

有機質土の工学的諸問題

まえがき

土質工学会有機質土研究委員会

本有機質土研究委員会は、昭和47年7月に発足したものであるが、この委員会は、昭和45、46両年度に実施された、文部省科学研究助成金による総合研究(A)“有機質土の物理的および力学的性質に関する研究”(代表者 山内豊聡、研究分担者20名)の研究を継続発展させる趣旨で、調査部が設置したものであり、委員構成はあとに挙げるとおりである。

有機質土は、年を追って諸工事の対象になることが多くなってきているが、その種類も、ピート(泥炭)、黒泥、火山灰質有機質土(黒ボク、関東ロームあるいはその類似土)、洪積性有機質土というように広範囲にわたっている。当委員会は、このような有機質土について、過去3か年にわたって実施した研究の成果を公表する一つの方法として、この講座がとりあげられたのであるが、過去に土質工学会が刊行した、有機質土にかかわる2、3の単行本と内容が重複することをできるだけ避けることになっている。

この講座は、当委員会がとりまとめた「有機質土に関する文献目録、昭. 51. 5」をもとにして開講するものであり、

1. 生成と判別・分類, 2. 試験法と調査法, 3. 有機質土の物理的および力学的性質, 4. 深層工事における設計・施工, 5. 浅層工事における設計・施工の5章からなり、各章1回ずつに分けて掲載される予定である。

委員長 山内豊聡(九州大学工学部教授)

幹事 竹中 肇(東京大学農学部教授)

委員 河野文弘(北海道開発局土木試験所長)

宮川 勇(秋田大学鉱山学部教授)

風間秀彦(埼玉大学理工学部助手)

渡辺 進(国鉄鉄道技術研究所土質研究室長)

矢野弘一郎(五洋建設(株)課長)

大平至徳(防衛大学校教授)

長田 昇(三重大学農学部教授)

河野 洋(鳥取大学農学部教授)

安原一哉(西日本工業大学講師)

鈴木敦己(熊本大学工学部助教授)

三輪晃一(鹿児島大学農学部講師)

表—1 講座「有機質土の工学的諸問題」掲載予定一覧

回	標 題	執 筆 者	掲 載 予 定 号
1	まえがき 生成と判別・分類	山 内 豊 聡 長 田 昇	昭和51年11月号(225号)
2	試験法と調査	大 平 至 徳	" 51年12月号(226号)
3	有機質土の物理的および力学的性質	竹 中 肇	" 52年1月号(227号)
4		安 原 一 哉	" 52年2月号(228号)
5	深層工事における設計、施工	渡 辺 進	" 52年3月号(229号)
6	浅層工事における設計・施工	河 野 洋	" 52年4月号(230号)

1. 生成と判別・分類

なが た
長 田のぼる
昇*

1.1 まえがき

ここでいう有機質土とは、植物に由来する有機物の含有量の多い土のことを指している¹⁾。統一分類法²⁾による、高有機質土 (Pt, Mk)、有機質粘質土 (OL)、有機質粘土 (OH)、有機質火山灰土 (OV) および火山灰質粘性土 (VH) を対象とし、さんご礫土やケイソウ土のような動物質に由来する土または地盤は取り扱っていない。

有機質土では、固相が無機物（鉱物質）ばかりではないので、特に有機物を別の固相として考えなければならないことを特徴としている。現段階の試験法では有機物含有量をもってその量的指標としているが、有機物の起源にさかのぼってどこまでその由来をたずねるかという点に複雑な問題が生ずる。したがって、土壌生成過程を重視して判別・分類の方法論を組み立てていくことが必要であろう。

本稿では、特にいわゆる黒ボクとよばれている土、すなわち火山灰に由来する有機質土と東海地方の洪積台地上に分布する黒ボク土、およびピート（泥炭）を取り上げて考えてみたい。「日本の特殊土」³⁾では、火山灰質粘性土とピートが詳述されている。

1.2 火山灰に由来する有機質土

一般に「黒ボク」とよばれるように黒色味の強い土のうち、その起源を明らかに火山噴出物に由来する土について触れたい。火山灰土とよばれている有機質土は、広く日本をおおっている。その分布は図-1.1⁴⁾のとおりであって、図からもわかるように特に関東地方、北海道および東北地方、九州地方に密である。日本における火山灰土の分布面積とその腐植含量の範囲が足立⁵⁾によって推定されており、その面積は 60,641 km² (国土面積の16.4%) となっている。

広義に火山灰土壌という場合には、火山灰を母材とする土壌の意味にとどまらず、その母材の特徴がもたらす一連の諸性質をもった土壌を表わしている⁶⁾。すなわち、腐植が多量に集積していること、吸着水の含量が高いこと、特有の構造性をもつこと、粘土の分散性が他の土壌と非常に異なること、リン酸の吸収力が高いこと、塩基の吸着容量が多いにもかかわらずその保持力が弱いこと、一般には塩基未飽和であるが反応は微酸性であることなどの一連の特

