

「塩締め処理」によるキャベツセル成型苗の徒長抑制と耐干性付与

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構
近畿中国四国農業研究センター
野菜部 野菜栽培研究室 藤原隆広

1. はじめに

セル成型苗は、定植する圃場よりも湿潤な環境で育苗されることが多く、定植後に露地圃場（以下、圃場と表示する）で乾燥した状態にさらされた場合、水分環境の違い等による植え傷みが生じやすい。植え傷みを軽減するには、定植前の育苗環境を圃場環境に近い状態にして苗を順化（順化に伴い植物体が硬くなる場合は硬化ともいう）させることが有効である。キャベツではセル成型苗の圃場への順化方法の一つとして、定植前の‘水切り処理’が知られている（小寺，1996）。しかし、自然光下の育苗では、灌水量の調節のみによって一定の水ストレスを持続的に与えることは難しい。そこで、根域の含水率の低下を最小限に抑え、なおかつ地上部への適度な水ストレスを与える方法として、根域の浸透圧制御が有効であると考えた。Garcia ら（1996，2000）はトマト育苗時に培養液の硝酸濃度を高めることにより、地上部への適度な水ストレスを与えた結果、苗の耐干性が高まることを示している。また、Gu ら（1996，1998）は、培養土添加型の蒸散抑制剤を用いて培地溶液の浸透圧を高めることで、トマト苗の過繁茂抑制と、短期間の乾燥ストレスに対する耐性付与が可能であることを報告している。

浸透圧を調節する溶質として、安価で入手し易いことから、食塩（NaCl）の利用が実用面で

優れていると考えられる。塩類と作物との関係については、これまで耕作地での塩害と関連付けた研究が多くなされており、野菜の種類によって耐塩性が大きく異なること（Shannon・Grieve，1999；石内・中村，1985）、塩の種類（Nukaya ら，1982a，b，1983a，b，1984a）、培地の種類（Nukaya ら，1980a，b，c）および作物の生育ステージ（Nukaya ら，1984b）によっても耐塩性が異なることが報告されている。また、作物によって、培地（培養液）の NaCl 濃度に対する許容濃度範囲が存在することが知られている（大沢，1965）。一方、Pardossi ら（1999）は、NFT 栽培における培養液への NaCl の添加によって、セルリーの品質が向上すること、また、Petersen ら（1998）は、トマトの養液栽培において、培養液への NaCl の添加により、糖類だけでなく、カロテンやビタミン C 含量も増加することを報告している。

このように、NaCl が野菜の生育や品質に及ぼす影響に関しては、多くの報告が認められる。しかし、苗質改善の視点から、NaCl の施用効果について検討した報告は認められない。

そこで、キャベツセル成型苗を対象に、育苗後期の‘水切り管理’の時期にあたる定植前約 5 日間の育苗管理において、根鉢を乾燥させずに、地上部へ適度な水ストレスを与える方法として、培養液への NaCl 添加による苗の徒長抑

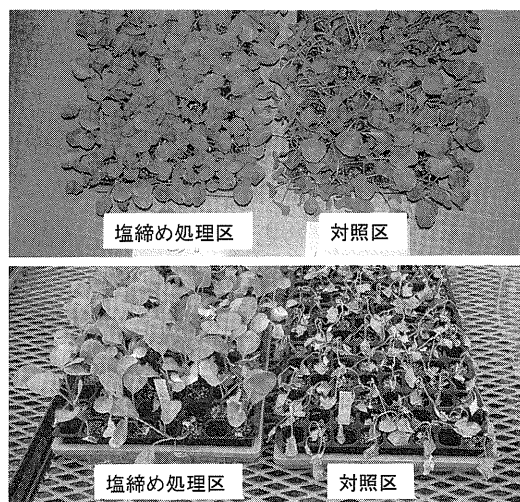


図-1 「塩締め処理」による効果
注) 上段：育苗終了時の苗，下段：2日間断水後の状態

制・順化技術の開発を試みた。ここでは、その結果得られた「塩締め処理」による効果（図-1）について解説する。

2. 「塩締め処理」の方法

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128穴セルトレイで育苗した。育苗中の灌水は、播種後約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倍濃度液（以下、液肥と表記する）を用いて育苗し、育苗終了前の5日間「塩締め処理」を行った。「塩締め処理」は、NaClを0.3%になるよう添加した液肥を1日1回の灌水時に約1分間底面給水した。また、同様に液肥のみを底面給水した区を対照区として比較した。なお、NaClの濃度は、著者らの予備実験の結果を基に、水切り処理と同様の効果を得ることを目安に決定した。

