

# ポストパナマックス級コンテナ船導入が 外航コンテナ貨物輸送市場に与える影響分析

黒田勝彦<sup>1</sup>・竹林幹雄<sup>2</sup>・武藤雅浩<sup>3</sup>・大久保岳史<sup>4</sup>

<sup>1</sup> フェロー会員 工博 神戸大学工学部建設学科教授 (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1)

<sup>2</sup> 正会員 工博 神戸大学工学部建設学科助手 (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1)

<sup>3</sup> 正会員 工修 野村総合研究所 (〒240-8511 横浜市保土ヶ谷区神戸町134)

<sup>4</sup> 学生会員 神戸大学大学院自然科学研究科博士前期課程 (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1)

本稿は、今後基幹航路における主力機材となるポストパナマックス級コンテナ船の導入が、アジアを中心とする外航コンテナ貨物輸送市場に与える影響について分析を行った。完全自由化された貨物輸送市場を想定し、船社と荷主によって構成される完全競争市場モデルを適用した。次に予測時点を2010年とし、1000TEUおよび3000TEU船舶で輸送される従来型輸送形態と、ポストパナマックス級船舶(6000TEU)導入による影響をシナリオ分析を通じて検討した。その結果、ハブ・スポーク型ネットワークへの移行が顕著に現れ、ポストパナマックス級船舶が導入される港湾への貨物の集中の度合いが加速されることが明らかになった。

**Key Words:** international container transportation market, deregulated market, post-panamax vessel hub and spokes shaped network, economy of density

## 1. はじめに

コンテナ化の導入により、外航貨物輸送市場は劇的に効率化したことは周知の事実である。現在、国際海上雑貨貨物の多くはコンテナ化されて輸送される形式を取る。コンテナ化により、技術の統一化がなされ、輸送コストが大幅に削減されるためである。

コンテナ化が進むにつれ、それを輸送する船舶の開発も大きく進歩した。現在世界一周航路をはじめとして、基幹航路での輸送の主力機材は3000TEU船舶である<sup>1)</sup>。しかし、さらに大型の船舶の投入が始まっている。ポストパナマックス級コンテナ船と呼ばれる、6000TEU積載可能なコンテナ船の導入である。現在の輸送能力のほぼ倍に相当するコンテナ輸送を1隻で可能とするため、1TEU当たりの輸送コストは大幅に減少すると考えられる。このような船舶が主流となれば、世界の海上物流構造に大きな変化を生じるであろう。

しかし、一方でポストパナマックス級コンテナ船の導入にはハードウェア上の制約が大きいこともまた事実である。いわゆる「大水深バース」と呼ばれる15m以上の水深を有するバースの供用が不可欠になる。我が国においても、神戸港、大阪港、横浜港をはじめとしてポストパナマックス級コンテナ船導入を意図した大水深バースの建設が急がれている。

このような急ピッチの開発の背景には、アジアのゲートウェイ港として機能してきた我が国の港湾の相対的地位が下落するのをくい止めるという意図が働いていると考えられる。神戸港は震災後、世界の港湾取扱貨物量の十傑から転落した<sup>2)</sup>。また、横浜港での取扱高も大きな伸びは示していない。一方、アジアの主要港湾である香港港は世界有数の巨大港湾に成長し、シンガポール港、台湾の高雄港などもそのシェアを大きく伸ばしている。特に巨大港湾である香港・シンガポール港ではポストパナマックス級コンテナ船導入にあわせた大水深バースの整備を先行的に進めてきた経緯がある。現在のアジアのゲートウェイ港としての地位を保全し、なおかつ国内への波及効果を狙ったものであろう。

このような非常に競争的になったアジアの海上物流市場にあって、我が国の港湾は今まで以上に過酷な環境におかれることが予想される。すなわち、港湾の整備・運営政策を合理的に決定できなければ、港湾施設の遊休化による港湾経営の悪化や、あるいはローカル港化することによる国内経済への悪影響など、いくつもの懸念材料が予想される。

港湾の整備・運営政策を合理的に決定するためには、対象とする海上物流市場の構造を的確に把握することが不可欠である。海上物流市場のモデル化に取り組んだ研究は非常に多いものの、その多くはキ

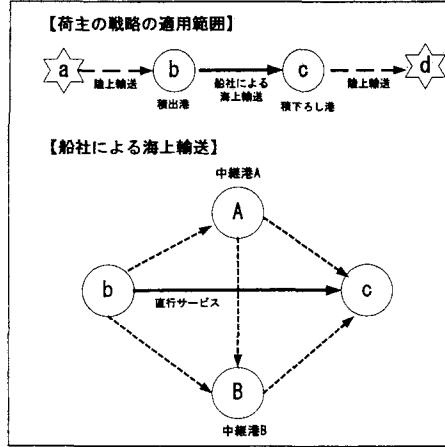


図-1 ネットワークの概念

キャリアである船社の港湾選択行動に着目したものであり、また多くの場合運賃は内生化されていない<sup>3)-6)</sup>。実際の市場はキャリアーと利用者である荷主の港湾選択行動の結果であると考えられるが、このような均衡理論に依拠した研究例は海上物流市場分析ではまだ少ない。筆者らはこのような問題意識のもとに外航コンテナ貨物輸送市場のモデル化を行ってきた<sup>7)-10)</sup>。本稿は、文献10)で開発した外航コンテナ貨物輸送市場モデルをベースとしたモデルを構築し、今後導入が進むポストパナマックス級コンテナ船導入がもたらす外航コンテナ輸送市場への影響、および我が国の港湾政策の方向性について考察を加える。

## 2. モデルの概要

ここでは本稿で用いたモデルについて説明する。実際のコンテナ輸送市場では同盟による船社間の協力が行われており、また船社ごとに取り扱う貨物の種類が異なる場合も存在するなど、市場構造はきわめて複雑である。しかし、船社間の協力関係は必ずしも安定したものではなく、状況に応じて大きく変化すると考えられる。また、貨物種別を考慮することは貨物流動を再現する上で重要と考えられるもの、船社・荷主双方の行動を極度に複雑化し、データの制約も含めて、数値計算による推計が困難になる。このため、本稿では文献10)で提案したモデルと同様に、船社および荷主の市場行動の基本的な部分のみに着目し、定常状態の市場構造によって市場を近似する方法論を採用した。

本稿では、国際海上コンテナ貨物輸送市場を「完全競争市場」と見なししてモデル構築を行うこととし

た<sup>10)</sup>。本稿で用いたモデルは、船社は海上の輸送ルート（航行ルートと呼ぶ）を最適化し、荷主は積み出し・積み下ろし港とそれに至る陸上ルート（貨物ルートと呼ぶ）を選択するものとする。また、港湾間リンクを海上リンクと呼ぶ。概念図を図-1に示す。なお、本稿では1つの海上リンクを航行する船型は1種類であるとし、同一の港湾間であっても異なる船型であれば、異なる海上リンクであると見なすこととした。

### (1) 仮定

本モデルは完全競争市場成立を前提として構築されるため、以下に述べるような強い仮定をおく必要がある<sup>10)</sup>。

- 1) 市場には同一の航路であれば等質なサービスを提供する複数の船社と、同じく等質な行動規範を有する複数の荷主が存在する。船社の数は市場の競争性が成立するために十分な数が存在するものとする。
- 2) 船社、荷主ともに市場に関する完全情報を有している。すなわち、情報は対称である。
- 3) 航路の設定・廃止に伴うコストはゼロであり、市場への参入・退出は自由である。
- 4) 船社・利用者間での提携などの協力関係は存在しない。

1)は、本モデルの分析対象が各経済主体（船社・荷主）の平均的な行動であるために導入されている。2)-3)は完全競争市場を前提としているために通常必要とする条件である。4)は1)の船社に関する仮定から導かれるものである。1)は市場に識別可能な船社が存在することを排除することを意味する。このため、船社間のアライアンスの存在は排除されることになる。

また、完全競争市場成立のための条件とは別に、現実の状態をできるだけモデルに取り込むことができるよう、船社・荷主の行動に関して次のような仮定を設けた。

- 5) 荷主は積出港と積み下ろし港のみを選択できるものとし、航路そのものを指定することはできないものとする。
- 6) 荷主から発生する地域間O.D.貨物量は与件として与えられ、ネットワークのサービスレベル（寄港頻度、輸送運賃、輸送経路）の変化に無関係に一定であるものとする。
- 7) 船社は発生する全ての地域間O.D.貨物を輸送しなければならないものとする。

