

歩行者意識からみた道路空間熱環境の評価に関する分析*

An Analysis on evaluation for thermal condition of urban road space by pedestrian consciousness *

吉田 長裕**・西村 昂***・日野 泰雄****

by Nagahiro YOSHIDA, Takashi NISHIMURA and Yasuo HINO

1. はじめに

近年、ヒートアイランド現象等の温暖化問題が、地球や都市など様々な規模の空間において論じられている。特に都市部における熱環境問題は、消費エネルギーの増大や、土地利用の形態の変化によってもたらされていると指摘されており^{1) 2)}、そのメカニズムを解明するために様々な角度から研究が行われている^{3) 4)}。

筆者らは、この土地利用形態の中で都市に占める面積の高い道路を対象としてとりあげ、その表面温度の特性を分析した結果⁵⁾、とくに夏場においては日中60℃を越えることもあり、また、1年の半分が約35℃以上になっていることがわかった。このことは、熱帯夜の原因になっているだけでなく、熱中症など人体への直接の悪影響をも示唆していると言える。

一方、最近の道路環境整備においては、これまでの量的な議論に加えて質的なアプローチの必要性が指摘されることが多いものの、熱環境の視点では、その両側面ともに扱われた事例は少ない。

そこで本研究では、歩行者の立場から道路空間における熱環境の問題点や現状を把握するために、日射量や地表面温度などの外的条件とともに、それらによって暑さがどのように感じられているのかを調査することとした。そのため、通行中の歩行者へのアンケート調査実施時に、あわせて表面温度と日射量データを測定した。

2. 調査概要

(1) 調査地点の概要

アンケートの目的の一つとして、歩道の有無や交通量、その他の条件による歩行者の熱環境に対する意識の違いを把握するため、段付き歩道の整備されている

幹線道路と歩車区分のない地区内道路の計2地点を調査の対象とした(表-1、図-1)。ただし、舗装材による差が生じないように、両道路とも表面温度低減に効果があるとされている排水性舗装の施工箇所を抽出した。

表-1 調査地点の概要

地点名	鶴見緑地	鶴ヶ丘
所在地	大阪市鶴見区	大阪市住吉区
歩道有無	あり	なし
道路ランク	幹線道路	地区内道路
通りの向き	東西方向	東西方向
植樹帯	あり(歩車境界部)	なし
沿道土地利用	公園・商業	住居
自動車交通量	多い	少ない
自転車交通量	多い	少ない
歩行者交通量	多い	少ない

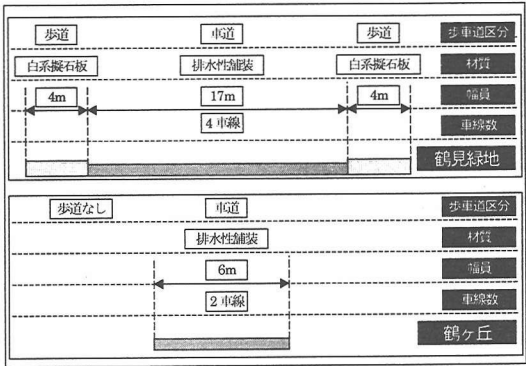


図-1 調査地点概要

(2) アンケート調査の概要

調査は、平成10年(1998)9月から10月にかけての晴天の4日間の日中(およそ10時~17時)を選んで、主に歩行者を対象に路上インタビュー形式で実施した(表-2)。その主な調査内容は以下のようである。

- 暑さの種類とその感じ方
- 暑さによる通行頻度への影響と暑さ軽減のための道路空間構成要素。
- 道路空間構成の違いによる沿道住民の熱環境に対する整備意向。
- 暑さの感じ方と物理指標値の関係。

*Key words :意識調査、表面温度、排水性舗装、歩行環境
** 学生員, 工修, 大阪市立大学大学院後期博士課程
(〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 TEL/FAX (06) 6605-2731)
*** 正員, 工博, 大阪市立大学工学部土木工学科教授(同上)
**** 正員, 工博, 大阪市立大学工学部土木工学科助教授(同上)

両地区の調査で得たサンプル数は210件である。

表-2 ヒアリング調査のサンプルデータ

	男性	女性	総計
鶴ヶ丘	28	64	92
鶴見緑地	25	93	118
総計	53	157	210

(3) 物理的熱環境指標の測定

本研究の主な目的の1つは、暑さの感じ方と物理指標値の関係を明らかにし、施設側から熱環境改善のための基準の提示を試みることである。そのため暑さの感じ方を左右すると考えられる指標として、ここでは表面温度と日射量を測定することとした。まず、表面温度については、調査地点で赤外線温度計を用いて測定し、日射量については、大阪市立大学建物屋上で連続測定中のデータから、アンケート調査実施同時時間帯のデータを抽出することにした。

