

DEA모형을 이용한 부산항 배후물류시설 ODCY의 운영효율성 분석

서동균*

Operational Efficiency Analysis of ODCYs as Logistic Facilities in the Hinterland of Busan North Port : Based on DEA Modeling

Donggyun Seo

Abstract : The purpose of this study is to use DEA modeling to make an analysis on 12 ODCYs in the hinterland of Busan North Port, so that it may propose possible ways to efficiently operate them. For analysis, this study adopted 3 input factors such as CY area, number of employees and number of cargo work equipments and also adopted 1 output factor, i.e. container throughput. According to the analysis DEA-CCR model, it was found that Chunil(YongDang CY) was the most efficient one among companies engaged in the operation of ODCY. And it was found that KCTC(YongDang CY), Kukbo(U-Am CY), KORAIL(BusanJin CY) and Hanjin (JaeSong CY) would need to boost the container throughput 5 or more times higher than current throughput with a view to improving cargo handling efficiency, while Sebang(U-Am CY), KCTC(U-Am CY), KCTC(YongDang CY), Hyopsung(YongDang CY) and Kukbo(U-Am CY) need to work on personnel restructuring targeted to current employees. Based on the analysis DEA-BCC model, it was found that Chunil(YongDang CY), Dongbu(ShinYoung GamMan CY), Intergis(GamMan CY) and Sebang(U-Am CY) were efficient companies, but KCTC(YongDang CY), Kukbo(U-Am CY), KORAIL(BusanJin CY) and Hanjin(JaeSong CY) were inefficient companies. Particularly, it was found that both KCTC(U-Am CY) and Kukbo(U-Am CY) would need to try harder to carry out personnel reshuffle than other comparable companies.

Key Words : ODCY(Off-Dock CY), DEA, Scale Efficiency, Projection

▷ 논문접수: 2011.10.31 ▷ 심사완료: 2011.12.23 ▷ 게재확정: 2011.12.29

* 동아대학교 경영대학 국제무역학과 겸임교수, seodg66@paran.com, 051)977-0500

I. 서론

부산항은 1876년에 개항한 우리나라 최초의 무역항으로 우리나라 제1의 수출입관문이며 세계 제5위의 항만으로써 우리나라의 경제도약에 중추적 역할을 수행해 왔다. 과거 우리나라 수출입 컨테이너화물의 95%이상을 부산항을 통해 처리하였으며 2010년의 경우 그 비중이 73.5%를 차지하고 있고 환적화물의 95%를 처리하고 있는 국내 최대 무역항이다.

하지만 간과해서는 안 될 문제가 부산항 북항의 연간 처리능력이다. 국토해양부에 따르면 부산항 북항의 연간 적정하역능력은 약 650만TEU로 추정하고 있다. 그러나 2010년 북항의 수출입화물 처리량은 871만TEU를 기록하여 적정하역능력을 초과하는 물량을 처리해 주는 시설이 있어야만 원활한 물동량 처리가 가능하다는 것을 알 수 있다.

ODCY(Off-Dock CY, 항외컨테이너야드, 이하 ODCY라고 함)는 부산항 북항의 부족한 야드기능을 보완하는 중요한 시설로써 2010년 기준으로 약 200만TEU의 컨테이너화물을 처리하여 부산항 북항 물동량의 20~25% 정도를 처리해 오고 있어 북항의 원활한 물동량 처리를 위해 꼭 필요한 물류시설이다. 부산항 ODCY는 수출·입 컨테이너의 일시장치, 보관, 컨테이너 수리, 통관 등의 기능을 수행하고 있으며, 현재도 재래부두의 CY기능과 컨테이너부두의 장치능력 부족으로 인한 초과 장치분을 ODCY에 반입하여 보관·장치하고 있으며 중소선사의 피더선 및 잡화선 양하물량 및 페리선의 컨테이너 물량 등을 ODCY에 장치하고 있다.

오늘날 부산항 북항의 현실은 부산항 신항의 활성화 및 국내 여타 경쟁항만의 물동량 증가로 인해 북항의 물동량은 지속적으로 감소하고 있다. 마찬가지로 ODCY의 연간 처리량도 감소 추세에 있어 ODCY의 운영효율성 개선이 더욱 중요시되는 시점이다. 그동안 국내에서도 항만을 대상으로 운영효율성 분석을 실시해 왔는데 대부분의 연구가 컨테이너항만이 연구대상이었다. 그러나 본 연구는 부산항 북항의 부족한 야드기능을 보완하고 있는 부산항 ODCY를 연구대상으로 하여 운영효율성 분석을 통해 ODCY의 운영효율화 방안을 제시하고자 한다.

이를 위해 본 연구는 효율성분석의 대표적인 기법인 DEA(Data Envelopment Analysis) 모형의 기본 모형이라 할 수 있는 DEA-CCR 모형과 DEA-BCC 모형을 이용하여 부산항의 12개 ODCY를 대상으로 최근 2년간(2009년~2010년)의 운영효율성 분석을 실시하였다. 이러한 분석을 통해 부산항 ODCY의 운영효율성 증대를 통한 경쟁력 강화방안을 제시하는 것이 본 연구의 목적이며 이를 통해 부두내의 On-Dock CY와의 유기적인 협조체제 구축 및 부산항 북항과 신항과의 균형 있는 발전을 통한 부산항의 원활한 물동량 처리에 기여하고자 한다.

II. 부산항 ODCY 현황 및 필요성

부산항 ODCY의 생성배경은 1978년에 우리나라 최초의 부산항 컨테이너 전용부두인 자성대부두가 개장될 때까지 부산항의 컨테이너화물은 부두 내 보관시설이 없는 재래 부두에서 처리되어 왔다. 부산항 컨테이너화물의 장치보관을 위한 On-Dock CY의 공급이 충분하지 못한 상황 하에서 이러한 컨테이너의 장치보관을 위해 부산항 배후부지에 ODCY가 형성되어 운영되기 시작하였으며, ODCY의 주요 기능은 컨테이너화물의 장치보관, LCL화물의 집하·분류기능, 내륙수송 터미널기능, 통관기능, 컨테이너 및 장비의 정비보수 기능을 담당하고 있다.

부산항 ODCY는 대부분 부두와 펜스(울타리)를 사이에 두고 부산의 우암과 용당지역에 형성되어 있으며, 2011년 10월 현재 대한통운 부산진CY, 대한통운 우암CY, 세방 우암CY, KCTC 우암CY, 동부 신영CY, 한진 재송CY, 국보 우암CY, 협성 용당CY, 코레일 부산진역철도3단지¹⁾가 운영되고 있다.

한편, 부산항 ODCY의 필요성을 설명하면 다음과 같다. 첫째, 부산항 북항 컨테이너화물의 원활한 물동량처리이다. 2010년 기준으로 부산항 이용 컨테이너화물의 비중이 북항 61%, 신항 39%를 차지하고 있으며, 이 중에서 북항 이용 컨테이너화물의 약 25%를 ODCY에서 처리하고 있어 ODCY는 북항 컨테이너화물의 원활한 물동량 처리를 위한 중요한 역할을 수행하고 있고 향후에도 ODCY는 부산항 북항 경쟁력 유지를 위해 꼭 필요한 물류시설이다.

