

歩道整備が歩行者挙動へ及ぼす効果分析

都市交通研究室 修士2年 五十嵐豊
指導教員 松本昌二
佐野可寸志

1. はじめに

近年、高齢化社会の到来により、高齢者、身体障害者等が自立した日常生活と社会生活を営むことができる社会の実現が求められている。

こうした中で、平成12年5月に「高齢者、身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律(交通バリアフリー法)」が公布され、同年11月から法律の一部が施行された。交通バリアフリー法では、市町村は「移動円滑化基本構想」を策定し、公共交通事業者、道路管理者及び公安委員会は、それぞれの「特定事業計画」を定め、高齢者、身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化を図るための事業を実施すると定められている。

新潟県長岡市では、法に基づく「移動円滑化基本構想」として、平成15年1月に「長岡市交通バリアフリー基本構想[長岡駅周辺地区]」を策定し、平成16年3月には、基本構想に基づいた道路のバリアフリー化を実現するため、「長岡市交通バリアフリー道路特定事業計画」を策定した。長岡市交通バリアフリー道路特定事業計画では、整備方針として、有効幅員2.0mの確保、緩やかな歩道勾配の確保、視覚障害者用ブロックを連続的に設置する、バス停留所のバリアフリー化、休憩スペースの整備などの整備方針が定められている。また、休憩スペースの整備としては、高齢者等のために休憩施設を適切な間隔で設置するという項目が定められているが、休憩施設の設置は実際の事業計画にはなく、実施するというにはなっていない。また、実際にニーズの調査を行っていないのが現状である。しかし、高齢者の増加という現状があり、休憩のためのベンチを設置することは重要である。また、この計画は、整備後の効果の分析を行うということは事業の計画にない、このことも問題であると考えられる。そこで本研究では、長岡市内の歩道を対象として、ビデオ画像による歩行者挙動分析とアンケート調査より、歩道整備の効果分析を行い、効果を定量的に把握することと、ベンチなど休憩施設の必要性を検討することを目的とする。

2. 研究方法

研究の対象となる歩道は、長岡市交通バリアフリー道路特定事業計画で定められた歩道とする(図1)。ビデオ撮影の対象となる歩道は長岡市今朝白2丁目7番にある歩道とした。この歩道では、整備前(A地点)と整備後(B地点)の歩道が一度にビデオ撮影できることからこの場所を選定した。また、アンケート調査の対象地域は、長岡市交通バリアフリー道路特定

事業計画で定められた歩道の周辺地域(長岡駅を中心に約1,000m圏域)とした。

研究方法はビデオ調査によるものとアンケート調査によるものの2つである。以下にその内容を示す。

(1) ビデオ調査

ビデオ画像からの歩行者座標データの取得は、座標取得プログラムを作成し、そのプログラムを用いて行う。歩道の拡幅などの歩道改良の影響、ベンチ等の休憩施設の設置などの改良が歩行者に与える影響を、座標データを用いて速度などの指標を算出し分析を行う。また、錯綜状態の観測も行う。ビデオ撮影の対象とする歩道は、歩道の改良の効果の分析のため、歩道の改良が行われた箇所とまだ行われていない箇所を同時に撮影できる場所を選定し、撮影を行う。

まず撮影する歩道の選定のため、対象の歩道を歩き、歩道の改良が行われた箇所とまだ行われていない箇所を同時に撮影できる場所を選定した結果、高齢者センターけさじろ前の歩道が適切であり、撮影を行うことも可能であったため、撮影を行った。撮影は8月26日(金)、28日(日)に行った。歩行者交通量は8月26日の12時~1時の時間帯が多かったため分析には8月26日の12時から1時間のデータを用いる。歩道の改良がまだ行われていない箇所を撮影した地点をA地点、改良が行われた箇所を撮影した地点をB地点とする。



図1 歩行空間ネットワーク

座標データ取得までの流れはまず、ビデオ画像に座標軸を設定し、同一の歩行者・自転車の代表点 1 点を、1 秒ごとに切り出してきたフレーム上で指定し、それを全ての歩行者・自転車で行う。代表点は歩行者の場合は、頭部の位置を地面に投影した点を画像から判断し、点の指定を行った。自転車の場合も同じ方法で点を指定した。そこで得られた座標データは、歩行者・自転車に対し、斜め上から撮影しているため歩道空間上の座標に変換する必要がある。そのため、射影変換のパラメータを求め、射影変換を行うことにより、歩行者・自転車の座標、歩行軌跡を取得できる。

