

동북아시아 주요 컨테이너항만의 효율성 비교연구

이탁* · † 곽규석 · 남기찬** · 안영모***

*, *** 한국해양대학교 대학원, †, ** 한국해양대학교 물류시스템학과 교수

A Comparative Analysis of Terminal Efficiency in Northeast Asia Container Ports

Li Duo* · † Kyu-Seok Kwak · Ki-Chan Nam** · Young-Mo An***

*, *** Graduate school of National Korea Maritime and Ocean University, Busan 606-791, Korea

†, ** Dept of Logistics Engineering, National Korea Maritime and Ocean University, Busan 606-791, Korea

요약 : 본 연구의 목적은 동북아시아 주요 컨테이너항만간의 상대적 효율성을 분석함으로써, 각 항만의 현재 효율성 수준을 파악하고, 효율적 항만이 되기 위한 주요 전략수립 방안을 제시하고자 하는 것이다. 동북아시아 지역의 주요 16개 항만을 대상으로 개별항만 효율성 및 상대적 효율성을 분석하였으며, DEA기법을 사용했다. DEA모형 중 규모수익불변모형인 CCR모형과 규모수익가변모형인 BCC모형을 통해 항만 효율성을 분석하며, 또한 CCR모형에 의해 평가된 효율성을 BCC모형에 의해 평가된 효율성으로 나눈 비율인 규모의 효율성 측면에서도 효율성을 분석하였다. 이러한 방법의 실증분석을 시행함에 있어서 투입요소로는 선석 수, 안벽 길이, 수심, 부두 총면적, C/C 대수를 이용하고, 산출요소로는 컨테이너 물동량을 이용했다. 연구 결과, 중국의 경우, 대부분의 항만이 효율적으로 나타난 반면, 한국과 일본의 경우 대체적으로 비효율적인 것으로 나타났다. 특히, 부산항과 상해항, 뤼순항과 인천항, 다롄항과 광양항이 투입요소가 유사하지만 산출요소인 컨테이너 물동량은 큰 차이가 있는 것으로 나타났다.

핵심용어 : 동북아 항만, DEA, 자료포락분석, 효율성

Abstract : The purpose of this study is to suggest a major strategy to become effective for each port in Northeast Asia by analyzing the relative efficiency of each port to determine the current level of efficiency, efficient harbors plan. Individual port of the major 16 ports in Northeast Asia was analysed targeting efficiency and relative efficiency. In this study, DEA technique was used. Of the DEA model, CCR (constant returns to scale) models and BCC (variable return to scale) model was applied to analyze the efficiency and effectiveness of the port. Then the efficiency measured through CCR model is again compared with the efficiency measured by the BCC model. In this way, the empirical analysis includes the input factors of the operating ports such as the number of berths, wharf, depth, total area of the pier, C / C numbers and output elements includes the container throughput. The results of the study show that most of the ports in China is efficient whereas those in Korea and Japan are relatively inefficient. There are some pairs of ports which has the similar input factors, like Busan port and Shanghai port, Lianyungang port and Incheon port, Dalian port and Gwangyang port, but the container throughput of them has a huge difference.

Key words : Northeast Asia port, DEA, Data Envelopment Analysis, Efficiency

1. 서론

항만은 한 국가의 경제발전에 직접적으로 영향을 미치는 상공업활동을 통하여 국제무역의 증진에 중요한 역할을 수행하며, 해운산업을 비롯한 관련 산업을 직·간접적으로 발전시킨다는 점에서 경제적 중요성이 크다. 이러한 항만의 역할과 중요성을 바탕으로 항만과 밀접한 관계를 갖는 컨테이너산업은 그 중요성이 점차 확대되고 있으며, 세계화의 진전과 더불어

어 국가 간의 무역관계도 활발하게 이루어지고 있다.

세계 각국은 항만 및 컨테이너 산업을 국가 주요산업으로 육성해 오고 있으며, 특히, 동북아시아 지역권의 주요국들은 늘어나는 물동량을 처리하고 물류거점의 위치를 차지하기 위해 경쟁적으로 항만을 증축·건설하고 있다. 동북아시아의 주요 항만들은 대대적인 항만시설투자를 통한 중심항 개발전략을 추구하는 동시에 항만운영의 효율성 증대를 통한 경쟁력 강화에도 노력을 기울이고 있다.

