

# 管理形態の違いが日本のコンテナ港湾の効率性に与える影響 －DEA（包絡分析法）を用いた研究－

湯 莎 莎  
(株郵船ロジスティクス)

寺 田 一 薫  
(東京海洋大学大学院海洋工学系教授)

## 目 次

1. 研究の背景と目的
2. 港湾に関するDEA分析の先行研究
3. DEA効率値の計測
4. 管理形態等の効率性決定要因
5. 結論

### 1. 研究の背景と目的

経済の持続的発展のためには、スムーズな国際物流の支えが欠かせない。国際ロジスティクスを担う海上輸送については、日本のコンテナ港湾はランキングの低下が続いており、その国際競争力を維持、或いは強化することが政策課題とされてきた。しかし、わが国よりも取扱量が多く、量的成長を続けているからといって、政治・財政制度が全く異なり、地価や人件費などのコスト構造も異なるアジア諸国での港湾の建設や運営方法を政策ターゲットにすることが望ましいかどうか、慎重に吟味すべきではないか。

アジア諸国との単純な国際比較から、わが国のハブ港湾で、地方分権と逆行する国による管理、いわゆる真水補助による料金引き下げ、寄港パターンを考えない大水深バース確保が提案されることがある。だが、これらの政策が目標達成に適合したものかどうか、予備的評価を行ったうえで、政策形成に反映させる必要がある。

本研究は、国際競争力の確保にあたっては、港湾管理、規制、制度の仕組みや要素価格構成が共通する国内の港湾を参考にすべきであるというスタンスに立つ。わが国の港湾は、他のインフラと比べるとその整備や運営が分権化されており、様々な面で地域間での差が大きい。そのような観点で、国内各港の効率性を多様性の見地から定量的に把握することが必要になる。競争力の源になる要因を分析するという予備的評価を行う。

本研究では、港湾の効率性をDEA（Data Envelopment Analysis; 包絡分析法）を用いて定量的に求め、さらにその効率性の決定要因を回帰分析で求める。

本論文の構成は以下のとおりである。2では、港湾におけるDEA分析の先行研究を整理する。3では、DEAを用い、日本における59港のコンテナ港湾における効率性の計測を行う。4では、効率性を決定づける要因に関する分析を行い、可能な限りの政策的含意

を導き出す。最後に5で本稿全体を総括する。

## 2. 港湾に関するDEA分析の先行研究

### (1) DEAによる先行研究の概要

港湾に限らず、効率性を推定する方法としては、パラメトリック法とノンパラメトリック法とがある。パラメトリック法とは、費用関数あるいは生産関数を用いて、あるべき平均像を確定するものである。ノンパラメトリック法のなかでも萌芽的研究が増えつつあるのがDEAである。これは、先験的に関数型を仮定せずに、与えられたデータにより効率的フロンティアを描き、個別比較対象のフロンティアまでの距離を測り、相対的な効率性を比較するという手法である。

パラメトリック法とノンパラメトリック法では、一般に分析ツールも異なる。パラメトリック法は主に計量経済学的手法を用いるのに対し、ノンパラメトリック法は線形計画法などを用いる。パラメトリック法は統計的な仮説検定が比較的容易に行えるという利点を持つ一方で、少ないサンプルでは分析が難しい場合もある。また産出が複数のケースに適用しにくい。それに対して、ノンパラメトリック法のDEAでは、多入力（投入）・多出力（産出）のケースに適用しやすいという長所がある。

本研究の問題意識に近いパラメトリック法アプローチからの港湾に関する研究としては、Tongzon and Wu（2005）がある。同論文は確率的フロンティアモデルを用い、世界の25のコンテナ港湾を分析した。そして、港湾運営における公民関係を4パターンに区分すると、完全民営か地主機能のみを公共部門が担う場合に効率性が大きくなるとした。

