

歩行者の経路選択性向に関する研究

A STUDY ON PEDESTRIAN'S PREFERENCE IN ROUTE SELECTING

竹内 伝 史*

By Denshi TAKEUCHI

1. はじめに

モータリゼーションの進展と共に都市の街路空間は無際限に、自動車の交通のために明け渡されてきた。そして、一連の高度経済成長の時期が見直されるようになった今日、都市問題においても、自動車化した都市交通体系の諸矛盾が大きな問題として指摘されている。すなわち、交通事故、交通公害、大量輸送サービスの低劣化そして交通渋滞などである。これらは、いずれも大量化した自動車交通が、都市交通システムを一元的に支配することになったことから生ずるものである。そして、これらの諸問題は、対症療法的に対策を施すのみでは、容易に解決できるものではないことは良く知られるところである。これに対し、自動車に多くを明け渡しすぎた他の都市交通手段の領域を上げ、専用空間を確保することによって、諸交通問題の原因を根絶的に解消しようとする考え方が、今日いわれるようになってきている。いわく、大量輸送機関分担率の向上、歩行者空間の確保等々である。

そこで、ここでは歩行者空間の確保について考えてみたい。歩行者空間は、自動車出現以前の都市では、街路すべてが歩行者空間であったとさえいえるのであり、その確保の方法は、新しい歩行者空間を創造する方法のほかに、街路から自動車を締め出すことで歩行者空間を蘇えらせる方法がある。そして、既成住宅地における場合のような一般的な場合には、後者の方法の方が、より容易で実現性が高いものであると言えよう。前者の方法は、より理想的あるいは近代的な空間が創造できるとはいえ、その経費と変革の大きさは、あまねく都市全般に採用することを不可能にしているのである。

とはいえ、この自動車を締め出す方法も、今日のように都市生活が自動車に依存することの大きくなっている

場合、ただちに幹線街路に囲まれる生活道路にすべて採用することも許されないであろう。それゆえ、既成区内の街路（生活道路）は、より歩行者に使われることの多いものから、選択的に歩行者道化されていかねばならない。それでは、歩行者により多く使われる道とは一体どのようなところに存するのであるか。また、歩行者はどのような道を良い道と考えているのであるか。さらにまた、この両者は一致するものなのであるか。もしこの両者が一致しないとすれば、前者の良く使われる道すじを後者の良い道に改良することが、街路の歩行者道化の指針として浮かび上がってくるであろう。

本研究では上述のような関係を把握するため、住民の街路環境評価の実態を調査するとともに、歩行者経路を調査して最短経路との比較において歩行者のより良く使用する街路を抽出することとした。その上で、両者の決定構造を検討してみたい。

本論では、この分析の方法について 2. にやや詳しく述べ、3. には調査の実施と得られたデータについて略述している。そして 4. に街路評価と経路選択性向の相互関係を分析するとともに、そのおのおのを説明するモデル式を提示する。最後に 5. では、実際の歩行経路が必ずしも最短経路を採らないことによって生ずる歩行距離の延長量について分析してみたいと思う。

2. 歩行者の経路選好性向

(1) 分析の方法

ここでは、歩行者は他の歩行環境に差がないならば、最短距離の経路を選択するものであるという仮定を前提にしている。

そして、歩行環境に差がある場合は、これを歩行者は総合的に認識しているものと考え、これを街路評価値(E)として計量化できるものと考えた。このような環境

* 正会員 工修 中部工業大学講師 工学部土木工学科

条件の差異もあって、歩行者は結果的に起点から終点を結ぶ経路を選択するのであるが、この結果、最短経路上でないにもかかわらず通路として選ばれる街路は、より選好されている街路であると考えた。この選好の程度を表わす指標として経路選好係数 (S) を考えた。

この街路評価値 E と経路選好係数 S は、当該道路のさまざまな環境条件によって決定されるものと考えられる。そこで、これらを説明するものとして、街路区間の道路構造や交通の状況あるいは、その街路区間を囲む環境や街路のおかれた都市計画的な位置などを表わす指標を用意した。これによって、 E と S の決定モデルを作成することを試みた。

(2) 分析の対象とした区域と地点

上述の各指標を実際に採録する対象区域としては、愛知県犬山市の駅前地区一帯 (38 ha) をとった。当地区は図-1 にみられるように、犬山城と名鉄電車犬山駅に挟まれた区域であって、名古屋市のベッドタウンと化しつつある犬山市の中では、古い商住混合の町並を残した落着いた既成街地である。

この対象区域の中には、一本だけ県道が走っており、この道路と犬山城の正門を結ぶ本町通りに商店街がみられるほかは、若干の商店、工業所を混えた住宅である。歩道は区域境界をなす国道にあるほかは、商店街のごく一部にあるにすぎない。一般には簡易舗装の歩車混合街路よりなっており、最近一方通行、駐車禁止を中心としたユニット規制が施行されている。したがって、国道と県道以外は自動車交通量は多くない (図-1 参照)。

