

1 はじめに

歩行者交通は一般に面的な広がりをもつて分布しているから、これに対処するためには、歩行者交通空間は面的に整備、換言すれば線的な歩行者道路にきめ細かな連続性をもたせて整備していくことが必要である。つまり、歩道等で構成される歩行者道路網を形成していくことになるが、そのためには、まず、地区の歩行者道路網の現状を評価するための手法が検討されるべきであろう。従来、このような場合の評価指標としては、歩道設置率が用いられる程度であつたが、これだけでは地区内の歩行者道路網の良否を表わすのに充分でない。

さて、歩行者道路網の良否を評価する場合、対象とする地区において各リンクごとに評価する方法と、当該地区における何らかの総合的な値を設定する方法とが考えられようが、これらには次のようなものを挙げることができよう。まず、前者の方法としては、

a) チェックリストによる方法

歩行環境および歩行者道路の整備状況を表わすいくつかの評価項目から成るチェックリストを作成し、当該地区のすべてのリンクについて、評価項目ごとに良否を判定していく。

次に、後者に属する方法としては、

b) 歩行者道路網の辺と頂点の数等で表わされる指標を用いる方法

歩行者道路等の交通網はグラフと見なすことができるから、これらの特徴は辺と頂点の数等を用いたいいくつかの指標で表わすことができる。交通網の構造を表わすものとして、K.J.Kanskyは結合性を表わす14個の指標を採用している¹⁾。さて、歩行者道路網を評価する場合、このネットワークだけを対象とするのではなく、街路網全体をベースとし、これに対して歩行者道路がどの程度整備されているかを調べるべきであろう。この場合、歩行者道路リンク数と街路網全体の交差点数の比として表わした辺頂点比を用いることができよう。

c) 歩行者道路網の連続性を直接に評価する方法

b)は歩行者道路網のグラフとしての特徴を表わしたものであるが、具体的にある地点から他の地点へ歩行者道路を通つて到達できるか否かを直接に表わすものではない。この意味で、辺頂点比は歩行者道路の連続性を間接的に表現するという性質の指標である。これに対して、上記の状況を直接に調べる方法も考えられる。本稿では、これを接続指標と呼ぶことにする。

このうち、本稿においては、後者に属するb)とc)について検討することにした。

2 辺頂点比

2-1 調査の概要

辺頂点比および次章で述べる接続指標を求めるに当つては、大阪市内の6地区、加賀屋(住ノ江区)、今里(東成区)、鷹合(東住吉区)、我孫子(住吉区)、新森(旭区)、高倉(都島区)を対象とした。これらの地区で、歩道および歩行者用道路の整備状況、歩行者、自動車、自転車の交通量を調査し、これらを各地区の全リンクについて求めた。交通量は推計値であつて、各地区とも24リンク(鷹合のみ28リンク)においては7時から19時までの12時間にわたつて各時刻帯で15分間ずつ調査を行い、これを4倍して12時間交通量とした。その他のリンクについては任意の時刻帯に行つた15分間交通量調査結果と各地区の交通量の時刻帯による変動特性から求めた概略値である。なお、これらの他に、接続指標を求める過程で用いるために、道路幅員、交通規制の状況、リンク端形状、見通し長、鉄道駅からの距離、商店数、住宅数、工場・学校・運輸供給施設の有無についても調べた。調査

は加賀屋、鷹合、新森、高倉の4地区は昭和54年9月、11月、今里、我孫子は昭和55年11月に実施した。

2-2 歩行者道路網

地区内における歩行者道路網の整備状態について検討する場合には、歩道だけを対象とするのは妥当でない。歩行者空間の整備に当つては歩道、歩行者用道路、歩車分離を特に必要としない道路を適切に組合わせてネットワークを形成することが現実的にみて望ましいからである。そこで、ここでは次に示す3種類の道路を歩行者道路と考えることにした。

- a) 段付歩道が整備された道路
- b) 歩行者用道路(終日)
- c) 自動車交通量が少ない道路(100台/12時間以下)

これらの道路の選定理由について述べると、まず、

a) については、筆者らが先に提案した歩道の評価モデル²を用いて各地区の歩道を評価したところ、段付歩道以外の歩道の評価値が

低く、その程度の値ならば歩道が充分に利用されない恐れがあるためである。次にc) については、地区内道路における自動車交通量の分布と歩行者交通事故との関係を示した図-1から、100台/12時間程度以下の道路における事故発生の割合が相対的に低いと判断した。また、b) については、特定の日時に限定した歩行者用道路においては、

