

造園樹木の根系の形態に関する研究—スギ、 マテバシイ、ニセアカシアについて

浅野二郎・安蒜俊比古・藤井英二郎
環境植栽学研究室

井谷和明・今井 修・田川一郎
岩田造園土木(株)・富士植木(株)・南海造園土木(株)

Studies on the Morphology of Root Systems of Landscape Plants —*Cryptomeria japonica* D. DON, *Pasania edulis* MAKINO, *Robinia pseudoacacia* L.

Jiro ASANO, Toshihiko ANBIRU, Eijiro FUJII
Laboratory of Planting Design

Kazuaki ITANI,
Iwata Landscape Engineering Co. Ltd.

Osamu IMAI, Ichiro TAGAWA
Fujiueki Co. Ltd., Nankai Landscape Engineering Co. Ltd.

ABSTRACT

We investigated the root systems of *Cryptomeria japonica*, *Pasania edulis*, and *Robinia pseudoacacia* using a trench method, and discussed the morphological characteristics of their root systems. *Cryptomeria japonica* has quite large root system comparing with the others, but its mean diameter of big roots with a diameter more than two millimeters and its root density are lesser than the others. Therefore, the size of root system, and the mean diameter of big roots and the root density would negatively correlate each other to sustain the upper parts of tree from a dynamic point of view. *Pasania edulis* has more fine roots at the median area not central of root system and the ratio of the number of fine roots/the number of big roots is lesser than the others. These characters would make the transplanting difficult. *Robinia pseudoacacia* is a typical tree of shallow root system from the proportion of the root system for the upper parts of tree and the proportion of the horizontal size of root system for the vertical one.

1. 研究の課題

造園植栽の分野では、その施工や管理作業のひとつとして移植が大きな比重を占めており、その成否を左右する第1の条件が根系である。したがって、造園学には根系の特徴や移植の難易について多くの知識が言い伝えられ、蓄積されてきた。しかし、それらは万人が納得できる形で整理されたものではなく、それゆえに誤った情報も少なくない。さらに、近年では技術者の質の低下、劣悪土壌(海岸埋立地や屋上、工事残土地など)での植栽、育苗過程の変化に伴う苗木の悪さなど、様々な要因が重なり、植栽木の枯損率が高くなって、なお一層根系の

正確な基礎資料が必要となってきた。また、植栽木の管理においても、現在論議されている地上部の剪定(特に街路樹の)と根系との関係、地下部における芝草との競合による植栽木(特に落葉樹)の枯死など、急いで対応すべき問題も多い。こうした問題にも対処しうる基礎学としての造園樹木学において、重要な一項目をなす根系を解析することが、本稿の目的である。

樹木の根系については、すでに荻住(1979)の大著があるが、氏自らも指摘されるようにつめるべき問題は数多く残されている。著者らの研究室でも8年前から調査を続けており、ようやく検討の加えられる段階に到った。それほどに手間と時間のかかる対象であることも、根系

の研究を遅せた原因のひとつである。ここで報告するのは、造園樹木として多用される高木3種、スギ *Cryptomeria japonica* D. DON, マテバシイ *Posania edulis* MAKINO, ニセアカシア *Robinia pseudoacacia* L. の根系の形態についてである。これを踏まえてなされるべき根系の生理的特性や、土壌条件、管理条件の違いによる根系の差異等については後日の課題である。

2. 方 法

根系の調査方法については、苅住 (1957) がこれまでの研究例をまとめているが、ここでは調査木を枯らすことなく、継続的に調査することができるトレンチ法を使った。この場合、トレンチの方向によってデータが異なる可能性もあり、トレンチの方向別に調査結果を比較、検討し、方向を決めるべきであるが、園芸学部内にすでに植栽されている樹木を対象とし、それらを枯らすことなく調査せざるを得なかったため、それはできなかった。また、周囲の植栽木等によってトレンチの方向を一定にすることもできず、それを記録するに留まった。

人が入って調査できる大きさのトレンチを掘った後、図1のような $10 \times 30 \times 10 \text{ cm}^3$ のブロックごとに土壌を丁寧に崩しながら、A, B, C 各断面に現われた細根、太根 (苅住 (1957) に従って直径 2 mm 以上の根を太根、2 mm 未満を細根とした) の本数と、太根の直径をノギスで測定し、垂直、水平方向ともに根が現われなくなるまで続けた。ここで A, B, C 断面に区分して調査するのは、根の方向性を把むため、B 断面は根元から緩やかに下向した放射状の根を、A 断面はそれから直角方向に水平的に伸びた根を、C 断面は垂下根をより多く把えることができる。また、苅住 (1957) は上記のブロックの大きさを $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$ としたが、ここではデータの信頼性を高めるためにブロックの巾を 30 cm とした。したがって、解析に当っては B, C 断面の値は 1/3 にして A 断面と比較している。

