

글로벌선사의 운영성과 향상을 위한 항로의 효율성 분석

신창훈* · 최민승** · 송재영**

*한국해양대학교 물류시스템공학과 교수, **한국해양대학교 물류시스템공학과 대학원

A Study on the Efficiency Analysis of Global Line Service

Chang-Hoon Shin* · Min-Seung Choi** · Jae-Young Song**

* Department of Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

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

요 약 : 최근 컨테이너물동량 증가로 인하여 선사들간의 경쟁이 심화되고 있다. 따라서 운항선사들은 노선에 투입되는 자사 선박들에 대해서 운항효율성을 분석하고 대응방안을 강구할 필요성이 대두되고 있다. 이러한 배경에서 출발한 본 연구는 선사 입장에서의 내부적 운항효율성을 분석하고 도출된 결과를 바탕으로 효율성을 향상시킬 수 있는 방안을 제시하고자 한다. 효율성분석을 하기 위해서 본 연구에서는, 운항선사의 실제 운항자료를 바탕으로 항차를 의사결정단위로 하여 비교적 객관적이고 상대적인 효율성을 파악할 수 있는 DEA모형을 이용하여 분석을 수행하였다. 그리고 효율성 분석결과를 바탕으로 운항선사의 운영측면에서 전체적인 효율성을 높이는 방안을 모색해 보고자 하였다.

핵심용어 : 글로벌선사, 항로(노선), DEA모형, 의사결정단위, 효율성

Abstract : This paper presents an approach to the measurement of efficiency which is trunk route of global liners. Data envelopment analysis(DEA), as it is called, 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(line services). This paper investigates the efficiency employing DEA Model of line services classified into routes(ex. America-asia line, Europe-asia line, Pendulum line etc). Results of this paper, suggests to some plans for improving the performance in the side of operating global liners.

Key words : Global liner, Route, DEA, Dmu, Efficiency analysis

1. 서 론

최근 경제지역의 블록화, 경제규모의 지속적인 확대, 자유무역의 활성화 증대 등으로 국가간 교역량이 증가하고 있다. 이에 따라 국제무역의 주요 수단인 해상화물운송시장의 성장이 두드러지고 있으며, 해상운송화물의 중심을 이루고 있는 컨테이너 물동량 또한 꾸준히 증가하고 있다.

이로 인하여 각국의 주요 항만 및 터미널은 개발 및 확장을 서두르고 있으며, 운항선사들은 물량확보를 위한 영업과 동시에 운항선박의 대형화에 관심을 기울이고 있다.

실제로 2002년까지 각 선사들의 주력선대는 5500TEU급이었지만, 2006년을 기점으로 8000TEU급이 주력선대가 될 것으로 예상된다. 선사들이 선박의 대형화를 추구하는 이유는 규모의 경제를 추구하기 위함인데, 이는 운송물량에 있어서 단위당 비용을 절감하여 수익성을 제고할 수 있기 때문이다.

이와 같이, 컨테이너 물동량 증가는 선사들이 대형화되고 선진화된 컨테이너선을 확보하기 위한 과열 경쟁을 유발하였고, 이는 세계 정기선 해운시장의 선복량 증가율이 컨테이너

물동량 증가율을 크게 상회하는 결과를 초래하였다.

결국 개별 선사들은 투자에 대한 회수율에 대하여 제고할 필요가 있다. 즉, 운항선사들은 항로(노선)에 투입되는 자사선박들에 대한 운항효율성을 분석하고 그 결과에 따라서 대응방안을 강구해야 할 필요성이 대두된다.

이러한 배경에서 출발한 본 연구는 선사 입장에서의 내부적 운항 효율성에 대해서 분석하고 도출된 결과를 바탕으로 효율성을 향상시킬 수 있는 방안을 제시하고자 한다. 효율성 분석을 하기 위해서 본 연구에서는, 운항선사의 실제 운항자료를 바탕으로 항차를 기본 의사결정단위(DMU : Decision Making Unit, 이하 DMU)로 하여 비교적 객관적이고 상대적인 효율성을 파악할 수 있는 DEA(Data Envelopment Analysis, 자료포괄분석)모형을 이용하여 분석을 수행하고자 한다. 즉, 개별 DMU들을 노선별로 그룹화하여 효율성을 측정하고, 각 그룹내에서 측정된 효율성 값을 바탕으로 효율적인 DMU와 비효율적인 DMU를 구분한 후 비효율적인 DMU에 대해서는 비효율성의 원인을 분석하고자 한다. 이와 같은 과정을 통해서 결과적으로 전체적인 효율성을 높이는 방안을 모색해 보고자 한다.