3. 歩行者の暑さに対する意識とその影響

(1) 暑さに対する評価

通行者がどのような暑さを感じているのかを調べるために、全く主観的な感じ方（総合的な暑さ）とそれを構成すると考えられる5項目を提示し、各々について暑さの感じる程度を尋ねた。その結果（図-2）、通行中の歩行者の約3割は暑さを強く意識しており、約6割は多少とも暑さを感じていることが分かった。また、中でも8割近くの人々は、直射日光に対する暑さを指摘している。また、車の通行に対しても4割近くの人々が暑さを感じているが、これを両地点の結果の比較からも明らかに（図-3）、実際の車両の廃熱のみならず、交通量の多さで表される通行車両による圧迫感の影響が現れているものと思われる。

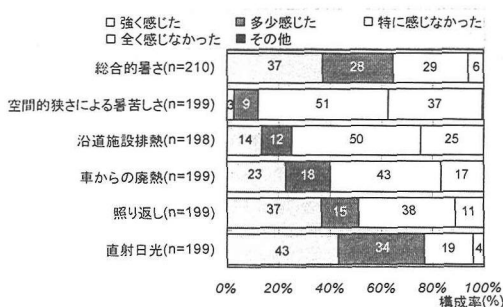


図-2 暑さの要因の種類とその感じ方

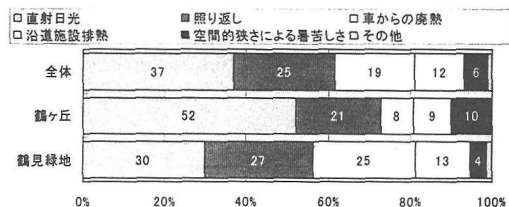


図-3 地区別にみた暑さの要因の内容

(2) 暑さによる歩行行動への影響

前項の分析から、大半の歩行者が暑さを感じていることが明らかになったが、ここではこのような暑さが歩行行動にどの程度の影響を及ぼしているのか調べることにした。その結果（図-4）、1/5の人が外出そのものを取りやめ、1/4の人は時間帯や手段を変更するなど、暑さが徒歩トリップに大きな影響を及ぼしていることが分かった。また、この傾向は当然のことながら、交通目的によって異なっており、トリップそのものの変更が可能である買い物や通院目的の場合に、よりその影響が大きく表れている。一方、不可避免的通勤・通学トリップの場合では、約4割近くの人が、我慢を強いられているのが実情といえる。

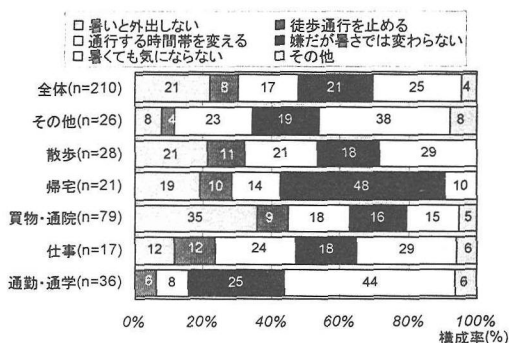
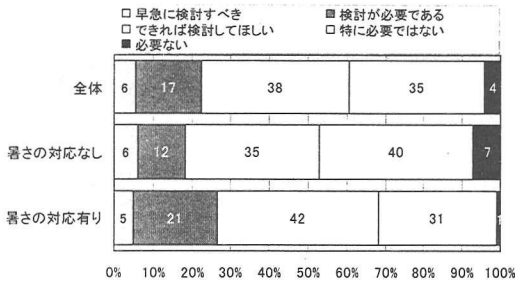


図-4 交通目的別徒歩通行に及ぼす暑さの影響程度

(3) 暑さの対策の必要性

次に、このような暑さへの対応策に対する要望の程度をみてみた（図-5）。これによると、暑さによる通行時間帯変更や徒歩通行を止めるといった暑さへの自主対応を実行している人の方が当然対策の実施・検討を強く望んでいるが、そうでない場合でも約半数の人では何らかの対応を期待していることが分かる。これに

については、暑さを感じる種類（要因）とも密接に関係しており、照り返しによる暑さや空間的な狭さからくる暑苦しさをを感じる人ほど対策を望んでいる傾向が強いことがわかっており、属性や目的に関わらず、道路施設や空間整備面をはじめとして、広く熱環境の改善が求められているといえる。



