

北九州市における「風のみち」効果に関する調査分析

Empirical Analysis Of Wind-Trail Factors In Kitakyusyu City

盛岡 通* 藤田 壮* ○芦刈義孝**
Tohru MORIOKA* Tsuyoshi FUJITA* Yoshitaka ASHIKARI**

ABSTRACT: “Wind-trail effect” to restrain urban “heat-island” phenomenon is empirically analyzed while several planning and locational variables are identified as influential factors. First, factors for wind-trail effects are generally extracted and categorized based on several theoretical and empirical analysis studies. Secondly, wind velocity and direction data in Kitakyusyu City are compared and effective factors are identified. Finally, impacts of planning and locational factors for “wind-trail” effects are verified by multiple regression analysis.

KEYWORDS: Wind-trail Effect, Urban Environmental Planning, Kitakyusyu City,
Multiple Regression Analysis

1. はじめに

都市空間における「風のみち」の整備は、山地や海域からの新鮮な空気を都心地区に送り込み都市の熱循環を改善することによって、大都市で深刻化しつつある「ヒートアイランド現象」の改善に貢献するとともに、水と緑のネットワークとしての水準を高めて都市の快適性を向上し、環境資源賦存量を増加することが期待される。

本研究では、大都市における風向・風速が地形や河川、海域との境界などの地勢条件とともに、土地利用や建物配置などの都市計画特性と公園・緑地の整備や河川沿い空間のオープンスペースの整備などの環境計画特性によって規定されるとの仮定にたち、風向・風速と地区や地域スケールの空間特性の関係について調査分析を加えることにより、「風のみち」機能に有意な計画要素を明らかにすることを目的とする。

すなわち、北九州市を対象として、市内の一般環境大気測定局のうち10地点の風向・風速測定値と周辺の土地利用特性、建物立地特性、環境資源分布特性について1975年から95年の変化についての調査分析を行う。第一に、緑地や河川、街路、建築物等の都市空間要素と風向・風速との関係を取り上げた理論研究や実証研究の体系的な整理にもとづき、「風のみち」機能の決定影響要因を包括的に選定し、分類する。第二に、北九州市における大気測定局の風向・風速データと周辺土地利用の空間特性との関連を時系列で比較することにより、風のみち機能への各要因の影響を評価する。第三に、風速を被説明変数とし、土地利用特性、建物立地特性、環境資源分布特性を説明変数とする重回帰分析により「風のみち」機能の分析を行い、各特性要因の影響を定量的に評価することを試みる。

2. 「風のみち」影響要因

都市環境を改善する「風のみち」機能は、郊外や海域からの清涼な「都市外気の搬入」と、都市活動から発生する「都市熱の排出」、植栽や地表面からの「蒸散」、さらに「風のみち」の機能を既存地区周辺地域に及ぼす「周辺波及効果」から構成される。「風のみち」機能に影響力のある都市の空間特性として「河川」「緑地・公園」「街路」「土地利用コントロール」についてこれらの「風のみち機能」との関係を示したものが表-1である。

* 大阪大学工学部環境工学科 Dept. of Environmental Engineering, Osaka Univ.

** 同大学院前期課程 Graduate Student, Dept. of Environmental Engineering, Osaka Univ.

これまでの研究では緑地の気温低減効果については、実測値を用いた分析が行われており、都市の気温分布パターンと緑地や街路樹の存在、土地被覆状態との関連を解析して、緑地の存在が気温の低下に有効であることが定量的に解明されている¹⁾。また、都市河川が海風の通り道となり、都心部の気温の低下に寄与していることが観測結果の分析により明らかにされている^{2), 3), 4)}。都市風については、河川、街路、建築物等との関係が明らかにされている^{5), 6), 7)}。これらの理論研究や実証研究を整理して、都市気候緩和及び風向・風速に有意な影響があるとされた要因を抽出し、それを河川、緑地・公園、街路、土地利用コントロールに分類した(表-2)。

