

北海道の土壤型の理学的性質

寺田喜助*

Some physical properties of forest soils in Hokkaido

By Kisuke TERADA*

まえがき

著者は、さきの報告(1967)で、土壤型による化学的性質の差異については、あるていど明らかにしたが、土壤型と理化学的性質の関係は、A層の厚さ、採取時含水量についてのみで、その他の性質は、地域的に考察したに過ぎなかった。

土壤型による理化学的性質の差異については大政(1951)が、BA、BB、BC型のような乾性土壤は他の土壤に比べて水分が比較的少なく、空気の量が多いと述べたのが最初である。

そのご、山谷(1956)も土壤型の水分関係について大政と同じ報告を行い、また、粘土の含量と土壤型との関係にもふれ、真下・久保(1956)も採取時含水量、最小容気量、透水性をとりあげ、土壤型によって異なることを報告した。

しかし、藤川・谷口・柏木(1956)は、最大容水量、採取時含水量および機械的組成と土壤型とは一定の傾向をみだし難いと述べた。

また、茨木ら(1956)も、自然状態の容積重、孔隙量、最大容水量、採取時含水量、湿潤度、最小容気量、機械的組成などと土壤型との関係について報告し、大政・真下(1957)は吸水性について、また、真下(1956)および真下・橋本・宮川(1958)は透水性と土壤型、さらに、真下(1960)は飽水度と土壤型との関係を論じた。

北海道で森林の土壤型による理化学的性質の差異については、著者(1961, 1967)が最小容気量、孔隙量、採取時含水量、A層の厚さなどについて報告したものと、林業試験場北海道支場(1965, 1966)が土性、土壤3相について述べたものがあるに過ぎない。

今回、著者は、これらの理化学的性質の他に、2, 3の因子を加え、土壤型ごと、地域ごとにそれぞれ平均値を求めて比較検討した結果、土壤型によって明らかな差異が認められ、さらに、著者らはこれまでBC型をBC(d), BC, BC(w)型に区分し、BD型の系列と異なるものと想定していたことが立証されたので、ここに報告する。

方 法

調査箇所、実験の方法などは、さきに著者が報告(1967)したものとすべて同じであるので省略する。

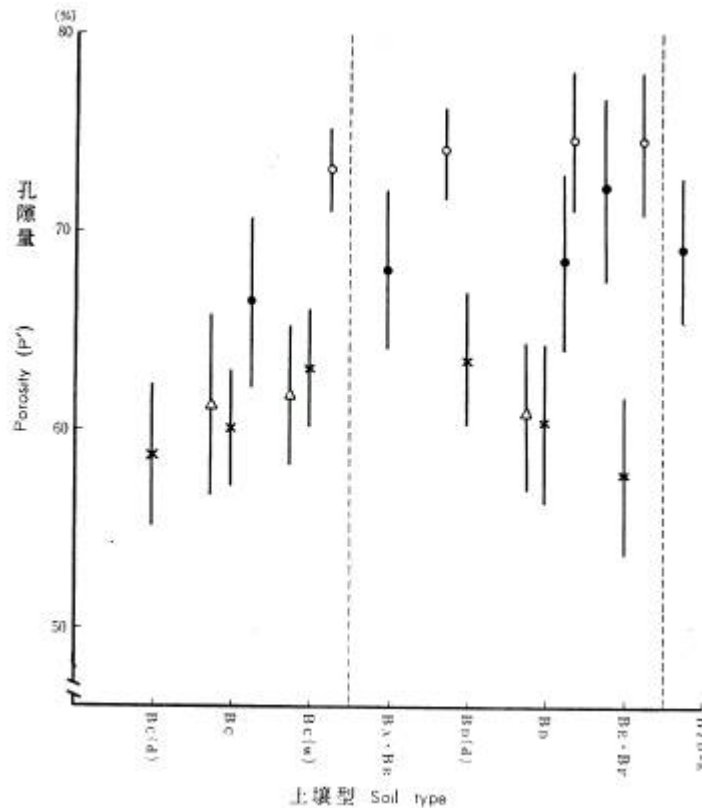
* 北海道林業試験場 Hokkaido Forest Experiment Station, Bibai, Hokkaido.

[北海道林業試験場報告 第6号 昭和43年5月 Bulletin of the Hokkaido Forest Experiment Station No. 6, May, 1968]

実験結果および考察

孔 隙 量

第 1 図に示したように、一般に乾性型より湿性型になるにしたがって孔隙量が増加する傾向にある。ただし道北、道央で、BD 型の系列に判定されたものは、反対に乾性型より湿性型になるにしたがって、孔隙量が明らかに減少している。



第 1 図 土壤型別孔隙量

Fig. 1. Comparison of porosity in different soil types.

× 道北 Northern △ 道央 Central

● 道東 Eastern ○ 道南西 Southwestern

縦の線は標準偏差を示す。Vertical lines indicate standard deviation.

これらの記号は以下同じである。Symbols used throughout all figures.

