

関東地方における海陸風が気象因子輸送に与える影響に関する研究

中央大学大学院 〇狩野学
東日本旅客鉄道(株) 松本浩一

中央大学大学院 新井雅之
中央大学理工学部 山田 正

1.始めに 関東地方では夏季の夕方に突発的な集中豪雨が頻発する．本研究は1996年より関東平野各地において著者らが行った総合気象観測の結果を用い，海陸風の水蒸気，エアロゾルの輸送に与える影響の解析を行ったものである．

2.観測概要 著者らは，図-1示す関東地方の4地点（荒川岩渚水門，東京都文京区春日，東京都八王子市，群馬県前橋市）で，係留気球を用いて高度25m毎にサーミスタ式温湿度計を設置し，地上400mまでの気温と相対湿度の鉛直分布を計測した．地上では大気圧，エアロゾル数濃度，気温，相対湿度，雨量，風向風速を計測した．降雨観測には東京都文京区中央大学理工学部を設置してあるドップラレーダを使用した．1999年，2000年には図-2に示す経路で4日間航空機を飛揚させ，大気圧，気温，相対湿度，エアロゾル数濃度の測定を行った．解析日は，太平洋高気圧に覆われた安定した気圧配置で，図-3に見られるような海陸風の発生した日を解析の対象とした．

3.海風による水蒸気輸送 図-4は著者らが前橋地点での観測により得られた風向・風速と水蒸気混合比の時系列を示している．この図より8月24日～26日，30日には北よりの風で水蒸気混合比が減少し，南東よりの風では水蒸気混合比は増加している．一方，8月27日～29日については風向と水蒸気混合比の挙動に強い関係が見られない．この3日間について風速を見ると，他4日間の風速の変動幅が1[m/s]～4[m/s]なのに対して0[m/s]～5[m/s]と変動幅が大きい．即ち，風速の変動幅が小さいときは水蒸気混合比の変動は風向に依存し，風速の変動幅が大きい時は風向に依存していない．図-5,6,7はそれぞれ荒川岩渚水門，文京区春日，八王子市の風向・風速と水蒸気混合比の時系列を示している．風向図より東京湾に近い岩渚水門と春日では，13:30に海風進入が開始し，八王子では14:40に海風の進入が開始している．この3

