

熊谷市都心部と郊外の気候特性[#]

(第4報) 都市化に伴う風の変化について

福岡 義隆* 丸本 美紀**

キーワード：風の日変化、風の年変化、風配図、都市化、川風

1. はじめに

街中の風は道路毎に違うことは誰もが経験することである。風向が急変するだけでなく風速も「風の息」を思わせる変わりようである。都市化に伴って高層建築物が密集するためにビル風の発生が頻繁になるとか、ビルの衝立効果で弱風化することもあるが、温暖化（ヒートアイランド形成）に対して、前者はネガティブに、後者はポジティブに働いているようである。あるいは、温暖化による都心の上昇気流を補償するように都市の周辺から吹く country wind が、都市内で強くなることもある。

そのような従来の研究によって明らかにされてきた一般的な風の特性が熊谷市内外でも発現しているか否か、あるいは埼玉県内あるいは関東平野部の風の特徴なのかを検証してみるために、熊谷市都心部（熊谷地方気象台）と郊外部（立正大学構内）における風について統計的にまとめてみた。

2. 研究方法

熊谷地方気象台は北緯36°09'、統計139°23'、標高30mの市街地中心に近い位置にあり、1896年開設以来100年以上にわたり移転せずに観測を継続している、全国でも稀有な気象官署のひとつである。熊谷地方気象台はヒートアイランドの中心からやや西に位置するが、高温部の中にあることは事実であり、測風塔の高さは気象台建物自体の高さで約15mである。

一方、立正大学地球環境科学部の総合気象観測装置は学部創設とともに1998年3月に設置され観測を開始している。しかし、ルーチンに自動記録されるように軌道に乗ったのは1999年半ばからである。なお、立正大学の気象観測露場の地理的位置は、北緯36°6.5'、東経139°22'、標高は約50mであり、気象観測（測風）塔は約5mで

ある。

従って両地点における測風塔の高さの差は約10～12mになる。風速 U は高度 Z とともにベキ法則

$$U = U_0 Z^\alpha$$

に従って大きくなるので、 α を0.3とすると立正大での風速 ($Z = 6$ m) に対して気象台の風速 ($Z = 10 \sim 12$ m) は1.3～1.4倍である。立正大の気象観測圃場は周辺に森林があるのでもう少し風速は弱くなるものと思われる。

本研究では2004年の1年間について気象台と立正大学内の毎時風向風速データを使用して、比較考察を試みた。

3. 研究結果

3-1 風の日変化

(1) 風速の日変化

春夏秋冬の四季別に熊谷気象台（都心）と立正大（郊外）の特徴をみてみよう。まず春についてみると郊外の立正大構内では、平野部の一般的特徴である「相対的に昼間に風が強く夜間に弱い」という傾向がはっきりしている（図1）。しかも11時から17時まで比較的風が強いが際立ったピーク値は示さないし、夜間も22時から早朝6時まで殆ど変化なく一様に弱風となっている。ところが、都心の気象台は極大値が16時に突出しており、早朝5時の極小時まで弱風となり6時以降16時まで直線的に強くなっている。

夏季も春季にやや類似しており、郊外のピーク時13時より2時間遅れて15時に極大となっている。夜半過ぎから日の出頃までの弱風傾向は都市内外でほぼ同じである（図2）。

郊外に比べ都心の方が昼間は2～2.5倍、夜間から早朝は4～5倍風が強いのが注目される。この違いは後述するように年間通して言えることで、考えられる理由としては測風塔の高さの違い（約10m）、郊外部の立正大

