

関東平野における海陸風日の高層での風の場の特性

中央大学大学院 学生員 ○佐藤 航
 中央大学大学院 学生員 土屋 修一
 中央大学 理工学部 フェロー会員 山田 正

1. はじめに:

1990年代から関東地方では、夏季に集中豪雨などの短時間に時間雨量 30 - 50mm を記録する激しい雨が頻発しており、それに伴う浸水、洪水などの風水害、土砂災害が社会問題となっている。集中豪雨などの降水現象を解明するに、風の立体的構造・特性を把握することは重要である。局地的かつ突発的に発生する集中豪雨の発生・発達・移動のメカニズムを解明するために、著者らは関東平野各地で大気観測を行い、集中豪雨に影響を与える気象因子の輸送メカニズムについて明らかにしてきた。本研究は、関東平野における地上から高層までの局地循環の水平・鉛直構造の解明を目的としている。本稿は夏季の晴天日においてドップラーソーダ、ウィンドプロファイラー、及び熊谷、大手町の AMeDAS データから関東平野における地上から高層にかけての風の場の構造について解析、比較を行い、その特性を明らかにした。

2. 観測概要:

観測地点の位置概要を図-1に示す。2003年8月から東京都江東区にある東京都下水道局砂町水再生センター(図-1: ①)において、ドップラーソーダ(周波数 1650Hz ~ 2750Hz, 観測分解能: 垂直方向 20m, 時間分解能 10 分, 測定高度 500m)を用いて接地境界層内における風向・風速の鉛直分布の連続観測を行なっている。さらに上空大気については、埼玉県熊谷(図-1: ②)におけるウィンドプロファイラーにより観測された高層の鉛直、水平成分の風向・風速データを使用し、地上付近のデータとして埼玉県熊谷(図-1: ③)と東京都大手町(図-1: ④)の AMeDAS のデータを使用し解析を行った。ウィンドプロファイラーとドップラーソーダは共に 10 分間平均値を使用している。



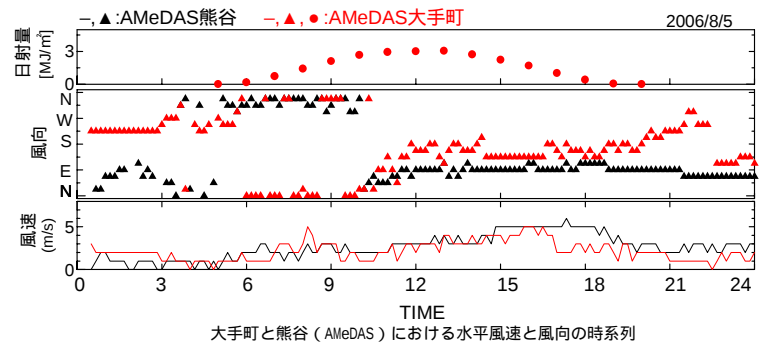
①江東区:ドップラーソーダ
 ②熊谷:AMeDASウィンドプロファイラー
 ③大手町:AMeDAS

図-1 観測位置概要

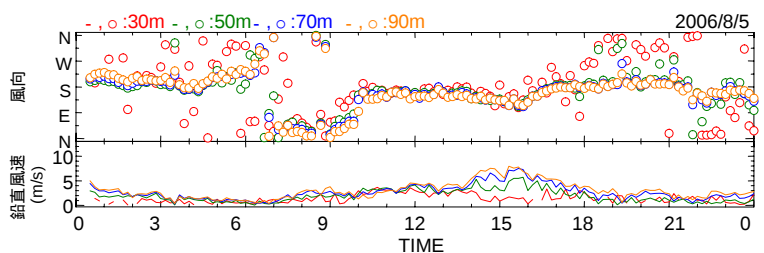
3. 観測結果と考察:

3.1. 気象概況

2006年8月5日の大手町と熊谷の風向、水平風速と東京都江東区の高度 30m-90m の風向、水平風速を気象概況として図-2に示す。江東区はドップラーソーダの観測データを使用し、大手町と熊谷は AMeDAS データを使用した。江東区、大手町、熊谷の3地点で同じ風向の挙動を示していることがわかる。風向は日射量が現れる朝6時頃から北を示し、9時頃に北から南へ風向が変化している。その後日射量が最大値を迎える12時頃には風向は南を示し、定常となる。地上風における海陸風特有の風向の変化が確認できたため、この日を海風日と判断して解析を行った。



大手町と熊谷 (AMeDAS) における水平風速と風向の時系列



東京都江東区における地上30m-90mの水平風速、風向の時系列

図-2 気象概況

キーワード ドップラーソーダ, ウィンドプロファイラー, 風,

連絡先 〒112-0003 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学大学院 T E L 03-3817-1807 E-mail : wataru@civil.chuo-u.ac.jp