* 대표저자 : 신창훈(정회원), chshin@hhu.ac.kr 051) 410-4333

** 최민승(정회원), cms25@bada.hhu.ac.kr 051) 410-4930

** 송재영(정회원), eversky@hhu.ac.kr 051) 410-4930

2. 이론적 고찰

선사 입장에서의 내부적 운항 효율성을 분석한 기존 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구의 주요 목적인 항로의 효율성 분석을 하는데 필요한 변수들을 선정하기 위하여 항로와 가장 직접적 관련이 있는 항만선택 관련 연구들과 선박운항과 관련된 비용분석에 관한 연구들에 대해서 살펴보고자 한다.

2.1 항만선택 관련 연구

항만선택 관련 연구들의 주제는 매우 다양하지만 결국엔 선사가 항만을 기항하고자 할 때 어떠한 기준으로 선택하는지에 대한 문제로 귀결된다. 대표적으로 Murphy(1989)는 세계 각국의 항만, 선사, 포워드, 화주 등에 대한 조사에서 항만선택 요인을 저비용, 항만운영 및 작업시간, 컨테이너처리 효율성, 화물량, 지리적 이점, 인프라, 내륙운송비, 항만안전, 배후지규모, 항만설비, 연계수송 네트워크 등을 꼽았다. 그 외 연구는 다음 Table 1과 같다.

Table 1 Literature review of port selection

연구자	주요 선택 요인	분석 대상
Pearson (1980)	스케줄의 신뢰성, 선박의 기항빈도, 항만접근성, 항로의 다양성	영국(화주)
Willingale (1981)	항만요금, 터미널운영, 항해거리, 항만규모, 지역 내 시장규모, 배후지 접근성, 항만접근성, 항만시설, 선석가용성, 항만당국의 반응, 기존항로 패턴, 항만이용자 합의, 항만소유권, 개인적 접근도	유럽지역 (선사)
Brook (1984, 1985)	항만관련비용, 처리시간, 선박의 기항빈도, 선사직기항, 항만인지도 및 평판	캐나다 (수출업자)
Slack (1985)	항만비용, 항만채선, 항만근접도, 선석기항빈도, 내륙수송운임, 복합연계운송, 항만장비시설, 통관, 항만안전도, 항만규모	미국, 캐나다 (화주, 포워드)
Suthiwartn-arnepit (1988)	항만관련 비용, 스케줄 신뢰성 및 처리시간, 선박의 기항빈도, 직기항, 화물의 손상손해 경험	대만 (해운산업)
Murphy의 (1989)	저비용, 항만운영 및 작업시간, 컨테이너처리 효율성, 화물량, 지리적 이점, 인프라, 내륙운송비, 항만안전, 배후지규모, 항만설비, 연계수송 네트워크	세계각국 (항만, 선사, 포워드, 화주)
Murphy의 (1992)	화물처리비용, 대형선입항가능성, 직기인도처리, 장비의 보유, 클라이언처리, 손상손해의 빈도, 특수수요이행성, 선적정보제공, 대량 및 비규격화물의 하역능력	세계각국 (항만당국, 선사)

2.2 운항비용분석 관련 연구

박태원(2001)은 한·중 정기선항로의 원가분석에 관한 연구에서, 풀컨테이너선의 원가분석에 관한 항목을 크게 고정비와 변동비로 구분하여 분석하였다. 고정비에 관련된 비용항목은 용선료(선비, 선원비, 감가상각비 등), 항비, 연료비, 일반관리비 등으로 구분하였다. 변동비에 관련된 비용항목은 화물비, 장비비, 대리점 수수료 등으로 구분하였는데, 화물비는 컨테이너 하역비, CY Handling Charge 등을 포함하며, 장비비는 컨테이너 구매비용, 임차료, 수리비, 보험료 등이 포함된다.

Baird(2001)는 허브항만과 멀티항만의 경제적 비교 평가에 관한 연구에서, 선박의 운항과 관련된 비용항목들을 구체적으로 제시하여 총비용을 산출하였다. 총 비용과 관련되는 비용항목은 크게 자본비, 운영비, 유류비, 항만비로 구성되는데, 자

본비는 선박건조비의 10년 상환율을 적용하여 연간자본비를 건조비의 10%를 적용하여 산정하였다. 운영비에는 선원비, 관리비, 보험료, 유지보수비가 포함되고, 유류비는 연료비와 운할유비가 포함되었다. 항만비는 아시아와 유럽항만의 평균비용을 이용하여 산정하였다.

위의 연구들을 비교해 보았을 때, 공통적으로 중요한 비용항목은 자본비와 유류비, 항비, 선원비로 나타났다. 따라서, 본 연구에서는 운항경로와 관련된 각 항만의 비용들과 함께, Baird(2001)의 연구에서 제시된 비용들 중에서 선박규모별로 구분하여 산정한 자본비, 유류비, 선원비에 대한 값들을 인용하여 분석에 활용하였다.

