

大都市における「風のみち」維持要因についての調査研究

Empirical Analysis of Wind-Trail Factors in Big 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, methods for wind-trail effects are generally extracted and categorized based on several theoretical and empirical analysis studies. Secondly, the climatic changes in Osaka are identified. And wind velocity and direction data in Osaka and Sakai City are compared and effective factors are identified. Thirdly, it is evident that there are some planning and locational factor of the observatories in Osaka and Sakai City. Finally, impacts of planning and locational factors for “Wind-trail” effects are verified by multiple regression analysis.

KEYWORDS : Wind-trail Effect, Urban Environmental Planning, Multiple Regression Analysis,
Osaka and Sakai City

1. はじめに

近年、ヒートアイランド現象に代表される都市固有の気候が顕在化している。ヒートアイランド現象は、都市化の進展とエネルギーの消費の増大に起因し、その結果として、蓄熱効果の増加、風速の減少、水分の蒸発量の減少、排熱の増加、排ガスの増加が、複合的に影響を及ぼし合い、気候要素の変化をもたらしている。都市気候を緩和する施策として、緑地や河川による効果を活用すること及び海陸風などの自然の風を利用することが有効とされる。筆者らはすでに1996年度に北九州市における調査分析¹⁾をおこない、都市の高度利用と郊外化及びオープンスペースの減少等の土地利用変化が市内測定局の風速を減じる要因となることを示した。本研究では、風向・風速と土地利用特性についてより詳細な調査分析をおこない、「風」に対する土地利用の影響を実証的に検証し、その影響要因の指標体系を設計するとともに、緑地や沿道整備等の「風のみち」の規制・誘導手法を実証的に明らかにすることを目的とする。

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から、地表面形状や土地利用の風向・風速データへの影響についての議論を整理する。第二に、大阪市及び堺市における都市気候環境の経年的な傾向を調査する。さらに風向・風速の空間的・時間的な特徴を示し、国土地理院発行の数値地図25000（空間データ基盤）を用いて地表面形状による影響を定性的に評価する。第三に、前述で得られた知見を定量的に検証する。すなわち、大阪市及び堺市における細密数値情報土地利用10mメッシュデータにより一般環境大気測定局の周辺土地利用を調査し、測定局周辺の空間特性を示す。さらに風向・風速の観測データと測定局周辺土地利用の空間特性との関連を重回帰分析により評価す

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

** パシフィックコンサルタンツ株式会社 Pacific Consultants Co., Ltd

る。つまり、土地利用の空間特性を定量的に示すとともに、「風のみち」として自然風を維持するための土地利用要因を明らかにし、その影響を定量的に評価する。これらの調査分析を行い、「風のみち」形成に有意な土地利用特性を示す評価指標を抽出することを試みる。

2. 既存研究

ヒートアイランド現象に代表される都市の熱環境問題について、丸田（1972）²⁾ は既に樹林地などの緑地スケールの空間で気温、日射量、風速などの観測結果から緑地の気温低減効果を実証的に明らかにした。都市スケールの空間では都市の気温分布パターンと緑地や街路樹などの土地被覆状態との関連性を解析する研究によって、緑地の存在が気温の低減に有効であることが定量的に解明された³⁾。さらに、緑地や街路樹、緑地を構成する植物の表面温度の低温性なども明らかにされている³⁾。河川についても尾島ら（1993）⁴⁾ は東京の諸河川が都市のヒートアイランド現象を分断化していることを検証し、また、村川ら（1988）⁵⁾ は広島市、片山ら（1990）⁶⁾ は福岡市、橋本ら（1995）⁷⁾ は名古屋市において、それぞれの都市河川や運河が海風の通り道となり、都心部の気温の低減効果に寄与していることを観測結果から実証している。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つつある^{7) 8) 9)}。一方で、これらの知見（表1）を基礎とした都市スケールでの緑地の計画・設計に活かせる応用的な研究がまだ着手されたばかりといえる。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より、都市スケールにおける風向及び風速を決定する要因として土地利用が挙げられる。

