

화물과 여객의 상대적 가치를 기준으로 하는 새로운 공항 처리량단위(WLU) 개발 연구

백소라¹ · 박용화^{2*} · 임철현²

¹한국미래물류연구소, ²인하대학교 물류전문대학원

Developing the New Work Load Unit of Airport Based on the Relative Value of Cargo and Passenger

BAEK, Sora¹ · PARK, Yonghwa^{2*} · LIM, Cheolhyun²

¹Korea Future Logistics Institute, Seoul, Korea

²Graduate School of Logistics, Inha University, Inchoen, Korea

*Corresponding author: air@inha.ac.kr

Abstract

This study was carried out to suggest new indicators to be used at airports. Generally, passengers and cargo will be handled at the airport, and the airport will achieve revenues through them. However, all airports can not have the same distribution of passenger and cargo throughput. When comparing and analyzing several airports, a uniform result can be expected only if a unit airport throughput indicator is applied. The ‘Work Load Unit’ is an indicator that integrates passengers and cargo into one, and assumes that the value of one passenger is equivalent to the cargo volume of 100kg. The existing WLU was set up based on the experience at the airport rather than being established through reasonable grounds or analysis, so there was a lot of controversy. The purpose of this study is to overcome these limitations and to suggest new index. In this study, we applied a method to compare the relative value of cargo and passenger to airport revenue. In order to analyze cargo value and passenger value, airport revenues are classified into aircraft operation related revenues, passenger handling related revenues, and commercial revenues. A total of 50 airports were selected, including 14 airports in Asia, 18 airports in Europe and 18 airports in North America. According to the final analysis results, it is concluded that the cargo is equivalent to 280kg of cargo based on the contribution of one passenger averagely. This is higher than the value of 100Kg cargo per passenger.

keywords: airport operation, airport revenue, airport throughput, relative value of cargo, work load unit

초록

본 연구는 공항에서 활용되는 새로운 지표를 제시하고자 시작되었다. 일반적으로 공항에서는 여객과 화물을 처리하게 되며, 공항은 이를 통해 수익을 창출하게 되는 것이다. 하지만 공항들 모두가 여객과 화물처리실적이 동일한 분포를 보일 수는 없는 것이다. 여러 공항들을 상호 비교·분석할 경우, 통일된 공항처리량 지표가 적용되어야만 공정한 결과를 기대할 수 있는 것이다. 현재 사용되고 있는 여객과 화물을 하나로 통합하여 적용하는 지표로는 ‘공항처리량단위

(Work Load Unit)'가 있으며, 이는 여객 1명의 가치가 화물 100Kg의 화물량과 동등하다는 가정을 한 것이다. 기존의 WLU는 타당한 근거나 분석을 통해 설정되었다기보다는 공항에서 수행된 업무부하 정도에 관한 경험들을 바탕으로 설정된 것이므로 논란의 여지가 많다. 이와 같은 한계를 극복하고 새로운 지표를 제시하는 것이 본 연구의 목적이다. 여러 가지 접근방법을 적용할 수 있겠으나, 본 연구에서는 화물과 여객이 공항수익에 기여하는 상대적 가치가 어떻게 되는지를 비교하는 방법을 적용하였다. 화물가치와 여객가치를 분석하기 위해서 공항수익을 크게 항공기 운항관련 수익, 여객처리 관련 수익, 상업수익 등으로 구분하였다. 상대가치 분석을 위해 아시아 14개 공항, 유럽 18개 공항, 북미 지역 18개 공항 등 총 50개 공항이 선정되었다. 최종분석 결과에 따르면, 여객 1명의 수익기여를 기준으로 할 때 화물 280Kg과 동등하다는 결론을 도출하였다. 이는 기존에 적용되던 여객 1명당 화물의 가치를 100Kg으로 설정한 것보다 높은 수치를 보였다.

주요어: 공항운영, 공항수익, 공항처리실적, 화물의 상대가치, 처리량단위(WLU)

서론

공항은 단순히 여객과 화물을 처리하는 기능에서 보다 다양한 서비스를 제공하는 복합적인 기능을 제공하는 곳으로 발전해가고 있다. 변화하는 경영 환경 속에서 공항 간 비교를 위한 다양한 기준과 지표를 설정하는 것은 중요하게 인식되었다. 그 중 화물과 여객을 결합한 운송단위의 표준 측정치인 '처리량단위'(Work Load Unit, WLU)를 영국의 Graham(1997) 교수가 처음으로 제시하였다. 이 개념은 본디 항공기마다 각기 다른 허용탑재량(allowable cabin load)을 고려한 유상탑재량(payload)을 계산해야 할 필요에 따라 여객을 무게로 변환코자 항공사에서 사용되기 시작하였다. Graham 교수가 제시한 '1 WLU = 1명의 여객 = 100Kg의 화물'이라는 등식으로 적용되어 왔다.

WLU는 화물과 여객 운송을 주된 업으로 하는 항공사에게 적합한 개념으로 WLU를 공항운영에 적용하기에는 상대적으로 무리가 있을 수 있다. WLU는 유상탑재량 계산에 필수적인 중량에 근거를 두고 있기 때문에 운송 서비스를 제공하는 항공사에게는 합리적이지만 시설을 제공하는 공항에게는 그렇지 못할 수도 있는 것이다. 왜냐하면 공항은 설사 같은 무게의 화물과 여객을 처리한다 하더라도 공항이 화물과 여객을 처리할 때 사용하는 물리적 시설이 다르고 심지어 재무적 자원 투입 요소도 다르기 때문이다(Estache, 2000). 그리고 화물과 여객이 같은 무게일지언정 공항에서 같은 수익을 창출할 수 있는 것도 아니기 때문에 WLU를 공항에 똑같이 적용하기에는 무리라는 지적이 지속적으로 제기되어 왔다. 이러한 주장은 WLU를 처음 주창한 Graham과 Doganis 교수에 의해서도 한계점으로 지적된 바 있다.

공항은 수익의 많은 부분을 상업수익 및 착륙료가 차지하고 있는데 반해 항공사는 여객수송을 통한 수익이 대부분 차지하는 특성이 있다는 사실을 비춰보면 공항과 항공사의 수익 구조가 크게 다른 것을 반영하여 공항만의 WLU를 새롭게 제시할 필요가 있다고 생각되어 본 연구를 시작하였다. 특정 공항이 화물을 통해 발생한 수익과 여객을 통해 발생한 수익의 크기 정도가 어느 정도인지를 알기 위해서는 객관적으로 비교할 수 있는 지표가 필요한 것이다. 여러 공항들을 상호 비교·분석할 경우, 통일된 공항처리량 지표가 적용되어야만 공정한 결과를 기대할 수 있기 때문이다. 본 연구에서는 실제 발생된 수익을 토대로 화물과 여객이 공항의 수익에 기여하는 상대적인 가치를 어떻게 설정하는 것이 합리적인지를 밝혀 보고자 하였다.

