

林野土壤調査報告

第 10 号

昭和 34 年 2 月

FOREST SOILS OF JAPAN

REPORT 10

February 1959

GOVERNMENT FOREST EXPERIMENT STATION

Meguro, Tokyo, Japan

農林省林業試験場

東京・目黒

森林土壌の化学的性質および 腐植の形態に関する研究

河 田 弘¹⁾

目 次

	頁
第1章 ま え が き.....	2
第2章 実験および野外調査方法.....	3
第1節 土壌の化学的性質.....	3
第2節 腐植の形態.....	4
第3節 野 外 調 査.....	5
第3章 褐色森林土壌群の土壌型と化学的性質および腐植の形態との関係.....	5
第1節 藤 尾 土 壌.....	6
第2節 岩瀬土壌(I).....	12
第3節 仁 飼 土 壌.....	19
第4節 Be 型 土 壌.....	26
第5節 考 察.....	33
第4章 乾性ポドゾルおよび適潤性ポドゾルの土壌型と化学的性質および腐植の形態との関係.....	42
第1節 乾性ポドゾル.....	43
第2節 適潤性ポドゾル.....	49
第3節 考 察.....	55
第5章 黒色土壌群の土壌型と化学的性質および腐植の形態との関係.....	57
第1節 落 合 土 壌.....	58
第2節 浅 間 土 壌.....	65
第3節 安 楽 城 土 壌.....	72
第4節 岩瀬土壌(II).....	76
第5節 考 察.....	78
第6章 考察—各土壌群および各土壌型の特徴と区分.....	80
第1節 環境因子の化学的性質および腐植の形態におよぼす影響.....	81
第2節 腐植の形態の相違にもとづく各土壌相互の区分.....	84
第3節 褐色森林土壌群の各土壌型の特徴と区分.....	84
第4節 乾性および適潤性ポドゾルの特徴と区分.....	88
第5節 黒色土壌群の特徴と区分.....	89
第6節 主要林木の成長と土壌型との関係.....	90
第7節 ま と め.....	92
第7章 総 括.....	92
引 用 文 献.....	93

(1) 木曽分場土壌研究室長・農学博士
本研究は著者の木場土壌調査部在職中に行われた。

第 1 章 ま え が き

わが国の森林資源は第 2 次大戦中およびその後の伐採面積の急激な増大のために急速に減少の方向をたどりつつある。これに対する当然の対策として、林地生産力の強化が要望されているが、その目的に沿って森林土壌の面では土壌調査が全国的に広く行われている。土壌調査の成果にもとづいて集約的な林業経営を実施するためには、森林土壌の分類体系の確立と各土壌型の理化学的性質の詳細な究明がきわめて重要な課題である。

現在森林土壌調査で用いられている分類体系は、大政⁷⁾のブナ林地帯の土壌の研究にもとづいて確立されたものである。すなわち、同氏の研究は気候、地形および地形に左右される微気候の影響による土壌の湿度状態の相違にもとづいて、MARBUT の Local environment groups に相当する各土壌型に形態的に分類されたものである。

自然土壌である森林土壌の諸性質は、その生成に関与した環境諸因子の影響を明らかに反映するものといえる。したがって、個々の環境諸因子が森林土壌の諸性質にあたえる影響を解明することによつて、各土壌型の生成過程の相違とそれによつてもたらされる形態的な特徴との関係を明らかにすることは、森林土壌の分類体系の進歩と各土壌型の諸性質の本質的な面のはあくをもたらし、それによつてさらに高度の土地利用もはじめて可能となる。

土壌の生成に関与する因子として、母材、気候、生物、年代および地形が大きな影響をおよぼすことは DOKUCHAJEV によつて唱えられ、JENNY²⁵⁾、JOFFE²⁷⁾、LAATSCH⁶⁵⁾、その他によつて広く認められている。これらの各因子の土壌生成におよぼす影響の強さの相違によつて、土壌の生成作用はおのずから異なつた形式をとる。著者はわが国の森林土壌の生成に関与する環境因子中、山岳地の傾斜面における土壌であることをその特質として重視した。斜面地形における土壌中の物質の移動および土壌微生物による化学的な諸変化は、平坦地における土壌とはおのずから異なるはずである。斜面土壌においては斜面に沿つて生ずる水の流動によつて土壌中の物質の移動が行われ、それによつて土壌の化学的性質に相違を生ずることが考えられる。またこのような水の流動は土壌の水分環境に著しい相違を生じ、それが土壌微生物の落葉および土壌有機物の分解活動に影響をおよぼすことによつて、土壌の化学的性質および腐植の形態に相違をもたらしうことが考えられる。

今までの斜面地形の土壌におよぼす影響についての研究は、主として Sheet erosion の見地から土壌の深さについて、NORTON および SMITH⁷²⁾、ELLIS および SHAFER¹¹⁾、山田¹⁰⁵⁾によつて行われているにすぎない。また斜面地形における物質の移動については、POLYNOV⁷⁹⁾の大地形を対象とした物質の大循環についての説があるが、小地形を対象とした場合は伊藤および山根²²⁾の原野土壌についての研究があるにすぎない。

土壌の腐植の形態については、諸外国では主として Great soil groups について研究が行われ、SPRINGER^{87)~89)}、SIMON⁸⁶⁾、HOCK¹⁷⁾¹⁸⁾らのドイツ学派は腐植化過程の相違による腐植の区分および腐植の色調の変化について研究し、各土壌型 (Great soil groups) の腐植の形態の相違を明らかにした。TIURIN⁹⁵⁾⁹⁶⁾、BELCHIKOVA⁶⁾らのソ連学派は各土壌型 (Great soil groups) の腐植の組成および理化学的性質の変化について検討した。わが国においては、弘法⁶¹⁾は開墾畑における土壌の熟成に伴う腐植の形態の変化を、熊田^{54)~56)}は腐植化過程における腐植の理化学的性質の変化を、林¹⁰⁾¹⁵⁾、小坂⁹³⁾は各

土壌型の腐植の形態の相違を明らかにした。

今までに森林土壌の化学的性質および腐植の形態についての研究は比較的少ない。化学的性質については、主要樹種を対象として芝本³³⁾³⁴⁾、川島^{32)~35)}ら、その他の研究が行われており、また土壌型 (森林土壌調査における) との関連性については大政⁷⁾、山谷¹⁰⁰⁾、茨木ら²¹⁾、真下および久保⁴⁵⁾、著者および鷹見³⁵⁾、その他の報告がある。腐植の形態については、山谷¹⁰⁵⁾、著者および鷹見³⁵⁾³⁶⁾の報告があるにすぎない。

わが国の森林土壌における各土壌型の化学的性質および腐植の形態を明らかにすること、および環境諸因子が土壌のこれらの諸性質におよぼす影響を明らかにすることは、各土壌型相互の関係およびその生成条件を明らかにするためにも、また各土壌型における造林、保育、適応樹種についての問題を検討するためにも重要なことと思われる。さらにまた現在森林土壌調査において得られつつある主要樹種の成長および更新と土壌型との関係、および上記の諸氏の土壌の化学的性質と主要樹種の成長との関係についての結果は、これらの点を解明することによつてはじめて統一的な解釈が可能となると考えられる。

したがって、これらの点についての研究は、現在における森林土壌の重要な課題であるとともに、今後の林業の発展に資する点がきわめて大きいと思われる。

わが国の山岳地の斜面地形に出現する土壌型としては、大政の分類⁷⁾による褐色森林土壌群およびポドゾル土壌群に属する乾性ポドゾル、およびその後国有林土壌調査¹¹⁾において区分された黒色土壌群が主なものである。この研究はわが国の森林土壌中面積的にもまた林業上の価値からも最も重要な地位を占める褐色森林土壌群を主な対象とし、あわせて乾性ポドゾルおよび黒色土壌群について検討を行った。また黒色土壌群については、その造林上の取扱いが重要な未解決の課題となつていいるが、現在いまだ黒色土壌群の分類体系は確立されていない。黒色土壌群については現在その成因が明らかにされていないためにその生成論的な分類を行うことは困難であるが、化学的性質および腐植の形態にもとづいて暫定的な分類を行い、あわせて林木の成長との関係を検討することにした。

本研究を行うに当り終始御懇篤な御指導を賜つた東大教授大政正隆博士、腐植に関して御指導を賜つた東大教授弘法健三博士、全般について有益な助言を賜つた東大教授芝本武夫博士に心からの感謝の意を表す。また御鞭撻を賜つた林業試験場元土壌調査部長林行五技官ならびに現部長宮崎博博士、実験に関して多大の御援助をいただいた鷹見守兄技官に厚く御礼申し上げる。

第 2 章 実験および野外調査方法

第 1 節 土壌の化学的性質

- 1) 全炭素: TIURIN 法 (改良法)⁹⁵⁾ を用いた。
- 2) 全窒素: KJELDAHL 法を用いた。
- 3) 置換酸度: 大工原法を用いた。
- 4) 加水酸度: N 醋酸 Ca 溶液を用いる KAPPEN 法を用いた。
- 5) pH (H₂O): ガラス電極を用い、A₀ 層は 5 倍、その他は 2.5 倍量の蒸留水 (CO₂ を含まない) を加えて 1 時間振盪した懸濁液について測定した。
- 6) 塩基置換容量: 試料 10 g を用い PEECH⁷⁸⁾ 法 (NaCl 溶液で浸出する方法) を用いた。

7) 置換性 Ca, Mg および Mn: 6) の N-醋酸アンモニウム浸出液を蒸発乾固し、王水または H_2O_2 (HCl 酸性) で有機物を破壊し、1:1 HCl 溶液少量を用いて残渣を溶解、濾過した後、1:3 NH_4OH を用いて R_2O_3 を除き、Ca および Mg は Versinate⁽¹⁾⁽³⁾⁽²⁴⁾⁽²⁵⁾ 法を用い、Mn は KIO_4 法⁽²⁶⁾を用いて定量した。また Mn を定量しない場合は上記の 1:1 HCl 溶液の濾液を 1:3 NH_4OH で中和し、 $(NH_4)_2S$ 溶液を用いて R_2O_3 および Mn を除いた後、同様に Versinate 法で Ca および Mg を定量した。

第2節 腐植の形態

腐植の形態は次の方法を用いた。

1) 酸可溶腐植

試料は炭素約 300 mg を含むように 1~5 g (炭素含有率の小さい試料は 5 g で炭素 300 mg に達しなかつたが、秤取量は 5 g を限度とした) を 200 cc 三角コルベンにとり、5% H_2SO_4 100 cc を加え、75~80°C の湯煎中で 30 分加熱した。これを濾過し温水で洗滌し、濾液および洗滌液を合わせて 250 cc とし、その 20 cc について 0.5 N $K_2Cr_2O_7-H_2SO_4$ 混合液^(*)を用いて Tiurin 法 (改良法)⁽²⁷⁾ で炭素を定量した。

この操作は後述の HCl 前処理によつて除去される腐植を定量する目的で、HCl の代りに同濃度の H_2SO_4 を用いたものである。

2) 稀アルカリ可溶腐植

酸可溶腐植と同量の試料を 200 cc 三角コルベンにとり、0.5% NaOH 溶液 100 cc を加え沸騰湯煎中で凝縮管をつけて 1 時間加熱した。コルベンの内容物を蒸留水を用いて 250 cc メスコルベンに移し 1 夜放置した。翌日遠心分離 (5000 回転, 20 分) して透明な浸出液を得た。浸出液に 1:100 の割合で conc. H_2SO_4 を加えて腐植酸 (沈澱部) を沈澱せしめ遠心分離してフルボ酸溶液を得た。稀アルカリ可溶部は次の方法でその組成、および浸出部および沈澱部 (腐植酸) の光学的性質の検討を行った。

A) 近似的組成

浸出部およびフルボ酸溶液は各 20 cc をとり、酸可溶腐植と同様に Tiurin 法 (改良法) によつて炭素を定量し、両者の差から沈澱部の炭素含有量を求めた。

B) 光学的性質

沈澱部は 0.1% H_2SO_4 を加えて攪拌後遠心分離して上澄液を除き、このような操作を上澄液が無色になるまで行つた。精製した沈澱部は 0.2% NaOH 溶液を加え加熱して溶解せしめた。腐植浸出部および沈澱部溶液は 0.2% NaOH 溶液を用いて適宜稀釈後、日立製作所 EPO-B 型光電光度計を用いて Filter No. 61 (主波長 600~615 mμ) および No. 47 (主波長 455~475 mμ) における消光係数 (液相 10 mm) を測定した。

3) 酸処理後稀アルカリ可溶腐植

酸可溶腐植と同量の試料を 200 cc 三角コルベンにとり、5% HCl 100 cc を加えて 75~80°C の湯煎中で 30 分加熱した。これを遠心分離して上澄液を除き、沈澱に熱水を加えてかくはん後遠心分離し、このような操作を上澄液の Cl 反応が消失するまで行つた。洗滌の際に粘土の分散をさけるために毎回

Na_2SO_4 飽和溶液を少量添加した。Cl 反応の消失後沈澱部の残渣は 0.5% NaOH 溶液 100 cc を用いて 200 cc 三角コルベンに移し、2) と同様に腐植を加熱浸出し、コルベンの内容物を 50 cc の Na_2SO_4 飽和溶液および蒸留水を用いて 250 cc のメスコルベンに移し、以下 2) と同様に、その組成、浸出部および沈澱部の光学的性質を検討した。

4) 結果の表示方法

A) 腐植の近似的組成

前述の 1), 2) および 3) における各 fraction の炭素は、いずれも原土壌の炭素含有量に対する percentage で表示した。

また各 fraction の相対的な量的関係を求めるために次のものを算出した。

i) 沈澱部の炭素含有率比 (酸処理/無処理)

ii) 酸処理後稀アルカリ可溶腐植の沈澱部/フルボ酸の炭素含有率比

B) 腐植の光学的性質

i) 浸出部および沈澱部の原土壌当りの消光係数比 (酸処理/無処理) を Filter No. 61 および No. 47 について求めた。

ii) 浸出部および沈澱部の無処理および酸処理後の Filter No. 61 および 47 の消光係数をそれぞれ炭素 100 mg/L (液相 10 mm) に換算して示した。

iii) 浸出部および沈澱部の無処理および酸処理後の色度比 [消光係数比 (Filter No. 47/No. 61)] を求めた。

第3節 野 外 調 査

野外における断面形態、植生の調査方法は国有林野土壌調査方法書⁽²⁸⁾にしたがつた。

第3章 褐色森林土壌群の土壌型と化学的性質および腐植の形態との関係

著者は従来人工更新の主な対象とされてきたブナ帯下部以下の地域を対象として、褐色森林土壌群の各土壌型の化学的性質および腐植の形態について検討を行つた。またその際斜面地形以外の土壌生成に関与する諸因子、すなわち母材、主林木、海拔高の相違にもとづく気候的な因子等の影響をさけるために、各団地ごとに近接地域一同じ山腹斜面または海拔高の差の少ない近接した場所において、母材料および主林木の同じ林地を対象として各団地ごとにとりまとめを行うことにした。

また Bc 型土壌は、大政⁽²⁹⁾によれば地表面からの乾燥よりもむしろ樹冠上を吹きわたる風の影響によつて、樹体を通じての乾燥が強い場合に生成されるであろうと推定されている。したがつて Bc 型土壌は褐色森林土壌群の他の土壌型とは、その生成に関与する因子の影響が異なるであろうと推定されるので別個に取り扱うことにした。

以下に述べる各土壌型の分類は、大政によつて創始され、現在森林土壌調査において用いられている基準⁽³⁰⁾にしたがつた。

なお、基準となる土壌型の中間の形態を示すものについては、その特徴をより正確に表現するため、便宜上次の記号であらわした。

*1 試料中の炭素含有量の少ない場合は $K_2Cr_2O_7$ および硫酸第 1 鉄アンモニウム溶液をそれぞれ 0.25 N および 0.1 N まで稀釈して用いた。

B_D-(E) 型土壌:—B_D 型土壌と B_E 型土壌の中間的特徴をもっている土壌であるが, B_D 型土壌に近いことを意味する。国有林野土壌調査方法書の B_D(w) 型土壌 (B_D 型土壌の湿性の亜型) に相当する。

B_D-(E) 型土壌:—B_D 型土壌と B_E 型土壌の中間型で B_E 型土壌に近い土壌である。国有林野土壌調査方法書の B_E(d) 型土壌 (B_E 型土壌の乾性の亜型) に相当する。前記 B_D-(E) 型と対比するためこの記号を用いた。

B_E-(F) 型土壌:—前同様 B_E 型と B_F 型土壌の中間型土壌であつて B_F 型土壌にちかいものである。

P_M 型土壌:—この土壌については後で詳述するが, 詳細はなお今後の研究にまかたい。一応ここでは, 種々の特徴や出現する位置から考えて, 標識的な P_D 型土壌とはちがひ, B_D 型土壌の亜高山型に該当すると思われるポドゾル化土壌を区別するためにこの記号を用いた。

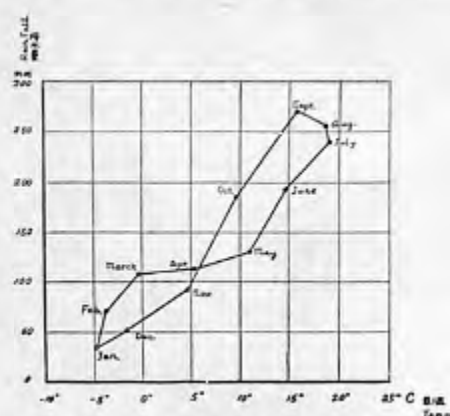
第 1 節 東京都水源林落葉広葉樹林土壌 (藤尾土壌)

1) 試料採取地

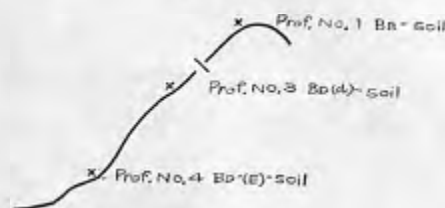
この土壌は山梨県東山梨郡神金村落合に位置し, 東京都水源林 37 林班に属する藤尾山の南東斜面における天然生の落葉広葉樹林で採取した。以下この土壌を藤尾土壌と称する。

供試した土壌型は

Prof. No. 1 B_B 型土壌 (乾性褐色森林土, 緩斜地型)



第 1 図 落合における温雨図
Fig. 1 Monthly variations of temperature and rainfall at Ochiai



第 2 図 藤尾土壌の出現地形 (模式図)
Fig. 2 Relief of Fujio Soil (schematic presentation)

Prof. No. 3 B_D(d) 型土壌 (乾性の形態を示す適潤性褐色森林土)

Prof. No. 4 B_D-(E) 型土壌 (適潤性および弱湿性褐色森林土の中間型)

である。

この地域の気候は付近の落合 (海拔高 960 m) の観測値 (大正 3 年~昭和 28 年) によれば,

気温……年平均 7.4°C

年降水量……1,745 mm

年平均湿度……80%

である⁹⁾。したがって雨量係数 235, NS 係数 1,130 となる。また月別の気温および降水量の関係は, 第 1 図の温雨図に示すように表日本型の気候である。

2) 母材, 地形

母材は小仏層に対比される中世層砂岩である¹⁰⁾。

地形は第 2 図に示すように, 山頂につづく山腹斜面の近接した場所に位置し, B_B 型土壌は尾根に, B_D(d) 型土壌は山腹斜面上部に, B_D-(E) 型土壌は山腹斜面下部の沢に近いやや凹斜面に位置する。また B_D-(E) 型土壌は B_D(d) 型土壌の下部斜面に出現する。

海拔高, 方位, 傾斜は第 1 表に示すごとくである。

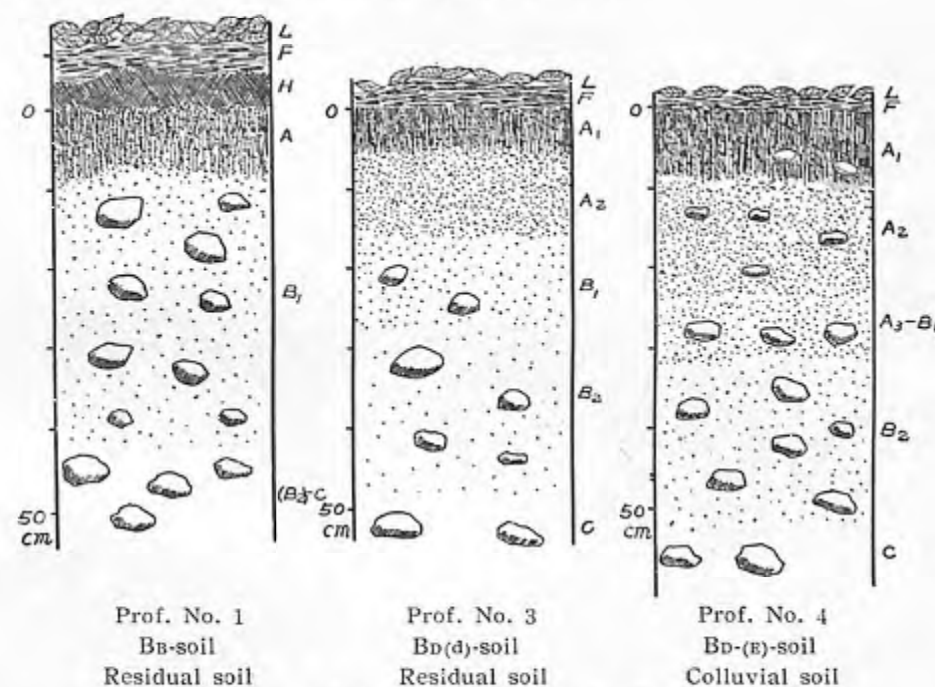
第 1 表 藤尾土壌の立地条件

Table 1. Site conditions of Fujio Soil
[Parent material: sandstone, mesozoic]

断面番号 Profile No.	土 壌 型 Type of soil	海 抜 高 (m) Height above sea level	方 位 Direction	傾 斜 Inclination
1	B _B	1200	N 70° E	22°
3	B _D (d)	1200	N 70° E	17°
4	B _D -(E)	1150	N 65° E	35°

3) 断面形態

各土壌型の断面形態は第 3 図および第 2 表に示すごとくである。



第 3 図 藤尾土壌の断面図 (模式図)
Fig. 3 Profiles of Fujio Soil (schematic presentation)

A₁ 層の形態は, B_B 型土壌では A₁ 層が厚く H 層の形成が見られるが, B_D(d) 型土壌, B_D-(E) 型土壌の順に A₁ 層はしだいに薄層となり, また H 層の形成は見られない。B_B 型土壌の H 層は粒状ないし粉状を呈し, HEIBERG および CHANDLER¹⁴⁾ の Granular mor に相当する形態を示す。これらの点は乾性土壌から適潤性土壌に推移するにしたがつて, 落葉の分解が良好となることを示している。

鉱質土層においては次のごとくである。B_B 型土壌では A 層は薄く, A および B 層の境界は判然として, 腐植の下層への浸透が少ないことを示している。また A および B 層における Nutty および Granular structure の発達には乾性の水分環境にあることを示している。B_D(d) 型土壌では A 層は厚く, B_D 型土壌と類似した断面の外観を示すが, A₁ 層では Crumb structure とともに Granular structure, A₂ 層では Granular structure, B₁ 層では Blocky structure が発達している点は, typical な B_D 型

第 2 表 断面形態 (藤尾土壌)
Table 2. Description of profile (Fujio Soil)

断面 番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	層 位 Horizon	厚 さ Thick- ness (cm)	色 Color	推移状態 Definition of bound- ary	土性 Tex- ture	構 造 Struc- ture	堅密度 Com- pact- ness	石 礫 Stones (size, quan- tity)	根系 Root	外生菌根 Ectotro- phic mycor- rhiza
1	Bb	A ₀	L: 2~3 cm, F: 2~4 cm, H: 3~5 cm, purplish brown, granular								
		A	7~10	grayish brown	C	L	N, Gr	3	stoneless	4	+
		B	30~35	light brown		L	N, Gr	3	large, (a)	2	+
3	Bd(d)	A ₀	L: 1 cm, F: 2~4 cm								
		A ₁	5~6	dark brown	C	L	Gr, Cr	2	stoneless	4	-
		A ₂	10	(dark) brown		L	Gr	3	stoneless	2	-
		B ₁	8~12	grayish brown	C	L	Bl	3	medium, (f)	1	-
		B ₂	20+	light brown	G	L	M	3	large and medium, (o)	+	-
4	Bd-(E)	A ₀	L: +~0.5 cm, F: 2 cm								
		A ₁	8~10	dark brown	G	L	Cr	1	small, (o)	4~3	-
		A ₂	12~15	dark brown		L	Cr	2~3	small, (f)	2	-
		A ₃ -(B)	8~10	grayish brown	G	L	M	3	large, (a)	1	-
		B	20~23	grayish yellow	G	L	M	3	large, (a)	+	-

Remarks:

Type of soil. (土壌型)

Bb: Dry brown forest soil (Gentle slope type). (乾性褐色森林土, 緩斜地型)

Bd(d): Bd soil that has well developed granular or nutty structure in A horizon (乾性の形態を示す適潤性褐色森林土)

Bd: Moderately moist brown forest soil. (適潤性褐色森林土)

Bd-(E): Intermediate type between Bd and Be soil (Bd および Be 型土壌の中間型)

Be: Slightly wetted brown forest soil. (弱湿性褐色森林土)

Definition of boundary. (推移状態)

S: Sharply defined (明) C: Clearly defined (判) G: Gradually merging (漸)

Texture (土性)

CL: Clay loam (埴壌土) L: Loam (壤土) SiL: Silt loam (微砂質壤土)

SL: Sandy loam (砂壤土) S: Sand (砂土) G: Gravel (石礫土)

Structure (構造)

Loose Gr: Loose granular structure (細粒状構造) Gr: Granular structure (粒

状構造) N: Nutty structure (堅果状構造) Bl: Blocky structure (塊状構造)

Cr: Crumb structure (団粒状構造) M: Massive (カベ状)

Compactness (堅密度)

1: Soil aggregates bound loosely (鬆) 2: Soil aggregates bound densely and

firmly (軟) 3: Soil aggregates bound compactly (堅) 4: Soil aggregates

bound very compactly (すこぶる堅)

Stones (石礫)

(va)....very abundant (すこぶる多) (a)....abundant (多) (f)....frequent (中頻)

(o)....occasional (少)

Root (根系)

5: Very abundant (すこぶる多) 4: Abundant (多) 3: Frequent (中頻)

2: Occasional (少) 1: Rare (稀) +: Very rare (すこぶる稀)

土壌に比べると乾性の水分環境にあることを示している。Bd-(E) 型土壌では A 層が厚く、腐植が深層まで漸变的に浸透し、A₁ 層における Crumb structure の発達はやや弱い、還元色は認められない。したがってこの断面は Bd および Be 型土壌の中間型、ないしはむしろ Bd 型土壌に近い土壌型と見なされる。

4) 植 生

各土壌型の植生は第 3 表に示すごとくである。

第 3 表 藤尾土壌の植生
Table 3. Vegetation of Fujio Soil

断面番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	植 生 Vegetation
1	Bb	(D) ブナ 3, ハクウンボク 2 (Ds) リョウブ 3, ナツツバキ 2, イタヤメイゲツ 2, イヌブナ 1, コシアブラ 1 (Sh) ミツバツツジ 2, リョウブ 1 (G) ミズナラ 1, リョウブ 1
		(D) クリ 4, ミズナラ 2, ハクウンボク 1 (Ds) コシアブラ 2, リョウブ 2, ウワミズザクラ 1, ウリハダカエデ 1, アサヒカエデ 1, ダンコウバイ 1 (G) コアジサイ 1, ヤブレガサ 1
3	Bd(d)	(D) イヌブナ 4, サワグルミ 2, ハクウンボク 2 (Ds) イヌブナ 1, アサヒカエデ 1, サワシバ 1 (G) トリアシシヨウマ +, コアジサイ +, ハリギリ +, ミヤマクマワラビ +
		(D) イヌブナ 4, サワグルミ 2, ハクウンボク 2 (Ds) イヌブナ 1, アサヒカエデ 1, サワシバ 1 (G) トリアシシヨウマ +, コアジサイ +, ハリギリ +, ミヤマクマワラビ +

(D)....Dominant tree layer, (Ds)....Subdominant tree layer, (Sh)....Shrub layer,

(G)....Ground flora

Bb 型土壌ではリョウブ, ナツツバキ, ミツバツツジなどの乾性型の植物が多く見られる。Bd(d) 型土壌では乾性型の植物であるリョウブ, 湿性型の植物であるコアジサイ, ヤブレガサなどが見られ、乾湿両型の植物の出現が見られる。Bd-(E) 型土壌ではサワグルミ, コアジサイ, ミヤマクマワラビなどの湿性型の植物の出現が見られる。

5) 化学 的 性 質

各土壌型の化学的性質は第 4 表に示すごとくである。

Bb 型土壌に見られる H 層では pH は著しく低く、C-N 率も比較的大きい。

乾性土壌から適潤性土壌にいたる土壌型の推移に伴う化学的性質の変化を表層 (A または A₁ 層) について比較すると、Bb→Bd(d)→Bd-(E) 型土壌の順に C-N 率の減少、pH の増大、置換酸度および置換酸度の加水酸度に対する比の減少が見られ、またとくに置換性 Ca および Mg の含有量および飽和度は上記の順に明りような増大が見られる。Bd(d) および Bd-(E) 型土壌では、A₁→A₂→A₃-(B) (または B₁) 層の順に表層から下層に推移するにしたがつて、置換性 Ca および Mg の含有量および飽和度は比較的急激な減少を示している。

置換性 Ca は同 Mg に比べると、土壌型および同一断面における層位の推移に伴う変化が顕著に示され、Ca は Mg よりさらに可動性であることを示している。

第 4 表 化学的性質 (藤尾土壌)

Table 4. Chemical properties (Fujio Soil)

(On dry basis)

断面番号 Profile No.	土 壤 型 Type of soil	層 位 Horizon	深 さ Depth (cm)	炭 素 Carbon %	窒 素 Nitrogen %	C-N 率 C-N ratio	pH (H ₂ O)	置換酸度 Exch. acidity (y ₁)
1	Bb	H	6~9	41.1	1.97	21	4.00	18
		A	1~5	18.1	0.82	22	5.20	2
		B	8~15	5.5	0.25	22	5.35	
3	Bd(d)	A ₁	1~5	16.5	1.00	17	5.20	6
		A ₂	7~13	13.3	0.78	17	5.45	5
		B ₁	17~25	7.7	0.46	17	5.50	3
4	Bd-(E)	A ₁	1~8	11.1	0.82	13	5.75	1
		A ₂	10~18	8.6	0.70	12	5.80	6
		A ₃ -B	25~32	5.5	0.50	11	5.35	7

同 前 (ibid.)

土 壤 型 Type of soil	層 位 Horizon	加水酸度 Hydrol. acidity (y ₁)	置換容量* Cation exchange capacity (A)	置換性 Ca* Exch. Ca (B)	置換性 Mg* Exch. Mg (C)	置換性 Ca 飽和度 Rate of exch. Ca saturation (B/A) %	置換性 Mg 飽和度 Rate of exch. Mg saturation (C/A) %
Bb	A	126	40.3	1.18	0.58	2.9	1.4
	B	22	12.7	0.75	0.25	5.9	2.0
Bd(d)	A ₁	97	38.9	6.13	1.74	15.8	4.5
	A ₂	72	30.4	2.56	0.39	8.4	1.3
	B ₁	27	27.1	0.74	0.24	2.7	0.9
Bd-(E)	A ₁	48	37.0	15.8	3.47	42.5	9.4
	A ₂	64	26.1	4.64	1.41	17.8	5.4
	A ₃ -B	33	28.1	1.59	0.47	5.6	1.7

* Milliequivalent per 100 g. (100 g 当りの mg 当量)

6) 腐 植 の 形 態

各土壌型の腐植の近似的組成は第 5 表に、光学的性質は第 6 表に示すこととである。

A) H 層

Bb 型土壌における H 層の腐植の組成および光学的性質は鉅質土層に比べると著しい相違を示している。すなわち沈澱部の含有率は大きく、酸可溶腐植の含有率は少ない。浸出部および沈澱部の消光係数は小さく、色度比は大きい。また沈澱部の含有率、浸出部および沈澱部の消光係数、色度比は酸処理によつて変化が見られない。

B) 鉅 質 土 層

鉅質土層においては各土壌型いずれも酸可溶腐植の含有率は比較的大きく、腐植の組成中に占める割合は小さくはない。また各土壌型いずれも酸処理による沈澱部含有率の増大は比較的小さい。したがつて、

第 5 表 腐植の近似的組成* (藤尾土壌)

Table 5. Approximate composition of humus (Fujio Soil)

断面番号 Profile No.	土 壤 型 Type of soil	層 位 Horizon	酸可溶 腐植 Humus soluble in acid	無 処 理 土 (Untreated soil)		酸 処 理 土 (Acid treated soil)		沈澱部 含有比 (B/A)
				沈澱部 Precipita- ted part (A)	フルボ酸 Fulvic acid	沈澱部 Precipita- ted part (B)	フルボ酸 Fulvic acid (C)	
1	Bb	H	8.4%	41.9%	32.3%	41.3%	21.7%	0.98
		A	22.3	28.5	35.2	29.6	15.3	1.03
		B	19.0	16.3	26.7	22.3	14.5	1.16
3	Bd(d)	A ₁	16.3	30.1	31.5	34.1	13.5	1.13
		A ₂	17.7	30.6	28.6	34.3	11.5	1.12
		B ₁	25.3	21.3	33.4	25.8	12.5	1.21
4	Bd-(E)	A ₁	17.9	30.1	35.8	35.5	15.5	1.18
		A ₂	23.0	29.2	38.5	34.7	16.5	1.18
		A ₃ -B	30.0	23.3	44.7	28.1	20.9	1.20

* 土壌全炭素に対する %, Per cent on total carbon basis.

第 6 表 腐植の消光係数および色度比 (藤尾土壌)

Table 6. Extinction's coefficient and color quotient of humus (Fujio Soil)

断面 番号 Pro- file No.	土 壤 型 Type of soil	層 位 Hori- zon	原土壌当りの消光係数比 (酸処理土) 無処理土 Ratio of extinction's coefficient per original soil (Acid treated soil) (Untreated soil)		消 光 係 数 Extinction's coefficient (Carbon 100 mg/L)				色 度 比 Color quotient	
					無 処 理 土 Untreated soil		酸 処 理 土 Acid treated soil		無処理土 Un- treated soil	酸処理土 Acid treated soil
			No. 47	No. 61	No. 47	No. 61	No. 47	No. 61		
浸 出 部 NaOH extract										
1	BB	H	0.96	1.00	0.39	0.14	0.44	0.16	2.8	2.8
		A	0.84	0.99	0.44	0.16	0.52	0.22	2.8	2.4
		B	1.06	1.29	0.30	0.10	0.37	0.15	3.0	2.5
3	BD(d)	A ₁	0.99	1.10	0.56	0.22	0.72	0.31	2.5	2.3
		A ₂	1.03	1.14	0.65	0.26	0.86	0.38	2.5	2.3
		B ₁	1.08	1.19	0.51	0.21	0.76	0.36	2.4	2.1
4	BD-(E)	A ₁	1.00	1.14	0.53	0.20	0.69	0.29	2.7	2.4
		A ₂	1.03	1.17	0.51	0.19	0.69	0.30	2.7	2.3
		A ₃ -B	1.08	1.24	0.45	0.17	0.67	0.30	2.6	2.2
沈 澱 部 Precipitated part: Humic acid										
1	BB	H	0.99	1.00	0.57	0.22	0.57	0.22	2.6	2.6
		A	1.09	1.12	0.64	0.27	0.69	0.30	2.4	2.3
		B	1.44	1.48	0.47	0.20	0.49	0.22	2.4	2.2
3	BD(d)	A ₁	1.20	1.27	0.94	0.39	0.99	0.43	2.4	2.3
		A ₂	1.16	1.19	1.01	0.45	1.04	0.48	2.2	2.2
		B ₁	1.26	1.33	1.02	0.46	1.06	0.51	2.2	2.1
4	BD-(E)	A ₁	1.23	1.30	0.89	0.36	0.92	0.40	2.5	2.3
		A ₂	1.20	1.25	0.91	0.39	0.92	0.41	2.3	2.2
		A ₃ -B	1.26	1.32	1.01	0.45	1.05	0.49	2.2	2.1

直接稀アルカリ可溶の腐植が、腐植の組成において主要な地位を占めるものと考えられる。浸出部および沈澱部は各土壌型いずれも酸処理によって消光係数の増大と色度比の減少が見られる。

乾性土壌から適潤性土壌にいたる土壌型の推移に伴う腐植の形態の変化を、表層(A または A_1 層)について比較すると次のごとくである。Bd(d) 型土壌は前述の断面形態の特徴および化学的性質から見て、Bd 型土壌の亜型と考えられるので、まず Bb 型土壌と Bd(d) および Bd-(E) 型土壌の相違を検討し、次に Bd(d) 型土壌と Bd-(E) 型土壌間の相違を検討することにする。

Bb 型土壌から Bd(d) および Bd-(E) 型土壌に推移するに伴って次のような腐植の形態の変化が見られる。すなわち、

- (1) 無処理および酸処理ともに浸出部および沈澱部の消光係数の増大
- (2) 酸可溶腐植含有率の減少と沈澱部含有率(酸処理および無処理)の増大
- (3) 沈澱部含有率比(酸処理/無処理)の増大
- (4) 酸処理後の沈澱部/フルボ酸の含有率比の増大

しかしながら色度比は浸出部および沈澱部ともに土壌型の推移とは明りような関連性が認められない。

Bd(d) および Bd-(E) 型土壌間では、Bd(d) 型土壌は Bd-(E) 型土壌に比べて、

- (1) 無処理および酸処理ともに浸出部およびとくに沈澱部の消光係数の増大、および色度比の減少(酸処理後の沈澱部の場合を除く)
- (2) 酸処理後の沈澱部/フルボ酸の比の増大および沈澱部含有率比(酸処理/無処理)の減少

が認められるが、沈澱部含有率および酸可溶腐植含有率は明らかな相違が認められない。

以上のように表層においては乾性土壌から適潤性土壌に推移するにしたがつて、消光係数および腐植の組成に明りような相違が認められ、また適潤性土壌における傾乾型と傾湿型の間では消光係数に相違が認められ、また組成についても一部の性質に相違が認められる。

同一断面においては表層から下層に推移するにしたがつて、次のような変化が認められる。すなわち、

- (1) Bb 型土壌では消光係数はいずれの場合も減少を示したが、色度比は浸出部では無処理および酸処理ともに増大を、沈澱部では無処理の場合は変化を示さないが酸処理の場合は減少を示す。また沈澱部含有率および酸処理後の沈澱部/フルボ酸の含有率比は減少を示し、沈澱部含有率比(酸処理/無処理)は増大を示す。

- (2) Bd(d) および Bd-(E) 型土壌では同様の傾向を示し、 A_1 、 A_2 、 B_1 (または A_2 -(B)) 層の順に沈澱部の消光係数の増大と色度比の減少が見られる。また酸可溶腐植含有率は上記の順に増大を示し、沈澱部含有率は無処理および酸処理ともに A_1 および A_2 層間では明らかな相違が見られないが、 B_1 (または A_2 -(B) 層) では明りような減少を示す。

以上の結果は乾性土壌から適潤性土壌に推移するに伴って腐植の形態は著しい変化を示すが、適潤性土壌における傾乾性および傾湿性の亜型間の変化はそれに比べれば小さいといえよう。

第 2 節 岩瀬国有林スギ林土壌〔岩瀬土壌(I) (褐色森林土壌群)〕

1) 試料採取地

この土壌は秋田県北秋田郡山瀬村に位置し、山瀬営林署管内岩瀬経営区に属するスギ人工林で採取した。以下この土壌を岩瀬土壌(I) (褐色森林土壌群) と称する。

この地域は米代川流域の平野から山岳地帯に至る中間の丘陵地帯でスギ人工林が多い。

供試した土壌型は、

Prof. No. 15 Bb 型土壌 (乾性褐色森林土, 緩斜地型), 36 (ろ) 林小班

Prof. No. 16 Bd-(E) 型土壌 (適潤性および弱湿性褐色森林土の中間型), 36 (ろ) 林小班

Prof. No. 17 Be 型土壌 (弱湿性褐色森林土), 34 (ろ) 林小班

で、いずれもスギ 35 年生の人工林である。

この地域の気候は観測資料に乏しいが、第 3 節に述べる仁鶴国有林と当地の中間に近い鷹巣治水試験地 (北秋田郡鷹巣町, 海拔高 28 m) の観測値 (昭和 13~28 年) によれば、

気温……………年最高平均 14.5°C, 最低平均 5.3°C,

年平均 9.9°C

年降水量……………1,745 mm,

年平均湿度……………79%

である²⁴⁾。したがって雨量係数 179, N-S 係数 924 となる。また月別の気温および降水量の関係は第 4 図の温雨図に示すように裏日本型の気候である。

2) 母材, 地形

母材はいずれも石英粗面岩である。

各土壌型の出現地形は第 5 図に示すごとくである。Bb 型土壌は尾根に、Bd-(E) 型土壌は Bb 型土壌と同じ山腹斜面中腹の緩斜地形に移る変移点に、Be 型土壌は山腹斜面の麓から沢に向つてのびる緩斜—平坦地に位置する。また Be 型土壌は Bb および Bd-(E) 型土壌の出現箇所と近接した場所に位置する。

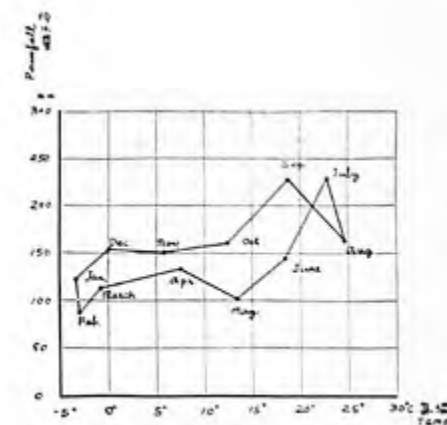
各土壌型の海拔高, 方位および傾斜は第 7 表に示すごとくである。

第 7 表 岩瀬土壌(I)の立地条件
Table 7. Site conditions of Iwase Soil (I)
(Parent material: Liparite)

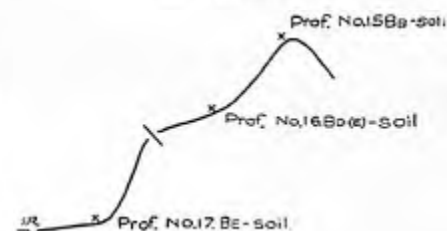
断面番号 Profile No.	土 壌 型 Type of soil	海 拔 高 (m) Height above sea level	方 位 Direction	傾 斜 Inclination
15	Bb	300	S	15°
16	Bd-(E)	260	S	12°
17	Be	200	S	2°

3) 断 面 形 態

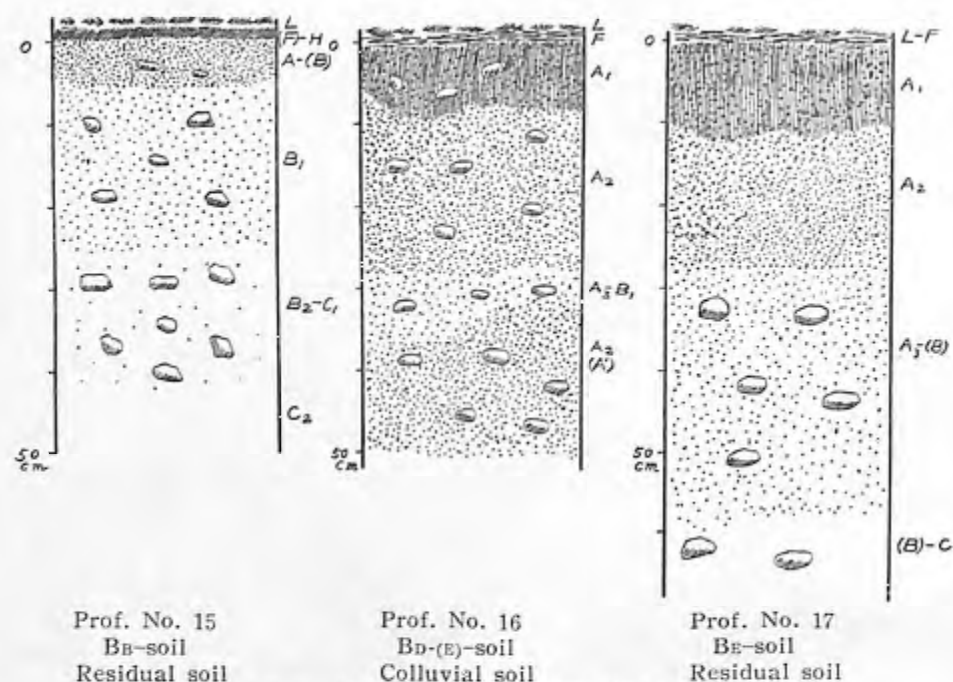
各土壌型の断面形態は第 6 図および第 8 表に示すごとくである。



第 4 図 鷹巣における温雨図
Fig. 4 Monthly variations of
temperature and rainfall
at Takanosu



第 5 図 岩瀬土壌(I)の出現地形
(模式図)
Fig. 5 Relief of Iwase Soil (I)
(schematic presentation)



第 6 図 岩瀬土壌 (I) の断面図 (模式図)
Fig. 6 Profiles of Iwase Soil (I) (schematic presentation)

第 8 表 断面形態 [岩瀬土壌 (I)]
Table 8. Description of profile [Iwase Soil (I)]

断面番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	層位 Horizon	厚さ Thickness (cm)	色 Color	推移状態 Definition of boundary	土性 Texture	構造 Structure	緊密度 Compactness	石 礫 Stones (Size, quantity)	根系 Root	外生菌根 Ectotrophic mycorrhiza
15	Bb	A ₀	L: 1 cm, (F)-H: 2 cm	purplish brown, granular							
		A-(B)	5~6	dark yellowish brown	G	SL	Cr, Gr	2~3	small and medium, (o)	4	+
		B ₁	20	yellowish brown	G	S	Gr, N	3	small and medium, (f)	3	+
		B ₂ -C ₁	20	light yellowish brown	G	S	M	3	small and medium, (a)	2	-
16	Bd-(E)	A ₀	L: 0~1 cm, F: 1 cm	blackish brown							
		A ₁	6~10	blackish brown	G	L	Cr	1~2	small, (f)	3	-
		A ₂	50+	blackish brown	G	SL	M	2~3	small, (a)	2	-
		(A ₃ -B)	10	dark brown	G	SL	M	3	small, (f)	+	-
17	Be	A ₀	L-F: 1~2 cm	dark brown							
		A ₁	10~12	dark brown	G	CL	Cr	1~2	stoneless	3~2	-
		A ₂	16~18	grayish brown	G	CL	M	2~3	stoneless	2	-
		A ₃ -B	30	dark grayish yellow-brown	G	CL	M	3	medium and large, (a)	1~+	-
		(B)-C	20+	light yellow	G	G	-	4	medium and large (a)	+	-

Remark: Abbreviations are same as Table 2.

