

## Original Article

<https://doi.org/10.12985/ksaa.2019.27.1.043>

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

## 교차검증을 이용한 국내선 항공수요예측

임재환\*, 김영록\*\*, 최연철\*\*\*, 김광일\*\*\*\*

## Domestic air demand forecast using cross-validation

Jae-Hwan, Lim\*, Young-Rok, Kim\*\*, Yun-Chul, Choi\*\*\*, Kwang-Il, Kim\*\*\*\*

## ABSTRACT

The aviation demand forecast field has been actively studied along with the recent growth of the aviation market. In this study, the demand for domestic passenger demand and freight demand was estimated through cross-validation method. As a result, passenger demand is influenced by private consumption growth rate, oil price, and exchange rate. Freight demand is affected by GDP per capita, private consumption growth rate, and oil price. In particular, passenger demand is characterized by temporary external shocks, and freight demand is more affected by economic variables than temporary shocks.

**Key Words** : aviation demand forecast(항공수요예측), cross-validation(교차검증), passenger demand(여객수요), freight demand(화물수요), temporary external shocks(일시적 외부충격), economic variables(경제 변수)

## 1. 서 론

항공산업 분야는 타 산업보다 사전 투자규모가 막대하므로 항공 당국을 비롯한 항공 관련기관은 정책수립이나 사업수행에 앞서 충분한 수요조사 또는 신뢰할 수 있는 예측 근거자료를 바탕으로 정책이나 경영전략을 수립하고 있다. 일반적으로 항공수요 분야는 경기변동, 가처분소득,

유가 및 환율 등 외부요소의 변화가 항공수요 변동에 중요한 영향을 미치는 것으로 연구되었다.<sup>1)</sup>

최근 항공시장의 성장과 그에 따른 경쟁체제가 심화되면서 항공 분야 수요예측은 매우 활발히 진행되고 있으며 관련 연구 분야의 중요성은 크게 증가되고 있다.

항공수요예측에서 데이터와 변수는 일반적으로 적절한 수요의 Volume과 Variability를 고려하여 결정하는데, 본 연구에서는 모델 구축시 Variability가 낮다고 판단되어 회귀분석(OLS 다중회귀분석) 방법을 교차검증(Cross-Validation)을 활용하여 예측 오차를 최소화하는 최적 조합을 구성하여 수요예측을 실시하고자 한다. 관측연도는 1997년 1분기부터 2015년 3분기까지이며, 목표 예측연도는 2015년 4분기부터 2016년 4분기까지 5개 분기별

Received : 07. Feb. 2019. Revised : 02. Mar. 2019.

Accepted : 25. Mar. 2019

\* 경희대학교 경제학과 박사과정

\*\* 한서대학교 항공운항관리학과 박사과정

\*\*\* 한서대학교 항공산업대학원 교수

\*\*\*\* 신라대학교 항공운항학과 학과장

연락처 E-mail : atc30th@hanmail.net

연락처 주소 : 충남 태안군 한서대학교 태안비행장

연구실 226호

1) 한국교통연구원(2012) “항공수요 예측분석 연구”

단기 예측을 실시하였다. 분석 대상은 우리나라 국내선 부분에 대한 여객과 화물에 대한 수요이며 항공수요에 영향을 미치는 경제, 사회 변수와 정책 변수를 구분하여 검토하였으며 우발변수는 더미 변수로 처리하였다. 또한, 예측모형은 교차검증 방법을 통해 예측오차를 최소화할 수 있도록 최적 조합으로 구성하였으며 본 모형 상에서 항공수요 예측값과 실제값에 대한 비교와 국내선 항공수요에 대한 시사점을 제시하였다.

## II. 본 론

### 2.1 이론적 배경

수요예측은 수요분석을 기초로 각종 예측조사의 결과를 종합하여 향후, 수요를 예측하는 것으로, 산업 전체의 수요가 질적·양적으로 어떤 경향을 나타내는지를 과거 및 현재 자료를 기초로 하여 예측한다. 수요예측 방법은 크게 정성적 분석과 정량적 분석, 그리고 두 가지 이상의 계량분석모형을 복합하여 적용하는 결합기법으로 나눌 수 있다. 수요예측에 사용되는 모델은 다양하며 동일한 자료를 사용하더라도 예측방법이나 변수에 따라 다른 결과가 나타날 수 있다는 점에서, 다양한 예측기법의 특성을 이용하여 대상과 목적에 맞는 방법을 찾는 것도 중요한 과정이라고 할 수 있다.

