

■ 論 文 ■

컨테이너항만의 국제경쟁력분석방법: DEA접근

- 생산효율성분석을 중심으로 -

A Method of Measuring the International Competitiveness of Container Ports: A DEA Approach, Focused on Productivity Analysis

오 성 동

(조선대학교 경상대학 경제무역학부 교수)

박 노 경

(조선대학교 경상대학 경제무역학부 교수)

목 차

I. 서 론

II. 기존연구의 방향

III. 컨테이너항만의 국제경쟁력 분석방법

IV. 결 론

참고문헌

Key Words: 컨테이너항만, 국제경쟁력분석, 생산효율성, DEA기법

ABSTRACT

The purpose of this paper is to investigate the productive efficiency of world container ports by using the DEA (Data Envelopment Analysis) method and raw data from previous research in measuring the international competitiveness of world container ports.

Ports have to cope with rapid changes in shipping environments. In order for a port to compete in the global market, it must provide port services promptly and accurately. Basically, there are two approaches to measuring the international competitiveness of a container port. First, there is the traditional productivity analysis method, which analyzes productivity based on the container port's facilities (efficiency, selectivity, land availability), and by its general capacity (handling ability, storage capacity, terminal productivity). Second, there is multi-attribute utility analysis, which considers several elements, including the reasons for selecting particular container ports and factors determining international competitiveness.

This paper follows the first method (traditional productivity analysis) and extends the limitation of previous studies by using the DEA method newly, and suggesting the relative productive efficiency of container ports. The main results of this paper are as follows:

First, the results of the DEA analysis in terms of world container ports matches that of a previous study (Jun *et al.*, 1993) at a level of 35%. The low ratio is due to the constrained set of input-output elements, the result of only twenty container ports being analyzed in this paper. Second, the result of the DEA analysis in terms of North-East Asia's container ports matches with that of a previous study (Ha, 1996) at a level of 100 percent. Therefore, we can conclude that the DEA analysis is the best measurement method for international competitiveness.

Policy implications for this study are as follows: First, when port authorities want to measure the international competition power of container ports and enhance their productive efficiency, they should consider the traditional method and newly introduce the DEA method. Second, according to the analysis results of the DEA method, port authorities should recommend benchmarking ports as reference ports in order to enhance the productive efficiency of container ports that show an efficiency score of below 1.

I. 서론

1999년 우리나라 해운통계요람에 의하면, 세계컨테이너선이 2,382척(52,242,000톤)이며 우리나라가 보유하고 있는 풀컨테이너선 45척과 세미컨테이너선을 합하여 137척(2,585,000톤)으로 막강한 저력을 과시할만하다. “현재 항만수송에서 부산항이 세계 5위, 항공수송에서 김포공항이 세계 9위를 차지할 정도로 물류공간에서 우위를 확보하고 있다.” 그러나 유럽과 북미의 항만은 제외하더라도 아시아 주요항만인 상하이, 카오슝, 오사카, 고베 등 도시들이 저마다 동북아 물류거점을 지향하고 있는 만큼 이들과의 경쟁이 불가피한 현실이다.¹⁾

그러나 우리나라의 수출입컨테이너 항만물동량 처리시설은 최근까지도 시설소요 대비 81% 정도로 부족현상을 겪고 있다. 따라서 그 동안 부산항을 이용하는 컨테이너화물은 터미널에서 충분한 서비스를 받지 못하였을 뿐만 아니라 무료장치기간의 단축 등으로 배후에 있는 Off-Dock CY(ODCY)를 이용할 수밖에 없어 추가적인 물류비용이 발생되어 왔었다.²⁾ 즉, 우리나라 대표항만인 부산항의 컨테이너 처리실적은 세계 5위이지만 항만물류 서비스수준의 경쟁력은 경쟁항만인 홍콩항, 고베항, 카오슝항만에 비해 크게 뒤떨어져 세계 20대 항만중 최하위를 기록하고 있다. 또한 부산항의 평균항비를 제외하고 기대항비(대기시간, 재항시간)는 경쟁항만에 비해서 높게 나타나고 있으며 물류비도 2배에 달하고 있다. 항만행정서비스수준도 부산항이 부대서비스부문의 일부에서, 광양항은 선박 입·출항 부문의 일부와 접안능력에서 평균점을 겨우 상회한 반면에 나머지는 모두 평균 이하를 기록해 경쟁항만에 비해 항만 서비스 수준이 대단히 열악한 것으로 평가되고 있다.³⁾ 위와같이 경쟁력이 약화된 원인을 살펴보면 첫째, 국유운영체제로 인한 항만운영의 비효율, 둘째, 하역구조의 불합리로 하역생산성 저하, 셋째, 화물유통의 체증에 의한 물류비 증가가 가장 큰 원인으로 제기되고 있다.⁴⁾ 요컨대 한국의 컨테이너항만은 생산성이 낮은 이유로 경쟁력이 크게 떨어지고 있는 것으로 나타나고 있다.

그동안 컨테이너항만의 국제경쟁력분석과 관련해서는 항만선택 결정요인들(예를 들면, 항만입지, 항만시설, 물동량구성, 항만비용, 서비스수준, 부두운영형태 등)에

- 1) 김천식, 「세계 주요항만의 컨테이너 물동량 추이와 경영전략」, 『한국항만경제학회지』 제16집, 한국항만경제학회, 2000. 8, pp. 3-4.
- 2) 김범중, 「컨테이너터미널 이용선사의 서비스만족도 평가」, 『한국항만경제학회지』 제16집, 한국항만경제학회, 2000. 8, p. 228.
- 3) 전국경제인연합회, 「항만의 경쟁력 제고 과제」 조사연구자료, 『산업정책』 97-3, 서울: 전국경제인연합회, 1997. 9. 20, pp. 7-9.
- 4) 전계서, pp. 9-30.

의거하여 국내외적으로 다양하게 연구들이 이루어져 왔다. 그러나 컨테이너항만들의 국제경쟁력을 분석하면서 DEA(Data Envelopment Analysis: 자료포괄분석, 이하 DEA라 칭함)방법을 사용한 연구는 극히 드문편이다.

따라서 본 연구에서는 다음과 같은 사항들에 본 논문의 연구목적을 두고자 한다. 첫째, 컨테이너항만의 국제경쟁력분석방법 중에서 특히 생산효율성에 중점을 둔 분석방법을 소개하고자 한다. 또한 DEA방법이 컨테이너항만의 생산효율성을 분석하는 보완적인 측정방법이 될 수 있음을 실증적으로 보여 줌으로써 선행연구의 범위를 부분적으로 확장시키고자 한다. 둘째, 향후 컨테이너항만정책당국이나 컨테이너항만의 경영관리자들이 항만운영의 생산성을 높이기 위한 정책입안시 참고가 될 수 있도록 이론적, 실증적 근거를 제시하고자 한다.

본 논문의 연구범위는, 외국과 국내에서 선행된 컨테이너항만의 성과와 생산성, 국제경쟁력에 대한 기존연구들의 방향을 간략하게 소개하고자 한다. 또한 최근에 이용도가 높아지고 있는 DEA기법을 이용하여 첫째, 전일수, 김학소, 김범중(1993. 12)의 연구에서 사용된 원자료와 하동우(1996)의 연구에서 사용된 원자료를 이용하여 컨테이너항만들의 국제경쟁력을 생산효율성측면에서 분석하고 해석하며, 또한 두 학자가 사용한 방법의 결과와 비교하며, 본 연구에서 사용한 DEA분석결과가 컨테이너항만의 국제경쟁력을 분석하는 방법으로서 어떤 의미를 갖는가를 제시하는 것으로 한정하고자 한다.

본 논문의 구성은 I장의 서론에 이어서, II장에서는 컨테이너항만의 국제경쟁력과 생산효율성에 대한 기존연구들의 방향을 간략하게 제시하며, III장에서는 컨테이너항만의 국제경쟁력분석방법을 개괄적으로 설명하고 특히 생산효율성분석방법에 대한 내용을 이론적인 측면에서 제시한다. 또한 컨테이너항만의 국제경쟁력을 생산효율성측면에서 살펴보기 위해서 DEA기법을 이용하여 실증분석하고 그 의미를 해석하는 한편 기존연구와 비교함으로써 DEA기법의 유효성을 검증한다. IV장에서는 정책적 함의와 함께 결론이 제시된다.

