

東京上空のエアロゾル層と温度・湿度・風の鉛直分布 —海風前線に伴う、都心における水蒸気鉛直分布の変化—

甲斐憲次（筑波大学地球科学系）

1. 研究の背景と野外観測

私のグループは、東京都の委嘱（環八雲の形成機構の解明に関する研究）を受け1991年より、東京を中心とする都市混合層とその上空に形成される積雲列に関する総合観測を実施してきました。この研究では、東京都立大学・東京商船大学・東京都環境科学研究所の協力を得て、毎年8月上旬、江東区・世田谷区・八王子市でライダー・ラジオゾンデ観測を行いました。

なぜ東京で高層気象観測を自前で行わなければならないかという点、大手町にある気象庁では林立するビルなどの都市化の影響で（?）、ラジオゾンデ観測が実施されていないからです。たとえば、混合層高度は大気汚染を支配する重要なパラメータですが、ルーチン的な観測資料はありません。

これが現状ですが、本研究ではラジオゾンデを上げるほか、近年急速に進歩したアクティブ・リモートセンシングの手法の一つであるライダーを取り入れて、ライダー・ネットワーク観測を試みています。時・空分解能を上げた観測から、今までにははっきりと認識されなかった現象が見えてくるのではないかと思うからです。

2. 野外観測の成果

観測の成果を一言でまとめると、平凡かもしれませんが、「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、混合層と海陸風の果たす役割が重要である。」となります。

主要な結果は、以下の通りです。

(1)混合層高度(Z_T)は、エアロゾル層高度(Z_{sc})と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、よい相関が見られた。混合層の時空間変化を調べる方法として、ライダーは極めて有効である。

(2)顕著なダスト前線の都心通過現象が1995年夏季、測器のほか目視でも観測された。このダスト前線の通過に伴い、湿度と温度の鉛直分布も急変した。ライダー・ラジオゾンデ観測および地上気象要素の解析によると、このダスト前線は海風前線のヘッドの通過に伴う現象であることが判明した。

昨年8月上旬、実施した航空機観測の結果は、次の通りです。

(3)航空機観測・ライダー観測・ラジオゾンデ観測は、よい一致をみた。→混合層によって、エアロゾル・水蒸気が鉛直方向に輸送され、東京エアロゾル層が形成される。

(4)江東区・世田谷区・八王子市と内陸に行くに従って、エアロゾルが多くなる（鉛直方向にも）。→このようなエアロゾルの地域的な分布の特徴は、関東スケールの局地循環あるいは内部境界層が関係している可能性がある。

3. GPS気象学に期待すること

過去6年間、東京でライダー・ラジオゾンデ観測を実施してきて、

混合層=水蒸気・エネルギーの鉛直輸送

海陸風=水蒸気・エネルギーの水平輸送

の過程をとらえることができました。

この観測の意義は大いにあると思います。しかしながら、集中観測はある意味でスナップショットであり、南関東を舞台にした海陸風と混合層による水蒸気輸送の全容をとらえているとはいえません。

メソスケールの水蒸気や湿度の観測網は、現時点で存在していません。アメダスも自治体の観測網（大気汚染常時測定局など）も湿度の観測が行われていません。

そこで、GPS観測網により、南関東における海陸風による水蒸気輸送がとらえられたら、おもしろいと思います。その際、ライダー観測は鉛直分布に関する情報を提供することができると思います。

4. 参考文献

甲斐憲次, 1994: 都市特有の気候が生み出した環八雲, ニュートン, 14(8), 113-115.

甲斐憲次ほか, 1994: 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-, 東京都環境科学研究所年報, 27-34.

甲斐憲次ほか, 1995: 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-, 天気, 42(8), 417-427.

甲斐憲次ほか, 1995: 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- 天気, 42(10), 715-719.

Murayama, T. et al., 1996: Depolarization ratio measurements in the atmospheric boundary layer by lidar in Tokyo. J. Meteor. Soc. Japan, 74(4), 571-578.

中島勇人ほか, 1997: アイセーフレーザによる大気環境計測. レーザー研究, 25(1), 50-54.

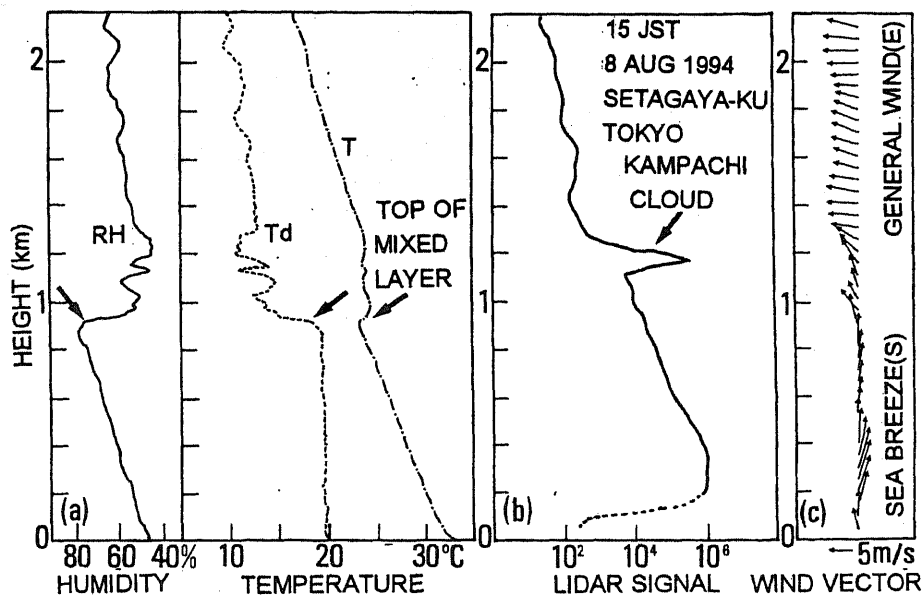


Figure 1. Lidar and radiosonde observation of the cloud street over Setagaya-ku, Tokyo at 15 JST on 8 August 1994. (a) relative humidity (RH), dew-point temperature (Td) and air temperature (T), (b) backscattered lidar signal, and (c) horizontal wind vector.

