

甲府市中心市街地の街路特性の定量評価と 歩行者交通量の関係性

末木 祐多¹・佐々木 邦明²

¹学生会員 山梨大学大学院 医工農学総合教育部 (〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11)
E-mail:g17tc010@yamanashi.ac.jp

²正会員 山梨大学教授 大学院総合研究部 (〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11)
E-mail:sasaki@yamanashi.ac.jp

地方都市の中心市街地が衰退する中で、近年多くの都市で歩行者中心のまちづくりによって中心市街地の活性化が図られている。効果的な歩空間的整備のためには、歩行環境と歩行者交通量の関係性は重要な知見であると考えられる。本研究では、Space Syntaxを用いて街路構造を数値化し、併せて土地利用を個別の店舗の利用状況に基づいて数値化することで歩行環境の定量評価を行う。そして、この歩行環境と歩行者交通量の関係性を空間的自己相関、交互作用効果を考慮して重回帰分析を行った。その結果、街路構造、土地利用が歩行者交通量に影響を与えること。また、土地利用によって、街路構造が歩行者交通量に与える影響は異なることを示した。

Key Words : space syntax, pedestrian volume, pedestrian environment

1. はじめに

近年、地方都市の中心市街地衰退が大きな問題となっており、多くの都市で歩行者中心のまちづくりを掲げ、歩行空間の整備を行い中心市街地の活性化を図っている。甲府市においても中心市街地の衰退は著しい。このような状況において甲府市も、中心市街地活性化基本計画¹⁾の目標設定において、“快適な歩行空間”の整備を目標に掲げ、歩行者に配慮した整備を行うことを明記している。この歩行者に配慮した整備として挙げられる整備内容の中でも、特に回遊空間の整備は歩行者が都市を歩いて楽しむことや、街の賑わいを創出する為、歩行者中心の街づくりを進める上で重要な整備である。

効果的な回遊空間の整備を行う為には、歩行空間と歩行者の街路利用の関係性に関する知見が必要である。このような知見として、これまでに土地利用と歩行者交通量の関係性等が明らかにされてきた。²⁾³⁾これに加えて、特に回遊行動を考える上では、街路構造が重要な影響要因として挙げられる。しかし、街路構造と歩行者の利用実態の関係はまだ十分な知見が得られていない。⁴⁾⁵⁾

本研究では、建築物・土地利用、歩道面積と併せて街路構造を数値化することで、歩行環境をデータ化する。データ化された歩行環境と街路の利用実態として歩行者

交通量を用いて重回帰分析を行うことで、街路の環境と利用との関係性を明らかにすることを目的とする。対象地は甲府市中心市街地活性化基本計画の対象のうち、甲府駅の南側のエリア(図-1)を設定した。この地域は、商業施設、行政施設が密集するエリアであるが、空き店舗、駐車場も多く存在し、活性化が重要なエリアである。

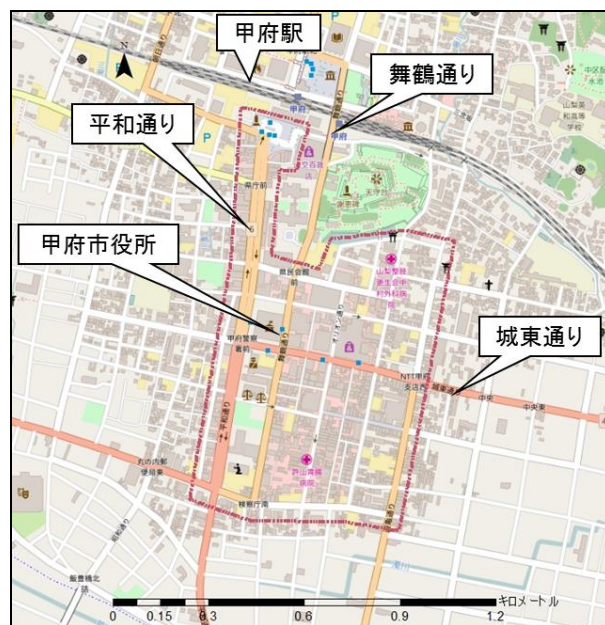


図-1 研究対象地

2. 歩行環境の数値化

本研究では、街路構造、土地利用を数値化しデータとして歩行環境を構築したうえで、街路の利用実態との関係性を分析する。本章では、街路構造、土地利用の数値化手法、及び結果を示す。

