

세계 주요 컨테이너항만의 효율성 비교 연구

손 용 정*

A Comparative Study on the Efficiency of Major Container Ports

Yong-Jung Son

목 차

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| I. 서론 | III. 세계 주요 컨테이너항만의 효율성 비교 |
| II. 세계 주요 컨테이너항만의 화물 처리실적 | IV. 요약 및 결론 |

Key Words: Efficiency, Container Port, DEA

Abstract

This study aims to analyse efficiencies of international main container ports. For the purpose, it selected twenty main ports based on the volume of cargo of ports recorded in Containerisation International Yearbook and conducted BCC(efficiency analysis) on them.

The variables which may influence efficiency of ports were selected based on previous studies. Berth, Depth, Crane and Total area were input variables and Total TEU was an output variables.

The results are summarized as follows: First, DEA-CCR efficiency of Shenchen Port(China) was 1.0, which was the most efficient poor analysed. Second, DEA-BCC efficiency of Port of Singapore, Shenchen Port(China), Ningbo Port (China), Port of Tanjung Pelepas (Malaysia) was 1.0, which was the most efficient analysed. Third, efficient scale of Shenchen Port(China) has been 1.0 for four subsequent years from 2004 to 2007, which was the most efficient analysed.

○ 논문접수: 2010.1.28

○ 심사완료: 2010.3.04

○ 게재확정: 2010.3.22

* 조선대학교 무역학과 강사(경영학박사), 01046330773@hanmail.net, 010-4633-0773

I. 서론

우리나라의 지리적 특성상 수출입 물품의 운송에 있어 중심적 역할을 수행하는 컨테이너 항만산업의 발전은 아무리 강조해도 지나침이 없다. 또한 우리나라 컨테이너 항만산업은 중국 경제의 급속한 성장과정에서 발생한 대규모 환적화물을 처리함으로써 새로운 부가가치 및 고용을 창출하고 있다.²⁾

그동안 우리나라의 항만산업은 부산항이 컨테이너화물 처리량에서 세계 5대 항만(2008년 말)의 지위를 유지하며, 양적인 측면에서는 상당한 성과를 달성한 것으로 판단된다. 그럼에도 불구하고 우리나라의 항만산업은 최근 두 가지 측면에서 딜레마에 직면하고 있다. 즉 양적으로 항만물동량의 증가율이 급격하게 둔화되고 있을 뿐만 아니라 항만산업을 통한 실질적인 부가가치 및 고용창출효과도 극히 제한적이라는 점이다. 항만물동량의 증가세 둔화는 수출입화물과 환적화물 모두에서 나타나고 있다. 수출입화물의 경우 국내 산업구조의 소프트화와 고부가가치화에 따라 금액의 증가에도 불구하고 물동량증가세는 둔화되고 있으며 환적화물의 경우도 중국 항만의 급성장으로 인한 환적수요의 증가세 둔화현상이 심화되고 있기 때문이다.³⁾

항만은 사회간접자본시설로써 수출입 화물의 처리와 육상운송과 해상운송의 연결점으로 국제 물류체계에서 큰 역할을 수행한다. 항만시설의 적기 공급과 항만의 높은 생산성은 항만 이용자들의 물류비용을 절감하고 국가경제의 성장에도 기여한다.⁴⁾

항만산업을 발전시켜 부가가치를 획득하려는 국가 간 경쟁이 심화되고 있는 가운데 우리나라의 대표항만인 부산항과 광양항의 미래는 그리 밝지 못하다. 이와 같이 치열해지는 항만경쟁에서 특히 동북아시아 항만경쟁 상황에 비춰 볼 때 매우 우려스러운 현실이다. 따라서 세계 20대 컨테이너항만의 효율성 분석을 실시해 봄으로써 우리나라가 지향해 온 동북아 물류중심국가로 발전하기 위한 대안제시에 중요한 기초자료가 될 수 있을 것이다.

II. 세계 주요 컨테이너항만의 화물 처리실적

2007년에 이어 2008년에도 중국항만의 성장세가 가파르게 증가하고 있다. 중국지역 항만(상하이, 홍콩, 선전, 청도, 닝보, 광저우, 천진)은 2007년에 106,372천TEU에서 2008

2) 고병욱, "컨테이너 항만하역산업의 과당경쟁 발생요인에 관한 이론 고찰 및 정책적 시사점," 「해운물류연구」, 제25권 제2호(통권 61호), 한국해운물류학회, 2009, p.312.

