利用者数に影響を与える公園特性の統計分析

花岡 伸也*, 稲村 肇**, 田澤 光治***

A Statistical Analysis of Urban Park Characteristics Based on the Number of Visitors

Shingya HANAOKA, Hajime INAMURA and Koji TAZAWA

This paper aims to clarify which characteristics influence the number of urban park visitors. The study employs a residual analysis as a heuristic approach, which is a useful approach to choose explanatory variables effectively. In fact these characteristics are difficult to identify among numerous related variables, and a big residual value may involve the significant factor. The results reveal five major factors to have influences on the number of park visitors in concern: 1) population living in park's service distance; 2) volume of tall trees; 3) number of simple amusement equipment/facilities; 4) width of streets facing to a park; and 5) park elevation relative to surrounding road level. In addition, it was found that a block park has a service distance of 250 to 350 meters.

1. 緒 論

1.1 背景と目的

我が国の都市公園は、表1の都市公園法の配置基準に基づき住宅地区内に配置されている。その中で、かつて児童公園と名付けられていた街区公園に対しては、都市公園法改正(1993年)前までぶらんこ、すべり台、砂場といった園内施設の必置規制(施行令第一章第七条)が定められていた。この影響もあり、特にニュータウン造成ラッシュ期(1960-70年代)に設置された街区公園は、画一的・没個性との批判を受けていた(日本都市計画学会, 1992)。

表1. 都市公園法による都市公園の配置基準

種類	標準面積	標準誘致距離	標準配置数
街区公園	0.25 ha	250 m	4 箇所/1 住区*
近隣公園	2.00 ha	500 m	1 箇所/1 住区*
地区公園	4.00 ha	1,000 m	1 箇所/4 住区*

*注 1 住区の大きさは1 km×1 kmの小学校区

ただし、街区公園の「利用者数」に着目すると、よく利用されている公園とそうでない公園との違いが実際に見られる。公園の利用者数に関する従来研究は、利用者数の月変動、天候変動、曜日変動のそれぞれのパターンを求めた研究(青木, 1984)や、利用者数の変動推定式と調査日数との関係を調べた研究(青木, 1988)がある。しかし、各公園の設計要素といった、利用者数に差異を生じさせる可能性のある特性については、今まで分析されていない。公園の利用者数に影響を与える特性は、各公園の後背圏人口、すなわち誘致距離圏内の居住人口がまず考えられる。その他に、公園面積、遊具・緑の園内配置状況なども考えられるが、利用者数に影響を与える主たる特性は特定されていないのが現状である。よって、本研究では公園の利用者数に影響を与える特性、中でも公園の設計要素や立地

* (財)運輸政策研究機構 (Institute for Transport Policy Studies)

〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-18-19

電話番号: 03-5470-8415

E-mail: hanaoka@jterc.or.jp

** 東北大学情報科学研究科 (Graduate School of Information Sciences, Tohoku University)

〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉06

電話番号: 022-217-7492

E-mail: inamura@plan.civil.tohoku.ac.jp

*** (株)復建技術コンサルタント

〒980-0012 宮城県仙台市青葉区錦町1-7-25

電話番号: 022-217-2028

環境要素を明らかにすることを目的とする。

1.2 残差分析の適用

公園の利用目的は多種多様である。そのため、利用者数に影響を与える特性を特定することのみならず、その候補を見つけることも容易ではない。そこで本研究では、説明要因発見の有効な手段の一つである残差分析を解析手法として適用する。具体的には、回帰式から外れたサンプル(特異値)に、目的変数である利用者数を説明する特性が内在されているとみなす。そして、特異値となっている公園の残差と、その公園の設計条件・立地環境条件・利用状況等を十分比較した上で、利用者数に影響を与える特性の候補を見つけるという方法を用いる。つまり、本研究では残差分析を発見的解法(ヒューリスティック・アプローチ)として適用し、公園利用者数に影響を与える特性を明らかにする。詳しい分析法については3章で説明する。

2. 公園利用実態調査

2.1 調査概要

街区公園の利用者数を計測するため、宮城県仙台市の代表的な住区内にある街区公園を対象に利用実態を調査した。具体的には、1960年-70年代のラッシュ期に造成されたニュータウンを中心に、以下の6住区を対象とした。すなわち、泉パークタウン寺岡地区(造成時期:1978年-84年)、同高森地区(同1972年-87年)、鶴ヶ谷団地(同1967年-70年)、長命ヶ丘住宅地(同1974年-79年)、八木山住宅地(同1965年-71年)、そして仙台市中心部に近く、戦後早くから市街化されていた上杉地区である。なお、長命ヶ丘住宅地は秋のみ調査した。

