

メタセコイアの挿木における水耕培養と ホルモン処理の影響

長谷川 勝好

Katuyosi Hasegawa:

On hydroponics and treatments with the growth
hormones of cuttings of Metasequoia glyptostroboides

I は し が き

本試験は、メタセコイアの挿木による水耕培養法を検討し、併せてメタセコイアのように、挿穂（小穂）が均一にとられるものの、ホルモン処理が発根及びカサの形成に及ぼす影響についても試験したものである。結果の一部は昭和27年度メタセコイア保存会の総会（大阪市立大学理工学部）で発表したが、その後追試の分を一括して取りまとめ発表する。

II 実験方法及び結果

材 料

挿穂は、京都大学農学部演習林苗畑で養成した挿木苗（挿付後2年目樹高 1.0m~1.5m）20本より採取し、試験は次の方法に依つた。

実 験 1 水耕液の濃度がメタセコイアの生育並に根の伸長に及ぼす影響

挿穂は大…長さ 10 cm. 直径 1.7~1.9 mm と、小…長さ7.0cm. 直径 1.3 mm 内外の二種類とし、挿床は 3 mm 目の篩に残つた鹿沼土 450 gr を盛つた竹籠をガラスポット（1ℓ入）の上に置き、挿床には前記大小の挿穂を各々 20 本 1951 年 6 月 20 日に挿付けた。

使用鹿沼土の理学的性質は下記の表に示す通りであるが、柴田氏の測定による鹿沼土の最小容気量は35%である。

鹿沼土の理學的性質

区 別	真 比 重	容 積 重	孔 隙 量
大粒5mm 以上	2.03	20.60	87.0%
小粒3mm 以上	2.03	22.70	85.0%

挿付後発根までは水道水で、発根後は後記の¹⁾水耕液（蒸溜水を用いた標準液をA、その $\frac{1}{4}$ 濃度のものをB液とす。PH価5位）で培養したものである。

水耕液の処方	芝本第一液 (標準液)	
	NH_4NO_3	0.0862 ^{gr} /L
	KH_2PO_4	0.0383
	KCl	0.0423
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.3675
	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	0.1755
	6% FeCl_3	0.169 ^{cc} /L

調製後別にR.V.Oison氏の下記微量元素を添加溶液とした。

H_3BO_3	0.0030 ^{gr} /L	} この量の $\frac{1}{5}$ 量とする
$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.0020	
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.0002	
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.0001	

8月20日水耕液に切替え、液は10日目毎に更新し、毎日A.M.8.30, P.M.4.30の2回、1ポットに対し300cc宛通気を行った。

ポットは水槽内に入れて、ガラス室のベンチ上に置き、6月中旬～8月末まで槽内え水道水を流入させた。7月～10月初旬迄ガラス屋根上部は葎簀で日覆をした。

発根は普通の挿床に挿付したものに比べて遅れ、7月5日ごろ肉眼的に根の起り始めるのが見られ、7月10日前後に根の先端が白く伸び始め、8月8日には挿付本数の75%が発根した。又発根したものの大部分は2次根を形成し、平均2,3本の小枝を出した。9月14日の調査では、根数平均2.5, 根長11.2cm 2次根数17, 根長18.8cmとなり発根部位別では、*カルス部及び切口より30%, 幹軸より39%, カルス部及び切口と、幹軸の両者より発根したもの31%であつた。最も成長の良かった10月23日～11月20日までの成長状態は第1表に示す。

第1表 新梢小枝の伸長量調査

調査 月日	A 標準液				B (1/4 稀薄液)			
	主軸長 cm	直 径 cm	小枝数	枝長 cm	主軸長 cm	直 径 cm	小枝数	枝長 cm
10.23	大16.6	0.65	15.4	91.7	13.1	0.33	9.9	49.8
	小13.0	0.40	6.6	35.2	6.4	0.30	4.0	1.85
11.2	大17.7	—	18.5	100.0	14.0	—	10.5	51.0
	小14.2	—	7.1	37.0	6.7	—	5.0	21.0
11.12	大18.8	0.70	20.9	116.6	14.8	0.37	11.2	55.2
	小15.3	0.42	8.0	41.0	7.8	0.35	5.0	22.9
11.20	大19.2	0.75	21.5	121.5	15.4	0.42	12.1	64.0
	小16.2	0.46	9.7	46.8	8.6	0.37	5.0	28.5

