# 大気エアロゾル学講義書籍(みほん)

この書籍は、北海道大学名誉教授 (一財)大気環境総合センター理事 太田幸雄氏が大学院 での大気エアロゾル学講義に使用したものであり、全 136 頁になります。

下記に本書籍の目次と一部を紹介します。

#### 紹介文

大気中には様々な微粒子が浮かんでいますが、これらの大気浮遊微粒子を「大気エアロゾル」と呼んでいます。人類は、火の使用と言葉の使用により進化し、文明を発展させてきましたが、枯れ木や芝を燃やして暖を取り、調理をすると、必ず煙がでます。森林火災では大量の煙が舞い上がります。浜辺では海から塩(海塩粒子)が飛んできます。また、道路が舗装されていなかった時代には、春の風の強い日には黄色い土ぼこりが舞い上がりました。砂漠では砂が舞い上がり、しばしば砂塵嵐が発生しています。近代になり、石炭・石油の燃焼エネルギーを利用した産業革命が起きると、工場、自動車、大型船舶から、ガスとともに様々な色の(種類の)排煙が大量に排出されるようになりました。

これらの大気エアロゾルについて、この講義ノートでは、エアロゾルとは何か(その物理・化学的特性)、エアロゾルの空気中での挙動(運動)、衝突過程の運動学、エアロゾルの捕集法と集塵機などについて、解説しています。また、大気中に浮遊している微粒子が、太陽光(太陽放射)と赤外線(赤外放射)をどのように散乱・吸収しているのか、すなわち、微粒子による太陽放射と赤外放射の伝達理論の基礎について述べています。その結果、大気エアロゾルにより、空はどのような色になるのか(大気光学)、大気エアロゾルが地球の気候にどのような影響を与えているのか、など、大気環境問題に関する話題についても解説しています。最期に、気体から微粒子が形成(生成)される過程について述べています。

以上のように、この講義ノートでは、大気中に浮遊している微粒子(大気エアロゾル)について、その物理・化学特性、発生(生成)過程、微粒子の空気中での運動と捕集・集塵、微粒子による太陽光と赤外線の散乱・吸収過程などについて、幅広く総合的に述べられています。基礎から解説されていますので、しっかり読んでいただければ幸いです。

#### 目次

- 1章 エアロゾル
  - 1 大気エアロゾル(Atomospheric aerosol)
  - 2 粒径分布(Particle size distribution)

- 3 大気エアロゾルの分類
- 2章 大気中におけるエアロゾルの挙動
  - 1 クヌーセン数
  - 2 流体中における粒子の挙動
  - 2-1 摩擦係数
  - 2-2 停止距離 (Stop distance)
  - 3 拡散沈着
  - 3-1 ブラウン運動による粒子の拡散
  - 3-2 拡散係数
  - 3-3 平板層流境界層における粒子の拡散沈着
  - 3-4 円筒上への粒子の拡散沈着
  - 4 重力沈降 (Gravitational sett ling)
  - 5 慣性衝突 (Impaction)
  - 6 ろ過集じん
  - 6-1 ろ過集じんにおける集じん作用
  - 6-2 繊維層フィルター (Fibrous filter) の捕集効率
  - 7 慣性衝突の粒径分布測定への応用
  - 8 等速吸引
- 3章 荷電粒子の挙動
  - 1 電界と電位
  - 2 荷電粒子の運動
  - 3 イオンと放電 (絶縁破壊)
  - 4 電界荷電 (Field charging)
  - 5 拡散荷電 (Diffusion Charging)
  - 6 荷電粒子の移動速度
  - 7 電気集じん機 (Electric precipitator)
- 4章 エアロゾルの光散乱
  - 1 光
  - 2 大気中における消散および散乱
  - 3 消散の断面積
  - 4 Mie 散乱の理論
  - 5 消散係数および大気混濁係数
- 5章 放射 (Radiation)
  - 1 太陽放射 (Solar radiation)
  - 2 大気放射 (Atmospheric radiation)
  - 3 波 (Wave)

