

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

藤原隆広^{1*}・吉岡 宏²・熊倉裕史¹・佐藤文生²・井上昭司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 Conditions on the Quality of Cabbage Plug Seedlings

Takahiro Fujiwara^{1*}, Hiroshi Yoshioka², Hiroshi Kumakura¹, Fumio Sato² and Shoji Inoue¹¹ National Agricultural Research Center for Western Region, Department of Vegetable Science, Ayabe, Kyoto 623-0035² National Institute of Vegetable and Tea Science, Ano, Mie 514-2392

Summary

We investigated the effects of NaCl treatment (NaCl concentration; 0.0%–2.4%, treatment frequency; once or five times, and starting time of treatment; 2.5 or 3.5 leaves stage) to suppress succulent growth and acclimation of cabbage plug seedlings on seedling quality. 1) NaCl density to control shoot length to about 80% of control (0%) plot were 1.6% in a single treatment (ST), and 0.4% in five times treatment (FT). 2) Dry matter ratio increased in FT. 3) Na content of the seedlings increased by higher concentration of NaCl treatment. 4) The growth of seedlings after transplanting was not significant among these NaCl treatments. 5) Plug seedlings were exposed to discontinuous watering to evaluate its drought resistance at the transplanting stage. The survival rate of seedlings was greatly improved by NaCl treatment, and the effect was greater after ST than after FT.

These results show that five times 0.4% NaCl treatments are suitable to decrease the shoot length by 20%. Similar effects to improve seedling quality would be obtained by 1.6% NaCl if a single treatment is required.

キーワード：キャベツ, NaCl, セル成型苗, 耐干性, 徒長

緒 言

セル成型苗の普及によって、キャベツの全自動機械移植が可能になり、定植作業の省力化が進んだ。ただし、全自動移植機を用いた定植では、苗が大きくなると移植精度が低下することが知られており(藤原ら, 1999), いかにもコンパクトな草姿の苗を育苗できるかが重要なポイントとなる。著者ら(藤原ら, 2002)は、育苗後期に液肥を用いて追肥を兼ねた灌水を行い、その液肥にNaClを添加することにより、灌水量を制限せずに適度の水ストレスを与えることが可能であることを示した。さらに、この手法により苗の過繁茂抑制と耐干性向上効果が得られることを明らかにし、これを“塩締め順化法”と名付けた。本研究では、生産現場への普及を考慮し、NaClの効率的な施用方法について検討した。

材料および方法

キャベツ‘松波’を市販の培養土(ヤンマー野菜用土)を

詰めた128穴セルトレイに播種した。育苗は、野菜・茶業試験場内のガラス室で行った。播種後約2週間目からは、園試処方標準培養液の1/5濃度液(以下、液肥と表記する)を用いて灌水した。試験区として、NaCl処理の開始時期を2.5葉期および3.5葉期の2段階とし、それぞれに対し処理回数と処理濃度の異なる区を設けた。濃度および回数試験区としては育苗終了日の5日前に1回だけ0.8%, 1.6%, 2.4%の濃度でNaCl処理を行う1回処理区、および育苗終了前の5日間毎日1回の計5回にわたり0.4%, 0.8%, 1.2%の濃度でNaCl処理を行う5回処理区を設けた。NaCl処理は、液肥にNaClをそれぞれの濃度となるように添加し、1回の処理につき数分間底面給水した。対照区(0%区)では、液肥のみを底面給水した。2.5葉期に処理を開始する区は2000年1月14日播種、2月14日までの育苗とし、3.5葉期に処理を開始する区は2000年2月7日播種、3月14日までの育苗とした。ただし、NaCl処理は、人工気象室(明期/暗期の日長12 hr/12 hr, 気温25℃/20℃, PPFD 360 μmolに設定)で行った。

実験1. NaClの施用条件が苗の生育に及ぼす影響

育苗終了後の苗について、草丈、葉面積、地上部乾物

2002年3月1日 受付. 2002年6月4日 受理.

*Corresponding author.

