

# 日本国内の都市交通計画における 高低差・勾配の評価状況に関する研究

早内 玄<sup>1</sup>・中村 文彦<sup>2</sup>・有吉 亮<sup>3</sup>・田中 伸治<sup>4</sup>・三浦 詩乃<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 学生会員 横浜国立大学 都市イノベーション学府 (240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5)

E-mail : hayauchi-gen-xy@ynu.jp

<sup>2</sup> 正会員 横浜国立大学 都市イノベーション研究院 教授 (240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5)

E-mail : nakamura-fumihiko-xb@ynu.ac.jp

<sup>3</sup> 正会員 横浜国立大学 都市イノベーション研究院 特任准教授 (240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5)

E-mail : ariyoshi-ryo-gd@ynu.ac.jp

<sup>4</sup> 正会員 横浜国立大学 都市イノベーション研究院 准教授 (240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5)

E-mail : tanaka-shinji-ym@ynu.ac.jp

<sup>5</sup> 正会員 横浜国立大学 都市イノベーション研究院 助教 (240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5)

E-mail : miura-shino-xr@ynu.ac.jp

国内外各都市に傾斜地への居住が確認される。高低差・勾配の交通行動への影響が明らかになりつつあることなどを鑑みると、今後の交通計画における高低差・勾配の評価手法確立が求められると考えられる一方、その知見は十分とは言えず、国内交通計画における現況や課題も明らかにされていない。そこで本研究では、現行計画における高低差・勾配評価の現況、課題を明らかにすることで、評価手法確立に向けた基礎的知見を得ることを目的とする。

人口 10 万以上の自治体を対象に、現行計画における高低差・勾配の評価状況を整理した上で、定量評価がなされる計画については、ヒアリング調査により基準の根拠などを明らかにする。その結果、対象 282 市のうち 9 市の計画にて定量評価がなされ、その手法や基準はそれぞれ異なることなどが明らかとなった。

**Key Words:** *Topography, Slope, Transportation Planning*

## 1. 研究背景

### (1) 社会的背景

国内外各地において傾斜地に都市が形成され、人々の居住がみられる。都市内の平地には限りがあり、また既に相当規模の居住があることを鑑みると、今後も傾斜地への居住は一定以上継続されるものと考えられる。

一方、傾斜地であることに伴う交通の課題が懸念される。とりわけ、高齢化の進展が著しい我が国においては、傾斜に伴う移動への負担が、傾斜地特有の移動制約として発現する可能性が想定される。この移動制約は、単なる交通利便の課題に留まらず、外出頻度への影響、ひいては健康への影響、居住継続可能性への影響など、個人、地区にとって、多方面に影響を及ぼす可能性がある。

以上を鑑みると、今後の交通計画において、その都市の地形条件によっては高低差・勾配が評価、反映される必要があるものと考えられる一方、高低差・勾配の評価手法は確立されていない状況である。

### (2) 既往研究と課題

はじめに、高低差・勾配に伴う交通行動への影響に関する既往の知見を概観する。手段、目的地、経路選択を中心に知見が得られつつあり、例えば手段選択について Rodriguez et al (2004)<sup>1)</sup> は、勾配による所要時間増が自転車、徒歩の選択に対して負に、バス選択に対して正に作用することを明らかにしている。また目的地選択について Clifton et al (2016)<sup>2)</sup> は到着地の勾配が負に作用することを、自転車経路選択については Broach et al (2012)<sup>3)</sup> が上り勾配による負の作用を、徒歩経路選択については溝口ら (2001)<sup>4)</sup> が平面上の最短経路に対して地形条件で換算した経路の説明力が高いことなどを明らかにしている。

これらの知見より、高低差・勾配が主として制約として交通行動に影響することが明らかにされつつある。

一方、これらを踏まえた交通計画策定について、学術側からの提言は限られ、また実際の交通計画においてこれらの現象がどのように考慮、評価、反映されているかに関する知見は限られる状況である。