항공 수요예측 연구에서는 일반적으로 회귀분석 모형(regression analysis model)을 이용한 방법과 시계열 모형(time series model)을 이용한 방법을 주로 사용한다. 본 연구에서 사용한 회귀분석 모형은 항공수요예측에서 가장 널리 사용되는 방법으로 특정변수의 변화가 원인이 되어 다른 변수를 변화시킨다는 가정 하에 변수들 간 함수관계를 분석하는 방법으로, 예측대상의 과거 데이터와 인과관계를 가진 다른 변수들까지 포함하여 분석한다. 일반적으로 시계열 자료보다는 횡단면 자료의 변수 관계를 분석할 때 많이 사용한다. 특히 다수의 독립변수를 사용하는 다중회귀분석에서는 변수들 간 다중공선성이 존재할 수 있으므로 이에 대한 고려가 필요하다. 하지만 회귀분석을 통한 목표 시점의 예측치를 얻기 위해서는 사용하는 독립변수에 대한 수치가 확보되어야 하며 그 수치가 정확하지 않으면 분석의 신뢰성이 하락한다.

관련 연구를 살펴보면, 서세경 외2인(2009)의 연구에서는 군 항공화물 부분에 대해 다중회귀모

형을 이용하여 수요예측을 실시하였다. 연구에서는 중앙물자, 수송기 구간 수가 항공수송물량에 영향을 미칠 수 있는 주요 요인임을 도출하였다. 이영혁 외2인(2009)은 남북한 항공교통에 대한 수요예측을 실시하였는데 회귀분석을 통해 전체 교류인원을 예측하고, 이 예측치를 항공교통 비중을 적용하여 항공여객 수요를 추정하였다. 전체 교류인원은 GDP를 이용하였으며, 항공여객과 물동량 예측에는 과거 데이터와 남북한 특수 상황을 반영하였다. 이세영(2017)은 국내선을 중심으로 저비용항공사의 등장과 항공수요의 관계를 연구하였다. 본 연구에서는 최근 20년 간 국내선 전체노선에 대해 다중회귀분석을 실시하였다. 분석 결과 저비용항공사가 진입한 노선에서 여객 증가율이 높았으며, 탑승률은 제주노선 저비용항공사에서 높게 나타났다. 조희찬 외5인(2018)의 연구에서는 선형 회귀분석을 통해 국내선 내륙권의 항공 여객에 대한 수요예측을 실시하였는데, KTX 등 대체재의 영향으로 여객수요가 지속적으로 감소할 것으로 예측하였다.

### 2.2 영향요인 분석

항공수요는 경제, 사회, 정치, 환경 등 여러 가지 대외적 사건들에 영향을 받으므로 이에 대한 영향의 변화를 정확하게 판단하고 반영하는가에 따라 수요예측의 정확도가 결정된다. 즉, 경제적, 사회적 요인에 대한 민감성과 산업 자체의 불확실성은 예측의 정확성을 감소시키는 요인으로 볼 수도 있으므로 이에 대한 검토가 필요하다.

#### 2.2.1 경제, 사회 변수

먼저 국내총생산(Gross Domestic Product, GDP)은 한 국가의 경제력이나 국민들의 생활수준을 알아보기 위해 사용하는 대표적인 경제 지표 중의 하나로 항공수요예측 모형에서 GDP 변수의 고려는 경제지표의 반영이라는 점에서 그 의의가 있으나, 갑작스러운 국내·외 주변 경제의 변화로 향후 GDP의 변동 가능성이 발생하면 수요의 양상이 바뀔 수 있으므로 변수의 지속적인 관리가 필요한 부분이다. 가처분소득(Disposable Income)은 개인의 실질적인 소비와 구매력의 원천으로 이해할 수 있으므로 항공수요예측 분야에 활용될 수 있을 것으로 보이며, 일반적으로는 국민 경제에서의 소득 분배의 평등 정도를 측정하

는 자료로 활용된다. 환율(Exchange Rate)은 두 나라 사이의 화폐 교환비율을 의미하는데, 환율 변동은 다양한 경로를 통해 수출입, 물가 등 경제 전반에 큰 영향을 끼치며, 일반적으로 항공산업에서 환율이 하락할 경우, 경기 활성화 기조에 따라 여행 및 소비심리가 활발히 이루어지면서 항공수요 증가로 이어질 수 있는 만큼 예측에 있어 주요 변수로 고려된다. 유가(Oil Price)는 전량 수입에 의존하는 우리나라의 실정을 감안하면 국제유가의 상승은 교통비, 운송비 등 모든 분야의 물가 상승을 유발할 수 있기에 항공수요 예측에 중요한 변수로 고려할 수 있다.