第1表 NaClの施用条件がキャベツセル成型苗の生育に及ぼす影響

生育ステージ	施用条件		草丈 (mm)	葉面積 (cm ²)	地上部乾物重 (mg)	地下部乾物重 (mg)	T/R比	乾物率 (%)
	回数	濃度 (%)						
2.5葉期	1回	0	141 (100) ^z _a	30 (100) ^y _a	148 (100) _a	18 (100) _a	8.4 _a	7.7 _a
		0.8	132 (94) _b	26 (87) _b	122 (82) _b	16 (89) _a	7.7 _a	7.7 _a
		1.6	116 (82) _c	22 (73) _c	111 (75) _b	15 (83) _a	7.3 _a	8.2 _a
		2.4	106 (76) _d	21 (70) _c	111 (75) _b	15 (83) _a	7.5 _a	8.5 _a
	5回	0.0	141 (100) _a	30 (100) _a	148 (100) _a	18 (100) _a	8.4 _a	7.7 _d
		0.4	114 (81) _b	23 (77) _b	128 (86) _b	17 (94) _a	7.6 _{ab}	9.6 _c
		0.8	91 (65) _c	17 (57) _c	106 (72) _c	15 (83) _{ab}	7.1 _b	11.2 _b
		1.2	86 (61) _d	14 (47) _d	93 (63) _c	13 (72) _b	7.1 _b	13.1 _a
	1回	0	177 (100) _a	53 (100) _a	281 (100) _a	43 (100) _a	6.6 _{bc}	9.3 _a
		0.8	162 (92) _b	46 (87) _b	227 (81) _b	31 (72) _b	7.4 _a	9.0 _a
		1.6	149 (84) _c	43 (81) _b	219 (78) _{bc}	33 (77) _b	6.7 _{ab}	9.7 _a
		2.4	147 (83) _c	42 (79) _b	201 (72) _c	34 (79) _b	6.0 _c	9.5 _a
3.5葉期	5回	0	177 (100) _a	53 (100) _a	281 (100) _a	43 (100) _a	6.6 _a	9.3 _c
		0.4	142 (80) _b	43 (81) _b	242 (86) _b	36 (84) _{ab}	6.7 _a	11.3 _b
		0.8	133 (75) _c	35 (66) _c	203 (72) _c	33 (77) _b	6.1 _a	12.0 _b
		1.2	136 (77) _{bc}	34 (64) _c	193 (69) _c	33 (77) _b	5.9 _a	13.3 _a

^z括弧内の数字は0%濃度区を100としたときの指数を示す^y同一縦行内の異なる英文字はTukeyの多重検定により5%水準で有意差あり

重, 地下部乾物重, 地上部乾物率および T/R 比を調査した. 調査個体数は, 1区2株5反復とした.

実験2. NaClの施用条件が苗のNa含有率に及ぼす影響

育苗終了後の苗地上部のNa含有率を測定した. 通風乾燥後, 粉碎した試料, 約200mgを試験管に採取し, 特級硝酸(H₂NO₃)5mgを加えた後, アルミブロックヒーター(Yamato HF61)を用いて徐々に200℃まで加熱した. 分解促進剤として過酸化水素(H₂O₂)を用いた. 次に, 分解後の試料を50mlに定容し, ろ過した後ICP発光分析装置(島津ICP-1000IV)を用いてNa含有率を求めた. 調査個体数は1区2株5反復とした.

実験3. NaClの施用条件が定植後の苗の生育に及ぼす影響

育苗終了後の苗を, 市販の培養土(クレハ園芸培土)を詰めた3号プラスチック鉢に定植した. 定植時と1週間後の地上部乾物重を測定し, 相対生長率(RGR)を求めた. 調査個体数は, 1区8株とした.

実験4. NaClの施用条件が断水処理後の苗の生存率に及ぼす影響

3.5葉期から処理した, 2000年2月7日播種苗について, 育苗終了後底面給水により十分に灌水した後, 2日間灌水を中止した. 3日目から灌水を開始し5日目に苗の生存率を調査した. 調査個体数は1区30株とした.

結 果

実験1. NaClの施用条件が苗の生育に及ぼす影響

NaCl処理における処理回数と処理濃度が苗の生育に及ぼす影響を調べた結果, 草丈, 葉面積は, 処理濃度が高いほど抑制され, 1回処理よりも5回処理における抑制効果が高かった. また, 処理開始時期は3.5葉期よりも2.5葉期とした方が処理効果が高くなった(第1表). 一方, 地下部乾物重は, 地上部乾物重と比べてNaCl処理による減少の程度が小さく, そのため, T/R比が減少する傾向が

あった. NaCl処理による乾物率への影響は, 1回処理では認められず, 5回処理では処理濃度が高いほど乾物率が高くなる傾向が認められた. 1回処理1.6%濃度区と5回処理0.4%濃度区に注目すると, 0.4%濃度で5回処理した場合の方が, 地上部および地下部の乾物重の減少が小さく, 乾物率は高くなった.