ノンパラメトリック法を代表するDEAを用いた港湾研究は多い（表1参照）。Tongzon（2001）はCCR<sup>1</sup>とDEA加法モデル<sup>2</sup>を使い、1996年におけるオーストラリアの4港と他の国際的港湾12港のデータを分析した。分析の結果から見ると、メルボルン、ロッテルダム、横浜、大阪の4港の非効率の主な原因は、バースの少なさ、面積の狭さ、労働スラックである。ただし、同研究では、効率値1で効率フロンティア上に来る港湾が極端に多い結果になっている。

Wang et al.（2003）は、2001年の世界における28港の主要コンテナ港湾のデータを、DEA（CCRとBCC<sup>3</sup>）とFDH（Free Disposal Hull）<sup>4</sup>で分析した。そして両アプローチを比較し、港湾の研究に関し、FDHによる分析は適切ではないと結論付けた。

効率性分析のためには、パネルデータが望ましいという立場もある。Itoh（2002）は、日本における8の主要コンテナ港湾を分析し、各港湾の時系列変化から大規模投資が効率性のカギになるとしている。Cullinane et al.（2005）は、世界のコンテナ取扱量上位30港を分析し、所有における公民の差が効率性に与える影響ははっきりしないとしている。

---

<sup>1</sup> CCRの名称は、開発者であるチャーンズ、クーパー、ローズの名による。収穫一定を仮定し、規模の効果を含まないので、本稿の全体効率性（値）に対応する。

<sup>2</sup> DEA加法モデルは、入力指向と出力指向を区別せず、スラックに着目したものである。

<sup>3</sup> BCCの名称は、開発者であるバンカー、チャーンズ、クーパーの名による。収穫可変を仮定するもので、本稿の技術的効率性（値）に対応する。以下に紹介する既往研究は、倉本他（2013）を除き、CCRとBCCの両者の併用によるものである。

<sup>4</sup> FDHは、それぞれの事業体の関係を優位、非優位の関係から効率値を導く評価方法であり、混合0-1整数計画問題として定式化されたものである。

表1 DEAによる先行研究のまとめ

	分析手法	データ（データ年次）	知見
Tongzon (2001)	CCR/DEA加法モデル	豪州4 + 世界12港 (1996)	メルボルン、ロッテルダム、横浜、大阪の非効率性はバース、面積、労働スラックに起因
Itoh (2002)	CCR/BCC	日本8港 (1990-99)	各港の時系列変化に注目
Wang et al. (2003)	FDH/CCR/BCC	世界主要28港 (2001)	FDHは港湾の分析に不適切
Cullinane et al. (2005)	CCR/BCC	世界上位31港 (1992-99)	民に比べた公所有の非効率不確か
Wu and Goh (2010)	CCR/BCC	先進国・BRICs等計21港 (2005)	3グループ化でき、バングラデシュ、中国、ブラジルが先進国より効率的
倉本他 (2013)	BCC+トービットモデルによる要因分析	日本55港 (2010)	前年度他会計繰入、公債依存度が高いほど非効率、都市管理港湾は非効率

先進国とBRICsあるいはそれに続く諸国の港湾のうちいずれの効率性が高いかという疑問に対し、Wu and Goh (2010) は、2005年におけるそれら21国の主要港湾を分析した。そして、中国の上海、バングラデシュのチッタゴン、ブラジルのサントスは結果的に先進国G7の港より優位性を持つとしている。その理由として、単なる貨物量の大小よりも、港湾施設稼働率のバランスが重要としている。

データの制約から、先行研究にはサンプル数が少ないものが多い。そのなかで倉本他 (2013) は、2010年の日本国内55港のコンテナ港湾のデータをDEAで分析した上で、財政や港湾管理体制などの組織面からの効率性に係る要因を求めている。港湾管理者の前年度の他会計（県や市の一般、或いは普通会計）からの移転財源が多い、公債依存度が高いほど効率的な運営を行っていない傾向にあること、都市が港湾管理者である港湾は、そうでない港湾と比べて効率的な運営をしにくい傾向にあると結論付けている。

