レタス育苗時のセル容量が定植前後における生育、 糖濃度および根の呼吸に及ぼす影響

小田雅行*・高戸淳二**・池田英男・古川 一

大阪府立大学大学院農学生命科学研究科 599-8531 堺市学園町1-1

Effects of Cell Volume at Raising Lettuce Plugs on Growth, Sugar Concentrations and Root Respiration immediately before and after Planting

Masayuki Oda*, Junji Takato**, Hideo Ikeda and Hajime Furukawa

Graduate School of Agriculture and Biological Science, Osaka Prefecture University,

Sakai, Osaka 599-8531

Summary

Lettuce seedlings were grown in 3.8, 8.2 or 45mL cell trays with sufficient spacing, and were planted 24 days after sowing. The growth of shoots and roots was retarded from 19 and 24 days after sowing at a cell volume of 3.8 and 8.2mL, respectively. The growth retardation was greater in roots than shoots, without planting. The shoot (S), root (R) and total (T) relative growth rates (RGR) after planting were highest at 3.8mL. All RGR increased with decreasing cell volume. RRGR was larger than SRGR, and increased markedly with decreasing cell volume. Reducing and non-reducing sugar concentrations at planting increased with decreasing cell volume. Root respiration declined with decreasing cell volume. After planting, the respiration recovered more rapidly in smaller cells. It is suggested that reduction in cell volume retards the growth of lettuce plugs, but this does not affect rooting after planting.

キーワード *Lactuca sativa* L., 酸素吸収速度, セル成型苗, 相対生長率, 糖

緒 言

セル苗(セル成型苗)は、定植適期を過ぎると生育抑制と活着不良を起こしやすい。これは、セル容量が小さくて根域制限や養水分ストレスを受けやすいこと、セルが連続しているので相互遮蔽による光合成速度の低下を回避できないことなどに起因すると考えられる。

これらの要因のうち、相互遮蔽による光合成速度の低下は、補光や炭酸ガス施用(Tremblay・Gosselin, 1998),あるいはスペーシングによって回避することができる。しかし、セル容量が小さくなると、根域制限と養水分ストレスの影響が顕在化し、通常の管理法ではそれらの影響を回避することが困難になる。また、両者の影響を分離することは難かしく、慣行的な育苗管理ではともに生育抑制となって現れる。

特にセル苗は、育苗後期に生育抑制を受けやすいばかりでなく、定植の準備が遅れるなどして定植適期を過ぎると、定植後の活着が不良となって、本圃での栽培上の

大きな問題となる可能性がある。ところが、セル苗の定植前後における生育や生理を調べた研究は少ない。

そこで、本研究では、レタスを材料にして、セル育苗中および定植後の生育、定植時の糖濃度およびその後の根の呼吸速度を調べ、セル容量が小さい場合の生育反応を明らかにするとともに、定植後の活着に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

共通事項

本実験では、レタス(*Lactuca sativa* L. 'オンタリオ', サカタのタネ)を供試した。セル容量は、3.8 mL(トレイのセル数 512), 8.2 mL(同 288)および 45 mL(同 72)とし、生育後期ほど個体間隔を広げて相互遮蔽の影響を受けないようにした。育苗用のセルトレイおよび定植用の育苗箱(38×47 cm×深さ 14 cm)は、パーミキュライトを詰めてハウス内に置いた。セルトレイは、端を1/2濃度の大塚ハウス肥料A処方培養液(9.3N, 2.5P, 4.3K, 4.1Ca, 1.5Mg me L⁻¹)に浸した不織布(3 mm厚の2枚重ね)の上に置いて底面給水した。不織布と培養液面の差は3~5 cmとし、3~4日ごとにセルトレイの底を乾かし

2001年7月10日 受付. 2001年11月1日 受理.

*Corresponding author.