(2) アンケート調査

長岡駅を中心に約 1,000m 圏域の住民に対し、改良前の歩道と改良後の歩道を示し、どちらが歩きやすいのかといった質問や、ベンチ等の休憩施設についてのアンケート調査を行い、ニーズを把握する。

アンケートの調査方法は、アンケート質問用紙・アンケート回答用紙（4 枚）・返信用封筒を 1 つの封筒にまとめたものを対象の各家庭に配布し、アンケートに回答してもらい、回答用紙を返信用封筒に入れ返送してもらうという方法で行う。調査の対象とするのは、本研究の背景にある長岡市バリアフリー基本構想及び、長岡市交通バリアフリー道路特定事業計画で定められた歩道の周辺の住民（長岡駅を中心に約 1,000m 圏域）を調査対象とし、対象地域の各世帯をランダムに配布した。以下に配布部数、回収率などの調査概要を示す。

- ・総配布部数：900 票
- ・回収部数：219 通（344 票）
- ・回収率：24.3%
- ・配布期間：12 月 26 日～12 月 28 日

3. 歩行者挙動分析

ビデオ画像から得られた歩行軌跡図、縦断方向速度分布、縦断方向速度ヒストグラム、属性別平均縦断方向速度、横断方向変位量ヒストグラム、平均変位量、錯綜率を以下に示す。

(1) 歩行者軌跡

図 2・3 の歩行者軌跡図から、改良前の A 地点は車道に出て通行する歩行者がいたが、改良後の B 地点にはいない。このことは歩道改良（歩道拡幅）の効果といえる。

(2) 縦断方向速度

本研究では歩道縦断方向に一定速度で歩いている状態を基準とし、この状態が保持されているかを判断する指標として、縦断方向速度（区間平均速度）を求めた。歩道縦断方向に一定速度で歩いている状態を他の歩行者や歩道からの影響を受けていない状態と考え、影響を受けた場合は速度が変化すると考えたため、歩道縦断方向速度を算出した。表 1 に地点・属性別平均縦断方向速度を示す。

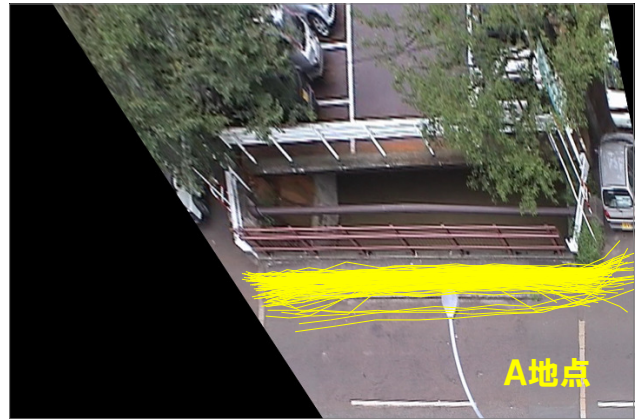


図 2 歩行者軌跡図



図 3 歩行者軌跡図（B地点）

(2) 縦断方向速度

本研究では歩道縦断方向に一定速度で歩いている状態を基準とし、この状態が保持されているかを判断する指標として、縦断方向速度（区間平均速度）を求めた。歩道縦断方向に一定速度で歩いている状態を他の歩行者や歩道からの影響を受けていない状態と考え、影響を受けた場合は速度が変化すると考えたため、歩道縦断方向速度を算出した。表 1 に地点・属性別平均縦断方向速度を示す。

表 1 地点・属性別平均縦断方向速度

		縦断方向 平均速度 (m/s)	
A 地点	男性	若年	1.27
		中年	1.22
		高齢	0.81
	女性	若年	1.16
		中年	1.19
		高齢	0.78
B 地点	男性	若年	1.23
		中年	1.23
		高齢	0.76
	女性	若年	1.28
		中年	1.23
		高齢	0.71

表2 A・B地点の方向別平均縦断方向速度

		平均縦断方向速度 (m/s)
A 地点	右→左	1.19
	左→右	1.13
	両方向	1.16
B 地点	右→左	1.26
	左→右	1.19
	両方向	1.22

