

京都大学工学部

京都大学大学院工学研究科

京都大学大学院工学研究科

学会員 ○東川 晃久

山田 真実

正会員 木村 優介

1. はじめに

近年の都市政策で重要な都市内の歩きやすさに関して、地域の歩行活動量のポテンシャルを定量的に表すウォーカビリティ指標 (Walkability Index, 以下 WI) が特に欧米で着目されている。WI では土地利用の多様性や人口密度などの環境変数が構成要素となるが、各街路の使われやすさといった空間構造との対応関係は明確ではない。他方、スペースシンタックス理論 (以下 SS 理論) における Integration Value (以下 Int.V) は、街路が使われるポテンシャルを表すことが知られている。Int.V は街路平面図から算出され、データ取得の容易性から WI およびその環境変数の代替指標となることが期待できる。これらの指標の関係性を示すことは、WI の環境変数の開発や理論的考察にも重要である。

そこで本研究では、SS 理論に基づく街路ネットワーク分析の指標と、WI およびその構成要素である環境変数との関係性を明らかにし、歩行活動量に対する SS 理論の適用可能性を検証する。具体的には、各調査対象点の複数の圏域に対する Int.V と WI とを算出・比較し、Int.V による歩行環境と WI との関係を示す。また実際の歩行活動量データと個人属性、WI の構成要素、Int.V を用いたロジスティック回帰分析を行い、歩行活動量に関する Int.V の算出について考察する。

調査対象は滋賀県草津市の草津川跡地公園 (区間 5) の周辺地域である。分析には、当該公園の周辺 800 m 圏内の 1,100 世帯を対象としたアンケートデータ (1 週間の目的別の歩行時間および個人属性, 2017 年 10 月実施, 有効回答 664 件) を用いた。

2. SS 理論と WI の概要

SS 理論における街路ネットワークの分析では、「視線の通る直線空間」として街路を分けて捉え、各空間を軸線 (Axial Line, 以下 AL) へと変換し、それらの関係性をグラフ理論で解析する。Int.V 算出にあたっては、ある AL に対する他の AL からの位相距離である深さ Depth (図-1) を平均化した Mean Depth: MD から Relative Asymmetry: RA を求める (式(1))。分析範囲の



図-1 黒い Axial Line に対する Depth Map の例

規模に依存しないよう相対化した Real Relative Asymmetry: RRA の逆数を取り、周辺からの近接性・分析範囲の中心性を表す Int.V が導かれる (式(2),(3))。

$$RA = \frac{2(MD - 1)}{(\kappa - 2)}, \kappa: \text{Axial Line の総数} \quad (1)$$

$$RRA = \frac{RA}{D\kappa}, \text{ただし } D\kappa = \frac{2(\kappa(\log_2(\frac{\kappa+2}{3}) - 1) + 1)}{(\kappa - 1)(\kappa - 2)} \quad (2)$$

$$Int.V = 1/RRA \quad (3)$$

Int.V を算出する際のスケールとして、AL からの Depth を 3 までの範囲で算出する Local な Int.V と、AL からの Depth に制限を設けず分析範囲全体を対象とする Global な Int.V の 2 つを対象とする。

WI の定義について、本研究では Frank et al.(2005)により提示された式(4)を用いた。各環境変数は行政区や居住地周りのバッファに対して算出される。

$$WI = (z\text{-土地利用混合度}) + (z\text{-交差点密度}) + (z\text{-世帯密度}), z\text{-は } z\text{ スコア化を表す} \quad (4)$$

3. Integration Value と WI の関連分析

分析範囲として、町丁目単位とともに、対象地点からのバッファによる居住エリア単位で比較を行った。ここでは後者の結果を述べる。WI は対象地点から 800 m 圏内のネットワークバッファ内の値を算出し、Int.V (Local/Global) は対象地点直近の AL の Int.V、対象地点を中心とする半径 200, 400, 800 m のバッファ内の AL の Int.V の平均値という計 4 パターンを算出した。

まず WI の構成要素の環境変数について、世帯密度は集合住宅の立地の特性から、交差点密度は Int.V と街路構造との関係から、Int.V の平均値が高くとも環境変数が高い値を示さないという特徴があった。また土地利用混合度では、バッファ半径が 200 m 以上では関

連性が見て取れる(図-2)。特に 400 m の個々の分布に着目すると、(1) 駅から離れた河川沿い、(2) 駅近辺の中心市街地、(3) AL が長い大通り周辺の住宅地という特徴が見受けられた。(2)(3)から、Int.V の高さが商業・公共施設の立地を必ずしも意味しないと判断できる。

これら環境変数の分布より、相関を有するとみなせるのは Koohsari et al.(2016)を参考とした「交差点密度 + 土地利用混合度」の値もしくは WI であり、Int.V の平均値はそれらを代替しうると考えられる(図-3)。また駅に代表される街の中心に近いほど WI が高くなる特徴から、街の中心性を表す Global な Int.V の方が WI および「交差点密度 + 土地利用混合度」の値と高い相関を持ち、代替指標としてもふさわしいと考えられる。

4. Integration Value と歩行活動量の関連分析

解析の精度を高めるため、まず個人属性に対してクラスター分析(k-means 法)を行った。その結果、(a) 健康状態を良く思っていない 60 代以上の群、(b) (a)を除く 60 代以上の専業主婦・主夫とパート社員、および全年齢の無職を含む群、(c) 無職と 60 代以上の正規社員以外を除く群に分類された。