## 2.2.2 정책 변수

우리나라는 1997년 12월 IMF 외환위기를 경험하며, 대량해고와 경기악화로 항공산업도 큰 영향을 받았으며 글로벌 금융위기는 2008년 9월 투자은행인 리먼브러더스 파산에서 시작되어 글로벌 경기침체로 소비심리가 위축되면서, 여객 및 화물 이동감소 등 항공산업의 전 분야에 걸쳐 위기가 되었다. 저비용항공사(LCC) 시장 참여는 2005년 8월 한성항공의 운항을 시작으로 2018년 현재 제주항공, 진에어, 에어부산, 에어서울, 이스타항공, 티웨이항공, 에어인천(화물) 등 7개 항공사가 운영 중에 있으며, 급속한 성장을 이어가고 있다. KTX 개통은 2004년 4월 서울-부산간 노선을 시작으로 단계적으로 노선 확대되고 있는데, 철도를 이용한 지역 이동시간의 단축은 항공시장에 경쟁요인으로 작용하는 것으로 분석된다.

## 2.2.3 우발 변수

SARS와 메르스 등의 질병으로 전 세계가 질병에 대한 공포에 휩싸이면서 관광업계 및 항공업계는 큰 불황을 겪었으며 인적, 사회적, 경제적으로 큰 피해를 가져와 세계 경제는 경기 침체에 빠지는 상황이 발생하였다.

## 2.3 예측모형 검토

본 연구에서는 교차검증(Cross-Validation) 방법을 활용하여 예측오차를 최소화하는 최적 조합 구성을 도출하였다. 이를 통해 모형 상에서 항공수요예측에 영향을 주는 요인을 선정하고, 이를 통해 향후 5분기 간의 수요예측을 실시하였다.

## 2.3.1 기본모형

본 연구의 기본 모형은 각 예측 값을 로그변환 후 분석을 실시한 변수간의 회귀분석 모형이다. 기본모형에 추가하여, 모형 선택시 정책적 변수와 우발변수는 더미변수로 모형에서 고려하였다. 기본모형에서 설명변수와 반응변수들 간에 선형적인 패턴이 아닌 지수적인 패턴을 보일 경우를 반영하는 로그변환을 고려하였다. 연구에서 사용한 교차검증(Corss validation)은 한 표본에 대해 성공한 방법을 다른 표본에 적용시켜 정당성을 확인하는 방법을 말하는데, 일반적으로 선택 모형이 다른 표본에서도 재현될 수 있는지를 나타내는 정도를 의미한다. 주로 예측이나 판별이 목적인 경우에 많이 사용되며, 기본적으로 표본의 수가 많을 때 사용하는 방법이다.

## 2.3.2 설명변수 및 더미변수 요인 분석

항공수요에는 앞에서 고려한 변수들 이외에도 정치, 경제, 사회, 문화, 기술, 환경 등 다양한 변수들의 영향을 받을 수 있다. 따라서 본 연구에서는 수요예측 분석을 위해 'GDP, 유가, 환율, 민간소비증감률' 등 다양한 사회·경제적 변수들과 'IMF, SARS, KTX, LCC, 세계금융위기, 메르스' 등의 정책변수와 우발변수를 추가로 고려하였다. 또한 4개의 분기별 기간 구분에 대한 더미변수도 추가적으로 고려하여 각 기간별 실적 자료가 전 기간에 미칠 수 있는 가능성도 분석에 고려하였다.