時期は1997年4月下旬、8月上旬、10月中旬と季節毎に3回に分け、全対象公園の調査を同時間帯に一斉に行った。また、調査日・調査時間は、利用者年齢属性が限定されないように、学校が休みとなる第2、4土曜日の朝10時から夕方4時の間に行った。なお、それぞれの調査当日の気象状況は、「春:快晴、微風、最高気温21℃」、「夏:快晴、微風、最高気温34℃」、「秋:曇り時々雨のち曇り時々晴れ、中風、最高気温18℃」であった。

利用実態調査では、利用者数だけでなく、利用行動内容、推定利用者年齢も調査した。利用者の定義は「一時的にでも公園に立ち寄った人」とし、近道利用等の

明らかな通過利用者は除外した。行動内容、利用者年齢については調査員の判断とした。

2.2 調査結果

利用実態調査の結果を表2、表3、表4に示す。各表とも、数値は朝10時から夕方4時までの合計値を示している。表2は各街区公園の利用者総数の一覧である。季節毎に若干対象公園が異なるので一概には比較できないが、利用者総数は春、秋、夏の順に多かった。これは、気候、特に気温の影響が大きいと考えられる。表3は年齢別の利用者属性を集計したものであり、幼児、それに付き添ってきた親、小学生、中高生、青年(19歳以上30歳未満)、30歳代、40歳代、50歳代、60歳以上に区分した。年齢層は小学生以下の子供で過半数を占めており、それに付き添う親も多い。ただし、季節の違いによる割合の大きな差は見られなかった。表4は一緒に行動しているグループを1組として、利用行動別に集計した結果である。主な利用行動として観察された、散歩、休憩、遊具、遊び、運動、自転車の6項目に分けて集計した。ここで、「遊具」とは遊具を使用した遊び、「遊び」とは遊具を用いない鬼ごっこやかくれんぼ、走り回る等の遊び、「運動」はキャッチボールやサッカー等を意味している。利用行動は季節によって大きく異なる結果を示した。春は遊具が非常に多く、また遊びも他の季節に比べて多い。夏は休憩が一番多い。逆に秋は休憩が比較的少なく、散歩、遊具が同数となっている。遊具の必置規則というかつての街区公園の整備目的により全般的に遊具が多いこと、ただし夏は調査日が非常に暑かったことから休憩という利用用途が多くなったことが、この調査結果からわかる。

3. 利用者数に影響を与える公園特性の分析

3.1 分析方法

本研究では、残差分析を用いて利用者数に影響を与える特性を見つける。具体的には、以下の手順で分析を行う。

1) 利用者数と誘致距離圏内人口の回帰分析

街区公園は表1の標準値に基づき、住区内に均等分散配置されている。標準誘致距離250mは、公園来訪者のおおむね80%がその半径内に住む住民であるとして定められたものである(日本造園学会,1998)。この設定理由からわかるように、誘致距離圏内人口は利

表 2. 利用実態調査結果（利用者総数，人）

対象公園	春	夏	秋	合計
寺岡 1 丁目	30	28	24	82
寺岡 2 丁目	52	12	42	106
寺岡 3 丁目	52	17	52	121
寺岡 4 丁目	31	7	24	62
寺岡 6 丁目	24	9	26	59
高森 1 丁目西	5	7	8	20
高森 1 丁目東	15	／	0	15
高森 3 丁目	35	8	19	62
高森 4 丁目	／	5	12	17
高森 5 丁目	／	5	29	34
高森 6 丁目	66	3	13	82
高森 7 丁目北	46	23	18	87
高森 7 丁目南	54	7	27	88
高森 8 丁目	／	28	35	63
北高森	／	16	8	24
鶴ヶ谷 2 丁目	37	21	14	72
鶴ヶ谷 3 丁目	8	21	12	41
鶴ヶ谷 4 丁目	61	32	35	128
鶴ヶ谷 5 丁目	58	27	33	118
山沢	40	23	35	98
長命 1 丁目	／	／	10	10
長命 3 丁目	／	／	32	32
長命 4 丁目西	／	／	15	15
長命 4 丁目東	／	／	49	49
長命 5 丁目	／	／	35	35
長命 6 丁目北	／	／	23	23
長命 6 丁目西	／	／	21	21
勝山	250	79	128	457
上杉	119	36	80	235
八木山本町	93	28	43	164
松風	66	17	32	115
合 計	1,142	459	934	2,535

(／は未調査)