3.2．夏の晴天日における地上 110m-400m の風の日変化

図 - 3 に 2006 年 8 月 5 日の地上 110m から 630m までの風向, 鉛直風速, 水平風速の時系列を示す. 使用したデータは江東区に設置したドップラーソーダの観測データを使用した. 一日を通じて風向の変化は全高度で似た挙動を示していることがわかる. 夜中 1 時の風向を見ると, 全高度で南南西を示している. その後, 夜中 2 時頃から徐々に南南西→西→北へと風向が時計回りに変わり, 朝 6 時から 7 時の間に全高度での風向が北に変わる. その後, 全高度で約 3 時間北向きの風が続き 9 頃から風向が南へ時計回りに変化した. その後, 風向が南に安定し 15 時 30 分頃に全高度それぞれで風速の最大値を迎えている. 図より 2 時頃から 7 時頃までの風向が南から北へと時計回りに変化していく時間を陸風開始時間, 7 時頃から 10 時頃までの, 風向が北を示している時間を陸風時間, 9 時頃から 13 時頃までの風向が北から南へ時計回りに変化していく時間を海風開始時間, 13 時以降を海風時間と定義する.

3.3．風向風速の鉛直方向の変化

図-4 にドップラーソーダにより観測された高度 110m から 430m までの鉛直風速, 水平風速, 風向の鉛直プロファイルを示す. 各時刻は陸風開始時間と陸風時間から任意に 2 ケースずつ, 時刻を抽出したものである. 夜中 1 時 50 分では, 高度が 390m から 110m へ低くなるに従い, 風向は北から南へ時計回りに変わっていることがわかる. 朝の 4 時 30 分では地上から高度約 250m 以上で, 風向は北を示し, 250m 以下は高度が低くなるに従って北から南へ時計回りに回っている. 朝 6 時には高度 200m 以上で風向が北を示している. 200m 以下は高度が低くなるに従って北から南へ時計回りの変わる変