図-1に示すように必ずしも事故が少ないわけではないと思われる、

また、図-2に示すように、歩行者の意識からみても指定時間外の安全性は充分でないと認識されていると思われるからである。

このようにして求めた各地区の歩行者道路網を図-3に示す。この歩行者道路網におけるa)～c)の構成率を示すと表-1のようであり、段付歩道の構成率が最も高い地区は今里で約9割、最も低い地区は新森、高倉の5割強であつた。

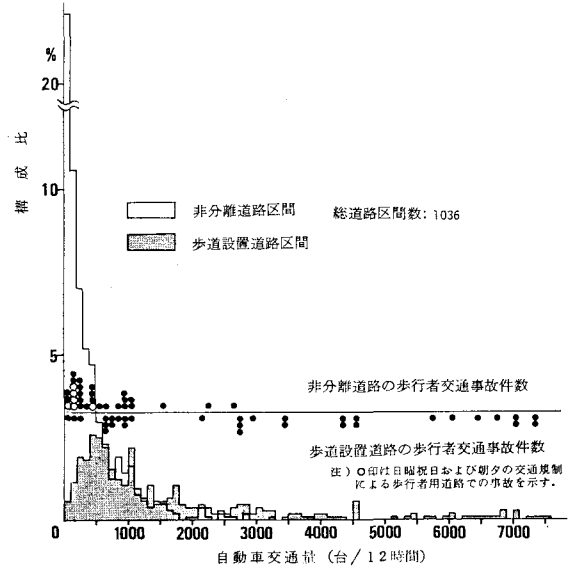


図-1 住区内道路における自動車交通量と歩行者交通事故
上図は加賀屋、鷹合、新森、高倉における調査結果である

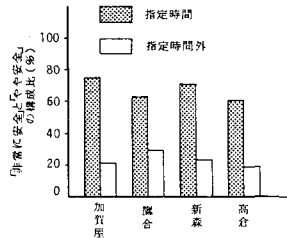


図-2 歩行者用道路の安全性に対する意識

表-1 歩行者道路の内訳

	段付歩道	歩行者用道路	自動車交通量少	歩行者道路合計
加賀屋	95 (54.6)	12 (6.9)	67 (38.5)	174 (100.0)
今里	89 (89.0)	0 (0.0)	11 (11.0)	100 (100.0)
鷹合	58 (79.5)	0 (0.0)	15 (20.5)	73 (100.0)
我孫子	77 (74.8)	3 (2.9)	23 (22.3)	103 (100.0)
新森	113 (52.0)	14 (6.5)	90 (41.5)	217 (100.0)
高倉	88 (62.0)	1 (0.7)	53 (37.3)	142 (100.0)

()は構成率

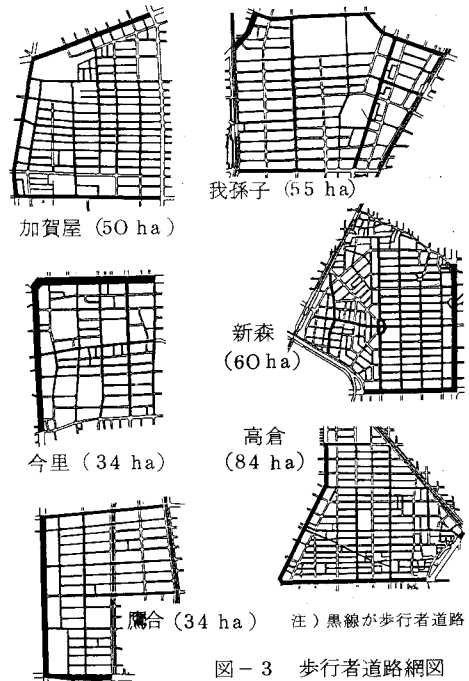


図-3 歩行者道路網図

2-3 辺頂点比の算出

本稿で定義した辺頂点比は、地区内の各地点が歩行者道路によつて相互にどの程度結ばれているかを概略的に示す指標である。さて、街路網全体の交差点を頂点とし、図-3に示した歩行者道路網の各リンクを辺として辺頂点比を求めると表-2のようである。辺頂点比が最も大きい地区は加賀屋で $\mu=1.11$ であり、最も低いのは高倉地区で $\mu=0.73$ であつた。

