

# DEA와 Malmquist 지수를 활용한 외항해운기업의 효율성 및 생산성 분석

A DEA and Malmquist Index Approach to Measuring Productivity and  
Efficiency of Korean's Shipping Firms

황경연(Kyung-Yun, Hwang)

충남대학교 BK교수(제1저자)

성봉석(Bong-Suk, Sung)

우송대학교 국제경영학부 교수(교신저자)

송우용(Woo-Yong, Song)

한밭대학교 경영회계학과 교수(공동저자)

## 목 차

- |                          |          |
|--------------------------|----------|
| I. 서 론                   | V. 결 론   |
| II. 문헌연구                 | 참고문헌     |
| III. 변수선정 및 자료수집         | Abstract |
| IV. 외항해운기업의 효율성 및 생산성 분석 |          |

## 국문초록

본 논문은 DEA와 Malmquist 지수를 활용하여 우리나라 외항해운기업의 효율성 및 생산성을 평가하였다. 외항 화물 운송업에 속한 기업 가운데 2006년도 매출액순위 31위 가운데 2006년부터 2010년까지 자료수집이 가능한 상위 25개 기업을 대상으로 DEA를 활용하여 각 연도별 외항해운기업의 효율성을 평가하고, Malmquist 지수를 통해 각 연도별 생산성변화를 추정하고, 생산변화의 원인을 분석하였다. 특히, 2006년부터 2010년까지 한국거래소 상장외항해운기업과 비상장외항해운기업의 생산성변화와 생산성변화의 원인을 분석하였다. CCR모형과 BCC모형에 의한 정태적 효율성 분석 결과, 대체로 상장외항해운기업이 비상장외항해운기업보다 효율성이 높게 나타났다. Malmquist 지수에 의한 생산성변화의 측정 결과, 2006년~2010년간 6개 상장외항해운기업의 평균생산성변화는 1.005로 매년 0.5%씩 생산성이 상승하는 것으로 나타났고, 19개 비상장외항해운기업의 평균생산성변화는 1.162로 매년 16.2%씩 생산성이 상승하는 것으로 나타났다.

주제어 : DEA, Malmquist 지수, 외항해운회사, 효율성, 생산성

## I. 서론

우리나라 수출입화물의 99.7%는 해상운송을 통해 수송되기 때문에 우리나라 해운산업은 그 어느 산업보다도 중요성이 크다. 즉, 우리나라 경제는 대외 개방적인 경제체제로 빈약한 원자재의 수입이 필수적이고, 생산된 제품의 수출이 이루어져야 경제가 활성화되기 때문에 해운산업은 경제발전의 큰 축을 담당하고 있다. 해운산업에서 핵심주체인 우리나라 국적외항 해운기업들이 오늘날과 같이 세계경제가 침체된 어려운 환경 속에서 지속적으로 성장하고 경쟁력을 유지하기 위해서는 효율성의 극대화를 통한 원가절감으로 생산성을 높이는 것이 필요하다.

이러한 문제인식에 기반하여 기존 연구(김종기와 강다연, 2008; 정봉수, 2009; 김명제, 2011; 황경연과 구종순, 2011)에서는 DEA(Data Envelopment Analysis)을 활용한 해운기업의 정태적 효율성 분석을 통해 특정연도의 해운기업의 상대적 효율성을 측정하여 제시하였으며, 이는 해운기업들간 상호 벤치마킹을 위한 기초 자료로 제공되었다. 하지만 이들 연구에서 활용된 DEA 기법은 단순히 특정연도의 해운기업의 상대적 효율성을 측정할 수 있을 뿐 해운기업의 효율성 변화 추세를 분석하지 못한다는 한계를 갖고 있다. 반면, 이형석과 김기석(2006), Leem(2010), 방희석과 강효원(2011) 등의 연구에서는 기존 DEA 기법을 활용한 정태적 효율성 분석의 한계를 극복하기 위하여 DEA/Window를 활용하였으며, 이를 통해 해운기업의 정태적 효율성뿐만 아니라 효율성의 추세를 분석하였다. 하지만 이들 연구에서 활용한 기법은 해운기업들의 연도별 효율성 변화의 원인을 분석하지 못하는 한계가 있다. 즉, DEA/Window를 활용한 동태적 효율성 분석은 효율성의 변화 추세를 분석할 수 있지만 효율성 변화의 원인을 분석하지 못한다. 이처럼 우리나라 국적외항해운기업을 대상으로 효율성 변화 추세뿐만 아니라 효율성 변화원인을 분석한 연구는 미흡하다.

DEA와 Malmquist 지수는 효율성 변화 추세뿐만 아니라 생산성 분석을 통해 효율성 변화의 원인을 분석할 수 있는 기법이다. 따라서 본 연구에서는 국적외항해운기업을 대상으로 DEA와 Malmquist 지수를 활용하여 2006년부터 2010년까지 효율성을 측정하고, 생산성 변화의 원인을 측정하고자 한다. 이처럼 본 연구는 국적외항해운기업의 효율성 변화 추세뿐만 아니라 변화 원인을 분석한다는 점에서 기존 연구와 차별성을 갖는다. 또한 본 연구는 기존 연구와는 달리 한국거래소에 상장된 국적외항해운기업과 비상장된 국적외항해운기업으로 나누어 효율성 측정과 생산성 변화 원인을 비교분석한다는 점에서 의의가 있다. 이러한 연구를 통해 해운기업들이 지속적으로 높은 효율성을 보인 해운기업을 벤치마킹 대상으로 활용할

수 있는 정보를 제공할 수 있을 것이다.

이러한 연구목적을 달성하기 위해 본 연구에서는 제2장에서는 DEA와 Malmquist 지수에 대해 고찰하고, 제3장에서는 기존 연구와 연구방법 및 관련 자료의 수집에 대하여 기술하고, 제4장에서는 관련 자료의 분석을 통해 생산성 지수의 변화를 측정하고, 제5장에서는 결론 및 시사점을 제시하고자 한다.

## II. 문헌연구

### 1. DEA와 Malmquist 지수

본 연구는 특정 시점에서의 정태적 효율성 측정 보다는 해운기업의 동적 효율성을 측정함으로써 기간의 변화에 따른 생산성 변화를 측정하고자 한다. 보통 기간의 변화에 따른 동적 효율성을 측정하는 방법으로는 DEA/Window기법과 Malmquist 지수법이 활용된다. DEA/Window기법은 여러 기간에 걸쳐 의사결정단위(DMU : Decision Making Unit)의 효율성을 측정하여 추세를 분석하는 기법이며, Malmquist 지수는 두 기간의 생산성 변화를 측정하고, 변화의 원인을 기술변화(technical change)와 효율성변화(efficiency change)로 설명해 주는 기법이다.<sup>1)</sup> 본 연구에서는 단순히 효율성 추세만을 보는 것이 아니라 생산성변화의 원인을 분석하는데 초점을 맞추고 있기 때문에 Malmquist 지수를 활용하고자 한다.

효율성(efficiency)은 투입한 노력이나 자원에 비해 거둬들인 성과를 비율로 나타낸 것을 의미한다. 일반적으로 효율성은 절대효율성(absolute efficiency)과 상대효율성(relative efficiency)으로 구분한다. 절대효율성은 관심대상이 되는 경제주체의 투입대비 산출의 비율을 의미한다. 반면, 상대효율성은 생산 활동을 하는 경제주체가 가진 효율성 중에서 최고치와 비교하여 상대적으로 나타내는 값이다. 최고 수준의 효율성을 100% 또는 1로 표준화 하였을 때 이를 상대적 비율로 표시하면 상대효율성은 73%나 0.73과 같은 수치로 표현된다.<sup>2)</sup>

DEA는 효율성 측정시 투입과 산출에 관련된 모든 요소를 동시에 고려하여 그 비율로 상대적 효율을 측정하는 비모수적 선형 프로그램 기법이다. DEA는 다수의 투입물과 다수의 산출물을 동시에 고려할 수 있도록 설계된 모형이다. 이때 다수의 투입과 다수의 산출을 결합

1) 이경재, "DEA모형을 활용한 인터넷 기업의 효율성 평가에 관한 연구", 전남대학교 박사학위논문, 2006, p.5

2) Charnes A, W. W. Cooper, and E. Rodes, "Measuring the Efficiency of Decision Making Units," *European Journal of Operational Research*, Vol.2, 1978, pp.429-444.

하여 하나의 일관성 있고 종합적인 비율척도를 산출해 내기 위해서는 각각의 요소 또는 산출물에 대한 가중치가 결정되어야 하는 데 DEA는 자의적으로 가중치를 사전에 부여해야 하는 문제가 발생하지 않는다. 또한 DEA에서는 함수관계를 모르는 상태에서도 효율성의 평가가 가능하다는 이점이 있다. 이러한 의미에서 DEA는 비모수적 기법에 의한 효율성 평가방법으로서 함수추정에 의한 모수적 평가방법보다는 다루기 쉽다는 장점을 가지고 있다.<sup>3)</sup>

DEA모형은 주어진 자료와 분석의 성격에 따라 여러 가지 모형이 존재한다. 대표적인 DEA모형은 CCR모형과 BCC모형이다. Charnes et al.(1978)이 제안한 CCR모형은 각 의사결정단위가 최적의 규모에서 운영되고 있다고 가정하는 불변규모수익(CRS; Constant Returns to Scale)의 상황을 고려하여 효율성을 평가한다. 반면, Banker et al.(1984)은 가변규모수익(VRS; Variable Returns to Scale)의 상황을 반영하기 위해 CCR모형의 불변규모수익 가정을 완화하여 BCC모형을 제안하였다. CCR모형이 규모의 효율성을 반영하지 못하고 기술효율성만 측정할 수 있는 반면, BCC모형은 규모의 효율성과 순수기술효율성으로 구분하여 측정할 수 있다. 또한 BCC모형은 CCR모형에 제약식을 추가한 형태이므로 실행가능영역이 CCR모형의 실행가능영역의 부분집합이 되기 때문에 BCC모형의 효율성은 CCR모형의 효율성보다 크게 된다. CCR 모형의 기술효율성은 BCC모형의 순수효율성과 규모의 효율성의 곱으로 표현된다. 효율성은 투입요소와 산출요소의 통제가능성에 따라 투입방향(input-oriented)의 효율성과 산출방향(output-oriented)의 효율성으로 구분할 수 있다. 투입방향을 효율성은 산출량의 변화 없이 투입요소를 어느 정도 감소시킬 수 있는가에 관한 것이고, 산출방향을 효율성은 투입요소를 고정시킨 상태에서 산출량을 얼마나 증가시킬 수 있는가를 측정하는 것이다.

