

# 造園樹木の生育と土壌因子に関する研究 (第1報)

ヒマラヤスギの生育におよぼす土性ならびに施肥の影響

中村 健・高橋成直

## I 緒 言

樹木を植栽しようとする場合に、考慮しなくてはならないことがらの一つに土壌条件があげられている。土壌の理学的・化学的諸性質の良し悪しは、そこに植栽される樹木の生育を左右する重大な因子であることは明らかであり、このことは造園用樹木を対象にした場合でも例外ではない。したがって造園計画を立てる場合には他の因子と共に土壌条件も十分に考慮されなくてはならない。

しかしながら、最近における土木工事は、土木技術の発達に伴って大型機械類が導入され、それらを駆使した大がかりな工事が行なわれるようになってきた。このような傾向は必然的に周囲の自然状態の改変をますます助長する結果をまねき、さらにこのような場所に行なわれる造園的な諸工事の計画および実施面に大きな制約をもたらす原因となっている。たとえば、樹木の生育に好適な有機質に富んだ表層土壌は、地ならしの際造園的な配慮がなされず下層に埋没される場合が多く、しかもこの傾向は工事の機械化、大型化が進むにつれてますます強くなってきている。したがって実際に造園的な植栽を行なおうとする際の土壌条件はきわめて悪く、表層には有機質の乏しい劣悪な下層土が露出しているような悪条件下に止むを得ず実施しなくてはならない場合が多い。

本研究は、以上のことがらを考慮して条件の悪い下層土に造園用樹木を植栽した場合の生育状況を検討するため、造園樹木として利用度の高いヒマラヤスギ(*Cedrus deodara Loud.*)を選び、その苗木の生育をモデルとして土壌条件の相異が造園樹木の生育にどのような影響をおよぼすかについて実験したものである。

この実験を行なうに当たり、試験地の設定、ヒマラヤスギ種子の分譲などの面で協力して下さった本学付属演習林長、辰野良秋教授に対し厚くお礼を申し上げる次第である。

## II 実 験 材 料

実験に用いた土壌は B1D-E (カベ型) 土壌と河砂である。B1D-E (カベ型) 土壌は、長野県上伊那郡南箕輪村、信州大学農学部構内にある試験林内から表面の落葉、落枝ならびに雑草の根などを除去した後A層およびB層土壌を別々に採取した。また河砂は、伊那市狐島地籍の三峯川の河原で採取したものを使用した。

ヒマラヤスギ種子は、信州大学文理学部構内の並木から昭和41年の秋に結実したものを本学演習林が入手し冷蔵庫に貯蔵中のものを提供していただいた。

使用した肥料は、三菱化成の「くみあい硫加磷安12号」で成分の内訳は次のとおりである。

アンモニア性窒素	13.0%
可溶性りん酸	17.0% (内水溶性りん酸14.5%)
水溶性カリ	12.0%

### Ⅲ 実験方法

#### 1 土壌の混合と施肥

いろいろな土性の土壌を得るため、採取したA層、B層および河砂を基にして表一Iに示すと通りの容積割合に混合し直径約30cmの素焼きの植木鉢に1鉢当たり8～9kgずつ入れた。さらに施肥区については設計にしたがった量をそれぞれの鉢に加えて十分に攪拌した。一つの土壌処理別、施肥別に対して同様の鉢を4個ずつ作り昭和42年4月26日に信州大学農学部付属演習林苗畑の一角に埋設した。

表一I 土壌処理別・施肥別鉢数(個)

土壌混合割合	施肥量	1鉢当たり			
		0g	10g	20g	40g
A層		4	4	4	4
B層		4	4	4	4
A層:B層	(7:3)	4	4	4	4
"	(5:5)	4	4	4	4
"	(3:7)	4	4	4	4
B層:砂	(7:3)	4	4	4	4
"	(5:5)	4	4	4	4
"	(3:7)	4	4	4	4
A層:B層:砂	(1:1:1)	4	4	4	4