* 立正大学地球環境科学部

** 立正大学大学院地球環境科学研究科オープンリサーチセンター研究補助員

平成17年度立正大学大学院地球環境科学研究科オープンリサーチセンター業績

平均風速—春季、2004

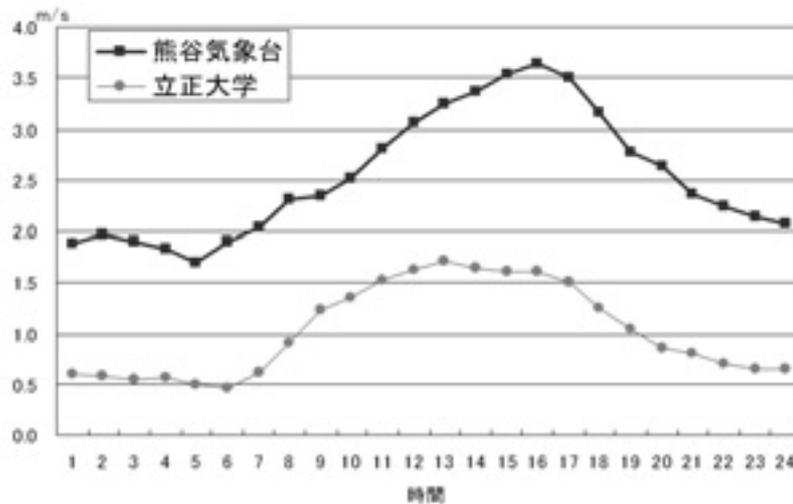


図1 風速の日変化～春季

平均風速—夏季、2004

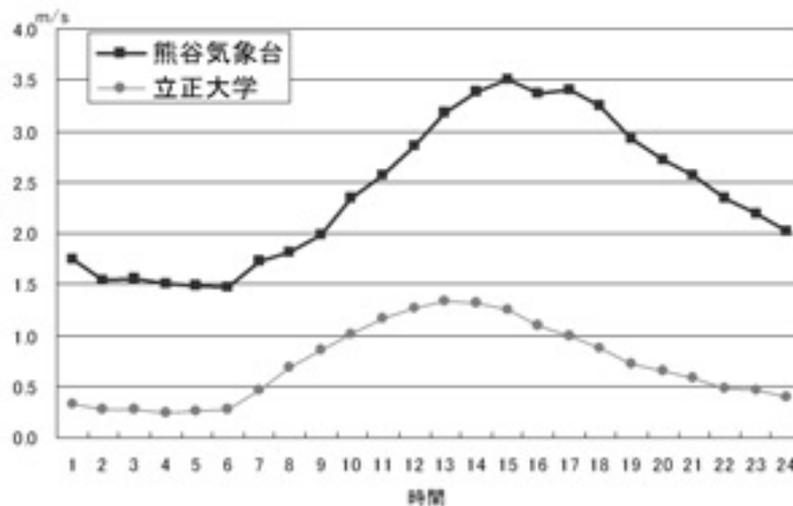


図2 風速の日変化～夏季

の気象観測圃場周辺が森林で覆われていること、および都市のビル群によるラフネスの増大などがあげられる。

秋季（図3）と冬季（図4）についてみると、風速の日変化に市内外の時間的ずれは殆どないといえる。風速の日最大も気象台が14時で立正大内が13時とわずかに1時間の遅れしか見られない。日最小が冬季7時と遅いのは大気が安定しやすいのが日の出直前の気温逆転発生時であるからと思われる。

全年通しての特徴は図5に示されるように、熊谷気象台の方が日変化の幅がやや大きく、極大値は春季の傾向が強く反映されて15～16時頃にあらわれ、立正大の方は13時ころである。

(2) 風向の日変化

両地点の風向頻度をまとめるに際して、気象台の方はもともと16方位で報告されているのでそのまま利用できたが、立正大の方は0度から360度と角度で記録されているので16方位への変換が正確にはできない。0.5度の誤差は免れないが、大局的には問題ないと思われる。

後述する風配図からも明らかなように両地点の風向については比較的類似している。ただし、風速では立正大内の方が弱いことからわかるように静穏（0.2m/s以下）の頻度が両地点で大きく異なる。

