

# 我が国港湾の外貿航路別コンテナ積卸率

我が国の港湾において、個々のコンテナ船がどれだけのコンテナを積み卸すのか—この寄港一回当たりの積卸量 (TEU) は、寄港船の船型 (TEU Capacity) と共に、国際海上コンテナターミナルの計画策定において、航路成立や寄港頻度の検討に不可欠である。しかし、航路別積卸量等を、データに基づいて算定した例が見当たらない。この点を踏まえ、本論文は、我が国港湾の外貿航路別の積卸量、これを寄港船の船型で無次元化した積卸率を、五大港の統計及び全国輸出入コンテナ貨物流動調査の2つの統計データを用いて算定したものである。さらに、それらの算定結果を基に、航路別積卸率について、需要予測における考え方をとりまとめた。

キーワード | コンテナ, 積卸率, 寄港条件, TEU

## 赤倉康寛

AKAKURA, Yasuhiro

博(工) 国土交通省国土技術政策総合研究所港湾研究部港湾計画研究室長

## 二田義規

NITA, Yoshinori

国土交通省近畿地方整備局港湾空港部品質確保室技術評価係員  
前国土交通省国土技術政策総合研究所港湾研究部港湾システム研究室研究員

## 渡部富博

WATANABE, Tomihiro

修(工) 国土交通省国土技術政策総合研究所港湾研究部港湾システム研究室長

## 1—序論

我が国の港湾において、個々のコンテナ船がどれだけのコンテナを積み卸すのか—この寄港一回当たりのコンテナ積卸量は、コンテナターミナルの計画策定において、就航航路や寄港頻度を検討するために不可欠である。過大、もしくは、過小な寄港頻度の設定や推計は、不適切な施設量や配置を導く可能性がある。しかし、航路によって積卸量がどれほど違うのか、将来コンテナ船が大型化したときの積卸量をどのように設定すればよいのか;といった点について、適切な示唆を与える既往の文献は見当たらない。以上の状況を踏まえ、本論文は、我が国港湾の外貿航路別のコンテナ積卸量、さらには、積卸量を寄港コンテナ船の船型 (TEU Capacity) で無次元化した積卸率を算定し、需要予測における考え方をとりまとめたものである。

一般に、港湾計画等における国際海上コンテナターミナルの整備・運営計画の策定では、コンテナ取扱量予測値に基づいて就航航路・寄港頻度を設定し、バース、ヤード、ガントリークレーン等の施設の数、規模や配置を定める。この際、取扱量予測値から、各航路が成立するか、当該航路がどれくらいの頻度で寄港するかを検討するためには、寄港船の TEU Capacity と、寄港一回当たりの積卸量 (TEU) が必要である。

ここで、航路別の船型については、既往の文献<sup>1)~4)</sup>より、最新の動向を確認することが出来る。一方、航路別の積卸量については、船舶データである寄港回数と、貨物

データであるコンテナ量とを結びつけた分析に困難さを伴うことから、データに基づいて算定された結果は見当たらない。白石ら<sup>5)</sup>や Ocean Shipping Consultants<sup>6)</sup>は、船型、積載率、寄港数等の一般的な関係を示している。国土交通省港湾局は、各港湾の平均積卸量を示している<sup>7)</sup>が、航路別の分析には及んでいない。各港湾では、船社へのヒアリング結果等に基づいて積卸量を設定しており、これを航路成立条件としてまとめたもの<sup>8)</sup>も見られるが、その他の港湾や船社への適用には限界がある。また、船社の行動分析については、稲村ら<sup>9)</sup>、黒田ら<sup>10)</sup>、家田ら<sup>11)</sup>の研究が見られ、モデルの算定結果として航路成立や寄港頻度が算定され得るが、実績値ではない。

さらに、将来の船型変化を踏まえると、寄港一回当たりの積卸量を、寄港船の船型で無次元化した積卸率として捉えていくことは、現在就航していない超大型船の積卸量を検討するためにも、非常に有用である。しかし、この積卸率についても、高橋らが世界の主要国・港湾の算定結果を示している<sup>12)</sup>が、航路別の分析は見当たらない。

本論文では、以下、2章において五大港の港湾統計データを、3章において全国輸出入コンテナ流動調査データを用い、それぞれの統計データにおいて、船舶データと貨物データを結び付けることにより、航路別積卸率等を算定する。さらに、この2つのデータ・算定方法には、いずれも特徴と共に課題があるため、4章において、両者の算定結果を総合的に比較・検討することにより、需要予測における航路別の積卸率等の考え方をとりまとめる。

なお、本論文の対象は、コンテナのみを積載するフルコ

ンテナ船に限定した。これは、セミコンテナ船のTEU Capacityは、必ずしも当該船のコンテナ輸送能力を正確に反映しない場合があることによる。すなわち、コンテナ以外の荷姿の貨物を多く積載した状態では、コンテナ輸送能力がTEU Capacityにまで達しないからである。

以下、本論文での用語について整理しておく。

「積卸量」 フルコンテナ船が、寄港一回当たりに積み卸した実入コンテナ貨物量。

「積卸率」 水深等の制限が無い状態で、フルコンテナ船が最大に積み卸し出来るコンテナ量に対して、実際に積み卸した量の比率のこと。以下の式により定義される。

$$\text{積卸率} = \frac{\text{積卸量 (TEU)}}{\text{寄港船のTEU Capacity} \times 2}$$

なお、船社関係者等において、積取率と表現される場合もある。

「取扱量」 港湾での実入コンテナ取扱量(Throughput)。

「寄港回数」 ある一定期間における、当該港湾への寄港回数。

「寄港港数」 当該船舶の1ループにおける我が国港湾への寄港港数。

「港湾統計」 国土交通省が公表する指定統計の港湾統計のこと<sup>13)</sup>。

「五大港統計」 五大港(東京、横浜、名古屋、大阪及び神戸)が独自に公表している港湾の統計資料<sup>14)-18)</sup>。

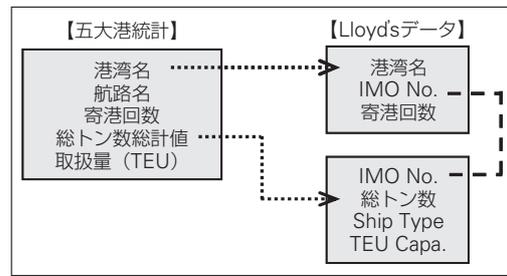
「コンテナ流調」 全国輸出入コンテナ貨物流動調査のこと。概ね5年に1回、一ヶ月間実施される承認統計。

「Lloyd'sデータ」 LRF(Lloyd's Register - Fairplay)の船舶諸元データと、LMIU(Lloyd's Marine Intelligence Unit)の寄港実績データの総称。IMO Numberにより両データをリンク付けし、一体として用いた。

## 2——五大港統計データによる積卸率等の算定

### 2.1 算定手法

港湾統計<sup>13)</sup>では、船舶入出港データと貨物データとは、それぞれ別途集計・公表されている。これに対し、五大港では、年報<sup>14)-18)</sup>において航路別コンテナ取扱量等を公表していることから、各港の港湾管理者より詳細なデータを入手した。このデータによる積卸率等の算定手順を、図一1に示す。五大港統計より港湾別・航路別の寄港回数、寄港船の総トン数総計値及び取扱量(TEU)を整理し、Lloyd'sデータを用いて寄港船の総トン数総計値をTEU Capacity総計値に換算した。積卸率は、定義より、取扱量をTEU Capacity総計値の2倍で除すことによって求められる。



