

近畿大学 工学部 正員 高井 広行
 大阪市立大学 工学部 正員 西村 昂
 大阪市立大学 研究員 工藤 昌子

1 研究の目的と方法

従来、交通発生集中量の予測方法は種々のモデル(関数モデル法、成長率モデル法、原単位法他)によって行なわれているが、小単位の地区において交通発生集中量を予測するのに困難な点が多々残されている。実際にこれらの小単位の地区においては、種々の土地利用が混在し、自動車交通も種々の形態を示していると考えられる。とくに、地区の土地利用のパターンは、自動車の発生・集中量に大きく影響していると考えられる。本研究は、このような状態の下で、自動車交通の特性、とくに土地利用別に見た自動車発生集中量の実態を把握するとともに、種々の要因(土地利用に関する指標、経済活動に関する指標、人口に関する指標(他))を考慮し、自動車発生集中量との関係の分析を行い、土地利用種別の自動車発生集中密度(原単位)を分析しようとしたものである。ここではまず発生集中量に関して基礎的な分析を行ない、ついで各要因との関係を分析し、さらに複数個の要因を用い種々の多変量解析(重回帰分析、数量化分析等)を行い、原単位を多面的に分析、考察する。

2 研究データの概略

本研究における基礎データは、自動車交通発生集中量に関するもの、経済活動に関するもの、人口に関するもの、土地利用に関するものに大別され、各データの集計単位は大阪市における26行政区とした。自動車交通発生集中量に関しては、昭和49年区別、車種別(乗用車、貨物車、全車)、施設別交通発生集中量と、昭和52年区別、施設別の貨物車の発生集中量である。そして交通発生集中量はすべてトリップエンドで表われ、経済活動に関するものとして、区別の製造品出荷額、商品販売額(昭和49年)、人口に関しては、昭和50年(国調)による昼間人口、夜間人口、人口密度、昭和50年(事業所統計)による従業人口、土地利用に関しては、用途別土地面積(昭和50年)、用途別床面積(昭和49年、昭和52年)を用いた。

3 土地利用別交通発生の実態

3.1 自動車交通発生集中密度 一般には自動車交通発生集中原単位という言葉を使うが、ここでは区別面積当りの自動車交通発生集中量のことを自動車発生集中密度と呼ぶこととする。いま大阪市における26区の各発生集中密度の用途別の集計結果を表1に示す。本表は、用途別土地面積あたりの自動車交通発生集中密度の平均値、標準偏差、最小値、最大値を示したものである。用途別に見ると、商業、及び事務所、施設の発生集中密度が他に比べて大きくなっている。また全自動車交通発生集中密度を見れば、商業施設、工業施設に関して最小値と最大値の差が大きい。つぎに用途別床面積当りの発生集中密度の集計結果を表2。

表1 用途別自動車交通発生集中密度
 (トリップエンド/100m²/日) (昭和49年区別、昭和52年区別)

用途	項目	平均	標準偏差	最小値	最大値
住宅	乗用車	1.063	0.601	0.342	2.892
	貨物車	1.948	0.494	0.335	2.213
	車両計	1.976	1.555	0.752	5.000
商業施設	乗用車	5.040	2.019	1.667	6.063
	貨物車	7.521	3.640	2.093	7.884
	車両計	12.570	5.586	3.760	13.792
事務所	乗用車	4.655	0.848	2.805	5.906
	貨物車	4.671	1.419	2.540	7.553
	車両計	9.325	2.055	5.345	12.874
工業	乗用車	1.312	0.901	0.215	4.103
	貨物車	2.762	2.396	0.477	16.556
	車両計	4.111	3.301	0.692	15.658
文教施設	乗用車	0.448	0.315	0.168	1.505
	貨物車	0.296	0.161	0.121	0.772
	車両計	0.743	0.447	0.383	2.112
交通施設	乗用車	0.466	0.275	0.107	1.180
	貨物車	1.095	0.708	0.345	3.256
	車両計	1.565	0.824	0.452	3.770
公共施設	乗用車	1.530	1.997	0.000	7.256
	貨物車	3.964	5.923	0.127	24.906
	車両計	5.426	7.831	0.145	30.969
合計	乗用車	1.438	0.969	0.470	3.763
	貨物車	1.948	1.258	0.665	5.226
	車両計	3.409	2.188	1.187	8.965

