

北海道演習林に於ける歐洲トウヒ造林地土壤の研究

文部教官 朝 日 正 美

Masami ASAHI:

Edaphological Study on Norway Spruce (*Picea excelsa* LINK) Plantations
in Tokyo University Forest, Hokkaido, with Plates I-III

目 次

I 緒言.....	1	気量 (7) 採取時の土壤実質・水分及び空気 の組成割合	
II 土壤試験地の概況.....	2	V 土壤の化学的性質.....	21
(1) 試験地の位置及び設定の方法 (2) 気象 状況 (3) 地況 (4) 林況 (5) 試験地林分 成長量調査		(1) 全有機物・腐植・全窒素及び炭素率	
III 土壤層断面の形態.....	5	(2) 熱塩酸可溶成分 (3) 弱酸可溶成分 及び吸収係数 (4) 酸度 (5) 置換性石灰 及び石灰飽和度	
IV 土壤の理学的性質.....	10	VI 考察及び結論.....	29
(1) 供試土の採取 (2) 機械的組成 (3) 容 積重及び圧結度 (4) 全含水量及び飽水状態		VII 文 献.....	30
(5) 採取時の含水量 (6) 孔隙量及び最小容		Résumé.....	31

I 緒 言

本邦に於ける歐洲トウヒ（以下略してトウヒと呼ぶ）の植栽は、明治末期より、北海道に於いて旺んに行われた。其の造林地は林令 40 数年に達するが、生育状況には優劣の差の甚だしいものがある。

元来林木の生育を支配する主な要素は、中村氏⁽²³⁾によると、品種・産地等の林木固有の性質及び気象・土壤等の環境因子・造林撫育法等であつて、局所的には土地条件が主因をなす場合が多いという。トウヒが外来樹種としての制約を受ける場合のあることは当然で、例えば佐藤氏⁽¹²⁾は苫小牧地方のトウヒ林が産地の不適當なことを指摘している。然し乍ら、トウヒも環境の適した所では郷土樹種を凌駕する良好な生育を示す。即ち産地・品種等の問題を別として、トウヒの立地を局所的に観ると、土壤因子が大きく影響していると考えられる場合が少なくない。

著者は昭和 23 年東京大学北海道演習林の造林地現況調査を行つていた際、トウヒ林に於いて原因が土壤にあると思われる多くの不成績地を見たので、同林内の数箇所に試験地を採り、土壤層断面の形態及び土壤の理化学的諸性質との関係を検討することにした。いま其の結果の概要を報告する。

本研究に当り終始御懇篤なる御指導を賜つた芝本教授また御支援を賜つた高橋助教授に謹んで感謝する。試験地設定・林況写真撮影に援助を寄せられた功力氏及び実験に助力された水野君外職員各位に深く感謝する。なお本研究費の一部は文部省科学研究費によつた。

II 土壤試験地の概況

(1) 試験地の位置及び設定の方法

北海道演習林に於けるトウヒの造林地は明治 43 年から大正初年までに植栽され、現在成林している面積は 270 ha を越え、其の大部分は空知郡東山村に属する砂金沢の沿岸に在る。土壤試験地の位置は山部事業区 87 林班 b 小班に 1 号地、西達布事業区 76 林班 e 小班に 2 号地及び 3 号地、同林班 g 小班に 4 号地、同じく m 小班に 5 号地、また 74 林班 n 小班に 6 号地を設定した。これ等試験地の関係位置を示すと第 I 図版の通りである。設定の方法は前記の造林地に標準地を 25 m×25 m にとり、標準地内の適当な個所を択んで土壤層断面を設定した。

(2) 気象状況

試験地附近の演習林気象観測所は山部及び西達布の 2 箇所に在るが、ここでは西達布観測所に於ける昭和 10 年乃至昭和 19 年の 10 ケ年平均気象観測結果をとり第 1 表に示す。其の外霜雪に関する 10 ケ年の平均を示すと次のようである。

気圧 739.6 mm, 風向の最多は N で, SW これに
 次ぎ, 平均風速は 1.2 m/s である。なお植物生育期
 間に就いての加藤氏⁽⁸⁾の北海道演習林に於ける実験によ
 ると, トウヒの樹高成長期間は 5 月乃至 8 月である。
 これによると平均気温 18.9°C, 平均総雨量 419.7mm
 で年降水量の 36.7% になる。

	初日	終日
降霜	10月9日	5月19日
降雪	10月26日	4月25日
積雪	11月9日	4月19日
根雪	11月25日	4月11日
結氷	10月16日	5月15日

第 1 表 気象観測統計 (観測所位置 東経 142°26'40''
北緯 43°12'50'' 標高 260 m)

種目	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均	年合計
月別平均気温 °C		-9.0	-6.1	-1.1	5.8	12.4	18.1	22.3	22.7	17.1	10.7	2.3	-4.8	7.5	
“ 最高気温 °C		-4.1	-2.4	2.4	9.5	17.0	22.6	26.1	25.4	21.1	14.7	5.5	-1.5	11.4	
“ 最低気温 °C		-15.2	-14.7	-8.9	-0.8	3.9	9.7	14.7	15.4	10.7	2.9	-3.1	-11.0	0.3	
“ 地中温度 °C (深 0.5 m)		-0.2	-1.1	-0.8	0.6	6.8	13.1	17.0	17.9	15.5	10.0	4.5	1.2	7.0	
“ “ °C (深 1 m)		3.5	2.4	2.1	2.8	6.7	11.5	14.4	16.3	15.4	12.4	8.3	5.3	8.0	
“ “ °C (深 1.5 m)		5.2	4.9	4.4	4.0	5.8	8.6	11.1	13.1	13.6	12.5	8.9	7.5	8.3	
“ 蒸発量 mm		0.5	0.6	0.6	0.7	1.2	1.3	1.1	1.1	0.7	0.6	0.4	0.4	0.8	
“ 湿度 %		79.	75.	70.	63.	62.	65.	72.	72.	74.	73.	77.	77.	72.	
月別合計降水量 mm		50.2	56.7	44.1	76.2	67.0	94.9	137.3	118.5	177.7	134.6	92.9	91.3		1143.4

以上を総合すると当地方は年平均気温 7.5°C⁽²²⁾ で, 温帯林北部に属し, 寒帯林との接続地点になる。月の最高気温は 7 月の 26.1°C, 最低は 1 月の -15.2°C であり, 地温の最高は深さ

0.5 m の所で8月に 17.9°C, 最低は2月の -1.1°C である。植物生育期間中の平均気温 18.9°C はトウヒの必要温度⁽⁹⁾ 14.0°C より 5°C 高く, また WAPPES 氏はトウヒの生存最低限界は7月の平均 +10°C というが, 当地方は 14.7°C で 5°C 近く高い。

年降水量は 1143.4 mm で, 北海道に於ける平均より少ないが, トウヒの郷土である歐洲に於いて高山地帯を除いた地方の総雨量 250~750 mm と較べると可成り多い。

雨量係数は全年で 152, 結氷期を除外すると 64 となる。LANG 氏の褐色森林土 100~60 と比較すると全年では大となり, 結氷期を除外した場合には其の範囲に属する。

N-S 係数は全年では 529, 結氷期を除外すると 226 である。MEYER 氏の褐色森林土に於ける全年 275~500 に較べると稍々大であるが, 結氷期を除外した MEYER 氏の褐色森林土 180~300 と一致する。従つて本地域の気候的土壤型は褐色森林土に属しポドソールへの推移点といえよう。

(3) 地 況

演習林一帯の表層は 12 cm 内外の火山灰で被覆されている。この系統は施尾氏等によると十勝岳統 B と呼称されている。以下試験地に就いて概説するが, 説明の便宜上火山灰層を新層, 火山灰層の下層を旧層と呼ぶことにする。

1 号地: 旧層の母岩は輝緑凝灰岩 (Schalstein) であるが, 輝緑岩 (Diabase) も突出し, 複雑な地質を形成する。林地の傾斜 25 度内外, 地表面稍々凹凸, 相対的位置は中腹から谷に至る。方位は西北, 標高は 300 m 内外。

2 号地: 旧層は沖積層, 傾斜 5 度位で緩, 標高は 300 m。

3 号地: 旧層の母岩は第三紀古層砂岩, 傾斜 20 度前後, 地表面は稍々凹状を呈する。相対的には谷に属し, 南方に面し, 標高は 400 m 内外。

4 号地: 旧層の母岩は 3 号地と同様, 傾斜 30 度位, 地表面は convex 状で南東に面する。中腹で標高 350 m 内外。

5 号地: 旧層の母岩 3 号地と同様, 傾斜 25 度前後で, 南面, 中腹にあつて, 標高 370 m 内外

6 号地: 沖積地, 背景の地質は前記砂岩と石英粗面岩 (Liparite) の接触面に当る。西方に 4~16 度の緩傾斜をなし, 標高は 260 m 位。

(4) 林 況

1948 年の調査による試験地林況の概略を示すと第 II 図版の通りである。

1 号地: 明治 43 年植栽, 林令 39 年, 植栽面積 3 ha, ha 当り本数 817 本, 間伐手入は大正 9 年除伐, 昭和 7 年第一回間伐, 同 14 年頃第二回間伐施行。林木の生育極めて旺盛で, 鬱閉稍々密である。地床植物の種類は多いが量的には少なく, 笹も殆んど見られない。

2 号地: 明治 44 年植栽, 2 号地乃至 6 号地は明治 44 年春の大火跡地に造林されたものである。林令 38 年, 面積 31.8 ha, ha 当り本数 987 本, 手入は大正 8 年除伐, 昭和 9 年, 13 年に夫

々間伐施行。林木の生育は不良にして樹幹に蘚苔類の着生を見る。鬱閉中庸で、クマイザサが多い。

3号地： 明治44年植栽，林令38年，ha 当り本数720本。林木の生育極めて旺盛である。樹皮は Rottanne の名の通り赤味を帯び、⁽¹³⁾⁽²⁷⁾ 蘚苔類の着生を見ない。鬱閉大で地被類が少ない。クマイザサも少ない。

4号地： 大正元年植栽，林令37年，面積16.9ha，現在ha 当り本数1767本，手入は大正9年，昭和17年頃除間伐を施行。林木の生育は非常に悪く，樹幹に蘚苔類の着生甚だしく，林冠疎開して，クマイザサが密生している。

5号地： 大正2年植栽，林令36年，面積17.8ha，ha 当り本数1120本，間伐手入は大正10年，昭和17年除伐を施行。林木の生育は個体間の差甚だしく，2~13m の間にある。当試験地が4号地の本数より少ないのは苗の枯死したものが多くによる。鬱閉疎でクマイザサが密生している。

6号地： 大正9年植栽，林令29年（1949年現在）面積2.2ha にして，ha 当り本数786本，昭和3年頃に間伐施行。林木の生育状況は優良である。鬱閉密で地被類は少ない。

(5) 試験地林分成長量調査

林木の生育状況は一般に樹高成長量を以つて示すことが多い。本試験地林木の樹高成長経路は年令20~30年に於いて連年成長の最大を示す。材積成長は連年増加の傾向にある。林分の取扱は各試験地必ずしも一様でなく，これが材積成長に及ぼす影響は大きいので，本研究に於いても樹高成長を以つて生育状況を比較することにした。各標準地の毎木調査により求めた成長量は第2表の通りである。

第2表 試験地林木の樹高成長量

試験地	1) 樹令 (年)	平均樹高 (m)	平均最近10年の ²⁾			成長比
			成長量	定期平均成 長量	成長量	
1	43	22.60	52.6	73.8	100	
2	42	13.20	31.4	46.6	59.7	
3	42	19.20	45.7	66.7	86.9	
4	41	8.11	19.8	41.5	37.6	
5	40	8.10	20.3	35.4	38.6	
6	34	15.67	46.1	56.5	87.6	

1) 樹令は林令に苗令4年を加算

2) 1号地の平均成長量を100として算出

平均成長量及び成長比からすると，1号地の樹高成長が最大で，6号地及び3号地これに次ぐ。2号地は1号地の60%の成長比で少々不良である。4号地及び5号地は40%に達しない。

最近の成長量は1号地最大にして3号地これに次ぎ，6号地少々劣る。2号地は1号地の60%，4号地及び5号地は更に劣つてい

るが，最近では少々回復し始めている。

要するに1号地は最も優良であり，3号地及び6号地もこれに次いで良好な林分である。2号地は少々不成績にして，4号地及び5号地は最も劣る。

III 土壤層断面の形態

土壤層断面の調査要領は大政・芝本両氏の森林土壤調査方法⁽⁵⁾及び芝本氏の森林土壤調査報告⁽¹⁵⁾に準拠して行つた。

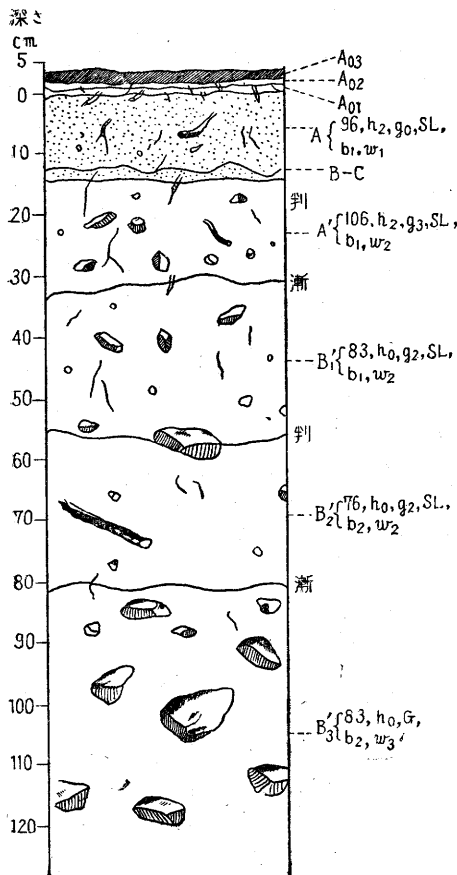
土壤の色は森林立地談話会編(1942)の土壤調査用色名帳を用い、土性名は国際土壤学会法の名称を用いた。

