

DEA기법을 이용한 한국 물류시설의 효율성 분석

이광배* · 최용석**

A Study on the Analysis of Relative Efficiency of Logistics Facilities in Korea

Kwangbae Lee · Yongseok Choi

Abstract : This paper aims to analyse the relative efficiency of logistics facilities and suggest the policy alternatives for exploring and activating them. This study also divides the logistics facilities into airport terminals, logistics complexes, container terminals, and trucking freight terminals. For this purpose, the CCR-DEA as well as the BCC-DEA techniques are employed to show which part explains the primary cause of inefficiencies of each DMU(Decision Making Unit). The empirical results indicate that the efficiency of logistics complex is the lowest of all, while freight trucking terminal has the highest efficiency. This study also reveals that operation inefficiency is greater than scale inefficiency in most of DMUs, showing that much more effort be done for alleviating the cost resulting from irrational management.

Key Words : Super Efficiency, Scale Efficiency, Regional Logistics Facilities

▷ 논문접수: 2013.05.15 ▷ 심사완료: 2013.06.20 ▷ 게재확정: 2013.06.25

* 순천대학교 사회과학대학 물류학과 교수, kblee@sunchon.ac.kr, 061)750-5112, 대표집필

** 순천대학교 사회과학대학 물류학과 부교수, drasto@sunchon.ac.kr, 061)750-5115, 공동저자

I. 서 론

우리나라의 국내화물 및 국제화물 물동량은 2000년 이후부터 가파른 증가세를 나타내고 있다. 국토해양부 자료에 의하면, 2011년 국내화물의 총 물동량은 1,540억 톤이며, 2020년에는 국내화물의 총 물동량을 1,796억 톤으로 추정하고 있다. 운송수단별 차지하는 비중을 살펴보면, 도로 76.3%, 철도 8.0%, 연안해운 15.6%, 항공화물 0.12% 순이다.

한편, 국제화물의 총 물동량은 2011년 98억 톤을 나타냈으며, 매년 약 4.8%씩 증가하여 2020년에는 약 150억톤에 이를 것으로 전망하고 있다. 구체적으로 수단별 국제화물 물동량 예측치를 살펴보면, 항공화물은 연평균 5.84%, 해운부문은 4.76%씩 증가하고, 컨테이너의 경우에는 연평균 6.92%씩 증가하여 2020년에는 3천4백만 TEU를 상회할 것으로 전망하고 있다(국토해양부 2011). <표 1>, <표 2> 참조.

<표 1> 수단별 국내화물 물동량 전망

(단위 : 백만톤-km)

구분	도로		철도		연안		항공		계	
	톤-km	비율	톤-km	비율	톤-km	비율	톤-km	비율	톤-km	비율
2011	114,458	74.3	11,391	7.4	27,998	18.3	157	0.10	154,005	100
2012	116,864	74.6	11,693	7.5	27,998	17.9	163.2	0.10	156,719	100
2016	126,486	75.5	12,903	7.7	27,998	16.7	188	0.11	167,575	100
2020	137,054	76.3	14,305	8.0	27,998	15.6	219	0.12	179,577	100
2021	139,696	76.5	14,656	8.0	27,998	15.3	227	0.12	182,577	100

자료 : 한국교통연구원(2009), 『2008년 국가교통수요조사 및 DB 구축사업』.

국토해양부(2011), 『국토국가물류기본계획 수정계획(2011-2020)』에서 재인용.

<표 2> 수단별 국제화물 물동량 전망

구분	2011	2015	2020	2025	연평균 증가율		
					2011~15	2015~20	2011~20
합 계	986,215	1,271,715	1,505,194	1,735,155	6.56%	3.43%	4.81%
항공 물동량(천톤)	4,236	5,626	7,475	9,922	5.84%	5.85%	5.84%
해운 물동량(천톤)	963,050	1,240,076	1,463,144	1,681,724	6.52%	3.36%	4.76%
컨테이너(천TEU)	18,929	26,013	34,575	43,509	8.27%	5.85%	6.92%

자료 : 건설교통부, 『제3차 공항개발중장기종합계획』, 2006.11,

한국해양수산개발원, 『항만물동량 수요예측(해운부문)』, 2010.11.