風の強い冬季でも立正大では静穏発生頻度が大きく、特に17時から8時、すなわち日の入りから日の出までの夜間は35～40%が無風である（図6）。昼夜通してNW

平均風速—秋季、2004

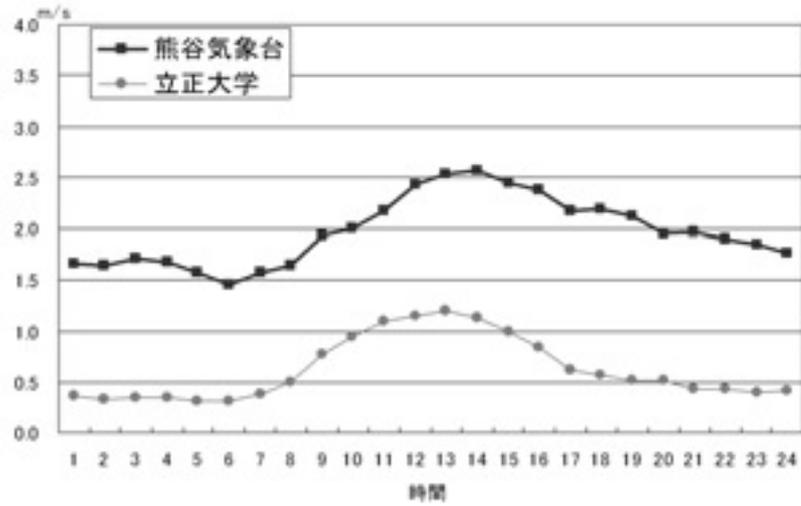


図3 風速の日変化～秋季

平均風速—冬季、2004

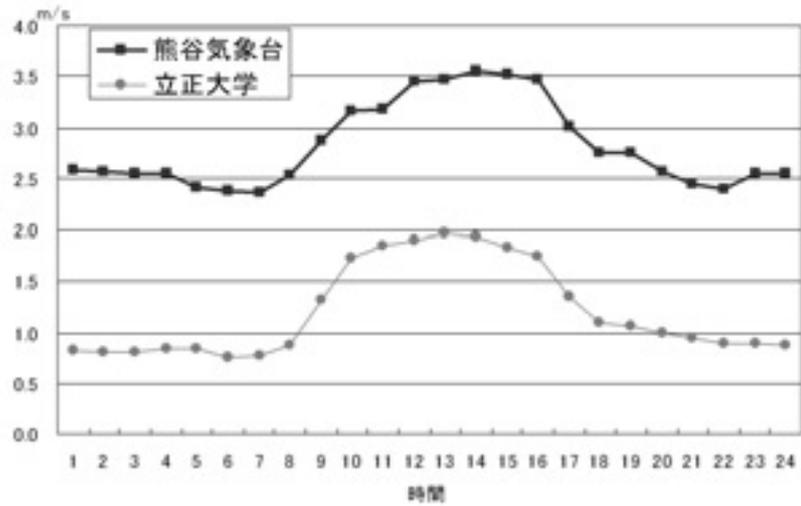


図4 風速の日変化～冬季

平均風速—2004

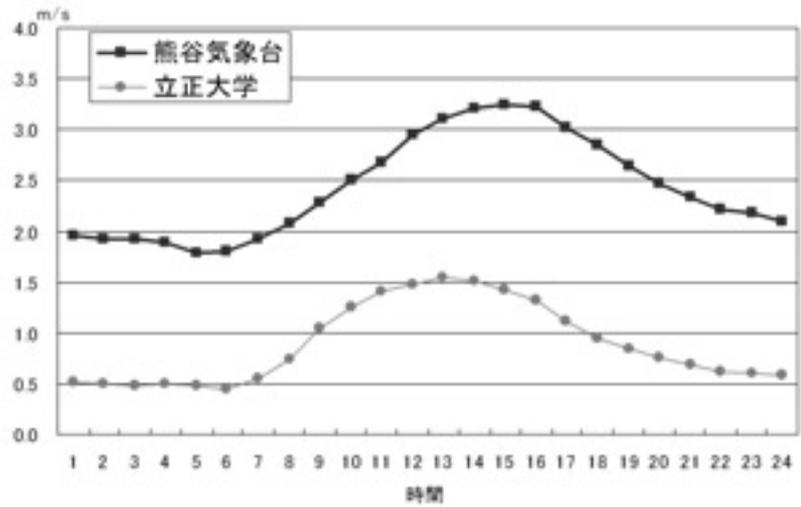


図5 風速の日変化～年

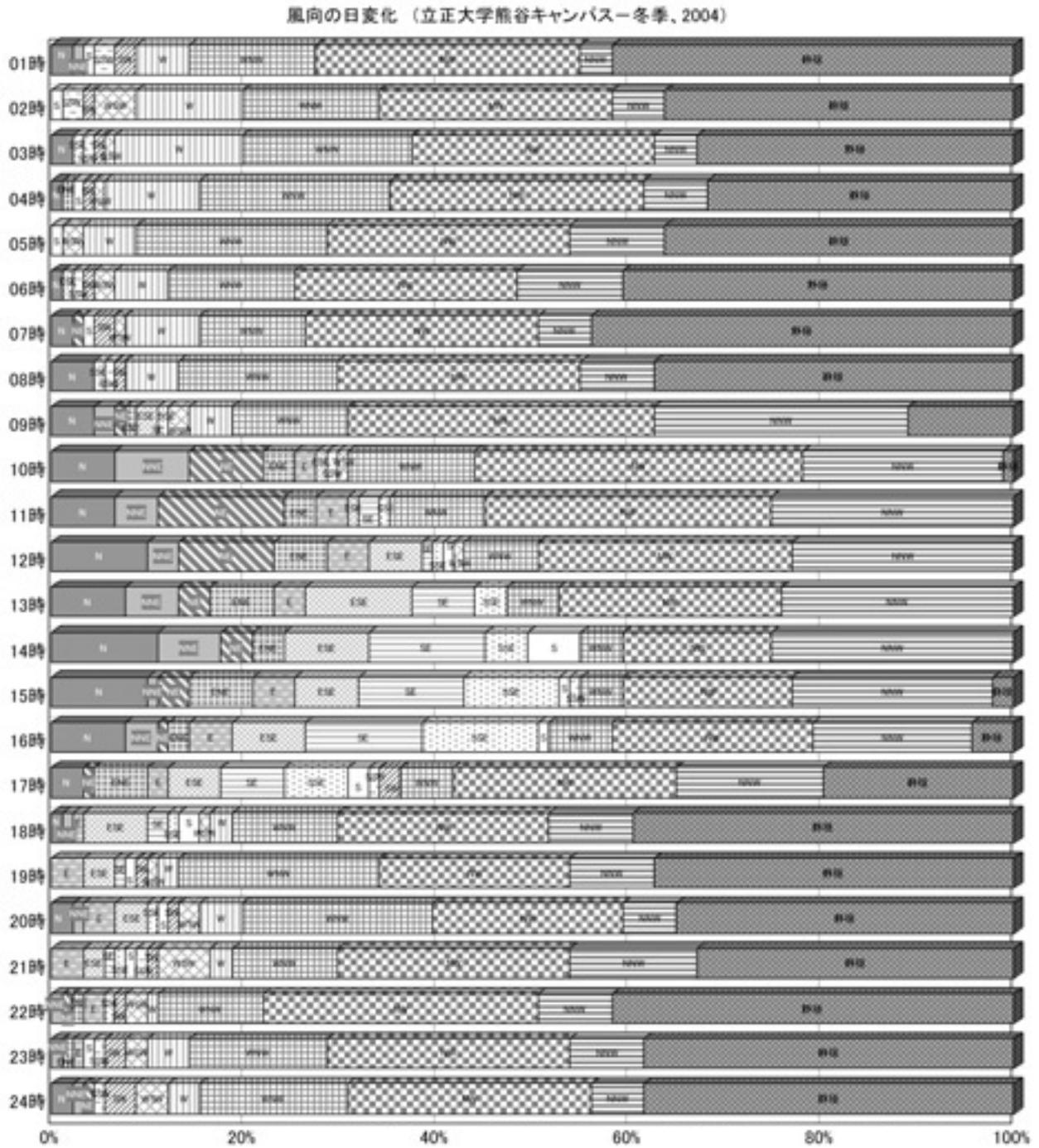


図6 風向の日変化～立正大学熊谷キャンパス (冬季)

