

首都圏三環状高速道路整備による物流への影響

兵藤哲朗*

首都圏では三環状高速道路の概成を迎えようとしており、それに伴い、物流施設の郊外化・大型化も進行している。その傾向を確認するため、本稿では第5回の東京都市圏物資流動調査結果を用いて、さまざまな分析結果を紹介する。具体的には、これまでの物流施設の立地パターンの解析や、三環状高速道路概成による将来の立地動向の予測、そして、トラックのプロープデータを用いた、物流施設立地と交通流動との関連性分析などを行っている。種々の結果から、首都圏の物流施設に関連する、今後の課題についても簡潔にまとめた。

Effects on Logistics Facilities by Beltway Systems in Tokyo Metropolitan Area

Tetsuro HYODO*

Highway network systems are useful toward promoting logistics facilities in the Tokyo Metropolitan Area (TMA). Especially, the future completion of beltway systems would cause large and high-value added logistics facilities. This report focuses on the fifth TMA Urban Freight Survey, and introduces several analyzed results: 1) the current characteristics of logistics facility allocation, 2) future perspective of facilities, 3) relationship between the facilities and truck generation trips are clarified.

1. はじめに

今世紀を迎えたころから、わが国の大都市圏では、いわゆる「物流不動産」の動きが活発化し、大規模物流施設の建設が多く見受けられるようになってきた。それらが立地する場所は、湾岸地域であったり、郊外の高速道路インターチェンジ付近であったりするが、そこに道路ネットワーク拡充との関連性を容易に見いだすことができる。特に首都圏では、三環状高速道路が順調に整備されつつあり、近い将来にはその概成が十分期待できる段階に差し掛かってきた。

幸いなことに、首都圏では大規模な物流調査が定期的に行われており、過去の調査結果を、高速道路

建設の経緯と照らし合わせることにより、道路ネットワークが物流関連施設の立地に与える影響を定量的に分析可能な環境が整っている。

本稿では、東京都市圏物資流動調査の最新の成果に基づき、主に、三環状高速道路整備が物流に与える影響について、種々の分析結果を基に紹介する。

なお、筆者はこれまでも同様の分析結果をさまざまな視点から行い、紹介してきたが^{1)~5)}、論考の展開上、その結果を引用することをお許し願いたい。

2. 物流施設の立地箇所の動向

2-1 東京都市圏物資流動調査と立地動向

東京都市圏物資流動調査は、1972年の第1回調査以来、ほぼ10年ごとに行われている調査であり、調査主体は東京都市圏交通計画協議会（以下、「協議会」とする）である。最新の第5回調査の実査は2013年に行われ、2016年の3月には最終の取りまとめが協議会からウェブサイトなどを通じて公開されることになっている⁶⁾。前回の第4回調査（2003年実査）より、

* 東京海洋大学海洋工学部流通情報工学科教授
Professor, Department of Logistics and Information Engineering, Faculty of Marine Technology, Tokyo University of Marine Science and Technology
原稿受付日 2016年1月29日
掲載決定日 2016年3月4日

