

## 군산항만의 효율성 비교연구

나호수\* · 김현초\*\*

### The Comparative Study on the Efficiency of Kunsan Port

Ho-Soo Nah · Hyun-Cho Kim

#### 목 차

- |                          |           |
|--------------------------|-----------|
| I. 서론                    | IV. 연구방법론 |
| II. 군산항만의 투자와 경제활동의 현황분석 | V. 실증분석결과 |
| III. 항만효율성 측정에 대한 문헌연구   | VI. 결론    |

Key Words: Efficiency, DEA(Data Envelopment Analysis), Malmquist Index

#### Abstract

By using data envelopment analysis(DEA) this research measures the efficiency of Korea's seven middle-sized seaports and their Malmquist productivity from 1998 to 2007. Under the assumption of CRS(constant returns to scale) and VRS(variable returns to scale), seaports' ranking of efficiency are measured. Kunsan Port is confirmed as a middle-performed port in the various measurements. Important finding facts are as follows. 1)Kunsan Port has the efficiency level from 53% to 57% of efficient ports' level under the assumption of CRS and VRS. 2)In terms of average efficiency level, the gap among these 7 seaports' efficiency levels has been widened during the period from 1998 to 2007. 3)Kunsan Port has shown the characteristics of DRS more frequently in terms of returns to scale. 4) Kunsan Port's average total factor productivity has been lower at the rate of 0.7% during the period from 1998 to 2007. 5)Kunsan Port has shown technical progress at the rate of 3.1% in this period. In future research the more and better data will be expected to improve the understanding of Korean seaports' efficiency characteristics.

▷ 논문접수: 2009.04.20    ▷ 심사완료: 2009.05.27    ▷ 게재확정: 2009.06.03

\* 한국해양대학교 국제무역경제학부 교수, nhs1030@hhu.ac.kr, (017)870-1737, 대표집필

\*\* 한국해양대학교 대학원 무역학과 박사과정, plmanager@hanmail.net (010)3870-6997, 공동저자

## I. 서론

항만(seaport)은 화물과 승객을 수로(waterways)와 해안(shore)을 통하여 배를 이용하여 이전되는 장소이다.<sup>1)</sup> 항만은 교통망(transport networks)의 연결점이고 화물과 사람의 이동이 발생하는 장소이다. 또한 항만은 이러한 이동서비스가 제공되는 경제적 단위이기도 하다. 이러한 이동서비스의 양은 화물이나 승객의 이동량으로 측정될 수 있다. 항만간 경쟁이 있는 환경에서는 항만은 지역적인 위치와 운영상의 효율성 측면에서 경쟁을 하고 있고 또한 항만이 운송자들의 공급사슬(supply chains)속에서의 연계성 측면에서 경쟁이 이루어지고 있다. 항만경제학은 항만서비스의 경제학을 연구하는 학문이다. 최근 항만경제학의 연구가 활성화되고 많은 연구자들이 항만의 경제적 특성에 대해 연구하고 있는 것은 2차 세계대전 이후 세계가 국제화, 세계화, 개방화의 조류가 널리 확산되면서 교역량이 증대되는 현상이 발생되면서 각 국가 간의 화물 및 승객의 이동량이 급증하는 현상과 관련되어 있다.<sup>2)</sup> 이러한 현상은 세계생산량의 증가율에 비해 무역량의 증가가 훨씬 높은 사실에서 이를 확인할 수 있다.<sup>3)</sup> 또한 각 국가의 무역의존도를 보더라도 세계 각국의 무역의존도는 증가되고 있다. 즉 GDP대비 수출액과 수입액의 비중이 증가되는 추세가 계속되고 있다. 개도국의 경우 개방의 가속화로 인한 경제 위기를 겪는 경우도 발생하기는 하였으나 대부분의 동아시아국가들은 빠른 위기극복을 보여주었고 이에 따라 많은 경제학자들은 경제개방이 경제발전에 긍정적인 결과를 가져온다는 것을 확신하게 되었다. 우리나라의 경우에도 예외는 아니어서 1960년대 이래로 지난 수십여년 동안 한국은 경제를 세계에 개방화시킴으로써 괄목할만한 경제성장을 이룩해 왔다. 특히 1990년대 이래로 한국에 이어서 중국을 포함한 극동지역 국가들은 빠른 경제성장을 구가하면서 이에 수반하여 국제무역량의 증가를 촉발시켜왔다. 최근에 급속하게 확산되고 있는 산업내무역과 부품의 아웃소싱의 확대에 따라 한국과 중국 간의 무역물동량이 급증되고 있다. 이러한 추세에 따라 이들 한국과 중국 간의 항만 개발이 급속하게 진행되고 있으며 특히 중국은 연 10%이상의 경제성장으로 인하여 급증하는 항만의 물동량처리수요의 급증에 대처하기 위하여 항만의 하부구조(infra-structure)를 확충하는데 힘을 쏟고 있다.<sup>4)</sup> 이렇게 항만개발이 확대되면서 한국과 중국

1) 이 부분에 대한 추가적인 설명은 Cullinane and Talley(2006)를 참조할 것.

2) 세계 각지역의 무역자유화에 대한 설명으로는 Clark, Dollar and Micco(2004)를 참조할 것. 이들 저자에 의하면 아시아지역은 1980년초에 평균관세율이 30%이던 것이 1990년대 말에는 14%가 되어 급격하게 무역자유화가 진전되었음을 지적하고 있다.

3) Salvatore(2007)에 제시된 자료에서 보면 1994년에서 2004년 사이에 세계생산증가율은 약 2% 정도이나 무역량의 증가율은 약 6%정도로 세배수준으로 나타나고 있다.

4) Lee, Song and Ducruet(2008)에 의하면 아시아지역의 항만개발은 도시의 성장과 연계하여 독특한 방식의 개발이 이루어 있다는 점을 지적하고 있다.

간의 항만간 경쟁도 점차 치열해지고 있다.<sup>5)</sup> 한국정부는 한국의 항만의 경쟁력을 증대시키기 위하여 정부지원 프로그램을 시행해왔으며 시설을 확충하고 서비스를 최신화하고 항만마케팅을 활성화시키고 있다. 또한 항만의 효율성을 증대시키기 위하여 항만의 민영화(privatization)를 각국은 추진해 오고 있다.<sup>6)</sup> 이러한 항만간의 경쟁력을 제고하기 위한 노력이 확대되면서 항만의 경쟁력을 평가하는 다양한 요소들이 제시되고 있다.<sup>7)</sup> 이러한 경쟁력의 요소들은 전체적인 요소들을 양적인 요소와 질적인 요소로 분류할 때 양적인 측면에서는 효율성의 측정을 통하여 항만간의 경쟁력을 비교할 수 있을 것이다. 최근에는 공항의 효율성측정에 이어 항만의 효율성에 대한 관심이 점차 증가되고 있다. 특히 컨테이너항만의 효율성에 대한 연구도 점차 증가되고 있다. 그러나 항만의 효율성을 측정하기 위하여는 항만의 효율성을 측정하는데 사용될 양적인 자료가 필수적임에도 불구하고 자료의 빈약으로 이 분야의 연구가 매우 제약되고 있는 현상이 발생되고 있다. 특히 동남아 신흥개도국의 항만에 대한 관심이 증대되고 있음에도 통계자료가 부족하여 연구가 진척이 미진한 상태이다.

본 연구에서는 군산항을 중심으로 군산항과 규모가 비슷한 중간 규모의 항만을 선정하여 항만의 효율성을 측정하고 비교하였다. 중형항만들에 대한 비교연구는 대형항만에 대한 관심이 많은 점을 고려할 때 연구의 의의가 있을 것으로 보이고 특히 지방자치단체별로 항만개발을 위하여 중앙정부로부터의 지원을 많이 요구하고 있는 현실에서 중형항만들의 효율성을 분석하는 것도 의미가 있을 것으로 보인다. 그리고 군산항만을 정한 이유는 새만금항의 개발이 국가적인 사업으로 진행되고 있기 때문에 향후 군산항만의 대규모 투자에 대한 정책적 시사점을 얻고자 하였기 때문이다. 군산항은 새만금항의 개발과 함께 국민적인 관심의 대상일 뿐만 아니라 군산항만의 효율성에 대한 분석은 향후 새만금항의 개발과 발전에 대하여 여러 가지 시사점을 제공할 것으로 생각된다. 특히 새만금지역의 산업단지유치와 관련하여 방향성을 제시하는데 도움을 줄 수 있

5) Yap and Lam(2006)에 의하면 동아시아지역의 항만개발이 급속하게 진행되는 이유는 이들 국가들이 수출주도형 경제성장전략(export-led economic growth strategy)을 채택하여 무역개방을 통한 경제발전을 추구하면서 무역량급증에 수반되는 화물이동량의 급증현상 때문이라고 지적하고 있다. 동아시아지역에서의 컨테이너화물 운송물동량의 경우에 지난 20여년간 20%이상씩 증가하였음을 지적하고 있다. 이와 아울러 동아시아의 주요 컨테이너 항만의 경쟁관계에 대해서는 설명하면서 부산 컨테이너항만의 경우 일본의 도쿄항만과 요코하마항만과 경쟁관계에 있다고 설명하고 있다. 특히 지난 30여년 동안에 중국의 경제성장으로 부산항과 홍콩항이 상대적으로 더 많은 혜택을 얻어 왔다고 지적하고 있다.

