

부산항과 광양항의 컨테이너 터미널의 효율성*

모수원**·이광배***

The Efficiency of Container Terminals in Busan and Gwangyang Port

Su-Won Mo · Kwang-Bae Lee

목 차

- | | |
|------------|-----------|
| I. 서론 | III. 토빗분석 |
| II. DEA 분석 | IV. 결론 |

Key Words : DEA, technical efficiency, container terminal, Tobit model

Abstract

This paper analyses the relative efficiency of 13 container terminals based on the data for the period 2003-8 to offer a fresh perspective. There has been abundant empirical research undertaken on the technical efficiency of Busan and Gwangyang port. Most studies have focused on the use of parametric and non-parametric techniques to analyse overall technical efficiency. Here, the framework assumes that terminals use two input to produce one output; the former includes container yard and container crane and the latter container volume. Jarque-Bera indicates that three variables are not normally distributed and the positive skewness shows that all the variables have long right tails. This means there are many small-scaled container terminals. This paper also employs heteroscedastic Tobit model to show the effect of the explanatory variables on the container terminal efficiencies. The Tobit model shows that both container yard and container cranes have positive effect on the container terminal efficiency, but container yard has a higher impact on the efficiency than the container crane.

▷ 논문접수: 2010.05.02 ▷ 심사완료: 2010.05.30 ▷ 게재확정: 2010.06.10

* 이 논문은 2006년 순천대학교 학술연구비 공모과제로 연구되었음

** 목포대학교 경영대학 무역학과 교수, moswan@hanmail.net, 061)450-2623, 대표집필

*** 순천대학교 사회과학대학 물류학과 부교수, kblee@sunchon.ac.kr, 061)750-5110, 교신저자

I. 서론

중국을 비롯한 동북아 경제의 성장과 수출입 물동량의 증가로 인해 물류중심지로서 항만의 중요성은 매우 크다고 할 수 있다. 이러한 상황을 반영하듯 동북아 각국의 항만들은 화물을 유치하기 위해 항만시설을 확충하고 개선하고 있을 뿐만 아니라, 항만운영의 효율성을 증대시키기 위해서도 노력하고 있다. 국내에서도 항만 간 물동량 창출을 위한 노력과 경쟁이 치열해지고 있으며, 수출입 물동량 처리실적도 지속적으로 변화하고 있다.

이에 본고는 DEA모형을 이용하여 도출한 부산항과 광양항의 13개 컨테이너 터미널의 효율성의 특성을 분석한 두 항만의 컨테이너 터미널의 효율성 특성도 살펴본다. 또한 패널분석의 단점을 보완하기 위하여 효율성 척도를 종속변수로 하여 이분산 토빗모형을 적용하여 컨테이너 야드와 컨테이너 크레인이 효율성에 어떠한 영향을 미치는가와 두 변수의 차이점을 분석한다. 본고의 구성은 다음과 같다. 제2절에서 DEA 기법을 도입한 후 적용하며, 제3절에서 Tobit 모형을 이용한다. 그리고 제4절에서 결론을 내린다.

II. DEA 분석

DEA는 투입요소와 산출물 자료를 이용하여 도출한 효율적 프론티어와 평가대상을 비교하여 평가대상의 효율성을 측정하는 비모수적 접근방법(non-parametric approach)이다. DEA는 1978년 Charnes, Cooper, Rhodes에 의해 비영리적 의사결정단위의 상대적 효율성을 측정할 목적으로 개발된 방법이다. n 개의 의사결정단위(decision making unit: DMU)를 가정하고 각각의 $DMU_j(j=1,2,\dots,n)$ 는 m 개의 다른 투입물 $x_{ij}(i=1,2,\dots,m)$ 을 사용하여 s 개의 다른 산출물 $y_{rj}(j=1,2,\dots,s)$ 을 생산하면 투입지향(input-based) CCR DEA모형은 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다(박홍균, 2010; 모수원, 2008).

