

土壌の性質と林木の成長(1)

Bc, Bd型土壌とスギ林

安藤愛次・小島俊郎

SOIL PROPERTIES AS RELATED TO THE GROWTH OF FOREST (1) SUGI (*Cryptomeria japonica* D. DON) FORESTS GROWING ON Bc AND Bd UNIT-TYPES OF BROWN FOREST SOILS.

Aizi ANDO and Tosiro KOZIMA

ABSTRACT Relationship between the properties of soil and the growth of stand was studied on Sugi (*Cryptomeria japonica* D. DON) forests on the right-hand side of the valley of the Fuji River in Yamanashi Prefecture. The stands were 58 years old and located on the hillside with the slope of 30 degree and with the elevation of 400 meter above the sea level. The bed rock of it consists of sandstone and conglomerate belonging to the tertiary period. The yearly average temperature there is 15° C and the rainfall reaches 2,500 mm.

The growing stock of stand on Bc type soil (weakly dried brown forest soil) showed no more than 40 per cent of that of Bd type soil (moderately moist brown forest soil) which occupies the other part of the stand in the same area. The significant difference between these two stands are represented in the Table 1. In Table 2 are presented data on the amounts in unit area of these two stands.

They did not make any marked difference in the respect of the chemical properties (Table 4). But as far as the physical properties in the natural conditions are concerned, it was recognized that Bd soil had more fine soil contents and porosity per volume than Bc soil (Fig. 1). One of the important results revealed in this mechanical analyses was that more clay particles were found in A and B layers of this Bc soil (Table 3). It seems that L/W (air-water ratio) has relatively higher value in Bc soil and T/S (clay-sand ratio) in Bd soil, respectively, as the factors concerning the soil conditions.

To sum up the results, it may be said that Hinoki (*Chamaecyparis obtusa* S. et Z.) is more favorable species than Sugi to be hand-planted on Bc soil in this area.

要 旨 富士川流域のスギ 58 年生林で Bc, Bd 型をしめす隣接した林地における土壌の性質と林木の成長についてしらべた。調査地は標高が 400m, 傾斜が 30°内外であり基岩は第三紀層の砂岩と円礫岩であり気温は 15°C で, 降水量は 2,500 mm である。Bc 型の林分材積は 1ha あたり 200 m³内外で Ed 型の 40 % にあたり, 林木から 2 m はなれた断面で根の量をしらべたところ, Bc 型は Bd 型にくらべて根の全量は 75 % であり 2 mm 以下の細根がすくなく, 表層に根のあつまる傾向があつた。

両林地の土壌性質については自然状態の理化学性において Bd 型が細土の実積と孔隙量で Bc 型より約 1 割おおく, 石礫の含有量と最小容気量はほぼ半分であり, 細土の組成において Bc 型に粘土分がおおいことが目立つた。なお L/W は Bc 型の方が, T/S は Bd 型の方が大きい値をしめた。またこの地帯の Bc 型における適木としてはスギよりヒノキの方が有利と思われた。

1 ま え が き

1954 年から民有林の土壌調査がはじめられたが, この事業は適地適木調査と呼ばれ, 調査地区ごとに第 1 適木, 第 2 適木をきめ, なお伐期を 40 年としたときの推定蓄積により 5 階級に適木をわけることになっている。調査地区の土壌型がきまれば, その標高と基岩により適木選定基準表から樹種が求められるが, その樹種をうえたときどのくらい成長するかということは, 地位とは何によつてきまるかとの問題にまで発展しかねない。この点については古くから論議されているが¹⁾ 調査地域のなかにあるいは近くに造林地があれば, その土壌の性質と林木の成長とをしらべることにより造林したばあいの成育を推定するのに役立つものと思われる。

調査事業の片手間なので沢山の資料は求められなかつたが, 一応とりまとめて報告する。適地適木調査の手ほどきをしていただいた林業試験場の松井技官, 現地作業に御協力のあつた森村産業の方々ならびに資料の整理に助力された当場の古越, 長田, 渡辺, 駒谷の諸氏に深く感謝する。

2 調 査 の 方 法

調査地は山梨県の南部, 富士川の右岸にあり地質は第三紀層の静川層に属し, 砂岩と円礫岩が基岩である²⁾。気温は年平均 15° C で降水量は 2,500 mm あり山梨県では恵まれた地帯である。行政的には南巨摩郡富沢町字石合で, 森村産業により経営されている。

調査地区は 58 年生のスギ林で一部にヒノキを交えた一斉造林地である。標高が 400 m 内外の 5 町歩にわたる地域で, 小尾根を境にしてスギの成育がいちぢるしくちがい, その土壌も典型的な Bc, Bd 型をしめしていたので林木の成長と土壌の性質について検討をこころみた。すなわち基岩と標高および堆積様式がおなじ条件であり, 傾斜の方位が Bc の西北西, Ed の西南西である点がちがう。Ec 型の林地は富士川の支流である福士川を通る谷風の影響をいくらかはうけているが風衝地とはいえない。

