



系統農協推奨肥料・施肥技術

セル成型苗用育苗培土(葉菜用)

JA全農 肥料農薬部

I. 技術のねらいと概要

1. 技術のねらい

野菜栽培では、省力・軽作業への志向が強く、そのため、露地栽培では、移植機の利用とセル成型苗の移植が普及拡大している。現在、レタス作付の28%（約6,200ha）、キャベツの10%（約3,700ha）がセル成型苗を利用しており（表-1）、育苗の規模の大小を問わず、セル成型苗用育苗培土の品質の向上と安定化が望まれている。

セル成型育苗は、その名が示すように、小容積の穴（セル）が連続したトレイで、発芽・育苗する方式である。かぎられた小容積の培地で育苗し、生育揃いがよく、根鉢がしっかりして自動移植機に適した苗をつくるためには、育苗培土に特にすぐれた性能が求められる。

育苗培土として重要な特性は、発芽、根の生長、地上部の生長に関係する部分と、育苗管理の両面にわたるもので、吸（透）水性、保水性、保肥力、空気率、pH、電気伝導率、無機態窒素など多岐にわたる（IV、具体的なデータ参照）。そのため、発芽、生育、移植にあたって育苗培土の好ましい理化学性を求め、すぐれたセル成型苗用育苗培土（セル培土）の普及をはかることが重要である。

本技術のねらいは、つぎの3項目に要約できる。

- (1)移植機にかけやすく、生育のよく揃った苗を育てる。
- (2)発芽揃い、根鉢形成のよい苗を育てるための育苗培土条件を設定する。
- (3)育苗培土の好適条件の設定により、育苗作業の効率をよくなり、移植機を活用して、省力・安定生産をはかる。

2. 技術の内容

葉菜用のセル成型苗用育苗培土（セル培土と略す）の好ましい品質は下表のとおりである。ただし全自動移植機に適用する場合には抜き取り株率が95%以上であることが必要である。

セル培土の好ましい品質

項 目	内 容	測定条件・方法
全孔隙率	85%以上	実容積法(100mL)
はっ水性	認められない	播種灌水時の観察による
pH	5.8～7.0	培地：水を容積比1：5、1時間振とう
EC	1.0 dS/m以下	培地：水を容積比1：5、1時間振とう
無機態窒素	200 mg/L以下	培地：IM KCl容積比1：10、1時間振とう
水溶性りん酸	10～300 mg/L	培地：水容積比1：40、1時間振とう
発芽率	種子発芽保証率以上	
生育状況	対照培土と同等の生育を示し、障害がないこと	
抜き取り株率	80%以上	生育適期にセルトレイ当たり30株以上人手により抜き取り、根鉢が良好に抜けた割合

注1.無機態窒素は生育に大きく影響するため、製造設計どおり含有していることが望ましい。ただし、好適量は作物の種類、育苗時期、場所により異なる。

注2.対照培土：ビートモス(ファイン)、焼成バーミキュライト(パラボラ2号、細粒品)を容積比1：1で配合したもの。

注3.全自動移植機での適応性は、移植機による抜き取り株率が95%以上とする。

- (1)全孔隙率：苗の抜き取り性との関係が深い。根鉢形成のよい苗をつくるためには、育苗時の空気の割合と透水性を保つことが重要であり、育苗培土の全孔隙率85%以上が必要となる。土のなかに適度の“すきま”があることで、根に必要な空気と水があたえられ、根鉢がしっかり形成されるので、トレイから根を引き抜いたとき根鉢がくずれない。全孔隙率が小さいと、根鉢がくずれて、抜き取り株率は低くなる（図－4）。
- (2)はっ水性：育苗培土は、吸水がよく、はっ水性を示さないものがよい。培土はピートモスなどの有機資材を原料とするため、一度乾燥させるとはっ水性を生じて吸水しにくくなることがある。そのため、トレイ充填時および充填後は乾燥させないように注意する。
- (3)EC（電気伝導率）：育苗培土のECは、初期生育に影響する。葉菜の発芽率からみて、1.0dS/m（mS/cmと同じ）以下が適当である。
- (4)無機態窒素量：
- レタス、キャベツ、ハクサイについて、施肥窒素濃度別に、乾物量、窒素吸収量をくらべると、どの作物でも、無機態窒素200mg/Lで、ほぼ最大値に近づく（図－8、9）。同じ3作物について、育苗時の窒素施肥量と定植後の収量との関係を見ると、施肥量が多くなるにつれ、苗の生育、本圃での収量は高まるが、200mg/Lの無機態窒素が含まれると、ほぼ最高収量に達する。セル当たりの量でみると、育苗培土の無機態窒素量200mg/Lは、レタスで、2.8mg/セル、キャベツ、ハクサイでは、5.2mg/セルに相当する。
- 以上から、200mg/L以下を育苗培土の好適条件とする。窒素がこれ以上多くなると、特にレタスの根鉢形成が不良になり、抜き取り性が低下する（図－10）。
- (5)追肥の目安：追肥の効果は高いが、セル培土の無機態窒素量と追肥の目安として、100～200mg/Lでは生育状況に応じて、50～100mg/Lでは播種10日後から、50mg/L以下では播種直後から施用する。

セル培土の窒素肥料成分量と窒素追肥の考え方

窒素量(mg/L)	追 肥
200～	基本的には必要ない。
100～200	生育状況により施用する。
50～100	播種後10日目頃から施用する。
0～50	播種後から施用する。

注. 追肥として窒素60mg/Lの硝酸系肥料の液肥灌水の場合。

- (6)りん酸の施用は、一定量必要であり、加里の施用効果は小さい。

3.期待される効果

本資材の普及によって、以下の効果が期待できる。

- (1)良質な苗の大量・安定生産による安定収量の確保
- (2)規格に適合したトレイによる均一な苗の生産
- (3)播種プラント、自動灌水装置などの活用による省力
- (4)均一・高品質な苗の生産と不必要な予備苗を減らすことによるコスト低減
- (5)好適な培地の一括購入による原料の予措、配合・消毒作業の省力
- (6)自動移植機への適応性増大による省力

