

經營學碩士 學位論文

中國 主要 컨테이너 터미널의 效率性  
分析에 관한 研究

A Study on the Efficiency Analysis  
of Chinese Main Container Terminals

指導教授 柳 東 瑾

2006年 6月

韓國海洋大學校 大學院

海運經營學科

江 姍 姍



經營學碩士 學位論文

中國 主要 컨테이너 터미널의 效率性  
分析에 관한 研究

A Study on the Efficiency Analysis  
of Chinese Main Container Terminals

指導教授 柳 東 瑾

2006年 6月

韓國海洋大學校 大學院

海運經營學科

江 姍 姍

## <목차>

<b>제1장 서론</b> .....	1
제1절 연구의 배경과 목적.....	1
제2절 연구의 방법.....	3
제3절 논문의 구성.....	4
<b>제2장 세계 항만산업의 환경변화</b> .....	5
제1절 항만산업의 환경변화.....	5
1. 항만 관리·운영형태의 다양화.....	5
2. 전용터미널의 운영.....	8
3. 글로벌 컨테이너 터미널 운영사의 출현.....	10
제2절 중국 항만산업의 구조변화 및 항만경쟁.....	14
1. 글로벌 터미널 운영사의 중국항만시장 진출.....	14
2. 항만경쟁과 항만운영의 효율성 관심 증대.....	18
<b>제3장 항만의 효율성 분석에 관한 선행연구 고찰</b> .....	26
제1절 DEA 모형을 이용한 기존연구.....	26
제2절 선행연구의 한계점.....	32
<b>제4장 효율성 평가 방법론 분석</b> .....	33
제1절 효율성의 개념 및 측정방법.....	33
1. 효율성의 개념 .....	33
2. 효율성의 측정방법.....	33
제2절 DEA 모형.....	37
1. DEA의 정의.....	37
2. DEA의 특징.....	37
3. DEA의 한계.....	39
4. DEA모형의 유형.....	40

<b>제5장 중국 컨테이너 전용터미널의 효율성 분석</b> .....	47
제1절 변수의 선정.....	47
제2절 분석 자료.....	48
제3절 컨테이너 터미널 효율성 분석.....	51
1. CCR 모형에 의한 효율성 분석.....	51
2. BCC 모형에 의한 효율성 분석.....	56
제4절 운영사의 유형별 터미널 효율성 분석.....	61
<b>제6장 결론 및 향후 연구방향</b> .....	68
제1절 결론.....	68
제2절 연구의 한계 및 향후 연구방향.....	69
<b>참고문헌</b> .....	71

## < 표 목차 >

<표 2-1> 항만 관리 운영의 유형.....	5
<표 2-2> 세계 주요 항만의 관리 운영 유형.....	6
<표 2-3> 정기선사의 전용 터미널 운영 현황.....	10
<표 2-4> 주요 글로벌 터미널 운영업체.....	11
<표 2-5> 세계 컨테이너 터미널 운영업체의 지역별 운영현황.....	12
<표 2-6> 세계 5대 글로벌 터미널운영업체의 현황.....	13
<표 2-7> MTL사의 중국항만 진출현황 .....	15
<표 2-8> P&O Ports의 중국항만 진출현황.....	15
<표 2-9> HPH사의 중국항만 진출현황.....	16
<표 2-10> PSA Corporation사의 중국항만 진출현황.....	17
<표 2-11> CSXWT사의 중국항만 진출현황.....	18
<표 3-1> DEA를 이용한 항만의 효율성 분석 선행연구 .....	31
<표 5-1> 2005년 중국 주요 항만 컨테이너 처리현황 .....	48
<표 5-2> DMU와 분석자료 .....	49
<표 5-3> 기술통계량.....	50
<표 5-4> 투입 및 산출요소의 상관관계.....	50
<표 5-5> 중국 주요 컨테이너 터미널의 세부 효율성 분석(CCR).....	52
<표 5-6> 중국 주요 컨테이너 터미널의 세부 효율성 분석(BCC).....	58
<표 5-7> 중국 주요 컨테이너 터미널의 운영업체의 유치현황.....	63

## <그림 목차>

<그림 4-1> CCR모형의 문제점.....	43
<그림 5-1> 중국 주요 컨테이너 터미널의 효율성 비교 (CCR).....	51
<그림 5-2> 중국 주요 컨테이너 터미널의 효율성 비교 (BCC).....	57
<그림 5-3> CCR 분석결과에 의한 효율성 평균치.....	66
<그림 5-4> BCC 분석결과에 의한 효율성 평균치.....	66

*A Study on the Efficiency Analysis  
of Chinese Main Container Terminals*

*Jiang Shanshan*

*Department of Shipping Management  
Graduate School of Korean Maritime University*

*Abstract*

World container volumes have expanded rapidly in recent decades, and continued to grow. In particular, the soaring of china's economy has lead to a sharp increase in the container cargo handling abilities of ports and terminals in China.

In this paper, by employing the DEA-CCR model and DEA-BCC model, a comparative efficiency of China's major container terminals is investigated. The selection of container terminals to be examined is based on the following way: 21 container terminals are selected among China's top 10 ports in terms of container handling throughput in 2005, and 4 more are chosen from the remaining ports to make the total number being 25.

This paper presents an approach to the measurement of efficiency. Data Envelopment Analysis(DEA) has particular applicability in the service sector. Applying mathematical programming techniques, DEA enables relative efficiency ratings to be derived within a set of analysed units. Thus it does not



require the development of 'standard' against which efficiency is measured. although such standards can be incorporated in the DEA analysis. The efficiency of units is compared with an 'efficiency envelope' that contains the most efficient units in the group. The DEA efficient ratings can be a useful tool for port managers and for researchers, providing a deeper insight into port performance.

The research on the efficiency of terminals in this paper will not only show us the comparative efficiency of container terminals, but also provide an opportunity to compare terminal efficiency among the different types of container terminal management. Therefore, this paper is of some value for the future development and management of ports and terminals, and also help the container terminal operating companies to develop their terminal management policies.

# 제1장 서론

## 제1절 연구의 배경과 목적

중국은 시장개방 이후 급속한 경제성장을 지속하고 있다. 1990년대 평균 10% 대의 고도성장을 기록한 중국은 2000년대에도 평균 8%대의 높은 성장률을 이어오고 있다. 중국의 GDP 성장률은 2003년과 2004년 2년간 9%를 기록하여 1996년 이후 최고치를 나타냈으며, 오는 2006년까지도 8~9% 대의 고도성장을 지속할 것으로 예상하고 있다.

중국의 빠른 경제성장은 국제해운시장에 큰 영향을 미치고 있다. 중국의 경제 여건이 해운시장에서 중요 요인으로 작용하고 있는 이유는 2002년말부터 시작된 해운경기의 호황이 차이나 효과(China Effect)로 집약되는 중국 수출입 물동량의 급증에 따른 것이기 때문이다. 특히 2005년 4월 중국이 경제억제대책을 발표함에 따라 촉발된 이른바 '원자바오 쇼크'로 인해 세계 경제가 한차례 흥역을 치르며 있어 중국의 경제 연착륙에 촉각을 곤두세우고 있다. 또한 중국이 2005년 7월 22일 단행한 위안화 평가 절상 조치를 미국과 유럽이 미흡한 수준이라고 비판하고 있는 것에 대해 중국이 앞으로 어떤 방식으로 대응하고 나설지도 주요 변수로 대두되고 있다.

중국의 경제성장은 무역증가를 가져오고 무역물동량은 대부분 해운이 담당함으로써 해운수요가 증가함에 따라 국제해운시장에 큰 변화가 발생하였다. 중국의 급속한 경제성장과 무역규모의 증가는 국제 원·부자재의 수송 수요를 크게 증가시키면서 건화물선시장과 유조선시장에 막대한 영향을 주고 있으며, 부품, 반제품, 완성품의 수송 수요를 증가시키면서 컨테이너선시장에도 큰 영향을 미치고 있다. 중국의 컨테이너물동량은 2000년 이후 폭발적인 증가 추세를 보이고 있는데, 특히 2005년에는 중국 최대 항만인 상하이항은 1,808만 TEU를 처리하여 세계 3위로 부상하였고, 선전항은 1,619만 TEU를 처리하여 세계 4위로 부상하였다. 또한 다른 항만들도 괄목할 만한 성장을 기록했는데, 2005년에 칭다오항은 전년대비 22.7% 증가한 630만 TEU를 처리하였고, 닝보항은 전년대비 32% 증가한 520만 TEU를 처리하였고, 천진항은 전년 대비 25.8% 증가한 480

만 TEU를 처리하였고, 광저우항은 전년대비 40.74% 증가한 468만 TEU를 처리하였다.<sup>1)</sup>

항만의 능력을 제고시키는 방법에는 두 가지가 있다. 하나는 항만시설을 확충하는 것이고 다른 하나는 항만의 생산성 제고를 통해 효율성을 향상시키는 것이다. 중국의 항만 개발은 중앙정부의 통제아래 지방정부 또는 시정부의 주도로 이루어지고 있다. 연안의 각 지방정부는 고유의 컨테이너 항만개발에 적극적이며, 외국기업과의 합작투자 형태의 항만개발을 선호하고 있다. 정부는 항만 관리 및 개발, 민간은 터미널경영을 원칙으로 하고 민간기업도 항만시설 투자가 가능토록 시장경제 운영시스템을 도입해서 항만을 개발하고 있다.

항만을 개발할 때 간과할 수 없는 문제는 항만의 효율성이다. 항만간 경쟁에서 경쟁우위를 확보하기 위해서는 적정 규모의 항만시설을 갖추어야 하고 내륙교통시스템이 원활히 연계되어야 한다. 또한 항만 비용이 저렴해야 하며 항만 이용자를 만족시킬 수 있는 항만 서비스가 제공되어야 한다. 이는 결국 항만운영의 생산성 및 효율성과 밀접하게 연관되어 있다. 효율성(efficiency)은 생산조직이 사용한 투입요소의 수량에 대한 산출물 생산량의 비율을 의미한다.<sup>2)</sup> 즉, 효율적인 항만은 적정 투입요소로 적정 산출량을 얻는 항만이다.

본 연구의 목적은 중국의 주요 컨테이너 터미널의 효율성을 측정하여 비교분석하는 것이다.

첫째, 컨테이너 터미널의 효율성을 상대적으로 분석함으로써 어떤 터미널이 효율적으로 운영되고 있는지 과학적인 분석 방법을 이용하여 분석하고 비효율적으로 운영되는 터미널의 생산성을 증대시킬 수 있는 방안을 제시하는데 목적이 있다.

둘째, 터미널 운영사의 유형별 효율성을 비교 분석함으로써 터미널 운영의 형태에 따라 효율성에 어떤 차이가 있는지를 밝히고자 한다.

---

1) <http://www.protcontainer.cn>(中國港口集裝箱網)

2) 전용수·최태성·김성호, 「효율성 평가를 위한 자료 포락분석」, 인하대학교 출판부, 2002, p.4.

## 제2절 연구의 방법

본 연구는 앞에서 지적한 것처럼 중국 주요 컨테이너 터미널에 대한 자료를 바탕으로 효율성을 실증적으로 분석한 것이다. 그러므로 효율성의 측정방법은 중요한 주제이다.

본 연구에서는 효율성을 측정하는 DEA(Data Envelopment Analysis) 모델을 이용하였다. DEA는 다수의 투입물과 다수의 산출물을 동시에 고려하여 효율성을 분석할 수 있기 때문에 기존의 생산함수접근법에 비하여 유연성이 있다. 특히 모든 DMU(Decision Making Unit: 의사결정단위)의 상대적 효율성을 수치로 제공함으로써, 효율성이 가장 높은 DMU와 비교하여 어느 정도의 비효율성이 존재하는가를 수치를 통해 제시하는 장점이 있다. DEA는 성과 및 효율성 분석에 매우 유용한 기법으로 알려져 있으며 금융, 교육, 공공서비스, 의료, 교통 분야에서 많이 이용되고 있다.

본 연구에서는 먼저 DEA를 이용하여 항만의 효율성을 측정한 기존의 연구에 관하여 문헌연구를 수행하였다. 문헌연구의 수행 결과 기존의 DEA모형에서 사용된 변수에 관하여 파악하였으며 본 연구의 DEA모형에 투입될 변수를 선별하였다.

DEA모형 중 가장 대표적인 모형은 CCR과 BCC<sup>3)</sup> 모형이다. 이들 모형은 동일한 시점에서 여러 DMU의 상대적 효율성을 측정하는 DEA 기법이다. 두 가지 모형의 가장 큰 차이점은 CCR모형은 규모에 대한 보수 불변(constant return to scale) 상태일 경우 사용되는 모형이며 BCC모형은 규모에 대한 보수 가변(variable return to scale) 상태일 경우 사용된다. 항만산업의 경우 규모에 대해 보수가 불변인지 가변인지에 대해 명확히 밝혀지지 않았다. 따라서 본 연구에서는 CCR모형과 BCC모형을 모두 사용하여 효율성을 비교 분석하였다.

본 연구에서 효율성 분석 과정은 다음과 같다.

첫째, 중국 컨테이너 터미널의 시설현황을 파악한 후 투입요소와 산출요소를 선정한다. 이때, 투입요소는 각 컨테이너 터미널의 시설 자료를 이용하고 산출요소는 연구대상 컨테이너 터미널의 2005년 처리한 컨테이너 물동량을 이용하였다. 둘째,

---

3) 약칭은 해당 모형이 발표된 논문의 저자들의 이름의 첫 글자를 모아서 만든 것이다.

CCR: Charnes, Cooper와 Rhodes(1978).

BCC: Banker, Charnes와 Cooper(1984).

CCR모형과 BCC모형을 모두 사용하여 효율성을 비교 분석한다. 셋째, 각 컨테이너 터미널의 투입요소의 효율성을 투입요소별로 측정한 다음 적정 투입량을 알아본다. 넷째, 두 번째와 세 번째 단계에서 얻은 결과를 바탕으로 2005년 자료를 기준으로 효율적인 컨테이너 터미널과 비효율적인 컨테이너 터미널을 분류하고 비효율적인 요소를 분석한다. 그리고 마지막으로, 터미널 운영사의 유형별 효율성을 비교 분석함으로써 터미널 운영의 형태에 따라 효율성에 어떤 차이가 있는지를 밝히고자 한다.

본 연구는 DEA분석 소프트웨어인 DEA-Solver-LV를 이용하여 DEA모형에 대하여 분석하였다.

### 제3절 논문의 구성

본 연구논문의 구성은 다음과 같다.

제1장 서론에서는 본 연구의 배경과 목적을 설명하고 연구방법에 대해 언급하였다.

제2장에서는 세계 항만산업의 환경변화를 살펴본 후 중국의 항만 현황, 중국의 경제성장과 세계 해운시장의 구조변화에 대해 설명하였다.

제3장에서는 항만의 효율성 분석에 관한 선행연구를 고찰하고 한계점을 살펴보았다.

제4장에서는 기존의 효율성 평가 방법에 대해서 살펴보고 각각의 장·단점과 효율성 평가 방법 선정 시 유의점을 설명하였다.

제5장에서는 투입물 및 산출물의 변수를 선정한 다음 수집된 자료에 의한 DEA 분석결과를 나타내며, 비효율적으로 운영되는 터미널을 파악하고 효율성을 향상시킬 수 있는 방안을 제시하였다.

제6장의 결론 부분에서는 분석결과를 요약하고 향후의 연구 과제를 제안하였다.

## 제2장 세계 항만산업의 환경변화

### 제1절 항만산업의 환경변화

#### 1. 항만 관리·운영형태의 다양화

##### 1) 항만 관리·운영의 유형

항만의 관리·운영 유형은 민간의 참여정도에 따라 순수공영항만( public port), 공·민영항만(public/private port), 민·공영항만( private/ public port), 순수민영항만(private port)의 네 가지로 나눌 수 있다. 첫째, 순수공영항만은 항만의 규제·소유·운영을 모두 정부 또는 공공기관이 담당하는 항만이다. 둘째, 공·민영항만은 운영은 민간에서 담당하는 형태이다. 이러한 유형의 항만 관리·운영 방식은 민간의 경영 방식을 도입함으로써 효율성을 제고하는 한편, 공공성을 최대한 확보하기 위한 것이다. 셋째, 민·공영항만은 규제기능만 정부에서 담당하고 소유 및 운영을 민간이 담당하는 형태의 항만이다. 넷째, 순수민영항만은 항만의 모든 기능이 민간의 관리·통제 아래 있는 항만을 의미한다.<sup>4)</sup> 이를 표로 나타내면 <표 2-1>과 같다. 세계 주요 항만의 관리·운영 유형은 <표 2-2>와 같다.

<표 2-1> 항만 관리·운영의 유형

유형	항만의 기능		
	규제	지주	운영
공영	공공	공공	공공
공·민영	공공	공공	민간
민·공영	공공	민간	민간
민영	민간	민간	민간

자료: Baird, A.(1997), "UK Port Privatization: An Analytical Framework" in Proceedings of International Association of Maritime Economist Conference, City University, London, Sept. pp.22-24.

4) 한국해양수산개발원(2003), 「우리나라의 항만민영화 추진성과와 정책방향」, pp. 6-7.

<표 2-2> 세계 주요 항만의 관리·운영 유형

항만	공영	공·민영	민·공영	민영
홍콩			X	
상가포르	X			
부산		X		
상하이	X			
가오슝		X		
로테르담		X		
로스앤젤레스		X		
함부르크		X		
엔트워프		X		
롱비치		X		
요코하마		X		
멜리스트우				X
고베		X		
나고야		X		
시애틀		X		
클랑				X

자료: Cullinane, K. and Song, D. W.(2002), "Port Privatization Policy and Practice", Transport Reviews, Vol. 22-1, pp.55-75.

## 2) 항만운영의 민영화

항만의 민영화는 기본적으로 항만운영주체가 중앙정부나 지방정부 또는 공공적인 성격의 주체에서 민간이 운영하는 방식으로 변화하는 것을 의미하는데 민간에게 항만시설의 소유권까지를 양도하는 경우는 많지 않고 운영만을 민간에게 맡기는 경우가 대부분이다. 민간참여의 대표적인 유형은 다음과 같다.

첫째, 항만 전체를 매각하는 방식(full privatization)이 있다.

둘째, 민간으로 하여금 항만을 건설 또는 터미널을 개발·운영·소유하도록 하는 방식(build, operate and own: BOO)은 단기적 재정상의 필요 등에 의하여 추진된다.

셋째, 민간으로 하여금 항만을 또는 재개발하여 일정기간 운영하도록 한 다음, 소유권을 국가에 귀속시키도록 하는 방식(build/rehabilitate, operate and

transfer: BOT 또는 ROT)이 있다.

넷째, 합자투자(joint venture)에 의한 민간참여 방식이 있다.

다섯째, 임대차(leasing)계약에 의한 민간참여 방식이 있는데, 이는 항만당국이 일정기간 동안 항만자산을 민간기업에 임대하는 것을 말한다.

여섯째, 면허(licensing)에 의한 민간참여 방식으로서, 이 경우 하부구조는 정부가 투자하고 상부구조는 해당 민간기업이 투자하게 된다.

일곱째, 관리·운영계약(management contract)에 의한 민간참여 방식이 있는데, 이는 단순히 항만당국과 민간기업이 항만의 관리·운영에 대한 계약을 체결하는 것이다.

일반적으로 정부 또는 공공기간에 의하여 직접 소유 및 운영되는 항만은 서비스 생산원가가 높으며, 비효율적인 것으로 평가 된다<sup>5)</sup>. 그 결과 공공항만들은 대체로 이용요금이 전체원가를 보상받지 못하게 되며, 재정지원에 의존하게 되는 경향이 상대적으로 높다. 항만민영화는 이와 같은 문제점들에 대응함과 동시에 다음과 같은 효과를 실현하기 위한 것이다.<sup>6)</sup>

- 항만서비스 생산의 효율성 향상
- 항만개발 및 유지보수 재원의 확보
- 경영능력의 강화
- 정부의 재정적·행정적 부담 경감
- 항만 관리 및 운영의 관료적·정치적 영향 배제 또는 최소화
- 항만운영에의 경쟁체제 도입을 통한 경제적 편익의 증대

최근 들어 컨테이너터미널의 운영에 있어서 해운선사들의 신규진출이 급격히 증가하고 있다. 일반적으로 터미널의 운영주체를 전문적인 민간운영업체(하역업체), 정부소유의 운영업체, 그리고 선사 등으로 나누어 볼 수 있는데 최근 들어 미국, 일본, 중국 등 세계 주요국가의 대형 정기선사들은 경쟁력을 강화하고

---

<sup>5)</sup> J. Eyre, "Maritime Privatization", Maritime Policy and Management, Vol. 17,1990, pp.113-121, I, Heggie, "Changeing for Port Facilities", Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 8, pp.3-25 .

<sup>6)</sup> R. Shenman, "Privatization of Sea Ports", transportation Quarterly, Vol. 49, 1995, pp.93-100, UNCTAD, Comparative Analysis of Deregulation, Commercialization and Privatization of Ports, UNCTAD/SDD/PORT/3, Geneva, 1995.



경영효율을 제고하기 위하여 주요항만에서 컨테이너 전용터미널을 확보하여 직접 운영하고 있다.

민영화는 터미널을 임대하는 형태가 보편적인데 임대시설의 범위, 민간업체의 개발 및 참여정도에 따라 여러 가지 변형이 있다. 터미널을 임대하는 가장 일반적인 방법은 항만당국이 항만시설을 터미널운영주체(선사, 하역회사 및 전문적인 터미널운영업체)에 임대하여 운영토록 하는 형태로 항만시설의 대부분을 항만당국이 개발하고 이 시설을 운영업체에 임대하여 주는 방식이다. 이외에 항만당국이 기반시설만 조성하여 임대하고 하역 및 보관시설은 민간업체가 직접 투자하여 운영하는 방법이 있다.

