

歩行空間形状と交通流動状態を考慮した 歩行者行動のモデル分析

中澤大輝¹・柳澤吉保²・轟直希³・内山茂⁴・高山純一⁵・上平敏久⁶

¹学生員 長野工業高等専門学校 環境都市工学科 (〒381-8550 長野県長野市徳間716)
E-mail:17812@nagano-nct.ac.jp

²正会員 長野工業高等専門学校 環境都市工学科 (〒381-8550 長野県長野市徳間716)
E-mail: yana@nagano-nct.ac.jp

³正会員 長野工業高等専門学校 環境都市工学科 (〒381-8550 長野県長野市徳間716)
E-mail: n_todoroki@nagano-nct.ac.jp

⁴非会員 長野工業高等専門学校 環境都市工学科 (〒381-8550 長野県長野市徳間716)
E-mail:13506@g.nagano-nct.ac.jp

⁵正会員 金沢大学 理工学域 環境デザイン学類 (〒920-1192 金沢市角間町)
E-mail: takayama@staff.kanazawa-u.ac.jp

⁶非会員 長野市都市整備部部長 (〒380-8512 長野市大字鶴賀緑町1613番地)
E-mail: kamihira-03a1@city.nagano.lg.jp

長野市中心市街地に位置する中央通りにおいて、歩行者優先社会実験および歩行者優先道路化事業後の街路を対象として、歩行空間形状や交通条件が歩行者行動に及ぼす影響を明らかにする。また、社会実験時と歩行者優先化後のそれぞれの歩行者行動分析結果を比較することで、歩行者優先化事業の効果と影響について明らかにする。

Key Words : 歩行者優先道路評価、直進、車道側回避、沿道施設側回避、街路空間占有率

1. はじめに

(1) 背景と目的

近年、モータリゼーションが進むなか、各地で歩行環境を改善し、歩行者の施設立ち寄り数を増やすことで、集約型都市構造の中心拠点となる市街地活性化を目指した歩行者優先型街路導入地方都市は多い。長野市では歩行環境の改善を目指した中心市街地善光寺表参道中央通りで歩行者優先化の社会実験が行われ、歩行者が望ましいと考える街路形状を提供するための意識調査および分析等は行われた。歩車道幅員等の形状、集客施設の設置、樹木や花壇の配置、歩車道の段差、交通規制の導入など、多様な工夫が施された街路空間が求められているため、歩行空間の評価だけでなく、歩行者の動きを示す歩行者流動の分析も行われた。社会実験により最適な街路を選ぶためには、歩行者行動を分析し、評価・決定をするための指標が必要である。導入予定の街路形状および歩道内の歩行者流動に対して、歩行者がどのように行動し、

街路空間内をどのように占有するかを予測・検討できることで、より安全で快適な歩行環境を歩行者に提供することが可能となると考えられる。すなわち、中心市街地を構成する各街路の役割およびその機能を十分に発揮させるためにも、街路形状および歩行者流動を考慮することのできる歩行者行動モデルの構築と歩行者行動に基づく街路の評価が必要となる。

長野市では分析結果も考慮された歩行者優先道路化事業が実施された。とくに本研究では、歩行空間の改善と魅力度の向上を目的として歩行者優先化が実施された長野市中央通りを分析対象に、歩行者が街路形状・設置物・対面歩行者等の行動要素から受ける影響や街路形状および歩行空間の歩行者流動を明らかにすることで、歩行者優先化の事業評価を行う。また、街路形状および歩行空間での歩行者行動特性を明らかにし、街路形状を考慮した歩行者行動モデルの構築を目的としている。