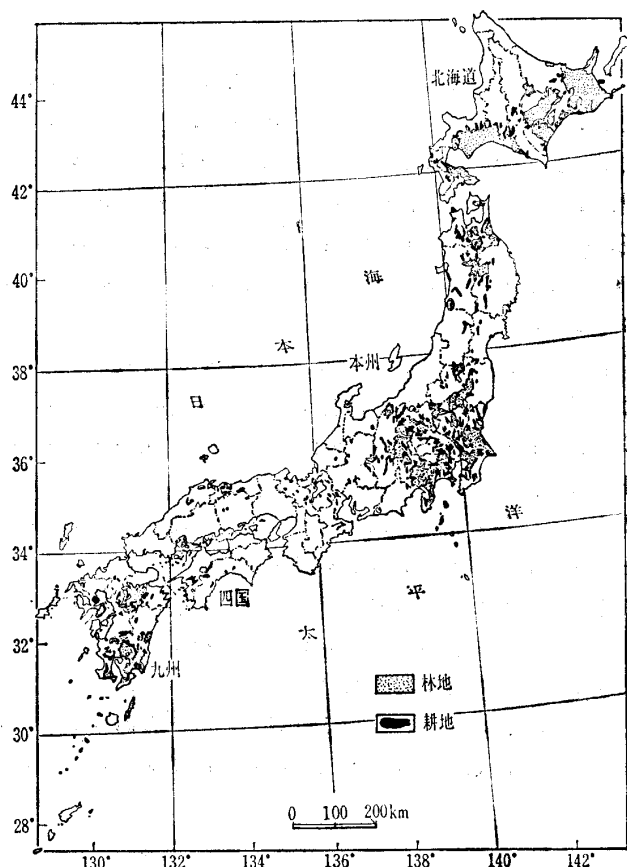


図-1.1 日本における火山灰土の分布 (山田裕氏によって編集された分布図(1964)を「Volcanic Ash Soils in Japan」より引用したものである)

徴ある性質をもつ土壌を指している。これらの諸性質は火山灰が細粒できわめて風化を受けやすく、多量のアロフェンが生成するためにもたらされるものである。その点について、菅野⁷⁾は、母岩としての火山灰をみるとき他の岩石と異なる重要な点をつぎのように指摘している。

- (1) 個々の粒子がバラバラになっていて、きわめて微細であるばかりでなく、爆発時に破片となり完晶にならず、したがって鉱物粒子の表面積はほかの固結した母岩と比べて異常に大きい。
- (2) 火山灰タイ積物は微細粒子の集まりであるため下層まで間ゲキができて、鉱物粒子と風化にあずかる水分とが接する表面積が大きくなっている。さらに、透水性が大きく、短時日のうちに深層まで風化を受け、日本のような湿潤気候下では著しく風化が促進されるとともに放出

* 農博 三重大学教授 農学部農業工学教室

表-1.1 腐植質土壌の鉱物組成と性状との対応 (案)
(加藤による)

一次鉱物組成	火山源粒子	多 → 少
二次 "	アロフェン (非晶質鉱物) 層状結晶粘土	多 → 少 少 → 多
一般理化学性	置換酸度 (γ_1) リン酸吸収係数 炭素 (腐植) 含量 容積重・固相率	小 ← 大 大 ← 大 大 ← 大 小 → 大

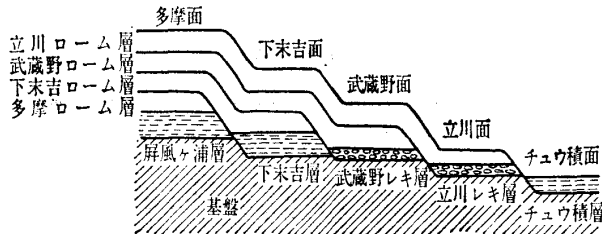


図-1.2 関東ローム層と段丘の関係 (「関東ローム」より引用)

された化学成分の溶脱量が大きく、かつその溶脱速度が大きい。

このような特徴から腐植質アロフェン土 (菅野) と命名された火山灰有機質土の粘土の生成の重要な意義が生ずると考えられる。

土壌の生成と分類はそれぞれ相互に密接に関連し重複しているので、それらを分けて論ずることは困難であるが、ここでは主に生成論の立場からの研究成果を紹介していきたい。

火山灰土壌の初期風化に関しては、内山ら⁸⁾⁻¹³⁾ によって研究されてきた。初期風化段階の粘土フラクションはモンモリロナイトを主とする結晶性粘土と非常にケイ酸質な非晶質成分とからなっている。非晶質成分の中ではオパール・シリカ (opaline silica) の優勢な存在が注目され、また腐植層ほどケイ酸質でオパール・シリカの割合が高い。風化がさらに進むと、アロフェンやパーミキュライトが現われ、後者は次第に Al-パーミキュライトに移行する。

火山灰土壌では特に母材を吟味することが重要である。加藤¹⁴⁾ は、火山灰の降灰とタイ積、火山灰土壌母材の鉱物組成、火山源粒子含量の変化と土壌の性状について問題提起を行ない、腐植質土壌の鉱物組成と性状との対応について整理した一覧表 (表-1.1) を示している。

関東地方を広範囲におおい、日本における火山灰有機質土の主要な研究材料となった関東ロームについては、関東ローム研究グループによる「関東ローム」¹⁵⁾ にその研究成果がまとめられており、それによれば、関東ロームは図-2に示されるような層序に区分される。立川ロームはもっとも表層に広く分布しており、非火山性土と比べての物理性の特異さは、一番新しい立川ロームがもっとも顕著である。同じ関東ロームといっても古期ロームと新期ローム、さらに新期ロームの中でもタイ積年代の古さによって物理的・工学的特性が異なっていることに注意しなければなら

ない¹⁶⁾。後述するように、タイ積年代と腐植や粘土鉱物との関係において物理的・工学的諸性質を研究することが重要となってくる。

松井¹⁷⁾ は、現在から約1万年前まで (チュウ積世) に降灰した火山灰に由来するものを新期火山灰土、それより古い年代 (洪積世) に降灰した火山噴出物に由来する土壌を古期火山灰土と分けて、それらの特徴をつぎのようにまとめている。すなわち、古期火山灰では、風化による粘土化と水和酸化鉄の遊離が全層にわたって進み、いわゆる「ローム」になっており、表層には重縮合の進んだ黒色の腐植が厚くタイ積し、しかも腐植の浸透により A、B 両層間に漸移層ができ、断面構成は $A_1/A_2/B_1/B_2/B_3C$ となっている。