A₀ 層の形態は次のごとくである。Bb → Bd-(E) → Be 型土壌の順に A₀ 層の厚さは減少を示し、また Bb 型土壌では薄層ではあるが HEIBERG および CHANDLER¹⁴⁾ の Granular mor ないし Matted mor に相当する形態を示す (F)-H 層の形成が見られる。これらの点は藤尾土壌と同様に乾性土壌から適潤性土壌、さらに弱酸性土壌に推移するにしたがつて、落葉の分解が良好となることを示している。

鉱質土壌においては、Bb 型土壌では A-(B) 層は薄く、B₁ 層との境界は漸変し、また Granular structure とともに Crumb structure が混在する。これらの点は Prof. No. 15 は typical な Bb 型土壌に比べて、多少湿性の水分環境にあることを示すものと考えられる。この地域の海拔高の低い地帯 (里山地帯) の尾根に見られる Bb 型土壌は Prof. No. 15 と同様の断面形態を示す場合が多い。

Bd-(E) 型土壌は崩壊土のために A 層はすこぶる厚く、また深さ 30~40 cm の位置に A₃-B 層が介在する。A₁ 層の Crumb structure の発達はやや弱いが、A₂ および A₃-B 層における還元色は認めがたい。したがってこの断面は Bd および Be 型土壌の中間型、ないしは Bd 型土壌に近い土壌型と考えられる。

Be 型土壌は腐植が深層まで漸变的に浸透し、A₁ 層の Crumb structure の発達は弱く、A₂ および A₃-B 層はやや還元色の色調を示す。これらの点から見て Prof. No. 17 は typical な Be 型土壌に属すると認められる。

4) 植 生

各土壌型の植生は第 9 表に示すごとくである。

第 9 表 岩瀬土壌 (I) の植生
Table 9. Vegetation of Iwase Soil (I)

断面番号 Profile No.	土 壤 型 Type of soil	植 生 Vegetation
15	Bb	(D) スギ 3, ミズナラ 2, クリ 2 (Ds) マルバマンサク 3, ハウチワカエデ 2, ヤマモミジ 1, アオダモ 1 (Sh) リョウブ 3, マルバマンサク 3, ノリウツギ 2, タムシバ 1, ミヤマガマズミ +
		(G) オオバクロモジ 1, アオダモ 1, ツクバネウツギ +, チゴユリ +, ミヤマカンズギ +, トリアシシヨウマ +
16	Bd-(E)	(D) スギ 5 (Sh) キイチゴ 3, ヤマゲワ 3, クサギ 2, ヒメアオキ 2, オオバクロモジ 1, アブラチャン 1, サワアジサイ 1 (G) カンズギ 2, イタヤカエデ 1, ミズナラ +, サルナシ +, ヤマブドウ +, マルバドコロ +, アキタブキ +
17	Be	(D) スギ 5 (Sh) ヤブデマリ 1, シウリザクラ 1 (G) アキタブキ 5, タマブキ 4, リョウメンシダ 2, ジュウモンシダ 2, キンミズヒキ 1, ミヤマイラクサ 1, サカゲイノデ 1

(D)....Dominant tree layer, (Ds)....Subdominant tree layer, (Sh)....Shrub layer, (G)....Ground flora

Bb 型土壌ではマルバマンサク, リョウブ, ノリウツギ, ハウチワカエデなどの乾性型の植物が多く、スギ植栽木は広葉樹に被圧されて成長は劣悪である。

B_E 型土壌ではアキタブキ、タマブキ、リョウメンシダ、ジュウモンジシダなどの湿性型の植物が多く、スギ植栽木の成長はすこぶる良好である。

B_D-(E) 型土壌では B_B 型土壌に見られる乾性型の植物は見られず、サワアジサイ、アキタブキなどの湿性型の植物が見られるが、優占度は B_E 型土壌ほど大きくはない。またスギ植栽木の成長は B_E 型土壌と同様に良好である。

5) 化学的性質

各土壌型の化学的性質は第 10 表に示すごとくである。

第 10 表 化学的性質〔岩瀬土壌 (I)〕
Table 10. Chemical properties [Iwase Soil (I)]

(On dry basis)

断面番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	層位 Horizon	深さ Depth (cm)	炭素 Carbon %	窒素 Nitrogen %	C-N 率 C-N ratio	pH (H ₂ O)	置換酸度 Exch. acidity (Y)	加水酸度 Hydrol. acidity (Y)
15	B _B	(F)-H	1~3	35.7	1.61	23	5.10		
		A-(B)	1~5	5.3	0.30	18	5.00	18	47
		B ₁	7~17	3.3	0.24	14	5.25	10	27
16	B _D -(E)	A ₁	1~8	11.9	0.91	13	5.65	1	46
		A ₂	10~20	8.2	0.67	12	5.80	1	41
		A ₃ -B	28~38	5.9	0.45	13	5.60	2	36
17	B _E	A ₁	1~8	10.1	0.78	13	5.90	1	35
		A ₂	13~23	7.8	0.67	12	5.90	1	33
		A ₃ -B	28~38	5.4	0.48	11	6.00	1	28

同 前 (ibid.)

土 壌 型 Type of soil	層 位 Horizon	置換容量* Cation exchange capacity (A)	置換性 Ca* Exch. Ca (B)	置換性 Mg* Exch. Mg (C)	置換性 Mn* Exch. Mn	置換性 Ca 飽和度 Rate of exch. Ca saturation (B/A) %	置換性 Mg 飽和度 Rate of exch. Mg saturation (C/A) %
B _B	A-(B)	19.8	2.65	1.07	0.04	13.4	5.4
	B ₁	16.8	1.33	1.02	0.03	7.9	6.1
B _D -(E)	A ₁	47.8	25.1	4.94	0.07	52.5	10.3
	A ₂	36.4	12.8	5.21	0.03	35.2	14.3
	A ₃ -B	27.1	5.78	2.24	0.02	21.3	8.3
B _E	A ₁	52.5	30.4	8.56	0.08	57.9	16.3
	A ₂	44.1	23.5	7.01	0.05	53.3	15.9
	A ₃ -B	38.6	19.9	5.81	0.04	51.6	15.1

* Milliequivalent per 100 g. (100 g 当りの mg 当量)

B_B 型土壌に見られる (F)-H 層は C-N 率は比較的大きいが、また pH も比較的高い値を示している。乾性土壌から弱湿性土壌にいたる土壌型の推移に伴う化学的性質の変化を表層 (A₁ または A-(B) 層) について比較すると次のごとくである。B_D-(E) および B_E 型土壌は B_B 型土壌より C-N 率は小さく、また B_B→B_D-(E)→B_E 型土壌の順に pH の上昇、置換酸度および置換酸度の加水酸度に対する比の減少

が見られる。置換性 Ca および Mg の含有量および飽和度はとくに明りように各土壌型の特徴を示し、B_D-(E) および B_E 型土壌は B_B 型土壌より明らかに増大を示す。また B_D-(E) および B_E 型土壌を比較すると、A₁ 層では B_E 型土壌は B_D-(E) 型土壌より多少高い置換性 Ca および Mg 飽和度を示すにすぎないが、A₂ および A₃-B 層では置換性 Ca 含有量および飽和度は両土壌型間に明りような相違が見られる (Mg についても同様の傾向が見られるが Ca の方が顕著である)。B_D-(E) 型土壌では前述の藤尾土壌の場合と同様に A₁→A₂→A₃-B 層の順に置換性 Ca 飽和度は比較的急激な減少を示すが、B_E 型土壌ではゆるやかな減少を示すにすぎない。この点は後述のように B_D および B_E 型土壌を区分する有力な手がかりになるものと思われる。

置換性塩基については Ca は Mg に比べると土壌型の推移に伴う変化が顕著に見られ、Ca は Mg より可動性であることを示している。また置換性 Mn 含有量は同様に上記の土壌型の推移に伴って増大を示し、また同一断面では下層ほど減少を示すが Ca および Mg に比べると著しく少ない。

6) 腐植の形態

各土壌型の腐植の近似的組成は第 11 表に、光学的性質は第 12 表に示すごとくである。

第 11 表 腐植の近似的組成*〔岩瀬土壌 (I)〕
Table 11. Approximate composition of humus [Iwase Soil (I)]

断面番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	層位 Horizon	酸可溶腐植 Humus soluble in acid	無 処 理 土 (Untreated soil)		酸 処 理 土 (Acid treated soil)			沈澱部 含有比 (B/A)
				沈澱部 Precipitated part (A)	フルボ酸 Fulvic acid	沈澱部 Precipitated part (B)	フルボ酸 Fulvic acid (C)	沈澱部 フルボ酸 (B/C)	
15	B _B	(F)-H	6.9%	34.8%	23.9%	41.3%	18.1%	2.28	1.18
		A-(B)	13.4	27.7	28.3	30.0	18.3	1.63	1.08
		B ₁	21.2	21.8	34.7	24.3	18.5	1.31	1.11
16	B _D -(E)	A ₁	11.7	30.3	26.8	35.6	17.2	2.06	1.20
		A ₂	15.4	29.6	33.3	35.2	21.4	1.64	1.18
		A ₃ -B	18.9	23.6	37.2	28.4	20.3	1.40	1.20
17	B _E	A ₁	11.0	30.7	28.3	37.6	18.7	2.01	1.22
		A ₂	14.0	29.4	32.0	35.5	21.0	1.69	1.20
		A ₃ -B	16.2	26.7	35.1	34.9	21.6	1.61	1.30

* 土壌全炭素に対する %, Per cent on total carbon basis.

A) (F)-H 層

B_B 型土壌の (F)-H 層の腐植の形態は、全般的には前節の藤尾土壌における B_B 型土壌の H 層とは同様の傾向を示しているが、次の点で明りような相違が認められる。すなわち、

沈澱部の含有率、浸出部および沈澱部における原土壌当りの消光係数は酸処理によつて明らかに増大を示し、腐植の一部は酸処理によつて稀アルカリ可溶性となることを示す。また浸出部および沈澱部の色度比は酸処理によつて変化は見られないが、消光係数は明らかに増大を示す。

B) 鉍質土層

鉍質土層における腐植の組成および光学的性質は全般的には前節の藤尾土壌と同様の傾向を示し、直接稀アルカリ可溶の腐植が主要な地位を占め、酸処理によつて稀アルカリ可溶となる腐植は量的には少な

第 12 表 腐植の消光係数および色度比〔岩瀬土壌 (I)〕

Tabl 12. Extinction's coefficient and color quotient of humus [Iwase Soil (I)]

断面 番号 Profile No.	土壌 型 Type of soil	層 位 Hori- zon	原土壌当りの消光係数比 (酸処理土/無処理土) Ratio of extinction's coefficient per original soil (Acid treated soil Untreated soil)		消 光 係 数 Extinction's coefficient (Carbon 100 mg/L)				色 度 比 Color quotient	
					無 処 理 土 Untreated soil		酸 処 理 土 Acid treated soil		無処理土 Un- treated soil	酸処理土 Acid treated soil
			No. 47	No. 61	No. 47	No. 61	No. 47	No. 61		
浸 出 部 NaOH extract										
15	BB	(F)-H	1.21	1.21	0.40	0.13	0.49	0.16	3.1	3.1
		A-(B)	0.97	1.09	0.39	0.14	0.44	0.17	2.8	2.6
		B ₁	0.84	0.98	0.31	0.10	0.35	0.13	3.1	2.7
16	BD-(E)	A ₁	1.05	1.18	0.54	0.21	0.61	0.26	2.6	2.3
		A ₂	1.05	1.18	0.51	0.20	0.60	0.26	2.6	2.3
		A ₂ -B	1.11	1.30	0.44	0.17	0.62	0.28	2.6	2.2
17	BE	A ₁	1.26	1.47	0.50	0.17	0.67	0.27	2.9	2.5
		A ₂	1.27	1.52	0.51	0.18	0.70	0.30	2.8	2.3
		A ₂ -B	1.33	1.67	0.56	0.21	0.81	0.39	2.7	2.1
沈 澱 部 Precipitated part: Humic acid										
15	BB	(F)-H	1.29	1.29	0.53	0.19	0.58	0.21	2.8	2.8
		A-(B)	1.10	1.17	0.60	0.24	0.61	0.26	2.5	2.3
		B ₁	1.06	1.14	0.51	0.21	0.49	0.21	2.4	2.3
16	BD-(E)	A ₁	1.19	1.27	0.84	0.35	0.91	0.40	2.4	2.3
		A ₂	1.26	1.31	0.88	0.38	0.93	0.42	2.3	2.2
		A ₂ -B	1.29	1.36	0.96	0.44	1.03	0.50	2.2	2.1
17	BE	A ₁	1.30	1.44	0.83	0.32	0.88	0.37	2.6	2.4
		A ₂	1.43	1.57	0.88	0.37	1.05	0.47	2.4	2.2
		A ₂ -B	1.50	1.68	1.09	0.48	1.23	0.61	2.3	2.0

い。また酸処理によつて浸出部および沈澱部は消光係数の増大と色度比の減少が見られる。

乾性土壌から弱湿性土壌にいたる土壌型の推移に伴う腐植の形態の変化を表層 (A₁ または A-(B) 層) について比較すると次のごとくである。

B_B 型土壌から B_D-(E) および B_E 型土壌に推移するに伴う腐植の形態の変化は、前節の藤尾土壌における B_B 型土壌から B_D(d) および B_D-(E) 型土壌に推移する場合と同様の傾向が認められる。また B_D-(E) 型土壌と B_E 型土壌の間では、前節の藤尾土壌における B_D(d) 型土壌と B_D-(E) 型土壌の間の変化と同様に、B_E 型土壌に比べると多少乾性の水分環境にある B_D-(E) 型土壌は、沈澱部の消光係数の増大と色度比の減少が認められ、また組成の面では酸処理後の沈澱部含有率は多少の減少が見られる。

同じ断面において表層から下層へ推移するに伴う腐植の形態の変化は次のごとくである。B_B 型土壌は前節の藤尾土壌の場合と同様の傾向を示し、B_D-(E) および B_E 型土壌は藤尾土壌の B_D(d) および B_D-(E)

型土壌とはほぼ同様の傾向を示す。しかしながら、B_E 型土壌は B_D-(E) 型土壌に比べると、A₂-B 層は酸処理後の沈澱部の含有率が大きく、また沈澱部の含有率比 (酸処理 / 無処理)、浸出部および沈澱部の消光係数は著しい増大を示す。

以上の結果は乾性土壌から適潤性ないし弱湿性土壌に推移するに伴う腐植の形態は著しい変化を示すが、適潤性および弱湿性土壌間の変化はそれに比べれば小さいといえよう。

第 3 節 仁瀬国有林スギ林土壌 (仁瀬土壌)

1) 試料採取地

この土壌は秋田県山本郡喜田村に位置し、能代営林署管内仁瀬経営区に属する学術参考林〔4 (い) 林小班〕で採取した。以下この土壌を仁瀬土壌と称する。この地域は第 2 節岩瀬土壌と同様に米代川下流域の丘陵地帯である。

供試した土壌型は次のごとくである。

Prof. No. 18 B_A 型土壌 (乾性褐色森林土、急斜地型)

Prof. No. 19 B_B 型土壌 (同上、緩斜地型)

Prof. No. 20 B_D-(E) 型土壌 (適潤性および弱湿性褐色森林土の中間型)

Prof. No. 21 B_E-(F) 型土壌 (弱湿性および湿性褐色森林土の中間型)

いずれも 190~220 年生の天然生スギ林で、尾根では山腹斜面下部および沢に比べて成長は多少劣るが樹高は 40 m に近く、Prof. No. 18 および 19 の乾性土壌でもスギ大径木の純林を形成している点で、一般の乾性土壌におけるスギ林とは林況が著しく異なる。一般に乾性土壌におけるスギ人工林は第 2 節で述べたように広葉樹林にスギが侵入したような林相を呈する。したがって一般の乾性土壌のスギ林における土壌の諸性質は、主林木の相違の影響が強く作用するのではないかと推論も可能である。著者はスギ林について乾性土壌における主林木の相違の影響を除外して、地形およびそれにもとづく水分環境の相違の影響を明らかにするために仁瀬土壌を供試した。

この地域の気候については第 2 節岩瀬土壌 (I) において述べたごとくである。

2) 母材、地形

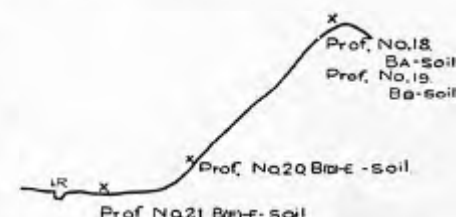
母材はいずれも第三紀層凝灰質砂岩である。

地形は第 7 図に、海拔高、方位および傾斜は第 13 表に示すごとくである。B_A および B_B 型土壌は尾根の近接した場所に、B_D-(E) 型土壌は斜面下部から沢添いの平坦地への変移点に、B_E-(F) 型土壌は B_D-(E) 型土壌のつづきの平坦地のさらに沢に近い場所に位置する。

3) 断面形態

断面形態は第 8 図および第 14 表に示すごとくである。

B_A 型土壌では A-(B) および B 層一とくに A-(B) 層一は Loose granular structure の発達が見られ B_A 型土壌の特徴を示しているが、A₀ 層は薄く、A-(B) 層は B 層へ漸変している。B_B 型土壌は第 2 節岩瀬土壌 (I) の B_B 型土壌と同様の形態的な特徴を示している。仁瀬および岩瀬土壌 (I) において B_A および B_B 型土壌は A₀ 層が比較的薄く、A [A-(B)] 層は淡色で A-(B) 層の形状を示し、また下層



第 7 図 仁瀬土壌の出現地形 (模式図)
Fig. 7 Relief of Nibuna Soil
(schematic presentation)

第 13 表 仁耐土壤の立地条件

Table 13. Site conditions of Nibuna Soil
[Parent material: tuffaceous sandstone, tertiary]

断面番号 Profile No.	土 壤 型 Type of Soil	海 拔 高 Height above sea level (m)	方 位 Direction	傾 斜 Inclination
18	BA	260	N 70° W	25°
19	Bb	260	N 70° W	30°
20	B(D)-E	230	S 20° W	30°
21	B(E)-F	220	S 20° W	5°

第 14 表 断面形態 (仁耐土壤)

Table 14. Description of profile (Nibuna Soil)

断面 番号 Profile No.	土 壤 型 Type of soil	層 位 Horizon	厚 さ Thick- ness (cm)	色 Color	推移状態 Definition of bound- ary	土性 Texture	構 造 Structure	緊密度 Com- pact- ness	石 礫 Stones (Size, quantity)	根系 Root	外生菌根 Ectotro- phic Mycor- rhiza
18	BA	A ₀	L: +, F: 1~2 cm, H: 0.5 cm,	dark purplish brown, powdery							
		A-(B)	8	dark yellowish brown	G	SL	N, loose Gr	1	small and medium, (a)	5~4	+
		B	30	yellowish brown	G	S	loose Gr	2~3	small, (a)	2	+
		C	10+	light yellow	G	—	—	3	medium and large, (a)	+	—
19	Bb	A ₀	L: 1 cm, F: 2 cm, H: 2~3 cm,	Dark purplish brown, granular or powdery							
		A-(B)	15~20	dark yellowish brown	G	SL	Cr, Gr	2~3	small, (a)	4	+
		B	25	yellowish brown	G	SL	Bl (upper) M (lower)	3	small, (a)	2	+
		C	10+	light yellow	G	—	—	3	medium and large, (a)	+	—
20	B(D)-E	A ₀	L-F: 1~2 cm	dark brown							
		H-A	7~10	dark brown	G	CL	Cr	1~2	medium, (f)	3	—
		A	20	dark (grayish) brown	G	SL	Cr (weakly)	2	medium, (a)	2~1	—
		(B)-C	20+	grayish yellow	C	G	—	3	medium and large, (va)	—	—
21	B(E)-F	A ₀	L: 2 cm, F: 1~2 cm, H: 2~3 cm,	Dark purplish brown, greasy							
		A ₁	5~6	dark grayish black-brown	G	CL	Cr (upper) M (lower)	1~2	stoneless	3	—
		A ₂	10~20	grayish brown	G	L	M	2~3	stoneless	2~1	—
		(B)-C	20+	grayish yellow	C	G	—	3	large, (va)	—	—

Remarks:

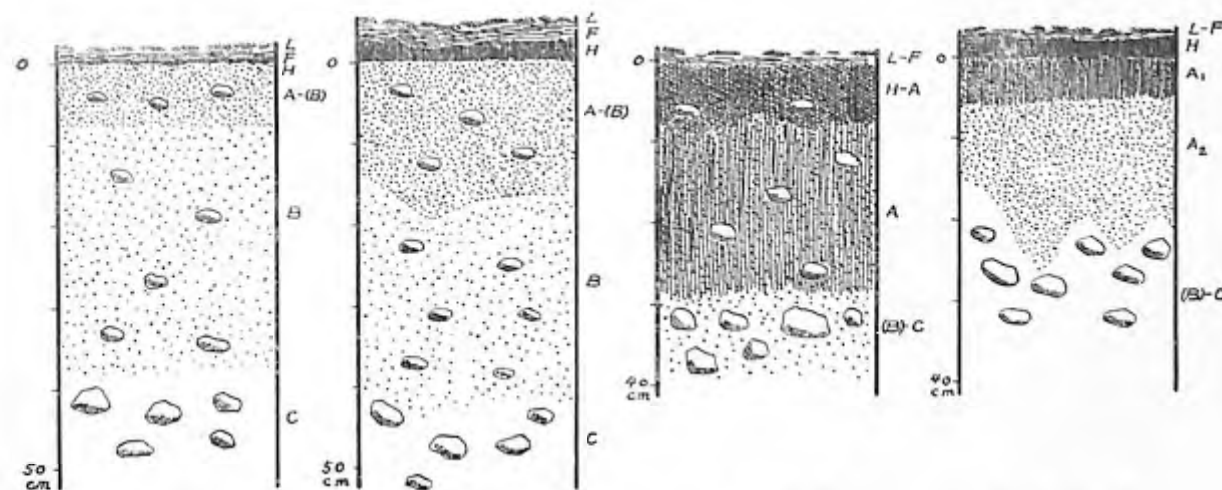
Type of soil (土壌型)

BA: Dry brown forest soil (steep slope type). (乾性褐色森林土, 急傾地型)

B(E)-F: Intermediate type between Be and Bf soil. (Be および Bf 型土壤の中間型)

Bf: Wet brown forest soil. (湿性褐色森林土)

Other abbreviations are same as Table 2.



Prof. No. 18
BA-soil
Residual soil

Prof. No. 19
Bb-soil
Residual soil

Prof. No. 20
B(D)-E-soil
Colluvial soil

Prof. No. 21
B(E)-F-soil
Residual soil

第 8 図 仁耐土壤の断面図 (模式図)

Fig. 8 Profiles of Nibuna Soil (schematic presentation)

へ漸変している点、および Bb 型土壤の A-(B) 層では Crumb structure が混在する点などは、これらの断面がいずれも typical な BA および Bb 型土壤に比べて多少湿性の水分環境にあることを示すものと思われる。このような形態的な特徴は海拔高の低い地域 (いわゆる里山地域) の乾性型土壤に共通して見られる傾向である。

B(D)-E 型土壤は H-A 層の形成が認められるが、この点はこの地域の塩質な適潤性ないし湿性土壤においてしばしば見られる現象である。また A 層は Crumb structure の発達は弱く、微弱な還元色の色調を示す。したがってこの断面は Bd および Be 型土壤の中間型、ないしはむしろ Be 型土壤に近い土壤型と考えられる。

B(E)-F 型土壤は薄層ではあるが HEIBERG および CHANDLER¹⁰⁾ の Greasy mor に相当する形態を示す H 層の形成が見られ、A₁ 層の Crumb structure の発達は弱い。A₂ 層における還元色はとくに明りようではないが、(B)-C 層には局部的に斑鉄の存在が認められる。したがって、この断面は Be および Bf 型土壤の中間型、ないしはむしろ Bf 型土壤に近い土壤型と考えられる。

4) 植 生

各土壤型の植生は第 15 表に示すごとくである。

BA および Bb 型土壤ではハウチワカエデ、オオカメノキが見られるが、岩瀬土壤 (I) に見られた他の乾性型の植物の出現は見られない。この点はおそらくは本林地がスギ老木大径木によつてうつ閉され、林内が比較的湿潤な環境におかれているためであろうと考えられる。この点はこの地域の同様の地形における乾性土壤のスギ人工林では、前述の岩瀬土壤 (I) の Bb 型土壤と同様の林相と植生が見られる点からも裏書される³⁵⁾。

B(D)-E および B(E)-F 型土壤では、岩瀬土壤 (I) の Be 型土壤と同様にリョウメンシダ、ジエウモンシダ、サカゲイノデ、アキタブキ、ミゾシダなどの湿性型の植物が多く見られる。

第 15 表 仁耐土壌の植生

Table 15. Vegetation of Nibuna Soil

断面番号 Profile No.	土 壌 型 Type of soil	植 生 Vegetation
18	BA	(D) スギ 5, ブナ 2, ミズナラ 2 (Ds) ハウチワカエデ 2, コミネカエデ 1, ホホノキ 1 (Sh) オオカメノキ 1, ブナ 1 (G) エゾユズリハ 2, オオバクロモジ 1, オオカメノキ 1, ツルシキミ 1, ハイイヌガヤ 1, チシマザサ 1, ヒメアオキ +, マイズルソウ +, ヤブコウジ +, ミヤマカンズゲ +
19	Bb	(D) スギ 5 (Ds) ブナ 2, ハウチワカエデ 2 (Sh) ヒメアオキ 2, オオバクロモジ 2, オオカメノキ 2, ハウチワカエデ 1 (G) チシマザサ 1, ハイイヌガヤ +
20	B(D)-E	(D) スギ 5 (Sh) オオバクロモジ 2, シウリザクラ 2, ハナイカダ 1 (G) ミゾシダ 4, ヤマドリゼンマイ 3, オンダ 2, オオカメノキ 2, ヒメアオキ 2, ミヤマイタチシダ +
21	B(E)-F	(D) スギ 5 (Ds) トチ 2 (Sh) サワグルミ 2, オオバクロモジ 2, ハイイヌガヤ 1, アブラチヤン 1 (G) ヤグルマソウ 3, ミゾシダ 3, ヤマドリゼンマイ 3, リョウメンシダ 2, サカゲイノデ 2, オンダ 2, トリアシシヨウマ 2

(D)....Dominant tree layer, (Ds)....Subdominant tree layer, (Sh)....Shrub layer,
(G)....Ground flora.

5) 化学的性質

各土壌型の化学的性質は第 16 表に示すごとくである。

Bb および B(E)-F 型土壌に見られる H 層はいずれも C-N 率は比較的大きく、両土壌型間に相違は見られないが、B(E)-F 型土壌では Bb 型土壌より pH が高く、この点で明らかな相違が認められる。

鉍質土層については次のごとくである。乾性土壌から湿性土壌にいたる土壌型の推移に伴う化学的性質の変化を表層 [A₁ または A-(B) 層] について比較すると、BA, Bb → B(D)-E 型土壌の順に C-N 率の減少, pH の上昇, 置換酸度および置換酸度の加水酸度に対する比の減少, とくに置換性 Ca および Mg の含有量および飽和度の増大が見られる。これらの土壌型の推移に伴う化学的性質の変化は、前述の藤尾土壌および岩瀬土壌(I)の場合と同様の傾向を示している。

B(E)-F 型土壌では B(D)-E 型土壌に比べると、C-N率, 置換性 Ca および Mg 含有量は相違が見られないが、pH, 置換性 Ca および Mg 飽和度は低下を示し、また置換酸度は増大を示している。このように B(E)-F 型土壌は B(D)-E 型土壌に比べると土壌がやや酸性に傾いていることがうかがわれるが、B(E)-F および B(D)-E 型土壌間の相違は B(D)-E 型土壌と BA および Bb 型土壌間の相違に比べれば小さいといえる。

またこの地域の B(E)-F 型土壌が一般に Prof. No. 21 と同様の断面形態および化学的性質の特徴を示

第 16 表 化学的性質 (仁耐土壌)

Table 16. Chemical properties (Nibuna Soil)

[On dry basis]

断面番号 Profile No.	土 壌 型 Type of soil	層 位 Horizon	深 さ Depth (cm)	炭 素 Carbon %	窒 素 Nitrogen %	C-N 率 C-N ratio	pH (H ₂ O)	置換酸度 Exch. acidity (y ₁)	加水酸度 Hydroly. acidity (y ₁)
18	BA	A-(B) B	1~6 10~18	8.3 5.0	0.44 0.41	19 12	4.15 4.95	46 30	91 54
19	Bb	H A-(B) B	4~6 1~13 18~28	33.7 6.8 2.2	1.58 0.47 0.13	22 14 17	4.50 5.00 5.25	— 42 26	— 69 43
20	B(D)-E	H-A A	1~8 11~23	19.3 8.0	1.15 0.58	17 14	5.90 5.70	1 1	64 30
21	B(E)-F	H A ₁ A ₂	2~4 1~6 8~18	30.8 11.7 7.3	1.52 0.88 0.54	20 14 14	5.40 5.25 5.45	— 6 15	— 65 52

同 前 (ibid.)

土 壌 型 Type of soil	層 位 Horizon	置換容量* Cation exchange capacity (A)	置換性 Ca* Exch. Ca (B)	置換性 Mg* Exch. Mg (C)	置換性 Mn* Exch. Mn	置換性 Ca 飽和度 Rate of exch. Ca saturation (B/A) %	置換性 Mg 飽和度 Rate of exch. Mg saturation (C/A) %
BA	A-(B) B	35.4 28.0	3.50 2.19	2.07 1.80	0.06 0.04	9.9 7.8	5.8 6.4
Bb	A-(B) B	36.2 28.0	3.67 1.69	2.83 1.88	0.08 0.04	10.1 6.0	7.8 6.7
B(D)-E	H-A A	71.7 39.0	21.1 17.9	3.62 6.01	0.52 0.25	29.4 45.9	5.0 15.4
B(E)-F	A ₁ A ₂	51.5 38.7	19.8 9.66	5.38 3.99	0.48 0.20	38.4 25.0	10.4 10.3

* Milliequivalent per 100 g. (100 g 当りの mg 当量)

すことは、著者および観見の結果³³⁾からも明らかである。

6) 腐 植 の 形 態

各土壌型の腐植の近似的組成は第 17 表に、光学的性質は第 18 表に示すごとくである。

A) H および H-A 層

Bb および B(E)-F 型土壌における H 層は、全般的には前述の藤尾および岩瀬土壌(I)の Bb 型土壌と同様の傾向を示している。この土壌における両土壌型はいずれも岩瀬土壌(I)の場合と同様に、腐植の一部は酸処理によつて稀アルカリ可溶となることを示し、また浸出部および沈澱部は酸処理によつて消光係数の増大と色度比の減少が見られる。また Bb および B(E)-F 型土壌の間ではとくに著しい相違は認められない。

第 17 表 腐植の近似的組成* (仁祖土壌)

Table 17. Approximate composition of humus (Nibuna Soil)

断面番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	層 位 Hori- zon	酸 可 溶 腐 植 Humus soluble in acid	無 処 理 土 (Untreated soil)		酸 処 理 土 (Acid treated soil)			沈澱部 含有比 (B/A)
				沈 澱 部 Precipita- ted part (A)	フルボ酸 Fulvic acid	沈 澱 部 Precipita- ted part (B)	フルボ酸 Fulvic acid (C)	沈澱部 フルボ酸 (B/C)	
18	BA	A-(B)	% 12.1	% 28.8	% 37.7	% 29.2	% 25.2	1.15	1.01
		B	20.7	21.3	44.9	23.1	23.9	0.96	1.08
19	BB	H	5.5	40.4	26.2	44.7	19.9	2.24	1.10
		A-(B)	18.7	32.2	39.9	32.9	19.0	1.73	1.02
		B	36.6	23.1	55.8	26.3	18.1	1.45	1.13
20	B(D)-E	H-A	5.9	30.4	21.8	38.8	14.6	2.65	1.27
		A	8.7	32.1	28.6	39.6	18.8	2.10	1.23
21	B(E)-F	H	6.6	39.8	22.9	43.9	15.3	2.86	1.10
		A ₁	10.6	33.1	30.1	38.5	17.9	2.15	1.16
		A ₂	13.9	32.4	31.7	34.2	18.4	1.85	1.05
M (菌糸網層)**			4.3	13.5	65.5	13.2	51.8	0.25	0.98

* 土壌全炭素に対する %, Per cent on total carbon basis.

** Mycelial layer. Its carbon content is 33.0%.

B(D)-E 型土壌における H-A 層の近似的組成は適潤性ないし湿性土壌の A₁ 層に近い値を示し、また浸出部および沈澱部の光学的性質は湿性土壌の H 層と適潤性ないし湿性土壌の A₁ 層との中間、またはむしろ前者に近い値を示している。

B) 鈣質土層

各土壌型の鈣質土層の腐植の近似的組成および光学的性質に見られる全般的な傾向は、前述の藤尾土壌および岩瀬土壌 (I) の場合と同様である。

乾性土壌から弱湿性、さらに湿性土壌にいたる土壌型の推移に伴う腐植の形態の変化を、表層 (A₁ または A-(B) 層) について比較すると次のごとくである。

B(E)-F 型土壌は B(D)-E 型土壌に比べると、沈澱部含有率比 (酸処理 / 無処理) はやや小さいが、その他はほぼ同様の値を示している。

BA 型土壌は以下に述べるように他の土壌型とは異なつた特徴を示し、また Bb 型土壌の腐植の光学的性質は前述の藤尾土壌および岩瀬土壌 (I) の場合と異なり、適潤性土壌に近い性質を示している。しかしながら、全般的には土壌型の推移に伴う腐植の形態の変化は、前述の各林地における同様の傾向を示すといえよう。

BA 型土壌の腐植の形態を Bb 型土壌と比較すると A-(B) 層において顕著な相違が見られる。すなわち、浸出部および沈澱部の消光係数は小さく、色度比は沈澱部の酸処理の場合を除けばいずれも大きい。また沈澱部の含有率は酸処理および無処理ともに小さい。このような相違がもたらされる原因として、BA 型土壌の形態的特徴をなしている Loose granular structure の形成に関与している菌糸の混在が、腐植の形態に影響をおよぼしていることが考えられる。著者はこの点を明らかにするために、他の林地に

第 18 表 腐植の消光係数および色度比 (仁祖土壌)

Table 18. Extinction's coefficient and color quotient of humus (Nibuna Soil)

断面 番号 Pro- file No.	土壌型 Type of soil	層 位 Hori- zon	原土壌当りの消光係数比 (酸処理土 / 無処理土) Ratio of extinction's coefficient per original soil (Acid treated soil Untreated soil)		消 光 係 数 Extinction's coefficient (Carbon 100 mg/L)				色 度 比 Color quotient	
					無 処 理 土 Untreated soil		酸 処 理 土 Acid treated soil		無処理土 Un- treated soil	酸処理土 Acid treated soil
			No. 47	No. 61	No. 47	No. 61	No. 47	No. 61		
浸 出 部 NaOH extract										
18	BA	A-(B)	0.93	1.04	0.44	0.16	0.50	0.20	2.8	2.5
		B	0.94	1.13	0.41	0.15	0.54	0.24	2.7	2.3
19	BB	H	1.08	1.13	0.47	0.15	0.52	0.18	3.1	2.9
		A-(B)	1.02	1.17	0.46	0.18	0.62	0.27	2.6	2.3
		B	0.84	1.04	0.38	0.14	0.57	0.25	2.7	2.3
20	B(D)-E	H-A	1.26	1.39	0.54	0.18	0.66	0.24	3.0	2.8
		A	1.23	1.42	0.54	0.19	0.70	0.28	2.8	2.5
21	B(E)-F	H	1.16	1.18	0.52	0.18	0.63	0.22	2.9	2.9
		A ₁	1.09	1.23	0.58	0.21	0.72	0.29	2.8	2.5
		A ₂	1.04	1.19	0.64	0.25	0.81	0.36	2.6	2.3
M (菌糸網層)			0.85	0.90	0.36	0.10	0.37	0.11	3.6	3.2
沈 澱 部 Precipitated part: Humic acid										
18	BA	A-(B)	1.04	1.11	0.65	0.26	0.65	0.28	2.5	2.3
		B	1.15	1.19	0.71	0.31	0.77	0.35	2.3	2.2
19	BB	H	1.18	1.19	0.61	0.21	0.65	0.23	2.9	2.8
		A-(B)	1.13	1.23	0.85	0.37	0.90	0.40	2.3	2.3
		B	1.20	1.24	0.77	0.35	0.82	0.38	2.2	2.2
20	B(D)-E	H-A	1.34	1.38	0.77	0.27	0.81	0.29	2.9	2.8
		A	1.32	1.44	0.86	0.33	0.92	0.38	2.6	2.4
21	B(E)-F	H	1.23	1.29	0.61	0.21	0.69	0.25	2.9	2.8
		A ₁	1.16	1.20	0.89	0.36	0.90	0.38	2.5	2.4
		A ₂	1.09	1.20	1.07	0.46	1.10	0.52	2.3	2.1
M (菌糸網層)			0.97	1.06	0.66	0.24	0.62	0.25	2.8	2.5

における BA 型土壌の顕著に発達した M 層 (菌糸網層) を用いて、同様の方法で腐植の形態の検討を行つた。第 17 および第 18 表に併記した結果からも明らかなように、M 層では浸出部および沈澱部ともに鈣質土層のいずれの場合より消光係数が小さく、また色度比が一とくに浸出部において一大きい。したがって BA 型土壌の A-(B) 層における腐植の形態が Bb 型土壌と異なる原因は、土壌中に混在する菌糸の影響にもとづくものと推定される。さらに Loose granular structure の発達の弱い BA 型土壌の B 層においては、Bb 型土壌の B 層と比べて明らかな相違の見られないことは、上記の推論を裏づけるものといえよう。

Bb 型土壤の腐植の形態は前述の腐植土壌および岩瀨土壌 (I) とは多少の相違を示している。すなわち、A-(B) および B 層ともに沈澱部の含有率は無処理および酸処理いずれの場合も大きく、またとくに浸出部および沈澱部の消光係数は大きい。Prof. No. 19 の A-(B) 層の消光係数はいずれの場合も、それぞれ各林地における適潤性ないし湿性土壌の A₁ 層に近い値を示している。この点は本節の 5) 化学的性質で述べた C-N 率が比較的小さいこと、および 4) の植生に見られる乾性型の植物の少ない点などからも推定されるように、この断面は他の林地の Bb 型土壌に比べるとやや湿性の環境におかれ、したがって土壌微生物の有機物の分解活動が良好なことにもとづくものと考えられる。

同じ断面における層位別の変化は次のごとくである。B(e)-F 型土壌は前述の各林地における適潤性ないし弱湿性土壌と同様の傾向を示す。Bb 型土壌の A-(B) および B 層間の相違は他の林地の乾性土壌の場合ほど明瞭ではない。また BA 型土壌は B 層において消光係数の増大が見られる点で他の林地の乾性土壌と異なつた傾向を示している。

以上の結果は、BA 型土壌はおそらく菌糸の影響によって腐植の形態は他の乾性土壌 (Bb 型土壌) とは著しい相違を示し、また B(e)-F 型土壌は適潤性ないし弱湿性土壌と同様の傾向が見られることを示している。

第 4 節 Bc 型 土 壤

Bc 型土壌は以下に述べるように、その出現地形の相違によって化学的性質および腐植の形態に著しい相違が見られるので、これを Bc-I および Bc-II 型土壌に区分した。

1) 試 料 採 取 地

試料は次の 4 カ所で採取した。すなわち、

Prof. No. 2 Bc-I 型土壌は第 1 節藤尾土壌と同じ山腹斜面上の Bb および Bd(d) 型土壌のほぼ中間に位置する落葉広葉樹林

Prof. No. 11 Bc-I 型土壌は山梨県東山梨郡神金村高橋に位置する東京都水源林 34 林班のカラマツ、ヒノキ人工林 (混交林)

Prof. No. 41 Bc-I 型土壌は福島県相馬郡大館町字中村に位置する原町営林署中村経営区 27 林班の落葉広葉樹林

Prof. No. 42 Bc-II 型土壌は Prof. No. 41 と同じ中村経営区 25 林班の落葉広葉樹林

である。

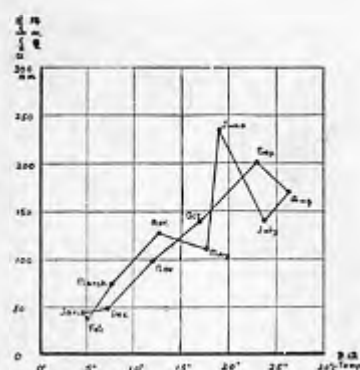
Prof. No. 2 および Prof. No. 11 の気候条件についてはすでに第 1 節藤尾土壌の場合に述べた。Prof. No. 41 および No. 42 については観測資料に乏しいが、原町営林署大薮苗畑の観測値 (相馬郡原町市、海拔高 20 m, 1947~1955 年) によれば、

気温……………最高平均 17.2°C, 最低平均 7.9°C,

年平均 14.6°C

年降水量……………1,420 mm

年平均湿度……………65%



第 9 図 大薮苗畑 (原町) における温雨図
Fig. 9 Monthly variations of temperature and rainfall at Ohmika nursery (Haranomachi)

である¹³⁾。したがって雨量係数 97, N-S 係数 236 となる。また月別の気温および降水量の関係は第 9 図の温雨図に示すように表日本型の気候である。この観測値は平地における値であるから試料採取地はさらに寒冷となると思われる。

2) 母 材, 地 形

母材は次のごとくである。Prof. No. 2 は中世層砂岩, Prof. No. 11 は花崗閃緑岩 (深層風化), Prof. No. 41 は集塊岩, Prof. No. 42 は第 3 紀層砂岩である。

各土壌型の出現地形は第 10 図に示すように、Prof. No. 2 は山頂につづく大きな尾根の稜線に近い山腹斜面上部に、Prof. No. 11 は小尾根の背部に、Prof. No. 41 は鈍頂な尾根のやや下方に位置する。以上のように Bc-I 型土壌は山腹斜面上部の尾根に近い位置に出現し、BA および Bb 型土壌と Bd(d) 型土壌の中間、または Bd(d) 型土壌に近い、斜面上の位置に出現するが多い。

Prof. No. 42 の Bc-II 型土壌は沢に面した山腹斜面の下端の沢に近い合上に位置し、地形的には Bd ないし Be 型土壌の出現地形と類似した地形である。また Prof. No. 42 は長さ約 2 km, 幅約 100 m の南北に直線的に走る谷の最奥部の緩斜—平坦地から山腹斜面への変移点に位置する。おそらくはこの谷が山谷風の通路となつているものと推定される。

海拔高、方位および傾斜は第 19 表に示すごとくである。

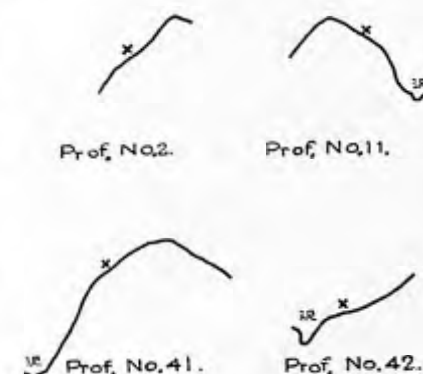
第 19 表 Bc 型土壌の立地条件
Table 19. Site conditions of Bc-soil