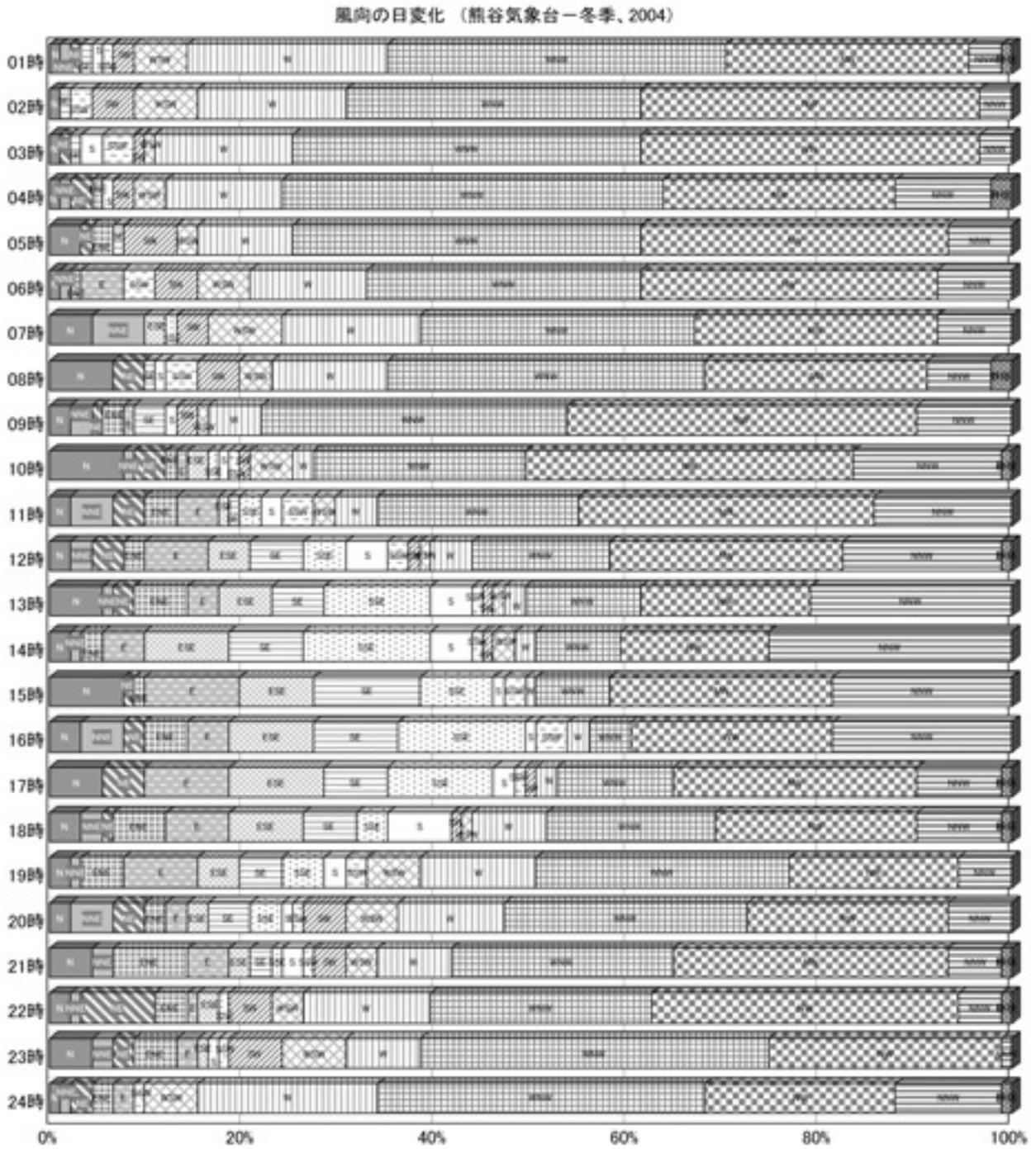


図7 風向の日変化～熊谷気象台 (冬季)

