

近畿圏におけるトラック事業所の空間分布特性の分析と立地モデルの作成*

*Analysis of Distribution Characteristics of Trucking Offices in Kinki Region and Development of the Location Model**

田中 康仁** 小谷 通泰*** 原田 亜紀子****
by Yasuhito TANAKA, Michiyasu ODANI and Akiko HARADA

1. はじめに

都市圏内における貨物輸送は、その大半を貨物車が担っている。一方で、物流サービスに対する荷主のニーズはますます高度化、多様化するとともに、コスト削減に対する要望も高まっている。また、貨物車交通が引き起こす都市交通への負担や環境への負荷の軽減が求められており、貨物車による物流の効率化が重要な課題となっている。このような効率化を図るためには様々な方法が考えられているが¹⁾、物流関連施設の配置を適切に誘導あるいは規制することも一つの有効な対策である。しかしながらこのためには、まずそれらの物流関連施設の立地要因を把握することが必要と考えられる^{2) 3)}。

物流関連施設の立地は、一般には消費地や生産流通拠点の分布と、交通基盤施設の整備状況などに、大きく依存していると考えられる。しかし、そうした立地選択の要因については、大規模トラックターミナルや流通センターなどの配置問題⁴⁾を除いて、これまで十分に研究がなされてきたとは言えない。

そこで本研究は、近畿2府4県におけるトラック事業所を取り上げて、GIS (Geographic Information System) を活用することによりそれらの圏域内での空間分布特性を明らかにするとともに、人口などの社会経済指標や交通基盤施設の整備状況を説明変数として立地モデルを構築することにより立地要因を明らかにすることを目的としている。

2. 使用データの概要と近畿圏の特徴

(1) 使用データの概要

(a) トラック事業所に関するデータ

近畿2府4県の(社)トラック協会発行の会員名簿(平成13年版)に記載されているトラック事業者(一

- * キーワーズ: トラック事業所、立地要因、近畿圏、GIS
- ** 正員、修(工)、広島商船高等専門学校、流通情報工学科
(広島県豊田郡東野町4172-1, TEL&FAX: 08466-7-3122)
- *** 正員、工博、神戸商船大学、輸送システム工学講座
(神戸市東灘区深江南町5-1-1, TEL&FAX: 078-431-6260)
- **** 非会員、修(工)、嵯峨下ソフトリサーチ

般・特別積み合せ、および特定輸送事業者)を対象とした。なお、平成13年3月末時点における近畿圏内のトラック事業者のうち、車両台数については30台未満の事業者が83%を占めており、資本金に関しては、85%が3000万未満であった。このように、トラック事業者の大半が中小事業者であることがわかる。まず、名簿をもとに、8,939箇所のトラック事業所のデータベースを作成した。なお、事業者によっては、同一府県内に複数の事業所を有していても主たる事業所のみしか掲載していない場合がみられる。そこで、特定の事業者について詳しく分析する場合は、NTT提供のインターネットタウンページ⁵⁾の検索機能を利用して、対象事業者に関わるすべての事業所を抽出し、所在地と業務内容を調べた。また、各事業者の業務内容についてはホームページも参照した。収集したデータのうち、所在地については東京大学空間情報科学研究センターにより提供されているアドレスマッチングサービス⁶⁾により経緯度に変換した。

(b) 市区町村別の社会統計指標、交通利便性指標

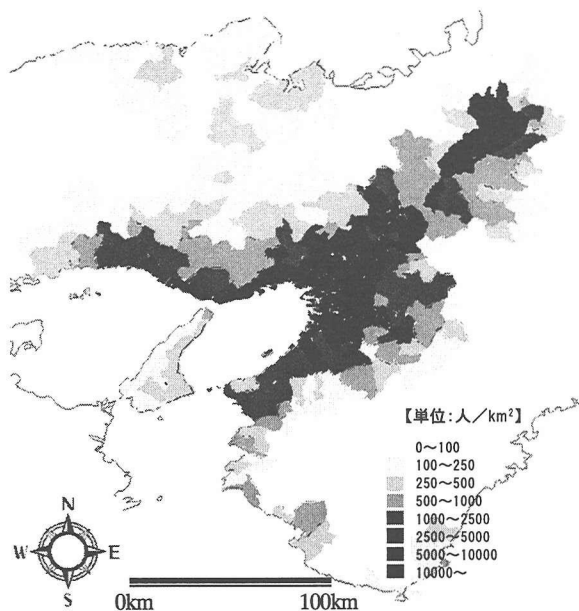
トラック事業所の立地要因を探るため、近畿圏内の365の市区町村をゾーン単位として、それぞれについて以下の指標をデータベース化した。

