歩行空間の緩勾配を用いた低歩行可能性域の予測

戸田 竜雅*・田中 一成**

Prediction of Low-Walkability Areas Based on Gentle Gradients in Walking Spaces

Ryuga TODA*, Kazunari TANAKA**

Abstract: The number of foreign visitors to Japan is increasing due to the end of the COVID-19 pandemic and the depreciation of the yen. Therefore, it is necessary to develop walking spaces around tourist attractions and public transportation facilities that do not lose their walkability and attractiveness. This study aimed to clarify the relationship between pedestrian movement and gentle slope gradients and to examine methods for predicting low-walkability areas. Based on a survey in Maruyama Park, a contour-line-based evaluation method was devised, which captured the primary characteristics of pedestrian flow. Using this method, low-walkability areas along the Lake Biwa walking paths were predicted. While some pedestrians walked through these areas, most avoided them, suggesting that incorporating additional factors could improve the method's practicality.

Keywords: 動線（flow line），等高線（contour line），軌跡（trajectory），評価（evaluation），行動（behavior），

１．はじめに

現在，わが国では新型コロナウイルスによる混乱の収束や円安の影響による訪日外国人の増加傾向にある．そのため，公共交通機関の利用者数は増加しており，さらには観光地も混雑する状況にある．これに伴い，歩きやすさや魅力を失わない歩行空間の整備，保全等の対策が必要となってくる．姜らは，このような歩行の現状把握と歩行に対する人々の意識を明らかにするとともに，都心と郊外における歩行の特徴や，理想的な歩きやすい街路の条件を示した．さらに，街路に対する印象と入りやすさの関係を分析し，歩行者が気軽に入り歩ける街路デザインの要素を提案している．

一方，近年のわが国では人口減少や少子高齢化が問題となり，商店街のシャッター街化や空き家による地域活力の低下が懸念されている．そのような背景の下，都市の魅力の向上とにぎわいを創出させることが求められている．こうした課題に対応するため，令和元年６月に「都市の多様性とイノベーションの創出に関する懇談会」の提言として，『「居心地が良く歩きたくなるまちなか」からはじまる都市の再生』がとりまとめられた．この提言は，車中心から人中心のまちなかを目指し，人中心の豊かな生活の実現とイノベーションの創出をするためのプログラムである．このプログラムにもとづいて，公園や緑地空間など，人が集まりやすい空間が創出されてきている．

２．研究目的

本研究では，歩きやすく魅力を失わない歩行者空間の整備や保全は，居心地が良く，人が集まりやすい空間として重要だと考える．そこで，人の行動と歩行空間の形状との関係に着目し，人々が歩きやすい魅力的な歩行空間への創出が可能になると考えた．歩行者道の特徴として，自動車の影響を受けない緩やかな傾斜を有する歩行空間を対象として，人の動きと傾斜の関係を分析し，低歩行可能性領域を予測することを目的とした．

３．本調査

本調査では，人々が歩行空間を歩く際に，勾配が人の行動に与える影響を明らかにすることを目的とした．

３.１　調査方法

自動車の影響を受けない大部分が１°～５°と緩やかである歩行空間を対象として，特に観光地でもあることからさまざまな人の往来があり，より人の無意識的な行動パターンを読むことができる京都市にある円山公園を対象地区として選定した．調査分析の対象区域を，さまざまな傾斜と方向を考慮して図の通路交差部とした（図１）．調査方法は，動画を複数回に分けて各回約 10 分ずつ撮影したのちに軌跡を抽出し，平面に起こした．また，地形を把握するために QGIS を用いて，勾配や地形形状を分析した．地形の形状を把握するために用いた等高線図と平面化した軌跡を照らし合わせた（図２）．等高線間隔は選定地の範囲を考慮して 10cm とした．

*　学生会員　大阪工業大学工学研究科建築・都市デザイン工学専攻（Osaka Institute of Technology）
〒535-8585　大阪府大阪市旭区大宮５丁目 16-1　E-mail：m1m02510111@oit.ac.jp
**　正会員　大阪工業大学工学部都市デザイン工学科（Osaka Institute of Technology）

