

業種による企業行動の違いを考慮したOD分布構造分析*

Analyses on the OD pattern of Business Trips Considering the Difference in Mechanism among Sector *

中川 紗耶子**・廣島 康裕***・中西 仁美****

By Sayako NAKAGAWA**・Yashuhiro HIROBATA***・Hitomi NAKANISHI****

1. はじめに

第5次全国総合開発計画により国土計画は、多軸型国土構造の形成が目指されるようになった。三遠南信地域(愛知県東三河地域、静岡県遠州地域、長野県南信州地域を含む県境地域)においても行政区を超えた一体的な整備を推進しており、効果的な整備を実行するために社会経済や土地利用の動向など多面的な評価を行った地域計画が今後さらに必要とされている。三遠南信地域は、港湾輸入額で全国屈指の三河港を持ち、臨海部は工業製品を取り扱う企業が多数集結し、工業用地としての需要が高い。三河港は、これら企業による物流および港を拠点とした遠州地域、西三河地域の東西両方向へ物流が発生する重要な拠点である。

この地域では、東三河地域と遠州地域を通過する第二東名高速道路、三遠南信自動車道などの幹線道路の整備が進められており、これら道路ネットワークの改善が今後この地域に大きな影響をもたらすと予想される。

そこで本研究では、三遠南信地域の道路整備を検討する際に特に重要な要素である物流に着目した道路整備効果の計測手法の開発を最終目的としているが、本稿は物流の主体となる企業を業種別に分類し、道路交通センサスODデータを用いた集計・モデルパラメータ推計により業種による交通行動特性の違いを明らかにすることを目的とする。

2. 対象地域と使用データ

本研究では、三遠南信地域のうち豊橋市を中心とした愛知県東三河地域(39ゾーン)および浜松市を中心とした遠州地域(37ゾーン)から構成される三遠地域に対象地域を限定する(図1参照)。使用データは、平成11年度道路交通センサスOD調査データとし、業種別の交通

*キーワード: 分布交通、物資流動

**学生員、豊橋技術科学大学大学院 建設工学専攻

***正員、工博、豊橋技術科学大学建設工学系

(愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1、

TEL0532-44-6833、FAX0532-44-6831)

****正員、博(工)、豊橋技術科学大学建設工学系

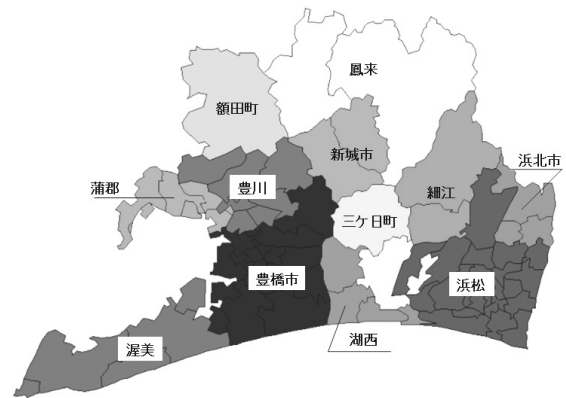


図1 対象地域(三遠地域)

行動を把握・分析を行うものとする。

3. 対象地域と使用データ

既存研究では交通量推計における分布交通量の推計は、「乗用車と貨物車」、「業務目的交通と私事目的交通」といった車種の属性による交通行動の違いについて、佐藤らは貨物流動¹⁾・企業機能²⁾に、山崎ら³⁾は家計と企業の交通行動に注目した研究をおこなっているが、実用に至っていないという現状がある。

多くの属性分類の中でも業務目的の交通行動は企業により大きく異なると考えられる。これは、企業は利潤最大化に基づいて行動するが、利潤を規定する要因は、企業によって原料の調達地域や消費地、労働人口分布、地価がそれぞれ異なることから推測される。この要因の違いは、企業の目的地選択や立地選択に影響し、さらに交通行動にも影響を与えると考えられる。