2.3 효율성과 DEA모형

효율성의 개념은 일반적으로 시스템의 투입과 산출에 대한 분석을 다루는 것이라 할 수 있다. 즉, 효율성은 투입물(Input)에 대한 산출물(Output)의 비율을 나타내는 개념이다. 최대의 효율성을 획득하기 위해서는 두 가지 측면으로 생각할 수 있는데, 즉, 고정된 자원 내에서 최대의 결과를 얻는다는 측면과 일정한 결과를 얻기 위하여 가능한 한 최소한의 자원을 사용한다는 측면으로 생각할 수 있다.

Charnes, Cooper, Rhodes(1978)가 제시한 DEA모형은 다수의 산출요소와 투입 요소간의 관계를 객관적인 방법으로 동시에 고려하여 그 효율성 값을 도출하는 방법으로서, 기존의 생산성 측정방법이 가지고 있는 문제점들을 극복한 비모수적 방법이다. 또한, 평가 대상인 DMU들의 효율성 값을 측정하는 과정에서 각각의 산출물 또는 투입요소에 대해 미리 결정된 가중치를 필요로 하지 않을 뿐만 아니라, 비효율성이 어느 부분에서 얼마 정도가 발생하는지에 대한 정보를 제공해 주는 상대적인 평가 방법이다.

Charnes, Cooper, Rhodes(1978)은 각각의 DMU가 서로 다른 가중치를 가질 수 있도록 하기 위하여 DEA-CCR모형을 개발하였다. 이 모형을 선형계획모형의 형태로 나타내면 다음 식 1과 같다.

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } h_0 = \sum_{r=1}^t u_r y_{rj_0} \\
 & \text{subject to} \\
 & \sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0} = 1 \\
 & \sum_{r=1}^t u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, j=1, \dots, n, \\
 & -u_r \leq -\epsilon, r=1, \dots, t, \\
 & -v_i \leq -\epsilon, i=1, \dots, m.
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

u_r : 산출요소 r에 주어진 가중치

y_{rj} : 평가대상 j의 산출요소 r의 양

v_i : 투입요소 i에 주어진 가중치

x_{ij} : 평가대상 j의 투입요소 i의 양

해운산업은 많은 요소들이 복잡하게 얽혀있기 때문에 운항과 관련된 변수 즉, 투입물과 산출물의 종류 및 특성은 매우 다양하다. 이와 같은 관계를 규명하여 효율성을 측정함으로써 총체적인 운영성과에 대한 시사점을 제시하기 위해서는, 분석대상을 효율적인 DMU와 비효율적인 DMU로 구분하고 비효율적인 DMU들이 효율적인 DMU들에 비해 얼마나 비효율적인지에 대한 구체적인 정보와 효율적으로 되기 위한 방안을 제시하여 줄 수 있는 DEA 방법론을 통해 분석하는 것이 타당하다고 판단되며, 따라서 본 연구에서는 이를 이용하여 결과를 도출하였다.

3. 실증 분석

항로의 효율성 분석에 사용된 데이터에 대해서 간략히 소개하고, 분석에 직접적으로 사용된 변수들에 대해서 설명하였다. 그 후에 분석대상을 노선별로 그룹화하여 효율성 분석을 수행하였다.

3.1 변수 선정

본 연구의 분석에 사용된 데이터는 세계 20대 선사사의 순위권 안에 있는 한 대형선사(A社)의 내부 자료로써, 2003년도의 실제 운항관련 자료이다. A社는 현재 세계 주요 항만에 10여개 이상의 자가 터미널을 보유하고 있으며, 미주항로, 구주항로, 아시아역내항로 등을 포괄하는 총 50여개 노선에 취항하고 있다.

본 연구에서는 A社가 취항하는 노선 중에서 얼라이언스가 아닌 자사선박을 이용하여 취항하면서 주 기간항로에 해당되는 9개 노선을 선택하여 분석에 활용하였다. 1년을 기준으로 하였을 때, 하나의 노선에는 다수의 선박이 포함되어 있고, 하나의 선박에는 다수의 항차가 포함되어 있다. 그리고 각 항차마다 기항하는 항만수도 각기 조금씩 다르다. 또한, 선박규모는 1000TEU급부터 5000TEU급까지 총 5그룹으로 구분이 된다.

본 분석에 사용된 데이터의 구성에 대해 간략히 살펴보면 다음 Table 2와 같다.

