

北海道森林土壌の地域性

ならびに

トドマツの地位指数と土壌因子に関する研究

寺 田 喜 助

Studies on locality of forest soils in Hokkaido and the relationship
between site indexes for Todo-fir (*Abies sachalinensis* Mast.)
plantations and soil properties

By Kisuke TERADA

目 次

I 緒 言	3
II 北海道の林業立地概説	5
A 気 候	5
(1) 気 温	5
(2) 降 水 量	6
(3) 風	7
(4) 雨 量 係 数	7
(5) 温 量 指 数	8
(6) 気 候 区 分	9
B 地 質	10
(1) 道 南 西 部	11
(2) 主 部	11
C 火山放出物の分布と性質	14
D 地 勢	16
E 植 生	17
III 調査ならびに実験法	20
A 野 外 調 査 法	20
(1) 土壌断面の調査および資料採取	20
(2) 植生および林木の生長調査	20
B 室 内 実 験 法	20
IV 北海道の土壌分類の経過と概要	22
V 北海道の土壌型	23
A 出現した土壌型	23
B 特殊な土壌型の小分け	23
C 土壌型の分布	24
VI 土壌型の理化学的性質	28
A 化 学 的 性 質	28

(1) pH	28
(2) 置換酸度 (y_1)	30
(3) 置換性石灰 (Exch. Ca)	31
(4) 炭素 (C)	34
(5) 窒素 (N)	38
(6) R_2O_3	41
B 理学的性質	44
(1) 自然状態の容積重 (V_w)	44
(2) 孔隙量 (P^{\sim})	44
(3) 最小容気量 (A_{min})	47
(4) A 層の厚さ	47
(5) 土壌 3 相	52
(6) 土性	54
C 考察	54
(1) 化学的性質	54
(2) 理学的性質	58
VII 理化学的性質の相互関係	60
A 自然状態の容積重と孔隙量との関係	60
B 自然状態の容積重と炭素との関係	60
C 置換酸度と置換性石灰との関係	62
VIII トドマツの地位指数と土壌因子との関係	65
A 化学的性質と地位指数	66
(1) 置換性石灰 (Exch. Ca) と地位指数	66
(2) 炭素 (C) と地位指数	66
(3) 窒素 (N) と地位指数	66
(4) 表土の C-N 率と地位指数	66
(5) 置換酸度 (y_1) と地位指数	66
B 理学的性質と地位指数	66
(1) 孔隙量 (P^{\sim}) と地位指数	66
(2) 最小容気量 (A_{min}) と地位指数	70
(3) 粘土, 粘土+微砂, 砂と地位指数との関係	70
(4) 土壌 3 相と地位指数	70
(5) L/W と地位指数	70
C その他の性質と地位指数	70
(1) A 相の厚さと地位指数	70
(2) 土壌型と地位指数	75
D 土壌の深さと地位指数	75
E 考察	76
(1) 化学的性質と地位指数	76
(2) 理学的性質と地位指数	77
(3) 土壌の深さと地位指数	81
IX 総括および結論	83
X 摘要	90
引用文献	93
Summary	98

I 緒 言

北海道の木材の需要は、1946年ごろより、復興材あるいは各種産業の発展にともなって、急激に増加の一途をたどってきた。当時はこれに対して森林の過伐という形で充足されていたが、長期の林業経営に責任をもつ北海道の国有林や道有林としては、このままの状態ではゆるされなく、当然これに対処した施策がほどこされつつあった。

たまたま1954年の15号台風(寺田 1955)により北海道の森林は一時に多量失われ、これを契機として国有林では経営合理化対策、道有林では林力増強計画の作定がなされた(北海道林材新聞社 1958, 北海道造林振興協会 1961)。この意図するところは何れも林地生産力の増強を原則としており、そのためにはこれまでの数倍にのぼる造林計画の実施であった。このような状況のもとに、本州の国有林ではすでに1947年より林野の土壌調査がはじめられていたが、北海道でも1952年より各局でこの土壌調査にとりかかった(林野庁 1956)。つづいて1954年には、北海道の民有林が林野庁の指導と補助をうけて、適地適木調査事業を実施し(北海道林務部 1956)、翌1955年には道有林でも土壌調査をはじめた。その時著者は上司の命を受けてこれに従事し、主として拡大造林地を対象に1962年まで202, 895haの調査を行ない、道有林野の土壌図を作成するとともに、285カ所におよぶ土壌断面の分析を行なった。

道有林は森林面積617, 874ha(北海道 1965)をもち、北海道各地に分散しており、同じ道有林野でも地域によって土壌型の種類や理化学性に差異のあることが調査を進めていくにつれて判ってきた。

この土壌分類および調査法は、すべて国有林林野土壌調査方法書(林野庁 1955)によるものであるが、そのなかの土壌分類法はすでに大政(1951)が東北のブナ林地帯ではじめて用いられたもので、それは土壌断面の形態を野外で観察し決定できる土壌型による分類法である。土壌型はポドゾル、地下水土壌は別として、褐色森林土、赤色土、黒色土などはさらに水分系列によって分類されたもので、つまり褐色森林土壌群(B群)の場合には、乾性(BABB型)→弱乾性(Bc型)→適潤性(Bd型)→弱湿性(Be型)→湿性(Bf型)と分けられるが、北海道はさきにも述べたように、広大で地域性に富むため、これらの基本型だけでは適合しない土壌型も現われた。そこで著者らは独特の小分けを試みこれにつけ加えた。

いうまでもなく大政の分類の基調をなすものはDokuchaevにさかのぼる土壌の生成論的な分類で、土壌を諸種の内的・外的因子の総合された「自然の産物」としてとらええものである(大政 1951)。したがって著者の論文でも、まず北海道の自然的要因を明らかにすることからはじめられた。

さらに分析された資料をはじめは単に地理的理由から道北、道央、道東、道南西の4つに区分して整理し、これに検討を加えた。また北海道の主要樹種の1つであるトドマツ(*Abies sachalinensis* Mast.)造林木の地位指数と、18におよぶ土壌因子との相関を求め、トドマツの生長に影響する十数種の土壌因子を明白にすることができた。

また林木の根系が、果たしてどの程度の深さまで土壌に影響されているかをみるため、各因子ごとに深さとの相関係数をもとめ、もっとも高い相関のある深さを数字をもって示すことができた。

この調査、研究はもちろん著者のみによってなされたものでなく、多くの土壌調査員が協力して成しとげた成果であって、これをとりまとめたのが著者である。その主な調査員は、もと道有林課土壌調査係、古本忠、宮下進治、草野博光、小野寺宗昭、内田勉、江州克弘、久保正行、山根玄一らの諸氏である。

またこの調査のとりまとめをはじめの動機と決心を与えてくれたのは、九州大学農学部教授佐藤敬二博士であり、終始ご指導とご鞭撻を賜り、さらに同学教授青峯重範博士、同助教授宮島寛博士の両氏にも全般についてご叱正と有益な助言を賜った。ここに衷心より感謝の意を表す。なおとりまとめの過程で、北海道大学農学部教授佐々木清一博士、農林省林業試験場真下育久博士、同北海道支場蔵本正義技官らにも種々ご意見やお手数を煩らわした。ここに深く感謝とお礼を申し上げます。さらにご便宜とつねに心から激励をいただいた大野喜久夫場長をはじめ、場員に厚くお礼を申し上げます。

II 北海道の林業立地概説

土壌学が発達したのは19世紀に入ってからで、はじめはBerzelius, Bergman, Wallerius, Liebigなどの地質学者や化学者の手で開拓された。そのためこの時代の人々は、土壌は単に岩石の風化物のみからでき上っているもので、その由来する岩石や母岩を分析してその化学性や組成を知ることによってのみ土壌の本態を明らかにすることができると考えてきた(Joffe 1936, 芝本 1949)。ところが19世紀の後半になって、ロシアのDokuchaev (Dokuchaiev) が土壌は諸種の因子の影響によって生成された歴史的な自然の産物(Historical natural body)であると述べ(Clarke 1957, 大杉 1942)、以来その後継者や多くの研究者によって近代土壌学ともいべき生成論的な土壌学が発達するようになった。このDokuchaevの考え方を数式で示せば

$$S = \int (GEB)dt$$

となり、すなわち土壌(S)は地質(G)、環境因子(E)、生物(B)の諸要因の影響を受けて生成し、時間とともにたえず変化するものである(Clarke 1957, 川口 1965, Wilde 1946)。

Shaw (1932) (川村・船引 1964, 大杉 1942, 佐々木 1960)はこの考え方をさらに

$$S = M(C + V)T + D \text{ または } S = F(M, C, V, T, D)$$

とあらためた。ここでも土壌(S)は母材(M)、気候(C)、生物(V)、時間(T)、侵食沈澱(D)の函数として表わされるとし、Jenny (1946)もまた

$$S = f(cl, o, r, p, t, \dots)$$

と表わし土壌(S)は気候(cl)、生物(o)、地形(r)、母材(p)、土壌生成の時間(土壌の年令)(t)の函数式で表わされると述べた。わが国の森林土壌の分野では、宮崎(1942)、大政(1951)がこのような生成論的な考え方を進展させ、とくに大政は1937~1951年まで、東北のブナ林土壌を調査して、自然のままの姿で土壌型を決定する新しい分類体系を確立した。これがわが国でそのご行なわれている森林土壌の分類の基礎をなしているものである。

A 気 候

Lyon & Buckman (1949)、その他(農林省林業試験場土壌調査部 1958)が述べているように、土壌の風化作用(生成)に働く因子のうち気候因子は、はなはだ大きい、さらに気候のうちでも温度と降水量が主なものである。Lang (1915, 1920) (川村・船引 1964, 大杉 1942)も早くからこのことに気づき、雨量係数(RF)を算出して土壌との関係を述べたことは余りにも有名である。しかし大政(1951)は東北地方のブナ林を調査しなさい、風の土壌生成におよぼす重大さを痛感して、これを強調している。風が土壌生成に関与することを述べたのは少ない。

(1) 気 温

北海道は平地の気温からいうと第1表に示すとおり温帯{1年間のうち4~12ヵ月が平均気温50(10)~68°F(20°C)の地帯とKöppen (Miller 1931, 山田 1960)が定義した}の北限に近い。

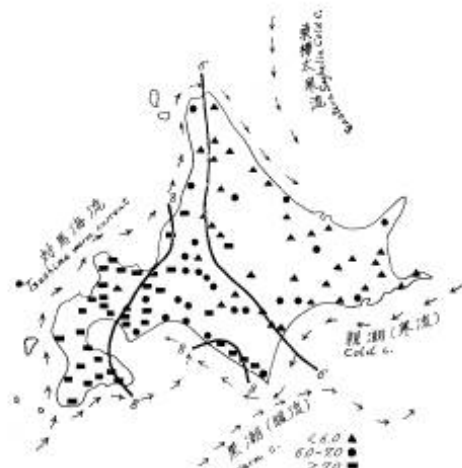
つまり年平均気温は第1表、第1図に示すように、およそ5~9°Cの間であって、西部は東部に比べて2~3°C内外高く、渡島半島の大部分および日本海側の南西部沿岸では8.0°C以上である。しかし道東の内陸部では6°C以下で、このように北海道が海岸に面してはなはだ気温に高低があるのは、第1図に示したように暖・寒流の影

第1表 月別平均気温(°C)
Table 1 Data of mean annual temperature (°C)

観測地 Location	観測年 Statistical year	全年 Mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	10-20°C の月数 Number of months (10 ~20°C)
函館 Hakodate	1921-1950	8.5	-3.4	-2.8	0.4	6.1	<u>10.6</u>	<u>14.7</u>	<u>19.7</u>	<u>22.1</u>	<u>18.0</u>	<u>11.9</u>	5.5	-0.7	6
	1931-1960	8.1	-4.1	-3.6	0.0	6.1	11.0	14.8	19.4	21.6	17.2	11.3	4.6	-1.3	
札幌 Sapporo	1921-1950	7.4	-5.9	-5.1	-1.3	5.4	<u>10.8</u>	<u>15.4</u>	<u>20.1</u>	<u>21.7</u>	<u>16.9</u>	<u>10.3</u>	3.6	-3.0	6
	1931-1960	7.6	-5.5	-4.7	-1.0	5.7	11.3	15.5	20.0	21.7	16.8	10.4	3.6	-2.6	
旭川 Asahigawa	1921-1950	5.9	-9.4	-8.4	-3.9	4.0	<u>10.6</u>	<u>16.0</u>	<u>20.6</u>	<u>21.2</u>	<u>15.5</u>	8.6	1.4	-5.4	5
	1931-1960	6.0	-8.9	-7.9	-3.3	4.1	10.9	16.0	20.3	21.1	15.4	8.6	1.3	-5.1	
稚内 Wakkanai	1921-1950	6.3	-5.8	-5.8	-1.7	3.7	<u>8.3</u>	<u>12.4</u>	<u>17.0</u>	<u>27.3</u>	<u>16.5</u>	10.5	3.1	-3.3	5
	1931-1960	6.2	-5.9	-5.6	-1.8	4.0	8.4	12.2	16.7	19.6	16.6	10.7	3.0	-2.9	
帯広 Obihiro	1921-1950	5.6	-9.8	-8.6	-3.1	4.3	<u>10.0</u>	<u>14.0</u>	<u>18.8</u>	<u>20.4</u>	<u>15.6</u>	9.0	2.0	-5.6	5
	1931-1960	5.7	-9.3	-8.2	-2.7	4.6	10.2	14.1	18.4	20.1	15.6	9.0	1.9	-5.2	

東京天文台 (1956, 1965) : 理科年表より

響である(北海道産業気象協会 1952)。すなわち日本海側南部の気温が高いのは、暖流の一部である対馬海流の影響で、これに対してオホーツク海岸は南下してくる海水と、東樺太寒流の氷塊によって極めて寒冷となり、また太平洋側東部の低温は、千島付近より三陸沖に至る親潮(寒流)の影響である。なおこの親潮が春から夏にかけて北東に向かって流れてくる暖流を冷却して霧を作り、これが海上より道東の内陸地方まで襲う。したがって夏の日照も少なく、冷温で湿潤な気候となり、この地域に水田はほとんど耕作されず、また畑作でも時折冷害に見舞われる。またこれがあとで述べる地形とも関連して、湿性の土壌を生成する最大の要因になっている。



第1図 平均気温
Fig. 1 Annual mean temperature

(2) 降水量

第2図に示すように年降水量は800~1,500mmの間で、わが国としてはもっとも少ない地域である。しかしこれを精

細にみれば、日本海側の天塩から暑寒別に至る山系および後志山岳地帯で2,000mmに近い降水量がみられ、これは第2図A線より西側にあたる。この原因は冬季間の季節風による降雪のためで、この地域の降水量

は12~1月にそれぞれ100mmを越える。なお渡島半島南部および胆振沿岸の一部にも多雨地域が極部的にみられるが、これは主として夏季の低気圧に伴う梅雨性の降水と考えられている。これに対してオホーツク海側の北見平野では、700~800mmで平野の中部では700mm以下のところもみられる。道東部の十勝・根釧原野でも800~1,000mm程度で北海道としては少ない。つまり中央の脊梁山脈の西側と東側で降水量に差が認められる。これは北西季節風による降雪機構と高い相関があるといわれ(北海道産業気象協会 1952)、これを模式的に示すと第3図のようになる。

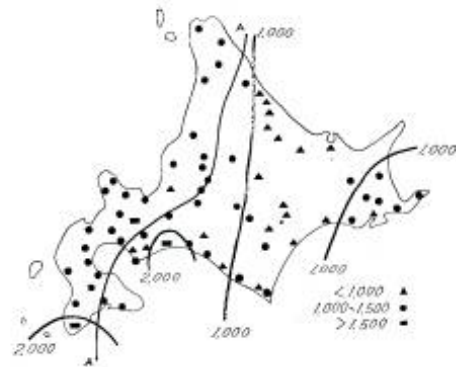
(3) 風

風向は海岸地方で北西または西風が支配的だが、もちろん地形の影響で局部的に変化がある。内陸部でははっきりした主風向はみられない。しかし全般的にいえば冬は北西季節風が多く、春から夏に向って南東から南風に転換する。南西部の海岸ではとくに西風が多い。風速は第2表にみられるように、平均風速は2~6 m/sであるが、道央、道東内陸部に比べて道北部、道南西部は一般に風速が強く、月平均風速8~9m/sにも達することがある。さらに4~10月までの生育期間のみを合計してみると、この差は一そう大きくなる(和達 1958)。

(4) 雨量係数

Lang(1915, 1920)(川村・船引 1964, 大杉 1942, 佐々木 1960)は土壌の生成におよぼす最大の気候因子は降水量(mm)と年平均気温(°C)で、この比を雨量係数(Lang's rain factor RF)とよび土壌型との関係を論じた。たとえばRFの値が160以上の場合は腐植土およびポドゾル、160~100までは黒土(チェルノゼーム)、100~60の間が褐色土などが生成されるという。これに対して日下部(1948, 佐々木 1960)は、わが国の気候と土壌型の分布を比較して修正し、すなわち、この係数が150以上の場合にポドゾル、150~100褐色土、100~70赤色土が生成されると提唱した。

北海道の気候でこれを計算し、図示したのが第4図である。これにみられるとおりに日下部の150以上を考えると、この値は全道至るところに分布し、したがって北海道全体がポドゾルの出現する地域になる。なお脊梁

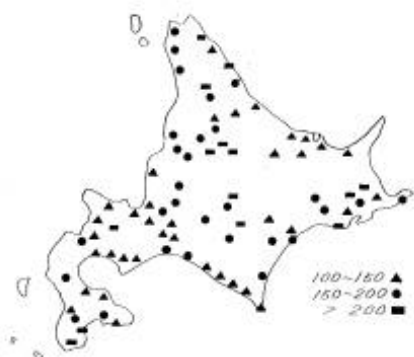


第2図 年降水量
Fig. 2 The total annual precipitation



第3図 北海道の降雪機構(模式図)
Fig. 3 Mechanism of snowfall in Hokkaido (Model)

部より北部にかけて 200 以上を示し, Glinka (1914) のロシアの土壤図から推定すれば北海道一円は Podzolige Böden として間違いないが, しかし低地ではこの値が100~150で褐色森林土に属し, R F より推察すれば褐色森



第4圖 雨量係数
Fig. Lang's rain factor

林土とポドゾルが半々に現われることになる。

(5) 温量指数

これは吉良 (1945) (福井 1956, 吉良 1949) が新しい見地から考案した指数で, 彼はこの指数から東亜の気候区分を完成した。それはある土他の1年間の各月のうち, 月平均気温 (t) が 5°C 以上の月が i 月であるとすれば, もとめる積算温度は $\sum_i (t - 5^{\circ})$ であたえられる。これを暖かさの指数または温量指数 (Warmth index) とよんだ。たとえば, これが 0° ~ 15° 寒帯, 15° ~ (45° ~ 55°) 亜寒帯, (45° ~ 55°) ~ 85° 温帯, 85° ~ 180° 暖帯などにわけられ, 細部にわたって Köppen などに比べればよく一致するという。

そこでまた北海道の温量指数を計算してみると, 第5図に示したようにこの値は 44° ~ 74° の範囲にあって, 吉良 (1945) のはじめに述べた 45° が温帯の極小限であるとすれば, 45° 以下は釧路・根室地方だけに限られ, 北海道の大部分は温帯の範ちゅうに入ってしまうことになる。しかしその吉良 (1949) はこの限界点を北海道だけは 45° から 55° に上げた方が適当であろうと述べている。そうすると留萌・羽幌の一部を除く北東部はすべて温帯よりはざれ亜寒帯と考えられる。

渡辺 (1958) は道東部で温量指数が 45° の線の ± 100 m の範囲で混交林が亜寒帯林に移行していることを認

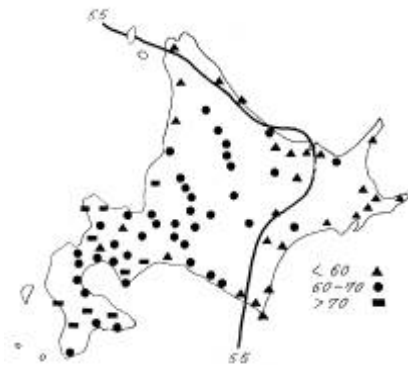
第2表 風 速
Table 2 The velocity of the wind

地 域 Location		風速 (m/s) The velocity of the wind	風速合計 (4~10月) Total (Apr.~Oct.)
道 北	留 萌 Rumoe	5.8	33.0
	羽 幌 Haboro	5.6	30.8
	稚 内 Wakkanai	4.4	24.7
	枝 幸 Esashi	3.9	26.1
	雄 武 Ohmu	4.1	26.8
	小 樽 Otaru	3.0	16.6
	札 幌 Sapporo	3.1	22.5
道 央	岩 見 沢 Iwamizawa	3.2	21.5
	旭 川 Asahigawa	1.7	11.8
	網 走 Abasiri	3.0	18.4
道 東	帯 広 Obihiro	2.2	14.0
	釧 路 Kushiro	3.4	22.2
	根 室 Nemuro	5.0	33.0
	函 館 Hakodate	4.3	27.5
道 南 西	森 Mori	3.1	18.6
	室 蘭 Muroran	3.1	19.8
	苫 小 牧 Tomakomai	3.9	26.2
	浦 河 Urakawa	4.5	25.6
	江 差 Esashi	6.0	30.1
	寿 都 Shuttsu	6.2	41.9
	俱 知 安 Kucchian	2.6	17.8

めた。また加藤（1951）はトドマツ，エゾマツでは吉良の 5° を 0° におきかえて計算することに考えつき，それを実施した結果，積算で 110° がトドマツ，エゾマツの南限となり，天然のクリの北限も大体 100° の線と一致することから，この線を一応暖帯林と亜寒帯林の境界とすることを提唱した。この線は中部石狩平野より苫小牧にぬけている。

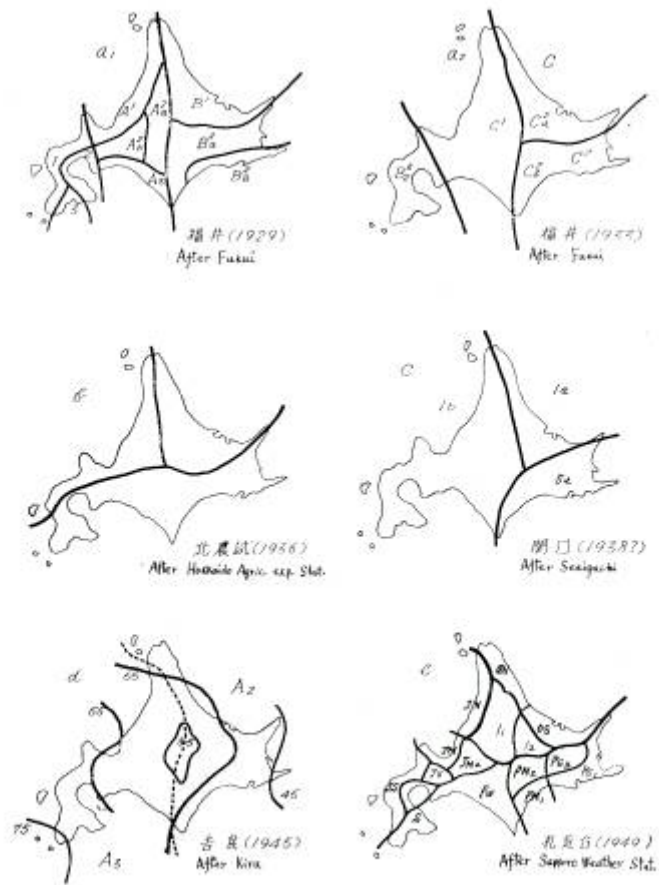
(6) 気 候 区 分

気候型の設定は古くから多くの学者によって試みられてきたが，なんとといっても Köppen（1923）による気候区分がもっとも有名である。彼は植物の生育を考慮して，気温と乾湿を基準に分類した。これによれば北海道は北部気候（Boreale Klimate D）のうち冬期湿潤冷温（Wintere feucht）で，さらに年間を通じて湿潤（f），温度は4ヵ月以上が $10\sim 22^{\circ}\text{C}$ （b）にあたり，つまり Köppen の世界の気候区分からは Dfb 型に入る。そのご Miller（1931）の分類では寒冷気候（Cold climates）のうち 6. 1°C 以下の月が6ヵ月以上続き，大陸的で monsoon による変型—夏季に雨の極大がある—D_{2m}型に属する。Köppen について有名なのは Finch&Trewartha（1949）（菅野 1964）のものである。彼は Köppen のものを基本として作成し直し，これによれば北海道は湿潤低温気候（Humid microthermal climate D）の湿潤大陸気候，夏季冷涼（Dbf）にはいる。しかし，わが国でも福井（1929）（福井 1956）は北海道について第6図 a₁ のような気候区分を行ない，すなわち西半部，東半部，南部地方に大別し，この中をさらに細分した。彼は 1933 年になって第6図 a₂ のように，気温によってその区分を訂正している。いずれにしても積丹半島から勇払原野にいたる太い線は北部日本と中部日本の境界線であって，渡島半島が北海道主要部と趣を異にし，本州の気候に近いことを強調しており，このことはあとで述べる植生の項でも判然としている。



第6図 温量指数
Fig. 5 Warmth index

また北海道農業試験場（1936）（佐々木 1960）は第6図 b に示したように3つに分割した。さらに関口（1938？）（福井 1956）は第6図 c に示したように降水日数から見た気候区分を試み，また札幌管区气象台（1949）（佐々木 1960）も第6図 e のように北海道を4区分した。これは北海道農業試験場法に似ている。斎藤（1964）は北東部，南東部，北西部，南西部の4区に分けた。いずれにしても，これまで述べたものを大きく分けると渡島半島部，日本海側，オホーツク海側，太平洋側などのように3～4つに区分される。これに対してさきにもふれたように，吉良（1945）（福井 1956，吉良 1949）がわが国で全く新しい見地より気候区分を行った。それは彼自身によって考えた温量指数（Warmth index）と乾湿指数とを組合せたもので，これによれば北海道は湿潤気候（A）で，さらに常緑針葉樹気候（A₂）と落葉広葉樹気候（A₃）に2大区分されるとした（第6図 d）。ここでAに付いている2または3の数字は温量指数で，2は $15\sim 55^{\circ}$ ，3は $55\sim 100^{\circ}$ の範囲にわたることを意味し，A₂は東部，A₃は西部にあたる。



第6図 北海道の気候区分
Fig. 6 The climatic division in Hokkaido

B 地 質

北海道の地質図は佐々・他 (1952) によれば、1873年開拓使によって公刊された古典的なもの (400万分の1) をはじめ、1887年には200万分の1の地質図が道庁技師により作られ、さらに1918年には大井上により60万分の1の地質図が編さんされたものがある。これは現在まで各種の原図となって広く利用されてきた。1952年には佐々・根本・橋本・松沢らにより60万分の1の地質図を基図として、さらに国内各学会および調査機関などの刊行した諸資料に基いて編集されたものがある。これは現在北海道の地質について概観するには好都合のものであ

る。同年（1952）北海道地下資源調査所内に 20 万分の 1 図の編集委員会が設けられ、逐年 1～2 図幅を刊行し 6 葉を完了するはこびとなった。しかしさらにこの頃から北海道地下資源調査所および北海道開発局が 5 万分の 1 の地質図幅を作成することになり、これは現在進行中で、この完了までにはなお長年月を要するものと思われる。

著者は佐々・根本・橋本（1952）らによる 60 万分の 1 の地質図と、その説明書および橋本・石川（1958）らによる 20 万分の 1 の北海道地質図説明書から、北海道の地質を巨視的な立場で粗描することにした。

北海道は地質構造からみると、第 7 図にみられるように東北日本の延長部と考えられるいわゆる道南西部と、主部との 2 つに大別される。この境は、おおよそ石狩から札幌を経て、苫小牧にぬけるいわゆる石狩低地帯とよばれているところである。主部はさらに、樺太に連なる中軸部と千島列島に続く道東部に細分される。この境は紋別付近から生田原川の谷間をとおり、置戸、帯広付近を経て十勝盆地の西縁に連なるあたりにある。

(1) 道南西部

この地域の特徴はさきにも述べたように本州の東北地方の延長と考えられる、いわゆる古生代の先白堊紀を基盤に、新第 3 紀が広く分布している（第 8 図参照）。岩石層は厚い緑色凝灰岩（Green tuff）を主としていることから、裏日本緑色凝灰岩地域に通ずるものである（中野・小林 1959）。それにこの地域は、中新世以来火山活動の舞台となり、それぞれの層の中に火山の噴出物を多く挟むと同時に、安山岩類が渡島半島の東部および後志山地に広く露出している。さらに第 3 表にみられるように中世代および古第 3 紀の地層を欠いていることは、他の地域と著しく異なった点である。

(2) 主 部

a 道央部（中軸部）

この地域は、古・中生層と第 3 紀層が非常によく発達しているため、他の地域とは判然と区別される。中軸部は北海道の脊梁をなす日高山脈から石狩連峰を経て、北は枝幸山地にのび、この一帯は古生層とされる先白堊紀が広く分布して、北海道でもっとも古い地層である。この西側には、これより新らしい中生代白堊紀層が厚い地層を形成して、南北に走り北海道を縦断している。ただ南部の日高山脈では、その中核部に変成を受けた混成岩類を露出させている。さらにこの白堊紀の西方、夕張山脈から日本海側の天塩山地に続く一帯では、新第 3 紀がよく発達し、洪積層および沖積層で埋められた中央低地帯や、石狩低地帯に続いている。このほかに中軸部にも大雪山系より北部にかけて火山岩類の露出がみられ、そのうち安山岩類が圧倒的に多い。この安山岩の露出は留萌山塊にもみられ、この火山岩地帯は壮年期的地形を形成しやすく、またその風化土壌も壤土系になりやすい。これに対して新第 3 紀および白堊紀に属する岩石は、泥岩、砂岩、凝灰岩、礫岩などが主体で、とくに泥岩、凝灰岩類の風化土壌は埴質で通水、水気性の乏しいものになる（佐伯 1950）。

b 東 部



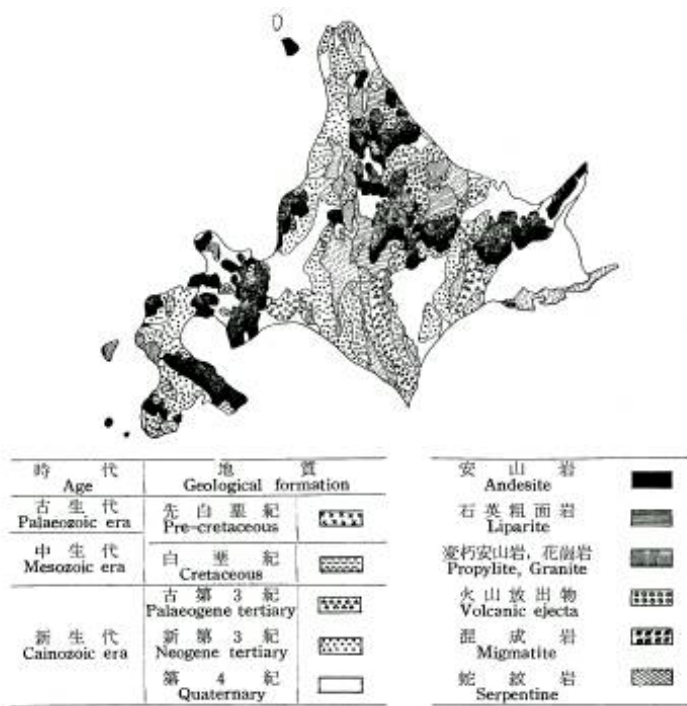
道南西部	①東部	②黒松内低地帯	③西部
主 部	道央部 (中軸部)	I 日高帯 I _a 東部 (緑色凝灰岩区) I _b 西部 II 3 層～白堊系褶曲帯 III 神居古譚帯 IV 白堊～第 3 系褶曲帯 V 樺戸山地	
	道東部	1. 千島内帯 2. サロマ帯 3. 豊頃～北見帯 4. 千島外帯 4 _a 釧路炭田部 4 _b 主部	

第 7 図 北海道の地質構造

Fig. 7 The constitution of land mass in Hokkaido

この地域にもっとも広く分布する地質は第4紀層である。北部の紋別より千島火山帯にかけて古・中世代の古い地層や、石英粗面岩、変朽安山岩がみられるが、北見、十勝、根釧などの平野に広く第4紀層が分布する。したがって地形が平坦または段丘状で、比較的傾斜が緩かなため湿地化されやすく、この地帯の泥炭地の形成はとくに有名で、根釧原野にだけでも北海道全体のやく28% (55, 000ha) (北方農業教育研究会編 1956) が分布している。

また十勝平野と根釧原野は古・新3紀層で区切られ、この部分は白糠丘陵といわれる地形からできている。



第8図 北海道の地質
Fig.8 Geological map of Hokkaido

千島火山帯は安山岩が主体で中部脊梁山脈と交叉し、道東部を南北に2分している。また根釧原野の太平洋側に細長く中世代白堊紀がみられるが、あとで述べるように、この地域は厚い火山灰に覆われているため、直接土壌への影響は少ない。このことは南西部および道東部一帯に共通することがらである。

なお北海道に産する岩石類はつぎのとおりである。

- 堆 積 岩 類
- 新 生 界
- 第 4 系

第3表 北海道の主要地層
Table 3 Geological strata in Hokkaido

時代	地層略号	西南部	中 部					東 部						
			天 北	苫前〜幌加内	留萌〜旭川 〜石狩油田	空知〜夕張炭田	胆振〜日高	釧路〜網走	十 勝	釧路〜根室				
新 生 代	第 4 紀	沖積統 Al	沖積層	沖積層	沖積層	沖積層	沖積層	沖積層	沖積層	沖積層	沖積層	沖積層	沖積層	
		洪積統	Di ₂	元野幌層 厚別層	段丘層群	段丘層群	段丘層群	段丘層群	段丘層群	段丘層群	段丘層群	段丘層群	段丘層群	段丘層群
			Di ₁	石山炭灰岩層 野幌層	沼川層	苫前層	獅子内層	茂世土層	美幌層	帯広層	釧路層			
		新 第 3 世	Tk	瀬棚層	更別層	茂葉別層	滝川層	滝川層	舜別層	生田原層	池田層	本別層		
	第 3 紀	新 第 3 世	Ow	濁川層 黒松内層	勇知層 声間層	遠別層	留萌層	追分層	静内層	呼人層	大樹層 豊似川層	燧品層		
		中 系	Wk	八雲層	稚内層	初山別層	増毛層 峠下層	岩見沢層	門別層	能取層	尾田層	越川層		
		新 世	Kb	江巻層	増幌層	古丹別層	幌新層	川端層	新冠層	網走層	メビナイ層 中の川層 日方川層	忠類層		
	古 代	第 3 紀	Tn	?	?	?	三の沢含化石層	滝の上層	滝向含化石層	農家層	常呂層	?		
			Tu	?	?	?	?	?	?	?	?	?		
			Hb	?	?	?	?	?	?	?	?	?		
第 3 紀		Mi	福山層	曲淵層	原の沢層	幌神内層	紅葉山層							
		Pn				遠布層 下記念層	幌内層							
		Is ₁				レウケ火炭層 双珠砂岩層 滝の沢火炭層 五の沢砂岩層 雨竜火炭層 白木層	戸別火炭層 平津含化石層 幾春別火炭層 赤平含化石層 美幌火炭層 若 鍋 層 夕張火炭層 幌加別層 登川火炭層							
第 3 紀	Is ₂													
	Is ₃													
	Is ₄													
白 堊 紀	上 部	Cr ₄		函淵層	上部菊石層	U ₅	上部菊石層	辺富内層群	上部菊石層群	乳呑川層				
		Cr ₃		安平志内層	中部菊石層	U ₁ ~U ₂	上部菊石層	曲河層群	曲河層					
	下 部	Cr ₂		志文内層	下部菊石層	L ₄ ~L ₅	下部菊石層	三笠層群	中部菊石層群					
		Cr ₁		咲丹川層	下部菊石層	L ₁ ~L ₃	下部菊石層	富良野層群	下部菊石層群	ナ原白堊系 ル野白堊系 佐呂間群 金山層				
先 白 堊 紀	先 白 堊 系	Sr ₂		?	?	?	?	?	?	?				
		Sr ₁		鬼洞層 北見層	赤牛内層 雨煙別層	?	当麻輝緑 凝灰岩層	空知層群	ニセ川層 ニセ川層	?	?			
古 生 代	先 白 堊 系	Hd	古生層	日高層群	?	?	日高層群	日高層群	日高層群	日高層群	日高層群			
		Kt		変成岩層	神居古潭岩類	?	?	神居古潭 変成岩類	神居古潭 変成岩類	神居古潭 変成岩類	神居古潭 変成岩類			

—— 整合 —— 不整合 —?— 関係不明

沖積統 粘土, 砂, 礫, 火山灰, 泥炭

洪積統 粘土, 砂, 火山灰, 褐炭

第 3 系

新第3系 泥岩, 砂岩, 礫岩, 凝灰岩, 集塊岩, 褐炭

古第3系 泥岩, 砂岩, 礫岩, 凝灰岩, 石灰岩, 石炭

中生界

白堊系

上部白堊系 泥炭, 砂岩, 礫岩, 凝灰岩, 石炭

下部白堊系 (上半) 泥炭, 砂岩, 礫岩, 凝灰岩, 石灰岩

先白堊系

ジュラ系? (1部) 泥炭, 砂岩, 礫岩, 珪岩, 輝緑凝灰岩, 石灰岩

3 壘系 (欠除)

古生界? 粘板岩, 砂岩, 珪岩, 石灰岩, 輝緑凝灰岩

火成岩類

深成岩

花崗岩, 花崗閃緑岩 (古生界を貫く)

閃緑岩および石英閃緑岩 (古生界を貫く)

斑斕岩 (古生界を貫く)

蛇紋岩および橄欖岩 (先白堊系を貫く)

