

散歩経路の形状分類と散歩属性との関連性に関する分析 Analysis on the Characteristics of Shape in Walking Routes

外井哲志*¹・坂本紘二*²・井上信昭*³・中村 宏*⁴

Satoshi TOI, Koji SAKAMOTO, Nobuaki INOUE, and Hiroshi NAKAMURA

1. はじめに

今後の高齢化社会においては、健康面からの歩行や散策の重要性が高まり、安全で楽に歩けるだけでなく、気持ちよく歩ける歩行空間を質・量ともに充実することがいっそう要請されるものと思われる。また、魅力ある歩行空間の整備は、沈滞した商店街を活性化する効果も期待できる。このように、歩行空間の整備はより良い生活環境づくり・まちづくりにおいて重要な役割を担っているといえる。

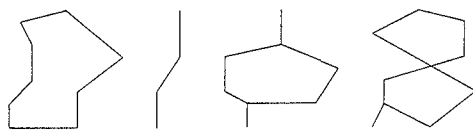
著者らは、「散歩」が究極の歩行行動であると考えられることから、「散歩」を通して望ましい歩行空間のありかたを研究してきた。すでに、福岡県田主丸町で散歩行動に関する実態調査^{1)・2)}を実施し、そのデータに基づいて散歩行動を12タイプに類型化するとともに³⁾、散歩者が好む道路特性を分析し、多くの散歩者が好んで非市街地を歩いていることなどを明らかにした⁴⁾。ところで、散歩道を中心にした歩行空間ネットワークを整備するためには、散歩者が好む空間的特性を知るばかりでなく、それらの特性を地域内に配置する方法、整備すべき量、そして、それらをどのように連結して、歩行経路として構成していくかを示す方法論が必要であるが、現状ではそれが確立しているとは言い難い。

本研究ではこのような立場から、これまでの研究に引続き、同調査データにもとづいて、散歩経路の形態を分類するとともに、個人属性ならびに散歩属性との関係を分析したものである。

2. 散歩経路の形状分類

(1) 経路グラフの分類の考え方

著者らは、前報⁴⁾において同一リンクおよびノードの経路中での重複状況を判断基準とし、散歩経路の形態を、①循環型、②往復型、③循環往復型、④分節型の4つのタイプに分類して考察し、調査データから、②①③④の順に平均散歩距離が大きくなることを示した。これらの分類の形状を図-1に示す。



①循環型 ②往復型 ③循環往復型 ④分節型

図-1 散歩経路の形状の分類の例

しかしながら、この分類は理論的根拠がなく、枝分れ状況や循環路数の意味等をうまく説明することができないなどの不備な点があった。そこで、本研究では、グラフ理論の考え方を導入し、平面グラフとしての散歩経路の形状を表現することを試みた。

散歩経路は出発地点と到着地点がともに自宅であり両者が一致するため、散歩経路上では、必ず循環路(ループ)あるいは同一リンクの2回通行(重複リンク)が出現する。また、経路の途中での寄り道によって、行き止まりや枝分れが発生することも多い。さらに、限られた範囲の中で一定時間あるいは一定距離を歩こうとすれば、自ずから経路が入り組み循環路の数が増えるであろう。そのうえ、散歩者によっては、同じ場所を2回以上通りたくないと考え、行動するであろうから、そのような行動規準にそった経路の形態の表現方法についても考慮しなければならない。

(2) 経路グラフの分類指標

キーワード：歩行者交通行動、歩行者・自転車交通計画

*1 正会員、工博、九州大学工学部(福岡市東区箱崎6-10-1, TEL092-642-3277, FAX092-642-3306)、*2 正会員、工修、下関市立大学(下関市大学町2-1-1, TEL0832-54-8652, FAX0832-52-8099)、*3 正会員、工修、福岡大学工学部(福岡市城南区七隈3-19-1, TEL092-871-6631, FAX092-865-6031)、*4 正会員、福山コンサルタント(福岡市博多区博多駅東3-6-18, TEL092-871-6631, FAX092-864-2904)

散歩経路を構成する道路リンクの集合が形作るグラフを「経路グラフ」と称することにする。

n をノード数、 m をリンク数、 a を領域数（グラフによって分割された平面の数）とすると、平面グラフにおける次のオイラーの公式が与えられる。

$$n - m + a = 2 \quad (1)$$

tree状態（循環路なし）の平面グラフでは $a = 1$ であり、循環路が1つ増加する毎に領域数も増加するので、循環路の数（ r ）は $r = a - 1$ となる。

循環路、往復路、行き止まりリンク、およびそれらの結合状況を示すものにノードの次数（そのノードに接続するリンクの本数）がある。散歩経路中に行き止まり路があれば、その最端部のリンクの一端の次数は1である。また、往復路、循環路の中間部に位置するリンクの両端ノードの次数は2である。循環路と往復路が接続するノードの次数は3である。