<표 1> 컨테이너화물 처리실적

	2007년	2008년	2009년	2010년
부산항(북항)(A)	1,268만TEU	1,187만TEU	929만TEU	871만TEU
ODCY(B)	324만TEU	313만TEU	241만TEU	201만TEU
B/A	25.6%	26.4%	25.9%	23.1%

자료 : 부산항만공사(BPA), 부산관세물류협회

둘째, 동아시아 컨테이너 물량 유지를 위함이다. 부산항 신항은 미주 및 유럽 물량 위주, 북항은 아시아를 비롯한 그 외 지역 물량 위주로 특화되어 운영되고 있으므로, 이들 지역의 물량을 원활히 처리하기 위해서도 ODCY의 필요성이 강조된다.

셋째, 물류비 절감차원이다. 부산항 임항지역에 있는 ODCY를 이용하지 않고 내륙지의 양산 ICD로 수송할 경우 부대비용을 제외한 순수한 운송비가 연간 약 3,560억원, 신항으로 이동할 경우 연간 약 3,140억원의 추가 비용¹⁾이 발생하게 되어 하주의 부담 가중, 생산원가 인상, 국내

1) ODCY 연간 처리물량을 200만TEU로 가정하고 『2011년도 컨테이너 육상운송 요율표』 상의

소비자 지출부담 증가, 수출가격경쟁력 약화 등의 부작용이 초래될 수 있다.

넷째, 하선장소 기능 유지이다. 현재의 관련법규에 따르면 선사가 물품을 하선할 수 있는 장소는 컨테이너화물의 경우 부두내 또는 부두밖 컨테이너 보세장치장(ODCY)에 한정되어 있다(보세화물 입출항 하선·하기 및 적재에 관한 고시, 제2-1-7조의 ③). 따라서 부산항 북항 컨테이너물량의 약 25%를 처리하고 있는 ODCY가 존재해야만 부산항 북항의 하선장소 부족문제를 해결할 수 있다.

Ⅲ. DEA모형 및 선행연구 검토

1. DEA모형

DEA모형은 Charnes, Cooper, Rhodes(1978)가 최초로 제시한 모형으로 비율분석, 회귀분석, 생산함수분석과 같은 모수적 방법과 달리 다수의 투입요소와 산출요소 간의 관계를 객관적인 방법으로 동시에 고려하여 그 효율성 값을 도출하는 방법으로서, 기존의 생산성 측정방법이 가지고 있는 문제점들을 극복한 비모수적 방법이다. 또한 평가대상인 DMU(Decision Making Unit)들의 효율성 값을 측정하는 과정에서 각각의 산출물 또는 투입요소에 대해 미리 결정된 가중치를 필요로 하지 않으며, 비효율성이 어떤 부분에서 어느 정도가 발생하였는지에 대한 수치적 정보를 제공해 줌으로써 효율성의 제고에 실제적인 도움을 줄 수 있다.

초기의 DEA모형은 규모수익(returns to scale)이 불변이라는 가정 하에서 효율성을 평가하였으나, Banker, Charnes, Cooper(1984)에 의해 규모의 효율성 정도를 파악할 수 있는 모형으로 발전하였다. DEA모형은 투입지향적, 산출지향적, 비지향적 형태의 모형들로 분류할 수 있으며, 이러한 모형은 분석하는 목적에 따라 사용할 수 있다.

DEA모형의 특징은 첫째, 다수의 다양한 투입·산출요소를 포함할 수 있다. 자료분석을 위하여 투입·산출요소들을 하나의 지수로 나타내기 힘든 경우에 유용하게 사용될 수 있으며, 투입·산출요소들의 측정단위가 각각 다른 경우에도 적용가능하고 화폐단위로 표시 불가능하거나 매매의 대상이 될 수 없는 요소의 경우에도 적용 가능하다. 둘째, 상대적 효율성에 대한 지표를 제공한다. 특정 조직의 효율성을 그와 유사한 조직과 비교하여 상대적인 효율성의 정도를 나타내 준다. 따라서 비효율적인 조직의 경우에는 실현가능한 목표치의 설정이 가능하게 되고 비효율성의 원인이 기술적인 것인지, 아니면 규모에 의한 것인지를 밝힐 수 있으며 각 DMU의 규모 수익에 대한 특성을 알 수 있다. 셋째, 임의의 가중치 부여를 배제한다. 각 지표에 대한 가중치를 임의적인 방법으

부산~양산, 부산~신항 간 20피트 기준 컨테이너 육상운송운임 178,000원, 157,000원 적용.

로 할당하는 기존의 성과 평가방법들과는 달리 DEA모형 내에서 내생적으로 결정된다.

2. 선행연구 검토

기존의 항만 효율성에 대한 분석은 대부분 On-Dock내의 컨테이너터미널을 대상으로 분석이 이루어져 왔으며, ODCY를 대상으로 한 분석은 거의 전무한 실정이다. 기존에 행해진 국내·외 주요 선행연구를 요약하면 다음과 같다.

<표 2> DEA분석의 선행연구

연구자	연구방법	변수		평가대상
		투입요소	산출요소	
Tongzon (2001)	DEA	<ul style="list-style-type: none"> · 선석수 · 크레인 수 · 예인선 수 · CY면적 · 대기시간 · 인원수 	<ul style="list-style-type: none"> · 컨테이너처리량 · 선박 작업률 	호주 및 세계 주요 16개 항만
Valentine & Gray(2002)	DEA	<ul style="list-style-type: none"> · 컨테이너 선석길이 · 총 선석 길이 	<ul style="list-style-type: none"> · 컨테이너처리량 · 총 처리량 	유럽 및 아시아 12개 주요 항만
Barros (2003)	DEA Malmquist Tobit	<ul style="list-style-type: none"> · 종업원 수 · 자산장부가치 	<ul style="list-style-type: none"> · 선박척수 · 화물처리량 · 재래화물처리량 · 컨테이너처리량 · 살화물처리량 · 액체화물처리량 	포르투갈 10개 항만
Park & De (2004)	DEA	<ul style="list-style-type: none"> · 집안 선박척수 · 화물처리 규모 	<ul style="list-style-type: none"> · 총 처리량 · 기항 선박척수 · 항만수입 · 고객만족점수 	국내 11개 항만
류동근 (2005)	DEA	<ul style="list-style-type: none"> · 종업원 수 · 부두길이 · 부지면적 · G/C의 수 	<ul style="list-style-type: none"> · 컨테이너처리량 · 연간 선석 점유율 · 컨테이너 내장화물톤수 	부산항 및 광양항 터미널
박노경, 박길영 (2007)	DEA	<ul style="list-style-type: none"> · 집안능력 · 하역능력 	<ul style="list-style-type: none"> · 수출화물처리량 · 수입화물처리량 · 선박입출항척수 	국내 26개 항만
모수원 (2008)	DEA Tobit분석	<ul style="list-style-type: none"> · 지역수출 · 지역수입 	<ul style="list-style-type: none"> · 항만수출액 · 항만수입액 	목포항, 군산항 등 7개 항만
모수원 · 이광배 (2010)	DEA Tobit분석	<ul style="list-style-type: none"> · 컨테이너 야드 · 컨테이너 크레인 	<ul style="list-style-type: none"> · 컨테이너물동량 	부산항 및 광양항 13개 컨테이너 터미널