■図一1 積卸率等の算定手順

五大港統計データは、毎年の全数調査であり、航路別に数値が整理できることから、積卸率の算定にとって非常に有用である。しかし、各港湾での航路分類の詳細は不明であり、各港によって一律ではない。具体的には、欧州-日本-北米の振り子航路を、北米航路と欧州航路に分けている例と、北米航路あるいは欧州航路のどちらかに分類している例や、航路の最遠地ではなく、貨物が一番多いと考えられる地域名等を航路名としている例(例えば、日本-韓国-中国北部を韓国航路)が見られた。そこで、本論文では、なるべく定義の相違を避けるため、範囲の大きな航路分類として、基幹、東南アジア及び近海航路とした(表一1)。なお、アフリカ、南米、オセアニア等は、どの航路にも含めていない。

■表一1 本論文と五大港統計<sup>14)-18)</sup>の航路分類

本論文	基幹航路	東南アジア航路	近海航路
東京港	世界一周 北米西岸 北米東岸 北欧・地中海	東南アジア 台湾	韓国 中国 (香港含む)
横浜港	北米西岸 北米東岸 ヨーロッパ 地中海	東南アジア	韓国 中国 (香港含む)
名古屋港	世界一周 北米西岸 北米東岸 北欧・地中海	東南アジア 台湾	韓国 中国 (香港含む)
大阪港	北米西岸 北米東岸 北欧 近東・地中海	インドネシア タイ・インドシナ シンガポール等 フィリピン 台湾	韓国 中国 香港
神戸港	北米西岸 北米東岸 カリブ・メキシコ湾 欧州 近東・地中海	インドネシア タイ・インドシナ シンガポール等 フィリピン 台湾	韓国 中国 香港

また、TEU Capacity総計値を、Lloyd'sデータから直接算定しなかったのも、Lloyd'sデータの寄港実績と五大港統計の航路の定義とが一致しなかったからである(図一1で、五大港統計とLloyd'sデータとの双方に寄港回数があるが、航路の定義を一致させないと両者の数値は一致

しない)。なお、各港湾の総トン数総計値では、Lloyd'sデータが五大港統計に比べ、数%少なかった。

以上の手法により、航路別積卸率・積卸量を算定した。

## 2.2 積卸率の算定結果

航路別の積卸率について、2000年から2年ごとの推移を算定した結果を図一2に示す。横浜港については、2000年の航路別コンテナ取扱量が入りできなかった。また、その結果、平均値は2000年のみ、横浜港を除く4港となっており、2002年以降と連続した傾向を確認するには、注意を要する。

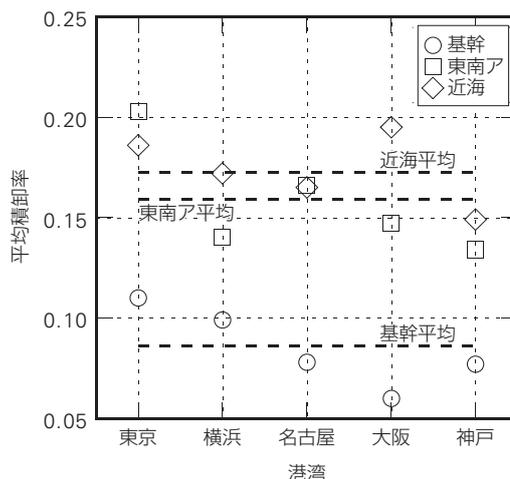
(a)は基幹航路の結果であるが、2000年～2006年を通してみると、東京港は平均0.11程度であるのに対し、大阪港は0.06程度となっており、港湾別に差があった。五大港平均は0.08強で、横ばい傾向であった。

(b)は、東南アジア航路の積卸率の推移である。東京港で2004年から2006年にかけて急落しているのが目立った。同港では、2004年までは代理店での呼称をそのまま航路名としていたが、2005年から寄港地によって航路を定義するとの変更がなされていた。本論文では、航路分類を3つに大別しているため、それほど大きな影響は無いものと想定されるが、厳密には2005年前後での経年変化の確認は限界があり、この急落もその影響の可能性も考えられる。また、名古屋港では、2002年と2006年の間に0.03程度の差が見られた。五大港平均は0.16程度で、横ばい傾向であった。

(c)は、近海航路の積卸率の推移である。東京港は2004年から2006にかけて低下しており、航路定義の変更による影響の可能性も考えられる。また、神戸港では2000年の積卸率だけが他の年に比べて高く、2004年に比べて0.04程度の差があった。五大港平均は0.17程度であり、横ばい傾向であった。

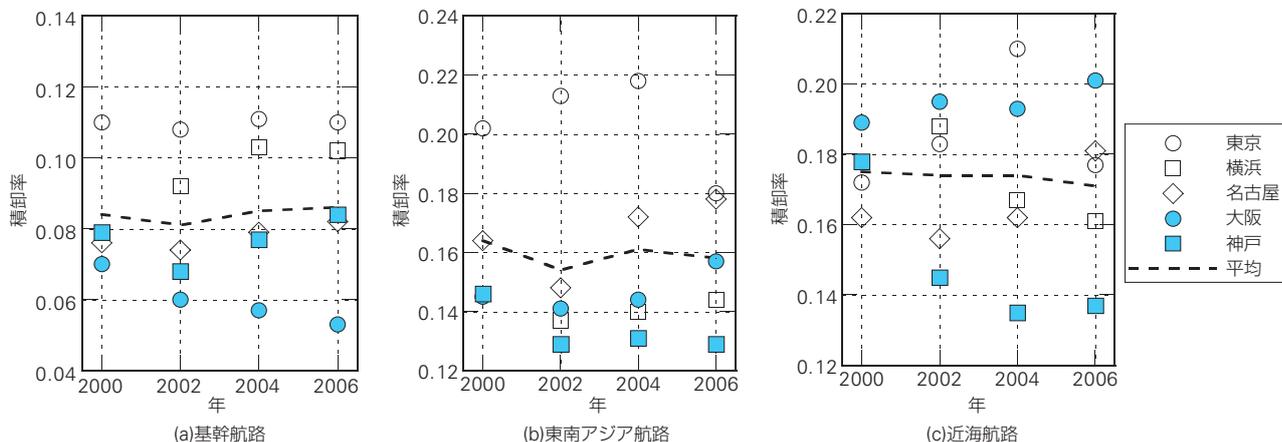
各港湾、各航路の4ヶ年(横浜港については、2000年を除く3ヶ年)の平均積卸率を比較した結果が、図一3

である。全港湾での航路別の平均積卸率は、基幹航路:0.084、東南アジア航路:0.159、近海航路:0.174となっており、航路距離の短い航路ほど積卸率が高く、近海航路は、基幹航路の2倍以上であった。各港湾の積卸率でも、東京港で東南アジア航路が近海航路より高くなっているのを除けば、近海航路>東南アジア航路>基幹航路の順となっていた。同航路での港湾別の差を見ると、東京港はいずれも航路平均より高く、横浜港・名古屋港は航路平均と同程度、神戸港はいずれも航路平均より低く、航路別積卸率には、港湾別の特性が見られた。



■図一3 港湾別航路別の平均積卸率

まとめると、各航路共に、積卸率の五大港平均は、横ばい傾向であった。積卸率は、経年的には概ね安定した数値と考えられる。ただし、港湾・航路によっては継続した上昇・低下傾向を示していたため、積卸率と船型との関係等については、4.2において、さらに検討を行う。航路間の水準比較では、航路距離の短い航路ほど、積卸率が高くなっていた。また、同じ航路の港湾間の比較では、港湾別の特性が見られた。



