

IV-22

配送センターの配置計画に関する費用便益分析

東北大学 学生員 ○渡辺 研也
東北大学 正 員 徳永 幸之

1. はじめに

経済構造・消費者ニーズの変化に伴い、物流の多頻度小口化が進み、貨物車の交通量が増大した。その結果、都市部では一般交通量の増加と相まって交通渋滞、排気ガスによる大気汚染、市街地環境の悪化等の問題を引き起こした。その解決策として、物流施設の適切な配置による物流の効率化が考えられる。そこで、本研究では都市圏レベルの配送を対象とし、対象地域内の施設間及び配送先への輸送問題について考える。ここで施設とは、配送センター、発送元である工場や卸問屋、対象地域外との輸送を表す地点のことである。配送費用を減らすには、同一方面の物資を大型車でまとめて輸送し、配送センターで小型車に積み替えて配送するのが効果的と考えられる。しかし、配送センターを配置することで配送コストを減らすことができるが、配送センターの経費が増加する。このトレードオフの関係は、配送量やその分布、交通条件等により異なる。本研究では、仮想都市においてこれらの条件を変え、配送費用とセンター経費との関係について分析する。

2. 費用便益の計算

本研究では以下の流れに沿って計算を行う。

(1) 仮想都市の設定

都市の規模を設定し、対象地区を500m四方のゾーンに分割し、ゾーンごとの集中貨物重量を設定する。なお、道路は南北及び東西方向に十分に細かく配置されているものとする。この仮想都市内に配送センターの立地候補地を数力所決める。各ゾーンは最短距離にある配送センターが担当することにする。

(2) 配送時間の計算

各配送センターhからゾーンkへの配送時間 T_h は以下のように算出する。

$$T_h = \sum_k t_{hk} m_k / d_1 \quad (1)$$

t_{hk} : 配送センターhからゾーンkへの時間

m_k : ゾーンkへの集中貨物重量

d_1 : 配送トラックの積載重量

物資の発生元から各配送センターへの輸送時間は、

次の目的関数Zを最小化する整数線形計画問題として定式化し、計算する。

$$Z = \sum_i \sum_j t_{ij} x_{ij} \quad (2)$$

制約条件

$$\sum_i x_{ih} = \sum_j x_{hj} + W_h / d_1 \quad (3)$$

$$\sum_j x_{gj} = Y_g / d_2 \quad (4)$$

x_{ij} : 施設iからjへの必要輸送トラック台数

t_{ij} : 施設iからjの輸送時間

W_h : 配送センターhからの総配送量

Y_g : 発送元gからの流入貨物量

d_2 : 施設間の輸送トラックの積載重量

(3) 配送センターの規模及び配置費用

配送センターの規模(面積)は、以下のようにする。

$$D_h = 200W_h + 8000 \quad (5)$$

D_h : 配送センターhの面積

用地取得費、建築物建設費、減価償却費、固定資産税、荷役費を設定し、配送センターの費用とする。

$$S_h = (O_h D_h + P D_h + Q_h + R_h) / 365 + 2s W_h \quad (6)$$

S_h : 配送センターhの配置費用

O_h : 単位面積当たり用地費

P : 単位面積当たり建築物建設費・舗装費

Q_h : 減価償却費

R_h : 固定資産税

s : 単位重量当たりの荷役費

(4) 総費用の計算

配送時間を費用に換算し、配送センターの配置費用と足しあわせる。

$$2C_1 Z + 2C_2 \sum_h T_h + \sum_h S_h \quad (7)$$

C_1 : 大型車の走行時間当たりの輸送費用

C_2 : 小型車の走行時間当たりの輸送費用

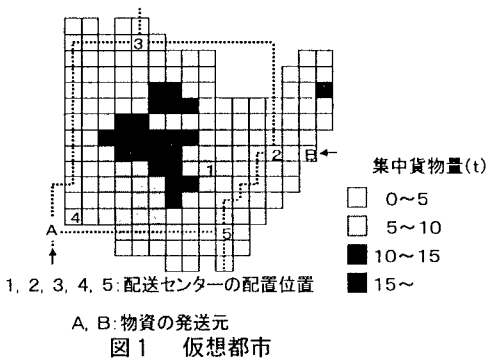
以上のように計算し、総費用が最小となる配置パ

ターンを決定する。

3. シミュレーション

(1) 仮想都市と配置パターンの設定

図1のような仮想都市を設定した。1~5は立地候補地、AとBは、物資の発送元を表し、Aが総物資量の7割、Bが3割を担う場合と、Aが5割、Bが5割担う場合の2パターンを想定した。点線は自動車専用道路を表し、トラックは、通常の3倍で運行できるものとする。



