

黒ボク土 <火山灰土壌>

加藤芳朗 = 静岡大学農学部教授

はじめに 黒い土

富士、阿蘇、浅間など、観光地の火山を訪れた旅行者のうちで、山麓にひろがる畑の土の色が黒いのに気付いた人も相当いるであろう。火山からかなり離れた東京近郊などにもある。日本全体では、約6万平方キロ、全面積の約16%に達し、その大半が畑地となっていて、農業にとって大へん重要な土壌である。黒さの点では、黒泥土、チェルノジョーム（黒土を意味するロシア語、きわめて肥沃）とともに、世界の三羽烏である。ここでは、この黒さがどうしてできたかを考えてみようと思う。むかしから農家では黒ボクと呼びならわしているのに、以下では黒ボク土と呼び、火山灰は、母岩（土壌の出発となる無機物 岩石）の意味で使うこととする。

黒い色の本体

黒い土の畑で土いじりをすると、手が黒く汚れて石ケンで洗ってもなかなか落ちないことがあり、黒い色のもと非常に微細な粒子であろうと推定される。水溶液の中に分散されるといつまでも沈まないのがコロイドであることがわかる（分散は で説明する）。ために火の上で焼いてみると、黒味がなくなり赤い土（無機物）が残る。元素分析をすると、図2のような元素からなり、有機化合物である（腐植と呼ばれる）。アルカリ溶液にまぜてよくかきまわすと、溶液が黒くなり、土の色は明るくなるのでアルカリによく溶ける（実は分散する）ことがわかる。この液に酸を加えて酸性にすると、黒っぽい沈殿ができる。これが黒色味の犯人である。これを腐植酸と呼んでいる。この本体は、非常に大きい原子の集団（高分子）らしく、諸種の低分子（その中には芳香環も含まれる）のものが、複雑に結合しているものと推定される。黒ボクの中の腐植酸はとくに色が黒く、炭素の割合が高いことから、芳香環など低分子物質の骨格部の重・縮合が進んだものと考えられる。

黒ボク土の生成する環境

初めに述べたように、黒ボク土は火山山麓に多い。道路の切り割りや地中に掘った坑で内部を観察すると、黒い土層やその下の層からは、火山灰など火山噴出物の層が多いので、無機物の源は火山噴出物と推定される。火山から離れた地域でも、砂粒子の鉱物組成をくわしく調べると、同様な結論を下してよいことがわかった。このことから、黒ボク土は、火山灰（を母岩

とする）土壌である という認識が広まるようになった。

黒ボク土は、平坦ないしは緩斜地にまとまって広く分布する。そこでは火山灰や黒ボク土が侵食をまぬがれやすいためである。しかし、これに対しては別の解釈もある（ に後述）。黒ボク土は、微小なくぼ地で、厚くかつ濃い黒味を帯び、下層土は黄色で、排水の悪いことを示す斑鉄を含むことがよくある。やや湿り加減の場所が好条件だともいえる。

インドネシアや中央アメリカでは、黒ボク土は山の高い所にしかなく、低地では火山灰からラテライト性土壌ができる。このことから黒ボク土の生成には、最適気候（おそらく亜寒帯から亜熱帯北部まで）があることが暗示される。黒ボク土の分布地は、たいいてい開発が進んでいるので、天然植生の残存する所が少なく、植生との直接の関係はつかみにくい。ただ森林下では、A層の上部の黒みのあせたものが出るので、森林が安定相植ではないと考えられる。この点は で再び論ずる。

なぜ腐植が多量に蓄積するか？

図3のように、黒ボク土の全炭素含量はほとんど5%以上で、なかには20%近いものもある。全腐植量に換算する（1.723を掛ける）と、9%以上、35%近くにもなる。

まず、腐植集積の条件を考えてみる。

(1) 材料となる植物遺体の供給が多いこと。供給源を暗示する有力な証拠が、土の中に残されている。それは、大きさが0.05~0.01mmほどの珪酸質の粒子である(写真)。多いときには土壌全体の15%も含まれ、しかも、腐植量（全炭素）と比例関係にある(図4)。この粒子の起源がなかなかわからなかったが、ふとしたことから、イネ科草本の葉に含まれる珪化細胞と形がそっくりであることに気づき、調べを進めるにつれて、ますます確実となった。いわば、微化石として残っているのである。それゆえ、原料の主要供給源はイネ科草本とみなされる。草本は木本と比べて、単位面積当りの生産量が高いといわれるので好条件である。

(2) 分解が制限されること。このためには、a 酸素不足（過湿）、b 乾燥、c 寒冷、d 有毒物質（例えばアルミニウムイオン）の存在、e 分解困難な物質が多い、などの条件が挙げられる。a~c の場合は、分解が未熟な有機物（粗腐植、A₀層）が蓄積する。例えば、泥炭土、

