

IV-2

アジア太平洋路線における外貿コンテナ貨物輸送市場分析

神戸大学工学部 正会員 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、近隣アジア諸国の主要港や我が国において、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。

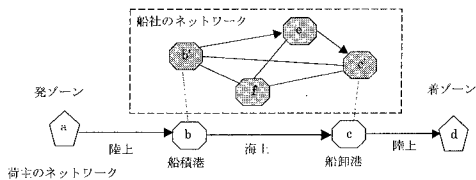


図1 船社と荷主のネットワーク

(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。

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

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

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

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

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。

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

航行リンクコスト

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

港湾ノードコスト

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

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

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

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

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） $\eta_{l,p}$: 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 $a_{l,p}$: 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、Case1 において 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、Case2 においては Case1 に加え釜山港も整備されたときについてシミュレーションを行った。

図-2 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も 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-3 から、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。

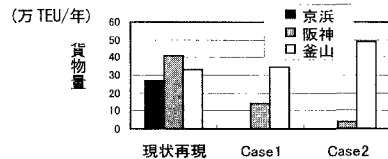


図-2 トランシップ貨物量の比較

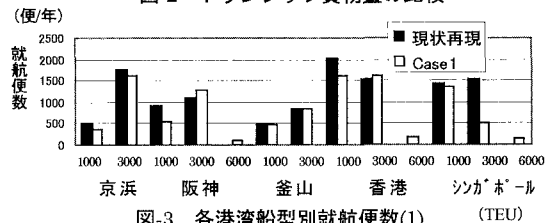


図-3 各港湾船型別就航便数(1)

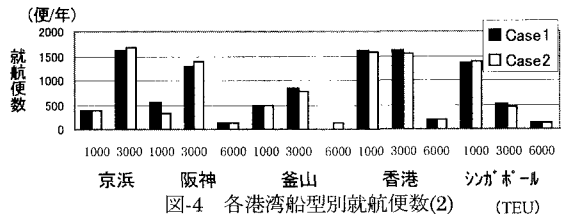


図-4 各港湾船型別就航便数(2)

Case2 において、図-3 図-4 より釜山港のトランシップ貨物が大幅に増加することがわかる。これは釜山港に超大型船が就航することで中型船の容量に余裕ができ、阪神港から貨物を奪ってきたためだと考えられる。

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