#### 2 播種と苗木の掘り取り

昭和42年5月4日から4日間、25°Cの恒温器内で発芽促進処理を行なった種子を5月8日に1鉢当たり27粒ずつまきつけた。発芽終了後は日覆の稲藁を取りはずし直射光線のもとで生育させ、時々除草を行ない、さらに日照りの激しい時には適当な灌水を行なうなどの管理をして10月27日に掘り取って実験に供した。

#### 3 土壌分析

A層、B層および河砂を基にして表一Iに示したような容積割合で作製した9種類の土壌のおのおのから一部分を淘汰分析用土壌として採取し、さらに、これら9種類の土壌の施肥区分ごとに土壌を採取して化学分析用試料とした。

供試土壌の淘汰分析および化学分析は次の方法によって行なった。

淘汰分析……………国際土壌学会A法に準じて行なった。

全Nの定量……………ケルダール法を用いた。

有効性りん酸の定量……………0.2 N HCl 浸出液について、モリブデン青比色法を用いた。

有効性カリの定量……………0.2 N HCl 浸出液について、蛍光分光分析法を用いた。

pHの測定……………ガラス電極法を用いた。

## IV 実験結果

### 1 供試土壌の理化学的性質

実験に用いた土壌の土性、pHおよび土壌中の三要素含有率は表一Ⅱに示すとおりである。

#### a 土性

A層のみから成る土壌およびA層：B層（7：3）に混合した土壌は植質壤土，A層：B層（5：5），A層：B層（3：7）およびB層のみから成る土壌は軽植土，B層：砂（7：3）は砂質植壤土，A層：B層：砂（1：1：1）は砂質壤土，B層：砂（5：5）およびB層：砂（3：7）の混合割合の土壌は砂土であった。

このことは、原土として用いた3種類の土壌、すなわち、A層、B層および砂の土性がそれぞれ植質壤土、軽植土および砂土であることからA層の混合割合が多い土壌は植質壤土に、B層の混合割合が多い土壌は軽植土になり、両者を同容積に混合した場合はB層の影響が強く現われて同じく軽植土となったものである。また、砂の混合割合が多い土壌は砂土あるいは砂質植壤土および砂質壤土となったもので、ほぼ期待した結果が得られた。

なお、他の実験結果を説明する便宜上これらの土性を植質な土壌と砂質な土壌に大別して記載した。

#### b pH

A層とB層の混合土壌においては、有機物が比較的に多いA層の混合割合が多い土壌ほど酸性が強く、有機物が比較的に少ないB層の混合割合が多くなるにしたがって酸性が弱くなっている。またB層と砂の混合土壌においては、砂の混合割合が多くなるにしたがって酸性が弱くなっている。

#### c 供試土壌中の養分

試験に用いた土壌の全N，有効性りん酸および有効性カリの含有率は表一Ⅱに示すとおりである。

同じ施肥量であっても土性の違いによって含有率に相当な差が見られるし、また土性が同じであっても原土の混合割合の違いによって差が現われている。このことは原土として用いたA層およびB層が信州ロームと呼ばれる火山灰質土壌である関係から、りん酸吸収力がきわめて強いので有効性りん酸含有率が低くなること、またA層はB層および砂と比較すると有機物の含有量がいちじるしく多いことなどに大きな原因があるものと考えられる。

#### (i) 全N

A層は前述したとおり原土のうちで最も有機物含有量の多い黒色土壌である。したがってA層のみの処理区が最も含有率が高く、その混合割合が少なくなるにしたがって全N含有率は低下する。またB層と砂の混合処理区においては、砂の混合割合が多くなるほど全N含有

