

방사적 및 비방사적 접근법을 이용한 국내공항의 효율성 분석

전영인 · 민경창 · 하헌구*
인하대학교 물류전문대학원

Analysis of Efficiencies of Korea's Domestic Airports With Radial and Non-radial Approaches

JEON, Young In · MIN, Kyung Chang · HA, Hun-Koo*
Graduate School of Logistics, Inha University, Incheon 402-751, Korea

Abstract

This study analyzed relative efficiencies of fourteen airports in Korea with radial and non-radial approaches such as DEA(Data Envelopment Analysis) and SBM(Slack Based Measure) from 2004 to 2011. To suggest an improvement scheme for these airports, we analyzed slack airports and compared them with respective reference airports. To measure efficiency, we used the length of runway, the number of employees, and the size of terminal as input factors, and the number of passengers, the amount of cargo, and the number of flights as output factors. The analysis results showed that efficiencies of most airports had been decreasing and that the gap between efficient airports and inefficient airports was widening. Additionally, most airports had much slacks in its terminal size. It meant that they had been operated with a size not proportionate to their demands and that it is a major cause of inefficiency.

본 연구에서는 방사적 측정방식과 비방사적 측정방식을 사용하여 국내공항의 상대적 효율성을 분석하였다. 이를 바탕으로 효율성 개선을 위해 비효율을 유발시키는 잔여부문을 분석하였으며, 효율적인 준거대상과의 비교를 통해 개선 방안을 제시하였다. 15개의 국내공항 중 14개의 공항을 분석대상으로 2004년에서 2011년까지의 8개년의 자료를 바탕으로 분석하였으며, 투입요소로는 활주로 길이, 종업원 수, 터미널 규모를 사용하였고, 산출요소로는 여객 수, 화물량, 비행편 수를 사용하였다. 분석결과 국내공항의 효율성은 대부분이 하락하는 추세였으며, 효율적인 공항과 비효율적인 공항의 격차가 매년 증가하고 있는 것으로 나타났다. 또한 대부분의 국내공항들이 수요대비 거대한 규모로 운영되는 점이 비효율성을 증가시키는 주요원인이었다.

Key Words

Airport, DEA(Data Envelopment Analysis), Efficiency, Non-radial Approach, SBM(Slack Based Measure)
공항, 자료포락분석, 효율성, 비방사적 접근법, 잔여기반분석

* : Corresponding Author
hkha@inha.ac.kr, Phone: +82-32-860-8232, Fax: +82-32-860-8223

Received 20 July 2012, Accepted 24 January 2013

I. 서론

현재 국내에는 인천국제공항공사와 한국공항공사의 관리 하에 총 15개의 공항이 운영되고 있다. 동북아 물류 허브 구축을 위한 인천국제공항 중심의 투자는 인천국제공항이 세계적으로 우수한 공항이 되도록 하였지만, 인천·김포·김해·제주 4개의 공항을 제외한 여타의 공항들은 많은 적자를 유발하고 있다. 2010년 양양국제공항의 적자는 68억, 무안국제공항의 적자는 71억, 여수공항의 적자는 74억, 울산공항의 적자는 69억 등으로 11개 공항의 총 적자는 2009년에 비해 약 5% 증가된 506억을 기록했다(Korea Airports Corporation, 2011). 또한 대체수단이 되는 고속철도의 발달과 새로운 고속도로의 개통은 항공수요에 악영향을 미치고 있다. 따라서 적자를 기록하고 있는 국내 공항들의 효율적 운영을 통한 경쟁력 강화는 필수적이다.

본 연구에서는 국내공항의 경쟁력 강화 방안을 제안하기 위해, 2004년부터 2011년까지 15개의 국내공항중 자료의 한계로 인한 무안국제 공항을 제외한 14개의 공항을 대상으로 이들 간의 상대적 효율성을 측정하였다. 측정된 결과를 바탕으로 현재의 운영 수준을 평가하고, 효율성을 개선하기 위한 방안을 구체적 수치를 사용하여 제시하였다.

효율성 측정을 위해, 방사적 측정방식인 자료포락분석(Data Envelopment Analysis)과 비방사적 측정방식인 잔여기반측정모형(Slack Based Measure)을 사용하였다. 또한 효율적인 측정대상들의 효율성을 파악하기 위해 초효율성(Super Efficiency)을 계산하였으며, 3-Years Window 분석을 통해 분석된 공항들의 효율성 추세를 분석하였다.

II. 선행 연구 고찰

공항의 효율성 측정에 관한 연구는 프론티어(Frontier) 접근법을 이용한 연구가 주를 이루고 있다. 프론티어 접근법에 있어 SFA(Stochastic Frontier Analysis)를 사용한 연구가 최근 들어 이루어지고 있으나, 그 수는 상당히 적은 편이다. Oum et al.(2008)은 SFA를 사용하여 세계 주요공항을 대상으로 비용 효율성을 분석하였으며, Pestana Barros(2008)은 SFA를 사용하여 영국의 공항을 대상으로 효율성 분석을 실시하였다. Martin et al.(2009)은 스페인 공항을 대상으로 효율성 분석을 하였으며, Yang(2010)은 아시아 주요 국제공항을 대상으로 하여 DEA와

SFA를 사용한 효율성 분석 결과를 비교하였다.

