

# Tier분석을 통한 벤치마킹항만 적출방법\*

박노경\*\*

## An Extraction Way of Benchmarking Ports through Tier Analysis for Korean Seaports

Ro-Kyung Park

### 목 차

- |                              |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| I. 서론                        | 1. Tier분석 논리 및 모형         |
| II. 기존연구에 대한 검토              | 2. Tier분석을 통한 벤치마킹항만 적출방법 |
| III. Tier분석을 통한 벤치마킹항만 적출 방법 | IV. 결론                    |

Key Words: 항만효율성, 벤치마킹항만, 적출방법, Tier분석, DEA

### Abstract

The purpose of this paper is to show the empirical extraction way of benchmarking ports for overcoming the shortcoming which the traditional DEA method has by using 20 Korean ports in 2003 for 2 inputs(birthing capacity, cargo handling capacity ) and 2 outputs(Export and Import Quantity, Number of Ship Calls). Because DEA method has produced the limited set of efficient units which are reference to inefficient units irrespective of their differences in efficiency scores, it is necessary to adopt the more feasible benchmarking information according to the path analysis(tier or stratification). The core empirical results of this paper are as follows. Benchmarking ports against inefficient ports according to the tier analysis are that Masan Port(Janghang-->Jeju-->Seoguipo-->Yeosu), Jinhae Port(Janghang-->Mogpo-->Seoguipo-->Wando), Pohang&DonghaePort(Janghang-->Samcheonpo-->Pyungtag-->Samcheog),andSogchoPort(Janghang-->Mogpo-->Seoguipo-->Wando).

The policy implication to the Korean seaports and planners is that Korean seaports should introduce the new methods like Tier analysis of this paper for evaluating the port performance and enhancing the efficiency in short term, mid term, and long term according to the tier 3 stage, the tier 2 stage, and the tier 1 stage with original DEA stage.

▷ 논문접수: 2009.2.13    ▷ 심사완료: 2009.03.05    ▷ 게재확정: 2009.03.07

\* 본 논문은 기존의 DEA분석방법을 이용하였지만 새롭게 Tier단계에 따라서 비효율적인 항만들을 위하여 단-중-장기로 벤치마킹할 수 있는 효율적인 항만들을 적출하는 방법을 새롭게 도입한 논문임. 유익한 충고를 해 주신 익명의 심사위원님들(3인)께 감사드립니다.

\*\* 조선대학교 경상대학 무역학과 교수, nkpark@chosun.ac.kr, 062)230-6821

## I. 서론

최근 세계의 항만은 선박의 대형화로 인하여 선사들이 소수의 대형항만에만 기항하고 나머지 항만은 피더서비스로 연결하는 Hub & Spoke체제로 전환함에 따라서 주요 권역에 위치한 항만 간에 물류거점화 경쟁이 치열하게 전개되고 있고, 특히 세계 물류시장에서 동북아 경제권의 비중이 증대됨에 따라 이 지역의 항만들은 전례 없는 첨예한 경쟁구도를 펼치고 있다. 우리나라도 과거 답습적 항만관리에서 탈피하기 위해 선진항만의 운영체제를 분석하여 자국 항만과 비교함으로써, 개선을 시도하고 있는데 이때 유용하게 활용되고 있는 경영기법이 벤치마킹이다.<sup>1)</sup>

중국정부의 항만에 대한 투자가 급속하게 이루어짐에 따라서 한-중-일 3국간의 항만간 경쟁이 동아시아지역에서 치열하게 전개되고 있다. 그러나 3국 중에서 볼동량이나 선사들의 선호도 측면에서 중국이 허브항을 육성하는데 매우 유리한 위치를 점점 확고히 해 가고 있다.

항만은 익히 알려진 바와 같이 지역경제나 기타 관련 산업에 미치는 파급효과가 크기 때문에 정부에서는 여러 가지 측면에서 항만투자를 지속적으로 시행해 가고 있다. 그러나 갈수록 심화되고 있는 항만 간 경쟁에서 국내항만들이 살아남기 위해서는 현재로서는 지리적으로 가까운 중국의 항만들과 전략적 제휴를 맺고 관련된 산업을 항만배후부지에 육성하여 자체적으로 물동량을 조달하는 방법이 추천되고 있다. 또한 개별항만들의 투입-산출요소를 최적화시켜서 항만의 효율성(투입요소에 대한 산출요소의 비율)과 성과를 극대화시키는 것이 국제경쟁력을 높일 수 있는 최선의 방법이다.