(1) 分析単位の設定

本研究の目的は歩行者交通量と歩行環境の関係性を明らかにすることである。歩行環境は歩行者交通量の影響要因と仮定しているため、ある地点の歩行者交通量に対して、影響すると考えられる歩行空間の歩行環境指標を対応させてデータ化する必要がある。本研究では、歩行空間の性質が横断歩道で分断されると考え、歩道を図-2のように横断歩道を境に分割し、その分割された空間ごとに歩行環境の指標をデータ化することでそれぞれの地点に対する歩行者交通量の影響要因として分析する。この分割された歩行空間を分析単位と呼ぶ。

(2) 街路構造

街路構造とは、街路の繋がり方や形といった街路空間の幾何構造を示す。回遊行動を促す歩行空間整備を行う為の知見として、街路網の影響は重要な要因である為、街路構造の数値化を行う。本研究では、街路構造の数値

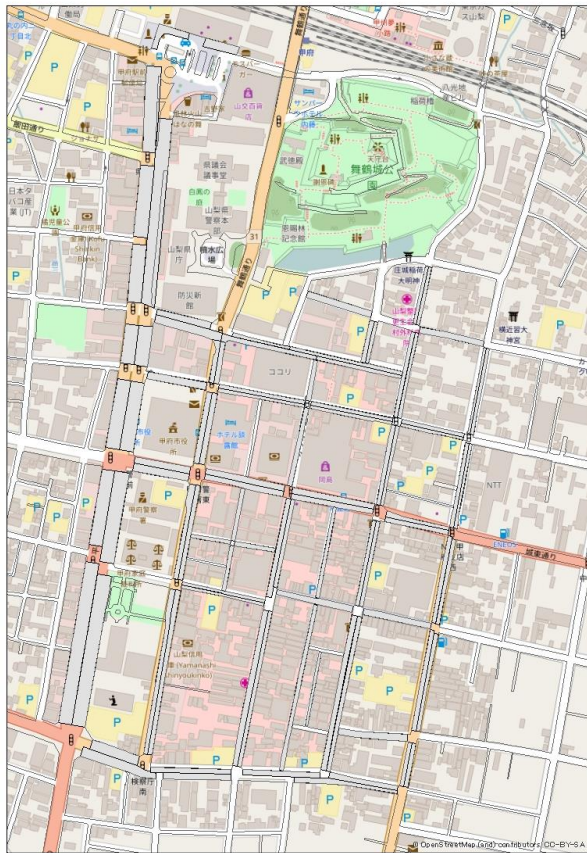


図-2 分析単位

化にSpace Syntax (以下S.S.) を用いる。数値化された街路構造と歩行者交通量との関係性を分析することで、これらの関係性を明らかにする。

S.S.は、空間構成を「繋がり方・関係性」によって分析する空間分析手法である。S.S.では分析の際に対象空間を分節し、この分節された接続関係に着目して分析を行う。この分節方法は、線的に分節する方法と面的に分節する方法の2種類があり、都市空間の分析には線的に分節する方法が適している為、本研究では、都市空間を線形化し、その線分の接続関係に着目して分析を行う。この分析方法をAxial Analysisと呼ぶ。

Axial Analysisでは、“軸線上を移動すると対象エリア内の全ての空間を見ることができ、より少なく、より長い線を引く”⁴⁾と言う法則に従い、空間を線形化する。このようにして空間を線形化した線分の接続関係に着目して分析を行うことで、街路の利用効率を示す指標であるIntegration Value (以下Int.V)を算出する。Int.Vは、値が高いと利用効率が高く、他の街路への近接性が高い街路と考えることができる指標である。

図-3に線形化された街路構造に対して算出されたInt.Vを示した。示された、Int.Vを見ると大通りである平和通り、舞鶴通りや直線が続き多くの街路に接続している街路で高い値を示し、見通しが悪く奥行きのある街路で低い値を示している。Int.Vは街路の接続関係から利用効率

