The Japanese Society for Horticultural Science (JSHS)

園学研. (Hort. Res. (Japan)) 2 (3) : 165-170. 2003.

原 著

根域の薄膜化による軽量セル育苗法の開発
－発芽実生根のシートへの着生法－

水田洋一*・川西孝秀・矢澤 進

京都大学大学院農学研究科蔬菜花卉園芸学研究室 606-8502 京都市左京区北白川追分町

Development of Lightened Cellular Seedling Raising System on Papery Root Zone
－ 1. Germinated Seedlings Rootage on the Sheet －

Youichi Mizuta*, Takahide Kawanishi and Susumu Yazawa

Laboratory of Vegetable and Ornamental Horticulture, Department of Agronomy and Horticultural Science, Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Oiwake-cho, Kitashirakawa, Kyoto 606-8502

Summary

We have newly developed a cellular seedlings raising system that is simple and allows seedlings to grow on papery root zone with lean medium. This seedling raising system was named the "cell sheet" system. In this system, plant roots grow horizontally on a cloth that the roots cannot penetrate (sheet cloth). The roots are covered by material that protects the roots (covering material). Both capillary watering and hydroponic watering supply the roots. The effects of the sheet cloth and the covering material on the fresh weight, survival rate and adherence of seedlings, were investigated. If the sheet cloth was Tetoron200lpi or Tetoron250lpi, the extent of bonding in the seedlings was suitable; the seedlings did not peel off even when the cell sheets were hung vertically, while most roots were not damaged when the seedlings were peeled off. When the sheet cloth was Tetoron200lpi and the covering material was 200 or 400 ml of peat-moss dried at 80 ℃ , the cell sheet seedlings grew bigger than those in the ordinary cellular seedling raising system with the same size cell as the cell sheet. However, the survival rate of lettuce decreased, when cell sheets were covered with peat-moss.

キーワード： セルシート，シート育苗，水耕育苗

緒 言

セル成型苗は，規格化された苗を小面積で育成，運搬できるため，植物苗を商品として流通する上で現在，世界的に主流となっている．しかし，セル成型苗は定植適期幅が狭く徒長苗や老化苗となりやすい，根鉢が形成されるまで移植しにくいため，発芽率，発芽勢の悪い植物では適用しにくい，根鉢形成後は苗を分離しにくい，定植圃場との土質が異なることで活着不良を起こすことがあるなどの欠点がある (スタイアー・コランスキー 1998). これらの欠点は，決まった小さな容積に培養土を入れ，根鉢形成をさせるために生じ，水耕状態で育苗すれば，上記の欠点は解決すると考えた．また，セル成型苗だけではなく，ポット苗などでも大きな苗を作った場合，商品としての植物より培地の方が大きな体積と重量を占めることになり，流通上不利である．培養土を無くせばこの欠点も解消できるが，水耕で育苗した苗は土壌，特に露地圃場への活着がきわめて悪いことが経験的に知られている．この活着不良の原因は，水耕と土耕との根の形態・生理的な違い (並木，1975) によるものといわれているが，水耕苗では，根域に培地がほとんどないため，毛管連絡がとぎれやすいこと，定植時に根と土の接触面積が少なくなり新根が定植土壌に接触しにくいことが主な原因であるのではないかと考えた．もしそうであれば，定植時にすべての根を土壌と密着させうる，育苗・定植法を開発すれば水耕苗でも露地圃場に定植・活着させることが可能であろう．我々は，培地をほとんど無くし，定植時に根域と土壌とを密着させうる“セルシート”と名付けた育苗法を開発中である (水田ら，1996; 1998). この方法により育苗した苗は，露地圃場に定植した場合，通常のセル成型育苗 (以下，セルトレイ育苗) での苗と同程度の活着性が認められた (水田ら 2002). セルシート育苗では，根域表面に直接光が当たり生育が劣ることが認められた (水田ら，2000).