1.3 火山灰土を特徴づける土壌腐植

1.3.1 土 壌 腐 植

土壌有機物はきわめて多種多様であって、ほとんど有機化学の全分野にまたがっている。厳密な意味では、土壌腐植は、「土壌に固有でごく複雑な構造をもち、比較的分子量の高い酸性有機化合物群」を総称している¹⁸⁾。したがって、土壌腐植以外の残りの土壌有機物を非腐植質として区別する場合もあるが、ふつう土壌腐植という言葉に土壌有機物と同意語で使うことが多く、また、一般に火山灰に由来する有機質土では有機物の大部分が腐植化していることもあって、ここでは土壌腐植としてまとめることにする。

わが国の火山灰土は、粘土がアロフェンを主体としていることとともに、腐植が多量に集積し、かつ腐植の黒色が非常に強い (腐植化度が高い) ことを重要な特質としている。火山灰土の腐植の特徴としては、¹⁹⁾

- (1) 腐植の集積量が多く、平均20% (最高約40%) 程度あること
 - (2) 腐植の存在形態として Al や Fe と結合していることや、腐植中に占める腐植酸の割合が高く、ヒューミン酸とフルボ酸の比、すなわち Ch/Cf が1以上となる場合が多いこと
 - (3) 腐植酸の特質としてきわめて腐植化度が高く、黒色味が強いこと
- があげられている。

腐植の供給源はイネ科草本を主とする草原植生とみられている。それは、A層から分離した細砂分の中にイネ科草本のケイ化組織に由来する植物ケイ酸体 (plant opal) がきわめて多く、その量と腐植含量との相関性が高いことから明らかである。また、黒ボクにおける多量の黒色腐植の集積の原因として活性 Al の存在が強調されている。それとともに腐植の供給源となっている植物の問題を重視して、山根²⁰⁾ は黒ボクにおけるススキの生産量が大きいことやススキの分解の仕方から、黒ボク土の生成にススキが大きな役割を担っているのではないかと推論している。

¹⁴C 法によって土壌有機物の年代が測定された火山灰土

講 座

について、年代と腐植の性質の相互関係が分析され、腐植の集積過程が研究されている²¹⁾。また、土壌腐植は不均質重縮合高分子物質群と見なされているが、従来の化学的・膠質化学的研究に加えて、高分子科学的研究の必要性が指摘され、ひとつのモデルが提案されている²²⁾。

なお、土壌有機物の研究の出発点ともなっているココノワ著「土壌有機物」が、1963年以後の新しいデータを補足して再び改訂されている²³⁾。

1.3.2 土壌腐植の地域性

足立^{24),25)}は、土壌腐植を構成する主要なフラクシオンとそれらフラクシオンの土層中における配分様式や耕地化に伴う腐植組成の変化の仕方などに地域的特性を認めている。わが国における腐植集積量の分布、火山灰土の腐植組成と生物気候条件の関係について考察した結果^{26),27)}、

- (1) 火山灰土の腐植含量はほかの陸成土壌型よりも多く、腐植集積量とアロフェンの量とはかなり相関が高い。その給源植物は草生類である。
- (2) 腐植の集積は、特に北海道、東北裏日本、北関東、南九州の平地および北関東、中部、山陰の標高の高い地域に著しい。
- (3) 腐植組成の内容は、Ch/Cf の値が 0.4~1.8 の範囲にあり、腐植集積量の多い地域ではヒューミン酸含有量が多い。
- (4) Ch/Cf は風化の進行につれて増加し、それとともに腐植酸の縮合度が高くなる。

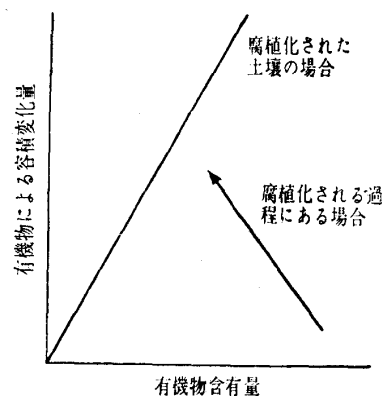
などを明らかにしたうえで、気候区分と Ch/Cf の関係をつぎのようにまとめている。

すなわち、Ch/Cf は南部北海道・北部本州では0.9~1.2、南部関東では0.8~1.0、南部九州では1.4~1.9である。さらにその結果から、南部北海道・北部本州では寒冷帯南部の生物気候条件を反映し、亜熱帯に比べて新たに生成される腐植の供給が比較的少なく、腐植の成熟化の速度がおそいこと、南部関東・南部九州は湿潤亜熱帯にあり、南部九州では年平均気温が高く降水量が多いので、新たに生成される腐植の供給量も多く、その成熟化も進んでいることについて論議を深めている。

1.3.3 土壌有機物の物理性

土壌腐植の化学的組成や化学性に関する研究に比して、物理性に関する研究はほとんど見受けられない。しかし最近、仲谷・横井によって土壌有機物の比重についての研究がなされている²⁸⁾。その一つの方法として、土壌有機物を過酸化水素で処理してその前後の真比重と収縮乾燥土壌固塊の仮比重から、土壌有機物の真比重と仮比重を求める方法がとられている。そこで得られた結果は、つぎのように要約されている。

- (1) 土壌有機物の真比重は1.5~1.7であり、土壌によって大差はない。
- (2) 収縮土壌中での土壌有機物の仮比重は0.2~0.3と算出



図一.3 有機物の腐植化による仮比重の変化の模式図
(仲谷らによる)

され、これも土壌間で大差はみられない。

- (3) 土壌有機物の仮比重は、図一.3に示す模式図のように、腐植化が進むほど小さくなる。
- (4) 土壌有機物は収縮乾燥固塊中でも無機物に比較して仮比重を小さくする役割を果たしている。