(注) 敷地面積当りの発生集中量

表2 用途別床面積当りの自動車交通発生密度(トリップ/100m²/日)

用途	項目	昭和49年区別	昭和52年区別
住宅	乗用車	0.79	0.28
	貨物車	0.70	0.22
	車両計	1.49	0.47
商業	乗用車	5.16	2.18
	貨物車	10.63	5.12
	車両計	15.80	7.20
事務所	乗用車	5.39	2.71
	貨物車	5.46	3.00
	車両計	10.87	5.53
工業	乗用車	1.86	0.85
	貨物車	3.72	1.85
	車両計	5.58	1.87
文教施設	乗用車	1.52	0.34
	貨物車	3.05	5.09
	車両計	3.61	0.86

に示す。傾向は用途別土地面積当りの密度とよく似ているが、住宅地の発生集中密度は少し小さくなっているが、他は用途別土地面積当りの発生集中密度より上回っている。次に、昭和49年、52年の用途別床面積当りの貨物車の発生集中密度に関し、3年間の経年変化を用途別に図1～図3に示したが、全般的に低減している。貨物車発生集中量は、大阪市全体において昭和49年の194万トリップエンド/日から昭和52年の164万トリップエンド/日へと15%程度減少しているためといえる。その低減傾向は住宅地において大きいことが図からもうかがうことができよう。

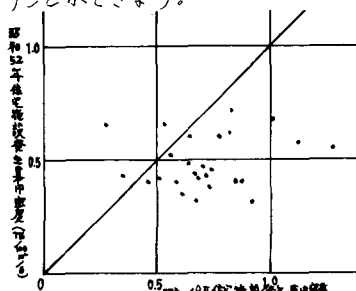


図1

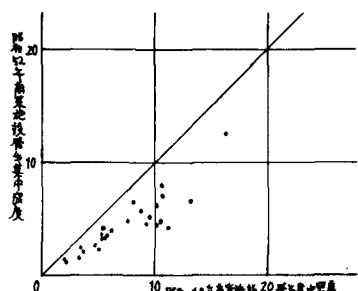


図2

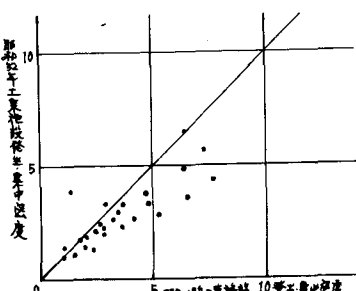


図3

3.2 用途別面積と自動車発生集中量 2種類の土地利用面積(用途別土地面積、用途別床面積)と自動車交通発生集中量の関係を分析した結果を図4、図5に示す。図4では用途別土地面積との関係を示しているが、この図には各土地利用種別(商業、工業、住宅)プロットの回帰分析を行った結果を示している。各々の直線回帰式は下記ようになる。

商業 $T_c = 14.01 S_c - 3.07$ ($r = 0.876$)

工業 $T_i = 0.69 S_i + 1.46$ ($r = 0.695$)

住宅 $T_R = 1.13 S_R + 0.76$ ($r = 0.828$)

ただし T : 発生集中交通量

S : 土地面積

以上のように商業地面積と発生集中量は相関係数0.876とかなり高くなっているが、工業地ではやや低くなっている。図5には用途別床面積との関係を示しているが用途別土地面積との関係と同様、比較的説明がつくようである。回帰式を下記に示す

商業 $T_c = 3.56 S'_c + 3.78$ ($r = 0.903$)

工業 $T_i = 2.28 S'_i + 1.02$ ($r = 0.825$)

住宅 $T_R = 1.48 S'_R - 0.035$ ($r = 0.802$)

