

セル成型苗の根の呼吸活性と定植後の発根力との関係

石川県農業総合研究センター 砂丘地農業試験場

主任技師 福 岡 信 之

1. はじめに

セル成型苗による苗の大量生産方式は、育苗管理・移植作業の省力化を図り生産コストや輸送コストの低減化を行うための手段として、欧米ではすでに普及段階に入っている。わが国でも、近年、野菜苗を中心に苗の大量生産が志向されるようになり、葉菜類を対象とした省力・軽作業化を目的に、セル成型苗を利用した育苗のシステム化が図られつつある。

セル成型育苗は慣行の育苗に比べ、極めて少量の培養土での生育を余儀なくされるため、養水分の供給能の低下や機械的な根域制限による根の機能低下が問題となりやすい⁷⁾。一方、セル成型苗に関する研究は、これまでセルの形状¹⁾、セルの容量³⁾、培養土の組成¹⁶⁾等のトレイ内での効率的な苗生産を目的とした技術開発が主体で、トレイ内での根の機能的変化、特に定植苗の発根力の評価は定植後の生育状況から間接的に推察されるにすぎなかった。

ところで、高等植物において、発根力と地上部の生長との間には密接な関係がある^{8, 10)}。発根力は、定植後の根の生長量や根群分布で評価されるが⁹⁾、発根に要するエネルギー源として、根の呼吸活性が密接に関係している¹⁸⁾。育苗期間の根の呼吸活性が定植後の発根力と密接に関係することは、イチゴ¹⁸⁾、ハウレンソウ¹³⁾等の一部の野菜で知られているが、両者の関係の詳細については判然としていない。根の呼吸活性は、光¹⁸⁾、温度¹⁴⁾、水分状態⁹⁾、土壌の種類⁸⁾などで変動するため、種々の環境下においてセル成型苗の根の呼吸活性と定植後の発根力との関係を調査することは、定植苗の生長量を評価する上で意義があると考えられる。

本研究では、根の呼吸活性の測定が定植後の発根力を予測する上で有効な手法となることを実証

することを目的に行ったもので、育苗期間中に遮光、摘葉、日長、地温、湛水処理をし、定植苗の根の呼吸活性と定植後の発根力との関係を調査した。

2. 材料および方法

セル成型苗の根の呼吸活性が定植後の発根力に及ぼす影響をみるため、5種類の実験を農林水産省野菜・茶業試験場ガラス室で行った。

実験1. 遮光処理の影響

材料はキャベツ“松波”を用いた。1994年9月6日に、セルトレイ(128穴)に1穴3粒になるように播種し、播種後7日目に1穴1株に間引きした。培養土は、市販の園芸培養土を用い、播種後10日目より園試処方標準培養液の1/5濃度液を適宜灌水した。その他の管理は、慣行法になら行った。処理区として、播種後16日目から21日目までの5日間、ダイオネット(遮光率95%)を被覆する遮光区と自然状態の対照区の2区を設けた。処理終了後、直ちに野菜園芸培養土を詰めた5号素焼き鉢に定植した。

調査は、処理期間中の根の呼吸活性、処理期間中ならびに定植後の茎葉・根部の生長、定植後の苗の引抜き抵抗値について行なった。根の呼吸活性の測定は、酸素電極法²⁾に準じた。苗の引抜き抵抗値は、万能引っ張り試験機を用いて地上部1cmの茎部を垂直に12cm・min⁻¹の速度で引き上げた際の最大抵抗値とした。また、ルートボックス(3cm×30cm×40cm)を用い、定植後の根群の分布状況を観察した。

実験2. 摘葉処理の影響

1994年9月6日にセルトレイ(128穴)にプロッコリー“みよ緑3号”を播種した。処理区として、播種後40日目に展開葉の1/2を摘除する摘葉区と摘葉をしない対照区の2区を設けた。摘葉処理6日後に5号素焼き鉢に定植した。

調査は、実験1と同様に根の呼吸活性茎葉・根部の生長、苗の引抜き抵抗値、ルートボックスによる根群の分布状況について行った。

実験3. 日照時間の影響

材料はキャベツ“松波”を用いた。1994年10月6日にセルトレイ(128穴)に播種し、播種後34日目に明期12時間、昼夜温20℃に設定した人工気象室に搬入した。光源は陽光ランプとメタルハライドランプで、照度は茎頂部で460μmol・m²・sec⁻¹であった。処理区として、人工気象室搬入後5日目より6日間日照時間をそれぞれ4、8、12時間とする3区を設けた。各日照区は午前12時より明期とし、暗箱を苗に被せることによって光照射時間を調節した。処理終了後5号素焼き鉢に定植した。