1.4 火山灰土を特徴づける粘土鉱物

1.4.1 関東ロームを構成する土粒子

火山灰土壌では、その粘土鉱物の特異性から粒子の分散が困難であり、粒度分析において粒子の大きさを規定することがむずかしい。この点に関して、多田ら²⁹⁾は関東ロームの構成粒子の特性について、実態的に粒子をみることもおよびそれらを層位別にみることに主体をおいて火山灰土と非火山灰土を比較分析し、層位別に鉱物組成、粘土鉱物、理化学的性質（真比重、陽イオン交換容量など）、腐植含量などを調べた結果を報告している。また、関東ロームの粒度分析について、多田・山崎³⁰⁾は、その実験の結果をつぎのようにまとめている。

- (1) 関東ロームの心土は、一度風乾すると土塊が固結し、分散剤の添加、かくはん、熱湯の噴射などでは容易に崩れない。
- (2) H_2O_2 処理は有機物の分解だけでなく、表土・心土の分散にも効果があった。
- (3) pH 2~4 で分散の効果が大きい。
- (4) アロフェンは各粒子が風化の途上にあつて、分散によって単粒に分離することが不可能で粒度を一義的には決められない。
- (5) 関東ロームの暫定的粒度分析法を提案した。その考え方は、一次鉱物を洗い出し、表面被覆物質をできるだけ除去すること、および粘土、シルト部分を塩酸で分散させてピペット採取することを基本としている。

また、関東ロームを構成する土粒子とその構造との間にはなお未解決な課題が多いが、立川・武蔵野・下末吉の各ロームについて乱さない試料と練返し試料の走査電子顕微鏡写真による微細構造の研究が進められており³¹⁾、今後の

表一.2 非晶質成分の形態モデル (加藤による)

モデル	活性単位の組合わせ	腐植質土壌の例
タイプ1	R+H+G+C	東海地方の「黒ボク」土壌 火山灰土1
タイプ2	R+A+H	火山灰土2

研究方向を示唆している。

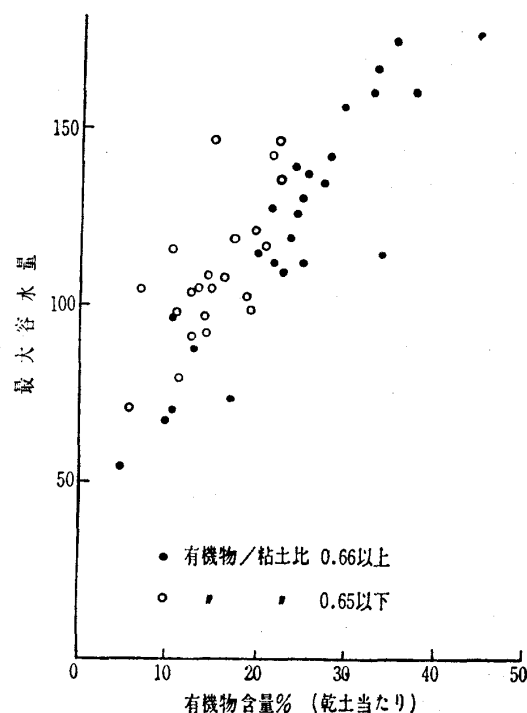
1.4.2 火山灰土の一次鉱物と粘土鉱物

前述のように、タイ積年代の新しい火山灰土壌の一次鉱物および粘土鉱物に関する研究が、内山らによって行なわれている。それによれば、一次鉱物の風化の進行はその粒径や比表面積と密接な関係があり、粘土部分 ($<2\mu$) に含まれる一次鉱物の種類や量およびその粒径分布の特徴は、火山灰の初期風化において重要な役割を果たしているとみられる。また、非晶質風化物を除いた粘土の大部分は、膨張性2:1型鉱物と一次鉱物成分からなっている。その一次鉱物の種類と量は火山灰の噴火源によって明りょうな相違があり、膨張性2:1型鉱物におけるパーミキュライトの割合は風化とともに、あるいは粘土の粒径の増大とともに増加していることなどが明らかにされている^{12),13)}。同様に、タイ積年代の新しい火山灰土の非晶質物についての庄子ら^{32)~34)}の研究によれば、非晶質成分は風化の程度によってその組成も性質も異なっている。一般にタイ積年代の新しい火山灰土の非晶質成分がケイ酸に富む理由として粗粘土中に含まれる遊離の非晶質ケイ酸の役割が重要であることが明らかにされている。

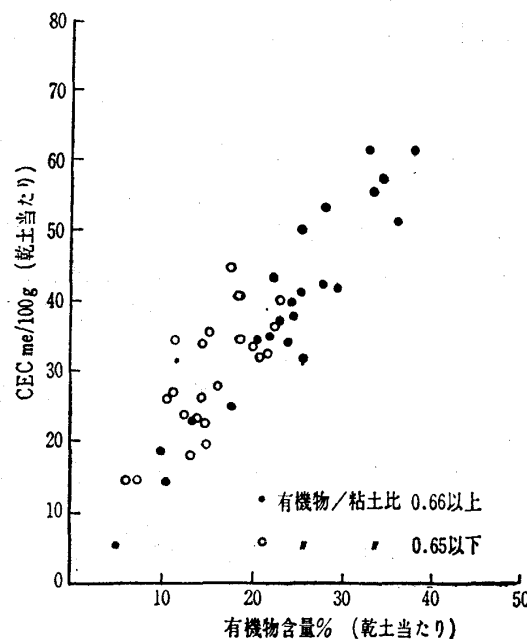
加藤³⁵⁾は、腐植質土壌の非晶質成分を活性単位の相互結合系としてとらえたモデルを考察し、このモデルからアロフェンや腐植の見かけおよび真の陰荷電活性が分別定量できることを示している。そのモデルによれば³⁶⁾、腐植質土壌はつぎのように分けられる。すなわち、活性単位として、非晶質 R_2O_3 を R, アロフェンを A, 腐植を H, 結晶性 R_2O_3 を G, 層格子粘土を C で表わして、その組合わせから表一.2のように分類される。