用者数に大きな影響を与えていると考えられる。そこで、まず街区公園の誘致距離 250 m 圏内人口を推定し、それと利用者数との関係を回帰分析する。また表 3 の結果より、街区公園の利用者属性は幼児と小学生で 55.4% を占めていることから、各街区公園の誘致距離圏内 10 歳以下人口（データが 5 歳区切りのため）も推定し、それと幼児および小学生の利用者数の関係を

表 3. 利用実態調査結果（利用者属性別，人）

利用者属性	春	夏	秋	合計	比率(%)
幼児	377	126	274	777	30.6
親	227	84	142	453	17.8
小学生	279	110	242	631	24.8
中高生	46	24	53	123	4.8
青年	64	25	39	128	5.0
30 歳代	35	29	43	107	4.2
40 歳代	31	19	49	99	3.9
50 歳代	22	8	26	56	2.2
60 歳以上	61	34	74	169	6.6
合 計	1,142	459	942	2,543	100

表 4. 利用実態調査結果（利用行動別，組）

利用者属性	春	夏	秋	合計	比率(%)
散 歩	136	58	170	364	27.1
休 憩	139	101	61	301	22.4
遊 具	214	76	170	460	34.3
遊 び	66	19	31	116	8.7
運 動	22	13	33	68	5.1
自転車	2	5	25	32	2.4
合 計	579	272	490	1,341	100

同様に回帰分析する。

2) 利用者数を用いた適正誘致距離の分析

誘致距離は公園を効率よく配置するための一つの基準である。街区公園は人々の日常的な利用に供することを整備目的としており、適正な誘致距離に基づき配置される必要がある。そこで、誘致距離別の圏内人口と利用者数との関係を分析し、適正な誘致距離についての考察を行う。

適正誘致距離に関する従来研究は、膨大な実態調査結果から年齢属性別に誘致距離圏・誘致時間圏を提案した近藤（1982）の研究や、施設利用満足距離を確率変数を用いて定式化し、最適誘致距離を求めた青山・近藤（1986）の研究がある。本研究では、誘致距離 150 m-400 m の間で 50 m 毎に誘致距離圏内人口を推定し、それぞれの場合で回帰分析した決定係数の結果を用いて、利用者数との関係を比較する。

3) 特性発見のための残差分析

発見的解法と位置づけた残差分析を用いて、誘致距離圏内人口以外の説明変数、すなわち設計要素や立地

環境要素といった公園特性を見つける。具体的には、利用者数と誘致距離圏内人口との回帰直線の残差、さらに説明変数一つずつ加えた重回帰式の残差と、各公園個別の利用状況、設計条件、立地環境条件とを比較しながら、特性となる説明変数を見つけていく。ここでは説明変数と認める判断方法として重回帰分析を行うが、検定によって機械的に有意性を判定せず、ヒューリスティックな判断の正しさを示すものとして自由度調整済み決定係数を用いることとする。

3.2 誘致距離圏内人口の影響

3.2.1 誘致距離圏内人口の推定

各公園の利用者数と誘致距離圏内人口との関係を分析するために、誘致距離圏内人口を推定する必要がある。その手順を以下に示す。

① 都市計画基本図(1/2500)より、町丁目単位(i)の居住区域面積(A_i)を、プラニメータを用いて計測する。その際、片側2車線以上の広幅員道路、教育機関、ショッピングセンターなど明らかに居住区域でないところは除外した。また居住区域内の人口分布は均一であると仮定した。

② 同様の地図を用いて、各街区公園の誘致距離250m圏内にある町丁目別居住区域面積(B_i)をプラニメータで計測する。ここで、異なる街区公園の誘致距離圏が重なる居住区域がある場合、その中の住民はどちらか一方の公園に行くと仮定し、重なった区域を垂直二等分線により均等に振り分けた。

③ 住民基本台帳(仙台市企画局情報統計課, 1997)による町丁目人口(P_i)を用いて、ある公園(j)の誘致距離圏内人口(SP_j)を式(1)を用いて推定する。 n はある街区公園の誘致距離圏内にかかる町丁目数を意味している。