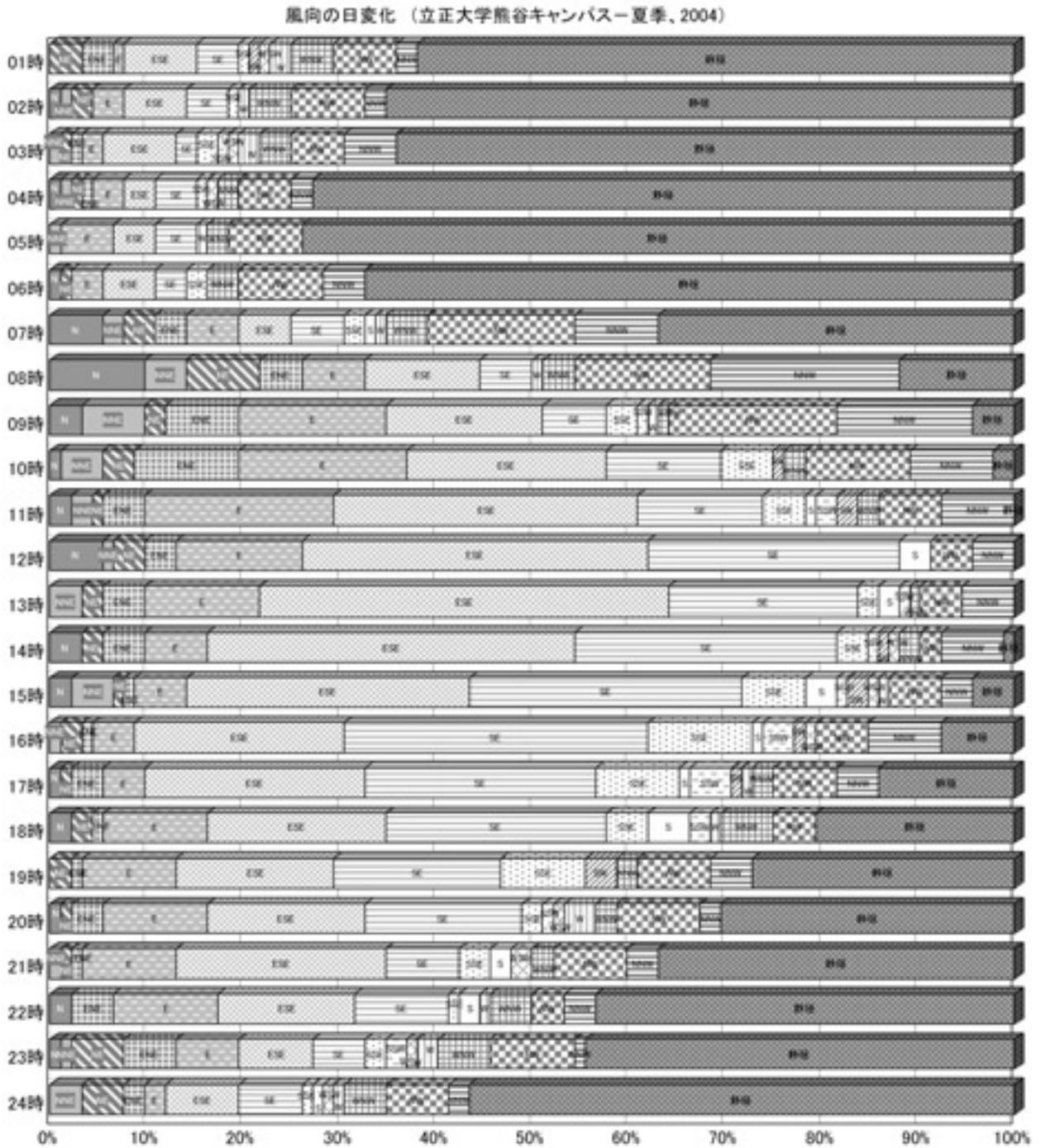


図8 風向の日変化～立正大学熊谷キャンパス (夏季)

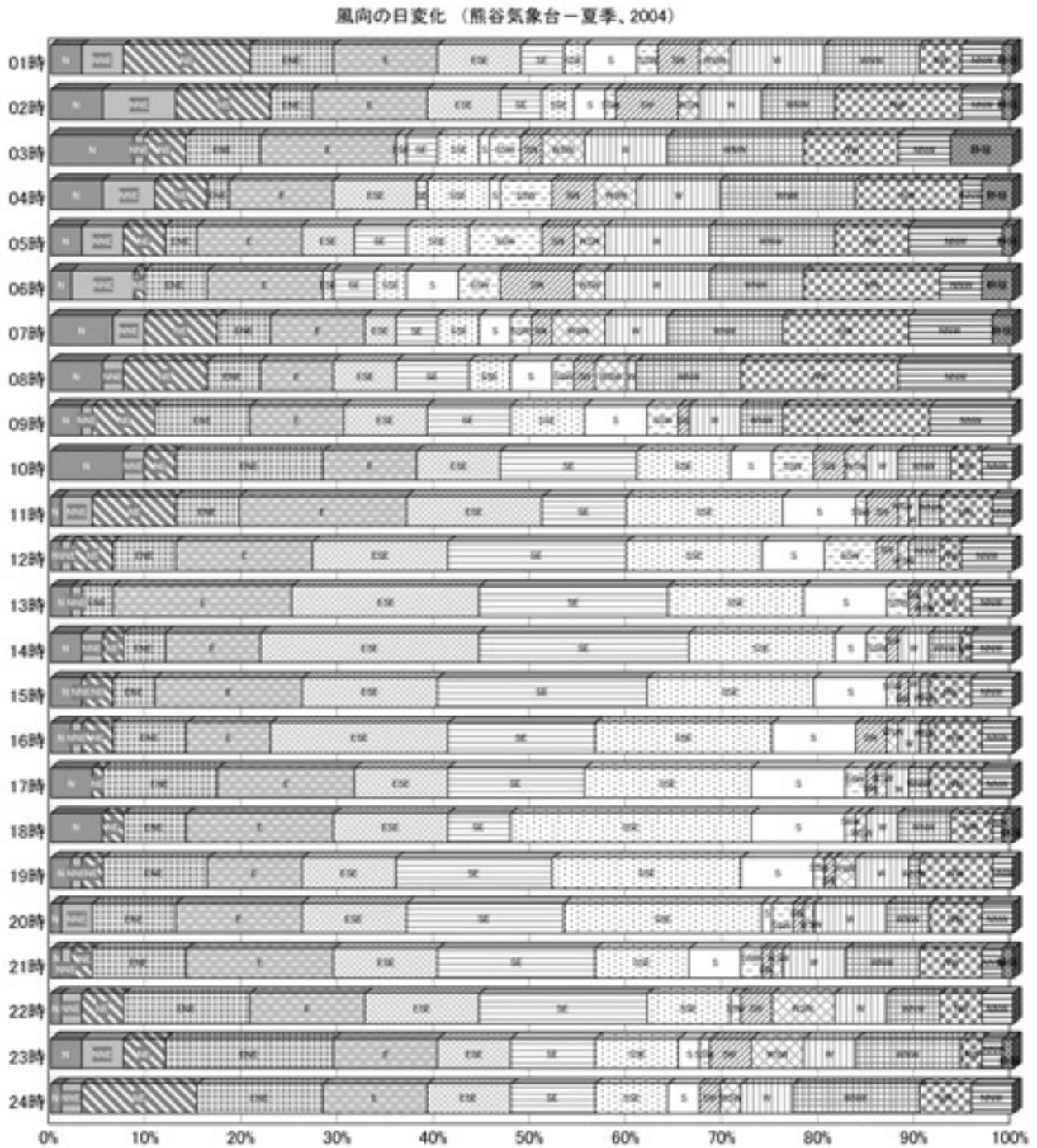


図9 風向の日変化～熊谷気象台 (夏季)