半深成岩

優白岩 (古生界白堊系を貫く)

優黒岩 (古生界を貫く)

輝緑岩 (古生界白堊系を貫く)

粗粒玄武岩 (白堊系および第3系を貫く)

ひん岩 (古生界および先白堊系を貫く)

噴出物 (火山岩)

石英粗面岩 (流紋岩) (新第3系を貫く)

石英斑岩 (新第3系を貫く)

石英安山岩 (新第3系を貫く)

安山岩類 (新第3系~第4系)

変朽安山岩 (新第3系を貫く)

玄武岩 (新第3系~第4系)

変成岩類

ホルンフェルス (古生界より)

結晶片岩類 (古生界および先白堊系より)

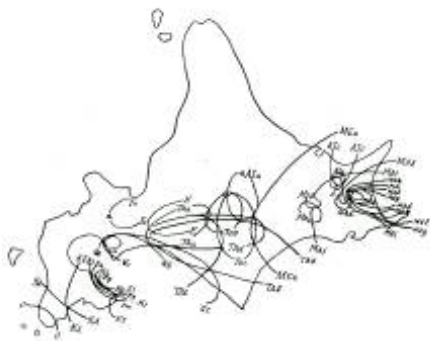
混成岩および片麻岩類 (古生界より)

C 火山放出物の分布と性質

日本は世界でも数少ない火山国の1つであり、これから噴出した火山灰、火山砂、火山礫などは日本全土に広く分布している。これまで、いわゆる火山灰地（土）とよばれ、一般には生産力の低い特殊な土壌として取り扱われてきた（Ministry of agriculture and forestry Japanese goverment 1964, 田村 1961）。

北海道は本州より北走している那須火山帯、鳥海火山帯、中央部から東北に走る千島火山帯および大雪火山帯などがある、これに分布する数多くの火山によって構成されているとって過言でない。石川（1956）によれば北海道に50の火山があり、そのうち主なものだけでも36におよび、歴史時代に噴火記録をもつ火山は8つある。したがって、これより噴出堆積した火山放出物は比較的新らしいものが多い。

北海道の火山灰土壌については浦上・山田（1933）（農林省振興局研究部監修 1964, 浦上・山田・深井 1938）がはじめてその調査の基礎を確立し、そのご多くの研究（農林省振興局研究部監修 1964, 田村 1961, 山田 1949）によって調査分類され、その全貌が明らかにされた。これらによると第9図でみるように北海道の南半分



第9図 火山灰の分布

Fig. 9 The distribution map of volcanic ejectas in Hokkaido

は、この火山放出物で覆われていることになる。そのおおよその面積は1,655,000ha（北方農業教育研究会編 1956）といわれている。これを火山系統ごとに示せばつぎのとおりである。

道南西

大島統火山灰	O
恵山 "	ESa, b
駒ガ岳 "	Ka, b, c, d, e, f, g
有殊 "	Ua, b, c
羊蹄 "	YO
恵庭 "	E
樽前 "	TAa, b, c, d

O		大島統火山灰
		Ohshima volcanic horizon
K	a, b, c, d, e, f, g	駒が岳 "
		Komagatake v. h.
ES	a, b	恵山 "
		Esan "
U	a, b,	有珠 "
		Usu "
YO		羊蹄 "
		Yōtei "
E		恵庭 "
		Eniwa "
TA	a, b, c, d	樽前 "
		Tarumae "
TO	a, b, c	十勝岳 "
		Tokachi "
AS		旭岳 "
		Asahi "
ME	a, b	雌阿寒岳 "
		Meakan
		跡佐登 "
AT	a, b, c, d	Atosanupuri "
MA	a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l	摩周 "
		Mashū "

道 央

旭岳統火山灰 ASa

十勝岳 " TO a, b, c

道 東

雌阿寒岳統火山灰 ME a, b

跡佐登 " ATa, b, c, d

摩周 " MAa, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l

これらの火山灰の性質を系統別に、かいつまんで述べればつぎのようである。

恵山統a火山灰	厚さ15cm内外、浮石質砂土型。
" b "	浮石質火山灰、表面下40~50cmにあり。
駒ヶ岳統a火山灰	1929年に降灰、浮石質砂礫型。
" b "	1904年" , 淡黒黄色の泥流砂壤土。
" c "	1856年に降灰、火山礫。
" d "	1640年ごろに降灰、もっとも広く分布、浮石質砂礫層。
" e "	700~1,000年まえの降灰物と推定、腐植にとみ黒色、しかし深所にあり、農耕地として利用されず。
" f, g "	両火山は古く(洪積期?)、この山のものとしてもっとも古く、詳細は不明。
有珠統a火山灰	昭和新山生成(1943)のさい降下、砂壤土。
" b "	1853降灰、青灰色の灰状物質または軽石質。
" c "	日高門別方面に広く分布、黄白色、火山砂礫。
羊蹄統火山灰	溶岩質砂礫層、厚さ1m内外、風化が進み農耕地として広く利用、壤土型。
恵庭統火山灰	黄色ないし浮石質、未風化火山灰。
樽前統a火山灰	1739年の降灰、淡褐色、浮石、砂礫質。
" b "	1667年の降灰、この山のものとしてもっとも広く分布、腐植、保水力に富む。
" c "	300~2,000年まえの降灰物で腐植層厚く、風化がやや進む。
" d "	この山のものとして最古(洪積期?)の降灰物で浮石質、その分布も広い。風化がやや進み鹿沼土に類似。
旭岳統火山灰	やく100~150年まえに降灰堆積、浮石質、砂土型、未風化物。
十勝岳統a火山灰	1926年の噴火による泥流で浮石質の砂壤土、酸性強し。
" b "	やく300~400年まえの降灰、浮石質、砂土型。
" c "	やく500~600年、または700~800年まえともいわれ、浮石質の砂土型、風化が進み砂壤土~壤土型。
雌阿寒岳統a火山灰	厚さ1m内外、純灰白色、壤土型、板状構造を示しやすい。
" b "	浮石質砂土型、やや風化が進む。
跡佐登統a, b火山灰	浮石質、未風化。
" c "	この山の降灰物としてもっとも広く分布、300~500年まえのもの、砂礫土。
摩周統a火山灰	灰白色の微細な粉状火山灰、腐植、保水力ともに大。

- 摩周統 b火山灰 鼠灰色の火山灰, 砂壤土型。
 " c " 黄白色の火山灰, 砂壤土, 腐植に富む。風化進み保水力大。
 " d " 黄色の浮石, 火山礫を混ざる火山砂。
 " e " C火山灰と類似, 保水力C火山灰より強し。
 " f " 黄褐色の浮石礫を多量に含む火山砂, 腐植に富む。
 " g, h, i" この3者はつねに共存する。gは浮石質, hは青黄色の浮石質, 黒色の砂を混ざる。
 iは黄灰色の浮石, 安山岩の小片を含む。
 " j, k " 砂土型, 青灰色, 深層にあるため利用されず。
 " l " この山のもっとも古い降灰物, やや風化進み浮石質, 腐植に富み鹿沼土に類似。

D 地 勢

北海道は第4紀洪積世のまへは、札幌から苫小牧地帯を境として2つの島に分かれていた(湊 1963)。したがって地勢も第10図に示すように大きくは二分され、これより南西部の山地は火山が多く、すでに地質の項で述べ



第10図 北海道の地形区分 (筒浦)

Fig. 10 The classification of relief units in Hokkaido (After Tsutsuura)

- | | | | |
|---|-----------------------------|---|--|
| A | 北見山地
Kitami mountains | O | 利礼島群
Rireito group |
| B | 根室段丘
Nemuro terrace | P | 熊根尻山地
Kumaneshiri m. |
| C | 白糠丘陵
Shiranuka hills | Q | 石狩低地帯
Ishikari d. |
| D | 十勝高原
Tokachi highlands | R | 千島火山帯
Chishima volcanic region |
| E | 枝幸山地
Esashi m. | S | 利尻火山帯
Rishiri v. r. |
| F | ウエンシリ山地
Uenshiri " | T | 後志山地
Shiribeshi m. |
| G | 石狩山地
Ishikari " | U | 黒松内低地帯
Kuromatsunai d. |
| H | 日高山地
Hidaka " | V | 渡島山地
Oshima m. |
| J | 中央低地帯
Central depression | W | 日本海列島
Chain of islams in sea of Japan |
| K | 宗谷山地
Sōya m. | X | 那須火山帯
Nasu v. r. |
| L | 夕張山地
Yūbari " | Y | 鳥海火山帯
Chōkai " |
| M | 天塩山地
Teshio " | | |
| N | 空知山地
Sorachi " | | |

たように、岩質は輝石安岩が主で那須火山帯の特徴を示し、函館山 (334m Tholoide), 恵山 (602m Tholoide), 駒ガ岳 (1, 140m Konide) などの火山と、一大陥没地である噴火湾 (内浦湾) を股いで有珠岳 (725m Belonite), 昆布岳 (1, 045m Aspite), 羊蹄山 (1, 893m Konide), 樽前山 (1, 024m Konide, Tholoide), 恵庭岳 (1, 320m Tholoide) などの火山群があり、中でも羊蹄山はえぞ富士とよばれ、この地帯で一番高く、独立峯として聳えている。この他に積丹半島には宗別岳 (1, 298m), 狩場山地には狩場山 (1, 520m), 渡島半島の中央部にある乙部岳 (1, 017 m), 横津岳 (1, 167m) さらには北海道の最南西端である松前半島には、大千軒岳 (1, 072m) などがあり、この間に黒松内低地帯といわれる平地が南北に従走し、火山群を二分している。この部分を除いて南西部は比較的急峻な山岳で、いわゆる壮年期的な地形を示している。したがってこの地帯は那須火山帯の北端にあた

り地形も本州の延長と考えると差支えないように思われる。

これに対して中央部はいわゆる北海道の屋根ともいべき大雪・十勝山系があり、この南部は脊梁山脈である日高山脈に連なって北海道を西部と東部に2分している。大雪・十勝山系にある火山の主なものをあげれば、旭岳 (2, 290m Konide), 十勝岳 (2, 077m Konide, Tholoide), トムラウシ山 (2, 141m), ニペソツ山 (2, 013m) などがあり、いずれも 2, 000m を越している。その他石狩岳 (1, 980m), 富良野岳 (1, 812m) など 2, 000m に近い山も多い。日高山脈には茅室岳 (1, 754m), 戸蔦別山 (1, 960m), 野尻岳 (2, 052m), ペテガリ岳 (1, 736m), 神威岳 (1, 601m), 楽古岳 (1, 472m), アポイ岳 (811m) などがあり、西部に比べてかなり高い。さらに中央の大雪山系より北東に向って千島火山帯が知床半島まで延び、キトウシ山 (1, 312m), 雌阿寒岳 (1, 503m Konide), 雄阿寒岳 (1, 371m Konide), 斜里岳 (1, 545m), 標津岳 (1, 061m), 羅臼岳 (1, 661m Konide), などを連ねて北見山地と十勝・根室平野を2分している。

以上の脊梁山脈と千島火山帯はもともと急峻で複雑な山岳地形を形成している。これより北部の北見山脈、天塩山脈は海拔高もこれまでのものより低く、また従順で波状的な地形を形成し、北端の宗谷丘陵へと続いている。石狩低地帯はまえにも述べたように、その形成が新らしく (7, 000~10, 000 年まえ)、地下水も高く、石狩川流域には広い泥炭地帯を形成している。道東部にも釧路川・十勝川沿いにこれに類似した泥炭地が広く分布していることもすでに述べたとおりである。一方道北西部の天塩山地と、その南部にあたる増毛山地には、暑寒別岳 (1, 491m Aspite) がある。これが北西季節風をさえぎる第1の壁になっている。

北海道の地形区分は渡辺 (1931) が行ったものがある。これによれば

I 北海道東部

- | | | | |
|-------------|--------|----------|-----------|
| A 北見山地 | B 石狩山地 | C 日高山地 | D 天塩山地 |
| E 夕張山地 | F 増毛山地 | G 中央陥落地帯 | H 石狩勇払低地帯 |
| I 東部北海道火山地域 | J 根室高地 | K 十勝海岸平野 | L 白糠丘陵 |

II 東北日本

- | | |
|-------------|--------|
| G 西部北海道火山地域 | K 渡島山地 |
|-------------|--------|

と大別したが、そのご北大地質の原図に筒浦 (1952) (北海道産業気象協会 1952) が編図したものが用いられており、さきにかかげた第10図がそれである。

E 植 生

植物が土壌の生成に大きな影響を与えているが、植物の種類は気候とくに温度や乾湿度によりある程度定められている (福井 1956)。したがって土壌への直接的な影響は、植物の種類が大きく関係する。事実ポドゾルは針葉樹林下に発達しやすく、これに対して広葉樹とくにブナ林では、塩基に富む良好な土壌を生成するという事は、すでに多くの学者の認めるところである (Baker 1950, 大政・森 1937, 大杉 1942, 佐々木 1960, 山谷 1959)。

土壌と植生との関係について研究された最近の具体的な例を2・3示せば、大政 (1940) は関東、東北および北海道の天然林を踏査して同じ針葉樹林であっても、それぞれ土壌が著しく異った特性を持っていることを認め、宮崎 (1942) は群落ごとに含水量に差があることを報告している。河田・鷹見 (1954) はクリ、コナラ、ケヤキ林の葉の分解は、ケヤキ林がもっとも良好であると思われると報告し、大政・森 (1937) もすでにこのことを認めて、ケヤキが分解の遅いのは落葉の中に珪酸の含有量が著しく多いことが原因だろうと述べている。朝日

(1958)も葉の分析を行って石灰の多い順にアカシナ・ヤチダモ>イタヤカエデ・ミズナラ>トドマツ・ダケカバ>エゾマツとしている。

すでに Cayander (1909) (朝日 1963, 農林省振興局研究部監修 1964) が林床型によって地位の区分を試みたことは有名であり、わが国でも前田・宮川 (1958) らが林床型の差異が、土壤の透水性に深い関係があることを述べている。また北海道の森林植物と土壤との関係をとくに調査したのは渡辺・石垣 (1962) らで、彼らは渡島半島のブナ林地帯で植生群落と土壤との間に一定の関係を認めた。たとえばトドマツ群落は P_{DIII} , B_D (d) 型土壤に成立しているが、むしろ P_{DIII} 型土壤が主であり、ミズナラ群落も広く分布はするが、主として I_m (B_B) 型土壤に、またシナノキ群落は B_D ~ B_E 型に、イタヤカエデ群落は B_E ~ B_F 型土壤に成立しており、さらにこれらの調査結果から林床型をもとに充分環境区分ができると述べた (渡辺 1963)。

このように植生が土壤生成に関与することは明瞭であって、その報告は数えきれないほどである。逆に土壤の相違が植生に影響すると考える見方もある (大政 1959, 内田 1952, Wilde&Leaf 1955)。しかし、いずれにしても気候、土壤の差異が植生の変化をもたらし、この相違がまた土壤の変化をもたらすものと解すべきで、これは卵がさきか鶏がさきかの論に似ている。脇水 (1932) の *C. P. S* の法則のように、植生と土壤の因果は永久に連鎖的回転を続けていくものと思われる。

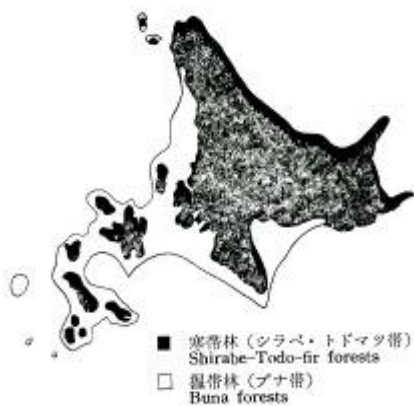
ところで日本の森林帯は、田中・Mayer からはじまり本多になって熱帯林、暖帯林、温帯林、寒帯林にわけてその大綱を完成したといわれる (館脇 1947)。本多 (1912) は北海道の森林帯を第 11 図に示したように道南西

が温帯林、東部はほとんど寒帯林になると述べた。そのご Engler

(1936) (館脇 1947) は普通の高等植物は北帯、旧熱帯、新熱帯、南帯の 4 帯に分け、さらに北帯を幾つかの区系域 (Gebiet) に小分けして、東亜に關係のある区系として 6 区分した。

北海道はながいあいだ森林植物帯から大部分が亜寒帯区系域に入れられて不思議がられなかった (館脇 1948, 1955)。ところが Schmidt は 1869~1871 年にかけて極東の旅行を行ない、その結果樺太を 2 つの植物区に分けた。そのご 1927 年に工藤がこの Schmidt の提案した分布線の正しいことを確め、さらに 1937 年に宮部は Schmidt 線が植物の分布上、価値のあることを述べると同時に宮部線を提唱した。そのご館脇もこの宮部線を確め、これらはいずれも北海道のはるか東方で、つまりこの両線から北が亜寒帯

に属することが明らかになった (館脇 1947)。そうなると南西部のブナ林が発達している黒松内低地帯 (長万部—黒松内—寿都) の北から Schmidt 線と宮部線との間はどうなるかということに対して、館脇 (1955) は汎針広混交林帯論 (Pan mixed forest zone) を発表した (12 図)。これは亜寒帯性の針葉樹林と温帯性の広葉樹林とがモザイク状に配列しているもので、温帯林でも亜寒帯林でもない実例をいくつかあげて、混交林帯論を考えついたものである。実際に、古くから北海道の樹種分布は第 13 図 (山内 1948) に示したとおり針葉樹林にかなり広葉樹林が混交している。これらは北海道林業統計 (北海道 1965) によると、広葉樹 48%、



針広混交林 26%, 針葉樹林 5%, 人工林 12%, その他となっており, 広葉樹林がやく半数を占め, 針葉樹の純林はわずかにすぎない。

北海道の代表的な針葉樹はなんといってもトドマツ, エゾマツ類である。トドマツ類はアカトドマツ (*Abies sachalinensis* Fr. Schm.), アオトドマツ(*Abies mayriana* Miyabe et Kudo) と2つに分ける学者と, アオトドマツをアカトドマツの変種であるという学者がある(林 1954, 1960)。いずれにしてもモミ科に属する常緑高木で, アカトドマツは北海道の北部, 東部を郷土とし, オホーツク海に面する地帯から樺太, 南千島に分布している。これに反してアオトドマツは南西部を郷土とする樹種で, 南樺太にまでその分布がおよんでいる。しかしこれらの樹種は混生することが多い。したがって分布図を分けるわけにいかないし, 実際上にも両者を分けていない。

エゾマツ類にもアカエゾマツ(*Picea glehnii* Mast.), エゾマツ (*Picea jezoensis* Carr.), シロエゾマツ(*Picea jezoensis* v. *Takedai*)などがあり, これは北海道の北部および東部に多く, またトドマツより緯度の高いところに分布する。これらは純林としても存在するが, 一般には広葉樹と混交することが多い。これらの針葉樹の存在するところは, ポドゾル化された土壌または BA・BB型の土壌が多い(北海道林務部道有林課 1956, 渡辺・石垣 1961)。

広葉樹としてはカンバ, ニレ, ハシノキ, ナラ, カシワ, シナ, カエデ, セン, タモ, カツラ類などがその主なものである。南西部の渡島半島のいわゆる温帯林に属するところにはブナ, トチノキ, クリなどがある。

広葉樹の繁茂している土壌は一般に湿潤で肥沃地が多く, これはさらに葉の分解を促進して, ますます土壌を肥沃化していくものと思われる (大政・森 1937)。



第12図 北海道の森林帯 (館岡)
Fig. 12 Forest zone in Hokkaido (After Tatewaki)



第13図 北海道の樹種分布
Fig. 13 Distribution of forests in Hokkaido

III 調査ならびに実験法

野外の調査ならびに実験法は主として国有林林野土壤調査方法書（林野庁・林業試験場 1955）によったものであるが、この方法書に掲載されていないものもあるので以下簡単に説明しておく。

A 野外調査法

(1) 土壤断面の調査および資料採取

道有林野の調査地を予めよく踏査し、地形、植生、母材などの異なるごとに試坑し、その形態の標準的なところに調査用の土壤断面を設定した。この観察や記載はまえに述べた方法書によった。さらにできるだけ各層位より化学分析用と、芝本式の土壤採取円筒（400ml）により理化学性の測定ができる資料を採取した。その土壤型ごとの断面数はつぎのとおりである。

BA・BB	29	BC	50	PD _{I~III} ・PW	11
Bd (d)	18	BE・BF	26	Im	11
BC (d)・BC (c)	9	BC (w)	30	その他	5
BD	79	BI _{A~B} / I _F	17	計	285

とりまとめにあたって北海道を第 14 図のように地域を区分し、その地域ごとに論じた。このようにした資料数は道北が 90, 道央 41, 道東 70, 道南西 84 カ所となった。またその調査面積は 1955～1963 年まで 202,865ha におよんだ。



第14図 調査位置および地域区分
Fig. 14 Location of the areas surveyed and the areal division in Hokkaido

(2) 植生および林木の生長調査

植生の調査は土壤断面の設定したカ所を中心に 25×40 m, または 20×50m の方形内を高木階 (Ap), 亜高木階 (As), 低木階 (F), 草本階 (H), 地表階, およびツル植物 (L) に分け、それぞれの種類に 5 段階の優占度も併記した。また人工造林地では樹高および直径を測定し、その中央木について樹幹析解を行った。

B 室内実験法

化学実験と理化学性を測定した項目と方法はつぎのとおりである。

りである。

- (1) pH (KCl, H₂O) の測定 ガラス電極法による。
- (2) 置換酸度 (y₁) 国有林林野土壤調査方法書による。
- (3) 炭素 (C) の定量 //

- (4) 窒素 (N) の定量 国有林林野土壤調査方法書による。
- (5) C-N率
- (1) 置換性石炭 (E x c h. Ca) 酢酸アンモニウム使用による Parkar 法。
- (2) 容積重 (Vw) 国有林国有林土壤調査方法書による。
- (3) 孔隙量 (P^ˆ) //
- (4) 最大容水量 (Wmax) //
- (10) 最大容気量 (Amin) //
- (11) 土壤3相 (固相 S, 液相 W, 気相 A)
- (12) L/W
- (13) W/Wmax
- (14) W/P^ˆ

IV 北海道の土壤分類の経過と概要

Glinka (1914) がロシアの土壤図を作成した。これより北海道の土壤を推察すると湿潤土壤を多量に伴ったところのポドゾル (Podzolie Böden mit grosser Menge der überwiegend befeuchten Böden) と考えられ、三宅・田町・森下 (1932, 1934, 1941) からも気候的分類からは青森より北部はポドゾル地帯と考えられても少しも不思議はないと述べている。

1964年にロシアの科学アカデミーその他の主な地学調査機関で作成した世界土壤図 (Академия Наук СССР и Главное Управление Геодезии и Картогра Фии р г к СССР 1964) をみると、北海道を山岳地帯の土壤と亜高燥地帯の土壤と大きく2つにわけ、さらにポドゾル化した山岳褐色森林土、褐色森林土、山岳ポドゾルおよび山岳酸性非ポドゾル、ポドゾル化した褐色森林土など4つに小分けしている。

佐々木 (1960) は農地、開拓予定地、林地などおよそ100カ所の土壤を分析して、北海道に現われる土壤の範囲はポドゾルから褐色森林土に至るいわゆる成帯土壤と、この間の地形によって支配されている間帯土壤および山岳土壤、砂丘土壤などの未熟土壤が出現することを明らかにした。さらに北海道を土壤的な立場から第83図に示したように北部 (A)、中部 (B)、南部 (C) と3つの地域に区分した。A区はポドゾル、B区は褐色森林土が主体であり、C区は火山灰が母材のため層位の分化が明らかでなく、いわゆる未熟土壤より褐色土の中間にあたる土壤が分布する地域であると述べた。

その朝日 (1963) は北海道の中央部の東大演習林を中心に土壤分類を行ない、a) 山岳黒色土 (Mountain black soil) b) ポドゾル c) 暗色森林土 (Dark forest soil) d) 褐色森林土 (Brown forest soil) e) 低湿黒色森林土 (Swampy black forest soil) f) グライ森林土 (Glei forest soil) g) 岩屑森林土 (Skeletal forest soil) の7つの型に分け、それぞれの特性を明らかにした。

牧野 (1963) は道東地域の立地区分とその施業に対する論説を行ない、そのなかでこの地域に現われた土壤をポドゾル化土壤、褐色森林土、黒色土、局所土壤に大分けし、さらに18の亜型に分けた。

さきに述べたように1947年より国有林の森林土壤調査が全国的な規模で行なわれるようになり、民有林でも1954年より実施されるようになった。これはしばしば述べたように、土壤水分を基調とした土壤型による生成論的な分類である。もちろんそれ以前に北海道では石原 (1933) が森林土壤とトドマツ稚樹との関係を研究しL/Wと稚樹の発生、消長との間に深い関係があると提唱したのは有名である。これは現在行なわれているような土壤の分類ではなく、また稚樹の発生、消長と土壤の理学的性ということで成木についてでもない。

また寺田・湯浅 (1951) がトドマツ優良造林地の土壤性について全道の造林地をI~IV型に区分し、I型は酸性が強く (pH 4.2~5.0)、鉄、有効リン酸、有効加里などが多いがII, III, IV型は酸性が弱く (pH 5.0~6.0)、これらの養料も極めて少ないことを発表した。しかし1955年より林野庁の指導による適地適木調査法に従って道有林野の土壤を調査し、土壤型による分類が実用化できるまで進めた。その成果は1955年より適地適木土壤調査報告書 (北海道林務部道有林課 1956) として1964年まで作成されている。国有林でも旭川営林局がその第1報 (林野庁 1956) を発刊し、まもなく道内の各局から報告がなされた (林野庁 1957a, 1957b, 林野庁・函館営林局 1961, 林野庁・旭川営林局 1965, 林野庁・札幌営林局 1966, 渡辺・石垣 1961)。

V 北海道の土壤型

A 出現した土壤型

著者は1955～1962年まで道有林野の土壤調査に従事し、土壤型による土壤図を作成する一方、その理化学性を明らかにするとともに、北海道に適合する土壤型の小分けも試みた。そこで北海道に現われた土壤型をまとめてみるとつぎのとおりになる。

褐色森林上 (B型土壤)	土壤型の小分け記号 (一印は著者による分類)
乾性褐色森林土	BA, BB
弱乾性 "	<u>Bc (d)</u> , Bc, <u>Bc (c)</u> , <u>Bc(g)</u> , <u>Bc (w)</u>
適潤生 "	Bd (d), Bd, <u>Bd(g)</u> , <u>Bd(pl)</u>
弱湿性 "	BE
湿性 "	BF
ポドゾル (P型土壤)	
乾性ポドゾル	PDI, PDII, PDIII
湿性 "	Pw
グライ "	PG
黒色土 (B I型土壤)	
弱乾性黒色土	B/c, B _b (d)
適潤性 "	B _b
弱湿性 "	B _b -E
湿性 "	B _f
グライ (G型土壤)	G
未熟土壤	
未熟土 (Im型土壤)	Im
洪涵地 (Fd型土壤)	Fd
石礫地 (Gr型土壤)	Gr
侵食土壤 (Er型土壤)	Er

B 特殊な土壤型の小分け

大政(1951)によればBc型の土壤はBA・BB型のように酸性粗腐植の堆積は認められないが、A層の下部またはB層の上部に堅果状構造(Nutty structure)が現われているもので、土壤の水分系列からは弱乾性のものであろうと述べた。この堅果状構造は植質な土性によく発達しやすく(蔵本・塩崎 1959, 林野庁・旭川営林局 1965), 大政がA層下部またはB層上部にこの構造のできる原因は、表面の乾燥よりむしろ樹体をとおして根からの水分吸収による乾燥であろうと考えた。著者はこの堅果状構造の発達する土壤をBc型の範ちゅうに分類したが大政のいうように必ずしも明らかに弱乾性でないものもあり、むしろ湿性に近いと思われるものや、また

BA・BB型に近い極端な乾性型のものもあるので、この発達程度によりつぎのような小分けを行なった。

- Bc (d) 2～5mm のかなり小さい堅果状構造が上部より 10cm 位の深さまでよく発達している。色は淡く乾燥しているが、A₀層は BA・BB型が示すように特別な発達がみられない。あとに述べるが生産力などから推察して BA・BB型に相当するものと思われる。埴土系の地域で小尾根など比較的狭い範囲に生成され、この面積は極めて少ない。
- Bc (c) 堅果状構造が A～B層に発達しているが、とくに A層が 10cm 内外で薄く B層になるにしたがって堅くなり、むしろここではカベ状構造に近くなる。土性は埴質で丘陵地形によく発達する。この土壌はしばしば道央から道北にかけて不良造林地の原因をなしている。芹沢 (1957) は北見地方でツマリ型土壌を分類し林木への不良性を述べたが、この土壌は B層がカベ状 (Massive) で、ここでいう Bc (c) 型とは明らかに異質のものである。彼はあとになって Bd (Compact) 型と訂正している (芹沢 1960)。山谷 (1956) は Bc-c 型を小分けしたが、この C は埴土 (Clay) の C を表わしたもので、著者のは compact (緻密) の頭文字である。
- Bc(g) 堅果状構造の現われる地域は土性が埴質で堅密なことが多い。この場合、石礫 (Grevel) が混入すると通水・通気性がよくなり、林木の生長も良好になる。これには古くから「石は肥料である」という諺があるくらいで (寺田 1958)、石礫の適当に混入しているものをこういう意味からとくに小分けした。
- Bc (w) さきにも述べたように大政によれば Bc 型は水分系列から弱乾性だと考えられているが、北海道に埴土地帯で堅果状構造の持たないものは少なく、こうなるとすべて Bc 型の範ちゅうに入ってしまう。そこで著者は A層がやや暗色で B層に漸変し、これが比較的厚く、堅果状構造もやや大型のものを Bc (w) 型とした。水分系列から適潤からやや湿潤に近いものである。あとで述べるようにこの土壌はトドマツの生産力も高く、また養料、水分なども他の Bc 型に比べて優れている。下降地形か平坦部に発達しやすい。
- Bd(g) これは Bc (g) 型のところで説明したとおり Bd 型に石礫の混入した土壌である。
- Bd(pl) 道東の土壌凍結地帯によく発達する土壌で、A層の下部または B層の上部に板状構造 (Plate structure) の発達したものである。平地の未立木地に多く発見され面積は極めて少ない。
- Fd これは沢沿いの平坦部に発達し、いわゆる河川の氾濫により堆積した洪涵地 (Flood plain) のことである。これはすでに山谷 (1956) が用いていた分類で、それと同意義である。

C 土壌型の分布

これまで述べた土壌型以外はすべて国有林野土壌調査方法書にしたがって分類した。その結果、地域ごとの分布面積とその割合などを示せば第 4 表のとおりである。

これによれば調査総面積 202, 865ha のうちもっとも多いのが褐色森林土で全体の 82. 5% を占め、つぎに多いのが未熟土の 7. 3%、侵食土の 6. 2% などで、黒色土は 2. 3% と少なく、さらにポドゾルやグライは 1% にも未たない状態である。つまり褐色森林土が北海道の大宗をなすことはこの調査で判明された。しかしこの褐色森林土も地域により分布の割合に多少の差があり、道北 32. 0%、道東 27. 3% と多いが道央 21. 7%、道南西 19. 0% と減少している (下段の%)。また同一地域間で褐色森林土の占める割合を検討してみると、道北では 94. 2% 道央 92. 9% と道央以北では圧倒的にこの土壌が多い。しかし道東では 80. 3% とやや少なくなり、さらに道南

西では 63. 7%と褐色森林土の占める割合が減少している。つまりあとで述べるように他の土壌型がこの分だけ多く現われている。

さらに褐色森林土のうちでは BD・Bc 型が全体の 87.7%を占め、またその分布は BD (d)・Bd 型では道北 20. 1%、道央 13. 4%であるのに道南西では 25. 5%とやや多くなり、道東では 41. 4%と著しく増加し、さらに湿性の BE・BF 型では 50%が道東に分布されている。これに対して Bc 型では道北 49. 1%、道央 33. 1%と多いのに、道南西で 11. 4%、道東ではさらに 6. 4%と減少している。つまり東部には適潤性の Bd 型から湿性の BE・BF 型が多いのに対して道北・道央では Bc 型に属する弱乾性型が多い。これは気候、地質および火

第 4 表 土壌型の地域分布表
Fig. 4 Distribution of different soils in the areas surveyed

地域 Region	合 計	道 北	道 央	道 東	道 南 西
土 壌 型 Type of soil	Total	Northern	Central	Eastern	Southwestern
褐色森林土	(82.5)	(94.2)	(92.9)	(80.3)	(63.7)
Brown forest soil	167, 467 (100.0)	53, 722 (32.0)	36, 330 (21.7)	45, 674 (27.3)	31, 471 (19.0)
BA, BB	9, 574 (100.0)	2, 034 (21.2)	1, 292 (13.5)	3, 129 (32.7)	3, 119 (32.6)
Bc, Bc (w)	67, 875 (100.0)	33, 326 (49.1)	22, 456 (33.1)	4, 332 (6.4)	7, 761 (11.4)
BD(d), Bd	79, 027 (100.0)	15, 883 (20.1)	10, 606 (13.4)	32, 713 (41.4)	19, 825 (25.1)
BE, BF	10, 991 (100.0)	2, 479 (22.6)	1, 976 (18.0)	5, 500 (50.0)	1, 036 (9.4)
ポドゾル	(0.8)	(1.2)	(0.2)	(+)	(1.3)
Podzol	1, 458 (100.0)	687 (47.1)	96 (6.6)	5 (0.3)	670 (46.0)
黒色土	(2.3)	—	—	(7.6)	(0.81)
Black soil	4, 735 (100.0)	—	—	4, 332 (91.5)	403 (8.5)
グライ	(0.9)	(0.4)	(+)	(2.9)	(+)
Glei	1, 866 (100.0)	205 (11.0)	11 (0.7)	1, 627 (87.1)	23 (1.2)
未熟土	(7.3)	(1.8)	(0.5)	(3.4)	(22.7)
Immature soil	14, 512 (100.0)	1, 053 (7.3)	190 (1.2)	1, 958 (13.5)	11, 311 (78.0)
侵食土	(6.2)	(2.4)	(6.3)	(5.8)	(11.4)
Erosion	12, 827 (100.0)	1, 378 (10.7)	2, 474 (19.3)	3, 282 (25.6)	5, 693 (44.4)
合 計	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)
Total	202, 865 (100)	57, 045 (28.1)	39, 101 (19.2)	56, 878 (28.0)	49, 841 (24.7)

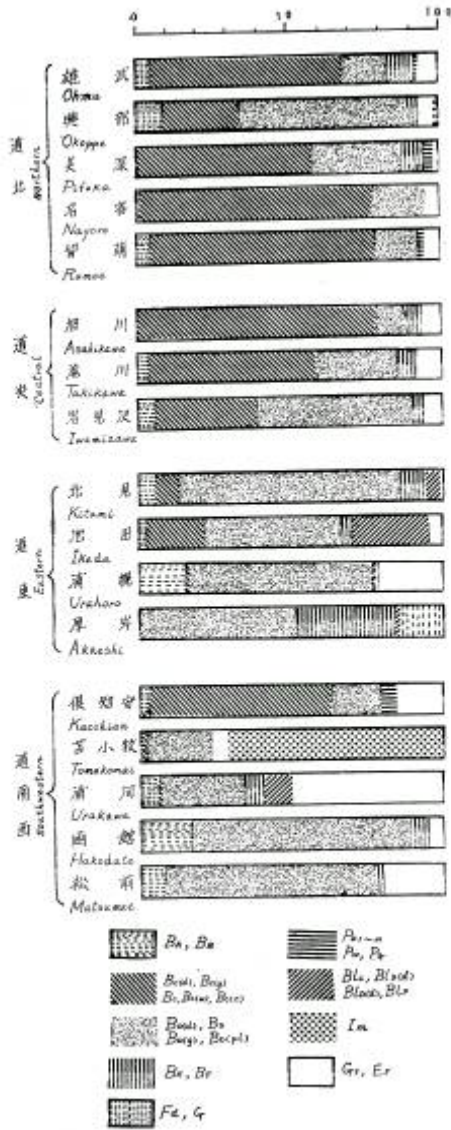
〔註〕 単位 ha () 内は% 上段は土壌型ごとの%
Unit ha () is % Upper () is % to soil type
下段は地域別の%
Lower () is % to areal division

山放出物の分布の項で述べたことから首肯できることである。

ポドゾルは全体的にみても 0. 8%と少ないが、その分布はやはり道北に 47. 1%、道南西に 46. 0%とその大部分を占めている。しかし道央、道東にも存在し、道内各地に分布しているものと推察される。

黒色土は道東・道南西にのみ限られている。そのうちでも道東に大部分 (91. 5%) を占めており、それはこの地域に古くしかも細粒の火山灰が分布していることと、地形および空中湿度などから当然その生成が考えられる土壌である。その上この土壌は道央・道北にはほとんどみられない土壌型である。

グライは全体としても 1%に満たないが、この大部分が道東 (87. 1%) に限られて分布している。とくに根釧原野にこの土壌は多い。いま述べた黒色土と同じ理由でこれも首肯できる。なお道北にも 11. 0%のグライがみられるが、これは土性が埴質で地形が下降している場合に水分が停滞しやすくなるので、そのようなところによく発達したものである。このようなグライは上層部より青みを帯び斑鉄などがみられる。



第15図 土壌型別比率

Fig. 15 Rate of distribution of different soils

未熟土は全体のうちで7.3%も占めている。この大部分は母材が火山性で、とくに火山礫よりなるものが多く、さきに火灰放出物の分布の項で述べたように、北海道が比較的新しい火山放出物で覆われているためである。したがってその分布も道南西(78.0%)のいわゆる樽前・駒ヶ岳統に由来する未熟土が圧倒的に多い。しかし、道北地域に7.3%も分布する未熟土は、これらと全くその性質を異にし、さきにもしばしば述べたように母材が凝灰岩、砂岩、泥質岩などよりできた極めて緻密な土壌が多いためと、寒冷により土壌生成が遅れ、層位の分化発達が判然と見分けられないもので、著者らはこれらをむしろ未熟土としてとりあつた方が妥当であると考えたためである。

侵食土も全体として6.2%もあり、かなり多く分布する特殊な土壌型である。これは全道平均に分布するが、なかでも道南西(44.4%)に多いのはさきに述べた未熟土と関連性が高く、すなわち火山性の放出物は急傾斜地では粗しょうのため不安定で侵食しやすく、このために道南西の樽前統に属する火山砂礫地帯に多く分布するものと思われる。つまり新しい粗大な火山放出物は未熟土ないしは侵食土になりやすい。また道東(25.6%)にも多いのは山岳地形を示した傾斜地、とくに浦幌林務署管内に火山灰が降灰堆積した地域があるためである(第15図参照)。

以上のように土壌型の分布は、同じ分類方法による林業試験場や、営林局の土壌調査の結果ともよく一致する。すなわち山本・塩崎(1956)らは天塩山地の古丹別地方でBc型が多いと述べ旭川営林局の報告(林野庁1956, 1957, 林野庁・旭川営林局1965)でも、出現する土壌型はBB, Bc, Bc(w), BD, BE, BF, G, 泥炭などで一部湿性のポドゾルが局部的

にみられるが、埴土系の多いこの地帯には堅果状構造のよく発達したBc型土壌が広く分布すると報告している。また牧野（1963）の報告でも道東には火山噴出物を母材とする土壌が多く、これらの大部分は褐色森林土とみなしてさしつかえないと思われるが、平地には黒色土が出現するといひ、なおこの地方の傾斜地には圃行土や受食土（侵食土）の分布も多く、気候や森林植物上からも当然予想されるポドゾルがほとんど出現していないことを明らかにした。その他、営林局の土壌調査報告書（帯広営林局計画課 1957, 1960, 林野庁 1957, 林野庁・旭川営林局 1965）と照らし合せて、いま述べた北海道における土壌型の分布の概要は間違いないものと思われる。

VI 土壤型の理化学的性質

A 化学的性質

(1) pH

表層より下層やく 50 cm までの pH (H₂O) は、地域ごとに第 16~19 図までに示したが、その範囲は 4.4~6.9 におよぶ。しかしこの pH は土壤型や地域によって異なると思われるので、まず土壤型ごとに 50cm までに測定された値を全部用いて算出した平均値で検定を行なってみた。またここで比較した土壤型はある程度点数の多いもの (10 点以上) で、したがって特殊な土壤で、資料の少ないものは比較しなかった。以下他の成分の場合も同じである。

a 土壤型による差異

まず道北では第 5 表に示すとおり pH の最高が BD 型の 5.29 から最低は Bc(d) 型の 4.56 であった。また BD 型を除いて BB・Pd, Bc(d), Bc, Bc(w) 型は何れも 4.5 から 5.0 以下の範囲であり、BD 型より pH の値が低かった。そこで、果たしてこれらに有意の差があるかどうか t 検定を行なってみた。その結果は同表の下に示したように BD 型と各土壤型の差より算出した t の値は、t 分布表の P の値 (確率) 0.1 の点より得られた t の値よりはるかに大きいので「それぞれの差は平均値 0 の母集団から抽出されたものである」という仮説をすてることができる。つまり有意の差が認められるということである (以下このような表現は省略する)。そのほか Bc, Bc (w) 型と Bc (d) 型, BB・Pd 型と Bc (d) 型との間にも

第 5 表 土壤型別 pH (道北)

Table 5 pH values of each soil (Northern)

土壤型 Type of soil	平均値 (m)	標準偏差 (σ)	変異係数 (C.V.%)
BB・Pd	4.87	0.54	11.04
Bc(d)	4.56	0.27	6.10
Bc	4.96	0.57	11.51
Bc(w)	4.95	0.32	6.47
BD	5.29	0.46	8.75

差がみられるのでこれを総括すればつぎのようになる。

すなわち

$$BD (5.29) > Bc (4.96) = Bc(w) (4.95) \\ = BB \cdot Pd (4.87) > Bc(d) (4.56)$$

となり、Bc(d) は何れの土壤型より有意に低い値を示し、この結果 pH は適潤型の BD 型 (5.29) が一番高く、Bc(w), Bc, BB・Pd 型の間には有意の差がみられなかったが、乾性型の Bc(d) (4.56) 型がもっとも低く、つまり酸性が強いことを示している。

さらに第 6 表は道央のものであるが、ここでは何れの土壤型も 5.00~5.30 の範囲で大差はないが、ただ両端の BD (5.26) 型と Bc (w) 型 (5.05) との間には P=0.05~0.02 の範囲で有意の差があった。

$$\text{つまり } BD (5.26) = Bc (5.22) = BB \cdot Pd (5.18)$$

BB・Pd					
Bc(d)	**				
Bc		****			
Bc(w)		****			
BD	****	****	****	****	
土壤型 Type of Soil	BB・Pd	Bc(d)	Bc	Bc(w)	BD

記号

Symbol

*

**

* これらの記号は以下同じであるので省略している。

Symbols used throughout figures, accordingly the rest is omitted.

