

薬劑の立木注入に関する研究 (第21報)

スギ苗木に対する栄養液の注入試験

山科 健二 (森林経理学研究室)

Kenji YAMASHINA

On the Injection of Chemicals into Living Trees (21)

Effect of injected nutrient solution to the

Sugi seedlings (*Cryptomeria japonica* D. Don)

樹木に栄養液や生長ホルモン等を注入して、その生長効果におよぼす影響を実験的に研究することは、林木生理学上からみても興味ある問題である。

ここではスギ苗木を供試木として、筆者が案出した注入用栄養液並びに注入方法を用いて、1959年と1960年の2回にわたり実験をおこなったものである。

なおこの報文においては、栄養液の注入がスギ苗木の生長効果におよぼす影響に焦点をしばらくとりまとめたものである。

スギ苗木に対する注入用栄養液の組成をきめるにあたって、まず第一段階として、いかなる無機養素を用いばよいかをきめる必要がある。スギ枝葉を用いて各種無機養素に対する抵抗性を実験的に検討した。

(1) 実験材料および方法

各種無機養素について、N, K, P, Ca等の分子量をそれぞれ一定にした溶液を用いて、スギ枝葉に対する反応の比較試験をおこなった。実験は1958年9月～1959年2月の間におこなった。

(2) 実験結果

実験結果を示すと Table 1～5の通りである。

注入用栄養液

1. 各種無機養素に対するスギの抵抗性

Table 1. Resistance to inorganic substance

Component	(NH ₄) ₂ SO ₄		NaNO ₃		KNO ₃		NH ₄ NO ₃		Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O		H ₂ O
	0.350gm. 10ml.		0.425gm. 10ml.		0.505gm. 10ml.		0.200gm. 10ml.		0.590gm. 10ml.		—
Date											
Oct. 1	$\frac{7}{8.5}$	$\frac{6}{8}$	not changed "		$\frac{4.5}{8.5}$	$\frac{6.5}{7.5}$	not changed "		$\frac{0.3}{8.5}$	not changed	not changed
Oct. 2	$\frac{7.5}{8.5}$	$\frac{6.5}{8}$	$\frac{0.5}{8.5}$	$\frac{0.5}{8.5}$	$\frac{5}{8.5}$	$\frac{6.5}{7.5}$	$\frac{0.4}{8}$	$\frac{0.5}{7.5}$	$\frac{0.3}{8.5}$	$\frac{0.2}{8}$	ditto
Oct. 3	$\frac{7.5}{8.5}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{1.0}{8.5}$	$\frac{1.0}{8.5}$	$\frac{7.5}{8.5}$	$\frac{7}{7.5}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{7.5}$	$\frac{0.3}{8.5}$	$\frac{0.2}{8}$	ditto
Oct. 4	$\frac{7.5}{8.5}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{2}{8.5}$	$\frac{2}{8.5}$	$\frac{7.5}{8.5}$	$\frac{7.5}{1.5}$	$\frac{1.5}{8}$	$\frac{1.5}{7.5}$	$\frac{1.5}{8.5}$	$\frac{0.5}{8}$	ditto
Oct. 6	$\frac{7.5}{8.5}$	$\frac{8}{8}$	$\frac{5}{8.5}$	$\frac{5}{8.5}$	$\frac{8.5}{8.5}$	$\frac{7.5}{7.5}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{4}{7.5}$	$\frac{3.0}{8.5}$	$\frac{3}{8}$	ditto
Order	4		3		5		2		1		—

Remarks { Execution : Sep. 30
 a denominator : the length of stem (include needles)
 unit—cm
 a numerator : the length of discolorment stem (include needles)
 unit—cm

Table 2. Resistance to inorganic substance

Component Density Date	NH ₄ NO ₃			(NH ₂) ₂ CO			H ₂ O
	$\frac{1.8\text{gm.}}{10\text{ml.}}$	$\frac{0.4\text{gm.}}{10\text{ml.}}$	$\frac{0.2\text{gm.}}{10\text{ml.}}$	$\frac{0.6\text{gm.}}{10\text{ml.}}$	$\frac{0.3\text{gm.}}{10\text{ml.}}$	$\frac{0.15\text{gm.}}{10\text{ml.}}$	—
Feb. 19	$\frac{6}{10}$	$\frac{5}{10}$	$\frac{5}{10}$	only stem	only stem	only stem	not changed
Feb. 20	$\frac{6}{10}$	$\frac{6}{10}$	$\frac{5}{10}$	only stem	only stem	only stem	ditto
Feb. 21	$\frac{10}{10}$	$\frac{10}{10}$	$\frac{7}{10}$	$\frac{5}{10}$	$\frac{5}{10}$	only stem	ditto
Feb. 23	$\frac{10}{10}$	$\frac{10}{10}$	$\frac{10}{10}$	$\frac{6}{10}$	$\frac{5}{10}$	$\frac{3}{10}$	ditto
Order	2			1			—