II. 기존연구의 방향

컨테이너항만의 국제경쟁력을 분석⁵⁾하면서 생산성방법을 포함시킨 국내에서의 기존연구는 대표적으로 전일수, 김학소, 김범중의 연구(1993. 12), 하동우의 연구

5) 기항지선정을 위한 항만경쟁력평가와 외국의 관련연구에 대한 선행연구에 대한 자세한 내용은 김범중, 전개논문, pp. 228-232를 참조요망.

(1996. 12), 전국경제인연합회의 연구(1997. 12)로 나뉜다. 컨테이너항만의 생산성과 관련된 외국에서의 연구는 G. De Monie(1987)⁶⁾, T. J. Dowd and T. M. Leschine(1990)⁷⁾, D. K. Fleming (1997)⁸⁾이 있다. 본 연구의 분석방법과 유사한 방법을 이용한 최근의 연구는 Jose Tongzon(2001)⁹⁾이 실시하였다. 국내의 기존연구에 대한 내용은 <표 1>에 제시하였다.

한편 항만의 생산성분석과 관련하여서는 다양한 방법들이 사용되어 왔는데 그중에는 DEA¹⁰⁾방법을 채택한 연구도 포함이 된다. 이 분석방법은 원래는 공공단체나 비영리단체의 생산성분석을 목표로 하였다. Charnes, Cooper and Rhodes¹¹⁾(1978)가 개발하였으며 많은 분야에서 이용되고 있는 기법이다.¹²⁾ 이 방법에 의거하여 효율적인 의사결정단위(Decision Making Unit: DMU)가 최적포괄(optimum envelope)로서 정의되며 그것은 비효율적인 단위들의 참조단위로서 역할을 하는 선형결합을 말한다. 생산함수방법을 DEA접근방법과 비교한 연구는 Fecher *et. al.*¹³⁾과 Ferrer

-
- 6) Monie, G. De, "Measuring and Evaluating Port Performance and Productivity," *UNCTAD MONOGRAPHS on PORT MANAGEMENT*, No. 6, International Association of Ports and Harbors, September 1987, pp. 2-11.
 - 7) Dowd, T. J. and T. M. Leschine, "Container Terminal Productivity: A Perspective," *Maritime Policy and Management*, Vol. 17, No. 2, 1990.
 - 8) Fleming, D. K., "World Container Port Rankings," *Maritime Policy and Management*, Vol. 24, No. 2, 1997, pp. 175-181.
 - 9) Tongzon, Jose, "Efficiency Measurement of Selected Australian and Other International Ports Using Data Envelopment Analysis," *Transportation Research, Part A*, Vol. 35, 2001, pp. 113-128.
 - 10) Charnes, A. and W. W. Cooper, "Management Science Relations for Evaluation and Management Accountability," *Journal of Enterprise Management*, Vol. 2, No. 2, 1980, pp. 114-117.
Valdmanis, V., "Sensitivity Analysis for DEA Models," *Journal of Public Economics*, Vol. 48, 1992, pp. 185-205.
 - 11) Charnes, A., W. W. Cooper and E. Rhodes, "Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of DEA to Program Follow Through," *Management Science*, Vol. 27, No. 6, 1981, pp. 668-697.
 - 12) Berg, S. A., F. R. Forsund and E. S. Jansen, "Technical Efficiency of Norwegian Bank: The Non-Parametric Approach to Efficiency Measurement," *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 2, 1991, pp. 127-142.
Petersen, N. C., "DEA on a Relaxed Set of Assumptions," *Management Science*, Vol. 36, No. 3, pp. 305-314.
Seiford, L. and R. M. Thrall, "Recent Development in DEA," *Journal of Econometrics*, Vol. 46, 1990, pp. 7-38.
 - 여기서 CCR모형을 항만의 생산효율성측정에 이용하는 경우에는 모형자체가 갖고있는 가정 조건인 규모에 대한 수확불변하에서의 효율성을 측정하는 비현실적인 문제점을 갖게 된다. 따라서 그러한 문제점을 극복하기 위해서 본 논문에서는 규모에 대한 가변수확하에서의 생산효율성을 측정할 수 있는 모형인 BCC모형을 도입하여 측정하였다.

and Lovell¹⁴⁾에 의해서 행해졌으며 두 방법사이 에 긍정적인 상관관계가 있음을 발견하였다. 또한 항만의 생산효율성분석에 DEA기법을 적용한 최근의 예는 Y. Roll and Y. Hayuth(1993)¹⁵⁾, Jose Tongzon(2001)의 연구에서 찾아 볼 수 있다.

〈표 1〉 컨테이너 항만 생산효율성에 관한 국내외 기존연구와 본 연구의 핵심내용

구분 \ 연구학자	F. Suykens(1987)	G. D. Monie(1987)	W. K. Talley(1988)
분석대상 국가	유럽	파키스탄	-
분석 대상	엔트워프, 함부르크, 브레멘, 노테르담	카라치항만	-
표 본 수	4	1	-
분석 모형	부두노동자 1인당 화물 처리량, 정박시간당 선적화물의 톤수, 노동자 1인당의 시간당 화물하역량, 부두정박시간당 화물하역량, 컨테이너화물처리의 측정모형	항구에서 선박의 정박과 관련된 변수, 화물처리에 대한 변수, 항구통과시 내륙운송수단에 대한 서비스품질변수	공학적측정모형(ship/apron이전능력, apron/storage이전능력, yard보관능력, storage/내륙수송이전능력, 내륙수송단위처리능력) 경제적측정모형(단위당 비용절감능력)

구분 \ 연구학자	A. Sachish(1996)	D. K. Fleming(1997)	J. Tongzon(2001)
분석대상 국가	이스라엘	전세계	전세계
분석 대상	Ashdod and Haifa	전세계 컨테이너항만	전세계항만
표 본 수	2	25	16
분석 모형	공학적 접근모형 투입요소: 노동, 건물, 기기, 기타 산출요소: 연간화물 처리건수	TEU Throughput Data	DEA모형: CCR과 가법모형 산출요소 Cargo Throughput, Ship Working rate 투입요소: 크레인수, Berth 수, Tug수, 터미널수, Delaytime, Labor

- 13) Fecher, F., D. Kessler, S. Perelman and P. Pestieau, "Productive Performance of the French Insurance Industry," *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 4, No. 2, 1993, pp. 77-93.
- 14) Ferrier, G. D. and K. Lovell, "Measuring Cost Efficiency in Banking: Econometric and Linear Programming Evidence," *Journal of Econometrics*, Vol. 46, 1990, pp. 229-245.
- 15) Roll, Y. and Y. Hayuth, "Port Performance Comparison Applying Data Envelopment Analysis(DEA)," *Maritime Policy and Management*, Vol. 20, No. 2, 1993. pp. 153-161.