$$\begin{aligned}
 \text{Max } \theta &= \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} & (1) \\
 \text{s.t. } & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 & j = 1, 2, \dots, n; \\
 & \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1 \\
 & u_r \geq \varepsilon, \quad r = 1, 2, \dots, s \\
 & v_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, m.
 \end{aligned}$$

여기서 v_i 와 u_r 은 투입물 x_i 와 산출물 y_r 의 가중치로서 비아르키메디안 상수인 ε 보

다 큰 양수로 정의한다. $(s+m)$ 개의 변수와 n 개의 제약식을 갖는 선형 수리계획법인 식 (1)을 쌍대선형계획(dual linear program)으로 전환하면 식 (2)와 같다.

$$\begin{aligned}
 & \text{Min } \theta & (2) \\
 & \text{s.t. } \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{i0} \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq \theta y_{r0} \\
 & \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n.
 \end{aligned}$$

식 (2)에서 θ 는 DMU가 일정한 양의 산출물을 생산하기 위하여 다른 DMU군에 비해 투입물의 상대적 사용량을 나타내는 기술효율성으로 DMU_0 효율수준을 나타내며, θ 가 1이면 기술효율적인 DMU임을 의미하며, 1보다 작으면 $1-\theta$ 만큼 투입요소를 다른 DMU군에 비해 더 사용하고 있음을 의미한다(손승태, 1993).

본고에서 분석 기간은 2003년부터 자료의 입수가 가능한 2008년까지이며, DMU는 부산항의 6개 컨테이너 터미널-2006년부터는 7개 터미널과 광양항의 6개 컨테이너 터미널이다. DEA에 의한 효율성을 계측하기 위해서는 먼저 투입요소와 산출요소의 선정과 투입·산출요소의 적정수이다. 효율적인 단위들을 판별하기 위한 투입·산출요소의 적정 수는 DMU의 수에 의해 제한되는데, DEA에서는 투입요소와 산출요소의 수가 증가할수록 효율적 DMU가 증가하는 특징을 가지고 있어 비효율적 DMU의 판별이 어려워지기 때문에 가능한 최소 투입·산출요소의 수로 설명력을 가지는 것이 바람직하다(Nyhan and Martin, 1999; 모수원, 2006). 따라서 투입·산출요소의 적정 수에 대하여, Banker, Charnes and Cooper(1984)와 Nunamaker(1985)는 DMU의 수는 최소한 투입요소와 산출요소의 수를 합한 것보다 3배 이상 되어야 한다는 연구 결과를 제시하였으며, Boussofiane, Dyson and Thanassoulis(1991)는 DMU의 수는 최소한 투입요소의 수와 산출요소의 수를 곱한 것보다 커야 한다고 제시하였다. 본고에서는 컨테이너 야드와 컨테이너 크레인을 투입요소로, 컨테이너 물동량을 산출요소로 한다.

<표 1>은 투입변수와 산출변수의 기초통계량을 보여주고 있다. 왜도가 0이면 대칭적 분포(symmetric distribution)를 보이며, 양(+)이면 오른쪽으로 긴 꼬리(long right tail)를 가지며, 음(-)이면 왼쪽으로 긴 꼬리(long left tail)를 가진다. 첨도는 자료가 정규분포에 비하여 어느 정도 가운데에 집중되어 있는가를 보여주며 Jarque-Bera는 자료가 정규분포를 이루는가에 대한 검정통계량이다. <표 1>의 기초통계량에서 물동량, 컨테이너 야드, 컨테이너 크레인은 왜도와 Jarque-Bera 통계량을 통해 분포가 왼쪽으로 치우쳐있으며 정규분포를 하지 않고 있다는 것을 알 수 있다.

