

IV-46

大規模災害を想定した物資配送計画に関する研究

東北大学大学院情報科学研究科 学生員 ○岡部 和広
 東北大学大学院情報科学研究科 正員 徳永 幸之
 東北大学大学院情報科学研究科 正員 須田 熙

1. はじめに

平成7年1月に発生した兵庫県南部地震は、阪神の諸都市に大打撃を与え、緊急物資の輸送は当初大混乱に陥った。この大震災の経験から、災害発生時の緊急物資配送のあり方について検討しておく必要がある。緊急物資配送の研究の一つである湯浅¹⁾らの研究では、一つの配送拠点に対して行政区ごとに区割りしたエリアでの配送計画を考えている。しかし、行政区が配送に関して必ずしも効率的に区分けされているとは限らず、緊急物資の配送を考える上では問題となると考えられる。そこで本論文では、複数の配送拠点を考え、行政区ごとのエリアを考慮しない配送システムを提案する。

2. 本研究の考え方

兵庫県南部地震で物資配送に関する様々な問題点として情報の不足、仕分け作業の混乱、交通速度の低下等が指摘されている。特に本研究では交通速度の低下に着目する。

速度低下の原因としては、道路破損による交通容量の低下があげられる。緊急車指定路線においても緊急性の低いマイカーの混入が速度低下の原因となった。しかし、これらだけでなく、配送の拠点配置及び輸送形態に起因する配送車両の輻輳も原因の一つと考えられる。

そこで本研究では、よりよい拠点配置及び輸送形態をとるため、総配送時間を最小にする緊急物資配送システムを定式化する。

このシステムは、配送拠点（被災地外からの物資流入拠点）・中継基地・避難所の3つの要素からなる。これらの要素にハブ&スポーク型輸送システムを用いて配送拠点と避難所をリンクさせる。単純に各避難所までの配送時間を短くしようとするのであれば直接輸送システムを用いたほうがよいが、交通量の増加をもたらす、交通容量の低下を招く恐れがあるので、ここではハブ&スポーク型配送システム

を用いる。

3. 定式化

本研究では、総配送時間を最小にする線形計画問題として、モデルの定式化を行う。

目的関数

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m A_{ij} x_{ij} + \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^h B_{jk} y_{jk} + \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^h C_{ik} z_{ik} \quad (1)$$

i : 避難所 (1 ~ n)

j : 中継基地 (1 ~ m)

k : 配送拠点 (1 ~ h)

$$x_{ij} \begin{cases} i-j \text{ 間をトラックが運行する} & 1 \\ i-j \text{ 間をトラックが運行しない} & 0 \end{cases}$$

$$y_{jk} \begin{cases} j-k \text{ 間をトラックが運行する} & 1 \\ j-k \text{ 間をトラックが運行しない} & 0 \end{cases}$$

$$z_{ik} \begin{cases} i-k \text{ 間をトラックが運行する} & 1 \\ i-k \text{ 間をトラックが運行しない} & 0 \end{cases}$$

$$A_{ij} = \left(\frac{d_{ij}}{v_{ij}} + r_{ij} \right) * s_i$$

$$B_{jk} = \frac{d_{jk}}{v_{jk}} + r_{jk}$$

$$C_{ik} = \left(\frac{d_{ik}}{v_{ik}} + r_{ik} \right) * s_i$$

d_{ab} : $a-b$ 間の距離

v_{ab} : $a-b$ 間の平均速度

s_i : 避難所 i までの必要車両数

r_{ab} : $a-b$ 間での必要積み下ろし時間

制約式

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} + \sum_{k=1}^h z_{ik} = 1 \quad (i = 1 \sim n) \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n q_i x_{ij} \leq p_j \quad (3)$$

q_i : 避難所の i 必要物資量

p_j : 中継基地 j での物資取扱可能容量 (=10)

目的関数の第一項は、避難所～中継基地間のトラック配送時間を表し、以下同様にして第二項、第三項は中継基地～配送拠点間、避難所～配送拠点間の配送時間を表す。

制約式の(2)ではひとつの避難所からはひとつの経路しか発生しないことを、(3)式では中継基地で扱うことの出来る物資量の制限を表している。

4. シミュレーション

ここでは、定式化したモデルの有効性を示すために、仮想都市を設定し実際にモデルを適用してみる。

(1) 仮想都市の設定

本研究で用いる仮想都市は 10 km×10 km の都市であり 3 つの行政区をもつ。この都市にシステムを適用し、配送拠点の担当するエリアを固定した輸送 (A)、配送拠点の担当エリアを行政エリアを考慮しないで決める輸送 (B) について比較・検討を行う。配送拠点は固定とし、中継基地は避難所 4 か所につき 1 か所を候補地として配置している。また、避難民一人当たりの必要物資は湯浅らの研究を参考にし、一人当たり 3.0 kg/日とする。また、都市内には人口集中地区とそうでない地区があり、地区ごとの避難民の数は異なる。道路は、幹線道路と生活道路の別に速度を設定した。

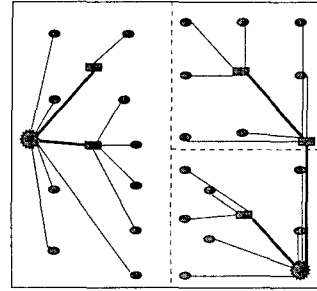
(2) シミュレーション結果と考察

(A)、(B) の計算結果をそれぞれ図 1、図 2 に示す。

本研究で用いた仮想都市においては、中継基地を設定する事はもちろんのこと、行政単位でのエリア分けを行わず、避難所からみて直接配送拠点を選択するか、または中継基地を選択して配送ルートを決める方が良い方法であるということが明らかになった。宅急便の配送では、その仕訳の効率化のため行政単位のエリア分けが有効であると考えられているが、本研究で対象にしているような緊急物資の配送計画においては、その配送される品目が、どの避難所に対してもほぼ一定であるので、実際行われているような行政単位による

エリア分けは必要ないと考えられる。

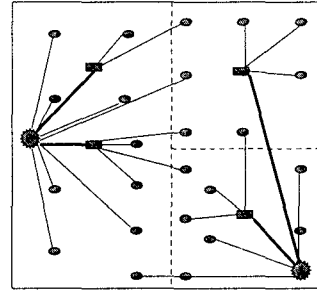
● : 配送拠点 ■ : 中継基地 ○ : 避難所 — : 幹線道路



総時間 20.8 時間

図 1 : パターン A

● : 配送拠点 ■ : 中継基地 ○ : 避難所 — : 幹線道路



時間 17.6 時間

図 2 : パターン B

総

5. まとめ

本論文では、緊急物資配送システムの定式化を行い、仮想都市において兵庫県南部地震の問題点を考慮したシステムの有効性を示すことができた。今後は、大規模な問題に対しての本モデルの有効性を検討していく必要がある。

参考文献

- 1) 湯浅, 徳永, 須田 : 震災時における緊急物資の被災地域内配送に関する研究, 土木計画学研究・講演集 No. 19, pp. 339-342, 1996. 11
- 2) 阪神・淡路大震災復興に伴う神戸市における都市内物流のあり方に関する調査研究報告書, 財団法人 関西交通経済研究センター
- 3) 日交研シリーズ: 貨物輸送における物流ターミナルのあり方に関する研究, 日本交通政策研究会, Nov. 1995