

氏 名 (本籍)	やま だ いち ろう 山 田 一 郎
学位の種類	農 学 博 士
学位記番号	農 博 第 208 号
学位授与年月日	昭和 53年 3月 24日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
研究科専攻	東北大学大学院農学研究科 (博士課程) 農学専攻
学位論文題目	東北地方を主体とする火山灰土壌 の諸性質と肥沃性に関する研究

論文審査委員 (主査)

教授 庄子貞雄 教授 佐藤 庚

教授 大平幸次

論文内容要旨

第 1 章 緒 論

火山灰土壌はわが国の畑土壌の大半を占めるもっとも重要な土壌であるが、従来から低位生産土壌の代表とされてきた。その分布は北海道、東北、関東および九州に集中し、主要畑作地帯の分布と一致する。

わが国の火山灰土壌に関する研究は戦後著しく分化発展した。そのため最近ではやゝもすると火山灰土壌の全体的な把握に適確性を欠く憾みを感じられるに至った。そこで本研究では東北地方を主体とする多くの火山灰土壌について、母材の特性を始めとし、物理および化学的諸性質、粘土鉱物組成、風化と諸性質の関係、さらに肥沃性までの一連の総合的研究を実施した。

第 2 章 東北地方の火山灰土壌の諸性質について

供試土壌は東北地方の畑作にとって重要な岩木、十和田、岩手、焼石、鳥海、肘折、鳴子、蔵王、吾妻、安達太良、磐梯、沼沢の12火山から噴出した火山灰に由来した20の土壌断面から採取したものである。

1. 土壌の断面形態の特徴

供試土壌はすべて累積的断面形態を示し、表層多腐植黒ボク土が大半であった。現世土壌でB層まで層分化が進行している土壌は認められなかった。

2 母材の性質

1) 母材の岩質

現世土壌の母材が酸性のものは岩木、十和田、焼石、肘折、鳴子、沼沢の6火山に由来する土壌であった。中性のものは鳥海、吾妻、安達太良、磐梯の4火山に由来する土壌であった。塩基性のものは岩手と蔵王の2火山に由来する土壌であった。このように東北地方の火山灰土壌は酸性から中性岩質の火山灰に由来する土壌が大部分であった。

2) 母材の一次鉱物組成

いずれの土壤でも、一次鉱物の主成分は火山ガラス、斜長石、および両輝石であった。但し、火山ガラスは酸性から中性岩質の火山灰では無色であり、塩基性の火山灰では有色であった。

3 一般理化学性

1) 粘土含量 (0 ~ 1 m まで)

多くの土壤では、粘土含量は 25 % 以下と比較的少なかった。しかし削剥土壤の中には粘土含量の極めて高いものがあった。

2) 腐植

大部分の表層土では、腐植含量が極めて高かった (10 % 以上)。C/N 比は 13 ~ 31 と大きな範囲に亘っていた。

3) CEC

表層の CEC は $20 \sim 30 \frac{\text{me}}{100\text{g}}$ の土壤が多く、下層土では $10 \sim 20 \frac{\text{me}}{100\text{g}}$ のものが多かった。

4) 塩基飽和度

表層の塩基飽和度は 10 % 以下の土壤が多かった。しかし母材が塩基性の岩手や蔵王火山灰土壤や年降水量の比較的少ない十和田火山灰土壤では 20 % 以上の飽和度を示した。

5) 土壤酸性

表層の pH (H₂O) は 5 以下の土壤が大半であった。しかし粘土鉱物組成がアロフェン・イモゴライトを主体とする岩手、蔵王、十和田火山灰土壤では 5 以上であった。表層の置換酸度 (Y₁) は 6 以上の土壤が大半であったが、アロフェン・イモゴライト質の土壤ではすべて 2 以下と小さかった。下層土の酸性は表層より一般に弱かった。

6) リン酸吸収係数

いずれの土壤でも 2000 以上と大きな値を示した。

第 3 章 火山灰土壌の風化生成と諸性質との関係について

土壌生成要因のなかで火山灰土壌の風化生成にもっとも重要な気候、母材の岩質、母材の累積性と年代について研究した。さらに火山灰土壌の風化生成と前章で明らかにされた腐植、粘土鉱物組成、一般理化学性との関係について検討を加えた。

なお火山灰土壌の風化の進行程度を土壌の粘土含量によって風化の第 1 段階（粘土含量 0～20%）、第 2 段階（粘土含量 20～40%）、第 3 段階（粘土含量 40%以上）に区分した。

1 土壌生成要因

1) 気候

気候要素のなかでもっとも重要な気温と年降水量が東北地方の火山灰土壌の風化生成に大きな影響を与えていることが分った。例えば腐植の集積平衡に達した風化の第 2 段階にある土壌では、腐植含量は雨量係数（年降水量と年平均気温の比）と正の相関関係を示し、土壌の塩基飽和度とは反対の関係にあった。