국토해양부(2011), 『국토국가물류기본계획 수정계획(2011-2020)』에서 재인용.

이러한 국내화물과 국제화물 물동량에 대한 가파른 증가에도 불구하고, 현재 우리나라는 공공부문 물류시설 운영과 지역·도시물류 처리를 위한 기반시설이 매우 부족한 수준이며, 자동차 중심의 화물수송체계 고착과 물류거점의 연계교통체계 미비 등으로 물류시설의 체계적 개발 및 운영 활성화에 대한 대책이 필요한 시점으로 여겨진다.

이러한 배경하에서 본 연구에서는 물류시설을 공항터미널, 물류단지, 컨테이너터미널, 화물자동차터미널로 구분하고, DEA기법을 이용하여 물류시설의 효율성을 분석하고, 물류시설의 개발 및 운영활성화를 위한 시사점을 제시하고자 한다. DEA분석에서 이용되는 투입변수는 총 면적(m^2)이며, 산출변수는 화물처리능력(톤)을 사용하여 분석하였다. 본 논문은 2장에서 이론적 배경을 설명하고, 3장에서는 DEA기법을 이용하여 효율성을 분석한다. 그리고 4장에서는 요약 및 시사점을 제시하였다.

II. 이론적 배경

DEA 모델은 Charnes et al.(1978)가 Farrell의 상대적 효율성 개념을 도입하여 개발한 효율성 측정방법이다. DEA는 비모수적인 방법으로서 사전에 어떤 가정이나 가중치 등을 미리 설정하지 않고 DMU(Decision Making Unit: 의사결정단위)의 투입, 산출 요소별 실측치를 그대로 활용할 수 있도록 개발한 수리모형이다(김천곤외 2인, 2010). 또한 투입요소와 산출요소에 대한 가중치를 직접 추정하여 평가대상 DMU의 효율성을 추정하기 때문에 사전에 투입과 산출요소에 대한 규정이 불필요하다. 그리고 효율적인 DMU의 개별적인 관찰에 초점을 두므로써 개선 가능성에 대한 유용한 정보를 제공할 수 있다(박만희, 2008).¹⁾ Charnes et al.(1978)에 따르면, 대부분의 비영리적 DMU에서는 투입요소와 산출물이 다수이고 이러한 투입요소와 산출물을 결합시킬 수 있는 시장가격이 존재하지 않는 경우가 많다. 이 경우 효율성은 차선책으로 상대적인 관점에서 측정될 수밖에 없기 때문에, Charnes et al.(1978)은 Farrell(1957)의 변형효율성 측정개념에 입각하여 각 DMU의 상대적 효율성은 효율적인 DMU들이 경험적으로 형성하는 효율변경과의 관계에서 측정될 수 있다고 보고, 선형계획문제로 구성된 DEA모형을 제안했다(황석원외 6인, 2009).

DEA모형은 아래와 같이 나타낼 수 있다. n 개의 의사결정단위(decision making unit: DMU)를 가정하고 각각의 DMU_j ($j=1,2,\dots,n$)는 m 개의 다른 투입물

1) DMU들 간의 상대적 효율성을 측정하는 체계적인 접근 방법이라는 장점이 있으나, 효율성 값이 과대평가되거나 너무 많은 DMU가 효율적으로 도출되는 등의 변별력의 문제가 있다. 또한 효율적인 집단 간의 순위를 매기지 못하여, 예산제약 등이 있는 경우 하나의 효율적 DMU를 선정해야 하는 경우에는 한계점을 가지고 있다.