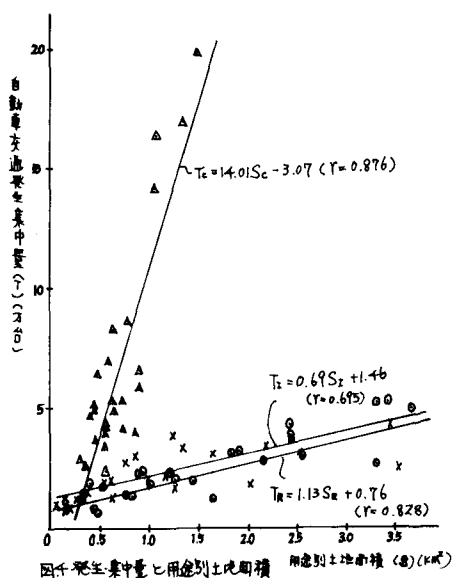


図4 発生集中量と用途別土地面積

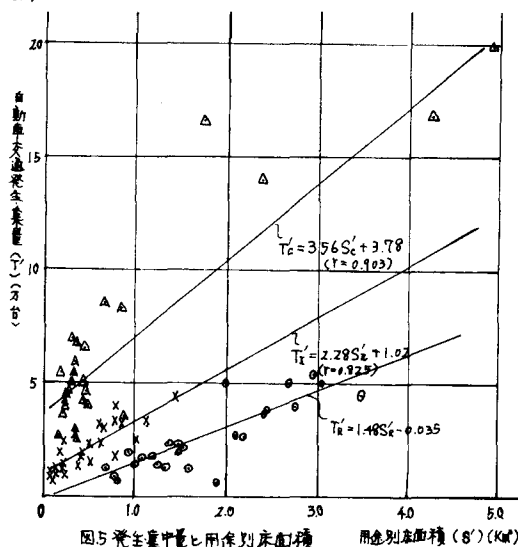


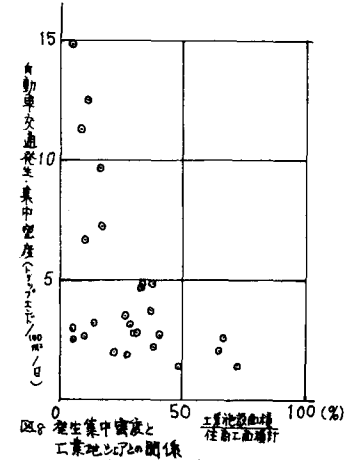
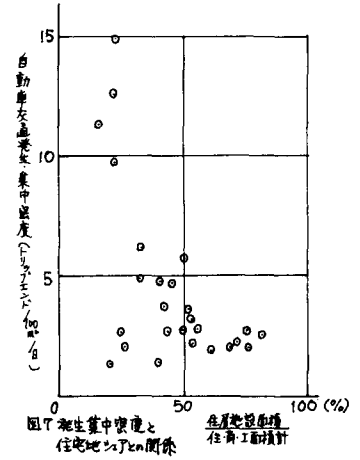
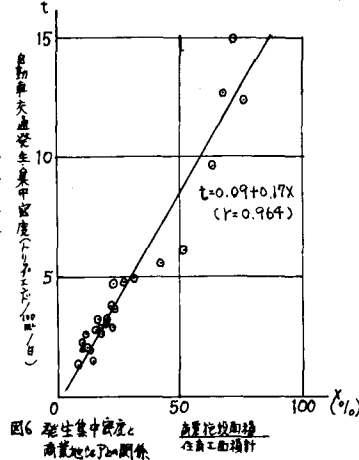
図5 発生集中量と用途別床面積

用途別床面積(㎡)(K㎡)

用途別床面積では商業、住宅施設に関しては少し相関が低くなっているが工業に関しては $r=0.825$ と用途別土地面積の場合と比較してかなり相関が高くなっている。

3.3 用途別面積と自動車交通発生集中密度 前節では用途別面積と交通発生集中量の関係についてだが本節では自動車交通発生集中密度(単位面積当りの発生集中量)との関係をみてみよう。