実験4. 地温処理の影響

材料はブロッコリー“みよ緑3号”を用いた。1994年9月6日にセルトレイ(128穴)に播種し、播種後42日目に地温の異なるグロースチャンパーに搬入した。処理区として、グロースチャンパー搬入後6日間、地温をそれぞれ20、30、40℃とする3区を設け、処理終了後5号素焼き鉢に定植した。気温は、グロースチャンパーを開放系としたため、いずれの処理区も室温と同様に推移した。

実験5. 湛水処理の影響

1994年9月6日にセルトレイ(128穴)にブロッコリー“みよ緑3号”を播種した。処理区として、播種後40日目より8日間、毎日午前9時よりそれぞれ4、8時間、セルトレイを完全に湛水状態とする2区と湛水処理をしない対照区の計3区を設けた。

3. 結果

実験1. 遮光処理の影響

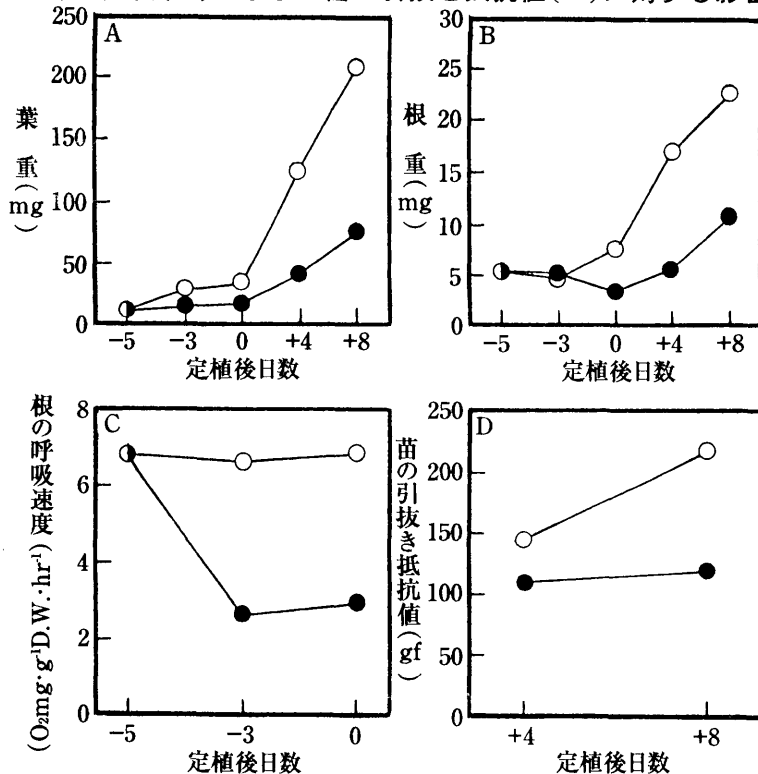
処理期間中の植物体の生長をみると、遮光区では茎葉・根重はともに対照区に比べて増加量が小さく、生育が緩慢となった(第1図, A, B)。定植後の茎葉・根部の生長も遮光処理によって顕著に抑えられ、遮光区の定植後8日目の茎葉・根重は対照区のそれ

ぞれ37, 48%と小さかった(第1図, A, B)。根の呼吸速度は、遮光処理によって大幅に低下し、遮光区で対照区の約30%の値となった(第1図, C)。ルートボックスにより根群の分布状況を観察した結果、対照区では根量が多く根群の最高深度が11cmに達したが、遮光区では根量が少なく最高深度も6cm前後と浅かった(第2図, A, B)。苗の引抜き抵抗値は、対照区で大きく、遮光区では小さかった(第1図, D)。