**現在 日本生活協同組合連合会

第1図 レタスの茎葉(左)および根(右)乾物重に及ぼすセル容量と定植の有無の影響
矢印は定植日(9月6日), 誤差線は標準誤差(n=10)を表す

て根かセルから出るのを防いだ。育苗中にしおれは認められなかった。定植後の育苗箱には育苗時に用いたのと同じ培養液を灌水施肥した。

実験 1. 定植前後の生育に及ぼすセル容量の影響

1999年9月6日に播種して育苗し, 9月30日(播種後24日)にセルのまま育てる区と育苗箱に十分な間隔で定植する区に分けた。各区とも10個体の苗の茎葉および根乾物重を播種後14日から33日まで測定した。これらの測定値を基に, 定植後9日間の茎葉, 根および個体の相対生長率(RGR)を算出した。

実験 2. 定植時の糖濃度と定植後の根の酸素吸収速度に及ぼすセル容量の影響

1999年9月28日に播種し, 10月21日(播種後23日)に定植した。セル容量は実験1と同様であった。定植時に個体の還元糖および非還元糖濃度を測定した。分析試料は, 生体重に対して10倍量の80%熱エタノールに30分間浸漬して磨砕し, 上澄み液を濃縮後, ソモギ・ネルソン法により還元糖を測定した。非還元糖は塩酸で加水分解した後, 同法で測定した。

根の酸素吸収速度は, 定植後5日および10日に, 各区とも3個体について測定した。切り取った根全体を25℃の酸素飽和水で満たした広口ビンに入れ, 酸素電極を貫通させたゴム栓で密閉した。根と水を回転子で攪拌しながら, 溶存酸素濃度の経時変化を記録した。一定時間における溶存酸素濃度の低下, 根量および水量から根の酸素吸収速度を算出した。

第2図 レタス定植後の相対生長率に及ぼすセル容量の影響
9月6日に播種して24日間育苗し, 定植後9日間の個体(□), 葉茎(▨)および根(■)の相対生長率

第3図 レタス定植時の糖濃度に及ぼすセル容量の影響
誤差線は標準誤差(n=5)を表す

結 果

実験 1 定植前後の生育に及ぼすセル容量の影響

レタスのセル育苗で実用化されているセル容量 8.2 mL (288穴セルトレイ)では、播種後 19日に定植適期である 2.5葉期に達し、播種後 33日には 4.5葉となった。茎葉、根ともに、セル容量 3.8 mLでは播種後 19日、同 8.2 mLでは播種後 24日(定植日)に生育抑制が認められた(第1図)。播種後 24日では、セル容量 45 mLの茎葉および根の乾物重が最も大きかったが、いずれのセル容量でも、定植しないでセル育苗を続けると、その後の乾物重の増加は小さくなった。セル容量が小さい場合の生育抑制は、茎葉よりも根で大きく現れた。

定植後の個体相対生長率(TRGR)、茎葉相対生長率(SRGR)および根相対生長率(RRGR)は、いずれもセル容量 3.8 mLが最も高く、同 45 mLは最も低かった(第2図)。RRGRはSRGRよりも高く、特にセル容量が小さいほど顕著に高くなった。

実験 2 定植時の糖濃度と定植後の根の酸素吸収速度に及ぼすセル容量の影響

定植時におけるレタス苗の還元糖および非還元糖濃度は、セル容量が小さいほど高くなった(第3図)。

定植時における根の酸素吸収速度は、セル容量が小さいほど小さかった(第4図)。酸素吸収速度は、定植しないでセル育苗を続けると、変化しないかやや低下したが、定植すると増加し続けた。その増加程度はセル容量が小さいほど大きい傾向であった。

考 察

根域制限による物理的ストレスを受け始めると、トマトでは T/R 比が高くなる(Nishizawa・Saito, 1998)が、キュウリ(Robbins・Pharr, 1988)およびスイカ(Liu・Latimer, 1995)ではほとんど変化しない。本実験のレタスでは、セル容量の減少による生育抑制は根のほうが茎葉よりも著しかったことから、レタスは前者のグループに属する可能性が示された。しかし、本実験は養水分の影響を極力排除して育苗管理したものの、完全とはいえないので、根域制限だけの影響は、実験系を整備した上で明らかにすべき課題である。

本実験では、育苗中のセル容量が小さいほど、定植後の植物も小さくなった。吉岡ら(1998)はキャベツで、定植後 8日以内であれば、セル苗の引き抜き抵抗値が発根力の簡易な指標になり得ると報告した。しかし、定植時の大きさが異なる植物では既存の根量の影響が大きいので、定植後数日間の生育量や引き抜き抵抗を比べても、定植後の活着の良否を正確には判断できないと思われた。そこで、定植後の生育速度を比較するために RGRを算出したところ、セル容量が最小(3.8 mL)の場合に RGRが最も高くなった。したがって、レタスはセル育苗の後期に生

第4図 レタス定植後の根の酸素吸収速度に及ぼすセル容量と定植の有無の影響
●○ 3.8 mL, ■□ 8.2 mL, ▲△ 45 mL, 実線はセルのまま育苗, 破線は定植を表す