Table 2 Description of using data

노선수	선박수	항차수	기항 항만수
9	65	339	38

전 세계를 포괄하는 노선은 운항경로상 크게 네 가지로 구분할 수 있는데, 즉, 아시아와 북미간 항로인 미주항로, 아시아와 유럽의 항로인 구주항로, 아시아와 북미 및 유럽을 모두 포괄하는 펜덜럼서비스, 아시아 역내에서만 운항하는 아시아역내항로로 구분된다.

앞서 언급한 바와 같이, 본 분석에 사용된 데이터는 총 9개의 노선으로 이루어져 있는데, 이를 위의 네 가지 형태의 노선으로 구분하면 미주노선 4개 항로, 구주노선 3개 항로, 펜덜럼서비스 1개 항로, 아시아역내노선 1개 항로가 된다. 따라서 본

연구에서는 분석결과에 대해서 네 가지 노선을 기준으로 설명할 것이다.

DEA모형을 이용한 효율성 분석은 앞서 언급하였듯이 다수의 투입물과 다수의 산출물의 관계에서 비롯된다. 즉, 효율성을 측정하기 위한 변수들이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 항로의 효율성을 분석하기 위하여 그 필요성이 적합하다고 판단되는 투입(Input)변수와, 산출(Output)변수를 선정하였다. 산출변수로는 수송량과 수송거리를 선정하였고, 투입변수로는 항만간 운항시간, 항만내 대기시간, 항만내 작업시간, 항만비용, 선박의 자본비용, 선원수, 연료사용량을 포함하는 총 7개의 변수를 선정하였다. 변수선정은 앞서 선행연구에서 고찰한 결과를 바탕으로, 실제 데이터 상황과 이론적 고찰에서 도출한 요인들을 모두 고려하여 선정하였다.

Table 3 The variable of input and output

Input 변수	Output 변수
x_1 : 항만간 운항시간(hour)	y_1 : 총 수송량(TEU) y_2 : 총 수송거리(mile)
x_2 : 항만내 대기시간(hour)	
x_3 : 항만내 작업시간(hour)	
x_4 : 항만비용(US dollar/day)	
x_5 : 자본비용(US dollar/day)	
x_6 : 선원수(명/day)	
x_7 : 연료사용량(ton/day)	

변수선정 과정에서, 수송량과 수송거리, 운항시간, 대기시간, 작업시간, 항만비용은 실제 데이터를 이용하였으나, 자본비용 및 연료사용량, 선원수는 정확한 자료획득의 곤란으로 기존 연구(Baird, 2001)에서 산정해 놓은 결과치를 본 분석에 사용된 데이터에 맞게 변환하여 분석에 활용하였다.

3.2 효율성 분석

본 연구에서는 항차를 기본으로 한 의사결정단위(DMU)들을 노선별로 그룹화하여 효율성을 분석하였다.

효율성 분석은 9개의 노선으로 구분되는 데이터를 기반으로, 기항 항만수를 기준으로 21개 그룹으로 세분화하여 효율성을 분석하였고, 다음으로 미주노선, 구주노선, 펜덜럼서비스, 아시아역내노선으로 구분하여 효율성을 분석하였다.

먼저, 9개로 구성되어 있는 노선을 기항하는 항만수를 기준으로 21개 그룹으로 세분화하여 효율성을 분석하였다. 이는 각각의 노선에 포함되는 DMU들이 각 노선마다 기항하는 항만수를 기준으로 했을 때 일반적인 패턴을 보이는 DMU들과 그 패턴을 벗어나는 DMU들로 구분이 되는 것을 볼 수 있었기 때문이다. 즉, 그 노선에서 기항하는 항만수를 기준으로 DMU들을 분류하였을 때, 가장 많은 항만을 기항하면서 수적으로도 우세한 집단(I그룹)과 그렇지 않은 집단으로 구분할 수 있었다. 또한, 그렇지 않은 집단 중에서도 패턴을 약간 벗어나는 DMU들(II그룹)과 패턴을 완전히 벗어나는 DMU들(III 그룹)로 구분이 되는 것을 볼 수 있었다.

글로벌선사의 운영성과 향상을 위한 항로의 효율성 분석

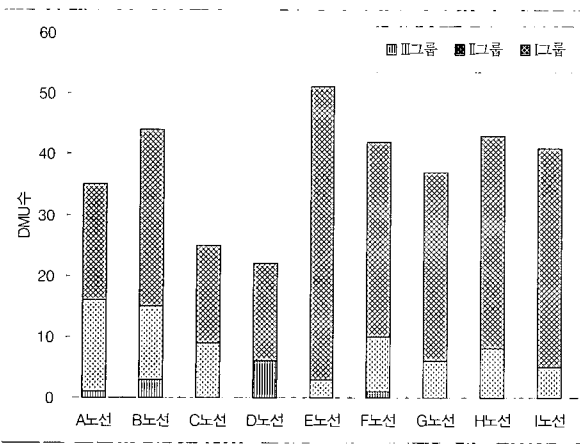


Fig. 1 Description of grouping

이러한 배경에서 21개 그룹간 효율성을 분석하였고, 효율성 분석에 사용된 변수들의 현황은 다음 Table 4와 같다. 각 DMU들이 포함하고 있는 변수값은 각 그룹내에 있는 개별 DMU들의 변수 값들을 각각 모두 더한 값이다.