항공수요는 GDP 이외에도 민간소비증감률, 소비자물가지수, 유가, 환율, 인플레이션, 수출입 비율 등 다양한 변수와 연관성이 높은 것으로 알려져 있지만, 일부 예측자료 확보에 어려움이 있는 변수는 예측모형에서는 미반영하였다. 먼저 GDP는 예측 가능한 변수 중 비교적 안정적이면서 여러 가지 경제변수와 연관성이 높기에 예측 변수로 채택하였다. 민간소비증감률은 GDP의 절반가까운 비중을 차지하고 있으며, 경제적 파급효과도 타 부문에 비해 월등히 높은 특성을 가지므로 예측 변수로 채택하였다. 소비자물가지수는 소비자가 구입하는 상품이나 서비스, 즉 항공교통수단 이용을 포함한 전반적인 물가수준 동향을 측정하는 변수로 고려할 수 있으므로 분석의 변수로 채택하였으나, 예측자료 확보의 어려움을

감안하여 White Noise 테스트에만 활용하였다. 유가는 전 국가적 생산 활동과 소비 활동에 영향을 미치며, 특히 항공사 운임 책정에 상당한 영향을 미치는 변수라고 판단하여 예측 변수로 채택하였다. 환율은 발생 원가의 상당 부분이 외화로 결제되는 경우가 많으므로 항공수요의 예측 변수로 채택하였다. 인플레이션은 외부경제와 환경적 영향을 받지 않는 변수로, 순수한 항공수요 변화와 인플레이션 변화의 관계를 측정하기 위해 변수로 채택하였으나, 예측자료 확보의 어려움으로 인해 White Noise 테스트에만 활용하였다.

### 2.3.3 모형 선택

예측모형은 모형의 적합도와 예측력을 최우선으로 고려하고, 오차를 최소화하는 모형을 선택하였다. 본 연구에서 최적모형 선택을 위해, 데이터를 민간소비증감률, 1인당 GDP, 유가, 환율, 더미 등 5등분으로 나누었다. 그리고 변수선택의 기준으로 비교 용이성, 신뢰성, 예측의 정확도 측면 등을 고려하여 교차검증을 위해 8개의 모형을 추정하고, 각 모형별로 CV 검증을 실시한 후, 가장 낮은 Mean 값을 기준으로 예측 오차를 최소화하는 모형을 최종 모형으로 선정하였다.

## 2.4 수요예측

### 2.4.1 기초자료

기초자료는 표1과 같이 에어포탈, 한국은행, 한국석유공사, 산업연구원 등 공신력 있는 국내 기관 자료를 이용하였으며, 예측 기간에 필요한 설명변수 중 1인당 GDP, 민간소비증감률, 유가, 환율 등의 전망 자료는 산업연구원에서 발표한 공식 예측전망을 적용하였다.

Table 1. Data source and criteria

항목	구분	자료 출처 및 기준
여객	실적	에어포탈 항공통계, 출발 유입 여객 기준관측(1997.1-2015.9), 실적(1997.1-2016.12)
화물	실적	에어포탈 항공통계, 순화물+수화물+우편물 총합관측(1997.1-2015.9), 실적(1997.1-2016.12)

항목	구분	자료 출처 및 기준
1인당 GDP	실적	한국은행 경제통계시스템 (1997.1/4-2015.3/4), 분기별 자료
	예측	산업연구원 '2016 경제·산업 전망', 반기별 자료
유가	실적	한국석유공사(1997.1-2015.9), 월별 자료
	예측	산업연구원 '2016 경제·산업 전망', 반기별 자료
환율	실적	한국은행 경제통계시스템 (1997.1-2015.9), 월별 자료
	예측	산업연구원 '2016 경제·산업 전망', 반기별 자료
소비자 물가지수	실적	한국은행 경제통계시스템 (1997.1-2015.9), 월별 자료
근원 인플레이션율	실적	한국은행 경제통계시스템 (1997.1-2015.9), 월별 자료
민간소비 증감률	실적	한국은행 경제통계시스템 (1997.1/4-2015.3/4), 분기별 자료
	예측	산업연구원 '2016 경제·산업 전망', 반기별 자료
KTX	더미	기간(2004.2/4-2016.4/4)
LCC	더미	기간(2006.2/4-2016.4/4)
IMF	더미	기간(1998.1/4-1998.4/4)
SARS	더미	기간(2002.4/4-2003.3/4)
금융위기	더미	기간(2007.4/4-2009.1/4)
MERS	더미	기간(2015.2/4-2015.3/4)