表-II 供試土壤の分析結果

混合割合 と土性	pH		1鉢当 たり施 肥量 (g)	土 壤 養 分					
	H <sub>2</sub> O (1:2)	KCl (1:2)		全N%	平均%	有効P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	平均%	有効K <sub>2</sub> O %	平均%
				$\times 10^{-2}$	$\times 10^{-2}$	$\times 10^{-3}$	$\times 10^{-3}$	$\times 10^{-3}$	$\times 10^{-3}$
A 層 埴 質 壤 土	5.2	4.3	0	44.3		1.1		5.7	
			10	58.4	58.9	3.7	6.4	22.8	33.2
			20	65.6		9.2		32.4	
			40	67.3		11.5		72.0	
A 層:B 層 (7:3)	5.4	4.4	0	37.1				2.1	
10			35.4	38.8	3.9	9.6	22.8	30.1	
20			42.1		8.2		29.4		
40			40.5		24.1		63.6		
A 層:B 層 (5:5)	5.5	4.6	0		21.0				1.2
10			26.0	25.6	4.4	4.7	19.8	24.5	
20			26.0		5.7		28.8		
40			29.3		7.3		45.6		
A 層:B 層 (3:7)	5.6	4.5	0		11.0				0.5
10			21.1	20.7	1.2	2.4	15.6	22.4	
20			22.8		2.3		28.8		
40			27.7		5.7		42.0		
B 層	5.7	4.8	0		1.4				0.3
10			2.9	3.6	0.9	3.6	13.8	21.0	
20			4.4		3.4		27.6		
40			5.5		9.7		40.8		
埴質な土壤の平均							29.5		
B 層 : 砂 (7:3) 砂 質 埴 壤 土	6.4	5.1	0	5.7		0.6		6.6	
			10	8.6	10.1	2.1	4.5	15.0	24.9
			20	8.6		5.1		38.4	
			40	17.3		10.3		39.6	
A 層:B 層:砂 (1:1:1)	5.9	4.5	0	14.8				1.8	
10			19.7	24.7	5.4	11.5	18.0	25.7	
20			23.1		12.6		24.6		
40			41.2		26.3		52.8		
B 層 : 砂 (5:5) 砂 土	6.2	5.4	0		5.7				0.6
10			7.2	8.6	4.8	17.7	14.7	33.5	
20			7.2		19.5		38.4		
40			14.4		45.8		73.2		
B 層 : 砂 (3:7) 砂 土	6.7	5.7	0		1.4				11.5
10			5.7	6.8	28.6	42.7	16.8	31.2	
20			10.0		48.1		27.6		
40			10.0		82.4		68.4		
砂質な土壤の平均							12.6		

率が低下している。

(ii) 有効性りん酸

A層およびB層はりん酸吸収力がきわめて強い。したがって両者を原土として用いた処理区と、B層と砂を原土として用いた処理区とを比較した場合、有効性りん酸含有率は後者の処理区の方が前者よりも高く、さらに後者だけについて見ると、砂の混合割合が多くなるほど含有率が高くなっている。

(iii) 有効性カリ

有機物含有量が多いA層の混合割合が多い土壌ならびに砂の混合割合が多い土壌が平均して有効性カリの含有率が高くなっている。

平均すると埴質な土壌群と砂質な土壌群との間にはほとんど差が見られない。一般にB層の混合割合が多い土壌ほど有効性カリの含有率は低下する傾向が見られる。

## 2 残存本数

表一Ⅲに示すようにA層の混合されている土壌、すなわち埴質壤土ならびに軽埴土の一部においては施肥量に反比例して残存本数が減少している。この原因として、これらの処理区が他の処理区にくらべて土壌中の全N含有率がいちじるしく高いことから窒素過多による害、施肥の影響による土壌微生物相の変化、あるいは病菌類の繁殖に好適となるような環境変化などが考えられるがこの問題については今後さらに研究をくり返して検討をしなければならない。

一般に埴質な土壌群より砂質な土壌群の方が枯死率は低い。

## 3 苗木の生育と土性との関係

苗木の地上部および地下部の長さを土壌処理区について比較してみると、A層のみの区(埴質壤土)が最も生育が悪く、B層：砂(7:3)の区(砂質埴壤土)が最もよい生育結果を示した。また苗木1本当たりの平均風乾重量についてみると、A層のみの区が最も悪く、B層：砂(5:5)の区(砂土)が最もよい結果を示している。さらにこれらを埴質な土壌群と砂質な土壌群について比較すると、埴質な土壌群の地上部、地下部の長さおよび苗木1本当たりの重量の平均値がそれぞれ9.8cm, 23.3cm, 0.60gであるのに対し、砂質な土壌群のそれは、12.6cm, 29.7cm, 1.22gであっていずれも砂質な土壌群の方が良好な成績を示している。