国内の実際の交通計画において、高低差・勾配の評価がなされた例として、喜多ら(2012)<sup>9)</sup>は奈良県生駒市の地域公共交通総合連携計画(2011)<sup>9)</sup>に言及している。当該計画では、市内各町丁目からバス停や駅までの勾配を計測しており、バス停や駅までの距離などと同様に評価指標の一つとしている。

このように、傾斜地を有する国内の都市においては、自治体ごとに独自の手法にて、高低差・勾配が交通計画の中で評価されてきた可能性が想定される。一方、現行の交通計画における高低差・勾配の評価について、その、全容や課題は明らかにされていない状況である。

## 2. 本研究の目的

前章を踏まえると、今後のとりわけ日本国内の交通計画において、高低差・勾配を評価可能とするための知見の蓄積が求められる一方、評価の現況や課題が明らかにされていない状況といえる。このことから、本研究では以下の2点を目的として定める。

- 日本国内の現行交通計画における、高低差・勾配の定量評価について、その実施状況を明らかにすること。
  - 高低差・勾配の定量的な評価がなされている計画について、その手法、経緯、課題などを明らかにすること。
- なお、ここで交通計画とは、都市・地域総合交通戦略、都市交通マスタープラン、地域公共交通総合連携計画、地域公共交通網形成計画、ならびにそれに相当すると判断できる自治体策定の計画を指すものとする。

## 3. 本研究の手法

前章の目的を達するため、本研究は大きく2つの段階に分けて行うものとする。

はじめに、日本国内の現行交通計画における、高低差・勾配の定量的な評価について、その実施状況を明らかにするために、現在公開されている交通計画をウェブまたは直接の問合せによって収集する。収集された各計画について、高低差・勾配の定量的な評価の実施状況を、資料、文献の調査により明らかにする。

続いて、高低差・勾配の定量的な評価がなされている計画について、その手法、経緯、課題などを明らかにするために、先に収集した各計画のうち、何らかの手法にて高低差・勾配が定量的に評価されている場合に、資料、文献の調査によってその手法、根拠とする指標を明らかにする。加えて、各計画の策定自治体へのヒアリング調査を通じ、その経緯や課題などを明らかにする。

以上2つの段階により、日本国内の現行交通計画における、高低差・勾配の評価状況と、その手法、経緯、課題などを明らかにするものとする。

表 1 高低差・勾配の定量評価が確認される交通計画

#	都道府県	市区町村	策定年	計画名
a	東京都	八王子市	2017	公共交通計画 <sup>7)</sup>
b	千葉県	船橋市	2010	地域公共交通総合連携計画 <sup>8)</sup>
c	千葉県	市原市	2010	交通マスタープラン <sup>9)</sup>
d	千葉県	市原市	2018	地域公共交通網形成計画 <sup>10)</sup>
e	奈良県	生駒市	2011	地域公共交通総合連携計画 <sup>9)</sup>
f	兵庫県	宝塚市	2011	地域公共交通総合連携計画 <sup>11)</sup>
g	広島県	広島市	2016	地域公共交通網形成計画 <sup>12)</sup>
h	山口県	岩国市	2018	地域公共交通網形成計画 <sup>13)</sup>
i	福岡県	北九州市	2016	地域公共交通網形成計画 <sup>14)</sup>
j	福岡県	福岡市	2014	都市交通基本計画 <sup>15)</sup>
k	福岡県	福岡市	2015	総合交通戦略 <sup>16)</sup>

## 4. 結果

### (1) 国内の交通計画策定状況と高低差・勾配の評価

はじめに、本研究において対象とする自治体を定義する。本研究では都市交通計画を対象としており、都市としての特性を一定以上有する自治体に焦点を当てる。そこで、総務省統計などにおける都市の区分を参考に、「中都市」以上に相当する人口 10 万以上の自治体を対象と定める。なお、この対象には2019年5月現在、282市・特別区が該当する。