Fare et al.(1989)은 생산성 변화를 측정하기 위해 Caves et al.(1982)이 정의한 Malmquist 지수를 DEA 모형을 이용하여 측정하는 방법을 개발하였다. 이들은 생산성이 기업 수준의 효율성 변화와 산업 전체적인 생산성 변화의 조합에 의해 변화할 수 있다고 하였다. Malmquist 지수는 산출수준을 통제하고 투입요소 사용량의 변화를 측정하는 투입방향을 모형과 투입량을 통제하여 산출수준을 측정하는 산출방향을 모형이 있으며, 산출방향모형은 투입방향을 역수를 취하면 동일한 값을 갖는다.<sup>4)</sup> 따라서 본 연구에서는 투입방향을 Malmquist 지수를 산출하는 방법에 대해서만 고찰한다. 먼저 단일 투입요소를 이용하여 단일 산출을 생산하는 기업의 경우를 가정한다. 이 때  $t$ 기와  $t+1$ 기의 기술수준을 기준으로 한 생산성 지수는 다음 식과 같이 표현할 수 있다.<sup>5)</sup>

3) Sherman, H. D. and F. Gold, "Bank Branch Operating Efficiency: Evaluation with Data Envelopment Analysis," *Journal of Banking and Finance*, Vol.9, No.2, 1985, pp.297-315.

4) 이윤, 안영효, "DEA와 Malmquist 생산성지수를 이용한 한국의 주요 국가산업단지 운영 효율성 분석", 『한국지역개발학회』, 제23권 제5호, 2011, pp.95-118.

$$M^t = \frac{D_c^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^t(x^t, y^t)}$$

$$M^{t+1} = \frac{D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^{t+1}(x^t, y^t)}$$

위 식에서  $(x_t, y_t)$ 와  $(x_{t+1}, y_{t+1})$ 는  $t$ 기와  $t+1$ 기의 투입물(x)과 산출물(y) 조합을 나타내며,  $t$ 기의 거리함수  $D_c^t(x^t, y^t)$ 와  $t+1$ 의 거리함수  $D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ 는 각각  $t$ 기와  $t+1$ 기의 기술수준(효율적 프론티어)에서 투입물(x)과 산출물(y) 조합에 대한 거리를 나타낸다.<sup>6)</sup>

Fare et al.(1994)는 위 두 개 식의 Malmquist 지수의 기하평균을 이용하여 두 기간의 생산성 변화를 측정하기 위한 Malmquist 지수를 다음 식과 같이 정의하였다. 다음 식은  $t$ 기와  $t+1$ 기 사이의 생산성 변화를 측정하는 것으로  $t$ 기 기준의 기술적 효율성 변화와  $t+1$ 기 기준의 기술적 효율성 변화의 기하평균으로 불변규모수익 가정 하에 측정되는 투입 방향의 거리함수에 의해 계산된다. 이 값이 1보다 크면 생산성이 증가하였다는 것을 의미하고, 그 값이 1보다 작으면 생산성이 감소한 것으로 해석하며, 1인 경우 생산성의 변화가 없음을 의미한다.

$$MI = (M^t \times M^{t+1})^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left( \frac{D_c^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^t(x^t, y^t)} \times \frac{D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^{t+1}(x^t, y^t)} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Fare et al.(1994)는 Malmquist 지수를 효율성변화(efficiency change)와 기술변화(technical change)로 구분하였으며,  $MI_{ech}$ (효율성변화),  $MI_{tch}$ (기술변화),  $MI$ (Malmquist 지수)는 다음 식과 같이 표현하였다.

$$MI_{ech} = \left( \frac{D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^t(x^t, y^t)} \right)$$

$$MI_{tch} = \left[ \frac{D_c^t(x^t, y^t)}{D_c^{t+1}(x^t, y^t)} \times \frac{D_c^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}}$$

5) Caves, D., L. Christensen and E. Diewert, "The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity," *Econometrica*, Vol.50, No.6, 1982, pp.1393-1414.

6) Malmquist 지수 수리적 모형에 대한 보다 세부적인 내용은 기존 연구(Caves et al., 1982; Fare et al.1994; Barros and Alves 2004; Lin et al, 2007) 참조.

$$MI = MI_{ech} \times MI_{tch}$$

$$= \left( \frac{D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^t(x^t, y^t)} \right) \times \left[ \frac{D_c^t(x^t, y^t)}{D_c^{t+1}(x^t, y^t)} \times \frac{D_c^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$MI_{ech}$ 는 개별기업의 기술적 효율성 변화를 의미하고,  $MI_{tch}$ 는 기술진보에 의한 기술변화를 의미한다.  $MI_{ech}$ 는 t기와 t+1기간에 기술적 효율성 변화가 MI에 기여한 정도를 반영하고,  $MI_{tch}$ 는 t기와 t+1기 사이의 기술수준의 변화를 의미한다. Fare et al.(1994)은 Malmquist 지수(생산성 변화)를 효율성변화와 기술변화로 구분하고, 더 나아가 효율성변화를 순수효율성변화(pure efficiency change)와 규모효율성변화(scale efficiency change)로 분해하였으며, 효율성변화는 순수효율성변화와 규모효율성변화의 곱으로 표현하였다. 따라서 그들은 Malmquist 지수를 순수효율성변화, 규모효율성변화, 기술변화의 곱으로 표현하였다. 순수효율성변화는 t기와 t+1기간에 DMU가 가변규모수의 프론티어에 얼마나 접근했는지를 측정하며, 규모효율성변화는 t기와 t+1기간 간에 DMU가 규모의 경제에 얼마나 접근했는가를 측정한다. 효율성 변화는 생산과정에서 DMU가 얼마나 효율적으로 투입물을 산출물로 전환시켰는지를 즉, 효율성 개선 여부를 측정한다. 기술변화는 기술혁신으로 인한 t기와 t+1기간의 효율적 프론티어의 변화를 반영한다.7)

효율성변화는 t+1기의 기술적 효율성을 t기의 기술적 효율성으로 나눈 값으로 두 기간 사이의 기술적 효율성 변화가 생산성 변동에 기여한 정도를 나타낸다. 투입물과 산출물의 조합이 효율성 프론티어에 가까워졌는지(효율성변화 > 1) 또는 멀어졌는지(효율성변화 < 1)를 나타낸다. 기술변화는 t기와 t+1기간의 기술변화를 기간별로 평가하여 기하평균한 것으로 두 기간 사이의 기술변화가 생산성 변동에 기여한 정도를 나타낸다. 지수의 값이 1보다 크면 기술진보, 1보다 작으면 기술 퇴보, 1과 같으면 기술 정체가 발생했다고 볼 수 있다.

다른 생산성 지수(Tomquist, Fisher 지수 등)에 비해 Malmquist 지수는 몇 가지 장점을 갖는 것으로 알려져 있다. 먼저 생산성 변화의 요인을 기업의 자체적 효율성의 변화와 산업 전반적인 효율성 프론티어의 변동으로 분리하여 파악할 수 있다. 둘째, Marmquist 지수는 다른 생산성 지수와 달리 가격에 대한 정보를 필요로 하지 않기 때문에 가격 정보의 부재 및 왜곡에서 발생하는 문제를 최소화할 수 있다. 셋째, 다수의 투입 및 산출요소를 그대로 이용하며 비용 최소화 또는 수익 극대화 등 미리 규정된 최적화기준을 요구하지 않는다는 것이다.8)

7) 주현태, 박형중, “국내 상장투자회사의 상대적 효율성 및 생산성 분석”, 『기업경영』 제18권 제4호, 2011, pp.277-290.

8) 이경재, “DEA 모형을 활용한 인터넷 기업의 효율성 평가에 관한 연구”, 전남대학교 박사학위논문, 2006.

## 2. 선행연구의 검토

해운기업을 대상으로 효율성을 측정한 연구는 대부분 정태적 효율성 측정에 초점을 두었고, 일부 연구에서는 DEA/Window를 활용하여 연도별 효율성 추세를 분석하였다. 정태적 효율성을 측정한 연구로는 김종기와 강다연(2008), 정봉수(2009), 황경연과 구종순(2011), 김명제(2011)의 연구가 있다. 김종기와 강다연(2008)은 투입변수로 자산, 자본, 직원 수를 활용하였고, 산출변수로 매출액, 영업이익, 당기순이익을 활용하여 29개 국내 해운물류기업 대상으로 효율성을 분석하였다. 기술효율성이 1인 업체는 7개 기업, 순수기술효율성이 1인 업체는 13개 기업으로 분석되었다.<sup>9)</sup> 정봉수(2008)는 투입변수로 자산, 자본, 선복량을 활용하고, 산출변수로 매출액, 영업이익, 당기순이익을 활용하여 국내외 대표적인 20개 컨테이너선사 효율성을 분석하였다. Maersk 선사는 순수기술효율성 측면에서 2004년, 2005년, 2006년 모두 효율적인 선사로 나타났다.<sup>10)</sup> 황경연과 구종순(2011)은 DEA를 활용하여 18개 국내외 컨테이너선사의 효율성을 평가하기 위해 투입요소로 자산, 자본, 선복량(TEU)을 활용하였고, 산출요소로 매출액, 영업이익, 당기순이익을 활용하였다. 분석결과, 우리나라 컨테이너선사가 글로벌컨테이너선사 보다 효율적인 선사가 많은 것으로 나타났다.<sup>11)</sup> 김명제(2011)는 DEA를 활용하여 우리나라 국적외항선사 50개를 대상으로 효율성을 분석하였으며, 투입요소로 선박 보유 척수, 자본, 종업원수, 선복량(DWT)을 활용하였고, 산출요소로 매출액을 활용하였다. 그의 분석결과, BCC와 CCR 효율성 값이 모두 1인 기업이 6개인 것으로 나타났고, 이들 기업 중 규모의 수익성인 CRS값이 1인 기업이 5개로 나타났으며, 이들 기업은 투입 및 산출이 적정하게 이루어지고 있으며, 규모의 경영을 실현하고 있는 것으로 나타났다.<sup>12)</sup>

해운기업의 효율성 추세를 분석한 연구는 이형석과 김기석(2006) Leem(2010), 방희석과 강효원(2011) 등의 연구가 있다. 이형석과 김기석(2006)은 우리나라 50개 해운선사를 대상으로 정태적 효율성과 효율성 추세를 분석하였으며, 이때 투입요소로 종업원수, 고정자산, 총자산을 활용하고, 산출변수로 매출액, 영업이익, 당기순이익을 활용하였다. 그들은 정태적 효율성을 분석하기 위해서 DEA 모형들 중에서 CCR모형과 BCC모형을 사용하였으며, 50개 해운업체들의 2004년도 효율성과 규모수익성 그리고 참조빈도를 분석하였다. 동적 효율성을 분석하

9) 김종기, 강다연, “국내 해운 물류 기업의 경영 효율성 분석”, 『Entrue Journal of Information Technology』, Vol.7, No.2, 2008, pp.141-150.

