

負圧差地下自動灌水による ヒノキのさしき実験（予報）

北川新太郎・中井 勇・秋田 豊・山本俊明

はじめに

樹木の再生を利用したさしき苗の増殖は林業や園芸の分野においてよく用いられる技術であるが、採種母樹が若齢の場合には容易に発根するのに対して壮・老齢の場合には極めて発根の悪いことが多い。

林業ではその生産に長年月を要することから、形質の良い個体あるいは集団を明らかにするにも長い歳月が必要であり、選抜された優良個体をさしきで増殖し遺伝的に安定した林分を造成するには発根を高めるための対策が必要である。これまでからさしきに関する用土の選択¹⁾やさし穂の発根阻害物質の除去²⁾、ホルモン処理³⁾などの研究が進められている。

一般に、さしきの発根の良否は、とくにさし穂の水分収支を如何にコントロールするかが大きな鍵となる。すなわち、樹体から十分な水分が供給されていた枝はさし穂のために切り離されることによりその吸水が絶たれる。そのため、さし付け時のさし穂は蒸発散がきわめて大きく、さし穂自体が容易に吸水出来るような水分管理が重要となる。

さし床の環境管理（水管理）におけるミスト装置は空中湿度を高め、さし穂の蒸発散を抑制する働きはあるが、土壌中への水分の補給が十分でない場合が多く、ミスト時間のコントロールに難しさがあった⁴⁾。さし床の土壌水分の管理に関して、発根のきわめて悪いマツ属を対象としたさしき実験で、さし付け時からさし床を過湿状態に保ったものでは、活着は良かったが発根は悪く、低い水位に保った場合には、活着は悪かったが根の発達の良い結果⁴⁾を得ている。徳岡^{5,6,8-11)}はヒノキのさしきにおいて数多くの実験から、さし穂の水分収支の経時変化を明らかにし、さし床の水管理を素焼の給湿槽を用いた地下自動灌水装置を考案している。赤井ら⁷⁾は素焼パイプを用いた地下自動灌水において、数種の植物の生育は樹種によって水管理に違いのあることを明らかにし、造園用植物のさしきではやや負圧傾向にあるものがよく発根したことを報告している。さらに加藤ら^{12,13)}は土壌の水管理に関して多孔質管を考案し、蔬菜の育成において優れた結果を得たことから効果的な負圧差灌漑方法を確立している。

本報告はさし床の水管理方法を究明するための予備実験として、手島¹⁴⁾の考案した多孔質管を用い、正圧から所定の日数後にいくつかの段階で変化させる装置下でのヒノキのさし穂の発根状態を調査し、予報としてとりまとめた。

本実験を行うにあたり、大阪府立大学名誉教授の手島三二博士から負圧差灌漑方法についてご教授賜り、多孔質管の提供を受けた。また、京都府立大学林学科の徳岡正二助教授にはヒノキのさしきに関する多くの助言を受けた。ここに厚くお礼申し上げたい。

実験方法

本実験に用いた多孔質管（アルミナを主原料とし、その中に溶媒剤として粘土を用い、さらにその中に微細な天然有機物粉末を混入して、 $1,400\sim 1,600^{\circ}\text{C}$ の高温で焼結させた素焼磁器^{14,15)}は写真-1に示すように、外径5cm、内径4cm、長さ21cmの中空の円筒である。この多孔質管を用いた負圧差灌漑方法によると、「土壌中の負圧、すなわち土壌の乾燥の程度を直接多孔質管の外周でキャッチし、管内負圧（設定負圧）との差（負圧差）を解消しようとして多孔質管から土壌中に給水されるので、土壌水分の変化の認識と給水の2つの機能をもっている。¹⁵⁾」としている。

