

都市近郊における大気境界層の観測 —2010年夏季における局地循環の特徴—

堀口光章・辰己賢一

要 旨

宇治川オープンラボラトリーに設置されている局地異常気象観測解析装置の気象観測鉄塔と観測露場において大気境界層の観測がなされた。この場所は京都市近郊に位置している。2010年の夏季（7～9月始め）に極めて高い気温が日本全国にわたり記録されたが、この宇治川オープンラボラトリーと周囲のAMeDAS観測所で測定されたデータより、この時期における天候、特に局地循環（局地風）の特徴を調べた。その結果、例えばこの季節で最高の気温（露場、高さ2m）が観測された日（9月5日）においては、いつもとは異なる風の日変化が見られた。

キーワード： 大気境界層， 局地循環， 気象観測鉄塔， 猛暑

1. はじめに

2010年の夏季は全国的に記録的な猛暑となった。京都市市街地の近郊にある防災研究所宇治川オープンラボラトリー（Fig. 1）には局地異常気象観測解析装置が設置されており、この場所とその周辺の気象庁地域気象観測システム（AMeDAS）観測所によって観測されたデータから、その時期における気象、特に局地循環（局地風）の特徴について報告する。

大阪から京都にかけての地域における気象に影響を与える局地循環としては、大阪湾周辺での海陸風、平野・盆地と周辺山地との間の山谷風、琵琶湖から京都方面へ吹く湖風、通常海陸風より広い領域で強く吹く「広域海風」などが知られている。都市による影響としては大阪や京都などの都市域によるヒートアイランド循環も考えられている。宇治川オープンラボラトリーのある場所は、ちょうど京都盆地中央近くに位置し、すぐ近くの宇治川（下流に行くと他の河川と合流して淀川となる）の流れに沿って南西方向は大阪湾方面に開けているという特徴を持っている。また北東方向には、低い山を隔てて大きな面積を持つ琵琶湖が位置している。

一方、近畿地方の大阪から京都にかけては、全国的に見ても夏季に特に高温となることが知られており、その原因としては、盆地状の地形であること、都市による影響などに加えて、降水を伴わないフェーン現象（山越え気流に伴い、風下側で気温が上昇

する現象）によることも考えられている。例えば、高根ら（2011）は数値実験により、京都盆地において山越え気流による昇温の可能性を示している。



Fig. 1 Locations of Ujigawa Open Laboratory and nearby AMeDAS stations (Kyoto, Hirakata, and Kyotanabe)

2. 宇治川オープンラボラトリーでの気象観測の概要

宇治川オープンラボラトリーでは、高さ55mの気象観測鉄塔と露場（Photo 1）において、気温（高さ55, 40, 24, 2m）、相対湿度（40, 24, 2m）、風向・風速（55, 40, 24m）、気圧（観測室内）、雨量（露場）などを連続的に測定している。また、1分ごとおよび10分ごとの記録を行う二つのシステムでデータを収録している。10分ごとのデータ収録システムでは、その10分間での平均値のほか、1秒ごとのサンプリングでの最大値なども気象要素に応じて記録している。

使用測器は、水晶式温度計（気温測定用）、静電容量式湿度計（相対湿度測定用）、風車型風向風速計（風向・風速測定用）、アネロイド型と静電容量

式の気圧計（気圧測定用）、転倒ます型雨量計（雨量測定用）などである。

3. 2010年夏季における気象の特徴

3.1 9月5日（2010年夏季最高気温）前後の状況

2010年、宇治川オープンラボラトリーの露場高さ2mにおける気温（1分間平均値）は、残暑の続いた9月5日（13時26分）に39.1°Cの2010年夏季における最高値を記録した（Fig. 2）。その前年（2009年）と比べると、2010年は高い気温となる日が8月下旬から9月上旬にかけて長く継続し、むしろ9月上旬に最も暑くなっていることが分かる。



Photo 1 Meteorological tower and an observation field in the Ujigawa Open Laboratory