(2) 既往研究と本研究の枠組み

歩行者行動の既存研究として、H22年第42回土木計画学研究発表会にて松本ら¹⁾が、歩行者行動に関する街路空間占有実態および歩行者行動実態の分析を行い、歩行者行動モデルの構築や街路空間に対するシミュレーションを行っている。しかし、分析対象としていた長野市中央通りはH26年度に歩行者優先化事業が完了し、街路形状が大きく変化した。そのため、街路形状により歩行者行動がどのように変化するかを分析し、比較することが必要となってくる。浅野ら²⁾は、交錯領域に同時に侵入する歩行者間の譲歩行動において、周辺歩行者との接近コストと静的障害物接近コストの和を最小にしている。さらに希望する方向に対してある時間内にできるだけ長く進むような最適な速度ベクトルを決定している。しかしながら、さまざまな街路空間形状やイベントが開催される歩行者優先型道路を評価するために必要な、歩行者交通流の歩行空間内占有傾向まで明示的に予測するモデルとはなっていない。山下ら³⁾は、鉄道駅構内において、駅構内の歩行空間の整備をするために、歩行者挙動のモデル化を行っている。さらに、歩行者の横断挙動について分析しているが、街路形状等を考慮した歩行空間内の歩行者占有実態を検討できるモデル化までには至っていない。杉谷ら⁴⁾は、歩行者と自転車の認知空間距離に基づく4種類の回避行動を定義し、歩行者および自転車個々の挙動をモデル化したマルチエージェントシミュレーションによって、移動の安全性および快適性を評価している。しかしながら、街路形状やイベントが実施される道路空間を評価するために必要な、歩行空間内の歩行者占有実態まで明示的に予測できるモデルとはなっていない。辻ら⁵⁾は、歩行者流動をフローベクトルとして扱い、街路空間における歩行者量の占有状況を再現するとともに、歩行空間のにぎわい・憩い・安らぎなどの主観に与える影響を定量的に分析している。しかしながら、歩行者相互および歩行者量、沿道施設・障害物等によって歩行空間における歩行者の歩行位置は変化すると考えられるが、歩行者周辺の環境の影響を考慮した歩行者流動状況の変化までは明示的に分析に組み込まれていない。

以上より、街路形状によって歩行者が占有する位置や傾向および、歩行者行動に影響を与える要素を明らかにするための研究はあまり行われていない。本研究では、歩行者占有実態および、歩行者行動実態に関する分析を行い、歩行者に対して安全で快適な歩行者優先型街路空間を提供するためのモデルの構築を行う。設計された街路空間形状と設定された道路交通条件の代替案に対して、歩行者が歩行空間のどの位置を占有しながら移動していくかを再現することで、それぞれの街路空間導入案を評価できると考えられる。

(3) 本研究の構成

研究の手順と概要は以下のとおりである。

- ①歩行者の安全性と回遊行動促進を目的に歩行者優先化された長野市中央通り北側と未整備区間の南側を対象とし、歩行者行動の撮影を行う。撮影した画像データをもとに、街路形状および道路交通条件によって変化する歩行者行動を計測する。
- ②歩道内の歩行者占有を計測し、歩行者占有率を表した図を作成する。作成した歩行者占有実態図を用いて、歩行者の占有実態と街路形状との相関関係を分析する。
- ③歩行空間における対面歩行者、植樹帯や街灯などの設置物、イベントエリア等が歩行者の「直進」、「左右回避」、「停止・滞留」「吸収」行動に与える影響を分析し、歩行者の個人行動に影響を与える要素を明らかにする。その後、中央通り北側・南側と社会実験時のデータをそれぞれ比較し、街路形状や歩行空間が歩行者行動に及ぼす影響を分析する。
- ④歩行者占有実態および歩行者行動実態より抽出した要素が歩行者行動に与える影響を考慮して歩行者モデルを構築し、各行動選択の生起確率を求める。
- ⑤歩行者の歩行者占有実態と行動実態の分析結果を考慮して歩行空間占有モデルを構築し、各断面通行帯利用率を求める。