P の値

Values of P

0.1~0.05

0.05~0.02

0.02~0.01

<0.01

= Bc (5.09)

BE (5.22) = BB · PD = (5.18) = Bc(5.09) = Bc(w)(5.05)となり、

すなわち BD (5.26) > Bc(w) (5.05)と表現される。なお道東での値は第7表のとおりで5.15から5.37にわたり、ほとんど類似しており、土壌型によるpHの差は検定しても全くみられなかった。

第6表 土壌型別pH (道央)

Table 6 pH values of each soil (Central)

土 壌 型 Type of soil	平 均 値 (m)	標 準 偏 差 (σ)	変 異 係 数 (C.V.%)
BB · PD	5.18	0.43	8.3
Bc	5.09	0.50	9.9
Bc(w)	5.05	0.38	7.6
BD	5.26	0.46	8.8
BE	5.22	0.43	8.2

第8表 土壌型別pH (道南西)

Table 8 pH values of each soil (Southwestern)

土 壌 型 Type of soil	平 均 値 (m)	標 準 偏 差 (σ)	変 異 係 数 (C.V.%)
BA · BB	5.12	0.37	7.2
PD	5.03	0.33	6.5
BD	5.69	0.43	7.5
BE	5.52	0.42	7.5
Im	6.29	0.34	5.4

BB · PD					
Bc					
Bc(w)					
BD			**		
BD					
土壌型 Type of Soil	BB · PD	Bc	Bc(w)	BD	BD

BA · BB					
PD					
BD	***	****			
BE	****	****	*		
Im	****	****	****	****	
土壌型 Type of Soil	BA · BB	PD	BD	BE	Im

第7表 土壌型別pH (道東)

Table 7 pH values of each soil (Eastern)

土 壌 型 Type of soil	平 均 値 (m)	標 準 偏 差 (σ)	変 異 係 数 (C.V.%)
BB	5.22	0.15	2.9
Bc	5.15	0.47	9.0
BD	5.28	0.36	6.9
BE	5.37	0.33	6.2
B/D-E	5.25	0.32	6.2

っとも大きい値を示した。

b 地域による差異

全地域に共通して出現する土壌型はBD型とBB · PD型で、まずこの両者で、地域ごとの差を検定してみた。その結果は第9表に示したように、BD型では道南西のみが他の地域よりpHが高い有意性を示している。つまり道南西(5.69) > 道北(5.29) = 道東(5.28) = 道央(5.26)となり、またBB · PD型では北部のみが他の地域より低く、すなわち道東(5.22) = 道南西(5.12) = 道央(5.18) > 道北(4.87)となり、道北のみが著しく低いことが知られた。その他道央と道北のみにあるBc(w)では、その両者に差がなく、なおBE型でも道南西(5.52) > 道央(5.22) = 道東(5.37)とBD型と同じように道南西だけが高かった。Bc型では地域差が全くみられなかった。

これを総合して述べるならば、同じBD型で地域ごとに比較してみると、道南西が他の地域より高い値、つまり酸性が弱いことが明らかになり、またBB · PD型では道北が他の地域に比べて低い値、つまり酸性が強かつ

これに対してまた道南西の地域では第8表に示すようになりに土壌型による差がみられた。これをまとめてみるとIm(6.29) > BD(5.69) > BE(5.52) > BA · BB(5.12) = PD型となり、すなわちBA · BB型とPD型の間には差がないが、適潤から弱湿性型のBD、BE型が乾性型のBA · BB型やPD型のものより大きく、また火山灰に由来するIm型はも

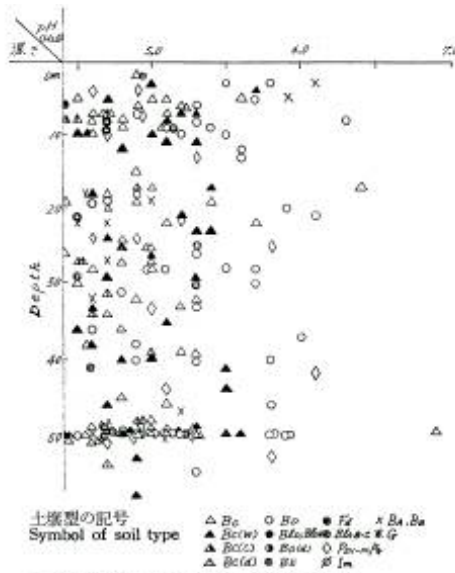
た。そして道南西でのBBとPD型との間には差がなく、pHではこの両型を同様に考えて差し支えないように思われた。なおBc(w), Bc型などでも地域差はみられなかった。

第9表 pHの地域差検定
Table 9 The lsd test of pH values of the different regions

[BD 型]					[BB・PD 型]					
道北 North- ern					道北 North- ern					
道央 Central					道央 Central	*				
道東 Eastern					道東 Eastern	****				
道南西 South- western	****	****	****		道南西 South- western	**				
地域 Region	道北 North- ern	道央 Central	道東 Eastern	道南西 South- western	地域 Region	道北 North- ern	道央 Central	道東 Eastern	道南西 South- western	

c 深さによる差異

第16~19図まで土壌型ごとにpHの深さによる変化を示したが、これによれば土壌型および地域ごとにほとんど変化がみられない。ただ道央で上層より下層になるにしたがって低い傾向を示しているように思われるのみである。



この記号は以下同じであるので省略している。
Symbols used throughout all figures, therefore, the rest is omitted.

第16図 土壌型別 pH の分布図(道北)

Fig. 16 Profile diagram of pH values of each soil (Northern)

(2) 置換酸度 (y1)

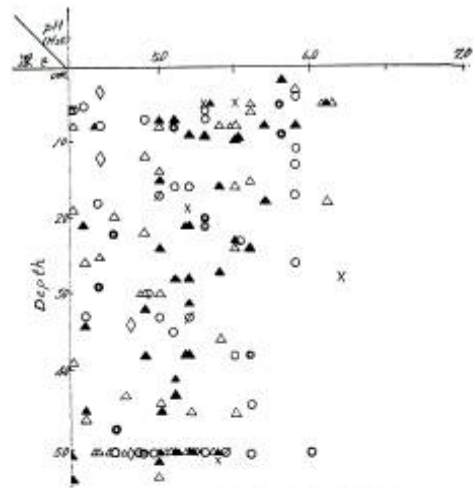
置換酸度はpHと反対に高くなるほど酸の量が多くなるわけで、ここでは主として地域別に比較してみた。

第20図に示したようにy1の値が0~10の範囲に入るものが道北では全体の39%、道央では49%と半数以下であるのに、道東では88%、道南西では87%と大部分がこの範囲に入ってしまう分布比を結ぶカーブの形も道北・道央、道東・道南西がよく似ている。また酸の量の分布範囲も同図に示したように道北・道央では各層とも高い価まで分布するが道東・道南西ではその半分ぐらいのところまでしか分布していない。なお層位による変化を比較すると道南西、道央では上層より下層になるにしたがって、むしろy1の量が低下していく傾向にあるが道東、道北ではこれと反対に下層になるにしたがって増大していく傾向を示してい

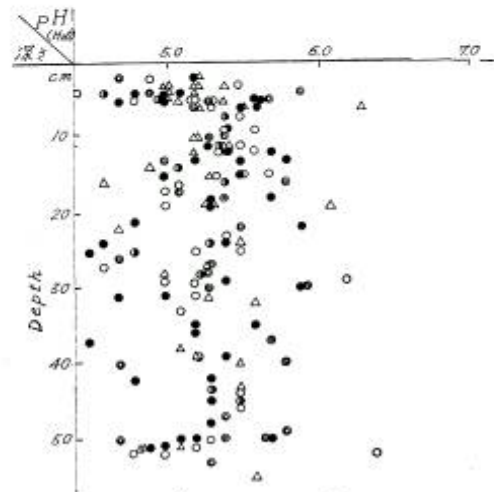
る。これらのことは母材の性質とも関係が深く、また道北・道央が他の地域に比べて著しく高いのもポドゾル化と密接な関連があるものと思われる。すなわち道東・道南西では火山放出物がその主な母材であるのに対して、道央より北部にかけて重粘な洪積層、または新第3紀の頁岩ないし凝灰岩、砂岩類が風化堆積した地域よりできているなど、さらには気候が寒冷のため堆積腐植の分解が遅く、酸性腐植酸によるポドゾル化が進んでいるものと思われる。なおこれらについての考察は、いずれ行なうつもりである。

(3) 置換性石灰 (Exch. Ca)

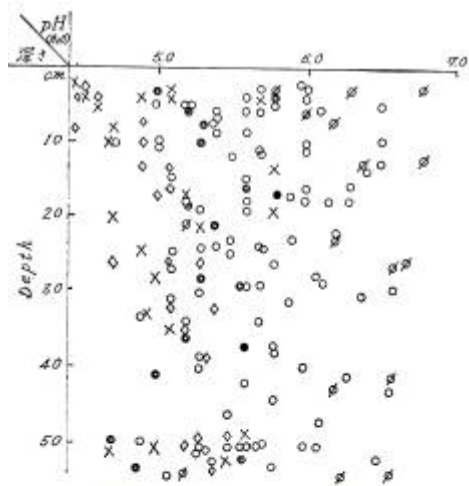
あとで述べるように北海道では自然状態の容積重が地域によって3倍以上も違うことがあるのに、普通の分析では土壤の絶乾重量に対するパーセントで表わしている。したがってこれだけでは、林木の生育の場として立体的な見方からすれば不合理が多いように思われる。たとえば、かりにパーセントで同じ量が含まれているとしても、同一の体積には当然容積重の軽いものの方が少なく、反対に重いものには多量に含まれていることになる。したがって単に重量パーセントで比較しただけでは同一母材間では比較になるが、母材が違う場合には実際に根のおよぼす範囲として立体的に見た場合には不合理があると思われるので、これらを考慮して著者は置換性石灰、炭素、窒素などはすべてA₀層を除いて1m×1m深さ50cmまでの土壤立方体中に含まれている量を、土壤型ごとに計算し、これで比較検討した。あとに述べる地位指数との関係でもこの値を用いて行なった。この方法はすでに真下(1960)、山本(1962)らがスギ・ヒノキおよびトドマツ林で地位指数



第17図 土壤型別 pH の分布図(道央)
Fig. 17 Profile diagram of pH values of the different soils (Central)

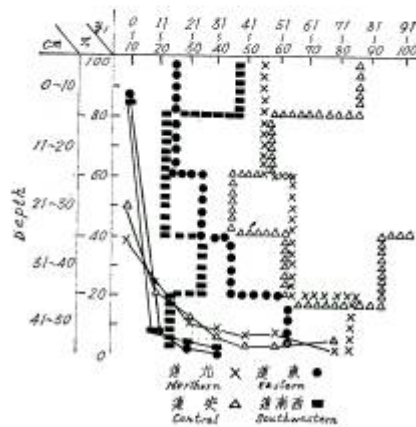


第18図 土壤型別 pH の分布図(道東)
Fig. 18 Profile diagram of pH values of the different soils (Eastern)



第19図 土壌型別 pH の分布図(道南西)

Fig. 19 Profile diagram of pH values of the different soils (Southwestern)



第20図 地域別置換酸度の分布図

Fig. 20 Profile diagram of exchange acidity of each region

との関係を論じた際に用いたものである。

a 土壌型による差異

まず道北では第 10 表に示すとおり、1m×1m深さ 50 cmまでの土壌中に含まれている置換性石灰の量は0.3~0.7 k gにわたるが、これをみると弱乾性の Bc型が 0.306 k gでもっとも少なく、適潤性の Bd型が 0.704 k gで一番多いことになる。したがって t 検定を行うまでもなくこの両者には有意の差が認められたが、Bc (w)型は何れとも差がみられなかった。したがってこの検定より

$$Bd (0.704) > Bc (0.306)$$

$$Bd (0.704) = Bc (w) (0.396)$$

$$Bc (w) (0.396) = Bc (0.306)$$

ということがいえる。

つぎに道央のものであるが、第 11 表に示したように、やはり 0.3~0.5 k g の範囲にあつて、Bc (w)型が他の土壌より多いように思われたが、検定の結果は有意の差はみられなかった。

また道東のものでは第 12 表に示したように、およそ 0.3~0.7 k g の範囲にあつて他の地域とあまり変わりはなく、また土壌型による差は BE・BF と Bc 型の間のみわずかにみられた。

これらに対して道南西では第 13 表に示したように土壌型によって差がみられ、検定の結果 BA・BB と Bd および BF・Fd 型との間には有意の差がみられなく、つまり BF・Fd (0.594) = Bd (0.468) > BA・BB (0.176) と表される。

これまで述べたように置換性石灰の量は道央では土壌型による差は認められなかったが道北、道東、道南西で判然とした差が認められ、いずれも BA・BB または Bc 型のように乾性から弱乾性のものが湿性系の Bc (w), Bd, BE・BF 型などの土壌より少ないことが明らかとなった。とはいうものの道東の BA・BB 型が

他の土壌型に比べて有意の差が表われないのは、

第10表 土壤型別置換性石灰量 (道北)
Table 10 Exch.calcium content of each soil
(Northern)

土 壤 型 Type of soil	平 均 (m.kg)	標準偏差 (σ)	変異係数 (C.V.%)
Bc	0.306	0.465	152.2
Bc(w)	0.396	0.327	82.5
Bd	0.704	0.587	83.3

Bc			
Bc(w)			
Bd	*		
土 壤 型 Type of soil	Bc	Bc(w)	Bd

第11表 土壤型別置換性石灰量 (道央)
Table 11 Exch.calcium content of
each soil (Central)

土 壤 型 Type of soil	平 均 (m.kg)	標準偏差 (σ)	変異係数 (C.V.%)
Bc	0.317	0.306	96.5
Bc(w)	0.492	0.342	69.5
Bd	0.370	0.283	76.5

Bc			
Bc(w)	0.3-0.2		
Bd	0.8-0.7	0.6-0.5	
土 壤 型 Type of soil	Bc	Bc(w)	Bd

は、堆積をくり返した厚い火山性の土壤が多いためと思われる。

b 地域による差異

それぞれの地域を通じて共通して表れる土壤型は Bd 型なので、これによって置換性石灰に地域差があるかどうかを検定した。その結果は第14表のとおりで、有意の地域差が全く見られなかった。

道央、道北にある Bc, Bc(w)型でもそれぞれ $P=0.9\sim 0.8$, $P=0.6\sim 0.5$ で有意の差はなく、BA・BB型だけが道東 (0.448) と道南西 (0.176) の間に $P=0.1$ から 0.05 で有意の差があった。このように乾性型でのみ、しかも道南西と道東で差がみられたのは、かなり生成の環境条件が異なるものと考えられる。

なおまた全土壤型を通じて、しかも 50 cm までの値を平均して算出した値は、第15表に示したとおりで、道央 (0.138) と道南西 (0.101) (単位: g/100ml) との間にも高い有意差を認めた。これはさきにも述べたように全土壤型を一緒にとり扱っているの、道南西では BA・BB, Pd 型などの乾性型が道央に比べて多い (道南西では BA・BB, Pd 型が全体の 20% に対して、道央ではやくその 1/3 強の 7.3% にすぎない) ためであろう。

c 深さによる差異

第12表 土壤型別置換性石灰量 (道東)
Table 12 Exch.calcium content of each soil
(Eastern)

土 壤 型 Type of soil	平 均 (m.kg)	標準偏差 (σ)	変異係数 (C.V.%)
BA・BB	0.448	0.325	72.5
Bc	0.199	0.199	52.8
Bd	0.319	0.319	54.7
B / D	0.342	0.342	52.4
BE・BF	0.343	0.343	46.5

BA・BB					
Bc					
Bd					
B / D					
BE・BF		*			
土 壤 型 Type of soil	BA・BB	Bc	Bd	B / D	BE・BF

第13表 土壤型別置換性石灰量 (道南西)
Table 13 Exch. calcium content of each soil
(Southwestern)

土 壤 型 Type of soil	平 均 (m.kg)	標準偏差 (σ)	変異係数 (C.V.%)
BA・BB	0.176	0.011	6.3
Bd	0.468	0.400	85.5
BF・Fd	0.594	0.483	81.3

BA・BB			
Bd	*		
BF・Fd	**		
土 壤 型 Type of soil	BA・BB	Bd	BF・Fd

第14表 地域差の検定 (BD型)

Table 14 The lsd test of calcium content in each region (BD-soil)

道北 North- ern				
道央 Central	0.3-0.2			
道東 Eastern	0.5-0.4	0.2-0.1		
道南西 South- western	0.3-0.2	0.7-0.6	0.5-0.4	
地域 Region	道北 North- ern	道央 Central	道東 Eastern	道南西 South- western

なお置換性石灰の深さ別の分布を第21~24図までに示したが、これによれば50cmまででは、どの地域でも余りこの変化が判然と窺うことができなかつた。ただ道北・道央で表層より下層になりにしたがって、やや漸減しているように思われた。

(1) 炭素 (C)

a 土壌型による差異

第16表は置換性石灰の場合と同じように道北の主な土壌型について1m×1m深さ50cmまでの堆積に含まれる炭素量を算出したものである。これによるとBc, Bc(w), Bd型では何れも11.0kg強で、土壌型による有意の差は全くみられなかつた。同じく第17表は道央のものであるが、ここでも9.8~13.0kgの範囲でその間に有

第16表 土壌型別炭素量 (道北)
Table 16 Carbon content of each soil (Northern)

土 壌 型 Type of soil	平 均 値 (m・kg)	標 準 偏 差 (σ)	変 異 係 数 (C. V. %)
Bc	11.60	3.31	28.2
Bc(w)	11.38	3.31	29.1
Bd	11.52	2.44	21.1

Bc			
Bc(w)	0.9-0.8		
Bd	>0.9	>0.9	
土 壌 型 Type of soil	Bc	Bc(w)	Bd

意の差は全く見られなかつた。ところが道東では第18表に示すようにBA・BB型では6.44kgで少なく、これに対してB/D型ではおよそ15kgもありはなはだ多く、またBA・BB型は何れの土壌にも有意の差があつた。すなわちB/D (14.94) = BE・Fd (14.05) = BC (12.25) = BD (12.12) > BA・BB (6.44) となる。

道南西でも第19表に示すとおりおよそ9.0~16.0kgの間にあり、検定の結果、道東と同じようにBA・BB型

第15表 地域別置換性石灰 (全土壌型)

Table 15 The lsd test of calcium content in each region (All soil types)

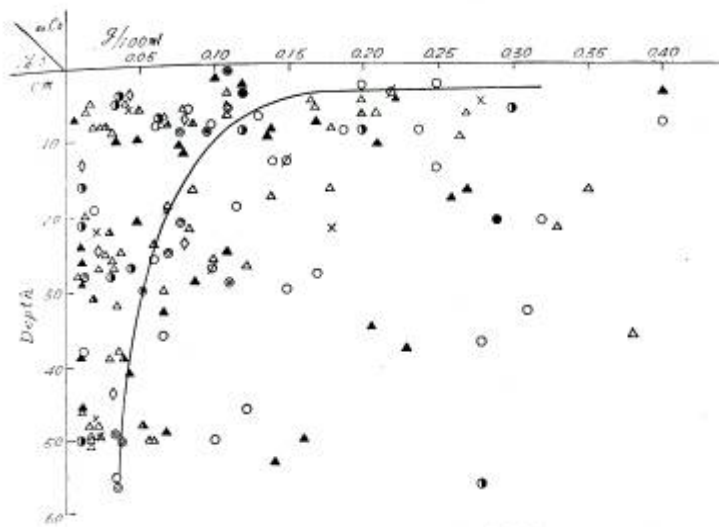
地 域 Region	平 均 (m・ g/100ml)	標 準 偏 差 (σ)	変 異 係 数 (C. V. %)
道北 Northern	0.120	0.138	115.0
道央 Central	0.138	0.145	105.0
道東 Eastern	0.123	0.110	89.8
道南西 South- western	0.101	0.148	146.5

道北 Northern				
道央 Central				
道東 Eastern				
道南西 South- western		****		
地 域 Region	道北 North- ern	道央 Central	道東 Eastern	道南西 South- western

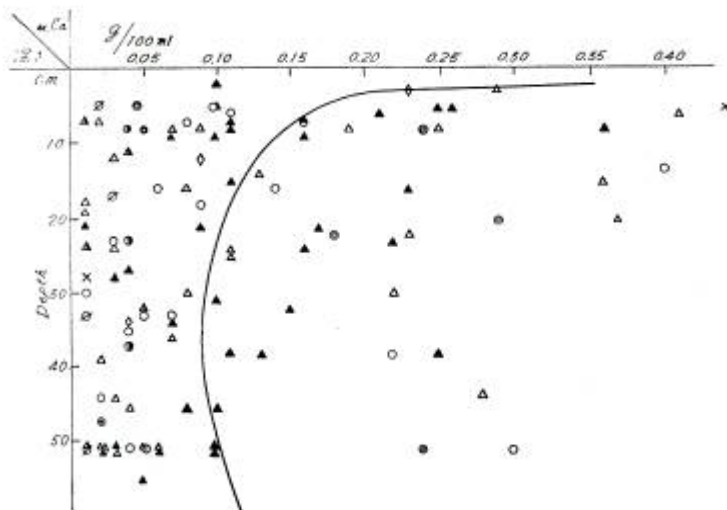
第17表 土壌型別炭素量 (道央)
Table 17 Carbon content of each soil (Central)

土 壌 型 Type of soil	平 均 値 (m・kg)	標 準 偏 差 (σ)	変 異 係 数 (C. V. %)
Bc	10.96	3.40	31.2
Bc(w)	12.48	3.35	66.9
Bd	9.88	2.48	25.1

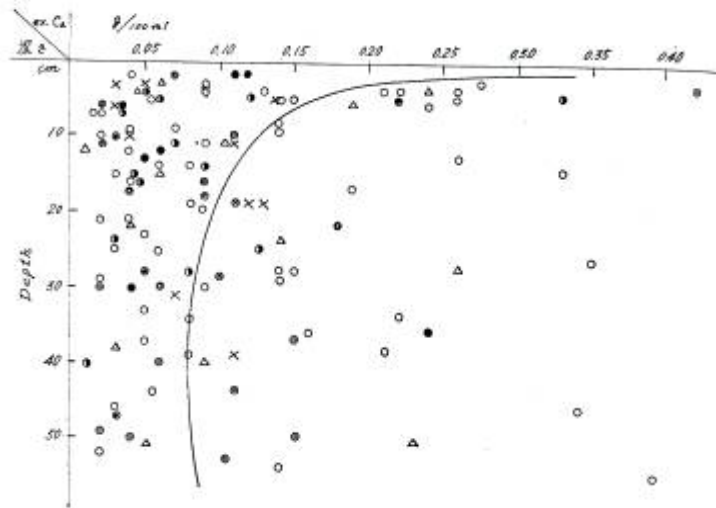
Bc			
Bc(w)	0.7-0.6		
Bd	0.7-0.6	0.6-0.5	
土 壌 型 Type of soil	Bc	Bc(w)	Bd



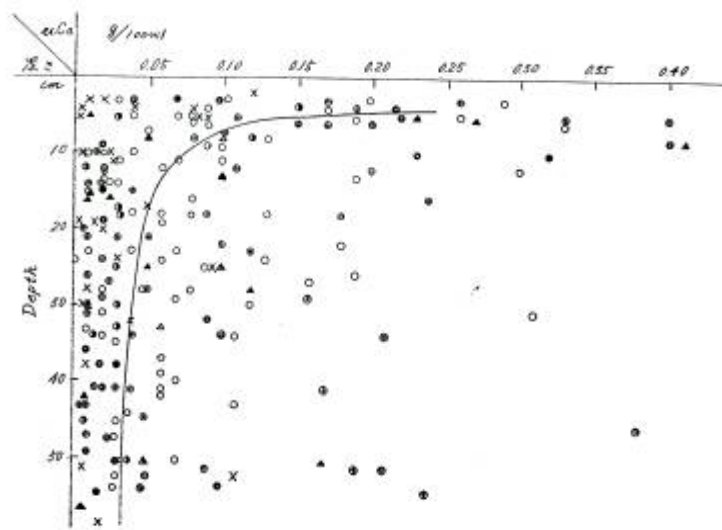
第21図 土壤型別置換性石灰の分布図 (道北)
 Fig. 21 Profile diagram of exchangeable calcium of each soil (Northern)



第22図 土壤型別置換性石灰の分布図 (道央)
 Fig. 22 Profile diagram of exchangeable calcium of each soil (Central)



第23圖 土壤型別置換性石灰の分布図 (道東)
 Fig. 23 Profile diagram of exchangeable calcium of each soil (Eastern)



第24圖 土壤型別置換性石灰の分布図 (道南西)
 Fig. 24 Profile diagram of exchangeable calcium of each soil (Southwestern)

第18表 土壌型別炭素量 (道東)
Table 18 Carbon content of each soil
(Eastern)

土 壌 型 Type of soil	平 均 値 (m・kg)	標 準 偏 差 (σ)	変 異 係 数 (C. V. %)
BA・BB	6.44	2.97	46.1
BC	12.25	3.14	25.6
BD	12.12	5.19	42.8
BE・BF	14.05	6.06	43.1
B / D	14.94	4.73	31.7

BA・BB					
BC	***				
BD	**				
BE・BF	**				
B / D	****				
土 壌 型 Type of soil	BA・BB	BC	BD	BE・BF	B / D

は何れの土壌とも有意の差があった。

すなわちここでも

$$BE \cdot Fd (16.05) = BD (13.75) > BA \cdot BB (9.26)$$

ということになる。このように道東・道南西より考えるならばBA・BB型の乾性型の土壌は、他の土壌に比較して明らかに少ないことがわかった。

b地域による差異

同じBD型で地域ごとにひかくしてみると第20表のように置換性石灰と同じく有意の差は全くみられなかった。しかし全土壌型を通じて50cmまでに現われた値をすべて平均して算出した値の検定では第21表に示したように地域による有意の差はみられた。すなわちこれをまとめてみると

$$\text{道南西 (3.75)} > \text{道北 (3.26)} = \text{道東 (3.06)}$$

$$\text{道南西 (3.75)} = \text{道央 (3.31)}$$

第19表 土壌型別炭素量 (道南西)
Table 19 Carbon content of each soil
(Southwestern)

土 壌 型 Type of soil	平 均 値 (m・kg)	標 準 偏 差 (σ)	変 異 係 数 (C. V. %)
BA・BB	9.26	4.62	49.9
BD	13.75	4.68	34.0
BE・Fd	15.65	4.34	27.7
BA・BB			
BD	**		
BE・Fd	****		
土 壌 型 Type of soil	BA・BB	BD	BE・Fd

第21表 地域別炭素の検定 (全土壌型)
Table 21 The lsd test of carbon content
in each region (All soil types)

地 域 Region	平 均 値 (m・g/100ml)	標 準 偏 差 (σ)	変 異 係 数 (C.V.%)
道 北 Northern	3.26	2.43	74.5
道 央 Central	3.31	3.32	106.0
道 東 Eastern	3.06	1.99	65.0
道 南 西 South-western	3.75	3.11	82.9

第20表 地域別炭素の検定 (BD型)
 Table 20 The lsd test of carbon content
 in each region (BD-soil)

道北 North- ern				
道央 Central	0.3-0.2			
道東 Eastern	0.8-0.7	0.4-0.3		
道南西 South- western	0.2-0.1	0.2-0.1	0.4-0.3	
地域 Region	道北 North- ern	道央 Central	道東 Eastern	道南西 South- western

道北 North- ern				
道央 Central				
道東 Eastern				
道南西 South- western	*		****	
地域 Region	道北 North- ern	道央 Central	道東 Eastern	道南西 South- western

道央 (3.31) =道北 (3.26) =道東 (3.06)

c 深さによる差異

第 25~28 図までは地域別、深さごとに炭素の量を図示したものである。これを見ると明らかに上層より下層になるにしたがって減少していることがわかる。炭素置換性石灰などと異なり、その大部分は有機物が分解した結果生ずるものであるから、普通は最上層が多いことになる。

(4) 窒素 (N)

第 22 表に示したのは道北の土壌型ごとの窒素量である。その全量は 0.8~1.0kg の範囲で、検定の結果これらの間には有意の差が全くみられなかった。同じく第 23 表は道央のものである。含量の範囲は道北とよく似ているが Bc (w) と BD 型、また Bc と BD 型との間には差がみられなかった。

第 22 表 土壌型別窒素量 (道北)

Table 22 Nitrogen content of each soil (Northern)			
土 壌 型 Type of soil	平 均 値 (m · kg)	標 準 偏 差 (σ)	変 異 係 数 (C.V.%)
B c	0.817	0.364	44.6
Bc(w)	0.987	0.334	33.8
BD	0.876	0.165	18.8

また道東のものでは第24表に示したようにその含量は0.3~1.2kgの範囲であり、BA・BB型は他の土壌型に比べて一番少なく、検定の結果この土壌型は明らかに BD, BE・FD

第 24 表 土壌型別窒素量 (道東)

Table 24 Nitrogen content of each soil (Eastern)			
土 壌 型 Type of soil	平 均 値 (m · kg)	標 準 偏 差 (σ)	変 異 係 数 (C.V.%)
BA · BB	0.386	0.157	40.7
Bc	0.947	0.166	17.6
BD	0.887	0.336	37.9
BE · BF	1.145	0.505	44.1
B / D	0.910	0.134	14.7

B c			
Bc(w)	0.4-0.3		
BD	0.7-0.6	0.3-0.2	
土 壌 型 Type of soil	B c	Bc(w)	BD

第 23 表 土壌型別窒素量 (道央)

Table 23 Nitrogen content of each soil (Central)			
土 壌 型 Type of soil	平 均 値 (m · kg)	標 準 偏 差 (σ)	変 異 係 数 (C.V.%)
B c	0.792	0.269	34.0
Bc(w)	1.183	0.308	26.0
BD	1.057	0.310	29.3

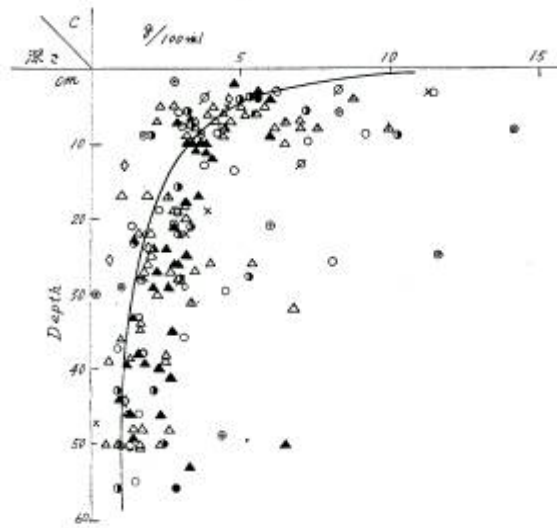
Bc			
Bc (w)	**		
BD			
土 壌 型 Type of soil	Bc	Bc (w)	BD

BA · BB					
Bc	****				
BD	****				
BE · BF	****				
B / D	*				
土 壌 型 Type of soil	BA · BB	Bc	BD	BE · BF	B / D

型に比べて有意に少ないことがわかった。また BE・FD 型は 1, 268kg も含んでおり、他の地域のあらゆる土壌型に比べて、もっとも多量に含んでいた。

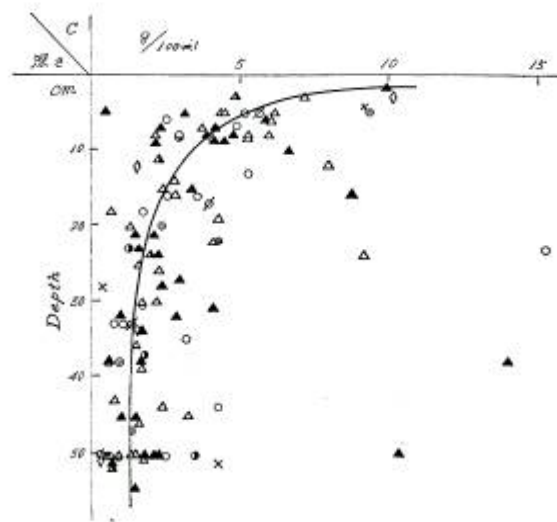
b 地域による差異

窒素もさきに述べた置換性石灰や炭素と同じように BD 型の土壌で地域ごとに有意差の検定を行った結果、第 26 表に示したように、道東 (0.887) と道南西 (1.127) の間にのみわずかに差がみられ道南西が多かった。



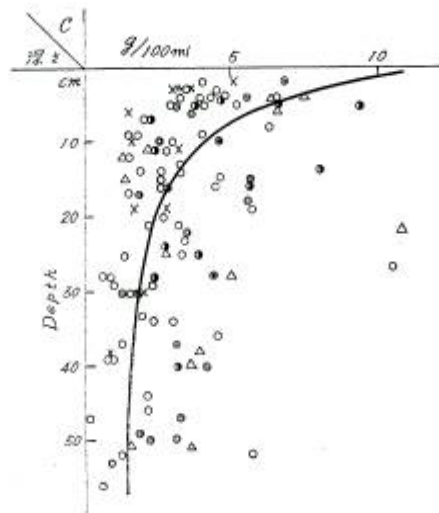
第25圖 土質型別炭素の分布図 (道北)

