

# 屋外歩行空間における温熱環境と 外出行動の関連分析

吉田長裕<sup>1</sup>・鍋島美奈子<sup>2</sup>・笠島佳明<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員 大阪市立大学大学院工学研究科 都市基盤計画分野 (〒558-8585 大阪市住吉区杉本3-3-138)

E-mail:yoshida@urban.eng.osaka-cu.ac.jp

<sup>2</sup>非会員 大阪市立大学大学院工学研究科 地域環境計画分野 (〒558-8585 大阪市住吉区杉本3-3-138)

E-mail:nabeshima@urban.eng.osaka-cu.ac.jp

<sup>3</sup>非会員 大阪市立大学大学院工学研究科 地域環境計画分野 (〒558-8585 大阪市住吉区杉本3-3-138)

近年、熱中症やヒートショックなどの温熱環境の悪化に伴う悪影響が指摘されている。こういった問題に対して様々な対応策が検討されているが、屋外環境と歩行者行動との関係については十分な知見が得られていない。そこで本研究では、異なる季節や屋外における歩行者の外出行動に着目し、温熱環境と外出行動との関連性を実態調査に基づいて明らかにするために、街路条件の異なる3地区において、夏・冬季に実態調査を行うこととした。実態調査では、歩行者を対象に主に経路選択とその理由を把握するためのヒアリング調査に加え、歩行空間の温熱環境調査も行い、それらの関係性を分析することとした。

**Key Words :** *pedestrian, route choice behavior, thermal situation*

## 1. 研究背景・目的

人口動態統計（厚生労働省）によれば、熱中症やヒートショックにより体調不良をおこす人々の数は増加傾向にある。その要因の一つとして、屋外と室内との温熱環境の差が顕著になりつつあることが考えられる。このような問題へのアプローチとして、温熱環境の差を小さくするための空間対策に加え、温熱環境に関する情報を提供して歩行者等の外出行動の変更を促すといった、温熱環境への適応策も検討されはじめている。

歩行者の外出行動と温熱環境に関する既往研究では、屋外歩行環境が歩行者の経路選択行動に影響を与える可能性について示唆されている一方で、交通計画の分野では歩行者の経路選択行動として取り扱われ、最短経路や目的地への角度等が主要因として指摘されていることにとどまっており、屋外空間の温熱環境を含めた環境性能の向上と歩行者外出行動との関連性については十分な知見が得られていない。そこで本研究では、異なる季節や屋外条件下における歩行者の外出行動に着目し、温熱環境と外出行動との関連性を歩行者の実態調査に基づいて

明らかにすることを目的とする。

## 2. 研究方法

本研究では、実際の熱環境の違いによる外出行動の違いを把握するために、異なる条件下において歩行者にヒアリング調査を実施した。また、夏季には街路の温熱環境調査を同時に行い、これらの関係についても分析することとした。

### (1) 対象地区の選定とヒアリング調査の概要

屋外における温熱環境は、1) 街路幅や樹木・建物等による街路空間の状態、2) 季節の要因があると考え、温熱環境の異なる3つの地区において、夏・冬季の2回、ヒアリング調査を実施した。具体的には、街路樹の設置割合が約2割と高い大阪市中央区、1割の大阪市西区、ほぼ存在しない大阪市大正区を選定した。いずれも概ねグリッド型の道路ネットワークとなっている。

ヒアリング調査は、公園、区役所、駅付近で歩行者を対象に実施した。総サンプル数は496件で、冬季は夏季

の比較ケースのためサンプル数は少なくなっている（表-1）。属性に関しては、約73%が通勤・通学目的以外となっており、45~64歳が約33.7%、65歳以上が全体の約25.6%となっている。

表-1 ヒアリングサンプル数の内訳（括弧内調査日）

		西区	中央区	大正区
夏季	平日	62 (7/26)	48 (9/10)	52 (8/5)
	休日	52 (7/27)	78 (9/11)	73 (8/3)
冬季	平日	42 (12/10)	44 (12/11)	—
	休日	—	—	45 (12/15)

### (2) ヒアリング調査項目と分析方針

経路選択状況をはじめとする大きく6項目について質問を行った（表-2）。とくに、歩行者が主観的に答えた経路選択理由と実際の歩行経路、代替経路の違いを分析できるように構成した。