- 8) 船社は複数の種類を投入できるものとする.  
 9) リンク航行時間は船型によって大きな差異がないので、同一として取り扱う。

特に 8)に関して、本稿では 1000TEU, 3000TEU, 6000TEU の 3 船種が投入可能とする。この場合 6000TEU 船が就航できるのは大水深バースを有した港湾間のみであることはいうまでもない。

## (2) 船社の行動

通常船社は利潤を最大化するように自己の戦略を決定すると考えられる。しかし後述するように、船社は「貨物量が固定という条件下で、全ての貨物需要を全て輸送し、なおかつ港湾での入港制約を満足する」ようにネットワークを構成することになる。このとき、各海上リンクでは競争的な市場が成立すると仮定しているので超過利潤はゼロである。

このように考えると、実現されるネットワークは上記の制約を満足するネットワークの中で最小の費用で構成するものとなる。ゆえに本稿では、船社は自己の運行費用を最小化するように航路、船型、便数を決定すると仮定することとした。この際、各海上リンクへの投入可能船型数を  $m$  とすると、船社の目的関数および制約条件は以下のように表すことができる<sup>10)</sup>。

$$\text{目的: } \min_{f_l} Z_c = \sum_l C_l(f_l, T_l) \quad (1)$$

Sub. To

$$\sum_{ij} \sum_r \delta_{ijr}^r x_{ijr} = x_l \quad \text{for } \forall l \quad (2)$$

$$x_l \leq f_l C P_l = \sum_m \delta_l^m f_l C P_l \quad \text{for } \forall l \quad (3)$$

$$\sum_l \delta_l^h f_l \leq V C_h \quad \text{for } \forall h \quad (4)$$

$$\sum_l \delta_h^l \delta_l^m f_l \leq V C_h^m \quad \text{for } \forall h \quad (5)$$

$$f_l \geq 0 \quad \text{for } \forall l \quad (6)$$

ここで、 $f_l$ : 海上リンク  $l$  における総配船便数、 $C_l$ : 海上リンク  $l$  における運航費用、 $T_l$ : 海上リンク  $l$  に配便される船の航行時間、 $x_{ijr}$ : ゾーン  $i$  からゾーン  $j$  への地域間 O.D. 貨物量のうち経路  $r$  を通る量、 $x_l$ : 海上リンク  $l$  に配分されるコンテナ貨物量、 $\delta_{ijr}^r$ : ゾーン  $i$  からゾーン  $j$  への経路  $r$  のコンテナが海上リンク  $l$  を流れる場合 1、その他を 0 とする。 $C P_l$ : 海上リンク  $l$  での 1 隻あたりの最大積載量、 $\delta_h^m$ : リンク  $l$  の投入船型が  $m$  の場合 1、その他は 0 を取る。 $\delta_l^h$ : 港湾  $h$  に海上リンク  $l$  が含まれる場合 1、その他は 0 を

取る。 $V C_h$ :  $h$  港における最大就航可能便数、 $V C_h^m$ :  $h$  港における船型  $m$  の船舶の最大就航可能便数である。

また本稿では海上リンク運航費用  $C_l$  を以下のように表した。

$$C_l = F_l(f_l, T_l) + \sum \delta_l^{h,out} x_l C W_h \quad (7)$$

$$F_l = \{T_l(MFO_l + CA_l) + PC_l\} f_l \Phi_h(f_l) \quad (8)$$

$$\Phi_h(f_l) = \theta_1 \left( \frac{\sum_l \delta_l^h f_l}{V C_h} \right)^{\theta_2} \quad (9)$$

ここで、 $F_l$ : 海上リンク  $l$  の航行費用であり、リンク  $l$  への投下便数と航行時間の関数で与えられる(式(8)参照)。 $C W_h$ : 港湾  $h$  における 1TEU あたりの平均変動費用でありここでは荷役費用を意味する。 $\delta_l^{h,out}$ : 港湾  $h$  がリンク  $l$  の積み出し・積下し港である場合 1、それ以外は 0 をとる。 $MFO_l$ : 海上リンク  $l$  に配便される船の航行時燃料費、 $CA_l$ : 海上リンク  $l$  に配便される船の船費、 $PC_l$ : 海上リンク  $l$  に配便される船の到着港における港費である。式(9)は港湾での混雑関数であり、就航便数が増加するごとに追加的費用が生じることを表している。

制約条件については、式(2)は地域間 OD 貨物量保存則、式(3)はリンク容量制約、式(4)および(5)は港湾容量制約を表す。

## (3) 荷主の行動

荷主は、自己の輸送コストの最小化を実現するよう発着港湾選択を行う。この際、荷主間(貨物 1TEU につき荷主は一人と仮定)の利用者均衡状態を仮定している。

$$\text{目的: } \min_{x_{ij}^k} Z_u^y = \min_{x_{ij}^k} (SC_k \Gamma(x_{ij}^k)) \quad (10)$$

$$SC_k = \delta_k^r (\sum_l \delta_l^r (TV * T_l) (1 + \xi(x_l)) + P_r) + \delta_l^k C_l \quad (10')$$

Sub. To

$$\sum_k x_{ij}^k = X_{ij} \quad \text{for } \forall i, j \quad (11)$$

$$\sum_i \sum_j \sum_k \delta_{ijk}^l x_{ij}^k = x_l \quad \text{for } \forall l \quad (12-a)$$

$$\sum_i \sum_j \sum_k \delta_{ijk}^l x_{ij}^k = x_{l'} \quad \text{for } \forall l' \quad (12-b)$$

$$x_{ij}^k \geq 0 \quad \text{for } \forall i, j, k \quad (13)$$

$Z_u^y$ :  $ij$  間の荷主の総輸送コスト、 $SC_k$ : 荷主の利用するルート  $k$  での 1TEU あたりの輸送コスト、 $x_{ij}^k$ : ゾーン  $ij$  間を輸送される貨物の荷主の利用するル

$k$  を利用する貨物量,  $\Gamma(\cdot)$ :  $x_{ij}^k$  が正の場合 1 を取り, その他は 0 を取る.  $TV$ : 貨物の時間価値換算係数,  $P_r$ : 航行ルート  $r$  の運賃,  $\delta_{ijk}^l$ : ゾーン  $ij$  間を輸送される貨物の荷主が利用するルート  $k$  に海上リンク  $l$  が含まれる場合 1, その他は 0 を取る.  $\xi(x_l)$ : 海上リンク  $l$  における混雑コストであり, 特定のリンク  $l$  に配分される貨物量が多い場合, 埠頭における積出し待ちの費用などの追加的費用が荷主に生じることを想定している. すなわち,

$$\xi(x_l) = \rho_1 \left( \frac{x_l}{CP_l f_l} \right)^{\rho_2} \quad (14)$$

と定義する. ここで  $\rho$ : 混雑パラメータである.

また  $\delta'_r$ : 船社サービスの航行ルート  $r$  が荷主ルート  $k$  に含まれる場合 1, その他は 0 を取る.  $I'$ : 荷主の陸上輸送リンク,  $C_r$ : 荷主の陸上輸送リンクにかかる 1TEUあたりの陸送費用 (陸上リンクに固有の定数) を表すものとする.

式(10')は荷主の一般化費用を表し, 式(11)は OD 保存則, 式(12-a), (12-b)はリンク通過貨物量の保存則である.

#### (4) 均衡価格の導出

運賃は船社と荷主の行動が最適化された結果, 市場価格として次のように定義される<sup>10)</sup>. ここでは独占競争価格制が導入されているものと仮定する<sup>10)</sup>.

輸送市場での取扱量の均衡は (12-a) より, 以下で表される.

$$\sum_{i} \sum_{j} \sum_{k} \delta_{ijk}^l x_{ij}^k = \sum_{i} \sum_{j} \sum_{k} \sum_{r} \delta_{ij}^{r,l} x_{ij}^r = x_l \quad (15)$$

このとき海上輸送ルート  $r$  は発着港湾の組み合せで表現されることから, 港湾間の運賃  $P_r$  は,

$$P_r = \sum_l \delta_{ij}^{r,l} \frac{C_l}{x_l} \quad \text{for } \forall l \quad (16)$$

と表すことができる.

また,  $ij$  間の最適輸送コストを  $SC_{ij}^*$  とすると, 利用者均衡状態では

$$\text{if } x_{ij}^k > 0 \text{ then } SC_k = SC_{ij}^* \quad (17-a)$$

$$\text{otherwise } SC_k > SC_{ij}^* \quad (17-b)$$

が成立することになる<sup>10)</sup>.

さて, 数値計算を行うにあたり, 次のようなアルゴリズムで計算を行うこととした<sup>10)</sup>.

【STEP 1】 港湾間 O.D. 貨物の 1TEUあたりの固定費用を与件として, O.D. ペアごとに輸送費用が最小となるように  $x_l$  を決定する(リンクフロー決定問題).

