

D3 ライダーネットワークによる東京エアロゾル層の観測

Observation of the Aerosol Layer over Tokyo by Lidar Network

甲斐憲次¹, 藤井政光¹, 脇山勸治¹, 阿保 真², 長澤親生², 村山利幸³, 原 熙⁴, 中島勇人⁴, 山本貴史⁴

Kenji KAI¹, Masamitsu FUJII¹, Kanji WAKIYAMA¹, Makoto ABO², Chikao NAGASAWA²,
Toshiyuki MURAYAMA³, Hiroshi HARA⁴, Hayato NAKAJIMA⁴, Takano YAMAMOTO⁴

1)筑波大学, 2)東京都立大学, 3)東京商船大学, 4)石川島播磨重工業

1)Univ. of Tsukuba, 2)Tokyo Metropolitan Univ., 3)Tokyo Univ. of Mercantile Marine, 4)IHI

Abstract: Recently, a line of cumulus clouds, i.e, the so-called "Kampachi Cloud" was frequently observed over the Metropolitan Loop Road No.8 in Tokyo in summer. The simultaneous lidar and radiosonde observations of the cloud were carried out in Tokyo during 5 - 8 August 1994 and 31 July - 4 August 1995 in order to investigate the structure of the cloud. A typical Kampachi Cloud was observed at 1200 m just above the mixed layer in the afternoon on 8 August 1994, when the sea breezes from the Tokyo and Sagami Bays were blowing into the heat island of Tokyo. In 1995, the Kampachi Cloud was not observed because the lower atmosphere was dry and the condensation level was high. The lidar-derived height of the dust layer coincided with the height of the mixed layer.

1 はじめに

本研究では、筑波大学・東京都立大学・東京商船大学・石川島播磨重工業が共同してライダーネットワークを組み、さらにラジオゾンデを用いて、東京エアロゾル層の空間構造を明らかにすると共に、環八雲の出現日にはその基礎資料を得ることを目的とする。今年7月31日～8月4日、東京都の世田谷区、江東区、八王子市で実施した。環八雲は出現しなかったが、混合層の成長過程と海風の進入、8月2日の激しい夕立、8月4日に見られたダスト前線の都心通過など興味深い現象が観察された。本報ではその概要を報告する。

2 ライダーネットワーク観測

観測は次の3カ所で実施した。

①世田谷区・駒澤大学

ライダー・ラジオゾンデ観測

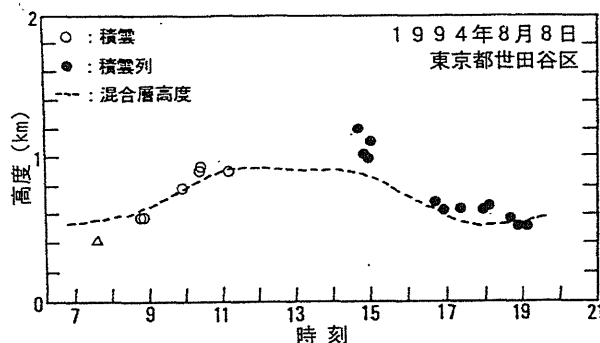


Fig. 1 Heights of cumulus cloud, cloud street and mixed layer over Tokyo on 8 August 1994.

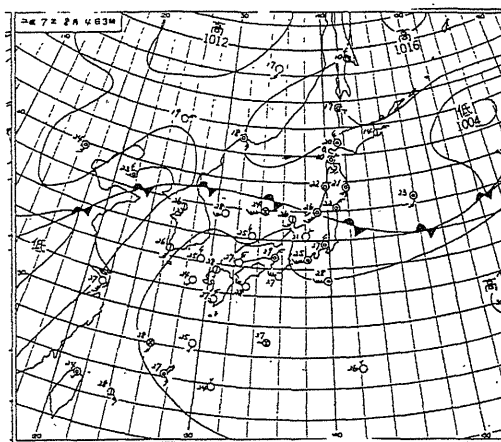


Fig. 2 Synoptic chart at 3:00 JST 4 August 1995.

