

林 木 の 根 系 (5)

カラマツの若木におよぼした施肥の影響

安藤愛次・小島俊郎

ROOT SYSTEM OF FOREST TREES (5)

THE EFFECT OF FERTILIZER ON THE GROWTH OF YOUNG
TREES OF KARAMATSU (*Larix leptolepis* GOLD.)

Aizi Ando · Tosi-ro Kozima

ABSTRACT In order to know the effect of fertilizer on the development of root system, an attempt was made in the fertilizer experimental plot in Karamatsu (*Larix leptolepis* GOLD.) 3 aged stand, which is near Utsukushigamori hill at the foot of Mt. YATSUGATAKE (soil type in this region distributed Black Soil derived from volcanic ash).

Three standard trees, selected in view of their height, were chosen in control plot as well as in fertilized plot dressing of six grains Maruyama fertilizers (Commercial forest manure, ingredient, N : 5, P₂O₅ : 3, K₂O : 3%).

1.44 meter sq. of soil around to the standard tree taken up from surface depth of 60cm and divided into 216 parts one of which was 4000cc in volume (20cm×20cm×10cm in depth).

Then, roots of tree and weed within each soil block were classified into three groups of the fine root (less than 0.2cm in diameter), the medium size root (from 0.2cm to 1cm) and the large size root (more than 1cm) and were weighted in air dry matter.

The top of tree was separated in three parts of stem, shoot and leaves and each of them was also weighted in the air dry matter.

Result obtained are as follows.

1. Diameter and weight of the top of three standard trees in the fertilized plot showed not so distinct changed compared with the control plot.
2. It seemed that weight of the medium size and fine root in fertilized plot increased by the application of fertilizer (Table 2), this tendency is shown more clearly in Fig. 1.
3. As shown in Table 3, most of roots were found within 20cm in depth from surface.

on the horizontal distribution, in the area of more than 20cm distance from the tree, it was observed that roots in the fertilized plot are more abundant and elongated longer than in the control plot.

It seemed that roots in the control were inclined to distribute to upper direction of slope, while roots in the fertilized plot covering to the whole direction. As far as the amount of roots of weed, the effect of fertilizer was not recognized, roots per 1 m² being 1.4 kg in average (Table 7).

要 旨 ハガ岳山麓の美ガ森近くにある、カラマツ3年生の肥培試験地で、根系をしらべた。

固形肥料を6コほどとした基準量区と無肥料区から、それぞれ樹高が平均に近いものを3本ずつえらび、根は太さ別に地上部は幹、枝、葉の3部分にわけて風乾重量をはかった。根の太さは1,0 cm以上の太根, 0,2~1,0 cmの中根, および0,2 cm以下の細根にわけなお地上部、根とも傾斜の上下と左右の4方向ごとにひろがりをはかった。

1) 細根の量は基準量区の方が60%おおく、中根でもややおおくになっていた。また、中、細根の太根に対する比率も、施肥したところの方が大きかったが、太根や全根量には差がみとめられなかった。

地上部では施肥の影響が重さにははっきりあらわれず、雑草の根も平均1 m²あたり1.4 kgで、処理によるちがいはなかった。

2) よこのひろがりでは、根元から20 cmの中に無肥区は90%、基準量区には85%の根があつたが、これらの根を径級別にみると、径1 cm以下の中細根は無肥区で全量の27%、基準量区で34%をしめていた。したがって、20 cm以遠には施肥したところの方が根のおおいことがうかがえた。また、無肥区では斜面の上方に根がかたよつたのびかたをしていたが、基準量区では各方向へまんべんなくひろがっていた。

3) 処理によらず、深さ20 cmまでに大部分の根がふくまれていたが、肥料が根の深さにおよぼした影響ははっきりしなかった。

ま え が き

林木の短伐期生産という考えから、ここ数年来、林地の肥培がクローズアップされてきた。しかし林木は農作物と本質的に異った性質をもっており、生産地としての林地は、自然のままに放置され、立地条件にもいちじるしいちががある。

林地の肥培については、民間の篤林家によって、古くからおこなわれているが、この結果や、先年から現地適用試験の一部としておこなわれている、林地肥培の試験成績からみても、肥料の効果がまちまちで、いつ、どこえ、どんな肥料を、どれだけ施すかというようなことが、林地肥培をすすめる上の課題となっている。

