

坂道における高齢者・障害者の移動負担の計測*

The burden of elderly and disable walker on a slope*

新田保次**・小山健一***・猪井博登****・中平明憲*****

By Yasutsugu NITTA**・Kenichi KOYAMA***・Hiroto INOI****・Akinori NAKAHIRA*****

1. はじめに

交通施設のバリアフリー化を進めていく上で、移動の基本となる歩行空間のバリアフリーは重要な課題であり、歩道幅員の確保や勾配や段差の適切な処理など、歩道構造の改善を早急に図る必要がある。バリアフリー化が難しい課題の一つとして、坂道のバリアフリー化をあげることができる。坂道は車いす利用者や脚力の弱った高齢者などの交通困難者にとって大きな負担であるが、沿道の土地の状況や地形の状況等により坂道自体を取り除くことは難しい。

坂道に関する既往の研究としては、佐渡山ら¹⁾、元田ら²⁾、鍋島ら^{3) 4)}が、車いすを対象として、坂道の移動特性を研究しているが、いずれも坂道の縦断勾配による負担にのみ注目しており、縦断勾配と同じく負担要因となる坂道の距離については考慮されていない。坂道の距離については、横山ら^{5) 6) 7)}が行った研究で考慮されているだけである。高齢者を対象としたものでは、加藤ら⁸⁾、久下ら⁹⁾、大枝ら¹⁰⁾が研究を行っているが、いずれも坂道の距離については考慮されていない。

また、法律、条令等における坂道の取り扱いも、縦断勾配についてのみで、交通バリアフリー法で「必要に応じて踊り場等の休憩施設を設置することが望ましい」という記述があるだけである。

以上を踏まえて、本研究では、坂道の縦断勾配

と距離が障害者と高齢者の移動に与える影響を把握することを目的とした。さらに、休憩施設の設置を坂道のバリアフリー化の代替案として検討した。この中では、主に休憩施設の設置間隔について取り扱った。

2. 調査の概要

(1) 調査項目

移動特性として、移動速度（平均速度、速度変化、変動係数）を測定した。車いす走行については、被験者の後方から VTR による撮影を行い、道路上の地点の通過時間より速度を算出した。また、移動の前後に負担感を 5 段階に分けてヒアリングした。次に、休憩施設の設置間隔を求めるため、被験者には移動がしんどくなったら任意の位置で休憩してもらうこととし、その休憩間隔を測定した。また、移動しているときは休憩しなかったとしても、休憩を希望することもあると考え、移動後に希望休憩間隔（回数）をヒアリングした。

そして、休憩施設設置の有効性を把握するため、「休憩したとしてもこれ以上は行けないと思う距離（限界距離）」を移動後にヒアリングした。

(2) 調査に使用した経路

調査は、吹田市の市道津雲中央線にて行った。この経路は、吹田市の交通バリアフリー基本構想で特定経路に指定されており、坂道のバリアフリー化対策が検討されている。車いす利用者が走行できることを目安として交通バリアフリー法で定められた縦断勾配 5%の経路 4、地形などの理由でやむを得ない場合の基準値である縦断勾配 8%の経路 2 を選び、それよりも小さい勾配として 2.2%の経路 1 を選んだ。経路 3 と経路 4 は、縦断勾配はほぼ同じであるが、距離による影響を比較するために高齢者に

*キーワード：歩行者交通行動、交通弱者対策

**正員、工博、大阪大学大学院工学研究科土木工学専攻

(大阪府吹田市山田丘2-1、

TEL06-6879-7609、FAX06-6879-7612)

***非会員、工修、国土交通省 中国地方整備局

****学生員、工修、大阪大学大学院工学研究科土木工学専攻

*****正員、工博、株式会社 建設技術研究所

対してのみ調査を行った。また、既往の調査では、1回で移動可能な距離を把握するため、調査経路の距離は15~50m程度であったが、本調査は、休憩による体力回復の状況も踏まえ、経路を通過できるかどうかを把握するため、80~160mに設定した。

表1 調査経路の概要

	経路1	経路2	経路3	経路4
縦断勾配	2.2%	7.9%	5.5%	5.0%
調査距離	120m	160m	80m	140m
横断勾配	約1.0%		約0.5%	
有効幅員	2.1m	2.2m	2.1m	2.8m