기존의 선행연구에서 산출변수로는 컨테이너 처리량을 거의 모든 연구에서 선정하였으며, 그 외에 선석점유율, 항만사용량, 항만수입, 고객만족점수 등을 일부 선정하였다. 한편 투입변수는 상당히 다양하게 사용되고 있다. 선석수, 선석길이, 부두면적, CY면적, CFS면적, 크레인수, 종업원수 등 컨테이너 처리에 직·간접적으로 영향을 미칠 수 있는 요소들을 투입변수로 선정하여 분석하였다.

IV. DEA 분석결과

1. DEA 분석대상 변수선정 및 분석자료

본 연구의 분석대상은 부산항의 12개 ODCY를 선정하여 DEA-CCR, DEA-BCC 산출기준 모형으로 분석하였으며, 분석에 사용한 소프트웨어는 비상업용 소프트웨어인 DEA-Solver와 EMS를 사용하여 분석하였다.

한편, 투입변수와 산출변수의 선정은 기존의 컨테이너 항만 및 터미널을 대상으로 분석한 연구를 참고하여 변수를 선정하였다. 또한 투입·산출요소의 적정 수는 DMU의 수에 의해 제한²⁾되기 때문에 이를 고려하여 본 연구에서는 투입변수로 CY면적, 종사자 수, 하역장비 대수를 선정하였고, 산출변수로는 컨테이너처리량을 선정하였다. 일반적으로 컨테이너 터미널의 경쟁력 결정요인으로 항만시설 및 장비보유 현황, 컨테이너 부두의 생산성, 가격경쟁력 및 서비스 측면 등을 들 수 있다. ODCY는 컨테이너 터미널의 백업기능을 수행하기 때문에 이들 경쟁력 요인들을 ODCY 운영효율성 분석의 투입변수로 선정하여도 무리가 없을 것이다.

다음의 <표 3>은 효율성 분석에 사용된 2010년도의 투입 및 산출변수를 나타낸 것이다.³⁾ 2009년도의 투입 및 산출변수에 비하여 종사자 수는 대체로 감소하였고 하역장비는 큰 변동이 없으나 연간 컨테이너처리량에 있어 대한통운(부산진CY), KCTC(용당CY), 협성(용당CY), 인터지스(감만CY)는 많이 감소한 것으로 나타났다.

2) Banker(1984)는 DEA 분석 시 적절한 DMU의 수는 $n \geq \max\{m \times s, 3(m+s)\}$ 즉, 투입요소와 산출요소의 수를 합한 것보다 3배 이상 되어야 한다는 연구 결과를 제시하였다.

3) 2009년 효율성 분석자료 및 분석결과는 부록에 제시하였다.

<표 3> 2010년 DEA 투입 및 산출변수

DMU	투입변수(I)			산출변수(O)
	면적(m ²)	종사자(명)	하역장비(대)	컨테이너처리량(TEU)
세방(우암)	73,841	149	21	308,340
KCTC(우암)	42,187	286	31	247,600
KCTC(용당)	26,748	69	10	29,436
대한통운(우암)	16,128	16	4	64,775
대한통운(부산진)	43,560	40	7	58,995
한진(재송)	60,081	92	16	24,151
동부(신영감만)	30,772	15	5	118,768
협성(용당)	17,271	51	11	123,733
국보(우암)	7,990	29	6	16,724
인터지스(감만)	39,690	87	29	339,658
천일(용당)	6,658	9	3	85,525
코레일(부산진)	39,371	34	7	23,255

자료 : ODCY업체 제출 자료

2. DEA 분석 결과

1) 기술통계량 및 상관관계

2010년 기준 투입 및 산출변수의 기술통계분석 결과를 살펴보면 <표 4>와 같다.

<표 4> 분석자료 기술통계량(2010년)

	면적(m ²)	종사자(명)	하역장비(대)	컨테이너처리량(TEU)
최대값	73,841	286	31	339,658
최소값	6,658	9	3	16,724
평균	33,691.42	73.08	12.50	120,080
표준편차	19,520.096	74.976	9.260	110,073.105
관측수	12	12	12	12

부산지역 ODCY의 컨테이너 처리량 평균은 약 120,080TEU이며, 평균면적은 약 33,691m², 평균 종사자수는 약 73명, 평균 하역장비 대수는 약 13대인 것으로 나타났다.

<표 5>는 투입 및 산출요소의 상관관계 분석결과를 제시하고 있는데, 면적-컨테이너처리량(0.443) 요소를 제외한 대부분의 요소 간 상관관계는 높은 것으로 나타났다. 산출요소와 투입요소 간의 상관관계 중 가장 높은 것은 컨테이너-하역장비(0.803)인 것으로 분석되었다.

<표 5> 2010년 자료 기준 투입 및 산출요소의 상관관계 분석결과

구분	면적	종사자	하역장비	컨테이너처리량
면적	1	0.531	0.572	0.443
종사자	0.531	1	0.857	0.594
하역장비	0.572	0.857	1	0.803
컨테이너처리량	0.443	0.594	0.803	1