育は抑制されるが、定植後の活着は影響されにくい植物と考えられた。

セル容量が小さいほどレタス苗の還元糖および非還元糖濃度が高くなった。インゲンマメ(Carmi・Heuer, 1981)、キュウリ(Robbins・Pharr, 1988)およびトマト(Nishizawa・Saito, 1998)では、根域制限が葉中の可溶性固形物およびデンプン濃度を上昇させるが、ダイズ(Krizekら, 1985)では影響しないと報告されている。本実験では、養水分ストレスの影響が完全には排除されていないので、セル容量の減少にともなう糖濃度の上昇は根域制限と養水分ストレスに起因すると考えられる。

福岡ら(1996)は、キャベツとブロッコリーのセル苗を用い、根の呼吸活性の測定が定植後の発根力を予測する有効な手法となることを明らかにした。本実験では、定植時の根の酸素吸収速度は、セル容量が小さいほど小さく、そのままセル育苗を続けると、酸素吸収速度は、変化しないかやや低下した。しかし、定植すると酸素吸収速度は増加し続け、増加の程度はセル容量が小さいほど大きい傾向であった。すなわち、セル容量が小さいと育苗後期における根の呼吸と生長が抑制され、根の糖濃度が上昇するか、定植するとそれらを代謝の基質として根が生長するので、定植後は呼吸の回復が著しく、RGRも高くなると考えられた。

以上のことから、レタス苗はセル容量が小さいと生育が抑制されるが、定植後の活着への影響は小さいことが明らかになった。セル容量が小さいことに起因する苗の生育抑制に対しては、定植時期を早めるなどの対応が必要と考えられた。

摘 要

レタスを 3.8, 8.2 および 45 mL のセルに播種し, 相互遮蔽がない広い株間で育苗して 24 日後に定植した。茎葉, 根ともに, 3.8 mL では播種後 19 日, 8.2 mL では播種後 24 日に生育抑制が認められた。セル容量の減少による生育抑制は, 茎葉よりも根で大きく, 定植しないとその後の植物体乾物重の増加は小さかった。定植後の個体相対生長率 (TRGR), 茎葉相対生長率 (SRGR) および根相対生長率 (RRGR) は, セル容量が小さいほど高かった。RRGR は, SRGR よりも高く, 特にセル容量が小さいほど顕著に高くなった。定植時の還元糖および非還元糖濃度は, セル容量が小さいほど高かった。定植時の根の酸素吸収速度は, セル容量が小さいほど小さかった。定植せずにセル育苗を続けると, 酸素吸収速度は変化しないかやや低下したが, 定植すると増加し続けた。その増加程度はセル容量が小さいほど大きい傾向であった。これらのことから, レタスは, セル育苗により生育が抑制されるが, 定植後の活着への影響は小さいことが明らかになった。

引用文献

- Carmi, A. and B. Heuer. 1981. The role of roots in control of bean shoot growth. *Ann. Bot.* 48: 519–527
- 福岡信之・吉岡 宏・清水恵美子・藤原隆広. 1996. キャベツ・ブロッコリーセル成型苗の根の呼吸活性と定植後の発根力との関係. *園学雑.* 65: 95–103.
- Krizek, D. T., A. Carmi, R. M. Mirecki, F. W. Synder and J. A. Bance. 1985. Comparative effects of soil moisture stress and restricted root zone volume on morphogenetic and physiological responses of soybean (*Glycine max.* (L.) Merr.). *J. Exp. Bot.* 36: 25–38.
- Liu, A. and J. G. Latimer. 1995. Root cell volume in the planter flat affects watermelon seedling development and fruit yield. *HortScience* 30: 242–246.
- Nishizawa, T. and K. Saito. 1998. Effects of rooting volume restriction on the growth and carbohydrate concentration in tomato plants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 123: 581–585.
- Robbins, N. S. and D. M. Pharr. 1998. Effects of restricted root growth on carbohydrate metabolism and whole plant growth of *Cucumis sativus* L. *Plant Physiol.* 87: 409–413.
- Tremblay, N. and A. Gosselin. 1998. Effect of carbon dioxide enrichment and light. *HortTechnology* 8: 524–528.
- 吉岡 宏・清水恵美子・福岡信之・藤原隆広・佐藤文生. 1998. 苗の引き抜き抵抗を利用したキャベツセル成型苗の発根力評価. *園学雑.* 67: 584–594.