2. 歩行者行動計測

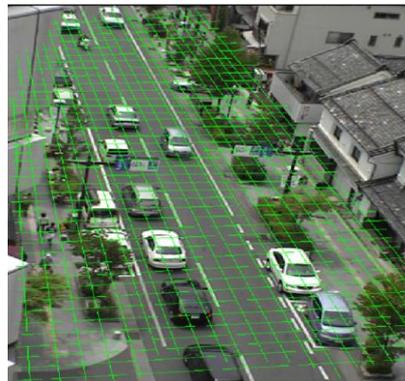


図1 街路空間にメッシュを引いた様子

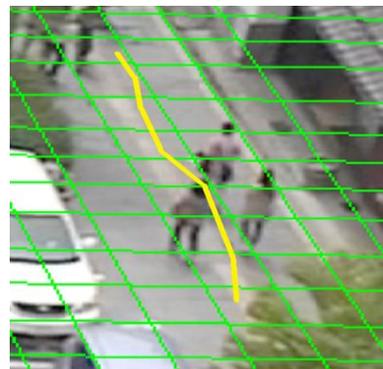


図2 歩行者行動の軌跡

歩行者行動計測はまず中央通りの沿道沿いにあるマンションやホテルなどの屋上から下方向にビデオカメラを設置し歩行者行動の撮影を行う。本研究で使用した歩行者行動のビデオは平日・休日それぞれ午前11時頃～午後1時頃に撮影を行い、初めの1時間を午前、後の1時間を午後とし分析を行った。対象とした歩行者は、任意の計測区間において1分間あたりの歩行者が多い時刻を選んだが、1分間に十分な歩行者行動が見られなかった場合には、数十秒単位で歩行者行動が多い時刻を選び、合計して1分程度になるようにデータを合算させた。その際、計測する歩行者の数が大きく違うと本来の1分あたりの歩行者密度と異なる可能性があるため、歩行者数はなるべく同じ数に統一した。

3. 歩行者行動の表記

歩行者行動動線の概念図を図3に示す。直進、車道および沿道回避、停止、滞留、追従、錯綜といった7つの選択回数を単位時間当たりで算出する。尚、南側については歩行者が沿道施設に立ち寄る行動が大きく見られたため、新たに吸収という選択肢を増やし8つの行動について分析を行っていく。同時に、対面歩行者の有無、車道・沿道回避行動開始時の対面歩行者との距離も計測を行う。まず直進は (x_1, y_3) に存在する歩行者の様に、同じ通行帯をそのまま進行している場合とし、車道・沿道回避は (x_5, y_7) と (x_2, y_4) に存在する歩行者の様に、対面歩行者や障害物が現れた際に通行帯を変えて車道側・沿道側どちらかに回避した場合とする。

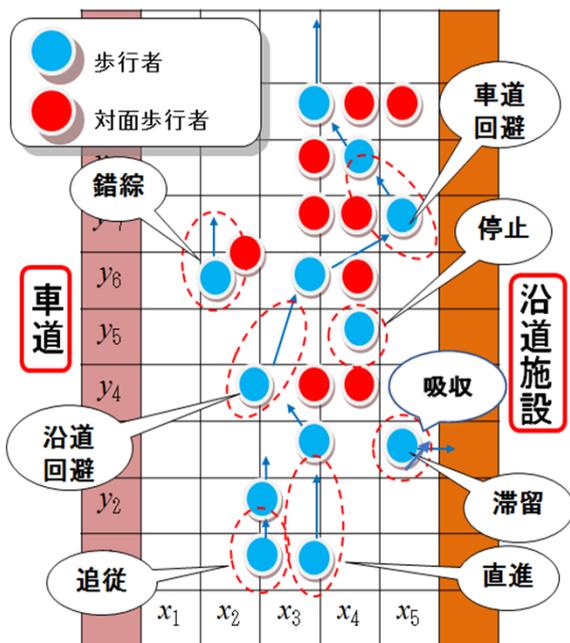


図3 歩行者行動動線概略図

また、停止は (x_4, y_5) に位置する歩行者の様に、一つのメッシュの中で止まっている状態とし、滞留は (x_5, y_3) に存在する歩行者の様に、気になる沿道施設やイベントエリアの前で行ったり来たりするような行動とする。

追従は (x_2, y_1) に存在する歩行者の様に、目の前の歩行者の行動に従って歩行している場合とする。

錯綜は (x_2, y_6) に存在する歩行者の様に、対面歩行者と同じ通行帯の中ですれ違う場合とする。吸収は直進している歩行者が沿道施設などには入る場合とする。また、グループ行動は2人以上の歩行者が同じ行動をしている場合とする。

4. 歩行者行動の実態分析

(1) 歩行者行動動線の分析

中央通り北側・南側の歩行者行動動線の分析結果をそれぞれ表 1、表 2 に示す。H28 年度の平日の午後については、歩行者数が少なく分析するための十分なデータが取れなかったため分析には用いなかった。

分析結果から、いずれの年でも直進選択率が高く、歩行者は原則として対面歩行者や障害物がない場合は高い確率で同じ通行帯を選択していると考えられる。直進行動の選択率は北側・南側については、午前・午後についてもほとんど差がないことから、歩行者の直進選択率は街路形状や時間帯に関係なくほぼ一定であった。北側の車道回避の選択率が沿道回避よりも多いことから、北側は歩行者が沿道側を多く通行していることがわかる。社会実験時のデータでは沿道回避の選択率のほうが車道回避の選択率よりも高かったため、歩行者優先化により車道側に自転車通行帯、植樹帯、停留所が設けられ、自動車に対する緩衝帯ができたためと考えられる。また南側の回避行動については、平日午後の結果を除き車道回避よりも沿道回避の選択率が高いことから北側のような自動車に対する緩衝帯がないため、歩行者は車道側に危険を感じて無意識のうちに安全である沿道側を歩くことを選択していることがわかる。追従率に関しては、北側よりも南側のほうが高いがこれは北側の方が一般的に対面歩行者グループ行動している歩行者が多く、追従行動が多くなることが考えられる。錯綜率も北側のほうが南側よりも高いことも、北側の方が対面歩行者数が多いことが原因していると考えられる。