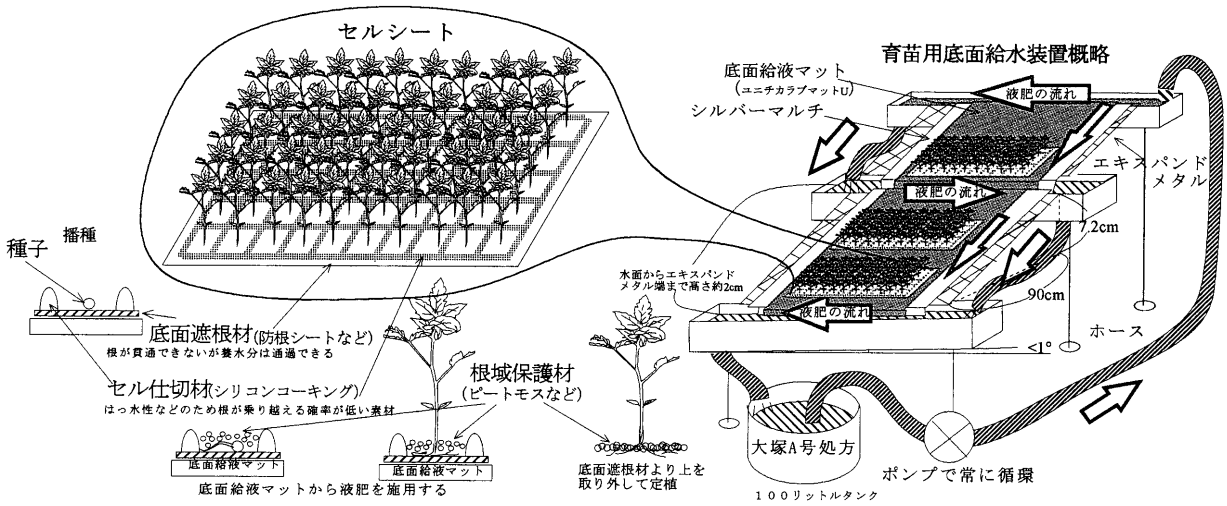
本実験では，根域を被覆する資材 (以下，根域保護材.

2002年3月8日 受付. 2003年2月18日 受理.

*Corresponding author. E-mail: mizuta@kais.kyoto-u.ac.jp

NII-Electronic Library Service

The Japanese Society for Horticultural Science (JSHS)



第1図 セルシート育苗システムの概略図

第1図参照)の違いと量が生育に及ぼす影響，およびセルシートに用いる遮根用布(以下，底面遮根材)の素材が根の剥離性に及ぼす影響を調査した．

材料および方法

共通の材料および方法と育苗の概要

対照となるセルトレイ区は，28×28×深さ45 mm(内径)128穴のセル成型トレイ(全体の育苗部の大きさ27.5 cm × 55 cm)を栽培容器として，ピートモス，パーライト，バーミキュライトの混合物(体積比2:2:1)を培地とした．セルシートは対照となるセルトレイ区で使用するセルトレイの上面2 mm程度を石膏で型どりし，オキシム系シリコーンコーキング(信越化学製 ボンド シリコーンコーク 色調クリア)を流し込むことで，升目状に仕切を作成し，防根シートなどの底面遮根材を貼り付けて作成した．播種後のセルシートは，ユニチカ製ラブマットU上に設置し，水道水を底面給液した．セルトレイ区では，播種後根域被覆材で被覆しなかった．子葉展開後，第1図のように，大塚A号処方等倍液(ハウス1号(N: P_2O_5: K_2O =10:8:27)1.5 g・l^{-1}+$CaNO_3$・$4H_2O$ 1 g・l^{-1})を両区とも底面給液した．セルトレイ区のみは，1日1回トレイ当たり3 literの培養液をトレイ上面からジョウロで施用した．最低気温を5℃に保温し，30℃以上で排気扇が作動する間口5.5 m奥行き25 mのパイプハウス内で育苗した．数週間育苗後，セルトレイおよびセルシートの中央部10~20個体について，地上部生体重，苗の生存率を調査した．