항만의 효율성을 측정하는 방법에는 모수적인 방법과 비모수적인 방법이 있는데, 비모수적인 방법 중에서 전 세계적으로 많이 이용되고 있는 방법이 DEA(Data Envelopment Analysis: 자료포괄분석)측정방법이다. DEA측정방법은 Charnes, Cooper, and Rhodes (1978, CCR모형이라 칭함)가 분수형태의 선형측정방법을 선형계획(linear programming)형태로 변화시킴으로써 보여 주었던 1978년에 처음으로 소개되었으며, Banker, Charnes, and Cooper(1984, BCC모형이라 칭함)는 규모수확변화(variable returns to scale, VRS라 칭함)하에서 효율성을 측정하는 방법을 보여 주었다.<sup>2)</sup>

본 논문의 연구 목적은 기존의 전통적인 DEA측정방법에 대한 기존연구들을 확장시키고자 하는데 있다. 항만효율성을 측정하는 방법 중에서 가장 기본적인 CCR, BCC방법은 확정된 투입-산출요소를 가지고서 최적효율성을 얻기 위해서, 벤치마킹항만들의 투입-산출요소의 비율을 이용하여 피벤치마킹 항만들이 목표가 되는 투입-산출요소의 타겟이나 여유분

1) 방희석·김새로나, “항만의 경쟁력제고를 위한 벤치마킹기법 적용에 관한 연구,” 『한국항만경제학회지』 제18권, 제1호, 한국항만경제학회, 2002, p.86.

2) N. Adler, L. Friedman, and Z. Sinuany-Stern, " Review of Ranking Methods in the Data Envelopment Analysis Context," *European Journal of Operational Research*, Vol.140, 2002, pp. 249-250. 박노경(2004.8), p.1825의 내용을 전제함.

을 측정하는데 그치고 있는데, 본 논문에서는 그러한 한계를 극복하기 위해서 여러 단계, 또는 계층(tier 또는 stratification)을 거쳐서 효율적인 항만이 되어가는 과정을 Tier의 단계 별로 단기-중기-장기적으로 보여주고자 하는데 있다.

본 논문의 연구범위는, 국내와 외국에서 선행된 Tier 즉, 단계, 계층 또는 층화모형과 관련된 선행연구들을 간략하게 검토한다. 또한 2003년도 2개의 수출물(수출입물량, 입출항척수)과 2개의 투입물(접안능력, 하역능력)을 이용하여 국내 20개 항만들이 Tier모형을 통해서 비효율적인 항만들이 효율적으로 되어 가는데 필요한 벤치마킹하는 효율적인 항만들의 참조집단과 군집경로를 보여주는 것으로 한정한다.

본 논문의 구성은 I 장의 서론에 이어서 II장에서는 Tier와 관련된 기존연구들을 간략하게 검토하며, III장에서는 Tier분석을 위한 모형을 통해서 국내항만의 효율성을 측정하는 방법을 2003년 국내항만들을 대상으로 적용하여 그 과정을 보여 주며, IV장에서는 요약과 함께 결론이 제시된다.

## II. 기존연구에 대한 검토

### 1. 기존연구에 대한 간략한 검토

항만의 효율성을 DEA기법으로 측정한 시도는 Roll and Hayuth(1993), Tongzon(2001), Valentine and Gray(2002), Cullinane, Song, and Gray(2002), Barros and Athanassiou(2004), Wang, Cullinane and Song(2005)에 의해서 행해졌다. 국내에서는 Han, C.H.(2002), 박노경(2003.6; 국내 항만투자의 가치사슬 효율성을 측정), 박노경(2003.12;항만투자의 유효성을 검증), Park, R.K.(2006.9; 광양항의 규모효율성 추세를 분석), Park, R.K.(2008.8; 국내컨테이너터미널의 효율성을 부트스트랩방법으로 검증), 박노경(2004.8, 슬랙변수모형에 의한 효율성 측정방법을 보여 줌)이 발표하였다.

그러나 층화(stratification)모형, 또는 단계(tier)적인 모형을 이용한 연구는 국내에서는, 윤경준외 2인(2005)은 DEA를 활용한 벤치마킹 정보의 단계적 도출 방법을 제시하고 이를 146개 보건소를 대상으로 적용하였다. 장철영외 2인(2007)은 조직운영형태별로 다양하게 운영되고 있는 전국 시, 도, 군 34곳 지방의료원의 상대적 효율성을 분석하였다. 또한 그 후속 분석으로서 Post-DEA인 Tier분석을 시행하였다. 분석결과 CCR모형의 효율성 평가에서 34개 중에서 8개 효율적이었으며, 반복적인 상대적 효율성 재평가를 통해서 단계적 벤치마킹 대상 준거집단이 최종 두 가지 경로군집 형태로 나타남을 확인하였다. 조형석·문상호(2007)는 2003년 31개, 2004년 39개의 하수도 사업을 대상으로 DEA분석을 통해서 효율성 집단과 비효율성 집단을 파악하고 두 집단간 효율성차이를 도출하였으며, Post-DEA 분석으로 Tier분석을 통해서 인구규모별, 시기별 비효율성 집단이 벤치마킹할 수 있는 효율성 집단을 제시하였다.