表2からはB地点のほうが若干速度が高いことがわかる。属性ごとに平均速度を比較すると、高齢者の平均速度は若年や中年よりも遅いということがわかる。

以下にA・B地点の縦断方向速度分布図を示す。以下に示す分布図は、歩行者1人の1秒ごとの区間平均の縦断方向速度をy軸、区間平均を求めた区間の中間点をx軸にプロットしたものである。

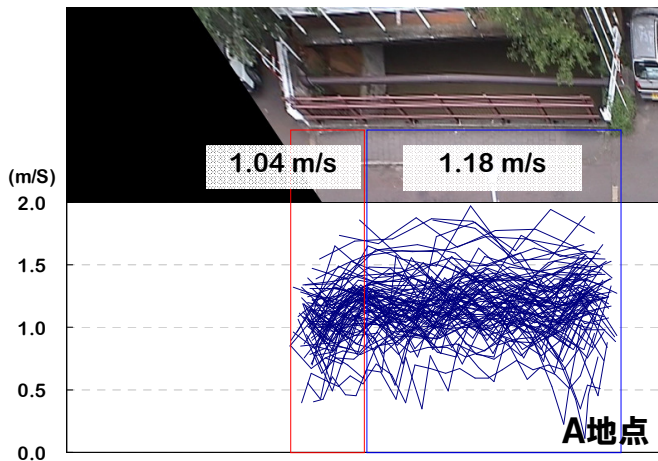


図4 縦断方向速度分布図 (A地点)

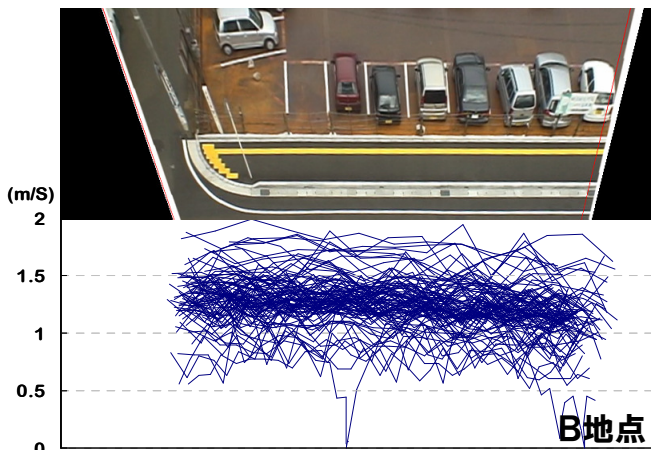


図5 縦断方向速度分布図 (B地点)

A地点の速度分布(図4)で赤の線で囲んだ部分とそれ以外の部分と比較すると囲んだ部分はそれ以外の部分よりも縦断方向速度が低くなっていることがわかる。平均速度は、赤で囲んだ部分の平均は

1.04m/sで、青で囲んだ部分の平均は1.18m/sとなっている。赤で囲んだ部分には縦断勾配があり、その縦断勾配により縦断方向速度が低下したのだと考えられる。B地点の速度分布(図5)にはA地点のような速度の低下している部分はない。

次に上記で求めた縦断方向速度をヒストグラムに示す。(図6)ヒストグラムをみると、A地点よりもB地点のほうが右側、速度が高い側に寄っていることが分かる。これは、歩行者はA地点で速度に何らかの影響を受けるため、B地点よりも速度が低いのだと考えられる。A地点はB地点よりも影響を与える要因が多いともいえる。その原因は、速度分布からわかった縦断勾配による影響や、A地点はB地点よりも幅員が狭いこと、舗装面に凸凹があること、B地点よりも路側帯が狭いことなどが影響を与えているからであると考えられる。

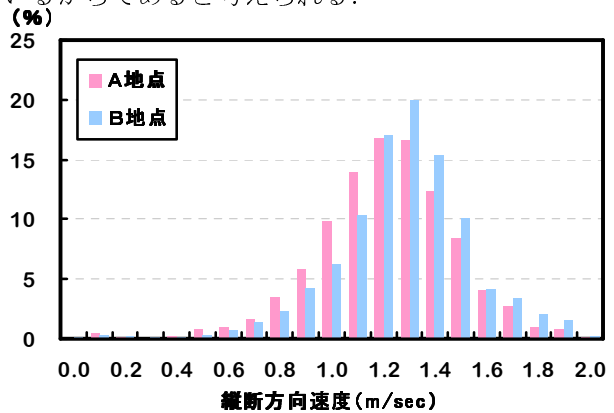


図6 縦断方向速度ヒストグラム

(3) 横断方向変位量

本研究では歩道縦断方向に対し横方向の移動がない状態を基準とし、この状態が保持されているかを判断する指標として、横断方向変位量を求めた。歩道縦断方向に対し横方向の移動がない状態を他の歩行者や歩道からの影響を受けていない状態と考え、影響を受けた場合は横方向の変位量が増加すると考えたため、横断方向変位量を算出した。求めた平均横断方向変位量は、歩行者1人ごとの1秒あたり横断方向の変位量の合計の1秒あたりの平均値である。