【STEP 2】 STEP 1 で求められた運航航路上の貨物輸送量  $x_l$  について, 費用が最小化される船型の組み合

わせ  $f_l$  を求め, その便数に応じた固定費用を  $x_l$  で除し, 1TEUあたりの固定費用に換算する(投入船隻数決定問題).

以上のように STEP 1 と STEP 2 で収束計算を行い, 解を求めるとした<sup>10)</sup>.

#### (5) 既存モデルとの相違点

本稿では, 複数船種の投入が可能となっている. このため, コンテナ貨物の輸送形態には積み出し・積み下ろし港湾間で直接輸送する「直行貨物」, 中継港での積み下ろし・再積み込みをする「トランシップ貨物」, そして中継港において, 船内に留められ積み下ろし港まで輸送される「通過貨物」の 3 種が考えられる. 文献 10)では, トランシップ貨物を「中継される貨物のうち, 船型の異なる船舶間で中継される貨物」としていた. しかし, 船舶の投入数に制限がないため, 船舶が大型化することによる「通過貨物の過大評価」が生じる可能性が高い. データの制約から投入船舶数の上限を与えることは難しい. 以上のような点を考慮し, 本稿ではトランシップ貨物発生過程を全ての積み替え貨物をトランシップ貨物として計上するように変更することとした.

また, 混雑関数の定式化において文献 10)では指型モデルで推計を行っていたが, 混雑に関して非常に敏感に反応する欠点を有していたため, 本モデルでは混雑に対する反応が比較的緩やかな(9)および(14)の形式に変更することとした. なお, (9)および(14)に関しては, 港湾での取扱貨物量およびトランシップ貨物量の構成割合の再現性が最も高くなる場合の値を採用した.

### 3. 2010 年時国際海上物流市場への適用

本章では, モデルを東アジアを中心とする国際海上コンテナ輸送市場に適用し, 6000TEU 船舶の投入が大規模に実施された場合の市場に与える影響について検討する. 対象地域での 15m 水深級の大水深ベースは概ね 2010 年頃までに整備される港湾が多いことから, 数値計算では 2010 年 O.D. 予測値をもとに分析を行う. なお数値計算を通じて, 港湾は全て公共ベースのみ供用されているものとしている. なお, 基本ケースにおける現状再現性に関しては, モデルで対象とした船型が 2 船型のみであるため, 各港湾における就航便数での再現性は確認することができない. このため, 日本港湾での背後圏の再現性およびアジア主要港湾でのトランシップ貨物量によって確認した. 日本港湾の背後圏の再現性は 1993

表-1 O.D.ゾーン

ゾーン番号	ゾーン名	構成
1-47	日本	47 都道府県
48	朝鮮半島	韓国・北朝鮮・中国華北の一部
49	華中・華南	華中・華南の一部
50	香港	香港および華南の一部
51	台湾	台湾
52	ASEAN	ASEAN 諸国
53	欧州	EU 諸国
54	北米	米国、カナダ

表-2 対象港湾一覧

港湾番号	港湾名	背後圏
1	京浜	荷主選択により決定
2	名古屋	
3	阪神	
4	関門	
5	釜山	朝鮮半島
6	上海	華中・華南
7	香港	香港
8	台北	台湾
9	シンガポール	ASEAN
10	アムステルダム	欧州
11	ロサンゼルス	北米

表-3 港湾諸費用一覧

港湾名	港湾料金 (万円/隻)			荷役費用 (万円 /TEU)
	1000 TEU	3000 TEU	6000 TEU	
京浜	65.3	184.3	348.3	2.0
名古屋	71.9	202.7	-	2.0
阪神	67.1	189.3	357.8	2.0
関門	47.9	-	-	2.0
釜山	24.5	69.1	130.6	0.6
上海	27.3	-	-	0.2
香港	32.0	90.2	170.4	1.9
高雄	32.0	90.2	170.4	1.9
シンガポール	25.5	71.9	135.8	0.9
欧州	78.6	221.6	418.8	1.3
北米	44.9	126.6	239.3	0.6

表-4 港湾最大可能取扱貨物量

港湾名	取扱貨物量 (万 TEU/年)		
	1000TEU	3000TEU	6000TEU
京浜	888	576	200
名古屋	360	168	-
阪神	936	480	320
関門	384	-	-
釜山	440	360	320
上海	256	-	-
香港	1200	680	640
高雄	760	400	120
シンガポール	1184	864	520
欧州	2400	2400	2400
北米	2400	2400	2400

年時点でのデータ<sup>11)</sup>と比較した場合、相関係数 0.902 であったが、アジア主要港湾のトランシップ貨物の再現性は 0.520 にとどまった。これは文献 10)でも論じたようにモデルに考慮されない構造上の特性を、湾での混雑閾値に一括して含めてしまうため、1000TEU クラスの船舶によるトランシップ貨物の多いシンガポール、香港などで大きく歪んでしまうことが影響している可能性がある。このように混雑閾値の特定に関しては今後の課題とし、以後の数値計算は、この基本ケースで得られた特性における議論に限定して行うこととする。

### (1) 基本ケースのデータ

まず、2010 年時点での国際海上コンテナ輸送市場を推計する際に用いたデータについて述べる。

対象とするゾーンは表-1 に示すとおりである。本稿では、中国の貨物需要および中国港湾の背後圏を特定することが困難であったため、上記のように中国を 3 ゾーンに分割することとした。ここでは、各ゾーンの GDP 比率で貨物量の配分を行っている。

O.D. 貨物需要は 1989 年度全国輸出入貨物流動調査報告書<sup>11)</sup>およびさくら総合研究所による 1993 年度推計値<sup>12)</sup>をもとに、2010 年までの GDP 伸び率から推計した値を用いている。

次に、各ゾーンの積み出し/積み下ろし港を代表港 1 港に限定し、発/着貨物は全て代表港で取り扱われるものとする。ただし、日本に関しては、積み出し/積み下ろし港は荷主によって選択できるものとする。代表港およびその背後圏を表-2 に示す。

各港の港湾諸費用に関しては文献 1)および 13)を参考として表-3 のように設定した。ここで、6000TEU 船舶に関する入港料に関する資料の入手が困難であったため、暫定的に 3000TEU 船舶の 1TEUあたりの費用を算出し、それを 6000TEU に換算した値を用いることとした。

また、港湾における最大取扱貨物量<sup>1),2)</sup>を表-4 に示す。表-4 では各船型 1 種類のみで荷役した場合の取り扱い可能最大貨物量を表している。なお、基本ケースでは 6000TEU 船舶の導入はなされていない場合を想定する。

### (2) 基本ケース (Case 1)

前節で示したデータをもとに、1000TEU, 3000TEU 船型のみが投入されている市場を対象に、2010 年時の外航コンテナ貨物流動の特性について検討を加える。以後このケースを基本ケース (Case 1) と呼ぶ。

本稿では 3000TEU 以上の積載容量を有する船舶が欧州・北米方面に就航する場合、現実的な就航

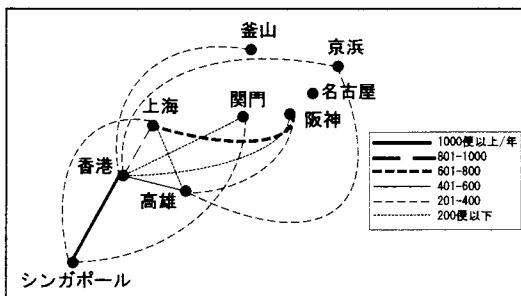


図-2 配船パターン (Case 1/ 1000TEU)

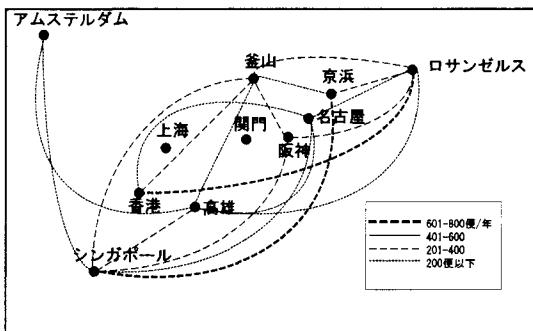


図-3 配船パターン (Case 1/ 3000TEU)