まず図6～図8は自動車交通発生集中密度(全車両)と用途別土地利用シェアとの関係を図示しているが、ここの土地利用シェアは各用途別土地面積の住、商、工の合計面積に占める割合で表わしている。これらの図から商業施設に関する直線回帰式が $t=0.964$ と非常に高くなっている以外は、住宅、工業ともは、きりした直線傾向は見出されなく、右下り(低減)傾向が、うかがわれる。いま用途別面積と発生密度及び発生集中量を前節と同様の回帰式を求めた結果を下記に示す。



(1) 用途別土地面積比率との関係

商業 $D_c = 46.88 R_c + 3.60$ ($r = 0.741$)

工業 $D_i = -28.14 R_i + 7.35$ ($r = -0.701$)

住宅 $D_r = -5.79 R_r + 3.13$ ($r = -0.651$)

(2) 用途別床面積比率との関係

商業 $D_c = 20.12 R_c + 4.60$ ($r = 0.821$)

工業 $D_i = -24.17 R_i + 7.73$ ($r = -0.737$)

住宅 $D_r = -3.59 R_r + 3.83$ ($r = -0.625$)

発生集中密度に関しては発生集中量程説明力がないが、比較的説明がつくようである。(1)、(2)両者とも工業、住宅に関しては、逆相関の関係がみられており、曲線で回帰するのが適当と思われる。これらの用途別面積と車種別(乗用車、貨物車、全車両)の発生集中量および発生集中密度に関する相関係数表を表3～表4に示す。表3に示した用途別床面積、用途別土地面積と発生集中量は施設別に全体的に比較的相関が強く、工業における貨物車との相関は低くなっている。表4に示した全面積に対する各施設の床面積と土地面積の比率と発生集中密度に関しては、発生集中量ほど高い相関はみられないが、比較的高い相関関係がみられる。表3. 車種別発生集中量と用途別面積に関する相関係数表

とくに住宅地、工場地の発生集中密度に関しては負の相関がある。

4 交通発生傾向に関するクロス分析

4.1 地区パターンと自動車発生集中密度

本節では地区特性的な要素を考慮し種々な観点から地区を分類し、自動車交通発生集中密度がどのような傾向を持っているかを考察する。まず表5には一般的に分類されている都心、東部、西部、

車種	49年用途別床面積				49年用途別土地面積		
	住宅	商業	事務所	工業	住宅	商業	工業
乗用車	0.832	0.941	0.945	0.848	0.832	0.883	0.749
貨物車	0.862	0.859	0.851	0.655	0.815	0.858	0.529
車両計	0.802	0.903	0.913	0.825	0.828	0.876	0.695

表4. 車種別発生集中密度と用途別面積比に関する相関係数表

車種	49年用途別床面積比				49年用途別土地面積比		
	住宅/全面積	商業/全面積	事務所/全面積	工業/全面積	住宅/全面積	商業/全面積	工業/全面積
乗用車	-0.579	0.875	-0.784	-0.513	0.785	-0.759	
貨物車	-0.607	0.777	-0.707	-0.528	0.785	-0.655	
車両計	-0.608	0.822	-0.741	-0.533	0.751	-0.701	

南部、北部地域の5区分で発生集中密度の平均値を表わしている。

表5 地域分類による平均発生集中密度(トリブ/100㎡/日)

地域	用途	住宅	商業	事務所	工業	合計
中心地域		3.38	15.99	9.76	6.84	6.77
東部地域		3.32	6.61	9.45	3.17	2.52
西部地域		2.61	8.34	8.77	1.88	2.39
南部地域		1.30	4.92	7.90	3.89	1.87
北部地域		1.41	7.31	8.91	2.30	2.62

(注) 中心地域…北區、東區、西區、南區、天王寺區、浪速區
東部地域…旭區、城東區、鶴見區、東成區、生野區、東住吉區、平野區
西部地域…北區、港區、大正區
南部地域…阿倍野區、南成區、住之江区、住吉區
北部地域…東淀川區、淀川區、西淀川區、都島區、大淀區、福島區