(3) 被験者

被験者の属性を表2に示す。なお、車いす自力走行の被験者のうち、被験者4~7の4名は健常者であるため、健常者を被験者とする妥当性を検証するために、縦断勾配約0.5%とほぼ平坦な歩道(横断勾配約1.0%、有効幅員約3.0m)で、車いすによる50m走を行った。佐渡山ら¹⁾による障害者の走行結果を比較したところ、走行時間は障害者の最頻値よりも長い。被験者4~7は車いすを操作することに慣れておらず、筋力が鍛えられていないからであろう。そのため、被験者4~7は比較的虚弱な障害者の走行能力であることを加味して解釈すべきである。

表2 被験者の属性

調査種類	番号	属性
車いす	1, 2	自力で外出している
	3	介助者付で外出している
	4~7	健常者
高齢者	8~20	健常者

3. 車いす利用者の自力走行における移動負担

(1) 走行速度

2.2%勾配では、登坂時、降坂時共に平坦部における健常者の平均的な歩行速度0.8~1.1m/s(以下この値を歩行者平均速度とする)をほぼ一定に保ちながら走行できている。

5.0%勾配の登坂になると、距離と共に速度が低下し、途中で休憩した。休憩後は速度が回復するが、休憩前と同じ速度までは戻っておらず、走行距離も

短くなっていることから、休憩によって完全には体力が回復していない。

7.9%勾配になると、初速度も大きく低下し、一回で移動できる距離も短くなった。72.5m、75m、80m、82.5m地点でそれぞれ1名ずつが走行を中止しており、休憩があっても登坂しきれない事がわかった。

これらの挙動は、被験者によって休憩した地点は異なるが、どの被験者にも共通して見られた。

次に、表3にしめした被験者1~7の平均速度及び変動係数(平均速度/標準偏差)を見てみると、5.0%勾配、7.9%勾配では値が大きくなっており、一定速度を保つことが困難になっていることがわかる。7.9%勾配の方が5.0%勾配のときより平均速度が遅いのは、勾配が急であるため、速度を出さずして車いすを制御できなくなることを恐れ、意図的に5.0%勾配より速度を遅めで制御していたためと思われる。

表3 平均速度及び変動係数(被験者1~7)

縦断勾配(%)		2.2	5.0	7.9
登坂	平均速度	0.91	0.67	0.48
	変動係数	0.12	0.19	0.20
降坂	平均速度	1.13	1.76	1.44
	変動係数	0.15	0.22	0.19

(2) ヒアリング結果

登坂時の負担感を見てみると(図1)、5.0%勾配を超えると全員が苦痛を感じており、7.9%勾配では全員が「非常に苦痛」と答えている。降坂時になると、2.2%勾配、5.0%勾配では、苦痛を感じている人はいなかったが、7.9%勾配では「やや苦痛」という人が出てきた。

登坂、降坂時の不安感を見てみると、どの勾配でも不安を感じる被験者は多くないが、「自転車とのすれ違い」と回答する被験者がいた。走行時の様子を観察すると、5.0%勾配や7.9%勾配では、自転車とすれ違うときの回避行動のため、横流れする場合があった。坂道では降坂する自転車の速度が平坦な道に比べて速いことや、坂道の影響で車いすの操作能力が低下していることなどが理由となり、一層の不安を感じるものと考えられる。

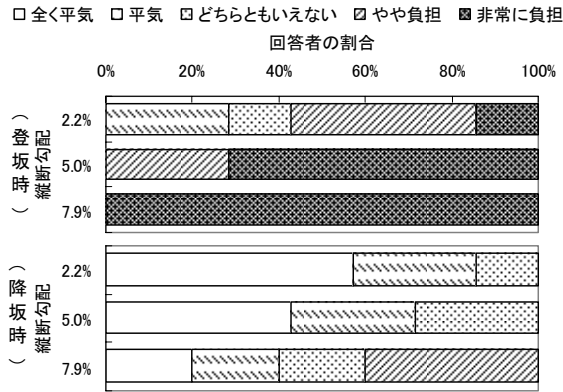


図1 負担感についての回答（車いす）

(3) 休憩間隔、限界距離

表4は、調査での休憩間隔と走行後にヒアリングした希望休憩間隔、及び限界距離の平均値である。まず、休憩間隔について見てみると、2.2%勾配では全ての被験者が休憩せず、休憩の希望もほとんどなかったが、5.0%勾配、7.9%勾配の登坂時では、休憩が必要になった。また、休憩ごとの走行距離を見てみると（図2）、休憩する度に走行できる距離が短くなっており、休憩しても完全には体力が回復していないことがわかる。降坂時でも、5.0%勾配になると休憩が必要な人が現れ、7.9%勾配では全員が速度を調節するために休憩が必要だと答えた。