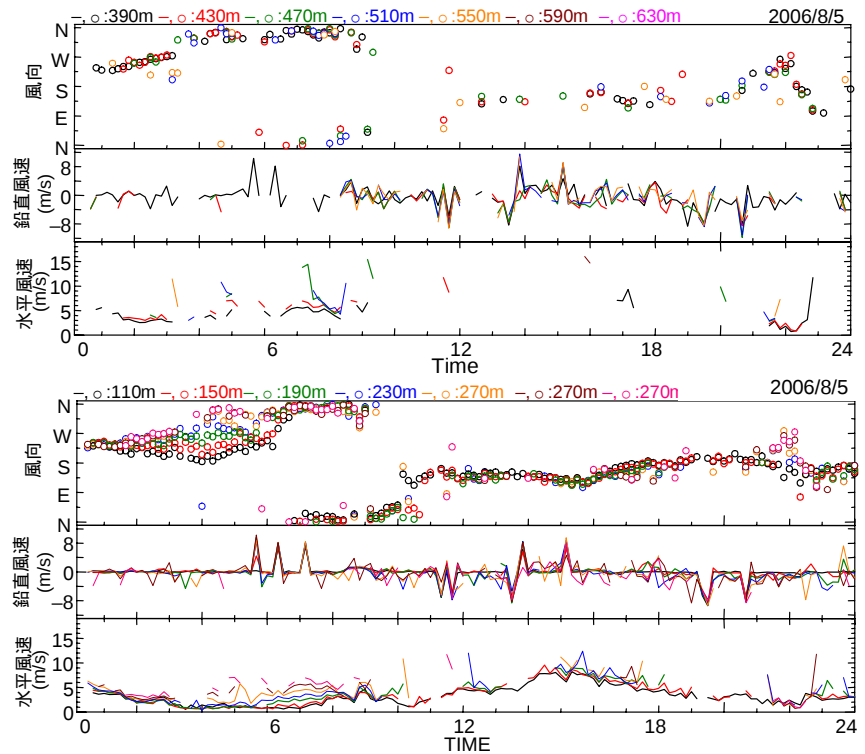


図 - 3 東京都江東区における地上 110m-630m までの風向
鉛直風速, 水平風速の時系列

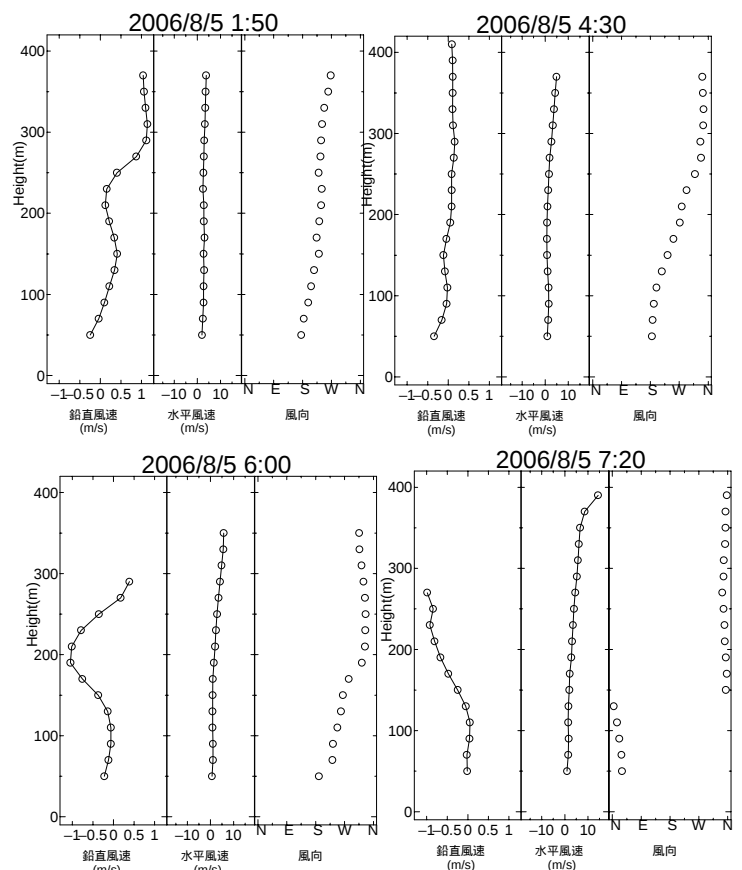


図 - 4 東京都江東区における陸風時の
風向, 鉛直風速, 水平風速の鉛直分布

化を見ることが出来る．そして風向は朝 7 時 20 分には全高度で北側を示す．また，4 つの時刻の水平風速，鉛直風速を見ると，水平風速は，高度によらず，ほぼ 0m/s から 5m/s であり，鉛直風速は高度により，風速の値が + - 1.5m/s の幅を持って変動している．これらのことから，陸風時には風向の南から北への時計周りの風向の変化は，高い高度から低い高度へ現象がづたわるといことがわかる．

また同様に図-5 に 9 時 10 分，10 時 30 分，11 時 30 分，17 時 40 分のドップラーソーダで観測された風向，水平風速，鉛直風速の高度 390m までの鉛直プロファイルを示す．各時刻は海風開始時間と海風時間から任意に 2 ケースづつ，時刻を抽出したものである．9 時 10 分には風向は全高度で北よりの方向を示しているが，10 時半には 200m 以下で北から南へ時計回りに風向が変わっている．11 時半にも同様の北から南へ風向が時計回りに変化している現象が地上から高度 300m まで見られる．17 時 40 分には全高度で風向は再び，南を示した．海風時の風向は地上付近から，北から南へ時計回りの風向の変化が現れ始めることがわかった．

以上より，陸風時までには風向の変化は高い高度から低い高度へ変化が伝わり，風速の水平成分よりも鉛直風速の鉛直成分のほうが大きいことがわかる．反対に海風時までには風向の変化は低い高度から高い高度へ変化が伝わり，さらに風向は時計回りに風向が変化していくことがわかった．

3.4 夏季の晴天日における高層の風の日変化

図 - 6 に同期間の熊谷におけるウィンドプロファイラーの風向と鉛直風速の時系列を示す．高度 424m，1015m，1606m で風向の挙動が同じである．昼の 10 時から 16 時にかけて風向は北から南に半時計回りに回転していることがわかる．高度 1606m 以上では風向は一日中南向きであった．また，風向の変化が現れ始めた時間は高度が低いほど早い．高度