農作物や果樹などでは、肥培管理なしでの栽培は考えられない段階になっており、作物自身の性質

も相当わかってきている。

ところが林木では不明のことがおおく、ことに根系に関する研究はすくない。

今後、林木の肥培管理をすすめるにあたっては、十分に各樹種の性質、とくに根系の分布状態をしておく必要があると思われる。ここでは、固形肥料を施してから3年目のカラマツ施肥試験地で、施肥した若木と、肥料をやらなかったものについて、根をしらべた。資料もすくないので十分な検討はできないが、いくらかでも得るところがあればと思い、一応とりまとめて報告する。

この調査にあたって御指導をあおいだ林業試験場の塘技官、東京大学の遠藤教官、また調査に協力を惜しまれなかった飯田、山下の両氏にお礼を申上げる。

調 査 地

調査地は八ガ岳連峯の南麓に位置する美ガ森の近くにある、カラマツを対象にした林地肥培試験地である。

行政的には、山梨県北巨摩郡大泉村西野原に属し、県有林として経営されているが、大部分の地域が原野となっており、林地へ転換させるため毎年造林がすすめられている。

試験地はこの中にあるが、昭和29年カラマツの造林と同時に固形肥料の適量試験地として設定され、造林木のまわり3カ所に施肥してある。

標高は1560m、山麓の傾斜がゆるくなった西向きの斜面で、八ガ岳火山の熔岩が基岩であるが、土壌の母材としては火山灰が主となっている。

この附近一帯は黒色土壌で、調査したところはやや乾燥しており、カラマツの生育はあまり良好とはいえない。ここから、3kmほど南にはなれた清里観測所の気象資料によると、年平均気温は8.9°C、降水量は1423mmで県内では、低温でしかも雨はややすくない方にはいる。しかし、この附近は霧がおおく、空中の湿度は意外にたかいようだ。

し ら べ か た

この調査は主として昭和32年9月におこなわれたが、方法としては、施肥効果の一番はつきりみとめられた基準量区、すなわち、㊸1号が1本あたり6コ施用されている区と対照の無肥料区で樹高と32年、31年の伸びをはかり、その平均に近いものをそれぞれ、3本ずつ抜きだしてしらべた。

調査木については地上部を幹、枝、葉にわけ、重さを、地下部は根元を中心に木を囲んで、1辺120cmの正方形の中を1辺20cmの正方形に区切り、36ブロックにわけ、各ブロックにふくまれる根を、深さ60cmまでしらべ、根を2mm以下の細根、2~10mmの中根、10mm以上の太根と3径級にわけ、重さをはかった。ただし、地上部、地下部とも風乾の重さをはかった。

根の水平的なひろがりをするためには、根元をとる最大傾斜方向の線と根元で直交する線により、調査区域を4等分し、I~IV象限とし、各象限のなかの根の最長をはかり、また、分布している範囲をしらべた。

結 果

1) 地上部の生育状況

調査した6本の木の地上部における各部分の、測定結果をしめすと、第1表のごとくである。

Table 1. Air dry weight of each part in top

Treatment	No.	Height (cm)	Diameter (mm)	Air dry weight (g)			
				Total	Stem	Shoots	Leaves
Control	1	90	18	180	49	75	56
	2	90	21	183	46	75	62
	3	91	19	128	40	41	47
Fertilization	1	101	18	156	41	56	59
	2	103	17	165	52	67	46
	3	100	21	208	62	86	60

調査木をえらぶのに、樹高をはかり、平均値をもめたところ、施肥区は101cm、無肥区は90cmとなり、樹高には約1割の差がみとめられたので、それぞれ平均の樹高に近いものを3本ずつえらんだ。しかし、32年の林地肥培試験とりまとめ結果では基準量施肥区が平均樹高は106cm、無肥区は94cmであり、設定時の高さは無肥区の方が大きかったので伸長量は27%の差がみとめられた¹⁾。