연구학자 구분	T. J. Dowd and T. M. Leschine(1990)	E. G. Frankel(1991)	Y. Roll and Y. Hyuth(1993)
분석대상국가	미국	-	이스라엘
분석대상	-	-	가상적인 20개 항구
표본수	-	-	20
분석모형	생산성측정과 생산성에 영향을 미치는 요소, 터미널운영요소, 생산성에 영향을 미치는 체계적인 요인, 운영에 영향을 미치는 기타 제약요인, 생산 측정모형, 측정된 생산성요인	사용자 중심의 성과측정 모형(선박관련비용, 화물처용, 선박보관비용, 피더비용) 항구사용자의 비용중심 모형(고정비용, 화물량과 처리능력의 기회비용, 화물량과 톤당비용과 처리비용, 화물보관과 이전비용, 화물이전 및 검사비용)	DEA모형: CCR모형 산출요소: 화물처리능력, 서비스수준, 사용자만족, 선박이용회수 투입요소: 연간노동력의 연평균수치, 항구당 연간 총투자자본과 각설비, 화물의 통일성

연구학자 구분	전일수·김학소·김범중 (1993)	하동우(1996)	전국경제인연합회(1997)	본연구
분석대상국가	전세계각국	동북아	전세계각국	전세계, 동북아
분석대상	1991년도처리물동량기준 세계20위 컨테이너항만	동북아컨테이너 7개항만	-	컨테이너항만 28개
표본수	20	7	9-13	28
분석모형	1. 전통적분석방법 (토지이용율, 안벽당 연간취급량, 크레인 1기당 취급량, 터미널면적당년 간취급량, TGS회전율과 슬로트회전율) 2. 복합효용함수이용방법 (항만입지, 항만시설, 항만이용물동량구성, 서비스수준, 부두운영 형태)	TEU/선석, TEU/m TEU/GC	취항실적, 물류비용, 서비스수준, 입지	DEA기법 중에서 CCR, BCC기법을 이용하여 생산효율성을 분석함으로써 컨테이너항만의 경쟁력분석방법을 확장시킴. 1. 투입요소: 안벽 길이, G/C수, CY면적, CFS면적 2. 산출요소: 총물동량, 항만사용량

III. 컨테이너항만의 국제경쟁력 분석방법

1. 컨테이너항만의 국제경쟁력 분석방법¹⁶⁾

가. 컨테이너항만의 국제경쟁력 결정요인

Willingale(1982), Slack(1983), Murphy(1987)의 연구에 의하면 컨테이너항만의 국제경쟁력 결정요인은 항만이용자인 화주 및 선사, 포워드 등의 항만선택기준들이므로 나타났다. 특히 비용요인보다도 서비스요인이 더욱 중요한 것으로 나타났다.

즉, 항만시설 및 장비보유현황, 항만의 생산성, 항만의 비용요인인 가격경쟁력 등이다. 그러나 위와 같은 요인들은 선택요인들간의 가중치가 이용자마다 상이하기 때문에 질적인 분석보다는 계량적인 분석이 어렵게 된다.

나. 전통적인 생산성분석 방법

생산성분석을 위한 방법은 크게 2가지로 구분될 수 있다. 하나는 컨테이너터미널의 구성단위에 대하여 그 기능에 따라 분석평가하기 위하여 이용되는 방법이고 다른 하나는 컨테이너 터미널의 특성 및 능률을 종합적으로 분석 평가하기 위한 방법이다.

1) 시설별 생산성 분석방법

- ① **하역능률(Efficiency):** 하역능률이란 컨테이너하역의 각 단계별 하역기기의 능률을 지칭한다. 여기서 안벽과 컨테이너선과의 사이에 컨테이너를 하역하는 컨테이너크레인, 안벽, 에이프린, 마샬링야드에 컨테이너의 횡이동, 하역을 행하는 야드기기 하역능률의 계획산정평가를 하게 된다.
- ② **取出率(Selectivity):** 마샬링야드에 다단적되어 있는 컨테이너들로부터 특정 컨테이너를 이송처리 할 때 어느 위치에서 하역할 까를 분석, 판정하기 위한 지표이다.
- ③ **토지이용율(Land Availability):** 어느 컨테이너 터미널에 대하여 정적인 활동, 즉, 보관기능을 분석평가할 경우, 면적당 컨테이너 장치량이 가장 명확한 지표일 것이다. 산정의 어려움때움에 지표로서는 그라운드슬로트수(TEU)를 이용하게 된다.

16) 전일수 · 김학소 · 김범중, 전계서, pp. 219-258.

2) 종합적 생산성분석 방법

- ① **취급능력(Handling Ability):** 실제로 1년간 안벽과 선박사이에서 취급한 컨테이너수의 실적치와 이 컨테이너터미널에 배치된 하역기기의 성능, 수량, 장치능력, 컨테이너의 평균체류기간 등으로부터 계산된 계획최대취급량이다. 실적치와 계획최대치의 비가 그 컨테이너터미널의 능률이 된다. 여기에는 연간 취급량, 안벽길이당 연간취급량, 컨테이너크레인당 연간취급량이 이에 해당된다.
- ② **장치능력(Stowing Capacity):** 여기에는 그라운드슬로트총수, 장치량, 단적수가 해당된다.
- ③ **처리능력(Terminal Productivity):** 컨테이너터미널의 2대기능(하역이송기능, 보관기능)을 종합적으로 평가,분석하는 지표로서 처리능력이 해당하는데 여기에는 터미널의 면적 1ha당 연간 컨테이너취급량과 마살링야드의 연간회전율의 2종이 있다.

다. 복합효용함수 분석모형

복합효용함수 분석모형은 컨테이너항만의 다양한 선택요인이나 경쟁력 결정요인을 고려한 분석모형이다. 여기에는 첫째, Von Neumann과 Morgenstein의 기대효용원리에 기초를 둔 다양한 목적에 대한 정의된 평가함수를 분석하는 방법인 다속성효용함수분석방법(효용독립성, 선호독립, 상호독립성추정), 단일속성함수분석방법이 있다.

2. 컨테이너항만의 생산효율성¹⁷⁾분석방법¹⁸⁾

컨테이너화(containerization)와 컨테이너를 이용한 화물의 이동은 해양요소와 육

17) 생산성(생산효율성)이란 좁은 의미로서 '투입-산출간의 비율'로 정의할 때 위의 효율성과는 의미상 차이가 없다. 즉, 조직의 목표 내지 설립목적에도 불구하고 최소의 비용으로 최대의 효익을 거둘 때 조직의 생산성은 극대화된다. 그러나 최근 생산성을 넓은 의미로 보아 효율성과 효과성을 함축하는 상위개념, 즉 생산성=(효과성/효율성)으로 파악하는 입장이 대두되고 있다. 이러한 생산성을 측정하기 위한 접근방법에는 총생산성(total productivity), 부분생산성(partial productivity), 총요소생산성(total factor productivity) 등 세가지로 크게 구분할 수 있고 이를 지수형태로 나타내고 있다. 본 논문에서는 생산성, 생산효율성을 동일개념으로 사용한다.

18) 본 절에서는 기존의 항만, 또는 컨테이너항만의 경쟁력을 분석한 기존연구들이 심도있게 다루지 못했던 부분인 DEA기법을 이용한 생산효율성측정(규모에 대한 수확불변모형: CCR모형, 규모에 대한 수확변화모형: BCC모형)과 관련된 부분에 대한 설명에서 핵심이 되는 변수(실증분석에서 채택할 수 있는 가능성이 있는 변수들)들에 설명을 보충하고자 한다.

지요소가 함께 연결되는 체계를 의미한다. 컨테이너터미널은 육상 및 해상운송형태와 컨테이너화체계의 주요구성요소사이를 연결해 주는 실물적인 연계시스템이다. 즉, 다양한 기업(운반자, 터미널운용자, 하역인, 노동자, 항만당국, 선적인, 철도, 트럭운전자, 정부 기타 등등)들이 상호연관되는 동태적인 시스템이다. 개별적으로 생산성에 영향을 미치게 되며 새로운 구성요소를 추가하는 경우에 영향력은 달라지게 된다. 만일 컨테이너터미널이 극대효율성을 보인다면 전체시스템은 이익을 얻는다고 가정한다. 즉, 터미널효율성이 실질적으로 증대된다고 하는 것은 어떤 구성요소의 효율성을 부분적으로 악화시키는 대신에 전체시스템의 효율성을 증대시키는지에 따라서 달라지게 된다.

가. 컨테이너터미널의 생산효율성분석방법¹⁹⁾

지금까지 설명한 내용들을 요약하는 한편 실질적으로 전세계적으로 사용이 가능한 컨테이너터미널의 생산효율성분석방법을 제시하면 아래의 <표 2>와 같다.