$x_{ij}(i=1,2,\dots,m)$ 을 사용하여 s 개의 다른 산출물 $y_{rj}(j=1,2,\dots,s)$ 을 생산하면 투입지향(input-based) CCR-DEA모형은 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

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

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

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

식 (2)에서 θ 는 DMU가 일정한 양의 산출물을 생산하기 위하여 다른 DMU군에 비해 투입물의 상대적 사용량을 나타내는 기술효율성으로 DMU_0 효율수준을 나타내며, θ 가 1이면 기술효율적인 DMU임을 의미하며, 1보다 작으면 $1-\theta$ 만큼 투입요소를 다른 DMU군에 비해 더 사용하고 있음을 의미한다(손승태, 1993; 모수원·이광배, 2010).

III. DEA기법을 이용한 효율성 분석

DEA분석을 위해 본 논문에서는 총면적(m^2)을 투입물로, 화물처리능력(톤)을 산출물로 선정하여 물류시설과 물류장비의 상대적 효율성을 분석하였다. 우리나라 물류시설과 물류장비는 공항터미널, 물류단지, 컨테이너터미널, 화물자동차터미널로 나누어진다. 먼

DEA기법을 이용한 한국 물류시설의 효율성 분석

저 공항터미널의 경우 CCR기준으로 대구국제공항터미널이 가장 효율적이며, 인천국제공항 미군사우편시설이 가장 비효율적인 것으로 나타났다. CCR 평균 효율성인 0.43보다 낮은 DMU는 총 16개중에서 과반이 넘는 9개로 나타났으며, 평균적으로 57%의 비효율이 존재하는 것으로 분석되었다. 순수기술효율성측면에서 비효율적 원인이 나타난 DMU는 인천국제공항 외항사 터미널, 인천국제공항 대한항공 제2화물, 인천국제공항 국제우편 물류시설, 인천국제공항 미군사우편시설, 무안국제공항화물터미널, 청주국제공항화물터미널, 광주국제공항화물터미널, 인천국제공항 AACT, 인천국제공항 DHL이며, 규모효율성인 DMU는 인천국제공항 대한항공 제1화물, 인천국제공항 아시아나, 여수공항화물터미널, 제주국제공항화물터미널, 김포국제공항화물터미널로 나타났다(<표 3> 참조).

<표 3> 공항터미널의 효율성 분석: 터미널별

DMU	CCR	BCC	SCALE	SUPER	비효율
인천국제공항 대한항공 제1화물	0.6183	1.0000	0.6183	0.6183	S
인천국제공항 아시아나	0.5783	0.9345	0.6188	0.5783	S
인천국제공항 외항사 터미널	0.2184	0.3486	0.6263	0.2184	P
인천국제공항 대한항공 제2화물	0.2463	0.3842	0.6410	0.2463	P
인천국제공항 국제우편 물류시설	0.2239	0.3536	0.6334	0.2239	P
인천국제공항 미군사우편시설	0.0804	0.1164	0.6906	0.0804	P
무안국제공항화물터미널	0.4520	0.5665	0.7979	0.4520	P
여수공항화물터미널	0.5606	1.0000	0.5606	0.5606	S
청주국제공항화물터미널	0.4737	0.5368	0.8824	0.4737	P
광주국제공항화물터미널	0.5784	0.7449	0.7765	0.5784	P
대구국제공항화물터미널	1.0000	1.0000	1.0000	1.6173	C
제주국제공항화물터미널	0.5235	0.8245	0.6349	0.5235	S
김해국제공항화물터미널	0.4129	0.6441	0.6411	0.4129	S
김포국제공항화물터미널	0.3203	1.0000	0.3203	0.3203	S
인천국제공항 AACT	0.2813	0.4261	0.6603	0.2813	P
인천국제공항 DHL	0.3517	0.5476	0.6422	0.3517	P
평균	0.4325	0.6517	0.6715	0.4711	P

주 : CCR, BCC, SCALE, SUPER는 각각 기술효율성, 순수기술효율성, 규모효율성, 초효율성을 나타내며, 'P'와 'S'는 비효율의 원인이 순수기술효율성과 규모효율성에 있음을 의미한다.

