

前橋市の中心市街地における屋外環境の実測調査 —その2 冬期における風環境の実測結果と主観評価—

Filed Measurement of Outside Environment in the Central of Maebashi City
—Part 2 Measurement Results and Subjective Evaluation of Wind Environment in Winter—

三田村 輝章*, 岡田 弘之**, 新井 良和**, 石井 繁紀**
Teruaki Mitamura, Hiroyuki Okada, Yoshikazu Arai and Shigenori Ishii

keywords : City centers, Wind environment, Field measurement, Subjective evaluation, Downdraft
中心市街地, 風環境, 実測調査, 主観評価, 空っ風

1. はじめに

群馬県は、関東平野の内陸部に位置し、南東部の平野部は北部と南西部を山に囲まれ、冬期は「空っ風」と呼ばれる季節風が吹きつけ、空気が乾燥した晴天日となることが多い。空っ風は、北西の山間部から吹き下ろす強風であることから、屋外での歩行や自転車の走行の障害となる他、体感温度を下げ、寒さをより感じる原因となる。特に県庁所在地である前橋の中心市街地では、建物が密集した街区、高層ビル周辺、空地、植栽、比較的幅員の大きい道路など、街区の特徴により弱風域と強風域が複雑に生じることが考えられ、今後、再開発などにより快適な市街地環境を形成するには、冬期における風環境の実情を把握することは重要であるが、これまで前橋市の中心市街地において空っ風の影響について検討した研究事例はみられない。

本研究では、県庁や市役所が存在する前橋市本町及び大手町周辺の中心市街地を対象として、実測調査に基づく屋外環境の現状把握と評価を行うことにより、今後の中心市街地における自然ポテンシャルの有効活用や環境改善のための基礎資料として整備することを目的として、前報¹⁾では、夏期における街区内温度分布やWBGT指数の実測調査のほか、熱画像を撮影し、屋外環境の現状把握と評価を行った結果について報告した。

本報では、冬期における風環境の実態を把握することを目的として、風向・風速などの実測調査の他、調査員による風環境の主観評価を実施した結果について報告する。

2. 調査方法

2.1 調査対象街区

調査対象は、前報¹⁾と同じ街区であり、群馬県庁前から東側へ向かう県庁前通りを中心とする前橋市大手町二丁目及び前橋市本町一丁目の東西方向に約550m、南北方向に約300mの街区である。街区内には、前橋市役所や合同庁舎のほか、十数階建てのマンションなど、高層建物が点在するが、一方でアスファルト舗装の地上駐車場や2階建ての戸建て住宅が存在する街区もみられる。また、県庁前通りは街路樹として南北の歩道に高さ十数メートルのケヤキが植えられているほか、調査対象街区の西側部分は、市役所駐車場の北側、前橋市役所と群馬会館の周辺、群馬県庁東側の芝生広場など、緑化された区域も存在する。図1に調査対象街区の鳥瞰を示す。

