

IV — 7

高速道路網整備が広域物流施設配置に与える影響

東北大学 学生員 ○猪股 信弘

東北大学 正 員 徳永 幸之

1. はじめに

東北地方においては、1986年の東北縦貫道全線開業以降、横断道の整備が進められ、1997年には東北地方の県庁所在地間が全て高速道路によってつながれることとなった。これら横断道の整備に合わせ、沿線自治体では流通市街地整備などの物流拠点整備が検討され、実施されている。自治体側では物流企業の立地戦略を踏まえた上で計画する必要があるが、物流施設の最適立地は企業の個々の事情により異なることからその立地動向を予測することは難しい。

そこで、本研究では企業は総物流費用最小化行動をとるものとして、配送センター配置とその配送エリアの決定モデルを構築し、東北縦貫自動車道完成時と現在の高速道路網における広域物流施設の最適配置の比較から、高速道路網整備の影響について考察する。

2. センター配置および配送エリア決定モデル

(1) 定式化

ある企業の複数の配送センターおよびその配送エリアを同時に決定するとし、総物流費用最小化問題として以下のように定式化する。

$$2 \sum_{i \in I} \sum_{r \in R_0} C_{ir} (W_{ir} + W_{ri}) x_{ir} + 2 \sum_{r \in R_0} \sum_{s \in R_0} C_{rs} W_{rs} + \sum_{r \in R_0} P_r(q_r) z_r \rightarrow \min \quad (1)$$

subject to

$$\sum_{r \in R_0} x_{ir} = 1 \quad \forall i \in I \quad (2)$$

$$z_r - x_{ir} \geq 0 \quad \forall i \in I, r \in R_0 \quad (3)$$

$$q_r = \sum_{i \in I} (q_i^o + q_i^d) x_{ir} \quad \forall r \in R_0 \quad (4)$$

x_{ir} : エリア i がセンター r に担当される時 1, されないとき 0

Z_r : 候補地 r にセンターを配置するとき 1, しないとき 0

C_{ir} : エリア i - センター r 間の輸送費用 (円/台)

W_{ir} : エリア i - センター r 間の車両台数 (台)

C_{rs} : センター r - s 間の輸送費用 (円/台)

W_{rs} : センター r - s 間の車両台数 (台)

q_r : センターの総取扱貨物量 (t)

$P_r(q_r)$: センター r の施設配置費用 (円)

R : センター候補地及び他地域センターの添字集合

R_0 : センター候補地の添字集合

R_I : 他地域センターの添字集合

I : エリアの添字集合

目的関数(1)式の第一項はエリア-センター間の集配費用で、第二項はセンター間の幹線費用を表す。第三項は、施設運営費用でセンターにおける総取扱貨物量の関数であり、一日当たりの地代及び減価償却費、荷役費の総和とする。この際、施設運営費用にはそれぞれ候補地の地価が反映されている。制約条件(2)式は、エリアはひとつのセンターからのみ配送されることを表し、(3)式は配置していないセンターからは配送されないことを表す。(4)式は、センター r に集められる貨物量に関する制約である。

(2) 求解法

本モデルはセンター配置の有無だけではなく、担当センターの組み合わせも考えている。そのため大規模な組み合わせ最適化問題となり厳密解を求めることが困難となる。よって本研究においては、その近似解法として遺伝的アルゴリズム(GA)を用いる。ただし、解への収束性を早めるためにエリアが選択し得るセンター候補地の数は6つとしてあらかじめ与えている。その選択基準としては、センターからエリアまでの走行時間が3時間以内となるように選んでいる。

(3) 輸送費用

都市間およびIC間の車両一台あたりの輸送費用は、一般化費用の考え方をを用いて算定する。

① ネットワークは高速道路及び一般国道とする。一般道路リンクには道路時刻表時間 t を、高速道路リンクには距離 d を与えている。高速道路の走行速度で割って区間の所要時間としている。なお、本