断面番号 Profile No.	土 壤 型 Type of soil	海 拔 高 Height above sea level (m)	方 位 Direction	傾 斜 Inclination	母 材 Parent material
2	Bc-I	1200	S 15° E	18°	sandstone (mesozoic)
11	Bc-I	1200	N 40° E	15°	Grano Diorite
41	Bc-I	560	S 60° W	10°	Agglomerate
42	Bc-II	300	S 80° W	5°	sandstone (tertiary)

3) 断 面 形 態

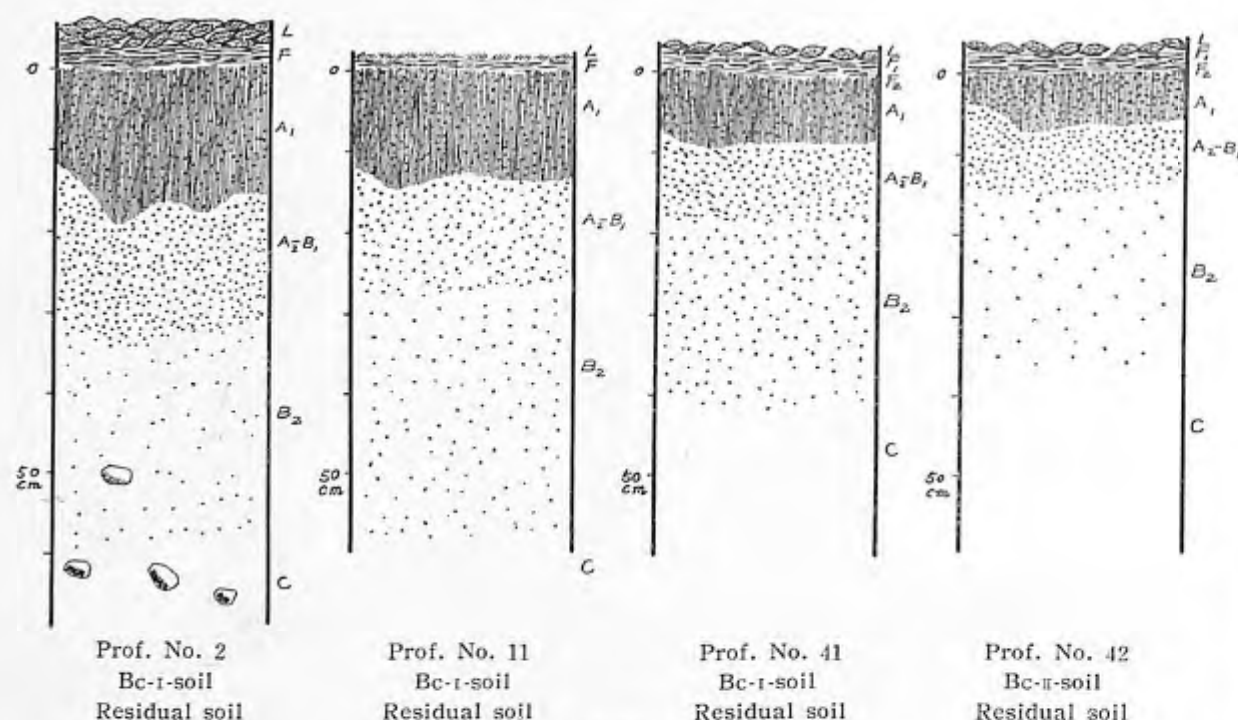
各土壌型の断面形態は第 11 図および第 20 表に示すごとくである。

Bc-I および Bc-II 型土壌の各断面形態はいずれも同様の形態的特徴を示している。すなわち、腐植は漸变的に深層まで浸透し、A₁, A₂—B₁, B₂ 層の各境界は漸变的である。A₁ 層は Nutty または Granular structure が発達するが、A₂—B₁ 層では Nutty structure の顕著な発達が見られ、B₂ 層における Nutty structure の発達はその上部に限られ、その程度も弱い。また A₂—B₁ および B₂ 層上部では割れ目に沿って樹枝状に腐植の浸入が見られる。A₀ 層は特に著しく発達せず、また H 層の形成も見られ



第 10 図 Bc 型土壌の出現地形 (模式図)

Fig. 10 Reliefs of Bc-soil (schematic presentation)



第 11 図 Bc 型土壌の断面図 (模式図)
Fig. 11 Profiles of Bc-soil (schematic presentation)

ない。

以上の各断面に共通した形態的特徴から推察すると、Structure の面では明らかに乾性の水分環境にあ

第 20 表 断面形態 (Bc 型土壌)
Table 20. Description of profile (Bc-soil)

断面番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	層位 Horizon	厚さ Thickness (cm)	色 Color	推移状態 Definition of boundary	土性 Texture	構造 Structure	堅密度 Compactness	石 礫 (Size, quantity)	根系 Root	外生菌根 Ectotrophic mycorrhiza
2	Bc-I	A ₀	L: 3 cm, F: 3 cm								
		A ₁	12~20	dark grayish yellow-brown	G	L	N	3	stoneless	4	+
		A ₂ -B ₁	15~20	ibid.	G	L	N	3	stoneless	2	+
		B ₂	25~30	light yellow	G	CL	N (upper) M (lower)	3	large (o)	+	-
		C	10+	pale yellow	G	—	—	3	small and medium (f)	—	—
11	Bc-I	A ₀	L: 0.5 cm, F: 1~1.5 cm								
		A ₁	12~15	brown	G	SL	N	2	stoneless	4	-
		A ₂ -B ₁	12~15	dark yellowish brown	C~G	L	N	3	stoneless	2	-
		B ₂	30	light yellow	G	L	M	3	stoneless	1	-
		C	10+	pale yellow	G	—	—	3	stoneless	—	—

断面番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	層位 Horizon	厚さ Thickness (cm)	色 Color	推移状態 Definition of boundary	土性 Texture	構造 Structure	堅密度 Compactness	石 礫 (Size, quantity)	根系 Root	外生菌根 Ectotrophic mycorrhiza
41	Bc-I	A ₀	L: +~1 cm, F: 3 cm								
		A ₁	8~10	grayish black-brown	G	SL	N, Gr	2	stoneless	4	+
		A ₂ -B ₁	8~10	grayish brown	G	SL	N	3	stoneless	2	-
		B ₂	22~25	light reddish brown	G	SL	N (weakly)	3	stoneless	+	-
		C	10+	reddish brown	G	L	—	3	stoneless	—	—
42	Bc-II	A ₀	L: 1 cm, F: 3~4 cm								
		A ₁	4~7	blackish brown	G	L	N, Gr	2	stoneless	4	+
		A ₂ -B ₁	7~10	grayish black-brown	G	L	N, Gr	3	stoneless	2	+
		B ₂	20	brown	G	L	N (weakly)	3	stoneless	1	-
		C	25+	light yellowish brown	G	L	—	3	stoneless	+	-

Remarks:

Type of soil (土壌型)

Bc soil: Weakly dried brown forest soil (弱乾性褐色森林土)

sub-type: Bc-I soil (upper part of mountain slope type) (斜面上部型)

Bc-II soil (lower part of mountain slope or valley floor type) (斜面下部ないし沢型)

Other abbreviations are same as Table 2.

第 21 表 Bc 型土壌の植生
Table 21. Vegetation of Bc-soil

断面番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	植 生 Vegetation
2	Bc-I	(D) ミズナラ 5, アサヒカエデ 2 (Ds) ウリハダカエデ 5, アカシデ 3, クマシデ 2, ハクウンボク 2, アオダモ 1 (Sh) アオダモ +, ハクウンボク +, ウラジロノキ + (G) ミズナラ 1, チゴユリ 1, フクオウソウ 1
11	Bc-I	(D) カラマツ 3, ヒノキ 4, ウラミズザクラ 3, ハリギリ 3, クリ 2 (G) アオダモ 1, ヒカゲスゲ 1, ヤマシバカエデ 1, ヒノキ +, リョウブ +, ウラミズザクラ +
41	Bc-I	(D) アカマツ 3, コナラ 1, ウリハダカエデ 1, アオハダ 1 (Ds) ミズナラ 3, クリ 1, リョウブ 1, モミ 1, アオダモ +, ネジキ +, ウラジロノキ + (Sh) ミヤコザサ 2, ムラサキヤシオツツジ 1, コウヤボウキ 1, ツクバネウツギ +, アクシバ +
42	Bc-II	(D) コナラ 3, モミ 1, クリ 1 (Sh) アズマネザサ 3, モミ 2, メグスリノキ 1, クマシデ 1, イタヤカエデ +, ケヤキ +, ハクウンボク + (G) チゴユリ 3, フジ 2, モミジハグマ +, ヤブレガサ +, フタリシズカ +

(D)....Dominant tree layer, (Ds)....Subdominant tree layer, (Sh)....Shrub layer,

(G)....Ground flora

ることを示しているが、腐植の下層への浸透状態および層位の推移状態は、湿性型の土壌に見られるように比較的深層まで水の移動が行われていることを示している。これらの点は大政⁷⁾の指摘した「樹冠上を吹き渡る風の影響による樹体を通じての乾燥」が、Bc 型土壌の生成因子として作用していることが推察される。

また Bc-I および Bc-II 型土壌の間に明りような形態的特徴の相違が見られないことは、斜面地形の影響よりもそれ以外の因子がその生成に強く作用していることを示すものといえるであろう。

4) 植 生

各土壌型の植生は第 21 表に示すごとくである。

Bc-I 型土壌ではいずれも乾性型の植物が多く見られる。すなわち、Prof. No. 2 ではアサヒカエデ、アカンデ、ウラジロノキ、Prof. No. 11 ではアオダモ、ヒカゲスゲ、リョウブ、Prof. No. 41 ではネジ

第 22 表 化学的性質 (Bc 型土壌)
Table 22. Chemical properties (Bc-soil)

(On dry basis)

断面番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	層 位 Horizon	深 さ Depth (cm)	炭 素 Carbon %	窒 素 Nitrogen %	C-N 率 C-N ratio	pH (H ₂ O)	置換酸度 Exch. acidity (y ₁)	加水酸度 Hydrol. acidity (y ₁)
2	Bc-I	A ₁	1~11	9.0	0.47	19	5.50	13	41
		A ₂ -B ₁	13~23	4.6	0.14	33	5.60	8	19
		B ₂	25~33	3.1	0.07	44	5.40	5	11
11	Bc-I	A ₁	1~11	8.4	0.31	27	5.50	14	40
		A ₂ -B ₁	15~23	5.1	0.18	28	5.35	7	21
		B ₂	30~38	2.9	0.18	16	5.35	7	13
41	Bc-I	A ₁	1~7	9.8	0.48	20	4.85	33	67
		A ₂ -B ₁	11~18	4.3	0.22	20	5.35	14	30
		B ₂	20~30	1.9	0.11	17	5.25	29	30
42	Bc-II	A ₁	1~4	11.1	0.68	16	5.60	3	28
		A ₂ -B ₁	8~15	5.7	0.40	14	5.75	3	27
		B ₂	16~26	3.3	0.25	13	5.70	1	18

同 前 (ibid.)

断面番号 Profile No.	層 位 Horizon	置換容量* Cation exchange capacity (A)	置換性 Ca* Exch. Ca (B)	置換性 Mg* Exch. Mg (C)	置換性 Ca 飽和度 Rate of exch. Ca saturation (B/A) %	置換性 Mg 飽和度 Rate of exch. Mg saturation (C/A) %
2	A ₁	26.0	3.53	1.27	13.6	4.9
	A ₂ -B ₁	16.1	1.25	0.26	7.8	1.6
	B ₂	14.4	1.21	0.29	8.4	2.0
11	A ₁	26.3	2.13	0.65	8.1	2.5
	A ₂ -B ₁	24.2	0.92	0.30	3.8	1.2
	B ₂	25.5	1.01	0.18	4.0	0.7
41	A ₁	41.3	3.11	1.81	7.5	4.4
	A ₂ -B ₁	27.3	2.79	1.67	10.2	6.1
	B ₂	28.8	2.71	1.83	9.4	6.3
42	A ₁	49.0	19.2	6.19	40.2	12.6
	A ₂ -B ₁	38.7	11.5	4.78	29.8	12.3
	B ₂	29.2	6.82	2.22	23.3	7.6

* Milliequivalent per 100 g. (100 g 当りの mg 当量)

キ、リョウブ、アオダモ、ウラジロノキ、コウヤボウキ、アキバ、ムラサキヤシオツツジが見られる。

Bc-II 型土壌では特に明りような乾性および湿性型の植物は見られない。

5) 化学的性質

各土壌型の化学的性質は第 22 表に示すごとくである。

Bc-I および Bc-II 型土壌について表層を比較すると、Bc-I 型土壌は Bc-II 型土壌に比べて C-N 率は大きく、置換酸度および置換酸度の加水酸度に対する比は明らかに大きい。Bc-I 型土壌におけるこれらの値は前述の各林地における乾性土壌とほぼ同様の値を示しているが、Bc-II 型土壌は B_D ないし B_E 型土壌に比べるとこれらの値は比較的大きい。Bc-II 型土壌がこのような性質を示すことは、断面形態に見られるように乾性の水分環境にもづく土壌微生物の有機物の分解活動の低下によるものと考えられる。

pH は Bc-II 型土壌は B_D ないし B_E 型土壌と同様に高い値を示すが、Bc-I 型土壌では必ずしも一定の傾向を示さず、Prof. No. 2 および 11 は比較的高く Bc-II 型土壌に近い値を示すが、Prof. No. 41 は他の林地の乾性型土壌と同様に低い値を示す。

置換性 Ca および Mg 含有量および飽和度はともに明りような相違を示し、Bc-I 型土壌ではこれらの値は小さいが、Bc-II 型土壌では明りような増大を示し、それぞれ対応する地形に出現する乾性または適潤性ないし弱湿性土壌に近い値を示している。

以上のように Bc-I および Bc-II 型土壌はその化学的性質の面で明らかな相違が認められる。

6) 腐植の形態

各土壌型の腐植の近似的組成は第 23 表に、光学的性質は第 24 表に示すごとくである。

第 23 表 腐植の近似的組成* (Bc 型土壌)
Table 23. Approximate composition of humus (Bc-soil)

断面 番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	層 位 Hori- zon	酸 可 溶 腐 植 Humus soluble in acid	無 処 理 土 (Untreated soil)		酸 処 理 土 (Acid treated soil)			沈澱部 含有比 (B/A)
				沈 澱 部 Precipita- ted part (A)	フルボ酸 Fulvic acid	沈 澱 部 Precipita- ted part (B)	フルボ酸 Fulvic acid (C)	沈澱部 フルボ酸 (B/C)	
2	Bc-I	A ₁	16.2	27.1	32.0	28.0	16.3	1.71	1.03
		A ₂ -B ₁	24.2	21.7	33.1	26.9	13.8	1.94	1.23
		B ₂	27.3	20.6	37.4	25.3	14.2	1.78	1.22
11	Bc-I	A ₁	16.2	26.4	31.8	27.2	15.9	1.71	1.03
		A ₂ -B ₁	21.8	16.1	35.3	20.1	16.4	1.29	1.24
		B ₂	27.3	13.0	43.5	14.5	17.2	0.84	1.11
41	Bc-I	A ₁	13.0	29.0	28.3	29.7	17.3	1.71	1.02
		A ₂ -B ₁	18.7	19.6	30.1	23.3	15.0	1.55	1.18
		B ₂	23.4	13.8	39.2	16.0	17.6	0.90	1.15
42	Bc-II	A ₁	14.3	29.5	26.2	33.2	15.0	2.21	1.12
		A ₂ -B ₁	22.8	22.9	32.9	28.1	15.7	1.78	1.22
		B ₂	24.0	18.9	34.1	24.9	16.2	1.53	1.31

* 土壌全炭素に対する %, Per cent on total carbon basis.

第 24 表 腐植の消光係数および色度比 (Bc 型土壌)

Table 24. Extinction's coefficient and color quotient of humus (Bc-soil)

断面 番号 Pro- file No.	土壌 型 Type of soil	層 位 Hori- zon	原土壌当の消光係数比 (酸処理土 / 無処理土) Ratio of extinction's coefficient per original soil (Acid treated soil / Untreated soil)		消 光 係 数 Extinction's coefficient (Carbon 100 mg/L)				色 度 比 Color quotient	
					無 処 理 土 Untreated soil		酸 処 理 土 Acid treated soil		無処理土 Un- treated soil	酸処理土 Acid treated soil
			No. 47	No. 61	No. 47	No. 61	No. 47	No. 61		
浸 出 部 NaOH extract										
2	Bc-I	A ₁	0.94	1.07	0.45	0.16	0.56	0.23	2.8	2.4
		A ₂ -B ₁	1.12	1.32	0.46	0.18	0.70	0.32	2.6	2.2
		B ₂	1.20	1.38	0.33	0.13	0.59	0.27	2.5	2.2
11	Bc-I	A ₁	0.94	1.06	0.49	0.18	0.62	0.25	2.7	2.5
		A ₂ -B ₁	1.10	1.24	0.35	0.13	0.55	0.23	2.7	2.4
		B ₂	0.85	1.02	0.25	0.09	0.38	0.15	2.8	2.5
41	Bc-I	A ₁	0.95	1.05	0.52	0.18	0.60	0.23	2.9	2.6
		A ₂ -B ₁	1.00	1.15	0.42	0.15	0.55	0.23	2.8	2.4
		B ₂	0.99	1.11	0.32	0.11	0.42	0.16	2.9	2.6
42	Bc-II	A ₁	1.16	1.23	0.67	0.26	0.90	0.37	2.6	2.4
		A ₂ -B ₁	1.13	1.29	0.49	0.21	0.80	0.35	2.3	2.3
		B ₂	1.16	1.29	0.48	0.20	0.72	0.33	2.4	2.2
沈 澱 部 Precipitated part: Humic acid										
2	Bc-I	A ₁	1.09	1.16	0.74	0.30	0.77	0.33	2.5	2.3
		A ₂ -B ₁	1.33	1.37	0.85	0.37	0.91	0.41	2.3	2.2
		B ₂	1.33	1.43	0.69	0.30	0.75	0.35	2.3	2.1
11	Bc-I	A ₁	1.05	1.11	0.87	0.35	0.88	0.37	2.5	2.4
		A ₂ -B ₁	1.32	1.35	0.83	0.35	0.88	0.39	2.4	2.3
		B ₂	1.13	1.18	0.68	0.29	0.70	0.31	2.3	2.3
41	Bc-I	A ₁	1.09	1.12	0.78	0.31	0.83	0.34	2.5	2.4
		A ₂ -B ₁	1.14	1.22	0.80	0.33	0.77	0.34	2.4	2.3
		B ₂	1.17	1.24	0.71	0.29	0.72	0.31	2.4	2.3
42	Bc-II	A ₁	1.21	1.26	1.09	0.46	1.19	0.52	2.4	2.3
		A ₂ -B ₁	1.24	1.36	1.12	0.48	1.13	0.53	2.3	2.1
		B ₂	1.32	1.41	1.09	0.47	1.10	0.50	2.3	2.2

Bc-I および Bc-II 型土壌の表層における腐植の形態の相違は、ほぼ同様の地形にそれぞれ出現する乾性土壌と適潤性ないし弱湿性土壌の間に見られる相違と、ほぼ同様の傾向が認められる。

しかしながら、Bc-I および Bc-II 型土壌をそれぞれ乾性および適潤性ないし弱湿性土壌に比べると次のような相違が認められる。

Bc-I 型土壌の沈澱部の消光係数は A₂-B₁ 層は A₁ 層より増大を示し、また A₁ および A₂-B₁ 層の消光係数は無処理および酸処理ともに前述の各林地の乾性土壌の表層より大きい値を示している。この点は

本節 2) の出現地形の項で述べたように、一般に Bc-I 型土壌は BA および Ba 型土壌より斜面の多少下部の Bu(d) 型土壌との中間、またはさらに後者に近い位置に出現するために、typical な乾性土壌に比べれば水分環境は多少湿性に近づいていることが原因と考えられる。

Bc-II 型土壌は同様の地形に出現する適潤性ないし弱湿性土壌に比べると酸処理後の沈澱部の含有率は小さく、また浸出部および沈澱部の一とくに後者の一消光係数は、無処理および酸処理いずれも適潤性ないし弱湿性土壌に比べると著しく大きい値を示し、これらの点で明りような相違が見られる。

同じ断面における沈澱部の消光係数の層位別の変化は、無処理および酸処理いずれの場合も Bc-I および Bc-II 型土壌は同様の特徴を示し、いずれも各層位間の相違は小さく、また A₂-B₁ 層 (第 2 層) に最大値が見られる。

これらの点は出現地形の異なる Bc-I および Bc-II 型土壌において、両者に共通な何らかの因子がその生成に関与していることを推察せしめる根拠を与えるものといえよう。

第 5 節 考 察

1) 各土壌型の生成に影響をおよぼす環境因子

以上の各節で述べたように、各林地における褐色森林土壌群の Bc 型土壌を除く各土壌型間の化学的性質および腐植の形態の土壌型の推移に伴う変化は、乾性土壌から適潤性土壌、さらに湿性土壌に推移するにしたがつて、いずれも規則的な一定の変化が認められる。

著者は各土壌型間に見られる相違がもたらされる原因として、結論に述べた斜面地形の影響をもつとも重要視したい。なぜならば気候条件(表日本および裏日本型)、母材および主林木の異なる各林地における結果は、上記の各土壌型はいずれもほぼ類似した性質が認められ、また各林地における各土壌型相互の間の変化も同一の傾向を示すことが認められるからである。

Bc 型土壌については、出現地形の異なる Bc-I および Bc-II 型土壌が同様の断面形態の特徴を示し、また同時に同一断面における各層位間の腐植の形態の変化が同様の特徴を示すことは、斜面地形以外の因子—大気¹⁾の指摘する「微地形の変化による樹冠上を吹き渡る風の影響による樹体を通じての乾燥」が主因子をなすと考えられる。また同時に Bc-I および Bc-II 型土壌相互間の表層における化学的性質および腐植の形態が明らかな相違を示し、これらの相違はそれぞれ対応する地形に出現する乾性および適潤性ないし弱湿性土壌の間に見られる相違と同様の傾向を示すことは、斜面地形の影響も関与していることが認められる。したがって Bc 型土壌の各土壌型は微地形の変化にもとづく風の影響と、斜面地形の影響の相互作用によつて生成されることが考えられる。

2) 斜面地形の土壌の化学的性質におよぼす影響

斜面地形の土壌の化学的性質におよぼす影響は、

A) 斜面に沿って移動する水の作用による塩基の流亡と集積

B) 水の移動に伴って 2 次的に生ずる土壌の水分環境の変化にもとづく落葉 および土壌有機物の分解過程の相違

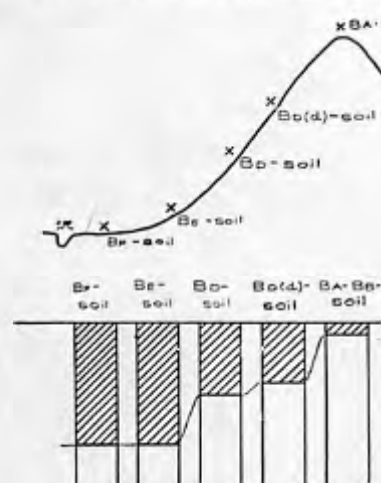
の 2 つに区分される。

斜面地形における森林土壌においては、この両因子は各独立に土壌中の化学的諸変化に対して影響をおよぼすが、同時に相互に関連し合つて両因子の相互作用としても影響をおよぼし、その結果各土壌型間に

見られる化学的性質の顕著な相違をもたらしていると考えられる。

次に上記の各因子の影響について述べる。

A) 斜面に沿った水の移動による塩基の流亡と集積



第 12 図 斜面地形における褐色森林土の各土壌型 (Bc 型土壌を除く) の出現形式と下層への水の浸透 (模式図)

(斜線部は水の浸透の深さを示す)
Fig. 12 Schematic presentation showing relationship between distribution of types of brown forest soil except Bc soil on mountain slope and depth of water permeation
(Hatching shows depth of water permeation)

は春季の偏西風の影響によって強い乾燥を受けることを指摘しているが、各土壌型のこのような性質も上述の斜面に沿った水の移動と下層への浸透状態の相違を助長していると考えられる。

各林地における各土壌型の層位別の置換性 Ca および Mg 含有量は、上記の斜面に沿った水の移動および各土壌型における水の下層への浸透と明りような関連性が認められる。各土壌型における層位別の置換性 Ca および Mg 含有量が、表層がもつとも大きく下層に推移するにしたがつて減少することは、置換性 Ca および Mg は主として落葉の分解によって供給されることを示すものといえよう。

ALWAY ら²⁾、COILE³⁾、CHANDLER⁷⁾、LAATSCH⁴⁵⁾ は土壌の表層の Ca 含有量 (置換性) と落葉中の Ca 含有量が比例することを指摘しているが、森林土壌においては土壌→植物体→落葉→土壌という物質の循環が行われていることを考慮に入れて、このような循環系を 1 単位と考えるならば、ここにおける Ca および Mg の量は土壌の表層における置換性 Ca および Mg 含有量によって代表させることができるであろう。

* Bc(d) 型土壌は国有林土壌調査遂行中に設けられたものである。また Bc 型土壌の区分は今までに報告されていない。

第 12 図は前述の各林地における結果にもとづいて、斜面地形における褐色森林土壌群の Bc 型土壌を除く各土壌型の出現状態、および斜面に沿って移動する水の下層への浸透状態を模式化して示したものである。このような各土壌型の出現状態は大政⁷⁾およびその後に行われつつある国有林土壌調査において、同様の事実が一般に認められている。

降水 (雨、雪) によつて地表に到達した水は一部は地下に浸透するが、斜面地形においては多くの部分は斜面に沿って移動するものと考えられる。斜面に沿って移動する水は、尾根では下層には十分に浸透せず、山腹斜面の上部から下部へ、さらに沢添いの緩斜—平坦地に移るにしたがつて、しだいに下層にまで浸透する。この点は前述の各土壌型の断面形態において、一般に BA および BB 型土壌では A 層が薄く下層との境界が明りようであるが、Bd(d)、Bd、Be、Bf 型土壌の順に A 層が深く腐植が下層まで浸透していることから明らかである。大政および真下⁶⁾は BA および BB 型土壌は吸水性が悪く一度乾燥すると吸水しにくくなるが、Be および Bf 型土壌ではこのような性質が見られず、Bd 型土壌は両者の中間の性質を示すことを明らかにした。さらに大政⁷⁾は BA および BB 型土壌

前述の各林地における結果は、乾性→適潤性→弱湿性、湿性の土壌型の推移に伴つて、すなわち BA、BB→Bd(d)→Bd→Be、Bf 型土壌の順に、表層における置換性 Ca および Mg 含有量が増大することを示すものといえる。

前述のほぼ同じ山腹斜面上に出現する仁柄土壌の BB、B(p)-E、B(E)-F 型土壌間、藤尾土壌の Bd(d) および Bd-(E) 型土壌間、岩瀬土壌の BB および Bd-(E) 型土壌間に見られる置換性 Ca および Mg 含有量の顕著な相違は、これらの各土壌型間における斜面に沿った水の移動による塩基の流亡と集積を示すものといえよう。またさらに前述の各林地における他の土壌型をも含めて、各土壌型間の置換性 Ca および Mg 含有量の顕著な相違は、尾根に位置する土壌からの塩基の流亡と、山腹斜面の中腹、下部、さらに沢筋に位置する土壌の順に塩基の集積を想定することが可能であろう。

山腹斜面の中腹ないしそれより下部に出現する Bd(d)-Bf 型土壌については、Bd(d) および Bd 型土壌では A₁→A₂→B₁ (または A₁-B) 層の順に、置換性 Ca および Mg 含有量は比較的急激な減少を示すが、Be および Bf 型土壌では下層において比較的ゆるやかな減少を示している。この点はこれらの土壌型の断面形態に見られる下層への腐植の浸透状態の相違と同様に、同じ断面における表層から下層への水の浸透が、上記の土壌型の推移に伴つて増大することを示すものといえよう。

また Bc 型土壌においても、Bc-i および Bc-ii 型土壌の間に見られる置換性 Ca および Mg 含有量の顕著な相違は、同様の理由にもとづくものと考えられる。

このような地形の影響にもとづく塩基の移動は、緒論に述べた POLYNOV⁷⁹⁾ の指摘した大地形における 1 流域の地域において見られる高地からの塩基の流亡と低地における集積の現象が、海拔高差わずか数十メートルにすぎないミクロの斜面地形を対象とした場合にも、明らかに認められることを示すものといえよう。

B) 斜面地形にもとづく水分環境の相違の影響

A) で述べた山腹斜面に沿って行われる水の移動は、各土壌型の水分環境に顕著な相違をもたらすはずである。すなわち、尾根、山腹斜面上部、下部、さらに沢筋の緩斜—平坦地の順にしだいに湿性の水分環境となる。この点は大政⁷⁾によれば、BA、BB→Bd→Be→Bf 型土壌の順に土壌含水量が増大していること、および真下⁶⁾によれば上記の土壌型の推移に伴つて pF 値が減少することからも明らかである。また前述の置換性塩基の移動 (相違) および各土壌型における植生の相違からも、各土壌型の水分環境の相違を推定することが可能である。

水分環境の相違が土壌の化学的性質におよぼす影響を、

- i) 落葉の分解過程
- ii) 鉱質土層における有機物の分解過程

に分けて述べる。この両者は相互に不可分の関係を有することはいうまでもない。

i) 落葉の分解過程

前述の各土壌型の断面形態における A₀ 層の形態的な特徴の相違から明らかのように、BA および BB 型土壌では落葉の分解が悪く A₀ 層は比較的厚く堆積し、また H 層の形成が見られ、モル型の腐植を形成する。Bd(d)、Bd、さらに Be 型土壌の順に A₀ 層は薄くなり、H 層の形成は見られず、ムル型の腐植に推移する。また Bf 型土壌では Be 型土壌より A₀ 層はやや厚くなり、薄層ではあるが H 層の形成が見られる。

このような A₀ 層の形態の変化は、乾性の水分環境は土壤微生物の落葉の分解活動を低下せしめるが、水分環境が湿性に推移するにしたがつて落葉の分解は良好となり、Be 型土壤において最適の状態に達するが、さらに B₀ 型土壤ではやや過湿の水分環境に近づくために、ふたたび土壤微生物の分解活動は低下の方向をたどることを示している。

今までの研究結果によれば、土壤の置換性 Ca および N 含有量 (C-N 率) は落葉中の Ca および N 含有量 (C-N 率) と関連性を示し、また同時に 後者はその分解過程と関連性を示すことが明らかにされている。落葉の成分とその分解過程との関係については、落葉の C-N 率の大小が分解の良否と関連性を有することを、大政および森⁷²⁾、WITTICH¹⁰⁴⁾、BROADFOOT および PIERRE⁹¹⁾ が指摘している。さらに ALWAY ら¹⁾、MATTSON ら^{69), 70)} は落葉中の Ca および N 含有量の多い (C-N 率の小さい) 場合はムル型の腐植を、これらの含有量の小さい場合はモル型の腐植を生ずることを明らかにしている。また CHANDLER⁷¹⁾、GARSTKA¹²⁾、COILE¹⁰¹⁾ も Ca について同様の事実を認めている。ALWAY ら¹⁾、LAATSCH⁶³⁾、CHANDLER⁷¹⁾、BROADFOOT および PIERRE⁹¹⁾ は、落葉の分解過程において生ずる酸性物質に対する落葉中の塩基—とくに Ca—の量的な関係、すなわち酸性物質に対する重要性を強調している。

以上のように落葉の成分—とくに N と Ca の含有量—が分解過程に対して重要な関係を有することが明らかであるが、ALWAY ら²⁾、COILE⁹¹⁾ は Ca および N に富む落葉下の表土は Ca および N に富むことを明らかにし、CHANDLER⁷¹⁾ も Ca について同様の事実を認めている。また LAATSCH⁶³⁾ は落葉の N および塩基含有量の多少は土壤の N および塩基含有量の多少に比例することを明らかにし、HARLEY¹²⁴⁾ も N について同様の事実を認めている。

ii) 鉄質土層における有機物の分解過程

落葉と土壤の表層における Ca (置換性) 含有量および C-N 率が関連性を有し、また落葉におけるこれらの成分がその分解過程に影響をおよぼすことは i) において述べた。

前述の乾性土壤から湿性土壤にいたる土壤型の推移に伴う分解過程の相違は、各土壤型の鉄質土層の化学的性質の相違とも 明りように関連性を示している。すなわち、Ba, B₀→B₀(d)→B₀→Be 型土壤の順に、表層における C-N 率の減少、pH の増大、置換酸度および置換酸度の加水酸度に対する比の減少、とくに置換性 Ca および Mg 飽和度の増大することが前述の各林地における結果から帰納される (第 6 章、第 28~31 図参照)。

乾性土壤では乾性の水分環境と塩基の流亡は土壤微生物の有機物の分解活動の低下をもたらす、それに伴って C-N 率の増大と有機物の不完全な分解に伴う酸性物質の増大にもとづく土壤の酸性の増大をもたらす。また塩基の流亡はこれらの酸性物質に対する緩衝作用を低下せしめて、土壤の酸性を強める方向に作用する。土壤中の化学的な諸変化が土壤条件をこのような方向に変化せしめると、それはさらに土壤微生物の有機物の分解活動の低下を促進し、C-N 率の増大と土壤の酸性化を促進する方向に作用する。また鉄質土層におけるこのような変化は落葉の C-N 率の増大と塩基の含有量の低下をもたらす、その分解を阻害せしめてモル型の腐植の形成を助長すると考えられる。

適潤性、さらに弱湿性土壤に推移するにしたがつて、土壤の水分環境が良好となり同時に塩基の集積が行われるために土壤微生物の有機物の分解活動が高められ、それに伴って土壤の C-N 率の低下と分解に伴う酸性物質の生成の減少がもたらされ、また塩基の集積は土壤の酸性を抑制する方向に作用する。土壤中におけるこのような化学的な諸変化は、同時に土壤微生物の有機物の分解活動を高め、C-N 率の低下

と土壤の酸性を抑制する方向に作用する。また鉄質土層におけるこのような変化は落葉の C-N 率の減少と塩基の含有量の増大をもたらす、その分解を促進せしめてムル型の腐植の形成を助長するものと考えられる。

B₀ 型土壤においては、Be 型土壤と比べて C-N 率の相違は明らかではないが、pH の低下、置換酸度および置換酸度の加水酸度に対する比の増大、とくに置換性 Ca および Mg 飽和度の減少が見られる。このことは前述の A₀ 層の形態からも明らかのように、水分環境がさらに湿性 (やや過湿) に近づくために、土壤微生物の分解活動が低下することと関連するものと考えられる。しかし B₀ 型土壤における H 層および鉄質土層が乾性土壤ほど強い酸性を示さないことは、その C-N 率から推察されるようにその水分環境が土壤微生物の分解活動に対する阻害因子として乾性土壤の場合ほど強く作用していないことが考えられるが、また同時に斜面地形の影響にもとづく塩基の集積が、土壤の酸性化に対する抑制因子として作用しているものと考えられる。

B₀ 型土壤においては、B₀-I 型土壤は出現地形および A₀ 層の形態から推察されるように、Ba および B₀ 型土壤に比べれば多少湿性の水分環境にあるものと考えられるが、その出現地形は斜面全体から見れば乾性土壤に近く、またさらに微地形の影響による風にもとづく乾燥の影響も加わるために乾性の水分環境におかれている。その化学的性質が全般的には乾性土壤と類似した性質を示すことは、同様に乾性の水分環境と斜面地形の影響にもとづく塩基の流亡によるものと考えられる。また B₀ ないし Be 型土壤と同様の地形に出現する B₀-II 型土壤と B₀-I 型土壤の間に見られる化学的性質の相違が、乾性および適潤性ないし弱湿性土壤の間に見られる相違と同様の傾向を示すことは、前述の斜面地形の影響によるものと考えられる。しかし B₀-II 型土壤が適潤性ないし弱湿性土壤に比べて C-N 率が大きいことは、微地形の変化にもとづく風の作用による乾性の水分環境の影響を示しているといえよう。また pH、とくに置換性 Ca および Mg 飽和度はほぼ適潤性ないし弱湿性土壤と同様に高い値を示すことは、斜面地形の影響にもとづく塩基の集積にもとづくものと考えられる (第 6 章、第 29 および第 31 図参照)。

以上のように斜面地形の土壤におよぼす影響は、塩基の流亡と集積および水分環境の変化によってもたらされる土壤微生物の落葉および有機物の分解活動の相違として示され、各土壤型間の表層における C-N 率、pH、置換および加水酸度、とくに置換性 Ca および Mg の含有量および飽和度に表示される顕著な相違をもたらしているといえる。

3) 斜面地形の腐植の形態におよぼす影響

土壤の腐植の生成については多くの研究が行われているがまだ確説を見ない。

WAKSMAN および IYER^{100)~103)} は、腐植は植物に由来するリグニンと土壤微生物によつて形成されるリグニン蛋白質複合体であるとした。これに対して SPRINGER⁹²⁾、SIMON⁹³⁾ はリグニンの骨格物質への分解と、それからの再合成による芳香族化合物の形成と酸素の摂取によつて、新しい高分子化合物の形成が行われるものとした。LAATSCH⁶³⁾、TIURIN⁹⁴⁾ も後者の見解を支持している。

腐植化過程の進行に伴う腐植の形態の変化については、結論に述べたドイツ学派、BELCHIKOVA⁹⁵⁾、熊田^{96)~98)} の研究は、それぞれ表示方法は異なるがいずれも同様の結果を示している。すなわち、腐植化過程の進行は腐植浸出部ないしは沈殿部の有機物一定量当りの消光係数の増大と、色度比 (消光係数比青/赤) の減少によつて示される。また TIURIN⁹⁴⁾、BELCHIKOVA⁹⁵⁾ は腐植化の進行に伴って腐植の近似的組成にも変化が見られ、沈殿部の含有率 (沈殿部炭素の土壤全炭素に対する Percent) の増大と、酸可溶腐植

の含有率の減少が見られるという。

また TIURIN²⁴⁾, SPRINGER²⁷⁾ は土壤中の有機物の分解と腐植化過程の進行の程度が関連性を示すことを明らかにしているが、同時に SPRINGER²⁷⁾ は泥炭および Auflagehumus においては、有機物のわずかな分解と比較的高い腐植化の行われることを指摘している。

土壤中の腐植は腐植化過程の種々の段階にある fraction の混合物と考えられる。腐植の各 fraction の分別には種々の方法が提案されているが、この研究では次の 3 つの fraction に分けた。すなわち

- i) 酸可溶の腐植
- ii) 直接稀アルカリ可溶（酸処理を行わずに）の腐植
- iii) 酸処理後稀アルカリ可溶の腐植

である。

i) 酸可溶の腐植

土壌から直接稀酸によって浸出される fraction について、SPRINGER²⁹⁾ はこれを Fe および Al と結合した低分子の腐植酸 (Fe-, Al-humate) とし、TIURIN²³⁾ はこれを可動性の R_2O_3 [とくに Al] と結合したフルボ酸類似の有機物とし、これを一般のフルボ酸と異なり沈澱部（腐植酸）と結合して高分子の複合体を形成せずに、遊離の状態で土壌中に存在する fraction としている。阿氏ともにこの fraction は一般の土壌中では少ないが、ポドゾル化した土壌—とくにその集積層—に多量に存在するという。また小坂²⁵⁾ はわが国の土壌について、この fraction は消光係数が小さく、また色度比が大きく腐植化の進行していないことを指摘している。著者は各林地（次章以後に述べるポドゾル土壌群および黒色土壌群も含めて）における結果から見て、この fraction を腐植化過程の未熟な段階にあるものと考えたい。

ii) 直接稀アルカリ可溶の腐植

SPRINGER²⁹⁾ は土壌から直接稀アルカリで浸出される腐植を、土壌中で遊離状態または Ca ないし Mg とゆるく結合した腐植とし、TIURIN²³⁾ はこれを土壌中で遊離または鉱質物 (Ca, Mg, Fe, Al) とゆるく結合した腐植としている。著者はこの fraction については TIURIN と同様に土壌中で遊離、または鉱質物とゆるく結合した腐植と考えたい。

iii) 酸処理後稀アルカリ可溶の腐植

SPRINGER²⁹⁾ は酸処理によって稀アルカリ可溶となる腐植を Ca および Mg と強固に結合した腐植とし、その沈澱部（腐植酸）は腐植化のすすんだ灰色腐植酸であるという。TIURIN²³⁾ は鉱質物と強固に結合した腐植を Ca および Mg と強固に結合した腐植と、Fe および Al と強固に結合した腐植とに区分しているが、これらの鉱質物と強固に結合している腐植はいずれも酸処理（この報告において用いた条件の）によって、いずれも稀アルカリ可溶となると考えられる。小坂および井沢²⁶⁾ はわが国の土壌では腐植は Fe および Al との結合が主要なものであるとしている。著者は酸処理によって稀アルカリ可溶性となる腐植を一応鉱質物と強固に結合した腐植として扱い、その詳細な検討は後日にゆずることとする。著者の酸処理後に稀アルカリ可溶の腐植は、遊離または鉱質物とゆるく結合した腐植（直接稀アルカリ可溶の腐植）および鉱質物と強固に結合した腐植の両者を含むものである。ただし酸可溶の腐植が除かれていることはいうまでもない。

著者は各土壌型の腐植の形態を考察する場合、その近似的組成と沈澱部の光学的性質を重要視したい。なぜならば各土壌型間に見られる腐植化過程の相違は、腐植の各 fraction の質的な相違と同時に量的な

相違が予想されるからである。著者の実験条件においては各試料いずれも有機炭素の 300 倍の稀アルカリ溶液を用いて加熱浸出を行っているので、各 fraction の含有率は腐植の近似的組成を示すと見なしうと思われる²¹⁾。また腐植の光学的性質については、各土壌型の特徴は浸出部よりむしろ沈澱部に明りように示されるために、主としてこれについて論ずることとする。

著者は褐色森林土壌群の腐植の形態を論ずる場合、一部の土壌型にだけ出現する H 層（および H-A 層）は鉱質土層と区分して扱うことにする。

A) 鉱質土層について

i) 腐植の近似的組成

前述の各林地における結果は、各土壌型の腐植の近似的組成は顕著な相違を示している。

a) 酸可溶腐植

酸可溶腐植の含有率は全般的には土壌全腐植の 10~30% を占め、腐植の組成中に占める比率は小さくはない。各林地別に土壌型の推移に伴う変化を表層について比較すると、乾性土壌は適潤性ないし湿性土壌より、また Bc-I 型土壌は Bc-II 型土壌より酸可溶腐植含有率は明りように増大を示している。この点は前述のように土壌微生物の分解活動が低下し、落葉および有機物の分解の不良な土壌では酸可溶腐植含有率の増大を伴うといえるであろう。ただし乾性土壌である Ba 型土壌（第 3 節 仁鮎土壌）において酸可溶腐植含有率の小さいことは、前述のように土壌中に混在する菌糸の影響にもとづくものと考えられる。

同一断面における層位別の変化はいずれも同様の傾向を示し、下層ほど酸可溶腐植含有率の増大が見られる。

b) 直接稀アルカリ可溶腐植

直接稀アルカリ可溶腐植は土壌全腐植の 45~65% を占め腐植の主要な部分を占める。この fraction のフルボ酸には前述の酸可溶腐植も含まれると考えられる。乾性土壌から湿性土壌にいたる土壌型の推移に伴う変化は、表層における沈澱部含有率に比較的明りように示される。この fraction の沈澱部含有率は土壌全炭素の 27~33% を示すが、適潤性ないし湿性土壌は乾性土壌より、また Bc-II 型土壌は Bc-I 型土壌より増大を示す（第 6 章、第 32 図参照）。

同一断面における沈澱部含有率の層位別の変化は、適潤性ないし湿性土壌の A₁ および A₂ 層間は著しい相違が認められないが、B (A₂-B) 層は明りように減少を示し、Bc 型土壌および乾性土壌は下層ほど明りような減少を示す。

c) 酸処理後稀アルカリ可溶の腐植

この fraction の沈澱部には前述のように直接稀アルカリ可溶の腐植の沈澱部も含まれる。乾性土壌から湿性土壌にいたる土壌型の推移に伴う変化は、沈澱部の含有率と沈澱部とフルボ酸の含有率比に明りように示される。沈澱部含有率を表層について比較すると、適潤性ないし湿性土壌は乾性土壌より、また Bc-II 型土壌は Bc-I 型土壌より明りような増大を示す。この点は直接稀アルカリ可溶腐植と同様の傾向を示しているが、土壌型の推移に伴う変化はさらに明りように示される。前述の各土壌型の沈澱部の含有率比（酸処理 / 無処理）に示されるように、乾性土壌および Bc-I 型土壌では鉱質物と強固に結合した腐植は少ないが、適潤性ないし湿性土壌および Bc-II 型土壌では比較的多く、上記の土壌型の推移に伴って増大することが認められる（第 6 章、第 32 図参照）。

同一断面における層位別の変化は、各土壌型はいずれも下層において鉄質物と強固に結合した腐植が明らかに認められる。

沈澱部とフルボ酸の含有率比は、表層では上記の土壌型の推移に伴って明りような増大を示し、また同一断面については下層ほど減少を示す。

ii) 光学的性質

前述の各林地における結果は、各土壌型および腐植の各 fraction の特徴は沈澱部の消光係数および色度比にもつとも明りように示されるといえる。沈澱部は各断面いずれも酸処理によつて消光係数の増大と色度比の減少を示すが、この点は鉄質物と強固に結合した腐植の沈澱部は、遊離または鉄質物とゆるく結合した腐植の沈澱部に比べて、それぞれ消光係数の増大と色度比の減少、すなわち腐植化過程の進行していることを示すものと思われる。