表-1 風のみち機能と要素の整理

風のみち機能	河川	緑地・公園	街路	土地利用コントロール
都市外気導入	連続した河川空間を通る風及び水面の冷却効果による冷気導入		連続した街路空間を通る風による都市外気導入	建築物化、セットバックによる効果拡大
都市熱排出	連続した河川空間を通る風による都市からの排出		連続した街路空間を通る風による都市熱排出	建築物化、セットバックによる効果拡大
蒸散	河川水面の蒸発・散	緑地・土面の蒸発・散	街路樹・緑地の蒸発・散	行政指導による非舗装面の確保
周辺波及効果	連続した河川空間を通る風の市街地への波及	緑地内の冷気のにじみ出し	連続した街路空間を通る風の建築物間への波及	建築物化、セットバックによる効果拡大

表-2 既存研究の整理(風のみち影響要因の抽出)

分類	研究者	対象都市	風に関する記述	風の影響要因	分析データ
河川	村川ら ²⁾ (1988, 1990)	広島市	・市街地でも河川上の風の影響があり、その範囲は風向・風速による ・強風時、河川内の気温分布は均一になる	河川幅・河川断面形態 河川周辺建築物配置	横3カ所で実測 河川と直行街路で実測
	片山ら ³⁾ (1990, 1996)	福岡市	・海風による気温低下は海岸に近いほど大きい ・海風時、街路上の気温は河川上より高い ・傾斜による冷却効果が期待できる	海からの距離 建築物と水面、街路幅	2本の河川上12カ所と周辺街路で実測
	橋本ら ⁴⁾ (1995, 1996)	名古屋市	・河口からの距離大ほど海風の風速は低下し、気温が上昇する ・建築物による風の通過効果の低下するが、適所に設置した緑地による冷却効果が顕著である ・河口付近で風速大ほど気温低下	河口からの距離 河川沿い緑地の有無 建築物の有無	河川・運河上及びそれに隣接する公園の計24カ所で実測
緑地・公園	丸田 ⁵⁾ (1972)	東京他	・公園緑地上の風は風下の市街地に風速が大きいほど影響範囲も大きい ・緑地内外の気温差により気流が発生し、それは建築物形態及び配置により変化する	緑地規模(面積、天空率、緑葉率)	都内2カ所の都市公園で実測
	宮本ら ⁶⁾ (1995)	名古屋市	・低風速時に水面による気温低減効果は期待できず、大規模な緑地による効果が大きい	土地被覆	熱田神宮及び所川とその周辺で実測
	片山ら ¹⁰⁾ (1990)	福岡市	・公園内の風下側で気温は最も低下する	緑地規模(面積、天空率、緑葉率)	都市公園内で実測
街路	成田ら ¹¹⁾ (1996)	広島市	・風向と直行する街路で微気流が存在(風上側下降流、風下側上昇流)	街路向き・幅・舗装 建築物高さ・配置	歩道橋を使った実測
	片山ら ¹²⁾ (1994)	福岡市	・吹風時、風上側の気温が高く、風向に対して建築物の陰は風速が小さく、気温が高い ・風向変化後、気温急激に低下	街路樹の緑量・樹木間隔	街路樹の意のある街路で実測
	橋本ら ¹³⁾ (1995)	名古屋市	・風速の強いビル街内部では高温部が出現し、風によりその高温化が緩和される ・建築物が低いと風速が小さく、またビル街中心部で風速が小さい	建築物の配置・容積率・建ぺい率、街路幅	都心部(ビル街)の街路上で実測
土地利用コントロール	片山ら ¹⁴⁾ (1992)	福岡市	・海陸風時、風上側の気温が風下側より低い ・建築物は風上より風速が小さく、気温が高い	建築物の配置・高さ 地表面被覆	中層建築物、独立中層建築物、住宅地で実測
	丸田ら ¹⁵⁾ (1996)	熊本市	・春期及び下記の14時に、海水面の存在や海風により低気圧域が沿岸部に出現する	土地被覆割合 海からの距離	自動車による移動観測
	片山ら ¹⁶⁾ (1992)	福岡市	・地表面の粗度による気温分布への影響は風が非常に強い場合や強風が連続する場合に大きく、海風が強い場合には都市内の気温分布は一様化されるため小さくなる	土地被覆 海からの距離	自動車による移動測定及び常時測定点8カ所