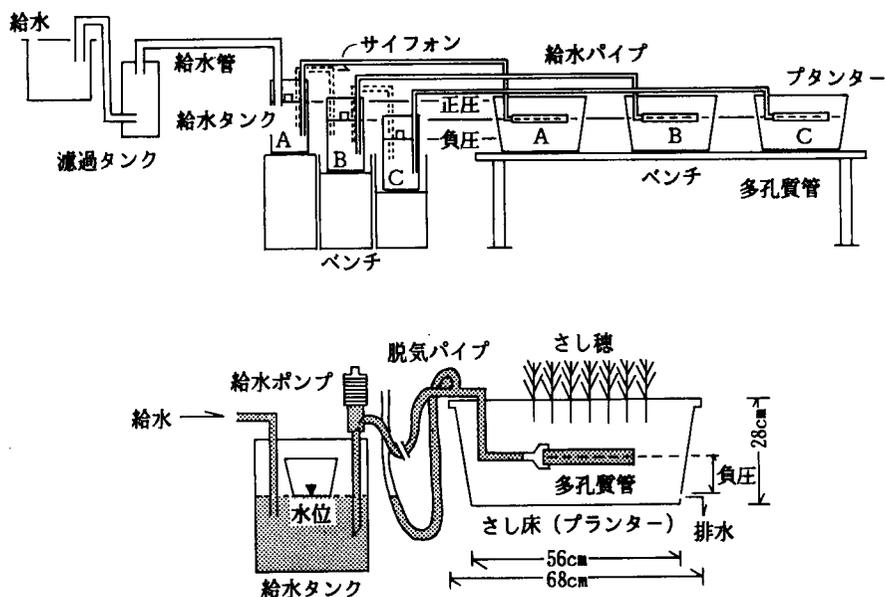


図-1 負圧差自動灌水装置

さし床はプランター（ $68\times 40\times 28\text{cm}$ ）に5mm以下にふるい分けた真砂土を用いた。負圧差自動灌水装置は図-1のように多孔質管（写真-1）2本をエンビ管で連結し、地上部で空気抜き用のビニール管を接続した。この装置を用土を入れたプランターの底部から13cmの位置がパイプの中心となるように設置し、その上に用土をプランターの上（15cm）まで満たした。給水は図-1のように谷水を利用し、濾過のために木炭とガラス繊維を詰めたポリケースからゴムホースによってガラス繊維を詰めたポリタンクへ導水し、水位調節用のポリタンクへ流し込んだ。水位調節タンクでは第1（A）タンクから細いパイプによってサイフォンで第2（B）、第3（C）タンクへ導水し、第3タンクからは常にオーバーフローする状況にした。水位調節タンクから多孔質管まではビニールパイプを接続し、逆流を防ぐため逆止弁のついた給水ポンプを用いた。

さし穂は平成5年5月26日に、林齢10年生のヒノキ（南郷桧）から採集し、切断面が当年枝を含む前年枝となるように長さ25cmに切り揃え、さし穂の切断基部から5cmの部分の葉を取り除いて穂づくりし、その部分が土中に入るようにさし付けた。

水管理はさし付け時には十分灌水し、以後3つのさし床とも5cmの正圧とし、最終の水位は-25cmの負圧とした。この間の水位設定は表-1のとおりである。さし床の設置場所は透明のエンビ浪板で囲った簡易ハウス内に高さ1m、タテ1m×ヨコ2mのベンチをつくり、その上にプ

ランターを設置した。さし付け後パイプ内の空気抜き（脱気）を適宜行った以外特別な管理は行わなかった。

掘り取り調査はさし付け後120日目の9月24日に行い、各設定プランターごとの発根率や根の発達状態などを比較検討した。

結果及び考察

1. さし床の水分状況

表-1のように設定した正圧から負圧時の土壤水分の変化は、図-2に示すとおりである。土壤水分の測定はさし床の表面から深さ5cmの土壤を数カ所から採集した。各水位設定時の含水率（対生土）は、正圧（5cm）では13%、レベルでは12%、負圧5cmでは9%、10cmでは7.5%、15cmでは7%、20cmでは6%、25cmでは6%で比較的バラツキが少なく安定していた。実験に用いた真砂土は赤土や黒土などに比べて保水しにくい性質があり、谷川ら¹⁰はいくつかの土壤を用いた負圧による給水実験での24時間の給水量を調べ、10cm負圧で黒土は18リットル、真砂土は5リットル、20cm負圧ではそれぞれ16リットル、2.5リットル、30cm負圧では8.5リットル、1.5リットルの結果を得ている。また、負圧10cmから30cmにした場合の給水は黒土では53%、真砂土では70%の減少となり、両土壤では明らかに給水の絶対量において差があることを明らかにしている。従って浸潤範囲は土壤の種類によって異なることになる。