実験1．底面遮根材の材質が根との接着性に及ぼす影響

底面遮根材として，東洋紡のポリエステル製「透水防根シート」(以下防根シート)，東レ製スクリーン版画用ポリエステル製布の糸密度180，200，250line/inchのもの(以下テトロン180lpi，200lpi，250lpi)，コートの表地などに使われるポリエステル製布の1種類(以下コート用表地)，服の裏地などに使われるセルロース製布2種類(以下キュプラA，キュプラB)の計7種類を使用した(第1表)．底面遮根材は洗浄剤(DCAN-90)5%溶液中で2時間以上超音波洗浄を行い，水道流水中で30分以上洗浄し，乾燥後にセルシートとして組み立てた．

レタス‘オンタリオ’を1999年11月2日に播種し，11月5日に，シート1枚当たり根域保護材の自然乾燥ピートモス500 mlを均等(厚さ3~4 mm程度)に被覆した．1セルに種子を3~5粒まき，本葉展開後に1セル1個体に間引いた．12月18日に，シートを垂直にぶら下げ，(第2図)，前後に5回振り，剥離した苗数を調査した．その後，苗の地上部を持って剥離し，苗の断根程度を4段階(0:断根なし，1:わずかに断根，2:全面的に断根，3:地上部と地下部が分断)評価で調査した．1処理区当たりセルシート1枚，16×8=128穴分を用いた．

実験2．根域保護材の量が苗の生育に及ぼす影響

底面遮根材はテトロン200lpiを用いた．植物材料はレタス‘オンタリオ’，ハクサイ‘耐病60日’およびトマト‘桃太郎’を用いた．根域保護材として80℃で10時間以上乾燥させたピートモス(以下熱乾燥ピートモス)をセルシート1枚当たり0，200，400，800，1600 mlで被覆した．1処理区当たりセルシート，セルトレイ半枚，8×8=64穴分を用いた．種子は1セルに1粒づつ播種した．数日後，未発芽セルには幼根が数ミリ伸びた発芽種子を補植した．その後，セルシート区では根域保護材で一様に被覆した．

実験3．根域保護材の材質が苗の生育に及ぼす影響

植物材料は実験2と同じ3種を用いた．底面遮根材はテトロン200lpiを用いた．根域保護材として熱乾燥ピートモス，乾燥ピートモス(水とピートモスが同重量になる程度に80℃で乾燥させたもので，自然乾燥のピートモス水分含量はこの程度のものが多い)，湿潤ピートモス(水を

NII-Electronic Library Service

The Japanese Society for Horticultural Science (JSHS)

充分含ませ，均等にまける程度に，水を除去したもの)，バーミキュライト(GS)，親水性粒状ロックウールを破砕後，2 mmメッシュでふるったもの(以下ロックウール)をシート当たり400 ml(厚さ2~3 mm，レタス以外)または200 ml(1~2 mm，レタス)用いた．1処理区当たりセルシート1枚，16×8=128穴分を用いた．播種法および根域保護材での被覆法は実験2と同様とした．

第2図　垂直懸垂したセルシート
底面遮根材はテトロン200lpiトマト‘桃太郎’7月10日播種，7月27日撮影

結果および考察

実験1．底面遮根材の材質が根との接着性に及ぼす影響

シートを垂直にぶら下げた時，防根シート区のみが96.7%の苗が剥離した．他の処理区ではテトロン180lpi区で2株が剥離したのみであった．その後，シートを5回振ると，テトロン180lpi区，テトロン200lpi区および250lpi区では95%以上の苗がシートから剥離したが，キュプラA区，キュプラB区およびコート用表地区では98%以上の苗が剥離しなかった．また，この3処理区では手で剥がした時に，苗の多くが底面遮根材に根が貼り付いて切断されるものが多かった．特にキュプラA，Bではほとんどの苗が胚軸部で切断された(第1表)．このように，セルシートにおける根の剥離性は，底面遮根材の材質の違いによって，きわめて剥がれやすいものから事実上剥がれないものまで変動した．また，テトロン200lpi区，250lpi区では，シートを垂直にぶら下げた程度では苗は全く落下せず，苗を剥がした根も傷がつかなかった．以上から，今回用いた底面遮根材の中では，テトロン200lpi，250lpiが最も適当と思われた．