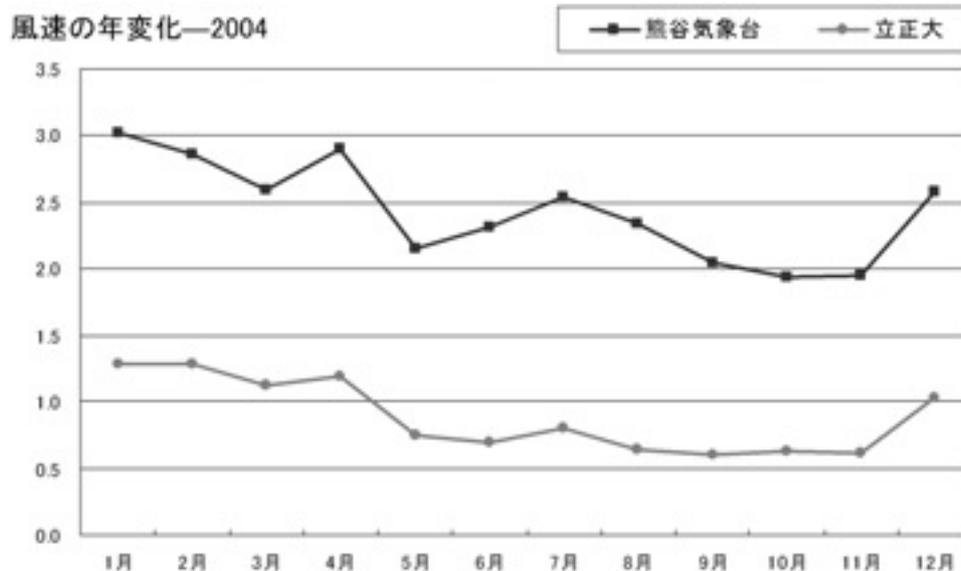


図10 風速の年変化

の冬の季節風が卓越しており、9時から17時の昼間は、70～80%がNE～NWで北寄りの風が卓越しているのが分かる。それに対して、熊谷气象台（図7）では静穏は1～3%と僅かで、立正大同様にNWの風が昼夜通して多く、ついでWNW（夜間に多く昼間はやや少ない）とNNW（昼間に多く夜間にやや少ない）が多く、N～ENEがそれに続く。両地点において12～17時の間SSE～ESEが多くなるのが注目される。

一方、夏季は郊外域の立正大でますます静穏の比率が増しており、特に日の入りから日の出の間は20～60%も占めている（図8）。熊谷气象台では静穏率が少なくその分特に夜間はWNW～NEのN成分が立正にくらべ多くなっている。両地点ともに昼間はESEを中心にE～SSEの頻度が多いのが特徴である。立正大で昼夜通してESE風が見られるのにたいして、气象台ではE風となっているのも注目される。このように熊谷周辺では夏の猛暑時はE～SSE系が吹いており、ほぼ同時期の東京湾周辺の風景がS～SSWが海風として進入しているのに対比され、内陸に進むにつれてE成分が増してることが流線図などに見られる（上遠野、2003）。

春季と秋季については図は省略し概要を述べるにとどめることにする。比較的風の弱い秋は勿論のこと、やや風の強い春季にも、荒川の走行に沿った山谷風の半日交替という循環風系が目立つ。熊谷气象台では春と秋が良く似ていて昼間はESE～SSEが卓越し、夜間はWNW～NNWが卓越している。一方、立正大の方は、春秋で多少異なるが大枠では、昼間にはE～SEが多く夜間は静穏が50%も閉めていてそれに次いで

NW～NNWの風が卓越し、風系としてはほぼ山谷風循環を呈していると言えよう。いずれにしても春と秋の風向の日変化は年平均の変化傾向にほぼ近いのが注目される。

3-2 風の季節変化

(1) 風速の年変化

風速の日変化が季節によって多少異なることはすでに述べた。次に風速の年変化について、月平均風速の上でどのような特徴があるかをみてみよう。図10から明らかのように、熊谷市内外ともに秋（9～10月）に弱く冬から春先（1～4月）に強く吹くことが分かる。7月に多少強くなるが夏季は秋について弱い。

日変化の項でも触れたように、都心の气象台が郊外の立正大に比べて全年通して風が強く吹いていることになるが、はたしてこれは都市気候によるものなのか、あるいは埼玉県における一般的な傾向なのであろうか。

都市気候学的には、もし測風の高さが同じであれば都市内部の方が風が弱いというのが一般的見解である。地方气象台の風速値そのものを統計的にみると、都市中心部への移転に伴うことも含めて各地の都市の風速は強くなっている。たとえば、岡山地方气象台は移転前（1931～1960）と移転後（1971～2000）を比べると年平均風速で2.0m/sから3.2m/sへと増強している。風速の最も強い冬（1月）では2.4m/sが4.1m/sにもなっている。同じころ移転した広島地方气象台も3.5m/sから3.9m/sというように、都心部へ移転しビル屋上での測風高度が増加することによる風速増の例も少なくないの