メタセコイアの水耕培養では、土壤に挿付けたものに比較して上長成長が劣る。これは他の樹

* 発根部位については肉眼的観察ではカルスよりのものか切断部周辺の皮部からのものか判別しにくいものもあるのでカルス部及び切口とした。

木の水耕培養についてもよく言われる事である。

10月20日～11月20日頃迄は、特に旺盛な成長を示したが、**これは日覆を取除いた事による日射量の影響が大きいものと思われる。11月30日水耕を終り生育状態を調査した。第2表の如く、水耕液の濃度の高い方が、苗高及び根元直径の成長量が優れている。A区がB区に比らべ、大穂では発根数及び根長が、小穂では根長が稍優れていた。

第2表 水耕液の濃度と発根及び生育
状況との関係

6月20日挿付 12月1日調査

生育状態		挿穂の種類	大		小	
		水耕液別	A	B	A	B
生育本数			10	9	10	10
苗高 cm			19.6	16.5	15.6	8.3
根元直径 cm			0.76	0.47	0.42	0.37
根数 挿穂1本当り 平均	1 次 根		6.8	5.1	4.5	4.6
	2 次 根		200.5	174.0	99.7	85.0
	3 次 根		597.9	364.1	115.4	130.6
	4 次 根		8.5	0.6	—	0.8
	計		813.7	543.8	219.6	221.0
根長 cm 挿穂1本当り 平均	1 次 根		102.5	84.4	45.1	44.1
	2 次 根		731.0	630.7	276.1	241.2
	3 次 根		583.0	407.4	112.6	99.6
	4 次 根		5.4	0.3	—	0.5
	計		1422.5	1122.8	433.8	385.4
苗の重さ 1本当り平均 gr		生重量	12.9	7.7	7.6	2.7

実験2. ホルモン処理と挿付床の状態が発根とその發育に及ぼす影響

実験は、1951年9月10日及び1952年3月23日、4月8日の3回に亘つて行つた。供試挿穂は、前者（9月挿）は長さ7～8cm直径1.3mm内外、小枝4をつけた当年生緑枝、後者（3.4月挿）は長さ3cm 直径2.3mm 内外冬芽2をつけた前年生枝を使用した。使用ポット及び水耕方法は、実験Iに準じポットの配列は Sonne 氏法（対角線法）に準じて組合せた。処理ホルモンの種類、濃度及び区別挿付本数は、第3表の通りである。

1952年の試験ではインドール醋酸の高濃度処理が、メタセコイアの挿木に及ぼす影響についても実験した。

** 日覆を除去した明るさの比は末尾附表を参照のこと。

(6) スギの水耕では陽光の多い程良い成績を示している。

第3表 ホルモンの種類及区別挿付本数

挿付月日	ポット番号	使用ホルモンの種類	濃度 %	処理本数	区 別	摘 要
1951 9. 10	1~5	3,4-Dihydronaphthoic acid	0.001	50	a 水を籠の底部迄満す	1ポット当り10本宛挿付
	6~10	〃	〃	〃	b 水を籠の上部迄満す	
	11~15	cont. (water)		〃	a,	10月10日標準 水耕液に切替
	16~20	〃		〃	b,	
1952 3. 23	1~10	β -Indolacetic acid	0.1	100	水を籠の上部迄満す	1ポット当り 10本宛挿付
	11~20	〃	0.02	〃		
	21~30	〃	0.01	〃		5月21日標準 水耕液に切替
	31~40	〃	0.002	〃		
	41~50	〃	0.001	〃		
	51~60	cont. (water)		〃		
1952 4. 8	61~70	β -Indolacetic acid	0.1	100	水を籠の上部迄満す	1ポット当り 10本宛挿付
	71~80	〃	0.02	〃		
	81~90	〃	0.01	〃		5月31日標準 水耕液に切替
	91~100	〃	0.002	〃		
	101~110	〃	0.001	〃		
	111~120	cont. (water)		〃		