この表からも中心地域に近づくにつれ発生集中密度が大きく周辺部ほど小さな値となる傾向がみられる。いま地区の土地利用を考慮に入れ、住、商、工業の混入割合で各グループ化された地区における施設別の発生集中密度がどのような値をとるかを表6～表8に示す。表6は商業の混入割合(I;10%以下(10地区),II;10~20%(9地区),III;20~50%(4地区),IV;50%以上(3地区))に分類し、車種別に発生集中密度の平均を表わしている。この表より商業の混入割合が大きくなるにしたがい全般的に大きくなる傾向がみられる。とくに商業施設に関しては、顕著に表われている。つぎに住居施設の混入割合が増加するに従い発生集中密度が小さくなっている。工業

表6 商業混入別平均発生集中密度(トリブ/100㎡/日)

車種	地区分類	住宅	商業	事務所	工業	合計
乗用車	I	0.856	2.024	4.752	1.066	0.935
	II	0.825	2.234	4.193	0.815	0.971
	III	1.603	4.639	5.191	1.965	2.768
	IV	1.741	6.473	5.005	2.750	4.013
貨物車	I	0.726	4.169	4.921	1.870	1.218
	II	0.834	4.765	4.274	1.802	1.465
	III	1.211	8.830	5.401	3.989	3.440
	IV	1.679	10.694	4.060	6.983	4.311
車両計	I	1.582	6.193	9.674	2.936	2.153
	II	1.659	6.998	8.470	2.616	2.436
	III	2.813	13.469	10.592	5.954	6.208
	IV	3.420	17.167	9.064	9.733	8.324

<商業混入割合>

I 10%未満
II 10%-20%
III 20%-50%
IV 50%以上

<地区数>

I 10地区
II 9地区
III 4地区
IV 3地区

地の混入割合でみると住居施設の発生集中密度よりも顕著な傾向は見られないがやはり工業混入割合が増加するに従い発生集中密度が減少している。つぎに各26区に住、商、工業の混入割合を1つの図で表わすため全面積に対する比率を三角座標で表わし、自動車交通全車についての発生集中密度との関係を示したのが図9である。この図の興味深い点は商業施設の占める割合が増加するに比例して発生集中密度が大きくなり図のようなグループ化が可能になる

表7 住宅混入別平均発生集中密度(トリブ/100㎡/日)

車種	地区分類	住宅	商業	事務所	工業	合計
乗用車	I	1.641	5.364	5.083	2.036	2.694
	II	0.983	2.549	4.411	0.941	1.127
	III	0.714	1.850	4.743	1.378	0.942
貨物車	I	1.412	9.013	4.583	4.982	3.421
	II	0.866	5.409	4.950	1.766	1.609
	III	0.703	3.985	4.230	2.710	1.314
車両計	I	3.053	14.377	9.666	7.018	6.115
	II	1.849	7.954	9.361	2.707	2.736
	III	1.416	5.835	8.973	4.088	2.255

<住宅混入割合>

I 40%未満
II 40%-60%
III 60%以上

<地区数>

I 6地区
II 13地区
III 7地区

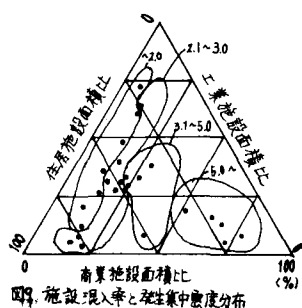


表8 工業混入別平均発生集中密度(トリブ/100㎡/日)

車種	地区分類	住宅	商業	事務所	工業	合計
乗用車	I	1.366	4.288	4.961	2.227	2.292
	II	0.879	0.879	4.540	0.912	1.102
	III	0.868	0.750	4.262	0.568	0.897
貨物車	I	1.212	7.907	4.459	4.867	2.995
	II	0.881	5.259	4.845	1.922	1.680
	III	0.863	3.855	4.762	0.971	1.022
車両計	I	2.578	12.195	9.420	7.094	5.287
	II	1.760	6.138	9.385	2.834	2.782
	III	1.731	4.609	9.024	1.539	1.919