<표 1> 투입·산출요소의 기술통계량

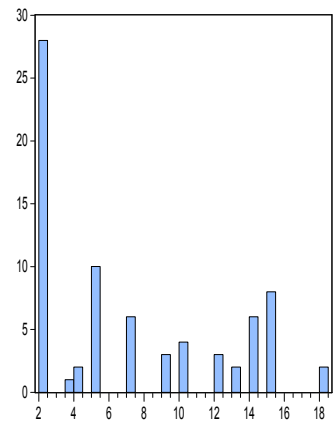
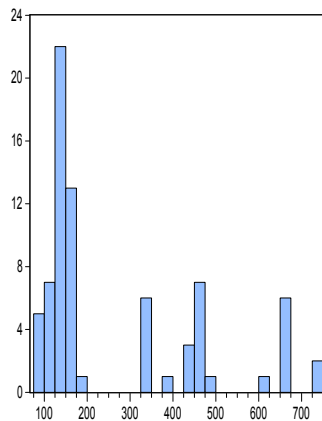
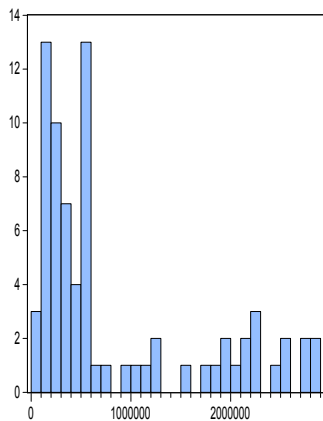
	최대	최소	왜도	첨도	J-B
물동량	2862068	11139	1.1332 (0.0000)	-0.1971 (0.7395)	16.17 (0.0003)
CY	743	92	1.1210 (0.0001)	-0.0815 (0.8905)	15.72 (0.0003)
C/C	18	2	0.5865 (0.0421)	-1.1657 (0.0493)	8.5472 (0.0139)

주 : 괄호 안의 숫자는 p값임.

<그림 1> 물동량 분포

<그림 2> CY 분포

<그림 3> C/C 분포



이러한 사실은 <그림 1>의 물동량 분포가 상당한 긴 오른쪽 꼬리를 갖는다는 것으로 확인할 수 있으며 이것은 물동량이 작은 터미널이 많다는 것을 의미한다. 이러한 특성은 컨테이너 야드와 컨테이너 크레인에서도 동일하게 나타난다는 것을 <그림 2>의 컨테이너 야드의 분포와 <그림 3>의 컨테이너 크레인 분포도를 통해서 알 수 있다.

이러한 결과를 좀 더 구체적으로 분석하기 위하여 개별 DMU들의 시장점유율의 제곱을 합계하여 계산하는 허핀달-허쉬만지수(Herfindal-Hirschman Index : HHI)와 상위 n개 DMU의 시장점유율을 합계로 계산하는 n사의 기업집중률 CRn(Concentration Ratio)을 도출한다. 분석대상 13개 터미널의 HHI와 CRn는 <표 2>와 같다.

<표 2> 컨테이너 물동량의 집중도 추이

년	2003	2004	2005	2006	2007	2008
HHI	1721.3	1675.1	1678.8	1498.7	1495.0	1533.1
CR1	28.63	27.21	27.10	23.23	23.35	23.86
CR3	66.54	65.68	65.79	61.96	61.75	62.30

HHI 시장집중도 지수는 1,000 이하인 경우 독점적 시장지배력이 없는 것으로, 1,800 이상을 매우 집중된 시장으로 독점적 시장지배력이 있는 것으로 간주하는 미국 기준에 의하면 터미널 물동량은 독점적 시장 지배력이 존재하지 않는다. HHI에 의한 시장집중도는 2003년에 가장 높았으나 2006년에 큰 폭으로 하락한 후 회복상태를 유지하고 있다. 상위 1개 터미널과 상위 3개 터미널의 집중률 역시 하락하는 추세이나, 상위 3개 터미널의 집중률이 2008년 62.3%로서 상위 3개 터미널의 물동량 점유도가 대단히 높다. 이러한 점은 터미널 물동량이 소수 특정 터미널에 집중되어 있어 과점상태에 있다는 것을 의미한다.