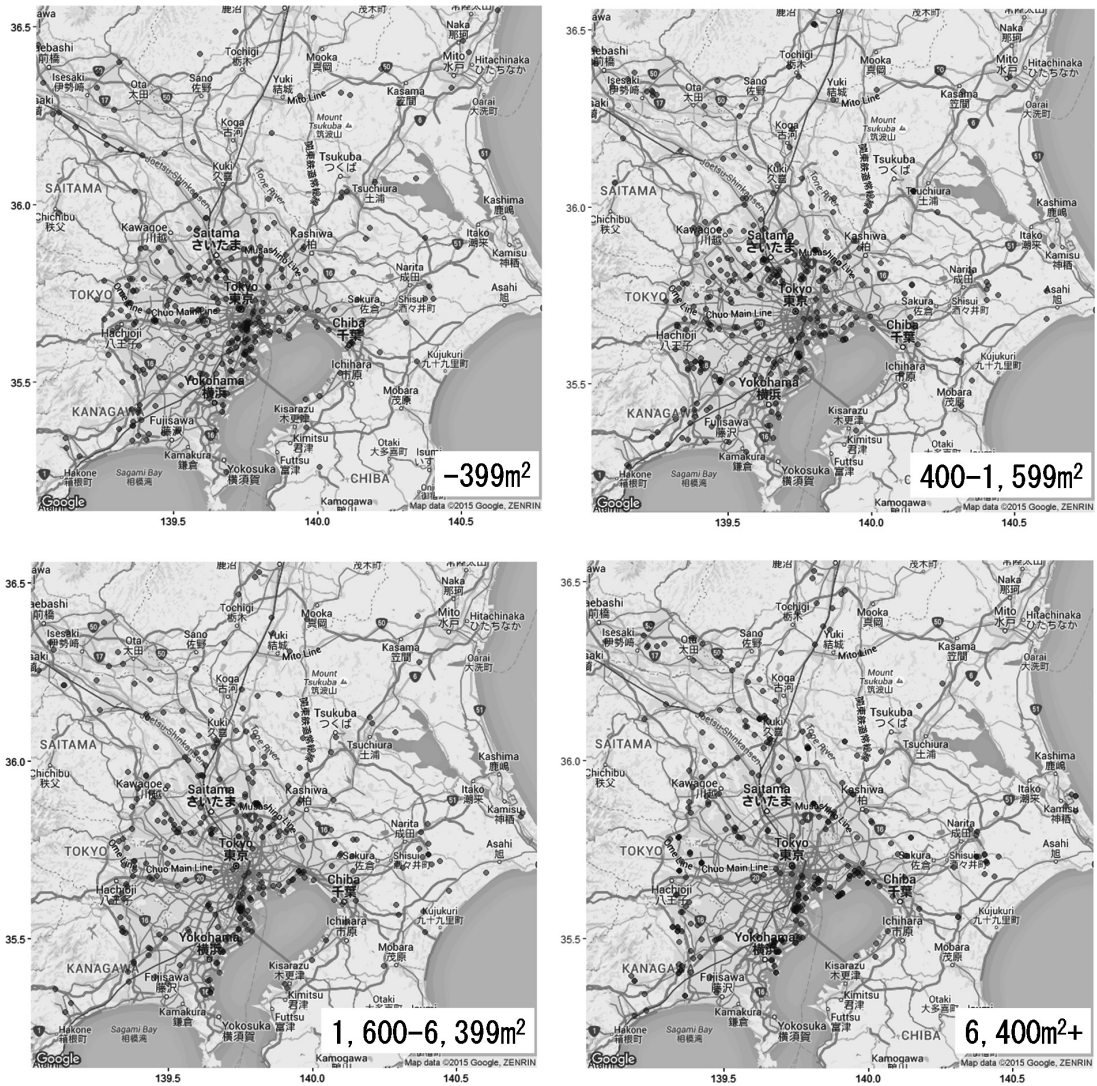


Fig. 1 2000年代の延べ床面積別物流施設立地箇所

貨物の流動のみならず、物流施設の立地場所や、施設内の流通加工の活動内容なども併せて調査しているため、道路交通だけではなく、立地に係る都市計画関連の施策評価も所掌範囲となった。実際に、第4回調査後、調査範囲内の主要な都県で、調査結果に基づく物流マスタープランや、新規供用高速道路インターチェンジ付近の土地利用計画の見直しなど、行政の施策に少なからぬインパクトを与えたのである。さらに、企業へのアンケート調査では、施設の開設年も質問しているため、道路ネットワークの拡充と、物流施設立地の時間的な推移関係について知ることができる。具体的な結果は兵藤^{4),5)}に詳しいので、ここでは、第5回調査結果で得られた2000年