Table 4 The using data by 21group

DMU	총 수송량 y1	수송거리 y2	운항시간 x1	대기시간 x2	작업시간 x3	항만비용 x4	자본비용 x5	선원수 x6	연료량 x7
dmuA	429,212	557,660	32,332.5	1,560.1	7,748.4	5,708,387	1,097,639	1,597	12,633
dmuB	276,952	368,782	21,743.0	1,256.2	5,335.7	3,742,296	744,255	1,087	8,563
dmuC	4,778	8,089	437.0	20.3	93.7	67,479	15,408	23	177
dmuD	413,790	673,506	34,129.0	773.4	4,289.5	4,760,378	1,330,156	1,933	15,621
dmuE	152,282	264,775	13,802.4	324.3	1,704.8	1,533,952	537,314	781	6,310
dmuF	15,709	7,532	378.2	21.1	119.0	227,737	17,589	26	207
dmuG	201,543	203,864	11,571.2	397.1	2,141.0	1,951,572	386,766	539	4,412
dmuH	93,885	94,793	5,265.6	222.4	1,047.9	774,066	171,719	259	1,973
dmuI	300,330	380,949	17,841.3	746.0	3,140.6	6,524,466	922,243	1,072	10,325
dmuJ	41,062	69,746	3,434.1	159.0	493.5	972,739	143,879	202	1,670
dmuK	302,717	356,431	24,224.3	1,584.4	5,744.5	2,860,098	467,066	1,210	4,555
dmuL	12,135	17,708	1,484.2	56.3	249.3	119,408	26,525	69	239
dmuM	627,178	705,954	34,498.3	1,485.0	6,985.7	10,164,122	1,866,151	2,119	20,819
dmuN	111,855	156,030	7,868.1	237.7	1,395.9	1,987,721	406,710	469	4,558
dmuO	7,005	3,260	163.7	27.0	61.2	100,451	11,061	12	124
dmuP	977,222	1,073,310	52,123.3	1,251.1	9,022.8	11,973,757	2,308,969	3,077	26,421
dmuQ	161,137	162,634	8,112.2	161.5	1,386.9	1,743,920	367,877	476	4,194
dmuR	530,480	877,688	22,620.9	1,141.2	6,049.2	7,008,585	1,079,671	1,470	12,424
dmuS	104,826	183,259	4,825.4	252.5	1,212.4	1,173,358	206,752	246	2,403
dmuT	662,121	485,517	23,924.9	933.6	5,931.9	5,996,069	1,265,238	1,521	14,263
dmuU	63,087	53,767	2,723.9	40.2	636.8	539,281	134,239	168	1,521

Table 5 The result of efficiency analysis by 21group

효율성 값	DMU	포함 DMU 수	평균기형수	노선
효율성 1	dmuD	29	8	미주노선
	dmuE	12	7	미주노선
	dmuF	3	4	미주노선
	dmuH	9	5	미주노선
	dmuK	47	8	아시아역내노선
	dmuL	3	5	아시아역내노선
	dmuQ	6	11	팬덜럼서비스
	dmuR	35	12	미주노선
	dmuS	8	9	미주노선
	dmuT	36	8	미주노선
0.9이상 1미만	dmuG	16	7	미주노선
	dmuP	31	14	팬덜럼서비스
	dmuI	16	10	구주노선
	dmuJ	6	5	구주노선
	dmuM	32	13	구주노선
0.9미만	dmuN	9	8	구주노선
	dmuC	1	6	구주노선
	dmuA	19	18	구주노선
	dmuB	15	15	구주노선
	dmuO	1	5	구주노선

그룹간 효율성 분석 결과, 대체로 미주노선과 아시아역내노선, 팬덜럼서비스가 높은 효율성을 가지는 것으로 분석되었다. 반면에 구주노선은 상대적으로 효율성이 낮은 것으로 분석되었다.

다음은 총 9개의 노선을 미주노선, 구주노선, 팬덜럼서비스, 아시아역내노선으로 구분하여 효율성을 분석하였다. 본 분석에서는 4가지 특성으로 구분된 노선들을 각각 효율성을 측정하여 각 노선들마다 어느 규모의 선박이 효율적인지 분석하였다.

