

Original Article

<https://doi.org/10.12985/ksaa.2018.26.3.009>

ISSN 1225-9705(print) ISSN 2466-1791(online)

ARIMA-개입모델을 이용한 항공기상정보 사용료 징수액 추정 및 적정성 연구

김광옥*, 박성식**

Forecasting and Analysis of Air Meteorological Service Charge using
ARIMA-Intervention Time Series Model

Kwang-Ok Kim*, Sung-Sik Park**

ABSTRACT

Korea meteorological administration(KMA) has started to levy air meteorological service charge on both national and foreign carriers since 2005. The charge has grown on 2010 and 2014 twice. However, KMA has still kept asking airlines to agree with another increase in the charge due to the low cost of goods recovery ratio of 7%. The air meteorological charge has changed from 2,210 KRW at the beginning to 11,400 KRW as of June 2018. According to ARIMA intervention time series analysis, it was proven national carriers would make a payment of 831 million KRW 2018 and 1,024 million KRW 2019, showing 186.2% and 123.2% increase compared to last year respectively. The total amount of charge for both national LCC and foreign airlines was aggregated up to 1,952 million KRW 2019, 227% bigger than the charge paid at 2017. Considering the 50% increase of consumer price index last decade, the increased charge would impair the global competitiveness of national carriers. It could be suggested that current air meteorological charge scheme be improved to apply overseas trend and for national carriers to have a competitive advantage in global aviation market.

Key Words : Air Meteorological Service Charge (항공기상정보 사용료), Air Navigation Service Fee (항행시설 사용료), ARIMA (시계열분석), Forecasting (예측), National carrier(국적항공사)

I. 서 론

기상청은 2005년부터 항공사의 착륙편 및 영공통과편 항공기들에 대해서 항공기상정보 사용료를 부과하고 있다. 2000년에 정부가 항공기상대를 항공기상 관련 책임운영기관으로 지정함에

따라 기상청은 수입원 확보를 위해서 2005년부터 항공기상정보에 대한 사용료를 수익자인 항공사들로부터 징수하기 시작한 것이다. 기상청은 2001년 12월 기상법에 사용료 부과근거 규정을 신설하였으며 2002년 12월 기상법 시행규칙을 개정함에 따라 징수절차를 마련하였다. 이후 2005년 5월에 국무조정실이 주관한 규제개혁 관계장·차관 회의를 통해 사용료 유료화 및 징수 관련 합의된 내용이 고시되었다.

2005년 당시 고시된 내용을 살펴보면 착륙은 항은 편당 4,850원 그리고 통과운항은 편당 1,650원을 부과하기로 하며 항공기상정보 사용

Received : 04. Aug. 2018. Revised : 20. Jun. 2018.

Accepted : 15. Sep. 2018

* 한국항공협회 기획정책실

** 한국교통대학교 항공운항학과

연락처 E-mail : sunsikpark@hotmail.com

충청북도 충주시 대학로 50

료 인상은 매년 물가상승 범위 내에서 항공사가 건설교통부(現 국토교통부)와 협의하여 결정한다고 명시되어 있다. 이에 따라 기상청이 항공사들과 사전 협의를 통해 2010년과 2014년에 두 차례 사용료가 인상된 바 있다.

기상청은 2014년 이후에도 원가회수율이 7% 미만에 그친다는 이유를 근거로 항공사들에게 사용료 인상을 지속적으로 요구해왔다. 그 결과 Table 1과 같이 2014년 6,170원 및 2,210원이었던 착륙편 및 영공통과 편당 항공기상정보 사용료를 11,400원 및 4,850원으로 인상하겠다는 행정예고를 거친 후 2018년 6월부터 인상된 사용료를 부과하고 있으며 항공사들은 과도한 사용료 인상이라는 주장을 하면서 행정소송 등의 법적 절차를 추진하겠다고 의견을 밝힌 상태이다. 국적항공사들은 3차 사용료 인상이 2005년 규제 개혁 장관관 회의의 결정사항으로 명시된 “(1) 항공사의 부담 최소화 (2) 물가상승률 이내 인상을 억제”라는 두 가지 근본적 정책방향의 원칙에 위배된 사용료 인상이라고 주장하고 있다.

본 연구는 2018년 6월부터 인상된 항공기상정보 사용료 체계를 바탕으로 향후 국적항공사 및 외국항공사들로부터 징수될 사용료 징수액을 추정해보고 이를 토대로 항공기상정보 사용료 체계의 적정성을 분석하고자 하였다. 이를 위해 2013년 1월부터 2018년 6월까지 총 66개월의 양대 국적항공사(대한항공 및 아시아나) 그리고 국내에 정기·부정기편으로 취항한 외국항공사의 국제선 운항횟수 자료를 분석하고 대표적인 시계열 추정 모형인 ARIMA-Intervention(개입) 모델을 활용하여 2019년 12월까지 납부해야 할 사용료 총액을 추정하였다. 이러한 항공기상정보 사용료 징수액 추정 및 비교자료(소비자 물가지수 및 생산자 물가지수 등) 분석을 통해 항공기상정보 사용료 단가 인상분에 대한 적정성을 논의하고자 하였다.

II. 본 론

2.1 항공기상정보 사용료 법적근거

항공기상정보 사용료 관련 국내 관련 법령은 다음과 같다. 기상법 제37조(항공 기상정보 사용

료의 징수 등) 제1항에 따르면 “① 「책임운영기관의 설치·운영에 관한 법률」 제4조에 따라 설치된 책임운영기관으로서 항공 기상업무를 수행하는 기관의 장은 항공 기상정보를 이용하는 자로부터 항공 기상정보 사용료를 징수할 수 있다”고 명시되어 있다. 기상법 시행령 제21조(항공 기상정보 사용료의 징수 등) 제1항에 의하면 “① 법 제37조제1항에 따라 항공 기상업무를 수행하는 기관의 장은 국토교통부장관과 협의하여 국제항공에 취항하는 항공기가 대한민국 공항에 착륙하거나 인천비행정보구역을 통과하는 경우 매 운항 시 항공 기상정보 사용료를 부과·징수한다”고 명시되어 있다.

항공기상정보사용료 징수와 관련하여 ICAO는 다음과 같이 관련 근거를 제시하고 있다. 첫째, Doc. 9082(Policies on Charges for Airport & Air Navigation Service) 제1장 8항을 통해 “경제적으로 어려운 상황에서는 정부당국이 공항운영당국과 항공사 등이 상호 합리적인 수준에서 사용료를 합의토록 권고하고 있으며 제17항을 통해 사용료 징수 체계에 대해서는 정부당국, 공항운영당국 및 사용자(항공사) 간 협의가 중요함을 명시하고 있다. 아울러 제3장 6항에는 징수체계가 최초로 도입되거나 심각한 개정(사용료 인상률 대폭 인상 등)이 이루어지는 경우 사용자나 정보 제공자에 미치는 경제적 영향을 반드시 고려해야 하며 사용료 인상에 따른 사용자의 경제적 손실이 불가피한 경우에는 추후 인상분은 반드시 단계적으로 인상되어야 함을 권고하고 있다.