また、BC 型の系列では、BD 型の系列に比べて全般的に孔隙量が少なく、とくに、道北、道央の平均値は 58~62% の範囲である。これに対して BD 型の系列で道東、道南西のものは 66~74% とはるかに高い。しかし、この系列でも道北、道央のものは、BC 型系列と同じ範囲で低い。

孔隙量と土壤型との関係について、真下・久保 (1956) は、BE~(D) 型の崩積型は、孔隙、毛管孔隙に富み、透水性もきわめてよいが、崩積性でない BE 型では、最小容気量、毛管孔隙量が少なくなっていると述べ、また茨木ら (1956) も BA 型では孔隙量が 80~83% と大きいのに、他の土壤型では 60~79% と低く、これは BA

型の土壤は斜面上部の急斜地に分布し、その形態的特徴が、きわめて粗しょうな粒状構造を比較的深くまで示していることと関係が深いようであると述べている。

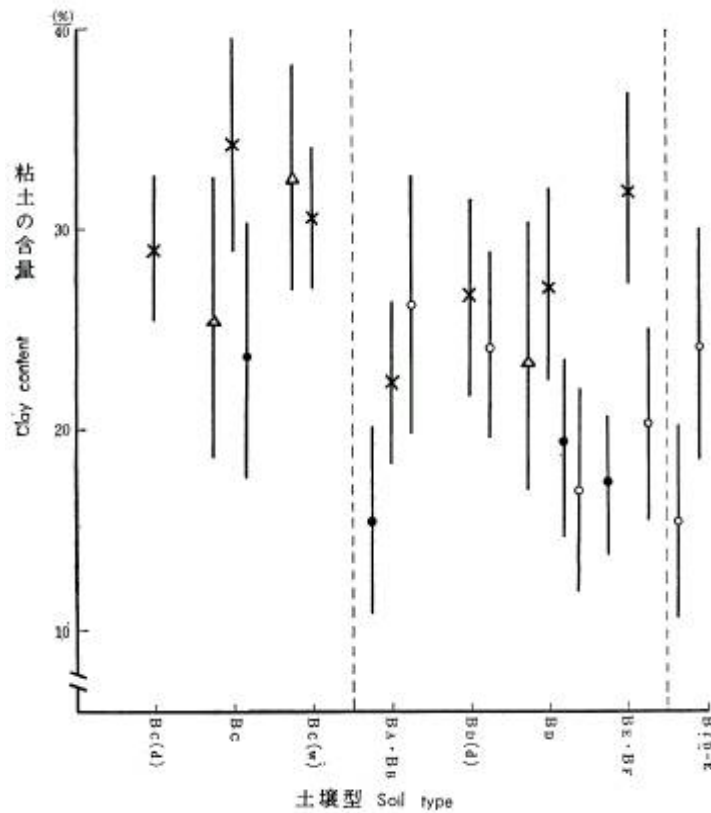
つまり、湿性型では、粒状～団粒状構造が深くまで発達しているの、孔隙量が増大すると考えられる場合と、反対に乾性型は粗しょうな細粒状構造が発達しているのに対して、湿性型ではカベ状構造に近くなるので、むしろ、孔隙量が減少するという二とおりが考えられる。

この結果では、以上の考え方が、ともに現われており、すなわち、BD型の系列で道東、道南西の土性が壤土～微砂質の土壤では、湿性型になるにしたがって孔隙量が増大しているのに、道北、道央の埴土地帯のものでは、後者の考え方、すなわち、湿性型になるにしたがって孔隙量が少なくなっている。

しかし、道北、道央の地域でも、BC型の系列に判定されたものは、明らかに湿性型ほど孔隙量が増加している。BC型の系列の土壤は、粘土の含量が著しく高く、また、土壤の構造は、腐植、置換性石灰などの含量とも深い関係があり、これが孔隙量に大きく作用しているものと一般的にいわれているので、その理由についてはあとにゆずる。

機械的組成

機械的組成と土壤型との間には、一定の関係が存在するかどうかは興味深い問題である。なぜならば、土壤は、外動的土壤と内動的土壤にわけられ、このうち内動的土壤とは、母材の性質が生成された土壤の性質に残っているもので、北海道では、このような土壤が多いことは、さきの著者の報告(1967)で、すでに述べたところ



第2図 土壤型別粘土含量

Fig. 2. Comparison of clay content in different soil types.

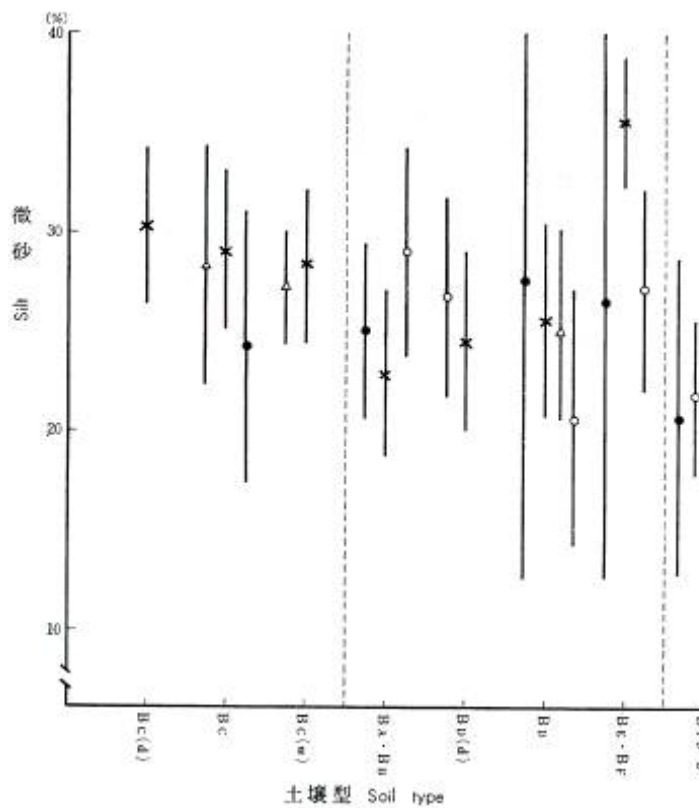
である。この母材の性質を、もっともよく現すものは、機械的組成（土性）である。そこで土壌型とこの関係を求め、図示したのが第2～4図である。