外出行動のうちとくに経路に関する分析では、まず快適性に関わる経路選択要因を季節間・地域間で比較し、つぎに基礎的な集計分析として、経路を構成するリンク単位で選択率を求め、温熱環境指標との関係を調べることとした。

表-2 調査項目

項目	内容
回答者属性	性別、年齢、居住地、交通手段等
経路選択	経路選択理由、代替経路の有無
経路記入	実際の歩行経路を地図中に記入
知識・関心	熱環境への関心・情報必要性
外出行動の変更経験	外出頻度、手段、時間の変更経験
熱中症等の知識・経験	熱中症・ヒートショックの経験・知識

### (3) 街路の温熱環境調査

歩行空間の温熱環境を把握するため、歩道を対象とした自転車観測、車道を対象とした自動車観測、歩道の放射環境に着目した台車観測を行った。また日なたと日陰の代表点で定点観測を同時に行い、平均放射温度(以下、MRT)、体感温度の指標である標準新有効温度SET\*、熱中症指標の湿球黒球温度WGBTを道路リンク毎に推定することとした。なお、計測に関しては、夏季の西区および大正区のみで実施した。それぞれの構成要素を表-3に、街路毎の温熱環境の推定結果の一例を図-1に示す。

表-3 計測項目とその構成要素

項目	気温	相対湿度	湿球温度	風速	グローブ温度	MRT
MRT	○			○	○	
SET*	○	○		○		○
WGBT	○		○		○	

注) ただし、湿度と風速は空間的に一様とみなした

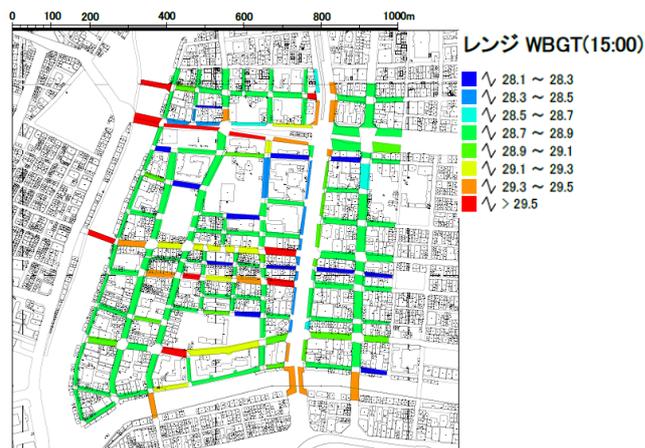


図-1 WGBTの推定結果（西区）

## 3. 結果と考察

### (1) 外出行動の変更状況

外出行動の変更経験を季節間で比較したところ、目的地や外出時間の変更は約4割程度で、夏季の変更経験のほうが若干高いことがわかる（図-2）。

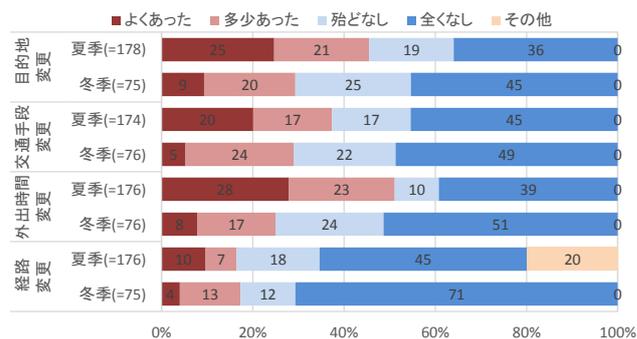


図-2 外出行動の変更経験について

### (2) 街路空間構成と経路選択との関係

主経路・代替経路の選択要因を季節別・地区別に比較したところ（図-3）、いずれの地区においても冬季よりも夏季の方が快適性の選択割合が高かった。また、代替経路は主経路と比較して快適性の選択割合が高く、代替経路の保有割合を地区別に比較した結果では、街路樹の多い中央区よりも街路樹の少ない西区・大正区で高い傾向にあった。

### (3) 温熱環境情報の必要性について

温熱環境を表す指標を複数提示し、知識の有無および情報の必要性を比較したところ、気温、日陰、風通しの情報が他より若干高いことがわかる（図-4）。また、過去の熱中症などの経験や関心が高いほど情報提供を求め