Fig. 25 Profile diagram of carbon of each soil (Northern)

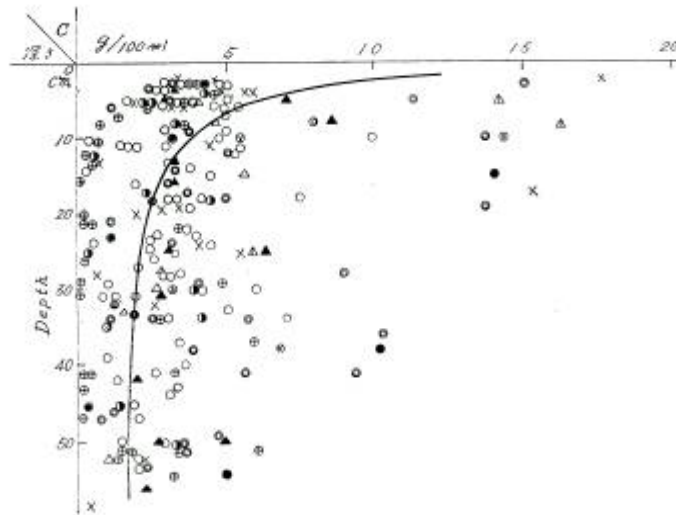


第26圖 土質型別炭素の分布図 (道央)

Fig. 26 Profile diagram of carbon of each soil (Central)



第27圖 土壤型別炭素の分布図 (道東)
 Fig. 27 Profile diagram of carbon of each soil (Eastern)



第28圖 土壤型別炭素の分布図 (道南西)
 Fig. 28 Profile diagram of carbon of each soil (Southwestern)

また全土壌型を平均して比較した地域差は第 27 表に示したように、これではかなり差がみられ、すなわち道南西(0.29)=道北(0.26)>道東(0.22), 道東(0.22)=道央(0.24), 道北(0.26)=道央(0.24), 道南西(0.29)>道央(0.24)となる。

第 25 表 土壌型別窒素量 (道南西)
Table 25 Nitrogen content of each soil (Southwestern)

土 壌 型 Type of soil	平 均 値 (m · kg)	標 準 偏 差 (σ)	変 異 係 数 (C. V. %)
BA · BB	0.702	0.380	54.1
BD	1.127	0.430	38.2
BE · Fd	1.268	0.313	24.7

第 26 表 地域別窒素の検定 (BD 型)
Table 26 The lsd test of nitorogen content in each region (BD -soil)

道 北 North- ern				
道 央 Central				
道 東 Eastern				
道南西 South- western			*	
地 域 Region	道 北 North- ern	道 央 Central	道 東 Eastern	道南西 South- western

c 深さによる差異

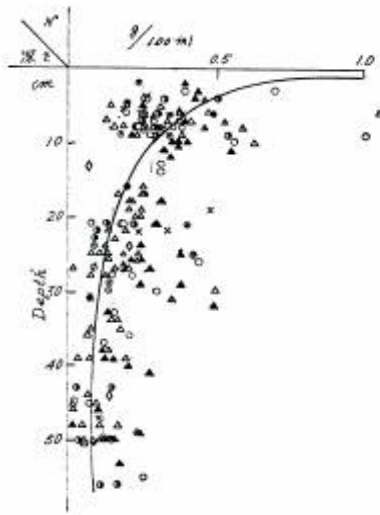
第 29~32 図まで示したように下層になるにしたがって減少することは炭素の場合と同じであった。ただ地域によってこの傾向が多少違うようであり、道東は他の 3 地域に比べて上層と下層の変化が余り顕著でなく、これに対して道央、道南西ではやや急激に減少しているように思われる。

(6) R₂O₃

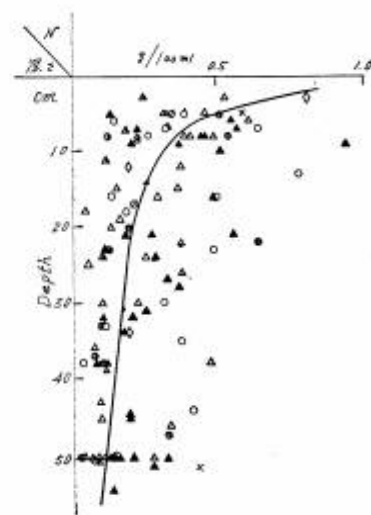
これは淘汰分析のときに濃硝酸を加えて煮沸し鉄・アルミなどの沈澱を作り、これを硝酸アンモニウム水溶液で洗浄して灼熱したものである。これはあとで粘土の量に加えられる。この分析結果は第 33~36 図までに示したように、土壌型による差は明瞭でないが、全土壌型を通じて地域による差はかなり判然としている。すなわち道北・道央ではほとんどが 5%以下であるのに、道東・道南西ではこれが 10%近くまで含まれ、道北・道央では上層と下層の変化はみられないのに、道東・道南西の場合には中層から下層に多く集積されていることが窺われ、とくに道南西ではこの傾向が顕著である。火山性土が鉄・アルミに富むことは一般に認められている(川口 1965, 竹原 1964)。

第 27 表 地域別窒素量 (全土壌型)
Table 27 Nitrogen content of each region (All soil types)

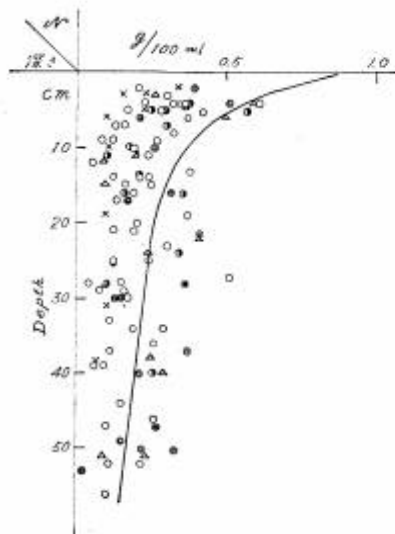
地 域 Region	平 均 値 (m · g/100ml)	標 準 偏 差 (σ)	変 異 係 数 (C. V. %)	
道 北 Northern	0.26	0.21	80.8	
道 央 Central	0.24	0.18	75.0	
道 東 Eastern	0.22	0.15	68.2	
道南西 South- western	0.29	0.25	86.2	
道 北 North- ern				
道 央 Central				
道 東 Eastern	**			
道南西 South- western		**	****	
地 域 Region	道 北 North- ern	道 央 Central	道 東 Eastern	道南西 South- western



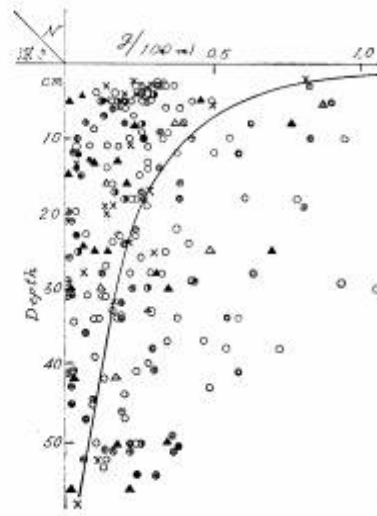
第29圖 土壤型別窒素の分布図 (道北)
 Fig. 29 Profile diagram of nitrogen of each soil (Northern)



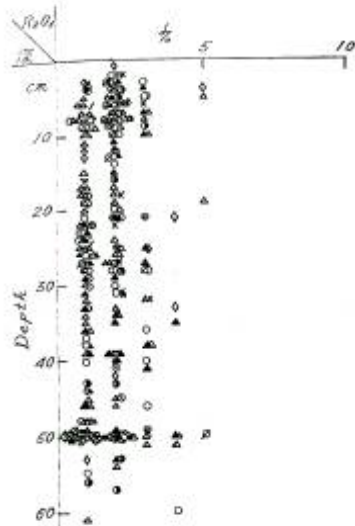
第30圖 土壤型別窒素の分布図 (道央)
 Fig. 30 Profile diagram of nitrogen of each soil (Central)



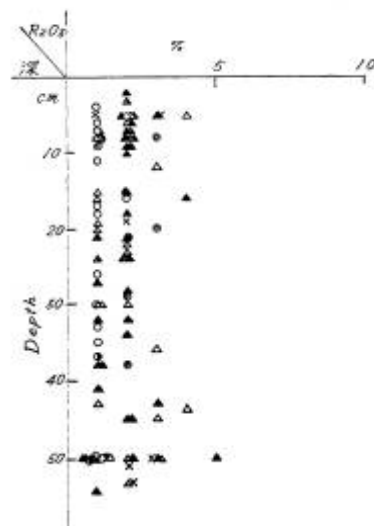
第31圖 土壤型別窒素の分布図 (道東)
 Fig. 31 Profile diagram of nitrogen of each soil (Eastern)



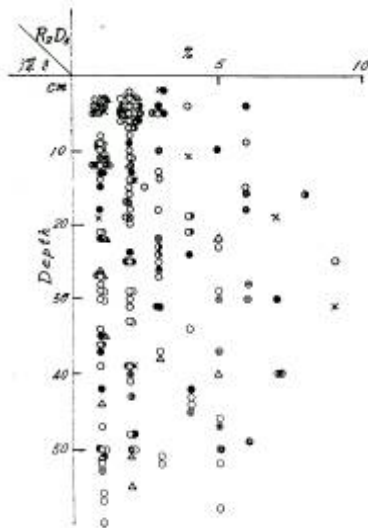
第32圖 土壤型別窒素の分布図 (道南西)
 Fig. 32 Profile diagram of nitrogen of each soil (Southwestern)



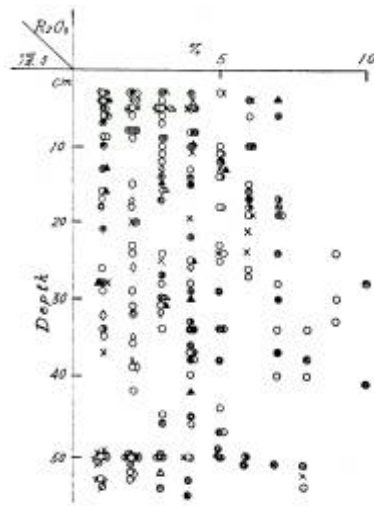
第33図 土壤型別 R_2O_3 の分布図 (道北)
Fig. 33 Profile diagram of R_2O_3 of each soil (Northern)



第34図 土壤型別 R_2O_3 の分布図 (道央)
Fig. 34 Profile diagram of R_2O_3 of each soil (Central)



第35図 土壤型別 R_2O_3 の分布図 (道東)
Fig. 35 Profile diagram of R_2O_3 of each soil (Eastern)



第36図 土壤型別 R_2O_3 の分布図 (道南西)
Fig. 36 Profile diagram of R_2O_3 of each soil (Southwestern)

B 理 学 的 性 質

理学性では「A層の厚さ」の項を除いてその他は土壌型による差は省略し、地域差のみをとりあげて論ずることとした。もちろん土壌型によって理学性の異なることは真下 (1960) により明らかにされているが、地質や火山放出物などの項で述べたように北海道の森林土壌では地域性の方が大きいように思われたからである。

(1) 自然状態の容積重 (V_w)

a 地域による差異

全土壌型を通じて 50cm までに測定された値の平均は第 28 表に示したように 80~120 (g/100ml) の範囲にあるが、これをみると明らかに道北・道央と道東・道南西に 2 分されていることがわかる。したがってこの平均値

は検定するまでもなく 2 分された地域では、それぞれ明らかに有意の差がみられた。しかし道北と道央、道東と道南西との間では有意の差が全くみられなかった。

すなわち

$$\text{道北 (116.5)} = \text{道央 (118.8)} > \text{道東 (81.6)} \\ = \text{道南西 (81.3)} \text{ となる。}$$

また変異係数をみても道北・道央は道東・道南西に比べて小さく、またこの数値は 2 大区分された地域ごとによく似ていることがわかる。

b 深さによる差異

第 37~40 図までに示したのが地域ごとに自然状態の容積重と深さとの関係を表わしたものである。深さと自然状態の容積重との相関係数 (r) は 0.28~0.56 の範囲で、この間には正の相関があり、つまり深さが増せば自然状態の容積重が大きくなる。しかしこの傾向は地域によって違い、たとえば道南西の相関係数は 0.81**** で他の地域に比べてはなはだ低い。また深さと自然状態の容積重との回帰式も図に示しており、それぞれ

$$\text{道北 } y = 0.08 + 0.21x \quad \sqrt{V_y \cdot x} = 16.7$$

$$\text{道央 } y = -9.02 + 0.30x \quad \text{〃} = 13.1$$

$$\text{道東 } y = -3.37 + 0.32x \quad \text{〃} = 14.1$$

$$\text{道南西 } y = 11.32 + 0.15x \quad \text{〃} = 15.3$$

となる。ここで y =深さ (cm), x =自然状態の容積重である。やはり道南西は傾斜を示す b の値も 0.15 と低く、深さと自然状態の容積重の間には相関の少ないことを示し

ている。またこの回帰式のバラッキを示す $\sqrt{V_y \cdot x}$ は何れも 13~17cm であり、地域による大きな差はみられない。

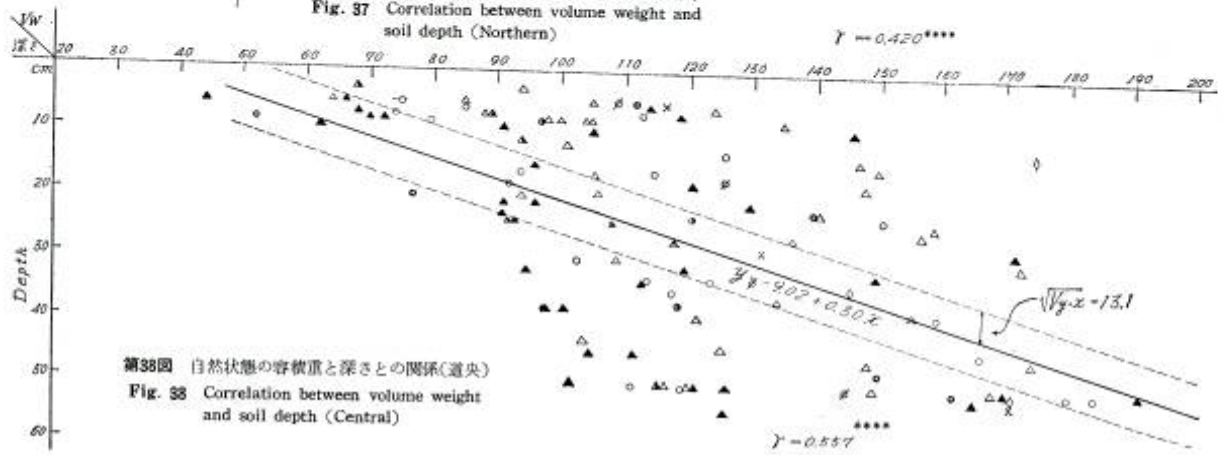
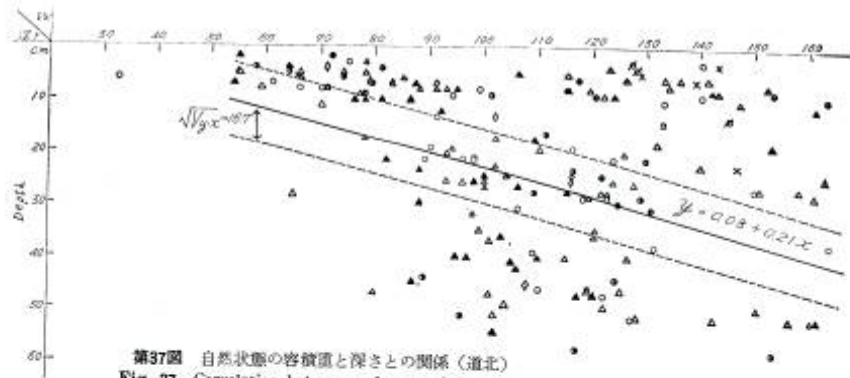
(2) 孔隙量 (P[^])

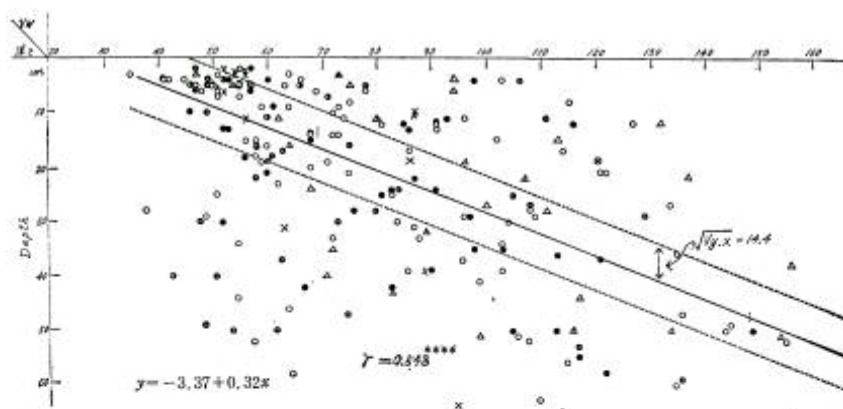
a 地域による差異

第 28 表 地域別容積重
Table 28 Volume weight of each region

地 域 Region	平均値 ($\bar{m} \cdot$ g/100ml)	標準偏差 (σ)	変異係数 (C. V. %)
道 北 Northern	116.5	33.9	29.1
道 央 Central	118.8	32.1	27.0
道 東 Eastern	81.6	29.5	36.2
道 南 西 South- western	81.3	29.9	36.8

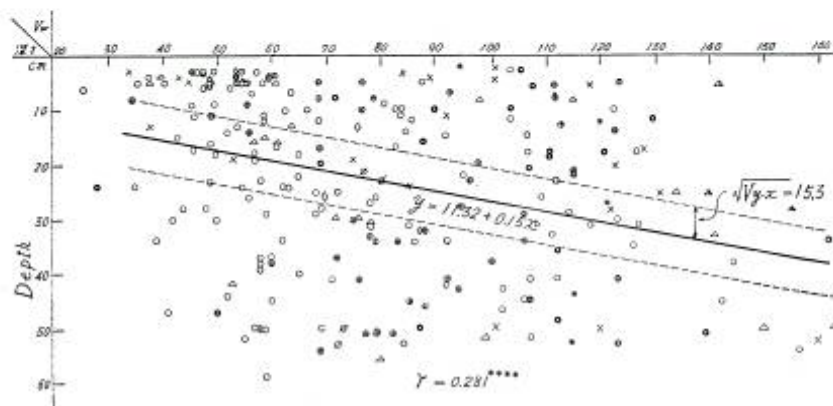
道 北 North- ern			
道 央 Central			
道 東 Eastern	****	****	
道南西 South- western	****	****	
地 域 Region	道 北 North- ern	道 央 Central	道 東 Eastern
			道南西 South- western





第39図 自然状態の容積重と深さとの関係（道東）

Fig. 39 Correlation between volume weight and soil depth (Eastern)



第40図 自然状態の容積重と深さとの関係（道南西）

Fig. 40 Correlation between volume weight and soil depth (Southwestern)

地域別の孔隙量は第 29 表に示したように 60~72%の範囲にあるが、道北、道央では 61%前後、道東・道南西では 70%前後とこの間にやく 10%の開きがある。これを検定してみると道北と道央の間にのみ有意の差はみられなかったが、その他の地域ではそれぞれ有意差があつて、これをまとめてみると道南西 (71.8) > 道東 (69.2) > 道央 (61.5) = 道北 (60.6) となる。

b 深さによる差異

第41~44図までが地域ごとの孔隙量と深さとの関係である。これによるとどの地域も深さが増すことによって

孔隙量は減少し、その相関係数は-0.17~-0.62と負の値をとるが、ここでも自然状態の容積重と同じく道南西でその値が一番小さく-0.174****にすぎない。つまりこの地域では深さととの相関は、ほとんどないと表現しても差し支えない。

それぞれの回帰式は

$$\text{道北 } y = 96 - 1.2x \quad \sqrt{V_y \cdot x} = 14.1$$

$$\text{道央 } y = 105 - 1.3x \quad \text{〃} = 13.0$$

$$\text{道東 } y = 102 - 1.2x \quad \text{〃} = 17.6$$

$$\text{道南西 } y = 49 - 0.4x \quad \text{〃} = 15.6$$

となり、 y =深さ(cm)、 x =孔隙量(%)である。bの値からみても道南西だけが他の地域より小さく異なっていることが判かる。

(3) 最小容気量(Amin)

以上述べたように道北・道央では道東・道南西に比べて孔隙量が少なく、自然状態の容積重が大きいので

当然最小容気量にも差が認められることが想像される。そこでこれを第45~48図までに示してみた。これによれば明らかに道北・道央では小さくその平均値はそれぞれ8.5±6.2, 8.1±6.7%であり、これに対して道東11.8±6.3, 道南西11.8±8.2%となり、検定の結果、道東=道南西>道北>道央となった。なおこれよりみて道南西のバラツキが大きく、上層と下層の差は顕著に認められないが、道北、道央、道東では下層になるにしたがってやや小さくなるのが半然とする。孔隙量の深さによる変化と全く同じ傾向である。

(4) A層の厚さ

a 土壌型による差異

第49図は地域ごとに土壌型別のA層の厚さを示したものである。これをさらに土壌型、地域別に平均値を算出し、たがい有意性を検定してみた。第30~31表に示したものは道北・道央の土壌型によるA層の平均厚である。これは13~21cmの範囲にわたるが、そのうちでもBc型がもっとも薄く、道北13.3cm、道央15.3cmであり、これに対してBd、Bc(w)型はいずれも20cm前後で、検定の結果は両地域ともBc(w)とBd型との間に差はみられないが、Bc型はそれぞれの土壌型と有意の差があった。つまり

$$Bd = Bc(w) > Bc \text{ となる。}$$

また第32~33表はそれぞれ道東・道南西のA層の厚さである。これによればBb型は8.6(道東)~9.3(道南西)cmでいずれも10cm以下であるが、Bd、Be·Bf、Bd-E型などでは30~40cmもあって、これらの間にはそれぞれ有意の差がみられた。

すなわち道東ではBe·Bf(42.9)=Bd-E(40.7)>Bd(31.2)>Bb(8.6)となり、道南西でもBe·Bf(44.2)>Bd(31.2)>Bd(d)(15.6)>Bb(9.3)となった。すなわちA層の厚さは乾性の土壌で10cm以下、適潤性の土壌では30cm強、弱湿性から湿性のものでは40cm以上となる。

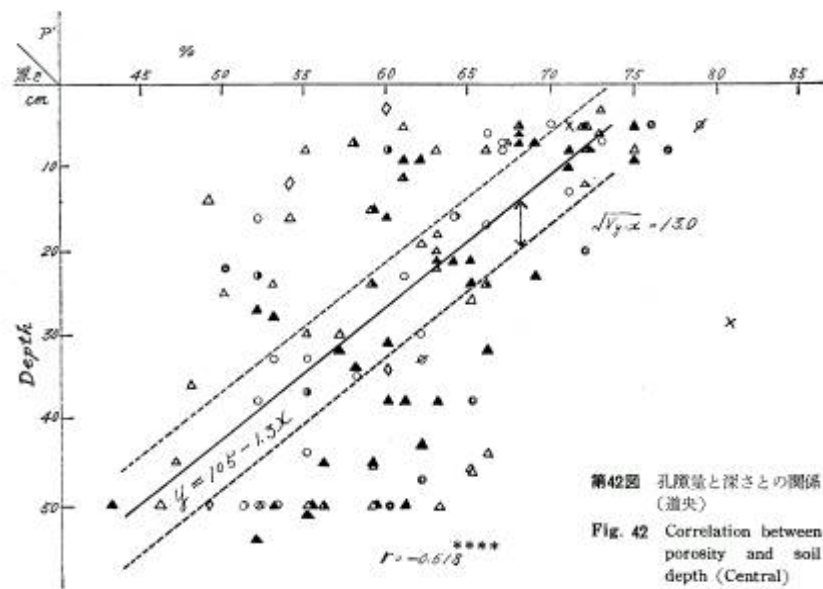
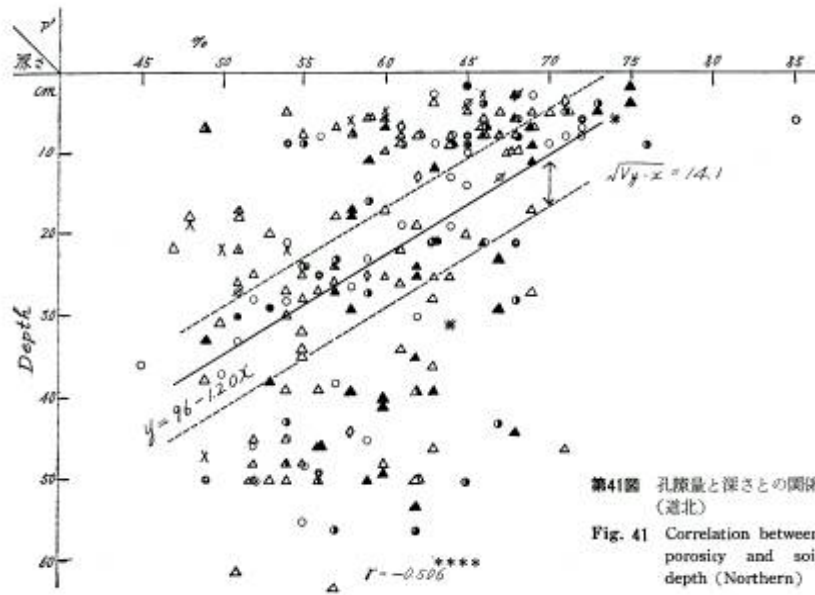
b 地域による差異

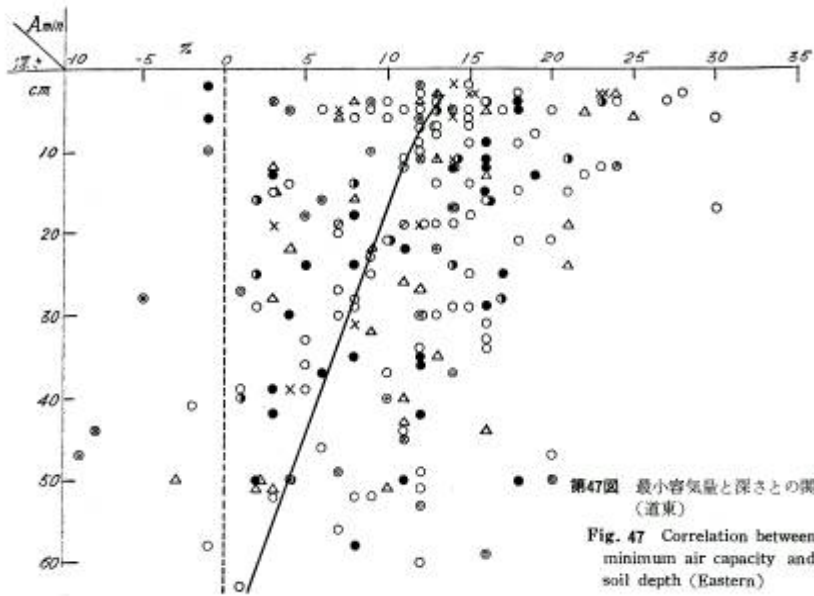
第29表 地域別孔隙量

Table 29 Porosity of each region

地域 Region	平均値 (m・%)	標準偏差 (σ)	変異係数 (C.V.%)
道北 Northern	60.6	7.1	11.7
道央 Central	61.5	7.8	12.7
道東 Eastern	69.2	8.3	12.0
道南西 South-western	71.8	7.6	10.6

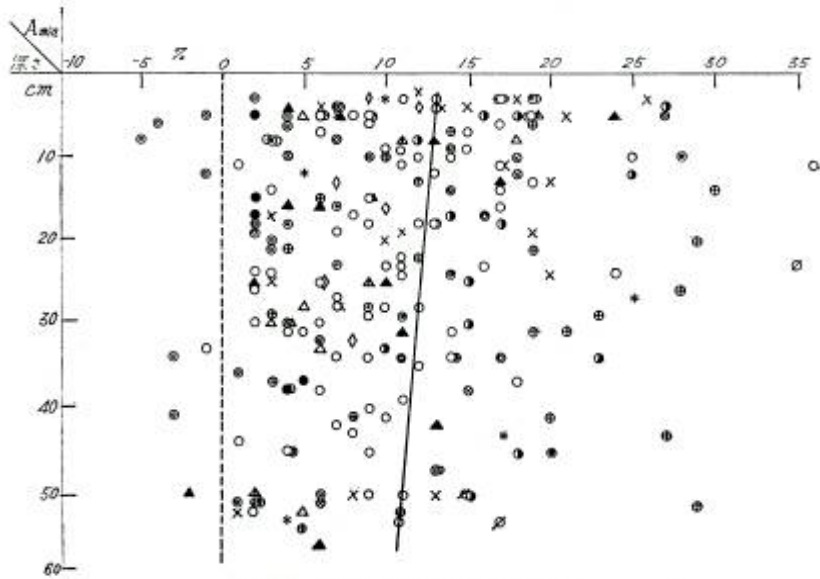
道北 North-ern				
道央 Central				
道東 Eastern	****	****		
道南西 South-western	****	****	****	
地域 Region	道北 North-ern	道央 Central	道東 Eastern	道南西 South-western





第47図 最小容気量と深さとの関係 (道東)

Fig. 47 Correlation between minimum air capacity and soil depth (Eastern)



第48図 最小容気量と深さとの関係 (道南西)

Fig. 48 Correlation between minimum air capacity and soil depth (Southwestern)

第30表 土壌型別A層の厚さ(道北)
Table 30 Thickness of A layer each soil
(Northern)

土 壌 型 Type of soil	平 均 値 (m・cm)	標 準 偏 差 (σ)	変 異 係 数 (C. V. %)
Bc	13.3	3.0	22.6
Bc(w)	20.9	5.9	20.3
Bd	21.1	5.9	28.0
Bc			
Bc(w)	****		
Bd	****		
土 壌 型 Type of soil	Bc	Bc(w)	Bd

第31表 土壌型別A層の厚さ(道央)
Table 30 Thickness of A layer each soil
(Central)

土 壌 型 Type of soil	平 均 値 (m・cm)	標 準 偏 差 (σ)	変 異 係 数 (C. V. %)
Bc	15.3	3.4	22.2
Bc(w)	20.0	7.0	35.0
Bd	20.4	6.4	31.4
Bc			
Bc(w)	***		
Bd	*		
土 壌 型 Type of soil	Bc	Bc(w)	Bd

いま各地域に共通するBD型で比較してみると道北21.1cm, 道央20.4cmであるのに対して道東31.2cm, 道南西31.2cmとこの両地域にやく10cmの差がある。これは平均値の検定をあえて行なうまでもなく道東(31.2)=道南西(31.2)>道北(21.1)=道央(20.4)と結論して差し支えない。

なおA層の厚さのバラツキ(変異係数%)をみると同じBD型で道北(28.0), 道央(31.4), 道南西(32.6)の順に大きくなり, さらに道東(42.9)では急激に増大している。つまり同じ土壌型でも地域によってバラツキに大小のあることがわかった。

(5) 土 壌 3 相

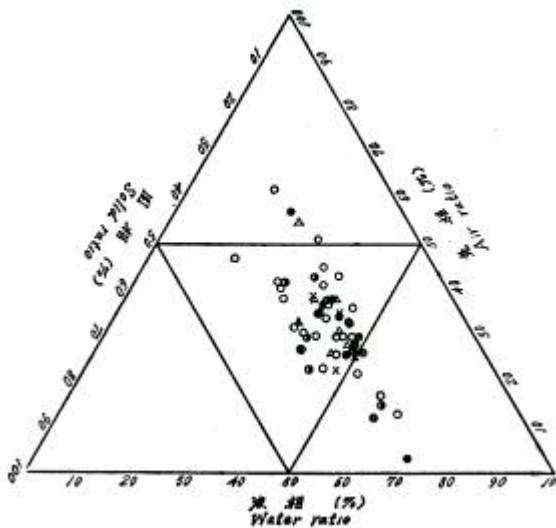
第50図は道北の土壌3相図である。これによれば固相22~50%, 液相20~60%, 気相8~40%の間にある。これに対して第51図の道央では固相・気相は道北とあまり変わらないが, 液相が35~65%とやや高い。これに反して第52図の道東では固相が20~35%とその値が低く狭いが, 液相・気相にはバラツキが大きく, 何れも10~60%に

第32表 土壌型別A層の厚さ(道東)
Table 32 Thickness of A layer each soil
(Eastern)

土 壌 型 Type of soil	平 均 値 (m・cm)	標 準 偏 差 (σ)	変 異 係 数 (C. V. %)
BB	8.6	3.2	37.7
Bd	31.2	13.4	42.9
BE・BF	42.9	9.0	20.9
Bd-E	40.7	7.9	19.4
BB			
Bd	****		
BE・BF	****	***	
Bd-E	****	*	
土 壌 型 Type of soil	BB	Bd	BE・BF Bd-E

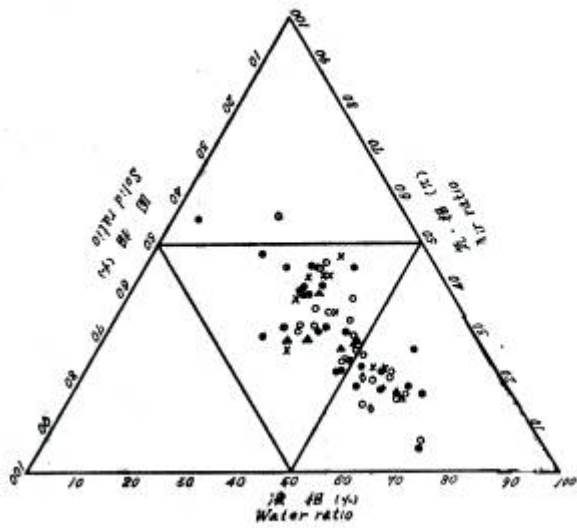
第33表 土壌型別A層の厚さ(道南西)
Table 33 Thickness of A layer each soil
(Eastern)

土 壌 型 Type of soil	平 均 値 (m・cm)	標 準 偏 差 (σ)	変 異 係 数 (C. V. %)
BB	9.3	3.9	41.5
Bd (d)	15.6	7.0	44.7
Bd	31.2	10.2	32.6
BE・BF	44.2	12.0	27.1
BB			
Bd (d)	***		
Bd	****	***	
BE・BF	****	*	
土 壌 型 Type of soil	BB	Bd (d)	Bd BE・BF



第 52 図 土壌 3 相 (道東)

Fig. 52 Volume composition of solid-water-air in soil (Eastern)



第 53 図 土壌 3 相 (道南西)

Fig. 53 Volume composition of solid-water-air in soil (Southwestern)

およんでいる。また第 53 図の道南西でも固相は 15~38%と低いが、液相・気相が 20~70%とその幅が大きい。つまり固相の占める割合が道北でもっとも高く、道央、道東がこれにつき道南西が一番少ないことになる。液相は道北・道央で 20~65%の範囲であるが、道央の方がむしろ 35~65%と高い方にかたよっている。これに対して道東・道南西では 15~72%とバラツキが大きい。気相も液相と類似して一般にどの地域でもバラツキが大きく、その幅は 5~50%が大部分で道東・道南西では 50%を越すものもある。結局、道北・道央では固相の占める割合が多く、道東・道南西ではこの割合が少ない。つまり土壌の占める部分(固相)が一定であると、残りの部分は液相と気相が占めることになるので、道東・道南西ではこの分だけ気相または液相が多くなるのは当然である。

(6) 土 性

第 54~55 図は、道北・道央の表層の土性区分図である。これを見るとこの地域のものは大部分が軽埴土である。ところが第 56 図の道東では埴質壤土から壤土、さらには砂質壤土にもわたっている。また第 57 図の道南西では、もちろん軽埴土のものも多いが、埴質壤土から壤土のものもあり、さらには砂質壤土、砂土と砂質系のものがかなり多くなっている。このように道北・道央では粘土分に富むが道東・道南西にかけてはこれが少なくなり、その代り砂の含量が多くなっていることがわかる。

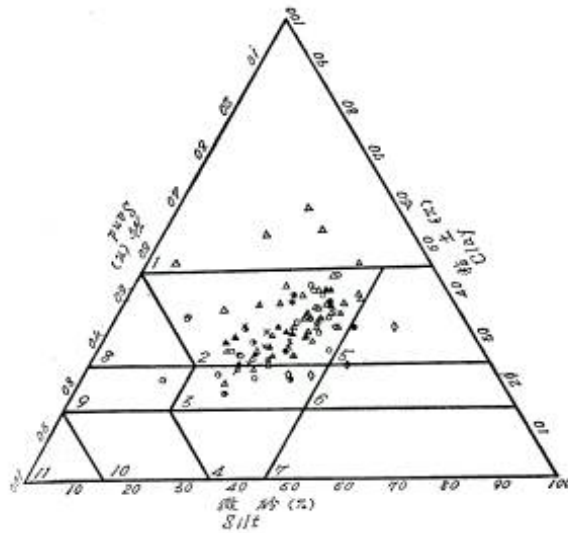
C 考 察

(1) 化学的性質

a 土壌型による差異

まず土壌型ごとの pH(H₂O, 平均値)を地域ごとに整理してみるとつぎのとおりになる。

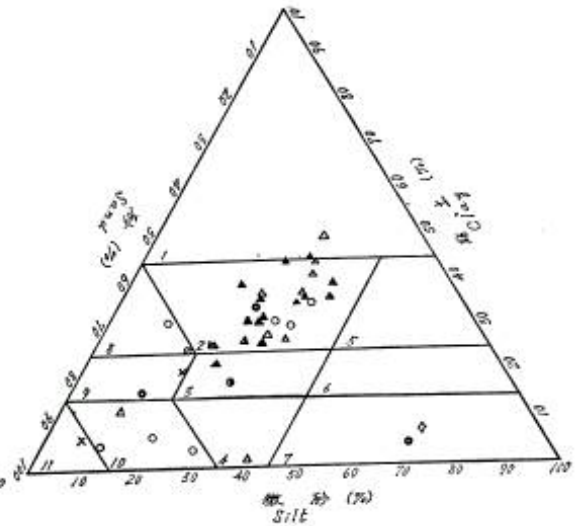
道 北	Bd(5.29)>Bc(4.96)=Bc(w) (4.95) =BB・Pd (4.89) >Bc(d)(4.56)
道 央	Bd(5.26)=BE (5.22) =BB・Pd (5.18)=Bc(5.09)
	BE (5.22) =BB・Pd (5.18) =Bc(5.09)=Bc(w) (5.05)



- | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|
| 1 重埴土
Heavy clay | 2 軽埴土
Light clay | 3 埴質壤土
Clay loam | 4 壤土
Loam |
| 5 微砂質埴土
Silty clay | 6 微砂質埴壤土
Silty clay loam | 7 微砂質壤土
Silt loam | 8 砂質埴土
Sandy clay |
| 9 砂質埴壤土
Sandy clay loam | 10 砂質壤土
Sandy loam | 11 砂土
Sand | |

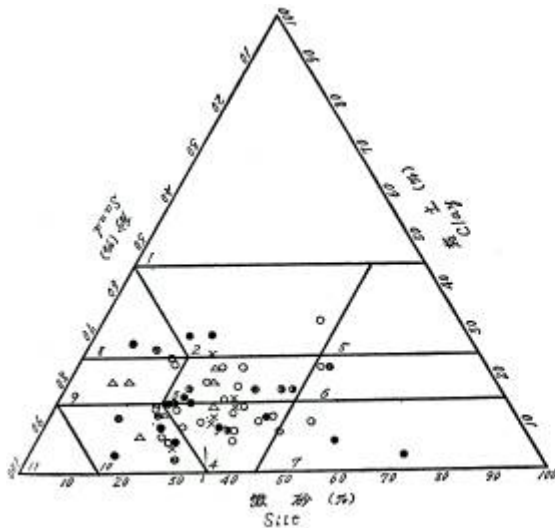
第54図 土性 (道北)

Fig. 54 Triangle diagram of texture (Northern)



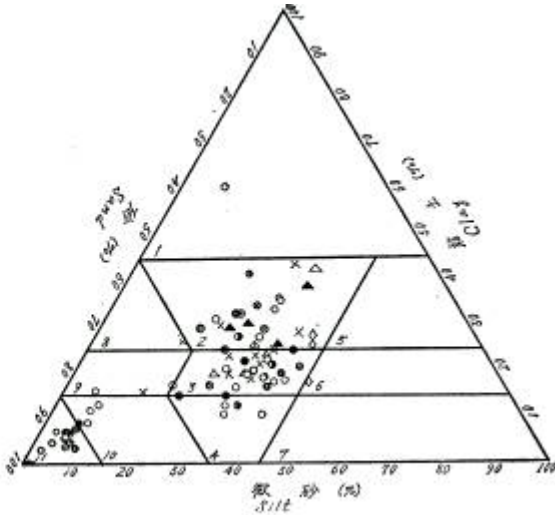
第55図 土性 (道央)

Fig. 55 Triangle diagram of texture (Central)



第56図 土性 (道東)

Fig. 56 Triangle diagram of texture (Eastern)



第57図 土性 (道南西)

Fig. 57 Triangle diagram of texture (Southwestern)

		Bd (5.26) > Bc(w) (5.05)
道 東		BE(5.37)=Bd (5.28) =B / D-E (5.25) =BB (5.22) =Bc (5.15)
道南西		Im (6.29) >Bd(5.69)=BE (5.52) >BA・BB (5.12) =Pd (5.03)

これでわかるように大部分の地域を通じて Bd, BE 型の適潤より湿性系のものが乾性の BA・BB 型, Pd および Bc 型に比べて pH が高く, つまり酸性が弱いということになる。このことはすでに大政 (1951), 窪田・井上 (1952), 山谷 (1956), 真下・久保 (1956), 茨木・他 (1956), 河田・鷹見 (1957) などの多くの森林土壌研究者や, 土壌生産力研究成果の報告 (林業試験場土壌調査部 1964) などによって明らかにされている。このことは北海道の森林土壌でも例外なくこのような傾向を認めることができたが, ただ今回の平均値の検定によれば BE と Bd 型, Bc と Bc(w)型または BA・BB と Pd 型との間には必ずしも有意性があるとはいいきれない。結局 Pd または BA・BB 型と BE・BF 型のように水分系列から両極端の土壌にのみ明らかに有意な差が認められた。

一般に乾性型やポドゾルなどの土壌では, pH が低いのは乾燥や寒冷によって, 堆積腐植の分解が進まず酸性腐植を形成することが多いからである。これに反して湿性型の土壌では分解菌の働きも活発で, 堆積腐植はよく分解し, 有機酸の下方への浸入と同時に, 葉の分解により石灰なども溶出されるから, これにより中和され pH は高くなるものと考えられている (茨木・他 1956, 河田・鷹見 1954, 大政・森 1937, 山谷 1956)。

なお Im 型は道南西で平均 6.29 を示し, 他の土壌型と比較してもっとも高い値を示している。この Im 型の土壌は火山礫がその主な母材で, 粒子がはなはだ粗いため, 腐植酸が雨水に流されやすく, 水素イオンの吸着がほとんど行なわれないためと思われる。真下・久保 (1956) らは粘土, 炭素の多いものほど置換酸度の高いことを述べているが, 以上のことと共通した点があるように思われる。

置換性石灰, 炭素, 窒素は土壌型ごとに 1m×1 m, 深さ 50cm までの土壌立方体中に含まれる量 (kg) を算出して比較検討した。その結果を総括すれば

置換性石灰		
道 北		Bd (0.704) > Bc (0.306), Bd (0.704) =Bc(w) (0.396), Bc(w) (0.396) =Bc (0.306)
道 央		Bd (w) (0.492) =Bd (0.370) =Bc (0.317)
道 東		BE・BF (0.738) =B / D-E (0.653) =Bd (0.566) =BA・BB (0.448)
		B / D-E (0.653) =Bd (0.566) =BA・BB (0.448) =Bc (0.377)
		BE・BF (0.738) > Bc (0.377)
道南西		BE・Fd (0.594) =Bd (w) (0.468) > BA・BB (0.176)
炭 素		
道 北		Bc (11.66) =Bd (11.52)=Bc(w) (11.38)
道 央		Bc(w) (12.48) =Bc(10.9)=Bd (9.88)
道 東		B / D (14.94) =BE・Fd (14.05) =Bc(12.25)=Bd (12.12)> BA・BB (6.44)
道南西		BE・Fd (15.65) =Bd (13.75)> BA・BB (9.26)
窒 素		
道 北		Bc(w) (0.987) =Bd (0.876)=Bc(0.817)
道 央		Bc(w) (1.183) > Bc(0.792), Bd (1.057)=Bc(0.792), Bc(w) (1.183) =Bd (1.057)
道 東		BE・BF (1.145) =Bc(0.947)=B / D-E (0.910) =Bd (0.887)> BA・BB (0.386)
道南西		BE・Fd (1.268) =Bd (1.127)> BA・BB (0.702)

となりこれらは何れも BE・BF, Fd, Bd, Bc (w), Bc, B / D-E 型などの間では必ずしも有意の差はみられないが、道東・道南西で炭素、窒素では明らかに BA・BB 型とこれらの間には差があった。また Bc 型でも道北の置換性石灰で Bd 型との間に有意の差がみられ、道東でも BE・BF と Bc 型との間に有意の差がみられた。つまりこれらのことを総合すると、BA・BB 型のように乾性型のもは適潤から湿性型のものに比べて、はるかに置換性石灰、炭素、窒素などが少なく、これに対して適潤性と湿性型のものとの間には有意性を示すような明らかな差がなく、また Bc 型は置換性石灰の道東と窒素の道央のみ他の土壌型と差がみられ、炭素では有意の差はみられなかった。これは河田・鷹見 (1955) らがこの Bc 型は理化学性を比較する際には別の系列に考えているように、著者の分析結果でも必ずしも BA・BB と Bd 型の間に入るとは限らないように思考された。なお Pd と BA・BB 型との間には pH で有意な差はみられず、つまり北海道の BA・BB 型は Pd 型と非常に接近した性質をもっているものと考えられる。

b 地域による差異

pH (Bd 型についてのみ比較)

道南西 (5. 69) > 道北 (5. 29) = 道東 (5. 28) = 道央 (5. 26)

置換酸度

道北 = 道央 > 道東 = 道南西

置換性石灰、炭素では Bd 型で比較すると地域差は全くみられないが、窒素では道南西が道東より多く、その他の地域間では差がみられなかった。

R₂O₃

道東 = 道南西 > 道北 = 道央

以上の総括より化学性で地域差が判然とみられるものは pH, 置換酸度, R₂O₃ などで、この原因をなすものはおそらく母材と気候の差で、これが大きく影響しているものと推察される。すなわちさきにも述べたように道東・道南西には火山放出物が厚く堆積しており、この放出物は山田 (1940) によれば大部分が道南西で 0~500 年、道東で 1, 000~2, 000 年まえに降灰堆積したものと推定されており、これらには粒子の比較的粗大なものが多く、たとえ酸性物質が付着しても雨水によって洗い流され中性に近くなる性質をもっている (農林省振興局研究部監修 1964, 竹原 1964)。

これに対して道北・道央では第 3 紀または洪積紀の頁岩、砂岩、凝灰岩などの風化物で粘土に富む母材が主体をなしており (北方農業教育研究会編 1956), また三宅・田町 (1934) らや石塚・佐々木 (1950) らもすでに明らかにしているように、寒冷な気候のため酸性腐植の分解が遅れ、有機酸が多いためポドゾル化を完全に受けているものと思われる。このように道北・道央が酸性強く、道東・道南西が弱いことは北海道農業試験場の土壌調査報告書 (北海道立農業試験場 1957, 1958, 1959, 1960) でも明らかにされており、これらと地域ごとに比較してみても著者らの結果とほぼ一致しているように考えられる。

また地域差のある R₂O₃ も火山放出物に影響されるところが多い。R₂O₃ の大部分は鉄・アルミで火山放出物がとくにアルミに富むことはすでによく知られており、また瘠悪地として考えられている一因には、このアルミが酸に遊離して植物根を害するためとされている。

c 深さによる差異

pH, 置換酸度は深さによる差は判然としなかった。ただわずかに道央では上層より下層に向って pH が低くなっている。しかし置換性石灰、炭素、窒素は何れも最上層が一番多く、深さを増すにしたがって漸減している

(Barshad 1946, Jenny 1948)。このことは落葉の分解が最上部で行なわれて土壤に供給されている証拠であろうが、置換性石灰のように、石灰岩に由来することもありうる場合には、必ずしもこのようにはならない。したがって、置換性石灰は炭素や窒素に比べて漸減の度合がやや不明瞭である。また炭素の場合にも、火山放出物の堆積している地帯で、A' またはA'' 層が下層にある場合には、その値がかなり高くあらわれており、この傾向はとくに道南西によく示されている。この場合には置換性石灰と同じように下層に高い値を示している。

R_2O_3 は道北・道央で上層より下層への変化はほとんど認められないが、ただ道東・道南西で中間部(20~40cm)のところで、やや多いように窺える。田村(1961)は凍結地帯の火山灰土壤で、A層よりA~B層に鉄(Fe_2O_3)・アルミ(Al_2O_3)が多く集積していることを明らかにしているがこのこととよく一致している。

(2) 理学的性質

自然状態の容積重

道央(118. 8)=道北(116. 5)>道東(81. 6)=道南西(81. 3)

孔隙量(%)

道南西(71. 8)>道東(69. 2)>道北(60. 6)=道央(61. 5)

最小容気量(%)

道東(11. 8)=道南西(11. 8)>道北(8. 5)>道央(8. 1)

A層の厚さ(cm)

土壤型別の厚さ

道北 BD(21. 1)=Bc(w)(20. 9)>Bc(13. 3)

道央 BD (20. 4)=Bd (w)(20. 0)>Bc(15. 3)

道東 BE・BF (42. 9)=Bh-E(40. 7)>BD (31. 2)>BB(8. 6)

道南西 BE・BF (44. 2)>BD (31. 2)>Bd(d) (15. 6)>BB (9. 3)

地域性(BD型についてのみ)

道東(31. 2)=道南西(31. 2)>道北(21. 1)=道央(20. 4)

以上のように理学的性をまとめてみると、自然状態の容積重では道北・道央に差がなく、また道東・道南西にも差がないが、道北・道央が道東・道南西よりやく40大きい。同様に孔隙量でも差がみられたが、自然状態の容積重とは地域が反対となり、すなわち道北・道央が道東・道南西より小さい値をとる。道南西が道東より有意に高く、このことは自然状態の容積重の場合と多少違った点である。最小容気量は孔隙量と同じ傾向で、道東・道南西が道北・道央に比べて大きい。その他、土性でも道北・道央が埴土系で粘土が多いのに、道東・道南西では壤土または砂土系よりなっている。

以上のようにこれらの性質が2大区分される第1の原因は、化学性のところでも述べたように、やはり母材の差であろう。すなわち、火山性土、非火山性土という大きな地域区分とよく一致し、この違いのあらわれ方は化学性ではpH、置換酸度および R_2O_3 の量によくあらわれ、理学的性では孔隙量、自然状態の容積重、最小容気量、土性などにより一層明らかな差を示している。

またA層の厚さも土壤型によって判然とし、湿性型のは乾燥型のものより厚いことはいままでの概念と同じである。さらにこれにも地域性がみられ、同じBD型で道東・道南西の方が道北・道央よりやく10cm厚いことがわかった。ただここで興味あることは地域によるバラツキ(変異係数)の違いである。すなわち道東(42. 9%)、道南西(32. 6%)が道北(28. 0%)、道央(31. 4%)より変異係数がやや高いのは、おそらく地形的な

差によるものと推察される。つまり道北・道央では波状地形を呈し比較的緩やかであるのに、道東・道南西では壮年期的地形が多く、したがって同じ土壌型のA層でも、地形の緩やかなところは場所による変動が小さいのに対して、地形の変化が多い地域では、その厚さにかなり変異を生ずるものと思われる。その結果が変異係数として表われたのではないかと考えられる。

VII 理化学的性質の相互関係

森林土壌を分析する意義はいろいろあろうが、その1つに現在行なわれているような肉眼による土壌型の分類が、果たして正しいかどうかの裏付けを分析値によって比較検討の資料とすることにあると思われる。同時にこの結果は、細分された土壌型をそれぞれある一定の範ちゅうに類型化し、これら相互の関連性を明らかにすることができる。しかしわれわれが森林土壌を調査する主な目的は、樹種ごとに林地の生産力を判定し、適地適木を決定することにあるから、その場合かりに理化学的相互の関係ができるだけ多く明らかにされていれば、ある特定の因子の測定、分析だけで他の因子を推定することが可能となる。しかしこのような研究は比較的少なく、わが国では堤 (1958)、真下 (1960) などによって報告されているにすぎない。

堤は容積重と孔隙量との関係を求め、林分、母材、土性などの諸条件と無関係にほぼ1次の直線的な関係があると報告した。そしてこれを $P=96.3-0.37V_w$ (原土基準 P : 孔隙量 V_w : 自然状態の容積重) という式で表わした。

A 自然状態の容積重と孔隙量との関係

第58~59図に示したように自然状態の容積重と孔隙量の間には、いま述べたと同じように直線的関係が認められた。その回帰式、偏差および相関係数をまとめてみるとつぎのとおりである。

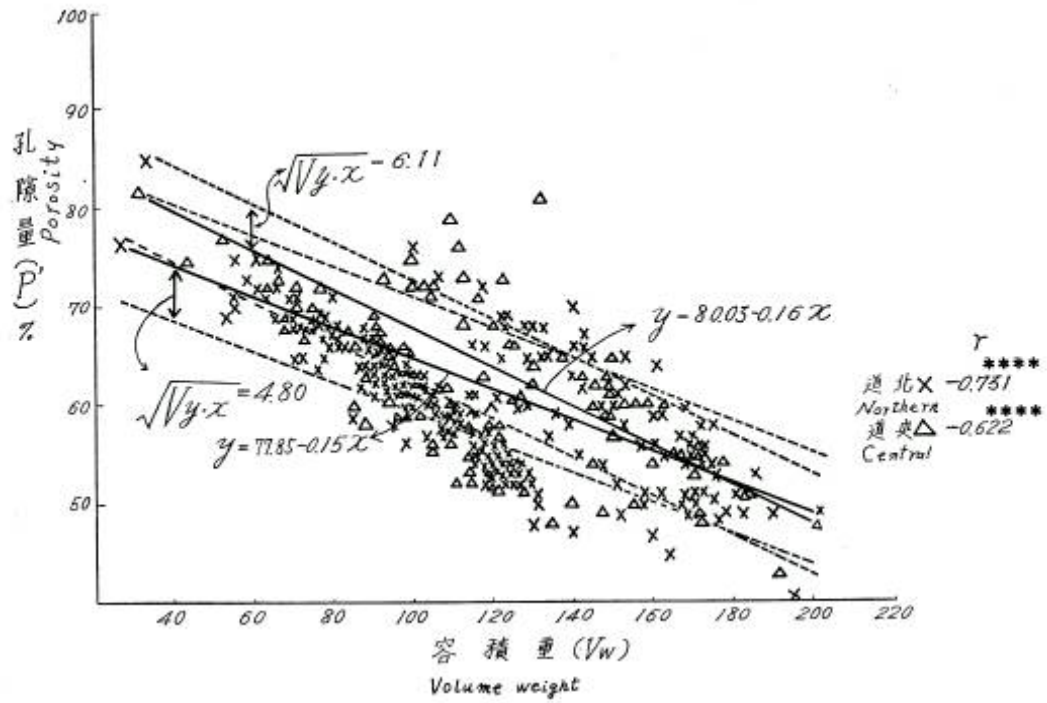
	回 帰 式	$\sqrt{V_y \cdot x}$	r
道 北	$y=77.85-0.15x$	4.80	-0.731****
道 央	$y=80.03-0.16x$	6.11	-0.622****
道 東	$y=86.48-0.21x$	4.81	-0.781****
道 南 西	$y=84.84-0.16x$	5.81	-0.641****

ここで y は孔隙量、 x は自然状態の容積重をあらわす。

これから両者には負の相関が認められ、すなわち自然状態の容積重が大きくなると孔隙量は小さくなり、その相関はかなり高く、最低の道央-0.622****、道北では最高を示し-0.731****となる。その変差はやく5~6%で、さきにも述べたように、堤は林分、母材、土性などと無関係に1次で示されたということは、ここでもたしかに適合するが、常数および係数は堤がもとめたものより小さい。しかし道北・道央の常数は78~80に対して道東・道南西は85~87とやや大きく、傾斜角を示す係数は道東の-0.21を除いてあとの地域では-0.15~-0.16とほぼ同じであった。道東・道南西が道央・道北より高い常数を示すのは、さきに理化学的のところでも述べたように、孔隙量の違いでここでも2大地域に区分できる。

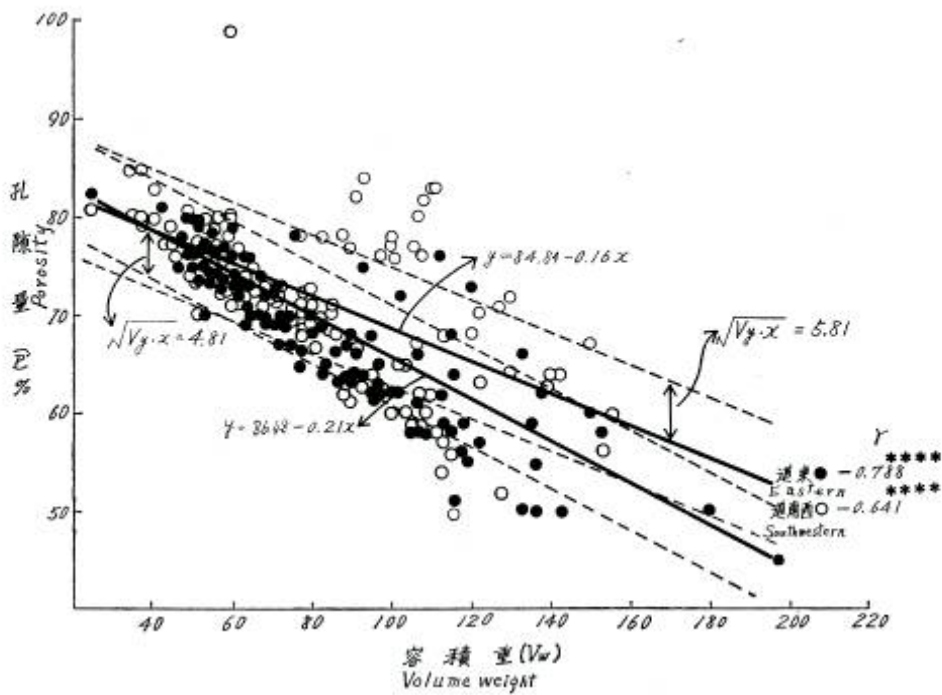
B 自然状態の容積重と炭素との関係

さきの項で孔隙量が増加することによって自然状態の容積重が減少し、その相関はかなり高いことがわかった。自然状態の容積重は母材の比重にも関係するが、比重が一定と仮定すれば、土壌粒団の配列(土壌構造)の発達程度いかに大きく支配される。そこで土壌構造の生成に関与する因子は何かというと Russell (1950) (藤原 1956) は水分、粘土、石灰、腐植、微生物などの因子をあげている。このうち腐植は炭素を1.8倍(内田 1955)して算出できるので、炭素もまた土壌の団粒化に影響していることは当然である。



第58図 自然状態の容積重と孔隙量 (道北, 道央)

Fig. 58 Correlation between volume weight to porosity in natural condition (Northern, Central)



第59図 自然状態の容積重と孔隙量 (道東, 道南西)

Fig. 59 Correlation between volume weight to porosity in natural condition (Eastern, Southwestern)

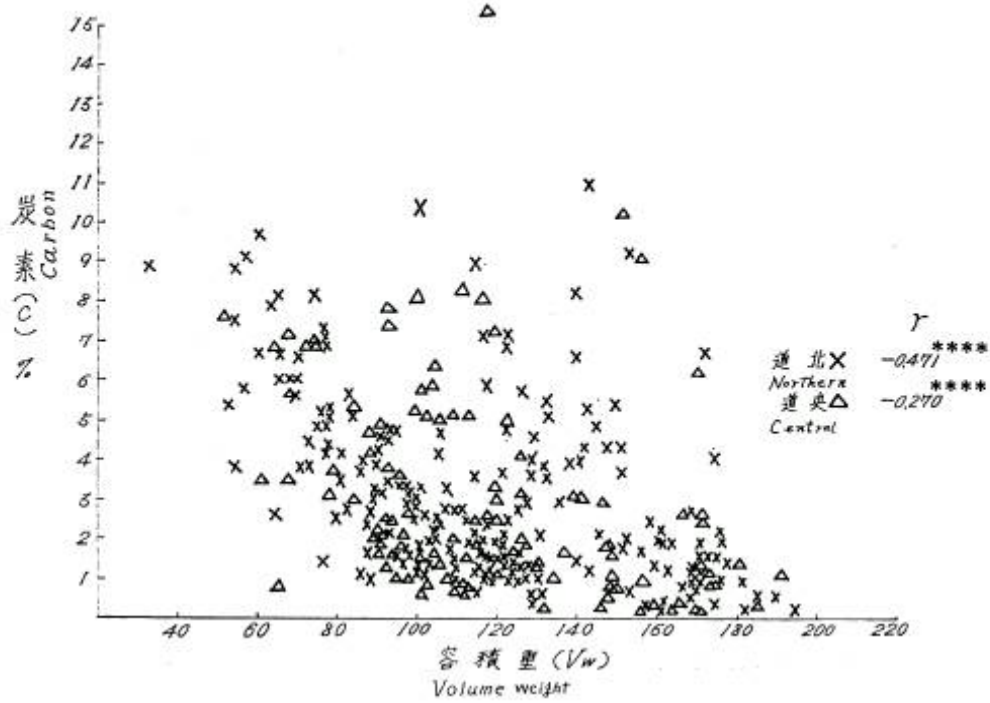
真下 (1960) は土壌中の固体の部分と炭素量との関係を示し、炭素量の少ない土壌ほど固体の部分が大きく、また母材によって同じ炭素量でも固体の部分が違うことを明らかにした。

そこで著者は自然状態の容積重と炭素量との関係を地域ごとに検討してみた。その結果は第 60~61 図に示したとおりで、これらの間の相関係数をみると道北-0. 471****, 道央-0. 270****, 道東-0. 621****, 道南西-0. 371****で両者の間には負の相関がみられ、そのうち道東が一番高く、つぎに道北でこれらにはかなりの相関がみられる。しかし道央、道南西の地域では低い相関がみられるにすぎない。このように地域によって相違しており、これまでのように道北・道央と道東・道南西に分けるわけにいかない。さらにこの図で見られるようにいずれもバラツキが大きい。なおこの両者の関係は1次の直線式でなくむしろ双曲線状になるように思われる。また道東・道南西は道北・道央に比べてわずかに左側に寄っている。これはさきにも述べたように、道東・道南西は火山放出物などの影響で自然状態の容積重が軽いためと思われるが、双曲線状はほとんど類似しているようである。

とにかくこれらから窺えることは、はじめに推論したように炭素量の多寡が自然状態の容積重をある程度変えるものであることは明白となった。この理由はやはり Russell のいうように、炭素 (腐植) が団粒構造を作るのに役立っているものと思われる。これに対して東・佐伯 (1965) は有機成分と団粒化度との間には明らかな関係は認められなかったが、有機成分は小粒団よりもむしろ大粒団 (1~2mm) の形成に効果があること述べており、このことについては、すでに Robinson (1949) および Sekera (1952) (内田 1955) とも団粒構造 (Crumb-structure) の形成に腐植と粘土とが大きな役割を果たしているとして述べており、腐植が多いほど団粒化は促進され、その結果、土壌は多孔質になって空気や土壌水分を増し固体の占める部分が減少する。このため自然状態の容積重が小さくなるものと考えられる。

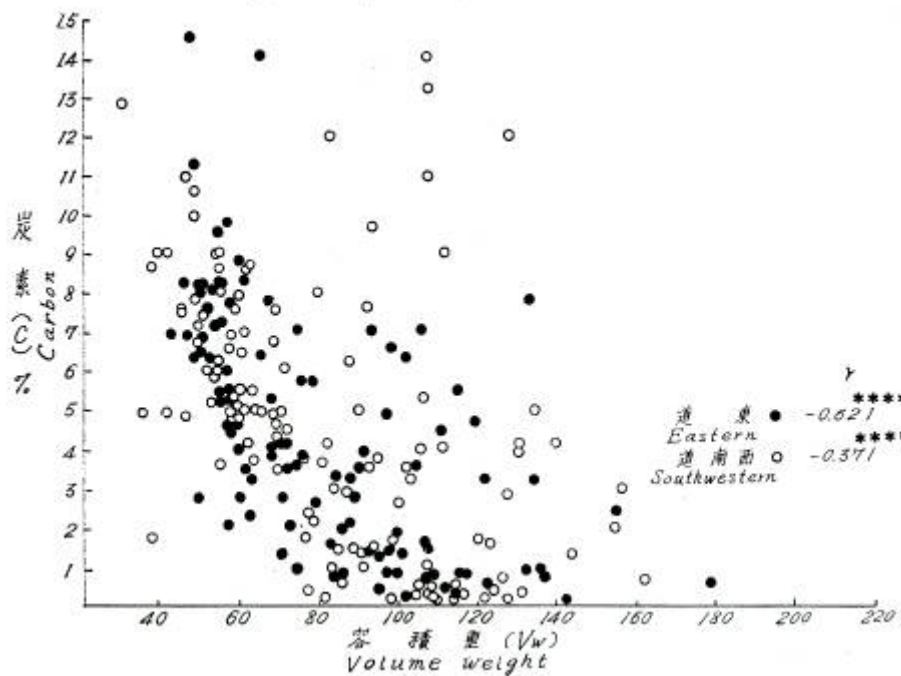
C 置換酸度と置換性石灰との関係

一般に置換酸度と置換性石灰とは負の相関があるように報告されている (茨木・他 1956, 河田・鷹見 1954, 1955, 真下・久保 1956)。この理由は乾性の土壌では腐植化が遅れ有機酸の集積が行なわれる一方、分解が促進されないため石灰その他の無機成分が少なくなり、湿性型ではこれと反対になるからだとして一般に考えられている。そこでまた置換酸度と置換性石灰との関係を求めてみた。第 62 図に示したのは道北・道央のもので、いま述べたようにこれらの間には負の相関があり、その相関係数は道北-0. 565****, 道央-0. 554****でかなり相関がある。ところが道東・道南西の火山放出物を母材とする地帯では、この相関係数が道東-0. 130, 道南西-0. 255**で、ほとんど相関がないか、または低い相関があるといえる程度である。このように道北・道央では置換酸度と置換性石灰量とは負の相関を示すが、火山放出物を母材とする道東・道南西の土壌では必ずしも酸の量と石灰の量との間には関係がみられなかった。この性質について江川 (1962) は、火山灰の土壌の反応は腐植酸によるものであって、アロフェンはほとんど中性のものである。このアロフェンの影響が腐植酸のそれより優勢に働く場合には、塩基が溶脱されているにもかかわらず反応は中性に近いと述べ、また火山灰の長石は溶解度が高く、これは石灰を溶出するため、たとえ酸度がかなり高くても石灰が多いということもあって酸度と置換性石灰とは必ずしも一定の関係を示さないと述べており、このようなことがその原因であろうと考えられる。



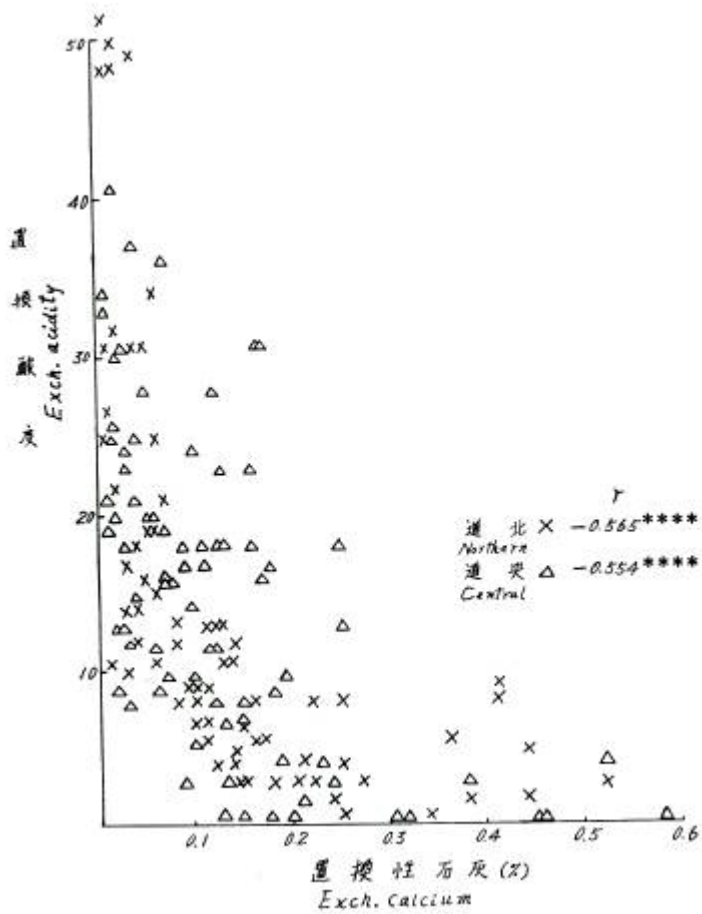
第60図 自然状態の容積重と炭素との関係 (道北, 道央)

Fig. 60 Correlation between amount of carbon in soil to volume weight in natural condition (Northern, Central)

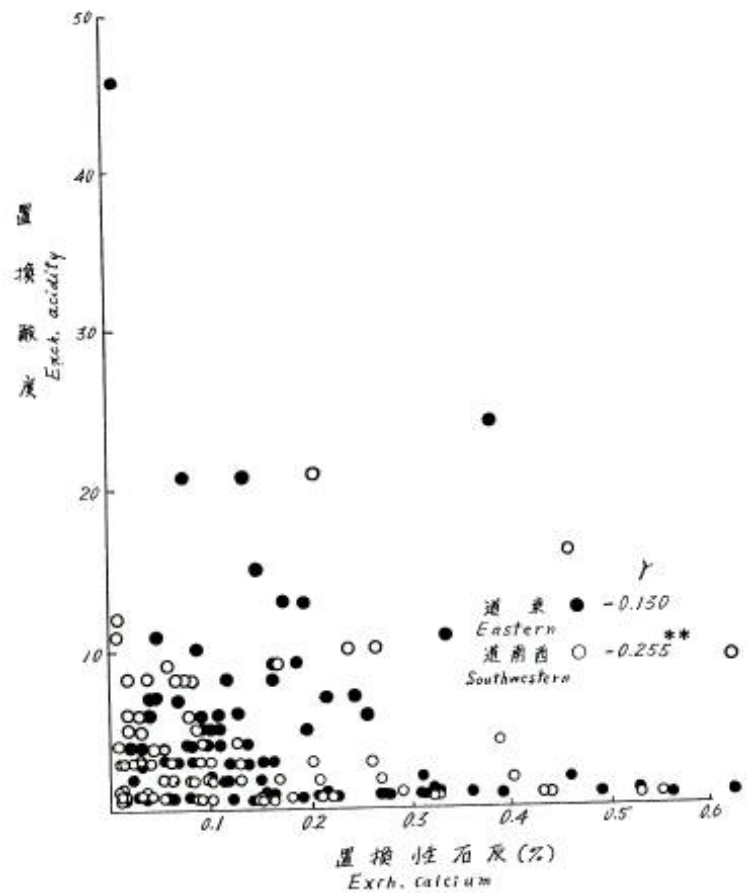


第61図 自然状態の容積重と炭素との関係 (道東, 道南西)

Fig. 61 Correlation between amount of carbon in soil to volume weight in natural condition (Eastern, Southwestern)



第62図 置換酸度と置換性石灰との関係 (道北, 道央)
 Fig. 62 Correlation between exch. acidity to exch. calcium (Northern, Central)



第63図 置換酸度と置換性石灰との関係 (道東, 道南西)
 Fig. 63 Correlation between exch. acidity to exch. calcium (Eastern, Southwestern)

VIII トドマツの地位指数と土壌因子との関係

地位は土地の生産力を示すものであるから、材積を基準にして定めるのが理論的にもっとも正しい方法である。これはドイツなどで古くから用いられていた方法であるが、実際には現実林分の立木密度が一定でなかったり、林令や樹種が異なることが多いので、現存の蓄積がそのまま地位になるとは限らない。

一般に樹高は林分の密度によって影響されることが少ないので、収穫表の調整などには多く用いられている。Coile (1935) は上層林冠の平均樹高を ft で表わし、これを地位指数 (Site index) とよび土壌との関係づけを行った。この地位指数に用いられる林令は天然林では一般に 50 年であるが、生長の遅い樹種では 100 年、人工林では 25 年を用いる場合もある (McGee 1961, 日本林業技術協会編 1961)。

地位指数を用いる長所は樹種ごとに地位が判明することと、地位の階級がこれまでよりかなり多く細分することができることである。この方法によらない場合には地位を 3~5 等級にわけるのが普通で、これでは林木との関係も漠然としており、また地域の異なるところと比較するには不十分である。地位指数は一定の林令の樹高で表わされるから、定められた林令に達しないものや、これを越えたものでもその地域、樹種に適合した樹高のガイドカーブ (Guide curve) を作成してさえおれば、それから地位指数を導びくことができる。最近アメリカではこの方面の研究が盛んで、とくにガイドカーブの理論的な求め方についての論議が目立つ (Carnean 1956, Coile 1952, Curtis 1964, Stage 1963, Strand 1964, Stanley & William 1950, Zahner 1962)。

McGee (1961) はスラッシュマツの造林地では林令 25 年の樹高を ft で表わし地位指数とした。さらに土壌因子と関連した表を作成し現地で使用できるようにしている。もちろんそれ以前にも Gaiser (1950) はこの関係を対数式で表わし、また Zahner (1957) は、野外で地位指数を判定できるガイドブックを作成した。日本でもスギ、ヒノキの地位指数と土壌因子とをとりあつたものに真下・橋本・宮川 (1958) らの報告があり、また木梨・松尾 (1959) らはスギの地位指数と土壌因子との関係を研究し、簡単な表を用いてスギの地位を求める方法を述べた。この場合に用いた地位指数はいずれも 40 年生の樹高を m で表わしたものである。そのごこれに関する研究や解説が盛んになり (小林 1963, 真下 1959, 西沢・真下・川端 1965, 武井 1965, 寺田 1962, 山本 1962), 林野庁は 1965 年より国有林を対象に地位指数調査要領 (林野庁 1965) に基づいてこの調査を全国的な規模で実施しつつある。また都道府県の林業試験機関でも 1965 年より林地生産力の調査としてこれらの問題の解明にあたりつつあって、その解説書が西沢・真下 (1966) らにより書かれている。

北海道では、林業試験場北海道支場が林地生産力に関する資料 (林業試験場北海道支場 1961) を公表し、その成果の一部は発表された (林業試験場北海道支場 1965, 1966)。またすでに寺田 (1961) がトドマツの地位指数と土壌の理化学的性質との関係を報告し、山本 (1962) も、同じくトドマツの地位指数と理化学的性質を論じた。山本は林令 30 年の樹高を m で表わし地位指数とした。