<표 3> 효율성

	2003			2004			2005		
	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE
자성대	0.6600	0.6640	0.9940	0.7335	0.7397	0.9916	0.7960	0.8020	0.9925
우암	0.5763	0.7403	0.7785	0.5653	0.7159	0.7896	0.6043	0.7962	0.7590
신선대	0.7602	0.8132	0.9348	0.8545	0.8600	0.9936	0.6851	0.6919	0.9902
감만	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
신감만	0.6430	0.8594	0.7482	0.7832	0.9554	0.8198	0.8430	1.0000	0.8430
감천	0.7002	1.0000	0.7002	0.7598	1.0000	0.7598	0.5564	1.0000	0.5564
세방기업	0.3473	0.9434	0.3681	0.5123	0.9291	0.5514	0.5861	0.9349	0.6269
한진기업	0.5977	0.9651	0.6193	0.6177	0.9481	0.6515	0.6245	0.9436	0.6618
한국허치슨	0.3319	0.9420	0.3523	0.3234	0.8950	0.3613	0.2904	0.8889	0.3267
동부건설	0.2546	1.0000	0.2546	0.3257	1.0000	0.3257	0.4302	1.0000	0.4302
KIT	0.1074	0.5569	0.1929	0.0836	0.2210	0.3783	0.1344	0.2383	0.5640
대한통운	1.0000	1.0000	1.0000	0.9051	1.0000	0.9051	0.8739	1.0000	0.8739
	2006			2007			2008		
	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE
자성대	0.8490	0.9188	0.9240	0.8573	0.8662	0.9897	0.8276	0.8353	0.9908
우암	0.5974	0.7448	0.8021	0.5607	0.7487	0.7489	0.6223	0.7564	0.8227
신선대	0.6733	0.7925	0.8496	0.8446	0.8510	0.9925	0.8385	0.8436	0.9940
감만	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
신감만	0.9824	1.0000	0.9824	0.9658	1.0000	0.9658	0.9767	1.0000	0.9767
감천	0.6299	1.0000	0.6299	0.6470	1.0000	0.6470	0.6537	1.0000	0.6537
신항	0.1585	0.4793	0.3307	0.1698	0.2487	0.6828	0.0488	0.2035	0.2398
세방기업	0.5107	0.9080	0.5624	0.4400	0.8889	0.4950	0.4648	0.8920	0.5211
한진기업	0.6087	0.9264	0.6571	0.7535	1.0000	0.7535	0.8162	1.0000	0.8162
한국허치슨	0.2489	0.8889	0.2800	0.1694	0.8889	0.1906	0.0273	0.8889	0.0307
동부건설	0.4901	1.0000	0.4901	0.5440	1.0000	0.5440	0.5114	1.0000	0.5114
KIT	0.1928	0.2564	0.7520	0.2084	0.2648	0.7870	0.2054	0.2374	0.8652
대한통운	1.0000	1.0000	1.0000	0.3169	0.3731	0.8494	0.3878	0.4280	0.9061

<표 4> 비효율의 원인과 규모의 수익

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
자성대	P(D)	P(I)	P(I)	P(D)	P(I)	P(I)
우암	P(I)	P(I)	S(I)	P(I)	P(I)	P(I)
신선대	P(D)	P(I)	P(I)	P(D)	P(I)	P(I)
감만	C(C)	C(C)	C(C)	C(C)	C(C)	C(C)
신감만	S(I)	S(I)	S(I)	S(I)	S(I)	S(I)
감천	S(I)	S(I)	S(I)	S(I)	S(I)	S(I)
신항	-	-	-	S(I)	P(I)	P(I)
세방기업	S(I)	S(I)	S(I)	S(I)	S(I)	S(I)
한진기업	S(I)	S(I)	S(I)	S(I)	S(I)	S(I)
한국허치슨	S(I)	S(I)	S(I)	S(I)	S(I)	S(I)
동부건설	S(I)	S(I)	S(I)	S(I)	S(I)	S(I)
KIT	S(I)	P(I)	P(I)	P(I)	P(I)	P(I)
대한통운	C(C)	S(I)	S(I)	C(C)	P(I)	P(I)

주: S, P는 비효율이 규모(S) 또는 순수운영(P)에 있다는 것을, ()안의 I와 D는 수익체증과 수익체감을 나타냄.