GDP는 한국은행 경제통계시스템에서 1997년 1/4분기부터 2015년 3/4분기까지 실질 1인당 GDP 자료이며, 예측자료는 산업연구원 1인당 실질 GDP 증가율 발표 자료를 활용해 전년 동기 대비 증가율에 비례하여 환산하였다. 유가는 한국석유공사로부터 1997년 1월부터 2015년 9월까지의 명목자료를 2010년을 기준으로 GDP 디플레이터를 반영한 실질 금액으로 환산하였으며, 예측자료는 산업연구원 반기별 유가 예측자료를 활용하였으며, 각 반기별 명목 실적자료를 기준으로 작성하였다. 환율은 한국은행 경제통계시스템에서 1997년 1월부터 2015년 9월까지의 실적자료 기준이며, 예측자료는 산업연구원 반기별 환율 예측자료를 활용하였으며, 각 반기별 명목 실적자료를 기준으로 작성하였다. 소비자물가지수 실적자료는 한국은행 경제통계시스템에서 1997년 1월부터 2015년 9월까지의 실질 자료를 기준으로

작성하였고, 근원인플레이션을 실적자료는 한국은행 경제통계시스템에서 1997년 1월부터 2015년 9월까지를 기준으로 작성하였다. 민간소비증감률은 한국은행 경제통계시스템에서 1997년 1/4분기부터 2015년 3/4분기까지 실적자료를 활용하였고, 산업연구원 반기별 민간소비증감률 예측자료를 활용하였으며, 각 반기별 명목 실적자료를 기준으로 작성하였다.

## 2.4.2 분석방법

수요예측을 위해 1997년 1월부터 2015년 9월까지 월별 또는 분기별 자료를 회귀모형을 이용하여 실증분석을 수행하였으며, 교차검증에 이용한 설명변수는 1인당 GDP, 민간소비증감률, 유가, 환율, 더미(KTX, LCC, IMF, 세계금융위기, SARS, 메르스, 각 분기별 실적) 변수이다.

## 2.4.3 수요예측

다중회귀분석을 바탕으로 교차검증을 위해 국내선 여객 및 화물에 대해 8개의 모형을 설정하였다. 각 모형은 4개의 선택변수와 더미변수를 조합하여 구성하였으며, 세부 구성 조합은 다음과 같다.

Table 2. Contents of eight observation models

모형	구성 조합
1	민간소비증감률, 1인당 GDP, 유가, 환율, 더미
2	민간소비증감률, 1인당 GDP, 유가, 더미
3	민간소비증감률, 1인당 GDP, 환율, 더미
4	민간소비증감률, 유가, 환율, 더미
5	1인당 GDP, 유가, 환율, 더미
6	유가, 환율, 더미
7	민간소비증감률, 1인당 GDP, 더미
8	더미

### 2.4.3.1 여객수요

White-Noise 테스트를 통해 데이터를 4개의 분기로 나누어 예측을 실시함에 대한 모형 설정의 적절성 검증을 확인하였다. 즉 추정 이후의 오차항은 White-Noise를 만족하는지 검증한 결과 표3과 같이 White-Noise를 만족하여 4분기로 나누어 활용한 자료는 적합하게 설정되었음을 알 수 있다.

Table 3. White noise test results(Passenger)

구분	1기간	2기간	3기간	4기간
Adj R2	0.8708	0.8454	0.8470	0.9015
Prob>chi2	0.0000	0.0000	0.0000	0.9685

각 모형별로 CV 검증을 실시한 결과, 아래 표에서 보는 바와 같이 모형 4가 가장 낮은 Mean 값을 나타내고 있으므로, 본 연구에서는 예측 오차를 최소화하는 모형 4를 최종 모형으로 선정하였다.

Table 4. Cross-validation test results(Passenger)

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
모형 1	75	.0085993	.01195	5.20e-08	.05759
모형 2	75	.0118922	.02128	3.17e-07	.10805
모형 3	75	.0084360	.01190	1.48e-06	.06241
모형 4	75	.0082949	.01172	8.07e-07	.05776
모형 5	75	.0100658	.01446	3.77e-06	.06258
모형 6	75	.0092378	.01360	2.50e-0	.06281
모형 7	75	.0109908	.01835	4.69e-06	.07777
모형 8	75	.0098497	.01726	3.64e-10	.08905

관측 기간은 1997년 1분기부터 2015년 3분기까지이며, 예측 기간은 2015년 4분기부터 2016년 4분기까지이다. 분석에 사용된 자료는 모형 4의 조합인 민간소비증감률, 유가, 환율, 더미 변수이다. 모형 4를 적용한 분석 결과는 아래와 같다.

