

航空機観測による関東平野の夏期のエアロゾル分布特性

中央大学理工学部 正員 志村光一 山田 正
中央大学大学院 学生員 板谷越朋樹

1.はじめに:著者らはこれまで実スケールの雲物理実験やエアロゾルを考慮した数値計算を行い、エアロゾルが降雨に与える影響について研究を行ってきた。その結果、エアロゾルが雲水量の増減に大きく寄与することなど重要な結果を得ている¹⁾。しかし、過去の研究においてもエアロゾルが実大気での降水量の定量的な増減を述べた報告は少ない。よって航空機による観測から関東平野におけるエアロゾルの鉛直及び水平分布について調査し、降雨予測のために大気環境の基礎的な因子の変動特性を把握することが本研究の目的である。

2.観測概要:航空機による観測は1999年8月24日(火)、25日(水)の2日間行った。測定した項目は、気温(サーミスタ式温度計)、相対湿度(Vaisala社製、静電容量式湿度計)、エアロゾル数濃度(リオン社製、パーティクルカウンター)である。同時期に、東京都文京区(中央大学:地上70m)、群馬県前橋市荒牧(群馬大学:地上20m)においてパーティクルカウンターによるエアロゾル数濃度の観測を行っている。

図-1 は今回の観測を行った飛行経路である。1 日目の飛行は悪天候かつ飛行経路の制限を受けたため、今回は 2 日目の観測結果を示す。観測の飛行は番号の若い順で行われた。飛行高度は通常、高度 500m であるが桐生市-安中市間を復路③は高度 1000m で飛行し、国立市-小岩区間の復路⑧も高度 1000m で飛行し鉛直方向の挙動を調べた。

3.観測結果:図-2 はパーティクルカウンターで測定した前橋と文京区における大気中のエアロゾル数濃度の時系列とセスナ機観測により測定した上空大気のエアロゾル数濃度の時系列である。まず山間部と都心部でのエアロゾルの分布特性を調べる。前橋で計測したエアロゾル数濃度の値に比べ都内の文京区で計測した数濃度の値のほうがどの粒径に関しても大きいことがわかる。山間部である経路②,③(群馬県②:高度 500m,③:高度 1000m)と比べると数濃度にして3~10 倍ほど安中市より桐生市上空の方が大きい。このとき経路②,③では数濃度の変化は対称であり、高度変化による数濃度差は確認できなかった。また、都内の横断経路である経路⑦,⑧(⑦:高度 500m,⑧:高度 1000m)では西へいくに従い数濃度が大きくなっていることがわかる。経路⑧ではどの粒径であっても経路⑦に比べ急激な数濃度の低下が見られる。都心では境界層内の高度が増すにつれ、数濃度は下がる。これは接地境界層からのエアロゾルの供給があるものと考えられる。

次に、水平方向の移流による変化を見る。経路①,④ (①:  :1999/8/25 13:05-16:30 (飛行時間:3 時間半))
高度 500m,④:高度 500m) において $d>0.3\mu\text{m}$ 、 $d>0.5\mu\text{m}$ の粒径のエアロゾルは水平方向に 10 倍の変動を示している。観測全体を通して、本観測で測定可能な粒径の小さいエアロゾルは水平方向の変動が大きい傾向にある。 $d>0.5\mu\text{m}$ の粒径については平野内でピークをむかえており、 $d>2.0\mu\text{m}$ の粒径では千葉市上空や国立市上空にて本観測で最も高い数濃度を示している。このことはエアロゾルの成因の違いから生じる差であると考えられる。

4.エアロゾルの挙動と海風の関係:図-3 はセスナ機で観測した大気の気温・相対湿度と温位・水蒸気混合比の時系列である。温位に関して経路②,③と経路⑦,⑧はともに同経路であるが高度が異なるため、温位に大きな変化が見られる。水蒸気混合比に関しては群馬の経路②,③ではほとんど対称的であり、鉛直方向に一樣であることを示す。一方、都内の横断経路⑦,⑧では対称的な挙動は見られず高度 1000m での水蒸気混合比が高度 500m のそれよりも 1g/kg ほど低い。また、図-2 と図-3 よりエアロゾル数濃度と水蒸気混合比の挙動がよく一致している。