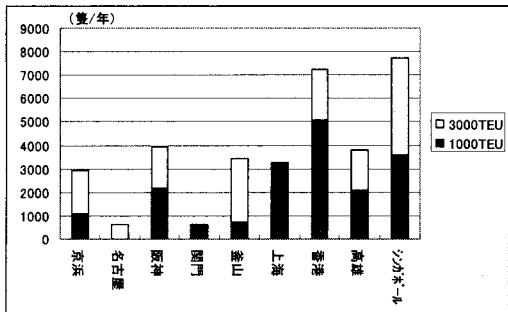
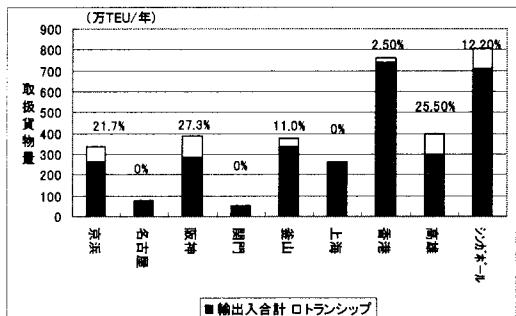


図-4 港湾別就航便数の比較 (Case 1)



注) 図中の%はトランシップ貨物の比率を表す。

図-5 港湾別取扱貨物量の比較 (Case 1)

表-5 Case 1における配船

Case 1	京浜	名古屋	阪神	関門	釜山	上海	香港	高雄	シンガポール	欧州	北米
京浜	-	-	-	-	71.0	0,-	245.0	289.0	0,607	-	-,267
名古屋	-	-	-	-	0.0	0,-	0,117	0,0	0,183	-	-,13
阪神	-	-	-	-	0,284	653,-	164.0	273.0	0,273	-	-,312
関門	-	-	-	-	0,-	0,-	90,-	0,-	229,-	-	-
釜山	71.0	0.0	0.284	0,-	-	355,-	0,346	0,126	0,318	-	-,211
上海	0,-	0,-	653,-	0,-	355,-	-	313,-	59,-	255,-	-	-
香港	245.0	0,117	164.0	90,-	0,346	313,-	-	421.0	1298.0	-,0	-,631
高雄	289.0	0.0	273.0	0,-	0,126	59,-	421.0	-	0,365	-,154	-,210
シンガポール	0,607	0,183	0,273	229,-	0,318	255,-	0,1298	0,365	-	-,337	-

状況を考慮することとした。すなわち、欧州航路に関しては、日本の各港、釜山、上海からは直行便はないと考えた。また、北米航路については、関門、上海、シンガポールからの直行便はないとした。

図-2、図-3 は基本ケースにおける船型別の港湾間就航便数(便/年、往路のみ)を表している。また、表-5 は各港湾間の便数一覧である。図-2 より 1000TEU 船舶の就航に関しては、アジア域内に限られており、香港に集中する傾向が見られる。また、香港ほどの集中は生じないものの、阪神港へも 1000TEU 船の集中的配船が生じていることがわかる。一方、図-3 の 3000TEU 船に関しては、香港～

ロサンゼルス間および京浜～シンガポール間に多くの便数が投下されていることがわかる。また、北米方面には京浜、阪神、釜山港からの就航が見られるが香港ほどの便数は投下されていない。

このような現象を理解するために、各港湾への就航便数の構成割合を図-4 に示す。また図-5 は港湾での取扱貨物量を表したものである。図-4 より、香港港は他港と比較して、1000TEU 船の就航便数が多いことがわかる。一方、図-5 を見ると、香港港の取扱貨物量は自国貨物が 97%以上を占めている。このことは、香港港が自国～アジア諸国間の貨物輸送は主として 1000TEU 船を利用し、自国～米国、自国～

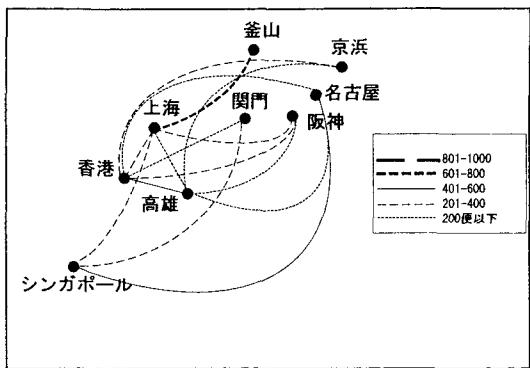


図-6 港湾別就航便数の比較 (Case 2 / 1000TEU)

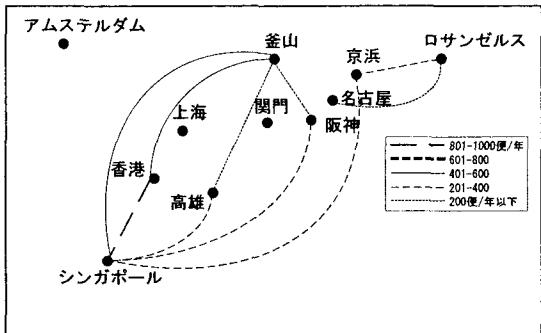


図-7 港湾別就航便数の比較 (Case 2 / 3000TEU)

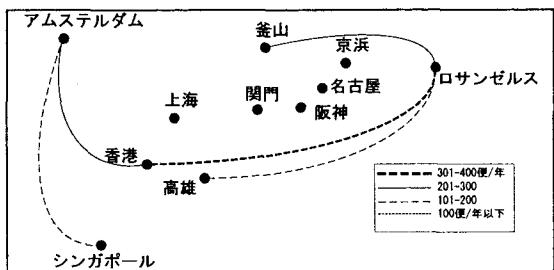


図-8 港湾別就航便数の比較 (Case 2 / 6000TEU)

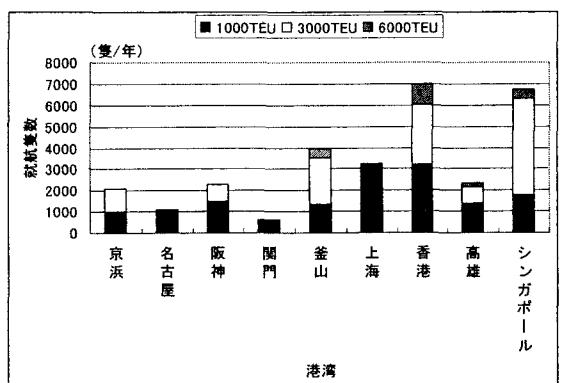


図-9 港湾別就航隻数の比較 (Case 2)

欧州は3000TEU船の直行便を利用しておおり、それにより港湾での混雑コストが上昇するため、トランシップ貨物を取り扱う余裕がなくなっていると考えられる。

一方、対照的な港湾としては、高雄が挙げられる。高雄は3000TEU船の就航が50%近くあり、なおかつトランシップ貨物の割合も、全取扱貨物量の20%以上を占めている(図-5参照)。これは図-2、図-3から判断されるように、上海からの北米行き貨物の窓口となっている。これは香港港と比較して港湾容量は小さいものの、北米方面への地理的条件は日本の各港湾とほとんど変わらず、なおかつ日本の港湾料金、荷役料金が安価なため利用頻度が高くなっているものと考えられる。我が国の港湾に目を向けると、京浜・阪神ともに高いトランシップ貨物を取り扱っているが、阪神港の方がより高い。これは上海、香港、高雄などの東南アジア諸港との距離が京阪港と比較して短距離であることの便益が、港湾容量、港湾諸料金の不利を上回っているためであると考えられ、結果として日本の荷主の港湾選択が阪神港に投入隻数が比較的多かった航路(釜山～ロサンゼルス、香港～ロサンゼルス、高雄～アムステルダム、集中することおよび、上記諸港からの北米方面貨物のトランシップを多く取り扱うことになるためと考えられる。

### (3) ポストパナマックス船舶の導入の影響

さて、前節で検討した2010年の外航コンテナ貨物輸送市場に、ポストパナマックス船舶(6000TEU)が導入された場合、どのような影響が生じるであろうか。ここでは、2010年時点でのポストパナマックス船舶が北米・欧州航路に導入される場合について検討を加える。すなわち、1000TEU、3000TEU、6000TEUを同時に投入した場合であり、これをCase 2と呼ぶことにする。

図-6～図-8はCase 2でのネットワーク構成図である。図-2～図-3と比較した場合、2船型の場合に高雄～ロサンゼルス、シンガポール～アムステルダム)が全て6000TEU船の投入に置き換えられることが理解される。これに伴い、3000TEU船および1000TEU船の配船パターンにも変化が現れる。最も顕著であるのは、阪神～北米航路が消滅し、上海～釜山、上海～香港航路が1000TEU船で開設されることであり、名古屋港と東南アジア各港との航路は3000TEUが消滅し、かわりに全て1000TEUに置き換わるという点である。このことは、各港での就航船型構成(図-9)を見ても理解される。

