

富士山山頂で採取された黄砂(エアロゾル)の電顕鉱物学: 特に carbon nanotubes, soot, fly ash について

Mineralogical description of aerosol particles collected at the summit of Mt. Fuji

山口 泰慶[1]; 赤井 純治[2]; 五十嵐 康人[3]; 矢吹 貞代[4]

Hironori Yamaguchi[1]; Junji Akai[2]; Yasuhito Igarashi[3]; Sadayo Yabuki[4]

[1] 新潟大・自然・地球環境; [2] 新潟大・理・地質; [3] 気象研・地球化学; [4] 理研・表面解析室

[1] Grad Sch Sci&Tech., Niigata Univ; [2] Departm. Geol. Fac. Sci. Niigata Univ.; [3] Geochem. Res. Dpt., MRI; [4] Div. Surface Characterization, RIKEN

中国内陸部の礫・砂砂漠地帯から発生するダスト(黄砂)は中国国内だけに止まらず、大気境界層の上の自由対流圏を通過して、韓国・日本を超えて北アメリカの太平洋沿岸部にまでもたらされる。ダスト粒子は太陽光線を反射・吸収する性質と雲の形成時の核になる性質を有することから、地球規模の環境因子として様々な研究がなされてきた。特に東アジア地域における黄砂現象においては、長距離輸送の過程で、化石燃料の燃焼によって発生する硫酸ガスや硝酸ガスと大気中で混合しながら移動していることがモニタリングで明らかになっており、黄砂の環境への影響を調査することは東アジア地域全体の重要な課題になっている。

春先の富士山頂は自由対流圏に位置しており、自由対流圏内を移動する黄砂粒子を採取することができる。また富士山山頂は地形的に山谷風の影響を受けにくく、採取地点付近の汚染物質をさけて採取できるため、自由対流圏における黄砂を構成する物質の化学組成・形態の評価に適している。本研究では、自由対流圏での黄砂の特徴を明らかにする目的で、透過型電子顕微鏡(TEM)による記載をおこなった。

試料は2002年の春先に富士山測候所の協力のもと、気象庁気象研究所により富士山山頂に設置されたハイボリュームサンプラー(柴田科学製HVC1000)で捕集されたものを用いた。

富士山山頂で採取された黄砂試料には石英・アルカリ長石・白雲母・黒雲母・石膏などの鉱物が確認され、Siに富んだ非結晶の球状の形態をしたもの(シリカ粒子)や、すす(soot)・カーボンナノチューブ(carbon nanotubes)などの鉱物以外の物質も確認された。試料は、主に土壌起源の鉱物粒子で構成されており、乾燥地域にみられる蒸発塩類鉱物の石膏なども含まれていることから、これらの鉱物は中国の乾燥地域からもたらされたことを大きく反映している結果であると考えられる。しかしながら、石膏などの硫酸塩鉱物は土壌起源のほかにも、上海周辺のアジア大陸沿岸部での、化石燃料の燃焼に伴って発生する硫酸ガスが(大気中で)反応した可能性も考えられる。また、火力発電所のようなところでは脱硫装置による硫酸ガスの除去がおこなわれている。脱硫装置によって生成された石膏が大気中に放出された可能性も考えられる。

球状の形態をしているフライアッシュや粒の集合体の形態をしたすすについても、(Pöschel et al., 1999)や(Murr and Bang, 2003)などで報告されているものと形態が似ており、トラックなどのディーゼルエンジンやジェット機による、化石燃料の燃焼が起源と考えられる。特に粒の集合体のすすについては、他の鉱物表面に付着することが確認され本研究における黄砂試料中でも同様の特徴が確認された。エアロゾル粒子としてのすすは、雲形成の核(cloud condensation nuclei: CCN)として大気中の水との関わりが強く、それだけでも環境因子としての重要な役割を有している。さらに大気中で鉱物などに付着することによって鉱物の表面に水分をもたらす、硫酸ガスと鉱物との反応を促すことや、硫酸ガスと水蒸気が混合した酸性度の強い溶液を鉱物にもたらすと考えられ、すすの付着が黄砂などの鉱物エアロゾルの化学的反応を促す仲介役としての重要な役割をもっていると考えられる。

多層カーボンナノチューブが試料中に確認されたが、一般的に多層カーボンナノチューブはアーク放電法によって生成し、自然条件下では存在しないとされている。(Murr and Bang, 2003)によると、自動車のグラファイト製のブレーキパッドから発生したとされる粒子で200nmほどの大きさの膜状のカーボンや、1粒が150nm程のルチルの他に、径が10nmほどのカーボンナノチューブが含まれていることが報告されている。日本ではグラファイト製のブレーキパッドは環境への配慮でほとんど使用されていない。しかし、大陸地域でグラファイト製のブレーキパッドが使用されていたとすると、それが起源になっている可能性がある。