

平野上の大気境界層における風速変動 Wind Variation in the Atmospheric Boundary Layer over a Plain

○堀口光章
○Mitsuaki HORIGUCHI

Wind variations in the atmospheric boundary layer (ABL) observed by a wind profiler of the Japan Meteorological Agency were investigated. The measured data at Nagoya Local Meteorological Observatory were used for the study of wind variations in a large plane. In the daytime, the decrease of wind speed in the morning and the subsequent increase of it in the afternoon were observed in the ABL. We infer that turbulent mixing and the resultant downward transfer of momentum in the daytime cause the wind variations in the ABL and the intensification of wind speed at the surface.

1. はじめに

地表に近い大気層である大気境界層で吹く風は、一日の中でも多様な原因によって変動している。この研究では、比較的大きな平野で周囲の地形の影響を受けにくい場所で大気境界層における風速がどのように変化するかを調べることを目的とする。そのために、気象庁の風車型風向風速計による地上での風の観測と共に、同じく気象庁のウィンドプロファイラによる上空の風についての観測データを解析に使用する。今回は、中立に近い大気境界層での風速変動について調べた研究（堀口，2018）に引き続き、安定度が不安定寄りである時間を含む秋季における観測例を解析する。

2. 観測の概要

気象庁は2001年4月からウィンドプロファイラによる各地における高層風の定常観測を開始し、この観測網は「局地的気象監視システム」と呼ばれている（加藤ほか 2003）。このウィンドプロファイラは、電波（周波数 1357.5 MHz, 波長約 22 cm）を上空に向けて発射し、空気の屈折率のゆらぎ（空間変動）により散乱され戻ってくる電波の周波数変化から上空の風を測る機器である。

ウィンドプロファイラの観測により、高度約 300 m 間隔で、風の東西成分、南北成分、鉛直成分と S/N 比（信号のノイズレベルに対する比）が得られる。また、気象条件により変化するが、通常、数 100 m から数 km の高さまで観測されている。観測データは、10 分平均された値として記録、

配信される。

比較的大きな平野である濃尾平野東部に位置している気象庁名古屋地方気象台（愛知県名古屋市千種区）（Fig. 1）におけるウィンドプロファイラ（北緯 35 度 10 分，東経 136 度 58 分）と地上気象観測により、風速変動を調べる。この場所へ北西方面から風が吹く場合、周囲の山々からは 40 km 程度離れていて、平野上を長く吹いてきた風を観測できる。また、風車型風向風速計は気象台本庁舎の屋上（地上高 17.9 m）に設置されており、地上天気状況の記録も合わせて、気象庁ホームページ（<http://www.jma.go.jp/jma/>）に掲載されているデータを参照する。

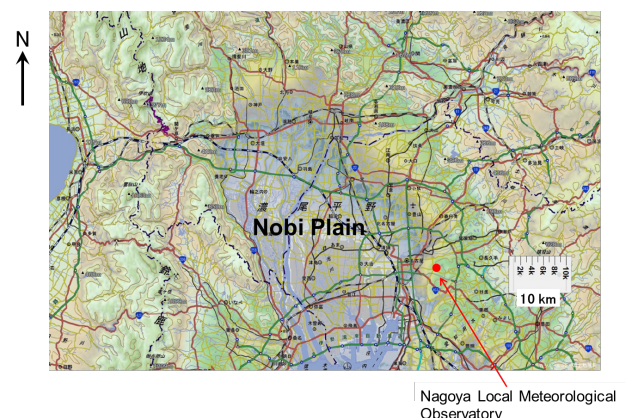


Fig. 1 Map around Nagoya Local Meteorological Observatory. This map was made by the software “Kashmir 3D”.