* 연회원 liduo945@daum.net 051)410-4912

† Corresponding author : 종신회원 kskwak@hhu.ac.kr 051)410-4332

** 종신회원 namchan@hhu.ac.kr 051)410-4336

*** 연회원 onlylel@kmou.ac.kr 051)410-4912

(주) 이 논문은 “동북아시아 주요 컨테이너항만의 효율성 비교연구”이란 제목으로 “2014 공동학술대회 한국항해항만학회논문집(한국해양대학교, 2014. 6. 12-14, pp. 225-226)”에 발표되었음.

항만의 경쟁우위를 좌우하는 중요한 결정요인 중 하나는 항만 효율성이다. 항만 효율성은 개별항만의 경쟁력뿐만 아니라, 해상운송비용 절감을 통해 한 나라의 수출경쟁력을 제고하는데 중요한 역할을 수행하며, 막대한 부가가치를 창출함으로써 국가 경제에도 지대한 영향을 미친다. 따라서 자국의 항만에 대한 내부적인 효율성 평가와 경쟁항만들 간의 상대적 효율성 분석은, 현재의 항만 효율성 수준을 정확히 파악하여 이를 개선시킬 수 있는 방안제시의 기초자료로 활용된다는 점에서 분석의 필요성이 있다.

2. 선행연구 고찰

항만 효율성 관련하여 많은 연구가 진행되었으며 각 연구의 차이점은 크게 투입요소와 산출요소, 분석 대상으로 구분할 수 있다. 특히 항만 효율성 관련한 분석은 많은 논문에서 DEA 분석을 활용하였다.

Roll and Hayuth(1993)는 이스라엘의 20개 항만을 대상으로 DEA의 CCR모형을 적용하여 효율성을 평가하였다.

Cullinane, et al.(2006)은 23개의 세계 주요 항만을 대상으로 2002년부터 2004년까지의 자료로 효율성 분석을 실시하였다.

Song et al(2005)는 부산항을 포함한 세계 주요 컨테이너항만들의 효율성을 DEA모형을 통해 상대적으로 분석함으로써, 부산항의 현재 위치와 더 효율적인 항만의 되기 위해 벤치마킹해야 할 대상을 구체화 하였다.

Lee et al(2013)은 세계 28개 항만을 대상으로 DEA모형으로 항만 효율성을 분석하였고, 투입요소를 선석 수, 컨테이너 크레인수, CFS면적, Storage로, 산출요소를 컨테이너처리량, 선석 길이당 처리실적, 야드장비당 처리실적으로 설정하였다.

Table 1 Previous research summary

researcher	Methods	Variables		DMU
		Input	Output	
Roll and Hayuth (1993)	DEA	- Annual labor - Annual investment capital - Hardware - The unity of the cargo	- Cargo handling capacity - Service Level - User satisfaction - Ship arrival times	20 ports of Israel
Cullinane, et al. (2006)	DEA	- Berth length - Total area - Number of G/C	- Container throughput	23 major world port
Song et al (2005)	DEA	- Berth Length - Total area - Number of G/C - CFS Area - Average work time	- Container throughput	60 major world port
Lee et al (2013)	DEA	- Number of berth - Number of G/C - CFS Area - Storage	- Container throughput - throughput per berth length - throughput per G/C	28 major world port

본 연구는 항만 관련 요소의 모호성과 자료수집의 한계로, 기존 연구들이 가장 보편적으로 사용해온 변수를 본 분석의 투입요소 및 산출요소를 선정하였다. 즉 투입요소로는 선석 수, 안벽 길이, 수심, 부두 총면적, C/C 대수를 선정하였다.

그러나 변수선정 외에, 본 연구는 기존의 연구와 비교하여 다음과 같은 차이점이 있다.

첫째, 급변하는 세계 컨테이너항만 현황을 고려할 때, 가장 최신의 자료를 사용하였다는 점에서 차이점이 있다. 세계적으로 컨테이너 물동량의 증가세 또는 둔화세 변화가 빠르게 변화하고 있는 상황에서 컨테이너항만산업을 둘러싼 경쟁환경 또한 급변하고 있다. 이러한 상황에서, 가장 최신의 현황을 반영한 새로운 효율성 분석의 필요성이 대두되며, 그 분석은 가치가 있다. 가장 최근의 선행연구인 Lee et al(2013)의 연구에서는 2009년까지의 자료를 사용하였으나, 본 연구에서는 2013년까지의 자료를 사용하였다. 둘째, 본 연구는 2012년 컨테이너 물동량을 기준으로 세계 100위권 내에 있는 동북아시아 지역의 항만, 즉 내륙항을 제외한 한국, 중국, 일본의 16개 항만을 분석대상으로 한정했다는 점에서 동북아시아 지역의 항만 효율성 분석에 있어 의미가 있으며, 이러한 항만 선정은 기존의 연구와 차이점이라고 할 수 있다. 셋째, 본 연구는 선행연구 및 기타 분석결과를 실제 현황을 고려하여 검증과정을 거치고 최종 시사점을 도출하였다.