- ①社会経済指標として、国勢調査(平成7年調査)による常住人口、および事業所統計(平成11年調査)による事業所数・従業員数、さらに工業・商業統計(平成11年調査)による事業所数・商店数や従業員数、製造品出荷額・年間販売額のデータを用いた。
- ②交通利便性指標として、最寄り的高速道路インターチェンジへのアクセス距離と都心部(大阪市本町付近)への所要時間を計測した。

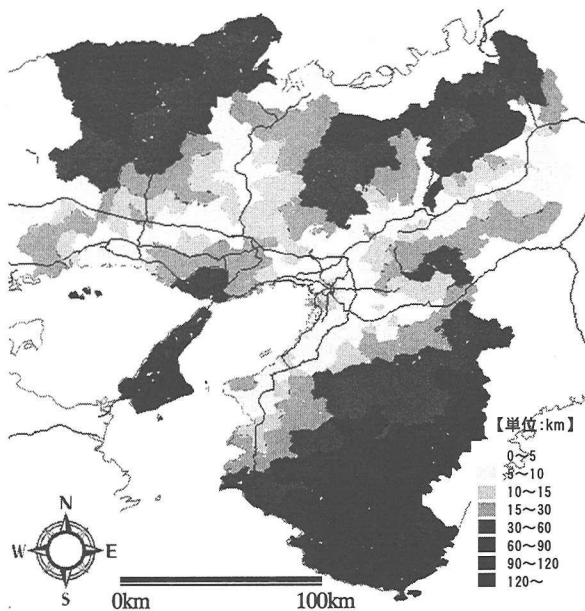
(2) 近畿圏の特徴

対象とした近畿2府4県の総面積は26,707km²であり、常住人口および従業員の総数はそれぞれ2,073万人、1,262万人である。また、圏内では高速道路網は大阪を中心として放射・環状にネットワークが構成されており、日本列島を東西に縦貫する路線と結ばれている。

以下では、社会統計指標および交通利便性指標を市区町村ゾーンごとに集計し、地図上に視覚化した結果について考察する。



図－1 常住人口の密度分布



図－2 高速道路 IC へのアクセス距離

(a) 社会経済指標

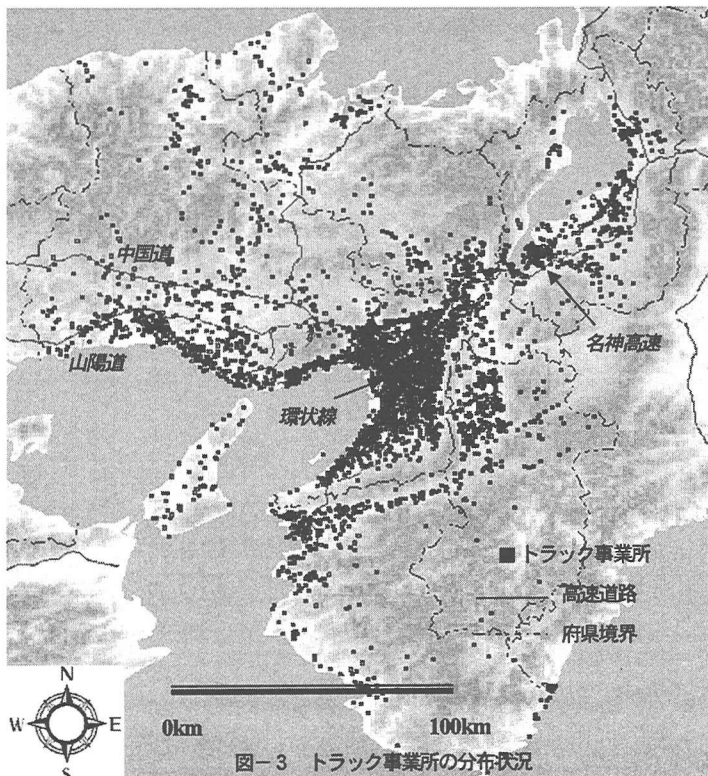
図－1は、圏域内における市区町村ゾーン別の常住人口の密度分布を図示したものである。これによると、大阪湾に沿った臨海部とそこから内陸部へと伸びる Y 字状に広がった地域で人口の集中が見られる。また、事業所統計による従業員数の分布状況については、常住人口が集中した地域とほぼ同様な地域で、従業員数も集中して分布している。