研究において走行速度は一定の80km/hとして計した。

- ② リンク所要時間に車種 l の時間価値(円/分)を乗じて一般化費用とする。本研究において集配車は4t、幹線車は10t車両を用いることとし、それぞれの時間価値は90円/分、103円/分とした。
- ③ 高速道路料金は、車種毎の料金比率を乗じて式(5)に示す距離 d の関数とし計算し付加する。

$$c_h^c(d) = 55.756 \times d^{0.836} \quad (5)$$

$c_h^c(d)$: 高速道路の料金関数(円/km)

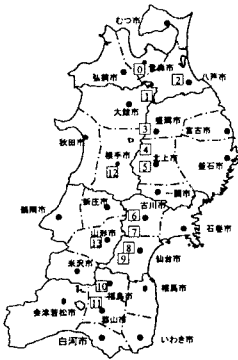
α^l : 高速料金における車種 l の普通車に対する比率

- ④ 成されたネットワークにおいて最短経路探索を行い、一台あたりの区間輸送費用(円/台)とする。

3. 横断道の整備による影響分析

(1) エリア及び候補地の選定

東北地方を広域地方生活圏で25のエリアに分割し、その中心都市に貨物が集中しているものとする。また、他地域エリアとして北陸、北関東、南関東を設定し、それぞれ新潟中央、宇都宮、川口ICにセンターを設定している。また、候補地は主要都市のIC及び高速道路の結節点となるIC付近に14個設定している。



候補地 No.	IC名
0	青森 IC
1	小坂 IC
2	八戸 IC
3	盛岡南 IC
4	花巻 IC
5	北上金ヶ崎 IC
6	古川 IC
7	大和 IC
8	仙台南 IC
9	村田 IC
10	福島西 IC
11	本宮 IC
12	槻手 IC
13	山形北 IC

図-1 エリア設定及び候補地

(2) 貨物量の想定

全国純流動量調査の県間ODをエリアの人口に比例配分させた値を、1社あたりの貨物量に縮小したものを用い、各エリアからの発生貨物量のうち他県間貨物の広域貨物のみを取り扱うものとする。

(3) 結果

縦貫道だけの時の最適配置は、縦貫道沿いの盛岡、仙台、福島などの人口集中都市直近にセンター配置す

る結果(図-2.左)となったのに対し、現在の高速道路網における最適配置パターンは、北上、村田、本宮ICなどJCT近辺の候補地が選択された(図-2.右)。現在、村田ICや小坂IC付近は大規模な流通地域とはなっていないが、高速道路ネットワークの結節点となったことで広域流通核としてのポテンシャルが高まったことが示された。

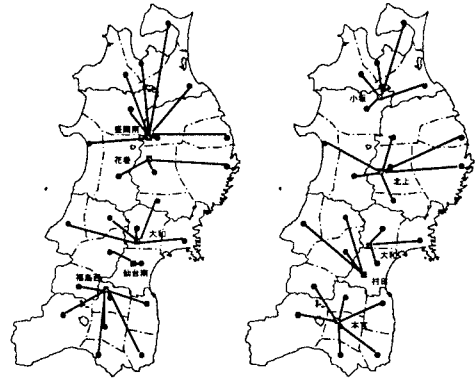


図-2 東北縦貫道完成当時(左)と現在(右)の最適配置

また、総物流費用を比較すると、整備前後で一日当たり3.3%の費用削減効果が算定された。

以上の比較から、秋田自動車道や山形自動車道などの横断道路の整備は大都市への貨物集中を分散させ、輸送の効率化に寄与するものと思われる。

4. おわりに

横断自動車道の整備前後で企業の費用最小化問題を解くことで、配送センターの最適配置が変化することを示すことができた。今後は、将来の高速道路網整備による最適物流施設配置について、貨物量分布や高速道路の料金設定を変えた場合どのような変化が現れるのかを検討する予定である。

参考文献

- 1) 谷口栄一、則武通彦、山田忠志、泉谷透：物流センター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
- 2) 徳永幸之、岡田龍二、須田照：宅配輸送におけるセンター配置及び輸送経路決定モデル、土木計画学研究・論文集、No.12, pp.519-525, 1995
- 3) 道路ポケットブック：建設省 東北地方建設局, 1997