둘째, Doc. 9161(Manual on Air Navigation Service Economics), Doc. 9965 및 Doc. 9883 등을 통해서 항공기상 서비스는 항공교통 인프라를 제공하는 국가의 주된 책무들 중 하나이며 이 책무는 서비스 제공에 따른 비용을 결정하는 적절한 절차와 기상학적 요건 충족의 필요성을 포함한다고 명시하고 있다. 아울러 항공기상 서비스 소요 예산을 공공예산의 일부 또는 전부로 충당하는 결정은 각 국가의 정책적 결정에 따른다고 언급하면서 전자의 경우 투명하고 공정한 비용 분배가 수반되어야 하며 후자의 경우(전액

공공예산으로 충당) 기상서비스는 국가가 무상으로 제공할 수 있다고 명시하고 있다.

셋째, WMO 문서 No.904에 따르면 WMO는 항공기상서비스 소요비용과 관련한 재원조달 방식은 국가정책을 따르도록 권고하고 있다. 기상정보 사용자에게 사용료 부과 시 사용자에게 부담이 되지 않도록 적절히 사용료를 징수해야 하며 모든 기상정보 서비스 관계자들이 협의를 통해서 사용료 인상수준을 합의하여 결정하도록 권고하고 있다.

2.2 항공기상정보 사용료 개요

항공정책을 주관하는 국토교통부는 항공기상정보 사용료의 인상이라는 기상청의 결정에는 원칙적으로 동의하나 불가상승률, 운항횟수의 증가, 국적항공사의 원가구조, 허브공항 경쟁력 및 항공사의 국제경쟁력 등을 종합적으로 감안하여 단계적으로 인상하는 것이 바람직하다는 입장이다.

ICAO(Int'l Civil Aviation Organization, 세계민간항공기구) 및 WMO(World Meteorological Organization, 세계기상기구)는 항공기상서비스 비용회수는 다양한 사용자로부터 재원을 조달할 수 있고 이는 해당 국가의 정책에 따른다고 규정하고 있다. 두 기구 모두 재원조달을 통해 기상정보 서비스의 원가를 보전하기 위해서는 원칙적으로 사용자, 각국의 항공당국, 가상당국 간 합의를 대전제로 할 것을 명시하고 있다¹⁾.

미국과 일본의 경우 공공데이터의 자유 접근 원칙이라는 명분하에 항공사에 기상정보 사용료를 부과하지 않고 있다. 유럽연합의 경우 각국의 국적항공사를 보호하기 위해 항공기상정보 서비스에 필요한 재원을 조달하기 위해 착륙편이 아닌 영공통과 편에 항행시설 사용료의 약 89%를 징수하고 있다.(Table 2 참조).

심지어 독일, 이탈리아 및 네덜란드 등 11개 유럽 국가들은 영공통과 항공편에서만 100% 항공기상정보 사용료를 부과하여 국적사의 가격경쟁력을 보호 및 강화한다.

Table 1. Changes of Air Meteorological(MET) Service Charge

구 분 (단위 : 편)	최초 결정액 (2005. 5)	1차 인상 (2010. 4)	2차 인상 (2014. 2)	3차 인상 (2018. 6)
국제선 착륙	4,850원	5,820원	6,170원	11,400원
영공 통과	1,650원	1,980원	2,210원	4,850원

※ 국토교통부 항공정책과

국내의 경우 항공기상정보는 국가가 독점하여 공급하는 항공기 안전에 필수적인 공공재이므로 징수권자인 기상청과 납부자인 항공사 상호 간 인정 가능한 범위에서 사용료가 인상될 필요가 있다. 아울러 항공기상정보는 공공재 성격으로써 다양한 기관, 업체 및 항공레저 수요자들이 대부분 무상으로 사용하고 있음에도 불구하고 유독 항공사에 대해서만 사용료를 부과하고 있는 실정이다. 현재 선박에 대해서는 기상정보 사용료를 미징수하고 있는 실정을 고려할 때 국내 기상정보 사용료 징수체계에는 운송 산업 간 요금징수 형평성 문제도 내포되어 있다고 할 수 있다.

이러한 연유로 한국 국적항공사들은 외국에서는 외국항공사보다 훨씬 비싼 항공기상정보 사용료를 지불하는 반면 외국항공사들은 국내에서 연가로 항공기상정보 서비스를 제공받는 역차별 현상이 나타나고 있다.

다음의 Table 2에 제시되어 있듯이, 한국은 국제선 운항횟수(착륙 기준)을 근거로 항공기상정보 사용료의 약 93%를 징수하고 있는 반면 EU는 영공을 통과하는 항공편을 통해서만 약 89%의 재원을 조달하고 있다.

1) ICAO Doc. 9161(Manual on Air Navigation Services Economics) 5.72 / WMO No. 904 1.7 National Charging Policy

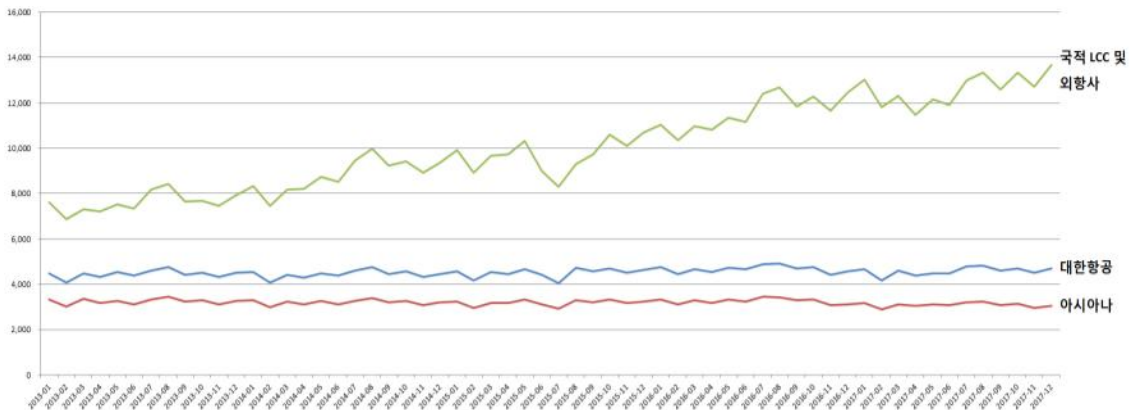


Fig 1. Aircraft Movement of International Route between 2013 to 2017

Table 2. MET Service Charge of ROK and EU

단위 : 억 원	대한민국 (2016)	EU 31개국 (2004)
국제선 착륙	13.5 (93%)	576 (11%)
영공 통과	1.0 (7%)	4,806 (89%)
합 계	14.5 (100%)	5,382 (100%)

* Report on Aeronautical MET Costs, p.61, by EUROCONTROL. 환율 1,423원/1유로 적용(2004 기준)

국내항공시장 특성상 국제선 승객들의 대부분이 내국인이며 이들이 국적항공사를 이용한 출·도착 공항이용객임을 감안하면 대부분의 항공기상정보 사용료를 외국항공사가 아닌 국적항공사로부터 징수하고 있다. 또한 국적항공사들은 유럽 영공 통과 시 외국항공사보다 더 많은 항공기상정보 사용료를 납부해야 하는 비용 상 이중고를 겪고 있어 국적항공사의 글로벌 경쟁력이 약화될 수 밖에 없는 실정이다.