<표 4> 공항터미널의 효율성 분석: 지역별

	CCR	BCC	SCALE	SUPER	비효율
인천	0.9289	1.0000	0.9289	0.9289	S
전남	0.6631	0.7336	0.9039	0.6631	P
충북	0.6899	1.0000	0.6899	0.6899	S
대전	0.8799	1.0000	0.8799	0.8799	S
대구	1.0000	1.0000	1.0000	1.7288	C
제주	1.0000	1.0000	1.0000	1.2673	C
부산	0.7903	1.0000	0.7903	0.7903	S
서울	1.0000	1.0000	1.0000	2.9767	C
평균	0.8690	0.9667	0.8991	1.2406	S

주 : CCR, BCC, SCALE, SUPER는 각각 기술효율성, 순수기술효율성, 규모효율성, 초효율성을 나타내며, 'P'와 'S'는 비효율의 원인이 순수기술효율성과 규모효율성에 있음을 의미한다.

공항터미널을 지역별로 살펴보면, 대구, 제주, 서울이 가장 효율적이며, 전남과 충북이 비효율적인 것으로 나타났다. 대구, 제주, 서울은 각각 현재 투입물보다 72.9%, 26.7%, 298.7% 증가시켜도 효율성을 유지할 수 있음을 보여주고 있다. 또한 인천, 충북, 대전, 부산은 규모의 비효율이 크며, 전남은 운영상의 비효율이 큼을 나타내고 있다 (<표 4> 참조).

<표 5> 물류단지의 효율성 분석: 물류단지별

	CCR	BCC	SCALE	SUPER	비효율
부산김천공항수산물 물류단지	0.2506	0.8605	0.2912	0.2506	S
인천국제공항 공항물류단지	0.0564	0.5674	0.0994	0.0564	S
군포 복합물류터미널	1.0000	1.0000	1.0000	1.3002	C
천안 물류단지	0.2509	0.4690	0.5350	0.2509	P
광주종합 물류단지	0.2502	0.6778	0.3691	0.2502	S
여수종합 물류단지	0.2523	0.7038	0.3585	0.2523	S
평택도일 물류단지	0.2491	0.4533	0.5495	0.2491	P
전주장동 물류단지	0.2553	0.9267	0.2755	0.2553	S
안동종합 물류단지	0.2536	0.8020	0.3162	0.2536	S
음성 물류단지	0.2485	0.6659	0.3732	0.2485	S
울산진장 물류단지	0.2508	0.4664	0.5378	0.2508	P
대전종합 물류단지	0.2493	0.4677	0.5329	0.2493	P
장성복합화물터미널(IFT)	0.5930	0.6463	0.9175	0.5930	P
서울동남권 물류단지	0.2502	0.4393	0.5694	0.2502	P
제천종합 물류단지	0.2489	1.0000	0.2489	0.2489	S
강릉종합 물류단지	0.2501	0.9910	0.2524	0.2501	S

DEA기법을 이용한 한국 물류시설의 효율성 분석

칠곡내륙물류기지	0.5138	0.6366	0.8071	0.5138	P
중부권내륙물류기지	0.3225	0.5021	0.6424	0.3225	P
양산복합물류터미널(IFT)	0.7691	0.9349	0.8227	0.7691	S
평균	0.3429	0.6953	0.4999	0.3587	S

주 : 1) CCR, BCC, SCALE, SUPER는 각각 기술효율성, 순수기술효율성, 규모효율성, 초효율성을 나타내며, 'P'와 'S'는 비효율의 원인이 순수기술효율성과 규모효율성에 있음을 의미한다.
 2) IFT는 복합물류터미널을 의미함.

물류단지의 경우 CCR기준으로 군포 복합물류터미널이 가장 효율적이며, 인천국제공항 공항물류단지가 가장 비효율적인 것으로 나타났다. CCR 평균 효율성 값인 0.34보다 낮은 DMU는 총 19개중에서 14개로 평균적으로 66%의 비효율이 존재하는 것으로 분석되었다. 비효율의 원인이 순수기술효율성인 DMU는 천안 물류단지, 평택도일 물류단지, 울산진장 물류단지, 대전종합 물류단지, 서울동남권 물류단지, 칠곡 내륙물류기지, 중부권 내륙물류기지로 나타났다(<표 5> 참조).