(b) 交通利便性指標

図－2は、圏域内のゾーンごとに高速道路インターチェンジへのアクセス距離の分布状況を図示したものである。これによると、阪神間の臨海部、京都府南部や滋賀県南東部のゾーンでは、高速道路が通過しているため、インターチェンジまでの距離が短く、高速道路へのアクセスが容易であることがわかる。これに対して、兵庫県の北部や、和歌山県の南部のゾーンでは、インターチェンジまでの距離が60kmを超えており、アクセスが不便であることがわかる。

また、圏域内のゾーンごとに、大阪市内の中心部（大阪市本町付近）への所要時間の分布状況を図示したところ、ほとんどのゾーンは都心部から離れるほど、ほぼ同心円状に所要時間は増大している。しかし、高速道路の沿線に位置するゾ

ンでは他のゾーンに比べて、都心からの距離に比べると所要時間が短くなっており、高速道路利用によるアクセス時間の短縮効果が現れている。また、兵庫県北部や和歌山県南部のゾーンでは所要時間が150分を超えており、都心部へのアクセスが不便であることがわかる。



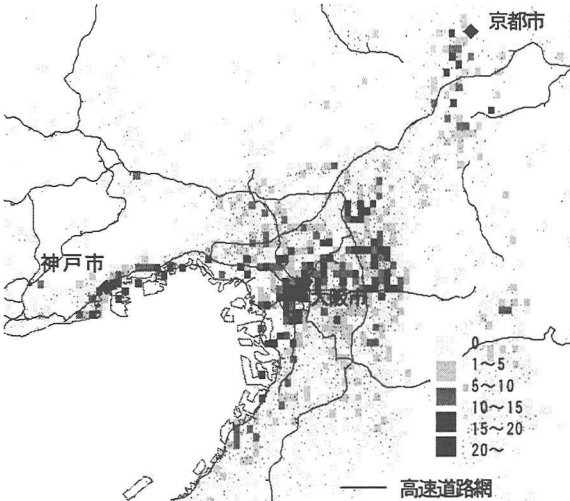
図－3 トラック事業所の分布状況

3. トラック事業所の空間分布特性

(1) 近畿圏内における立地状況

図-3は、8,939箇所にあるトラック事業所の位置を地形および高速道路網図の上に重ね合わせて図示したものである。これによると、トラック事業所の立地は平野部を中心に広がっており、特に、大阪湾沿岸域とそこから内陸部へと伸びる人口集積地域に沿って、その大半が立地している。また、こうした地域だけでなく、地方部においても散在していることがわかる。

さらに詳細なトラック事業所の立地を探るため、図-4に示すように、トラック事業者の事業所数を1kmメ



注) ◆は各市の市役所の位置を示す

図-4 立地密度(1kmメッシュ、単位:件/km²)の分布

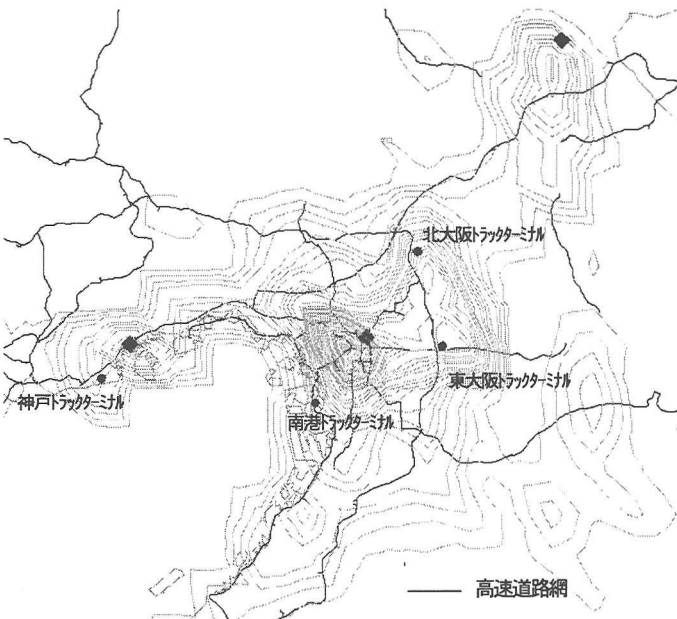


図-5 公共トラックターミナルとトラック事業所の立地の関係

表-1 公共トラックターミナルの概要(平成7年時点)

	バース数	会社数	取扱実績
北大阪トラックターミナル	424	31	2,848
東大阪トラックターミナル	312	39	1,679
南港トラックターミナル	180	14	812
神戸トラックターミナル	76	8	175