Table 5. Passenger demand forecast results

In_dpasse nger	Coef.	Std. Err.	t	P> t	95% Conf.	Interval
t	.03382	.00609	5.55	0.000	.02164	.04600
q1	-.14152	.02767	-5.11	0.000	-.19686	-.08618
q3	-.02325	.02589	-0.90	0.373	-.07502	.02852
q4	-.03817	.02666	-1.43	0.157	-.09148	.01514
imf	-.05688	.05322	-1.07	0.289	-.16331	.04953
subp	-.11349	.04165	-2.72	0.008	-.19679	-.03018
ktx	-.44178	.04480	-9.86	0.000	-.53137	-.35219
lcc	-.00644	.04456	-0.14	0.885	-.09555	.08266
sars	-.14405	.04696	-3.07	0.003	-.23797	-.05014
mers	.14975	.07486	2.00	0.050	.00005	.29946
consump	-.01309	.00529	-2.47	0.016	-.02368	-.00251
oil	-.00055	.00077	-0.71	0.478	-.00211	.00100
exchange	-.00033	.00010	-3.26	0.002	-.00054	-.00013
_cons	14.781	.12447	118.75	0.000	14.532	15.030

표5와 같이 유가와 환율은 부(-)의 영향을 주는 것으로 나타났다. 또한 일시적이지만 불리한 외부 충격 또한 국내선 여객수요에 부(-)의 영향을 주는 것으로 나타났다. 특이한 결과는 민간소비증감률도 국내선 여객수요에 부(-)의 영향을 준다는 것인데, 이는 상대적인 소득 증가로 인해 국내선 이용을 계획했던 수요 중 일부가 국제선 여객수요로 전환되었을 가능성도 추정해 볼 수 있는 대목이다.

그림으로 살펴보면, 전반적으로 1997년 IMF 외환위기, 2004년 KTX 개통, 2008년 세계금융위기에 일시적으로 감소하였으며, 특히 2004년 KTX 개통 이후부터 2008년 세계금융위기까지 일정 기간 지속적으로 감소하였음을 알 수 있다.

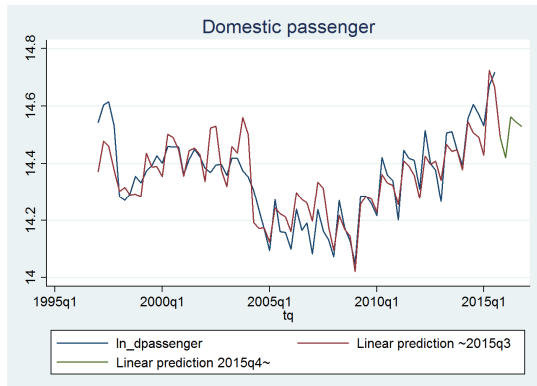


Fig 1. Passenger demand forecast graph

#### 2.4.3.2 화물수요

데이터를 4개 분기로 나누어 분석한 자료에 대한 적절성 검증을 White-Noise 테스트를 통해 분석한 결과 표6과 같이 만족하므로, 4분기로 나누어 활용한 자료는 적합하게 설정되었음을 알 수 있다.

Table 6. White noise test results(Freight)

구분	1기간	2기간	3기간	4기간
Adj R2	0.9356	0.9435	0.9494	0.9478
Prob>chi2	0.2542	0.6550	0.5957	0.6011

교차검증을 위해 8가지로 모형을 구성하고 분석한 결과, 표7과 같이 모형 2가 가장 낮은 Mean 값을 나타내고 있으므로, 본 연구에서는

예측 오차를 최소화하는 모형 2를 최종모형으로 선정하였다.