対象 282 自治体について、ウェブまたは直接の問合せを通じ、233 自治体による 388 の交通計画資料が確認された。

このうち、何らかの手法にて定量的に高低差・勾配の分析、評価がなされた計画として表 1 に示す 9 市の 11 計画が確認された。

### (2) 各計画における高低差・勾配の評価手法

前節において確認された 10 の計画について、各計画における高低差・勾配の評価手法を整理する。

#### a) 八王子市公共交通計画

本計画では、交通空白地域を鉄道駅より 700m 以遠またはバス停より 300m 以遠の地区と定義している。このうち、人口規模などを理由に対象外となった地区を除く、14 地区について、対策の優先付けを行うための地区評価がなされている。

地区評価では人口、地形状況、最寄駅までの距離、最寄バス停(鉄道駅)までの距離、の4項目を地区ごとに計測したのち、各項目 0~2 点の点数付けを行う。4項目の合計が5以上となる地区を A、3または4点の地域を B、2点以下の地域を C として、相対的な優先順位付けが行われている。

地形状況の評価には傾斜度が用いられる。地区内の最大傾斜度と最小傾斜度の差が 10%を超える場合は「傾斜地」、5%以上 10%未満の場合は「一部斜面」、5%未満の場合は「平地」と評価される。本計画においては 14 地域のうち 3 地域が「傾斜地」、5 地域が「一部斜面」、6 地域が「平地」と評価

されている。バス停からの距離では地域間の点数差がないことなどを鑑みると、地形状況は優先順位に一定以上影響する指標として設計されているといえる。

なお、同様の評価は 2009 年策定の「地域公共交通総合連携計画」においても行われたが、ここでは地形状況の評価について定量的基準は明示されていない。ただし、公共交通計画においても、定量的基準の根拠は明示されていない。

#### b) 船橋市地域公共交通総合連携計画

本計画では、公共交通不便地域を明らかにする際に、住民アンケート結果(半数以上が不便と感じる)、鉄道駅までの所要時間(13 分以上)、バス停までの所要時間(6 分以上)、バス運行間隔(15 分間隔以上)を設けている。歩行速度の仮定より鉄道駅からの距離が 800m 以上の地域と定義しているが、これに対して「歩行経路を考慮した補正」「丘陵地等の高低差による補正」「大規模施設の立地による補正」「地形及び幹線道路による補正」の 4 補正を行っている。

このうち、「丘陵地等の高低差による補正」において高低差・勾配が評価されている。ここでは、勾配に伴う歩行抵抗に関する文献をもとに、周辺の高低差が大きい鉄道駅について、基準となる距離(800m)を割り引くための補正係数を算出している。その結果、勾配を 25%と仮定して算出された補正係数 0.78 を、市内 35 駅のうち 8 駅に適用している。

#### c) 市原市交通マスタープラン

##### d) 市原市地域公共交通網形成計画

本計画では、公共交通サービス圏を、鉄道駅から 1 km 圏、バス停から 500m 圏と定義している。ただしバス停のうち、マイクロスバスなどで運行されるコミュニティのバス停及びバス停圏の平均勾配が 5%以上のものについては圏域を 250m に割り引いており、ここに高低差・勾配が反映されているといえる。5%の根拠としてバリアフリー基準が示されており、これを超過地区に対して、バス停圏域を半減させている。

この基準は 2010 年策定の「交通マスタープラン」に示されているが、2018 年策定の「地域公共交通網形成計画」においても用いられ、継続して用いられている基準と理解できる。

#### e) 生駒市地域公共交通総合連携計画

本計画では、まえがきから高齢化に伴う坂の歩行困難に言及されており、高低差・勾配が意識されているといえる。

本計画においては、新たなバスサービス導入に向けた具体的な検討がなされており、その過程において各町字から鉄道駅、バス停までの勾配が算出されている。

この結果を他の評価と同列に扱い、新たなサービス導入対象地区の優先順位付けに用いている。なお、勾配と同時に扱われる他の項目として、75 歳以上人口比率、アンケートによって明らかとなる外出を諦めた割合、バス停や駅までの距離、想定される収支率が設けられている。