선행연구 고찰

여객의 가치를 평가한 연구는 활발하게 이루어지고 있는데 반해, 화물의 가치를 평가한 연구는 희소하다. 게다가 화물과 여객의 가치를 비교한 연구 또한 매우 드물다. 가치를 기준으로 한 연구가 아닌, 항공사가 화물이나 여객 취급 시 업무부하 정도를 기준으로 비교한 연구들이 몇 개 있다. Doganis(1978, 1987) 및 Graham(2007, 2008, 2009) 등의 연구에서 WLU라는 화물과 여객 통합지표를 제시하였으며, 현재 '1 WLU = 여객 1명 = 화물 100Kg'이라는

등식으로 통용되고 있다. 이 개념을 활용하여 WLU당 총수익(total revenue per WLU), WLU당 항공수익(aeronautical revenue per WLU) 등으로 공항 간 비교에도 응용되고 있다. Yoo(2001)는 우리나라 공항들의 운영 성과지표를 측정하기 위하여 WLU당 항공수익, WLU당 상업활동수익 지표를 분석하였다. Vallint(1998)는 WLU를 이용한 항공기 사이즈를 고려하여 운항횟수, 여객, 화물 실적 등을 적용하여 공항 처리실적 단위(airport throughput unit, ATU) 지표를 제시하였다. 이처럼 WLU는 화물과 여객을 하나의 지표로 나타낼 수 있는 대표성과 편의성으로 인해 전 세계적으로 활발히 활용되고 있는 개념으로 Equation 1과 같이 정의한다.

$$ATUs = WLU_s \times \frac{WLU_s}{ATMs} \quad (1)$$

여기서 ATMs는 항공기 이착륙회수를 의미하는 것이며, 여기서의 공항 처리실적 단위는 결국에는 항공기 이착륙회수 당 WLU의 비율을 나타내는 것이다. 한편, Jacobs Consultancy(2007)에서는 ATU를 Equation 2와 같이 계산될 수 있다고 주장하였다.

$$ATU = P + 10 FT + 100 ATMs \quad (2)$$

여기서 P 는 여객수를 나타내며, FT 는 화물톤, ATM 은 항공기 이착륙회수를 의미한다. 이 식은 1명의 여객 단위는 화물 10톤 및 항공기 운항회수 100단위와 비슷한 활동의 요소가 투입된다는 의미를 담고 있는 것이다.

WLU 개념은 화물과 여객 운송을 주된 업무로 수행하는 항공사 측면에서 업무부하를 기준으로 개발된 지표이기 때문에 항공사와는 달리 시설을 제공하는 공항에도 동일하게 적용하는 것은 무리가 있을 수밖에 없다. Table 1에 정리한 것처럼 항공사와 공항은 상호 다른 관점에서 여객과 화물에 대한 처리실적을 다루기 때문이다. 그러므로 공항의 여러 가지 현실 조건을 반영할 수 있는 여객과 화물을 통합하는 단일 지표를 새롭게 정의할 필요가 있는 것이다.

Table 1. Differences for the WLU concept between airport and airline

Classification	Airport	Airline
Core Service	Provision of facilities to airlines	Handling passenger and cargo
Major source of revenues	Passenger facility charge (PFC) and aircraft operations	Total volume fo passenger and cargo
Necessity	Requirement of an integrated index for passenger and cargo volume	Requirement of a clear separation between passenger and cargo

가치의 의미는 많은 연구에서 다양하게 활용되고 있다. 일반적으로는 경제적 가치, 기업가치, 부가가치 등에 대한 재무적 관점의 가치가 주요 대상이 되고 있다. 항공 산업에서는 항공사의 고객에 대한 가치를 위시하여 항공서비스 품질에 대한 가치, 항공사 브랜드 가치 등과 같이 고객가치나 서비스 관점의 가치가 주요 대상이 되고 있다. 화물측면의 연구로서 Ham(2013)은 항공사 화물 운송서비스에 대한 포워더의 기대가치에 대해 분석하였고, Park(2013)은 항공사 측면에서의 항공운항 노선의 가치를 측정하 바 있다.

본 연구에서는 여객 대비 화물의 가치를 어떻게 적용할 것인가를 분석하기 위한 것으로서, 무엇보다도 공항의 수익을 기준으로 하는 가치의 개념을 정의하고자 한다. 공항 측면에서의 화물가치는 화물 1Kg이 창출하는 수익, 여객의 가치는 여객 1명이 발생시키는 수익, 그리고 상대가치 지표는 여객 1명이 안겨주는 수익과 같은 양의 화물을 나타내는 것을 의미한다. 이 연구는 화물과 여객이 공항수익에 기여하는 정도를 나타내는 통합지표를 개발하는 것을 목표로 한다. 공항에서 화물이나 여객을 처리할 때 발생하는 가치를 산출하여 공항 간 비교는 물론이고, 이와 같은 가치지표에 영향을 주는 변수들에 대해서 분석하고자 한다.

연구방법론

1. 연구의 방향 및 체계

본 연구의 목표는 공항이 창출하는 가치를 산출하기 위해 기본적으로 고려되는 화물과 여객의 처리량을 하나의 지표로 통합하는 방법을 제시하는 것이다. 즉, 공항의 산출(output of airport)을 유용하게 적용할 수 있는 화물과 여객의 상대적 가치를 평가하여 단일 지표(unit indicator)를 개발하기 위한 것이다. 이를 위해 화물과 여객의 상대적 가치에 영향을 주는 요인들을 도출하고 이들을 활용하여 세계 공항들의 화물과 여객의 가치 창출 정도를 평가할 수 있는 모델을 개발하고자 하였다. 화물과 여객의 단위를 하나로 통합하여 적용할 수 있는 지표는 무엇보다도 공항은 영 상황을 잘 반영할 수 있어야만 하며, 공항의 특성이 상이한 경우에도 무리 없이 적용할 수 있어야 하기 때문에 다음과 같은 사항을 고려하였다.

첫째, 상대가치지표는 화물과 여객을 한 단위의 측정치로 비교될 수 있어야만 한다. 대상 공항들의 국가별 물가지수에 따라 화물과 여객의 가치가 측정되어서는 안 되는 것이다.

둘째, 상대가치지표는 정량적인 요소들을 활용하여 전 세계 어디서나 활용 가능해야 한다는 점이다. 화물과 여객의 가치를 평가하는데 질적인 요소는 배제시킴으로써 최대한 객관성을 확보해야 하는 것이다.

셋째, 상대가치지표는 공항들의 현실을 반영할 수 있어야 한다는 점이다. 공항의 수익구조 변화나 처리실적 변화 등을 반영하여 과거와 현재를 비교할 수 있어야 한다.