さし付け後一定期間（15日）ごとに水位を段階的に変化させた本実験では（表-1）A区はさし付け時から15日間5cmの正圧とし、その後15日目ごとに5cmの間隔でマイナスの方向に変化させ、さし付けてから90日目以後水位-25cmの負圧とした。B区やC区ではそれぞれ正圧期間を長くしたものであって、それ以後の段階的な負圧設定（水位）はA区と同じ間隔で行った。ただし、C区では水位-25cmの負圧時期を15日早めた。従って、本実験での3つのプランターは正圧期間

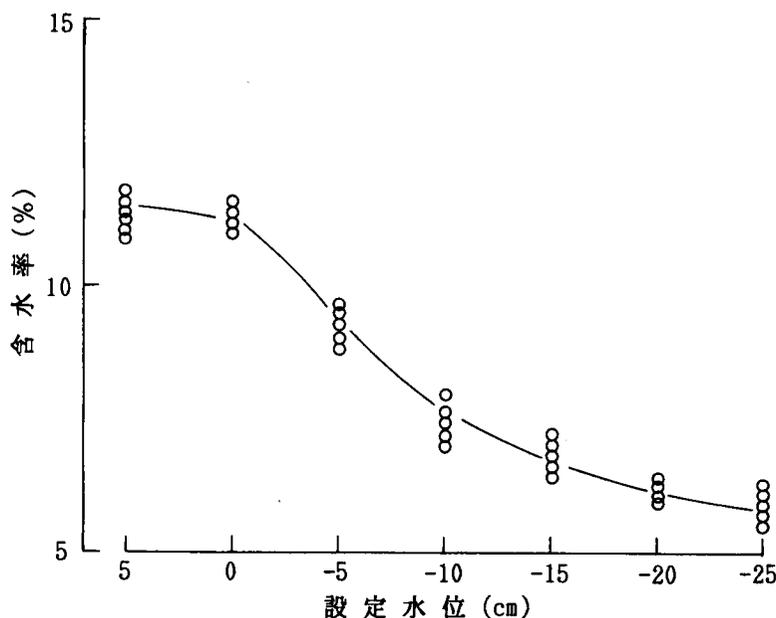


図-2 設定水位ごとの含水率の変化

表-1 さし付け後の水位調節

さし付け 後の日数	水位設定 月 日	設定水位 (cm) さし床		
		A	B	C
0~14	5.26	+5	+5	+5
15~29	6.10	0	+5	+5
30~44	6.25	-5	0	+5
45~59	7.10	-10	-5	0
60~74	7.25	-15	-10	-5
75~89	8.09	-20	-15	-10
90~104	8.24	-25	-20	-15
105~120	9.08	-25	-25	-25

の長短の違いがさしきの発根や根の発達にどのように影響するかについての実験系である。この正圧期間の違いに基づく土壌の含水率は正圧から負圧に変化させても土壌の性質から比較的短い時間で安定した。

2. さしき結果

さし付けてから120日目に掘り取り調査した結果は表-2のとおりである。発根率はA区で45%、B区56%、C区54%であり、BC区での差は有意でない。発根した個体を根の発達状態に応じて5段階評価した結果、A区では根の発達の悪い個体やや多い傾向にあった。枯損率は共に低く2~3%にとどまった。

発根はさし付け初期のさし穂の吸水の多寡が影響するようで、さし付けからのさし穂の吸水経過はその初期には土壌中から相当の水分を吸水し、その後低下し、発根後再び吸水が始まること