以下各試験地の土壤層断面について説明する。プロフィールの状況を示すと第III図版及び土壤層断面図(第1~6図)の通りである。

1号地の土壤層断面

(1) 落葉層(A₀)厚さ4cm内外でこれを3層に区分し得る。A₀₃層はトウヒの落葉が大部分を占める。A₀₂層の分解良好にして、A₀₁層は粒状構造を呈する。水分の保持良好にしてトウヒの細根が多い。

第1図 1号地土壤層断面図



(2) 新 層

a) 第一層(A)厚さ12cm位で腐植質に富み、色はClove Brownで、石礫を殆んど含まない砂質壤土である。湿潤状態は中庸で支根・細根が多い。

b) 第二層(B—C)厚さ0~2cm。腐植質の混和不十分で、灰白色を呈する。この層と下層とは判然と区分できる。

(3) 旧 層

a) 第一層(A')厚さ15~20cm位。腐植質に富み、色はHair Brownである。構造は粒状で適潤な砂質壤土である。Schalstein または Diabaseの角石礫に富み、下層に漸次推移している。細根及び鬚根を少々多く含む。

b) 第二層(B₁')厚さ約20cm位。色はClay Colorを呈する。腐植質に乏しく、石礫に富む。堆積状態は密であるが、可塑性の小さい砂質壤土である。適潤で細鬚根が見られる。

c) 第三層(B₂')第二層との境界は比較的判然としており、厚さ25cm内外。色はB₁'層より

少々褐色の濃い Cinnamon で、腐植質には乏しい。石礫は B_1' 層より少なく、堆積状態密であるが、gritty の感触ある砂質壤土である。適潤で細根及び鬚根を含む。

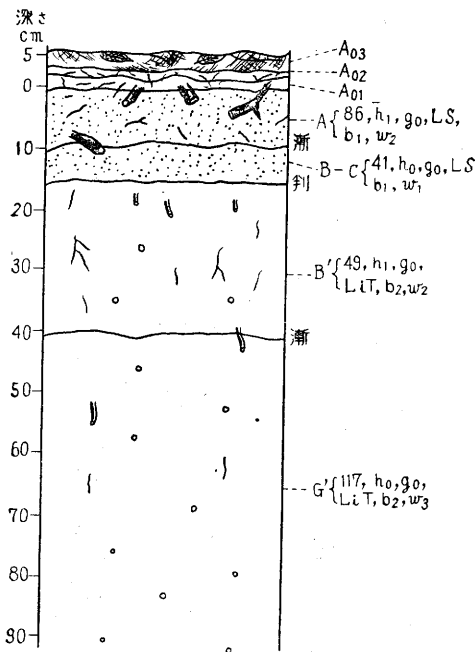
d) 第四層 (B_3') 第三層との境界は少々不明で石礫量が多いのが目立つ。厚さは 80 cm 位あり、色は第二層 (B_1') と同様の Clay Color を呈する。可塑性中庸の壤質砂土である。細根僅かに侵入している。

これを要するに 1 号地の旧層土は凝灰岩質の比較的脆弱な基岩からする崩積土と考えられる。

2 号地の土壤層断面

(1) 落葉層 (A_0) 厚さ 5.5 cm 内外で、三層に区別できる。 A_{03} 層は 1.8 cm 位の厚さでトウヒの落葉を主とし、広葉が僅かに混入している。 A_{02} 層の分解不良であり、 A_{01} 層に於いても堆積物の構造を認め得る。一般に上層部は少々乾燥しているが、下層は適潤である。トウヒ・笹の根が下部に多く見られる。

第 2 図 2 号地土壤層断面図



(2) 新 層

a) 第一層 (A) 厚さ 9 cm 位で、腐植質を含み、Sepia 色、少々乾燥している。この層の上部に支根及び細根が多い。

b) 第二層 (B—C) 6 cm 位の厚さで、A 層とは判然区別し得る。腐植質は極めて少なく、乾燥した火山砂土で、植物根は極めて少ない。

(3) 旧 層

a) 第一層 (A') 表層土としての発達極めて不良で、B—C 層の下部に薄層をなし、僅かにその存在を認め得る程度である。

b) 第二層 (B') 厚さ約 25 cm、腐植を含み石礫に乏しい軽埴土。堆積状態は密にして

盤層状といった感があり、色は Yellow Ocher にして、多湿である。トウヒの根はまだ可成り見られる。下層に漸変している。

c) 第三層 (G') 深さ 80 cm 位まで掘ると、地下水が湧出する。色は亜酸化鉄の特長を示す Pearl Gray に酸化鉄の斑色を呈する Glei 層である。腐植に乏しく、堆積の密な多湿の軽埴土。トウヒの根は深さ約 70 cm 以下には伸張していない。

2 号地土壤は地下水位高く、下層は Glei 層を呈する沖積土である。

3 号地の土壤層断面

(1) 落葉層 (A₀) 厚さ 4 cm 内外で堆積物の分解進み、二層に区別し得る。適度の水分を含み、トウヒの根は少々少ない。

(2) 新 層

a) 第一層 (A) 厚さ 8 cm 内外。色は Bone Brown で、腐植質を可成り含み、石礫を含まない火山砂層。濕潤状態は中庸にして、トウヒの根系はこの層に最も多い。

b) 第二層 (B—C) A 層の下部に位し、0~2 cm で薄く、まだ腐植質の十分に滲透混和していない部分である。

(3) 旧 層

a) 第一層 (A') 厚さ 25 cm 位、色は Dresden Brown であり、腐植質を含んだ堆積土で、砂岩の角石礫に頗る富んでいる。適潤で団粒構造を呈する。上部には支根及び細根が可成り分布する。

b) 第二層 (B') 石礫に頗る富んだ厚さ 60 cm 内外の層で、Drab 色を呈する。壤土で適潤であり、堆積状態は疎で断面は崩れ易い。トウヒの細根は深く伸びている。

c) 第三層 (C') 深さ 1 m 以下の部分で色は第二層と略々同様の石礫層である。

3 号地の土壤層は落葉層の分解よろしく、火山砂層の分化も進み、下層は砂岩の残積土である。

4 号地の土壤層断面

(1) 落葉層 (A₀) 5 cm 内外の厚さにして水分不足のため、分解進まず、Rohhumus の状態を呈する。三層に区分し得るが、A₀₃ 層は乾燥しており、A₀₂、A₀₁ 層の分解も十分でない。笹及びトウヒの根系が競合し、菌糸の存在を見る。

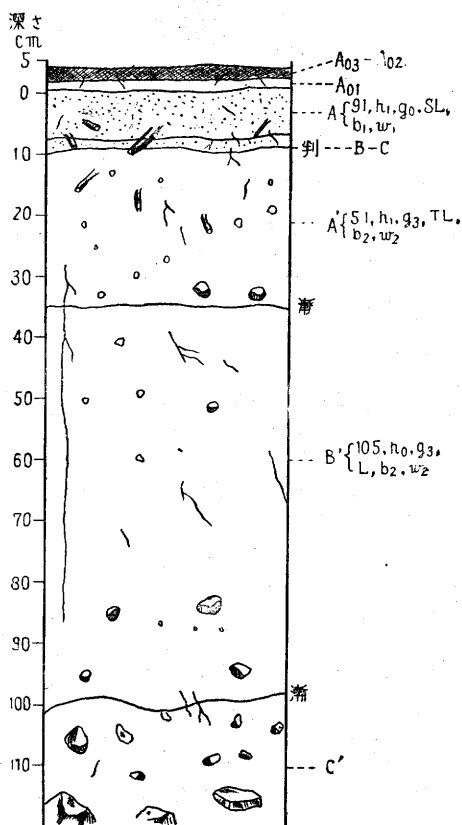
(2) 新層 (B—C) A 層の発達はまだ見られず、従つて腐植に乏しい厚さ 13 cm 位の火山砂層となつている。色は少々腐植を混じた Sayal Brown で、極めて乾燥している。これに主として笹の根がトウヒの細根と競合している。

(3) 旧 層

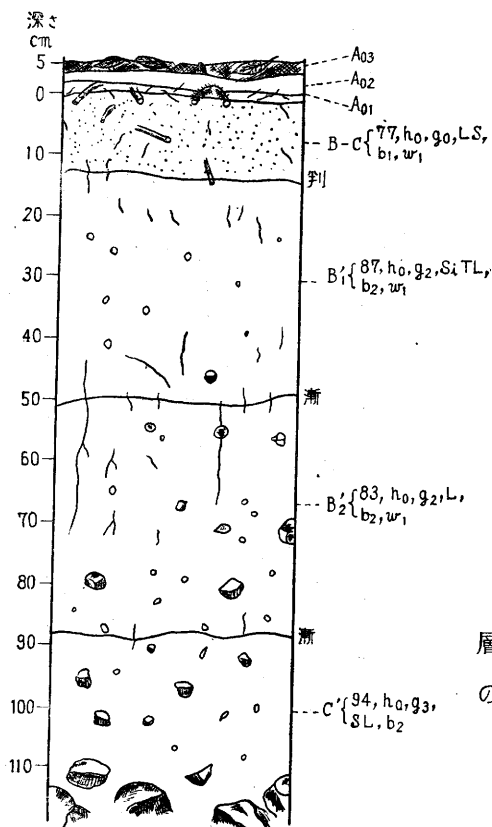
a) 第一層 (A') 2 号地同様 A' 層の発達は殆んど認められない。

b) 第二層 (B₁') 厚さ 37 cm 位、色は黄色粘土のような Honey Yellow で、腐植に乏

第 3 図 3 号地土壤層断面図



第4図 4号地土壌層断面図



しく、石礫に富む微砂質の埴壤土である。構造は Blocky で、乾燥している。トウヒの細根はこの層の上部と下部に多く見られる。下層に漸移している。

c) 第三層 (B₂') 厚さ 37 cm 位、色は Clay Color で、腐植に乏しく、乾燥している。石礫に富む壤土で、堆積状態は少々疎な感を与え、トウヒの根系は上部に多く見られ、下部になると極めて少なくなる。

d) 第四層 (C') 深さ 90 cm 位から下部の所で、色は Buffy Brown である。石礫土でトウヒの根は僅か乍ら上部に伸張している。

4号地土壌は落葉層の分解不良であり、火山砂層の腐植質僅少で、乾燥甚だしく、旧土層はA層の発達を欠く残積土である。

5号地の土壌層断面

(1) 落葉層 (A₀) 厚さ 3 cm 位で少々薄く可成り乾燥状態を呈し、落葉の分解不良。二層に

区分できる。A₀₁ 層にはトウヒ及び笹の根系が少ない。菌糸を多く認める。

(2) 新 層

a) 第一層 (A) 厚さ僅かに 3 cm にすぎないが、分化している。色は腐植質を可成り含むため Prout's Brown であり、乾燥してはいるが、4号地の B-C 層より可成り湿潤である。トウヒの支根・細根及び笹の根等多く見られる。下層との区別は判然としている。

b) 第二層 (B-C) 厚さ 8 cm 位あり、腐植に乏しく、色は Pinkish Cinnamon で、第一層より乾燥している。よく観察すると砂粒の間に微細な毛状の有機物質を含んでいる。A 層と同様根系の分布量が多い。

(3) 旧 層

a) 第一層 (A') 表層土としての発達は極めて不良で、4号地同様、その存在は殆んど認められない。

b) 第二層 (B₁') 直接 B-C 層の下部に位する部分で、上層との境界は判然としている。厚さ 33 cm 内外で色は橙色がかつた Ochraceous-Buff である。腐植に乏しく石礫を含む微砂質の埴壤土である。水分を可成り含み、植物根は少量存する。

c) 第三層 (B₂') 厚さは 38 cm 位あり、上層との区分は不明瞭である。色は Antimony Yellow で、腐植に乏しく、石礫に次第に富む埴壤土である。堆積は密で可成り乾燥状態を呈し、植物根は僅かに存する。下層とは比較的判然と区別できる。

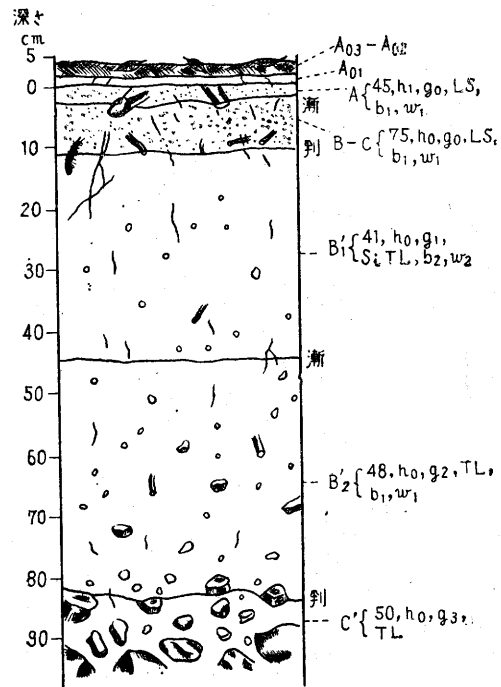
d) 第四層 (C') 深さ 80 cm 以下の部分で、色は暗色の Buckthorn Brown を呈する。大塊の少ない石礫土。