表1 既存研究の整理

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
丸田 ²⁾ (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顕明も大きい ・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、緑率率）	都内2カ所の都市公園で実測
尾島ら ⁴⁾ (1993)	東京都	・東京の諸河川が都市のヒートアイランド現象を分断化している	河川の存在、河川幅	10定点観測、12移動観測 2河川間の直行街路で実測
村川ら ⁵⁾ (1988、1990)	広島市	・市街地は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、河内内の気温分布は均一になる	河川幅・河川敷形態 河川周辺建物配置	橋3カ所で実測 河川と直行街路で実測
片山ら ⁶⁾ (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ゆえ風による冷却効果が期待できる	海からの距離 陸面と水面、街路幅	2本の河川上12カ所と周辺街路で実測
橋本ら ⁷⁾ (1995、1996)	名古屋市	・河口からの距離ほど海風の風速は低下し、気温が上昇する ・建築物による風の遮断効果の低下するが、運河に隣接した緑地による冷却効果が顕著である ・河口付近で風速大まど気温低下	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
北山ら ⁸⁾ (1990)	福岡市	・海風による気温の上昇に対する緩和効果が明らかになった ・都市景観の緩和に関して、風の利用可能性も十分に検討されるべきである	緑地規模（面積、天空率、緑率率）	都内2カ所の都市公園で実測
竹林ら ⁹⁾ (1996)	神戸市	・数値解析により、地形の影響で六甲山周辺の圧力が大きく変化し、それに伴って風速・風向が変化する様子が再現された	地形	乱流モデルによる数値計算

3. 大阪市および堺市における風系の調査分析

3.1 大阪市および堺市の概況

調査分析対象地域の大阪市および堺市は図1に示すように、西は瀬戸内海の東端である大阪湾に面し、北は北摂・六甲山、東は生駒・金剛、南は和泉葛城と、三方を標高600mから1100mの山地に囲まれている。その内部を淀川や大和川、木津川等の大規模河川が流れており、淀川沿いに北東方向に平地が開け京都盆地に続き、東側の生駒・金剛山地の間を大和川が流れている。また、北側は武庫川や猪名川により六甲・北摂山地の間が開けている。これらに囲まれた中心に大阪平野があり、両市域の市街地は海拔3m前後の平野が占めている。これらの地勢条件が風向・風速に影響を及ぼすものと推測されるが、大阪市および堺市の都市部では全域大きな起伏がないのでほぼ平野とみなされ、風向・風速は地表面上の土地利用が大きな影響を与えている^{10) 11) 12)}。



図1 大阪市および堺市の位置

3.2 風向・風速データの年間統計値と土地利用の關係の定性的評価

大阪府、大阪市および堺市所管の一般環境大気測定局24箇所の1975年、1980年、1985年、1991年、1996年の風向・風速の毎正時観測データを用い（図2）、風の有効利用性を検討するため大阪市および堺市における風向・風速の状態を詳細に解析する。

大阪において5つの地点について1996年の年間風向出現頻度を図3に、年平均風速の推移を図4に示す。風向は「淀川区役所」については北、「勝山中学校」と「平尾小学校」については北東及び西、「少林寺」と「金岡」については西及び東よりと地点特性により、年間での頻度の高い風向が少々異なるが、一般に西及び北東方面からの風が支配的であるといえる。このことより海風に起因すると考えられる西風がどの測定局でも卓越しており、特徴的であるといえる。風速は24箇所の測定局のうち50%の12箇所の測定局で年平均風速の推移が顕著な減少傾向を示し、「平尾小学校」や「少林寺」等そのほとんどが大阪湾に近い測定局で示された。大阪湾では近年海岸部の埋立が急速に進行しており