注)取扱実績の単位は千トン

シュ単位に集計し、その密度を濃淡で図示した。なお、この図は集積が著しい大阪湾沿岸域を中心として拡大表示したものである。さらに図中には、大阪市、京都市、神戸市を表す場所として市役所の所在地も図示した。これによると、大阪市都心部と、その外縁部に位置する東大阪市から摂津市、茨城・吹田市にかけての地域、および大阪市から神戸市にかけての阪神間の臨海部、さらに京都市南部地域で密度が高くなっている様子がわかる。

(2) 公共トラックターミナルの立地との関係

図-5は、先ほどの図-4と同地域を対象として、等高線によりトラック事業所の集中ポイントを詳細に図示したものである。図中には、近畿圏内の4箇所に設置されている公共トラックターミナルを示すことにより、トラック事業所の立地との関係を調べている。なお、等高線への変換方法は離散量を連続量に変えるカーネル密度推定(補注1)を使用した。また表-1は、平成7年における各公共トラックターミナルのバース数・入居事業者数および貨物の取扱実績を示したものである。これらより、図-4と同様の地域で等高線が高くなっている様子がわかる。特に、大阪都心部の外縁部に位置する東大阪から摂津市、茨城市・吹田市といった等高線が高い区域と規模の大きな北大阪・東大阪の両トラックターミナル

が設置されている地点とがほぼ一致しており、それらのターミナルを中心に多くのトラック事業所が集中して立地していることが伺える。一方、南港・神戸のトラックターミナル周辺でも比較的等高線が高くなっているものの北・東大阪の両トラックターミナルに比べると等高線は低く、ターミナルの規模により周辺に集中するトラック事業所数に差が生じている。

(3) 高速道路インターチェンジへの近接性

高規格幹線道路のインターチェンジの半径4km以内に立地しているトラック事業所は、検索の結果3,396事業所であり、全事業所の38.0%を占めている。これを、高規格幹線道路に都市高速道路等も含めたインターチェンジまで広げると、66.5%となる。

図-6は、インターチェンジへの近接性とトラック事業所の立地密度の関連を示したも

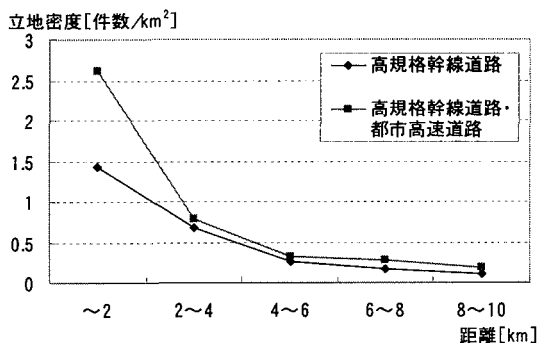


図-6 インターチェンジからの距離帯別の立地密度

のである。図中では、インターチェンジからの距離を横軸で表し、距離帯ごとの立地件数を面積で除した立地密度を縦軸としている。これによると、トラック事業所は、高規格幹線道路のインターチェンジ、あるいは都市高速道路等も含めた全インターチェンジから離れるほど、立地密度が減少していることがわかる。特にインターチェンジから2～4 km までの範囲で密度の低下が著しい。

(4) 都心部へのアクセス距離

4 km を境に大きくトラック事業所が減少することを踏まえ、名神高速道路の両側4 km ずつの範囲に立地する事業所を対象に、西宮インターチェンジを起点として、そこからの距離帯ごとに、トラック事業所の件数を求めて図示したものが図-7である。これによると、トラック事業所は、京都市南インターチェンジのある40～50kmの距離帯で大きなピークを、また70km 付近の栗東および竜王インターチェンジで小さなピークを示しているものの、全体としては、西宮インターチェンジから離れる