したがって、経路グラフのノードの次数がすべて2であれば、その経路グラフは循環型であり、2個のノードの次数が1で、他のノードの次数が2の場合には、往復型である。また、次数1のノードが1個、次数3のノードが1個、他のすべてのノードの次数が2であれば、経路グラフは往復循環型である。

散歩するとき同じ場所を2度通らないという原則で歩くことがあるが、これは一筆書きの規則と同じである。「グラフが一筆書きできるための必要十分条件は、そのグラフの全ノードの次数が偶であるか、2つノードの次数が奇で他は全て偶であることである。」という有名なオイラーの定理があるが、これを用いて、経路グラフの一筆書き可能性を調べれば、散歩者が一筆書きできる経路を選んだ（偶然も含まれるが）かどうかを知ることができる。本論文では、経路グラフにおいて次数が奇であるノードの数を「奇数次ノード数」と称することにする。

グラフが与えられた時、その全てのノードを1度ずつ通る閉じた路をハミルトン閉路といい、グラフにおける全てノードの次数が2であるときのみ生ずる。経路グラフでは上記の循環型に生じる。

（3）経路グラフの分類と平均的特性値

ここでは、領域数と奇数次ノード数を用いて、表-1のように経路グラフを分類した。表-1において、領域数が1の①、②、③がtree（木）と呼ばれるタイプで、循環路をもたない。領域数が2以上の

表-1 経路グラフの分類

	奇数次ノード数0	2	4	6
領域数1				
2				
3				

表-2 経路グラフ分類との平均的特性値

奇数次ノード数 0			2		4		6	
領域数 1			59	1.50	11	1.50	0	—
				3.00		3.00		—
				—		—		—
				1.85		1.89		—
2	65	115	2.96	27	2.87	6	2.97	
			2.63		2.41		1.75	
			3.30		3.33		4.20	
			0.17		0.13		0.11	
			1.16		1.22		1.32	
3	0	17	2.95	13	3.57	6	3.62	
			2.71		2.82		2.40	
			3.21		4.30		4.87	
			0.25		0.26		0.15	
			1.15		1.24		1.32	

注）各欄上段より、経路グラフ延長（km）、循環路延長（km）、散歩距離（km）、循環路面積（km²）、ノードの平均通過回数

グループは循環路をもつが、循環路の数、循環路と往復路の組合せにより様々なタイプがある。

表-2には、この分類法に基づいて経路グラフを分類して得られたグループごとに、サンプル数といくつかの幾何学的特性の平均値を示した。領域数1のtreeでは、経路グラフの平均延長が1.5kmで、平均散歩経路長の1/2であり、ノードを通過する回数の平均値は1.9程度（最端ノードでは1回と数える）である。領域数2のグループでは、循環型で経路グラフ長が2.45km、散歩距離が2.45kmであり、両者ともに奇数次ノード数の増加にしたがって増加する傾向があり、特に散歩距離の増加が著しい。しかし循環路の延長は奇数次ノード数の増加とともに減少する傾向にある。領域数3の場合は、奇数次ノード数の増加とともに経路グラフの延長も増加するが、そ

れ以外の点については同様である。

3. 経路グラフの形状と散歩者の属性との関係

(1) 分析の方法

経路グラフの形状分類と散歩者の個人属性、散歩属性の関係を分析する。個人属性としては、性、年齢層の2項目、散歩属性としては、散歩頻度、同伴者、散歩目的、散歩時刻、散歩時間、天候の影響、散歩距離の7項目を用いる。表-3 統合結果

また、経路グラフのグループは、サンプル数のアンバランスを緩和するため、奇数次ノード数4のグループ

	0	2	4以上
1	*	①	②
2	③	④	⑤
3	*	⑥	⑦

表-4 数量化Ⅱ類による群判別の結果

群の分類・得点と相関比			
分類	Freq	Score	r^2
群 1.2	70	-0.768	
群 3.4.5	213	0.219	0.166
群 6.7	36	0.200	
分類	Freq	Score	r^2
群 3	65	-0.850	
群 1.4.6	191	0.111	0.212
群 2.5.7	63	0.541	