SFA에 비하여 DEA는 공항의 효율성 분석에 있어 대중적인 방법이다. 따라서 DEA를 사용한 공항의 효율성 분석은 상당히 많은 선행 연구가 존재한다. 대표적 선행연구로써, Pels et al.(2003)은 1995년에서 1997년의 기간 동안 33개의 유럽지역 공항을 대상으로 효율성을 분석하였다. 투입요소로는 활주로 수, 주기장 수, 체크인 데스크 수, Baggage Claim 수를 사용하였으며, 산출요소로는 여객수와 항공편 수를 사용하였다. Yoshida and Fujimoto(2004)는 2000년 67개의 일본공항을 대상으로 효율성을 분석하였다. 투입요소로는 종업원 수, 활주로 길이, 터미널 규모, 접근 비용을 이용하였으며, 산출요소로는 여객수, 비행편 수, 화물량을 사용하였다. Martin and Roman(2006)은 1997년 34개의 스페인 공항을 대상으로 효율성을 분석하였다. 투입요소로는 노동비, 자본비, 자재비를 사용하였으며, 산출요소로는 여객수, 비행편 수, 화물량을 사용하였다. Kim and Ha(2010)는 국내공항들을 대상으로 시간의 흐름에 따른 동태적인 효율성을 측정하였다.

그러나 DEA에서 발생하는 방사적 측정방식의 단점을 보완하고 응용된 형태인 SBM을 사용하여 공항 효율성을 분석한 선행연구의 경우, 그 수가 적으며 주로 바람직하지 않은 산출물을 고려하여 효율성을 분석을 행하는 경우에 응용되었다. Lozano and Gutierrez(2010)는 2006년과 2007년의 기간 동안 39개의 스페인 공항을 대상으로 효율성을 평가하였다. 투입요소로는 탑승게이트 수, 체크인 카운터수, 활주로 길이, 에이프런 등을 고려하였고, 산출물은 2가지로 분류하였다. 바람직한 산출물로 비행편수, 여객량, 화물량을 선정하였으며, 항공기의 연착을 바람직하지 않은 산출물로 간주하였다.

본 연구의 의의는 선행된 연구에 비해 더 정확한 방법으로 효율성을 측정하였으며, 또한 발생된 잔여(Slack)를 바탕으로 공항의 비효율성 발생 원인을 분석함과 동시에 효율적 준거대상과의 비교를 통해 효율성 개선 방안을 제시하는 것이다.

III. 분석 방법론 및 변수선정

1. DEA(Data Envelopment Analysis)

Charnes et al.(1978)에 의해 고안된 DEA는 DMU¹⁾들의 상대적 효율성을 효율적인 DMU들의 집합

인 프론티어(Frontier)와의 거리를 바탕으로 측정한다. 각각의 DMU의 투입물과 산출물에 가중치가 곱해진 산출물의 가중합을 투입물의 가중합으로 나누어 주는 기본적인 효율성의 개념을 바탕으로 DMU가 효율적 프론티어와 거리가 가까울수록 효율적인 DMU로 측정된다. 그리고 구성된 프론티어는 자유가처분성과 볼록성을 만족시킴으로써 모든 측정대상을 감싸는 형태이다. 투입물과 산출물에 적용되는 가중치는 평가대상에 따라 각기 다르게 적용되며 가중치를 사용한 투입물과 산출물의 조정으로 효율성을 최대화시킨다.

DEA에서도 기본적인 효율성의 개념과 마찬가지로 효율성 향상을 위해서 투입량을 고정시키고 산출량을 변화시키는 경우(Output oriented), 산출량을 고정시키고 투입량을 변화시키는 경우(Input oriented), 투입량과 산출량 모두를 변화시키는 경우(Non oriented)가 있다.

또한 일반적으로 분석에 있어서 생산가능집합의 규모에 대한 가정에 있어 규모수익불변(CRS: Constant Return to Scale)과 규모수익가변(VRS: Variable Return to Scale)을 가정하는데 규모수익불변의 경우, 대표적으로 CCR²⁾ 모델을 주로 사용하며, 규모수익가변의 경우, BCC³⁾ 모델을 주로 적용시킨다.

2. SBM(Slack Based Measure)

SBM은 Tone(2001)에 의해 고안된 비방사적 효율성 측정방법이다. DEA와 동일하게 거리개념을 바탕으로 DMU간의 상대적 효율성을 측정하지만, 방사적 측정방법인 DEA에서 간과될 수 있는 잔여부분(Slack)의 발생에 주목한다. 따라서 SBM은 DEA 보다 더 정확한 효율성 측정이 가능한 방법이다. Figure 1은 방사적 효율성 측정방법에서 발생할 수 있는 투입잔여부분을 설명한다.

Figure 1은 두 개의 투입물 X_1, X_2 를 사용하는 DMU들과 효율적 프론티어 구성을 나타내고 있다. DMU D는 현재 구성된 프론티어 안쪽에 존재하고 있으므로 비효율적인 상태이다. 그리고 DMU D가 효율적이기 위해 바라보는 DMU D*는 프론티어 상에 존재함으로써 효율적인 상태이다. 따라서 DEA에서 DMU D가 DMU D*로 이동한다면 효율적인 상태로 측정된다.