この対象区域の中に、分析の対象とする街路区間を 60 箇所設定した。それを中央地点で表示したものが図-1

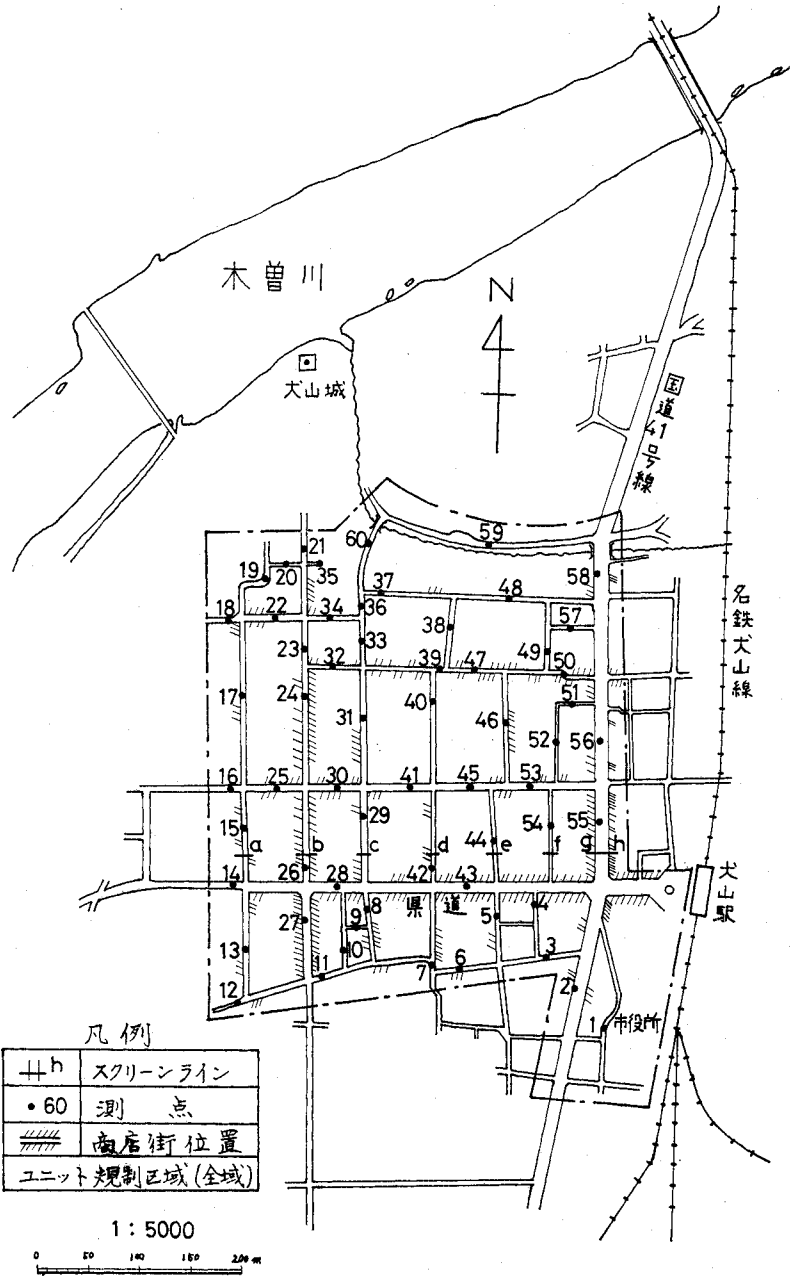


図-1 対象区域地点図

である。

(3) 従来の研究

この歩行経路の選択性向の研究としては、かつて 1971 年に G. Dietrich¹⁾ が、極めてマイクロな観点から分析したものがあ。すなわち、矩形の駐車場内を斜断する歩行者が駐車している車の間隔をどのように選択して経路を形成していくかを観測したものである。この結果は、

対角線上をとるか縁辺をいくかが多いのであって、小さきな屈曲を伴う経路は選択されないといっている。

また、今西・越²⁾は 1975 年に東京の東横線学芸大学前駅に集中する歩行者の経路について詳細に分析している。ここでは、歩行経路の迂回は、最短経路より 50 m ないしは 10% 長いものが限度であるといっている。また、経路決定の要因を線形判別関数を用いて分析し、昼と夜ではかなり要因の比重が異なることを示している。ここでは商店街の影響が注目される。

さらに、深海は歩行者流の特徴について、いくつかの研究を行っているが、1975 年の報文³⁾によれば、歩行者の経路選択の動機を各選択点ごとに追跡調査し、数量化理論等を用いて分析している。それによれば、やはり経路選択の最大の要因は商店街においても、住区内においても、最短経路であり、続いて商店街では交通規制、店舗、住区内では自然環境であるとしている。

そこで、本研究では、上述したように、最短経路の選択をまず前提とし、その経路からの逸脱を持たず要因を、特に経路選択に影響を与えるものとして分析することにした。こうすることによって、交通計画における歩行者交通量の街路配分は、まず、最短経路により、しかる後に本研究の分析結果を用いて修正するという手法が開発できるものと考えられる。

3. 街路評価値と経路選好係数

(1) 調査の概要

以下に述べる各指標を調整するため、上述の対象区域に対し次の 3 種の調査を行った。

- a) 街路評点員による評点調査
- b) 歩行者の歩行経路調査
- c) 街路環境調査

a), b) の調査の意義はすでに述べたとおりである。また、詳しくは次節に述べる。b) については、ヒアリングのためのスクリーンラインは県道の北側に入れている(図-1)。これは、県道沿いの商店街および犬山駅に集中する交通量を主に把えたいためである。なお、歩行者は参考までに性別、年齢層を識別できるように記録している。調査実施日は、a) が 1974 年 11 月 23 日(土、祝日)の 10 時から 14 時まで、気候温暖晴天の日であった。また、b) は同年 11 月 1 日(金)で晴天なるも寒い日であった。調査時間は、1) 9:30~10:30、2) 13:00~14:00、3) 15:30~17:00 の 3 時間帯に分けて行っている。

(2) 街路評価値 (E) の測定

街路評価値の定義法は、1962 年 AASHO⁴⁾ が行った

道路舗装の走行性を評価するサービス指数の定義方法と同様のものである。

まず、道路評点員を数十名用意する。今回は市民各層から、対象地区を良く知っている 22 名を選択した。これらの評点員を引率して、評価をしたい街路区間に赴き、10 点満点でその道路環境に評点をつけさせる。この場合の評点基準については、

- a) 歩いて大変楽しく、ゆったりと歩け、ここなら子供ひとりで歩いても安全だと思うならば ……………10 点
 - b) 舗装状況等の諸条件を考え、一応安全であるが、決して良い道路であるとはいえないと思うならば…5 点
 - c) この道路は迂回して行った方が良いほど好きでなく危険で不快であると思うなら……………0 点
- とだけ各評点員に説明してあり、他には全く予断を与えるような示唆はしていない。

ここで評点採点を 10 段階としたため、老人と主婦の一部に採点の単純化(ほとんど 0, 5, 10 点のいずれかというようなもの)が見受けられたが、全体としては正常な正規型の分布をしている。また、各員の平均点の分布も 2 人を除いて 4.6~6.0 の間に入りおり分散は小さい。また階層による平均点のかたよりも見られない。このため、各地点の評価値は単純に 22 人の評点を平均することにした。

60 箇所の地点の街路評価値 (E) の分布は 図-2 のようになり、平均値 5.2 を中心に正規型の分布をしている。しかし、各地点の評点員ごとの評点のばらつきは、かなり存在している。それゆえ、街路評価については、この平均値である評価値以外に標準偏差についても計算してみた。表-1 には、各地点の街路評価値と評点の標準偏差を示した。これより判るように、標準偏差は各地点とも良く似た値を示している (0.9~2.7)。一方、平均値はかなりの差がある。