## (2) 先行研究における入力・出力変数

DEAによる先行研究で用いられている入力・出力変数を整理すると、表2のとおりである。

資本を代表する入力変数として、ガントリークレーン等のクレーン数が荷役時間短縮の重要な要素であることは容易に想像できる。バースに関し、岸壁延長が長ければ、あるいはバース数が多ければ同時に接岸できる船舶が増え、そのため時間当たり取扱貨物量が増える。わが国で、364日、24時間フルオープン化を目指す中で問題にされている荷役作業時間の差異も反映される。クレーン数の集計方法、バース数と岸壁延長のどちらを用いるかには差異があるものの、先行研究は共通してこれらを入力変数に含めている。船舶大型化の影響を点検するため、倉本他 (2013) は、(岸壁前面泊地の) 最大水深を含めている。

ターミナル面積は言及している全ての先行研究が入力変数に含んでいる。普通、ターミナルの中で最も面積が広いのはコンテナヤードである。コンテナヤードが手狭なとき、ブロックのスタック階数が多くなる。そのこととコンテナ移動回数との技術的關係については知られているところである。フルオープン化のもう一つの要素であるゲートオープン時

間の差異も、ここに反映されることになる。

表2 先行研究による入出力変数

		Tongzon (2001)	Itoh (2002)	Wang et al. (2003)	Cullinan et al. (2005)	Wu and Goh (2010)	倉本他 (2013)	本研究
入力変数	バース	バース数	バース数	岸壁延長	岸壁延長	岸壁延長	岸壁延長、 前面泊地最大水深	岸壁延長、 前面泊地最大水深
	ターミナル面積	○	○	○	○	○	○	○
	荷役機械	合計荷役機械数	ガントリー数	埠頭ガントリー数、 ヤードガントリー数、 ストラドルキャリア数	埠頭ガントリー数、 ヤードガントリー数、 ストラドルキャリア数	合計荷役機械数	合計荷役機械数	合計荷役機械数
	労働	港湾管理局職員数	コンテナターミナル従業者数 (在来貨物と貿易額按分)				港湾管理者人件費	
	その他	曳船隻数、 船舶遅延時間						
出力変数	取扱量	○	○	○	○	○	○	輸出入別 TEU・t
	その他	荷役稼働率					収入	

注) ○は取り扱いが共通しているもの。

これらに加えて、Tongzon (2001) は、曳船隻数、本船遅延時間を含めている。とくに後者は、労働争議、天候などのコントロールを目的とすると説明されている。

労働関連投入について、各港湾のコンテナターミナル部分に対応する労働者数の把握が困難なことが多い。このため、Tongzon (2001) は、港湾管理者全体の職員数を変数としている。Itoh (2002) は、貿易額中のコンテナのシェアで港湾労働者数を按分して用いている。倉本他 (2013) は、港湾管理者の人件費を労働投入の代理変数にしている。

港湾をひとつの生産システムとしてみたとき、港湾の出力にはいろいろあるが、言及する先行研究全てが中身を区別せずに合計したTEU (20フィートコンテナ換算個数) を出力としている。Tongzon (2001) は荷役稼働率も出力変数に加えている。そこでの荷役稼働率は、船舶ごとの時間当たりの取扱いコンテナ数であり、品質を表すものとして用いられている。倉本他 (2013) は、港湾収入を出力に加えている点で他の研究と異なる。

### 3. DEA効率値の計測

#### (1) データの概要

本研究が用いた入力変数は、荷役機械数、ターミナル面積、岸壁延長、ならびに岸壁前面泊地最大水深の4変数である。荷役機械数は、ガントリークレーン、ストラドルキャリア等のクレーン数の合計である。ガントリークレーン数は岸壁延長と関連すること、個別機械ごとの数値では港湾間の差がつきにくいことから、合計値を採用した。ターミナル面積については、先行研究と同じ扱いである。