林木の成育については調査地点を等高にむすぶ線にそい, おのおの 4 ケ所で 1a の標準地について材積をしらべたが, Bc 型の林地ではスギ林に隣接して同令のヒノキ林分があつたのであわせて調査した。土壌の性質およびその他の附帯調査はすべて民有林土壌調査方法書によつたが, とくに林分としての根

の分布を比較するため次の方法を用いた。

林木から 2 m はなれた代表的な断面において一稜 20 cm の直方体にふくまれている根を土からふるいだし、よく水洗し太さ 2 mm 以下と 2~20 mm および 20 mm 以上の 3 径級にわけて生重量をはかつた。なお分析用の土壌は採土筒、土壌袋とも 10~15 cm および 30~35 cm の深さから採取した。

3 調査結果および考察

(1) 林木の成育

第 1 表にしめすとおり立木本数は 1ha 当り 1,500 本内外であるが、Bc 型は本数がおおいにもかかわらずその蓄積は Bd 型の 40% にすぎず（両土壌型の林分材積の差は 1% の危険率で有意差がみとめられる）Bc 型の林地でスギに隣接した同令のヒノキ林の成長が相当よいことも注目すべきである。

Table 1. Growing stock of stand in each sample plot of the both soil types

Soil type	Tree species	Plot ⁽¹⁾ No	Number of tree per ha	Volume (m ³)	
				Per ha	Per tree
Bd	Sugi (<i>Cryptomeria japonica</i>)	1 ³⁾	1,200	452	0.39
		2	1,600	596	0.37
		3	1,600	437	0.27
		4	1,500	442	0.32
		Aver.	1,500	482	0.34
Bc	Sugi (<i>Cryptomeria japonica</i>)	5	1,200	258	0.22
		6	1,600	127	0.08
		7	1,600	136	0.08
		8 ³⁾	1,900	265	0.14
	Aver.	1,600	197	0.13	
	Hinoki ²⁾ (<i>Chamaecyparis obtusa</i>)	9	1,300	237	0.19
		10	1,200	426	0.37
Aver.		1,300	334	0.28	

Note : (1) Plots were sampled as a series on the same contour on the hillside and each plotted area is 1 are.

(2) Hinoki stands with the same age inter-posed among the Sugi forests.

(3) Soil samples were taken.

Bd 型の材積を内地一般スギ林の収穫表に照合してみると地位は中または下となる。土壌試料を採取した代表断面のちかくで両土壌型についてくると、林分の材積は Bd 型が Bc 型の 1.7 倍であり、中央木の樹高および胸高直径は Bc 型が 11 m と 18 cm、Bd 型が 17 m と 23 cm であった。

中央木の成長のあゆみを樹幹解折から求めると Bc 型では連年成長量と平均成長量の曲線は樹令 60 年で交わるが、Bd 型ではなおひらきがある。

(2) 層断面

(a) Bc 型

- Ao 0~1 cm スギの落葉層がわずかにみとめられる
- A 15~25 cm 暗い茶 (P3-9) nutty が顕著でやや堅密である
- B 25~40 cm 黄茶 (P5-3) 上部には nutty をみとめるが、下部は massive で強い
- B-C 40 cm+ 黄茶 (P5-4) massive で径 2~10 cm の円礫がおおい

(b) Bd 型

- Ao 2~4 cm L 層としてスギの葉や枝があるが、F 層、H 層はきわめてうすい
- A 20~25 cm 暗い黄茶 (P6-3) crumb で軟かい
- B 45~50 cm 黄茶 (P5-1) crumb がおもであるが、強い構造もありやや堅密である
- B-C 30 cm+ 黄茶 (P5-7) massive でかたく径 2~10 cm の円礫がおおい

(註) 土壌の色は日本土壌協会の基準土色帖による

土壌層断面の観察では層位の変化はいずれも漸変して大差なく、Bc 型は A 層下部および B 層上部に典型的な nutty 構造が認められるが、Bd 型は crumb 構造により占められ、おのおの土壌型の特性³⁾をしめた。

地表植生は Bc 型にコゴメウツギ、タケシマランが、また Bd 型にアブラチャン、タマアジサイ、ハナイカダおよびイワガラミが優占度 2 以上をしめた。ヤブムラサキ、クロモジ、ウツギは両林地みられる。なお分析用試料を採取した 10 cm と 30 cm の深さは両土壌型ともおのおの A 層、B 層にあたるので以後は A 層および B 層とよぶ。