一般に、通常の街路網を対象として辺頂点比を求めれば、 $\mu > 1$ となる。

ここで対象とした6地区についても全リンクを辺として辺頂点比を求めると、1.6~1.8程度の値となる。これを μ' と表わすことにすれば、 μ は次のようになる。

$$\begin{aligned}\mu &= \frac{\text{歩行者道路リンク数}}{\text{街路網全体の交差点数}} \\ &= \frac{\text{歩行者道路リンク数}}{\text{街路網全体のリンク数}} \times \frac{\text{街路網全体のリンク数}}{\text{街路網全体の交差点数}} \\ &= \mu' \times \frac{\text{歩行者道路リンク数}}{\text{街路網全体のリンク数}}\end{aligned}$$

したがつて、 μ は街路網の特徴および歩行者道路の整備量に影響されていることがわかる。

3 接続指標

3-1 接続指標の定義

上述の辺頂点比も歩行者道路網の特徴を表わす指標ではあるが、地区内の各地点から他の地点へ歩行者道路を通つて到達できるか否かを調べる方が直接的な評価方法であると考えられる。そこで、本章では、このような指標を作成するために、グラフ理論における節点節点接続行列^{3,4)}に準じた行列を用いることにした。節点節点接続行列は節点*i*と節点*j*が隣接していれば*ij*要素を1、隣接していなければ0とするものであるが、ここでは*ij*要素*c_{ij}*を次のような2通りの方法で求め、これらの方法に基づいた指標をそれぞれ接続指標*C₁*、接続指標*C₂*と呼ぶことにした。

a) 接続指標*C₁*

対象ノード間の最短経路が歩行者道路であれば*c_{ij}*=1、そうでないならば*c_{ij}*=0として、対象とするノードペアについて、図-4に示すような行列の各要素*c_{ij}*を求める。次に、*c_{ij}*を地区全体で平均し、これを接続指標*C₁*とする。すなわち、

$$C_1 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n c_{ij} / \frac{n(n-1)}{2}$$

として求められる。ここで*n*は対象とするノード数である。

b) 接続指標*C₂*

接続指標*C₁*の場合には、各ノード間の全区間が歩行者道路でない場合と、一部において連続性が中断される場合のいずれについても*c_{ij}*=0となる。両者を同等に扱うことにはやや問題があると思われるために、接続指標*C₂*においては、次のような修正を加えた。まず、地区内の各リンクについて求めた歩行者交通量*p* (人/12時間)、自動車交通量*v* (台/12時間)、およびリンク長*l* (m)を用いて、 $e = (\text{Log } p \cdot \text{Log } v) l$ を求めた。次に、ノード間最短経路に含まれるリンクの*e*値の合計 $\sum e$ と、そのうちで歩行者道路整備区間の*e*値の合計 $\sum' e$ を求め、 $c_{ij} = \sum' e / \sum e$ とした。これは*ij*間の歩行者道路による連続性の程度を距離と交通量を考慮して表わしたものである。*C₂*の算出には*C₁*と同様の方法を用いた。なお、最短経路が複数ある場合には、不連続

表-2 辺頂点比

	全ノード数 A	歩行者道路 リンク数 B	辺頂点比 B/A
加賀屋	157	174	1.11
今 里	102	100	0.98
属 合	81	73	0.90
我孫子	131	103	0.79
新 森	226	217	0.96
高 倉	194	142	0.73

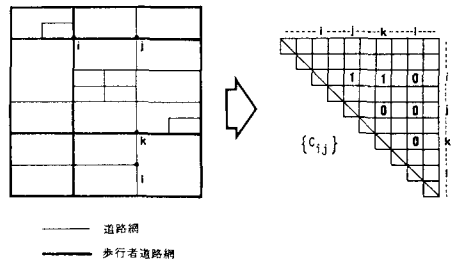


図-4 節点節点接続行列に準じた行列の作成

となるリンク数が最も少ない経路を採用した。

3-2 評価対象とするネットワーク

接続指標 C_1 、 C_2 を具体的に求めていくときには、かなり複雑な作業が必要となる。本稿で対象としている6地区の場合でも、地区面積が約 35 ～ 85 ha に及んでいるため、すべての交差点をノードとして採用すると、かなり膨大な作業となる。そこで、接続指標を求めるに当たっては、次のような道路を選んで簡略化したネットワークを設定することにした。これは歩行者交通を考える際に特に重要となる地点を選択するという意味も持っている。

- a) 歩行者交通量が多い道路
- b) 学校等の施設周辺の道路
- c) 自動車交通量が多い非分離道路

歩行者交通量が多い道路の抽出には、先に述べた道路交通および沿道利用に関するデータを用いて、歩行者の経路選択特性および街路の歩行者交通量と、街路特性との関係を分析し、これを考慮して地区の骨格となつて道路、商店数の多い道路を取り上げることにした。具体的には、a) に対する

