

Original Article

<https://doi.org/10.12985/ksaa.2024.32.4.95>
ISSN 1225-9705(print) ISSN 2466-1791(online)

중력모형을 통한 거시경제와 한국 항공화물 수출입 관계 연구

박상용*

A Study on the Relationship between Macroeconomics and South Korea's Air Cargo Exports and Imports using Gravity Models

Sang-Yong Park*

ABSTRACT

This study analyzed the importance of Korean air cargo transport in the increasingly close international trade and logistics network due to the acceleration of globalization and digitalization. Korea serves as an East Asian logistics hub centered on Incheon International Airport, and contributes significantly to economic growth and international trade through air cargo transport. The study analyzed air cargo exports and imports between Korea and major trading partners (the United States, China, Vietnam, and Japan) from 2003 to 2023 using a gravity model. The results of the analysis showed that GDP per capita and population of the counterpart country acted as factors that increased export volume, and fluctuations in international oil prices and the number of airports in the counterpart country also had a significant impact on exports. On the other hand, Korea's GDP per capita and exchange rate fluctuations had a negative impact on export volume. In terms of import volume, Korea's GDP per capita and transportation infrastructure of the counterpart country had a positive impact, while flight distance had a negative impact. These results will provide useful implications for establishing Korea's air cargo transport policy and trade strategy.

Key Words : Macroeconomics(거시경제), Exports and Imports(수출입), Trade(무역), Air Cargo(항공화물), Gravity Model(중력모형)

1. 서 론

세계 경제의 글로벌화와 디지털화가 가속화됨에 따라 국가 간의 무역과 물류 네트워크는 더욱 긴밀하게 연결되고 있다. 특히 항공화물 운송은 빠르고 효율적인 물류 서비스로서 국가 경제 성장과 국제 무역에 필수

적인 역할을 하고 있다. 한국은 동아시아의 물류 허브로서, 인천국제공항을 중심으로 한 항공화물 운송이 국내외 무역의 중요한 축을 이루고 있다. 최근의 거시경제 변화와 국제 무역 환경의 변동은 한국 항공화물 수출입에 직간접적인 영향을 미치고 있으며, 이에 대한 체계적 연구가 필요하다.

본 논문은 기존 연구와 차별성을 위하여 중력모형을 적용하여 한국의 수출입 화물 중 항공 화물에 대한 연구를 수행하였다. 한국무역협회 통계의 2020년 기준으로 한국의 주요 항공화물 수출 품목은 반도체, 컴퓨터, 의약품, 무선통신기기 등이며, 특히 반도체의 항공 운송

Received: 08. Nov. 2024, Revised: 15. Nov. 2024,

Accepted: 02. Dec. 2024

* 국립한국교통대학교 항공운항학과 교수

연락처 E-mail : parksy@ut.ac.kr

연락처 주소 : 충북 충주시 대소원면 대학로 50

비중은 98.6%에 달한다. 한국무역협회의 2023년 기준으로 주요 수출입 3개국을 중심으로 본 연구의 수출 대상 국가는 미국, 중국, 베트남이며, 수입 대상 국가는 미국, 중국, 일본이다. 조사 기간은 2003년부터 2023년까지 20년간이고, 항공 수출/입량 데이터는 인천국제공항공사에서 제공하는 데이터를 기반으로 연구하였다.

중력모형은 두 국가 간의 무역 흐름이 경제 규모에 비례하고, 거리에는 반비례한다는 가정에 기반한 실증적 접근법이다. 본 연구에서는 다양한 경제 지표를 독립 변수로 사용하여 한국의 항공화물 수출입 물량이라는 종속 변수에 미치는 영향력을 분석하였다. 따라서 본 연구는 실증 분석을 통해 거시경제 지표와 항공화물 수출입 간의 상관관계를 규명하고, 이를 토대로 정책 입안자와 항공 산업 관계자들에게 유용한 시사점을 제공하는 것을 목표로 하였다. 이를 위해 본 연구는 다음과 같은 연구 방법을 채택한다. 첫째, 인천국제공항을 통한 항공화물 수출입량, 한국 및 주요 교역국의 GDP, 1인당 GDP, 환율, 국제유가, 거리, 인구수 등의 데이터를 수집하였다. 둘째, 다중 회귀 분석과 중력모형을 활용하여 변수들 간의 관계를 분석한다. 셋째, 분석 결과를 토대로 항공화물 운송의 효율성을 제고하고, 한국 경제의 지속 가능한 성장을 도모하는 전략을 제안한다. 따라서 본 연구는 인천국제공항을 중심으로 한 한국 항공화물 수출입의 거시경제적 분석을 통해 국가 경제와 물류 산업의 발전에 기여하고자 한다.