## 2. 전용터미널의 운영

세계 주요 정기선 선사는 최근 각 항만에 전용터미널의 확보에 주력하고 있다. 선사가 전용터미널의 확보에 주력하는 이유는 안정적인 기항스케줄의 보장, 비용절감 및 경쟁력 강화 때문이라고 할 수 있다. 선사는 날로 고도화되어 가는 고객들의 요구에 부응하기 위하여 고속, 대형선을 투입하고 있는데 항만에서 제때 하역작업을 수행하지 못하는 경우 전체적인 운항스케줄에 차질을 빚게 될 뿐 아니라 고객신뢰도에도 타격을 입게 된다. 그래서 많은 선사들은 전용터미널의 확보에 따른 비용이 공공부두를 이용하는 비용보다 더 들더라도 선박운항의 안정성 및 경쟁우위를 확보하기 위해 전용터미널 운영체제를 구축하고 있는 것이다.

전용터미널이 확보되는 경우 선사는 언제든지 입출항이 가능하기 때문에 전체적인 운항스케줄의 수립 및 선박운항에 탄력적으로 대응할 수 있게 되어 안정적인 서비스를 제공하게 되며 물량집화경쟁에서도 우위를 점하게 된다. 나아가 선사는 컨테이너수송원가의 30% 이상을 차지하고 있는 터미널 비용을 직접 통제할 수 있게 됨으로써 컨테이너 수송비용을 절감하게 된다.

최근에 선사들이 주요 항만에 전용터미널을 확보하기 위하여 주력하는 데에는 이러한 선사자체의 필요에 따른 수용도 있지만 항만 당국과도 어느 정도 이해관계가 일치하는 측면도 강하다. 이는 경쟁적으로 항만시설을 확보한 항만들

이 안정적인 고객의 확보와 항만이미지의 제고 및 선박의 기항에 따른 각종 부대효과를 노리고 대규모자본을 투자하여 조성한 터미널을 임대하는 경우가 적지 않기 때문이다.

항만의 입장에서는 많은 자본을 투자하여 건설한 터미널이 기항선사가 부족하여 활용도가 떨어지거나 물동량이 선사의 기항여부에 따라 불규칙하게 변동하는 경우 항만운영에 상당한 어려움이 있기 때문에 안정적인 물동량의 확보, 다시 말하여 선사의 유치가 절대적으로 필요한 상황이다.

선사가 전용터미널을 확보하는 방법은 일정기간 동안 터미널을 전용으로 사용하고 여러 가지 기준에 따라 임대료를 임대기간 동안에 지불하는 방식이 주류를 이루고 있다. 선사는 임대조건의 범위 안에서 또는 항만당국과의 협의를 통하여 선사 고유의 화물관리 시스템에 맞도록 하역장비를 설치하고 부두를 정비하여 터미널을 운영하거나 터미널에 대한 별다른 투자 없이 사용료만 지불하는 방식 등으로 운영하게 된다.<sup>7)</sup>

---

7) 컨테이너항만의 물류경쟁력 국제비교, 1998, p.8.

<표 2-3> 정기선사의 전용 터미널 운영 현황

정기선사	전용터미널이 위치한 항만
Maersk	카오슌, LA항, 오클랜드, 청도, 로스앤젤레스, 롱비치, 앤트워프, Bremerhaven, Felixstowe, 로테르담, 고베, EuroMax T, Mundra, Pipavav, 요코하마, 대련, Algeiras
APL	LA항, 오클랜드, 시애틀, 카오슌, 요코하마, 고베
Sealand	카오슌, 로테르담, 타코마, Elizabeth, 홍콩,
Hanjin	부산감만, 감천, 광양, 부산신항, 롱비치, 오클랜드, 시애틀, 도쿄, 오사카, 카오슌, 앤트워프
K-Line	앤트워프, 카오슌, 롱비치
Yangming Line	앤트워프, LA항, 타코마, 카오슌, Keelung
NYK Line	카오슌, LA항, 오클랜드, 도쿄, 고베
Evergreen	카오슌, LA항, Auckland, 동경, 오사카, 오클랜드, Taranto, Ningbo
China Shipping	천진, 대련, 카오슌, 롱비치, Liangyungang, 오클랜드
OOCL	롱비치, Deltaport, Vanterm, Howland Hook, 카오슌, New Jersey
MOL	카오슌, LA항, 오클랜드
CMA CGM	Le Havre,
COSCO	청도, Yingkou, Shengkou, 홍콩, 상하이, Yantian, Yongjia, 롱비치, Guangzhou, 고베, 대련, 고베
MSC	앤트워프
Hyundai	롱비치, 카오슌, 부산신항, 타코마

자료: 각 정기선사 홈페이지.

### 3. 글로벌 컨테이너 터미널 운영사의 출현

앞서 언급하였듯이 전용터미널의 확보는 입·출항 및 하역 작업 시 자사 선박에 우선권을 부여하고 화주에게 안정적인 서비스를 제공하며, 물량집하 경쟁에서 우위를 확보하는 수단으로 부각되고 있다. 이와 함께 1990년대 들어와

Hutchison Port Holdings, PSA, P&O Ports 등으로 대표되는 전문 컨테이너부두 운영업체에 의한 범세계적 터미널 경영이 급속히 확산되고 있다.

컨테이너부두 운영의 글로벌화를 주도하는 세계 유수의 운영업체는 홍콩의 Hutchison Whampoa 그룹의 자회사인 Hutchison Port Holdings(HPH), 싱가포르항만 운영업체인 PSA Corp., 덴마크 A.P. Moller 그룹의 항만전담 회사이면서 Maersk Sealand의 자매회사인 APM Terminals, 영국 P&O 그룹의 항만전담 회사이면서 P&O Nedlloyd Container Line의 그룹계열사인 P&O Ports, 독일 항만그룹인 Eurogate, 미국 시애틀에 본사를 둔 Stevedoring Services of America(SSA), 미국 운송복합기업집단 CSX의 항만전담회사인 CSX World Terminals 등 7대 기업이다(<표 2-4>참조).

<표 2-4> 주요 글로벌 터미널 운영업체

터미널 운영사	특징
Hutchison Port Holdings	Hong Kong-based subsidiary of Hutchison Whampoa Ltd
PSA Corp	State-controlled operator of the port of Singapore
APM Terminals	Ports arm of Denmark's A. P. Moller group and a sister company of Maersk Sealand
P&O Ports	Ports arm of the United Kingdom's P&O group and a group affiliated of P&O Nedlloyd Container Line
Eurogate	German port group
Stevedoring Services of America	Seattle-based company
CSX World Terminals	Ports arm of the CSX transport conglomerate

자료: Paul(2000).

이들 7대 운영업체들은 2000년에 세계 컨테이너 항만물동량 2억 3천만TEU의 37%에 달하는 8,400만TEU를 처리하였다. HPH의 경우 전 세계적으로 29개(아시아·중동 17개소) 지역에서 항만/터미널을 운영중이며, 전 세계 컨테이너

항만물동량의 11%에 달하는 2,530만TEU를 처리하고 있다. 싱가포르의 PSA는 11개(아시아·중동지역 7개) 지역에서 1,980만TEU를 처리하여 8.6%의 점유율을 기록하였다. 이밖에 APM Terminals는 28개(아시아·중동 9개) 지역에서 1,300만TEU를 처리하여 5.7%를 차지하고 있다(<표 2-5참조>).

<표 2-5> 세계 컨테이너 터미널 운영업체의 지역별 운영현황

터미널 운영사	컨테이너 처리물량 (백만 TEUs)	항만/ 터미널 운영 개수	터미널운영지역						
			U.S./ Canada	Mexico/ Central America /Caribbean	South America	Asia& Mideast	Europe	Africa	Oceania
Hutchiso (Hongkong)	25.3	29	No	6	1	17	4	1	No
PSA (Singapore)	19.8	11	No	No	No	7	4	No	No
APM Terminals (Denmark)	13	28	11	No	2	9	5	1	No
P&O Ports (U.K.)	8.3	27	6	No	1	11	4	1	1
Eurogate (Germany)	7.7	9	No	No	No	No	9	No	No
Stevedoring Services of America (U.S.)	6	14	9	3	2	No	No	No	No
CSX World Terminals (U.S.)	3.5	9	No	1	1	5	1	No	1
Total of 7 major groups	84	127	26	10	7	49	27	3	5
World TEU port volume	230								

자료: American Shipper, February(2002) , p.68.

이들 전문 운영업체들은 세계 주요 컨테이너터미널을 직접 운영함으로써 항

만운영 효율의 극대화 추진, 자국화물의 물류효율화를 촉진하는 한편, 치열해지는 선사유치 및 화물집화 경쟁에서 우위를 확보하기 위해 세계 유수의 선사와, 그리고 자사가 운영하는 터미널간 항만네트워크 구축에 박차를 가하고 있다. 이들 전문 항만운영업체들에 의한 해외 항만간 네트워킹은 신항만 운영 전략의 일환으로 세계 항만산업의 대추세로 자리 잡았으며, 이에 따라 항만간 경쟁은 종래의 하드웨어 확충 경쟁에서 항만간 네트워크 구축 경쟁으로 전환되고 있다고 볼 수 있다.

지난 2004년 세계 10대 글로벌 터미널 운영업체가 물동량 1억9천140만TEU를 처리, 2002년에 비해 50.2% 증가했고, 이중 허치슨, PSA, APM 터미널, P&O 포츠, 코스코 등 상위 5대 운영업체의 시장점유율은 2002년 35.4%에서 2004년 41.3%로 급증했다. 또 DP월드와 같은 신흥업체가 오일머니를 바탕으로 세계 터미널시장에 새로운 강자로 부상하고 있는 것도 세계항만 운영에 큰 영향을 미칠 것으로 보인다(<표 2-6>참조).

<표 2-6> 세계 5대 글로벌 터미널운영업체의 현황

터미널 운영사		터미널 수	처리실적(만 TEU)	시장점유율 (100%)
DP World	P & O Ports	30	21.9	6.1
	CSX WT	10	3.3	0.9
	DPI	5	8.1	2.3
	합계	45	33.3	9.3
허치슨 Ports		30	47.8	13.3
PSA		13	33.1	9.2
APM 터미널		33	31.9	8.9
Eurogate		10	11.5	3.2

주: 터미널 수, 처리실적, 시장점유율은 2004년 기준임.

주요 사례를 살펴보면, 최근 DP World가 150년 전통을 갖고 있는 세계 4위의 터미널 운영업체인 영국의 P&O Ports 인수가 거의 성사단계에 이르고 있다. 또한 DP World가 동북아 지역 터미널을 대거 인수함에 따라 인수에 실패한 허치슨 Ports, APM 터미널 등 경쟁사의 이 지역 터미널 확보 경쟁이 치열

하게 전개될 것으로 예상되고 있다.<sup>8)</sup> China Shipping Container Line은 향후 3년 동안 80억 달러를 투자하여 '차이나 쉬핑 터미널'이 보유하고 있는 35개 터미널과 300여 개의 물류 자회사를 인수한다는 계획을 밝혔다. 차이나 쉬핑은 자회사인 차이나 쉬핑 항만 개발회사(China Shipping Port Development Co. Ltd)가 난샤항 1단계 컨테이너 부두에 대한 40% 지분을 획득함에 따라 나샤항 컨테이너 터미널의 공동 운영사로 등장하였다. 차이나 쉬핑은 2002년 이후 6개의 원양항로 서비스와 4개의 아시아 역내 서비스를 난샤항으로 이전한 바 있다. 또한 대만의 '양밍'과 일본의 'K-Line', '한진해운' 등도 합작투자를 통해 엔트워프항의 컨테이너 터미널 운영사업에 진출했다.<sup>9)</sup>

## 제2절 중국 항만산업의 구조 변화 및 항만경쟁

### 1. 글로벌 터미널 운영사의 중국항만시장 진출

중국은 1985년 이후 항만시장을 외국기업에 개방하였다. 그리하여 현재 홍콩의 Hutchison Whampoa 그룹, 싱가포르의 PSA Corps., 호주의 P&O Ports, 미국의 CSXWT, 홍콩의 MTL사, 덴마크의 Maersk-Sealand사 등이 중국항만에 투자하고 있다<sup>10)</sup>.

#### 1) MTL사

MTL사는 현재 선전항에 진출하고 있다. 그러나 동사는 대규모 투자를 행하지는 않고 운영계약 및 지분참여의 형태로 진출하고 있다. 즉 1998년에 P&O Ports사와 조인트벤처(Joint Venture)로 Shekou Container Terminal(1단계)의 운영계약을 맺고 중국 항만으로 진출하였다.

MTL사는 그 후 1999년 12월에 China Merchants International사와 조인트벤처로 선전항의 Chiwan 지역에 위치한 Shenzhen Kaifeng Terminal사의 지분 20%를 구입하였다.

<sup>8)</sup> KMI, 「2006 KMI 세계해운전망」, 2005, p.15.

<sup>9)</sup> American Shipper(2006. 3)

<sup>10)</sup> KMI(2003), 「중국의 항만 및 항만배후지에 대한 외국인투자 유치정책과 시사점」, p.23.

MTL사는 또한 2002년에 Shekou Container Terminal(2단계)의 지분 20%를 확보하고 2억 1,800만달러를 투자하였으며, 2003년까지 100만TEU의 처리능력을 갖는 수심 172m의 2개 선석(700m) 28ha를 건설하였다.

<표 2-7>MTL사의 중국항만 진출현황

연도	진출항만	시설명	참여방법
1998	深圳港	Shekou Container Terminal(1단계)	P&O Ports와 공동운영계약
1999	深圳港	Shengzhen Kaifeng Terminal	China Merchants International사와 공동으로 20% 지분 구입

자료: 김형태·성숙경·이종필(2003), 「중국이 항만 및 항만배후지에 대한 외국인 투자유치정책과 시사점」, KMI, p.39.

## 2) P&O Ports

P&O Ports사는 현재 선전항, 텐진항 및 칭다오항 등 3개 항만에 5개 부두를 운영하고 있다.

<표 2-8> P&O Ports의 중국항만 진출현황

연도	공동사업자 P&O Ports의 지분	운영회사 및 터미널명	시설현황(면적,안벽 길이,수심,처리능력)
1991	천진항무국(55%) Gearbulk Shipping 및 P&O(45%)	Tianjin Xingang Sinor Terminal	단위화물 전용부두
1998	China Merchant Holdings(32.5%) COSCO(17.5%) Swire Pacific(25%) P&O Ports(25%)	Shekou Container Terminal	23.4ha, 650m, -14m, 80만TEU, 92년 가동, 94년 P&O, Swire사 참가
2000	青島港務局 49%	Qingdao Qianwan Container Terminal	100만TEU

자료: 김형태·성숙경·이종필(2003), 「중국이 항만 및 항만배후지에 대한 외국인 투자유치정책과 시사점」, KMI, p.38.



3) Hutchison Whampoa 그룹

Hutchison Whampoa 그룹은 산하의 HPH(Hutchison Ports Holdings)사를 통해 1992년 이후 중국항만에 진출하고 있다. 주하이, 난하이, 상해, 옌티엔, 산터우, 장먼, 샤먼, 닝보 등 8개 항만이 투자대상이며 14개 부두를 운영하고 있다.

<표 2-9> HPH사의 중국항만 진출현황

연도	공동사업자/ HPH사의 참여지분	운영회사 및 터미널명	시설현황(면적,안벽 길이,수심,처리능력)
1992	珠海港務局 50%	Zhuhai International Container Terminals(JIuzhou)(1993년 운영개시)	15ha, 700m, -5m, 35만TEU
1992	南海港務局	Nanhai International Container Terminals	20ha, 420m, -6m, 45만TEU
1993	上海港務局 40%	Shanghai Container Terminals(SCT)	83ha, 2,281m, -9~13m
1993	深圳港務局 50%	Yantian International Container Terminals(YICT)	118ha, 2,350m, -14~15m,300만TEU
1994	汕頭港務局 70%	Shantou International Container Terminals(1997운영 개시)	43ha, 460m, -10.5m, 50만TEU
1994	珠海港務局 50%	Zhuhai International Container Terminals(Gaolan)	21ha, 410m, 30만TEU
1995	江門港務局	Jiangmen International Container Terminals운영개시	13ha, 623m, -3~5m, 15만TEU
1996	廈門港務局 49%	Xiamen International Container Terminal(1997년 운영개시)	40ha, 640m, -13m, 60만TEU
1998	33% 지분 구입	River Trade Terminals	
2001	寧波港務局	Ningbo Beilun International Container Terminal	76ha, 900m, -14m

자료: 김형태 · 성숙경 · 이종필(2003), 「중국이 항만 및 항만배후지에 대한 외국인 투자유치정책과 시사점」, KMI, p.37.

4) Maersk-Sealand

Maersk-Sealand(20%)사와 P&O Nedlloyd(29%)사는 중국측의 칭다오항그룹(31%) 및 COSCO그룹(20%)과 2003년 공동으로 출자하여 칭다오항에 컨테이너 부두를 건설하기로 하였다. 개발규모는 길이 3,400m, 면적 225만 m<sup>2</sup> 부두(650만 TEU 처리)로서, 10개 이상의 선석을 건설하였다.

5) PSA Corps사

PSA Corporation사는 1996년 이후 중국으로 진출하고 있는데 1996년에는 다롄항, 2000년에는 푸저우항(福州港), 2001년에는 광저우항에 각각 진출하여 현재 10선석을 운영하고 있다.

<표 2-10> PSA Corporation사의 중국항만 진출현황

연도	공동사업자 PSA의 지분	운영회사 및 터미널명	시설현황
1996	大連港務局 35%	Dalian Container Terminal (수출입 컨테이너 취급)	1,500m, -12~14m, 150만TEU
1999	大連港務局 20%	Dalian Dagang Container Terminal(연안 컨테이너 취급)	
1998	福州港務局 42%	Fuzhou Qingzhou Container Terminal(FQCT) Fuzhou Aofeng Container Terminal(FACT)	30만TEU
2001	廣州港務局 49%	Quangzhou Container Terminal (2개 부두) -①: Huangpu Xingang Container Terminal -②: Huangpu Xin놈 Container Terminal	6선석, -11.5m ①60만TEU(3선석) ②55만TEU(3선석)

자료: 김형태 · 성숙경 · 이종필(2003), 「중국이 항만 및 항만배후지에 대한 외국인 투자유치정책과 시사점」, KMI, p.38.

## 6) CSXWT사

CSX World Terminal사는 <표 2-11>에 나와 있는 바와 같이 텐진항과 샤먼항에 진출해 있다.

<표 2-11> CSXWT사의 중국항만 진출현황

연도	진출방법	운영회사 및 터미널명	시설현황(면적,선석길이,수심,처리능력)
	운영계약	CSX World Terminals Xiamen	23.5ha, 470m, -12.2m, 15만TEU
1999	天津港務局과 공동 진출	CSX Orient(Tianjin) Container Terminals	42.9ha, 1,150m, -13.5m, 120만TEU

자료: 김형태 · 성숙경 · 이종필(2003), 「중국이 항만 및 항만배후지에 대한 외국인 투자유치정책과 시사점」, KMI, p.39.

## 2. 항만경쟁과 항만운영의 효율성 관심 증대

오늘날 항만산업은 항만 간 또는 항만 내 경쟁이 치열해지고 경쟁력을 갖추지 않으면 생존하기 힘든 무한경쟁의 시대에 접어들었다.

선사는 선박을 대형화함으로써 경제의 규모를 누리면서도 한편으로는 재항비용은 줄여야 했기 때문에 기간항로상에 위치한 몇몇 대형항만으로 기항지를 줄이게 되는 기항전략의 변화를 가져오게 되었다. 선사들이 기항전략을 소수의 대형항만에만 기항하고 나머지 항만은 피더서비스로 연결하는 중심함-주변항(Hub-Spoke)체제로 전환함에 따라 각국 항만은 중심항이 되기 위한 경쟁에 돌입하게 되어 적절한 항만시설 확보에 노력을 기울이고 있다. 또한 항만의 경쟁체제에서 중심항만으로 자리 잡기 위해서는 항만의 배후경제권에서 나오는 화물을 유치하기 위한 치열한 마케팅활동을 전개하지 않을 수 없게 되었다. 인접국가 및 지역에 있는 항만들이 중심항이 되게 위해서 서로 치열하게 경쟁하는 것이 바로 그 이유 때문이다.

## 1) 항만경쟁 환경

앞에서 언급했듯이 오늘날 항만산업은 항만 간 또는 항만 내 경쟁이 치열해졌다. 항만경쟁을 부추기는 요인으로 크게 두가기를 들 수 있다. 컨테이너 선사의 운항패턴의 변화와 지속적인 항만의 민영화이다.

앞 절에서 해운항만의 환경변화를 살펴보았다. 컨테이너 선박의 대형화는 선사의 기항전략의 변화를 가져오게 했고, 정기선시장 글로벌 제휴체제의 확산은 글로벌 서비스망을 구축하고 선대를 효율적으로 운영하는 경영전략을 적극 추진하게 하였다. 항만의 민영화와 항만운영의 세계화가 항만 내 컨테이너 터미널 운영사 간 경쟁을 가속화 시키는 또 다른 요인이다. 항만의 민영화는 항만 운영에 민간기업의 참여가 확대되고 허치슨, PSA, CSX World Terminals 등과 같은 세계적인 항만운영회사의 적극적인 터미널 운영사업 참여로 항만 내 국내외 터미널 운영회사 간 경쟁이 치열해지고 있다. 항만의 생산성과 운영 효율성을 극대화하기 위해 항만민영화가 추진된 이후 세계의 많은 컨테이너 전용부두는 민간업체에 의해 운영되고 있으며 이들 운영사는 화물유치를 위해 경쟁하고 있다.