<표 2> 컨테이너터미널의 생산효율성측정방법

터미널운영 요소	생산성에 영향을 미치는 체계적인 요인들	운영에 영향을 미치는 기타 제약요인	생산성측정	측정된 생산성요소
컨테이너 야드	면적, 형태, 배치, 야드취급방법, 백스크기혼합, 이용기간	새시를 포함하여 어느 정도로 많은 컨테이너가 야드에 장치되었는가	①TEUs/yr/gross acre ②TEUs Capacity/net storage acre	①야드화물처리 ②야드보관
크레인	크레인의 특성 기술숙련도 훈련 화물이용가능성 고장, 야드에서의 지원중단 선박특성	운영지체	①Moves/gross or crane hours minus down time ②Moves/gross gang or crane hours	①순생산성 ②총생산성

19) 전통적 생산성분석방법론인 「1. 컨테이너터미널의 구성단위에 대하여 그 기능에 따라서 분석 평가하기 위해서 이용되는 방법, 2. 컨테이너터미널의 특성 및 능률을 종합적으로 분석 평가하기 위한 방법」은 다음의 책자를 참조요망.

전일수·김학소·김범중, 『우리나라 컨테이너 항만의 국제경쟁력 제고방안에 관한 연구』, 해운산업연구원, 정책자료090, 1993. 12, pp. 224-238.

터미널운영 요소	생산성에 영향을 미치는 체계적인 요인들	운영에 영향을 미치는 기타 제약요인	생산성측정	측정된 생산성요소
게이트	운영시간 라인숫자 자동화정도 자료의 이용가능성	무게측정, 검사, 서류화 작업이 어느정도로 신속하게 이루어지고 있는가	①container/h/lane ②equipment moves/h/lane truck turn-around time	①순화물처리 ②총화물처리
선석	선박스케줄 선석길이 크레인숫자	선석이용효율화의 정도	container vessel shifts worked/yr/container berth	순이용도
노동	갱의 크기 작업과 안전규칙 노동력의 숙련도, 훈련,유인동기 선박특성	운영의 일반적인 속도	number of moves/ man-hour	총노동생산성

자료: Dowd, T. J. and T. M. Leschine, "Container Terminal Productivity: A Perspective," *Maritime Policy and Management*, Vol. 17, No. 2, 1990, p. 111.

나. 생산효율성 측정시 변수선택의 중요성

컨테이너항만의 생산효율성을 분석할 때 유의해야만 하는 사항은 어떤 분석기법을 선택하든지 간에 변수사이의 상호관련성문제(예를들면 회귀분석에서의 다중공선성문제, DEA기법에서의 투입요소와 산출요소의 선택의 문제)가 중요하게 된다. 따라서 <표 2>와 관련된 요소들에 대한 시계열자료(크로스섹션자료 또는 패널자료)에 대한 다각적인 검증이 반드시 필요하게 된다. 그러나 단년도의 크로스섹션자료는 그만큼 문제점이 적어진다.²⁰⁾

20) 그러나 단년도분석도, 어떤항구를 다른항구와 생산성측면에서 비교할 때는 자료의 호완성, 요인의 균형성이 반드시 문제가 되게 된다. 따라서 전 세계적으로 공통적으로 사용될 수 있는 자료가 되기 위해서는 컨테이너터미널의 오퍼레이터가 전산네트워크를 통해서 통일된 양식에 관련자료를 정확하게 입력하는 것이 절대적으로 필요하다. 가장 효율적으로 운영하기 위해서는 intermodal(일관된) 방법을 도입하는 것이 효율성측정의 신뢰도를 높이게 만든다(Dowd and Leschine, 1990, p. 110, p. 112).

3. 실증분석 및 해석

본 논문은 서론에서 설명한 바와같이 컨테이너항만의 국제경쟁력분석방법 중에서 생산효율성에 초점을 두는 한편, 상대적인 생산효율성을 분석하는 분석기법인 DEA기법을 통해서 컨테이너항만간의 국제경쟁력을 부분적으로 보여주는 것으로 한정하였다. 따라서 컨테이너항만의 국제경쟁력을 실증적으로 보여준 한국에서의 대표적인 기존연구(전일수 외, 1993. 12, 하동우, 1996. 12)에서 이용하였던 실증분석의 원자료를 이용하여 DEA기법으로 생산효율성을 분석, 해석하고 비교(DEA방법에 의한 효율성결과와 기존연구의 결과를 비교분석)하고자 한다.

위와 같이 기존연구의 원자료를 이용한 이유는 다음과 같다. 첫째, 분석대상에 대한 자료의 통일성과 함께 기존의 컨테이너항만의 경쟁력분석과 관련된 연구와 본 논문의 실증분석과의 결과비교를 용이하게 하기 위해서였다. 둘째, 컨테이너항만간의 상대적인 생산효율성비교를 통해서 국제경쟁력을 분석함으로써 DEA기법의 유효성을 간접적으로 검증해 보고자 하였기 때문이다. 셋째, 항만산업이 개방되면 필연적으로 선박의 기항을 유도하기 위해서 인접국가의 인접항만간의 경쟁이 치열해 질 것이기 때문에 동북아지역에 위치하고 있는 컨테이너항만들에 대한 비교를 두 번째 분석대상으로 하였다. 넷째, 위와같이 기존연구의 원자료를 이용하여 분석함으로써 기존연구를 확장시키는 시도가 선진국의 학자들에 의해서 많이 시도되고 있기 때문이다.

가. 분석대상

1) 세계적인 컨테이너항만의 국제경쟁력분석대상

첫 번째 분석대상은 유럽지역(브레머하펜, 함부르크, 로테르담, 앤트워프, 펠릭스 토우, 르아브르), 아시아지역(방콕, 싱가포르, 홍콩, 킬롱, 부산, 도쿄, 고베, 요코하마), 미주지역(로스엔젤레스, 롱비치, 오클랜드, 시애틀, 뉴욕) 등 20개 컨테이너항구이다.

2) 동북아지역의 주요컨테이너항만의 국제경쟁력분석대상

두 번째 분석대상은 동북아지역의 주요컨테이너항만을 대상으로 하였다. 즉, 일본의 5개항만(고베, 오사카, 도쿄, 요코하마, 나고야), 대만 2개항(카오슝, 킬롱), 한국 1개항(부산) 등 8개 항구로 하였다.

나. 자 료

첫째, 세계적인 국제경쟁력을 분석하기 위해서 전일수 외(1993. 12, pp. 276-278의 자료)의 자료를 이용하였다.

둘째, 동북아지역의 국제경쟁력을 분석하기 위해서 하동우(1996. 12, p. 52)의 관련항만의 자료)의 자료를 이용하였다. 자료의 내용은 다음 <표 3>, <표 4>와 같다.

<표 3> 세계 주요 컨테이너항만의 시설, 물동량, 항만사용료

항만 \ 구분	안벽길이 (m)	하역장비수 (G/C수)	CY면적 (ha)	CFS면적 (ha)	총물동량 (천TEU)	항만사용료 (억원)
브레머하펜	12246	25	196.8	18.3	1277	142678
함부르크	7388	35	316.5	35.3	2189	166422
로테르담	17381	45	462.2	5.42	3766	118145
앤티워프	15235	30	441.9	34.68	1761	116729
펠릭스토우	3376	19	151.2	7.36	1434	129751
르아브르	6100	20	180	10.5	919	118604
방콕	1240	12	83	12.3	1171	43092
싱가포르	3809	44	140	6.1	6354	87249
홍콩	5411	40	158.1	12	6162	189363
카오슝	4912	36	194.1	7.75	3913	84901

항만 \ 구분	안벽길이 (m)	하역장비수 (G/C수)	CY면적 (ha)	CFS면적 (ha)	총물동량 (천TEU)	항만사용료 (억원)
킬롱	3192	20	33.9	2.9	2005	84901
부산	5573	16	87	2.8	2588	117349
도쿄	3174	23	194.5	15.87	1784	159661
고베	6625	41	184.4	18.05	2635	158350
요코하마	4750	31	168.1	8.83	1796	141958
L.A.	5847	33	307.8	3.35	2038	178456
롱비치	6259	36	248.6	2.1	1768	247432
오클랜드	5022	29	170.8	3.5	1195	171067
시애틀	4150	25	161.1	8.1	1155	120986
뉴욕	8718	49	543.5	17.68	1865	171902