調査樹種であるスギ、マテバシイ、ニセアカシアの生活型は、各々常緑針葉樹、常緑広葉樹、落葉広葉樹で、いずれも高木である。スギは深根性で移植が容易であり、マテバシイは深根性で移植困難、ニセアカシアは浅根性で移植は容易といわれている (苅住 (1979))。調査木は、樹種間の比較を行う上で類似した形状のものとするべきであるが、園芸学部内にすでに植栽されているものから選んだため、表1のように樹種ごとには類似しているが、樹種間には差がある。

調査本数はスギ3本、マテバシイ3本、ニセアカシア2本である。スギ3本は実験圃場に3年前に植栽されたもので、上木はなく、片側1m先にはトウネズミモチの

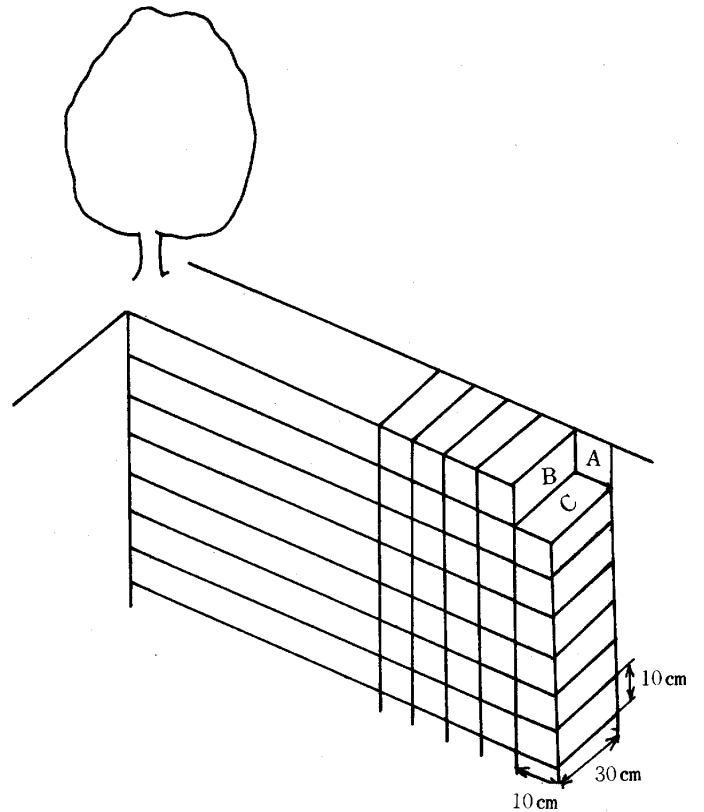


図1 トレンチと調査断面

表1 調査木の地上部データとトレンチ方向

	樹高 (a) cm	樹冠巾 (b) cm	根元径 cm	胸高直径 cm	植栽後 の年数	トレンチ 方 向
スギ I	300	80	6.5	2.9	3	北東
	350	80	7.1	3.8	3	"
	250	70	5.0	2.4	3	南東
マテバシイ I	700	220	21.8	14.5	11	南
	640	220	18.0	12.0	10	南西
	600	140	19.0	14.9	11	北西
ニセアカシア I	520	140	10.5	7.2	15	東
	500	110	8.9	5.4	15	西

植栽があり、トレンチはその反対側にとっている。マテバシイ3本はスダジイやアカマツの高木が散在する林冠のやや密な林内にあり、下層には疎らにアズマネザサがある。トレンチは下草の少ない所にとっている。ニセアカシアは林縁にあり、下草にはアズマネザサが疎らにある。トレンチは下草の少ない方向にとり、結果的に林縁の線に平行にとった形となった。