今回著者が用いた地位指数は土壌を採取した周囲に 1, 000m² の方形標準地を設け、毎木による中央本を樹幹析解して林令 25 年の樹高を m で表わしたものである。このため Coile のいう地位指数とは優勢樹冠の平均樹高ということで、多少これとは異なるかも知れない。しかしトドマツ 25 年生近くの人造林では、樹冠にそう大きな差はなく、また 1m 単位で表わしたので実際には Coile のさす地位指数と大差がないものと思われる。なお樹幹析解に使用したトドマツ造林木は 58 本で、また地位指数との関係を求めるための土壌因子は C-N 率、置換酸度 (γ 1), A 層の厚さを除いて、化学性は 1m² あたり深さ 10, 20, 30, 40, 50cm までのそれぞれの総量を、理学

性では、10, 30, 50, cm におけるそれぞれの深さまでの平均値を用いた（ただし粘土, 粘土+微砂, 砂の場合にはそれぞれの深さにおける含量である）。

土壌は上層より下層まで連続しているものであって、その性質は林木の根系にも連続して影響しているものと考えたからである。さらに一定の深さごとに計算をしたのは林木の生長がどの程度の深さまで影響されているかを考究したかったためである。

A 化学的性質と地位指数

(1) 置換性石灰 (Exch. Ca) と地位指数

第 64 図は置換性石灰と地位指数との関係を表したものである。この図の中の a は 10cm までの置換性石灰量と地位指数との関係を地域ごとに図示したもので、その場合の相関係数が有意性のあるものについてのみ直線式を書いておいた。b には各深さごとの相関係数を示し、これが正の場合には実線、負の場合には破線で結んだ。さらに c には不偏分散の平方根（回帰線のバラツキの程度）を深さ別に示した。もちろん相関係数に有意性のみられたもののみについてである。以下地位指数と土壌の理化学性を深さごとに関係を求めたものは、これと同じように書いた。

さて置換性石灰との関係であるが、この図からわかるように各地域とも、またどの深さのものも相関係数は低く、もちろん有意性を示さなかった。つまり置換性石灰と地位指数とは相関が認められなかった。

(2) 炭素 (C) と地位指数

この関係は第 65 図に示したように置換性石灰より相関はかなり高い。しかし有意性の検定の結果、道央の 10cm ($r = -0.613^*$) と道東の 20cm ($r = 0.631^*$) との間のみわずかな有意性がみられ、また全地域を通じて炭素と地位指数とは正の相関と考えられるが、道央のみ負のしかも有意の相関を示した。

(3) 窒素 (N) と地位指数

第 66 図に示すように各地域とも全く有意の相関を示さなかった。ただこの図 b でわかるように、道南西の深さ 30cm までのところで有意性 ($r = 0.524^{**}$) が認められた。このほか置換性石灰の場合と同じように、道東・道南西の方が道北・道央に比べて相関係数がやや高いように思われるが、これらはいずれも有意性を示さないので確実なことはいえない。

(4) 表土の C-N 率と地位指数

表土の C-N 率と地位指数との関係は第 67 図に示したように、道央、道東でかなり高い有意性があった。ただ道央では負の相関があるのに対して、道東では正の相関であった。道北、道南西でも負の傾向を示すのに道東のみが正でしかも有意の相関を示した。

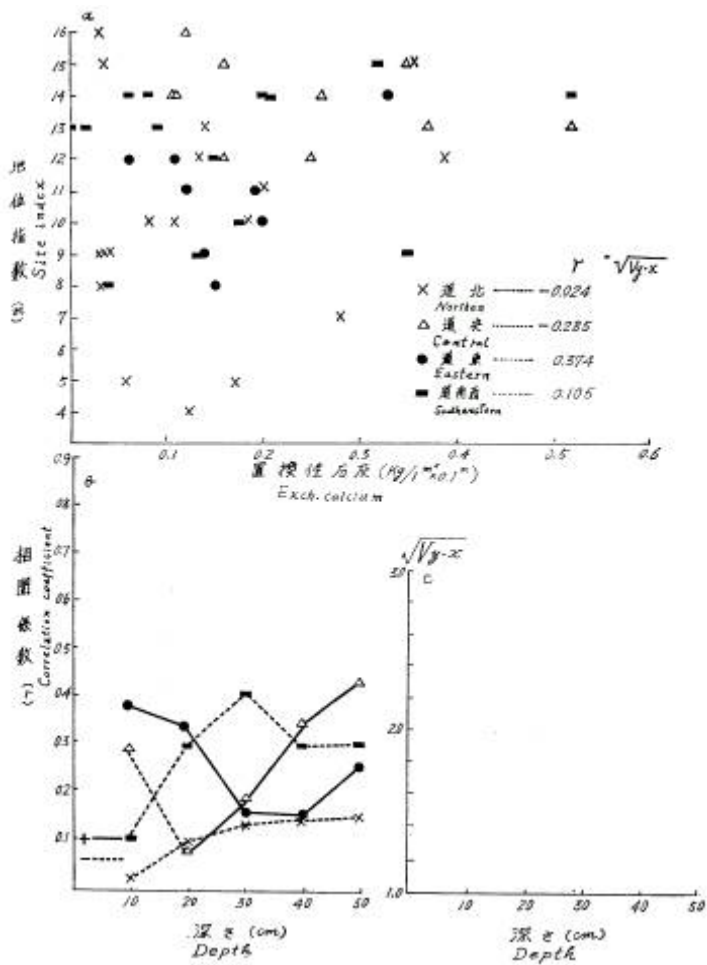
(5) 置換酸度 (y_1) と地位指数

これは深さ 50cm までの平均置換酸度と地位指数との関係である。その相関係数は道北 0.173, 道央 -0.180, 道東 0.628*, 道南西 0.081 と道東を除いて一般に低く、その相関は全くみられなかった。道東のみこの値がかなり高い相関を示したのは C-N 率とともにこの地域の特異性を表すものであろう。

B 理学的性質と地位指数

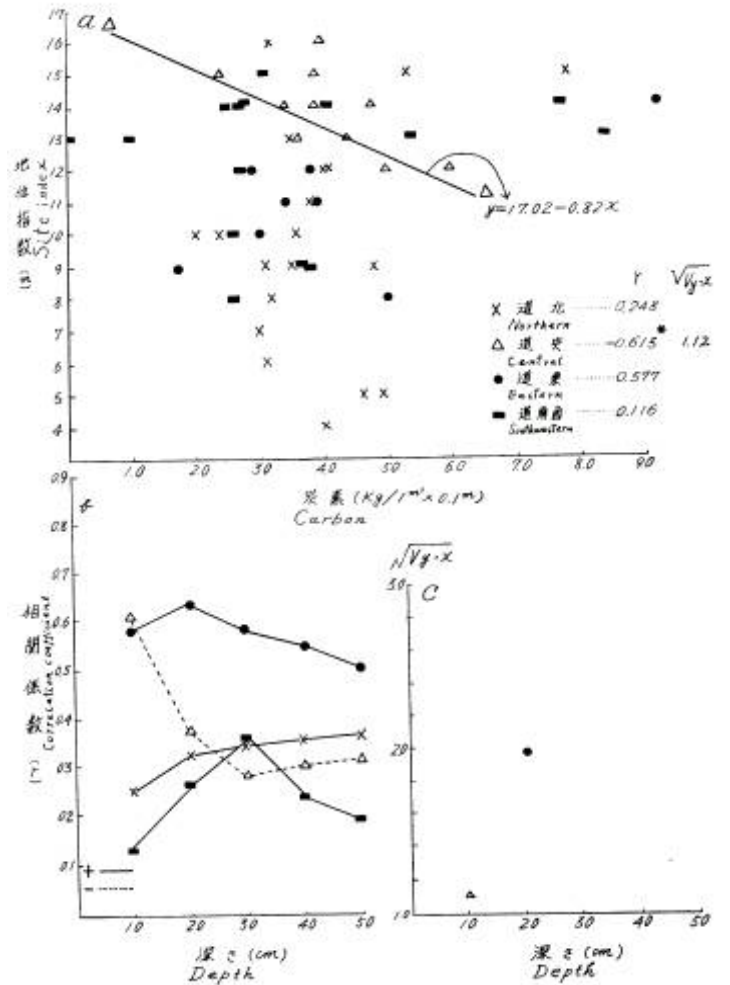
(1) 孔隙量 (P') と地位指数

第 68 図に示したように道北・道央では孔隙量と地位指数の間には明らかな正の相関が見られた。これに対し



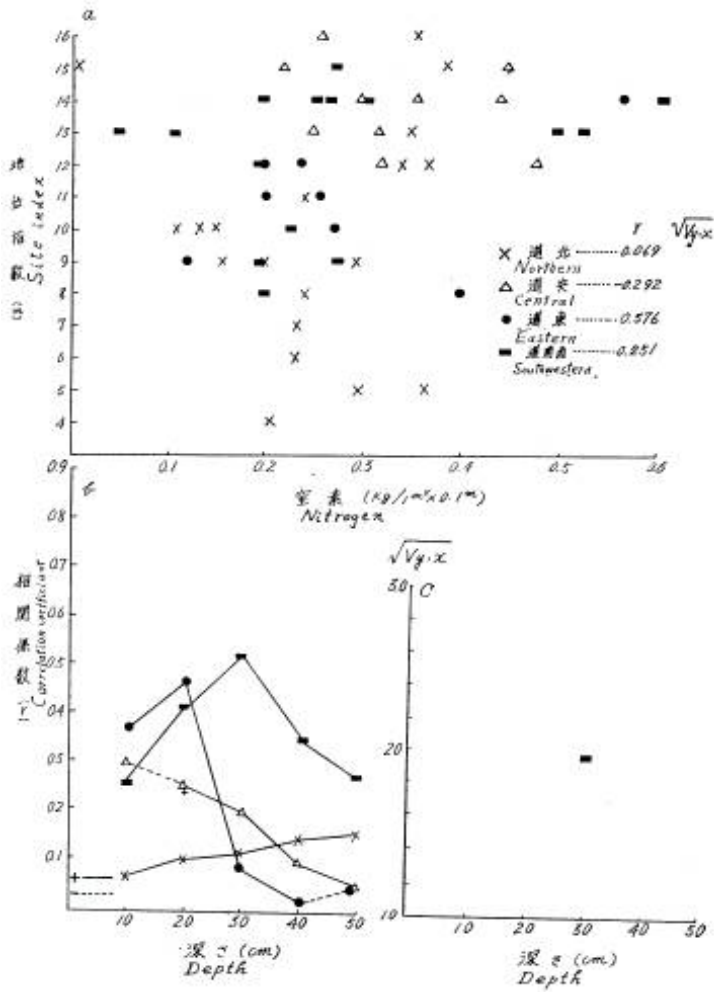
第 64 図 置換性石灰と地位指数

Fig. 64 Relationship between amount of exch. calcium in soil and site index



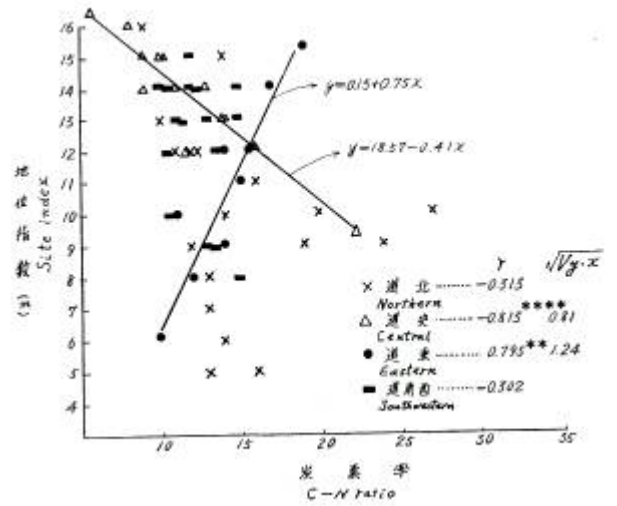
第 65 図 炭素と地位指数

Fig. 65 Relationship between amount of carbon in soil and site index



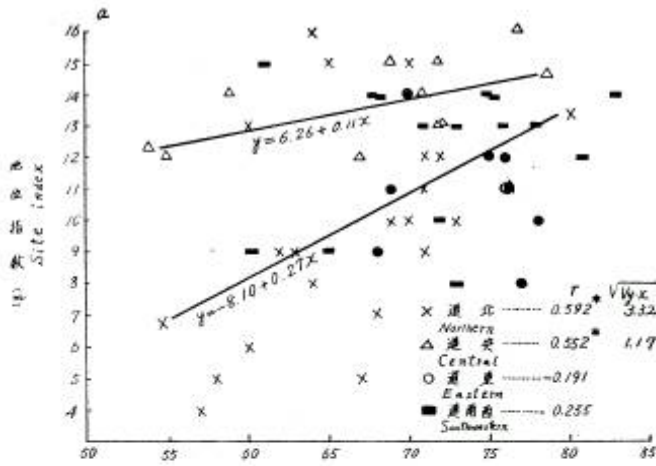
第 66 図 窒素と地位指数

Fig. 66 Relationship between amount of nitrogen in soil and site index



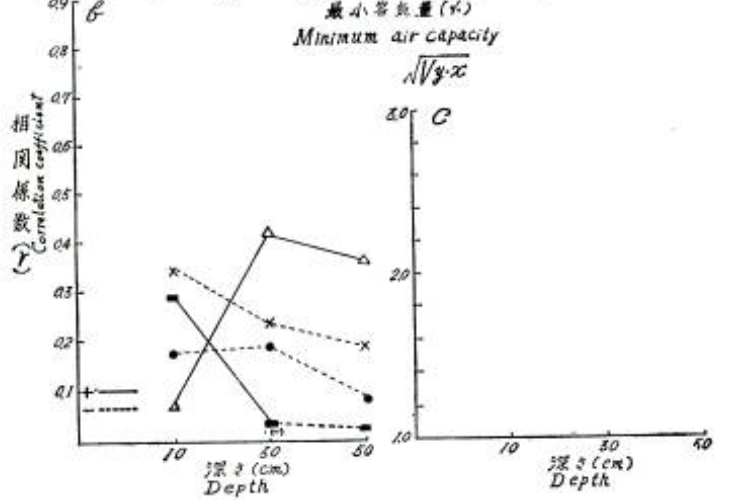
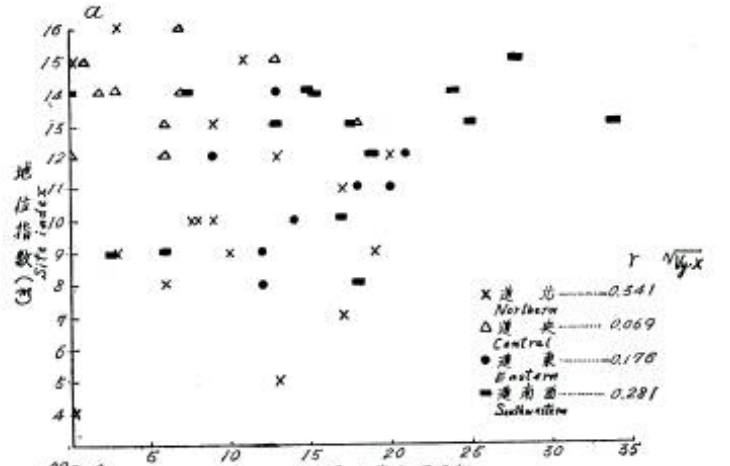
第 67 図 表土の炭素率と地位指数

Fig. 67 Relationship between C-N ratio in surface soil and site index



第 68 図 孔隙量と地位指数

Fig. 68 Relationship between porosity and site index



第 69 図 最小容気量と地位指数

Fig. 69 Relationship between minimum air capacity and site index

て道東・道南西では全く相関を示さなく、これは理学的のところでも明らかにしたように道北・道央では孔隙量が道東・道南西に比べて小さいので、孔隙量が制限因子として働き、その結果深い相関を示したものと思われる。また道北ではとくに浅い部分が高い相関を示した。

(2) 最小容気量 (A_{min}) と地位指数

第 69 図に示したように相関係数はいずれも低く、両者には全く相関が認められなかった。

(3) 粘土, 粘土+微砂, 砂と地位指数との関係

この 3 つの因子はさきにも述べておいたように 10, 20, 30cm の深さにおける含有量と地位指数との関係を求めたもので第 70~72 図までに示しておいた。これらをも相関係数が一般に低く、この間に関係はないものと思われるが、ただ道東の粘土, 粘土+微砂が 30cm の下層においてそれぞれ $r=0.776^{**}$, $r=0.771^{**}$ と正の相関がみられたのに、砂では同じ 30cm の下層で $r=-0.770^{**}$ と反対に負の相関を示していた。10, 20cm の上層では有意性は認められなかったのに、下層 (30cm) でのみ高い相関がみられたのはこの層の性質がとくに問題になるのだらうと思われる。つまりこれから考えられることは道東ではこの層に粘土, 微砂が多く、砂の少ないほど地位指数が高いということになる。

(4) 土壌 3 相と地位指数

これは孔隙量の場合と同じように 10, 30, 50cm までのそれぞれの平均値と地位指数を求めたものである。

a 固相 (土壌 S) と地位指数

第 73 図に示すように道北・道央では明らかに負の相関が認められたが、その他の地域では有意な相関は認められなかった。

b 液相 (採取時の含水量 W) と地位指数

第 74 図でみられるようにこれは道北, 道央, 道南西の地域で有意のしかも正の相関がみられた。とくに道央では深さを増してもその値に大きな変化がなく、 $r=0.889^{*****} \sim 0.890^{*****}$ とこれまでのものにみられない高い値を示した。道東だけが有意ではなかったが、これもかなり高い負の関係が窺えた。また 74 b 図に示したように道北ではごく浅い部分 (10cm) のみがかかなり高い相関を示した。

c 気相 (A) と地位指数

第 75 図に示すように道東を除いて他の 3 地域とも負の相関つまり液相 (含水量) と全く反対に気相 (空気) が少ないほど地位指数が高い傾向が窺えた。しかしこれも道北の 10cm のみ有意な相関を示したにすぎない。また道東では有意ではないが正の相関として表わされており、液相 (含水量) の場合と正反対で理論は一致すると思う。

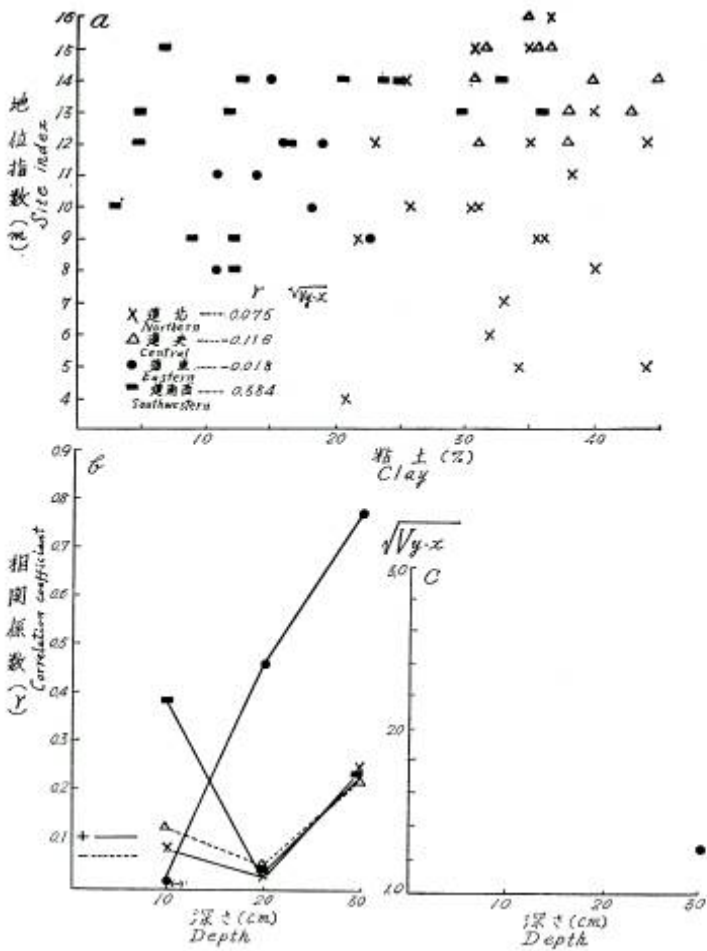
(5) L/W と地位指数

第 76 図でみられるように相関係数も全般に低く、相関は少ないものと思われるが、道北の 10cm のところで、 $r=0.432^*$ とむしろ負の相関さえみられた。これはいままで液相 (含水量) が多く、気相 (空気) が少ないほど地位指数が高かったことから当然考えられることである。

C その他の性質と地位指数

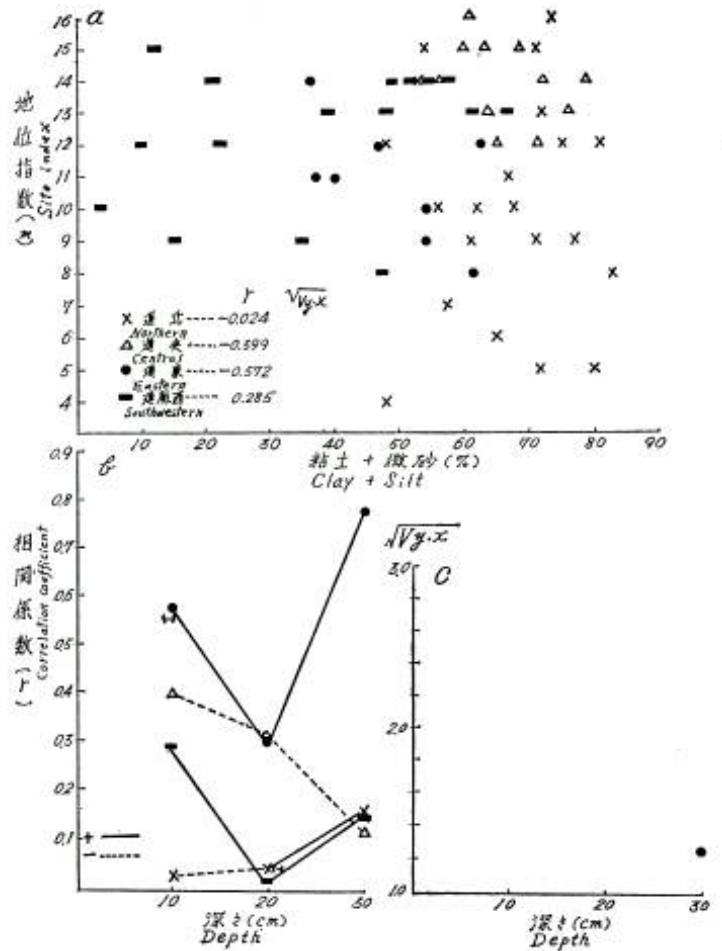
(1) A 層の厚さと地位指数

第 77 図でみられるように道北 ($r=0.499^{**}$) と道南西 ($r=0.775^{***}$) でかなりまたは高い相関がみられ、他の地域とくに道東では $r=0.062$ とほとんど相関はみられなかった。道東では A 層の厚さが 30cm をこえるもの



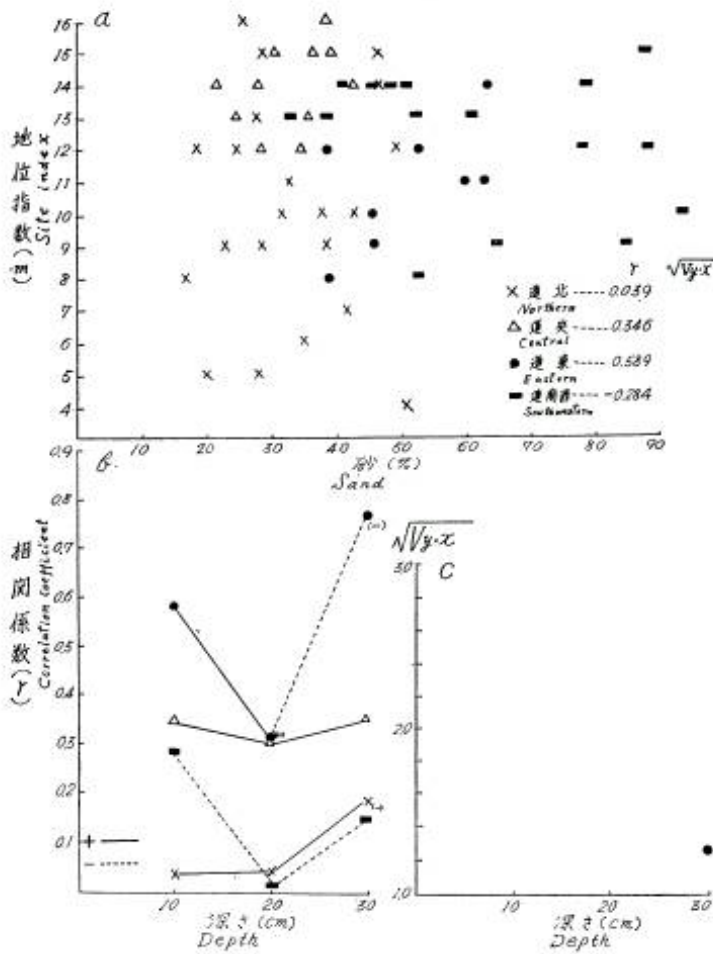
第70図 粘土と地位指数

Fig. 70 Relationship between clay content in soil and site index



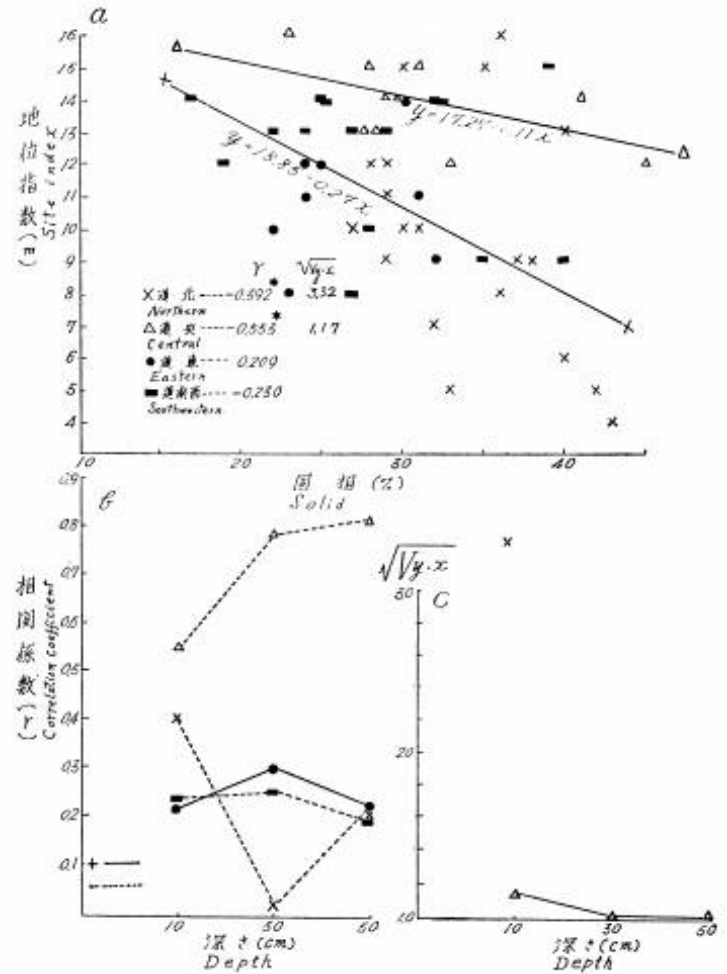
第71図 粘土+微砂と地位指数

Fig. 71 Relationship between clay+silt content in soil and site index



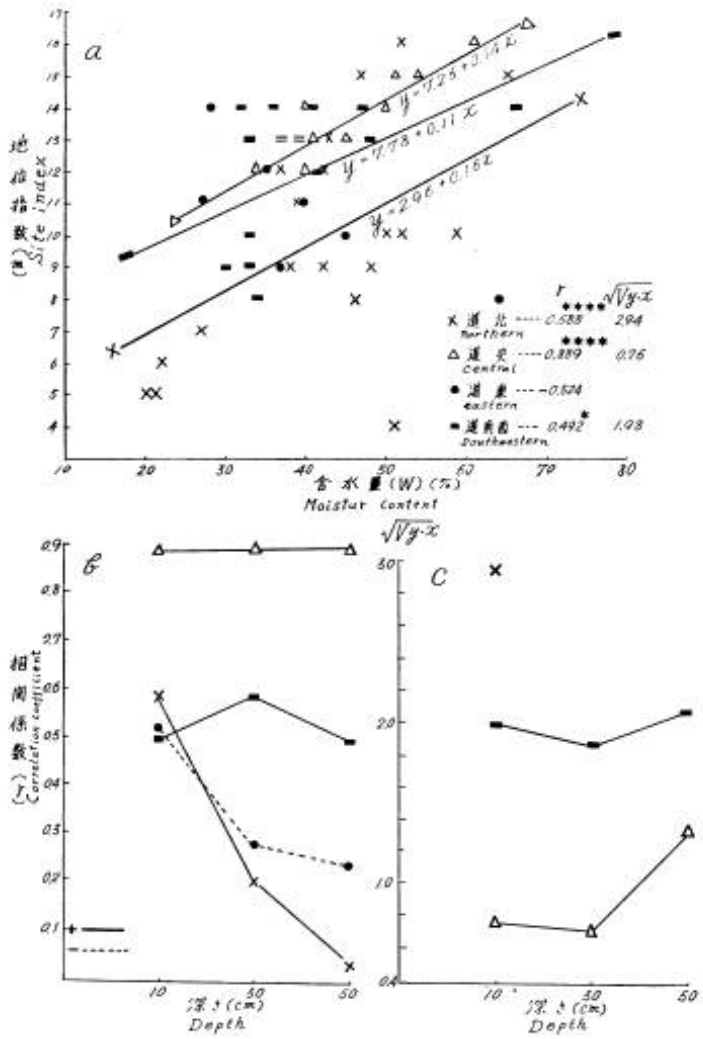
第 72 図 砂と地位指数

Fig. 72 Relationship between sand content in soil and site index



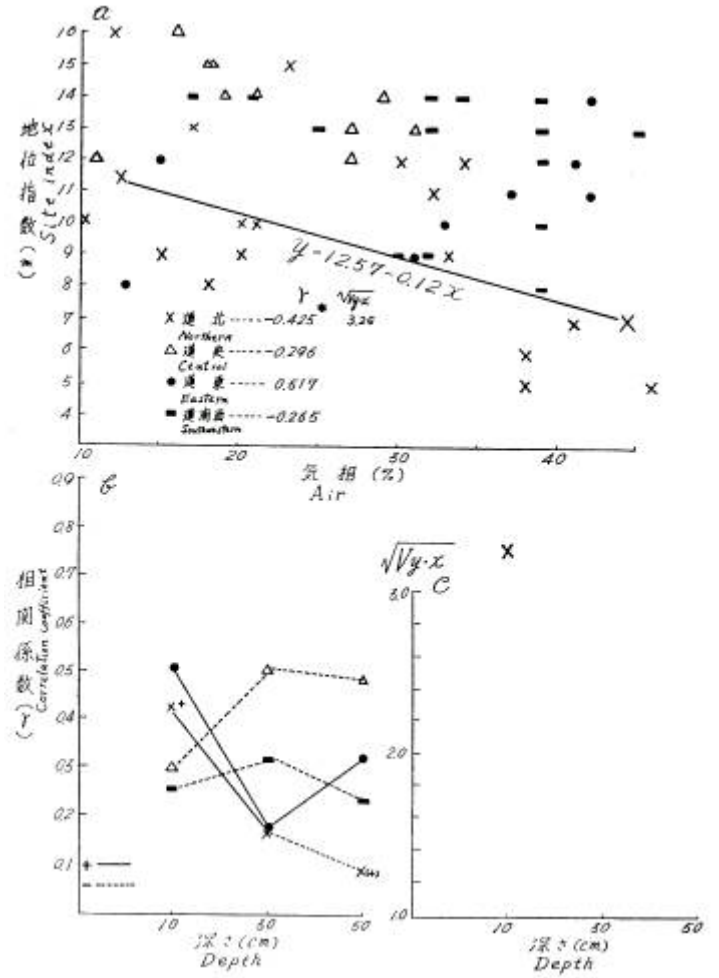
第 73 図 固相と地位指数

Fig. 73 Relationship between solid in soil and site index



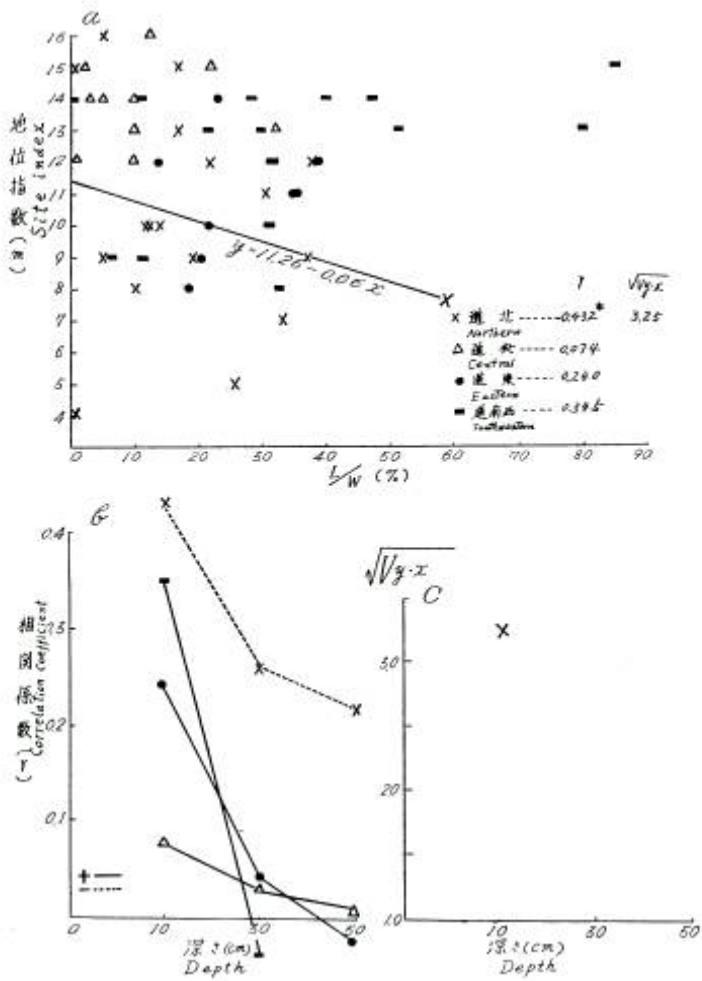
第74図 採取時含水量と地位指数

Fig. 74 Relationship between moisture content in fresh soil and site index



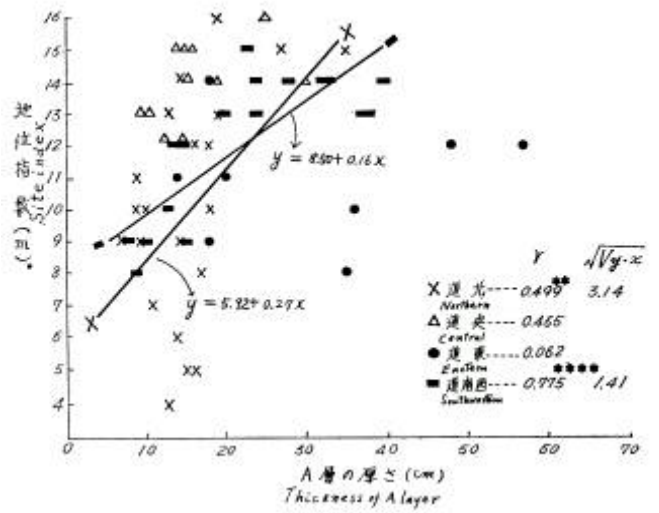
第75図 気相と地位指数

Fig. 75 Relationship between air in soil and site index



第76図 L/W と地位指数

Fig. 76 Relationship between L/W and site index



第77図 A層の厚さと地位指数

Fig. 77 Relationship between thickness of A layer and site index

道東 20>10>30>50>40
 全域 20>30>50>10=40

道南西 30>20>40>50>10

の順で道北では深いほど相関が高かったが、その他の地域では10~30cmまでの含量と相関が高く、さらに総括的にいうならば置換性石灰、炭素、窒素では深さ10~30cmまでの量が地位指数ともっとも高い関係を示すことが明らかになった。

また第35表は理化学性についての深さによる相関の順位である。

第35表 深さによる相関の順位 (理化学性)

Table 35 Order of correlation between soil depth and site index (Physical)

地域 Region	深さ Depth	孔隙量 P'	最小容気量 Amin	粘土 Clay	粘土+微砂 C+Silt	砂 Sand	土 壤 3 相 Volume composition of the soil			容気最大容水量 L/W	最大容水量 Wmax	含水量最大容水量 W/Wmax	含水量/孔隙量 W/P'	Total計	順位 Order
							固相 S	液相 W	気相 A						
道北 Northern	10	1	1	2	3	3	1	1	1	1	1	1	17	1	
	30	2	2	3	2	2	3	2	2	2	3	3	28	3	
	50	3	3	1	1	1	2	3	3	3	2	2	27	2	
道央 Central	10	3	3	2	1	2	3	2	3	2	3	2	28	3	
	30	2	1	3	2	3	2	1	1	1	1	1	19	1	
	50	1	2	1	3	1	1	3	2	3	2	3	25	2	
道東 Eastern	10	3	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	21	1	
	30	1	1	2	3	3	1	2	3	2	2	3	25	2	
	50	2	3	1	1	1	2	3	2	3	2	3	25	2	
道南西 South-western	10	2	1	1	1	1	2	2	2	2	3	1	2	20	1
	30	1	3	3	3	3	1	1	1	3	2	2	1	24	2
	50	3	2	2	2	2	3	3	3	1	1	3	3	28	3
全地域 Whole	10	9	7	8	7	8	9	6	7	6	8	5	6	86	1
	30	6	7	11	10	11	7	6	7	8	8	8	7	96	2
	50	9	10	5	7	5	8	12	10	10	7	11	11	105	3

