

NaCl施用によるキャベツセル成型苗の根鉢水分の均一化

誌名	園芸学研究
ISSN	13472658
著者	藤原, 隆広 吉岡, 宏 熊倉, 裕史 ほか2名,
巻/号	2巻1号
掲載ページ	p. 15-20
発行年月	2003年3月

NaCl 施用によるキャベツセル成型苗の根鉢水分の均一化

藤原隆広^{1*}・吉岡 宏²・熊倉裕史¹・佐藤文生²・中川 泉¹¹近畿中国四国農業研究センター野菜部 623-0035 京都府綾部市上野町上野 200²野菜・茶業研究所 514-2392 三重県安芸郡安濃町大字草生 360

Effects of NaCl Application on Uniformity of Rootball Moisture Content of Cabbage Plug Seedlings

Takahiro Fujiwara^{1*}, Hiroshi Yoshioka², Hiroshi Kumakura¹, Fumio Sato² and Izumi Nakagawa¹¹National Agricultural Research Center for Western Region, Department of Vegetable Science, Ayabe, Kyoto 623-0035²National Institute of Vegetable and Tea Science, Ano, Mie 514-2392

Summary

In plug seedling production, lack of uniformity of soil moisture can occur among different cells in the same tray. This phenomenon is thought to be caused by differences in air humidity surrounding plants in the center of the tray compared to that surrounding those at the edge of the tray leading to differences in transpiration rates. We used NaCl subirrigation treatment to reduce individual differences in transpiration rate, and thus improved the uniformity of soil moisture in each tray.

キーワード：育苗，キャベツ，NaCl，斉一性，セル成型苗

緒 言

キャベツ栽培では、全自動移植機や一斉収穫型の収穫機が開発され(山本, 1992), 商品化されるなど、ハード的側面では機械化が大きく進んでいる。ただし、一斉収穫を行う場合には収穫時の生育の斉一性が重要であり、斉一性が低いと上物率も低くなる(Halseyら, 1966; White・Forbes, 1976; Cszinszky・Schuster, 1985)。このため、一斉収穫を前提とした収穫機の導入(唐橋ら, 1981; 唐橋・伊藤, 1983)に当たっては、生育の斉一化技術といったソフト的側面を併せて検討する必要がある。

セル成型苗は全自動移植機と併せて用いることが可能なため、キャベツの定植作業の大幅な省力化が実現した。著者らは、セル成型苗を用いた栽培体系におけるキャベツ生育の斉一化技術の開発に関して一連の試験を実施し、生育揃いを高める上で定植後の初期生育を揃えることが最も重要であることを示し、均一な苗の生産と苗の活着を促進させる技術の開発が一層求められることを既に指摘した(藤原ら, 2000)。これらのうち、活着促進技術については、定植後の根鉢の水分状態を適切な状態に保つように植え付け方法や定植前の灌水方法を改善すること

で初期生育を均一化できることを報告し(藤原ら, 1998a; 1998b), また、苗生育の均一化については、エブ&フロー灌水の適用(藤原ら, 2001)が有望であることを報告した。これらの報告は、いずれもセル成型苗特有の根鉢の水分管理に関連したものである。

一方、定植前の苗の順化管理も定植後の植え痛みを少なくし、定植後の初期生育の斉一化を図る上で重要である。苗の順化(硬化)法としては、定植前の“水切り処理”(小寺ら, 1996)が一般に知られている。しかし、この方法では、培地の乾燥むらが生じやすく、根域が個々に制限されたセル成型苗では特にこの傾向が顕著である。著者らは、キャベツセル成型苗の水切り処理時の最適水ポテンシャル値は-1.0 MPa~-1.3 MPaであるとの見解を示した(藤原ら, 2002c)。さらに、根鉢を乾燥させることなく地上部に適度な水ストレスを与える方法として、育苗後期のNaCl処理を提示した。この方法はキャベツセル成型苗の徒長抑制・順化に有効であることを明らかにし、このNaCl処理技術を“塩締め順化法”と名付けた(藤原ら, 2002a)。また、実際の生産現場での実用性を考慮し、効率的なNaCl処理条件を明らかにした(藤原ら, 2002b)。本研究では、育苗後期のNaCl処理がキャベツセル成型苗の根鉢水分の均一性に及ぼす影響について検討し、有益な知見が得られたので報告する。

