

## 土木地質学の夢 (VI)

阿部正宏

## (9) 粘土鉱物と土壌の生成

地表の表層部は一般に土壌でおおわれている。わが国の総面積の約16%が火山灰土といわれている。このように、風化殻の最上層は、高等植物の生育の場であって、生物の生産に必要な水と養分元素を常に貯えている。火山灰土は、一般に黒色あるいは暗褐色のごく微細な土の粒子の集合であり、「黒土・黒ぼく」あるいは「黒のっぼ」という言葉で呼ばれている。土壌の研究によって、この黒色あるいは暗褐色を呈するのは、“腐植”によることがわかった。かつて黒色を呈する土壌はすべて火山灰土壌として取り扱われてきたが、東海地方に分布する黒い土は火山灰堆積物以外の物質を主な無機素材（母材）としていることがわかり、現在は黒い土を火山灰土と呼ばない。土壌の生成に関しては、物理的風化作用のほかに、化学的風化、生化学的風化（biochemical weathering）が大きい力となっている。土木地質学を発展させる為には、どうしても土壌の生成の機構について十二分に知る必要を痛感している。

土壌の生成について地質学的立場からみると、第1段階としては、結晶をもっている岩石が物理的風化作用の過程で、大きな塊が細粒化して砂や粘土にまでくずれ、もとの岩石にくらべ表面積が著しくふえる。第2段階として地表面の小孔隙のなかに住みついた微生物、地衣類、蘚苔類といった下等生物は、呼吸作用を営むためにその結果として $\text{CO}_2$ を生産する。動植物の遺体が分解（腐敗）するときにも $\text{CO}_2$ が発生する。これらの $\text{CO}_2$ が雨水にとけ、 $\text{H}_2\text{CO}_3$ が多くなった雨水は化学的風化作用を促進してゆく。熱帯地方と寒帯地方では、温度・湿度を始め環境のちがいで、異なった進み方となるが、わが国での土壌化について簡単にのべてみたい。

$\text{CO}_2$ をとかした雨水が岩石中の造岩鉱物に接すると、岩石中から一番とけやすい塩基類（K、Na、Ca、Mgなど）をとかしだす。 $\text{CO}_2$ のとけていた弱酸性の雨水は、塩基類がとけこんでくると、次第に中性～アルカリ性となり、やや難溶性のSiもとけはじめ、Alも

次第に少しずつとけることになる。化学的風化作用はこの過程を含めてよんでいる。第3段階というのは、造岩鉱物や岩石はしだいに變質し、あるものは結晶構造が変化して、地表で安定な構造をもった粘土鉱物にかわる。また、ときにはとけた成分の再結合によって、コロイド鉱物（アロフェンなど）ができたり、岩石から遊離したFeは、含水酸化物となって風化物を着色する。

地質学的風化作用は上記の3段階で説明されるが、土壤の生成はさらに新しい進行がつづく。風化碎屑物の上に、植物の種子が芽ばえ、生活力の強いものが生育すると進行が急転する。それは、造岩鉱物からとけてでる養分元素を高等植物の根が吸収して地上部に送ることになる。また、植物の遺体（落葉、枯枝、根など）はやがて分解され、養分元素（塩基類）は地表に還元され、この循環がくりかえされて、岩石・風化碎屑物中の塩基類は、しだいに植物遺体の分解生成物“一腐植（Humus）一”のなかに集積されてゆく。複雑な組成をもった高分子有機化合物からできている腐植については説明を省略する。ただ、カルボキシル基（ $-COOH$ ）やその他の酸基を含んでいる暗色の複合体の腐植は、塩基（陽イオン）を吸着、置換えする能力は粘土鉱物の能力をはるかにしのいでいる。腐植

で重要な点は、有機態のNは、微生物の作用で僅かずつではあるが、植物に利用されやすい $NH_4$ や $NO_3$ の無機態に変化していることである。また、腐植中に含まれている線状高分子化合物の働きで、集合体（団粒）（Aggregate）をつくり、水や空気の保持力を大きくしている。

この孔隙に水が入って土木工事の障害ともなる。地表環境での利点としては、腐植は熱容量が大きいので、地温の変動をやわらげる効果ももっている。以上に示したように、風化碎屑物は高等植物と微生物の生活作用によって、岩石や風化碎屑物にはなかった、全く新しい性質が作られて土壤が発生している。

以上のような過程で土壤が生成されているが、土にはいろいろの土（赤色土・黄土・黒土・火山灰土・鹿沼土など）があって、一口で説明することはできない。火山灰土を例としてみると、新しい時代の火山灰土（約1万年前）と数10万年前の古い時代の火山灰土中の粘土鉱物をみても、新しい時代の粘土鉱物はアロフェン（非晶質）を主とし、古い時代のものは、ハロイサイトを主としている。シラスの粘土化を調べても、雨水や直射日光の照射のちがいでアロフェンから10Åハロイサイトとタイプのちがいがでている。

（株）長谷地質調査事務所