더욱이 국적항공사 뿐만 아니라 저비용항공사의 단거리 국제선 노선이 확대되면서 국제선 승객과 운항횟수가 매년 두 자릿수 가까운 고성장을 함에 따라 항공기상정보 사용료의 납부액이 가파르게 상승하였다. 기상청 입장에서는 사용료 인상에 따른 수입 증대효과 뿐만 아니라 국제선 운항횟수 증가에 따른 이중 수입증대 효과를 누린 것이다. 기상청의 항공기상정보 사용료 수입은 사용료 인상에 따른 증가분을 제외하고서라도 매년 약 7.7%의 추가인상 효과(국제선

운항횟수 증가효과)가 있었던 것으로 알려져 있다²⁾.

2.3 국제선 운항횟수

지난 5년간 한국의 국제선 운항횟수는 비약적인 상승을 하였다. 2013년 연간 국제선 총 운항횟수는 183,201회였던 반면 2017년 연간 국제선 총 운항횟수는 243,046회로 약 32.7% 증가하였다. 2015년 메르스 사태 및 2017년 THAAD 설치에 따른 중국의 한한령 조치 등에도 불구하고 항공시장은 탄탄한 고성장을 기록하였다. 이 기간 동안 대한항공은 월 평균 약 4,400~4,500회 그리고 아시아나항공은 월 평균 약 3천회의 고른 국제선 운항횟수를 보여주었다. 하지만 이 기간 동안 국내 취항한 외국항공사 및 국적 LCC들의 국제선 운항횟수는 비약적으로 증가하였다. 조사된 국내 취항한 국적 LCC 7개사를 포함한 외국항공사는 모두 110개로 나타났으며 이들의 평균 운항횟수 역시 2013년 7천회 정도 수준에서 2017년 1만 3천회 수준으로 약 2배정도 가파른 상승을 보여주었다. 2017년 6월부터 시작된 THAAD 여파가 아니었다면 중국 항공사들은 더욱 많은 운항횟수를 기록하였을 것으로 사료된다.

2013년 가장 많은 국제선 운항 횟수를 기록한 항공사는 중국동방항공과 중국남방항공으로서

2) 한국항공협회 기획정책실 (2016), “항공기상정보사용료 인상 협의 관련 항공업계 대응로드맵(안)”

Table 3. Methodologies of Statistical Forecasting (Kim M. S. et al., 2012; Turgut and Lee, 1993)

예측 기법			예측기간	전환점예측	이용빈도	
정량적 기법	시계열 모델	단변량	이동평균법	단기	빈약	보통
			지수평활법	중기	빈약	높음
			시계열회귀분석	중기-장기	빈약	보통
		ARIMA	단기	빈약	보통	
	다변량	ARIMA-개입	단기-중기	양호	낮음	
		전이함수	단기-중기	양호	낮음	
		다중회귀분석	중기	극히양호	높음	
		중력모델	중기	빈약	낮음	
인과모델						

연간 국제선 운항횟수가 각각 6,450회 및 6,455회를 기록하였다. 2017년 가장 많은 국제선 운항 횟수를 기록한 외국항공사 역시 상기 중국 항공사들이며 연간 국제선 운항횟수는 각각 7,661회 및 6,903회를 기록하였다. 이외에도 신규 외국항공사들의 국내 취항이 많았던 것으로 판단된다. 2017년에 국적 LCC도 비약적인 성장을 보였다. 제주항공은 17,369회의 국제선 운항 실적을 기록하였고 진에어는 12,830회를 기록하였다.

2.4 ARIMA 모형

통계적 예측 기법인 시계열 분석법은 크게 정량적 기법과 정성적 기법으로 구분할 수 있다. 정성적 기법은 시나리오 설정법과 델파이 모델이 있는 반면에 정량적 기법은 시계열 모델과 인과적 모델이 있다. ARIMA-개입 모형은 시계열 모델 중에서 다변량 모델이라고 할 수 있다 (Kim M. S. et al., 2012).

ARIMA-개입모형은 시점별로 다양한 관측치를 이용할 수 있다. 특히 개입변수는 특정사건과 같은 외부충격을 설명할 수 있는 변수로서, 수요의 구조적 측정이 가능한 다변량 시계열 예측모형으로 평가받고 있다(Turgut and Lee, 1993). ARIMA-개입모형은 단변량 시계열모형의 단점인 수요의 구조적 측정과 영향력 측정의 부재라는 문제점을 해결할 수 있는 각 개입사건별 영향력 계수를 제시함으로써 단변량 시계열 모형이 가지고 있는 단점을 극복할 수 있다.

시계열 모델은 과거의 데이터를 분석하여 데이터 간 관계를 모형화 하고 이를 통해서 미래의

시계열을 예측하는 방정식이라 할 수 있다. 시계열 모델은 크게 고전적 시계열모형과 확률적 시계열 모형으로 구분할 수 있다. 고전적 시계열 모델에는 이동평균법, 지수평활법 및 분해법 등이 있으며 확률적 시계열모델은 원 데이터에 확률과정(Stochastic Process)를 도입하여 모형화한 방법으로 ARIMA 라고 부른다. ARIMA 모형은 AR (Auto Regression, 자기회귀)과 MA (Moving Average, 이동평균)를 결합하여 만든 모형을 의미한다.

AR 모델은 시계열 데이터 $x(t)$ 에 대해 매 순간의 데이터들끼리 상관관계가 있다고 가정하는 모델이다. 이 모형에는 백색잡음(White Noise)이 나타나게 되는데 그 잡음들 사이에 시간적인 상관관계가 존재하지 않고 독립적이어야 한다. 즉 현 시점의 관측값은 그들의 과거 관측값들의 합수 형태로 나타낼 수 있다는 가정을 전제로 자기회귀모델은 Yule-Walker 방정식을 통해 추정되었다(Crunk, 1999; Stein and Shaman, 1989).