当試験地土壤は火山砂層の分化が明瞭に行われ始めているが、乾燥甚だしく、下層は無構造の残積土である。

6号地の土壤層断面

土壤の状態は概して良好であるが、深層(1.40 m 附近)に再び植物の炭化層が見られる沖積層である。

第5図 5号地土壤層断面図



(1) 落葉層 (A₀) 厚さ 4 cm 位で、二層に区分できる。トウヒの落葉を主とし、適潤である。A₀₂ 層は粒状にして細根が多い。

(2) 新層

a) 第一層 (A) 厚さ 11 cm 以内で、腐植質を可成り含み、色は Prout's Brown である。適潤にして支根及び細根を多く有する。

b) 第二層 (B-C) 厚さ 0~2 cm 位の薄層にして、腐植の混入少ない火山砂層。

(3) 旧層

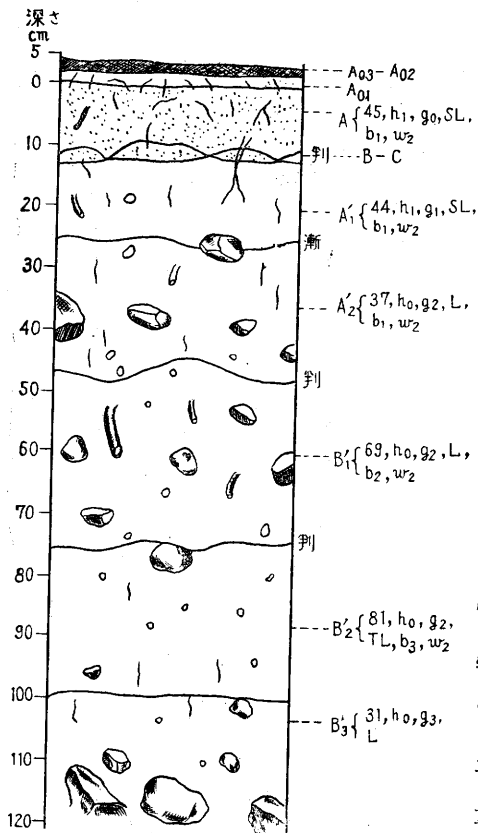
a) 第一層 (A₁') 厚さ 12 cm 位の腐植質を含んだ砂壤土で、火山砂の中に可成り粘土質の細土が混入している。色は Cinnamon-Brown で、円礫を含み、堆積状態は稍々密である。適潤であり細根を多く含む。トウヒの細根に菌根を多数有する。

b) 第二層 (A₂') 厚さ 23 cm 内外にして、色は Rutset, 腐植質稍々乏しく、円礫に富んだ壤土、堆積状態は稍々密で、適潤、細根が見られる。

c) 第三層 (B₁') A₂' 層との区分は判然としており、30 cm 位の厚さで、腐植に乏しく、円礫に富む壤土である。色は鉄銹色を帯びて Orange-Cinnamon である。適潤で、根系可成り多く分布する。下層と判然区分し得る。

d) 第四層 (B₂') 厚さ 20 cm 位で、色は淡色で Pinkish Buff を呈する。円礫稍々少な

第 6 図 6号地土壤層断面図



く、可成り緊密で、稍々多湿の埴壤土である。細根は僅かであるが、伸張している。下層との区別は判然としている。

e) 第五層 (B₃') 厚さ 5 cm 位の薄層で鉄色の Apricot Orange 色を呈し、円礫に頗る富む壤土。根系は上部になお僅か乍ら見られる。

IV 土壤の理学的性質

(1) 供試土の採取

試験に供する土壤は可及的下層まで層別に採取した。採取土は常法により風乾した後、理・化学性の一般供試土とし、これとは別に自然状態の理学的性質を調査する目的で、定容採土筒を用いて、一部理化学性試験用とした。参考のため定容採土筒により採取した土壤試料の採取容積及び採取量を示すと第3表の通りである。

第 3 表 定容採土筒により採取した試料の採取容積及び採取量

試験地	層位	採取容積 (cc)				採集量 (g)					採取年月日
		石礫	根	細土の占める容積	計	石礫	根	細土	水分	計	
1	A	0.4	5.0	401.6	407.0	0.9	1.2	211.8	96.9	310.8	24,6,27
	A'	45.0	0.2	354.8	400.0	123.0	0.2	253.3	131.5	508.0	"
	B ₁ '	85.0	0	297.0	382.0	210.0	0	310.2	97.7	617.9	"
	B ₂ '	90.0	0	302.0	392.0	225.0	0	392.7	92.7	710.4	"
2	A	0	19.5	382.5	402.0	0	6.1	356.6	72.9	435.6	24,7,13
	B-C	0	8.0	387.0	395.0	0	2.4	404.7	45.6	452.7	"
	B'	8.2	0.7	396.6	405.5	21.0	0.5	470.2	146.3	638.0	"
	G'	5.0	0	398.0	403.0	12.0	0	475.5	204.1	691.6	"
3	A	0.4	19.0	385.6	405.0	0.9	8.4	318.5	79.5	407.3	24,7,14
	A'	37.0	2.0	351.0	390.0	89.3	0.9	322.8	130.5	543.5	"
	B'	137.0	0	257.0	394.0	350.0	0	228.0	57.7	635.7	"
4	B-C	0	29.3	378.7	408.0	0	14.6	311.0	28.2	353.8	24,7,24
	B ₁ '	83.3	1.8	319.9	405.0	207.6	1.0	308.5	58.2	575.3	"
	B ₂ '	124.0	0.8	260.2	385.0	302.2	0.4	242.4	43.5	588.5	"
5	A + B-C	0.1	17.5	382.4	400.0	0.2	9.7	291.7	51.8	353.4	"

	B ₁ '	30.0	1.3	370.7	402.0	75.0	1.0	422.3	98.3	596.6	"
	B ₂ '	120.5	0	272.5	393.0	285.6	0	328.5	26.9	641.0	"
	A	0	7.0	393.0	400.0	0	3.8	417.2	103.0	524.0	"
	A'	24.0	2.0	384.0	410.0	53.0	0.6	436.6	144.8	605.0	"
6	A	0.2	8.0	386.8	39.5	0.4	3.5	368.1	132.3	504.3	26, 6, 7
	A'	60.0	1.0	324.0	38.5	158.0	0.5	348.7	130.3	637.5	"

(2) 機械的組成

土壤の機械的組成の粒径区分は、国際土壤学会法に準拠して、ピペット法により行い、有機物の除去は有機炭素 0.5 % 以上の試料に就いてのみ適用した。原土鉍物質及び細土の機械的分析結果は第4表、第5表の通りである。

第4表 原土鉍物質の機械的組成 (風乾物)

試験地	層位	深サ cm	原 土 100 分 中						
			石 礫	細 土			土		
				粗 砂 _{mm} 2.0~0.25	細 砂 _{mm} 0.25~0.02	微 砂 _{mm} 0.02~0.002	粘 土 _{mm} <0.002	微砂+粘土	細 土 計
1	A	0~12	0.9	53.6	27.1	11.3	7.1	18.4	99.1
	A'	14~33	59.5	15.6	12.8	7.2	4.9	12.1	40.5
	B ₁ '	33~55	48.8	17.7	21.8	7.7	4.0	11.7	51.2
	B ₂ '	55~80	30.4	22.6	34.9	6.4	5.3	11.7	69.6
	B ₃ '	80~	72.6	15.7	9.0	2.1	0.6	2.7	27.4
2	A	0~9	0	60.8	27.3	5.7	6.2	11.9	100.0
	B-C	9~15	0	74.6	21.8	1.7	2.0	3.7	100.0
	B'	15~40	2.4	8.0	14.7	42.2	32.2	74.4	97.6
	G'	40~	2.8	5.8	15.9	34.2	41.3	75.5	97.2
3	A	0~8	0	61.7	19.9	10.5	8.0	18.5	100.0
	A'	10~35	56.0	9.3	8.6	18.0	8.1	26.1	44.0
	B'	35~100	69.0	10.4	7.7	9.3	3.6	12.9	31.0
4	B-C	0~13	1.2	66.2	28.1	3.0	1.6	4.6	98.8
	B ₁ '	13~51	42.4	7.1	9.9	26.4	14.2	40.6	57.6
	B ₂ '	51~88	47.8	14.8	13.5	16.8	7.2	24.0	52.2
	C'	88~	71.0	13.9	7.5	4.8	2.7	7.5	29.0
5	A	0~3	0	66.4	18.6	10.4	4.6	15.0	100.0
	B-C	3~12	0	73.6	18.0	5.7	2.7	8.4	100.0
	B ₁ '	12~45	23.6	10.6	14.8	35.3	15.7	51.0	76.4
	B ₂ '	45~82	39.9	16.2	19.7	13.2	11.1	24.3	60.1
	C'	82~	69.6	8.7	6.3	10.5	4.9	15.4	30.4
6	A	0~11	0	54.1	25.0	13.6	7.3	20.9	100.0
	A ₁ '	13~25	11.8	34.9	21.5	20.7	11.0	31.7	88.2
	A ₂ '	25~48	42.2	17.1	16.5	16.2	8.0	24.2	57.8
	B ₁ '	48~76	47.8	16.2	16.4	12.9	6.7	19.6	52.2
	B ₂ '	76~97	25.3	14.5	25.1	22.0	13.1	35.1	74.7

各試験地の火山砂層には石礫を殆んど含まないのが普通であるが、1号地及び4号地のような急斜地に於いては僅かに含む。旧層に於ける石礫含量を見ると1号地の崩積土では一定の傾向を示さず、むしろ上層に於ける石礫量は多い。2号地の沖積土には殆んど含まれず、3号地・4号地及び5号地の残積土に於いては下層ほど多くなっているが、3号地は特にA'層から以下に多い。6号地は円礫にして、下層のB₂'に於いて急激に減じており、これ等の点から考えると、この地はもと河床であつたものと解される。

第5表 細土の機械的組成 (絶乾物に対する%)

試験地	層位	深サ cm	粗砂 2.0~0.25 mm	細砂 0.25~0.02 mm	微砂 0.02~0.002 mm	粘土 <0.002 mm	微粒分 微砂+粘土	土性名
1	A	0~12	54.07	27.33	11.37	7.23	18.60	砂質壤土 Sandiger Lehm
	A'	14~33	38.42	31.48	17.95	12.15	30.10	"
	B ₁ '	33~55	34.46	42.52	15.18	7.86	23.02	"
	B ₂ '	55~80	32.39	50.77	9.24	7.60	16.84	"
	B ₃ '	80~160	57.32	32.79	7.61	2.30	9.89	壤質砂土 Lehmiger Sand
2	A	0~9	60.82	27.25	5.72	6.23	11.93	"
	B-C	9~15	74.57	21.78	1.67	1.98	3.65	"
	B'	15~40	8.22	15.05	43.32	33.42	76.73	軽埴土 Leichter Ton
	G'	40~	5.99	16.38	35.16	42.47	77.63	"
3	A	0~8	61.66	19.93	10.45	7.96	18.41	砂質壤土
	A'	10~35	21.09	19.54	40.95	18.42	59.37	埴質壤土 Toniger Lehm
	B'	35~100	33.69	24.78	29.99	11.55	41.53	壤土 Lehm
4	B-C	0~13	66.99	28.43	3.03	1.56	4.58	壤質砂土
	B ₁ '	13~51	12.28	17.24	45.87	24.62	70.48	微砂質埴質壤土 Schluffig-toniger-Lehm
	B ₂ '	51~88	28.29	25.83	32.14	13.75	45.88	壤土
	C'	88~	48.09	25.77	16.74	9.41	25.14	砂質壤土
5	A	0~3	66.36	18.63	10.39	4.63	15.01	壤質砂土
	B-C	3~12	73.62	18.02	5.67	2.70	8.36	"
	B ₁ '	12~45	13.87	19.32	46.20	20.62	66.81	微砂質埴質壤土
	B ₂ '	45~82	26.86	32.82	21.87	18.45	40.32	埴質壤土
	C'	82~	28.59	20.55	34.71	16.15	50.86	"
6	A	0~11	54.09	24.99	13.62	7.32	20.92	砂質壤土
	A ₁ '	13~25	39.60	24.42	23.52	12.45	35.98	"
	A ₂ '	25~48	29.46	28.52	28.11	13.93	42.02	壤土
	B ₁ '	48~76	31.00	31.42	24.81	12.79	37.58	"
	B ₂ '	76~97	19.40	33.64	29.41	17.55	46.96	埴質壤土

第5表より比較的未風化な火山砂層の組成を摘記すると、粗砂72%、細砂23%、微砂3%、粘土2%である。同じ火山砂層である1-A、3-A、及び6-A等は微粒分多く、18%を越えている。

下層土の細土の組成には次の差が見られる。すなわち1号地では粗粒分最も多く粘土分少ない。2号地では粗砂乏しく微粒分甚だ多い。3号地ではA'層に於ける微砂の含量大である。4号地及び5号地も第一下層土のB₁'層に於ける微砂含量甚だ多い。6号地は全般に粗粒分多いが、下層程微粒分の増加する傾向にある。

(3) 容積重及び圧結度

森林土壌は一般農耕地土壌と異なり、林木の生育に長期間を要し、その間、一般には林地の人為的攪拌は行われず、従つて堆積状態の良否を知ることが肝要で、これがため自然状態の容積重及び圧結度等の測定が屢々行われる。⁽¹⁵⁾⁽²⁴⁾⁽²⁵⁾本試験に於いてもこれ等を測定することにし、容積重は自然状態のものを定容採土筒(IV. 1. 参照)により、またこれと比較対照するため一般供試土に就いて密なる状態のものを測定し、この結果より圧結度を算出した。これ等の測定結果を示すと第6表の通りである。