유럽에서 네덜란드의 로테르담항, 벨기에 안트베르펜(엔트워프)항, 독일의 함부르크항 간에 중심항이 되기 위해 경쟁하며, 아시아에서는 싱가포르항과 말레이시아의 탄중펠레파스항간 화물 유치를 위해 경쟁하고 있다. 동북아에서 지리적 중심성과 중계성을 고려했을 때 상해항, 부산항, 고베항, 카오슝항 등 항만간의 중심항이 되기 위한 경쟁이 더욱더 치열해지고 있다. 항만 간 경쟁은 국가 간 경쟁뿐만 아니라 한 국가 내에서도 인접한 항만 간에 물량 유치를 위해 경쟁하고 있다. 예를 들어 중국 국내의 상해항과 닝보항, 심천항과 홍콩항 간의 경쟁과 북방지역에 위치하는 천진항과 대련항 간의 경쟁이 있고 한국 국내에 부산항과 광양항, 신항과 북항 간의 경쟁이 있다.

한국, 일본, 중국 등을 중심으로 동북아 경제권이 범세계적으로 중요성이 고조되고 있다. 동북아 컨테이너 화물 처리비중은 세계전체의 27%를 차지하고 있으며 세계 5대 항만 중 4개, 20대 항만 중 12개가 아시아 지역 항만이며, 특히 중국은 1999년도 전년대비 38%가 증가한 1천8백만 TEU를 처리하였고 2010년에는 6천만 TEU로 연간 11.5% 증가할 것으로 예상된다. 상하이 대소양

산 심수항은 개장 이후 상하이항은 안벽 전면 및 접근수로의 수심, 하역장비, 항만시설규모 등에 있어서 동북아의 다른 어느 항만에도 뒤지지 않는 경쟁포지션을 구축하게 되었다. 상하이 현지의 해운항만관계자들은 상하이항의 화물처리량이 매우 빠른 속도로 증가하고 있기 때문에 수년 내에 홍콩항과 싱가포르항을 추월하여 세계 1위로 부상할 것으로 전망하고 있다. 그동안 선사들은 물동량이 많은 상하이항을 직기항지로만 활용하였으나 양산터미널이 개장된 이후 양산터미널에 선박 기항을 집중시키고 동북아해운시장의 구심점으로 활용할 계획이다.

부산항의 경우 대외적으로 중국의 상하이항과 경쟁하여 대내적으로 광양항과 배후물량을 두고 경쟁하고 있다. 최근 중국의 항만시설 확충 및 물량 증가에 따른 선사들의 직기항 서비스 증가는 부산항의 환적화물 유치를 어렵게 한다. 정부는 부산항의 허브항 위상 유지를 위하여 신항을 집중 개발하는 한편, 광양항의 조속한 자립기반 확보에 총력을 기울여 2007년까지 300만TEU를 확보하여 자생적 성장기반을 구축할 방침이다. 중앙정부의 투포트 정책에 의해 광양항을 집중적으로 육성함으로써 부산항의 물동량이 점점 줄어들고 있는 실정이다. 부산항의 최대 고객이자 세계 1위의 해운회사인 덴마크의 머스크라인이 물동량을 올해 들어 부쩍 인센티브를 강화하고 있는 광양항으로 옮기고 있어 신항을 포함한 부산권 컨테이너 항만의 위기감은 더욱 고조되고 있다.

### 3) 동북아 지역 허브항 개발 현황 및 동향

세계에서 가장 빠르게 성장하고 있는 동북아지역 해운물류시장은 항만경쟁에서도 역동적인 변화를 보이고 있다. 이 지역 항만경쟁의 가장 뚜렷한 특징은 대부분의 항만 들이 처리능력의 총량적 확대와 동시에 초대형선 수용시설의 개발에 열중한다는 점이다. 동북아 지역 해상물동량이 지속적으로 증가하고 있기 때문에 각 국의 항만당국이 터미널의 신규개발 또는 확충에 열을 올리고 있는 것이다.

#### (1) 중국

중국 내 항만들은 1980년 이후 막대한 배후지를 장점으로 개발되어 주변항만에 영향력을 발휘하고 화물유인책으로는 15개 항만 지역에 자유무역지대를 설정하여 다양한 화물을 처리하고 있다.

상하이항은 양쯔강 수심제약을 해소하기 위해 대·소양산도에 수심 15m 이상의 선석 50개를 2020년까지 건설하는 계획을 추진 중이며, 2005년 12월 1일 1단계로 개장하였다. 이 계획이 모두 실현되는 경우 상하이 양산터미널은 연간 3,000만TEU를 처리할 수 있는 초대형 항만으로 부상하게 될 것이다.

닝보항의 경우 HPH사와 EMC (Evergreen Marine Corp)사, OOIL사의 자본 투자를 유치하여 저장성 추양산 연안에 9개의 컨테이너터미널을 2007년까지 개발할 예정이다.

남중국의 중심항으로 자리를 굳힌 선진항은 Shekou터미널 3단계 공사를 통해 2008년까지 1,750m의 안벽(5선석)을 확보하는 한편, Yantian터미널 3단계는 수심 증대, 정보시스템 개발, 생산성 증가 등의 리모델링 작업을 2005년 8월 완료함으로써 9,000TEU급 초대형선이 출입할 수 있는 대형부두로 재탄생하였다.

북중국의 중심항으로 떠오르고 있는 칭다오항은 2단계 1기 및 2기 공사를 통해 3개 선석을 확보한 바 있으며, 현재는 2단계 3기 개발공사가 진행 중이다. 뿐만 아니라 칭다오항은 3단계 터미널 개발사업을 추진함으로써 2020년까지 14개 선석을 추가로 확보할 예정이다.

톈진항은 2004년부터 5척의 선박이 접안할 수 있는 안벽길이 1,600m의 터미널을 개발 중이다. 2007년 이 공사가 완료되면 톈진항은 2009년까지 5개 선석을 추가로 개발할 예정이다.

## (2) 한국

부산항과 광양항을 동북아 중심항으로 육성한다는 정부의 정책으로 광양항이 개장되어 운영되고 있다.

부산항이 컨테이너 처리량 기준으로 세계 3위의 중국 상하이항보다 뒤처져

있어 중심항만으로서의 주도권 확보에 대한 우려의 목소리가 높다. 부산항의 선진화를 위해서 부산항의 경쟁요건 중 취약한 부분인 시설능력, 관리운영 및 항만물류서비스에 중점을 두고 마케팅 활동을 추진하고 있다. 부산항의 안정적인 서비스 제공을 위해서 충분한 항만시설과 배후물류단지시설 확보가 요구되고 있다.

부산 북항의 신선대 컨테이너 터미널은 8,000TEU급 선박의 기항을 위하여 22열의 C/C 및 자동화 RMGC 설치, 안벽수심 16m 준설 작업을 수행하고 있다. 그리고 부산 신항의 경우, 수심 16m의 30개 선석을 2011년까지 개발할 계획이며, 북측 1단계 3개 선석은 2006년 1월 개장했다. 한편 광양항도 2011년까지 21개 선석을 추가로 개발할 예정이다. 부산신항 개장에 따라 북항과 부산신항 터미널 운영사들 간에 물량유치를 위한 경쟁은 더욱 가열되고 있다. 광양항을 고려한다면 이제 ‘삼파전’이 되었다.

### (3) 홍콩

중국 선진항의 빠른 성장으로 크게 위협받고 있는 홍콩항의 경우 “마스터플랜 2020”을 수립함으로써 상황변화에 탄력적인 항만개발전략을 모색할 예정이다. 이 탄력적 대응전략의 가장 큰 특징은 향후 새로운 터미널의 개발 필요성이 대두될 경우 12,000TEU급 컨테이너선을 접안시킬 수 있는 초대형선 부두를 확보한다는 방침이다. 이 초대형선 터미널은 선석당 안벽길이를 400m, 안벽 전면 수심을 17m로 설정하고 있다. 현재 건조중이거나 검토 중인 선박보다 더 대형화된 선박을 겨냥하고 있는 것이다. 즉 현재 진행 중인 다른 항만들의 터미널보다 한 단계 업그레이드된 시설로 경쟁하겠다는 의도이다.

### (4) 싱가포르

싱가포르 항만 개발 및 운영회사인 PSA사는 최근 물동량의 증가로 인한 체선, 체화현상의 해소를 위해서 2011년까지 총 15개 선석은 전면수심 16m, 안벽길이 3km이상이고, 22열 처리가 가능한 안벽 크레인이 설치되며, 2011년에 건설공사가 모두 완료될 예정이다.

### (5) 일본

일본은 주요 항만의 국제적 지위가 점차 하락함에 따라 대형항만을 집중 육성하려는 슈퍼중추항만 육성프로그램을 추진하고 있다. 이 프로그램은 항만투자의 선택과 집중을 통해서 수익형 항만으로의 변화를 도모하려는 것이다. 슈퍼중추항만은 하드웨어적 항만시설 확충보다는 기존 항만관리운영제도 통합 및 개혁, 물류시스템 등의 개선을 통하여 항만의 효율성 강화를 추구하려는 것이다.

### (6) 대만

카오슝항은 2008년까지 연간 250만TEU를 처리할 수 있는 1단계 5개 선석을 건설 중에 있으며, 2010년 개장을 목표로 연간 200만 TEU를 처리 가능한 2단계 4개 선석 개발을 추진하고 있다. 대만은 국가개발전략의 일환으로 추진 중인 국제 컨테이너기지회사에 5년 동안 5000억 대만달러(약 150억 달러)를 투입할 계획이다. 또한 2020년까지 14개 선석을 추가로 개발할 예정이다.

### (7) 말레이시아

싱가포르와 접경지역에 위치한 탄중펠레파스 터미널은 현재 1단계 2,160m의 6개 선석과 2단계 720m의 2개 선석을 운영 중에 있다. 2006년까지 2단계의 나머지 4개 선석의 개장을 목표로 건설 중에 있다.

## 3) 항만운영의 생산성 및 효율성 사례

각국 항만들은 대대적인 항만시설투자를 통한 중심항 개발전략을 추구하고 있는 동시에 항만운영의 효율성 증대를 통한 경쟁력 강화에 노력하고 있다.

항만은 운송상의 거점기능과 다양한 운송수단이 쉽게 접근할 수 있는 용이성으로 인해 생산 활동 및 무역거래의 중심축이 되고 있다. 즉 항만은 하역기능



위주의 1960년대 이전의 제1세대 항만에서 수송거점 및 공업 활동과 상업 활동이 포함된 1960년대 이후의 제2세대 항만, 그리고 고부가가치 물류활동과 각종 정보제공, 하역의 자동화와 대형화가 실현된 제3세대 항만으로 발전하고 있다. 제3세대 항만은 대형 집안시설과 넓은 컨테이너 야적장 및 배후 부지를 보유함으로써 대형 컨테이너선박을 수용할 수 있음은 물론 다기능 물류센터와 효율적인 내륙연계수송체계를 구축함으로써 물류활동과 무역활동의 거점이 되는 특성을 나타내고 있다. 특히 화물의 컨테이너화는 국제물류의 핵심거점인 항만을 중심으로 여러 운송수단을 결합하는 복합운송의 발달과 하역의 자동화와 기계화를 촉진함으로써 항만을 국제물류의 중심지로 발전시키는 촉매역할을 하고 있다.

중국의 경우 상하이항의 약점을 보완시키기 위해 양산터미널을 개발하고 있다. 양산 1기 터미널의 하역장비는 8,000TEU급 이상의 선박서비스와 연간 220만 TEU를 처리하기 위하여 트윈리프트형 C/C, RTG, 야드트랙터 등을 갖추고 있으며, 소요대수는 안벽하역장비 15대, 야드하역장비 45대와 이송장비는 68대 있다. 그리고 더 효율적인 선박의 통행과 관제를 위해서 SSICT사는 HITT Traffic사로부터 선박 관제관리시스템인 V300 VTS(Vessel Traffic Services) 시스템을 도입하였다. 뿐만 아니라 연계운송 및 환적시스템도 잘 갖추고 있다. 양산터미널의 보조시설인 루차오강 물류단지는 양산터미널의 개장에 맞춰 마무리 공사를 수행하였다. 물류단지는 다차원도로망을 통하여 상해교외환선, 외환선, 내환선과 연결되고 상하이시 및 양쯔강 삼각주의 고속도로, 간선도로망, 국도망과 연계되어져 있다.

부산 북항의 신선대 컨테이너 터미널은 8,000TEU급 선박의 기항을 위하여 22열의 C/C 및 자동화 RMGC 설치, 안벽수심 16m 준설 작업을 수행하고 있다. 신항 안벽 크레인의 경우 20피트짜리 컨테이너 2개를 동시에 들어올릴 수 있는 트윈리프트 시스템이 설치, 시간당 65개의 컨테이너를 처리할 수 있다. 또 한번에 5단 선적이 가능한 최신식 야드크레인이 도입되는 등 첨단 하역장비를 갖추고 있다. 뿐만 아니라 항만운영 정보처리시스템(ACDIAC)이 도입되어 트럭 체류시간이 20분, 선박진입 시간이 14시간 이내로 단축돼 항만의 생산성 및 효율성을 극대화함으로써 최선의 서비스가 가능하다. 연계수송망을 개발하기 위해 해양수산부는 부산항, 광양항, 인천항 등 전국 28개 권역별 무역항만 내 유

휴부지에 항만기능 지원을 위한 최적의 배후단지를 단계적으로 개발하는 방침을 밝혔다.

### 제3장 항만의 효율성 분석에 관한 선행연구 고찰

#### 제1절 DEA 모형을 이용한 기존연구

항만의 생산성 및 효율성 향상은 한 국가의 물류비 절감 및 기업의 국제 경쟁력 확보에 큰 영향을 미친다. 또한 항만의 민영화가 진전되고 민간 항만운영회사의 항만투자가 증가함에 따라 이들 항만운영회사간 고객확보를 위한 경쟁이 갈수록 치열해지고 있다. 이제 항만의 생산성 향상은 항만관리당국은 물론 항만 운영사들에게 매우 중요한 경쟁력 확보 수단이 되었다. 최근 10년간 DEA 모형을 이용한 항만의 효율성 비교 분석에 관한 국외 논문이 많이 발표되고 있다. 한국에서도 몇몇 연구자들이 DEA 방법을 이용하여 연구를 수행하였다(송재영, 2004; 이영현, 2005; 류동근, 2005; 김성, 2006).

Cullinane(2002)의 논문에서는 항만의 생산성과 효율성 분석 방법으로 DEA와 Stochastic Frontier 모델에 대해 소개하고 각각의 방법을 설명하였다. 그는 선행연구를 바탕으로 항만산업의 경우 상당한 규모의 경제가 존재한다는 것을 지적하고 DEA 모형 중 규모에 대한 보수 가변을 가정한 BCC나 Additive 모형을 이용하여 항만의 효율성을 평가하는 연구가 이루어지기를 제안하고 있다.

Martinez-Budria et al.(1999)는 스페인 항만공사의 효율성을 연구하였다. 이 연구에서는 26개 터미널을 복잡성에 따라 3개 그룹으로 나눠 그룹간 효율성의 비교 분석을 실시하였다. 3개의 그룹은 각각 Ports of great complexity(Group1), Ports of medium complexity(Group2), Ports of low complexity(Group3)이다. 여기서 말한 복잡성은 항만의 규모와 산출요소의 합성물에 의해 정의된 것으로, 그룹1의 복잡성은 가장 높다. 투입요소는 노동비, 감가상각비, 기타 비용을 선정하였고 산출요소는 총 물동량과 임대료에 따른 수익을 선정하였다. 연구결과를 살펴보면 그룹에 따라 효율성의 차이를 보이는데, 그룹1에서 복잡성이 높을수록 효율성이 높다는 것을 알 수 있다. 그러나 그룹2에서 그룹1과 달리 효율성이 미미한 증가를 나타냈고 그룹3에서 마이너스 발전이 나타났다.

Tongzon(2001)은 DEA 모형을 사용하여 오스트리아 및 세계 주요 항만 총

16개를 대상으로 효율성을 평가하는 연구를 실시하였다. 투입요소는 선석 수, 크레인 수, 예인선 수, CY면적, 대기시간과 인원수이며, 산출요소는 컨테이너 처리량과 선박 작업률이다. 연구결과는 16개 항만의 효율성을 분석하였고 비효율적인 요소의 근원을 찾아내고 향후 효율적인 항만운영 방안을 제시하였다.

Valentine&Gray(2002)는 유럽과 아시아 지역 주요 컨테이너항만 총 12개를 대상으로 효율성을 비교분석하였다. 연구에서는 DEA-CCR 모형을 사용하여 유럽과 아시아 지역에 있는 항만에 중점을 두고 이들의 조직구조, 소유권과 지역적인 요소를 비교하여 효율성을 평가하였다. 투입요소는 컨테이너 선석길이와 선석총길이를 선정하였으며, 산출요소는 컨테이너 처리개수와 총 화물처리톤수를 선정하였다. 연구결과는 조직구조의 여러 형태 간에 차이점이 있는 것으로 밝혀졌고, 소유권과 지역적 요소를 빼고 조직구조만이 재정 및 투자와 결합되는 조건하에 효율성에 영향을 미치는 것으로 추정됐다. 그러나 분석대상이 상대적으로 적다는 한계점이 존재한다.

Barros(2003)는 포르투갈 항만공사의 동기부여 형태의 규제와 효율성에 대해서 연구를 실시하였다. 연구대상은 포르투갈 항만 5개로서, 투입요소는 종업원 수와 자산장부 가치이며 산출요소는 선박척수, 화물처리량, 선박톤수, 시장점유율, 재래화물처리량, 컨테이너 처리량, 살화물처리량, 액체화물처리량과 순이익이다. 이 연구는 항만 효율성 및 운영활동의 합리성을 측정하는데 간단한 틀을 보여줬으며 효율성 평가시의 약점을 극복하기 위해서 투명하고 효율적인 조직환경이 필요한 것으로 밝혀졌다. 그러나 이 연구에서는 항만의 동질성에 대한 문제점이 제기되었고, 연구대상인 항만수가 적어서 연구결과의 신뢰성이 부족한 점이 있다.

Park& De(2004)는 항만 효율성을 측정하는 접근 방안을 소개하였다. 즉, 기존연구에서는 특정 투입요소와 특성 산출요소로 총괄적인 효율성을 도출하는 방법과 달리 총괄적인 효율성을 4단계로 나눠 투입요소와 산출요소를 단계별로 변형시켰다. 4단계 DEA모형은 아래와 같다. Productivity(Stage1)→Profitability(Stage2)→Marketability(Stage3)→Overall Efficiency(Stage4)이다. 연구대상은 한국 국내 항만 11개이며 투입요소는 선박접안 척수와 화물처리규모를 선정하였고 산출요소는 화물처리량, 기항 선박척수, 항만수입, 고객만족점수를 선정하였다. 연구의 결과는 4단계 CCR 모형과 4단계 BCC 모형으로 효율

적인 항만을 도출했으며 국내항만 효율성의 RTS 순서는 Profitability, Productivity, Overall Efficiency, Marketability를 나타냈다. 그러나 짧은 시기의 데이터를 이용한 것이 이 연구의 한계점이라고 밝혀졌다.

송재영(2004)은 부산항을 포함한 53개 항만, 53개 터미널을 대상으로 DEA-CCR모형 및 DEA-BCC모형을 이용하여 효율성 분석을 실시하였다. 또한 1995년부터 2001년까지 7년 동안의 효율성 변화를 단순한 효율성의 증감이 아닌 기술적 효율성 변화와 기술변화로 구분하여 시간의 흐름에 따른 효율성 변화를 종합적인 평가 방법으로 분석하였다. 연구에서는 기존 연구를 바탕으로 투입요소 6개, 산출요소 1개를 선정하여 컨테이너 터미널에 대한 자세한 소개가 되어있는 서적인 Containerization International Year Book(CI 연감 : 1996~2003)으로부터 7년 동안의 53개 항만 자료를 수집하였다. 투입요소는 항만 시설 중 필수 요소인 선석길이, 부두 총면적, G/C장비와 야드 장비, CFS면적, 평균 작업시간을 고려하였고, 산출요소는 기존 연구에서 공통적으로 사용되어진 총 처리물동량(TEU)을 선정하였다. 각 항만에서 상이한 종류의 장비를 사용하고 있으므로 여러 종류의 G/C장비(Container Gantries, Quay Cranes, Floating Cranes, Mobile Cranes)와 야드 장비(Straddle Carriers, Fork lifts, Reach stackers, Top lifter)를 통합하여 사용하였다. 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 세계 주요 항만의 효율성을 분석한 결과, DEA-CCR모형 분석결과 홍콩항, 싱가포르항, 카오슝항 등의 6개 항만은 7년 동안 효율성 지수가 1로 평가됨으로써, 매우 효율적인 항만인 것으로 파악되었다. DEA-BCC모형의 경우 홍콩항, 싱가포르항, 카오슝항을 포함한 11개 항만이 7년 동안 효율적인 항만으로 분석되었다. 둘째, 53개 항만의 평균 Malmquist 지수는 1999/2000년을 제외한 모든 기간동안 1보다 높은 값을 나타냄으로써, 효율성의 증가가 발생한 것으로 분석되었다. 셋째, 부산항을 기준으로 실증 분석결과를 종합하면, 부산항은 DEA-CCR모형 효율성 분석 결과와 DEA-BCC모형 효율성 분석결과 모두 동일하게 95년, 96년, 97년을 제외한 나머지 년도에 대해서 비효율적인 항만으로 구분되었으며, 97년 이래로 효율성 지수는 지속적으로 증가하고 있는 것으로 나타났다.