MA 모델은 현 시점의 관측값은 백색잡음들의 선형결합 형태로 나타낼 수 있다는 가정 하에서 제안된 모형이다. 이후 연구자들은 자기회귀와 이동평균모형을 결합한 자기회귀이동평균(Auto-regressive Moving average) 모형을 제안하였다. 이러한 선행 시계열 모델들을 토대로 현재의 확률적 시계열 모형을 완성하는 방법론을 정립했는데, 바로 Box-Jenkins의 ARIMA 모델이다. ARIMA 모델은 다양한 산업 및 학계에서 데이터 예측 연구 분야에 적용되어 왔으며 대표적인 시계열 분석법으로 자리를 잡았다(Box and Jenkins, 1976).

III. 분석 방법

3.1 연구 모형

Box and Jenkins(1976)는 좋은 시계열 모형을 위해 3단계 절차를 제안하였다. 첫째는 시계열 데이터로부터 얻은 식별 통계량을 바탕으로 정상성을 판단하여 잠정적인 모형을 식별한다.

둘째는 선택된 시계열 모형의 모수를 추정하는 것이다. 모수 추정 시에는 모수들의 적합도를 검증하는 과정을 반복적으로 거치게 된다. 왜냐하면 반복과정을 통해서 연구자의 개입을 제한하고 모수의 객관성을 향상할 수 있기 때문이다(Glass, 1972).

셋째로 선택된 모형의 적합성을 연구자가 진단(Diagnostic Checking)하고 통계적으로 신뢰할 만한 시계열 모형이 선택될 때까지 진단과정을 반복한다. 본 연구는 Box and Jenkins(1976)가 제안한 3단계 연구절차를 토대로 아래와 같은 연구모형을 설정하였다(Kim M. S., 2012; Box and Jenkins, 1976).

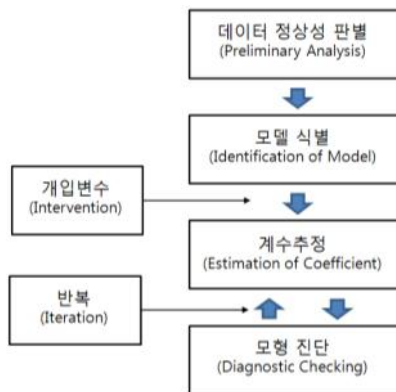


Fig 2. ARIMA Research Model

Fig 2에 제시된 연구모형에는³⁾ 모형 식별과 계수 추정 단계 사이에 개입변수가 삽입된다. 여기서 개입변수는 시계열 데이터에 영향을 미칠 수 있는 천재지변, 전쟁, 고유가, 금융위기, 전염병 발발 및 정치경제적 급변상황 등의 외부

사건을 의미한다. 이와 같은 외부 이벤트를 개입변수(intervention)라고 한다(Kim M. S., 2012).

개입은 시계열 데이터의 정상성 및 stochastic process를 변화시키고, 모형을 설계하는데 어려움을 준다(Goh, 2005). 그러므로 개입변수의 영향을 연구모형에 포함시킬 수 있는 ARIMA Intervention(개입모형)을 이용하면 보다 현실적인 외부적 충격을 모델에 반영하여 연예측력을 향상시킬 수 있다(Nelson, 2002). 다시 말해서 ARIMA 개입모형은 확장된 ARIMA 모델이라 할 수 있다(Jung and Won, 2003; Enders, 1995).

3.2 시계열 자료

본 연구에서는 2018년 및 2019년 발생할 항공 기상정보 사용료 징수액 추정을 위해서 ARIMA 개입모형을 사용하였다. 연구에서 사용한 시계열 자료는 2013년 1월부터 2018년 6월까지 국적 항공사(2개)와 국적 LCC 및 외국항공사(110개 국제선 정기·부정기편 포함)의 월별 국제선 운항횟수로서 관찰 표본 수는 총 66개월을 사용하였다. 국제선 운항횟수를 기준으로 보았을 때 국적 LCC들의 국제선 취항횟수가 양대 국적항공사들에 비해 미미한 수준이기 때문에 국적 LCC 7개사를 외국항공사와 함께 동일 집단으로 포함하였다.

아울러 2016년 6월부터 2017년 12월까지 우리나라의 고고도 미사일 레이더(THAAD) 배치에 따른 중국의 한국 관광금지(일명 ‘한한령’ 조치) 기간을 외부 이벤트로 설정하여 한한령을 개입변수로 설정하여 시계열 모델에 삽입하였다.

회귀분석을 이용한 예측에서는 통계량의 유의성을 확보하고 표본분포의 정규성을 충족시키기 위해 표본수는 최소 250개 이상을 필요로 한다. 하지만 시계열분석에 있어서는 최소 50개 이상의 표본을 필요로 한다[9]. 물론 항공수요처럼 계절성(Seasonality)이 존재하는 시계열 자료일 경우 단기 예측을 위해 최소 60개 이상이면 안정적인 시계열분석이 가능한 것으로 알려져 있다(Box et al., 1994).

3) Kim et al.(2012)가 본문에 인용한 Box-Jenkins(1976) 3단계 연구절차를 연구자가 재인용

3.3 ARIMA 분석 : 국적 LCC 및 외국항공사

시계열 분석을 위해서 먼저 국제선 운항횟수 월별 시계열 자료가 정상성이 있는지 없는지를 식별하고 검토하였다. 미래를 예측하기 위해서는 계절성을 띄고 있는 시계열 자료에서 비정상성을 제거하고 안정적이고 고정적인 패턴을 찾아내는 것이 중요하다(Ahn and Lee, 2005)



Fig 3. Monthly Aircraft Movement

Fig 3는 국적 LCC와 외국항공사의 국제선 운항횟수 시계열 순차도표를 보여주고 있다. 시간이 경과함에 따라 연도별 수치가 증가하는 추세를 확인할 수 있으며 매년 주기적으로 반복적인 패턴을 보이는 비정상성도 확인할 수 있다. 따라서 계절차분과 비계절차분을 각각 1회씩 실시하여 Fig 4와 같이 원 시계열 자료가 정상성을 나타내고 있음을 확인할 수 있다.

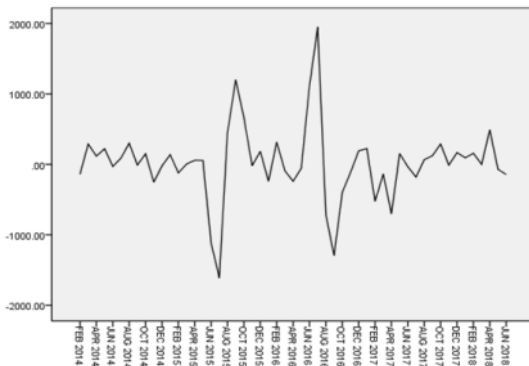


Fig 4. Stationary Time Series

다음으로 ARIMA의 p, d, q 차수를 결정해야 한다. MA 차수 q 는 자기상관함수(ACF)를 통해서 AR 차수 p 는 편자기상관함수(PACF) correlogram (코레로그래) 값을 통해서 결정된다.