<工業混入割合>

I 10%未満
II 10%-20%
III 20%以上

<地区数>

I 10地区
II 8地区
III 8地区

4.2 各種都市指標と自動車交通発生集中

用途別面積と自動車交通発生集中の関係は前節で述べたが本節ではその他の都市指標(人口に関する指標、経済活動に関する指標)と自動車交通発生集中の関係について述べる。まず、これらの指標と発生集中量および密度の間の単相関係数表を表9に示す

まず昼間人口と発生集中量の間には用途により相関関係が異なり、とくに商業施設の発生集中量が比較的高い正の相関があると考えられる。昼夜率と発生集中密度は商業施設の発生集中密度と高い相関がみられ、住宅地、工業地に対しては0.5前後の相関係数が得られている。ついで商品販売額/事務所数と商業施設の発生集中密度の関係であるが乗用車の密度とは0.805の相関がみられる。人口密度に関してはすべて負の相関がみられ、とくに商業施設の発生集中密度と-0.7以上の相関が求められている。

5 自動車交通発生集中傾向に関する要因分析

いままでに個々の要因との分析を行ってきたが、ここでは複数個の要因を用いて重回帰分析及び簡単な数量化分析を行った結果について述べる。

5.1 自動車交通発生集中量に関する要因分析 まず表10に用途別の自動車交通全車両の発生集中量を昼間人口と用途別床面積または用途別土地面積で重回帰分析した結果について示した。住宅施設における発生集中量は昼間人口と用途別床面積では重相関係数が0.805、用途別土地面積を用いると0.830と土地面積を用いた方が少し相関が高くなっている。商業施設での発生集中量に関しても、用途別床面積で説明するより、土地面積を用いた方が重相関係数が0.920と高くよく説明されている。また工業施設の発生集中量に関しては逆に、用途別床面積を用いた方が重相関係数が0.738と高くなっている。事務所施設に関しては重相関係数が0.914と商業施設の同分析より高い係数が得られている。工業施設を除いて全般的に昼間人口の偏

表9 種別指標と発生集中に関する相関係数表

用途	車種	昼間人口	昼夜率	用途別床面積	用途別土地面積	人口密度
住宅	乗用車	-0.026	0.397	—	—	-0.088
	貨物車	0.054	0.620	—	—	0.005
	車両計	0.040	0.512	—	—	-0.081
商業	乗用車	0.771	0.830	0.805	—	-0.740
	貨物車	0.684	0.734	0.711	—	-0.744
	車両計	0.729	0.777	0.753	—	-0.750
工業	乗用車	0.084	0.487	—	—	-0.376
	貨物車	0.364	0.498	—	—	-0.458
	車両計	0.258	0.490	—	—	-0.428

表10 自動車交通発生集中量に関する重回帰分析結果

用途	足数	昼間人口		用途別床面積		用途別土地面積		重相関係数
		回帰係数	偏相関係数	回帰係数	偏相関係数	回帰係数	偏相関係数	
住宅	-2766.23	16.008	0.122	1.482	0.805	—	—	0.805
	5824.92	12.165	0.099	—	—	1.130	0.829	0.830
商業	42728.37	-46.524	-0.086	3.772	0.781	—	—	0.904
	48280.70	105.501	-0.200	—	—	3.665	0.819	0.920
工業	6532.22	11.468	0.451	1.046	0.690	—	—	0.738
	10035.76	1.399	0.525	—	—	0.302	0.580	0.691
事務所	17037.83	0.554	0.104	2.760	0.914	—	—	0.914