3. 「塩締め処理」期間中の苗の水分状態

「塩締め処理」開始後の根鉢培養土および苗

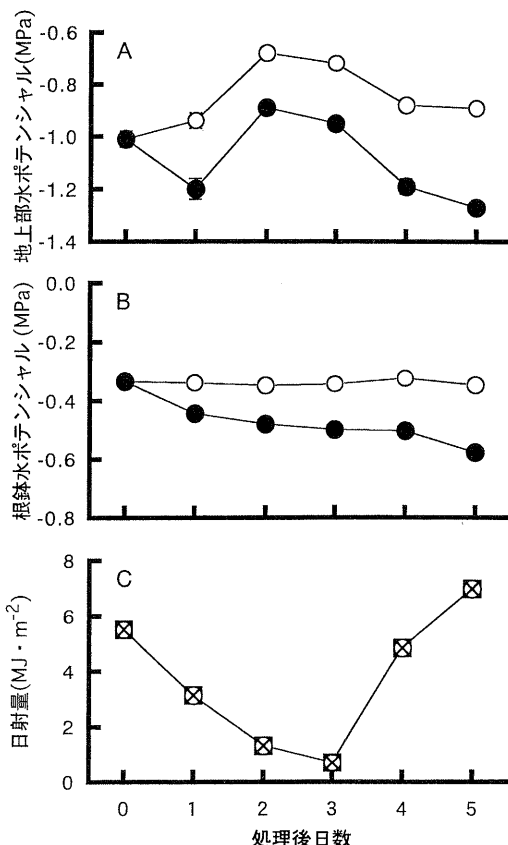


図-2 「塩締め処理」がキャベツセル成型苗の地上部水ポテンシャル (A) と根鉢水ポテンシャル (B) に及ぼす影響

注) ○：対照区，●：処理区，C：10時～12時までの間の日射量，I：標準誤差

地上部の水ポテンシャルを調べた結果、「塩締め処理」区で対照区よりも0.2～0.4 MPa 低い～0.9 MPa ～1.3 MPa の範囲で推移した（図-2）。また、処理期間中の水ポテンシャルの変動は根鉢培養土では小さかったが、苗地上部では大きく、計測した時間帯の日射量と負の相関での同調が認められた。これらの結果から、日射量の少ない曇天日などの徒長し易い環境下でも、地上部の水ポテンシャルをある程度低く保つことが可能であると考えられた。また、日射量が多いほど地上部の水ポテンシャルが低くなることから、「塩締め処理」によるストレス付与効果

も大きくなると考えられた。著者ら（藤原ら，2002b）は，根鉢の水分制御によるキャベツセル成型苗の順化では，苗の地上部水ポテンシャルを $-1.0\text{ MPa} \sim -1.3\text{ MPa}$ に保持するのが適当であるとの見解を示しているが，本実験の「塩締め処理」ではほぼこの条件を満たしているものと捉えることができる。

4. 苗の生育・無機成分含量と収量

5日間の「塩締め処理」によって，草丈が抑制でき，生体重が低下するが乾物率が高くなったことから，定植時の苗の過繁茂が抑えられ，いわゆる「硬く締まった苗」になった。実際の観察結果からも，「塩締め処理」区は硬く締まった状態で，対照区が徒長的な草姿をしていたのとは対照的であった。

定植前後の苗について調査した結果，「塩締め処理」による影響は地上部の乾物重では認められず，葉面積で認められ，「塩締め処理」によって減少した葉面積は，定植後速やかに回復した（図-3）。一方，「塩締め処理」による

Na含有率の急激な増加に伴うK，CaおよびMg濃度の低下は，定植後のNa濃度の減少に伴い解消された（図-4）。以上のことから，「塩締め処理」は定植時の苗の過繁茂状態を抑制するが，その後の苗の活着はスムーズに進行したと考えられ，「塩締め処理」によるK，Caおよび