表-2 実験結果

処理区	さし付け 本数	発根 本数	発根率 (%)	根の状態*					生存 本数	生存率 (%)	枯損 本数	枯損 (%)
				1	2	3	4	5				
A	150	67	44.67	9	15	4	32	7	78	52.00	5	3.33
B	150	84	56.00	9	15	23	23	14	61	40.67	5	3.33
C	150	82	54.67	5	22	20	22	13	65	43.33	3	2.00

* 発根した個体の根の状態を5段階評価し、1:根の多いもの、2:やや多いもの、3:中庸のもの、4:やや少ないもの、5:少ないものとして分別した。

表-3 処理区別の発根個体の地上部と地下部の状況

処理区	地上部乾重 (g)	軸長 (cm)	地下部重量 (g)	根数	平均根長 (cm)
A	2.60±0.55	29.1±1.79	0.10±0.08	10.0±6.72	6.56±1.50
B	2.44±0.73	28.0±1.35	0.11±0.10	12.7±8.77	5.94±1.93
C	2.08±0.48	28.2±1.81	0.12±0.11	12.3±9.12	5.36±2.26

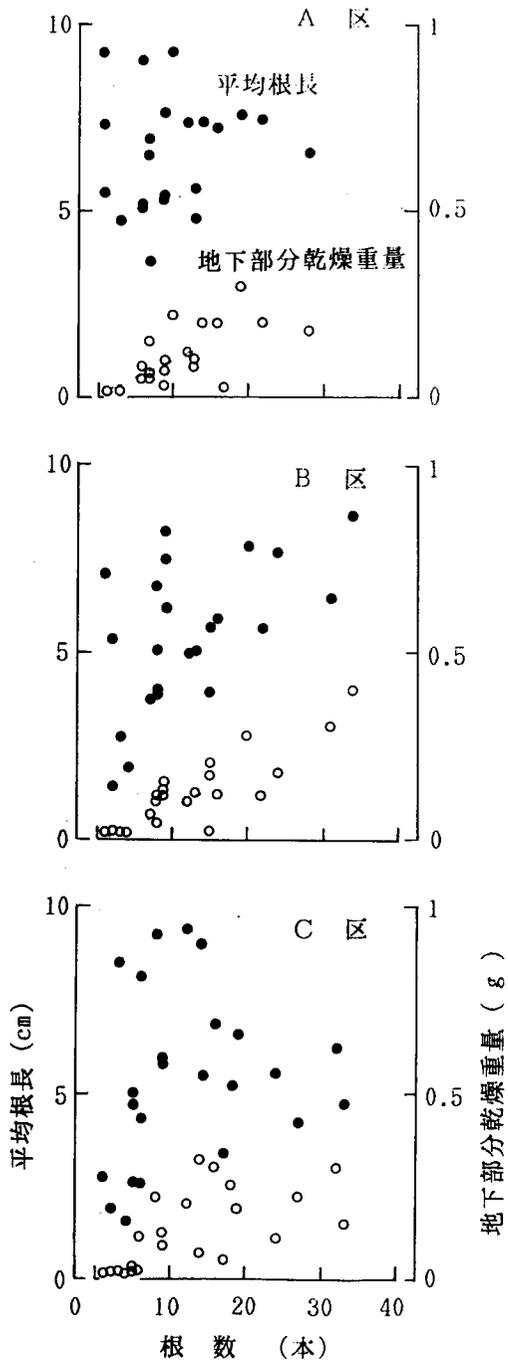


図-3 根数に対する根長と根重量の関係

が知られている¹⁰⁾。本実験での土壤水分はさし付け時には5cmの正圧で真砂土の性質上含水率は13%とかなり低い状況にあり、さし穂が吸水するための水分は十分でなかったと考えられるが、さし付け本数の約半数が発根し、枯損率が各区とも少なく、さし付け後の正圧期間が短いものでは比較的发根しにくい状況にあったものと理解される。