물류단지를 지역별로 살펴보면, 경기와 경북이 가장 효율적이며, 인천과 강원이 비효율적인 것으로 나타났다. 경기와 경북은 각각 현재 투입물보다 3.5%와 44.3% 증가시켜도 효율성을 유지할 수 있음을 보여주고 있다(<표 6> 참조).

<표 6> 물류단지의 효율성 분석: 지역별

	CCR	BCC	SCALE	SUPER	비효율
부산	0.5857	1.0000	0.5857	0.5857	S
인천	0.1318	1.0000	0.1318	0.1318	S
경기	1.0000	1.0000	1.0000	1.0352	C
충남	0.7531	1.0000	0.7531	0.7531	S
전북	0.5968	1.0000	0.5968	0.5968	S
경북	1.0000	1.0000	1.0000	1.4429	C
충북	0.6699	0.6771	0.9893	0.6699	P
울산	0.7578	1.0000	0.7578	0.7578	S
대전	0.7487	1.0000	0.7487	0.7487	S
전남	0.9746	1.0000	0.9746	0.9746	S
서울	0.8106	1.0000	0.8106	0.8106	S
강원	0.5847	1.0000	0.5847	0.5847	S
경남	0.7625	0.8203	0.9296	0.7625	P
평균	0.7212	0.9613	0.7587	0.7580	S

주 : CCR, BCC, SCALE, SUPER는 각각 기술효율성, 순수기술효율성, 규모효율성, 초효율성을 나타내며, 'P'와 'S'는 비효율의 원인이 순수기술효율성과 규모효율성에 있음을 의미한다.

다음으로 항만터미널의 효율성을 살펴보면, CCR기준으로 한진해운 부산신항터미널이 가장 효율적이며, 대한통운 부산컨테이너터미널이 가장 비효율적인 것으로 나타났다. CCR 평균 효율성인 0.51보다 낮은 DMU는 총 9개 중에서 과반이 넘는 6개로 평균 49%의 비효율이 존재하는 것으로 분석되었다.

순수기술효율성 측면에서 비효율적 원인이 나타난 DMU는 현대상선 부산신항터미널, 한진해운 부산신항터미널, 동부부산 컨테이너터미널, 감만터미널, 대한통운 부산컨테이너터미널이며, 규모효율성인 DMU는 부산신항터미널, 우암터미널, 허치슨 부산컨테이너터미널로 나타났다(<표 7> 참조).

<표 7> 항만터미널의 효율성 분석: 터미널별

	CCR	BCC	SCALE	SUPER	비효율
현대상선부산신항터미널	0.4623	0.6036	0.7658	0.4623	P
한진해운감천터미널	0.3716	0.4852	0.7658	0.3716	P
부산신항(PNIT, PNC)	0.6277	1.0000	0.6277	0.6277	S
한진해운부산신항터미널	1.0000	1.0000	1.0000	1.5930	C
우암터미널	0.3203	0.8132	0.3939	0.3203	S
동부부산컨테이너터미널	0.4653	0.5034	0.9243	0.4653	P
감만(BICT, BGCT)	0.4812	0.6828	0.7048	0.4812	P
대한통운부산컨테이너터미널	0.3072	0.4382	0.7010	0.3072	P
허치슨부산컨테이너터미널	0.5390	0.7582	0.7109	0.5390	S
평균	0.5083	0.6983	0.7327	0.5742	P

주 : CCR, BCC, SCALE, SUPER는 각각 기술효율성, 순수기술효율성, 규모효율성, 초효율성을 나타내며, 'P'와 'S'는 비효율의 원인이 순수기술효율성과 규모효율성에 있음을 의미한다.

화물자동차터미널의 효율성을 살펴보면, CCR기준으로 울산화물자동차터미널이 가장 효율적이며, 광주풍암화물자동차터미널이 가장 비효율적인 것으로 나타났다. CCR 평균 효율성인 0.86보다 낮은 DMU는 총 28개중에서 3개로 평균적으로 14%의 비효율이 존재하는 것으로 분석되었다. 규모효율성 측면에서 비효율적인 원인이 나타난 DMU는 보은화물터미널, 경기한진화물터미널, 강원임동화물터미널 등으로 나타났으며, 규모효율성이 1로 가장효율적인 DMU는 울산화물터미널로 나타났다(<표 8> 참조).