(2) 配送費用の算出

費用の算出の際には、以下のように設定した。

- ・荷役費 $s = 780$ (円/t)
- ・用地費 $O_1 = 4,120$ (円/m²/年)
 $O_2 = 3,120$ (円/m²/年)
 $O_3 = 1,296$ (円/m²/年)
 $O_4 = 1,004$ (円/m²/年)
 $O_5 = 1,580$ (円/m²/年)
- ・建設・舗装費 $P = 443$ (円/m²/年)
- ・輸送費用 $C_1 = 5,000$ (円/時)
 $C_2 = 2,500$ (円/時)

固定資産税課税評価額は、土地の場合は価格の50%、建物の場合は建設コストの70%とみなし、税率は0.015とした。減価償却費は、建設費の90%をそれぞれ耐用年数(建物45年、舗装15年)で除した。

(3) 結果

最適配置を表1に示す。トラックの運行速度が遅いと、配送にかかる費用が小さくなり、4,5にセンターを設けるのが、最も効率が良い。運行速度が遅い場合、センター数を増やしたほうが効率がよくなる。また、既に1のゾーンに配送センターがあるとした場合、1の他には配置しないほうが効率的である。

表2、図2には、センターの数を増加させていくことにより、総距離が減少していく過程を示した。Aから70%、Bから30%の物資が流入し、トラックの走行速度を20km/hとした。また、1にはすでに配送センターがあるとして、総距離が少なくなるように、センターの数を増やしていくものとした。センターの数が増えていくにつれて、総距離の減少の量が少なくなっていくのがわかる。

4. おわりに

本研究では、配送センター配置による配送距離の短縮と配置の費用に注目し、配送センターの配置計画モデルを構築した。今後は、仮想都市や設定値を変化させ、配置計画に影響を与える要因について分析していきたい。

参考文献

- 1) 佐藤徹治：仙台都市圏の貨物流動の解析、東北大学卒業論文、1994
- 2) (財)運輸経済研究センター：浜田地区における中核物流拠点の整備に関する調査、(財)運輸経済研究センター、1989
- 3) 運輸省大臣官房総務審議会：数字でみる物流 1996、(財)物流技術センター、1996
- 4) 谷口、則武、山田、泉谷：物流ターミナルの最適規模および配置の決定法に関する研究、土木学会論文集、No. 583, pp. 71-81, 1998. 1

表1 センターの最適配置

貨物量 A : B	(配送車速度 (km/h), 路側車速度 (km/h))				
	(10, 10)	(20, 20)	(30, 30)	(20, 30)	(30, 20)
7 : 3	2, 3, 4	4, 5	4, 5	3, 5	4, 5
5 : 5	2, 3, 4	3, 5	4, 5	3, 5	4, 5

表2 センターの増設と総距離・総費用

	配送時間(h)	配置・荷役費(千円)	配送費(千円)	総費用(千円)
1	79.2	742	480	1222
1,4	71.1	801	430	1231
1,3,4	64.9	860	397	1257
1,2,3,4	59.3	984	364	1348
1,2,3,4,5	58.1	1046	357	1403

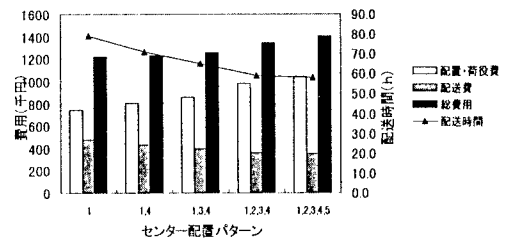


図2 センターの増設と総距離・総費用