■図一2 航路別の積卸率の推移

### 2.3 積卸量の算定結果

次に、フルコンテナ船寄港における積卸量(TEU単位)を算定した結果を図一4に示す。積卸量は、積卸率に寄港船のTEU Capacityの2倍を掛け合わせた数値となる。そのため、寄港船の平均船型(TEU Capacity)についても、推移を追った(各図の上段)。

(a)は、基幹航路の積卸量の推移である。積卸量(TEU)は、五大港平均は増加傾向、港湾別に見ても、大阪港は減少傾向だが、その他の港湾は増加傾向であった。この増加は、積卸率が横ばい傾向(図一2(a))であったのに対し、五大港の平均船型が、2000年:3,884TEUから、2006年:4,703TEUへと急激に大型化したことが要因であった。

(b)は、東南アジア航路の積卸量の推移である。全般には増加傾向だが、港湾・年によっては減少していた。東京港の積卸量は、他港に比べて100TEU以上多かった。五大港の平均船型は、2000年:1,206TEUから2006年:1,372TEUへと大型化していた。

(c)は、近海航路の積卸量の推移である。全般に増加傾向であり、減少が見られたのは、神戸港の2000年から2002年だけであった。東京港が2004年から2006年に急増しているのは、航路定義の変更による影響の可能性もある。五大港の平均船型は、2000年:519TEUから2006年:804TEUに、やはり大型化していた。

まとめると、航路別の平均船型(TEU Capacity)は、いずれの航路でも増加傾向であった。また、平均船型(TEU Capacity)の2倍に積卸率を掛け合わせた積卸量(TEU)も、増加傾向であった。

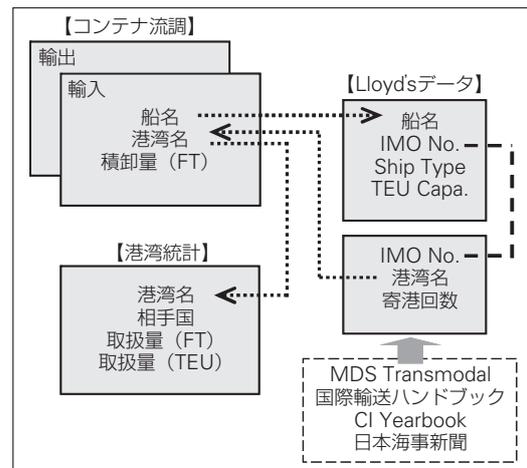
以上の五大港統計データを用いた算定は、統計が全数調査であることから、経年変化や量の大小において信頼度が高いと推察された。しかし、航路分類が一律の明確な定義に依っておらず、港湾によっても相違があるとの課題であった。

### 3—全国輸出入コンテナ貨物流動調査データによる積卸率等の算定

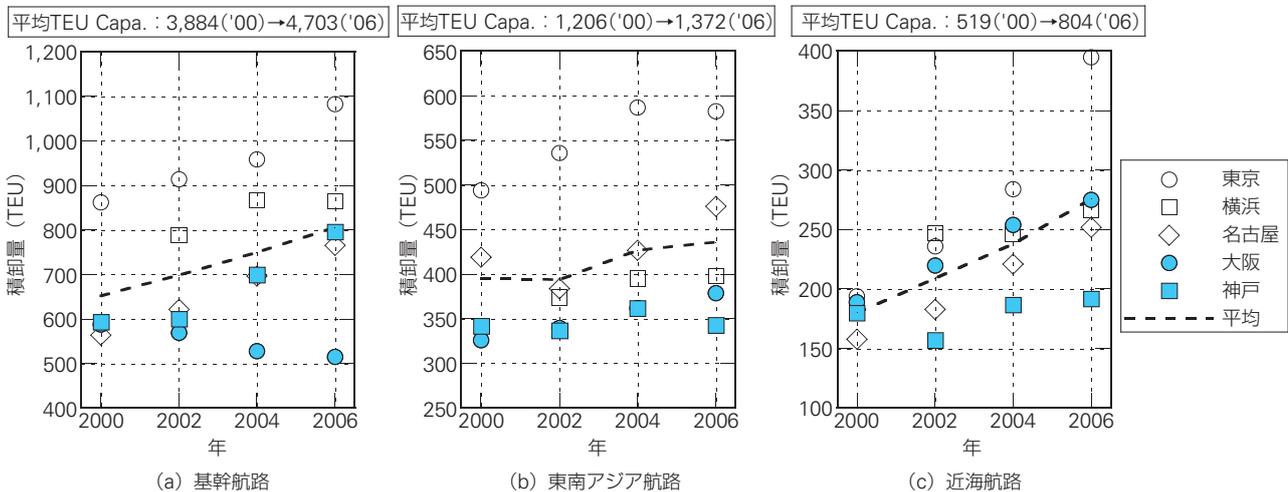
#### 3.1 算定手法

全国輸出入コンテナ貨物流動調査(コンテナ流調)においては、貨物量と船名を併せて把握しているため、個々の船が積み卸したコンテナ量を整理可能である。そこで、最新の2003年10月の調査結果を用い、航路別の積卸量等を把握した。算定手順を、図一5に示す。コンテナ流調データより船舶別・港湾別の積卸量(FT:フレート・トン)を整理し、港湾統計を用いて、各港の合計積卸量が月別取扱量に合うように、積卸量を拡大・TEU換算した。さらに、Lloyd'sデータを基本に、MDS Transmodalデータ、国際輸送ハンドブック、Containerisation International Yearbook、日本海事新聞「地方港発コンテナ航路」により補完をして、各船舶の航路と寄港回数を整理した。

なお、コンテナ流調は、10月一ヶ月間に通関した貨物を対象としているため、それらの船積・船卸の時期は10月一ヶ月からずれが生じる。コンテナ流調データにおいて、通関と船積・船卸との間の所要日数を算定したところ、輸



■図一5 積卸率等の算定手順



■図一4 航路別の積卸量の推移

出(通関-船積)で3.77日, 輸入(船卸-通関)で3.52日の差があった。そこで, 船積・船卸船の寄港回数の特定する期間を, それぞれ前後に4日ずらした。なお, 最終的には, 寄港及び積卸が確認された船舶のみに限定をした。さらに, コンテナ流調の船積・船卸月日データでは, 入港前の船積日, 出港後の船卸日が多数有り, Lloyd'sデータによる寄港日との間に乖離が見られたことから, 寄港毎の積卸量は算定せず, 船積・船卸の期間中の当該船の積卸量(TEU換算)を, 当該船の寄港回数で除すことにより, 寄港1回当たりの積卸量を算定した。

また, 船舶の航路分類については, 寄港実績を基に, 最遠地を航路名とすることにより, 以下に分類した。

「基幹航路」 北米(中米を含む), もしくは, 欧州(地中海を含む)に寄港した船舶。以下の航路に分類。

- ・振り子航路: 北米・欧州いずれにも寄港。
- ・欧州航路: 欧州に寄港(北米には寄港せず)。
- ・北米航路: 北米に寄港(欧州には寄港せず)。

「南北航路」 基幹航路ではなく, かつ, 東アジア域外に寄港した船舶。以下の航路に分類。

- ・オセアニア航路: オセアニアが最遠地。

「東アジア域内航路」 東アジア域内にのみ寄港した船舶。以下の航路に分類し, 上から順に航路距離が長いものとした。

- ・東南アジア航路: ヴィエトナム, フィリピン以南の東南アジアが最遠地。
- ・中国南部航路: 中国南部(福建省以南)や香港が最遠地。
- ・台湾航路: 台湾が最遠地。
- ・中国北部航路: 中国北部(浙江省以北)が最遠地。
- ・韓国航路: 韓国にのみ寄港。