6) 최근의 연구에 따르면 민영화의 정도가 높은 항만일수록 더 높은 효율성을 갖는다는 연구들이 제시되고 있다. 이에 대한 최근의 연구로는 Tongzon and Heng(2005)와 Culliane, Ji, and Wang(2005)를 참조할 것.

7) Gi-Tae Yeo et al.(2008)에 의하면 항만경쟁력(Port competitiveness)의 요소로 38가지의 요소를 제시하고 있다. 이러한 요소들은 대부분 효율성과 관련된 것이다. 그러나 양적으로 측정되기 어려운 요소들이 많기 때문에 효율성측정에 사용될 수 없는 요소들이 많다.

을 것으로 생각된다. 따라서 본 연구는 국가가 관심을 갖고 대규모의 투자가 예상되고 있는 군산항만의 효율성을 규모가 유사한 항만과 비교함으로써 중형항만개발의 정책적인 시사점을 얻고자 한다. 군산항만과 비교되는 항만으로는 평택항, 목포항, 여수항, 삼천포항, 마산항, 동해항 등 모두 7개의 항만을 비교하였다. 항만선정의 기준은 2007년 기준 물동량이 500만 톤(R/T)에서 5000만톤 사이의 항만을 대상으로 하였다.<sup>8)</sup> 본 연구에서는 군산항의 효율성을 이들 항만과 함께 측정하고 아울러 지난 10년 동안(1998년에서 2007년까지)의 총생산성의 변화를 측정비교하였다. 효율성을 측정하는 방법은 기존에 흔히 사용되고 있는 DEA(Data Development Analysis: 자료포괄분석)방식을 활용하였다.

본 논문은 다음의 순서로 진행된다. 2절에서는 군산항만의 투자활동과 경제활동에 대한 현황분석을 소개하고, 3절에서는 항만효율성측정과 관련하여 기존의 문헌조사를 실시하고 실증연구와 이론연구를 소개한다. 4절에서는 항만효율성을 측정하기 위한 실증연구의 이론적인 배경을 제시하고자한다. 그리고 5절에서는 7개의 항만의 실증자료를 적용하여 항만의 효율성을 측정하고 비교하고자 한다. 6절에서는 결론을 제시한다.

## II. 군산항만의 투자와 경제활동의 현황분석

이 논문에서는 군산항의 항만효율성을 분석하기에 앞서 항만실적과 시설과 관련한 현황을 살펴보고자 한다. <표 1>에는 군산항만의 항만산출관련 변수들의 지난 10년 사이의 변화와 국가대비 점유율을 보여주고 있다. 여기에서 보면 군산항은 항만화물 수송량이 지난 10년간 약 2배 수준으로 증가하였고 국가 대비 점유율도 1998년에 1.44%이던 것이 2007년에는 1.70%로 증가하였다. 선박의 입출항 실적은 배의 척수로 볼때는 1998년에 국가대비 2.91%이던 것이 2007년에는 2.12%로 많이 낮아지고 있다. 그러나 입출항 선박의 총톤수를 기준으로 보면 항만화물운송량과 비슷하게 10년간 2배로 증가하였고 국가대비 점유율도 2.31%에서 2.59%로 증가하였다. 이는 항만을 출입하는 선박이 대형선박의 비중이 많아졌다는 것을 알 수 있다. 이러한 통계에서 볼 때 지난 10여년 동안 군산항만의 배후지역의 경제활동이 상대적으로 활발하게 이루어져 왔다는 점을 보여 준다. 따라서 우리나라가 대형항만 중심으로 이루어지던 항만의 성장이 지역경제의 발전과 함께 중규모 단위의 성장도 급속하게 진행되는 것으로 해석된다. 또한

8) 2007년 기준 1년간의 물동량이 5000만톤(R/T)이상인 부산항, 광양항, 인천항, 울산항, 포항항 등 5대 항만과 500만톤 이하의 항만에 대해서는 비교대상에서 제외하였다. 대형항만의 경우와 소형항만의 경우 중규모항만과 생산의 구조적인 차이가 있다고 가정하고 비슷한 규모의 항만을 선정하여 실증분석에 활용하였다.

입출항 척수의 증가율에 비해 입출항의 총톤수가 더 많이 증가했다는 것은 대형 화물의 증가가 이루어져 온 것으로 해석되고 이는 항만 투자로 인한 항만규모의 증가와 상관성이 있을 것으로 해석된다.

<표 1> 군산항만의 항만산출관련 실적 및 국가대비 점유율

	항만화물수송량 (100만R/T)			입출항실적 (1000척)			입출항실적 (100만M/T)		
	군산	국가	점유율	군산	국가	점유율	군산	국가	점유율
1998	8.5	589.9	1.44%	8.1	278.4	2.91%	33.3	1442.7	2.31%
2007	16.7	982.6	1.70%	8.5	401.9	2.12%	67.5	2609.3	2.59%

<표 2>에는 군산항만의 지난 10년간의 시설(infrastructure)현황과 국가대비 점유율을 보여주고 있다. 안벽길이의 경우 규모가 지난 10년간 2배로 증가하였고 국가 점유율도 2.75%에서 3.79%로 급증하였다. 그리고 접안능력은 선박척수로 볼 때 4.11%에서 3.81%로 감소되었다. 야적장면적은 7.05%에서 7.38%로 점유율이 늘었고 상당한 비중을 갖고 있다는 것을 알 수 있다. 하역능력을 보면 역시 국가대비 점유율이 1.82%에서 2.42%로 상당히 증가하였음을 알 수 있다. 이러한 결과는 지난 10년간 항만의 하부구조에 대한 투자가 상당히 활발하게 이루어져 왔다는 것을 알 수 있다. 이러한 항만 성장의 결과는 군산항에 대한 하부구조투자가 상대적으로 급속하게 증대된 것으로 항만의 대형화가 빠르게 진전되고 있음을 알 수 있다. 이러한 항만의 대규모화의 정도에 비하여 항만의 산출과 관련된 물동량의 실적은 상대적으로 적게 증가되어 왔음을 알 수 있다. 이러한 결과는 군산항만의 효율성과 관련하여 시사하는 점이 있다고 하겠다. 즉 항만의 효율성이 낮아질 가능성이 제기될 수 있는 것이다. 그러나 한편으로 항만의 투자효과가 일정한 시차를 두고 그 효과가 나타난다면 항만투자가 물동량의 증가를 견인하는 측면도 생각해 볼 수 있을 것이다. 즉 항만의 대규모화는 배후도시의 경제성장에 긍정적인 영향을 미쳐 배후 경제를 활성화시키는 효과를 발휘할 수도 있다고 보여 진다. 항만의 성장이 경제활동을 따라가는 수동적인 위치 즉 결과적인 측면도 있으나 한편으로는 항만의 성장이 지역경제성장의 원인으로 작용할 수 있다는 점도 지적될 수 있을 것이다.<sup>9)</sup> 항만이 외국과의 물적인 교류의 장소로서 항만의 역할과 활용이 점차 확대되는 측면 즉 항만의 하부구조가 결국은 항만 배후지역의 경제를 활성화시키는 측면을 고려할 필

9) 유승훈(2006)에 의하면 1970sys에서 2002년 사이에 한국의 경우, 항만의 성장이 경제성장을 이끌어 내는 요인으로 작용하였다는 점을 지적하고 있다.

요가 있다고 보여진다. 따라서 항만의 효율성의 단기적이고 정태적인 효과와 함께 장기적이고 동태적인 효과를 동시에 고려하는 것도 필요하다고 하겠다. 이러한 측면에서 새만금 항만의 개발은 단기적인 측면에서 뿐만 아니라 장기적인 측면에서의 효과를 적절하게 고려하는 것이 필요할 것으로 보인다.