Table 7. Cross-validation test results(Freight)

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
모형 1	75	.0087952	.01418	.0000371	.06643
모형 2	75	.0083356	.01273	.0000646	.06433
모형 3	75	.0099564	.01414	1.10e-07	.06934
모형 4	75	.0088253	.01282	.0000152	.06030
모형 5	75	.0084888	.01392	2.89e-06	.06563
모형 6	75	.0086526	.01238	.000012	.05925
모형 7	75	.0094583	.01297	1.69e-06	.06524
모형 8	75	.0091387	.01222	.0000121	.06275

관측 기간은 1997년 1분기부터 2015년 3분기까지이며, 예측 기간은 2015년 4분기부터 2016년 4분기까지이다. 분석자료는 모형 2의 조합인 민간소비증감률, 1인당 GDP, 유가 변수이다. 모형 2를 적용한 분석 결과는 표8과 같다.

Table 8. Freight demand forecast results

ln_dfreight	Coef.	Std. Err.	t	P> t	95% Conf.	Interval
t	-.05271	.02364	-2.23	0.030	-.10000	-.00542
q1	.20217	.05553	3.64	0.001	.09112	.31323
q3	.02972	.02635	1.13	0.264	-.02297	.08243
q4	.05198	.04882	1.06	0.291	-.04564	.14961
imf	-.08445	.07149	-1.18	0.242	-.22741	.05850
subp	-.07882	.04001	-1.97	0.053	-.15884	.00118
ktx	-.02479	.04171	-0.59	0.554	-.10819	.05861
lcc	-.22552	.04496	-5.02	0.000	-.31543	-.13560
sars	.03451	.04713	0.73	0.467	-.0597	.12876
mers	.00153	.07289	0.02	0.983	-.14422	.14729
consump	-.0006	.00544	-0.12	0.904	-.01154	.01022
gdp	.77779	.40035	1.94	0.057	-.02275	1.5783
oil	-.00210	.00078	-2.70	0.009	-.00366	-.00054
_cons	9.5160	.4867	19.55	0.000	8.5426	10.489

표8과 같이 1인당 GDP는 국내선 화물수요에 정(+)의 영향을 민간소비증감률과 유가는 부(-)의 영향을 주는 것으로 나타났다. 1인당 GDP의 증가로 인한 화물수요 증가는 개인 소득 증가로 이어진 소득효과와 결과로 민간소비증감률과 부(-)의 효과는 국내선 화물수요보다 국제선 화물수요 증가에 따른 결과로 보여진다.

그림2를 살펴보면, 화물의 경우 1997년 IMF 외환위기때 일시적으로 감소하였으며, 2008년 세계금융위기 전후로는 일정기간 동안 지속적으로 영향을 받았음을 알 수 있다. 하지만 2002년 발생한 SARS의 영향은 상대적으로 크지 않음을 알 수 있다.

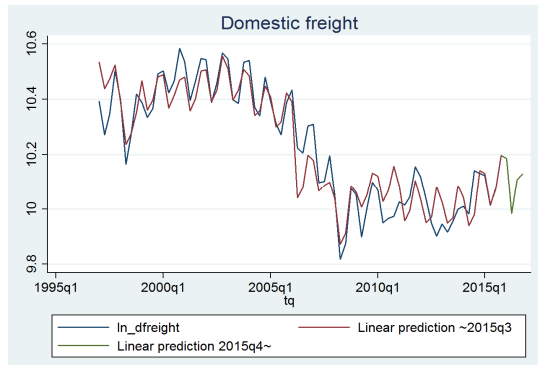


Fig 2. Freight demand forecast graph

## 2.5 수요예측 결과

### 2.5.1 여객수요

2004년 KTX 개통과 육상교통의 발달로 급격한 감소세를 보였던 국내선 실적은 2008년 이후 LCC의 국내선 공급량 확대 등의 영향으로 다시 상승세를 보였다. 그러나 2015년 발생한 메르스 등과 같은 외부 충격과 단기간 급증한 상태의 국내선 수요 실적에 비추어 2016년 국내선 여객수요는 2015년 예측치 대비 6.63% 감소한 2,418만 명 수준을 기록할 것으로 전망되었다. 하지만, 실제 이 기간 여객수요는 3,045만명을 기록하며, 메르스 등 외부 충격 이후 항공여객 수요는 매우 급속히 회복되었다. 이는 여객수요의 경우 일시적 외부 충격에 상당한 영향을 받고 있음을 알 수 있는 부분이다.