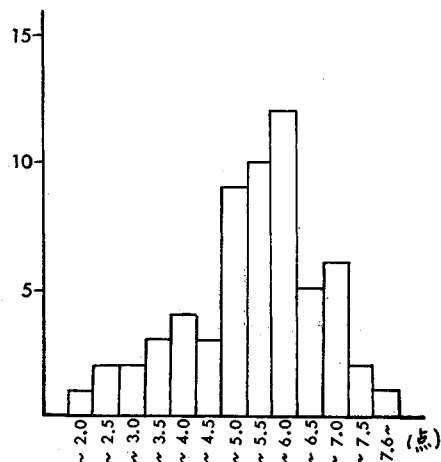


図-2 街路評価値の分布

表-1 街路評価値と経路選好係数

地点 番号	E 評価値	Eの 標準偏差	Eの 変動係数	選好係数 S			地点 番号	E 評価値	Eの 標準偏差	Eの 変動係数	選好係数 S		
				駅向き	逆向き	平均					駅向き	逆向き	平均
1	5.00	1.02	0.21	0.61	0.00	0.41	31	6.10	1.36	0.22	0.04	0.17	0.10
2	3.70	2.74	0.74	0.45	0.48	0.46	32	5.80	1.26	0.22	-0.47	-0.65	-0.55
3	6.80	1.41	0.21	0.30	-0.18	0.08	33	5.00	1.30	0.26	0.21	0.26	0.24
4	5.70	2.10	0.37	-0.26	-0.89	-0.52	34	5.70	1.09	0.19	-2.00	1.11	1.53
5	6.30	1.42	0.23	-0.09	-0.39	-0.23	35	4.80	2.48	0.52	—	—	—
6	5.80	1.28	0.22	0.65	-0.44	0.00	36	5.50	1.23	0.22	0.07	0.21	0.15
7	4.90	1.39	0.28	0.43	-0.28	-0.10	37	5.90	1.33	0.23	-2.00	-2.00	-2.00
8	5.50	1.23	0.22	-0.02	-0.10	-0.06	38	5.50	1.27	0.23	0.30	0.29	0.19
9	5.60	1.95	0.35	-1.07	-2.00	-1.55	39	5.10	0.88	0.17	-0.44	0.13	-0.14
10	5.80	2.17	0.37	-0.56	-2.00	-0.93	40	6.00	1.13	0.19	-0.34	-0.46	-0.40
11	4.90	1.12	0.23	-0.36	-0.58	-0.48	41	5.70	1.21	0.21	-0.28	-0.36	-0.31
12	6.80	1.38	0.20	—	—	—	42	6.10	1.01	0.17	0.03	0.26	0.15
13	6.80	1.23	0.18	0.44	0.30	0.38	43	4.00	1.60	0.40	1.13	0.44	0.67
14	1.80	1.82	1.01	—	—	—	44	7.30	1.21	0.17	-0.27	-0.36	-0.31
15	5.30	1.22	0.23	-0.20	0.62	0.23	45	6.40	1.22	0.19	-0.28	-0.46	-0.36
16	4.40	1.40	0.32	—	—	—	46	5.50	1.23	0.22	0.15	0.47	0.33
17	6.70	1.46	0.22	-0.13	0.55	0.25	47	5.70	0.96	0.17	0.06	-0.31	-0.14
18	6.20	1.99	0.32	—	—	—	48	5.90	1.20	0.20	0.72	-2.00	0.78
19	7.00	2.07	0.30	-0.81	0.50	-0.91	49	5.20	1.03	0.20	-0.98	0.25	-0.49
20	6.60	1.47	0.22	0.48	-0.88	-0.33	50	4.00	1.73	0.43	-0.23	-0.30	-0.25
21	4.60	1.19	0.26	—	—	—	51	2.60	1.92	0.74	0.46	0.78	-0.60
22	5.30	1.48	0.28	0.06	0.26	0.12	52	3.40	1.77	0.52	—	—	—
23	2.40	1.61	0.67	-0.22	0.07	-0.08	53	5.10	1.18	0.23	0.99	0.27	0.22
24	3.10	1.67	0.54	-0.11	0.83	0.26	54	5.40	1.22	0.23	0.00	0.43	0.19
25	3.60	1.67	0.46	0.25	0.17	0.22	55	2.80	2.02	0.72	0.31	0.32	0.31
26	2.80	1.62	0.58	0.05	0.77	0.43	56	3.10	2.03	0.65	0.14	0.25	0.19
27	7.20	1.59	0.22	0.51	0.01	0.25	57	4.30	1.10	0.26	-2.00	0.00	-0.40
28	4.20	1.64	0.39	0.84	0.14	0.36	58	4.70	2.14	0.45	0.06	0.37	0.20
29	5.00	1.48	0.30	-0.08	0.51	0.15	59	8.60	1.07	0.12	0.43	0.60	0.48
30	4.90	1.49	0.30	-0.20	0.15	-0.08	60	6.00	1.66	0.28	0.30	0.06	0.15

(3) 経路選好係数の計算

経路選好係数を計算するために、歩行経路の調査を行った。調査区域内に設定したスクリーンラインを通過する歩行者に、起点および終点と歩行経路をヒアリングし、地図上に記録したものである。これをOD表と各街路区間ごとの断面交通量の両データとして整理する。この場合、調査区域外に起終点のあるものは同区域への流出入点をもって起終点としている。なお、この調査で得られたサンプルは842トリップであり、ノード数58のOD表に展開された場合、トリップの配分のみられるODペアは352であった。この中では駅前や商店街のノードを起終点とするものが大きな値を示している。

次に、調査区域の全街路網およびその周辺部の一部街路をとり入れたネットワークを形成し、これに最短経路に従って、上述のOD交通量を配分する。いま、この配分によって得られた各リンクの断面交通量を Q_{opt} とする。先述の当該街路区間に発生している断面交通量実現値を Q_r とすると、経路選好係数 S は次式で定義される。

$$S = \log \frac{Q_r}{Q_{opt}} \dots \dots \dots (1)$$

この S は、当該街路区間が、最短経路上に現われる

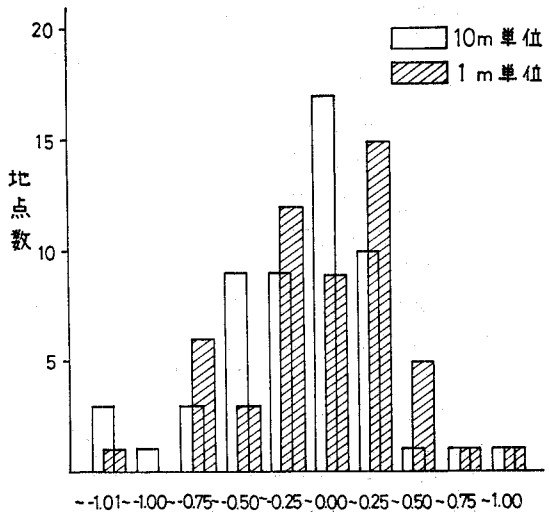


図-3 経路選好係数分布図

ことが少ないにもかかわらず良く利用されているとき正となり、逆の場合に負となる。また対数をとることにより、図-3にみるように S の分布は、0.0を中心としたより左右対称に近い分布型を示すようになる。