<표 2> 군산항만의 항만하부구조 현황 및 국가대비 점유율

	안벽길이(km)			접안능력(척수)			야적장면적(천m)			하역능력 (백만M/T)		
	군산	국가	점유율	군산	국가	점유율	군산	국가	점유율	군산	국가	점유율
1998	2.4	88.7	2.75%	24	584	4.11%	592	8,392	7.05%	7.6	416.2	1.82%
2007	4.8	126.9	3.79%	29	761	3.81%	1,007	13,635	7.38%	17.6	727.2	2.42%

### III. 항만효율성측정에 대한 문헌연구<sup>10)</sup>

항만의 효율성을 양적으로 측정하는 방식으로는 크게 두 가지의 방식으로 나누어 볼 수 있다. 그 하나는 모수적 방법(parametric methods)이고 다른 방식은 비모수적 방식(non-parametric methods)이다. 모수적인 방식은 계량경제학적인 방법으로 생산이나 비용의 경계를 추정(frontier estimation)하는 방식이고 다른 방식은 비율분석(ratio analysis)이나 선형계획법(linear programming)과 같은 방식을 이용하여 단순한 효율성의 측정치를 얻어내거나 방정식의 해를 찾아내는 방식을 말한다. 비모수적인 방식으로 가장 많이 활용되는 방식이 DEA(data envelopment analysis) 방식이다.

외국의 연구 중에서 모수적인 접근 방법의 연구로는 Cullinane, Song and Gray(2002), Tongzon and Heng(2005), Liu(1995), Barros(2005), Estasche and et al.(2001), Gonzalez and Trujillo(2008) 등이 있다.

비모수적인 방식의 접근 방법으로는 Song and Cullinane(2001), Roll and Hayuth(1993), Tongzon(2001), Martinez et al.(1999), Barros(2003a), Barros(2003b), Barros and Athanassiou(2004), Park and De(2004) 등이 있다. 그리고 항만의 효율성에 대한 기존의 연구에 대한 서베이는 Barros, C.P. and Shunsuke Managi(2008)에 잘 정

10) Barros and Managi(2008)는 최근의 항만의 효율성에 대한 연구결과를 잘 정리하고 있다. 이 저자들은 일본 항만의 효율성을 측정하고 효율성을 결정하는 추진요소(drivers)들을 회귀분석을 도입하여 제시하고 있다.

리되어 있다.

그리고 한국의 항만 및 해운업체의 생산성측정에 대한 연구는 2000년 이후 활발하게 이루어지고 있고 대부분이 DEA방식을 이용하여 효율성을 측정하고 있다. 이들 중 . 콘테이너 항만의 효율성에 대한 연구로는 Park(2002), 박길영 등(2005), 오성동·박노경(2005), 박병인(2005), 류동근(2005), 이석용·서창갑·(2006)이 있고 한국의 일반 항만에 대한 효율성에 대한 연구로는 이정호(1998), 박노경(2005), 김안호·차용우(2005), Park(2006), 박노경·박길영(2007), 나호수·이우·이경수(2008) 등이 있고, 해운업체의 효율성분석에는 이형석·김기석(2006)이 있다.

기존의 연구에 대하여 본 연구는 다음의 특징을 갖는다. 첫째 한국에서 측정된 항만 효율성에 대한 연구는 횡단면 자료(cross-section data)에 기초하고 있거나 2년 내지 5년 이내의 패널자료(panel data)를 이용하는 것이 보통이나, 본 연구는 비교적 장기간인 10년 동안의 효율성을 측정함으로써 장기적인 항만효율성의 추세를 파악하는데 중점을 두었다.<sup>11)</sup> 둘째, 이 연구에서는 한국의 중규모의 7개의 항만의 효율성을 비교함으로써 비교의 대상이 규모가 유사하기 때문에 규모의 현격한 차이에서 발생하는 효율성 경계추정의 오차를 줄일 수 있을 것으로 보이고 따라서 안정적인 생산의 경계(production frontier)를 측정할 수 있을 것으로 생각된다.

셋째, 최근 한국의 항만개발이 중국경제성장에 병행하여 경쟁적으로 이루어지고 있고 특히 중규모항만의 경우 지역개발과 맞물려 지방자치단체가 많은 투자를 요구하고 있고 실제로 투자가 이루어지면서 이들 지역의 항만하부구조(port infrastructure)의 효율성에 대한 엄격한 평가와 이에 따르는 대안을 마련하는 것이 시급하다 하겠다. 이러한 점에서 본 연구는 군산항을 비롯한 중형항만의 효율성을 측정하고 정책함의를 도출하고자 하였다. 넷째, 이 연구에서는 군산항의 경우 새만금지역의 개발로 인하여 많은 국가투자가 예상되기 때문에 군산항의 효율성을 다른 항만과 비교함으로써 대규모의 국가적인 항만투자의 효율성에 대한 함의를 찾아본다는 점에서 이 연구의 의의가 있을 것으로 생각된다.

11) DEA의 논문들을 분류하면 자료에 따라 세 가지로 분류될 수 있다. 하나는 횡단면자료를 사용하는 방법과, 짧은 기간의 자료(패널자료)를 사용하는 방법과 시계열자료를 사용하는 방법이 그것이다. 이들 각 방법상에는 각각의 장단점이 있다. 이러한 자료상의 분류에 대한 논의에 대하여는 Cullinane and Wang(2007)를 참조할 것.

## IV. 연구방법론<sup>12)</sup>

DEA(Data Envelopment Analysis)모형은 여러 개의 투입과 산출로 구성된 생산경계(production frontier)를 추정하는 비모수적인 방법(non-parametric Method)이다. Farrell(1957)의 원리를 적용하여 Charnes et al. (1978)는 처음으로 “Data Envelopment Analysis”(자료포괄분석)이라는 용어를 사용하였는데 이 방법은 어떤 의사결정단위들(DMU: Decision-Making Units)의 생산경계(production frontier)를 추정하고 이들 DMU간의 상대적 효율성을 측정하는 방법이다. 이러한 상대적인 효율성을 측정하기 위하여 수학적 선형계획법을 이용한다.<sup>13)</sup> 효율성은 주어진 기술 하에서 일정한 생산량을 얻기 위하여 투입되는 투입물의 최소량을 투입하는 상태를 효율성에 도달하였다고 한다.<sup>14)</sup> 또는 동일한 투입량을 가지고 최대의 생산량을 얻었을 때에도 역시 효율성에 도달하였다고 한다.<sup>15)</sup> 효율성의 상태보다 더 많은 투입물이 투입되었거나 더 적은 산출량이 생산되었을 때 이 상태를 비효율적이라 한다. Farrell(1957)은 투입물을 증가시키지 않고도 효율성의 수준을 향상시킴으로써 산출물이 증가될 수 있다는 점을 지적하였다. 즉 자원의 배분적 방식을 바꿈으로써 효율성의 수준이 증가될 수 있다는 점을 지적한 것이다.<sup>16)</sup> 효율적 생산상태에 도달한 의사결정단위(DMU)를 효율적인 기업이라고 할 수 있다. 어떤 DMU의 입장에서 시간의 경과에 따라 새로운 기술이 도입될 경우 이전보다 더 높은 효율성에 도달하게 된다. 이 경우에는 시간의 경과에 따르는 효율성의 증가를 경험할 수 있다.<sup>17)</sup>

이러한 파레토 최적상태와 관련하여 각 DMU의 효율성의 수준을 찾기 위한 방법의 하나로서 DEA는 비모수적인(non-parametric) 방법을 활용하여 생산의 프론티어를 추정하는 방식이 Farrell(1957)에 의해 처음으로 제안되었다. 그 이후 Charnes, Cooper and Rhodes(1978)는 투입측면(input oriented)에서 효율성을 측정하기 위해 규모에 대한 수

12) Coelli, T.J., Rao, P. and Battese, G.E.(1998)에는 DEA의 방법론에 대한 상세한 설명이 주어지고 있다.

13) 최근 많은 연구자들에 의해 쉽게 생산성을 측정하는 소프트웨어를 제시하고 있다. 또한 최근에는 다양한 프로그램 예를 들면 Mathematica라든지 Matlab이라든지 Gams라든지 수학분야나 공학분야의 프로그램을 이용하여 생산성을 측정하는 연구자들도 점차 증가하고 있다.

14) 이러한 효율성의 접근방법을 투입지향적 방법(input-oriented method)라고 부른다.

