

(別紙様式第3号)

学 位 論 文 要 旨

氏名: 西村 周作

題目: 火山灰土壌およびチェルノーゼム土壌における植物炭化物の性状と役割
に関する研究

(Nature, Properties and Role of Charred Plants in Japanese Volcanic Ash and
Chernozemic Soils)

【目的】土壌有機物は、複雑な構造を持った腐植(腐植酸, フルボ酸およびヒューミン)および植物炭化物などから構成され、地球規模での炭素循環において重要な役割を果たしている。また、土壌の生成に関係するとともに、その物理性、化学性、生物性および肥沃性に多大な影響を及ぼす。火山灰土壌は、わが国の代表的な土壌であり、多量の有機物を含有するとともに、その腐植は、黒味の程度が非常に強く、腐植化度の高い A 型腐植酸の卓越によって特徴づけられている。さらに、火山灰土壌には、炭化物が広く分布しており、この土壌の重要な有機構成成分の 1 つであることが報告されている。それにも関わらず、土壌中の炭化物の性状と役割に関しては不明瞭な点が多い。ところで、火山灰土壌と同様の黒味を持つチェルノーゼム土壌においても炭化物は検出されているが、炭化物と腐植の関係についてはほとんど明らかにされていない。そこで本研究では、火山灰土壌およびチェルノーゼム土壌における炭化物の諸性質、存在形態と役割を一層的確に把握することを目的とした。

【方法】有機物含量および環境条件などを異にする火山灰土壌から分離した炭化物の顕微鏡観察および有機態炭素の定量を行うとともに、炭化物と土壌の腐植組成を分析した。また、炭化物の分光学的および物理化学的諸性質(元素組成, XRD パターン, FT-IR スペクトルおよび ^{13}C -NMR スペクトル)を分析した。さらに、炭化物、火山灰土壌とその腐植の $\delta^{13}\text{C}$ 値と $\delta^{15}\text{N}$ 値を測定した。累積性火山灰土壌断面(A. D. 1914~26 cal ka のテフラを含む)における炭化物の垂直分布と土壌の年代、腐植組成あるいは炭素貯留との関係を調べるとともに、火山灰土壌の粒径別画分における炭化物の分布を調べた。

火山灰土壌と比較するため、チェルノーゼム土壌を供試し、炭化物の形態観察および有機態炭素の定量を行った。また、この土壌の腐植組成を分析した後、腐植酸の ^{13}C -NMR スペクトルを測定した。

【結果】顕微鏡観察の結果は、供試したすべての土壌試料において、分離した炭化物が、主として黒色もしくは黒褐色の炭化物から構成されていることを示した。火山灰土壌の炭化物量(以下、CP とする)が土壌の全有機物量(以下、TO とする)に占める割合(以下、CP/TO とする)は、13.9~32.0%の範囲に分布した。炭化物および火山灰土壌の腐植酸はすべて、A 型に属した。また、炭化物の腐植酸およびフルボ酸が土壌の腐植酸およびフルボ酸に占める割合についてみると、NaOH 抽出部の腐植酸で 12.0~43.8%、フルボ酸で 3.80~9.56%の範囲に分布した。炭化物の各諸性質は、既報の A 型土壌腐植酸のものと類似していた。炭化物の $\delta^{13}\text{C}$ 値から算出した C_4 植物由来の炭素割合は、41.4~65.7%の範囲に分布した。炭化物と腐植酸の $\delta^{13}\text{C}$ 値の間に正の相関関係がみられた。炭化物の $\delta^{15}\text{N}$ 値は、3.38~4.29%の範囲に分布した。累積性土壌断面の CP/TO は、最高で 12.4%に達し、44 試料のうち 15 試料で 5%以上の値が示された。断面内における CP と TO の垂直分布のパターンは類似しており、両者の間

で高い正の相関関係がみられた。しかしながら、CP と TO とともに土壌の年代との間で一定の変化は示されなかった。CP と腐植酸量あるいはフルボ酸量などとの関係を見ると、いずれも高い正の相関関係が示された。粒径別画分の CP および TO の分布は、シルトサイズ画分(2~20 μm)で最も高い値を示した。CP/TO は、最大で 34%に達し、全 24 画分試料中 10 画分試料が 21%以上の値を示した。

チェルノーゼム土壌の CP/TO は、最大で 9.29%に達し、15 試料中 7 試料が 4%以上の値を示し、土壌から得られた腐植酸は、すべて A 型に属した。CP と腐植酸量あるいはフルボ酸量などの間には、高い正の相関関係が見られた。腐植酸の ^{13}C -NMR スペクトルから算出した官能基炭素組成は、芳香族炭素で最も高い値が示された。また、チェルノーゼム土壌および火山灰土壌における、CP と TO の関係は、それぞれ高い正の相関関係を示したが、チェルノーゼム土壌は火山灰土壌に比べてはるかに低い値を示した。

得られた結果は次のようにまとめられる。火山灰土壌において、燃焼・炭化中に生成した植物炭化物は、 C_3 および C_4 植物の両方を給源とし、植物の化学構造は、脱水重縮合反応によって、縮合芳香環を主体とした A 型に属する腐植酸を含んだ構造へ変化する。土壌圏において、この炭化物の風化・分解に対する抵抗性は極めて強いが、火入れ後の長い年月中に緩慢な酸化重合を受け、新たに A 型に属する腐植酸およびフルボ酸へ変化するものとみなされる。また同時に、炭化物は、細粒化し、活性 AI などの土壌無機物粒子と結合して有機無機複合体を形成することで無機化に対してさらに安定になり、土壌のシルトサイズ画分で長い年月にわたって貯留するものと推察される。一方、チェルノーゼム土壌では、CP および TO が火山灰土壌に比べてはるかに低いが、この土壌でも植物炭化物は広く分布しているので、土壌有機物の構成成分の 1 つとして A 型腐植酸およびフルボ酸の生成に関与しているものと推測される。