第6表 容積重及び圧結度

試験地	層位	深サ cm	比重	容 積 量		圧 結 度
				密なる状態	自然状態	
1	A	0~12	2.50	80.5	52.7	65.5
	A'	14~33	2.69	94.3	71.4	75.7
	B ₁ '	33~55	2.88	110.4	104.4	94.6
	B ₂ '	55~80	2.96	128.1	130.0	101.5
	E ₃ '	80~100	2.99			
2	A	0~9	2.63	107.2	93.2	86.9
	B—C	9~15	2.64	123.5	104.6	84.7
	B'	15~40	2.69	103.0	118.6	115.1
	G'	40~	2.73	110.9	119.5	107.8
3	A	0~8	2.63	104.9	82.6	78.7
	A'	10~35	2.69	103.8	92.0	88.6
	B'	35~100	2.74	139.0	89.7	64.5
4	B—C	0~13	2.68	126.5	82.1	64.9
	B ₁ '	13~51	2.70	107.2	96.4	89.9
	B ₂ '	51~88	2.69	115.7	93.2	80.7
	C'	88~	2.73			
5	A	0~3	2.58	109.7		
	B—C	3~12	2.67	105.3	* 76.3	* 61.7
	B ₁ '	12~45	2.68	105.2	114.0	108.4
	E ₂ '	45~82	2.74	122.8	120.6	98.2
	C'	82~	2.72			
6	A	0~11	2.61	99.5	95.2	95.7
	A ₁ '	13~25	2.62	109.4	107.6	98.4
	A ₂ '	25~48	2.72	110.2		

B ₁ '	48~76	2.76	124.2
B ₂ '	76~97	2.74	

* 印は 5. A 及び 5. B—C 両層に互つて採土。(以下同じ)

第6表によると、一般に下層ほど比重は大になつてゐる。これは腐植質または粗粒分の増減と略々比例している。

新層(火山砂)の比重は 2.50~2.67 となつており、1—A は 2.50 で最小値を示し、5—A, 6—A 及び 3—A 等腐植含量比較的多い A 層の比重は 2—(B—C), 4—(B—C), 5—(B—C) 等腐植に乏しい下層より小さく、本試験地の如く、殆んど未風化の火山砂に於いては腐植質の比重に及ぼす影響は極めて大きい。

1 号地旧層土の比重が一般土壤より極めて大であるのは本試験地の凝灰岩が斜長石に乏しく、その大部分が Pyroxines であることによると思われる。2 号地・3 号地・4 号地及び 5 号地の主として砂岩に由来する土壤の比重は 2.68~2.74 で、概ね粗粒分の多いものに大になつてゐる。

密状態の容積重は新・旧両層共に概して上層ほど大きい値を示している。火山砂層に於ける密状態の容積重は最小 80 から最大 127 の値を示す。

旧層土に於いては 1—A' 94.3 が最小であり、3—B' 139.0 で最大を示す。一般に同一土壤では腐植含量と粗粒分の多少が容積重に関係する。3—B' のように腐植含量に乏しいものが大きい値を示すのは粗粒分の多いことによると思われる。

自然状態に於ける容積重は概ね上層より下層に進むに従い増加しており、これは密状態の場合と同様であるが、両状態は必ずしも平行関係にあるとはいえない。

1 号地の上層は可成り小であり、B' 層特に B₂' 層は極めて大である。

2 号地及び 5 号地の下層土は大で、土壤緊密のようであり、3 号地及び 4 号地は中庸にして 6 号地の上層は稍々大である。

1 号地の圧結度は深さ 30 cm (A+A') 内外まで 76 % 以下で中庸の堆積状態を示す。B₂' 層は相当密である。

2 号地の火山砂層は 85 % 以上で稍々大であり、その直下の B' 層は 115 % を示し、緊密な盤層状を呈する。

3 号地は 10~35 cm の深さの A' 層が最高で 89 % にすぎず、下層は比較的疎しようにして層断面の観察とよく一致する。

4 号地は (B—C) 層の直下にある B₁' 層が 90 % で最大を示すにすぎず、機械的組成は精細であるが、比較的疎しうである。

5 号地も 4 号地と同様火山砂層の直下 12~45 cm の B₁' 層が 108 % で可成り緊密な堆積状態である。

6号地のA層は機械的組成に於いて火山砂層中微粒分最も多く、圧結度も可成り高い。A'層はその機械的組成中庸であるが圧結度は高い。

(4) 全含水量及び飽水状態

自然状態のものゝ密なものゝについて測定したが、前者は定容採土筒により採取したもので、現地にて秤量した後、速かに実験室に於いて平田式土濕計の容器内に入れ、ガーゼの毛管力を利用して吸水させ、⁽¹⁵⁾後者はIVの3項の密状態の容積重を測定した後同様の操作によつて測定した。なお自然状態の吸水飽和に達するまでの時間を概略測定した。

上記の結果を示すと第7表の通りである。

第7表 全含水量

試験地	層位	深さ cm	密なる状態		自然状態		飽水時間
			細土容積 %	絶乾細土重量 %	細土の占める容積 %	絶乾細土重量 %	
1	A	0~12	78.2	96.6	64.6	122.5	時分 2.10
	A'	14~33	70.6	75.0	62.0	86.8	38
	B ₁ '	33~55	61.2	55.7	55.3	52.9	26
	B ₂ '	55~80	53.5	39.6	52.1	40.1	30
2	A	0~9	54.0	50.4	38.1	48.6	48.00
	B—C	9~15	50.6	59.7	51.3	49.1	6.30
	B'	15~40	54.1	52.5	47.4	40.0	1.30
	G'	40~	67.9	61.0	54.2	45.4	1.31
3	A	0~8	57.5	54.8	56.0	67.8	5.29
	A'	10~35	57.1	55.6	53.0	57.6	36
	B'	35~100	48.5	34.8	39.5	48.7	17
4	B—C	0~13	43.0	38.0	48.1	58.6	71.00
	B ₁ '	13~51	51.8	48.2	41.7	43.2	1.07
	B ₂ '	51~88	51.8	44.7	48.4	51.5	17
5	A	0~3	58.1	53.0			
	B—C	3~12	52.0	49.4	*57.8	*75.8	*28.00
	B ₁ '	12~45	53.2	50.6	44.7	39.3	26
	B ₂ '	45~82	47.9	39.2	47.6	39.4	25
6	A	0~11	58.7	59.1	52.0	54.6	1.35
	A ₁ '	13~25	56.3	50.8	52.1	48.2	24
	A ₂ '	25~48	57.3	52.5			
	B ₁ '	48~76	52.2	42.0			

密状態の含水量は一般に上層が大で、下層ほど小さく、容積重と相反することは一般の場合と同様である。但し2—G'、3—A及び5—A等は容積重比較的大であるのに含水量も大きいことは腐植及び粘土膠質の親水性の大きいことによるものと思われる。

自然状態に於ける含水量と容積重及び圧結度との関係は一層明瞭である。1—A及び1—A'は

保水力極めて大である。2—G' はその上層より大きい値を示すが、圧結度は上層より小さい。3—B' の含水量が小さいのは構造が極めて疎で、大孔隙を有するためと考えられる。5号地の火山砂層に於ける含水量は可成り大きい、下層は甚だ小さい。6号地の含水量は上層のみであるが稍々小さい。

次に自然状態に於ける飽水に要する時間を、第8表によつて検討すると、極めて興味ある傾向を認め得る。A層乃至B—C層の火山砂層に於いて飽水に要する時間の最も短いのは6—Aであり、2—A、4—(B—C)及び5—A及び(B—C)等は28~71時間を要する。一般に飽水速度は土壤の精粗・構造・有機及び無機膠質物の多少・及びその性質並びに当初の含水量等に左右され、或る程度乾燥しているものほど早いのであるが、⁽¹⁵⁾宮崎氏によると土壤菌糸網層及び粉末状腐植のような疎水性の層をもつ上層は乾燥によつて却つて速度は鈍くなり、また完全に飽水しないこともある。本試験地の場合には菌糸網層を火山砂層中に認めないのであるが、2号地・4号地及び5号地に於いては膠質物僅かにして毛管作用活潑を欠き、しかも腐植質は疎水性のため、このように長時間を要するものと思われる。1号地・3号地及び6号地の飽水時間の差異は当初の含水量に支配されると考えられる。下層に於いては2—B'、2—G'及び4—B₁'等が1~1.5時間を要して他より長い。これ等の土層の組織は細かく、堆積も夫々の層断面に於いては最高を示している。

(5) 採取時の含水量

植物生育期間に於ける土壤含水量を測定することは気象の不定なこと、土壤中の水分が絶えず移動すること等から正確を期し難い。本試験に於いては季節的に乾燥程度の中庸な時期を択び、降雨後数日を経過して可及的均等条件の下に採取した。

第8表の結果は土壤層断面の観察結果を端的に示す。

土壤層断面に於ける水分量は含水量の項で既述したように粒子の精粗、腐植質の多寡及びその性質等に支配されるものであるが、なお各層間の組織の相違による影響も大きい。

1号地： A層の全含水量は極めて大きいので、全含水量に対する含水量の比較的小さいことは当然である。下層は細土容積及び全含水量に対する含水量共に上部に大であり、下部に小さい傾向を示すが、その差異は甚だしくない。

2号地： A層の含水量は19(容積%)にして、B—C層は12%以下で甚だ少ない。芝本⁽¹⁴⁾氏によると、微細な粒子から成る層の下に粗大粒子の薄層が存在する場合は其の境界面上に座毛管水が停滞する。当試験地の場合も微粒分3.7%以下のB—C層の上に腐植及び微粒分の含量稍々大きいA層があるので、この層に上座附着水の形成が考えられる。

下層のB'層は全含水量に対して77.8%で過濕の状態を示し、G'層に到つては同じく94.6%にして常時地下水の存在を示しており、Glei層を呈することは既述の通りである。

第 8 表 採取時の土壌含水量

試験地	層位	深さ cm	細土の占める容積に対する %	全含水量に対する %
1	A	0~12	24.1	37.3
	A'	14~33	37.3	60.0
	B ₁ '	33~55	32.9	59.5
	B ₂ '	55~80	30.7	56.3
2	A	0~9	19.1	50.1
	B—C	9~15	11.8	23.0
	B'	15~40	36.9	77.8
	G'	40~	51.3	94.6
3	A	0~8	20.6	37.1
	A'	10~35	37.2	70.2
	B'	35~100	22.5	59.5
4	B—C	0~13	7.4	15.4
	B ₁ '	13~51	18.2	43.6
	B ₂ '	51~88	16.7	34.5
5	A B—C)	0~12	13.5	23.4
	B ₁ '	12~45	26.5	59.3
	B ₂ '	45~82	9.8	20.6
6	A	0~11	34.2	70.9
	A ₁ '	13~25	30.7	59.0

3号地： A層の含水量は20(容積%)で2—Aと大差はない。A'層は可成り多く容水量に対しては70%を越える値を示す。即ちA'層は微砂に富む堆積土で、腐植も可成り含み、下層のB'層は粗大粒子の多い疎しような層であるため、A'層に上座毛管現象を呈するものと考えられる。

4号地： 表層(B—C)の含水量は細土容積に対して7.4%、容水量に対してその15%で極端な乾燥状態にある。下層も甚だ乾燥しているがB₁'層の方がその下層B₂'層より少々含水量大である。下層のB₂'層は微砂に富む堆積土で、これまた極めて乾燥状態にあるといえる。当試験地は落葉層の分解極めて不良で、火山砂層に対して良好な有機物を供給できず、従つて火山砂層を滲透した雨水もB₁'層の緻密な層に遭遇する結果徒らに地表面を流出してしまうものと考えられる。しかも一度旱天が続けば南西に面するため温度高く、水分の蒸発が大いに促進されることは当然で、

春と夏の両期に於ける乾燥の程度は甚しいものと想像される。

5号地： A層の水分含量は可成り多いと思われるが、B—C層の共同採取の結果は可成り低い値を示す。B₁'層の水分は可成り多い。しかしその下層B₂'層の含水量は極めて小さい。

6号地： A及びA'層共に30%(細土容積)以上の含水率を示し、極めて良く水分を保持している。地下水位に近く、水分の供給円滑に行われる位置にあるといえる。但しB'層以下次第に水分過多の傾向にあることはその孔隙量少々小さいことから根系の発達を阻害する恐れがある。

トウヒの水分要求の度合について考察してみると、トウヒの葉面蒸散作用は相当大である。⁽⁷⁾⁽⁹⁾ またDALLIMORE氏等は他の樹種の造林に失敗したような薄い湿つた土地にトウヒを植栽すべきであるといひ、⁽²⁰⁾ H.GROSZ氏は含水量の多い、少なくとも乾燥地でない壤土または砂壤土に適し、⁽²⁶⁾ 現在発達途上の高位泥炭地のような瘠悪乾燥地には適しないといひ、⁽⁷⁾ またK.PHILIPP氏は寒冷地の湿度の高い所に於いて良質の材を生産し、特に気候温和な湿潤地によく繁茂するといひ、⁽¹⁾ A.DENGLER氏は地位V及IV級のトウヒ林は山岳の高位泥炭地とか、土壤の浅い乾燥したconvex状の日照量の大きい山地の中腹に出現すると述べている。なおトウヒの水分要求度の大