調査木ごとに土壌断面で測定した土壌の硬度、通気性、透水性は図2の通りである。土壌硬度は山中式土壌硬度

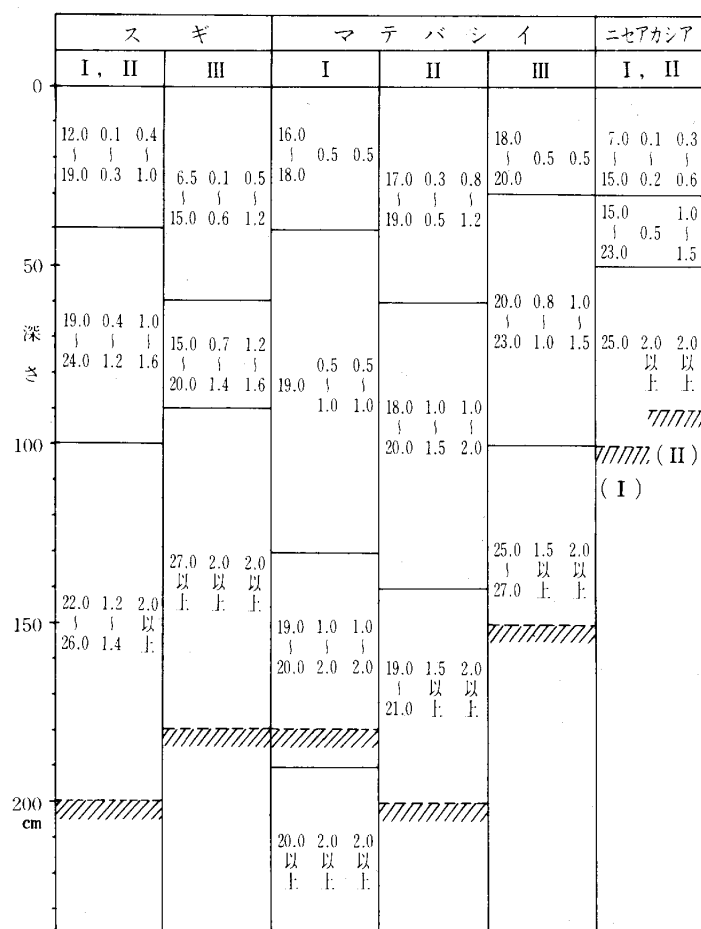


図 2 調査木ごとの土壌の硬度、通気度、透湿度

注) 各欄の左側が土壌硬度 (mm), 中央が通気度 (kg/cm²), 右側が透湿度 (kg/cm²). 斜線部以下には根は分布していない

計, 通気性と透水性は山中式土壌透水通気測定器を使った。なお, 園芸学部 of 土壌は関東ロームである。

調査時期は, 1981 年で, スギ I : 11 月 4~14 日, II : 11 月 7~14 日, III : 11 月 19~26 日, マテバシイ I : 10 月 5~12 日, II : 10 月 12~23 日, III : 10 月 24 日~11 月 3 日, ニセアカシア I : 12 月 10~14 日, II : 12 月 15~19 日である。

3. 結果及び考察

1) 根系と地上部の形態的關係

根系の水平方向, 垂直方向の広がり と地上部の樹高, 樹冠巾との関係を次のような比を求めて検討した。樹高/(根系の垂直的広がり)は, 表 2 のように同一樹種内では類似した値を示すが, 樹種間では明らかな違いがみられる。すなわち, その値はスギで最も低く, マテバシイ, ニセアカシアの順に高くなっており, 調査木の樹高からすればスギの根系は極めて深くまで広がっており, 逆にニセアカシアは著しく浅いことがわかる。また, 樹高/(根系の水平的広がり)でも, スギはマテバシイやニセアカシアに比べて値が低く, 水平方向により広がっていることがわかる。根系の水平方向への広がりについては, 一般に樹冠の広がりとの関係が強いと言われているが, 調査木の樹冠巾/(根系の水平的広がり)は一定したものではなかった。スギの根系の水平的広がり は樹冠巾の約 2 倍, マテバシイで約 1 倍, ニセアカシアはこれらの中間である。以上の結果に根系の(垂直的広がり)/(水平的広がり)の値を含めて, 根系と地上部の形態的關係を模式化すれば, 図 3 のようになる。今ここでマテバシイの根系を標準とするならば, スギの根系は著しく大きく, ニ

表 2 根系の広がり と地上部との関係

		根系の垂直的 広がり		根系の水平的 広がり		樹高/根系の 垂直的広がり		樹高/根系の 水平的広がり		樹冠巾/根系 の水平的広がり		根系の垂直的広がり 根系の水平的広がり	
		細根(c) cm	太根(d) cm	細根(e) cm	太根(f) cm	細根: a/c	太根: a/d	細根: a/e	太根: a/f	細根: b/e	太根: b/f	細根: c/e	太根: d/f
スギ	I	200	150	190	180	1.50	2.00	1.58	1.67	0.40	0.40	1.05	0.83
	II	200	140	190	190	1.75	2.50	1.84	1.84	0.40	0.42	1.05	0.74
	III	180	50	200	120	1.39	5.00	1.25	2.08	0.35	0.58	0.92	0.42
マテバシイ	I	190	190	230	230	3.68	3.68	3.04	3.04	0.96	0.96	0.83	0.83
	II	210	170	230	220	3.05	3.76	2.78	2.91	0.96	1.00	0.91	0.77
	III	160	150	210	170	3.75	4.00	2.86	3.53	0.67	0.82	0.76	0.88
ニセアカシア	I	100	90	190	160	5.20	5.78	2.74	3.25	0.74	0.88	0.53	0.56
	II	90	50	150	120	5.56	10.00	3.33	4.17	0.73	0.92	0.60	0.42