リンクとして、道路幅員 8 m 以上のリンク、商店数が 3 以上のリンクを採用することにした。また、学校、幼稚園、公園等の周辺の道路や、歩車非分離の状態にある危険な道路は評価対象に含めるべきである。危険な道路の判定についてはさらに検討しなければならないが、ここでは筆者らが先に提案した歩道等の設置基準⁵等を参考にして 500 台 / 12 時間以上の道路とすることにした。

このようにすれば、歩行者交通量が各地区の中央値以上のリンクはほぼ網羅されることになった。各地区の交差点のうち、上記のネットワークに関係するものだけを取り出し、最終的に連続性を検討するノードを図-5に示した。なお、ここに示したノードの全ノードに対する割合をみると、新森地区で5割強であり、他の地区は約7割であつた。

3-3 接続指標の算出

図-5に示した各地区のノードペア間の最短経路が図-3に示した歩行者道路で構成されているか否かを調べ、先に述べたようにして接続指標 C_1 と C_2 を求めると表-3のようである。 C_1 と C_2 の関係を図示すると図-6のようになる。 C_1 と C_2 はかなり密接な対応関係にあることがわかる。

C_2 の算出には歩行者と自動車の交通量も考慮して、各ノードペア間の不連続の程度を求めており、 C_1 と比べてネットワークの連続性について一層詳細に検討した指標であるといえる。 $c_{ij} \leq c'_{ij}$ となるから、常に $C_1 \leq C_2$ となるわけではあるが、地区によつて C_1 と C_2 の関係に差が見られることが予想される。しかしながら、結果的には両指標に関する各地区の相対的な関係には、さほど顕著な差は見出せないようである。地区別に C_1 と C_2 の関係を見れば、いずれの場合も加賀屋地区が最も高く、高倉地区が最も低くなつてい

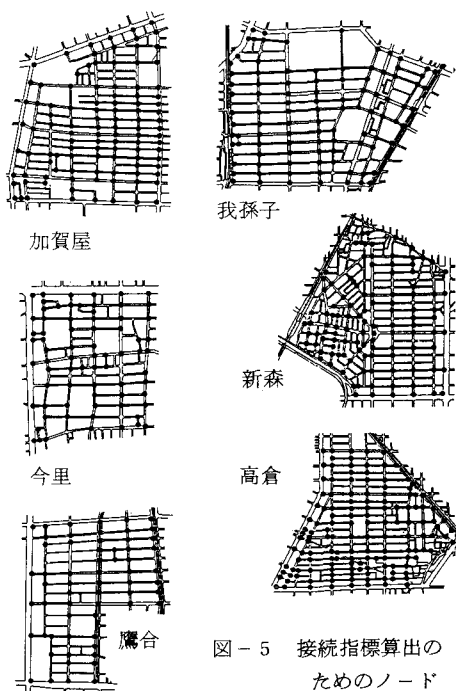


図-5 接続指標算出のためのノード

表-3 接続指標

	C_1	C_2
加賀屋	0.618	0.843
今里	0.416	0.728
鷹合	0.416	0.718
我孫子	0.203	0.664
新森	0.275	0.633
高倉	0.195	0.590

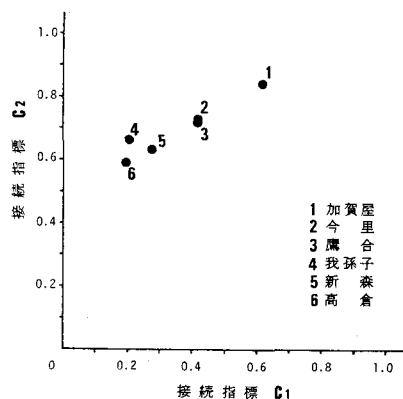


図-6 接続指標 C_1 と C_2

4 辺頂点比と接続指標の比較検討

4-1 両指標相互の関係

2章と3章においては、辺頂点比 μ 、接続指標 C_1 、 C_2 を求めたが、ここでは、 μ と C_1 および μ と C_2 との関係を見ることにしたい。

まず最初に、簡単な街路網を例とし、 μ と C_1 の関係を示しておく。図-7のa)とb)は歩行者道路の設置延長が等しい街路網を表わしている。この場合に辺頂点比を求めるとa)とb)ともに0.875となるが、接続指標 C_1 はa)が0.507、b)が0.449となり差が認められる。したがって、接続指標は辺頂点比に比べてやや敏感な指標であると言えよう。