これより、調査後にわかったことであるが施肥区、無肥区ともに平均木より、樹高のやや低いものをえらんだ結果になった。

第1表より根元の太さは個体によるちがいが大きく、施肥による影きようはみられなかった。また、地上部の全重量や各部分の重さにも、処理によるちがいははっきりみられず、有意差はないが施肥区では幹の重さが無肥料区にくらべわずかに大きい傾向がある。

2) 太さ別にみた根の量

根を太さ別にしらべた結果は次のごとくである。

Table 2. Air dry weight of roots classified in diameter

Treatment	No.	Air dry weight (g)				TR ratio
		0.2> cm	0.2~1 cm	>1 cm	Total	
Control	1	5	10	32	47	3.8
	2	3	11	25	39	4.7
	3	5	11	16	32	4.0
Fertilization	1	5	17	21	43	3.6
	2	7	12	26	45	3.7
	3	9	15	18	45	4.6

全根量をみると、施肥区は44g内外で個体によるちがいがあまり目立たないが、無肥区は個体による差が大きく、その原因としては太根のちがいが影きようしているようだ。

処理によるちがいをみると、平均では施肥区の方がややおおいが、有意な差はみられない。太さ別にみると、大根はその大部分が根株にふくまれるが、処理による差がみとめられない。しかし、植えつけてからの伸びが大きかったと思われる細根は施肥区の方が平均で6割おおく（危険率20%）、中根では35%の増加をしめしている（危険率10%）。TR率は無肥、施肥区ともに、個体によるばらつきが大きく、処理によるちがいはみとめられなかった。

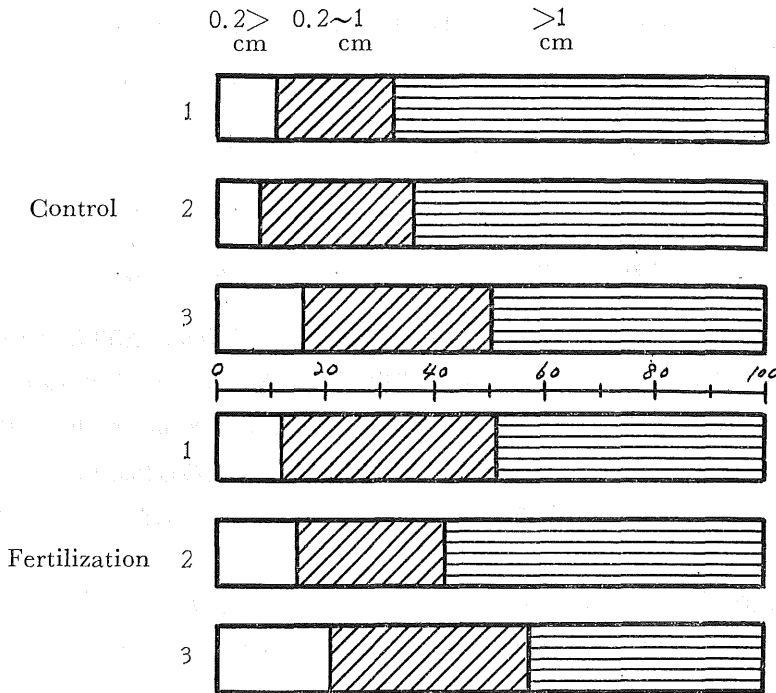


Fig. 1 Percentage of roots which is classified by diameter.

つぎに径級別の割合をもとめると、第1図のごとくで、無肥区は平均、全量の60%が施肥区は50%が太根でしめられ、施肥区は無肥区より中、細根のしめる割合がやや大きそうだ（危険率30%）。中根で個体によるひらきが大きく、施肥によるちがいがはっきりみられなかったが細根では施肥により増す傾向にあった（危険率30%）。

3) たての分布

おのおの調査木におけるたての分布をみると、いずれもその80%が深さ20cmまでの間にあり、無肥区の1号木をのぞいたほかの木では、30~40cmの深さでとまっていた。

Table 3. Percentage of root weight classified in depth

Depth (cm)	Control			Fertilization		
	1	2	3	1	2	3
0—10	82	94	74	85	70	83
10—20	12	6	20	15	30	14
20—30	5	+	5	+	+	3
30—40	1		1	+		+
40—50	+					
50—60	+					