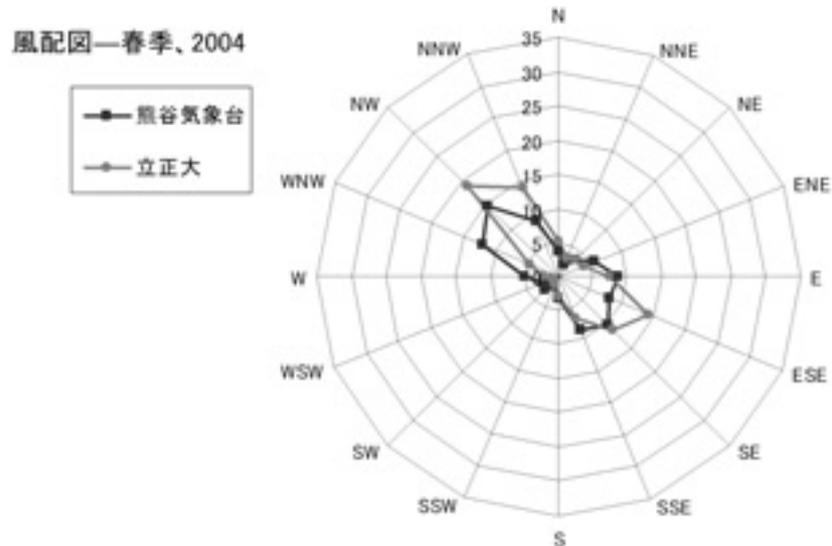


図11 春季の風配図

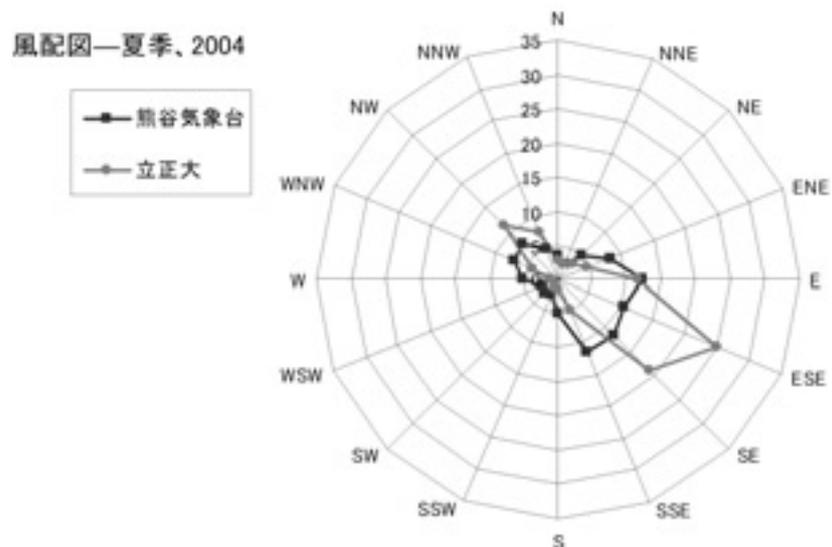


図12 夏季の風配図

である。

一方、埼玉県内のアメダスデータによって風速分布の傾向をみると(中島、2006)、僅かではあるが立正大学キャンパスのあたりは熊谷市内(気象台)より風が弱い傾向にあることも事実である。

(2) 風向の季節変化

先にも述べたように風向データのまとめ方の違いで0.5度程度の誤差はあるかも知れないが、熊谷気象台(都心部)と立正大内(郊外部)の風向の季節的特性について比較してみた。春夏秋冬各季と年平均の風配図のそれぞれについて考察してみる。

まず春季(11図)では僅かな違いを除けばほぼ同じ傾向と見て取れよう。SEを中心とするESE~SSEの風向

とNWを中心とするNNW~WNWの風向が卓越している。これはほぼNWからSE方向に流れる荒川に沿った山谷風循環の交替を思わせる卓越風向の傾向である。

夏季になると川風(海風の延長)に加えて夏の季節風の影響が強くなりSE~ESEからの風が多くなり、関東山地からの山風に相当するNW系の風の頻度はやや少なくなる(図12)。都心部のビル群を通過してくる気象台にくらべ郊外部の立正大の方にそのことが強く反映されているように思われる。また、SE~ESE系の風が首都圏からの気流を運ぶことと熊谷市独自のヒートアイランドの相乗効果で、しばしば日本一の高温を記録するものと考えられる。

