

IV-150

環境・防災を考慮した広域物流拠点整備に関する研究

建設省四国地方建設局 石井克尚
京都大学工学部 谷口栄一

1. はじめに

物流は企業主体の活動であるため、往々にしてコスト削減ばかりにとらわれ社会的な厚生に対して十分な配慮がなされにくいという問題点を持っている。公共側が物流拠点を整備することで物流を社会的に望ましい形に近づけるという方法が考えられるが、その際、より社会的な便益を高めるためには環境、防災といった現在注目されている社会問題にも十分な配慮が必要である。

本研究では物流拠点の配置問題を環境、防災という二つの観点からとらえ、物流拠点の配置が環境に与える影響および、災害時に有効な物流拠点の配置について考察し、環境面、防災面で望ましい物流拠点の配置案を提案する。対象としては兵庫県南部地域を考える。

2. 広域物流拠点の最適規模・配置決定モデル

本研究で対象とする物流体系は、物流拠点を高規格幹線道路と一体化して整備し、地域外から拠点までの高規格幹線道路上を路線車が輸送し、物流拠点と端末ノード間を集配車が輸送すると定義している。端末ノードとは複数の需要地を集約したゾーンのことを表わしている。本研究において用いたシミュレーションモデル¹⁾は2レベル最適化問題で上位問題を計画主体の行動（拠点規模・配置の決定）、下位問題を集配トラックの行動として、総物流費用や環境指標を目的関数とする。配置パターンの組み合わせ最適化問題の近似解法としては遺伝的アルゴリズムを用いている。

3. 目的関数の定式化

2で述べた手法では目的関数を総物流費用（物流ターミナル運営費用+輸送費用）の最小化としていた。本研究においては環境面ではNO_x排出量最小化、防災面では総輸送時間最小化を目的関数とした。それぞれの目的関数を定式化すると以下ようになる。

(NO_x排出量最小化の場合)

$$\min f(\varepsilon, V^*) = \sum_{a \in A} (V_a^C + V_a^T) + \sum_{b \in B} V_b \quad (1)$$

A:都市内一般道路リンクの集合

B:高規格幹線道路リンクの集合

 ε : 物流拠点の配置パターン V_a^C :一般道路リンク a における乗用車の排出量 V_a^T :一般道路リンク a における集配車の排出量 V_b :幹線道路リンク b における路線車の排出量

(総輸送時間最小化の場合)

$$\min f(\varepsilon, V^*) = \sum_{a \in A} t_a^P + \sum_{b \in B} t_b^L \quad (2)$$

 t_a^P : 一般道路リンク a における集配車の輸送時間 t_b^L : 幹線道路リンク b における路線車の輸送時間

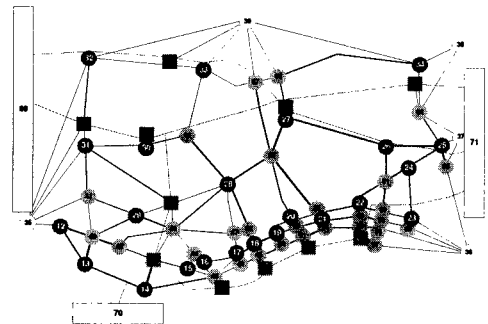
4. 環境を考慮した場合の物流拠点の配置

対象地域内のリンクは、端末ノードをつなぐ複数リンクを集約している。計算対象としては、平成22年の将来道路ネットワークを用いた。外部ノードは地域以東、以西、四国の三方向に分類し集約し、乗用車OD交通量には平成22年の推計値を、各OD間の貨物量には平成2年の値を用いた。

表1 物流ターミナル候補地

ノード番号	地価(円/㎡)	地価を引用した所在地
1	325,000	神戸市垂水区高丸3丁目2245番55「高丸3-1-20」
2	220,000	神戸市長田区浜添通6丁目9番「浜添通6-1-5」
3	1,140,000	神戸市中央区海岸通1丁目2番24「海岸通1-2-19」
4	283,000	神戸市東灘区魚崎浜町27番22
5	425,000	西宮市川添町31番5「川添町13-22」
6	132,000	神戸市西区秋葉台1丁目20番7
7	83,000	三木市大村字谷後831番1
8	30,500	三木市志染町広野4丁目335番
9	129,000	西宮市山口町上山口字中通り888番1
10	205,000	川西市大和町西1丁目54番19
11	18,800	東条町長真字深田1498番外

評価指標をNO_x総排出量最小化とした場合、図1に示すように、配置パターンの最適解として(2,7,8,9,10,11)（図1の塗りつぶした正方形のノード）が選ばれた。そのときの各リンクのNO_x排出量を調べると、国道2号,43号,阪神高速3号神戸線を含む湾岸沿いのリンクと国道176号の排出量が大きいことが分かった。

図1 NO_x総排出量最小化とした場合の拠点配置

そこで、国道2号,43号といった特定のリンクに着目した。低公害車の導入によって排出量原単位を3割減少させた場合は(1・2・8・9・10・11)、山麓バイパス(BP)を整備した場合は(1・2・5・6・7・8・9・11)、第二湾岸を整備した場合は(1・2・8・9・10・11)、山麓