(2) 対面歩行者および側方抵抗に対する挙動

表1 北側の歩行者行動動線分析結果

		H28 平日		H28 休日		平均
		A.M	P.M.	A.M.	P.M	
歩行者数 (人)		19	20	20	31	23
率 行 動 選 択 (%)	車道回避	6.7	5.3	5.3	13.9	8.63
	沿道回避	5.8	4.0	4.0	9.3	6.37
	直進	87.5	82.7	82.7	73.8	81.3
	停止・滞留	0.0	8.0	8.0	3.1	3.7
追従率 (%)		22.7	9.6	9.6	13.3	15.2
錯綜率 (%)		8.5	5.3	5.3	9.0	7.6
歩道幅員(m)		6.0	6.0	6.0	6.0	
設置物の数(個)		5	5	5	5	

表2 南側の歩行者行動動線分析結果

		H28 平日		H28 休日		平均
		A.M	P.M.	A.M.	P.M	
歩行者数 (人)		22	23	19	18	21
率 行 動 選 択 (%)	車道回避	6.6	12.2	7.2	3.6	7.4
	沿道回避	7.0	5.2	7.3	4.7	6.0
	直進	75.9	74.5	70.	84.2	76.2
	停止・滞留	2.4	4.1	3.8	0.7	2.8
	吸収	8.0	4.1	11.1	6.8	7.5
追従率 (%)		1.0	2.0	3.9	0	1.7
錯綜率 (%)		2.8	3.2	3.9	0.7	2.7
歩道幅員(m)		4.5	4.5	4.5	4.5	
設置物の数(個)		2	2	2	2	

対面歩行者や側方抵抗があるときの歩行者の回避開始距離を図4に示す。本計測では撮影した北側・南側において対象としたすべての歩行者について分析し、異なる街路条件での歩行者挙動をまとめて一般的な回避距離とした。分析結果より歩行者の回避開始地点の平均値が3.225mであった。H19~H21の社会実験時の歩行者の回避開始距離の平均値が2.995mであるため、歩行者は対面歩行者や側方抵抗に対して、約3m前から回避を開始していることがわかる。また、回避距離の約60%が2.0mから3.9mであった。このことから歩行者は対面歩行者や側方抵抗にかなり近い位置で回避していることがわかる。

ビデオ計測の目視から、歩行者密度が低い区間では側方抵抗である植栽やベンチの付近を通行せずに、離れた位置を通行していることが明らかになった。回避距離の長さは歩行者密度が関係していて、歩行者密度が高いほど回避距離が短いという結果になった。回避行動の中でも回避角度が大きかったのは滞留者群に対する回避行動で、歩行者は滞留者群に大きな抵抗を感じていることがわかる。また、対面歩行者に対する回避距離よりも滞留者群や側方抵抗に対する回避距離のほうが長かったが、これは止まっている回避対象物に対して歩行者が余裕をもって回避しているということがいえる。

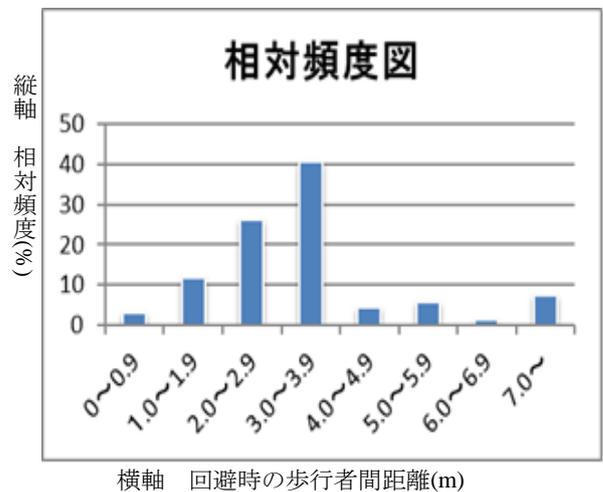


図4 H28年度の対面歩行者の回避距離に関する分析

(3) 歩行者による街路空間の占有状況

歩行者占有実態とは、歩行者が街路空間においてどの位置を占有し、どこに集まりやすいのかを可視化したものである。メッシュごとに占有率を算出し、占有率の高いメッシュが連続していると、歩行者流動が形成されていると考えられる。歩行者流動の形成により、街路設置物や車道・沿道までの距離、滞留の生起しやすい場所が明らかになり、歩行者行動に影響を与えると考えられる要素の検討を行うことができる。