본 연구의 수행 단계는 크게 3단계로 나눌 수 있다. 첫 번째 단계는 공항의 화물과 여객의 상대적 가치를 평가하기 위한 모형을 제시하기 위하여 화물과 여객의 가치에 실질적으로 관련이 있는 요소들을 선정하는 단계이다. 두 번째 단계는 상대가치지표에 영향을 주는 요인들의 관계성을 분석하는 단계로서 공항의 특성에 따라 지표가 어떻게 변화하는지를 파악하고 상대가치지표에 유의미한 영향을 주는 변수들 중 화물량과 여객수를 기준으로 하여 공항을 유형화하고자 한다. 마지막 단계로는 새롭게 정립된 지표와 기존 지표를 상호 비교함으로써 그 차이점에 대한 내용을 분석하는 것이다. 이와 같은 연구의 절차를 간략하게 나타내면 Figure 1과 같다.

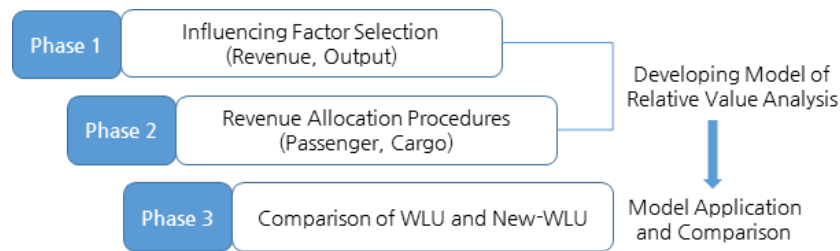


Figure 1. Procedures of development of the new work load unit

2. 모형 설계

본 연구에서 공항의 ‘수익(revenue)’이란 공항 영업 활동을 통해 증가된 자본액으로 정의하고 ‘가치(value)’는 수익 창출 정도 및 능력으로 정의하였다. ‘화물의 가치’란 공항에서 화물 처리 시 창출하는 수익 정도를 의미하는 것이며 ‘여객의 가치’는 공항이 여객 처리 시 창출하는 수익 정도를 뜻한다. 그리하여 화물과 여객이 공항수익에 기여하는 수익 창출 정도를 화물의 가치 및 여객의 가치로 각각 정의하고, 그들의 상대적인 가치를 평가 후 지표화(indexing) 하였다. 결과적으로 이 지표는 공항측면에서 ‘여객 1인을 통해 창출된 수익과 동등한 수익을 창출한 화물의 무게(Kg)’를 의미하는 것이다. 이 지표는 공항수익(airport revenue)에 기반을 둔 새로운 공항처리단위(WLU)라는 개념을 적용하여 r-WLU라고 명명하고 ‘공항수익에 기여하는 화물과 여객의 상대가치지표’로 정의하기로 한다.

일반적으로 공항수익은 크게 항공관련수익(aeronautical revenues)과 비항공관련수익(non-aeronautical revenues)으로 분류한다. 항공관련수익은 항공기 운항에 따라 제공되는 서비스에 대한 이용료 및 여객의 공항시설사용료(passenger facility charge, PFC)가 주를 이루며, 비항공관련수익은 상업수익(commercial revenues)과 임대수익이 주된 수익원이 된다. 공항을 평가하는 연구들을 살펴보면, Doganis(1987)는 항공수익에 착륙료, 항공기 주기료, 관제료 등을 고려하였고, 여객 공항이용료 및 레스토랑 수수료, 주차료 등을 고려한 상업수익을 사용하였다. ATRS(Air Transport Research Society, 2007)의 연구에서도 공항의 총수익, 항공관련수익 및 비항공관련수익 등을 고려하여 공항의 성과측정에 대한 연구를 수행하였다.

항공기 운항실적은 공항의 운항 수익과 직접적으로 관련이 있는 것으로 항공기 착륙 1대당 착륙요금(landing fee)에 따라 발생된다. 화물처리실적은 항공기 운항수익과도 관련이 있는데 항공기 착륙료 부과 기준은 항공기의 최대이륙중량(maximum take-off weight, MTOW)에 근거함에 따라 항공기에 실린 화물의 무게도 중요한 요인이 될 수 있다.

본 연구에서 ‘공항수익에 기여하는 화물과 여객의 상대가치지표’(r-WLU)를 도출하기 위한 모형정립에는 무엇보다도 ‘공항수익’에 대한 범위 설정이 반드시 필요하다. 공항의 총수익을 크게 나눈다면 운항수익(항공기 운항에 관련된 수익), 여객수익(여객에 관련된 수익), 상업수익 및 임대수익으로 분류할 수 있는데, 본 연구에서는 임대수익을 제외하였다. 그 이유는 일반적으로 건물 및 토지 임대료는 화물을 위한 시설인지 여객을 위한 시설인지에 따라 기준 임대료가 매우 상이하기 때문이다. 또한 여객처리량과 화물처리량에 따라 항공사의 수익이 증감하는 것일 뿐 공항의 임대료는 변동하지 않는다. 따라서 단순히 화물터미널과 여객터미널 규모에 따라 임대료를 구분하기에는 한계가 존재하는 것이다. 2013~2015년간 인천국제공항의 수익구조를 살펴보면, 운항수익, 여객수익 및 상업수익이 전체 수익 중에서 약 90% 이상을 차지하고 있기 때문에 임대수익을 포함하지 않았다고 해도 분석결과에 대한 객관성은 담보할 수 있을 것으로 판단하였다.

본 연구에서는 공항마다 몇 Kg의 화물이 여객 한 명과 같은 가치를 창출하고 있는지를 측정하기 위하여 공항의 수익을 세분화하고, 그 세분화된 수익을 기반으로 화물과 여객의 가치를 배분하는 작업을 시행하게 된다. 착륙료 등 항공기 운항수익으로 발생된 가치를 평가한 것을 ‘운항가치지수(landing value index, LVI)’라고 하고 화물의 운항가치와 여객의 운항가치를 구분하여 산출하게 된다. 그리고 여객수익을 통해 발생된 가치를 평가한 것을 ‘여객서비스가치지수(passenger service value index, PVI)’, 상업수익으로 발생된 가치를 평가한 것을 ‘상업가치지수(concession value index, CVI)’라고 정의하였다. 이를 요약하면 Table 2와 같다.