4. 適応範囲

- (1)本技術は葉菜用に適応した条件を設定したものである。葉菜類とは、移植を前提とした結球性の野菜を示し、キャベツ、ハクサイ、レタス、ブロッコリーを適応作物とする。したがって、本来直播性のホウレンソウ、チンゲンサイやネギ類、さらに花きへの適応性については別途検討する必要がある。
- (2)本資材とその技術は基本的に地域、気象条件、セルの種類、育苗規模に関係なく適応できる。
- (3)窒素添加には、あらかじめ培地に配合する方法と追肥による方法とがあり、作物の種類や現地の育苗慣行により窒素の適正量、好ましい窒素の形態は異なる。
- (4)手植え、自動移植機などすべての移植法に適用できる。しかし、全自動移植機適性については別途、適応銘柄を選定する。

5. 営農指導上の留意点

セル培土は、苗1本当りの培土量が少なく、かつ出芽・育苗という野菜生産の中で重要な時期に使用するため、単純なミスによる失敗を避ける必要がある。以下にその留意点を示す。

(1) 培地選定

- ①野菜の種類により、孔隙率などの好ましい物理的特性や肥料に対する反応性（特に窒素量）が異なるため、普及センター、JA営農指導員の指導や袋の表示・使用説明書を参考にして育苗を行なう。
- ②セルトレイは、なるべく新しいものを使用する。トレイの再利用にあたっては、一度洗浄したものは、引き抜き性が悪くなることがある。また、水での洗浄だけでは完全に病原菌を除去することはできないため、必ず消毒する必要がある。

(2) 育苗条件

- ①窒素の必要以上の添加は、地上部の生育を旺盛にするが、地下部（根）の生育が劣り、根鉢の形成が悪くなるので注意する。根鉢の形成が貧弱であると苗の引き抜き性が劣る。
- ②一部を引き抜いて、根鉢形成が不十分な場合は、育苗期間を延長することも必要である。ただし、苗が大きくなりすぎると、自動移植機には適応しにくくなる。
- ③セル培土はほとんど無菌状態であるが、逆に周囲からの汚染を受けやすいので、育苗施設内は清潔に保つことが重要である。
- ④EC、硝酸態窒素、塩素、硫酸イオンなどが多く含まれたり、病原菌に汚染している疑いのある井戸水などの使用は避ける。
- ⑤発芽後初期の段階での多灌水は避ける。灌水が多いと、胚軸の伸長が著しくなり、苗の“転び”の原因となる。また、過度な灌水は肥料成分が流亡するので、トレイの底穴から水が出るような灌水は避ける。
- ⑥各作物に合った適正な温度管理に努める。特に発芽温度や生育初期の管理に留意する。
- ⑦子葉や下葉が著しく黄化したときは、薄い液肥を灌水と同時に施肥すると、葉色回復に効果がある。
- ⑧葉菜以外の作物（果菜、花き）に適用することも可能であるが、あらかじめ試験場の指導を受け、十分に試験したうえで使用することが必要である。

(3) 機械移植

機械移植の場合は、苗の大きさや根鉢の形成具合が移植の精度に大きく影響する。特に、全自動移植機は、機械メーカーにより機構が異なるため、適正な苗条件も異なる。いずれにしても苗の大きさや根鉢形成が移植の絶対的条件となる。

全自動機械移植に関しては、「葉菜類全自動機械移植システム 育苗：移植マニュアル」（平成6年JA全農作成）を参考にする。

II. セル成型苗用育苗培土とその特徴

1. 育苗培土と育苗様式

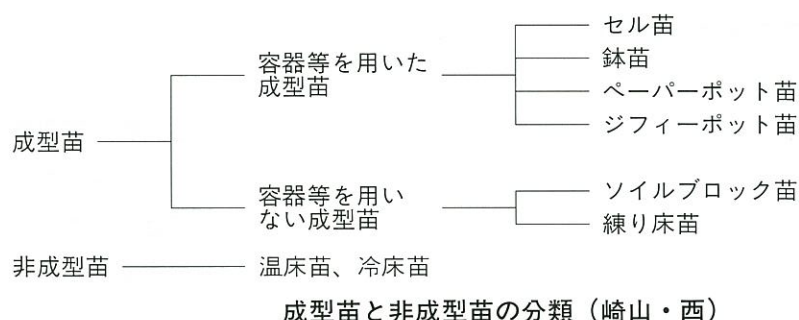
園芸用育苗培土は、適用作物の育苗様式によって、つぎのように分類される。

①園芸用育苗培土：播種床、鉢育苗、ペーパーポット育苗、連結ポット育苗、セル成型苗用育苗

②セル成型苗用育苗培土：セル成型育苗

③ソイルブロック培土：ソイルブロック育苗

さらに、成型苗と非成型苗に分けると、図のように整理される。



2. 培土の原料資材と肥料成分量

使用される培土資材、肥料成分の添加量、物理性について園芸用育苗培土とセル成型苗用育苗培土を比較して下表に示した。

園芸用育苗培土は、土壌を主体としたものが多いが、これに対して、セル成型苗用育苗培土は、ピートモスやバーミキュライトなどが主原料のものが多い（表－2、3）。この原料の種類の違いは、培土の重量をはじめ保水性、気相率など物理性、保肥力やりん酸吸収係数、pH緩衝能などの化学性にも大きな影響をあたえる。また、園芸用育苗培土の場合は、窒素、りん酸、加里などの肥料添加量が比較的多いが、セル成型苗用育苗培土では、それにくらべて肥料成分が低いものが主流といえる。

園芸用育苗培土とセル成型苗用育苗培土の主な違い

項 目	園芸用育苗培土	セル成型苗用育苗培土
培土資材	土壌を主体としたものが多い。	ピートモス・バーミキュライトを主体としたものが多い。
肥料成分	窒素が200～300mg/L程度（一部葉菜類を対象としたものではこれより低い場合もある）。火山灰土壌を主原料としたものは、りん酸が多く添加されている。	窒素が100mg/L以下か150mg/L程度と園芸用育苗培土より低い。 ピートモス主体のものは園芸用育苗培土に比較して、りん酸の添加量は少ない。
物理性	現物容積重が0.7～0.9程度のものが多い（比較的重い）。	現物容積重は園芸用育苗培土より小さいものが多い（比較的軽い）。 気相率が高い。