実験2. NaClの施用条件が苗のNa含有率に及ぼす影響

苗のNa濃度は, 1回処理よりも5回処理で高く, 3.5葉期の処理よりも2.5葉期に処理した方が高くなった(第1図). また, 処理濃度が高いほど苗のNa濃度も高くなった. 2.5葉期からNaCl処理を開始した5回処理1.2%濃度区では対照区の10倍以上の値となった.

実験3. NaClの施用条件が定植後の苗の生育に及ぼす影響

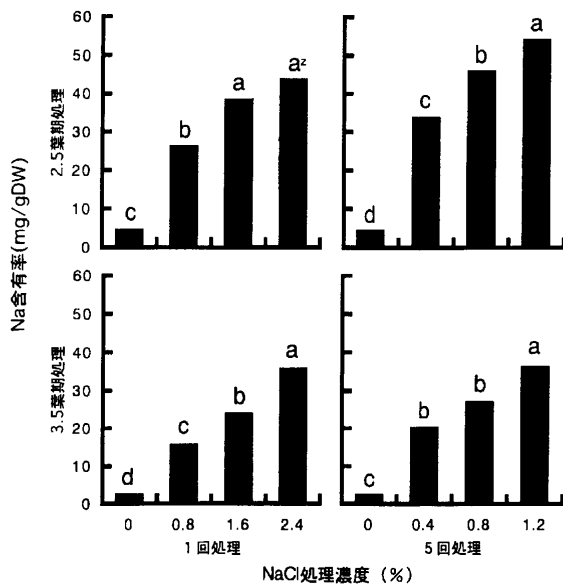
苗の定植後の生育を相対生長率で評価した結果, 2.5葉期からNaCl処理を開始した5回処理1.2%濃度区のみで対照区より有意に劣ったが, それ以外の処理区では, 処理濃度による影響は認められなかった(第2図).

実験4. NaClの処理条件が断水処理後の苗の生存率に及ぼす影響

対照区(0%区)では全ての株が枯死したのに対して, 1回処理1.6%濃度区と5回処理0.4%濃度区では50%程度の生存率が認められ, 処理濃度が高くなるほど生存率は高まった(第3図).

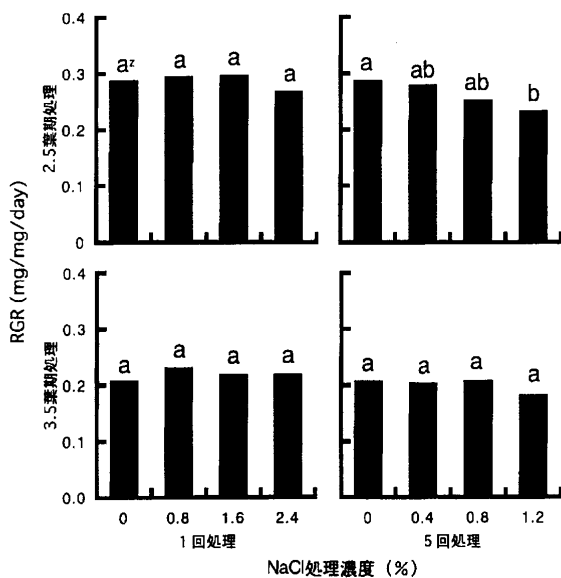
考 察

キャベツセル成型苗の育苗においては, 根鉢の十分な形成が機械移植を行う上で重要であるが, 本実験では育苗期間中のNaCl処理によって根量の増加が抑制された. したがって, NaCl処理の開始時期は基本的に根鉢の形成が十分な状態になってからとすることが望ましい. 本実験ではNaCl処理開始期を育苗終了の5日前に設定したが, 今回の処理区ではいずれも根鉢形成が不十分なもの