2002年6月6日 受付。2002年10月18日 受理。

本報告の一部は平成12年度園芸学会秋季大会で発表した。

*Corresponding author. E-mail: tfuji@affrc.go.jp

材料および方法

育苗方法

農林水産省野菜・茶業試験場の人工気象室(光合成有効光量子束密度 $360 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sec}^{-1}$, 明期/暗期の時間 12 h/12 h, 気温 $20^\circ\text{C}/15^\circ\text{C}$ に設定)において, キャベツ '松波' を市販の園芸培養土(ヤンマー野菜養土)を詰めた全国標準規格(吉岡, 1999)の 128 穴セルトレイで育苗した。育苗中の灌水は, 播種後 12 日目までは水のみとし, その後は園試処方標準培養液の 1/5 濃度液(以下, 液肥と表記する)を用いた。なお, 欠株や奇形株については, 1.5 葉期に予備の苗を詰め替えることで 100% 苗が充填された環境で試験を行った。

実験 1. 根鉢の含水率と苗の萎れとの関係

1996 年 4 月 30 日に播種し, 5 月 29 日まで育苗した後, 5 月 30 日から灌水を中止し, 経時的に苗の萎れ状態を観察するとともに, 地上部水ポテンシャルと根鉢の含水率を調査し, 両者の関係を調べた。ただし, 根鉢の含水率は, 苗の地下部と育苗培養土が一緒になった状態のもの含水率とした。苗の地上部水ポテンシャルは, プレッシャーチャンバー法(大起理化学工業 DIK-7000 型を使用), 根鉢の含水率は重量法によりそれぞれ測定した。調査個体数は 1 区 80 株とした。

実験 2. NaCl 処理が根鉢含水率の斉一性に及ぼす影響

1999 年 5 月 6 日に播種し, 6 月 1 日まで育苗した。試験区は対照区と NaCl 処理区を設けた。NaCl 処理は, 園試処方 1/5 濃度液に NaCl を 0.3% の濃度に溶かした液を用いて, 対照区と同様に 1 日 1 回(2~3 分程度)底面給水した。処理期間は 5 月 27 日~31 日までの 5 日間とした。6 月 1 日に両区ともに人工気象室から場内の温室に移し, 十分に底面給水した後, 翌日に個々の根鉢の含水率を調査した。試験区は 1 区 1/2 トレイ(64 株)とした。

実験 3. トレイ外縁部と中央部における苗周辺の湿度環境

1999 年 12 月 2 日に播種し, 2000 年 1 月 3 日まで育苗した。1 月 3 日にセルトレイ中央部および外縁部の湿度を携帯型温湿度計(神栄株式会社 TRH-CA)を用いて測定した。計測位置は, 中央部ではセルトレイ上面から鉛直方向に 5 cm 離れた位置, 外縁部では中央部と同じ高さでトレイ外縁から水平方向に 3 cm 離れた位置とした。調査は 1 区 3 反復とした。

実験 4. NaCl 処理が苗の蒸散に及ぼす影響

1999 年 12 月 2 日に播種し, 2000 年 1 月 3 日まで育苗した。試験区は対照区と NaCl 処理区を設け, NaCl 処理は実験 2 と同様の方法で 12 月 30 日から行った。1 月 3 日に, トレイ中央部および外縁部の苗の蒸散速度を測定した。ただし, 測定時の光条件は $\text{PPFD}300 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sec}^{-1}$ とし, 湿度条件については, 中央部の苗では

RH50%, 外縁部の苗では RH30% の環境下で計測した。調査個体数は 1 区 5 株とした。

実験 5. NaCl 処理が苗の草丈に及ぼす影響

1998 年 11 月 20 日に播種し, 12 月 22 日まで育苗した。12 月 16 日~21 日まで実験 2 と同様の方法で NaCl 処理を行い 22 日に苗の草丈を調査した。ただし, 草丈は苗の地際の茎部から葉の先端までの最大長とした。調査は, 1 区 1 トレイ(128 株)とし, トレイの部位別に調査を行った(第 6 図参照)。