セル成型苗用育苗培土銘柄一覧（例）

銘 柄	製造(販売)メーカー
げんきくんセル100	コープケミカル
くみあいセル成型苗専用培土(セルエース)	呉羽化学
セル成型苗専用苗一番	日本肥糧
プラグ培土	ホーネン
フラワーピート	富士見工業
セルピート	//
くみあいセルベッド特号	協同肥料
くみあいセル培土	片倉チッカリン
くみあいプラグ培土I号	//
くみあいセル成型苗用育苗培土愛菜セル用	//
プラグ育苗専用与作N-150	九州化学(チッソ旭)
プラグ育苗専用与作N-15	// (//)
プラグ育苗専用与作N-100	// (//)

III. 普及推進のポイント

- セル成型苗用育苗培土は、根張りや活着など生育の優れた良質苗の生産と育苗管理に適した物理性と化学性を持つように調製されており、育苗管理作業を標準化することによって育苗指導がしやすくなる。
- 野菜の生産・出荷計画に合わせて、必要な時に必要な量の培土が確保できるので、生産者の要望に沿った資材供給ができる。また、野菜産地では周年にわたって栽培がつづき、その間に労力と時間のかかる床土づくりは生産者の大きな負担となっている。セル成型苗用育苗培土は、作付け計画に見合った培土が入手でき、大幅な農作業の合理化と省力効果が期待される。
- セル成型苗用育苗培土の経済性については総合的な判断が必要である。直接的には培土購入費と慣行床土の作成コストとの比較によって評価されるが、省力、良質苗による作物の品質向上、増収によるメリットも期待できる。

Ⅳ. 具体的なデータ

1. 生産と流通

表－1 成型苗の利用状況（面積ベース）

（単位：ha、％）

区 分		6 年				7 年				普及面積 対前年比
		普及面積	栽培面積	割合	回答 県数	普及面積	栽培面積	割合	回答 県数	
野 菜	レタス	5,871	22,360	26	40	6,239	22,503	28	40	106
	キャベツ	3,002	37,304	8	45	3,723	37,819	10	45	124
	ハクサイ	2,377	22,010	11	37	2,626	22,083	12	38	110
	トマト	1,287	12,553	10	44	1,932	12,918	15	45	150
	ブロッコリー	1,165	8,036	14	40	1,264	8,074	16	43	108
	タマネギ	879	21,859	4	19	1,012	22,056	5	20	115
	ナス	634	12,878	5	41	694	13,225	5	41	109
	チンゲンサイ	409	1,305	31	20	409	1,352	30	20	100
	キュウリ	258	13,905	2	38	341	14,497	2	40	132
	ネギ	253	17,881	1	29	408	18,237	2	29	161
	その他	765	59,715	1		875	61,227			114
	計	16,900	229,806	7		19,523	233,991	8		116

（農林水産省種苗課）

2. セル培土の主な原料と特徴

表－2 国外の主なセル苗用に使用される配合土の原料組成

（荒木より作成、容積比）

国 名	原 料 組 成
イギリス	50%ピートモス
	50%細砂
アメリカ	75%ピートモス
	25%細砂
	50%ピートモス 50%バーミキュライト
オランダ	10ピートモス
	10黒色ピートモス
	1 川砂
ドイツ	100%ピートモス
アイルランド	100%ピートモス
フィンランド	100%ピートモス
デンマーク	50%ダークピート
	25%麦わら堆肥
	25%ガラス繊維

表－3 国内の市販セル成型苗用育苗培土の原料組成

（単位：重量比、％）

銘柄	土 壌	ピートモス	バーミキュライト	その他*
A	63	15	18	4
B	10	72	18	
C	20	25	22	33
D	0	26	25	49
E	35	49	7	9
F	0	79	7	14
G	85	4	5	6
H	0	12	87	1
I	43	13	12	38
J	50	10	33	17
K	30	10	30	30
L	12	21	35	32
M	40	15	10	35