乾性土壌から適潤性ないし湿性土壌にいたる土壌型の推移に伴う変化を、表層について比較すると次のごとくである。

沈澱部の消光係数は無処理および酸処理いずれの場合も同様の傾向を示し、適潤性ないし湿性土壌は乾性土壌（第 3 節 仁紺土壌の B_h 型土壌を除けば）より、また Bc-II 型土壌は Bc-I 型土壌より明りように増大を示すといえる。浸出部の消光係数についても同様の傾向が認められるが、酸処理後の沈澱部においてもつとも明りように示される（第 6 章、第 34 図参照）。

色度比は酸処理後の沈澱部は乾性および適潤性土壌はいずれも同様の値を示し、弱湿性および湿性土壌より小さい。また Bc-I および Bc-II 型土壌では一定の傾向を認めがたい。無処理の沈澱部および浸出部の色度比はいずれも土壌型の推移と明りような関連性を認めがたい（第 6 章、第 35 図参照）。

同一断面における層位別の腐植の光学的性質の変化は、次のように土壌型別に明りような相違が見られる。沈澱部の消光係数は無処理および酸処理ともに乾性土壌では下層に推移するにしたがつて減少を示すが、適潤性ないし湿性土壌では逆に増大を示している。また Bc-I および Bc-II 型土壌はいずれも同様の傾向を示し、A₂-B₁ 層（第 2 層）に最大値が見られる。色度比は各土壌型いずれも下層ほど減少を示すか、または表層と同等の値を示す。

iii) 各土壌型における腐植化過程

i) および ii) で述べた各土壌型の腐植の形態の相違を、環境因子の影響をもつとも顕著に反映すると考えられる表層について比較すると、乾性土壌と適潤性ないし湿性土壌の間では顕著な相違が見られるが、適潤性および湿性土壌の間ではその相違は小さいといえる。また Bc-I および Bc-II 型土壌の間では顕著な相違が認められる。

各土壌型の腐植は全般的にはいずれも遊離または鉄質物とゆるく結合した腐植が主要な地位を占めているが、この fraction の沈澱部（浸出部も同様であるが）は上記の土壌型の推移に伴って消光係数の増大、すなわち腐植化の進行が認められる。さらに上記の土壌型の推移に伴って、腐植化過程の進んでいない酸可溶腐植の含有率の減少と、腐植化過程の進んでいる鉄質物と強固に結合した腐植の含有率の増大が認められる。したがってこのような腐植の組成の変化と各 fraction の腐植化過程の相違を総合すると、適潤性ないし湿性土壌は乾性土壌より、Bc-II 型土壌は Bc-I 型土壌より腐植化過程の進行が認められるといえる。

このような各土壌型間に見られる腐植化過程の相違は、前述の各土壌型の水分環境および化学的性質の

相違によつて生ずる土壌微生物の落葉および有機物の分解活動の相違と関連性を示すことが認められる。

しかしながら、適潤性ないし湿性土壌およびこれらと同様の地形に出現する Bc-II 型土壌においては、次のような興味のある現象が見られる。すなわち、藤尾土壌において Bd(d) 型土壌は Bd(e) 型土壌より、岩瀬土壌(i)において Bd(e) 型土壌は Be 型土壌より沈澱部の消光係数が無処理および酸処理ともに大きく、また Bc-II 型土壌は同様の地形に出現する各林地における Bd ないし Be 型土壌より明りやかに沈澱部の消光係数の増大が見られる。これらの点は微生物の分解活動が活発に行われているこれらの土壌型においては、乾性の因子（これらの土壌型間の相対的な比較においての乾性）が作用することは、沈澱部の消光係数の増大、すなわち腐植化過程の進行をもたらししているように思われる。

この点について TIURIN²⁴⁾ は有機物の分解過程において、湿潤な状態における加水分解的な過程と、乾燥した状態における酸化的な過程の季節的なくり返しは、腐植化を進行せしめると考えられることを指摘している。また熊田²⁵⁾も沖積土における乾田土壌は湿田土壌より腐植化過程の進行していることを明らかにしている。

斜面地形における出現地形から見て、Bd(d) 型土壌は Bd(e) 型土壌より、Bd(e) 型土壌は Be 型土壌より相対的な意味で乾性の要素が加わっていることは、出現地形および断面形態から明りかに推察される。さらに Bc-II 型土壌は斜面に沿って流動する水の集積地形にありながら、強い乾性の要因が作用していることは断面形態からも明りかであり、おそらくは湿潤と乾燥のくり返しが行われていることが推定される。

以上の点から見て沈澱部の消光係数に示される腐植化過程の相違は、基本的には土壌微生物の落葉および有機物の分解活動の相違によつて条件づけられ、さらに乾性の因子が第 2 次的な因子として付加的な役割をなしているものと想像されるが、この点についてはなお今後の研究にまたなければならない。

各土壌型の腐植化過程の相違は、光学的性質と同時に組成の面でも顕著な相違をもたらし、とくに酸可溶腐植および酸処理後の沈澱部の含有率、酸処理後の沈澱部 / フルボ酸の含有率の変化に示されることはすでに i) において述べた。

これらの点について BELCHIKOVA²⁶⁾ は沈澱部とフルボ酸の含有率比^{*}は一般に沈澱部の含有率によつて支配され、各土壌型 (Great soil groups) においては腐植化のすすむにつれて沈澱部の含有率は増大を示し、また同時に沈澱部 / フルボ酸の含有率比も増大することを指摘し、さらに TIURIN²⁴⁾ も同様のことを明らかにしている。

著者の結果においては、沈澱部の消光係数の相違に示される各土壌型の腐植化過程の相違と腐植の組成の変化は、前述のように明りかに関連性が認められる。しかし適潤性ないし湿性土壌および Bc-II 型土壌においては、沈澱部の含有率（酸処理後）は Bd(e)、Be、B(e)-f 型土壌の順に湿性に傾くほど増大する傾向を示し、また Bc-II 型土壌は Bd ないし Be 型土壌より減少を示している点から見て、これらの土壌型の間では沈澱部の含有率（酸処理後）は湿性の水分環境の推移により大きく関連性を示すように思われる。また適潤性ないし湿性土壌および Bc-II 型土壌の間では沈澱部 / フルボ酸含有率比は、沈澱部の消光係数に見られる腐植化過程ないし沈澱部含有率（酸処理後）ととくに明りような関係は認められない。

B) H および H-A 層

^{*} 実験方法は著者の場合と多少異なるが、著者の酸処理後の沈澱部 / フルボ酸の含有率比にはほぼ相当する。

Bb および B(e)-F 型土壌における H 層では、腐植は遊離または鉄質物とゆるく結合していると考えられる。ただし岩瀬土壌(I)および仁鮎土壌のスギ林土壌では腐植の一部は鉄質物と強固に結合していることが認められる。この点は次章に述べるポドゾル土壌も含めてスギ林にのみ見られた現象であるが、この点は今後に残された興味ある現象である。

各林地の H 層の腐植の形態は上記の点を除けばほぼ同様の性質を示している。近似的組成については沈殿部(酸処理後)含有率は 40~44% を示し、各土壌型の鉄質土層のいずれの場合より大きく、また酸可溶腐植含有率はいずれも 10% 以下で小さい値を示す。浸出部および沈殿部の消光係数は小さく、各土壌型の鉄質土層においてもつとも低い値を示す乾性土壌と同程度の値を示し、また色度比は各土壌型の鉄質土層よりさらに大きい値を示す。光学的性質に見られるこれらの点は、H 層の腐植が腐植化過程の低いことを示すものといえる。

森林土壌における H 層の形成は不良な水分環境(乾性および過湿)によつてもたらされる土壌微生物の落葉の分解活動の低下によつて生ずるものである。したがって H 層におけるこのような腐植化過程の低い段階は、明らかに土壌微生物の分解活動の低さと関連性を示すものといえる。また乾性および湿性土壌間の腐植の形態の相違はとくに明りようではない。

仁鮎土壌の B(d)-E 型土壌の H-A 層の腐植は、適潤性ないし弱湿性土壌の A₁ 層とほぼ同様の組成を示し、またその光学的性質はこれらの土壌型の A₁ 層と上記の H 層とのほぼ中間の値を示している。したがって、H-A 層の腐植の形態は H 層と A₁ 層の中間の性質を示しているといえる。

C) ま と め

以上のように腐植の形態におよぼす斜面地形の影響は、各土壌型間の鉄質土層の腐植の形態組成および光学的性質の相違に明りように示され、全般的には乾性土壌から適潤性ないし湿性土壌、Bc-I 型土壌から Bc-II 型土壌に推移するにしたがって腐植化過程の進行していることが示される。

第 4 章 乾性ポドゾルおよび適潤性ポドゾルの土壌型と化学的性質 および腐植の形態との関係

森林下に見られるポドゾルを大政⁷⁴⁾は乾性ポドゾルおよび湿性ポドゾルに区分している。同氏の湿性ポドゾル(Pw 型土壌)には高山湿原ポドゾル(PwI)、低湿ポドゾル(PwII)およびグライポドゾル(Pg)が含まれるが、これらは泥炭から森林への移行型および台地上の凹地に出現する土壌型であつて、いずれも斜面地形における土壌型ではない。

斜面地形に出現するポドゾル土壌としては、大政⁷⁴⁾の乾性ポドゾル(Pd 型土壌)が該当する。Pd 型土壌は BA および Bb 型土壌の高山型とされているが、PdIII 型土壌(弱ポドゾル化土壌)には Bb 型土壌の高山型(ブナーシロバナシャクナゲ型土壌)以外に、Bd 型土壌への移行型(ブナーエゾズリハ型土壌)も含まれている。同氏の乾性ポドゾルは明らかな湿性型のポドゾルに対する相対的な乾性を意味するもので、乾性の意味は褐色森林土壌群の場合と異なり広義に解釈されている。

著者は斜面地形に出現するポドゾル土壌を、次に述べる出現地形、断面形態(A₀層)、化学的性質および腐植の形態などの相違からこれを次の 2 つに区分した。

- (1) 乾性ポドゾル(Dry podzolic soils): Pd 型土壌
- (2) 適潤性ポドゾル(Moderately moist podzolic soils): PM 型土壌

Pd 型土壌は乾性褐色森林土の高山型、PM 型土壌は適潤性褐色森林土の高山型と考えられる。PM 型土壌における適潤性の意味は褐色森林土壌群の場合より幅が広く、地形的には Bd(d) 型土壌から Be 型土壌に近い土壌型の出現地形に相当する山腹斜面の中腹よりやや上部から斜面下部までを含むものである。

著者の区分した Pd および PM 型土壌は大政⁷⁴⁾の分類では Pd 型土壌として一括して含まれるものと考えられる。Pd および PM 型土壌は大政⁷⁴⁾の分類模式にしたがつて、I 型(ポドゾル)、II 型(ポドゾル化土壌)および III 型(弱ポドゾル化土壌)に細分した。すなわち、PdI および PMI 型土壌は A₂ 層と B 層との区分が明りようで、溶脱層は明りように帯状をなすもの、PdII および PMII 型土壌は A₂ 層と B 層の区分は明りようであるが、A₂ 層における溶脱部は斑状に点在するもの、PdIII および PMIII 型土壌は A 層における溶脱は肉眼的に認められないが、B 層は明りように鉄さび色を呈して鉄の集積が認められるものである。

第 1 節 乾性ポドゾル(Pd 型土壌)

1) 試料採取地

Pd 型土壌は第 3 章第 2 節の岩瀬土壌(I)と同じ秋田県山瀬管管内岩瀬管管内において採取した。同管管内の丘陵地帯からさらに奥地の山岳地帯にかかる海拔高約 400 m 以上の地域は天然生のブナまたはヒバ林を形成するが、この地域では尾根または尾根に近い斜面上部に Pd 型土壌が出現するが多い。

供試した次の土壌型は岩瀬管管内 82 林班の比較的近接した場所で採取した。

Prof. No. 12 PdI 型土壌(乾性ポドゾル)

Prof. No. 13 PdII 型土壌(乾性ポドゾル化土壌)

Prof. No. 14 PdIII 型土壌(乾性弱ポドゾル化土壌)

2) 母材、地形

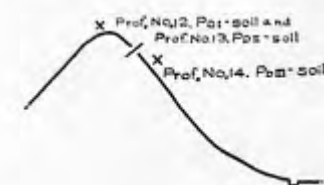
母材はいずれも石英粗面岩である。

各土壌型の出現地形は第 13 図に示すごとくである。Prof. No. 12 および No. 13 は約 20 m 離れた場所であるが鈍頂な尾根の稜線に、Prof. No. 14 は比較的大きい尾根のりよう線に近い斜面上部に位置する。

海拔高、方位および傾斜は第 25 表に示すごとくである。

第 25 表 Pd 型土壌の立地条件
Table 25. Site conditions of Pd soil
[Parent material: Liparite]

断面番号 Profile No.	土 壌 型 Type of soil	海 拔 高 Height above sea level (m)	方 位 Direction	傾 斜 Inclination
12	PdI	470	S	18°
13	PdII	470	W	10°
14	PdIII	400	S 20° W	30°



第 13 図 Pd 型土壌の出現
地形(模式図)

Fig. 13 Relief of Pd soil
(schematic presentation)

3) 断面形態

各土壌型の断面形態は第 14 図および第 26 表に示すごとくである。

第 26 表 断面形態 (Pd 型土壌)
Table 26. Description of profile (Pd soil)

断面 番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	層位 Hori- zon	厚 さ Thick- ness (cm)	色 Color	推移状態 Definition of bound- ary	土性 Tex- ture	構 造 Struc- ture	堅密度 Com- pact- ness	石 礫 (Size, quantity)	根系 Root	外生菌根 Ectotro- phic mycor- rhiza
12	PD I	A ₀	L: 1~2 cm, F: 2~3 cm, H: 2~3 cm, brownish black, granular								
		A ₁	+~0.5	black	S	SL	Cr	2	small, (a)	4	—
		A ₂	5~8	gray-pale grayish brown	S	SL	M	3	small, (a)	3	—
		B ₁	5~8	dark reddish brown	S	S	Bl (weakly) M	3~4	large, (a)	2	—
		B ₂ -C	20+	pale yellow	C	G	—	4	large, (a)	+	—
13	PD II	A ₀	L: 1 cm, F: 2~3 cm, H: 2~4 cm, dark purple, granular								
		A ₁	0.5	blackish brown	S	S	Cr	1~2	small, (a)	4	—
		A ₂	4~5	grayish brown	C	S	Cr (weakly) M	2~3	small, (a)	3~2	—
		B ₁	15~20	dark reddish brown	C	S	M	3	large, (a)	2~1	—
		C	10+	pale yellow	C	S	—	4	large, (a)	+	—
14	PD III	A ₀	L: 1 cm, F: 1 cm, (F)-H: 2 cm, blackish brown, powdery								
		A ₁	+~1	blackish brown	S	S	Cr	1~2	small, (o)	4	—
		A ₂	3~4	(grayish) brown	G	S	M	3	small, (f)	2	—
		B ₁	20	reddish brown	C	S~SL	M	3	small, (f)	+	—
		C	10+	pale yellow	C	G	—	4	large, (a)	—	—

Remarks:

Type of soil.

PdI: Dry podzol. (乾性ポトゾル)

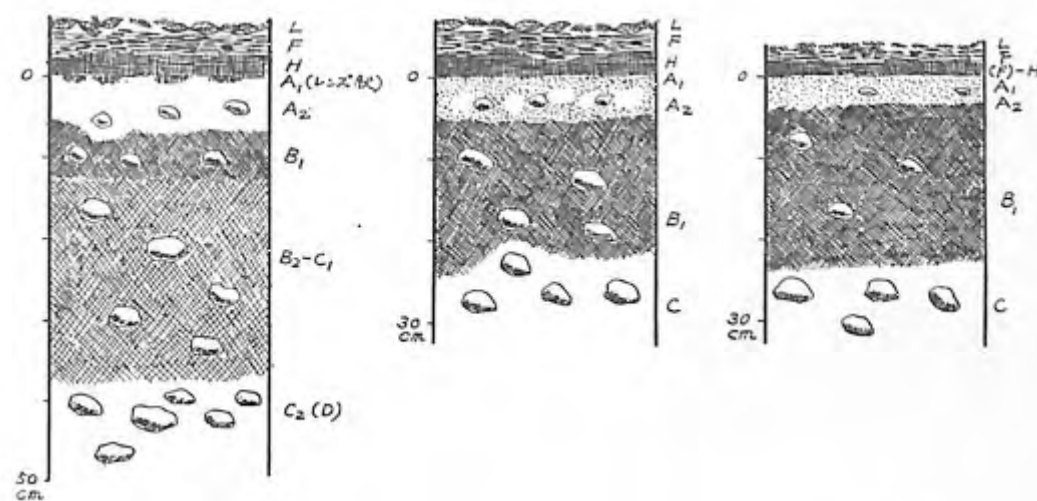
PdII: Dry podzolic soil. (乾性ポドゾル化土壌)

PdIII: Dry slightly podzolised soil. (乾性弱ポドゾル化土壌)

Other abbreviations are same as Table 2.

A₀ 層は各断面 いずれも とくに 厚く 発達しているとはいえないが、H 層は粉状または粒状を呈し、HEIBERG および CHANDLER¹⁶⁾ の Granular mor または Matted mor に該当する形態を示す。また H 層と同様に F 層も発達し、F および H 層はほぼ同程度の厚さを示す。この点は次第に述べる PM 型土壌と比べると著しい相違を示し、Pd 型土壌の形態的な特徴をなすと思われる。

各断面はいずれも A₁ 層はきわめて薄く、薄層を形成するかまたはレンズ状に点在し、有機物にすこぶる富み H-A 層に近い形態を示し、Crumb 状を呈する。A₂ 層はいずれも Massive に近く、乾性褐色森林土に見られるような Granular または Nutty structure の形成は明らかではない。PdI 型土壌では帯状に明りような灰白色の溶脱層を形成するが、PdII 型土壌では灰色の溶脱部が凝状に散在し、PdIII



Prof. No. 12
PdI-soil
Residual soil

Prof. No. 13
PdII-soil
Residual soil

Prof. No. 14
PdIII-soil
Creep soil

第 14 図 Pd 型土壌の断面図 (模式図)
Fig. 14 Profiles of Pd soil (schematic presentation)

型土壌では溶脱は肉眼では認めがたい。

B₁ 層は各断面 いずれも Massive に近く、乾性褐色森林土に見られる Granular, Nutty または Blocky structure などは認められない。また暗赤褐色ないし赤褐色 (鉄さび色) を呈し明りように鉄の集積を示すが、これらの色調は A₂ 層との境界がもつとも濃く下層に向つて漸減する。B₁ 層における礫の表面は明りように鉄による汚染を示している。

4) 植 生

各土壌型の植生は第 27 表に示すごとくである。

第 27 表 Pd 型土壌の植生
Table 27. Vegetation of Pd soil

断面番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	植 生 Vegetation
12	PdI	(D) ブナ 5, スギ 2 (Ds) ブナ 2, コミネカエデ 2 (Sh) リョウブ 3, マルバマンサク 3, ヤマウルシ 2, アズキナシ 2, コミネカエデ 2, タムシバ 2, オオカメノキ 1, オオバスノキ 1, アカミノイヌツゲ 1, ウスノキ 1, オオバクロモジ 1 (G) チシマザサ 1, オオイワカガミ 1, ツルシキミ 1
13	PdII	(D) ブナ 5, スギ 2, ミズナラ 2 (Sh) リョウブ 2, マルバマンサク 2, タムシバ 2, コミネカエデ 2, アカミノイヌツゲ 2, オオカメノキ 1, ヤマウルシ 1, チシマザサ 1 (G) オオバスノキ 2, イワウチワ 2, ツルシキミ 1, アクシバ 1, ハナヒリノキ 1
14	PdIII	(D) ヒバ 5, ブナ 2, スギ 2 (Sh) ヒバ 5, コシアブラ 3, コミネカエデ 1, アオダモ 1 (G) イワウチワ 2, オオイワカガミ 2, ヤマソテツ 2, シノブカグマ 2, ヒメアオキ 1, ミヤマイトナシ 1, シシガシラ +

(D)...Dominant tree layer, (Ds)...Subdominant tree layer, (Sh)...Shrub layer,
(G)...Ground flora

PdI および PdII 型土壌は前述の岩瀬土壌(I) (褐色森林土壌群) の B₂ 型土壌と同様に、リュウブ、マルバマンサクが多く見られ、その他コミネカエデ、オオカメノキ、オオバノキ、アカミノイヌツゲ、アキシバなどの乾性型の植物が多く見られる。

PdIII 型土壌ではコミネカエデ、アオダモなどの乾性型の植物が見られるが、PdI および PdII 型土壌ほど乾性型の植物の出現は多くない。この点は同断面におけるスギ植栽木は天然生のヒバに被圧されて、うつ閉されたヒバ林に近い林況を呈し林内環境が湿潤に傾いているためであろうと思われる。

5) 化学的性質

各土壌型の化学的性質は第 28 表に示すごとくである。

第 28 表 化学的性質 (Pd 型土壌)
Table 28. Chemical properties [Pd soil]

(On dry basis)

断面番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	層位 Horizon	深さ Depth (cm)	炭素 Carbon %	窒素 Nitrogen %	C-N 率 C-N ratio	pH (H ₂ O)	置換酸度 Exch. acidity (y ₁)	加水酸度 Hydrol. acidity (y ₁)
12	PdI	H	5~8	43.7	1.84	24	4.10		
		A ₂	1~6	5.3	0.17	31	4.10	35	51
		B ₁	8~14	4.0	0.14	29	4.65	21	29
13	PdII	H	4~7	40.4	1.51	27	4.05		
		A ₂	1~4	7.1	0.26	27	3.95	32	65
		B ₁	7~17	6.1	0.25	24	4.70	48	83
14	PdIII	H**	2~4	21.4	0.98	22	4.40		
		A ₂	1~4	9.7	0.32	30	4.35	38	69
		B ₁	7~17	8.0	0.28	29	4.65	21	57

同 前 (ibid.)

土 壌 型 Type of soil	層 位 Horizon	置換容量* Cation exchange capacity (A)	置換性 Ca* Exch. Ca (B)	置換性 Mg* Exch. Mg (C)	置換性 Mn* Exch. Mn	置換性 Ca 飽和度 Rate of exch. Ca saturation (B/A) %	置換性 Mg 飽和度 Rate of exch. Mg saturation (C/A) %
PdI	A ₂	14.5	0.23	0.35	tr.	1.6	2.4
	B ₁	17.2	0.33	0.31	tr.	1.9	1.9
PdII	A ₂	19.6	0.92	0.73	tr.	4.7	3.7
	B ₁	27.3	0.98	0.40	tr.	3.6	1.5
PdIII	A ₂	26.0	0.74	0.41	tr.	2.8	1.6
	B ₁	25.1	0.42	0.63	tr.	1.7	2.5

* Milliequivalent per 100 g. (100 g 当りの mg 当量)

** Prof. No. 14 is the creep soil on the upper part of the mountain slope, and its H layer contains fine gravels and sands abundantly. (Prof. No. 14 は山腹上部の徘徊土で、H 層は細い砂礫を多く含む)

各土壌型の化学的性質はほぼ同様の傾向を示し、いずれも強酸性の置換性 Ca および Mg に乏しい土壌である。各土壌型の各層位を比較すると、H 層および A₂ 層の pH は PdIII 型土壌は PdI および PdII 型

土壌に比べると多少高いが、B₁ 層の pH は各土壌型いずれもほぼ同様の値を示し A₂ 層より高い値を示している。同様の地形に出現する乾性褐色森林土と比較すると次のごとくである。H 層は C-N 率は同様の値を示すが、pH は Pd 型土壌では低下を示す。Pd 型土壌の A₂ および B₁ 層は乾性褐色森林土の A および B 層に比べると、C-N 率、置換酸度および置換酸度の加水酸度に対する比の増大、pH の低下、とくに置換性 Ca および Mg の含有量および飽和度の低下を示す。これらの点は土壌微生物の有機物の分解作用の低下と、それに伴う酸性物質の生成の増大によつて土壌の酸性化と塩基の流亡が、乾性褐色森林土よりさらに促進されていることを示すものといえる。

6) 腐植の形態

各土壌型の腐植の近似的組成は第 29 表に、光学的性質は第 30 表に示すごとくである。

第 29 表 腐植の近似的組成* (Pd 型土壌)
Table 29. Approximate composition of humus (Pd soil)

断面番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	層位 Horizon	酸可溶腐植 Humus soluble in acid	無 処 理 Untreated soil		酸 処 理 Acid treated soil			沈澱部 含有比 (B/A)
				沈澱部 Precipitated part (A)	フルボ酸 Fulvic acid	沈澱部 Precipitated part (B)	フルボ酸 Fulvic acid (C)	沈澱部 フルボ酸 (B/C)	
12	PdI	H	%	%	%	%	%		
		A ₂	4.2	45.2	21.1	44.5	16.9	2.63	0.98
		B ₁	5.6	32.5	19.5	32.9	14.6	2.25	1.01
13	PdII	H	28.2	22.4	37.2	22.8	12.7	1.79	1.01
		A ₂	4.6	40.8	23.1	40.0	18.1	2.20	0.98
		B ₁	7.2	33.7	19.3	33.2	13.2	2.51	0.98
14	PdIII	H	22.2	23.9	30.6	24.0	14.6	1.64	1.00
		A ₂	6.0	41.8	24.2	40.7	18.2	2.22	0.97
		B ₁	14.8	32.5	25.6	32.8	14.8	2.21	1.00

* 土壌全炭素に対する %, Per cent on total carbon basis.

各土壌型の腐植の形態を層位別に比較すると次のごとくである。

A) H 層

各土壌型の浸出部および沈澱部の消光係数、酸可溶腐植および沈澱部(酸処理後)の含有率は前述の乾性褐色森林土の H 層とはほぼ同様の値を示し、また鉄質物と強固に結合した腐植は見られない。前述の褐色森林土壌群の B₂ および B_{(E)-F} 型土壌に見られた H 層と比べると色度比に著しい相違が見られ、Pd 型土壌では浸出部および沈澱部ともに色度比は小さい。

B) A₂ 層

酸可溶腐植の含有率は各土壌型いずれも少なく 6~15% を示し、全般的には褐色森林土の A 層に比べると少ないといえる。また溶脱が進んでいる PdI および PdII 型土壌において酸可溶腐植含有率がとくに小さいことは、酸可溶腐植が Fe および Al との結合および下層への移行によつて、溶脱と関連性を有することを示すように思われる。

沈澱部の 原土壌当りの消光係数 および 含有率が各土壌型いずれも酸処理によつて増大を示さないこと

第 30 表 腐植の消光係数および色度比 (Pd 型土壌)

Table 30. Extinction's coefficient and color quotient of humus (Pd soil)

断面 番号 Pro- file No.	土壌型 Type of soil	層位 Hori- zon	原土壌当りの消光係数比 (酸処理土 / 無処理土) Ratio of extinction's coefficient per original soil (Acid treated soil Untreated soil)		消 光 係 数 Extinction's coefficient Carbon 100 mg/L				色 度 比 Color quotient	
					無 処 理 土 Untreated soil		酸 処 理 土 Acid treted soil		無処理土 Un- treated soil	酸処理土 Acid treated soil
			No. 47	No. 61	No. 47	No. 61	No. 47	No. 61		
浸 出 部 NaOH extract										
12	PdI	H	0.92	1.01	0.55	0.22	0.55	0.24	2.5	2.3
		A ₂	0.91	0.97	0.36	0.16	0.36	0.17	2.3	2.1
		B ₁	0.37	0.47	0.60	0.19	0.38	0.15	3.2	2.5
13	PdII	H	1.02	1.03	0.39	0.15	0.44	0.17	2.6	2.6
		A ₂	0.92	0.97	0.42	0.19	0.44	0.21	2.2	2.1
		B ₁	0.38	0.48	0.71	0.25	0.40	0.17	2.8	2.4
14	PdIII	H	0.91	0.95	0.34	0.13	0.35	0.14	2.6	2.5
		A ₂	0.76	0.89	0.30	0.11	0.28	0.12	2.7	2.3
		B ₁	0.73	0.82	0.28	0.10	0.30	0.12	2.8	2.5
沈 澱 部 Precipitated part: Humic acid										
12	PdI	H	0.95	1.01	0.73	0.30	0.71	0.31	2.4	2.3
		A ₂	0.98	0.97	0.48	0.23	0.46	0.22	2.1	2.1
		B ₁	0.96	1.01	0.49	0.19	0.46	0.19	2.6	2.4
13	PdII	H	1.01	1.02	0.52	0.21	0.54	0.22	2.5	2.5
		A ₂	0.95	0.98	0.58	0.28	0.56	0.28	2.1	2.0
		B ₁	0.95	0.96	0.60	0.26	0.57	0.25	2.3	2.3
14	PdIII	H	0.96	0.96	0.44	0.18	0.44	0.18	2.4	2.4
		A ₂	1.00	1.00	0.36	0.17	0.36	0.17	2.1	2.1
		B ₁	0.99	1.01	0.40	0.17	0.39	0.17	2.4	2.3

は、腐植は遊離または鉄質物とゆるく結合し、鉄質物と強固に結合した腐植は認められないことを示している。

浸出部および沈澱部の消光係数は無処理および酸処理ともに小さく腐植化過程の進行していないことを示している。これらの値は乾性褐色森林土の A 層に比べると同等ないし、さらに小さい値を示す。色度比は無処理および酸処理ともに浸出部では PdIII 型土壌は PdI および PdII 型土壌より多少大きい、沈澱部では各土壌型間の相違は見られない。これらの値は乾性褐色森林土の A 層に比べるといずれも小さい値を示している。

沈澱部含有率は各土壌型いずれも同様の値を示し、乾性褐色森林土の A 層に比べると多少大きいといえる。また酸処理後の沈澱部 / フルボ酸の含有率比も増大を示している。

C) B₁ 層

酸可溶腐植含有率は 19~28% を示し、PdIII, PdII, PdI 型土壌の順にポドゾル化の進行に伴って増大

を示すが、乾性褐色森林土の B 層に比べてとくに明りような相違は認められない。

沈澱部の含有率および原土壌当りの消光係数は酸処理によって変化を示さない。したがって、鉄質物と強固に結合した腐植は認められない。この点は褐色森林土壌群の B 層とは明りような相違を示している。また同一断面における A₂ 層と比較するといずれも沈澱部の消光係数の減少と色度比の増大が認められる。

浸出部の原土壌当りの消光係数は酸処理によつていずれも明りように減少を示し、褐色森林土壌群の各土壌型とは明りような相違が見られるが、この点は同時に SPRINGER²⁹⁾ の指摘するポドゾル化土壌の特徴を示すものといえる。酸処理による原土壌当りの消光係数の減少は PdIII, PdII, PdI 型土壌の順にポドゾル化の進行に伴って明りような増大を示しているが、この点は前述の酸可溶腐植含有率の相違と関連性を示すように思われる。

沈澱部含有率は各土壌型いずれも A₂ 層より減少を示し、また乾性褐色森林土の B 層と比べて著しい相違は見られない。また酸処理後の沈澱部 / フルボ酸の含有率比は乾性褐色森林土の B 層に比べると大きく、この点では A₂ 層と同様の傾向が認められる。

第 2 節 適潤性ポドゾル (PM 型土壌)

1) 試料採取地

PM 型土壌は長野県南佐久郡川上村に位置する臼田営林署管内臼田経営区のアオモリトドマツ、シラベ混交林土壌 (Prof. No. 43)、および同県西筑摩郡王滝村に位置する王滝営林署管内王滝経営区のヒノキ、コウヤマキ林土壌 (Prof. No. 44 および No. 45) を供試した。採取位置および土壌型は次のごとくである。

Prof. No. 43 PMI 型土壌 (適潤性ポドゾル) ……臼田経営区 54 林班

Prof. No. 44 PMII 型土壌 (適潤性ポドゾル化土壌) ……王滝経営区 24 林班

Prof. No. 45 PMIII 型土壌 (適潤性弱ポドゾル化土壌) ……王滝経営区 26 林班

臼田経営区の気候条件については資料を入手し得なかつた。王滝経営区については、試料採取地域に近い王滝村田島 (海拔高 902 m, 昭和 10~19 年) の観測値によれば、

気温 ……最高平均 17.0°C, 最低平均 2.7°C,

年平均 9.9°C

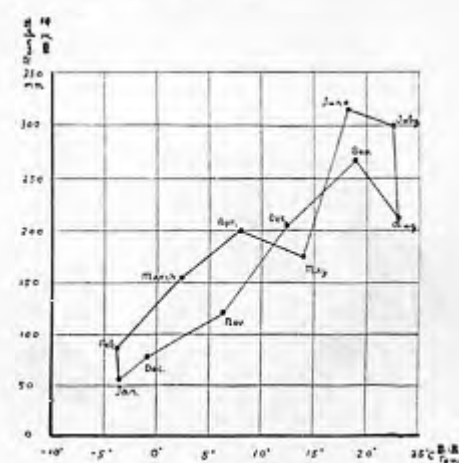
年降水量 ……2,161 mm

年平均湿度 ……66 %

である³⁾。したがって雨量係数 218, N-S 係数 695 である。また各月別の気温および降水量の関係は第 15 図の温雨図に示すように表日本型の気候である。

2) 母材, 地形

母材は Prof. No. 43 は花崗岩, Prof. No. 44 および No. 45 は石英斑岩である。



第 15 図 田島における温雨図
Fig. 15 Monthly variations of
temperature and rainfall
at Tajima

出現地形は第 16 図に示すように各土壌型いずれも山腹斜面の下部に位置し、褐色森林土壌群の B_d 型土壌の出現地形と同様である。

海拔高、方位、傾斜は第 31 表に示すごとくである。

3) 断面形態

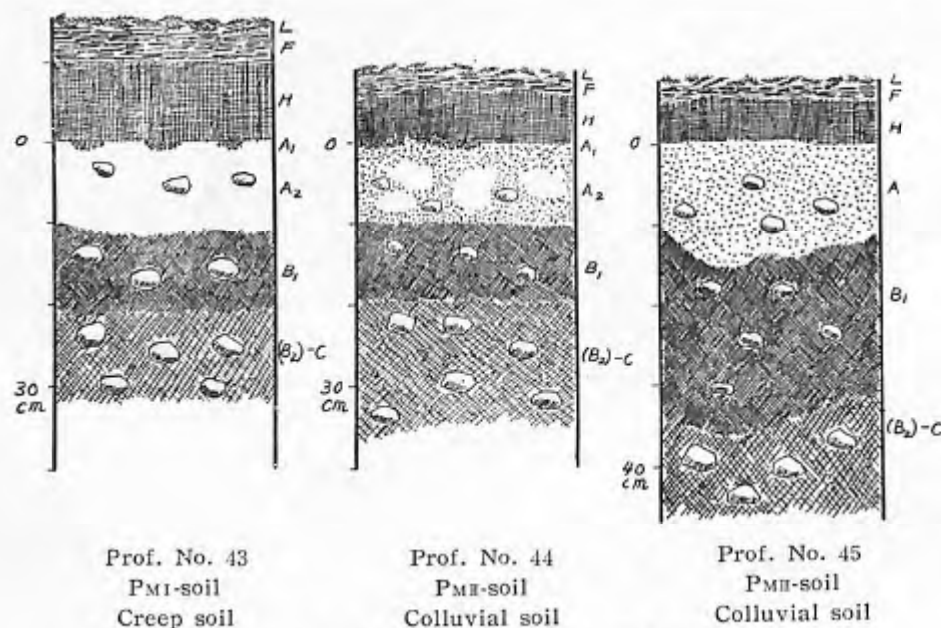
各土壌型の断面形態は第 17 図および第 32 表に示すごとくである。

A₀ 層は各断面いずれもよく発達し、H 層は greasy な外観を呈し HEIBERG および CHANDLER¹⁶⁾ の Greasy mor に近い形態を示す。また F 層に比べて H 層の発達が著しいが、この点は前節の P_d 型土壌と著しい相違を示すと同時に、P_M 型土壌の形態的な特徴をなすと思われる。

P_M I および P_M II 型土壌の A₁ 層は薄層またはレンズ状をなし、H-A 層に近い形態を示し、Crumb 状を呈する。P_M I 型土壌の A₂ 層は Massive、P_M II 型土壌の A₂ 層および P_M III 型土壌の A 層はいず

第 31 表 P_M 型土壌の立地条件
Table 31. Site conditions of P_M soil

断面番号 Profile No.	土 壌 型 Type of soil	海 拔 高 Height above sea level (m)	方 位 Direction	傾 斜 Inclination	母 材 Parent material
43	P _M I	2100	N S	30°	Granite
44	P _M II	1170	N 20° E	30°	Quartz Porphyry
45	P _M III	1270	S 20° W	35°	Quartz Porphyry



第 17 図 P_M 型土壌の断面図 (模式図)

Fig. 17 Profiles of P_M soil (schematic presentation)

第 32 表 断面形態 (P_M 型土壌)
Table 32. Description of profile (P_M soil)

断面番号 Profile No.	土 壌 型 Type of soil	層 位 Horizon	厚 さ Thickness (cm)	色 Color	推移状態 Definition of boundary	土性 Texture	構 造 Structure	堅密度 Compactness	石 礫 (Size, quantity)	根系 Root	外生菌根 Ectotrophic mycorrhiza
43	P _M I	A ₀	L: 2 cm, F: 3~4 cm, H: 10 cm, dark purple, greasy								
		A ₁	+~1	black	S	L	Cr	1~2	small, (o)	4	-
		A ₂	10~12	grayish white	C	S	M	2	small and medium, (f)	2	-
		B ₁	10	dark reddish brown	G	S	M	3~4	medium and large, (a)	2	-
		C	15+	pale yellow		G	—	4	large, (a)	+	-
44	P _M II	A ₀	L: 2 cm, F: 1~3 cm, H: 5~7 cm, dark purple, greasy								
		A ₁	+~1	blackish brown	S	L	Cr	1	small, (o)	4	-
		A ₂	10	grayish brown	C	L	Cr (weakly) ~M	2	small and medium, (f)	3~2	-
		B ₁	10	dark reddish brown	G	L	M	3	small and medium, (f)	2	-
		(B ₂)-C	15+	light yellow		G	—	3	medium and large, (a)	+	-
45	P _M III	A ₀	L: 1~2 cm, F: 1~3 cm, H: 5~6 cm, dark purple, greasy								
		A	10~15	dark brown	C	L	Cr (weakly) ~M	2	small and medium, (a)	5	-
		B ₁	25	dark reddish brown	G	L	M	3	small and medium, (a)	3	-
		(B ₂)-C	15+	light yellow		G	—	3	large, (a)	+	-

Remarks:

P_M I: Moderately moist podzol. (適潤性ポドゾル)

P_M II: Moderately moist podzolic soil. (適潤性ポドゾル化土壌)

P_M III: Moderately moist slightly podzolised soil. (適潤性弱ポドゾル化土壌)

Other abbreviations are same as Table 2.

れも Crumb structure の発達は弱くて Massive に近く、適潤性褐色森林土の形態的特徴をなす Crumb structure の顕著な発達は見られない。P_M I 型土壌では灰白色の溶脱層が明りように帯状に形成され、P_M II 型土壌は灰白色の溶脱層が斑状に存在するが、P_M III 型土壌では溶脱は肉眼では認めがたい。B₁ 層は各土壌型いずれも Massive で、暗褐色ないし赤褐色 (鉄さび色) を呈し明りように鉄の集積を示しているが、これらの色調は A₂ 層との境界部がもつとも濃く下層に向つて漸減する。また B₁ 層における礫の表面は明りように鉄による汚染を示している。

4) 植 生

各土壌型の植生は第 33 表に示すごとくである。

P_M I 型土壌はアオモリトドマツおよびシラベによつて密にうつ閉されているために低木階および地表階の植物は乏しく、シロバナシャクナゲが見られるにすぎない。P_M II 型土壌ではウラジロヨウラク、タ

第 33 表 PM 型土壌の植生
Table 33. Vegetation of PM soil

断面番号 Profile No.	土 壌 型 Type of soil	植 生 Vegetation
43	PMI	(D) アオモリトドマツ 3, シラベ 3 (Sh) シロバナシヤクナゲ 2 (G) ゴカヨウオウレン +
44	PMII	(D) ヒノキ 3, コウヤマキ 2 (Sh) シロモジ 2, ガマズミ 1, コウヤマキ +, タムシバ +, オオカメノキ +, リョウブ +, ウラジロヨウラク + (G) シノブカグマ 1, チシマザサ +, コハクウンボク +, コミネカエデ +, ツルツゲ +, ツルアリドウシ +
45	PMIII	(D) ヒノキ 3, コウヤマキ 1 (Sh) コウヤマキ 3, タムシバ 3, バイカツツジ 3, ウラジロヨウラク 3, シロモジ 2, ネジキ +, ヒメコマツ +, リョウブ +, オオカメノキ + (G) ヒノキ 1, シノブカグマ 1, シシガシラ +, ノリウツギ +, コハクウンボク +, アクシバ +

(D)....Dominant tree layer, (Sh)....Shrub layer, (G)....Ground flora

ムシバ, バイカツツジ, ヒメコマツ, リョウブ, オオカメノキ, コハクウンボク, ネジキ, ノリウツギ, アクシバなどの乾性型の植物が多く見られる。またこれらの乾性型の植物の一部は PMII 型土壌にも見られる。

このように出現地形および A₂ 層の形態的な特徴から適潤性の水分環境にあると考えられる PM 型土壌において、乾性褐色森林土および Pd 型土壌と同様に乾性型の植物が多く見られることは興味深い事実である。

第 34 表 化学的性質 (PM 型土壌)
Table 34. Chemical properties (PM soil)

[On dry basis]

断面番号 Profile No.	土 壌 型 Type of soil	層 位 Horizon	深 さ Depth (cm)	炭 素 Carbon %	窒 素 Nitrogen %	C-N 率 C-N ratio	pH (H ₂ O)	置換酸度 Exch. acidity (y ₁)	加水酸度 Hydrol. acidity (y ₁)
43	PMI	H	6~14	41.2	1.70	24	3.60		
		A ₂	1~8	2.3	0.12	19	3.90	35	47
		B ₁	13~20	9.0	0.28	32	4.45	27	79
44	PMII	H	5~10	44.2	1.75	25	3.70		
		A ₂	1~8	14.0	0.62	23	4.05	72	129
		B ₁	11~18	7.5	0.39	19	4.65	77	97
45	PMIII	H	5~10	46.0	1.95	24	4.20		
		A	1~10	17.6	0.96	18	4.35	40	119
		B ₁	15~20	11.1	0.50	22	4.90	36	80

同 前 (ibid.)

土 壌 型 Type of soil	層 位 Horizon	置換容量* Cation exchange capacity (A)	置換性 Ca* Exch. Ca (B)	置換性 Mg* Exch. Mg (C)	置換性 Ca 飽和度 Rate of exch. Ca saturation (B/A) %	置換性 Mg 飽和度 Rate of exch. Mg saturation (C/A) %
PMI	A ₂	15.3	0.25	0.15	1.6	1.0
	B ₁	53.8	0.17	0.16	0.3	0.3
PMII	A ₂	43.4	2.35	0.55	5.4	1.3
	B ₁	38.8	1.24	0.25	3.2	0.7
PMIII	A	51.2	4.90	1.02	9.6	2.0
	B ₁	39.3	0.14	0.46	0.3	1.2

* Milliequivalent per 100 g. (100 g 当りの mg 当量)

5) 化学的性質

各土壌型の化学的性質は第 34 表に示すごとくである。

各土壌型はいずれも強酸性の置換性塩基に乏しい土壌である。H 層の C-N 率および pH は Pd 型土壌とほぼ同様の値を示している。A₂ または A 層および B₁ 層はそれぞれ PMII, PMII, PMI 型土壌の順に pH の低下を示す。A₂ または A 層の C-N 率は 18~23 を示し、Pd 型土壌に比べると減少を示しているといえる。この点は褐色森林土壌群の場合と同様に斜面地形の影響によってもたらされる水分環境の影響を示すものといえよう。同様の地形に出現する適潤性褐色森林土に比べると、C-N 率は著しく大きく、また置換性 Ca および Mg の含有量および飽和度は著しい低下を示し、その低下の度合は PMII, PMII, PMI 型土壌の順にボドゾル化の進行に伴って増大を示している。

この点は斜面地形の影響によってもたらされる塩基の集積はボドゾル化が弱度に行われている PMII 型土壌では、多少認められることを示すものといえる。しかしながら一般にボドゾル化した土壌では、他の環境諸因子の影響にもとづく土壌微生物の有機物の分解活動の低下と、それに伴う酸性物質の生成の増大の方が、斜面地形の影響による塩基の集積よりも強く作用していることを示すものといえよう。

第 35 表 腐植の近似的組成* (PM 型土壌)
Table 35. Approximate composition of Humus (PM soil)

断面番号 Profile No.	土 壌 型 Type of soil	層 位 Horizon	酸 可 溶 腐 植 Humus soluble in acid	無 処 理 Untreated soil 沈 澱 部 Precipitated part (A)	フルボ酸 Fulvic acid	酸 処 理 Acid treated soil 沈 澱 部 Precipitated part (B)	フルボ酸 Fulvic acid (C)	沈 澱 部 フルボ酸 (B/C)	沈 澱 部 含有比 (B/A)
43	PMI	H	7.2%	40.2%	28.0%	41.0%	23.0%	1.78	1.02
		A ₂	7.2	27.5	29.3	27.2	19.0	1.43	0.98
		B ₁	56.6	15.7	62.9	14.7	9.4	1.56	0.94
44	PMII	H	6.3	43.4	26.1	44.7	17.1	2.61	1.02
		A ₂	9.4	40.2	29.7	39.4	19.0	2.07	0.98
		B ₁	28.5	24.8	41.3	25.6	16.4	1.56	1.03
45	PMIII	H	6.0	47.1	23.5	46.6	18.1	2.57	0.99
		A	13.4	44.7	29.6	43.3	17.2	2.50	0.97
		B ₁	32.6	25.2	42.9	26.1	13.8	1.89	1.03

* 土壌全炭素に対する %, Per cent on total carbon basis.