以上のことから、ここでは業種間での交通行動の違いをゾーン間OD分布図を用いて把握し、各業種の交通行動の特性を概観する。

図2はゾーン別に見た各業種の発生量構成比率を示している。三遠地域全体では各業種のトリップが概ね均等に発生している。また、農林漁業は郊外部、小売業は中心部で発生比率が高く、大半のゾーンで建設業の占める比率が高い。

次に、業種別にOD分布状況について見る。図3の農

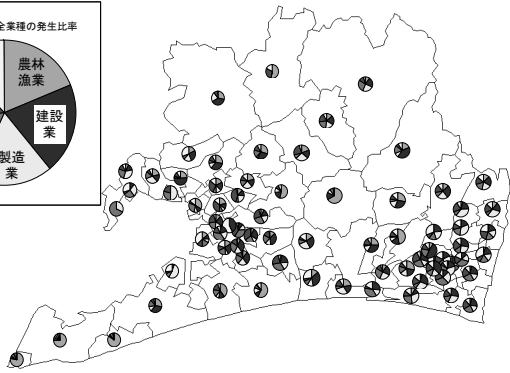
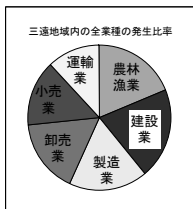


図2 ゾーン別業種発生量構成比率



図6 卸売業のOD分布状況



図3 農林漁業のOD分布状況



図7 小売業のOD分布状況



図4 建設業のOD分布状況



図8 運輸業のOD分布状況



図5 製造業のOD分布状況

林漁業は、ゾーン外へのトリップが少なく、1トリップあたりの距離が短い。図4の建設業は、近隣ゾーンへのトリップが多く、多くのゾーン間でODが発生している。図5の製造業は、近隣ゾーンへのトリップが多く、また、各都市内でODが集中するゾーンが存在する。図6の卸売業は、近隣ゾーンへのトリップが多いが郊外部のゾーン間でのODは少ない。また、東三河地域と遠州地域との結びつきが低い。図7の小売業は、近隣ゾーンへのトリップが多い。図8の運輸業は、OD間の距離が長く、ハブ状にODが発生している。以上から、距離抵抗は農林漁業が最も大きく、運輸業が最も小さいことが推測される。

3. 業種別のOD分布モデルのパラメータ推定

(1) OD分布モデル

ここでは企業のOD分布が、グラビティモデルによって表現されると仮定し、業種別にパラメータ推定を行い業種別のOD分布構造の違いを把握する。モデルは、以下の式(1)で表され、距離抵抗を表す関数 f としてべき乗型の式(2)と指数型を表す式(3)の2つを仮定してパラメータ推計を行い、より実績値に適合する関数形の選定を行うものとした。

$$T_{ij} = kG_i^\alpha A_j^\beta f(C_{ij}) \quad (1)$$

$$f(C_{ij}) = C_{ij}^\gamma \quad (2)$$

$$f(C_{ij}) = \exp(\gamma C_{ij}) \quad (3)$$

ここで、 k, α, β, γ はパラメータ、 T_{ij} はゾーン ij 間の交通量、 G_i は発生量、 A_j は集中量、 C_{ij} は一般化時間である。

(2) パラメータ推定方法

a) 線型化重回帰分析

これは式(1)を対数変換した線形回帰分析を行うものであり適用は容易である。しかし、この推定方法は $T_{ij}=0$ のデータを除外する必要があることに加え、対数変換によって交通量の大きなゾーンペアを過小評価する傾向があるという問題を有している。

b) ポアソン回帰分析

これは a) の推定方法の問題を回避するために用いる。この推定方法は各 OD の OD 交通量がポアソン分布に従う確率変数であると仮定することに基づくもので、OD 交通量がゼロのデータも推定用データに含めることができることから、OD 表に多くのゼロを含む場合に有効であると考えられる。ポアソン分布の確率変数は式(4)で表され、尤度関数は式(5)となる。

$$P(x_{ij}) = \frac{e^{-\lambda_{ij}} \cdot \lambda_{ij}^{x_{ij}}}{x_{ij}!} \quad (4)$$

$$\prod_{ij} P(x_{ij}) = \prod_{ij} \frac{e^{-\lambda_{ij}} \cdot \lambda_{ij}^{x_{ij}}}{x_{ij}!} \quad (5)$$