그러나 국내에서는 위와 같은 Tier분석이 항만분야에서 발표된 적이 없다. 외국에서는 Sharma and Yu(2009)가 층화(stratification)모형을 이용하여 행하였다. 즉, 그들은 컨테이너 터미널들의 벤치마킹은 항만관리에서 직면하고 있는 매우 중요한 이슈이며, DEA기법에 의해서 측정된 비효율적인 터미널들이 벤치마킹하는 효율적인 항만들은 크기, 환경, 운영 관행에 따라서 각기 다르기 때문에 제한적으로 밖에 제시하지 못하고 있기 때문에 단계적(stepwise)으로 효율적이 되어 가는 과정을 보여 주는 것이 필요하다고 강조하였다. 그들은 6개의 투입물(선석길이, 터미널면적, 선석크레인, 이동크레인, 스트래들 크레인, 리치스택커), 1개의 산출물(화물처리량)과, 반복적인 DEA분석을 통한 층화모형과 클러스터링을 통해서 13개의 컨테이너 터미널 중에서 4.75%에서 100%까지의 범위의 항만들이 효율적인 것을 밝혀내었으며, 4.75%미만의 낮은 효율성 수치를 갖는 터미널들은 직접적으로 100%로 개선을 하지 못한다는 것으로 발견하였다.

## 2. 기존연구의 한계점 및 본 연구의 핵심

기존연구의 한계점은 첫째, 기존연구들은 CCR이나 BCC방법으로 효율성을 단년도 또는 다년도 분석을 통해서 해석하는데 그치고 있다. 둘째, 항만의 효율성을 DEA나 확률생산함수를 이용하여 분석하고, 효율성 결정요소 등을 적출하는데 그치고 있다.

본 연구의 핵심은 비효율적인 항만들을 적출해 내고, 그러한 항만들이 Tier단계별로 근접경로를 통해서 단기적, 중기적, 장기적으로 벤치마킹해야만 하는 항만들을 직접 제시할 수 있다는 점이다.

## III. Tier분석을 통한 벤치마킹항만 적출방법

### 1. Tier분석 논리 및 모형<sup>3)</sup>

#### 1) Tier분석의 논리

의사결정단위들은 DEA를 통해서 효율적인 그룹과 비효율적인 그룹으로 구분되어 진다. DEA를 통한 의사결정들을 계층화 할 것을 제시한 Thanassoulis(1995,p.642)에 의하면 이러한 계층화는 효율성의 크기가 아닌 투입요소 배합의 정도에 따라 의사결정단위들이 계층화 될 수 있다고 설명한다. 이를 응용하여 의사결정단위들을 효율성 크기에 따라 계층화하면, 먼저 첫 번째 단계인 Tier분석에서는 DEA를 통한 모든 의사결정단위들의 상대적 효율성 점수를 계산하며, 효율성 점수가 100인 의사결정단위들을 Tier 1이라 정한다. 두

3) Sharma and Yu(2009), pp.5018-5019, 장철영·성도경·최인규(2007), pp.1137-1138.

조형석·문상호(2007).pp.141-142. 윤경중·최신용·강정석(2005), pp.237-239.

번째 단계에서는 Tier 1에 속하지 않은 비효율적 의사결정단위들을 대상으로 다시 DEA를 실행한다. 두 번째 단계에 효율성 점수가 100인 의사결정단위들을 Tier 2라고 한다. 세 번째 단계에서도 두 번째 단계의 과정과 마찬가지로 Tier 2에 속하지 않는 비효율적인 의사결정단위들을 대상으로 다시 DEA를 실행하여 효율성 점수가 100인 의사결정단위를 Tier 3라고 한다. 이런 절차를 투입산출의 수를 고려하여 반복해서 계속 실행할 수 있다.(류영아, 2005,p.54). 즉, 평가 결과 효율적인 의사결정단위들을 제외한 나머지 비효율적인 의사결정단위들에 대해 다시 DEA를 통한 효율적인 평가를 실행하는 것으로 남은 비효율적 의사결정단위들이 충분히 적게 남을 때까지 DEA를 반복해서 계층화한다(홍한국·김성호·박상찬, 2000,p.2).

위와 같은 Tier분석은 DEA의 기본모형을 통해 특정 DMU의 벤치마킹 대상이 규명되더라도 양자 간의 규모나 생산성 격차가 현저할 경우에는 당장의 벤치마킹 대상으로 삼는 것이 현실적으로 어려울 수 있고 실효성이 저하 될 수 있다. 이러한 DEA 기본모형의 단점을 보완하여 벤치마킹 대상과 실적개선 목표를 단계적·선택적으로 추정하기 위한 분석방법이 Tier분석이다(윤경준의 2인, 2004,p.75). 즉, Tier분석은 효율성의 크기별로 의사결정단위들을 층별화 하는 방법이다. 즉, 여러 준거집단들 중 최적의 벤치마킹 대상을 선택하는 방법으로 준거집단 중 가중치가 가장 높은 의사결정단위를 벤치마킹대상으로 선택한다(류영아, 2005,p.44).