註 処理は各濃度とも24時間浸漬、挿付時水道水にて水洗

1951年9月挿付の結果は、9月30日にはカルス及び肉眼的に根の隆起せるを認め、10月10日前後から顕著な発根を示した。第4表の如くカルスの形成率はホルモン処理をしたものと、しないものの、何れもa即ち比較的低水位の区に大である。発根率では高水位に保つたbの方がよく、根数、根長共にaの方が優れ、ホルモン処理のものは、無処理のものに比し発根、生育ともに良好である。

第4表 挿付床の状態と発根並に根の發育との関係

挿付9月10日
発根調査 12月10日

区 別	処 理 別		3.4-D		Cont. (無処理)	
	挿付床の 状 態		a	b	a	b
カ ル ス を 形 式 せ る も の %			62	24	62	42
発 根 部 位 別 発 根 率	カルス部及び切口から発根せるもの		16	10	6	2
	幹軸から発根せるもの		50	82	26	36
	カルス部及び切口と幹軸から発根せるもの		20	6	10	12
	計		85	98	42	50
カルス部及び切口より 発 根 せ る も の	発 根	1 次 根	1.7	0.7	1.6	0.6
		2 次 根	2.4	—	0.5	0.4
		計	4.1	0.7	2.1	1.0
	根 長 cm	1 次 根	3.3	5.8	2.1	1.2
		2 次 根	3.0	—	0.7	0.6
		計	6.3	5.8	2.8	1.8
軸より発根せるもの	根 数	1 次 根	3.4	4.8	4.0	3.8
		2 次 根	37.2	27.2	18.3	17.8
		計	40.6	32.0	22.3	21.6
	根 長 cm	1 次 根	26.2	24.0	15.6	15.0
		2 次 根	55.9	36.2	20.8	22.2
		計	82.1	60.2	36.4	37.2
苗 の 重 さ gr		0.762	0.578	0.570	0.602	

註 根数、根長、苗の重さは1本当りの平均値。

a 水耕液を籠の底部まで満すもの、b 水耕液を籠の上部まで満すもの。

1952年3月及び4月挿のホルモン処理が冬芽の開舒及び発根に及ぼす影響については、第5、第6表に示した。

第5表 開舒及び発根状態（ガラス室、ポット挿）

1. 3月23日挿付				調査4月27日（35日目）		
ポット 番号	処理 濃度 %	開舒本数	カルス 形成率	発根 数	根 総根長 cm	枯死数
1~10	0.1	75	—	8	4.0	23
11~20	0.02	46	56	27	28.3	—
21~30	0.01	82	87	4	3.5	—
31~40	0.002	30	80	—	—	—
41~50	0.001	31	81	—	—	—
51~60	Cont.	23	78	—	—	—

2. 4月8日挿付				調査5月15日（37日目）		
ポット 番号	処理 濃度 %	開舒本数	カルス 形成率	発根 数	根 総根長 cm	枯死数
61~70	0.1		2	2	20	55
71~80	0.02		47	25	30.0	5
81~90	0.01		50	26	29.6	3
91~100	0.002		53	13	14.7	1
101~110	0.001		32	2	1.2	5
111~120	cont.		31	3	2.0	22

註 開舒数は挿付本数であらわし 2.（4月8日挿）では挿付時既に開舒し始めていたために調査を省略した。

インドール醋酸の濃度が冬芽の開舒及びカルス形成に及ぼす影響についてみるに、第5表のよう1においては、0.1%のような高濃度では予期した如く悪影響を及ぼした。開舒の早さは0.02%が最も早く、35日目迄に開舒せる挿穂数は0.01%区が最大値を示し、本実験ではインドール醋酸の0.1%を除けば濃度の高い方が、メタセコイアの開舒を促進させたが、その頻度は濃度差により段階づけられなかつた。

第6表の1, 2に示すように濃度別によるカルス形成度をtテストにかけてみると、3月挿では0.1%, 0.02% 4月挿では0.1%を除いて他は濃度差による差異は認められず、大体同じような結果を示している。尚0.1%のような高濃度処理では、挿穂浸漬部の組織の異状発達が顕著で、皮部の亀裂の度合も低濃度のものに比し大きく、例外なく中央部が特に肥大し、切口はくびれ徳利状となり、カルスを形成せず、開舒後枯死するものを認めた。