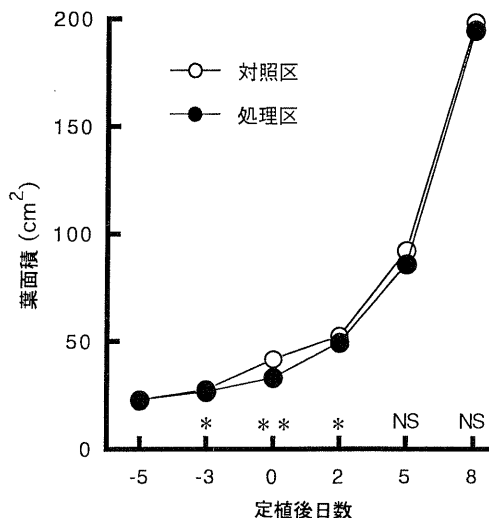


図-3 「塩締め処理」がキャベツセル成型苗の葉面積の増加に及ぼす影響
注) LSDで1%(**)または5%(*)水準で有意差あり，NS：有意差なし

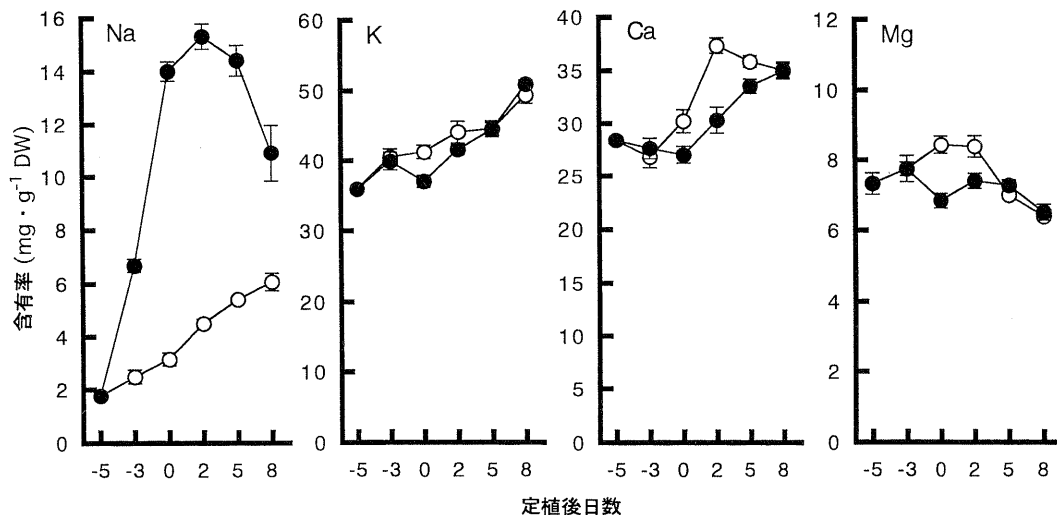


図-4 「塩締め処理」がキャベツセル成型苗のNa，K，CaおよびMg含有率に及ぼす影響
注) ○：対照区，●：処理区，|：標準誤差

びMgの吸収抑制も定植後の生育に伴い解消されたと考えられる。

実際の栽培では、苗品質が収量に及ぼす影響も重要であることから、二度にわたり圃場での栽培試験を行った。その結果、いずれの栽培でも、「塩締め処理」による収量への影響は認められなかった(藤原ら, 2002a)。

5. 苗の水分保持能力とクチクラワックス

定植後の活着の良否は、収穫期のキャベツ生育の斉一性と密接な関係があり(藤原ら, 2000)、セル成型苗の利用では、根鉢および地上部の水分状態が苗の活着の良否を大きく左右する(藤原ら, 1998b, c)。「塩締め処理」が苗の水分保持に及ぼす影響について検討した結果、根域を制限した状態で苗への水分補給が断たれた場合

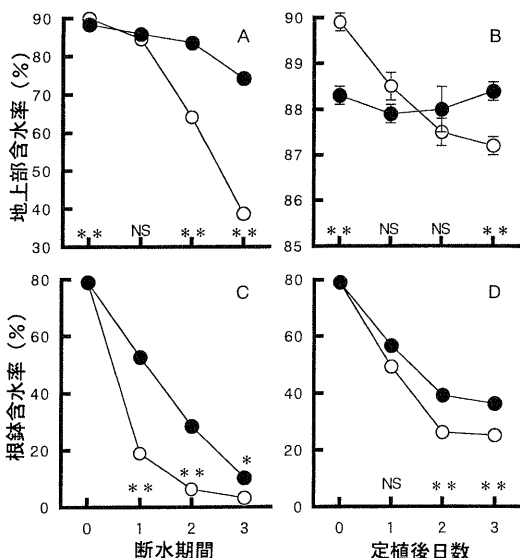


図-5 「塩締め処理」がキャベツセル成型苗の地上部(上段; A, B)と根鉢(下段; C, D)の含水率に及ぼす影響

注1) ○: 対照区, ●: 処理区, |: 標準誤差, LSDで1%(**)または5%(*)水準で有意差あり, NS: 有意差なし

注2) トレイ試験(左側; A, C): 128穴トレイに1/2の栽植密度で詰め替えて十分に灌水した後の経時的变化を調査, ポット試験(右側; B, D): 市販の園芸培養土を詰めた5号素焼き鉢に定植して十分に灌水した後の経時的变化を調査