2.2 測定方法

調査地点は、調査対象街区内の歩道と、歩道が無い場合は道路脇を対象とし、道路に囲まれた各区画の隅部とその中間の全87



図1：調査対象街区の鳥瞰（Google map より）

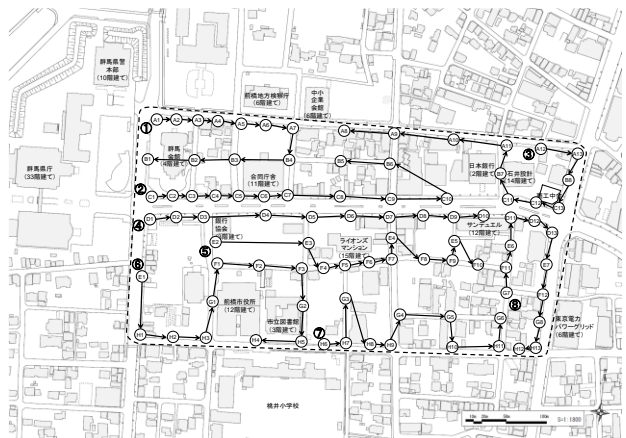


図2：調査地点と調査ルート

測定箇所	時刻	風向	平均風速	最大風速	気温	気圧	湿度	目測風向		
			mps	mps	℃	mBar	%	↑ ↓ ← →		
風力階級（風の状況） ※ 最も適すると思う数字に○を付ける										
0	1	2	3	4	5	6	7	8		
音がまったく聞かれない	音がたなびくが葉の音が聞き取れない	弱に風を感じる。葉の音が聞き取れるが、葉の音が聞き取れない	葉っぱが揺る。葉の音が聞き取れるが、葉の音が聞き取れない	木コリが舞い上がり、木の葉が動く	小さな木がゆり動く、木葉にきき音が立つ	大きな木がゆり動く、木葉にきき音が立つ	木全体がゆれ、葉の音が聞き取れる	木の根が揺れ、立っているのが揺れる		
快適感 ※ 最も適すると思う数字に○を付ける					受容度 ※ 最も適すると思う数字に○を付ける					
-3	-2	-1	0	1	2	3	0	1	2	3
非常に不快	不快	やや不快	快適でも不快でもない	やや快適	快適	非常に快適				
気づいたことメモ：										

図3：調査用紙の一例

箇所を設定する。これらの調査地点を8つのルート（①～⑧）に分けて、大学生の調査員が各地点で順次、風速と風向等の計測を行い、調査用紙に記入する。また、同時に風環境の主観評価とし

* 前橋工科大学・工学部 准教授・博士(工学)
Assoc. Prof., Faculty of Engineering, Maebashi Institute of Technology, Dr. Eng.
** 株式会社石井設計
ISHI Sekkei Co., Ltd.