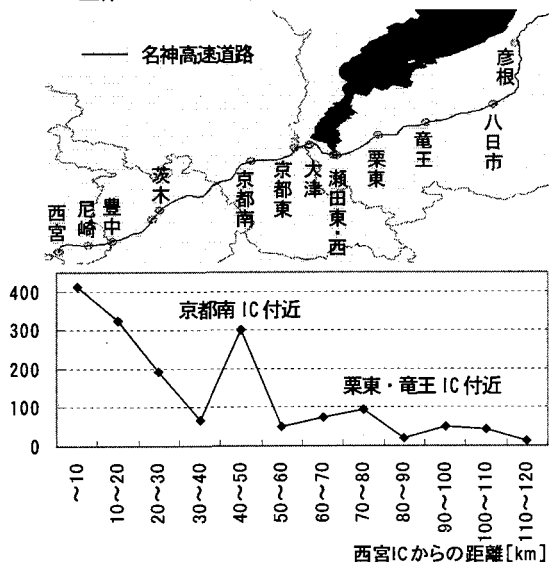


図-7 都心からの距離と立地件数の関係

ほど、その件数は減少している。特に、起点である西宮インターチェンジから30～40kmの距離帯までの間で、件数は著しく減少している。

4. 事業者別にみたトラック事業所の分布パターン

事業者ごとに、対象圏域内での事業所の立地地点を図示することにより、事業内容による配置パターンの特徴をみることにする。本研究では、取り扱い貨物の種類に着目して以下に示す7パターンに分類した。①宅配貨物、②路線貨物、③系列企業の貨物、④引越貨物、⑤港湾関連貨物、⑥鉄道輸送貨物、⑦特定企業の貨物。ここでは、これらの7つのうち①宅配貨物と②路線貨物を取り扱う事業者について考察する。

(1) 宅配貨物取り扱い事業者

図-8は、宅配事業者の一例としてY社の事業所の配置図を示したものである。事業所は合計で339箇所があり、主管支店、支店、営業所に分けられている。それぞれの件数ならびに機能は、以下の通りである。

- ①主管支店(9箇所)：都道府県単位で事業所を統括。
- ②支店(15箇所)：営業所を統括する機能を有し、地域内の営業所の中核になっている。
- ③営業所(315箇所)：集荷、配達機能をもち、営業活動を行う。

圏域内で配送拠点としての役割を持つ主管支店は、ほぼ主要高速道路の沿線に立地している。また、集配デポとしての機能を果たしている支店、営業所は圏域全体にわたって散在しているが、人口集積地域ほど密に配置されていることがわかる。

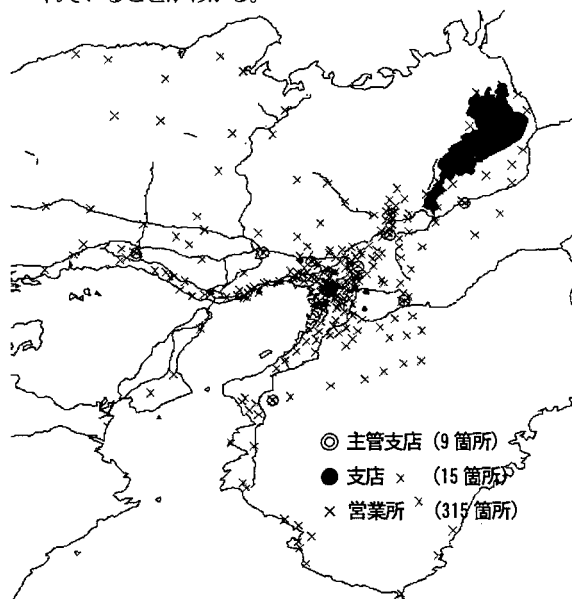


図-8 Y社の事業所の分布状況

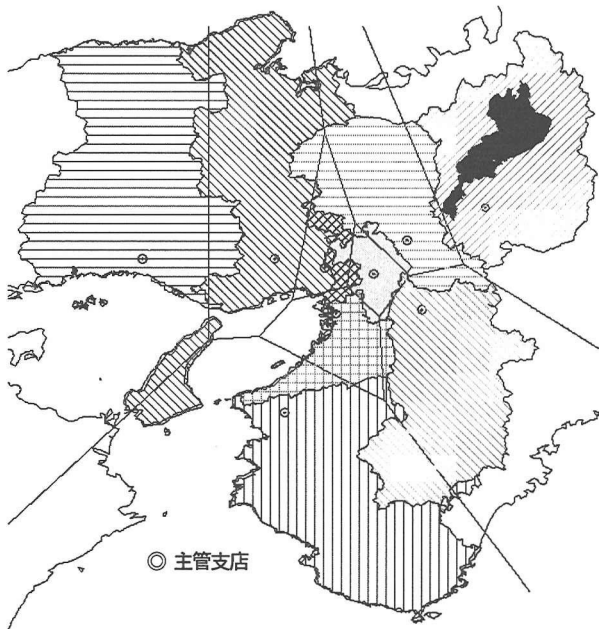


図-9 Y社の主幹支店のボロノイ分割

さらに、図-9は主管支店を中心としてボロノイ分割を適用した結果であるが、図に示すように、分割された領域は、それぞれの主管店の担当区域とほぼ一致している。このように、それぞれの事業所が階層構造をなして、配置されている様子がわかる。