(トレイ試験), 定植して根域制限を解除した場合(ポット試験)のいずれでも, 3日後の苗地上部の含水率および根鉢の含水率が「塩締め処理」によって高く維持された(図-5)。このことから, 「塩締め処理」は苗の水分保持能力を向上させると考えられる。なお, トレイ試験およびポット試験の開始時における地上部含水率は, 「塩締め処理」区で対照区と比較して有意に低かった(図-5 A, B)。これは, 「塩締め処理」による地上部への水ストレス付与により乾燥条件に適応しうる苗質となった結果と推察される。

「塩締め処理」によるセル成型苗の水分保持効果は, 蒸散が抑制された結果得られたものと考えられた。しかし, 蒸散は, 葉の代謝活性と密接な関係があり, 葉の蒸散の減少に伴い光合成も大幅に低下する可能性が否定できない。このため, 葉の光合成速度, 蒸散速度および気孔コンダクタンスを測定し, さらに, 水利用効率を求めた。水利用効率は植物の耐干性を評価す

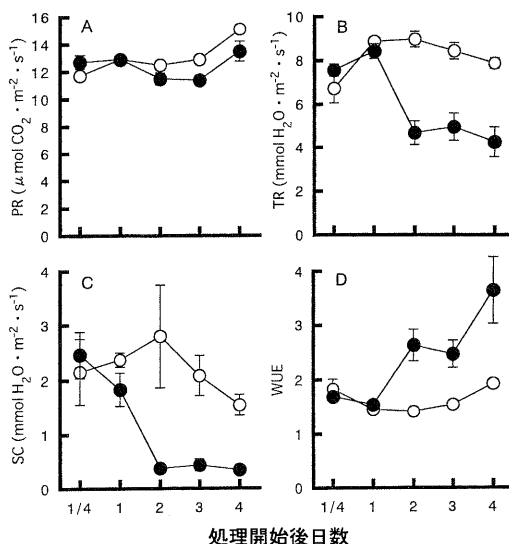


図-6 「塩締め処理」が光合成速度(PR; A), 蒸散速度(TR; B), 気孔コンダクタンス(SC; C), 水利用効率(WUE; D)に及ぼす影響

注) ○: 対照区, ●: 処理区, |: 標準誤差

る指標として、多くの場面で用いられている (Darlington ら, 1996; Iacono ら, 1998; Liu・Dickmann, 1996; Saneoka・Ogata, 1987)。まず、「塩締め処理」開始から4日間の変化を調べた結果、光合成速度は、4日間の処理でわずかな低下が認められたのに対して、蒸散速度は大きく低下し、4日間の「塩締め処理」によって水利用効率は約2倍にまで向上した (図-6)。ここで、気孔コンダクタンスが低下したにもかかわらず、光合成速度の低下は少なく、蒸散速度の低下が大きかった。このことについては、さらに詳しく検討する必要があると考えられる。

このように「塩締め処理」によって、光合成の低下を最小限に抑えながら効率よく水分の損出を抑制しうる苗の育成が可能になることが、水利用効率の観点からも明らかになった。ところで、葉面からの蒸散には、気孔からの蒸散だけでなく、クチクラ表面からの蒸散が大きく影響する。クチクラ蒸散は広葉の草本では特に大きく、全蒸散量の約30%を占めることもある (広岡ら, 1981)。乾燥条件下では、気孔が十分に閉じていても、クチクラ蒸散が多ければ苗の植え痛みがひどくなり、枯死する場合もある。このことは、多肥、多湿および寡日照条件で育苗した場合のいわゆる「徒長苗」は定植後の乾燥条件による植え痛みがひどいことなど、経験的に良く知られた事実からも推察される。このため、如何にしてクチクラ蒸散の少ない苗を育成するかが、育苗における重要なポイントとなる。