②八王子市・東京都立大学

ライダー観測

③江東区の東京商船大学

ライダー観測

東京都環境科学研究所

パイバル観測

世田谷区ではアイセーフティ $2 \mu\text{mH}\alpha$ ライダー（石川島播磨重工業製）による RHI観測を行った。ラジオゾンデ観測では、オンライン表示のできるオメガゾンデ（ヴァイサラ社製）を使用した。この観測と平行して、環状八号線，国道246号線，江東区でインパクターによるエアロゾルの採取を行った。

観測期間は1995年7月31日～8月4日で，観測時刻は原則として7:00～17:00の2時間毎とした。この時刻に3地点でネットワーク観測を行った。

3 観測結果

猛暑となった昨年8月，環八雲がしばしば観測された。参考のため，その結果をFig. 1に示す。積雲列（環八雲）の出現高度は600-1200mで，混合層高度とよい対応がみられる。

Fig. 2に1995年8月4日の地上天気図を示す。太平洋高気圧に覆われた関東から九州は昨年同様，猛暑となったが，前線の停滞した東北以北はぐずついた天気になった。この前線が南下したときは，関東地方も不安定な天気となった。

8月1日： 15時，世田谷区において $2 \mu\text{mH}\alpha$ ライダーによるRHI観測の結果をFig. 3に示す。高度角 $5^\circ \sim 90^\circ$ までをRHI表示したものである。高度1600m付近を中心にエアロゾル層が広がっている様

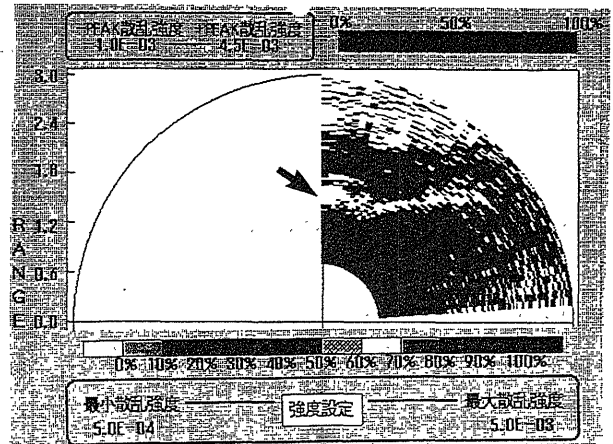


Fig. 3 RHI display of the aerosol layer over Setagaya-ku, Tokyo at 15 JST 1 August 1995.

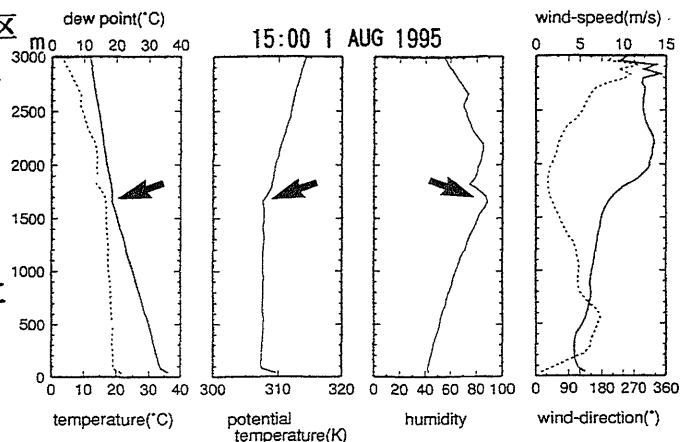


Fig. 4 Radiosonde observation over Setagaya-ku, Tokyo at 15 JST 1 August 1995.