〈표 4〉 동북아 주요항만의 생산성비교

국별	항만별	취급량1) (TEU)	선석수3)	안벽길이 (m)	G/C 수	생 산 성		
						TEU/선석	TEU/m	TEU/GC
일본	고베	2,915,853	37(19)	8,984	65	78,807	325	44,859
	오사카	654,786	10(5)	2,670	16	65,479	245	40,924
	도쿄	1,509,388	13(9)	3,874	27	116,107	390	55,903
	요코하마	2,317,103	21(8)	5,160	38	110,338	449	60,976
	나고야	1,224,422	11(4)	2,805	18	111,311	436	68,023
	계(평균)	8,621,552	92(45)	23,493	164	(93,713)	(362)	(52,570)
대만	카오슝	5,053,183	19(12)	5,502	43	265,957	918	117,516
	킬룽	2,165,193	14(1)	3,192	20	154,657	678	108,260
	계(평균)	7,218,376	33(13)	8,694	63	(218,738)	(830)	(114,577)
한국	부산2)	2,801,625	7(7)	2,162	15	400,232	1,296	186,775
총계(평균)		18,641,553	132(65)	34,349	242	(141,224)	(543)	(77,031)

주: 1) 취급량은 대만과 한국은 1995년 기준, 일본은 1995년에 고베지진의 영향으로 비정상적인 취급량수준을 나타냈기 때문에 1994년의 물량을 기준했음.

2) 부산은 자성대 및 신선대부두만을 포함.

3) ()은 안벽길이 300m 이상의 선석수임.

다. 투입변수와 산출변수의 선정

1) 투입변수의 선정

① 전세계적인 컨테이너항만의 국제경쟁력분석

투입변수는 <표 3>에서 “안벽길이, G/C수, CY면적, CFS면적”으로 하였다.

② 동북아 컨테이너항만의 국제경쟁력분석

투입변수는 <표 4>에서 “선석수, 안벽길이, G/C수”로 하였다.

2) 산출변수의 선정

① 전세계적인 컨테이너항만의 국제경쟁력분석

산출변수는 <표 3>에서 “총물동량, 항만사용료”로 하였다.

② 동북아 컨테이너항만의 국제경쟁력분석

산출변수는 <표 4>에서 “취급량”으로 하였다.

라. 컨테이너 항만의 국제경쟁력에 관한 실증분석

1) DEA분석방법²¹⁾

DEA 분석을 위한 모형은 많은 연구에 의해 다양한 형태로 제시되었으나, 가장 많이 활용되는 모형으로는 Charnes, Cooper and Rhodes(1978)의 CCR 모형과 Banker, Charnes and Cooper(1984)의 BCC 모형을 들 수 있다. CCR 모형은 DEA 분석의 기본 모형으로 모든 의사결정단위들 각각의 투입물 가중합계에 대한 산출물 가중합계의 비율이 1을 초과해서는 안되며, 각 투입요소와 산출요소의 가중치들은 0보다 크다는(즉, 모든 투입요소와 산출요소를 고려한다는) 단순한 제약조건 하에 평가의 대상이 되는 의사결정단위의 투입물 가중합계에 대한 산출물 가중합계의 비율을 최대화시키고자 하는 선형분수계획모형(fractional linear programming model)이다. 그리고 이 모형은 투입량의 가중합계인 가상 투입량(virtual input)의 최소화 또는 산출량의 가중합계인 가상 산출량(virtual output)의 최대화 형태의 선형계획모형으로 재구조화되어 분석된다. 그러나 CCR 모형은 각 의사결정단위의 규모 수익이 불변이라는 가정 하에 효율성을 평가하기 때문에 규모의 효율성과 순수한 기술적 효율성을 구분하지 못하는 단점을 갖고 있다. BCC 모형은 CCR 모형의 이러한 단점을 극복하고자 개발된 모형으로 각 의사결정단위의 전반적 효율성을 규모의 효율성과 순수한 기술적 효율성으로 구분할 수 있도록 한다.

2) 국제경쟁력분석에 대한 결과

가) 전세계적인 컨테이너항만의 국제경쟁력분석

먼저 CCR모형에 의한 생산효율성의 측정결과는 다음 <표 5>와 같다.

<표 5>를 통해서 컨테이너항만들의 생산효율성측면에서 살펴본 국제경쟁력은 다음과 같다.

- ㄱ. 가장 높은 국제경쟁력을 보인(효율적인) 컨테이너항만들은 싱가포르, 홍콩, 킬링, 부산, 도쿄, 롱비치항만들이었다.
- ㄴ. 비교적 높은 국제경쟁력을 보인(효율성이 80%이상) 컨테이너항만은 펠릭스

21) 모형에 대한 자세한 설명은 다음의 논문들을 참조하시기 바람. Valdmanis, V., "Sensitivity Analysis for DEA Models," *Journal of Public Economics*, Vol. 48, 1992, pp. 185-205.
Banker, R. D., A. Charnes and W. W. Cooper, "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis," *Management Sciences*, Vol. 30, 1984, pp. 1078-1092.
Charnes, A., W. W. Cooper and E. Rhodes, "Measuring the Efficiency of Decision Making Units," *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, 1978, pp. 429-444.

- 토우, 르아브르, 방콕, L.A., 오클랜드항만들이었다.
- ㄷ. 비교적 중위그룹의 국제경쟁력을 보인(효율성이 60-70%) 컨테이너항만은 브레머하펜, 함부르크, 로테르담, 카오슝, 고베, 요코하마, 시애틀항만들이었다.
- ㄹ. 가장 낮은 국제경쟁력을 보인 항만은 엔트워프와 뉴욕항만이였다.

〈표 5〉 세계 주요 컨테이너항만의 생산효율성(CCR모형) 및 경쟁력 순위

항만\구분	불변수확하의 기술효율성	참조집단 및 잠재가격	국제경쟁력순위
1. 브레머하펜	0.778	12. 1.216	13
2. 함부르크	0.672	13. 0.674, 12. 0.501	18
3. 로테르담	0.695	17. 0.233 12. 0.178 8. 0.456	17
4. 엔트워프	0.531	12. 0.995	19
5. 펠릭스토우	0.981	17. 0.196 12. 0.145 13. 0.403	7
6. 르아브르	0.818	12. 0.811 13. 0.146	11
7. 방콕	0.905	13. 0.200 8. 0.128	9
8. 싱가포르	1.0		1
9. 홍콩	1.0		1
10. 카오슝	0.722	9. 0.293 12. 0.173 8. 0.261	15
11. 킬롱	1.0		1
12. 부산	1.0		1
13. 도쿄	1.0		1
14. 고베	0.7	12. 0.016 11. 0.466 17. 0.341 9. 0.171	16
15. 요코하마	0.788	17. 0.215 11. 0.420 13. 0.333	12
16. L.A.	0.837	12. 0.112 17.0.589 8.0.019 9.0.095	10
17. 롱비치	1.0		1
18. 오클랜드	0.925	17. 0.594 11. 0.257 12. 0.020	8
19. 시애틀	0.742	13. 0.112 11. 0.103 9. 0.015 17. 0.369	14
20. 뉴욕	0.504	12. 0.181 17. 0.291 9. 0.001 13. 0.491	20