る傾向にあり、また経路変更の経験も多かったことから適応策を促進するための情報提供の可能性が示唆された。

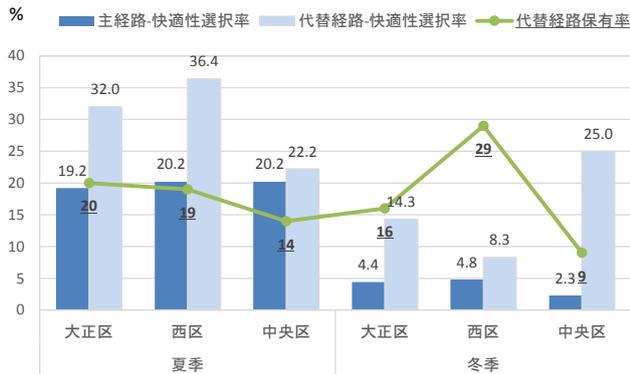


図-3 主経路・代替経路別の快適性要因の比較

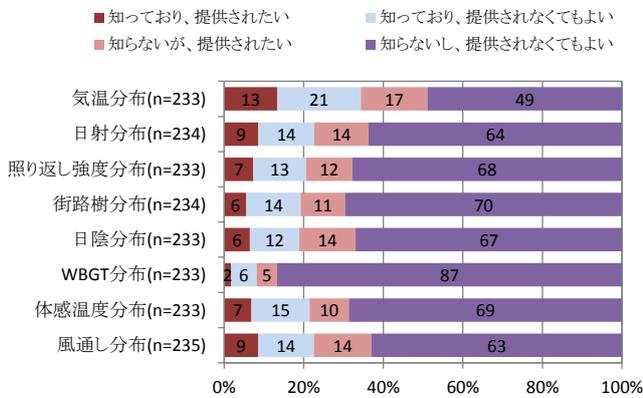


図-4 熱環境に関する知識と情報提供の必要性

#### 4. 経路選択結果と街路構成の関連分析

##### (1) 地区および季節による違い

主経路選択状況を地区間、季節間で比較したところ、いずれの地区においても基本的に大通りを選択する割合が高く、西区では夏季の方が街路樹のある経路を選択する割合（リンク選択率）が高くなる傾向にあることを確認した（図-5,6）。

##### (2) リンク選択率と温熱環境との関係

現地にて12時、15時に計測した平均放射温度の推定値（MRT）と主経路のリンク選択率の関係をみるために、13時までの回答者を12時（午前）、13時以降の回答者を15時（午後）の計測結果と対応させたところ、平均放射温度が高くなるとリンク選択率が減少する傾向を確認できた（図-7）。

##### (3) リンク選択率の要因分析

リンク選択率に影響する要因を把握するため、ロジステ



図-5 季節別主経路選択状況の比較（西区・冬季）



図-6 季節別主経路選択状況の比較（西区・夏季）

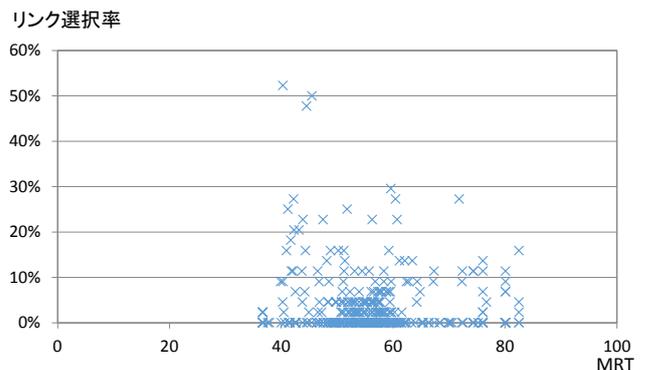


図-7 平均放射温度とリンク選択率の関係（西区）

ック回帰分析を実施した。用いた説明変数は、道路リンクに対するクールスポットの有無（回答者が指摘したクールスポットの存在するリンク）、歩道の有無、幹線/非幹線と現地計測を用いたリンク毎の平均放射温度(MRT)、標準新有効温度(SET\*)、湿球黒球温度(WBGT)の推定値である。その結果(表-4)、WBGTを採用したモデルが最も適合度が高くなった。説明変数では幹線道路はいずれのモデルでも有意であり、計測変数の中ではWBGTのみが有意で係数が負であり、WBGTが高くなるとリンク選択率が低下することが示された。