り、さらに臨海部の再開発などによる高度利用化の風速の減少への影響であると解釈できる。また年平均風速は海域に近いほど大きい。

風向・風速年間統計値と測定局周辺の土地利用を定性的に評価した結果、次の知見を得た。

- ①周辺に河川があるとそれに平行した風向が卓越し風速も強くなる傾向にあるが、都市域の高度利用化が進んだ地区では風速は小さい。
- ②一般に測定局が海域に近いほど風速は大きくなるが、都市集積密度が高い都心部よりもオープンスペースを伴う内陸部の方が風速は大きい。
- ③海岸部での埋立の進行が海域に近接する測定局での風速減少傾向をもたらした。
- ④河川や公園、街路等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。
- ⑤近くに高速道路や鉄道等の高架構造物があるとそれに沿った風向の風の頻度が特徴的となる。



図2 一般環境大気測定局の配置

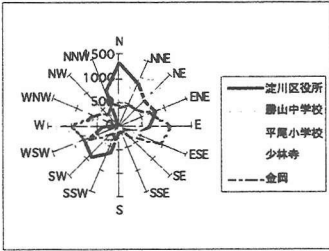


図3 年間風向頻度（1996）

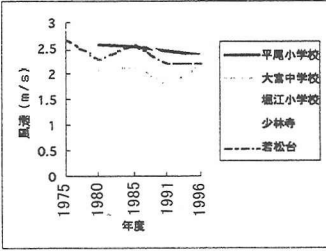


図4 年平均風速の推移

3.3 風向・風速データの海風時統計値と土地利用の關係の定性的評価

さらに海陸風について解析する。海陸風は都市熱環境を改善するための有効な自然エネルギー源、すなわち「風のみち」の対象風として考えられている¹³⁾。海陸風は、高気圧の勢力下にある夏型の天気のとときに最もよく発達する¹⁴⁾ため、海陸風日を真夏日と設定する。真夏日は日最高気温が30℃以上の日で、大阪管区気象台気象年報の気象概況により高気圧の勢力下にある夏型の天気とほぼ一致する。また、海陸風は一日周期で風向・風速が変動するので、海風時間帯および静穏時間帯を設定する。海風は海側から吹き始めることから、海風に移行する時間や海風のピークの時間が海域からの距離によって異なってくる。また、本研究では測定局毎の平均風速を比較することから海風時および静穏時の時間帯は同じ幅であることが望ましい。このようなことから海風時および静穏時をそれぞれ時間平均風速の最大時間および最小時間を挟む6時間と設定する（図5）。このようにして大阪市および堺市の24箇所の測定局において1975年、1985年、1991年の海風時・静穏時平均風速及び海風時・静穏時最多頻度風向を算出した。その一部を図6に示す。実線は海風時、

破線は静穏時を示している。これらの風向・風速統計値と土地利用を定性的に評価した結果、次の知見を得た。

- ①海風時は、卓越風が顕著にみられ、経年的にも変化は小さい。
- ②海風時の卓越風向はほぼ大阪タワーと一致したが、近くに大阪タワーの卓越風向と類似した広幅員街路や都市河川があると、それと平行した風向の頻度が高い。
- ③海風時は、平均風速が2.4m/s以上で、ほとんどが3.0m/s以上と平均風速が大きい。
- ④海風時の平均風速は、おおむね内陸に行くほど小さいが、法定容積率が大きく、都市集積密度が大きい地区で特に小さい。
- ⑤静穏時の卓越風向は、風速が小さいため海風時ほど顕著ではなく安定していないが、特にオープンスペースや公園等の土地利用の影響と思われる風向からの頻度が高い。

4. 風向・風速の要因分析

4.1 測定局周辺土地利用の調査

細密数値情報土地利用10mメッシュを用い、測定局周辺土地利用の調査をおこなった。調査範囲を100m, 300m, 500mとし、1975年、1985年、1991年についてそれぞれ土地利用毎のメッシュ数を求めた。その一部を図7に示す。商業・業務用地のメッシュ数が多い「天満中学校」と「堀江小学校」, 「大阪タワー」は都心部に位置している。臨海部に位置する「平尾小学校」, 「金岡」, 「三宝」は、工業用地のメッシュ数が多く、比較的な内陸部に位置する「大宮中学校」, 「勝山中学校」, 「登美丘」は一般低層住宅のメッシュ数が多い結果となっている。