3. 観測例

秋季の観測例として、比較的風が強く、地上での風向は一日中、西北西から北の範囲であった2019年9月16日についてウィンドプロファイラの観測データを調べる。天気は、夜3時に曇、その後は晴あるいは快晴となった。また、この日、気温は高くなり、最高で34.6°Cに達している。

Fig. 2に示すように、地上での風速は日中において午前中から午後にかけて強くなっており、16時20分から30分の平均風速で8.4 m s⁻¹に達している。ウィンドプロファイラによる観測については、Fig. 2に対流圏下層の高度582 mから1455 mまでにおける水平風速値を示す。夜間に観測値が得られていない時間帯が多く見られるが、日中は比較的良く観測値が得られている。高度582 m, 873 m, 1164 mにおける水平風速の時間変化を見ると、午前中は風速が弱くなっていく傾向があるが、午後になって風速が増加している。例えば高度873 mでの風速について、13時40分から50分までの平均で7.2 m s⁻¹であったのが、17時30分から40分の時間では13.2 m s⁻¹に達している。さらに上空の高度1455 mでは、午前中に風速が弱くなるが、他の高度とは遅れて夕方になってから風速が増加している。

この日中の風速変化は、Crawford and Hudson (1973) による米国オクラホマシティのテレビ塔（最も上の測定高度は445 m）における一年間の測定データを平均した風速変化と良く似ており、大気境界層（混合層）が上空へと発達し、乱流混合による運動量輸送によって各高度の風速が変化したものと考えられる。午前中は大気境界層に取り込まれることで下方への運動量輸送により各高度の風速が減少するように働き、日中午後にはさらに大気境界層が発達することで、上方から運動量が輸送され、層内で風速が増加すると共に高さ方向

に一様な風速を示す。さらに上の高度（1455 m）では、大気境界層がその高さまで発達すると、その後は風速が増加したものと推測される。また、大気境界層内の風の変化に伴って、地表での風速も夕方近くになって最も風が強くなっている。

大気境界層における風速の細かな時間変化について調べると、例えば高度582 mや873 mでの風速のように、1から2時間程度の時間スケールでの風速変動も見られる。

4. おわりに

他の日の観測例についても合わせて解析を行い、平野上の大気境界層における風速変動について調べていく予定である。

謝辞

この研究での気象庁ウィンドプロファイラのデータは、京大生存圏研究所が運営する生存圏データベースによって収集・配布されたもの (<http://database.rish.kyoto-u.ac.jp>) を使用した。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- Crawford, K.C. and Hudson, H.R. (1973): The diurnal wind variation in the lowest 1500 ft in Central Oklahoma: June 1966–May 1967, *Jour. of Appl. Meteor.*, Vol. 12, pp. 127-132.
- 加藤美雄・阿保敏広・小林健二・泉川安志・石原正仁 (2003) : 気象庁におけるウィンドプロファイラ観測業務, *天気*, 第50巻, pp. 891-907.
- 堀口光章, 2018 : 中立に近い大気境界層での風速変動, *京都大学防災研究所年報*, 第61号B, pp. 387-393.

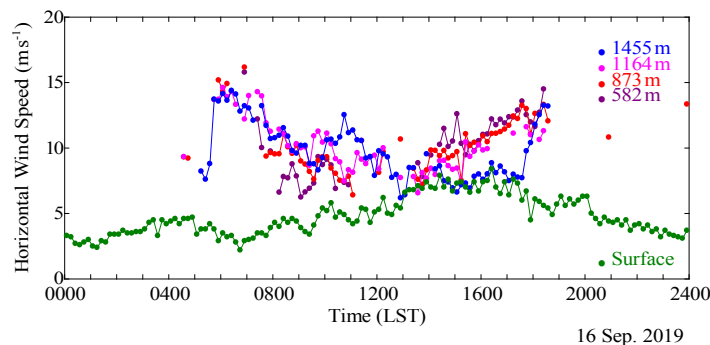


Fig. 2 Variations of horizontal wind speed at the levels of 582, 873, 1164 m, and 1455 m observed by a wind profiler at Nagoya Local Meteorological Observatory on 16 September 2019. Horizontal wind speeds measured by a windmill anemometer at the surface are also shown.