## 2) Tier분석의 모형

Tier분석의 모형은 일반적으로 널리 사용되는 DEA분석 모형 중에서 CCR모형을 이용한다. Sharma and Yu(2009, p.5018)에서도 동일한 모형을 이용하고 있다.

## 2. Tier분석을 통한 벤치마킹항만 적출방법

### 1) 분석대상, 대상기간, 투입-산출요소, 대상항만수

분석대상은 국내수출입항만 20개를 대상으로 하였으며, 대상연도는 2003년<sup>4)</sup>으로 하였다. 왜냐하면 본 논문은 Tier분석을 통한 항만의 효율성을 측정하는 방법을 보여 주는 것으로 연구의 범위를 한정하였기 때문이다. 실증분석은 투입지향모형으로 각 변수의 단위는 다음과 같다. 투입요소는 접안능력(천톤, 척수를 DWT로 환산), 하역능력(천톤)이며, 산출요소는 수출입물량(톤), 선박입출항척수(척)이다.

4) 환경의 급변성을 고려해 보았을 때, 2003년자료보다는 최근자료를 사용하거나 다년도를 분석하는 것이 기술적으로나 규명적인 측면에서 타당한 결론을 도출해 내는데 적합할 것으로 판단됨.

<표 1> Tier분석에 의한 벤치마킹항만 적출을 하기 위한 원 자료

항만/구분	접안능력 (척수를 DWT로 환산:천톤)	하역능력 (천톤)	수출입물량 (톤)	선박입출항척수 (척)
인천	2021	62557	131017	50862
평택	640	11062	44706	14015
장항	28	1486	1093	1498
군산	352	11460	15826	9185
목포	262	9043	6944	21648
완도	33	817	319	6552
여수	31	3016	3779	10357
광양	3079	99038	165087	45518
제주	78	3258	2787	6684
서귀포	14	728	619	1791
삼천포	273	19168	19215	2321
마산	376	14348	11507	13256
진해	85	1869	945	1439
부산	1665	117315	187237	94533
울산	1629	20304	146938	50686
포항	1190	44542	54123	15546
삼척	26	7171	7182	2432
동해	526	23035	19947	6619
목호	0	6388	2459	4348
속초	38	1149	170	992

### 3. Tier분석에 의한 국내 항만의 벤치마킹항만 적출방법

#### 1) CCR모형에 의한 기본모형의 효율성 분석과 벤치마킹항만

<표 2>에는 기본모형 단계로서 투입지향 CCR모형에 의한 국내항만 20개의 효율성을 분석한 결과를 보여 주고 있다. 완도, 여수, 울산, 삼척항이 효율적인 벤치마킹항만으로 나타났다으며, 참조집단의 출현횟수로 보면, 울산(15회), 여수(10회), 삼척(9회), 완도(5회)항의 순서였다. 삼척항이 인천항, 부산항, 삼천포항의 벤치마킹항만으로서 효율성 측정에 강한 영향력을 미치고 있는 것으로 나타났다. 또한 완도항은 목포항과 제주항에 영향력이 있었으며, 여수항은 마산항에 영향력이 큰 것으로 나타났다.

<표 2> 기본모형에 의한 효율성 측정 결과와 벤치마킹항만

항만/구분	효율성 수치	참조집단 및 잠재가격	규모수확
인천	0.63049	삼척:3.194, 울산:0.719, 여수:0.642	체감
평택	0.74624	울산:0.288, 삼척:0.336	체증
장항	0.36090	여수:0.12, 삼척:0.296, 울산:0.004	체증
군산	0.44051	여수:0.413, 삼척:0.296, 울산:0.083	체증
목포	0.47913	완도:1.927, 여수:0.755, 울산:0.024	체감
완도	1.0		불변
여수	1.0		불변
광양	0.51496	삼척:4.562, 울산:0.901	체감
제주	0.48676	완도:0.375, 여수:0.365, 울산:0.009	체증
서귀포	0.59166	여수:0.111, 완도:0.089, 울산:0.001	체증
삼천포	0.53731	삼척:1.237, 울산:0.070	체감
마산	0.30447	여수:1.026, 울산:0.050, 삼척:0.036	체감
진해	0.16434	완도:0.130, 여수:0.031, 울산:0.005	체증
부산	0.87080	삼척:10.989, 여수:3.363, 울산:0.651	체감
울산	1.0		불변
포항	0.42176	삼척:1.830, 울산:0.279	체감
삼척	1.0		불변
동해	0.33759	삼척:0.812, 울산:0.096	체증
목호	0.39023	여수:0.387, 삼척:0.139	체증
속초	0.13864	완도:0.121, 여수:0.017, 울산:0.0001	체증

2) CCR모형에 의한 Tier 1 단계의 벤치마킹항만 적출

평택항, 서귀포항, 부산항이 효율적인 벤치마킹 항만으로 나타났으며, 참조집단의 출현 횟수로 보면, 평택항(10회), 서귀포항(9회), 부산항(9회)의 순서였다. 평택항이 인천항과 광양항에, 그리고, 서귀포항은 군산항, 제주항, 마산항에, 부산항은 광양항에 영향이 큰 것으로 나타났다.