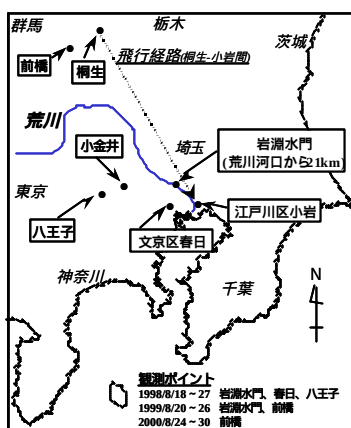


図-1 観測地点の位置関係

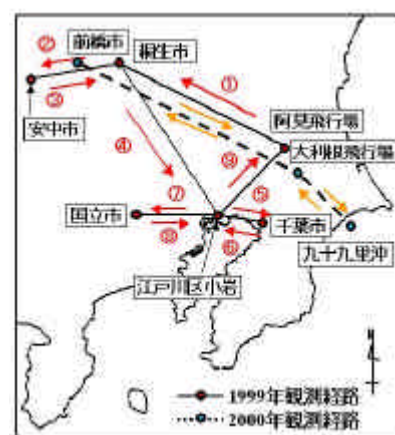


図-2 航空機の飛行経路

〔関東地方の4点で地上気象観測と，桐生～小岩間で航空機観測を行った．〕 〔1999年8月24日,25日と2000年8月26日,28日の4日間観測を行った〕

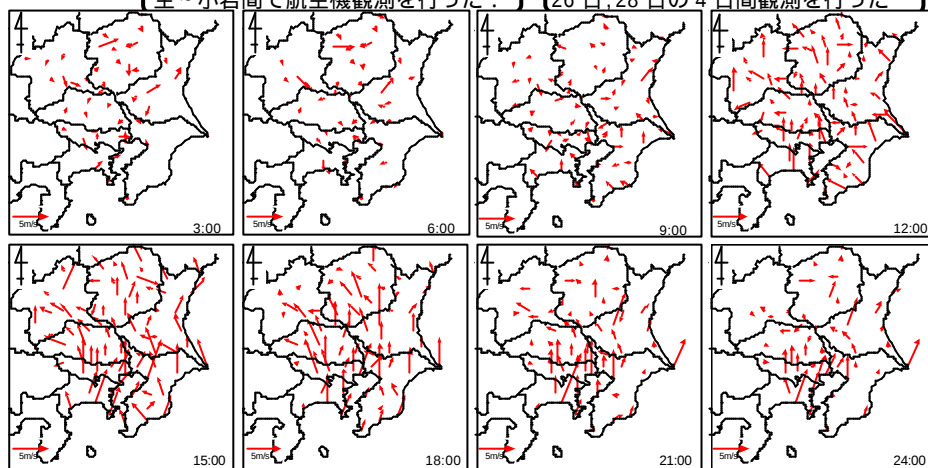


図-3 関東地方における海陸風の日変化(2000/8/26, 前橋)

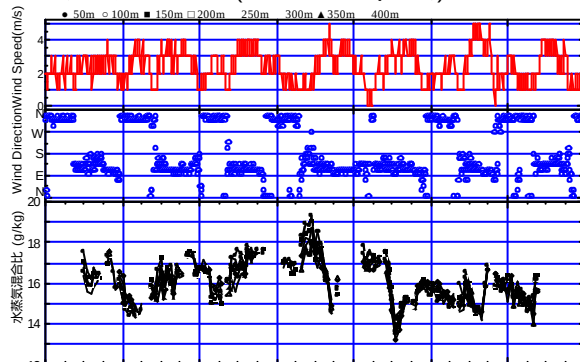


図-4 水蒸気混合比と風向・風速の時系列(2000, 前橋)

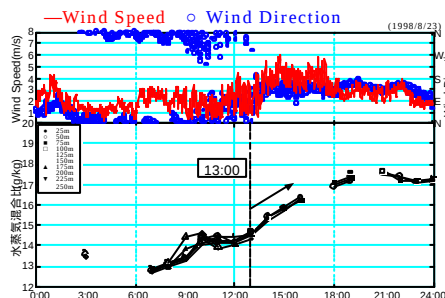


図-5 東京都荒川岩渚水門での水蒸気混合比と風向・風速の時系列

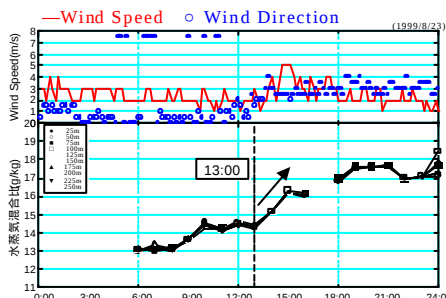


図-6 東京都文京区春日での水蒸気混合比と風向・風速の時系列

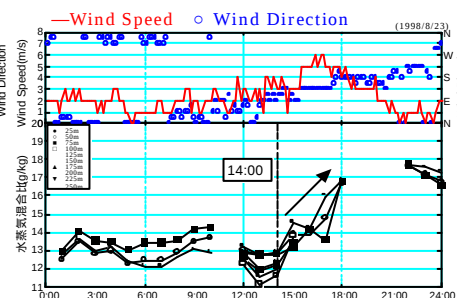


図-7 東京都八王子市での水蒸気混合比と風向・風速の時系列

Keyword: 海陸風, 水蒸気混合比, エアロゾル

連絡先: 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部 TEL03(3817)1805, FAX03(3817)1807