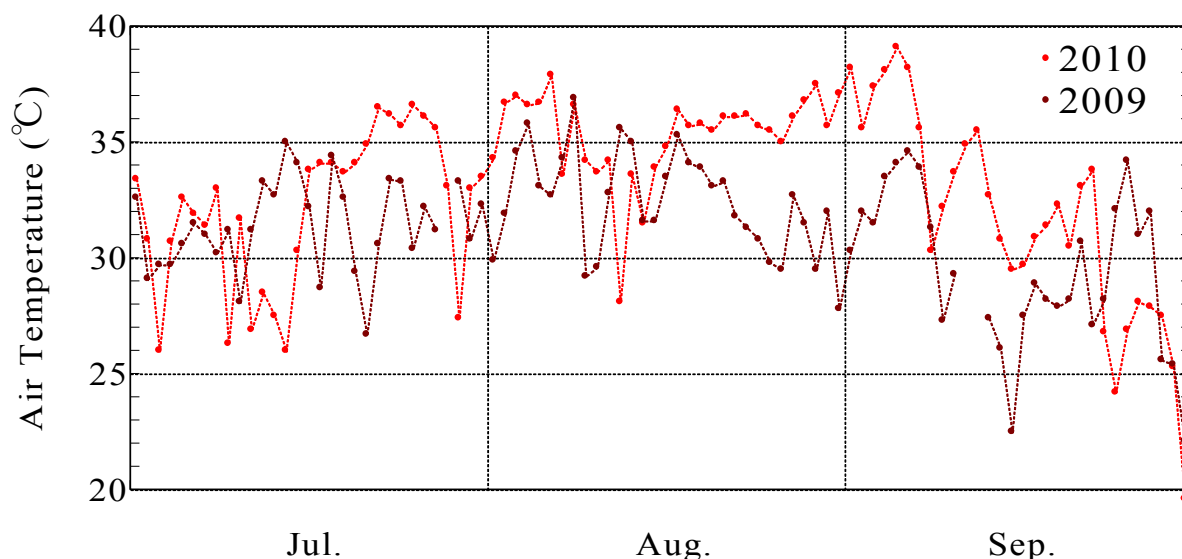


Fig. 2 Variations of daily maximum temperature (from the 1-min average data) at a height of 2 m in 2009 and 2010

2010年夏季における最高の気温を記録した9月5日前後の日（9月2～6日）における日中（昼間）の風を見ると、いずれの日も鉛直混合の増大と局地循環の発達によると考えられる午後に風速が強くなるという変化をしている（Fig. 3）。なお、この図では、1秒ごとのサンプリングから、10分間での平均気温、風速、および16方位に分けた時の最多風向を示している。10分間平均で見ると、最高の気温（高さ2m）の値は、9月5日14時50分からの38.3°Cである。また、図においては各高度での測定値を示しているが、気温については地表に近いほど高温、風については高い位置ほど風速が強いという通常の傾向が見られている。風については、気象観測鉄塔東側に通っている高架式の道路など周辺の地物の影響を受けていると考えられる低い高さでの測定値については注意が必要である。

日中の午後に風速が強くなるという変化は、堀口（2006）の2004年のデータについての報告と同じであり、1976年4月から1977年3月にかけての旧宇治川水理実験所における高さ50mでの観測でも示されている（田中ら、1977）。

2010年で最高の気温を記録した9月5日については、その最高気温が観測される時間帯頃まではその前後に日に比べて風が弱く、その後急に南から強い風が吹いている。この風が最も強くなるのは午後4時頃で、

高さ55mと40mでは 10ms^{-1} を越えている（高さ55mで16時からの10分間に平均風速 10.6ms^{-1} ）。また、9月3日と4日に見られるような正午頃から昼過ぎまでの南西風（大阪方面からの広域海風と考えられる）、夕方頃における北東風（琵琶湖からの湖風と考えられる）がこの9月5日には見られていない。前日と比べると、その9月4日における最高気温（高さ2m、10分間平均値）は37.4°Cであり、9月5日には1°C近く、（最高）気温が上がっていることが分かる。

9月5日のこの強い南風は、宇治川オープンラボラトリー周辺の気象庁地域気象観測システム（AMeDAS）観測所（京都、枚方、京田辺）（場所についてはFig. 1参照）においても観測されている（Fig. 4）。これらAMeDAS観測所における風速計（風車型風向風速計）の高さ（測器の地面からの高さ）は、京都で17.5m、枚方と京田辺で10.0mと宇治川オープンラボラトリーの鉄塔での高さ55m、40mと比べて低い高さであることもあり、最も強い風速はやや低い値となっている。なお、京都観測所でのその日の最高気温（10分ごとの記録より）は37.6°C、枚方観測所では36.7°Cであり、宇治川オープンラボラトリーでの気温ほどではないが、かなりの高温を記録している。また、京田辺観測所では気温のデータが公開されていない。