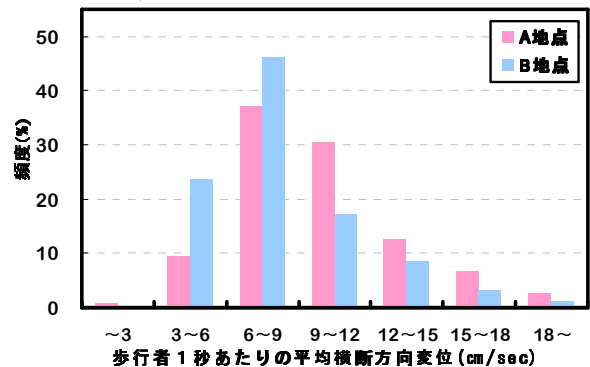


図7 平均横断方向変位量ヒストグラム

図7のヒストグラムからA地点のほうが変位が多

いことがわかる。このことから改良されたB地点のほうが横断方向の移動が少なく歩くことができる歩道であるといえる。

(4) 錯綜率

自転車と歩行者の関係で次のような場合に交通錯綜状態であるかを判定する。自転車と歩行者がすれ違う場合・自転車が歩行者を追い越す場合・自転車同士がすれ違う場合や追い越す場合・歩行者同士がすれ違う場合や追い越す場合。これらの場合に、歩行者または自転車が次の挙動を示した場合を錯綜状態であると定義する。歩行者の場合は、①体をひねる、②減速する、③横に寄る、④すれ違いの直前に進路を変えてすれ違う⑤前方の歩行者に追いつき追従する。自転車の場合は、①減速する、②歩道の端いっぱい寄って通行する、③車道に出て通行する。このように、回避を伴った追い越し、すれ違いが発生した場合を、自転車の錯綜を自転車錯綜、歩行者の錯綜を歩行者錯綜とする。上記の条件にあてはまる状況が発生した回数をビデオ観測によりカウントし錯綜率を求めた。以下の表3に結果を示す。

表3 錯綜率

	A地点	B地点
歩行者・自転車合計交通量(人, 台)	139	114
歩行者錯綜(回)	14	4
自転車錯綜(回)	7	2
錯綜率(%)	15.1	5.3

表3の錯綜率の結果から、改良されたB地点のほうがA地点よりも錯綜率が低いという結果が得られた。B地点のほうが錯綜が起りにくい歩きやすい歩道であるということがわかり、これは歩道の改良の効果といえる。

(5) 歩行者占有率

歩道のサービスレベルの指標である歩行者占有率を求めた。

歩行者交通量ピーク時の歩行者占有率(m^2 /人)はA地点 $4.8 m^2$ /人、B地点 $10.6 m^2$ /人であった。Highway Capacity Manual 2000によるサービスレベル基準によるとA地点はサービスレベルBであり、B地点はサービスレベルAである。このことからB地点のほうが良好な状態であるといえる。また、この指標は歩道の幅員によって大きく左右される指標であるので拡幅による効果がみられたといえる。

(6) ビデオ調査のまとめ

歩行者挙動座標をもとに作成した歩行者軌道図から、改良後のB地点は改良前のA地点よりも歩道をはみ出して通行する歩行者が少ないという歩道改良の効果を確認できた。縦断方向速度を算出し、改良前のA地点よりも改良後のB地点のほうが速度に与

える影響が少ないことが確認できた。縦断方向速度を算出することによって、歩道改良の効果を数値から確認することができたといえる。横断方向変位量を算出し、改良前のA地点のほうが変位が多いことが確認できたため、改良後のB地点のほうが横断方向の変位が少なく歩くことができる歩道であるといえる。横断方向変位量を算出することによって歩道改良の効果を数値として確認することができたといえる。錯綜率を定義し、ビデオ観測から錯綜率を求めた。錯綜率は改良されたB地点のほうが改良前のA地点よりも錯綜率が低いという結果となった。B地点のほうが錯綜が起りにくい、つまりA地点よりも歩きやすい歩道であるということがわかり、歩道改良の効果が確認できたといえる。歩行者占有率を算出しサービスレベルを比較した結果、B地点のほうが歩きやすい状態であるということがわかった。この指標は歩道の幅員によって大きく左右される指標であるので拡幅による効果が確認できたといえる。