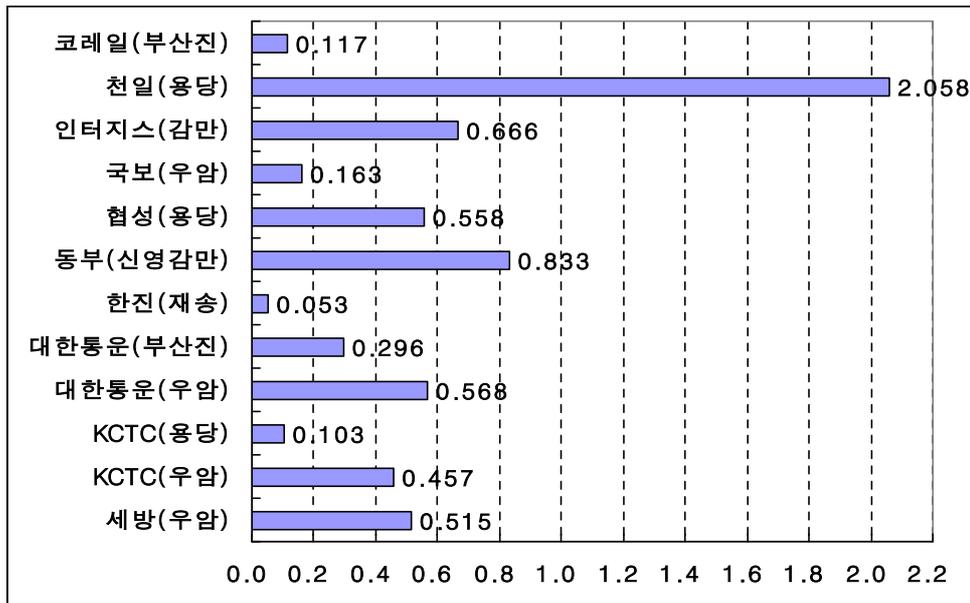
2) DEA-CCR 모형에 의한 효율성 분석 결과

(1) 2010년도 효율성 분석 결과

2010년도 효율성 분석 결과 천일정기(용당CY)만이 효율적인 업체로 나타난 반면, KCTC(우암CY), KCTC(용당CY), 대한통운(부산진CY), 국보(우암CY), 코레일(부산진CY), 한진(재송CY)은 효율성 수치가 0.5 미만으로 효율성이 낮은 업체로 나타났다.

한편, 2009년도의 효율성 결과도 천일정기(용당CY)만이 효율적인 업체로 나타난 반면, KCTC(우암CY), KCTC(용당CY), 국보(우암CY), 코레일(부산진CY), 한진(재송CY)은 효율성이 상대적으로 낮은 것으로 나타나 2010년도의 결과와 거의 유사하게 나타났다.

<그림 1> 2010년도 DEA-CCR 효율성 분석 결과



DEA모형을 이용한 부산항 배후물류시설 ODCY의 운영효율성 분석

(2) 효율성 개선 방안

DEA 모형은 비효율성의 원인이 어느 변수에 의한 것인지에 대한 정보를 제공하고, 효율성을 높이기 위해서 개선해야 하는 값을 제시하는 장점이 있다. <표 6>은 효율성 개선을 위한 투자값을 나타낸 것이며, 일부 업체의 결과를 설명하면 다음과 같다.

인터지스(감만CY)의 CCR분석의 효율성 값은 약 0.67로 측정되었다. 인터지스(감만CY)가 효율성을 개선하기 위해서는 투입요소인 종사자 수는 87명에서 54명으로, 하역장비는 29대에서 18대로 줄이고, 산출요소인 연간 컨테이너 처리량은 기존의 339,658TEU에서 509,836TEU로 증가시켜야 효율성이 향상될 수 있다는 것으로 해석할 수 있다.

마찬가지로 협성(용당CY)은 종사자의 수를 기존의 51명에서 23명으로, 하역장비는 11에서 8대로 줄이고, 연간 컨테이너 처리량은 123,733TEU에서 221,854TEU로 증가시키는 노력이 필요하며, 국보(우암CY)는 종사자 수와 하역장비는 11명과 4대로 줄이고 연간 컨테이너 처리량을 대폭 증가시켜야 운영상 효율성을 개선시킬 수 있을 것으로 나타났다.

<표 6> 2010년도 CCR모형의 효율성 개선을 위한 투자

DMU(투입/산출)	효율성값	투자	차이	%
세방(우암)	0.515			
면적	73,841	46,606	-27,235	-36.88%
종사자	149	63	-86	-57.72%
하역장비	21	21	0	0.00%
컨테이너처리량	308,340	598,675	290,335	94.16%
KCTC(우암)	0.457			
면적	42,187	42,187	0	0.00%
종사자	286	57.03	-228.97	-80.06%
하역장비	31	19.01	-11.99	-38.68%
컨테이너처리량	247,600	541,910.96	294,310.96	118.87%
KCTC(용당)	0.103			
면적	26,748	22,193	-4,555	-17.03%
종사자	69	30	-39	-56.52%
하역장비	10	10	0	0.00%
컨테이너처리량	29,436	285,083	255,647	868.49%
대한통운(우암)	0.568			
면적	16,128	8,877.33	-7,250.67	-44.96%
종사자	16	12	-4	-25.00%
하역장비	4	4	0	0.00%
컨테이너처리량	64,775	114,033.33	49,258.33	76.05%
대한통운(부산진)	0.296			

한국항만경제학회지 제27집 제4호

면적	43,560	15,535.333	-28,024.667	-64.34%
종사자	40	21	-19	-47.50%
하역장비	7	7	0	0.00%
컨테이너처리량	58,995	199,558.33	140,563.33	238.26%
동부(신영감만)	0.833			
면적	30,772	11,096.667	-19,675.333	-63.94%
종사자	15	15	0	0.00%
하역장비	5	5	0	0.00%
컨테이너처리량	118,768	142,541.67	23,773.667	20.02%
협성(용당)	0.558			
면적	17,271	17,271	0	0.00%
종사자	51	23,3462	-27,6538	-54.22%
하역장비	11	7,782	-3,218	-29.25%
컨테이너처리량	123,733	221,853.75	98,120.751	79.30%
국보(우암)	0.163			
면적	7,990	7,990	0	0.00%
종사자	29	10,801	-18,199	-62.76%
하역장비	6	3,601	-2,399	-40.00%
컨테이너처리량	16,724	102,635.14	85,911.138	513.70%
인터지스(감만)	0.666			
면적	39,690	39,690	0	0.00%
종사자	87	53,651	-33,349	-38.33%
하역장비	29	17,884	-11,116	-38.33%
컨테이너처리량	339,658	509,835.87	17,177.87	50.10%
천일(용당)	1			
면적	6,658	6,658	0	0.00%
종사자	9	9	0	0.00%
하역장비	3	3	0	0.00%
컨테이너처리량	85,525	85,525	0	0.00%
코레일(부산진)	0.117			
면적	39,371	15,535.333	-23,835.667	-60.54%
종사자	34	21	-13	-38.24%
하역장비	7	7	0	0.00%
컨테이너처리량	23,255	199,558.33	176,303.33	758.13%
한진(재송)	0.053			
면적	60,081	35,509	-24,572	-40.90%
종사자	92	48	-44	-47.83%
하역장비	16	16	0	0.00%
컨테이너처리량	24,151	456,133	431,982	999.90%