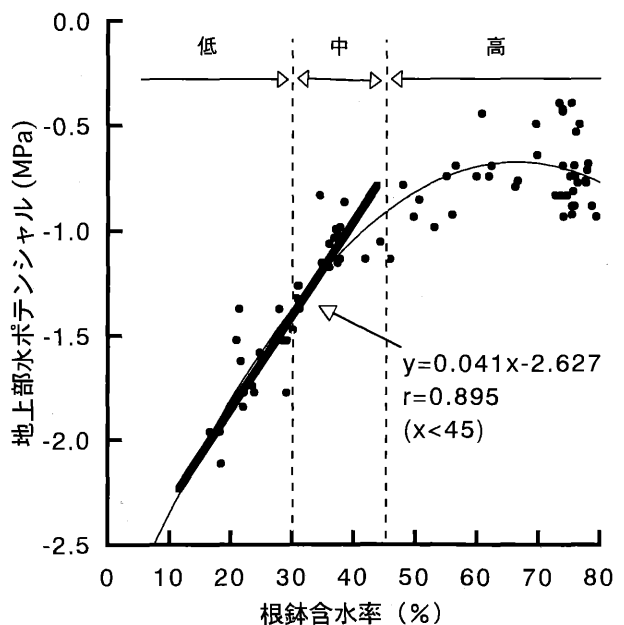
結果

実験 1. 根鉢の含水率と苗の萎れとの関係

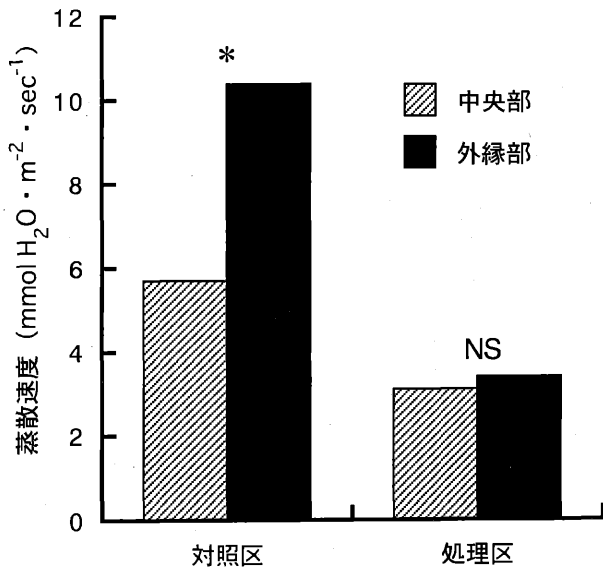
根鉢含水率と地上部水ポテンシャルとの関係について, 根鉢含水率が 45% 以上では, 含水率と地上部水ポテンシャルとの間に相関関係は認められず, それ以下の範囲では, 正の相関が認められた。また, 根鉢の含水率が 30% 以下では, 葉身がトレイ表面に接触する程度の萎れが認められた(第 1 図)。これらの結果から, 根鉢の含水率を高(45% 以上), 中(30~44%), 低(29% 以下)の 3 つにランク分けした。

実験 2. NaCl 処理が根鉢含水率の斉一性に及ぼす影響

実験 1 の結果を受けて, 根鉢の含水率をランク分けし, それぞれの根鉢の含水率を調べた結果, 対照区では NaCl 処理区よりもトレイの中央部と外縁部との根鉢含水率の較差が大きくなった(第 2 図)。また, NaCl 処理区の平均含水率は対照区よりも 20% 高く, その変動係数(CV)は 1/3 以下となり, 根鉢の水分とその斉一性が高い値に保たれた(第 3 図)。