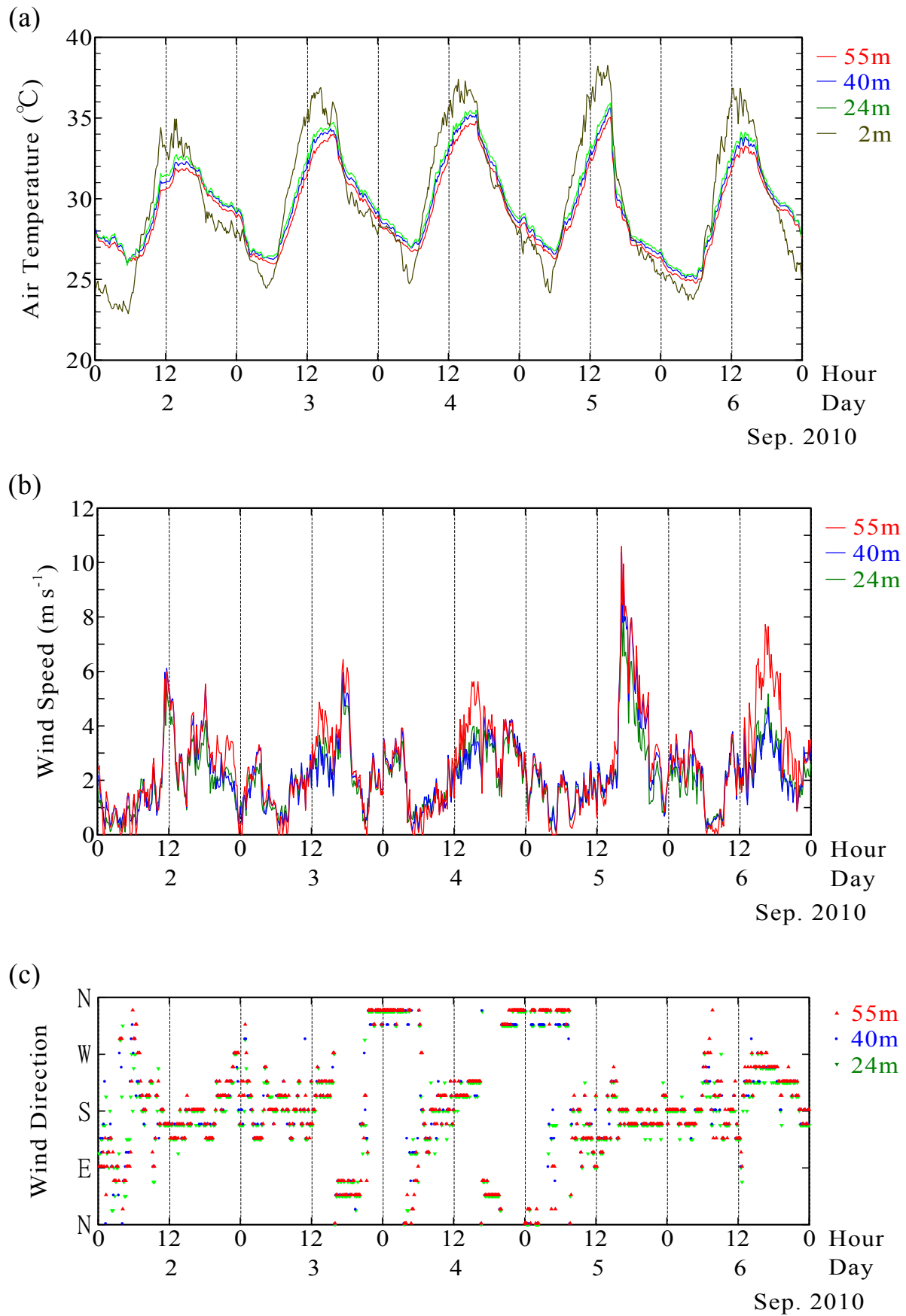


Fig. 3 Variations of (a) air temperature, (b) wind speed, and (c) wind direction on September 2–6, 2010