<표 3> Tier 1 단계의 효율성 측정 결과에 의한 벤치마킹항만 적출

항만/구분	효율성 수치	참조집단 및 잠재가격	규모수확
인천	0.80486	평택:1.884, 서귀포:0.564, 부산: 0.248	체감
평택	1.0		불변
장항	0.57486	서귀포:0.659, 부산:0.003, 평택:0.003	체증
군산	0.60161	서귀포:2.082, 평택:0.220, 부산:0.025	체감
목포	0.97306	서귀포:12.087	체감
광양	0.65566	평택:2.272, 부산:0.339	체감
제주	0.85362	서귀포:3.638, 평택:0.012	체감
서귀포	1.0		불변
삼천포	0.62699	부산:0.102, 평택:0.001	체증

마산	0.48651	서귀포:5.787, 평택:0.130, 부산:0.011	체감
진해	0.34520	서귀포:0.716, 평택:0.011	체증
부산	1.0		불변
포항	0.52889	평택:0.611, 부산:0.143	체증
동해	0.41631	평택:0.172, 부산:0.066	체증
목호	0.99292	서귀포:2.101, 부산:0.006	체감
속초	0.35094	서귀포:0.554	체증

### 3) CCR모형에 의한 Tier 2 단계의 벤치마킹항만 적출

인천항, 목포항, 제주항, 삼천포항, 목호항이 효율적인 벤치마킹항만으로 나타났으며, 참조집단의 출현횟수로 보면, 인천항(7회), 목포항(3회), 제주항(3회), 삼천포항(3회), 목호항(3회)의 순서였다. 제주항이 마산항, 군산항에, 인천항은 광양항에 영향력이 큰 것으로 나타났다.

<표 4> Tier 2 단계의 효율성 측정 결과

항만/구분	효율성 수치	참조집단 및 잠재가격	규모수확
인천	1.0		불변
장항	0.79322	제주:0.149, 목호:0.071, 인천:0.004	체증
군산	0.74941	제주:0.481, 인천:0.110, 목포:0.018	체증
목포	1.0		불변
광양	0.82489	인천:1.218, 삼천포:0.287	체감
제주	1.0		불변
삼천포	1.0		불변
마산	0.61441	제주:1.524, 목호:0.074, 인천:0.054	체감
진해	0.41478	목포:0.057, 인천:0.004	체증
포항	0.69179	삼천포:0.497, 인천:0.340,	체증
동해	0.57207	삼천포:0.302, 목호:0.124, 인천:0.106	체증
목호	1.0		불변
속초	0.36065	목포:0.046	체증

### 4) CCR모형에 의한 Tier 3 단계의 벤치마킹항만 적출

본 Tier 3단계는 비효율적인 항만의 숫자가 원래는 투입요소와 산출요소의 합의 3배만큼 확보되어야만 효율성 수치의 안정성이 확보되는데 불구하고 여기에서는 원래의 항만숫자가 20개로 적어서, 그대로 Tier 3단계의 벤치마킹항만 적출을 위해 효율성을 측정하였다.

장항항, 군산항, 광양항이 효율적인 벤치마킹항만으로 나타났으며, 참조집단의 출현횟수로 보면, 장항항(5회), 광양항(2회), 군산항(1회)의 순서였다. 장항항이 마산항, 동해항, 포항항에 영향력이 큰 것으로 나타났다.



&lt;표 5&gt; Tier 3 단계의 효율성 측정 결과에 의한 벤치마킹항만 적출

항만/구분	효율성 수치	참조집단 및 잠재가격	규모수확
장항	1.0		불변
군산	1.0		불변
광양	1.0		불변
마산	0.94941	장항:7.616, 군산:0.201	체감
진해	0.76376	장항:0.961	체증
포항	0.85160	장항:0.521, 광양:0.324	체증
동해	0.72082	장항:0.935, 광양:0.115	체감
속초	0.85644	장항:0.662	체증

### 5) 비효율적인 항만들의 Tier단계별 참조가 된 벤치마킹항만과 효율성 개선방향

Tier 3단계를 거친 후의 비효율적인 항만들은 <표 5>에 제시한 바와 같이 마산, 진해, 포항, 동해, 속초항이었다. 그러한 항만들에 대해서 Tier 단계별로 Tier 3단계(단기적 벤치마킹항만)--> Tier 2단계(중기적 벤치마킹)--> Tier 1 단계(장기적 벤치마킹)와 원래의 DEA 기법에 의한 효율성 참조집단(장기적 벤치마킹)으로 나누어서 제시해 보면 다음<표 6>과 같다. 단, 단계별 벤치마킹 항만들은 참조집단 중에서 가장 영향력이 큰 항만들만을 제시하였다. 그 이유는 그러한 항만들이 비효율적인 항만들의 효율성 측정에 영향력이 가장 크게 행사되고 있기 때문이다. 또한 최종적으로는 원래의 DEA 효율성 참조집단들이 해당 비효율적인 항만들의 효율성에 미치는 영향이 크므로, 효율성 개선의 마지막 단계는 Tier 1단계 前이 될 것이다.