(2) 路線貨物取り扱い事業者

図-10は、路線貨物取り扱い事業者の一例として、S社の事業所の配置状況を示したものである。圏域内には

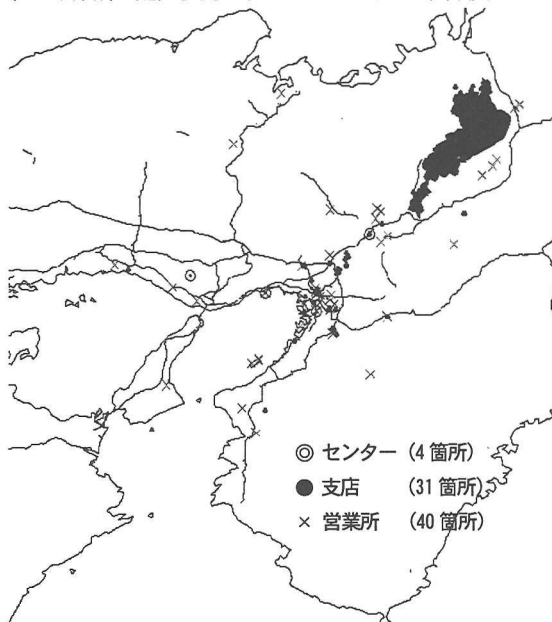


図-10 S社の事業所の分布状況

75箇所の事業所を設けているが、これらの事業所はいずれも、センター、支店、営業所より構成されている。センターについては、4箇所に配置されており、総合的な物流ターミナルとして位置づけられている。センターの役割は、ターミナル機能・保管機能だけでなく、流通経路上の最もふさわしい時と場所で、効率のよい加工を行うという重要な役割を担っている。そのため、センターは幹線道路へのアクセスに恵まれた交通の要衝への立地が目立っている。その他の支店、営業所は、貨物の発生集中量の多い、阪神臨海部から湖東地区へと広がる都市集積地帯を中心に配置されている。

5. トラック事業者の立地モデル

(1) 全トラック事業所を対象とした立地モデル

トラック事業所の立地要因を明らかにするため、市区町村別のトラック事業所の立地件数を被説明変数として、重回帰分析を行った。この際、説明変数は、変数相互間での相関関係を考慮して、表-2に示すような、交通利便性指標および社会経済性相互間の相関係数が高い組み合わせ(0.8以上)については、重回帰分析の重共線性を避けるため、同一モデル内に同時に投入しないようにした。また、同一統計内(例えば事業所統計の従業員数と事業所数といったような)についても必然的に相関係数が高くなるため、同時に投入しないようにした。この結果、以下に示す変数を用いた

① 交通利便性指標(インターチェンジへの距離、または都心への時間のいずれか一方)

② 社会経済指標(商業統計、工業統計のそれぞれについて、従業員数、販売・出荷額、商店・事業所数のうちいずれかの変数、および常住人口)

これら3ないし4つの説明変数を用いて6つのモデルを構築した結果を表-3に示す。これによると、モデルの精度を示す重相関係数は0.819から0.898を示しており、良好な結果が得られた。また、商業系、工業系の従業員数、販売・出荷額、商店・事業所数、常住人口は、いずれもt値が有意水準1%で有意である。商業系と工業系の指標を比較すると、工業系の指標の方がより有意性が高くなっている。

また、交通利便性指標は、都心へのアクセス時間が一部のモデルで有意となった以外、有意性は低かったが、

表-2 相関係数の高い変数の組み合わせ

相関係数	変数の組み合わせ
0.9以上	事業所統計の事業所数 商業統計の商店数 (0.99)
	事業所統計の従業員数 商業統計の従業員数 (0.97)
	工業統計の従業員数 国勢調査の常住人口 (0.84)
0.8以上	工業統計の製品出荷額 国勢調査の常住人口 (0.81)
	都心へのアクセス時間 インターチェンジへの距離 (0.84)
	都心へのアクセス時間 インターチェンジへの時間 (0.82)