<표 3>은 투입지향적 DEA를 적용한 결과이며, <표 4>는 비효율의 원인이 주로 어디에 있는가와 규모의 수익상태를 보여주고 있다. 2003-8 기간에 걸쳐 자성대, 우암, 신선대는 비효율의 원인이 규모보다는 운영에 있다는 것을 보여주고 있다. 이와는 반대로 신감만과 감천은 규모의 비효율이 더 큰 것으로 나타나고 있다. 신항의 비효율 요인은 운영상의 비효율에서 규모의 비효율로 바뀌고 있다. 2008년을 기준으로 자성대, 우암, 신선대, 신항에서는 운영에서의 비효율이 크고, 신감만, 감천은 규모의 문제점이 더 크다. 2007-8년에 있어서 광양항의 경우 KIT를 제외한 세방, 한진, 한국허치슨, 동부건설은 규모의 비효율이 더 클 뿐만 아니라 규모의 비효율이 대단히 커서 규모에 상당한 크기의 문제가 있다는 것을 보여주고 있다.

<표 5>에서 부산항과 광양항의 13개 터미널의 효율성은 2004년부터 하락하고 지속적으로 하락하고 있으며, 부산항 역시 2004년부터 하락하는 추세이며 광양항은 2007년부터 급격한 하락을 보이고 있다. 이것은 터미널이 전반적으로 비효율화되고 있다는 것을 의미한다. 또한 두 항만 간 효율성 격차가 상당히 크다. 전체적인 변이계수가 커지는 추세인데 이것은 부산항의 변이계수가 2003년 0.2056에서 2008년 0.4579로 크게 높아졌기 때문이며, 부산항의 터미널 간 효율성 격차가 크게 확대되었다는 것을 의미한다.

<표 5> 효율성 변화

부산항과 광양항						
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
평균	0.5816	0.6220	0.6187	0.6109	0.5752	0.5677
표준편차	0.2788	0.2725	0.2486	0.2940	0.2989	0.3299
변이계수	0.4795	0.4380	0.4018	0.4812	0.5196	0.5810
부산항						
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
평균	0.7233	0.7827	0.7475	0.6986	0.7207	0.7097
표준편차	0.1487	0.1432	0.1650	0.2891	0.2906	0.3250
변이계수	0.2056	0.1830	0.2208	0.4137	0.4032	0.4579
광양항						
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
평균	0.4398	0.4613	0.4899	0.5085	0.4054	0.4022
표준편차	0.3174	0.2843	0.2625	0.2895	0.2209	0.2708
변이계수	0.7217	0.6163	0.5358	0.5693	0.5449	0.6734

III. 토빗 분석

터미널 효율성에 설명변수들이 어떠한 영향을 미치는가를 살펴보기 위하여 토빗 모형(tobit model)을 도입한다. 계량분석 모형은 종속변수가 유무 또는 행위여부와 같은 이산 종속변수일 때는 프라빗 모형을, 존재 또는 행위가 이루어지는 비율일 경우 토빗 모형을 사용한다. 토빗 모형은 ‘중도절단 회귀모형’(censored regression model)이라고 불리는데, 그 이유는 종속변수의 값이 0 이하에서 중도 절단되는 특성을 반영하는 모형이기 때문이다(Amemiya, 1973; 모수원, 2006). 먼저 효율성 결정요인을 분석하기 위해서 다음과 같은 축약방정식을 정의한다.