今回，底面遮根材として使用した5種のポリエステル布のうち，最も剥離性の高かった防根シートおよび最も剥離性の低かったコート用表地は，より細い繊維をよった糸で織られていた．中間の剥離性であったテトロン180lpi，テトロン200lpiおよびテトロン250lpiは，比較的太い単繊維の糸で織られていた．ポリエステル布の中で最も剥離性の低かったコート用表地は唯一染色されていた．また，用いた布中で最も剥離性の低かったキュプラ2種では，材料がセルロースであり，カルシウム架橋を形成しうるカルボキシル基や水素結合を形成しうる水酸基などが表面に多数存在し，染色性がきわめてよい．ポリエステルは，テレフタル酸エチレンもしくはテレフタ

第1表　セルシート底面遮根材の材質の違いがレタス苗の剥離程度および根の貫通並びに生育に及ぼす影響

底面遮根材 名称	糸の性状	材質	貫通した根の頻度[z] (%)	垂直懸垂で剥離した苗の割合[y] (%)	5回振った後に剥離した苗の割合[y] (%)	手で剥離後の断根程度[x]	生存率[w] (%)	地上部生体重[v] (g)	備考
キュプラ A	より糸	セルロース	0.0	0.0	0.0	2.8 ± 0.03	96.9	5.10 ± 0.35	育苗中は腐
キュプラ B	より糸	セルロース	0.0	0.0	0.0	3.0 ± 0.02	94.5	5.64 ± 0.29	敗しなかっ
テトロン180lpi	単糸	ポリエステル	24.2	1.7	96.0	0.8 ± 0.03	97.7	5.12 ± 0.17	lpiは
テトロン200lpi	単糸	ポリエステル	0.0	0.0	100.0	0.3 ± 0.04	95.3	5.32 ± 0.27	line/inchの
テトロン250lpi	単糸	ポリエステル	0.0	0.0	95.9	0.5 ± 0.05	96.1	5.10 ± 0.24	意味
コート用表地	より糸	ポリエステル	0.0	0.0	1.8	2.1 ± 0.06	85.9	3.32 ± 0.28	
防根シート	より糸	ポリエステル	0.0	96.7	96.7	0.7 ± 0.04	95.3	5.66 ± 0.27	農業用

レタス‘オンタリオ’使用，最低気温5℃のトンネルハウスで育苗した．１９９９年１１月２日播種．１２月１８日調査．
根域保護材は乾燥ピートモス500mlを用いた
z：貫通した根のあるセル／生存個体数×１００
y：シート当たり剥離した本数／生存個体数
x：４段階評価（０：断根なし，１：わずかに断根，２：全面的に断根，３：胚軸部で分断）のシートすべての平均値±標準誤差．
ただし生存個体の存在するセルのみ計測
w：シート当たり生存個体数／１２８
v：シート中央部分２０個体の平均値±標準誤差

NII-Electronic Library Service

The Japanese Society for Horticultural Science (JSHS)

ル酸ブチレンのポリマーであり，本来染色性が不良である．このため，ほとんどのポリエステル繊維と称されているものは，さらにポリエチレングリコールやアジピン酸その他を共重合し，染色性を向上させており(大木，1989)，表面の化学的性質が大きく異なる．以上から，適当な剥離性を持つ底面遮根材用素材を見出すにあたっては，糸の太さや密度，織り方などよりも，布の染色性がよりよい指標になるかもしれないと思われた．

なお，コート用表地区では，地上部生体重3.32 gと他種類の底面遮根材での5g以上と比較して劣っていた(第1表)．これは，生育後期において根域が乾燥していたので，他の底面遮根材に比べ，透水性が低かったためであろうと想像された．このため液肥の供給が抑制され生育・生存率ともに低くなったのであろう．今回用いた底面遮根材は，すべて使用前に超音波洗浄機で2時間以上洗浄しており，水溶性の生長阻害物質が底面遮根材から溶出したとは考えにくい．このことから，底面遮根材に用いる布は，根の剥離性や，根が貫通しないことの他に水の通過抵抗も考慮する必要があると思われる．また，テトロン180lpi区では根が貫通しているセルが認められた(第1表)ことから，200line/inch以上の糸密度(打ち込み本数200本以上)の布が底面遮根材として使用できると思われた．

