

IV-35

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

輸出貨物の流動パターンと流動コストを図1に示す。

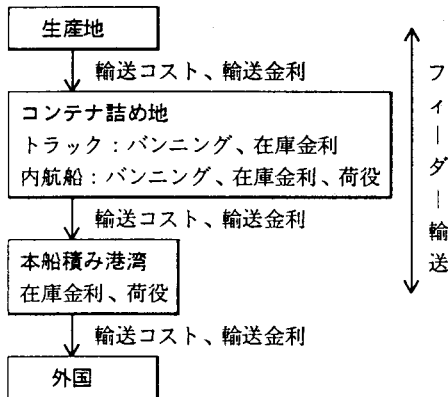


図1 輸出貨物の流動コスト

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。ロットサイズと単位輸送コストの関係はおおよそ図2のような関数になると考えられる。

商品をコンテナ詰めすることをバンニングといい、そのコストはコンテナ詰め地ごとに異なるものとする。また、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。荷役コストは港湾ごとに異なるものとする。

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。

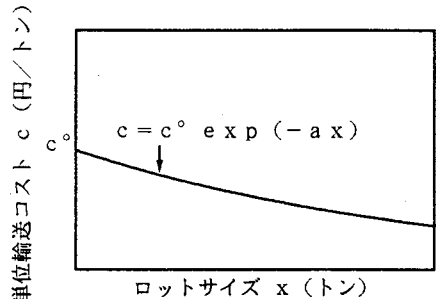


図2 ロットサイズと単位輸送コストの関係

3. 目的関数の定式化

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商品別に求める。生産地 i 、コンテナ詰め地（以下詰め地とする） j 、本船積み港湾（以下港湾とする） k 、貿易相手国（以下相手国とする） l 、の4種類のノードで考える。また、輸送機関を m 、ロットの種類を h とする。

①. 生産地 i から詰め地 j までのコスト

$$\sum_{j \in J} \sum_{m \in M} (c_{ijm} + r P T_{ijm}) Q_{ijm}$$

Q_{ijm} : 貨物流動量 (トン)

c_{ijm} : i, j 間の単位輸送コスト (円/トン)

T_{ijm} : i, j 間の輸送時間 (時間)

r : 金利 (単位時間当たり)

P : 商品 (FOB) 価格 (円/トン)

ここで、 c_{ijm} は、次のようなロットサイズの関数であると仮定する。

$$c_{ijm} = \sum_h W_{ijmh} c_{ijmh}^0 \exp(-a_m x_h)$$

x_h : ロットサイズ (トン)

w_{ijmh} : ロットサイズ x_h のシェア
($\sum_h w_{ijmh} = 1$)

c_{ijm}^0 : ロットを考慮しない時の単位輸送コスト (円/トン)

a_m : パラメーター

②. 詰め地 j でのコスト

$$\sum_{j \rightarrow m} (b_j + \delta_m n_j + r P I_j) Q_{ijm}$$

b_j : 単位バンニングコスト (円/トン)

n_j : 単位荷役コスト (円/トン)

I_j : 平均滞留時間 (時間)

$$\delta_m = \begin{cases} 1 & m = \text{内航船} \\ 0 & m = \text{その他} \end{cases}$$

③. 詰め地 j から港湾 k までのコスト

$$\sum_{j \rightarrow k} \sum_m (c_{jkm} + r P T_{jkm}) Q_{jkm} / D$$

Q_{jkm} : 貨物流動量 (トン)

c_{jkm} : $j \rightarrow k$ 間の単位輸送コスト
(円/1コンテナ)

T_{jkm} : $j \rightarrow k$ 間の輸送時間 (時間)

D : コンテナ密度 (トン/1コンテナ)

ここで、コンテナの種類 (20 or 40 フィート) を g とすれば、 c_{jkm} は次のようになる。

$$c_{ijm} = \sum_{g \rightarrow h} u_{jkmg} w_{jkmgh} c_{ijmg}^0 \exp(-a_{mg} y_{gh})$$

y_{gh} : コンテナ g のロットサイズ (個数)

u_{jkmg} : コンテナ g のシェア ($\sum_g u_{jkmg} = 1$)

w_{jkmgh} : ロットサイズ y_{gh} のシェア
($\sum_h w_{jkmgh} = 1$)

c_{jkm}^0 : ロットを考慮しない時の単位輸送コスト (円/トン)

a_{mg} : パラメーター

④. 港湾 k でのコスト

$$\sum_{j \rightarrow k} \sum_m (\delta_m n_k + r P I_k) Q_{jkm}$$

n_k : 単位荷役コスト (円/トン)

I_k : 平均滞留時間 (時間)

⑤. 港湾 k から相手国 l までのコスト

$$\sum_{k \rightarrow l} (c_{kl} + r P T_{kl}) Q_{kl} / D$$

Q_{kl} : 貨物流動量 (トン)

c_{kl} : $k \rightarrow l$ 間の単位輸送コスト

(円/1コンテナ)

T_{kl} : $k \rightarrow l$ 間の輸送時間 (時間)

以上より未知数 Q_{ijm} 、 Q_{jkm} 、 Q_{kl} 、($i \times j \times m + j \times k \times m + k \times l$ 個) の線形計画問題となる。

目的関数

$$\begin{aligned} & \sum_{i \rightarrow j} \sum_m (\sum_h w_{ijmh} c_{ijmh}^0 \exp(-a_{mh} x_h) + r P \\ & (T_{ijm} + I_j) + b_j + \delta_m n_j) Q_{ijm} + \sum_{j \rightarrow k} \sum_m \\ & (\sum_{g \rightarrow h} u_{jkmg} w_{jkmgh} c_{jkmg}^0 \exp(-a_{mg} y_{gh}) \\ & + r P (T_{jkm} + I_k) + \delta_m n_k) Q_{jkm} / D \\ & + \sum_{k \rightarrow l} (c_{kl} + r P T_{kl}) Q_{kl} / D \end{aligned}$$

制約条件

$$S_i = \sum_{j \rightarrow m} Q_{ijm} \quad (\text{供給制約: } i \text{ 個})$$

$$D_i = \sum_k Q_{ki} \quad (\text{需要制約: } i \text{ 個})$$

$$\sum_{i \rightarrow m} Q_{ijm} = \sum_{k \rightarrow m} Q_{jkm} \quad (\text{詰め地での輸送量保存: } j \text{ 個})$$

$$\sum_{j \rightarrow m} Q_{jkm} = \sum_l Q_{kl} \quad (\text{港湾での輸送量保存: } k \text{ 個})$$

$$S_i: \text{生産地での供給量 (トン/時間)}$$

$$D_i: \text{相手国での需要量 (トン/時間)}$$

4. 今後の課題

このモデルは、線形計画法を用いて最適輸送機関別輸送量を求めるように、定式化したものである。今後このモデルを使った計算を行い、実際の値と比較して不適切なところは若干修正していく予定である。最適輸送機関別輸送量を求めることにより、各港湾での需要予測を行うことが最終的な目的である。

【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)