Table 2. Indices of the relative value between air cargo and passenger

Revenue category	Index	Explanation
Aircraft operations	Landing Value Index (LVI)	Generating from aircraft operations at airport
Passenger services	Passenger Service Value Index (PVI)	Generating from passenger services at airport
Concessions	Concession Value Index (CVI)	Generating from various commercial activities and services at airport

1) 운항가치지수(LVI)

공항에서 항공기 운항과 관련된 수익은 대부분 착륙료(landing fee)에서 얻어지는 것이 일반적이다. 착륙료를 부과하는 기준에 대해 국제민간항공기구(ICAO)에서는 항공기의 중량을 기반으로 설정하도록 권고하고 있다. 따라서 공항은 항공기의 중량을 기반으로 착륙료를 부과하기 때문에 착륙하는 항공기가 화물기이던 아니면 여객기이던 착륙료에 대한 차이는 발생하지 않는다. 다만 항공기의 크기에 따라 중량이 다르기 때문에 착륙료가 차이를 보이는 것이다. 화물기로 운송된 화물과 여객기로 운송된 화물의 1Kg당 창출되는 운항가치는 동일하다고 볼 수 있다. 화물기 운항(착륙)으로 발생된 운항수익은 모두 화물로 인한 수익이므로 실제 발생된 운항수익과 도착한 화물량을 고려하

면 화물 1Kg을 통해 창출된 운항가치를 측정할 수 있다. 그리고 여객기 1대당 착륙으로 발생된 운항수익에서 화물 (belly cargo) 운송으로 인한 수익만을 제외하면 나머지는 모두 여객으로 인한 수익이 된다.

화물의 운항가치지수(LVI_C)를 산출하는 방법은 Equation 3과 같다.

$$LVI_C = \frac{R_{fl}}{N_{fl} \times W_f}, R_{fl} = R_{tl} \times \frac{N_{fl}}{N_{tl}} \quad (3)$$

N_{fl} : 화물기의 연간 착륙회수(number of freighter landing per year)

N_{tl} : 항공기의 연간 총 착륙회수(total number of aircraft landing per year)

R_{fl} : 공항의 연간 화물기 총 운항수익(total airport revenues from freighter operations)

R_{tl} : 공항의 연간 총 운항수익(total airport revenues from aircraft operations)

W_f : 화물기 1대를 통해 도착한 평균 화물량(average cargo volume per arrival freighter)

다음으로 여객의 운항가치지수(LVI_P)를 산출하는 방법은 Equation 4와 같이 정의할 수 있다.

$$LVI_P = \frac{\frac{R_{pl}}{N_{pl}} - (LVI_C \times W_p)}{P_a} \quad (4)$$

LVI_C : 화물의 운항가치지수

N_{pl} : 여객기의 연간 착륙회수(number of passenger aircraft landing per year)

P_a : 여객기 1대를 통해 도착한 평균 여객수(average passenger number of arrival passenger aircraft)

R_{pl} : 공항의 연간 여객기 총 운항수익(total airport revenues from passenger aircraft operations)

W_p : 여객기 1대를 통해 도착한 평균 화물량(average cargo volume per arrival passenger aircraft)

2) 여객서비스가치지수(PVI)

여객이 공항시설을 사용함으로써 어느 정도의 가치를 창출하고 있는지를 산출하기 위한 것으로, 이를 위해 고려된 수익과목은 여객수익이다. 일반적으로 공항에서 여객들에게 부과하는 공항시설사용료(passenger facility charge, PFC)는 출발하는 여객 1인에게 부과한다. 환승하는 여객들에게도 공항에 따라서는 시설사용료를 차등하여 부과하는 경우도 있는데, 출발하는 여객에게 부과하는 요율보다 낮게 책정하는 것이 일반적이다.

본 연구에서는 여객서비스가치지수를 산출하기 위하여 해당 공항의 연간 총 여객수익과 연간 출발 여객수를 파악하여 여객 1인당 여객서비스가치지수를 산출하였다. 일반적으로 대부분의 공항들은 출발하는 여객에게 공항시설사용료를 부과하고 있으므로 본 연구에서는 출발 여객수를 기준으로 가치를 측정하였다. 여객서비스가치지수(PVI)는 Equation 5와 같이 산출된다.

$$PVI = \frac{R_p}{P_d} \quad (5)$$

R_p : 공항의 연간 총 여객수익(total revenues from passengers)

P_d : 공항의 연간 총 출발 여객수(total passenger number of departure passengers)

3) 상업가치지수(CVI)

여객이 상업시설을 통해 어느 정도의 가치를 창출하고 있는지를 산출하기 위한 단계로서 상업가치지수 산출을 위해 고려된 수익과목은 상업수익이다. 공항을 이용하는 사람들이 구매하는 상품이나 서비스를 판매하는 모든 시설들을 상업시설(concessions)이라고 말한다. 상업가치지수를 산출하기 위하여 해당 공항의 연간 총 상업수익과 연간 출발 여객수를 파악하여 여객 1인당 상업가치지수를 산출하였다. 여객의 상업가치지수(CVI)는 Equation 6과 같이 나타낼 수 있다.

$$CVI = \frac{R_c}{P_d} \quad (6)$$

R_c : 공항의 연간 총 상업수익(total airport commercial revenues per year)

P_d : 공항의 연간 총 출발 여객수(total number of departure passengers)

4) 화물과 여객의 상대가치지표 산출

본 연구에서는 공항의 대표적인 수익과목을 크게 운항수익, 여객수익, 상업수익 등으로 한정하였다. 화물의 경우에는 운항수익을 통해서 가치가 창출되고, 여객은 운항수익, 여객수익, 그리고 상업수익을 통해서 가치가 창출되는 것을 알 수 있다. 따라서 화물의 가치는 운항가치지수만 고려된 것이고, 여객의 가치는 운항가치지수, 여객서비스가치지수 및 상업가치지수를 고려한 것이다.

여기서 중요한 점은 화물이나 여객의 가치는 화폐적 의미를 포함하게 된다는 것이다. 다시 말해 공항(국가)마다 통화 기준이 다르므로 화물과 여객이 창출한 가치의 정도는 절대적 기준으로 평가될 수 없다는 사실이다. 예를 들어 어느 한 국가의 A공항은 여객 1명을 처리할 때 창출되는 수익이 미화 100달러라고 하고, 다른 국가에 있는 B공항은 여객 1명당 창출 수익이 미화 20달러라고 하자. 이러한 경우에 A공항의 여객가치가 B공항보다 5배 높다고 평가하는 것은 오류가 발생할 수 있다는 것이다. 왜냐하면 양 국가의 통화가 서로 차이가 있기 때문에 이를 고려한 가치의 평가가 필요하기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 화물 1Kg 혹은 여객 1명을 통해 창출되는 수익의 크기 정도를 절대적으로 비교하여 가치를 창출하는데 있어서 통화 가치의 높고 낮음으로부터 보다 자유로울 수 있는 공항 간 비교를 위한 지표를 산출하고자 하였다.