注) 暑さの対応なし:「嫌だが暑いでは変わらない」・「暑くてもきにならない」

図-5 暑さ対策の要望

4. 熱環境評価の意識構造と物理指標の関係

(1) 感覚尺度による熱環境評価

ここでは、熱環境（暑さ）に対する主観的評価が具体的に何に基づくものであるのかを分析することとした。先の分析では、暑さの主要素は直射日光であるが、それ以外の要素は、地区の道路交通条件によってその内容は異なっており、自動車交通量の多い鶴見緑地では車の排熱、自動車の通行量の少ない鶴ヶ丘では照り返しが二次的要素として挙げられた。この二次的要素は、いずれも温度として体感されるものと考えられる。そこで、暑さに対する総合的評価を外的基準として数量化Ⅱ類による分析を行った（表-3）。

これをみると、上述の傾向を裏付ける結果となっており、暑さに対する総合的な評価は、基本的には日射量と表面温度に強く影響されているといえる。また、レンジ（範囲）、偏相関係数の順位をみると、暑さの総合評価に対する「地域」要因の寄与率の高いことがわかる。このことは、地域要因に支配的である交通や道路条件による感覚の差が大きいことを示唆していると言える。したがって、自動車交通量の多い場所、あるいは道路空間に制限のある場所においては、直接暑さを体感させる日射や温度に加えて、道路・交通条件をも考慮した熱環境対策が必要といえる。

表-3 暑さの総合的感覚に関する数量化Ⅱ類分析結果

アイテム	カテゴリ	度数	カテゴリ数値	変数	偏相関係数	カテゴリ数値グラフ
地域	鶴ヶ丘	28	-0.581	1.445	0.473	
	鶴見緑地	54	0.854	(1)	(1)	
性別	男性	33	0.008	0.011	0.004	
	女性	99	-0.003	(9)	(9)	
居住地	沿道住民	76	-0.029	0.069	0.028	
	その他	56	0.039	(8)	(8)	
年齢	～29歳	45	0.328	1.006	0.292	
	30歳代	22	0.291	(4)	(2)	
	40歳代	13	0.140			
	50歳代	8	-0.678			
	60～歳	44	-0.399			
目的	通勤・通学	26	-0.066	0.819	0.198	
	仕事	9	-0.187	(5)	(5)	
	買物・通院	45	0.097			
	帰宅	15	0.547			
	散歩	20	-0.226			
	その他	17	-0.272			
通行頻度	ほぼ毎日	75	-0.058	0.480	0.107	
	週2-3回	23	-0.088	(7)	(7)	
	週1回	12	0.155			
	月1回	9	0.392			
手段	徒歩	98	0.148	0.722	0.219	
	自転車	25	-0.574	(6)	(5)	
通行時表面温度	その他	9	-0.015			
	42-44	26	-0.326	1.036	0.275	
	40-42	20	0.391	(3)	(4)	
	38-40	23	0.043			
	36-38	20	0.349			
	34-36	11	0.091			
	30-34	16	-0.644			
	～30	16	0.123			
通行時日射量	700～	14	0.197	1.275	0.276	
	600-700	13	0.081	(2)	(3)	
	500-600	15	0.937			
	400-500	39	-0.164			
	300-400	20	-0.114			
	200-300	14	-0.244			
	～200	17	-0.338			
暑さの総合的感覚		熱重心	相関比			
第1群	強く感じる	0.498	0.45			
第2群	あまり・全く感じない	-0.898				

(2) 熱指標と暑さの感じ方

これまで、暑さに関わる歩行環境についてその実態をみてきたが、それらの感じ方が物理指標とどの程度関連するのかを分析するため、ここでは、日射量と表面温度をとりあげることとした。図-6 には日射量と直射日光に対する暑さの感じ方の関係を図示した。これをみると、300 (W/m²) を超えると約 8 割以上の人が暑さを感じており、さらに日射量が多くなると暑さを強く感じる人の割合が高くなっていることがわかる。

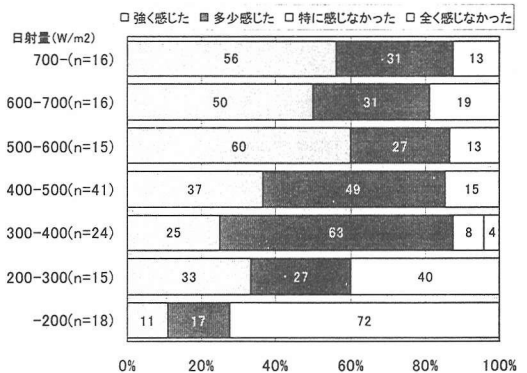


図-6 日射による暑さの感じ方と日射量の関係

一方、表面温度に対する暑さの感覚をみるため、照り返しによる暑さの感じ方との関係を調べてみることにした(図-7)。ここでも、表面温度の上昇について照り返しによる暑さを感じる人の割合が顕著に増加していることがわかる。特に、36℃をを超えると強く感じる人の割合が急激に増加し始め、42℃以上になるとその割合は60%に達していることから、感覚尺度から判断される物理尺度としての表面温度の限界値は42℃程度であり、歩行環境面からは36℃以下が望ましいと言えるのである。

