



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	観測船「みらい」による海洋上エアロゾルの光学特性観測
Author(s)	上田, 厚志; 太田, 幸雄; 村尾, 直人 他
Description	第7回衛生工学シンポジウム (平成11年11月11日 (木) -12日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 3 地球環境 . 3-4
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 7, 91-95
Issue Date	1999-11-01
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/7271">https://hdl.handle.net/2115/7271</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	7-3-4_p91-95.pdf



### 3-4

## 観測船「みらい」による海洋上エアロゾルの光学特性観測

○上田厚志, 太田幸雄, 村尾直人, 山形定(北大・工)  
遠藤辰雄(北大・低温研)

### 1. はじめに

大気エアロゾルは太陽放射を散乱・吸収することによって、地球の熱収支を変化させ、地球の気候や地域的な気象現象にさまざまな影響を与える。その中でも、全地球表面の70%を占める海洋における大気エアロゾルの影響は大きい。ところが、海洋における大気エアロゾルの濃度や光学特性(光学的厚さ、散乱・吸収係数など)は観測例も少なく、未だ不明な点も多い。今回、それらのデータの収集・蓄積を目的として、観測船「みらい」による海洋上大気エアロゾルの観測を行った。今回は特にエアロゾルの光学特性について報告する。

### 2. 観測内容

1999年2~3月に観測船「みらい」(海洋科学技術センター、全長128m、総トン数8672トン)の研究航海(MR99-K01)に参加し、海洋大気エアロゾルの観測を行った。航路図を図1に示す。

試料空気の捕集口をコンパスデッキ(海拔25m)最前方に設置し、18m(内径12mm)のホースにより観測室(船での呼称は調査指揮室)に導入した。なおParticle Counterのみコンパスデッキに設置した(ホースの長さは1m、内径5mm)。観測項目は以下に示すとおりである。Particle Counter以外は、サイクロンを用いて coarse particle をカットした。このサイクロンは流量20L/minで粒径 $2\mu\text{m}$ の粒子を50%カットする特性を持つ。

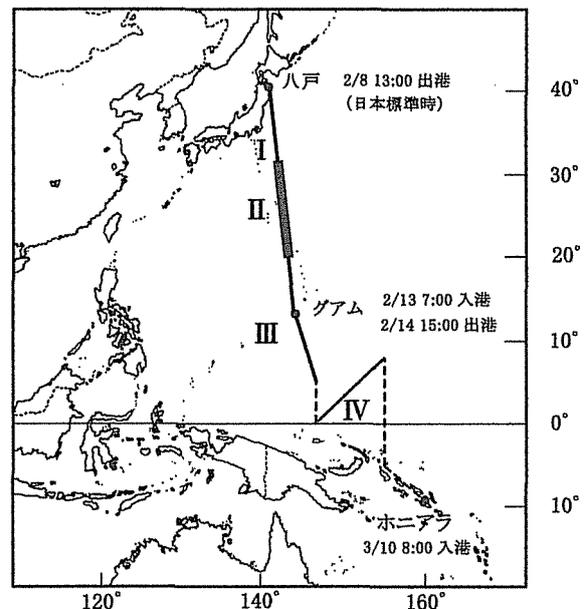


図1 航路図

#### <観測項目>

##### i) 散乱係数

Integrating Nephelometer (Radiance Research, M 903)を使用。エアロゾルの散乱光を全ての角度分布にわたって足しあわせた値をもとに散乱係数を算出。流量は2L/min。

##### ii) 吸収係数

Particle Soot / Absorption Photometer (Radiance Research)を使用。フィルター(PALLFLEX Membrane Filter)にエアロゾルを捕集しながら連続的に透過率を測定し、その変化により吸収係数を算出。測定値は内蔵プログラムにより補正された値である。流量は2L/min。

##### iii) 光学的厚さ

Sky Radiometer (PREDE, POM-01MK II)を使用。太陽の直達光及び太陽周辺の散乱光を測定した。本装置は7段のゲイン切り換えを備えており、直達光から周辺光まで同一の光学系で計測を行うことができる。得られたデータより光学的厚さ、及び粒径分布を求めることができる。

##### iv) 粒径別粒子数

Particle Counter (RION, KC-01C) を使用. 粒径別 (0.3, 0.5, 1, 2, 5  $\mu\text{m}$  の 5 段階) にエアロゾルの個数を測定した. 流量は 0.5L/min.

#### v) フィルターサンプリング

流量 20L/min で数時間から数十時間捕集した. 使用したフィルターは以下の 2 種類である.

