

貨物駅の分散再配置が及ぼす通運トラック台数への影響*

A Location Analysis of Railway Freight Stations with Consideration of Delivery Truck Fleet Size

春名 曜**、今井昭夫***

by Hikaru HARUNA, Akio IMAI

1. はじめ

近年、大都市部の地価の高騰により大規模な物流施設や工業施設が郊外へ移転してきている。これらの施設は都心部では周辺道路の混雑、排ガスならびに騒音などを発生するが、このことも移転に拍車をかける大きな要因になっている。一方このような移転を促進させるために高速道路や都市計画道路が整備されてきており、このため郊外地域の物流・商流に対するポテンシャルが高くなっている。

大規模な物流施設の一つに鉄道貨物駅がある。大都市部の貨物駅も他の物流施設と同じく、都心部の交通混雑により円滑な物流が維持しづらくなったことや周辺の環境悪化を避けるために、ここ20年の間に郊外へ移転してきている。国鉄の分割民営化により国鉄の貨物部門を日本貨物鉄道㈱（通称、J R 貨物）が業務を継承した。国鉄の負債返済のために大都市部の貨物駅を清算事業団の所有にして、J R 貨物は借地の形態で駅を利用しているが、近年は当該地所を売却するために貨物駅を郊外に移転させている。

このような貨物駅の移転は J R 貨物以外の各当事者に様々な影響を及ぼす。例えば図 1 に示すように、駅発着のコンテナ貨物の端末輸送を担当する通運業者に対しては、トラックの運用効率に代表されるような業務内容への影響が考えられる。また移転先の周辺に対しては直接ならびに間接的な経済的な効果を与えるであろう。それとともに負の効果として駅出入りの通運トラックによる地域環境の悪化が想定される。貨物駅の移転、換言すれば駅の新規立

*キーワード：ターミナル計画、鉄道計画、地域計画

**学生員 神戸商船大学大学院 輸送情報システム工学専攻

***正会員 丁博 神戸商船大学教授 輸送情報システム工学講座

(〒658-0022 神戸市東灘区深江南町 5-1-1.TEL:078-431-

6261 FAX:078-431-6365 E-mail:pdmb@bun.ti.kshosen.ac.jp)

地を考えると、これら各評価尺度を用いた分析が必須である。そこで本研究では、この内、通運トラックの運用に与える影響について考察を加える。具体的には既存の貨物駅がその取扱貨物を何らかの形で複数の貨物駅に分散させた場合、そのことが通運トラックの必要台数に及ぼす影響を分析する。

関西地区で最大規模を有する鉄道貨物駅である梅田駅の機能を、新規ならびに近隣の既存貨物駅に分散する計画がある。本研究ではこれに着目してまず梅田駅の発着貨物を担当する某通運業者の1ヶ月間のトラック運行実態を分析した既存の研究結果をもとに、通運トラックの運行形態について考察を加える。この考察を前提にして、当該通運業者の運行データを用いて1貨物駅で必要になるトラック台数を推定する重回帰モデルを構築する。そしてこのモデルを用いて、複数貨物駅で貨物取扱を行った場合に必要となるトラック台数を計算するアルゴリズムを開発する。さらに、梅田駅を縮小し、吹田地区に新規の貨物駅を立地させて、既存の梅田発着貨物を梅田と吹田で分散して取り扱う場合を想定し、本アルゴリズムを用いて駅分散による通運トラック台数の変化を計算する。