式(1)による S の計算値は、最短経路測定精度によって若干異なった値を示すようになる。図-3は、1m

の精度で測った場合と10mの精度の場合の比較である。後者の場合は等距離経路が多く現われ、交通量を複数経路に等分配分をする必要が生ずる。ここでは、後者の方が分布型が整っているし、歩行者の距離認識の精度も10mよりも厳密ではないと思われるので、後者の10m精度の経路探索によるものを経路選好係数 S として採用することにした。

また、この S は各地点ごとに両方向ずつ計算される。上下両方向の S 値の間には大きな差のあるものもある。そこで、ここでは犬山駅に向う方向と逆方向という基準で整理し、両方向の S 値（以後「駅向き S 」と「逆向き S 」という）と合計の S 値（以後「平均 S 」という）を用意し、しばらくは並行して分析しつつ、その特性をみていくことにしたい。表-1にはこの値も併載した。

なお、評価値 E を計算した60地点のうち、7地点は対象区域の周辺にあり、スクリーンラインとの位置関係から該当の歩行者交通を捕捉できず、この経路選好係数は算出ができない。したがって、データ数は53である。

(4) 街路環境指標

歩行者が道路を通行するときの環境条件は、道路構造にかかわるものと、通行時に歩行者が感覚するいわゆる通行環境および交通量等の状態に分類することができる。

a) 街路の道路条件

道路構造については、道路幅員、歩道形態、舗装状況、側溝の構造、縦断勾配、道路屈曲角について調査した。このうち、一部の項目については各地点間に有意な差が認められなかったものもあり、分析用のデータからは除外した。たとえば舗装はほとんどアスファルトの簡易舗装であった。また、縦断勾配は5%を越えるものは

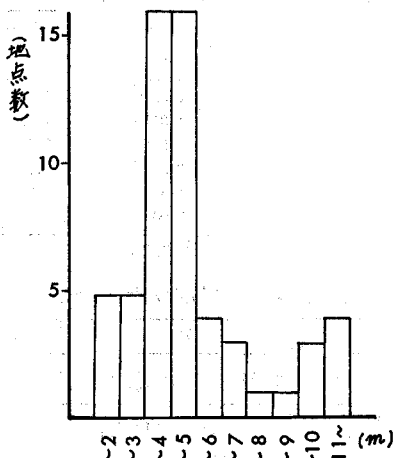


図-4 総幅員の分布

表-2 歩道形態と側溝構造の分布

[歩道形態]	件数	分類のタイプ				
		A	B	C	D	E
マウントアップした歩道	3	1	1	1	1	1
縁石またはガードレールによる歩道	5	2	1	1	1	2
マーキングによる歩道	8	3	2	1	2	2
なし	44	4	3	2	2	2
[側溝の構造]						
両側に開渠のないもの	33	開渠とは側溝があってフタのないものをいう				
片側に開渠のあるもの	16					
両側に開渠のあるもの	11					

見られない。

こうして、道路構造に関する指標は道路幅員 w (単位 m)、歩道の形態、側溝の構造の3項目に限ることにした。道路幅員は歩道を含む総幅員で3m~5mのものが多くなっている(図-4)。また、歩道の形態および側溝の構造についての分類と調査結果は表-2に示した。いずれにしても、歩道幅員2m以上のものはみられなかった。

b) 街路の歩行環境

歩行者が何を見、何を感じながら歩くかは大変わかりがたいのであるが、ここでは歩行の環境を表わす指標として、道路の閉塞感を示す天空率 h (単位 %)、環境樹の量を表わす緑率 g 、道路の都市施設環境を示す商店数 m の3項目を採ることにした。このほかにも、沿道施設の高さと軒さがりによって閉塞感を表わすことを考えたが、結局天空率の方が使いやすかった。また、自然環境としては塚の種類や沿道の土地利用をも調べたが、その代表指標として視野に入る緑の量をとることにした。

天空率 h とは、各地点において道路中心線上の一定の高さから同一カメラ (OLIMPAS OM 1 F3.5, $f=28$ mm) で道路中心線にそって通常の歩行者の視線方向と考えられる鉛直角で (平坦部では中心線に平行) 撮影した写真の画面から、天空の面積比率を計測したものである。今回の区域では、大変狭い裏路などもあるので、図-5に示すように10%以下の天空率を示すものもあ

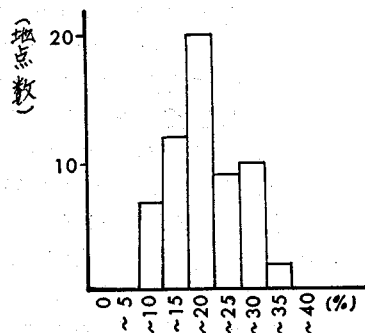


図-5 天空率の分布

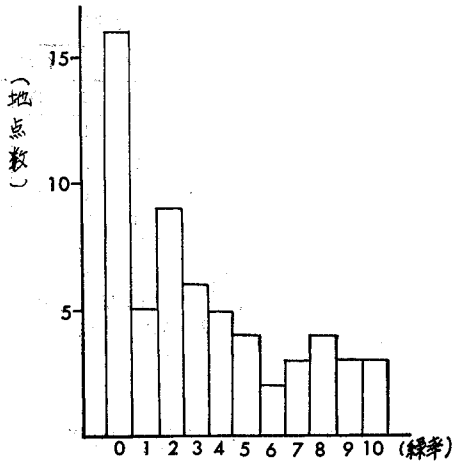


図-6 緑率の分布

るが、一般に 10~30% の値を示している。

緑率 g は同じ写真の画面から樹木、鉢植など緑の占める面積を計り、今回のサンプルのうち最も大きいものを 10 点として指数化したものである。したがって一般的なデータではない。分布は 図-6 に示したが、1/4 が全く緑がなく 0 点である。