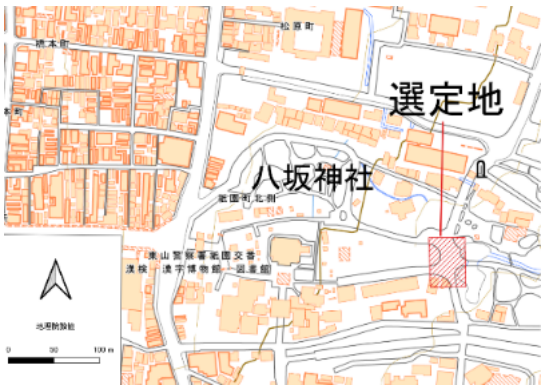


図１　円山公園内の選定地

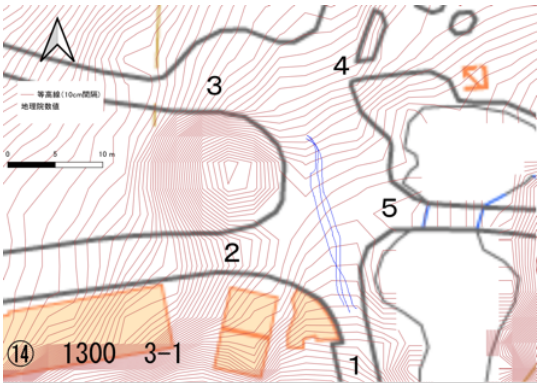


図２　照らし合わせた軌跡と等高線

３.２　調査結果と考察

対象とした区域では，多くの歩行者はベンチで休憩することなく，目的方向に向かって歩行を継続していた．また，一部の歩行者には，進行方向を確認するために立ち止まり，スマートフォンで経路を確認する行動もみられた．

対象区域内で同一の始点と終点をもつ軌跡を比較すると，時間帯にかかわらず類似した経路をたどっており，歩行範囲はほぼ一定であることが確認された．また，等高線に対して垂直方向に歩行する場合には，軌跡が比較的まとまりをもって現れる傾向がみられた．一方で，等高線に沿って歩行する場合には，軌跡が横方向に広がりやすいことが明らかとなった．

等高線に対する歩行方向の角度をみると，図３に示すように類似した角度を歩行している．そこで，基準線を設け，同じ高さの等高線が変化している箇所ごとに色分けをした（図３）．これをみると，進行方向に向かって緑色線の次は黄色線，その次に橙色線に進むルートが最も多い．このルートで歩いている人が最も多いことから，人は通過した等高線の角度と最も近い等高線に向かう可能性が高いと考えた．すなわち，等高線との角度差が少ないルートほど人は選択しやすいと考えた．

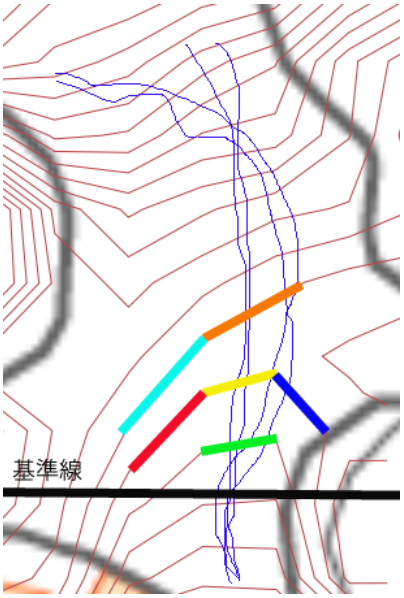


図３　角度と等高線を見た軌跡

４．等高線による歩行空間の評価と動線の予測

前章の調査結果と考察を踏まえて，われわれは等高線から人の動きが予測できるのではないかと考えた．

４.１　現地調査

車の影響を受けない歩行空間を条件に滋賀県大津市の瀬田川沿いにある歩道を実験の選定地とした（図４）．歩道の勾配は１°から４°と緩やかな傾斜となっている．動画の撮影時間は約 20 分で，対象を西側，東側，中央，西側から東側，東側から西側の 5 つのカテゴリーに分け，カテゴリーごとの結果をまとめた．対象人数は南から北に歩行した 21 人である．