3) DEA-BCC 모형에 의한 효율성 분석 결과

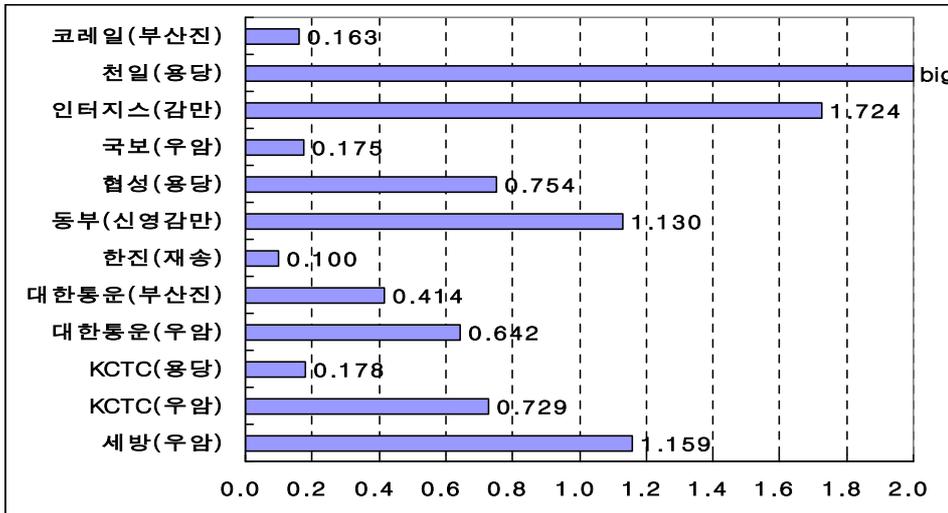
(1) 2010년도 효율성 분석 결과

DEA모형을 이용한 부산항 배후물류시설 ODCY의 운영효율성 분석

2010년도 효율성 분석 결과 천일정기(용당CY), 인터지스(감만CY), 세방(우암CY), 동부(신영감만CY)가 효율적인 업체로 나타난 반면에 대한통운(부산진CY), KCTC(용당CY), 국보(우암CY), 코레일(부산진CY), 한진(재송CY)은 효율성 수치가 0.5 미만으로 효율성이 상대적으로 낮은 업체로 나타났다.

한편, 2009년도의 분석 결과도 천일정기(용당CY), 인터지스(감만CY), 세방(우암CY), 협성(용당CY)가 효율적인 업체로 나타난 반면에 KCTC(용당CY), 국보(우암CY), 한진(재송CY)은 상대적으로 비효율적인 것으로 나타나 2010년도의 분석 결과와 유사하게 나타났다.

<그림 2> 2010년도 DEA-BCC 효율성 분석 결과



(2) 2010년도 BCC분석 효율성 순위와 참조집합

<표 7>은 2010년도 DEA-BCC분석의 업체별 효율성 순위, 효율성 값 그리고 참조집합-람다 값을 나타낸 표이다.

<표 7>에서 효율성 값이 1이 나온 경우는 효율적이고 1보다 작은 값이 나온 경우는 상대적으로 비효율적이라고 평가한다. 분석결과 효율적으로 평가되는 업체는 4개 업체이다. 1미만의 DMU는 참조집합이 존재하며, 이러한 의미를 알아보기 위해 효율성 값이 0.642인 순위 7위의 대한통운(우암CY)을 예로 살펴보면 다음과 같다. 대한통운(우암CY)의 참조집합은 세방(우암CY), 동부(신영감만CY), 천일(용당CY)이 되며 대한통운(우암CY)은 이들 참조집합을 벤치마킹하여 효율성을 증진시키는 개선노력이 필요하다

는 것이다.

참조집합이 되는 업체는 피평가업체와 투입 및 산출구조에 있어서 비교적 동질성을 지닌 집단들로 구성되기 때문에, 참조집합에서 가중치 램다 값이 크게 나타나는 업체와 투입과 산출구조의 유사성이 높다고 할 수 있으며 평가에 있어 그 업체를 더욱 참조했다는 의미가 된다.

<표 7> 2010년도 순위와 참조집합(BCC모형)

순위	DMU	효율성값	참조집합 - 램다
1	천일(용당)	1.000	천일(용당)-1.000
1	동부(신영감만)	1.000	동부(신영감만)-1.000
1	인터지스(감만)	1.000	인터지스(감만)-1.000
1	세방(우암)	1.000	세방(우암)-1.000
5	협성(용당)	0.754	세방(우암)-0.010, 인터지스(감만)-0.301, 천일(용당)-0.689
6	KCTC(우암)	0.729	인터지스(감만)-1.000
7	대한통운(우암)	0.642	세방(우암)-0.017, 동부(신영감만)-0.345, 천일(용당)-0.638
8	대한통운(부산진)	0.414	세방(우암)-0.125, 동부(신영감만)-0.875
9	KCTC(용당)	0.178	세방(우암)-0.253, 인터지스(감만)-0.094, 천일(용당)-0.653
10	국보(우암)	0.175	인터지스(감만)-0.040, 천일(용당)-0.960
11	코레일(부산진)	0.163	세방(우암)-0.125, 동부(신영감만)-0.875
12	한진(재송)	0.100	세방(우암)-0.512, 동부(신영감만)-0.371, 인터지스(감만)-0.117

(3) 효율성 개선 방안

<표 8>은 2010년도의 효율성 개선을 위한 투사값을 나타낸 것이며⁴⁾, 일부 업체의 결과를 설명하면 다음과 같다.

KCTC(우암CY)의 BCC분석의 효율성 값은 약 0.73으로 측정되었다. KCTC(우암CY)가 효율성을 개선하기 위해서는 투입요소인 기존의 면적과 종사자의 수, 하역장비는 투사값과 같이 줄이고, 산출요소인 연간 컨테이너 처리량은 기존의 247,600TEU에서 339,658TEU로 증가시켜야 효율성이 향상될 수 있다는 것으로 해석할 수 있다.

마찬가지로 협성(용당CY)은 종사자의 수를 기존의 51명에서 34명으로 줄이고 연간 컨테이너 처리량은 123,733TEU에서 164,195TEU로 증가시켜야 운영상 효율성을 개선

4) <표 6>과 같이 효율성 값이 1이상 나온 경우 투입, 산출의 투사값 변화가 없으므로, 1미만의 효율성 값이 나온 업체만 나타내었음.

DEA모형을 이용한 부산항 배후물류시설 ODCY의 운영효율성 분석

시킬 수 있을 것으로 나타났다.

한편, 2009년도의 분석 결과에 의하면 KCTC(우암CY)는 투입요소인 종사자 수를 줄이고 연간 컨테이너 처리량은 투자값과 같이 증가시키고, 국보(우암CY)는 종사자 수를 15명, 하역장비를 4대로 줄이고 연간 컨테이너 처리량은 92,175TEU로 증가시키는 노력이 필요한 것으로 나타났다.