商店数 m (単位、軒/100 m) は、分析地点の前後 50 m ずつの街路区間の両側に面している店舗、事業所の軒数を数えたものである。商店数は、道路沿道の土地利用が経済活動の上で高度化していることの指標であると考えられるので、事業所には商店数という用語にふさわしくないものもあるが、ここでは、これに含めることにしている。なお、街路の屈曲により、100 m の延長が確保できない区間では、見通せる限りとした。したがって、厳密な商店密度にはなっていない。しかし、歩行者の商店街の認識は、実際に店舗が見えるか否かにあろう。したがって、ここではあえて商店数そのものを指標とすることにした。実際、分析の結果は商店密度よりもこの方が説明的であった。分布状況は 3 店以上は 19 箇所、1 つも店のないのが 21 箇所となっており、10 店以上は 4 箇所である。

c) 道路交通量の条件

対象区域の交通量調査は 1974 年 11 月 1 日 (金) に、
1) 8:00~9:00, 2) 11:00~12:00, 3) 14:30~15:30 の 3 時間にわたって実施している。この 3 時間を合計した自動車交通量を算出した (単位・台/3 hr)。国道では 3500 台/3 hr 以上の値が出ているが、150 台/3 hr 未満の地点が半数近くある。なお、この交通量を計測できた地点は、上述の 60 地点中 45 地点のみである。

次に、1975 年 11 月 14 日 (金) に駐車実態の調査を行った。この地区は全面的に駐車禁止となっているのであるが、実際には 31 地点 (8 地点観測できず) において駐車が見られた。この観測は 1 日に 4 回、全道路を巡

回し、各地点から見通せる駐車台数 (単位・台) を計数したものである。ここでは、先の商店数と同じ理由により、単純にその台数を指標としている。

以上の 8 項目の街路環境の条件を表わす指標を用意した。

4. 街路評価モデルと経路選択モデル

(1) E と S の関係

さて、上述の街路評価値 E と経路選好係数 S は 53 の同一地点において算出されているので、いまこの両者の相関を調べてみる。その結果は相関係数 $r = -0.09$ となり、両者の間にはほとんど何らの相関性を見出すこともできない。すなわち、 E と S は全く異なった決定機構を持っているようである。このことは、 E と S おおのこの街路環境指標との相関のあり方にも現われている。

表-3 は街路環境指標のうち連続量で表わされる 6 指標と E および S の単相関分析結果を示したものである。また、歩道形態と側溝の構造については表-2 に示

表-3 単相関分析結果表 (相関係数)

指 標	評 価 値		選 好 係 数 S			
	E	(データ数)	駅向き	逆向き	平均	(データ数)
商店数	-0.17	(60)	0.29	0.23	0.26	(53)
駐車台数	0.22	(50)	0.18	0.22	0.28	(49)
自動車交通量	-0.46	(45)	0.24	0.20	0.22	(41)
道路幅員	-0.06	(60)	0.33	0.31	0.40	(53)
天空率	0.25	(60)	0.19	0.12	0.18	(53)
緑率	0.39	(60)	0.14	-0.22	-0.07	(53)
選好係数	-0.09	(60)				
			駅向きと逆向き S の相関		0.22	

表-4 分散分析 F 値表

分類名	層数	評価値 E	選好係数 S			$\alpha = 0.01$ の F 値	
			駅向き	逆向き	平均	データ数	
サンプル数		60	53	53	53	60	53
側溝構造	3	1.86	1.03	4.28**	3.17	5.00	5.10
歩道形態 A	4	5.42*	0.77	4.31*	4.66*	4.20	4.25
同 B	3	3.00	0.52	6.52*	6.90*	5.00	5.10
同 C	2	3.73	0.85	13.30*	13.28*	7.10	7.20
同 D	2	1.01	0.06	4.53	7.92*	7.10	7.20
同 E	2	0.00	1.13	0.90	1.19	7.10	7.20

* $\alpha = 0.01$ で有意な F 値 (** は $\alpha = 0.025$)

表-5 経路選好係数の層別平均値

層	分類タイプ	B		C	
		データ数	平均値	変動係数 (%)	平均値
マウントアップ+緑石マーキングなし	8	0.442	104	0.347	107
	8	0.252	100		
	37	-0.179	292	-0.179	292

したカテゴリ一定義（歩道形態の分類は5つのタイプを考えた）に従って一元配置の分散分析を行った結果を表-4に示している。街路環境指標はすべての観測点に用意できたわけではないので、表にみるようにデータ数は若干の変動があるが、いずれにしても有意な相関関係を判定するには、単相関分析においては相関係数が $r=0.25$ 以上になることが必要であろう。また、分散分析において要求される有意な層間格差判定のための F 値は表-4に併記してある。

これより、評価値 E は自動車交通量 q に負の、緑率 g に正の相関がみられるのに対し、選好係数 S は道路幅員 w との間に正の相関がみられるのみである。さらに分散分析の結果からは、歩道形態が E, S ともに影響を与えていることがわかるのであるが、 E では歩道形態を細かく分類した場合に影響が明確になるのに対し、 S では歩道の有無のみが影響するように見受けられる。ただし、マーキングや縁石といった中途半端な歩道では、 E の値は歩道のない場合よりもむしろ低い値を示していることが注目される。 S の場合については、その分析結果を表-5に示した。

このように、評価値 E と選好係数 S は、相互の間に相関はなく、おのおのを決定する要因も大きく異なっていることがわかる。そこで以下には E および S の決定モデルを全く独立に求めてみることにしたい。

なお、上述の議論では経路選好係数に平均 S をとって考察しているが、 S の反応は駅向き S と逆向き S とで、かなりパターンの相違があることが表-3, 4から読みとれる。すなわち、商店数や自動車交通量、道路幅員など街路の繁華性を表わす指標に対しては、駅向き S の方が弱いながらも正の相関を示そうとするのに対し、歩道形態に対しては逆向き S が強い関連性を示し、駅向き S ではそれが見られないのである。これは、いま駅向き S が主として目的地に向かう途上のトリップによって算出され、逆向き S が帰宅トリップによって算出されていると考えうるとすれば、歩行者は往路は繁華で機会の多い経路を、帰路は安全な経路を選択することができる。しかし、今回の調査ではトリップの目的を調べていないので、上述のトリップの方向と目的の対応は、あくまで推測の域を出ない。したがって、以下の議論では選好係数 S はすべて平均 S を用いていくものとする。

(2) 街路評価モデル

単相関分析の結果より評価値 E に関しては有意な相関を示す街路環境指標が複数見られるので、ここではこれらの指標を説明変数とするもっとも説明力のある重回帰式を変数減少法により求めることにする。説明変数に