弘法・大羽は、火山灰土の間でみられる諸性質の相違を土壌生成過程の進展という観点から統一的には握して火山灰土の生成過程を明らかにするための一連の研究を行なっている。特に、土壌生成過程における粘土部分の変化を考察するとき、アロフェンを主体とする非晶質部分の量的・質的变化に着目し、赤外吸収スペクトルが他の粘土鉱物と異なることから、赤外吸収スペクトルの形状によってアロフェンの含有量を判定できることを明らかにしている³⁷⁾。それによって粘土鉱物組成の類別を7群に分け、それを風化度Ⅰ～Ⅳ段階および母材型別(かんらん石型、軽石型、輝石・角セン石型、角セン石型)によって分類し、粘土鉱物組成と粘土の分散性の関係が検討された。その結果によれば^{38),39)},

(1) 火山灰土の表層においては、その風化段階の初期には



図一.4 有機物含量と最大含水量 (表層土)
(弘法らによる)



図一.5 有機物含量とCEC (表層土)
(弘法らによる)

粘土部分に非晶質ケイ酸含量が高く、風化度Ⅱ、Ⅲにおいてはアロフェン質粘土を主体とするが、もっとも風化の進んだⅣ段階ではアロフェン含量が低下して結晶性粘土鉱物含量が高くなる。

- (2) 下層土は表層土に比べて、風化度Ⅰ～Ⅲまではアロフェン含量がより高いが、風化度Ⅳでは逆に下層土のほうで粘土の結晶化が進行している。
- (3) 粒径分析において分散剤として用いるカルゴンおよび塩酸に対する粘土の分散性の相違は、その粘土鉱物組成と対応しており、粘土のアロフェン含有率の高いものほ

講 座

ど塩酸による分散が良好となる。

- (4) 音波処理を用いた粒径分析では、表層土については一部を除いてカルゴンを分散剤として用いるほうがよいが、下層土に対しては風乾土の水分含量と触感による土性の判定結果とを組み合わせる基準によって分散剤をあらかじめ選択できる。

さらに、有機物含有量と腐植形態の地域的相違および土壌の理化学性に関する研究結果⁴⁰⁾では、有機物含有量と最大容水量および陽イオン交換容量(CEC)との間には図—1.4および図—1.5にみられるようにかなり明りょうな関係が認められた。

1.5 東海地方の洪積台地に分布する黒ボク

東海地方の洪積台地には、腐植にとみ乾燥密度の小さな厚いA層をもつ土壌が広く分布している。その母材は、火山性起源の一次鉱物が少なく、粘土鉱物も関東ロームのように典型的な火山灰土にみられるようなアロフェンを主体とするものではなく、むしろハロイサイト、ギブサイト、Al-パーミキュライトなどであり近隣の赤黄色土のそれと似ている^{41)~45)}。その分布は図—1.6のとおりであって、その標準的な性状は、加藤によってつぎのように示されている⁴⁶⁾。

- (1) 中位段丘およびそれ以下の段丘上に広く分布する。
- (2) 腐植の集積は、陸上のやや湿った環境で、草本性の強い影響下で、非火山源物質を主とする母材のタイ積と歩調を合わせて、母材に含まれる火山源物質の多少とはあまり関係なく、洪積世以降に行なわれたと推察される。
- (3) 細砂鉱物組成は非火山源鉱物を主とし、混在する火山源粒子の質・量は火山地質学的に意味のある分布パターンを示し、火山灰土と母材的に連続性のあることを暗示している。

また、その理化学性を火山灰土と対比した結果⁴⁷⁾はつぎのとおりである。

- (1) pH や酸度からみて酸性が強く、洗脱が進んでいて陽

イオン飽和度もきわめて小さい。

- (2) 有機物では全炭素(腐植層平均で 5~15%)は火山灰土とほぼ同じであるが、C/N がやや大きい。
- (3) リン酸吸収係数は腐植層ではかなり高い値(>1500)を示すが、火山灰土に比べればやや低い。下層土ではかなり低い。
- (4) 粘土含量が大きく、火山灰土と異なりアルカリ性で分散する。
- (5) 下層土の仮比重は、火山灰土より明らかに大きい。

その物理的特性⁴⁸⁾や乾燥処理による水分保持特性⁴⁹⁾および充てん・強度特性⁵⁰⁾には明らかに特異性が認められる。アロフェンがほとんど存在しないにもかかわらず^{51), 52)}、陽荷電特性の活性がかなり強く、その理由として腐植と結合した、あるいは遊離の Al があずかって力があると考えられているが、なお今後の研究課題であろう。

1.6 ピートの生成論

1.6.1 定 義

大平によれば⁵³⁾、植物が枯死しタイ積したのち、あまり分解されない状態で存在し、しかも植物有機質が全体の過半を占めるような有機質土をピートと称する。

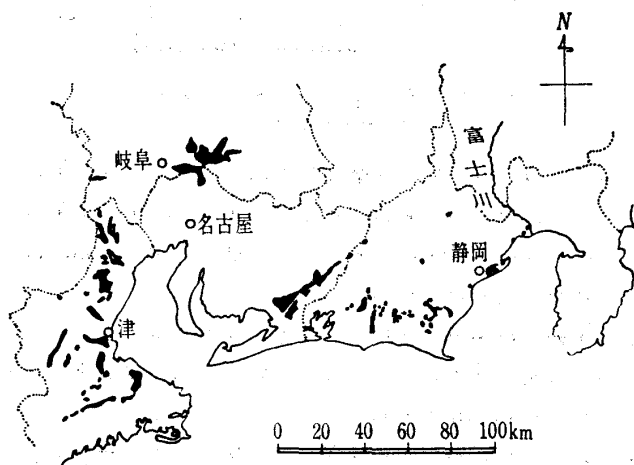
判別・分類上では、泥炭に比べて分解がかなり進み、有機質分の少ない黒泥(muck)とよばれる有機質土と、さらに黒ボクなどの有機質土との工学的分類上の位置づけやその工学的諸性質との関連性などが問題となる⁵⁴⁾。