発根率についてtテストを行つた処0.02%及び0.01%が最も優れ、次に0.002%及び0.001%が良く、0.1%及び無処理区は不良であつた。

しかしその後の未発根のものについて調査（6月25日）した結果を合計すれば、0.01%0.02%では93%以上が発根し他は0.1%を除いて各々78%以上の発根を見た。

根の数及び長さ、2次根数共0.01%0.02%が優れ、発根部位については、3月挿はカルス部及び切口周辺の発根が0.01%, 0.02%区で44~50%で、他は殆んど幹軸から発根し、特に4月挿においては此の傾向が強い。

第6表 ホルモン処理と發根状態

1. 3月31日挿						5月31日調査					
ポット 番号	處理 濃度別	挿穂 大きさ cm	小枝 長さ cm	カルス 形成率%	發根率 %	發根部位別%			發根数	發根長 cm	2次 根数
						カルス部 及び切口	切口周辺 の軸部	幹軸			
1~10	0.1%	2.5	4.2	2.0	23.0	—	4	96.0	2.9	1.5	8.9
11~20	0.02	2.3	4.4	62.0	84.0	27	17	56.0	31.8	21.9	15.0
21~30	0.01	2.3	5.7	87.0	76.0	37	13	50.0	16.1	24.6	15.4
31~40	0.002	2.6	5.8	80.0	45.0	9	9	82.0	2.0	9.2	9.7
41~50	0.001	2.7	6.3	81.0	37.0	5	3	92.0	2.2	8.7	7.0
51~60	Cont.	2.6	4.9	78.0	26.0	7	8	85.0	2.1	7.8	5.0

2. 4月8日挿						6月4日調査					
ポット 番号	處理 濃度別	挿穂 大きさ cm	小枝 長さ cm	カルス 形成率%	發根率 %	發根部位別%			發根数	發根長 cm	2次 根数
						カルス部 及び切口	切口周辺 の軸部	幹軸			
61~70	0.1%	3.0	2.9	2.0	19.0	—	—	100.0	3.2	9.8	2.2
71~80	0.02	3.0	5.0	47.0	72.0	1	3	96.0	30.7	14.7	7.4
81~90	0.01	3.2	6.0	50.0	81.0	—	4	96.0	31.6	13.5	10.5
91~100	0.002	3.3	6.1	58.0	56.0	2	—	98.0	2.3	7.4	3.9
101~110	0.001	3.1	5.5	45.0	49.0	—	2	98.0	2.6	5.4	2.4
111~120	Cont	3.3	4.9	47.0	25.0	—	—	100.0	2.6	8.5	4.0

〔註〕 小枝長さ、發根数、發根長、2次根数は1本当平均を示す。

既に述べた様に、インドール醋酸処理で成績の良かった0.02%、0.01%は、既往の実験結果からの、濃度⁴⁾⁵⁾(24時間浸漬)では高濃度の中に入るが、メタセコイアでは他の箱挿⁷⁾ フレーム内の縁枝挿でも同じ結果を示している。

⁸⁾千葉茂氏はスギ小枝挿ヘテロオーキシン処理では、發根を促進しその絶体量を高める事を認め、0.2%のような高濃度では1~30分の短時間処理でも効果のある事がうかがわれ、又8.9月挿では葉基部からの發根が多く、ホルモン処理は葉基部からの根の發生を促進するものと思われる⁹⁾と述べている。

メタセコイアに対するホルモン処理も前述のように、皮部組織の肥大、異状發達した部分からの發根が多くなっている。軸部⁹⁾からの根の起りは、普通に挿された縁枝では、葉跡枝跡とは関係なく第1次バイセンから起り始める事が、佐藤(清)氏によつて明らかにされたが、ホルモン処理の刺激で軸部からの發根が増加するのは、此の部分からの根始源体を増加させるのではあるまいかと思われるが、このことは今後の研究によつて明かにしたい。

附表 ガラス室及びポット内温度湿度

A, ガラス室

温度及び湿度

(標準時10時観測)