따라서 해당 공항의 여객 및 화물에 대한 가치를 기준으로 화물 1Kg 혹은 여객 1명을 처리할 때 발생된 수익을 측정하여 '여객 1명을 통해 창출된 수익과 동등한 수익을 창출한 화물의 무게(Kg)'를 계산하여 새로운 공항처리량기준(r-WLU)을 정립하고자 하였다. 이와 같은 개념을 반영하여 '여객 1명을 통해 창출된 수익과 동등한 수익을 창출한 화물의 무게'를 화물수익기여단위(cargo revenue contribution unit, C-RCU)라고 정의하면 Equation 7과 같이 나타낼 수 있다. 즉, C-RCU가 바로 공항의 새로운 처리량단위(r-WLU)가 되는 것이다.

$$C-RCU(Kg) = \left(\sum_{t=1}^T \frac{LVI_p + PVI + CVI}{LVI_c} \right) / t, t = 1, 2, 3, \dots, T, T = 12 \quad (7)$$

t : 해당 연도

T : 전체 자료조사 대상 기간(12년)

CVI : 상업가치지수

LVI_c : 화물의 운항가치지수

LVI_p : 여객의 운항가치지수

PVI : 여객서비스가치지수

모형의 적용 및 분석 결과

1. 대상 공항 및 자료 수집

분석 대상이 된 공항은 공항운영협회(Airport Council International, ACI)에서 발표하는 통계자료인 ACI World Airport Traffic Report 2010, 2011, 2012년 자료를 토대로 1차 선정을 하였는데, 이 자료의 여객 순위, 화물 순위 및 운항회수 순위를 기준으로 상위 200위 공항들 중에서 선정하였다. 선정된 공항들 중에서도 재무 상태를 나타내는 손익계산서가 공개되는 공항을 2차로 선정하였다. 그러나 재무자료가 다른 공항의 공시기준과 매우 다른 형태의 자료들, 예를 들어 총수익 중 항공관련수익 및 비항공관련수익 등의 상세 과목이 구체적으로 명시되어 있지 않고 단순히 총수익 정도만을 공시한 경우에는 수익에 대한 분석이 곤란하기 때문에 제외하였다.

마지막으로, 본 연구는 운항수익으로 인한 화물과 여객의 가치 비교가 주요 연구 대상이기 때문에 화물기가 취항하는 공항을 선정토록 하였다. 이러한 요건들을 충족하는 총 50개 공항을 규모 및 지역별로 안배하여 선정하였으며, 선정된 공항의 목록은 Table 3과 같다. 화물과 여객의 상대가치지표를 산출하기 위해 선정된 지역별 공항들의 2001년부터 2012년까지 총 12년간의 평균 실적을 요약하면 Table 4와 같이 정리할 수 있다.

Table 3. List of the selected airports

Region	Airport	Number of Airport
Asia (including Oceania)	Beijing (PEK), Bangkok (BKK), Singapore (SIN), Tokyo (NRT), Melbourne (MEL), Sydney (SYD), Auckland (AKL), Incheon (ICN), Istanbul (IST), Shanghai (PVG), Kuala Lumpur (KUL), Taipei (TPE), Manila (MNL), Delhi (DEL)	14
Europe	London (LHR), Frankfurt (FRA), Amsterdam (AMS), Madrid (MAD), London (LGW), Munich (MUC), Manchester (MAN), Zurich (ZRH), Copenhagen (CPH), Milan (MXP), Stockholm (ARN), Dublin (DUB), Berlin (TXL), Vienna (VIE), Geneva (GVA), Helsinki (HEL), Athens (ATH), Edinburgh (EDI)	18
North America	Chicago (ORD), Los Angeles (LAX), Dallas/Forth worth (DFW), Denver (DEN), Washington (IAD+DCA), Houston (IAH), Las Vegas (LAS), Phoenix (PHX), San Francisco (SFO), Seattle (SEA), Philadelphia (PHL), Toronto (YYZ), Boston (BOS), Salt Lake City (SLC), Cincinnati (CVG), Pittsburgh (PIT), Jacksonville (JAX), Orlando (MCO)	18
Total		50

분석 대상에 선정된 50개 공항들의 실적을 여객과 화물로 나누어 나타내면 Figure 2, 3과 같다. 여기에 나타낸 실적치는 2001년부터 2012년까지 12년간의 자료들을 평균한 것이다. 선정된 공항들 중에서 여객기준으로 가장 적은 실적을 나타낸 공항은 미국의 잭슨빌공항(JAX)이고 화물은 제네바공항(GVA)이었다. 가장 많은 실적을 보인 곳은 여객의 경우에는 시카고 오헤이어공항(ORD)이고, 화물은 인천공항(ICN)이었다. 이 결과치는 과거 12년간 평균이므로 최근 공항실적 순위와는 차이가 있을 수 있겠다.

Table 4. Throughputs of the selected airports by region

Items	Asia	Europe	North America	Average
Passengers (million)	28	27	32	29
Cargo (million ton)	1.0	0.4	0.43	0.6
Share of Operational Revenues (%)	40	32	34	34
Share of Passenger Service Revenues (%)	30	38	27	32
Share of Concession Revenues (%)	30	30	38	34
Share of Freighter Operations (%)	5	3	6	4
Share of Air Cargo Volume by Freighter (%)	27	24	66	39

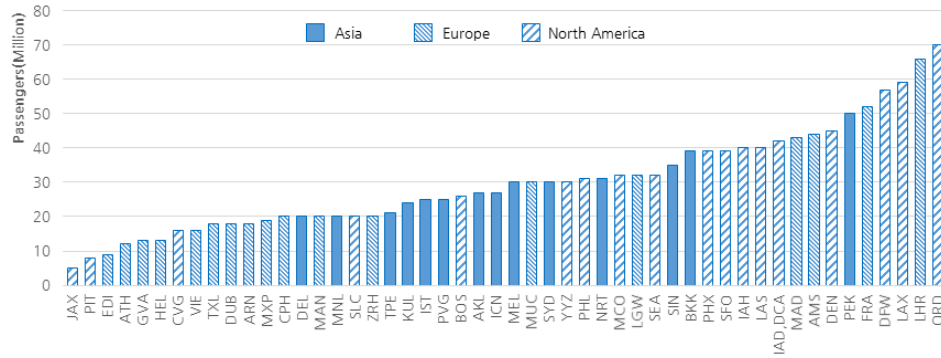


Figure 2. Average throughput of passenger for the selected 50 airports

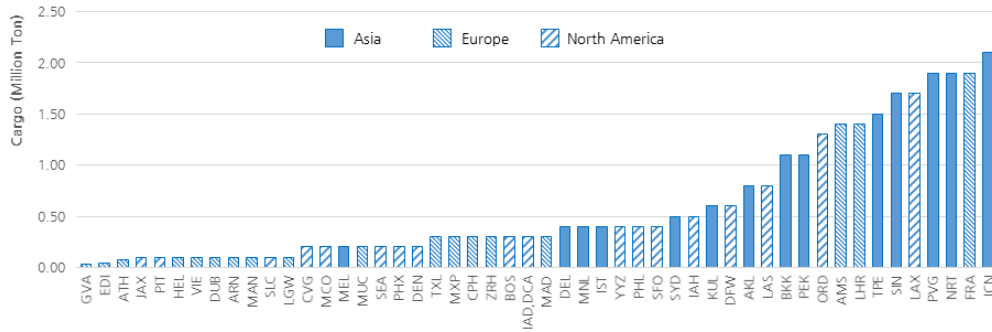


Figure 3. Average throughput of cargo for the selected 50 airports

2. 분석 결과

1) 여객과 화물의 상대가치지표(r-WLU)