3) 정봉민, "주요 물류중심항 항만물류산업의 발전 특징과 시사점-싱가포르·로테르담·홍콩항을 중심으로-," 「월간 해양수산」, 통권 제269호, 한국해양수산개발원, 2007, p.19.

4) 김성철·류동근·류학수, "우리나라 해외항만 투자인식과 해외 진출방안에 관한 실증 연구," 「경영사학」, 제24집 제1호, 한국경영사학회, 2009, pp.76-77.

년에는 114,690천TEU로 8,318천TEU가 증가하였다. 싱가포르항은 세계 1위의 컨테이너항만으로 2008년 29920천TEU를 처리하여 2007년(27936천TEU) 대비 7.1%의 증가율을 보이고 있다.

최근 세계 컨테이너항만의 가장 큰 변화는 2007년에 상하이항이 홍콩항을 제치고 항만 순위가 3위에서 2위로 올라섰다는 점이다. 이러한 상하이항의 성장원인은 첫째, 국민소비 증가에 따른 대외교역의 증가, 둘째, 항만시설의 확장 셋째, 선박의 대형화, 넷째, 국제서비스 항로의 증가, 다섯째, 수출환급세율 인하에 따른 수출증대 등이며 상하이항을 포함한 중국지역 항만의 성장세는 당분간 지속될 것으로 보인다.

<표 1> 세계 주요 항만 컨테이너 처리실적

(단위: 천TEU)

항 만 명(국가명)	2005	2006	2007	2008
싱가포르(싱가포르)	23,192 (1)	24,792 (1)	27,936 (1)	29,920 (1)
상 하 이(중국)	18,084 (3)	21,710 (3)	26,150 (2)	27,980 (2)
홍 콩(중국)	22,427 (2)	23,230 (2)	23,998 (3)	24,250 (3)
선 전(중국)	16,197 (4)	18,469 (4)	21,099 (4)	21,410 (4)
부 산(한국)	11,843 (5)	12,030 (5)	13,261 (5)	13,453 (5)
두 바 이(UAE)	7,619 (9)	8,923 (8)	10,700 (7)	11,830 (6)
닝 보(중국)	5,208 (15)	7,068 (13)	9,360 (11)	11,230 (7)
광 저 우(중국)	685 (18)	6,600 (15)	9,200 (12)	11,000 (8)
로테르담(네덜란드)	9,300 (7)	9,600 (7)	10,791 (6)	10,800 (9)
칭 다 오(중국)	6,307 (13)	7,702 (11)	9,462 (10)	10,320 (10)
함부르크(독일)	8,088 (8)	8,861 (9)	9,890 (9)	9,700 (11)
카 오 슝(대만)	9,471 (6)	9,775 (6)	10,257 (8)	9,680 (12)
엔트워프(벨기에)	6,482 (12)	7,019 (14)	8,200 (14)	8,660 (13)
텐 진(중국)	4,801 (16)	5,900 (17)	7,103 (17)	8,500 (14)
포트클랑(말레이시아)	5,544 (14)	6,320 (16)	7,119 (16)	7,970 (15)
로스앤젤레스(미국)	7,485 (10)	8,470 (10)	8,350 (13)	7,850 (16)
롱 비 치(미국)	6,710 (11)	7,290 (12)	7,312 (15)	6,490 (17)
탄중펠레파스(말레이시아)	4,177 (19)	4,770 (19)	5,500 (18)	5,600 (18)
브레멘/브레멘하버(독일)	3,736 (22)	4,450 (20)	4,892 (20)	5,500 (19)
뉴욕/뉴저지(미국)	4,755 (17)	5,093 (18)	5,299 (19)	5,240 (20)

주: ()는 년도별 순위

자료: Containerisation International Yearbook 각년호.

Ⅲ. 세계 주요 컨테이너항만 효율성 비교

1. DEA분석의 이론적 고찰⁵⁾

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.

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

여기서 v_i 와 y_r 은 투입물 x_i 와 산출물 y_r 의 가중치로서 비아르키메디안 상수인 ε 보다 큰 양수로 정의한다. $(s+m)$ 개의 변수와 n 개의 제약식을 갖는 비선형 수리계획법인 식 (1)을 쌍대선형계획(dual linear program)으로 전환하면 식 (2)와 같다.