第 1 図 キャベツセル成型苗の根鉢の含水率と地上部水ポテンシャルとの関係



第5図 NaCl処理がトレイ中央部と外縁部の蒸散速度に及ぼす影響

*:LSDにより5%水準で有意差あり, NS:有意差なし

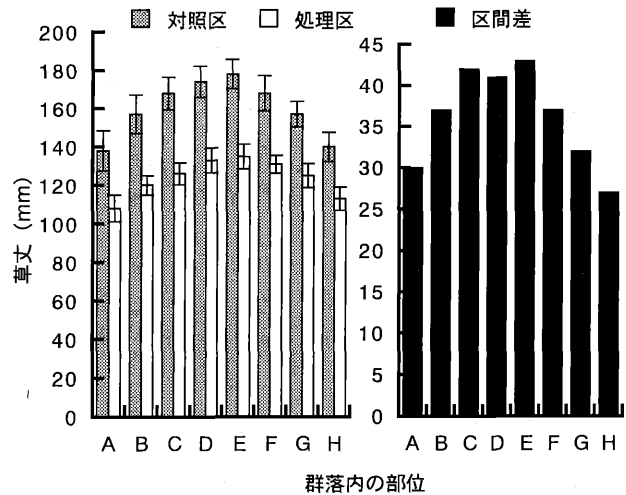
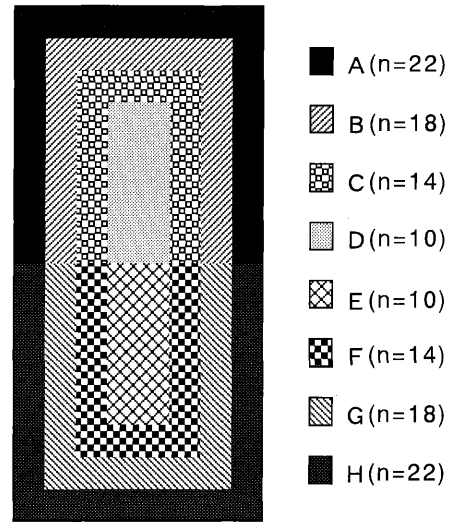
置の違いに伴う根鉢水分の較差が大きかった。これに対して、NaCl処理区では、すべての根鉢の含水率が高に属し、根鉢含水率の低下が少なく、根鉢含水率のばらつきも大幅に抑えることができた。

セル成型育苗において根鉢水分にばらつきが生じるということは根鉢の乾燥程度が個々に異なるということであるが、根鉢の乾燥の原因として、①地表面からの蒸発と②苗の蒸散の2つが挙げられる。著者らのこれまでの調査結果(未発表)から、育苗前半では前者の影響が大きく育苗後半では後者の影響が大きくなることを確認している。また、前者の影響については、育苗前期は茎葉が未発達なため根鉢に直達光が当たるのに対して、育苗後期では茎葉の発達により地表面への直達光が遮られることで地温の上昇が抑えられるためと推察された。これに対して、後者の影響は根量と葉面積が増加した育苗後期で大きく認められ、根鉢含水率の減少への影響は地表面からの蒸発より遙かに大きいものと推察された。

本研究は育苗後期のNaCl処理の影響について検討したものであることから、根鉢水分の減少への影響については、苗の蒸散による影響に焦点を当てて考察を進めたい。

セル成型育苗における大気-葉面の水蒸気圧差については、トレイ中央部では小さく、トレイ外縁部では大きくなるものと推察された。そこで苗周辺の湿度環境について調べた結果、トレイ中央部と外縁部では相対湿度で約15%の差が認められた。このことが、対照区におけるトレイ内の位置による苗の水分損出量の差が生じる原因となり、根鉢の水分むらが生じたものと考えられる。