본 연구를 위해 선정된 공항들의 지난 12년간 평균 여객처리실적은 약 3,000만명이며, 화물처리실적은 약 60만 톤으로 나타났다. 이들 공항을 대상으로 ‘공항수익을 기준으로 하는 새로운 처리량단위(r-WLU)’를 산출하면 Figure 4와 같다. 지역별 최소, 최대, 그리고 평균 r-WLU를 산정한 결과는 Table 5와 같이 정리하였다. 추후 상대가치를 표준화 할 때는 개별 공항의 r-WLU를 공항별 구분기준에 따라 가중 평균하여 적용하게 된다. 화물과 여객의 상대가치지표는 선정공항들의 평균값을 기준으로 살펴보면, 북미지역의 공항들이 가장 높고, 그 다음으로 아시아와 유럽의 순으로 나타났다. 공항에서 여객 1명을 처리함으로써 창출되는 공항의 수익가치는 평균적으로 약 280Kg의 화물을 처리하는 것과 같은 가치를 지니는 것이라는 의미인 것이다. 물론 규모가 크고 작음에 따라 r-WLU의 값도 달라지는 것을 볼 수 있다.

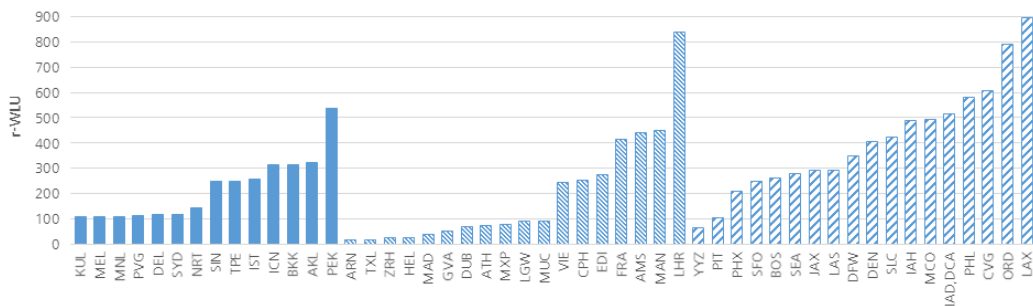


Figure 4. New Work Load Unit (r-WLU) of airport based on the relative value of cargo and passenger

Table 5. Characteristics of r-WLU by region

r-WLU	Minimum	Maximum	Average	No. of Airports
Asia	108	536	218	14
Europe	17	838	194	18
North America	63	897	406	18
Total	17	897	277(280)	50

화물과 여객의 상대가치지표(r-WLU) 당 해당 공항들의 수익이 어느 정도인지를 분석해 보면 Figure 5와 같다. 상대적으로 수익이 높은 공항들은 유럽의 공항들로 마드리드공항(MAD), 런던히드로공항(LHR), 뮌헨공항(MUC) 등이었고, 아시아 지역에서는 동경나리타공항(NRT)과 인천공항(ICN)이 높게 나타났다. 북미에서는 토론토공항(YYZ)이 가장 높은데, 전체 50개 공항 중에서 11위에 해당된다. 미국 공항들 중 r-WLU 당 수익이 가장 높은 공항은 덴버공항(DEN)으로 중하위권에 위치하는 것을 알 수 있다. 상대적으로 아시아권과 유럽권의 대규모 공항들이 공항수익을 많이 창출하고 있다는 사실을 간접적으로 알 수 있겠다.

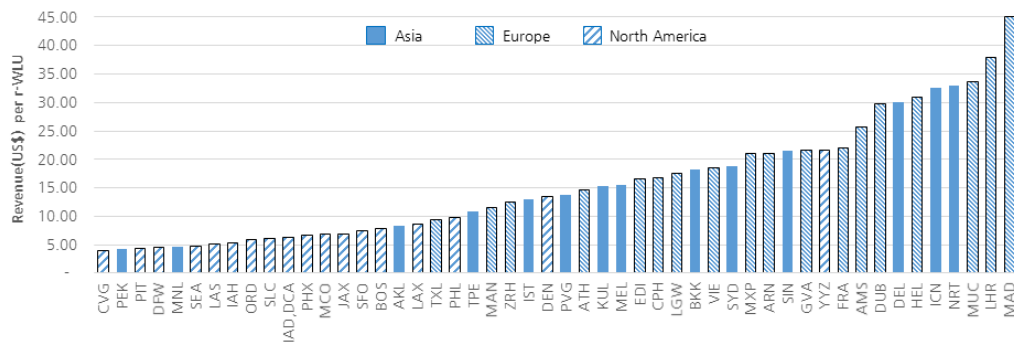


Figure 5. Revenues per new work load unit (r-WLU)

2) 상대가치지표의 표준화

본 연구를 위해 선정된 50개 공항은 특성과 처리실적 측면에서 차이를 보이고 있다. 규모가 작은 공항은 연간 여객처리실적이 5백만명 정도이고, 가장 큰 규모의 공항은 연간 약 8천만명의 여객을 처리하는 것으로 나타났다. 이와 같이 규모가 서로 다르고 공항별로 여객과 화물의 비중이 다르기 때문에 여객과 화물의 상대가치지표로서 단일한 기준을 적용한다는 것은 무리일 수밖에 없다. 이러한 규모별 차이를 나타내기 위해서 여객 및 화물처리실적 규모에 따른 r-WLU의 산포도를 나타내면 Figure 6과 같으며, 여객과 화물의 처리량에 따라 규칙적인 분포를 지니지 못한다는 사실을 알 수 있다.

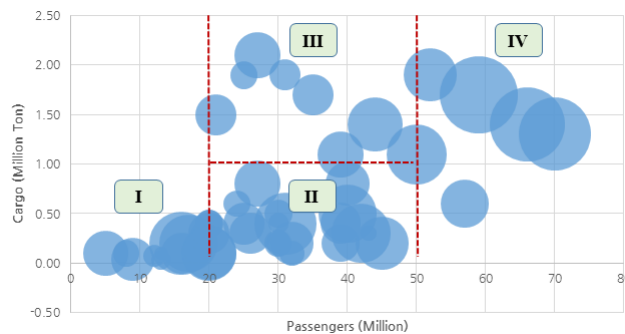


Figure 6. Scatter of r-WLU based on the relative value of cargo and passenger

Figure 6에서 보듯이 전체 r-WLU의 분포형태를 바탕으로 대략 4개의 특성으로 구분할 수 있을 것이다. 우선, 여객 규모에 따라 3가지 그룹으로 나눌 수 있는데, 연간 2천만명 이하, 2-5천만명, 그리고 5천만명 이상으로 구분할 수 있겠다. 또한, 화물처리 규모에 따라 크게 2개의 그룹으로 나눌 수 있는데, 그 기준은 연간 100만톤의 화물량이 된다.