きいことを評して“Säufer unter den Bäumen”と称する者もあるという。

要するにトウヒは水分を非常に多く要求する樹種であるといえる。

当試験地に於けるトウヒの生育と含水量との関係を考察すると、1号地に於いては土壤の各層に於ける湿潤度は最適の状態にある。2号地は上層土と下層土に於ける水分の配分状態は極めて不均衡でトウヒの根は落葉層及びA層に多く、B—C層には極めて少なく、その下層B'層は水分多いにも拘わらず、重粘のため圧結度大で、トウヒの細根の伸張を妨げ、G'層には殆んど根系は認められない。結局当試験地は下層の水分豊富であるが、トウヒの根系は比較的含水量少ない上層に於いて生活作用を営まざるを得ない状態にあるといえよう。3号地の土壤層に於ける水分含量は20%以上にして平均して良好であり、特にA'層が湿潤度大であることはトウヒの根系にとつて十分であり、実際にトウヒの根系は下層までよく伸張している。4号地のB—C層の含水量7.4%にて極端な乾燥状態を示し、トウヒの根系は落葉層下部及びB—C層下部とB'層上部に多く認められる。クマイザサの根系も落葉層及びB—C層に多く存在し、トウヒの根系と競合している。クマイザサの根系は地層深くまで伸張せず、しかも地床植物としての被度が大きいため、両者の水分争奪は激烈を極めていものと想像される。下層の水分も甚だ少なく、当試験地に於ける水分不足がトウヒの生育に重大な影響を与えていることが察せられる。5号地の場合も4号地と略々同様のことがいえる。トウヒの根系は腐植層A及びB—C層に多く、クマイザサの根系もまたこの附近に蔓延して、トウヒの水分及び養分吸収を阻害しているものと考えられる。トウヒは土壤の組織膨軟な土地を好むようで、当試験地下層土のB'層のように圧結の大きい土層は根系の発達を抑制すると思われ、トウヒの細根少なく、その下層B₂'層にも細根が認められるが、水分含量10%以下で乾燥状態にある。結局各層を通じて5号地の土壤は或は腐植質の少ない粗大粒子の極端に乾燥した土層であり、或いは湿潤度中庸であつても堆積密であり、或いは堆積が密でないとしても水分に乏しいといつたように、不都合な条件の累積したもので、トウヒの生育に至大な悪影響を及ぼしていると思ふされる。6号地に於けるトウヒの根系は表層のA層附近に多いがまた下層のB₂'層附近まで十分に伸張している。上層のA及びA'層の含水量は最適の状態にしてトウヒの水分要求を完全に充たし得るものと考えられる。

(6) 孔隙量及び最小容気量

供試土の孔隙量及び最小容気量を密な状態及び自然状態に就いて測定した結果を示すと第9表及び第10表の通りである。

第9表によると、火山砂層の孔隙量は何れも可成り大である。1—Aの孔隙は甚だ大であるにも拘わらず其の最小容気量は負を示し、その値も可成り大きい。これは腐植膠質量多く(V.1参照)しかもその膨潤性の大きいことによるものと思われる。2—G'の最小容気量が負であるのは、粘土含量多く、含水量が比較的大きいことから、この層が比較的親水性膠質に富む結果と想像さ

れる。3—B' の孔隙量が小さいのは粗粒分多く容積重大なることによる。4 及び5号地下層土の最小容気量が1号地及び6号地のそれより大きな値を示すのは容積重が前者に小さいことからすれば当然である。

第9表 密なる状態に於ける土壌の
孔隙量及び最小容気量

試験地	層位	深さ cm	孔隙量 最小容気量		
			細土容積 %	細土容積 %	孔隙容積 %
1	A	0~12	67.8	-10.4	-15.3
	A'	14~33	67.3	-3.3	-4.9
	B ₁ '	33~55	62.7	+1.5	+2.4
	B ₂ '	55~80	57.2	+3.7	+6.5
2	A	0~9	59.3	+5.3	+8.9
	B—C	9~15	53.2	+2.6	+4.9
	B'	15~40	61.7	+7.6	+12.3
	G'	40~	59.4	-8.5	-14.3
3	A	0~8	60.1	+2.6	+4.3
	A'	10~35	61.4	+4.3	+7.0
	B'	35~100	49.3	+0.8	+1.6
4	B—C	0~13	52.8	+4.8	+9.1
	B ₁ '	13~51	60.3	+8.5	+14.1
	B ₂ '	51~88	57.0	+5.2	+9.0
5	A	0~3	57.5	-0.6	-1.0
	B—C	3~12	60.6	+8.6	+14.2
	B ₁ '	12~45	63.1	+9.9	+15.7
	B ₂ '	45~82	55.2	+7.3	+13.2
6	A	0~11	61.9	+3.2	+5.2
	A ₁ '	13~25	58.2	+1.9	+3.3
	A ₂ '	25~48	59.5	+2.2	+3.7
	B ₁ '	48~76	55.0	+2.8	+5.1

第10表 自然状態に於ける土壌の
孔隙量及び最小容気量

試験地	層位	深さ cm	孔隙量 最小容気量		
			細土容積 %	細土容積 %	孔隙容積 %
1	A	0~12	78.9	+14.3	+18.1
	A'	14~33	75.2	+13.2	+17.6
	B ₁ '	33~55	64.7	+9.4	+16.6
	B ₂ '	55~80	56.5	+2.0	+3.5
2	A	0~9	64.6	+26.5	+41.0
	B—C	9~15	60.4	+9.1	+15.1
	B'	15~40	55.9	+8.5	+15.3
	G'	40~	56.2	+2.0	+3.6
3	A	0~8	68.5	+12.5	+18.5
	A'	10~35	65.8	+12.8	+19.5
	B'	35~100	67.3	+27.8	+41.3
4	B—C	0~13	69.4	+21.3	+30.7
	B ₁ '	13~51	64.3	+22.6	+35.1
	B ₂ '	51~88	65.4	+17.0	+26.0
5	A B—C)	0~12	71.0	+13.2	+18.6
	B ₁ '	12~45	57.5	+12.8	+22.3
	B ₂ '	45~82	56.0	+8.4	+15.0
6	A	0~11	63.6	+11.6	+18.2
	A ₁ '	13~25	58.9	+6.8	+11.5

自然の土壌に於ける孔隙量は一般に土壌の構造に支配され、土壌粒子の精粗・形状の不齊の程度・団粒化の程度及び緊密度等の相対的關係によつて決定される。植物の生育と孔隙量の關係については孔隙量の大小よりはむしろ個々の孔隙の大小形状が問題であるといふ。⁽⁶⁾⁽²³⁾

第10表から自然状態の孔隙量及び最小容気量を検討すると、一般に火山砂層は粒子が粗大であるにも拘わらず孔隙量が⁽¹¹⁾大である。川村氏によると、形状不齊な火山灰土は最高の孔隙量を示す。当試験地の火山砂は粒子の大きさは大体一定しているが、形状は不齊であるようで、しかも腐植に富むほど孔隙量は大きくなつてゐる。

旧層土の孔隙量は容積重小さいものほど孔隙量大きい傾向を示すのは一般の土壌の場合と同様であるが、3のB'層はその緊密度が小さいために孔隙量が⁽¹¹⁾大になるものと思われる。

然し乍ら一般に各試験地の各層に於ける孔隙量には大差ないものといえる。これに反して最小容気量に於いては著しい相違がみられる。

即ち孔隙量の比較的大である1のA及びA'層及びB'層, 3のA及びA'層, 5—A, 6—A等の最小容気量が比較的小さいのに対して, 2—A, 3—B', 4—(B—C)及びB'層の孔隙量の可成り大きい土壤が最小容気量極めて大きいことである。

含水量の項に於いて後者の火山砂層がその飽水所要時間極めて大であることは既に説明したところである。一度乾燥した場合, 小雨などでは容易に自らの層にも雨水は滲透せず, その下層に水分を供給することも不可能な理であり, 2号地, 4号地, 及び5号地のように孔隙量に於いて大差ないといつても, 最小容気量甚だ大で含水量小さく, 従つて含水量極めて微量な火山砂層にあるトウヒの根系は常に外気に曝される危険がある。従つてこのような層に於いては根の吸収作用は阻害されることになる。

(7) 採取時に於ける土壤實質・水分及び空氣の組成割合

所定の方法⁽⁵⁾により, 採取時に於ける土壤の實質・水分及び空氣の組成割合を算出すると第11表の通りになる。IV・5採取時の含水量の項にて述べたように植物生育期間中の平均を求める事

第11表 採取時に於ける土壤の土壤實質, 水分及び空氣の組成割合

試験地	層位	深 サ cm	土壤容積 100 分中			孔隙容積中 に於ける
			土壤實質	水分	空氣	水分:空氣
1	A	0~12	21.1	24.1	54.8	31 : 69
	A'	14~33	24.8	37.3	37.9	50 : 50
	B ₁ '	33~55	35.3	32.9	31.8	51 : 49
	F ₂ '	55~80	43.5	30.7	25.8	54 : 46
2	A	0~9	35.4	19.1	45.5	30 : 70
	B—C	9~15	39.6	11.8	48.6	20 : 80
	B'	15~40	44.1	36.9	19.0	66 : 34
	G'	40~	43.8	51.3	4.9	91 : 9
3	A	0~8	31.5	20.6	47.9	30 : 70
	A'	10~35	34.2	37.2	28.6	57 : 43
	B'	35~100	32.7	22.5	44.8	33 : 67
4	B—C	0~13	30.6	7.4	62.0	11 : 89
	B ₁ '	13~51	35.7	18.2	46.1	28 : 72
	B ₂ '	51~88	34.6	16.7	48.7	26 : 74
5	A B—C	0~12	29.0	13.5	57.5	19 : 81
	E ₁ '	12~45	42.5	26.5	31.0	46 : 54
	E ₂ '	45~82	44.0	9.8	46.2	18 : 82
6	A	0~11	36.4	34.2	29.4	60 : 40
	A ₁ '	13~25	41.1	30.7	28.2	52 : 48

は困難であるが, 当試験地に於ける林木の生育との関係は十分に認められる。

一般に植物の生活にとり, 孔隙量の大小も重要であるが, 孔隙の内容即ち水分と空氣の量割合がいかになつてい
るかは一層重要である。通例孔隙容積中に於ける水分と空氣との割合は水分⁽¹⁴⁾35~70%が必要とされる。

1号地: A層は土壤實質及び水分の割合少なく, 空氣量極めて大である。A'層~B₂'層までは水分37~30%の範囲にあり, 空氣も水分と略々同量または下層に僅かに少なくなつてい
る。このように1号地の下層土に於ける孔隙の内容は水分と空氣が全く最適の割合にあるといえる。

2号地: A層に於ける水分は稍々

少ないが、B—C層に於ける水分は甚だ少なく、従つて空氣の割合は甚だ大である。然るにその下層B'層の水分は可成り多くなり、その下層G'層になると空氣量は全く少ない。

3号地：A層に於ける土壤・水分及び空氣の割合は略々2号地と同様の値を示す。A'層は水分の割合稍々多く好適な状態を呈する。B'層は構造稍々疎で、含水量稍々少なく、従つて空氣量大になつている。

4号地：表層(B—C)は水分7.4%、空氣62%で極めて乾燥していることを示す。IV・4に於いて述べたように落葉層の分解極めて不良で、B—C層の腐植の混入度合少なく、しかも飽水時間極めて長いため水分の滲透不良であることは推察し得るところである。下層も孔隙量比較的大であるにも拘わらず、容水量小さいため含水量少なく、従つて空氣量多い結果を呈している。

5号地：A層を分離して採取しなかつたので判然としないが、A層については可成り良好な状態にあると思われる。B—C層との混同採取の結果は空氣の割合極めて大きいことが明白であるとはいえ、4号地のB—C層の約倍量の水分割合にあることはA層の影響の大きいことをうかがうに足る。B₁'層は各要素の割合稍々良好であるが、B₂'層は極めて不均衡な状況を呈する。

6号地：土壤の組織は中庸であるが、堆積は稍々密であり、容水量稍々小であるにもかゝらず地下水の供給を受けるに適し土壤実質・水分及び空氣の割合は平衡を保つている。

これを要するに土壤の実質・水分及び空氣の割合に於いても、1号地・3号地及び6号地の優良林に於いては良好な状態を呈し、2号地は上層と下層の水分・空氣の不均衡甚だしく、4号地及び5号地の不良林地に於いては一般に空氣の割合が過大の傾向を示す。

V 土壤の化学的性質

(1) 全有機物・腐植・全窒素及び炭素率

水分及び灼熱損量は常法によつて測定し、全有機物炭素はTURIN氏の滴定法により、全有機物量は全有機炭素に1.724を乗じて算出、アルカリ可溶腐植はL. GRANDEAU⁽⁵⁾⁽²⁹⁾氏の4%アンモニア水浸出法により、全窒素はJ. KJELDAHL氏法を用い、また全有機炭素と全窒素とから炭素率を算出した。これ等の実験結果を示すと、第12表の通りである。なお全有機物量の層断面に於ける分布状態を示すと第7図(I・II)の通りである。

風乾物の水分含量は一般に下層ほど大きい値を示す。

灼熱損量は上層ほど大にして、下層ほど小である。灼熱損量は有機物と化合水の総量を表わすもので、土壤粒子の精粗均しきものは有機物量により、また有機物量均しきもの間では粒子の精粗の割合に支配される。本供試土の灼熱損量もよくこの通則と一致している。