以上のようにビデオ調査から、改良前のA地点は縦断勾配や幅員などによって速度や歩行挙動に影響を受けており、改良後のB地点は、速度や歩行挙動への影響がA地点よりも低いということ、つまり歩道改良の効果を、歩行者軌跡、速度、速度分布、錯綜率、歩行者占有率から数値として把握することができた。

4. 歩道およびベンチに対する意識

(1) A地点B地点の比較

アンケートの回答者の属性について以下の表4に示す。

表4 アンケート回答者属性

	男性	女性	合計
10歳代	6	3	9
20歳代	4	7	11
30歳代	21	37	58
40歳代	28	40	68
50歳代	30	28	58
60歳代	25	26	51
70歳代	12	11	23
80歳以上	6	6	12
合計	132	158	290

アンケートの各質問の集計結果について次頁図8に示す。以下に各質問について述べる。

問1：幅が広いので、歩きやすいと感じるのはどちらですか。(図8左上)

改良後のB地点のほうが歩きやすいという回答(1~3)が全体の97%を占めている。このことから、ほとんどの歩行者が歩道の幅員は広いほうが歩行者にとって歩きやすく感じる、ということがわかる。

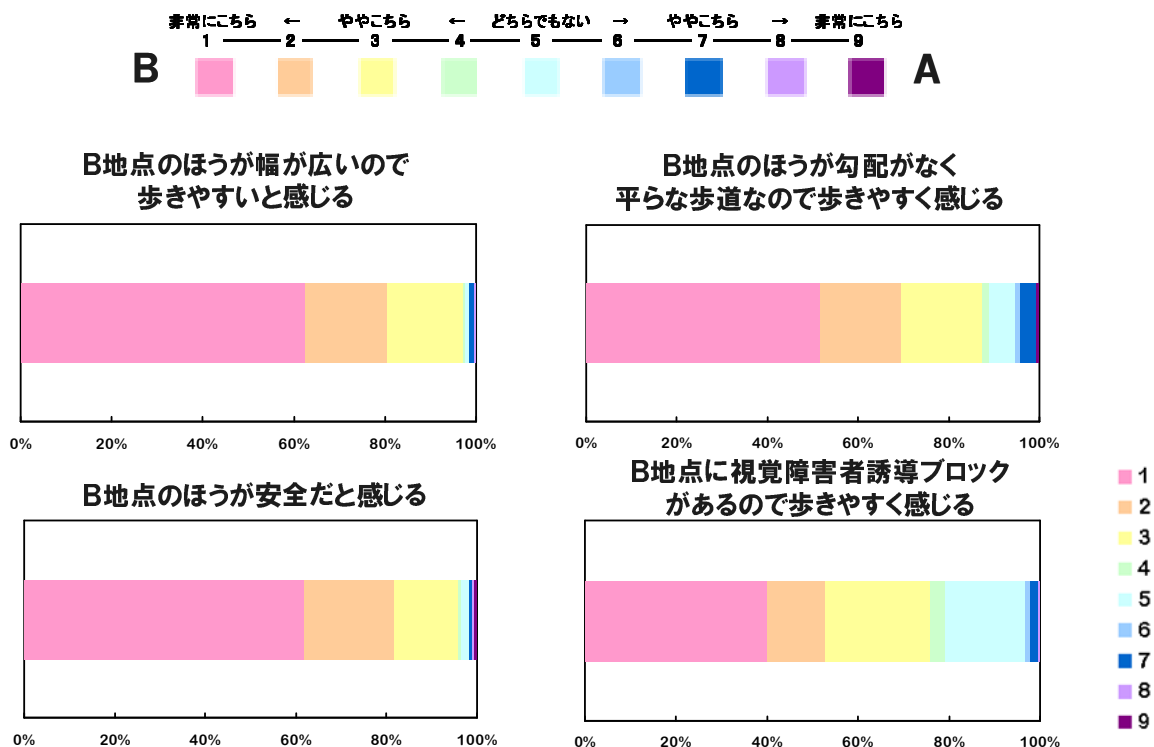


図 8 各質問の集計結果

問 2 : 勾配がなく平らな歩道なので、歩きやすいと感じるのはどちらですか。(図 8 右上)