実験2．根域保護材の量が苗の生育に及ぼす影響

植物の種類にかかわらず，生存率は根域保護材(熱乾燥ピートモス)が0 mlの区で最も高く，1600 ml区の生存率が最も低かった．地上部生体重は，0 ml区が最も小く，200 ml区から800 ml区の間に最も高い区があった(第2表)．200 ml区のものは，調査時点までに，最上面まで毛管が接続してしまう部分が認められた．根域保護材を200 ml区より多く使用した場合は，育苗中に毛管が最上面まで接続することはなかった．ハクサイとトマトでは200 ml区，400 ml区および800 ml区でセルトレイ区より地上部生体重が大きくなった．根の部分を軽量・薄層化する点からは根域保護材は少ない方がよい．これらのことからハクサイとトマトではシート1枚当たり400 ml程度の根域保護材で被覆するのがよいと思われた．レタスでは，1600 ml区のように根域保護材が多くかつ被覆が早すぎれば発芽しない個体が生じ，逆に被覆が遅れると胚軸が短いために埋まることにより，生存率がきわめて低くなるため，セルシート当たり200 mlが適量であると思われた．

根域保護材のはっ水性が長期間維持できる適当な素材があれば，さらに被覆量を減らせる可能性がある．

実験3．根域保護材の材質が苗の生育に及ぼす影響

レタス以外の植物では根域保護材の有無，材質による生存率の極端な差は認められなかった．セルシート育苗のレタスでは，セルトレイや被覆しなかったものと比較して，全ての根域保護区で生存率が著しく低くなった(第3表)．レタスでは根域保護材で被覆した場合，発芽直後や子葉展開前後に枯死するものが多数認められたが，本葉展開後に枯死するものは少ないように見受けられた(データ省略)．ハクサイおよびトマトでも，根域保護材で被覆したセルシート区は，被覆しないセルシート区より生存率が低下する場合が認められた(第3表)．この発芽後の生存率が低下する原因を解明する必要があると思われた．なお，ハクサイの2001年8月16日播種時の結果では，生存率が47.7~77.3%と全体的に低かった．これは，根域保護材で被覆した処理区間では，ロックウール区で生存率が77.3%と高く，熱乾燥ピートモス区で47.7%と低くなっていることなどから，強日照下の育苗

第2表 育苗形態および根域保護材の被覆量の違いがセル苗の生育に及ぼす影響

植物名 ‘品種名’	処理区 育苗法	根域保護材[z] 被覆量(ml)	地上部生体重[y] (g)	生存率[x] (%)	調査個体数	試験年 播種日 調査日
レタス ‘オンタリオ’	セルシート	0	0.36 ± 0.07	84.4	11	2000年
		200	2.47 ± 0.26	50.8	11	5月9日
		400	3.86 ± 0.82	40.6	11	6月6日
		800	2.75 ± 0.30	64.8	11	
		1600	3.07 ± 0.53	28.1	11	
	セルトレイ		1.91 ± 0.55	78.9	11	
ハクサイ ‘耐病六十日’	セルシート	0	1.80 ± 0.43	—[w]	12	2000年
		200	3.35 ± 0.57	—	12	7月25日
		400	2.61 ± 0.17	—	12	8月14日
		800	2.25 ± 0.19	—	12	
		1600	2.48 ± 0.44	—	12	
	セルトレイ		1.80 ± 0.37	—	12	
トマト ‘桃太郎’	セルシート	0	0.69 ± 0.05	87.5	12	2000年
		200	1.76 ± 0.22	78.1	12	5月24日
		400	2.34 ± 0.17	79.7	12	6月16日
		800	2.04 ± 0.21	81.3	12	
		1600	1.18 ± 0.13	60.9	12	
	セルトレイ		1.47 ± 0.07	86.7	12	

z:根域保護材は熱乾燥ピートモスを使用
y:平均値±標準誤差(セルシートまたはセルトレイの中央部分の個体を測定)
x:全セル数(64)に対する，調査時の生存個体のあるセル数の割合
w:未測定

NII-Electronic Library Service

The Japanese Society for Horticultural Science (JSHS)