当然、このような航路変更、就航船型の変化は

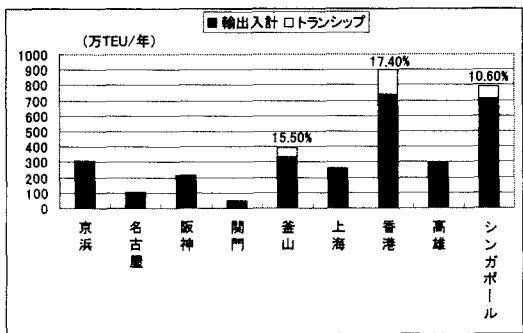


図-10 港湾別取扱貨物量の比較 (Case 2)

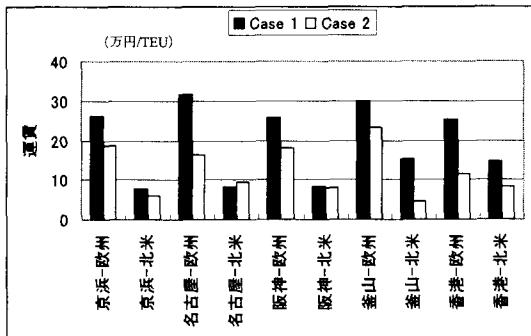


図-11 港湾間運賃の比較 (北米・欧州主要航路)

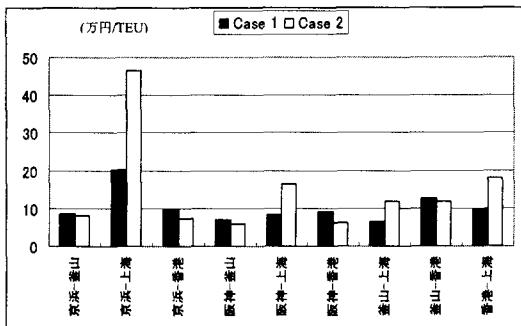


図-12 港湾間運賃の比較 (アジア内航路)

各港での取扱貨物量の変化として現れる (図-10 参照). すなわち、わが国港湾および高雄港でのトランシップ貨物は消滅し、トランシップ貨物の香港港での大幅増加、釜山港での若干の増加、シンガポールでの若干の減少となることが理解される。

このような、釜山、香港、シンガポールへの集中現象は以下のように説明できる。先ず、北米航路での釜山への集中は、日本を含む北東アジアにおいて、港湾容量で阪神と同じであるにも拘わらず、港湾料金が約36%、荷役料金が30%と格段に安く、6000TEU船の投入による「規模の経済性」が大幅に発揮される。これにともなって釜山～北米の運賃低下効果が大きく、阪神～北米および上海～阪神～北米は全て

釜山経由に切り替わる。このことは、大型船投入の規模の経済性と同時に、フィーダー用の中・小型船を集中させ、より多くの貨物を集荷するという「密度の経済性」も併せて働くことを意味している。京浜・名古屋は直背後貨物を捌くだけとなり、京浜のトランシップは消滅する。また、欧州航路では、香港、シンガポールが位置的優位性と同時に、6000TEU船の就航で規模の経済が働き、釜山・上海および日本の港湾からの欧州貨物のトランシップ拠点となり、規模の経済と密度の経済を同時に発揮する。

このような規模の経済と密度の経済が作用するプロセスは以下のように説明できる。つまり、6000TEU船の投入により、先ず、規模の経済が働き 1 TEU当たり輸送コストが減少する。同時に、1000TEU、3000TEU 船の就航便数が減少することによって港湾の混雑が緩和される。このことが船社の輸送コスト低減を将来し、さらに多くの配便を可能ならしめる。この傾向がより進行すれば港湾の混雑が増加する方向に転じるが、今度はフィーダー貨物の集中により密度の経済性が働き輸送コストをさらに減少させることができる。結果として、荷主の負担する運賃および輸送時間は減少し、さらに当該港湾への便数が増加する。以上のようなプロセスでは、経済学で言うところのポジティブ・フィードバックが生じていると考えることが出来る。実際、これらの効果は次に述べるように、航路別の運賃の大幅低下となって現れることが理解される。

さて、6000TEU船が投入されることにより、荷主のコストはどのように影響を受けるのであろうか?

図-11～12はCase 1とCase 2の主要湾間の費用変化を欧州・北米航路およびアジア内航路において比較したものである。この図から解るように、欧州・北米航路は名古屋～北米を除いて全て費用が減少している。北米航路では、釜山・香港の費用低下が大きく、欧州航路では、名古屋、香港の費用低下が著しい。一方、アジア内航路では、上海を結ぶ航路での費用増加が顕著で後は同一かまたは若干減少する。このような費用変化の理由は以下のように説明できる。阪神の北米向け貨物は釜山経由となり、経路は冗長となるものの先に述べた釜山におけるポジティブ・フィードバック効果を受けて費用は低下する。さらに、阪神の欧州向け貨物は香港での同様の効果を享受できて費用が低下する。一方、名古屋は3000TEU船が全て1000TEU船に切り替わることによって総便数が増加して港湾混雑費用が増加し、北米直行貨物の費用が増加する。しかし、欧州航路では、シンガポールでの混雑緩和と規模の経済効果を享受できて費用が下落する。京浜では、3000TEU船

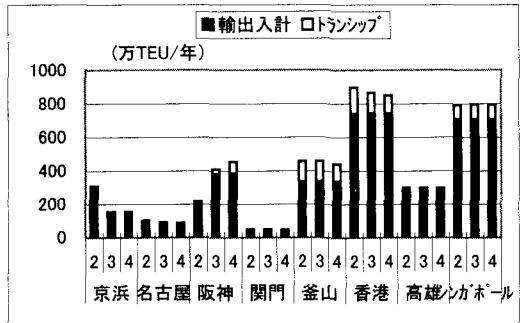


図-13 取扱コンテナ貨物量の比較 (Case 2~Case 4)

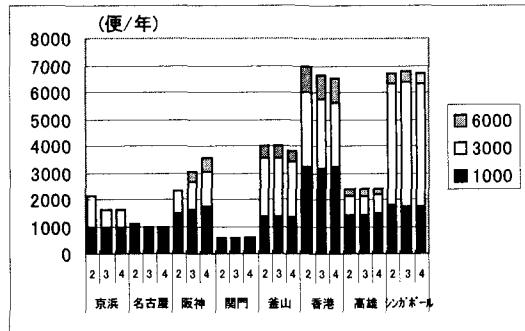


図-14 就航便数の比較 (Case 2~Case 4)

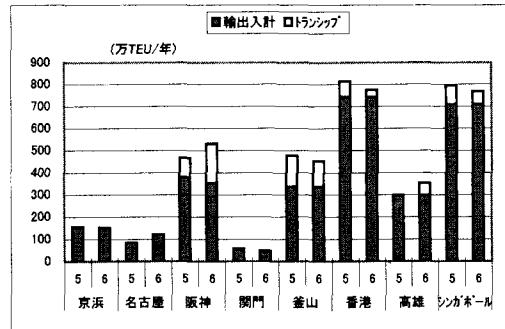


図-15 取扱コンテナ貨物量の比較 (Case 5, Case 6)

の就航便数の減少で混雑が緩和され北米方面直行リンクの費用低減となって現れている。また、欧州方面へは 1000TEU, 3000TEU でシンガポールへフィーダーを行いシンガポールで 6000TEU にトランシップすることによりかなり大きな費用削減効果を享受できている。反面、上海は北米・欧州とも阪神を窓口とする航路で 1000TEU 船の集中配便が分散され、北米は釜山経由、欧州は阪神・香港経由と分割されたことにより、釜山や香港における密度の経済性・規模の経済性を上回る冗長経路費用が上昇し、アジアの港湾の中では、唯一、費用上昇を受け不利になる。

以上のように、6000TEU 船が寄港するハブ港湾で

の費用削減効果が大きい反面、フィーダー港化した港湾利用荷主の費用は上昇することが理解される。

#### (4) 港湾料金引き下げによる市場への影響

前節での検討では、ポストパナマックス船導入により、香港、釜山両港が東アジアでの巨大なハブ港湾として機能することが予測された。この場合、我が国の荷主へのコスト削減効果は北米・欧州航路に關しては若干存在するものの、アジア内航路での上昇幅が大きいことが指摘された。すなわち、6000TEU 船が市場に投入された場合に、東アジアでのハブ港湾としての機能を維持することができるならば、我が国の荷主への波及効果は Case 2 よりもはるかに大きいことが予測される。本節では、6000TEU 船が市場投入された場合に我が国の港湾をハブ港として機能させるための、政策上の条件を分析することとする。