まずBC型の系列のものでは、乾性型と湿性型との間に明瞭な関係は認められなく、このことは、山谷(1956)、藤川・谷口・柏木(1956)、茨木ら(1956)、および林業試験場北海道支場(1966)などが報告しているのと同じである。

ところが、BD型の系列で、道北、道央のものは、乾性型より湿性型になるにしたがって、粘土、微砂が増加し、砂の含量が反対に減少しているが、道東、道南西のものでは、これと反対に、乾性型より湿性型になるにしたがって、粘土、微砂が少なく、砂が多くなっていることが窺える。

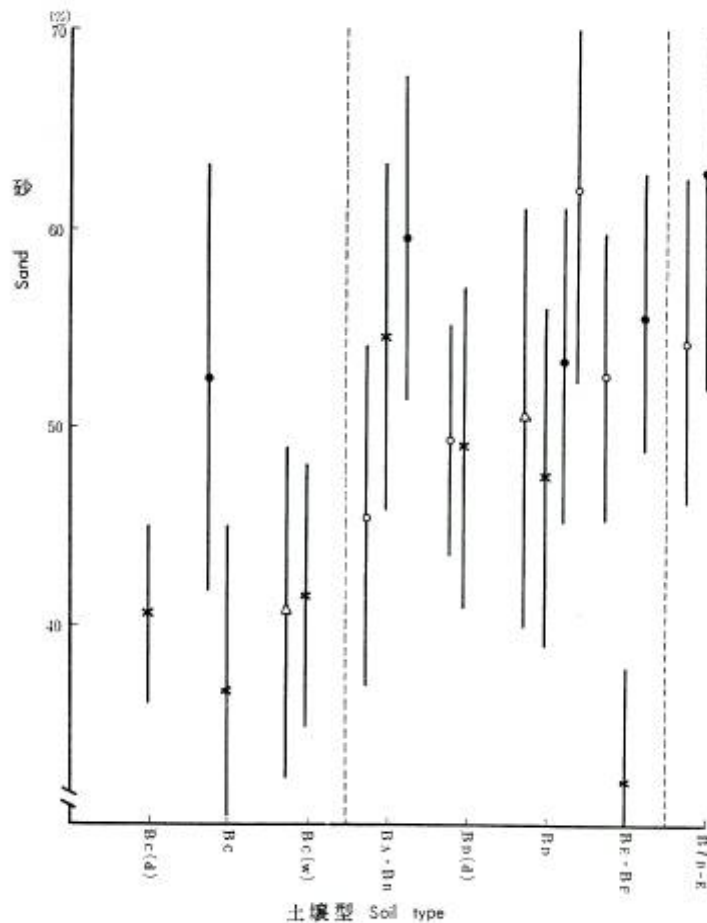
さきに述べた孔隙量の関係とちょうど反対の現象で、つまり、BD型の系列の場合、道東、道南西では、砂質になるほど湿性型となり、孔隙量を増すのに、道北、道央では、粘土が多く埴土質になるほど湿性型となる。したがって、母材中の粘土の量と、その性質が土壌水に対して作用する仕方に相違があるので、土壌の構造（たとえば、カベ状構造など）にも影響し、孔隙量をも変化させていることが容易に想像される。

なお、全般的にみて、BC型の系列では、BD型の系列よりはるかに、粘土、微砂が多く、茨木ら(1956)がBI型の土壌は、粗砂に比べて細砂、微砂の比率が高いと述べたのと似ている。すなわちこの結果では機械的組成が土壌の生成に関係が深いことを示しており、この他にも北海道の未熟土などはこれが原因と考えてよいものもある。DOKUCHAEVがいうまでもなく、母材は土壌を生成する重要な要因であるからである。



第3図 土壌型別微砂含量

Fig. 3. Comparison of fine sand content in different soil types.



第 4 図 土 壤 型 別 砂 の 含 量

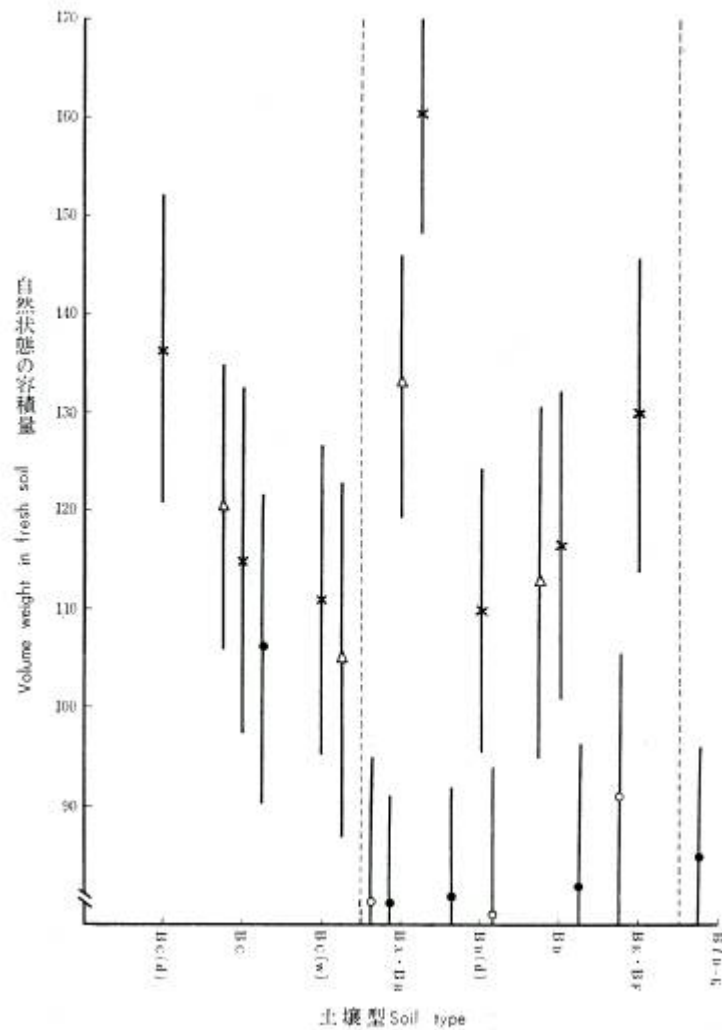
Fig. 4. Comparison of coarse sand content in different soil types.