トレイ内の位置に伴う根鉢含水率の較差が生じないためには、①苗周辺の湿度環境がトレイ中央部と外縁部で異なること、または、②植物体から大気への水の流



第6図 NaCl処理が育苗トレイのキャベツセル成型苗の草丈に及ぼす影響

上段は育苗トレイ(128穴)の上見図, A~Hは苗の部位 (n=調査株数), 誤差線は標準誤差を示す

れが少なくなること、以上の2つの条件のうちのどれかを満たす必要がある。本研究では、植物周辺の相対湿度測定結果から②の条件に違いが生じているものと考え、蒸散速度を測ることで植物体内から大気への水の流れを評価した。その結果、NaCl処理区の蒸散速度は、対照区の約1/2倍またはそれ以下の値となった。また、苗周辺の相対湿度の測定結果のトレイ中央部-外縁部較差15%に準じ、トレイ中央部の相対湿度を50%、外縁部の相対湿度を30%とし、その較差を20%としたときの苗の蒸散速度の差は、対照区では大きく認められたのに対して、NaCl処理区では有意な差は認められなかった。これらの結果は、NaCl処理による蒸散抑制効果がトレイ中央-外縁部の根鉢水分の較差を減少させた要因であることを示している。ただし、本研究ではNaCl処理区の苗周辺の湿度環境についての測定を行っていないため、実際にはトレイ中央-外縁部での蒸散速度には若干の開きがある可能性は

否定できない。しかし、対照区ほどの開きはないもの推察される。

苗群落の生育特性

作物の群落では、群落の中央部の草丈が高くなり、群落の外縁部の草丈が低くなることで、キャノピーと呼ばれる群落の形態が認められることが知られている(笹原, 1994)。このような作物群落周辺の草丈が短くなる現象は周辺効果と呼ばれ、外縁部の植物を中央部と比較すると、耐病性、耐倒伏性に優れる等の優れた性質を備えている(笹原, 1994)。セル成型育苗においても周辺効果を群落全体に及ぼすことができれば、苗生育の斉一化と品質の向上が可能になると考えられる。

セル成型育苗では、中央部と外縁部の苗の生育が異なり、群落中央部を頂点にし、外縁部に向かってなだらかな、草丈の減少が認められた。実際の育苗管理に当たっては、灌水量の決定基準を苗群の中央部とするか、外縁部にするかによって苗の生育が大きく異なる。たとえば、群落中央部を目安とした灌水では、灌水量を控える必要があり、外縁部の苗に過剰な水ストレスを与えてしまう。灌水量を控えた育苗管理では個々の根鉢の水分含量にばらつきが生じ易い(藤原ら, 1998b)。また、長時間の萎れ状態を伴う過剰な水ストレスは、苗質を低下させる(藤原ら, 2002c)。外縁部の根鉢の水分を基準とした灌水では、灌水量が多くなるため、根鉢の含水率が飽和状態に近くなり、根鉢水分の不均一は、灌水の度に解消することが可能である反面、中央部の苗が徒長しやすくなる。

これらの苗の生育特性を踏まえると、セル成型苗の生育揃いを高めるためには、灌水量を外縁部の根鉢含水量が飽和状態になるように十分に与えるとともに、中央部の徒長を抑える栽培管理を行う必要がある。

田中・島地(1992)は、トマトのセル成型育苗において、接触刺激による生育の斉一化効果を認め、草丈の大きい苗ほど接触資材への接触が早く、接触刺激による生育抑制効果が大きくなることを認めている。このような接触刺激による苗生育の斉一化も苗群落の中央部の苗の徒長的生育を抑制する1つの方法と考えられる。なお、育苗後期の群落内部の苗については、植物間の相互被陰による1株当たりの受光量が低下し、受光量が多い外縁部の苗と比較して徒長しやすい環境にあるといえる。佐藤ら(1997)は、葉菜類のセル成型育苗の栽植密度について検討し、1/2の密度とした粗植条件では乾物重が同等以上の生育で、草丈が抑えられることを示している。粗植条件による影響としては、苗周辺の湿度の低下と受光量の増加の2つの要因が考えられるが、育苗後期の外縁部の苗は結果的に粗植条件と同様の影響を受けているものと推察される。