都市計画や環境計画の領域で操作可能となる「風のみち」影響要因として、「河川」については河川幅、水面面積、河川数形態、河川との距離、河川との接続、「緑地・公園」についてはその面積、緑被率、土地被覆、緑地との接続、「街路」については街路幅、街路向き、街路樹緑葉量、街路樹樹木間隔、道路舗装材、「土地利用コントロール」については建築物高さ、容積率、建ぺい率、建築物配置を取り上げる(表-3)。

表-3 「風のみち」影響要因

	河川	緑地・公園	街路	土地利用コントロール
風のみち影響要因	河川幅	面積	街路幅	高さ
	水面面積	緑被率	街路向き	容積率
	河川断面形態	緑葉率	街路樹向き	建ぺい率
	河川との距離	緑地との接続	街路樹樹木間隔	配置
	河川との接続		道路舗装材	樹間隔

3. 北九州市における「風のみち」機能の分析

3.1 北九州市における風向・風速データ

北九州市における一般環境大気測定局のうち都市集積密度が高い地点を中心に10箇所を選定した(図-1)。各測定地点における1975年から95年までの風向・風速の記録のうち、毎時データの総出現回数を1年単位で集計したデータを用いた。そのうち5つの地点について1995年の風

向出現回数を図-2に、風速出現回数を図-3に示す。風向は城野については南南西、門司については東、企救丘については北東及び南西と地点特性により、年間での頻度の高い風向が異なるが、一般に北西及び南東方面からの風が支配的であるといえる。また、風速については若松などの海岸に近接する地点では2.1~3.0m/sの頻度が最も高く、城野や企救丘などの内陸部の地点よりも風速の分布が右に変化する傾向がみられた。

次に各測定局毎に都市化が進んだ1970年代以降に北九州市から発行された「1/2500北九州市基本図」を用いて周辺の上土地利用特性を調査した。企救丘、黒崎、安瀬は測定局周囲の上土地利用状況が大きく変化しているが、戸畑はほとんど変化していないなどの事実が明らかになった。