10) 정봉수, “글로벌 컨테이너 선사의 경영효율성 분석에 관한 연구”, 한국해양대학교 석사학위논문, 2008, 1-90.

11) 황경연, 구종순, “국내의 컨테이너선사의 효율성 비교를 통한 국제경쟁력 평가”, 『통상정보연구』, 제13권 제1호, 2011, pp.123-144.

12) 김명제, “우리나라 국적외항선사의 경영효율성 분석”, 『2011년도 해양환경안전학회 추계학술발표회 논문집』, 2011, pp.89-91.

기 위해서는 DEA/Window 분석을 수행하였으며, 1995년부터 2004년까지 10년간 자료를 이용하여 12개 해운기업의 효율성의 추세와 안정성을 파악하였다.<sup>13)</sup> Leem(2010)은 재무지표를 이용하여 KR(Korea Ratings)사에 유효한 등급을 가진 우리나라 7개 해운선사의 효율성을 평가하였다. 그는 DEA/Window를 적용하여 2004년부터 2009년까지 효율성 추세를 분석하였으며, 투입요소로 자산과 자본을 활용하고, 산출요소로 영업이익과 순이익을 활용하였다. 분석결과, 분석대상 기업들이 대부분 효율성이 감소하는 추세를 보이고 있다.<sup>14)</sup> 방희석과 강효원(2011)은 DEA/Window를 활용하여 12개 글로벌해운선사에 대한 정태적 효율성과 효율성 추세를 분석하였다. 그들은 투입요소로 총자산, 컨테이너 선박 수, 컨테이너 선복량(TEU)을 활용하였고, 산출요소로 매출액, 영업이익, 컨테이너화물 취급실적을 활용하였다. 재무성과효율성에 대한 추세분석결과, 2004년~2007년간 가장 높은 효율성을 기록한 선사는 APL로 분석기간 평균 0.822의 효율성을 나타냈으며, 효율성변화의 표준편차와 LDP 역시 0.032, 0.205로 APL이 가장 낮아 안정적인 운영을 한 것으로 평가되었다. 운영성과효율성에 대한 추세분석결과, 2004년~2007년간 가장 높은 평균효율성을 기록한 선사는 HMM(0.963), OOCL(0.939)로 나타났으며, 효율성변화의 표준편차 역시 각각 0.052, 0.028로 낮게 나타나 안정적인 운영을 한 것으로 나타났다.<sup>15)</sup>

기업수준에서 효율성을 분석한 외국문헌 중 해운기업의 효율성을 분석한 연구는 매우 미흡하다. Panayides et al.(2011)는 26개 주요 국제해운기업을 대상으로 DEA와 SFA(Stochastic Frontier Analysis)를 활용하여 상대적 효율성을 측정하였다. 시장효율성(market efficiency) 분석에서 투입변수는 이익과 주식의 장부가치를 활용하였고, 산출변수로 주식의 시장가치를 활용하였다. 운영성과효율성(operating performance efficiency) 분석에서 투입변수는 자산, 직원수, 자본적 지출(capital expenditure)을 활용하였고, 산출변수로 매출액을 사용하였다. 그들은 컨테이너 해운회사, 탱크선 해운회사 및 벌크선 해운회사의 효율성을 분석한 결과, 시장효율성은 탱크선 해운기업이 더 높은 것으로 나타났고, 운영성과효율성은 컨테이너 해운기업이 더 높은 것으로 나타났으며, 벌크선 해운기업의 시장효율성과 운영성과효율성은 가장 낮은 것으로 나타났다.<sup>16)</sup> Yang and Chang(2009)는 대만의 통신회사를 대상으로 DEA/Window를 활용하여

13) 이형석, 김기석, “DEA모형을 이용한 우리나라 해운업체의 정태적·동태적 효율성 분석”, 『대한경영학회지』, 제19권 제4호(통권57호), 2006, pp.1197-1217.

14) Leem, Byung-Hak, “Evaluating Efficiency of Financial Performance for Korean’s shipping Firms: An Application of DEA and Window Analysis”, *Korea Logistics Review*, Vol.20, No.4, 2010, pp.145-160.

15) 방희석, 강효원, “DEA를 활용한 글로벌해운선사의 효율성 측정”, 『한국항만경제학회지』, 제27권, 제1호, 2011, pp.213-234.

16) Panayides, P. M., N. Lambertides, and C. S. Savva, “The Relative Efficiency of Shipping Companies”, *Transportation Research Part E*, Vol.47, No.5, 2011, pp.681-694.



효율성추세를 분석하였다. 그들은 투입변수로 자산, 운영비용(operating expense), 운영 지출(operating expenses)을 활용하였고, 산출변수로 영업이익, 휴대 전화 가입자, 이동 전화 통화를 활용하였다. 분석결과, 인수가 이루어진 통신회사가 규모효율성은 더 높게 나타났으나 순수기술효율성은 더 낮게 나타났다.<sup>17)</sup> Liu and Wang(2008)은 DEA와 Malmquist 지수를 활용하여 2000년부터 2003년까지 15개의 대만 반도체 회사의 생산성 변화를 측정하였다. 그들은 투입변수로 부채비율(liability ratio), 산출변수로 성장률, 순이익, 수익성비율, 직원당 산출가치(output value by employee)를 활용하였다. 분석결과, 2000년부터 2001년까지는 반도체산업평균 37.6 %의 생산성 손실이 나타난 반면, 2001년부터 2002년까지는 23.1%의 생산성이 증가하였고, 2002년에서 2003년까지는 9.8%의 생산성이 증가한 것으로 나타났다.<sup>18)</sup> Lee(2009)는 173개의 중규모감사기업을 대상으로 DEA를 활용하여 2005년도 효율성을 분석하였다. 그들은 투입변수로 지점 수, 직원 수, 파트너 수, 총지출을 활용하였고, 산출변수로 증명 수익(attestation revenues), 세금 사업 수익(tax business revenues), 경영 컨설팅 수익(management consultancy revenues), 기업 등록(corporate registration revenue) 및 기타 비즈니스 서비스(other business services)를 활용하였다. 그 결과, 전체 기술효율성이 1인 기업이 24개 기업인 것으로 나타났고, 중규모감사기업의 대부분이 규모수익이 감소하는 것으로 나타났고, 전체기술효율성과 규모효율성은 지점이 있는 기업이 더 효율적인 것으로 나타났다.<sup>19)</sup>

이상과 같이 기업을 대상으로 효율성을 연구한 기존 문헌을 정리하면 <표 1>과 같다.

<표 1> 선행연구

| 연구자             | 연구대상           | 분석기법       | 투입변수             | 산출변수             | 주요결과  |
|-----------------|----------------|------------|------------------|------------------|---|
| 이형석과 김기석 (2006) | 50개 해운선사       | DEA/Window | 종업원수, 고정자산, 총자산  | 매출액, 영업이익, 당기순이익 | 1995년부터 10년간 자료를 분석한 결과, 12개 해운기업의 효율성추세가 안정적 |
| 김종기와 강다연 (2008) | 29개 국내 해운물류기업  | DEA        | 자산, 자본, 직원 수     | 매출액, 영업이익, 당기순이익 | 기술효율성이 1인 업체 7개, 순수기술효율성이 1인 업체 13개           |
| 정봉수 (2008)      | 20개 국내외 컨테이너선사 | DEA        | 자산, 자본, 선복량(TEU) | 매출액, 영업이익, 당기순이익 | Maersk선사가 순수기술효율성 측면에서 가장 효율적임                |

17) Yang, H. H. and C. Y. Chang, "Using DEA Window Analysis to Measure Efficiencies of Taiwan's Integrated Telecommunication Firms", *Telecommunications Policy*, Vol.33, No.1-2, 2009, pp.98-108.

18) Liu, F. H. F. and P. H. Wang, "DEA Malmquist Productivity Measure : Taiwanese Semiconductor Companies", *International Journal of Production Economics*, Vol.112, No.1, 2008, pp.367-379.

19) Lee, "Analysis of Overall Technical Efficiency, Pure Technical Efficiency and Scale Efficiency in the Medium-sized Audit Firms", *Expert Systems with Applications*, Vol.36, No.8, 2009, pp.11156-11171.

| 연구자                    | 연구대상                    | 분석기법             | 투입변수                       | 산출변수                                      | 주요결과   |
|------------------------|-------------------------|------------------|----------------------------|---|--|
| Leem (2010)            | 7개 해운선사                 | DEA/Window       | 자산, 자본                     | 영업이익, 순이익                                 | 분석대상 기업들이 대부분 효율성이 감소하는 추세   |
| 황경연과 구종순 (2011)        | 18개 글로벌컨테이너선사와 국내컨테이너선사 | DEA              | 자산, 자본, 선복량(TEU)           | 매출액, 영업이익, 순이익                            | 우리나라 컨테이너 선사가 글로벌컨테이너선사 보다 효율적인 선사가 많음   |
| 김명제 (2011)             | 50개 국적외항선사              | DEA              | 선박보유척수, 자본, 종업원수, 선복량(DWT) | 매출액                                       | BCC와 CCR 효율성이 모두 1인 기업 6개  |
| 방희석과 강효원 (2011)        | 12개 글로벌해운선사             | DEA/Window       | 총자산, 컨테이너선박수, 컨테이너선복량(TEU) | 매출액, 영업이익, 컨테이너화물 취급실적                    | 가장 효율성이 높은 선사는 APL   |
| Liu and Wang (2008)    | 15개 대만 반도체 회사           | DEA/Malmquist 지수 | 부채비율                       | 성장률, 순이익, 수익성비율, 지원당 산출가치                 | 2000년에서 2001년은 37.6% 생산성 감소, 2001년에서 2002년은 23.5%생산성 증가, 2002년에서 2003년은 9.8%생산성 증가 |
| Yang and Chang (2009)  | 3개 대만통신회사               | DEA/Window       | 자산, 운영비용, 운영지출             | 영업이익, 휴대전화 가입자, 이동전화 통화                   | 인수가 이루어진 통신회사의 규모효율성이 더 높음   |
| Lee (2009)             | 173개 중규모감사기업            | DEA              | 지점수, 직원수, 파트너수, 총지출        | 증명수익, 세금사업수익, 경영컨설팅수익, 기업등록 및 기타 비즈니스 서비스 | 전체기술효율성이 1인 기업이 24개 기업, 중규모감사기업은 대부분 규모 수익이 감소                                     |
| Panayides et al.(2011) | 26개 국제 해운선사             | DEA, SFA         | 자산, 직원수, 자본적 지출            | 매출액                                       | 운영성과효율성에서 컨테이너 해운회사의 효율성이 가장 높고, 탱크선 해운회사, 벌크선 해운회사 순                              |

### Ⅲ. 변수선정 및 자료수집

#### 1. 투입요소와 산출요소의 선정

DEA를 활용하여 해운기업의 효율성을 평가한 기존 연구에서는 여러 요소들이 투입변수와 산출변수로 활용되었다. 김기석과 이형석(2006)은 투입변수로 종업원 수, 고정자산, 총자산 활용하였고, 산출변수로 매출액, 영업이익, 당기순이익을 활용하였다. 방희석과 강효원(2011)은 투입요소로 총자산, 컨테이너 선박 수, 컨테이너 선복량(TEU)을 활용하였고, 산출요소로 매출액, 영업이익, 컨테이너화물 취급실적을 활용하였다. Leem(2010)은 투입요소로 자산과 자본을 활용하고, 산출요소로 영업이익과 순이익을 활용하였다. 김명제(2011)은 투입요소로 보유척 수, 자본, 종업원수, 선복량(DWT)을 활용하고, 산출요소로 매출액을 활용하였다. 황경연과 구종순(2010)은 투입변수로 자산, 자본, 선복량(TEU)을 활용하고, 산출변수로 매출액, 영업이익, 당기순이익을 활용하였다. 이와 같이 기존 연구에서 해운기업의 효율성 평가를 위해 활용한 투입요소와 산출요소를 고려하여 본 연구에서는 투입요소로 자산, 자본, 선박 보유척 수, 선복량(G/T), 종업원 수를 선정하였고, 산출요소로 매출액, 영업이익, 당기순이익을 선정하였다.