なお, ナホトカ, 南米, アフリカ等については, 船舶数が少ないこと等により, 分類をしなかった。

以上の手法により, 航路別積卸率・積卸量を算定した。

### 3.2 積卸率の算定結果

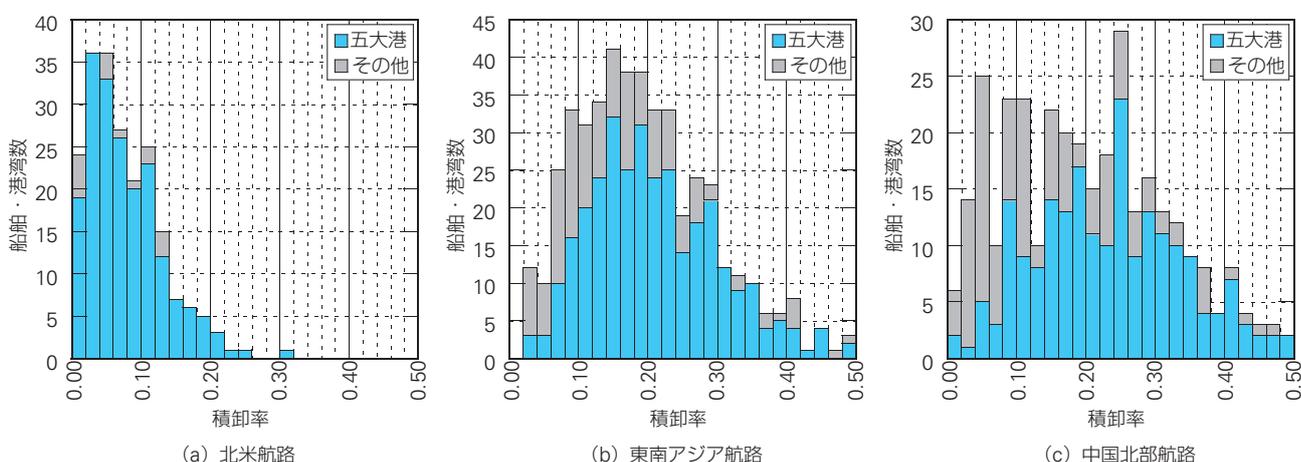
航路別の積卸率の算定結果について, 北米航路, 東南アジア航路及び中国北部航路を示したのが, 図-6である。船舶別・港湾別の結果をヒストグラムで示した。また, 五大港とその他港湾との相違を確認するため, 両者を分けて表示した。

(a)は, 北米航路の算定結果である。平均積卸率は0.077で, 0.12未満にデータが集中していた。ほとんどが五大港であり, その他港湾は, 仙台塩釜港, 博多港及び那覇港であった。

(b)は, 東南アジア航路の算定結果である。北米航路に比べ, その他港湾でも多く寄港していた。平均積卸率は0.195で, 北米航路に比べ, 裾野の広い分布形となっており, 0.40を超える非常に高い積卸率も存在した。五大港とその他港湾では積卸率に差があり, その他港湾の積卸率が低くなっていた。

(c)は, 中国北部航路の算定結果である。平均積卸率は0.215であるが, 0.18未満では, その他港湾のデータの割合が高く, 東南アジア航路と同様に, 五大港とその他港湾の積卸率に差があった。

全ての航路の積卸率の算定結果を整理したのが, 表-2である。東アジア域内航路については, 五大港とその他港湾で積卸率に差が見られたため, 分けて整理した(ほとんど五大港からの寄港がなかった台湾航路を除く)。また, 分布形の目安として, 算術平均値だけでなく, 全データを昇順に並べて, その90%, 75%, 25%及び10%をカバーする90%値, 75%値, 25%値及び10%値も示した。表-2より, 航路別の積卸率平均値は, 欧州航路を除く基幹・南北航路は0.1以下であるのに対し, 東アジア域内航路は0.17~0.22と高いこと, 東アジア域内航路では, いずれの航路でも五大港がその他港湾より高いこと判った。基幹航路の中を見ると, 欧州航路の積卸率が高くなっていたが, これは北米・振り子航路と異なり, 欧州航路では



■図-6 航路別積卸率の算定結果

■表—2 航路別・港湾種別積卸率

航路	振り子	欧州	北米	オセアニア	東南アジア			中国南部		
港湾種別	全体	全体	全体	全体	全体	五大港	その他	全体	五大港	その他
船舶・港湾数	94	45	208	49	457	317	140	155	110	45
90%値	0.162	0.267	0.156	0.182	0.328	0.333	0.281	0.291	0.294	0.269
75%値	0.121	0.191	0.112	0.126	0.254	0.272	0.218	0.226	0.239	0.225
平均値	0.097	0.157	0.077	0.100	0.195	0.209	0.163	0.169	0.184	0.134
25%値	0.056	0.109	0.037	0.057	0.122	0.144	0.088	0.088	0.111	0.052
10%値	0.043	0.084	0.016	0.042	0.079	0.101	0.052	0.040	0.055	0.028

航路	台湾	中国北部			韓国		
港湾種別	全体	全体	五大港	その他	全体	五大港	その他
船舶・港湾数	43	341	218	123	186	53	133
90%値	0.443	0.389	0.417	0.303	0.342	0.342	0.375
75%値	0.219	0.293	0.321	0.229	0.252	0.275	0.236
平均値	0.172	0.215	0.254	0.147	0.173	0.201	0.162
25%値	0.058	0.106	0.159	0.058	0.074	0.118	0.064
10%値	0.028	0.055	0.096	0.034	0.037	0.058	0.033

注：90%値、75%値、25%値及び10%値は、実績値。平均値は、算術平均。

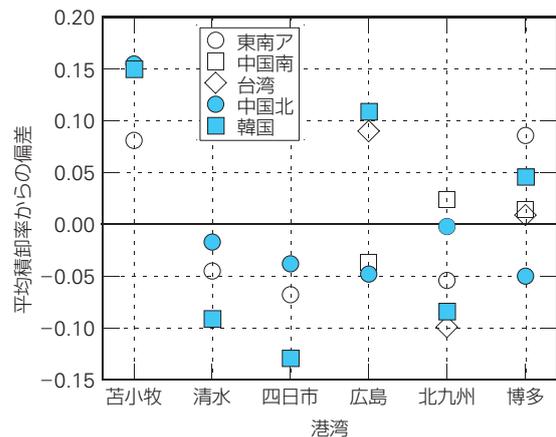
日本が航路の最遠地(端部)に位置していることが要因の一つと考えられる。

さらに、各船の日本における1ループ当りの寄港港数(1ループ内での同一港への2回以上の寄港は、1港とカウント)を整理し、各港における積卸量の総和を基に、1ループ当りの日本の寄港港湾全体での積卸率(以降、累積積卸率という)を見たのが、表—3である。どの航路でも、寄港港数が増えると、累積積卸率は増加していた。日本での平均寄港港数は、基幹・南北航路の2~3に対し、東アジア域内航路は3.8以上となっており、東アジア域内航路の方が寄港港数が多かった。さらに、累積積卸率は、基幹・南北航路は0.17~0.38と低く、積載しているコンテナの一部を積み卸しているのに対し、東アジア域内航路は0.74~0.96と非常に高く、日本で、積載しているコンテナのほとんどを積み卸していると見られた。なお、この積卸率は実入コンテナのみであるため、実際には、これに空コンテナが加わる。また、一部で累積積卸率が1.0を超えているが、これは船舶のTEU Capacityが実際より小さいデータとなっている場合や、フレート・トンの補完やTEUへの変換で生じる誤差が原因と考えられた。