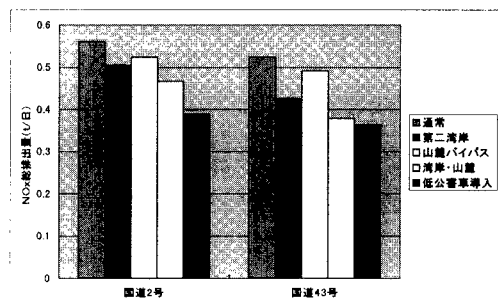


図2 国道2号および国道43号のNOx総排出量の変化

BP・第二湾岸を整備した場合は(4・5・6・7・8・10)が最適解となった。全体的な傾向を見るために、図2に国道2号、43号におけるNOx総排出量の変化を示す。この図によれば、排出量原単位を3割減少させた場合、第二湾岸・山麓BPを整備した場合、第二湾岸のみを整備した場合、山麓BPのみを整備した場合の順番で排出量が減少していることが分かる。

図3に国道2号、43号のNOx排出量の変化を示す。まず国道2号に関しては、ノード20～53のリンクにおいて、山麓BPと第二湾岸の両方を整備した場合、貨物車両単体の排出量が3割減少した場合に匹敵する効果がある事が分かる。国道43号についてもノード52～21のリンクにおいて、山麓BPと第二湾岸の両方を整備した場合、同レベルの効果が得られる。ノード21～56のリンクにおいては、第二湾岸のみの整備で、貨物車両単体の排出量が3割減少した場合に匹敵する効果があり、山麓BPと第二湾岸の両方を整備した場合には、大幅な減少が見られた。

よって、物流拠点配置の観点から国道43号周辺の環境問題に対応する場合には、第二湾岸の整備効果が非常に高いことが分かった。

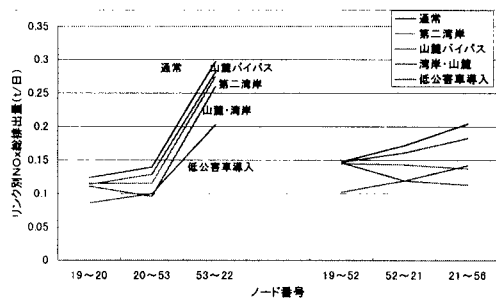


図3 国道2号および国道43号のNOx排出量の変化

5. 防災を考慮した広域物流拠点配置

防災を考慮した場合には、ネットワーク、OD交通量、貨物量、目的関数等が様々に変動する。ここでは、評価指標を総輸送時間最小化として、OD交通量、貨物量に既存の値を用いた場合の最適な物流拠点配置を求めた。その結果(1・3・4・6・7・8・9・10・11)が最適

解として選ばれた。候補地3が選ばれたということは、建設費にかかわらず最も輸送時間が短くなる拠点配置を選ぶとき、大消費地に近接した候補地が選ばれることを示している。

次に、阪神淡路大震災時に阪神高速道路が不通になったことを考慮して、阪神高速3号神戸線が不通と仮定した。(ただし、湾岸線は通行可能)平成7年3月の時点に対応する場合に関して最適な拠点配置を求めると、図4に示すように(1・3・4・5・9)となった。これは東西方向のネットワークが分断されたことにより、湾岸線沿いに多くの拠点を配置し、より物資の流れを円滑にする役割を果たしている。

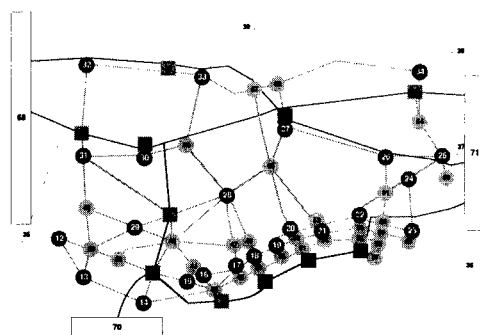


図4 阪神高速道路が不通のときの配置

一方、平成7年7月時点に対応する場合に関しても(3・4・5・6)という配置になり、やはり湾岸線沿いの拠点が利用される。このことから東西方向の路線の一部が不通になった場合にも、高規格幹線道路(ここでは5号湾岸線)が通行可能であり、そこまでのアクセス道路が確保できれば、高規格幹線道路沿いの物流拠点が有効であることが分かる。

6. おわりに

以上の結果より、NOx排出量を中心とした評価指標を用いた最適物流拠点配置と、総輸送時間を最小化した場合の配置との共通点は、分散化傾向を持つことだといえる。また、環境を考慮した場合と防災を考慮した場合において、物流拠点の候補地として、共通の地点が多く選ばれている。このことは、平常時の環境を考慮して物流拠点を整備することが、緊急時の防災にも十分役立つことを示していると考えられる。

謝辞：本研究の実施に当たり、ご協力を頂いた建設省兵庫国道工事事務所の各位に深く感謝の意を表します。

(参考文献)

- 1) 谷口栄一, 則武通彦, 山田忠史, 泉谷透, : 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, IV-38, pp.71-81, 1998.