*：肥料、水、パーライト、ゼオライト、木炭、腐植物質など

3. 物理性

(1) 水分特性

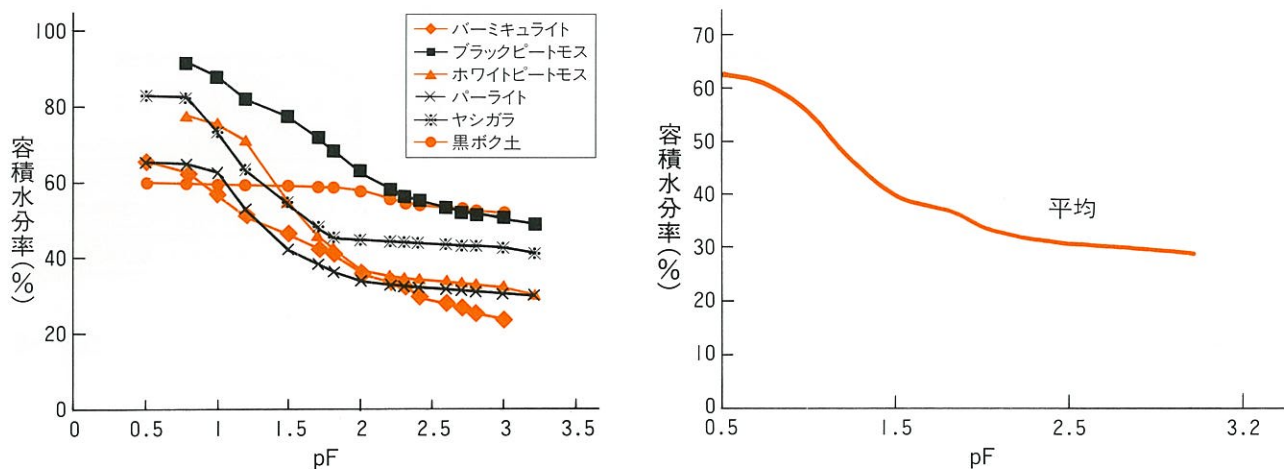


図-1 培土資材のpF-水分曲線

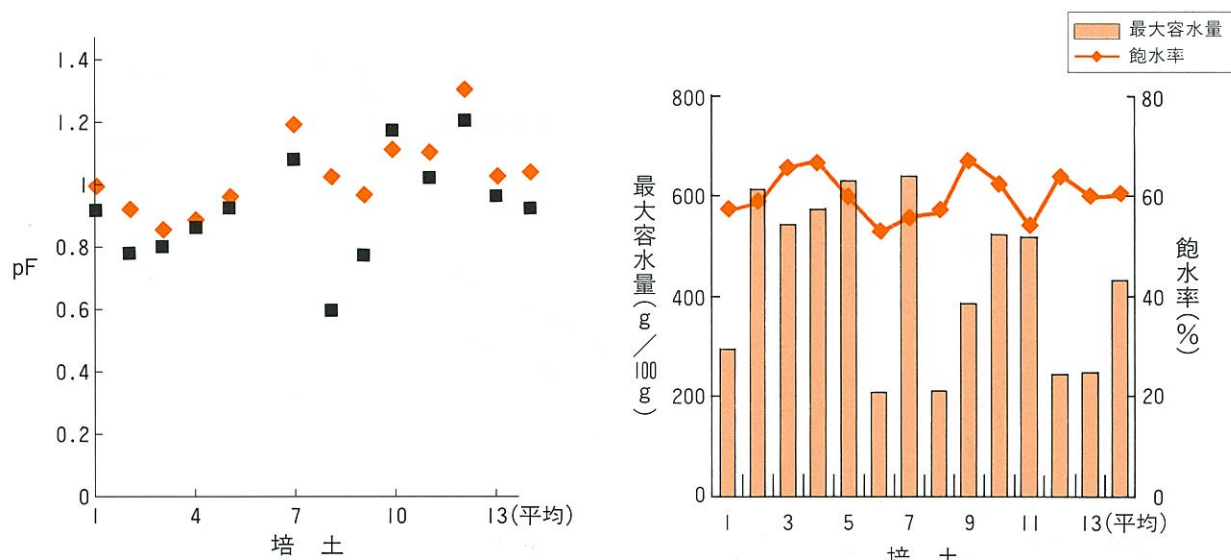


図-2 播種、覆土、灌水後の培土pF

図-3 最大容水量と灌水後飽水率

(2) 三相分布と抜き取り適性

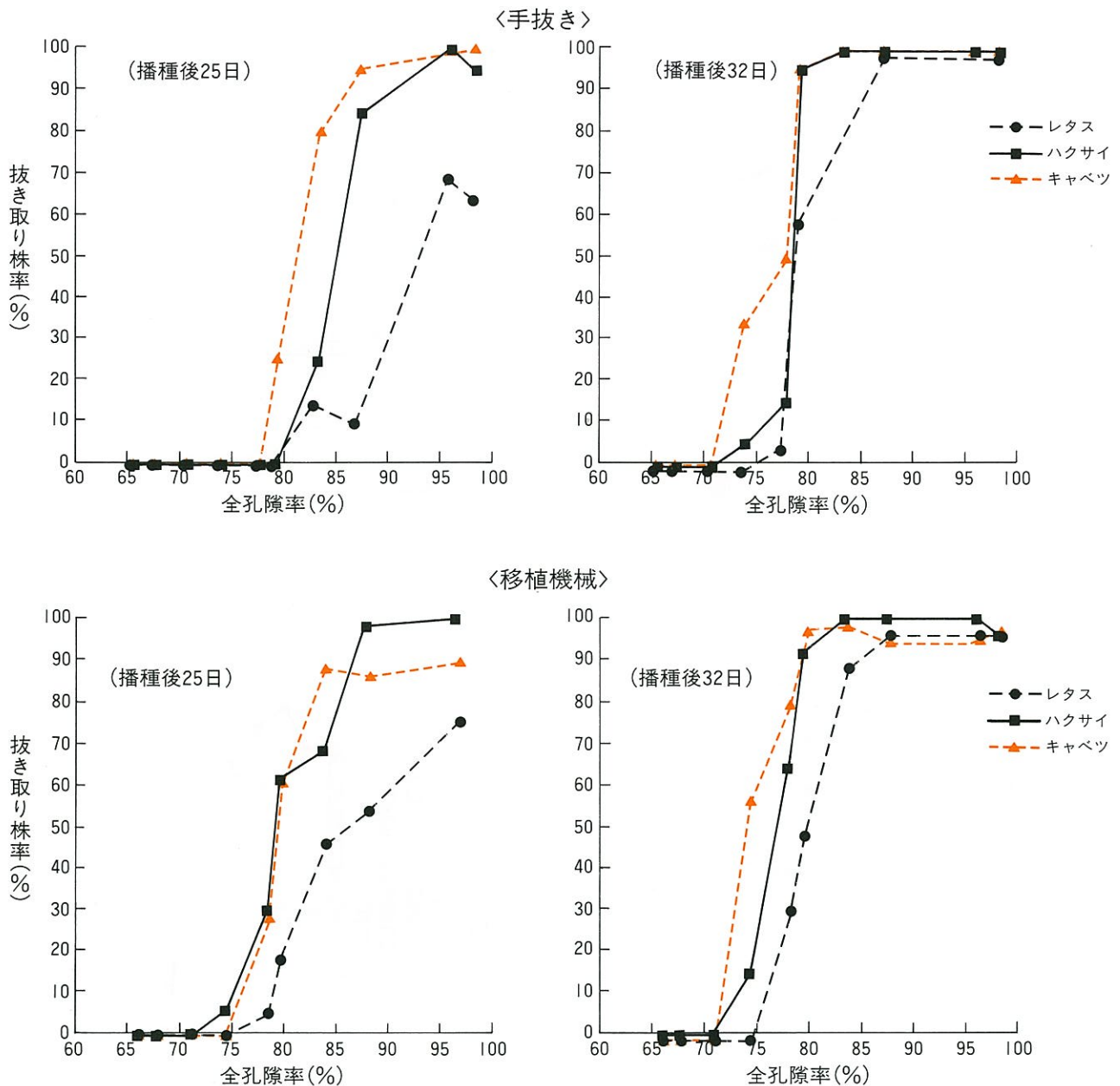


図-4 全孔隙率と苗の抜き取り株率（手抜きと移植機械使用との比較）

原料：火山灰土壌、ピートモス（スファグナムピートモス）、バーミキュライト（パラボラ規格2）
 作物、トレイ：レタス（サリナス88）200穴トレイ、キャベツ（金系201）128穴トレイ、
 ハクサイ（新理想）128穴トレイ
 施肥量：窒素—りん酸—加里 100—1000—100mg/L
 育苗期間：25日、32日

4. 化学性(pH、EC)