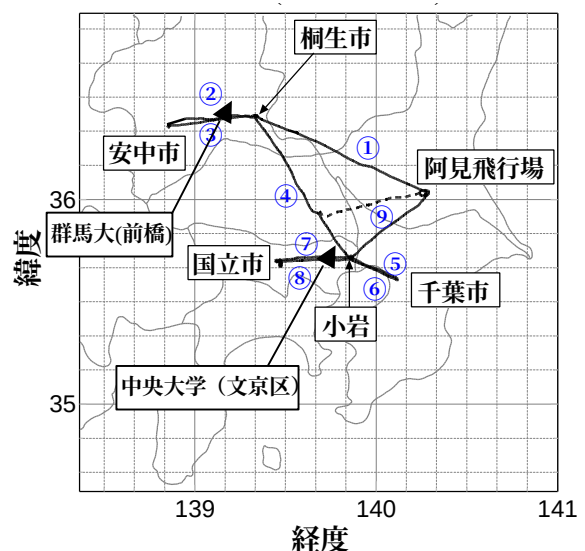


図-1 セスナ機観測による飛行経路

経路③、⑧は高度 1000m、他は高度 500m で飛行。

----- :1999/8/24 11:20-13:22 (途中データ欠測)
 _____ :1999/8/25 13:05-16:30 (飛行時間:3 時間半)