温度及湿度		温度			湿度		
年 月		最 高	最 低	平 均	最 高	最 低	平 均
1951	6	27.0	20.0	23.6	100	48	70
	7	32.0	21.0	30.0	100	55	79
	8	32.5	27.2	30.6	90	73	82
	9	28.2	21.0	23.9	98	61	83
	10	26.3	15.0	21.3	98	56	73
	11	20.8	6.5	14.4	89	49	72
	12	13.8	5.5	9.7	97	58	77
1952	3	24.0	10.0	15.3	97	71	87
	4	28.8	11.2	21.1	98	72	84
	5	30.0	15.5	24.8	100	65	78
	6	33.0	19.0	25.5	100	73	88

B, ポット内

温度

月 別		6	7	8	9	10	11	12
年度区分	時間							
1951	8.30	19.1	23.7	25.5	19.9	15.8	8.5	5.8
6月}挿	12.30	20.2	26.1	26.9	23.1	23.2	19.8	11.2
9月	4.30	21.2	24.4	27.6	24.0	22.7	16.7	13.2

月 別		3	4	5	6
年度区分	時間				
1952	8.30	9.3	13.5	15.3	19.6
3月}挿	12.30	15.9	20.2	20.3	23.7
4月	4.30	16.2	21.0	25.2	24.7

水耕培養ガラス室の光度比較表

(東京光電研究所製電気光度計使用)

測定場所			日 覆 下			日 覆 な し		
月 日	天候	時間	8.30	12.30	16.30	8.30	12.30	16.30
9.18	晴		4.100	4.800	2.800	13.200 (3.2)	18.800 (3.9)	6.800 (2.4)
25	薄 晴		4.800	5.200	2.000	7.400 (1.5)	9.600 (1.85)	4.000 (2.0)
10.18	晴		1.200	2.200	8.20	4.200 (3.5)	6.800 (3.1)	1.600 (2.0)
11.19	快 晴		2.000	3.400	—	7.800 (3.7)	10.600 (3.1)	—
26	晴		1.400	3.900	—	4.200 (3.0)	8.600 (2.2)	—

註 測定データはルクスであらわし 自9月5日～至11月26日間に測定したものを任意に取出した。

括弧内の数字は日覆下の明るさを1.とした場合の倍率

■ 総 括

以上の試験結果からメタセコイアは、水耕培養法による挿木が可能であることが判明した。試験方法も異なるので、個々の試験結果から総括的な考察を加えることは危険であるが、凡そ次の事が言えるのではないと思われる。

- 1 水耕培養法による挿木は環境条件の調節が容易であることにおいて、応用価値が大きいのではないと思われる。
- 2 水耕液の種類及び濃度については、更に検討を加える必要がある。
- 3 陽光量がメタセコイア水耕の生育に好影響を与えることについては更に検討を加えたい。
- 4 水耕培養法による挿木では、ホルモン処理、無処理の何れも普通挿木に挿した場合に比し、根系の発達は極めて良好であるが、発根は多少遅れるようである。
- 5 カルスの形成はメタセコイアの挿木において、従来行ってきた実験で緑枝の夏挿は、カルスの形成率は極めて低いことが認められた。しかし前年生枝の春挿、緑枝の秋挿、水耕培養ではカルスの形成度は高くなっている。

9月の水耕培養では比較的低水位に保つ区に多く、同じ条件の挿穂ではカルスの形成は、温度及び土壌水分の影響が大きく、低温時、乾燥気味の場合に多い。

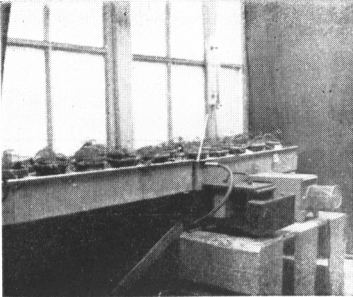
- 6 水耕培養法によるホルモン処理の発根部位については、一般ホルモン処理と同じく軸部からの発根が多く、発根量が高めることが判明した。

終りにのぞみ御指導を頂いている沼田教授並に上田教授に厚く御礼申し上げると共に、御助言を頂いた中山助教授、柴田信男氏及び御協力願った寺本政敏氏、関山ヒロ氏に謝意を表する。