본 논문의 핵심적인 결과인 비효율적인 항만들이 효율적인 항만이 되기 위해서 단기-중기-장기적으로 경로군집을 통해서 벤치마킹해야만 하는 항만들을 살펴보면, 마산항(장항-->제주-->서귀포--> 여수), 진해항(장항-->목포-->서귀포-->완도), 포항항 & 동해항(장항-->삼천포-->평택-->삼척), 속초항(장항-->목포-->서귀포-->완도)으로 나타났다.

<표 7>에는 비효율적인 항만 중에서 진해항의 사례를 제시하였다. 즉, 진해항은 단기적으로 장항항의 각각 투입-산출요소에 잠재가격 0.961를 곱한 수치를 원래의 진해항의 수치와 비교하면 <표 7>에서 제시한 투입-산출요소의 과다 또는 과소를 알 수 있다. 단기-중기-장기적으로 진해항은 벤치마킹 항만들의 투입-산출요소의 과다-과소를 해결하여 효율적인 항만이 되기 위해서 경영관리적인 정책적 수단이 필요하다고 하겠다.

<표 6> 비효율적인 항만들의 Tier 단계별 참조가 된 벤치마킹항만들과 경로군집 항만

항만/ 구분	원래의 DEA 효율성 수치	Tier 3단계 (단기적 벤치마킹)	Tier 2단계 (중기적 벤치마킹)	Tier 1단계 (장기적 벤치마킹)	원래의 DEA 효율성 참조집단 (장기적 벤치마킹)
마산	0.30447	장항	제주	서귀포	여수
진해	0.16434	장항	목포	서귀포	완도
포항	0.42176	장항	삼천포	평택	삼척
동해	0.33759	장항	삼천포	평택	삼척
속초	0.13864	장항	목포	서귀포	완도

<표 7> 비효율적인 항만 중에서 진해항의 Tier 단계별 벤치마킹 항만들을 통한 투입-산출요소의 과다, 과소 슬랙

항만/요소	진해항에 대한 벤치마킹항만들의 잠재가격	접안능력	하역능력	수출입물량	입출항척수
진해		85	1869	945	1439
장항	0.961	28	1486	1093	1498
목포	0.057	262	9043	6944	21648
서귀포	0.716	14	728	619	1791
완도	0.130	33	817	319	6552
진해항이 벤치마킹 항만들에 대한 투입-산출요소의 과다, 과소 슬랙					
장항	Tier 3(단기)	-58.092	-440.954	105.373	0.578
목포	Tier 2(중기)	-70.066	-1353.55	-549.192	-205.064
서귀포	Tier 1(장기)	-74.976	-1347.75	-501.796	-156.644
완도	원자료 단계(장기)	-80.71	-1762.79	-903.53	-587.24

#### IV. 결론

본 논문에서는 국내 20개 항만의 2개의 산출물(수출입물량, 선박입출항척수)과 2개의 투입물(접안능력, 하역능력)을 이용하여 전통적인 CCR분석을 통해서 상대적인 효율성을 측정하였으며, 기존연구의 한계를 확장시키기 위해서 국내 항만분야에서는 처음으로 Tier분석을 통해서 비효율적인 항만들이 단기, 중기, 장기적으로 벤치마킹할 수 효율적인 항만을 적출하는 방법을 실증분석을 통해서 보여 주었다. 주요한 실증분석 결과는 다음과 같다. 첫째, 전통적인 CCR분석에서는 완도, 여수, 울산, 삼척항 등이 효율적인 벤치마킹항만들로 나타났다. 둘째, Post-DEA를 활용한 비효율적 항만들의 Tier 1단계의 분석을 실시한 결과, 3개의 항만(평택, 서귀포, 부산)이 효율적인 벤치마킹항만으로 전환하였으며, Tier 2단계에