Execution : Feb. 18

Table 3. Resistance to inorganic substance

Component Density Date	KNO ₃		KCl		K ₂ SO ₄		H ₂ O
	$\frac{1.01\text{gm.}}{20\text{ml.}}$		$\frac{0.75\text{gm.}}{20\text{ml.}}$		$\frac{0.87\text{gm.}}{20\text{ml.}}$		—
Oct. 1	$\frac{2.5}{11}$	not changed	not changed	"	not changed	"	not changed
Oct. 2	$\frac{3}{11}$	$\frac{3}{9}$	$\frac{1.5}{11}$	$\frac{2.5}{9}$	$\frac{2.5}{11}$	$\frac{2.5}{9}$	ditto
Oct. 3	$\frac{6}{11}$	$\frac{3}{9}$	$\frac{3}{11}$	$\frac{3}{9}$	$\frac{3}{11}$	$\frac{4}{9}$	ditto
Oct. 4	$\frac{8.5}{11}$	$\frac{6.5}{9}$	$\frac{8}{11}$	$\frac{5}{9}$	$\frac{7}{11}$	$\frac{6}{9}$	ditto
Oct. 5	$\frac{10}{11}$	$\frac{7.5}{9}$	$\frac{9}{11}$	$\frac{7}{9}$	$\frac{11}{11}$	$\frac{9}{9}$	ditto
Order	2		1		3		—

Execution : Sep. 30

Table 4. Resistance to inorganic substance

Component Density Date	KH ₂ PO ₄			NH ₄ H ₂ PO ₄			H ₂ O
	$\frac{0.068\text{gm.}}{10\text{ml.}}$			$\frac{0.0575\text{gm.}}{10\text{ml.}}$			—
Oct. 1	not changed	"	"	not changed	"	"	not changed
Oct. 2	ditto	ditto	ditto	ditto	ditto	ditto	ditto
Oct. 7	ditto	ditto	$\frac{2}{10}$	$\frac{3}{10}$	ditto	ditto	ditto
Oct. 8	ditto	ditto	$\frac{2}{10}$	$\frac{3}{10}$	ditto	ditto	ditto
Oct. 10	ditto	ditto	$\frac{5}{10}$	$\frac{5.5}{10}$	$\frac{3}{10}$	ditto	ditto
Oct. 13	ditto	ditto	$\frac{5}{10}$	$\frac{6}{10}$	$\frac{6}{10}$	ditto	ditto
Order	1			2			—

Execution : Sep. 30

Table 5. Resistance to inorganic substance

Date	Component	CaCl ₂ ·6H ₂ O		Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O		H ₂ O
	Density	$\frac{2.6\text{gm.}}{10\text{ml.}}$		$\frac{2.2\text{gm.}}{10\text{ml.}}$		—
Sep. 20		not changed	''	not changed	''	not changed
Sep. 22		$\frac{6}{10}$	light yellow	ditto	ditto	ditto
Sep. 24		$\frac{10}{10}$	ditto	$\frac{5}{10}$	light yellow	ditto
Sep. 26		$\frac{10}{10}$	light brown	$\frac{5}{10}$	ditto	ditto
Sep. 27		$\frac{10}{10}$	ditto	$\frac{6}{10}$	light brown	ditto
Sep. 30		$\frac{10}{10}$	ditto	$\frac{7}{10}$	ditto	ditto
Order		2		1		—

Execution : Sep. 19

(3) 考 察

これまでの実験結果から注入栄養液として、つぎの各種薬剤を選定した。Nとしては、(NH₄)₂SO₄, NaNO₃, NH₄NO₃, (NH₂)₂CO, の中から (NH₂)₂CO を、P としては、KH₂PO₄, NH₄H₂PO₄ の中から KH₂PO₄ を、K としては、KNO₃, KCl, K₂SO₄ の中から KCl を、Ca としては CaCl₂·6H₂O, Ca(NO₃)₂·4H₂O の中から