먼저, 미주노선의 효율성을 분석한 결과, 미주노선은 2000TEU급과, 3000TEU급, 4000TEU급, 5000TEU급의 선박으로 구성되어 있으며, 각 선박들이 비슷한 수로 운항하고 있는 것으로 분석되었다. 또한, 4000TEU와 5000TEU급의 선박이 2000TEU와 3000TEU급의 선박보다 효율성이 높은 것으로 분석되었다. 따라서 미주노선에는 4000TEU급이나 5000TEU급의 비교적 대형선박을 투입하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

Table 6 The result of efficiency analysis on America-Asia line

선박규모	총 DMU수	효율성 1인 DMU수	비율(%)	효율성 평균
2000TEU	24	5	21	0.9045
3000TEU	52	8	15	0.9124
4000TEU	28	6	21	0.9649
5000TEU	34	6	18	0.9370

Table 7 The using data by ship size on America-Asia line

선박규모	총 수송량	항만간 거리	항만간 운항시간	항만내 대기시간	항만내 작업시간	항만비용	자본비용	선원수	연료량
2000TEU	11,214	12,339	699	23	124	100,000	20,677	31	237
3000TEU	13,224	20,074	943	26	139	145,717	37,631	55	442
4000TEU	15,566	24,870	641	33	176	196,902	30,974	42	356
5000TEU	18,478	13,503	657	28	164	169,343	36,043	42	404

주 : 수치는 각 선박규모별 DMU들의 평균치임

Table 8 Average of efficiency by ship size on America-Asia line

효율성	선박 규모	총 수송량	수송 거리	운행 시간	대기 시간	작업 시간	항만 비용	자본 비용	선원 수	연료 량	효율성 평균	기형치 평균	DMU 수	백분율
0.9이상 1미만	2000	9,853	14,185	592	20	109	74,334	18,272	28	209	1.0000	5.8	5	21%
	3000	11,046	16,522	682	13	116	117,591	27,546	40	323	1.0000	6.9	8	15%
	4000	16,139	24,861	634	28	166	183,144	30,150	41	346	1.0000	10.7	6	21%
	5000	17,593	13,476	653	12	138	142,552	31,654	40	388	1.0000	7.3	6	18%
	2000	12,015	11,691	690	21	120	101,294	20,493	31	235	0.9465	6.6	5	21%
0.8이상 0.9미만	3000	14,389	21,555	840	29	145	154,184	37,897	55	444	0.9560	8.2	21	40%
	4000	15,440	24,817	635	34	179	200,233	30,908	42	355	0.9618	11.6	20	71%
	5000	19,025	13,487	664	32	167	172,082	36,471	43	408	0.9418	8.5	21	62%
	2000	11,462	11,916	699	26	131	109,549	21,654	39	248	0.8904	6.9	13	54%
	3000	13,330	20,616	1,059	28	143	138,854	41,718	61	490	0.8867	7.5	19	37%
0.8미만	4000	15,154	25,420	720	38	177	195,858	34,083	46	391	0.9308	11.5	21	7%
	5000	17,648	13,576	642	29	168	181,352	35,948	41	403	0.8646	8.4	7	21%
	2000	10,800	11,848	672	19	135	109,209	20,904	32	239	0.7830	7.0	1	4%
	3000	10,956	17,874	935	28	135	142,621	37,286	54	438	0.7541	7.0	4	8%

* 각 선박규모별 백분율(비중)

구주노선은 미주노선과 마찬가지로 2000TEU급, 3000TEU급, 4000TEU급, 5000TEU급의 선박이 운항되고 있는 것으로 나타났다. 구주노선의 효율성 분석 결과, 5000TEU급 선박이 50% 이상을 차지하고 있는데, Table 9에서 보는 바와 같이, 2000TEU급과 3000TEU급의 선박들의 효율성과 비슷하게 나타나고 있다. 따라서, 5000TEU급 선박은 상대적으로 대형선박들의 효율성이 높은 미주노선에 투입시키고, 2000TEU급과

3000TEU급 선박으로 구주노선에 취항하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

Table 9 The result of efficiency analysis on Europe-Asia line

선박규모	총 DMU수	효율성 1인 DMU수	비율(%)	효율성 평균
2000TEU	18	6	33	0.9533
3000TEU	20	6	30	0.9661
4000TEU	3	3	100	1.0000
5000TEU	58	13	22	0.9606