実験2. 摘葉処理の影響

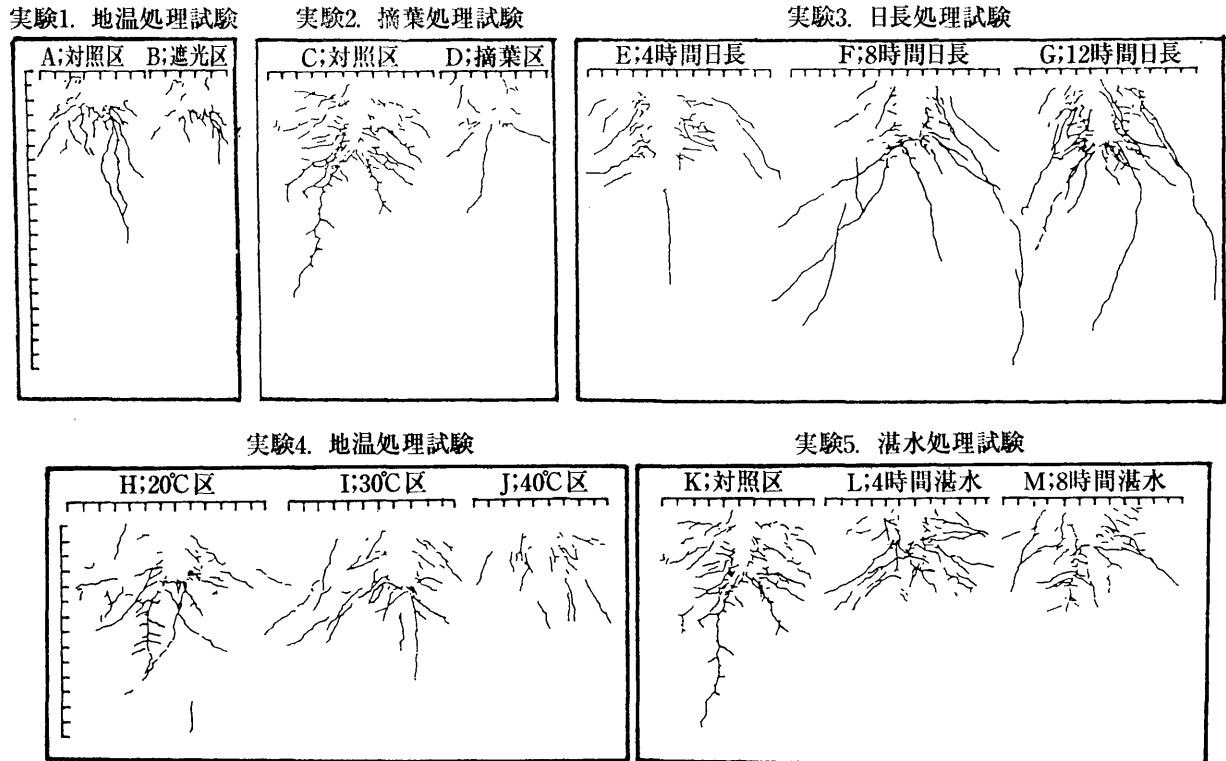
摘葉処理により、茎葉重は対照区の約1/2の重さとなった(第3図, A)。定植前の根部の生長は、対照区と摘葉区との間で大差なかった(第3図, B)。一方、定植後の根部の生長は、摘葉処理によって顕著に抑えられ、定植後8日目の根重は摘葉区で対照区の約65%の値となった。根の呼吸活性は、摘葉処理によって低下し、処理後6日目の呼吸速度は摘葉区で対照区の1/2の値となった(第3図, C)。根群の分布状況を観察した結果、対照区は根量が多く根群の最高深度が14cmに達したが、摘葉区では根量が少なく最高深度