有機物の含量及びその性質が土壤の構造に及ぼす影響の大きいことはいうまでもないが、特に

第 12 表 水分・全有機物・腐植・全窒素及び炭素率

試験地	層位	深サ cm	水分 %	灼熱損量 %	全有機物 炭素 %	全有機物 量 %	アルカリ 可溶腐植量 %	全窒素 %	炭素率
1	A	0~12	5.0	9.824	4.260	7.344	4.347	0.477	8.9
	A'	14~33	6.8	7.612	3.427	5.908	4.195	0.385	8.9
	B ₁ '	33~55	7.4	5.043	0.700	1.207	1.145	0.081	8.6
	B ₂ '	55~80	7.6	3.403	0.330	0.569	0.390	0.040	8.3
	B ₃ '	80~160	7.8	3.177					
2	A	0~9	2.0	4.295	1.882	3.245	2.296	0.132	14.3
	B—C	9~15	0.7	2.130	0.493	0.850	0.730	0.035	14.1
	B'	15~40	5.2	5.798	1.348	2.315	0.454	0.121	11.1
	G'	40~	8.2	4.132	0.583	1.005	0.980	0.079	7.4
3	A	0~8	3.7	5.503	2.236	3.855	1.701	0.234	9.6
	A'	10~35	5.0	4.692	1.546	2.665	1.716	0.193	8.0
	B'	35~100	5.0	3.004	0.763	1.315	0.579	0.090	8.3
4	B—C	0~13	1.4	0.911	0.401	0.691	0.649	0.034	11.8
	P ₁ '	13~51	4.0	4.867	0.994	1.714	0.854	0.101	9.8
	P ₂ '	51~88	4.1	4.189	0.471	0.812	0.797	0.030	5.9
	C'	88~	4.0	3.715					
5	A	0~3	2.8	7.196	2.682	4.743	2.289	0.158	17.0
	B—C	3~12	1.2	2.866	0.741	1.297	1.037	0.062	12.0
	B ₁ '	12~45	2.7	3.801	0.545	0.940	0.784	0.077	7.1
	P ₂ '	45~82	3.2	2.661	0.271	0.467	0.464	0.047	5.8
	C'	82~	3.0						
6	A	0~11	2.1	6.778	2.142	3.693	1.915	0.214	10.0
	A ₁ '	13~25	2.2	5.414	1.672	2.783	2.173	0.182	9.2
	A ₂ '	25~48	3.8	6.044	1.059	1.826	1.767	0.127	8.3
	B ₁ '	48~76	4.6	3.659	0.287	0.495	0.478	0.062	4.6
	B ₂ '	76~97	4.5						

本試験地の場合トウヒの根系の最もよく発達している表層に火山砂層の粗い層が存する関係上、火山砂層に於ける有機物の混和の度合及びその性質の良否は層断面の形態を左右し、従つてトウヒの生育に大きな影響を及ぼすことを推察し得る。以下土壌層断面に於ける全有機物の分布状態及びこれに由来するアルカリ可溶腐植及び全窒素等に就き総括して検討を加える。

1 号地： A 層に於ける全有機物の含量は極めて大である。アルカリ腐植及び全窒素の量も多い。炭素率も低く腐植化はよく進んでいると解される。A 層に於ける無機膠質粘土と有機膠質とは安定化されて火山砂層中に在るため、A 層の構造も粒状になり、堆積、湿潤状態等の理化学性も非常に良好といえる。

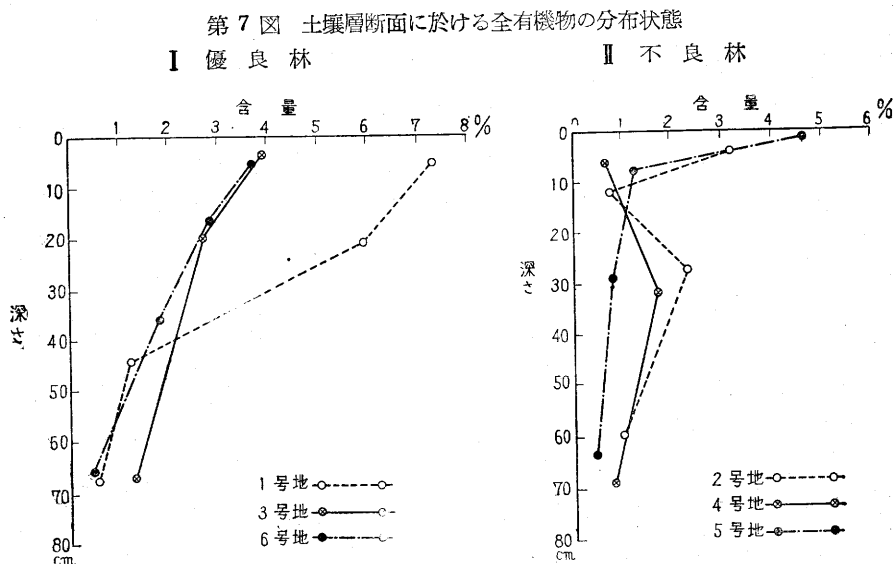
A' 層もなお多量の有機物を含み、理化学性も A 層に劣らず、全窒素量も多い。B₁' 層は有機物の

量著しく減少するが、なお 1% 以上を含む。

2号地： A層に於ける全有機物量案外多いが、全窒素稍々少なく、炭素率稍々大である。B—C層は僅かに 0.5% (Total C) に過ぎず、分解状態は A層同様である。B'層の全有機物等は可成り多いが、埴土であるこの層には不十分であり、堆積密になつている。

3号地： A及びA'層の全有機物量中庸にして N分もまた適度に存し、これ等の層の理化学性もまた良好である。その下層 B'に於いてもなお可成りの有機物・全窒素を含む。

4号地： B—C層の全有機物量・全窒素等甚だ少ない。4号地の落葉層に於ける粗腐植 (Rohhumus) 質の堆積は良好な腐植質の供給を妨げる結果、粘土分の極めて少ないことにより、一層乾燥状態に導くものと考えられる。B₁'層の全有機物量は高々 1.7% 位であり、旧層土に於いても A層の発達を見ないことは火山砂層と同様で、本質的に此の土質が如何に瘠悪化しているかを表明している。



5号地： A層は全有機物及びアルカリ可溶物の含量大であるが、炭素率広く、分解は不十分といえる。然し乍ら含水量及び含水量比較的大きく栄養分も相当含まれ、1—A・3—A等に近似しつつあることは認められる。下層の B—C・B₁'及び B₂'層等は全有機物量に乏しく、従つて全窒素も甚だ少なく、前記 4号土壤と同様不良な状態にある。

6号地： A乃至 A₂'層までの全有機物量は上層より下層に漸減し、順当なる分布模様を呈するものといえる。そして堆積稍々密である外は理化学性一般に良好であり、含水量も最適の状態にある。

(2) 熱塩酸可溶成分

供試土の熱塩酸可溶成分を常法により定量した。結果は第 13 表の通りである。

塩酸可溶分は 1号地の A'層以下に於いて甚だ大である。1号地の機械的組成は粗粒分に富み

第 13 表 熱塩酸可溶成分 (絶乾細土中)

試験地	層位	深サ cm	熱塩酸 可溶分 %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	K ₂ O %	P ₂ O ₅ %	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$
1	A	0~12	24.77	14.75	4.19	2.85	4.25	1.97	0.12	0.13	5.98
	A'	14~33	32.74	18.75	8.54	7.78	4.70	6.16	0.13	0.12	3.71
	B ₁ '	33~55	45.04	22.64	10.00	7.30	4.05	15.17	0.06	0.07	3.83
	B ₂ '	55~80	44.41	21.56	9.84	7.53	4.07	13.10	0.07	0.04	3.70
2	A	0~9	18.14	13.94	3.21	4.12	3.55	0.35	0.12	0.05	7.48
	B—C	9~15	15.41	10.46	2.13	4.77	3.42	0.57	0.07	0.05	8.29
	B'	15~40	22.71	11.68	7.91	6.96	0.41	0.88	0.16	0.03	2.49
	G'	40~	24.27	18.19	9.67	6.99	0.33	0.94	0.13	0.05	3.19
3	A	0~8	16.92	12.07	4.94	5.31	3.41	0.29	0.13	0.11	4.17
	A'	10~35	19.84	10.83	5.81	5.76	1.53	0.76	0.46	0.11	3.15
	B'	35~100	15.44	8.46	6.02	5.17	0.38	0.66	0.46	0.09	2.39
4	B—C	0~13	17.35	13.08	6.28	4.47	3.82	0.28	0.11	0.06	3.52
	B ₁ '	13~51	16.55	10.18	5.15	4.07	0.23	0.99	0.36	0.06	3.38
	B ₂ '	51~88	17.31	8.90	6.56	5.43	0.16	1.14	0.67	0.07	2.31
5	A	0~3	18.48	15.03	5.06	3.98	3.61	0.28	0.08	0.08	5.04
	B—C	3~12	17.61	13.20	2.38	4.90	3.70	0.46	0.09	0.05	9.57
	B ₁ '	12~45	13.55	10.64	6.35	3.50	0.15	0.62	0.41	0.07	2.85
	B ₂ '	45~82	15.62	10.69	5.99	4.45	0.16	0.81	0.69	0.06	3.02
6	A	0~11	21.22	10.32	5.33	4.18	2.88	0.64	0.12	0.14	3.30
	A ₁ '	13~25	20.13	13.13	6.00	3.53	2.25	0.94	0.19	0.09	3.71
	A ₂ '	25~48	21.94	12.50	5.71	5.73	0.82	1.47	0.39	0.07	3.71
	B ₁ '	48~76	16.69	10.64	8.03	4.99	0.35	0.87	0.38	0.04	2.24

粘土分は甚だ少ないにも拘わらず、一般土壌より大きい値を示すのは、その母質物が輝緑凝灰岩または輝緑岩の化学的に脆弱なることに因ると思われる。また一般に火山砂層の塩酸可溶分も粘土分の少ない割合には多い。

2号地乃至6号地の下層土の塩酸可溶分は土壌組織の精粗に比例して増減しているが、砂岩質土壌は稍々少ない。

火山砂層の CaO は 2.88—4.70% にして、甚だ大である。また塩酸可溶 SiO₂ も多い。Fe₂O₃ は Al₂O₃ と略々等量である。MgO は少なく、K₂O・P₂O₅ も少ない。

1号地の下層土に於ける MgO が極端に多い値を示すが、これは塩酸可溶分の溶出量と略々比例している。本地域の凝灰岩は Pyroxenes が鉱物成分の大部分を占め、斜長石類はその結晶構造認められず、そして Proxenes の苦土含量は一般より甚だ多いことによるものと推察される。CaO 量も平均的に多いことは母質物の性質によるものと考えられる。K₂O・P₂O₅ は少ない。砂岩質土壌は SiO₂ が多く、Fe₂O₃ 及び Al₂O₃ 量が少ない。CaO は稍々少なく MgO は下層

ほど多い傾向を示す。但し 3-A' の CaO は 1.5% を越えている。K₂O は下層ほど著量になり、P₂O₅ は一般に少ない。

6号地の沖積土に於いても SiO₂・CaO 多く、其の他の成分は中庸である。

珪礫比は火山砂層に大で 2.9~9.4 を示し、凝灰岩質土壤は 3.8 内外である。また砂岩質土壤は 2.51~3.35 を示し、6号地沖積土は 2.3~3.7 の範囲に在る。

本試験地土壤の珪礫比は細土に対するもので、風化の概略を示すに過ぎないが、概して風化未熟な土壤であるといえよう。そして林木の生育と珪礫比との間には殆んど一定の傾向を示さない。

(3) 弱酸可溶成分及び吸収係数

林木の養分要求度は一般に農作物の場合より大である。稚苗に於いても農作物の数倍に達するものあり、幼令・壯令木の養分要求量は一層多いものと推察する。従つて土壤の可溶性成分の問題も等閑に附すことはできない。本研究に於いてもトウヒの養分要求度を知るため N/5 塩酸可溶 CaO・K₂O 及び P₂O₅ を常法により測定した。これ等の実験結果を示すと第 14 表の通りである。

第 14 表 N/5 HCl 可溶成分 (絶乾細土中)

試験地	層位	深サ cm	CaO %	K ₂ O %	P ₂ O ₅ %
1	A	0~12	0.7502	0.0324	0.0202
	A'	14~33	0.6504	0.0312	0.0066
	B ₁ '	33~55	0.4967	0.0137	0.0025
	B ₂ '	55~80	0.5057	0.0091	0.0016
2	A	0~9	0.1368	0.0098	0.0221
	B-C	9~15	0.1283	0.0104	0.0312
	B'	15~40	0.1022	0.0140	0.0031
	G'	40~	0.1123	0.0134	0.0038
3	A	0~8	0.3225	0.0245	0.0269
	A'	10~35	0.3306	0.0320	0.0080
	B'	35~100	0.2395	0.0089	0.0060
4	B-C	0~13	0.1290	0.0127	0.0364
	B ₁ '	13~51	0.0645	0.0180	0.0082
	B ₂ '	51~88	0.0435	0.0156	0.0029
5	A	0~3	0.2245	0.0094	0.0284
	B-C	3~12	0.1441	0.0065	0.0396
	B ₁ '	12~45	0.1201	0.0165	0.0081
	F ₂ '	45~82	0.1186	0.0201	0.0053
6	A	0~11	0.3966	0.0384	0.0178
	A ₁ '	13~25	0.3611	0.0268	0.0129
	A ₂ '	25~48	0.2675	0.0230	0.0046
	B ₁ '	48~76	0.2194	0.0066	0.0026

弱酸可溶 CaO 量は一般に上層ほど大であるが、熱塩酸可溶 CaO 量に対する溶出割合は新層即ち火山砂層に少なく、最高 1-A の 18% 弱を示すに過ぎない。これに対し旧層の溶出割合は一般に大で、5-B₁'・5-B₂' になると 70% を越える溶出量を示す。