1.6.2 分 布

わが国における泥炭地の多くは、湖沼がその周辺に生育した植物の遺体によって埋められて陸化してできたものである。そのすべては第四紀のチュウ積層に属している。世界のどこにでも生成するが、普通は、分解を抑止する条件のそろっている北半球の、しかも1月と7月の平均気温がそれぞれ-10℃~15℃と20℃以下の、多湿地に多くみられ、このような地域での泥炭のタイ積速度はだいたい年に1mm程度であるといわれている^{55), 56)}。北海道には約20万haの泥炭地が存在し、そのうち低位泥炭地がもっとも多く14.2万ha、高位泥炭地が3.4万ha、中間泥炭地が2.5万haと見積もられている⁵⁷⁾。しかし、最近では全国的に広く分布していることが明らかとなり、特に本州では東北、北陸、関東に多く、大部分は低位泥炭地であり、チュウ積土でおおわれていることが多い。

1.6.3 生成発達過程と分類基準

ピートの分類は、そのピートを構成している特徴的な植物を指標としている。しかし、構成植物のタイ積位置によって植物の種類が限定されるために、一般には低位泥炭、高位泥炭および中間泥炭の名称によって分類されている。すなわち、ヨシ、スゲ、ガマなどの植物を主要構成植物とする泥炭を低位泥炭とよび、さらに低位泥炭の上にヌマガヤ、ワタスゲなどが生育して泥炭化したものを中間泥炭、



図—1.6 東海地方の「黒ボク」分布図(富士川以西)(三重県下は三重農試未発表資料による)(加藤による)

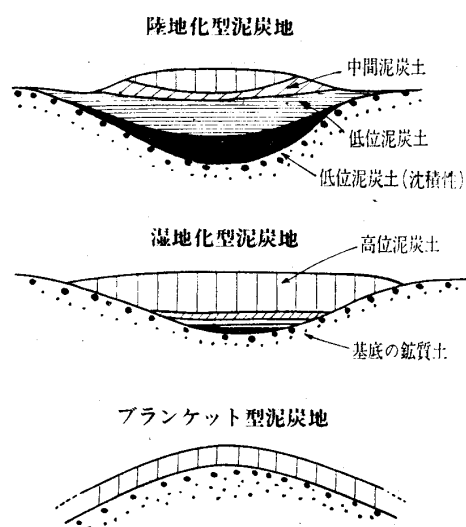


図-1.7 泥炭地の模式断面図(庄子らによる)

その上位で従来の水面より高い位置に発達した、ミズゴケ類を主要構成植物とする泥炭を高位泥炭と分類している。庄子ら⁵⁸⁾は、北海道風蓮川泥炭地の発達過程を4段階に分けて考察している。すなわち、第1段階で最下部の低位泥炭のみがタイ積し、第2段階にいたって全面的に高位泥炭地に発達し、それがさらに低位へ移行する、火山灰の降下する前の状態があり、再び第3段階において第2段階の高位泥炭が全面的に低位へ移行した状態があつて現在の第4段階にいたっているとしている。さらに、発達様式を3型式(図-1.7)に分けて考察している。

ピートの諸性質の中でも有機物の分解度は、その工学性を支配する指標として重要な意義をもっている。しかし、分解度の測定は肉眼観察による方法、von Postの握り法または洗泥法による程度であつて十分客観的なものとはいいがたく、工学的特性との相関性ととも今後研究が待たれる分野である。その点について、宮川⁵⁹⁾は、含水比-強熱減量の比の値が泥炭の状態、一般物理性と工学的性質とを結びつける有用な媒介となることを指摘している。

なお、ピートの生成論に関する最近までの研究成果は、「泥炭地の地学」⁶⁰⁾によくまとめられており、また泥炭の植生と地下水位変動のモデルの提案⁶¹⁾、さらに大平による⁶²⁾泥炭の生成と施工に関する文献などが見受けられる。

1.7 あとがき

土壌、特に有機質土はその生成過程においてきわめて強い地域性をもっている。したがって、土質工学上の諸問題を解決するためにも、土壌生成論の立場からの研究成果を取り入れることが必要であり、「広がりをもつ土地」を改良する工学分野における工学とペドロロジーの中間領域としてのPedological Engineeringの必要性が大きい⁶³⁻⁶⁸⁾。特に、生成・判別・分類の分野では、生成論的土壌分類の立場を土質工学的諸問題に結びつける研究領域の開拓の意義は大きいと考えられる。