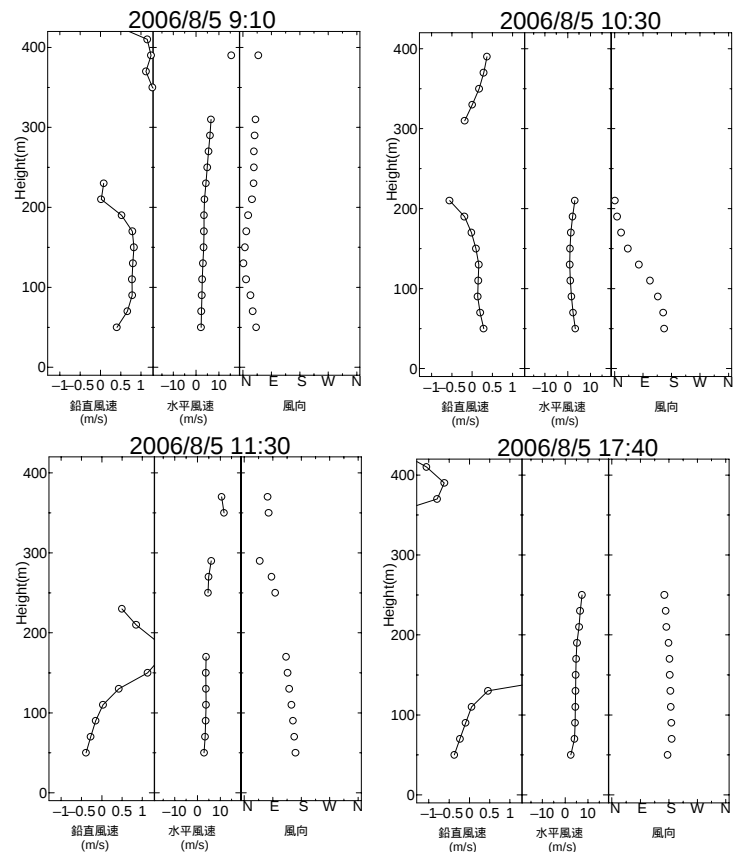


図 - 5 東京都江東区における海風時の風向，鉛直風速，水平風速の鉛直分布

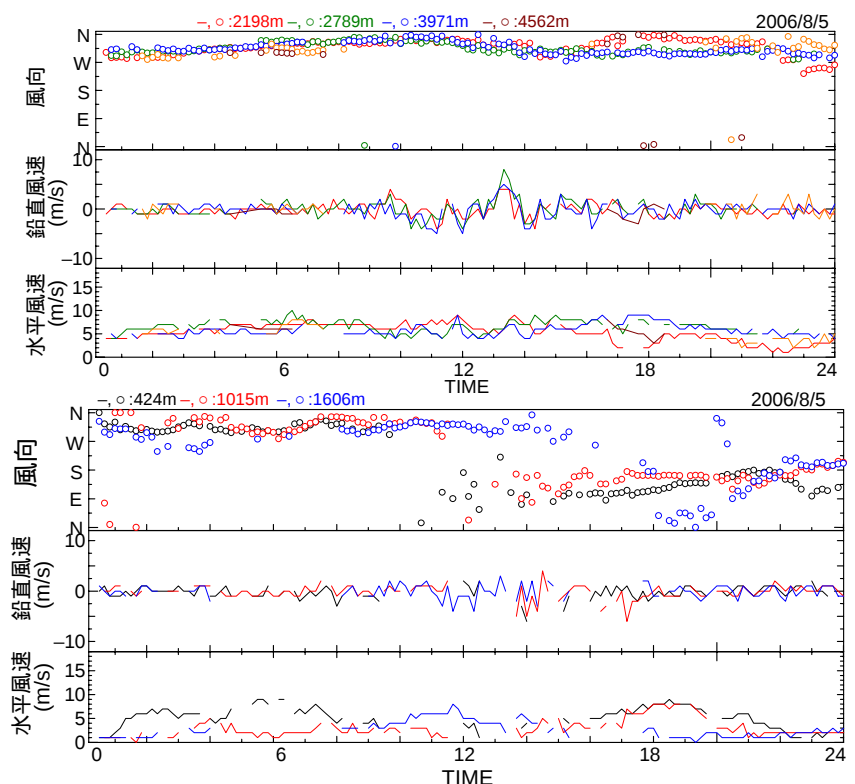
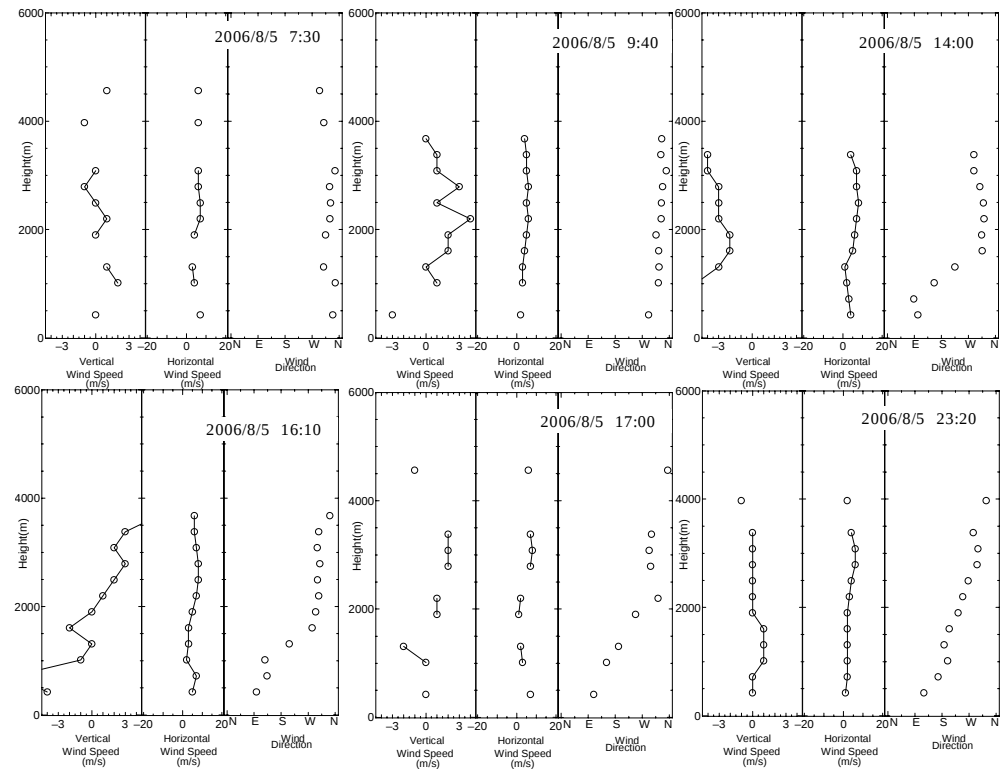