以降に新たに立地した物流施設を、規模別(延べ床面積別)に四つに分類し、その立地箇所を確認する(Fig. 1)。結果を見ると、小規模な物流施設は湾岸地域と内陸部で比較的分散した立地動向を示し、施設規模が大きくなるほど、湾岸地域と、郊外環状道路沿線に立地し、二極化することが分かる。特に、延べ床面積 $1,600\text{m}^2$ 以上では、東京外かく環状道路の千葉県付近、そして首都圏中央連絡自動車道の埼玉県から東京都、神奈川県に至るエリアの立地が目立つ。これらは明らかに環状高速道路建設の効果であり、道路整備が立地ポテンシャルを押し上げ、結果として多くの物流施設を呼び込んできた推移を確認することができる。

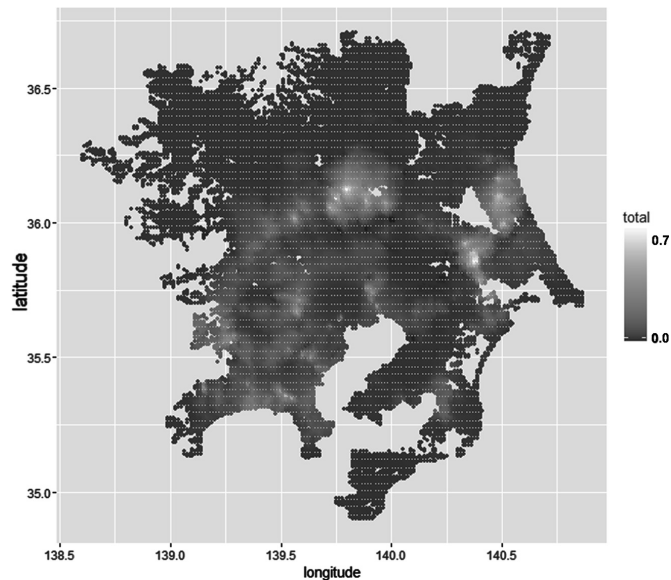


Fig. 2 道路整備による物流施設立地効用変化

さらに、湾岸地域では常に物流施設が新規に開設しており、港湾貨物需要を中心とする施設のニーズが変わらず高レベルにとどまっていることが理解できる。第5回調査から、北関東自動車道供用の効果も確認するため、調査対象範囲が拡大され、茨城県、栃木県、群馬県の南部が加わった。同自動車道に着目すると、群馬県周辺で物流施設立地が散見され、広域物流を担う一定の役割があることが分かる。

2-2 立地選択モデルによる三環状高速道路概成の効果計測

2-1で確認された通り、高速道路建設と、物流施設立地との間には密接な関連性が認められるため、第4回調査も第5回調査でも、立地選択モデルを推定し、将来の三環状高速道路概成が、物流施設の新規立地促進に与える効果について、定量的に分析している。実際に、第4回調査の同分析結果は2006年には公表され、その後、埼玉県内の東京外かく環状道路区間など、おおむね予測通りに物流施設が立地してきたことが確認されている¹⁾。

協議会の分析で採用されたモデルは3次メッシュ(1kmメッシュ)を選択肢とする、多肢選択の非集計ロジットモデルであり、協議会モデル型に加え、さらに空間相関を考慮したBinary Probitモデルなどの検討が兵藤ら⁷⁾で報告されている。ここでは、兵藤ら⁷⁾の結果を引用する。

検討されたモデルには、最寄りインターチェンジまでの距離や、用途地域属性、物流施設雇用に関わる

労働者人口、そして地価などが含まれており、物流施設立地効用を説明し得る推定結果となっているが、三環状高速道路の概成を想定した場合、立地効用の増加分を図示すると、Fig. 2の通りになる。明らかに、今後、新規供用される首都圏中央連絡自動車道の茨城県南西部や、調査時には開通していなかった茨城県南部で立地が進展することが予想される。また、東関東自動車道水戸線でも大きな変化が図示されているが、誤解を避けるため、効用値自体は他地域より低いことは付記しておく。