参 考 文 献

- 1) 山内豊聡: 有機質土の特性について, 土と基礎, Vol. 21, No. 2, 1973
- 2) 土質工学会編: 土質試験法—第1回改訂版—, 土質工学会, 1969
- 3) 土質工学会編: 日本の特殊土, 土質基礎工学ライブラリー10, 土質工学会, 1974
- 4) Volcanic Ash Soils in Japan, Ministry of Agriculture and Forestry, Japanese Government, 1964
- 5) 足立嗣雄: 黒ボク土の分布面積と腐植含有量について, 日本土壌肥科学雑誌, Vol. 42, No. 8, 1971
- 6) 宮沢数雄: 火山灰土壌の分類, ペドロジスト, Vol. 9, No. 1, 1965
- 7) 菅野一郎: 腐植質アロフェン土—火山灰に由来する土壌型, 一日本の土壌型(菅野編), 農山漁村文化協会, 1964
- 8) 内山修男・増井淳一・庄子貞雄: 堆積年代の新しい火山灰土壌の粘土鉱物について(第1報), 結晶性粘土鉱物(その1), 日本土壌肥科学雑誌, Vol. 39, No. 2, 1968
- 9) 同上: 同上(第2報), 同上(その2), 同上, Vol. 39, No. 2, 1968
- 10) 同上: 同上(第3報), 非晶質風化生成物について, 同上, Vol. 39, No. 3, 1968
- 11) 同上: 同上(第4報), 膨脹性2:1型粘土鉱物の定量とそのペドロケミカルな生成について, 同上, Vol. 39, No. 3, 1968
- 12) 同上: 堆積年代の新しい火山灰土壌中の粘土鉱物について(第5報), 粘土部分に含まれる一次鉱物について, 同上, Vol. 39, No. 9, 1968
- 13) 同上: 同上(第6報), 2:1型鉱物の特徴について, 同上, Vol. 39, No. 9, 1968
- 14) 加藤芳朗: 火山灰土壌の母材に関する問題, ペドロジスト, Vol. 9, No. 1, 1965
- 15) 関東ローム研究グループ: 関東ローム, 築地書館, 1965
- 16) 多田 敦ほか: 関東ロームにおける新期ロームと古期ロームの物理的性質の比較, 農業土木学会論文集, No. 14, 1965
- 17) 松井 健: 火山灰土壌の生成と物理性, 土壌の物理性, No. 18, 1968
- 18) 久馬一剛: 土壌有機物の意義と研究法, 日本の土壌型(菅野編)農山漁村文化協会, 1964
- 19) 大羽 裕: 火山灰土壌の腐植, ペドロジスト, Vol. 9, No. 1, 1965
- 20) 山根一郎: 黒ボク土の生成におけるススキの意義, ペドロジスト, Vol. 17, No. 2, 1973
- 21) 山田 裕: 火山灰土壌の¹⁴C年代と腐植酸の色との関係, 日本土壌肥科学雑誌, Vol. 39, No. 10, 1968
- 22) 井ノ子昭夫: 土壌腐植の高分子科学的研究, 近代農業における土壌肥料の研究, No. 3, 養賢堂, 1972
- 23) M. M. ココノワ(菅野一郎ほか訳): 土壌有機物, 農山漁村文化協会, 1976
- 24) 足立嗣雄: 九州北部に分布する火山灰土壌の腐植組成について, 火山灰土壌の腐植に関する研究(第1報), 日本土壌肥科学雑誌, Vol. 37, No. 3, 1966
- 25) 足立嗣雄: 九州南部に分布する火山灰土壌の腐植組成について, 火山灰土壌の腐植に関する研究(第2報), 日本土壌肥科学雑誌, Vol. 37, No. 10, 1966
- 26) 足立嗣雄: 火山灰土壌の腐植組成に関する考察, ペドロジスト, Vol. 7, No. 1, 1963
- 27) 足立嗣雄: 火山灰土壌における腐植組成の地域性について, ペドロジスト, Vol. 10, No. 2, 1966
- 28) 仲谷紀男・横井 肇: 土壌有機物の比重, 真比重と仮比重, 日本土壌肥科学雑誌, Vol. 45, No. 6, 1974
- 29) 多田 敦ほか: 関東ロームの構成粒子特性, 農業土木研究別冊, No. 7, 1963
- 30) 多田 敦・山崎不二夫: 関東ロームの粒度分析, 火山灰土の物理性研究, 農業土木研究別冊, No. 5, 1963
- 31) 風間秀彦・大場征一: 関東ロームの微視的構造について, 土木学会第30回年次学術講演会講演概要集(第3部), 1975
- 32) 庄子貞雄・増井淳一: 堆積年代の新しい火山灰土壌の非晶質物について(第1報), 非晶質物の含量と組成ならびに遊離の