子がわかる。同じ時刻に観測されたラジオゾンデ観測（Fig. 4）と比較すると，エアロゾル層高度は混合層高度とよく対応していることがわかる。また，この高度では相対湿度が高い。昨年の結果（Fig. 1）と比較すると，今年は全般に混合層高度が高い傾向がみられた。

8月2日： 8月2日午後4時，雷雲が全天を覆い，雷を伴った激しい夕立が降った。世田谷区では82mmの降水量を記録した。

8月3日： 前日の夕立により，都心のエアロゾルがウォッシュアウトされた。午前中はもやがたちこめていた。やや涼しくなり，上空には巻雲が出現した。

8月4日： 11時頃、世田谷区ではダスト前線が都心を通過する様子が観察された。八王子でもこれに対応すると思われる現象が13時過ぎに観測されている(Fig. 5)。詳細なメソ気象解析をする必要があるが、おそらくこれは海風前線のヘッドの通過に伴う現象であろう。

観測期間中の全データを用いて、混合層高度(Z_T)とエアロゾル層高度(Z_{sc})および湿度の急減する高度(Z_{hum})との関係を調べた(Fig. 6)。 Z_T は Z_{hum} 、 Z_{sc} とよい対応関係がある。特に、混合層の発達過程にある午前中は、よい相関関係がみられた。このことは、混合層内では対流活動によりエアロゾ

ルや水蒸気が鉛直方向に輸送拡散されることを意味する。 Z_{sc} にやや散らばりがみられる原因の一つとして、ライダーが直上の大気をみているのに対して、ラジオゾンデの気球は風下に流されながら上昇し観測しているということが考えられる。

以上のことから、夏季の日中、東京を中心とする都市境界層での広域のエネルギー・物質輸送過程においては、混合層の果たす役割が重要であると言える。そして、混合層の時空間変化を調べる観測手段として、ライダーはきわめて有効である。

環八雲の出現しなかった理由として、大気が乾燥し、凝結高度が高かったことが上

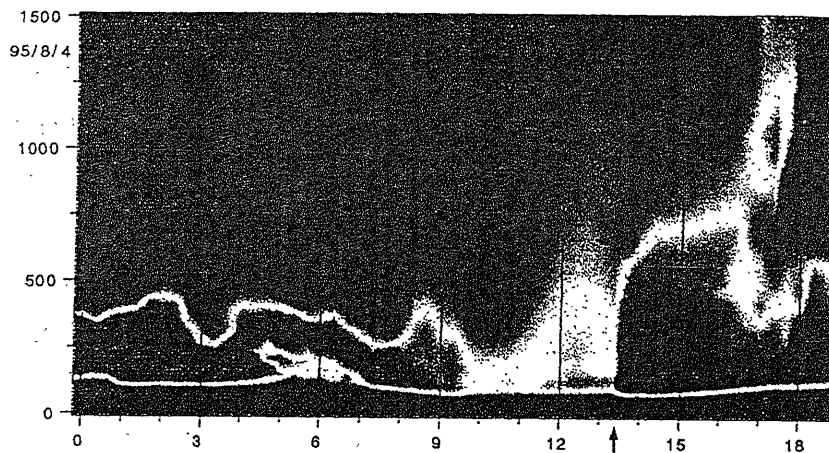


Fig. 5 THI display of the lidar signal over Hachioji, Tokyo on 4 August 1995.