- 4 複素屈折率
- 5 Intensity of radiation (放射の強さ)or Radiance (放射輝度)
- 6 Phase function (位相関数)
- 7  $\delta$  関数(デルタ関数)
- 8 振動構造と回転構造
- 6章 混濁大気中の放射伝達
  - 1 Particles 及び gas の混合大気における放射伝達方程式
  - 2 方位角  $oldsymbol{arphi}$  についての展開
  - 3 Source function (放射源関数)
  - 4 Single scattering approximation (単一散乱近似)
  - 5 Iterative method (逐次近似法)
- 7章 気体から粒子への変換

## Chapter 1 エアロゾル (Aerosol)

エアロゾル: 気体中に浮遊している液体または固体の粒子。 粒径は、 $0.001 \sim 100 \, \mu \, \text{m} \, (1 \, \mu \, \text{m} = 10^{-3} \, \text{mm})$  にまでおよぶ。 ただし、粒径は実際には測定法に基づいて定義される。

空気力学径 (aerodynamic diameter)

その粒子と同じ空気力学的挙動をする密度1の球形粒子の直径

- 単分散 aerosol (mono-disperse aerosol)
  粒径が同一の aerosol
- 多分散 aerosol (poly-disperse aerosol)
  種々の粒径の粒子から構成される aerosol
  - → 大気 aerosol

### § 1 大気エアロゾル (Atmospheric aerosol)

### (i) 降下ばいじん (Dust fall)

比較的粗い粒子で、地上に容易に落下するもの

デポジットゲージに、1ヶ月間に沈降捕集された粒子 測定単位: t/ km<sup>2</sup>・月 (水分を脱水乾燥して、残量を秤量する)

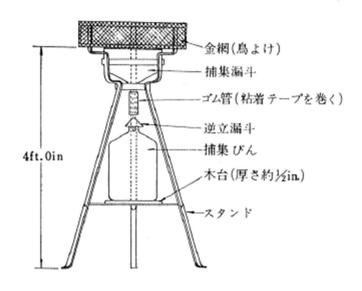


図 デポジットゲージ

# (ii) 浮遊粉じん (Total suspended particulate matter: TSP) 細かい粒子で、大気中に浮遊しているもの

ハイボリュームエアサンプラーで捕集される浮遊粒子 (約 $50 \mu m$ 以下の粒子が捕集される)

測定単位: mg/ m³ or μg/ m³

### (iii) 浮遊粒子状物質 (Suspended particulate matter: SPM)

(大気中の粒子状物質のうちで、<mark>粒径が10μm以下</mark>のもの)

### •測定法

粒径 10 μm 以上の粒子を除去する分粒器を装着したローボリューム エアサンプラー(流量 200/分)を用い、ろ過捕集により質量濃度を 測定する。又はこの方法によって測定された質量濃度と等価な値が 得られると認められる自動測定機により測定する。

(24時間採取を行い、相対湿度50%の下で秤量する)

測定単位 : mg/ m³ または μg/ m³

### 特性

沈降速度が小さく、大気中に比較的長時間滞留する。 気道や肺胞に沈着し、呼吸器に影響を及ぼす

→ それ故、環境基準 が設定されている(昭和47年)

### •環境基準

1時間値の1日平均値が100 $\mu$ g/m³以下であり、かつ1時間値が200 $\mu$ g/m³以下であること。

### (IV) 微小粒子状物質 (PM2.5)

大気中に浮遊する粒子状物質で、<mark>粒径が 2.5 µm の粒子を 50%の 割合で分離できる分離装置を用いて、より粒径の大きい粒子を除去</mark> した後に採取される粒子のこと。

- ・米国において疫学調査の結果、PM2.5 の濃度上昇とともに、肺ガン死 亡率、心疾患死亡率および全死亡率が高まることが認められた。
- ・測定法: ろ過捕集による質量濃度測定法、又はこの方法により測定 された質量濃度と等価な値が得られると認められる自動測定機に よる方法。
- 環境基準 (平成 21 年 9 月 環境庁告示)

1年平均値が  $15 \mu g/m^3$ 以下であり、かつ、1日平均値が  $35 \mu g/m^3$  以下であること。