15) 이러한 효율성의 접근방법을 산출지향적 방법(output-oriented method)라고 부른다. 연구자에 따라 투입지향적인 방법으로 접근할 것인가 아니면 산출지향적으로 접근할 것인가는 산업의 특성이나 연구자의 선호에 의하여 결정된다. 최근에는 이러한 두가지 방식의 차이점을 극복하기 위한 연구들이 많이 등장하고 있다. 이러한 효율성의 측정치를 루엔버거 효율성 지표(Luenberger Efficiency Indicator)라고 부른다. 이 방식은 Luenberger(1992)의 제안에 따라 최근에 빈번히 사용되는 생산성의 측정방식이다. 이 방식은 투입지향성과 산출지향성을 절충한 형태의 생산성지표라고 할 수 있다.

16) 이 부분은 배분적 효율성의 변화(allocative efficiency change)에 대한 설명이다.

17) 이 부분은 기술적 효율성의 변화(technical efficiency change)에 대한 설명이다.



익불변(constant returns to scale: CRS)을 가정하여 (즉, 모든 기업이 최적규모에서 생산활동을 하기 때문에 장기평균비용곡선이 수평인 부분에 놓여 있을 때에만) 이에 적합한 DEA모형을 개발하였다.<sup>18)</sup> 그리고 만약, 경쟁이 불완전하거나, 재무상 제약조건 등이 존재할 경우에 개별 기업은 최적규모에서 생산할 수 없는 경우를 고려하여<sup>19)</sup> Banker, Charnes and Cooper(1984)는 규모에 대한 수익가변(variable returns to scale: VRS)을 가정하여 기존의 DEA모형을 확장시켰다.<sup>20)</sup> 이에 대한 구체적인 이론적 배경을 살펴보면 다음과 같다.

### 1. DEA방식에 의한 기술적 효율성과 규모의 효율성 측정방식<sup>21)</sup>

DEA방식의 효율성 측정치를 도출하는 과정을 살펴보면 다음과 같다. 우선 어떤 의사결정단위(Decision Making Unit: DMU)는 보유하고 있는 기술을 활용하여 이용가능한 투입요소를 산출물로 변환시키는데, 이 때 투입된 투입요소와 생산된 산출물을 비교함으로써 기술적 효율성을 측정할 수 있다.

이를 위해 Coelli et. al(2005)가 제시한 방식에 따라 N개 DMU가 K개의 생산요소를 투입해서 M개의 산출물을 생산한다고 가정하고, i번째 DMU는 생산요소벡터  $x_i$ (첨자 i는 i번째 기업을 의미함)를 이용하여 산출물벡터  $y_i$ (i번째 기업의 산출물의 벡터를 의미함)를 생산한다고 가정하자. 그리고 모든 DMU들의 효율성을 측정하기 위해서 모든 투입물 대비 모든 산출물의 비율을 구하면, 이러한 비율은 u가 산출물 가중치인  $M \times 1$ 인 열벡터이고, v가 투입물 가중치인  $K \times 1$ 인 열벡터인 곳에서  $u'y_i/v'x_i$ 이 된다. 즉, 분석대상이 되는 N개의 DMU 중 i 번째 DMU의 기술효율성은 다음과 같이 선형계획 모형으로 구해진다.

$$\text{Max}_{u,v} (u'y_i / v'x_i), \tag{1}$$

18) CRS를 가정한 DEA모형을 제안자의 이름을 따서 CCR모형이라고 불리워진다.

19) 이러한 경우에 CRS를 가정한 모형에서는 비효율적인 DMU로 취급되는 경우에도 불가항력적으로 비효율적으로 되는 경우가 있다는 점을 고려하여 이들 DMU를 효율적인 기업으로 간주하고 효율성의 수준을 측정하기 위하여 VRS를 가정하는 모형을 도입한 것이다. 따라서 CRS모형에서는 비효율적인 기업이 VRS모형에서는 효율적인 기업이 될 수 있게 되어 VRS모형에서는 CRS모형에 비교하여 항상 효율성의 측정치가 높게 나타나게 된다.

20) VRS를 가정한 DEA모형을 제안자의 이름을 따서 BCC모형이라고 불리워진다.

21) 이 부분에 대한 설명은 Coelli 등(2005)의 41-83을 참조하였고 DEA의 구체적 적용과정에 대해서는 Coelli(1996)의 설명을 참조한 것임.

$$\begin{aligned} \text{s.t.} \quad & \mathbf{u}'\mathbf{y}_j / \mathbf{v}'\mathbf{x}_j \leq 1, j=1,2,\dots,N. \\ & \mathbf{u}, \mathbf{v} \geq 0. \end{aligned}$$

이 식 (1)은 효율성의 측정치를 도출하는 다음식과 같은 DEA모형으로 변형될 수 있다. 이 모형이 바로 CCR모형이다.<sup>22)</sup>

$$\begin{aligned} & \text{Min}_{\theta, \lambda} \theta, & (2) \\ \text{s.t.} \quad & -\mathbf{y}_i + \mathbf{Y}\lambda \geq 0, \\ & \theta\mathbf{x}_i - \mathbf{X}\lambda \geq 0, \\ & \lambda \geq 0. \end{aligned}$$

식 (2)에서  $\lambda$ 는 제약식의  $N \times 1$  상수벡터이고,  $\theta$ 는 스칼라이다.  $\theta$ 는  $i$  번째 DMU의 효율성지표를 나타낸다. 이 지표는  $0 < \theta \leq 1$ 을 만족할 뿐만 아니라, 만약 그 값이 “1”일 경우 프론티어 상에 있게 되어 DMU의 기술효율성이 최대라는 사실을 말해준다.

그러나, 규모에 대한 수익가변(variable returns to scale: VRS)의 가정을 도입하게 된다<sup>a</sup>면 다음 식들이 주어진다. 이러한 DEA모형을 보통 BCC모형이라고 부른다.

$$\begin{aligned} & \text{Min}_{\theta, \lambda} \theta & (3) \\ \text{s.t.} \quad & -\mathbf{y}_i + \mathbf{Y}\lambda \geq 0 \\ & \theta\mathbf{x}_i - \mathbf{X}\lambda \geq 0 \\ & \mathbf{N}\mathbf{1}'\lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

식 (3)에서  $\mathbf{1}$ 은  $N \times 1$ 의 단위벡터이다.

그리고 DEA모형에서 규모에 대한 수익비증가(non-increasing returns to scale: NIRS)의 가정<sup>23)</sup>을 도입할 경우에는  $\mathbf{N}\mathbf{1}'\lambda \leq 1$ 의 제약조건을 부여함으로써 해결할 수 있다.

22) 이 부분의 방법론에 대한 설명은 나호수·이우·이경수(2008)를 참조할 것.

23) 비증가적 규모수익(non-increasing returns to scale: NIRS)은 가변적 규모수익(variable returns to scale: VRS)이라고 부르기도 한다. 실증결과에서는 VRS의 용어를 사용한다.

$$\begin{aligned}
 & \text{Min}_{\theta, \lambda} \theta & (4) \\
 & \text{s.t. } -y_i + Y\lambda \geq 0 \\
 & \quad \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\
 & \quad N1'\lambda \leq 1 \\
 & \quad \lambda \geq 0
 \end{aligned}$$

DMU의 ‘기술적 및 배분적 효율성’ 분석에 사용한 식은 (2)와 (3)이고, ‘규모의 효율성’과 ‘규모의 경제’ 및 ‘규모의 비경제’ 측정을 위해 사용된 식은 (4)가 된다.

## 2. 맘퀴스트 생산성지수(Malmquist Productivity Index)<sup>24)</sup>

맘퀴스트 생산성지수를 간단히 설명하면 다음과 같다.

어떤 DMU의 생산성이 시간의 경과에 따라 어떻게 변화하였는지는 맘퀴스트 생산성 지수(Malmquist Productivity Index)를 이용하여 측정하다고 가정하자. 이때 t기의 투입산출량을  $(x(t), y(t))$ 로, t+1기의 투입산출량을  $(x(t + 1), y(t + 1))$  이라 할 때 총요소 생산성(TFP)의 증가율 지수는 일반적으로 다음 식(5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\Delta TFP = \{y(t + 1)/x(t + 1)\} / \{y(t)/x(t)\} \quad (5)$$

이를 다수투입물과 다수산출물을 고려한 일반적인 경우로 확대하기 위하여 거리함수(distance function)를 사용하여 t기를 기준으로 한 맘퀴스트 생산성 지수( $M_i(t)$ )에 대하여 t+1기의 기술을 기준으로 한 맘퀴스트 생산성 지수( $M_i(t + 1)$ )는 식(6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 & M_i(x(t + 1), y(t + 1), x(t), y(t)) \\
 & = (M_i(t) M_i(t + 1))^{\frac{1}{2}} \quad (6)
 \end{aligned}$$

이 식을 적절히 변형하여 맘퀴스트 생산성변화지수( $M_i$ ;TFPC)는 기술적 효율성 변화지수(TTEC)와 기술변화지수(TC)로 분해할 수 있다. 즉 총요소생산성변화의 맘퀴

24) 맘퀴스트의 총생산성지수의 상세한 내용은 나호수·이우·이경수(2008)를 참조할 것.