##### a) 港湾料金引き下げ政策

一般的に、他のアジア港湾と比較して高水準であると指摘されている我が国の港湾諸費用の引き下げによる効果を、阪神港に限定して検討することとする。

本節では阪神港の港湾容量および他港の条件は Case 2 の場合と変化させることなく、阪神港の荷役料金および入港料金を同時に 25%, 50% 引き下げた場合（それぞれ Case 3, Case 4 とする）について検討を加える。

図-13 および図-14 は各港湾での取扱貨物量とトランシップ貨物量の変化および主要港湾での就航便数を比較したものである。図から明らかのように、阪神港での港湾費用の引き下げは阪神港への一極集中の度合いを強めるものであることがわかる。表-5 と表-6 を合わせてみると特に、京浜港での日本発着貨物のシェアが大きく減少し、北米方面への 3000 TEU 船舶が投入されないことが認められる。また、シンガポール港を除くアジア諸港でのトランシップ貨物量は阪神港の料金引き下げ幅が大きくなるほど、低下する。これは、北米方面に相対的に近距離にある阪神港の料金が低下したため、6000TEU 船の就航が多くなり、香港間フィーダーサービスが増加される結果、トランシップ貨物のシェアが増加すると考えられる。しかし、料金を引き下げたにもかかわらず、トランシップ貨物量は釜山、香港の規模と比較すると約半分程度にとどまることがわかる。

##### b) 港湾容量の拡張と料金の引き下げの複合政策

前節で、港湾料金の引き下げが及ぼす港湾への就航便数、および港湾での取扱貨物量の変化について検討を加えた。推計の結果、阪神港での港湾諸料

表-6 阪神港料金引き下げによる港湾間就航便数の変化

Case 2	京浜	名古屋	阪神	関門	釜山	上海	香港	高雄	シンガポール	欧州	北米
京浜	-	-	-	-	0, 0, 0	0, -, -	384, 0, 0	108, 0, 0	0, 307, 0	-	-, 260, 0
名古屋	-	-	-	-	0, 0, 0	0, -, -	57, 1, 0	41, 0, 0	419, 0, 0	-	-, 33, -
阪神	-	-	-	-	0, 188, 0	338, -, -	301, 0, 0	113, 0, 0	0, 212, 0	-	-, 0, 0
関門	-	-	-	-	0, -, -	0, -, -	81, -, -	0, -, -	219, -, -	-	-
釜山	0, 0, 0	0, 0, 0	0, 188, 0	0, -, -	-	670, -, -	0, 418, 0	0, 48, 0	0, 444, 0	-	-, 0, 216
上海	0, -, -	0, -, -	338, -, -	0, -, -	670, -, -	-	357, -, -	20, -, -	251, -, -	-	-
香港	384, 0, 0	57, 1, 0	301, 0, 0	81, -, -	0, 418, 0	357, -, -	-	421, 0, 0	0, 995, 0	-, 0, 111	-, 0, 369
高雄	108, 0, 0	41, 0, 0	113, 0, 0	0, -, -	0, 48, 0	20, -, -	421, 0, 0	-	0, 325, 0	-, 0, 0	-, 0, 102
シンガポール	0, 307, 0	419, 0, 0	0, 212, 0	219, -, -	0, 444, 0	251, -, -	0, 995, 0	0, 325, 0	-	-, 0, 196	-

Case 3	京浜	名古屋	阪神	関門	釜山	上海	香港	高雄	シンガポール	欧州	北米
京浜	-	-	-	-	0, 0, 0	0, -, -	361, 0, 0	110, 0, 0	0, 330, 0	-	-, 0, 0
名古屋	-	-	-	-	0, 0, 0	0, -, -	37	2, 1, 0	414	-	-, 32, -
阪神	-	-	-	-	0, 188, 0	338, -, -	326, 0, 0	151, 0, 0	0, 326, 0	-	-, 0, 193
関門	-	-	-	-	0, -, -	0, -, -	80, -, -	0, -, -	219, -, -	-	-
釜山	0, 0, 0	0, 0, 0	0, 188, 0	0, -, -	-	670, -, -	0, 418, 0	0, 48, 0	0, 444, 0	-	-, 0, 216
上海	0, -, -	0, -, -	338, -, -	0, -, -	670, -, -	-	358, -, -	19, -, -	251, -, -	-	-
香港	361, 0, 0	37, 0, 0	326, 0, 0	80, 0, 0	0, 418, 0	358, -, -	-	421, 0, 0	0, 876, 0	-, 0, 108	-, 0, 339
高雄	110, 0, 0	2, 0, 0	151, 0, 0	0, 0, 0	0, 48, 0	19, -, -	421, 0, 0	0, 0, 0	0, 324, 0	-, 0, 0	-, 0, 102
シンガポール	0, 330, 0	414, 0, 0	0, 326, 0	219, 0, 0	0, 444, 0	251, -, -	0, 876, 0	0, 324, 0	-	-, 0, 200	-

Case 4	京浜	名古屋	阪神	関門	釜山	上海	香港	高雄	シンガポール	欧州	北米
京浜	-	-	-	-	0, 0, 0	0, -, -	382, 0, 0	105, 0, 0	0, 322, 0	-	-, 0, 0
名古屋	-	-	-	-	0, 0, 0	0, -, -	35, 0, 0	1, 0, 0	405, 0, 0	-	-, 31, -
阪神	-	-	-	-	0, 188, 0	338, -, -	341, 0, 0	193, 0, 0	0, 466, 0	-	-, 0, 236
関門	-	-	-	-	0, -, -	0, -, -	74, -, -	0, -, -	219, -, -	-	-
釜山	0, 0, 0	0, 0, 0	0, 188, 0	0, -, -	-	670, -, -	0, 414, 0	0, 48, 0	0, 382, 0	-	-, 0, 200
上海	0, -, -	0, -, -	338, -, -	0, -, -	670, -, -	-	357, -, -	19, -, -	252, -, -	-	-
香港	382, 0, 0	35, 0, 0	341, 0, 0	74, -, -	0, 414, 0	357, -, -	-	421, 0, 0	0, 797, 0	-, 0, 111	-, 0, 319
高雄	105, 0, 0	1, 1, 0	193, 0, 0	0, -, -	0, 48, 0	19, -, -	421, 0, 0	-	0, 324, 0	-, 0, 0	-, 0, 96
シンガポール	0, 322, 0	405, 0, 0	0, 466, 0	219, -, -	0, 382, 0	252, -, -	0, 979, 0	0, 324, 0	-	-, 0, 196	-

注) 表中の値は左より 1000, 3000, 6000TEU 船の就航隻数を示す

金の引き下げは港湾への就航便数および取扱貨物量を増加させることが認められた。しかし引き下げの幅と比較してその増加割合は小さいものであり、港湾収入は国内貨物の集中によって増加するのみであった。これは港湾料金引き下げによって港での混雑が増加したため、荷主の一般化費用を大きく削減するに至らなかつたためであると考えられる。このことから、料金引き下げにはそれに応じた港湾容量の拡張を行い、港湾混雑が緩和される必要があることを示唆するものである。

本節では、このような港湾容量の拡張と料金の引き下げを複合的に行った場合の効果について検討を加えることとする。

以下では2つのケースを設定し、検討することとした。すなわち、

Case 5: 阪神港の港湾容量を 25%拡張し、かつ港湾料金を 25%引き下げた場合。

Case 6: 阪神港の港湾容量を 25%拡張し、かつ港湾料金を 50%引き下げた場合。

以上の2ケースについて検討を加えることとする。計算の結果、図-13 に示される同じ料金の引き下げ率と図-15 を比較すると、明らかに港湾容量を拡張した場合に阪神港における輸出入貨物量およびトランシップ貨物量の集荷能力は大幅に改善されることが理解される。特にトランシップ貨物量は同率の引き下げ率に対して 100%以上増加することがわかる。これは、料金引き下げによって生じる阪神港での混雑が、港湾容量の拡張によって緩和され得ることを示唆するものである。換言すると、先の指摘の通り、料金引き下げによる効果のうちかなりの部分が、港湾容量不足による混雑により減殺されていることを示すものである。

表-7 港湾間就航便数の変化 (Case 5, Case 6)