発根した個体の地上部分と地下部分の諸量は平均値として表-3に整理されている。この諸量は根の発達状態から5段階評価し分別した(写真-2)中からそれぞれ5個体を任意に選び、軸長、地上部分の乾燥重量、地下部分の根数、根長を調査と乾燥重量を示している。地上部分の内、軸長はさし穂の長さを25cmとしているので、その後の伸長量は3~4cmの範囲であり大差はみられない。地上部分の発達はA区がやや優れる傾向にあるが、穂作りの段階で十分吟味(小枝・葉の量を一定にしていない)していないのでその差が有意である保証はない。地下部分における根数ではA, C, B区の順に多くなっているが、平均の根長ではC, B, A区の順に長くなっている。根の乾燥重量はA, B, Cの順にわずかずつ重くなっている。

この関係を調査した個体ごとの値としてプロットしたのが図3, 4である。図-3では発根した個体ごとの根数に対する平均根長と乾燥重量が示されている。それぞれの区とも平均根長は根重量よりバラツキが大きく明らかな傾向はみられない。しかし、相対的に根数の少ない個体では根の長がいものが多い傾向にあり、C区は比較的根の短い個体が目立つ。根の量を表す根重についてみると、根長に比べてそのバラツキが小さく、根数の増加に対して一定の割合で重量増加するもの(A, B区)とC区のように根数20本まではA, B区と同様であったが、それ以

後はほぼ横這いの傾向が見られる。各区とも根の太さにはあまり大きな差は見られなかった。

図-4には各区ごとに調査した25個体の全根量について、その根長の本数頻度を示した。すなわち、根長5cmまでのものについて見ると、A、B、C区に順に多く、C区はA区より30%、B区より20%あまり多く、根長5~20cmのものが他の区に比べて少なく、それ以後は大きな差はみられないが、30cm以上のものも見られる。このことはC区では根の短いものが圧倒的に多く、B区がこれに次いでいる。

さし付け後比較的十分な土壤水分環境(正圧)にあった期間の違いと根の発達の関係は、その期間の短いA区においては根が少なく、平均根長が長いこと、根の総量としての重量が重いことであった。正圧期間がA区の3倍であったC区では根数が多く、根の総量はやや少ないもの

の根の短いものが多い傾向にあった。この中間的な水環境にあったB区では根数や根の総量が比較的多く、相対的に実験設定した水環境において良い結果を示している。

徳岡は⁹⁾ヒノキのさしきの発根はさし付けてから約40日頃に始まるとしている。このことから推察すると、本実験におけるA区では発根に必要な水環境が十分でなかったものと考えられ、B、C区では30,45日間正圧としたことから発根に必要な水分は比較的満たされていたものと考えられる。土壤中の水分の減少はさし穂にとって水分ストレスが起こることから考えると、根は吸水しやすい細かい根を多くするか、あるいは長い根を発達させ浸潤範囲への伸長を図るものと考えられる。B、C区でみられたように発根率が高く、根の発達が良かったことはこの実験系での水管理方法が適切であったものと理解される。とくに、さしき苗木は細かな根の多いことがその後の育苗に必要であり、そのためにはさし付けてから発根するまでの期間はさし穂が吸水しやすい十分な土壤水分を保ち、発根後は細根の発達を促すために土壤水分をやや不足がちにすることが再確認された。本実験に用いた多孔質管は土壤水分を容易にコントロールできる性能があり、さし床の水分管理には効果的である。