이영현(2005)은 중국 주요항만의 효율성 평가에 관한 실증연구를 실시하였다. 대상항구는 세계 20위권에 드는 중국항만 7개를 선정하였고(1개는 대만 카오슝

항) 이들 중국항만과 대비시키기 위해 부산항을 첨가하여 총 8개항만이다. DEA방법을 사용하였으며 투입요소는 선석수, 선석길이, 면적, 컨테이너 크레인 수와 수심 등 5가지를 사용하였고 산출요소로는 컨테이너처리량을 사용하여 2003년 2004년 2년간의 자료를 가지고 대상항만의 효율성을 추정하였다. 실증 분석한 결과를 요약하면 첫째, 홍콩, 상하이항과 선전항이 이미 최적상태에서 항만이 운영되고 닝보항, 칭다오항과 텐진항은 기술적 효율성과 규모의 효율성이 증가하고 있는 반면 부산항과 카오슝항은 효율성 측면에서 큰 진전을 보지 못하고 있다. 둘째, 상하이항, 선전항, 닝보항, 칭다오항과 텐진항은 항만개발에 의해 일시적으로 투입요소가 잉여분 상태로 존재하지만 부산항과 카오슝항은 장기적으로 요소잉여분이 존재하고 있다. 셋째, 상하이항, 선전항, 닝보항, 칭다오항과 텐진항은 빠른 성장을 하고 있는 산업단지의 배후항만으로 성장하고 있어 효율성이 향상되고 있는 반면 부산항과 카오슝항은 이미 성숙단계에 접어들어 효율성이 정체내지 하락하고 있다.

류동근(2005)은 국내 컨테이너 전용 터미널의 효율성을 비교하는 연구를 실시하였다. 연구에서는 2002년-2004년간 부산항과 광양항 컨테이너 터미널 통계 자료를 이용하여 기술적 효율성을 평가하였다. 분석방법으로 DEA-BCC를 이용하였으며 항만산업에는 상당한 규모의 경제가 존재한다는 것을 가정하고 항만의 특성을 고려하여 BCC 모형의 산출기준 효율성을 추정하였다. 투입요소는 모두 다섯 가지 요소인 종업원 수, 부두길이(m), 부지면적(m<sup>2</sup>), 갠트리크레인(C/C) 대수를 이용하였다 연간 컨테이너 처리실적(TEU), 연간 선석점유율(%), 컨테이너 내장화물톤수를 산출요소로 사용하였다. 이는 컨테이너항만의 효율성을 측정하는 산출요소로서 대표적인 변수이며 선행연구에서도 가장 많이 사용된 산출요소이다. 분석에 사용된 자료는 연구결과의 신뢰성을 높이기 위해 한국컨테이너부두공단에서 공식적으로 발표하는 항만통계 자료를 활용하였다. 연구 자료는 DEA 소프트웨어인 DEA-Solver-LV를 이용하여 분석하였다. 효율성 분석결과에 의하면 우암부두와 감만부두가 3년간 모두 효율성 값이 1.00으로 나타났으며 감천부두는 2003년과 2004년 2년간 효율성 값이 1.00이었다. 한편 광양항 1단계와 2단계 부두는 2004년 효율성 값이 각각 0.656과 0.614로 부산항에 위치한 컨테이너 부두에 비해 효율성이 낮다는 결론이 도출되었다. 정부는 항만운영의 효율성을 고려하여 항만개발 계획을 수립해야 할 것이고 특히

정부는 부산신항과 광양항의 두 포트(two ports) 개발 계획 시 현재 운영되고 있는 개별 컨테이너 터미널의 운영성과를 고려하여 개발 계획을 수립해야 하는 결론을 내렸다.

김성(2006)은 중국의 항만정책과 주요 항만 효율성에 대한 분석을 실시하였다. 중국 8대 항만의 효율성 분석을 위해서 우선 효율성분석에 사용된 투입변수와 산출변수에 대한 기초통계를 제시하였다. 그 후 CRS모델과 VRS모델을 사용하여 평가대상이 된 항만의 효율성을 분석하였다. 논문은 기존연구에서 많이 사용되고 송재영(2000)의 설문조사에서 나타난 투입요소간의 상대적 중요도를 바탕으로 하여 중국에서 자료수집이 가능한 장비수, CY면적, 부두면적과 선석길이 4개를 투입요소로 사용하였다. 그리고 산출요소는 컨테이너 처리량을 사용하였다. 효율성 분석결과 첫째 중국의 항만정책이 민영화로 전환되면서 전반적으로 항만의 효율성이 제고 되고 있다. 둘째 민영화로 전환되면서 90년초 발해만 지역 항만들의 효율성이, 1999년에는 주강산각주지역 항만의 효율성이, 2004년에는 장가삼각주지역 항만들의 효율성이 제고되었다. 셋째 민영화정책 이후 발해만은 청도항, 장강지역은 상하이항, 주강지역은 심천항이 가장 효율성이 높은 항만으로 나타나고 있다. 넷째, 중국 항만은 상대적으로 규모가 큰 항만일수록 효율적인 것으로 나타나고 있다.

다음의 <표 3-1>은 DEA를 이용한 항만의 효율성 분석 선행연구를 정리한 것이다.

<표 3-1> DEA를 이용한 항만의 효율성 분석 선행연구

연구자	연구방법	요 소		평가대상
		투입요소	산출요소	
Martinez-Budria et al. (1999)	DEA	· 노동비 · 감가상각비 · 기타 비용	· 총물동량 · 임대료에 따른 수익	스페인 26개 터미널
J. Tongzon (2001)	DEA	· 선석수 · 크레인 수 · 예인선 수 · CY면적 · 대기시간 · 인원 수	· 컨테이너처리량 (TEU) · 선박 작업률	오스트리아 및 세계 주요 항만(16개 )
Valentine & Gray(2002)	DEA (CCR)	컨테이너선석길이 선석총길이	컨테이너처리개수 총화물처리톤수	유럽과 아시아 지역 주요 컨테이너항만 (12)
Barros(2003)	DEA (CRS), DEA (VRS)	종업원수 자산장부가치	선박척수. 화물처리량 선박총톤수 시장점유율 재래화물처리량 컨테이너 처리량 살화물처리량 액체화물처리량 순수익	포르투갈 항만(5)
Park & De(2004)	DEA (CCR, BCC)	선박접안 척수, 화물처리규모	화물처리량 기항 선박척수 항만수입 고객만족점수	국내 항만(11)
송재영(2004)	DEA	선석길이 총면적 G/C장비 야드장비 CFS면적	총 처리량	세계 주요항만(53개)
이영현(2005)	DEA	· 선석수 · 선석길이 · 수심 · 총면적 C/C대수	컨테이너처리량 (TEU)	중국 주요항만(7개)
류동근(2005)	DEA (BCC, CCR )	인원 수 선석길이 크레인 대수 CY면적	컨테이너처리량 (TEU)	부산항과 광양항 컨테이너 터미널 (7개)
김성(2006)	DEA (CRS), DEA (VRS)	.장비수 · · CY면적 부두면적 선석길이	컨테이너처리량 (TEU)	중국 8대 항만

자료: 류동근(2005), “컨테이너 전용터미널의 효율성비교: DEA 접근”, 한국해운물류학회, 제47호, p24에 의해 재정리.



## 제2절 선행연구의 한계점

DEA 사용의 가장 중요한 선행조건은 비교 대상인 의사결정단위(Decision Making Unit, DMU)가 동질적이어야 한다는 것이다. 즉, 의사결정단위는 동일한 투입요소를 사용하여 동일한 목적의 생산물을 산출해야 한다. 이는 의사결정단위의 동질성 여부는 연구 결과의 신뢰성에 큰 영향을 미치기 때문이다.<sup>11)</sup>

DEA 모형을 이용한 컨테이너항만간 효율성 비교 분석에 관한 선행연구는 그 의사결정단위가 컨테이너 항만이라는 측면에서 동질성을 가지지만 국가간 컨테이너 항만의 효율성 비교 분석에서 항만의 동질성 여부에는 문제가 제기될 수 있다. 항만의 개발 및 운영은 각 나라의 사회적, 정치적, 문화적, 지리적, 상업적인 요소에 의해 많은 영향을 받기 때문에 이들 요소들이 투입요소에 영향을 미칠 수 있다.<sup>12)</sup> DEA를 이용한 항만의 효율성 분석 선행연구 <표 3-1>에 서는 이러한 점을 고려하지 못한 문제점이 있다. 또한 선행연구는 한 항만에 존재하는 개별 컨테이너 터미널의 효율성 및 생산성에 대한 상세한 정보를 제공하지 못하며 개별 터미널의 생산성 향상을 위한 전략 수립에 필요한 정보를 제공하지 못하는 단점이 있다.<sup>13)</sup>

본 연구에서 이러한 선행연구의 한계를 고려하여 중국 주요 컨테이너 터미널에서 운영되고 있는 개별 컨테이너 터미널의 효율성을 비교 분석함으로써 각 터미널 운영의 성과와 효율성 수준을 파악하고, 효율성이 낮은 터미널의 경우 효율성 향상을 위한 방향을 제시하며, 가장 효율적으로 운영되는 벤치마킹 대상의 컨테이너 터미널을 파악하고자 한다. 특히 터미널 운영사의 유형별 효율성을 비교 분석함으로써 터미널 운영의 형태에 따라 효율성에 어떤 차이가 있는지를 밝히고자 한다.

---

11) Thanassoulis, p.21.

12) Thomas, B.(1994), pp.135-148.

13) Tongzon, J.(2001), p.121.

## 제4장 효율성 평가 방법

### 제1절 효율성의 개념 및 측정방법

#### 1. 효율성의 개념

효율성(efficiency)은 생산조직이 사용한 투입요소의 수량에 대한 산출물 생산량의 비율을 의미한다.<sup>14)</sup>

$$\text{효율성} = \frac{\text{산출물의 수량}}{\text{투입요소사용량}} \quad (4.1)$$

효율성은 생산조직이 단일 투입요소를 사용하여 단일 산출물을 생산할 경우에는 계산이 매우 간단하다. 그러나 대부분의 생산조직은 다수의 투입요소를 사용하며 또한 다수의 산출물을 생산한다. 이러한 다수투입·다수산출의 경우 효율성을 계산하려면 다수의 투입요소에 가중치를 적용하여 총괄한 총괄투입(Aggregated Input)과 다수의 산출물에 가중치를 적용하여 총괄한 총괄산출(Aggregated Output)을 계산하는 과정이 필요하다.

$$\text{효율성} = \frac{\text{총괄산출}}{\text{총괄투입}} \quad (4.2)$$

$$= \frac{y_1u_1 + y_2u_2 + \cdots + y_su_s}{x_1v_1 + x_2v_2 + \cdots + x_mv_m}$$

#### 2. 효율성의 측정방법

효율성을 측정하고 평가하는 방식은 다양하다. 효율성 측정이론은 비율분석법, 생산성 지수법, 함수적 접근법, 모수적 접근법 등으로 구분할 수 있으며, 그 중에서 비율분석법 중 재무비율분석법, 생산성 지수법, 함수적 접근법 중 비용

---

<sup>14)</sup> 전용수·최태성·김성호(2002), 『효율성 평가를 위한 자료포락분석』, 인하대학교 출판부, p.4.

함수 접근법, 보수적 접근법 중 계량경제학의 프론티어 접근법을 살펴보고 그 한계점을 알아보려고 한다.

### ① 비율분석법(ratio analysis approach)

비율분석측정방법은 기업의 재무제표를 이용하여 기업의 경제적 실태를 설명해 줄 수 있는 재무비율을 계산한 다음, 이를 산업표준비율과 비교하거나 특정 기업의 재무비율 추이를 관찰하여 기업의 수익성, 유동성, 안전성, 성장성 등을 분석한다. 최근에는 기업부실예측, 신용등급의 분류, 채권등급평가, 포르트폴리오결정 중 경영자의 의상결정에 그 이용도가 높아가고 있다.

실질 재무자료로부터 비율이 계산된 경우 그 비율이 높은가, 낮은가 또는 양, 불량을 판단하기 위해서는 일반적으로 기업간 비교인 횡단면 분석방법과 기간별 비교인 시계열 분석방법이 많이 이용되고 있다. 이러한 비율분석은 복잡한 경제현상을 비교적 단순한 분석방법으로 비교, 평가 할 수 있다는 장점이 있는 반면, 비교평가의 절대적인 기준을 설정하기가 용이하지 않고 종합적인 평가가 곤란하다는 한계를 가지고 있다.

### ② 총생산성지수법(productivity index approach)

총생산성을 측정하는 지수법에는 투입요소와 산출요소, 산출물의 구성요소와 측정방법, 산출의 산정기준(판매액 또는 생산액)에 따라 여러 가지 형태의 모형이 있으니 일반적인 형태는 다음과 같다.

$$\text{총생산성지수(TP)} = \text{TO} / (\text{L} + \text{K} + \text{R} + \text{OC}) \quad (4.3)$$

단, TO: 총생산량

L: 노동투입량

R: 원재료투입량

OC: 기타경비투입량

이러한 총생산성 측정모형은 원하는 지수를 쉽게 구할 수 있고, 생산성의 정도에 따라 상호비교가 가능하다. 그러나 지수에 의한 총생산성의 개념은 규모에 대한 보수가 불변인 상태를 가정하고 있어 공공부문과 같은 다품목생산구조의 경우 규모나 범위의 경제효과를 측정할 수 없고, 다수의 산출물과 다수의

투입물이 화폐단위로 환산되어 투입되므로 가격효과로 인하여 순수한 생산성 계측이 어렵다. 또한 경영개선에 실질적 도움이 될 수 있도록 비효율성이 어느 부문에 어느 정도 존재하는지도 알 수 없다.

### ③ 비용함수 접근법(function approach)

다품목의 서비스를 생산하는 기업의 비용함수는, 규모 및 범위의 경제를 규명하기 위해 여러 가지 유형의 다품목비용함수(multi-product cost function) 즉 콥-더글라스 생산함수나 CES생산함수, 트랜스로그 생산함수 등이 제시되고 있다. 다품목 비용함수를 통한 실증분석이 기업에 적용되기 위한 중요 논점은 생산과정을 어떻게 모형화 하느냐 하는 것과 기업에 있어서 규모 및 범위의 경제의 원천을 규명하는 데 있다.

신축적인 함수형태를 갖되 실증적 분석에 유용하도록 비교적 간단한 형태를 취하는 트랜스로그함수의 형태는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \ln C^* = & \alpha_0 + \sum_{r=1}^s \alpha_r \ln y_r + \sum_{i=1}^m \beta_i \ln w_i + \frac{1}{2} \sum_{r=1}^s \sum_{t=1}^s \delta_{rt} \ln y_r \ln y_t \\ & + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m r_{ik} \ln w_i \ln w_k + \sum_{r=1}^s \sum_{i=1}^m \rho_{ri} \ln y_r \ln w_i + \varepsilon \end{aligned} \quad (4.4)$$

또한 위 식이 비용함수이기 위해서는 다음의 대칭성 제약과 일차동차성 제약이 충족되어야 한다.

$$\text{대칭성 제약 } \delta_{rt} = \delta_{tr} ; r_{ik} = r_{ki} ; \rho_{ri} = \rho_{ir} \quad (4.5)$$

요소가격에 대한 일차동차성 제약 :

$$\sum_{i=1}^m \beta_i = 1, \quad \sum_{i=1}^m r_{ik} = 0, \quad (k=1, \dots, m)$$

$$\sum_{i=1}^m \rho_{ri} = 1 \quad (r=1, \dots, s) \quad (4.6)$$

비용함수 접근법에 의한 연구는 통계적 회귀분석법을 사용함에 따른 일반적인 문제뿐만 아니라 모델에 사용된 함수형태에 따라 연구결과에 상당한 차이를 가져오고 있다. 또, 이러한 연구는 거시적이고 통계적인 분석방법을 통하여 해당 업종의 규모 및 범위의 경제성을 개관할 수 있는 장점은 있으나 사전적인 비용함수의 형태를 가정하고 있다는 문제 외에도 분석대상의 표본수가 한정되어 있는 경우 신뢰성 있는 비용함수를 추정하기가 어렵고 최소자승법에 따른 평균값을 사용하여 효율성 차이를 측정하기 때문에 특정한 값의 영향을 크게 받게 된다는 단점이 있다.

#### ④ 모수적 접근법

이상에서 비율분석법, 총생산성 지수법, 회귀분석법 등의 효율성 측정방법을 살펴보았다. 이 외에 또 다른 효율성 측정방법의 분류를 살펴보고자 한다. 경제학에서 효율성을 측정함에 있어서 관찰된 자료(*observed data*)를 토대로 경험적 생산함수 혹은 프론티어를 추정하는 방법에 따라 두 가지의 접근방법으로 분류할 수 있다. 흔히 이들은 모두 모수적 접근법(*parametric approach*)과 비모수적 접근법(*non-parametric approach*)으로 불린다.

또한, 이들은 확률적 접근방법(*stochastic approach*), 비확률적 접근방법(*non-stochastic approach*)이라고도 하는데, 모수적 접근방법은 주로 계량 경제학적인 기법으로서 프론티어를 추정하며 비모수적 접근방법은 주로 수리계획법에 의해 프론티어를 추정한다.<sup>15)</sup>

먼저 모수의 접근방법 중 대표적으로 계량경제학적 프론티어 접근방법(EFA)

<sup>15)</sup> Ferrier and Lovell(1990)은 모수적 접근방법을 계량경제학적인 접근방법(*econometric approach*), 비모수적 접근방법을 선형계획법에 의한 접근방법(*linear programming approach*)으로 분류하였다.

을 살펴보면, 비용함수와 share equation으로 구성된 EFA모형은 다음과 같다.

$$\ln CA = \ln CF + \ln A + u$$

$$SA_i = SF_i + b + u \quad (\text{단, } i = 1, 2, \dots, m) \quad (4.7)$$

이 방법은 전통적인 비용함수를 변형시켜 그 변형된 함수의 예측치가 비용프론티어를 형성하게 되고 비효율성은 잔차항에 포함된다. 따라서 비효율성을 측정하기 위해서는 잔차항에 포함되어 있는 비효율성과 잔차변동(random fluctuation)을 구분하여 비용함수의 프론티어로부터 각 기업의 이탈(deviation) 정도으로써 기술적 비효율성이 측정될 수 있고 배분적 비효율성도 자료의 평균으로부터 구할 수 있다. 그러나 이 방법에서는 비효율성의 구성 원소들이 일반적으로 비대칭적인 반정규분포(half normal distribution)를 따르고 잔차 변동은 대칭적인 정규분포를 따른다는 가정이 필요하다. 이러한 가정 하에서 잔차항을 비효율성과 잔차변동으로 구분하기 때문에 비효율성의 결과는 결정적으로 자료의 왜곡도에 의존하게 된다. 즉, 다소 대칭적인 비효율성은 잔차변동으로 간주되고 다소 비대칭적인 잔차변동은 비효율성으로 간주됨으로써 비효율성을 정확하게 측정할 수 없게 된다.

## 제2절 DEA모형

### 1. DEA의 정의

DEA(Data Envelopment Analysis)는 선형계획법에 근거한 효율성 측정방법이다. 통계학적으로 회귀분석법과는 달리 사전적으로 구체적인 함수형태를 가정하고 모수(Parameter)를 추정하는 것이 아니고 일반적으로 생산가능 집합에 적용되는 몇 가지의 기준 하에서 평가대상의 경험적인 투입요소와 산출물간의 자료를 이용해 경험적 효율성 프론티어를 평가대상으로 비교하여 평가대상의 효율치를 측정하는 비모수적 접근방법이다.

DEA는 원래 Charnes, Cooper & Rhodes(1978)에 의해 비영리적 목적으로

개발된 방법이다. 투입과 산출들을 결합할 수 있는 시장가격은 존재하지 않는 것이 대개의 DMU가 처한 현실이며, 이럴 경우 효율성은 차선적인 차원, 즉 상대적인 관점에서 측정될 수밖에 없다고 주장한다. 따라서 이들은 효율적 DMU들이 경험적으로 형성하는 효율성 프론티어를 통해 각 DMU의 상대적 효율성을 측정할 수 있다고 본다. DEA는 2차 자료를 통해 수집된 투입산출자료를 선형계획모형에 의해 지수로 계산한다. 이 방법의 우수성은 다수의 투입요소를 사용하여 다수의 산출물이 생산되는 복잡한 생산구조에서 유사한 투입산출물을 갖는 단위끼리 비교하여 상대적인 효율성을 측정해주고 임의적 가중치를 정할 필요가 없으며, 자료를 분석할 때 투입과 산출의 원래단위를 그대로 사용이 가능하다는 점에서 우수하다.