Ca(NO₃)₂·4H₂O をえらんだ。

2. 注入用栄養液の組成

上記実験並びに従来よりおこなってきた、立木に対する薬剤の注入試験、スギの水耕培養試験等を参考として注入用栄養液の組成を案出した。^{1),2),3),4)} それを示すと Table 6 の通りである。

Table 6. Constitution of the nutrient solution

Components No. 1	Components No. 2
(NH ₂) ₂ CO 0.2142gm. N=120mgm./L.	(NH ₂) ₂ CO 0.3213gm. N=180mgm./L.
KH ₂ PO ₄ 0.0766gm. K ₂ O=80mgm./L.	KH ₂ PO ₄ 0.1149gm. K ₂ O=120mgm./L.
KCl 0.0470gm. P ₂ O ₅ =40mgm./L.	KCl 0.0705gm. P ₂ O ₅ =60mgm./L.
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O 0.1686gm. CaO=40mgm./L.	Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O 0.2529gm. CaO=60mgm./L.
MgSO ₄ ·7H ₂ O 0.2444gm. MgO=40mgm./L.	MgSO ₄ ·7H ₂ O 0.3666gm. MgO=60mgm./L.
FeCl ₃ ·6H ₂ O 10mgm.	FeCl ₃ ·6H ₂ O 10mgm.
MnSO ₄ ·4H ₂ O 3mgm.	MnSO ₄ ·4H ₂ O 3mgm.
H ₃ BO ₃ 3mgm.	H ₃ BO ₃ 3mgm.
CuSO ₄ ·5H ₂ O 1mgm.	CuSO ₄ ·5H ₂ O 1mgm.
ZnSO ₄ ·7H ₂ O 1mgm.	ZnSO ₄ ·7H ₂ O 1mgm.
α-Naphtaleneacetate 10mgm.	α-Naphtaleneacetate 10mgm.
distilled water 1000ml.	gibberellin 3mgm.
pH=4.8	distilled water 1000ml.
	pH=4.8

栄養液の注入が苗木の生長におよぼす影響

1. 栄養液の注入試験

〔実験 1 : 1959年〕

1956年4月に播種育成したスギ苗木を1958年7月24日に壤土をいれた Pot にうえつけた。ここで生長した苗木に対し1959年5月29日に注入を開始した。

供試木番号1と2, 3と4, 5と6, 7と8, と形態, 生産量について同じような苗木を組合せ, 1, 3, 5, 7, に注入を実施し, 2, 4, 6, 8を対照苗木とした。注入用具としては10ml, の注射器を用いた。注入孔に挿入した注入針の部位には「蜜ろう+ラノリン」で密封し, 液がもれないようにした。Pot はガラス室内に置き, 灌水には水道水を使用した。

注入期間は5月29日より11月11日にいたる166日間である。⁵⁾ 注入栄養液は第1液を用い pH は4.8に調整した。

注入量は供試木番号1は39.5ml, 3は41.1ml, 5は36.7ml, 7は33.3ml. であった。

〔実験 2 : 1960年〕

1956年4月に播種育成した苗木を1960年5月12日に「礫+粗砂」をいれた Pot に植えつけ, 直ちに注入を実

施した。供試木番号11と12, 13と14, 15と16, 17と18, 19と20, と形態, 生重量の同じような苗木を組合せ, 11, 13, 15, 17, 19に注入を実施し, 12, 14, 16, 18, 20を対照木とした。Pot はガラス室内に置き灌水には水道水を使用した。5月12日より10月15日にいたる149日間にわたり注入を実施した。⁵⁾ その間8月に一度注入孔の位置をかえた。注入用栄養液は第2液を用い, pH は4.8に調整した。

注入量は供試木番号11は40.3ml, 13は32.1ml, 15は39.7ml, 17は31.8ml, 19は38.3ml. であった。

なお6月中旬には注入木の葉は緑色をたもっていたが, 対照木のうち14, 18は下枝がうすい黄色味をおびてきた。8月中旬には注入木のうち11, 15はとくに緑色がこく, 対照木のうち14, 18は下枝が枯れ, 全体がうす黄色になった。

実験開始時期と終了時における, スギ苗木の各種状態並びに解剖結果を写真で示した。(Phot. 1~13)