さて、6地区について μ と C_1 、 μ と C_2 の関係を示すと図-8、図-9のようである。辺頂点比と接続指標には、本質的に上記のような相違があるわけだが、実際の街路網を用いて各指標を求めれば、これらの間にはかなり明確な対応関係が見られる。

4-2 歩行者交通事故および歩行環境意識との関係

以上では、歩行者道路網の良否を検討するための指標間の関係について述べたが、次に、これらの指標を用いて、歩行者道路網の整備状況と地区の安全性との関係について述べることにしたい。

地区の安全性を表わすために、ここでは、歩行者交通事故率(件/km/1000台)と歩行環境意識を用いた。前者は地区内道路における歩行者交通事故件数(昭和53年と54年の合計)を地区内道路延長および各地区の平均自動車交通量で除したものである。一方、後者については、加賀屋、鷹合、新森、高倉の4地区でアンケート調査を実施した。調査は昭和55年1月に行い、標本数はそれぞれ95、145、137、118であった。歩行環境意識は、歩行時の安全・快適性に対する質問項目の上位2カテゴリー、すなわち、「非常に安全・快適」と「やや安全・快適」の和の構成比で表わすことにした。

まず、 μ 、 C_1 、 C_2 と歩行者交通事故率との関係は図-10～図-12に示すとおりである。辺頂点比 μ および接続指標 C_1 、 C_2 は、歩行者交通事故率といずれも一応の対応関係が見られる。このうち、辺頂点比との関係が最も明確である。

次に、歩行環境意識との関係を示すと図-13、図-14のようである。この場合にも、3指標とも一応の対応関係が認められるが、辺頂点比および接続指標 C_2 との間に一層密接な関係が見られるようである。

5 まとめ

本稿においては、住区内の歩行者道路網を評価するための指標として辺頂点比と接続指標を提案した。辺頂点比、接続指標 C_1 、 C_2 の間には同様な傾向があり、また、これらは地区内の安全性を表わす歩行者交通事故率や歩行環境意識とおおむね対応関係にあるから、地区における歩行者道路網の整備状況を表わす指標として妥当なものであ

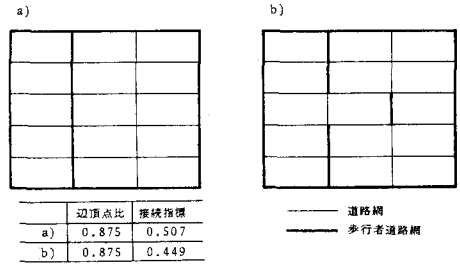


図-7 辺頂点比と接続指標 C_1 の関係

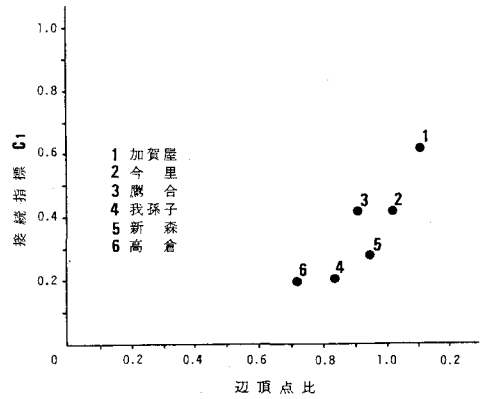


図-8 辺頂点比と接続指標 C_1

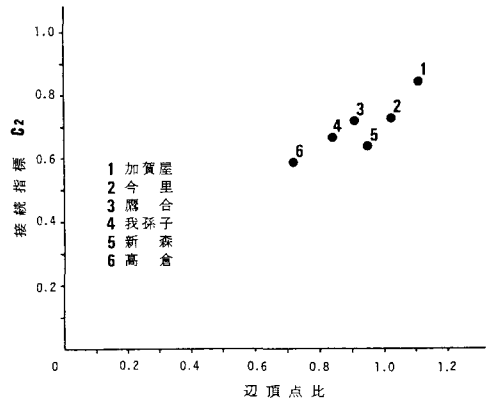


図-9 辺頂点比と接続指標 C_2

と考えられる。
このうち、歩行者
交通事故率等との
関連でみり限り、
辺頂点比が最も良
好な関係にある。
したがって、歩行
者道路網の現状を
評価する場合には
辺頂点比の使用が
有利となろう。も
つとも、各地区に
おいて今後の歩行
者道路整備を検討
するに当つては、
辺頂点比を用いる
だけでは、これら
の適確な配置を見
出すことはできな
い。このような場