表-3 トラック事業所件数の重回帰分析の結果

	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
インターチェンジへの距離	-1.42E-02 (-0.43)	-7.33E-02 (-1.73)	-4.11E-02 (-1.14)			
都心への時間				-2.44E-02 (-1.57)	-6.71E-02 (-3.43**)	-2.37E-02 (-1.39)
(商業統計) 従業員数	6.61E-04 (7.05**)			6.38E-04 (6.74**)		
(工業統計) 従業員数	4.63E-03 (26.30**)			4.59E-03 (26.22**)		
(商業統計) 年間販売額		4.16E-08 (4.80**)			3.82E-08 (4.43**)	
(工業統計) 製造品出荷額		1.37E-06 (23.69**)			1.34E-06 (23.36**)	
(商業統計) 商店数			7.89E-03 (6.21**)			7.74E-03 (6.06**)
(工業統計) 事業所数			5.62E-02 (11.01**)			5.63E-02 (11.03**)
常住人口			1.22E-04 (5.64**)			1.21E-04 (5.59**)
定数	1.397 (0.82)	7.602 (3.52**)	2.027 (1.07)	3.801 (1.71)	12.811 (4.67**)	3.402 (1.37)
重相関係数	0.897	0.819	0.876	0.898	0.824	0.876

注) () 内はt値を表し、**は有意水準1%で有意、*は有意水準5%で有意

これは本モデルが全トラック事業所を対象としているため、必ずしもその立地が交通の利便性に依存しない中小事業者が有する事業所も多く含まれていることが一因と考えられる。次にモデル中の個々の変数を見てみると、パラメータの符号から、商業系および工業系のいずれの指標も、大きいほどトラック事業所の立地に寄与する傾向を示している。また、最寄りインターチェンジへの距離、都心への時間のパラメータの符号はマイナスであり、インターチェンジあるいは都心部から近い地域ほど、立地件数は増加する傾向にあることも示されている。

(2) 宅配営業所の立地モデル

表-4は、宅配事業者として代表的なY社とN社を取り上げて、市区町村ごとの宅配営業所数を被説明変数として重回帰分析を行った結果を示したものである。なおこの際、宅配事業の対象が事業所(企業)や一般個人であることを考慮して、市区町村ごとの事業所統計の従業員数と常住人口を説明変数とした。これによると、モデルの精度を示す重相関係数は0.850であり、良好な結果が得られた。変数の有意性を示すt値はいずれの変数も有意水準1%で有意である。また、個々の変数の符号はいずれもプラスとなっており、従業員数と常住人口の増加に比例して、宅配営業所数が多くなることが示されている。さらに、各変数の標準偏回帰係数の値を比較すると、常住人口よりも従業員数の方が、約2倍のウェイトで営業所数に寄与していることがわかる。

表-4 宅配営業所件数の重回帰分析の結果

説明変数	偏回帰係数	標準偏回帰係数	t値	重相関係数
従業員数	2.50E-05	0.616	16.33**	0.850
常住人口	6.60E-06	0.303	8.02**	
定数	0.197		2.99**	

注) () 内はt値、**は有意水準1%で有意

6. おわりに

本研究では、近畿2府4県におけるトラック事業所を取り上げて、GISを活用することにより近畿圏内でのトラック事業所の分布特性を調べるとともに、事業所の立地モデルを構築し、その立地要因を明らかにした。以下では得られた成果について要約する。

①トラック事業所は、大阪湾岸域と、そこから内陸部へと続く都市域に多くの立地が見られ、特に大阪市内とその外縁部および京都市や神戸市といった都市部で集中が著しいことがわかった。また、こうした都市部だ

けでなく、地方部においても散在していた。

②密度関数を用いて等高線図を描くことにより、公共トラックターミナルの周辺で、特に規模の大きな北・東大阪の両トラックターミナルの周辺においてトラック事業所が集中して立地していることが確認できた。

③トラック事業所は、高速道路のインターチェンジから4 km までの範囲内で立地が集中しており、立地密度は距離に対して指数関数的に減少していた。また、名神高速道路沿道に立地する事業所を例として、都心部からの距離と立地件数をみても、途中、数箇所のインターチェンジ付近で局所的にピークもみられるが、全体的としては都心部から離れるほど事業所数は減少していた。

④事業者別に業務内容の違いによって、事業所の配置パターンに特徴的な差異が見られることを示した。例えば、宅配事業者では、事業所は拠点と集配デポに機能分類されており、前者はほぼ主要高速道路の沿線に、後者は圏域全体にわたって散在しており、階層構造をなしていた。また、人口の集中している都市部ほど集配デポが密に配置されていた。

⑤すべてのトラック事業所を対象に、立地モデルを重回帰分析により作成した。この結果、有意な要因として工業系・商業系の従業員数などの社会経済指標が得られ、両者を比較すると工業系指標の方が有意性は高かった。また、交通利便性指標については、都心へのアクセス時間が一部のモデルで有意となった以外は有意性は低かった。また、宅配事業所を対象とした立地モデルでは、常住人口と従業員数が有意な要因として抽出でき、常住人口よりも従業員数が約2倍のウェイトで立地件数に寄与していた。