3. 동북아시아 지역 항만 현황

최근 세계 컨테이너 물동량을 살펴보면, 중국의 상해(Shanghai)항은 2010년 사상 처음 세계 1위 컨테이너항만이 된 이후로, 최근 3년간 2,907만TEU(2010년), 3,174만TEU(2011년), 3,253만TEU(2012년)를 기록하면서, 1위를 지키고 있다. 또한, 최근 3년간 싱가포르(Singapore)항 2위, 홍콩(Hong Kong)항 3위, 선전(Shenzhen)항 4위, 부산(Busan)항 5위, Ningbo항 6위, 광저우(Guangzhou)항, 두바이(Dubai)항이 9위를 계속해서 유지해오고 있다.

2012년 세계 컨테이너 물동량 항만 순위(1~100위) 중, 동북아시아 지역에 해당하는 항구는 총 20개 항구이며, 중국이 12개 항만, 한국이 3개 항만, 일본이 5개 항만으로 나타났다.

Table 2 Northeast Asia container throughput and ranking in 2012

Unit : 10,000 TEU

Rank	Port	Country	TEU
1	Shanghai	China	3,253
5	Busan	South Korea	1,705
6	Ningbo	China	1,567
8	Qingdao	China	1,450
10	Tianjin	China	1,230
17	Dalian	China	806
26	Lianyungang	China	502

27	Yingkou	China	485
28	Tokyo	Japan	475
34	Taicang	China	401
43	Yokohama	Japan	305
50	Nagoya	Japan	266
52	Kobe	Japan	257
57	Osaka	Japan	241
61	Nanjing	China	230
63	Gwangyang	South Korea	215
69	Incheon	South Korea	198
74	Yantai	China	185
75	Fuzhou	China	183
99	Zhongshan	China	120

Source: Containerisation International Yearbook

4. 실증분석

본 연구는 좁은 의미의 동북아시아 지역 개념에 해당하는 한·중·일 3개국의 주요 16개 항만을 대상으로 개별항만 효율성 및 상대적 효율성을 분석하였다. 즉 2012년 기준 세계 컨테이너 물동량 순위 100위권 내의 항만 중 내륙항을 제외한 한·중·일 항만을 분석대상으로 선정하였다.

DEA기법을 사용하였으며, DEA모형들 중 규모수익불변모형인 CCR모형과 규모수익가변모형인 BCC모형을 통해 항만 효율성을 분석하였다. 또한 규모의 효율성 측면에서도 효율성을 분석한다. 이러한 방법의 실증분석을 시행함에 있어서 투입요소(Input Data)로는 선석 수(Berth), 안벽 길이(Wharf), 수심(Depth), 부두 총면적(Total Area), C/C(Container Cranes) 대수를 이용하고, 산출요소(Output Data)로는 컨테이너 물동량을 이용했다. 컨테이너 물동량의 2013년 기준 자료를 이용하였으며, 투입요소는 현재 시점의 자료를 이용하였다. 각 항만의 투입요소와 2013년 컨테이너 물동량은 각 국가 및 지역의 항만공사에 공개된 자료를 이용하였다.

Table 3 Analysis of data and summary

Rank	Port	Input					Output Con. Through put (10,000 TEU)
		Berth (Num)	Wharf (m)	Depth (m)	Total Area (m ²)	C/C (Num)	
1	Shanghai	40	12,298	17.5	639	142	3,361.7
2	Busan	41	12,523	18	714.9	121	1,768.6
3	Ningbo	32	9,688	18.5	507.5	95	1,732.7
4	Qingdao	23	7,170	20	462	74	1,552.0
5	Tianjin	25	7,665	19.5	475.7	81	1,300.0
6	Dalian	18	5,665	17.8	412.1	35	991.2
7	Lianyungang	9	2,900	16.5	105	22	548.8
8	Yingkou	7	1,936	15.5	149	18	530.1
9	Tokyo	15	4,479	16	150.6	36	435.3
10	Yokohama	19	5,350	16	256.7	41	288.8
11	Nagoya	13	3,955	16	159.5	28	270.9