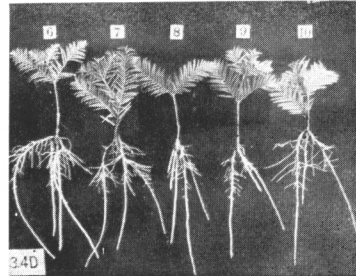
Ⅲ 参 考 文 献

- 1 芝本武夫・高原末基：林木稚苗の水耕培養法に関する研究 第1, 2報 東大演習林報告：36：1948
- 2 中山治朗：樹木水耕における通気量の影響 京大演習林報告：18：1950
- 3 塘隆男：針葉樹稚苗の生育に及ぼす通気の影響（予報）：日本林学会東北支部：育苗研究会記録：1951
- 4 ウェント共著：川田信一郎共訳：植物ホルモン：1951
テイーマン 八巻 敏雄
- 5 住木謙介：植物ホルモン：1951
- 6 坂口勝美：林学講座 育苗：1953
- 7 長谷川勝好：メタセコイアの挿木におけるホルモン処理の影響 未発表
- 8 千葉茂・小谷周三：ホルモン処理によるスギ小枝挿し：日林誌，34：8：1952
- 9 Seizaemon Satou: : Origin and development of adventitious roots in green wood cuttings of *Metasequoia glyptostroboides*. Jour. Jap. Forest Soc. 35 (5)157-160. 1953.

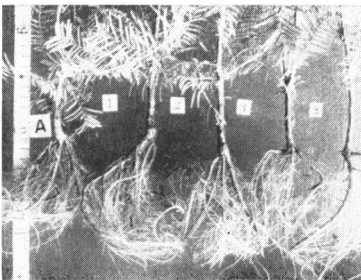
1



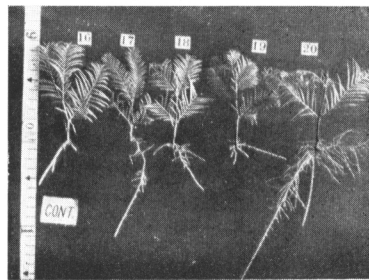
4



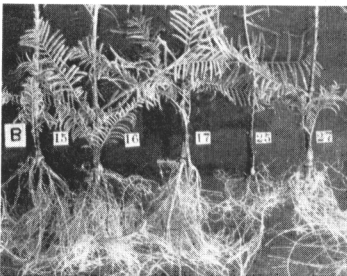
2



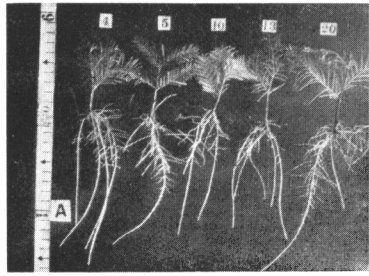
5



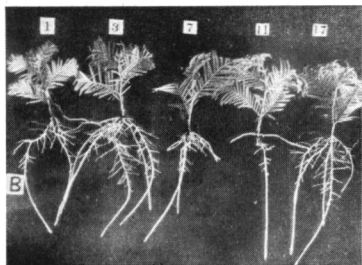
3



6



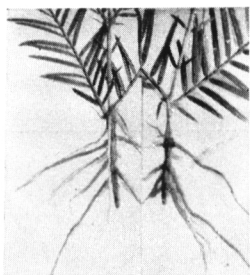
7



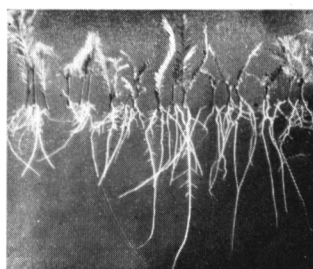
9



8



10



寫眞説明

- 1 水耕培養実験中の一景 (Jul. 1 1951)
2. 3 実験 1 の根系発達状況 (Dec. 1 1951)
 - 2 A 標準液
 - 3 B $\frac{1}{4}$ 液
- 4 ~ 7 実験 2 の発根並に根系発達状況 (Dec. 1 1951)
 - 4 b 区 3, 4-D 処理の発根状況
 - 5 b 区 無処理の発根状況
 - 6 3, 4-D 処理の a 区根系
 - 7 3, 4-D 処理の b 区根系
- 8 インドール醋酸 0.01 % 処理の軸部からの発根状態を示す (1952)
9. 10. インドール醋酸処理による水耕培養 (実験 3 Jun. 1952)
 - 9 0.02 % の発根状態
 - 10 0.01 % の発根状態