<표 8> 2010년도 BCC모형의 효율성 개선을 위한 투자

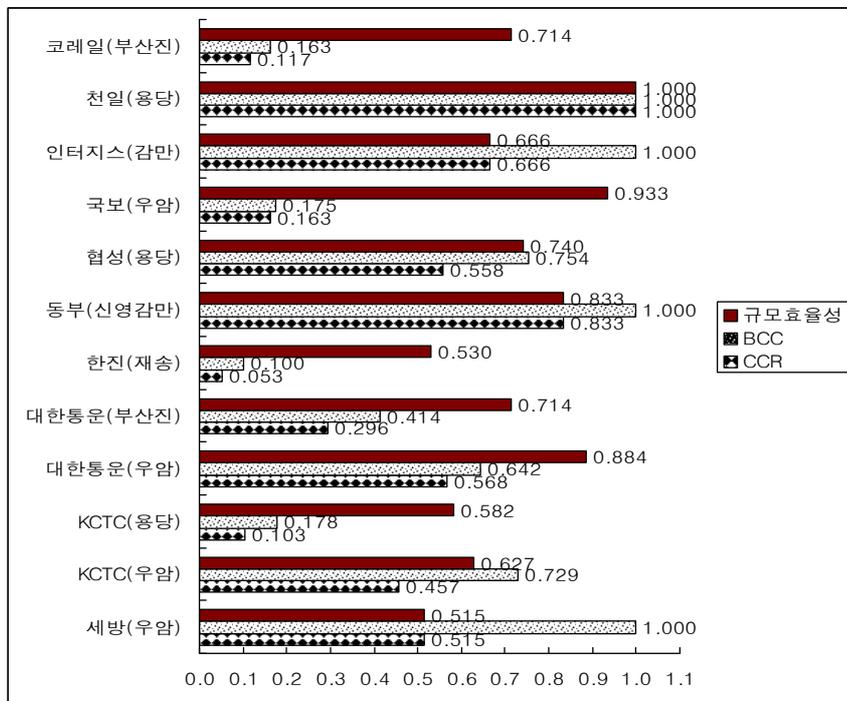
DMU(투입/산출)	효율성값	투자	차이	%
KCTC(우암)	0.729			
면적	42,187	39,690	-2,497	-5.92%
종사자	286	87	-199	-69.58%
하역장비	31	29	-2	-6.45%
컨테이너처리량	247,600	339,658	92,058	37.18%
KCTC(용당)	0.178			
면적	26,748	26,748	0	0.00%
종사자	69	51.729	-17.271	-25.03%
하역장비	10	10	0	0.00%
컨테이너처리량	29,436	165,789.54	136,353.54	463.22%
대한통운(우암)	0.642			
면적	16,128	16,128	0	0.00%
종사자	16	13.485	-2.515	-15.72%
하역장비	4	4	0	0.00%
컨테이너처리량	64,775	100,827.96	36,052.957	55.66%
대한통운(부산진)	0.414			
면적	43,560	36,155.625	-7,404.375	-17.00%
종사자	40	31.75	-8.25	-20.63%
하역장비	7	7	0	0.00%
컨테이너처리량	58,995	142,464.5	83,469.5	141.49%
협성(용당)	0.754			
면적	17,271	17,271	0	0.00%
종사자	51	33.872	-17.128	-33.58%
하역장비	11	11	0	0.00%
컨테이너처리량	123,733	164,195.05	40,462.054	32.70%
국보(우암)	0.175			
면적	7,990	7,990	0	0.00%
종사자	29	12.145	-16.855	-58.12%
하역장비	6	4.048	-1.952	-32.53%
컨테이너처리량	16,724	95,772.795	79,048.795	472.67%
코레일(부산진)	0.163			
면적	39,371	36,155.625	-3,215.375	-8.17%
종사자	34	31.75	-2.25	-6.62%
하역장비	7	7	0	0.00%

컨테이너처리량	23,255	142,464.5	119,209.5	512.62%
한진(재송)	0.100			
면적	60,081	53,852.921	-6,228.079	-10.37%
종사자	92	92	0	0.00%
하역장비	16	16	0	0.00%
컨테이너처리량	24,151	241,657.25	217,506.25	900.61%

4) CCR과 BCC효율성 비교 및 규모의 효율성

2010년 분석업체들의 규모효율성⁵⁾을 다음과 같이 정리하였다.

<그림 3> 2010년도 규모효율성



5) CCR효율성과 BCC효율성을 각각 θ_{CCR}^* , θ_{BCC}^* 라고 할 때, 규모효율성(SE)은 $SE = \frac{\theta_{CCR}^*}{\theta_{BCC}^*}$ 와 같다.

<그림 3>에서 나타난 것처럼 천일정기(용당CY)가 CCR분석과 BCC분석 두 가지 모두 효율성 값과 규모효율성 값이 1로서 효율적인 운영을 하고 있으며 최적 규모로 운영되고 있다고 할 수 있다. 반면에 세방(우암CY), 인터지스(감만CY), 동부(신영감만CY)는 BCC효율성 값이 1임에도 불구하고 규모효율성이 각각 0.515, 0.666, 0.833으로 나타나 규모의 비효율성이 존재하는 것으로 해석된다. 한편 국보(우암CY)는 CCR효율성 및 BCC효율성 값이 모두 0.5 이하임에도 규모효율성 값은 0.9 이상으로 나타난 것으로 보아 전반적인 운영면에서는 비효율적인 운영을 하고 있지만 비교적 최적 규모로 운영되고 있는 것으로 해석할 수 있다.

한편, 2009년도 규모효율성 분석 결과를 보면 천일정기(용당CY)가 규모효율성 값이 1로서 효율적인 운영을 하고 있으며 최적 규모로 운영되고 있다고 할 수 있다. 반면에 세방(우암CY), 인터지스(감만CY), 협성(용당CY)은 BCC효율성 값이 1임에도 불구하고 규모효율성이 각각 0.568, 0.872, 0.929로 나타나 규모의 비효율성이 존재하는 것으로 나타났고, 국보(우암CY)는 CCR효율성 및 BCC효율성 값이 모두 0.5 이하임에도 규모효율성 값은 0.9 이상으로 나타나 비교적 최적 규모로 운영되고 있는 것으로 해석할 수 있다.

V. 결론

부산항 ODCY는 우리나라 최대 무역항인 부산항 북항의 부족한 야드기능을 보완하기 위해 생성되어 한때는 30여개 업체가 부산시내에 산재하여 운영되었고 부산항 컨테이너화물의 40%까지 처리했었다. 그러나 오늘날에는 경쟁항만으로 물동량이 분산되어 부산항 북항의 연간 처리량이 감소 추세에 있어 자연스럽게 ODCY의 물량도 감소하게 되어 많은 업체가 폐업하였다. 이러한 상황 하에 놓여있는 ODCY는 운영효율성 개선을 통한 자구노력이 절실히 필요한 시점이기에 본 연구를 통해 ODCY의 운영효율성 제고를 위한 기초 자료를 제공하는데 의의를 두었다.

부산시내 12개 ODCY를 대상으로 운영효율성 분석을 실시한 결과 DEA-CCR모형에서는 천일정기(용당CY)가 효율성이 높게 나타났고, DEA-BCC모형에서는 천일정기(용당CY), 동부(신영감만CY), 인터지스(감만CY), 세방(우암CY)이 효율적인 업체로 나타나 상대적으로 비효율적인 업체는 이들 업체를 벤치마킹하여 효율성 개선 노력이 필요한 것으로 나타났다. 실제로 코레일(부산진CY)은 상대적으로 많은 항운노조원과 적은 규모의 컨테이너 처리량으로 인해 적자상태에 놓여 있고, 한진(재송CY)은 다른 ODCY가 임항지역에 있는 것에 반해 부산 도심에 위치하고 있어 사실상 CY기능과 하선장소 기

능이 미흡한 실정이다. 이들 업체는 인적 구조조정과 함께 현행 대비 컨테이너 처리량의 대폭적인 증가가 필요한 것으로 나타났다.