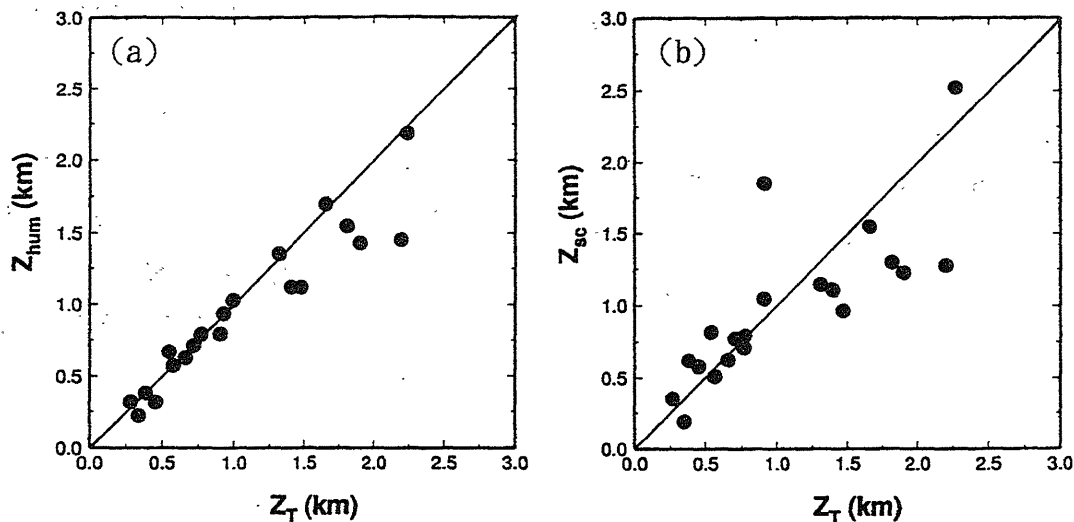


Fig. 6 Relationships of the height of Mixed layer Z_T to Z_{hum} (a) and to Z_{sc} (b).

げられる。これは今年の太平洋高気圧の性質かもしれない。第2の理由として、前線が東北地方に停滞し、しばしば南下し、その影響で、高度8-10km付近にしばしば巻雲が出現したことが考えられる。

4 まとめ

- 1) 夏季の日中、東京を中心とする都市境界層での広域のエネルギー・物質輸送過程においては、混合層の果たす役割が重要である。
- 2) 混合層高度(Z_T)は、エアロゾル層高度(Z_{sc})および湿度の急減する高度(Z_{hum})とよい対応関係がみられた。特に、混合層の発達過程にある午前中は、よい相関関係がみられた。午後はエアロゾルのresidual layerが上空に存在することがあり、相関がよくないこともある。
- 3) 観測期間中では、8月1日が最も天気がよかった。秋雨(梅雨)前線が東北地方にあり、南下してきた時には巻雲・中層雲が観測された。
- 4) 特に顕著な現象としては、8月2日午後の激しい夕立、それによるエアロゾルのウォッシュアウト、4日のダスト前線の都心通過があげられる。これは、おそらく海風前線のヘッドの通過に伴う現象であろう。
- 5) 環八雲の出現しなかった理由として、大気が乾燥し、凝結高度が高かったことが上げられる。第2に、前線が東北地方に停滞し、しばしば南下したことが考えられる。

謝辞 観測場所に関しては、駒澤大学総務課の御木彦宏氏、漆原和子氏、東京都環境科学研究所の伊藤政志にご配慮を頂いた。本研究の取りまとめにあたっては、財団法人日本生命財団研究助成「ライダーネットワークによる環八雲の形成機構に関する研究」(代表者: 甲斐憲次)の助成を受けた。この場を借りて謝意を表す。

参考文献

- 甲斐憲次: 都市特有の気候が生み出した環八雲(1994, ニュートン, 8, 113-115)
- 甲斐憲次ほか: ライダーネットワークによる環八雲の形成機構に関する観測(1994, 第20回リモートセンシングシンポジウム講演論文集, 25-26)
- 甲斐憲次ほか: 環八雲の発生条件に関する気候学的研究-1989年8月の統計解析について-(1994, 東京都環境科学研究所年報, 27-34)
- 甲斐憲次ほか: 東京環状八号線道路付近の上空に発生する雲(環八雲)の事例解析-1989年8月21日の例-(1995, 天気, 8, 417-4427)
- Kai, K. et al., 1995: Coincident lidar and radiosonde observations of the Kampachi Cloud (the cloud street over the Metropolitan Loop No. 8 in Tokyo). XXI General Assembly Boulder, Colorado July 2-14 1995, HA51B-13.
- 甲斐憲次ほか: 1994年8月、東京都世田谷区上空で観測された積雲列(環八雲)について-速報-(1995, 天気, 10月号印刷中)