ここで、 $P(x_{ij})$ はゾーン ij 間のトリップ数が x_{ij} となる確率、 λ_{ij} はゾーン ij 間の交通量の期待値を表し、 λ_{ij} は式(1)の T_{ij} に一致する。実際のパラメータ推定では、式(5)を対数変換した式(6)を用いる。

$$\sum_{ij} \ln P(x_{ij}) = \sum_{ij} (-\lambda_{ij} + x_{ij} \ln \lambda_{ij} - \ln x_{ij}!) \quad (6)$$

表1 パラメータ推定結果

	線型化重回帰分析				ポアソン回帰分析				
	べき乗型		指数型		べき乗型		指数型		
	パラメータ	t値	パラメータ	t値	パラメータ	t値	パラメータ	t値	
A.L.L.	k	0.742	1.85	-0.713	-1.75	1.616×10^{-1}	18.07	6.322×10^{-5}	17.64
	α	0.393	11.78	0.366	10.91	0.944	205.64	0.939	201.53
	β	0.374	11.50	0.346	10.56	0.944	210.50	0.936	205.79
	γ	-0.755	-24.91	-0.018	-23.96	-1.545	-552.16	-0.049	-444.93
	サンプル	1383		1383		5402		5402	
R ²	0.342		0.327		0.402		0.537		
農林漁業	k	4.045	11.81	3.708	12.15	4.237	12.53	0.115	12.86
	α	0.036	1.09	0.028	0.87	0.543	61.96	0.515	57.86
	β	0.072	2.25	0.067	2.10	0.527	60.28	0.494	55.44
	γ	-0.189	-3.27	-0.006	-3.68	-1.912	-165.36	-0.067	-124.89
	サンプル	155		155		3910		3910	
R ²	0.095		0.110		0.160		0.203		
建設業	k	1.691	4.59	1.498	4.08	9.674×10^{-2}	10.63	5.388×10^{-4}	10.40
	α	0.204	5.48	0.202	5.48	0.914	95.23	0.907	91.95
	β	0.210	5.50	0.205	5.43	0.872	89.29	0.859	85.79
	γ	-0.113	-3.49	-0.004	-4.14	-1.389	-233.18	-0.044	-200.79
	サンプル	565		565		5112		5112	
R ²	0.095		0.103		0.156		0.226		
製造業	k	2.408	7.19	1.578	4.85	2.307×10^{-2}	12.64	7.229×10^{-4}	12.65
	α	0.251	7.22	0.252	7.20	0.915	114.32	0.913	112.97
	β	0.187	5.68	0.178	5.39	0.874	111.10	0.870	109.22
	γ	-0.378	-10.16	-0.011	-9.81	-1.668	-261.45	-0.057	-206.13
	サンプル	461		461		4899		4899	
R ²	0.268		0.259		0.407		0.505		
卸売業	k	2.666	8.38	2.323	7.41	3.019×10^{-2}	12.37	1.75×10^{-4}	12.78
	α	0.152	5.07	0.143	4.78	0.810	102.39	0.807	102.13
	β	0.163	5.47	0.162	5.44	0.821	105.66	0.811	103.99
	γ	-0.217	-6.73	-0.006	-7.02	-1.380	-224.70	-0.045	-189.53
	サンプル	526		526		5041		5041	
R ²	0.152		0.158		0.254		0.368		
小売業	k	3.033	9.38	2.509	8.25	0.308	11.28	1.339×10^{-2}	12.03
	α	0.140	4.20	0.139	4.16	0.656	73.94	0.665	75.31
	β	0.140	4.45	0.140	4.43	0.661	76.60	0.667	77.90
	γ	-0.229	-6.59	-0.007	-6.24	-1.477	-209.14	-0.051	-169.35
	サンプル	377		377		5112		5112	
R ²	0.181		0.172		0.223		0.296		
運輸業	k	2.802	8.00	2.186	6.51	7.55×10^{-3}	13.40	4.532×10^{-4}	13.85
	α	0.184	5.20	0.175	4.97	0.883	123.28	0.876	122.46
	β	0.121	3.42	0.114	3.25	0.871	123.58	0.865	122.76
	γ	-0.284	-6.01	-0.007	-5.82	-1.262	-171.29	-0.036	-146.77
	サンプル	455		455		4970		4970	
R ²	0.120		0.116		0.181		0.251		