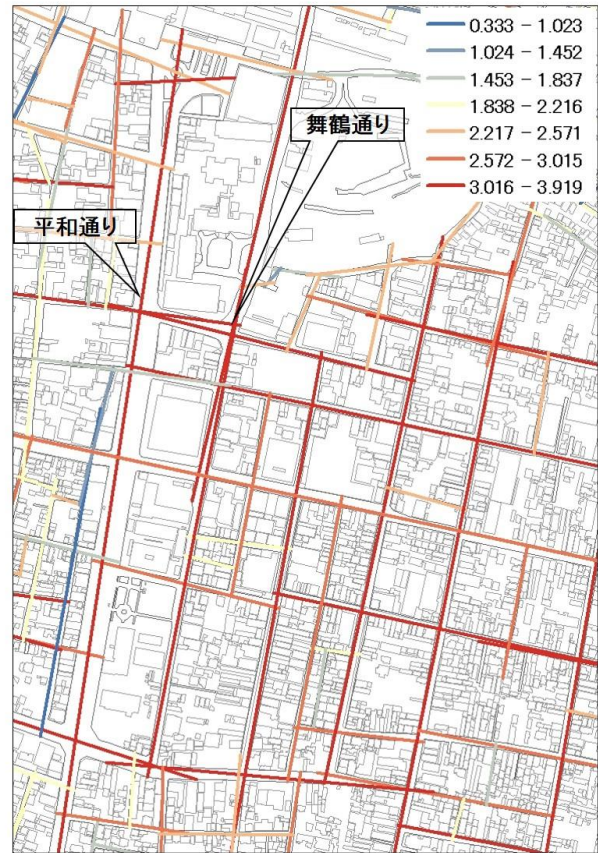


図-3 アクシャルラインの算出結果

を示す指標である。一般にこの指標の特性として、大通りや長いAxial Lineを引くことができる見通しの良い通りでは、多くの街路に接続し他の街路に移動しやすい。一方、奥まった通りでは他の街路へ移動するのに多くの街路を経由しなくてはならず、移動効率は悪い。図をみると、このような特性をInt.Vが街路の利用効率を表現できていることがわかる。また、甲府市の中心市街地の特徴として基盤目状の街路構造を持っていることが挙げられる。対象地域は、このような街路構造を持つことから全体として高いInt.Vを示し、街路として利用効率の高い街路が多いことが数値からも読み取ることができる。

(3) 土地利用

歩行者量に影響する環境を示すデータとして土地利用の観点から、建築物・土地利用用途割合と歩道面積割合を算出した。

a) 建築物・土地利用用途割合

街路にある建築物・土地がどのように利用されているかという要素は、歩行環境の重要な性質の1つと考えられる。この為、本研究では分析対象街路の沿道の1F建築物・土地利用用途を目視にて確認し、表-1に示す類型に分類した。表-1には、類型に分けた対象地域全体の建築物・土地利用用途の数の集計値とその割合を示して

表-1 建築物・土地利用用途概要

利用用途	件数	割合
小売業（総合）	5	1%
小売業（日用品）	35	4%
飲食業	104	12%
サービス・娯楽業	195	22%
公共施設	84	10%
住宅	74	13%
空き店舗	139	8%
駐車場・駐輪場	116	16%
その他	14	13%

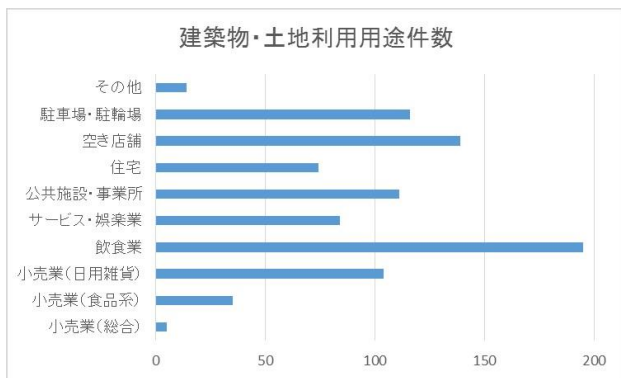


図-4 建築物土地利用用途件数

いる。建築物・土地利用用途は分類した後、分析単位ごとの土地・建築物利用割合を算出し、歩行環境を示す指標として用いた。

図-4には対象地域全体での建築物・土地利用用途数を示した。全体の傾向として、甲府市の中心市街地では飲食店が最も多く立地していることがわかった。また、次いで空き店舗の数が多く中心市街地の衰退が深刻なことがわかる。