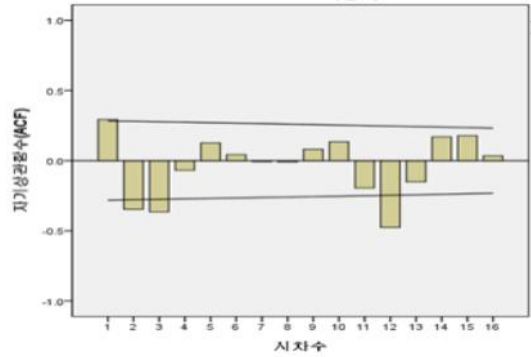


Fig 5. Auto Correlation Function

자기상관함수는 코레로그래의 단기시차 1에서 스파이크가 신뢰한계선 밖으로 돌출 되어 있고 편자기상관함수는 단기시차 2에서 스파이크가 신뢰한계선 밖으로 나와있어 AR(2) 및 MA(1)요소를 모델에 추가 시켜야 함을 알 수 있으며, 시차 12에서도 자기상관함수와 편자기상관함수 코레로그래가 신뢰한계선 밖으로 돌출 되어 있어 계절적 요소 MA (1)이 필요함을 알 수 있었다. 본 연구의 ARIMA 개입모형 최종모형으로 ARIMA(2,1,0) (0,1,1)이 설정되었다.

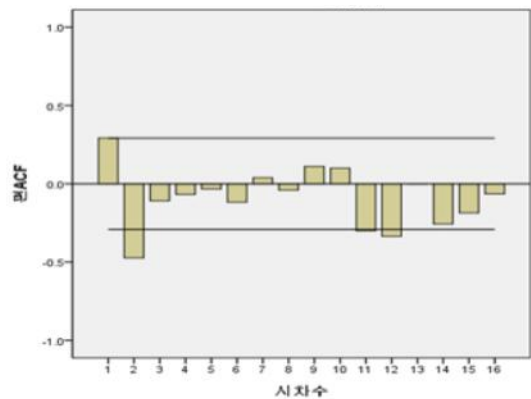


Fig 6. Partial Auto Correlation Function

ARIMA 개입모델의 추정 결과는 Table 4와 같다. 추정된 모델에서 자기상관함수 잔차의 Box-Ljung 통계량의 p값이 신뢰수준 95%에서 통계적으로 유의하지 않다. 즉, '잔차 사이에 자기상관이 없이 독립적이다'라는 귀무가설을 채택하는 것이다. Table 5에 제시된 바와 같이 모델을 구성하는 모수들이 모두 95% 신뢰수준에서 모두 유의한 것으로 나타났다.

Table 4. Model Fitness Statistics

국적 LCC & 외항사	모형적합도		Ljung-Box Q		
	정상 R^2	R^2	통계량	df	p
	.474	.954	18.692	15	.228

Table 5. ARIMA Coefficient Statistics

		Estimate	S.E.	t	p
AR	시차1	.313	.134	2.233	.024
	시차2	.383	.131	2.927	.005
차분		1	-	-	-
계절차분		1	-	-	-
MA	시차1	.664	.239	2.780	.008

* p<.05

다음의 Fig 7과 같이 자기상관함수 및 편자기상관함수의 잔차가 신뢰 한계선 수준 내에 있기 때문에 백색잡음(White Noise)의 조건을 만족한다고 할 수 있다. 아울러 추정된 개입모형의 예측치는 실측치와 비교를 통한 예측오차 검토과정을 거쳐 그 정확도를 측정할 수 있다. 본 연구에서는 절대평균백분율오차 계수(MAPE ; Mean Absolute Percentage Error)를 활용하였다. 그 결과 실측치와 예측치 간 오차를 비교한 결과 그 값이 2.645%⁵⁾로 나타나 우수한 예측력을 보이고 있는 것으로 판단되었다(Lewis, 1982; Kim S. T., 2013)

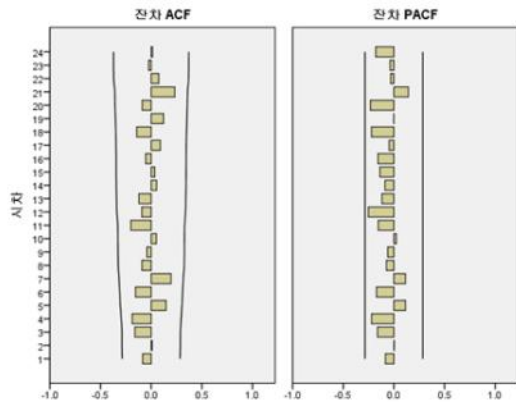


Fig 7. White Noise of Residuals

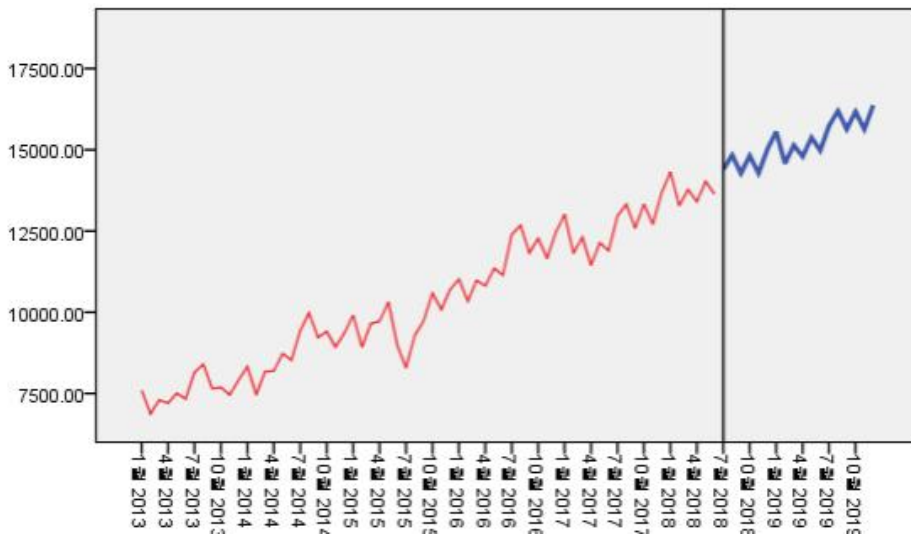


Fig 8. Forecasting Aircraft Movements until Dec. 2019

따라서 ARIMA(2,1,0)(0,1,1) 개입모델은 국적 LCC와 외국항공사들의 국제선 운항횟수 추정치를 토대로 항공기상정보 사용료 징수액을 예측하는데 적합한 모형이라고 할 수 있다. 월별 국제선 운항횟수를 예측치의 적합성을 나타내는 그래프는 Fig 8과 같다.