自然状態の容積重

第 5 図に示したように、Bc 型の系列のものは、湿性型になるにしたがって、自然状態の容積重は減少しているが、BD 型系列ではこれと反対の傾向を示し、とくに、道北、道央のものではこの傾向が顕著である。

これはさきに述べた孔隙量の場合と正反対で、つまり、孔隙量が増加すれば、自然状態の容積重が低くなることは、しごく当然である。

しかし、このこととは例外的に、道北、道央における BA・BB 型の自然状態の容積重は著しく高い値を示している。本来は、茨木ら (1956) が述べているように、乾性型は他の土壌型に比べて、乾燥によって下層まで粗しょうな細粒状、または粒状構造を示すため、自然状態の容積重は低い値を示すのが普通であろう。ところが、この地域の BA・BB 型のような A 層の発達が悪い土壌は、下層の堅密な性質、つまり本来の母材の影響が強く現われて自然状態の容積重は高くなるものと思われる。この図でも、道東、道南西の BA・BB 型は他の土壌型より低い値を表わしており、これが一般的で、道北、道央の土壌のみが普通の土壌と違って A 層の発達が悪く、堅密であることを裏書きしているものと思われる。



第 5 図 土壤型別自然状態の容積重

Fig. 5. Comparison of volume weight in different soil types.

採取時含水量 (W)

さきに著者 (1967) の報告で、乾性型より湿性型になるにしたがって、土壤の採取時含水量が多くなってゆくことについては、すでに述べたところであるが、これを BC 型と BD 型の両系列にそれぞれ区分して第 6 図に図示してみた。これによると両系列とも乾性型より湿性型になるにつれて、採取時含水量は急激にしかも直線的な増加がみられる。

さらに、この図でわかるように、BC (w) 型の採取時含水量は、50% (容積比) 前後で、BE・BF 型に匹敵している。また、BC 型と BD 型の系列の増加の度合もよく似ており、互にほぼ平行的な関係が窺える。このことは、これまで述べてきたものに比べて明らかに相違した性質である。

最大容水量 (W_{max})

最大容水量も、第 7 図に示したとおり、乾性型から湿性型になるにしたがって増大し、その傾向は採取時含水量と全く同じである。ただし、Bc 型系列のものは、採取時含水量の場合より変化の度合が急激でないように

思われる。

藤川・谷口・柏木(1956)は、最大容水量と土壌型との間には、一定の傾向をみいだし難いと述べているが、茨木ら(1956)は、乾性型より湿性型に移るにしたがって段階的に増大すると述べ、この結果と一致している。

また、孔隙量では、BD型の系列で、道北、道央のものは、湿性型になるにしたがって漸減しているにもかかわらず、採取時含水量、最大容水量などの水分関係は、このような地域差がなく、乾性型より湿性型になるにしたがって一様に増大しているのは、注目すべき事柄と思われる。

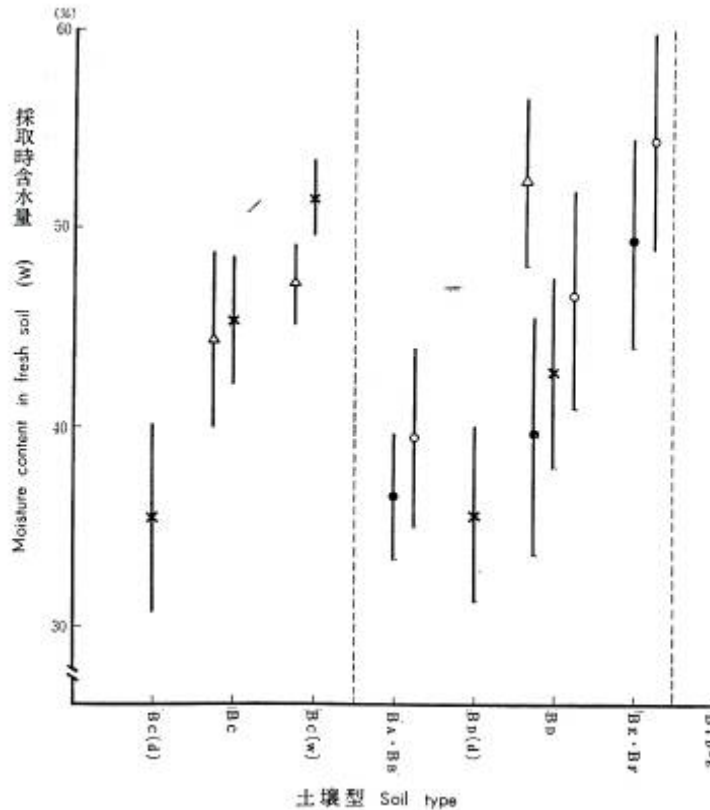
採取時含水量/孔隙量(WP^{\wedge})