## 2. DEA의 특징

앞서 DEA는 복수의 투입물과 산출물을 동시에 고려함에 있어서 변수간의 사전적 가중치를 결정할 필요도 없으며 투입물과 산출물을 연결시킴에 있어서 특정 형태의 함수적 관계를 명백히 규정할 필요가 없다. 이처럼 최선의 실무에 입각한 효율적 프론티어를 도출하고 보편적으로 알려진 선형계획모델에 근거하여 개별 DMU를 최적화 하는 DEA가 종전의 평가방식에 비해 새로운 관리적 및 이론적 통찰력을 제공하는 것이 사실이다. DEA의 장점을 요약하면 다음과 같다. 16)

첫째, 단일 종합성과 측정치와 비교대상의 준거집단 정보를 제공한다. 투입요소(독립변수)를 활용하여 바람직한 산출물을 생산하는 관점에서 피평가단위인 각 DMU의 종합적 효율수치를 제시함으로써 효율성 정도가 파악될 뿐 아니라 준거집단으로 선정된 DMU를 알 수 있어서 벤치마킹 대상이 누구인지를 그리고 이들 집단과의 격차를 알 수 있다.

둘째, 회귀분석과 같이 모집단의 평균 수치를 이용하는 대신에 효율적 DMU의 개별적 관찰에 초점을 둌으로써 개선가능성에 대한 유용한 정보를 제공한다. 특히, 투입 및 산출 (또는 양쪽 측면)에서의 필요한 변화에 대한 구체적인

16) 최창현(2003), 「지방자치단체의 능률성 분석: 자료포락분석(DEA) 적용」, 광동대학교, p.3-4.

측정치를 현시된 최선의 실무 프론티어에 근거하여 제공한다.

셋째, 가치계산이 불필요하다. 즉, 투입 및 산출변수의 상대적 중요성(가중치)에 대한 지식이나 규정이 불필요하다.

넷째, 측정 단위에 무관하며 모델 자체가 복수의 투입과 산출을 동시에 종합적으로 고려하는 가운데 각 DMU의 상대적 평가에 엄격하고 공평한 기준을 적용한다.

다섯째, 지리적 위치나 경쟁 환경의 심화정도 등 외생 변수를 고려하거나 조정하는 것이 가능하다. 또한 필요한 경우에는 경영자 또는 실무자 등의 판단을 수용할 수 있다.

여섯째, 피평가단위간에 그룹화를 피하기 위한 목적에서 범주적 변수(categorical variable)를 도입할 수 있다.

일곱째, 효율수치 계산에 이용되는 투입과 산출을 연결 지우는 생산관계의 함수적 형태에 제약이 없다.

### 3. DEA의 한계

DEA의 한계점은 아래와 같다.<sup>17)</sup>

첫째, 모델에 이용된 요소들에 따라 DMU의 상대적 효율치가 달라질 수 있다는 점이다. DEA는 선정된 투입 및 산출요소들만을 이용하여 이들 변수들 간의 관계를 실제로 이용되는 자료를 토대로 파악하는 실증적 모델이다. 따라서 특정 DMU에 독특한 산출요소가 평가모델에 포함될 경우 비교 기준의 대상 DMU가 존재하지 않거나 상대적으로 우위에 서게 되어 유리한 결과를 얻게 된다. 이처럼 DEA가 변수 선정에 민감한 결과를 보일 수 있음을 고려하는 연구자들은 민감도 분석을 병행하기도 한다.

둘째, DEA모델에서 이용되는 자료에서 비롯되는 한계점이다. DEA는 상대적 평가모델로서 많은 변수를 고려할 수 있기 위해서는 충분한 수의 표본이 가능해야 한다. 또한 DEA 모델은 회귀분석과 같은 통계적 모델이 아니라 확정적 모델인 바 통계적 오류가 허용되지 않는다. 따라서 모델에 이용되는 실증자료

---

17)최창현, 전계서, p31.



에 통계적 오류가 포함되어 있을 경우 DEA 결과는 동 오류가 미치는 효과를 담고 있게 된다.

셋째, DEA 모델이 갖는 본질적인 특징에 기인한 한계이다. 즉, DEA는 상대적 효율성 평가모델이므로 DEA에서 효율적인 단위로 평가된 DMU라 하더라도 개선의 여지가 없는 절대적인 효율단위로 간주하여서는 안 된다. 자칫 우수한 DMU가 분석대상에서 빠질 경우 전반적인 효율성 수치는 동 DMU가 포함되었을 경우에 비해 높은 수치를 보이게 된다. 상대적 평가의 특징상 우수그룹 내에서는 돋보이기 힘들어도 상대적으로 열위에 있는 DMU들과 비교될 경우에는 그만큼 높은 성적을 얻게 되기 때문이다.

#### 4. DEA모형의 유형

DEA 모형 중 가장 대표적인 모형은 CCR과 BCC 모형이다. 이들 모형은 동일한 시점에서 여러 DMU의 상대적 효율성을 측정하는 DEA 기법이다. 두 가지 모형의 가장 큰 차이점은 CCR 모형은 규모에 대한 보수 불변(constant return to scale) 상태일 경우 사용되는 모형이며 BCC 모형은 규모에 대한 보수 가변(variable return to scale) 상태일 경우 사용된다. 항만산업의 경우 규모에 대해 보수 불변인지 가변인지에 대해 명확히 밝혀지지 않았다. 따라서 본 연구에서는 CCR 모형과 BCC 모형을 모두 사용하여 효율성을 비교 분석하였다.

##### 1) CCR 모형<sup>18)</sup>

CCR는 Farrell의 효율성 개념을 실제의 관측된 자료를 이용하여 측정할 수 있는 기법을 개발하고 이 기법을 자료포락분석이라고 명명하였다. CCR모형은 명시적으로 규모에 대한 보수 불변을 가정하고 있다.

n개의 DMU가 존재하여, 각 DMU는 k개의 투입물과 m개의 산출량을 생산한다고 가정한다. I번째 DMU의 투입과 산출 벡터를 각각  $x_i$ 와  $y_i$ 로 나타내자.  $x_i$ 와  $y_i$ 는 각

---

18) 홍동표의 7인, "디지털경제에서 경제 각 분야의 구조변화 및 대응방안(I)", 정보통신정책 연구원, 2003. 12, pp.53-59를 인용한 것임.

각  $k \times 1$ ,  $m \times 1$  열벡터(column vector)이다.  $k \times n$  행렬  $X$ 와  $m \times n$  행렬  $Y$ 는 각각 투입과 산출 행렬이다.  $x_{ij}$ 와  $y_{rj}$ 는 각각  $j(j=1, \dots, n)$ 번째 DMU의  $i(i=1, \dots, k)$ 번째 투입물과  $r(r=1, \dots, m)$ 번째 산출량을 의미한다.  $i$ -DMU의 상대적 효율성을 측정하기 위해 Charnes et al.은 다음과 같은 모형을 제시하였다.

$$\begin{aligned} & \text{Maximize}_{u,v} \quad h_i = \frac{u'y_i}{v'x_i} \\ & \text{subject to} \quad \frac{u'y_j}{v'x_j} \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, n, \\ & \quad \quad \quad u, v \geq 0. \end{aligned} \tag{4.8}$$

여기서  $u$ 와  $v$ 는 각각 투입물과 산출물에 부여되는 가중치(weight)벡터이다.  $u'$ 는  $u$ 의 전치행렬(transpose)을 의미한다. 식(4-8)에서는  $i$ -DMU의 산출물의 가중평균을 투입물의 가중평균으로 나눈 비율이 최대가 되도록  $u$ 와  $v$ 를 선택한다. 제약식은 모든  $j$ 에 대해  $i$ -DMU의 효율성이 1보다 작거나 같아야 한다는 것을 의미한다. 물론 가중치는 0보다 작아서는 안 된다.

모든 DMU의 효율성을 평가하기 위해서는 DMU의 수  $n$ 개만큼의 식을 구성하고 최적해를 계산해야 한다. 식(4.8)은 비율형태이기 때문에 유일한 해를 가지지 못한다.  $u^*$ 와  $v^*$ 가 해이면  $tu^*$ 와  $tv^*$ 도 해가 된다. 유일한 해를 구하기 위해 Charnes et al.은  $v'x_i=1$ 을 제약조건으로 부과하여 식(4.8)을 식(4.9)로 변환하였다.

$$\begin{aligned} & \text{Maximize}_{\mu,v} \quad h_i = \mu'y_i \\ & \text{subject to} \quad v'x_i = 1, \\ & \quad \quad \quad \mu'y_j - v'x_j \leq 0, \quad j=1, 2, \dots, n, \\ & \quad \quad \quad \mu, v \geq 0. \end{aligned} \tag{4.9}$$

식(4.9)의 제약식에는 평가대상인  $i$ -DMU의 효율성  $h_i$ 는 포함되어 있다. 따라서  $h_i$ 는 1보다 작거나 같아야 한다.  $h_i=1$ 이면  $k$ -DMU는 상대적으로 효율적인

DMU가 되고,  $h_i < 1$ 이면  $i$ -DMU는 상대적으로 효율적으로 효율적이지 못한 DMU가 된다.

선형계획법의 쌍대이론(duality theorem)을 사용하면 식(4.10)을 다음과 같은 포락 형태(envelopment form)로 변환시킬 수 있다.

$$\begin{aligned}
 & \text{Minimize}_{\theta_i, \lambda} \quad \theta_i \\
 & \text{subject to} \quad -y_i + Y\lambda \geq 0, \\
 & \quad \quad \quad \theta_i x_i - X\lambda \geq 0, \\
 & \quad \quad \quad \lambda \geq 0.
 \end{aligned} \tag{4.10}$$

$\theta_i$ 와  $\lambda$ 는 각각 상수,  $n \times 1$  열벡터로 식(4.10)의 선택변수이다. 선형계획법의 쌍대이론에 따라서 식(4.9)의 최적  $h_i$ 값과 식(4.10)의 최적  $\theta_i$ 값은 동일하다. 따라서  $\theta_i = 1$ 이면  $i$ -DMU는 효율적이고,  $\theta_i < 1$ 이면 비효율적이다. 식(4.9)와 (4.10)의 제약식의 개수를 비교하면, 각각  $(n+1)$ 개와  $(k+m)$ 개이다. DEA에 있어서는 일반적으로 DMU의 개수 ( $n$ )가 투입과 산출물의 개수의 합  $(k+m)$ 보다 충분히 커야 의미를 가진다. 따라서 식(4.9)의 제약식의 개수가 훨씬 크므로, 식(4.10)을 푸는 것이 계산상의 이점을 가진다.

식 (4.10)은 효율성의 지표인  $\theta_i$ 가 투입벡터  $x_i$ 의 개수로 나타나므로 이를 투입기준 CCR모형이라고 부른다. 선택변수를 산출벡터의 계수로 나타나면, 이를 산출기준 CCR모형이라고 부른다. 산출 기준 CCR모형은 다음과 같이 표시된다.

$$\begin{aligned}
 & \text{Maximize}_{\phi_i, \lambda} \quad \phi_i \\
 & \text{subject to} \quad -\phi_i y_i + Y\lambda \geq 0, \\
 & \quad \quad \quad x_i - X\lambda \geq 0, \\
 & \quad \quad \quad \lambda \geq 0.
 \end{aligned} \tag{4.10}'$$

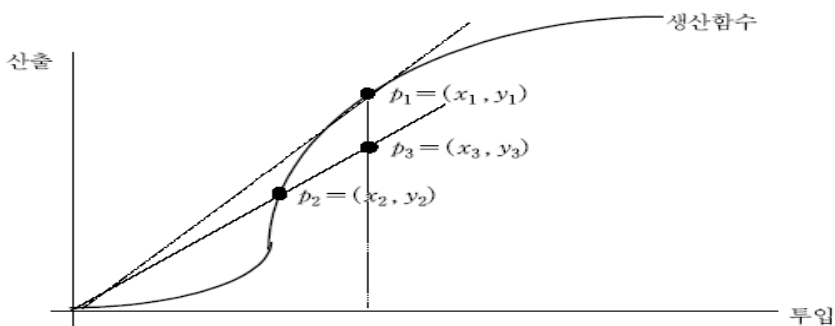
(4.10)'의 제약식에는 평가대상인  $i$ -DMU의 효율성  $\phi_i$ 가 포함되어 있다. 따라서 최적의  $\phi_i$ 는 1보다 크거나 같아야 한다. 산출 기준일 경우, 기술적 효율성은

$1/\phi_i$ 로 측정한다.  $\phi_i=1$ 이면, i-DMU는 상대적으로 효율적으로 효율적인 DMU가 되고,  $\phi > 1$ 이면 i-DMU는 상대적으로 효율적이지 못하다.

2) BCC모형<sup>19)</sup>

CCR모형은 규모에 대한 보수불변을 가정하고 있는 점에서 제한적이다. 생산기술이 규모에 대한 보수 불변이 아닐 경우, CCR모형에 의한 추정치는 실제로는 효율적인 DMU임에도 불구하고 비효율적으로 나타날 수 있다. 다음의 예를 보자.

<그림 4-1> CCR모형의 문제점



투입과 산출이 각각 하나의 경우를 생각하자. 3개의 DMU에 대하여 각각 다음과 같은 투입-산출 자료를 얻었다,  $p = (x, y)$   $p = (x, y)$   $p = (x, y)$ . (그림)에서 보듯이 DMU1과 2는 투입과 산출이 생산함수 위에 있으므로 기술적 효율성을 달성하고 있고, DMU3은 비효율적이다. 그러나 이 모형에 규모의 보수 불변을 가정한 CCR모형을 적용하면,  $y_1/x_1 > y_2/x_2 = y_3/x_3$ 이므로 DMU 2와 3모두 비효율적으로 나타난다.

Banker, Charnes & Cooper(1984) (이하에서 BCC모형이라고 부름)는 CCR모형에서 가정하는 규모에 대한 보수불변의 가정을 완화한 BCC모형을 제시하였

19) 홍동표외 7인, 전게서, 2003. 12, pp.53-59를 인용한 것임.

다. BCC모형은 CCR모형의 (4.9)에 제약식  $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$  추가함으로 얻어진다.

$$\begin{aligned}
 & \text{Minimize } \theta_i, \lambda \quad \theta_i \\
 & \text{subject to } -y_i + Y\lambda \geq 0, \\
 & \quad \theta_i x_i - X\lambda \geq 0, \\
 & \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \lambda \geq 0
 \end{aligned} \tag{4.11}$$

BCC모형은 CCR모형에 추가적인 제약식을 부과한 형태이므로, BCC모형의 최적  $\theta_i$  값은 CCR모형에서의 최적  $\theta_i$  값보다 작지 않다. <그림 4-1>에 BCC모형을 적용하면 DMU 2의 효율성 측정치는 1이 되어 CCR모형과는 달리 효율적인 DMU로 판정된다. 그러나 DMU 1과 2를 비교하면 생산 규모에 따른 투입-산출 비율에는 차이가 있음을 알 수 있다.  $y/x > y/x$  이므로 DMU 1의 평균 생산성이 크음을 알 수 있다. 이 것은 DMU 2가 비효율적이라는 것이 아니라 다만 DMU 1만큼의 규모로 생산이 이루어지고 있지 않기 때문에 생산성의 차이가 발생하고 있음을 의미한다. 현재 사용되고 있는 투입-산출 규모가 효율적인가를 측정하는 척도로서, CCR모형의 효율성 측정치  $E$  를 BCC모형의 효율성 측정치  $E$  로 나눈 값을 규모의 효율성(scale efficiency),  $E$  로 정의한다.

$$E_{scale} = \frac{E_{ccr}}{E_{bcc}} \tag{4.11}$$

따라서  $E_{ccr} = E_{bcc} \times E_{scale}$  이 성립한다. 그러므로 CCR모형의 효율성 척도  $E_{ccr}$  는 규모의 효율성 부분( $E_{scale}$ )과 순수한 기술적 효율성 부분( $E_{bcc}$ )으로 분해된다.

$E_{scale}$  이 1보다 작으면 현재의 투입-산출 조합이 규모의 효율성을 최대한도로 달성하고 있지 못함을 의미한다.

$E_{scale}$  가 1이 아닌 경우, 추가적으로 한 DMU가 현재 규모에 대한 보수가 체감하는 영역 또는 체증하는 영역에서 활동하고 있는가를 추가적인 분석을

통하여 알 수 있다. 이를 위해서 식(4.11)에  $\sum_{j=1}^n \lambda_j=1$ 대신, 규모에 대한 보수 비 체증(non-increasing returns to scale)을 표시하는 조건인  $\sum_{j=1}^n \lambda_j \leq 1$ 을 부과하여 새로이 식(4.11)'을 만들 수 있다.

$$\begin{aligned}
 & \text{Minimize}_{\theta_i, \lambda} \quad \theta_i \\
 & \text{subject to} \quad -y_i + Y\lambda \geq 0, \\
 & \quad \quad \quad \theta_i x_i - X\lambda \geq 0, \\
 & \quad \quad \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j \leq 1, \lambda \geq 0
 \end{aligned} \tag{4.11}'$$

식(4.11)'에서 얻어진 최적  $\theta_i$ 값과 식(4.11)에서 얻어진 최적  $\theta_i$ 값이 동일하면, 이 DMU는 현재 규모에 대한 보수 체증 영역에서 활동하고 있다는 의미이다. 반면에 두 값이 다르면 규모에 대한 보수 체감 영역에서 활동하고 있다는 의미이다.

식(4.11)와 (4.11)'은 투입 기준 BCC모형이다. CCR모형에서와 같이 산출물을 기준으로 BCC모형을 분석할 수 있다. (4.11)와 (4.11)'에 대응되는 산출 기준 BCC모형은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 & \text{Maximize}_{\phi_i, \lambda} \quad \phi_i \\
 & \text{subject to} \quad -\phi_i y_i + Y\lambda \geq 0, \\
 & \quad \quad \quad x_i - X\lambda \geq 0, \\
 & \quad \quad \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \lambda \geq 0.
 \end{aligned} \tag{4.12}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Maximize}_{\phi_i, \lambda} \quad \phi_i \\
 & \text{subject to} \quad -\phi_i y_i + Y\lambda \geq 0,
 \end{aligned}$$

$$x_i - X\lambda \geq 0,$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \leq 1, \lambda \geq 0. \quad (4.12)'$$

이 경우에도 CCR모형과 동일하게 효율성의 지표는  $1/\phi_i$ 이다. 투입을 기준으로 하는 경우와 산출을 기준으로 하는 경우 모두 동일한 효율성 프론티어를 가지므로,  $\theta_i=1$ 인 경우와  $\phi_i=1$ 인 경우는 완벽하게 동일하다. 따라서 어떤 기준을 사용하더라도, 어떤 DMU가 효율적인가를 판단하는 것은 동일하다. 다만, 비효율적 DMU의 경우에는 일반적으로  $\theta_i$ 값과  $1/\phi_i$ 값이 다를 수 있다. 규모에 대한 보수 불변의 경우에는 두 기준의 효율성 척도는 항상 일치한다.

BCC모형의 효율성 값은 주어진 생산규모 하에서의 순수한 기술효율성을 의미한다. 즉, 분석 대상 DMU와 비교하여 투입요소가 과다하거나 산출규모가 적은 경우 비효율적인 DMU라고 한다.

효율성 분석은 투입요소를 기준으로 하는 투입 기준 효율성(input-oriented measures)과 산출요소를 기준으로 하는 산출 기준 효율성(output-oriented measures)으로 구분된다. 전자는 주어진 산출량을 최소의 투입으로 생산하고 있는가를 측정하는 것이며 후자는 주어진 투입요소로 최대의 산출량을 생산하고 있는가를 측정하는 것이다. 항만의 경우 사회 간접자본 시설로 항만개발에 많은 투자가 요구되고 항만건설에 소요되는 시간이 매우 길다. 또한 항만운영에 사용되는 갠트리 크레인 등 하역장비들은 고가의 장비들이다. 따라서 항만은 주어진 항만시설을 보다 효율적이고 생산적으로 활용하여 처리물동량을 높여야 할 것이다. 본 연구에서는 이러한 항만의 특성을 고려하여 산출 기준 효율성을 평가하였다.

## 제5장 중국 컨테이너 터미널의 효율성 분석

본 장에서는 터미널 효율성 분석을 위해서 우선 효율성 분석에 사용된 변수 및 효율성 평가 대상 터미널의 소개와 투입·산출 요소에 대한 기초 통계를 제시하였다. 그 다음 DEA-CCR모형 및 DEA-BCC모형을 이용하여 평가 대상이 된 터미널에 대해서 효율성 분석을 실시하였다.

### 제1절 변수 선정

DEA를 이용한 효율성 비교 분석에서 DMU의 결정과 투입요소 및 산출요소의 선정은 매우 중요하며 이들은 분석 결과에 큰 영향을 미친다. Thanassoulis(2001)은 DMU의 동질성이 클 경우 상대적 효율성 측정이 유효하다고 강조한다. 그러므로 의사결정단위(DMU)들에 공통적으로 적용할 수 있고, 생산성에 중요한 영향을 미치는 변수를 선정해야 한다. 본 연구의 의사결정 단위는 중국 주요 컨테이너 터미널이며 이들 터미널은 그 기능과 사업영역에서 동질성이 높아 효율성 비교 대상으로 매우 적합하다. 즉, 각 터미널은 유사한 컨테이너 터미널 시설, 하역장비 등을 사용하여 컨테이너화물 하역서비스를 제공한다.

Dowd and Leschine(1990)는 컨테이너 터미널의 생산성은 노동, 장비 및 토지의 효율적인 이용에 달려 있으며, 따라서 생산성은 이 세 가지 요소의 효율적 이용을 계량화함으로써 측정할 수 있다고 하였다. 일반적으로, 컨테이너터미널의 경쟁력을 결정하는 요인으로서는 항만시설 및 장비의 보유현황, 컨테이너부두의 생산성, 가격경쟁력 및 서비스 측면 등을 주요 요인으로 제시하고 있다(한국컨테이너부두공단, 2002).