2. 栄養液の注入によるスギ苗木の生長効果

〔実験 1〕

1959年の実験で測定した各種要素の結果を示すと Table 7 の通りである。

Table 7. Measurement of the seedling size

Factor Sample No.	Fresh weight gm. July 24, 1958	Height cm July 24, 1958	Height May 30, 1959	Height Nov. 11, 1959	Fresh weight Nov. 11, 1959	Fresh weight growth gm.	Height growth cm
1	16	27.0	30.0	41.5	91	75	11.5
2	16	25.5	30.1	42.0	82	66	11.9
3	16	31.0	36.5	46.0	99	83	9.5
4	16	29.5	30.5	42.5	80	64	12.0
5	14	26.4	30.3	40.5	97	83	10.2
6	14	20.0	27.0	34.9	85	71	7.9
7	10	25.8	32.2	44.3	96	86	12.1
8	10	19.5	22.4	33.0	88	78	10.6

Remarks { Fresh weight growth : From July 24, 1958 to Nvo. 11, 1959
 Height growth : From May 30, to Nov. 11 in 1959

注入木と対照木とは, 1と2, 3と4, 5と6, 7と8, のように組合せてあるから, これらの値を比較する場合には, 対応のある場合の計算をおこなわねばならない。すなわち対応値の差の t 検定をすればよい。

苗高生長量の場合

$$t_{(8)} = 0.21 \quad P : 0.9-0.8$$

となり, 注入木と対照木との間に差があるとはいえない。

生重量生長量の場合

$$t_{(8)} = 4.53 \quad P : 0.05-0.02$$

生重量生長量では有意差が認められる。

これらの結果および生長量差の値等を総合的に判断すると, この段階では, 一応注入木の方が対照木より生長効果が大きくなる可能性もあり得ると考えられる。

〔実験 2〕

注入用栄養液として第2液を用いて, 1960年に実験をおこなった。この間における各種要素の生長量を示すと Table 8~11の通りである。

Table 8 Measurement of the seedling size

Date Factor Sample No.	May 11, 1960			July 22, 1960		
	Height (cm)	Ground level diameter (mm)	Circumference (mm)	Height (cm)	Ground level diameter (mm)	Circumference (mm)
11	41.2	5.5	18.2	42.3	7.0	24.2
12	47.4	6.3	21.0	48.0	6.5	23.1
13	32.3	6.0	19.5	33.4	6.9	22.3
14	34.1	5.0	16.3	34.3	5.1	18.3
15	28.5	5.2	17.1	29.8	7.1	24.0
16	33.5	5.7	18.0	34.5	6.4	21.1
17	33.5	5.8	19.4	36.9	6.6	22.5
18	31.5	5.2	17.3	32.3	6.0	19.4
19	30.1	5.0	17.1	32.0	6.5	22.1
20	36.5	5.3	18.0	37.5	6.5	22.0

Table 9 Measurement of the seedling size

Date Factor Sample No.	Aug. 23, 1960			Sep. 13, 1960		
	Height (cm)	Ground level diameter (mm)	Circumference (mm)	Height (cm)	Ground level diameter (mm)	Circumference (mm)
11	44.5	7.1	25.0	48.8	7.9	28.1
12	49.0	7.0	25.0	49.5	7.1	26.0
13	34.1	7.6	25.5	34.2	8.0	30.3
14	34.5	6.1	18.5	34.5	6.2	21.0
15	34.0	7.3	25.1	36.5	7.4	27.5
16	36.0	6.9	21.0	36.4	7.1	23.5
17	38.3	7.7	26.3	38.5	8.0	29.0
18	33.0	6.4	22.5	33.0	6.5	22.6
19	34.0	7.6	24.5	34.1	8.5	27.5
20	38.0	6.6	24.2	38.1	6.7	24.5

Table 10 Measurement of the seedling size

Date Factor Sample No.	Oct. 1, 1960			Oct. 15, 1960		
	Height (cm)	Ground level diameter (mm)	Circumference (mm)	Height (cm)	Ground level diameter (mm)	Circumference (mm)
11	52.4	8.2	29.0	52.3	8.3	30.0
12	49.8	7.2	27.5	49.8	7.2	28.0
13	34.3	8.8	31.5	34.3	9.1	31.7
14	34.6	6.2	21.0	34.7	6.2	22.0
15	37.2	8.4	31.2	37.3	8.4	31.7
16	37.0	7.4	23.5	37.1	7.5	24.0
17	38.7	8.4	27.5	38.7	8.6	28.1
18	33.0	7.0	23.5	33.0	7.1	23.8
19	34.3	8.6	28.4	34.3	8.7	29.2
20	38.2	7.9	25.3	38.2	8.0	25.5

