

IV-120

フィーダーコンテナ貨物の輸送機関分担モデルの開発

東北大学大学院 学生員○中村匡宏
三菱総合研究所 正 員 笠島勝治
東北大学工学部 正 員 稲村 肇

1. 研究の目的と背景

コンテナ貨物は、海陸を一貫輸送する輸送形態であり、その流動は港湾計画において特殊かつ重要な位置を占めている。また、高価なコンテナ本船の寄港地はかなり限定されているため、コンテナを本船寄港港まで陸上輸送するか、あるいは荷主の近くの港湾にコンテナを集めそこから船で本船寄港港まで輸送する。これをフィーダ輸送という。コンテナ貨物の国内流動におけるフィーダ輸送の現状を明らかにするとともに、現実の荷主・輸送業者の行動結果をより正確に反映した、国際コンテナ貨物需要推計モデルの開発を試みる。

2. フィーダー輸送と流動コストの考え方

輸出コンテナ貨物は、生産地→コンテナ詰め地→本船積み港湾→外国、という流動パターンを構成していると考えられる。生産地→本船積み港湾の輸送がフィーダー輸送に相当する。フィーダー輸送において考慮すべき流動コストは次のように考える。

①. 輸送コスト

輸送コストはリンクごと異なり、フィーダー輸送では輸送機関ごと異なる。またロットサイズにより変化すると考えられる。

②. 在庫コスト

短時間輸送を必要とする品目では、リンクにおける輸送時間、ノードにおける滞留時間を考慮する必要がある。本研究では「時間の増加とともに商品の価値は低下し収益は減少する。つまり減益が増加する。」この減益を在庫コストと定義し、減益の割合を金利と定義する。金利は品目ごと一定であると仮定し、リンクにおいて輸送金利またノードにおいて在庫金利がかかる。

③. 荷役コスト、バンニングコスト

本船積みされる港湾及び内航船に積み込まれる港湾(=コンテナ詰め地)において荷役を考慮する。輸送料金に含まれることが多いので輸送コストに加算して入力する。また、商品をコンテナ詰めすることをバンニングといい、今回は考慮していない。

3. 目的関数及び制約条件の定式化

輸出貨物の各段階でのコストを定式化し、システ

ム全体の流動コストが最小となるような輸送機関別輸送量を品目別ロット別に求める。リンクの種類 k 、始点 i 、終点 j 、輸送機関 m とすれば、 k, i, j, m でリンクが構成される。また品目 n 、ロットの種類 l とする。

①. 目的関数

$$\sum_k \sum_i \sum_j \sum_m \sum_n \sum_l c_{ijm}^k Q_{ijm}^{nl} \rightarrow \min$$

$$c_{ijm}^k = c_{oijm}^k \exp(-a_m^k w_l) + r p_n (t_{oijm}^k + f_{ijm}^k / 2)$$

(未知数: リンク別品目別ロット別輸送量 Q_{ijm}^{nl})

$$\sum_{k=1}^3 (I_k \cdot J_k \cdot M_k) \cdot N \cdot L \text{ (個)}$$

c_{oijm}^k : 輸送料金(円/トン)、 t_{oijm}^k : 輸送時間(時間)、 w_l : ロットサイズ(トン)、 p_n : 商品単価(円/トン)、 a_m^k : パラメーター
 f_{ijm}^k : コンテナ船の寄港周期(時間)、 r : 金利

②. 制約条件

1) 生産地での供給 ($I_1 \cdot N \cdot L$ 個)

$$\sum_j \sum_m Q_{ijm}^{nl} = S_i^{nl}$$

2) 相手国での需要 ($J_3 \cdot N \cdot L$ 個)

$$\sum_i \sum_m Q_{ijm}^{nl} = D_j^{nl}$$

3) 詰め地での輸送量保存 ($I_2 \cdot N \cdot L$ 個)

$$\sum_i \sum_m Q_{ijm}^{nl} = \sum_j \sum_m Q_{ijm}^{nl}$$

4) 港湾での輸送量保存 ($I_3 \cdot N \cdot L$ 個)

$$\sum_i \sum_m Q_{ijm}^{nl} = \sum_j \sum_m Q_{ijm}^{nl}$$

4. 適用例

現在のところ国内におけるコンテナのフィーダー輸送は殆どトラック輸送に依存しており複数の輸送機関の競合している地域は少ない。そこで複数輸送機関の競合する阪神～北九州に本モデルを適用することにした。