改良後の B 地点のほうが歩きやすいという回答 (1~3) が全体の 87% を占めている。改良後の B 地点のほうが A 地点よりも横断勾配、縦断勾配の両方とも少ないため、B 地点のほうが歩きやすいと感じる回答者が多いと考えられる。このことから勾配はないほうが歩行者にとって歩きやすく感じるということがわかる。

問 3 : 安全だと感じるのはどちらですか。(図 8 左下)

改良後の B 地点のほうが歩きやすいという回答 (1~3) が全体の 96% を占めている。これは B 地点には路側帯があり、A 地点にはないため、B 地点のほうが車道との距離が離れているため B 地点のほうが安全であると感じる回答者が多いのだと考えられる。

問 4 : 歩道 B に視覚障害者誘導ブロックがあるので、歩道 B のほうが歩きやすいと感じますか。(図 8 右下)

改良後の B 地点のほうが歩きやすいと感じるという回答 (1~3) が全体の 76% を占めている。問 2 や問 3 は約 90% が B 地点のほうが歩きやすいという回答であったが、問 8 では 76% と問 2 や問 3 と比較すると少し低くなっている。1 から 3 と回答した回答者は、歩行者障害用ブロックがあることによって、視覚障害者にとって歩きやすいので歩きやすい歩道

だと判断したのだと考えられる。それとは逆に視覚障害者誘導ブロックがあることによって歩きにくく感じるということもあるので B 地点のほうが歩きやすいという回答が低くなったのだと考えられる。

アンケート結果から以下のことがいえる。

- ・ほとんどの歩行者が歩道の幅員は広いほうが歩きやすく感じる
- ・勾配はないほうが歩行者にとって歩きやすく感じる
- ・B 地点のほうが車道との距離が離れているため B 地点のほうが安全であると感じる

以上のことがわかり、歩行者に歩きやすいと感じさせる影響要因は歩道の幅員が大きく影響していることがわかった。そして、改良後の B 地点のほうが、歩きやすい、圧迫感を感じない、きれいだと感じるといった、B 地点のほうが良い歩道であるという回答が 75~97% を占めているという結果から、歩道改良の効果が確認できたといえる。

(2) ベンチについて

ベンチについての質問の回答からは、休憩施設がもっとあればと思っているのは回答者全体の 46%、30 歳以下の回答者の休憩施設がもっとあればと思っている割合は 38%、65 歳以上の回答者の場合は 54% であった。逆に必要とは思わないという回答の割合は、回答者全体では 14%、30 歳以下の回答者は 18%、65 歳以上の回答者は 12% であった。(次頁の図 11 に示す) この結果から、高齢者のほうがベンチに対す

るニーズが高いということがわかった。ベンチの設置希望場所は、バス停前に必要という意見が、回答者の7割以上であった。希望する設置間隔は200m以下という意見が半数以上であり、高齢者ほど短い間隔で設置して欲しいと考えていることがわかった。ベンチ自体に対する要望は、清潔さに対する要望が多いことがわかった。

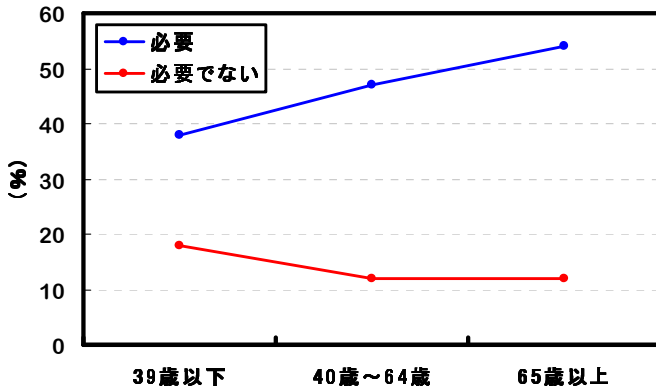


図 11 ベンチの必要性

5. 歩道改良の効果とベンチ設置の検討

(1) 歩道改良の効果分析のまとめ

本研究では、歩道効果分析のため、ビデオ画像による分析とアンケート調査による分析を行った。ビデオ画像による分析では歩道改良の効果を、歩行者軌跡、速度、速度分布、錯綜率から定量的に把握することができた。アンケート調査による分析では改良後の歩道が歩きやすく感じるといった結果が得られた。以上のように、ビデオ観測と歩道を利用する歩行者の意識の両面から歩道改良の効果を把握することができた。