<표 8> 화물자동차터미널의 효율성 분석: 터미널별

	CCR	BCC	SCALE	SUPER	비효율
인천트럭터미널	0.8734	0.8745	0.9987	0.8734	P
인천전용화물터미널	0.8732	0.8761	0.9966	0.8732	P
영창화물터미널	0.8724	0.8901	0.9801	0.8724	P
대구동부화물터미널	0.8736	0.8855	0.9866	0.8736	P
대구서부화물터미널	0.8729	0.9248	0.9439	0.8729	P
서울동부화물터미널	0.9055	0.9457	0.9575	0.9055	P
서울서부트럭터미널	0.9026	1.0000	0.9026	0.9026	S
서울한국화물터미널	0.8383	0.9125	0.9187	0.8383	P
보은화물터미널	0.7079	0.7948	0.8907	0.7079	P
안산물류터미널	0.8734	0.8839	0.9880	0.8734	P
청주화물터미널	0.8729	0.9154	0.9537	0.8729	P
안산화물터미널	0.8750	0.8783	0.9962	0.8750	P
경기한진화물터미널	0.8725	1.0000	0.8725	0.8725	S
대전공용화물터미널	0.8731	0.9065	0.9631	0.8731	P
대전중부대전화물터미널	0.8734	0.9082	0.9617	0.8734	P
광주풍암화물터미널	0.5543	0.5723	0.9686	0.5543	P
광주화물자동차터미널	0.8738	0.8842	0.9883	0.8738	P
강원임동화물터미널	0.8708	0.9826	0.8862	0.8708	S
울산화물터미널	1.0000	1.0000	1.0000	1.1043	C
진주화물터미널	0.8722	0.9100	0.9584	0.8722	P
구미화물터미널	0.8740	0.8874	0.9848	0.8740	P
포항화물터미널	0.8728	0.9458	0.9228	0.8728	S
여천트럭터미널	0.8737	0.9382	0.9312	0.8737	S
여천화물터미널	0.8749	0.9775	0.8950	0.8749	S
익산종합화물터미널	0.8739	0.9049	0.9657	0.8739	P
천안공용화물터미널	0.8832	0.8960	0.9857	0.8832	P
아산공용화물터미널	0.8736	0.9117	0.9582	0.8736	P
평균	0.8614	0.9040	0.9539	0.8652	P

주 : CCR, BCC, SCALE, SUPER는 각각 기술효율성, 순수기술효율성, 규모효율성, 초효율성을 나타내며, 'P'와 'S'는 비효율의 원인이 순수기술효율성과 규모효율성에 있음을 의미한다.

화물자동차터미널을 지역별로 살펴보면, 서울과 울산이 가장 효율적이며, 광주와 충북이 비효율적인 것으로 나타났다. 서울과 울산은 각각 현재 투입물보다 26.3%와 14.0% 증가시켜도 효율성을 유지할 수 있음을 보여주고 있다(<표 9> 참조).

<표 9> 화물자동차터미널의 효율성 분석: 지역별

	CCR	BCC	SCALE	SUPER	비효율
인천	0.8731	0.9672	0.9027	0.8731	S
대구	0.7981	0.8761	0.9110	0.7981	P
서울	1.0000	1.0000	1.0000	1.2629	C
충북	0.4936	0.5037	0.9799	0.4936	P
경기	0.8741	0.9458	0.9242	0.8741	S
대전	0.9549	0.9680	0.9865	0.9549	P
광주	0.7063	0.7337	0.9627	0.7063	P
강원	0.8708	1.0000	0.8708	0.8708	S
울산	1.0000	1.0000	1.0000	1.1395	C
경남	0.8722	1.0000	0.8722	0.8722	S
경북	0.9546	0.9678	0.9863	0.9546	P
전남	0.8742	0.9025	0.9686	0.8742	P
전북	0.8739	1.0000	0.8739	0.8739	S
충남	0.8795	0.9015	0.9756	0.8795	P
평균	0.8590	0.9119	0.9439	0.8877	P

주 : CCR, BCC, SCALE, SUPER는 각각 기술효율성, 순수기술효율성, 규모효율성, 초효율성을 나타내며, 'P'와 'S'는 비효율의 원인이 순수기술효율성과 규모효율성에 있음을 의미한다.