さらに、同航路での港湾別積卸量の相違について、先に五大港については確認したことから、取扱量で五大港に次ぐ6港湾の東アジア域内航路の、航路別の平均積卸率からの偏差を見たのが図—7である。平均積卸率は、ここ

に掲載した6港湾の単純平均とした。この結果では、苫小牧港がいずれの航路でも高め、清水港及び四日市港がいずれの航路でも低めとなっていたが、その他の港湾では、平均より高い航路と低い航路があった。やはり港湾別の特性はあるものの、さらに、その中でも航路によっても差がある場合があった。このような差は、当該港湾の地理的位置や、寄港に要するコストの差、輸出入バランスの相違、荷主と船社の関係等により生じているものと考えられる。

まとめると、航路別積卸率は、基幹・南北航路の平均積卸率が、欧州航路を除けば0.10以下であったのに対し、東アジア域内航路では、0.17~0.22程度と高くなっていた。この相違は、基幹・南北航路では、日本での寄港港数は



■図—7 各港積卸率の6港平均からの偏差

■表—3 航路別寄港港数別の積卸率、平均寄港港数及び平均累積積卸率

航路	振り子	欧州	北米	オセアニア	東南アジア	中国南部	台湾	中国北部	韓国	
1ループ当り 寄港港数	1	0.099	0.109	0.063	—	0.338	—	—	0.216	0.388
	2	0.179	0.225	0.099	0.217	0.416	—	—	0.604	0.573
	3	0.190	0.430	0.266	0.292	0.623	0.489	—	0.601	0.642
	4	0.391	0.980	0.277	0.297	0.876	0.719	—	0.813	0.760
	5	—	—	0.525	—	0.912	0.947	0.944	1.025	0.776
	6~	—	—	—	—	0.898	1.054	0.967	1.249	0.978
平均寄港港数	2.500	2.500	2.200	3.060	3.940	4.400	7.170	3.800	4.600	
平均累積積卸率	0.221	0.381	0.167	0.288	0.756	0.744	0.963	0.809	0.758	

相対的に少なく、積載しているコンテナの一部を積み卸すのに対し、東アジア域内航路では日本での寄港港数が相対的に多く、ほとんどのコンテナを積み卸しており、両航路の累積積卸率の差が、相対的に平均寄港港数の差ほど大きくないことにより生じていた。また、同じ航路の港湾間の比較では、港湾別の特性が見られた。

### 3.3 積卸量の算定結果

積卸量(TEU)の算定結果について、まとめたのが表—4である。表中には、各航路の平均船型(TEU Capacity)も記載した。表より、基幹航路の中では、欧州航路の積卸量が飛び抜けて多いことが判った。積卸率だけでも、欧州航路は振り子航路・北米航路より非常に高くなっていたが、さらに平均船型が両航路より大きいため、積卸量として大きな差が生じていた。北米航路は、平均積卸量が多くないだけでなく、90%値は1,000TEUを超える一方、10%値は100TEUを切る値となっており、多くの船社が就航し、寄港順序やループの中での日本の位置が多様であるためか、ループの端部との位置が決まっているオセアニアや東南アジア航路と比べるとデータが分散していた。東アジア域内航路では、いずれの航路でも、五大港の積卸量が、その他港湾の積卸量を上回っていた(台湾航路は五大港の寄港がほとんど無し)。これは、表—2に見られるように、積卸率だけでも五大港の方が高い状況にあるのに加え、平均船型で見ても、いずれの航路も五大港の方が大きいため、積卸量として大きな差が生じていた。東アジア域内航路の積卸量・平均船型は、五大港・その他港湾共に、東南アジア航路>中国南部航路>中国北部航路>韓国航路の順になっており、航路の距離と積卸量・平均船型には関連性が見られた。これは、船舶の運用において、航路距離が長くなる程、大型化の効果が高くなる

ことが関係していると思われる。ただし、台湾航路については、平均積卸量は中国北部航路・その他港湾より多いが、平均船型は中国北部航路・その他港湾より小さくなっていた。

まとめると、平均積卸量(TEU)は、基幹・南北航路の方が、東アジア域内航路より多く、東アジア域内航路では、航路距離の短い航路ほど、平均船型は小さくなっていた。同航路内では、五大港>その他港湾との関係になっていた。また、航路により、積卸量の分散に違いが見られた。

以上のコンテナ流調データを用いた算定は、日本全体の港湾を対象とし、航路分類を統一した考え方により整理できた。船舶と、当該船舶により輸送された貨物を結び付けた数少ない分析と考えられる。

## 4——需要予測における積卸率等の考え方

### 4.1 算定結果の相互比較

2.及び3.において、五大港統計及びコンテナ流調のデータを用いて、積卸率等を算定した。これらの結果から、積卸率等の特徴をとりまとめるため、まず、両者の算定結果の相互比較を行った。その結果が、図—8である。なるべく同じ対象での比較とするため、五大港統計の算定結果については、コンテナ流調の調査時点(2003年10月)のデータを入手していないことから、2002年及び2004年の平均値とし、コンテナ流調の算定結果については、振り子、欧州及び北米航路の合計を基幹航路、東南アジア及び台湾航路の合計を東南アジア航路、中国南部、中国北部及び韓国航路の合計を近海航路とした。

両者の比較結果は、決定係数0.927と非常に良い相関関係を示した。ただし、コンテナ流調算定結果の五大港統計算定結果に対する比は、平均1.25であり、コンテナ流

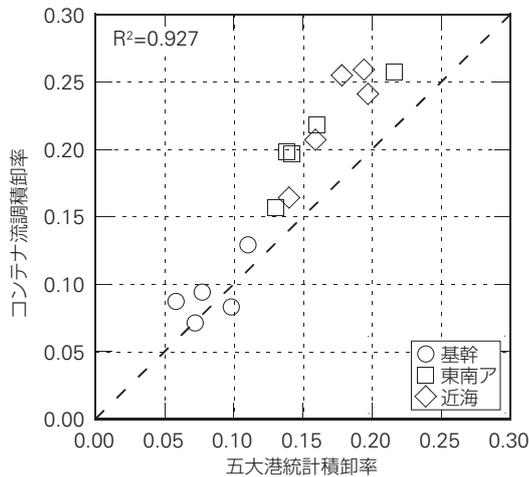
■表—4 航路別・港湾種別積卸量(TEU)と平均船型(TEU Capacity)

航路	振り子	東南アジア				中国南部				
		欧州	北米	オセアニア	全体	五大港	その他	全体	五大港	その他
港湾種別	全体	全体	全体	全体	全体	五大港	その他	全体	五大港	その他
船舶・港湾数	94	45	208	49	457	317	140	155	110	45
90%値	1,622	3,278	1,165	826	879	943	692	854	920	754
75%値	1,179	2,338	781	699	653	719	514	456	489	283
平均値	916	1,804	589	506	506	557	390	359	408	240
25%値	491	1,234	246	273	292	352	226	121	167	49
10%値	376	683	71	219	203	249	119	50	93	29
平均船型	4,713	5,763	3,816	2,539	1,296	1,331	1,195	1,061	1,110	897