#### 2. 분석대상기업 선정

한국선주협회(2011)에 따르면 우리나라 외항화물 해운기업은 총 169개이며, 이 가운데 코참비즈(KORCHAMBIZ)에서 재무자료를 제공하는 기업은 총 111개이다. 본 연구에서는 코참비즈에서 제공하는 재무자료를 활용하여 2006년말 기준 매출액 상위 31개 기업을 선정하였다. 이 중 2006년부터 2010년까지 재무자료 이외에 보유선복량, 종업원 수, 보유 선박 척수 등의 자료를 획득할 수 없는 기업과 파산한 기업을 제외하고, 총 25개 기업을 분석 대상기업으로 선정하였다. 선정된 우리나라 국적 외항 화물 해운기업 가운데 6개 기업은 주식시장에 상장된 기업이고, 19개 기업은 비상장된 기업이다. 상장외항해운기업은 (주)한진해운, 현대상선(주), STX팬오션, 대한해운(주), 흥아해운(주), (주)KSS해운이고, 비상장외항해운기업은 유코카개리어스(주), SK해운(주), 고려해운(주), 장금상선(주), 대양상선(주), (주)삼선로직스, 창명해운(주), 남성해운(주), (주)TPC코리아, 천경해운(주), 진양해운(주), 조강해운(주), 동진상선(주), 태영상선(주), 범주해운(주), 동영해운(주), 신성해운(주), (주)두양리미티드, 우림해운(주) 이다.

### 3. 자료수집 및 분석 프로그램

본 연구의 목적은 DEA와 Malmquist 지수를 활용하여 2006년부터 2010년까지 우리나라 외항화물해운기업의 각 연도별 효율성을 평가하고, 연도별 생산성 변화를 분석하고자 한다. 이를 위해 2006년부터 2010년도까지 국적외항해운기업의 5년간 매년 말 보유 선박량과 보유 선박 척수는 한국선주협회로부터 2006년부터 2010년까지 각 연도별 해운년보에서 수집하였으며, 종업원 수, 자산, 자본, 매출액, 영업이익, 당기순이익에 대한 자료는 코참비즈 기업분석 사이트에서 제공하는 자료를 활용하였다. 우리나라 국적외항해운기업의 보유선박량은 컨테이너선, 벌크선, 유조선 등의 선박량을 공통적으로 표현할 수 있는 G/T(Gross Tonnage : 총톤수) 단위로 자료를 수집하여 분석에 활용하였다. G/T는 선각으로 둘러싸여진 선체 총용적에서 추진, 안전, 위생에 연계되는 공간을 제외한 것을 의미한다.

본 연구는 효율성과 Malmquist 지수를 산출하기 위해 DEA프로그램 중 DEAP-xp을 활용하였다.

## IV. 외항해운기업의 효율성 및 생산성 분석

### 1. 기초통계량 분석

본 연구에 선정된 외항해운기업의 2006년부터 2010년까지 종업원, 척수, 선박량, 자산, 자본, 매출액, 영업이익, 당기순이익의 평균값을 살펴보면, 전반적으로 증가한 것으로 나타났다. 상장외항해운기업의 경우, 종업원 수는 1,120명(2006년)에서 1,096명(2010년)으로 소폭 감소했지만, 선박 보유 척수는 31척(2006년)에서 40척(2010년)으로 대폭 증가하였고, 선박량도 1,396,934G/T(2006년)에서 2,140,514G/T(2010년)로 대폭 증가하였으며, 자산도 24,779억원(2006년)에서 45,097억원(2010년)으로 대폭 증가하였다. 또한 자본도 10,073억원(2006년)에서 14,483억원(2010년)으로 증가하였고, 매출액도 25,506억원(2006년)에서 43,537억원(2010년)으로 대폭 증가하였고, 영업이익은 849억원(2006년)에서 2,034억원(2010년)으로 대폭 증가하였으며, 당기순이익도 1,354억원(2006년)에서 1,725억원(2010년)으로 증가하였다. 이처럼 상장외항해운기업의 선박 보유 척수, 선박량, 자산, 자본, 매출액, 영업이익 및 당기순이익은 2006년에 비해 2010년도에 상당히 증가한 것으로 나타났으나, 해당 표준편차를 살펴볼 때 개별 외항해운기업간

편차가 심한 것으로 나타났다(<표 2> 참조).

<표 2> 투입물 및 산출물 변수의 평균

|                       | 년도    | 구분   | 종업원<br>(명) | 척수<br>(척) | 선복량 (G/T) | 자산<br>(억원) | 자본<br>(억원) | 매출액<br>(억원) | 영업 이익<br>(억원) | 당기순이익<br>(억원) |
|-----------------------|-------|------|------------|-----------|-----------|------------|------------|-------------|---------------|---------------|
| 상장<br>외항<br>해운<br>기업  | 2006년 | 평균   | 1,120      | 31        | 1,396,934 | 24,779     | 10,073     | 25,506      | 849           | 1,354         |
|                       |       | 표준편차 | 796        | 15        | 1,048,760 | 25,797     | 10,229     | 24,220      | 691           | 1,673         |
|                       | 2007년 | 평균   | 1,003      | 34        | 1,571,321 | 28,833     | 12,512     | 32,389      | 2,240         | 2,980         |
|                       |       | 표준편차 | 674        | 17        | 1,194,386 | 25,421     | 10,539     | 27,917      | 1,849         | 3,071         |
|                       | 2008년 | 평균   | 1,126      | 37        | 1,906,963 | 40,163     | 16,823     | 49,401      | 3,660         | 3,210         |
|                       |       | 표준편차 | 822        | 22        | 1,599,573 | 36,206     | 14,317     | 41,192      | 3,077         | 2,871         |
|                       | 2009년 | 평균   | 1,143      | 38        | 1,923,473 | 41,252     | 12,411     | 22,843      | -1,937        | -2,512        |
|                       |       | 표준편차 | 846        | 26        | 1,702,370 | 35,459     | 10,788     | 23,647      | 2,610         | 3,535         |
| 비상장<br>외항<br>해운<br>기업 | 2006년 | 평균   | 171        | 9         | 192,328   | 2,652      | 959        | 3,380       | 80            | 143           |
|                       |       | 표준편차 | 155        | 6         | 364,038   | 4,788      | 1,912      | 4,959       | 228           | 334           |
|                       | 2007년 | 평균   | 171        | 10        | 233,187   | 3,608      | 1,137      | 4,305       | 211           | 149           |
|                       |       | 표준편차 | 147        | 6         | 350,772   | 5,417      | 1,909      | 5,283       | 353           | 257           |
|                       | 2008년 | 평균   | 168        | 10        | 289,515   | 5,638      | 1,406      | 7,084       | 430           | 169           |
|                       |       | 표준편차 | 125        | 7         | 461,639   | 7,932      | 2,024      | 8,449       | 640           | 744           |
|                       | 2009년 | 평균   | 163        | 10        | 339,374   | 5,687      | 639        | 4,367       | 117           | -681          |
|                       |       | 표준편차 | 133        | 7         | 591,174   | 8,926      | 3,185      | 5,833       | 513           | 2,391         |
|                       | 2010년 | 평균   | 185        | 11        | 400,603   | 5,994      | 1,415      | 4,361       | 325           | 176           |
|                       |       | 표준편차 | 148        | 9         | 710,457   | 10,135     | 2,206      | 5,903       | 574           | 560           |

한편, 비상장외항해운기업의 경우, 종업원 수는 171명(2006년)에서 185명(2010년)으로 증가하였고, 선박 보유 척수는 9척(2006년)에서 11척(2010년)으로 소폭 증가하였고, 선복량은 192,328G/T(2006년)에서 400,603G/T(2010년)로 대폭 증가했으며, 자산은 2,652억원(2006년)에서 5,994억원(2010년)으로 대폭 증가하였다. 또한 자본도 959억원(2006년)에서 1,415억원(2010년)으로 증가하였고, 매출액도 3,380억원(2006년)에서 4,361억원(2010년)으로 증가하였고, 영업이익은 80억원(2006년)에서 325억원(2010년)으로 대폭 증가하였으며, 당기순이익도 143억원(2006년)에서 176억원(2010년)으로 증가했다. 이처럼 비상장외항해운기업의 종업원 수, 선박 보유 척수, 선복량, 자산, 자본, 매출액, 영업이익 및 당기순이익은 2006년에 비해 2010년도에 상당히 증가한 것으로 나타났으나, 해당 표준편차를 살펴볼 때 개별 외항해운기업간 편차가

심한 것으로 나타났다(<표 2> 참조).

## 2. 정태적 효율성 평가

Charnes et al.(1978)이 제시한 CCR모형과 Banker et al.(1984)가 제시한 BCC모형을 통해 외항해운기업의 각 연도별 정태적 효율성을 측정하였다(<표 3> 참조). CCR모형은 생산함수에 대한 불변규모수익의 가정을 통해 일정시점에서 DMU들의 효율성을 평가하며, BCC모형은 CCR모형의 불변규모수익 가정을 완화하여 가변규모수익의 가정 하에 일정 시점에서 DMU들의 효율성을 평가한다.