また地下部の長さに対する地上部の長さの割合は両土壌群とも大きな変化は認められず、平均値は両者とも0.43であって差が認められない。T-R率は埴質な土壌群の平均値が2.1であるのに対して砂質な土壌群のそれは1.9であって、わずかではあるが砂質な土壌群の方が低い。

以上の結果から、ヒマラヤスギ苗は砂質な土壌の方が生育が良好であって、しかも地上部と地下部のバランスがとれた良い苗木が得られる。特にB層：砂(7:3)およびB層：砂(5:5)の割合に混合された砂質埴壤土および砂土が総合的にみてヒマラヤスギの生育に適した土壌であると判断することができる。

一方B層のみの区(軽埴土)についてみると、砂質な土壌群にはおよばないが他の埴質な

表-III 苗木の生育結果

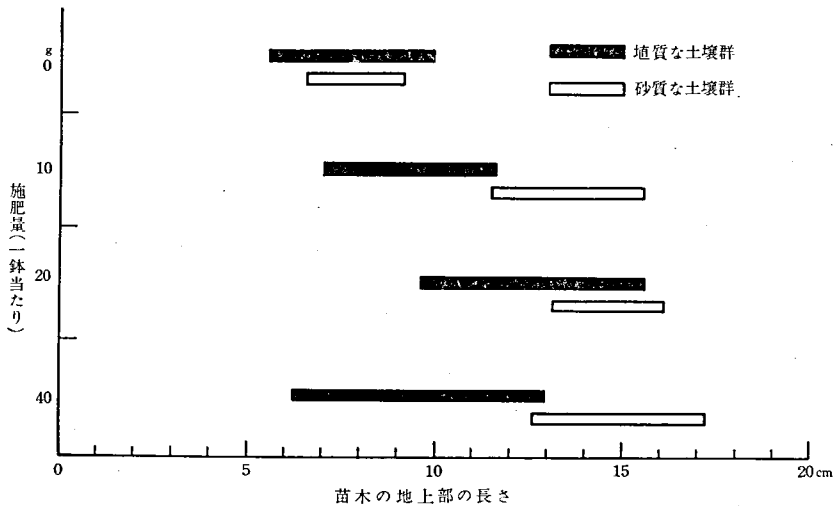
土性区分	項目	1鉢当 たり施 肥量g	残存本数		地上部の 長さ		地下部の 長さ		地上部長 地下部長		T/R		1本あたり 風乾重量	
			本	土性平 均	平均 cm	土性平 均 cm	平均 cm	土性平 均 cm	平均	土性平 均	平均	土性平 均	平均 g	土性平 均 g
A 層 埴質壤土	層	0	20		9.9		26.5				2.2		0.59	
		10	14		7.0	8.2	10.5	19.0	0.43	1.5	1.8	0.24	0.31	
		20	5	10.8	9.6		24.6			1.2		0.26		
		40	4		6.2		14.2			2.1		0.14		
A層:B層 (7:3) 埴質壤土	層	0	20		8.7		29.5			1.2		0.59		
		10	18		8.5	10.2	29.5	29.5	0.34	2.0	3.2	0.93	0.68	
		20	15	14.3	12.1		29.1			1.7		0.73		
		40	4		11.6		29.7			8.0		0.45		
A層:B層 (5:5) 軽埴土	層	0	24		8.5		24.5			1.6		0.57		
		10	21		11.6	10.4	21.7	21.8	0.48	1.8	1.7	0.91	0.51	
		20	8	14.5	11.5		21.6			2.3		0.13		
		40	5		10.0		19.4			1.0		0.44		
A層:B層 (3:7) 軽埴土	層	0	18		6.8		20.3			2.1		0.32		
		10	13		9.6	10.0	25.8	23.4	0.43	1.7	1.8	0.77	0.68	
		20	10	14.3	10.5		24.8			1.8		0.84		
		40	16		12.9		22.8			1.7		0.77		
B 層 軽埴土	層	0	17		5.5		20.6			1.7		0.24		
		10	20		9.9	10.2	25.0	22.7	0.45	1.8	2.0	0.92	0.81	
		20	19	19.0	15.6		24.0			1.8		1.40		
		40	20		9.7		21.2			2.5		0.68		
埴質な土壌の平均				14.6	9.8	23.3	0.43			2.1		0.60		
B層:砂 (7:3) 砂質埴壤土	層	0	17		8.2		28.0			1.4		0.49		
		10	19		15.0	14.0	32.3	31.7	0.44	2.5	2.0	1.46	1.31	
		20	21	19.8	15.6		33.0			1.7		1.47		
		40	22		17.2		33.3			2.3		1.81		
A層:B層:砂 (1:1:1) 砂質壤土	層	0	22		9.1		27.3			1.3		0.49		
		10	22		11.5	12.7	27.7	26.3	0.48	2.2	2.5	0.97	1.12	
		20	15	19.8	16.1		31.8			3.7		1.63		
		40	20		15.2		28.3			2.7		1.40		
B層:砂 (5:5) 砂土	層	0	24		7.9		28.7			1.4		0.65		
		10	16		15.5	12.4	33.5	31.2	0.40	1.5	1.5	2.01	1.46	
		20	24	18.8	13.3		30.4			1.3		1.53		
		40	11		12.7		32.1			1.6		1.66		
B層:砂 (3:7) 砂土	層	0	12		6.5		26.7			1.2		0.53		
		10	16		12.0	11.3	30.6	29.6	0.38	1.8	1.5	1.03	1.00	
		20	19	16.5	13.2		32.1			1.7		1.20		
		40	19		13.5		28.8			1.1		1.24		
砂質な土壌の平均				18.7	12.6	29.7	0.43			1.9		1.22		

