

育苗用土への高吸水性ポリマー混和が用土の物理性 およびトマト苗の生育に及ぼす影響

龍 勝利*・井手 治・森山 友幸¹⁾・奥 幸一郎

用土への保水剤（架橋ポリアクリル酸塩）の混和が、用土の保水特性に及ぼす影響を明らかにするとともに、トマト苗を育苗したときの苗の生育および水分ストレスに及ぼす影響について検討した。

1. ピートモス、パーミキュライトおよびボラ土では保水剤の混和により用土の容積が増加し、その増加には気相の減少、液相の増加を伴った。
2. 土壌間隙の大きなピートモスおよびボラ土のような用土では、保水剤混和の効果が高く、保水量が増加することで、トマト苗の萎凋が軽減されるとともに育苗終了時の茎葉重が増加した。
3. トマトの育苗用配合土に保水剤を混和すると、茎葉重が増加するなど生育促進効果がみられ、保水剤の混和量を10g/lとすると、かん水量を無混和の2分の1としても同等以上の生育量が得られた。
4. 第8葉期苗にかん水中断処理を行った結果、トマト葉の水ポテンシャルは保水剤混和配合土で無混和より有意に高くなり、水分ストレスが軽減された。

[キーワード：育苗，高吸水性ポリマー，トマト，用土，保水量]

Effects of the mixed super-water absorbent polymer with medium soil on soil physical properties and the growth of tomato seedling. RYU Katsutoshi, Osamu IDE, Tomoyuki MORIYAMA and Kouichirou OKU (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 27: 59 - 63 (2008)

A super-water absorbent polymer (sodium acrylate co-polymer) was added and mixed with medium soil, and its effects on water retention of medium soil, seedling growth, and water stress on tomatoes were examined by pot experiments.

- (1) The volume of each medium soil of peat moss, vermiculite and bora soil increased if admixed with the polymer, and along with the increase, there was a decrease in the gas phase and an increase in the liquid phase of the medium soil.
- (2) The degree of increase in the water retention property of the medium soil with large soil porosities like peat moss and bora soil became very large by admixing of the polymer. Because of an increase in water holding capacity, the wilting of tomatoes could be mitigated and the weight of foliage increased at the final raising stage of the seedling.
- (3) In the raising of tomato seedlings, plant growth using the medium soil mixed with the polymer were superior to that using the control soil. Particularly, plant growth using the medium soil treated, containing 10g/l of the polymer appeared most favorable, and even a better plant thickness was attained compared with those raised in non-treated medium soil even if the amount of water given was reduced to half.
- (4) Leaf water potentials of tomatoes (8th leaf stage) became significantly higher by admixing the medium soil with the polymer even after irrigation had been suspended, proving that water stress on tomatoes was reduced.

[keywords : medium soil, seedling, super-water absorbent polymer, tomato, water holding capacity]

緒 言

本県におけるトマトの主要作型である促成栽培では、育苗期間が高温期にあたるため、蒸発散量の多くなる育苗後期には、ほぼ毎日のかん水が必要となり、生産者にとって大きな負担となっている。かん水回数の低減には、容量の大きな容器での育苗が有効⁶⁾であるが、同時にポット重量の増加にともなう新たな労働負荷が生じる。このため、容量を増やすことなく、保水性を高めることが必要である。遠山ら^{7) 8)}は、砂漠でのかんがい水の有効利用を目的に、自重の最大数百倍の水を吸水できる高吸水性ポリマー（以下、保水剤とする）を土壌混和す

ると、節水可能であったとしている。また、保水剤は土壌混和により、各種野菜類の生育を促進することが報告^{2) 4) 5) 7)}されており、育苗用土の保水性を高める軽量の原料として期待できる。一方、これらの報告は保水性の低い砂質土壌での検討が多く、土壌物理性改善のためピートモス、赤玉土等の用土を配合した育苗用配合土において、保水剤混和の効果を検討したものはない。また、育苗用配合土は数種の鉱物および有機質原料が混和されており、その配合割合は製品により異なるため、保水剤を混和した効果は配合土により異なることも考えられる。そこで、本研究では、物理性の異なる主要な用土に保水剤を混和し、その保水特性および各用土で育苗したトマト苗の生育について検討するとともに、保水剤を混和した育苗用配合土で育苗したトマトの生育および水分ストレスについて検討した。

