

23. 海上におけるレーザ光透過率

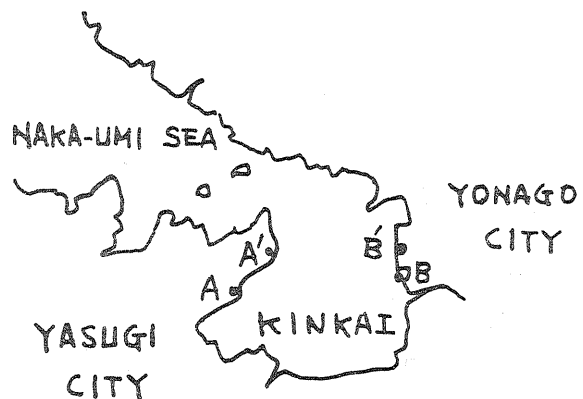
横井 武 長

米子工業高等専門学校

1. 実験の概要

ネオン・ヘリウムレーザ ($\lambda = 0.6328\mu$, 10 mW 或 15 mW) を用いて、海面上における光透過率の測定を行なった。実験場所は図1に示すように中海の一部(錦海湾)で

あって、図中 A 或いは A' はレーザをおいた安来市の海岸、B または B' は受光器のおかれた米子市の海岸である。ビームはこれら両地裏面: A-B, A'-B'



(図 1)

約 2km の距離を海面から約 1.6m

の高さで水平に伝播させた。第1回の実験は 1969年8月~1970年8月の間、第2回は 1975年10月~11月に行なった。この実験では気温、湿度の同時測定、ジェットインパクターによる海塩粒子と非吸湿性粒子の同時サンプリングを行ない、第2回の実験では更にハイボリュームサンプラーによるサンプリングをつけ加えた。光強度のモニターには、レーザのバックライトを測定する方法と、モニター鏡を使う方法とを用いた。実験におけるビーム角は、約 5.9×10^{-5} ラジアンであった。

2. 実験 I の結果

採集した非吸湿性粒子は主に砂粒であるがその粒径・個数の測定結果によれば、レーザ光に対する消衰係数の平均は、 $\bar{\sigma}_s = 1.6 \times 10^{-7} \text{ cm}^{-1}$ となり光の減衰に対する主な制御因子ではないことがわかった。海塩粒子については 136 枚のサンプルについて調べた。この実験区域は大都市からはなれているため、空中浮遊物は上記砂粒以外はすべて海塩であると仮定し、実験結果から粒子表面における相対湿度を求めた。海塩のサンプルは、半径 1μ 以上の巨大粒子の範囲であったが、 $0.01\mu \sim 30\mu$ 程度の範囲の分布を考え、また Junge 型の分布

$$\frac{dN}{d \log r} = C r^{-\beta} \quad (1)$$

を仮定して分布モデルをつくった。茲に N は個数、 r は半径、 C と β は定数である。液滴の半径と、その表面における相対湿度との関係は MASON (1957) の式

$$\frac{\text{EQRH}}{100} = \exp \left(\frac{2\sigma M_w}{\rho R T r} \right) \cdot \left\{ 1 - \frac{8.6m}{W r^3} \right\} \quad (2)$$

によって与えられる。茲に EQRH は粒子表面における平衡相対湿度、 r : 半径、 σ : 表面張力、 ρ : 密度、 M_w : 分子量(水)、 W : 分子量(溶質)、 m : 塩質量、 R : Universal gas constant、 T : 気温、である。上記モデルに (2) 式を考慮し、サンプルから EQRH ごとの C 値 (C_0) を決めることができる。一方レーザ光透過率 I/I_0 の観測値からも、このモデルを用いて C 値は、

$$C_m = \frac{\int \ln(I/I_0)}{\pi r_{\text{mean}}^2 \cdot F M l (r_{\text{min}}^{-\beta} - r_{\text{max}}^{-\beta})} \quad (3)$$

と与えられる。茲に $M = \ln 10 = 0.4343$ 、 F は平均消衰効率、 l は伝送距離である。 C_0 と C_m は EQRH の関数であるから、これらの交差をグラ