$$SP_j = \sum_i^n P_i (B_i / A_i) \quad (1)$$

SP_j : 各公園(j)の推定誘致距離圏内人口

P_i : 住民基本台帳による町丁目人口

A_i : 町丁目単位(i)の居住区域面積

B_i : 各公園の誘致距離圏内にある町丁目別居住区域面積

n : 各公園(j)の誘致距離圏内にかかる町丁目数

以上の手順によって求めた各公園の誘致距離圏内総人口および10歳以下人口の推定結果を表5に示す。対

表5. 誘致距離250m圏内人口の推定結果

対象公園	総人口	10歳以下	10歳以下人口比
寺岡1丁目	1,117	79	0.07
寺岡2丁目	718	64	0.09
寺岡3丁目	1,342	135	0.10
寺岡4丁目	1,170	120	0.10
寺岡6丁目	546	45	0.08
高森1丁目西	560	85	0.15
高森1丁目東	297	28	0.10
高森3丁目	987	68	0.07
高森4丁目	1,019	61	0.06
高森5丁目	599	64	0.11
高森6丁目	1,119	117	0.10
高森7丁目北	1,267	184	0.15
高森7丁目南	807	118	0.15
高森8丁目	845	104	0.12
北高森	464	77	0.17
鶴ヶ谷2丁目	276	30	0.11
鶴ヶ谷3丁目	885	53	0.06
鶴ヶ谷4丁目	995	51	0.05
鶴ヶ谷5丁目	1,119	118	0.11
山沢	929	67	0.07
長命1丁目	756	51	0.07
長命3丁目	989	71	0.07
長命4丁目西	1,351	95	0.07
長命4丁目東	924	63	0.07
長命5丁目	1,053	104	0.10
長命6丁目北	564	42	0.07
長命6丁目南	100	169	0.07
勝山	1,289	89	0.07
上杉	1,966	155	0.08
八木山本町	1,268	84	0.07
松風	1,449	75	0.05

象住宅地区の中で、造成時期の新しい泉パークタウン高森地区の10歳以下人口比が比較的高いことがこの表からわかる。

3.2.2 利用者数と誘致距離圏内人口の関係

表5に示した誘致距離250m圏内推定人口と3回の調査における利用者数との関係を回帰分析する。その際、誘致距離圏内人口と公園利用者数は比例しているとの考えに基づき、回帰直線は原点を通るものとし

図1. 利用者数と誘致距離圏内総人口の関係 (春)

図2. 利用者数と誘致距離圏内総人口の関係 (夏)

図3. 利用者数と誘致距離圏内総人口の関係 (秋)

た。その結果を図1、図2、図3に示す。決定係数は春、夏、秋でそれぞれ0.259、0.146、0.275となり、大きな値を示さなかった。ただしどの場合も特異点Aがあったため、特異点Aを除いて回帰分析を行った結果、決定係数は春、夏、秋で0.540、0.175、0.375となった。これより、春と秋はある程度両者に相関のあることが示された。

同様に、10歳以下誘致距離圏内推定人口と幼児および小学生の利用者数との関係を回帰分析したが、決定係数は春、夏、秋でそれぞれ0.002、0.001、0.026となり、両者が無相関であることがわかった。

以上より、街区公園の利用者数は誘致距離250m圏内の総人口とある程度相関があると言えるが、それだけでは十分説明できず、また幼児、児童人口とは相関のないことがわかった。

図4. 誘致距離と回帰分析(誘致距離圏内人口と利用者数)の決定係数との関係

3.2.3 適正誘致距離の分析

ここでは、誘致距離別の圏内人口と利用者数との関係を回帰分析し、その決定係数を用いて適正な誘致距離について考察する。ただし、利用者数と最も関係のある誘致距離を見つけることを目的としているため、特異点Aを除いて分析した。具体的には、まず誘致距離150m-400m間で50m毎(ただし250mから350mまでは275m、325mも含む)にそれぞれの誘致距離圏内人口を推定した。次に、誘致距離別に推定人口と利用者数を回帰分析し、決定係数との関係を比較した。この分析結果を図4に示す。

この図から、決定係数のピークは春と秋では 325 m、夏では 300 m であることがわかる。調査対象公園の多くが標準誘致距離で配置されているため、250 m まで決定係数が上がることは当然の結果と言える。しかし、平均的に決定係数の高い春と秋では、350 m まで決定係数が高い傾向にある。街区公園の利用に関する人々の誘致半径は、都市公園法で定められた標準誘致距離と比較して、おおよそ 250 m から 350 m と多少広めの幅を持っていると考えられる。

3.3 残差分析を用いた公園特性の選択

3.2.2 節において、街区公園の利用者数は誘致距離圏内総人口とある程度の相関があることが示された。そこで、誘致距離圏内総人口を利用者数の説明変数の一つとして用いる。以下、残差分析を用いてその他の説明変数、すなわち利用者数に影響を与える公園特性を見つけて行く。分析過程は代表的な季節の結果を用いて説明する。なお、街区公園の設計条件、立地環境条件は、仙台市各区作成の平面図、植栽図及び調査による実測値から求めたものを用いた。