注) a, b は表 1 の値

セアカシヤでは浅いことが特徴であるといえる。

に支える点に注目すれば、スギの大きな根系は極めて有

そこで、根系の機能のひとつである、地上部を力学的

利であり、逆にニセアカシヤには浅い根系を補なうよう

表 3 細根・太根の割合、太根の直径、根密度

	細根数 (g)	太根数 (h)	太根の直径mm		総根数 (g+h)	総根数(g) /太根数(h)	細根率% g/(g+h)	太根率% h/(g+h)	A,B,C /(A+B+C) %		垂直分布の平均根密度		水平分布の平均根密度	
			合計(i)	平均直径 (i/h)					細 根	太 根	細根： g/c×0.1	太根： h/d×0.1	細根： g/e×0.1	太根： h/f×0.1
スギ I-A	297	26	130.7	5.0	323	11.42	91.95	8.05	41.66	29.41				
	B	214.7	38.7	152.9	4.0	253.4	5.55	84.73	15.27	30.11	43.78			
	C	201.3	23.7	82.6	3.5	225.0	8.49	89.47	10.53	28.23	26.81			
		713.0	88.4	366.2	4.1	801.4	8.07	88.97	11.03	100.00	100.00	35.65	5.89	37.53
スギ II-A	217	26	103.1	4.0	243	8.35	89.30	10.70	38.54	34.85				
	B	174.3	30.3	89.8	3.0	204.6	5.75	85.19	14.81	30.96	40.62			
	C	171.7	18.3	58.8	3.2	190.0	9.38	90.37	9.63	30.50	24.53			
		563.0	74.6	251.7	3.4	637.6	7.55	88.30	11.70	100.00	100.00	28.15	5.33	29.63
スギ III-A	247	13	54.5	4.2	260	19.00	95.00	5.00	43.31	43.33				
	B	161.0	11.0	37.4	3.4	172.0	14.64	93.60	6.40	28.23	36.67			
	C	162.3	6.0	21.8	3.6	168.3	27.05	96.43	3.57	28.46	20.00			
		570.3	30.0	113.7	3.8	600.3	19.01	95.00	5.00	100.00	100.00	31.68	6.00	31.68
マテバ シイ I-A	673	94	642.2	6.8	767	7.16	87.74	12.26	50.75	42.04				
	B	439.3	87.3	628.5	7.2	526.6	5.03	83.42	16.58	33.13	39.04			
	C	213.7	42.3	286.5	6.8	256.0	5.05	83.48	16.52	16.12	18.92			
		1326.0	223.6	1557.2	7.0	1549.6	5.93	85.57	14.43	100.00	100.00	69.79	11.77	57.65
マテバ シイ II-A	406	75	619.4	8.3	481	5.41	84.41	15.59	42.30	28.74				
	B	276.7	106.7	926.7	8.7	383.4	2.59	72.17	27.83	28.84	40.88			
	C	277.0	79	537.3	6.8	356.3	3.49	70.87	22.26	28.86	30.38			
		959.7	261.0	2083.4	8.0	1220.7	3.68	78.62	21.38	100.00	100.00	45.70	15.35	41.73
マテバ シイ III-A	226	53	414.1	7.8	279	4.26	81.00	19.00	56.88	47.75				
	B	98.3	28.0	220.4	7.9	126.3	3.51	77.83	22.17	24.74	25.22			
	C	73.0	30.0	206.0	6.9	103.0	2.43	77.87	29.13	18.38	27.03			
		397.3	111.0	840.5	7.6	508.3	3.58	78.16	21.84	100.00	100.00	26.49	7.40	18.92
ニセ アカシア I-A	275	26	186.4	7.2	301	10.58	91.36	8.64	48.36	32.22				
	B	191.3	37.7	302.4	8.0	229.0	5.07	83.54	16.46	33.65	46.72			
	C	102.3	17.0	89.5	5.3	119.3	6.02	85.75	14.25	17.99	21.06			
		568.6	80.7	578.3	7.2	649.3	7.50	87.57	12.43	100.00	100.00	56.86	8.97	29.93
ニセ アカシア II-A	436	29	133.3	4.6	465	15.03	93.76	6.24	59.81	50.61				
	B	165.0	22.0	158.4	7.2	187.0	7.05	88.24	11.76	22.63	38.39			
	C	128.0	6.3	26.0	4.1	134.3	20.32	95.31	4.69	17.56	11.00			
		729.0	57.3	317.7	5.5	786.3	12.72	92.71	7.29	100.00	100.00	81.00	11.46	48.60