IV. 요약 및 정책적 시사점

본 연구는 물류시설을 공항터미널, 물류단지, 컨테이너터미널, 화물자동차터미널로 나누어 상대적 효율성을 분석하는 것을 목적으로 하였다. DEA분석을 위해 본 논문은 총면적(m²)을 투입물로 화물처리능력(톤)을 산출물로 선정하여 물류시설과 물류장비의 상대적 효율성을 분석하였다.

분석결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 공항터미널의 경우 CCR기준으로 대구국제공항터미널이 가장 효율적이며, 인천국제공항 미군사우편시설이 가장 비효율적인 것으로 나타났다. 공항터미널을 지역별로 살펴보면, 대구, 제주, 서울이 가장 효율적이며, 전남과 충북이 비효율적인 것으로 나타났다. 둘째, 물류단지의 경우 CCR기준으로 군포복합물류터미널이 가장 효율적이며, 인천국제공항 공항물류단지가 가장 비효율적인 것으로 나타났다. 물류단지를 지역별로 살펴보면, 경기와 경북이 가장 효율적이며, 인천과 강원도 비효율적인 것으로 나타났다. 셋째, 항만터미널의 경우 CCR기준으로 한진해운

부산신항터미널이 가장 효율적이며, 대한통운부산컨테이너터미널이 가장 비효율적인 것으로 나타났다. 넷째, 화물자동차터미널의 경우 CCR기준으로 울산화물자동차터미널이 가장 효율적이며, 풍암화물자동차터미널이 가장 비효율적인 것으로 나타났다. 화물자동차터미널을 지역별로 살펴보면, 서울과 울산이 가장 효율적이며, 광주와 충북이 비효율적인 것으로 나타났다.

연구결과를 바탕으로 정책적 시사점을 살펴보면 다음과 같다. 우선, 육상·해운·항공 등 효율적인 차원에서 물류시설 통합 관리·운영활성화 방안을 마련해야 한다. 정부에서는 주도적으로 항만, 공항 등 수출입물류거점의 개발과 정비, 연계교통시설 구축을 담당하고, 추진여부 판단 및 부지확보, 연계교통망 구축, 재정용자 등 지원하는 역할을 담당해야 할 것으로 여겨진다. 또한 효율화와 활성화 관점에서 기존 물류시설의 운영 전략을 재정비함은 물론 기계화와 자동화를 추진하고, 항만·공항·산업단지 등과의 연계 교통망 구축을 지원하며, 배후부지가 부족한 기존 항만 효율화를 위해 복층과 자동화시설 도입을 검토해야 한다.

현재의 물류시설은 규모와 기능에 의해 가장 큰 서비스권을 가지는 국제 거점에서부터 가장 작은 서비스권을 가지는 단말거점까지 그 유형이 다양하게 분포되어 있는 바, 도시 외곽에 입지되어 있거나 계획되어 있는 시설과 도시에 입지되거나 재개발되는 시설과 구분하여 그 운영 방법을 강구하는 것도 좋을 것으로 여겨진다.

연구의 한계점은 첫째, 모형에서 이용된 변수들에 따라 DMU의 상대적 효율성 수치가 달라질 수 있다. 둘째, DEA는 상대적인 효율성 평가모델이므로 DEA에서 효율적인 단위로 평가된 DMU라 하더라도 개선의 여지가 없는 절대적인 효율단위가 아니다. 셋째, DEA는 정점(extreme point)을 이용한 기법이므로 측정오차 문제와 통계적 가설검증이 어렵다는 점이다. 향후 연구에서는 정태적 측면의 연구를 넘어서 DEA/Window나 Malmquist와 같은 동태적 기법을 이용하여 시간의 흐름에 따른 효율성과 생산성의 변화를 파악할 필요가 있다.