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

식 (2)에서 θ 는 DMU가 일정한 양의 산출물을 생산하기 위하여 다른 DMU군에 비해 투입물의 상대적 사용량을 나타내는 기술효율성으로 DMU_0 효율수준을 나타내며,

5) 손승태, "국내 은행의 경영효율성 비교연구", 한국개발연구원, 1993, pp.64-82.
 모수원, "국내항만의 효율성 결정요소-패널분석과 이분산 토빗모형을 이용하여-", 「한국항만경제학회지」, 제24집 제4호, 한국항만경제학회, 2008, p.351.

θ 가 1이면 기술효율적인 DMU임을 의미하며, 1보다 작으면 $1-\theta$ 만큼 투입요소를 다른 DMU군에 비해 더 사용하고 있음을 의미한다.

2. 기존연구에 대한 검토 및 차이점

컨테이너항만의 효율성을 분석한 국외연구로는 Notteboom et al(2000)⁶⁾, Tongzon, J.(2001)⁷⁾, Cullinane K. et al (2002)⁸⁾, Valentine and Gray(2002)⁹⁾, 국내연구로는 송재영(2004)¹⁰⁾은 세계 53개 항만을 대상으로 7개년(1995년-2001년)에 대한 효율성을 CCR, BCC모형, Malmquist Index를 이용하여 세계 항만들의 효율성 변화를 살펴보았다.

조윤기(2006)¹¹⁾는 한·중·일 항만을 대상으로 효율성 측정결과를 제시하고 우리나라 항만들이 벤치마킹해야 할 준거집단과 개선목표치를 논의하였다. 권신혜(2007)¹²⁾는 22개의 동북아시아 항만을 대상으로 2003년-2005년 기간 동안 CCR, BCC, 규모효율성을 이용하여 효율적인 항만과 비효율적인 항만을 구분하고 효율성 개선을 위한 개선 값을 제시하였다. 이장원·김형기·김성호(2008)¹³⁾는 Containerisation International Yearbook의 자료를 바탕으로 중국의 7개 항만, 한국의 3개항만, 일본의 6개 항만에 대해 경쟁력을 비교 분석하고 효율성 추세를 살펴보았다.

하명신(2009)¹⁴⁾은 미국과 동북아시아 35개 항만을 대상으로 2005년-2007년 동안

-
- 6) Notteboom T., Coeck C. and Van den Broeck J., "Measuring and Explaining the relative Efficiency of Container Terminals by means of Bayesian Stochastic Frontier Models," *Journal of Maritime Economics & Logistics*, Vol.2, pp.83-106.
 - 7) Tongzon, J., "Efficiency Measurement of Selected Australian and Other International Ports Using Data Envelopment Analysis," *Transportation Research, Part A*, Vol.35, 2001, pp.113-128.
 - 8) Cullinane, K., "The Productivity and Efficiency of Ports and Terminals: Methods and Applications," *The Handbook of Maritime Economics and Business*, London: LLP, 2002.
 - 9) Valantine, V. C. and R. Gray, "Competition of Hub Ports: A Comparison between Europe and the Far East," *Proceedings of the 2nd International Gwangyang Port Forum and International Conference for the 20th Anniversary of Korean Association of Shipping Studies*, Korean Association of Shipping Studies, April, 2002, pp.161-176.
 - 10) 송재영, "컨테이너 항만의 효율성 분석에 관한 연구," 한국해양대학교 대학원 박사학위논문, 2004.
 - 11) 조윤기, "한·중·일 컨테이너항만의 효율성 비교 분석", 「동북아경제연구」, 제18권 제3호, 한국동북아경제학회, 2006, pp.1-20.
 - 12) 권신혜, "동북아시아 항만의 효율성 분석에 관한 연구," 부경대학교 대학원 석사학위논문, 2007.
 - 13) 이장원·김형기·김성호, "한·중·일 3국의 항만경쟁력 비교 연구", 「국제지역연구」, 제11권 제4호, 한국외국어대학교 국제지역연구센터, 2007, pp.333-360.
 - 14) 하명신, "동북아 지역과 미국 주요 컨테이너항만간의 효율성 비교", 「한국항만경제학회지」, 제25집 제3호, 한국항만경제학회, 2009, pp.229-250.

CCR, BCC, 규모의 효율성 등을 분석하였다. 다음의 <표 3>은 기존연구의 투입요소와 산출요소를 제시하였다.