2) 母材の岩質

(1)母材の岩質と鉱物化学的性質

火山灰を珪酸含量により、流紋岩（珪酸 70%以上）、石英安山岩（70～62%）、安山岩（62～58%）、玄武岩質安山岩（58～53.5%）、および玄武岩（53.5%以下）の 5 種類に分類した。また流紋岩および石英安山岩質の火山灰を酸性、安山岩質の火山灰を中性、玄武岩質安山岩および玄武岩質火山灰を塩基性火山灰と呼ぶことにした。

火山灰の化学組成は珪酸含量と密接な関係にあることが認められた。アルミニウム、鉄、カルシウム、マグネシウムなどは珪酸と負の相関が、またカリとナトリウムなどは正の相関があった。

火山灰中の重要な一次鉱物組成は第 2 章の 2 の 2) で述べた通りである。火山ガラスは一次鉱物中でもっとも風化し易く、しかも多量に存在するため、風化にとってもっとも重要な鉱物である。なお有色火山ガラスは無色火山ガラスよりさらに風化し易い。

(2) 火山灰の岩質と風化

母材の岩質は著しく異なるが土壤断面の発達状態がほぼ同様の川渡（流紋岩質）、宇都宮（安山岩質）、および相模原（玄武岩質）土壤の風化状態を全分析により検討した。その結果母材の塩基性のもの程、塩基および珪酸の損失が大きかった。

3) 母材の累積性と年代

残積土壤では年代が古くなるにつれてB層の発達が著しくなることが一般である。しかし東北地方の火山灰土壤は火山活動のくり返しによって間けつ的な母材の供給を受けたため、現世土壤でB層の発達している土壤は認められなかった。供試土壤は例外なく累積性の断面を示した。

2 火山灰土壤の風化生成と諸性質の関係

1) 腐植

腐植の集積は風化の第1段階では粘土含と共[↓]に急増し、第2段階に至ってはほぼ集積平衡に達し、第3段階では減少傾向にあった。腐植の C_N 比は風化段階との関係とは明らかでないが、土壤の塩基飽和度、あるいは $pH(H_2O)$ とほぼ負の関係にあった。

2) 粘土鉱物組成

風化の第1段階にある現世腐植層では、主要粘土鉱物がアロフェンであるものが多かった。しかし風化の第2および第3段階では大部分の土壤がAl-バーミキュライト質であった。これに対して多くの非腐植層および埋没土壤では、いずれの風化段階でもアロフェンあるいはアロフェン-イモゴライトが主要粘土鉱物であった。

3) CEC

非腐植層のCECは風化の第1段階では粘土含量とともに増加したが、第2および第3段階では増加の傾向を示さなかった。腐植層のCECは非腐植層よりかなり高く、バラツキが大きかった。土壤の風化段階との関係では非腐植層と同様の傾向にあった。

4) 土壤の塩基飽和度と酸性

現世腐植層の塩基飽和度は風化段階が進行するにつれて減少する。土壤酸性は塩基飽和度を反映し、風化の第1段階では比較的酸性が弱い、第2および第3段階では、酸性が強まる傾向を示した。

非腐植層や埋没土壤の塩基飽和度も現世腐植層と同様の傾向となっているが、酸性は粘土鉱物組成を反映し、現世腐植層よりも全般的に弱かった。Al-バーミキュライト質土壤は、アロフェン・イモゴライト質土壤より酸性が強い。

5) リン酸吸収係数

リン酸吸収係数と火山灰土壤の風化段階との関係はCECの場合とほぼ同様であった。

以上から東北地方の火山灰土壤の風化生成に対しては、気候、母材、累積性などが大きな影響を与え、また土壤の諸性質はこれらの生成要因とともに風化段階とも密接に関係していることが分った。

第4章 火山灰土壤の肥沃性について

火山灰土壤は従来からわが国の低位生産土壤の代表とされてきたが、その理由は酸性でパン土性が強く、リン酸の肥効が著しく小さいなどの主として化学的要因による。しかし、今日ではこれらの不良要因は比較的容易に改良される故、火山灰土壤の肥沃性については従来とは異なった観点から検討を加える事が必要と考えられる。

本章では母材の岩質が異なるが土壤断面の発達状態がほぼ同様の川渡（流紋岩質）、宇都宮（安山岩質）、および相模原（玄武岩質）の3土壤の性質とともに、これらの土壤の肥沃性をデントコーンを供試してポット試験により検討した。その成果と第2章および第3章で得られた成果を合わせ、火山灰土壤の肥沃性を総合的に検討した。

1 火山灰土壤の養分供給能

火山灰土壤はその風化生成過程で莫大な量の腐植とともに窒素をも集積した。この集積は風化の第1段階で急速に進み、第2段階に至ってはほぼ平衡に達した。この地力窒素の放出が腐植の $\frac{C}{N}$ 比の大きさに密接に関係した。このことは塩基性母材