4.2 重回帰分析

年間平均風速, 真夏日海風時平均風速, 真夏日静穏時平均風速を目的変数とし、測定局周辺100m, 300m, 500mのそれぞれの円内土地利用を説明変数とする重回帰分析を行った。測定局周辺100mの説明変数の定義を表2に示す。また、測定局周辺土地利用300m, 500mについても同様に定義する。最初は全ての土地利用を説明変数としたが、変数間の相関が高いものが見られたので、取捨選択を行った。さらに、モデルの妥当性の検討を行った結果、理論値に対する残差の散布図において、直線の仮定は認められなかったが、両端に際だって大きな残差をもつ観測値が存在した。この異常な観測点が回帰分析の結果に影響を及ぼすことは、すべての観測値を推定回帰直線のまわりにプロットしたグラフから推察され、異常な観測点を除去することにした。このプロセスは測定局周囲300m, 500mについても行った。

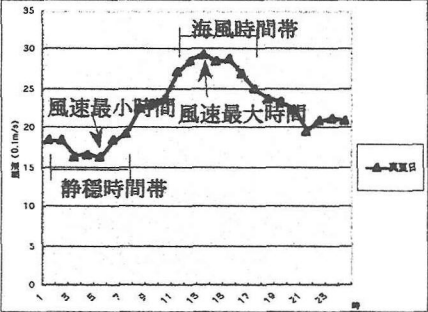


図5 天満中学校における1991年真夏日の時間平均風速

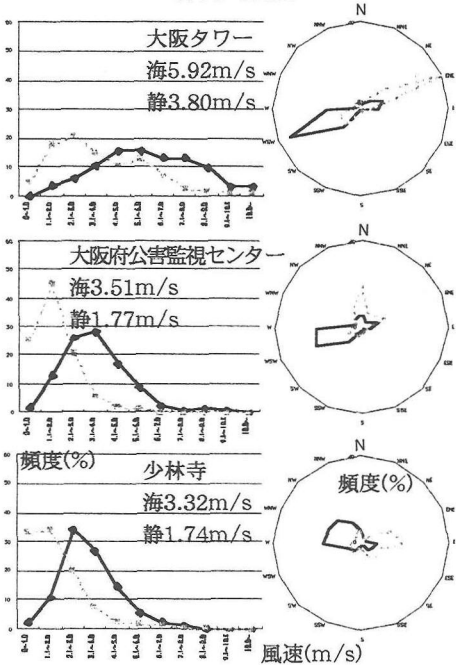


図6 海風時・静穏時間帯における風向・風速頻度

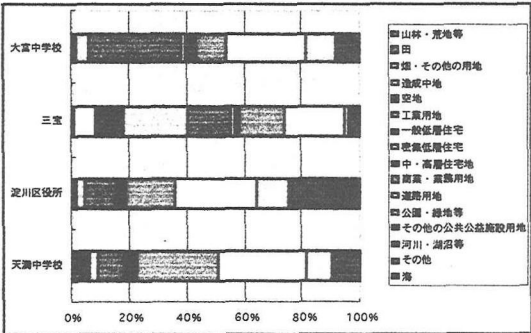


図7 測定局周辺500mの土地利用割合 (1991年)

とは、すべての観測値を推定回帰直線のまわりにプロットしたグラフから推察され、異常な観測点を除去することにした。このプロセスは測定局周囲300m, 500mについても行った。