DEA효율성 분석을 실시한 최근의 국내 연구가 대상 선정에 있어서 일부 터미널 또는 일부 항만을 대상으로 분석하거나 지역적으로 특정 지역에 편중된 대상을 선정하는 경우가 많다. 따라서 본 연구는 전 세계 주요 20대 항만을 분석대상 항만으로 선정하여 분석을 실시하였다.

<표 3> 기존연구의 투입요소와 산출요소

연구자	투입요소	산출요소	분석대상항만
Notteboom et al(2000)	안벽길이, 터미널면적, 크레인수	컨테이너 처리량	유럽항만의 26개 터미널
Tongzon, J.(2001)	선석수, 크레인수, 예인선수, CY면적, 대기시간, 인원수	컨테이너처리량 선박작업률	세계 주요 16개 항만
Cullinane K. et al (2002)	안벽길이, 터미널면적, 하역장비수	컨테이너처리량	아시아지역 항만 및 터미널
Valentine and Gray(2002)	컨테이너수, 선석길이, 컨테이너선석길이	화물처리톤수	유럽과 동북아시아 12개항만
강상곤(2001)	선석총길이, 터미널총면적, 각종하역장비	양하시 컨테이너처리량 적하시 컨테이너처리량	세계 50대 항만
송재영(2004)	선석수, 총면적, G/C장비, 야드장비, CFS면적, 평균 작업시간	컨테이너처리량	세계 53개 컨테이너항만
조윤기(2006)	선석수 갠트리크레인수	화물물동량 정기선사 취항수	한,중,일 22개 항만
권신혜(2007)	선석수, 선석길이, 수심, 부두 총면적, 크레인수	컨테이너처리량	동북아시아지역 22개항만
이장원,김형기,김성호(2008)	선석수, 선석길이, 수심, 크레인, 부두총면적	컨테이너처리량	한,중,일 16개 항만
하명신(2009)	선석수, 수심, 부두면적, C/C수	총 처리물동량, 처리물동량 기준 성장률	미국과 동북아시아 항만

3. 변수의 선정

세계 주요 컨테이너항만의 효율성을 비교 분석하기 위해서 Containerisation International Yearbook에 수록된 세계 컨테이너항만 가운데 컨테이너 물동량 처리기준

(2007년)으로 20대 항만을 대상으로 효율성을 분석을 실시한다.

분석기간은 Containerisation International Yearbook 2006, 2007, 2008, 2009년판을 활용하였다. 효율성분석을 위해 DEA분석의 CCR, BCC, 규모의 효율성을 측정하고자 한다.

DEA모형을 활용한 효율성 분석에는 다수의 투입변수와 산출변수가 존재하므로 측정변수에 따라 서로 다른 분석결과가 나타날 수 있다. 따라서 측정변수의 선정은 DEA모형을 활용한 효율성 분석에서 1차적으로 중요한 요소이다.

본 연구에서는 항만의 효율성에 영향을 미칠 수 있는 변수를 국내외 기존 연구<표 3>를 참고하여 측정변수를 선정하였는데 선석수, 수심, 크레인수, 총면적을 투입변수로 컨테이너 화물처리량을 산출변수로 선정하였다. 이러한 변수들은 항만의 선택기준과 효율성을 측정하는 대표적인 변수들로 기존의 연구에서도 많이 이용된 변수이다.

분석에 사용된 컨테이너항만의 2004년-2007년까지의 투입요소와 산출요소의 특성에 대한 통계량은 <표 2>와 같다.

<표 2> 투입요소와 산출요소의 통계량

변수	특성	평균	표준편차	최소값	최대값	왜도	첨도
2004	선 석 수	23.550	16.2302	4.0	65.0	0.849	0.534
	수 심	64.115	40.1509	15.0	155.0	0.815	-0.248
	총 면 적	3115705.350	2.0842	500000.0	7432875.0	0.531	-0.948
	크 레 인 수	54.500	30.9558	15.0	118.0	0.590	-0.327
	화물처리량	8313358.100	5.5006	3308200.0	21984000.0	1.473	1.426
2005	선 석 수	25.850	17.9452	4.0	73.0	1.079	1.028
	수 심	68.010	38.4813	15.0	142.0	0.339	-1.032
	총 면 적	3418936.600	2.1481	757000.0	7222875.0	0.241	-1.422
	크 레 인 수	57.450	32.7357	15.0	131.0	0.721	0.066
	화물처리량	9262189.700	5.8639	3735574.0	22427000.0	1.381	0.783
2006	선 석 수	26.700	17.7085	4.0	75.0	1.105	1.562
	수 심	69.304	36.5127	15.0	142.0	0.218	-0.975
	총 면 적	3650159.600	2.3210	757000.0	8569837.0	0.379	-0.912
	크 레 인 수	63.200	35.7883	16.0	143.0	0.849	0.183
	화물처리량	1.038	6.2724	4450000.0	239800000.0	1.397	0.621
2007	선 석 수	26.100	17.5706	4.0	75.0	1.229	1.910
	수 심	74.224	43.5209	15.0	184.0	0.820	0.631
	총 면 적	3766692.200	2.4388	757000.0	8569837.0	0.399	-1.066
	크 레 인 수	66.500	38.8689	16.0	143.0	0.575	-0.909
	화물처리량	1.175	6.9697	4892239.0	27100000.0	1.382	0.622