12	Kobe	11	4,700	16	153.2	31	255.3
13	Osaka	14	4,465	16	123.1	30	219.4
14	Gwangyang	18	6,150	16	297.6	27	227.6
15	Incheon	11	2,449	14	82.2	19	216.1
16	Yantai	7	2,013	14	87.2	18	215.0

Source: Containerisation International Yearbook

산출지향 DEA-CCR모형에 의한 효율성 값 분석결과, 상해항, 댜윈강항이 효율성 값 1로 가장 효율적인 것으로 나타났으며, 요코하마항(0.235), 오사카항(0.238), 광양항(0.242) 등은 상대적으로 효율성이 낮은 것으로 나타났다. 한국 항만의 경우, 부산항이 0.602, 인천항이 0.325, 광양항이 0.242로 나타났으며, 중국 항만은 전체적으로 효율적인 것으로, 일본 항만은 전체적으로 효율성이 낮은 것으로 나타났다.

이러한 분석결과에 대한 의미를 좀 더 자세히 알아보기 위하여, 효율성 값이 0.282이고 16개 항만 중 11위를 차지한 나고야항을 예를 들어 살펴보면, 나고야항의 참조집단은 상해항, 댜윈강항의 투입요소와 산출요소를 각 람다(λ) 값으로 선형 결합하여 가상적인 DMU을 만든다. 따라서 나고야항의 효율성은 가상적인 DMU에 대하여 상대적 효율성 값이 0.282로 평가된다는 의미로 분석된다.

Table 4 The DEA-CCR model's efficiency value and reference group

Rank	DMU	Efficiency Value	Reference Group(λ)
1	Shanghai	1	Shanghai(1)
1	Lianyungang	1	Lianyungang(1)
2	Dalian	0.986	Lianyungang(0.948), Shanghai(0.095)
6	Yingkou	0.936	Lianyungang(0.668)
4	Qingdao	0.774	Lianyungang(0.792), Shanghai(0.396)
5	Ningbo	0.719	Lianyungang(0.493), Shanghai(0.593)
6	Tianjin	0.609	Lianyungang(0.694), Shanghai(0.460)
7	Busan	0.602	Lianyungang(0.224), Shanghai(0.817)
8	Tokyo	0.414	Shanghai(0.092), Lianyungang(0.842)
9	Yantai	0.365	Lianyungang(0.694)
10	Incheon	0.325	Lianyungang(0.783)
11	Nagoya	0.282	Shanghai(0.056), Lianyungang(0.910)
12	Kobe	0.254	Lianyungang(0.891), Shanghai(0.075)
13	Gwangyang	0.242	Lianyungang(0.919), Shanghai(0.048)
14	Osaka	0.238	Lianyungang(0.927), Shanghai(0.040)
15	Yokohama	0.235	Shanghai(0.166), Lianyungang(0.794)

람다(λ) 값이 클수록 그 항만을 더욱 더 참조했다는 의미이며 효율성에서 그 항만과 유사성이 높다고 평가될 수 있다. 참조집단 분석결과에 따르면, 상해항이 총 12번, 댜윈강항이 총 15번으로 참조집단으로의 출연빈도가 높아 효율적인 항만으로 나타났다. 즉 상해항과 댜윈강항이 효율적 항만을 위한 벤치마킹의 대상이 된다고 할 수 있으며, 이러한 항만은 다른 항만이 비효율성을 개선하기 위한 효율성 평가의 기준이 되기도 한다.

일반적으로 DEA모형을 통한 분석에서는 효율성을 증대시키는 방법으로 투입요소를 감소하거나, 산출요소를 증가시키는 방법으로 구분하여 결과를 제시한다. 즉 DEA모형을 통한 분석의 경우, 비효율적인 항만이 효율적인 항만이 되기 위하여 감소시켜야 할 투입요소나 증가시켜야 할 산출요소에 대한 정보를 제공해주어 효율적인 항만이 될 수 있는 구체적인 방안을 제시해준다. 각 항만이 효율적인 프론티어에 투자를 했을 때 투자 값을 안다면 각 항만이 개선시킬 수 있는 여지를 알게 되기 때문에 효율성을 개선하는데 용이하다.

