

神戸大学工学部 フェロ-会員 黒田 勝彦
 (株)野村総合研究所 正会員 辻 俊昭

神戸大学工学部 正会員 竹林 幹雄
 神戸大学大学院 学生会員 武藤 雅浩
 神戸大学工学部 学生会員 ○大久保岳史

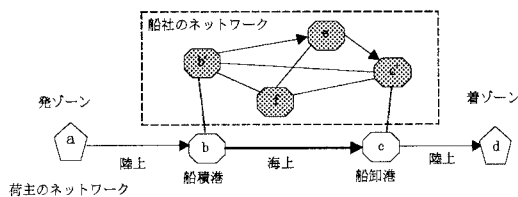
1. はじめに

近年、欧米の基幹航路を中心にコンテナ船の急速な大型化が進展している。このため近隣アジア諸国の主要港や我が国においても、ポストパナマックス型と呼ばれる超大型船に対応した大水深バースの整備が積極的に進められている。

しかし、国際コンテナ輸送に関する既往の研究¹⁾では、大水深バースの整備によるフローへの影響を分析している例はない。そこで本研究では、今後さらに進展するであろう船型の大型化に対応するための理論モデルを構築する。さらに実証分析を通して、我が国の港湾が国際港湾としての競争力を維持、強化していくための港湾政策について検討を加える。

2. 国際コンテナ流動予測モデルの構築

本研究で仮定する市場には船社と荷主が存在し、両者間の均衡を対象としてネットワークモデルを構築した。図1の様に両者はそれぞれ独自のネットワークを持ち、荷主は仕出・仕入港湾を選択し、船社は海上輸送経路を決定する。船社の海上輸送市場においては完全競争市場を仮定することで、運賃を内生化した。さらには、船型を考慮することによる規模の経済、及び過度の集中による不経済を取り入れ



た。

図1 船社と荷主のネットワーク

(1) 荷主の行動モデル

荷主は一般化費用の最小化を目的として行動する。以下の目的関数、制約条件の下で利用者均衡配分を行う。

$$\text{Min} C_k = \sum_i \delta_{k,i} C_i = \sum_i \delta_{k,i} (F_i + TV \cdot T_i) \cdot \{1 + \xi(x_i)\} \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{k \in K_u} g_k = O_u \quad \forall u \quad (2)$$

$$x_i = \sum_{u \in U} \sum_{k \in K_u} \delta_{k,i} g_k \quad \forall i \quad (3)$$

$$g_k \geq 0 \quad \forall k \in K_u, u \in U \quad (4)$$

ここで、 TV ：貨物の時間価値（万円/時） F_i ：リンク i の運賃（万円/TEU） T_i ：リンク i の輸送時間（時） x_i ：リンク i の貨物量（TEU/年） C_k ：経路 k の一般化費用（万円/TEU） C_i ：リンク i の一般化費用（万円/TEU） $\delta_{k,i}$ ：経路 k にリンク i が含まれるとき1、そうでないとき0

$\xi(x_i)$ ：リンク混雑コスト関数

$$\xi(x_i) = \alpha^1 \left(\frac{x_i}{VL_i} \right)^{\beta^1} \quad (5)$$

α^1, β^1 ：パラメータ VL_i ：リンク i での船社が供給する輸送能力(TEU/年) g_k ：経路貨物量(TEU/年) O_u ：ODペア u の貨物量(TEU/年)

(2) 船社の行動モデル

船社も荷主と同様に一般化費用の最小化を目的として行動する。

$$\text{Min} C_l = \sum_j \varepsilon_{l,j} C_j + \sum_p \eta_{l,p} \cdot a_{l,p} \cdot C_p \quad (6)$$

航行リンクコスト

$$C_j = \frac{\{T_j \cdot (MFO_j + CA_j) + PC_j\} f_j}{y_j} \cdot \psi(z_p) \quad (7)$$

港湾ノードコスト

$$C_p = HC_p \quad (8)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{l \in L_v} h_l = Q_v \quad \forall v \in V \quad (9)$$

$$y_i = \sum_{v \in V} \sum_{l \in L_v} \varepsilon_{i,l} \cdot h_l \quad \forall i \quad (10)$$