- ・テフロンフィルター (FP-1000, 47mm  $\phi$ , 住友電工): 水溶性成分, 重金属成分分析用
- ・石英フィルター (2500QAT-UP, 47mm  $\phi$ , PALLFLEX): 炭素成分分析用

### 3. 結果・考察

全航程にわたる散乱係数, 吸収係数の観測結果を図 2 に示す. また, 単一散乱アルベド (single scattering albedo) を図 3 に示す. 単一散乱アルベドとは, 散乱と吸収を合わせたもの (消散) のうち, どれだけ散乱が寄与しているかという割合を表すものである. 船が停泊中のデータと, 排煙の影響を受けたデータは除外した. テフロンフィルターの捕集区間と化学成分の分析をした結果をそれぞれ図 4, 図 5 に示す. 以上の結果をもとに, 特徴的な領域を大きく 4 つに分けた (図 1 の I ~ IV). 図 1 の波線部は, 船の停泊時間が長く, 平均の移動速度が大幅に遅かったために, 他の領域と比較するのは不適と判断し, 除外した部分である. 以下では, 領域 I ~ IV について考察する.

#### 【領域 I】 2/8 13:00 (40.33N, 141.30E) ~ 2/10 0:00 (32.01N, 143.07E)

八戸港を出港し, 900km ほど南下するまでの領域である. 図 2 からわかるように, 散乱係数, 吸収係数ともに高いレベルで変化している. さらに成分を見ても  $\text{SO}_4^{2-}$  や  $\text{NH}_4^+$  の濃度が高く, 陸地起源のエアロゾルが輸送されていたことがわかる. この間の地上風の風向は, 西から北に推移した. 高層 (850, 700hPa) における風向はほぼ一定して西寄りであり, この領域で観測されたエアロゾルは, 日本から太平洋に流れ出したものと考えられる.

また, この領域において, 単一散乱アルベドの変動が大きかった. その要因としては, さまざまなタイプのエアロゾルが輸送されており, しかも比較的若いエアロゾルが多く, 気塊が不均一だったためと考えられる.

#### 【領域 II】 2/10 0:00 (32.01N, 143.07E) ~ 2/12 0:00 (19.38N, 144.06E)

本航海で最も特徴的だった領域である. 領域 I では, 陸地から離れるに従って, エアロゾル濃度が減少する傾向にあったが, 32N 付近を境に, 明らかに海洋起源ではないエアロゾルが観測された. 33N 付近で地上風が東寄りから西寄りに変化し, 湿度も急激に減少したことから, 別のところからエアロゾル濃度の高い気塊が長距離輸送されてきたものと考えられる. 図 2 からわかるように, 散乱係数と吸収係数は 28N 付近をピークとする分布が見られたが, 単一散乱アルベドはほぼ一定の値に収束していた (図 3). さらに, 粒子数 (0.3  $\mu\text{m}$  以上) に対する散乱係数, 吸収係数をプロットしてみると明確な相関が見られた (図 6). このことから, 領域 II で観測されたエアロゾルは発生源から放出された後, 長距離にわたって輸送される間に化学反応も定常に達し, 均一に混合していたものと考えられる. ピークが観測される 1 日前の高層天気図を見ると, 日本列島及び中国大陸東部において西よりの風が吹いていたことから, これらの高濃度のエアロゾルは日本もしくは中国方面から輸送されてきたものと考えられる. 成分分析の結果を見ても  $\text{NH}_4^+$  が非常に高濃度に含まれており, 陸地起源であることは間違いないと思われる.

散乱係数や吸収係数について, ピーク時 (28.30N 付近) の値は, 札幌で平均的に観測される値に匹敵するレベルであった.