b) 歩道面積割合

街路の歩道はその歩行環境を示す重要な要素である。特に、道路に対する歩道の割合はその街路の性質を示す指標となる。このため、分析単位ごとの歩道の面積を歩道と車道の面積の和で除することで、歩道面積割合を算出した。歩道と車道の面積は、国土地理院の基盤地図情報を元に、GIS上にて求めた。

算出した歩道面積割合を図-5に示す。中心市街地の特徴として、歩行者専用道路があること、また歩道整備率が0%の街路でも、単に歩道の無い街路と歩道はないが路面舗装がされていて自動車は一方通行の歩行者優先の街路があることがわかった。

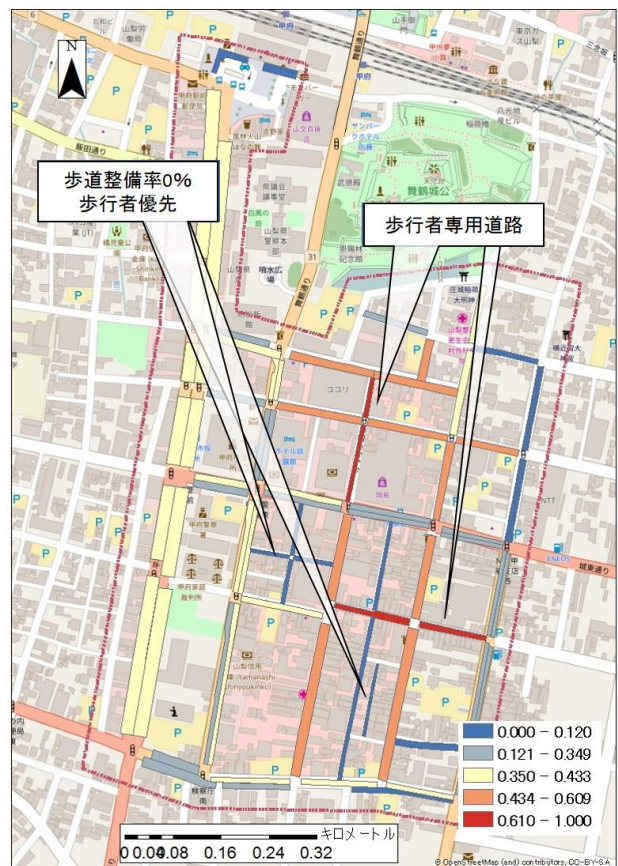


図-5 歩道面積割合

3. 街路の利用実態

本研究では、街路の利用実態として歩行者交通量を用いて歩行環境との関係性を分析する。本章では、歩行者交通量の調査方法、その結果を示す。

(1) 調査方法

本研究では、対象地域より分析単位として設定した78地点に対応する歩行者交通量データが必要な為、多数の地点のデータが必要であった。このため、通常の定点調査ではなく移動式交通量調査（以下GC調査）を行った。GC調査は、ある地点の交通量を一定の時間でサンプリングし、調査地点を変えてサンプリングを行い、一定の間隔でそれを繰り返す調査である。GC調査では、交通量を拡大換算するため、既存の甲府市中心市街地の歩行者交通量調査⁹⁾を利用して、妥当性の検討を行った。既存の調査では、調査地点が21地点、本研究での調査との重複地点が11地点と少ないものの、定点を本研究と同時間帯調査していることから、検証対象データとして使用した。相関分析の結果、相関係数は0.94と高い相関を示した。このことから、GC調査の結果は妥当であるとして分析を進める。