참고문헌

- 김천곤·김숙경·하현구, 「물류산업 효율성 분석 및 경쟁력 강화 방안」, 산업연구원, 2010, 1-182.
- 국토해양부, 「국토국가물류기본계획 수정계획(2011-2020)」, 2011.
- 모수원·이광배, “부산항과 광양항의 컨테이너 터미널의 효율성”, 『한국항만경제학회지』, 제26권 제2호, 2010, 139-149.
- 박만희, 「효율성과 생산성 분석」, 한국학술정보(주), 2008.
- 박진희, “친환경·친커뮤니티 개념을 적용한 물류시설 개선방안”, 『동아시아 물류동향』, 부산발전연구원, 제55호, 2010, 104-123.
- 손승태, “국내 은행의 경영효율성 비교연구”, 한국개발연구원, 1992, 64-82.
- 황석원 외 6인, 『R&D 평가모형 및 성과측정 방법론 개발』, 기술보증기금, 2009.
- Banker. R. D., Charnes, A. and Cooper, W. W., “Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis,” *Management Sciences*, Vol.30, 1984, 1078-1092.
- Caves. D., Christensen, L. and Diewert, E., “The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity,” *Econometrica*, Vol.50, 1982, 1393-1414.
- Charnes. A., Cooper. W. W. and Rhodes. E., “Measuring Efficiency of Decision Making Units,” *European Journal of Operational Research*, Vol.1, 1981, 429-444.
- Fare. R. and Lovell, K., “Measuring the Technical Efficiency of Production,” *Journal of Economic Theory*, Vol.19, 1978, 150-162.
- Fare. R. G., Shawna. N. Mary. and Zhongyang, Z., “Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries,” *The American Economic Review*, Vol.84, 1994, 66-83.
- Farrell. M. J., “The Measurement of Productive Efficiency,” *Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General)*. Vol.120, 1957, 253-290.

국문요약

DEA기법을 이용한 한국 물류시설의 효율성 분석

이광배 · 최용석

본 연구는 DEA기법을 이용하여 물류시설을 공항터미널, 물류단지, 컨테이너터미널, 화물자동차터미널로 나누어 상대적 효율성을 분석하고 물류시설의 개발 및 운영 활성화를 위한 정책적 방안을 제시하는 것을 목적으로 하였다. 분석결과 첫째, 공항터미널의 경우 CCR기준으로 대구국제공항터미널이 가장 효율적이며, 인천국제공항 미군사우편시설이 가장 비효율적인 것으로 나타났다. 인천, 충북, 대전, 부산은 규모의 비효율이 크며, 전남은 운영상의 비효율이 큼을 나타내고 있다. 둘째, 물류단지의 경우 CCR기준으로 군포 복합물류터미널이 가장 효율적이며, 인천국제공항 공항물류단지가 가장 비효율적인 것으로 나타났다. 경기와 경북은 각각 현재 투입물보다 3.5%와 44.3% 증가시켜도 효율성을 유지할 수 있음을 보여주고 있다. 셋째, 항만터미널의 경우 CCR기준으로 한진해운부산신항터미널이 가장 효율적이며, 대한통운부산컨테이너터미널이 가장 비효율적인 것으로 나타났다. 넷째, 화물자동차터미널의 경우 CCR기준으로 울산화물자동차터미널이 가장 효율적이며, 풍암화물자동차터미널이 가장 비효율적인 것으로 나타났다. 서울과 울산은 각각 현재 투입물보다 26.3%와 14.0% 증가시켜도 효율성을 유지할 수 있음을 보여주고 있다. 결론적으로 물류단지의 효율성이 가장 낮고 화물자동차터미널의 효율성이 가장 큼을 알 수 있으며, 규모의 비효율성보다는 운영상의 비효율성이 더 크게 나타났다.

핵심 주제어 : 초효율성, 규모효율성, 지역 물류시설