注) 垂直、水平分布の平均根密度は10×10×10cm³ 当りの根数、c、dは表2の値

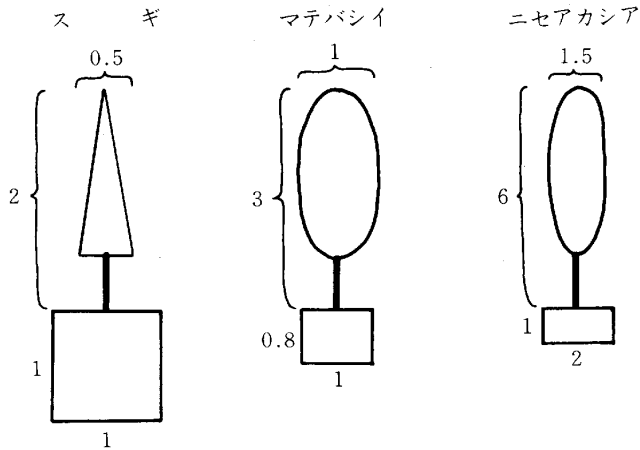


図 3 スギ、マテバシイ、ニセアカシアの根系と地上部の割合を示す模式図

注) 3 樹種の樹高を同じ大きさで表わし、数値は樹種ごとに部分の比を示している。

な根（とくに太根）の張り方があってよいはずである。そこで、太根の平均直径を求めてみると（表 3）、マテバシイとニセアカシアでは 5.5～8.0 mm（各個体の A, B, C 断面の平均値）であるのに対して、スギは 3.4～4.1 mm（同）であり、太根としては極めて細いことがわかる。また、垂直、水平分布の $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$ 当りの細根と太根の平均本数（根密度）を求めてみると、水平方向の細根の場合を除いてその他の 3 つの値では共にスギが最も少ない値を示している。すなわち、単位体積当りの太根、細根数が少ないのである。したがって、スギが地上部に対して相対的に大きな根系をもつことと、太根が細く、根密度が低いこととは、地上部を支持するという機能において相互に深く係わるものと考えられる。根系の大きさと太根の太さ、根密度との間にみられるこの相互補完的な関係については、根の耐張性や根の張り方などの検討を含めた詳細な調査が必要である。また、ニセアカシアの浅い根系を力学的に補う根の特性としては、相対的に太い太根の他に根の張り方、とくに地下茎のもつ意味が大きいと予想されるが、今回のデータ、例えば根の方向性をみるために求めた太根、細根数の A, B, C 断面間の割合をみても明らかにできなかった（表 3）。

2) 細根・太根の割合、張り方及び分布

太根 1 本に対する細根数を細根数/太根数として計算上求めると、マテバシイは各断面の平均値で 4～6 本で、ニセアカシアの 7～13 本やスギの 8～19 本に比べて少ない（表 3）。マテバシイで太根が多く、細根が少ないことは、表 3 の太根率の高さと細根率の低さをみても理解できる。一般的に細根の多い樹種は移植が容易であるから、上記のデータもマテバシイの移植が困難な原因のひとつ

となるであろう。

次に、根の張り方をみるために太根、細根数の A, B, C 断面間の割合をみると（表 3）、多くの個体では太根は A, B 断面により多く、根元からやや斜め下に放射状に伸びた根と、それから直角方向に水平的に分岐した根が多いことがわかる。これに対して細根は、全個体とも A 断面に最も多く、上記の根元からやや斜め下に放射状に伸びた太根ないし細根から、直角方向に水平的に分岐した細根がより多い。さらに、スギでは他に比べて C 断面の細根数の割合が高く、垂直的な細根が比較的多い。したがって、スギの細根は多様な方向に伸長していることになり、マテバシイ、ニセアカシアとは異なっている。

細根、太根の垂直分布を、10 cm ごとの根数を全根数で割った形で表わすと、図 4～6 の通りである。本数でなく割合で示すのは個体間、樹種間での比較を容易にするためである。同一樹種でも細かくみると個体間に大きな違いがみられるが、それと土壌要因との関係等については調査方法を変えて検討すべきであるので、ここではもう少し大きな特徴に注目して考察したい。