土壌と比較した場合ならそんな色のない生育結果を示している。したがって適当な肥料さえ施してやればB層のみの有機物に乏しい劣悪な土壌条件であっても十分にヒマラヤスギを生育させ得る見込みがあるものとする。

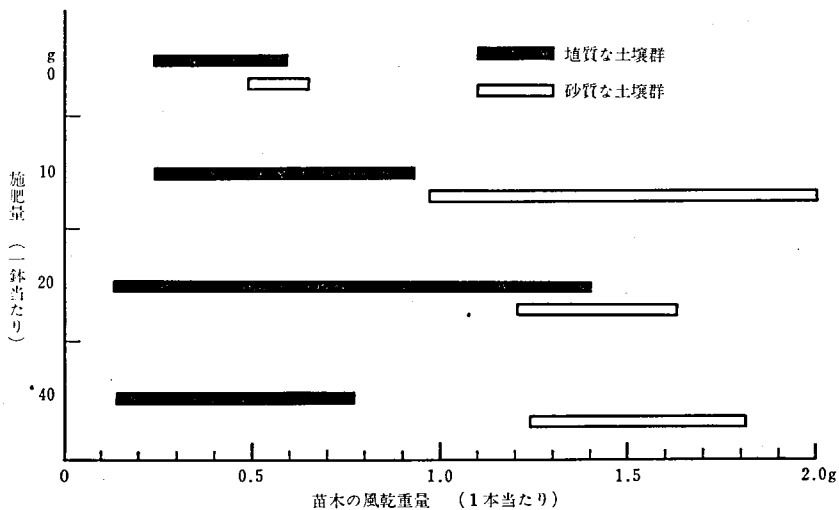
#### 4 苗木の生育と土壌養分との関係

表一Ⅱ、表一Ⅲから明らかなように、ヒマラヤスギ苗木の生育について良好な結果が得られたのは砂質な土壌群であって、なかでもB層：砂（7：3）あるいはB層：砂（5：5）の割合に混合された砂質埴壤土および砂土であった。しかしながら、これらの土壌の養分含有率は他の土性の区と比較した場合必ずしも高くはない。