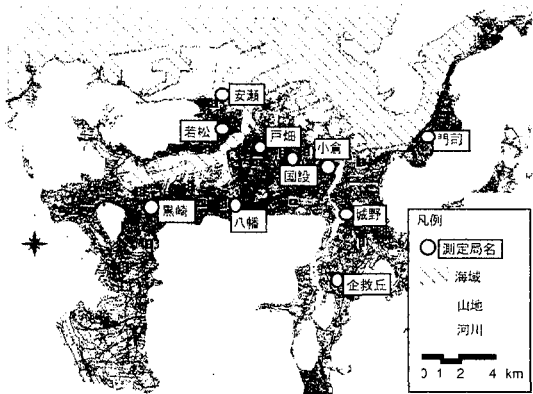


図-1 一般環境大気測定局の位置

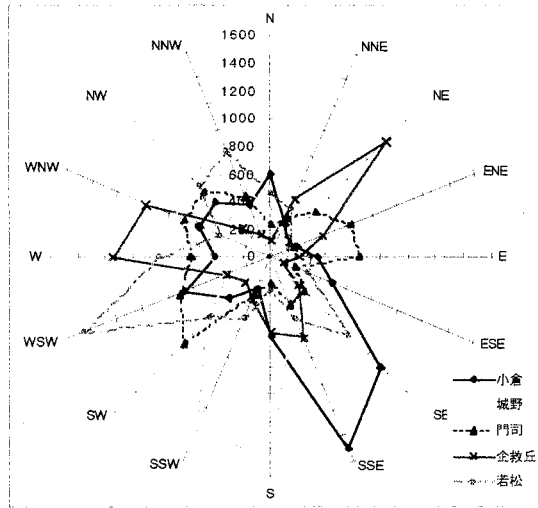


図-2 風向の出現回数（1995）

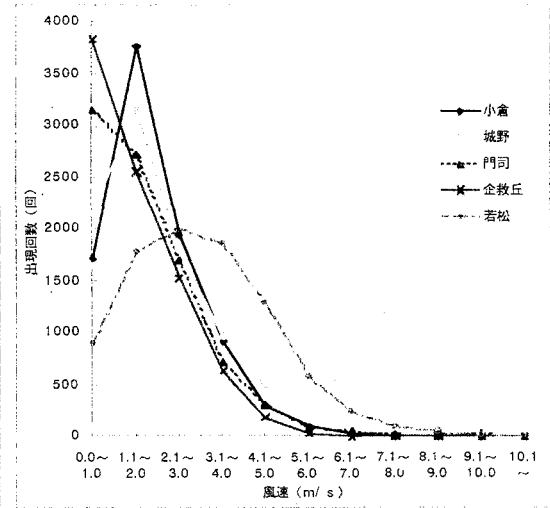


図-3 風速の出現回数（1995）

3.2 風向・風速の経年変化の調査

調査地点毎の地図の発行年の風向・風速データを分析対象とした（表-4）。

企救丘について1977年、82年、88年の風速分布を見ると（図-4）、年の経過とともに風速が左にシフトしており、経年的な風量減少が確認された。さらに、1976年と1988年について土地利用状況の変化と風速分布を図-5及び図-6に示す。風向については北東、南、西南西の3方向の風が多い傾向は共通しており、谷に沿った3方向の風が卓越するといえる。また、周辺の土地利用の変化を見ると、1988年では地点西側の丘陵が集合住宅として開発され、南側には都市モノレールが建設され、中高層建築や高架交通施設の建設により、「風のみち」機能は低下したことが推定される。

表-4 調査対象地点の地図発行年

一般環境大気測定局	発行年（年）		
	70年代	80年代	90年代
小倉	1974	1980, 1985	1990, 1995
城野	1974	1980, 1985	1990, 1991
国設	1974	1980, 1985	1990
門司	1974	1980, 1985	1990
企救丘	1976	1982, 1988	
若松	1973	1980, 1986	1992
八幡	1973	1983, 1989	1991
黒崎	1973, 1978	1981, 1989	1991
戸畑	1973	1980, 1986	1992
安瀬	1973	1980, 1986	1992