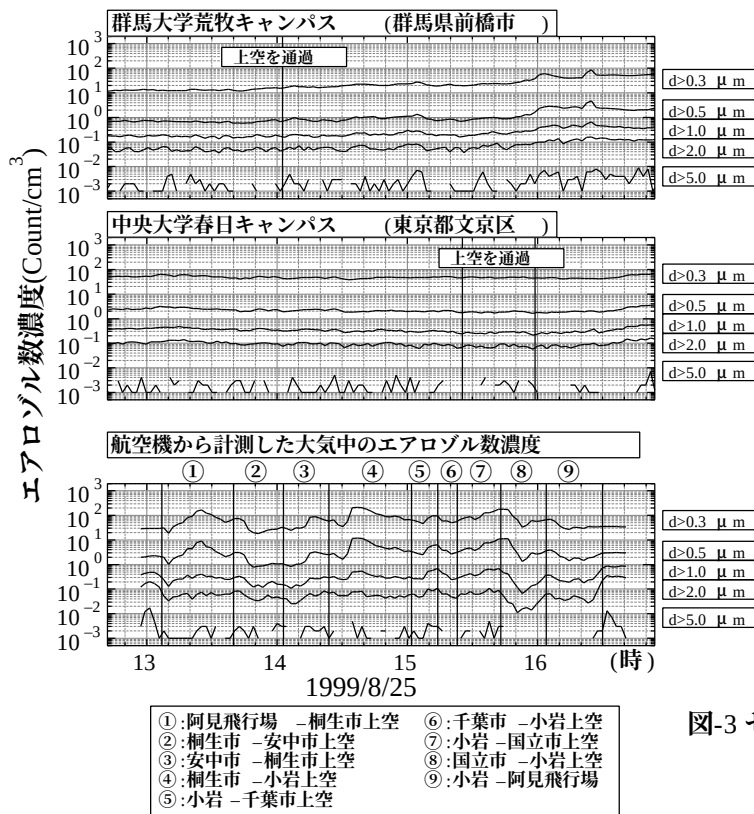


図-2 地上及びセスナ機観測によるエアロゾル数濃度の時系列

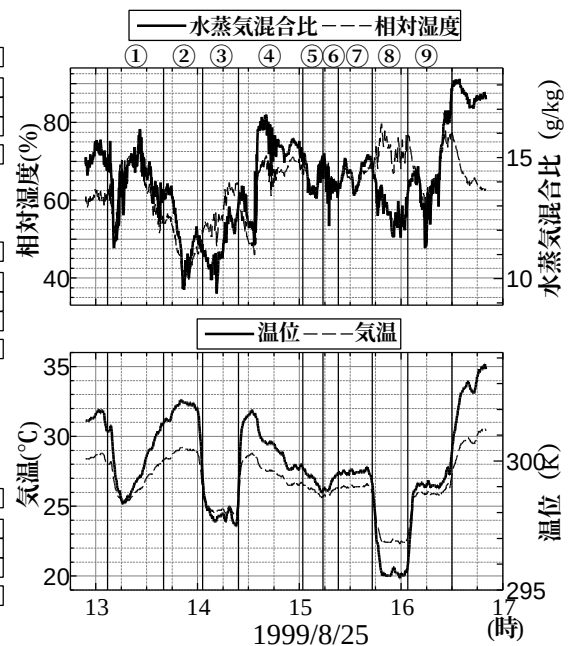


図-3 セスナ機観測による大気気温・湿度の時系列

経路③, ⑧は高度 1000m のため、温位が急激に低下。経路④ではエアロゾルと水蒸気量の増加が見られる。これは海風による増加である。

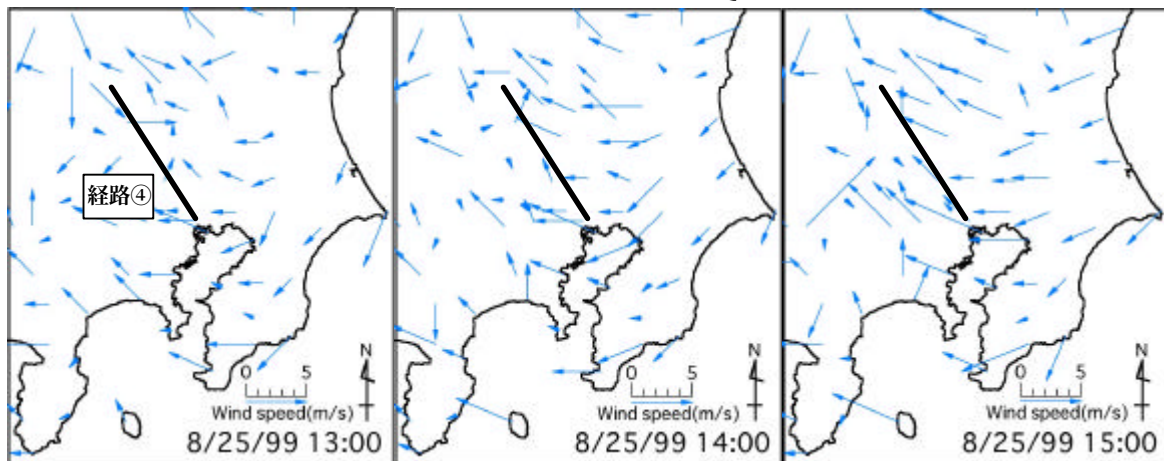


図-4 関東平野における風向・風速の水平分布の時間変化 (1999/8/25 13:00~15:00)

(この日は 13:00 から東の風が進入し始める。15:00 にはこの東風が関東平野の全域を覆う。)

このことより大気環境からエアロゾルの変動特性を知ることができる。経路④ (高度:500m) では水蒸気混合比が途中で大きく変化しており、同じく $d > 0.3 \mu\text{m}$ と $d > 0.5 \mu\text{m}$ のエアロゾル数濃度も増大している。 $0.1 \mu\text{m} \sim 10 \mu\text{m}$ とされる海塩粒子に一致する粒径の粒子が増加しており、この増加は海風の進入による増加と考えられる。図-4 ではこの日の 13:00~15:00 までのアメダスによる地表面の風向・風速の水平分布である。この日、この時間帯に徐々に鹿島灘からの東風が進入している。この風の影響を受け、水蒸気量とエアロゾルの不連続な点 (経路④での 14:40 付近) が生じている。以上のことから大気境界層内のエアロゾル数濃度の変化は鉛直方向の変化よりも地域性からくる水平分布が支配的であるとともに、風系による上空のエアロゾルの挙動を知ることが重要であるといえる。

4.まとめ:以上の観測から得られた結果を以下に示す。

- ・関東平野における境界層内の鉛直方向のエアロゾル数濃度は山地部では一様であり、都心部では下層ほど数濃度が高い値を示す。 $d > 5 \mu\text{m}$ の巨大粒子では約 10 倍の濃度差を確認した。
- ・境界層内の $d > 0.3 \mu\text{m}$ のエアロゾル数濃度の急激な増加は海風によるものであることが分かった。

参考文献:1)山田正:大気中のエアロゾルが降雨現象に及ぼす影響, 土木学会論文集 No.614/II-46,1-20,1999.2