3.3.1 高木数の影響

図 1、図 2、図 3 の特異点 A は勝山公園である(表 2 参照)。勝山公園は大正時代に整備され、調査対象公園内で最も古くから存在する。他公園と比較して高木が数多く保存され、緑が大変豊かであり、古くから地域住民に親しまれてきた公園である。ここで、勝山公園の利用行動調査結果を見ると、散歩、休憩が非常に多いことが示されている(散歩 32%、休憩 36%、遊具 23%、遊び 8%、運動 1%、自転車 0%)。人々に安らぎ・安心感を与えることは緑の果たす基本的な役割の一つであり、高木の豊富さが散歩、休憩といった行動内容につながったと考えられる。そこで高木数を説明変数に用い、誘致距離圏内人口と共に重回帰分析を行った。ここで言う高木とは 10 m 以上の樹木であり、実測した上でこれをデータとして用いた。

分析結果の一つとして、春の場合の各公園の残差分布の変化を見ると(図 5)、勝山公園の残差が大きく減少したのがわかる(A → A')。表 6 において、決定係数は各季節とも大幅に上昇しており、重回帰式の標準偏回帰係数、t 値からも、高木数の寄与の程度が非常に大きいことがわかる。

ただし、勝山公園の残差は他と比較して非常に大きいことから、高木数は勝山公園固有の特性である可能

◆：誘致距離圏内人口と利用者数の回帰式からの各公園の残差
○：高木数を説明変数に加えた重回帰式からの各公園の残差

図 5. 高木数を説明変数に加えた重回帰分析の残差の変化(春)

表 6. 残差分析結果(誘致距離圏内人口、高木数)

	変数名	標準偏回帰係数	t 値	決定係数の変化	自由度調整済決定係数
春	誘致圏内人口	0.108	0.860	0.259	0.771
	高木数	0.834	6.647	→ 0.796	
夏	誘致圏内人口	0.016	0.094	0.146	0.517
	高木数	0.741	4.332	→ 0.561	
秋	誘致圏内人口	0.203	1.589	0.275	0.622
	高木数	0.689	5.420	→ 0.647	

表 7. 勝山公園を除いたときの残差分析結果(誘致距離圏内人口、高木数)

	変数名	標準偏回帰係数	t 値	決定係数の変化
春	誘致圏内人口	0.519	2.768	0.540
	高木数	0.369	1.965	→ 0.629
夏	誘致圏内人口	0.039	1.316	0.175
	高木数	0.133	0.518	→ 0.187
秋	誘致圏内人口	0.497	2.806	0.375
	高木数	0.219	1.197	→ 0.406

図6. 遊具数を説明変数に加えた重回帰分析の残差の変化（夏）

性もある。これでは利用者数に影響を与える特性とは言えないことから、勝山公園を除いて誘致距離圏内人口と高木数を説明変数とした重回帰分析を行った。表7の結果を見ると、各季節ともに決定係数が上昇したことがわかる。標準偏回帰係数、 t 値は、表6と比較すると決して大きな値ではないが、相関性のあることは示されている。これより、10 m 以上の高木数は街区公園の利用者数に影響を与える特性であると言える。また、表6では誘致距離圏内人口の寄与が非常に小さかったが、表7の結果から、改めて利用者数と誘致距離圏内人口との相関性が十分にあることがわかった。

3.3.2 遊具数の影響

実態調査の利用行動結果の個表を見ると、遊具を利用行動としている公園にばらつきが見られた。そこで、高木数を説明変数に加えた図6の残差分布（夏）と各公園の遊具数とを比べてみると、相対的に遊具の少ない公園（B, C）の残差は負に、遊具の多い公園（D, E）の残差は正に大きいことがわかった。よって、各公園の遊具数を説明変数に加え、重回帰分析を行った。遊具数とは、砂場、すべり台、ブランコ、木製遊具等の各遊具の総数である。

図6より上記各公園の残差は減少している（B → B', C → C', D → D', E → E'）。表8の標準偏回帰係数、 t 値を見ると、特に夏、秋において寄与の程度が大きいことが示されており、また自由度調整済決定係数は各

表8. 残差分析結果（誘致距離圏内人口、高木数、遊具数）

	変数名	標準偏回帰係数	t 値	自由度調整済決定係数の変化
春	誘致圏内人口	0.134	1.087	0.771 → 0.785
	高木数	0.786	0.218	
	遊具数	0.158	1.434	
夏	誘致圏内人口	0.083	0.544	0.517 → 0.622
	高木数	0.619	3.893	
	遊具数	0.354	2.560	
秋	誘致圏内人口	0.228	1.878	0.622 → 0.661
	高木数	0.607	4.775	
	遊具数	0.223	2.043	