弱酸可溶 K₂O は熱塩酸可溶 K₂O 量の大小に応じて増減するが、熱塩酸可溶 K₂O に対する溶出割合は新層に多く、旧層に少ない傾向を示す。

弱酸可溶 P₂O₅ は明かに新層に多い傾向を示す。即ち火山砂層に於いては Ca 塩として多分に存在していることが推定できる。

次に試験地相互間に於ける栄養分の多少を比較するため、トウヒの根系分布する範囲 (Wurzelschichte) ⁽⁷⁾⁽¹⁹⁾⁽²⁶⁾ に於ける全窒素・弱酸可溶 CaO・K₂O 及び P₂O₅ の平均量を示すと第 15 表の通りである。

郷土に於けるトウヒの養分要求度に就いては、

第 15 表 根系分布層に於ける全窒素及び弱酸可溶成分量

試験地	深サ cm	Total N	CaO soluble in N/5 HCl%	K ₂ O soluble in N/5 HCl%	P ₂ O ₅ soluble in N/5 HCl%
1	0~55	0.314	0.6324	0.0258	0.0098
2	0~40	0.036	0.1220	0.0114	0.0188
3	0~35	0.214	0.3266	0.0283	0.0175
4	0~51	0.068	0.0968	0.0154	0.0223
5	0~45	0.099	0.1621	0.0108	0.0254
6	0~48	0.174	0.3417	0.0294	0.0117

多くの報告がある。⁽¹⁹⁾J. OELKER 氏によると、トウヒはカラマツ・マツ等より石灰に対する要求度が大であるが、モミの半量に過ぎない。⁽⁴⁾ALBERT 氏によると、トウヒは好石灰植物であり、⁽¹⁷⁾J. KÖSTLER 氏はトウヒがマツ・モミ等より石灰に対する要求大であり、一方 K₂O 及び P₂O₅ の要求は比較的少ないと報じている。⁽⁸⁾A. NEMEC 氏がトウヒ林衰退の原因を土壌学的に検討した結果、Ca の欠亡はトウヒにとり致命的であり、優良木の樹幹または葉の石灰分は不良地より遙かに多い。以上の諸説を総合すると、トウヒの石灰要求度は大で、K₂O・P₂O₅ 等の要求度は小さいものである。果してトウヒが石灰を多く要求する性質のものとするならば、本試験地の優良林に於ける CaO 量が明かに不良林地より多いことはトウヒの生育と深い関係にあることを示すものといえる。

第 16 表 N・P 吸収係数

試験地	層位	吸収係数 mg/100 g	
		N	P ₂ O ₅
1	新層	134.9	548.8
	旧層	265.8	657.6
2	新層	60.2	362.8
	旧層	236.2	814.0
3	新層	103.2	437.9
	旧層	184.9	763.7
4	新層	26.0	399.2
	旧層	211.4	447.7
5	新層	85.1	515.7
	旧層	164.0	491.9
6	新層	152.5	386.2
	旧層	212.7	529.0

次に土壤の吸収機構を検するため、常法により N・P 吸収係数を測定した結果は第 16 表の通りである。

新層(火山砂層)に於ける N の吸収力は 1 号地・3 号地及び 6 号地可成り強く、2 号地、5 号地及び 4 号地となるに従い著るしく減ずる。このような差異の原因は恐らく火山砂層に含まれる腐植質及び石灰の量的関係によるのであろう。

P₂O₅ 吸収係数は新層に於いては粘土分少ない割合には大きい値を示し、旧層に於いては略々中庸の値を示す。結局新層に於ける P₂O₅ 吸収機構は腐植膠質の置換容量の大小によるものという可く、旧層の吸収機構は一般土壤と同様膠質体の活性 Al・

Fe または Ca の量的割合に支配せられているといえよう。

(4) 酸 度

風乾供試土の水及び N-KCl 浸出液に就いての pH 値をアンチモン電極により、また置換酸度 μ_1 を常法により測定した結果は第 17 表の通りである。

活性酸の pH 値は全試験地を通じて 6.6~5.3 の間にある。これに対し置換酸度は可成りの差異を示す。即ち置換酸度の pH 値に就いて見ると、1 号地・3 号地及び 6 号地は 5.8~5.1 に

第 17 表 酸 度

試験地	層位	深 さ cm	pH in H ₂ O	pH in N-KCl	置換酸度 y ₁
1	A	0~12	6.5	5.6	0.28
	A'	14~33	6.6	5.4	0.41
	B ₁ '	33~55	6.3	5.2	0.31
	B ₂ '	55~80	6.6	5.3	0.23
2	A	0~9	5.5	4.6	1.29
	B-C	9~15	6.2	5.3	0.25
	B'	15~40	5.5	4.1	14.60
	G'	40~	5.7	4.4	33.17
3	A	0~8	6.4	5.7	0.54
	A'	10~35	6.4	5.5	0.38
	B'	35~100	6.5	5.8	2.97
4	B-C	0~13	6.0	4.7	0.44
	B ₁ '	13~51	5.3	4.1	21.16
	B ₂ '	51~88	5.6	4.1	32.46
5	A	0~3	5.8	4.5	0.45
	B-C	3~12	6.3	5.1	0.57
	B ₁ '	12~45	5.5	4.5	13.78
	B ₂ '	45~82	5.5	4.3	22.42
6	A	0~11	6.5	5.1	0.52
	A ₁ '	13~25	6.5	5.2	0.48
	A ₂ '	25~48	6.0	5.3	0.42
	B ₁ '	48~76	5.9	5.1	3.11

7.77~11.80 m.e. でこれに次ぎ中庸の値を示す。2 号地・4 号地及び 5 号地は 0.74~4.85 で甚だ少ない。

⁽²¹⁾ HISSINK 氏によると、壤土の場合全塩基量 8.4~21.8 m.e. で、2 価のイオンはその 92 % を占め、Ca イオンは 2 価イオンの大半を占める。本邦に於いては 60 % が Ca で占めている例がある。⁽¹¹⁾

これからすると、1 号地の置換量は甚だ多いことになる。そして深さによる変化は殆んど認められない。2 号地は A 層 3.86 m.e. で最も多く、B-C 層 1.22 m.e. で、極めて少ない。下層土も 3.24~3.62 m.e. で可成り少ない。3 号地に於いては A' 層最大で B' 層稍々少ないが平均して中庸の値を示す。4 号地の B-C 層は全供試土中最低で 0.74 m.e. を示すに過ぎない。その下層も B₁' 層が 3.69 m.e. を示し最高である。5 号地の A 層稍々多く 4.85 m.e. を示すが、B-C 層 1.72 m.e. で少ない。その下層も最高 B₁' 層の 3.71 m.e. を示すに過ぎない。6 号地は A₁' 層 7.94 m.e. にして稍々小さい値を示すが下層は余り変化なく、3 号地に略々等しい中庸の値を示す。石灰置換容量は 1 号地が 28.50~42.04 m.e. で石灰吸着量と同様甚だ大き

対し、2 号地では 5.3~4.1 で強く、更に 4 号地及び 5 号地は 5.1~4.1 の間にあつて一層酸性の度合を増す。

滴定酸度 y₁ に就いては 1 号地・3 号地及び 6 号地が 0.23~3.11 で略々中性に近い値を示すのに対し、2 号地・4 号地及び 5 号地の下層は 13.78~33.17 の間にあつて可成り強い酸性を示す。J. B. DILLINGEN 氏によると、トウモロコシの最適 pH は 5.0~6.0 である。本試験地の pH 値はこれに従えば総べて最適の状態にあるといえる。即ち試験地土壌層に及ぼす酸度の影響は潜酸性がその主因と見做せる可きで、活性酸度の直接の影響は認められない。

(5) 置換性石灰及び石灰飽和度

置換性石灰量及び石灰飽和度を GEHRING ⁽²⁾⁽²⁸⁾ 氏の方法により測定した結果は第 18 表及び第 19 表の通りである。

吸着石灰量 (S) は 1 号地最大で 24.94~19.47 m.e. の間にあり、3 号地及び 6 号地

第 18 表 置換性石灰

試験地	層位	深サ cm	吸着石灰量 S(m. e./100 g)	石灰飽和量 T(m. e./100 g)	石灰飽和度 S/T · 100
1	A	0~12	22.85	28.50	80.18
	A'	14~33	22.73	31.61	71.91
	B ₁ '	33~55	19.47	34.23	56.88
	B ₂ '	55~80	24.94	42.04	59.32
	B ₃ '	80~160	20.50	36.98	55.44
2	A	0~9	3.86	11.28	34.22
	B—C	9~15	1.22	7.67	15.91
	B	15~40	3.24	13.60	23.82
	G'	40~	3.67	17.95	20.17
3	A	0~8	9.54	16.46	57.96
	A'	10~35	11.00	21.07	52.21
	B'	35~100	7.77	18.32	42.41
4	B—C	0~13	0.74	5.99	12.35
	B ₁ '	13~51	3.69	18.95	19.47
	B ₂ '	51~88	2.44	14.00	17.43
	C'	88~	1.71	14.22	12.03
5	A	0~3	4.85	13.18	36.80
	B—C	3~12	1.72	8.91	19.30
	B ₁ '	12~45	3.71	14.90	24.90
	B ₂ '	45~82	3.50	14.30	24.66
	C'	82~	2.90	15.53	18.67
6	A	0~11	10.64	18.33	58.05
	A ₁ '	13~25	7.94	19.89	39.76
	A ₂ '	25~48	11.80	21.19	55.69
	B ₁ '	48~76	9.61	22.29	43.11
	B ₂ '	76~97	9.55	22.47	42.50

腐植質の大小と密接な関係を示していることは機械的組成の点からいつて当然である。

VI 考察及び結論

以上により土壌層断面の形態及びその理化学性を個々に検討し来つたのであるが、最後に土壌理化学性の相互関連性及びこれ等諸性質が土壌層断面に及ぼす影響について究明し、トウヒの生育に対して本試験地土壌が如何なる関係にあるかを考察する。

1号地：A層の置換性石灰量及び石灰飽和度大にして土壌膠質イオンは殆んどCaにより占められていると

い。2号地乃至6号地は7.67~22.47 m. e.

の間にある。

石灰飽和度もS及びT同様、新・旧両層を通じて下層ほど小さい。

そして試験地相互の間の差異も判然している。

第19表のS/Tは各層断

面の平均を表わしたものであるが、これによ

ると、優良林分1号地・

3号地及び6号地のS/

Tは48~65%の間にあ

る。これに対し不良林

地のS/Tは15~25%

にして甚だ不飽和の状

態にあることを示す。

置換性石灰と置換酸

度との関係は旧層土に

於いて明瞭に示されて

いる。新層に於いては

第 19 表 S・T 及び飽和度の平均量

試験地	S (m. e./100g)	T (m. e./100g)	S/T %
1	22.10	34.67	64.75
2	2.99	12.63	23.53
3	9.44	18.62	50.86
4	2.15	13.29	15.32
5	3.34	13.36	24.87
6	9.91	20.83	47.82

称してよい。而して A 層に於ける粘土膠質は少量で、有機物量大なることから、Ca-腐植膠質を多量に形成しているといえる。これが為め容積重・圧結度等小さくして粒状構造を呈し、含水量は大で、含水量も比較的多く、従つてトウヒの根系は水分・栄養分に富むこの層に充分発達している。A' 層は腐植質も多いが粘土分も稍々多くなり、吸着石灰量も A 層と大差なく、従つて理化学性も良好である。B₁' 層以下も吸着石灰量大で、凝灰岩質土壤の埴質化を抑制し、含水量等中庸を得ている。このようにして 1 号地土壤層断面の形態は A 層の発達を促し、土壤の肥沃度は甚だ良好といえる。

2 号地： A 層の腐植質は 3—A と略々同量であるに拘わらず置換性石灰は 3—A に較べて甚だ少ない。B—C 層の腐植質僅微で、殆んど純砂質土を呈しているのは落葉層の分解不良なことを証する。下層土は水分過剰な埴土にして置換性石灰少なく、置換酸度大になり、不飽和膠質多く、ために圧結度大になつて盤層状を呈するに至るものと解する。更に水分過多のため空気量に乏しく、従つて微生物の活動を抑制され有機物の腐植化の程度も遅れている。2 号地に於けるトウヒの根系は下層土に少なく落葉層下部及び A 層に多く見られる。このように水分に稍々乏しく養分少ない表層附近に於いて生活作用を営まざるを得ないことは、これ等に対する要求度の甚だ大きい幼令・壯令期に於いては不十分となる可く、2 号地林木が年令 15 年附近より連年成長緩慢になつていることとよく一致する。

3 号地： A 又は A' 層の構造団粒化され、理化学性一般に良好であり N, Ca 等に豊富であることは 1 号地と同様置換性石灰多量で、良好な腐植質の存することによる。B' 層に於いても粘土膠質は塩基を可成り含んでいるものと見られ、理化学性も中庸で、此の層断面の肥沃度を高めている。トウヒの根系は従つて下層まで自由に伸張している。こうした安定した土壤に植栽されたトウヒの生育旺盛であるのは蓋し当然といえる。

4 号地： 最上層 B—C に於ける有機物量僅少なことは落葉堆積物の分解甚だ不良なことによる。従つてこの層は良好な有機膠質 (Ca 腐植膠質) に乏しく、為に吸水状態甚だ不良で、乾燥甚しきに至るものと思われる。旧層に於いても A 層の発達を欠くことは 2 号地と同様にして、第一下層土 B₁' の有機物量及び置換性石灰量僅少である。従つて微砂質埴土である B₁' 層は不飽和度の大きいこと当然であり、保水性に乏しく乾燥甚しきに至る。N 又は Ca 等の栄養分は勿論少ない。