すなわち、全N、有効性りん酸および有効性カリ含有率はB層：砂（7：3）の混合処理



図一Ⅰ 施肥別・土壌群別の苗木地上部の長さの範囲



図一Ⅱ 施肥別・土壌群別の苗木風乾重量の範囲

区においては平均値がそれぞれ0.101%, 0.0045%および0.0249%, またB層:砂(5:5)の処理区においてはそれぞれ0.086%, 0.0177%および0.0335%であって埴質な土壌群および砂質な土壌群の両者にはまだこれよりも養分含有率が高く, 苗木の生育により好適と考えられる土壌がある。また, 図一Iおよび図一IIから明らかなように, 無施肥区においては埴質な土壌群と砂質な土壌群との間に苗木の上長生長および風乾重量にあまり差が現われていないが, これを施肥区についてみると10g区, 20g区および40g区いずれの処理区においても常に砂質な土壌群の方が良好な結果を示していることから, 砂質な土壌の方が施肥効果がよいことが明らかである。

以上のことから, ヒマラヤスギ苗木の生育に関係する因子としては, 勿論土壌の養分含有率を無視することはできないが, それ以上に土性と土壌養分含有率を関連づけて考えることが必要である。

## V 考 察

以上ヒマラヤスギ播種苗木をモデルとして用いた実験の結果を総合してみると, ヒマラヤスギの生育に適した土壌は砂質な土壌であり, そのなかでも特に砂質埴壤土および砂土が好適であることが判明した。しかもこれらの土壌に施肥を行なった場合は非常によい施肥効果を期待できることも明らかである。したがって建築工事, 土木工事などによって表層の有機質に富んだ肥土がカットされた後の不良な土壌, たとえば長野県内に広く分布する火山灰土壌のB層のように理化学的性質が不良な土壌でも, ある程度の人工的な改良を施せば十分生育に期待を持つことができるものとする。すなわち, 30~50%程度の砂を客土して施肥を行なえばよい。しかしながら実際にこのような土壌改良を実施できるのは, きわめて小面積の造園施工の場合か, あるいは機械力を十分に駆使することができ, しかも手近かな場所に客土用の砂が存在する場合に限って実行可能なものであると考える。

そこで, 前記のような土壌改良が実行できない場合の解決策の一つとしてB層に対して適量な施肥を行なうことが考えられる。このことはB層のみの処理区において示された実験結果から判断できるように比較的簡単に効果的でありしかも大規模な工事にも応用できるものとする。

この実験は前にも述べたとおりヒマラヤスギの播種苗木に対して行なわれたものである。したがって実験の結果がすぐさま大苗あるいは成木に対しても当てはまるとは思わない。今後はこのような点についてさらに実験を行ない検討を加える予定である。

## VI 摘 要

本研究は表層土が切り取られた結果露出してきた下層土に対して造園樹木を植栽した場合の生育を検討する目的で, ヒマラヤスギの当年生苗木を用いて土壌条件, 特に土性および施肥量の相異がその生育にどのような影響をおよぼすかについて実験を行なったものである。

いろいろな土性と養分をもった土壌を得るため, 信州ロームと呼ばれている火山灰質土壌(Bld-E)のA層およびB層ならびに河砂を基にして表一Iに示したような割合に混合し,



肥料を施した。実験の結果は次のとおりである。

1 実験結果を説明するため、便宜上 a～e の土性をもった土壌を埴質な土壌、f～i の土壌を砂質な土壌に大別した。

a	A	……埴質壤土	f	B : 砂 (7 : 3)	……砂質埴壤土
b	A : B (7 : 3)	…… //	g	B : 砂 (5 : 5)	……砂土
c	A : B (5 : 5)	……軽埴土	h	B : 砂 (3 : 7)	…… //
d	A : B (3 : 7)	…… //	i	A : B : 砂 (1 : 1 : 1)	……砂質壤土
e	B	…… //			