<표 3>에서 제시된 바와 같이 산출방향의 CCR모형을 이용하여 효율성을 측정한 결과, 상장외항해운기업의 경우, 2006년에는 4개 기업(DMU1, DMU3, DMU5, DMU6)이 100% 효율성을 보였고, 평균 93.2%의 효율성을 보였다. 2007년에는 5개 기업(DMU1, DMU2, DMU3, DMU5, DMU6)이 100% 효율성을 보였고, 평균 94.6%의 효율성을 보였고, 2008년에는 2개 기업(DMU1, DMU3)이 100% 효율성을 보였으며 평균 60.4%의 효율성을 보였다. 2009년도에는 5개 기업(DMU1, DMU2, DMU3, DMU4, DMU5)이 100% 효율성을 보였고 평균 84.2%의 효율성을 보였으며, 2010년에는 모든 기업이 100% 효율성을 보였다. 비상장외항해운기업의 경우, 2006년에는 4개 기업이 100% 효율성을 보였고, 15개 기업은 비효율적이었으며, 평균 70.5%의 효율성을 보였다. 2007년에는 12개 기업이 100% 효율성을 보였고, 7개 기업이 비효율적이었으며, 평균 82.1%의 효율성을 보였다. 2008년도에는 8개 기업이 100% 효율성을 보였고, 11개 기업은 비효율적이었으며, 평균 66.4%의 효율성을 보였다. 2009년도에는 8개 기업이 100% 효율성을 보였고, 11개 기업이 비효율적이었으며, 평균 76.3%의 효율성을 보였다. 2010년도에는 9개 기업이 100% 효율성을 보였고, 10개의 기업이 비효율적이었으며, 평균 79.2%의 효율성을 보였다. CCR모형을 이용한 효율성 측정결과, 모든 외항해운기업의 평균 효율성은 2006년 75.9%, 2007년 85.1%, 2008년 64.9%, 2009년 78.2%, 2010년 84.2%인 것으로 나타났다(<표 3> 참조).

〈표 3〉 정태적 효율성 분석결과

| 해운기업        | 2006년   |         | 2007년   |         | 2008년   |         | 2009년   |         | 2010년   |         |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|             | CCR 효율성 | BCC 효율성 | CCR 효율성 | BCC 효율성 | CCR 효율성 | BCC 효율성 | CCR 효율성 | BCC 효율성 | CCR 효율성 | BCC 효율성 |
| DMU1        | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       |
| DMU2        | 0.996   | 1       | 1       | 1       | 0.826   | 0.844   | 1       | 1       | 1       | 1       |
| DMU3        | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       |
| DMU4        | 0.597   | 0.72    | 0.675   | 0.76    | 0.441   | 0.552   | 1       | 1       | 1       | 1       |
| DMU5        | 1       | 1       | 1       | 1       | 0.163   | 0.755   | 1       | 1       | 1       | 1       |
| DMU6        | 1       | 1       | 1       | 1       | 0.191   | 1       | 0.054   | 0.066   | 1       | 1       |
| 상장기업<br>평균  | 0.932   | 0.953   | 0.946   | 0.960   | 0.604   | 0.859   | 0.842   | 0.844   | 1.000   | 1.000   |
| DMU7        | 0.576   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 0.522   | 0.809   | 0.818   | 0.819   |
| DMU8        | 0.834   | 0.84    | 0.822   | 0.826   | 1       | 1       | 0.815   | 0.818   | 1       | 1       |
| DMU9        | 0.607   | 1       | 0.627   | 0.915   | 0.948   | 0.968   | 0.453   | 0.506   | 0.855   | 0.969   |
| DMU10       | 0.625   | 1       | 0.293   | 0.868   | 0.324   | 0.521   | 0.304   | 0.336   | 0.342   | 0.396   |
| DMU11       | 0.144   | 1       | 0.407   | 1       | 1       | 1       | 0.502   | 0.702   | 1       | 1       |
| DMU12       | 0.279   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       |
| DMU13       | 0.174   | 1       | 1       | 1       | 0.829   | 0.926   | 0.303   | 0.484   | 1       | 1       |
| DMU14       | 0.743   | 1       | 1       | 1       | 0.524   | 0.634   | 0.343   | 0.401   | 0.894   | 0.957   |
| DMU15       | 0.857   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 0.733   | 0.771   |
| DMU16       | 1       | 1       | 1       | 1       | 0.527   | 0.766   | 0.441   | 0.441   | 0.751   | 1       |
| DMU17       | 1       | 1       | 0.873   | 0.956   | 1       | 1       | 1       | 1       | 0.334   | 1       |
| DMU18       | 0.174   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 0.198   | 1       |
| DMU19       | 1       | 1       | 1       | 1       | 0.191   | 0.922   | 1       | 1       | 0.155   | 0.685   |
| DMU20       | 0.999   | 1       | 1       | 1       | 0.201   | 1       | 0.936   | 0.936   | 1       | 1       |
| DMU21       | 0.989   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 0.896   | 0.944   | 1       | 1       |
| DMU22       | 1       | 1       | 1       | 1       | 0.194   | 0.826   | 1       | 1       | 1       | 1       |
| DMU23       | 0.973   | 1       | 0.198   | 0.894   | 0.481   | 0.692   | 0.984   | 0.984   | 0.962   | 1       |
| DMU24       | 0.416   | 1       | 0.377   | 0.934   | 0.182   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       |
| DMU25       | 0.999   | 1       | 1       | 1       | 0.21    | 0.974   | 1       | 1       | 1       | 1       |
| 비상장기<br>업평균 | 0.705   | 0.992   | 0.821   | 0.968   | 0.664   | 0.907   | 0.763   | 0.808   | 0.792   | 0.926   |
| 전체평균        | 0.759   | 0.982   | 0.851   | 0.966   | 0.649   | 0.895   | 0.782   | 0.817   | 0.842   | 0.944   |

〈표 3〉에서 제시된 바와 같이 산출방향의 BCC모형을 이용하여 효율성을 측정한 결과, 상외항해운기업의 경우, 2006년에는 5개(DMU1, DMU2, DMU3, DMU5, DMU6)이 100% 효율성

을 보였고, 평균 95.3%의 효성을 보였다. 2007년에도 5개 기업(DMU1, DMU2, DMU3, DMU5, DMU6)이 100% 효율성을 보였고, 평균 96.0%의 효율성을 보였다. 2008년에는 3개 기업(DMU1, DMU3, DMU6, DMU6)이 100% 효율성을 보였고 평균 85.9%의 효율성을 보였다. 2009년도에는 5개 기업(DMU1, DMU2, DMU3, DMU4, DMU5)이 100% 효율성을 보였고 평균 84.4%의 효율성을 보였으며, 2010년에는 모든 기업이 100% 효율성을 보였다. 비상장외향해운기업의 경우, 2006년에는 18개 기업이 100% 효율성을 보였고, 1개 기업만이 비효율적이었으며, 평균 99.2%의 효율성을 보였다. 2007년에는 13개 기업이 100% 효율성을 보였고, 6개 기업이 비효율적이었으며, 평균 96.8%의 효율성을 보였다. 2008년도에는 10개 기업이 100% 효율성을 보였고, 9개 기업은 비효율적이었으며, 평균 90.7%의 효율성을 보였다. 2009년도에는 8개 기업이 100% 효율성을 보였고, 11개 기업이 비효율적이었으며, 평균 80.8%의 효율성을 보였다. 2010년도에는 13개 기업이 100% 효율성을 보였고, 6개의 기업이 비효율적이었으며, 평균 92.6%의 효율성을 보였다. 이처럼 CCR모형의 결과와 비교할 때 BCC모형의 효율성이 더 높게 측정되는 이유는 CCR모형의 CRS 프론티어가 원점을 지나는 직선인 반면, BCC모형의 VRS 프론티어는 분절적 선형의 모습으로 CRS프론티어 보다 많은 DMU가 프론티어를 구성하기 때문이다. BCC모형을 이용한 효율성 측정결과, 모든 외향해운기업의 평균 효율성은 2006년 98.2%, 2007년 96.6%, 2008년 89.5%, 2009년 81.7%, 2010년 94.4%인 것으로 나타났다(<표 3> 참조).

### 3. Malmquist 지수

Malmquist 지수는 기간의 변동에 따라 개별기업의 생산성이 어떻게 변화하는지 또는 기간의 변동에 따라 개별기업간의 생산성 변화에 어떤 차이가 있는지를 분석할 수 있는 방법이다. 이 방법을 통해 각 개별기업의 생산성 변화의 원인을 기업수준의 효율성변화와 기술진보에 의한 기술변화로 구분하여 설명할 수 있다.<sup>20)</sup> 즉, 효율성변화는 업무관리에서 최적의 기술의 확산을 의미하며, 이는 투자계획, 기술적 경험, 그리고 기업의 관리 및 조직에 따라 결정된다. 기술변화는 새로운 기술을 채택하는 등의 혁신의 결과를 의미한다. 기술변화가 1보다 작다는 것은 그 기간 동안 기술이 퇴보되었다는 것을 나타낸다. 이것은 새로운 기술(방법, 절차, 기법)과 그와 관련된 알맞은 기술 업그레이드에 투자되지 않았다는 것을 의미한다.<sup>21)</sup>

20) Fare, R., S. Grosskopf, M. Norris, and Z. Zhang, "Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries," *American Economic Review*, Vol.84, No.1, 1994, pp.66-83.

21) Barros, C. P. and C. Alves, "An Empirical Analysis of Productivity Growth in a Portuguese Retail Chain Using Malmquist Productivity Index", *Journal of Retailing and Consumer Services*, Vol.11, 2004, pp.269-2788.



Malmquist 지수는 총요소생산성변화(total factor productivity change)를 의미하고, 총요소생산성변화는 효율성변화(efficiency change)와 기술변화(technical change)로 구분된다. 그리고 효율성변화는 순수효율성변화(pure efficiency change)와 규모효율성변화(scale efficiency change)로 나누어지며, 효율성변화는 순수효율성변화와 규모효율성변화의 곱으로 표현된다.<sup>22)</sup>

외항해운기업의 2006년부터 2010년까지 투입 및 산출요소를 이용하여 외항해운기업의 생산성 변화를 측정하기 위하여 Malmquist 지수를 계산하고, 해운기업의 생산성 변화의 원인이 각 해운기업의 개별적인 효율성변화에 따른 것인지 아니면 산업 전체의 기술변화에 따른 것인지를 분석하였다.