* 連絡責任者（野菜栽培部）

1) 現筑後分場

試験方法

試験1 用土の種類による保水剤混和の効果の比較

(1) 用土の種類と保水特性

野菜苗の育苗用の配合土に使用される物理性の異なる主要な用土であるピートモス、パーミキュライト、赤玉土およびボラ土を供試した。供試保水剤は、自重の100倍程度の水を保水できるスカイジェル（メビオール社製：架橋ポリアクリル酸塩）を用いた。混和量は保水剤の吸水に伴う容積増をあらかじめ考慮して用土1l当たり5gおよび0g（無混和）とした。各用土および保水剤を混和した用土のほ場容水量（pF1.5）における全容積および三相分布を調査した。ほ場容水量は各用土および保水剤混和用土を100ml容コアサンプラーに充填して、砂柱法にて測定した。試験規模は1区3点の2反復で行った。ただし、保水剤混和用土では、吸水により全容積が増加したため、コアサンプラー上面で再度100mlに調整後、液相容積、固相容積および気相容積を求め、無混和用土の固相容積を再調整した保水剤混和用土の固相容積で除して得られる係数をそれぞれに乘じ、保水剤混和用土の液相容積、固相容積および気相容積とした。また、保水剤が占める容積は液相容積と見なし、無混和用土の液相容積とは区分して示した。

(2) 保水剤に保持された水のトマトに対する有効性

試験は2005年に福岡県農業総合試験場内自然光型ファイトロン（小糸工業製）で行った。供試品種には「ハウス桃太郎」を用い、2005年5月6日に128穴セルトレイに播種した。第4葉が展開した自根苗を2005年6月9日に9cm黒色ポリポットに鉢上げした。供試保水剤は試験1(1)と同様とし、混和量は用土1l当たり5gおよび0g（無混和）とした。用土は試験1(1)で供試した4種類とし、9cm黒色ポリポット当たり約300mlを充填した。施肥は窒素濃度75ppmの液体肥料（OK-F-1 N:P₂O₅:K₂O=15:8:17）で、かん水と同時に行った。かん水は、鉢上げ時に十分行った後は行わず、5日目にトマト苗の萎凋程度を評価した後、再度十分量のかん水を行い、10日目からほぼ1日おきに1回当たり50mlのかん水を行い、22日目まで育苗を継続した。気温は昼温（7:00～19:00）を25℃、夜温（19:00～7:00）を20℃とした。試験規模は1区2ポットの3反復で行った。育苗期間中の用土重量を測定した後、育苗終了時における用土の乾燥重量を差し引いて保水量を求めた。また、鉢上げ3日後および5日後にトマト苗の萎凋程度を、育苗終了時にトマト苗の茎葉重（生体重）を調査した。

試験2 保水剤の混合割合およびかん水量の違いが苗質に及ぼす影響

試験場所、供試品種、供試保水剤および鉢上げまでの育苗方法は試験1(2)と同様とし、播種を2005年1月3日、鉢上げを2005年2月8日に行い23日間育苗した。混合量は配合土1l当たり10g、5gおよび0g（無混和）の3水準とした。配合土には、生産現場で多く用いられている赤玉土およびピートモスが主原料の園芸用配合土を用い、9cm黒色ポリポット当たり約300mlを充填した。施肥は窒素濃度75ppmの液体肥料（OK-F-1 N:P₂O₅:K₂O=15:8:17）で、

かん水と同時に行った。かん水は、鉢上げ時にポット当たり100mlを全区に行い、その後は、天候に応じて、無混和の苗が萎凋しない程度にかん水を行う標準（以下、標準量区とする）区および標準量区の2分の1回かん水を行う区（以下、1/2量区とする）の2水準とした。また、かん水量は1回当たり50mlとし、標準量区では育苗23日間のかん水量を500ml（10回）とした。気温は昼温（7:00～19:00）を25℃、夜温（19:00～7:00）を15℃とした。試験規模は1区2ポットの3反復で行った。育苗終了時にトマト苗の草丈、葉数、最大葉長、第1段花房着生位置および茎葉重（生体重）を測定した。