これらの重回帰分析の結果、
次のことが考察される（表3）。

①一般低層住宅地が符号が正で、
有意を示した。3階以下で空隙
のある住宅の存在が風速を大き
くする要因となった。

②道路用地と商業・業務地区の
符号があいまいとなった。平面
的な指標のみで分析したため内
部相関が大きく、また道路の連
続性を評価できなかったと考えられる。

③中・高層住宅および公園・緑地等はサ
ンプル数やメッシュ数が少なく、符号が
あいまいという結果となった。

これらの重回帰分析で、有意が認めら
れた説明変数については、仮説と一致し
たが、それぞれの分析で有意が認められ
た土地利用は異なる結果となった。した
がって、次に測定局周囲100m、300m、
500mの土地利用を同時に説明変数とし、
年平均風速に対する説明力の強さを比較
する（表4）。決定係数0.73で、造成地
300および工業用地100は1%有意、河川・
湖沼等500および公園・緑地等100は5%
有意が得られた。

同様に、目的変数を真夏日全時間の平
均風速、真夏日海風時平均風速、真夏日
静穏時平均風速に変えて、それぞれ重回帰分析を行った。これ
らについても目的変数が年間平均風速とほぼ同様の結果が得ら
れた。

4.3 土地利用評価指標の評価

既存研究で都市域の風速の減少に都市表面の凹凸が影響を与
えていることが示されているが、前述の重回帰分析では建物の
高さを表現することができなかった。そこで、土地利用評価指
標として都市の地表面上の状態を示すラフネスパラメータを取り
上げる。

ラフネスパラメータを求める式を次式に示す¹⁵⁾。

$$\text{ラフネスパラメータ} \quad z_0 = \frac{1}{2} h^* \frac{s}{S} \quad (\text{m}) \quad (1)$$

ここで、 h^* ：障害物（建築）の高さ、 s ：風が当たる面積

表2 説明変数の定義

説明変数	定義
農地・山林等100	測定局周囲100mの山林・荒地等、田、畑・その他の用地の合計メッシュ数
造成地100	測定局周囲100mの造成地および空地の合計メッシュ数
工業用地100	測定局周囲100mの工業用地のメッシュ数
一般低層住宅地100	測定局周囲100mの一般低層住宅のメッシュ数
密集低層住宅地100	測定局周囲100mの密集低層住宅のメッシュ数
中・高層住宅地100	測定局周囲100mの中・高層住宅地のメッシュ数
商業・業務用地100	測定局周囲100mの商業・業務用地のメッシュ数
道路用地100	測定局周囲100mの道路用地のメッシュ数
公園・緑地等100	測定局周囲100mの公園・緑地等のメッシュ数
その他の公共・公益施設用地100	測定局周囲100mのその他の公共・公益施設用地のメッシュ数
河川・湖沼等100	測定局周囲100mの河川・湖沼等のメッシュ数
測定局周囲300mおよび500mについても上記と同様に定義した	

表3 重回帰分析結果

目的変数	測定局 周囲範囲	決定係数	説明変数	標準偏回帰係数	t値
年平均風速	100m	0.509	一般低層住宅100	0.302	2.48 *
			中・高層住宅100	-0.315	2.78 **
	300m	0.525	造成地300	0.479	3.55 **
			密集低層住宅300	0.270	2.33 *
	500m	0.495	その他公共公益施設用地500	-0.265	2.23 *
			河川・湖沼等500	0.268	2.52 *
真夏日海風 時平均風速	100m	0.477	一般低層住宅100	0.436	3.36 **
			道路用地100	-0.415	2.87 **
	300m	0.477	造成地300	0.330	2.09 *
			一般低層住宅300	0.658	3.42 **
	500m	0.379	中・高層住宅300	0.431	2.59 *
			一般低層住宅500	0.407	2.25 *
真夏日静穏 時平均風速	100m	0.412	河川・湖沼等500	0.307	2.63 *
			一般低層住宅100	0.337	2.54 *
	300m	0.361	造成地100	0.436	3.19 **
			河川・湖沼等100	0.296	2.04 *
	500m	0.349	公園・緑地等300	-0.567	2.77 **
			その他公共公益施設用地300	-0.485	2.67 **
	500m	0.349	その他公共公益施設用地500	-0.290	2.11 *
			河川・湖沼等500	0.381	3.15 **