本研究では、NaCl処理によって苗の草丈抑制効果が認められたが、特に、トレイ中央部での抑制効果が顕著に認められ、これが苗群落の中央部と外縁部の草丈の差を

減少させ苗生育の斉一化に寄与しているものと考えられる。

苗の生育揃いと機械定植適応性

著者らのこれまでの研究では、手植え栽培ではトレイ外縁部の苗の生育が極端に抑制されなければ、中央部と外縁部の違いによる結球重への影響は認められなかった(未発表)。しかし、全自動移植機を用いた定植では徒長した中央部の苗が機械の定植精度を著しく低下させたり、苗の葉柄が折れるなどの植え傷みが生じやすい。セル成型苗を用いる最大の利点が、全自動移植機の利用による定植作業の省力・軽作業化であることから鑑みると、トレイ中央部の徒長抑制による苗生育の均一化は全自動移植機を利用した栽培型で最も有効な手段であり、NaCl処理による苗生育の斉一化技術も実用可能な手段の1つであると考えられる。

NaCl処理による定植後の生育と圃場への影響

NaCl処理が定植後の生育に及ぼす影響については、既報(藤原ら, 2002a)により、処理による生育の抑制は定植後速やかに解消され、同等の収量が得られることを明らかにしている。次に、根鉢に含まれるNaClが本圃土壌に及ぼす影響についても考慮する必要がある。NaやClは牛糞堆肥に多く含まれ、牛糞堆肥を用いた有機栽培土壌では含有率が高くなる(堀ら, 2002)が、牛糞堆肥連用に伴うNaやClの集積による実害を報告した例は認められない。また、Naについては古くから肥料としての働きが指摘されており(Harmer・Benne, 1945)、Kの葉中濃度やK施肥条件によってNa施用の効果が異なることが報告されている(Gammon, 1953; 杉山ら, 1981; 高橋ら, 1997)。128穴セルトレイを用いた実際のキャベツ栽培では、1回の栽培で約100リットル/10aの培養土を投入する試算になる。今回の研究では1セル当たりのNa, Cl含量を調査していないが、上記の報告に加え、適正な処理範囲内では定植後の幼植物(苗)でも生育抑制は認められない(藤原ら, 2002b)ことから、作物生育に実害を及ぼすような本圃土壌の劣化にはつながらないものと推察される。

以上、NaCl処理によって、苗の蒸散量が抑制され、トレイ中央部-外縁部の個体当たりの蒸散速度の差が解消されることで、根鉢水分の斉一性が維持されることが確認され、さらに、苗群落の中央部の徒長的生育が抑えられることが明らかとなった。よって、NaCl処理による根鉢水分の斉一性の維持は、苗群落中央部の偏重生長を抑制し、苗の生育・品質の均一化を図る上で有効な技術になるものと考えられる。

摘 要

キャベツセル成型苗の生育と品質の均一化を目的として、定植前の5日間0.3%濃度にNaClを添加した液肥(園

試処方標準培養液 1/5 培養液)を底面給水する処理 (NaCl 処理)が根鉢水分の均一性、苗の蒸散特性ならびに苗群落における草丈に及ぼす影響について検討した。

1. 根鉢の含水率が 45%以下になると、地上部の水ポテンシャルが低下し、苗が萎れた。
2. 灌水後 1 日経過したときの NaCl 処理区の根鉢の含水率は、対照区よりも高く保たれ、根鉢の水分むらが小さくなった。
3. セル成型育苗では、苗周辺の相対湿度がトレイの中央部で外縁部よりも約 15% 高かった。
4. NaCl 処理により苗の蒸散速度は減少し、トレイ中央部と外縁部の苗の蒸散速度の較差が減少した。
5. NaCl 処理によってキャベツセル成型苗群落の中央部の徒長が抑制された。