Table 11 Measurement of the seedling size

Sample No.	Fresh weight (gm.)		Fresh weight growth (gm.)	Height growth (cm)	Diameter growth (mm)	Circumference growth (mm)
	may 11 1960	Oct. 15 1960				
11	50	84	34	11.1	2.8	11.8
12	50	61	11	2.4	0.9	7.0
13	40	54	14	2.0	3.1	12.2
14	40	74	7	0.6	1.2	5.7
15	40	78	38	8.8	3.2	14.6
16	40	47	7	3.6	1.8	6.0
17	30	53	23	5.2	2.8	8.7
18	30	36	6	1.5	1.9	6.5
19	38	59	21	4.2	3.7	12.1
20	38	47	9	1.7	2.7	7.2

Remarks { Growth : From may 11 to Oct. 15 in 1660

各種生長量の対応値の差の t 検定をすると次のようになった。

生重量生長量 : $t_{(4)} = 4.28$ P : 0.02-0.01

苗高生長量 : $t_{(4)} = 3.39$ P : 0.05-0.02

根元直径生長量 : $t_{(4)} = 6.76$ P : 0.01-0.001

根元周囲生長量 : $t_{(4)} = 5.14$ P : 0.01-0.001

この実験の供試苗木, 各種条件, および試験方法等のもとにおいては, 注入木が対照木より生長効果が大きいといえる。なお相対的に生長効果の大きくあらわれたのは (1) 根元直径生長量, (2) 根元周囲生長量, (3) 生重量生長量, (4) 苗高生長量の順である。

要 結

1. スギ苗木を供試木として, 筆者の案出した注入用栄養液ならびに注入方法を用いて注入試験を実施した。

栄養液の注入がスギ苗木の各種生長効果におよぼす影響に焦点をしばってとりまとめたものである。

2. 注入方法は Phot 3, 4 に示した通り, 10ml. の注射器を使用し, 特に注入孔と注入針との間から注入液がもれないように「蜜ろう+ラノリン」で密封した。

3. 栄養液の組成は, 従来おこなってきた薬剤の立木注入に関する各般の研究, 各種無機養素に対するスギの抵抗性, およびスギの水耕培養試験等を参考として Table 6 に示した注入用栄養液を案出した。これはスギ苗木の水耕液より濃度がこいいが, 注入液が樹液によってうすめられる点が考慮してある。

4. 1959年の実験では, 注入木と対照木とでは苗高生長量の間には差がなく, 生重量生長量では注入木の方が比較的重い傾向があった。これは対照苗木の枯損を警戒

して Pot 内に壤土を使用したため, 注入効果が明瞭にあらわれなかったものと思われる。

5. 1960年の実験では, Pot 内に礫と粗砂の混合物を使用した。実験終了時には対照木のうち2本は下枝が枯れ, 全体にうすい黄化現象がみられた。

この実験の各種条件のもとでは, 注入木の方が対照木より各種生長効果が大きかった。

なお相対的に生長効果の大きくあらわれたのは, (1) 根元直径生長量, (2) 根元周囲生長量, (3) 生重量生長量, (4) 苗高生長量の順である。

苗高生長量のあらわれ方が生重量生長量にくらべて相対的にすくないことは1956年の実験とも一致する。

特に注入木において根元直径生長量および根元周囲生長量が他の要素にくらべて差の確率が大きかったのは注入孔付近の細胞が注入液の刺戟をうけて異常に分裂したことにも原因があると考えられる。

文 献

1. Baumeister, W : Mineralstoffe und Pflanzenwachstum 119-123, 1954.
2. Miller, E. V : The chemistry of plants 155, 1957.
3. Truog, E : Mineral nutrition of plants 261-274, 1953.
4. 芝本武夫 : スギ, ヒノキ, アカマツの栄養並びに森林土壌の肥沃度に関する研究 86, 1952.
5. 山科健二 : 薬剤の立木注入に関する研究 (第10報) 162, 第68回日林大講演集, 1958.

Résumé

A study was made of the effect of injected nutrient solution to the Sugi seedlings, namely the purpose of study was to measure the growth of those injected seedlings compared with uninjected ones grown in the same condition of soil.

The first experiments continued from May 29 to November 11 in 1959 and the second continued from May 12 to October 15 in 1960.

The composition of injected nutrient solution are following.