(3) 根の分布⁴⁾

土壌断面には両林地とも太さ 20 mm 以上の根は全くみとめられず 20 mm 以下の根のうちでも 10 mm をこすものはまれであった。両林地を通じて 80 cm 以上の深さには根がほとんどみとめられず、また他の樹木や草本の根も断面にはあまりみられず、調査の対象となりえなかつた。

Table 2. The fresh weights of roots in 400 cm² area on both stands

Depth (cm)	Bc type			Bd type		
	Fine root	Medium size root	Total	Fine root	Medium size root	Total
0 ~ 20	38	51	89	59	52	111
20 ~ 40	8	18	26	15	20	35
40 ~ 60	7	8	15	10	12	22
60 ~ 80	4	2	6	7	5	12
Total	57	79	136	91	89	180

Note : In diameter 2~20 mm was called medium size root, and smaller than about 2mm. fine root.

第2表より両調査地における根の量をくらべるとBd型の方がBc型より30%おおく、とくに太さ2mm以下の根は1.6倍になる。Bc, Bd型ともに全量の60%が地表近く(0~20cm)にあり、深さ20cmをこすと急にすくなくなるが、Bd型の方が深くまでおおく、Bc型にくらべてまんべんなくひろがっていることがみられた。

(4) 自然状態の理学的性質

土壤型と層位別に容積表示による理学的性をしめすと第1図のようになる。

Soil Depth from
type surface (cm)

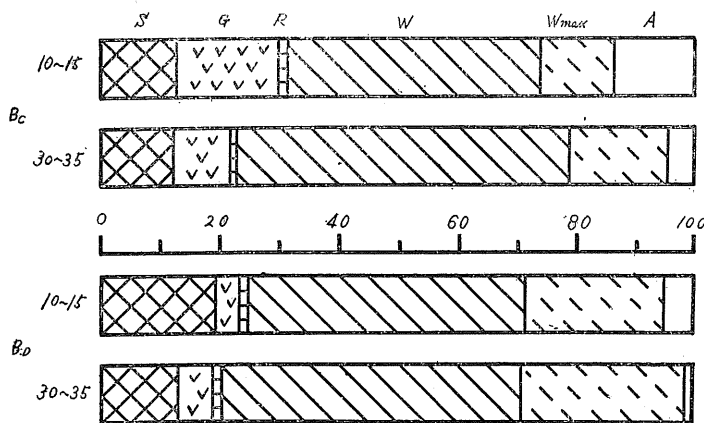


Fig. 1 Physical soil properties in natural condition

Bc型とBd型とをくらべると石礫および細土の含有量、ならびに孔隙量、最大容水量のちがうことが目立つ。Bc型の石礫含有量はBd型にくらべA層においては4.2倍の17%、B層においては1.6倍の10%をしめした。これに反し細土の実積はA層においてBd型がBc型の1.5倍におよんでいる。最大容水量はBd型がBc型にくらべA層において25%、B層において10%内外おおい値をしめした。孔隙量もBd型の方がA層に

おいて10%、B層において5%とわずかながらBc型よりおおかつた。これに対し最小容気量はA、B層ともBd型はBc型の40%にすぎない。

砂岩土壤は火山岩土壤にくらべて一般に石礫をおおく含み細土の組成でも粘土がおおいといわれ、また重粘土壤の改良試験の結果から、その効果において円礫と角礫では大差のあることが報ぜられている⁵⁾。なお石礫の含有量が容積で20%をこすと林木の育成に支障があるといわれている⁶⁾。

細土は水分および養分を保持する機能を持ち、孔隙は透水性および通気性をよくすることは広く知られているところである。容気量があまり大きければ、地温がたもてず乾燥しやすくなる。これらのことから自然状態の理学的性においてBd型がBc型にまさっていることがうかがえる。

孔隙のうちで最小容気量に対する最大容水量の比L/Wにより地位の判定がなされているが⁷⁾、この数値を求めるとBd型のA層が8、B層が2であるのに対し、Bc型はA層が24、B層が6とBd型の方が小さい値をしめした。砂岩地帯ではL/Wがあまり大きいと林地の乾燥または地温の維持の点などに支障をきたすのであろう。圧結度が林木の育成と関係が深いとの結果がおおいが、ここの土壤を測定した結果はBd型のB層が55であり他はいずれも60~70の範囲であつた。

(5) 細土の組成

第3表から細土中の粘土の量がA、B層ともBc型の方がBd型よりおおいことが認められる。Bc型は石礫がおおく従つて一定の容積内にある細土の量もBd型にくらべてすくないのに細土組成では粘土が