스트 지수측정치  $M_i$  (TFPC)는 기술적 효율성변화지수(TTEC)와 기술변화지수(TC)가 곱하여진 형태로 두 요소로 분할될 수 있다는 것을 의미한다.

$$TFPC = TTEC \times TC \quad (7)$$

이러한 계산식은 거리함수(distance function)의 규모에 대한 보수불변(CRS)를 가정한다. 또한 거리함수에 규모에 대한 수익가변(variably returns to scale)을 도입하여 기술적 효율성변화의 측정치(TTEC)를 규모의 효율성변화측정치(SEC)와 순수한 기술적 효율성변화의 측정치(TEC)로 분할할 수 있다. 따라서 다음의 식을 얻을 수 있다.

$$TFPC = TEC \times SEC \times TC \quad (8)$$

본 연구에서는 TTEC와 TC 그리고 TEC와 SEC의 구성요소들과 TFPC를 측정하여 그 결과를 제시한다.

## VI. 실증분석결과

### 1. 군산항만의 효율성의 측정결과

항만별로 CRS(보수불변가정)일 경우와 VRS(변동가능한 규모의경제)를 가정하여 효율성을 측정하였다. 측정치가 1일 경우에는 CRS를 의미하고 1.0미만일 경우에는 VRS를 의미한다. 즉 측정치가 1일 경우에는 규모에 대한 보수불변을 의미한다. 즉 항만의 자료값이 생산경계(production frontier)에 있다는 말이 된다. 측정된 결과는 <표 3>에 제시되고 있다.<sup>25)</sup>

여기에서 나타난 몇 가지의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

---

25) 효율성의 수준을 측정할 때 가장 효율적인 항만을 1로 볼 때 다른 항만의 효율성의 값을 측정한다. 따라서 상대적인 효율성측정치를 의미한다. 그리고 1 미만일 경우에는 비효율성을 의미하지만 이 경우에도 두 가지 경우가 존재할 수 있다. 규모에 대한 보수감소(DRS)와 규모에 대한 보수증가(IRS)가 그것이다. 이 개념은 어느 한 점에서 투입량을 증가시켰을 때 산출량의 증가가 어떻게 되는냐를 측정하는 개념이다. 따라서 효율성은 수준을 기준으로 측정되고 규모의 경제여부는 증가분을 기준으로 측정된다고 할 수 있다.

<표 3> 군산항만 및 기타 항만의 효율성의 측정치

항 만		군산항	평택항	목포항	여수항	삼천포항	마산항	동해항	평균	군산항 순위
1998	CRS	0.563	1.000	0.604	1.000	1.000	0.409	1.000	0.796	6위
	VRS	0.591	1.000	0.606	1.000	1.000	0.513	1.000	0.816	6위
1999	CRS	0.566	1.000	0.673	1.000	1.000	0.389	0.427	0.722	5위
	VRS	0.585	1.000	0.676	1.000	1.000	0.466	0.465	0.742	5위
2000	CRS	0.496	1.000	0.622	1.000	1.000	0.383	0.411	0.702	5위
	VRS	0.528	1.000	0.721	1.000	1.000	0.420	0.442	0.730	5위
2001	CRS	0.525	1.000	0.529	0.705	1.000	0.470	0.370	0.657	5위
	VRS	0.547	1.000	0.657	1.000	1.000	0.489	0.454	0.735	5위
2002	CRS	0.487	1.000	0.591	1.000	1.000	0.422	0.326	0.689	5위
	VRS	0.496	1.000	0.704	1.000	1.000	0.429	0.405	0.719	5위
2003	CRS	0.560	1.000	0.427	1.000	1.000	0.424	0.263	0.668	4위
	VRS	0.561	1.000	0.535	1.000	1.000	0.424	0.388	0.701	4위
2004	CRS	0.513	1.000	0.377	0.588	1.000	0.469	0.351	0.614	4위
	VRS	0.664	1.000	0.665	1.000	1.000	0.498	0.430	0.751	5위
2005	CRS	0.553	1.000	0.426	1.000	1.000	0.493	0.357	0.690	4위
	VRS	0.559	1.000	0.501	1.000	1.000	0.494	0.450	0.715	4위
2006	CRS	0.594	1.000	0.468	1.000	1.000	0.416	0.385	0.695	4위
	VRS	0.601	1.000	0.523	1.000	1.000	0.429	0.467	0.717	4위
2007	CRS	0.403	1.000	0.326	1.000	1.000	0.259	0.393	0.626	4위
	VRS	0.542	1.000	0.440	1.000	1.000	0.322	0.413	0.674	4위
평균	CRS	0.526	1.000	0.558	0.923	1.000	0.413	0.428	0.693	
	VRS	0.567	1.000	0.603	1.000	1.000	0.442	0.491	0.729	
등위	CRS	5위	1위	4위	3위	1위	7위	6위		
	VRS	5위	1위	4위	3위	1위	7위	6위		

- (1) 군산항은 1998년에서 2007년 사이에 CRS의 경우 0.526으로 측정되었고 VRS의 경우에는 0.567로 측정되어 효율적인 항만에 비하여 효율성 수준이 역 53%에서 57% 정도 되는 것으로 나타났다.
- (2) 군산항의 경우 7개 중규모항만 중에서 평균적으로 효율성 수준이 5번째 수준인 것으로 나타났다. 특히 1990년대의 6위에 비하여 2000년대에는 순위가 4위 정도로 증가되고 있음을 알 수 있다.
- (3) 평택항과 삼천포항은 CRS와 VRS 모든 경우에 효율적인 항만으로 측정되었다. 그리고 여수항은 VRS의 경우에는 효율적이고 CRS의 경우에는 0.923으로 측정되어 평택항과 삼천포항에 비해 비효율적인 항만으로 측정되었다.
- (4) 마산항과 동해항이 가장 비효율적인 항만으로 측정되었다. 이들 항만은 효율적인 항만에 비하여 효율성 수준이 평균적으로 41%에서 49%정도 수준인 것으로 나타나 효율성이 반 이하인 항만으로 측정되었다.
- (5) 효율성의 평균치를 보면 1998년에는 CRS의 경우 0.796, VRS의 경우 0.816이던 것이 2007년에는 각각 0.626과 0.674로 나타나고 있다. 즉 효율성의 평균치가 하락했다는 것

을 알 수 있다. 이는 항만간의 효율성의 격차가 더욱 확대되었다는 것을 의미한다.

## 2. 군산항만의 규모의 효율성(SE)과 규모의 경제(RS) 측정결과

군산항에 대하여 규모의 효율성측정치와 규모의 경제여부에 대한 측정결과가 <표 4>에 제시되어 있다. 특징을 살펴보면 다음과 같다.

<표 4> 군산항의 규모의 효율성과 규모의 경제 측정결과

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
SE	0.952	0.967	0.939	0.959	0.983	1.000	0.772	0.989	0.987	0.744
RS	DRS	DRS	DRS	IRS	DRS	CRS	IRS	IRS	DRS	DRS

(1) 지난 10년동안에 DRS가 6회, IRS가 3회, CRS가 1회 측정되었다. 1998년 초기와 2007년 말기에 DRS가 시현되었고 중간기간에 IRS와 CRS가 나타났다. 군산항의 경우 전체적으로 보면 시기에 따라 다르나 DRS의 성격이 강한 항만으로 나타나고 있다고 할 수 있다.

(2) 규모의 효율성의 측정치를 보면 2004년과 2007년을 예외로 하고 90%이상으로 나타나고 있다. 이 측정치는 생산경계에서 어느 정도 떨어져 있느냐를 측정하는 것으로 군산항의 경우 생산 경계에 10% 이내로 근접되어 있다는 것을 알 수 있다.

## 3. 군산항만의 총생산성에 대한 맘퀴스트 지수 측정치

군산항의 경우 총생산성 변화의 구성요소에 대한 측정결과와 7개 항만의 측정치의 평균이 <표 5>에 제시되고 있다. 특징을 살펴보면 다음과 같다.