本研究で定めた計測時間は、人の平均歩行速度が約 1.1m/s なので、計測区間内を通過する時間を考慮し、60 秒と設定している。また、集計のための時間間隔は、歩行者がメッシュ単位で移動可能な 1.0 秒とした。図 5 に示した番号は通行帯を表しており、街路形状は、幅員約 5m の歩道の例である。

各メッシュを通過する歩行者数を集計し、図 6 のように歩道のある横断面を通過した歩行者数に対するその横断面の各通行帯を通過する歩行者数との比を横断面ごとに算出する。これを歩行者占有率と呼ぶ。占有率は街路形状や道路交通条件によって大きく変化することが考えられる。本研究では、歩行者優先化された中央通り北側の歩道の東側・西側それぞれの占有率を計測した。西側の分析結果を図 7 に示す。

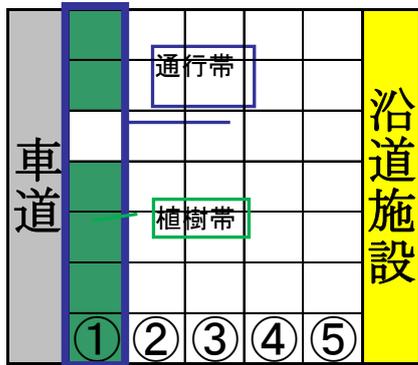


図5 通行帯番号



図6 ある横断面における歩行者量の比

西側の歩道空間の占有率を見ると、沿道側の 3 つ通行帯に集中しており、歩行者が沿道側にあまり抵抗を感じていないということがわかる。横断歩道付近の占有率を見ると、歩行者の流入があるため占有率が各断面一帯に分散している。沿道側から二つ目の通行帯を見ると、横断歩道から遠ざかっていくほど両隣の通行帯の占有率よりも高くなるため、歩行者は歩行している位置の両端に側方抵抗があると感じたとき、歩道の中央付近を通行していることがわかる。

車道側の 3 つの通行帯の占有率が低い理由について考えられるのは、植栽や街頭などの設置物が多いことや、自転車通行帯との距離が近いということである。また歩行者は原則として直進を選択するので、進行方向に障害物がある車道側の通行帯よりも沿道側の通行帯を選んで通行することが考えられる。