Components No. 1	Components No. 2
(NH ₂) ₂ CO..... 0.2142gm.	(NH ₂) ₂ CO..... 0.3213gm.
KH ₂ PO ₄ 0.0766gm.	KH ₂ PO ₄ 0.1149gm.
KCl 0.0470gm.	KCl 0.0705gm.
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O 0.1686gm.	Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O 0.2529gm.
MgSO ₄ ·7H ₂ O 0.2444gm.	MgSO ₄ ·7H ₂ O 0.3666gm.
FeCl ₃ ·6H ₂ O 10mgm.	FeCl ₃ ·6H ₂ O 10mgm.
MnSO ₄ ·4H ₂ O 3mgm.	MnSO ₄ ·4H ₂ O 3mgm.
H ₃ BO ₃ 3mgm.	H ₃ BO ₃ 3mgm.
CuSO ₄ ·5H ₂ O..... 1mgm.	CuSO ₄ ·5H ₂ O..... 1mgm.
ZnSO ₄ ·7H ₂ O 1mgm.	ZnSO ₄ ·7H ₂ O 1mgm.
α-Naphtaleneacetate 10mgm.	α-Naphtaleneacetate 10mgm.
distilled water 1000ml.	gibberellin..... 3mgm.
pH=4.8	distilled water 1000ml.
	pH=4.8

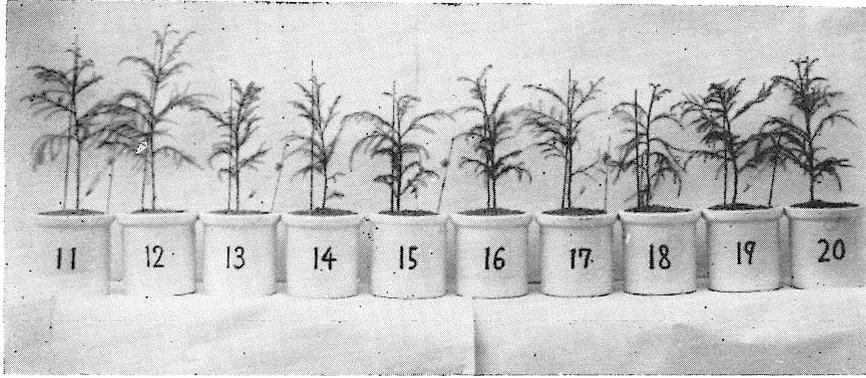
The nutrient solution was injected into the transpiration stream of the xylem directly through a small hole bored in to the stem.

Lomy soil was used at the first test, and gravel soil was used at the second test.

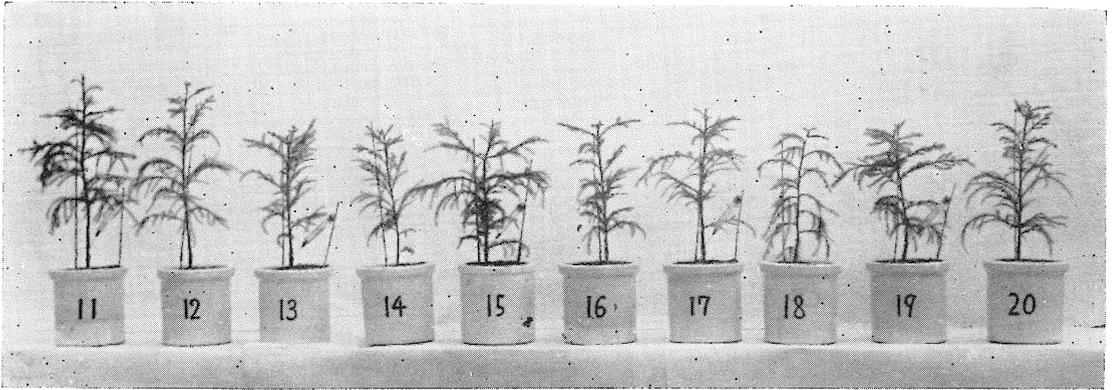
The results of the experiments are summarized in Tables 7~11 and illustrated in Phot. 1~13.

In preliminary experiments, there was no significant difference between the growth of height in the injected seedlings and in the uninjected ones.

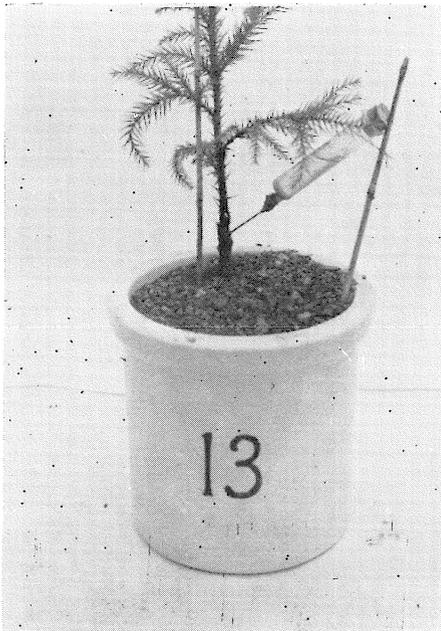
In later experiments, the injected seedlings have large growth of hight, diameter, circumference, and row weight compared with those of uninjected ones.