スギとマテバシイの根系の深さはほぼ同じで、地表近くの浅い所に太根が集中する点では共通しているが、細根の分布についてははっきりとした違いがみられる。スギでは 0～10 cm に 15～20% の細根があり、以下漸減しているのに対して、マテバシイでは深さ 50～100 cm の所にもかなりの細根が分布している。調査木の大きさのマテバシイを移植する際の根鉢半径は 40～50 cm であり、それ以下の太根、細根は切断されてしまう。マテバシイが移植困難な原因としては、切断面からの根の発根力なども考慮すべきであるが、上記のような細根の垂直分布特性も大きく係わるものと考えられる。また、ここでは地表近くと 50～100 cm に分布する細根の養水分吸収力の違いも予想され、生理的な検討も必要である。

また、最深部ではスギ、マテバシイともに細根が太根より深くまで分布していることは当然としても、その程度には差がみられる。スギでは太根がなくなってからさらに少なくとも 50 cm の深さまで細根が分布しているのに対して、マテバシイでは先端近くまで太根も分布している。これには根の伸長期の違いも考慮すべきであろうが、約 50 cm の差から考えて両樹種の違いと考えてもよいであろう。この違いの原因と意味については、最深部における根の伸長のしかたが深く係わるであろうが、根箱等を用いた調査を待たねばならない。