(1) pH

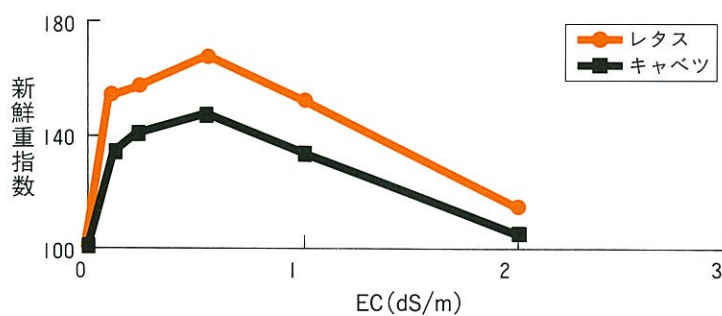
表－4 各種野菜の生育に適当な土壌のpHの範囲(HESTER)

pH	作物
6.0～6.8	アスパラガス、ビート、セルリー、チシャ、マスクメロン、タマネギ、エンドウ、 ハウレンソウ、フダンソウ
5.5～6.8	ライマピーン、インゲン、ブロッコリー、キャベツ、ハナヤサイ、ニンジン、キュウリ、ナス、カラシナ、 パセリ、パースニップ、カボチャ、ハツカダイコン、イチゴ、スイートコーン、トマト、カブ
5.0～5.5	ジャガイモ、サツマイモ、スイカ

(2) EC

表－5 各種作物の発芽に及ぼす培土のECの影響

培土窒素濃度 (mg/L)	EC (dS/m)	発芽率(%)					
		レタス		キャベツ		ハクサイ	
		5日後	8日後	5日後	6日後	5日後	6日後
0	0.67	92	97	70	89	97	97
50	0.71	92	97	84	94	95	95
100	0.87	83	92	82	91	95	95
150	0.91	78	88	81	91	95	95
200	0.99	72	91	76	90	94	94
300	1.11	45	68	72	89	91	91
400	1.22	53	81	63	87	92	92



図－5 培養液ECから推定した培土ECと作物の初期生育

供試作物 レタス(カルマーMR) キャベツ(四季穫)
 試験方法 ノイバウエルポットに種子30粒播種
 供試肥料 硝酸ナトリウム
 培養液濃度 0～800mg/L
 調査日 レタス：播種6日後 キャベツ：播種4日後

5. 施肥量の影響

(1) 育苗時の窒素の施用と収量

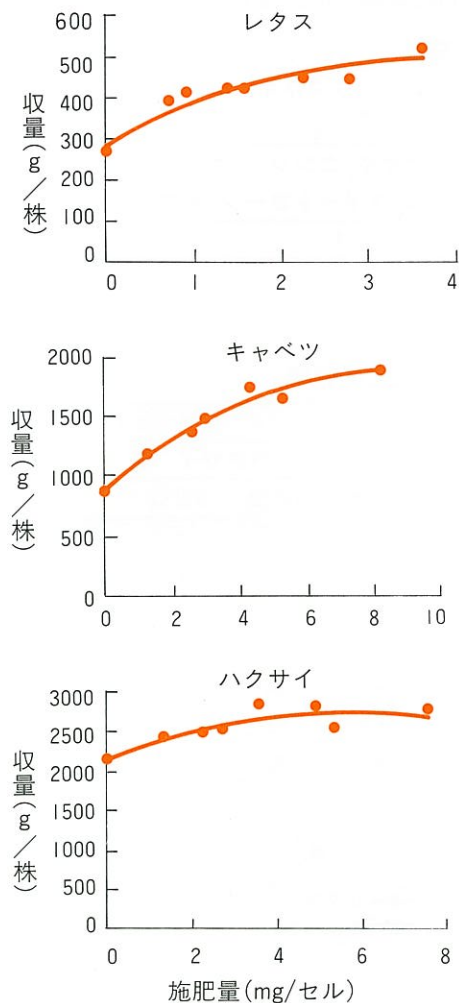


図-6 培土の窒素施肥量と収量

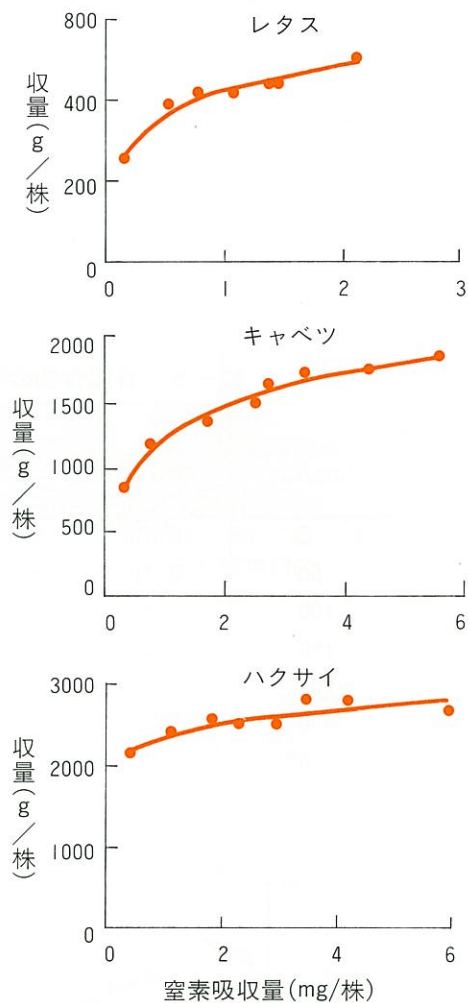


図-7 定植苗の窒素吸収量と収量

試験内容

設計および耕種概要

供試作物	レタス	キャベツ	ハクサイ
供試品種	しずか	金系201	新理想
播種	94/9/14	8/19	8/19
液肥開始	9/24	8/29	8/29
定植	10/6	9/13	9/9
収量調査	12/20	12/8	11/24
供試セルトレイ	Y社200穴	128穴	128穴
セル容量	14mL	26mL	26mL

育苗時の窒素施用量

培土初期 窒素濃度 (mg/L)	追肥濃度 (mg/L)	窒素施用量 (mg/セル)		
		レタス	キャベツ	ハクサイ
0	0	0	0	0
50	0	0.69	1.32	1.32
100	0	1.37	2.64	2.64
200	0	2.74	5.28	5.28
0	42	0.56	2.99	2.20
50	42	1.55	4.31	3.52
100	42	2.23	5.63	4.84
200	42	3.60	8.27	7.48