Case 5	京浜	名古屋	阪神	関門	釜山	上海	香港	高雄	シンガポール	欧州	北米
京浜	-	-	-	-	0, 0, 0	0, -, -	381	107, 1, 0	0, 325, 0	-	-, 0, 0
名古屋	-	-	-	-	0, 0, 0	0, -, -	1, 1, 0	2, 1, 0	405, 0, 0	-	-, 30, -
阪神	-	-	-	-	227, 0, 0	338, -, -	355, 0, 0	158, 0, 0	0, 572, 0	-	-, 0, 256
関門	-	-	-	-	56, -, -	0, -, -	81, -, -	0, -, -	217, -, -	-	-
釜山	0, 0, 0	0, 0, 0	227, 0, 0	56, -, -	-	670, -, -	0, 417, 0	0, 157, 0	0, 425, 0	-	-, 0, 239
上海	0, -, -	0, -, -	338, -, -	0, -, -	670, -, -	-	357, -, -	19, -, -	251, -, -	-	-
香港	381, 0, 0	1, 1, 0	355, 0, 0	81, -, -	0, 417, 0	357, -, -	-	421, 0, 0	0, 652, 0	-, 0, 110	-, 0, 283
高雄	107, 1, 0	2, 1, 0	158, 0, 0	0, -, -	0, 157, 0	19, -, -	421, 0, 0	-	0, 324, 0	-, 0, 0	-, 0, 73
シンガポール	0, 325, 0	405, 0, 0	0, 572, 0	217, -, -	0, 425, 0	251, -, -	0, 652, 0	0, 324, 0	-	-, 0, 197	-

Case 6	京浜	名古屋	阪神	関門	釜山	上海	香港	高雄	シンガポール	欧州	北米
京浜	-	-	-	-	0, 0, 0	0, -, -	271, 0, 0	229, 0, 0	0, 304, 0	-	-, 0, 0
名古屋	-	-	-	-	0, 0, 0	0, -, -	62, 0, 0	0, 0, 0	408, 0, 0	-	-, 77, 0
阪神	-	-	-	-	0, 188, 0	338, -, -	258, 0, 0	717, 0, 0	0, 610, 0	-	-, 0, 321
関門	-	-	-	-	0, -, -	0, -, -	82, -, -	0, -, -	218, -, -	-	-
釜山	0, 0, 0	0, -, -	0, 188, 0	0, 0, 0	-	670, -, -	0, 346, 0	0, 197, 0	0, 347, 0	-	-, 0, 211
上海	0, -, -	0, -, -	338, -, -	0, -, -	670, -, -	-	313, -, -	65, -, -	249, -, -	-	-
香港	271, 0, 0	62, -, -	258, 0, 0	82, 0, 0	0, 346, 0	313, -, -	-	421, 0, 0	0, 678, 0	-, 0, 60	-, 0, 290
高雄	229, 0, 0	0, -, -	717, 0, 0	0, 0, 0	0, 197, 0	65, -, -	421, 0, 0	-	0, 246, 0	-, 0, 78	-, 0, 0
シンガポール	0, 304, 0	408, -, -	0, 610, 0	218, 0, 0	0, 347, 0	249, -, -	0, 678, 0	0, 246, 0	-	-, 0, 170	-

特に、表-6と表-7を比較すると、港湾容量が拡張されたため 1000TEU 船の就航が大幅に増加すると同時に、6000TEU 船就航による規模と密度の経済性が大きく働くことがわかる。このため、港湾での料金引き下げの効果を挙げるためには、港湾容量の拡張が不可欠であるといえる。このとき、香港、シンガポール港での取扱量は大幅に減少することがわかる。これは、阪神港のハブ機能が強化された結果、周辺の港湾はハブ機能を低下させ、フィーダー港化することを意味する。

### c) 港湾政策の違いによる港湾経営および荷主への影響

最後に、港湾整備・運営政策の違いによる港湾経営および荷主への影響について検討することとする。

まず、阪神港での港湾経営の収益性に関しては、次のようになる。図-16 は Case 2 を 100 と基準化した場合の阪神港でのケース別港湾収益の比較である。料金のみの引き下げについては、Case 3 では港湾収益は約 40% 増加する。これは特に国内貨物の積み出し・積み下ろしの収益が大幅に増加するためである。一方、Case 4 では集荷量は増加するものの、荷役料金と港湾料金の低下が卓越することにより、収益の改善は Case 3 と比較して逆に悪化し、現行からの増加は 4% に止まるという結果を得た。Case 4 ではトランシップ貨物の取り扱いによる収益は全体の 14% に上る。Case 3 では収益全体の 6.7% である。次に、料金の引き下げと港湾容量の拡張を行った場合では、港湾収益は Case 5 で 61.5%，Case 6 で 22.7%

増加する。

また、トランシップ貨物による収益が全体に占める割合は Case 5 で 18.3%，Case 6 で 32.4% である。これは単純に港湾料金を引き下げた場合と比較すると、25% 引き下げの場合では 1.5 倍もの増益を生むことがわかる。ゆえに、港湾料金の引き下げと港湾容量の拡張を同時に行なった場合、大幅に港湾での収益性が改善されるといえる。

次に、荷主の便益への影響を検討する。3.(3)で示したように、6000TEU 船の投入による規模と密度の経済性が働いた結果、大幅に運賃が引き下げられるという結果を得た。このことから阪神港における料金引き下げおよび港湾容量の拡張によって就航便数が大幅に増加した場合、特に 6000TEU 船が大幅に投入される場合運賃も同時に下落していると考えられる。ここでは、荷主への便益波及を運賃の点から検討する。

図-17 は Case 2～Case 6 について、主要港湾間の 1TEU あたりの運賃を比較したものである。図から次のようなことがわかる。

まず、港湾料金が引き下げられる場合 (Case 3 および Case 4) では料金引き下げを行った阪神港での主要航路の運賃が Case 2 と比較して低下している。これは 6000TEU 船の就航数が大幅に増加したため、欧州、北米など長距離航路において 1TEU あたりの輸送費用が低下したのに加え、積み出し・積み下ろし時にかかる荷役費用が大幅に引き下げられたため、近距離路線においても費用が低下したためであると

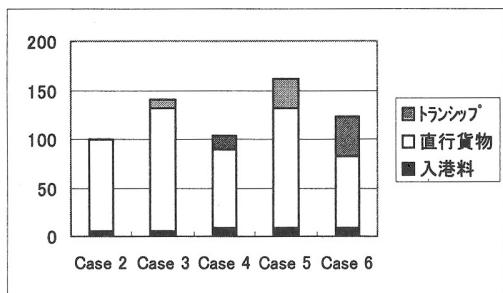


図-16 ケース別港湾収益の比較

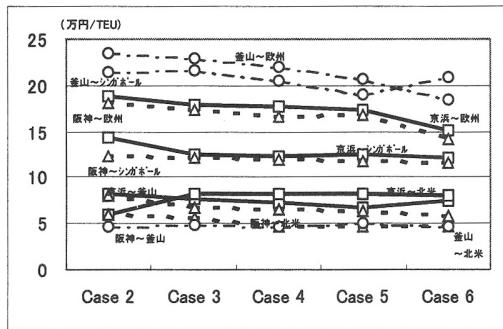


図-17 輸送運賃の変化

考えられる。

また、引き下げが行われた阪神港だけでなく、京浜港においても運賃の下落が生じていることがわかる。これは阪神港への就航便数の集中化が生じたため、京浜港での混雑が減少したことが反映された結果であると考えられる。一方、1000TEU船の就航便数が減少した釜山港では北米方面への運賃が上昇する以外は下落している。これに関しても、京浜港の場合と同様、混雑が緩和された影響であると考えられる。以上のことから、阪神港での港湾料金の引き下げは、我が国以外の港湾へも輸送費用の低減効果をもたらすといえる。しかし、料金の引き下げによる運賃の引き下げ効果はCase 3とCase 4ではそれほど大きな変化はない。これは引き下げによって阪神港では港湾での混雑が増加し、他港では就航便数の減少により単価が上昇するためである。

港湾料金の引き下げに加えて、港湾容量も拡張した場合 (Case 5 および Case 6)，運賃の引き下げの効果はさらに強調されることがわかる。これは前述の港湾混雑による引き下げ効果の減殺を緩和したことを見せるものである。このことから、荷主への波及効果を考えた場合、入港料の引き下げに加えて、港湾容量の拡張が不可欠であることを示唆するものである。

#### 4. おわりに

本稿は、大水深バース整備によるポストパナマックス級船舶の投入がアジア－太平洋－欧州路線における外航コンテナ貨物輸送市場に与える影響について検討を加えた。そして、2010年時点の市場を対象とした数値計算を通して、各種港湾整備・運営政策の影響を把握した。本稿による主な成果は以下の通りである。ただし、本稿では2.でも述べたように完全競争市場成立などの強い仮定の下で分析を行っている。このため、得られた結論は限定的なものであることに注意が必要である。