6) 腐植の形態

各土壌型の腐植の近似的組成は第 35 表に、光学的性質は第 36 表に示すごとくである。

第 36 表 腐植の消光係数および色度比 (PM 型土壌)

Table 36. Extinction's coefficient and color quotient of humus (PM soil)

断面 番号 Pro- file No.	土壌型 Type of soil	層位 Hori- zon	原土壌当りの消光係数比 (酸処理土 / 無処理土) Ratio of extinction's coefficient per original soil (Acid treated soil / Untreated soil)		消 光 係 数 Extinction's coefficient Carbon 100 mg/L				色 度 比 Color quotient	
					無 処 理 土 Untreated soil		酸 処 理 土 Acid treated soil		無処理土 Un- treated soil	酸処理土 Acid treated soil
			No. 47	No. 61	No. 47	No. 61	No. 47	No. 61		
浸 出 部 NaOH extract										
43	PMI	H	0.97	1.00	0.49	0.17	0.51	0.18	2.9	2.8
		A ₂	0.92	0.98	0.36	0.14	0.41	0.17	2.6	2.4
		B ₁	0.29	0.37	0.39	0.10	0.37	0.12	3.9	3.1
44	PMII	H	1.00	1.02	0.49	0.16	0.52	0.18	3.1	2.9
		A ₂	0.91	1.00	0.47	0.19	0.52	0.24	2.5	2.2
		B ₁	0.74	0.90	0.42	0.15	0.49	0.21	2.8	2.3
45	PMIII	H	1.00	1.04	0.48	0.17	0.53	0.19	2.8	2.8
		A	0.90	0.98	0.45	0.18	0.51	0.22	2.5	2.3
		B ₁	0.64	0.86	0.37	0.12	0.42	0.17	3.1	2.5
沈 澱 部 Precipitated part: Humic acid										
43	PMI	H	1.01	1.06	0.67	0.24	0.66	0.25	2.8	2.6
		A ₂	0.97	0.98	0.56	0.27	0.55	0.27	2.1	2.0
		B ₁	0.80	0.92	0.57	0.20	0.49	0.20	2.9	2.5
44	PMII	H	1.06	1.08	0.64	0.23	0.66	0.24	2.8	2.8
		A ₂	1.02	1.03	0.70	0.32	0.73	0.34	2.2	2.1
		B ₁	1.00	1.02	0.74	0.33	0.71	0.32	2.2	2.2
45	PMIII	H	1.02	1.02	0.63	0.24	0.66	0.25	2.6	2.6
		A	0.96	0.98	0.62	0.27	0.62	0.28	2.3	2.2
		B ₁	0.98	1.04	0.57	0.24	0.54	0.24	2.4	2.3

A) H 層

各土壌型の H 層の光学的性質および近似的組成は、いずれもほぼ同様の性質を示し、とくに著しい相違は見られない。Pd 型土壌の H 層と比較すると、浸出部および沈澱部の色度比は無処理および酸処理いずれも大きく、この点で Pd 型土壌とは明りような相違が認められるが、その他はとくに明りような相違は認められない。

B) A₂ または A 層

酸可溶腐植含有率は 6~13% で小さく、また PMI, PMII, PMIII 型土壌の順に増大を示し、Pd 型土壌と同様に溶脱の程度と関連性を示しているように思われる。

沈澱部の原土壌当りの消光係数および含有率は酸処理によって変化を示さない。したがって腐植は遊離

または鉄質物とゆるく結合し、鉄質物と強固に結合した腐植は認められない。

浸出部および沈澱部の消光係数は無処理および酸処理いずれも Pd 型土壌より大きく腐植化の進行していることを示している。しかし同様の地形に出現する Bd 型土壌に比べると消光係数はいずれも低下を示している。また色度比はいずれも Bd 型土壌に比べて明りように低下を示す。

沈澱部の含有率は PMII および PMIII 型土壌は Pd 型土壌より著しく大きい、PMI 型土壌では明りように減少を示している。また酸処理後の沈澱部 / フルボ酸の含有率比は PMII および PMIII 型土壌は Pd 型土壌とほぼ同様の値を示すが、PMI 型土壌では著しい減少が見られる。

C) B₁ 層

酸可溶腐植含有率は 29~57% を示し、PMI 型土壌は PMII および PMIII 型土壌より著しく大きい。また PM 型土壌の各土壌型はいずれも対応する Pd 型土壌の各土壌型に比べると、それぞれ酸可溶腐植含有率の著しい増大が見られる。

浸出部の原土壌当りの消光係数は各土壌型いずれも酸処理によって減少を示すが、減少の程度は PMIII, PMII, PMI 型土壌の順にボドゾル化の進行に伴って明りような増大を示す。この点は Pd 型土壌と同様に SPRINGER³⁹⁾ の指摘するボドゾル化した土壌の特徴を示している。

沈澱部の含有率は酸処理によって PMI 型土壌は多少の減少を示すが、PMII および PMIII 型土壌では変化を示さない。したがって Pd 型土壌と同様に腐植は遊離または鉄質物とゆるく結合し、鉄質物と強固に結合した腐植は認められない。

浸出部および沈澱部の消光係数および色度比は、PMI 型土壌の色度比が大きい値を示したほかは Pd 型土壌と明りような相違は見られない。

沈澱部の含有率は PMI 型土壌は PMII および PMIII 型土壌より著しい減少を示すが、PMII および PMIII 型土壌は Pd 型土壌とほぼ同様の値を示し、また酸処理後の沈澱部 / フルボ酸の含有率比は各土壌型間の相違は小さく、Pd 型土壌と明らかな相違は認められない。

第 3 節 考 察

1) 生成に影響をおよぼす環境因子

前述の各節で述べた乾性ボドゾルおよび適潤性ボドゾルは、その出現地形からはそれぞれ乾性褐色森林土および適潤性褐色森林土の高山型に相当すると考えられる。

山岳地域においては一般に海拔高の増大に伴って気温の低下と降水量の増大がもたらされるために冷湿な環境となる。乾性褐色森林土と同様の地形に出現する Pd 型土壌では、第 3 章第 5 節で述べた春期の偏西風の影響によって表層腐植層は強い乾燥を受け、また一度乾燥すれば吸水しにくくなることはすでに大政⁷⁾によって指摘されている。また大政⁷⁾および山谷¹⁰⁾はヒバ林では Pd 型土壌がブナ林よりさらに低海拔高の地域に出現することを明らかにし、この点は分解しにくいヒバの落葉の影響によるものであるとしている。このようにボドゾル化した土壌の生成には樹種の影響も当然考えられなければならない問題と思われるが、著者は Pd および PM 型土壌の生成は前述の褐色森林土壌群の場合と同様の斜面地形の影響と、さらに寒冷な気候、気候条件と関連する樹種の相違に伴う落葉の組成の相違などの諸因子の影響が加わって、これらの相互作用によってもたらされるものと考えたい。

著者は Pd および PM 型土壌相互の比較、およびこの両者をそれぞれ対応する褐色森林土壌群の各土

壤型との比較を行うことによつて、これらの環境因子の影響を考察したいと思う。

2) 環境因子の化学的性質におよぼす影響

乾性および適潤性ポドゾルはそれぞれ対応する出現地形における乾性および適潤性褐色森林土に比べると、 A_2 または A 層においては $C-N$ 率の増大、 pH の低下、置換性 Ca および Mg 含有量および飽和度の低下が著しい（第 6 章第 28~31 図参照）。これらの点は断面形態に示される Pd および Pm 型土壤における A_0 層の発達からも明らかなように、寒冷な気候の因子ないし樹種の影響による落葉および有機物の不良な分解とそれにもとづく酸性腐植の生成の増大によつてもたらされたものといえよう。

Pd および Pm 型土壤の両者を比較すると、 Pm 型土壤は Pd 型土壤より A_2 または A 層の $C-N$ 率が小さい。この点は褐色森林土壌群の場合と同様に斜面地形の影響によつてもたらされる土壤の水分環境の変化にもとづくものと考えられる。 Pm 型土壤では Pm_{II} および Pm_I 型土壤に比べて置換性 Ca 含有量および飽和度が大きい値を示すことは、ポドゾル化が弱度に行われている Pm_{II} 型土壤では、前節で述べたように斜面地形の影響にもとづく塩基の集積が多少認められることを示すものといえる。しかしながら、同様の地形に出現する Bd 型土壤に比べると塩基の集積は Pm_{II} 型土壤においても著しい減少を示し、さらに Pm_{II} および Pm_I 型土壤では塩基の集積は認めがたい。したがつて、ポドゾル化した土壤では斜面地形の影響以外に、同時に前述の他の環境因子の影響による土壤の酸性化の方がさらに強く作用しているものと考えられる。

3) 環境因子の腐植の形態におよぼす影響

Pd および Pm 型土壤における斜面地形および寒冷な気候の因子の影響は、化学的性質と同様に腐植の形態にも明らかに認められる。これを各層位別に考察すると次のごとくである。

A) H 層

浸出部および沈澱部の消光係数は無処理および酸処理いずれも小さく腐植化過程の進行していないことを示し、この点は褐色森林土壌群の H 層の場合と同様に土壤微生物の分解活動の低下と関連性が見られる。各土壤型の腐植の光学的性質および近似的組成は、 Pd 型土壤の色度比が浸出部および沈澱部ともに小さい点を除けば、全般的には Pd , Pm 型土壤および褐色森林土壌群の各土壤型の間にとくに明らかな相違は見られない。

B) 鉄質土層

Pd および Pm 型土壤の各土壤型の鉄質土層の腐植はいずれも遊離または鉄質物とゆるく結合していると考えられ、鉄質物と強固に結合した腐植は認められない。各土壤型いずれも B_1 層は A_2 または A 層より沈澱部の消光係数と含有率の減少を示す。 Pd および Pm 型土壤の A_2 または A 層をそれぞれ対応する乾性および適潤褐色森林土の表層と比較すると、いずれも消光係数が小さく腐植化過程のすすんでいることを示している。この点は寒冷な気候の因子の影響によつてもたらされる土壤微生物の有機物の分解活動の低下と関連性を示しているといえる。また Pd および Pm 型土壤のそれぞれ対応する土壤型について対応する層位を比較すると、 Pm 型土壤はいずれも Pd 型土壤より消光係数が大きく腐植化過程のすすんでいることを示しているが、この点は $C-N$ 率から推察されるように、水分環境の相違にもとづく土壤微生物の分解活動の相違と関連性を示すように思われる（第 6 章第 34, 35 図参照）。

沈澱部の色度比は A_2 または A 層においては、 Pd および Pm 型土壤はいずれも褐色森林土壌群の対応する各土壤型の A_1 または A 層より小さく、また B_1 層では褐色森林土壌群の B 層と同等ないしは

多少高い値を示す。 Pd および Pm 型土壤の A_2 または A 層の消光係数が小さくまた同時に色度比も小さく、色度比が消光係数に見られる腐植化過程と関連性を示さない。このことは熊田³⁴⁾によつて指摘されているが著者の場合も同様の結果を示している（第 6 章第 34, 35 図参照）。

Pd および Pm 型土壤の B_1 層はいずれも原土壤当りの消光係数は酸処理によつて明らかな減少を示し、SPRINGER³⁵⁾の指摘するポドゾル化土壤の特徴を示している。酸処理による減少の程度は Pd および Pm 型土壤はいずれも III , II , I 型の順にポドゾル化の進行に伴つて明らかな増大を示す。この点は Pd および Pm 型土壤では褐色森林土壌群の場合と異なり B_1 層では鉄質物と強固に結合した腐植が認められないこと、および上記の順に酸可溶腐植含有率が増大することと関連性を示すものといえる。

Pd および Pm 型土壤の各層位の沈澱部の含有率と土壤型との間の関連性は明らかでない。酸処理後の沈澱部 / フルボ酸の含有率比は、 Pm_I 型土壤を除けばいずれも B_1 層は A_2 ないし A 層より減少を示し、また Pm_I 型土壤を除く他の土壤型の A_2 ないし A 層はいずれも著しく大きく、適潤性ないし湿性褐色森林土と同様の値を示す。この点では褐色森林土壌群において見られた腐植の消光係数ないし沈澱部含有率と沈澱部 / フルボ酸の含有率比との関連性は、ポドゾル化した土壤については適用しがたいことを示している（第 6 章第 33 図参照）。

以上のように Pd および Pm 型土壤の腐植化過程は、各土壤型の A_2 または A 層の沈澱部の消光係数の相違に示され、この点は斜面地形および寒冷な気候の因子の影響にもとづく土壤微生物の分解活動を反映するものといえよう。

第 5 章 黒色土壌群の土壤型と化学的性質および腐植の形態との関係

著者がここに黒色土壌群として扱った土壤は、わが国の森林（国有林および民有林）土壤調査において黒色土壌群として区分されている土壤である。

現在森林土壌調査では森林下に見られる上層が著しく黒色を呈する土壤を黒色土壌群として暫定的に区分している。

わが国における火山灰に由来する黒色の土壤についてはすでに多くの研究が行われている。関³⁶⁾はこれを草野褐色土（Grass land brown earth）、鴨下³⁷⁾³⁸⁾は腐植に富む A 層を有する褐色森林土（Brown forest soils）または草原土類似の褐色森林土（Prairie-like brown forest soils）、細田³⁹⁾は黒土（Black soils）、内山⁴⁰⁾は火山性黒色土（Volcanogenous black soils）、THORP および SMITH⁴¹⁾は Ando soils^{*}、菅野⁴²⁾は日本火山灰土（Japanese volcanic ash soils）と命名している。

森林土壌調査において区分している黒色土壌群には、これらの諸氏によつて命名された火山灰に由来する黒色の土壤以外に、火山灰以外の母材に由来する土壤も含めている。

森林下に見られる黒色土壌群の諸性質については、まだ十分な検討が行われていないためにその分類体系は暫定的に区分されているにすぎない。わが国における黒色の土壤の成因が明らかにされていない現在、その生成論的な分類は望みがたい。著者は各地域の主として森林下の黒色土壌群を、その形態的な特徴によつてその水分環境の相違にもとづいた褐色森林土壌群の各土壤型に対応した土壤型³¹⁾に区分した。各土壤型の化学的性質および腐植の形態を検討することによつて、さらに合理的な区分（暫定区分）の確立と林木の成長との関係についての知見をうることを試みた。

* N. R. S. の調査³⁹⁾では火山灰以外の母材に由来する土壤も Ando soils に含めている。

第 1 節 東京都水源林カラマツおよびヒノキ混交林土壤（落合土壤）

1) 試料採取地

この土壤は第 3 章第 1 節に述べた藤尾土壤に近接した地域、すなわち山梨県東山梨郡神金村落合に位置する東京都水源林 17 林班に属するカラマツおよびヒノキ混交林（人工林、35 年生）で採取した。以下この土壤を落合土壤と称する。落合を南北につらぬく線を境にして、東側は藤尾土壤と同じ中世層砂岩、西側は深層風化した花崗閃緑岩の地域である⁶²⁾。花崗閃緑岩の地域では褐色森林土壤群とともに黒色土壤群が広く分布する。著者はこの地域の黒色土壤群について次の土壤型を供試した。

Prof. No. 5 B/A 型土壤（乾性黒色土、急斜面型）

Prof. No. 7 B/d(d) 型土壤（乾性の形態を示す適潤性黒色土）

Prof. No. 8 B/d 型土壤（適潤性黒色土）

Prof. No. 9 B/E-(F) 型土壤（弱湿性および湿性黒色土の中間型）

Prof. No. 6 B/c-1 型土壤（弱乾性黒色土、斜面上部型）

B/c 型土壤は Bc 型土壤と同様に微地形の影響にもとづく風による乾燥によつて生成されると推定されるが、他の地域において B/c 型土壤の試料が得られなかつたのでここにあわせて述べることにする。

2) 母材、地形

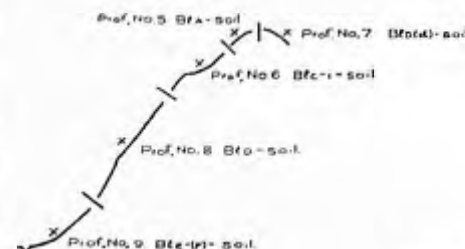
母材はいずれも深層風化した花崗閃緑岩である⁶²⁾。

各土壤型の出現地形は第 18 図に、海拔高、方位および傾斜は第 37 表に示すごとくである。

B/A および B/d(d) 型土壤は尾根に、B/d 型土壤は斜面中腹からやや下部斜面に、B/E-(F) 型土壤は山腹下部斜面が沢に近い平坦地にかかる場所に、B/c-1 型土壤は尾根に近い山腹斜面上部の浅い凹地形に出現する。

B/d(d) 型土壤を除く他の各土壤型の出現地形は、いずれも対応する褐色森林土壤群の各土壤型の場合と同様である。

B/d(d) 型土壤の出現地形は乾性土壤の出現が予想される地形であるが、試料採取地域中もつとも



第 18 図 落合土壤の出現地形（模式図）
Fig. 18 Relief of Ochiai Soil
(schematic presentation)

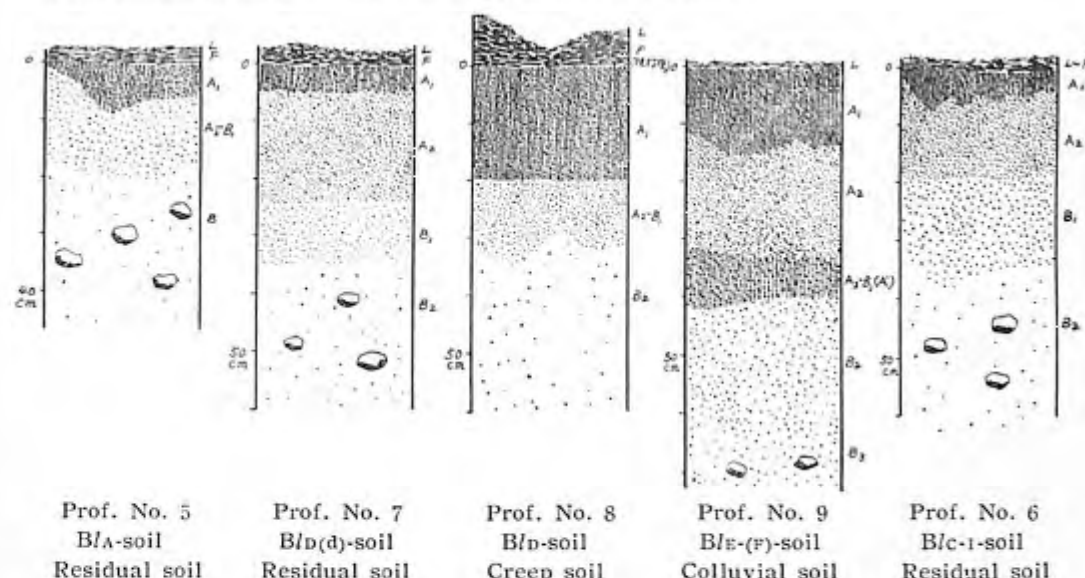
第 37 表 落合土壤の立地条件
Table 37. Site conditions of Ochiai Soil
(Parent material: Grano Diorite)

断面番号 Profile No.	土 壤 型 Type of soil	海 拔 高 Height above sea level (m)	方 位 Direction	傾 斜 Inclination
5	B/A	1300	W S W	20°
7	B/d(d)	1570	N 40° E	24°
8	B/d	1440	S E	25°
9	B/E-(F)	1400	W	20°
6	B/c-1	1300	N W	25°

海拔高の高い位置にあり、またサルオガセの顕著な着生から推定されるように、懸露の影響によつて空中湿度の高い状態におかれていることが、地表面からの乾燥を阻害して適潤性土壤に近い土壤型が出現している原因をなしていると推定される。

3) 断面形態

各土壤型の断面形態は第 19 図および第 38 表に示すごとくである。



第 19 図 落合土壤の断面図（模式図）
Fig. 19 Profiles of Ochiai Soil (schematic presentation)

第 38 表 断面形態（落合土壤）
Table 38. Description of profile (Ochiai Soil)

断面番号 Profile No.	土 壤 型 Type of soil	層 位 Horizon	厚 さ Thickness (cm)	色 Color	推移状態 Definition of boundary	土性 Texture	構 造 Structure	堅密度 Compactness	石 礫 (size, quantity)	根 系 Root	外生菌根 Ectotrophic mycorrhiza
5	B/A	A ₀	L: +~1 cm, F: 2 cm, H: +								
		A ₁	1~10	grayish black	C	SL	Loose Gr	1	stone-less	5	+
		A ₂ -B ₁	10~15	dark grayish yellow	C	SL	Loose Gr	1	stone-less	4	+
		B ₂	30+	light yellow	C	SL	Loose Gr (weakly)	2~3	large, (o)	2	-
7	B/d(d)	A ₀	L: 1~2 cm, F: +~3 cm								
		A ₁	5	dark brownish black	C	SiL	Gr, Cr	1	stone-less	3	-
		A ₂	20	black	C	SiL	Gr, N	2~3	stone-less	4	-
		B ₁	10	(dark) brown	C	SL	Bl (weakly)	2~3	stone-less	3	-
		B ₂	20+	light brown	C	SL	M	2~3	large, (o)	1	-

断面 番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	層位 Hori- zon	厚さ Thick- ness (cm)	色 Color	推移状態 Definition of bound- ary	土性 Tex- ture	構造 Struc- ture	堅密度 Com- pact- ness	石 量 Stones (size, quan- tity)	根系 Root	外生 菌根 Ecto- tro- phic my- cor- rhiza
8	B/D	A ₀	L: 1 cm, F: 2~8 cm (枝打後)								
		A ₁	20	black	G	SiL	Cr	1	stone- less	4	—
		A ₂ -B ₁	10~15	dark grayish brown	G	SL	Bl (weakly)	2	stone- less	3	—
		B ₂	25+	grayish brown	G	SL	M	2	stone- less	1	—
9	B/E-(F)	A ₀	L: 1 cm, F: +								
		A ₁	12~15	dark (brownish) black	G	SL	Cr (weakly)	1~2	stone- less	3~2	—
		A ₂	20	dark grayish black	G	SL	M	2	stone- less	1	—
		A ₂ -B ₁ (A')	10	black	G	L	M	2	stone- less	+	—
		B ₂	20~25	dark grayish brown	G	L	M	2~3	stone- less	1~+	—
		B ₃	20+	light yellow	C~G	L	M	3	large, (o)	—	—
6	B/C-I	A ₀	L, F: 2 cm								
		A ₁	4~8	black	G	L	Gr	2~3	stone- less	5	+
		A ₂	12~16	black	C	L	N	3	stone- less	4	—
		B ₁	14~20	dark grayish brown	C	CL	N	3	stone- less	2~1	—
		B ₂	30+	light orange brown	C	SL	M	2~3	large, (o)	+	—

Remarks:

Type of soil. (土壌型)

B/A: Dry black soil (Steep slope type). (乾性黒色土, 急斜面型)

B/D(d): B/D soil that has well developed granular or nutty structure in A horizon.
(乾性の形態を示す適潤性黒色土)

B/D: Moderately moist black soil. (適潤性黒色土)

B/E-(F): Intermediate type between B/E and B/F soil. (B/E および B/F 型土壌の中間型)

B/E: Slightly wetted black soil. (弱湿性黒色土)

B/F: Wet black soil. (湿性黒色土)

B/C-I: Weakly dried black soil (Upper part of mountain slope type).
(弱乾性黒色土, 斜面上部型)

Other abbreviations are same as Table 2.

各土壌型いずれも色調を除く他の形態的な特徴は対応する褐色森林土壌群の各土壌型と同様である。

B/E-(F) 型土壌は A₀ 層はきわめてうすく, A₁ 層は Crumb structure の発達が弱く, A₂ 層はやや還元色の色調を帯びる。したがって, この断面は B/E および B/F 型土壌の中間型または前者に近い土壌型と考えられる。

4) 植 生

各土壌型の植生は第 39 表に示すごとくである。

第 39 表 落合土壌の植生
Table 39. Vegetation of Ochiai Soil

断面番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	植 生 Vegetation
5	B/A	(D) カラマツ 2, ヒノキ 1, アカマツ 2, クリ 1 (Sh) ヤマツツジ 3, ミズナラ 2, コナラ 1, クリ 1 (G) ナガバノコウヤボウキ 4, ヒノキ 1
		(D) カラマツ 5 (Ds) ダケカンパ 1 (Sh) キイチゴ 3, ネジキ 2, リョウブ 1, ヤマハシノキ 1 (G) ススキ 1, ミヤコザサ 1, イワノガリヤス 2
7	B/D(d)	(D) カラマツ 5 (Ds) ダケカンパ 1 (Sh) キイチゴ 3, ネジキ 2, リョウブ 1, ヤマハシノキ 1 (G) ススキ 1, ミヤコザサ 1, イワノガリヤス 2
8	B/D	(D) カラマツ 5, ヒノキ 3
9	B/E-(F)	(D) カラマツ 5, ヒノキ 3 (G) ヤマブキ +, コカンスゲ +, モミジイチゴ +, シロヨメナ +
6	B/C-I	(D) カラマツ 5, ヒノキ 3 (Ds) ヤマザクラ 1, ミズナラ 1

(D)....Dominant tree layer, (Ds)....Subdominant tree layer, (Sh)....Shrub layer,
(G)....Ground flora

B/A 型土壌では乾性型の植物であるヤマツツジ, コウヤボウキの豊富な出現が見られ, B/D(d) 型土壌ではネジキ, リョウブなどの乾性型の植物の出現が見られる。B/D, B/E-(F) および B/C-I 型土壌では低木階および地表階の植物はきわめて少ない。また各土壌型中 B/D(d) 型土壌はサルオガセの顕著な着生が見られるが, この点は 2) で述べたように空中湿度の高いためと思われる。

5) 化学的性質

各土壌型の化学的性質は第 40 表に示すごとくである。

乾性土壌から湿性土壌にいたる土壌型の推移に伴う変化を表層について比較すると次のごとくである。

C-N 率は B/A→B/D(d)→B/D→B/E-(F) 型土壌の順に減少が認められるが, しかし pH, 置換酸度および置換酸度の加水酸度に対する比, 置換性 Ca および Mg の含有量および飽和度は B/A→B/D(d)→B/D 型土壌の間では明らかな相違は認められない。しかしながら, B/E-(F) 型土壌においては pH の上昇, 置換酸度および置換酸度の加水酸度に対する比の減少, とくに置換性 Ca 含有量および飽和度の増大*が明らかに認められる。

B/C-I 型土壌では C-N 率は大きい, pH は高く, 置換酸度および置換酸度の加水酸度に対する比は小さく, また置換性 Ca および Mg の含有量および飽和度は比較的大きい。

以上の結果から次のことが推定される。

各土壌型間の C-N 率の変化および B/E-(F) 型土壌における一連の化学的性質は, 褐色森林土壌群の場

* 置換性 Mg については明らかではない。

第 40 表 化学的性質 (落合土壤)

Table 40. Chemical properties (Ochiai Soil)

(On dry basis)

断面番号 Profile No.	土 壤 型 Type of soil	層 位 Horizon	深 さ Depth (cm)	炭 素 Carbon %	窒 素 Nitrogen %	C-N 率 C-N ratio	pH (H ₂ O)	置換酸度 Exch. acidity (y)	加水酸度 Hydrol. acidity (y)
5	B/A	A ₁	1~8	9.8	0.53	18	5.30	6	92
		A ₂ -B ₁	11~18	6.2	0.34	18	5.35	12	63
7	B/D(d)	A ₁	1~5	17.3	1.15	15	5.20	8	92
		A ₂	8~18	14.2	1.00	14	5.50	10	101
		B ₁	25~35	10.2	0.61	16	5.20	4	27
8	B/D	A ₁	1~15	9.8	0.67	15	5.20	6	80
		A ₂ -B ₁	20~30	6.2	0.40	16	5.65	5	55
		B ₂	35~45	4.4	0.31	14	5.35	4	27
9	B/E-(F)	A ₁	1~10	5.8	0.50	12	5.90	1	43
		A ₂	15~30	5.3	0.42	13	5.95	1	42
		A ₃ -B(A')	33~43	7.1	0.59	12	5.70	4	29
6	B/C-1	A ₁ -A ₂	1~12	10.7	0.63	17	5.80	4	37
		B ₁	14~27	6.5	0.32	20	5.45	8	26
		B ₂	32~42	0.5	0.04	13	5.50	8	8

同 前 (ibid.)

土 壤 型 Type of soil	層 位 Horizon	置 換 容 量* Cation exchange capacity (A)	置 換 性 Ca* Exch. Ca (B)	置 換 性 Mg* Exch. Mg (C)	置 換 性 Ca 飽 和 度 Rate of exch. Ca saturation (B/A) %	置 換 性 Mg 飽 和 度 Rate of exch. Mg saturation (C/A) %
B/A	A ₁	29.5	11.1	2.01	37.7	6.8
	A ₂ -B ₁	20.7	3.39	1.06	16.3	5.1
B/D(d)	A ₁	43.6	9.02	1.86	20.7	4.3
	A ₂	35.2	3.92	1.33	11.1	3.8
	B ₁	27.0	0.89	0.27	3.3	1.0
B/D	A ₁	23.0	7.40	1.84	32.2	8.0
	A ₂ -B ₁	15.6	3.38	1.07	21.6	6.9
	B ₂	19.6	1.81	0.55	9.3	2.8
B/E-(F)	A ₁	24.3	15.0	2.03	61.7	8.4
	A ₂	26.8	12.7	1.35	47.4	5.0
	A ₃ -B(A')	35.1	17.1	1.40	48.6	4.0
B/C-1	A ₁ -A ₂	34.9	10.3	2.10	29.6	6.0
	B ₁	19.2	2.88	0.72	15.0	3.8
	B ₂	10.6	1.51	0.44	14.3	4.1

* Milliequivalent per 100 g. (100 g 当りの mg 当量)

合と同様に斜面地形の影響にもとづくものと考えられる。しかしながら出現地形および断面形態の特徴に示されるように、明らかに乾性の水分環境にあると考えられる B/A および B/C-1 型土壌、および地形的には乾性土壌と同様の位置にある B/D(d) 型土壌において、その pH およびとくに置換性 Ca および Mg の含有量および飽和度が高い値を示すこと、さらにこれらの値が B/D 型土壌に比べて明りような差が認めがたいことは褐色森林土壌群の場合とは著しい相違が認められる。

落合土壌では斜面地形の影響によってもたらされる乾性土壌における塩基の流亡が顕著に認められないことは、次に述べる各土壌型の腐植の形態が褐色森林土壌群とは著しく異なる点とともに、この地域の黒色土壌群の生成過程が褐色森林土壌群の場合とは異なることを示すものと考えられる。

6) 腐 植 の 形 態

各土壌型の腐植の近似的組成は第 41 表に、光学的性質は第 42 表に示すごとくである。

第 41 表 腐植の近似的組成* (落合土壌)

Table 41. Approximate composition of humus (Ochiai Soil)

断面 番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	層 位 Horizon	酸可溶 腐植 Humus soluble in acid	無 処 理 Untreated soil		酸 処 理 Acid treated soil			沈澱部 含有比 (B/A)
				沈 澱 部 Precipita- ted part (A)	フルボ酸 Fulvic acid	沈 澱 部 Precipita- ted part (B)	フルボ酸 Fulvic acid (C)	沈澱部 フルボ酸 (B/C)	
5	B/A	A ₁	11.1	34.8	26.3	35.5	16.2	2.19	1.02
		A ₂ -B ₁	13.9	32.0	28.4	33.7	15.7	2.14	1.05
7	B/D(d)	A ₁	15.4	37.6	29.0	38.3	12.0	3.19	1.01
		A ₂	13.4	36.7	29.6	36.7	12.4	2.95	1.00
		B ₁	22.2	28.5	33.9	31.8	11.1	2.86	1.11
8	B/D	A ₁	11.2	39.7	28.2	41.6	11.5	3.61	1.04
		A ₂ -B ₁	16.3	35.3	25.9	36.8	13.5	2.76	1.04
		B ₂	25.7	26.2	33.3	29.8	15.5	1.92	1.13
9	B/E-(F)	A ₁	13.2	35.0	27.4	42.0	13.0	3.23	1.20
		A ₂	11.2	39.1	23.4	46.6	12.3	3.78	1.19
		A ₃ -B(A')	13.2	35.6	30.8	42.8	13.7	3.12	1.20
6	B/C-1	A ₁ -A ₂	11.9	39.2	22.2	40.9	11.7	3.49	1.04
		B ₁	16.8	30.0	25.5	32.9	9.8	3.35	1.09

* 土壌全炭素に対する %, Per cent on total carbon basis.

酸可溶腐植含有率は表層においては 11~15% を示し、いずれも下層ほど増大を示しているが、土壌型との間に明りような関係は認めがたい。

各土壌型の原土壌当りの消光係数および沈澱部含有率の酸処理による変化は、各土壌型の腐植は大部分が遊離または鉄質物とゆるく結合し、鉄質物と強固に結合した腐植は少ないことを示している。また鉄質物と強固に結合した腐植の沈澱部は遊離または鉄質物とゆるく結合した腐植に比べて、消光係数が大きく色度比は同等ないし多少の低下を示している。各土壌型の表層における鉄質物と強固に結合した腐植は、B/E-(F) 型土壌では他の土壌型より増大を示しているが、その他の土壌型の間では相違は認められない。

第 42 表 腐植の消光係数および色度比 (落合土壌)

Table 42. Extinction's coefficient and color quotient of humus (Ochiai Soil)

断面 番号 Pro- file No.	土壌型 Type of soil	層 位 Horizon	原土壌当の消光係数比 (酸処理土/無処理土) Ratio of extinction's coefficient per original soil (Acid treated soil/ Untreated soil)		消 光 係 数 Extinction's coefficient Carbon 100 mg/L				色 度 比 Color quotient	
			No. 47	No. 61	無 処 理 土 Untreated soil		酸 処 理 土 Acid treated soil		無 処 理 土 Un- treated soil	酸 処 理 土 Acid treated soil
					No. 47	No. 61	No. 47	No. 61		
浸 出 部 NaOH extract										
5	B/A	A ₁	0.99	1.07	0.60	0.22	0.70	0.28	2.7	2.5
		A ₂ -B ₁	0.98	1.11	0.59	0.22	0.71	0.30	2.7	2.4
7	B/D(d)	A ₁	0.98	1.07	0.63	0.25	0.82	0.36	2.5	2.3
		A ₂	1.00	1.06	0.64	0.27	0.87	0.39	2.4	2.2
		B ₁	0.99	1.08	0.57	0.24	0.82	0.38	2.4	2.2
8	B/D	A ₁	0.94	1.00	0.94	0.40	1.25	0.57	2.4	2.2
		A ₂ -B ₁	1.00	1.14	0.98	0.43	1.32	0.60	2.3	2.2
		B ₂	1.09	1.05	0.78	0.34	1.13	0.52	2.3	2.2
9	B/E-(F)	A ₁	1.20	1.27	0.85	0.36	1.16	0.52	2.4	2.2
		A ₂	1.16	1.24	0.99	0.43	1.23	0.57	2.3	2.2
		A ₂ -B(A')	1.32	1.34	0.87	0.38	1.31	0.60	2.3	2.2
6	B/C-I	A ₁ -A ₂	1.10	1.13	0.97	0.41	1.25	0.54	2.4	2.3
		B ₁	1.10	1.14	0.86	0.37	1.21	0.56	2.3	2.2
沈 澱 部 Precipitated part: Humic acid										
5	B/A	A ₁	1.05	1.08	0.87	0.35	0.91	0.40	2.5	2.3
		A ₂ -B ₁	1.13	1.20	0.90	0.36	0.97	0.41	2.5	2.4
7	B/D(d)	A ₁	1.03	1.09	0.97	0.41	0.98	0.44	2.4	2.2
		A ₂	1.06	1.12	1.03	0.44	1.09	0.50	2.3	2.2
		B ₁	1.13	1.20	1.03	0.47	1.05	0.51	2.2	2.1
8	B/D	A ₁	1.10	1.12	1.39	0.62	1.54	0.69	2.2	2.2
		A ₂ -B ₁	1.13	1.16	1.56	0.71	1.68	0.79	2.2	2.1
		B ₂	1.18	1.20	1.53	0.71	1.58	0.74	2.2	2.1
9	B/E-(F)	A ₁	1.30	1.35	1.35	0.60	1.46	0.67	2.3	2.2
		A ₂	1.24	1.32	1.47	0.66	1.54	0.73	2.2	2.1
		A ₂ -B(A')	1.29	1.31	1.51	0.70	1.62	0.77	2.2	2.1
6	B/C-I	A ₁ -A ₂	1.13	1.18	1.38	0.60	1.50	0.67	2.3	2.2
		B ₁	1.17	1.22	1.41	0.62	1.50	0.69	2.3	2.2

以上のように各土壌型における酸可溶腐植含有率および腐植と鉱質物との結合は、全般的には褐色森林土壌群と同様の傾向を示しているといえる。しかし、落合土壌の各土壌型の腐植の光学的性質および近似組成におけるその他の面では、褐色森林土壌群とは著しい相違が見られる。落合土壌の各土壌型の腐植の形態は表層を比較するとそれぞれ異なつた次の3つの型に区分されるが、そのおのおの腐植の形態の

相違と土壌型との関係は明らかではない。

i) B/D, B/E-(F) および B/C-I 型土壌

これらの各土壌型においては、表層における浸出部および沈澱部の消光係数は無処理および酸処理ともに、褐色森林土壌群における腐植化過程のすすんでいる適潤性ないし湿性土壌および Bc-II 型土壌よりさらに高い値を示し、また同時に色度比は褐色森林土壌群の各土壌型より小さい値を示している。酸処理後の沈澱部の含有率は著しく大きく、上記の褐色森林土壌群の腐植化のすすんでいる各土壌型よりさらに大きい値を示し、また酸処理後の沈澱部/フルボ酸の値も同様にさらに大きい値を示す。

ii) B/D(d) 型土壌

表層における浸出部および沈澱部の消光係数は上記の B/D, B/E-(F) および B/C-I 型土壌に比べると小さく、また色度比は酸処理後の沈澱部は同様の値を示すがその他の場合は多少大きい。B/D(d) 型土壌の沈澱部の消光係数は、腐植化がとくにすすんでいると考えられる Bc-II 型土壌より小さいが適潤性ないし湿性褐色森林土より大きく、色度比は褐色森林土壌群の各土壌型と同等ないしは多少小さい値を示す。

酸処理後の沈澱部の含有率は B/D(d), B/D および B/C-I 型土壌より多少小さいが、褐色森林土壌群においてもつとも高い含有率を示す湿性土壌とほぼ同程度の値を示している。また酸処理後の沈澱部/フルボ酸の含有率比は B/D, B/E-(F) および B/C-I 型土壌と同様に褐色森林土壌群の各土壌型のいずれよりさらに大きい値を示す。

iii) B/A 型土壌

この土壌型の腐植の形態については第3章第3節の仁鯉土壌の Ba 型土壌と同様に、土壌中に混在する Loose granular structure を形成する菌糸の影響を考慮しなければならないと思われる。

浸出部および沈澱部の消光係数は無処理および酸処理ともに i) および ii) の上記の各土壌型より小さく、また色度比は大きい値を示す。酸処理後の沈澱部の含有率は B/D(d) 型土壌よりさらに減少を示し、酸処理の沈澱部/フルボ酸の含有率比も同様に減少を示している。しかしこれらの値を Ba 型土壌に比べると、色度比の相違は明らかではないが他の値はいずれも著しく大きく明りような相違が見られる。このような B/A 型土壌において見られる腐植の形態の変化は、前述の Ba 型土壌における腐植の形態の変化と同様の傾向を示すといえよう。したがって B/A 型土壌の腐植は Ba 型土壌と同様に、土壌中に混在する菌糸の影響によつて i) または ii) の他の黒色土壌の腐植の形態に変化を生じたものと考えられる。

同一断面において下層に推移するに伴う腐植の形態の変化は各土壌型はいずれも同様の傾向を示し、無処理および酸処理いずれの場合も沈澱部の消光係数の増大および含有率の低下が見られ、また浸出部および沈澱部の色度比は同等ないし低下を示している。これらの点は褐色森林土壌群の適潤性ないし湿性土壌と同様の傾向を示している。

第2節 浅間国有林アカマツ林土壌〔浅間土壌〕

1) 試料採取地

この土壌は長野県北佐久郡小沼村字塩野および清万、および北大井村に位置し、岩村田営林署浅間経営区に属する浅間山南麓のアカマツ林土壌で採取した。以下この土壌を浅間土壌と称する。

この地区は浅間火山に属する黒斑山および前掛山の南麓に位置し、海拔高 1,600~1,700 m 以下の山脚部は緩斜な火山山麓の長大な斜面を形成し、適潤性黒色土が広く分布する。著者の供試した試料の採取地

および土壌型は次のごとくである。

Prof. No. 23 B/D-(E) 型土壌 (適潤性および弱湿性黒色土の中間型), 32 (ち) 林小班

Prof. No. 28 B/D 型土壌 (適潤性黒色土), 27 (は) 林小班

Prof. No. 31 B/D 型土壌 (同上), 50 (い) 林小班

Prof. No. 32 B/D 型土壌 (同上), 45 (い) 林小班

この地域の気候は軽井沢測候所の観測値²²⁾によれば次のごとくである。

気温……………最高平均 13.3°C, 最低平均 2.5°C, 年平均 7.4°C

年降水量……………1,294 mm

年平均湿度……………79%

である。したがって雨量係数 175, N-S 係数 930 となる。また月別の気温および降水量の関係は第 20 図の温雨図に示すように表日本型の気候である。

2) 母材, 地形

この地域の火山噴出物の成層状態は複雑であるが、横山²⁶⁾によれば次のごとくである。

小沼村一帯は黒斑熔岩 (含橄欖石輝石安山岩) と集塊岩の累層をなし、この累層は東に延びて香掛付近に至っている。海拔高 1,700 m 以上の山体部はこの累層が露出して岩石地を形成しているが、1,700 m 以下の山脚部は基盤上に軽石層および火山灰層が順次に厚く堆積している。小沼村の東方清万地区には石尊山を以て 2 条の火山弾泥流および拋出石屑地帯が存在して、前記の累層、軽石および火山灰層の上を覆っている。

Prof. No. 23 および No. 28 は黒斑熔岩上の黒斑火山灰を、Prof. No. 31 は拋出岩屑を、Prof. No. 32 は火山弾泥流を母材とする。

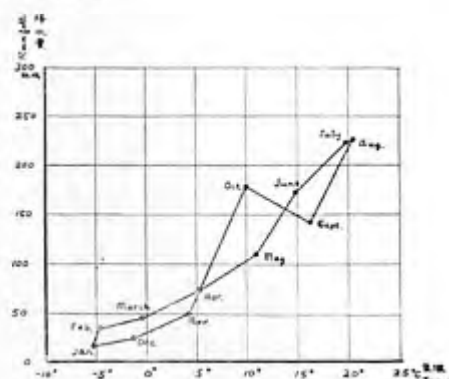
各断面の出現地形は第 21 図に示すように、いずれも長大な山腹の緩斜面を形成している山脚部の緩斜面地形である。

海拔高、方位および傾斜は第 43 表に示すごとくである。

第 43 表 浅間土壌の立地条件

Table 43. Site conditions of Asama soil

断面番号 Profile No.	土 壤 型 Type of soil	海 拔 高 Height above sea level (m)	方 位 Direction	傾 斜 Inclination
22	B/D-(E)	1000	S	10°
28	B/D	1300	S	2°
31	B/D	1300	S	5°
32	B/D	1000	S	3°



第 20 図 軽井沢における温雨図
Fig. 20 Monthly variations of temperature and rainfall at Karuizawa



第 21 図 浅間土壌の出現地形
Fig. 21 Relief of Asama Soil (schematic presentation)

3) 断面形態

各断面の形態的特徴は第 22 図および第 44 表に示すごとくである。

第 44 表 断面形態 (浅間土壌)

Table 44. Description of profile (Asama Soil)

断面番号 Profile No.	土 壤 型 Type of soil	層 位 Horizon	厚 さ Thickness (cm)	色 Color	推移 状態 Definition of boundary	土 性 Texture	構 造 Structure	堅 密 度 Compactness	石 礫 Stones (size, quantity)	根 系 Root	外 生 菌 根 Ecto- trophic my- cor- rhiza
23	B/D-(E)	A ₀	L: 1 cm, F: 3~4 cm								
		A ₁	12~15	(brownish) black	G	SL	Cr	1	stoneless	4~3	-
		A ₂	25	black	G	SL	M	2	stoneless small and mediam.	2	-
		A ₂ -B	20	blackish brown	G	SL	M	2~3	(o)	2~1	-
		A'	30	black	G	SL	M	3	stoneless	1	-
28	B/D	A ₀	L-F: 1~2 cm								
		A ₁	5	(brownish) black	G	SL	Cr	1	stoneless	5 (grass)	-
		A ₂	30	black	C	SL	Cr (weakly) M	2~3	stoneless	4~3 (grass)	-
		B	30	dark grayish brown	C	SL	M	3	stoneless	+	-
		A'	20+	black	C	SL	M	3	stoneless	-	-
31	B/D	A ₀	L: 1~2 cm, F: 2 cm								
		A ₁	4~6	(brownish) black	G	SL	Cr	1~2	stoneless	3	-
		A ₂	10~12	black	C~S	SL	M	2	stoneless	3~2	-
		C	20	reddish brown		S	-	3~4	small, (a)	-	-
32	B/D	A ₀	L: 1 cm, F: 4~5 cm								
		A	30	black	G~C	SL	Cr (upper) M (lower)	1 (upper) 2 (lower)	medium and large, (f)	4~3	-
		B-C	20+	reddish brown-yellow		G	M	4	large, (a)	1	-

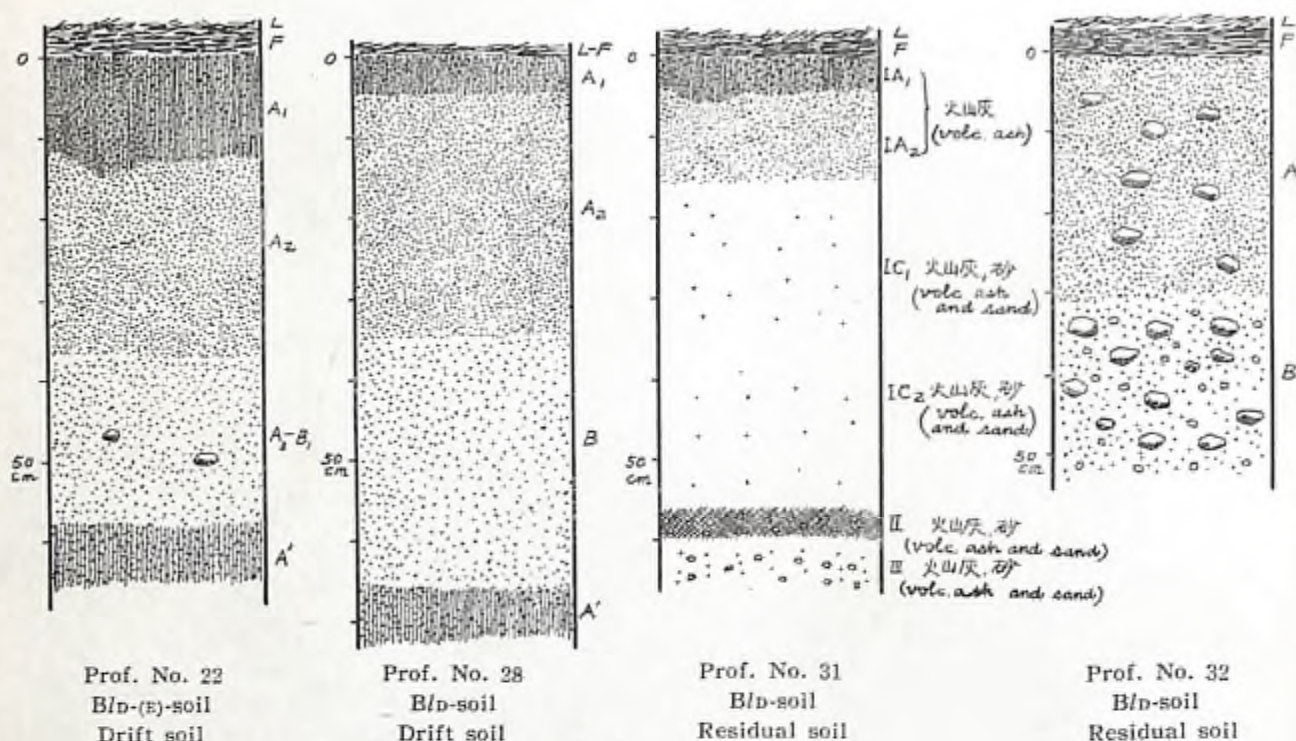
Remarks:

Type of soil. (土壌型)

B/D-(E): Intermediate type between B/D and B/E. (B/D および B/E 型土壌の中間型)

Other abbreviations are same as Table 2.