本研究では、各地点5分間の調査を行い、1時間で10地点調査することを1サイクルとした。これを10時から20時までに行い、調査した交通量に12を掛けることで、時間帯ごとの交通量としている。

調査地点を図-に、調査日程を以下に示す。

- 平日：H28 11月19日（土）
- 休日：H28 12月8日（木）

(2) 歩行者交通量調査結果

図-6に休日に行った歩行者交通量調査の、歩行者交通量分布を示した。甲府駅周辺の歩行者交通量が一番多く、大通りと比較的細い通りで比較すると、大通りでは、甲府駅前を除いて歩行者交通量が少なく、比較的細い通りである、オリオン通り、紅梅通り、歩行者交通量が多くなっていることがわかった。また、一番交通量が多い甲府駅から、岡島百貨店への経路の歩行者歩行者交通量が多くなっていることがわかる。岡島百貨店は、甲府市中心市街地における主要複合商業施設であり、甲府市中心市街地においては比較的大きな集客力を持つ商業施設である。このことから甲府駅から岡島まで歩いている人の多くがこの経路を通っていると考えられるだろう。

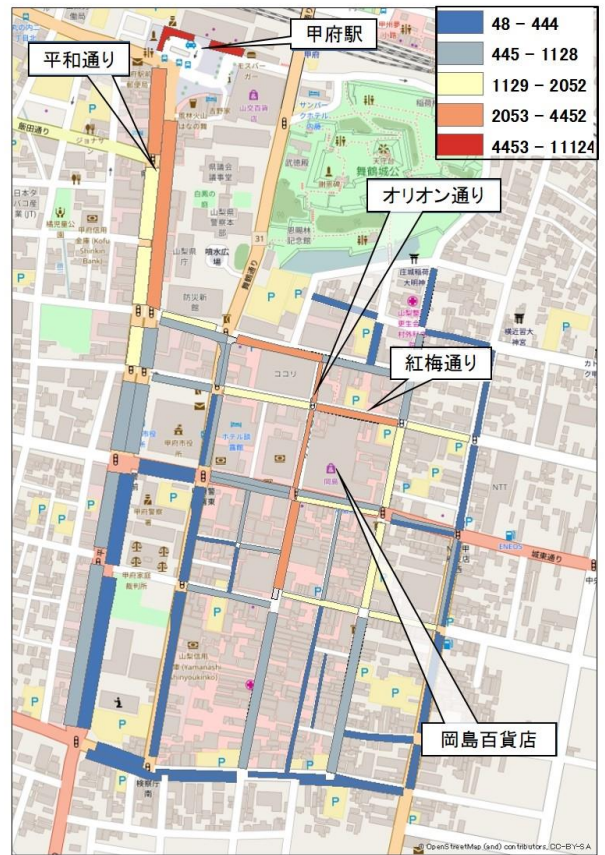


図-6 休日の歩行者交通量

4. 分析方法

構築された歩行環境と歩行者交通量との関係性の分析を行う。方法としては、空間自己相関、交互作用効果、駐車場からの発生交通を考慮して重回帰分析を行った。

(1) 空間自己相関

重回帰分析は、誤差項に系列相関がないことを仮定している。しかし、本研究では隣り合った街路を分析単位として用いている為、ある街路の交通量が隣り合った街路の交通量に影響を与える空間的な自己相関が生じる可能性がある。この空間自己相関はランダムでないため、以下の式(1)のように空間自己相関を考慮した重回帰分析とした。

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + u \quad (1)$$

$$u = c * W * y + \varepsilon$$

W：空間重み付け行列

ε：誤差項

ここで、Wで示した空間重み付け行列は空間の隣接関係

から作られる行列である。本研究のモデルでは横断歩道を一回渡ることで移動できるリンク間を隣接していると定義し、隣接行列を作成し、その隣接行列を行和で標準化することで空間重み付け行列を作成した。この空間重み付け行列に歩行者交通量の値を掛けることで、あるリンクに対する隣接リンクの交通量の平均を取る変数が作成され、その変数で空間的な自己相関を表現することで、誤差項か系統的な要素を取り除くことができる。