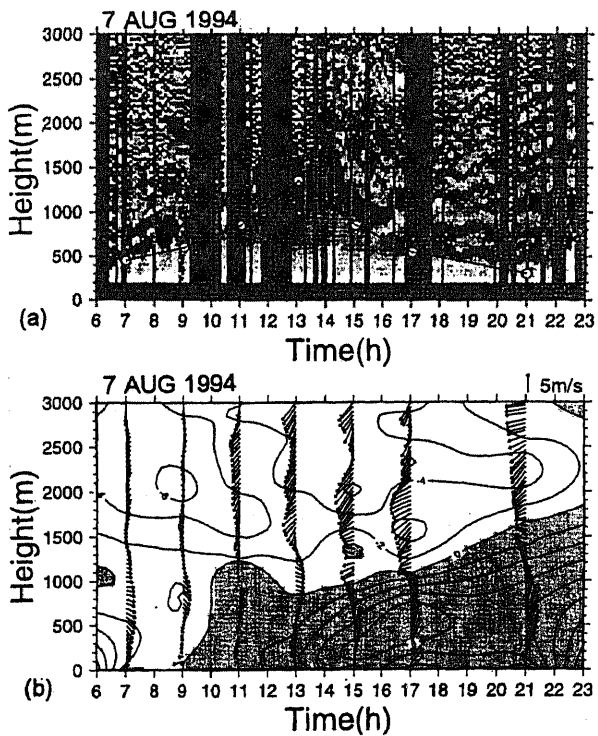


Figure 2. (a) Two-dimensional differentiation of the lidar signal for enhancement of the aerosol distribution structure, and the height of the mixed layer. (b) wind vectors, and land and land/sea breeze. The sea breeze zone is hatched.

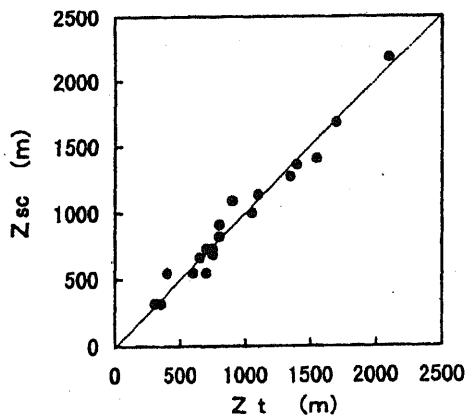


Figure 4. Correlation between the height where the potential temperature changes (Z_t) and the height where the scattering intensity sharply decreases (Z_{sc}).

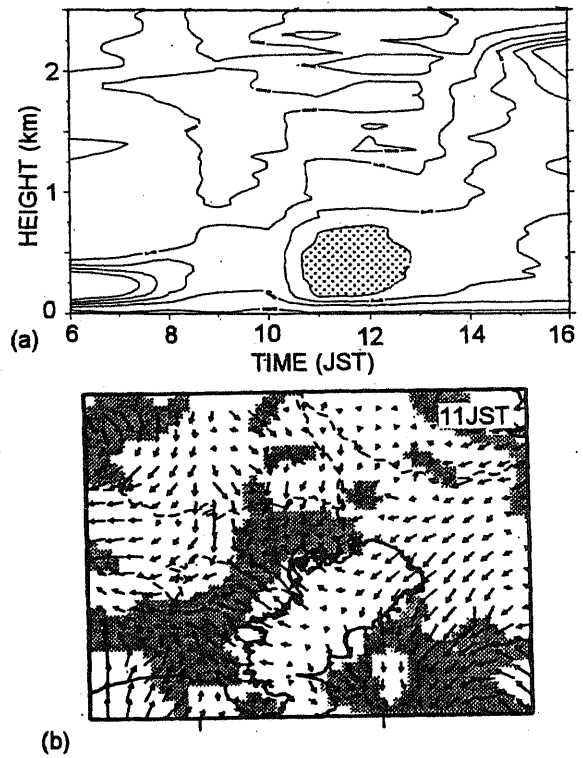


Figure 3. (a) Diurnal variation of the lidar-backscattering signal. A hatched area corresponds to the dust event. (b) surface wind vector and convergence of the surface wind at 11 JST on 4 August 1995. A hatched area indicates a convergence.

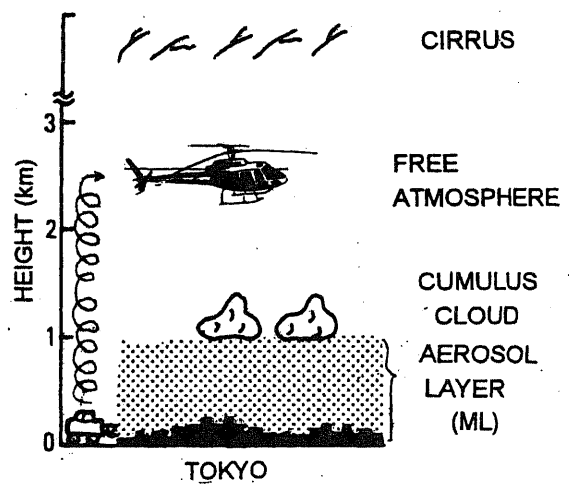


Figure 5. Schematic illustration of the aerosol layer over Tokyo on 9 August 1996.