トウヒの吸収根が表層又は落葉層に多いことは 2 号地と同様であるが、笹の根系もまた表層附近に多く蔓延して競合状態にある。この事はトウヒにとつて水分及び養分の不足を一層甚しくするものといえる。而して自然界に於ける C の循環はこのような不良堆積物の上に更に石灰等より少ない新鮮有機物を投下するため一層有機物の良好な分解を妨げる結果を招来する。このようにして不良林地の土壤は加速度的に瘠薄化されるに至る。

5号地：A層の石灰吸着量は3-A又は6-A等の半量に過ぎない。然るにその有機物含量は3-A又は6-Aを凌駕している。この事は5-Aの有機質の性質の不良なことを実証するものといえる。然し乍らA層の分化が、僅少とはいえ行われ始めていることは、4号地土壤今後の取扱に対し暗示を与えるものといえる。

6号地：A₁'層の置換性石灰量少々小さい外は下層に至るまで大差なく中庸の値を示し、その理化学的諸性質も中庸で、こうした土壤層の上に立つトウヒの生育もまた良好なのは多言を要しない。

A. NEMEC⁽³⁾氏によるとトウヒ不良林地の置換性石灰量は少ない。また川島⁽¹⁰⁾氏も置換性石灰と林木の生育には密接な関係があるとしている。

本試験地に於いては、全有機物の土壤層断面に於ける分布状態また其の性質と置換性石灰とは相関連して層断面の形態、従つて土壤の肥沃度を左右する因子となつている。

而してトウヒの生育は土壤層断面の形態の良否と密接な関係にあることを認めた。特に表層に於ける全有機物量・全窒素量・弱酸可溶石灰量・含水量の大小及び置換性石灰量または石灰飽和度の大小はトウヒの生育と密接な関係を有する。

(昭和26年6月 東京大学北海道演習林にて)

VII 文 献

- (1) A. DENGLER: Waldbau 303-306, 1930
- (2) A. GEHRING: Zeitschr. für Pflanz. u. Bodenk. A. 8. 321, 1926
- (3) A. NEMEC: Forstwiss. Centralbl. 62 105-113, 1940
- (4) ALBERT: Zeitschr. für Forst- u. Jagdwesen 66, 449-462, 1934
- (5) 大政・芝本: 森林土壤調査法 1934
- (6) 大杉繁: 一般土壤学 391, 1942
- (7) K. PHILIPP: Der rationalisierte Waldbau, 1932
- (8) 加藤善忠: 卒業論文 昭和8年
- (9) 川口武雄: 森林気象学 昭和22年
- (10) 川島緑郎: 日. 土. 肥 15-9, 523-524; 同 16-2, 53; 同 16-7, 300; 同 16-10, 398; 同 16-11, 454-457; 同 17-6, 232
- (11) 川村一水: 農林土壤学 133, 1948
- (12) 佐藤義夫: 北海道造林上の一考察 2, 1950
- (13) G. HEGI: Illustr. Flora von Mittel-Europa 1 84-87, 1906
- (14) 芝本武夫: 森林土壤学 昭和24年
- (15) 芝本・宮崎・土居: 森林土壤調査報告 昭和12年

- (16) 施尾・永山：北海道に於ける火山灰に関する調査，日・土・肥・北海道支部講演会 1950
- (17) J. KÖSTLER : Waldbau 62-63, 1950
- (18) J. B. DILLINGEN : Ernährung des Waldes, 1933
- (19) J. OELKER : Waldbau 1 (Standortsfactoren) 21, 1930
- (20) DALLIMORE & JACKSON : Handbook of coniferae 324, 1931
- (21) D. T. HISSINK : Soil Sci. 15 269-276, 1923
- (22) 中村賢太郎：育林学原論 昭和12年
- (23) 三井進午訳：The nature and properties of soils by T. L. LYON & H. O. BUCKMAN 52-53, 1950
- (24) 宮崎榊：四国森林植生と土壌形態との関係に就いて 1942
- (25) 山谷孝一：日・林・誌 31 255, 1950
- (26) H. GROSZ : Die Fichte in Ostpreuszen ; Zeitschr. für Forst-u. Jagdwesen 66, 421-436, 1934
- (27) A. REHDER : Manual of cultivated trees and shrubs 43, 1927
- (28) R. WILLIAMS : Jour. Agri. Sci. 18, 439-445, 1928
- (29) S. A. WAKSMAN : Soil sci. 22, 221-232, 1926
- (30) E. H. WAPPES : Wald u. Holz 313-314, 1930

Résumé

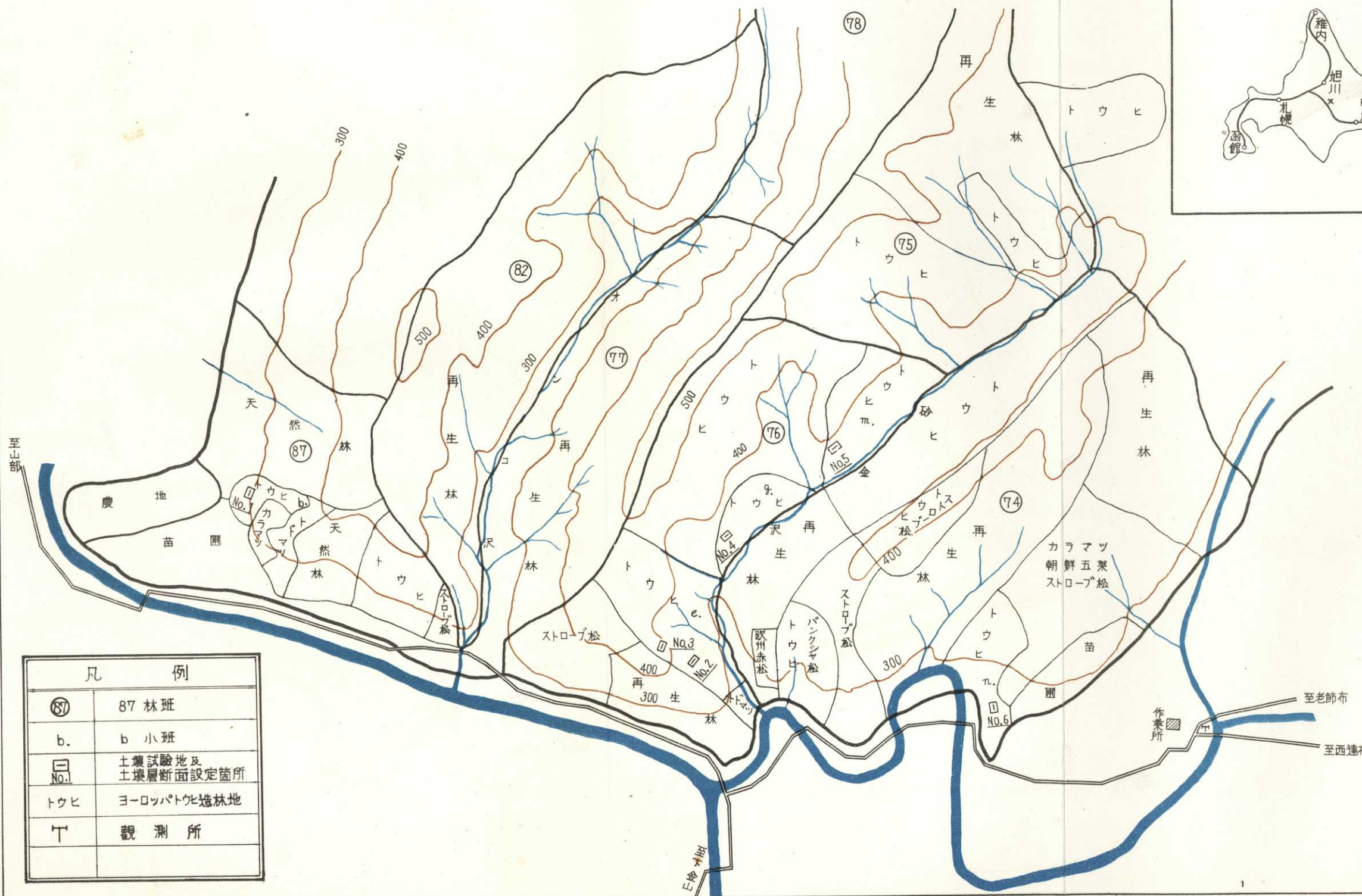
An edaphological study has been made on norway spruce (*Picea excelsa* LINK) plantations in Tokyo University Forest, Hokkaido.

Physical or chemical properties of soil profiles in sample plots were observed.

According to the results obtained, it appeared that the distribution of total organic matter and its nature, and amounts of exchangeable Ca had important effects upon the condition of soil profiles, and fertility of stands, especially the distribution of organic matter in upper layer, amounts of exchangeable Ca or degree of Ca saturation, and moisture at sampled time brought a marked influence on the growth of norway spruce.

土壤試驗地略圖 縮尺 $\frac{1}{2,000}$

東大北海道演習林(×印)位置



凡 例	
87	87 林班
b.	b 小班
No. 1	土壤試驗地及土壤層断面設定箇所
トウヒ	ヨーロッパトウヒ造林地
〒	観測所



1 号地



4 号地



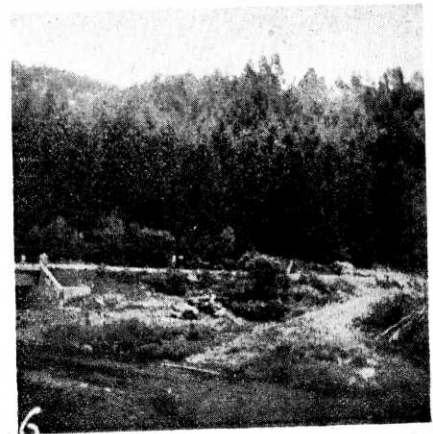
2 号地



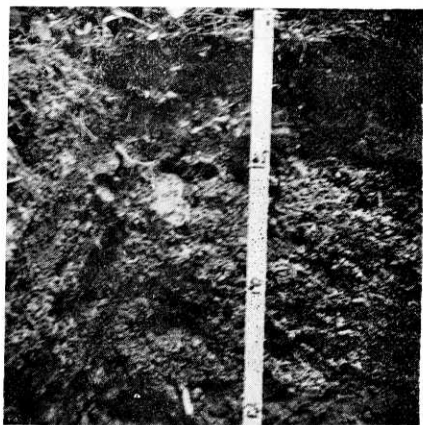
5 号地



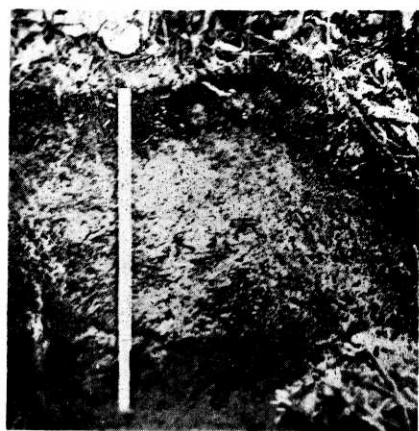
3 号地



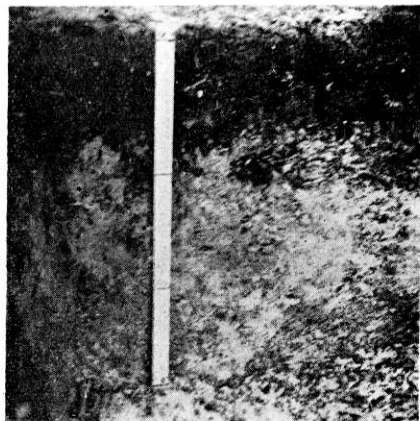
6 号地



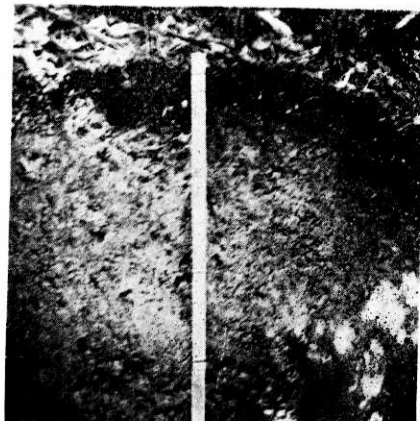
1 号地



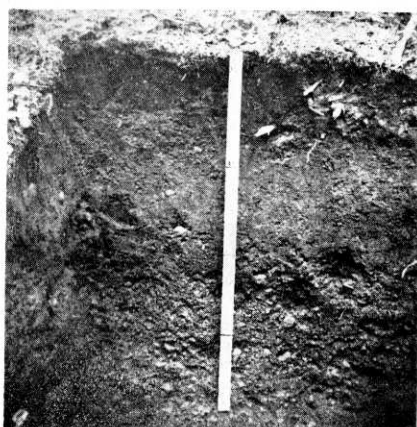
4 号地



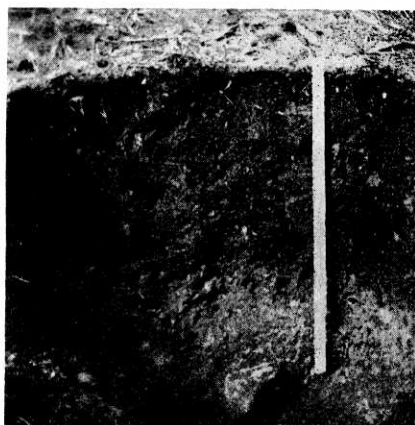
2 号地



5 号地



3 号地



6 号地