クチクラワックスは、クチクラ蒸散の抑制に重要な役割を果たしていると考えられている (Jenks・Ashworth, 1999)。ある程度の耐干性を備えた植物は、乾燥ストレスを受けることによって、葉組織内の脂質が増加し、クチクラ表

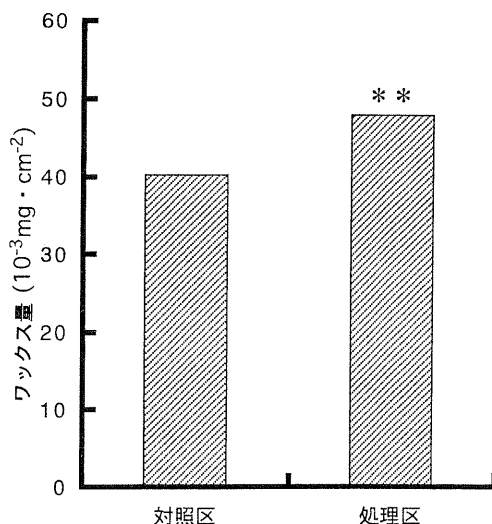


図-7 「塩締め処理」がキャベツセル成型苗の葉のクチクラワックスの量に及ぼす影響

注) **: LSDで1%水準で有意差あり

面に多くのワックスを発達させることが知られている (Saneoka・Ogata, 1987)。葉組織内の脂肪酸とクチクラワックスの間には密接な関係があり、脂肪酸がいくつかの合成経路を経ることでワックスが生成される (Post-Beittenmiller, 1996)。本実験を行う中で、「塩締め処理」によって葉身の光沢が少なくなる現象が認められた。これはクチクラワックスの発生が促されたためと考えられた。このことを実証するため、葉面積当たりのクチクラワックス量を測定した結果、「塩締め処理」によってクチクラワックス量が20%増加することを確認した (図-7)。キャベツのワックスの主成分はノナコサンであり (広岡ら, 1981)、このほかに、ノナコサノンとヘントリアコンタンが多く含まれることが知られている (Sutter, 1983)。本著者らの実験結果 (藤原ら, 2002a) も、これら3つの成分で90%以上を占めていた。Sutter (1983) は、相対湿度や光強度などの栽培環境によりクチクラワックスの成分組成が変化することを指摘しているが、本実験では「塩締め処

理」によるワックスの成分組成の変化は認められなかった。このことから、「塩締め処理」による蒸散抑制効果はクチクラワックスの量的変化が関与しているものと推察された。

6. 「塩締め処理」による交差的ストレス耐性獲得機構

ここまでは、乾燥ストレスの代わりに塩ストレスを与えることで苗の乾燥ストレス耐性を向上させることが可能であることを明らかにしてきた。そこで、乾燥ストレスと塩ストレスを比較することで、なぜ、このような交差的なストレス耐性の獲得が可能であるのかを考察したい。乾燥ストレスと塩ストレスに対して植物は、気孔の閉孔や葉面積および草丈の減少、さらにはクチクラワックスの発達 (Jenks・Ashworth, 1999) など、非常によく似た反応を示す。植物が乾燥ストレスに遭遇することで、体内でのABA含量が増加する (Munns・Sharp, 1993) が、塩ストレスに対しても同様の反応を示す (Dunlap・Binzel, 1996) ことから、塩ストレスと乾燥ストレスに対する植物の反応は、共通して体内のABA合成に始まると考えられる。ABAは、蒸散抑制、老化促進の他に環境ストレス耐性の向上作用を持つホルモンとして一般に広く知られ (高橋ら, 1999)、耐干性や耐塩性などのストレス耐性を獲得する過程で、体内の浸透圧調節で重要な働きをするポリオール類やグリシンベタインの生成を誘導すること (佐藤, 1993) や、耐寒性や耐干性向上に重要な役割を果たすと考えられている LEA タンパク質の合成を誘導すること (大江田, 1999) が知られている。

適度のABA濃度はトマト苗のストレス耐性を高めるが、過度のABA上昇は苗生育にマイナスの作用を及ぼし (Canoら, 1991)、アブラナ科

植物でも過度のABA上昇が塩害を助長する (He・Cramer, 1996)。このように、体内におけるABAの働きは、ある程度の濃度では植物の生存や生長にプラスに働き、それ以上ではマイナスに働くことから、作物固有の適正濃度が存在すると考えられる。本実験ではABA濃度を調査していないが、これまでの多くの報告を踏まえると、「塩締め処理」による交差的ストレス耐性の獲得にABAが関与している可能性は高いものと考えられる。処理後の苗の特徴や定植後の生育結果から判断して、本実験の処理内容 (濃度、回数) であれば、内生ABA濃度は過剰にならない適正濃度範囲内で維持されたものと推察される。