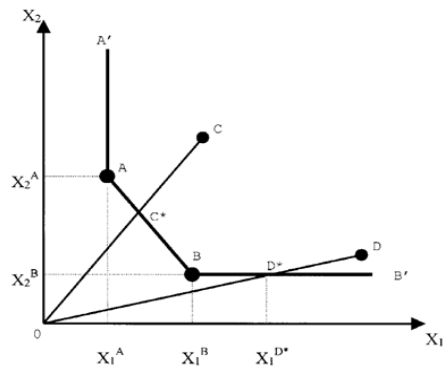


Figure 1. The occurrence of slack in radial approach

그러나 주목해야 할 점은 사용된 투입물의 조합이다. DMU D*는 현재 X_1^{D*}, X_2^B 만큼의 투입물을 사용하고 있으나 이는 최적의 조합이 아니다. 동일 프론티어 상의 DMU B의 경우 X_1^B, X_2^B 만큼 사용하면서도 효율적인 상태이다. 즉, DMU D*의 경우 투입물 X_1 의 사용에 있어 $(X_1^{D*} - X_1^B)$ 만큼 과용하고 있으며 이를 방사적 측정방법인 DEA에서 발생하는 잔여(Slack)라고 한다. 이 잔여는 투입부문에서 발생할 경우, 이는 투입을 감소시킬 수 있는 양이며, 산출부문에서 발생할 경우 이는 산출을 더 증가시킬 수 있는 양이다.

따라서 SBM에서는 DMU D가 DMU D*로 이동하여도 효율적으로 판단하지 않으며, 발생하는 잔여부분이 0이 되는 경우 효율적인 대상으로 판단한다. 효율성 측정을 위한 SBM은 식(1)과 같다.

$$Min \rho = \frac{1 - (1/m) \sum_{i=1}^m s_i^- / x_{i0}}{1 + (1/s) \sum_{r=1}^s s_r^+ / y_{r0}} \quad (1)$$

$$s.t. \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, s.$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

여기서, x_{ij} 는 j번째 측정대상의 i번째 투입, y_{rj} 는 j번째 측정대상의 r번째 산출, s_i^-, s_r^+ 는 투입 및 산출의 여분, λ_j 는 가중치, m은 투입물의 개수, s는 산출물의 개수이다.

1) DMU: Decision Making Unit
 2) CCR(Charnes, Cooper, and Rhodes)
 3) BCC(Banker, Charnes, and Cooper)

식(1)에서 목적함수는 투입부분의 평균 효율성 항상 비율을 산출부분의 평균 효율성 항상 비율로 나눈 값으로, 분자부분은 투입잔여가 클수록 전체 값은 작아지고 투입 잔여가 작을수록 전체 값은 1에 가까워진다. 분모부분에서 산출잔여가 클수록 전체 값은 무한대로 증가하며 산출 잔여가 작을수록 전체 값은 1에 가까워진다. 따라서 전체 적으로 투입 및 산출 잔여가 작을수록 1에 수렴하게 되는 구조로서, 목적함수가 최소화 되는 것은 투입을 줄이는 동시에 산출을 늘려 효율성을 최대화시킨다. 조건식은 DEA 에서와 동일하게 모든 측정대상들이 효율적 프론티어가 감싸고 있는 생산가능집합 내에 존재하도록 제약한다.

3. 변수선정

연구 대상인 총 14개의 공항의 효율성을 측정하기 위해 2004년부터 2011년까지 8개년의 자료를 바탕으로 연구하였다. 투입요소와 산출요소를 선정하기 위해 Air Transport Research Society(2009)에서 제시하는 변수와 선행된 연구들에서 사용된 변수 중 데이터의 취득이 가능한 변수들로 선정하였다.

본 연구의 투입요소로는 활주로 길이, 종업원 수, 터미널 규모를 사용하였으며, 산출요소로는 여객 수, 화물량, 비행편 수를 사용하였다. 데이터는 인천국제공항공사, 한국공항공사, 항공정보포털시스템에서 공시하는 데이터를 이용하였으며, 효율성의 측정에 있어서는 DEA Solver Pro를 사용하였다.

Table 1. The summary of input and output factors

Category		Unit	Definition
Inputs	Length of runway	Meter	Total length of runway in airport
	Terminal area	Meter sq.	Total area of passenger and cargo terminal
	No. employee	Person	Number of full-timer in airport
Outputs	No. passenger	Person	Total number of passengers (incl. domestic and international)
	Amount of cargo	Ton	Total amount of cargo (incl. domestic and international)
	No. flights	Number	Total number of flights (incl. domestic and international)

IV. 분석 결과

1. 통계량 분석

통계량 분석은 흑자 운영이 되고 있는 ICN(인천), GMP(김포), PUS(김해), CJU(제주) 공항과 적자를 기록하고 있는 공항들을 비교 하기위해, 전체 공항의 평균치, ICN, GMP, PUS, CJU를 포함하지 않은 평균치 그리고 ICN, GMP, PUS, CJU의 평균치를 각각 비교하였다.

Figure 2는 평균 여객 수 변화를 나타낸 것으로 2004년부터 2011년까지 8년 동안 전체 공항의 평균 여객 수는 증가하였다. 흑자를 기록한 4개의 공항의 평균 여객 수는 2011년에 2004년 여객 수 대비 약 30%가 증가 하였으나, 적자를 기록한 나머지 공항의 평균 여객 수는 오히려 2011년에 2004년 여객 수 대비 약 24%가 감소하였다.