講座

- 非晶質ケイ酸の存在, 日本土壤肥科学雑誌, Vol. 40, No. 1, 1969
- 33) 同 上: 同 上(第2報), 遊離の非晶質ケイ酸について, 同上, Vol. 40, No. 11, 1969
- 34) 同 上: 堆積年代の新しい火山灰土壌の非晶質成分(第3報), 細粘土部分について, 同上, Vol. 43, No. 6, 1972
- 35) 加藤芳朗: 日本における陸成腐植質土壌の非晶質成分の形態モデル, ペドロジスト, Vol. 16, No. 2, 1972
- 36) 加藤芳朗: 腐植質土壌の非晶質成分の形態に関する一つのモデル(予報), ペドロジスト, Vol. 14, No. 1, 1970
- 37) 弘法健三・大羽 裕: 赤外線吸収スペクトルによる土壌粘土の類別, 本邦火山灰土壌の生成論的研究(第4報), 日本土壤肥科学雑誌, Vol. 45, No. 1, 1974
- 38) 同 上: 風化の程度と母材型とによる火山灰土壌の類別, 同上(第2報), 同上, Vol. 44, No. 2, 1973
- 39) 弘法健三・大羽 裕・大石啓子: 火山灰土壌の粘土鉱物組成と土壌の風化度, 母材型および粘土の分散との関係, 同上(第5報), 同上, Vol. 45, No. 1, 1974
- 40) 弘法健三・大羽 裕: 火山灰土壌の腐植の集積要因および腐植が土壌の諸性質に及ぼす影響, 同上(第8報), 同上, Vol. 45, No. 6, 1974
- 41) 加藤芳朗: 「黒ボク」土壌中の植物起源粒子について(予報), 同上, Vol. 30, No. 11, 1960
- 42) 同 上: 東海地方東部「黒ボク」土壌の細砂鉱物組成, 同上, Vol. 31, No. 1, 1960
- 43) 同 上: 愛知県新城「黒ボク」土壌の粘土鉱物, 同上, Vol. 33, No. 11, 1962
- 44) 同 上: 静岡県焼津市高草山「黒ボク」土壌の粘土鉱物, 同上, Vol. 33, No. 11, 1962
- 45) 同 上: 東海地方西部の「黒ボク」土壌の結晶性粘土鉱物組成, 同上, Vol. 41, No. 8, 1970
- 46) 同 上: 東海地方の「黒ボク」土壌の分布・断面形態・母材についての考察, 同上, Vol. 41, No. 3, 1970
- 47) 同 上: 東海地方の「黒ボク」土壌の一般理化学性, 火山灰土壌との対比を中心として, 同上, Vol. 41, No. 5, 1970
- 48) 長田 昇・宮内定基: 三重県「黒ボク」土の物理的特性について, 三重大学農学部学術報告, No. 44, 1972
- 49) 長田 昇・宮内定基: 乾燥処理が「黒ボク」土の物理的特性, とくに水分保持特性に及ぼす影響について, 同上, No. 45, 1973
- 50) 宮内定基・長田 昇: 「黒ボク」土の工学的性, とくに充填特性と強度特性について, 同上, No. 46, 1974
- 51) 加藤芳朗: 東海地方の「黒ボク」土壌の塩基吸着特性と非晶質成分について(予報), 日本土壤肥科学雑誌, Vol. 41, No. 7, 1970
- 52) 同 上: 東海地方の「黒ボク」土壌の吸着基特性(続), 同上, Vol. 44, No. 11, 1973
- 53) 大平至徳: ビート(泥炭), 土と基礎, Vol. 19, No. 11, 1971
- 54) 山内豊隆・安原一哉・巻内勝彦: 特殊土判別分類の問題点—有機質土について, 第17回土質工学シンポジウム発表論文集, 土質工学会, 1972
- 55) 大平至徳: 内外の泥炭, 土と基礎, Vol. 21, No. 2, 1973
- 56) 大平至徳: 泥炭と泥炭地盤, 道路, No. 309, 1966
- 57) 松実成忠・庄子貞雄・泉谷毅一: 泥炭地の発達様式について(第1報), 風蓮川泥炭地(その1), 日本土壤肥科学雑誌, Vol. 37, No. 8, 1966
- 58) 庄子貞雄・松実成忠・泉谷毅一: 同上(第2報), 同上(その2), 同上, Vol. 37, No. 8, 1966
- 59) 宮川 同: 有機質土—とくに高有機質土および泥炭性地盤について, 土と基礎, Vol. 21, No. 2, 1973
- 60) 阪口 豊: 泥炭地の地学—環境の変化を探る—, 東京大学出版会, 1974
- 61) 辻井達一・梅田安治: 湿原の植物と水—釧路湿原における植生誘導の可能性—, 自然, No. 1975—4, 1975
- 62) 大平至徳: 泥炭の分布と生成要因並びに基本的性質と調査設計, 施工技術, Vol. 4, No. 6, 1971
- 63) 近藤鳴雄: 生成学的土壌分類とその農業工学的応用, 農業土木学会誌, Vol. 35, No. 7, 1967
- 64) 竹中 肇: ペドロロジーとエンジニアリングの間, ペドロジスト, Vol. 8, No. 1, 1964
- 65) 山崎不二夫監修: 土壌物理, 養賢堂, 1969
- 66) 多田 敦: 「土壌工学」の必要性, 農業土木学会誌, Vol. 41, No. 6, 1973
- 67) 竹中 肇: 火山灰に由来する有機質土の土壌工学的検討, 土と基礎, Vol. 21, No. 2, 1973
- 68) 近藤鳴雄・河野英一: 生成学的土壌分類とその土質工学的応用, 同上, Vol. 22, No. 9, 1974

(原稿受理 1976. 8. 23)

新刊紹介

土質動力学の基礎

石原 研而著

土の動的性質が, 室内および原位置でかなり正確に測定されるようになったのは, ここ10年位前からである。新しい方法や装置が開発され, 実測データの集積に伴い, 日進月歩の発展を遂げているのが現状である。このように流動的な時期であるが, 土の動的性質に関する知識の要求が高まったこともあって, 取りまとめられたのが本書である。

本書の内容は大別すると, 土の動的性質に関する部分と, その測定原理でもあり, 同時に諸般の問題への基礎ともなる振動, 波動理論の解説の部分との2つからなっている。動的性質は, セン断弾性定数や減衰比で代表される変形特性と, 液状化等の強度特性の2つに大別される。振動による土の締固めも重要な問題ではあるが, 本書では割愛されている。振動や波動理論は必要最小限の記述にとどまっているが, 終始, 減衰の効果が考慮されている。さらに, 減

衰は速度に依存するものとししないものとに分けられて, 両方が常に平行して述べられている。

目次はつぎのようになっている。

序文

第1章 土の動的問題の特色

第2章 土の動的変形特性の表現方法

第3章 質点系の振動理論

第4章 多孔質弾性体の波動理論

第5章 波動理論

第6章 土の動的試験法

第7章 動的セン断定数, 減衰比, ポアソン比

第8章 動的強度

第9章 砂質土の液状化

時宜を得た出版物であり, 研究者, 設計・施工技術者, 学生にぜひ一読をおすすめする。 (那須)

発行: 鹿島出版会

電話 03—582—2251

体裁: A5判, 303ページ

定価: 3,500円