효율성 개선을 위한 투자를 살펴보면, 16개 항만 중, 11개 항만이 선석 수를, 10개 항만이 선석 길이를, 3개 항만이 수심을, 11개 항만이 부두 총면적을, 8개 항만이 C/C 대수를 줄여야만 효율적인 항만이 될 수 있는 것으로 나타났다. 또한, 상해항과 댜윈강항을 제외한 14개의 효율성이 낮은 항만은 모두 컨테이너 물동량을 늘려야 하는 것으로 나타났다.

효율성 값이 0.602인 부산항의 경우, 선석 수를 6개, 선석 길이를 1,821m, 부두 총면적을 169m² 줄이고, 유치 물동량을 11,693,879TEU 증가시켜야 효율적인 항만이 될 수 있다고 해석할 수 있다. 그러나 부산항의 경우, 실제로 신항은 선석이 부족하고, 북항은 선석이 남는 상황이므로, 이를 고려할 필요가 있다. 또한, 효율성 값이 0.325인 인천항의 경우는, 투입요소인 선석 수, 선석 길이, 수심, C/C 대수를 각각 4개, 179m, 1m, 2대 줄이고, 유치 물동량을 증가시켜야 효율적인 프론티어에 도달할 수 있는 것으로 나타났다.

대규모 시설투자를 통한 경쟁우위를 확보하려는 전략보다는 이미 갖추어진 시설 및 기반을 보다 효율적으로 활용하기 위한 전략을 모색하는 것이 필요하며, 보다 많은 컨테이너 화물을 유치한다면 투입요소를 활용하는 빈도가 늘어나 투입요소 및 산출요소의 비효율성이 동시에 개선될 수 있다.

Table 5 The DEA-CCR model's efficiency to the port to improve the investment (Busan, Incheon)

DMU	Input and Output	Efficiency condition	present condition	gap	%
Busan (0.602)	Berth(num)	35	41	-6	-15%
	Wharf(m)	10,702	12,523	-1,821	-15%
	Depth(m)	18	18	0	0%
	Total Area (m ²)	546	715	-169	-24%
	C/C (num)	121	121	0	0%
	Throughput (TEU)	29,379,978	17,686,099	1,169,3879	66%
Incheon (0.325)	Berth(num)	7	11	-4	-36%
	Wharf(m)	2,270	2,449	-179	-7%
	Depth(m)	13	14	-1	-8%
	Total Area (m ²)	82	82	0	0%
	C/C(num)	17	19	-2	-9%
	Throughput (TEU)	6,644,891	2,160,797	4,484,094	208%

산출지향 DEA-BCC모형에 의한 효율성 값 분석결과, 상해항, 댜윈강항, 잉커우항, 인천항, 옌타이항의 총 5개항이 효율성 값 1로 가장 효율적인 것으로 나타났다. 반면, 요코하마항, 오사카항, 광양항, 고베항 등은 효율성 값이 각각 0.263, 0.268, 0.273, 0.282로 상대적으로 효율성이 낮은 것으로 나타났다.

한국 항만의 경우, 인천항이 효율성 값 1로, 효율적인 항만으로 나타났으며, 부산항은 효율성 값 0.605, 광양항은 효율성 값 0.273으로, 인천항에 비하여 효율성이 낮은 것으로 나타났다. 중국 항만의 경우는 상해항, 댜윈강항, 잉커우항, 옌타이항, 총 4개의 항만이 효율적인 항만으로 나타났으며, 일본 항만은 분석대상이 된 항만 모두 효율성 값 순위 상으로 최하위에 랭크되었으며, 도쿄항 0.464, 나고야항 0.318 등으로 한국과 중국의 항만에 비하여 비교적 매우 효율성이 낮은 것으로 나타났다.

한편, 참조집단 분석결과에 따르면, 상해항이 총 12번, 댜윈강항이 총 12번, 옌타이항이 총 5번, 인천항이 총 3번, 잉커우항이 총 2번으로 나타났다. 즉 상해항과 댜윈강항, 옌타이항 등이, 효율적 항만을 위한 벤치마킹의 대상이 된다고 할 수 있으며, 이러한 항만은 다른 항만이 효율성을 개선하기 위한 효율성 평가의 기준이 되기도 한다.