Figure 3은 화물량 평균의 연도별 변화를 나타낸 것이다. 2009년에 급격히 화물량이 감소하였으나 2010년

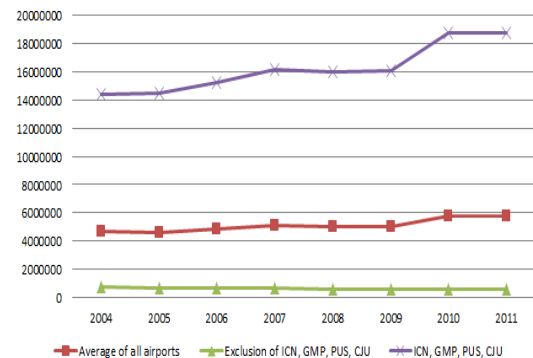


Figure 2. The change in total number of passengers

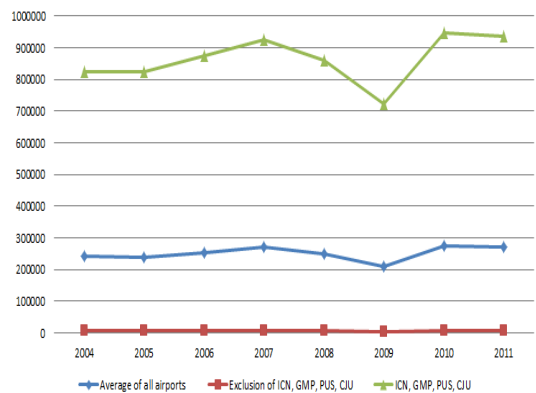


Figure 3. The change in total amount of cargo

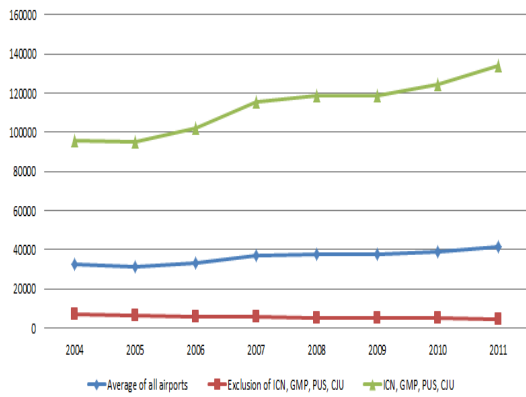


Figure 4. The change in total number of flights

에 다시 화물량이 많이 증가하였다. 전체 공항의 평균 화물량은 2011년에 2004년에 비해 약 12% 증가하였다. 그러나 화물량 역시 여객 수와 마찬가지로 흑자 공항들의 평균 화물량은 증가하였으나 적자 공항들의 화물량은 감소하였다. 흑자를 기록한 공항들의 경우 2011년에 2004년에 비해 약 13% 화물량이 증가했으나 적자를 기록한 공항들은 약 31%가 감소하였다.

비행편 수 역시 전체 공항의 비행편 수 평균은 증가하였으며, 적자 공항들의 비행편 수가 급격히 감소한 것에 대비해 흑자 공항들의 비행 편수는 급격히 증가하였다. 여객 수, 화물량, 비행편 수의 통계량 분석 결과는 특정 공항들을 대상으로 상당히 집중되어 있음을 보여주며, 이러한 요인들이 이들의 흑자 경영을 가능케 하는 동시에 시간이 흐를수록 여타의 공항에는 적자를 유발시키는 것을 알 수 있다.

2. 효율성 분석

국내 공항의 효율성을 측정하고 시간의 흐름에 따른 효율성 변화를 파악하기 위해 3개년 window 분석을 실시하였다.

국내 공항의 효율성의 평균은 규모수익불변(CRS) 가정하에 2004년부터 2008년까지 지속적으로 하락하는 추세를 보이다 2008년 이후부터 2011년까지 계속해서 낮게 유지되는 추세를 보인다. 효율적인 공항의 수 역시 SBM을 기준으로 규모수익불변 가정에서 2004년 4개 공항에서 2011년 2개 공항으로 감소하였으며, 규모수익가변(VRS)가정에서도 7개에서 6개로 감소하였다.

규모수익가변 가정에서의 효율성이 규모수익불변 가정

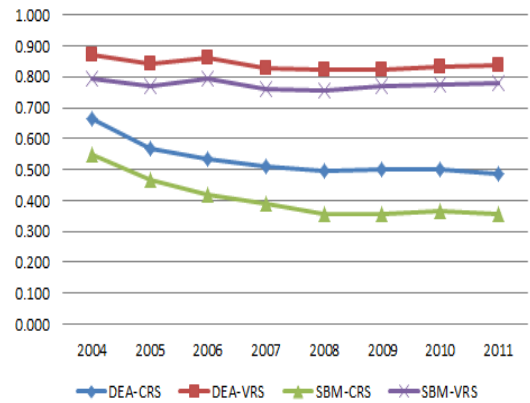


Figure 5. the change of efficiency average in Korean airports

에 비해 높게 측정되는 것은 규모에 대한 제한을 완화시킴에 따라 순수 기술적 효율성이 산정된 결과이고, DEA에 비해 SBM 효율성이 낮게 측정되는 것은 방사전 측정방식인 DEA에서 간과되는 잔여(Slack)가 비방사적으로 측정하는 SBM에서는 고려되어진 결과이다. 또한 DEA-CRS 효율성과 SBM-CRS 효율성의 차이가 DEA-VRS 효율성과 SBM-VRS 효율성의 차이보다 크게 나타나고 있다. CRS 가정의 효율성은 규모효율성(Scale Efficiency)과 순수 기술적 효율성(Pure Technical Efficiency)을 포함한 기술적 효율성(Technical Efficiency)이고 VRS 가정의 효율성은 규모효율성을 제외한 순수 기술적 효율성만을 나타낸다. 즉, 가정의 변화는 규모부분의 고려 유무이며, VRS가정에 의한 규모의 효과가 제거 되었을 때 그 차이가 적어지는 것은 상대적으로 순수 기술적 부분의 잔여보다 규모부분에서 더 많은 잔여가 발생한 것에 따른 결과로써 국내공항들은 규모 부분에 있어 평균적으로 잔여부분을 많이 보유하고 있다고 판단된다.