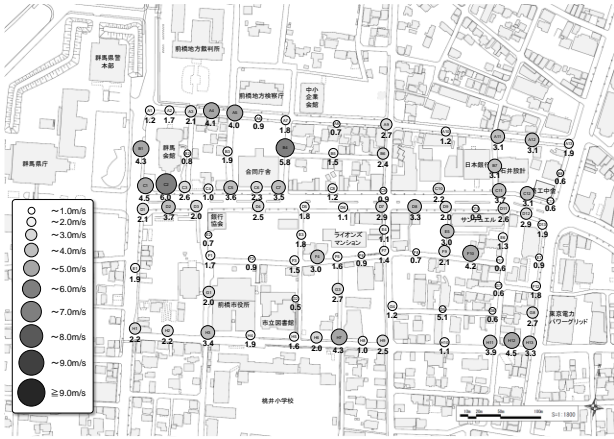


図4：1月17日における平均風速の計測結果

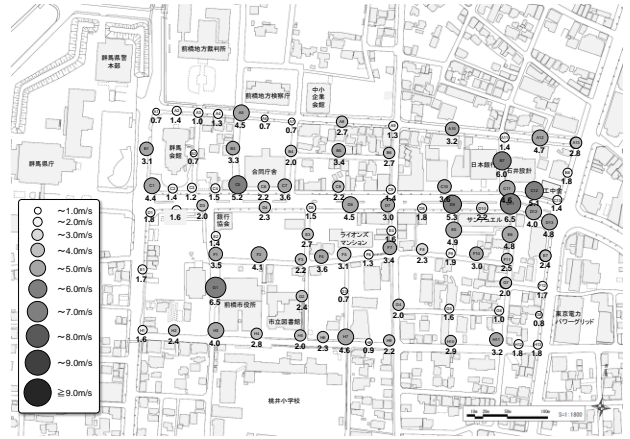


図7：1月22日における平均風速の計測結果



図5：1月17日における最大風速の計測結果



図8：1月22日における最大風速の計測結果

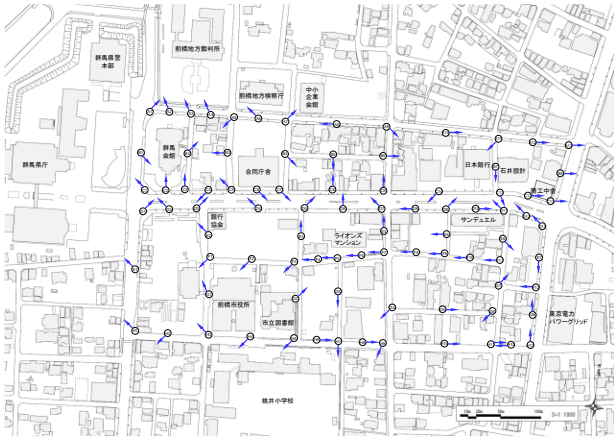


図6：1月17日における風向の計測結果

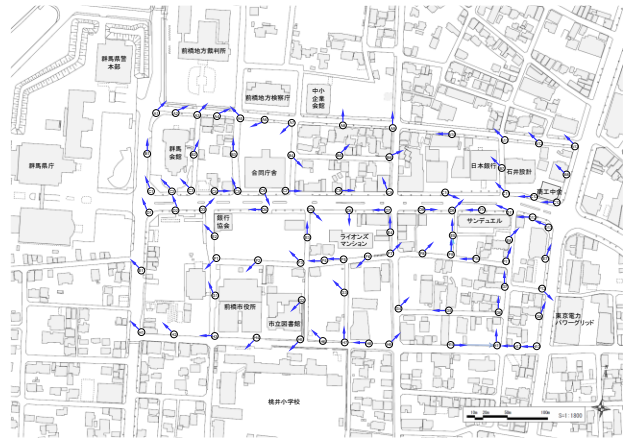


図9：1月22日における風向の計測結果

て、8段階の風力階級²⁾、4段階の受容度、7段階の快適感について回答し、調査用紙に記入する。図2に調査地点と調査ルートを図3に調査用紙の一例を示す。

風速の計測には、簡易風速計（WEATHERmeter，WeatherFlow社製）を使用し、Bluetooth経由でスマートフォンに接続して、専用アプリを使用して1分間の計測を行い、平均風速、最大風速等の値を調査用紙に記入する。風向の計測には、簡易風向計（Little Hawk Mk2，HAWK Marine Products社製）を使用し、風速の計測中、目視で観察しながら、最も頻度の高い風向を8方位で判断して調査用紙に記入する。簡易風速計と簡易風向計は、自撮り棒に接続し、調査員の頭の高さより上になる



写真1：実測調査の様子

ようにして計測する。本報では、2019年1月17日の15時9分～15時59分の間、2019年1月22日の13時52分～14時35分の間の実施した2日間の調査結果について示す。

