

F3

ライダー、パッシブセンサー、フィルターサンプリング による対流圏エアロゾルの統合観測 Combined Observation of the Tropospheric Aerosol by Lidar, Passive Sensors and Filter Sampling

村山 利幸¹、大塚 智¹、佐藤 英司¹、降旗 護¹、岩坂 直人¹、
兼保 直樹²、鎌滝 裕輝³

Toshiyuki Murayama¹, Satori Otsuka¹, Eiji Sato¹, Mamoru Furihata¹,
Naoto Iwasaka¹, Naoki Kaneyasu², Hiroki Kamataki³

¹東京商船大学、²資源環境技術総合研究所、³東京都環境科学研究所
¹Tokyo University of Mercantile Marine, ²National Institute of Resources and
Environment, ³Tokyo Metropolitan Research Institute for Environmental
Protection

Abstract: We have observed the tropospheric atmosphere, especially atmospheric boundary layer by lidar in an urban area of Tokyo from 1993. Recently we routinely perform the measurement combined with lidar (polarization and Raman), passive sensors (sunphotometer and skyradiometer) and filter sampling with a high-volume sampler equipped a 2 μm -cut impactor. Such measurements are complementary each other and will enable us to clarify the relationships between optical properties and chemical composition of the aerosol in the boundary layer.

1. はじめに

東京商船大学では、従来より、大都市の大気の大気境界層を主とした対流圏のライダー観測を行なっている。今までに下層大気において偏光解消度との間に相対湿度の負の相関関係が見られることから、エアロゾルの吸湿性・潮解性を示す現象として考察を行なっている[1, 2]。特に、夏季における急激な偏光解消度の上昇の原因として海塩粒子を提唱している。平成7年12月からは、天体ドームを利用した鉛直方向の連続ライダー観測に加え、エアロゾルの化学組成と偏光解消度の関係をより明らかにするために地表付近のエアロゾルのフィルターサンプリングを同時に行なっている。エアロゾルの化学分析の結果から、海塩粒子、土壌粒子、黄砂エアロゾル、炭素粒子などの偏光解消度への寄与が明確に議論できるようになってきた。また、サンフォトメーター（平成8年6月から）とスカイラジオメーター（平成8年11月から）との同時観測も行なっており、日中のデータについてはライダーと相補的な情報が得られる。

2. 観測装置及び方法

ライダーは、YAGレーザーの第2高調波(波長: 532 nm)を用いた標準的なものであるが、受信望遠鏡を2台(シュミットカセグレン型: 口径20cm, 25cm)とすることで測定距離範囲を拡大(約100mから14,000m)している。装置は、8階実験室と9階の天体ドーム付きの実験室にわたって構成されている。また、夜間においてはミー散乱のみならずラマン散乱(N_2 分子)も、他の望遠鏡(口径30cm)を用いて同時に計測できるので、独立に消散係数を求め、さらにライダー比(消散係数/体積後方散乱係数)を導出可能である。パッシブなセンサーとして、ポータブル型サンフォトメーター(英弘精機、MS-120)及びスカイラジオメーター(プリード、POM-01)を用いている。これらからは大気の大気境界層の厚さやエアロゾルの粒径分布などのライダーと相補的な情報が得られる。エアロゾルのサンプリングはインパクト付きハイボリュームサンプラー(紀本電子工業、

Model 130) を用い、 $2\ \mu\text{m}$ カットインパクトにより人為起源と自然起源の粒子をおよそ識別して捕集できる。吸引流量は400 liters/minで、ライダー観測中、約2～3時間毎にフィルターを交換してサンプリングを実施している。フィルターには石英繊維フィルターを用い、水溶性成分と炭素成分の化学分析を資源環境技術総合研究所及び東京都環境科学研究所で行なっている。以上の複数の装置による一日以上の連続観測を月2～3回の頻度で行なっている。

3. 観測例

今まで我々の観測から得られてきた偏光解消度と相対湿度の関係とそのエアロゾル組成との関連から、先に述べたような特定のエアロゾルの偏光解消度への寄与が解明されつつある。ここでは、我々の観測地点（東京都江東区越中島）で夏季に頻繁に見られる日中の下層大気に見られる急激な偏光解消度の上昇・減少現象の統合観測を例にとり示す。