バースについては、その規模を反映させるため、バース数でなく岸壁延長を採用した。



また、大型船入港の可能性を明示的に反映させるため、(岸壁前面泊地)最大水深も加えた。

出力変数は、輸入TEU、輸出TEU、コンテナ輸出フレートトン<sup>5</sup>、コンテナ輸入フレートトンの4変数である。輸出入を分けたのは、貿易インバランスを考慮するためである。わが国の貿易は、量的には輸入超過であり、港湾別には輸出入個数に差があること、一般に輸出よりも輸入で貨物滞留時間が長く、荷主の品質への要求が厳しいことなどを反映するためである。TEUとフレートトンを用いたのは、積載率の高いコンテナと低いコンテナ、あるいは空コンテナを区別するためである。

わが国のコンテナ港湾は65港であるが、データ欠落を補完できなかった6港<sup>6</sup>を除いたため、サンプルサイズは59である。データの概要は、表3のとおりで、すべて2010年度の単年度データである。

表3 本研究で用いたデータの概要

	変数名	出所	単位	平均	標準偏差	最大値	最小値
入力	岸壁延長	日本港湾協会(2010)*	m	849.2	1,546.0	8,799.0	130.0
	前面泊地最大水深	〃	〃	12.1	2.3	16.0	7.5
	荷役機械数	〃	台	4.5	8.8	41.0	1.0
	ターミナル面積	〃	m <sup>2</sup>	234,088.2	456,152.0	2,027,529.0	4,800.0
出力	輸(移)出TEU	国土交通省港湾局(2010)	千TEU	142.3	374.2	1,739.0	2.0
	輸(移)入TEU	〃	〃	143.3	388.1	2,077.0	1.0
	コンテナ輸(移)出フレートトン	〃	千トン	1,845.5	5,140.4	25,517.0	3.0
	コンテナ輸(移)入フレートトン	〃	〃	2,419.2	6,574.3	29,698.0	17.0

\*データ欠損を各港湾管理者公表ウェブサイトに基づき補完した。

## (2) モデルと分析結果

DEAには、BCCモデルとCCRモデルがある。前者による技術的効率値と後者による全体効率値を求めると表4のようになる。

### ①港格別の平均効率値

サンプルの2010年当時の分類で、日本の港湾は「港湾法」により、特定重要港湾（重要港湾のうち「外国貿易上特に重要な港湾」を指定）、重要港湾（「国の利害に重大な関係の有する港湾」として、外国貿易、国内貿易、旅客輸送、資源エネルギー確保等の観点から指定）、地方港湾の3種類に分類される。ただし、サンプルは地方港湾を含まない。なお2011年以後、国際コンテナ戦略港湾5港が選定されており、これを踏まえるとサンプルの港格は、高い方から国際コンテナ戦略港湾、それを除く特定重要港湾、さらにそれらを除く重要港湾の3に分類される。港格が高くなるほど、国が港湾管理者である地方公共団体に交付する補助率は高くなる。

<sup>5</sup> フレートトンは、貨物運賃計算の基礎となる貨物の単位で、運賃トンともいう。重量建、容積建のうち大きいものを採用する。港湾統計では、貨物トン数は、原則としてこの方式をとっている。容積1.113m<sup>3</sup>（40立方フィート）、重量1,000kgをもって1トンとするものである。