이와 같이 구분할 수 있는 근거는 Figure 7에서 보여 주듯이 여객규모의 증가에 따라 r-WLU는 상대적으로 유의미한 변화추세를 보이고 있다는 점에서 변곡점이 되는 연간 2천만명과 5천만명을 기준으로 설정하였다. 그러나 화물의 경우에는 그 규모의 변화에 따라 r-WLU가 거의 독립적으로 분포하고 있음을 알 수 있다. 즉, 화물의 증가가 반드시 r-WLU의 값을 높이는 것이 아니라는 의미가 된다. 그러나 Figure 7에서와 같이 화물처리실적 연간 100만톤을 기준으로 r-WLU가 구별되어 분포하고 있음을 알 수 있다. 따라서 화물처리기준은 연간 100만톤으로 설정하여 r-WLU를 위한 화물의 가치를 구분하고자 한다. 이러한 기준에 따른 ‘화물과 여객의 상대가치표’는 Table 6와 같이 제시할 수 있겠다. 전체 평균적인 여객 1인당 가치 창출은 화물 280Kg의 가치 창출과 같다고 설정할 수 있다.

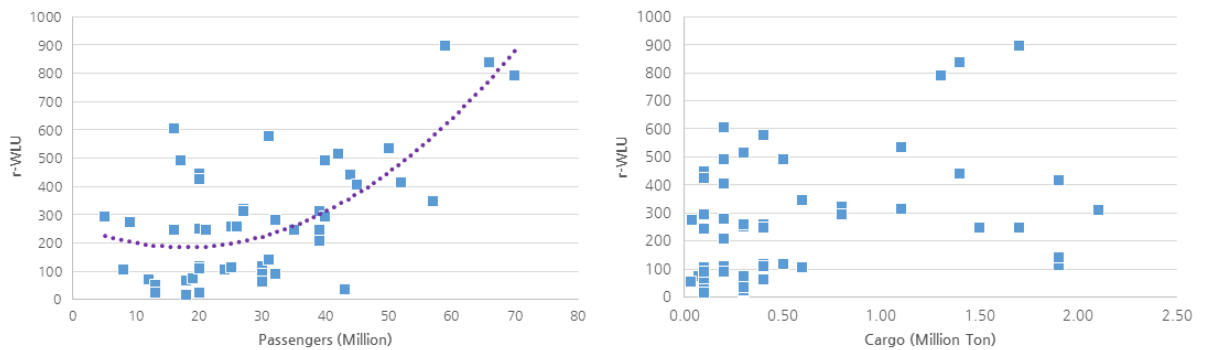


Figure 7. Relationship of r-WLU and passenger and r-WLU and cargo

Table 6. Relative value of cargo and passenger by size of passenger and cargo throughput

Cargo	Passenger		
	20 Million Passengers	50 Million Passengers	
Less 1.0 Million Ton	I 180Kg Cargo	II 235Kg	IV 640Kg Cargo
Over 1.0 Million Ton	= 1 Passenger	III 260Kg	= 1 Passenger

3) 기존 지표와 새로운 지표 비교

항공화물과 여객의 상대가치를 기준으로 하는 통합된 처리량단위를 기존에 적용되던 기준인 ‘여객 1명 = 화물 100Kg’(WLU), Table 5와 같이 정의된 ‘여객 1명 = 화물 I, II, III, IV’(r-WLU), 마지막으로 상대가치의 평균치를 적용한 ‘여객 1명 = 화물 280Kg’(R-WLU) 등을 비교한 결과는 Figure 8과 같다.

일반적으로 여객 및 화물처리 규모가 상대적으로 작은 공항은 이 3가지 WLU 간에 큰 차이가 발생하지 않음을 알 수 있다. 그러나 여객의 규모가 크거나 화물처리량이 많은 공항의 경우에는 일정 부분 차이가 발생함을 알 수 있겠다. Figure 8에 나타난 공항들 중에서 여객처리량이 제일 많은 공항은 달라스 포트워스공항(DFW)으로 연간 약 5,700만명의 여객을 처리하였으며, 화물의 경우에는 인천공항(ICN)이 약 210만톤을 처리한 것으로 나타났다.

공항처리량단위의 차이가 가장 크게 나타난 공항이 다름 아닌 화물처리량이 가장 많은 인천공항(ICN)이었으며, 그 다음이 여객처리량이 가장 많은 달라스 포트워스공항(DFW)으로 나타났다. 그 이외의 공항들은 서로 다른 WLU 간에 큰 차이를 보이지 않았다. 인천공항의 경우에는 공항에서 창출하는 수익이 절대적으로 여객부문에 집중되어 있다는 사실을 유추할 수 있겠다. 따라서 상대적으로 여객 1명이 창출하는 수익과 동일한 가치의 화물처리량은 그 만큼 많아질 수 밖에 없다는 것이다.

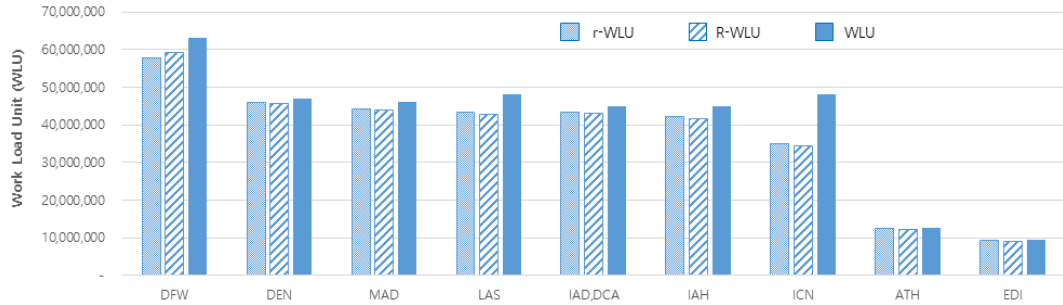


Figure 8. Comparison of airports' work load unit

달라스 포트워스공항(DFW)과 라스베이가스공항(LAS)을 상호 비교해 보면, 여객처리실적에서는 DFW가 LAS보다 43% 많으나 화물은 오히려 25% 정도 적게 처리하였다. 이러한 경우에 WLU의 차이는 r-WLU의 경우에는 33%, R-WLU는 38%, 기존 WLU는 31%의 차이를 나타냈다. 이 결과를 본다면, 규모가 서로 다른 공항들을 객관적으로 비교할 경우에는 새롭게 설정된 '화물과 여객의 상대가치지표'가 유용하게 적용될 것이라고 판단된다.