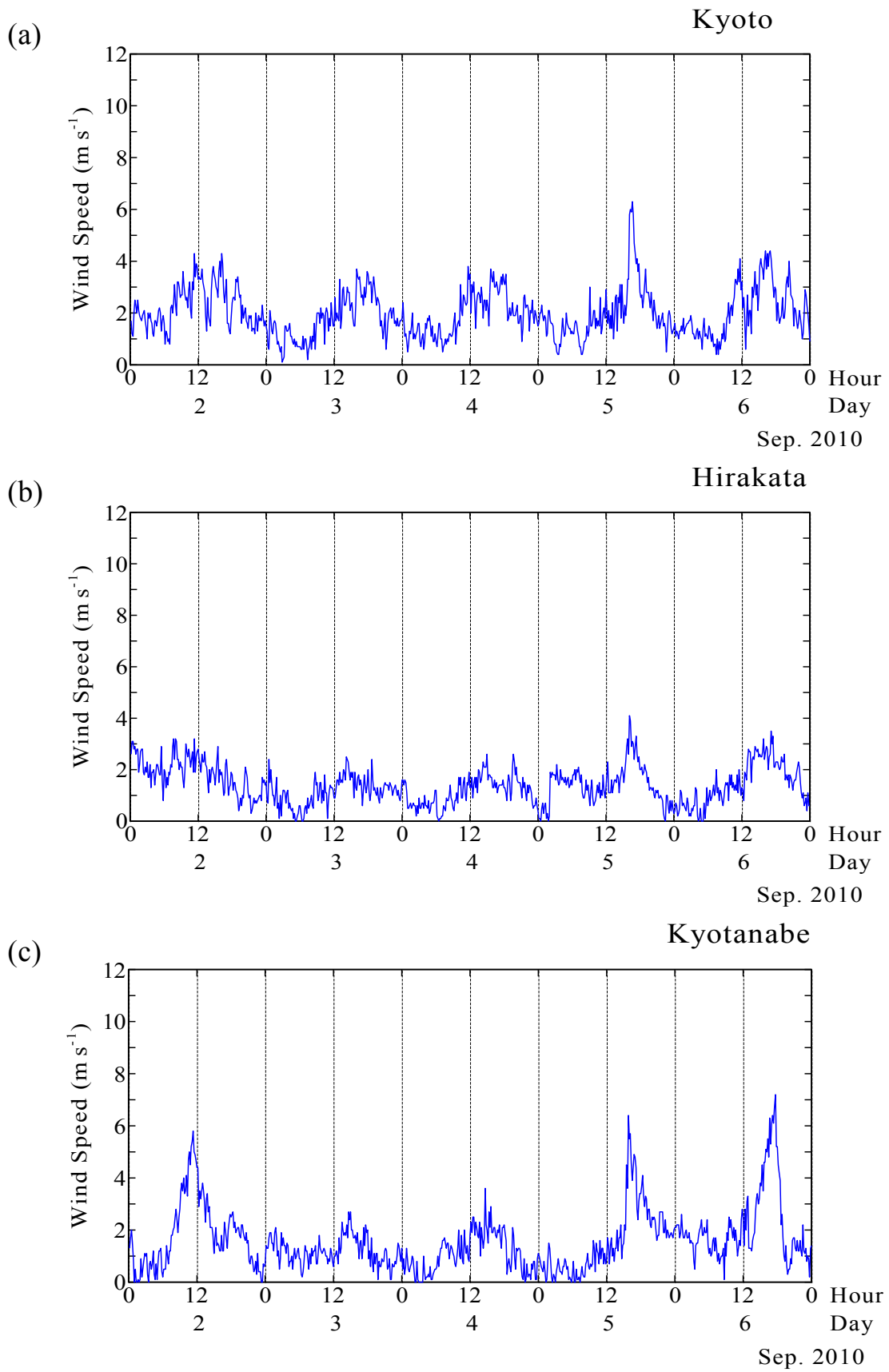


Fig. 4 Variations of wind speed at (a) Kyoto, (b) Kyotanabe, and (c) Hirakata AMeDAS stations on September 2–6, 2010

この9月5日の急な風速の増加は、大気境界層の発達とそれに伴う鉛直混合の増大により、上空の風（一般風、Fig. 5の天気図参照）による影響が大気境界層下方へと及んだということが考えられる。しかし、その変化は急激であり、対流雲（積乱雲）の発達による影響なども考えられる。

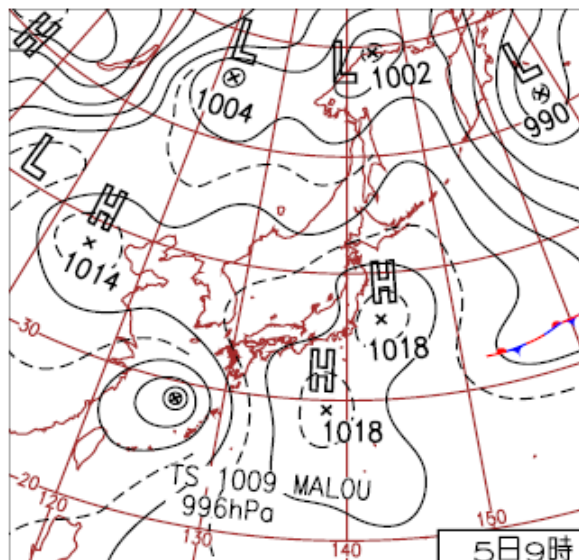


Fig. 5 Weather map at 09 LST on September 5, 2010 (from the website of the Japan Meteorological Agency)