さらに、色の変化箇所を読み取ると、既存のインターチェンジ付近でも、効用値が増加する箇所が複数存在することが見て取れる。これは、高速道路ネットワーク拡充に伴い、全ての地域でアクセシビリティが向上することにより、既存物流施設が密集しているような地域で、さらに多くの施設ニーズが高まることを意味している。それ故、三環状高速道路周辺だけではなく、物流施設立地にかなう地域の将来動向についても目配りする必要があるといえようか。

3. 物流施設の高機能化について

近年の物流施設に求められるのは、高付加価値化や高機能化であるといわれる。例えば年々増加傾向が続くネット通販では、大型の自動ピッキング装置や、自動仕分け機が不可欠であり、それ故に、郊外の広大な敷地面積を必要とする。つまり、前時代的な物流施設では、単に大型トラックと小型トラック

間の積み替えや、あるいは倉庫としての保管機能など、単独機能のみであったのが、徐々に施設内で、いわゆる流通加工がなされることが多くなっている。第5回調査では、流通加工について、「組立」「詰合せ」「包装」「値札付け」「検品」「その他」の六つの機能を有しているか否かを質問している。この結果を用いて、物流施設の変化を確認してみよう。

まず、Fig. 3では、東京駅からの距離別別に、施設開設年代別の施設規模（拡大係数考慮済み）を描いている。郊外に立地する物流施設が徐々に大規模になっていることが容易に確認できるが、近距離帯では逆の傾向も認められる。そして、流通加工の6機能の保有数の平均値を調べ、プロットしたFig. 4を見ると、東京駅から10km以遠では、近年、加工機能の数が増大していることが分かる。また、機能数が多いのは、10～30km圏域であり、東京外かく環状道路周辺の物流施設で消費者向けの流通加工がなされていることが想像される。

さらに、どのような品目を扱う施設で流通加工の機能が必要とされるかを明らかにするため、個別物流施設をサンプル数とし、「流通加工機能あり=1」「流通加工機能なし=0」とするBinary Logitモデルを推定した（Table 1）。結果から、1）施設規模が大きくなるほど、流通加工機能を有しやすい、2）東京駅から遠距離になるほど、保管や積み替えだけでなく、上記6機能を持たない施設が増加する、3）出版・印刷物、日用品、電気機器などの品目が加工機能を必要としている、といったことが推測される。また、流通加工を行うには一定の雇用が必要とされるが、それが郊外部で加工数が減少する要因かもしれない。

今後、物流施設の立地動向を考慮する場合、少子高齢化や過疎化の進展が立地に影響を与えることが想像できるが、流通加工を担保し得る雇用確保の可能性も一つの判断材料と見なし得よう。半面、郊外部で過疎化が進展すると、それが物流施設立地の制