3.4 ARIMA 분석 : 국적항공사

시계열 분석을 위해서 먼저 국제선 운항횟수 월별 자료에 정상성(Normality)이 있는지 없는지를 식별하고 검토하여야 한다. 앞선 3.3장과 마찬가지로 순차도표를 통해서 국적항공사의 국제선 운항횟수 시계열 자료의 비정상성 여부를 우선적으로 판단하였다.

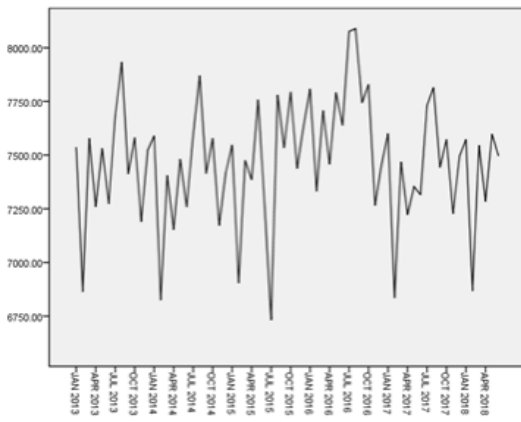


Fig 9. Monthly Aircraft Movement of National Carriers

Fig 8에 제시된 바와 같이 국적항공사들은 시간이 경과함에 따라 매년 주기적으로 반복적인 패턴을 보이는 비정상성도 확인할 수 있다. 외국항공사와 달리 시간이 경과함에 따라 증가하

$$4) MAPE = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right|$$

X : 관측값, F : 예측값 n : 관측값의 기간수

5) MAPE는 다음과 같이 구간 별로 해석될 수 있다 (Lewis, 1982; Kim et al., 2012)

- 0% ≤ MAPE < 10% : 매우 정확한 예측
- 10% ≤ MAPE < 20% : 비교적 정확한 예측
- 20% ≤ MAPE < 50% : 비교적 합리적 예측
- MAPE ≥ 50% : 부정확한 예측

는 패턴은 확인되지 않아서 비계절차분은 실시하지 않았다. 국적항공사 자료에도 계절차분과 비계절차분을 각각 1회씩 실시하여 Fig 9와 같이 원 시계열 자료가 정상성을 나타내고 있음을 확인할 수 있다.

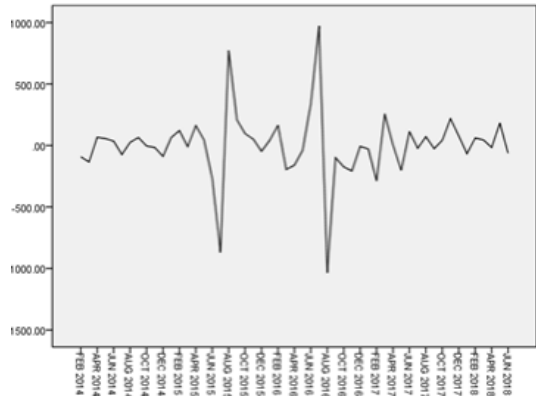


Fig 10. Stationary Time Series of National Carriers

ARIMA의 p, d, q 차수를 결정하기 위해 MA 차수 q 는 자기상관함수(ACF)를 통해서 AR 차수 p 는 편자기상관함수(PACF) correlogram (코레로그래) 값을 통해서 결정된다. 자기상관함수와 편자기상관함수가 시차 12에서 코레로그래가 신뢰한 계선 밖으로 1회 돌출 되어 있음을 확인하였다. 자기상관함수 및 편자기상관함수를 토대로 국적항공사에 대한 추정 연구의 ARIMA 개입모형으로 ARIMA(1,0,0)(0,1,0) 이 설정되었다.

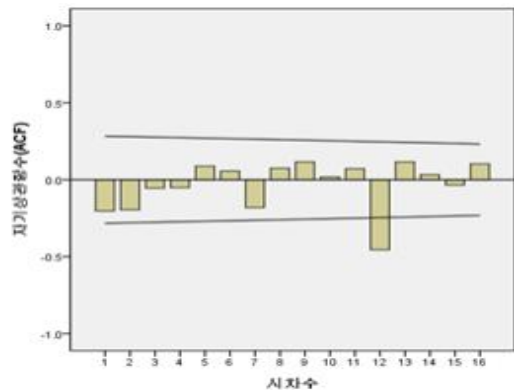


Fig 11. Auto Correlation Function of National Carriers

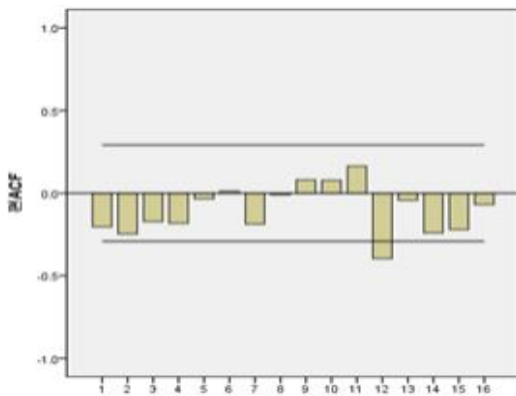


Fig 12. Partial Auto Correlation Function of National Carriers

ARIMA 개입모델의 추정 결과는 Table 6과 같다. 추정된 모델에서 자기상관함수 잔차의 Box-Ljung 통계량의 p값이 신뢰수준 95%에서 통계적으로 유의하지 않다. 즉, '잔차 사이에 자기상관이 없이 독립적이다'라는 귀무가설을 채택하는 것으로 분석되었다. Table 7에 제시된 것처럼 모델을 구성하는 AR 모수가 4.456($p < .000$)으로 95% 신뢰수준에서 모두 유의한 것으로 나타났다.

Table 6. Model Statistics of National Carriers

국 적 사	모형적합도		Ljung-Box Q		
	정상 R^2	R^2	통계량	df	p
	.309	.289	22.739	17	.158

Table 7. ARIMA Coefficients of National Carriers

		Estimate	S.E.	t	p
AR	시차1	.548	.115	4.788	.000
계절	차분	1	-	-	-

※ $p < .05$

Fig 13 같이 자기상관함수 및 편자기상관함수의 잔차가 신뢰 한계선 수준 내에 있기 때문에 백색잡음(White Noise)의 조건을 만족한다고 할 수 있다. 아울러 추정된 개입모형의 예측치는 실측치와 비교를 통한 예측오차 검토과정을 거쳐 그 정확도를 측정할 수 있다. 연구자는 절대평균백분율오차(MAPE)를 활용하였다. 그 결과 실측치와 예측치 간 오차를 비교한 결과 그 값이 1.956%로 나타나 우수한 예측력을 보이고 있는 것으로 판단할 수 있다.