評価表において、勾配 5%以上の地区が着色されていることから、勾配 5%を一つの基準として設けているものと理解できる。ただし、5%の根拠については明示されていない。

なお、この評価の結果、2 地区が特に優先度の高い地区として選定されているが、各地区の勾配は 10.6%(対象地区内最大)、8.6%(同 5 位)であり、勾配がそれのみではないが、重要な指標の一つとして組み込まれていると理解できる。

#### f) 宝塚市地域公共交通総合連携計画

本計画では、公共交通からの距離などに応じて、自助(現状の公共交通サービスで特に問題のない水準)、自助+共助(地域との協働により、公共交通サービスの向上を図る)、自助+共助+公助(市が積極的に関与して、公共交通サービスの充実を図る)地区の 3 段階に分類している。

この分類において、鉄道駅やバス停からの高低差が閾値の一つとして挙げられており、ここに高低差・勾配が反映されているといえる。第一に、自助と自助+共助の閾値として、距離については鉄道駅から 500m、バス停から 300m が定められているが、加えて高低差 25m 以内が定められている。第二に、自助+共助と自助+共助+公助の閾値としては、距離については駅から 1km、バス停から 500m が定められているが、加えて高低差 80m 以内が定められている。

なお、高低差に関する各基準について、値の根拠は本計画においては明示されていない。

#### g) 広島市地域公共交通網形成計画

本計画では、平成 32 年を基準に数値目標が示され、その一つとして「駅・バス停等の周辺に居住している市民の割合」を、策定時の 89.6%から 93%に引き上げるとされている。

ここで「駅・バス停等の周辺」の範囲として、路面電車を除く駅から 650m、路面電車電停やバス停から 300m、乗合タクシー乗降場から 100m が示されている。ただし、鉄道駅周辺の主な住宅地が傾斜地にある場合は、鉄道駅からの距離基準を 650m から 500m に割り引くと設定されており、ここに高低差・勾配が反映されていると理解することができる。

なお、傾斜地の定義や距離基準割引の数値に関する根拠については、本計画では明示されていない。

#### h) 岩国市地域公共交通網形成計画

本計画は、何らかの評価に高低差・勾配が反映されているものではないが、既に行われているものとして紹介される市の施策に、高低差・勾配を考慮したものが含まれている。

高低差・勾配が考慮されているのは「長寿支援タクシー料金助成事業」である。これは 500 円のタクシー利用券を年間 48 枚交付するものであり、年齢などに加えて、居住地の条件が設けられている。条件の一つとして、自宅最寄駅またはバス停より 1km 以上離れていることが設けられているが、この値が高低差に応じて割り引かれる制度となっている。具体的に

は、高低差が 10m 以上ある場合は 900m 以上、高低差が 15m 以上ある場合は 800m 以上、と高低差 5m ごとに距離 100m が、距離 500m を限度として割り引かれるとされる。

各数値について、その根拠は本計画に明示されていないが、高低差・勾配を考慮したうえで既に実行されている施策の一例として理解できるものと考えられる。

#### i) 北九州市公共交通網形成計画

本計画では、公共交通カバー圏域を鉄道駅から 500m 以内、バス停から 300m 以内と定義している。ただし、標高 50m 以上と定義される高台地区においては、バス停から 100m 以内を圏域とするよう割り引かれ、ここに高低差・勾配が反映される。なお、鉄道駅に対して行われない点については、同市の駅がいずれも標高 50m 以下に位置するためと理解できる。