ポドゾル性土、乾性褐色森林土などに見られる。これらは、条件がよくなれば分解が進む可能性がある。黒ボク土の腐植はこれとは違って、重・縮合が進み、微生物による分解困難な物質で、かつ、アルミニウムの多い環境にあるので、上のd~eの条件に適合する。

(3) コロイドとして凝集していること。

高分子コロイドとしての腐植は陰電気を帯び、そのまわりに陽イオンを引きよせている。これをミセルとか電気的二重層と呼ぶ。アルカリ性で、陽イオンがナトリウムの場合は、図5Aに示したような状態になって、粒子相互が反撥し合うため、溶液中に単独粒子として懸濁することになる。この状態を分散（ゾル）という。述べたように、アルカリ液（カセイソーダ、ピロリン酸ソーダなど）が、土壌の腐植を溶液化しやすいためである。このときは、溶液の移動とともに腐植は運び去られるので蓄積には不利である。乾燥地のソロネツ、ソロチ土壌がこの例である。

他方、酸性で、鉄、アルミニウムなどの多価陽イオンの場合には、図5Bのように、粒子が引き合って大きな粒子団をつくる。これを凝集（ゲル）という。黒ボク土の腐植は、この条件に適合するので、雨水によって分散し運び去られることがない。

黒ボク土の中のアルミナ

黒ボク土には、図6のごとく、化学的に活性なアルミナが多い。これは、ほかの黒い土にはない特性である。なかでも、珪酸と結合したアロ

図1 - 黒ボク土の地方別面積百分率 <足立嗣雄 1971より図化>

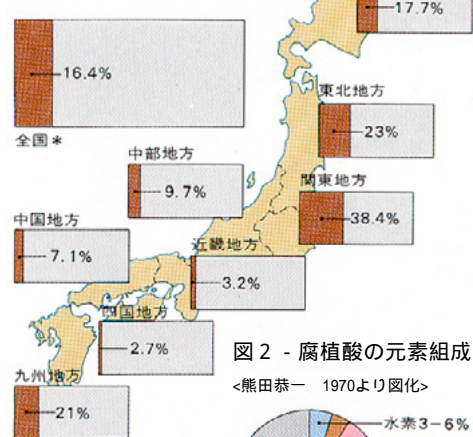
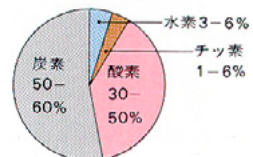


図2 - 腐植酸の元素組成 <熊田恭一 1970より図化>



フェンやイモゴライト（43頁・図4参照）は特異な粘土鉱物で、日本での研究は世界的レベルにある。なぜ、アルミナが多いかはまだ十分に説明ができないが、仮説としては、火山灰は微細粒子で孔隙が多いので、初期風化が急激に起こって塩基が遊離するのでアルカリ性となり、脱珪酸が進行して相対的にアルミナが濃集する、といわれている。

活性アルミナが多いことが黒ボク土の特徴的な性質の原因となっている。たとえば、腐植を多量に含む、リン酸の吸収率が高い、水分含量が高い、乾いた土が軽いなどである。

黒ボク土をつくった草原

黒ボク土が日本ででき始めたのはいつ頃か、どのくらいの期間を要したのかを説明しよう。出土する考古学遺物や年代既知の火山灰との関係、腐植に含まれる炭素の放射性同位体による年代測定などを総合すると、黒ボク土は1万年以降になってさかんに出現するようになった。この時代は後氷期で、気候は現在にほぼ近いといえる。また、ある仮定を置いて、黒ボク土中の植物珪酸体の蓄積年数（黒ボク土の生成年数にほぼ等しい）を算出すると1～4×1,000年ぐらいの値が出る。年代のわかった火山灰での例だと数100年でも腐植層は形成できる。現在の日本の安定植相は森林であるといわれる。上述のように、黒ボク土が生成するには、少なくとも数100年ぐらいはかかるので、草原がこの期間維持されなければならない。そのためには、森林が破壊され、なかなか復元されないことが必

要である。

天然の作用としては、火山の噴火、山火事、海岸での潮風などがある。火山山麓に黒ボク土の多いのはこれで説明がつくかもしれない。しかし、火山から遠く離れた所でも随所に見出される。そこで、こうした森林破壊要因として浮かび上がってくるのは、人間の作用である。