2. トラックによる集配活動に関する既往の研究

トラック集配に関する研究にはこれまでに、様々な研究がなされてきている。それらは概ね2つに分け

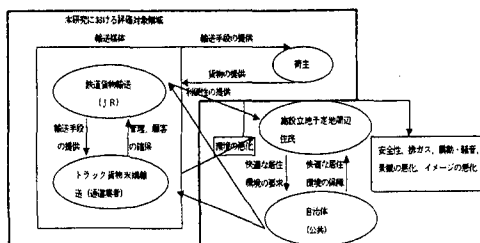


図1 貨物駅の立地が及ぼす影響

られる。一つは効率的な配車のためのルーチング問題⁽¹⁾であり、他方は確率モデルを用いた必要台数推定のためのマクロ的な分析モデル⁽²⁾である。これら両者ともにトラック台数で求めるものであるが、いずれも規範的なモデルを検討するものである。通運業界においても効率的な配車は重要性の高いものである。通運の特徴は宅配便の集配のようなルート配送ではなく、シャトル的な比較的単純な集荷と配達形態をとっている。このような集配形態もルーチング研究の対象であるが、現状ではほとんどが経験則によるものであると考えられ、将来的にもこれが大きく変わることはないと思われる。そこで我々は駅分散によるトラック台数の影響を分析するために、現状の集配活動から必要台数を推定するモデルを構築する。

3. 通運トラック台数推定モデル

3. 1 単一駅での台数推定モデル

(1) 通運トラックの運行に関する考察

本研究では、大阪市内に本社を持つ中規模(取扱貨物量が梅田駅全体の約 1/10 規模)通運業者の 1993 年 8 月の 1 ヶ月における、梅田駅所属のトラック 1 台毎の運行日報データを用いて分析を行う。1 ヶ月間で約 650 台を用いており、このデータから、荷主名、1 台ごとの運行時間、トラックの 1 ラウンドの実走行距離、コンテナ集荷・配送駅、顧客件数が分かる。

荷主は約 2300 件で、所在地は近畿 2 府 4 県および岡山県と広範囲にわたっている。しかし、図 2 のようにその 80% 近くが梅田駅から 20 km 以内に存在し、20 km 以上の荷主はかなり少なく、30 km

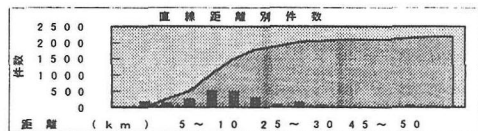


図 2 直線距離別荷主件数

表 1 輸送形態の分類と頻度

サイクルパターン	頻度(個)	頻度(%)
A型	142	49.6
B型	109	38.1
C型	4	1.3
D型	31	10.8
合計	286	100

以上はごくわずかである。このデータを分析した既往の研究⁽³⁾では、ターミナルと荷主間の集荷・配送パターンを以下の 4 つに分類している。

A: ピストン型 (ターミナルと集荷または配送の往復輸送)

B: 三角型 (ターミナルと配送・集荷の輸送)

C: 四角型 (混載貨物の三角輸送)

D: 回送型

それぞれの割合は表 1 のように A が一番多く、次いで B が多く、この 2 つでほぼ全体の 9 割になっている。

三角輸送が行われている点に着目すれば、同じ荷主数でも集荷配達数が等しいと台数はかなり減らせると考えられる。鉄道コンテナを輸送するトラックには、5 トンコンテナを例にとると 1 個、2 個 (まれに 3 個) 積みの車種がある。しかし、この結果から 1 回に積載して集荷または配達するコンテナはほとんどが単一荷主のものであることが分かる。

トラック 1 台に対する 1 日の作業時間は 1 ヶ月平均で約 9 時間である。しかしその分散は日によって異なっている。この分散の度合いは必要台数にかなり影響すると考えられる。

(2) 説明変数の選択

さて本研究ではトラック台数を推定するために重回帰モデルを構築する。このモデルでは毎日の必要台数を求める。したがって駅の新規立地により必要となるトラック台数を求めるには以下のようにする。つまり、もし荷主データがある期間に対して与えられた場合、毎日の必要台数を推定モデルにより算出し、その中での最大値が全体としての必要台数になる。