平成8年7月16日から19日の連続観測においても、従来の観測と同様、日中の午後に偏光解消度が急に上昇する（～10%）現象が見られた。例として7月17日のライダー観測から得られた消散係数と偏光解消度の鉛直分布をFig.1に示す。偏光解消度は大気境界層構造も反映していることがわかる。エアロゾルの化学分析の結果から粗大粒子（粒径 $2\ \mu\text{m}$ 以上の粒子）中の Ca^{2+} も多く、海風に伴う湾岸域からの土壌粒子の寄与も無視出来ないが、海塩粒子起源と考えられる Na^+ 及び Cl^- 成分の濃度、イオン当量比や地上の気象データとの対応を見ると、結晶化した海塩粒子による現象と考えるのが最もらしい。Fig. 2に粗大粒子中の水溶性成分のイオン当量比の時間変化を示す。観測される偏光解消度は全てのエアロゾルの寄与を含むのでこのような相対的な寄与率を表わす量が比較になる。夕方になり湿度が上昇すると急激に偏光解消度が現象する様子も例年と同様で、海塩粒子の潮解性を表わしていると考えられる。また、同時に行なったサンフォトメーターから得られたエアロゾルによる大気の光学的厚さとライダーから得られるそれとの比較をFig. 3に示す。両者の値の一致は非常に良く、ライダー方程式を解くのに用いた境界条件（高度5 kmで散乱比1.2）とライダー比の値（ $S_1 = 50$ ）が妥当であることを示唆している。今後、夜間のラマン散乱ライダー観測から直接 S_1 を導出し、比較・検討を行ないたい。

4. まとめ

連続ライダー観測と時間分解能を高めたフィルターサンプリングにより、下層大気中の主なエアロゾル粒子成分と偏光解消度との関係がよりはっきりと議論できることが示された。特に、海塩粒子は全地球的に見ても対流圏の主要なエアロゾル成分の一つであり、その光学的特性を知ることは放射など地球規模の環境問題を考える上で重要であると考えられる。今後、観測例を重ね、特定のエアロゾルとその光学的特性との関連を得る試みを行なっていきたい。最期に、東京都の大気汚染常時測定局のデータが解析上、非常に有用であったことを付記致します。

参考文献

- [1] T. Murayama, *et al.*, "Depolarization Ratio Measurements in the Atmospheric Boundary Layer by Lidar in Tokyo", *J. Meteorol. Soc. Jpn.*, **74** (1996) 571.
- [2] T. Murayama *et al.*, "Aerosol Optical Properties in the Urban Mixing Layer Studied by Polarization Lidar with Meteorological Data", in *Advances in Atmospheric Remote Sensing with Lidar*, (Springer, 1996) A. Ansmann *et al.* edited, p.19