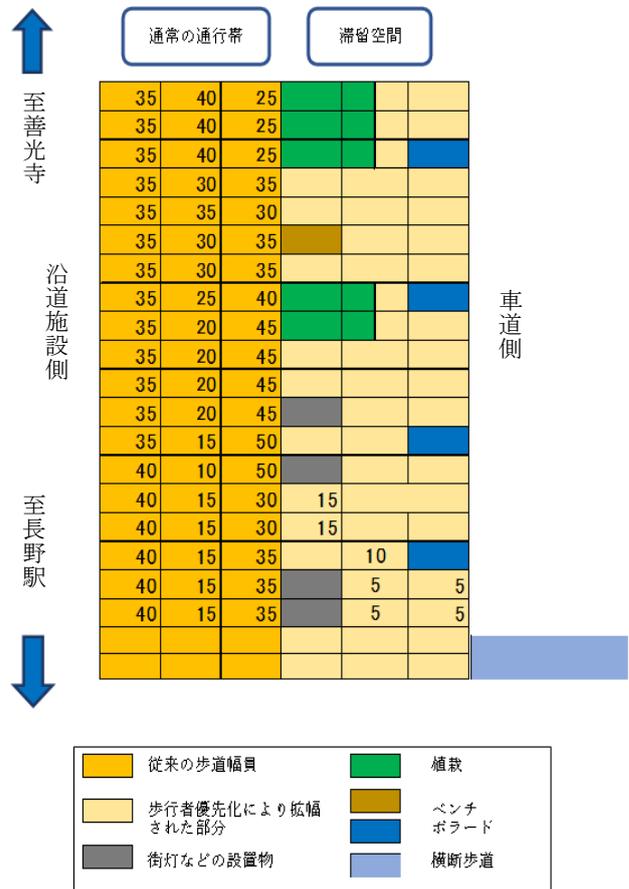


図7 西側の街路空間における各断面歩行者占有実態

5. 歩行者行動モデルの構築

歩行者行動は街路形状だけでなく、交通条件によっても大きく変化する。そこで本章では、実際にどのような要因が歩行者行動に影響を与えているのかを可視化するため、直進や回避などの行動選択を目的変数にし、それぞれの歩行者行動に影響を与えそうな要因を説明変数にし、重回帰分析を行う。歩行者行動モデルを構築することで、街路空間に対する歩行者行動が明らかにすることにより、異なる街路形状においても歩行者行動をある程度予測することができる。

歩行者行動モデルの重回帰分析を行う前に、分析で使用する説明変数について検討する。説明変数として使用したものは、中央通り北側・南側、社会実験における街路形状や交通条件のデータで、分析する際は3地点の歩行者行動分析データを合算して説明変数とする本研究において検討した説明変数を表3に示す。

目的変数は、前章にて分析した歩行者行動のうち選択率が高かった「直進」「沿道回避」「車道回避」に加え、街路形状や交通条件に大きく関係する「追従」「錯綜」行動である。また、「沿道回避角度」「車道回避角度」も目的変数に設定した。それぞれの目的変数と相関をとる説明変数は、前章の分析結果から関係性の高いものを抽出して検討した。各目的変数に対して検討した目的変数を表4示す。

表3 使用した説明変数

街路形状に関係するもの	歩道幅員、車道幅員、植栽の数、休憩所の数、側方抵抗の有無
交通条件に関係するもの	歩行者密度、歩行者量、歩行速度、自動車量、対面歩行者の有無、車道からの距離、沿道施設からの距離

表4 各目的変数に対して検討した説明変数

直進	歩道幅員、車道幅員、側方抵抗の有無、歩行者密度、歩行者量、歩行速度、対面歩行者の有無
車道回避	歩道幅員、植栽の数、休憩所の数、側方抵抗の有無、歩行者密度、対面歩行者の有無
沿道回避	歩道幅員、車道幅員、植栽の数、休憩所の数、側方抵抗の有無、歩行者密度、自動車量、対面歩行者の有無
追従	歩道幅員、歩行者密度、歩行速度、歩行者量、対面歩行者の有無
錯綜	歩道幅員、側方抵抗の有無、歩行者密度、歩行者量、歩行速度、対面歩行者の有無
車道回避角度	歩道幅員、植栽の数、休憩所の数、側方抵抗の有無、歩行者密度、対面歩行者の有無
沿道回避角度	歩道幅員、車道幅員、植栽の数、休憩所の数、側方抵抗の有無、歩行者密度、自動車量、対面歩行者の有無

次に検討した説明変数を用いて歩行者行動のモデルパラメータの推計結果を表5に示す。目的変数に設定した歩行者行動については、社会実験時と歩行者優先化後の各行動の選択率を用いた。

まず、分析結果の重相関係数がどの項目においても0.88以上あるため本結果は適合性があるといえる。

直進について見ると、歩道幅員の係数が正であることから、歩道幅員が大きくなるほど直進が多くなることがわかる。また、歩行速度の係数から歩行速度が速い状態のときは直進が多いことがわかる。しかし、対面歩行者の有無の係数が負であることから、対面歩行者が多くなるほど直進行動は少なくなることがわかる。

つぎに回避行動を見ると対面歩行者の有無の係数が正であることから、対面歩行者多いほどが車道回避・沿道回避が多くなることがわかる。また沿道回避についてはみると、車道幅員が大きくなるほど沿道回避が多くなることがわかる。