カテゴリ得点表

Item	Category	分類		領域数	奇数次ノード数		表-3の7群	
		Freq	Score		Score	Range	Score	Range
性別	男性	131	0.151	0.256	-0.284	0.482	-0.255	0.433
	女性	188	-0.105	0.055	-0.198	0.119	-0.178	0.129
年齢層	10歳代	6	0.430		0.697		0.094	
	20歳代	18	-0.011		0.379		0.219	
	30歳代	40	0.714	1.164	0.387	1.174	0.094	0.791
	40歳代	47	0.490	0.159	-0.099	0.213	0.074	0.173
	50歳代	71	-0.234		-0.476		-0.261	
	60歳代	80	-0.450		-0.308		-0.280	
頻度	ほぼ毎日	112	0.304		-0.073		-0.023	
	週2,3回	82	-0.329	0.701	-0.227	0.464	-0.452	1.053
同伴者	一人で	70	0.210	0.133	0.198	0.086	0.095	0.194
	家族と友人と大とその他	55	-0.397		0.236		0.601	
目的	一人です	165	-0.032		-0.083		-0.135	
	家族と友人と大とその他	83	-0.017	1.300	-0.145	0.880	-0.103	0.813
時刻	早朝	27	0.033	0.087	0.735	0.120	0.168	0.151
	午前中	35	0.398		0.040		0.677	
時間	健康維持	9	-0.902		0.494		0.289	
	日課	76	-0.576		-0.396		-0.237	
天候	健康維持	174	0.404	1.346	0.018	1.736	0.177	0.741
	日課	22	-0.942	0.186	1.339	0.194	0.253	0.127
距離	雨外雨	26	-0.331		-0.294		-0.311	
	雨外雨	21	0.130		0.248		-0.483	
時刻	早朝	79	0.247		-0.134		0.100	
	午前中	34	-1.184		-0.034		-0.246	
時間	昼休み	4	0.535	1.720	-0.783	0.999	0.590	0.837
	午後	44	0.131	0.193	0.095	0.088	0.034	0.086
天候	夕方	47	-0.296		0.115		0.155	
	夜間	38	0.201		-0.277		0.008	
距離	不定	73	0.262		0.216		-0.151	
	30分未満	119	-0.169	0.309	-0.012	0.332	-0.121	1.150
天候	30～60分	165	0.140	0.062	0.065	0.050	0.273	0.213
	60分以上	35	-0.085		-0.267		-0.877	
天候	晴天のみ	105	0.311	0.538	0.146	0.367	0.440	0.789
	雨天以外	177	-0.228	0.110	-0.041	0.051	-0.188	0.167
距離	小雨でも	37	0.208		-0.221		-0.350	
	1km以内	44	0.172		-1.844		-1.261	
天候	1～2km	66	-0.935		0.066		-0.324	
	2～3km	74	0.467	1.401	-0.085	2.583	-0.035	2.237
天候	3～4km	48	0.193	0.220	0.687	0.371	0.975	0.397
	4～5km	35	0.450		0.333		-0.338	
天候	5km以上	52	-0.104		0.739		0.855	

と奇ノード数6のグループを統合し、表-3のように7グループとした。

以下、上記の属性を説明変数として、①～⑦のグループを数量化Ⅱ類分析法で判別した。

(2) 数量化Ⅱ類によるグループ間判別

数量化Ⅱ類による3組の分析結果を表-4に示す。

第1の分析では、領域数を外的基準とするため、7個のグループを①②、③④⑤、⑥⑦の3つに統合した。結果において相関比0.166、領域数1に属する(tree)経路の平均得点が-0.768となった。カテゴリ得点表を見ると、距離、時刻、目的、年齢層などのアイテムの偏相関係数が高いが、年齢層以外は得点の大小とカテゴリ内容が整合していない。年齢層では、高齢者の得点が高であることから、高齢者が散歩する場合、その経路はグループ①、②

(領域数1)のグラフになる傾向があることが読み取れる。

第2の分析では、奇数次ノード数を外的基準として③、①④⑥、②⑤⑦の3群の判別を行い、相関比が0.212、奇数次ノード数0に属する(循環型)経路の平均得点が-0.850となった。カテゴリ得点表を見ると、距離、年齢層、目的などの偏相関係数が高く、いずれも得点とカテゴリ内容が整合している。距離では短距離、年齢層では中高年齢者、目的では気分転換・なんとなく、の各カテゴリの得点が高であり、こうした属性が循環型経路の散歩者の特徴であることが読み取れる。

第3の分析では、グループを統合せず7群判別を行った。相関比は0.279と前の2つの分析よりも向上し、グループ別の得点では⑥③①②⑤④⑦の順に大きくなっている。カテゴリ得点表を見ると、距離、時間、頻度、年齢層などの偏相関係数が高く、時間を除いて得点とカテゴリ内容がおおむね整合している。距離では短距離、頻度では高頻度、年齢層では高齢者、目的では気分転換・なんとなく、の各カテゴリの得点が高であり、こうした属性が⑥③①(奇数次ノード数が2以下)の経路の特徴となっている。一方、グループ④はグループ⑥①と奇数次ノード数が同じで、領域数は①⑥の中間にあるにもかかわらず、平均得点が正でありグループ⑦に近い。このことから、表-3の分類の序列と散歩属性との関係は連続的でないと思われる。