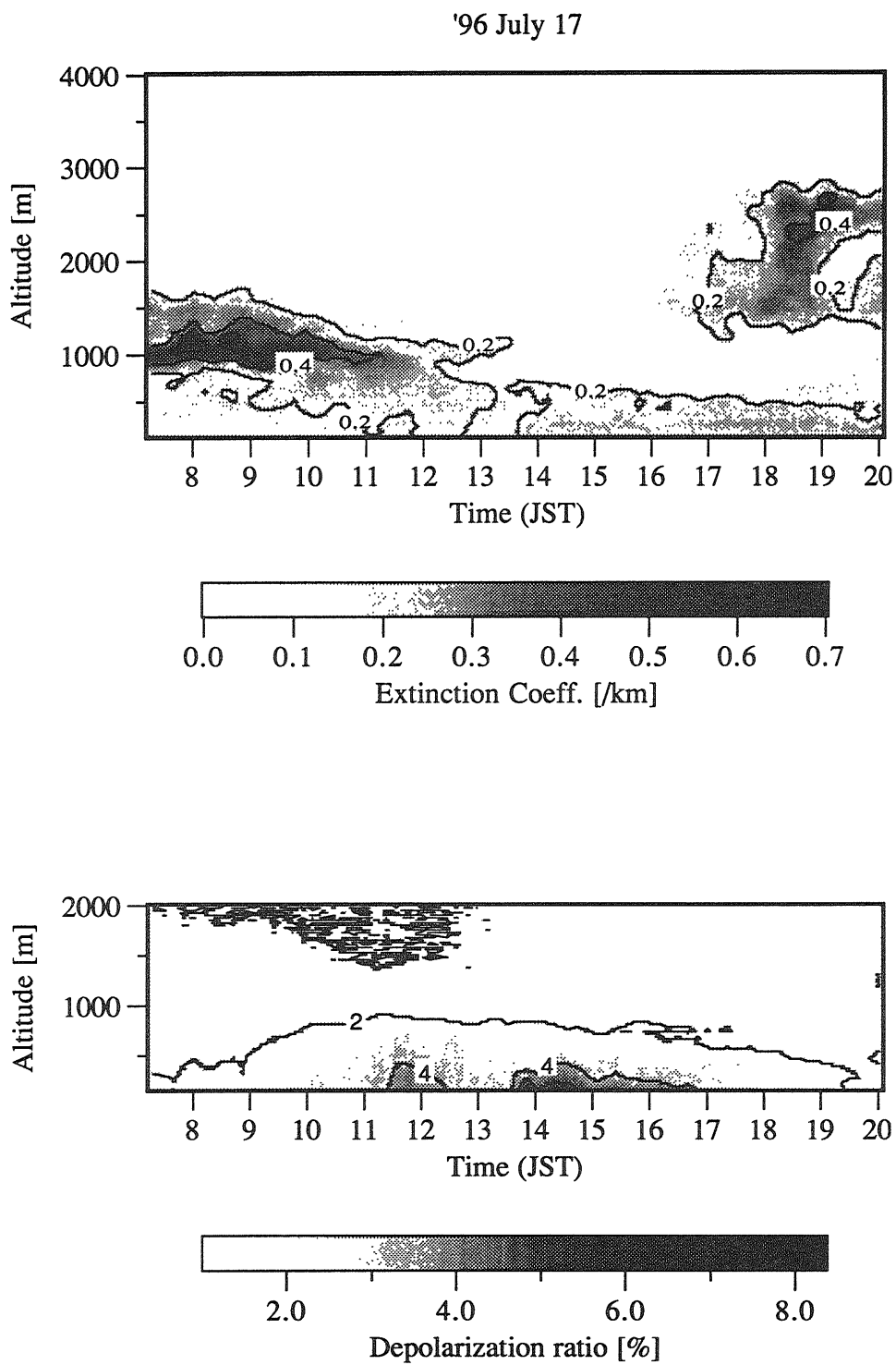


Fig. 1 Time variation of the vertical distribution of extinction coefficient of aerosol (upper) and depolarization ratio (lower) on 17 July, 1996.