Table 10 Average of efficiency by ship size on Europe-Asia line

	선박 규모	총 수송량	수송 거리	운항 시간	대기 시간	작업 시간	항만 비용	자본 비용	선원수	연료량	효율성 평균	기항지 평균	DMU 수	백분율 *
효율성 1	2000	21,845	24,344	1,644	73	392	233,776	53,254	81	609	1.0000	16.8	6	33%
	3000	15,186	19,302	1,075	56	250	239,941	49,018	57	465	1.0000	19.8	6	30%
	4000	7,698	12,101	591	23	85	126,813	25,140	34	289	1.0000	4.7	3	100%
	5000	18,977	21,948	1,624	78	193	367,159	53,489	62	599	1.0000	16.3	13	22%
0.9이상 1미만	2000	17,702	21,499	1,445	84	318	256,428	46,672	71	534	0.9475	15.6	9	50%
	3000	21,614	27,385	1,265	73	403	285,567	56,682	79	655	0.9516	16.9	14	70%
	5000	18,657	21,569	1,651	44	204	383,537	55,850	64	636	0.9547	11.6	42	72%
	2000	17,557	25,897	1,534	127	359	257,082	50,950	77	583	0.8775	16.3	3	17%
0.9미만	5000	13,776	18,337	972	76	196	348,883	51,685	70	579	0.8730	10.3	3	6%

* 각 선박규모별 백분율(비중)

펜덜럼서비스는 효율성 분석 결과, 3000TEU급과 4000TEU급, 5000TEU급이 운항되고 있는 것으로 나타났다. 이 중에서 4000TEU급의 선박이 가장 많이 운항되고 있는 것으로 나타났으며, 전체적으로 모든 선박들의 효율성이 높은 것으로 분석되었다. Table 12에서 알 수 있는 바와 같이, 펜덜럼서비스는 미주지역과 아시아지역, 구주지역을 모두 포괄하고 있기 때문에 다른 노선에 비해서 수송거리가 길고 수송량 또한 많다. 따라서 안정적인 운항과 물량을 고려한다면 대형선박의 취항이 필요할 것으로 판단되며, 동시에 기항지 수가 많기 때문에 효율성을 위해서는 스케줄의 정확성 확보가 중요하다고 생각된다.

Table 11 The result of efficiency analysis on Pendulum-service line

선박규모	총 DMU수	효율성 1인 DMU수	비율(%)	효율성 평균
3000TEU	5	3	60	0.9965
4000TEU	31	16	52	0.9942
5000TEU	1	1	100	1.0000

Table 12 Average of efficiency by ship size on Pendulum-service line

	선박 규모	총 수송량	수송 거리	운항 시간	대기 시간	작업 시간	항만 비용	자본 비용	선원수	연료량	효율성 평균	기항지 평균	DMU 수	백분율 *
효율성 1	3000	28,870	33,737	1,694	31	259	363,930	69,188	99	809	1.0000	14.3	3	60%
	4000	32,227	35,477	1,697	39	288	341,251	72,465	95	831	1.0000	14.3	16	52%
	5000	25,285	29,154	1,457	24	216	331,241	73,500	84	825	1.0000	10.0	1	100%
0.9이상 1미만	3000	22,047	26,232	1,733	26	222	311,446	53,671	78	639	0.9913	11.5	2	40%
	4000	31,116	34,499	1,688	37	291	351,067	75,487	99	861	0.9881	14.5	15	48%

* 각 선박규모별 백분율(비중)

아시아역내노선은 전부 1000TEU급 선박이 운항하고 있는 것으로 나타났다. 효율성은 0.9 이상인 DMU들이 90%를 차

지함으로써 대체로 효율적으로 운항하고 있는 것으로 분석되었다.

Table 13 The result of efficiency analysis on Intra-Asia line

효율성 값	DMU 수	비중	선박규모	효율성 평균	기항지 평균
1	16	32%	1000TEU	1.0000	7.6
0.9이상 1미만	29	58%		0.9707	7.9
0.9미만	5	10%		0.8369	7.4

4. 결론

본 연구는 최근 급성장하고 있는 해운물류산업에 대해서 얼마나 효율적으로 운영이 되고 있는지 또한 개선할 여지는 없는지에 대한 생각에서 출발한다. 이에 본 연구에서는 해운물류산업의 중추적 역할을 담당하고 있는 운항선사의 입장에서 현재의 운영상의 성과를 진단해보고, 이를 더욱 향상시키기 위한 방안을 찾기 위하여 현재 취항하고 있는 노선들에 대한 효율성을 분석하였다.

효율성 분석 결과, 21개 그룹간 분석에서는 네 가지 노선 중에서 구주노선이 상대적으로 비효율적으로 운항되고 있는 것으로 분석되었다. 이는 구주노선이 타 노선들에 비해 기항지 수가 많은 반면 수송량은 별 차이가 나지 않기 때문인 것으로 판단된다.