4. 효율성 분석

1) CCR

다음의 <표 4>는 세계 20대 항만의 DEA-CCR효율성을 분석한 결과이다. 선전항(중국)이 4년 연속 효율성 1.0으로서 분석대상 항만 중 가장 효율적인 항만으로 분석되었다. 중국지역 항만중에서는 천진항의 효율성 지수가 하락세를 보이고 있고, 기타 항만들은 일정 수준의 효율성을 분석기간 동안 유지하고 있는 것으로 분석되었다.

부산항의 효율성지수가 경쟁항만에 비해 뒤처지며, 물동량 증가세(<표 1> 참고)도 완만한 반면 인근의 중국지역 경쟁항만(상해, 홍콩, 청도, 닝보, 광저우)의 물동량이 증가하고 있어 당분간 경쟁력이 하락할 것으로 예상된다.

<표 4> CCR 효율성 결과

항 만 명(국가명)	2004	2005	2006	2007
싱가포르(싱가포르)	0.41 (3)	0.42 (5)	0.39 (6)	0.38 (4)
상 하 이(중국)	0.34 (5)	0.34 (7)	0.27 (9)	0.29 (9)
홍 콩(중국)	0.34 (4)	0.34 (6)	0.39 (4)	0.35 (6)
선 전(중국)	1.00 (1)	1.00 (1)	1.00 (1)	1.00 (1)
부 산(한국)	0.18 (10)	0.25 (11)	0.20 (13)	0.16 (13)
로테르담(네덜란드)	0.14 (14)	0.24 (12)	0.14 (17)	0.16 (14)
두 바 이(UAE)	0.26 (9)	0.29 (9)	0.32 (7)	0.33 (7)
카 오 숭(대만)	0.54 (2)	0.67 (2)	0.60 (3)	0.56 (3)
함부르크(독일)	0.11 (18)	0.17 (17)	0.14 (16)	0.14 (16)
청 도(중국)	0.17 (11)	0.29 (10)	0.39 (5)	0.36 (5)
닝 보(중국)	0.29 (8)	0.56 (3)	0.67 (2)	0.78 (2)
광 저 우(중국)	0.14 (16)	0.19 (13)	0.23 (11)	0.28 (10)
L A(미국)	0.16 (12)	0.17 (18)	0.16 (14)	0.14 (15)
엔트워프(벨기에)	0.06 (20)	0.10 (20)	0.12 (19)	0.08 (20)
L B(미국)	0.15 (13)	0.18 (14)	0.16 (15)	0.14 (17)
포트클랑(말레이시아)	0.14 (15)	0.17 (16)	0.21 (12)	0.21 (12)
천 진(중국)	0.30 (7)	0.47 (4)	0.26 (10)	0.28 (11)
탄중펠레파스(말레이시아)	0.31 (6)	0.31 (8)	0.31 (8)	0.31 (8)
NY/NY(미국)	0.07 (19)	0.10 (19)	0.10 (20)	0.09 (19)
브레멘(독일)	0.12 (17)	0.17 (15)	0.12 (18)	0.14 (18)

2) BCC

다음의 <표 5>는 DEA-BCC효율성을 분석한 결과이다. 싱가포르, 선전항(중국), 닝보(중국), 탄중펠레파스(말레이시아)가 2004년부터 2007년까지 4년 연속 효율성 1.0으로서 분석대상 항만 중 효율적인 항만으로 분석되었다. 상하이항(중국)은 2007년, 홍콩항(중국)은 2004년-2006년, 천진항(중국)은 2004-2005년에 DEA-BCC효율성이 1.0으로 분석되었다. 부산항은 0.2-0.29의 효율성을 보여 분석대상 항만 중하위권에 속하였다.