季節ともに上昇している。これより、遊具数は利用者数に影響を与える特性の一つであると言える。

3.3.3 最大道路幅員の影響

遊具数を説明変数に加えた図7の残差分布（春）を見て、残差が正に大きいF, G公園と残差が負に大きいH, I公園の立地環境条件を調査した。その結果、周辺道路の幅員に差のあることがわかった。すなわち、F, G公園に隣接する道路幅員は広く、H, I公園の場合は狭かった。下村・増田・阿部・山本・鈴木（1995）によると、公園の利用には日常生活動線上に位置していることが重要な要因であると指摘されている。ある道路が日常生活動線となるには、道路幅員が影響していることが考えられる。つまり、道路幅員が広くなればその道路を通る歩行者が多くなることが推測でき、「立ち寄りやすさ」という点で、相対的に幅員の広い道路に隣接する公園で利用者が多くなると考えられる。以上の考え方より、公園に隣接する最大道路幅員を説明変数に加えて重回帰分析を行った。

図7からわかるように残差の変化は大きく（F → F', G → G', H → H', I → I'）、また表9より、自由度調整済決定係数が各季節とも上昇している。中でも春に関しては、標準偏回帰係数、 t 値共に十分大きい。以上より、公園に隣接する道路幅員も利用者数に影響を与える特性であると言える。

3.3.4 周囲との相対高度の影響

最大道路幅員を説明変数に加えた図8の残差分布

◆: 遊具数を説明変数に加えた重回帰式からの各公園の残差

○: 最大道路幅員を説明変数に加えた重回帰式からの各公園の残差

図 7. 最大道路幅員を説明変数に加えた重回帰分析の残差の変化 (春)

◆: 最大道路幅員を説明変数に加えた重回帰式からの各公園の残差

○: 相対高度を説明変数に加えた重回帰式からの各公園の残差

図 8. 相対高度を説明変数に加えた重回帰分析の残差の変化 (春)

(春)と各公園の設計条件とを比べてみると、周辺道路との相対高度の大きい公園の残差(J, K)が負に大きいことがわかった。これらの公園は周辺道路との相対高度が2m以上あるため公園内の様子が把握できず、公園の中に入りづらいことが考えられる。そこで、相対高度2m以上の場合をダミー変数として説明変数に用い、重回帰分析を行った。

その結果、両公園の残差は減少したが(J → J', K →

表 9. 残差分析結果(誘致距離圏内人口, 高木数, 遊具数, 最大道路幅員)

	変数名	標準 偏回帰係数	t 値	自由度調整済 決定係数 の変化
春	誘致圏内人口	0.260	2.219	0.785 → 0.840
	高木数	0.567	4.088	
	遊具数	0.156	1.638	
	最大道路幅員	0.303	2.547	
夏	誘致圏内人口	0.133	0.877	0.622 → 0.649
	高木数	0.437	2.270	
	遊具数	0.343	2.589	
	最大道路幅員	0.259	1.564	
秋	誘致圏内人口	0.276	2.171	0.661 → 0.665
	高木数	0.501	3.226	
	遊具数	0.227	2.032	
	最大道路幅員	0.156	1.176	

表 10. 残差分析結果(誘致距離圏内人口, 高木数, 遊具数, 最大道路幅員, 相対高度)

	変数名	標準 偏回帰係数	t 値	自由度調整済 決定係数 の変化
春	誘致圏内人口	0.151	1.308	0.840 → 0.873
	高木数	0.541	4.359	
	遊具数	0.046	0.463	
	最大道路幅員	0.417	3.451	
	相対高度	-0.262	2.216	
夏	誘致圏内人口	0.133	0.812	0.649 → 0.628
	高木数	0.437	2.204	
	遊具数	0.343	2.232	
	最大道路幅員	0.259	1.487	
	相対高度	0.000	0.000	
秋	誘致圏内人口	0.201	1.582	0.665 → 0.688
	高木数	0.476	3.157	
	遊具数	0.167	1.471	
	最大道路幅員	0.260	1.827	
	相対高度	-0.217	1.689	

K'), 表 10 の自由度調整済決定係数の変化を見ると、夏に関しては下がる結果となった。しかし、春、秋の t 値は大きく、また標準偏回帰係数の符号から、利用者数に対して負の影響を与えていることがわかる。従って、周囲との相対高度が高い公園は、利用者数を減少

- ◆：相対高度を説明変数に加えた重回帰式からの各公園の残差
○：中木数を説明変数に加えた重回帰式からの各公園の残差

図9. 中木数を説明変数に加えた重回帰分析の残差の変化(秋)