初期窒素はアンモニア態窒素：硝酸態窒素=3：1とした。

液肥はK社液肥A、Bの等量混合液肥の2000倍液(Nとして42mg/L)とした。

トレイ当たり液肥灌水：レタス4100mL、キャベツ9100mL、ハクサイ6700mL。

(2) 窒素添加量

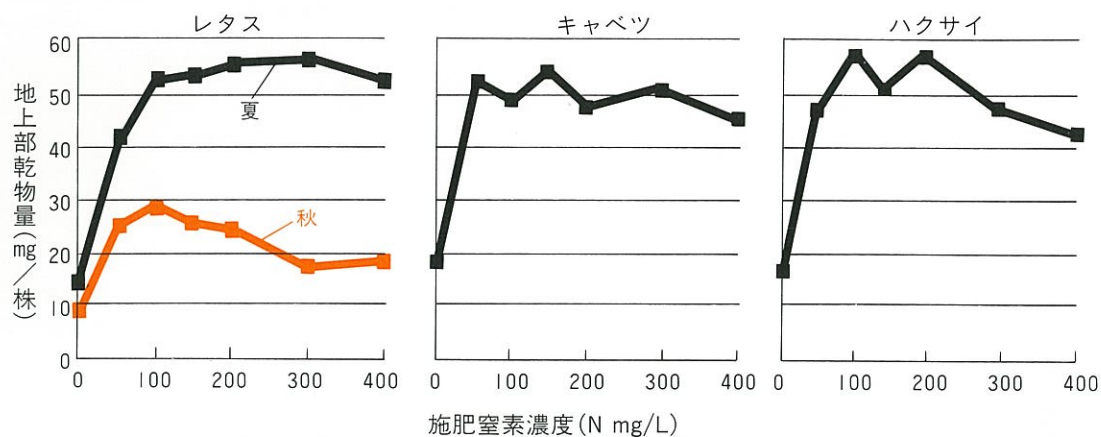


図-8 培土窒素濃度が苗地上部重に及ぼす影響

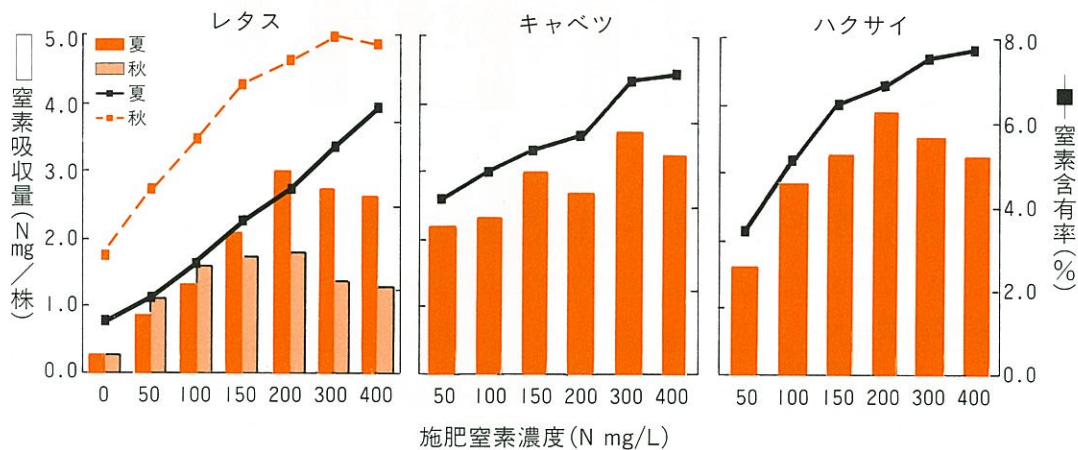


図-9 培土窒素濃度が苗窒素吸収量、含有率に及ぼす影響

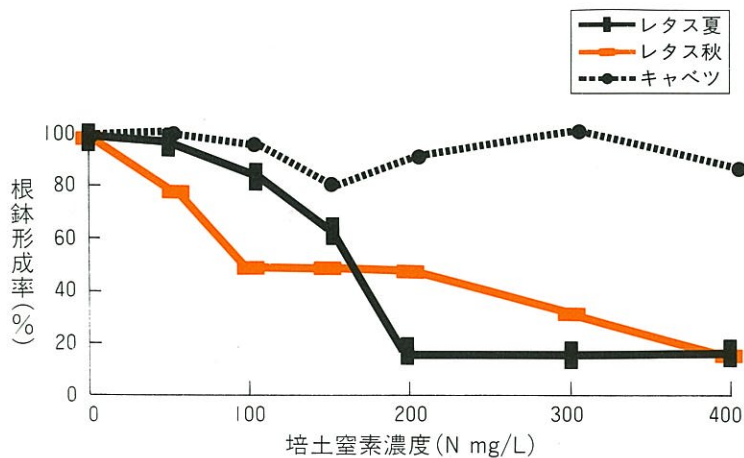


図-10 培土窒素量と根鉢形成率

試験内容(図8～10)

耕種概要			
(平成5年)			
作物	播種日	調査日	育苗日数
レタス	夏 8月14日	9月8日	25日
	秋 10月22日	11月16日	25日
キャベツ	10月29日	11月24日	26日
ハクサイ	11月5日	11月30日	25日

処理区の施肥量	
窒素	0.50、100、150、200、300、400 mg/Lの7段階設定(硝酸、硫酸で硝酸態窒素比率25%に調整)
りん酸	500mg/L(過石)
加里	150mg/L(硫加)