Malmquist 지수에 의한 생산성 변화의 측정 결과는 <표 4>, <그림 1>, <그림 2>에 제시된 바와 같다. <표 4>에 제시된 바와 같이 상장외항해운기업의 경우, 세계금융위기 전에 2006년~2007년간의 평균생산성의 변화는 1.144로 14.4% 상승하였고, 2007년~2008년간은 평균생산성의 변화는 0.297로 70.3% 하락하였다. 세계금융위기 직후인 2008년~2009년간 평균생산성의 변화는 2.810으로 181.0% 상승하였고, 2009년~2010년간 평균생산성의 변화는 1.072로 7.2% 상승하였다. 2006년부터 2010년까지 평균생산성 변화는 1.005이고, 이는 매년 0.5%씩 생산성이 상승하였다는 것을 의미한다. 비상장외항해운기업의 경우, 세계금융위기 전에 2006년~2007년간의 평균생산성의 변화는 1.454로 45.4% 상승하였고, 2007년~2008년간은 평균생산성의 변화는 0.665로 33.5% 하락하였다. 세계금융위기 직후인 2008년~2009년간 평균생산성의 변화는 2.509로 150.9% 상승하였고, 2009년~2010년간 평균생산성의 변화는 0.752로 24.8% 하락하였다. 2006년부터 2010년까지 평균생산성 변화는 1.162이고, 이는 매년 16.2%씩 생산성이 상승하였다는 것을 의미한다. 이는 상장 및 비상장외항해운기업의 평균생산성은 2007년까지 상승하였으나, 세계금융위기로 인하여 2008년도에 급격히 하락하였다. 2009년도에는 급격히 상승하여 어느 정도 금융위기 이전으로 회복하였다. 그러나 2010년도에 상장외항해운기업은 생산성 상승이 지속되었으나 비상장외항해운기업은 다시 생산성이 하락하였다(<표 4> 참조).

22) Sekhri, V., "A DEA and Malmquist Index Approach to Measuring Productivity and Efficiency of Banks in India", *The IUP Journal of Bank Management*, Vol.10, No.3, 2011, pp.51-65.

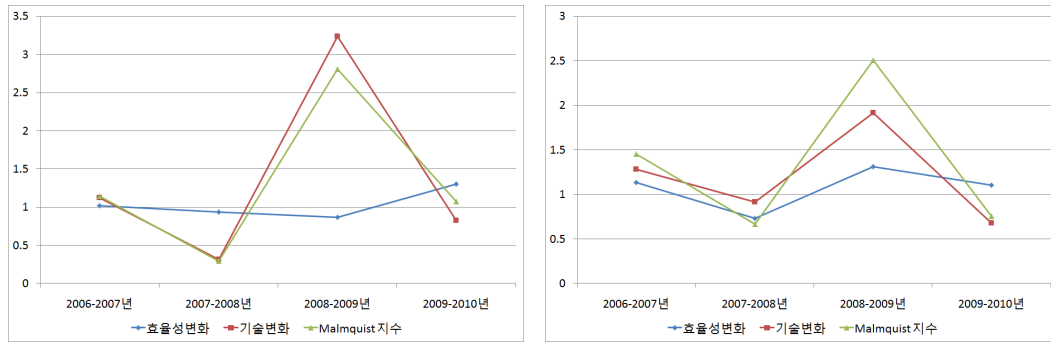
〈표 4〉 외항해운기업의 연도별 생산성 변화

|                   |            | 효율성변화 | 기술변화  | 순수효율성변화 | 규모효율성변화 | Malmquist<br>지수 |
|-------------------|------------|-------|-------|---------|---------|-----------------|
| 상장<br>외항해운<br>기업  | 2006-2007년 | 1.017 | 1.125 | 0.986   | 1.031   | 1.144           |
|                   | 2007-2008년 | 0.939 | 0.316 | 1.03    | 0.912   | 0.297           |
|                   | 2008-2009년 | 0.869 | 3.234 | 0.932   | 0.932   | 2.81            |
|                   | 2009-2010년 | 1.299 | 0.825 | 1.086   | 1.196   | 1.072           |
|                   | 기하평균       | 1.019 | 0.987 | 1.007   | 1.012   | 1.005           |
| 비상장<br>외항해운<br>기업 | 2006-2007년 | 1.136 | 1.28  | 0.979   | 1.16    | 1.454           |
|                   | 2007-2008년 | 0.73  | 0.912 | 0.916   | 0.797   | 0.665           |
|                   | 2008-2009년 | 1.309 | 1.916 | 0.865   | 1.514   | 2.509           |
|                   | 2009-2010년 | 1.107 | 0.679 | 1.207   | 0.917   | 0.752           |
|                   | 기하평균       | 1.047 | 1.11  | 0.984   | 1.064   | 1.162           |

생산성변화의 원인을 더 구체적으로 파악하기 위해서 Malmquist 지수를 효율성변화와 기술변화로 구분하여 살펴보았다. 효율성변화는 각 개별기업의 효율성 변동을 의미하고, 기술변화는 기술진보에 의한 생산성변화를 의미한다. <표 4>에 제시된 바와 같이 상장외항해운기업의 경우, 효율성변화 측면에서 2006년~2007년간의 평균효율성변화는 1.017로 1.7% 상승하였고, 2007년~2008년간은 평균효율성변화는 0.939로 6.1% 하락하였다. 세계금융위기 직후인 2008년~2009년간 평균효율성변화는 0.869로 23.1% 하락하였고, 2009년~2010년간 평균효율성변화는 1.299로 29.9% 상승하였다. 2006년부터 2010년까지 평균효율성변화는 1.019로 매년 1.9%씩 상승한 것으로 나타났다. 반면, 기술변화 측면에서 세계금융위기 전에 2006년~2007년간의 평균 기술변화는 1.125으로 12.5% 상승하였고, 2007년~2008년간은 평균기술변화는 0.316로 68.4% 하락하였다. 세계금융위기 직후인 2008년~2009년간 평균기술변화는 3.234로 323.4% 상승하였고, 2009년~2010년간 평균기술변화는 0.825로 17.5% 하락하였다. 2006년~2010년간 평균기술변화는 0.987로 매년 기술변화가 1.3%씩 하락한 것으로 나타났다. 이러한 결과에 기초할 때 상장외항해운기업의 2006년~2010년간 Malmquist 지수가 매년 0.5%씩 상승하는 데에는 효율성변화가 기술변화 보다 중요하게 작용한 것으로 나타났다. 즉, 상장외항해운기업들의 기술이 오히려 퇴보하였으나, 효율성변화의 상승으로 인하여 생산성이 그나마 상승한 것으로 나타났다 (<표 4> 참조). 한편, <그림 1>에 제시된 바와 같이 세계금융위기가 발생한 2008년을 전후로 상장외항해운기업의 기술변화가 급격히 발생한 반면 효율성변화는 큰 변화가 없었다. 이는

세계금융위기로 인하여 해운산업 차원에서 많은 변화가 있었으나 해운기업 차원에서는 상대적으로 변화가 적었다는 것을 의미한다. 즉, 상장 해운기업의 생산성 상승률이 낮은 것은 해운기업 자체에서 발생한 것이라기보다는 해운산업 전체에 의해서 발생한 문제라고 할 수 있다.

<표 4>에 제시된 바와 같이 비상장외항해운기업의 경우, 효율성변화 측면에서 2006년~2007년간의 평균효율성변화는 1.136로 13.6%상승하였고, 2007년~2008년간은 평균효율성변화는 0.730으로 27.0%하락하였다. 세계금융위기 직후인 2008년~2009년간 평균효율성변화는 1.309로 30.9%상승하였고, 2009년~2010년간 평균효율성변화는 1.107로 10.7%상승하였다. 2006년부터 2010년까지 평균효율성변화는 1.047로 매년 효율성변화는 4.7%씩 상승하였다는 것을 의미한다. 반면, 기술변화 측면에서 세계금융위기 전에 2006년~2007년간의 평균기술변화는 1.280으로 28.0%하락하였고, 2007년~2008년간은 평균기술변화는 0.912로 8.8%상승하였다. 세계금융위기 직후인 2008년~2009년간 평균기술변화는 1.916으로 91.6%상승하였고, 2009년~2010년간 평균기술변화는 0.679로 32.1%하락하였다. 2006년~2010년간 평균기술변화는 1.11로 매년 기술변화가 11.0%씩 상승하였다는 것을 의미한다. 이러한 결과에 기초할 때 비상장외항해운기업의 2006년~2010년간 Malmquist 지수가 매년 16.2%씩 상승하는 데에는 기술변화가 효율성변화 보다 중요하게 작용한 것으로 나타났다. 즉, 비상장외항해운기업들의 기술진보가 비상장외항해운기업의 생산성을 상승시키는데 중요한 역할을 한 것으로 나타났다(<표 4> 참조). 한편, <그림 2>에 제시된 바와 같이 세계금융위기가 발생한 2008년을 전후로 비상장 해운기업의 기술변화가 급격히 발생한 반면 효율성변화는 큰 변화가 없었다. 이는 세계금융위기로 인하여 해운산업 차원에서 많은 변화가 있었으나 해운기업 차원에서는 상대적으로 변화가 적었다는 것을 의미한다. 즉, 상장 해운기업과 마찬가지로 비상장 해운기업의 생산성 상승률이 낮은 것은 해운기업 자체에서 발생한 것이라기보다는 해운산업 전체에 의해서 발생한 문제라고 할 수 있다.



〈그림 1〉 상장외항해운기업 생산성 변화 추이 〈그림 2〉 비상장외항해운기업 생산성 변화 추이

<표 5>는 상장외항해운기업들을 대상으로 2006년부터 2010년까지 개별기업의 평균생산성 변화를 측정 한 결과이다. 2006년~2010년간 평균생산성변화가 증가한 상장외항해운기업은 DMU1, DMU2, DMU4이며, 이들 상장외항해운기업은 단순평균 23.2%씩 매년 평균생산성이 상승하였다. 이들 외항해운기업이 평균생산성이 상승한 원인은 효율성변화 보다 기술진보에 의한 기술변화로 인한 것으로 나타났다. 반면, DMU3, DMU5, DMU6은 평균생산성변화가 하락하였으며, 단순평균 17.3%씩 매년 하락한 것으로 나타났다. 이들 상장외항해운기업이 평균생산성이 하락한 원인은 효율성변화 보다 기술퇴보에 의한 기술변화로 인한 것으로 나타났다.