調査の結果，西側のみを歩行した人は 8 人，東側のみを歩行した人は 3 人，中央のみを歩行した人は 1 人であった．また，東から西へ移動した人は 2 人，西から東へ移動した人は 7 人であり，これらの移動はすべて選定地の中腹部で行われていた．なお，移動者を含めても中央を歩行した人は 1 人にとどまった．

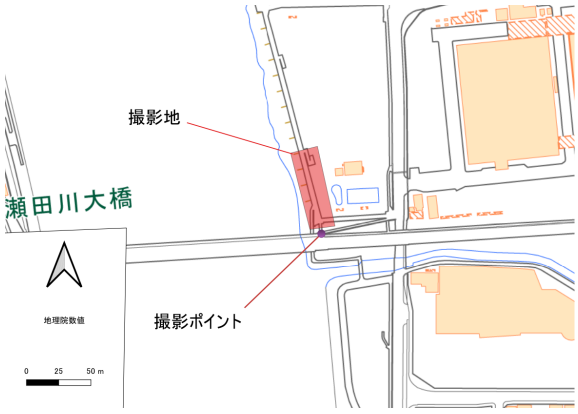


図４　瀬田川沿い選定地

４.２　等高線を用いた評価

歩行空間を評価するために実験の選定地を８×115 のメッシュに区分し，等高線による歩きやすさの評価をおこなった．等高線の間隔は，本調査と同様に 10cm 間隔とした．

等高線の角度差が小さいほど人は歩きやすいという考察から，それぞれの隣接するメッシュ同士の等高線の角度差が０°もしくは 180°のとき最も評価が高く，角度差が 90°のとき最も評価が低いとした．この評価結果を 3D で可視化したものを図 5 に示す．3D 可視化した評価をみると，歩行空間の中央の評価が低くなっており，調査の結果と同じになった．選定地の中腹部の評価は一定ではないことがわかった．また，北側と南側の評価に大きな特徴は見られなかった．

勾配のある場所から平坦となっている場所は，等高線の角度差が 90°であることから，最も評価の高い角度差に 90°を加え評価をおこなった（図６）．全体的に評価の高い結果となっているが，選定地の中腹部では西側より東側の方が評価の高いことがわかった．これにより，西側から東側に移動する場所であると予測される．調査結果と比べると，西側から東側に移動している割合が最も多く中腹部で移動していることがわかった．