9月5日の高温の理由については、最高気温が観測される時間帯頃まで風が弱かったことから、フェーンによる影響は考えにくい状況である。むしろ、風が弱く、局地循環や一般風の影響を受けにくいということにより、高温の領域が形成、維持されたということが考えられる。

3.2 別の年における状況との比較

比較のために、2010年の前年（2009年）の同じ時期（9月2～6日）の気象状況を示す（Fig. 6）。なお、この年は8月下旬にやや低くなった最高気温が再び上昇して2010年ほどではないものの9月上旬には厳しい残暑が戻り（Fig. 2）、この期間（9月2～6日）の地上2mでの1分間平均値の最高気温は9月6日に34.6°Cを記録した。

図（fig. 6）を見ると、日中の午後に風速が強くなるという傾向は他と同様に見られるが、9月5、6日には正午頃まで風が弱く、その後北寄りのやや強い風が吹くという2010年とは異なる特徴的な風の変化も見られる。9月5日と6日での地上55mにおける10分間

平均値として最も強い風速は7.4ms⁻¹と7.1ms⁻¹に達している。これについては、日中の大気境界層の発達により、上空の風（一般風）の影響が大気境界層下方まで及んだということが考えられるが、その風速の変化が急激であり、何か別の機構も影響を与えている可能性がある。

9月5、6日における北寄りのやや強い風は、京都のAMeDAS観測所でもはっきり見られるが、京田辺と枚方の観測所では北寄りの風ではあるもののそれほど風速は強くない（図は省略）。ただし、これについては、風向風速計の設置高度の違いによる影響も考えられる。

その他の点について2010年の例と比較すると、2009年のこの期間には南西からの広域海風と考えられる風は最も暑くなった9月6日の短い時間を除けばほとんど見られていない。この点も2009年9月の例とは異なる点である。今回は猛暑となった2010年の夏季に注目したが、2009年のみでなく、他の年の夏季における様相も今後調査し比較する必要があると思われる。

4. おわりに

気候や都市活動の変化による局地循環（局地風）など気象現象への影響をより詳しく調べるためには、広範囲にわたる地点についての観測結果の解析と気象数値モデルによる研究が必要である。これらについては今後の課題である。

宇治川オープンラボラトリーは京都盆地中央付近に位置し、南西方向は大阪方面に向けて開け、北東方向には琵琶湖が位置しているなど、典型的な局地循環とそれに関係する気象現象を捉えるのに適した場所である。また、大阪と京都の都市域による気象への影響も考えられる。この場所における、風の流れの様相を正確に把握することのできる気象観測鉄塔を使用した大気境界層に関する観測とそのデータの継続的な収集は、非常に重要なものであると考えられる。

謝 辞

宇治川オープンラボラトリーでの気象観測とデータ収集、そのための施設の維持などについては、流域災害研究センター（宇治川オープンラボラトリー）、気象・水象災害研究部門、技術室の方々のご協力、ご支援によるものである。ここに記して謝意を表す。