これら 2 種に比べて、ニセアカシアでは太根も細根も大半が地表近くに分布し、典型的な浅根性樹種といえることができる。

上記の垂直分布と同様の方法で 3 樹種の細根、太根の

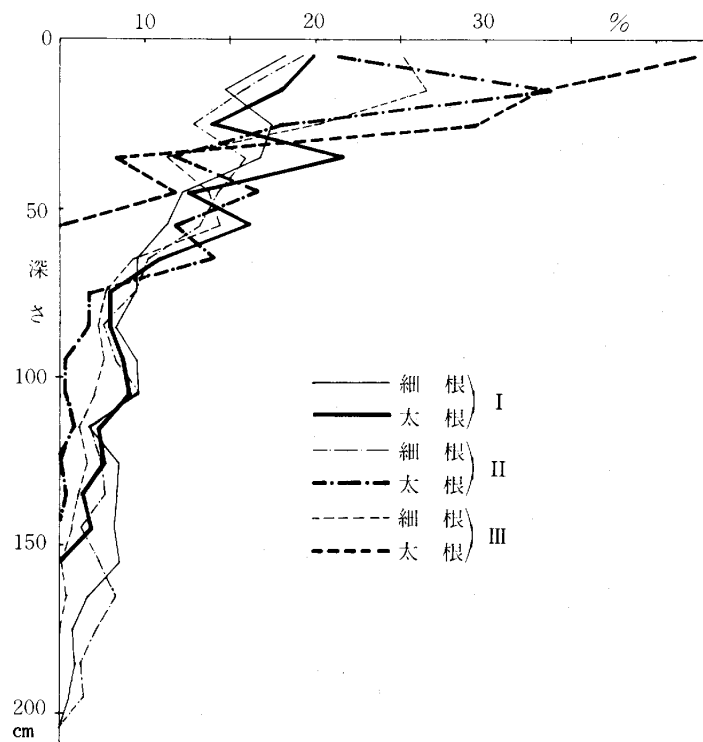


図4 スギの根系の垂直分布

注) この図は本来ヒストグラムで表わすべきものであるが、個体数が多いために線グラフとした。以下の図5~9も同様である

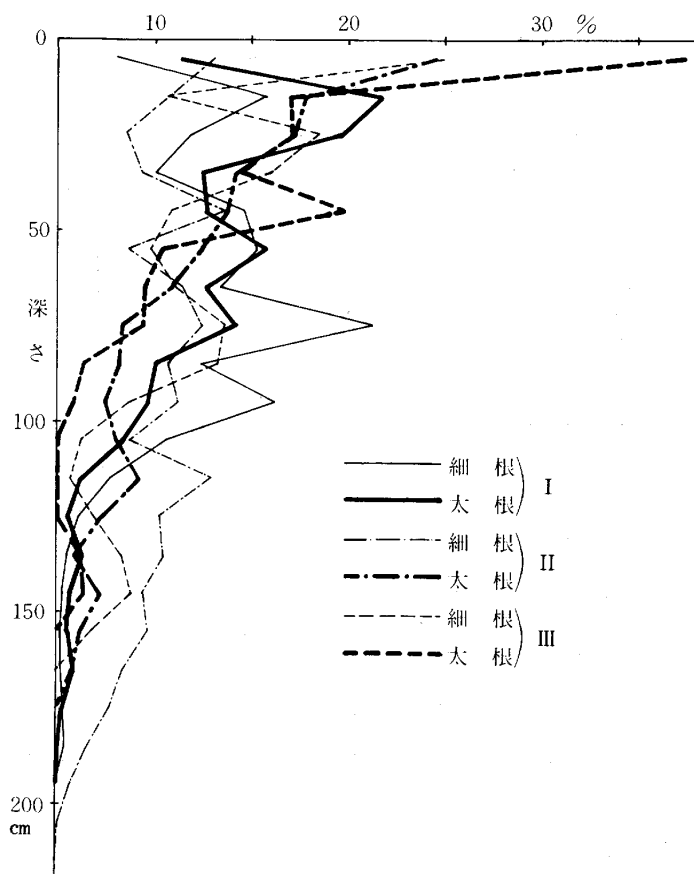


図5 マテバシイの根系の垂直分布

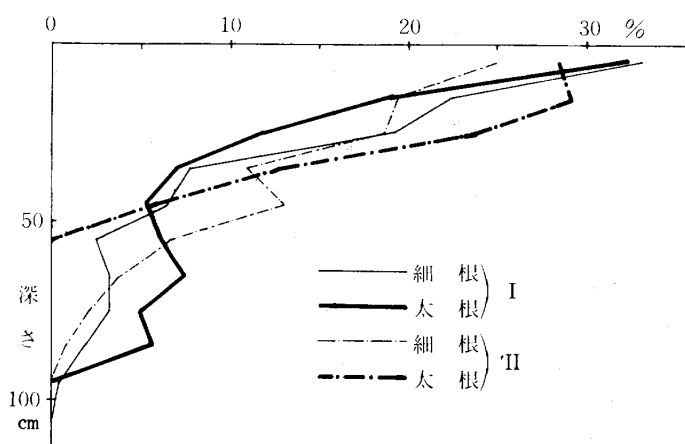


図6 ニセアカシアの根系の垂直分布

水平分布を図化すると図7~9のようである。3樹種とも根が巾広く分布しており、ニセアカシアの垂直分布にみられたような根の集中はほとんどみられない。したがって、3樹種とも水平分布では分散的な根系をもっているといえる。

分布の量的な比較を行なうと、スギ、ニセアカシアの細根は根元部で10%近くあるのに対して、マテバシイでは5%前後と少ない。しかも、マテバシイでは細根の量が根元部から先端にかけて漸減する形ではなく、各個体の

樹冠の端の近く(例えば、樹冠巾220 cmの個体Iではその半分の110 cmが樹冠の端に当り、その前後に細根量のピークがみられる)に最高値があり、全体としては中高の分布を示している。この中高の傾向は垂直分布にもみられたものであり、マテバシイの細根は垂直的、水平的に根系の中間部により多く分布することがわかる。このことは、先に垂直分布の説明で述べたように移植する場合の根鉢の外側に細根の多い部分があることになるため、マテバシイの移植の難しさにつながるものであろう。

また、先端部をみると、スギとニセアカシアではほとんどの個体で太根に比べて細根がより多く分布しているのに対して、マテバシイでは太根と細根が同程度の割合で存在する。これも垂直分布の最深部でみられた傾向と同じで、根の伸長のしかたと深く係わるものであろう。

4. 摘 要

トレンチ法を使って、スギ、マテバシイ、ニセアカシアの根系を調査した結果、3樹種に共通していえることは、太根はA、B断面に、細根はA断面により多いことである。このことは、太根では、根元からやや下向した放射根とそれから直角方向に水平的に分岐した根がより多いことを示し、細根では上記の根元から放射状に伸