<sup>6</sup> 大竹、宇部、大船渡、石垣、呉、横須賀。

表4 効率値の分布

効率値	技術的効率値 (BCC)		全体効率値 (CCR)	
1.0	33 (56%)	東京、横浜、名古屋、大阪、博多、 苫小牧、新潟、徳山下松、伏木富山、 伊万里、金沢、三島川之江、三田尻 中関、高松、石狩湾新、松山、境、 岩国、直江津、小樽、釧路、八代、 高知、川内、油津、酒田、三池、和 歌山下津、舞鶴、長崎、室蘭、熊本、 浜田	6 (10%)	東京、横浜、名古屋、大阪、博多、 新潟
0.8～	3 (5%)	神戸、清水、四日市、	3 (5%)	清水、苫小牧、徳山下松
0.6～	13 (22%)	水島、下関、福山、志布志、秋田、 三河、千葉、八戸、堺泉北、小名浜、 今治、徳島小松島、函館	2 (3%)	神戸、四日市
0.4～	10 (17%)	北九州、広島、仙台塩釜、那覇、大分、 細島、敦賀、川崎、御前崎、茨城	6 (10%)	伏木富山、秋田、金沢、高松、八戸、 岩国
0.2～	0 (0%)		18 (31%)	北九州、広島、仙台塩釜、水島、那覇、 下関、福山、志布志、伊万里、三田 尻中関、千葉、石狩湾新、松山、境、 直江津、小樽、御前崎、高知
0.0～	0 (0%)		24 (41%)	三島川之江、三河、大分、細島、堺 泉北、敦賀、小名浜、今治、川崎、 徳島小松島、釧路、茨城、八代、川内、 油津、酒田、三池、和歌山下津、舞鶴、 長崎、函館、室蘭、熊本、浜田

注) 港湾名は、2010年度の移輸出入合計のTEUの順による。

表5 港湾の形態別平均効率値

		平均技術的効率値 (BCC)	平均全体効率値 (CCR)
港格	国際コンテナ戦略港湾	0.89	0.77
	特定重要港湾 (国際コンテナ戦略港湾を除く)	0.81	0.45
	重要港湾 (国際コンテナ戦略港湾・特定重要港湾を除く)	0.86	0.21
管理者	都道府県	0.74	0.22
	市町村	0.85	0.48
	管理組合	0.90	0.53
立地	太平洋側*	0.81	0.34
	瀬戸内・日本海側	0.90	0.34
全港湾		0.85	0.34

\*瀬戸内海東部を含む

技術的効率値でみて、国際戦略港湾の効率値は0.89、特定重要港湾は0.81、重要港湾は0.86となり、あまり差がない。一方、全体効率値でみると、港格順に0.77、0.45、0.21となる。港格による効率性の差は、少なくとも技術的効率値に関しては大きくない。

## ②港湾管理者別の平均効率値

港湾管理者別の平均でみれば、技術的効率値は、管理組合で0.90、市町村管理で0.85、都道府県管理で0.74と差がある。とくに都道府県管理の効率値が他と比べて低い。この順位と関係は、全体効率値でみても変わらない。管理組合の場合に効率性が高いことは、特定の地方自治体の行政・議会との独立性が高まり、経営の自立性がより大きくなることで説明がつく。

その一方で、市町村管理と都道府県管理の差は説明が付きにくい。市町村の方が背後都市の関係者と利害調整がしやすいということもあろう。もちろん逆に、広域的な調整が必要になり、都道府県の方がその取引費用が安くなることも考えられる。

政令指定都市の場合などを中心に、市による管理の方が都市計画と地方港湾計画の整合をとりやすく、物流関連施設を港湾背後地にまとめることができ、結果的に集荷が容易になることも考えられる。実際に、政令指定都市に県管理港湾があるケースでは計画調整に手間取っているケースもでている<sup>7</sup>。

また、同一の道府県が管理する県管理港湾が連担するケースでは、一帯で港湾間競争が機能しないという懸念がある。あるいは県が港湾間で投資規模やサービス水準に差をつけたがらず、結果的に荷主の要望にタイムリーにこたえられていないという声も聞かれる<sup>8</sup>。

### ③立地別平均効率値

瀬戸内海沿岸の港湾を大阪、神戸などの東部のみ太平洋側、その他を日本海側に分類すると、技術的効率値では日本海沿岸港が0.90、太平洋沿岸港が0.81となり、日本海沿岸の港湾の効率値の方が高くなる。日本海沿岸港は韓国・中国などの間の航路距離が近くそれらの港湾との競争が効率化への刺激になっていることが考えられる。その一方で、全体効率性では立地による差がなくなり、比較的規模の大きい太平洋側の港湾で、効率性と規模の経済性が相殺されてしまっている可能性もある。