航路	台湾	中国北部		韓国			
		全体	五大港	その他	全体	五大港	その他
港湾種別	全体	全体	五大港	その他	全体	五大港	その他
船舶・港湾数	43	341	218	123	186	53	133
90%値	506	525	595	311	296	329	293
75%値	217	340	425	193	188	243	155
平均値	168	251	311	147	137	182	118
25%値	58	113	170	63	54	123	45
10%値	26	59	102	47	23	54	21
平均船型	488	585	613	499	394	454	364

注：数値は、TEU単位。90%値、75%値、25%値及び10%値は、実績値。平均値は、算術平均。平均船型は、TEU Capacity。



■図—8 五大港統計とコンテナ流調の積卸率の比較

調の方が少し大きく出ていた。この原因は、通年全数データと1ヶ月調査データの相違と、一部で、調査において、捕捉された貨物データが全く無かったコンテナ船の寄港が、抜け落ちている可能性があるためと考えられる。航路別では、基幹航路は1.14と差が小さいのに対し、東南アジア航路が1.31、近海航路が1.29と差が大きくなっていた。両者は、航路の定義が厳密には同一ではないが、非常に近い結果となっていることから、コンテナ流調の算定結果についても、五大港については年間データに近い信頼度があること、五大港統計の算定結果についても、航路を大括りにすれば、ある程度定義が統一できることが確認された。

#### 4.2 積卸率の考え方

相互比較の結果を踏まえ、2つの算定結果より、需要予測における積卸率の考え方を整理する。

まず、時系列で見た場合、五大港統計の結果では、いずれの航路も、概ね横ばい傾向であったが、一部航路・港湾で、継続的な上昇・低下傾向が見られた。そこで、経年的な安定性の確認をするため、五大港統計による航路別積卸率の対前年変化率の平均値を、表—5にまとめた。五大港平均では、±1%以内であり、ほとんど変化がなかった。個別の航路・港湾でも、ほとんど±2%程度以内の変化であり、±3%を超えたのは基幹航路の大阪港、近海航路の横浜港・神戸港であった。

■表—5 五大港統計による航路別積卸率の対前年変化率の平均値

航路	五大港	東京	横浜	名古屋	大阪	神戸	東京湾	伊勢湾	大阪湾
基幹	0.5%	0.0%	2.5%	1.3%	-4.6%	1.1%	1.0%	1.3%	-0.1%
東南アジア	-0.6%	-1.8%	1.3%	1.5%	1.5%	-2.0%	-1.5%	1.5%	-0.4%
近海	-0.4%	0.7%	-3.8%	1.9%	1.0%	-4.2%	-2.1%	1.9%	-1.0%

これらの一部の継続的な上昇・低下傾向の要因を探るため、同じ湾内で競合する東京港と横浜港、大阪港と

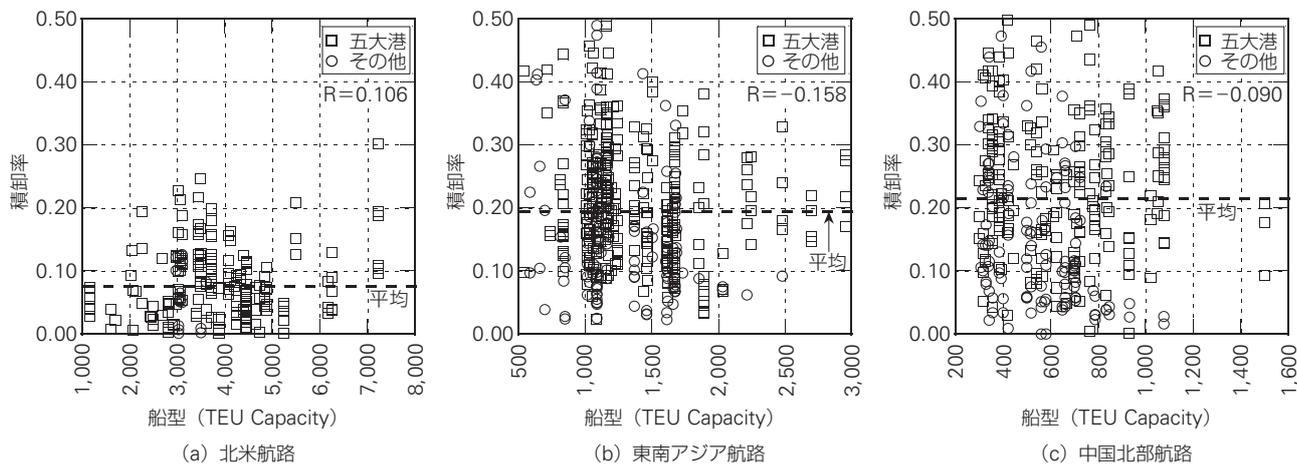
神戸港を一つの港湾とみなして積卸率を算定した。その結果も表—5の右端に示したが(比較のため、名古屋港も伊勢湾としている)、同湾内・同航路での積卸率変化率の平均値は基幹航路の東京湾(東京港=0.0%)を除けば、片方が増加すれば、片方が減少しており、結果として東京湾、大阪湾の積卸率の対前年変化率の平均値は、概ね±2%以内であった。同湾内の両港は、背後圏が大きく重複しており、荷主や船社が利用する港湾を変更した場合に、両者に影響が出るのが想定され、このことが、港湾別より積卸率の変化率が小さい要因の一つと考えられる。

また、一部の航路・港湾の積卸率での、継続的な上昇・低下傾向には、大括りの航路分類の影響の可能性も考えられる。五大港統計の算定では、航路分類を表—1の3つに大別した。しかし、コンテナ流調の算定結果(表—2)では、近海航路の中でも、中国南部、中国北部、韓国の各航路で積卸率の水準が異なっていた。仮に、相対的に積卸率の低い中国南部航路の割合が増加すれば、近海航路の積卸率を押し下げることとなる。そこで、継続的に低下傾向を示した近海航路の横浜港及び神戸港の詳細データを確認したところ、いずれも中国航路の積卸率が減少していた。この中国航路は各港の定義に依っており、コンテナ流調の定義とは一致しないが、中国南部航路の割合が増加している可能性がある。香港航路が別途集計されている神戸港では、香港航路の割合が急増していた。

さらに、確認として、コンテナ流調の算定結果において、主な航路での積卸率と船型(TEU Capacity)との関係を算定した。その結果を図—9に示す。船型が大きくなれば、これに対応して積卸量が増加するのは理にかなっていると考えられるが、積卸量が船型と同程度増加するかどうかは、これまで確認されていない。図からは、積卸率と船型の間に特定の関係性が見られず(相関係数:-0.158~0.106)、積卸率は船型に依存していなかった。

以上の点を踏まえると、航路別積卸率は、経年的に概ね安定しており、港湾計画等での需要予測において、概ね安定した指標として利用可能であると考えられる。ただし、港湾間の競合や詳細な航路割合の変化等により、一部の港湾で継続的な増加・減少傾向が見られたこと、さらには、本論文で確認したのが2000年から2006年の7年間であり、10~15年の長期にわたる検討は出来ていないことを踏まえ、今後、引き続き確認をしていくことが必要と考える。