表4 休憩間隔と限界距離の平均

	登坂			降坂		
	調査での休憩間隔	希望休憩間隔	限界距離	調査での休憩間隔	希望休憩間隔	限界距離
2.2%	休憩なし	制限なし (1名60m)	400m	休憩なし	制限なし	制限なし
5.0%	42m	49m	127m	休憩なし	制限なし (3名96m)	制限なし (3名175m)
7.9%	27m	36m	76m	休憩なし (1名50m)	50m	250m

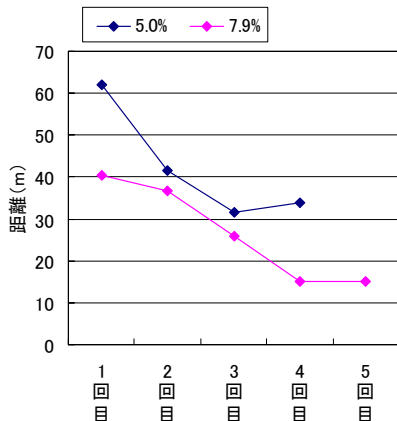


図2 登坂時の平均休憩間隔の変化

4. 高齢者の坂道歩行における移動負担

(1) 歩行速度

登坂時、降坂時共に、勾配が上昇するにしたがってわずかに速度が低下しているが、歩行者の平均歩行速度0.8~1.1m/sに近い値となっている。登坂時・降坂時共に、歩行距離による速度の変化は、ほとんどなかった。

(2) ヒアリング結果

図3は、各経路の移動後にヒアリングした登坂時の負担感を示している。2.2%勾配では、全ての被験者が負担はないと答えているが、5.0%勾配を越えると負担を感じる被験者が出てきている。降坂時はどの勾配でも負担を感じた被験者はいなかった。

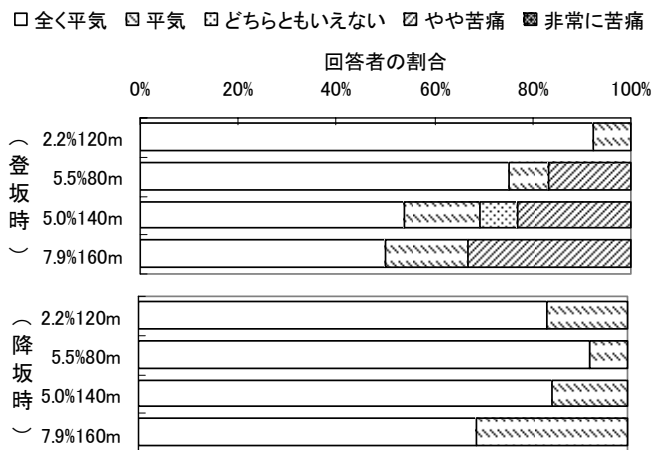


図3 負担感についての回答（高齢者）

(3) 休憩回数

調査では、全経路において全ての被験者が途中で休憩することなく完走した。また、2.2%120m、5.5%80m区間における休憩の希望はなく、5.0%140m、7.9%160m区間での休憩希望回数は、被験者の2割前後であった。しかし、休憩を希望しなかった人も「荷物を持っていると必要」「体調によっては必要」といった身体的条件や、「雨が降っていたら必要」「暑い夏の日には必要」といった気候条件などによっては必要性を感じている人が多く、調査では休憩施設を必要としないと答えても、日常生活では本調査結果よりも休憩を必要とする人が増えることが予想される。

5. まとめ

縦断勾配ごとに休憩施設の設置基準、及び休憩施設設置の有効性についてまとめる。

2.2%勾配の道路では、本調査で取り上げた距離であれば、どの属性の被験者も無理なく移動できた。そのため、今回の調査では、休憩施設間隔や限界距離については言及できない。