Phot. 1. Size of seedlings at the beginning of the experiments May 11, 1960
Pot 11, 13, 15, 17, 19—injecteed seedlings



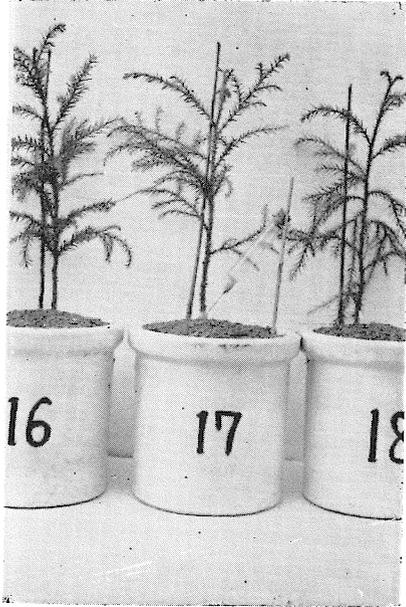
Phot. 2. Size of seedlings at the end of the experiments Oct. 3, 1960
Compare with Phot. 1.



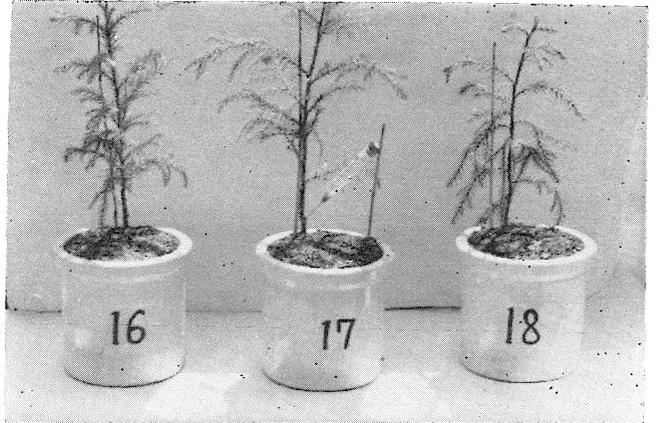
Phot. 3. Methode of injection



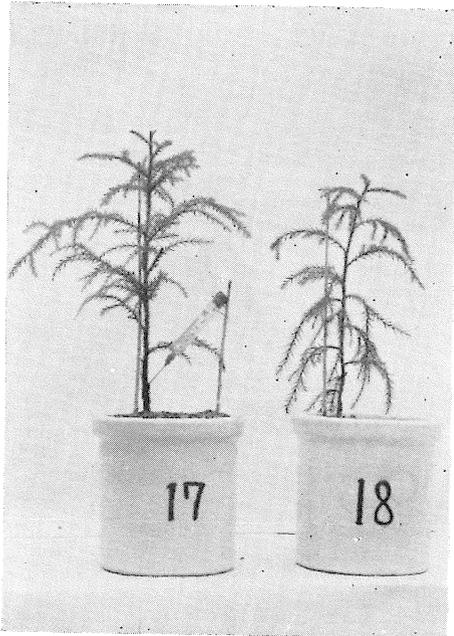
Phot. 4. Methode of injection



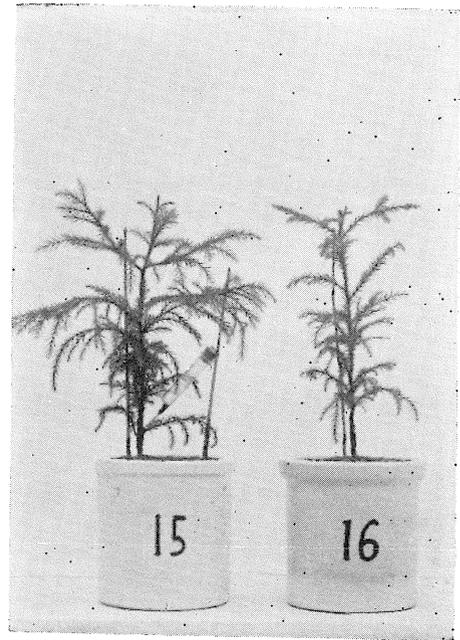
Phot. 5. Size of seedlings at the beginning of injection
May 11, 1960