なお、基準となる標高および割り引かれた圏域について、各値の根拠は本計画には明示されていない。

#### j) 福岡市都市交通基本計画

#### k) 福岡市総合交通戦略

福岡市都市交通基本計画においては、交通空白地等の現況を示す際に、「公共交通空白地」「公共交通不便地」「公共交通不便地に準ずる地域」の 3 種の地区分類を設けている。このうち、「公共交通空白地」「公共交通不便地」は駅およびバス停からの距離で評価され、前者については鉄道駅、バス停より 1km 以上、後者については鉄道駅より 1km、バス停より 500m 以上離れた地区が指定される。

これに対して「公共交通不便地に準ずる地域」は鉄道駅、バス停からの距離が 40m 以上の地域と定義され、ここに高低差・勾配が反映されていると理解することができる。

なお、翌 2015 年策定の総合交通戦略においても、同様の基準、評価手法が用いられていることが確認される。ただし、いずれの計画においても 40m の根拠は明示されていない。

## 5. おわりに

### (1) 現行計画における高低差・勾配評価に関する結論

国内の中都市以上の自治体における現行交通計画では、9 市 11 計画において、高低差・勾配が何らかの手法にて定量的に評価、反映されていることが明らかとなった。

その手法は人口、公共交通からの距離など他の指標と同列に、地域間比較の一項目として高低差・勾配を反映させる

場合(八王子市、生駒市)と、公共交通のサービス圏域評価における圏域割引の指標として反映させる場合(船橋市、市原市、宝塚市、広島市、岩国市、北九州市、福岡市)に大きく二分することができるものと考えられる。

また、各基準の設定については既往研究を根拠とするもの、バリアフリー基準を根拠とするもの、明示されないものなど、値、根拠ともに計画によって異なることが明らかとなった。

### (2) 今後の予定

今回示した 9 市 11 計画について、今後各自治体へのヒアリング調査などを通じ、高低差・勾配評価の経緯や値の根拠、また課題などを明らかにする予定である。

**謝辞：**本研究は文部科学省・科学技術振興機構による「センター・オブ・イノベーション(COI)プログラム」によるものです。

### 参考文献

- 1) Daniel A Rodriguez・Joonwon Joo “The relationship between non-motorized mode choice and the local physical environment”, Transportation Research D Vol.9, pp.151-173, 2004
- 2) Kelly J Clifton・Patrik A Singleton・Christopher D Muhs・Robert J Schneider “Development of destination choice models for pedestrian travel”, Transportation Research Part A, Vol.94, pp.255-265, 2016
- 3) Joseph Broach・Jennifer Dill・John Gliebe “Where do cyclists ride? A route choice model developed with revealed preference GPS data” Transportation Research Part A Vol.46, pp.1730-1740, 2012
- 4) 溝口秀勝・山川仁「斜面市街地における勾配を考慮した徒歩移動に関する研究」日本都市計画学会学術研究論文集 Vol.36, pp.841-846, 2001
- 5) 喜多秀行・岸野啓一・今井正徳・岡田敬「地域公共交通計画策定の実証的研究 -奈良県生駒市の例に基づく考察-」土木学会論文誌 D3 Vol.68 No.5, pp.L951-L960, 2012
- 6) 生駒市「生駒市地域公共交通総合連携計画」, 2011
- 7) 八王子市「八王子市公共交通計画」, 2017
- 8) 船橋市「船橋市地域公共交通総合連携計画」, 2010
- 9) 市原市「交通マスタープラン」, 2010
- 10) 市原市「地域公共交通網形成計画」, 2018
- 11) 宝塚市「地域公共交通総合連携計画」, 2011
- 12) 広島市「地域公共交通網形成計画」, 2016
- 13) 岩国市「地域公共交通網形成計画」, 2018
- 14) 北九州市「地域公共交通網形成計画」, 2016
- 15) 福岡市「都市交通基本計画」, 2014
- 16) 福岡市「総合交通戦略」, 2015

(?)

## A Study on Evaluation of Topographical Factors in Current Transportation Plans in Japan

Gen HAYAUCHI, Fumihiko NAKAMURA, Ryo ARIYOSHI, Shinji TANAKA and Shino MIURA