であったため，培地に温度差ができたためではないかと思われた．しかし，ハクサイの実験2，3における他の播種時においてはこのような極端な生存率の低下は認められていないことから，今後，これらの点について明らかにする必要がある．

レタス，ハクサイおよびトマトのすべてで，根域保護材で被覆しない場合，生育が悪く，ほとんどの場合，地上部生体重がセルトレイ苗の半分以下となった．また，どの供試植物と材質の組み合わせでも，根域を被覆することによりセルシート区の地上部生体重は大きくなる傾向にあった．しかし，2000年5月9日播種のレタス-乾燥ピートモスおよび2001年9月4日播種のハクサイ-乾燥ピートモスおよびトマト-熱乾燥ピートモスではセルトレイ区のものよりも地上部生体重が小さくなった．根域保護材の湿潤の有無および有機質か無機質かなど，材質の違いが地上部生体重に及ぼす傾向には一定の傾向が認められなかった(第3表)．湿潤ピートモス，バーミキュライト，ロックウールなど，湿潤して上面まで毛管連絡する保護材では，藻類の発生が多く，特に夏季にはカビや双翅目昆虫の発生が多く認められた．しかし，これらのカビや藻類は根域までには達していないように見受けられた．一方，被覆しない場合，光が直接根に当たること，根域に藻類が大量に発生し，これに伴なって，双翅目昆虫やカビが発生したことなどが生育不良の原因と考えられたが，これらの点については，今後明らかにする必要がある．

給液に伴い湿潤する根域保護材を用いた場合，根域保護材の中に根が進入し，生長に伴ない根域保護材を通じ

第3表　育苗形態および根圏保護材の材質の違い

植物名 ‘品種名’	育苗方法		地上部生体重 (g)	生存率 (%)	調査個体数[z]	試験年 播種日 調査日
	育苗法	根域保護材				
レタス ‘オンタリオ’	セルシート	被覆なし	0.36 ± 0.07[y]	84.4	11	2000年
		乾燥ピートモス	1.59 ± 0.36	55.3	11	5月9日
	セルトレイ		1.91 ± 0.55	78.9	11	6月6日
	セルシート	被覆なし	2.04 ± 0.17	60.9	20	2000年
		熱乾燥ピートモス	2.71 ± 0.24	55.5	20	10月4日
		乾燥ピートモス	3.32 ± 0.28	56.3	20	11月8日
		湿潤ピートモス	3.20 ± 0.24	58.6	20	
		バーミキュライト	3.22 ± 0.28	43.8	20	
	セルトレイ		1.66 ± 0.09	82.0	20	
	セルシート	被覆なし	1.07 ± 0.09	87.5	10	2001年
		熱乾燥ピートモス	8.28 ± 0.63	34.4	10	7月6日
	セルトレイ		6.73 ± 0.59	77.3	10	7月21日
	セルシート	被覆なし	0.83 ± 0.07	93.8	15	2001年
		熱乾燥ピートモス	2.05 ± 0.14	48.4	15	10月18日
	セルトレイ		1.55 ± 0.08	90.6	15	11月21日
ハクサイ ‘耐病六十日’	セルシート	被覆なし	1.45 ± 0.14	95.3	20	2000年
		熱乾燥ピートモス	3.23 ± 0.31	98.4	20	10月7日
		乾燥ピートモス	3.04 ± 0.29	98.4	20	11月1日
		湿潤ピートモス	2.68 ± 0.31	93.0	20	
		バーミキュライト	3.33 ± 0.22	96.1	20	
	セルトレイ		2.43 ± 0.17	99.2	20	
	セルシート	被覆なし	8.34 ± 1.12	54.7	10	2001年
		熱乾燥ピートモス	10.07 ± 1.06	47.7	10	8月16日
		乾燥ピートモス	11.40 ± 0.61	53.1	10	9月8日
		ロックウール	7.80 ± 0.57	77.3	10	
	セルトレイ		6.34 ± 0.27	64.8	11	
	セルシート	熱乾燥ピートモス	2.14 ± 0.17	78.1	11	2001年
		乾燥ピートモス	1.58 ± 0.10	88.3	10	9月4日
		ロックウール	2.84 ± 0.09	90.6	10	9月21日
	セルトレイ		2.05 ± 0.08	96.9	11	
トマト ‘桃太郎’	セルシート	被覆なし	0.69 ± 0.05	87.5	12	2000年
		乾燥ピートモス	2.84 ± 0.18	77.7	12	5月24日
	セルトレイ		1.47 ± 0.07	86.7	12	6月16日
	セルシート	被覆なし	0.83 ± 0.08	91.4	10	2001年
		熱乾燥ピートモス	4.88 ± 0.32	82.0	10	9月4日
		乾燥ピートモス	5.69 ± 0.44	87.5	10	10月3日
	セルトレイ		5.05 ± 0.22	74.2	10	