は、その値が0となりうるものが存在し、この場合も E 値は0でないことがいえるので、式の形は一次結合と仮定している。

重回帰分析の結果、自由度調整済みの決定係数が最高(0.59)になるのは次の式であった。

$$E=3.157-0.086m-0.00151q \\ +0.392w+0.0400h+0.114g \dots\dots\dots(2)$$

ここで、 m は商店数(軒/100m)、 q は自動車交通量(台/3hr)、 w は道路幅員(m)、 h は天空率(%)、 g は緑率(点)を表わす。重相関係数は $r=0.80$ であり、かなりの変動が説明できたと見て良いであろう。 F 値は、 $F=11.18$ であり、この場合、有意水準5%の F 値は2.53であるので、回帰係数全体としての有意性は確認できる。

これより、式(2)を街路評価モデルと考えることができる。評価値は商店数と自動車交通量の多いところほど低く、道路幅員が広く、天空が広がり、緑の多いところほど高くなることがわかる。なお、式(2)の回帰係数より標準回帰係数を計算してみると、自動車交通量の影響が最も大きく、ついで道路幅員、商店数となっており、緑率、天空率は、他と比べて影響力は少ない。

(3) 経路選択モデル

経路選好係数 S を説明するモデル式は3つのものを作成した。すなわち、① 上述の街路評価モデルのような連続量の環境指標を説明変数とした重回帰式、② これに歩道形態をダミー変数として加えた重回帰式、および③ 数量化理論I類を用いたモデルの3種である。

単純な重回帰式としては説明変数を3つ用いた場合に最も合理的なものが得られた。

$$S=-0.098+0.021m+0.00009q \dots\dots\dots(3)$$

しかし、この式(3)は重相関係数 $r=0.53$ 、 F 値は6.58であって有意水準5%で回帰係数の有意性は確認できるものの、必ずしも十分な説明力を持っているとはいえないであろう。

歩道形態をダミー変数として式(3)に加えるにあたっては、歩道形態の分類タイプBとCの2ケースについて試みてみた(表-2参照)。

分析の結果、決定係数は2分類の場合が0.324、3分類の場合が0.344であった。式(3)の決定係数は0.285であるので4~6%の説明力の向上がみられる。しかし、両方ともダミー変数により増加した回帰変動量の、残差変動に対する分散比 F は、1.92 および 1.48 にしかならず、ダミー変数を用いて求めた定数項の層間差は有意であるとはいえない。いま、求められた式を示しておけば、2分類の場合、次のようなものである。

$$S=C+0.015m+0.00004q \dots\dots\dots(4)$$

表-6 数量化理論分析結果

アイテム	カテゴリー	サンプル数	カテゴリースコア	レンジ (偏相関係数)
歩道形態	歩道なし	35	-0.022	0.241 (0.238)
	マーキング	7	0.166	
	歩道あり	7	0.218	
駐車の有無	有	31	0.0	0.043 (0.056)
	無	18	-0.043	
商店の有無	無	28	0.0	0.254 (0.202)
	ややあり	16	0.121	
	商店街	5	0.254	
道路種別	国道	5	0.0	0.466 (0.366)
	一般市道	37	-0.064	
	裏道	7	-0.466	

表-7 経路選択モデルの推計残差比較

モデル	式(3) 回帰モデル		式(4) ダミー変数モデル		数量化モデル
観測値の平均	0.0257				-0.0261*
推計値の平均	0.0213		0.0136		-0.0261
観測値の標準偏差	0.5055				0.4038*
推計値の標準偏差	0.1618		0.1618		0.2631
推計残差の平均	0.0045		0.0121		0.0000
推計残差の標準偏差	0.4816		0.4653		0.3064
データ数	42				49*
χ^2 値	13.569		13.365		14.635

* アイテムの関係で使用したデータ数が異なっている。

$$C \begin{cases} = 0.058 & (\text{歩道のある場合}) \\ = -0.120 & (\text{歩道のない場合}) \end{cases}$$

数量化理論のⅠ類を用いたモデルについては、さまざまに説明アイテムを組合せてみた結果、表-6のようなモデル式を得た。ここで使用されたアイテムは歩道形態(3カテゴリー)、駐車の有無(2カテゴリー)、商店の有無(3カテゴリー)、道路の種類(3カテゴリー)である。商店の有無は、商店街と言うほどでないものをややありとして分類している。また、道路の種類はほぼ自動車交通量の多寡を表わしているとみることができるのであって、裏道とは物理的に自動車の進入できないようなものである。

分析の結果は表-6にみるように、すべてに合理的なカテゴリースコアの分布をみており、レンジは道路の種類が最も大きく、駐車の有無はほとんど意味のあるレンジを持たない。すなわち、国・県道ほど、歩道のあるほど、商店のあるほど S 値は高くなることを示している。アイテム相互の相関性は、商店の有無と歩道形態がやや高くなっているが、一応たがいに独立と見て良いであろう。重相関係数は $r=0.651$ であった。分析に用いられたデータ数は49である。この相関係数をただちに、重回帰分析の相関係数に比較するわけにはいかないが、それにしても後者よりかなり良い相関係数が得られたものと見て良いであろう。

この3つの経路選択モデルのどれが良いモデルである

かについては、直載に判定することは難しいのであるが、ここではこれらのモデルによって推計した値と観測値との差について検討することによって、モデルそれぞれの特色を検討しておくことにする。

推計モデルの有効性を計る一つの目安として、推計値の平均値と標準偏差が観測値のそれと近い値が得られているかどうかを見る方法がある。表-7にはこれらの計算結果が表示してある。これによると、数量化モデルは平均値が良く一致しているが、他のモデルでは推計値の平均がやや小さくなっている。このことは、回帰モデルがやや過小推計をする傾向があることを示している。これは、観測値から推計値を引いた推計残差の平均が正の値をとっていることからわかる。そして、その偏差はダミー変数を用いたモデルが最も大きい。一方、標準偏差はいずれのモデルによる推計値も観測より小さくなっており、これらのモデルが十分に選好係数 S の変動を説明しきっていないことを示している。この点でも数量化モデルが最も良い推計値を与えている。

いま一つの比較検討の方法として、推計誤差の総量を示す指標として次式に示すような χ^2 値を算出することもできる。

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{観測値} - \text{推計値})^2}{|\text{観測値}|} \dots \dots \dots (5)$$

この計算結果も表-7に示してあるが、これも推計演算をしたデータ件数を考えると数量化モデルが最も誤差量の少ないことを示している。このように、3つの経路選択モデルの中では、数量化モデルが最も良いモデルであるといえる。