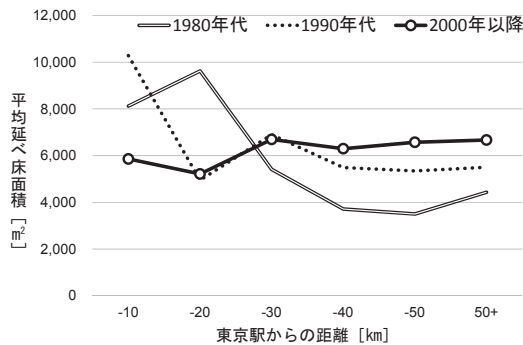


Fig. 3 物流施設の郊外化

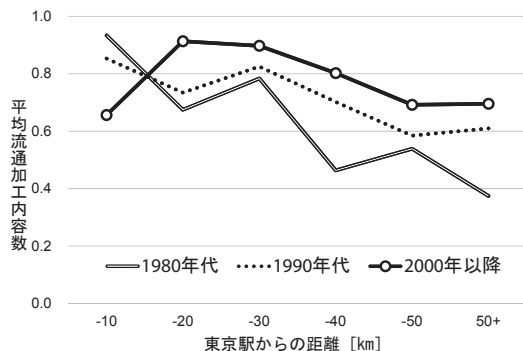


Fig. 4 流通加工の高度化

Table 1 流通加工機能保有選択モデル推定結果

変数名	パラメータ	t値	
log10 (延べ床面積 [m ²])	0.4286	8.5	
開設年ダミー (1994年以降=1)	0.3740	5.0	
品目ダミー	農水産品 (定温)	0.4873	2.5
	農水産品 (常温)	0.6383	1.9
	食料工業品 (冷凍)	0.1723	0.8
	食料工業品 (定温)	0.7699	3.9
	食料工業品 (常温)	0.5533	3.2
	食料工業品を除く軽工業品	0.4218	1.9
	出版・印刷物	1.1297	6.4
	日用品	1.2828	9.0
	日用品を除く雑工業品	1.0683	4.1
	林産品	-0.0823	-0.3
	鉱産品	0.1558	0.4
	金属工業品	0.5501	3.2
	一般機器	0.5843	2.4
	電気機器	0.9386	5.1
	輸送機器	0.8097	3.8
	精密機器	1.1139	4.3
	窯業品	0.2218	0.6
	化学工業品	0.1375	0.7
	特殊品	-0.2959	-0.7
混載	-1.0103	-4.1	
東京駅からの距離 [km]	-0.0068	-4.5	
定数項	-2.6736	-13.8	
初期尤度	-2417.0		
最終尤度	-2195.9		
自由度調整済尤度比	0.0816		
サンプル数	3,929		

注) 品目ダミーは「その他」を0に固定した。

約条件となることも想定される。単に交通施設整備のみから物流施設立地を捉えるのではなく、基礎的な都市構造の変化も視野に入れる必要があるのではなかろうか。

4. 物流施設がトラック交通に与える影響

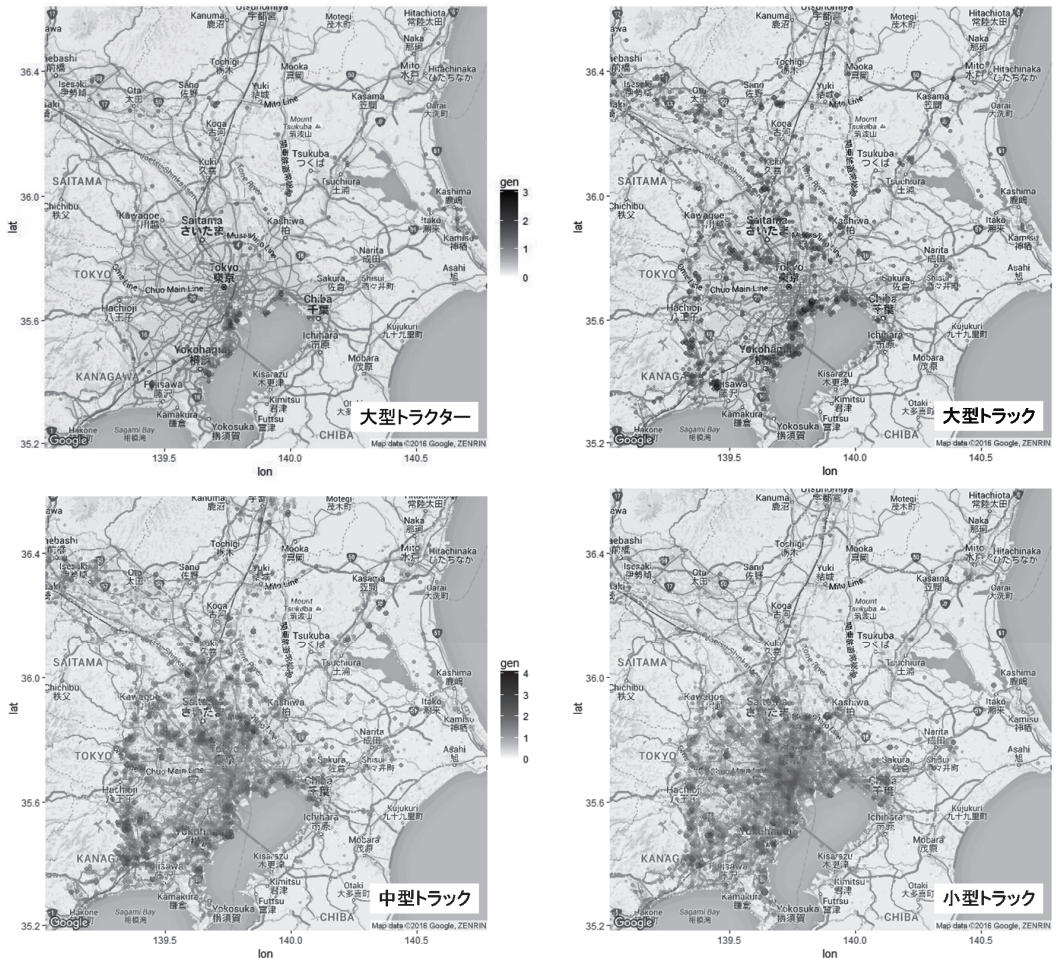
物流施設立地と、高速道路ネットワーク拡充との間に密接な関係があることは2章で確認したが、それは物流施設が、施設を利用するトラック利用を伴い、周辺道路の交通量を増加させることを意味している。そこで問題視されるのは、トラック交通量の増加と周辺住環境とのバランスである。この課題については、第4回および第5回調査でも提案政策としては、各種の土地利用施策の導入が提示されている。では、実際に物流施設とトラック交通量との間にはどのような相関関係があるのか、同様に第5回調査