Table 9. Passenger demand annual result table, 2014-2016

기간(t)		실적값(명)	예측값(명)	예측오차(%)
2014	전체	24,647,538	23,389,243	-5.11
2015	3분기까지	20,596,200	19,999,866	-2.90
	4분기	7,268,552	5,899,583	-18.83
	전체	27,864,752	25,899,449	-7.05

기간(t)		실적값(명)	예측값(명)	예측오차(%)
2016	1분기	6,692,613	5,496,886	-17.87
	2분기	7,959,687	6,332,605	-20.44
	3분기	8,099,535	6,222,064	-23.18
	4분기	7,701,325	6,129,920	-20.40
	전 체	30,453,160	24,181,476	-20.59

### 2.5.2 화물수요

국내선 여객수요 감소 예측과 2015년 발생한 메르스 사태 그리고 최근 국가적인 저성장 기조로 말미암아, 2016년 화물수요는 2015년 예측치 대비 0.18% 소폭 감소한 293천톤을 기록할 것으로 전망되었다. 하지만 2016년 실제 화물수요는 예측치보다는 감소하였지만, 2015년 대비 0.90% 증가한 289천톤으로 나타났다. 이는 국내선 여객수요의 빠른 회복 측면도 영향이 있겠지만, 화물수요의 경우 여객수요에 비해 상대적으로 일시적 외부 충격에 크게 영향을 받지 않음을 알 수 있는 부분이다.

Table 10. Freight demand annual result table, 2014-2016

	기간(t)	실적값(톤)	예측값(톤)	예측오차(%)
2014	전체	283,119	271,992	-3.93
2015	3분기까지	212,982	213,462	0.23
	4분기	74,184	80,481	8.49
	전체	287,166	293,944	2.36
2016	1분기	73,133	79,550	8.77
	2분기	68,078	64,988	-4.54
	3분기	75,385	73,614	-2.35
	4분기	73,151	75,271	2.90
	전체	289,747	293,424	1.27

## III. 결 론

본 연구에서는 우리나라 국내선 여객수요와 화물수요를 교차검증(cross-validation) 방법을 통해 예측하고, 그 결과를 실적치와 비교하였다. 분석결과, 여객수요는 민간소비증감률과 환율, 유가에 영향을 받는 것으로 나타났다. 여객수요 예측결과는 내수경기 침체, 시장 환경변화 등의 영향과 일시적 외부충격으로 하향 안정화 될 것으

로 예측되었으나, 실제 메르스 등의 외부충격 이후 수요가 급격히 증가한 것으로 보아, 일시적 외부 충격에 많은 영향을 받는 것으로 보인다. 반면 화물수요는 글로벌 경기회복 지연과 불확실성에 따른 소비심리 위축 등으로 소폭 감소할 것으로 예측되었으나, 실제 큰 변화가 없는 것으로 보아, 일시적 외부 충격에 많은 영향을 받지 않는 것으로 보인다.

본 연구에 근거한 향후 연구방향은 내륙노선과 제주노선, FSC와 LCC를 구분하여 분석한다면 보다 구체적인 사례와 시사점을 발견할 수 있을 것이다. 또한, 여객수요의 경우 일시적 외부 충격에 상당히 민감하게 반응한다는 특징을 감안하여 각 요소의 변화요인을 분석하고 지속적인 모니터링이 수반한다면 더욱 정교한 예측모델 제시할 수 있을 것이다.

## Reference

- [1] Se-kyung, Seo, Byung-ho, Jung, Ik-ki, Kim. A Study on Estimating of Air Freight Demand using Regression Model. Journal of the Military Operations Research Society of Korea, 35(3), 2009, pp.1~15
- [2] Young-hyuk, Lee, Min-young, Ryu, Seong-ho, Choi. A Study on Forecasting Air Transport Demand between South and North Korea. Journal of Korean Society of Transportation, 27(2), 2009, pp.83~91
- [3] Se-young, Lee. Comparative study on the entrance of low cost carriers and the effects of air demand creation in Korea. Master's thesis, Seoul National University, 2017
- [4] Him-chan, Cho, Dong-gi, Kwag, Kang-seok, Lee, Won-hyuck, Choi, Jung-pyo, Park, Seo-been, Kim. A Study on the Airline Demand Forecasting for Domestic Inland Using Linear Regression Analysis, The Society Aerospace System Engineering, SASE 2018 Spring Conference, 2018(1), 2018, pp.32~33
- [5] Korea Transport Institute. Air Demand Forecast Analysis, 2012