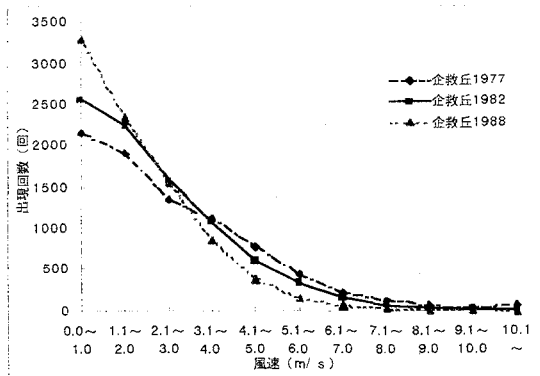


図-4 企救丘の風速出現回数

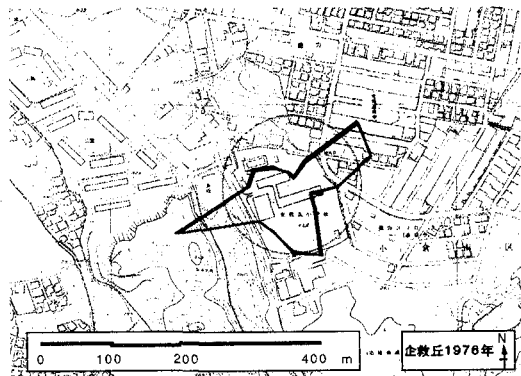


図-5 企救丘の風向及び土地利用（1976年）

表-5に10箇所の各測定局毎の風の特徴及び地勢条件・計画特性及びその経年的変化について示す。

洞海湾沿いの若松・八幡・黒崎は湾に沿った風向が確認でき、城野は紫川に沿った風向、企救丘にしても紫川による谷などの谷筋への風向が顕著である。これに対し、小倉・国設・戸畑・安瀬の沿岸部の測定局は主に北西・南東の海陸風と考えられる風が顕著である。門司では風が海岸線に対して平行な風向が卓越しており、これは後背部の山地の存在に起因する。

風速については、安瀬や若松などの海岸に近接する地点での風速出現回数分布がその他の地点より右側に位置している。また、開発が進んだ企救丘や安瀬などでは風速の分布が経年的に左側へシフトしていることが顕著に見られ、小倉やその他の1970年代ですでに都市化されていた地点での変化は小さい。

また、風速の低下傾向は小倉、城野、国設、門司、企救丘、八幡、黒崎、安瀬で見られ、小倉、城野、八幡、黒崎では風向の変化も見られるが、これは計画特性による影響と考えられる。すなわち、企救丘では大規模にオープンスペースが減少し、中低層住宅が立地しており、また、小倉、城野、国設、門司でもオープンスペースの減少が見られる。安瀬では風の頻度が高い北西方面の海域で大規模な埋め立てが行われている。小倉、城野、八幡、黒崎では近隣に高層建築物の立地が見られる。

以上から次の知見を得た。

- ①測定局周辺に河川があるとそれに平行した風向が卓越する。
- ②測定局が海域に近いほど風速は大きくなる。
- ③測定局が山に近接すると一般に見られる風向と異なる山の斜面と平行な風向が見られる。
- ④宅地開発等でオープンスペースが減少し、施設立地密度が増加することにより風速が減少する。
- ⑤周辺地域で海岸が埋め立てられると風速は減少する。
- ⑥公園・街路・グラウンドなどのオープンスペースの立地する方向からの風の頻度が高い。
- ⑦最も頻度の高い風向の風上地域で中高層建築物又は高架構造物が建設されることで風速の低減や風向の変化が見られる。