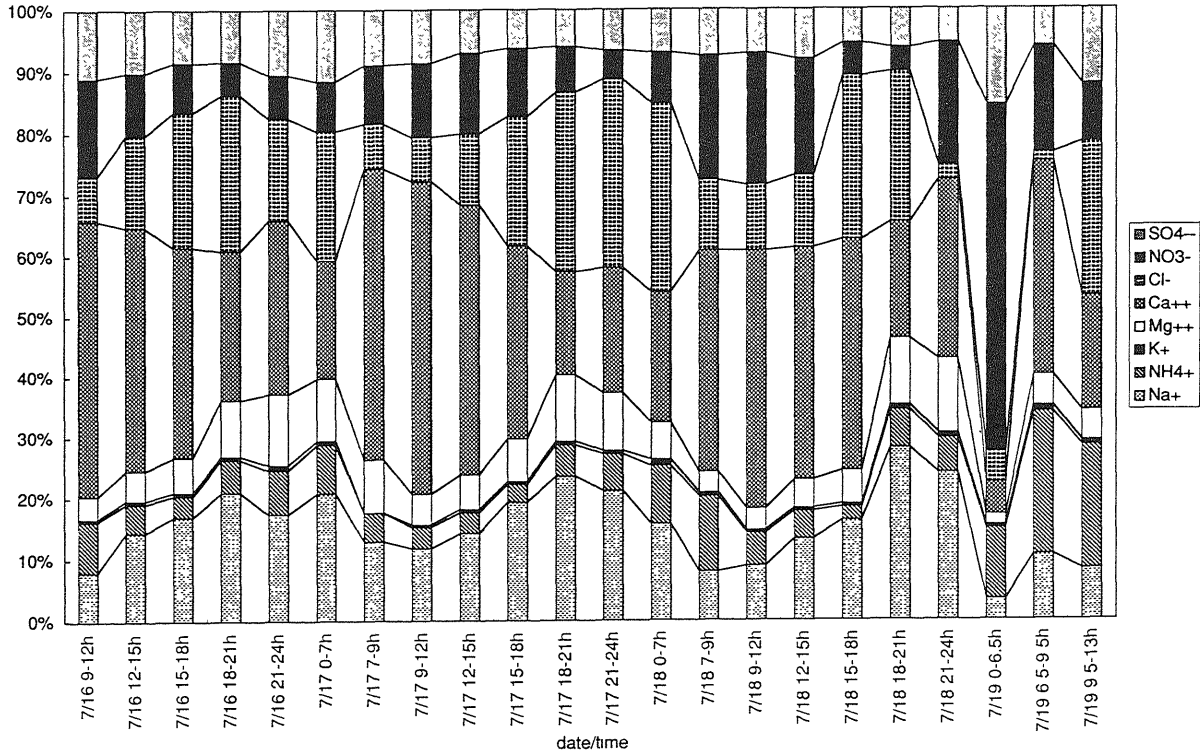


Fig. 2 Time variation of the ion equivalent ratio in coarse particles (> 2µm) from 16 to 19 July, 1996.

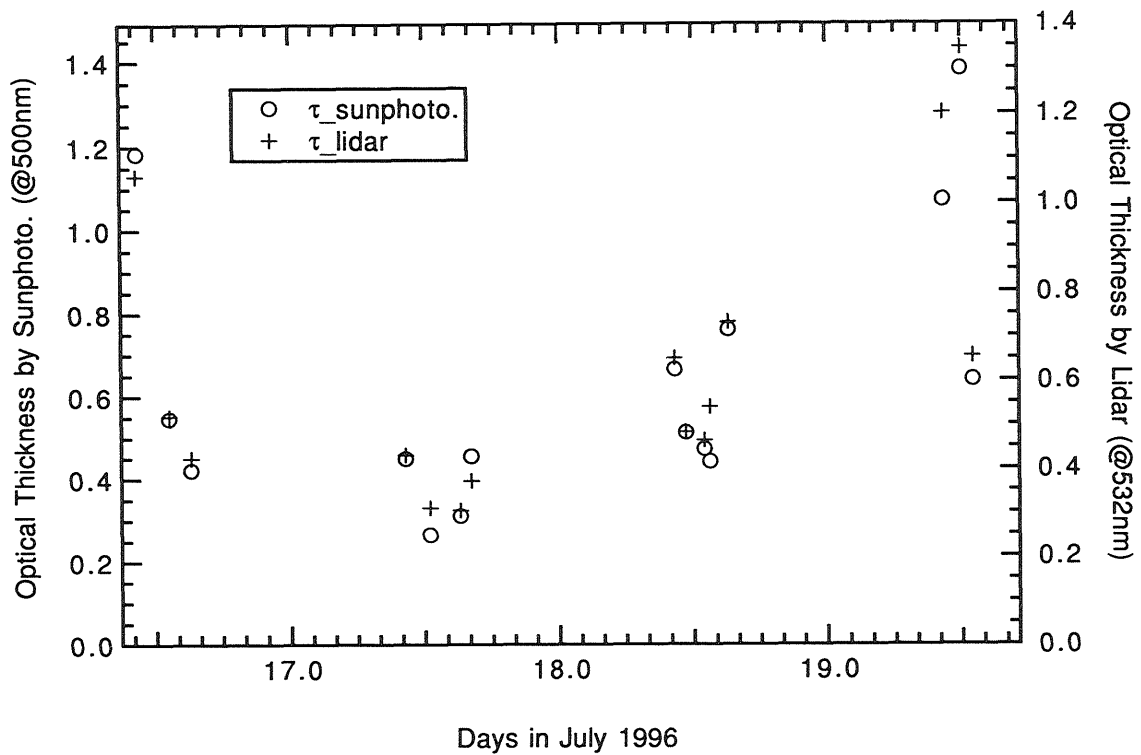


Fig. 3 Comparison of the optical thickness due to aerosols obtained by sunphotometer and lidar from 16 to 19 July, 1996.