根域保護材は資材にかかわらずシート当たり 400ml（厚さ 2~3mm レタス以外）または 200ml（厚さ 1~2mm レタス）
z:平均値±標準誤差（セルシートまたはセルトレイの中央部分の　個体を測定）
y:全セル数（128）に対する，調査時に生存個体のあるセル数の割合

NII-Electronic Library Service

The Japanese Society for Horticultural Science (JSHS)

て隣の苗のセルへ根が越境した．隣接したセルの根が絡まるため，育苗終了時に苗の分離が困難になった．また，根域保護材が湿潤することで，セルシート当たり0.5~1 kg程度重量が増加するなど望ましくなかった．それに対し80℃で乾燥させた熱乾燥ピートモス区は，乾燥ピートモスと比較し，はっ水性が長期間維持できた．このことにより，熱乾燥ピートモス区では上面まで毛管連絡された箇所が育苗が終了するまでほとんどなく，藻類やカビの発生，根の越境などがほとんど認められなかった．

以上の結果から，レタスにおいては生存率を向上するために，根圏保護材の被覆法を検討する必要はあるが，少なくともトマト，ハクサイの育苗に関しては，底面遮根材にテトロン200lpi，根域保護材に熱乾燥ピートモス200~400 ml/シートを使用することにより育苗が可能であると思われた．今後，これらのセルシート作成素材の組み合わせにより育成した苗を用いて，圃場実験を行う予定である．

摘　要

培地を無くし，遮根できる布(底面遮根材)を用いて底面給液することにより，根域を薄層化することで，セル成型育苗システムを軽量化した“セルシート”育苗法を開発した．底面遮根材および根域を保護する資材(根域保護材)が，苗の接着性，生存率，地上部生体重に及ぼす影響をレタス，ハクサイ，トマトで調査した．底面保護材にテトロン200lpiまたはテトロン250lpiを用いると，シートを垂直にぶら下げた程度では苗は全く落下せず，苗を剥がしても根が傷がつかず，適当な苗の接着性があった．底面保護材にテトロン200lpi，根域保護材に80℃で乾燥したピートモス200~400 ml/シートの組み合わせで，対照のセルトレイ区よりも地上部生体重が大きくなった．しかし，レタスではセルシートを根域保護材で被覆した場合，生存率が低下した．

引 用 文 献

水田洋一・林　孝洋・矢澤　進．1996．無培地のシート育苗によるセル苗の生育と定植後の初期生育．園学雑．65(別1)：10-11．

水田洋一・小谷　定・矢澤　進．1998．無培地化によるセル育苗の簡易化．園学雑．67(別2)：130．

水田洋一・平井克之・伊達修一・矢澤　進．2000．根圏の保護材がセルシート苗の生育に及ぼす影響．園学雑．69(別1)：299．

水田 洋一・川西　孝秀・矢澤　進．2002．セルシート育苗した幼苗の露地圃場への定植後の活着とその後の生育．園学雑．71(別1)：137．

並木隆和．1975．水耕と土耕の違い．Ⅱ根の活力と根圏環境．農業技術体系．土壌施肥編1．土壌の働きと根圏環境．p．37-42．農山漁村文化協会．東京．

大木道則．1989．(大木道則他3名編)化学大事典．p．2242．東京化学同人．東京．

スタイアー，R．C・D．S，コランスキー．1998．プラグのすべて(安藤敏夫日本語版監修)．p．316-321．ケーアイエス．愛知．

NII-Electronic Library Service