-15.
- 荒木陽一・村上健二・井上昭司・岩波 壽・山本二美 1997a. 輪換畑における地下水位制御による高品質野菜生産技術の開発(第6報) 圃場条件下における遮根シートの敷設がハウレンソウの収量、品質に及ぼす影響. 園学雑 66 (別2): 374-375.
- 荒木陽一・村上健二・井上昭司・岩波 壽・山本二美 1997b. 輪換畑における地下水位制御による高品質野菜生産技術の開発(第7報) 圃場条件下における遮根シートの敷設がシュンギクの収量、品質に及ぼす影響. 園学雑 66 (別2): 376-377.
- 荒木陽一・井上昭司・村上健二・岩波 壽・山本二美 1997c. 輪換畑における地下水位制御による高品質野菜生産技術の開発(第8報) 圃場条件下における遮根シートの敷設がスイートコーンの収量、品質に及ぼす影響. 園学雑 66 (別2): 378-379.
- 平林哲夫 1956. メロン. 蔬菜の栽培技術第7版. 藤井健雄編著. 誠文堂新光社, 東京. pp162-207.
- 廣末 徹・奈良絵美・木下陽一 2002. 隔離床でのトマト栽培における少量多回数かん水によるストレス軽減. 九農研 64: 181.
- 池田英男・川城英夫 2005. ウリ科野菜メロン. 新版野菜栽培の基礎. 池田英男・川城英夫編著. 農文協, 東京. pp.124-129.
- 景山美葵陽・正木 敬 1970. 被覆下そ菜栽培における水管理に関する研究 I 自記テンシオメーターおよび自動かん水装置ならびにマスクメロン栽培における水管理に関する調査. 園試報 B10: 113-135.
- 神谷圓一 1996. ガラス室栽培. 野菜園芸大百科4 メロン, スイカ. 農文協編. 農文協, 東京. pp161-201.
- 金子賢一 2002. アールスメロンの品種と栽培技術. メロンスイカ最新の栽培技術と経営. 松田照男・鈴木雅人・杉山慶太編. 全国農業改良普及協会. 東京, pp81-94.
- 河森 武・土屋史朗・山田金一・川口哲男・江塚欣一 1970. 施設園芸の土壌管理に関する研究(第4報) 温室メロン栽培における土壌水分管理について. 静岡農試研報 15: 84-89.
- 川崎重治 1996. ガラス室栽培. 野菜園芸大百科4 メロン, スイカ. 農文協編. 農文協. 東京, pp223-244.
- 串間秀敏・江藤忠育 2000. 遮根シートを利用したメロン栽培技術. 九農研 62: 188.
- 松沼俊文・川島正俊・阿部晴夫 2002. 施設キュウリの根域制限ベッド栽培システムにおける太陽熱併用熱水土壌消毒. 群馬園試研報 No. 7: 11-18.
- 松崎朝浩・牛田 均・白井英清 1994. 遮根シートを利用したトマト栽培におけるかん水管理が糖度に及ぼす影響. 香川農試報告 45: 43-48.
- 大泉利勝 2002. メロンの生理生態特性と高品質メロンの生産技術, メロンスイカ最新の栽培技術と経営. 松田照男・鈴木雅人・杉山慶太編. 全国農業改良普及協会. 東京, pp.22-35.
- 大野和宏・黒木利美・富永 寛 2002. 遮根シートを利用した果菜類の根域制限栽培第1報かん水管理がトマトの生育、収量及び品質に及ぼす影響. 九農研 64: 179.
- 大須賀隆司 2002. メロンスイカ最新の技術と経営. 松田照男・鈴木雅人・杉山慶太編. 全国農業

- 改良普及協会. 東京, pp74-80.
- 梁 元模・糟谷 明・狩野 敦 1995. 温室メロンのロックウール栽培における灌液量制御への蒸散モデル式の適用(第1報) 水蒸気密度差と拡散抵抗をパラメータとするモデルによる可能性. 園学雑誌 64(別1): 242-243.
- 桜井鎮雄・小山田 勉 1995. 遮根シートによる根域制限がトマトの生育及び果実品質, 食味に及ぼす影響. 茨城県農業総合センター園芸研究所報告. 3: 23-29.
- 猿渡 真・森田敏雅・石田豊明 2002. 簡易隔離床利用による高品質トマト栽培技術(第2報). 九農研 64: 180.
- 鈴木英治郎 1970. 温室メロン栽培の基礎, 誠文堂新光社, 東京, pp186.
- 鈴木雅人 2002. メロンの養液土耕栽培. メロンスイカ最新の栽培技術と経営. 全国農業改良普及協会. 東京, pp43-46.
- 矢部和則・桜井雍三・大須賀源芳 1981. 温室メロンの地床栽培における土壌水分管理に関する研究(第1報) 生育時期別のかん水量が温室メロンの生育収量に及ぼす影響. 愛知県総農試研報 13: 157-164.
- 山崎龍一 1999. 防根透水シートを利用した高糖度トマトの生産. 高知農技セ研究報告 8: 13-21.