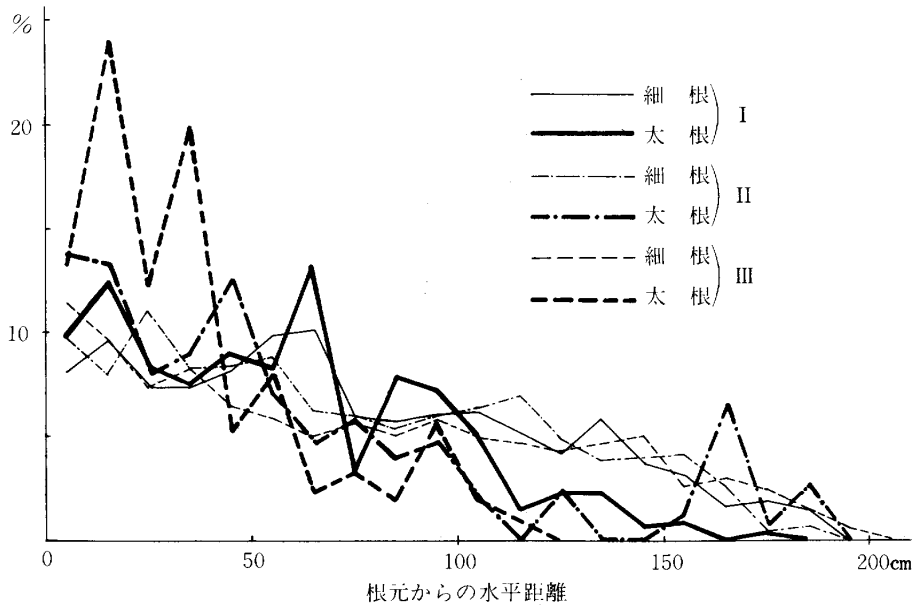


図 7 スギの根系の水平分布

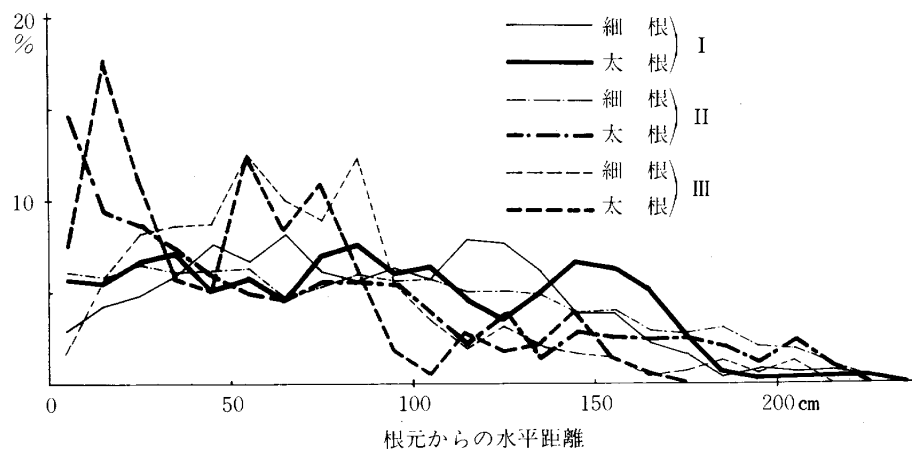


図 8 マテバシイの根系の水平分布

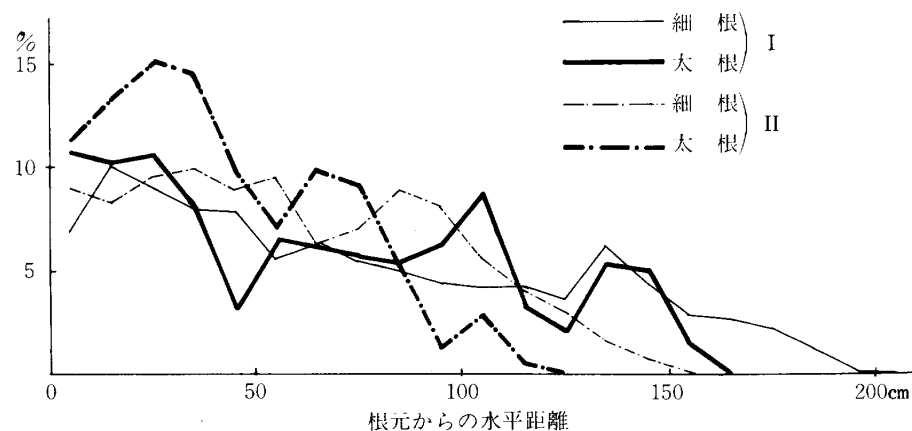


図 9 ニセアカシアの根系の水平分布

びた太根ないし細根から直角方向に水平的に分岐した根がより多いことを示している。

また、各樹種の根系の特徴は次のようである。

まず、ニセアカシアは典型的な浅根性樹種といえる。

次にスギは他の2種に比べて著しく大きな根系をもっているが、太根の平均直径と、根密度ではそれらの半分程度の値である。したがって、スギの根系は比較的細い根が疎らに大きく広がったものであるといえる。

マテバシイの根系では、細根の分布が特徴的で、垂直、水平分布ともに中間的な位置に分布のピークがある。また、太根と細根の割合をみると、スギやニセアカシアに比べて太根の割合が高い。以上2つの特徴はマテバシイの移植が困難なことの原因のひとつと考えられる。マテバシイのもうひとつの特徴は、スギやニセアカシアに比べて根系の先端部においてより先まで太根が存在することである。

ニセアカシアの根系は、地上部との形態的關係や、垂直的の広がりとの割合から考えて浅根性の典型と考えられる。なお、スギとマテバシイの根系は一般に深根性といわれるが、図3に示したような形態的特徴をさらに検討してから深根性の定義づけを行なう必要があるようである。

引用文献

- 苅住 昇(1957)：樹木の根の形態と分布，林試研報94，1～11
 ———(1979)：樹木根系図説，誠文堂新光社，1121 pp.