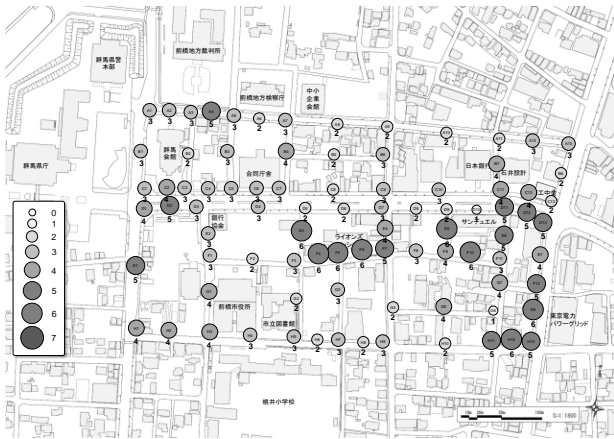


図 10 : 1月 17 日における風力階級の評価結果

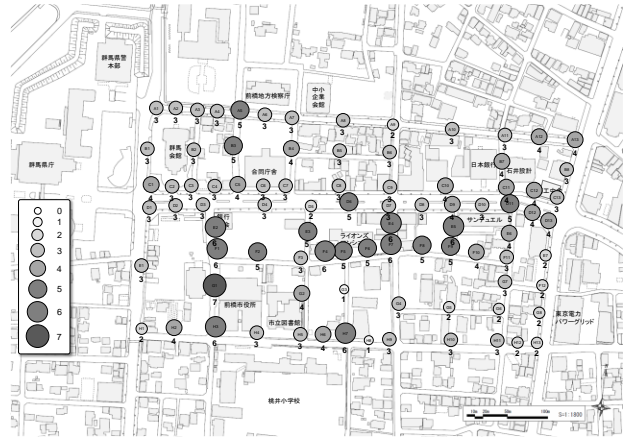


図 13 : 1月 22 日における風力階級の評価結果

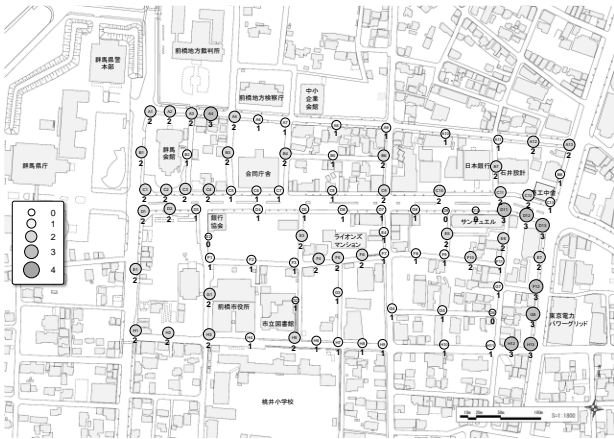


図 11 : 1月 17 日における受容度の評価結果

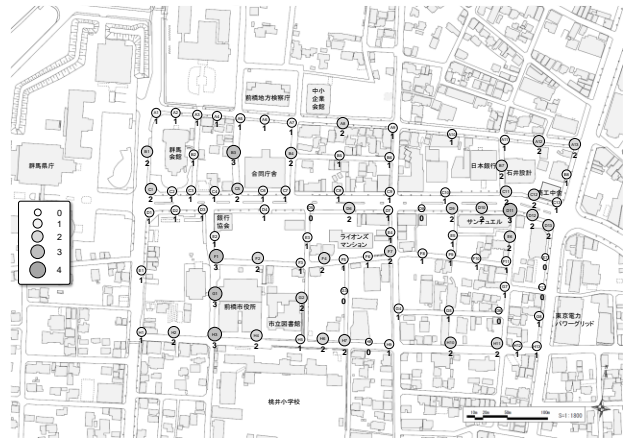


図 14 : 1月 22 日における受容度の評価結果

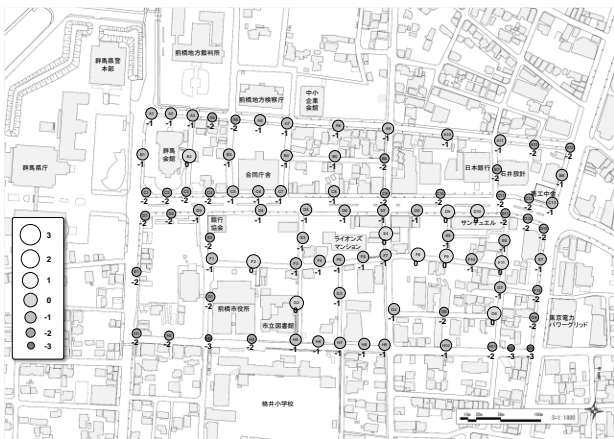


図 12 : 1月 17 日における快適感の評価結果

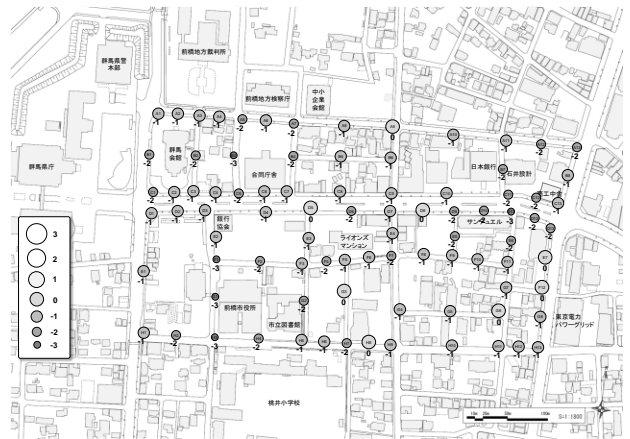


図 15 : 1月 22 日における快適感の評価結果

3. 調査結果

3.1 実測調査の結果

(1) 1月 17 日における計測結果

調査期間中における外界気象は、前橋地方気象台による観測データ³⁾では、気温は 11.8℃、平均風速は 5.2m/s、最大瞬間風速は 13.3m/s、風向は西北西であった。

図 4 に平均風速の計測結果を示す。群馬会館（4 階建て）の南側と合同庁舎（11 階建て）の東側で 5~6m/s と最も大きく、この他、日本銀行（2 階建て）と石井設計（14 階建て）の周辺、サンデュエル（12 階建て）の南側、東京電力パワーグリッド（6 階建て）の西側で大きい傾向にある。これらの地点は、いずれも周

囲に十数階建ての建物が存在することから、ビル風の影響によるものと推察される。逆に風速が小さいのは、市立図書館（3 階建て）の周辺、サンデュエル（12 階建て）の南西周辺など、アスファルトで舗装された広い地上駐車場が存在する街区であり、周囲を高層な建物で囲まれているが、建物からは離れた地点であることから風が弱まったと考えられる。

図 5 に最大風速の計測結果を示す。平均風速の分布と比較して、風速の大きい地点は概ね一致しているが、群馬会館（4 階建て）と合同庁舎（11 階建て）の周辺、東京電力パワーグリッド（6 階建て）の西側で 9.0m/s 以上と特に大きい。これらの平均風速との差が大きい地点では、風速の変動が大きいことが予想