黒ボク土の出現が人類の新石器文化とほぼ同じであるのは、偶然ではないような気がする。つまり、人間の森林破壊（焼却、焼畑、伐採など）が強まった時期である。人間の活動しやすい緩斜地や平坦地に黒ボク土が多いのも、これと関係がないだろうか。東ヨーロッパのステップ周辺のレス断面にチェルノゾーム埋没土が急にふえるのは、人類文化の進出による森林破壊、草原化が起ったためとの議論もある。森林の破壊されたあとには、スキなどの草本が侵入して原野化することはよく知られ、これらが採草地として長く維持された例もたくさんある。人間の行為をきっかけとした草原化の問題は、考古学、植物生態学などの分野とも関連した学際的研究が必要である。

黒ボク土の多様化

これまでは、主に火山灰に由来したものを中心にのべたが、ここ10年ほどの研究で、変わり種の黒ボク土の存在が続々報告されるようになって、黒ボク土の内容は多様化しつつある。東海地方や北陸地方には、火山灰以外の母材から、黒ボク土と非常によく似た土が出ている。腐植の質も似ているし、アルミナに富むことも

同じである。ただ、図6Bと似た活性アルミナ組成を持つ。つまり、珪酸と結合したアルミナ（アロフェン）に乏しい。下層土は赤黄色土と似ている。また、火山灰でも、その特色と考えられたアロフェンをほとんど含まない黒ボク土が、山陰、岐阜などから見つかっている。これは図6Bに示した活性アルミナをもち、上記の東海地方の黒ボク土との共通点が目立つ。

黒ボク土の生成特徴と分類学的位置

これまでの議論を要約すると、黒ボク土は、亜寒帯から亜熱帯にかけての湿潤地帯で、遷移的な草本植生下で、火山灰を中心とするがそれ以外の種々の母岩からも生成する。水分状態はやや湿が好ましい。

火山灰は、その風化物が活性アルミナに富んで保水性がよく、他の母岩よりも黒ボク土生成に都合のよい条件をもつ。しかし、他の気候植生下では褐色森林土、ポドゾル性土壌、ラテライト性土壌など別な土壌ができる。

広い温度環境下にわたって出現するのは、森林破壊にともなう不安定な草本植生下で生成するからであろう。森林の破壊には、火山噴火などの天然の要因のほかに人為の影響も可能性として残る。

以上のことから、土壌生成因子論的な分類体系に即して位置づけると、成帯内性土壌で、遷移的な草本植生の影響のつよい生物因子土壌で、母岩因子として火山灰、水分状態因子としてやや湿の条件は、生成を促進するけれども決定的な因子ではない、と見る事ができる。

黒ボク土壌中の植物珪酸体<岐阜>

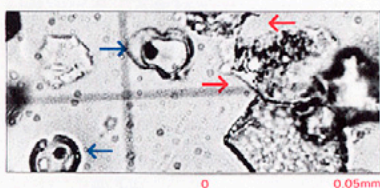
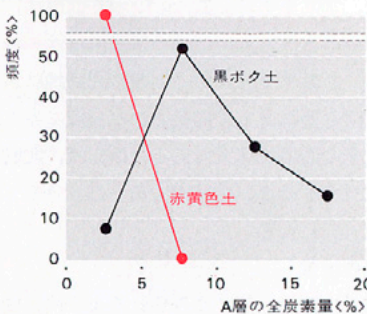


図3 黒ボク土と赤黄色土のA層の全炭素量の頻度グラフ



大型珪酸体 小型珪酸体

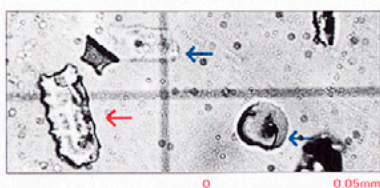


図4 黒ボク腐植層中の全炭素量と植物珪酸体量との相関

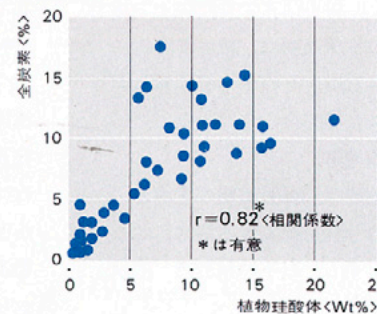


図5・A - 電位が高い<反撥圏が大きい>

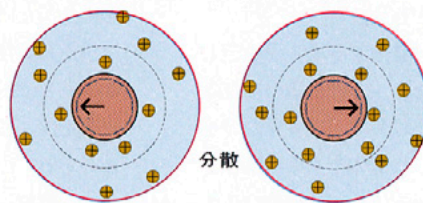


図5・B - 電位が低い<引力圏が大きい>

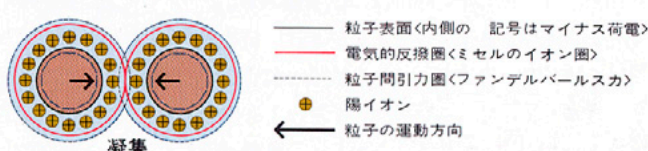


図6 - 活性アルミナの類別