結果を用いて調べてみる。

第5回調査では、すでに紹介した施設立地に関する企業アンケート調査に加え、プローブデータを用いたトラックの流動解析も検討されている。具体的には、3種類のプローブデータが用いられているが、ここでは、車載のデジタルタコグラフの位置計測機能を用いた大量のプローブデータを用いる。データの概略は、Table 2の通りで、データ取得期間は1

Table 2 トラックプローブデータの概要 (単位: トリップ)

調査期間		2014年10月6日(月)～12日(日)
発生量	大型トラクター	11,038
	大型トラック	51,165
	中型トラック	121,065
	小型トラック	111,797
合計		295,065



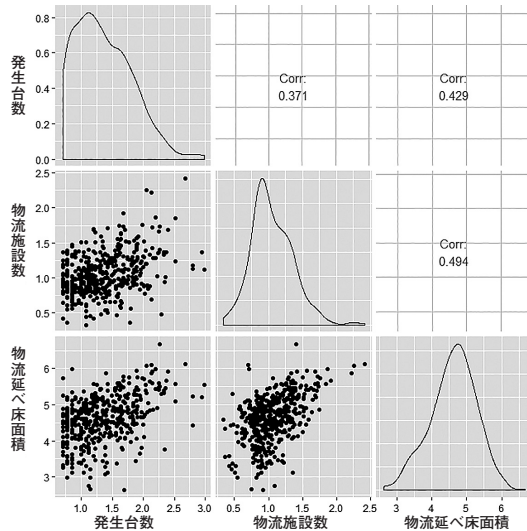
注) 数値は常用対数値を用いた。
Fig. 5 車種別・メッシュごとの発生交通量

週間だけであるが、得られた分析対象範囲内（2-2節のメッシュが存在する範囲内）の発生トリップ数は全車種合計で、30万トリップ弱と、ビッグデータの一種とも見なせる。