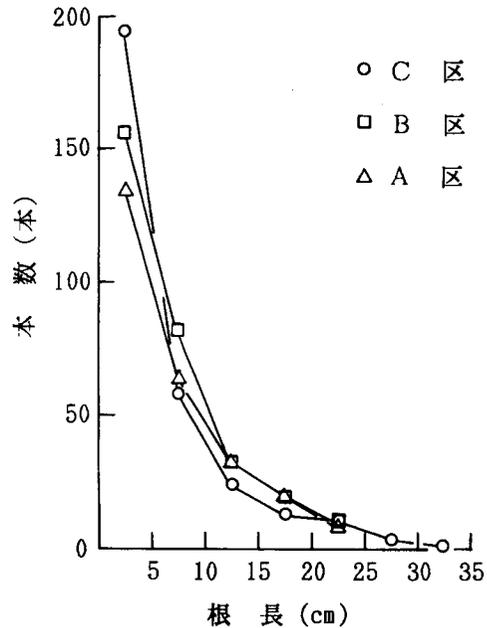


図-4 各区における調査個体の総根数と根長の関係

おわりに

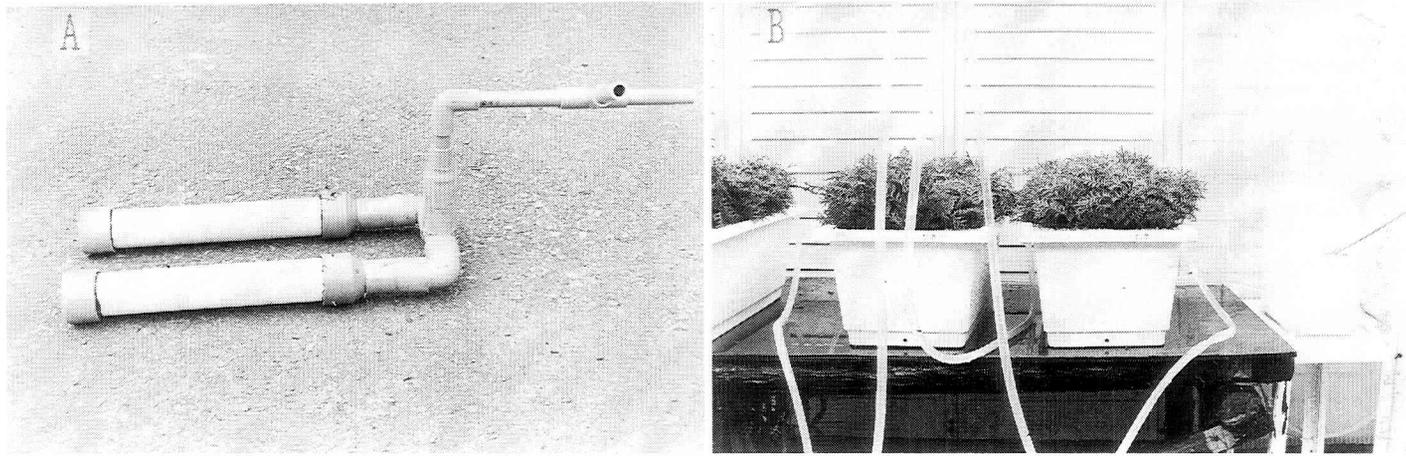
本実験は樹木のさしきに多孔質管を用いた地下灌水を利用することを前提とした地下自動灌水装置の予備的な調査であり、その実験系やさし穂の吸水経過、さらには土壤水分の経時変化についての調査が十分でなかった。また、用いた土壤は保水力の弱い真砂土であったことから、発根があまり良くなかった。しかし、本実験に用いた多孔質管の性能から灌水の自動化には有効であり、根系のよい苗木の生産に有効であると考えられる。今回の結果を踏まえた実験系を再検討し、