<표 5> 군산항만의 총생산성의 변화에 대한 맘퀴스트 지수 측정치

		효율성 변화	기술변화	순기술적 효율성변화	규모효율성 변화	총 생산성 변화
1998-	군산항	1.006	1.168	0.990	1.015	1.174
1999	평균치	0.894	1.054	0.897	0.997	0.942
1999-	군산항	0.877	0.937	0.903	0.971	0.822
2000	평균치	0.963	0.998	0.973	0.990	0.961
2000-	군산항	1.058	0.953	1.037	1.021	1.009
2001	평균치	0.951	0.959	1.018	0.934	0.912
2001-	군산항	0.928	1.114	0.905	1.025	1.033
2002	평균치	1.022	1.096	0.962	1.062	1.120
2002-	군산항	1.151	0.953	1.131	1.017	1.097
2003	평균치	0.945	1.085	0.971	0.973	1.026
2003-	군산항	0.915	0.902	1.185	0.773	0.825
2004	평균치	0.950	0.818	1.097	0.866	0.777
2004-	군산항	1.079	0.940	0.842	1.281	1.014
2005	평균치	1.120	0.965	0.942	1.189	1.081
2005-	군산항	1.073	0.929	1.075	0.998	0.996
2006	평균치	1.010	0.981	1.002	1.009	0.991
2006-	군산항	0.680	1.506	0.902	0.754	1.024
2007	평균치	0.842	1.417	0.906	0.929	1.193
평균	군산항	0.964	1.031	0.990	0.973	0.993
	평균치	0.964	1.031	0.972	0.991	0.983

(1) 군산항은 지난 10년간의 평균에서 볼 때 총생산성은 약간 감소된 것으로 나타나고 있다. 0.993으로 나타나 연평균 0.7%정도로 총생산성이 낮아진 것으로 측정되었다. 이러한 결과는 나호수·이우·이경수(2008)의 연구에서 우리나라 대형항만의 경우 1이하로 나타난 것과 유사하다. 이 연구에서는 대형항만의 경우 총생산성의 평균이 0.969로 나타난 것과 비교하여 군산항만은 총생산성의 수준이 약간 높게 나타나고 있다. 이에 비하여 7개 항만 전체를 보면 0.983으로 나타나 7개 항만은 평균적으로 약 1.7%씩 총생산성이 하락된 것으로 나타나고 있다. 따라서 군산항의 경우 총생산성의 하락이 다른 항만에 비하여 낮아서 상대적인 효율성은 높아진 것으로 해석될 수 있다. 그리고 연도 별로 보면 3개연도를 제외하고 총생산성이 1보다 크게 나타나고 있고 1998-1999년과 2006-2007년에는 총생산성의 증가율이 매우 높게 나타나고 있다.(각각 17.4%와 19.3%) 이러한 결과는 중형항만이 대형항만에 비해 더 높은 총생산성을 유지하고 있음을 보여 준다.

(2) 군산항의 경우 순기술적효율성지수는 0.990으로 약 1%씩 감소된 것으로 나타났고 규모효율성변화는 지수가 0.973으로 약 2.7%씩 하락한 것으로 나타났다. 이에 따라 효율성의 변화지수는 0.964로 나타나 약 3.6%정도씩 하락한 것으로 측정되었다. 따라서 생산의 효율성이 효율적인 항만을 기준으로 할 때 매년 약간씩 하락한 것으로 볼 수 있다.

(3) 군산항의 경우 기술변화는 1.031로 나타나 연평균 3.1%씩 증가한 것으로 나타나 기술변화율이 상당히 높게 나타나고 있고 이는 전체 평균 증가율과 동일하게 나타났다.

(4) 군산항의 경우 7개항 평균에 비교하여 순기술적 효율성 변화는 지수가 상대적으로 높으나(0.990>0.972), 규모효율성변화지수는 상대적으로 낮게 나타났다.(0.973<0.991)

#### 4. 한국 7개 항만의 효율성변화에 대한 맘퀴스트 지수의 평균 측정치 비교 (1998-2007)

<표 6>에는 7개 항만 각각의 총생산성변화에 대한 구성요소별 측정치를 제시한 것이다.

몇 가지 특징을 살펴보면 다음과 같다.

(1) 군산항의 경우 총생산성지수에서 볼 때 0.993으로 7개 항만 중 4위 수준임을 알 수 있다.

(2) 총생산성 증가율이 가장 높은 항만은 여수항으로 연평균 7.4%로 나타나고 있고 다음으로는 삼천포항으로 연평균 3.8%씩 증가하였다.

(3) 총생산성지수가 가장 낮은 항만은 동해항으로 0.902로 나타나 약 10%정도씩 총생산이 감소한 것으로 나타났다.

(4) 기술변화를 보면 평택항을 제외하고는 모두 1보다 크게 나타나 이들 항만의 기술진보가 발생된 것으로 볼 수 있고 이 중에서 여수항이 연 평균 7.4%, 마산항이 5.7%, 목포항이 5.5%, 삼천포항이 3.8%, 군산항이 3.1%로 나타나 군산항은 5위수준이었다.

(5) 효율성변화를 보면 평택항, 여수항, 삼천포항이 1로 나타나 상대적으로 이들 항만이 더 낮게 나타나고 있고 군산항은 4위 수준으로 측정되었다.



<표 6> 한국의 중규모 7개 항만의 효율성변화에 대한  
 맘퀴스트 지수의 항만별 측정치 (1998-2007)

	효율성변화	기술변화	순효율성변화	규모효율성 변화	총생산성 변화
군산항	0.964	1.031	0.990	0.973	0.983
평택항	1.000	0.965	1.000	1.000	0.965
목포항	0.934	1.055	0.965	0.968	0.986
여수항	1.000	1.074	1.000	1.000	1.074
삼천포항	1.000	1.038	1.000	1.000	1.038
마산항	0.951	1.057	0.949	1.001	1.005
동해항	0.901	1.001	0.906	0.994	0.902
평균	0.964	1.031	0.972	0.991	0.993

## V. 결론

지금까지 본 연구에서는 군산항을 비롯하여 연간 화물처리량이 500만톤에서 5000만톤 규모의 7개 항만에 대하여 1998년부터 2007년의 기간에 대하여 생산성을 측정하고 비교하였다. 본 연구에서 얻어진 몇 가지 결과를 정리하면 다음과 같다.

- (1) 군산항은 1998년에서 2007년 사이에 CRS의 경우 0.526으로 측정되었고 VRS의 경우에는 0.567로 측정되어 효율적인 항만에 비하여 효율성 수준이 역 53%에서 57%정도 되는 것으로 나타났다.
- (2) 군산항의 경우 7개 중규모항만 중에서 평균적으로 효율성 수준이 5번째 수준인 것으로 나타났다. 특히 1990년대의 6위에 비하여 2000년대에는 순위가 4위정도로 증가되고 있음을 알 수 있다.
- (3) 전체항만의 효율성의 평균치를 보면 1998년에는 CRS의 경우 0.796, VRS의 경우 0.816이던 것이 2007년에는 각각 0.626과 0.674로 나타나고 있다. 즉 효율성의 평균치가 하락했다는 것을 알 수 있다. 이는 항만간의 효율성의 격차가 더욱 확대되었다는 것을 의미한다.
- (4) 군산항의 경우 지난 10년동안에 DRS가 6회, IRS가 3회, CRS가 1회 측정되었다. 1998년 초기와 2007년 말기에 DRS가 시현되었고 중간기간에 IRS와 CRS가 나타났다.

군산항의 경우 전체적으로 보면 시기에 따라 다르나 DRS의 성격이 강한 항만으로 나타나고 있다고 할 수 있다.

(5) 규모의 효율성의 측정치를 보면 2004년과 2007년을 예외로 하고 90%이상으로 나타나고 있다.

(6) 군산항은 지난 10년간의 평균에서 볼 때 총생산성은 약간 감소된 것으로 나타나고 있다. 0.993으로 나타나 연평균 0.7%정도로 총생산성이 낮아진 것으로 측정되었다. 이에 비하여 7개 항만 전체를 보면 0.983으로 나타나 7개 항만은 평균적으로 약 1.7%씩 총생산성이 하락된 것으로 나타나고 있다.

(7) 군산항의 경우 기술변화는 1.031로 나타나 연평균 3.1%씩 증가한 것으로 나타나 기술변화율이 상당히 높게 나타나고 있고 이는 전체 평균 증가율과 동일하게 나타났다.

(8) 군산항의 경우 총생산성지수에서 볼 때 0.993으로 7개 항만 중 4위 수준임을 알 수 있다.