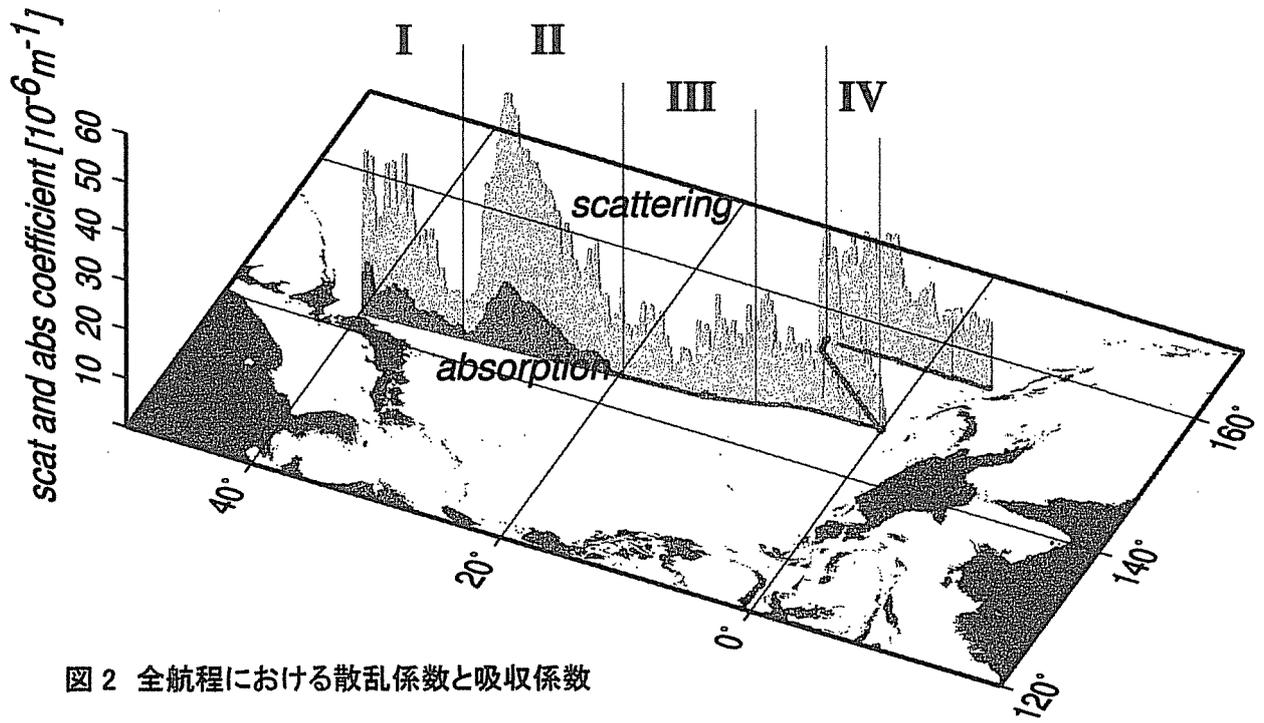


図2 全航程における散乱係数と吸収係数

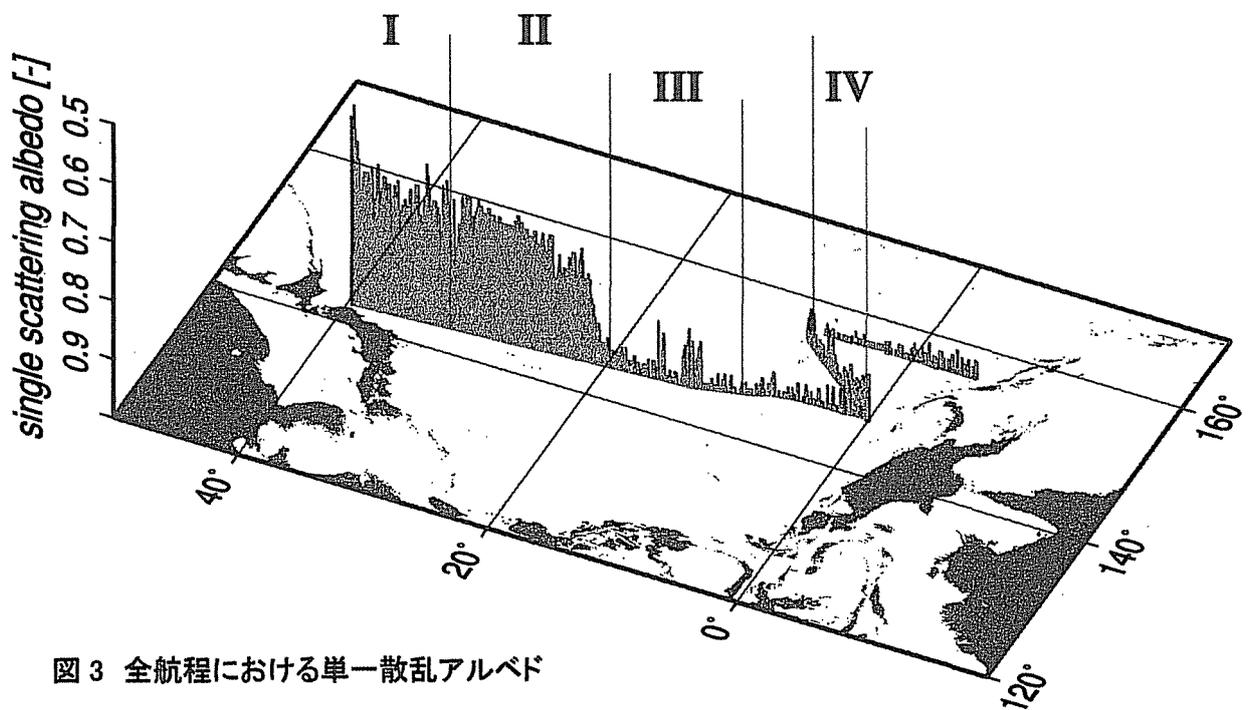


図3 全航程における単一散乱アルベド

【領域Ⅲ】 2/12 0:00 (19.38N, 144.06E) ~ 2/15 8:00 (9.35N, 145.50E)

この領域では、海塩以外の成分はごく微量で、バックグラウンド的なエアロゾルが分布していた。ただし、グアム付近(13.3N, 144.4E)において、一時的に単一散乱アルベドの値が上昇しており、グアム島からの影響があったと考えられる。

【領域Ⅳ】 2/22 13:00 (0.03N, 146.51E) ~ 2/24 21:00 (7.58N, 156.10E)

4つの中で最も赤道に近い領域である。領域Ⅲと同様に海洋のバックグラウンド的なエアロゾルといえる。しかし、図5からわかるように、領域Ⅲと比較して海塩の濃度が高かった。海塩粒子の生成には風速が関係している場合が多いが、2つの領域において風速に大きな違いは見られなかった。そこで、成分のほとんどを海塩で占めていたことから、海塩の濃度と散乱係数の大きさはほぼ比例すると考え、散乱係数と風速との関係を調べたところ、領域Ⅳでは明確な相関が見られたが、領域Ⅲではほとんど相関が見られなかった。つまり、領域Ⅳでは風によって効率よく海塩粒子が生成され、結果として海塩の濃度が高くなったと考えられる。