調査した木は、植えつけてから3年目のものであるが、無肥区の1号木では根がまっすぐはいり、直根が発達していた。ほかの木はいずれも、根株がまがっており、直根のはっきりしたものはみられず、植えつけの影きようが、まだみとめられた。

4) よこの分布

調査した木の根は、施肥によらずほとんどが調査区域のなかにひろがっていた。

施肥によって、根のひろがり方にちがいがある

かするため、根元からの距離別に根の量をしらべた。すなわち、根元を中心に調査区を、一辺40cmのなか（根元から20cmまで）一辺80cm（根元から20~40cm）、一辺120cm（根元から40~60cm）のなかと3区にわけてまとめた。第4表には距離による根の分布割合をしめす。

Table 5. Difference of root system by sloping district

Sloping district	Control			Fertilization			
	1	2	3	1	2	3	
Upper {	I	3.4	8.0	12.9	8.5	7.7	3.3
	II	8.7	2.3	1.4	5.7	4.5	7.4
Lower {	III	1.1	1.8	0.2	5.0	5.3	11.0
	IV	2.5	2.1	2.0	3.7	2.3	5.7

根が木のまわりにあつまっているのにくらべ、施肥区では根元から遠くまで分布していることがうかがえた。

根株以外の根について、おのおの方向別にしらべた結果は第5表のごとくである。

施肥区では、いずれの象限においても、根がたいらにひろがる傾向がみられたが、無肥区では方向によって根のひろがり方にちがいがあり、調査木の上面と下面をくらべると、上面の方がはるかにおおく、70%以上の根がみられたが、施肥区では上、下両方とも比較的たいらに分布していた。

この傾向は、根のひろがっていた面積をしらべると、より一層はつきりする。1本の調査区域を一辺20cmの正方形にわけると36に区分されるが、36区のうち無肥料区で、根のひろがっていたのは17区以下であったのにたいし、施肥区は23区以上で、無肥区よりはるかに広い範囲に分布していた。また樹冠との関係をしるため、各象限ごとの最長をはかり、樹冠の大きさと比較したが、樹冠に対する根のひろがり方は、施肥区の方がやや大きいようだ（第5表）。各方向別にはかった根の平均長は施肥区の方が大きくおよそ15cmのちがいがあった（危険率5%）。

Table 4. Percentage of root weight classified by the distance from tree

Treatment	No.	Distance from tree			
		Stump	0-20 cm	20-40 cm	40-60 cm
Control	1	67	25	5	3
	2	64	29	5	2
	3	48	38	9	5
Fertilization	1	48	37	8	7
	2	57	26	10	7
	3	40	43	11	6

根株をふくめて、無肥区では根元から20cmの間に約90%、施肥区では85%の根がみとめられたが、無肥区ではこのうちの3割が、施肥区では4割が中細根である。

根元から20cm以上はなれたところは、ほとんどが細根で、20~40cmの区、また、その外側とも施肥区の方が根の分布割合はあきらかにおおく、無肥区では、

Table 6. Horizontal distribution of root system

Treatment	No.	Radius of crown (cm)	Root length by sloping district					Average	Root length / Radius of crown
			I	II	III	IV			
Control	1	20	60	85	50	20	54	2.7	
	2	21	65	60	20	40	45	2.1	
	3	16	70	40	15	45	43	2.7	
Fertilization	1	23	65	60	65	65	64	2.8	
	2	21	65	65	85	65	70	3.3	
	3	24	45	60	60	70	59	2.5	

5) 雑草の根

この調査をしたところは、広大な草原の一部にカラマツを造林したもので、調査木の周囲には雑草や灌木が密生している。

カラマツの生育と関係が深いように思われるので、各調査木附近の雑草の根をしらべた。ただし、雑草の根は20cmより深いところには余りみられなかったので、いずれも1m²の立方体にふくまれる根をほりとり、1m²あたりに換算した。

第7表によると、雑草の根はおよそ75%が吸収機能のつよい細根で、場所によって根の量にはちがいがあるものの、1m²あたり大体1.4kg内外の根があることが推定された。