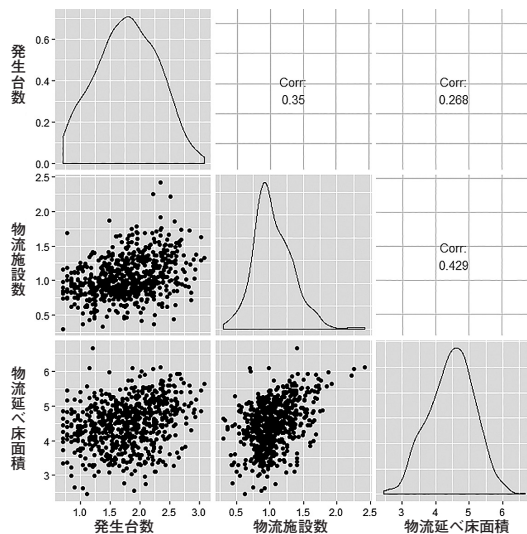
まず、メッシュ単位に車種別に発生トリップ数を集計し、Fig. 5に表示した。海上コンテナをけん引する大型トラクターは、湾岸地域のコンテナヤード付近にトリップ発生が集中し、市街地内の発生は極めて少ないことが分かる。大型トラックや中型トラックは、湾岸地域に加えて、東京外かく環状道路北部区間や、首都圏中央連絡自動車道の埼玉県から神奈川県を結ぶ区間の発生量が目立つ。小型トラックは郊外部の発生は比較的少なく、むしろ東京23区内の発生量が多いことが分かる。いずれも常識的な傾向を示しており、短期間のプローブデータでもトラックが発生する地域の特定化が可能であることが示されたと考える。

さて、前述の通り、トラックのトリップが発生する主要因は、そこに物流施設が存在することであろう。そこで、次に、プローブデータの結果と、物流施設調査の結果とを、3次メッシュを足場にひも付け、両者の関係を分析してみる。ここでは、車種は「大型トラクター+大型トラック」「中型トラック+小型トラック」の2分類として、メッシュごとの発生トリップ数を集計し、メッシュ内の物流施設の数と延べ床面積の合計値（共に拡大係数考慮済み）との関係を取りまとめた（Fig. 6、Fig. 7）。散布図を作成するに当たり、値のばらつきを抑えるため、発生トリップ数が5トリップ以上のメッシュを抽出し、三つの数値の常用対数値を用いている。図から、「大型トラクター+大型トラック」では、物流施設数および延べ床面積との相関係数はそれぞれ、0.371、0.429であり、「中型トラック+小型トラック」では相関係数はそれぞれ、0.350、0.268となった。いわゆる発生交通量の原単位推計では高い相関係数値が期待できないことが知られているが、本結果も数値は小さい。しかし、明らかに正の相関関係は認められるし、興味深いことに、大型車系では施設規模変数（延べ床面積）との相関係数が施設数の値より高くなっており、やはりトラック交通と物流施設の関係性が明示されたと見なせよう。

他には、発生トリップ数の密度関数を見ると、左右対称となっている中型・小型トラックに比して、大型車系ではトリップ数の少ない側に最頻値が存在しており、トラックのトリップ発生箇所が一部地域



注) 全て常用対数値を用いた。
Fig. 6 発生量と物流施設数・規模の関係
[大型トラクター+大型トラック]



注) 全て常用対数値を用いた。
Fig. 7 発生量と物流施設数・規模の関係
[中型トラック+小型トラック]

に偏っていることも理解できる。すなわち、湾岸地域やインターチェンジ周辺への大型系トラックの集中が再確認される。

5. 三環状高速道路概成の次は？

本稿では、三環状高速道路と物流施設立地との関連性に着目した分析結果を紹介してきたが、三環状高速道路概成の他の効果として、道路ネットワークのリダンダンシー強化も挙げられる。例えば、Fig. 8