第1図 育苗期間中の遮光処理が葉重(A), 根重(B), 根の呼吸速度(C)ならびに苗の引抜き抵抗値(D)に対する影響

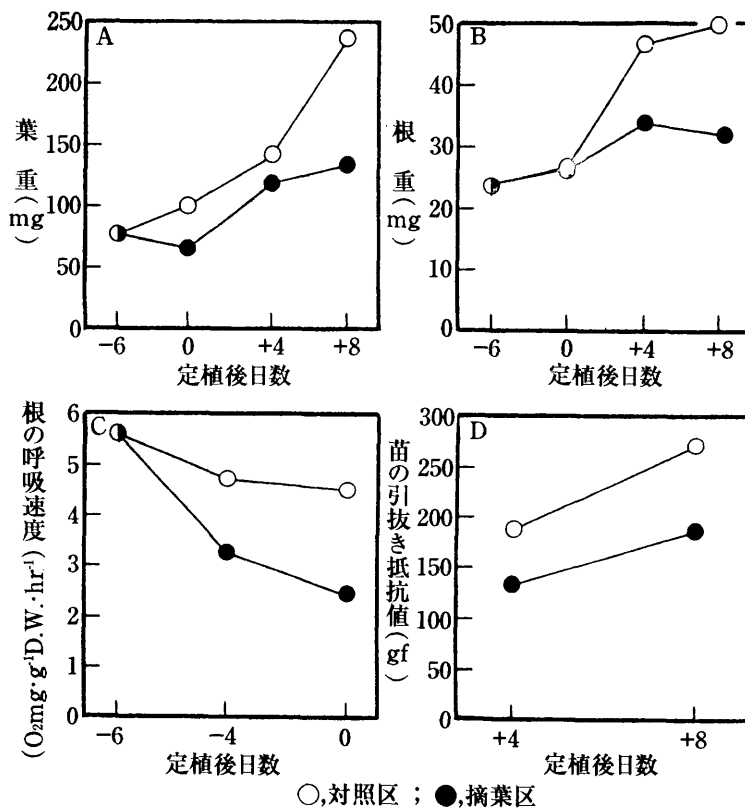


○, 対照区 ; ●, 遮光区

第2図 育苗期間中の各種処理が根群の分布状況に及ぼす影響



第3図 育苗期間中の摘葉処理が葉重(A), 根重(B), 根の呼吸速度(C)ならびに苗の引抜き抵抗値(D)に対する影響

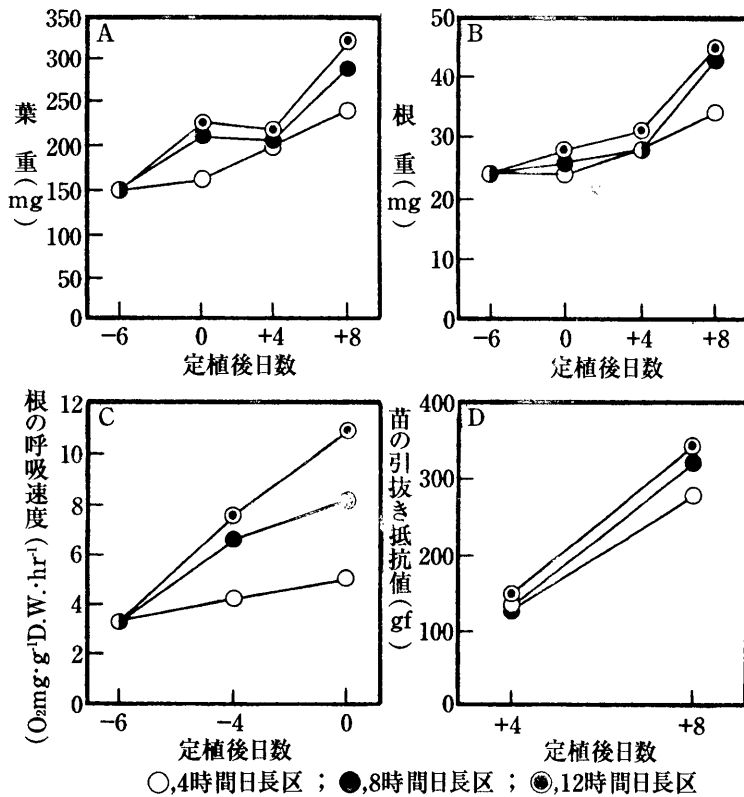


も10cm前後と浅かった(第2図, C, D)。苗の引抜き抵抗値は, 対照区で定植後4日目に189gf, 8日目には273gfと大きく, 摘葉区ではそれぞれ134, 187gfと小さかった(第3図, D)。