7. 「塩締め処理」の効果と実用性

実際の栽培では降雨や圃場利用の都合等で育苗終了後の定植が速やかに実行できず、1週間程度定植を延期することがある。「塩締め処理」は、そのような場合でも苗の萎れの心配を少なくし、灌水の回数を減らせると考えられることから、定植延期時の育苗管理作業の省力化という意味でも有効な手段となる。また、「塩締め処理」によって定植後の乾燥した圃場環境に対する苗の適応力が向上し、苗の植え傷みが少なくなり、定植してから灌水作業を行うまでの時間的制限が小さくなる等の利点があげられる。

次に、「塩締め処理」による順化効果と、これまでに知られている硝酸濃度を高める方法やワックス剤の葉面施用による方法とを比較して考察したい。まず、硝酸濃度を高める方法とNaClを施用する方法の共通点は、培地の水ポテンシャル低下に伴う地上部水ポテンシャルの低下があげられる。一方、相違点は、硝酸が植物の生育に必要な養分であるのに対し、NaClは有害な成分になりうることであろう。このこ

とは、体内への取り込まれかたの違いとなつてあらわれると考えられる。すなわち、硝酸は細胞内の原形質で代謝されるであろうし、NaClは液胞内に蓄積されるであろう。「塩締め処理」の場合、Naイオンなどが蓄積して高まった液胞内の浸透圧と原形質の浸透圧を平衡状態に保つために、体内で浸透圧調節物質が生成されることが苗の乾燥ストレス耐性をさらに高めている可能性がある。次に、ワックス剤の葉面施用による方法とNaClを施用する方法の比較では、両者の共通点としてクチクラ上のワックスの被覆効果によるクチクラ蒸散の抑制があげられる。一方、相違点は、ワックス剤施用では、「塩締め処理」と異なり、気孔も被覆してしまうことである。このため、ワックス剤施用では、蒸散が過度に抑制されることにより葉温が上昇し過ぎる可能性がある。「塩締め処理」の場合は、気孔が被覆されないだけでなく、空気中の湿度に対して気孔の開閉が敏感になることを確かめており（藤原ら、1998a）、乾燥の程度に臨機応変に対応しているように思われる。

以上より、キャベツのセル成型育苗における培養土の水ポテンシャルを安定した状態で低く維持する方法として、「塩締め処理」が有効な技術になるものと考えられる。「塩締め処理」の効果として、茎葉の水ポテンシャルを低く保つことで、灌水量の調節は不要となり、培土が飽和状態になる程度まで十分に灌水しても、苗の草丈伸長を抑制することができること、クチクラワックスの生成が促進され、クチクラ蒸散が抑制される結果、葉の水利用効率が向上し、乾燥環境への適応性が向上すること等が挙げられる。また、収量への影響も認められなかったことから、実用面でも、生産の安定化の視点から、

有効な育苗管理技術になりうると考えられる。

8. おわりに

本誌の内容は、園芸学会雑誌第71巻6号で「NaCl施用によるキャベツセル成型苗の徒長抑制・順化効果」として、すでに発表している。また、「塩締め処理」に関してはこの他に園芸学研究第1巻3号で「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」、園芸学研究第2巻1号で「NaCl施用によるキャベツセル成型苗の根鉢水分の均一化」として、以上合わせて「塩締め順化法3部作」としてすでに学会誌で公表している。本原稿に興味を持たれさらに詳しく知りたい方はこれらの文献を参照されたい。