先の考察より、重回帰モデルの説明変数を以下のように設定する。

$$Y = aX_1 + bX_2 + cX_3 + dX_4 + \alpha \quad (1)$$

ただし、

Y : 運行トラック台数

X₁ : 集荷・配達件数比

X₂ : 総顧客数

X_3 :トラック作業時間の分散
 X_4 :駅から荷主への距離の合計

ここで、集荷・配達件数比とは、分子を集荷件数と配達件数の中で小さい方の値とし、分母をその大きい方の値としたときの数値である。これを変数に設定することは、先の考察で述べたように、荷主数が固定である場合、集荷数と配達数の比によってトラック台数が異なることによるものである。総顧客数とは集荷と配達数の合計である。作業時間の分散とは、トラックの1日における運行開始から終業までの時間の分散を意味する。荷主への距離を説明変数に設定するのは、距離が長くなるほど1台のトラックの集配件数が減り、それにより必要台数も影響を受けると考えられるためである。今回は以下に述べる理由により直線距離を用いる。

(3) 走行距離と直線距離

荷主距離には実際に走行した距離を用いるべきであるが、分析に使用したデータからはそれが分からない。また得られたモデルを用いて台数を推定する際にもこの値は分からない。つまり実際のルーティングが未定である以上分かりようがないからである。そこで最短経路を求める市販のソフトを用いて得られた荷主への最短経路距離とその直線距離の関係を分析したところ、表2のような回

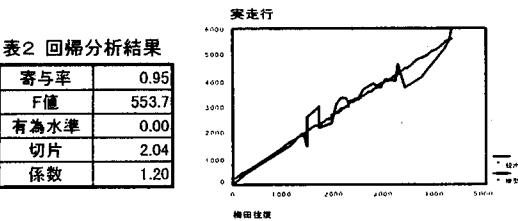


図3 最短経路距離と直線距離の関係

表3 単一駅トラック台数推定モデル

R	0.953
R Square	0.908
調整済み R ²	0.893
推定値の標準誤差	2.922

	非標準化係数	標準誤差	t値	有意水準
(定数)	4.80	1.38	3.47	0.002
配送比	-10.45	4.29	-2.43	0.023
顧客数	0.0039	0.0028	1.40	0.174
作業時間分散	0.16	0.042	3.74	0.001
距離(梅田)	2.8E-05	4.8E-05	0.58	0.566

帰式が得られた。寄与率が 95%であることから高い相関関係があるといえる。この回帰式から得た推定値と最短経路距離をプロットすると図3のようになる。したがって、実走行距離（厳密には異なるが）と直線距離は比例関係にあると解釈でき、台数推定モデルの説明変数として直線距離を用いることは妥当と考えられる。

(4) 台数推定モデル

重回帰分析の結果、以下のようなトラック台数推定モデルが得られた。

$$Y=-10.5X_1+0.16X_2+0.0039X_3+2.82E-05 X_4+4.80 \tag{2}$$

その詳細を表3に示すが寄与率は 91%である。変数 X_1 の符号は負であり、比が小さくなるほど、つまり集荷と配達数の差が大きいほどトラック台数は増えることを意味している。 X_2 、つまり顧客数の符号は正であり、これが増加すればトラック台数は増加することになる。 X_3 である作業時間の分散の符号は正であり、分散の広がりが多くなるほど台数は増加する。 X_4 である荷主への距離は正の符号を持ち、荷主所在地が遠くなるほどトラックが必要となることが分る。以上のように各変数の符号条件は妥当であり、本モデルは良好なものであると考えられる。

3. 2 複数駅での台数推定モデル

ここでは先に求めた単一駅での台数推定モデルを用いて、複数駅での台数推定アルゴリズムを構築する。単一駅のモデルで明らかになったように集荷と配達の比が1になるほど台数が減少する。このことから複数駅でのアルゴリズムではまず、トラックは可能な限り三角輸送を実現すると仮定し、集荷地点から配達地点への移動距離の総和が最小になるようにして両者の割り当てを行う。なお集荷配達地点数が異なれば、多い方の地点は余剰になる。次に、この割り当て結果を三角輸送ルートとみなして、組み合わせさせた2地点とある駅との三角ルート距離を求める。これを全駅に対して計算し、その中で値が最小である駅にこの2地