6. 歩行者空間占有モデルの構築

前章までの歩行者行動実態分析およびモデル推計により、歩行者の各行動の選択率および生起理由が明

表5 歩行者行動のモデルパラメータの推計結果

目的変数	説明変数	係数(t 値)
直進	歩道幅員	6.517 (4.044)**
	歩行速度	12.463 (5.625)**
	休憩所の数	0.355 (4.258)**
	対面歩行者の有無	-0.373 (-1.549)
	重相関係数 R=0.998	
車道回避	歩行者密度	88.706 (3.239)*
	休憩所の数	-0.180 (-4.166)**
	対面歩行者の有無	0.146 (1.234)
	定数項	1.091 (0.755)
重相関係数 R=0.886		
沿道回避	植栽の数	0.001 (0.240)
	車道幅員	0.329 (1.733)
	対面歩行者の有無	0.244 (2.741)*
重相関係数 R=0.944		
追従率	歩道幅員	2.725 (1.537)
	歩行者量	0.010 (3.480)**
	歩行速度	-4.182 (-1.857)
重相関係数 R=0.894		
錯綜率	歩行者量	0.002 (1.493)
	対面歩行者の有無	0.073 (0.573)
	側方抵抗の有無	0.006 (0.443)
重相関係数 R=0.868		

らかになった。しかし街路における歩行者行動を明らかにしていくうえで、歩行者が歩道のどの部分を通行し、どこに集まりやすいのかを知ることが重要である。そこで、各利用通行帯の選択率を目的変数とし、街路形状や側方余裕などを説明変数として重回帰分析を適用し、歩行者の利用率の高い通行帯を明らかにする。

(1) 街路形状と歩行空間占有率の比較検討

図 7 の占有実態分析結果から、占有率の特徴的な傾向を以下に述べる。

- ①横断歩道の付近や交差点付近では占有率が各通行帯に分散する。
- ②歩道の両端に側方抵抗がある場合は歩道中央付近の占有率が高くなる。
- ③車道側に側方抵抗がなく開けている区間では沿道側の通行帯の占有率のほうが高い。
- ④歩行者が歩行している通行帯の進行方向にベンチや植栽がある場合は、その通行帯の占有率は大幅に低下する。
- ⑤沿道側に商業施設がある場合はその付近の通行帯の占有率が高くなる。

(2) 歩行空間占有モデルの定式化

前項にて検討した内容から、重回帰分析を行うにあたって占有率を目的変数にしたときの説明変数について検討する。本分析では各メッシュを分析単位とするため、対象区間全体の状態を表す歩行者密度・平均歩行速度などの交通条件については考慮しない。説明変数として使用したものを表 6 に示す。説明変数は前項の内容から、スムーズで安全な移動要素である「車道までの距離」および「沿道施設までの距離」などの歩行位置に関係するものと歩行空間の余裕要素である「歩道幅員」や歩行者が歩道端を利用しにくくなる「側方抵抗の有無」などを用いることとした。本分析ではこれらの説明変数を用いて、街路形状の変化による占有率の変化を明らかにする。

表 6 使用した説明変数

歩行位置に関する要素	車道までの距離、沿道施設までの距離
側方抵抗に関する要素	歩道幅員、車道幅員、植栽の数、休憩所の数 側方抵抗の有無

(3) モデルパラメータの推定と考察

重回帰分析の結果を表 7 に示す。本モデルの重相関係数は 0.788 で、適合度はある程度確保できた。

まず、「歩道幅員」について考えると、係数が負であることから、「歩道幅員」が広がると、各メッシュの占有率が低くなるのがわかる。これは、歩道が広がると歩行者の利用可能な通行帯が増えるため、歩行者占有が各通行帯に分散するためと考えられる。歩行者の「車道までの距離」と「沿道施設

までの距離」の係数が負であることから、沿道施設に立ち寄る歩行者以外は歩道中央付近の占有率が高くなるのがわかる。したがって、歩道中央付近の通行帯に歩行者流動が形成されやすいのがわかる。「側方抵抗の有無」の係数が負であることから、車道や歩道などからある程度離れた位置を歩行しているのがわかる。

次に、H28 年度と社会実験時の歩行空間占有モデルの比較を行う t 値について比較すると社会実験時の結果のほうが全体的に高いことがわかる。

「車道・沿道施設までの距離」について考える。H28 年度の結果では、街路中央付近、つまり「車道・沿道施設から離れた位置」の占有率が高くなるという結果になった。社会実験時の結果でも、説明変数の符号から同様の結果になった。しかし、街路形状の大きな違いとして、社会実験時はイベントエリアが設置されている。この結果、「イベントエリアの付近を通行する歩行者」と「イベントエリアを避けるように通行する歩行者」という大きな 2 つの歩行者流動が発生する。したがって、「車道・沿道施設までの距離」の t 値が高くなると考えられる。また、「イベントエリアまでの距離」の t 値がもっとも大きいことから、占有率はイベントエリアの有無で大きく変化するといえる。以上から、対象街路は同じでも社会実験時の t 値が全体的に高くなったのも、イベントエリアが設置されていた影響が大きいと考えられる。