$$h_l \geq 0 \quad \forall l \in L_v, v \in V \quad (11)$$

ここで、 C_l ：経路 l の一般化費用（万円/TEU）

C_j ：航行リンクコスト（万円/TEU） $\varepsilon_{l,j}$ ：経路 l が

リンク j を使用しているとき 1, そうでないとき 0
 C_p : 港湾ノードコスト (万円/TEU) $\eta_{i,p}$: 経路 l が
 港湾 p を使用しているとき 1, そうでないとき 0
 $a_{i,p}$: 経路 l において港湾 p が仕出・船卸港のとき 1,
 通過港のとき 0 y_j : リンク j の貨物量 (TEU/年)
 f_j : リンク j の運行便数 (便/年) MFO_j : リンク
 j に就航する船の航行時燃料費 (万円/時) CA_j :
 リンク j に就航する船の船費 (万円/時) T_j : リン
 ク j の航行時間 PC_j : リンク j に就航する船
 の到着港湾における港費 (万円/便) z_p : 港湾 p の
 取扱貨物量 (TEU/年) HC_p : 港湾 p の荷役料金 (万
 円/TEU) v : 港湾間 OD ペアのインデックス Q_v :
 港湾間 OD ペア v の貨物量 (TEU) l : 経路のインデ
 ックス L_v : OD ペア v の利用可能経路集合 h_l :
 経路 l の貨物量 (TEU) y_i : リンク j の貨物量 (TEU)
 $\psi(z_p)$: 港湾混雑関数

$$\psi(z_p) = \alpha^2 \left(\frac{z_p}{VP_p} \right)^{\beta^2} \quad (12)$$

α^2, β^2 : パラメータ VP_p : 港湾 p の港湾容量 (TEU/年)

(3) 均衡海上運賃

船社については, 自由に参入, 退出が可能である
 ことより, 海上運賃は市場における船社と荷主の均
 衡により成立する. このような状態では海上運賃は
 コンテナ 1 個を輸送するのに必要とされる費用と等
 しくなる.

$$F_v = \frac{\kappa_{v,l} C_l}{Q_v} \quad (13)$$

ここで, F_v : 海上運賃 (万円/TEU) $\kappa_{v,l}$: 船社の
 OD ペアが船社の経路 l を利用しているとき 1, そ
 うでないとき 0

3. ケーススタディ

対象航路を, アジア内航路, 欧州航路, 北米航路
 とし, ゾーンは国内を各都道府県, 海外は韓国・華
 北・華中・華南・香港・シンガポール・欧州・北米
 とし, 港湾は京浜, 名古屋, 阪神, 関門, 釜山, 上
 海, 香港・台湾, シンガポール, 欧州, 北米と設定
 した.

まず, 1000TEU の中型船と 3000TEU の大型
 船の 2 船型を設定し, 現状再現性の検討を行い,
 荷主リンク貨物量の現状推定値と計算結果の相
 関係数は 0.974 という非常に精緻な結果を得た.

次に, 6000TEU の超大型船に対応する大水深
 バースが阪神港, 香港港, シンガポール港に整
 備されたときについてシミュレーションを行った.

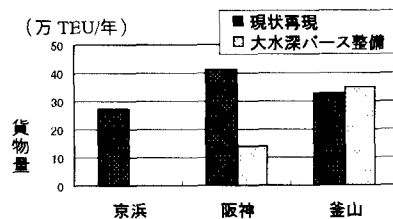


図-1 トランシップ貨物量の比較

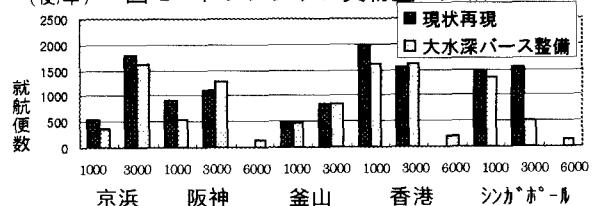


図-2 各港湾船型別就航便数 (TEU)

図-1 より, 大水深バースを整備することにより,
 阪神港のトランシップ貨物は減少する. これは, 船
 型が大型化することにより, アジア内航路におい
 て 3000TEU の大型船もしくは 6000TEU の超大型船
 が就航するようになり, トランシップ貨物が通過貨
 物に転換されたものと考えられる. また, 図-2 か
 らも, 大水深バースが整備された港湾は, 1000TEU
 の中型船が減少しており, 大型化している傾向が分
 かる. 紙面の関係上, 計算結果の詳細は講演時に示
 す.

4. おわりに

本研究において, 大水深バースが整備されること
 により, いずれの港湾も船型の大型化が進展するが,
 直行便が増加することによりトランシップ貨物は減
 少する. そのため, 船社, 荷主のコスト削減効果は
 期待できるが, 港湾関連産業 (荷役業者等) におい
 ては, 損失を被ると考えられる.

今後は, フォワーダーの集荷行動や船社の参入・
 退出コスト, 港湾の整備・運営政策の変更に伴う貨
 物の流れの変化を組み込む方針である.

[参考文献] 1) Katsuhiko KURODA, Zan YANG: Port
 Management Policy And The Influence On Behavior Of
 Liner Shipping Company And Shippers, Journal of the
 Eastern Asia Society for Transportation Studies Port,
 Airport, & Railway .pp.73-86, 1997