させる傾向にあることが示されたと言える。

3.3.5 中木数の影響

図9は周囲との相対高度を説明変数に加えたあとの残差分布(秋)である。この図と各公園の設計条件、立地環境条件を比較してみると、5mから10mの中木数が豊富な公園(L, M)の残差が負に大きいことがわかった。これらの公園は中木数が多いことによって開放感が妨げられ、鬱蒼とした暗いイメージを持っている。そのため、住民はその公園に入りづらく、残差が負になっていると考えられる。よって、中木数を新たに説明変数として加え、重回帰分析を行った。

ところが重回帰分析後、Lの残差は小さくなったものの、Mの残差はほとんど変わらなかった。また表11より、自由度調整済決定係数の変化は図9の残差分布例を示した秋の場合にのみ若干上がったものの、春と夏では下がっており、t値も非常に小さい。以上より、標準偏回帰係数の値から負の説明変数であることを示しているものの、中木数が利用者数に影響を与える特性であるとこの分析結果からは言えない。

3.4 残差分析の考察

3.4.1 説明変数の偏回帰係数の検定

残差分析で良い結果を得られなかった中木数を除き、誘致距離圏内人口、高木数、遊具数、隣接する道路の最大幅員、周囲との相対高度の5つを説明変数と

表11. 残差分析結果(誘致距離圏内人口、高木数、遊具数、最大道路幅員、相対高度、中木数)

	変数名	標準偏回帰係数	t 値	自由度調整済決定係数の変化
春	誘致圏内人口	0.144	1.224	0.873 → 0.870
	高木数	0.600	4.129	
	遊具数	0.046	0.465	
	最大道路幅員	0.638	2.722	
	相対高度	-0.249	2.059	
	中木数	-0.078	0.783	
夏	誘致圏内人口	0.137	0.809	0.628 → 0.606
	高木数	0.464	1.969	
	遊具数	0.342	2.158	
	最大道路幅員	0.234	1.130	
	相対高度	-0.001	0.009	
	中木数	-0.040	0.232	
秋	誘致圏内人口	0.218	1.689	0.688 → 0.695
	高木数	0.571	3.415	
	遊具数	0.184	1.629	
	最大道路幅員	0.180	1.167	
	相対高度	-0.175	1.330	
	中木数	-0.152	1.256	

した重回帰分析の偏回帰係数の検定を行った(表12)。その結果、春、夏、秋それぞれにおいて、高木数が有意であった。また、春は最大道路幅員および相対高度でそれぞれ1%、5%有意、夏は遊具数で5%有意であり、各変数の有意性は季節によって若干異なる結果を示した。

この検定結果では、5つの説明変数すべてが有意でないことから、この重回帰モデルは公園利用者数の予測には利用できない。しかし、本研究の目的は利用者数に影響を与える主たる特性を明らかにすることである。対象公園数の最も多い秋の調査では高木数以外の説明変数の寄与の程度がほぼ同じであり、検定では有意でなかったものの、これらは公園利用者数に影響を与える特性として等しく重要であることが示されたと言える。

このように、ステップワイズ法等によって機械的に説明変数を棄却することなしに、残差分析から決定係数、標準偏回帰係数、t値を比較することによって、公園利用者数に影響を与える特性を見つけることができた。すなわち、公園の利用者数は公園周囲の居住人口

表 12. 偏回帰係数の検定結果

	変数名	標準 偏回帰係数	t 値	検定結果
春	誘致圏内人口	0.151	1.308	
	高木数	0.541	4.359	**
	遊具数	0.046	0.463	
	最大道路幅員	0.417	3.451	**
	相対高度	-0.262	2.216	*
	決定係数	0.901		
夏	誘致圏内人口	0.133	0.812	
	高木数	0.439	2.204	*
	遊具数	0.343	2.232	*
	最大道路幅員	0.258	1.487	
	相対高度	0.000	0.000	
	決定係数	0.713		
秋	誘致圏内人口	0.201	1.582	
	高木数	0.476	3.157	**
	遊具数	0.167	1.471	
	最大道路幅員	0.260	1.827	
	相対高度	-0.217	1.685	
	決定係数	0.740		

** : 1% 有意 * : 5% 有意

だけで説明できるわけではなく、高木数、遊具数、相対高度といった設計要素や、広い幅員の道路に接するといった立地環境要素によって、ある程度定められることがわかった。

3.4.2 残差分析適用の有効性と課題

発見的解法として用いた残差分析の問題点として、残差の分布状況によって得られる説明変数が変化する可能性のあることを指摘できる。つまり、残差の大きい公園の特性を見つける視点が変化することによって説明変数適用の順序が変わり、最終的に説明変数となる特性が異なることもあり得る。本研究ではこの問題をできる限り起こさないため、筆者らが3回の調査において全対象公園を巡回し、調査員から利用状況を聞いた。加えて、調査日以外にも対象公園に赴いて利用者の行動を詳細に観察し、必要に応じて簡単なインタビューも行った。こうした観察過程は、以下のように分析結果に表れている。