## 4. 管理形態等の効率性決定要因

効率性に係る要因をより明らかにするため、前節で導出した各港湾における平均効率値を被説明変数とする最小二乗法回帰による要因分析を行う。被説明変数については、規模の効果をとり除いた技術的効率を用いることが好ましいとも考えられる。しかし、本研究の技術的効率値は、56%の港湾で1であり、最小二乗法回帰分析を構築しにくい<sup>9</sup>。このため、被説明変数には全体効率値を用いる。

説明変数は、港格（特定重要港湾ダミー）、港湾管理者種別（市町村ダミー、管理組合ダミー）、港湾立地（太平洋側ダミー）、航路ネットワーク上の特性（アジア航路便数、基幹航路等便数）である。

検証する仮説は以下の3つである。①国は効率性に基づいて港格決定をしており、それが正しく行われていけば港格の高い港湾ほど効率性が高い。②背後地経済に関連した利害関係を代表しやすく、都市計画と港湾計画の整合も保証しやすいので、都道府県管理港湾より市町村管理港湾の方が効率性が高い。③自治体の行政・議会からの独立性が高まり、経営自由度が増すので、自治体単独による管理よりも管理組合（一部事務組合）による管理の方がより効率性が高い<sup>10</sup>。

<sup>7</sup> 仙台塩釜港をめぐっては、宮城県と仙台市の間で複雑で大規模な人事交流を行わざるを得なくなっており、広島港をめぐっては港湾背後地の土地利用方針が決まらないという問題も起きている。寺田（英子）（2010）参照。

<sup>8</sup> 寺田（2007）

<sup>9</sup> 倉本他（2013）は、技術的効率性を被説明変数とし、トービットモデルを用いることで要因分析を構築している。ただし、併用されている最小二乗法回帰との間で、ほとんど結果の差がない。

<sup>10</sup> 港湾管理者の組織レイアウトが変わるので、広域管理の方が政治的干渉から港湾事業を解放しやすいと主張される。たとえば、Cheon et al.（2010）。

表6 要因分析に用いた変数の記述統計

	変数名	出所	単位	平均	標準偏差	最大値	最小値	備考
被説明変数	技術効率値			0.34	0.30	1.00	0.02	
説明変数	特定重要港湾ダミー			0.39	0.49	1.00	0.00	特定重要港湾=1、他の重要港湾=0
	市町村管理ダミー*			0.29	0.46	1.00	0.00	市町村=1、都道府県=0
	管理組合ダミー			0.10	0.30	1.00	0.00	管理組合=1、他=0
	太平洋側ダミー			0.54	0.50	1.00	0.00	太平洋・瀬戸内海東部=1、他=0
	アジア航路便数	国土交通省港湾局計画課	便/週	12.38	21.49	84.00	1.00	
	基幹航路等便数	〃	〃	1.78	5.66	30.50	0.00	

\*管理組合の場合、市町村参加= 1、不参加= 0

表7 全体効率値に関する要因分析の結果

	係数
切片	0.214**
特定重要港湾ダミー	0.143*
市町村管理ダミー	-0.077
管理組合ダミー	0.194*
太平洋側ダミー	-0.084
アジア航路便数	0.010**
基幹航路等便数	-0.003
決定係数	0.650
自由度補正済み決定係数	0.609

\*\* 1%、\* 5%水準で有意

港湾の位置の差異をコントロールするため、港湾が太平洋側か日本海側かという立地、ならびに航路ネットワークのヒエラルキー上、世界的航路のハブか、アジア域内航路のハブか、国内航路の端点にとどまるかを示すため、アジア航路便数、基幹航路等便数を説明変数に加えた。

表7の結果に基づいて、3つの仮説を検証すると以下のようになる。

- ① 港格に関し、「特定重要港湾ダミー」の係数は5%の有意水準で正の値となった。つまり、特定重要港湾に指定されている港湾は他の重要港湾と比較して、効率性が高い<sup>11</sup>。港湾法上、国による特定重要港湾の指定は、「外国貿易上の重要性」に基づき、社会的なニーズで決まるものとされている。しかし、実際には国による効率性のテストが行われ、港格とそれを通じたプロジェクト選択が効率性を反映している可能性がある。それは国民経済的にみて好ましいことであるけれども、この効率性テストが十分であるかどうかはわからない。
- ② 港湾管理主体に関し、「市町村管理ダミー」の係数は負の値となった。しかし、当てはまりが悪く、確度は不明である。仮説とは逆に、都道府県管理の方が効率性が高いともいえない<sup>12</sup>。