これは孔隙の中に占める水分の割合を示したもので、孔隙水分度と名づけておく。

第8図に示したように、これまでの採取時含水量、最大容水量と同じく、明らかに湿性型になるにしたがって増加しているが、これらと多少異なるところは、BC型の系列が、BD型の系列よりいずれも高い値を示していることである。すなわち、BD型の系列では、53~74%の範囲にあるものが、BC型では、63~76%の範囲にわたり、とくに、BC(d)、BC型がBD(d)、BD型に比べて高いことである。

採取時含水量/最大容水量(WW_{max})

土壌の最大容水量に対する含水量の割合を示したもので、湿潤度(茨木ら1956、山本1962)、または飽水度(真下1960)と呼ばれているものである。



第6図 土壌型別採取時含水量

Fig. 6. Comparison of moisture content of fresh soil in different soil types.

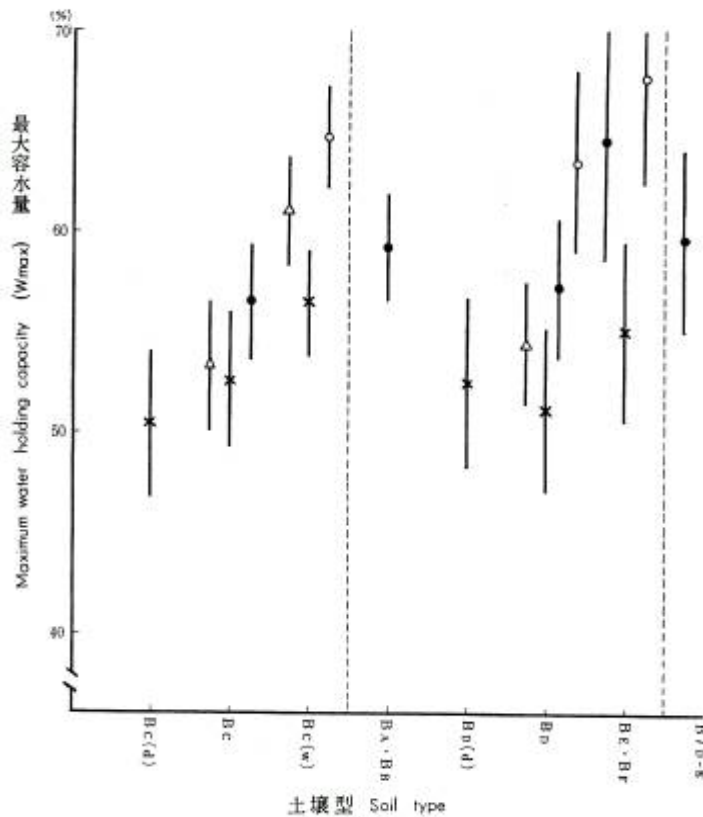
この値は真下(1960)によると土壤の粗密度、構造に影響されることがあるので、必ずしも水湿状態の十分な標示法とはいえないというが、第9図でみられるように、この値も乾性型より湿性型の土壤になるにしたがって漸増しているさらに、BC型系列のものがBD型系列のものに比べて全般に高い値を示したことは、さきに述べた孔隙水分度と同じである。

これについて真下(1960)は、団粒構造の発達した土壤より、カベ状ないし堅密な土壤は、高い値を示したと述べており、BC型系列の土壤がカベ状ないし堅密な土壤であるので、これと一致した結果である。また茨木ら(1956)は著者と同様に乾性型より湿性型の土壤ほど高い値を示したと報告している。

最大容水量/孔隙量(W_{max}/P^{\sim})

土壤の孔隙量に対する最大容水量の割合を孔隙容水度と呼ぶことにする。これも第10図に示したとおり湿性型になるにしたがって明らかに高い値を示しており、またBD型よりBC型が高いのは、いずれもこれまで述べた水分比数とよく似た傾向を示している。

以上のように、孔隙水分度、飽水度、孔隙容水度などの相対値は、いずれも、乾性型より湿性型になるにしたがって上昇するが、その割合は、BD型系列のものに比べて、BC型系列のものは緩やかであり、さきに述べた最大容水量、採取時含水量では、両系列がほぼ平行に上昇しているのと違っている。



第7図 土壤型別最大容水量

Fig. 7. Comparison of maximum water holding capacity in different soil types.