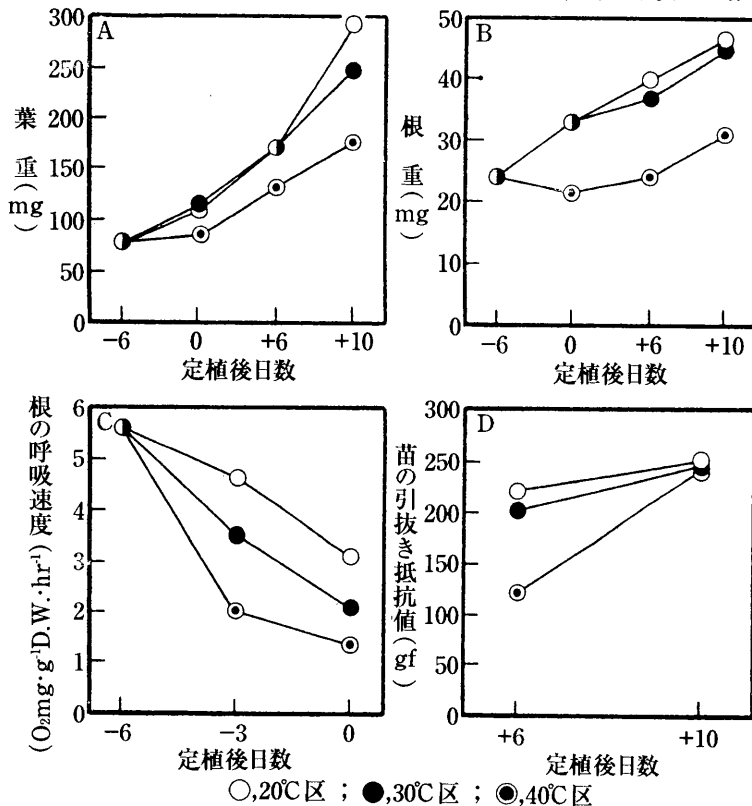
実験3. 日照時間の影響

茎葉・根重は処理期間中, 定植後ともに12時間日照区で最も大きく, 日照時間の短い区ほど小さくなり, 生育が抑えられた(第4図, A, B)。根の呼吸活性は, 日照時間の短い区ほど低下し, 処理8日目の呼吸速度をみると, 4時間日照区では12時間日照区の50%の値となった(第4図, C)。根群の分布状況に対する日照時間の影響は大きく, 日照時間の短い区ほど根量が少なく, また, 根群の最高深度も浅かった(第2図, E, F, G)。苗の引抜き抵抗値は, 日照時間の短い区ほど小さく, 定植8日目には4時間日照区で12時間日照区の約70%の値となった(第4図, D)。