秋になると図13に示されるように春と似たような傾向になることが分かる。すなわち荒川の走行と平行した風

風配図—秋季、2004

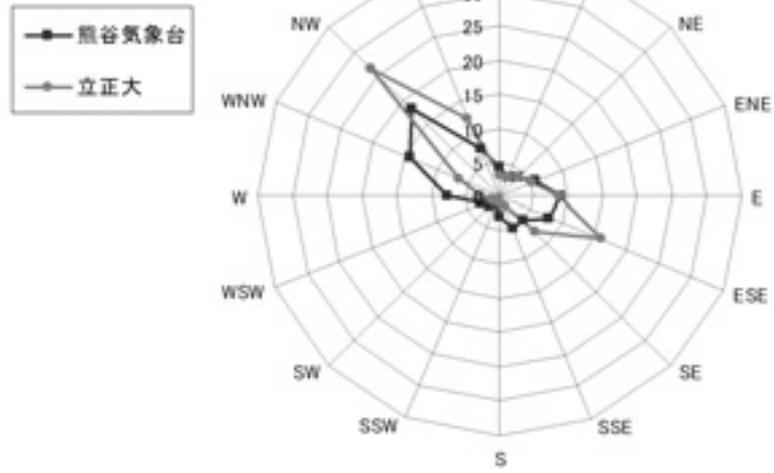


図13 秋季の風配図

風配図—冬季、2004

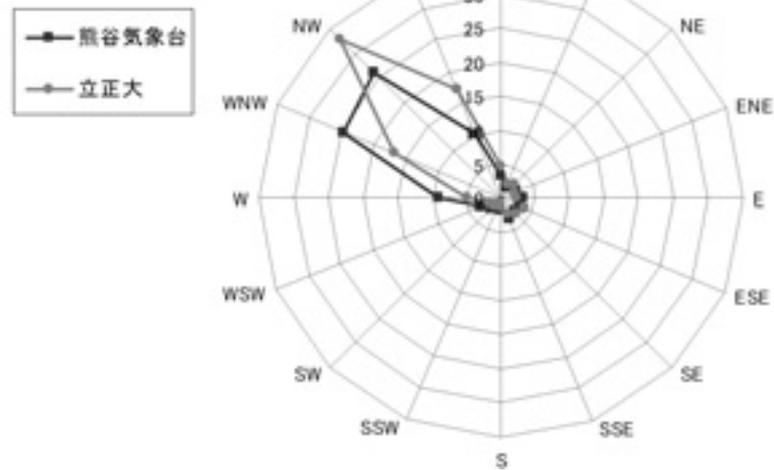


図14 冬季の風配図

風配図—2004

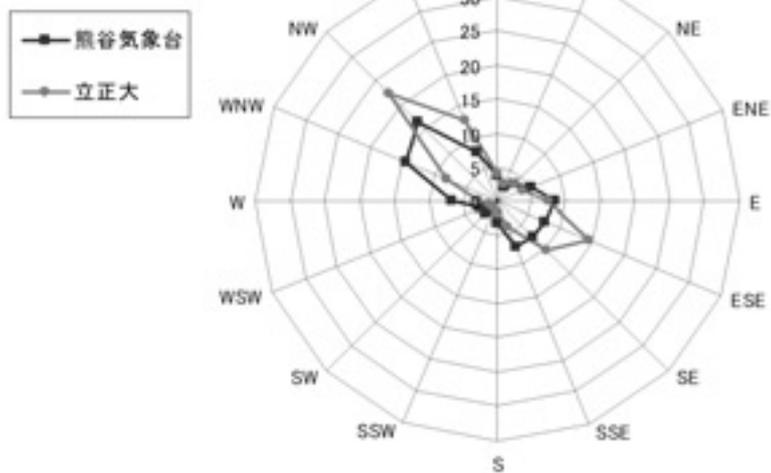


図15 全年の風配図

向の傾向が卓越している。

冬季は見事に冬の季節風の影響下にあることが注目される(図14)。このNNW~WNWの寒冷で強い風が空っ風をもたらしているのである。このような冬の突出した傾向にもかかわらず、年間の平均的な風配図(図15)は春と秋の傾向とほぼ同じくNWを中心とするNNW~WNW系の風とSEを中心とするESE~SSE系の2系統のか風が卓越する「山谷風」循環下にあることが分かる。

4. あとがき

熊谷市のヒートアイランドとその成因および光化学スモッグとか熱中症との関係で風が大きく影響していることはこれまでの諸研究でも明らかであるが、郊外の風との関係で長期的に統計的に考察したものは本研究が初めてであると確信している。

埼玉県は内陸に位置していることもあり全般的に風が弱く、風力エネルギーの立地条件に乏しいところのようである(中島、2006)。その中では所沢から熊谷に至る南北の狭いベルト状地帯に比較的風の強いところがあっ

て季節によっては6 m/s以上の風で風力発電が可能な地域がないこともない。

また季節的な傾向でも夏から秋に風が弱く、台風シーズンの影響も弱いことが見て取れるが、風向頻度の上でもNE系の風が少なく、ヤマセの影響も熊谷の内陸までは達しないのかもしれない。しかし、1年の特定の季節に一時的にはヤマセの南限が見られるかもしれない。今後はそのような立場から特殊な風について調べてみたいと考えている。

謝 辞

本研究を進めるに際し立正大学地球環境科学部 ORC プロジェクト(1)の費用を使用した。

文 献

- 上遠野輝義(2003)：「関東地方におけるオキシダント濃度分布と局地風の関係」、(立正大学地球環境科学部卒業論文、一部日本地理学会で発表済)
- 中島彰夫(2006)：「埼玉県における風力発電普及の可能性についての研究」、(立正大学地球環境科学部卒業論文、未発表)
- 吉野正敏(1971)：『小気候』、地人書館

Climatological Characteristics of Central and Suburban Areas of Kumagaya City Part 4: Change of Wind due to Urbanization

Yoshitaka FUKUOKA*, Miki MARUMOTO**

*Faculty of Geo-environmental Science, Rissho University

**Open Research Center, Part-time Researcher, Rissho University

Keywords: diurnal change of wind, annual change of wind, wind-rose, urbanization, river wind