<표 5> BCC 효율성 결과

항 만 명(국가명)	2004	2005	2006	2007
싱가포르(싱가포르)	1.00 (1)	1.00 (1)	1.00 (1)	1.00 (1)
상 하 이(중국)	0.44 (12)	0.67 (9)	0.96 (6)	1.00 (1)
홍 콩(중국)	1.00 (1)	1.00 (1)	1.00 (1)	0.77 (7)
선 전(중국)	1.00 (1)	1.00 (1)	1.00 (1)	1.00 (1)
부 산(한국)	0.21 (19)	0.29 (16)	0.24 (17)	0.20 (18)
로테르담(네덜란드)	0.24 (16)	0.30 (14)	0.22 (20)	0.19 (19)
두 바 이(UAE)	0.54 (9)	0.59 (10)	0.64 (9)	0.64 (8)
카 오 슝(대만)	0.74 (7)	0.89 (7)	0.85 (7)	0.79 (6)
함부르크(독일)	0.21 (18)	0.25 (19)	0.24 (18)	0.24 (17)
청 도(중국)	0.46 (11)	0.70 (8)	0.74 (8)	0.59 (10)
닝 보(중국)	1.00 (1)	1.00 (1)	1.00 (1)	1.00 (1)
광 저 우(중국)	0.57 (8)	0.48 (12)	0.48 (12)	0.49 (12)
L A(미국)	0.29 (15)	0.27 (17)	0.28 (15)	0.28 (14)
엔트워프(벨기에)	0.14 (20)	0.19 (20)	0.23 (19)	0.19 (20)
L B(미국)	0.33 (14)	0.29 (15)	0.27 (16)	0.27 (16)
포트클랑(말레이시아)	0.36 (13)	0.47 (13)	0.53 (11)	0.53 (11)
천 진(중국)	1.00 (1)	1.00 (1)	0.61 (10)	0.61 (9)
탄중펠레파스(말레이시아)	1.00 (1)	1.00 (1)	1.00 (1)	1.00 (1)
NY/NY(미국)	0.22 (17)	0.25 (18)	0.28 (14)	0.28 (15)
브레멘(독일)	0.48 (10)	0.59 (11)	0.42 (13)	0.46 (13)

3) 규모의 효율성

다음의 <표 6>은 세계 20대 항만의 규모의 효율성을 분석한 결과이다. 선전항(중국)만이 2004년부터 2007년까지 4년 연속 효율성 1.0으로서 분석대상 항만 중 가장 효율적인 항만으로 분석되었다. 특이한 변화는 상하이항의 규모의 효율성 지수가 급격히 하락하였고, 부산항은 DEA-BCC효율성과 달리 상위권에 속하였다. 청도항, Ningbo항, 광저우항의 효율성 지수가 급격히 상승하였다.

<표 6> 규모의 효율성 결과

항 만 명(국가명)	2004	2005	2006	2007
싱가포르(싱가포르)	0.41 (11)	0.42 (14)	0.39 (16)	0.38 (16)
상 하 이(중국)	0.78 (3)	0.50 (10)	0.29 (20)	0.29 (20)
홍 콩(중국)	0.34 (14)	0.34 (18)	0.39 (15)	0.45 (12)
선 전(중국)	1.00 (1)	1.00 (1)	1.00 (1)	1.00 (1)
부 산(한국)	0.85 (2)	0.85 (2)	0.80 (2)	0.81 (3)
로테르담(네덜란드)	0.61 (5)	0.79 (3)	0.63 (5)	0.82 (2)
두 바 이(UAE)	0.49 (8)	0.50 (11)	0.49 (11)	0.51 (10)
카 오 숭(대만)	0.73 (4)	0.75 (4)	0.71 (3)	0.70 (5)
함부르크(독일)	0.53 (7)	0.66 (5)	0.60 (6)	0.58 (8)
청 도(중국)	0.38 (13)	0.42 (13)	0.53 (9)	0.61 (6)
닝 보(중국)	0.29 (18)	0.56 (8)	0.67 (4)	0.78 (4)
광 저 우(중국)	0.24 (20)	0.40 (15)	0.48 (12)	0.58 (7)
L A(미국)	0.54 (6)	0.61 (6)	0.60 (7)	0.50 (11)
엔트워프(벨기에)	0.45 (9)	0.51 (9)	0.52 (10)	0.44 (14)
L B(미국)	0.45 (10)	0.60 (7)	0.59 (8)	0.51 (9)
포트클랑(말레이시아)	0.39 (12)	0.35 (17)	0.40 (14)	0.39 (15)
천 진(중국)	0.30 (17)	0.47 (12)	0.43 (13)	0.45 (13)
탄중펠레파스(말레이시아)	0.31 (16)	0.31 (19)	0.31 (18)	0.31 (18)
NY/NY(미국)	0.34 (15)	0.39 (16)	0.37 (17)	0.33 (17)
브레멘(독일)	0.26 (19)	0.29 (20)	0.29 (19)	0.30 (19)

