

宇宙線による雲凝縮核生成の室内検証実験

Laboratory experiment for verification of cloud condensation nucleation by cosmic rays

増田 公明^{1*}, 伊澤 雄貴¹, さこ 隆志¹, 伊藤 好孝¹, 松見 豊¹, 中山 智喜¹, 草野 完也¹

MASUDA, Kimiaki^{1*}, IZAWA Yuki¹, SAKO Takashi¹, ITOW Yoshiyaka¹, MATSUMI Yutaka¹, NAKAYAMA Tomoki¹, KUSANO Kanya¹

¹ 名大 S T E 研, ² 海洋研究開発機構

¹STEL, Nagoya University, ²JAMSTEC

太陽活動と地球気候の相関を説明するメカニズムの一つとして、電離誘起による凝縮核生成が提案されている。宇宙線の大気電離により生じるイオンがエアロゾル粒子の成長を促進し、雲凝縮核を生成して雲量の増加をもたらすという考えである。最近、このシナリオを検証する実験が計画され、あるいは進行しつつある。我々はこれらの先行実験を参考にしながら独自の検証を試みている。講演では我々の実験の方法を説明し、これまでの進捗状況を報告したのち、今後の見通しを議論する。

地球に到達する銀河宇宙線強度は太陽活動に起因する惑星間空間磁場の変動によるモジュレーションを受ける。地上の中性子モニターで測定したこの宇宙線強度の変化が、地球大気の下層雲量の変化とよく相関しているというのがこの議論の始まりである。雲量の測定、宇宙線データの解釈、相関のバイアスなど検討すべきことは多くあるが、実験的には室内で制御された条件で放射線と雲核生成の関係を調べることが効率的である。我々は大気中の反応を再現するための密封・排気可能な容器の中に大気組成を模した混合ガスを導入し、放射線や紫外線を照射して自然に近い状況を作り、その条件の変化に対するイオンとエアロゾル粒子の生成量を測定している。主に硫酸エアロゾルが有効であるとして、まず大気中に二酸化硫黄 SO₂ を元にして硫酸分子を生成させる。その硫酸分子に水分子が凝縮して大きく成長し、臨界サイズを越えると、雲凝縮核へと成長できることになる。

我々の装置は混合ガス調製装置、放射線及び紫外線照射が可能な反応容器、反応生成物測定装置群から成る。混合ガス調製装置では、純粋乾燥空気、水蒸気を含む湿潤空気、酸素ベースのオゾン、窒素ベースの SO₂ を混合する。これらのガスの流量を変えることにより反応容器内の各ガスの濃度を制御した。典型的な全流量は 5 L/min である。反応容器は直径 40cm、長さ 60cm の円筒型で、容積は 75L である。5L/min の流量で、ガスが一様に流れると仮定すれば、15 分程度でガスが入れ替わるはずである。反応容器では、放射線と紫外線を照射する。放射線は Sr-90 からのベータ線を使用した。ベータ線入射窓は 0.2mm 厚のステンレススチールで、窓と線源の間に 0.1mm 刻みのステンレススチール板を任意の枚数入れることにより容器内に入射する放射線量を変えることができる。紫外線入射窓は石英管で作られ、254nm の水銀ランプの紫外線が入射できるようになっている。現在は光量を制御していない。我々の実験ではまず硫酸分子を作ることを考えて、SO₂, H₂O, オゾンを加えた空気に紫外線を照射した。その上でベータ線照射を行い、生成物の変化を測定した。測定したのは、オゾン濃度、SO₂ 濃度、イオン密度、凝縮粒子密度（直径 2.5nm 以上）、温度、湿度である。いくつかの条件下で得られたこれらの測定結果を報告する。

キーワード: 宇宙線, 太陽活動, 地球気候, 大気電離, エアロゾル, 雲生成

Keywords: cosmic rays, solar activity, global climate, atmospheric ionization, aerosol, cloud formation