5.0%勾配の坂道では、車いす使用者の被験者が70mごとの休憩を希望していたことや、別途同経路周辺で行ったヒアリングで補助具を使用している高齢者の大半が調査経路において1~3回の休憩しながら登っていた（休憩間隔にすると35~70m程度）こと等を総合して考えると、50m間隔を目安に休憩施設を設ける必要があると考えられる。

次に7.9%勾配の坂道を見てみると、車いす利用の被験者の中には50mごとの休憩を希望していたことや、上述の周辺調査で、補助具を使用している高齢者の大半が調査経路において1~3回の休憩しながら登っていた（休憩間隔にすると40~80m程度）こと、高齢者と車いす介助者に対しては、5.0%勾配と同様、50m間隔を目安に休憩施設を設けることで、移動負荷を軽減できるものと思われる。

なお、どの勾配においても、降坂による休憩間隔や限界距離は、登坂のそれらに比べて長くなっていた。従って、坂道において休憩施設を設置する場合には、登坂の負担を軽減することを目標にすればよいと思われる。

6. 今後の課題

本研究では、休憩施設の設置間隔と休憩施設の有効性に着目したが、休憩施設を設置する際、他にも検討すべき課題が残っている。例えば、津雲中央線で高齢者を対象に行ったヒアリング調査では、休憩施設の設置場所について「見晴らしのいい所だと開放感があり、疲労が回復する」、「子供が遊んでいるのが見えると安らげる」といった意見があった。これは、調査経路の沿道に公園や保育園があるために出てきた意見である。休憩施設を設置する際には、こうした地域の特徴を考慮し、設置場所についても十分な検討がなされるべきである。

また、本研究の結果では、比較的短い間隔で休憩施設が必要であることがわかった。これは、休憩

施設の数が多くなることを意味しており、そうなることと沿道の土地利用状況や歩道幅員の関係で、多くの機能を備えた休憩施設を設置することが困難な場合も出てくる。少し腰掛ける程度の簡易な休憩施設が多くある方が良いのか、それとも多くの機能を備えた休憩施設が必要とされているのか、等といった休憩施設が有すべき機能についても検討が必要である。

参考文献

- 1) 佐渡山亜兵、佐野吉雅、谷井克則、荒居宏、荒川哲夫、斉藤一朗；” 車椅子登坂にたいする勾配の影響について”、人間工学、Vol.10、No.4、pp.131~137、1974.9.
- 2) 元田良孝、西岡南海男；” 車椅子の走行特性と道路構造について”、交通工学、Vol.24、No.6、pp.88~111、1989.6.
- 3) 鍋島益弘、山田優；” 歩道舗装における車椅子のための縦横断勾配の適正な範囲”、土木学会第55回年次学術講演会、IV-88、2000.9.
- 4) 鍋島益弘、山田優；” 車いすを利用する高齢者のための歩道構造に関する研究”、土木学会論文集、No.725、V-58、pp.157~169、2003.2.
- 5) 竹内良太、横山哲、清水浩志朗；” 車いす走行における縦断勾配の影響”、東北支部技術研究発表会、IV-51、pp.498~499、1996.
- 6) 横山哲、清水浩志朗、木村一裕、呉聲欣；” 路上障害物が車いすの登坂および降坂走行に及ぼす影響”、第17回交通工学研究発表会論文報告集、pp.9~12、1997.11.
- 7) 横山哲、清水浩志朗、木村一裕；” 縦断勾配が車いす走行に与える影響に関する研究”、土木学会論文集、No.611、IV-42、pp.21~32、1999.1.
- 8) 加藤文教、和気功、川本恵子；” 高齢者からみた歩きやすい歩道”、土木計画学研究、講演集、No.17、pp.991~994、1995.1.
- 9) 久下晴巳、国府勝郎、秋山哲男；” 高齢者の歩行特性に関する一検討”、土木学会第51回年次学術講演集、pp.170-171、1996.9.
- 10) 大枝良直、須賀正志、田中正和、角知憲；” 勾配や路材の異なる街路における高齢者の歩行特性に関する研究”、土木計画学研究、講演集、Vol.24-1、pp.65~68、2001.