(9) 기술변화를 보면 평택항을 제외하고는 모두 1보다 크게 나타나 이들 항만의 기술진보가 발생된 것으로 볼 수 있고, 군산항이 3.1%의 증가율을 보여주고 있고 7개 항만 중에서 5위 수준이었다.

이러한 군산항의 추정 결과에 대한 정책상의 함의는 다음과 같다.

첫째, 앞서 군산항의 항만의 산출실적의 추세가 국가전체에 대비하여 증가하였으나 항만의 시설은 더욱 빨리 증가한 점에 비추어 볼 때 효율성 수준이 떨어질 것으로 예상되었다. 추정결과는 등위는 7개 항만 중에서 증가하였으나 보다 효율적인 항만에 비하여 상당히 낮은 효율성의 수준을 보여주고 있다고 할 수 있다. 따라서 군산항의 효율성은 시설투자의 증가에 비하여 낮은 수준임을 알 수 있다. 이는 군산지역의 항만물동량이 많이 증가는 하였으나 배후 경제지역의 잠재력이 낮아 항만시설투자에 비해 효율성 수준이 상대적으로 낮은 상태에 머무르고 있다고 할 수 있다. 효율성의 등수가 증가한 것은 다른 중형 항만의 경우 상대적으로 효율성수준이 떨어지는 항만이 늘어난 것으로 볼 수 있고 군산항은 여전히 효율적인 항만에 비해 낮은 수준의 효율성수준에 머무르고 있다고 해석될 수 있을 것이다. 특히 이러한 낮은 효율성은 2003년의 군산항만투자의 급격한 확대에 따른 결과라고 보여진다.

둘째, 군산항의 경우 기술변화율이 양으로 나타난 것은 이 지역의 항만투자증가와 함께 새로운 항만운영시스템의 도입과 운영상의 개선이 이루어진 것으로 해석될 수 있다. 군산항이 특히 최근 항만투자가 국가대비 급증하면서 동시에 신기술적 요소가 많이 도입되고 있는 현상으로 해석될 수 있다.

셋째, 군산항이 DRS적 성격이 강한 이유는 조사된 중형항만을 기준으로 볼 때 상대

적으로 항만 규모가 큰 군산항의 경우 작은 항만에 비해 DRS적인 성향이 나타날 수 있다고 할 수 있다. 따라서 상대적으로 작은 규모의 항만이 IRS적인 성격이 많은 반면에 규모가 상대적으로 큰 항만은 DRS적인 성격이 많이 나타나기 때문이다.

새만금항개발과 관련하여 시사점은 다음과 같다.

첫째, 군산항만의 효율성은 낮은 수준에 머무르고 있다는 것은 군산항만투자가 상대적으로 높았음에도 경제활동의 증가가 이를 뒷받침하지 못했다는 것을 의미할 수 있다. 따라서 새만금지역에 대한 대규모의 투자와 항만의 확장은 군산항만의 배후경제활동의 증가와 함께 병행되어야 한다는 점을 시사하고 있다. 즉 대규모 항만개발에 수반되는 배후지역의 경제성장이 함께 논의되어야 한다는 것이다. 항만개발이 이루어지면 자연스럽게 배후경제가 성장할 것이라는 낙관론은 경계되어야 한다. 따라서 배후경제성장이 미미한 상태에서 새만금에 대한 국가적인 투자는 자원의 낭비를 초래할 수 있다는 것이다. 각 지방단체별로 항만의 개발이 산발적으로 일어날 경우 새만금에 대한 투자의 효과는 더욱 떨어질 수 있을 것이다. 따라서 정부는 새만금에 대한 대규모 항만투자에 앞서 배후지역의 경제성장에 대한 계획이 제시되어야 할 것이다.

둘째, 새만금지역의 대규모 토지의 활용에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다. 즉 대규모항만투자와 함께 새만금지역을 직접 배후지역으로서 첨단 공업단지를 조성하거나 인구유동이 매우 높은 지역으로 활용함으로써 이 새만금지역의 토지의 생산성을 증가 시킴으로써 부가가치가 증가될 수 있는 방안이 검토되어야 할 것으로 보인다. 군산항만의 배후에 있는 기존의 지역의 경제 활성화와 함께 새만금지역을 새로운 지역개발지역으로 탈바꿈시켜 부가가치가 증대되도록 하는 방안이 검토될 필요가 있다. 이 경우에 전북지역의 공업지역의 기능별 재배치방안과 함께 신성장동력에 관련된 산업단지를 새만금지역에 유치하는 방안이나 해외투자를 적극유치하여 새로운 도시를 형성하는 방안 등이 검토되어야 할 것이다. 이렇게 될 경우 군산지역에 대규모항만개발에 따른 효율성의 저하를 막고 대규모투자에 대한 낭비를 막을 수 있을 것으로 생각된다.

셋째, 중국과의 경제연계성을 강조할 필요가 있다고 생각된다. 즉 군산항만을 중국과의 국제적 분업의 요충지화 함으로써 자체수요의 증대만이 아니라 중국수요를 끌어들이므로써 규모의 경제효과를 얻을 수 있을 것으로 보인다. 이렇게 될 경우 항만의 규모의 효율성도 높아질 것으로 보이고 경제활동 증가로 인한 항만의 기술혁신도 촉진될 것으로 보인다. 따라서 새만금지역과 중국동해안지역과의 국제적 분업관계를 정착시킨다면 새만금지역의 대규모 하부구조투자의 효율성이 증대될 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구는 향후 발전적인 방향으로 다음과 같은 점에서 개선될 필요가 있다.

첫째, 항만의 생산의 요소 중 노동투입에 대한 고려가 필요하다. 물론 항만은 대규모 투자가 이루어지는 특징을 갖고 있어 노동의 역할이 상대적으로 다른 산업부문의 생산 활동에 비해 역할이 작을 수는 있을 것이다. 그러나 노동이 항만의 생산에 기여를 하고 있는 만큼 노동에 대한 기여도를 분석할 필요가 있다.

둘째, 생산요소별 기여도를 분석하는 방법도 검토할 필요가 있다. 즉 항만 생산요소의 가중치를 계산하고 항만생산요소의 생산증가에 대한 기여도를 측정하여 비교하는 것이 필요하다. 이러한 기여도분석은 DEA방식에서 계산된 가중치를 사용하면 될 것으로 생각된다. 그러나 이 가중치가 적절한 가중치인가에 대하여는 논란의 여지가 있을 것으로 보인다. 따라서 가중치는 전문가들의 의견을 참조하여 다수의 항만전문가들의 가중치에 대한 평가를 고려하여 가중치를 정하는 방법도 생각해볼 수 있다.

셋째, 최근에는 항만에서 아웃소싱이 급증하는 현상이 발견된다. 따라서 항만에서 제공되는 자료는 항만의 아웃소싱에 대한 자료를 고려하지 않는다면 정확한 효율성을 측정하지 못할 수도 있다. 따라서 아웃소싱의 물량을 파악하고 아웃소싱의 비용을 고려하여 효율성을 측정하는 방법이 고안되어야 할 것으로 생각된다.

넷째, 이 연구에서는 비모수적인 방식을 사용하였으나 모수적인 방식의 사용이 필요할 것으로 생각된다. 최근에 많이 활용되는 확률적 경계분석방식(stochastic frontier analysis)의 사용이 필요할 것으로 보인다. 그리고 이 방식의 측정 결과를 DEA의 측정 결과와 비교하여 그 의미를 분석하는 것이 필요하다고 하겠다.