Table 6 The DEA-BCC model's efficiency value and reference group

Rank	DMU	Efficiency Value	Reference Group(λ)
1	Shanghai	1	Shanghai(1)
1	Lianyungang	1	Lianyungang(1)
1	Yingkou	1	Yingkou(1)
1	Incheon	1	Incheon(1)
1	Yantai	1	Yantai(1)
2	Dalian	0.884	Shanghai(0.108), Lianyungang(0.892)
3	Qingdao	0.801	Lianyungang(0.567), Shanghai(0.4330)
4	Ningbo	0.729	Lianyungang(0.392), Shanghai(0.608)
5	Tianjin	0.624	Lianyungang(0.508), Shanghai(0.492)
6	Busan	0.605	Lianyungang(0.175), Shanghai(0.825)
7	Tokyo	0.464	Lianyungang(0.666), Incheon(0.238), Shanghai(0.096)
8	Nagoya	0.318	Lianyungang(0.720), Shanghai(0.057), Yantai(0.223)
9	Kobe	0.282	Lianyungang(0.599), Yantai(0.179), Shanghai(0.085), Yingkou(0.137)
10	Gwangyang	0.273	Lianyungang(0.731), Yantai(0.220), Shanghai(0.049)
11	Osaka	0.268	Lianyungang(0.740), Incheon(0.217), Shanghai(0.043)
12	Yokohama	0.263	Lianyungang(0.566), Shanghai(0.167), Yantai(0.267)

산출지향 DEA-BCC모형도 앞서 살펴본 CCR모형처럼 효율성 개선을 위한 투자 값을 살펴보면, 16개 항만 중, 9개 항만이 선석 수를, 10개 항만이 선석 길이를, 5개 항만이 수심을,

8개 항만이 부두 총면적을, 2개 항만이 C/C 대수를 줄여야만 효율적인 항만이 될 수 있는 것으로 나타났다. 또한, 상해항, 렌윈강항, 잉커우항, 인천항, 엔타이항을 제외한 11개의 효율성이 낮은 항만은 모두 컨테이너 물동량을 늘려야하는 것으로 나타났다.

효율성 값이 0.605인 부산항의 경우, 선석 수를 6개, 선석길이를 1,870m, 수심을 1m, 부두 총면적을 169m² 줄이면 효율적인 항만이 될 수 있다고 해석할 수 있다. 효율성 값이 0.273인 광양항의 경우는, 투입요소인 선석 수, 선석 길이, 부두 총면적을 각각 8개, 2,984m, 170m²을 줄이고, 컨테이너 처리 물동량을 6,051,390TEU 만큼 개선시켜야 효율적인 프론티어에 도달할 수 있는 것으로 나타났다.

Table 7 The DEA-BCC model's efficiency to the port to improve the investment (Busan, Gwangyang)

DMU	Output and Input	Efficiency condition	present condition	gap	%
Busan (0.605)	Berth(num)	35	41	-6	-16%
	Wharf(m)	106,53	12,523	-1,870	-15%
	Depth(m)	17	18	-1	-4%
	Total Area(m ²)	546	715	-169	-24%
	C/C (num)	121	121	0	0%
	Throughput (TEU)	29,219,425	17,686,099	11,533,326	65%
Gwangyang (0.273)	Berth(num)	10	18	-8	-44%
	Wharf(m)	3,166	6,150	-2,984	-49%
	Depth(m)	16	16	0	0%
	Total Area(m ²)	127	298	-170	-57%
	C/C(num)	27	27	0	0%
	Throughput (TEU)	8,327,191	2,275,801	6,051,390	266%

규모의 효율성 결과를 살펴보면, 상해항과 렌윈강항이 CCR 효율성 값, BCC 효율성 값, 규모의 효율성 값 모두 1로서 효율적인 운영을 하고 있으며 규모도 제대로 이용하고 있는 것으로 해석된다. 이는 순수기술효율성과 기술효율성이 동일하여 규모의 비효율성이 존재하지 않는 상태, 즉 수익불변(CRS)에서 적의 규모 상태에 있다는 것을 의미한다.

한편 잉커우항, 엔타이항, 인천항은 CCR 효율성 값이 1임에도 불구하고, 규모의 효율성 값이 각각 0.936, 0.365, 0.325로서 규모의 효과를 배제하고는 효율적으로 운영되고 있다고 볼 수 있지만, 규모에 의한 비효율성이 나타나는 것으로 보아 규모로 인해 불리한 상황에 있다고 해석된다.

반면 고베항, 도쿄항, 요코하마항, 오사카항, 나고야항, 광양항은 CCR 효율성 값과 BCC 효율성 값이 모두 0.5 이하임에도 불구하고 규모의 효율성 값이 0.88이상으로 나타난 것으로 보아 비효율적인 운영을 하고 있지만 규모를 제대로 이용하고 있는 것으로 해석된다. 그러나 광양항의 경우, 실제로 규모의 비효율성으로 인해 컨테이너부두의 시설확보율이 매우 높으

며, 이로 인해 선석의 기능을 변경하였거나, 변경을 고려하고 있는 상황이다.