地点の水蒸気混合比の時系列を比較すると岩渕水門、春日では13時以降に、八王子市では14時以降に急激に増加しており、これは海風の進入時間と一致する。このことから海風は東京の内陸まで侵入し水蒸気を輸送している。図-8は水蒸気混合比の鉛直分布の遷移と風向・風速の時系列を示している。海風海風の進入する時間帯(12:00~16:00)では、他の時間に比べ高度100m~200mの所で水蒸気混合比が高い値を示している。つまり、海風は密度流の様に進入し、高度100m~200mの所に多くの水蒸気を輸送している。

4. 海風によるエアロゾルの輸送 図-9は2000年8月28日に航空機により観測された水蒸気混合比とエアロゾル数濃度を示している。エアロゾル数濃度は、午前、午後共に海上から内陸部に向かうに従い増加している。特に雲粒の核となる $1\mu\text{m}$ 以下の微小粒子の増加が顕著であり海上に比べ内陸部では4倍程度増加していた。この増加傾向は午前中に比べ午後のほうが顕著であった。水蒸気混合比は午前と比較して午後の方が、各高度で観測された水蒸気混合比の平均値からの変動量が大きいことがわかった。図-10は上空500mにおいて午前と午後における前橋と九十九里沖で観測された各粒径のエアロゾル数濃度を示している。前橋上空においては午前・午後ともに $1\mu\text{m}$ 以上のエアロゾル数濃度はほとんど変化していないが、雲粒の核になりやすい $1\mu\text{m}$ 以下のエアロゾルは2倍以上に増加をしている。一方、九十九里沖において午前と午後とのエアロゾル数濃度を比較すると全粒径において数濃度が50%以下に減少している、特に雲粒の核となりやすい $1\mu\text{m}$ 以下の微小粒子の減少が顕著であった。これは、夜間に発生した陸風により海上まで運ばれた都市起源のエアロゾルが昼間に発生した海風によって再度陸側に移流しているためだと考えられる。

海洋起源と都市起源のエアロゾルの特徴 大気エアロゾルは広い粒径範囲にわたる多数の粒子の集まりである。粒径($D, D+d\log D$)の間に属する粒子の数濃度を $dN(D)$ とすると $N(D)=N(D)/\log D=C D^{-\nu}$ で近似することができる、以下エアロゾルの考察にはこのJunge分布の近似式を用いた。ここで ν はJunge Slope, C は数濃度係数である。 ν が傾き、 C が切片であるから、 ν の値が大きいとき粒径 $1\mu\text{m}$ 以下の粒子の割合が高いこととし、 C が大きいときエアロゾルの個数が多いことを表す。図-11は沿岸部と都心部で観測されたエアロゾル数濃度の特徴を比較したものである。図-11から都市起源の粒子は海洋期限の粒子に比べ ν と C の値が大きい事がわかる。このことより都市起源の粒子は海洋期限の粒子よりエアロゾル数濃度が高く、雲の形成の核となる $1\mu\text{m}$ 以下の微小粒子の割合が高いことがわかった。

5. まとめ 1) 風速の変動幅が小さいとき北よりの風時に水蒸気混合比が減少し、南よりの風時に水蒸気混合比は増加する。2) 海風は東京の八王子市まで水蒸気を輸送している。3) 海風は密度流の様に進入し、高度100m~200mの所に多く水蒸気を輸送している。4) 航空機により観測された上空のエアロゾル数濃度は内陸に行くに従い増加する傾向にあった。5) 九十九里沖では午前中に比べ午後になるとエアロゾル数濃度は50%以下に減少する。特に $1\mu\text{m}$ 以下の微小粒子の減少が顕著である。