Prof. No. 23 は選鋭土で、A 層は厚く、腐植は漸变的に下層に浸透し、Crumb structure の発達はやや弱い、還元色の色調は明らかではない。したがって、B/D および B/E 型土壌の中間型ないしはむしろ前者に近い土壌型と考えられる。Prof. No. 28 は色調を除く他の形態的な特徴は B/D 型土壌と同様である。Prof. No. 31 は色調を除く A 層の形態的な特徴は B/D 型土壌と同様であるが、B 層を欠き堅密



第 22 図 浅間土壌の断面図 (模式図)
Fig. 22 Profiles of Asama Soil (schematic presentation)

な C 層につづく。Prof. No. 32 は同様に色調を除けば B/D 型土壌と同様の特徴を示すが、A 層は厚く、上部は Crumb structure の発達が見られ、下部は Massive であるが、その境界は明りようではない。また A 層は安山岩質の大型の石礫を多く混じえ、B-C 層は安山岩質の石礫および火山弾を多く混じえ、その間隙を満している火山砂礫層は著しく堅密な層を形成する。

また各断面はいずれも A₁ 層 (Prof. No. 32 は A 層上部) は A₂ 層 (Prof. No. 32 は A 層下部) に比べると、黒色の色調が淡く退色の傾向が認められる。

4) 植 生

各断面の植生は第 45 表に示すごとくである。

Prof. No. 31 は乾性型のリュウブおよび湿性型のフキ、ミヤマクマワラビなどが出現するが、出現率は小さくとくに明りような乾性および湿性の特徴を示さない。その他の断面はいずれも同様に明りような乾性および湿性型の植物は見られない。

5) 化学的性質

各断面の化学的性質は第 46 表に示すごとくである。

Prof. No. 23, No. 28 および No. 31 では、No. 31 の腐植含有量がやや少ないが、全般的にはほぼ同様の傾向を示しているといえる。これらの各断面は褐色森林土壌群の B/D 型土壌に比べると、A₁ 層の C-N 率および置換酸度がやや大きい、他はいずれも同様の性質を示しているといえる。

また黒斑火山灰地域における B/D 型土壌のアカマツ林が一般に Prof. No. 23 および No. 28 と同様の性質を示すことは、著者および鷹見²¹⁾の結果からも明らかである。

第 45 表 浅間土壌の植生
Table 45. Vegetation of Asama Soil

断面番号 Profile No.	土 壌 型 Type of soil	植 生 Vegetation
32	B/D-(E)	(D) アカマツ 5 (Sh) ツリバナマユミ 3, ツノハシバミ 2, ミズナラ 2, ダンコウバイ 2, チロウジザクラ 1, ハナイカダ 1, ムラサキシキブ 1 (G) ミヤコザサ 3, アケビ 2, ヅタウルシ 2
28	B/D	(D) アカマツ 1 (G) ミヤコザサ 5, ススキ 2, トダシバ 2, ワレモコウ 2, ミツバヒヨドリ 2, アザミ 1, オケラ 1
31	B/D	(D) アカマツ 5 (Ds) ミズナラ 2, タマシデ 2 (Sh) ドウダンツツジ 2, ツリバナマユミ 2, リョウブ 1 (G) フキ 1, サルトリイバラ 1, ミヤマクマワラビ 1, ススキ 1, ヤマブドウ 1, ゴトウズル 1
32	B/D	(D) アカマツ 5, クリ 1, コナラ 1, ミズキ 1 (Ds) ミズナラ +, ヤマボウシ + (Sh) ミズナラ +, マユミ + (G) ベニバナイチヤクソウ 3, スズビトハギ +

(D)....Dominant tree layer, (Ds)....Subdominant tree layer, (Sh)....Shrub layer,
(G)....Ground flora

Prof. No. 32 の火山弾泥流地区の B/D 型土壌は、他の断面に比べると pH がやや低く、置換酸度が大きい、さらに置換性 Ca および Mg の含有量および飽和度が著しく低い点で顕著な相違が見られる。またこの断面の置換性 Ca および Mg については、前述の落合土壌とも著しい相違を示している。この

第 46 表 化学的性質 (浅間土壌)
Table 46. Chemical properties (Asama Soil)

(On dry basis)

断面番号 Profile No.	土 壌 型 Type of soil	層 位 Horizon	深 さ Depth (cm)	炭 素 Carbon %	窒 素 Nitrogen %	C-N 率 C-N ratio	pH (H ₂ O)	置換酸度 Exch. acidity (y ₁)	加水酸度 Hydrol. acidity (y ₁)
22	B/D-(E)	A ₁	1~13	13.4	0.87	15	5.55	3	37
		A ₂	15~30	8.8	0.60	15	5.50	4	31
		A ₃ -B	40~50	4.7	0.36	13	6.10	1	19
28	B/D	A ₁	1~5	12.5	0.71	18	5.75	3	45
		A ₂	8~23	7.8	0.59	13	6.20	1	25
31	B/D	A ₁	1~4	6.9	0.43	16	5.65	4	37
		A ₂	6~14	5.8	0.38	15	5.80	3	30
		C	16~26	0.8	0.06	13	6.30	1	5
32	B/D	A	1~15	7.2	0.38	19	5.40	8	41

同 前 (ibid.)

断面番号 Profile No.	層 位 Horizon	置換容量* Cation exchange capacity (A)	置換性 Ca* Exch. Ca (B)	置換性 Mg* Exch. Mg (C)	置換性 Ca 飽和度 Rate of exch. Ca saturation (B/A) %	置換性 Mg 飽和度 Rate of exch. Mg saturation (C/A) %
22	A ₁	44.0	19.8	3.16	44.9	7.2
	A ₂	31.8	7.34	1.19	23.1	3.7
	A ₃ -B	22.0	5.54	0.92	25.2	4.2
28	A ₁	45.6	14.1	2.53	31.0	5.5
	A ₂	30.7	12.6	1.90	40.9	6.2
31	A ₁	30.6	6.39	1.11	31.0	5.8
	A ₂	16.6	4.42	0.81	26.7	4.9
	C	3.71	1.29	0.30	34.8	8.1
32	A	23.3	1.81	0.68	7.8	2.9

* Milliequivalent per 100 g. (100 g 当りの mg 当量)

断面の置換性塩基は前述の乾性褐色森林土と同程度の値であるが、pH はとくに低下を示していない。

6) 腐植の形態

各断面の腐植の近似的組成は第 47 表に、光学的性質は第 48 表に示すごとくである。

第 47 表 腐植の近似的組成* (浅間土壌)

Table 47. Approximate composition of humus (Asama Soil)

断面番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	層 位 Horizon	酸可溶腐植 Humus soluble in acid	無 処 理 Untreated soil		酸 処 理 Acid treated soil			沈澱部含有比 (B/A)
				沈澱部 Precipitated part (A)	フルボ酸 Fulvic acid	沈澱部 Precipitated part (B)	フルボ酸 Fulvic acid (C)	沈澱部 フルボ酸 (B/C)	
22	B/D-(E)	A ₁	%	%	%	%	%	%	
		A ₂	18.0	36.4	32.0	40.8	13.7	2.97	1.12
		A ₃ -B	27.2	33.9	35.5	40.7	12.6	3.23	1.20
28	B/D	A ₁	34.2	37.5	34.0	49.5	7.9	6.26	1.32
		A ₂	15.6	36.9	29.1	37.8	14.0	2.70	1.02
31	B/D	A ₁	19.1	38.5	28.7	43.3	10.0	4.33	1.12
		A ₂	18.0	39.1	35.3	38.8	16.5	2.35	0.99
32	B/D	A ₂	21.7	39.3	35.4	39.5	11.9	3.31	1.00
		A	21.5	37.3	33.5	36.8	12.3	2.99	0.98

* 土壌全炭素に対する %, Per cent on total carbon basis.

酸可溶腐植含有率は表層では 15~22% を示し、いずれも下層ほど増大を示している。

浸出部および沈澱部の原土壌当りの消光係数および沈澱部含有率の酸処理による変化は、各断面いずれも鉄質物と強固に結合した腐植は少なく、遊離または鉄質物とゆるく結合している腐植が主要な部分を占めることを示している。

第 48 表 腐植の消光係数および色度比 (浅間土壌)

Table 48. Extinction's coefficient and color quotient of humus (Asama Soil)

断面番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	層 位 Horizon	原土壌当りの消光係数比 (酸処理土 / 無処理土) Ratio of extinction's coefficient per original soil (Acid treated soil / Untreated soil)		消 光 係 数 Extinction's coefficient Carbon 100 mg/L				色 度 比 Color quotient	
					無 処 理 土 Untreated soil		酸 処 理 土 Acid treated soil		無処理土 Un-treated soil	酸処理土 Acid treated soil
			No. 47	No. 61	No. 47	No. 61	No. 47	No. 61		
浸 出 部 NaOH extract										
22	B/D-(E)	A ₁	1.09	1.19	0.62	0.24	0.87	0.37	2.6	2.4
		A ₂	1.10	1.27	0.76	0.32	1.09	0.53	2.4	2.1
		A ₃ -B	1.32	1.44	1.20	0.55	1.97	0.99	2.2	2.0
28	B/D	A ₁	1.01	1.14	0.71	0.30	0.91	0.43	2.4	2.1
		A ₂	1.19	1.31	1.03	0.47	1.55	0.77	2.2	2.0
31	B/D	A ₁	0.95	1.05	0.58	0.23	0.75	0.33	2.5	2.3
		A ₂	0.96	1.05	0.64	0.27	0.91	0.42	2.4	2.2
32	B/D	A	0.94	1.03	0.64	0.27	0.88	0.41	2.4	2.1
沈 澱 部 Precipitated part: Humic acid										
22	B/D-(E)	A ₁	1.20	1.22	0.93	0.42	1.03	0.46	2.2	2.2
		A ₂	1.27	1.37	1.30	0.60	1.38	0.69	2.2	2.0
		A ₃ -B	1.43	1.51	2.03	0.98	2.21	1.12	2.1	2.0
28	B/D	A ₁	1.06	1.17	1.12	0.49	1.17	0.56	2.3	2.1
		A ₂	1.23	1.32	1.72	0.80	1.88	0.94	2.2	2.0
31	B/D	A ₁	1.09	1.14	0.90	0.40	0.99	0.46	2.3	2.2
		A ₂	1.06	1.11	1.04	0.47	1.12	0.53	2.2	2.1
32	B/D	A	1.00	1.04	1.02	0.47	1.04	0.50	2.2	2.1

表層における浸出部および沈澱部の消光係数は無処理および酸処理いずれも大きい値を示し、Bc-II 型土壌を除く褐色森林土壌群のいずれよりも大きく、ほぼ前節の落合土壌の B/D(d) 型土壌と同様の値を示す。黒斑火山灰地区の Prof. No. 23 および No. 28 は下層に推移するにしたがつて消光係数の急激な増大を示すが、抛石岩屑地区の Prof. No. 31 では比較的わずかな増大を示すにすぎない。

表層における浸出部および沈澱部の色度比はいずれも無処理および酸処理ともに褐色森林土壌群の各土壌型のいずれの場合より小さく、また酸処理後の沈澱部の含有率は 37~41% を示し、いずれも褐色森林土壌群の湿性型土壌と同程度ないしはさらに高い値を示す。

表層における酸処理後の沈澱部 / フルボ酸含有率比は、Prof. No. 31 はやや小さく褐色森林土壌群の B/D~B/F 型土壌と同程度の値を示すが、他はいずれも褐色森林土壌群より高い値を示す。

同一断面において下層に推移するに伴う変化は、いずれも消光係数の増大、色度比の減少、沈澱部 / フルボ酸含有率比の増大が見られる。

以上のように浅間土壌の腐植の形態は、全般的には落合土壌と同様に、褐色森林土壌群の腐植の形態と

は著しい相違を示す。すなわち落合土壌 (B1A 型土壌を除く) と同様に消光係数および色度比 (とくに沈澱部の), 沈澱部の含有率および酸処理後の沈澱部 / フルボ酸含有率比に, その相違が明りように示されるといえる。

第 3 節 アサキ 安楽城国有林スギ林および原野土壌 (安楽城土壌)

1) 試料採取地

この土壌は山形県最上郡及位村に位置する 真室川営林署管内 安楽城経営区に属するスギ林および原野 (採草地) で採取した。以下この土壌を安楽城土壌と称する。採取位置および土壌型は次のごとくである。

Prof. No. 37 B1D(d) 型土壌 (乾性の形態を示す適潤性黒色土)……28 (ネ) 林小班 (採草地)

Prof. No. 38 B1E 型土壌 (弱湿性黒色土)……78 (ろ) 林小班 (スギ人工林)

この地域の気候は付近の林業試験場釜淵分場 (及位村 字釜淵, 海拔高 150 m) の観測値によれば,

気温……………最高平均 13.7°C, 最低平均 4.9°C,

年平均 9.3°C

年降水量……………2,379 mm

年平均湿度……………78%

である²²⁾。したがって雨量係数 256, N-S 係数 1.230 である。また各月別の気温および降水量の関係は第 23 図の温雨図に示すように真日本型の気候である。

2) 母材, 地形

母材はいずれも第 3 紀緑色凝灰岩である。各土壌型の出現地形は第 24 図に示すように, いずれも起伏のゆるやかな小丘陵の近接した場所に位置し, Prof. No. 37 は尾根に, Prof. No. 38 は丘陵斜面のふもとに近い場所に位置する。

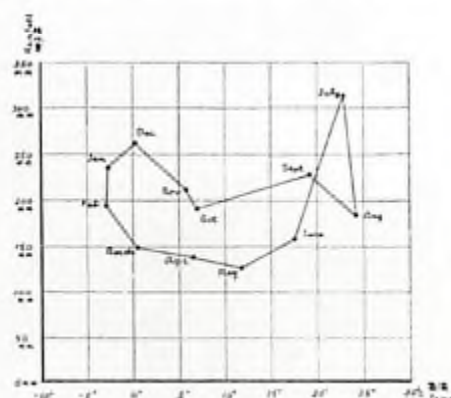
海拔高, 方位および傾斜は第 49 表に示すごとくである。

第 49 表 安楽城土壌の立地条件

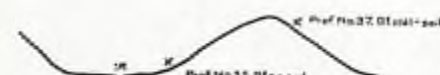
Table 49. Site conditions of Araki Soil
(Parent material: green tuff (tertiary))

断面番号 Profile No.	土 壌 型 Type of soil	海 拔 高 Height above sea level (m)	方 位 Direction	傾 斜 Inclination
37	B1D(d)	280	S 20° E	15°
38	B1E	250	SW	15°

3) 断 面 形 態



第 23 図 釜淵における温雨図
Fig. 23 Monthly variations of temperature and rainfall at Kamabuchi



第 24 図 安楽城土壌の出現地形 (模式図)
Fig. 24 Relief of Araki Soil (schematic presentation)

第 50 表 断面形態 (安楽城土壌)

Table 50. Description of profile (Araki Soil)

断面番号 Profile No.	土 壌 型 Type of soil	層 位 Hori- zon	厚 さ Thick- ness (cm)	色 Color	推移状態 Definition of bound- ary	土性 Texture	構造 Structure	堅密度 Com- pact- ness	石 礫 Stones (size, quantity)	根 系 Root	外生菌根 Ecto- trophic my- cor- rhiza
37	B1D(d)	A ₀	L-F: 2 cm								
		A ₁	15	black	C	SL	Gr	2	small, (o)	5~4 (grass)	-
		A ₂ -B ₁	10	grayish black	C	SL	M	3	small and medium, (o)	3	-
		B ₂ -C	20+	yellowish brown	C	S	M	3	medium and large, (a)	+	-
38	B1E	A ₀	L-F: 2 cm								
		A ₁	5	black (brownish)	G	SL	Cr	1~2	stoneless small, (o)	3~2	-
		A ₂ -(B)	15	black	S	SL	M	2~3	small, (f)	2~1	-
		B	10~20	yellowish brown	G	S	M	3	large, (va)	+	-
		C	20+	light yellow	G	G	-			-	-

Remark: Abbreviations are same as Table 2.

各土壌型の断面形態は第 25 図および第 50 表に示すごとくである。

各土壌型の形態的な特徴は, A 層の色調を除けば褐色森林土壌群の B1D(d) および B1E 型土壌と同様である。

4) 植 生

各土壌型の植生は第 51 表に示すごとくである。

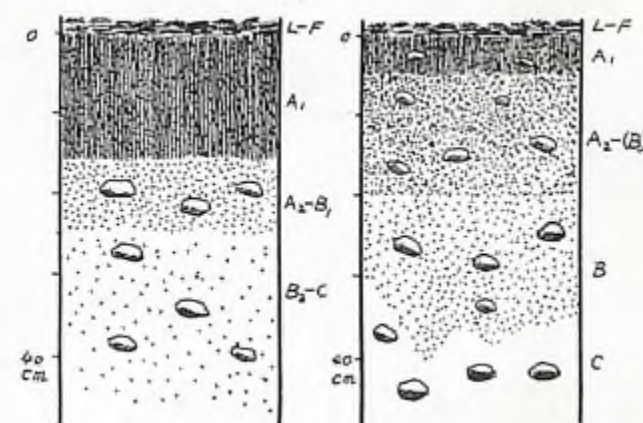
Prof. No. 37 はススキを主とする原野植生である。

Prof. No. 38 は前述の岩瀬土壌 (I) および仁師土壌における B1E, B1D-(E) および B1E-F 型土壌と同様に, オンダ, ミゾシダ, リョウモンスダなどの湿性型の植物の出現が見られる。

5) 化学 的 性 質

各土壌型の化学的性質は第 52 表に示すごとくである。

B1E 型土壌は B1D(d) 型土壌に比べると, 表層における C-N 率の減少, pH の上昇, 置換酸度の減少, とくに置換性 Ca 含有量および飽和度の増大が見られる。これらの点は前述の褐色森林土壌群におけ



Prof. No. 37
B1D(d)-soil
Residual soil

Prof. No. 38
B1E-soil
Colluvial soil

第 25 図 安楽城土壌の断面図 (模式図)
Fig. 25 Profiles of Araki Soil (schematic presentation)

第 51 表 安楽城土壌の植生
Table 51. Vegetation of Araki Soil

断面番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	植 生 Vegetation
37	B/D(d)	(G) ススキ 5, イタドリ 2, ワラビ 2, オカトラノオ 2, マルバハギ 2, ヒメジョオン 1, タブ 2
38	B/E	(D) スギ 5 (G) オンダ 2, ミゾシダ 2, リョウメシダ 2

(D)....Dominant tree layer, (G)....Ground flora

第 52 表 化学的性質 (安楽城土壌)
Table 52. Chemical properties (Araki Soil)

(On dry basis)

断面番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	層 位 Horizon	深 さ Depth (cm)	炭 素 Carbon %	窒 素 Nitrogen %	C-N 率 C-N ratio	pH (H ₂ O)	置換酸度 Exch. acidity (y ₁)	加水酸度 Hydrol. acidity (y ₂)
37	B/D(d)	A ₁	1~10	13.7	0.82	17	5.15	24	82
		A ₂ -B ₁	16~26	7.9	0.54	15	4.95	60	90
38	B/E	A ₁	1~5	8.6	0.73	12	5.45	3	43
		A ₂ -(B)	6~18	5.9	0.55	11	5.30	18	50

同 前 (ibid.)

土壌型 Type of soil	層 位 Horizon	置換容量* Cation exchange capacity (A)	置換性 Ca* Exch. Ca (B)	置換性 Mg* Exch. Mg (C)	置換性 Mn* Exch. Mn	置換性 Ca 飽和度 Rate of exch. Ca saturation (B/A) %	置換性 Mg 飽和度 Rate of exch. Mg saturation (C/A) %
37	A ₁	59.8	10.7	9.16	0.05	17.9	15.3
	A ₂ -B ₁	46.9	2.39	4.56	tr.	5.1	9.7
38	A ₁	48.0	16.3	7.89	0.07	34.0	16.4
	A ₂ -(B)	39.7	8.46	7.90	0.04	21.3	19.9

* Milliequivalent per 100 g. (100 g 当りの mg 当量)

る土壌型の推移に伴う化学的性質の変化と同様の傾向を示していると思われる。また置換性塩基については Mn 含有量は Ca および Mg に比べると著しく小さく、この点は前述の岩瀬土壌 (I) および仁朗土壌と同様の傾向を示している。また安楽城土壌では両土壌型いずれも置換性 Ca に比べると Mg が比較的大きい値一とくに B/D(d) 型土壌において一を示すが、この点は母材料の影響によるものか、またはその他の原因によるものかは明らかではない。

6) 腐植の形態

各土壌型の腐植の近似的組成は第 53 表に、光学的性質は第 54 表に示すごとくである。

両土壌型いずれも表層における酸可溶腐植含有率は小さく、また腐植の一部は鉄質物と強固に結合して

第 53 表 腐植の近似的組成* (安楽城土壌)
Table 53. Approximate composition of humus (Araki Soil)

断面番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	層 位 Horizon	酸可溶 腐植 Humus soluble in acid %	無 処 理 Untreated soil		酸 処 理 Acid treated soil			沈澱部 含有比 (B/A)
				沈 澱 部 Precipitated part (A)	フルボ酸 Fulvic acid	沈 澱 部 Precipitated part (B)	フルボ酸 Fulvic acid (C)	沈澱部 フルボ酸 (B/C)	
37	B/D(d)	A ₁	6.9	33.9	17.9	37.1	10.4	3.56	1.09
		A ₂ -B ₁	11.7	34.5	23.0	38.3	13.5	2.83	1.11
38	B/E	A ₁	10.2	30.4	22.8	38.8	14.0	2.77	1.27
		A ₂ -(B)	10.6	31.0	25.8	37.8	15.0	2.52	1.21

* 土壌全炭素に対する %, Per cent on total carbon basis.

第 54 表 腐植の消光係数および色度比 (安楽城土壌)
Table 54. Extinction's coefficient and color quotient of humus (Araki Soil)

断面番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	層 位 Horizon	原土壌当りの消光係数比 (酸処理土 / 無処理土) Ratio of extinction's coefficient per original soil (Acid treated soil / Untreated soil)		消 光 係 数 Extinction's coefficient Carbon 100 mg/L				色 度 比 Color quotient	
			No. 47		No. 61		No. 47		No. 61	
37	B/D(d)	A ₁	1.13		1.17		0.99		0.42	
		A ₂ -B ₁	1.05		1.11		0.93		0.40	
38	B/E	A ₁	1.34		1.47		0.76		0.31	
		A ₂ -(B)	1.25		1.31		0.87		0.38	

浸 出 部 NaOH extract

37	B/D(d)	A ₁	1.13	1.17	0.99	0.42	1.12	0.49	2.4	2.3
		A ₂ -B ₁	1.05	1.11	0.93	0.40	1.09	0.50	2.3	2.2
38	B/E	A ₁	1.34	1.47	0.76	0.31	1.03	0.46	2.5	2.2
		A ₂ -(B)	1.25	1.31	0.87	0.38	1.17	0.54	2.3	2.2

沈 澱 部 Precipitated part: Humic acid

37	B/D(d)	A ₁	1.15	1.17	1.41	0.61	1.62	0.72	2.3	2.3
		A ₂ -B ₁	1.09	1.11	1.45	0.66	1.43	0.66	2.2	2.2
38	B/E	A ₁	1.33	1.44	1.25	0.53	1.31	0.60	2.4	2.2
		A ₂ -(B)	1.24	1.30	1.60	0.70	1.62	0.76	2.3	2.1

いることを示しているが、多くの部分は遊離または鉄質物とゆるく結合しているものと思われる。

各土壌型の表層における浸出部および沈澱部は無処理および酸処理いずれの場合も、褐色森林土壌群のいずれの場合よりも消光係数は大きく、また色度比は小さく明りような相違を示している。安楽城土壌の腐植の光学的性質は第 1 節で述べた落合土壌の B/D, B/E-(F) および B/C-I 型土壌と同様の性質を示すものと認められる。しかしながら、酸処理後の沈澱部含有率は 37~39% を示し落合土壌の上記の土壌型に比べると多少の低下を示している。また酸処理後の沈澱部 / フルボ酸の含有率比は B/E 型土壌ではやや小さい値を示している。

同一断面における下層に推移するに伴う変化は、いずれも消光係数の増大と色度比の低下が見られる。

以上のように安楽城土壌の腐植の形態は、全般的には前述の各林地の黒色土壌群と同様に、その腐植の形態は褐色森林土壌群と明りような相違を示すといえよう。この点は浸出部およびとくに沈澱部の消光係数と色度比に示されるといえるであろう。

第 4 節 岩瀬国有林原野土壌〔岩瀬土壌 (II) (黒色土壌群)〕

1) 試料採取地

岩瀬土壌 (II) (黒色土壌群) は前述の岩瀬土壌 (I) (褐色森林土壌群) および Pd 型土壌と同じ地域に位置する。供試した土壌は岩瀬国有林 106 (は) 林小班の原野 (採草地) で採取した。以下この土壌を岩瀬土壌 (II) と称する。

土壌型は次のごとくである。

Prof. No. 40 B/E 型土壌 (弱湿性黒色土)

2) 母材、地形

この地域には前述の石英粗面岩を母材とする土壌〔岩瀬土壌 (I) および Pd 型土壌〕とともに、第 3 紀層緑色凝灰岩を母材とする黒色土壌群が介在する。Prof. No. 40 は後者に属する。

地形は旧川床に近い緩斜地で、海拔高 240 m、方位 SW、傾斜 12° である (第 26 図参照)。

3) 断面形態

断面形態は第 27 図および第 55 表に示すごとくである。

黒色の A 層はすこぶ厚く 60 cm に達し、黒色を帯びた黄褐色の A-B 層に漸变的に推移する。表層の薄層は Granular structure が見られるが、この点は地表がうつ閉されていないために、地表面からの乾燥の影響を受けているためではないと思われる。以下は Massive、堅密である。出現地形および形態的な特徴は、この断面が弱湿性ないし湿性型の土壌に属することを推定せしめるが、褐色森林土壌における B_h 型土壌に見られる斑鉄および還元色は認めがたい。この断面は一応 B/E 型土壌として扱ったが、前述の地表面からの乾燥によつて生じたと思われる表層の Granular structure を除けば Massive である点は、前述の各節の黒色土壌群とは形態的に著しい相違が見られる。

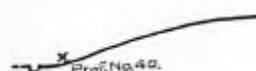
4) 植 生

植生は第 56 表に示すごとくに、ススキを混えるがシバを主とするシバ型の原野植生である。

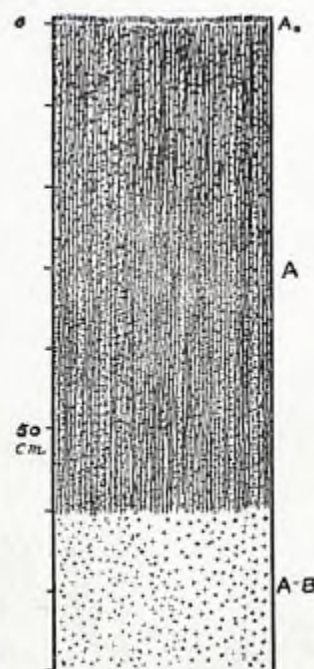
5) 化学的性質

この土壌の化学的性質は第 57 表に示すごとくである。

この土壌は出現地形および断面形態からは弱湿性型の土壌と考えられるが、置換酸度は比較的大きく、とくに置換性 Ca および Mg



第 26 図 岩瀬土壌 (II) の出現地形 (模式図)
Fig. 26 Relief of Iwase Soil (II) (schematic presentation)



Prof. No. 40
B/E-soil
Residual soil
第 27 図 岩瀬土壌 (II) の断面図 (模式図)
Fig. 27 Profile of Iwase Soil (II) (schematic presentation)

第 55 表 断面形態 (岩瀬土壌 II)

Table 55. Description of profile [Iwase Soil (II)]

断面 形態 Profile No.	土壌 型 Type of soil	層 位 Hori- zon	厚 さ Thick- ness (cm)	色 Color	推移状態 Definition of bound- ary	土性 Texture	構造 Structure	堅密度 Compact- ness	石 礫 Stones (size, quan- tity)	根 系 Root	外生菌根 Ectotro- phic mycor- rhiza
40	B/E	A ₀	L-F: +~1 cm								
		A ₁	60	black	G	L	M	3	stoneless	4 (grass)	-
		A ₂ -B	20+	blackish yellow- brown		L	M	3	medium and large.(o)	-	-

Remark: Abbreviations are same as Table 2.

第 56 表 岩瀬土壌 (II) の植生

Table 56. Vegetation of Iwase Soil (II)

断面番号 Profile No.	土 壤 型 Type of soil	植 生 Vegetation
40	B/E	(G) シバ 5, ススキ 2, スズメノヒエ 2, キジムシロ 2, ノチドメ 1

(G)....Ground flora

第 57 表 化学的性質 (岩瀬土壌 II)

Table 57. Chemical properties [Iwase Soil (II)]

(On dry basis)

断 面 番号 Profile No.	土 壤 型 Type of soil	層 位 Hori- zon	深 さ Depth (cm)	炭 素 Carbon %	窒 素 Nitrogen %	C-N 率 C-N ratio	pH (H ₂ O)	置換酸度 Exch. acidity (y ₁)	加水酸度 Hydrol. acidity (y ₂)
40	B/E	A	5~25	14.6	0.99	15	5.40	8	49

同 前 (ibid.)

置 換 容 量* Cation exchange capacity (A)	置換性 Ca* Exch. Ca (B)	置換性 Mg* Exch. Mg (C)	置換性 Mn* Exch. Mn	置換性 Ca 飽和度 Rate of exch. Ca saturation (B/A) %	置換性 Mg 飽和度 Rate of exch. Mg saturation (C/A) %
40.5	0.98	1.02	tr.	2.4	2.5

* Milliequivalent per 100 g. (100 g 当りの mg 当量)

含有量および飽和度が著しく小さいことが注目される。これらの点は前述の浅間土壌の Prof. No. 32 (火山弾泥流地区) と同様の傾向が見られるが、置換性 Ca 飽和度はさらに小さい値を示している。この地域の同じ母材に由来する黒色土壌群が同様の性質を示すことは、著者および藤見²³⁾、および茨木ら²⁴⁾の結果からも明らかである。

6) 腐 植 の 形 態

この土壌の腐植の近似組成は第 58 表に、光学的性質は第 59 表に示すごとくである。

第 58 表 腐植の近似的組成*〔岩瀬土壌 (II)〕

Table 58. Approximate composition of humus [Iwase Soil (II)]

断面 番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	層位 Hori- zon	酸可溶 腐植 Humus soluble in acid	無 処 理 Untreated soil		酸 処 理 Acid treated soil			沈澱部 含有比 (B/A)
				沈澱部 Precipita- ted part (A)	フルボ酸 Fulvic acid	沈澱部 Precipita- ted part (B)	フルボ酸 Fulvic acid (C)	沈澱部 フルボ酸 (B/C)	
40	B/E	A	15.2%	40.6%	25.0%	40.5%	9.1%	4.45	0.99

* 土壌全炭素に対する %, Per cent on total carbon basis.

第 59 表 腐植の消光係数および色度比〔岩瀬土壌 (II)〕

Table 59. Extinction's coefficient and color quotient of humus [Iwase Soil (II)]

断面 番号 Pro- file No.	土壌型 Type of soil	層位 Hori- zon	原土壌当の消光係数比 (酸処理土 / 無処理土) Ratio of extinction's coefficient per original soil ($\frac{\text{Acid treated soil}}{\text{Untreated soil}}$)		消 光 係 数 Extinction's coefficient Carbon 100 mg/L				色 度 比 Color quotient	
					無 処 理 土 Untreated soil		酸 処 理 土 Acid treated soil		無処理土 Un- treated soil	酸処理土 Acid treated soil
			No. 47	No. 61	No. 47	No. 61	No. 47	No. 61		
			浸 出 部 NaOH extract							
40	B/E	A	1.01	1.09	1.05	0.47	1.41	0.67	2.2	2.1
沈 澱 部 Precipitated part: Humic acid										
40	B/E	A	1.00	1.09	1.57	0.72	1.59	0.79	2.2	2.0

酸可溶腐植含有率は 15% を示し、また鉄質物と強固に結合した腐植は明らかではない。浸出部および沈澱部の消光係数および色度比に示される腐植の光学的性質、および沈澱部の含有率および沈澱部 / フルボ酸に示される近似的組成は、この土壌の腐植の形態は第 1 節に述べた落合土壌の B/D, B/E-(F) および B/C-I 型土壌および第 3 節安楽城土壌とほぼ同様の性質を示すものと認められる。

第 5 節 考 察

以上の各林地における黒色土壌群の各土壌型の区分は、色調を除く他の断面形態の特徴から、褐色森林土壌群の場合と同様に、その水分環境の相違に応じて形態的に区分したものである。またこのようにして区分された黒色土壌群の各土壌型の出現地相は、対応する褐色森林土壌群の各土壌型と同様である。

1) 化学的性質の特徴

黒色土壌群の各土壌型の化学的性質は、褐色森林土壌群の場合と異なり斜面地形の影響—塩基の流亡と集積—が明らかでない場合が少なくない。この点は前述の落合土壌の乾性型土壌 (B/A および B/C-I 型土壌) およびこれと同様の地形に出現する B/D(d) 型土壌において置換性 Ca および Mg が多いこと、浅間土壌の火山弾泥流地区および岩瀬土壌 (II) の適潤性ないし弱湿性型の土壌において置換性 Ca および Mg に乏しいことに示される (第 6 章第 31 図参照)。

黒色土壌群のこれらの特徴は、各地域内における地形的因子に基づく相違というよりも、むしろ各地域的

な相違の方が強く示されているように思われる。

各地域の黒色土壌群は化学的性質の面からは、"置換性 Ca および Mg に富む Type" と "置換性 Ca および Mg に乏しい Type" に区分しうるように思われる。この場合の "富む" および "乏しい" は相対的な比較として用いたもので、"富む" とはその地域の黒色土壌群の適潤性ないし湿性型の土壌型において、褐色森林土壌群の同様の土壌型と同程度の置換性 Ca および Mg の飽和度を示すことを意味し、"乏しい" とは黒色土壌群の同様の土壌型において、著しく低い置換性 Ca および Mg の飽和度を示すことを意味する。

上述の各林地については、

(1) "置換性 Ca および Mg に富む Type" には落合、火山弾泥流地区を除く浅間および安楽城の各土壌が属し、

(2) "置換性 Ca および Mg に乏しい Type" には浅間土壌の火山泥流地区および岩瀬土壌 (II) が属する。

森林下の黒色土壌群についての他の研究者の調査結果においても同様の事実が認められるので、このような黒色土壌群の区分は一般性を有すると見て差し支えないであろうと思われる。すなわち、津軽半島南部の黒色土壌群⁽¹⁰⁾は前者に、愛知県段戸国有林⁽¹¹⁾、茨城県大子国有林⁽¹²⁾ および米代川流域地域の各国有林⁽¹³⁾の黒色土壌群は後者に属すると考えられる。

また森林土壌以外の黒色土壌についても、菅野ら⁽¹⁴⁻¹⁶⁾は日本火山灰土*の置換性 Ca 飽和度は、母材の相違によつて相違が見られることを指摘している。

2) 腐植の形態の特徴

前述の各林地における黒色土壌群の腐植の形態は、表層について見ると次の 3 つの Group に大別される。すなわち、

Group 1……落合土壌の B/D, B/E-(F) および B/C-I 型土壌、安楽城土壌、岩瀬土壌 (II)

Group 2……落合土壌の B/D(d) 型土壌、浅間土壌

Group 3……落合土壌の B/A 型土壌

である。

これらの 3 つの Group 中、B/A 型土壌に見られる Group 3 は、褐色森林土壌群の BA 型土壌と同様に土壌中に混在する菌糸がその腐植の形態に著しい影響をあたえたものと考えられる。したがって Group 3 は、Group 1 または Group 2 の腐植に特殊な条件が加わった場合と考えられるので、黒色土壌群の腐植の形態は基本的には Group 1 および Group 2 と考えて差し支えないであろう。

Group 1 および Group 2 の腐植の形態はすでに各節において述べたように、褐色森林土壌群の各土壌型の腐植の形態と比べると、全般的には浸出部およびとくに沈澱部の消光係数および色度比および酸処理後の沈澱部 / フルボ酸の含有率比に明りような差が見られ、また酸処理後の沈澱部の含有率にもその特徴がうかがわれる。しかし酸可溶腐植含有率および鉄質物との結合については明りような相違が認められない。

次に黒色土壌群の Group 1 および 2 の腐植の形態についての特徴を述べる。

Group 1……これに属する各黒色土壌の表層における浸出部および沈澱部—後者の方が顕著に示される

* 火山灰に由来する黒色土壌

一の無処理および酸処理後の消光係数は、それぞれ褐色森林土壌群の各土壌型のいずれの場合より明らかに大きく、著しく腐植化のすすんでいることを示している。また浸出部およびとくに沈澱部の色度比は褐色森林土壌群のいずれの場合よりもそれぞれ小さい値を示す。また酸処理後の沈澱部の含有率は、褐色森林土壌群の各土壌型中もつとも大きい値を示す湿性土壌と同等ないしはさらに高い値を示す。また酸処理後の沈澱部 / フルボ酸の含有率比は明らかに褐色森林土壌群の各土壌型より大きいといえる (第 6 章第 32 ~ 35 図参照)。

Group 2……これに属する各黒色土壌の表層における浸出部およびとくに沈澱部の無処理および酸処理後の消光係数は、褐色森林土壌群の腐植化のすすんでいる適潤性ないし湿性土壌と上記の Group 1 との中間ないしはむしろ前者に近い値を示している。しかし褐色森林土壌群中もつとも腐植化のすすんでいる Bc-II 型土壌よりは多少低い。色度比は浸出部および沈澱部ともに Group 1 と同様の値を示し、褐色森林土壌群の各土壌型より明らかに減少を示す。また酸処理後の沈澱部の含有率は褐色森林土壌群中もつとも高い値を示す湿性土壌とほぼ同様の値を示す。酸処理後の沈澱部 / フルボ酸の含有率比は Group 1 と同様に高い値を示す場合が多い。以上のように、Group 2 の腐植の形態は Group 1 と適潤性ないし湿性褐色森林土の中間的な性質を示しているように思われる (第 6 章第 32 ~ 35 図参照)。

以上のように黒色土壌群は腐植の形態の面からは上記の 2 つ (ないし 3 つ) の Group に分けられるが、これらの区分は断面形態の特徴および出現地形にもとづいて区分された上記の土壌型とは関連性を示さず、また前述の置換性 Ca および Mg 含有量および飽和度による区分との関連性も認めがたい。

3) 黒色土壌群の特徴

わが国の黒色土壌の成因については川村²⁸⁾、菅野²⁹⁾の考察があるがまだ確説を見ない。森林下の黒色土壌群の化学的性質および腐植の形態は、褐色森林土壌群の各土壌型間に認められる斜面地形の影響は明らかではない。さらにその腐植の形態が一とくに Group 1 において顕著であるが褐色森林土壌群の各土壌型とは明りような相違を示し、著しく腐植化のすすんでいることは、黒色土壌群の腐植の形態が褐色森林土壌群とは質的に異なることを示すものといえよう。さらに前述の各林地の黒色土壌の断面形態において述べたように、森林下の黒色土壌の表層 (A₁ または A 層上部) は下層 (A₂ または A 層下部) に比べると黒色が淡く、退色の傾向が認められることは、森林下に新たに生成された腐植の影響によつてもたらされたものと想像される。

以上の黒色土壌群の化学的性質と腐植の形態に示される諸点は、黒色土壌群が森林下に斜面地形の影響を受けて生成されたものとは考えがたいことを示すように思われるが、この点については今後の検討にまかななければならない。

なお Group 1 は Typical な黒色土壌群の腐植の形態を示し、Group 2 は Group 1 が森林下に生成された腐植の影響によつて褐色森林土の腐植に変化しつつあるものか、または Type 1 の腐植が特殊な条件の影響によつて生成されたものと仮定すれば、その作用が十分に行われず途中の段階でとどまつた場合のいずれかと推定される。

第 6 章 考察—各土壌群および各土壌型の特徴と区分

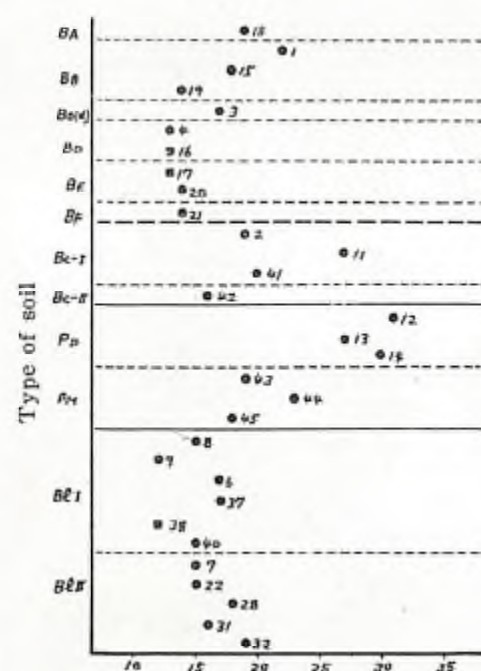
森林土壌においては斜面地形、微地形の影響による風、寒冷な気候、樹種の相違による落葉の組成の相違などの環境諸因子の影響下に、1 年を週期とする土壌微生物による化学的諸変化と、斜面に沿った水の

移動によつてもたらされる物質の移動、およびこの両者の相互作用が、斜面地形における森林土壌の諸性質を支配するもつとも大きな因子であるといえる。このことは前述の褐色森林土壌群およびポドゾルについては明らかに認められる。黒色土壌群については、その化学的性質および腐植の形態はこれらの環境因子の影響が必ずしも認められず、またその腐植の形態が褐色森林土壌群とは異なつた性質を示すことは、第 5 章第 5 節で述べたように黒色土壌群は森林下において生成された土壌ではないことを推定せしめることが可能であろう。

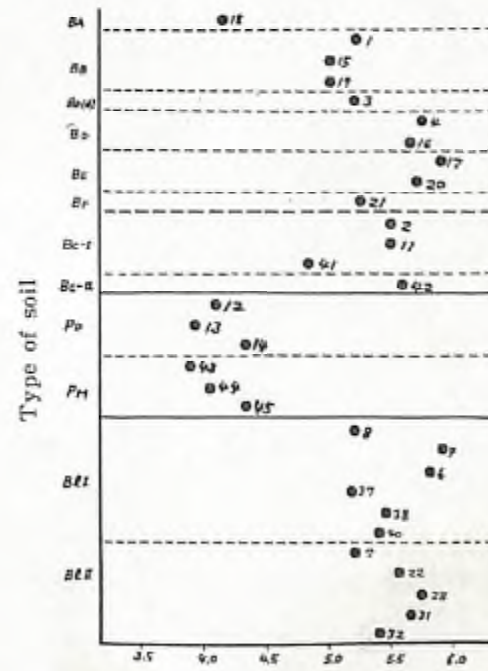
この研究は森林土壌の生成に影響をおよぼし、その諸性質を支配する環境諸因子の影響を、各土壌群および各土壌型の化学的性質および腐植の形態から総括的に検討を行つたものである。その結果従来形態的に分類されてきた褐色森林土壌群およびポドゾルの各土壌型の化学的性質および腐植の形態の特徴を明らかにすることによつて、その生成論的な分類体系を確立する基礎をあたえたとともに、各土壌型における肥沃度および林木の成長との関係に対して明りような根拠をあたえ得たものといえよう。しかしながら黒色土壌群については、これらの問題は異なつた見地に立つて考察されなければならないと思われる。

第 1 節 環境因子の化学的性質および腐植の形態におよぼす影響

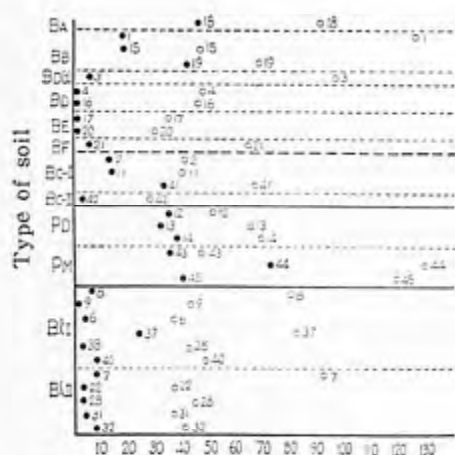
すでに第 3 章第 5 節 (褐色森林土壌群)、第 4 章第 3 節 (ポドゾル) および第 5 章第 5 節 (黒色土壌群) において述べたように、各土壌型における化学的性質および腐植の形態におよぼす環境諸因子の影響は、その鉱質土層の表層 (ポドゾルは A₂ または A 層) にもつとも明りように示されるといえる。第 28 ~



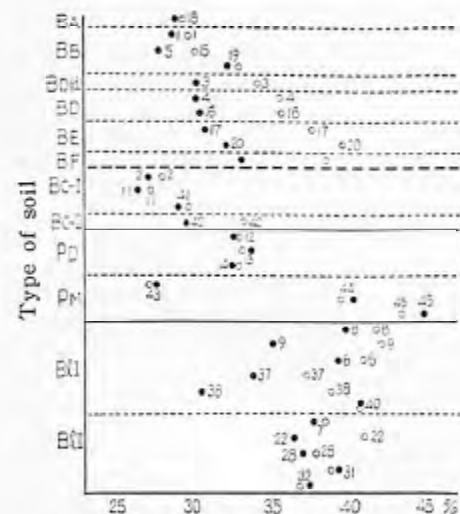
第 28 図 各土壌型の表層における C-N 率の比較 (数字は Profile No. を示す)
Fig. 28 Comparison of C-N ratios in surface horizons of different types of soil (Figure shows profile No.)