(2) ベンチについて

ベンチについては、高齢者ほど設置を望んでおり、希望する設置場所はバス停前という意見が多く、希望する設置間隔は200m以下という意見が半数以上であり、高齢者ほど短い間隔で設置して欲しいと考えていることがわかった。ベンチ自体に対する要望は、清潔さに対する要望が多いことがわかった。

A地点B地点にベンチを設置するとした場合について検討する。A地点B地点の両側200m以内にはベンチはなく、A地点の東20m先のバス停前にはベンチがない。アンケート結果から、バス停前に設置して欲しいという要望が多く、設置間隔は高齢者の7割以上が200m以内の設置を望んでいるため、A地点B地点のどちらかにベンチ設置のニーズはあると考えられる。

A地点B地点にベンチを設置した場合、歩行者施設用ガイドブックによると、ベンチに座った場合の必要な幅は0.9mとなっているので、A地点のベンチ設置箇所の有効幅員は0.6m、B地点は2.1mとなる。ビデオ撮影による結果から、A地点はB地点よりも

幅員が狭いことが影響し、車道に出て通行する歩行者が存在する、錯綜率が高いということがわかった。このことから、A地点の幅員をこれ以上狭くすると車道に出て通行する歩行者がより増加し、錯綜率も増加すると考えられ、有効幅員0.6mでは歩行者どうしのすれ違いができないと思われるので、A地点に設置することは、デメリットが多いので設置はできないと考えられる。B地点に設置した場合の有効幅員は2.1mであり、A地点(1.5m)よりも幅員を確保できる。ビデオ観測の結果、A地点の錯綜状態の歩行者は、幅員1.5mをいっぱいを使いすれ違いや追い越しを行っており、すれ違いや追い越し時には幅員に余裕がないことがわかった。B地点の錯綜状態の歩行者はすれ違いや追い越し時に幅員に余裕があることがわかった。このことから、B地点にベンチを設置し、有効幅員を3.0mから2.1mに減らすことの影響は大きくないと思われるので設置は可能であると考えられる。しかし、アンケート結果から、ベンチの設置によって幅員が減少する場合には、設置のニーズは高くなく、設置しないほうがよいという意見が多いので、設置することによるメリットもあるが、デメリットもあるといえる。それなので、B地点に設置は可能だが、ニーズが高いとはいえない。

6. まとめ

本研究では、歩道効果分析のため、ビデオ画像による分析とアンケート調査による分析を行った。ビデオ画像による分析では歩道改良の効果を歩行者軌跡、速度、速度分布、錯綜率から定量的に把握することができ、アンケート調査による分析では改良後の歩道のほうが歩きやすく感じるといった結果が得られた。以上のように、実際に観測した結果と歩道を利用する歩行者の意識の両面から歩道改良の効果を把握することができた。

ベンチについては、高齢者ほど設置を望んでおり、希望する設置場所はバス停前という意見が多く、希望する設置間隔は200m以下という意見が半数以上であり、高齢者ほど短い間隔で設置して欲しいと考えていることがわかった。以上のようにベンチの必要性についても把握することができた。

参考文献

- 1) ジョン・J・フルーイン：歩行者の空間，鹿島出版会 1974
- 2) 上岡孝晴，三星昭宏，赤田浩志：自転車・歩行者混合交通における交通錯綜について，土木計画学研究・講演集 No.17, 1995
- 3) 菅芳樹，三星昭宏，北川博巳，竹林正晴：車いす利用者の観点から見た歩道整備と歩道幅員決定に関する基礎的研究，土木計画学研究・講演集 No.18(2), 1995
- 4) 北川博巳，菅芳樹，三星昭宏，松本直也：車椅子の混入が歩行者流に与える影響に関する分析，土木計画学研究・論文集 No.14 1997
- 5) 木村一裕，横山哲，小川竜二郎，清水浩志郎：歩行者列を考慮した車いす混入時における歩行空間のサービスレベル，土木計画学研究・講演集 No.20(1), 1997
- 6) 鈴木雄高，日比野直彦，毛利雄一，兵藤哲郎：ビデオ画像を用いた歩行者挙動分析に関する考察 第21回交通工学研究発表会論文報告集 2001