(2) 交互作用効果

重回帰式において、ある独立変数の効果が他の独立変数の値によって変化する場合があります、この他の変数の効果を交互作用効果という。事前に行った基礎集計より、 Int.V の歩行者交通量への効果が、土地利用のデータによって変化すると考えられる傾向が見られた。このため、交互作用考慮した検討を行う。交互作用効果は、説明変数同士の積の項を新たな説明変数として組み込むことで以下の式(2)のように表現する。

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_1X_2 \dots + \varepsilon \quad (2)$$

上記のように表される交互作用を考慮した重回帰式は以下の式(3)ように変形できる。

$$Y = a + b_2X_2 + (b_1 + b_3X_2) * X_1 \dots + \varepsilon \quad (3)$$

変形した式を見ると、 X_1 についての1次式と見ることができ、 X_1 の効果は X_2 の値によって変化することが表現できていることがわかる。本研究で用いるモデルにおいては、 Int.V の値と他の建築物利用用途の変数をかけた項を用いることによって、 Int.V の効果が他の建築物利用用途の変数によって変化するかどうか、ということの検討を行う。また相互作用の検討の際には変数を中心化してから相互作用項を作成する必要があるため、以下に示す結果では標準化偏回帰係数のみ記載している。

(3) 駐車場からの発生交通

歩行者の発生地点として想定できる、駐車場から目的地までの歩行は、最短経路をとると仮定すると、駐車場から発生する歩行者の選択する経路は歩行環境ではなく駐車場と目的地の位置関係に依存する。このため、多くの駐車場と目的地の中間の経路にある分析単位は、この影響を受けることになる。この影響を取り除くことを目的として、駐車場と目的地の関係を考慮したモデルとした。駐車場と目的地の関係性を考慮する為のデータとして、甲府市が行った甲府市中心市街地駐車場施策構築支援業務の資料より（甲府市より提供）、対象地域の主要駐車場の駐車可能台数と各駐車場の目的地に関するアン

ケート結果、これと併せてそれぞれの駐車場から目的地への最短経路情報を用い、それぞれの分析単位が駐車場からの発生交通から受ける影響に関する情報をモデルに組み込んだ。図-7の青い四角で示した駐車場と岡島百貨店を例に具体的な計算方法を示す。計算方法は、青い四角で示した駐車場の駐車可能台数に岡島百貨店を目的地とする人のパーセンテージをを掛けた値を最短経路の赤いラインが通過する分析単位の説明変数とする。この計算をそれぞれの駐車場、目的地に対して行うことで、駐車場からの歩行者の影響を表現する。この情報より、駐車場からの発生交通の影響を取り除くことができる。

5. 分析結果

空間自己相関及び相互作用を考慮した重回帰分析の結果を以下に示す。尚、説明変数同士の相関係数に0.5以上のものは無かった為、多重共線性の指標VIFにて説明変数の選択に配慮し、修正済み決定係数を用いて最終的なモデルの選択を行なった

(1) 平日の歩行者交通量特性

平日の歩行者交通量の合計値を被説明変数とした分析結果を以下の表-2に示す。修正済み決定係数は0.734と高く、空間自己相関を明示した項を除くと複合商業施設割合が、最も高い標準化偏回帰係数を示している。街路構造の利用効率を示す Int.V のパラメータは、正で有意な値を示している。これは街路の利用効率が良いと、歩行者交通量が増加することを示している。土地利用として分析に組み込まれた変数である、歩道面積割合、複合商業施設割合、飲食店割合はいずれのパラメータも正で有意な値を示している。これは、歩道面積割合、複合商業施設、飲食店の割合の高い街路の歩行者交通量が増加することがわかる。



図-7 駐車場からの影響の計算例

表-2 平日の分析結果

目的変数：平日合計歩行者交通量			
説明変数	標準化 偏回帰係数	t 値	
Int,V	0.187	2.05	
歩道面積割合	0.177	2.68	
土地利用	複合商業施設	0.449	3.72
	飲食店	0.171	2.54
Int,V*歩道面積割合	0.0902	1.21	
Int,V*複合商業施設	0.354	1.69	
駐車場からの経路	0.223	3.28	
空間自己相関	0.438	5.72	
修正済み決定係数	0.734		