Figure 6는 국내 공항별 효율성 추세 변화를 나타낸 것이다. 흑자를 기록했던 ICN, GMP, PUS, CJU를 제외한 대부분의 공항 효율성이 시간이 지남에 따라 하락하는 추세를 보이고 있다. 2004년의 경우, 여수공항(RSU)과 제주국제공항(CJU)의 효율성이 상대적으로 높았으나, 2011년에는 제주국제공항과 인천국제공항(ICN)이 효율적인 공항으로 분석되었다. 여수공항의 경우, 2005년에서 2006년 사이에 효율성이 상당히 큰 폭으로 감소했는데 이는 여수엑스포를 대비하여 터미널 규모가 기존 규모 대비 10배 가까이 확장되었음에도 불구하고 여객 수, 화물량, 비행편 수는 감소했기 때문이다.

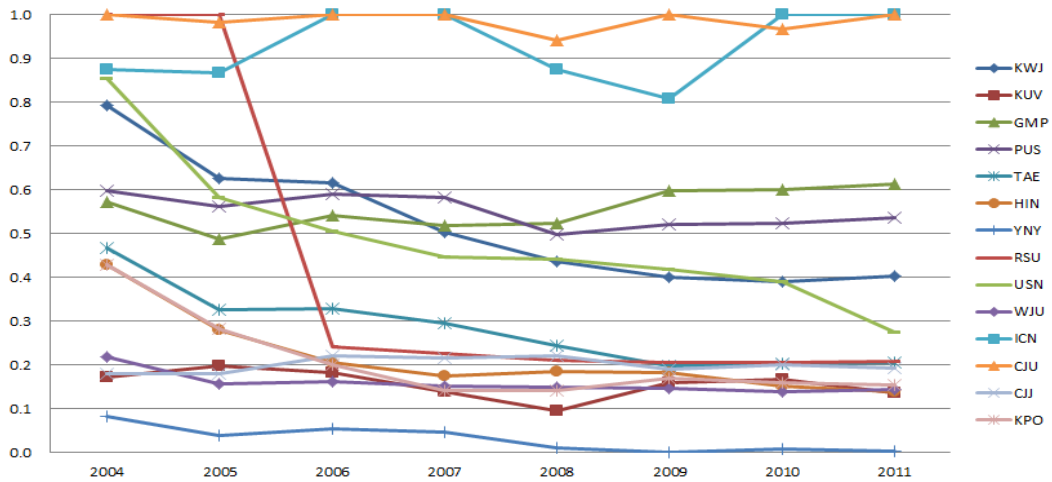


Figure 6. The variation of efficiency trend by year (SBM-CRS)

Table 2. The change of super efficiency(CRS)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
ICN	2.72	2.86	1.00	3.76	3.54	2.57	3.80	3.38
CJU	1.69	1.88	1.00	1.71	2.02	1.93	1.82	1.87
RSU	1.59	1.82	-	-	-	-	-	-
KWJ	1.01	-	-	-	-	-	-	-

2004년에 비해 2011년에는 효율적으로 분석된 공항들의 효율성과 비효율적인 공항들과의 효율성 값의 격차가 심해진 것을 볼 수 있는데 이는 초효율성(Super Efficiency) 값을 통해서도 확인할 수 있다. 초효율성은 효율적으로 판단된 측정대상들의 효율성 정도를 1이상의 효율성 값으로 나타낸 것이다. 인천국제공항과 제주국제공항의 경우 8개년 모두 효율성 값이 1 이상인 효율적인 공항으로 측정되었으며, 2009년에 들어 하락한 것을 제외하면 대체적으로 시간이 지남에 따라 효율성이 증가하였다. 여타의 공항들의 효율성이 하락한 것에 대비해 이들의 효율성이 증가한 점은 시간이 흐름에 따라 효율적인 공항과 비효율적인 공항간의 격차가 심해지고 있음을 보여준다.

3. 효율성 개선 방안

SBM을 통한 14개 국내공항의 효율성 분석을 바탕으로, 비효율적인 국내공항들의 효율성 개선을 위한 방안 제시가 가능하다. 본 연구에서는 2010년을 기준으로, 국내 공항 중 가장 많은 적자를 기록한 여수공항을 선정하여, 효율성 개선 방안을 제시하고자 한다. 개선방안을 제시하기 위해 먼저 비효율을 유발시키는 잔여부문을 분

석한 뒤, 효율적인 준거대상과의 비교를 통해 개선 방안을 제시하였다.

여수공항의 과다투입분과 산출부족분을 분석하기 위해 잔여발생량을 살펴보면, SBM-CRS를 기준으로 활주로 길이는 현재 보유량 대비 약 80% 이상이 과다한 것으로 분석되었으며, 터미널 규모의 경우 현재 규모 대비 약 60% 이상, 종업원 수의 경우 약 80% 이상이 과다 투입으로 나타났다. 활주로 길이와 터미널 규모의 경우 이미 확장된 것을 다시 제거하는 것이 불가능한 현실적인 한계점이 존재하지만, 현재 수요대비 거대한 규모로 운영되고 있으며 잘못된 확장은 비효율을 유발할 수 있음을 보여준다.