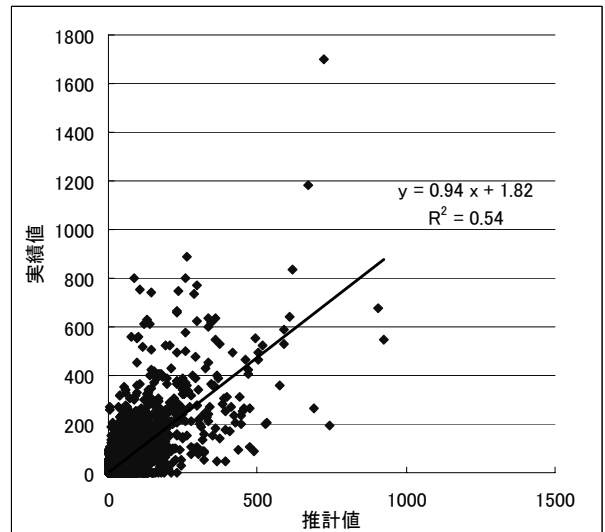


図9 ポアソン回帰分布の適合度(全業種)

(3) パラメータ推定結果の検討

線型重回帰分析とポアソン回帰分析のパラメータ推定結果を表1に示す。線型重回帰分析とポアソン回帰分析をべき乗型および指数型の適合度で比較すると、べき乗型、指数型のどちらの場合においてもポアソン回帰分析の方が大きいことが分かる。これより、推定方法ではポアソン回帰分析のあてはまりがよいといえる。これはOD交通量がゼロであるデータを多く含めたことによると考えられる。また、ポアソン回帰分析の距離抵抗関数

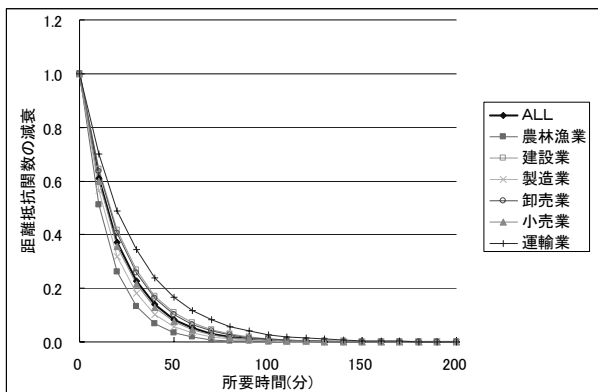


図10 業種別距離抵抗関数の減衰状況

はべき乗型に比べ指数型の方が大きくなった。図9はポアソン回帰モデルの推計値と実績値の関係を見たもので、この図より全業種での近似曲線の傾きはほぼ1に等しく、このモデルから得られた推計値の当てはまりが良いといえる。今回、紙面の都合上掲載できなかったが、業種別に見た場合も同様の傾向となった。