- 1) 公表されている現在の計画通りでは、大水深バース整備によるポストパナマックス級船舶導入により、アジア地域においてはハブ・スポーク型輸送ネットワークに移行し、釜山、香港、シンガポールにポストパナマックス級船舶が集中的に投下される可能性がある。
- 2) ポストパナマックス船の寄港するハブ港湾では規模と密度の経済が働き、港湾のハブ化がさらに多くの貨物の集中を生むというポジティブ・フィードバック機能を持つようになる。
- 3) 阪神港での港湾料金の引き下げは、1000TEU船の増加がポストパナマックス級船舶の増加につながり、結果としてトランシップ貨物の増加につながる。しかし、大幅な料金の引き下げは、収益性を悪化させる。
- 4) 港湾料金の引き下げに加えて、港湾容量の拡張を同時に行う場合、同率の港湾料金の引き下げの場合と比較して、非常に高い収益性および我が国荷主の便益の向上が得られる。その際、大幅なハブ・スポーク型ネットワークの形成により、アジア内の多くの港湾がフィーダー港化する可能性がある。
- 5) 港湾間運賃に関しては、当該港湾がハブ港湾として機能している場合、大幅に運賃が低下する。また、港湾料金の引き下げおよび港湾容量の拡張の運賃への影響を阪神港に限定して検討した結果、料金の引き下げによって阪神港発着貨物の運賃は低下し、低下の程度は港湾容量の拡張を行った場合より大きいことがわかった。また、港湾料金引き下げによる効果は日本のみならず、韓国など他のアジア諸国の運賃も低下させることが把握された。

このように、大水深バースの整備により、規模の経済性が働く場合が存在し、その結果ポストパナ

ックス級船舶の投入によりハブ・スポーク型輸送ネットワークが補強され、さらに密度の経済性が強く作用するといったポジティブ・フィードバックが存在するといえる。ただし、このポジティブ・フィードバックは連続的に生起するとは限らない、非常に非線形性の強い性質のものであるといえる。

また、港湾容量の拡張による影響を検討した際、港湾間の競合関係は国際間で生じるに止まらず、国内の港湾間でも生じ、この競合関係は極めて強力であることが示された。特に、ポストパナマックス船の投入により、規模と密度の経済性が一層強力に働くことで、一極集中化が進み、他の国内港湾での大幅な遊休を生じさせる可能性があることも明らかになった。現在、我が国では全国に複数の巨大港湾を同時に進行で拡張・整備を進めており、効率的かつ効果的な港湾整備・運営を行うためには、このような分散型整備について今後その有効性も含めて再検討する必要性があろう。さらに、東アジアでの輸送ネットワークを考えた場合、過度の整備競争は国内と同じように巨大な遊休損失を生む可能性がある。国際協調も含めて、何らかの港湾間での整備・運営方針のコンセンサスが必要となると考えられる。

本稿では前述のように非常に強い仮定の下で分析を行っている。今後分析をより一般化するために、まだ解決すべき多くの課題が存在することも認識している。

- 1) モデル構築にあたり、船社・荷主それぞれに対して等質性を前提としている。このため、船社ごとの行動規範やサービスの違い、貨物の種別ごとに異なるはずである荷主の行動規範の異質性が表現できない。このため、現実の航行パターンとの間に、まだかなりの乖離が生じる。
- 2) 現実には識別可能な有限の数の船社が存在する。このため、短期的には成立する可能性のある船社間のアライアンスを取り扱うことができない。
- 3) モデル上の様々なひずみを港湾における混雑閾数で一括して表現する構造になっている。このため、混雑閾数の定式化およびそのパラメータの推計方法に改善が必要である。
- 4) 地域間O.D.貨物量は与件であり、ネットワークのサービスレベルとは無関係という「需要固定型」で分析を行った。しかし、実際はネットワークのサービスレベルに依存して物流量は大きく左右されると考えられる。
- 5) 本稿では、日本の港湾間での外航船の寄港を排除している。しかし、実際は国内での複数寄港も考えられるため、寄港に関する条件の緩和を

行う必要がある。

- 6) 輸送サービスを行う上で、荷主は直接船社と取引を行うという市場構造を本稿では仮定した。しかし、集荷に関しては多くの場合、フォワーダとよばれる大口海貨荷業者が存在し、市場で大きな影響力を有している。

1)2)は主として完全競争市場成立を前提としたために生じた問題である。これに対応するためには、市場構造をより現実的に表現できる寡占市場<sup>14)</sup>を対象としてモデルを構築する必要がある。しかし、国際海上コンテナ貨物輸送市場のようなネットワークを内包する寡占市場を取り扱う場合、船社別の行動規範の違いやアライアンス成立の条件など詳述できる反面、数値計算を通じての分析が非常に困難になるという実用上の問題に新たに直面することになる。以上のような点から見ても、現段階では数値計算の規模を考慮に入れれば、本稿で提案したアプローチで近似的な市場構造分析は可能であるといえる。今後寡占市場モデルへ発展させるためには、まず実用的な数値計算が可能なアルゴリズムの開発が急務となる。3)は3(1)でも述べたように混雑閾数を導入したため生じる本モデル特有の問題点である。本モデルでは港湾全体での混雑を表現しているが、実際には公共バースと専用バースで混雑の程度も異なる。また、1), 2)でも述べた市場の簡略化の影響も混雑閾数に影響する。このため、今後は混雑閾数も1)2)の課題で示したような寡占市場に対応するように定義し直すことが必要である。4)は現実の貨物の発生過程をより精密に記述するために需要変動型のアプローチの必要性を示唆するものである。ここでは貿易モデルなど、経済モデルと連動したモデルの構築を行うことが不可欠であると考えられる。5), 6)に関しては現在研究を進めしており、機会を改めて発表することしたい。

## 参考文献

- 1) Ocean Commerce Ltd.: International Transportation Handbook '99, 1999.
- 2) Containerization International Yearbook 1999, 1999
- 3) 家田仁、柴崎隆一、内藤智樹、三島大輔：アジア圏コンテナ流動モデルの構築とその配分仮説に応じた特性分析、土木計画学研究・論文集、No.15, 469-480, 1998.
- 4) 家田仁、柴崎隆一、内藤智樹：日本の国内輸送も組み込んだアジア圏国際コンテナ貨物流動モデル、土木計画学研究・論文集、No.16, 731-741, 1999.
- 5) Imai, A. and Papadimitriou, S. : Port Choice for Hubs

- in the Container Liner Networks of Eastern Asia, Proc. of the 1st JSPS-NUS Seminar on Integrated Engineering, 115-124, 1996.
- 6) Osman, M.A. and Inamura, H. : Port Choice Selection Based on Cargo Physical Distribution (Containerization) For Export Promotion, Jour. of EASTS, Vol.2, No.2, 127-139, 1997.
  - 7) 黒田勝彦, 楊贊, 竹林幹雄 : フィーダーサービスによるコンテナ貨物流動分析, 土木計画学研究・論文集, No.14, 551-558, 1997.
  - 8) Kuroda, K. and Yang, Z. : Port Management Policy and the Influence on Behavior of Liner Shipping Company and Shippers, Journal of EASTS, Vol.2, No.2, 73-86, 1997.
  - 9) Kuroda, K., Takebayashi, M., Tsuji, T. and Muto, M. : Influence of Port Management Policy on the Behavior of Container Liner Ship Company and Shippers, Journal of EASTS, Vol.3, No.2, 127-138, 1999.
  - 10) 黒田勝彦, 竹林幹雄, 武藤雅浩, 大久保岳史, 辻俊昭 : 外航定期コンテナ流動予測モデルの構築とアジア基幹航路への適用, 土木学会論文集, No.653 / IV-48 , 117-131, 2000.
  - 11) 運輸省港湾局:平成5年度全国輸出入貨物流動調査報告書, 1994.
  - 12) さくら総合研究所:アジア地域運輸基盤整備協力調査報告書, 1993.
  - 13) 建設工学研究所:外貿コンテナターミナルに関する基礎調査, 1997.
  - 14) Vives, X. : Oligopoly Pricing, MIT Press, 1999.

(2000.5.9 受付)

#### IMPACT STUDY ON INTRODUCTION OF POST-PANAMAX CONTAINER CARGO VESSEL TO THE ASIAN-PACIFIC-EUROPEAN MARITIME TRANSPORT MARKET

Katsuhiko KURODA, Mikio TAKEBAYASHI, Masahiro MUTO and Takefumi OKUBO

This study aims to analyze the impact of the introduction of the Post-Panamax container cargo vessel to the international maritime transport market. In the developed model the perfectly deregulated market is assumed and the market is consisted in two participants; the liner ship companies and shippers. Applying the developed model to the 2010 Asian-Pacific-European maritime transport market, the impact of the introduction of the Post-Panamax vessel is forecasted. Thorough the numerical computation, the introduction of Post-Panamax vessel leads the service route network to the hub and spokes shaped transport network. And through some scenario studies, the impact of each port management policy is discussed.