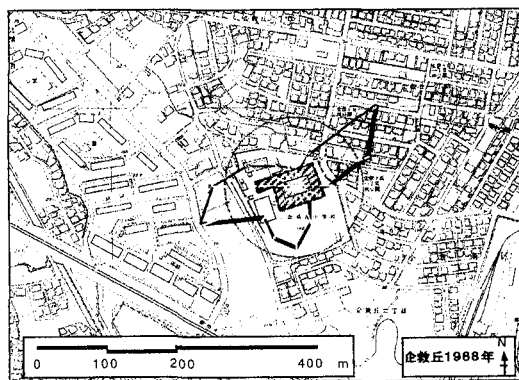


図-6 企救丘の風向及び土地利用（1988年）

表－5 各測定局別環境の特徴一覧

測定局名	風向特性	風速特性	地勢条件	計画特性の現況	風の通影響要因の変化
小倉	・南東東の強風が顕著であり、南北の風が多い ・東風の減少した	90年を除くと徐々に0～2 m/sの風頻度が増加、3～7 m/sの風頻度が減少し、風が弱くなっている	・北側を海（海岸部は工場地）、他の3方向は山地で囲まれている ・東600mに勝山公園を間に挟んで河川がある	東西 中層建築物 中層建築物 勝山公園（西～南200m） グラウンド（12500㎡） 南北 校舎＋グラウンド（26250㎡）	東側に中層建築物が立地したため、オープンスペース面積が減少した
城野	・南南西の強風と北西の海風が卓越している ・85年前は南南東の風が多いが、その後減少した	90年を除くと0～1.5 m/sの風頻度が増加、2～7 m/sの風頻度が減少し、風が弱くなっている	・北側以外は山地で囲まれているが、いずれも2000 m以上離れている ・西約400mに学校グラウンド等を間に挟んで河川がある	東西 J R日本線 中層建築物 校舎＋グラウンド（5625㎡） 南北 J R日本線が斜め（北西～南東）に走っている	・測定局の移転のため南側グラウンドの隣接オープンスペース幅が減少した ・南側に大規模商業施設が立地し、建物障害が現れた
国政	・南東東の強風と北西の海風が卓越している ・風向に関しては経年変化は見られない	0～2 m/sの弱い風が増加し、2～8 m/sの強い風が減少しているため風が弱くなっている	・北に海、他は山地で囲まれているが、いずれも3000 m以上離れている	東西 病院（丘の上） 中層建築物 中層建築物（西100～200m） 公園＋グラウンド（西200m～、11250㎡） 南 小規模な公園（3750㎡） 北 大学（南約100mの丘陵地） 街路＋グラウンド（8125㎡）	北側のグラウンドに中層建築物が立地したため、オープンスペース面積が減少した
門司	・東北東、北西、南西の3方向に風が卓越している ・北西が海風でそれ以外は山の斜面に沿った風である ・経年変化は見られない	0～2 m/sの弱い風が増加し、2～7 m/sの強い風が減少しているため風が弱くなっている	・北から西にかけて約800 mに関門海峡、東から南にかけて約600 mに山地が位置し、海と山に挟まれている	東西 密集の中層建築物 密集の中層建築物 街路＋グラウンド（13125㎡） 南北 公園（2500㎡）が隣接	南側の学校校舎が改築されたためグラウンドが広くなり、東西のオープンスペースは増加した
企致丘	・北東、南、西南西の風が卓越している ・北西の山と南東の山に挟まれた地点であり、その間の谷（谷）に沿った北東と西南西の風が卓越している ・経年変化は見られない	0～3 m/sの強い風が増加し、3～7 m/sの強い風が減少しているため風が弱くなっている	・北側にわずかに谷があり海まで約800 mであるが、ほとんど山地に囲まれ最も近くて約700 mである ・西約1000 mに河川がある	東西 低層住宅 空地住宅のため 南 密集住宅（150m～） 南 グラウンド モノレール線（南約200m） モノレール駅（南東約300m） 北 低層住宅	・南西の山林が中層住宅地になり、また、東～西にあった造成中の宅地に戸別駐車場が立ち並び、オープンスペースが大幅に減少した ・南西にモノレールの駅が設置され、建物障害が現れた
若松	・南東（陸風）、北北西（海風）、西南西（両海岸に沿った風）の3方向に風が卓越している ・経年変化は見られない	風速の頻度はほとんど変化していない	・東から南にかけて約300 mに洞海湾があり、西には約400 mに山地がある ・玄界灘までは約3000 mである	東西 中層建築物で囲まれている 南 小規模な公園（940㎡） 北 東から西に洞海湾がある 西約500mに丘陵地（公園）がある	・南側の若松港の改築によりオープンスペースが増加した ・南東に市民会館が立地し、建物障害が現れた
八幡	・西南西の風と東北東の風が卓越している ・東風、西風が東南東、西南西に変化している	95年を除くと明らかに0～2 m/sの弱い風が増加し、3～7 m/sの強い風が減少しているため風が弱くなっている	・北側約1500 mに洞海湾、南側約500 mに山地が位置する ・玄界灘までは約7000 mである	東 中層建築物 斜面（北東、南東約900m） 西 区役所 南 小規模公園（1250㎡）が隣接 北 東西方向に広範囲道路	・周囲の建築物の建て替えにより、オープンスペースが増加した ・西に隣接する区役所が新築化し、建物障害が現れた ・埋め立てにより海岸が遠くなった
黒崎	・現在は南西の風が卓越しているが、以前は南南東の風が卓越していた ・東風の頻度も多い	0～2 m/sの強い風が増加し、3～7 m/sの強い風が減少しているため風が弱くなっている	・北約1500 mに洞海湾、南東約1300 mに山地が位置する ・玄界灘までは約8500 mである	東 低層建築物 広い公園（9400㎡） 南 広い駐車場（20000㎡） 北 高層建築物（南東約300m） 中層建築物	・南側の低層住宅が駐車場になり、オープンスペースが減少した ・南東に高層建築物が立地し、建物障害が現れた
戸畑	・南東（陸風）と西から北北西（北寄りの風が海風）の風が卓越している ・経年変化は見られない	風速の頻度はほとんど変化していない	・西約1000 mに洞海湾、南約3000 mに山地が位置する ・玄界灘までは約3000 mである	東西 中層建築物 中層建築物 区役所 公園（約100～300m、25000㎡） 北 郵便局	ほとんど変化していない
安瀬	・南東の風（陸風）と北東の風（海風）が明らかに多い ・経年変化は見られない	明らかに0～3 m/sの弱い風が増加し、3～7 m/sの強い風が減少しているため風が弱くなっている	・南西約1500 mに山地が位置するが、それ以外は平地と海で囲まれている ・埋め立てにより海が約700 mから約2000 mになった	東西 中層建築物 中層建築物 区役所 公園（約100～300m、25000㎡） 北 郵便局	・周囲の埋立地に工場が次々に立地し、オープンスペースが減少した ・北西の海岸の埋め立てにより海岸が遠くなった