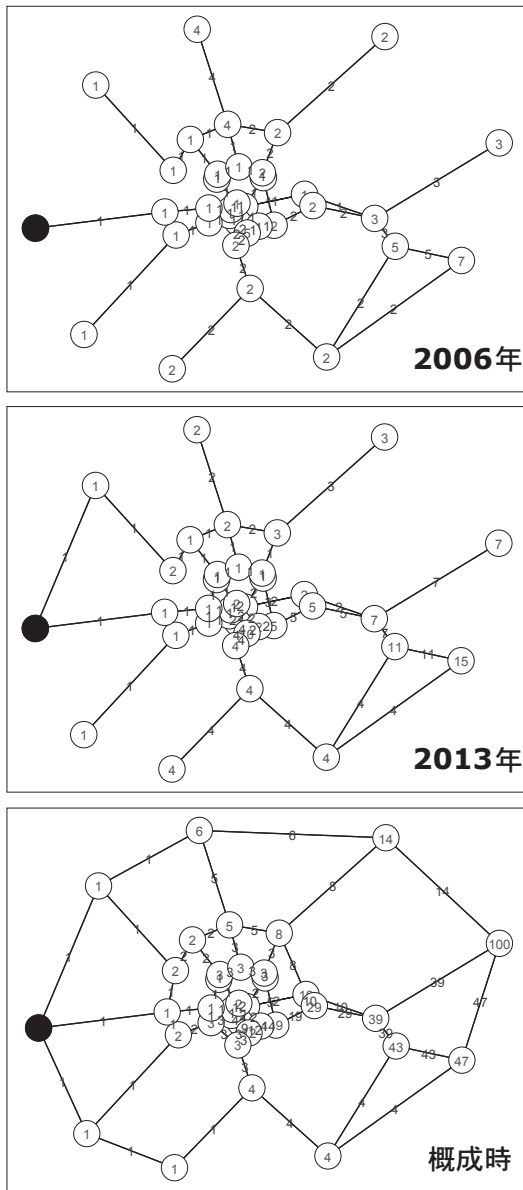


Fig. 8 三環状高速道路概成の代替経路数増加効果²⁾

は兵藤²⁾で紹介された分析結果であるが、八王子インターチェンジ（図の黒丸）を始点としたときの、各リンクとノードへの経路選択枝数が算出されている（算出ネットワークアルゴリズムはDial法を前提としている）。環状道路がシステムとして概成することにより、劇的に多数の選択可能な経路を生み出すことが理解できる。このことは、渋滞緩和効果のみならず、三環状高速道路が、安定した交通流動を担保し得ることを示しているし、それが貨物交通に

与える便益も大きいであろう。ひいては、その効果は物流施設立地にも少なからぬ効果を与えることになる。

さて、現段階では、三環状高速道路概成を待ち望むとともに、ますます拡充および高度化が進展する物流施設立地を希望の目で見るができるが、この宴はいつまで持続するのだろうか。第4回と第5回の東京都市圏物資流動調査に関わった体験から、この十数年は、まさに三環状高速道路の建設促進を主眼に種々の分析や施策提言を手掛ければ良かったのだが、そろそろ、三環状高速道路概成の後のテーマを模索すべき時を迎えつつあるように思う。

まだ上限の見えないネット通販需要の高まり、ワールドチェーンや医療品物流の増加、そして首都圏人口減少時代の始まりなど、短期的にも長期的にも考慮すべき課題は山積している。さらには、今回の第5回調査でも手が付けられた、災害時の物流確保策もまだまだ緒に就いた段階で、より詳細な解析がなされる必要がある。「物流」のみならず、市民生活や産業活動を支える交通基盤整備の存り方について、幅広い議論を継続していきたい。

末筆ではあるが、データ提供に協力いただいた、東京都市圏交通計画協議会に感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 兵藤哲朗「首都圏における物流施設の立地とその方向性」『産業立地』Vol. 51、No. 5、2012年
- 2) 兵藤哲朗「需要と供給の動向を見据えた道路の維持管理・更新」『道路建設』No. 733、pp. 17-20、2013年
- 3) 兵藤哲朗「東京都市圏物資流動調査で見る物流拠点立地」『交通工学』Vol. 49、No. 2、pp. 33-38、2014年
- 4) 兵藤哲朗「東京都市圏の最新の物流施設のあり方」『BE建築設備』2015年3月号
- 5) 兵藤哲朗「大都市の物流施設の推移」『運輸と経済』Vol. 75、No. 10、pp. 48-53、2015年
- 6) 東京都市圏交通計画協議会ウェブサイト
▶<https://www.tokyo-pt.jp/publicity/>
- 7) 兵藤哲朗、坂井孝典、河村和哉「東京都市圏物資流動調査による空間相関を考慮した物流施設立地選択モデルの検討」『土木学会論文集D3(土木計画学)』Vol. 71、pp. 156-167、2015年