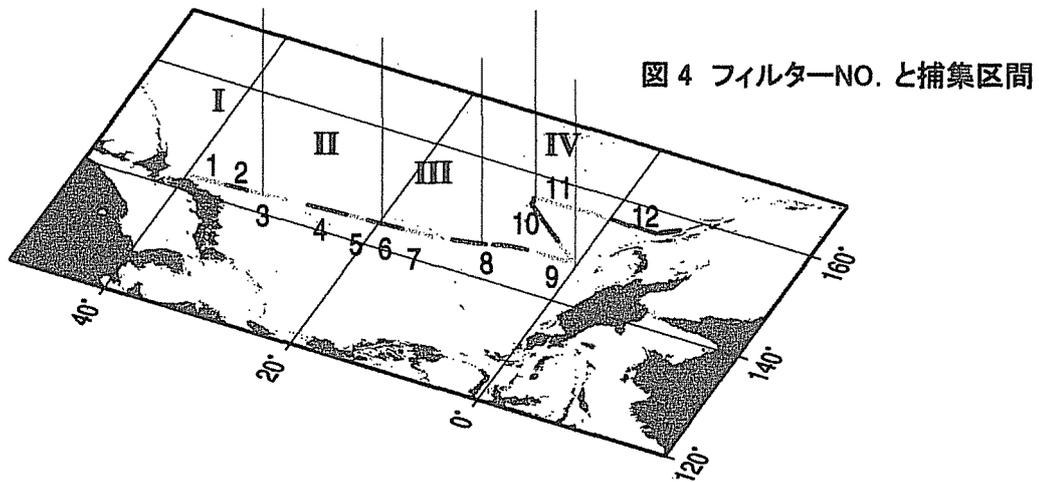


図4 フィルターNO. と捕集区間

図5 水溶性成分組成

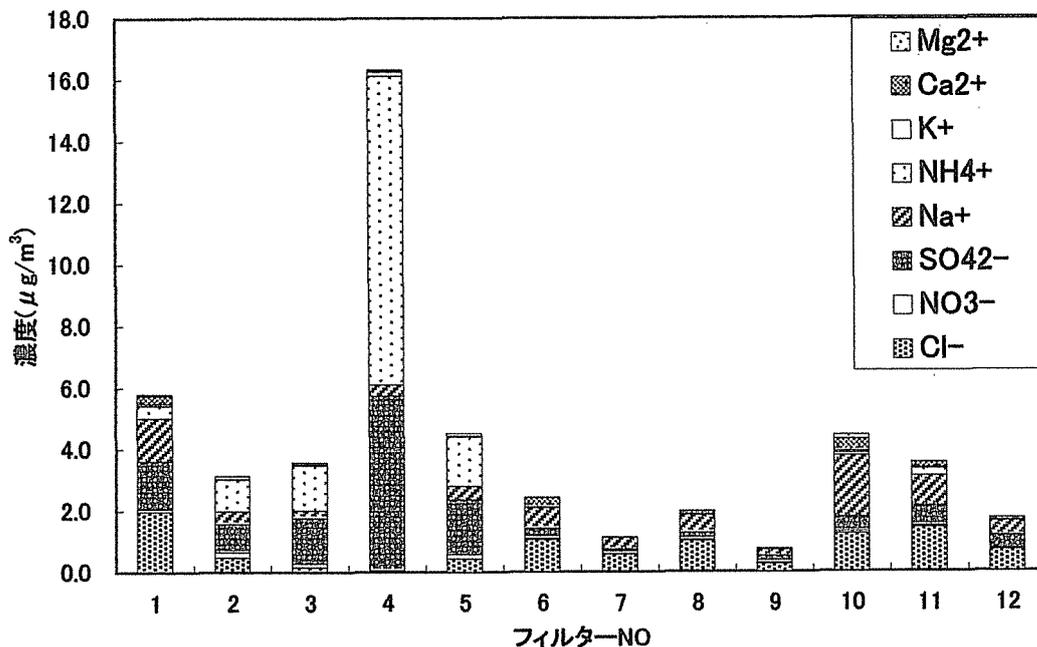
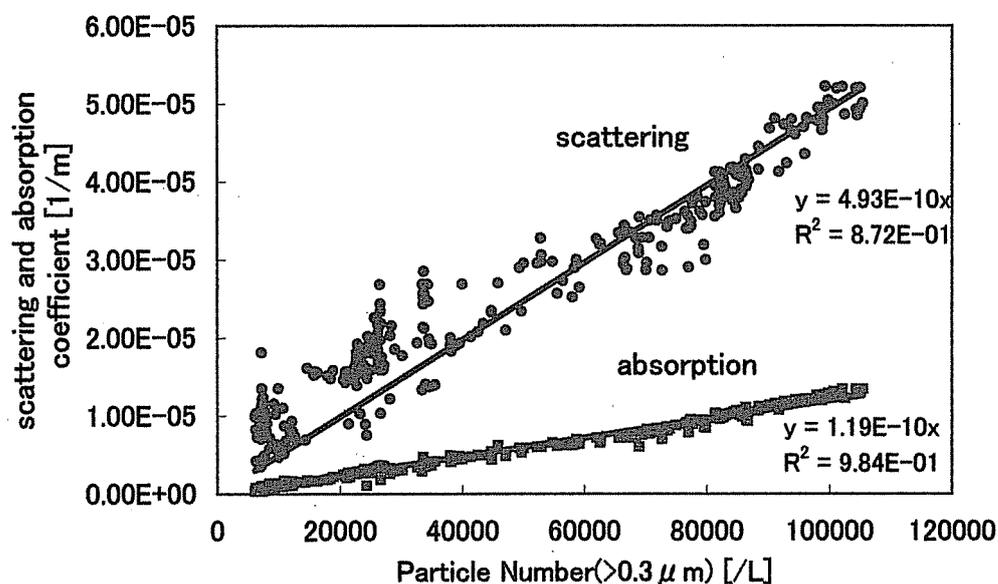


図6 領域Ⅱにおける散乱・吸収係数と粒子数(0.3 μ m以上)の関係



#### 4. まとめ

- ①日本近海において、陸地から離れるに従って散乱係数、吸収係数は減少する傾向にあったが、単一散乱アルベドはさまざまな値をとった。→領域Ⅰ
- ②32N~20N にかけて、高濃度でかつ均一に混合しているエアロゾルが観測された。日本もしくは中国方面から輸送されたものと考えられる。→領域Ⅱ
- ③西部太平洋低緯度地域において、バックグラウンドのエアロゾルを観測できた。→領域Ⅲ, 領域Ⅳ

最後に、今回得られたデータは、ある時間のある地点におけるデータにすぎず、これらの結果をもって地球規模の環境影響を論ずることはできないが、さまざまな海域の、さまざまな時間におけるデータを収集していくことで、全球的なエアロゾルの分布、挙動についてより解明されていくことだろう。今後は、得られた観測結果からいかに多くの情報を引き出し、そこに意味づけをしていくかが重要である。