まず高木数についてだが、勝山公園の残差が他公園

と比較して非常に大きいため、当初は勝山公園の特殊性が高いとみなしてしまい、設計要素・立地環境要素からの特性を見いだせなかった。しかし、勝山公園の利用行動の実態（散歩や休憩の割合の多さ）に加え高木数の豊富さが利用者に評価されていることから、全調査対象公園の高木数を実測したところ、高木数の多い公園が相対的に利用者数の多いことがわかったのである。遊具数、隣接する道路の幅員は春、夏、秋と調査を繰り返す中で推測することができた特性であり、残差分布にもそれが表れる形となった。逆に、街区公園というほぼ同規模の公園とは言え、公園面積の影響も小さくないと予想していたが、面積の大小は残差分布に全く表れてこなかった。周囲との相対高度は各季節の残差分布と公園の設計条件とを何度も見比べて気づいた特性であり、この特性を見つけることができたのは発見的解法として残差分析を用いた有効性を示していると言える。このように、公園利用者数に影響を与える基本的特性を把握する上で、本研究のアプローチは有効であったと言える。

以上は発見的解法の有効性を示しているが、残差分析は緑地の種類、遊具の種類、遊具配置のバランス整備の歴史的経緯といった数値で表現できない質的特性を評価できないと言う問題点を残している。これらの質的特性は各公園固有の特性であることが多い。例えば勝山公園については、大正時代に整備されたという伝統性が地域住民の親しみやすさという点で利用者数に影響を与えていると考えられる。よって、質的特性を評価するには、公園個別に分析する必要があるだろう。また中木数のときのように、決定係数が大きくなった段階では残差分布を用いて説明変数を見つけることは困難である。以上のように、より詳細な分析を行うためには残差分布は適さないと考える。

4. 結 論

本研究では、都市公園の中でも街区公園に焦点を当て、その利用者数に影響を与える主たる特性を見つけることができた。結論は以下のようにまとめられる。

1) 公園利用者数のようにそれを説明する主たる要因さえ特定されていない場合、残差を見ながら段階的に説明変数を見つけていく発見的解法として残差分析を適用することが、有効なことが示された。

2) 公園利用者数に影響を与える主たる特性として、誘致距離圏内人口、高木数、遊具数、隣接する道

路幅員、周囲との相対高度の5つを見つけることができた。これらの特性で利用者数を全て説明できるわけではないが、誘致距離圏内人口を除く4つの特性は、今後の都市公園整備における基礎的計画条件として位置づけることができる。

3) 利用者数と誘致距離圏内人口との回帰分析結果より、街区公園の利用に関する人々の誘致半径がおおよそ250 mから350 mであることが示された。

4) 説明変数がある程度判明した後に残差分析を用いた場合、重要な特性を必ずしも見つけられないことがわかった。この手法は基本的な特性を見つけるには有効な手段であるが、詳細な分析には適さないと考える。

本研究では春、夏、秋と季節毎に3回の調査を行ったが、公園利用者数の実態を把握する上で決して十分な回数とは言えない。残差分析は残差の精度が重要であり、本研究で得られた公園特性の有意性を確実にするためにも、さらなる調査による裏付けが必要である。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、東北大学大学院情報科学研究科・人間社会情報科学専攻の大学院生、および工学部土木工学科土木計画系の学生の協力なしには大

規模な利用実態調査を成し遂げることはできませんでした。ここに深く感謝致します。

参 考 文 献

- 青木宏一郎(1984)．公園の利用 — 予測を行うための公園の使われ方に関する研究一．地球社．
青木陽二(1988)．公開庭園における来訪者数の変動推定のための調査日数について．造園雑誌，**52**，2，105-112．
青山吉隆・近藤光男(1986)．都市公共施設の最適誘致距離の設定方法．日本都市計画学会論文集，**21**，295-330．
近藤公夫(1982)．利用者論としての公園緑地に関する計画的 research から．造園雑誌，**46**，2，134-139．
日本都市計画学会(1992)．緑地計画の系譜と展望．都市計画，176．
日本造園学会編(1998)．ランドスケープの計画 — ランドスケープ体系第2巻一．技報堂出版．
下村泰彦・増田昇・阿部大就・山本聡・鈴木康介(1995)．近隣居住者の街区公園の利用行動に関する研究．ランドスケープ研究，**58**，5，217-220．

参 考 資 料

仙台市企画局情報統計課(1997)．町名別年齢別(5歳)男女別人口．

—— 1998年6月22日 受付，
1999年12月1日 最終修正 ——