試験3 保水剤の混和とトマト苗の水分ストレス

試験場所、供試品種、供試保水剤、供試配合土、鉢上げまでの育苗方法および気温は試験2と同様とし、播種を2005年11月15日、鉢上げを2005年12月12日に行った。混和量は配合土1l当たり5gおよび0g（無混和）とした。保水剤を混和した配合土を約3l充填したワグネルポット（1/5,000a）に、トマト苗を鉢上げし、鉢上げ時に十分量のかん水を行った後は、1回当たりのかん水量を200mlとし、各区同量のかん水を行いながら第8葉期に達するまで23日間育苗を行った。施肥は窒素濃度75ppmの液体肥料（OK-F-1 N:P₂O₅:K₂O=15:8:17）で、かん水と同時に行った。鉢上げ24日目にかん水を中断し、萎凋が認められた4日後にトマト葉の水ポテンシャルを水分ストレス測定装置（大起理科工業社PC-40）を用いてプレッシャーチャンバー法¹⁾で測定した。試験規模は1区2ポットの3反復で行った。

結果および考察

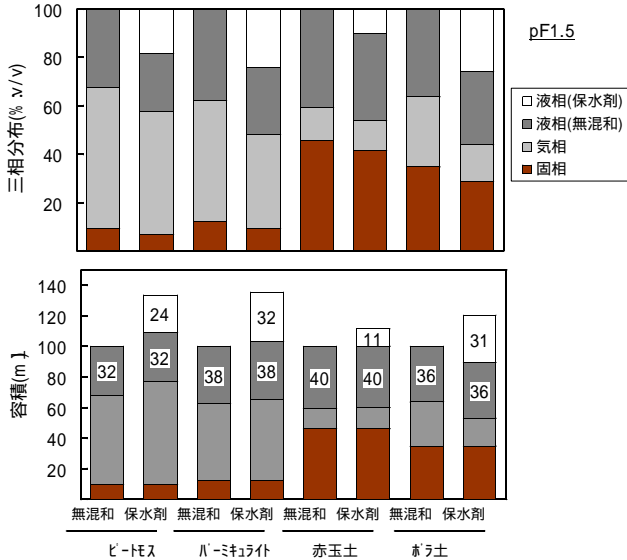
試験1 用土の種類による保水剤混和の効果の比較

(1) 用土の種類と保水特性

野菜苗の育苗用の配合土に使用される物理性の異なる主要な用土への保水剤の混和前後における三相の容積および三相分布の比較を第1図に示した。いずれの用土も保水剤の混和により、pF1.5における全容積が増加し、無混和に比べてピートモスおよびパーミキュライトでは約1.3倍、ボラ土では約1.2倍、赤玉土では約1.1倍となった。この容積増加は保水剤の吸水に伴う膨張⁷⁾によるものと考えられた。用土100ml中には0.5gの保水剤が含まれていたことを勘案すると、保水剤の混和により増加した液相容積は11ml～32mlであったことから、保水剤は22倍～64倍量の水を吸水していたと考えられた。

次に、各用土の三相分布を見ると、無混和の用土では、ピートモスおよびパーミキュライトは固相の割合が低く、液相および気相の割合が高いのに対し、赤玉土では気相が低く、ボラ土では三相がほぼ同じ割合であった。保水剤の混和により、いずれの用土も気相および固相が減少し、液相が増加した。このとき、ピートモス、パーミキュライトおよびボラ土では主に気相が減少したのに対し、赤玉土では固相が減少した。また、液相の増加程度はピートモス、パーミキュライトおよびボラ土に対し、赤玉土が低かった。矢橋ら⁹⁾は粒径の異なる砂質土壌に保水剤を混和した結果、その効果は粒径が小さいほど低く、

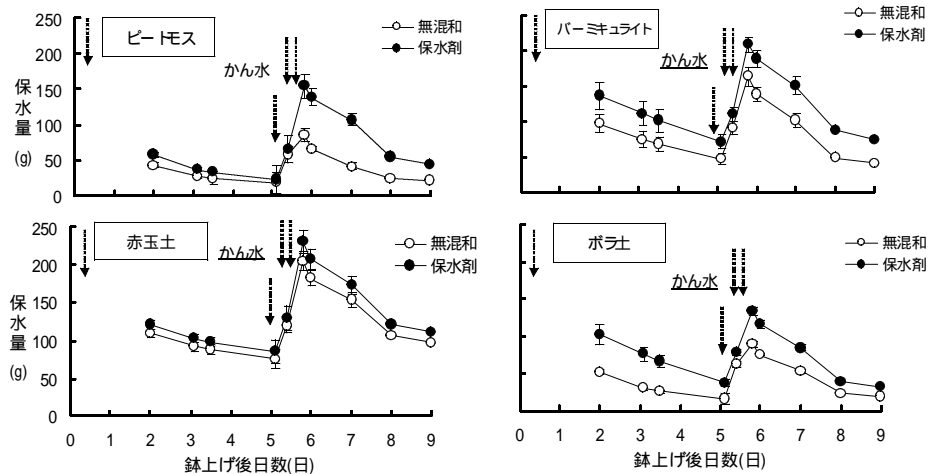
粒径が大きい場合や不均一な場合は保水剤が土壌間隙に適度に入り込むことで保水性を高めるとしている。本試験でも、特に固相の割合が低く、気相の割合が高いピートモス、パーミキュライトおよび粒径の大きいボラ土では保水剤の混和により全容積の増加が起こり、気相の減少および液相の増加を伴いながら、保水剤に吸水された水が土壌の間隙を埋めることにより、保水量が増加したと推察された。