第1図 NaClの施用条件がキャベツセル成型苗のNa含有率に及ぼす影響

²異なる英文字間に Tukey の多重検定により 5% 水準の有意差あり

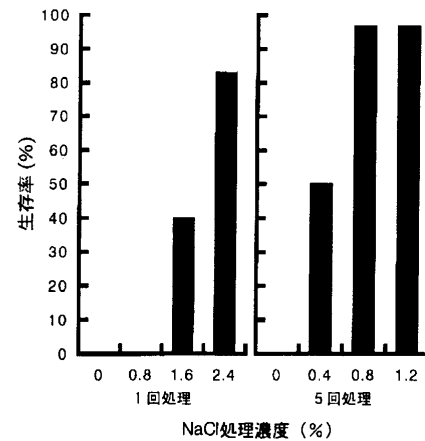


第2図 NaClの施用条件がキャベツセル成型苗の定植後の相対成長率(RGR)に及ぼす影響

²異なる英文字間に Tukey の多重検定により 5% 水準の有意差あり

はなかった。一方、根鉢が過度に形成され、いわゆる‘根巻き’程度が大きくなる場合、定植後の根系発達に好ましくない影響を及ぼすと考えられている(吉岡ら, 1998)。本実験のように根鉢が適度に形成された時点で NaCl 処理を行った場合には、過度の根巻きを防止する効果があるものと考えられる。Dunlap・Binzel (1996)は、根の生育を促進する働きを示す IAA の濃度が NaCl 処理によって低下することを報告している。

Na の植物体内への取り込みと耐塩性について、Rush と Epstein (1976)は耐塩性トマトと感受性トマトを用いた



第3図 NaClの施用条件が断水処理後のキャベツセル成型苗の生存率に及ぼす影響

実験を行い、耐塩性トマトは Na を体内に取り込みやすいのに対して、感受性トマトでは取り込みにくいことを報告している。キャベツは比較的耐塩性の強い野菜に属し、ある程度 (NaCl 1000~2000 ppm) の Na 施与は生育促進効果があることを大沢 (1965) は指摘しており、同様に Harmer・Benne (1945) も Na 施用による生育促進効果を認めている。杉山ら (1981) は、葉中 K 濃度が最低必須濃度を上回るときは K 施用の効果が体内の K と Na の和で評価できるという Gammon (1953) の考えを支持する結果を得ている。このように、Na はキャベツの生育に多少ともプラスの効果をもたらすと考えられる報告も散見され、キャベツにとって NaCl は比較的害の少ない物質であると考えられる。なお、本研究では、Cl 含有率を調査していないが、大沢 (1965) は NaCl 処理に対するキャベツの Cl 含有率は Na 含有率よりも少ないことを報告している。

本実験では、大沢 (1965) の指摘している生育促進濃度よりも高い処理濃度で実験を行ったため、生育の促進効果は認められなかった。しかし、セル成型育苗における育苗後期の急激な苗の生長は、苗の過繁茂状態を招き、キャベツの機械定植を困難なものにすることから、生育調節剤を用いた苗生育の制御(竹川・大西, 1996)が行われているのが現状である。このことからすると、むしろ本実験で用いた 0.4% 濃度・5 回処理や 1.6% 濃度・1 回処理は、栽培管理上有益な結果をもたらすものと考えられる。

NaCl 処理による定植後の生育に遜色が無いことから判断して、5 日前の 1 回処理では、2.4% 程度まで、5 日間にわたる 5 回処理では 0.8% 程度までが実用可能な処理濃度であると思われる。ただし、実際の場面を想定すると、全自動移植機を用いた機械定植では、苗の形態的・物理的性状が移植精度に影響し(藤原ら, 1999)、苗が 10 cm 未満(私信)と小さすぎる場合は、植え付け深さの許容範囲が制限され、浅植えや深植えの状態が生じやすくなる。根鉢が地表面に露出した浅植え状態では、根鉢の含水率が低下し(藤原ら, 1998)、収量が減少する(森山

ら, 2000; 弓野ら, 1996). また, 小西ら(2001)は, 10 cm未満と想定される小苗を用いて栽培試験を行い, わずか2 cm程度の深植えであっても, 湿害などにより収量が低下することを指摘している. したがって, 草丈が過度に抑制されることは機械移植の点で不適當であり, 11 cm程度の草丈は必要であると考えられる. このことを本研究の実験結果に当てはめて考察すると, 対照苗の80%程度が一つの目安になると考えられ, NaClの施用条件は, 1.6%濃度で1回処理または0.4%濃度で5回処理が適當であると考えられた. なお, 乾物率の調査結果を加えて判断すると, 苗質的には0.4%濃度で5日間処理する方法が優れるものと思われる.

NaCl処理の開始時期について, 3.5葉期よりも2.5葉期に処理した方が, 処理効果が高く, 通常は2.5葉期に処理開始の目安にしてよいと考えられた. ただし, 3.5葉期の処理でも, 草丈を15 cm以下に抑制することができたことから, 予定通りに定植できないような場合の応急的な処理においても十分な効果が得られると考えられる.