<sup>11</sup> 倉本他（2013）の結果も同じ。

<sup>12</sup> 倉本他（2013）の「港湾の地域性ダミー」が本稿の市町村管理ダミーに相当するとすれば、同論文では都道府県管理の方が効率的との結果となる。



- ③ 「管理組合ダミー」の係数は5%の有意水準で正の値となった。管理組合の持つ経営自立性が効率性に寄与している可能性が高い。管理組合は、広域行政の側面を持つ組織である。しかし、現実には市町村管理とより広域的な都道府県管理の効率差が存在しないか、存在してもわずかという結論と合わせると、管理組合の効果は主に経営自主性に起因すると想像される。

なお立地要因に関し、「太平洋側ダミー」の係数は負の値となった。有意水準は10%を超えており（11.8%）、その確度は高いと言いがたい。しかし、日本海側の港の方が韓国や北部中国の低コストの港湾と近接し、競争になりやすいことが効率性にプラスの刺激を与えているという可能性を否定できない。

「アジア航路便数」の係数は1%の有意水準で正の値となった。アジア向け航路便数が多い港湾は効率性が高くなる傾向がある。港湾にとって、ミルクラン型航路の寄港地になるのとは比べ、全量を一度に積卸しするアジア域内のシャトル便型航路の寄港地となる方が、オペレーションが容易になるとの指摘がある。その理由として、取扱量が安定する、本船への積み付け計画が単純化し、空コンテナがたまりにくいなどが考えられる。これに加え、貨物量が増加しているアジア航路を持ち、場合によってはそれに特化した方がポートセールスの面で優位性があるということも十分考えられる。いずれにしても、アジア航路の誘致が港湾の効率性を決定づけるカギとなるということは確認できた。

一方で、アジア以外への国際航路便数である「基幹航路等便数」の係数は負となったものの、当てはまりが極めて悪く、その含意は不明だった。

## 5. 結論

本稿では、日本におけるコンテナ港湾の効率値の計測を行った。DEAによる効率値自体からは、全体効率値で見ると港格と効率値の順位が一致したが、規模の効果を排した技術的効率値からは港格との関係がはっきりしなかった。全体効率値に対する最小二乗法回帰による要因分析を行ったところでは、港格と効率性との正の関係が確認できた。港格は港湾法上の規定では社会的ニーズを反映するとされているが、実際の国による指定ではある程度効率性が反映されているということと解釈される。

港湾管理形態と効率性との関係として、DEA効率値は管理組合、市町村、都道府県の順になった。要因分析では、管理組合が他に比べて効率的であることが確認された。一方、市町村と都道府県の差については判定できなかった。総合的には、管理組合の持つ経営自立性と広域行政という2側面のうち、前者の側面の方が強そうだ。ただし、これについては今後の事例分析等での検証を必要とする。

管理組合が好ましいということは、2011年以後の国際コンテナ戦略港湾制度による港湾間連携・運営会社統合も、経営の自立性増加につながるならば効率化に寄与するかもしれない。

港湾の場合、立地が効率性に与える影響は無視しえない。技術的効率値は、瀬戸内海の大部分を含めた日本海側が太平洋側よりも高かった（規模の効果を含まない全体効率性では差がない）。要因分析でも同様の結果となったが、その有意度は十分とはいえなかった。要

因分析では、アジア諸国への国際航路便数と効率性との間に強い正の関係がみられた。アジア域内航路でシャトル便が多いことの港湾運営方式への技術的な影響や成長市場であることでセールスが容易といった理由が考えられる。ただし、北米・欧州への基幹航路、アジア域内航路、国内航路という航路ネットワーク上の位置と効率性の関係はあまりはつきりせず、総便数に占める基幹航路便数比を用いるなど他の変数を用いてモデルを再構成しても、結果に大きな差は生じなかった。