IV. 요약 및 결론

세계 주요 컨테이너 항만의 효율성을 비교 분석하기 위해서 Containerisation International Yearbook에 수록된 세계 컨테이너 항만 가운데 컨테이너 물동량 처리기준(2007년)으로 20대 항만을 대상으로 DEA분석을 실시하였다. 분석기간과 자료는 Containerisation International Yearbook 2006, 2007, 2008, 2009년판을 활용하였다.

DEA모형을 활용한 효율성 분석에는 변수에 따라 서로 다른 분석결과가 나타날 수 있으므로 변수의 선정은 중요한 요소이다. 항만의 효율성에 영향을 미칠 수 있는 변수를 국내외 기존 연구를 참고하고, 자료수집 가능 여부를 고려하여 변수를 선정하였다. 선석수, 수심, 크레인수, 총면적을 투입변수로 컨테이너 화물처리량을 산출변수로 선정하였다.

분석결과를 요약하면, 첫째, DEA-CCR효율성 분석결과는 선전항(중국)이 1.0으로서 분석대상 항만 중 가장 효율적인 항만으로 분석되었다.

둘째, DEA-BCC효율성 분석결과는 싱가포르, 선전항(중국), 닝보(중국), 탄중펠레파스(말레이시아)가 효율성 1.0으로서 분석대상 항만 중 효율적인 항만으로 분석되었다.

셋째, 규모의 효율성 분석결과는 선전항(중국) 만이 2004년부터 2007년까지 4년 연속 효율성 1.0으로서 분석대상 항만 중 가장 효율적인 항만으로 분석되었다.

정책적 함의를 제시하면, 단기적인 관점에서 무분별한 항만시설의 투자보다는 장기적인 전략과 정확한 화물 수요예측에 근거한 항만투자가 필요하며, 가장 강력한 경쟁자이자 전략적 협력대상인 중국지역 항만과의 협력을 통한 환적화물유치에 노력을 기울여야 할 것이다.

DEA분석은 상대적인 효율성을 평가하는 모형이므로 본 연구에서 비효율인 항만으로 분류하였더라도 개선의 여지가 없는 비효율적인 항만으로 간주하여서는 안 된다. 또한 투입요소와 산출요소 자료를 Containerisation International Yearbook에서 제시한 자료를 사용하였는데 항만의 효율성을 결정해 줄 다양한 투입요소와 산출요소를 고려하지 못하였다. 따라서 향후 다양한 자료들을 보완하여 지속적인 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