$$y_i = f(X_i, \beta) + \epsilon_i \tag{3}$$

여기서 하첨자 $i = 1, 2, \dots, N$ 는 의사결정단위를, y_i 는 종속변수로서 효율성 비율을, X_i 는 설명변수의 벡터를, β 는 추정하고자 하는 계수 값을, ϵ_i 는 투입함수의 통상적인 오차항을 나타낸다. 이러한 축약방정식의 추정을 위해서는 추정함수의 명시적인 형태와 오차항에 대한 기본가정이 필요하다. 먼저 ‘관찰되지 않은 잠재변수지표’(unobserved latent variable

index)를 y_i^* 라고 정의할 때 y_i^* 는 다음과 같이 관찰 가능한 특징을 나타내는 설명변수 벡터 X_i 의 선형함수로 표시할 수 있다고 가정한다.

$$y_i^* = X_i\beta + \epsilon, \tag{4}$$

여기서 y_i^* 는 관측 불가능한 잠재변수, X_i 는 효율성에 영향을 미치는 설명변수, β 는 계수, ϵ_i 는 오차항을 의미한다. 토빗 모형에서는 관측 가능한 종속변수는 다음과 같이 정의된다.

$$y_i = \begin{cases} y_i^*, & \text{if } y_i^* > 0 \\ 0, & \text{if } y_i^* \leq 0 \end{cases} \tag{5}$$

토빗모형은 오차항이 정규분포 $\epsilon_i \sim N(0, \sigma_\epsilon^2)$ 를 따른다는 가정하에 ‘최우추정법’(maximum likelihood method)을 이용하여 β/σ 의 값을 추정한다. 토빗모형을 도입하는 것은 표본자료의 일부를 중도절단하여 OLS를 적용할 경우 불일치한 추정치를 얻게 되기 때문에 토빗모형으로 설정하여 ML기법으로 추정할 필요가 있다(김현재·윤원철, 2006). 그런데 토빗모형(type I 토빗모형)에 대한 ML 추정량은 오차가 정규분포를 따르고 동분산(homoscedastic)이라고 가정하고 있다. OLS와 같은 통상적인 회귀분석에서는 이러한 가정들이 위배될 경우, 추정치는 일치하지만 효율적이지 못하는데 비해, 토빗모형을 ML 기법으로 추정할 경우 이분산성(heteroskedasticity)이 존재하면 불일치한 추정량을 얻게 되어 특정 설명변수가 종속변수에 미치는 효과가 과소 혹은 과대하게 평가될 수 있다(Arabmazar and Schmidt, 1981, 1982). 이러한 이분산성을 고려하기 위하여 type II 토빗모형도 도입한다. 본고에서는 효율성 척도를 비효율성 척도로 변환(normalization)한 다음, 변환된 비효율성 척도를 종속변수로 사용하는 Tobit 분석을 적용한다. 그리고 Tobit분석은 상당수의 종속변수가 0인 경우에 유용하게 이용되는 것으로 알려져 있다(Chilingirian, 1995).

<표 6>은 토빗분석기법을 이용하여 컨테이너 야드당 물동량(PERCY)과 컨테이너 크레인당 물동량(PERCC)이 효율성에 미치는 영향을 보여주고 있다. 모형 1은 PERCY, PERCC가 설명변수이며, 모형 2는 PERCY, 모형 3은 PERCC가 설명변수이다. 3가지 모형 모두에서 PERCY와 PERCC는 음의 부호로 5%에서 유의하여 PERCY와 PERCC의 증가가 효율성을 증가시킨다는 것을 확인시켜주고 있다. 또한 Tobit I 과 Tobit II의 결과가 거의 유사하여 Tobit모형에 의한 유의한 차이는 없다. 그런데 모형 1에서 PERCY의 계수가 PERCC의 계수보다 크며, 모형 2의 PERCY 계수가 모형 2의 PERCC 계수보다 커서 컨테이너 야드당 컨테이너 크레인보다 효율성에 더 큰 영향을 미치고 있다. 부산항의 터미널의 부호가 음의 부호로 나타나 부산항의 컨테이너 터미널들의 효율성이 광양항의 컨테이너 터미널보

다 효율성이 높다는 것도 알 수 있다.