図-6 ウィンドプロファイラー(熊谷)における高層の風向，鉛直風速，水平風速の時系列

424m では 12 時頃であるのに対して 1606m では 14 時頃に南から北に風向が変化し始めていることがわかる。さらに高度 424m の風向の変化が確認された時刻と、**図-3** のドップラーソーダで観測した高度 390m の風向が確認された時刻とを比較すると、熊谷における高度 424m の風向の変化が確認された時刻のほうが 2 時間遅かった。また高度 1015m の風向の変化の挙動を高度 424m の風向の変化の挙動と比較すると、ほぼ同じ時刻に風向の変化が見られた。鉛直風速を見ると高度 424m, 1016m, 1606m での風向が北から南への変化している 12 時頃から 18 時頃の間で、観測高度全てで上昇風速の最大値をとった。特に最大値の中でも風向の変化が見られない高度 2789m での上昇風速が一番大きいことがわかった。これらのことから海風が東京湾から 70km 内陸の熊谷にまで流れ込むには 2 時間かかると考えられる。

3.5. 高層の風の風向風速の鉛直方向への変化

図-7 にウィンドプロファイラーにより観測された風向、鉛直風速、水平風速の高度 424m から 4562m までの鉛直プロファイルを示す。時刻の抽出に関しては、風向の変化を考慮して、1 日の時間を「風向が変化する前の時間」、「変化が見られる時間」、「風向の変化が終わり、定常になった時間」の 3 つに分割し、各時間から任意に時刻を抽出したものである。風向を見ると、時間が進むに従って、風向の時計回りの変化は低い高度から高い高度へ伝わっ



**図-7 ウィンドプロファイラー(埼玉県熊谷)における
風向、鉛直風速、水平風速の鉛直分布**

ていくことがわかる。これは海風の影響だと考える。しかし、高度約 3000m 以上になると風向の変化は見られない。この風向の変化が見られない高度が海風の持つ高層風に風向の変化を与える影響力が及ぼされる範囲の限界高度であると考えられる。

5. まとめ：

- 1)晴天日における海風の最大厚さは 1500m から 2000m 程度であることがわかった。
- 2)同じ高さのウィンドプロファイラーの風向データとドップラーソーダの風向データを比較することによって、熊谷は東京湾沿岸部よりも 2 時間遅れで海風の影響が現れることがわかった。
- 3)海風が発生する時間では風向は地上から上空に向かって北から南へ時計回りに風向の変化が起こり始める。対して、陸風が発生する時間では地上 600 以上から地上に向かって風向が南から北に時計回りに変わることがわかった。

参考文献：(1)志村光一，原久弥，山田正：レーダ雨量計を用いた関東平野における降雨形態の分類と降雨発生メカニズムに関する考察，水工学論文集，Vol.44，pp.97-102，2000。

(2)小林勝，岡田将治，平野廣和，山田正：関東平野における強降雨域と風の場の構造に関する研究，水文水資源学会 2004 年研究発表会要旨集，pp.120-121，2004。