これをまとめてみると

道北 10>50>30
 道東 10>30=50
 全域 10>30>50

道央 30>50>10
 道南西 10>30>50

となり道央の30cmを除いて他の地域はすべて10cmまでがもっとも相関が高かったということになる。このように化学性、理化学性を通じて全般にトドマツの根系が土壌によって影響される深さは比較的浅いもので、せいぜい10cmから20~30cmまであり、理化学性の方が化学性よりさらに浅いもののように推察される。

E 考 察

(1) 化学的性質と地位指数

トドマツの地位指数と化学性との相関係数を求めたところ、もっとも高い相関を示したのはC-N率といえよう。炭素と窒素はともに相関が低いのにその比を求めると相関係数は道央-0.813***、道東0.795**

とたがいに負と正ではあるが、とにかくかなり高い相関がみられた。

つぎは炭素との関係が高く、道北、道東、道南西では地位指数と正の相関が表われたのに対して、道央のみが負の相関を示した。また置換性石灰、置換酸度とはほとんど関係がみられなかった。なお化学性では、道北・道央より道東・道南西で比較的高い相関係数が示されたようである。これは中部より北部にわたる地域は埴質で堅密なため、化学性よりむしろ理学的性に支配されるためであろう。

朝日(1956)は道東のトドマツ造林地で優良地は石灰の飽和度が高く、不良地はこれと反対であったと述べ、山本(1962)もトドマツの地位と土壌因子との関係を究明して pH、置換酸度、有機物とは明白な関係がみられなかったが、置換性石灰、C-N 率では高い関係がみられたという。しかしそのごの調査(林業試験場北海道支場 1966)では有機物と地位指数とはかなり直線的な相関がみられ、また窒素、リン酸および加里なども同様な傾向を示したと述べている。真下・橋本・宮川(1958)らは置換性石灰で樹種により、また地域によって関係が表われる場合とそうでない場合があり、スギ・ヒノキでは炭素、窒素の間には全く関係が認められなかったと述べている。また竹下・中島(1963)らが指摘しているように局所的な斜面型によってもその相関振りに差を生じ、時には逆相関を生ずることすらあるので地域、地形、土壌の深さなどを異にすることによって、同一の因子でも働き方が違う。そこで地域区分をできるだけ細分し、そこにおけるそれぞれの法則性を見出すべきことをこの調査の結果でも如実に示している。

(2) 理学的性質と地位指数

このうち地域性はあるにしても相関のかなり高かったものは孔隙量、土壌3相、A層の厚さなどで粘土、微砂、砂などいわゆる土性に関係のある因子は道東を除いて相関が認められなかった。土壌3相のうち道東を別にして一定容積の固相(土壌)の部分が少なく(負の相関)、残りの孔隙(液相+気相)のうち液相の多いものほど地位が高いということが立証された。あとで述べるように、これは土壌型の水分系列ともよく一致し、トドマツの生長は土壌水分の含量と高い相関があることがわかった。したがって石原(1933)の提唱した L/W は道北でむしろ負の相関がみられたほどで、生長には空気より土壌水分が高い関係があることを裏書きしている。そもそも L/W はトドマツ稚樹の消長との関係を述べたものであり、茨木・他(1956)の報告によれば、乾性型ほどこの比が大きくなり、そうならば当然逆相関が考えられ、また山本(1962)も L/W とトドマツの地位指数とは関係が少ないと述べている。橋本(1960)も L/W は林木の生長と必ずしも関係しないことを指摘している。

スギが水分を好み生長と正の関係にあることは、いまさら述べるまでもないことであるが、北海道のトドマツが水分に対してスギに類似した性質をもっていることを以上の結果で立証された。神(1951)はアカマツで固体、液体、気体の比のうち L/S×10 の値が高いほど生長のよいことを述べた。ここで L は liquid (液体) S は solid (固体) を意味する。つまりアカマツですら土壌3相中固体の部分が少なく、液体が多いほど生長が良好であるという。

土壌水分が林木の生長に重要な因子であることはいまさら論ずる必要はないと思われるが、古くから述べられているので、その 2~3 についてあげてみよう。Feilberg (Lundegaerth 1930) は植生 (Vegetation) を決定するのは、土壌水分であるといい、すでに Warming (1909) も植物の水に対する要求度より群落を区別した。また Fricke, Aaltonen, Craib (Holch 1931) および Toumey (1930) からも、林地で植物の生長に重大な関係をもつ因子は陽光よりも土壌の有効水分であるという結論に達しており、Heinrich (1936), Wittich (1938) などのヨーロッパの学者も、自然を綿密に観察した結果、ヨーロッパアカマツ林では、陽光よりも土壌水分が更新に対してより大きい制限因子であると報告している。さらに Oelkers (1940) は Gahrenberg の演習林やその他の営林

区で、立地因子の中でもっとも重要なものは水因子であると痛感し、カラマツ、モミ、ヨーロッパアカマツ、ヨーロッパトウヒなどの幼苗を使用して実験した結果、土壌含水量の増大とともに乾物生長や、生理的能力が著しく増大されたと述べている。降水量または地形が林木の生長と密接な関係を示すといってもそれは結局水分の移動による土壌水分の含有量の多少に関連するのではなからうか。

そこで著者はさらにどのような形の土壌水分であるかを検討するため、最大容水量(Wmax)、湿潤度(W/Wmax)(茨木・他 1956, 山本 1962)、孔隙中の水の割合(W/P[^])などを計算して、採取時含水量(W)と比較してみた。その結果は第 79~81 図までに示したように、これらとの間には大きな差が見られなかった。しかし W/P[^] が道北では 10cm までの平均値で $r=0.674^{****}$ と採取時含水量(絶対量 W)の $r=0.588^{****}$ をややうわまわった相関が表われた。これから推察できることは水分の絶対量ももちろん高い相関がみられるが、孔隙の中の水(W/P[^])もかなり高い相関があり、とくに道北ではむしろこの方が高く、つまり孔隙量の少ない地帯では孔隙の中の水という相対的な関係にある水分がむしろ重要な意味をもつのではあるまいか。また W/Wmax の場合でも道東・道南西では、絶対量である採取時含水量より高い相関を示している。なおこれらについてはあとでもう一度述べることにする。

土壌型との相関は土壌型に数字がないので計算することができないが、第 78 図からみるともっとも高い相関あるのではないかと考えられる。つまり土壌水分の多い土壌型ほど地位指数が高く、これまで述べたことがらをよく裏書きしている。Pawluk&Arneman(1961)はバンクシャマツの生長が土壌型態と明らかな関係があると述べているのと似ており興味深い。

そこで土壌型別の土壌水分(採取時含水量)を第 82 図に示してみた。さらにこの平均値を検定してみると第 36~39 表に示したとおりで、道北の Bc(d)・Bd (d) 型などの弱乾性型は適潤性の Bd, Bc(w)型のものより水分量が少なく、さらに平均値の検定を行なった結果は、表の下に示したとおり高度の有意差を示した。すなわちこれを整理してみると

$$Bc(w) (51.9) > Bc (45.6) > Bc(d) \cdot Bd (d) (35.6)$$

$$Bc (45.6) = Bd (43.1), Bd (43.1) = Bc(d) \cdot Bd (d) (35.6) \quad \text{となる。}$$

第 36 表 土壌型別含水量 (道北)

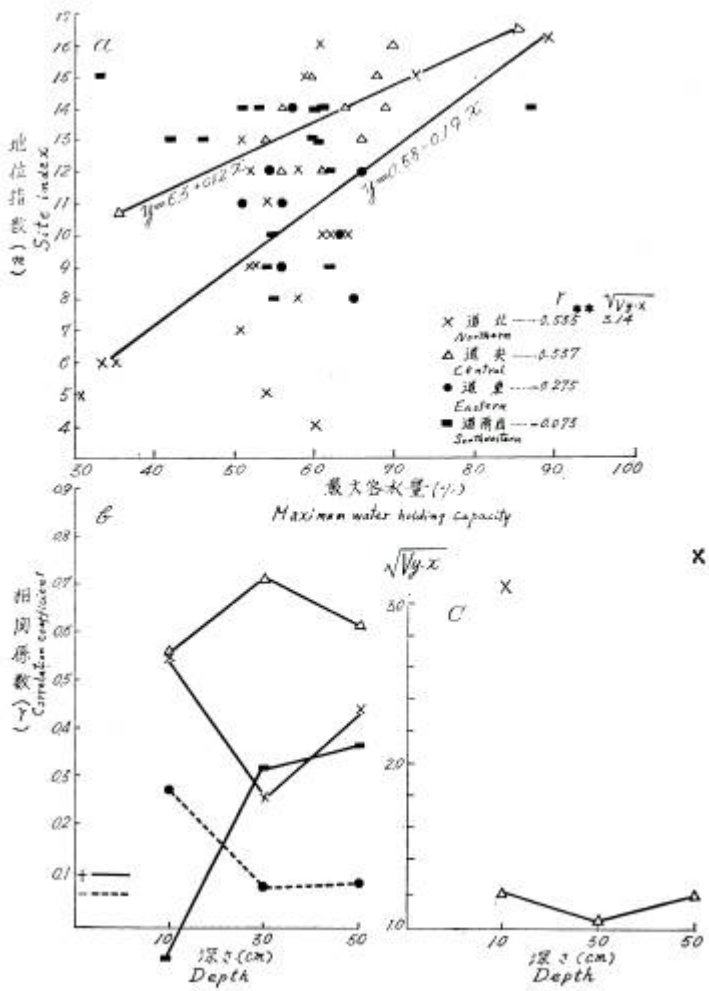
Table 36 Moisture content of each soil (Northern)

土 壌 型 Type of soil	含水量 (%) Moisture content	標準偏差 (σ)	変異係数 (C. V. %)
Bc (d) Bd (d)	35.6	10.3	28.9
Bc Bd Bc(w)	45.6 43.1 51.9	7.4 11.3 4.0	16.3 26.2 7.7
Bc(w)			
Bc	***		
Bd	**		
Bc (d) Bd (d)	****	****	
土壌型 Type of soil	Bc(w)	Bc	Bd
			Bc (d) Bd (d)

また第 37 表は道央のものであるが、これによれば Bc と Bc(w)型がこれらと有

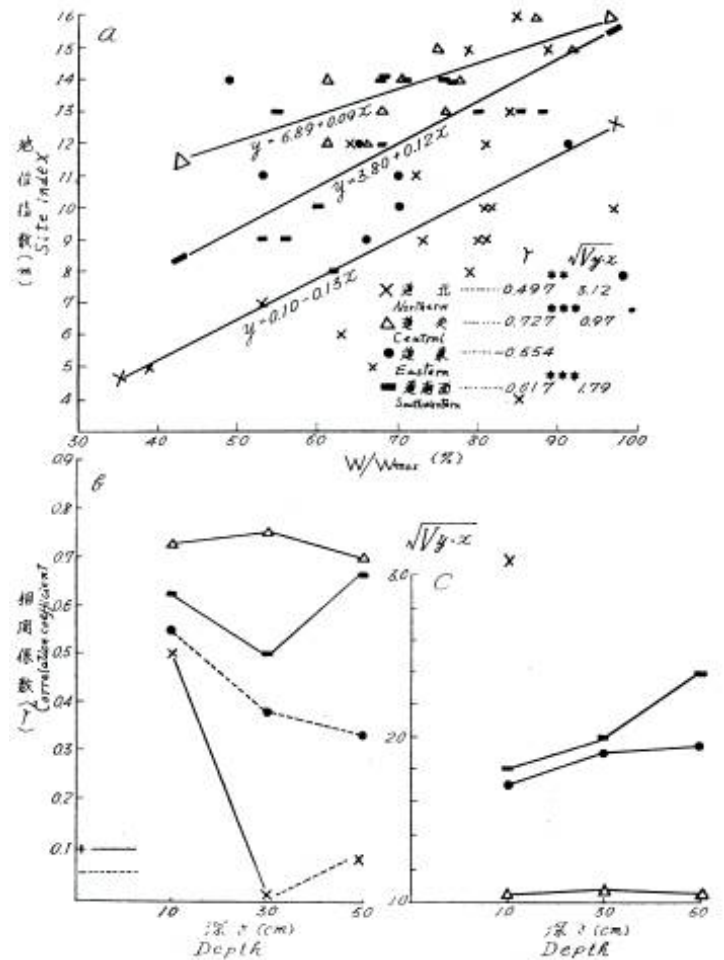
第 37 表 土壌型別含水量 (道央)
Table 37 Moisture content of each soil (Central)

土 壌 型 Type of soil	含水量 (%) Moisture content	標準偏差 (σ)	変異係数 (C. V. %)
Bc Bc(w) Bd	44.5 47.2 52.8	8.6 4.2 8.5	19.4 8.9 16.1
Bc			
Bc(w)			
Bd	*	*	
土 壌 型 Type of soil	Bc	Bc(w)	Bd



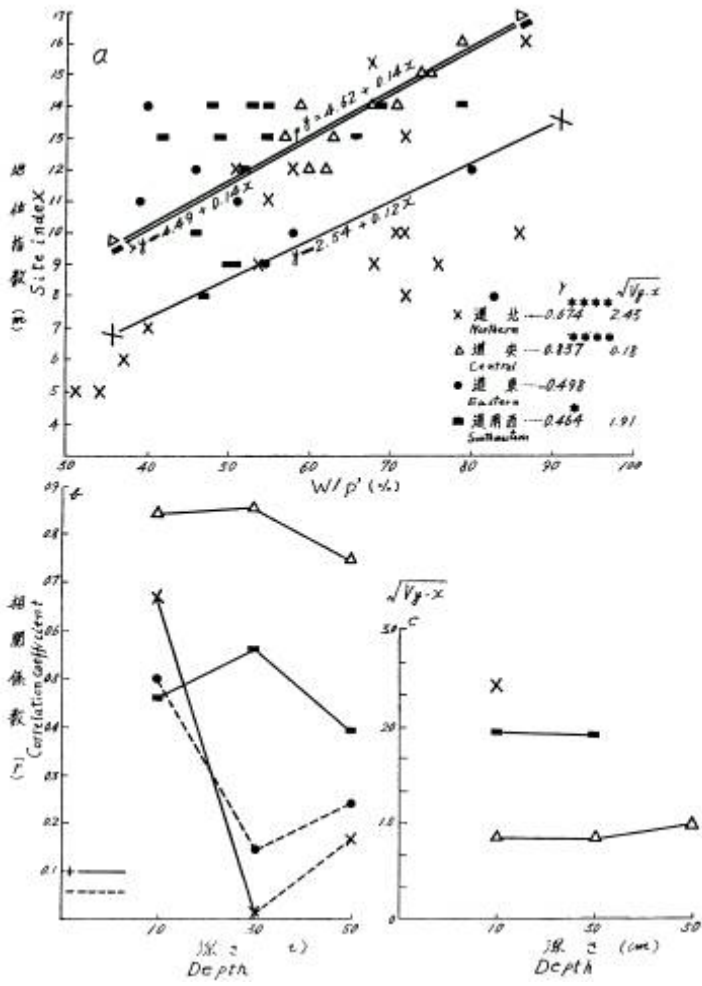
第 79 图 最大含水量と地位指数

Fig. 79 Relationship between maximum water holding capacity and site index



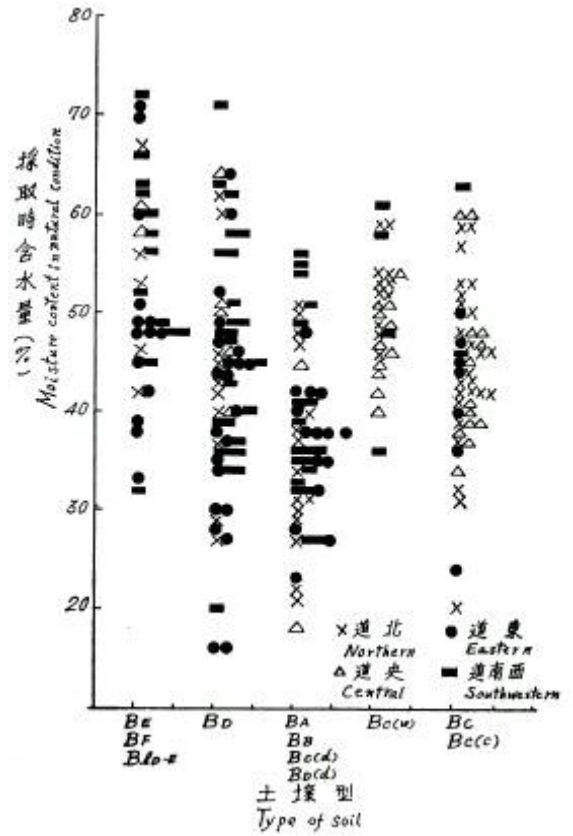
第 80 图 W/Wmax と地位指数

Fig. 80 Relationship between W/Wmax and site index



第81図 W/P' と地位指数

Fig. 81 Relationship between W/P' and site index



第82図 土壤型と含水量との関係

Fig. 82 Relationship between type of soil and moisture content in natural condition

第38表 土壤型別含水量 (道東)
Table 38 Moisture content of each soil
(Eastern)

土 壤 型 Type of soil	含水量 (%) Moisture content	標準偏差 (σ)	変異係数 (C. V. %)
BA・BB	36.5	6.8	18.7
BD	39.8	12.2	30.6
BE・BF	49.3	11.0	22.3
BA・BB			
BD			
BE・BF	****	**	
土 壤 型 Type of soil	BA・BB	BD	BE・BF

第39表 土壤型別含水量 (道南西)
Table 39 Moisture content of each soil
(Southwestern)

土 壤 型 Type of soil	含水量 (%) Moisture content	標準偏差 (σ)	変異係数 (C. V. %)
BA・BB	36.4	9.3	23.6
BD	46.9	11.7	24.9
BE・BF	55.2	11.0	20.0
BA・BB			
BD	**		
BE・BF	****	*	
土 壤 型 Type of soil	BA・BB	BD	BE・BF

意に差があり土壤水分はもっとも多くみられた。すなわち BD (52.8) > Bc (w) (47.2) = Bc (44.5) と表される。また第38表は道東の土壤型と土壤水分との関係で、明らかに BE・BF型の湿性型が適潤または乾性型に比べて有意に土壤水分が多い。すなわち

BE・BF (49.3) > BD (39.8) = BA・BB (36.5) となる。

なお第39表は道南西のもので、ここでも湿性型が乾性型より水分が有意に多いことがいえた。すなわち

BE・BF (55.2) > BD (46.9) > BA・BB (39.4) となる。

以上を総括してみると大部分の地域が乾性型→適潤型→湿性型へと土壤水分は例外なく多くなっていることが判明した。採取時は一定していないのに、このように明瞭な差を示すのは大政 (1951), 山谷 (1956) らがすでに発表しているように土壤水分は相当ながい間にわたって、ほぼ平衡状態持続する特性をもっているものと思われる。トドマツの生長に対してもある一定期間の持続した土壤水分の多寡が、かなり大きな要因になっていることがわかる。そして判定には土壤の水分系列による土壤型がよく、トドマツの造林を主体とした北海道ではもっとも合理的な分類法といえよう。

(3) 土壤の深さと地位指数

林木の生長にもっとも関係のある土壤の深さは、どの程度までであるかを知ることは、土壤を調査する上からも必要なことである。根系だけについてはかなり研究されているが (刈住・塘 1958), 土壤の深さと関連づけて研究した報告はあまりみあたらないようである。

芹沢 (1957) はトドマツの生長と土壤の性質を論じて、B層の理化学性が悪いことは根系の発達を抑制するばかりでなく、土壤空气の欠乏、一次的な滞水の被害などがあって、不透水層までの深さ (A層) が問題になり、この層の薄いほど被害が大きくなるが、しかしこの深さが30cm以上ある場合には、トドマツを植栽してもよいと述べている。また Coile (1935) は最高の地位を示す土壤のA層の厚さは、12in (やく 31cm) であったといい、さらに彼の1952年の報告では、A層の厚さと地位指数との関係を図示して、A層の厚さが6~8inで地位指数はほぼ一定になるように示している。また Zahner (1957) もテーダマツでA層の厚さが18inまで地位は上昇し、それより厚くとも地位はふたたび低下すると報告している。また McGee (1961) もスラッシュマツで不透水層までの厚さが厚いほど地位は高くなるが、それにしてもこの深さの最高は20~30inで、それ以上ではまた地位指数が低下している。なお林業試験場土壤調査部 (1964) が、天竜地域のアカマツ林は、有効土層が

30cm を境にして、それより浅くなると生育が著しく劣ると報告し、30cm という数字をあげている。

1965年に現場で行なった林地生産力の調査の際、根の分布と土壌の深さをとりまとめたところでは(杉浦 1967) 土壌の深さが 20cm まで根の重量は増加するが、それ以上ではほぼ一定であることがわかった。

以上のような例から考えあわせて、著者が土壌の林木の生長におよぼす深さがせいぜい 20~30cm までであろうと推定したことは余り間違っていないように思われる。さきにあげた Zahner および McGee らの報告は天然林のマツ類のもので、樹令がたっており、さらには河川に沿った砂質系の台地であるなどから、かなり深くまで根が侵入しているものと思われ、それにしても 70~80cm である。また道央より北部にかけての埴土地帯が、道南・東部の壤土~砂土系の地帯よりやや浅いところで相関が高かったことは根の侵入が土壌の性質によってある程度左右されることを物語っているものと思う。

IX 総括および結論

北海道は温帯の北限に近く、平均気温は5~9°Cの間にある。しかし精細にみると道南西、道北、道東などいわゆる日本海、オホーツク海、太平洋などそれぞれの海岸に面する地域によって温度や降水量はもちろん、その他日照、風速、湿度などにも差がみられる。しかし巨視的にみた場合は北海道の脊梁山脈を縦に2分して考えてさしつかえなく、すなわち、これより西部では年平均気温が7~9°Cで降水量も1,200~1,500mmで、ときには2,000mmにおよぶ地域も局部的にみられる。これに対して東部は年平均気温が5~6°Cと低く、降水量も1,000mm前後で少なく、森林帯からも西部の大部分が温帯であるのに、東部では亜寒帯と考えられている。これらの原因には北海道をとりまく海流と地形が大きく作用していると考えられている。すなわち、西部には対馬海流（暖流）が北上しているのに、東部は寒流が南下し、これが気温に影響し、一方北西よりの雨雪は中部脊梁山脈でさえぎられ、東部には少なくなっている。

地質的にも北海道の屋根ともいふべき中央脊梁山脈のもっとも古い地層（先白堊紀）を境に西部では古生層、第3紀層が多いのに、東部は第4紀層がかなり広く分布するなどその地質構成も異なる。さらに過去に火山活動の著しかった北海道は安山岩の露出を多くみせ、そのうえ数千年まえよりの火山の噴出物が地表を被い、ますます地形や土壌の母材の性質を複雑にしている。とはいうものの、やはりこれを巨視的な立場よりみれば北海道の中心をとって横に2分した道南にのみこの火山噴出物が分布しているので、土壌の形態や理化学性に道央および道北とは著しい差がみられた。著者ははじめ単に地理的理由から道北、道央、道東、道南西の4地域に大分けして土壌の分布とその性質などを検討したが、これらの間に理化学性、とくに理化学性において明らかな地域差がみられた。

その結果、やはり大分けすると道北・道央と道東・道南西とはほぼ類似しており、この両者には大きな差があった。つまり北海道の森林土壌でも2大区分され、その原因は火山噴出物による母材の影響がかなり大きい役割を果たしているものと思われる。すなわち、道北では第3紀または洪積層の頁岩、砂岩、凝灰岩が主体で、道央になるにしたがって安山岩などやや多くはなっているが、いずれにしても埴土系の土壌がその主体をなしているため、自然状態の容積重が大きく、孔隙量、最小容気量ともに小さくなっている。これに反して道東・道南西では、自然状態の容積重が小さく、反対に孔隙量、最小容気量などが大きい。土性は道北・道央で軽埴土が大部分であるのに道東・道南西では壤土から砂土系によっている。またA層の厚さでも同じBd型で比較してみると、道東・道南西では30~40cmであるのに、道央・道北では20cm前後であった。

化学性では置換性石灰、炭素、窒素などで差がなかったが、置換酸度には判然とした差がみられ、道北・道央では置換酸度が0~100の範囲にわたり、このうち0~10に入るものが全体の40~50%を占めているのに対して、道東・道南西では0~60の範囲でこれは道北・道央のやく半分近く、さらに0~10に入るものが全体の80%以上になっている。このように道北・道央で酸性が強く、それに反して道東・道南西ではこれが弱い。また置換酸度と置換性石灰との関係でも道北・道央ではこの両者に明らかな負の相関が示されたのに、道東・道南西ではほとんど相関を示さなかった。R₂O₃の含量でも道東・道南西では道北・道央のほぼ2倍の量を含んでいる。これらの性質は火山噴出物特有のものであることはすでに明らかにされている。

このように2大区分されるのは、なんとといってもこうした母材の違いであるが、気候や地形もみのがせない。道北と道央、道東と道南西の間でもこれを仔細にみれば、理化学的性質のみならず、とくに土壌型の分布にも差

が認められる。すなわち道北と道央を比較した場合、道北には Pd, G 型の土壌が多く、これに対し侵食土は道央の方がうまわまっている。pH でも道北の地域のもが道央のものより低く、Bd 型を除いて 4 代である。これは気候的なものがかなり作用していると思われる。道東と道南西の比較でも黒色土、BE・BF 型、G 型など比較的湿性型のもが道東に多く分布しているのに、道南西ではこれと反対に BA・BB, Pd 型などの乾性型および未熟土 (Im 型) などが圧倒的に多くなっている。これは道東は丘陵地形が多いのに、道南西には壮年期的地形が多いなど地形的な要因があるものと思われる。これらのことを考慮してさらに地域の小分けがなされるべきである。

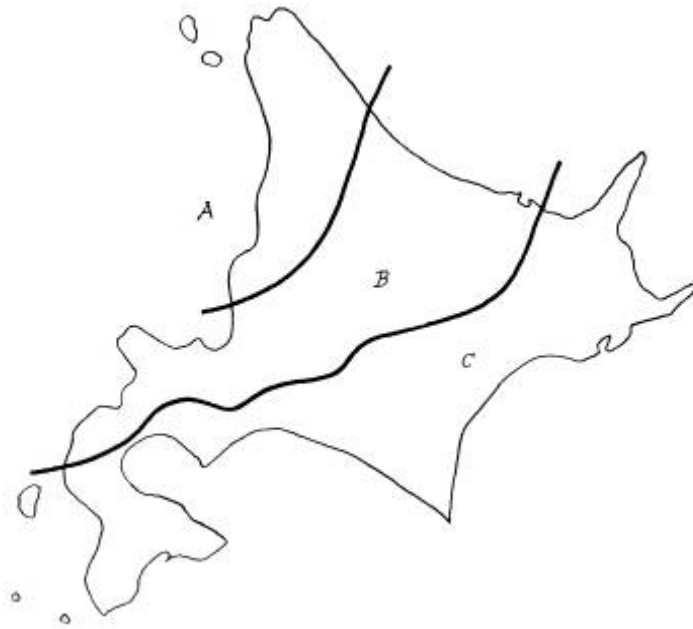
すでに佐々木 (1960) は北海道土壌地理論で北海道を大きくは第 83 図に示したのように 3 地域とした。著者のとりまとめた結果でも佐々木の大区分によく合致していることがわかった。ただ著者の考えとしては、道南をさらに 2 つに小分けし、大区分では 3 地域より 2 地域の方がいままで述べてきたこととよく適合していると思えるので、第 84 図に示したような地域区分を試みた。すなわち道央より北部を A、これより南部を B 地域と 2 大区分し、この境界線は火山噴出物の分布に一致させた。さらに地域内を A₁, A₂, B₁, B₂ とそれぞれ小分けした。

北海道は総体的にみて褐色森林土壌がその大宗をなすが、道央より北になるにつれてポドゾル化がますます進んでおり (三宅・田町・森下 1932, 三宅・田町 1934, 1941), これは気候よりみて当然考えられることである。そこで A₁ 地域は埴土系で孔隙性に乏しく、そのうえポドゾル化をうけた褐色森林土, A₂ 地域では埴土系ではあるが、やや孔隙性のあるやはりポドゾル化をうけた褐色森林土, さらに道東にあたる B₁ 地域は孔隙性に富む壤土系で、黒色土をモザイク状に伴う、あるいは黒色土に近い褐色森林土, B₂ 地域では未熟土の多い褐色森林

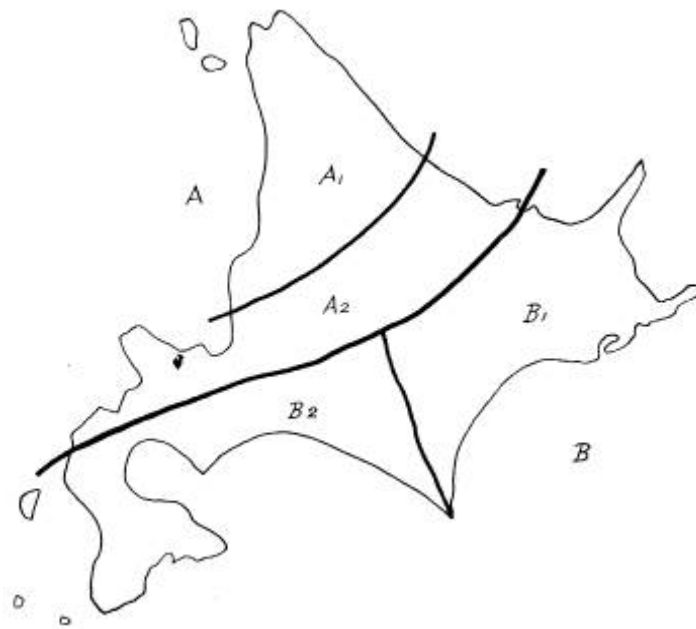
第 40 表 土壌の化学的性質と地位指数との相関係数

Table 40 The linear correlations between chemical properties of the soil and site index

	因子	深さ	道北	道央	道東	道南西
	Factor	Depth	Northern	Central	Eastern	Southwestern
化学的性質	置換性石灰 (Exch. Ca)	10	-0.024	-0.285	0.374	0.105
		20	-0.091	-0.072	0.333	0.293
		30	-0.124	0.187	0.156	0.402
		40	-0.130	0.340	0.151	0.290
		50	-0.142	0.427	0.246	0.292
	炭素 (C)	10	0.248	-0.613*	0.577	0.116
		20	0.317	-0.367	0.631*	0.264
		30	0.338	-0.279	0.577	0.358
		40	0.345	-0.295	0.538	0.228
		50	0.362	-0.317	0.502	0.179
	窒素 (N)	10	0.069	-0.292	0.376	0.251
		20	0.108	0.266	0.461*	0.413
		30	0.108	0.189	0.075	0.524**
		40	0.133	0.096	-0.024	0.343
		50	0.145	0.055	-0.062	0.272
	C-N率	表土 Surface soil	-0.313	-0.813****	0.795**	-0.302
	置換酸度	平均 Mean	0.173	-0.180	0.628*	0.081



第 83 図 北海道の土壤地域区分 (佐々木)
 Fig. 83 The soil regions in Hokkaido (After Sasaki)



第 84 図 北海道の土壤地域区分 (著者)
 Fig. 84 The soil regions in Hokkaido (Writer)

第 41 表 土壤の理学的性質と地位指数との相関係数

Table 41 The linear correlations between physical properties of the soil and site index

	因子		深 さ	道 北	道 央	道 東	道 南 西
	Factor		Depth	Northern	Central	Eastern	Southwestern
理 学 的 性 質	孔 隙 量 <i>P</i>		10	0.392*	0.552*	-0.191	0.235
			30	0.358	0.788***	-0.298	0.239
			50	0.205	0.828****	-0.208	0.228
	最 容 小 気 量 <i>A_{min}</i>		10	-0.341	0.069	-0.176	0.281
			30	-0.230	0.411	-0.186	-0.036
			50	-0.185	0.367	-0.097	-0.229
	粘 土 <i>Clay</i>		10	0.075	-0.116	-0.018	0.384
			20	0.025	-0.064	0.460	0.048
			30	0.257	-0.215	0.776**	0.240
	粘土 + 微砂 <i>C+Silt</i>		10	-0.024	-0.400	-0.572	0.285
			20	-0.035	-0.314	0.309	0.010
			30	0.166	-0.113	0.771**	0.148
	砂 <i>Sand</i>		10	0.039	0.346	0.589	-0.284
		20	0.043	0.305	-0.301	-0.017	
		30	-0.181	0.362	-0.770**	-0.141	
土 壤 3 相 Volume composition of solid—water—air in soil	固 相 <i>S</i>		10	-0.392*	-0.553*	0.210	-0.230
			30	0.021	-0.788***	0.298	-0.239
			50	-0.201	-0.809***	0.224	-0.198
	液 相 <i>W</i>		10	0.588****	0.889****	-0.524	0.492*
			30	0.200	0.894****	-0.271	0.584**
			50	0.027	0.883****	-0.233	0.485*
	気 相 <i>A</i>		10	-0.425*	-0.296	0.517	-0.265
			30	-0.166	-0.522	0.156	-0.320
			50	0.078	-0.474	0.320	-0.227
A 層 の 厚 さ Thickness of A layer				0.499**	0.453	0.062	0.775****

土と考えてよい。もちろんこの地域区分はごく大まかなもので、当然この中をさらに細分されるべきものであろう。またこれはあくまでも平面的な区分であり、実際にはもう少し複雑で館脇のいういわゆる汎針広混交林帯論のように、これらの土壤がある地域ではとくにモザイク状に分布しているものであろう。黒色土は道東・道南西に限っているがポドゾルは北部に限られたものでなく、この調査でも全地域にみられた。

さらにトドマツの地位指数（林令 25 年の樹高をmで表わしたもの）と、それぞれの理化学的性質との関係を求めた。これらはさきに図示したが、相関係数のみをまとめてみると第 40~42 表のようになる。これらの表に示されたように化学的な性質としての置換性石灰、炭素、窒素、置換酸度などでは高い相関が認められなかったが、C-N 率では道央、道東でもっとも高い有意の相関を示した。ところが道央では-0.813***、道東で0.795**と負と正の相関を示し、その他の地域では高い相関はみられなかったが、傾向としては負の相関を示している。C-N率はこれまでの研究（真下・橋本・宮下 1958, 真下 1960, 山本 1962）によっても負の相関が認めら

第 42 表 土壌の水分関係と地位指数との相関係数

Table 42 The linear correlations between soil moisture and site index

理 学 的 性 質	Physical properties	因子	深 さ	道 北	道 央	道 東	道 南 西
		Factor	Depth	Northern	Central	Eastern	Southwestern
	<i>L/W</i>	10		-0.432*	0.240	0.073	0.345
		30		-0.261	0.293	0.036	-0.061
		50		-0.218	0.011	-0.022	-0.371
	Wmax	10		0.535**	0.537	-0.275	-0.073
		30		0.263	0.701**	-0.066	0.305
		50		0.434*	0.622*	-0.066	0.365
	W/Wmax	10		0.497**	0.727***	-0.554	0.617***
		30		0.012	0.754***	-0.382	0.486*
		50		-0.124	0.697**	-0.331	0.329
<i>W/P'</i>	10		0.674****	0.837****	-0.498	0.464*	
	30		0.454	0.846****	-0.141	0.559**	
	50		-0.188	0.736****	-0.244	0.387	

れている。このように道東でのみ正の相関を示したのはこの地域の特異性の1つを示すものと思われる。そこで道東の炭素と地位指数との関係をもう少し詳しく検討してみると、炭素とは正のかなり高い相関を示しているのに、窒素とはその割でない。つまり炭素との相関が高いことからC-N率が正にあらわれたものであろう。

理学的性質と地位指数との関係では最小容気量、粘土、粘土+微砂、砂、などとは、ほとんど相関はみられなかったが、孔隙量 (P')、土壌3相 (固相、液相とくに液相)、A層の厚さなどとは正の高い相関がみられた。しかしこのうち地域によって必ずしも相関しないものもあるが、全地域を通じて土壌水分だけよりも高い相関を示した。すなわち液相 (W …ここでは採取時含水量) との関係では、道北 0.588****、道央 0.889****、道東 -0.524、道南西 +0.492* (いずれも 10cm までの最上層) という相関係数をあらわした。

そこでさらにもう少しこれら土壌水分の性質を究明するために、Wmax、 W/P' およびW/Wmaxなどの比を算出してこれらと地位指数との相関を求めたところ、第12表に示したとおりW/Wmaxでは道東・道南西で、 W/P' は道北でそれぞれもっとも高い値を示した。またWmaxはもっとも相関が低く、これを最上層でWと比較してまとめてみると

	道 北	道 央	道 東	道 南 西
W	0.588****	0.889****	-0.524	0.492*
Wmax	0.535**	0.537	-0.275	-0.073
W/P'	0.674****	0.837****	-0.498	0.464*
W/Wmax	0.497**	0.727***	-0.554	0.617***

となる。

つまり含水量の絶対量のみならず、地域によってはこれよりむしろ相対的な比が高い場合もあった。道北がたまたまWより W/P' の方が高かったことを考えてみると、埴土系で上層より緻密なこの地域では孔隙量 (P') との関係、つまり適当の孔隙量があって、その中にどれだけの水分を含んでいるかということが問題になり、道東・道南西のように孔隙量の比較的多い地域では、最大容水量に対してどれだけの水分を含んでいるかというこ

第43表 トドマツの地位指数と土壌との関係

Table 43 The relation between site index for Todo-fir plantations and soil characteristics