引用文献

- Cano, E. A., M. C. Bolarin, F. Perez-alfocea and M. Caro. 1991. Effect of NaCl priming on increased salt tolerance in tomato. *J. Hort. Sci.* 66: 621-628.
- Darlington, A., K. Vishnevetskaia and T. J. Blake. 1996. Growth enhancement and anti-transpirant activity following seed treatment with a derivative of 5-hydroxybenzimidazole (Ambiol) in four drought-stressed agricultural species. *Physiol. Plant.* 97: 217-222.
- Dunlap, J. R. and M. L. Binzel. 1996. NaCl reduces indole-3-acetic acid levels in the roots of tomato plants independent of stress-induced abscisic acid. *Plant Physiol.* 112: 379-384.
- 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・佐藤文生. 1998a. 育苗後期の「塩締め処理」によるキャベツセル成型苗の生育抑制と乾燥耐性の付与. 園学雑. 67(別2): 290.
- 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. 2002b. 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. 1998b. 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. 1998c. 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.
- Garcia, A. L., V. Fuentes and J. Gallego. 1996. Influence of nitrogen supply on osmoregulation in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) plants under moderate water stress. *Plant Sci.* 115: 33-38.
- Garcia, A. L., V. Fuentes and N. Nicolas. 2000. Interactive effect of nitrogen and long-term moderate water stress on water relations in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) plants. *J. Plant Physiol.* 156: 563-566.
- Gu, S., L. H. Fuchigami, S. H. Guak and C. Shin. 1996. Effects of short-term water-stress, hydrophilic polymer amendment, and antitranspirant on stomatal status, transpiration, water loss, and growth in 'Better Boy' tomato plants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121: 831-837.
- Gu, S., L. H. Fuchigami, L. Cheng, S. H. Guak and C. Shin. 1998. Effects of anti-transpirant and leaching on medium solution osmotic potential, leaf stomatal status, transpiration, abscisic acid content and plant growth in 'Early Girl' tomato plants (*Lycopersicon esculentum*). *J. Hort. Sci. Biotech.* 73: 473-477.
- He, T. and G. R. Cramer. 1996. Abscisic acid concentrations are correlated with leaf area reductions in two salt-stressed rapid-cycling Brassica species. *Plant and Soil* 179: 25-53.
- 広岡芳年・佐藤仁彦・諏訪内正名. 1981. 植物種における葉面ろう物質中炭化水素の炭素数の変化. 生環調. 19: 1-7.
- Iacono, F., A. Buccella and E. peterlunger. 1998. Water stress and rootstock influence on leaf gass exchange of grafted and ungrafted grapevines. *Scientia Hort.* 75: 27-39.
- 石内傳治・中村 浩. 1985. 野菜の耐塩性の検定. 九州農研. 47:216.
- Jenks, M. A. and E. N. Ashworth. 1999. Plant epicuticular waxes: function, production, and genetics. *Horticultural Rev.* 23: 1-68.
- 小寺孝治. 1996. セル成型苗生産の基本と実際. p. 120-130. 農業技術体系. 野菜編7. 農文協. 東京.
- Liu, Z. and D. I. Dickmann. 1996. Effects of water and nitrogen interaction on net

- photosynthesis, stomatal conductance, and water-use efficiency in two hybrid poplar clones. *Physiol. Plant.* 97: 507-512.
- Munns, R. and R. E. Sharp. 1993. Involvement of abscisic acid in controlling plant growth in soils of low water potential. *Aust. J. Plant Physiol.* 20: 425-437.
- Nukaya, A., M. Masui and A. Ishida. 1980a. Salt tolerance of muskmelons growth in different salinity soils. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 48: 468-474.
- Nukaya, A., M. Masui and A. Ishida. 1980b. Salt tolerance of muskmelons in sand and nutrient solution cultures. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 49: 93-101.
- Nukaya, A., M. Masui and A. Ishida. 1980c. Salt tolerance of muskmelons growth in different media. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 49: 354-360.
- Nukaya, A., M. Masui and A. Ishida. 1982a. Salt tolerance of green soybeans as affected by various salinities in sand culture. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 50: 487-496.
- Nukaya, A., M. Masui and A. Ishida. 1982b. Salt tolerance of green soybeans as affected by various salinities in soil culture. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 51: 62-69.
- Nukaya, A., M. Masui and A. Ishida. 1983a. Salt tolerance of muskmelons as affected by various salinities in sand culture. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 51: 427-434.
- Nukaya, A., M. Masui and A. Ishida. 1983b. Salt tolerance of muskmelons as affected by various salinities in nutrient solution culture. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 52: 167-173.
- Nukaya, A., M. Masui and A. Ishida. 1984a. Salt tolerance of muskmelons as affected by various salinities in soil culture. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 52: 420-428.
- Nukaya, A., M. Masui and A. Ishida. 1984b. Salt tolerance of muskmelons as affected by diluted sea water applied at different growth stages in nutrient solution culture. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 53: 168-175.
- 大江田憲治. 1999. 水分ストレスとLEAタンパク質. p. 81-85. 渡邊 昭・篠崎一雄・寺島一郎監修. 植物の環境応答. 生存戦略とその分子機構. 秀潤社. 東京.
- 大沢孝也. 1965. 蔬菜の耐塩性に関する研究, とくに無 機栄養に関して. 大阪府大紀要, 農学・生物学. 16: 13-57.
- Pardossi, A., G. Bagnoli, F. Malorgio, C. A. Campiotti and F. Tognoni. 1999. NaCl effects on celery (*Apium graveolens* L.) grown in NFT. *Scientia Hort.* 81: 229-242.
- Petersen, K. K., J. Willumsen and K. Kaack. 1998. Composition and taste of tomatoes as affected by increased salinity and different salinity sources. *J. Hort. Sci. Biotech.* 73: 205-215.
- Post-Beittenmiller, D. 1996. Biochemistry and molecular biology of wax production in plants. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 47: 405-430.
- Saneoka, H. and S. Ogata. 1987. Relationship between water use efficiency and cuticular

