

## 地表付近の凝結核によるMie散乱

### Investigation of Mie scattering due to condensation nuclei near the ground

原亜紀子、箕輪達哉、植松晴子<sup>1</sup>、桂川秀嗣

A. Hara, T. Minowa, H. Uematsu<sup>1</sup>, H. Katsuragawa

東邦大理、東京学芸大<sup>1</sup>

Toho University, Tokyo Gakugei University<sup>1</sup>

Mie scattering due to condensation nuclei near the ground was observed. An ordinary laser radar system including a 15 cm telescope was used for investigation of the size and the shape of the condensation nuclei. Wavelength dependence of back-scattered light intensity was measured and analyzed. The results suggest that the refractive index of the nuclei is the same as water and the shape of them is sphere. It is also suggested that distribution of the size of the nuclei is not broad. Strong correlation between the size and temperature was found.

#### 1. 実験装置

地表から10m程度の高度の住宅地上空の凝結核の形状、大きさ、および大きさの分布を調べるために標準的なレーザーレーダーシステムを用いてMie散乱を観測した。光源として可変波長色素レーザーを用いた。このレーザーの励起にはパルス発振Nd:YAGレーザーの3倍波を用いた。色素はcoumarin307を使用し、発振線幅は0.2nm、波長掃引範囲は515-556nmであった。この色素レーザー光をほぼ水平の角度で投射し、数百m以内の距離にある大気中の微粒子による後方散乱光を15cm反射望遠鏡で集光して光電子増倍管により検出した。光電子増倍管の出力波形をデジタルオシロスコープに取込み、積算平均を行ったのち記録した。一回のデータ収集に必要な時間は15分程度であった。その後色素レーザーの出力と光電子増倍管の感度の波長特性を測定し、記録された後方散乱光強度の波長依存性を較正した。

#### 2. 解析方法

球形の誘電体による散乱光強度の角度依存性は次の様に与えられている。

$$I_{\parallel}^{(s)} = \frac{\lambda^{(0)2}}{4\pi^2 r^2} \left| \sum_{l=1}^{\infty} (-i)^l \left( {}^e B_l P_l^{(1)'}(\cos\theta) \sin\theta - {}^m B_l \frac{P_l^{(1)}(\cos\theta)}{\sin\theta} \right) \right|^2 \quad (1)$$

$$I_{\perp}^{(s)} = \frac{\lambda^{(0)2}}{4\pi^2 r^2} \left| \sum_{l=1}^{\infty} (-i)^l \left( {}^e B_l \frac{P_l^{(1)}(\cos\theta)}{\sin\theta} - {}^m B_l P_l^{(1)'}(\cos\theta) \sin\theta \right) \right|^2 \quad (2)$$

式の説明は文献[1]に詳しく述べられているのでここでは省略するが、 ${}^e B_l$ と ${}^m B_l$ は凝結核の半径、

屈折率をパラメータとして含んでいる。著者らは後方散乱光が大気中の凝結核によるものと考え、次の仮定をすることにより実験データの解析を行った。(1)凝結核には水が吸着し球形をしている。(2)屈折率は水の値を用いることができる。この仮定のもとで、散乱強度の理論式を用いてデータの最小2乗フィッティングをすることにより測定した時点における凝結核の半径を求めた。

### 3. 結果

Fig.1は最小2乗法によるフィッティングを行った例を示している。点は測定値を示し、曲線は求められた半径によって計算された波長依存性を示している。凝結核の半径を測定時の気温に対してプロットしたのがFig.2である。空気中に含まれる水蒸気量に対してプロットする必要があると思われるが、湿度の測定精度が低いので気温に対して行った。

### 4. 考察

最小2乗法によるフィッティングの結果はすべての凝結核が同じ半径であるという仮定から導きだされている。この仮定による計算結果は測定された波長依存性をよく説明していると思われる。さらに、計算により波長依存性は半径に強く依存していることが見いだされた。たとえば10nm半径が違えば波長依存性はまったく異なったものになる。以上の点を考慮すると、凝結核の半径の分布は求められた値に集中していることが示唆されているように思われる。

[1] M. Born, E. Wolf, *Principles of Optics* (New York, Pergamon Press, 1980).

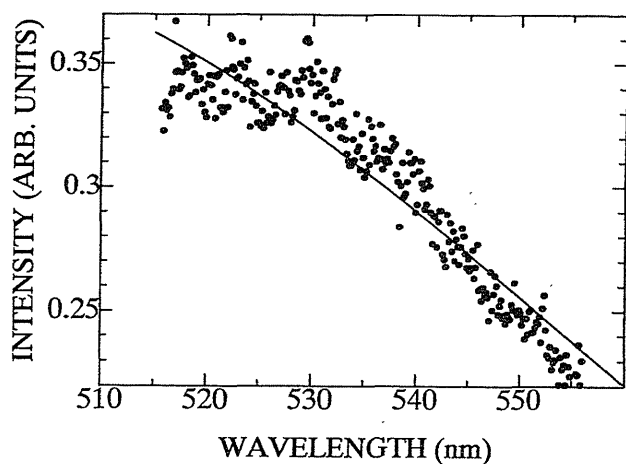


Fig. 1 Back-scattered light intensity is plotted against wavelength of laser radiation. The solid line denotes the result of the least-squares fitting.

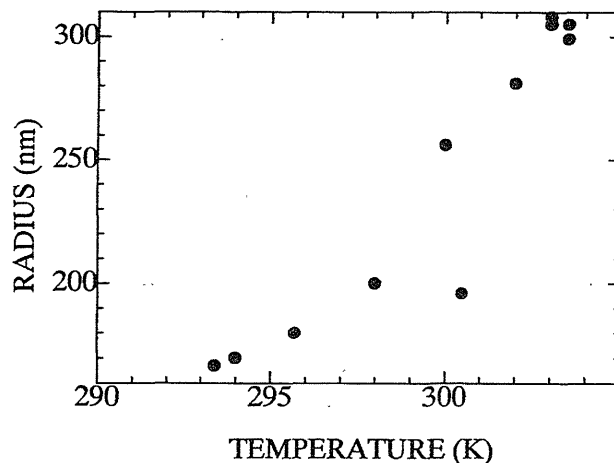


Fig. 2 Calculated radii are plotted against temperature.