され、マンションなどの高層な建物が近く、県庁前通りや国道17号といった幅員の広い道路が通っていることが風の流れを複雑にしていると考えられる。

図6に風向の計測結果を示す。前橋地方気象台による観測データの風向は西北西であるが、地表付近の風向は一定ではなく、街区全体での傾向を読み取ることは困難であるが、サンデュエル(12階建て)からライオンズマンション(15階建て)の南側の通りは道路に沿って東よりの風が吹いており、この周辺は路上駐車場や低層の住宅が多く、周囲に風を遮る建物が少ないことから一方向の風が発生したと考えられる。

(2) 1月22日における計測結果

調査期間中における外界気象は、前橋地方気象台による観測データ³⁾では、気温は7.3℃、平均風速は6.6m/s、最大瞬間風速は13.9m/s、風向は主に北であった。

図7に平均風速の計測結果を示す。最も風速が大きかったのは、石井設計(14階建て)とサンデュエル(12階建て)の間、前橋市役所(12階建て)の西側で6.5m/sであり、また、合同庁舎(11階建て)の西側でも風速が大きい。これらの地点は南北方向に道路が通り、その脇に高層な建物があることと、前橋地方気象台による主風向が北であったことから、道路に沿った強い風が発生したと思われる。その他、1月17日と同様に広い地上駐車場や低層の住宅が多い街区で風速は小さい傾向にある。

図8に最大風速の計測結果を示す。平均風速の分布と同様な位置で風速が大きくなっており、特に合同庁舎(11階建て)の西側、前橋市役所(12階建て)の西側、ライオンズマンション(15階建て)の北側で10m/sを超えている。サンデュエル(12階建て)の周辺は、北から吹いた風がサンデュエルの建物に当たり、建物の側面となる西側と石井設計(14階建て)との間で囲まれている北東部で9.0~9.8m/sの強風が発生したと考えられる。また、群馬会館(4階建て)の北側、前橋地方検察庁(6階建て)と中小企業会館(6階建て)の南側、市立図書館(3階建て)の周辺とその東側の街区では最大風速は小さく、6.0m/s未満である。