相関係数は小さくあまり説明力が高いとはいえない結果が得られている。次に昼間人口、住宅地の土地面積、乗用車の保有台数をカテゴリー分類し住宅施設の発生集中量に関し、数量化分析(第1類)を例を表11に示す。重相関係数は0.808で比較的説明されているが、前分析と同様昼間人口はそれほど強い説明力を持った要因とはいえない。各要因の影響傾向を数量化分析で計算されたスコア値でみればまず住宅地土地面積は広くなるに従い発生集中量が増加し、また各地区の保有台数が増加するに従い、発生集中量も増える傾向がある。

表11 自動車交通発生集中量に関する数量化分析結果

説明変数	カテゴリ	人数	数値	変域	偏相関係数	
昼間人口	1	0 - 100	8	374.5	1149.0 (3)	0.043
	2	100 - 150	7	535.7		
	3	150 - (94)	11	-613.3		
住宅地面積	1	0 - 100	10	-10998.1	23508.5 (1)	0.756
	2	100 - 200	7	1306.5		
	3	200 - (46)	9	11203.9		
自動車保有台数	1	0 - 20	12	-4581.3	10867.8 (2)	0.348
	2	20 - 30	7	1567.2		
	3	30 - (94)	7	6286.5		
重相関係数				0.808		

5.2 自動車交通発生集中密度に関する要因分析 自動車交通発生集中量と同様に、昼夜率と用途別床面積/全面積または用途別土地面積/全土地面積の2要因を用い重回帰分析を行なった結果を表12に示す。まず住居施設においては重相関係数が0.618、0.605と両者ともそれ程高くなく十分説明されているとはいえない。商業施設に関しては、重相関係数が0.824、0.831と比較的高く、とくに土地面積の比を用いた2要因の組合せの方がよりよく説明されているといえよう。工業施設に関しては商業施設より重相関係数(0.764、0.742)が小さいが、比較的説明されているといえる。商業施設とは逆に床面積での分析の方が良い結果が得られているようである。

表12 自動車交通発生集中密度に関する重回帰分析結果

用途	足数	昼夜率		用途別床面積/全面積		用途別土地面積/全土地面積		重相関係数
		回帰係数	偏相関係数	回帰係数	偏相関係数	回帰係数	偏相関係数	
住宅	3.345	6.347	0.127	-2.837	-0.400	—	—	0.616
	2.487	0.142	0.338	—	—	-3.829	-3.749	0.605
商業	4.813	0.333	0.117	16.257	0.437	—	—	0.824
	4.033	1.008	0.537	—	—	25.426	0.465	0.831
工業	6.770	0.278	0.277	-21.241	-0.672	—	—	0.764
	6.174	0.353	0.338	—	—	-24.102	-0.637	0.742

6 おわりに

土地利用と交通活動(交通発生集中傾向)の間には密接な関連がある。そのため交通需要予測に当たって、土地利用を基礎に行う方式が標準的手法として確立されているといえる。以上で行ってきた分析は限られた資料

を組み合わせ、土地利用と交通発生傾向の関連を分析しある部分をとらえることができたといえよう。土地利用は交通計画の基礎であるといえるが、交通施設計画がまた土地利用を制約する相互の関連がある。両者の問題の主要なものに次のものがあるといえよう。

①土地利用計画に基づく交通需要の予測

②土地利用計画と最適交通体系

③交通需要形態に基づく交通施設容量の解析

④交通施設計画と土地利用建築計画との均衡、適合性の検討

⑤土地利用計画の変更に伴う交通計画への影響の解析

⑥交通から見た最適土地利用形態

これらはいずれも土地利用と交通発生との関係を基礎に考察されるもので、この重要性は高く、今後とも広い視点からこれらの基礎的分析を進める必要があるといえる。

最後に、本研究にあたって資料を提供していただいた大阪市総合計画局の方々に記して感謝の意を表わしたい。

<参考文献> 1) 大阪市総合計画局、昭和49年度自動車起終点調査報告書 1976年3月

2) “ 大阪市の土地利用 現況編 1979年3月

3) 大阪市経済局、大阪の経済 年次報告<昭和52年版>

4) 高井広行、自動車発生集中量および原単位に関する基礎的研究 昭和54年度中国四国支部
年次学術講演概要