第4図 育苗期間中の日長処理が葉重(A), 根重(B), 根の呼吸速度(C)ならびに苗の引抜き抵抗値(D)に対する影響



第5図 育苗期間中の地温処理が葉重(A), 根重(B), 根の呼吸速度(C)ならびに苗の引抜き抵抗値(D)に対する影響



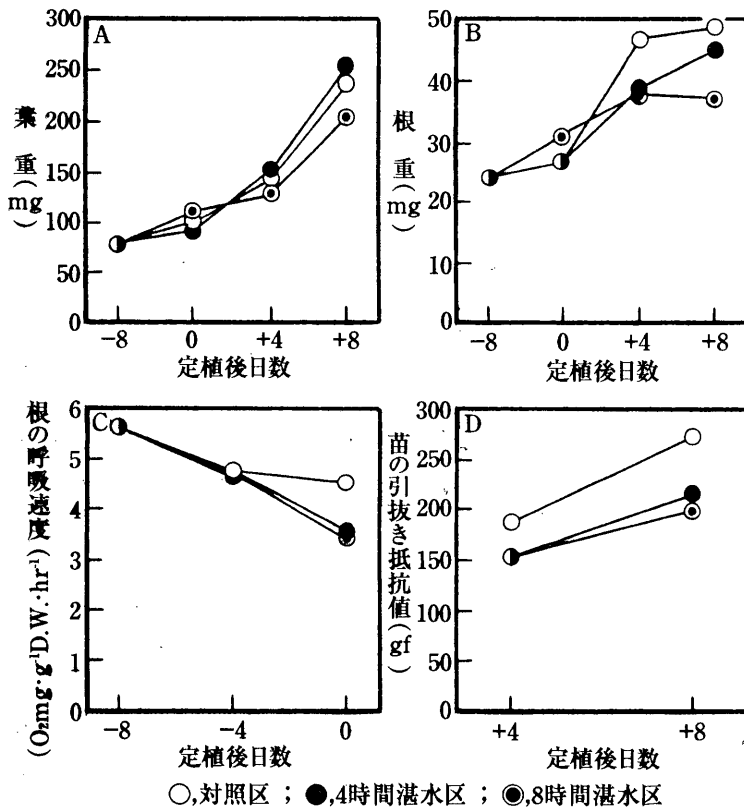
実験4. 地温処理の影響

実験期間中の地温は、ほぼ設定どおりに推移した。地温処理期間中の植物体の生長をみると、20℃区と30℃区との間で差はなかったが、40℃区は他の処理区に比べ顕著に抑制されていた(第5図, A, B)。定植後の茎葉・根部の生長も処理期間中と同様で、地温の低い20℃区で旺盛で、地温が高い区ほど緩慢であった。根の呼吸活性は、いずれの処理区においても低下したが、その度合いは高地温区ほど大きかった(第5図, C)。根群の分布状況をみると、20℃区では根量が多く根群の最高深度は15cmに達したが、40℃区では根量が極端に少なく地表下6cmに大部分の根が観察された(第2図, H, I, J)。苗の引抜き抵抗値に対する地温の影響は特に定植6日目にみられ、40℃区は20℃, 30℃区のおよそ50%の値となった(第5図, D)。

実験5. 湛水処理の影響

植物体の生長に対する湛水処理の影響は特に定植後に認められ、湛水時間が長い区ほど茎葉・根重が小さく、生育が抑えられた(第6図, A, B)。根の呼吸活性は、全区で処理期間中低下したが、その度合いは湛水処理区で大きかった(第6図, C)。根群の分布状況を観察した結果、対照区では根量が多く根群の最高深度も16cmに及んだが、湛水処理によって根群の発達を抑えられ、8時間湛水区では根量が少なく最高深度も9cmと浅かった(第2図, K, L, M)。苗の引抜き抵抗値は、湛水時間の長い区で小さく、8時間湛水区は対照区の約80%の値となった(第6図, D)。

第6図 育苗期間中の湛水処理が葉重(A), 根重(B), 根の呼吸速度(C)ならびに苗の引抜き抵抗値(D)に対する影響



の測定が簡易で有効な手法となるものと考えられる。

ところで、発根に要するエネルギーは、根における炭水化物の代謝によって獲得される¹⁸⁾。通常、根の呼吸活性が高いと、エネルギーは根の生長・養水分の吸収・根の維持に利用されるが、呼吸活性が低いとエネルギーの大半が生体を維持するために利用され、根の生長に対する利用効率が急速に低下する⁴⁾。このことは、根の呼吸活性の高低によって、定植後の発根力が異なることを示唆している。特に、セル成型苗では、育苗期間の長期化による発根力の低下が問題となりやすい⁷⁾。セル成型苗の発根力を定植前の根の呼吸活性の測定によって評価することが可能であれば、健苗を育成し、活着技術の向上を図る上で有効な苗質評価技術となりうる。本実験では、種々の

4. 総合考察

定植苗の発根力と収量との間には密接な関係があり、発根力の高い苗では収量が多く、根が老化し発根力が低下した苗では、定植時のいわゆる“植傷み”がひどく、定植後の生育の回復が抑えられて収量が低くなる⁹⁾。定植苗の発根力は、活着の良否を左右し、定植後の生育に影響を与える重要な苗質の評価基準の一つである。これまでに、苗の発根力は、定植後の根量、根数の増加程度や根群の発達状況等で評価されてきた⁶⁾。本実験では、定植後の根重の増加量、根群の分布状況に加えて、万能引っ張り試験機を用いて苗の引抜き抵抗値を測定した。その結果、定植後に根重の増加量が少なく根群分布が浅い場合、苗の引抜き抵抗値が小さく、逆に根重の増加量が多く深い根群分布を有する苗では引抜き抵抗値も大きかった。ハウレンソウセル成型苗においても、定植時の発根力と苗の引抜き抵抗値との間には密接な関係があることが知られている¹³⁾。したがって、定植苗の発根力を評価するには、苗の引抜き抵抗値

環境下でキャベツ・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を調査した結果、定植前の苗に遮光、摘葉、光照射時間の短縮、高地温、湛水等の根の呼吸活性の低減を招く処理をすると、定植後の発根力が顕著に抑えられることが明らかとなった。遮光、摘葉処理や光照射時間を短くした処理による根の呼吸活性の低下は、同化産物の量的な不足と根への同化産物の分配率の低下にもとづく炭水化物蓄積効率の低下によるもので^{12,18)}、高地温下で根の呼吸活性が低下したのは、根への炭水化物の分配率の低下に加えて¹⁴⁾、根における同化産物の呼吸損量の増加¹⁷⁾が原因であることが知られている。また、湛水処理によって根の呼吸活性が低下したのは、根への酸素供給の量的不足による機能低下¹⁵⁾が主因であるものと推察する。定植前の根の呼吸活性が低下すると、定植後の発根が抑えられたことは、根の呼吸活性の測定が苗質評価技術の一手法となりうることを示唆している。清水ら¹³⁾は、ハウレンソウセル成型苗において根の呼吸活性と定植後の発根力との関係を検討し、発根力は根の呼吸活性が高

