

秋季における大気境界層での風速変動 Wind Variation in the Atmospheric Boundary Layer during Autumn Season

○堀口光章
○Mitsuaki HORIGUCHI

Wind speed in the atmospheric boundary layer (ABL) changes in a variety of time scales. During autumn season, stability of the ABL varies from near neutral to unstable conditions in the daytime. This certainly affects the wind near the surface. In this study, variation of the wind at two places was investigated. At the Ujigawa Open Laboratory in Kyoto City, intermittent events of large fluxes in the surface layer were observed by sonic anemometers at around midday. On the other hand, at the Nagoya Local Meteorological Observatory, a wind profiler shows that the difference of wind speeds in the ABL becomes small in the morning and the wind speeds gradually increase in the afternoon.

1. はじめに

大気境界層における風は、様々な時間スケールで変動している。高低気圧の通過による数日スケールの変化から、一日ごと、数時間から数十秒のスケールでの変化まで、長いものから短いものまで広い時間スケールにわたっており、またそれらが重なって複雑な変動をしている。

ここでは、京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリーにおける観測と、気象庁名古屋地方気象台におけるウィンドプロファイラ観測によるデータから、秋季における大気境界層の風の変動について調べた結果を述べる。秋季には、天候の良い日の日中において、安定度が中立に近い状態から不安定な状態へと変化し、それに伴って風速変動が生ずることが考えられる。

2. 宇治川オープンラボラトリーにおける観測

京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリー（京都市伏見区）では、高さ 55 m の観測塔の頂部と高さ 25 m に設置された超音波風速計により接地境界層での乱流の観測が行われている。この場所は、北方向に 10 km 余りに渡って広がる京都市市街地の近郊に位置している。

2021 年 10 月 20 日、京都市において日中天気が良く（気象庁ホームページ <http://www.jma.go.jp/jma/> 参照）、宇治川オープンラボラトリーでは、西から北の風向が継続した。この日、高さ 25 m の超音波風速計による測定での接地境界層での安定度の指標 z/L (z は測定高度、 L は Obukhov の長さ)

の値から、朝方に中立に近い状態であったのが、日中は次第に不安定寄りの状態へと変化した。

30 分ごとに求めた平均流方向風速成分（高さ 25 m）について見てみると、日中に次第に強くなって 9 時からの時間に最も強くなっている (7.9 m s^{-1}) が、午後にかけて風の強い状態が継続している。

運動量輸送量（鉛直下向き）や熱輸送量（上向き）を調べると、11 時 30 分から 12 時の時間に最も大きな値となっており、観測データを見ると（Fig. 1）、時々大きな輸送をもたらす現象が起きている。

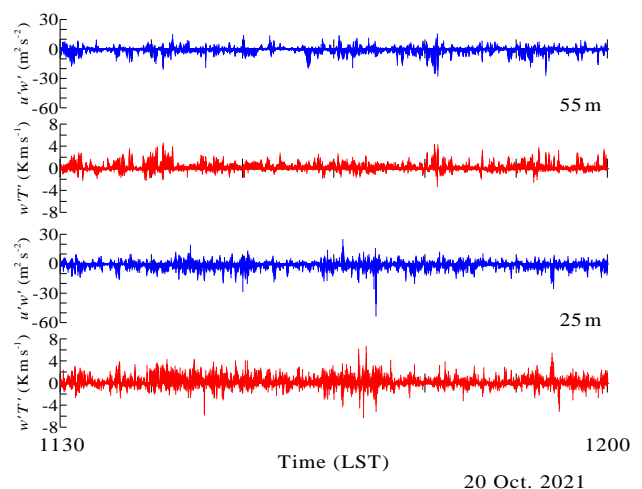


Fig. 1 Kinematic momentum flux and kinematic heat flux observed by the sonic anemometers (55 m and 25 m in height) during 1130–1200 LST on 20 October 2021