以上より、ポアソン回帰分析の指数型モデルのパラメータから各業種間の違いを考察する。距離抵抗関数のパラメータ(γ)から、所要時間に対する距離抵抗関数の減衰を示した図10から、距離抵抗が最も大きい業種は農林漁業で、次いで製造業、小売業、卸売業、建設業、運輸業の順となっていることが分かる。全業種(表中:ALL)も各業種の平均を示す結果となった。また、図10より農林漁業では所要時間が10分になると、距離抵抗関数の値は半分にまで減少しているのに対し、運輸業では所要時間が20分になった時に半分に減少している。このときの農林漁業の距離抵抗関数の値は4分の1近くまで減少しており、運輸業と農林漁業では距離抵抗関数の値に約2倍の差が出ている。建設業と卸売業の距離抵抗減衰はほぼ等しくなった。運輸業を除く他の業種は、所要時間が100分を超えるとトリップはほぼ現れないのに対し、運輸業では100分を超えてもトリップがあることが分かる。

発生・集中度のパラメータ(α, β)は、農林漁業、小売業で0.5に近い結果が得られたが、他の業種ではほぼ0.9前後と1に近い値となった。パラメータが1に近い場合、仮に各ゾーン間のトリップ数が2倍になった場合、発生量および集中度、全トリップ数も2倍に変化するが、ゾーン間交通量の推計では式(1)の右辺 $G_i^\alpha \cdot A_j^\beta$ より4倍に変化するという矛盾が起こる。しかしこの結果は、定数項 k が補完し、適合度も業務全体で約0.5と高いためモデル式に問題はないと考えられるが、発生量および集中度のパラメータは0.5に近い値が望ましいと言える。

この発生・集中度のパラメータが1に近づいた要因のひとつに、ODトリップの実績値は三遠地域内と域外を行き来するトリップを含んでいないのに対し、発生・

集中度では三遠地域内外を出入りするトリップを含んでいることが考えられる。しかしこれらのみで、全ての業種を説明できないため、これら以外の要因があると考えられる。

4. おわりに

本稿は、三遠南信地域の道路整備を検討する際に特に重要な要素である物流に着目した道路整備効果の計測手法の開発を最終目的とし、物流の主体となる企業を業種別に分類し、業種による交通行動の違いについて考察した。交通需要予測では、ポアソン回帰分析の当てはまりが最もよいと言えた。このモデルから距離抵抗の高い業種は、農林漁業、製造業、小売業、卸売業、建設業、運輸業の順であることが分かった。これは、3で示したOD分布図の傾向に一致した。また、農林漁業では所要時間が10分を超えると交通量は半分に減少し、運輸業では20分を超えたときに交通量が半減することが分かった。そして、運輸業を除く他の業種は所要時間の最大がおよそ100分であるのに対し、運輸業ではおよそ150分であることが分かった。

今回の分析では、三遠地域内と外部との流出入トリップを含めなかったため、各業種の交通行動特性を掴みきれていないところもある。今後はそれらを含めた分析が必要である。また、実際の企業は利潤最大化を基にした生産活動だけでは説明の付かないトリップ、つまり、輸送コストといった費用よりも生産技術や関連会社を優先した取引が多く存在していると考えられることから、このような輸送コストに囚われない企業取引にも着目したOD分布構造の分析を行っていく必要もある。

参考文献

- 1) 佐藤徹治・樋野誠一：「貨物流動の実態を踏まえた応用一般均衡型土地利用・交通モデル」土木計画学研究・講演集, Vol.33, 頁 305, 2006.
- 2) 佐藤徹治・樋野誠一：「企業の機能に着目した応用一般均衡型土地利用・交通モデル」土木計画学研究・講演集, Vol.31, 頁 170, 2005.
- 3) 山崎清・武藤慎一・上田孝行・助川康：「東京圏における応用都市経済モデルの適用」土木計画学研究・講演集, Vol.31, 頁 171, 2005