(4) 歩行者の経路選択と街路評価

以上の経路選好係数 S と街路評価値 E の分析より得られた結果をまとめてみると次のようになる。

経路選択モデルとして最も良好なモデルといえるのは表-6に示す数量化理論によるモデルである。これによると、歩行者は最短経路からはずれて歩行経路を選択する場合、国道・県道といった広い道路、歩道がはっきり整備されている道路、商店街のある道路といった、繁華な経路を多く選択することがわかった。そして、道の閉塞感や環境樹の有無といったものは、経路の決定に影響を与えていない。

これに対し、街路評価の実態は実際の経路選択とは全く独立している。式(2)によれば、自動車交通量の少ないところほど、また道路幅員の広いところほど、そして寄与の程度は低い、商店の少ないほど、天空率が大きいほど、環境の緑が多いほど、人々は良い街路であると判断しているのである。

もちろん今回の調査が、散歩などのトリップの少ない

駅前地区といった地区のデータに偏していることの限界もあろうが、ここに得られた歩行経路の決定に、街路の快適さがあまり影響しないという結果は重要である。しかも人々は快適さのある道路を良い道路であるとは評価しているのである。これより、歩行者空間の整備は、商店街や基幹的の道路において、歩道を整備し、自動車交通量を減じ、開放感のある緑の多い環境を創出する方向に向けられるべきであるという結論が導かれるであろう。

以上に両モデルから読みとられる結論をまとめたのであるが、経路選択モデルにおいてははまだ推計残差の無視し得ない若干の地点が見られる。これらの地点の特徴を吟味しておくことは今後の研究発展のために参考になる。また、最短経路をはずれて迂回経路を採る歩行者の、その迂回距離の限度はどのようなものであろうか。次章では、これらの点について若干の考察をしておくこととしたい。

5. 街路の個性と迂回距離

(1) 街路の個性

本研究で経路選択モデルの説明変数に用いた街路環境指標は、いずれも大部分の観測点に共通して観測しうる特性を用いている。しかし、街路の環境条件にはある地点にだけ存在する他との比較を許さない固有の条件が存在する。これらの条件は今回のモデル解析では除外されているのであるが、完成したモデルを用いて経路選好係数の計算値を求め、それを当該の観測値と比較する推計残差の分析を行うと、この地点の個性とでもいべき要因がかなり大きく働いていることがわかる。

推計値が観測値を大幅に下回る（推計残差の標準偏差である0.3以上）地点は、01, 13, 25, 33, 38, 46, 54, 59（図-1参照）の8地点あり、逆に上回るものは、10, 11, 32, 40, 49の5地点である。これらの地点に共通の説明を見出すのは困難であるが、一般に過小推計をしている8地点には、市役所や幼稚園あるいは祠、広場、清流に沿った並木など、おのおの種類の異なっているが人々を引きつける何物かがあることがわかる。これに対し、過大推計になるところは、極めて閉塞的な路地の場合と、上記の過小推計点と競合する位置にあるものに別れるようである。

このように、ここに揚げた経路選択モデルに推計誤差を持たらす要因は、一般化の難しい、いわゆるアメニティーとか個性といった範疇のものであるといえるようである。したがって、さらにモデルの改良を進めるには、これらの要因をいかにして計量化していくかが問題となってくるようである。

(2) 迂回距離の分布

実際の歩行経路が最短経路から迂回する長さについては迂回長と迂回率について分析する。

まず、850件の調査データについて観測された経路に沿って実際の距離を計算し、これと最短経路長との差を求め、これを迂回長とする。さらに、この迂回長を最短経路長で除したものを迂回率とする。この計算の過程でデータの中に起終点が一致する回遊トリップや、迂回長や迂回率が過大となるもの（700m以上、500%以上計13件）を不良データとして除外した。したがって、以下の分析に用いるデータは725件である。

この迂回長と迂回率の累積分布図を示したものが図-7である。全データの平均値（標準偏差）は迂回長57.76m（111.84m）、迂回率18.6%（50.96%）であるが、このような下方硬直型の分布において平均値は意味を持たない。ちなみに、度数分布表において最も度数の多いのは迂回長0mであって、全体の33.8%に達している。

いま、累積分布曲線の勾配が急に緩やかになる85%を持って迂回の限度を定義すれば、迂回長で100m、迂回率で20%となる。また、95%の点を限度とすれば250m、100%となる。迂回長の限度を絶対距離と率とのどちらで定義するかは、一概に決め難いところであるが、この曲線を比較するならば、迂回率の方が急激に曲率の変化が表われており、定義に用いるについてはより妥当であるように思われる。また、迂回長の実距離に対する相関図では、相関係数 $r=0.41$ （データ481件）を得ており、分布の上界は明瞭にトリップ長の増加に伴って迂回長が増加することを示している。そこで、ここでは迂回長の上限は迂回率20%（85%点）を採っておく。

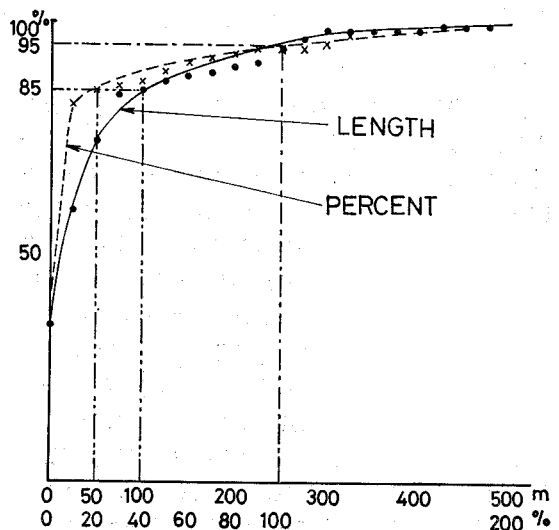


図-7 迂回距離の累積分布

表一 8 年令性別平均迂回長

	迂回長		迂回率		データ数
	\bar{X} (m)	C.V.(%)	\bar{X} (%)	C.V.(%)	
中学生	63	246	13.1	249	31
高校生	111	156	25.7	164	38
青年(男)	121	96	29.6	115	34
(女)	101	137	37.3	216	83
壮年(男)	68	130	26.6	243	52
(女)	84	148	27.3	218	152
老年(男)	86	132	35.8	213	29
(女)	64	170	21.0	235	59