より求める(図2)。このようにしてCとEQRHとを同時に求めた結果、EQRHは図3のようになって、周囲空気の相対湿度より、一般に高い結果となった。

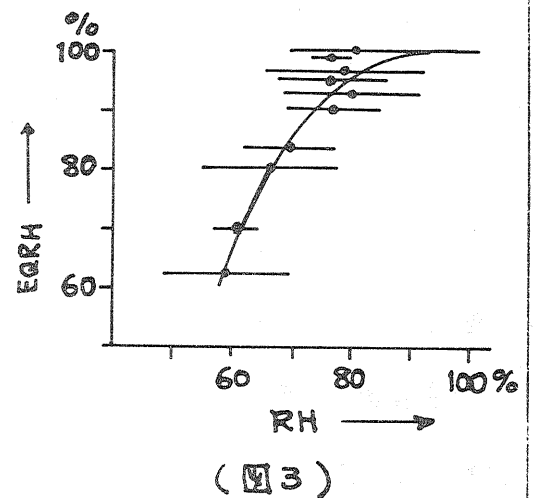
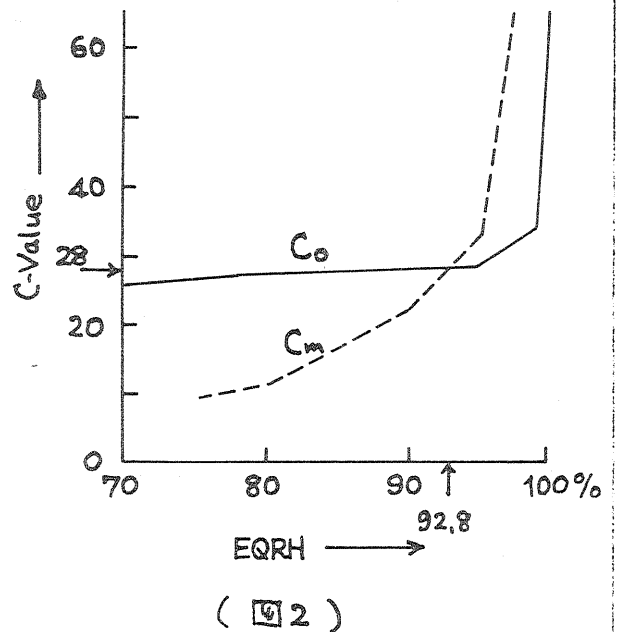
3. 実験Ⅱの結果

実験Ⅰにおいては、エアロゾルは、砂と海塩のみであるとの観測から行なったが、図3の関係の説明には、他の粒子の混入を考えざるを得ないので、そのためハイボリュームによるサンプリングを加えた。フィルターにはガラス繊維フィルター；ゲルマンAを用いた。

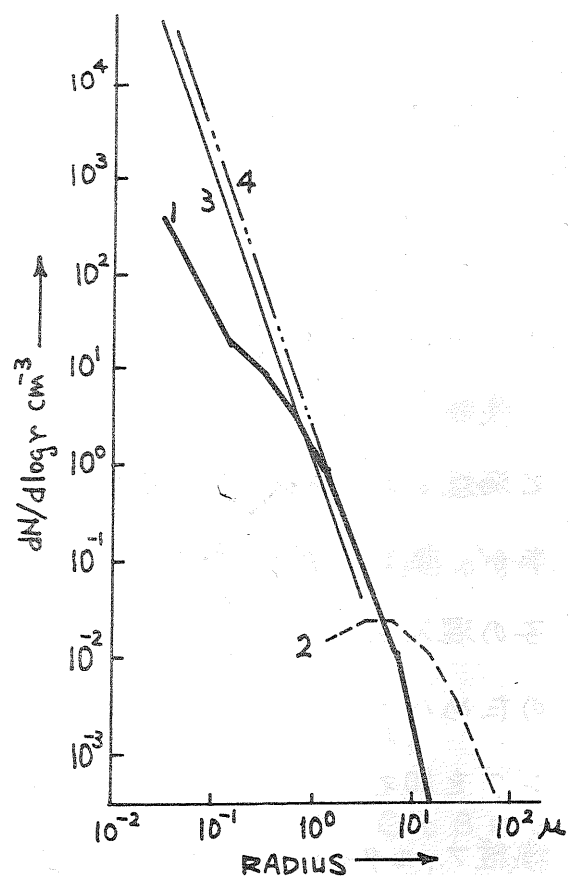
これによって採集される粒子の粒径分布は、走査電顕と光学顕微鏡とを併用して調べた。その結果を図4に示す。この図では粒子はすべて乾燥状態としてある。

図中太い実線はハイボリュームによる粒子の分布である。細い実線はインパクター

により捕集された海塩の分布から得られるもので実際のサンプルでは、半径1μ以上の巨大粒子のみである。 $(dN/d\log r)$ の値について、海塩と砂を加えた値が、ハイボリュームによる値より低い部分では、その差に当る分だけ汚染物質があるものとして、粒子の溶融状態のときの光透過に及ぼす効果を調べた。汚染物質としては、 H_2SO_4 と HNO_3 を仮定した。この調査の結果、サンプルから計算した消衰係数は、 $4.6 \times 10^{-7} \text{ cm}^{-1}$ 程度で、レーザ光透過率から得られる $17 \times 10^{-7} \text{ cm}^{-1}$ に比べるとはるかに小さい値となる。



換言すればサンプルの結果、空中浮遊物の量を過小評価していることになる。その原因としては、フィルターの繊維の間に粒子が落ち込むことが考えられる。電子顕微鏡の焦点深度は 2μ 程度であるから、 0.5mm の厚さのフィルター内部に一杯に粒子が分布する場合、その個数の評価は $1/250$ 程度に落ちることになる。また大きな粒子はフィルター表面から散逸する可能性をもつ。半至 $0.90\mu \sim 4.7\mu$ 程度のサンプルは、繊維間隔からみても信頼できるデータであるから、このデータを基にして分布の補正



(図4)

を行なった。海塩および汚染物質は Junge 分布 ($\beta=3$) をなすものとみなし、補正した結果は、細い実線 (海塩)、二重鎖線 (汚染物質) となる。補正された分布をもとにして、光の消衰係数を計算すると、レーザ観測から得られる値とかなりよく一致した。またこの補正分布について質量を計算した結果も、測定値とかなり良い一致をした。従って図3図の関係は、i) 汚染物質の存在と ii) 海塩、汚染物質のサブミクロン領域での Junge 分布の仮定、この二つによって理解することができた。