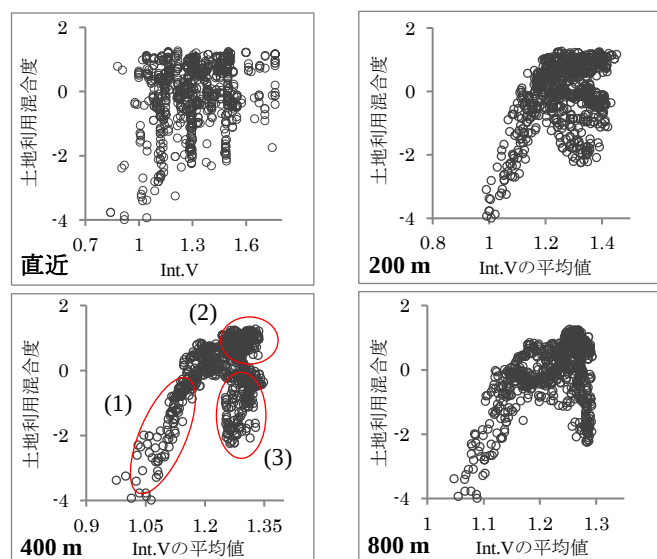


図-2 土地利用混合度と各圏域の Int.V の平均値の分布

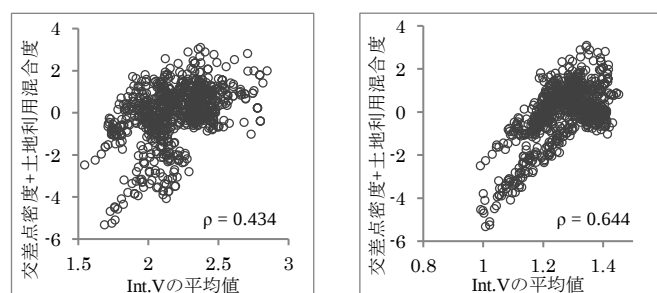


図-3 交差点密度と土地利用混合度の和と Int.V の平均値の分布 (200 m の場合、左 Local 右 Global)

以上のクラスターごと、日常利用と余暇利用の2つの目的ごとに、歩行時間の中央値を閾値として2値化した歩行量を目的変数に、個人属性と WI の構成要素、Int.V に関する値を説明変数としたロジスティック回帰分析を行い、ステップワイズ法によって変数選択を行った。クラスター(c)についての表-1の結果に着目すると、居住地から身近な範囲(直近や 200 m バッファ内)の Int.V の平均値は歩行活動量の有無を判断する上で有意な指標であり、歩きやすさを説明する要素として機能していると考えられる。また居住地から 400 m バッファ内の Global な Int.V の最大値は、余暇利用の歩行を抑制しうる要素であると推測される。

表-1 目的別のロジスティック回帰分析結果 (*p < 0.05)

目的	選択された説明変数	オッズ比	p 値
日常利用 (買い物、飲食)	定数項	0.00985	0.00985*
	日常的な車の利用(非利用基準)	0.468	0.0182
	日常的な自転車の利用(非利用基準)	2.97	0.000875*
	時々車を利用(非利用基準)	0.587	0.114
	時々自転車を利用(非利用基準)	1.51	0.152
	年齢	1.03	0.007*
	男性(女性基準)	0.228	1.68E-9*
	世帯密度	1.26	0.048*
	200 m バッファの Global な Int.V の平均値	22.0	0.021*
	定数項	61.6	0.216
余暇利用 (散歩、ランニング)	定数項	61.6	0.216
	日常的な車の利用(非利用基準)	2.00	0.0268*
	時々車を利用(非利用基準)	2.09	0.0245*
	時々自転車を利用(以外基準)	1.83	0.00735*
	自宅周辺をあまり歩きやすいと思わない	0.570	0.109
	自宅周辺を歩きやすいと思わない	0.419	0.157
	自己健康評価で調子がいい	1.51	0.0726
	正規社員(学生・主婦基準)	0.429	0.0149*
	パート・アルバイト(学生・主婦基準)	0.346	0.00831*
	年齢	1.03	0.00207*
	交差点密度	1.27	0.0644
	400 m バッファの Global な Int.V の最大値	0.0104	0.0267*
	直近の Global な Int.V	4.62	0.0355*

5. 結論

本研究では、Int.V と WI およびその構成要素の関連分析から、Global な Int.V による指標が「交差点密度 + 土地利用混合度」または WI を代替しうることを、また Int.V と歩行活動量の関連分析から、Int.V による指標が歩行活動を説明する要素であることを明らかにした。SS 理論における分析モデルの追加、回帰分析に用いる説明変数の追加と整理を今後の課題としたい。

参考文献

- 1) Frank, L.D. et al: Linking objectively measured physical activity with objectively measured urban form: findings from SMARTAQ, *American Journal of Preventive Medicine*, Vol.28, pp.117-125, 2005.
- 2) Hillier, B. and Hanson, J.: *Social Logic of Space*, Cambridge University Press, 1984.
- 3) Koohsari, M.J. et al: Walkability and walking for transport: characterizing the built environment using space syntax, *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.*, Vol.13, p.121, 2016.