また、五大港統計、コンテナ流調の両者の算定結果より、航路別積卸率は、基本的にはある一定水準にあるが、港湾別には特性があることも示された。その中で、採用すべき数値として、他に情報が無い場合には、コンテナ流調による平均値、幅を持った数値が必要な場合には、データの半数が含まれる25%値~75%値を採用すること



■図—9 コンテナ流調による航路別の船型と積卸率

が、一つの方法と考えられる。これをまとめたのが、表—6である。平均値について、もっと大まかな水準をまとめると、基幹航路では、欧州航路を除き、積卸率1割弱が目安、例えば5,000TEUの寄港船に対し、1,000TEU弱の積卸量となる。東アジア域内航路では、五大港では積卸率約2割、その他の港湾では積卸率約1割5分が目安であり、例えば1,000TEUの寄港船に対し、それぞれ約400TEU、約300TEUの積卸量となる。この目安値は、詳細には港湾別に偏差があるものの、他に数値が無い場合には、我が国港湾全体の状況として目安となる数値とすることが出来る。

### 4.3 積卸量の考え方

次に、需要予測における積卸量(TEU)の考え方を整理する。

時系列で見た場合、五大港統計の結果より、いずれの航路も、平均船型(TEU Capacity)の増加に併せて、増加傾向であった。従って、港湾計画等で需要予測を行う際、船型の変化が見込まれる場合にあつては、積卸量を一定と置くべきではないと考えられた。そのような場合には、表—6を用いるなどして積卸率を設定し、これに平均船型の変化を見込むことが必要である。すなわち、前節で述べたとおり、積卸率が船型との間で特定の関係が見られ

なかったことから、これを一定と仮定すると、積卸率×平均船型×2で求まる積卸量は、平均船型に比例して増加することとなる。

ここで、港湾関係者へのヒアリングにおいて聞かれることのある寄港一回当たりの個数(本数)について触れておく。ある航路が成立するかどうかの目安について、船社等へのヒアリングを行うと、1寄港当たり韓国航路100本、北米航路500本といった表現が聞かれることがある。これは、一般的には、40ftコンテナの輸送料金は20ftとそれほど大きくは変わらない(概ね1.25倍との情報もあり<sup>19)</sup>)ため、寄港するかどうかの判断は、TEU単位より個数の方が実態を表していることが多いと推察される。そこで、五大港統計より、各年・各航路での個数/TEU比を確認したが、表—7である。基本的には減少傾向となっており、40ftの割合が増加していると見られるが、基幹航路は微減傾向であり、この程度に収束する可能性も考えられる。このデータにより、積卸量(TEU)を積卸個数に変換することが可能である。

■表—7 五大港統計による個数/TEU比

航路	2000年	2002年	2004年	2006年
基幹	0.607	0.599	0.593	0.592
東南アジア	0.674	0.678	0.663	0.658
近海	0.708	0.703	0.685	0.668

■表—6 コンテナ流調による航路別積卸率

航路	振り子	欧州	北米	オセアニア	
港湾種別	全体	全体	全体	全体	
積卸率	0.097 0.056~0.121	0.157 0.109~0.191	0.077 0.037~0.112	0.100 0.057~0.126	
航路	東南アジア		中国南部		台湾
港湾種別	五大港	その他港湾	五大港	その他港湾	全体
積卸率	0.209 0.144~0.272	0.163 0.088~0.218	0.184 0.111~0.239	0.134 0.052~0.225	0.172 0.058~0.219
航路	中国北部		韓国		凡例
港湾種別	五大港	その他港湾	五大港	その他港湾	平均値
積卸率	0.254 0.159~0.321	0.147 0.058~0.229	0.201 0.118~0.275	0.162 0.064~0.236	25%値~75%値

#### 4.4 積卸率等を用いた試算例

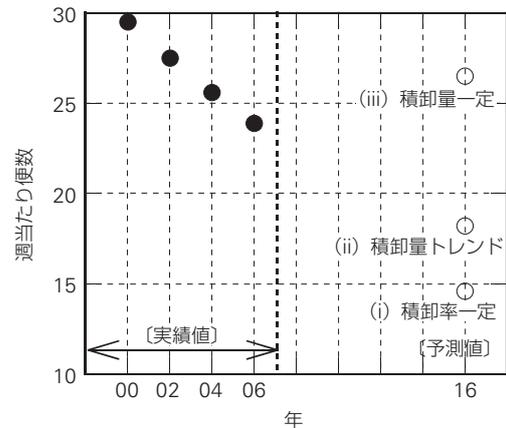
最後に、積卸率等を用いた非常に簡易な試算例を示す。試算条件は表—8のとおりで、五大港統計データによる基幹航路の積卸率、積卸量の算定結果を用い、仮に、ある港湾において、基幹航路の取扱量が100万TEU/年で横ばい傾向とした場合の、目標年次(2016年)における週当たり便数を求めた。積卸率もしくは積卸量の設定は、(i)積卸率が一定として、平均船型を設定する方法、(ii)積卸量が2000年から2006年のトレンドの単純延長とする方法、(iii)積卸量が変化せず一定とする方法の3種類である。平均船型は、文献20)において北米航路のTypical Vesselが2005年：5,500-6,500TEUであったのが2015年：10,000TEUとされているのを参考に、急激に大型化するものとして設定した。試算結果を図—10に示したが、目標年次における積卸量に大きな差が生じ、週当たり便数は最小の(i)14.6便と最大の(iii)26.5便とで10便以上の差となっており、これは、各船がバースを利用可能な曜日・時間帯を設定するバースウィンドウの計画や、これに対応した荷役等ターミナル運営計画を立てる際には大きな違いとなる。2000年において30便近く就航していたのが、もし、船型が急激に大型化し、積卸率が一定であれば、就航便数が半分以下となる結果であった。船型変化のある中で、積卸量を一定と置くと、寄港頻度の過大評価となる可能性があること、船型変化が過去のトレンドと異なっている場合、積卸量のトレンドと積卸率一定との間で寄港頻度の算定結果に差が生じることが見られた。今後は、基幹航路への1万2~3千TEUの新パナマックス船の大量就航、これに伴う既存船の他航路への転配による大型化(カスケード効果)により、各航路とも急激な船型の大型化傾向が指摘されている。このような急激な大型化が、我が国の港湾においても進む場合、コンテナ貨物量の増加がなければ、寄港頻度の減少に繋がることとなる。従って、新パナマックス船の就航が見込まれる港湾では、場合により、これに対応したバース整備に際しても、バース数を増加させずに既存バースの増深整備とすることや、バースウィンドウに余裕が出た場合には外貿・内貿接続などの輸送効率向上のための利用方法を検討することも有効と考えられる。一方、現在基幹航路が就航しているものの、何らかの理由により、大型化しない港湾の場合、船社によっては抜港をし、その結果、主要な輸送経路が海外他港でのトランシップに変わり、基幹航路の取扱量減少に繋がることも考えられる。いずれにせよ、コンテナターミナル計画の需要予測に際しては、大型化が寄港頻度に大きな影響を及ぼすことを認識しておく必要がある。

なお、需要予測においては、背後圏での競合関係をモデル化する場合、航路便数が港湾サービス水準の説明変数

■表—8 積卸率等を用いた試算条件

目標年次：2016年。実績値：2000年～2006年
基幹航路取扱量：100万TEUで一定
積卸率or積卸量の設定
(i) 積卸率が一定
(ii) 積卸量が実績トレンドで推移
(iii) 積卸量が一定
平均船型の設定
文献20)を参考に、大型化の進展を推計