<표 6> 세계 주요 컨테이너항만의 생산효율성(BCC모형) 및 국제경쟁력 순위

항만 \ 구분	가변수확 하의 기술효율성	참조집단 및 잠재가격	규모의 효율성	규모의 효율성 변화	국제경쟁력순위	
					VRS	EOS
1. 브레머하펜	0.796	17. 0.195 12. 0.805	0.978	drs	13	16
2. 함부르크	0.684	12. 0.408 17. 0.267 9. 0.019 13. 0.306	0.983	drs	14	12
3. 로테르담	0.707	17. 0.083 8. 0.331 12. 0.587	0.982	irs	15	11
4. 앤티워프	0.532	12. 0.992 7. 0.008	0.997	irs	17	9
5. 펠릭스토우	1.0		0.981	irs	1	14
6. 르아브르	0.827	5. 0.205 12. 0.777 7. 0.017	0.988	irs	11	11
7. 방콕	1.0		0.905	irs	1	20
8. 싱가포르	1.0		1.0		1	1
9. 홍콩	1.0		1.0		1	1
10. 카오슝	0.772	8. 0.435 12. 0.291 11. 0.091 7. 0.183	0.934	irs	18	19
11. 킬링	1.0		1.0		1	1
12. 부산	1.0		1.0		1	1
13. 도쿄	1.0		1.0		1	1
14. 고베	0.7	12. 0.017 13. 0.006 11. 0.471 17. 0.337 9. 0.169	1.0		16	1
15. 요코하마	0.796	17. 0.186 11. 0.411 5. 0.111 13. 0.291	0.990	irs	13	10
16. L.A.	0.87	9. 0.031 17. 0.529 11. 0.32 5. 0.036 12. 0.083	0.962	irs	10	17
17. 롱비치	1.0		1.0		1	1
18. 오클랜드	0.944	17. 0.477 11. 0.325 12. 0.022 5. 0.176	0.980	irs	9	15
19. 시애틀	0.804	5. 0.806 11. 0.192 7. 0.002	0.923	irs	12	18
20. 뉴욕	0.505	12. 0.161 5. 0.139 17. 0.264 9. 0.001 13. 0.434	0.998	irs	20	8

<표 6>은 가변수확하의 기술효율성(Technological Efficiency under Variable Returns to Scale: TE under VRS)과 규모의 효율성(Scale Efficiency)을 보여주고 있으며 그러한 두가지 측면에서 국제경쟁력의 순위를 제시하였다. 다음과 같은 사실에 주목할 필요가 있다.

7. 불변수확하의 기술효율성(Technological Efficiency under Constant Returns

to Scale: TE under CRS)을 보여주고 있는 <표 5>의 결과와 비교해 보면 가변수확하에서는 효율성이 고베항만을 제외하고 전부상승하는 것으로 나타났다.

규모의 효율성은 높게(1과 0.9사이) 나타났으나 수확체감현상을 보인 항만들은 브레머하펜, 함부르크항만이었으며 나머지 항만들은 효율적이거나, 규모수익이 증가하는 것으로 나타났다.

<표 5>와 <표 6>의 결과는 컨테이너항만들의 국제경쟁력분석에 다음과 같은 결론을 제시 해주고 있다. 즉, 불변수확하, 가변수확하, 규모의 수익면에서 생산효율성이 높은 항만들이 결국은 국제경쟁력도 높은 것으로 나타났다.

다. 전일수 외(1993. 12)의 결과와의 비교

전일수 외(1993. 12, p. 290)에는 항만입지, 항만시설, 물동량구성, 항만비용, 서비스, 부두운영형태, 항만관리주체면에서 백분비율로 컨테이너항만들의 경쟁력을 표시하였다. 종합적인 백분비율의 평균에 의한 항만들의 백분비율과 국제경쟁력순위는 다음과 같다.

1위: 로테르담(0.7163), 2위: 싱가포르(0.7082), 3위: 홍콩(0.6834), 4위: 카오슝(0.6201), 5위: 고베(0.6012), 6위: 함부르크(0.5646), 7위: 요코하마(0.5552), 8위: 앗트워프(0.5476), 9위: 뉴욕(0.5436), 10위: 로스엔젤레스(0.5350), 11위: 브레머하펜(0.5323), 12위: 롱비치(0.5185), 13위: 도쿄(0.5182), 14위: 펠릭스토우(0.5073), 15위: 오클랜드(0.4939), 16위: 시애틀(0.4905), 17위: 르아브르(0.4901), 18위: 부산(0.4852), 19위: 킬롱(0.4271), 20위: 방콕(0.4256).

아래의 <표 7>의 마지막 란을 보면 DEA기법을 이용한 본 연구의 결과와 전일수 외의 연구결과를 비교하여 일치하는 경우는 Yes, 불일치하는 경우는 No를 하였다. 결과적으로 일치하는 것은 약 35%였다. 그러나 두 연구의 결과를 정밀하게 비교한 수치상의 일치하는 이것보다 더 높아질 것으로 사료된다. 왜냐하면 전일수 외(p.290)의 결과를 보면 수치상으로 차이가 거의 없이 0.7이상이 2곳, 0.6이상이 3곳, 0.5이상이 9곳, 0.5이상이 6곳이기 때문이다. 요컨대 <표 7>을 통해서 보면 DEA기법에 의한 생산효율성을 고려하는 것도 컨테이너항만의 국제경쟁력을 분석하는데 있어서 어느정도 유용한 방법이라고 결론 내릴 수 있다.

나) 동북아 컨테이너항만의 국제경쟁력분석

DEA기법으로 분석한 동북아 컨테이너항만의 생산효율성에 대한 실증분석결과는 다음의 <표 7>과 같다.

〈표 7〉 세계 주요 컨테이너항만의 국제경쟁력 순위

항만 \ 구분	TE under VRS	TE under CRS	EOS	Change of EOS	불변 수확 하의 순위	VRS	EOS	전, 김, 김의 전체 결과	본 연구의 변수만을 고려한 경우	국제경쟁력 순위의 일치여부
1.브레머하펜	0.796	0.778	0.978	drs	13	13	16	11	11	Yes
2.함부르크	0.684	0.672	0.983	drs	18	19	12	6	8	No
3.로테르담	0.707	0.695	0.982	irs	17	15	13	1	2	No
4.앤티워프	0.532	0.531	0.997	irs	19	17	9	8	6	No
5.펠릭스투우	1.0	0.981	0.981	irs	7	1	10	14	15	No
6.리아브르	0.827	0.818	0.988	irs	11	11	11	17	19	Yes
7.방콕	1.0	0.905	0.905	irs	9	1	20	20	14	No
8.싱가포르	1.0	1.0	1.0		1	1	1	2	3	Yes
9.홍콩	1.0	1.0	1.0		1	1	1	3	4	Yes
10.카오슝	0.772	0.722	0.934	irs	15	18	19	4	5	No
11.킬롱	1.0	1.0	1.0		1	1	1	19	17	No
12.부산	1.0	1.0	1.0		1	1	1	18	12	No
13.도쿄	1.0	1.0	1.0		1	1	1	13	13	No
14.고베	0.7	0.7	1.0		16	16	1	5	7	No
15.요코하마	0.796	0.788	0.990	irs	12	13	10	7	10	Yes
16.L.A.	0.87	0.837	0.962	irs	10	10	17	10	1	Yes
17.롱비치	1.0	1.0	1.0		1	1	1	12	16	No
18.오클랜드	0.944	0.925	0.980	irs	8	9	15	15	20	No
19.시애틀	0.804	0.742	0.923	irs	14	12	18	16	18	Yes
20.뉴욕	0.505	0.504	0.998	irs	20	20	8	9	9	No

7. 개별항만의 생산효율성에 대한 해석

개별항만의 생산효율성을 분석하는 지표는 첫째, 생산효율성값과 둘째, 참조항만에 대한 잠재가격이다. 첫째, 생산효율성값이란 해당항만이 참조항만에 비해서 효율성값만큼의 생산성을 갖고있다는 것을 의미한다. 둘째, 참조항만에 대한 잠재가격이란 <표 8>에서 해당항만이 생산효율적이 되기 위해서는 참조항만의 투입과 산출요소에 잠재가격을 각각 곱해준 결과의 수치가 되어야 한다는 것을 의미한다. 예를 들면 고베항구가 생산효율적이 되기 위해서는 부산항의 투입과 산출요소에 각각 1.041을 곱한 수치가 상대적으로 효율적이 되는 투입과 산출요소값이 된다는 것을 의미한다. 또한 결과적으로 나타난 그러한 값들을 해당 항만의 실제 관찰된 투입-산출요소의 값과 비교함으로써 투입요소와 산출요소의 여유변수(Slack

Variables)의 값으로 표현된다. 따라서 여유변수는 해당항만의 비효율의 정도를 의미한다.