## 참 고 문 헌

1. 김안호, 차용우, “국내무역항만의 효율성변화분석: 맵퀴스트접근,” 『한국항만경제학회지』, 제 21집, 제2호, 한국항만경제학회, 2005. 6, pp. 173-188.
2. 김지옥, “한국 지역경제 수렴성과 효율성에 관한 연구,” 『서울도시연구』, 제6권, 제4호, 2005. 12, pp. 71-80.
3. 나호수, 이우, 이경수, “한국5대 항만의 효율성에 대한 비교연구,” 『한국항만경제학회지』, 제 24집, 제 4호, 2008, pp. 25-46.
4. 류동근, “ 국내 컨테이너 전용터미널의 효율성비교: DEA접근,” 『해운물류연구』 제47호, 한국해운학회, 2005. 12, pp. 21-38.
5. 박길영, 오성동, 박노경, “컨테이너항만의 경쟁력 측정방법: AHP와 DEA접근,” 『한국항만경제학회지』 제19집, 제2호, 한국항만경제학회, 2005. 6, pp. 133-151.
6. 박노경, “국내항만의 행정서비스 경쟁력 측정: DEA접근,” 『한국항만경제학회지』, 제20집 제 2호, 한국항만경제학회, 2004. 6, pp. 35-52.
7. 박노경, 박길영, “항만효율성 측정 자료의 정규성과 변환불변성 검증 소고: DEA접근,” 『한국항만경제학회지』, 제23권, 제2호, 한국항만경제학회, 2007. 6, pp. 109-120.
8. 박병인, “ DEA 및 시뮬레이션에 의한 컨테이너 터미널의 효율성분석,” 『경영과학』, 제19권, 제2호, 한국경영과학회, 2005. 11, pp. 77-97.
9. 오성동, 박노경, “컨테이너항만의 국제경쟁력분석방법: DEA접근,” 『한국항만경제학회지』, 제 17집, 제1호, 한국항만경제학회, 2001. 3, pp. 27-51.
10. 유승훈, “항만투자자와 경제성장의 인과관계에 대한 소고,” 『해양정책연구』, 제19권, 제1호, 2005, pp. 1-17.
11. 이석용, 서창갑, “항만유형분류를 통한 국내 컨테이너터미널의 효율성 평가에 관한 연구,” 『대한경영학회지』, 제19권, 제6호, 2006. 12, pp. 2237-2260.
12. 이정호, “DEA기법에 의한 한국수출입항만의 효율성측정에 관한 연구,” 『한국항만경제학회지』, 제14권, 한국항만경제학회, 1996. 8, pp. 39-58.
13. 이형석, 김기석, “DEA 모형을 이용한 우리나라 해운업체의 정태적 동태적 효율성분석,” 『대한경영학회지』, 제19권, 제 4호, 2006. 8, pp. 1197-1217.
14. Baños Pino J., Coto, Millan P. and Rodriguez, Alvarez, A., "Allocative Efficiency and Overcapitalisation: an Application", *International Journal of Transport Economics*, Vol. 2, 1999, pp. 181-199.
15. 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, pp. 1078-1092.
16. Barros, C. P. and Athanassious, M., "Efficiency in European Seaports with DEA: Evidence from Greece and Portugal", *Maritime Economics & Logistics*, Vol.6, 2004, pp. 122-140.
17. Barros, C.P., "Incentive Regulation and Efficiency of Portuguese Port Authorities", *Maritime Economics & Logistics*, Vol.5(1), 2003-a, pp. 55-69.
18. Barros, C.P., "The Measurement of Efficiency of Portuguese Seaport Authorities with DEA", *International Journal of Transport Economics*, 30(3), 2003-b, pp. 335-354.
19. Barros, C.P. and Shunsuke, Managi, *Productivity Drivers in Japanese Seaports*, Working Paper, School of Economics and Management, Technical Univ. of Lisbon, 2008.
20. Barros, C.P., "Decomposing Growth in Portuguese Seaports: A Frontier Cost Approach", *Maritime Economics & Logistics*, Vol.7(4), 2005, p. 315.

21. Charnes, A, Cooper, WW and Rhodes, E., "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, Vol.2(6), 1978, pp. 429-444.
22. Coelli, T.J., A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis(Computer) Program, CEPA Working Papers, No. 8/98, 1996.
23. Coelli, T.J., Rao, P. and O'Donnell, C. J., and Battese, G.E., *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Springer Press, 2005.
24. Coto, Millan P., Baños, Pino J. and Rodrigues, Alvarez, A., "Economic Efficiency in Spanish Ports: Some Empirical Evidence", *Maritime Policy & Management*, Vol. 27(2), 2000, pp. 169-175.
25. Cullinane, K., Ji P. and Teng-fei, Wang, "The Relationship between Privatation and DEA Estimates of Efficiency in the Container Port Industry", *Journal of Economics and Business*, Vol. 57, 2005, pp. 403-462.
26. Cullinane, K., Song D.W., and Gray R., "A Stochastic Frontier Model of the Efficiency of Major Container Terminals in Asia: Assessing the Influence Administrative and Ownership Structures," *Transportation Research Part A* 36, 2002, pp. 743-762.
27. Estashe, A., Gonzalez, M., and Turjillo, L., "Effeiciency Gains from Port Reforms and the Potential for Yardstick Competition: Lesson from Mexico," *World Development* 30(4), 2001, pp. 545-560.
28. Färe, R., Grosskopf, S. S., and Lovell, C. A. K., *Production Frontiers*, Cambridge University Press. 1994.
29. Farrell, M.J., "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society*, Series A, Vol. 120 (3), 1957, pp. 253-290.
30. Gonzalez M. M. and Trujillo L., "Reforms and Infrastructure efficiency in Spain's Container Ports", *Transportation Research Part A* 42, 2008, pp. 243-257.
31. Lee, Sung-Woo, Dong-Wook Song and Cesar Ducruet, "A Tale of Asia's world ports: The spatial evolution in global hub port cities", *Geoforum*, 39, 2008, pp. 372-385.
32. Liu, Z., "The Comparative Performance of Public and Private Enterprises", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.29, No.3, 1995, pp. 263-274.
33. Luenberger, D. G., Benefit Function and Duality, *Journal of Mathematical Economics*, Vol. 21, 1992, pp. 461-481.
34. Park, Ro Kyung, "A Trend Analysis on Scale Efficiency of the Port of Gwangyang: 1994-2004", *Journal of Port Economic Association*, Vol.22(3), 2006. 9, pp. 59-78.
35. Park, Ro Kyung, "An Analysis of the Productive Efficiency and Competitive Strength of Container Ports using the DEA, Super-efficiency, and FDH Methods", *Journal of Port Economic Association*, Vol. 18(3), 2002. 9, pp. 3-26.
36. Park, Ro Kyung and De, Prabir, "An Alternative Approach to Efficiency Measurement of Seaports", *Maritime Economics & Logistics*, Vol. 6, 2004, pp. 53-69.
37. Roll, Y. and Hayuth, Y., "Port Performance Comparison Applying Data Envelopment Analysis (DEA)", *Maritime Policy and Management*, Vol. 20(2), 1993, pp. 153-161.
38. Song, D.W. and Cullinane, K., "The Administrative and Ownership Structure of Asian Container Ports", *International Journal of Maritime Economics*, Vol.3(2), 2001, pp. 175-197.
39. Tongzon, Jose, "Efficiency Measurement of selected Australian and\other international ports using data DEA", *Transportation Research Part A, Policy and Practice*, Vol. 35(2), 2001, pp. 113-128.
40. Tongzon, Jose and Wu Heng, "Port privatization, efficiency and competitiveness: Some

empirical evidence from container ports(terminals)", *Transportation Research, Part A* 39, 2005, pp. 405-424.

41. Yap, Wei Yim and Jasmine, S. L. Lam, "Competition dynamics between container ports in East Asia", *Transportation research Part A*, Vol.40, 2006, pp. 35-51.
42. Yeo, Gi-Tae, Roe, Michael, and John, Dinwoodie, "Evaluating the competitiveness of container ports in Korea and China", *Transportation Research Part A*, Vol.42, 2008, pp. 910-921.

< 요약 >

## 군산항만의 효율성 비교연구

나호수 · 김현초

이 연구는 자료포괄분석(DEA)을 사용하여 1998년부터 2007년 사이의 기간에 대하여 한국의 중형항만의 효율성과 맘퀴스트 총생산성지수를 측정하여 제시하였다. 본 논문은 중형항만 중에서 군산항에 초점을 맞추어 분석을 시도하였는데 이는 새만금항에 대한 국가적인 대규모투자가 예상되는 시점에서 군산항만의 효율성을 비교함으로써 정책적 함의를 얻고자 하였기 때문이다.

이 연구에서는 1)군산항은 규모에 대한 수익 불변(CRS)와 규모에 대한 수익 가변(VRS)의 가정하에서 가장 효율적인 항만의 효율성수준의 53%에서 57%수준에 있다는 점, 2)지난 10년동안에 7개 중형항만의 효율성의 차이는 더욱 확대되어 왔다는 점, 3) 군산항은 규모의 경제 측면에서 DRS의 성격이 더 많이 나타나고 있다는 점, 4) 군산항은 지난 10년의 기간에서 매년 총생산성이 평균 0.7%씩 하락되어 왔다는 점, 5)군산항은 이 기간 동안에 기술진보율이 3.1%정도씩 증가되어 왔다는 점 등을 발견하였다.

미래의 연구에서는 더 신뢰성 있는 자료의 보완을 통하여 군산항을 비롯하여 대규모 투자가 이루어지는 항만의 효율성을 비교분석하여 정책적인 시사점을 제시하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

□주제어: 효율성, 총생산성, DEA(자료포괄분석), 맘퀴스트지수