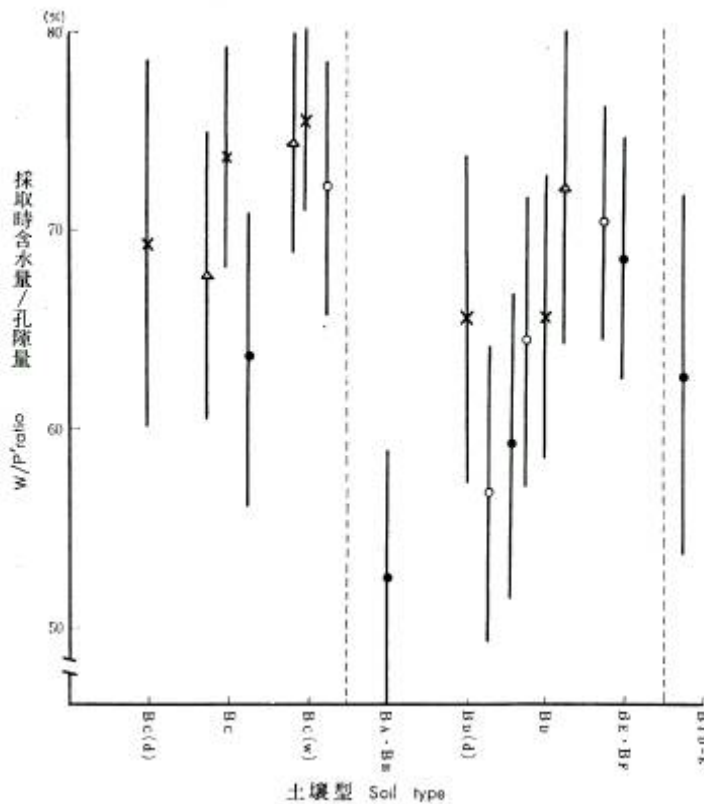
また、このうちで、もっとも高い範囲を示すものは、孔隙容水度で、BD型の系列は78~88%、BC型の系列はさらに高く、84~90%の範囲になる。これに対して、孔隙水分度はもっとも低く、同じくBD型の系列で52~83%、BC型の系列では63~75%の範囲となり、この中間が飽水度に当る。つまり、孔隙量に対して、最大水量は80~90%を占め、採取時含水量は最大容水量に対して70~85%であるのに、孔隙量に対しては56~82% (いずれもBA・BB型を除く)を占めていることになる。

さらに、これらの相対値は、いずれもBC型系列のものがBD型系列のものに比べてはるかに高い値を示している。これはBC型の土壌がカベ状ないし堅密な土壌であるためであろう。

また、トドマツの地位指数をBC型系列と、BD型系列にわけて図示したのが第11図である。これによると、BC(d)型はBD(d)型に、BC型はBD型に、BC(w)型はBE・BF型にほぼ匹敵した地位指数を示し(実際には、BC(w)型の方が、BE・BF型よりややうまわまっているとさえ思われる)、それぞれの土壌型間の増加の度も両系列とも同じく、したがってBC型とBD型の系列は、生産性の面でもほぼ平行しているように考えられる。

なお、これまでの理学的性質のうち、地位指数と、土壌型との関係を示した図にもっともよく似た傾向を示したものは、土壌の水分関係、なかでも、採取時含水量、最大容水量などである。さきに著者(1967)が、トドマツの地位指数と土壌因子との関係を求めた報告でも、採取時含水量がもっとも高い相関を示しており、これらの図はこのことをよく裏書きしているものと思われる。

さらに、BC型の系列とBD型の系列では、理学的、とくに孔隙量(BC型の系列は湿性型になるほど増大す



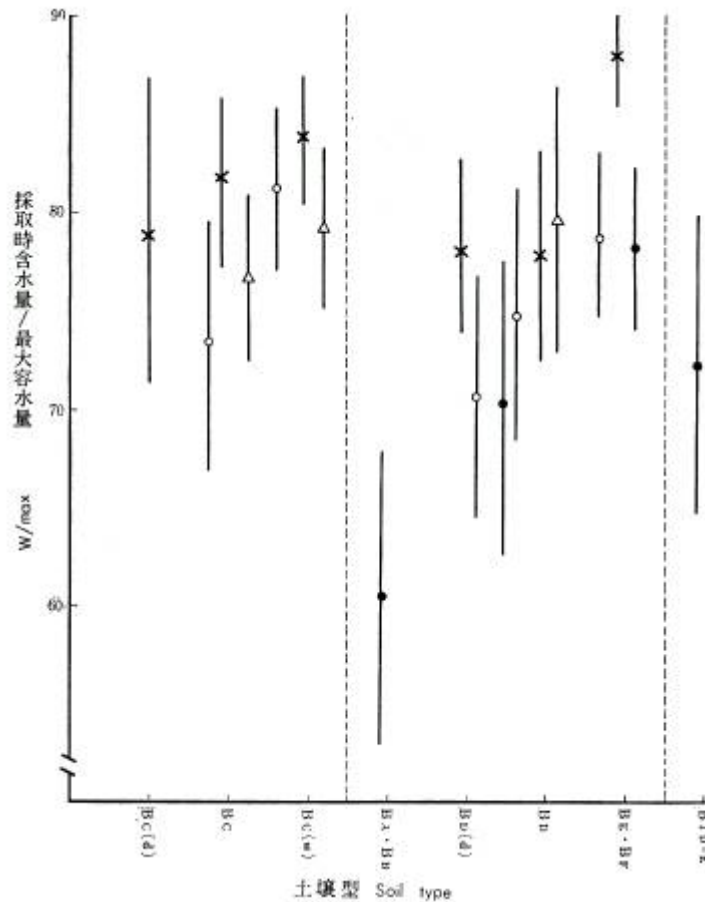
第8図 土壌型別 W/P

Fig. 8. Comparison of W/P ratio in different soil types.