に由来する相模原土壤で、デントコーンの地力窒素総吸収量が最も大きく、酸性母材に由来する川渡土壤で最も小さい事からも明らかである。

リン酸は母材中にほとんど含まれておらず、また風化過程でも窒素のように集積されない。従って畑作物のリン酸給源はすべて施肥に依存する事は栽培試験で示された通りである。施肥リン酸を不可給化する活性なアルミニウムや鉄は、火山灰土壤の母材の岩質に関係なく風化の第2段階で最大となる。

母材中のカリ含量はその岩質が酸性なものほど多い傾向にあった。従って火山灰土壤のカリの供給も母材の岩質を反映する事は栽培実験でも示された通りである。カリは易動性の最も高い元素であるので風化の第1段階で最も供給能が高い筈である。

火山灰中のカルシウムおよびマグネシウム含量は岩質が塩基性のものほど高く、従って土壤からの両元素の供給能も母材が塩基性のものほど大きかった。この事は栽培実験でも示された。両元素はカリについて溶脱を受け易いので、風化の第1段階から第2段階にかけて供給能が高いと思われる。

火山灰土壤の微量元素の供給能は元素の種類により母材の岩質が強く反映する場合と風化過程が反映する場合とがある。例えば火山灰土壤の銅の供給は母材依存度が高く、亜鉛は風化過程に大きく左右された。

2 高位収獲土壤

多くの火山灰土壤について母材の特性から肥沃性まで一連の研究を実施した結果、岩手や富士火山灰土壤は深部まで次のようなすぐれた性質を示す土壤である事がわかった。物理性では土性が適度で通気、通水、通根性が良く、そのうえ有効水分が豊富である事。化学性では酸性が弱く、腐植含量が高く、しかも C/N が低い^能ため地力窒素の供給能が大きい事、その他の作物養分も大部分供給能が大きい事。これらの土壤の成因は塩基性の母材が間接的に供給され厚層多腐植の断面を形成することによる。

従来の火山灰土壤の研究では先に指摘したような化学的^能不良要因によって、火山灰土壤を不良土壤として一括した取り扱いがなされてきた。しかし本研究の結果、火山灰土壤は多様であり、物理性とくに下層土の水分供給と化学性なかでも地力窒素の供給能は今後の畑作のために大きく評価されるべきものと思われる。

審 査 結 果 の 要 旨

本論文は、東北地方を主体とする多くの火山灰土壌について、母材の特性を始めとし、物理および化学的諸性質、粘土鉱物組成、風化と諸性質の関係、さらに肥沃性までの一連の総合的研究の成果をまとめたものである。先づ、本論文では、東北地方の畑作にとって重要な岩木、十和田、岩手、焼石、鳥海、肘折、鳴子、蔵王、吾妻、安達太良、磐梯、沼沢の12火山が噴出した火山灰に由来した多くの土壌の分類を行った。そしてこれらの土壌の母材の岩質と一次鉱物組成を明らかにするとともに、各種の物理および化学的性質、粘土鉱物組成をも明らかにした。

次に土壌生成要因のなかで東北地方の火山灰土壌の風化生成にとって、もっとも重要な気候と母材について次のような事実が明らかにされた。すなわち、東北地方の火山灰土壌の腐植含量や塩基飽和度は雨量係数と密接に関係していることが分った。また母材の岩質は土壌の風化速度ならびに生成する土壌の物理、化学性および鉱物組成と密接に関係していることが判明した。さらに火山活動の繰り返しによる母材の間けつ供給は土層分化を充分進行させることなく、深い累積土壌を生成することが火山灰土壌の大きな特徴であるが指摘された。

本論文では火山灰土壌を粘土含量により3つの風化段階に分け、さらに現世と埋没風化条件の相違、腐植層と非腐植層の相違によって、土壌の諸性質および粘土鉱物の風化を総合的に説明することが出来た。

最後に、母材の特性と風化、さらにガラス室におけるトウモロコシの栽培試験によって火山灰土壌の肥沃性を詳細に研究し、もっとも肥沃性の高い火山灰土壌は次のような性質を有することが明らかにされた。母材は苦鉄質で、間けつ的な供給を受け、風化がある程度進行していること。したがって土壌断面は厚層多腐植で物理性および化学性が深部まで良好である。とくに母材の岩質を反映して生成する炭素率の小さい腐植の生成および多量の有効水分の存在は、高位収獲細土壌としてすぐれた特性であることが明らかにされた。

以上本論文は既往の研究ではなされていない火山灰土壌の母材の特性から肥沃性まで一連の総合的研究を実施した成果であるばかりでなく、個々の研究においてもいくつかのすぐれた新知見を含むことから、農学博士の学位を授与するに値するものと判定する。