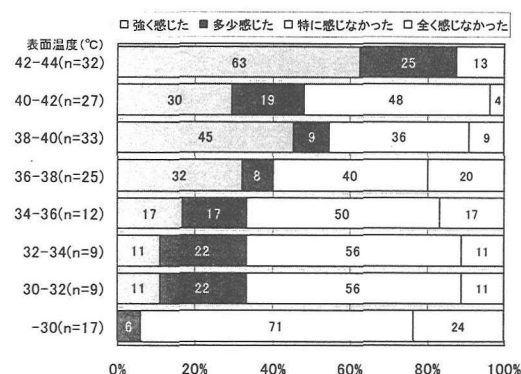


図-7 照り返しによる暑さの感じ方と表面温度の関係

但し、表-3 で示したように、暑さに対する感覚を緩和させるためには、道路交通条件への対応、日射、表面温度への対応の両面からの検討が必要といえる。

5. 歩行者のための熱環境改善策の検討

前節で歩行者のための暑さ軽減策の検討には、道路交通条件と熱環境条件の改善が必要であることが指摘されたが、これらの一般的な条件の変更(改善策)による予測される改善効果について道路利用者の評価(図-8)をみると、直射日光を遮り、風と影、また歩車分離を空間的に供給する植樹帯の設置に対する効果が期待されていることがわかる。また、特に交通量が多い場所では、自動車交通量の抑制が効果的と考えており、さらに舗装の色や材質による影響を指摘する声も小さくない。このことに関しては、舗装表面の色によって表面温度をある程度コントロールできるとの研究結果もあり⁶⁾、暑さの対策の有効な手段になりえるものと期待される。

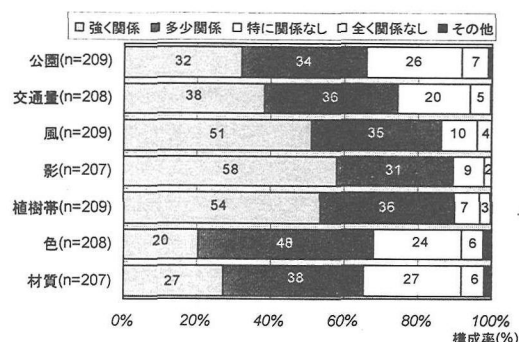


図-8 歩行者が考える暑さの緩和に関する要因

一方、地区内道路において歩道整備が暑さの緩和につながるかという問いに対しては、空間的な制限と暑さ対策(歩道や街路樹の整備)がトレードオフの関係にあるため、一概に整備を望んでいるわけではないという結果も得られていることから、空間的制約が大きい地区においては、道路面の色や材質による対策がより一層効果的といえよう。

6. まとめと今後の課題

本稿では、歩行者に対する暑さに関する意識と、その暑さをもたらす熱関連物理指標を調査することで、暑さの感じ方(種類)とその程度を明らかにするとともに、物理指標の関与の割合を定量的に示した。

今後は、交通条件の感覚的熱環境に対する寄与度を明確にすることによって、歩行者のための熱環境を改善するための方策を検討するとともに、沿道居住者による熱環境の評価を含めた都市や道路空間の熱環境改善のあり方議論する必要がある。

< 参考文献 >

- 1) 齊藤武雄「地球と都市の温暖化」、森北出版、1992
- 2) 大阪市環境保健局他「大阪市クールシティ」対策検討調査報告書、1994
- 3) 梅干野晃「都市エネルギーに関する実態把握とモデル化」、日本建築学会環境工学委員会都市エネルギー小委員会シンポジウム、27～30、1995
- 4) 吉田長裕「都市内における表面温度の変動特性と道路舗装の散水効果に関する基礎的研究」、大阪市立大学修士論文、1997
- 5) 吉田長裕「排水性舗装による温度上昇抑制効果に関する実験的研究」、土木計画学研究、講演集No21(2)、pp.677-680、1998
- 6) 吉田長裕「排水性舗装の特性と舗装面の色による表面温度上昇抑制効果に関する実験的研究」(舗装工学講演会投稿中)