表4 年平均風速を目的変数とする
重回帰分析結果

変数	標準偏回帰係数	t値
農地・山林等100	-0.086	0.57
造成地100	-0.238	1.93
工業用地100	-0.435	2.92 **
密集低層住宅地100	0.356	1.98
中・高層住宅地100	-0.068	0.48
商業・業務用地100	0.123	0.61
公園・緑地等100	-0.375	2.37 *
その他の公共・公益施設用地100	-0.306	1.25
造成地300	0.530	3.21 **
一般低層住宅地300	0.301	1.34
河川・湖沼等300	-0.135	1.10
工業用地500	0.124	0.69
中・高層住宅地500	-0.077	0.51
道路用地500	-0.330	1.17
公園・緑地等500	-0.108	0.72
その他の公共・公益施設用地500	-0.045	0.29
河川・湖沼等500	0.357	2.48 *
決定係数	0.73	
標本数	60	

(シルエット面積), S : 障害物の底面積(ロットエリア)である。

測定局から100m, 300m, 500mの範囲を粗度算出領域, すなわちロットエリアとする。したがって, ロットエリアは対象領域のメッシュ数から算出できる。さらに細密数値情報の土地利用データから建築物を表すメッシュを選択し, そのメッシュに対する容積率に基づき高さを推定する。容積率は細密数値情報の容積率100mメッシュを用いる。

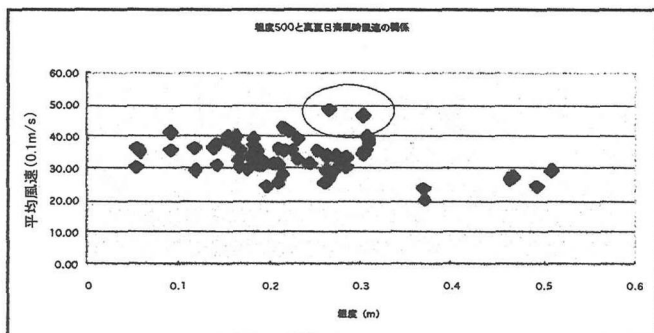


図8 粗度と真夏日海風時平均風速の関係

1975年, 1985年, 1991年の土地利用に対する測定局周辺100m, 300m, 500mの円内の真夏日海風時最多頻度風向に対する粗度の算出をした。図8に粗度と真夏日海風時平均風速の関係を粗度100について散布図で示し, この図より負の相関があることが明らかである。粗度300, 粗度500についても同様である。

次に粗度100, 粗度300, 粗度500のそれぞれについて真夏日海風時平均風速と単回帰分析を行った。粗度500は符号が負で1%の水準で有意であった。粗度300は符号が負で5%の水準で有意であった。また, 粗度100については有意は得られなかったが, 標準偏回帰係数の符号は負であった。

以上より, 粗度が大きくなると風速が弱くなるという結果となった。また, 回帰直線と特に上に大きくずれている点(図8の楕円内の点)の地区には, 卓越風向に平行な広幅員街路や都市河川が存在する。これらの連続的な空間が風速の維持に貢献していると推察される。

5 結論と課題

本研究では, 一般環境大気測定局における風向・風速の観測データを用い, そのデータが地表面土地利用の影響を受けていることを実証的に検証することを試みた。

さらに, これらと土地利用の関係を定量的に示す手法として細密数値情報の10mメッシュ土地利用を取り上げ, 測定局周辺の土地利用は, 定量的に示されることを検証した。

そして, 風向・風速と土地利用の重回帰モデルによる定量的な評価で, 有意を得た変数に対しては, 定性的な評価と一致し, 再現性が確認された。しかし, 有意を得られなかった変数に対して, 符号が一致しなかった。この理由として, 変数の偏りや欠損データの存在, 変数の小ささがあげられた。