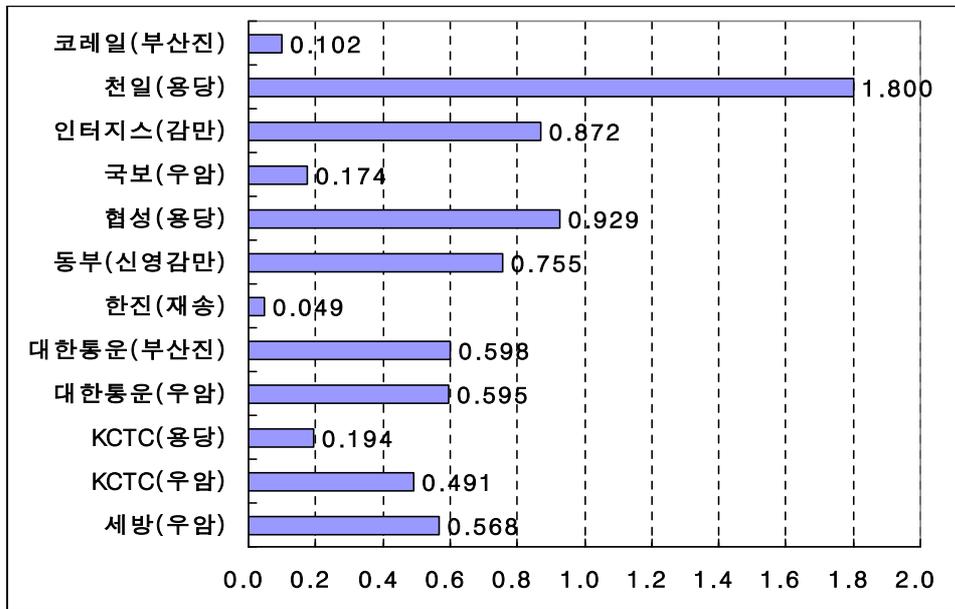
이상의 분석 결과에 대한 시사점은 ODCY의 운영효율성 제고를 위해서는 CY면적, 종사자 수, 하역장비는 현행수준 유지 내지 축소가 필요하고 컨테이너처리량은 현행수준 유지 내지 증가를 위한 노력이 필요하다고 할 수 있다. 이를 위해 ODCY 운영사는 선사와의 계약관계를 유지하여 컨테이너물량을 지속적으로 확보하고, 잉여인력 및 장비는 신항에 진출한 계열회사를 통해 적절히 재배치하는 방안을 모색할 필요가 있겠다.

부록

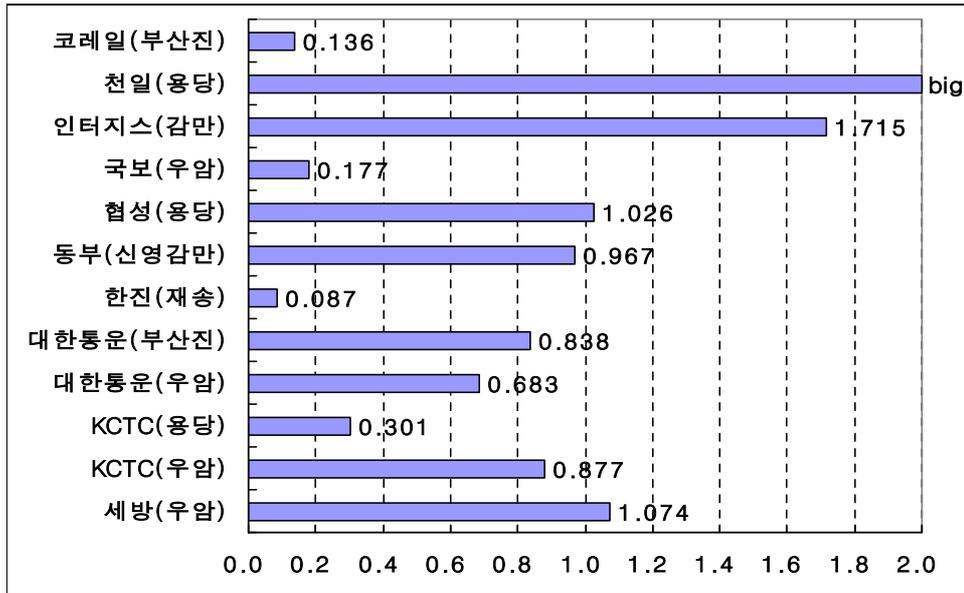
<표 1> 2009년 DEA 투입 및 산출변수

DMU	투입변수(I)			산출변수(O)
	면적(m ²)	종사자(명)	하역장비(대)	컨테이너처리량(TEU)
세방(우암)	73,841	152	22	326,175
KCTC(우암)	42,187	322	19	243,500
KCTC(용당)	26,748	76	10	50,522
대한통운(우암)	16,128	15	4	62,130
대한통운(부산진)	43,560	43	7	109,310
한진(재송)	60,081	99	18	23,213
동부(신영감만)	30,772	15	5	98,496
협성(용당)	17,271	56	12	188,729
국보(우암)	7,990	29	6	16,351
인터지스(감만)	39,690	90	31	407,177
천일(용당)	6,658	9	3	78,318
코레일(부산진)	39,371	33	6	15,920