Figure 7은 여수공항의 종업원 수 대비 과다투입량으로 측정된 잔여량의 비중을 나타낸 것이다. 2005년에서 2006년의 잔여량이 급증한 이유는 투입량이 급증했으나 산출량이 모두 감소한 것이 주원인이다. SBM-CRS에서의 잔여량이 높은 것은 비방사적 접근방식에 의한 잔여 발생량이 반영된 것으로, 여타 공항의 운영수준을 감안했을 때 현재의 산출물은 약 현재 대비 20%정도의 인원의 생산성 수준 밖에 되지 않음을 보여준다.

Figure 8은 여수공항의 현재 여객 수 대비 부족분으로 계산된 잔여량의 비중이다. 2005년에서 2006년 잔여량이 상당히 늘었는데 이는 여객 수가 감소한 것보다 터미널 확장에 대한 효과이다. 2006년에서 2007년에 비중이 감소한 것은 여객 수가 601,599명에서 656,022명으로 증가했기 때문이나, 그 이후로 여객 수가 계속해서 하락함에 따라 여객 수의 잔여량은 증가하고 있다.

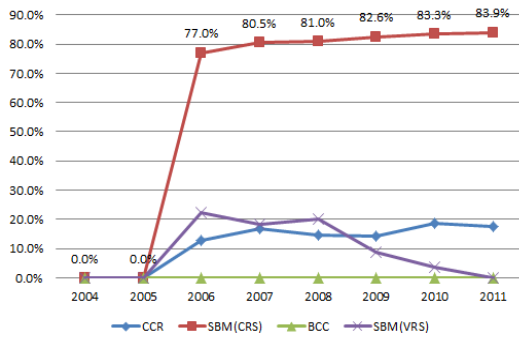


Figure 7. The proportion of RSU's slack in the number of employees by year

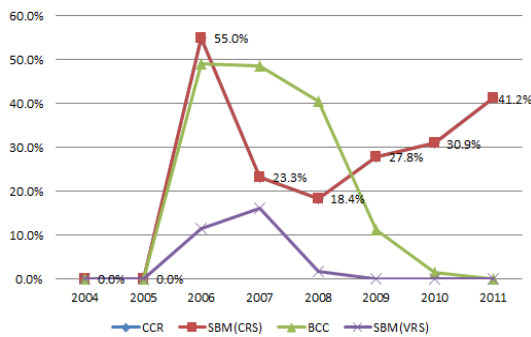


Figure 8. The proportion of RSU's slack in the number of passengers by year

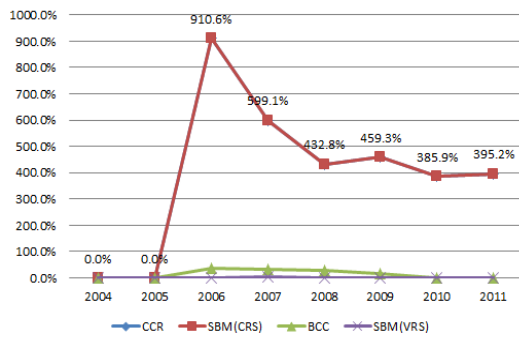


Figure 9. The proportion of RSU's slack in the amount of cargo by year

2011년의 경우, 현재 여객 수의 약 40%정도가 증가되어야함을 보여준다.

Figure 9는 여수공항의 현재 화물량 대비 화물량의 부족분이다. 여객 수와 마찬가지로 2006년의 규모 확장으로 인해 잔여량이 상당히 증가 하였으며, 시간이 흐를수록 화물량이 소폭 상승하면서 화물량의 잔여량이 줄어들었다. 하지만 현재 대비 약 4배 정도의 화물량 증가가

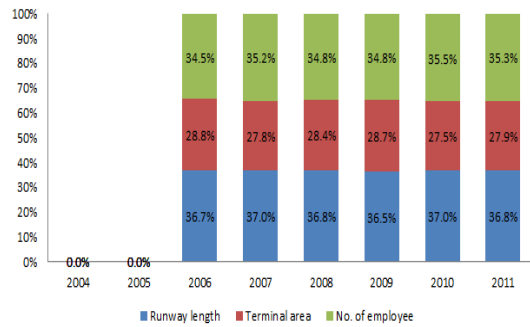


Figure 10. The inefficiency proportion of RSU

필요함을 보여주고 있다.

Figure 10은 여수공항의 비효율성을 유발하는 투입 부문의 비중을 나타낸 것이다. 2011년을 기준으로 활주로 부문에서 36.7%로 약 0.292의 비효율을 기록하고 있다. 터미널 규모에 있어서는 약 27.9%로 약 0.221의 비효율을 발생시키고 있으며, 종업원 수의 경우 약 35.3%로 0.280의 비효율을 유발하고 있다. 이는 개선하기 힘든 활주로 부문과 터미널 규모 부문을 제외하고 종업원 수의 개선만 이루어져도 상당한 비중의 비효율을 개선시킬 수 있음을 말해준다.

2011년을 기준으로, 여수공항과 효율적인 준거 대상과의 비교를 통한 개선 방안을 제시하면 다음과 같다.

Table 3은 여수공항이 효율적 대상으로 준거해야할 제주공항과의 투입 및 산출량을 2011년을 기준으로 비교한 표이다. 제주국제공항은 여수공항에 비해 투입부문에 더 많은 양이 투입되었지만, 산출부문에 상대적으로 더 큰 차이를 보여준다.