表-3 休日の分析結果

目的変数：平日合計歩行者交通量			
説明変数	標準化 偏回帰係数	t 値	
Int,V	0.171	2.22	
歩道面積割合	0.195	2.68	
土地利用	複合商業施設	0.342	5.10
	飲食店	0.290	4.55
	サービス業	-0.0823	-1.39
Int,V*歩道面積割合	0.134	2.01	
Int,V*飲食店割合	0.149	2.21	
駐車場からの経路	0.194	3.32	
空間自己相関	0.375	5.05	
修正済み決定係数	0.785		

(2) 休日の歩行者交通量特性

休日の歩行者交通量の合計値を被説明変数とした、分析結果を以下の表-3に示す。修正済み決定係数は0.785と高く、複合商業施設割合が一番高い標準化偏回帰係数を示している。Int,Vのパラメータは、正で有意な値を示している。これは街路の利用効率が良くと、歩行者交通量が増加することを示している。また、交互作用項を含めるとInt,Vの項は $(0.171+0.195 \times \text{歩道面積割合} + 0.29 \times \text{飲食店割合}) \times \text{Int,V}$ となり、歩道面積割合、飲食店割合の項のパラメータは共に正で有意な値を示していることから、歩道面積割合、飲食店割合の高い街路において街路構造の歩行者交通量への影響力は、より強くなることを示している。土地利用として分析に組み込まれた変数である、歩道面積割合、複合商業施設割合、飲食店割合のパラメータは正で有意な値を示している。

6. まとめ

本研究では、街路構造と土地利用のデータ化を行い歩行環境を定量評価し、その歩行環境と街路の利用実態の関係性を明らかにすることを目的とし、歩行環境と歩行者交通量の関係性を分析した。その結果、街路構造、土地利用が歩行者交通量に影響を与えることが明らかとなった。また、街路構造の歩行者交通量に対する影響力は、土地利用によって変化することを明らかにした。歩行者の回遊行動は歩行環境の地理的な接続関係に影響されると考えられる。今後の課題として、歩行環境の地理的な接続関係を考慮すること、更には明らかになった地理的な関係性を考慮することで、回遊行動を促す為の

対策を具体的に検討する必要がある。また、今回の研究では歩行者回遊行動の影響要因として取り上げた土地利用は、街路構造や歩行者回遊行動とより複雑な関係性を持つと考えられる。街路構造が土地利用に影響を及ぼしている可能性や、土地利用として取り上げた歩道整備率や業種構成は、歩行者交通量と相互に影響し合っている可能性が考えられる。これらの点について研究を深めていくことが、今後の課題、展望として考えられる。

参考文献

- 1) 甲府市, 平成 26 年度 甲府市中心市街地活性化基本計画
- 2) 北村将之, 中川大, 松中亮治, 大庭哲治: 土地利用業種構成が商店街の賑わいに及ぼす影響に関する調査, 土木計画学論文集 Vol70, No.5, 2014
- 3) 濱名智, 中川大, 松中亮治, 大庭哲治: 歩行者空間の整備状況が商店街の歩行者密度・年間販売額に及ぼす影響に関する研究, 土木計画学研究・講演集 Vol40, 2009
- 4) 山野弘隆: Space Syntax と歩行者交通量からわかる都市構造と街路の特性に関する研究熊本大学工学部社会環境工学科卒業論文, 2010
- 5) 溝上章志, 高松誠治, 吉住弥華, 星野裕司: 中心市街地の空間構成と歩行者回遊行動の分析フレームワーク, 土木学計画学論文集, Vol.68, No.5, 2012
- 6) 甲府市, 平成 27 年度 甲府市中心市街地歩行者交通量調査結果報告書
- 7) 2015 古谷知之: Rによる空間データの統計分析,

(??? 受付)

QUANTITATIVE EVALUATION OF DOWNTOWN AREA IN KOFU CITY AND RELATIONSHIP OF PEDESTRIAN VOLUMN BASED ON THE SPACE SYNTAX

Yuta SUEKI, Kuniaki SASAKI