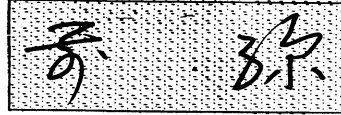


大気イオン



用語解説 (60)

大気イオンとは端的に言う和大気中に浮遊する荷電粒子のことである。空気イオンと呼んでいる分野もあるが、原語 (Atmospheric Ion) 訳とその性質から大気イオンと呼ぶのが良いと思う。何故大気中にこのような荷電粒子が存在するかは上層大気 (電離圏以上) と対流圏、成層圏では状況が多少相違するが、下層大気に限って述べれば、宇宙線や地中より湧出するラドン・トロンとその娘物質により大気構成分子の一部が電離されるのが主な原因である。

粒子の大きさは分子数 n の集合体から帯電した浮遊粉塵まで、粒子半径で $10^{-4} \mu\text{m}$ から数 μm まで広い粒径分布をしているが大部分は肉眼では確認できないサブミクロン領域に存在している。荷電粒子であるから電場の強さに比例した速度で空气中を動く (その比例定数を電氣的移動度と呼び k で表示する)。三崎 (1970) の観測によると移動度別の濃度分布は $k=1 \times 10^{-5} \text{m}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ で谷をもつ2つの群に分れており、 k がこれより大きい方 (粒子半径が小さくなると考えてよい) は荷電が正の場合は $1.3 \times 10^{-4} \text{m}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ に負の場合は $1.6 \times 10^{-4} \text{m}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ に最大値をもち、 k を対数目盛で表示するとその分布は正規分布をしている。この領域に属するものを小イオンと呼ぶ。これに対して $k < 1 \times 10^{-5} \text{m}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ に属するものは大気の状態により分布の形が変動する。これを大イオンと呼ぶ。また半径が $0.1 \mu\text{m}$ 以上の帯電粒子も存在しており巨大イオンと呼ぶ事があるが帯電凝結核と言った方が妥当であろう。他に中イオン・間イオンなどの呼び方もあるが発生機構などから本質的には大イオンと区別はできない。なお数量的な事柄については天気17 (1970) 三崎の論文を参照されたい。

大気イオンの実体は何かと言う質問をよく受ける。従来、小イオンとは数 n の分子の集合体で電離により電子を放出したものを正イオン、その放出電子が附着したものを負イオンと説明されており、何故その様な集合体ができるか説明されていない。近年、この種の研究が盛んになり1975年の大気電気国際会議で活発に論議された。三崎が天気22 (1975) に詳細な報告を掲載しているが、その概略を述べると次の通りである。宇宙線・放射線に

より大気を組成する単分子が正または負に荷電し一次イオンとなる。例えば正のイオンは大気中の Ne, He, Kr, CO_2 , SO_2 , N_2O などが放射線により電離し、その電荷のみが O_2 に渡され O_2^+ となり水分子の水素と結合 (この時第3の物質の触媒の様な働きが必要) し、 $\text{O}_2^+ \cdot \text{H}_2\text{O}$ の型をへて H_3O^+ (オキシニウム・イオン) となる。 H_3O^+ は乾燥した空気中でも急速に水分子と水素結合し $\text{H}_3\text{O}^+ \cdot (\text{H}_2\text{O})_n$ の形となり正の小イオンを形成する。したがって n (結合する水分子の数) は大気中の水蒸気量と温度に依存することとなる。Mohnen (1974) の試算によると 1at. 20°C , 水蒸気量 2 ppm の大気中では $n=2$ が 5%, $n=3$ が 80%, $n=4$ が 15% であるとしている。負の小イオンの生成機構は正のそれに比べて研究は遅れているが一例として $\text{O}_2^- \cdot (\text{H}_2\text{O})_n$ を提示している。いずれにしても小イオン生成には大気中の水蒸気が重要な役割をもつ。イオンの生成過程の詳細については気象研究ノート 128 (1976) を参照されたい。

大イオンについては大気中のエアロゾルに小イオンが附着してできるのが主な過程である。エアロゾルの内でもエイトケン粒子と呼ばれる半径 $0.1 \mu\text{m}$ 以下の粒子が大イオン形成の主なもの、この種の粒子は自然発生では海塩粒子、風塵、植物活動など、人為的発生では主として燃焼ガスの凝結である。従って工業活動の活発な地域ではエイトケン粒子濃度は高くなり、それに伴って大イオン濃度も高くなる。大イオン濃度は地域的に差が大きく、移動度別の濃度分布も地域的・時間的に変化する。

最後に大気イオンの気象との関連を述べると、粒子の大きさは可視領域以下で Mie 散乱を受ける事も少なく、視程障害の様な直接的な影響は少ないが、粒子の荷電に着目すれば雷の電気があり、エアロゾルの立場からは雲物理に、そして大気汚染に関連してくる。例えば可視限界以下の大気浮遊粒子の情報を得るには大気イオンの移動度別の濃度分布を測定することが現在では最も精度の高い方法とされている。(関川俊男)