(3) 窒素形態

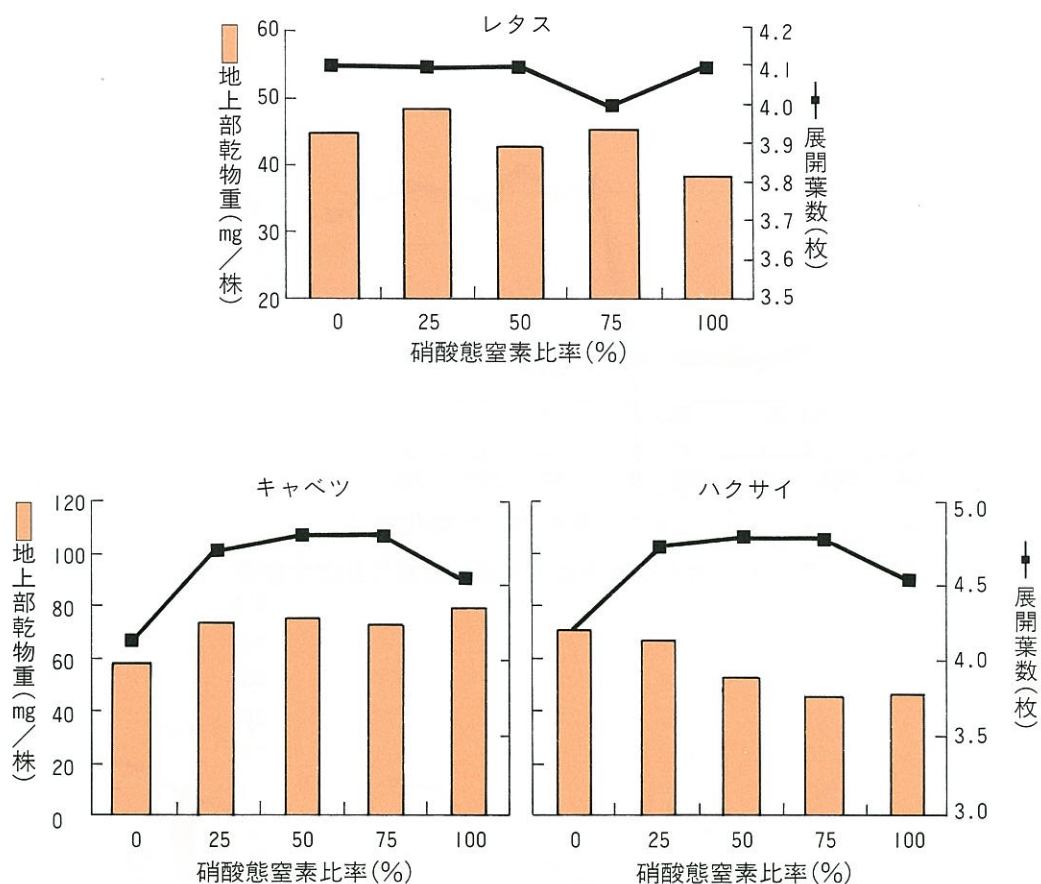


図-11 培土の硝酸態窒素比率が苗地上部重、展開葉数に及ぼす影響

試験内容

耕種概要				処理区の施肥量
作物	播種日	調査日	育苗日数	
レタス	10月7日	11月2日	26日	窒 素 : 150mg/L硝酸態窒素比率0、25、50、75、100% (硝酸ナトリウム、硫酸で調整) りん酸 : 500mg/L(過石) 加 里 : 150mg/L(硫加)
キャベツ	10月7日	11月4日	28日	
ハクサイ	10月7日	11月1日	25日	

(4) リン酸添加量

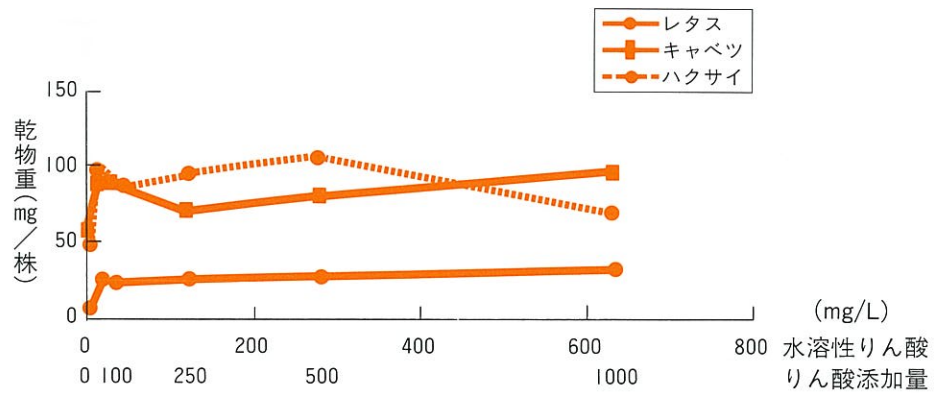


図-12 培土りん酸濃度と苗の乾物重

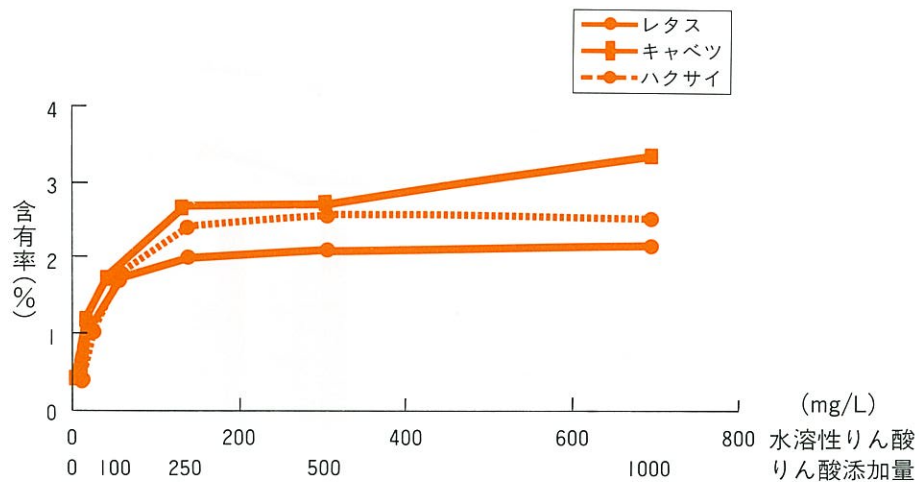


図-13 培土りん酸濃度と苗のりん酸含有率

試験内容

耕種概要				処理区の施肥量	
(平成6年)					
作物	播種日	調査日	育苗日数	窒素：150mg/L(硝酸、硫酸で硝酸態窒素比率25%に調整)	
レタス	10月9日	12月7日	28日	りん酸：0.50、100、150、250、500、1000mg/Lの6段階設定(重過石)	
キャベツ	10月9日	12月10日	31日	加里：150mg/L(硫酸)	
ハクサイ	10月9日	12月6日	27日		