つぎに、WBGT推定値の温度分布を時間別対象地区の全リンク、主経路、代替経路別でみたところ(図-8)、午前中は必ずしも温度の低いリンクが選択されているわけではないが、午後になると温度の低いリンクの割合が主経路で増加していることがわかる。さらに、午後の代替経路では、高温の構成率が低下していることから、歩行者は最も暑い場所を回避して経路を選択している可能性も示唆された。しかしながら、なぜWBGTが歩行者の経路選択に対する説明力が高くなったのかという点については本研究だけでは説明ができないため、計測結果と歩行環境との関係、推定値の算定方法、歩行者の暑熱知覚について精緻化等を図る必要がある。

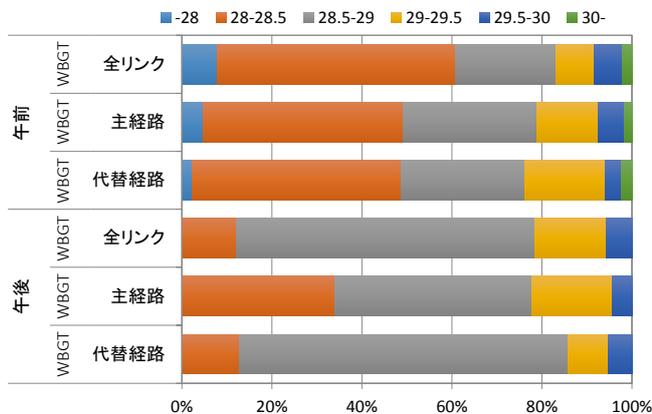


図-8 リンク集合別に見たWBGTの構成割合(西区)

表-4 各計測推定値を用いたロジスティック回帰分析の結果

	MRT モデル		SET*モデル		WBGT モデル	
	係数	t値	係数	t値	係数	t値
切片	-3.340	-8.224 ***	-2.468	-1.632	10.221	2.331 **
クールスポット有無	0.275	1.766 *	0.242	1.494	0.225	1.495
歩道の有無	0.183	0.983	0.197	1.056	0.240	1.321
幹線ダミー	1.268	7.542 ***	1.256	7.453 ***	1.267	7.765 ***
MRT	0.005	0.712				
SET*			-0.015	-0.399		
WBGT					-0.463	-3.032 ***
重相関R	0.61		0.61		0.64	
サンプル数	154		154		154	

\*: 10%有意 \*\*: 5%有意 \*\*\*: 1%有意

## 5. 研究のまとめと今後の課題

以下に本研究で得られた結果をまとめて示す。

- 夏季と冬季との比較により、寒さよりも暑さに対しての方が快適性を求めた経路選択傾向が強い
- 代替経路保有率と快適性要因の比較分析から、温熱環境性能の低い地区のほうが快適性を求めた経路変更割合が高くなる可能性が示された
- 温熱環境情報に対して必要性を感じる人ほど情報を活用して経路を変更する傾向にあることがわかった
- 夏季においては幹線道路や温度の低い道路が選択されやすく、熱中症指標のWBGTがリンク選択率と有意な負の関係にあり、暑い街路を回避して経路を選択している可能性が示された

今後は主経路/代替経路の環境性能の違いについても定量的に記述する必要がある。

### 謝辞

本論文は環境省の「平成25年度ヒートアイランド現象に対する適応策及び震災後におけるヒートアイランド対策検討調査業務」の元で実施した調査結果の一部を取り纏めたものである。ここに記して謝意を示します。

### 参考文献

- 1) 平成 22 年度ヒートアイランド現象に対する適応策検討調査業務報告書, 平成 23 年 3 月.
- 2) 吉田長裕, 西村昂, 日野泰雄: 歩行者意識からみた道路空間の熱環境評価に関する分析, 土木計画学研究・論文集, No. 17, pp. 107-112, 2000.
- 3) 塚口博司, 松田浩一郎: 歩行者の経路選択行動分析, 土木学会論文集, No. 709/IV-56, pp.117-126, 2002.
- 4) 吉永誠, 竹田欣弘, 松永千晶, 厲国権, 角知憲: 路上条件を考慮した歩行者の経路選択モデルに関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol. 18, No. 3, pp. 463-469, 2001.