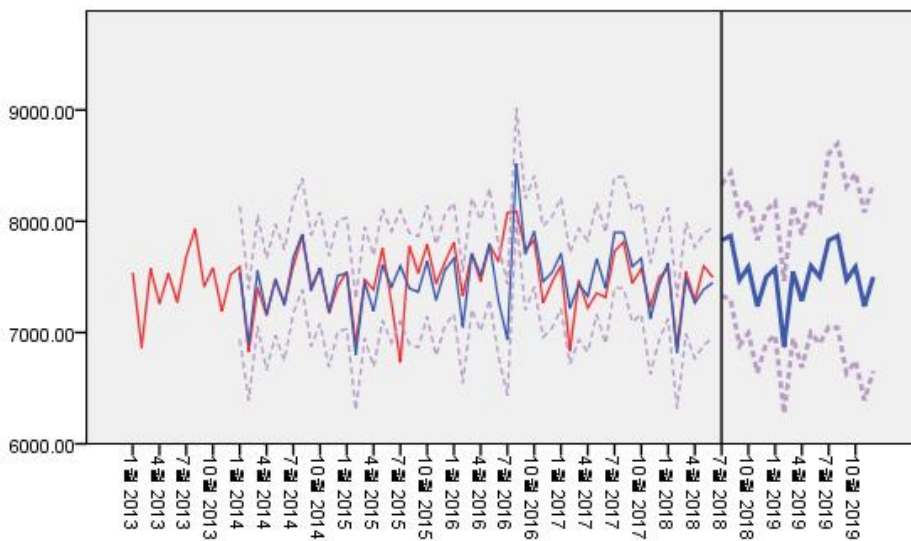


Fig 14. Forecasting Aircraft Movements of National Carriers until Dec. 2019

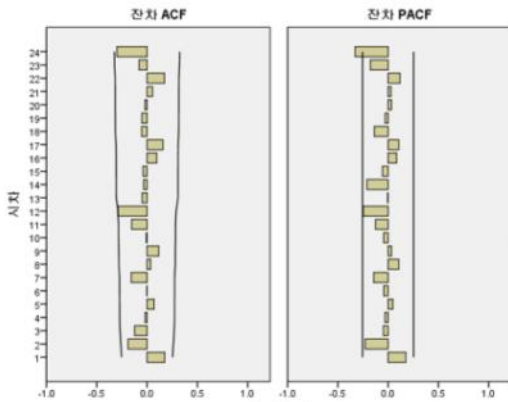


Fig 13. White Noise of Residuals in National Carriers Time-Series data

3.5 항공기상정보 사용료 추정

ARIMA 개입모델로 2019년 12월까지 예측된 국제선 운항횟수를 바탕으로 국적항공사와 국적 LCC 및 외국항공사 두 집단으로 분류하여 항공기상정보 사용료 납부액을 추정하였다. 다음의 Table 8은 기존의 1차 및 2차 인상요율이 반영된 항공사용료뿐만 아니라 향후 납부해야 할 2018년 및 2019년 사용료 징수액 추정액까지 제시하고 있다.

첫째, 국적항공사의 경우 국제선 운항횟수를 예측하여 사용료를 추정한 결과 2018년 항공기상정보 사용료 징수액은 약 831,591천원으로 나타나 2017년 대비 무려 151%나 증가하는 것으로 분석되었다.

Table 8. Forecasting MET Service Charges and Actual Charges Levied in R.O.K.

구 분	국제선 운항횟수		사용료 징수액(단위: 천원)		비 고	
	국적사	LCC/외항사	국적사	LCC/외항사		
2013년	89,045	80,451	518,241	468,224	국적 LCC 101,518천원	
2014년	88,583	94,658	546,557	584,039	국적 LCC 132,346천원	
2015년	88,850	105,137	548,204	648,695	국적 LCC 181,762천원	
2016년	91,751	127,680	566,103	787,785	국적 LCC 273,195천원	
2017년	89,157	139,396	550,098	860,073	국적 LCC 374,457천원	
2018년 상반기	44,365	76,859	312,937	541,119	국적 LCC 252,735천원	
2018년 하반기	45,496	80,621	518,654	919,079	-	
2019년	89,866	171,284	1,024,472	1,952,638	-	
월별 추정치						
2018년	7월	7,829	13,242	89,251	150,959	징수단가 11,400원 적용
	8월	7,869	13,653	89,707	155,644	
	9월	7,473	13,136	85,192	149,750	
	10월	7,589	13,636	86,515	155,450	
	11월	7,236	13,137	82,490	149,762	
	12월	7,500	13,817	85,500	157,514	
2019년	1월	7,576	14,311	86,366	163,145	
	2월	6,869	13,414	78,307	152,920	
	3월	7,547	13,929	86,036	158,791	
	4월	7,284	13,606	83,038	155,108	
	5월	7,598	14,150	86,617	161,310	
	6월	7,496	13,778	85,454	157,069	
	7월	7,829	14,484	89,251	165,118	
	8월	7,869	14,901	89,707	169,871	
	9월	7,473	14,384	85,192	163,978	
	10월	7,589	14,882	86,515	169,655	
	11월	7,236	14,382	82,490	163,955	
	12월	7,500	15,063	85,500	171,718	

2019년 추정액은 약 1,024,472천원으로 나타나 2017년 대비 186.2%, 2018년 대비 123.2% 증가하는 것으로 나타났다. 시계열 분석에 사용한 국적항공사가 대한항공과 아시아나항공 2개사뿐임을 감안하면 국적항공사의 사용료 부담은 향후 2년 간 큰 폭으로 가중될 것으로 판단된다.

둘째, LCC와 외국항공사의 경우 국제선 운항횟수를 예측하여 사용료를 추정한 결과 2018년 사용료 징수액은 1,460,198천원으로 나타나 2017년 대비하여 170% 증가하는 것으로 분석되었다. 2019년 추정액도 약 1,952,638천원으로서 2017년 대비하여 227% 폭증하는 것으로 나타났다.

셋째, 지난 5년간 분석대상이 된 LCC와 외국항공사는 총 110개(국적 LCC 6개사)임을 감안하면 외국항공사들의 항공기상정보 사용료 징수액 부담은 국적항공사에 비해 상대적으로 덜 할 것으로 파악된다. 하지만 국내 항공시장의 성장에 따라 국적 LCC 6개사가 취항하는 국가숫자가 늘어남에 따라 국제선 운항횟수가 증가하면서 LCC의 항공기상정보 사용료 징수액은 2013년 대비하여 2017년에 5년 만에 369%로 가파르게 상승하였으며 2018년 및 2019년에도 사용료 징수액은 폭증할 것으로 예상된다.

Table 9에 제시된 바와 같이 주요 경제지표들 중 하나인 소비자 물가지수는 지난 10년간 약 22.8% 상승하였고 생산자 물가지수는 약 11.4% 증가하는데 그친 것으로 분석⁶⁾되었다.