〈표 8〉 동북아컨테이너 항만의 생산성분석결과

항 만 명	생산성효율성값	참조항만	잠재가격	효율성순위
고베	0.251	부산	1.041	7
오사카	0.219	부산	0.234	8
도쿄	0.301	부산	0.539	6
요코하마	0.347	부산	0.827	5
나고야	0.364	부산	0.437	4
카오슌	0.710	부산	1.804	2
킬롱	0.580	부산	0.773	3
부산	1.0	부산		1

ㄴ. 상대적 생산효율성순위

동북아컨테이너항만의 상대적인 생산효율성순위는 다음과 같다. 즉, 부산, 카오슌, 킬롱, 나고야, 요코하마, 도쿄, 고베, 오사카의 순서이다. 즉, 부산컨테이너항이 동북아컨테이너항만 중에서 가장 생산성이 높게 나타났다.

ㄷ. 국가간의 생산효율성순위와 해석

한국, 대만, 일본의 순위로 나타났다. 이러한 결과는 우리가 일반적으로 생각하고 있는 순위(일본, 대만, 한국)와는 차이를 보이는 것이다. 그러나 한국의 컨테이너항만의 생산효율성이 높다고 하는 것은 그만큼 투입요소와 산출요소면에서 활용도가 높다는 것을 의미한다.

ㄹ. 하동우의 연구와의 비교

하동우의 연구결과와 본 연구결과는 유사한 결과를 보여 주고 있다. 즉, 하동우는 <표 4>에서 TEU/선석, TEU/m, TEU/GC로 나누어서 생산효율성을 분석하였다. 하동우의 연구에 의한 순위와 DEA기법에 의한 국제경쟁력순위의 결과를 비교해 보면 다음의 <표 9>에서와 같이 약 100%에 가깝게 일치하고 있다.

〈표 9〉 동북아컨테이너항만의 국제경쟁력순위

항만명/구분	TEU/선석순위	TEU/m순위	TEU/GC순위	생산효율성에 의한 국제경쟁력순위	국제경쟁력순위 일치여부
고베	8	7	7	7	Yes
오사카	7	8	8	8	Yes
도쿄	4	6	6	6	Yes
요코하마	6	4	5	5	Yes
나고야	5	5	4	4	Yes
카오슝	2	2	2	2	Yes
킬롱	3	3	3	3	Yes
부산	1	1	1	1	Yes

위의 결과의 또다른 특징은 모두 한국의 부산과 대만의 카오슝, 킬롱이 생산효율성이 높고 일본의 컨테이너항구들이 생산효율성이 떨어지는 것으로 나타난 점이다. 하동우는 일본의 생산효율성이 한국과 대만에 비해서 떨어지는 이유를 외국의 저널지를 인용하여 다음과 같이 설명하였다.²²⁾

컨테이너부두의 처리능력은 선석의 규모, 하역장비의 수와 능력, 당해항만의 하역관습 등 다양한 요인에 의해 결정되기 때문에 일률적으로 “선석당 얼마”라는 식으로 결정하기는 곤란하다. 일본컨테이너항만의 경우에는 선석당, 안벽길이 1m당, 갠트리크레인 1기당 컨테이너 처리실적이 대만이나 한국의 항만에 비해 크게 떨어진다. 이처럼 일본항만의 생산성이 낮은 이유로는 우선 오랜기간에 걸쳐 지속되어 온 항만개발로 충분한 항만시설을 확보하고 있기 때문에 그 이용율이 낮다는 점을 들 수 있다.²³⁾

다) 국제경쟁력분석 결과에 따른 DEA접근방법의 유효성

컨테이너항만들의 국제적인 경쟁력을 분석한 <표 7>과 동북아 컨테이너항만의 경쟁력을 분석한 <표 9>의 결과를 통해서 우리는 다음과 같은 결론을 도출할 수 있다.

첫째, 전통적인 국제경쟁력분석방법 중에서 특히, 생산효율성에 초점을 둔 분석

22) 하동우, 전게서, pp. 51-53.

23) Ocean Shipping Consultants, Ltd., *Asian Containerisation to 2005*, 1994, p. 113.

방법으로서 DEA 접근방법은 대안적인 방법이 충분히 될 수 있다.

둘째, 컨테이너항만의 생산효율성을 분석할 때 참조집단(DEA분석은 상대적인 효율성을 분석하기 때문에 해당 컨테이너항만이 효율적으로 되기 위해서 참고할 수 있는 항만들)으로 출현한 항만들의 투입요소와 산출요소를 고려하여 운영함으로써 해당 컨테이너항만은 효율적이 될 수 있다.

IV. 결 론

지금까지 본 연구에서는 컨테이너항만의 국제경쟁력분석방법 중에서 생산효율성 분석방법에서 많이 이용되고 있는 DEA방법의 도입의 필요성을 설명하는 한편 기존연구들의 원자료를 이용하여 실증적으로 분석하고 그러한 방법의 유효성을 검증함으로써 컨테이너항만의 국제경쟁력분석방법을 부분적으로 확장시켰다.

실증분석의 핵심적인 결과를 제시해 보면 다음과 같다. 첫째, 전일수·김학소·김범중의 연구(1993.12)에서 제시된 컨테이너항만의 국제경쟁력분석결과와 DEA분석결과와는 35%수준에서 동일한 결과를 보였다. 그 이유는 본 연구에서 이용한 투입요소와 산출요소의 숫자가 적었기 때문이다. 둘째, 하동우(1996. 12)의 연구결과와는 100% 일치하였다. 그 이유는 하동우의 연구에서 고려한 변수를 함께 고려했기 때문이다. 셋째, 효율성이 1미만인 즉, 비효율적인 각 컨테이너항만별로 벤치마킹할 수 있는 항만들(참조집단)을 제시함으로써 비효율의 원인을 파악하고 생산효율성을 개선시켜서 국제경쟁력을 강화할 수 있는 한가지 방법을 보여 주었다.

따라서 위와같은 연구결과는 생산성저하요인에 대비한 컨테이너항만관련 당사자들의 생산효율성을 개선시키기 위한 다음과 같은 노력이 필요함을 함의하고 있다.

첫째, 컨테이너항만의 생산효율성과 관련된 투입요소와 산출요소를 요소별로 파악하고 투입요소와 관련된 비용을 절감시키는 방안과 함께, 산출요소를 증대시키는 방안을 마련해야만 한다.

둘째, 본 논문의 실증분석결과에서 제시하고 있는 참조집단 중에서 해당항만과 관련하여 가장 유사한 항만형태를 갖고있는 컨테이너항만을 벤치마킹항만으로 선정하여 그들이 갖고있는 운영방법들을 모방하여야만 한다.

셋째, 항만운영체제를 더욱 개선(항만운영의 완전한 민영화, 자율적인 컨테이너 터미널 사용요율 책정, 항만운영의 정보화확대)하여야만 한다.²⁴⁾

24) 최낙정, 「컨테이너 항만개발 및 관리정책」, 『학술발표논문집』, 제1회 광양항 국제 Forum 및

넷째, 컨테이너 항만효율화개념(컨테이너항만시설 이용극대화, 이익자에 대한 서비스수준의 제고, 컨테이너항만비용의 최소화, 육-해상연결지점으로의 기능 최대화 등의 요건에 맞는 시설확보)²⁵⁾을 확립하여 모든 컨테이너항만을 효율적으로 관리하여야만 한다.

다섯째, 컨테이너항만관리를 과학화하여야 한다. 그러기 위해서는 컨테이너항만과 관련된 모든 통계를 모든나라들이 선진국형으로 바꾸고 기록-정리하며 그러한 자료를 바탕으로 컨테이너항만의 생산효율성을 분석하고 비효율적인 요인을 적출하는 한편 그러한 요인을 줄여가는 노력을 함께하여야 한다.