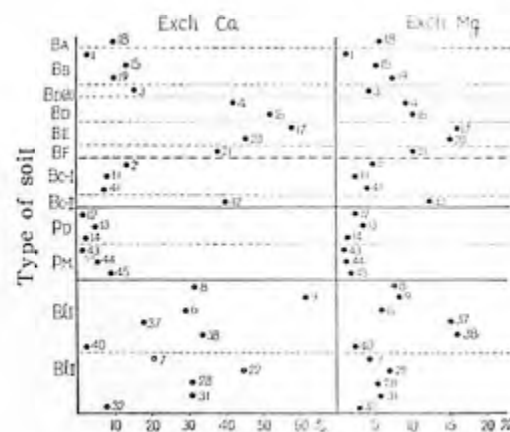
第 29 図 各土壌型の表層における pH の比較 (数字は Profile No. を示す)
Fig. 29 Comparison of pH values in surface horizons of different types of soil (Figure shows profile No.)



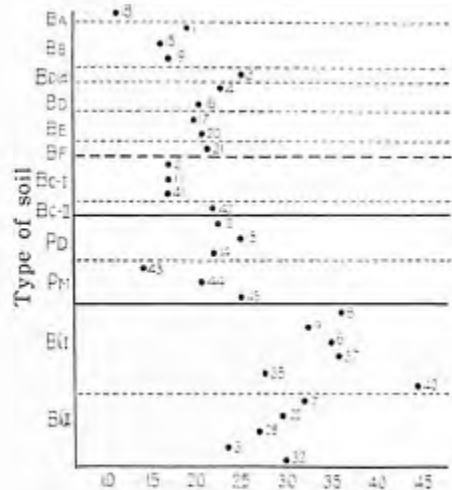
第 30 図 各土壌型別の表層土における置換酸度および加水酸度の比較 (数字は Profile No. を示す, ●...置換酸度, ○...加水酸度)
Fig. 30 Comparison of exch. and hydrol. acidities in surface horizons of different types of soil (Figure shows Profile No. ●...Exch. acidity, ○...Hydrol. acidity)



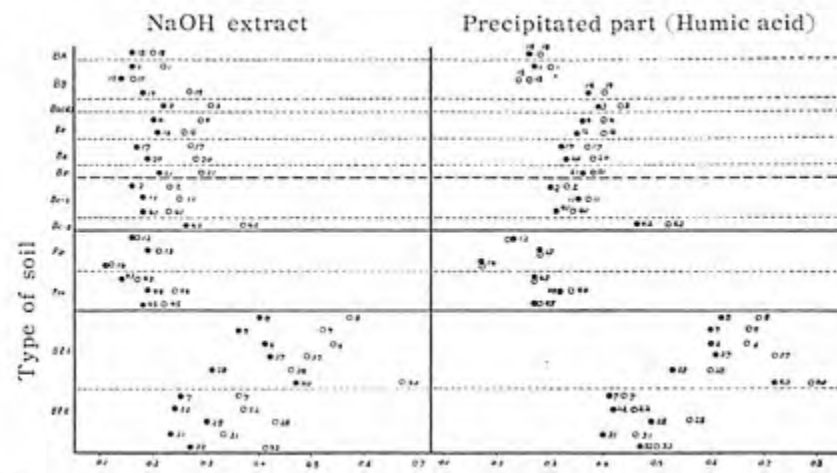
第 32 図 各土壌型の表層土における腐植の沈澱部含有率の比較 (数字は Profile No. を示す, ●...無処理土, ○...酸処理土)
Fig. 32 Comparison of contents of precipitated part (humic acid) of NaOH extract in surface horizons of different types of soil (Figure shows Profile No. ●...Untreated soil, ○...Acid treated soil)



第 31 図 各土壌型別の表層土における置換性 Ca および Mg 飽和度の比較 (数字は Profile No. を示す)
Fig. 31 Comparison of rates of saturation exch. Ca and Mg in surface horizons of different types of soil (Figure shows Profile No.)



第 33 図 各土壌型の表層土における腐植の沈澱部 / フルボ酸含有率比の比較 (数字は Profile No. を示す)
Fig. 33 Comparison of ratios of precipitated part (humic acid)/fulvic acid in surface horizons of different types of soil (Figure shows Profile No.)



第 34 図 各土壌型の表層土における腐植の消光係数の比較 (数字は Profile No. を示す)
Fig. 34 Comparison of extinction coefficients of NaOH extract and precipitated part (humic acid) in surface horizons of different types of soil (Figure shows Profile No. Carbon 100 mg/L, 610 mμ ●...Untreated soil ○...Acid treated soil)

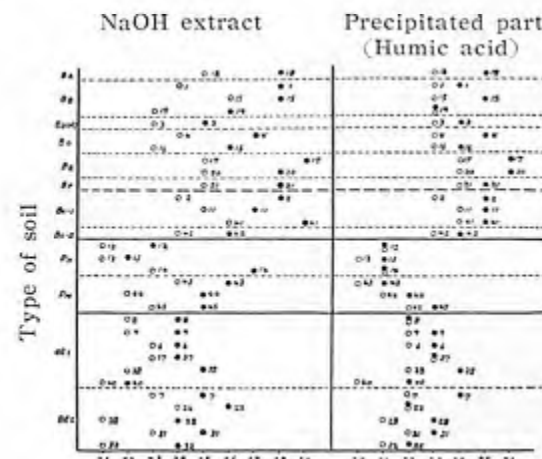
第 35 図はこれらの結果を総合的に示したものである。褐色森林土壌群における中間型は形態的な特徴をより強く示している土壌型に含め、また黒色土壌は腐植の形態によつて Group 1 および Group 2 に区分して示した。

化学的性質におよぼす環境因子の影響は、第 3 章第 5 節で述べたように 褐色森林土壌群の Bc 型土壌を除く他の土壌型では、斜面地形にもとづく塩基の流亡と集積および水分環境の相違によつてもたらされる土壌微生物の分解活動の相違が主なものであり、Bc 型土壌では微地形の影響による風の作用にもとづく乾燥が、また乾性および適潤性ポドゾルでは第 4 章第 3 節で述べたように、寒冷な気候的因子が主なもので、斜面地形の影響は第 2 次的なものと考えられる。

これらの環境諸因子によつてもたらされる各土壌型間の相違は、とくに置換性 Ca および Mg 飽和度に明りように示され、その他置換性 Ca および Mg 含有量、C-N 率、置換酸度、置換酸度の加水酸度に対する比にも明りように示されるといえる。しかしながら、黒色土壌群の場合は第 5 章第 5 節で述べたように、これらの環境因子の影響と化学的性質との関連性は必ずしも明りように認めがたい。

褐色森林土壌群および、乾性および適潤性ポドゾルの腐植の形態におよぼす環境因子の影響、および黒色土壌群の腐植の形態の特異性は、上述の化学的性質と同じ章節において述べた。これらの点は沈澱部*

* 浸出部においても同様の傾向が見られるが、沈澱部の方がさらに明りようである。



第 35 図 各土壌型の表層土における色度比の比較 (数字は Profile No. を示す)
Fig. 35 Comparison of color quotients of NaOH extract and precipitated part (humic acid) of different types of soil (Figure shows Profile No. ●...Untreated soil ○...Acid treated soil)

消光係数に示される腐植化過程の進行の相違に総括的に明らかに示される。腐植化過程の進行は、黒色土壌群 (Group 1) > Bc- π 型土壌、黒色土壌群 (Group 2) > 適潤性ないし湿性褐色森林土 > Bc-i 型土壌 > 乾性褐色森林土、適潤性ポドゾル > 乾性ポドゾルの順に低下を示す。その他色度比、酸処理後の沈澱部の含有率および沈澱部 / フルボ酸の含有率比、酸可溶腐植の含有率および鉍質物との結合状態などにも各土壌型の相違は明りように示される。

第 2 節 腐植の形態の相違にもとづく各土壌群相互の区分

森林土壌における各土壌群相互の区分は、化学的性質よりもむしろ腐植の形態の相違によつて明りように示すことができる。

A) 褐色森林土壌群およびポドゾル土壌群 (Pd および Pm 型土壌) の区分

この両土壌群の各土壌型の腐植の形態は、斜面地形およびポドゾル土壌群ではさらに寒冷な気候的因子の影響が加わつてもたらされる土壌微生物の有機物の分解活動の相違によつて支配されるために、ある程度相互に交錯を示すことは当然といえよう。

この両土壌群は第 4 章第 3 節に示した B₁ (または B) 層における浸出部の原土壌当りの消光係数の酸処理による変化および腐植と鉍質物との結合状態、および鉍質土層の表層における色度比によつて明りように区分される。

すなわち、乾性および適潤性ポドゾルでは、B₁ 層の浸出部の原土壌当りの消光係数 (No. 61) は酸処理によつて明りように減少を示すが、褐色森林土壌群では変化を示さないかまたは明りように増大を示す。また B₁ または B 層における鉍質物と強固に結合した腐植は、前者では認められないが後者では明らかに認められる。さらに鉍質土層の表層における色度比が、ポドゾル土壌群では褐色森林土壌群より明りように減少を示している。

これらの相違は両土壌群を相互に区分する場合有力な手段となると思われる。

B) 黒色土壌群と褐色森林土壌群の区分

黒色土壌群の Group 1 は表層における浸出部および沈澱部の消光係数がいずれの場合も褐色森林土壌群に比べて、明りように増大を示していることによつて区分される。また前者は後者に比べると表層において色度比がそれぞれ小さく、酸処理後の沈澱部 / フルボ酸の含有率比が大きいことも区分するための有力な手段となる。

黒色土壌群の Group 2 の表層における消光係数は Bc- π 型土壌を除く褐色森林土壌群の各土壌型より明りように消光係数は大きく、また色度比は Group 1 と同様に減少を示し、これらの点で両者の間に明りような相違が見られる。また Group 2 は Bc- π 型土壌と同程度の消光係数を示し相違が見られないが、この両者は酸処理後の沈澱部含有率が前者は著しく大きい点で明りような相違を示し、また前者の色度比が減少を示している点も両者を区分する有力な手段となりうる。

第 3 節 褐色森林土壌群の各土壌型の特徴と区分

褐色森林土壌群の各土壌型は、その生成に影響をおよぼす環境因子の相違によつて、次の 2 つの Group に分けられる。

Group 1...Bc 型土壌以外の各土壌型

土壌生成に関与する因子としては、斜面地形の影響がもつとも主要なものと考えられる。

Group 2...Bc 型土壌

大抵⁷¹⁾によつて指摘された微地形の変化によつてもたらされる樹冠上を吹きわたる風の影響が主因子をなし、斜面地形の影響は二次的な因子をなすと考えられる。

次に各 Group について述べる。

1) Group 1

Group 1 に属する各土壌型は、その出現地形によつて次の 3 つに模式的に区分される (第 3 章第 5 節第 12 図参照)。すなわち、

- i) 尾根型土壌……BA および Ba 型土壌
- ii) 斜面中腹型土壌……Bn(d) および Bn 型土壌
- iii) 沢型土壌……Be および Be 型土壌

次にこれらの模式的に区分された各型について述べる。

i) 尾根型土壌 (BA および Ba 型土壌)

この型の土壌においては、降水によつて地表に到達した水は下層には十分に浸透せず、大部分は山腹斜面に沿つて下方に流亡するものと考えられる。この点はすでに第 3 章第 5 節において述べた。

この土壌における置換性 Ca および Mg 含有量および飽和度の著しい低下は斜面地形の影響による塩基の流亡を示し、また C-N 率の大きいこと、および pH、置換酸度および加水酸度に示される強度の酸性は、乾性の水分環境にもとづく土壌微生物の分解作用の低下によつてもたらされるものと考えられる。これらの両因子によつてもたらされる土壌条件は相互に関連して、酸性の強い、置換性塩基に乏しい、C-N 率の高いモル型の土壌を生成する方向に推進する。さらに土壌微生物の有機物の分解活動の低下は腐植化の進行を阻害し、腐植化過程の低い段階にあることを示している。

この土壌における置換性塩基の減少と未熟な段階にある腐植は、土壌の有機無機膠質の凝集を阻害せしめ、多孔質の団粒構造の形成が十分に行われないうために、土壌の理學性を不良ならしめる^{88) 89)}。さらにこのような土壌条件は落葉の分解の不良による林木に対する養分の減少とも関連して、この土壌が林木の生育の場としては良好なものとはいえないことを示している。

尾根型土壌に属する BA および Ba 型土壌は、第 3 章第 3 節で述べたように、BA 型土壌が苗木の混入によつて Ba 型土壌よりさらに腐植化過程の低い腐植の形態を示す点に顕著な相違が見られる。

ii) 中腹型土壌 (Bn(d) および Bn 型土壌)

この型の土壌においては、水の下層への浸透は尾根型土壌に比べると増大を示すが、このことは A 層が厚く発達し、また一般に A 層の分化が見られることに示される。表層の置換性 Ca および Mg 含有量および飽和度の明りような増大は、斜面に沿つて流動する水の影響による塩基の集積が認められることを示している。さらに地形的に Bn(d) 型土壌より斜面下部に出現する Bn 型土壌が、各対応する層位の置換性 Ca および Mg 含有量および飽和度の増大を示すことは、水の流動による塩基の移動を明らかに示しているといえる。しかし Bn(d) および Bn 型土壌は、いずれも置換性 Ca および Mg 含有量および飽和度が下層において比較的急激な減少を示すことは、下層への水の浸透が iii) の沢型土壌に比べると少ないことを示すものといえる。また同時にこの点は Bn(d) および Bn 型土壌における上下層間の水の動きがほぼ同様の状態にあることを示すものといえよう。

中腹型土壤の表層において C-N 率が尾根型土壤より小さいことは、水分環境の好転に伴って土壤微生物の有機物の分解活動の増大を示すものといえる。

この型の土壤における土壤微生物の分解活動の増大と置換性塩基の増大は腐植化の進行を助長し、尾根型土壤に比べると著しく腐植化のすすんだ段階にあることを示している。このような諸条件は土壤の有機無機物の凝集を促進し、多孔質の安定した団粒構造の形成を促進する方向に作用せしめ、土壤の良好な理学的性質をもたらす⁽³¹⁾⁽³²⁾ものと考えられる。さらにこのような土壤条件は落葉の良好な分解とも関連して、ムル型の土壤の形成と林木に対する養分の供給量の増加をもたらす、林木の生育の場としては良好な状態に推移するものと考えられる。Bp および Bp(d) 型土壤を比較すると、その水分状態および化学的性質から見て前者は後者よりさらにすぐれた条件を有するといえる。また Bp(d) 型土壤においては、Bp 型土壤に比べて乾性の水分環境にある点は、一部の林木に対しては成長の阻害因子として作用することが考えられる。

Bp(d) および Bp 型土壤は第 3 章第 1 節で述べたように Structure の面で形態的に明りような相違を示すが、さらに C-N 率、置換性 Ca および Mg 含有量および飽和度、pH、置換酸度および加水酸度の面でも比較的明りような相違が見られる。しかし腐植の形態においては、沈殿部の消光係数が Bp(d) 型土壤は Bp 型土壤より多少の増大を示す以外とくに明りような相違は見られない。

iii) 沢型土壤 (Be および Bf 型土壤)

この土壤における水の下層への浸透は中腹型土壤よりさらに増大する。このことは腐植が漸变的に下層まで浸透していることにも示されるが、さらに置換性 Ca および Mg 含有量および飽和度の下層における減少の割合が、中腹型土壤よりさらにゆるやかになることに明りように示される。

この型の土壤に属する Be および Bf 型土壤は次の点で明りような相違を示している。Be 型土壤は斜面中腹型の Bp 型土壤に比べると、表層においては置換性 Ca および Mg 含有量および飽和度はさらに増大を示し、顕著な塩基の集積が認められる。C-N 率は Ed 型土壤と同様の値を示し、土壤微生物の有機物の分解活動は Bp~Be 型土壤においてもつとも良好となることを示している。また Be 型土壤の腐植の形態は、Bp 型土壤と同様に腐植化の進んだ段階にあることを示している。このような土壤条件は中腹型土壤と同様に多孔質の安定した団粒構造の形成をもたらす、理学的性質を良好ならしめていると思われる⁽³³⁾⁽³⁴⁾。さらにこのような諸条件は良好な落葉の分解とも関連してムル型の土壤を形成し、林木の生育の場としてはもつとも良好な状態にあるといえよう。

Bf 型土壤は沢筋の平坦ないし緩斜地形の斜面の麓から遠ざかった位置に出現するために、斜面土壤としての性格はややうすれる。Bf 型土壤においては水の流動が Be 型土壤より鈍くなるために、停滞水的な性格をおびるようになると考えられる。この点は断面形態に見られる湿度の還元色からも推定される。Bf 型土壤の表層において置換性 Ca および Mg 含有量は Be 型土壤と同様の値を示し、顕著な塩基の集積が認められる。また C-N 率は Be 型土壤とほぼ同様の値を示すが、pH の低下と置換酸度の増大、置換性 Ca および Mg 飽和度の減少が見られる。この点は薄層ではあるが Greasy な H 層の形成から推定されるように、水分環境がやや過湿に近づくために、土壤微生物の分解活動が多少の減退を示すためと推定される。しかしながら、腐植の形態は Be 型土壤と同様に腐植化のすすんだ段階にあることを示している。このような諸条件は Bf 型土壤は林木の生育の場としては、Be 型土壤に比べれば多少劣るとしても、全般的には良好な状態にあるといえよう。しかし Bf 型土壤の水分環境が過湿に近づいている

点は一部の林木に対しては成長の阻害因子として作用することが考えられる。

2) Group 2....Bc 型土壤

今までの Bc 型土壤についての概念は著者の区分による Bc-I 型土壤に関するものであつて、Bc-II 型土壤については明らかにされていなかった。沢に近い山腹斜面の下層に出現する Bc-II 型土壤は、適潤性ないし弱湿性型土壤と同様に斜面に沿って流動する水の集積地形であるにもかかわらず、乾性の水分環境の影響を強くうけて、山腹斜面上部に出現する Bc-I 型土壤と同様の断面形態の特徴を示すことは、この両者が同様の環境因子の影響下に生成したことを示すものといえよう。

Bc 型土壤は出現地形によつて、

- i) 斜面上部型土壤....Bc-I 型土壤
- ii) 沢型土壤(斜面下部も含む)....Bc-II 型土壤

に模式的に区分される。

次にこれらの各型について述べる。

i) 斜面上部型土壤 (Bc-I 型土壤)

Bc-I 型土壤は第 3 章第 4 節に述べたように尾根には出現せず、尾根に近い斜面上部に出現する。A₁ 層(第 1 層)およびとくに A₂-B₁ 層(第 2 層)において Nutty および Granular structure が顕著に発達することと、割れ目に沿って腐植が樹枝状に比較的深層まで浸透し、下層への水の浸透が強く行われていることを特徴とする。

斜面地形の影響による塩基の流亡のために、表層における置換性 Ca および Mg 含有量および飽和度は低く、また C-N 率は乾性の水分環境の影響を受けて前述の Group 1 の尾根型土壤と同様に大きい値を示す。このような土壤条件は土壤微生物の分解活動を阻害し、腐植は腐植化過程のすすんでいないことを示している。Bc-I 型土壤の腐植化過程の進行の程度は、Group 1 の尾根型土壤と中腹型土壤の中間の値を示している。このような土壤の諸条件は Bc-I 型土壤においては Group 1 の中腹型土壤に比べると、多孔質の安定した団粒構造の形成の低下をもたらす、土壤の理学的性質は劣るものと推定される。また土壤微生物の有機物の分解活動とも関連して、この土壤は林木の生育の場としては良好なものとはいいがたいように思われる。

ii) 沢型土壤 (Bc-II 型土壤)

Bc-II 型土壤は Group 1 の斜面中腹型および沢型土壤に属する Bp ないし Be 型土壤と同様の地形に出現するが、Bc-I 型土壤と同様の形態的な特徴を示すことによつてこれらの土壤型と明りように区分される。

Bc-II 型土壤は斜面地形の影響による塩基の集積が明りように認められ、置換性 Ca および Mg 含有量および飽和度は高い。また C-N 率は風による乾性の水分環境の影響を受けるために Bp ないし Be 型土壤に比べて増大を示すが、しかし Bc-I 型土壤に比べると斜面地形の影響によつて相対的に湿性の水分環境にあるために C-N 率の減少が見られる。Bc-II 型土壤の腐植は第 3 章第 4 および 5 節で述べたように著しく腐植化過程のすすんでいることを示しているが、その原因の解明はなお今後に残された問題である。

この土壤は上記の諸条件からは林木の生育の場として Bc-I 型土壤よりさらに良好な状態にあるといえるであろうが、乾性の水分環境とそれによつてもたらされる有機物の分解の低下から推察されるように、

Group 1 の B_d ないし B_e 型土壤に比べれば劣るものといえよう。

以上を要約すると、Group 1 においては地形的に区分された 3 つの型の間に見られる土壤の化学的性質および腐植の形態の相違は、尾根型土壤と中腹型土壤の間では著しいが、中腹型土壤と沢型土壤の間では比較的小さく漸变的であるといえる。したがって斜面地形における土壤は、尾根と中腹以下の各土壤型の間では質的な相違を示し、中腹以下の各土壤型間ではむしろ量的な相違を示すといえるであろう。また Group 2 においては B_{c-1} および B_{c-2} 型土壤の間では質的な相違が見られるといえるであろう。

第 4 節 乾性および適潤性ポドゾルの特徴と区分

1) 山腹斜面のポドゾルの区分

山腹斜面に出現するポドゾルの生成は、褐色森林土壤群と同様の斜面地形の影響と、さらに寒冷の気候的因子、および気候的因子によつて支配される樹種の相違による落葉の成分などの諸因子の影響が加わつてもたらされたものと考えられる。

山腹斜面上に出現するポドゾル化した土壤は、

i) 尾根型ポドゾル……乾性ポドゾル (P_d 型土壤)

ii) 中腹型ポドゾル (下部斜面も含む)……適潤性ポドゾル (P_m 型土壤)

に区分される。この両者は今までの P_d 型土壤^{7) 11)} として分類された土壤を、地形的因子によつてさらに細分したものである。また沢筋に出現するポドゾルは大致の P_w 型土壤^{7) 11)} によつて代表されと考えられる。

2) 乾性ポドゾル (P_d 型土壤)

この土壤は褐色森林土壤群の尾根型土壤がポドゾル化を受けたものと考えられる。P_d 型土壤においては寒冷な気候的因子、その他の影響が加わるために、褐色森林土壤群の尾根型土壤に比べると土壤微生物の有機物の分解活動はさらに低下を示し、それに伴つて C-N 率の増大、置換性 Ca および Mg 含有量および飽和度の減少はさらに顕著となり、土壤の酸性はさらに強くなる。それに伴つて腐植は腐植化過程の低い段階にあることを示している。

置換性塩基の顕著な減少と腐植化過程の低い腐植は土壤の有機無機膠質の凝集を阻害し、多孔質の安定した団粒構造の形成が不十分なために、土壤の理学的性質を著しく不良ならしめる。さらに落葉の分解不良によつてモル型の土壤が形成され、林木に対する養分の供給の阻害とも関連して、この土壤は林木の生育の場としては不良な状態にあるといえよう。

P_{d1}, P_{d2} および P_{d3} の各土壤型間の相違は、断面形態に示される溶脱の程度の相違以外、化学的性質および腐植の形態においては特に顕著な相違は見られない。

3) 適潤性ポドゾル (P_m 型土壤)

この土壤は褐色森林土壤群における斜面中腹型土壤のポドゾル化を受けた土壤型と考えられる。

P_m 型土壤は寒冷な気候的因子の影響によつて、褐色森林土壤群の中腹型土壤に比べると、C-N 率の低下、置換性 Ca および Mg 含有量および飽和度の低下を示し、また同時に腐植は腐植化過程の低いことを示している。しかし P_d 型土壤と比較すると、斜面地形によつてもたらされる水分環境の影響は、A₂ または A 層の C-N 率の低下と、対応する鉱質土層の各層位の腐植化過程の進行に明りように示される。

P_m 型土壤では寒冷な気候的因子とそれに伴う諸因子の影響が、斜面地形の影響よりもさらに強く土壤の諸性質を支配するために、P_d 型土壤と同様に落葉の分解は不良となりモル型の土壤が形成される。P_m 型土壤は全般的には置換性塩基に乏しく腐植化過程の未熟な段階にあるといえる。したがって P_d 型土壤と同様に林木の生育の場としては良好とはいえない。

4) P_d および P_m 型土壤の区分

この両者は第 4 章で述べたように大致の分類^{7) 11)} による P_d 型土壤をさらに細分したものである。両者の相違は出現地形、上述の化学的性質および腐植化過程の相違にも示されるが、同時に A₂ 層の形態にとくに明りような相違が見られる。すなわち、第 4 章第 3 節で述べたように、P_d 型土壤では F および H 層がほぼ同程度に発達し、H 層は Granular mor または Matted mor¹²⁾ の外観を示すが、P_m 型土壤では F 層に比べて H 層の発達が著しく、H 層は Greasy mor¹²⁾ の外観を示す。

第 5 節 黒色土壤群の特徴と区分

黒色土壤群は第 5 章第 5 節で述べたように、その化学的性質および腐植の形態は斜面地形の影響が認められない。したがって著者は黒色土壤群を、表層における腐植の形態および置換性 Ca および Mg 含有量および飽和度の相違によつて、次のように暫定的に区分した。

Group 1……褐色森林土壤群に比べて著しく腐植化の進んでいる Group

Type 1……置換性 Ca および Mg に富む Type

Type 2……置換性 Ca および Mg に乏しい Type

Group 2……褐色森林土壤群 (B_{c-2} 型土壤を除く) より多少腐植化の進んでいる Group

Type 1……置換性 Ca および Mg に富む Type

Type 2……置換性 Ca および Mg に乏しい Type

その他第 5 章第 5 節に述べた Group 3 (B_{1A} 型土壤) が認められるが、これは Group 1 または Group 2 が菌糸の影響によつて変化を受けたものと考えられる。これらの各 Group および各 Type は色調を除く他の断面形態の特徴によつて、褐色森林土壤群と同様にその水分環境の相違にもとづいた土壤型に区分される。

次に各 Group について述べる。

Group 1

この土壤の腐植は第 5 章第 5 節で述べたように腐植化の著しくすすんだ段階にあることを示している。著者はこの土壤を黒色土壤群の Typical なものと考えたい。

Type 1……適潤性ないし湿性黒色土は同様の地形に出現する褐色森林土壤群の対応する土壤型と同程度の置換性 Ca および Mg 飽和度を示す。

Type 2……適潤性ないし湿性黒色土は、褐色森林土壤群の対応する土壤型に比べると置換性 Ca および Mg 飽和度は著しく低い。

Group 2

この土壤の腐植は第 5 章第 5 節で述べたように、褐色森林土壤群の適潤性ないし湿性型の土壤と Group

* 黒色土壤群の分布は一般に適潤性ないし湿性型の褐色森林土と同様の地形に出現し、乾性型の褐色森林土と同様の地形に出現する場合は少ない。

1 との中間ないしはさらに前者に近い腐植化の段階を示す。著者はこの土壤は Typical な黒色土壌群の腐植が、森林下に新たに生成された腐植の混入によって褐色森林土的方向に推移しつつあるものか、または Typical な黒色土壌群の生成に何らかの特殊な生成因子が作用したと仮定すれば、その作用が十分に行われず途中の段階でとどまったか、そのいずれかの場合と推定している。

Type 1 および 2 の区分は Group 1 の場合と同様である。

黒色土壌群を林木の生育の場として考えると、生育を支配する因子は各 Group の Type 1 および 2 の分類の基準として用いた置換性 Ca および Mg—とくに Ca—の面で区分されることが、著者およびその他の諸氏の研究結果から帰納される。すなわち、置換性 Ca に富む Type は各 Group ともにその水分環境の相違によって支配され、褐色森林土壌群の各土壌型と同様の傾向が認められる^{25) 104)}。これに対して置換性 Ca に乏しい Type は堆積様式の相違によって支配され、残積土では成長は不良であるが、簡行土、崩積土の順に良好となると考えられる^{25) 104)}が、この点については次節で述べる。

第 6 節 主要林木の成長と土壌型との関係

各林地における主林木の成長と土壌型および化学的性質との関係を、今までの研究結果と対比して考察すると次のごとくである。

1) 褐色森林土壌

A) スギ林土壌

スギ林土壌については川島・永田・田中および陶山ら^{41) 45) 49) 50)}は、九州および東北地方のスギ優良林は酸度が弱く置換性 Ca 含有量が大きい、劣等地は酸度が強く置換性 Ca に乏しいことを明らかにし、細田²⁹⁾も酸度および置換性 Ca の多少がスギの成長を支配するとしている。また大政⁷⁴⁾は千葉県東大沢習林において pH と置換酸度について同様の事実を指摘し、芝本²⁴⁾は福島県目黒国有林においてさらに可給態の CaO、P₂O₅ および K₂O 含有量が優良林は不良林より多いことを明らかにしている。

土壌型とスギの成長との関係について、大政⁷⁴⁾、茨木ら²⁴⁾は Pd 型土壌ではスギは天然生のヒバまたはブナに被圧されて成長は著しく不良であり、乾性褐色森林土では広葉樹に被圧されて成長は同様に不良であることを明らかにしている。同氏らはさらにスギ優良林は Be および Bf 型土壌に限られるとし、茨木ら²⁴⁾はさらに Bn 型土壌では比較的良好な成長を示すが、Be および Bf 型土壌に比べれば多少劣るという。

著者の岩瀬土壌(I)(第 3 章第 2 節)の結果は、いずれも 35 年生の人工林であるが、Ba 型土壌では樹高 7~8 m にすぎず、広葉樹に被圧されて不良林を形成しているのに対して、Bn-(e) 型土壌では樹高 21~22 m、胸径 26~28 cm を示し、さらに Be 型土壌では樹高 23~24 m、胸径 30 cm に達し良好な成長を示している。

このようにスギ優良林に見られる土壌の化学的性質が、適潤性ないし湿性褐色森林土においてのみもたらされることは、前述の各土壌型についての説明からも明らかであろう。

2) 黒色土壌群

黒色土壌群の各 Group の置換性 Ca に富む Type がいずれも水分環境の相違によって支配されることは前節で述べたが、各林地における結果は次のごとくである。

A) スギ林土壌

安楽城土壌(第 5 章第 3 節)の Ble 型土壌におけるスギ 35 年生の成長は、樹高 21 m、胸径 28 cm に達し良好といえる。

B) カラマツおよびヒノキ林土壌

落合土壌はカラマツおよびヒノキの 35 年生の混交林であるが、現在カラマツを上木とし、ヒノキを下木とする二段林を形成している。

Bla 型土壌ではカラマツは樹高 15 m、胸径 15 cm、ヒノキは樹高 13 m、胸径 15 cm に達しているが、いずれも樹冠は鈍形をなして上長成長のおとろえていることを示し、またカラマツおよびヒノキはともに成立本数が少なく、広葉樹に被圧されて成長は良好とはいえない。

Bld(d) 型土壌のカラマツは樹高 15 m、胸径 15 cm に達し、上長成長は良好かつ健全である。

Bld 型土壌のカラマツは樹高 18 m、胸径 18 cm、ヒノキは樹高 12 m、胸径 15 cm で、いずれも各土壌型中もつとも健全かつ良好な成長を示している。

Ble-(F) 型土壌のカラマツは樹高 20 m、胸径 25 cm に達し、成長量は大きい为上長成長はむらが多く形質は不良であり、ヒノキは樹高 8 m、胸径 15 cm でややトックリ型を呈し、成長および形質ともに良好とはいえない。

Ble-1 型土壌のカラマツは樹高 15 m、胸径 20 cm、ヒノキは樹高 8 m、胸径 20 cm で、いずれも健全かつ良好な成長を示している。

C) アカマツ林土壌

わが国のアカマツ林土壌は東北地方と関東地方以西では異なり、東北地方のアカマツ優良林土壌はスギ適地に近い性質を有することは植杉^{27) 28)}および川島⁴⁰⁾によって指摘されている。関東以西では川島・永田および陶山ら^{39) 45) 49) 50)}は九州地方についてアカマツ林土壌は置換性 Ca に乏しいことを指摘し、また芝本²⁴⁾は大阪営林局管内のアカマツ林土壌は表土の発達が悪く、苗条網の発達によって乾燥し強酸性の土壌であることを認めている。さらに宮崎^{41) 22)}も四国地方のアカマツ林土壌について、木下²³⁾も瀬戸内海沿岸のアカマツ林土壌について同様の事実を認めている。

浅間土壌における天然生アカマツの成長は著者および瀧見²⁵⁾によれば、置換性 Ca に富む Bld および Bld-(e) 型土壌(Prof. No. 29 を除く)ではきわめて良好であり、東北地方のアカマツ優良林と類似した条件を有する。

以上の各林地における結果は、黒色土壌群の各 Group の置換性 Ca に富む Type に属する各土壌型の造林上の取扱いは、褐色森林土壌群の対応する各土壌型と同様と見なして差し支えないことを示すものと思われる。

置換性 Ca に乏しい黒色土壌群については次のごとくである。真下および久保²⁶⁾は愛知県段戸国有林において、残積土では土壌の理学的性質が不良でヒノキの成長は劣悪であるが、残積土、簡行土、崩積土の順に土壌の理学的性質が良好となるにつれてヒノキの成長も良好となることを明らかにし、また木崎および渡辺²⁴⁾は茨城県大子国有林において、スギおよびヒノキの成長は残積土ではきわめて悪いが、崩積土では良好となることを明らかにしている。これらの場合には化学的性質はいずれも著しい相違が認められないために、堆積様式の相違とそれに伴う理学的性質の相違が林木の成長に大きな影響をおよぼしていると認められる。

第 7 節 ま と め

以上の前節までに述べた各土壌群および各土壌型における環境因子の影響の解明とそれにもとづく区分は、斜面土壌における化学的な諸変化に対して明りような知見をあたえると同時に、各土壌型の肥沃度に対して明らかな根拠をあたえ得たものといえよう。さらに現在森林土壌調査において得られつつある各土壌型と主要樹種の成長との関係、および従来個々に行われてきた主要樹種と土壌条件についての知見は、上記の結果にもとづいて統一的な解釈を行うことを可能ならしめるものと思われる。また黒色土壌についての上記の暫定的分類は、従来重要な課題とされてきた黒色土壌群の造林上の取扱いに対して一定の解決をあたえたものといえよう。しかしながら、黒色土壌群の生成論的な分類体系の確立はなお今後へのこされた問題である。

第 7 章 総 括

わが国の森林土壌においてもつとも主要な地位を占める褐色森林土壌群を主な対象とし、ポドゾル土壌群および黒色土壌群についてその化学的性質と腐植の形態に関する研究を行った。

森林土壌の特質である斜面地形の土壌におよぼす影響は、塩基の流亡と集積および水分環境の変化にもとづく土壌微生物の分解活動の相違によつて、土壌の化学的性質と腐植の形態に一定の規則性のある変化をもたらすこと、また寒冷な気候の因子および微地形の影響による風の作用による乾燥も、同様に土壌微生物の分解活動に影響をおよぼし、上記の土壌の諸性質に変化をもたらすことを褐色森林土壌群およびポドゾルについて明らかにした。

褐色森林土壌群およびポドゾル土壌群の各土壌型の諸性質は、これらの諸因子の組合せによつて顕著な相違を示すが、黒色土壌群では上記の環境諸因子の土壌におよぼす影響は認められず、またその腐植の形態は褐色森林土壌群と質的に異なることを明らかにした。

これらの各土壌群は腐植の形態の相違によつて相互に明りように区分された。

従来形態的に分類されていた褐色森林土壌群を、その生成に影響をおよぼす環境因子の相違にしたがつて、

Group 1……斜面地形の影響が主因子をなすもの (BA, BB, Bd(d), Bd, Be および Bf 型土壌)

Group 2……微地形の影響による風の作用が主因子をなし、斜面地形の影響が二次的な因子をなすもの (Bc-I および Bc-II 型土壌)

に区分した。さらにこれらの各土壌型相互の相違を明らかにした。

ポドゾル土壌群については、従来乾性ポドゾルとして分類されていた土壌型を、その出現地形、化学的性質および腐植の形態の相違にもとづいて乾性ポドゾルおよび適潤性ポドゾルに区分した。

黒色土壌群については、その腐植の形態の相違から 2 つの Group に分け、さらにおのおのを置換性塩基の相違によつて 2 つの Type に細分した。

以上の各土壌群および各土壌型の化学的性質および腐植の形態の相違にもとづいて、その肥沃性がそれぞれ異なることおよび林木の成長との関係を明らかにした。

引用文献

Literature cited

- 1) ALWAY, F. J., J. KITTREDGE and W. J. METHLEY: Soil Sci., 36, 387, (1933)
- 2) ALWAY, F. J., W. J. METHLEY and O. R. YOUNGE: ibid., 36, 399, (1933)
- 3) 浅川林三・孕石正久・林 信一・南湖正和・下出旭彦: 林野土壌調査報告 (長野営林局調査報告) (未発表)
- 4) BANEWIZ, J. and C. T. KENNER: Anal. Chem., 24, 1186, (1952)
- 5) BELCHIKOVA, N. P.: Trans. Dokuchajev Soil Inst., 38, 33, (1951)
- 6) BROADFOOT, W. M. and W. H. PIERRE: Soil Sci., 48, 329, (1939)
- 7) CHANDLER, R. F.: J. Forest., 35, 27, (1937)
- 8) CHEN KNANG LU and R. H. BRAY: Soil Sci., 72, 449, (1951)
- 9) COILE, T. S.: Ecol., 14, 323, (1933)
- 10) ibid.: Soil Sci., 43, 349, (1937)
- 11) ELLIS, J. H. and W. H. SHAFER: Soil rept., No. 3, 1: ibid., No. 4, 1: Manitoba Soil Survey, Univ. of Manitoba (1940-1943) [cited from (27)]
- 12) GARSTKA, W. U.: J. Forest., 30, 396, (1932)
- 13) HARLEY, J. L.: J. Ecol., 25, 421, (1937)
- 14) 林 常孟, HAYASHI, T.: 日土肥誌, J. Science, Soil and Manure, Japan, 15, 290, (1941)
- 15) ibid.: ibid., 16, 206, (1942)
- 16) HEIBERG, S. O. and R. F. CHANDLER: Soil Sci., 52, 87, (1941)
- 17) HOCK, A.: Bodenk. u. Pflanzenernähr., 2, 304, (1937)
- 18) ibid.: ibid., 5, 1, (1937)
- 19) 細田克己: 鳥取高農学術報告 6, 1, (1938)
- 20) 細田克己・永原 淵: 鳥取農学会報, 10, 8-17, (1953)
- 21) 茨木親義・栗田 章・蛇川英雄・伊藤幸雄・鈴木信三郎・伊藤忠雄, IBARAKI, C., KURITA, A., ABUKAWA, H., ITÔ, S., SUZUKI, S. and ITÔ, T.: 林野土壌調査報告, Forest Soils of Japan, 7, 1, (1956)
- 22) 茨木親義・栗田 章・五島和憲・蛇川英雄・鈴木信三郎: 林野土壌調査報告 (秋田営林局報告) (未発表)
- 23) 伊藤 敬・山根一郎: 東北大農研彙報, 7, 38, (1955)
- 24) 伊東正夫・福松勝子: 日土肥誌, 25, 197, (1955)
- 25) 同上: 同上, 25, 245, (1955)
- 26) JENNY, H. F.: "Factors of soil formation", New York, (1941)
- 27) JOFFE, J. S.: "Pedology", New Brunswick, (1949)
- 28) 鴨下 寛, KAMOSHITA, Y.: 農事試験場彙報, J. of Imp. Agr. Exp. Sta., 3, 401, (1940)
- 29) ibid.: 日土肥誌, J. Science, Soil and Manure, Japan, 18, 19, (1944)
- 30) 菅野一郎, KANNO, I.: ibid., 20, 128, (1950)
- 31) 菅野一郎・永井政雄・有村文洋: 同上, 23, 53, (1953)
- 32) 同上: 同上, 23, 173, (1953)
- 33) 菅野一郎・中島治己・有村文洋・徳留昭一: 九州農試彙報, 3, 155, (1955)
- 34) 河田 弘, KAWADA, H.: 林野土壌調査報告, Forest Soils of Japan, 8, 67, (1957)
- 35) 河田 弘・鷹見守兄, KAWADA, H. and TAKAMI, M.: 同上, ibid., 8, 81, (1957)