い場合に旺盛で、苗齢が進行し根の呼吸活性が低下した苗では劣ることを報告している。

本研究では、キャベツ・ブロッコリーセル成型苗の定植後の発根を予測する手法として、根の呼吸活性の測定が利用可能であることが実証できた。セル成型苗の苗質を適正に評価し、定植後の物質生産を効率的に図るためには、定植前の根の呼吸活性の測定が実際面で有効であるものと考えらる。

6. 引用文献

- (1) Albert, L. and D. Edwards. 1994. Tomato seedling growth in response to variation in root container shape. Hort. Sci. 29 (6) : 633-635.
- (2) 石井龍一, 1985, 酸素電極法, 作物生理実験法—IV光合成・呼吸—p : 197-199. 北条良夫・石塚潤 編著 農業技術協会, 東京。
- (3) Joseph, M. K., J. M. Davis, R. G. Gardner and D. C. Sanders. 1994. Root cell volume affects growth of compact-growth-habit tomato transplants. Hortscience. 29 (4) : 261-262.
- (4) 郭康, 1995, 植物の根に関する諸問題 (26) —作物根の老化と寿命について—農及園 70 (9) : 1031-1035.
- (5) 加藤徹・楼恵寧, 1986, ナス・ピーマンの育苗とその生産力に関する研究 (第1報) 鉢上げ時の植え方の影響, 生環調, 24(3-4) : 117-122.
- (6) 加藤徹・楼恵寧, 1987, ナス・ピーマンの育苗とその生産力に関する研究 (第2報) 育苗時施肥量の影響, 生環調, 25(1) : 13-18.
- (7) 正木敬, 1993, セル成型苗利用の現状と使用上の留意点, 成型苗全国普及総覧, p. 453-461 農林水産出版, 東京。
- (8) Overgaard, M. V. 1977. Field measurements of dark respiration rates of roots and aerial parts in Italian ryegrass and barley J. Applied Ecology. 14 : 243-252.
- (9) Palta, J. A. and P. S. Nobel. 1989. Influences of water status, temperature and root age on daily patterns of root respiration for two cactus species. Ann. Bot. 63 : 651-662.
- (10) 楼恵寧・加藤徹, 1987a. ナス・ピーマンの育苗とその生産力に関する研究 (第4報) ナスにおける育苗期の土壌水分の影響, 生環調 25(2) : 57-61。
- (11) 楼恵寧・加藤徹, 1987b. ナス・ピーマンの育苗とその生産力に関する研究 (第6報) ナスにおける育苗中の日長時間の影響, 生環調 25(3) : 103-107。
- (12) 楼恵寧・加藤徹, 1988, ナス苗の素質に関する生理的研究 (第1報) 日長時間と日照の強さの影響, 生環調, 26(2) : 69-78。
- (13) 清水恵美子・吉岡宏・福岡信之・藤原隆広, 1995, ホウレンソウセル成型苗の苗齢が根の呼吸活性と定植後の生育に及ぼす影響, 園学雑, 64 (別1) : 298-299, 1995。
- (14) 穴戸良洋・熊倉裕史, 1994, トマトにおける光合成・蒸散・光合成産物の転流・分配及び根の呼吸に及ぼす培地温の影響, 園学雑, 63 (1) : 81-89。
- (15) 山崎伝, 1952, 畑作物の湿害に関する土壌化学的並に植物生理学的研究, 農業技術研究所報告, B-1 : 1-91。
- (16) Yoshida, H., T. Hayashi, T. Harada and K. Konishi. 1992. Effects of medium composition and pretreatment on rooting of plug nursery plant. Acta Hort. 319 : 441-446.
- (17) 吉岡宏・高橋和彦, 1981, 果菜類における光合成産物の動態に関する研究, V, トマトにおける¹⁴C同化産物の昼夜間の転流割合と, 転流・分配に及ぼす光・夜温の影響, 野菜試報A9 : 63-81。
- (18) 吉岡宏・中川泉・西村仁一, 1994, 花芽分化促進のための低温・短日処理がイチゴ苗の生育と根の呼吸活性に及ぼす影響, 近畿中国農研88 : 39-43。