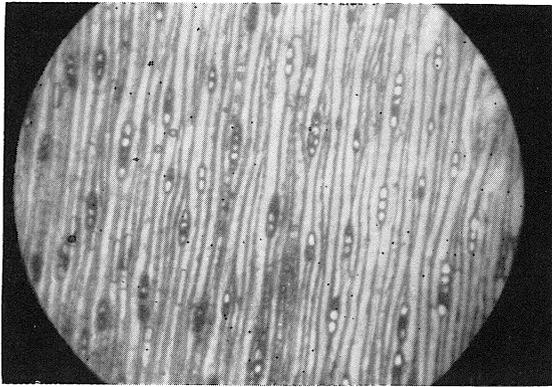
Phot. 6. Compare with phot.5. Aug. 3, 1960



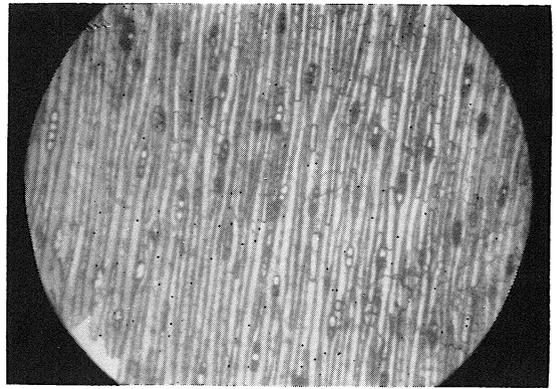
Phot. 7. Comparison between injected
seedlings and uninjected ones
Oct. 3, 1960



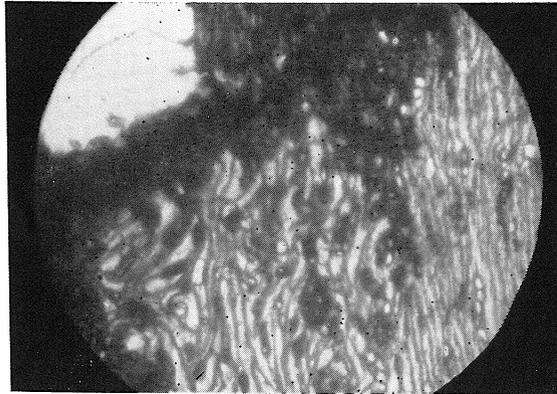
Phot. 8. Comparison between injected
seedlings and uninjected ones
Oct. 3, 1960



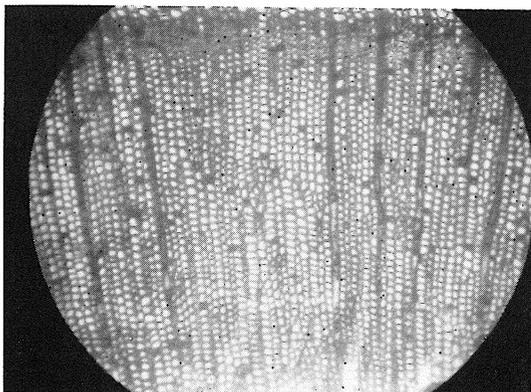
Phot. 9. Tracheid in injected seedlings
(Pot.15) tangential section $\times 150$



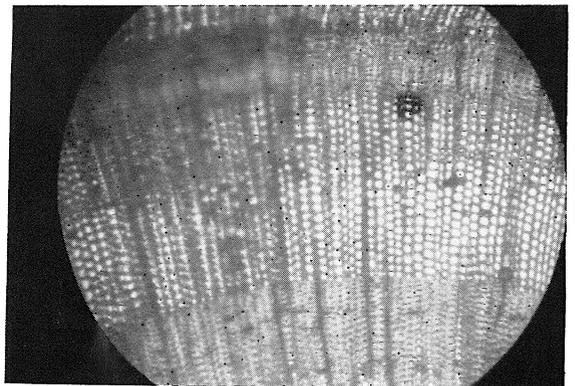
Phot. 10. Tracheid in uninjected seedlings
(Pot.16) tangential section $\times 150$
Compare with Phot. 10



Phot. 11. Tracheid in circumference of injected
hole



Phot. 12. Tracheid in injected seedlings
(Pot.15) Cross section $\times 150$



Phot. 13. Tracheid in uninjected seedlings
(Pot.16) Cross section $\times 150$
Compare with Phot. 12