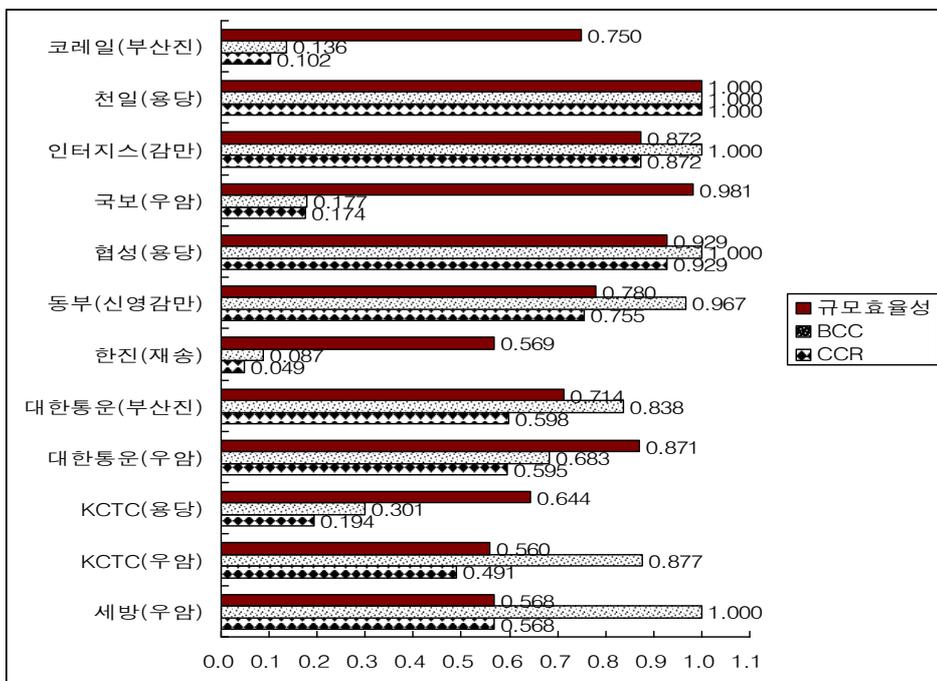
<그림 1> 2009년도 DEA-CCR 효율성 분석 결과



<그림 2> 2009년도 DEA-BCC 효율성 분석 결과



<그림 3> 2009년도 규모효율성



DEA모형을 이용한 부산항 배후물류시설 ODCY의 운영효율성 분석

<표 2> 2009년도 BCC모형의 효율성 개선을 위한 투사

DMU(투입/산출)	효율성값	투사	차이	%
KCTC(우암)	0.877			
면적	42,187	42,187	0	0.00%
종사자	322	97,584	-224.42	-69.69%
하역장비	19	19	0	0.00%
컨테이너처리량	243,500	277,570.8	34,070.805	13.99%
KCTC(용당)	0.301			
면적	26,748	26,748	0	0.00%
종사자	76	57.127	-18.873	-24.83%
하역장비	10	10	0	0.00%
컨테이너처리량	50,522	168,096.39	117,574.39	232.72%
대한통운(우암)	0.683			
면적	16,128	9,417.777	-6,710.223	-41.61%
종사자	15	15	0	0.00%
하역장비	4	4	0	0.00%
컨테이너처리량	62,130	90,934.824	28,804.824	46.36%
대한통운(부산진)	0.838			
면적	43,560	20,801.789	-22,758.211	-52.25%
종사자	43	39.105	-3.895	-9.06%
하역장비	7	7	0	0.00%
컨테이너처리량	109,310	130,498.42	21,188.421	19.38%
동부(신영감만)	0.967			
면적	30,772	9,126.398	-21,645.602	-70.34%
종사자	15	15	0	0.00%
하역장비	5	5	0	0.00%
컨테이너처리량	98,496	101,868.06	3,372.06	3.42%
국보(우암)	0.177			
면적	7,990	7,990	0	0.00%
종사자	29	14.899	-14.101	-48.62%
하역장비	6	4.130	-1.870	-31.17%
컨테이너처리량	16,351	92,175.293	75,824.293	463.73%
코레일(부산진)	0.136			
면적	39,371	17,265.842	-22,105.158	-56.15%
종사자	33	31.579	-1.421	-4.31%
하역장비	6	6	0	0.00%
컨테이너처리량	15,920	117,453.32	101,533.32	637.77%
한진(재송)	0.087			
면적	60,081	48,054.647	-12,026.353	-20.02%
종사자	99	99	0	0.00%
하역장비	18	18	0	0.00%
컨테이너처리량	23,213	267,570.35	244,357.35	999.90%

참고문헌

- 관세청, 행정규칙입안예고 : 보세화물 입출항 하선 하기 및 적재에 관한 고시 개정, 2011.
- 류동근, “국내 컨테이너 전용터미널의 효율성 비교 : DEA 접근”, 『해운물류연구』, 제47호, 2005, 21-38.
- 모수원, “국내항만의 효율성 결정요소”, 『한국항만경제학회지』, 제24집 제4호, 2008, 351-353.
- 모수원 · 이광배, “부산항과 광양항의 컨테이너터미널의 효율성”, 『한국항만경제학회지』, 제26집 제2호, 2010, 141-147.
- 박노경 · 박길영, “항만효율성 측정자료의 정규성과 변환불변성 검증 소고 : DEA접근”, 『한국항만경제학회지』, 제23집 제2호, 2007, 111-118.
- 전국화물자동차운송사업연합회, “컨테이너 육상운송 효율표”, 2011.
- Banker, R. D., Charnes, A. and Cooper, W. W., “Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis,” *Management Science*, Vol. 30, 1984, 1078-1092.
- Barros, C. P., “Incentive Regulation and Efficiency of Portuguese Port Authorities,” *Maritime Economics & Logistics*, 2003, 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E. L., “Measuring the Efficiency of Decision Making Units,” *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, 1978, 429-444.
- Park, R. K. and De, P., “An Alternative Approach to Efficiency Measurement of Seaports,” *Maritime Economics & Logistics*, 2004, 53-69.
- Tongzon, J., “Efficiency Measurement of Selected Australian and other International Ports using Data Envelopment Analysis,” *Transportation Research, Part A* 35, 2001, 107-122.
- Valantine, V. C. and Gray, R., “Competition of Hub Ports: A Comparison between Europe and the Far East,” *Proceedings of the 2nd International Gwangyang Port Forum and International Conference for the 20th Anniversary of Korean Association of Shipping Studies*, Korean Association of Shipping Studies, April, 2002, 161-176.

국문요약

DEA모형을 이용한 부산항 배후물류시설 ODCY의 운영효율성 분석

서동균

본 연구의 목적은 부산항의 12개 ODCY를 대상으로 DEA분석을 실시하여 운영효율화 방안을 제시하는 것이다. 부산항 ODCY의 중요성에 비해 이에 대한 연구는 거의 전무하여 본 연구를 통해 ODCY의 필요성을 제시하고 운영효율화 방안도 제시하였다. 분석에 사용된 투입요소는 CY면적, 종사자수, 하역장비 대수를 선정하였고, 산출요소는 컨테이너처리량을 사용하였다.

DEA-CCR모형의 분석결과는 천일정기(용당CY)가 효율적인 업체로 나타나 상대적으로 비효율적인 업체는 천일정기(용당CY)를 참조하여 효율성 개선 노력이 필요한 것으로 나타났다. 효율성 개선을 위해 KCTC(용당CY), 국보(우암CY), 코레일(부산진CY), 한진(재송CY)은 다른 업체에 비해 상대적으로 많은 컨테이너처리량 증가가 요구되고, 세방(우암CY), KCTC(우암CY), KCTC(용당CY), 협성(용당CY), 국보(우암CY)는 종사자에 대한 인적 구조조정이 필요한 것으로 나타났다.

DEA-BCC모형의 분석결과 천일정기(용당CY), 동부(신영감만CY), 인터지스(감만CY), 세방(우암CY)가 효율적인 업체로 나타났고, 운영효율성 개선을 위해 KCTC(용당CY), 국보(우암CY), 코레일(부산진CY), 한진(재송CY)이 다른 업체에 비해 상대적으로 많은 컨테이너처리량 증가가 요구되고, KCTC(우암CY)와 국보(우암CY)는 상대적으로 인적 쇄신 노력이 필요한 것으로 나타났다.

핵심 주제어 : ODCY(Off-Dock CY), DEA, 규모효율성, 투자