ることはBD型の系列と同じであるが、総体的な数値はBD型の系列より低い)、自然状態の容積重(BC型の系列はBD型の系列に比べて総体的に高い)、機械的組成(BC型の系列はBD型の系列に比べて粘土、微砂が明らかに多く、砂が少ない)などにおいて相違し、またトドマツの地位指数からも河田・鷹見(1955)がBC型はBD型と別に考えた方が合理的であると述べたと同様に、両系列は別個に考えるべきである。

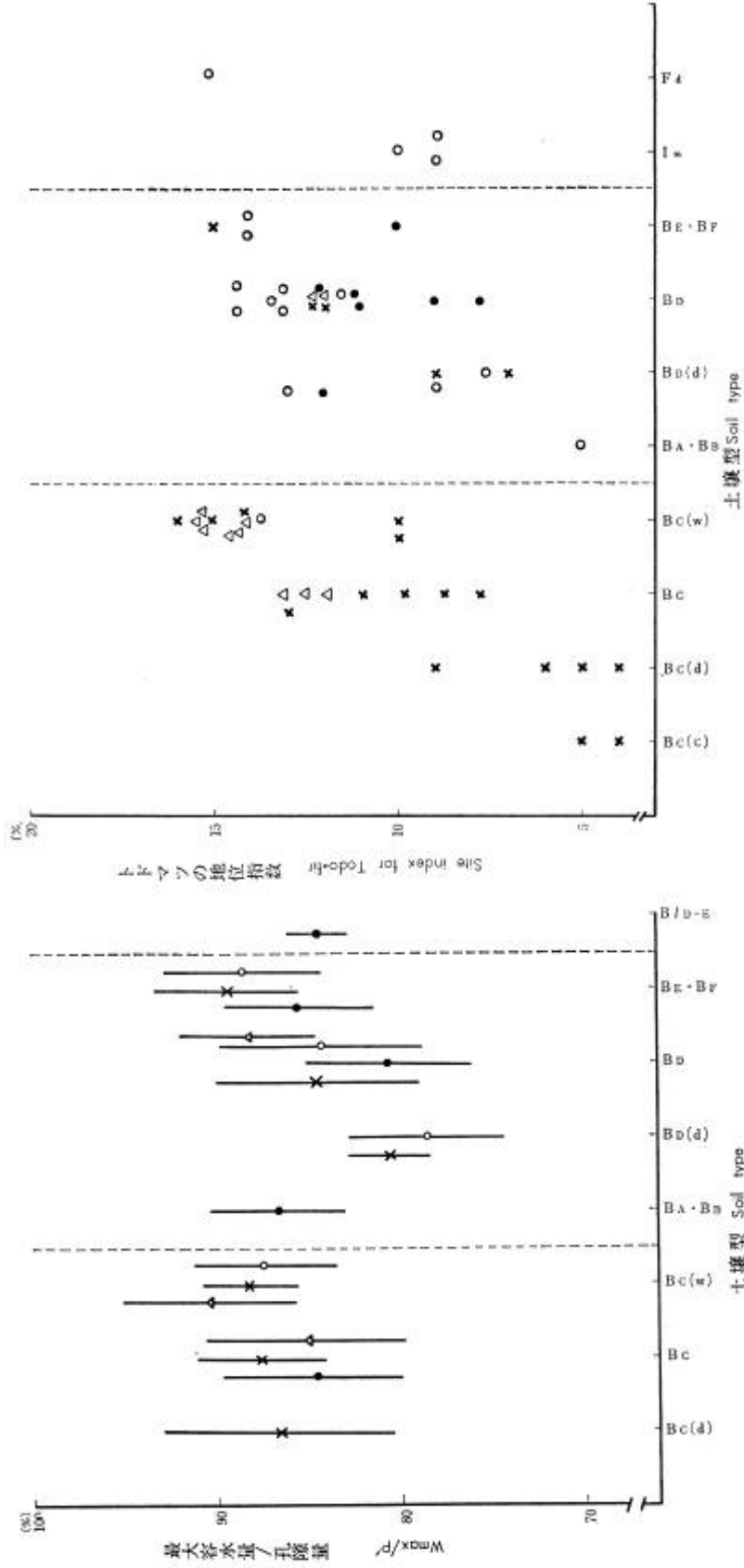
この報告は著者が、すでに永い間、BC型を実際上の分類においてBC(d)、BC、BC(w)型に区分していたことにその基礎的資料を与えたことになり、さらに理化学的性質およびトドマツの地位指数との関係からもBC(d)型はBD(d)型に、BC型はBD型に、BC(w)型はBE・BF型にそれぞれ類似していることを立証したものである。

しかし、BC型の出現する地域は道央、道北に多く、すなわち、この地域は地質的に第3紀層、第4紀洪積層が多く、これには頁岩、粘板岩、凝灰岩などが多く含まれ、その母材は重粘で、カベ状を呈し、堅密なものが大部分である。つまり、このような地域では、冬期間は雪に被われ、早春には多量の土壌水を包含しているが、夏季を迎えて乾燥し、これが繰返されるため粘土の多い土壌は亀裂を生じ堅果状構造を形成するようになる。そうした一時的な滞水と乾燥が繰返されてできた構造が、はたして大政(1951)の報告した堅果状構造と同一のものかどうかは疑問が残る。けれども、地域性という見知からもやはりBD型の系列からきり離して考えるべきであろう。



第9図 土壤型別 W/Wmax

Fig. 9. Comparison of W/Wmax in different soil types.



第10図 土壤型別 Wmax/P⁻ in different soil types.

第11図 土壤型別トドマツの地位指数
Fig. 11. Comparison of site index for Todo-fir in different soil types.