본 연구에서 기존 연구를 바탕으로 투입요소 4개, 산출요소 1개를 선정하였다. 투입요소는 항만 시설 중 필수요소인 선석수, 선석길이, 부두 총 면적, G/C 장비를 고려하였고, 산출요소는 기존 연구에서 공통적으로 사용되어진 총 처리물동량(TEU)을 선정하였다.



## DEA 분석에 사용된 변수 및 변수정의

### Input data

V1 : No. of Berth - 선석수

V2 : Berth Length(m) - 선석길이

V3 : Total Area(m<sup>2</sup>) - 총면적

V4 : Container Gantries, - C/C장비

### Output data

U1 : 총 처리물량(TEU)

## 제2절 분석자료

본 연구는 2005년도 컨테이너 터미널의 운영실적 자료를 활용하였으며, 연간 컨테이너 처리실적(TEU)을 산출요소로 활용하였다. 본 연구에서는 처리물동량 기준 중국 10위 안의 컨테이너항만의 컨테이너 터미널을 평가 대상으로 선정하였으며, 이 외의 10위 밖의 컨테이너 터미널 3개를 추가로 포함하였다. 총 24개의 컨테이너 터미널을 <표 5-2>와 같은 방법으로 분석하였다. 분석에 사용된 자료는 연구결과의 신뢰성을 높이기 위해 각 컨테이너 터미널사의 홈페이지에 공식적으로 발표된 자료를 활용하였다.

<표 5-1> 2005년 중국 주요항만 컨테이너 처리현황

순서	주요 항만 이름	처리량 TEUs(2005)
1	Shanghai	1808.40
2	Shenzhen	1619.70
3	Qingdao	630.70
4	Ningbo	520.80
5	Tianjin	480.10
6	Guangzhou	468.30
7	Xianmen	334.23
8	Dalian	265.50
9	Zhongshan	107.59
10	Lianyungang	100.53

자료: <http://www.protcontainer.cn>(中國港口集裝箱網)

<표 5- 2> DMU와 분석자료

	Container Terminal	No. of berth	Berth length(m)	Total Area (만㎡)	No. of C/C	TEUs (2005)
Shanghai	Zhang Hua Bang	3	784	30.5	8	140
	Jun Gong Lu	4	857	30.7	7	130
	Bao Shan	3	640	21.8	5	90
	Wai Gao Qiao1	3	900	50	6	247.24
	Wai Gao Qiao2.3	5	1,550	160	15	486.85
	Wai Gao Qiao4	4	1,250	163	14	363.84
Ningbo	Beilun	3	900	75.7	10	177
	Beilun 2nd	4	1,258	74.2	12	230
Shenzhen	Chiwan	9	3,100	40	35	415.24
	Shekou Phase1.2	4	1,350	51	16	266.37
	Yantian	9	3,750	208	41	760
Qingdao	Qianwan	8	3,400	225	26	544.31
Tianjin	The 3.4th port pool	4	1,223	25	12	175
	Wuzhou	4	1,202	27.6	12	113
	Dongfang Hailu	4	1,137	43	8	113
Dalian	Dalian	9	2,369	50.88	14	265.5
Xiamen	Haitian	7	1,510	33	13	155
	XICT	2	470	23.5	2	110
	Xiangyu	4	976	48.8	9	69.31
Quangzhou	Nanshan	4	1,400	62	14	108
Lianyungang	Xindongfang	2	540	16.2	4	100.53
Zhangjia gang	Yongjia	2	505	18	3	37.71
Nantong	Nantong	2	440	25.3	4	26.74
Yingkou	Yingkou	3	826	60	6	58

자료: 각 운영사 홈페이지.

연구 자료는 DEA 소프트웨어인 DEA-Solver-LV를 이용하여 분석하였다.<sup>20)</sup>

<sup>20)</sup> Cooper, W. W. Saiford, L. M., & Tone, K.(2003), p.292.

자료의 기술통계분석을 살펴보면 평가하는 컨테이너 터미널에 평균 선석수는 4개이다. 평균 선석길기와 총 면적은 각각 1333m 와 64 m<sup>2</sup> 이다. 터미널에 설비된 갠트릭레인의 평균 대수는 12대이다. 컨테이너 처리량은 터미널별로 많은 차이를 보이고 있으며 평균 처리량은 208만TEU이다.

<표 5-3> 기술통계량

	No. of Berth	Berth Length(m)	Total Area(만 m <sup>2</sup> )	No. of C/C	TEUs
Max	9	3750	225	41	760
Min	2	440	16.2	2	18
Average	4.36	1333.48	64.1272	12.08	208.042
SD	2.189	876.552	57.846	9.252	177.746

<표 5-4>는 투입 및 산출요소의 상관관계를 나타낸다. 투입요소 간에는 선석길기와 C/C 대수 간에 상관관계가 매우 높으며 그 다음으로 선석수와 선석길이 사이에 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 그리고 투입요소와 산출요소 간에는 컨테이너 처리량과 C/C대수 간 86.93%의 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 이는 컨테이너 처리량이 증가하면 많은 하역장비가 필요함을 나타낸다. 한편 선석수와 총 면적 간에는 51.57%의 가장 낮은 상관관계를 보이고 있으며 총면적과 선석길이 간에 상관관계가 낮은 것으로 밝혀졌다.

<표 5-4> 투입 및 산출요소의 상관관계

	No. of Berth	Berth Length(m)	Total Area(만 m <sup>2</sup> )	NO. of C/C	TEUs
No. of Berth	1	0.934	0.517	0.854	0.738
Berth Length(m)	0.934	1	0.686	0.947	0.856
Total Area(만 m <sup>2</sup> )	0.516	0.686	1	0.651	0.849
NO. of C/C	0.854	0.947	0.651	1	0.868
TEUs	0.738	0.856	0.849	0.868	1

### 제3절 컨테이너 터미널 효율성 분석

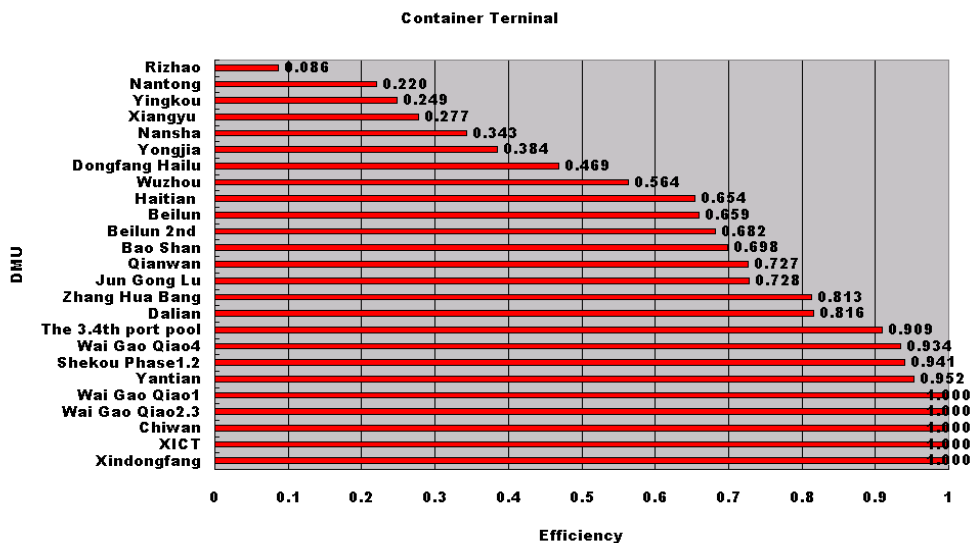
#### 1. CCR모형에 의한 효율성 분석

##### 1) 분석 결과

<그림 5-1>은 주어진 투입요소로 최대의 산출량을 생산하고 있는가를 측정하는 산출 기준 중국 주요 컨테이너 터미널의 효율성 분석 결과를 나타낸다. 효율적인 컨테이너 터미널과 비효율적인 컨테이너 터미널은 각각 5개와 21개를 나타냈다. Waigaoqiao1.2.3기, Chiwan, XICT과 Xindongfang 터미널들은 효율성 값이 1.00으로 나타났으며 Yantian, Shekou Phase1.2, Waigaoqiao4, Tianjin the 3.the Port Pool 터미널들은 효율성 값이 0.90이상으로 나타났다.

한편 Ningbo항에 위치하는 Beilun 2nd와 Beilun 터미널은 효율성 값이 각각 0.682와 0.659를 차지하여 2005년 컨테이너 처리량은 중국 국내 4위를 차지하는 것에 비해 효율성이 낮은 것으로 밝혀졌다. Xiangyu, Yingkou, Nantong 터미널은 효율성 값이 각각 0.277, 0.248과 0.220으로 효율성이 낮은 터미널은 나타났으며 효율성이 가장 낮은 터미널은 Rizhao이다.

<그림 5-1> 중국 주요 컨테이너 터미널의 효율성 비교(CCR)



## 2) 비효율적인 DMU에 대한 효율성 개선

비효율적으로 평가된 컨테이너 터미널에 대하여 비효율의 원인을 파악하고 효율성을 증대시키기 위한 개선점을 도출하였다. <표 5-5>는 비효율적인 터미널의 세부 효율성 분석결과를 나타낸다. 주어진 항만시설 및 C/C 장비 규모에서 효율성을 높이기 위해서는 컨테이너 처리량은 실적 보다 얼마나 더 처리해야 하는 것을 계산하였다.

DEA에 의한 평가 결과는 상대적으로 비효율적으로 판명된 DMU들에 대하여 효율성 개선을 위한 참조집합을 제공하므로 이상적 투입산출구조를 도출하여 해당 조직의 비효율성의 원인을 분석하고 개선방향을 모색할 수 있다. 참조집합(Reference set)은 비효율적인 터미널이 효율적으로 되기 위해 벤치마킹하는 터미널을 의미한다. 참조집합 터미널을 벤치마킹하여 효율성을 향상시킬 수 있다.

<표 5-5> 중국 주요 컨테이너 터미널의 세부 효율성 분석(CCR)

DMU	Score	Projection	Difference	%	Reference set (lambda)
I/O	Data				
<b>Zhang Hua Bang</b>	<b>0.813</b>				Wai Gao Qiao1 (0.531) Chiwan (9.87)
No. of Berth	3	2.482	-0.5183	-17.28%	
Berth Length(m)	784	784	0	0.00%	
Total Area(만m2)	30.5	30.5	0	0.00%	
NO. of C/C	8	6.642	-1.358	-16.98%	
TEUs	140	172.287	32.287	23.06%	
<b>Jun Gong Lu</b>	<b>0.728</b>				Wai Gao Qiao1 (0.392) Chiwan (7.59) Xindongfang (0.499)
No. of Berth	4	2.855	-1.145	-28.62%	
Berth Length(m)	857	857	0	0.00%	
Total Area(만m2)	30.7	30.7	0	0.00%	
NO. of C/C	7	7	0	0.00%	
TEUs	130	178.484	48.484	37.30%	
<b>Bao Shan</b>	<b>0.698</b>				Wai Gao Qiao1 (0.186) Chiwan (3.19) Xindongfang (0.691)
No. of Berth	3	2.229	-0.771	-25.70%	
Berth Length(m)	640	640	0	0.00%	
Total Area(만m2)	21.8	21.8	0	0.00%	
NO. of C/C	5	5	0	0.00%	
TEUs	90	128.848	38.848	43.16%	

Wai Gao Qiao4	0.934				Wai Gao Qiao2.3 (0.8)
No. of Berth	4	4	0	0.00%	
Berth Length(m)	1250	1240	-10	-0.80%	
Total Area(㎡m2)	163	128	-35	-21.47%	
NO. of C/C	14	12	-2	-14.29%	
TEUs	363.84	389.48	25.64	7.05%	
Beilun	0.659				Wai Gao Qiao1 (0.401) Wai Gao Qiao2.3 (0.348)
No. of Berth	3	2.942	-0.058	-1.93%	
Berth Length(m)	900	900	0	0.00%	
Total Area(㎡m2)	75.7	75.7	0	0.00%	
NO. of C/C	10	7.623	-2.377	-23.77%	
TEUs	177	268.473	91.474	51.68%	
Beilun 2nd	0.682				Wai Gao Qiao1 (1.170) Wai Gao Qiao2.3 (9.83)
No. of Berth	4	4	0	0.00%	
Berth Length(m)	1258	1204.913	-53.087	-4.22%	
Total Area(㎡m2)	74.2	74.2	0	0.00%	
NO. of C/C	12	8.491	-3.509	-29.24%	
TEUs	230	337.002	107.002	46.52%	
Shekou Phase1.2	0.941				Wai Gao Qiao1 (0.906) Chiwan (0.142)
No. of Berth	4	4	0	0.00%	
Berth Length(m)	1350	1256.970	-93.030	-6.89%	
Total Area(㎡m2)	51	51	0	0.00%	
NO. of C/C	16	10.421	-5.579	-34.87%	
TEUs	266.37	283.155	16.785	6.30%	
Yantian	0.952				Wai Gao Qiao1 (1.739) Wai Gao Qiao2.3 (0.757)
No. of Berth	9	9	0	0.00%	
Berth Length(m)	3750	2737.826	-1012.174	-26.99%	
Total Area(㎡m2)	208	208	0	0.00%	
NO. of C/C	41	21.783	-19.217	-46.87%	
TEUs	760	798.29522	38.295217	5.04%	
Qianwan	0.727				Wai Gao Qiao1 (0.674) Wai Gao Qiao2.3 (1.196)
No. of Berth	8	8	0	0.00%	
Berth Length(m)	3400	2459.783	-940.217	-27.65%	
Total Area(㎡m2)	225	225	0	0.00%	
NO. of C/C	26	21.978	-4.0217	-15.47%	
TEUs	544.31	748.722	204.412	37.55%	
The 3.4th port pool	0.909				Wai Gao Qiao1 (6.27) Chiwan (0.248) Xindongfang (0.738)
No. of Berth	4	3.894	-0.106	-2.65%	
Berth Length(m)	1223	1223	0	0.00%	
Total Area(㎡m2)	25	25	0	0.00%	
NO. of C/C	12	12	0	0.00%	
TEUs	175	192.569	17.569	10.04%	

<b>Wuzhou</b>	<b>0.564</b>				Wai Gao Qiao1 (0.258) Chiwan (0.272) Xindongfang (0.238)
No. of Berth	4	3.692	-0.308	-7.70%	
Berth Length(m)	1202	1202	0	0.00%	
Total Area(㎡m2)	27.6	27.6	0	0.00%	
NO. of C/C	12	12	0	0.00%	
TEUs	113	200.367	87.367	77.32%	
<b>Dongfang Hailu</b>	<b>0.469</b>				Wai Gao Qiao1 (0.412) Xindongfang (1.381)
No. of Berth	4	4	0	0.00%	
Berth Length(m)	1137	1117.121	-19.879	-1.75%	
Total Area(㎡m2)	43	43	0	0.00%	
NO. of C/C	8	8	0	0.00%	
TEUs	113	240.839	127.839	113.13%	
<b>Dalian</b>	<b>0.816</b>				Chiwan (5.72) Xindongfang (3.0)
No. of Berth	9	6.514	-2.486	-27.62%	
Berth Length(m)	2369	1797.052	-571.948	-24.14%	
Total Area(㎡m2)	50.88	50.88	0	0.00%	
NO. of C/C	14	14	0	0.00%	
TEUs	265.5	325.291	59.791	22.52%	
<b>Haitian</b>	<b>0.654</b>				Chiwan (0.193) Xindongfang (1.560)
No. of Berth	7	4.8585	-2.141	-30.59%	
Berth Length(m)	1510	1441.179	-68.821	-4.56%	
Total Area(㎡m2)	33	33	0	0.00%	
NO. of C/C	13	13	0	0.00%	
TEUs	155	237.038	82.038	52.93%	
<b>Xiangyu</b>	<b>0.277</b>				Wai Gao Qiao1 (0.943) Chiwan (4.1)
No. of Berth	4	3.199	-0.801	-20.03%	
Berth Length(m)	976	976	0	0.00%	
Total Area(㎡m2)	48.8	48.8	0	0.00%	
NO. of C/C	9	7.094	-1.905	-21.17%	
TEUs	69.311	250.223	180.913	261.02%	
<b>Nansha</b>	<b>0.343</b>				Wai Gao Qiao1 (1.206) Chiwan (4.24)
No. of Berth	4	4	0	0.00%	
Berth Length(m)	1400	1216.970	-183.031	-13.07%	
Total Area(㎡m2)	62	62	0	0.00%	
NO. of C/C	14	8.721	-5.279	-37.71%	
TEUs	108.4	315.803	207.403	191.33%	
<b>yongjia</b>	<b>0.384</b>				XICT(0.38) Xindongfang (0.560)
No. of Berth	2	1.880	-0.120	-6.01%	
Berth Length(m)	505	480.974	-24.026	-4.76%	
Total Area(㎡m2)	18	18	0	0.00%	
NO. of C/C	3	3	0	0.00%	
TEUs	37.7119	98.089	60.377	160.10%	

Nantong	0.220				Wai Gao Qiao1 (0.469) Wai Gao Qiao2.3 (1.16)
No. of Berth	2	1.465	-0.535	-26.76%	
Berth Length(m)	440	440	0	0.00%	
Total Area(만m2)	25.3	25.3	0	0.00%	
NO. of C/C	4	2.987	-1.013	-25.32%	
TEUs	26.7355	121.580	94.844	354.75%	
Yingkou	0.249				Wai Gao Qiao1 (0.736) Wai Gao Qiao2.3 (0.106)
No. of Berth	3	2.736	-0.264	-8.81%	
Berth Length(m)	826	826	0	0.00%	
Total Area(만m2)	60	53.7	-6.3	-10.50%	
NO. of C/C	6	6	0	0.00%	
TEUs	58	233.365	175.365	302.35%	
Rizhao	8.58E-02				Wai Gao Qiao1 (0.611) Xindongfang (0.584)
No. of Berth	3	3	0	0.00%	
Berth Length(m)	1000	864.981	-135.019	-13.50%	
Total Area(만m2)	40	40	0	0.00%	
NO. of C/C	6	6	0	0.00%	
TEUs	18	209.713	191.713	999.90%	

효율성 값이 0.50이하인 터미널 7개에 대해 세부 분석 결과를 살펴보았다. Dongbang Hailu 터미널은 효율성 값이 0.469로 상대적으로 효율성이 낮은 것으로 나타났으며, 주어진 항만시설 및 C/C 장비 규모에서 효율성을 높이기 위해서는 컨테이너 처리량이 2005년 실적 보다 113.13% 증가한 240만 8386TEU를 처리해야 하는 것으로 밝혀졌다. 2005년 Dongfang Hailu의 참조집합 터미널은 Wai Gao Qiao1(0.412), Xindongfang(1.381)로 나타났으며 이들 참조집합 부두를 벤치마킹하여 효율성을 향상시킬 수 있다.

Yongjia 터미널의 효율성 평가 결과를 보면 효율성 값이 0.384로 나타났다. 투입요소 기준으로 효율성을 향상시키기 위해서는 산출요소인 컨테이너 처리실적이 160.10% 증대되어야 한다. Yongjia의 참조집합 부두는 XICT(0.380), Xindongfang(0.560)로 나타났다.

Nansha 터미널의 상대적인 효율성 값은 0.343이며 효율적인 생산 프론티어 사에서의 최대 산출 컨테이너 처리량 315만8027TEU인 것으로 나타났다. Nansha의 참조집합 터미널은 Wai Gao Qiao1(1.206)과 Chiwan(4.24)이다.

Xiangyu 터미널의 효율성 평가 결과를 보면 효율성 값이 0.277로 나타났다. 투입요소 기준으로 효율성을 향상시키기 위해서는 산출요소인 컨테이너 처리실적이 261.0% 증대되어야 한다. Xiangyu의 참조집합 부두는Wai Gao Qiao1



(0.943), Chiwan(4.10)으로 나타났다.

Yingkou 터미널의 상대적인 효율성 값은 0.249이며 효율적인 생산 프론티어 사에서의 최대 산출 컨테이너 처리량 175만3650TEU인 것으로 나타났다. Yingkou의 참조집합 터미널은 Wai Gao Qiao(0.736), Xindongfang(0.106)로 나타났다.

Nantong 터미널의 효율성 평가 결과를 보면 효율성 값이 0.220로 나타났다. 투입요소 기준으로 효율성을 향상시키기 위해서는 산출요소인 컨테이너 처리실적이 354.75% 증대되어야 한다. Nantong의 참조집합 부두는 Wai Gao Qiao1(0.469), Wai Gao Qiao2.3기(1.16)로 나타났다.

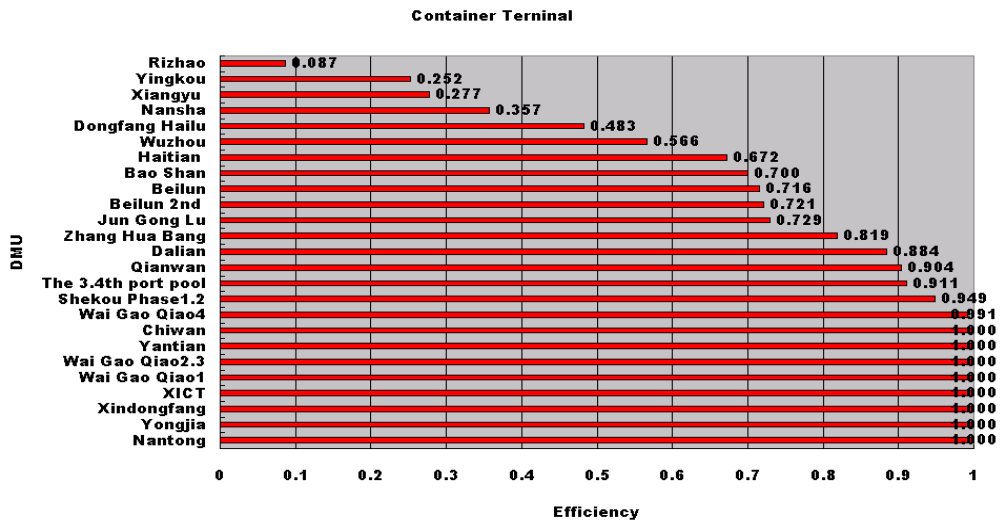
Rizhao 터미널은 가장 비효율적인 결과를 나타냈다. 주어진 투입요소 비해 최대의 산출량을 생산하고 있지 못하고 있는 실정이다. 효율성 값이 0.086이며 투입요소 기준으로 효율성을 향상시키기 위해서는 산출요소인 컨테이너 처리실적이 999.90% 증대되어야 한다. Rizhao의 참조집합 부두는 Wai Gao Qiao(0.611), Xindongfang(0.584)로 나타났다.