点を所属させる。以上より全荷主を各駅に配分させる。各駅に配分された荷主に対して、単一駅モデルを適用してそれぞれの駅に必要なトラック台数を求める。

4. 事例計算

上記の複数駅での台数推定モデルのアルゴリズムを用いて、梅田駅と吹田駅を想定して、梅田貨物駅の一部が両駅に分散する場合の事例計算を行った。使用したデータは、単一駅の台数推定モデル構築で使用した梅田駅のトラック運行日報データである。

計算の結果、1ヶ月の荷主2300件のうち、1796件が梅田駅に、514件が吹田駅に分配された。これら荷主は、梅田所属トラックの担当分であることから梅田駅近隣に立地しており、そのため梅田駅に多く配分された。

この配分に基づき、それぞれの駅における必要トラック台数を単一駅推定モデルで1日ごとに求めた。その結果から、必要トラック台数の最

大値を求めたところ、表4のような値となった。同表には使用した運行日報に記載されている当時のトラック台数も示している。なお、単一駅モデルで得られるトラック台数の推定値は必ずしも整数ではないので、その場合は切り上げて整数化している。それぞれの駅の1ヶ月中の最大必要台数の合計を示している。

この表から1ヶ月で必要な台数は実績の8割程度であり、かなり台数を削減できることが明らかになった。駅が分散することは荷主にとっては最寄りの駅が近づくことを意味しているので、当然の結果と考えられる。しかし例えばある日に、一方の駅に荷主がいない場合で、他方の荷主が多くそれが後者に必要な台数の1ヶ月での最大である場合が考えられる。同様に別の日に後者には荷主がなく、その日の前者の必要台数が1ヶ月の最大値である場合、前者の最大値と後者の最大値の合計を1ヶ月の必要な台数とするので、必ずしも駅の分散がトラックの削減に結びつくわけではないことに注意する必要がある。

5. おわりに

今回のモデル構築では、データの内容の問題により、コンテナの種類等は考慮しなかった。また、現実問題においてはこの他に列車ダイヤによる時間的制約、荷主の時間指定など様々な制約がある。今後、そのような制約下においても適用できるモデルを作成する必要がある。また、駅の規模を決定するため、任意の割合で荷主を配分した場合の必要トラック台数を求める事例についても検討する必要がある。

参考文献

- (1) 例えば、L. Bodin, et al., Routing & Scheduling Vehicles & Crews, Comp.&Opns.Res,10,63-211,1983
- (2) 例えば、C. F. Daganzo & G. F. Newell, Configuration of Physical Distribution Networks, Networks,16,113-132,1986
- (3) 林、都市内における鉄道コンテナ集配トラックの運行実態の分析、神戸商船大学卒業論文、1993。

表4 事例計算の結果

日付	台数(梅田)	台数(吹田)	台数計	台数(改善前)
1	1	0	1	3
2	17	0	17	27
3	7	0	7	24
4	12	4	16	28
5	11	6	17	28
6	15	0	15	30
7	16	5	21	19
8	1	0	1	2
9	3	0	3	9
10	8	1	9	18
11	11	3	14	21
12	10	0	10	26
13	9	2	11	21
16	3	0	3	4
17	5	0	5	7
18	11	0	11	23
19	11	7	18	28
20	9	0	9	22
21	19	6	25	36
22	7	3	10	13
23	16	2	18	23
24	7	2	9	11
25	15	5	20	25
26	17	0	17	25
27	11	0	11	19
28	16	2	18	24
29	11	2	13	23
30	17	3	20	33
31	12	6	18	26
最大値	17	9	24	36