以上より，２つの評価方法ではそれぞれの大きな特徴を把握することができたが，１つの評価方法で複数の特徴を捉えることができなかった．

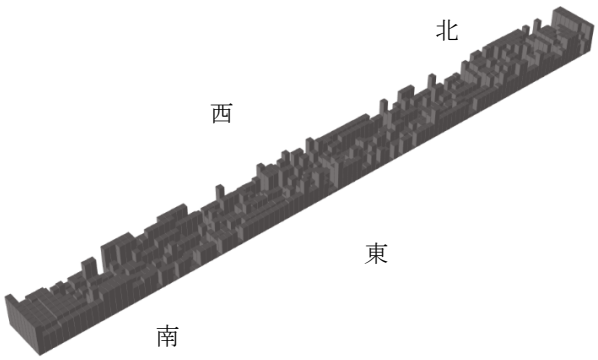


図５　３D 可視化した評価

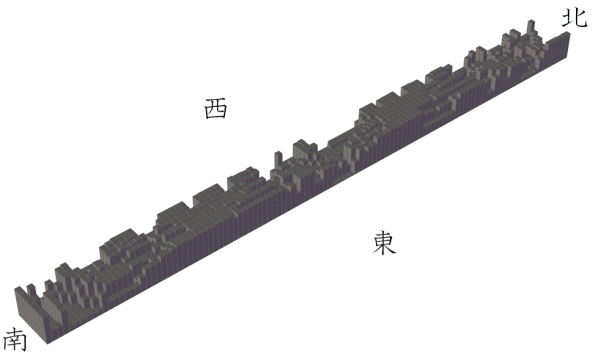


図６　90°を加えた３D 可視化した評価

５．淀川沿いの歩道における動線予測

前章と同様に，自動車の影響を受けない歩行空間を条件とし，大阪府大阪市の淀川沿いに位置する歩道を２箇所目の実験の選定地とした．対象地の勾配は 1°から 4°であり，緩やかな傾斜となっている．等高線の間隔は本調査と同様に 10 cm と設定した．選定地の平面にメッシュを作成し，前章で用いた二つの評価方法を適用して評価を行った．

等高線の角度差が０°もしくは 180°のとき最も評価が高い評価方法の結果を図７に示す．評価結果より，全体的に南側の評価が高くなり，中央に行くほど評価が低くなっていることがわかる．これにより，南側を歩き続ける人が多いと予測できる．一方，本調査では等高線間隔を 10 cm としたため，北側の歩行空間には等高線が表記されず，結果として評価が低く算出された可能性がある．このことから，等高線間隔をより小さく設定することで，より詳細かつ精度の高い評価が可能になると考えられる．

次に，最も評価の高い角度差に 90°を加えた評価方法で評価をおこなった（図８）．先ほどの評価と大きな違いは見られなかったため，人が南北に移動する可能性は低いと考えられる．

現地調査の結果，南から北，北から南に移動する人はいなかった．北側を歩いた人は８人，南側を歩いた人は５人という結果となった．中央付近を歩く人がおらず，評価通りの結果となった．

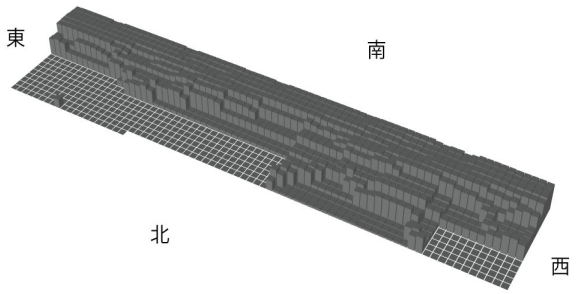


図７　淀川沿い３D 可視化した評価

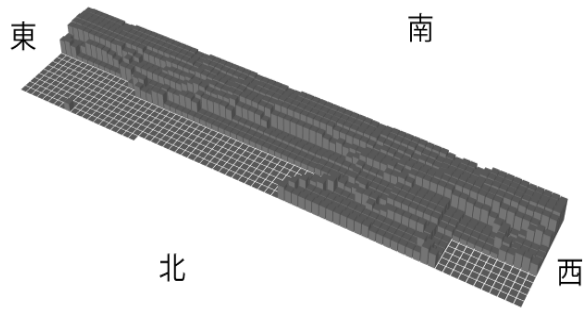


図８　淀川沿い 90°を加えた３D 可視化した評価

６．低歩行可能性域の予測

４章および５章の結果から，一方向に歩行する人の動線の大きな特徴を把握できることが示された．これを踏まえ，歩行者が全方向から移動する場合における歩行空間の評価を行うことで，低歩行可能性域の予測が可能であると考えた．そこで，車の影響を受けない歩行空間を条件に滋賀県大津市の琵琶湖沿いを選定地とした（図９）．選定地の勾配は１°から４°と緩やかな傾斜となっている．等高線間隔は本調査と同様に 10cm とした．選定地の平面にメッシュを作成し，評価をおこなった．