いろいろな用土下における水位コントロール（土壌水分）の適正化を確立するとともに、発根困難な樹木のさしきについての実験を引続き行う積もりである。

引用文献

- 1) 宮島 寛 (1954) ヒノキ挿木における活着と用土との関係 日林九支講 10, 73~75
- 2) 森下義郎・大山浪雄 (1972) 造園木の手引. さし木の理論と実際. 地球出版. 東京
- 3) 大山浪雄・上中久子 (1970) 発根困難なスギ, ヒノキの精英樹のさし木に対するエクロベン (インドール酪酸) の効果. 日林誌 52, 374~376.
- 4) 渡辺政俊・中井 勇・橋本英二 (1964) マツ類のさし木の発根に関する研究 第1報 発根に及ぼす2, 3の環境因子について. 京大演報. 35, 1~18
- 5) 徳岡正二 (1973) 自動かん水装置を用いた2, 3の樹種におけるさし穂の吸水の検討. 日林誌 55, 35~38.
- 6) ——— (1974) 自動かん水装置を用いた土壌水分の調節とヒノキサシ穂の吸水および発根検討. 日林誌 56, 102~104
- 7) 赤井龍男・田中弘之 (1991) 素焼パイプを用いた地下自動灌水法による育苗及び挿し木について. 京大演報 63, 118~136
- 8) 徳岡正二 (1976) ヒノキのさし穂にみられる吸水傾向 (II). 日林誌 58, 334~337
- 9) ——— (1977) ヒノキのさし穂にみられる吸水傾向 (III). 日林誌 59, 118~121
- 10) ——— (1980) ヒノキのさし穂にみられる吸水傾向 (V). 日林誌 62, 138~146
- 11) ——— (1980) ヒノキのさし穂の吸水と発根. 京府大学術報告. 32, 84~93
- 12) 加藤善二・手島三二 (1982) 負圧差灌漑の原理と基礎的検討—地下灌漑に関する実験的研究 (I). 農土論集 101, 46~54.
- 13) ———・——— (1982) 負圧差灌漑を用いた栽培試験—地下灌漑に関する実験的研究 (II). 農土論集 102, 51~58
- 14) 手島三二 (1992) 負圧差灌漑方法. 特許第1699172号より
- 15) 谷川寅彦・矢部勝彦・手島三二 (1988) 土壤別管内負圧の設定法と気泡排除対策—地下灌漑に関する実験的研究 (VI). 農土論集. 137, 329~335.

1



2

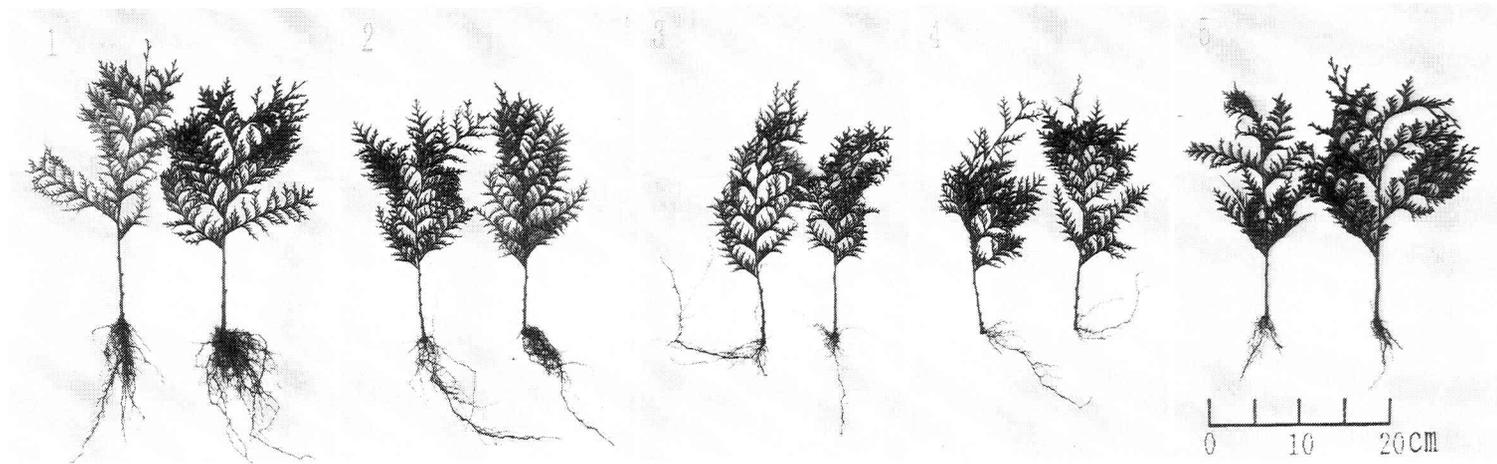


写真-1(上段). 多孔質管および装置

写真-2(下段). 根の発達状況(1:根の多いもの, 2:やや多いもの, 3:中庸のもの, 4:やや少ないもの, 5:少ないもの)