①. 適用地域、品目、ロット

生産地1(福岡)、詰め地3(大阪, 兵庫, 福岡)
港湾3(神戸, 大阪, 門司)、外国3(欧州, 北米, 豪州)、詰め地→港湾の輸送機関2(トラック, 内航船)、品目7(食料品, 木材, 鉱物, 鉄鋼機械, 化学製品, 繊維製品, その他)、ロットの種類3(1~10t,

10～100 t, 100～1000 t)

②. 入力データ

- 1) 輸送料金 生産地～詰め地：10 tトラックの料金を用いた。詰め地～港湾：20フィートコンテナの料金をトン当たりの輸送料金に換算して用いた。港湾～相手国：今回は全て均一と仮定。
- 2) 輸送時間：リンク別に与える。
- 3) ロットサイズ：1～10 t, 10～100 t, 100～1000 tの平均ロットサイズとして5 t, 50 t, 500 tを与える。
- 4) 商品単価：品目別の平均単価
- 5) パラメーター：輸送機関別に、トラック=0.001、内航船=0.002と仮定。
- 6) コンテナ船の寄港周期：リンク別に与える。また寄港周期がfのとき、平均滞留時間をf/2とする。
- 7) 金利：1年当たりの金利を15%とする。
- 8) 供給量・需要量：品目別ロット別発生集中貨物量

③. 計算結果

1) コンテナ詰め地

ロットサイズが小さいときは兵庫を選択する傾向があり、またロットサイズが大きいときはすべて福岡を選択する結果となった。詰め地の選択結果（貨物量）を実績値と比較したものを図1に示す。

2) 本船積み港湾

本船積みされる港湾は、欧州、北米航路では神戸港を、また豪州航路では大阪港及び門司港を選択した。これより寄港頻度の影響がモデルに反映されていることが確認される。

3) 輸送機関選択

コンテナ詰め地～本船積み港湾の輸送機関別貨物流動量を図2に示す。計算値では福岡～神戸港のような長距離では内航船が、福岡～門司、兵庫～神戸港のような短距離ではトラックが選択される。またロットサイズによる貨物流動パターンの違いを図3に示す。ロット小のときトラックを選択し、ロット大のとき内航船を選択する傾向が見られた。

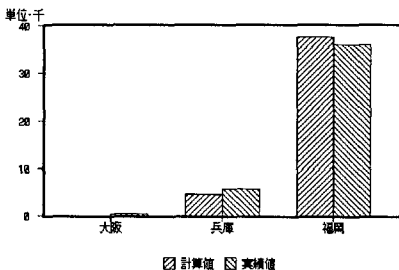


図1 コンテナ詰め地の選択結果の比較

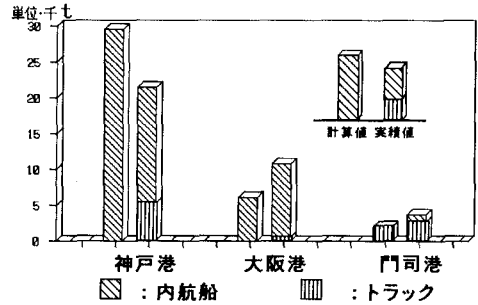


図2 コンテナ詰め地（福岡）～本船積み港湾 貨物流動量の比較

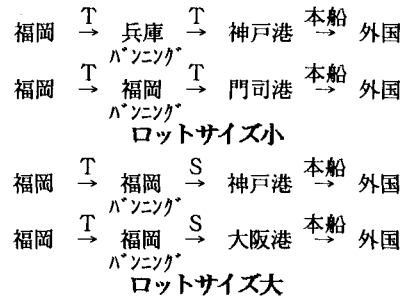


図3 ロットサイズによる流動パターンの違い
(T: トラック S: 内航船)

6. 結論

コンテナ詰め地及び本船積み港湾の選択に関してほぼ現実の傾向を示すことができた。特に本船積みされる港湾は、コンテナ本船の寄港頻度に大きく依存していることが示された。

輸送機関選択について、短距離でロットサイズが小さいときトラックを、また長距離でロットサイズが大きいとき内航船を選択することを本モデルで示すことができた。

【参考文献】

- 1) 木村東一：外貿港湾選択評価手法とその応用に関する研究(1985)
- 2) CALOS F. DAGANZO : ANALYZING TRADE-OFFS BETWEEN TRANSPORTATION, INVENTORY AND PRODUCTION COSTS ON FREIGHT NETWORKS. TRANSPORTATION RESEARCH B (1985)
- 4) 運輸省港湾局：平成元年度外貿コンテナ貨物流動調査報告書