項目	2000年	2006年	2016年
積卸量 (TEU)	652	806	(i) 1,316
			(ii) 1,058
			(iii) 727
平均船型	3,884	4,703	(i) 7,838



■図—10 試算結果(週当たり便数)

になることから、この試算例のように取扱量を積卸率で直接除すのではなく、モデルにより算定された積卸量が妥当な範囲に入っているかどうかを確認する方法が採られることもあるが、その場合においても、本論文の成果により、幅を持った積卸率もしくは積卸量を設定することが可能である。

## 5—結論

本論文は、我が国の港湾における外貿航路別の積卸率等を算定し、その結果から、需要予測における積卸率等の考え方をまとめたものである。本論文で得られた結論は、以下のとおり。

- (1) 五大港港湾統計及び全国輸出入コンテナ貨物流動調査のデータを用いて、フルコンテナ船の港湾別航路別の積卸率・積卸量(TEU)を算定した。これらの結果を相互比較したところ、両者は良い相関関係を示した。
- (2) 航路別積卸率は、経年的には概ね横ばい傾向で推移をしており、また、船型(TEU Capacity)との間にも特定の関係性が見られなかった。これらの結果より、航路別積卸率は、需要予測での航路成立や便数の検討において、経年的に概ね安定した指標として利用可能である。ただし、長期間・詳細な航路分類における安定性につ

いては、今後、引き続き確認をしていく必要がある。

- (3) 航路別積卸率は、航路により水準が異なっており、同じ航路でも五大港とその他の港湾とで差が見られた。その中で、東アジア域内航路では我が国への寄港でほとんどのコンテナ量を確保するのに対し、基幹航路・南北航路では相対的に我が国での寄港港数が少なく、積載しているコンテナの一部を積み卸しており、積卸率が低かった。大まかな航路別・港湾別積卸率の平均値の目安としては、欧州航路を除く基幹航路・南北航路は1割弱程度、東アジア域内航路の五大港は約2割程度、その他港湾は約1割5分程度であった。
- (4) 航路別積卸量 (TEU) は、平均船型 (TEU Capacity) の増加に併せて、経年的には増加傾向であった。この結果より、需要予測における航路成立や便数の検討においては、船型の変化が見込まれる場合には、積卸量を一定と置くべきではなく、積卸率と寄港船の船型 (TEU Capacity) をもって設定すべきである。
- (5) 簡易な試算例により、積卸量一定とおいた場合には寄港頻度の過大評価となる恐れがあること、船型変化が著しい場合、積卸量のトレンド延長と積卸率一定との仮定には、寄港頻度に差が生じ得ることを示し、今後急激な大型化が進展した場合に、需要が増えなければ、寄港頻度が減少する可能性を示した。

従来、航路別の積卸率や積卸量を、データに基づいて算定した例が見当たらなかったことから、本論文は、港湾計画等において、航路成立や貨物量から便数の算定を行う際に、拠り所となる考え方や数値を示すことが出来たと考えている。

一方、本論文において、詳細な航路分類による積卸率等の算定に使用した全国輸出入コンテナ貨物流動調査のデータは、一回の調査結果だけであり、この経年変化を追うことは出来なかった。今後の同調査の結果を用いて、航路別積卸率の算定を継続的に行うことにより、算定精度の向上が期待される。特に、著しい大型化に加え、原油価格高騰や国際海運のGHG (温室効果ガス) 排出抑制など、急激な情勢変化の中では、航路体系の大きな変化もあり得た

め、長期間・詳細な航路分類による安定性を確認していくためにも、継続して、最新の動向を捉えていく必要がある。

今後とも、我が国の港湾での計画の検討や、施策の企画立案に活きるデータの分析等を進めていきたい。

**謝辞:** 本論文の五大港の港湾統計を用いた分析については、各港の港湾管理者より、貴重なデータと情報を提供いただきました。ここに記し、感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) Drewry, "Annual Container Market Review & Forecast".
- 2) 商船三井営業調査室, 『定航海運の現状』.
- 3) (社)日本海運集会所, 日本郵船調査グループ編, 『世界のコンテナ船隊および航路状況』.
- 4) 赤倉康寛・渡部富博 [2008], "東アジア域内航路の船型動向に関する分析—基幹航路の大型化によるカスケード効果の影響—", 『運輸政策研究』, 11巻2号, pp. 37~44.
- 5) 白石直文・沼田淳・須田熙・稲村肇 [1986], 土木教程選書, 『港湾工学』, pp. 45.
- 6) Remco S. and Andrew P., Ocean Shipping Consultants [2007], "Marketing of Container Terminals", pp. 89-92.
- 7) 国土交通省港湾局 [2007], "1着岸あたりの外貨コンテナ取扱貨物量", 『第26回交通政策審議会港湾分科会資料1-2』, pp. 2.
- 8) 四国国際物流戦略チーム [2006], "航路通航のために必要なコンテナ数", 『第2回ワーキンググループ参考資料3』, pp. 9.
- 9) 稲村肇・佐藤聡一郎 [2007], "需要の不確実性を考慮した船社の地方港への寄港行動", 『土木計画学研究・講演集』, Vol. 35, CD-ROM.
- 10) 黒田勝彦・竹林幹雄・武藤雅浩・大久保岳史 [2001], "ポストパナマックス級コンテナ船導入が外港コンテナ貨物輸送市場に与える影響分析", 『土木学会論文集』, No. 667/IV-50, pp. 123~136.
- 11) 家田仁・柴崎隆一・内藤智樹・三島大輔 [1998], "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, pp. 469~480.
- 12) 高橋宏直・赤倉康寛・舟橋香 [2002], "全世界のコンテナ船寄港実績に関する分析", 『運輸政策研究』, 5巻1号, pp. 15~21.
- 13) 国土交通省総合政策局情報管理部, 『港湾統計』.
- 14) 東京都港湾局, 『東京港港勢』.
- 15) 横浜市港湾局, 『横浜港統計年報』.
- 16) 名古屋港管理組合, 『名古屋港統計年報』.
- 17) 大阪市港湾局, 『大阪港港勢一斑』.
- 18) 神戸市みなと総局, 『神戸港大観』.
- 19) 渡部富博・二田義規・柴崎隆一・赤倉康寛 [2008], "コンテナサイズに視点をおいた国際海上コンテナ輸送に関する基礎的分析", 『国土技術政策総合研究所資料』, No. 478.
- 20) Ocean Shipping Consultants [2007], "Containerport Markets in the Middle East & South Asia to 2020".

(原稿受付 2008年11月7日)

## Load/Unload to Ship Capacity Ratio of Containerized Cargo on Each Sea Route at Japanese Ports

By Yasuhiro AKAKURA, Yoshinori NITA and Tomihiro WATANABE

To make the development plan of container terminal, estimation on frequencies of ship calling on each sea routes is essential. In this case, average TEU capacity of calling ships and load/unload volume of containerized cargo per calling are needed. But the past analysis on this field is very little. Based on this condition, this report grasps load/unload volume of containerized cargo and load/unload to ship capacity ratio on each sea route at Japanese ports. Load/unload to ship capacity ratio is defined as the ratio of volume of containerized cargo per calling to two times of TEU capacity of calling ships. Furthermore, based on the calculation results, a rough standard about load/unload to ship capacity ratio are considered.

**Key Words:** Containerized Cargo, Load/Unload to Ship Capacity Ratio, Ship Call Requirement, TEU

この号の目次へ <http://www.jterc.or.jp/kenkyusyo/product/tpsr/bn/no44.html>