図9に風向の計測結果を示す。前橋地方気象台による観測データの主風向は北であるが、1月17日と同様に地表付近の風向は一定ではなく、街区全体での傾向を読み取ることは困難である。また、平均風速が大きかったサンデュエル(12階建て)の周辺、合同庁舎(11階建て)の西側、前橋市役所(12階建て)の西側では、南北方向の道路に沿った北よりの強い風が吹いている地点が多く、主風向と概ね一致している。

3.2 主観評価の結果

(1) 1月17日における評価結果

図10に風力階級の評価結果を示す。平均風速や最大風速の小さい地点では、風力階級は2~3で評価されており、最大風速が9.0m/s以上の地点では、5~6で評価されている。また、ライオンズマンションの南側では、風速の計測結果と比較して風力階級が高く評価されているが、これは同一の調査ルートであることから、調査員の個人差が影響していると考えられる。

図11に受容度の評価結果を示す。全体的に風力階級の分布と類似しており、風力階級が2~3の地点で受容度は1~2、風力階級が5~6の地点で受容度は3である。

図12に快適感の評価結果を示す。評価結果が1以上の地点は無く、快適方向への評価はみられない。また、平均風速と最大風速が大きかった地点では、-2(不快)~3(非常に不快)の評価となっている。

(2) 1月22日における評価結果

図13に風力階級の評価結果を示す。1月17日と同様に平均風速や最大風速の小さい地点では、風力階級は2~3であるが、最大風速が9.0m/s以上の地点では、前橋市役所の西側が7と最も大きく評価されたのに対して、サンデュエル(12階建て)の周辺や合同庁舎(11階建て)の西側では4~5で評価されており、実際の風速より体感は小さく評価されている。また、ライオンズマンションの南側では、1月17日と同様に風力階級が高く評価されているのは、同一の調査員が評価したためである。

図14に受容度の評価結果を示す。風速が大きかった合同庁舎(11階建て)の西側、前橋市役所(12階建て)の西側、サンデュエル(12階建て)の周辺で2~3となっている。

図15に快適感の評価結果を示す。1月17日と同様に1以上は無く、平均風速と最大瞬間風速が大きかった地点では2(不快)~3(非常に不快)の評価となった。

4. まとめ

本研究では、前橋市の中心市街地における風環境に関する調査を実施し、風況マップとして風速や主観評価の分布を明らかにして、その特徴について分析した。

以下に得られた知見をまとめる。

- ・ 風速が大きくなる地点は、周囲に十数階建ての建物が存在する街区であり、ビル風の影響が考えられた。
- ・ 平均風速と最大風速の差が大きい地点は、風速の変動が大きいと予想され、高層の建物と幅員の広い道路などが複雑な風の流れを形成していると考えられた。
- ・ 風速が小さい地点は、アスファルトで舗装された広い地上駐車場がある街区であり、周囲を高層な建物で囲まれているが、建物からは離れた地点であることから風が弱まったと考えられた。
- ・ 調査員による主観評価は、風速の実測結果と概ね一致したが、調査員の個人差が影響していると考えられるケースもみられた。

今後は、調査対象街区におけるCFD解析を行うことで、強風や弱風が発生する要因について検証する他、夏期における高温や冬期における強風の地点を解消するための建物配置や緑化の効果等について検討し、中心市街地の再開発計画のための基礎資料として整備していきたい。

謝辞

実測調査の計画にあたり、大妻女子大学の白澤多一准教授に貴重なご意見を頂いた。また、実測調査の実施にあたり、当時、前橋工科大学三田村研究室に所属していた学生諸君、(株)石井設計の茂呂将崇氏、柳下雄介氏にご協力を頂いた。なお、本研究は、平成30年度前橋工科大学地域活性化研究事業の助成を受けて実施した。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 三田村輝章、岡田弘之、新井良和、石井繁紀：前橋市の中心市街地における屋外環境の実測調査 ―その1 夏期における温熱環境の実測結果―、日本環境管理学会大会、2020年
- 2) 気象庁のホームページ、風の強さに関する用語
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/kaze.html
- 3) 前橋地方気象台のホームページ
<https://www.jma-net.go.jp/maebashi/>