第1図 用土の種類と保水剤混和が容積および三相分布に及ぼす影響
1) 図中の数値は液相の容積 (ml) を示す
2) ほ場含水量 (pF1.5) における容積および三相分布

(2) 保水剤に保持された水のトマトに対する有効性

保水剤を混和した用土でトマトを育苗したときの保水量の経時変化を第2図に示した。保水剤を混和した各用土の保水量は、保水剤の混和によりいずれも増加し、その増加程度はピートモス、パーミキュライトおよびボラ土に対し、赤玉土が低く、コアサンブラを用いて調査



第2図 保水剤の混和が各用土の保水量の経時変化に及ぼす影響

1) 図中の矢印はかん水を行ったことを示す

第1表 用土の種類と保水剤の混和がトマト苗の萎凋程度と茎葉重に及ぼす影響

保水剤 混和量 (g/l)	培養土 の種類	萎凋程度 ¹⁾		ポットあたり保水量		茎葉重
		3日後 ²⁾	5日後	3日後	5日後	22日後
				(g)	(g)	(g)
0 (無混和)	ピートモス	2.0	3.0	25	18	8
	パーミキュライト	0.0	0.0	68	47	22
	赤玉土	2.0	2.5	88	76	11
	ボラ土	1.0	3.0	26	17	15
5	ピートモス	0.0	2.0	33	22	18
	パーミキュライト	0.0	0.0	101	71	27
	赤玉土	1.0	2.0	98	85	12
	ボラ土	0.0	0.0	66	38	20
要因効果				***	***	***
保水剤(A)		-	-	***	***	***
培養土(B)		-	-	***	***	***
交互作用(A)×(B)		-	-	***	*	***

1) 萎凋程度 0: 無し, 1: 生長点のみのしおれ, 2: 複葉のたれ下がり, 3: 激しいしおれ

2) 鉢上げ後日数を示す

3) ***: は分散分析の結果, それぞれ0.1% 及び5%水準で有意差あり(n=6)

した前項の結果と同様の傾向であった。各用土の保水量は経時的に減少し、さらに、保水剤混和用土と無混和用土の保水量の差は小さくなった。このことから、保水剤に保持された水は、用土の乾燥や苗の吸水に伴い放出されると考えられた。

次に、保水剤を混和した用土でトマトを育苗したときの萎凋程度と茎葉重を第1表に示した。鉢上げ5日後までかん水を行わず育苗を行った結果、無混和では鉢上げ3日後には、ピートモス、赤玉土、ボラ土で育苗した苗で萎凋が認められた。一方、保水剤を混和した用土では、苗の萎凋開始日が無混和よりピートモスで2日、ボラ土では2日以上遅かった。パーミキュライトでは、保水剤混和の有無にかかわらず萎凋は認められなかった。大内ら⁴⁾は保水剤を重量比で0.2% ~ 2.0%混和した砂質土壌において、かん水停止後のヒマワリの萎凋開始日について検討している。それによると、混合割合が高いほど、初期萎凋点および永久萎凋点に達するまでの日数が長くなる。また、初期萎凋点および永久萎凋点における保水剤混和土壌の含水量には混合割合の違いによる差は認められず、保水剤に保持された水のほぼ全量が植物に利用可能であったと報告している。本試験においても、トマト

苗の萎凋開始時における各用土の保水量が5g/l混和と無混和で同程度であったことから、保水剤を混和する用土が異なっても、保水剤に保持された水はトマトが利用可能な有効水であることが示唆された。