(5) カリ添加量

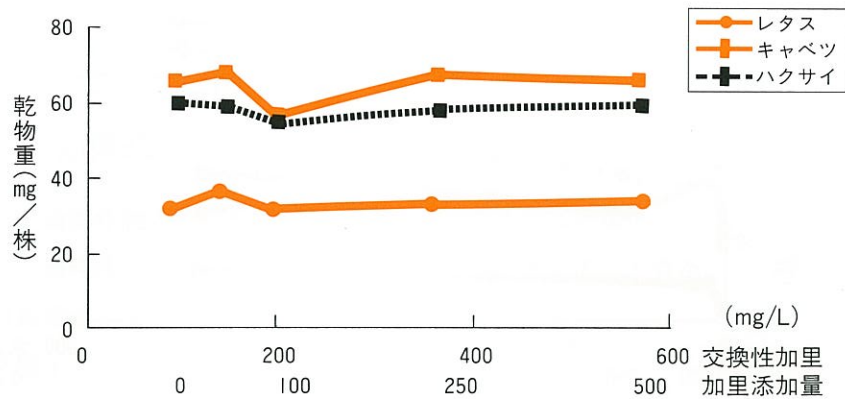


図-14 培土加里濃度と苗乾物量

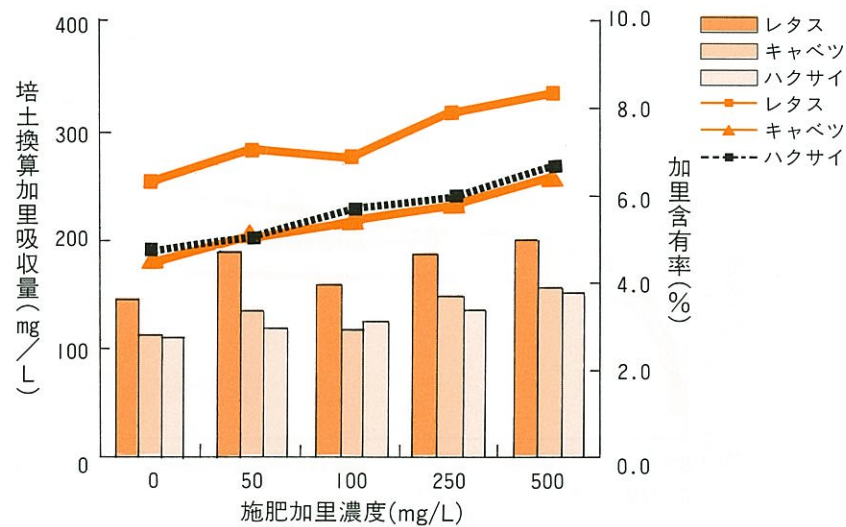


図-15 培土加里濃度が苗の加里含有率、吸収量に及ぼす影響

試験内容

耕種概要				処理区の施肥量	
(平成5年)				窒素：150mg/L(硝酸、硫酸で硝酸態窒素比率25%に調整)	
				りん酸：500mg/L(重過石)	
				加里：0、50、100、250、500mg/Lの5段階設定(硫加)	
作物	播種日	調査日	育苗日数		
レタス	9月21日	10月15日	24日		
キャベツ	9月21日	10月15日	27日		
ハクサイ	9月21日	10月15日	24日		

1. 培土資材とその特性

従来の園芸用育苗培土（ポット用）の多くは、土壌を主体としているが、セル成型苗用育苗培土は苗の抜き取り性や軽量化などのために、つぎのような原料が用いられている。

1) ピートモス

ミズゴケなどの植物が寒冷な湿地帯で堆積し、分解したものである。ほとんどがカナダ、ヨーロッパなどからの輸入品。保水性と通気性が大きいのが特徴である。また、陽イオン交換容量は大きいといわれているが、容量当たりでみれば一般に土壌より小さく、保肥力はあまり期待できない。セル成型苗用育苗培土の原料としてもっとも多く使用される原料のひとつである。

2) パーミキュライト

蛭石を焼成し、膨張させたもので、光沢を帯びた非常に軽い鉱物質の資材である。透水性・保水性・通気性がよく、肥料成分や水を物理的に吸着・保持し、徐々に放出する役割がある。陽イオン交換容量は容積当たりでみればあまり大きくない。ピートモスと並んでセル成型苗用育苗培土の原料としてよく用いられる。また、単独で覆土として使用される場合がある。

セル成型苗用育苗培土の主な原料



ピートモス



パーミキュライト



パーライト



ゼオライト

3) パーライト

真珠岩を急激に加熱し、多数の気泡を発生させた軽石状のもの。通気性・保水性・透水性を高める。ただし、保肥力はほとんどない。

4) ゼオライト

沸石ともいう。容量当たりでも陽イオン交換容量がきわめて大きいので、保肥力を高めるうえで有効な資材である。

2. 全自動機械移植適応セル成型苗用育苗培土の考えかた

1) 抜き取り性の向上

J A全農が設定した全自動機械移植機に適応する苗として根鉢形成率が95～100%であることが求められている。したがって、高い抜き取り性を確保するためには、ピートモスやバーミキュライトといった資材を添加する必要がある、また肥料成分が高すぎないことが条件になる。

2) 苗が大きすぎないこと

窒素成分が多ければ、それだけ苗が大きくなるが、苗の基準よりも草丈などが大きすぎると移植精度が悪くなるので、定植適期葉数に達した時点で、苗の大きさが基準内（下表：移植適期の苗）に入り、しかも抜き取りが容易になる程度の肥料成分量が最適ということになる。

3) 全自動機械移植に適応する培土の選定

J A全農では、1)、2)の点を踏まえ、現在取扱いのすべてのセル成型苗用育苗培土で実際に苗を育苗して、生育や全自動移植機での抜き取り性について検討している。検討した結果、移植機適応性がある銘柄を「全自動機械移植適応培土」として普及していく。

移植適期の苗

	キャベツ		ハクサイ		レタス
使用トレイ	128穴	200穴	128穴	200穴	200穴
本葉(枚)	2.5～3.5	2.0～3.0	5.0～6.0	4.0～5.0	3.5～4.5
草丈(cm)	9～11	10～13	5～7	5～6	10以下

注) 全農：葉菜類全自動機械移植システム 育苗・移植マニュアルより



土づくりシンボルマーク