6. 参考文献 1) 山田正ら：河川環境を含む都市大気境界層の観測，水工学論文集第42巻，pp.37-42，1998。

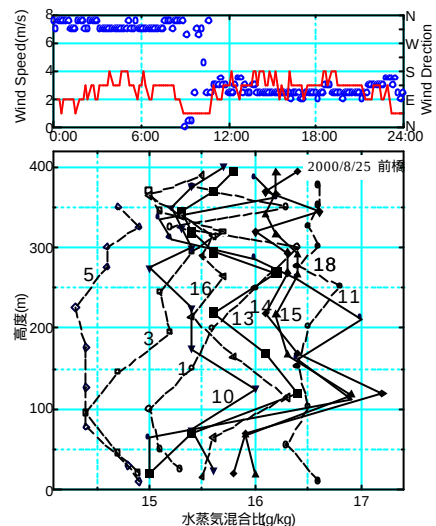


図-8 水蒸気混合比の鉛直分布と風向・風速
(黒い太線の所は海風が進入している時間を示す。高度100m~200mで混合比が高い値を示している。)

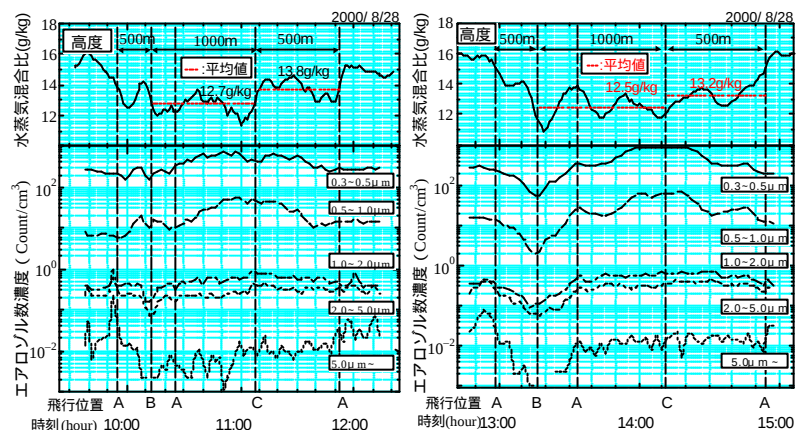


図-9 航空機観測によるエアロゾル数濃度と水蒸気混合比の時系列

A:九十九里沖, B:大田根飛行場, C:加須市, D:前橋市を示す。
エアロゾル数濃度が内陸に行くに従い増加している。午前と比べ午後の方が水蒸気混合比の変動量が大きい。

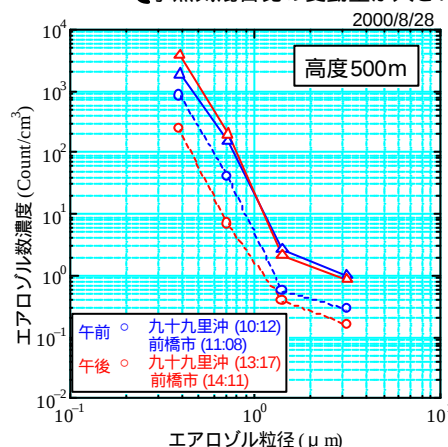


図-10 九十九里沖と前橋の上空で観測されたエアロゾルの粒径分布

(九十九里沖において午前と午後を比較すると全ての粒径で数濃度が低下している。)

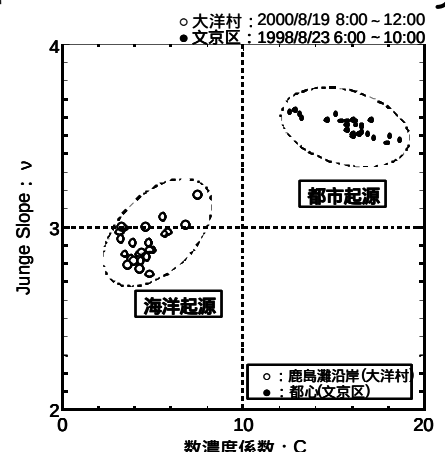


図-11 海洋起源と都市起源のエアロゾルの性質

(都市起源の方が ν と C が大きいことから、海洋起源に比べ微小粒子が多く数濃度が高い。)