Table 8 The efficiency of scale

Rank	DMU	Efficiency Value		
		DEA-CCR	DEA-CCR	efficiency of scale
1	Shanghai	1	1	1
1	Lianyungang	1	1	1
2	Busan	0.602	0.605	0.995
6	Ningbo	0.719	0.729	0.986
4	Tianjin	0.609	0.624	0.977
5	Dalian	0.986	0.884	0.975
6	Qingdao	0.774	0.801	0.967
7	Yingkou	0.936	1	0.936
8	Kobe	0.254	0.282	0.899
9	Tokyo	0.414	0.464	0.893
10	Yokohama	0.235	0.263	0.893
11	Osaka	0.238	0.268	0.889
12	Nagoya	0.282	0.318	0.886
13	Gwangyang	0.242	0.273	0.885
14	Yantai	0.365	1	0.365
15	Incheon	0.325	1	0.325

5. 결론

한국의 항만과 중국의 항만의 분석결과를 비교해보면, 투입요소 즉, 선석 수, 선석 길이, 수심, 부두 총면적, C/C대수는 매우 비슷한 수치로 나타나지만, 분석결과는 중국항만이 효율성이 더 높게 나타났다. 특히, 부산항과 상해항, 렌윈강항과 인천항, 다롄항과 광양항이 투입요소가 유사하지만 산출요소인 컨테이너 물동량은 큰 차이가 있는 것으로 나타났다.

Table 9 Compare With the analysis result

Variables		DMU	Shanghai	Busan	Lianyungang	Incheon	Dalian	Gwangyang
Input	Berth(num)		40	41	9	11	18	18
	Wharf(m)		12,298	12,523	2,900	2,449	5,665	6,150
	Depth(m)		17.5	18	16.5	14	17.8	16
	Total Area (m ²)		639	714.9	105	82.2	412.1	297.6
	C/C (num)		142	121	22	19	35	27
Output	Throughput (TEU)		3361.7	1768.6	548.8	216.1	991.2	227.6
Result	CCR		1	0.602	1	0.325	0.986	0.242
	BCC		1	0.605	1	1	0.884	0.273
	efficiency of scale		1	0.995	1	0.325	0.975	0.885

부산항, 인천항, 광양항이 중국의 항만보다 상대적으로 효율성이 낮은 이유는 컨테이너 물동량의 부족이라고 할 수 있다. 즉 한국의 항만이 비슷한 투입요소 조건에서, 효율성을 높이기 위해서는 컨테이너 물동량을 더 많이 유치하기 위한 다

양한 차원의 노력이 필요한 것으로 보인다.

한편, 최근 10년간(2004년~2013년)의 동북아시아 지역 컨테이너 물동량 추이를 살펴보면, 상해항, 뤼윈강항, 다론허 등의 중국항만의 컨테이너 물동량이 지속적으로 큰 증가추세에 있다는 것으로 확인할 수 있다. 특히, 닝보항의 경우, 2013년 물동량은 8.1억 톤으로 2008년 이후 세계 1위를 고수했다. 또한 컨테이너 물동량 역시 세계 6위(중국 3위)인 1,552만TEU로 세계 5위를 차지한 부산항(1,768만TEU)을 턱밑까지 추격했다.

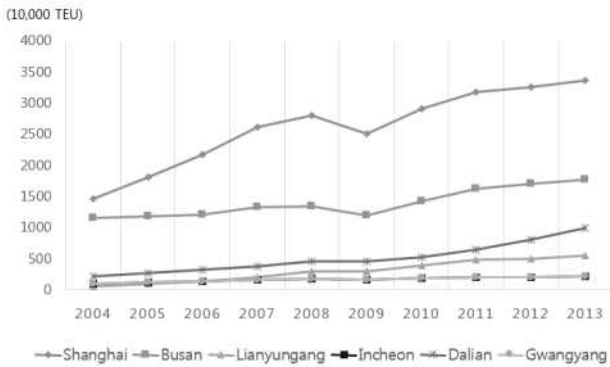


Fig. 1 The tendency of Chinese and Korean main port's container throughput in recent 10 years.