最後に、本研究に残された今後の課題としては、以下の点があげられる。

①説明変数の追加、改善を行い、立地モデルの精度を向上させたい。このためには、まず、地価や土地利用現況、労働力の得やすさなどの要因を考慮するとともに、交通便利性指標として、地域内相互の輸送、他地域（圏域外）との輸送にとっての利便性についても明示的に表現できる指標を用いたい。

②全事業者を対象とした立地モデルだけでなく、事業者の業態別（本研究で対象とした宅配事業以外の業態）、または保有台数や事業所数などの規模別にも立地モデルを作成していきたい。

③本研究では、大阪湾を中心とした人口の集中エリアに絞って、メッシュ単位に立地特性を詳細に分析したが、今後は分析対象とする単位を各市区町村ゾーンからメッシュに変換し、こうしたエリアを対象にメッシュ単位の立地モデルについても構築したい。

【補注】

(1) 本研究で使用了カーネル密度推定^{7) 8)}とは、離散量を連続量に変換するノンパラメトリック回帰分析であり、点（位置）データのみで分析することが可能である。カーネル K_j とは位置ベクトル x_j を中心とする正規分布（Gauss）で表現され、 x は平均値、 h は標準偏差となる（式1）。全体のカーネル密度は各カーネルの合計値であるから、総数 n とすると、地点 x におけるカーネル密度関数 $f(x)$ は（式2）のように表される。

$$K_i(x) = \frac{1}{2\pi h^2} e^{-\frac{(x-x_i)^2}{2h^2}} \quad (\text{式1})$$

$$f(x) = \frac{1}{n} \sum_i K_i(x) = \frac{1}{2\pi h^2 n} \sum_i e^{-\frac{(x-x_i)^2}{2h^2}} \quad (\text{式2})$$

【参考文献】

- 1) 谷口栄一・根本敏則：「シティロジスティクス」、森北出版、pp18-23、2001年
- 2) 田中康仁・小谷通泰・原田亜紀子：「近畿圏におけるトラック事業所の空間分布特性の分析と立地モデルの作成」、土木計画学研究講演集No.26（CD-ROM）、2002年
- 3) Button, K. Kulkarni, R and Stough, R, Clustering of Transportation Logistics Centers in Urban Areas. City Logistics II, pp215-229, 2000.
- 4) 山田忠史・則武通彦・谷口栄一・多賀慎：「物流ターミナルの最適配置計画への多目的計画法の適用」、土木学会論文集、No.632/IV-45、pp41-50、1999年
- 5) <http://www.itp.ne.jp/>
- 6) <http://fujieda.csis.u-tokyo.ac.jp/bin/geocode.cgi>
- 7) 原田豊・島田貴仁：「カーネル密度推定による犯罪集中地区の検出の試み」、科学警察研究所報告防犯少年編Vol.40 No2、pp30-41、2000年
- 8) 貞広幸雄：「鉄道駅が商業施設分布に与える影響の統計的分析手法」、都市計画学会学術研究論文集Vol129、pp523-528、1994年

近畿圏におけるトラック事業所の空間分布特性の分析と立地モデルの作成

田中 康仁・小谷 通泰・原田 亜紀子

トラックによる物流関連施設の立地は、一般には消費地や生産流通拠点の分布と、交通基盤施設の整備状況などに、大きく依存していると考えられる。本研究では、近畿圏におけるトラック事業所を取り上げて、GISを活用することにより、高速道路や公共ターミナルなどとの立地関連を中心とした空間分布特性を明らかにするとともに、事業内容別に、営業所およびセンターなど事業所の立地地点を図示し、営業所とセンターの関係性や階層構造および集配エリアの特徴について考察した。さらに、交通基盤施設の整備状況や社会経済指標などを説明変数として立地モデルを構築することにより立地要因を明らかにした。

Analysis of Distribution Characteristics of Trucking Offices in Kinki Region and Development of the Location Model

by Yasuhito TANAKA, Michiyasu ODANI and Akiko HARADA

The location of the facilities related to the freight transportation by the truck greatly depends on the distribution of the consumption area and the production, and the infrastructure. But, those location factors haven't been studied enough except for the problem such as a large-scale truck terminal and a logistics center. In this study, we examined the location of trucking offices in the Kinki Region, clarifying their geo-spatial distribution characteristics by fully employing the geographic information system (GIS). At the same time, we constructed location models using socioeconomic index and the condition of traffic infrastructures as independent variables. With these efforts, we are able to make clear several factors behind the location of these trucking offices.