1. 강상곤, "DEA모형을 이용한 컨테이너항만 및 터미널의 효율성 평가에 관한 실증연구", 한국해양대학교 대학원 석사학위논문, 2001.
2. 고병욱, "컨테이너 항만하역산업의 과당경쟁 발생요인에 관한 이론 고찰 및 정책적 시사점," 「해운물류연구」, 제25권 제2호(통권 61호), 한국해운물류학회, 2009, pp.311-336.
3. 권신혜, "동북아시아 항만의 효율성 분석에 관한 연구," 부경대학교 대학원 석사학위논문, 2007.
4. 김성철 · 류동근 · 류학수, "우리나라 해외항만 투자인식과 해외 진출방안에 관한 실증연구," 「경영사학」, 제24집 제1호, 한국경영사학회, 2009, pp.75-111.
5. 김형기 · 이장원 · 문종범, "중국 연해지역 주요항만의 경쟁력 분석", 「현대중국연구」, 제8집 제2호, 현대중국학회, 2006, pp.251-282.
6. 모수원, "국내항만의 효율성 결정요소-패널분석과 이부산 토빗모형을 이용하여-", 「한국항만경제학회지」, 제24집 제4호, 한국항만경제학회, 2008, pp.349-361.
7. 박종돈, "중국 환발해만 항만시설의 경쟁력 분석", 「통상정보연구」, 제9권 제3호, 한국통상정보학회, 2007, pp.255-271.
8. 손승태, "국내 은행의 경영효율성 비교연구", 한국개발연구원, 1993.
9. 송재영, "컨테이너 항만의 효율성 분석에 관한 연구," 한국해양대학교 대학원 박사학위논문, 2004.
10. 송재영 · 신창훈, "DEA 모형을 이용한 세계 주요 항만의 효율성 평가," 「한국항해항만학회지」, 제29권 제3호, 한국항해항만학회, 2005, pp.195-201.
11. 이장원 · 김형기 · 김성호, "한·중·일 3국의 항만경쟁력 비교연구", 「국제지역연구」, 제11권 제4호, 한국외국어대학교 국제지역연구센터, 2007, pp.333-360.
12. 조윤기, "한·중·일 컨테이너항만의 효율성 비교 분석", 「동북아경제연구」, 제18권 제3호, 한국동북아경제학회, 2006, pp.1-20.
13. 정봉민, "주요 물류중심항 항만물류산업의 발전 특징과 시사점-싱가포르 · 로테르담 · 홍콩항을 중심으로-", 「월간 해양수산」, 통권 제269호, 한국해양수산개발원, 2007, pp.19-40.
14. 하명신, "동북아 지역과 미국 주요 컨테이너항만간의 효율성 비교", 「한국항만경제학회지」, 제25집 제3호, 한국항만경제학회, 2009, pp.229-250.
15. Banker, R. D., Charnes, A., and W. W. Cooper(1984), "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis," *Management Science*, 30, pp.1078~1092.
16. Charnes, A., W. W. Cooper and E. Rhodes(1978)," Measuring the Efficiency of Decision Making Units," *Journal of Operational Research*, 2(6), pp.429~444.
17. Cullinane, K., "The Productivity and Efficiency of Ports and Terminals: Methods and Applications," *The Handbook of Maritime Economics and Business*, London: LLP, 2002.
18. Notteboom T., Coeck C. and Van den Broeck J., "Measuring and Explaining the relative Efficiency of Container Terminals by means of Bayesian Stochastic Frontier Models," *Journal of Maritime Economics & Logistics*, Vol.2, pp.83-106.
19. Tongzon, J., "Efficiency Measurement of Selected Australian and Other International Ports Using Data Envelopment Analysis," *Transportation Research*, Part A, Vol.35, 2001, pp.113-128.
20. Valantine, V. C. and R. Gray, "Competition of Hub Ports: A Comparison between Europe and the Far East," *Proceedings of the 2nd International Gwangyang Port Forum and International Conference for the 20th Anniversary of Korean Association of Shipping Studies*, Korean Association of Shipping Studies, April , 2002, pp.161-176.
21. Containerisation International Yearbook.
22. <http://www.kmi.re.kr>

< 요약 >

세계 주요 컨테이너항만의 효율성 비교 연구

손 용 정

본 논문은 세계 주요 컨테이너 항만의 효율성을 분석하기 위해 Containerisation International Yearbook에 수록된 컨테이너 항만 가운데 컨테이너 물동량 처리기준(2007년)으로 20대 항만을 선정하여 DEA(CCR, BCC, 규모효율성)분석을 실시하였다.

항만의 효율성에 영향을 미칠 수 있는 변수를 국내외 기존 연구를 참고하여 선정하였다. 투입변수는 선석수, 수심, 크레인수, 총면적을, 산출변수는 컨테이너 화물처리량을 선정하였다.

분석결과를 요약하면, 첫째, DEA-CCR효율성은 선전항(중국)이 1.0으로서 분석대상 항만 중 가장 효율적인 항만으로 분석되었다.

둘째, DEA-BCC효율성을 분석한 결과 싱가포르, 선전항(중국), 닝보(중국), 탄중펠레 파스(말레이시아)가 효율성 1.0으로서 분석대상 항만 중 효율적인 항만으로 분석되었다.

셋째, 규모의 효율성 분석결과는 선전항(중국) 만이 2004년부터 2007년까지 4년 연속 효율성 1.0으로서 분석대상 항만 중 가장 효율적인 항만으로 분석되었다.

□ 주제어: 효율성, 컨테이너항만, 자료포락분석