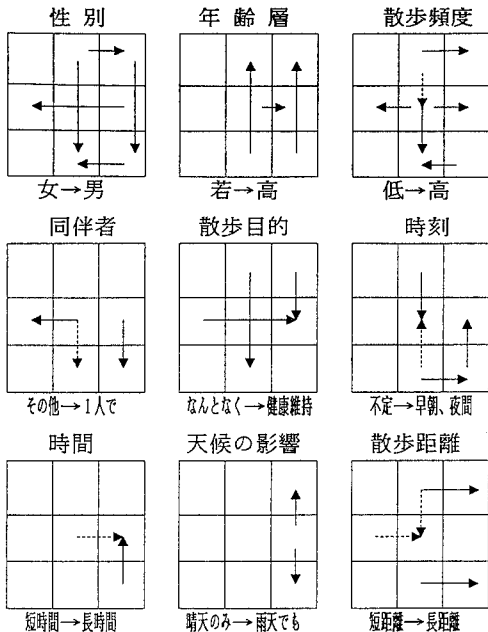


図-2 形状分類と属性の関連性

そこで、個々のグループと散歩属性の関係を詳細に調べるために、表-3において互いに隣接する全ての2グループの間(8通りの組合せ)で同様の分析を行った。その結果、相関比は0.393(①②間)、0.330(③④間)、0.310(①④間)、0.775(②⑤間)、0.303(④⑤間)、0.514(④⑥間)、0.767(⑤⑦間)、0.925(⑥⑦間)が得られ、表-4の結果よりも説明力が向上することが分かった。これらの分析結果から、隣接グループ間で明瞭な相違がみられる部分のみを抽出し、散歩属性別に整理して示したのが図-2である。図中の矢印は、各図の下に示したカテゴリー間の相違が当該グループ間にあることを示しており、同様の傾向が連続した場合には長い矢印で、傾向が弱い場合には破線で示した。

各属性別のグループとの対応関係は次の様になる。

- 1) 性別: 男性のほうが女性よりも散歩経路の領域数(循環路数)が多い。領域数2と3(循環路数1と2)では、男性の方が奇数次ノード数が少ない。
- 2) 年齢層: 高齢者ほど経路の領域数(循環路数)が減くなる傾向がある。
- 3) 散歩頻度: 奇数次ノード数2では、領域数が増すとともに散歩頻度が高くなる傾向がある。
- 4) 散歩目的: 領域数2(循環路数1)では、奇数

次ノード数の増大とともに健康目的・日課の散歩が増える。また、奇数次ノード数2では、領域数の増加とともに健康目的・日課の散歩が増える。

5) 天候の影響: 奇数次ノード数3では、②と⑦で領域数の減少とともに雨天でも散歩する人が増える。

6) 散歩距離: 奇ノード数の増加とともに、②と⑦で散歩距離が長くなる傾向がみられる。

4. 結論

本研究では、散歩経路の形状を経路グラフの領域数と奇数次ノード数を用いて分類し、散歩経路に関する各グループの平均値より、グループの特徴を考察した。次に数量化Ⅱ類により、個人属性と散歩属性を要因としたグループの判別を行った。これらより次のことが明らかとなった。

(1) 性別、年齢層は、経路グラフの領域数(循環路数)と関係が深く、男性は女性に比べて経路の循環路が多くなる傾向がある。また、高齢者は若年層に比べて経路の循環路が少なく、tree状の経路が多くなる。

(2) 散歩属性に関しては、散歩目的が健康維持や日課等の場合領域数、奇数次ノード数が大きくなる傾向がみられる。

(3) 散歩距離の増減と奇数次ノード数の増減には密接な関係がある。奇数次ノード数が減少すると散歩距離も減少し、循環路やその他の一筆がき可能な経路が増える傾向がある。

今回の散歩経路の分類は、グラフ理論に基づく指標のみを用いたので、やや抽象的であり、必ずしも感覚的に受け入れやすいものではなかった。今後は経路の距離等を分類に取入れ、より理解しやすいものに改良していきたいと考えている。

[参考文献]

- 1) 本山、外井、井上、中村: 散歩行動と歩行空間の実態に関する調査-田主丸町市街地周辺部を対象にして-、土木学会西部支部研究発表会, pp. 668-669, 1995. 3.
- 2) 坂本、外井、根本、門司: 地方の中心商店街地区における買物行動と歩行空間整備に関する住民意識調査田主丸中央商店街地区を事例として-、土木学会西部支部研究発表会, pp. 666-667, 1995. 3.
- 3) 外井、坂本、井上、中村、根本: 散歩行動の実態とその類型化に関する研究、土木計画学研究・論文集No. 13, pp. 743-750, 1996. 8.
- 4) 外井、坂本、井上、中村、根本: 散歩経路の道路特性に関する分析、土木計画学研究・論文集No. 14 (登載決定), 1997. 8.