결론

본 연구의 목표는 실제 발생된 공항수익을 기반으로 화물과 여객의 상대적인 가치를 나타내는 지표를 개발하는데 두었다. 이 지표는 '여객 1인을 통해 창출된 수익과 동등한 수익을 창출한 화물의 무게(Kg)'가 얼마인지를 정의하는 것이다. 전 세계 공항의 평균 상대가치지표는 280으로 평가되었다. 이것은 평균 280Kg의 화물이 여객 1명과 같은 수익을 창출한다는 것이다. 이와 같은 상대가치지표는 공항의 여러 가지 요인에 의해 영향을 받게 된다. 여객 수, 상업수익 비율, 화물기로 운송된 화물 비율, 저비용항공사(LCC) 국제선 좌석공급 비율, 화물기 착륙 비율 등이 상대가치지표에 영향을 주는 것으로 파악하였다. 상대가치지표에 영향을 미치는 변수들 중에서 상업수익 비율의 중요도가 가장 클 것으로 예상되고, 여객수 및 화물기로 운송된 화물 비율, LCC 국제선 좌석공급 비율, 화물기 착륙 비율 등도 일정 수준으로 상대가치지표에 영향을 줄 것으로 예상된다. 이 중 LCC 국제선 좌석공급 비율과 화물기의 착륙 비율은 몇 곳의 분석대상 공항들에서 상대가치지표에 부(-)의 효과를 주는 것으로 나타났다.

본 연구는 재무적 관점에서 화물과 여객을 통합한 하나의 표준 지표를 개발하였다는 것과 동시에 항공사 위주가 아닌 공항에 적합한 지표를 개발하였다는 것에 의의가 있겠다. 공항 처리단위량(WLU)과 상대가치지표(r-WLU)는 둘 다 화물과 여객을 하나로 통합한 단위로서 동일한 절차와 개념인 것이나, 적용하는 기준의 차이를 갖게 되는 것이다. 기존의 WLU는 경험을 바탕으로 '여객 1명을 화물 100Kg과 동등하다'는 정의 하에 사용되었던 단위였으나, 본 연구에서는 이와 같은 불분명한 기준을 보다 체계적이고 객관적인 과정과 절차를 통해 새롭게 제시한 것이다.

기존의 WLU는 물리적인 측면에서 화물과 여객의 업무부하 정도를 비교·평가한 것이라면, 상대가치지표(r-WLU)는 공항의 수익 창출을 기준으로 하여 평가한 것이 가장 큰 차이점이라고 할 수 있다. 이 밖에도 WLU는 업무부하를 측정할 물리적 단위인 것이고, 상대가치지표는 가치를 측정할 것이라는 것과 WLU는 상대적으로 항공사에게 적합하고 상대가치지표는 공항에 적합하다는 상호 다른 특성을 지닌다.

화물과 여객의 진정한 가치를 정확히 판단하기 위해서는 비용 요소가 고려되어야만 한다. 그러나 비용은 화물과 여객 처리를 통해 동시에 발생하는 경우가 대부분이기 때문에 이를 명확하게 화물과 여객으로 분리하여 적용하기가 매우 어려운 과제가 된다. 앞으로 비용 개념까지 고려한 연구가 진행된다면 수익(revenue)이 아닌 순익(benefit) 측면에서 지표 개발이 가능할 것으로 판단된다. 분석을 위해 선정된 공항들을 아프리카 또는 중동에 위치한 공항들까지도 포함하게 된다면 보다 객관적인 지표를 제시할 수 있을 것이다. 이러한 한계에도 불구하고 지난 30년간 공항분야에서 관습적으로 적용되어 왔던 WLU에 대해 새로운 방식의 공항처리량단위를 제시했다는 데 본 연구의 의의가 있다고 하겠다.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the Inha University research fund.

알림: 본 논문은 Air Transport Research Society 20th World Conference(2016.6.23.-26.)에서 발표된 내용을 수정·보완하여 작성된 것입니다.

REFERENCES

- Casanueva C., Gallego A., Castro I., Sancho M. (2014), Airline Alliances: Mobilizing Network Resource, *Tourism Management* 44: 88-98.
- Choi S.G. (2013), An Study on Measurement for the Efficiency of the World Major Airports, Master Thesis, Graduate School of Logistics, Inha University.
- Chung T. W. (2015), Competitive Composition of Main Airports in North Asia - Focused on Air Cargo, *Journal of Korea Port Economic Association*, 31(3), 93-105.
- Cong W., Hu M., Dong B., Wang Y. (2016), Empirical Analysis of Airport Network and Critical Airports, *Chinese Journal of Aeronautics*, 29, 512-519.
- Dobruszkes F. (2006), An Analysis Europe Low Cost Airlines and their Networks, *Journal of Transport Geography*, 14, 249-264.
- Guimera R., Amaral L. A. N. (2004), Modelling the World-wide Airport Network, *The European Physical Journal B*, 38, 381-385.
- Leem B. H., Kim S. M., Hong H. K. (2011), Comparison of Asia Port Networks based on National Shipping Companies, Social Network Analysis(SNA) Perspective, *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies*, 6(5), 45-56.
- Li W., Cai X. (2004), Statistics Analysis of Airport Network of China, *Physical Review E*, 69(4), 046106.
- Lordan O., Sallan J. M., Escorihuela A., Gonzalez-Prieto D. (2015), Robustness of Airline Route Networks, *Physica A*, 455, 18-26.
- Matsumoto H. (2007), International Air Network Structures and Air Traffic Density of World Cities, *Transportation Research Part E*, 43, 269-282.
- Oh S. Y., Park Y. H. (2010), An Analysis for the Framework and Centralization of Airport Network in the Major Asian Countries, *Journal of Aviation Management Society of Korea*, 8(2), 43-58.
- Oh S. Y., Park Y. H. (2014), Analyzing Airport Network Characteristics Applied to the Structural Equivalence, *J. Korean Soc. Transp.*, 32(2), Korean Society of Transportation, 162-169.
- Pearson J., O'Connell J. R., Pitfield D., Ryley T. (2015), The Strategic Capability of Asian Network Airlines to Compete with Low Cost Carriers, *Journal of Air Transport Management*, 47, 1-10.
- Yoon S. (2012), An Evaluation of Supply Adequacy for Aircargo Route based on the Demand Characteristics of Nodes, Unpublished Ph.D. Thesis, Inha University.
- Zhang A. (2003), Analysis of International Air-cargo Hub: the case of Hong Kong, *Journal of Air Transport Management* 9: 123-138.