Table 4는 규모수익불분 가정에서 여수공항이 효율적인 공항이 되기 위한 개선요구량을 나타낸다. 개선요구량은 제주국제공항과의 투입 및 산출 절대량의 비교가 아닌 각 요소별 가중치와 사용비율을 사용하여 계산되었다. 투입부문에 있어서는 활주로 길이, 산출부문에 있어서는 화물량이 가장 많은 개선이 필요한 요소로 분석되었다.

투입부문의 개선 요구량을 살펴보면, 활주로 길이의 경우, 현재의 보유량인 2100m의 약 87.52%인 1837.90m

Table 3. The inputs and outputs comparison between RSU and CJU in 2011

Airport	Runway length (meter)	Terminal area (meter sq.)	No. of employee (persons)	No. of passengers (persons)	Amount of cargo (tons)	No. of flights (flights)
CJU	5090	90537	212	17201878	251975	112696
RSU	2100	13872	68	627350	2620	5803

Table 4. RSU's requirements for being efficient airport in 2011(SBM-CRS)

Reference	DMU I/O	Holdings	Projection	Difference	%
CJU	Runway length (meter)	2100	262.10	-1837.90	-87.52%
	Terminal area (meter sq.)	13872	4661.98	-9210.02	-66.39%
	No. of employee (persons)	68	10.92	-57.08	-83.95%
	No. of passengers (persons)	627350	885767.89	258417.89	41.19%
	Amount of cargo (tons)	2620	12974.83	10354.83	395.22%
	No. of flights (flights)	5803	5803.00	0.00	0.00%

정도가 과다투입된 것으로 531.27m가 이상적인 투입량으로 계산되었다. 그러나 공항의 현실적 상황을 고려한다면, 이상적인 활주로 길이로 줄일 수 없으며 현재의 운항 기준(B737-800 기준)으로는 2,482m를 확보할 것이 권고되고 있는 상황이다. 그러나 권고되는 길이는 최대 중량으로 운항하는 경우를 계산한 것이며, 현재의 국내선 수송 상황을 고려한다면 추가 확장의 필요성이 적다고 할 수 있다. 따라서 연구결과는 이상적인 투입량으로 활주로 길이를 줄이는 것을 요구하는 것이 아닌 현재의 활주로 길이가 공항의 효율성 측정에 있어 현재의 산출규모 대비 과다한 투입요소로 측정되는 제한적 시사점을 제공한다. 터미널 규모의 경우, 현재의 규모인 13872m²의 약 66.39%인 9210.02m² 정도가 과다투입된 것으로 4661.98m²가 이상적인 규모로 측정되었다. 종업원 수의 경우, 현재 보유인원인 68명의 약 83.95%인 약 57명이 과다투입으로 11명 정도가 이상적인 규모로 측정되었다.

산출부문을 살펴보면, 여수공항이 효율적 공항이 되기 위해서는 현재의 여객 수인 627,350명의 약 41.19%가 개선된 885,768명, 화물량은 현재 량인 2,620톤의 약 395.22%가 증가된 12,974.83톤이 필요하다. 비행편 수의 경우는 현재의 량이 적절하다고 나타났다.

여수공항은 모든 투입요소에서 과다투입이 나타났다. 그러나 현실적으로 활주로 길이를 줄이거나 터미널 규모를 다시 줄이는 것은 불가능하다. 따라서 투입부문의 경우, 공항의 운영에 있어 구조조정을 통해 종업원 수를 감축하여 효율성을 개선하는 전략이 필요하며, 새로운 공항의 건립이나 기존 공항의 확장에 있어 보다 정확한 수요예측을 통하여 적정 규모로 효율적 운영을 추구해야함을 시사한다.

산출요소의 경우, 여객 수 측면보다 화물량에서 보유하고 있는 잔여의 비율이 상대적으로 크고, 개선량 역시 많다. 따라서 여객 수를 늘리는 노력도 중요하지만, 화물

량 개선에도 집중할 필요가 있다. 이에 화물량의 잔여를 줄이기 위해 투자하고 집중하는 전략을 수립한다면 상대적으로 보다 효율적인 전략이 될 수 있다.

V. 결론 및 시사점

본 연구는 방사적 효율성 측정방식과 비방사적 효율성 측정방식을 활용하여 2004년부터 2011년까지 8년 동안의 국내공항의 투입 및 산출요소 자료를 바탕으로 효율성을 분석하고 비교하였다. 그리고 비효율성을 증가시키는 잔여부분의 분석을 통해 원인을 분석하고 준거집단과의 비교를 통해 효율개선을 위한 방안을 제시하였다.

본 연구의 시사점을 나열하면 다음과 같다.

첫째, 국내공항들의 경쟁력이 지속적으로 감소하고 있다. SBM-Window분석의 결과 8개년 국내공항의 효율성 평균이 CCR효율성은 0.178, SBM(CRS)효율성은 0.190, BCC효율성은 0.036, SBM(VRS)효율성은 0.018하락하였다. 대부분의 공항이 시간이 흐름에 따라 효율성이 감소하는 경향을 보였다. 효율적 공항의 수 역시 그 수가 CRS가정에서 4개에서 2개로 감소하였고, VRS가정에서 7개에서 6개로 감소하였다. 특히 지방공항들의 효율성이 상대적으로 저조하게 나타났다.