<표 6> Tobit 분석

	모형 1		모형 2		모형 3	
	Tobit 1	Tobit 2	Tobit 1	Tobit 2	Tobit 1	Tobit 2
상수	68.57(10.00)	68.47*(9.264)	67.30(13.43)	67.20(12.52)	80.28(11.98)	79.65(10.95)
PERCY	-7.599*(3.777)	-7.587*(3.499)	-8.119(13.40)	-8.1.8(12.50)		
PERCC	-0.4711(0.2708)	-0.472(0.251)			-6.786(11.96)	-6.722(10.90)
DBUSAN	-2.915*(3.670)	-2.920*(3.411)	-2.989*(4.00)	-2.994*(3.753)	-2.014*(2.652)	-1.769*(2.052)
D2004	-4.529*(2.818)	-4.527*(2.615)	-4.770*(3.566)	-4.770*(3.341)	-1.669(1.280)	-1.055(0.682)
D2005	1.927(1.509)	1.922(1.398)	2.119*(1.994)	2.114(1.865)	-0.901(0.799)	-0.903(0.744)
D2006	-6.467*(4.503)	-6.455*(4.172)	-6.686*(5.636)	-6.675*(5.268)	-2.891*(2.480)	-2.840*(2.259)
D2007	-5.699*(3.496)	-5.679*(3.231)	-5.951*(4.443)	-5.932*(4.142)	-1.367(1.067)	-1.427(1.030)
D2008	-8.187*(4.907)	-8.147*(4.520)	-8.479*(6.769)	-8.446*(6.275)	-3.504*(2.939)	-3.409*(2.627)
sigma	2.531(11.60)		2.532(11.60)		2.75(11.72)	
R ²		0.7638		0.7636		0.7140
F		23.45(0.000)		27.22(0.000)		21.04(0.000)

주: 1. '*'는 5%에서 유의함을, ()안은 t값

2. DBUSAN은 부산항 터미널 터미변수이며, 나머지는 터미는 연도터미변수임

IV. 결 론

본고는 컨테이너 야드와 컨테이너 크레인을 투입요소로, 컨테이너 물동량을 산출요소로 한 DEA모형을 적용하여 부산항과 광양항의 컨테이너 터미널의 특성을 파악하는데 연구의 목적을 두었다. 먼저 투입변수와 산출변수의 기초통계량을 도출하여 컨테이너 물동량, 컨테이너 야드, 컨테이너 크레인 모두 분포가 오른쪽으로 긴 꼬리를 가져 물동량, 컨테이너 야드 면적, 크레인 수를 기준으로 하여 규모가 작은 터미널이 많다는 것을 알 수 있었다. 또한 허핀달-허쉬만지수(Herfindal-Hirschman Index : HHI)를 통해 터미널 물동량에 독점적 시장 지배력이 존재하지 않는다는 것과 상위 3개 터미널의 집중률이 대단히 높아 터미널 물동량이 소수 터미널에 집중되어 있는 것으로 나타났다.

DEA를 적용하여 13개 터미널의 효율성이 2004년부터 지속적으로 하락하고 있으며, 두항만 간 효율성 격차가 상당히 크게 나타났다. 토빗분석기법을 이용하여 컨테이너 야드당

물동량과 컨테이너 크레인당 물동량의 증가가 효율성 향상에 기여하나, 컨테이너 야드의 계수가 컨테이너 크레인의 계수보다 더 커서 컨테이너 야드가 효율성에 더 큰 영향을 미친다는 것을 밝힐 수 있었다.