서는 5개의 항만(인천, 목포, 제주, 삼천포, 목호), Tier 3단계에서는 3개의 항만(장항, 군산, 광양)이 효율적인 벤치마킹항만들로 전환되었다. 따라서 최종적으로 20개 중에서 5개항만(25%)이 비효율적으로 운영되고 있는 사실을 확인하였다. 셋째, 비효율적인 항만들(마산, 진해, 포항, 동해, 속초)은 해당항만들의 벤치마킹 대상인 항만들을 찾아냄으로써 경로군집을 발견하였다. 즉, DEA 기본모형에서 제시한 효율적 항만의 벤치마킹대상을 찾아냄으로써 실제 효율성 값과 현격한 격차가 나타나는 참조집단인 벤치마킹항만들을 직접 따라가기보다 실제 실현 가능한 단계별 벤치마킹항만들을 제시해 줌으로써, 시행착오를 줄일 수 있고, 각 항만들의 비효율성 부분에 대한 개선을 유도하고, 종국적으로 장기적 경영개선에 도움을 줄 수 있다.[장철영 외2인(2007),pp.1141-1143.] 넷째, 최종적으로 비효율적인 항만들의 Tier별 참조가 되는 벤치마킹항만들을 살펴보면, 마산항(장항->제주->서귀포-> 여수), 진해항(장항->목포->서귀포->완도), 포항항 & 동해항(장항->삼천포->평택->삼척), 속초항(장항->목포->서귀포->완도)로 나타났다.

본 연구의 정책적인 함의는 다음과 같다. 즉, 항만정책을 입안하거나, 해당 항만의 경영관리자는 본 연구의 방법을 이용한 Tier분석에서 비효율적인 항만들로 밝혀진 항만에 대해서는, 벤치마킹항만이 결정되면, 그러한 항만들의 상황을 단계별로 벤치마킹항만들과 면밀하게 비교검토하여 해당항만의 항만환경, 관리체계, 재무수입, 공공성 등을 개선시키기 위한 제도적인 정책을 입안하고 시행토록 해야만 한다는 점이다.

본 논문의 한계점은 Sharma and Yu(2009)가 제시한 바와 같이 SOM (Self-Organizing Map)기법을 이용한 클러스터링분석(투입물의 특성을 반영)을 통해서 항만들끼리의 분류를 통한 벤치마킹분석을 하지 못했다고 하는 점이다. 이 부분에 대한 연구는 차후에 진행하고자 한다.

## <참 고 문 헌>

1. 김학소·성숙경, "항만투자가 국민경제에 미치는 효과," 『해양수산』 통권196호, 한국해양수산개발원, 2001.01, pp.47-62.
2. 박노경, "슬랙변수모형을 이용한 효율성 측정방법: 은행산업 적용소고," 『대한경영학회지』, 제45호, 대한경영학회, 2004, pp.1823-1847.
3. 박노경, "국내항만투자의 가치사슬 효율성 측정," 『무역학회지』 제28권 제3호, 한국무역학회, 2003.6., pp.181-204.
4. 박노경, "항만투자의 유효성 측정방법: Congestion 모형접근," 『한국항만경제학회지』 제19집 제2호, 한국항만경제학회, 2003.12, pp.33-53.
5. 방희석·김새로나, "항만의 경쟁력제고를 위한 벤치마킹기법 적용에 관한 연구," 『한국항만경제학회지』 제18권 제1호, 한국항만경제학회, 2002, pp.85-106
6. 윤경준·최신용·강정석, "DEA를 통한 공공조직 벤치마킹 정보의 단계적 도출," 『한국행정학보』 제39권 제2호, 한국행정학회, 2005, pp.233-262.
7. 장철영·성도경·최인규, "Post-DEA를 활용한 지방의료원의 조직운영형태별 효율성 평가," 『한국행정논집』 제19권 제4호, 한국정부학회, 2007, pp.1119-1146.
8. 류영아, "지방행정의 효율성 평가에 관한 연구: DEA기법에 의한 기초자치단체 복지서비스분석," 『성균관대학교 박사학위논문』, 2005.
9. 조형석·문상호, "지방하수도사업의 효율성 평가-DEA와 Tier분석을 중심으로-," 『지방행정연구』 제21권 제1호, 한국지방행정연구원, 2007, pp.123-151.
10. 정필수, 마문식, 조찬혁, 전형진, 『항만이 지역경제에 미치는 영향』 정책자료 093, 해운산업연구원, 1994, pp.1-140.
11. 국토해양부(구 해양수산부), 『해양수산통계연보』, 국토해양부(구 해양수산부), 2005.
12. Adler, N., L. Friedman, and Z. Sinuani-Stern, "Review of Ranking Methods in the Data Envelopment Analysis Context," European Journal of Operational Research, Vol.140, 2002, pp.249-265.
13. Banker, R. D., A. Charnes and W. W. Cooper, "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis," Management Sciences, Vol. 30, 1984, pp. 1078-1092.
14. Charnes, A., W. W. Cooper and E. Rhodes, "Measuring the Efficiency of Decision Making Units," European Journal of Operational Research, Vol. 2, 1978, pp. 429-444.
15. Cullinane, K., D.W. Song, and R. Gray, "A Stochastic Frontier Model of the Efficiency of Major Container Terminals in Asia: Assessing the Influence of Administrative and Ownership Structures,," Transportation Research Part A, Vol. 36, No.8, 2002, pp.743-762.
16. Han, C.H., "An Empirical Study on the Determinants for Port Performance and Efficiency," Proceedings of the 2nd International Gwangyang Port Forum and Int'l Conference for the 20th Anniversary of Korean Association of Shipping Studies, Korean Association of Shipping Studies, April 24-26, 2002, pp.247-259.
17. Park, R.K., "A Trend Analysis on Scale Efficiency of the Port of Gwangyang: 1994-2004," Journal of Korea Port Economic Association, Vol.22, No.3, 2006, pp.59-78.
18. Park, R.K., "A Verification of Korean Containerport Efficiency Using the Bootstrap Approach," Journal of Korea Trade, Vol.12, No.2, 2008, pp.1-30.
19. Park, R.K. and P. De, "An Alternative Approach to Efficiency Measurement of Seaports," Maritime Economics and Logistics, Vol.6, 2004, pp.54-69.
20. Roll, Y. and Y. Hayuth, "Port Performance Comparison Applying Data Envelopment Analysis(DEA)," Maritime Policy and Management, Vol. 20, No. 2, 1993, pp.153-161.
21. Sharma, M. J. and S.J. Yu, "Performance Based Stratification and Clustering for Benchmarking