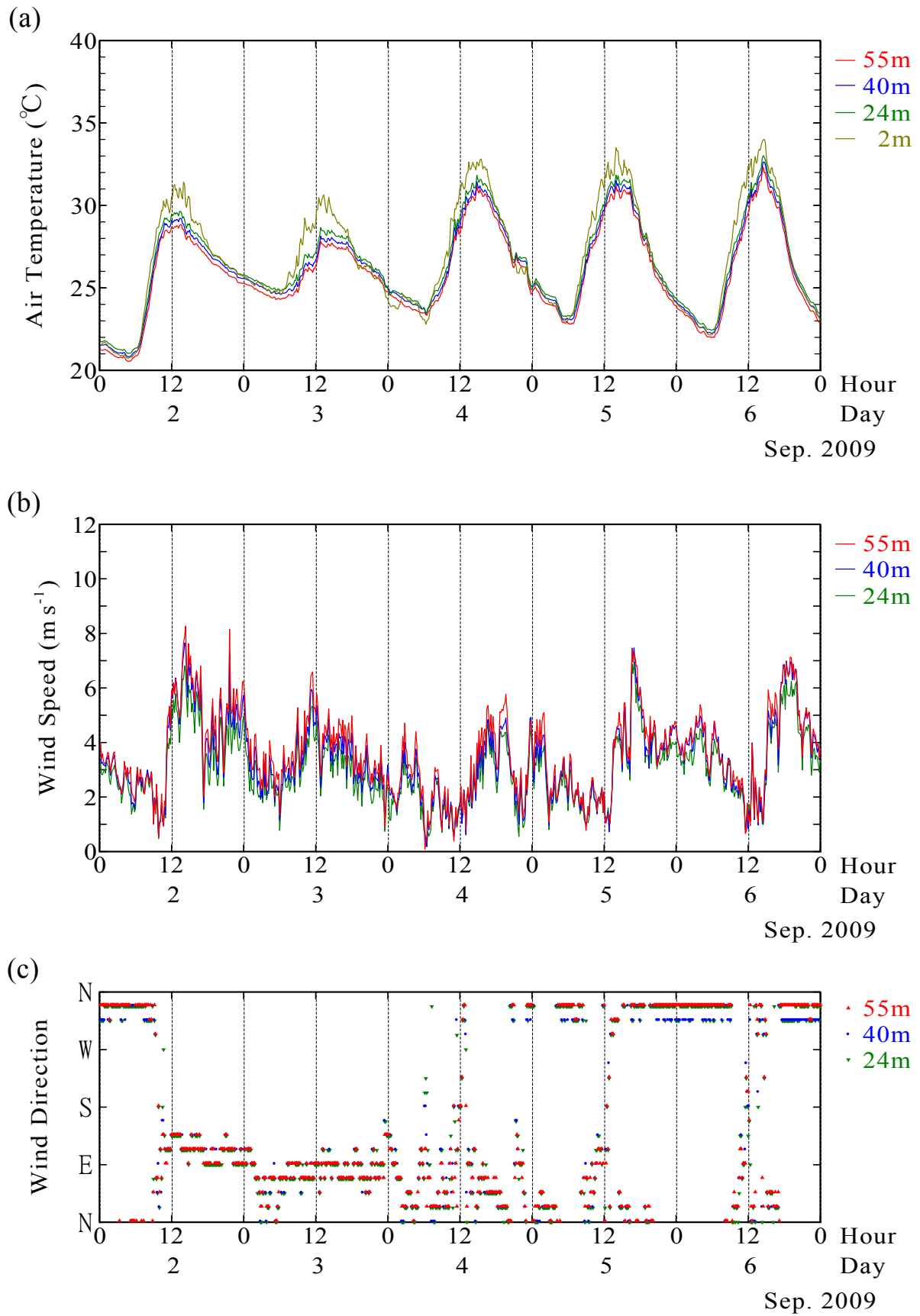


Fig. 6 Variations of (a) air temperature, (b) wind speed, and (c) wind direction on September 2–6, 2009

参考文献

- 高根雄也・大橋唯太・日下博幸・重田祥範・亀卦川幸浩（2011）：日本で最も暑い京阪地域における夏季高温の実態調査と京成要因の解明，日本気象学会2011年度春季大会講演予稿集，pp. 182.
- 田中正昭・中島暢太郎・多河英雄（1977）：宇治川水理実験所気象観測鉄塔による観測と解析（2）－風と気温鉛直分布の季節変化日変化－，京都大学防災研究所年報，第20号B-2，pp. 571-583.
- 堀口光章（2006）：都市近郊における大気境界層の観測，京都大学防災研究所年報，第49号B，pp. 451-458.

Observations of the Atmospheric Boundary Layer in the Suburbs of the City –Characteristics of Local Circulation in the Summer Season 2010–

Mitsuaki HORIGUCHI and Kenichi TATSUMI

Synopsis

Observations of the atmospheric boundary layer have been made using the 55-m tall meteorological tower and observation field of the Observation and Analysis System for Local Unusual Weather in the Ujigawa Open Laboratory. This place is located in the suburbs of Kyoto. In the summer season 2010 (July to early September), extremely high temperatures were recorded in Japan. Characteristics of weather, especially local circulations (winds) in this season are investigated from the data measured in this laboratory and at the AMeDAS stations surrounding this place. For example, diurnal variation of wind changed on a day (September 5) in which maximum temperature (39.1°C) of this season was observed at 2-m height in the field.

Keywords: atmospheric boundary layer, local circulation, meteorological tower, intense heat