3. 名古屋地方気象台ウィンドプロファイラによる観測データの解析

気象庁では周波数 1357.5 MHz の電波を使用したウィンドプロファイラによる上空の風観測を各地で行っており、大気境界層における風の変動を観測データから調べることができる。ここでは、広い濃尾平野の東部に位置する名古屋地方気象台（名古屋市千種区）設置のウィンドプロファイラデータを調べる。

観測データは 10 分平均値として記録、配信されており、ここでは、京都大学生存圏研究所が運営する生存圏データベース (<http://database.rish.kyoto-u.ac.jp>) によって収集・配布されたデータを使用する。観測により、地上 291 m から上空へおよそ 300 m おきに、気象条件によるが数 km の高さまで、風速の東西成分、南北成分、鉛直成分と信号の S/N 比（ノイズレベルに対する信号強度の比）が得られている。

宇治川オープンラボラトリーでの観測結果を調べた 2021 年 10 月 20 日について、地上での風速（地上高 17.9 m の風車型風向風速計による、気象庁ホームページ参照）を調べると（Fig. 2）、9 時 30 分からの 10 分間平均でこの日の最大となり、その後、比較的強い風速が夕方まで継続している。地上での風の状況は、宇治川オープンラボラトリーにおけるものと同様であると考えられる。また、日中における地上での風向は、西北西から北北西の範囲であり、平野上を 20~30 km ほど吹いてきた風となる。

ウィンドプロファイラによる 291 m から 1747 m までの各高度における水平風速値の時間変化を Fig. 2 に示す。原因は不明であるが、夕方までしか観測データは得られていない。

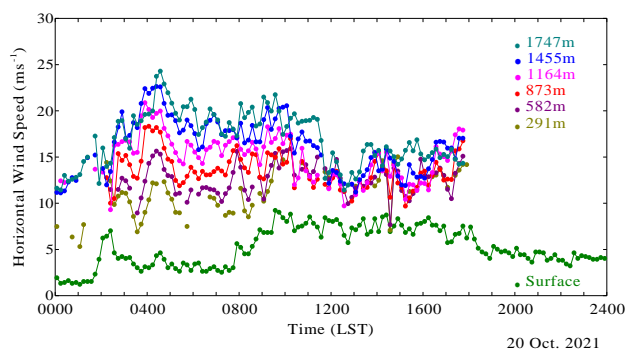


Fig. 2 Horizontal wind speeds observed by a wind profiler at the Nagoya Local Meteorological Observatory on 20 October 2021. Horizontal wind speeds measured at the surface are also shown

日中の風速を見ると、朝方は各高度での風速差が大きい、その後次第に小さくなり、12 時 30 分ごろには、ほとんど同じ風速になっている。大気境界層の上空への発達により、大気が鉛直混合された結果と考えられる。その後、夕方までの各高度の風速は次第に強くなっている。このような風速変化は、同じ名古屋地方気象台のウィンドプロファイラによる中立に近い時（堀口, 2018）や 2019 年と 2020 年の秋季における状況（堀口, 2021）と同様であり、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）での一年間の測定データを平均した風速変化とも良く似ている。

4. おわりに

超音波風速計による観測では細かな風速変動と輸送量の時間変化を調べることができ、ウィンドプロファイラによる観測では、大気境界層全体にわたる風速の時間変化を調べることができる。近畿から東海地方にかけて同様な気象状況であった日については、両方の観測から風速変動の様子を調べることができると期待される。今後、他の日の観測例についても解析を行っていく予定である。

謝 辞

宇治川オープンラボラトリーにおける観測について、京都大学防災研究所附属流域災害研究センター、気象・水象災害研究部門、技術室の方々のご協力を得た。また、気象庁ウィンドプロファイラのデータは、京都大学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・配布されたものを使用した。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 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.
- 堀口光章 (2021) : 平野上の大気境界層における風速変動, 京都大学防災研究所年報, 第64号B, pp. 137-144.
- 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.