次に、育苗終了時のトマト茎葉重を見ると、用土の種類および保水剤の混和により、有意差が認められ、保水剤の混和により重くなる傾向が認められた。一方、トマト茎葉重には用土の種類と保水剤の混和に交互作用が認められ、保水剤混和の効果は用土により異なった。そこで、各用土の保水剤混和による保水量の増加程度と茎葉重の増加程度との関係を第3図に示した。茎葉重は保水量の増加程度が大きいピートモスおよびボラ土のような用土ほど増加する傾向が認められた。以上のことから、土壌間隙の大きな用土では保水剤混和の効果が高く、保水量の増加により、萎凋開始が遅れるなど、水分ストレスが軽減されることでトマトの茎葉重が増加しやすいと考えられた。

試験2 保水剤の混合割合およびかん水量の違いが苗質に及ぼす影響

保水剤を混和した育苗用配合土におけるかん水量および保水剤の混合割合の違いがトマトの苗質に及ぼす影響について第2表に示した。処理開始23日後の草丈、最大葉長および茎葉重は、いずれもかん水量を減らすと減少し、保水剤の混和量が多くなるほど増加する傾向にあった。しかし、第1段花房の着生節位は保水剤を混和しても有意な差は認められなかった。この保水剤混和の効果は大内ら⁵⁾が、同種の保水剤を沖積土壌に重量比で0~0.5%混和して検討した結果と一致した。このことから、ピートモス、赤玉土等の用土を配合した育苗用の配合土においても、保水剤の混和により沖積土壌と同様にトマト苗の生育が促進され、5~10g/lの範囲では混和量が多いほど促進効果が高いことが明らかとなった。本試験では、かん水と同時に液肥で施肥を行ったことから、かん水1/2量区では施肥量も標準量区の2分の1となった。このため、直接比較することはできないが、保水剤を10g/l混和すると、かん水量および施肥量が標準量区の2分の1であるにも関わらず、無混和と同等以上の生育を示したことから、保水特性のみならず、養分保持力にも何らかの影響があったものと推察される。このことについては、大内ら⁴⁾も指摘している。保水剤の養分保持力への影響

第2表 保水剤混和配合土におけるかん水量、施肥量および保水剤の混合割合の違いがトマト苗質に及ぼす影響

かん水 施肥量	保水剤混和量 (g/l)	草丈 (cm)	最大葉長 (cm)	第1段花房着生節位 (枚)	茎葉重 (生体重) (g)
標準量	10	37	21	6.3	14.5
	5	29	16	6.8	9.9
	0 (無混和)	28	18	6.5	9.0
1/2量	10	34	17	6.2	13.0
	5	25	16	6.8	7.3
	0 (無混和)	23	14	5.2	6.1
要因効果	かん水 施肥量(A)	***	***	n.s.	***
	保水剤混和量(B)	***	***	n.s.	***
	交互作用(A)×(B)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

1)***,**は分散分析の結果,それぞれ0.1%及び1%水準で有意差あり,n.s.は有意差なし(n=6)

については今後の検討課題である。

試験3 保水剤の混和とトマト苗の水分ストレス

かん水中断処理が保水剤混和配合土で育苗したトマト苗の水分ストレスに及ぼす影響を第3表に示した。かん水を中止して4日後の含水率は保水剤混和用土では重量比で36%となり、無混和の33%より有意に高かった。また、保水剤混和配合土では、萎凋程度が軽減され、トマト葉の萎凋が認められた時点の水ポテンシャルは無混和の-1.1MPaより有意に高い-0.9MPaであった。初期萎凋点(pF3.8)、永久萎凋点(pF4.2)は水ポテンシャルでは、それぞれ-0.61MPa、-1.55MPaに相当し³⁾、本試験では、トマトの萎凋が認められた水ポテンシャルは初期萎凋点よりやや低い-0.9MPaであり、トマト葉は保水剤を混和しても初期萎凋点と永久萎凋点の範囲内で萎凋した。以上のことから、保水剤混和配合土では、かん水中断後において、トマトに利用可能な水が無混和配合土より多く保持され、トマト葉の水ポテンシャルが高く維持されることで、萎凋程度が軽減されたと考えられた。