おおい。採取時の含水率がEc型とBD型とで大差がないのもこのことに起因しているかもしれない。土性はBc型がA, B層とも砂質埴土であるが, BD型はA層が壤土, B層が砂質埴質壤土であり, BD型の方が好ましい組成をしめしている。このことは細土中の粘土分と砂との比について検討してみるとより明瞭のようである。

Table 3. Mechanical compositions of the soils

Soil type	Depth from surface (cm)	Mechanical composition(%)					Textual designation	Clay-sand ⁽²⁾ ratio		
		Sand		Silt	Clay	Total		T/Sf	T/S	
		Coarse S.	Fine S.							
Bc	10 ~ 15	⁽¹⁾ a	62		8	30	100	Sandy Loam	1.2	0.6
		⁽¹⁾ b	41	14	7	26	88			
	30 ~ 35	a	61		13	26	100	Sandy Loam	0.9	0.6
		b	37	13	11	21	82			
Bd	10 ~ 15	a	59		28	13	100	Loam	0.2	0.2
		b	33	9	22	7	71			
	30 ~ 35	a	65		15	20	100	Sandy Clay Loam	0.6	0.4
		b	46	18	14	19	97			

Note : (1) a : percentages of the total in b.
 b : percentages of the original sample the difference between a and b is believed to be chiefly due to organic matters

(2) T/Sf : clay/silt+fine sand
 T/S : clay/coarse sand

粘土分と細微砂分および粗砂分との比, すなわち T/Sf および T/S をもとめると第2表のとおりで, いずれも Bd型の方が低い値を示した。基岩が砂岩で粘土分が相当におおいときには T/S は0.6~1.5 が良好な林地であり, これ以上またはこれ以下では成育が劣ることが報ぜられている(細土の粒径区分がちがうので数値をそのまま比較することはできない)⁸⁾。

林木の成育調査であげたように Bc 型の林地でスギに隣接したヒノキの同令林が比較的よく成育していた。自然状態の孔隙量がスギの60~80%にくらべ, ヒノキは50~70%が成育がよいといわれている⁹⁾。またEc型の方がBd型より堅密であり, 全土層がわずかながらうすいことからみてこのEc型の林地にはヒノキの方がスギより有利と推察される。

(6) 化学的性質

第4表より化学的性質においては両土壌型のあいだに顕著な差はみとめられない。活性ならびに潜在性の酸度において Bd型の方がやや酸性が強いようであるが, この程度の酸度が森林土壌として問題になるとは考えられない。

Table 4 Chemical properties of the soils

Soil type	Depth from surface (cm)	PH		Exch. acidity (y ₁)	Total carbon (%)	Total nitrogen (%)	C-N ratio
		H ₂ O	KCl				
Bc	10~15	5.7	4.1	0.8	11.2	1.26	9
	30~35	5.2	4.2	2.8	7.3	1.06	7
Bd	10~15	5.0	3.9	3.8	9.9	1.38	7
	30~35	4.8	4.1	0.9	6.8	0.66	10

Note : Total carbon and nitrogen are shown on dry weight basis.

CおよびNの含有率についても大差はなかつたが、まえに述べたように細土の実積がBd型がBc型にくらべA層で50%もおおい点を考慮すれば、林木えの養分供給量としては相当にちがうと考えられる。Bc型は他の森林褐色土とくらべてC/N率が高い値をしめすといわれているが¹⁰⁾、ここではその傾向がみられなかつた。

以上の考察により両林地の土壤性質が相当にちがうことが認められたが、Bc型の蓄積がBc型にくらべ60年たらずで半分以下であることは、スギの系統が吉野系であることもその理由のひとつかもしれない。いわゆる吉野スギが立地により成育差がいちじるしいことは一般にいわれている。

(昭和31・2・9 受理)

引用文献

- (1) 鐺木 : 森林立地学 202~52, 1928
- (2) 小林 : 甲斐の地質 4~37, 1953
- (3) 大政 : ブナ林土壤の研究 林野土調報 1, 1951
- (4) 山田 : 微細地形解析に関する森林立地学的研究 1955
- (5) 芝本 : スギ, ヒノキ, アカマツの栄養並びに森林土壤の肥沃度に関する研究 143~171, 1952
- (6) LUTZ & CHANDLER : Forest Soils P 234, 1949
- (7) 柴田 : スギ植栽林に於ける不成績地の研究 日林誌 19 (9), 77~86, 1937
- (8) 杉本 : 高知県東部及西部に於ける杉, 檜造林成績と土壤性に就きて 日林溝 19~25, 1948
- (9) 中村 : 千葉県演習林に於けるスギ植栽林の生長経過と土壤の形態的性質との関係 東大演報 32, 1~70, 1943
- (10) 河田, 鷺見 : 東京都水源林土壤に関する研究 (1) 37, 321~5, 1955