2 供試土壌の養分含有率および pH は表一Ⅱに示したとおりである。すなわち、砂質な土壌群は埴質な土壌群にくらべ pH が高く、全窒素含有量が少ない。また有効性りん酸含有量は多い。有効性カリ含有量については両土壌群の間に特別な相異は認められなかったが、A層或は砂の混合割合が増すにつれて含有率が高くなる傾向が認められた。

3 苗木の生育結果は表一Ⅲおよび図一Ⅰ、Ⅱに示したとおりである。すなわち、砂質な土壌群は埴質な土壌群にくらべ苗木の地上部の長さ、地下部の長さおよび風乾重量などの点で、より勝れた成績を示しており、しかも砂質な土壌は施肥効果も非常によい。

有機物に乏しい処理区 e における生育は、砂質な土壌群のそれよりも稍劣る。しかしながら他の埴質な土壌と比較した場合必ずしも悪くはない。

したがって条件の悪い埴質な下層土にヒマラヤスギを植栽する場合、砂を用いた客土と適量の施肥を同時に実施することががのぞましいが、それが実行できない場合には施肥を行なうだけでも相当の効果を期待することができる。

## 参 考 文 献

- 1) Leyton, L ; Plant and soil. 7. 167. 1956
- 2) " ; " 9. 31. 1957
- 3) Arthur, B.B ; garden soils. 1952
- 4) 岩瀬倉二；庭園樹木苗木形態の量的表示 造園雑誌 23 (4) 1960
- 5) 船引真吾・青峰重範；土壌実験法 昭32
- 6) 農林省林試；国有林野土壌調査方法書 昭30

## Studies on the soil factors and the growth of garden trees (1)

Effect of soil class and fertilization on the growth  
of Himarayan Cedar (*Cedrus deodara* Loud.)

By Takeshi NAKAMURA and Shigenao TAKAHASHI

### Summary

In recent years it is found in the various district of this country that the garden trees are planted in the inferior subsoil which was subjected to cutting of surfase soil.

So the relationships between texture of soil, nutrient content in soil and the growth of the garden tree have been studied by using one year seedlings of Himarayan Cedar (*Cedrus deodara* Loud.) (as a model).

In order to prepare the various texture and nutrient content of soil samples, A, B layer of B1D-E type soil (called Shinshu loam) and sand were mixed as shown in Table I, and then fertilized.

The experimental results are summerized as follows.

1. For convenience in explanation of the experimental results, the textures were divided into two main groups: clayey soils (a — e) and sandy soils (f — i).

- |                  |                  |                          |                      |
|------------------|------------------|--------------------------|----------------------|
| a. A             | ..... Clay loam  | f. B : S (7 : 3)         | .....Sandy clay loam |
| b. A : B (7 : 3) | ..... "          | g. B : S (5 : 5)         | .....Sand            |
| c. A : B (5 : 5) | ..... Light clay | h. B : S (3 : 7)         | ..... "              |
| d. A : B (3 : 7) | ..... "          | i. A : B : S (1 : 1 : 1) | ..... Sandy loam     |
| e. B             | ..... "          |                          |                      |

remarks

A .....A layer, B .....B layer, S .....Sand

2. The nutrient contents and pH values of the soil samples were shown in Table II.

The sandy soil group showed higher pH value, less total nitrogen content and more 0.2 N HCl soluble phosphorus content than the clayey soil group. 0.2 N HCl soluble potassium content of two soil groups increased with the increase of mixed ratio of A layer or sand.

3. The growth of Himarayan Cedar seedlings was shown in Table III, and Fig. I and II.

The sandy soil group showed more seedling number, longer top and root length and heavier air-dried weight than the clayey soil group.

Generally speaking, the growth of the seedling in the sandy soil group was superior to that of the clayey soil group. Moreover, the fertilizer efficiency was recognized remarkably in the sandy soil group.

The growth of the seedling in plot (e) was slightly inferior to that of the sandy soil group, but was not always inferior compared with the other clayey soils.

From the fact above-mentioned, it may be seen that soil dressing and suitable fertilization are very efficient in case, when Himarayan Cedar is planted in the inferior subsoil. If both operations are impossible at the same time, fertilization alone is useful for the growth.