- of Container Terminals," Expert Systems with Application, Vol. 36, 2009, pp.5016-5022.
22. Thanassoulis, E., "Assessing Police Forces in England and Wales Using Data Envelopment Analysis," European Journal of Operational Research, Vol. 87, 1995, pp.641-657.
  23. Tongzon, J.(2001), "Efficiency Measurement of Selected Australian and Other International Ports Using Data Envelopment Analysis," Transportation Research, Part A, Vol. 35, pp.113-128.
  24. Valantine, V.C. and R. Gray(2002), " Competition of Hub Ports: A Comparison between Europe and the Far East," Proceedings of the 2nd International Gwangyang Port Forum and Int'l Conference for the 20th Anniversary of Korean Association of Shipping Studies, Korean Association of Shipping Studies, April 24-26, pp.161-176.
  25. Wang, T.F., K. Cullinane, and D.W. Song(2005), Container Port Production and Economic Efficiency, Palgrave Macmillan.

< 요약 >

## Tier분석을 통한 벤치마킹 항만 적출방법

박노경

본 논문에서는 국내 20개 항만의 2개의 산출물(수출입물량, 선박입출항척수)과 2개의 투입물(점안능력, 하역능력)을 이용하여 전통적인 CCR분석을 통해서 상대적인 효율성을 측정하였으며, 기존 연구의 한계를 확장시키기 위해서 국내 항만분야에서는 처음으로 Tier분석을 통해서 비효율적인 항만들이 단기, 중기, 장기적으로 벤치마킹할 수 있는 항만들을 적출하는 방법을 보여 주었다. 주요한 실증분석 결과는 다음과 같다. 첫째, 전통적인 CCR분석에서는 완도, 여수, 울산, 삼척항 등이 효율적인 벤치마킹항만들로 나타났다. 둘째, Post-DEA를 활용한 비효율적 항만들의 Tier 1단계의 분석을 실시한 결과, 3개의 항만(평택, 서귀포, 부산)이 효율적인 벤치마킹항만으로 전환하였으며, Tier 2단계에서는 5개의 항만(인천, 목포, 제주, 삼천포, 목호), Tier 3단계에서는 3개의 항만(장항, 군산, 광양)이 효율적인 벤치마킹항만으로 전환되었다. 따라서 최종적으로 20개 중에서 5개항만(25%)이 비효율적으로 운영되고 있는 사실을 확인하였다. 셋째, 비효율적인 항만들(마산, 진해, 포항, 동해, 속초)은 해당항만들의 벤치마킹 대상을 찾아냄으로써 경로군집을 발견하였다. 넷째, 최종적으로 비효율적인 항만들의 Tier별 벤치마킹항만을 살펴보면, 마산항(장항→제주→서귀포→여수), 진해항(장항→목포→서귀포→완도), 포항항 & 동해항(장항→삼천포→평택→삼척), 속초항(장항→목포→서귀포→완도)로 나타났다.

본 연구의 정책적인 함의는 다음과 같다. 즉, 항만정책을 입안하거나, 해당 항만의 경영관리자는 만일에 본 연구의 방법을 이용한 Tier분석에서 비효율적인 항만들에 대해서는, 단계적으로 벤치마킹항만이 결정되면, 그러한 항만들의 상황을 단계별로 면밀하게 검토하여 해당항만의 항만환경, 관리체계, 재무수입, 공공성 등을 개선시키기 위한 제도적인 정책을 입안하고 시행토록 해야만 한다는 점이다. 본 논문의 한계점은 SOM (Self-Organizing Map)기법을 이용한 클러스터링분석(투입물의 특성을 반영)을 통해서 항만들끼리의 분류를 통한 벤치마킹분석을 하지 못했다고 하는 점이다.

□ 주제어: 국내 항만, 벤치마킹항만 적출, 효율성 측정방법, Tier분석, DEA