<참 고 문 헌>

1. 김현제, 윤원철, "DEA 기법과 토빗모형을 활용한 효율성 차이에 대한 분석: 서울시 고등학교의 교육성과를 대상으로", 「재정논집」, 제21권 제1호, 2006, pp. 97-1141.
2. 모수원, "국내항만의 효율성결정요소", 「한국항만경제학회지」, 제24권 제4호, 2008, pp. 349-361.
3. 박홍균, "환적화물의 컨테이너 터미널 효율성 분석", 「한국항만경제학회지」, 제26권 제1호, 2010, pp. 1-19.
4. 손승태, "국내 은행의 경영효율성 비교연구", 한국개발연구원, 1993, pp. 64-82.
5. Arabmazar, A. and Schmidt, P., "An Investigation of the Robustness of the Tobit Estimator to Non-Normality," *Econometrica*, Vol. 50, 1982, pp. 1055-1063.
6. Amemiya, T., "Regression Analysis When the Dependent Variable Is Truncated Normal," *Econometrica*, Vol. 41, 1973, pp. 997-1016.
7. Banker, R. D., Charnes, A. and Cooper, W.W., "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis," *Management Science*, Vol.30, 1984, pp. 1078-1092.
8. Boussofiane, A., Dyson, R. G. and Thanassoulis, E., "Applied Data Envelopment Analysis," *European Journal of Operational Research*, Vol. 32, 1991, pp. 1-15.
9. Chilingirian, J.A., "Evaluating Physician Efficiency in Hospitals: A Multivariate Analysis of Best Practices," *European Journal of Operational Research*, Vol. 80, 1995, pp. 548-574.
10. Nunamaker, T. R., "Using Data Envelopment Analysis to Measure the Efficiency of Nonprofit Organizations : A Critical Evaluation," *Managerial and Decision Economics*, Vol. 6, No. 1, 1985, pp.50-58.
11. Nyhan, R. C. and Martin, L. L., "Comparative Performance Measurement - A Primer on Data Envelopment Analysis," *Public Productivity & Management Review*, Vol. 22, No. 33, 1999, pp.348-364.

< 요약 >

부산항과 광양항의 컨테이너 터미널의 효율성

모수원·이광배

세계 주요 항만들은 항만운영의 효율성 증대시키기 위해 항만시설의 확충과 개선에 많은 노력을 기울이고 있다. 본고는 세계 주요 항만과의 경쟁에서 밀리고 있는 부산항과 광양항의 컨테이너 터미널의 효율성의 특성을 파악하기 위하여 DEA 모형과 토빗모형을 이용한다. 먼저 허핀달-허쉬만지수와 기업집중률을 이용하여 컨테이너 터미널의 물동량 집중도를 조사하여 집중도는 감소하는 추세이나 상위 3개 터미널의 물동량 집중도가 상당히 높다는 것을 밝힌다. 이러한 결과는 Jarque-Bera 통계량과 왜도를 통해 변수들이 우측으로 긴 꼬리를 갖는 분포를 보여 규모가 작은 컨테이너 터미널의 빈도가 크다는 사실에서도 확인할 수 있다. DEA모형을 이용하여 부산항과 광양항의 컨테이너 터미널의 효율성을 도출하여 비효율적 DMU들의 비효율 원인은 각기 다르나, 비효율적 터미널들이 대부분 규모의 수익체증 상태에 있기 때문에 규모를 줄이는 방법보다는 규모를 확대하는 것이 효율성 향상에 보다 효율적이라는 것을 보인다. 이분산성을 고려한 토빗모형을 적용하여 컨테이너 야드당 물동량과 컨테이너 크레인당 물동량의 계수가 예상되는 부호를 가져 효율성 증대에 기여하나 컨테이너 야드가 컨테이너 크레인보다 효율성에 더 큰 영향을 미친다는 것을 밝힌다.

□ 주제어: DEA, 기술효율성, 컨테이너 터미널, 토빗 모형