## 2. BCC모형에 의한 효율성 분석

### 1) 분석결과

<그림 4-2>는 BCC모형의 주어진 투입요소로 최대의 산출량을 생산하고 있는가를 측정하는 산출 기준 터미널의 효율성 분석 결과를 나타낸다. Xindongfang, Yongjia, Yantian, Waigaoqiao1.2.3기, Chiwan, XICT과 Nantong 터미널들은 효율성 값이 1.00으로 나타났으며 CCR 모형으로 분석한 결과보다 더 많은 효율적인 터미널을 도출했다. 그리고 여기서 특징은 CCR모형중의 아주 비효율적인 Nantong 터미널이 BCC모형분석에서 효율적인 터미널로 나타났다. 다음에는 Shekou Phase1.2, Waigaoqiao4, Tianjin the 3.the Port Pool과 Qianwan 터미널들은 효율성 값이 0.90이상으로 나타났으며, 이 결과는 CCR모형으로 분석한 결과와 비슷하다.

<그림 4-2> 중국 주요 컨테이너 터미널의 효율성 비교(BCC)



한편 Haitian, Wuzhou, Dongfang Hailu 터미널은 효율성 값이 각각 0.672, 0.566과 0.482를 차지하여 효율성이 낮은 것으로 밝혀졌다. Nansha, Xiangyu, Yingkou 터미널은 효율성 값이 각각 0.357, 0.277과 0.251로 낮은 터미널은 나타났으며 그 다음으로 효율성이 가장 낮은 터미널은 Rizhao이다.

## 2) 비효율적인 DMU에 대한 효율성 개선

비효율적으로 평가된 컨테이너 터미널에 대하여 비효율의 원인을 파악하고 효율성을 증대시키기 위한 개선점을 도출하였다. <표 5-6>은 비효율적인 터미널의 세부 효율성 분석결과를 나타낸다. 주어진 항만시설 및 C/C 장비 규모에서 효율성을 높이기 위해서는 컨테이너 처리량은 실적 보다 얼마나 더 처리해야 하는 것으로 밝혀졌다.

DEA에 의한 평가 결과는 상대적으로 비효율적으로 판명된 DMU들에 대하여 효율성 개선을 위한 참조집합을 제공하므로 이상적 투입산출구조를 도출하여 해당 조직의 비효율성의 원인을 분석하고 개선방향을 모색할 수 있다. Reference set는 참조집합으로 비효율적인 터미널이 효율적으로 되기 위해 벤

치마킹하는 터미널을 의미한다. 참조집합 터미널을 벤치마킹하여 효율성을 향상시킬 수 있다.

<표 5-6> 중국 주요 컨테이너 터미널의 세부 효율성 분석(BCC)

DMU I/O	Score Data	Projection	Difference	%	Reference set (lambda)
<b>Shekou Phase1.2</b>	<b>0.949</b>				
No. of Berth	4	4	0	0.00%	Wai Gao Qiao1(0.833) Chiwan(0.151) Yantian(1.59E-02)
Berth Length(m)	1350	1276.984	-73.016	-5.41%	
Total Area(㎡)	51	51	0	0.00%	
NO. of C/C	16	10.929	-5.071	-31.70%	
TEUs	266.37	280.712	14.342	5.38%	
<b>Qianwan</b>	<b>0.904</b>				
No. of Berth	8	6.692	-1.308	-16.35%	Wai GaoQiao2.3 (0.577) Yantian(0.423)
Berth Length(m)	3400	2480.769	-919.231	-27.04%	
Total Area(㎡)	225	180.308	-44.692	-19.86%	
NO. of C/C	26	26	0	0.00%	
TEUs	544.31	602.413	58.103	10.67%	
<b>The 3.4th port pool</b>	<b>0.911</b>				
No. of Berth	4	3.852	-0.148	-3.71%	Waigaoqiao1 (0.082) Chiwan(0.253) Xindongfang (0.664)
Berth Length(m)	1223	1216.697	-6.303	-0.52%	
Total Area(㎡)	25	25	0	0.00%	
NO. of C/C	12	12	0	0.00%	
TEUs	175	192.159	17.159	9.81%	
<b>Wuzhou</b>	<b>0.566</b>				
No. of Berth	4	3.813	-0.187	-4.68%	Waigaoqiao(0.172) Chiwan(0.234) Xindongfang (0.593)
Berth Length(m)	1202	1202	0	0.00%	
Total Area(㎡)	27.6	27.6	0	0.00%	
NO. of C/C	12	11.610	-0.390	-3.25%	
TEUs	113	199.559	86.559	76.60%	
<b>Zhang Hua Bang</b>	<b>0.817</b>				
No. of Berth	3	2.673	-0.327	-10.89%	Waigaoqiao(0.395) Chiwan(3.98E-02) Xindongfang (0.565)
Berth Length(m)	784	784	0	0.00%	
Total Area(㎡)	30.5	30.5	0	0.00%	
NO. of C/C	8	6.023	-1.977	-24.72%	
TEUs	140	171.004	31.0045	22.15%	
<b>Jun Gong Lu</b>	<b>0.729</b>				
No. of Berth	4	2.873	-1.127	-28.18%	Waigaoqiao(0.379) Chiwan(7.05E-02) Xindongfang(0.55)
Berth Length(m)	857	857	0	0.00%	
Total Area(㎡)	30.7	30.7	0	0.00%	
NO. of C/C	7	6.943	-0.056	-0.81%	
TEUs	130	178.367	48.367	37.21%	

<b>Bao Shan</b>	<b>0.7</b>				
No. of Berth	3	2.276	-0.724	-24.14%	Waigaoqiao(0.153) Chiwan(0.174) Xindongfang (0.829)
Berth Length(m)	640	640	0	0.00%	
Total Area(㎡)	21.8	21.8	0	0.00%	
NO. of C/C	5	4.849	-0.151	-3.02%	
TEUs	90	128.536	38.536	42.82%	
<b>Wai Gao Qiao4</b>	<b>0.991</b>				
No. of Berth	4	4	0	0.00%	Waigaoqiao(0.5) Wai Qao Qiao2.3 (0.5)
Berth Length(m)	1250	1225	-25	-2.00%	
Total Area(㎡)	163	105	-58	-35.58%	
NO. of C/C	14	10.5	-3.5	-25.00%	
TEUs	363.84	367.045	3.205	0.88%	
<b>Beilun</b>	<b>0.716</b>				
No. of Berth	3	3	0	0.00%	Wai Qao Qiao1(1)
Berth Length(m)	900	900	0	0.00%	
Total Area(㎡)	75.7	50	-25.7	-33.95%	
NO. of C/C	10	6	-4	-40.00%	
TEUs	177	247.24	70.24	39.68%	
<b>Beilun 2nd</b>	<b>0.721</b>				
No. of Berth	4	3.791	-0.209	-5.23%	Waigaoqiao1 (0.829) Wai Qao Qiao2.3 (5.89E-02) Yantian(0.112)
Berth Length(m)	1258	1258	0	0.00%	
Total Area(㎡)	74.2	74.2	0	0.00%	
NO. of C/C	12	10.456	-1.544	-12.86%	
TEUs	230	318.869	88.869	38.64%	
<b>Dalian</b>	<b>0.884</b>				
No. of Berth	9	4.629	-4.371	-48.57%	Wai Gao Qiao1 (0.729) Chiwan(0.25) Yantian(0.665)
Berth Length(m)	2369	1511.065	-857.935	-36.22%	
Total Area(㎡)	50.88	50.88	0	0.00%	
NO. of C/C	14	14	0	0.00%	
TEUs	265.5	300.217	34.717	13.08%	
<b>Haitian</b>	<b>0.672</b>				
No. of Berth	7	4.200	-2.800	-39.99%	Waigaoqiao1 (0.735) Chiwan(0.27) Xindongfang (0.423)
Berth Length(m)	1510	1342.951	-167.049	-11.06%	
Total Area(㎡)	33	33	0	0.00%	
NO. of C/C	13	13	0	0.00%	
TEUs	155	230.646	75.646	48.80%	
<b>Dongfang Hailu</b>	<b>0.483</b>				
No. of Berth	4	3.307	-0.693	-17.34%	Waigaoqiao1 (0.307) Chiwan(8.16E-02) Xindongfang (0.182)
Berth Length(m)	1137	1013.617	-123.383	-10.85%	
Total Area(㎡)	43	43	0	0.00%	
NO. of C/C	8	8	0	0.00%	
TEUs	113	234.103	121.103	107.17%	

Xiangyu	0.277				
No. of Berth	4	3.207	-0.793	-19.83%	Waigaoqiao1 (0.937) Chiwan(3.85E-02) Xindongfang (2.41E-02)
Berth Length(m)	976	976	0	0.00%	
Total Area(만㎡)	48.8	48.8	0	0.00%	
NO. of C/C	9	7.068	-1.932	-21.47%	
TEUs	69.311	250.169	180.858	260.94%	
Nansha	0.357				
No. of Berth	4	4	0	0.00%	Waigaoqiao(0.833) Chiwan(8.53E-02) Xindongfang (8.13E-02)
Berth Length(m)	1400	1319.544	-80.456	-5.75%	
Total Area(만㎡)	62	62	0	0.00%	
NO. of C/C	14	11.321	-2.679	-19.13%	
TEUs	108.4	303.286	194.886	179.78%	
Yingkou	0.252				
No. of Berth	3	2.930	-0.070	-2.35%	Waigaoqiao1 (0.305) Waigaoqiao2 (0.208) XICT(0.487)
Berth Length(m)	826	826	0	0.00%	
Total Area(만㎡)	60	60	0	0.00%	
NO. of C/C	6	5.926	-0.074	-1.23%	
TEUs	58	230.316	172.316	297.10%	
Rizhao	0.087				
No. of Berth	3	2.830	-0.170	-5.67%	Waigaoqiao(0.690) Chiwan(2.00E-02) Xindongfang(0.29)
Berth Length(m)	1000	839.612	-160.388	-16.04%	
Total Area(만㎡)	40	40	0	0.00%	
NO. of C/C	6	6	0	0.00%	
TEUs	18	208.062	190.062	999.90%	

아래는 효율성 값이 0.50이 안 되는 터미널 5개에 대해 세부 효율성 분석을 했다. Dongbang Hailu 터미널은 효율성 값이 0.483으로 상대적으로 효율성이 낮은 것으로 나타났으며 주어진 항만시설 및 C/C 장비 규모에서 효율성을 높이기 위해서는 컨테이너 처리량은 2005년 실적 보다 107.17% 증가한 121만 1034TEU를 처리해야 하는 것으로 밝혀졌다. 2005년 Dongfang Hailu의 참조집합 터미널은 Wai Gao Qiao1(0.735), Chiwan(8.16), Xindongfang(1.183)로 나타났으며 이들 참조집합 부두를 벤치마킹하여 효율성을 향상시킬 수 있다.

Nansha 터미널의 상대적인 효율성 값은 0.357이며 효율적인 생산 프론티어 사에서의 최대 산출 컨테이너 처리량 303만2860TEU인 것으로 나타났다. Nansha의 참조집합 터미널은 Wai Gao Qiao1(0.833), Yantian(8.13), Chiwan

(8.53)이다.

Xiangyu 터미널의 효율성 평가 결과를 보면 효율성 값이 0.277로 나타났다. 투입요소 기준으로 효율성을 향상시키기 위해서는 산출요소인 컨테이너 처리실적이 261.0% 증대되어야 한다. Xiangyu의 참조집합 부두는 Wai Gao Qiao1(0.937), Chiwan(3.85), Xindongfang(2.41)로 나타났다.

Yingkou 터미널의 상대적인 효율성 값은 0.252이며 효율적인 생산 프론티어 사에서의 최대 산출 컨테이너 처리량 172만3158TEU인 것으로 나타났다. Yingkou의 참조집합 터미널은 Wai Gao Qiao1(0.305), Wai Gao Qiao2.3(0.208), XICT(0.487)로 나타났다.

Rizhao 터미널은 가장 비효율적인 결과를 나타냈다. 주어진 투입요소 비해 최대의 산출량을 생산하고 있지 못하고 있는 실정이다. 효율성 값이 0.087이며 투입요소 기준으로 효율성을 향상시키기 위해서는 산출요소인 컨테이너 처리실적이 999.90% 증대되어야 한다. Rizhao의 참조집합 부두는 Wai Gao Qiao1(0.690), Chiwan(2.00) Xindongfang(0.290)로 나타났다.

#### 제4절 운영업체 유형에 따라 터미널 효율성 비교

앞 장에서 설명하였듯이 최근 들어 컨테이너터미널의 운영에 있어서 해운선사들의 신규진출이 급격히 증가하고 있다. 일반적으로 터미널의 운영주체를 전문적인 민간운영업체(하역업체), 정부소유의 운영업체, 그리고 선사 등으로 나누어 볼 수 있는데 최근 들어 대형 정기 선사들은 경쟁력을 강화하고 경영효율을 제고하기 위하여 주요항만에서 컨테이너 전용터미널을 확보하여 직접 운영하고 있다.

또한 제2장의 제2절에서 글로벌 터미널 운영사의 중국항만시장 진출에 대해서 살펴보았다. 현재 홍콩의 Hutchison Whampoa 그룹, 싱가포르의 PSA Corps., 호주의 P&O Ports, 미국의 CSXWT, 홍콩의 MTL사, 덴마크의 Maersk-Sealand사 등이 중국항만에 투자하고 있다. <표 5-7>를 살펴보면 외국 터미널 운영업체들은 주로 Shanghai항, Shenzhen항, Ningbao항, Dalian항, Qingdao항, Tianjian항과 Xianmen항에 컨테이너 터미널의 확보에 주력하고 있

다. 제2장에서 언급했듯이 항만의 민영화는 정부의 재정적·행정적 부담 경감할 수 있을 뿐만 아니라 항만개발 및 유지보수 재원의 확보할 수 있고, 항만 서비스 생산의 효율성 향상시킬 수 있고, 항만 관리 및 운영의 관료적·정치적 영향 배제 또는 최소화할 수 있다. 그럼 중국 주요 컨테이너 터미널 같은 경우에 운영사와 효율성간에 어떤 관계가 존재하는지 살펴보도록 한다.

<5-7> 중국 주요 컨테이너 터미널의 운영업체의 유치현황

Port	Container Terminal	Operator	Share holder		Efficiency	
			Public	Private	CCR	BCC
Shanghai	Zhang HuaBang	SCT	SIPG(50%)	HPH(50%)	0.813	0.819
	Jun Gong Lu	SCT			0.728	0.729
	Bao Shan	SCT			0.698	0.700
	Wai Gao Qiao1	SPICT	SIPG(40%)	HPH(30%),SIIC(10%) COSCO(20%)	1	1
	WaiGaoQiao2. <sub>3</sub>	SPCWT	SIPG(100%)		1	1
	Wai Gao Qiao4	SECT	SIPG(51%)	APM(49%)	0.934	0.991
Ningbo	Beilun	NBICT	NPA(51%)	HPH(49%)	0.659	0.716
	Beilun 2nd	BSCT	NPA(100%)	-	0.682	0.721
Shenzhen	Chiwan	CCT	SZWCH	MTL,CMHL	1	1
	Shekou Phase1	SCT	SZPG	P&O Ports(22.5%) SWIREPacific17.5% COSCO(17.5%), CMHL(32.5%)	0.941	0.949
	Shekou Phase2	SCT	SZPG	SWIRE Pacific(17.2%) MTL(9.8%), P&O Ports(20.5%)		
	Yantian	YICT	YPG	HPH	0.952	1
Qingdao	Qianwan	QQCT	QDPG(31%)	P&O Ports(29%), APM Terminals(20%) COSCO(20%)	0.727	0.904
Tianjin	The 3,4th port pool	TCT	TCT (100%)	-	0.909	0.911
	Wuzhou	FICT	TJPG(40%)	CWSCT(18%),COSCO Pacific(14%)CMHL(14 )Csterminal(14%)	0.564	0.566
	Dongfang Hai lu	TOCT	TJPG(51%)	DP world(49%)	0.469	0.483
Dalian	dalian1	DCT	Dalian PG	PSA(35%), APM Terminals	0.816	0.884
Xiamen	Haitian	HTCT	XIPG(100%)	-	0.654	0.672
	XICT	XICT	XIPC,Haicang	HPH(49%)	1	1
	Xiangyu	NWXY	XIPG	NWS holdings	0.277	0.277
Quang zhou	Nansha	NSCT	GNICT (60%)	CS terminal(40%)	0.343	0.357
Xindong fang	Xindongfang	NOCT	LYGPG	CS terminal	1	1
Zhangjia gang	Yongjia	ZWT	ZJGPG	COSCO Pacific	0.384	1
Nantong	Nantong	NTCT	NT PG(100%)	-	0.220	1
Yingkou	Yingkou	YKCT	YKPG	COSCO Pacific	0.249	0.252
Rizhao	Rizhao	RZCT	RZPG(100%)		0.086	0.087

자료: 각 운영사 홈페이지.

“-” 부분은 참여사가 없는 것을 의미함.



<표 5-7>은 터미널 운영사와 효율성간의 관계를 나타낸다. CCR 분석 결과를 보면 효율성 값이 1.00으로 나타나는 터미널은 총 5개가 있다. 그 중에서 세계 터미널 운영사와 중국 측의 운영사가 공동으로 운영하는 터미널은 4개 있는데 즉 HPH사와 중국 측의 SPICT, 정기선사인 COSCO 및 민영회사인 SIIC가 공동으로 운영하는 Wai Gao Qiao1, 터미널 운영사인 MTL사와 중국 측의 SZWCH 및 CMHL(China Merchants Holdings)사가 공동으로 운영하는 Chiwan, HPH사와 중국측의 XIPG 및 HCPG(Haicang Port Group)가 공동으로 운영하는 XICT, LYGPG와 COSCO Pacific가 공동으로 운영하는 Xindongfang이다. 이 외의 순수 공영터미널은 Wai Qao Qiao2.3만 있다.

BCC 분석 결과를 보면 효율성 값이 1.00으로 나타나는 터미널은 총 8개가 있다. 그 중에서 세계 터미널 운영사와 중국 측의 운영사가 공동으로 운영하는 터미널은 6개 있는데, Wai Gao Qiao1, Chiwan, HPH사와 중국 측의 YPG(Yantian Port Group)가 공동으로 운영하는 Yantian, XICT, COSCO Pacific가 참여하는 Yongjia와 Xindongfang이다. 이 6개 터미널 중에서 정기선사와 터미널 운영사가 공동으로 참여하는 터미널은 Wai Gao Qiao1이고 나머지 5개 터미널의 참여사는 모두 글로벌 터미널 운영사이다. 이외의 순수 공영 터미널은 Wai Qao Qiao2.3과 Nantong터미널 2곳이 있다.

그 다음에는 효율성 값이 0.90-1.00사이에 나타나는 터미널을 살펴본다. CCR 분석 결과를 보면 효율성 값이 0.90-1.00사이에 나타나는 터미널은 4개 있다. 그 중에서 Yantian, Shekou Phase1.2, 및 Wai Gao Qiao4 터미널에는 세계 터미널 운영사와 정기선사가 많이 진출하고 있다. 예를 들면 지분참여로 정기선사, 터미널 운영업체가 공동으로 진출하는 Shekou Phase1, 터미널 운영 업체만 참여하는 Shekou Phase2, Wai Gao Qiao4 및 Yantian터미널이 있다.

BCC 분석 결과를 보면 효율성 값이 0.90-1.00사이에 나타나는 터미널은 4개 있는데 앞에서 설명한 Shekou Phase1.2, 및 Wai Gao Qiao4, Tianjin the 3.4 Port Pool외에는 Qianwan터미널도 칭다오항만공사, 정기선사와 글로벌 터미널 운영사인 P&O Ports, APM Terminals의 공동으로 운영되고 있다.