今後の研究の方向性として、コンテナ港湾の内部構造、とくに港湾管理と港湾運送、あるいはインフラストラクチャー、スーパーストラクチャー、およびオペレーションの区分や関係をより明示的に取り込んだネットワークDEA手法の利用などが考えられる<sup>13</sup>。また、現在は港湾間での程度や内容の差が小さいので定量分析が難しいが、公民分担、民営化の程度・内容という意味での管理形態の違いが効率性に与える影響を検証する必要がある。多様な形態が併存する民営化過渡期が管理形態と効率性の関係を検証するチャンスであるとの指摘もなされている<sup>14</sup>。各種の方策について、定量的および制度的分析による予備的評価を行ったうえで政策形成に盛り込むべきだ。

#### 参考文献

- Cheon, S.H., D. E. Dowall and D. W. Song (2010) Evaluating Impacts of Institutional Reforms on Port Efficiency Changes: Ownership, Corporate Structure, and Total Factor Productivity Changes of World Container Ports. *Transportation Research*, Part E, Vol.46, pp.546-561
- Cullinane, K., P. Ji, and T. F. Wang (2005) The Relationship between Privatization and DEA Estimates of Efficiency in the Container Port Industry, *Journal of Economics and Business*, Vol.57, No.5, pp.433-462
- Itoh, H. (2002) Efficiency Changes at Major Container Ports in Japan: A Window Application of Data Envelopment Analysis. *Review of Urban & Regional Development Studies*, Vol.14, No.2, pp.133-152
- 国土交通省港湾局 (2010) 『2010年港湾別外貿コンテナ取扱貨物量及びコンテナ取扱個数ランキング』
- 倉本宜史・赤井伸郎 (2013) 「国内港湾運営の効率性に関する要因分析—財政要因を考慮した分析—」『交通学研究』第56号、pp.147-154
- 日本港湾協会 (2010) 『日本の港湾2010』
- Sekiguchi, Y., K. Terada and H. Terada (2009) A Study on the Third-Sector Urban Railway Efficiency in Japan. *Journal of the Eastern Asia Society for Transport Studies*, Vol.8, pp.1275-1287
- 寺田英子 (2010) 「臨港地区をめぐる港湾管理者と都市計画主体の関係の変化」『交通学研究』第53号、pp.95-104
- 寺田一薫 (1997) 「英国における港湾民営化政策の評価」『Mobility』No.106、pp. 60-63
- 寺田一薫 (2005) 「港湾管理者の役割変化と民営化政策－各国の部分的民営化と英国型完全民営化の対比－」寺田一薫・遠藤伸明編『国際海運と国際物流の新地平－山岸寛教授退任記念論文集－』山縣記念財団、pp.129-146
- 寺田一薫 (2007) 「港湾整備における地方分権と公民役割分担」『IATSS Review』Vol.33, No.1, pp.58-64
- Tongzon, J. (2001) Efficiency Measurement of Selected Australian and Other International Ports Using Data Envelopment Analysis, *Transportation Research*, Part A, Vol. 35, pp.107-122
- Tongzon, J. and H. Wu (2005) Port Privatization, Efficiency and Competitiveness: Some Empirical Evidence from Container Ports (Terminals). *Transportation Research*, Part A, Vol.39, , pp.405-424
- Wang, T. F., D. W. Song and K. Cullinane (2003) Container Port Production Efficiency: A Comparative Study of DEA and FDH Approach, *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 5, pp.698-713
- Wu, Y. J. and G. Goh (2010) Container Port Efficiency in Emerging and More Advanced Markets, *Transportation Research*, Part E, Vol.46, pp.1030-1042

<sup>13</sup> 鉄道のケースであるが、Sekiguchi et al. (2009) に同様の問題意識からの分析がある。

<sup>14</sup> 寺田 (1997) (2005) 参照。