因子 Factor		地域 Region	道北 Northern	道央 Central	道東 Eastern	道南西 Southwestern
化学的性質 Chemical properties	置換性石灰 Exch. Ca			-	+	+
	炭素 C		+	- -	+ +	-
	窒素 N			-	+ +	+ +
	C-N率		-	- - -	+ + +	-
	置換酸度 Exch. acidity				+ +	
物理的性質 Physical properties	孔隙量 Porosity		+	+ + +	-	+
	最小容気量 Air minimum		-	+ +		+
	粘土 Clay			-	+ +	+
	粘土+微砂 Clay+silt			- -	10 - - 30 + + + **	+
	砂 Sand			+	10 + + 30 - - - **	-
	固相 Solid		-	- -	+	-
	液相 Water		+ +	+ + +	- -	+ +
	気相 Air		- -	- -	+ +	-
	A層の厚さ Thickness of A layer		+ +	+ +		+ + +
	L/W		- -	+	+	+
	Wmax		+ +	+ + +	-	+
	W/wmax		+ +	+ + +	- -	+ +
	W/P'		+ +	+ + +	- -	+ +

r の値 The value of r

± 0.2~0.4 低い相関がある。 + -
Weak significance

± 0.4~0.7 かなり相関がある。 ++ --
Slightly strong significance

± 0.7~1.00 高い相関がある。 +++ ---
Strong significance

との方が問題になるのであろう。したがって地域ごとにとりあげる水分因子だけでも、たとえば道北・道央では W/P' 、道東・道南西では W/W_{max} というように、それぞれ異なるものである。また道東では水分に対してつねに逆相関を示しているのは、この地域が水分過剰を意味するもので、土壌型と地位指数の相関図をみても、Be → Bd → Bd (d) 型の順にトドマツの生長が優れており、このこととよく合致している。このように地域によってとりあげる因子が異なるだろうし、また同じ因子でも作用の仕方が逆に働くことさえある。なお Pawluk &

Arneman (1961) も述べているように、少ない因子で地位指数と結びつけるのはなお不十分で、地位は多元的な因子の複雑な函数として表わされるべきものであろう。ただここでは第 43 表 (深さ 30cm までの相関係数よりまとめたもの) に示したように地域によってとりあげるべき因子、その相関の度合などがある程度明らかになったということはいえる。

つぎに土壌が林木の根系にどの深さまで影響しているかを検討するため、化学性では 10~50cm まで 5 段階に区切り、それまでの含量と、理学性では 10, 30, 50cm までの平均値と地位指数との相関から、もっとも高い深さを知ろうと試みた。この結果、化学性では道北を除いて 10~30cm まで、理学性でも 10~20cm が一番高い相関を示し、とくに理学性では大部分が 10cm までの相関の高いものが多かった。つまり林木におよぼす土壌の深さは、化学性より理学性の方が浅いように思われ、その深さもせいぜい 20cm ぐらいまでのごく浅い部分であることが想像された。

トドマツは一般に深根性 (荻住・塘 1958) といわれているが、これははじめ直根が土壌中に侵入できないと根の発育に支障をきたすものと考えられている。実際にトドマツの根系をみると側根はごく浅い部分を走っている。ただここでは 25 年生前後のトドマツの造林木について調査したもので、これより樹令を増すにしたがって、もう少し深くまで影響するようになるのかもしれない。

またこの調査は水分系列による土壌型を基準に分類した。このようにして分類した土壌型の理化学性を比較検討したところ、乾性型 (BA, BB, Bc (d), BD (d) 型) では適潤および湿性型 (BD, BE, BF 型) に比べて一般に置換性石灰、炭素、窒素および採取時含水量など明らかに少なく、また乾性型は pH が低く、これに対して湿性型は高いことが判明した。このように水分系列で両端にはなれた場合には、平均値の検定で有意の差はみられたが、たとえば BD (d) と Bc 型、BD と BE 型など水分系列で接近したような土壌の場合には、必ずしも有意な差を示すとはいえなかった。また PD と BA・BB 型との間にも有意な差があるとはいえなかった。しかし自然界はなにごとにも連続した形をとっているのだから、この調査資料だけで差異がないといいきることもできないだろう。この点は資料の数の問題もあって、なお今後の研究課題である。またトドマツの生長には、土壌水分の多寡がもっとも大きい役割を果たしていることが判明したので、水分系列を基調とする土壌型の分類はトドマツを主体とする北海道でもっとも適合する分類法といえよう。

X 摘 要

この報告のまず第1は、北海道に広くほぼ均等に分布する道有林野を1955～1962年まで、およそ20万haの調査を行なうと同時に、285カ所におよぶ土壌断面を分析し、これを道北、道央、道東、道南西の4地域に区分して土壌型の分布や、その理化学性を検討したものである。

さらに北海道の主要樹種であるトドマツ造林木の地位指数（林令25年の樹高をmで表わしたもの）と、18におよぶ土壌因子との相関を地域別に求め、生長におよぼす因子を明らかにした。

この報告で、とくにいままでと異なるところは、1断面ごとに化学性では1m²あたり深さ50cmまでの総量（窒素、置換性石灰、炭素）または50cmまでの平均値（pH、置換酸度）を、理化学性では50cmまでの平均値をそれぞれ算出し、同じまたは類似の土壌型ごとに集計して処理したことである。

土壌の分類は大政による土壌型の分類を用い、これはいうまでもなく Dokuchaev にさかのぼる土壌の生成論的な分類で、土壌を諸種の内的・外的因子の総合された「自然の産物」としてとらえたものである。したがってこの報告でも、既往の資料に基づいて北海道の自然的要因を明らかにすることからはじめられた。

そこで

I 北海道の林業立地概説を述べると

i) 年平均気温は5～9°Cで温帯の北限に近く、温度、降水量などより巨視的にみた場合には、北海道の中部脊梁山脈を縦に2分して西部と東部に分けられ、西部は気温7～9°C、降水量1,200～1,500mmで、ときには2,000mmに達する地域もある。これに対して東部では気温5～6°C、降水量1,000mm以下で少なく、植物帯からみても西部が温帯、東部は亜寒帯と考えられ、また気候的にみた土壌型の分類では大部分がポドゾル地帯とみなされている。

ii) 土壌の母材よりみると、気候とは対照的に北海道の中心部を縦に南北に2分される。すなわち北部は先白堊紀、白堊紀、新第三紀、安山岩などに由来する埴土系の地帯であり、道南部は地質より、むしろ直接表層に降下堆積した火山噴出物の性質が重要で、多くは砂土～壤土系の土壌母材より生成された地帯である。

II 北海道に出現した土壌型は

i) 褐色森林土、ポドゾル、黒色土、グライ、未熟土、侵食土などであり、そのうちもっとも多いのは褐色森林土で、全体の83%を占めている。つぎに未熟土(7%)、侵食土(6%)、黒色土(2%)などが多く、その他の土壌は1%にも未だなかった。

ii) これを地域別にみると、道北・道央では褐色森林土が主で、そのなかでも弱乾性といわれているいわゆるBc型土壌が多い。これに対して道東・道南西では黒色土、未熟土、侵食土などが現われ、褐色森林土の割合が減少しており、この中では道東で適潤より湿性型の土壌が、道南西では乾性型の土壌がそれぞれ多く現われている。

III 土壌型の理化学的性質では

i) 化学的性質の相違は地域によって多少の差は認められたが、概括的に述べるならば、この十数年の間に多くの森林土壌の研究者によって確かめられてきたように、乾性型の土壌は湿性型のものに比べて酸性が強く、置換性石灰、炭素、窒素など明らかに少ないことが証明された。しかし土壌水分の系列で、かなり接近する土壌型の間では、必ずしも有意の差は認められなかった。

ii) 理化学性ではとくに

IV 土壌の地域性が認められ

i) すなわち、道北・道央では道東・道南西に比べて自然状態の容積重が大きく、そのため孔隙量、最小容気量ともに小さく、またA層の厚さも道北・道央に差がなく、いずれも 20cm 前後であるのに、道東・道南西では 30cm 以上もあって、両地域の差はほぼ 10cm であった。

ii) 化学性でも道北・道央では酸の量が多かったが、道東・道南西では少なく、これに対して R_2O_3 では道東・道南西の方が道北・道央に比べてはるかに多かった。

iii) 置換酸度と置換性石灰の相互関係でも、道北・道央ではかなり高い負の相関が認められたが、道東・道南西ではほとんど相関を示さなかった。そこで

V 北海道森林土壌の地域区分をこころみ

i) 道北・道央と道東・道南西をそれぞれ類似したものと考え、すなわち第 84 図に示したとおり、巨視的にみれば 2 大区分される。

ii) さらに道北と道央、道東と道南西にそれぞれ小分けした。すなわち

iii) 道北は埴土系で、孔隙性に乏しく、酸性のかなり強い褐色森林土、道央はやはり埴土系であるが、やや孔隙性に富み、酸性の強い褐色森林土、道東は孔隙性に富む壤土系で、黒色土をモザイク状に伴うあるいは黒色土に近い褐色森林土、道南西では乾性土壌と未熟土の多い褐色森林土の地域と考えて差し支えない。

つぎに第 2 の主要部分である

VI トドマツの地位指数（林令 25 年の樹高を m で表わしたもの）と理化学的性質との関係

i) 化学性では 1m²あたり深さ 10, 20, 30, 40, 50cm までのそれぞれの総量（窒素、置換性石灰、炭素）、または平均値（置換酸度）との相関を求めた。

これを総体的に述べるならば

ii) 置換性石灰、炭素、窒素、置換酸度などでは明らかな相関が認められなかったが、表土の C-N 率では地域によって高い相関がみられた。

iii) 理化学性では最小容気量、粘土、粘土+微砂、砂、L/W などとの相関はほとんどみられなかったが、孔隙量、土壌 3 相（とくに液相）、A 層の厚さなどとは正のかなり高い相関がみられた。

iv) このうち全地域を通じて液相（採取時含水量 W）はもっとも高い正の相関を示した。しかし道東では負の相関であった。

v) そこで、さらに採取時含水量（W）と孔隙量（P[∧]）、最大容水量（Wmax）に対する相対的な比を求めたところ、第 42 表のとおりであった。すなわち

vi) 道北では W/P[∧]、道東・道南西では W/Wmax が W より高い相関を示した。

vii) 水分系列による土壌型と、トドマツの地位指数とは完全な相関がみられ、すなわち湿性型ほど地位指数が高かった。このことから土壌含水量との正の相関は首肯できる。ただしこの相関図でも道東では負の関係がみられた。

viii) さらにこれを確かめるため、土壌型ごとに採取時含水量の平均値の検定を行なったところ、乾性型→適潤型→湿性型の順に多く、その間には明らかに有意の差が認められた。

VII さらに林木の根系が、土壌のどの深さまで影響しているかを検討するため、地位指数と深さごとの相関を求めたところ

i) 化学性では道北を除き 10～30cm がもっとも高く、全地域を通じて 20, 30, 50, 10, 40cm の順に相関が高かった。また

ii) 理学性では道央の 30cm を除き、他の地域では、10, 30, 50cm の順に相関が高かった。

iii) この結果、トドマツの生長におよぼす土壌の深さは意外に浅いものであり、これがせいぜい 20～30cm で、さらに化学性より理学性の方がより浅いもののように推察された。

VIII トドマツの生長には土壌水分の多寡がもっとも大きい役割を果たしていることが判明したので、水分系列を基調とする土壌型の分類は、トドマツを主体にする北海道ではもっとも適合した分類法である。

引用文献
Literature cited

- Академия Наук СССР и Главное Управление Геодезии и Картогра Финггк СС
СР. 1964; Физико-Географический Атлас Мира 298p. М.
- 朝日正美 1956 池田林務署管内のトドマツの生育におよぼす土壌の性質について 日林北支講集 (10) : 10-19
- 朝日正美 1958 森林植生と土壌との相互作用 (1) 樹木の葉分析 日林誌 40 (4) : 135-138
- 朝日正美 1963 東京大学北海道演習林における森林土壌の分類に関する研究 東大農演報 (58) : 別冊 132p.
- 東順三・佐伯秀章 1956 土壌の団粒構造と土壌成分との相互関係について 日土肥臨大講要 5 日土肥学北
臨大運営委会
- Baker, F. S. 1950 Principles of silviculture. 414p. New York : McGraw-Hill B. Co., Inc.
- Barshad, I. 1946 A pedologic study of California prairie soils. Soil Sci. 61 : 375-391
- Carmean, W. H. 1956 Suggested modifications of the standard Douglas-fir site curves for certain
soils
in Southwestern Washington. Forest Sci. 2 (1) : 242-290
- Clarke, G. R. 1957 The study of the soil in the field. 4th ed. 204p. Oxford : Oxford Univ. Press
- Coile, T. S. 1935 Relation of site index for Shortleaf pine to certain physical properties of the soil.
J. Forestry 38 (8) : 726-730
- Coile, T. S. 1952 Soil and the growth of forests. Advances in Agron. (4) : 329-398
- Curtis, R. O. 1964 A stem-analysis approach to site index curves. Forest Sci. 10 (2) : 241-256
- 江川友治 1962 火山灰土壌の性格地理 7 (5) : 26-31
- 福井英一郎編 1956 自然地理II 324p. 朝倉書店
- 藤原彰夫・他訳 1956 ラッセル植物生育と土壌 767p. 朝倉書店
- Gaiser, R. N. 1950 Relation between soil characteristics and site index of Loblolly pine in the coastal plain
region of Virginia and the Carolinas. J. Forestry 48 (4) 271-275
- Glinka, K. 1914 Die Typen der Bodenbildung, ihre Klassifikation und geographische Verbreitung.
365p. Berlin : Gebrüder Borntraeger
- 林 弥栄 1954 日本産重要樹種の天然分布 針葉樹 第3報 林試研報 (75) : 1-173
- 林 弥栄 1960 日本産針葉樹の分類と分布 246p. 農林出版
- 橋本亘・石川俊夫・他 1958 20万分の1北海道地質図 (1-6) 説明書 58p. 北海道
- 橋本与良 1960 林木の成長と土壌条件についての研究の動向 森林立地 2 (2) : 41-45
- Heinrich F. 1936 Wasserfaktor und Kiefernwirtschaft auf diluvialen Sandböden Norddeutschlands.
Zeitsch.
f. Forst-u. Jagdwes. 58 (6), 245-390
- 本多静六 1912 改正日本森林植物帯論 本多造林学本論のIII 400p. 三浦書店
- 北海道 1965 北海道林業統計 136p.
- 北海道産業気象協会 1952 北海道の気候 11-74
- 北海道林務部 1956 昭和29年度北海道民有林適地適木調査報告書 62p.
- 北海道林務部道有林課 1956~1963 適地適木土壌調査報告書 林務署 年度別に印刷
- 北方農業教育研究会編 1956 土壌宝典 188p. 北方出版社
- 北海道立農業試験場 1957 昭和30年度開拓地土壌調査報告 323p.
- 北海道立農業試験場 1958 昭和33年度開拓地土壌調査報告 343p.
- 北海道立農業試験場 1959 昭和34年度開拓地土壌調査報告 その1 411p. その2 425p.
- 北海道立農業試験場 1960 昭和35年度開拓地地力保全対策調査報告書 1-96 1-61 1-72 1-52
- 北海道林材新聞社 1958 躍進する北海道林業 214p.
- 北海道造林振興協会 1961 北海道林業の基本問題とその対策 288p.

- Holch, A. E. 1931 Development of root and shoots of certain deciduous tree seedlings in different forest sites. *Ecology*. 12 (2) : 259-297
- 石原供三 1933 天然林ニ於ケルとどまつ稚樹ノ消長ト森林土壤トノ関係ニ対スル研究 北林試報 (12) : 1-169
- 石塚喜明・佐々木清一 1950 北海道に於ける土壤の風化過程について (第1報) 日土肥雑 21 (1) : 29-36
- 石川俊夫 1956 北の火山 64p. 楡書房
- 茨木親義・他 1956 秋田営林局土壤調査報告 第1報 秋田スギ林地帯の土壤 林土調報 (7) : 1-153
- Jenny, H. 1946 Arrangement of soil series and types according to functions of soil-forming factors. *Soil Sci.* 61 : 375-391
- Jenny, H. 1948 Great soil groups in the equatorial regions of Colombia, South America. *Soil Sci.* 66 : 5-28
- Joffe, J. S. 1936 *Pedology*. 575p. New Brunswick : Rutgers Univ. Press
- 菅野一郎訳 1964 日本の土壤型 469p. 農山漁村文化協会
- 加藤亮助 1951 トドマツ・エゾマツの分布南限の生態学的解明 東農演報 (41) : 33-41
- 河田 弘・鷹見守兄 1954 小根山国有林落葉広葉樹林土壤の化学的性質並びに腐植形態に関する研究 日林誌 36 (11) : 331-335
- 河田 弘・鷹見守兄 1955 東京都水源林に関する研究 (第1報) 土壤型と化学的性質との関係 (その1) 日林誌 37 (8) : 321-325 3 (9) : 379-383
- 河田 弘・鷹見守兄 1957 森林土壤の土壤型と化学的性質との関係について 林土調報 (8) : 81-124
- 荻住 昇・塘 隆男 1958 樹木の根系に関する文献 日林誌 40 (5) : 202-223
- 川村一水・船引真吾 1964 農林土壤学 428p. 養賢堂
- 川口桂三郎・他 1965 土壤学 223p. 朝倉書店
- 吉良竜夫 1949 日本の森林帯 36p. 林業解説シリーズ (17)
- 木梨謙吉・松尾哲郎 1959 九大粕屋演習林における土壤因子に基づくスギの地位曲線 第69回日林大講集 : 93-95
- 小林正吾 1963 数量化による地位予測法 森林立地 4 (2) : 21-26
- Köppen, W. 1923 *Die Klimate der Erde, Grundriss der Klimakunde*. 369p. Berlin : W. de Gruyter & Co. Ltd.
- 蔵本正義・塩崎正雄 1959 北海道における地形・母材と土壤型に関する研究 (1) 第69回日林大講集 : 143-145
- 日下部正雄 1948 雨量係数およびN・S係数より見たる気候的土壤 農学 2 (2) : 46-49
- 窪田四郎・井上輝一郎 1952 高知営林局土壤調査報告 第1報 大柵経営区の土壤 林土調報 (2) : 61-122
- Lundegaerth H. 1930 *Klima und Boden, in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben*. 門司・他共訳 1944 植物実験生態学—気候と土壤—551p. 岩波書店
- Lyon, T. L. & H. O. Buckman 1949 *The nature and properties of soils*. 三井進午・他共訳 1950 土壤学 472p. 朝倉書店
- 牧野道幸 1963 北海道の林業立地に関する研究 116p. 帯広営林局
- 真下育久・久保哲茂 1956 名古屋営林局土壤調査報告 第1報 段戸経営区の土壤 林土調報 (6) : 1-27
- 真下育久・橋本与良・宮川清 1958 スギ・ヒノキの成長と土壤条件 林土調報 (9) : 13-43
- 真下育久 1959 土壤と林木の成長 森林立地 1 (1) : 11-15
- 真下育久 1960 森林土壤の理学的性質とスギ・ヒノキの成長に関する研究 林土調報 (11) : 1-182
- MCGee, C. E. 1961 Soil site index for Georgia Slash pine. *Southeastern Forestry exp. Stat. Paper* (119) : 1-9
- 三宅康次・田町以信男・森下波水 1932 北海道における所謂鈹質酸性土壤の性状および成因について 第IV報 日土肥雑 6 (3) : 312-340

三宅康次・田町以信男 1934 北日本に於ける土壤の生成過程—気候的土壤型 第I報 日土肥雑 8 (4) : 353-380

第II報 日土肥雑 15 (8) : 459-485

前田禎三・宮川 清 1958 伊豆天城地方造林地の林床植物—スギの生長および土壤条件との関係について 日林誌 40 (2) : 85-90

湊正雄監修 1963 地質構造とその調査, 日本列島のおいたち 地学教育講座 第2分冊 148p. 福村書店

Miller, A. A. 1931 Climatology. 304p. London : Methuen & Co., Ltd.

Ministry of agriculture and forestry Japanese government 1964 Volcanic ash soils in Japan. 211p. Tokyo : Sakurai-Kō saido Printing Co., Ltd.

宮崎 榊 1942 四国森林植生と土壤形態との関係について 250p. 興林会

中野尊正・小林国夫 1959 日本の自然 203p, 岩波書店

日本林業技術協会編 1961 林業百科事典 1, 086p. 丸善株式会社

西沢正久・真下育久・川端幸蔵 1965 数量化による地位指数の推定法 林試研報 (176) : 1-54

西沢正久・真下育久 1966 地位指数による林地生産力の測り方 53p. 林業科学技術振興所

農林省林業試験場土壤調査部 1958 林野土壤とそのしらべ方 236p. 林野共済会

農林省振興局研究部監修 1964 新撰土壤肥料全編 926p. 養賢堂

帯広営林局計画課 1957, 1960 林野土壤調査報告 帯広営林局土壤調査報告 1-16 1-32

Oelkers, 1940 Verdunstung u. Zuwachs unserer Hauptholzarten als Funktion der Standortsfaktorem

Wesentliche Eigenschaften der Holzart. Holzartwahl. Mittl. Forstwirt. u. Forstwiss. 11 (1) 35-86 11 (2) 143-171

大政正隆・森 経一 1937 落葉に関する2・3の研究 帝林局試報 3 (3) : 39-101

大政正隆 1940 北日本の天然林の土壤について 日林誌 22 (7) : 8-20

大政正隆 1951 ブナ林土壤の研究 林土調報 (1) : 1-243

大政正隆 1959 造林読本 (9) 自立9 (11) : 58-63

大杉 繁 1942 一般土壤学 608p. 朝倉書店

Pawluk S. & H. F. Arneman 1961 Some forest soil characteristics and their relationship to Jack pine growth. Forest Sci. 7 (2) : 160-173

林業試験場土壤調査部 1964 林地土壤生産力研究成果報告書 天竜地域 201p.

林業試験場北海道支場 1961 林地生産力に関する資料 79p.

林業試験場北海道支場 1965 1966 林地土壤生産力研究成果報告書 39年度 85p. 40年度 99p.

林野庁・林業試験場 1955 国有林林野土壤調査方法書 47p.

林野庁 1956 林野土壤調査報告旭川営林局 土壤調査報告 第1報 1-23

林野庁 1957a 林野土壤調査報告函館営林局 土壤調査報告 (1) : 館経営区 1-34, (2) : 虻田経営区 1-47

林野庁 1957b 林野土壤調査報告旭川営林局 土壤調査報告 (2) : 羽幌経営区の土壤 1-23

林野庁 1966 原色日本の林相 193p. 地球出版

林野庁・函館営林局 1961 林野土壤調査報告函館営林局 土壤調査報告 1-30

林野庁・旭川営林局 1965 林野土壤調査報告旭川営林局 土壤調査報告 (3) : 1-23 (4) : 1-17 (5) : 1-24 (6) : 1-14

林野庁 1965 地位指数調査要領 33p.

林野庁・札幌営林局 1966 札幌営林局 土壤調査報告書 (2) : 恵庭経営区の土壤 1-43

佐伯秀章 1950 農林地質学 330p. 朝倉書店

佐々保雄・根本忠寛・橋本亘 1952 北海道地質図説明書 30p. 北海道

佐々木清一 1960 北海道土壤地理論 221p.

斎藤鎌一 1964 旅と気象 186p. 新潮社

芹沢 明 1957 ツマリ型土壤の性質と林木生育との関係について (予報) 日林北支講集 (7) : 13-15

- 芹沢 明 1960 北見営林局管内における褐色森林土の諸性質について 第70回日林大講集 158-160
- 芝本武夫 1949 森林土壌学 439p. 朝倉書店
- 杉浦 勲 1967 道北地方におけるトドマツ人工林分の根系分布と土壌の理学的性の関係 北林技発講
- Stage, A. R. 1963 A mathematical approach to polymorphic site index curves for Grand fir. Forest Sci. 9 (2) : 167-180
- Stanley, P. & J. L. William 1950 Effect of some physical soil properties on Douglas-fir site quality. J. Forest 49 (6) : 405-410
- Strand, L. 1964 Numerical constructions of site-index curves. Forest Sci. 10 (4) : 410-414
- 竹下敬司・中島康博 1963 微地形および土壌とスギの生長に関する森林立地学的研究 (II) 福岡林試時報 (16) : 61-113
- 武井富貴雄 1965 カラマツの樹高成長率による地位指数曲線について 会報 (129) : 15-19
- 竹原秀雄 1964 火山灰土壌の生成と分類について 森林立地 6 (1) : 1-9
- 田村昇市 1961 土壌凍結地帯における火山灰土の特性に関する研究 91p.
- 館脇 操 1947 宮部線について 寒地農学 1 (4) : 377-416
- 館脇 操 1948 植物の分布 170p.河出書房
- 館脇 操 1955 汎針広混交林帯 北方林 7 (11) : 8-11
- 寺田喜助・湯浅健治 1951 トドマツ優良造林地の土壌性について 日林誌 33 (12) : 440
- 寺田喜助 1955 風災 5, 700 万石 32p. 林業解説シリーズ (72)
- 寺田喜助 1958 土壌とたとえことば 山づくり (45) : 2-3
- 寺田喜助 1961 北海道の森林土壌と造林 北方林 13 (8) : 243-248
- 寺田喜助 1962 地位の判定法—主としてコイルらの方法を中心に—林 (北海道林務部) (124)・9-12
- Toumey, J. W. 1930 The vegetation of forest floor, light versus soil moisture. Biol. Abstr. 10922
- 堤 利夫 1958 森林土壌の物理性相互の関係について 第1報 容積重と孔隙量との関係 日林誌 40 (2) 47-52
- 内田丈夫 1952 土壌の酸度と植物の分布 北方林 4 (1) : 2-4
- 内田丈夫 1955 土壌 石狩川源流源生林総合調査報告 22-30 旭川営林局
- 浦上啓太郎・山田 忍・深井 強 1938 北海道における火山灰に関する調査 第4報 西部石狩国における火山灰の分布について 火山 3 (4) : 370-384
- 和達清夫 1958 日本の気候 492p. 東京堂
- 脇水鉄五郎 1932 土壌の地理的分布 地学雑誌 (522) : 430-435
- 渡辺 光 1931 北海道の地形誌概報 地理学評論 7 (11) : 901-919
- 渡辺定元 1958 温量指数の北海道森林帯に対する適用について 第68回日林大講集 223-224
- 渡辺 至・石垣迪治 1961 函館営林局岩内事業区の土壌について 第71回日林大講集 129-135
- 渡辺 至・石垣迪治 1962 北海道渡島半島ブナ林の土壌と植生 第1報 第2報 第72回日林大講集 154-160 160-163
- 渡辺 至 1963 函館営林局管内の森林土壌と植生 北方林 15 (11) : 24-30
- Warming, E. 1909 Oecology of plants an introduction to the study of plant communities. 422p. Oxford : Oxford Univ. Press
- Wilde, S. A. & A. L. Leaf 1955 The relationship between the degree of soil podzolization and the composition of ground cover vegetation. Ecology 36 (1) : 19-22
- Wilde, S. A. 1946 Forest soils and forest growth. 241p. Waltham : Chronica Botanica Co., Ltd.
- Wittich, 1938 Wasserfaktor und kiefern-wirftschaft auf diluvialen Sandböden, die Bedeutung der Boden-decke. Zeitsch. f. Forst-u. Jagdwes. 70 : 337-389

- 山内俊枝 1948 実用造林学 456p. 養賢堂
- 山田 忍 1940 火山性地土性調査法について 第1報 第2報 日土肥雑 14(11) : 673-703 14 (12) : 747-762
- 山田 常雄・他編 1960 岩波生物学辞典 1, 278p. 岩波書店
- 山本 肇 1962 1962 土壌の性質とトドマツの成長 林土調報 (12) : 175-233
- 山本 肇・塩崎正雄 1956 トドマツ適地に関する研究 第8報 古丹別地方の土壌について 日林北支講集 (5) : 7-8
- 山谷孝一 1956 津軽半島南部ヒバ森土壌について 林土調報 (5) : 1-132
- 山谷孝一 1959 東北地方の森林土壌と森林生育 とくに奥羽山脈と北上山地における土壌分布の特徴について 森林立地 1 (1) : 22-25
- Zahner, R. 1957 Field procedures for soil-site classification of pine land in South Arkansas and North Louisiana. 寺田喜助訳 1962 北方林業 14 (9) : 19-23
- Zahner, R. 1962 Loblolly pine site curves by soil groups. Forest Sci. 8 (2) : 104-110
- 神キヨシ 1951 土壌中の固体, 気体, 液体の容積比と林木の成長及び植生 第59回 日林大講集 147-149

Summary

Introduction

This paper consists of three parts ;

- I) Firstly, modern soil classification is based upon the nature of the soil profile, which reflects the influence of various factors on soil development including parent material, climate, topography, time, and geological environment. These factors have been examined and discussed from the present data in Hokkaido.
- II) Secondly, the soil surveys were made between 1955–1963 in Hokkaido Prefectural Forests in Japan. Their purpose was to elucidate the distribution of soil and relationships between the forest soil type and its chemical-physical properties from 285 locations in Hokkaido. These surveys, were usually divided into several unit types in accordance with Ohmura's classification reported in 1951.
- III) Thirdly, the relations between these soil types and the growth of forest stands were studied in the Tado-fir plantations. The growth of trees is expressed by "site index" (i. e., height in meter of dominant trees in fully stocked stands at 25 years).
In an analysis of the above mentioned data, I have arbitrarily divided the state into northern, central, eastern and southwestern regions, as shown in Figure 14.

The factors that affect soil formation in Hokkaido

I) An outline of the climate

Hokkaido is near the northern limits of the temperate zone. The entire area has a relatively cool-temperate climate. The average annual temperature varies from 5 to 9°C being lower in the northern and eastern regions, as is shown in Figure 1. The total amount of precipitation ranges from 700 to 2,000mm.

It is relatively heavy in the western region of Daisetsu-Hidaka the spinal mountains of Hokkaido, notably along the western edge and in the uplands, largely as snow. On the contrary, in the eastern region of the spinal mountains of Hokkaido, snow is rare. Precipitation varies from 700 to 1,000mm, as given in Figure 2. Lang's rain factors and Kira's warm-index are calculated from the climatic data and isovalue maps for those numbers are reproduced in Figures 4 and 5 respectively. According to these figures the soils in this land should be brown forest and podzolized soils.

The area is divided into four forest zones: the cool-temperate forests, the pan-mixed forests, the subalpine forests and the alpine forests, as indicated in Figure 12. The cool-temperate forest represented by the beech forest is developed in the southwestern Hokkaido, south of Kuromatsunai depression which is geobotanically very significant, as illustrated in Figure 11.

II) Soil parent materials

In the southern half of Hokkaido, the surface soils are derived from volcanic ash, and other volcanic ejecta which have been continuously falling on the land through a long period from ancient times to the present age, as illustrated in Figure 9 which shows the distribution of volcano species.

Conversely, in the northern half of Hokkaido, where there are no volcanos, the Quaternary period, Tertiary period and Mesozoic era are represented. Therefore, the soil is derived from sand stone, shale, clay slate, diabase, diorite and andesite etc., the soils in the region are stiff or plastic clays, or immature soils,

The distribution of soil type and its chemical-physical properties

I) The distribution of soil type

As is shown in Table 4, the forest soil of Hokkaido were divided into six main groups as follows : Brown forest soil 83%, podzol 0.8%, black soil 2.3%, glei 0.9%, immature soil 7.3%, and erosion 6.2%, and the others, only a few in number, account for the remainder. Among these soils, the greater part of the whole land is occupied by brown forest soil, which is morphologically classified to the BA-(dry brown forest soil), BB-(dry brown forest soil), Bc-(slightly dried brown forest soil), Bc(w)-(moderately moist brown forest soil with nutlike structure), BD(d)-(slightly dried BD-soil), BD-(moderately moist brown forest soil), BE-(slightly moistened brown forest soil), and BF-(wet brown forest soil)types. The percentage of each species of soil in the brown forest soil differs decidedly depending upon the region ; for example, drier soils—BA-, BB-, Bc-type—occurs in northern, eastern and southwestern Hokkaido, moderately moist—BD-type—and moistened soils—BE-, BF-type—cover the southeast, especially the eastern section.

The podzol and podzolic soils are scattered like dots in the mountains in the whole land. In this area the podzol and podzolic soils are very scanty, only 0.8% of land that has been surveyed.

Black soil 2.3%, a very small quantity accounts for the remainder, this soil is widely distributed in eastern regions.

Glei soil is widely distributed in the entire area, especially in the eastern part where in there is a relatively humid climate and the area is comprised of low-land.

Immature soils are similar to the above mentioned glei soils, that is, these soils are widely distributed in Hokkaido, but the southwestern region has frequently a dense distribution, for this region covered by volcanic ejecta.

Erosion is extremely severe in almost all parts of this area. These soils are generally influenced more strongly by soil parent material than relief, for the reason that these southward soils are largely of volcanic formation ash or grains.

II) Comparative study of soil types

Numerous studies have been conducted to test the features of forest soil types. This study was made to clarify the correlations between chemical-physical properties and types of forest soils.

As given in Tables 5, 6, 7, and 8, comparing the pH values of each kind of soil, it is found that the dried—BA-, BB-types in the brown forest soil showed relatively lower pH values than in damp BE-, BF-types in general.

The amount of exchangeable calcium which is contained in the volume of soil $100 \times 100 \times 50$ cm except A₀ layer, as shown in Tables 10, 11, 12, and 13, ranging from 0.176 to 0.738kg. According to the results, it was recognized that exchangeable calcium content of drier soil is very small less than that of slightly moistened or wet soil in every region.

The amount of carbon found as much as about 16.5kg in wet soil, and 6.0kg even in drier soil. The difference these soils indicated is highly significant. Nitrogen content is presented in Tables 22, 23, 24 and 25 ranging from 0.386 to 1.268kg it is recognized that content of nitrogen clearly decreases in drier soil than in that of moist soil, these tendencies are similar to those of the above mentioned material.

In spite of the soil moisture content in which soil type is classified by morphological features and the soil moisture obtained in natural conditions at all hours, the very low content of soil moisture is characteristic as seen in the drier soil and high content of soil moisture in wet soil,

as given in Tables 36, 37, 38 and 39.

Thickness of A layers of soil type are reversal, that is, thickness of A layer decreases according as the soil becomes dry, as given in Tables 30, 31, 32 and 33.

III) Locality of soils

a) chemical properties

Comparing the pH values of each part in BD-type, shows that in the southwestern region pH values are high, in the central, eastern and northern parts it is low, pH value is 5.7 and 5.26—5.29 respectively.

Among the eastern, central and northern regions there are no significant differences.

The amounts of exchange acidity of the northern and central regions were alike, and those of the eastern and southwestern parts were nearly the identical. In the former regions even greater than the latter, as is illustrated in Figure 20.

The amount of R_2O_3 of the northward region was higher than that of the southward region, as presented in Figures 32, 33, 34 and 35.

b) physical properties

Natural volume weight varies from 116 to 119g/100ml in the northern half of this region. In the southern half it is usually as little as 80 to 81g/100ml.

Pore spaces of the soil from the northward half region are small, however, those of the soil of the southern half of the region are large, ranging from about 60 to 70%.

In the northern half of the region, a fairly large amount of clay is contained, while the soil of the southward half of the region has little clay content. The texture of the northern and southern regions is light clay or clay loam, and sandy loam or loam respectively.

The relationships between the amount of exchangeable calcium to exchange acidity is divided into two patterns as is illustrated in Figures 62 and 63.

The locality of forest soils in Hokkaido is divided into two regions (A and B) according to the chemical and physical nature, on the basis of the above items, especially the degree of acidity, amount of R_2O_3 , natural volume weight, pore space and texture, as given in Figure 84. In this example, the nature of the parent material is the most effective factor in dividing the land into the two regions.

Moreover, these two regions (A and B) are subdivided into two parts each: northern (A_1), central (A_2), eastern (B_1) and the southwestern (B_2).

(A_1) comprises strongly acidic brown forest soil with dense and compact clay, which forms very hard clods when dry. (A_2) is composed of comparatively slight clay texture and is less acidic than (A_1).

(B_1) is covered by fine volcanic ash, and the greater part of this area is occupied by moist soil: —BE-, BF-types.

(B_2) is occupied by comparatively new volcanic ejecta especially volcanic gravel, and therefore, could be classed as “immature soil”.

The relationship between site indexes for Todo-fir plantations and soil properties

In spite of Todo-fir being one of the major tree for reforestation in Hokkaido, the relationship between stand properties and growth of tree is unsatisfactory. Thus we have been studying this problem on 58 plots.

be expressed in terms of total height of trees to the dominant crown canopy at 25 years of age, and it is called "site index" (the method reported by Coile 1935, 1925).

Resultant correlations will be schematically summarized in Figures 64 to 81.

The relationship between "site index" of Todo-fir and soil properties is summarized in Table 43.

From these results, the significant factors are as follows ;

the ratio of carbon to nitrogen (C-N ratio central, eastern areas)

porosity (northern, central a.)

solid per volume composition (northern, central a.)

water content per volume composition (entire a. except eastern a.)

air content per volume composition (entire a. except southwestern)

thickness of A layer (northern, southwestern a.)

the ratio of minimum air capacity to maximum water holding capacity (L/W.....similar to what was reported by Ishihara 1933, only northern a.)

maximum water holding capacity (northern, central a.)

The other factors are little of the above results, the soil moisture content or relative water content is the most important factor for the "site index" of Todo-fir throughout the study area.

It is also assumed on the basis of a study between chemical—physical properties at 10, 20, 30, 40, and 50cm depth and site index that the effective root depth for trees (small roots) was relatively shallow, they are generally 10-30cm in depth, as given in Tables 34 and 35.

Conclusion

From the result of the writer's inspection and study, it is clear that each sort or species of soil classified by moisture condition coincides with the results of chemical and physical analysis. Therefore, the soil moisture content is most effective factor for the height of the Todo-fir. Accordingly, the writer believes that the system of classification or proposed by Ohmasa (1951) can be appropriately applied to the classification of forest soil in Hokkaido.