효율성 값이 0.70-0.90사이에 나타나는 터미널을 살펴본 결과에서 알 수 있듯이 큰 차이는 없다. CCR 분석 결과를 보면 효율성 값이 0.70-0.90사이에 나타나는 4개 터미널 중에서 정기선사와 글로벌 터미널 운영사가 공동으로 참여하

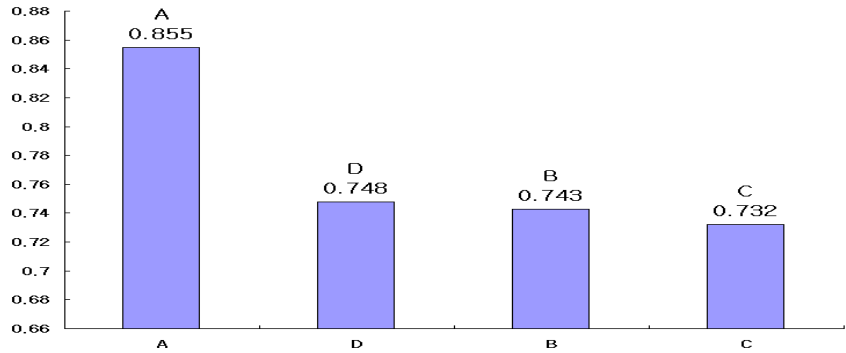
는 터미널은 Qianwan만 있고 나머지 터미널에는 글로벌 터미널 운영사만 지분 참여의 형태로 진출하고 있다. BCC모형으로 분석하는 경우에는 터미널 운영사만 참여지분의 형태로 진출하는 터미널이 4곳 있는데 즉 HPH사가 진출하는 Zhang Hua Bang, Jun Gong Lu, Bao Shan과 Beilun 터미널이다. 정기선사와 터미널 운영사가 공동으로 진출하는 터미널은 Dalian1 하나밖에 없다. 이밖에 Beilun 2nd의 운영형태는 순수한 공영이다.

마지막으로 효율성 값이 상대적으로 낮은 터미널의 운영형태를 살펴보자. CCR과 BCC 분석 결과를 보면 Nansha, Xiangyu, Yingkou, Rizhao 터미널은 2번이나 효율성이 아주 낮은 것으로 나타났다. Yingkou와 Bizhao 터미널은 순수한 공영 터미널이고 Nansha와 Xiangyu 터미널은 NWS Holdings와 CS terminal이 각각 참여지분의 형태로 진출한 터미널이다. CS 터미널은 2004년 9월에 광주 Nansha항무국과 공동운영 계약을 했고, 2005년에 NanSha 터미널에 국내항로 6개 및 국제항로 4개를 추가했다. 2006년 3월에 40%지분을 매입했으며, China Shipping의 투자로 Nansha 터미널의 효율성이 높아질 것으로 예상된다.

효율성 값으로만 보면 터미널 운영사·항만국의 공동 운영 터미널이 효율적으로 운영되고 있는 터미널들 중에서 가장 많은 비중을 차지한다는 것으로 밝혀졌다.

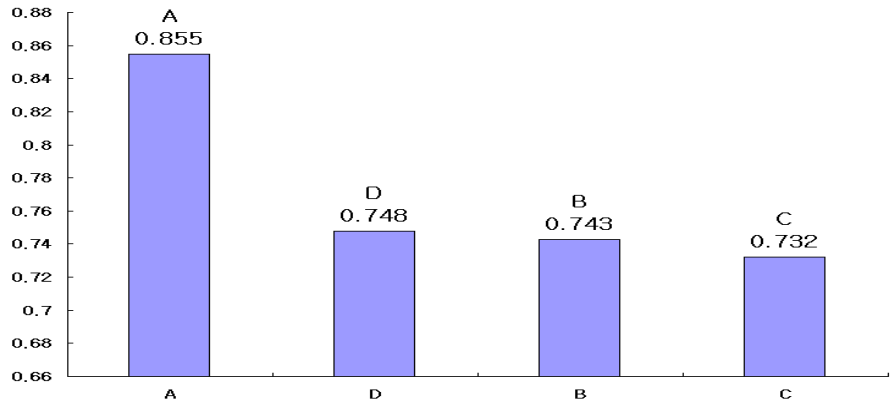
<표 5-7>에 의해 중국항만에 진출하는 운영 유형은 4가지 유형으로 나뉘 보았다. 즉, A유형은 정기선사·터미널 운영사·항만국의 공동운영 터미널(4개)이고 B유형은 터미널 운영사·항만국의 공동운영 터미널(14개)이고 C유형은 순수한 공영 터미널(6개)이고 D유형은 정기선사·항만국의 공동운영 터미널(3개)이다. 유형별 효율성의 평균치는 그림으로 나타나면 아래와 같다.

<그림 5-3> CCR 분석결과에 의한 효율성 평균치



- 주: A유형: 정기선사 · 터미널 운영사 · 항만국의 공동운영 터미널
- B유형: 터미널 운영사 · 항만국의 공동운영 터미널
- C유형: 순수한 공영 터미널
- D유형: 정기선사 · 항만국의 공동운영 터미널

<그림 5-4> BCC 분석결과에 의한 효율성 평균치



- 주: A유형: 정기선사 · 터미널 운영사 · 항만국의 공동운영 터미널
- B유형: 터미널 운영사 · 항만국의 공동운영 터미널
- C유형: 순수한 공영 터미널
- D유형: 정기선사 · 항만국의 공동운영 터미널

<그림 5-3>과 <그림 5-4>를 비교해 보면 A유형(정기선사·터미널 운영사·항만국) 터미널의 효율성 평균치가 가장 높은 것으로 나타났다. B유형(터미널 운영사·항만국) 터미널의 효율성 평균치가 2위를 차지하고 있고 그 다음에는 C유형(순수 공영) 및 D유형(정기선사·항만국의 공동운영)이다. 한편 B유형(터미널 운영사·항만국), C유형(순수 공영)과 D유형(정기선사·항만국) 터미널의 효율성 평균치는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 순수 공영을 하는 경우에는 효율성 평균치가 <그림 5-3>과 <그림 5-4>에서 각 4위와 3위가 나왔는데 이는 상대적으로 효율성이 낮다는 것을 의미한다.

효율성 값만으로 보면 B유형(터미널 운영사·항만국)의 터미널은 효율적으로 운영되고 있는 터미널들 중에 많은 비중을 차지하고 있지만 평균치로 보면 A유형(정기선사·터미널 운영사·항만국)의 터미널이 보다 효율적으로 운영되고 있는 것을 나타냈다. 한편 Nansha, Xiangyu, Yingkou, Rizhao 터미널은 효율성 값이 낮은 터미널로 나타났으며, 이들은 항만 개발과 운영에 더 힘써야 하고 효율적인 터미널을 참조하여 효율성을 향상시키는 방안을 수립해야 하는 것으로 나타났다.

## 제6장 결론

### 제1절 결론

본 연구에서는 2005년 중국 주요 컨테이너 터미널의 통계자료를 이용하여 기술적 효율성을 평가하였다. 분석방법으로 DEA를 이용하였으며 항만의 특성을 고려하여 BCC모형과 CCR모형의 산출기준 효율성을 추정하였다.

CCR모형에 의한 효율성 분석결과에 의하면 Waigaoqiao1.2.3기, Chiwan, XICT과 Liangyungang 터미널들은 효율성 값이 1.00으로 나타났으며 Yantian, Shekou Phase1.2, Waigaoqiao4, Tianjin the 3.the Port Pool 터미널들은 효율성 값이 0.90이상으로 나타났다. 한편 Xiangyu, Yingkou, Nantong 터미널은 효율성 값이 각각 0.277, 0.248와 0.220의 낮은 터미널로 나타났으며, 그 다음으로 효율성이 낮은 터미널은 Rizhao라는 결론이 도출되었다.

BBC모형에 의한 효율성 분석결과에 의하면 Xindongfang, Yongjia, Yantian, Waigaoqiao1.2.3기, Chiwan, XICT과 Nantong 터미널들은 효율성 값이 1.00으로 나타났으며 CCR모형으로 분석한 결과보다 더 높은 효율적 터미널을 도출했다. 또한 분석결과와 특징은 CCR모형에 의해 아주 비효율적인 Nantong 터미널이 BBC모형에 의해서는 효율적인 터미널로 변하는 것이다. 다음에는 Shekou Phase1.2, Waigaoqiao4, Tianjin the 3.the Port Pool과 Qianwan 터미널들은 효율성 값이 0.90이상으로 나타났으며 이 결과는 CCR모형으로 분석한 결과와 비슷하다. 한편 Haitian, Wuzhou, Dongfang Hailu 터미널은 효율성 값이 각각 0.672, 0.566과 0.482를 차지하여 효율성이 낮은 것으로 밝혀졌다. Nansha, Xiangyu, Yingkou 터미널은 효율성 값이 각각 0.357, 0.277과 0.251로 낮은 터미널로 나타났으며 그 다음으로 효율성이 낮은 터미널은 Rizhao이다.

그 다음에는 비효율적으로 평가된 컨테이너 터미널에 대하여 비효율의 원인을 파악하고 효율성을 증대시키기 위한 개선점을 도출하였다. 비효율적 터미널의 세부 효율성 분석결과표는 주어진 항만시설 및 C/C 장비 규모에서 효율성을 높이기 위해서 컨테이너 처리량이 실적 보다 더 처리해야 하는 것으로 밝혀졌다.

효율성 값만으로 보면 B유형(터미널 운영사·항만국)의 터미널이 효율적으로 운영되고 있는 터미널들 중에 많은 비중을 차지하고 있지만 평균치로 보면 A유형(정기선사·터미널 운영사·항만국)의 터미널이 보다 더 효율적으로 운영되고 있다는 결론이 도출되었다. 한편 Nansha, Xiangyu, Yingkou, Rizhao 터미널은 효율성 값이 낮은 터미널은 나타났으며, 이들은 항만 개발과 운영에 더 힘써야 하고 효율적인 터미널을 참조하여 효율성을 향상시키는 방안을 수립해야 하는 것으로 나타났다

이러한 결론을 통해 항만개발 및 운영에 있어서 정부는 항만운영의 효율성을 고려하여 항만개발 계획을 수립해야 할 것이다. 특히 정부는 컨테이너 터미널 개발 계획 시 현재 운영되고 있는 개별 컨테이너 터미널의 운영성과를 고려하여 개발 계획을 수립해야 할 것이다.

## 제2절 연구의 한계점 및 향후 연구 방향

본 연구에서는 컨테이너 터미널 효율성을 분석함에 있어 다음과 같은 한계점 및 문제점을 내포하고 있다.

첫째, 항만 및 터미널 운영사 또는 웹사이트 등의 정보를 활용했지만 필요한 정보는 잘 공개되어 있지 않기 때문에 가장 최신 자료를 구하기 어려웠다. 그러므로 여러 방법을 이용해 보다 정확한 자료 확보를 위한 노력이 수반되어야 한다.

둘째, 투입변수 및 산출변수를 선정함에 있어서 기존 연구에서와 마찬가지로 전적으로 정량적인 변수만을 선정하였다는 한계점을 지니고 있다. 투입요소 중 항만정보화 투자규모 등을 고려하여 향후 연구가 이뤄져야 할 것이다. 또한 항만의 주 고객인 선사입장에서 가장 중요한 산출 요소인 항만의 서비스 만족도 등 다양한 산출요소를 고려하여, 효율성의 분석을 수행할 필요성이 있다. 이를 위해서는 평가 대상이 되는 항만을 이용하는 선사를 대상으로 한 면접조사 또는 설문조사를 통하여 정성적 변수에 대한 추가적인 수집 및 분석이 필요하다.

셋째, DEA모형의 대표적인 DEA-CCR모형과 DEA-BCC모형을 병행하여 항만 및 터미널의 효율성을 분석하였으나, 두 모형은 이론적 기본 가정이 상이하

므로, 효율성 분석의 결과에 있어서 다소 차이를 나타내게 된다. 즉, 규모의 수익 불변을 가정하는 DEA-CCR모형 보다는 규모의 수익변동을 가정하는 DEA-BCC모형의 효율성 분석 결과가 높게 평가되는 것으로 나타나고 있다. 일반적으로, 기존 연구에서는 항만 효율성 분석 시 규모의 수익 불변이라는 가정 하에 효율성 분석을 실시하고 있다. 그러나 효율성 분석에 보다 정확성을 기하기 위해서는 이론적으로 명확히 어느 모형이 더 적합한지에 대한 연구가 수반되어야 할 것이다. 이를 위해서는 타 산업분야에서 이루어진 유사한 연구를 기반으로 항만에 적용하여 각 평가요소들을 항만에 적합하도록 재 정의하여 평가하는 과정이 연구되어야 한다.

마지막으로, 향후 연구에서는 다양한 DEA 모형과 투입 및 산출요소를 이용하여 효율성 분석결과에 어떤 차이가 있는지 검토가 이루어져야 할 것이다. 또한 투입요소 중 한만정보화 투자규모 등을 고려하여 향후 연구가 이뤄져야 할 것이다. 또한 본 연구에서는 투입 및 산출요소의 정량적 요소만을 고려하여 컨테이너 터미널 운영의 효율성을 분석하였으나, 앞으로 터미널 운영업체의 경영 전략, 기업문화, 경영자의 경영능력 등의 요소가 생산성 및 효율성에 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구가 보완되어야 할 것이다.

## 참고문헌

### <국내문헌>

- 강상근(2001), 「DEA모형을 이용한 컨테이너 항만 및 터미널의 효율성 평가에 관한 실증 연구」, 석사학위논문, 한국해양대학교 대학원.
- 김성(2006), 「중국의 항만정책과 주요 항만 효율성에 대한 분석」, 석사학위논문, 한국해양대학교 대학원.
- 김형태 · 성숙경 · 이종필(2003), 「중국이 항만 및 항만배후지에 대한 외국인 투자유치정책과 시사점」, KMI.
- 김형태 · 백종실 · 우종균(2002), 「외국 항만운영업체의 국내시장 진입확대에 대한 정책방안」, KMI.
- 류동근(2005), 「국내 컨테이너 전용터미널의 효율성 비교: DEA 접근」, 해운항만물류 제 47호, pp21~38.
- 류동근(2005), 「부산항과 광양항 컨테이너 터미널 운영의 효율성 비교 분석에 관한 연구」, 한국항만학회지 제 29권 제10호, pp.921~926.
- 송재영(2004), 「컨테이너 항만의 효율성 분석에 관한 연구」, 석사학위논문, 한국해양대학교 대학원.
- 송재영(2000), 「DEA/AHP를 이용한 컨테이너 터미널 효율성에 관한 연구」, 석사 학위 논문, 한국해양대학교 대학원.
- 이영헌(2005), 「중국 주요항만의 효율성 평가에 관한 실증연구」, 석사 학위 논문, 한국해양대학교 대학원.
- 우종균(2005), 「머스크 실랜드, P&O네들로이드 인수-영향과 정책 시사점」, KMI 정책동향연구실.
- 이정호 · 정영희(1996), 「한국항만의 효율성에 관한 실증적 연구-DEA기법적용을 중심으로-」, 조선대학교 경영경제연구 97-1 pp.55-79.
- 이정호(1996), 「우리나라 수출입항만의 효율성분석에 관한 연구」, 조선대학교 경영경제 연구97-3 pp.319-347.
- 정봉민 · 성숙경(2003), 「우리나라의 항만민영화 추진성광와 정책방향」, KMI.



- 최창현(2003), 「지방자치단체의 능률성 분석: 자료포락분석(DEA) 적용」, 광동대학교.
- 하동우 · 김수엽(1998), 「컨테이너항만의 물류경쟁력 국제비교」, KMI
- 한철환 · 우중균(2004), 「북중국 항만 발전이 우리나라 환적화물 유치에 미치는 영향」, KMI.
- 홍동표외 7인(2003), 「디지털경제에서 경제 각 분야의 구조변화 및 대응방안(I)」, 정보통신정책 연구원.
- 문성혁(2003), 「현대항만관리론」, 다솜출판사.
- 전용수 · 최태성 · 김성호(2002), 「효율성 평가를 위한 자료포락분석」, 인하대학교 출판부.
- Ryoo, D. K.(2005), "Globalization and Consolidation in Maritime Transport and Its Implications for Container Port Business", *Korean Institute of Navigatoinand Port Research* Vol.29, No.9 pp.801~806.

### <국외문헌>

- Baird, A.(1997), "UK Port Privatization: An Analytical Framework" in Proceedings of International Association of Maritime Economist Conference, City University, London, Sept. pp.22-24.
- Banker, R. D., Charnes, A. & Cooper, W. W.(1984), "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis", *Management Science*, Vol. 30, No. 9, pp. 1078-1092.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E.(1978), "Measuring the efficiency of decision making units", *European Journal of Operational Research*, pp. 429-444.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K.(2003), *Data envelopment analysis: comprehensive text with models, applications, references*, Kluwer, Boston.

- Cullinane, K.(2002), "The Productivity and Efficiency of Ports and Terminals: Methods and Applications", in *the Handbook of Maritime Economics and Business*, ed Grammenos, C. Th., LLP, London, pp. 803-831.
- Cullinane, K. and Song, D. W.(2002), "Port Privatization Policy and Practice", *Transport Reviews*, Vol. 22-1, pp.55-75.
- I, Heggie, "Changeing for Port Facilities", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 8, pp.3-25.
- J. Eyre, "Maritime Privatization", *Maritime Policy and Management*, Vol. 17,1990, pp.113-121,
- Paul, A.(2000), "Strategies for Container Ports", *Cargo Systems*, IIR Publications Ltd, London.
- Park & De.(2004), "An Alternative Approach to Efficiency Measurement of Seaports", *Maritime Economics& Logistics*, 2004, 6, pp. 53-69.
- R. Shenman, "Privatization of Sea Ports", *transportation Quarterly*, Vol. 49, 1995, pp.93-100.
- 魏權齡(2003), 數據包絡分析, 科學出版社.
- American Shipper각호.
- Containerisation International Yearbook 2005.
- Containerisation International각호.
- Paul(2000).

## <인터넷 자료>

- <http://www.kmi.re.kr> (한국해양수산개발원)
- <http://www.shipowners.or.kr> (한국선주협회홈페이지)
- <http://www.hph.com.hk> (HPH사홈페이지)
- <http://www.modernterminals.com> (MTL사 홈페이지)
- <http://www.swirepacific.com> (太古洋行홈페이지)

<http://www.chinaports.com.cn> (中國港口)

<http://www.protcontainer.cn>(中國港口集裝箱網)

<http://www.qqct.com>(Qingdao Qianwan Container Terminal Co., Ltd홈페이지)

<http://www.portshanghai.com.cn>

(Shanghai International Port(Group). Co., Ltd홈페이지)

<http://www.spcco.com> (Shanghai Port Container Co., Ltd홈페이지)

<http://www.sctport.com.cn> (Shanghai Container Termianls Ltd홈페이지)

<http://www.spict.com> (Shanghai Hudong Container Termianls Ltd홈페이지)

<http://www.sect.com.cn>(Shanghai East Container Co., Ltd홈페이지)

<http://www.spcwt.com>

(Shanghai Port Container Co., Ltd Waigaoqiao Container Brach홈페이지)

<http://www.yict.com>

(Yantain International Container Terminal Co., Ltd홈페이지)

<http://www.tctcn.com>

(Tianjin Container Terminal Co., Ltd홈페이지)

<http://www.5ict.com>

(Tianjin Five Contiments International Container Terminal Co., LTD)

<http://www.nwxy.com>

(Xiamen New World XiangyuContainer Terminal Co., Ltd홈페이지)

<http://www.ntctnet.com>(Nantong Port Container Terminal Co., Ltd홈페이지)

<http://www.rzport.com>( Rizhao Port Co., Ltd홈페이지)

## 감사의 글

어느 덧 2년 동안의 유학생화에 마침표를 찍고 새로운 세상으로 나아가는 길목에 섰습니다. 격려를 주시고 아껴주신 분들이 있었기에 저는 새로운 세상으로 나갈 수 있게 되었습니다.

우선 바쁘신 가운데서 세심하게 논문을 지도해 주시고 따뜻한 격려의 말씀으로 용기를 북돋아 주신 지도교수 柳東瑾 교수님께 진심으로 감사드립니다. 또 날카로운 지적과 함께 꼼꼼하게 심사를 해 주신 趙誠哲 교수님과 劉成眞 교수님께도 감사를 드립니다. 석사과정 마치기까지 많은 조언을 해 주셨던 辛瀚源 교수님, 李基煥 교수님, 安奇明 교수님, 辛容尊 교수님께도 진심으로 감사의 말씀을 드립니다. 또 한국해양대학교에서 공부할 수 있게 추천해 주신 朴漢一 교수님께 감사를 드리며, 늘 푸근함과 조언을 주신 영국에서 연구하고 계시는 지도교수 金吉洙 교수님께 진심으로 감사를 드립니다. 또한 논문 자료를 구해 주신 俞日善 교수님께 고마운 마음을 전하고 싶습니다.

논문 작성에 도움을 많이 주신 김강혁 선배, 보라언니와 학과 선후배님들 그리고 자료를 구해 주신 남성해운 김영수 선배님과 늘 논문의 진행에 관심을 가지는 희경언니께 감사드립니다.

또한 옆에 있음에 힘이 되어 주는 徐海燕, 金鳳蘭, 吳姍姍, 韓煒, 張篠菱, 鄭才榮, 李瑞, 李宇, 王凱, 何劍揚, 吉寧, 單世偉 그리고 타향에서 같이 공부해 왔던 모든 유학생 분들께 진심으로 감사의 말씀을 드립니다.

그리고 4년동안 저에게 한국어를 가르치셨고 천국에 계시는 李正子 교수님, 叶称喜 교수님 그리고 靑島大學校 한국어과 00학번 동기들에게 고마운 마음을 전하고 싶습니다.

그리고 외국으로 유학 보내 주시고 항상 노심초하시는 어머니님 劉淑愛, 제게

큰 힘이 되어주는 아버지 江崇安, 사랑하는 큰 언니 江紅紅, 작은 언니 江妮妮  
께 이 자리를 빌어서 고개를 숙여 감사를 드립니다.

그리고 많은 도움을 주셨음에도 기록하지 못한 분들께도 죄송함을 표하며 제  
게 주신 격려와 지원에 감사드립니다.

마지막으로 장학금을 제공해 준 한국해양대학교에 감사드리며 중국과 한국간  
의 우정은 천장지구를 기원합니다.