Table 7. Air dry weight of weed root in grams per sq meter

Diameter (mm)	Control			Fertilization		
	1	2	3	1	2	3
0.2>	1033	870	1155	1325	1063	980
>0.2	252	160	410	765	187	90
Total	1285	1030	1565	2090	1250	1070

か ん が え

この調査では樹高に重点をおいてしらべたことによるかも知れないが、樹高ではちがいがあつたが、根元の太さはいうまでもなく、幹、枝、葉など各部の重さにも、施肥による影きようは、はっきりとみとめられなかった。

肥培試験のとりまとめ結果でも、伸長量は27%増の生育がみられたが、根元の直径では施肥の影きよがあらわれていない¹⁾。

施肥の量や、位置によつても肥効のあらわれる時期は、ちがってくるものとおもわれるが、地上部においては、施肥の影きようは、はじめ樹高の成長にあらわれ、これより幾分おくれて肥大成長にあらわれてくるものようだ。樹木の本来の性質として、樹高の成長と肥大生長との間には、数年間ずれがあるという²⁾。

地上部にくらべると、地下部には比較的はっきりした傾向がみられる。すなわち、全根量では施肥による影きようは、はっきりしていないが、植つけ後伸長の大きかつたと考えられる中根や、細根では施肥区の方がおおくつてゐるのは、施肥による影きようと思われる。

竹下氏らによって、カラマツ造林木が施肥により根系もおおくなったことが報告されている³⁾。

全根量において、施肥によるちがいがあらわれていないのは、根株を主とする太根のためであるが太根は個体による変化が大きく、造林したときの影きょうが、まだ残っているものと推察される。筆者らはさらに、スギとアカマツの3年生造林地で、根系をしらべたが、植つけの影きょうをみとめた⁴⁾。

塘氏によれば山に植えつけた当初は、苗木時代の名残りをとどめているという⁵⁾。また、宮崎氏は、スギでは山に植えてから、根は5年くらいすると横にのびるといっている⁶⁾。

今回調査したなかでは、無肥区の1号木で大根がことにおおく、直根も発達し、ほかの木のように根がまがっていなかったが、植えつけの影きょうが、その後の生育に相当ひびいているのであろう。

よこのひろがりでは、施肥区は無肥区より遠くの方まで細根がおおく、根のひろがっている方向も無肥区では傾斜面の上方へとかたよりをしめしていたのに、施肥区では、各方向にたいらにひろがっていたのは、施肥によって細根の生長がすすめられたものと推定される。ちなみに、肥料は根元から15~20cm はなれた、斜面の上と両側の3方向に施してある¹⁾。

今までのべたように、調査したのは施肥してから3年目で、地上部は施肥により樹高に影きょうがみられただけであるが、地下部では中、細根の重さや、よこのひろがり著しいちがいがみられた。植物は地上部と根の育つ時期がちがうといわれているが、施肥の影きょうはまず根にあらわれ、ややおくれて地上部にあらわれると考えられそうだ。

すなわち、根が施肥によって、普通よりも一層はやく横にひろがり、山の土からの養分の吸収がし易くなり、これからの成長に大きな影きょうを与えるものと考えられる。

柴田氏はスギの根系をしらべ、地下部の成長が地上部の成長より、2~3年はやいことをみとめ⁷⁾、前田氏はアカマツをしらべ、樹高の増加が最近5年間の細根の増加と、一致したと報告している⁸⁾。

なお、今回しらべたところのような草原では、雑草や灌木の根が非常におおく、今後、造林木への施肥にあたっては、十分な検討がされなければならなからう。

文 献

- 1) 安藤, 小島 : 林地肥培 固形肥料の施用量試験 山林試報 8 1959
- 2) 嶺 : 測樹 1952
- 3) 竹下, 東 : 林木肥培に関する研究(第3報) 岐阜林試報 3 1958
- 4) 安藤, 小島 : 林木の根系(2) 65回日林講 1956
- 5) 塘 : 林地肥培の方法論的解説 I 森林と肥培 1 1958
- 6) 宮崎(談) : 現地研究会を終えて 森林と肥培特集 1958
- 7) 柴田 : スギ植栽林における不成績地の研究について 日林誌 17 (8) 1935
- 8) 前田 : アカマツの根系と樹幹生長との関係 日林誌 15 (12) 1933