본 논문의 한계점은 분석대상이 되었던 컨테이너항만의 숫자와 투입 및 산출물의 숫자에 대한 제약 때문에 다양한 세트의 투입물과 산출물을 이용한 생산효율성을 분석하고 비교하지 못했다는 점이다. 이 점은 차후연구의 과제로 삼고자 한다.

〈참 고 문 헌〉

1. 김범중, 「컨테이너터미널 이용선사의 서비스만족도 평가」, 『한국항만경제학회지』 제16집, 한국항만경제학회, 2000. 8, pp. 227-250.
2. 김천식, 「세계 주요항만의 컨테이너 물동량 추이와 경영전략」, 『한국항만경제학회지』 제16집, 한국항만경제학회, 2000. 8, pp. 3-24.
3. 방희석, 『현대해상운송론』, 박영사, 1994. 3.
4. 전국경제인연합회, 『항만의 경쟁력 제고과제』, 전국경제인연합회조사연구자료, 산업정책 97-3, 1997. 9. 20.
5. 전일수·김학소·김범중, 『우리나라 컨테이너 항만의 국제경쟁력 제고방안에 관한 연구』, 해운산업연구원, 정책자료090, 1993. 12.
6. 최낙정, 「컨테이너 항만개발 및 관리정책」, 『학술발표논문집』, 제1회 광양항 국제 Forum 및 제13차 한국항만경제학회 국제학술발표대회, 1998. 7. 10, pp. 3-17.
7. 하동우, 『동북아 주요 컨테이너항만간 경쟁여건 분석』, 해운산업연구원, 정책자료 137, 1996. 12.
8. Arrow, K. T., H. B. Chenery, B. S. Minhas and R. M. Solow, "Capital-Labour Substitution and Economic Efficiency," *Review of Economic Statistics*, Vol. 18, 1961, pp. 225-250.
9. Bain, David, *The Productivity Prescription: The Manager's Guide to Improving Productivity and Profit*, McGraw-Hill Co., 1982.

제13차 한국항만경제학회 국제학술발표대회, 1998. 7. 10, pp. 12-16.
25) 방희석, 전게서, p. 350.

10. Banker, R. D., A. Charnes and W. W. Cooper, "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis," *Management Sciences*, Vol. 30, 1984, pp. 1078-1092.
11. Bennathan, E. and A. Walters, *Port Pricing and Investment Policy for Developing Countries*, Oxford Univ. Press, 1979.
12. Berg, S. A., F. R. Forsund and E. S. Jansen, "Technical Efficiency of Norwegian Bank: The Non-Parametric Approach to Efficiency Measurement," *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 2, 1991, pp. 127-142.
13. Callen, J. L., "Efficiency Measurement in the Manufacturing Firm," *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 2, 1990, pp. 5-13.
14. Caves, R. E. and D. R. Barton, *Efficiency in U. S. Manufacturing Industries*, Cambridge, Mass.: MIT Press, 1990.
15. Charnes, A. and W. W. Cooper, "Management Science Relations for Evaluation and Management Accountability," *Journal of Enterprise Management*, Vol. 2, No. 2, 1980.
16. Charnes, A., W. W. Cooper and E. Rhodes, "Measuring the Efficiency of Decision Making Units," *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, 1978, pp. 429-444.
17. Culliname, K. and Dong-Wook Song, "Container Terminals in South Korea: Problems and Panaceas," *Maritime Policy and Management*, Vol. 25, No. 1, 1998, pp. 63-80.
18. Denison, E. F., *Accounting for U. S. Economic Growth 1929-1967*, Washington D. C.: The Brookings Institution, 1974.
19. Dowd, T. J., "Container Terminal Leasing and Pricing," *Maritime Policy and Management*, Vol. 11, No. 4, 1984, pp. 280-290.
20. Dowd, T. J. and T. M. Leschine, "Container Terminal Productivity: A Perspective," *Maritime Policy and Management*, Vol. 17, No. 2, 1990, pp. 108-109.
21. Farrel, M. J., "The Measurement of Productive Efficiency," *Journal of the Royal Statistical Society*, Series A, Part 3, 1957.
22. Fleming, D. K., "World Container Port Rankings," *Maritime Policy and Management*, Vol. 24, No. 2, 1997, pp. 175-181.
23. Frankel, E. G., "Port Performance and Productivity Measurement," *Ports and Harbors*, Vol. 36, No. 7, September 1991, pp. 11-13.
24. Garrigosa, E. G. and E. G. Tatje, "Profits and TFP: A Comparative Analysis," *Omega*, Vol. 20, 1992, pp. 553-568.
25. Gorman, W. M., "Production Functions in which the Elasticities of Substitution Stand in Fixed Proportions to Each Other," *Review of Economic Studies*, Vol. 32, 1965, pp. 217-224.
26. Greene, W. H., "Gamma-distributed Stochastic Frontier Model," *Journal of Econometrics*,

- Vol. 46, 1990, pp. 141-163.
27. Heggie, I., "Charging for Port Facilities," *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 8, 1974, pp. 3-25.
 28. Humphrey, D. B., "Cost and Technical Change: Effects from Bank Deregulation," *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 4, 1993, pp. 9-34.
 29. Jansson, J. O. and D. Shneerson, *Port Economics*, MIT Press, 1982., Schonfeld, P. and S. Frank, "Optimizing the Use of a Containership Berth," *Transportation Research Record*, No. 984, 1986, pp. 56-62.
 30. Kenrick, J. W., *Postwar Productivity Trends in the U. S. 1948-1969*, New York: Columbia University Press, 1973.
 31. Kendrick, J. W. and D. Creamer, "Measuring Company Productivity: Handbook with Case Studies," *Studies in Business Economics*, No. 89, New York: National Industrial Conference Board, 1965.
 32. Mairesse, J. and E. Kremp, "A Look at Productivity at the Firm Level in Eight French Industries," *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 4, 1957, pp. 211-234.
 33. Monie, G. De, "Measuring and Evaluating Port Performance and Productivity," *UNCTAD MONOGRAPHS on PORT MANAGEMENT*, No.6, International Association of Ports and Harbors, September 1987, pp. 2-11.
 34. Petersen, N. C., "DEA on a Relaxed Set of Assumptions," *Management Science*, Vol. 36, No. 3, pp. 305-314.
 35. Roll, Y. and Y. Hayuth, "Port Performance Comparison Applying Data Envelopment Analysis(DEA)," *Maritime Policy and Management*, Vol. 20, No. 2, 1993, pp. 153-161.
 36. Roll, Y. and A. Sachish, "Productivity Measurement at the Plant Level," *Omega*, Vol. 9, No. 1, 1981, pp. 37-42.
 37. Sachish, A., "Productivity Functions as A Managerial Tool in Israel Ports," *Maritime Policy and Management*, Vol. 23, No. 4, 1996.
 38. Seiford, L. and R. M. Thrall, "Recent Development in DEA," *Journal of Econometrics*, Vol. 46, 1990, pp. 7-38.
 39. Siegal, I. H., *Company Productivity: Measurement for Improvement*, W. E. Upjohn Institute for Employment, 1980.
 40. Suykens, F., "Some Remarks Productivity in Seaports," *Ports and Harbors*, Vol. 32, No. 12, December 1987.
 41. Talley, Wayne K., "Optimum Throughput and Performance Evaluation of Marine Terminals," *Maritime Policy and Management*, Vol. 15, No. 4, 1988, pp. 327-331.
 42. _____, "A Comparison of Two Methodologies for Selecting Transit Performance Indicators," *Transportation*, Vol. 13, 1986, pp. 201-210.

43. 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.
44. Valdmanis, V., "Sensitivity Analysis for DEA Models," *Journal of Public Economics*, Vol. 48, 1992, pp. 185-205.
45. Walter, A., "Marginal Cost Pricing in Ports," *The Logistics and Transportation Review*, Vol. 11, 1975, pp. 297-308.
46. Woodmansey, M., *Added Value: An Introduction to Productivity Schemes, Management Survey Report*, No. 40, London: British Institute of Management, 1989.

논문투고일: 2001. 1. 31

논문심사일: 2001. 2. 15

심사판정일: 2001. 3. 15