둘째, 효율적 공항과 비효율적 공항간의 효율성 차이가 심화되고 있다. 인천국제공항과 제주국제공항은 규모의 가정에 관계없이 모두 효율적인 공항으로 측정되었다. 이들 공항의 초효율성을 살펴보면, 지속적으로 증가한 것을 확인할 수 있었다. 대부분의 공항들의 효율성이 하락하는 반면에 인천국제공항과 제주국제공항의 효율성만 계속해서 증가하는 것은 효율적인 공항과 비효율적인 공항들의 효율성 격차가 커지는 것으로 볼 수 있다.

셋째, 대부분의 지방 공항들은 수요대비 거대한 규모를 지니고 있다. 지방 공항들의 비효율성 증대의 원인이 되는 잔여부분을 분석한 결과 규모부문에서의 잔여가 차지하는 비중이 상당했다. 그리고 기준에 효율적으로 운영되던 공항이 수요가 감소함에도 불구하고 활주로 또는 터미널 규모를 확장함에 따라 효율성이 감소하는 경우도 확인할 수 있었다. 잘못된 수요예측과 이를 바탕으로 규모를 확장하거나 신공항을 건립하는 것은 상당한 비효율을 가져올 수 있음을 시사한다.

넷째, 대부분의 국내 공항들은 여객중심으로 운영되고 있으며, 효율성 향상을 위해서는 화물량의 개선이 필요하다. 산출요소 부문의 잔여를 바탕으로 분석한 결과,

화물량의 잔여가 상대적으로 많이 발생하는 것으로 나타났다. 이는 장기적인 관점에서 앞으로 지방공항들이 경쟁력을 갖추기 위해서는 정기적인 화물량 확보, 타 수단과의 연계성 강화, 물류시설 확충 등 화물량을 늘리기 위한 집중적인 투자와 노력이 필요함을 시사한다.

본 연구에서 존재하는 한계점은 다음과 같다.

DEA와 SBM은 측정대상간의 상대적 효율성을 평가하는 방법이다. 따라서 절대적인 기준을 가지고 평가하는 것이 불가능한 한계점을 지니며, 이는 측정된 공항의 효율성이 해당 공항의 절대적 효율성 값이 아님을 의미한다. 또한 연구에서 선정한 투입요소와 산출요소들이 공항의 효율성 측정에 있어 완벽하게 적절하다고 볼 수 없다. 즉, 사용된 요소이외에 다른 요소들이 더 공항의 효율성 측정에 적절할 수 있는 가능성이 있는 것이다. 따라서 향후 사용되는 변수가 미치는 영향력에 대한 연구가 필요하다. 또한 추가적으로 본 연구에서 사용된 변수뿐만 아니라 재정적인 부문이나 지속적인 성장을 위한 환경적인 부문을 추가적으로 고려하여 더 정확하고 다양한 방법의 공항 효율성 분석이 이루어져야 할 것이다.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by Inha University.

REFERENCES

- Air Transport Research Society (2009), ATRS Global Airport Benchmarking Report, The Centre for Transportation Studies, University of British Columbia.
- Charnes A., Cooper W. W., Rhodes E. (1978), Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*, Vol.2, pp.429-441.
- Kim Y. H., Ha H. K. (2010), Analysis of Productivity Changes in Korea's Domestic Airports with DEA-Malmquist Productivity Index, *Journal of the Aviation Management Society of Korea*, Vol.8 No.1, pp.15-28.
- Korea Airports Corporation (2011), 2010 Annual Report.
- Lozano S., Gutierrez E. (2010), Slack-based measure of efficiency of airports with airplanes delays as undesirable outputs, *Computers and Operations Research*, Vol.38, pp.131-139.
- Martin J. C., Román C. (2006), A benchmarking analysis of Spanish commercial airports, A comparison between SMOP and DEA ranking methods, *Networks and Spatial Economics*, Vol.6, No.2, pp.111-134.
- Martin J. C., Román C., Voltes-Dorta A. (2009), A stochastic frontier analysis to estimate the relative efficiency of Spanish airports, *Journal of Productivity Analysis*, Vol.31, No.3, pp.163-176.
- Oum T. H., Yan J., Yu C. (2008), Ownership Forms Matter for Airport Efficiency: A Stochastic Frontier Investigation of Worldwide Airports, *Journal of Urban Economics*, Vol.64, No.2, pp.422-435.
- Pels E., Nijkamp P., Rietveld P. (2003), Inefficiencies and Scale Economies of European Airport Operations, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol.39, No.5, pp.341-361.
- Pestana Barros C. (2008), Technical Efficiency of U.K. Airports, *Journal of Air Transport Management*, Vol.14, No.4, pp.175-178.
- Tone K. (2001), A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis, *European Journal of Operational Research*, Vol.143, pp.32-41.
- Yang H. H. (2010), Measuring the efficiencies of Asia - Pacific international airports - parametric and non-parametric evidence, *Computers and Industrial Engineering*, Vol.59, pp.697-702.
- Yoshida Y., Fujimoto H. (2004), Japanese-airport benchmarking with the DEA and endogenous-weight TFP methods: testing the criticism of overinvestment in Japanese regional airports, *Transportation Research Part E*, Vol.40, No.6, pp.533-546.

- ✉ 주 작 성 자 : 전영인
- ✉ 교 신 저 자 : 하현구
- ✉ 논문투고일 : 2012. 7. 20
- ✉ 논문심사일 : 2012. 11. 29 (1차)
2013. 1. 24 (2차)
- ✉ 심사판정일 : 2013. 1. 24
- ✉ 반론접수기한 : 2013. 8. 31
- ✉ 3인 익명 심사필
- ✉ 1인 abstract 교정필