4. 分析モデル

4.1 説明変数の設定

「風のみち」機能に有意な影響を及ぼす地勢条件変数及び計画特性変数の風速への影響を分析する。説明変数間の内部相関性の高いものを除き、山最短距離、河川最短距離、丘陵建物障害、隣接オープンスペース面積、隣接オープンスペース質、建物障害、地上高さを選定した（表－6、表－7）。

表－6 説明変数の一覧

説明変数	定義
<立地特性>	
山最短距離	測定局から最も近い山林までの直線距離
河川最短距離	測定局から最も近い河川までの直線距離
丘陵建物障害	頻度の高い2風向の丘陵範囲での丘陵や高層建築物の有無
<計画特性（地区）>	
隣接オープンスペース面積	測定局から半径300m以内のオープンスペースの面積
隣接オープンスペース質	測定局から半径300m以内のオープンスペースの質 人工構造物を3、土面を2、緑地及び水面を1とする
建物障害	測定局から半径300m以内で頻度の高い2風向の建築物の有無
地上高さ	測定局設置場所の地上からの高さ

表－7 分析データ一覧 標本数＝42

変数名	単位	平均	標準偏差	最小	最大
<被説明変数>					
風速	m/s	2.28	0.130	2.04	2.52
<説明変数（立地特性）>					
山最短距離	m	1542	888	400	3000
河川最短距離	m	1014	570	300	2200
丘陵建物障害	—	0.286	0.450	0	1
<説明変数（計画特性）>					
隣接オープンスペース面積	m ²	32373	22181	1344	89350
隣接オープンスペース質	—	2.00	0.650	1	3
建物障害	—	0.548	0.500	0	1
地上高さ	m	15.1	6.32	7	30