노선별 분석에서는 미주노선은 2000TEU급과 3000TEU급의 중·소형 선박보다 4000TEU급과 5000TEU급의 대형선박들의 운항효율성이 더 높은 것으로 분석되었다. 따라서, 비교적 기항지 수가 적고 물량 또한 많은 미주노선에는 대형선박을 투입하는 것이 바람직하다고 판단된다.

종합적으로 본 연구의 결과는 운항선사들에게 다음과 같은 주요한 시사점을 제공한다. 첫째, 현재 운영상의 성과를 측정하여 개선하기 위해서는 먼저 투입과 산출의 관계를 고려한 효율성을 분석하는 것이 필요하다. 둘째, 미주노선에는 상대적으로 대형선박의 투입이 필요하며, 신규선박의 투입이 어렵다면 구주노선과 펜덜럼서비스에서 운항하고 있는 대형선박을 미주노선으로 전환하고, 미주노선에서 운항하고 있는 중·소형 선박들을 이들 노선에 투입시킬 필요가 있다.

이 외에도 전체적인 효율성을 향상시키기 위해서는 비효율적인 항만을 찾아내고 이를 노선에서 제외 또는 변경시키거나 기항횟수를 감소시키는 방안과, 항만에 대한 협상력을 강화하거나 자가터미널을 설치하여 항만의 생산성을 높이고 항만비용을 낮추도록 유도하는 방안 등의 다양한 전략이 필요하다.

본 연구는 기존에 연구되지 않았던 항로에 대한 분석(항로별 특성, 항로별 효율성 등)을 수행하였다는 것과 운항선사의 의사결정에 있어 경영정보를 제공할 수 있는 방안으로 DEA 모형을 이용하여 접근하였다는 점이 기존 연구들과 차별성을 가진다.

그러나 본 연구는 효율성을 분석함에 있어 다음과 같은 한계점을 지닌다.

첫째, 분석에 사용된 변수들 중에서 자본비용, 선원수, 연료량은 실제 데이터 확보에 대한 어려움으로 인해 선행연구에서 분석해 놓은 자료를 그대로 인용하였기 때문에 좀 더 현실적인 결과를 도출하기에는 다소 미흡한 점이 있었다.

둘째, 본 연구에서 사용된 데이터는 특정 한 개 선사의 단일 연도의 자료이므로 좀 더 면밀한 분석을 위해서는 가능한 한 다수 선사의 다년도 자료를 이용하여 분석을 수행할 필요가 있다.

따라서, 향후에는 이러한 한계점을 극복하여 좀 더 현실적인 결론을 도출하기 위한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 박태원(2001), “한·중 정기선항로의 원가분석”, 『월간 해양수산』, 통권 제205호, pp.45-56.
- [2] Alfred. J. Baird(2001), “A New Economic Evaluation of the Hubport versus Multiport Strategy”, IAME Annual Conference 2001.
- [3] Brooks, M.R(1984), “An alternative theoretical approach to the evaluation of liner shipping-Part I : situational factors”, Maritime Policy and Management, Vol.11, No.1, pp.35-43.
- [4] Brooks, M.R(1985), “An alternative theoretical approach to the evaluation of liner shipping-Part II : choice criteria”, Maritime Policy and Management, Vol.12, No.2, pp.145-155.
- [5] Charnes, A., W. W. Cooper, and E. Rodes(1978), “Measuring the efficiency of decision making units”, European Journal of Operational Research, 2, pp.429-444.
- [6] Murphy, P.R., Dalenberg, D.R., and Daley, J.M.(1989), “Assessing International Port Operations”, International Journal of Physical Distribution and Materials Management, Vol.19, No.9, pp.3-10.
- [7] Murphy, P.R., Daley, J.M, and Dalenberg, D.R(1992), “Port Selection Criteria : An Application of a Transportation Research Framework”, Logistics & Transportation Review, Vol.28, No.3, pp.237-255.
- [8] Pearson, R.(1980), “Containerline Performance and Service Quality”, Maritime Transport Centre, University of Liverpool, Liverpool.
- [9] Slack, B.(1985), “Containerization Inter-port Competition and Port Selection”, Maritime Policy and Management, Vol.12, No.4, pp.293-303.
- [10] Suthiwartnarueput, K.(1988), “the exploration of sea transport efficiency : with a concentration on the case of Thailand”, Ph.D. Dissertation, Department of Maritime Studies and International Transport University of Wales College of Cardiff, UK.
- [11] Willingale, M. C.(1981), “The Port Routing Behavior of Short Sea Ship Operator Theory and Practices”, Maritime Policy and Management.

원고접수일 : 2005년 6월 9일

원고채택일 : 2005년 8월 22일