ことにする。

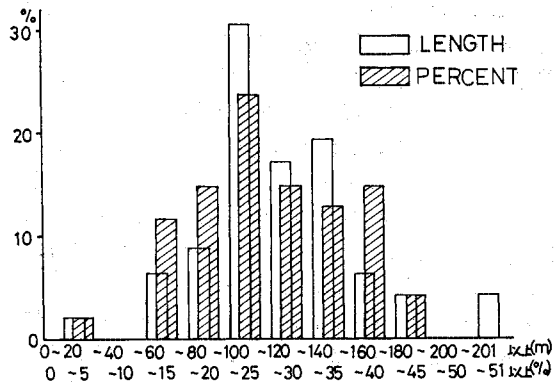
次に、この迂回長分布を年令性別にみても、各層の平均値および層内の変動係数は表一8のようになる。迂回長の平均値は高校生・青年男女のグループと壮・老年男女に中学生を加えたグループに明確に分かれていて、前者は100~120mの値を示すのに対し、後者は60~86mという値を示している。もちろん、各層ごとに平均値は異なっているが、同表に示したように各層内データの変動係数が大きいので、この8層分類による層間格差は有意ではない。しかし、今これを上述の2グループにまとめて分散分析を行うと、非青年グループ(中学生を含む)は77m、青年グループは108mの平均値を示し、F値は5.98であって、有意水準2.5%で有意な格差が認定される。

一方、同様の層による迂回率の差は表一8に併せ示したが、変動係数の大きさをも考慮すれば、層間の一定の格差傾向を見出すことは、ほとんど不可能である。

このように、歩行者交通における最短経路からの迂回については、その率は年令性別によって差はみられないのであるが、一般に高校生や青年の徒歩トリップ長の長いことを反映して、迂回長はこの層で長くなることわがかる。

(3) 地点別の平均迂回長

さて、各観測点ごとに、通過するトリップの迂回長および迂回率を平均し、地点別平均迂回長および迂回率を計算することができる。これをヒストグラムに表わすと図一8のようになる。このように、地点によって、平均迂回長にはかなりの差があることがみられる。そこで、各地点の商店数と平均迂回長との関係を調べてみると表一9のようになる。これによると、迂回長が80mから140mという最もデータの多い部分では、商店数の多いところほど平均迂回長が長いものが多く、経路決定モデルにおいて商店数が大きく寄与していたことに対応している。しかし、80m以下と140m以上の平均迂回長を持つ地点は必ずしもこの法則に従っていない。これらの地点のうち、商店数が0でありながら平均迂回長が140mを越えている4地点を見てみると次のようなことがわ



図一8 平均迂回長および平均迂回率の分布

表一9 迂回長と商店数の関係

平均迂回長 (m)	商店数 (軒/100m)				TOTAL
	0	1	2~4	5以上	
0~80	2	0	(3)	(3)	8
81~100	5	5	2	2	14
101~120	3	1	2	0	6
121~140	2	0	4	5	11
141~	(4)	1	1	1	7
TOTAL	16	7	12	11	46

かる。すなわち、これらの点は1つを除いて、いずれも商店街への進入ルート上にあり、そのうちの1つは市役所の前である。このように、商店数を当該地点の前後100mについて数えて、これを商店街の指標とすることの不十分さが、ここに現われているとみることができる。歩行者の経路をひきつける要素は、単に商店の数のみではなくて、その他、そのトリップの目的地ではなくとも、良く目的施設となりうる親しみのある施設群であり、なおかつ、それらへの接近路であるということができよう。

6. 結 語

歩行者が通行経路を決定するにあたって、歩行者自身の街路についての評価と実際の選択行動および客観的な街路環境条件との三者の間どのような相互関係があるかを把握するのが本論の目的であった。研究の結果は、歩行者の街路評価メカニズムについてはかなりの把握ができたが、街路選択行動の説明ははなはだ不十分な段階に留まっている。しかし、所期の目的の多くの部分は達成されたのであって、いまそれをまとめてみれば次のようになる。

(1) 歩行者は自動車交通量が少なく、視界に樹木など緑の多いほど、良い道路だと見なしている。また、歩道存在は、自動車交通量の影響を緩和するが、これは簡易構造の歩道では意味がない。

(2) ところが、歩行者は必ずしも自己の良いと評価した経路を歩いてはいず、多少環境は悪くとも、商店が多く賑やかで幅の広い街路を選択している。

(3) このように、歩行者は必ずしも最短経路を歩くのでもない。上述のような賑やかな街路を求めて、かなりの迂回をも厭わないのであるが、その迂回の限度は、おおむねトリップ長の 20% である。

このような実体であるから、今後の歩行者交通空間の整備にあたっては、商店街や公共施設のある街路の歩行者化 (pedestrianization) を進めていくことが必要である。この場合に、歩道はマーキングやガードレールのような応急措置では不十分なこと。道路環境の向上策としては、天空率を向上させるよりは植樹や花壇などの環境緑化がむしろ有効なこと。また、広場や祠などオープンスペースと歩行者路との結合がことのほか重要であることなど、本研究より得られた知見が役に立つであろう。

本研究の遂行にあたっては、中部工業大学土木工学科計画研究室の学生諸君の協力を得た。特に技術員 小川成夫君の協力は重要であった。また、データ収集にあたって、愛知県交通対策室、犬山市交通企画課、(株) E &

S の協力をいただいた。ここに厚く感謝する。

なお、データ処理は中部工大計算センターのシステムを用いたほか、数量化理論の分析にあたっては名古屋大学大型計算センターで FACOM アプリケーションプログラムを用いた。

参 考 文 献

- 1) G. Dietrich: Pedestrian paths through a uniform environment, Town Planning Review, Apr. 1971.
- 2) 今西芳一・越 正毅: 歩行者の経路選択特性に関する研究, 土木学会第 30 回年次学術講演会講演概要集第 4 部, 1975.10.
- 3) 深海隆恒: 歩行者の流れについて, 月刊交通 (警察庁編), 1975.11.
- 4) 高橋国一郎ほか: AASHO 道路試験, 日本セメント技術協会, 1966.
- 5) OECD 編, 宮崎 正訳: 楽しく歩ける街, PARCO 出版局, 1975.10.
- 6) 愛知県企画部交通対策室: 都市における生活空間再開発に関する調査研究報告書, 1975.3.
- 7) 松本嘉司: 土木解析法 (1), 技報堂, 1971.11.
- 8) 奥野忠一ほか: 多変量解析法, 日科技連, 1971.10.
- 9) 林知己夫ほか: 市場調査の計画と実際, 日刊工業新聞社.
- 10) FACOM マニュアル アプリケーションプログラム QUANTAS.

(1976.5.24・受付)