<표 5> 2006년~2010년 기간 동안 상장외항해운기업의 개별 생산성 변화

| 상장외항해운기업 | 효율성변화 | 기술적 변화 | 순수효율성 변화 | 규모효율성변화 | Malmquist 지수 |
|----------|-------|--------|----------|---------|--------------|
| DMU1     | 1     | 1.211  | 1        | 1       | 1.211        |
| DMU2     | 1     | 1.155  | 1        | 1       | 1.155        |
| DMU3     | 1     | 0.795  | 1        | 1       | 0.795        |
| DMU4     | 1.12  | 1.189  | 1.043    | 1.073   | 1.331        |
| DMU5     | 1     | 0.835  | 1        | 1       | 0.835        |
| DMU6     | 1     | 0.836  | 1        | 1       | 0.836        |
| 기하평균     | 1.019 | 0.987  | 1.007    | 1.012   | 1.005        |

<표 6>은 비상장외항해운기업들을 대상으로 2006년부터 2010년까지 개별기업의 평균생산성 변화를 측정 한 결과이다. 2006년~2010년간 평균생산성변화가 증가한 비상장외항해운기업

은 DMU7, DMU8, DMU9, DMU11, DMU12, DMU13, DMU14, DMU18, DMU20, DMU21, DMU22, DMU23, DMU24, DMU25이며, 이들 비상장외항해운기업은 단순평균 33.1%씩 매년 평균생산성이 상승하였으나 해운기업들간 편차가 심한 편이다. 이들 비상장외항해운기업들 가운데 DMU7, DMU9, DMU11, DMU12, DMU13, DMU18, DMU21, DMU23, DMU24는 효율성변화와 기술진보에 의한 기술변화로 인하여 평균생산성이 향상된 해운기업이고, 특히 DMU11, DMU13, DMU18, DMU12, DMU24은 기술변화보다 효율성변화가 생산성 향상에 더 많이 기여하였고, DMU7, DMU9, DMU23, DMU21은 효율성변화보다 기술변화가 생산성 향상에 더 기여한 것으로 나타났다. DMU8, DMU20, DMU22, DMU25은 기술변화로 평균생산성이 향상된 기업으로 이들 기업은 효율성변화는 발생하지 않았으나 기술변화로 인하여 생산성이 향상되었다. DMU14는 효율성변화가 하락하였으나 기술변화는 상승하여 생산성이 향상된 것으로 나타났다.

한편, <표 6>에 제시된 바와 같이 평균생산성변화가 하락한 비상장외항해운회사는 DMU10, DMU15, DMU16, DMU17, DMU19로 단순평균 15.5%씩 매년 하락한 것으로 나타났다. 이들 비상장외항해운기업의 평균생산성이 하락한 원인을 살펴보면, DMU17은 효율성변화보다는 기술진보에 의한 기술변화로 생산성이 하락하였고, DMU8는 기술변화는 상승하였으나 효율성변화가 감소하여 전체적으로 생산성이 하락한 것으로 나타났다. DMU15, DMU16, DMU19는 효율성변화와 기술변화에 의해 평균생산성이 하락하였고, 특히 이들 기업은 효율성변화가 기술변화보다 더 생산성 하락에 기여한 것으로 나타났다.

<표 6> 2006년~2010년 기간 동안 비상장외항해운기업의 개별 생산성 변화

| 비상장외항해운기업 | 효율성변화 | 기술적 변화 | 순수효율성 변화 | 규모효율성변화 | Malmquist 지수 |
|-----------|-------|--------|----------|---------|--------------|
| DMU7      | 1.034 | 1.051  | 1        | 1.034   | 1.087        |
| DMU8      | 1     | 1.290  | 1        | 1       | 1.290        |
| DMU9      | 1.012 | 1.192  | 0.992    | 1.02    | 1.206        |
| DMU10     | 0.810 | 1.148  | 0.863    | 0.938   | 0.930        |
| DMU11     | 1.616 | 1.069  | 1        | 1.616   | 1.727        |
| DMU12     | 1.312 | 1.228  | 1        | 1.312   | 1.61         |
| DMU13     | 1.531 | 1.08   | 1        | 1.531   | 1.653        |
| DMU14     | 0.991 | 1.125  | 0.993    | 0.998   | 1.115        |
| DMU15     | 0.927 | 0.964  | 0.938    | 0.988   | 0.894        |
| DMU16     | 0.933 | 0.99   | 1        | 0.933   | 0.923        |

|       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| DMU17 | 1     | 0.860 | 1     | 1     | 0.860 |
| DMU18 | 1.342 | 1.116 | 1     | 1.342 | 1.497 |
| DMU19 | 0.628 | 0.981 | 0.917 | 0.684 | 0.616 |
| DMU20 | 1     | 1.097 | 1     | 1     | 1.097 |
| DMU21 | 1.003 | 1.002 | 1     | 1.003 | 1.005 |
| DMU22 | 1     | 1.410 | 1     | 1     | 1.410 |
| DMU23 | 1.004 | 1.089 | 1     | 1.004 | 1.094 |
| DMU24 | 1.195 | 1.410 | 1     | 1.195 | 1.686 |
| DMU25 | 1     | 1.151 | 1     | 1     | 1.151 |
| 기하평균  | 1.047 | 1.11  | 0.984 | 1.064 | 1.162 |

## V. 결론

본 논문은 DEA와 Malmquist 지수를 활용하여 우리나라 외항해운기업의 효율성 및 생산성 변화 원인을 평가하였다. 외항 화물 운송업에 속한 기업 가운데 2006년도 매출액순위 31위 가운데 자료수집이 가능한 25개 기업을 대상으로 2006년부터 2010년까지 DEA를 활용하여 각 연도별 외항해운기업의 효율성을 평가하고, Malmquist 지수를 통해 각 연도별 생산성변화를 추정하고, 생산변화의 원인을 분석하였다. 특히, 2006년부터 2010년까지 한국거래소 상장 외항해운기업과 비상장외항해운기업의 생산성변화와 생산성변화의 원인을 분석하였다. 본 연구결과 다음과 같은 결과가 도출되었으며, 이러한 결과는 외항해운기업에게 시사하는 바가 크다.

첫째, 산출방향의 CCR모형을 이용하여 효율성을 측정한 결과, 6개 상장외항해운기업 가운데 100%효율성을 달성한 기업은 2006년 4개, 2007년 5개, 2008년 2개, 2009년 5개, 2010년 6개 이었고, 19개 비상장외항해운기업 중 100% 효율성을 보인 기업은 2006년 4개, 2007년 12개, 2008년 8개, 2009년 8개 기업, 2010년 9개 이었으며, 모든 상장 및 비상장 해운기업의 평균 효율성은 2006년 75.9%, 2007년 85.1%, 2008년 64.9%, 2009년 78.2%, 2010년 84.2%인 것으로 나타났다. 산출방향의 BCC모형을 이용하여 효율성을 측정한 결과, 6개 상장외항해운기업 중 100% 효율성을 달성한 기업은 2006년 5개, 2007년 5개, 2008년 3개, 2009년 5개, 2010년 6개 이었고, 19개 비상장외항해운기업 중 100% 효율성을 보인 기업은 2006년 18개, 2007년 13

개, 2008년 10개 기업, 2009년 8개, 2010년도 13개 이었으며, 모든 상장 및 비상장 해운기업의 평균 효율성은 2006년 98.2%, 2007년 96.6%, 2008년 89.5%, 2009년 81.7%, 2010년 94.4%인 것으로 나타났다. 이처럼 CCR모형과 BCC모형에 의한 효율성분석 결과, 대체로 상장외항해운기업이 비상장외항해운기업보다 효율성이 높게 나타났고, 두 집단 모두 세계금융위기가 발생했던 2008년도에 효율성이 급격히 낮아졌으나 2010년에는 어느 정도 회복한 것으로 나타났다. 전반적으로 상장외항해운기업에 비해 비상장외항해운기업 효율성이 낮기 때문에 이들은 효율성을 높이기 위한 노력이 더 필요하다.

둘째, Malmquist 지수에 의한 생산성변화의 측정 결과, 6개 상장외항해운기업의 평균생산성변화는 2006년~2007년간 14.4%상승, 2007년~2008년간 70.3%하락, 2008년~2009년간 181.0%상승, 2009년~2010년간 7.2%상승하였으며, 2006년~2010년까지 평균생산성변화는 1.005으로 매년 0.5%씩 생산성이 상승하였다. 19개 비상장외항해운기업의 평균생산성변화는 2006년~2007년간 45.4%상승, 2007년~2008년간 33.5%하락, 2008년~2009년간 150.9%상승, 2009년~2010년간 24.8%하락하였으며 2006년~2010년간 평균생산성변화는 1.037으로 매년 16.2%씩 생산성이 상승하였다. 이처럼 상장 및 비상장외항해운기업의 평균생산성변화는 2008년 세계금융위기 전후로 급격한 변화가 발생하였다. 생산성변화의 원인을 더 구체적으로 파악하기 위해서 Malmquist 지수를 효율성변화와 기술변화로 구분하여 분석한 결과, 상장외항해운기업의 경우, 2006년~2010년간 평균효율성변화는 1.019로 매년 1.9%씩 효율성변화가 발생했고, 2006년~2010년간 평균기술변화는 0.987로 매년 기술변화가 1.3%씩 하락한 것으로 나타났다. 이것은 상장외항해운기업의 2006년~2010년간 Malmquist 지수가 매년 0.5%씩 상승하는데 효율성변화는 기여하였으나 기술변화는 오히려 생산성을 하락시키는 주요 원인이 되었다. 한편, 비상장외항해운기업의 경우, 2006년~2010년간 평균효율성변화는 1.047로 매년 효율성변화는 4.7%씩 상승한 것으로 나타났고, 2006년~2010년간 평균기술변화는 1.110으로 매년 기술변화가 11.0%씩 상승한 것으로 나타났다. 이것은 비상장외항해운기업의 2006년~2010년간 Malmquist 지수가 매년 16.2%씩 상승하는데 효율성변화보다는 기술변화의 상승이 주요 요인이라는 것을 의미한다. 따라서 전반적으로 상장외항해운기업들은 생산성 향상을 위해서 기술혁신을 통한 기술변화가 필요하며, 비상장외항해운기업들은 개별기업의 효율성변화를 통해 생산성 향상이 필요하다.