実験4の断水処理後の生存率は, 苗の耐干性を反映したものと考えられ, 本実験の結果からは, 0.4%濃度5回処理区と1.6%濃度1回処理区では, ほぼ同等の耐干性が誘導されたものと推察される.

本研究で検討したNaClの処理方法を実際の苗生産場面に当てはめて考えた場合, 灌水の自動化が可能なエブ & フロー装置を利用した育苗(Thomas, 1993; 藤原ら, 2001)では, 処理回数は考慮する必要がなく, 低濃度で処理することが廃液処理の面から重要と考えられる. また, 手灌水を行うような小規模育苗の場面では, 省力化の面から, 処理回数が少ないことが重要であり, 定植日の5日前に1.6%濃度で1回だけ処理する方法が有効と考えられる.

以上, 本研究では, 実際の生産場面での実用性を考慮し, “塩締め順化法”における効果的なNaCl処理条件を明らかにした. 本技術を用いることで, 苗の徒長抑制効果により機械定植時の作業効率が向上し, また, 耐干性の向上により圃場環境が乾燥しやすい作型でも安定した活着が得られるものと考えられる.

摘 要

キャベツセル成型苗の育苗後期に, 徒長抑制と順化を目的にNaCl処理を行う場合の処理濃度, 処理開始時期および処理回数が苗質に及ぼす影響を調査した.

1) NaCl濃度が高くなるほど, 生育抑制効果は高く, NaCl濃度を1回処理で1.6%, 5回処理で0.4%とすることで, 草丈を対照区の80%程度に抑制することができた. 2) 5回処理区では, NaCl処理によって地上部の乾物率が高くなった. 3) NaCl処理濃度が高くなるほど苗体内のNa含有率は増加した. 4) NaCl処理による定植後の生育への影響は小さかった. 5) 苗の耐干性を評価するために

断水処理を行った結果, 苗の生存率は, NaCl処理によって大きく向上し, 1回処理よりも5回処理で高かった.

以上の結果, 草丈20%減少を目的にNaCl処理を行う場合, 液肥へのNaCl添加量は0.4%が好ましく, 処理回数を1回とする場合は1.6%程度の濃度とすることで, 0.4%を5回行った場合に準ずる苗質改善効果が得られることが明らかとなった.

引用文献

- Dunlap, J. R. and M. L. Binzel. 1996. NaCl reduces indol-3-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・吉岡 宏・佐藤文生. 2002. 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: 印刷中.
- 藤原隆広・吉岡 宏・佐藤文生. 1999. キャベツセル成型苗の形態的・物理的性状が全自動移植機による機械定植適応性に及ぼす影響. *農作業研究*. 34: 77-84.
- 藤原隆広・吉岡 宏・佐藤文生. 2001. エブ & フロー灌水和培養液への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・四方 久・佐藤文生. 1998. 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生に及ぼす影響. *園学雑*. 67: 767-772.
- Gammon, N., Jr. 1953. Sodium and potassium requirements of pangola and other pasture grasses. *Soil Sci.* 76: 81-90.
- Harmer, P. M. and E. J. Benne. 1945. Sodium as a crop nutrient. *Soil Sci.* 60: 137-148.
- 小西信幸・田中一久・磯崎真英・戸谷 孝. 2001. 野菜の機械移植に伴う栽培管理技術の確立. *三重農技セ研報*. 28: 1-13.
- 森山友幸・姫野修一・井手 治. 2000. キャベツの機械移植栽培における土壌および移植条件が生育, 収量に及ぼす影響. *福岡農総試研報*. 19: 45-48.
- 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. *大阪府立大学紀要, 農学・生物学*. 16: 13-57.
- Rush, D. W. and E. Epstein. 1976. Genotypic responses to salinity. *Plant Physiol.* 57: 162-166.
- 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.
- 竹川昌宏・大西忠男. 1996. キャベツセル成型苗の徒長防止のための生育調節剤利用. *兵庫農技研報(農業)*. 44: 35-38.
- Thomas, B. M. 1993. Overview of the seedling, incorporated, transplant industry operation. *HortTechnology*. 3: 406-

408.

吉岡 宏・河邊知哉・藤原隆広・佐藤文生. 1998. キャベツセル成型苗の定植後の根系発達について. 園学雑. 67:

459-461.

弓野 功・木野内和夫・間谷敏邦. 1996. 野菜移植機の利用技術に関する研究. 茨城農総セ農研報. 3: 55-78.