表 7 H28 年度の歩行空間形状と歩行者占有率との相関

目的変数	説明変数	係数(t 値)
歩行者占有率	歩道幅員	-20.253 (-2.089)*
	車道までの距離	17.499 (1.519)
	沿道施設までの距離	21.495 (1.866)
	側方抵抗の有無	-0.005 (-0.126)
重相関係数 R=0.788		

表 6.3 社会実験時の歩行空間占有モデル

目的変数	説明変数	係数(t 値)
歩行者占有率	歩道幅員	-12.329 (-6.359)
	車道までの距離	26.185 (6.464)
	沿道施設までの距離	29.079 (7.340)
	歩行者量	0.001 (1.550)
	イベントエリアまでの距離	-7.170 (-3.034)
	側方抵抗の有無	-0.048 (-1.759)
重相関係数 R=0.701		

7. まとめ

本研究で得られた知見は以下のとおりである。

- (1) 歩行者の行動選択としては直進が一番多く、原則として同じ通行帯を通行する。
- (2) 社会実験時は沿道回避のほうが車道側回避よりも選択率は高かったが、歩行者優先化後は車道回避のほうが沿道回避よりも選択率が高かった。これは車道側に植栽やベンチなどの設置物が配置されたことにより車道側にあまり抵抗を感じなくなったためと考えられる。
- (3) 対面歩行者や側方抵抗に対する回避距離の平均は約 3m である。
- (4) 車道側の通行帯よりも沿道側の通行帯の占有率が高く、歩行者は無意識のうちに安全な沿道側を通行している。
- (5) 歩行者行動は歩行空間によって変化するが、特に歩道幅員と側方抵抗が歩行者行動に大きな影響を及ぼす。
- (6) 直進行動に対しては歩道幅員や歩行速度が大きく影響する。
- (7) 回避行動・回避角度は側方余裕や対面歩行者の有無が関係する。
- (8) 追従・錯綜行動は歩行者密度が高い街路に多く発生し、側方抵抗の有無や歩道幅員などによっても左右される。
- (9) 歩道幅員が大きくなるほど、歩行者が各通行帯に分散して通行するため、各通行帯の占有率は低くなる。また、歩道幅員が占有率に与える影響は大きい。

- (10) 車道・歩道からある程度離れた歩道の中央付近の占有率が高くなる。
- (11) 側方抵抗が多い通行帯ほど、その付近の占有率は低くなる。

参考文献

- 1) 松本隆嗣、柳沢吉保、高山純一、上倉道陽、竹内剣：街路形状および歩行者流動に基づく歩行者行動と街路空間占有状況に関するモデル分析、第 42 回土木計画学研究委員会(秋大会)、2010.11.21
- 2) 浅野美帆、桑原雅夫、田中伸治：混雑時におけるマイクロ歩行者流動モデルの構築、第 5 回 ITS シンポジウム、pp.419-424,2006
- 3) 浅野美帆、井料隆雅、桑原雅夫：交錯交通の要領評価のためのマイクロ歩行者行動モデル、交通工学、Vol.43、No.4、pp.23-34、2008
- 4) 山下良久、福田一太、内山久雄：実挙動データに基づく歩行者シミュレーションモデルの構築、第 34 回土木計画学研究発表会(秋大会)、講演集 Vol.34、329、2006.12
- 5) 杉谷芳宏、原田昇、大森宣暁、円山琢也：マルチエージェントシミュレーションによる歩行者自転車道の評価、第 25 回交通工学研究発表会論文集、pp.213-216、2005.10
- 6) 辻智香、内田敬：街路空間の主観的評価における歩行者流動効果の定量化、第 32 回土木計画学研究発表会(秋大会)、講演集 Vol.32、324、2005.12
- 7) 長峯史弥、柳沢吉保、轟直樹、高山純一：歩行者行動と歩道利用状態を考慮した歩行者優先道路空間評価意識構造モデル交通研究発表会論文報告 No.34(2014.8)551-588

Model analysis of pedestrian behavior
considering walking space geometry and traffic flow conditions

Daiki NAKAZAWA, Yosiyasu YANAGISAWA, Naoki TODOROKI,
Yoshihumi TAKIZAWA, and Jyun-ichi TAKAYAMA