셋째, 2006년부터 2010년까지 개별기업의 평균생산성 변화를 측정한 결과, 상장외항해운기업 중 2006년~2010년간 평균생산성변화가 증가한 기업은 DMU1, DMU2, DMU4이었고, 이 기업들의 평균생산성이 상승한 원인은 효율성변화 보다 기술진보에 의한 기술변화로 인한 것

으로 나타났다. 반면, 2006년~2010년간 평균생산성변화가 하락한 기업은 DMU3, DMU4, DMU6 이었고, 이 기업들이 평균생산성이 하락한 원인은 효율성변화 보다 기술퇴보에 의한 기술변화로 인한 것으로 나타났다. 따라서 이 기업들은 기술혁신이 필요하다. 또한 비상장외향해운기업 중 2006년~2010년간 평균생산성변화가 증가한 기업은 DMU7, DMU8, DMU9, DMU11, DMU12, DMU13, DMU14, DMU18, DMU20, DMU21, DMU22, DMU23, DMU24, DMU25이며, 이 기업들 중 DMU7, DMU9, DMU11, DMU12, DMU13, DMU18, DMU21, DMU23, DMU24은 효율성변화와 기술변화가 기업의 평균생산성 향상에 기여한 것으로 나타났다. 특히 DMU11, DMU13, DMU18, DMU12, DMU24은 기술변화보다 효율성변화가 생산성 향상에 더 많이 기여하였고, DMU7, DMU9, DMU23, DMU21은 효율성변화보다 기술변화가 생산성 향상에 더 기여한 것으로 나타났다. DMU14, DMU8, DMU20, DMU22, DMU25은 효율성변화 보다는 기술진보에 의한 기술변화로 인하여 평균생산성 향상이 나타났다. 따라서 평균생산성변화가 증가한 비상장외향해운기업의 대부분이 효율성변화를 통한 생산성 향상이 필요하다. 한편, 2006년~2010년간 평균생산성변화가 하락한 비상장외향해운회사는 DMU10, DMU15, DMU16, DMU17, DMU19이며, 이들 해운기업 중 DMU17은 효율성변화보다는 기술퇴보에 의한 기술변화로 생산성이 하락하였고, DMU8는 기술변화는 상승하였으나 효율성변화가 감소하여 전체적으로 생산성이 하락한 것으로 나타났다. DMU15, DMU16, DMU19는 효율성변화와 기술변화에 의해 평균생산성이 하락하였고, 특히 이들 기업은 효율성변화가 기술변화보다 더 생산성 하락에 기여한 것으로 나타났다. 따라서 평균생산성이 하락한 대부분의 기업들은 효율성변화를 통한 생산성 향상이 필요하다.

결과적으로 본 연구의 결과에 기초할 때 정책적으로 다음과 같은 시사점을 제시해 주고 있다. 첫째, 국적외향해운기업의 규모를 키울 수 있는 정책이 필요하다. 상장외향해운기업과 비상장외향해운기업의 규모가 큰 차이를 보이고 있는데, 상대적으로 규모가 큰 상장외향해운기업이 규모가 작은 비상장해운기업보다 연도별 효율성이 높고 안정적인 점을 감안할 때 국적외향해운기업의 규모 확대를 통한 안정적 사업기반을 마련할 필요가 있다. 특히, 인수합병을 통해 규모를 확대시킨 Maersk 선사가 정봉주(2008)의 연구에서 가장 효율성이 높은 선사로 평가된 점을 본 연구결과와 함께 고려한다면 향후 국적외향해운기업의 규모확대를 위한 지원이 필요하다. 둘째, 상장외향해운기업은 지속적인 기술혁신을 통한 경쟁력 확보가 필요하다. 전반적으로 상장외향해운기업이 효율성은 높지만 생산성 변화 정도는 비상장외향해운기업보다 낮다. 특히 상장외향해운기업은 Malmquist 지수 분석 결과, 기술혁신을 통한 기술변화의 필요성이 대두된 점을 고려할 때 향후 지속적인 성장과 경쟁력 확보를 위해 기술혁신



을 통한 생산성 변화를 추구할 필요가 있다. 셋째, 비상장외항해운기업은 효율성 향상을 위한 노력이 필요하다. Malmquist 지수 분석 결과, 비상장외항해운기업의 생산성 향상이나 생산성 감소에 기여한 것이 효율성변화인 점을 고려할 때 비상장외항해운기업의 생산성향상을 위해서는 개별기업의 효율성변화를 통한 생산성 향상이 필요하다.

본 연구는 DEA모형을 이용하여 우리나라 국적외항화물해운기업을 대상으로 생산성변화의 원인을 분석하였다는 점에서 의의가 있다. 하지만 본 연구는 다음과 같은 한계점을 갖고 있다. 첫째, 분석대상인 외항해운기업은 주력사업이 컨테이너선, 벌크선, 탱크선으로 구분될 수 있는데 이러한 구분이 명확하지 않아 선박 종류별로 분석하지 못했다는 한계를 갖고 있다. 둘째, 2006년말 기준 매출액 상위 31위 외항화물해운기업 중에서 자료를 획득할 수 있는 25개 기업만을 대상으로 분석하였기 때문에 2006년 이후 파산한 기업은 본 분석에서 제외되었다. 제외된 기업은 모두 비상장외항해운기업으로 만약 이들 기업의 자료를 획득할 수 있어 분석에 포함할 경우 비상장기업의 생산성은 더 낮아질 수 있다는 점을 유의하여 본 연구결과를 해석해야 할 것이다. 셋째, DEA모형이 갖는 특성상 투입요소와 산출요소에 어떤 요소를 활용했느냐에 따라 결과가 달리 나올 수 있다. 따라서 본 연구에서 활용한 투입요소와 산출요소 이외에 다른 요소를 활용한 분석이 이루어질 필요가 있다.

## 참고문헌

- 김명재, “우리나라 국적외항선사의 경영효율성 분석”, 「2011년도 해양환경안전학회 추계학술 발표회 논문집」, 2011, pp.89-91.
- 김종기·강다연, “국내 해운 물류 기업의 경영 효율성 분석”, 「Entrue Journal of Information Technology」, Vol.7, No.2, 2008, pp.141-150.
- 방희석·강효원, “DEA를 활용한 글로벌해운선사의 효율성 측정”, 「한국항만경제학회지」, 제27권, 제1호, 2011, pp.213-234.
- 이경재, “DEA 모형을 활용한 인터넷 기업의 효율성 평가에 관한 연구”, 전남대학교 박사학위논문, 2006.
- 이운·안영효, “DEA와 Malmquist 생산성지수를 이용한 한국의 주요 국가산업단지 운영 효율성 분석”, 「한국지역개발학회」, 제23권 제5호, 2011, pp.95-118.
- 이형석·김기석, “DEA모형을 이용한 우리나라 해운업체의 정태적·동태적 효율성 분석”, 「대

- 한경영학회지], 제19권 제4호(통권57호), 2006, pp.1197-1217.
- 정봉수, “글로벌 컨테이너 선사의 경영효율성 분석에 관한 연구”, 한국해양대학교 석사학위 논문, 2008.
- 주현태·박형중, “국내 창업투자회사의 상대적 효율성 및 생산성 분석”, 「기업경영」 제18권 제4호, 2011, pp.277-290.
- 황경연·구종순, “국내외 컨테이너선사의 효율성 비교를 통한 국제경쟁력 평가”, 「통상정보 연구」, 제13권 제1호, 2011, pp.123-144.
- Banker, R. D., A. Charnes A, and W. W. Cooper, “Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis,” *Management Science*, Vol.30, No.9, 1984, pp.29-40.
- Barros, C. P. and C. Alves, “An Empirical Analysis of Productivity Growth in a Portuguese Retail Chain Using Malmquist Productivity Index”, *Journal of Retailing and Consumer Services*, Vol.11, 2004, pp.269-2788.
- Caves, D., L. Christensen and E. Diewert, “The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity,” *Econometrica*, Vol.50, No.6, 1982, pp.1393-1414.
- Charnes A, W. W. Cooper, and E. Rodes, “Measuring the Efficiency of Decision Making Units,” *European Journal of Operational Research*, Vol.2, 1978, pp.429-444.
- Coelli T.J., *A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program*, University of New England Armidale, 1996.
- Cooper, W. W., L. M. Seiford, E. Thanassoulis, and S. H. Znaakis, “DEA and Its Use in Different Counties,” *European Journal of Operational Research*, Vol. 154, 2004, pp.337-344.
- Fare, R., S. Grosskopf, M. Norris, and Z. Zhang, “Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries,” *American Economic Review*, Vol.84, No.1, 1994, pp.66-83.
- Farrell, M. J. “The Measurement of Productive Efficiency,” *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*. Vol.120, No.3, 1957, pp.253-290
- Lee, “Analysis of Overall Technical Efficiency, Pure Technical Efficiency and Scale Efficiency in the Medium-sized Audit Firms”, *Expert Systems with Applications*, Vol.36, No.8, 2009,

pp.11156-11171.

Leem, Byung-Hak, "Evaluating Efficiency of Financial Performance for Korean's shipping Firms: An Application of DEA and Window Analysis", *Korea Logistics Review*, Vol.20, No.4, 2010, pp.145-160.

Lin, Y. H., G. J. Y. Hsu and C. K. Hsiao, "Measuring Efficiency of Domestic Banks in Taiwan : Application of Data Envelopment Analysis and Malmquist Index," *Applied Economics Letters*, Vo.14, 2007, pp.821-827.

Liu, F. H. F. and P. H. Wang, "DEA Malmquist Productivity Measure : Taiwanese Semiconductor Companies", *International Journal of Production Economics*, Vol.112, No.1, 2008, pp.367-379.

Panayides, P. M., N. Lambertides, and C. S. Savva, "The Relative Efficiency of Shipping Companies", *Transportation Research Part E*, Vol.47, No.5, 2011, pp.681-694.

Sekhri, V., "A DEA and Malmquist Index Approach to Measuring Productivity and Efficiency of Banks in India", *The IUP Journal of Bank Management*, Vol.10, No.3, 2011, pp.51-65.

Sherman, H. D. and F. Gold, "Bank Branch Operating Efficiency: Evaluation with Data Envelopment Analysis," *Journal of Banking and Finance*, Vol.9, No.2, 1985, pp.297-315.

Yang, H. H. and C. Y. Chang, "Using DEA Window Analysis to Measure Efficiencies of Taiwan's Integrated Telecommunication Firms", *Telecommunications Policy*, Vol.33, No.1-2, 2009, pp.98-108.

코참비즈 <http://www.korchambiz.net>.

## ABSTRACT

### A DEA and Malmquist Index Approach to Measuring Productivity and Efficiency of Korean's Shipping Firms

Kyung-Yun, Hwang\* · Bong-Suk, Sung\*\* · Woo-Yong, Song\*\*\*

This study analyzes the efficiency of 25 shipping companies in Korea over the period 2005-2009, using Data Envelopment Analysis (DEA). Among 31 companies that listed in order of decreasing sales volume for the period 2006-2010, the sample companies has been selected on the ground of data availability. This study computes the companies' efficiency, estimates their year-on-year Malmquist productivity index, and analyzes the cause leads to the changes in the productivity. In particular, this study attempts, by dividing the companies into two group, listed or not, to compare the changes in the productivity and analyze the reasons. The results from static analysis based on CCR and BCC model indicate that listed companies are higher efficient than unquoted companies. The results from tests on the productivity changes based on the Malmquist productivity index show that 19 unquoted companies increase their average productivity by 16.2 percent year after year during the period but 6 listed companies increase by 0.5% during the same period.

**Key Words** : Data Envelopment Analysis, DEA, Container Shipping Company, Efficiency

---

\* BK21 Research Professor, Chungnam National University

\*\* Professor, Department of International Management, Woosong University

\*\*\* Professor, Department of Accounting, Hanbat National University