4.2 分析の結果

両線形、片線形、両対数の重回帰分析を行い、最も説明力の高い両線形の結果を表－8に示し、次のような知見を得た。

- ①山地までの距離は符号が負で1%の水準で有意となり、開発された丘陵の存在は風速に対して賦で有意な変数であることから、山林の保全が「風のみち」機能に寄与することが確認された。
- ②河川との距離は、符号が正で我々の合理的な期待を満足しない。河川の場合は周辺の土地利用など、地区スケールの計画特性が「風のみち」機能に影響することが推定される。
- ③隣接するオープンスペースの面積は、符号が正で1%の水準で有意となり、「風のみち」機能に有効な計画条件であることがわかった。オープンスペース上に構造物がないほどその効果も大きい。

表－8 両線形の重回帰分析結果

変数	標準偏回帰係数	t値
山地までの距離	-0.512	3.10 **
河川までの距離	0.406	2.35 *
丘陵地建物障害	-0.612	3.33 **
隣接オープンスペース面積	0.578	4.35 **
隣接オープンスペース質	-0.457	3.50 **
建物障害	0.407	1.11
地上高さ	0.407	2.81 **
決定係数	0.575	
標本数	42	

注：** は1%有意、* は5%有意を示す

5. 結論

本研究から得られた知見を次のように整理する。

- ①北九州市の都市域では1970年代以降、都市の高度利用と郊外化が進むとともに、都市部で風量が減少する傾向がある。これらの現象は、特に集合住宅や高架構造物の建設や自然緑地の減少、空地の減少が風量減少に寄与する傾向が見られた。
- ②「風のみち」機能には、自然山林との空間的関係が重要な要因であり、自然緑地の保全が都市の熱環境を改善するために重要であることが明らかになった。一方で河川との空間的関係の風速に対する影響は有意ではなく、この河川の効果を活用するには、地区スケールでの対策が必要となる。
- ③地点に固有な風向特性を考慮したオープンスペースの整備が、都市の「風のみち」機能の拡大に効果的であることが確認された。

本研究は、都市スケールで「風のみち」機能を高めるための調査研究の予備的段階と位置づけられる。本研究では1年単位の風向・風速に関わる集計的データを用いて分析を行ったが、「風のみち」機能が都市気候改善に最も効果的な夏期における「風向・風速」データを取り上げることにより、計画特性の影響についてのより感度の高い分析を行うことが今後の課題となる。

【参考文献】

1) 日本造園学会(1996)ランドスケープの展開, pp.198～199, 技報堂

2) 村川ら(1988, 1990)都市内河川が周辺の温熱環境に及ぼす効果に関する研究, 日本建築学会計画系論文報告集

3) 片山ら(1990, 1996)海岸都市における河川の暑熱緩和効果に関する研究, 日本建築学会計画系論文報告集

4) 橋本ら(1995, 1996)名古屋における運河を利用した風の道に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集

5) 北山ら(1990)海風が都市の気温に及ぼす影響に関する観測, 日本建築学会中国・九州支部研究報告

6) 竹林ら(1996)神戸地域の都市気候に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集

7) 橋本ら(1995)名古屋市における海風の運河上効果に関する研究, 日本建築学会東海支部研究報告

8) 丸田(1972)公園緑地の都市自然環境におよぼす影響, 都市計画69・70

9) 宮本ら(1995)水面及び緑地が都市内の熱環境形成に及ぼす影響に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集

10) 片山ら(1990)市街地における公園の暑熱緩和効果に関する実測, 日本建築学会大会学術講演梗概集

11) 成田ら(1996)街路空間の気流性状と熱環境, 日本建築学会大会学術講演梗概集

12) 片山ら(1989)街路空間における熱環境の実測調査, 日本建築学会大会学術講演梗概集

13) 橋本ら(1994)名古屋市中心部における熱環境実態に関する調査, 日本建築学会大会学術講演梗概集

14) 片山ら(1992)都市・建築空間における気温分布の局所性に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集

15) 丸田ら(1996)臨海都市における気温分布と緑地の気温低減効果に関する研究, 日本都市計画学会学術研究論文集

16) 片山ら(1992)都市における土地利用と気温分布に関する調査研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集