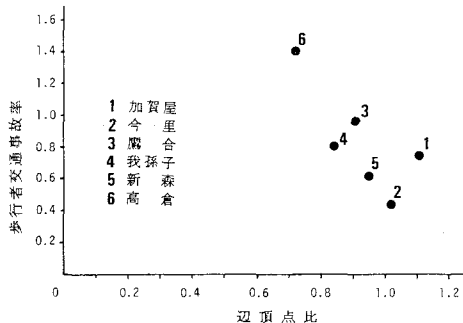


図-10 辺頂点比と歩行者交通事故率

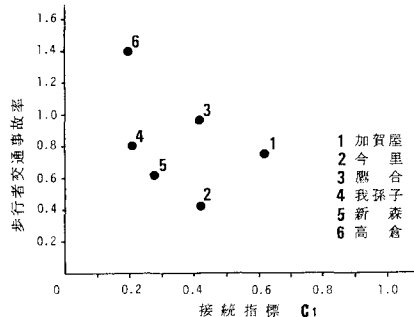


図-11 接続指標 C1 と歩行者交通事故率

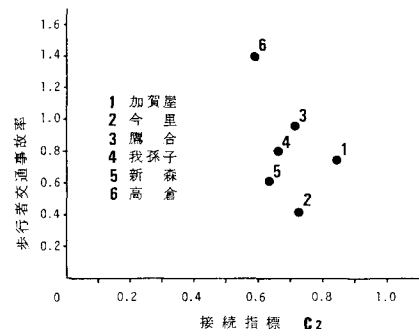


図-12 接続指標 C2 と歩行者交通事故率

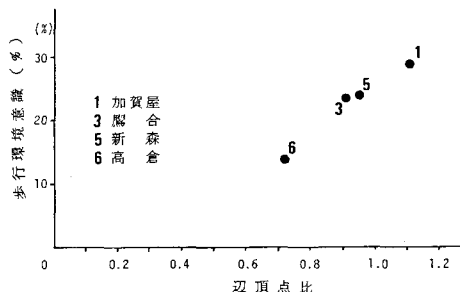


図-13 辺頂点比と歩行環境意識

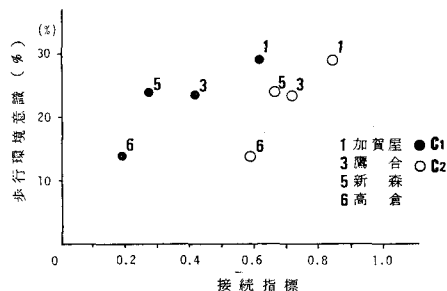


図-14 接続指標と歩行環境意識

合には、接続指標を用いて、この値が向上するようなネットワ
ークを提案すればよいと考える。

また、歩行者道路の整備状況と地区の安全性とがかなり密接に
結び付いているわけだが、ここで注意しなければならないことは、
歩行者交通事故率を表わす場合に (件/km) のような指標を用
いると、各指標との間に明確な関係が認められないことである。
これは、たとえば歩行者道路網が整備されたとしても、歩車がそれ
ぞれ別のシステムとして完全に分離されない限り、歩行者道路網整備による歩行者交通事故の低減効果は、交通量
が同一の状態と比較すべきであることを表わしていると思われる。

なお、歩行者道路網を設定するに当つて、歩道、歩行者用道路、自動車交通量が少ない道路を抽出し、これらが
同等であるとして分析したが、歩行者道路網をさらに詳細に評価するためには、各地点が単に歩行者道路で結ばれ
ているというだけでなく、ネットワークを構成する各要素の整備水準も考慮すべきであろう。また、歩行者専用道
路の取り扱いについても検討しなければならない。

参考文献

- 1 成田孝三：地域性の計量とグラフ理論、大阪市立大学経済研究所、研究と資料 31、1972、pp.74~99
- 2 毛利正光、塚口博司、児島統一：歩道の評価に関する調査研究、交通工学、Vol.15、No.5、1980、pp.13~23
- 3 毛利正光、西村昂：グラフの理論 (その1)、土木学会誌、1970、pp.72~79
- 4 奥平耕造：都市工学読本、彰国社、1976、pp.187~189
- 5 毛利正光、塚口博司：住区内道路における歩道整備に関する基礎的研究、土木学会論文報告集、No.304、1980、pp.129~135