- 36) 同上: 日林誌, 36, 283, (1954)
- 37) 同上: 同上, 36, 331, (1954)
- 38) 川村一水: 農業および園芸, 25, 11, (1950)
- 39) 川島祿郎: 赤松施業法研究論文集, 71, 日本林学会, (1942)
- 40) 同上: 青森, 秋田阿県におけるアカマツ林土壌について, 青森営林局, (1948)
- 41) 川島祿郎・永田正直・田中四郎・陶山源一郎: 日土肥誌, 15, 518, (1941)
- 42) 川島祿郎・永田正直・陶山源一郎: 同上, 16, 293, (1942)
- 43) 同上: 同上, 16, 333, (1942)
- 44) 同上: 同上, 16, 393, (1942)
- 45) 同上: 同上, 16, 451, (1942)
- 46) 同上: 同上, 17, 229, (1943)
- 47) 同上: 日農化誌, 19, 598, (1943)
- 48) 同上: 同上, 20, 33, (1944)
- 49) 川島祿郎・陶山源一郎: 同上, 18, 1095, (1942)
- 50) 同上: 同上, 18, 1153, (1942)
- 51) 木下貞次: アカマツに関する研究論文集, 59, 日本林学会他, (1954)
- 52) 本崎隆弘・渡辺利夫, KIZAKI, T. and WATANABE, T.: 林野土壤調査報告, Forest Soils of Japan, 4, 1, (1954)
- 53) 久保哲茂: 林野土壤調査報告(前橋営林局報告)(未発表)
- 54) 熊田恭一, KUMADA, K.: 日土肥誌, J. Science, Soil and Manure, Japan, 25, 217, (1954)
- 55) ibid.: ibid., 25, 264, (1954)
- 56) ibid.: ibid., 26, 97, (1955)
- 57) ibid.: ibid., 26, 231, (1955)
- 58) ibid.: ibid., 26, 287, (1955)
- 59) ibid.: ibid., 27, 79, (1956)
- 60) 熊田恭一・宮里 愿, KUMADA, K. and MIYASATO, S.: 同上, ibid., 27, 119, (1956)
- 61) 弘法健三, Kôhō, K.: 立地自然科学研究所報告, Bull. Physiograph. Research Inst., Tokyo University, 2, 1, (1949)
- 62) 小出 博・牛来正夫・大森昌爾・森本良平・田附治夫: 森林保全に関する研究, 昭和 28 年報告 1, 森林保全研究会, (1954)
- 63) 小坂二郎, KOSAKA, J.: 農業技術研究所報告, B. Bull. Nat. Inst. Agr. Sci. (Japan), Series, B, 2, 49, (1953)
- 64) 小坂二郎・井嶺 昭: 同上, 7, 161, (1957)
- 65) LAATSCH, W.: "Dynamik der Mitteleuropäischen Mineralböden." Dresden u. Leipzig, (1954)
- 66) 横山二郎: 日本地方地質誌(中部地方), 朝倉書店, (1950)
- 67) 真下育久: 林野土壤調査報告, 8, 43, (1957)
- 68) 真下育久・久保哲茂, MASHIMO, Y. and KUBO, T.: 同上, Forest Soils of Japan, 6, 1, (1956)
- 69) MATTSON, S. and E. KOULTER-ANDERSON: Annals of Agr. College of Sweden, 9, 1, (1940) [cited from (65)]
- 70) MATTSON, S. and N. KARLSON: 同上, 12, 70, (1944) [cited from (65)]
- 71) 宮崎 辯: 四国森林植生と土壌形態との関係について, 興林会, (1942)
- 72) 同上: 赤松施業法研究論文集, 391, 日本林学会, (1942)

- 73) NORTON, E. A. and R. S. SMITH: J. Amer. Soc. Agr., 22, 251, (1930)
- 74) 大政正隆, ÔHMASA, M.: 林野土壤調査報告, Forest Soils of Japan, 1, 1, (1951)
- 75) 同上: 東大演習林報告, 8, 1, (1922)
- 76) 大政正隆・真下育久, ÔHMASA, M. and MASHIMO, Y.: 林野土壤調査報告, Forest Soils of Japan, 8, 25, (1957)
- 77) 大政正隆・森 経一: 帝室林野林試報告, 3 (3) 39, (1937)
- 78) PERCH, M.: U. S. Dept. Agr. Circular, No. 757, (1947) [船引真吾・青嶺重範: 土壌実験法, (1953) 養賢堂より引用]
- 79) POLYNOV, B. B.: "The cycle of the wethering." London, (1937)
- 80) Reconnaissance Soil Survey of Japan, Kanto Plain Area: NRS, GHQ, Scap, Tokyo, 110-A, (1948)
- 81) 林野庁・林業試験場: 国有林野土壌調査方法書, (1955)
- 82) SEKI, T.: Proc. Third Pan-Pacific Sci. Congr., Tokyo (1926), 2, (1936), (1928)
- 83) 芝本武夫: 赤松施業法研究論文集, 55, 日本林学会, (1942)
- 84) 同上: スギ, ヒノキ, アカマツの營養ならびに森林土壌の肥沃度に関する研究, 林野庁, (1952)
- 85) SIMON, K.: Bodenk. u. Pflanzenernähr., 1, 257, (1936)
- 86) SIMON, K. und H. SPEICHERMANN: ibid., 8, 129, (1938)
- 87) SPRINGER, U.: Z. Pflanzenernähr., Düng. u. Bodenk., A, 22, 135, (1931)
- 88) ibid.: ibid., A, 23, 1, (1931)
- 89) ibid.: ibid., A, 45 327, (1936)
- 90) ibid.: Bodenk. u. Pflanzenernähr., 6, 312, (1938)
- 91) 玉手三乘樹・藤井真一: 森林保全に関する研究, 昭和 28 年報告 8, 森林保全研究会, (1954)
- 92) THORP, T. and G. D. SMITH: Soil Sci., 67, 117, (1949)
- 93) TURIN, I. B.: Trans. Dokuchajev Soil Inst., 38, 5, (1951)
- 94) ibid.: ibid., 38, 22, (1951)
- 95) 東京大学農芸化学教室編: 実験農芸化学, 朝倉書店, (1952)
- 96) 内山修男・阿部和夫・土屋 正, UCHIYAMA, N., ABE, K. and TSUCHIYA, T.: 農業技術研究所報告, B. Bull. Nat. Inst. Agr. Sci. (Japan), Series B, 3, 43, (1954)
- 97) 植杉哲夫: 岩手地方赤松林の収穫ならびに施業法に関する研究, 41, 林野庁, (1952)
- 98) 同上: アカマツ天然林の取扱法, 大日本山林会, (1953)
- 99) 和達清夫: 気象の事典, 東京堂, (1953)
- 100) WAKSMAN, S. A. and K. R. N. IYER: Soil Sci., 34 43, (1932)
- 101) ibid.: ibid., 34, 70, (1932)
- 102) ibid.: ibid., 36, 57, (1933)
- 103) ibid.: ibid., 36, 69, (1933)
- 104) WITTICH, W.: Schriftenreihe d. Forstl. Fakultät d. Univ. Göttingen, Bd. 4, (1952) [cited from (65)]
- 105) 山田昌一: 微細地形開析に関する森林立地学的研究, 林野共済会, (1955)
- 106) 山谷孝一, YAMAYA, T.: 林野土壤調査報告, Forest Soils of Japan, 5, 1, (1956)

A Study on Chemical Properties and Humus Forms of Forest Soil

Hiroshi KAWADA

(Résumé)

Forest soil surveys are now conducted as regards the system of classification in conformity with OHMASA's system⁷¹⁾. He classified the forest soils into the 13 types of soil that belonged to the 3 soil groups. Among them, the types of the brown forest soil are most widely distributed and the types of the dry podzolic soil are next. Recently, according to the proceedings of the forest soil survey, the relatively wide distribution of the black soil group (Ando soil) under the forest was found. The system of classification of the black soil has not yet been completely established.

Among the many environmental factors that affect the formation of the forest soil, the author placed great importance on the relief. Previously, from this point of view, a work on the correlation between the chemical properties and the types of soil was done by the author and Takami⁷²⁾, for throwing light upon the mutual relations of the taxonomic position of each type of soil, and the following results were obtained:

On the brown forest soil and the dry podzolic soil groups, the fine differences among the types of soil were induced by the topographical and the cold climatic effects. But on the black soil group, the chemical properties—especially, the rates of the exchangeable Ca and Mg saturation—were not related with the topographical factors.

Later, the author studied the humus forms of the types of soil partly with the same objects of the previous work, and, moreover, supplemented some data on the Bc soil and the dry podzolic soil. Subsequently, the effects of the environmental factors on the chemical properties and the humus forms were clarified, and the basis of the genetical system of the classification of the forest soil was laid.

Experimental method

The experimental methods of the chemical properties examined were the same as those in the previous work⁷³⁾.

On the humus forms, the following methods were used.

(1) Acid treated soil.

1~5 g of soil containing about 300 mg of carbon was digested with 100 cc of 5% HCl for 30 minutes at 75~80°C and washed with warm distilled water until Cl ion free. Then the residue was extracted with 100 cc of 0.5% NaOH solution for 1 hour in a boiling water bath. After cooling, the residue and extracts were transferred to 250 cc of messflask with dist. water. After standing overnight, the supernatant soln. was centrifuged (humus extract). An aliquot portion of the humus extract was added with 1/100 volume of conc. H₂SO₄ and centrifuged. The supernatant soln. was used for the carbon determination of the fulvic acid. The residue (precipitated part, humic acid) was washed with 0.1% H₂SO₄ and centrifuged again. These procedures were continued until the colorless supernatant soln. was obtained. Then the residue was solved by hot 0.2% NaOH soln. (humic acid soln.).

The carbon contents of the humus extract and fulvic acid soln. were determined by the modified TURIN's method by the author⁷⁴⁾. The carbon content of the precipitated part was obtained by the difference between the above two fractions.

The extinction's coefficients of the humus extract and soln. of the precipitated part were measured by the electric colorimeter of Hitachi with filter No. 61 (red, wave length 600~615 mμ) and No. 47 (blue, wave length 455~475 mμ) in 10 mm of the liquid phase.

(2) Non-treated soil.

Soils were analysed by the same procedure as (1) without pre-treatment with acid.

(3) Acid soluble humus.

1~5 g of soil was digested with 100 cc of 5% H₂SO₄ for 30 minutes at 75~80°C. Then the suspension was filtrated and washed with dist. water. The filtrate and washing soln. were collected into the 250 cc messflask. An aliquot portion of it was used for the carbon determination.

(4) The compositions of the humus, the carbon contained in each fraction, were shown in percentage on the basis of the total carbon content of the original soil.

The extinction's coefficients were shown on the basis of carbon 100 mg per litter in 10 mm of the liquid phase.

Discussions on the brown forest soil group

The site conditions, reliefs, morphological features of the profile, vegetations, chemical properties and humus forms of the tested forest soils are shown in Table 1~24 and Fig. 1~11.

In Comparison with the properties of the soils, the data of the surface horizons were particularly discussed as they reflected the effects of the environmental factors most intensely.

1) On the chemical properties of the types of soil except the Bc soil.

In the following order: BA and BB→BD(d)→BD→BE soil, the decreases of the C-N ratio, exch. and hydrol. acidities, and the increases of the pH value, exch. Ca and Mg contents and their rates of saturation were observed in their surface horizons. In the surface horizon of the BF soil, the decreases of the rates of exch. Ca and Mg saturation and pH value, and the increases of the exch. and hydrol. acidities as in the BE soil were clearly shown, but the differences of the C-N ratio and exch. Ca and Mg contents between both types of soil were not distinguished.

2) Chemical properties of the Bc soil.

The Bc soil was divided into the Bc-I and Bc-II soils according to their differences of relief, chemical properties, and humus forms.

Bc-I soil corresponded to the original Bc soil after OHMASA⁷⁴⁾ and subsequently adopted in the forest soil survey. Bc-II soil was discovered and classified by the author. Its occurrence was not so frequent as Bc-I soil. The relief of the Bc-II soil was found in the lower part of the mountain slope and was similar to the BD or BE soils. But its morphological features of the profile, i.e. the development of the nutty structures in the lower part of the A₁ horizon and, especially, in A₂-B₁ horizon, the "gradually merging" of the boundaries of the horizons, the feature of the "firm mull" after HEIBERG and CHANDLER¹⁶⁾, etc. were the same as in Bc-I soil, and were remarkably different from the BD or BE soils. The contents of the exch. Ca and Mg, their rates of the saturation and the pH value of Bc-II soil were similar to BD or BE soils, but its C-N ratio was higher than that of the latter soils.

The chemical properties of the Bc soils are shown in Table 22.

The chemical properties of the Bc-I soil were laid between BA and BD(d) soils.

3) Effects of the relief upon the chemical properties of the types of soil.

The relations between the distribution of the types of the brown forest soil except the Bc soils along the mountain slope and the depth of the water permeation in each of them are shown schematically in Fig. 12. These relations between the relief and the distribution of the types of soil were described by OHMASA⁷⁴⁾ first, and have been accepted as such generally by the author⁷⁵⁾ and the works of the National Forest Soil Survey up to the present time.

As the water reached the surface of the forest soil during rainfall, a part of it would flow vertically into the underground, and at the same time a part of it would flow obliquely through the upper horizons of the soil along the relief.

In the following order: BA and BB→BD(d)→BD→BE and BF soil, the thickness of the A horizon increased, and the appearance of the boundary between A and B horizons underwent successively transitional changes such as "sharply defined"→"clearly defined"→"gradually merging". These changes of the morphological features of the profile

among the types of soil suggested the increase of the depth of the water permeation in the following order, namely, "ridge of mountain slope" → "middle of mountain slope" → "lower part of mountain slope" → "valley floor", i. e. B_A and B_a → $B_{D(d)}$ → B_D → B_E and B_F soil.

The successive increases of the contents of the *exch.* Ca and Mg of the surface horizons among the types of soil in the above order and, furthermore, the increases of them in B_{C-1} soil as B_{C-1} soil suggested the eluviation of the bases in the ridge or upper part of the mountain slope, and the illuviation of them in the lower part of it or valley floor by the movement of the water in the soil along the relief. The movement of the bases affected by the relief were pointed out by POLYNOV⁷⁹⁾ in very macro scale, previously, but the author suggested the same phenomena in micro scale on the forest soils along the mountain slope.

The decreases of the contents of *exch.* Ca and Mg of the lower horizons in comparison with the upper one in the same profile were usually observed. These facts pointed to the effects of the decomposition of the leaf litter upon the *exch.* Ca and Mg contents of the soils. The following circulating system of the bases as soil → vegetation body → leaf litter → soil was suggested by the author and TAKAMI⁷⁸⁾, previously. Furthermore, the fact that the decreases of the contents and the rates of the saturation of *exch.* Ca and Mg in the lower horizons among A_1 , A_2 and A_3-B (B) horizons were distinguished more in the B_a soil than in the B_E (and B_F) soil seemed to confirm the above consideration. These movements of the water along the relief caused the differences of the humidity-circumstances among the types of soil. In the above order of the types of soil, the humidity-circumstances of the soil changed thus, "dry" → "moderately moist" → "slightly wetted" → "wet" conditions, successively. The fact that the surface horizons of the B_A and B_a soils suffered a remarkable hysteresis in the absorbing and dehydrating processes of the water had been identified by OHMASA and MASUIMO⁷⁴⁾. Furthermore, OHMASA⁷⁵⁾ had pointed out the fact that the B_A and B_a soils suffered the distinguished drying effect by the westerly wind which prevailed in the spring. These specific properties and site conditions of the B_A and B_a soils would accelerate their "arid humidity-circumstances".

The differences of the humidity-circumstance affected the decomposing processes of the organic matter by the soil microorganisms in A_0 layers and A horizons of the types of soil. In the dry types of soil, B_A and B_a soils, A_0 layers were thick, and H layers that exhibit the "powdery" or "granular" appearance developed. In the $B_{D(d)}$, B_D and B_E soils, successively, the decomposition of A_0 layer grew rapid and the formation of the H layer was not seen. But in the B_F soil, the A_0 layers were thicker than in the B_E soil, and the thin H layer that exhibited the "greasy" appearance was observed. These transformations of the morphological features of the profile among the types of soil suggested that the humidity-circumstance that affected the microbiological decomposing process grew optimum in the B_E soil. But in the B_F soil located on the flat of the valley floor, the movement of the water along the relief became less active than in the B_E soil, and its humidity-circumstance was close to the over-wetted condition.

These considerations were confirmed by the above-mentioned differences of the chemical properties among the types of soil, i. e. C-N ratios, pH values, *exch.* and hydrol. acidities, rates of *exch.* Ca and Mg saturation.

The fact that the C-N ratio of the surface horizon of the B_F soil showed no remarkable difference as compared with the B_E soil, but clearly decreased more than the B_A and B_a soils suggested that the decomposing process of the organic matter in the B_F soil was more favorable than that in the B_A and B_a soils. Furthermore, the pH value of the H layer of the B_F soil being higher than that of the B_a soil would be explained by the above-mentioned illuviation of the bases along the mountain slope and the base circulation between the soil and vegetation.

4) On the humus forms of the types of soil except the B_C soil.

On the humus forms, the author attached importance not only to the qualitative properties, but also to the quantitative one.

a) On the compositions of the humus.

According to TIURIN's information⁸²⁾, the author considered the composition of the humus as follows:

i) Acid soluble humus....The fulvic acid-like substances free from the complex with the precipitated part (humic acid).

ii) Humus of the non-treated soil....This is composed of the acid soluble humus and the humic fraction free from the combination with the mineral substances (Ca, Mg, Fe and Al) or weakly combined with them. This humic fraction seems to exist in the soil as the ester-like complex of the precipitated part and the fulvic acid, and to be soluble in the NaOH solution by hydrolysis.

iii) Humus of the acid treated soil....This is composed of the humic fraction of the non-treated soil and, still more, the humic fraction that combined with the mineral substances firmly.

The German scholars, SPRINGER^{77) 79)}, SIMON^{83) 85)} and HOCK⁸¹⁾, considered that the mineral substances that combined with the humic fraction were composed of Ca and Mg. But after TIURIN⁸²⁾ the tri-valent metals, Fe and Al, combined with the humic fraction besides the above di-valent metals. In his recent work⁸²⁾, he divided the humic fractions that firmly combined with the mineral substances into two groups according to the differences of the mineral substances, such as Ca and Mg group, and Fe and Al group. The author judged that TIURIN's conception would be fruitful. But in this work, the separation of the humic fractions that combined with the mineral substances firmly has not yet been examined.

The compositions of the humus of the tested forest soils are shown in Table 5. 11 and 17.

In the following order: B_A and B_a → $B_{D(d)}$ → B_D → B_E and B_F soil, the following remarkable differences of the compositions of the humus of the surface horizons that were affected by the environmental factors most intensively were induced.

The contents of the precipitated part (humic acid) of the surface horizons were 28 ~ 33% (non-treated soils) and 30 ~ 39% (acid treated soils). Among the types of soil, the contents of the precipitated part increased in the above order, and their increments were more distinguished in the acid treated soils than in the non-treated soils. Therefore, the increases of the content of the precipitated part would be correlated to the increases of the "wet factors" of the humidity-circumstance. The rates of the increase of the content of the precipitated part of the acid treated soil to the non-treated one were not so distinguished as a whole in every type of soil. Therefore, the major portion of the humic fraction of every type of the brown forest soil was free from the combination with the mineral substances or weakly combined with them.

On the acid treated soils, the differences of the rate of the precipitated part among the A_1 and A_2 horizons were not seen in the $B_{D(d)}$ → B_F soils. Their decreases in the B_1 horizon in comparison with the A_1 and A_2 horizons were distinguished in the $B_{D(d)}$ and B_D soils, but were obscure in the B_E soil. These facts afforded a basis for drawing a line between the B_D and B_E soils.

The contents of the acid soluble humus in the surface horizons of the $B_{D(d)}$ → B_F soils were less than of the B_A and B_a soils. Furthermore, they increased in the lower horizons in comparison with the upper one in the same profile of every type of soil.

The contents of the precipitated part of the (F)-H and H layers, including those of the podzolic soils, were about 40% and were greater than the mineral horizons of every type of soil. They were not increased by the acid pre-treatment except in the case of the Japanese cedar forest soils.

The fact that the content of the precipitated part of the Japanese cedar forest soils, even the dry types of soil, increased by the acid pre-treatment was very interesting, but these problems were left for further study.

b) On the color quotients and extinction's coefficients of the humus.

Previously, the German and Russian scholars^{81) 82) 83) 85) 86)} identified that the extinction's coefficients per certain amount of the organic matter and the color quotients of the humic

fraction, especially of the precipitated part, were different among the great soil groups. In this country, the features of the optical properties of the some soil types were clarified by some authors^{14) 23) 24) - 25) 26)}.

From these works, the conception that the progress of the humification process was expressed by the increase of the extinction's coefficient and the decrease of the color quotient.

The optical properties of the humus of the tested forest soils are shown in Table 6, 12 and 18.

The differences of these properties among the horizons of the same profile and among the surface horizons of each type of soil showed similar tendencies on the NaOH extracts or the precipitated parts, respectively. Therefore, the author set forth his discussions on the precipitated part.

In every case, the precipitated part of the acid treated soil showed the increase of the extinction's coefficient, and the decrease of the color quotient as compared with the non-treated soil. These facts seemed to show that the humification processes of the humic fractions, especially of the precipitated parts that combined with the mineral substances firmly, were more progressed than the one that were weakly combined with or free from the mineral substances.

On the surface horizons that were affected by the environmental factors most intensively, the following facts were observed:

The extinction's coefficients of the acid treated or non-treated soils were higher in the moderately moist and wet types of soil, i. e. the B₀(d)-B₁ soils, than in the dry types of soil, i. e. B₀ and B₂ soils except Prof. No. 19 (B₀ soil), but the differences of the color quotients among the types of soil showed no clear correlation with them. Prof. No. 19 was the old (190~220 years old) natural Japanese cedar forest. Its vegetation and morphological features of the profile showed that its moisture condition was more moistened than the ordinary B₀ soil and was nearer to the B₀(d) soil.

Among the horizons of the same profile, the decrease of the color quotient and the increase of the extinction's coefficient of the lower horizon when compared with the upper one were observed in the moderately moist and wet types of soil, but was the reverse in the dry types of soil.

From these results, the conception of the previous authors that the progress of the humification process was expressed by the decrease of the color quotient and the increase of the extinction's coefficient was in conformity with the tested forest soils, as a whole. But on the surface horizon of each type of soil, the progress of the humification process correlated to the increase of the extinction's coefficient and, furthermore, to the content of the precipitated part, but not to the color quotient clearly.

On the moderately moist and wet types of soil, the following facts that the extinction's coefficient of the surface horizon was somewhat more increased in the B₀(d) soil than in the B₀ soil, and in the B₀ soil than in the B₂ soil was induced from the data on the Fujio soil and Iwase soil (I). Therefore, the author concluded that the "arid factors" would have an effect on the progress of the humification process within the limit of the moderately moist and wet humidity-circumstances.

On the H and H-A layers, their extinction's coefficients were decreased but their color quotients were increased as compared with the mineral horizons of the same profile. Their changes of the optical properties by the acid pre-treatment were not seen except the extinction's coefficients of the Japanese cedar forest soils. These exceptions were left for further interesting investigation together with their above-mentioned increases of the precipitated part contents by the acid pre-treatment.

5) On the humus forms of the B₀ soils.

The humus forms of the B₀ soils are shown in Table 23 and 24.

The differences of the humus forms between B₀-I and B₀-II soils were similar to the one between the dry types of soil and the moderately moist and wet types of soil.

The compositions and the optical properties of the humus of the B₀-I soil were similar to those of the dry types of soil, except for their somewhat higher extinction's

coefficient than that of the latter.

The localities of the B₀-I soils were the upper part of the mountain slope, and were the intermediate of the dry types of soil and the B₀(d) soil. Therefore, their more moistened humidity-circumstances than the typical dry types of soil would affect their optical properties of the humic fraction, especially the extinction's coefficients.

On the B₀-II soil, the somewhat lower precipitated part content and the remarkably higher extinction's coefficient were observed in comparison with the B₀ and B₂ soils that occurred on similar localities on the mountain slope.

These facts strengthened the author's above-mentioned inductions that the humification process would progress by the "arid factors" within the limit of the moderately moist and wet humidity-circumstances, and the "wet factors" would influence the increases of the precipitated part content.

The transitions of the extinction's coefficients among the horizons in the same profile had a similarity between both types of B₀ soil. The maximum extinction's coefficient was observed in A₁-B₁ horizon in every profile. These facts would suggest that certain factors, except the effects of the relief, would be dominant for their soil forming processes.

6) Effects of the relief on the humus forms.

From the considerations of the above differences of the humus forms among the types of soil, the author came to the following conclusions:

The progress of the humification process seemed to correlate to the organic matter decomposing processes that were identified indirectly by the above-mentioned differences of the chemical properties and the morphological features of the profile among the types of soil.

7) In conclusion, the author is of the following opinion on the differences of the chemical properties and the humus forms of the types of the brown forest soil:

The differences between the B₀ and B₂ soils, and the B₀(d)-B₁ soils make a clear distinction, but the differences among the latter types of soil are not so remarkable. Therefore, these facts could be expressed as "qualitative difference" on the former and as "quantitative difference" on the latter.

Discussions on the podzolic soil group

In the high mountain area, under the influence of the cold climatic conditions, the brown forest soil would undergo a transition to the podzolic soil. From the topographical point of view, the division of the podzolic soil in accordance with the differences of the humidity-circumstances similar to the brown forest soil was suggested.

Podzolic soil had been classified by OHMASA²⁷⁾ into two groups, i. e. the dry podzolic soil (P_d soil) and the wet podzolic soil (P_w soil). The following facts that the P_d soil corresponded to the high mountain type of the dry types of the brown forest soil and P_w soil to the high mountain type of the wet type of the brown forest soil from the topographical point of view has been described by OHMASA²⁷⁾, and, furthermore, by the works in the subsequent proceedings of the forest soil survey. But the subdivision of the podzolic soil that occurs on the middle or lower part of the mountain slope has not yet been accomplished.

The author was of the opinion that the podzolic soils except the typical P_w soils after OHMASA²⁷⁾ were included into the P_d soils in the works of the previous forest soil survey.

In this work, the author proposed a new type of podzolic soil, P_m soil (moderately moist podzolic soil). This type of soil corresponded to the high mountain types of the moderately moist and slightly wetted brown forest soils.

The P_m soil was subdivided as follows into the P_{m1}, P_{m2} and P_{m3} soils by the differences of the development of the podzolic horizons (A₁) as in the case of the P_d soils after OHMASA.

P_{m1}.....Moderately moist podzol.

P_{m2}.....Moderately moist podzolic soil.

P_{m3}.....Moderately moist slightly podzolised soil.

One of the main objects of this work was to clarify the differences between the P_D and P_M soils.

The site conditions, reliefs, morphological features of the profile, vegetations, chemical properties and humus forms of the tested podzolic soils are shown in Table 25~36 and Fig. 13~17.

The differences of the morphological features of the profile between the P_D and P_M soils are clearly shown upon their A_0 layers, especially H layers.

The appearances of the H layers of the P_D soils were "granular" or "powdery", and seemed to exhibit the features of the "Granular mor" or "Matted mor" after HEIBERG and CHANDLER¹⁶⁾. The developments of the H and F layers of the P_D soils were alike, and their thickness were nearly the same.

Contrary to the P_D soils, the H layers of the P_M soils developed more extensively than the F layers, and the former were more thick than the latter. Furthermore, the appearance of the H layers of the P_M soils were "greasy" and seemed to exhibit the features of the "Greasy mor" after HEIBERG and CHANDLER¹⁶⁾.

On the chemical properties and humus forms of both podzolic soils, the following features were observed:

On the A_2 or A horizons (surface horizons) of the podzolic soils in comparison with the surface horizons of the topographically corresponding types of the brown forest soil, higher C-N ratios, lower pH values, and lower rates of the exch. Ca and Mg saturations were distinguished. These differences were brought about by the decreases of the organic matter decomposing activities of the soil microorganisms that were affected by the environmental factors except the relief, i. e. the cold climatic conditions or vegetations.

The effects of the above-mentioned differences of the humidity-circumstances due to the relief were recognised more on the lower C-N ratios of the surface horizons of the P_M soils than of the P_D soils. The illuviations of the bases affected by the relief were slightly discernable only on the P_{MII} soil. Therefore, the environmental factors except the relief seemed to produce more powerful effects than the latter upon the forming process of the podzolic soils.

On the humus forms of the H layers of both podzolic soils, comparing them with the brown forest soils, there were no clear differences among their compositions and optical properties as a whole. But by way of exception, the somewhat lower color quotients of the P_D soils than of the P_M soils and the brown forest soils were observed.

On the mineral horizons of both podzolic soils, the precipitated part contents were not increased by the acid pre-treatment. Therefore, their humic fractions seemed to be free from the combinations with the mineral substances or weakly combined with them.

On the A_2 or A horizons (surface horizons) of both podzolic soils, the extinction's coefficients of the precipitated part were lower than those of the dry and moderately moist types of the brown forest soil. These facts seem to be related more to the lower microbial organic matter decomposing activities of the former than of the latter. Furthermore, the lower extinction's coefficients of the P_D soils compared with the P_M soils seem to correlate to the differences of the microbial activities due to the differences of the humidity-circumstances identified indirectly by their C-N ratios. The lower color quotients of the precipitated parts of both podzolic soils as opposed to the brown forest soils were very interesting. On the acid treated soils, the color quotients of the former, less than 2.2, drew a clear distinction compared with those of the latter, more than 2.3.

In comparison with the optical properties of the precipitated part of the surface horizons of both podzolic soils and the brown forest soils, the progress of the humification process, shown by the increases of the extinction's coefficient, were not related to the decreases of the color quotient. Upon these features of the humus forms of the podzolic soils, the author agreed with KUMADA²⁰⁾ who had pointed out these facts previously.

On the B_1 horizons of both podzolic soils, the following facts were very characteristic.

Contrary to the brown forest soils, the extinction's coefficients of the NaOH extract per original soil of both podzolic soils decreased remarkably by the acid pre-treatment. The lowering rates of the acid treated soil to the non-treated soil were increased in the following order: $P_{DE} > P_{DE} > P_{DI}$ and $P_{ME} > P_{ME} > P_{MI}$ according to the progress of the podzolisation. The author agreed with SPRINGER¹⁹⁾ who had discovered these features of the optical properties of the podzolic soils previously. These phenomena seem to be explained by the increases of the content of the acid soluble humus in the above order and the absences of the humic fraction combined firmly with the mineral substances in both podzolic soils.

Discussions on the black soil group

In this work, the author dealt with the soils that had the black-colored upper horizons termed "black soil" according to the system of classification of the forest soil survey in this country.

Black colored soils originated from the volcanic ashes in this country have been studied by many authors. The soils were named "Grassland brown earth" by SEKI¹²⁾, "Prairie-like brown forest soil" by KAMOSHITA^{21,22)}, "Black soil" by HOSODA¹³⁾, "Volcanogenous black soil" by UCHIYAMA²⁶⁾, "Ando soil" by THORP and SMITH²³⁾, and "Japanese volcanic ash soil" by KANNO²⁰⁾.

The black soil group in the classifying system of the forest soil survey included the black colored soils of the non-volcanic ash origin in addition to the above-mentioned one of the volcanic ash origin.

As the properties of the black soils under the forest have not yet been sufficiently studied, and, furthermore, their forming processes not yet clarified, their classifying system, therefore, remains a provisional one. In this work, they were divided into the types of soil that corresponded to the one of the brown forest soil by their morphological features of the profile except the color of the A horizons, provisionally. The author made an attempt to establish a reasonable classifying system of the black soil group under the forest that rested upon the differences of their chemical properties and humus forms.

The site conditions, reliefs, morphological features of the profile, vegetations, chemical properties and humus forms of the tested black soils are shown in Table 37~59 and Fig. 18~27.

On the chemical properties, the following facts were very characteristic. As to the black soils, the effects of the relief, the eluviation of the bases from the ridge or upper part of the mountain slope, and the illuviation of them in the lower part of the mountain slope or valley floor, were not recognised in certain cases. These exceptions were seen on the rates of the exch. Ca and Mg saturations, especially of the former, of the Prof. No. 5~9 in Ochiai soil, the Prof. No. 32 in Asama soil, and the Prof. No. 40 in Iwase soil II.

The author is of the opinion that these features of the black soils would be given weight by the differences among the regions rather than among the types of soil in the same region.

In regard to the chemical properties, the black soil group was divided broadly into two types by their differences of the rates of the exch. Ca saturation, i. e. "rich in exch. Ca type" and "poor in exch. Ca type". The author employed these expressions in the sense of the relative comparison.

Among the tested black soils, Ochiai soil, Asama soil except the soil of the volcanic mudflow origin, and Araki soil belonged to the "rich in exch. Ca type". They were characterised by their high rates of the exch. Ca saturation of their moderately moist or wet types of soil similar to the one of the same types of the brown forest soil.

On the other hand, the Asama soil that originated from the volcanic mudflow and Iwase soil II belonged to the "poor in exch. Ca type". Contrary to the former type, the low rates of the exch. Ca saturation in their moderately moist or wet types of soil characterised the latter type of the black soil group.

After an examination of the data on the black soil group under the forest obtained from the works of other authors, the author formed the opinion that this information was generally applicable to the black soil group in other regions.

For example, the black soils in the southern district of Tsugaru Peninsula¹⁰⁰⁾ belonged to the former type, and those in the basin of the River Yoneshiro²¹⁾, and Dando⁶⁴⁾ and Daigo¹²⁾ National Forest belonged to the latter type.

On the humus forms of the surface horizons, the black soil group was divided broadly into two groups by the differences of their optical properties and compositions of the humus. Both groups were clearly distinguished from the brown forest soil and podzolic soil groups.

The features of each group of the black soil were as follows:

The group I.

The remarkably higher extinction's coefficients and the clearly lower color quotients of the NaOH extracts and the precipitated parts, especially of the latter, were very characteristic. The extraordinary progress of the humification process of this group was identified by these facts. The precipitated part contents of the acid treated soils of this group were the same as or more than that of the wet type of the brown forest soil that had the highest content among the types of the brown forest soil. Furthermore, the rates of the content of the precipitated part to the fulvic acid of the acid treated soils of this group were remarkably higher than those of every type of the brown forest soil.

Group 2.

The extinction's coefficients of the NaOH extracts and the precipitated parts were intermediate between Group I and the moderately moist or wet types of the brown forest soil, which were the highest among the types of the brown forest soil except the Bc- π soil. But the color quotients of this group were clearly lower than those of every type of the brown forest soil alike to Group I. On the color quotients, the contents of the precipitated parts, and the rates of the content of the precipitated part to the fulvic acid of the acid treated soil, no clear differences were seen between the two groups of the black soil except a few cases on the latest properties of Group 2.

From these results, the author is of the opinion that the humus forms of Group 2 were the intermediate between Group I and the moderately moist or wet types of the brown forest soil.

These subdivisions of the black soil by the differences of the humus forms were independent of those by the differences of the morphological features of the profile, reliefs, or chemical properties.

Some considerations on the features and the forming process of the black soil group

There is no established theory on the forming process of the black soil group in this country up to the present time. On this problem, the author is of the opinion that the black soil group would not be formed under the forest by the effects of the relief. This opinion is supported by the following facts:

The chemical properties and the humus forms of the black soil group seemed to be not affected by the topographical factors. There were striking differences of the humus forms that may be expressed as "qualitative differences" between the black soil and brown forest soil groups. The degradation of the tone of the black color of the surface horizon (A₁ or upper part of A horizon) in comparison with the one of the lower horizon (A₂ or lower part of A horizon) in the same profile of the black soil was generally observed. This degradation of the black color seemed to be due to the mixture of the newly formed humus from the plant residues under the forest that has the characters of the humus form of the brown forest soil.

The author is of the opinion that Group 1 would be the "true black soil" and Group 2 would be either the degrading black soil from Group 1 to the brown forest soil, or the intermediate soil that would not be sufficiently affected by the forming factors of

the "true black soil".

The features and the classifying system of the forest soil

The above-mentioned features of the chemical properties and the humus forms of the brown forest soil, podzolic soil and black soil groups are shown collectively in Fig. 28~35. These illustrations will be useful in understanding the above-mentioned differences among the soil groups or the types of soil in each soil group.

1) The classification of the soil groups by the differences of the humus forms.

a) The division of the brown forest soil and the podzolic soil groups.

The differences of the color quotients of the precipitated parts of the surface horizons, the transformations of the extinction's coefficients of the NaOH extracts per original soil by the acid pre-treatment in the B₁ (B) horizons, and the combinations with the mineral substances of the humic fractions in the B₁ (B) horizons were useful for the division of both soil groups one from the other.

b) The division of the brown forest soil and the black soil group.

They were clearly distinguishable from each other by the differences of the extinction's coefficients and the color quotients of the precipitated part.

2) The features and the classifying system of the brown forest soil group from the topographical point of view.

The types of the brown forest soil, classified by OHMASA's system⁷⁴⁾, were grouped as follows by the differences of the environmental factors that affected their forming processes:

Group 1....The types of soil except the Bc soils.

The most dominant factor of their forming processes was the effect of the relief.

Group 2....Bc soils.

The most dominant factor of their forming processes was the effect of the wind that brought about a loss of water through the vegetation bodies by the blowing over the crowns of the forest stands as pointed out by OHMASA⁷⁴⁾. The effect of the relief was the secondary forming factor.

Group 1.

The types of soil of this group were subdivided schematically into the following 3 subgroups (see Fig. 12).

i) The soils of the "ridge of the mountain (containing the upper part of the mountain slope)"....BA and Ba soils.

The effects of the relief brought about the eluviation of the bases and the lowering of the decomposition of the organic matter by the soil microorganisms. These soil forming factors held the course to the formation of the soils of "mor" type which were strongly acidified, poor in exch. bases and high in C-N ratios, by the interactions of these agencies. The lowering of the microbial organic matter decomposing activities checked the progress of the humification process.

The lowering of the exch. bases and the relatively immature humus would check the aggregations of the organo-mineral colloids. Therefore, the physical properties of this type of soil would be inferior by reason of the insufficient formation of the porous soil aggregates.

The growth of the forest stands on this type of soil was inferior resulting from these unfavorable conditions of the chemical and physical properties.

ii) The soils of the "middle of the mountain slope"....Bp(d) and Bp soils.

The higher rates of the exch. base saturation and the lower C-N ratios of this type of soil than those of the soils of the "ridge of the mountain" seemed to identify the illuviation of the bases by the effect of the relief and the favorable conditions for the microbial organic matter decomposing activities. The interaction of these agencies promoted the formation of the soils of "mull" type which were weakly acidified, rich in exch. bases and low in C-N ratio. The increase of the soil microbial organic matter decomposing activities advanced the humification process.

These soil conditions would promote the formation of the stable, porous soil aggre-

gates. Therefore, these soil conditions were favorable for the growth of the forest stands. That there was a more excellent growth of the forest stands on the B_d soil than on the B_d(d) soil would be explained by the more favorable conditions of the chemical and physical properties of the former than of the latter, which were affected by the differences of the localities along the mountain slope.

iii) The soils of the "valley floor" (containing the lower part of the mountain slope). . . . B_e and B_f soils.

The soil conditions of the B_e and B_f soils were not similar to each other. The highest ratio of the exch. base saturation and the lowest C-N ratio in the B_e soil among the types of the brown forest soil seemed to confirm that the illuviation of the bases and the microbial organic matter decomposing activities reached the climax in this type of soil.

These soil conditions progressed the humification process and would promote the formation of the stable, porous soil aggregates. The most excellent growth of the forest stands of the B_e soil among the types of soil would be explained by these soil conditions.

As the location of the B_f soil was the flat or the gentle slope that was at a distance from the bottom of the mountain slope, the character of the soil along the mountain slope was somewhat lessened in the B_f soil. The movement of the water in the B_f soil would be more inactive than in the B_e soil and close to stagnant water. The chemical properties and the decomposition of the organic matter in the B_f soil were somewhat inferior to those in the B_e soil.

The soil conditions of the B_f soil was favorable for the growth of the forest stands in general, but its humidity-circumstances, close to the over-wetted conditions, would act as unfavorable factors for the growth of certain species of forest stands.

Group 2.

The types of soil of this group were subdivided into the following 2 subgroups.

i) The soil of the "upper part of the mountain slope". . . . B_{c-1} soil.

The chemical properties and the humus forms of this soil were similar to the "ridge of the mountain" type of Group 1 or the intermediate between the above type and the B_d(d) soil, that of the "middle of the mountain slope" type of Group 1. These facts are explained by the effects of the relief and the locality of the B_{c-1} soil that was the upper part of the mountain slope and not the ridge of the mountain.

These conditions of this soil were not so favorable for the growth of the forest stands.

ii) The soil of the "valley floor" (containing the lower part of the mountain slope). . . . B_{c-2} soil.

On this soil, the illuviation of the bases by the effects of the relief was clearly observed. But the "arid factor" caused by the effects of the wind brought about the lowering of the decomposing activities of the organic matter as in the B_d and B_e soils of Group 1 that occurred on the corresponding locality along the mountain slope.

The growth of the forest stands of this soil would be inferior to that of the B_d and B_e soils.

3) The features and the classifying system of the dry and moderately moist podzolic soils.

The forming processes of the podzolic soils on the mountain slope were affected by the relief and the cold climatic conditions. Furthermore, the differences of the forest stands that were affected by the climatic factors and influenced the decomposing process of the leaf litter would be the additional factors on the podzolic soil formation.

The podzolic soils on the mountain slope were divided as follows:

i) The podzolic soils of the "ridge of the mountain" (containing the upper part of the mountain slope). . . . P_d soils.

ii) The podzolic soils of the "middle of the mountain slope" (containing the lower part of the mountain slope). . . . P_m soils.

The author is of the opinion that the podzolic soil of the "valley floor" was present

by the P_w soil after OHMASA²¹⁾.

The differences of the morphological features, chemical properties and the humus forms between the P_d and P_m soils were as above-mentioned. Both podzolic soils were subdivided into the 3 types of soil, P_{d1}, P_{d2} and P_{d3}, and P_{m1}, P_{m2} and P_{m3}, respectively, according to the differences of the progress of the podzolising process.

On both podzolic soils, the very low rates of the exch. base saturation, the remarkable decreases of the organic matter decomposition and the lowerings of the humification process were observed. These tendencies were more distinguished in the P_d soils than in the P_m soils. The cold climatic factor and other environmental influences attending it were more effective than the topographical one upon the properties of both podzolic soils.

The soil conditions of the two podzolic soils were unfavorable for the growth of the forest stands.

4) The features and the classifying system of the black soil group.

As stated above, the effects of the relief upon the chemical properties, especially on the rates of the exch. base saturation, and the humus forms of the black soil group were not observed.

Their distinguished progresses of the humification process were very characteristic. In this work, the author proposes the following provisional classifying system of the black soil group by the differences of their chemical properties and humus forms.

Group 1.

The humus forms of this group showed remarkable progresses of their humification process.

This group was subdivided into the following 2 types.

Type 1. . . . The black soil rich in exch. Ca and Mg.

Type 2. . . . The black soil poor in exch. Ca and Mg.

Group 2.

The humus forms of this group showed somewhat more progresses in their humification process in comparison with the types of the brown forest soil except the B_{c-2} soil.

This group was divided into the following 2 types.

Type 1. . . . The black soil rich in exch. Ca and Mg.

Type 2. . . . The black soil poor in exch. Ca and Mg.

The subdivision of each type of the two groups into the corresponding types of soil by the differences of the relief and the morphological features of the profile except the color of the A horizon was possible.

From the viewpoint of the growth of the forest stands, the opinion that the division of the black soil by the differences of the exch. Ca content would be of practical use was induced from the works of the author and TAKAMI²⁵⁾, and the other authors^{21, 22, 23, 24, 26)}.

On the "rich in exch. Ca" type of the two groups, the growth of the forest stands was affected by the differences of their humidity-circumstances, i. e. the morphologically classified types of the black soil corresponding to the types of the brown forest soil. The differences of the growth of the forest stands among the morphologically divided types of the black soil were the same as in the case of the types of the brown forest soil^{25, 26)}.

On the "poor in exch. Ca" type of both groups, the differences of the mode of the soil formation would exert important effects on the growth of the forest stands rather than the differences of their humidity-circumstances. In this case, in the following order as residual soil → creep soil → colluvial soil, the growth of the forest stands was superior, successively^{22, 23)}.

Acknowledgement

The author wishes to express his gratitude to Prof. M. OHMASA, Department of Forestry, University of Tokyo, for his wise direction and kind guidance. He is grateful also to Prof. K. KOBÔ, Department of Agricultural Chemistry, University of Tokyo, and to Prof. T. SHIBAMOTO, Department of Forestry, University of Tokyo, for their

helpful advice. And he is also indebted to Dr. S. MIYAZAKI, Chief of Soil Survey Division of this Experiment Station, for his encouragement, and to Mr. M. TAKAMI for his cooperation in carrying out this work.

昭和34年2月20日 印刷
昭和34年2月25日 発行

林野土壤調査報告 第10号

農林省林業試験場
東京都目黒区下目黒4の770
電話 目黒(712) 1131~1137

G D