이와 같이 중국항만이 한국, 일본의 항만들보다 빠르게 성장하고 있는 이유로는 첫째, 항만 개발 및 발전에 대한 적극적인 정책적 투자, 둘째, 풍부한 자원, 셋째, 적극적인 외국인 투자유치 지원, 넷째, 풍부한 노동력 등을 들 수 있다.

한편, 한국은 비교적 높은 기술력 및 품질을 갖고 있으며, 최근에는 한류의 영향으로 마케팅 측면에서 인지도가 상승되었지만 협소한 국토면적, 내수 시장의 작은 규모, 높은 인건비 등의 한계점을 갖고 있다.

따라서 중국의 상해항, 뤼윈강항, 다론허과 비교했을 때 투입요소는 매우 유사하나 산출요소 즉 컨테이너 물동량의 차이로 인하여 효율성이 상대적으로 낮게 나타난 한국의 부산항, 인천항, 광양항의 효율성을 개선하기 위해서는 이미 구축된 투입요소 활용의 극대화가 필요하다. 이를 위해서는 마케팅 측면에서 물동량 창출을 위한 노력이 선행되어야 할 것이며 더불어 자유무역지역 확대, 배후부지 개발 및 적극적 외국인 투자 유치가 필요한 것으로 판단된다.

한편, 본 연구는 분석결과 및 그의 해석에 있어서 실제 현실적 상황과 배치되는 부분이 있을 수 있다. 이는 투입요소 및 산출요소를 선정에 있어서, 관련 요소의 모호성과 자료수집의 한계로 인한 것으로 판단된다.

본 연구의 분석결과는 다음과 같은 시사점을 제공할 수 있다. 첫째, 효율성이 낮은 것으로 나타난 항만은 효율적인 것으로 나타난 항만 중 규모, 구조 등이 비슷한 항만을 벤치마킹함으로써, 효율성 개선을 위한 전략수립에 참고할 수 있다. 둘

째, 장기적 차원의 투자를 위해, 예측물동량과 비슷한 양을 처리하고 있는 항만의 장기적 전략을 벤치마킹 모델로 선정함으로써 장기적 전략수립 차원에서 접근이 가능하다. 셋째, 개별 항만의 효율성 분석 및 비교를 통하여, 한국항만의 향후 발전 방안을 모색할 수 있다.

References

- [1] Cullinane, K. P. & Wang, T. F.(2006), "The efficiency of European container ports: a cross-sectional data envelopment analysis", *International Journal of Logistics: Research and Applications*, Vol. 19, No. 1, pp. 19-31.
- [2] Kim, G. S. and Kwak, K. S.(2008), "Positioning Analysis of Busan port in Inter-Port competition of Northeast Asia Region", *Journal of navigation and port research*, Vol. 32, No. 3, pp. 173-178.
- [3] Lee, S. M. and Park, J. M.(2013), "An Efficiency Analysis of Container Terminal Using Network DEA", *Korean Industrial Economic Associate*, Vol. 26, No. 5, pp. 2117-21421.
- [4] Lee, N. K. and Kim, S. H.(2008), "A Study on the Efficiency Measurement of Regional Maritime Affairs and Fisheries Office by DEA Method", *Journal of navigation and port research*, Vol. 32 No. 1, pp. 73-80.
- [5] Lee, N. Y., Pak, J. Y. and Yeo, G. T.(2013) "A Study on Measuring the Efficiency of Korea-China Car Ferry Routes by using Data Envelopment Analysis", *Journal of navigation and port research*, Vol. 37 No. 2, pp.187 - 193.
- [6] Roll, Y. & Hayuth, Y. E. H. U. D. A.(1993), "Port performance comparison applying data envelopment analysis (DEA)", *Maritime Policy and Management*, Vol. 20, No. 2, pp. 153-161.
- [7] Song, J. Y. and Sin, C. H.(2005), "An Empirical Study on the Efficiency of Major Container Ports with DEA Model", *Journal of Korean navigation and Port Research*, Vol. 29, No. 3, pp. 195-201.
- [8] Bang, H. S., Kang, D. J. and Park, J. H.(2011), "A Study on the Efficiency Analysis of Major Container Ports", *Journal of Korea Trade*, Vol. 36, No. 2, pp. 1-23.
- [9] Lee, H. S. and Kim K. S. and Park, J. H.(2006), "Measuring Relative Efficiency of Korean Shipping Companies Using DEA", *The Korean Academic Association of Business Administration*, Vol. 19, No. 4, pp. 1197-1217.

Received 31 July 2014

Revised 16 February 2015

Accepted 24 February 2015