Table 9. Comparison of Major Economic Index

구분	2007	2012	2016	상승률 (10년간)
소비자 물가지수	82.2	96.8	101.1	22.8%
생산자 물가지수	88.9	107.4	99.1	11.4%
실질GDP 성장률(%)	5.50	2.30	2.90	-

※ 자료출처 : 통계청 '소비자물가지조사'

아울러 경제성장률 지표라고 할 수 있는 실질 GDP 성장률은 오히려 하락하는 모습을 보여주

었다. 그럼에도 불구하고 Table 8의 항공기상정보 사용료 징수액을 추정결과를 살펴보면, 2018년 항공기상정보 사용료 징수액 추정치만 해도 지난 10년 간 소비자 물가지수 상승폭을 2배 이상 뛰어넘는 50%의 증가율을 나타내고 있다. 이러한 상승폭은 항공업계의 부담을 최소화하고 연간 물가상승률 이내에서 인상폭을 억제하겠다는 기존의 원칙을 벗어나는 수준의 상승폭이라고 할 수 있다.

IV. 결론

여러 대외 악제에도 불구하고 한국의 국제선 아웃바운드 항공시장은 눈부신 성장을 거듭하고 있다. 항공시장의 외형적 확대가 가시화되면서 양대 국적항공사 외에 7개의 저가항공사가 출범하면서 항공시장은 양이나 질적인 측면에서 큰 성장세를 기록하였다. 앞서 언급한 바와 같이 국내 항공시장에서 국적사와 국적 LCC의 항공교통량이 늘어나면서 기상청이 징수하는 항공기상정보 사용료 징수액은 물가상승률 및 경제성장률을 훨씬 초과하는 비율로 지속적으로 증가해왔다. 이는 사실상 인상 효과를 초과 달성한 것이나 다름없다고 할 수 있다.

국제사회의 법적 근거 및 권고사항 뿐만 아니라 미국 일본 등 거의 대부분의 국가들이 공공데이터의 자유로운 접근이라는 대원칙 하에 항공기상정보 사용료를 부과하지 않고 있다(ICAO Doc. 9161; Doc. 9965; Doc. 9883). 유럽 31개국도 국적항공사를 보호한다는 명분하에 항공기상정보 서비스의 소요재원을 착륙편이 아닌 영공통과 항공편(외국항공사)에만 할당하여 항행시설 사용료 명목으로 약 89%를 징수하며 독일, 이탈리아 및 네덜란드 등 11개국은 영공통과 항공편에서 100% 징수하는 실정이다. 아울러 항공기상정보는 법상에서도⁷⁾ 항공안전에 필요한 공익적 성격의 기본 정보로 국가가 의무적으로 제공해야 하는 공공데이터로 간주되고 있다. 따라서 현 항공기상정보 사용료 징수체계 하에서는 다음과 같은 문제점들이 있다고 결론지을 수 있다.

6) 한국항공협회 국정감사 제출자료 (2017) "항공기상정보사용료 인상 관련 항공업계 의견"

7) 기상법 제14조 및 시행령 제11조

첫째, 국적항공사들은 해외에서뿐만 아니라 국내에서도 과도한 항공기상정보 사용료를 납부함에 따라 재정적 부담이 가중되고 이는 궁극적으로 국적항공사들의 글로벌 경쟁력을 약화시키는 주요 요인이 될 수 있다. 둘째, 공공재라는 항공기상정보의 본질에도 불구하고 정부당국에서 과도하게 사용료 단가를 인상하는 것은 불합리하며 항공사에만 유독 납부부담을 가중시킨다는 점은 운송산업 간 형평성 불균형 문제를 야기시킬 수 있을 것이다. 따라서 이러한 경쟁력 약화, 불합리한 단가 인상 및 형평성 문제를 해소하기 위해서 정부당국과 항공사가 근본적으로 정책방향을 원칙대로 재정립하는 논의가 필요할 것이다.

Reference

- [1] Kim, M. S., Kim, K. W., Park, S. S., "A Study on the Air Travel Demand Forecasting using Time Series ARIMA- Intervention Model", *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, Vol. 20, No. 1, 2012, pp.63-74.
- [2] Var, Turgut, Lee, C. K., "Tourism Forecasting: State-of-the Art Techniques". In Mahmmod Khan, Michael Olsen & Turgut Var (Eds.), *VNR's Encyclopedia of Hospitality and Tourism*, 1993, pp.679-696, New York, NY: Van Nostrand Reinhold.
- [3] Crunk, S. M. "On tapering to improve Yule-Walker estimation in autoregressive processes" (1999). Dissertations available from ProQuest. AAI9926113. <https://repository.upenn.edu/dissertations/AAI9926113>.
- [4] Stein, R., Shaman, P. (1989), "A Fixed Point Characterization for Bias of Auto - Regressive Estimators", *The Analysis of Statistics*, vol. 17, no.3, pp.1275-1284.
- [5] Box, G.E.P, Jenkins, G.M., "Time series analysis : Forecasting and control", 2nd ed. San Francisco: Holden-Day, 1976
- [6] Glass, G. V., "Estimating the Effects of Intervention into a Non-stationary Time Series", *American Educational Research Journal*, Vol. 9. 1972, pp.463-477.
- [7] Goh, B. H., "The Dynamic Effects of the Asian Financial Crisis on Construction Demand and Tender Price Levels Singapore". *Building and Environment*, 40(2), 2005, pp.267-276
- [8] Nelson, J. P., "Consumer Bankruptcies and Bankruptcy Reform Act: A Time series Intervention Analysis 1960-1997", *Journal of Financial Services Research*, 17(2), 2002, pp.181-200.
- [9] Jung, D. B., Won, T. Y., "The Simplified Analysis of Time Series II", *SPSS Academy Series*, Data Solution Inc., 2003.
- [10] Enders, W. "Applied Econo-metric time series (1st ed)", New York: John Wiley & Sons, 1995.
- [11] Box, G.E.P, Jenkins, G. M, Reinsel, G. C., "Time Series Analysis: Forecasting and Control", 3rd ed. New Jersey: Prentice Hall, 1994.
- [12] Ahn, K. M., Lee, K. W., "Forecasting the Travel Demand of Korean Traveler to Thailand using ARIMA Intervention Model", *Korea Journal of Hospitality and Tourism* 14(4), 2005, pp.273-288.
- [13] Lewis, C. D., "Industrial and Business Forecasting Method", London: Butter worth, 1982.
- [14] Kim, S. T., Kim, M. S., Park, S. B., Lee, J. I. "A Study on the Air Travel Demand Forecasting using ARIMA-Intervention Model", *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, Vol. 21 No. 4, 2013, pp.77-89.
- [15] ICAO Doc. 9161, "Manual on Air Navigation Services Economics", International Civil Aviation Organization

-
- [16] ICAO Doc. 9965, "Manual on Flight and Flow Information for a Collaborative Environment", International Civil Aviation Organization
- [17] ICAO Doc. 9883, "Manual on Global Performance of the Air Navigation System", International Civil Aviation Organization