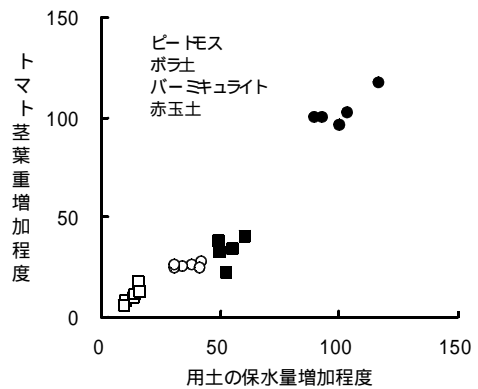
第3表 かん水中断処理が保水剤混和配合土で育苗したトマト苗の水分ストレスに及ぼす影響

保水剤混和量 (g/l)	鉢上げ時(12月12日)		かん水中断4日後(1月8日)		
	草丈 (cm)	葉数 (枚)	萎凋程度 ¹⁾	葉の水ポテンシャル ²⁾ (MPa)	土壌含水率 ³⁾ (w/w%)
0 (無混和)	15	3.9	1.7	-1.1	33
5	14	3.8	1.3	-0.9	36
有意性	n.s.	n.s.	*	*	*

1)萎凋程度 第1表に準じる

2)*は検定の結果,5%水準で有意差があること,n.s.は有意差がないことを示す(n=6)

3)土壌含水率は逆正弦変換後,検定を行った



第3図 保水剤混和による各用土の保水量およびトマト茎葉重の増加程度

1)保水量指数及びトマト茎葉重指数はいずれも無混和を100とした場合の増加程度

総合考察

トマト苗の育苗用配合土の保水性を高めることを目的に、保水剤混和の効果を検討した結果、配合土に使用する用土の種類により保水量の増加程度が異なり、土壌間隙の大きな用土では保水量の増加程度が大きいことが明

らかとなった。保水剤の混和により増加した水は、トマトの場合そのほとんどが利用可能な有効水であり、水分ストレスが軽減された。また、保水剤の混和量が多いほど茎葉重が増加するとともに、節水効果も期待できると考えられた。一方、保水剤の効果が高かった用土における保水量の増加には、気相の減少が伴っており、特にボラ土では、pF1.5における気相の割合が大きく減少した。このような用土では、かん水量が多い場合には、大内ら⁴⁾が指摘しているように、過湿による障害の発生が懸念されるため、混和量が過剰とならないよう留意する必要がある。また、保水剤の流通価格は1円/g程度であることから、供試した配合土に1l当たり10g混和すると配合土価格が約2割増加することになる。育苗用配合土への混合試験で、10g/lと5g/lでトマト苗の生育・茎葉重に若干の差は認められたものの、水分ストレス回避や各種用土への混和で乾燥遅延効果が5g/lでも十分確認できたこと、上記の加湿回避、さらにコスト面を考慮すると供試した配合土に対しては5g/lが適すると考えられた。今後、この保水剤の利用によって、より軽量で保水性の高い配合土の開発が期待される。

引用文献

1) 荒木陽一・五島康 (1987) プレッシャーチャンバー法

- のトマト小葉への適用．園学雑56：328-333．
- 2) 水野宗衛・牧野友紀・神山卓文・竹島征二 (1998) 高吸水性ポリマーの保水特性およびその植物の生育におよぼす影響．玉川大学農学部研報38：11-24．
- 3) 野並浩 (2001) 作物の水分生理に関する土、根、葉、茎における計測．日作紀70：151-163．
- 4) 大内誠悟・西川晶・藤田文男 (1989) 高吸水性ポリマー混和が土壤の全容積、三相分布、および有効水分に及ぼす影響．土肥誌60：15-21．
- 5) 大内誠悟・西川晶・鎌田悦夫 (1990) 高吸水性ポリマー混合土壌からの蒸発、塩類の洗脱ならびに混合土壌における野菜の生育と養分吸収．土肥誌61：606-613．
- 6) 白木己歳 (1997) 育苗用培養土．農業技術体系野菜編2：259-262．
- 7) 遠山枉雄 (1986) 保水剤の農業分野への利用〔1〕．農及園61：973-978．
- 8) 遠山枉雄・筑紫二郎・河野洋・島崎俊宏 (1986) 保水剤利用による乾燥地緑化に関する研究 (第8報) 保水剤を含む土壌からの水分蒸発特性．鳥取大砂丘研報25：7-18．
- 9) 矢橋農吾・金光達太郎 (1989) 保水剤の添加による土壌物理性の変化．保水剤がpF-水分特性に与える影響．千葉大園学報42：139-144．