wax deposition in warm season forage crops grown under water deficit conditions.

Soil Sci. Plant Nutr. 33: 439-448.

佐藤文彦. 1993. 耐塩性植物の分子育種. 植物細胞工学. 5: 439-445.

Shannon, M. C. and C. M. Grieve. 1999. Tolerance of vegetable crops to salinity. Scientia Hort. 78: 5-38.

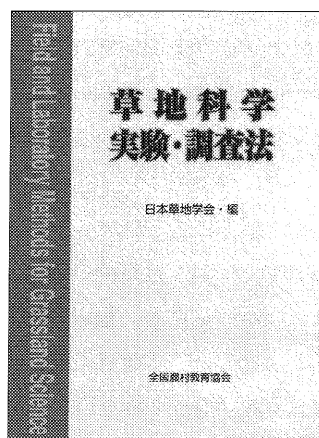
Sutter, E. 1983. Chemical composition of epicuticular wax in cabbage plants grown in vitro. Can. J. Bot. 62: 74-77.

高橋久光・増岡彩子・李 玲子. 1999. アブジン酸, プラシノステロイド, およびジャスモン酸の種子発芽に対する実用効果と作用性について. 植物の化学調節. 34: 97-105.

草地科学実験・調査法

新刊

A4判 611ページ
定価 (本体7,000円+税)



「草地」に関わるさまざまな実験・調査法を横断的かつ体系的に集大成した大部。本書では、牧草等の実験・調査法にとどまらず、飼料、家畜、土壌、気象、統計法など草地全般にわたる手法の実際を解説する。さらに近年の機器やソフトウェアの進展に伴い、大きく進化している実験・調査法のすべてを取り込むことにより、研究の基礎から応用まで幅広い分野を網羅。

【目次】

1. 草本類の分子・細胞に関する実験法
2. 草本類の形態・構造に関する調査法
3. 草本類の生理・生態に関する調査法
4. 草本類の栽培に関する調査法
5. 草本類の環境ストレスに関する調査法
6. 草本類の遺伝・育種に関する調査法
7. 草本類の共生微生物に関する調査法
8. 草本類の病虫害に関する調査法
9. 草地植生の組成と構造に関する調査法
10. 植物の競争に関する調査法
11. 草地の埋土種子、糞中種子および草地への侵入種子に関する調査法
12. 粗飼料の収穫、調製、貯蔵および給与に関する調査法
13. 粗飼料の飼料価値に関する調査法
14. 家畜に関する実験・調査法
15. その他の動物に関する調査法
16. 地形・地質に関する調査法
17. 土壌の理化学的性質に関する調査法
18. 土壌生物に関する調査法
19. 土壌有機物および家畜排泄物に関する調査法
20. 気象・気候に関する調査法
21. 草地施設・機械に関する調査法
22. 社会経済学的調査法
23. 草地におけるエネルギー・物質動態のモニタリングと評価に関する調査法
24. 施設における物質動態のモニタリングと評価に関する調査法
25. リモートセンシングおよびGIS
26. 景観などの評価に関する調査法
27. 実験計画法と統計解析
28. モデリングとシミュレーション

全国農村教育協会 ホームページ <http://www.zennokyo.co.jp>

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6

電話 (本社) 03-3833-1821 (出版部) 03-3839-9160 FAX 03-3833-1665

新刊

拮抗微生物による作物病害の生物防除

—我が国における研究事例・実用化事例—

百町 満朗/監修 B5判 243ページ 定価 5,000円+税

全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6
TEL. 03-3833-1821 FAX. 03-3833-1665