以上の結果から、NaCl 処理による根鉢水分の斉一性の維持は、苗の生育・品質の斉一性の向上を図る上で有効な技術になるものと考えられる。

謝 辞 本試験の実施に際し、ご協力頂いた元野菜・茶業試験場養成研修生の長野進氏に深く感謝します。

引用文献

- Csizinszky, A. A. and D. J. Schuster. 1985. Response of cabbage to insecticide schedule, plant spacing, and fertilizer rates. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110: 888-893.
- 藤原隆広・中山真義・菊地 直・吉岡 宏・佐藤文生. 2002a. NaCl 施用によるキャベツセル成型苗の徒長抑制・順化効果. *園学雑*. 71: 796-804.
- 藤原隆広・吉岡 宏・熊倉裕史・佐藤文生・井上昭司. 2002b. NaCl の施用条件がキャベツセル成型苗の苗質に及ぼす影響. *園学研*. 1: 169-173.
- 藤原隆広・吉岡 宏・佐藤文生. 2000. 栽植密度と定植後の苗の初期生育がキャベツ生育の斉一性に及ぼす影響. *園学雑*. 69: 315-322.
- 藤原隆広・吉岡 宏・佐藤文生. 2001. エブ & フロー灌水と培養液への NaCl 添加によるセル成型育苗の省力化とキャベツ苗品質の向上. *農作業研究*. 36: 153-161.
- 藤原隆広・吉岡 宏・佐藤文生. 2002c. 萎れ処理がキャベツセル成型苗の苗質に及ぼす影響. *園学雑*. 71: 591-593.
- 藤原隆広・吉岡 宏・四方 久・佐藤文生. 1998a. キャベツセル成型苗の植え付けの深さが活着および生育の斉一性に及ぼす影響. *園学雑*. 67: 767-772.
- 藤原隆広・吉岡 宏・四方 久・佐藤文生. 1998b. キャベツセル成型苗の定植時における根鉢の水分状態が活着と生

育の斉一性に及ぼす影響. *園学雑*. 67: 773-777.

- Gammon, N., Jr. 1953. Sodium and potassium requirements of pangola and other pasture grasses. *Soil Sci.* 76: 81-90.
- Halsey, L. H., J. F. Beeman, D. R. Hensel, W. W. Deen and V. L. Guzman. 1966. Influence of variety and spacing on yields of cabbage from a single harvest. *Proc. Fla. State. Hort. Soc.* 79: 194-201.
- Harmer, P. M. and E. J. Benne. 1945. Sodium as a crop nutrient. *Soil Sci.* 60: 137-148.
- 堀 兼明・福永亜矢子・浦島泰文・須賀有子・池田順一. 2002. 有機栽培農家圃場の土壌の実態. *近中四農研報*. 1: 77-94.
- 唐橋 需・井上喬二郎・澤村宣志. 1981. 結球野菜収穫機の開発研究. *農事試研報*. 33: 19-56.
- 唐橋 需・伊藤茂昭. 1983. 結球野菜収穫機の開発研究. キャベツの機械収穫精度に対する諸影響因子. *農機誌*. 45: 71-77.
- 小寺孝治. 1996. セル成型苗生産の基本と実際. p.120-130. 加除式農業技術体系. 野菜編 7. キャベツ・ハクサイ・ホウレンソウ・ツケナ類. 農山漁村文化協会. 東京.
- 笹原健夫. 1994. 太陽エネルギーと食糧生産 (5). *農及園*. 69: 939-942.
- 佐藤文生・吉岡 宏・藤原隆広. 1997. 葉菜類セル成型育苗における栽植密度と苗質との関係. *園学雑*. 66 (別 1): 334-335.
- 杉山信男・岩下浩太郎・久我芳昭. 1981. 蔬菜の生育に対するカリ施肥の効果と葉中カリ濃度及びナトリウム濃度との関係. *園学雑*. 50: 78-85.
- 高橋英一・前嶋一宏・岡崎美晴. 1997. カリウム供給量をかえて土耕栽培した葉菜類に対するナトリウムの施用効果. *土肥誌*. 68: 363-368.
- 田中和夫・島地英夫. 1992. 接触刺激を利用したトマトの高密度苗生産. *生環調*. 30: 59-64.
- White, J. M. and R. B. Forbes. 1976. Effect of spacing and fertilizer rates on cabbage yield and head weight. *Proc. Fla. State. Hort. Soc.* 89: 118-120.
- 山本健司. 1992. 野菜作における機械化の現状と展望. *農機誌*. 54: 122-129.
- 吉岡 宏. 1999. 機械化栽培と苗生産. 苗生産の現状と課題. p.23-26. 野菜生産機械化の手引き (農林水産省 農産園芸局野菜振興課・肥料機械課監修, 社団法人 日本施設園芸協会編集). 社団法人日本農業機械化協会. 東京