また, 土地利用をあらわす変数として, ラフネスパラメータの利用を取り上げ, 高さを内包する指標を提案することを試みた。その結果, 粗度が大きくなると風速が小さくなる負の相関があること, 回帰直線より特に上にある点は卓越風向に平行な広幅員街路や都市河川が存在することがわかった。

これらの分析の結論として次のことが得られた。

- ①土地利用10mメッシュ数が「風のみち」を評価する上で, 有効な指標である。よって, 都市計画へ反映することが可能となる
- ②土地利用10mメッシュ数は物理現象を忠実に実証するには不十分である。よって, 粗度等の高さを表現する指標が必要である。
- ③街路や河川等の連続的なオープンスペースの効果を示すことができなかった。

今後の課題として以下の項目を挙げられる。

- ①海風時における顕著な卓越風に対する土地利用を評価する。すなわち, 主風向の土地利用を分析する。
- ②広幅員街路や都市河川の効果を示す指標を設計する。例えば, ダミー変数とする。あるいは, 調査範囲を突き抜ける広幅員街路や都市河川に対して等の基準を設ける。

③これらの指標を実証的に検証し、今後の都市計画に反映できる指標体系を設計する。

謝辞

多くの資料やデータを提供して下さった大阪府公害監視センター、大阪市環境情報センター、堺市環境保健局環境保全部環境計画課、建設省国土地理院、(財)日本地図センター地図研究所研究第一部の方々に深く感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 芦刈義孝, 藤田壮, 盛岡通: 北九州市における「風のみち」効果に関する調査分析, 環境システム研究Vol.25, pp605-610, 1997
- 2) 丸田頼一: 公園緑地の都市自然環境におよぼす影響, 都市計画69・70, 1972
- 3) (社)日本造園学会編: ランドスケープの展開, 技報堂, pp198-199, 1996
- 4) 尾島俊雄他: 東京における緑, 河川のヒートアイランド分断化に関する基礎調査研究, 1993
- 5) 村川三郎他: 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第393号, 1988
- 6) 片山忠久他: 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第418号, 1990
- 7) 橋本剛他: 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, 1995
- 8) 北山広樹他: 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, 1990
- 9) 竹林他: 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, 1996
- 10) 横田他: 大阪の地形と風の特性について, 土木学会第52回年次学術講演会講演概要集第I部門, 1997
- 11) 本田他: 大阪市域風特性と周辺粗度に関する研究, 土木学会第52回年次学術講演会講演概要集第I部門, 1997
- 12) 田中他: 大阪市域の風特性マップの作成, 土木学会第52回年次学術講演会講演概要集第I部門, 1997
- 13) 堤純一郎他: 夏季の海陸風を対象とする気象データの統計解析, 日本建築学会計画系論文報告集第389号, pp28-35, 1988
- 14) NHK放送文化研究所編: 改訂版NHK気象ハンドブック, NHK出版, 1996
- 15) 吉野正敏, 山下脩二: 都市環境学事典, 朝倉書店, 1998

【データ出典】

- ・大阪管区気象台: 気象年報, 1968~1997
- ・大阪市環境保健局: 昭和55年度~平成8年度大気汚染濃度測定結果, 1980, 1985, 1991, 1996
- ・堺市環境保全部: 堺市大気汚染調査報告, 1975, 1980, 1985, 1991, 1996
- ・大阪府公害監視センター: 大気汚染常時監視測定データ, 1975, 1980, 1985, 1991, 1996
- ・大阪市環境情報センター: 大気汚染常時監視測定データ, 1975, 1980, 1985, 1991, 1996
- ・堺市環境保健局環境保全部環境計画課: 大気汚染常時監視測定データ, 1975, 1980, 1985, 1991, 1996
- ・建設省国土地理院: 数値地図2500(空間データ基盤), 1997
- ・建設省国土地理院: 細密数値情報土地利用10mメッシュデータ, 1974, 1975, 1985, 1991
- ・建設省国土地理院: 細密数値情報用途地域100mメッシュデータ
- ・建設省国土地理院: 細密数値情報容積率100mメッシュデータ