６.１　歩行空間の評価

等高線の角度差が 0°または 180°の場合を最も高い評価とする方法を適用した結果，全体的に評価が高く算出され，大きな特徴を捉えることができなかった．

ここでは，最も評価の高い角度差に 90°を加えた方法で評価を行った結果を図 10 に示す．歩道と街路樹の境界付近で評価が著しく低くなっている箇所がみられたが，これは評価に用いる等高線が存在しなかったためである．全体として，北東から西方向および南東から西方向にかけての歩行空間で高い評価を得られた．また，この評価方法は，90°を加えない場合と比較して評価に明確な特徴が確認された．図 10 に示すように，赤枠内の地点は周囲と比べて評価が低く，低歩行可能性域であると予測できる．そのため，赤枠内の北側，西側，南側の歩行空間を歩行する人が多い可能性が示唆される．

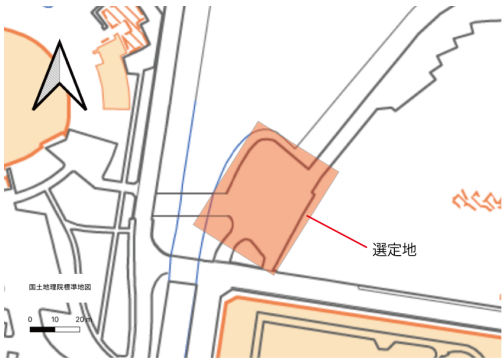


図９　琵琶湖沿い選定地

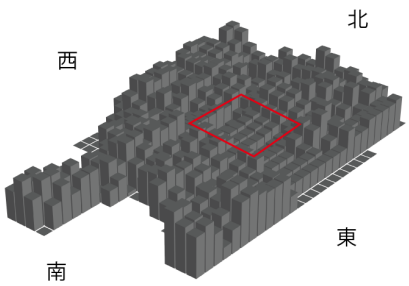


図 10　低歩行可能性域の予測

６.２　調査結果と考察

選定地を約 30 分間撮影し，歩行者の行動を調査した．調査対象は選定地を歩行した 23 名である．周辺にはホテルやカフェなどの施設が立地し，琵琶湖沿いという立地条件から，宿泊者，買い物客，散歩を目的とした歩行者が確認された．その結果，北東から西方向，あるいは西から北東方向へ歩行する者が 15 名と最も多かった．これらの歩行者の多くは，予測した低歩行可能性域の北西側境界付近を歩行していたが，中央付近を歩行する者は確認されなかった．次に，南西から北方向へ歩行する人は 5 名であった．このうち 2 名は予測した低歩行可能性域の中央付近を通行していたが，残り 3 名は低歩行可能性域の境界付近を歩行しており，西側が 2 名，東側が 1 名であった．また，南東から西方向，あるいは西から南東方向へ歩行する者は 3 名であったが，いずれも低歩行可能性域を歩行することはなかった．

低歩行可能性域の予測どおり，中央付近を歩行する歩行者も一部確認されたが，中央付近を歩行しない傾向を示した（91.3%）．このことから，緩やかな傾斜であっても歩行行動に影響を及ぼしていると考えられる．また，今回用いた等高線の角度差について，0°または 180°および 0°，90°，180°の評価方法はそれぞれで大きな特徴を捉える場合もあるが，一方のみでは把握できない場合もあり，両者を併用して評価を行う必要があることが示唆された．

８．おわりに

本研究では，独自の評価方法をもとに歩行空間において，動線予測と勾配との関係を把握し，低歩行可能性域の予測を確認した．等高線による評価は，人の動線の大きな特徴を捉えられているが，詳細な部分の予測は不十分である．そのため，歩行空間と歩行空間外の境界線や進行方向のアイストップなど景観要素との関係など，ほかの要因を加えることで実用的なものになると考える．今後，詳細な動線予測が可能となれば，低歩行可能域の予測に実用的に活用できる可能性がある．

参考文献

国土交通省（2018）「居心地が良く歩きたくなるまちなか」からはじまる都市の再生.
< https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_machi_tk_000072.html>.

姜，気賢（2016）市街地における歩行実態と歩きやすい街路空間に関する研究．博士論文,九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門.

国土交通省（2021）国土交通白書 2021　第２章　第４節一部抜粋.
<https://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/r02/hakusho/r03/pdf/np204000.pdf >.