摘 要

土壌型による理学的性質の差異を地域ごとに比較検討したところ、次のようなことが明らかになった。

1. 孔隙量は、土壌が乾性型より湿性型になるにしたがい増大するが、道北、道央で BD 型の系列(BA・BB→BD(d)→BD→BE・BF型)に判定されたものは、反対に湿性型になるにしたがって孔隙量は減少した。
2. 自然状態の容積重は孔隙量と全く反対になり孔隙量の増加とともに自然状態の容積重は減少した。しかし BD 型の系列で道東、道南西のものは、明らかな傾向はみられなく、また BC 型の系列、あるいは道北、道央のものに比べてかなり低い値を示した。
3. 機械的組成と土壌型との関係は、BC 型の系列(BC(d)→BC→BC(w)型)では明らかでないが、BD 型の系列では、道北、道央のものでは湿性型になるにしたがって粘土、微砂が多くなり、道東、道南西のものはこれと全く反対の傾向を示した。つまり埴土系の地域では、粘土、微砂が少ないほど湿性型になり、道東、道南西の火山灰を主とした壤土～微砂質の土壌地域では、粘土が少なく、砂が多いほど湿性型になる。また全般的に BC 型の系列のものは、BD 型の系列に比べてはるかに粘土、微砂が多く埴質であった。
4. 土壌の採取時含水量は乾性型より湿性型になるにしたがって明らかに増加し、とくに BC 型と BD 型の系列に分けた場合、この両系列はほとんど平行的となり、その増加の割合も近似していた。
5. 最大容水量も採取時含水量と同じ傾向を示した。しかし BC 型と BD 型の平行的な関係は、採取時含水量ほど明らかでないように思われた。
6. W/P' (孔隙水分度)、 W_{max}/P' (孔隙容水度)、 W/W_{max} (飽水度)なども採取時含水量と同じように湿性型の土壌ほど高いが、両系列の関係は、採取時含水量、最大容水量ほど平行的でなく、BC 型系列の上昇率は BD 型系列に比べて低い。また、BC 型の系列は、BD 型の系列より全般的に高い値を示した。
7. トドマツの地位指数を BC 型と BD 型の系列にわけて図示してみると、バラツキこそは理学的性に比べて大きい、傾向としては明らかに湿性型ほど高くなり、また BC 型と BD 型の系列の上昇率は、ほぼ平行的でトドマツの地位指数からは BC(d)型は BD(d)型に、BC 型は BD 型に、BC(w)型は BE・BF 型に匹敵するものと思われる。結局これまでの理学的性質のうち、水分関係とくに採取時含水量がこの地位指数にもっともよく似た傾向を示した。このことはさきの報告(1967)で、採取時含水量がトドマツの地位指数ときわめて高い相関が現われたのと一致している。
8. これらの結果より、北海道では森林土壌の土壌型を BC 型の系列(BC(d)→BC→BC(w)型)と BD 型の系列(BA・BB→BD(d)→BD→BE・BF型)に区分して考えることが合理的である。

引用文献

- 藤川順一・谷口治夫・柏木直樹 1956 名古屋営林局土壌調査報告 第3報 久々野経営区の土壌 林土調報 6 : 75~129
- 茨木親義・栗田 章・虻川英夫・伊藤幸雄・鈴木信三郎・伊藤忠夫 1956 秋田営林局土壌調査報告 第1報 秋田スギ林地帯の土壌 (1) 林土調報 7 : 1~153
- 河田 弘・鷹見守兄 1955 東京都水源林に関する研究 (第1報) 土壌型と化学的性質との関係 (その1) 日林誌 37 (8) : 321~325
- 真下育久 1956 森林土壌の水分に関する研究 (1) 段戸国有林の黒土色 日林誌 38 (2) : 49~53
- 真下育久・橋本与良・宮川 清 1958 スギ ヒノキの成長と土壌条件 林土調報 9 : 13~43

- 真下育久・久保哲茂 1956 名古屋営林局土壌調査報告 第1報. 段戸経営区の土壌 林土調報6: 1~27
- 真下育久 1960 森林土壌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9: 13~43
- 大政正隆 1951 ブナ林土壌の研究 林土調報1: 1~243
- 大政正隆・真下育久 1957 森林土壌の吸水性に関する研究 林土調報8: 25-42
- 林業試験場北海道支場 1965 1966 林地土壌生産力研究成果報告書 39年度 85p. 40年度 99p.
- 寺田喜助 1961 北海道の森林土壌と造林 北方林業13(8): 243~248
- 寺田喜助 1967 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 北林試報
4: 1~101
- 山本 肇 1962 土壌の性質とトドマツの成長 林土調報12: 175~233
- 山谷孝一 1956 青森営林局土壌調査報告 第1報 津軽半島南部ヒバ林土壌について 林土調報5: 1~129

Summary

Physical analyses were made on soil types formed in the forest land of Hokkaido. Results showed that dry soils(BC(d)-, BA-, BB-, BD(d)types)in comparison with wet soils(BC(w), BE·BF-types), were low in porosity (P^{\sim}), soil moisture content(W), maximum water holding capacity (W_{max}), ratio of W/P^{\sim} , W/W_{max} and W_{max}/P^{\sim} and site index for Todo-fir and were high in volume weight of fresh soil.

Differences in mechanical analyses of each soil type were not distinguished, however, BC groups, (BC (d)-, BC-, BC (w)-types)were of considerably finer texture than BD groups(BD(d)-, BD-, BE·BF-types).

BC groups were divided into BC(d)-, BC-, and BC (w)-types according to their difference in soil profile, chemical-physical properties and stand productivity.

BC-type corresponded to the original soil after OHMASA. BC(d) and BC (w)-types were discovered and classified by the author. BC (d)-type was the same to BD(d) as BC (w) type was similar to BE·BF-type in connection with soil moisture content and Todo-fir growth.