II. 이론적 배경과 선행연구

2.1 선행연구

본 연구와 연관된 기존 연구들을 정리하면 다음과 같다. Ishutkina & Hansman(2008)의 연구에 따르면, 항공 여객 수요는 GDP에 긍정적 영향을 받고, GDP 성장률에는 부정적 영향을 받는 것으로 나타났다. Lee(2011)의 연구는 중력모형을 이용하여 한국의 교역 패턴을 분석한 결과, GDP와 1인당 GDP는 교역액 증가에 긍정적 영향을 미치며, 거리 변수는 부정적 영향을 미친다고 밝혔다. Park et al.(2021)은 FTA 체결국과 비체결국의 항공 무역 수출입 특성을 비교한 연구에서, 수출액과 수입액 모두에서 체결국과 비체결국의 GDP와 기타 변수들이 각각의 방식으로 영향을 미친다고 나타났다. Kim and Shin(2021)은 인천국제공항을 중심으로 경제 환경 변화와 항공 여객 수요 간의 관계를 분석한 결과, GDP는 항

공 여객 수요에 긍정적 영향을 미치고, 국고채 금리와 WTI 원유 가격은 부정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. Tse(2001)는 홍콩의 관광 수요에 경제적 원인이 미치는 영향을 분석한 연구에서, 기대 소득, 기대 환율, 물가 수준이 관광 수요에 긍정적 영향을 미친다고 밝혔다. Chi and Baek(2013)의 연구는 미국의 항공 수요와 경제 성장 간의 동적 관계를 분석한 결과, 장기적으로 항공 여객과 화물 서비스가 경제 성장에 긍정적 영향을 미친다고 나타났다. Lim et al.(2020)은 한국의 항공화물 무역에 영향을 미치는 요인을 연구한 결과, 수출액과 수입액 모두에서 1인당 GDP와 한국의 1인당 GDP가 긍정적 영향을 미치며, 거리는 부정적 영향을 미친다고 밝혔다. Lim(2019)의 연구는 한국과 주요국 간의 항공무역 수출입 패턴을 분석하여, GDP와 OECD 가입 여부가 수출액, 수입액, 교역액에 각각 영향을 미친다고 나타났다. Chaney(2013)는 중력 방정식을 통해 국가 경제 규모가 무역량에 긍정적 영향을 미치고, 무역 장벽은 부정적 영향을 미친다고 설명하였다. Ham(1996)의 연구는 중력모형을 통해 세계 경제 통합화 경향을 분석한 결과, 경제 규모는 무역에 긍정적 영향을 미치고, 거리는 부정적 영향을 미친다고 밝혔다. Nam(2016)의 연구는 중국의 무역 패턴과 무역 리스크를 분석하여, 경제 규모는 무역에 긍정적 영향을 미치고, 거리는 부정적 영향을 미친다고 밝혔다. Lim et al.(2019)은 한국과 아세안 국가 간 항공 운송 무역의 영향 요인을 분석하여, 1인당 GDP와 GDP가 수출액, 수입액, 교역액에 긍정적 영향을 미친다고 나타났다. Ahn and Son(2021)은 인천공항 항공화물의 주요 품목을 분석한 결과, 국민 소득과 1인당 국민 소득, 화물 항공 자유화가 항공 수출입 증량과 금액에 긍정적 영향을 미친다고 밝혔다. Kang and Kim(2019)은 항공 자유화 협정이 국제 여객 운송에 미치는 영향을 분석한 결과, 1인당 GDP 비율이 운항 횟수와 국제선 여객 수에 부정적 영향을 미친다고 나타났다. Lim et al.(2014)은 항공사 공급력과 외래 관광객 유치 효과를 분석하여, 1인당 GDP와 공급력 수가 입국자 수에 긍정적 영향을 미친다고 밝혔다. Lee and Hong(2017)의 연구는 중력모형을 이용하여 항공 유발 수요를 측정한 결과, GDP와 1인당 GDP는 여객 수요에 긍정적 영향을 미치고, 거리는 부정적 영향을 미친다고 나타났다. Park et al.(2013)은 중력모형을 이용하여 해상 교역과 경제 통합 및 FTA의 영향을 분석한 결과, GDP와 1인당 GDP는 컨테이너 물동량에 긍정적 영향을 미치고, 거리는 부정적 영향을 미친다고 밝혔다.

III. 연구모형과 변수

본 연구는 중력 모형을 적용하여 한국의 수출입 화물 중에 항공화물에 대한 것을 연구하였다. 중력 모형은 두 국가 간의 무역 흐름이 경제 규모에 비례하고, 거리에는 반비례한다는 가정에 기반한 실증적 접근이며, 본 연구에서는 다양한 경제 지표를 독립 변수로 사용하여 한국의 항공화물 수출/입량에 미치는 영향을 평가한다. 중력 모형은 네덜란드 경제학자 얀 틴베르겐(Jan Tinbergen)이 1962년에 창시한 경제 모델로, 그의 논문 "Shaping the World Economy: Suggestions for an International Economic Policy"에서 처음 제안되었다. 이 모델은 뉴턴의 중력 법칙에 착안하여 두 국가 간의 교역량이 각 국가의 경제 규모(GDP)에 비례하고, 두 국가 간의 거리에는 반비례한다고 본다. 중력 모형은 국가 간 거리, 인구, GDP 등의 변수를 고려하여 무역 흐름을 예측하며, 연구에서 운항거리, 상대국 인구, 상대국 면적 등을 변수로 사용하여 항공화물 수출입에 미치는 영향을 분석하는 데 유용하다.

3.1 연구모형

$$\ln(Y1, Y2) = \beta_0 + \beta_1 \ln(X_{\text{상대국 GDP}}) + \beta_2 \ln(X_{\text{상대국 1인당 GDP}}) + \beta_3 \ln(X_{\text{한국 GDP}}) + \beta_4 \ln(X_{\text{한국 1인당 GDP}}) + \beta_5 \ln(X_{\text{한국 환율}}) + \beta_6 \ln(X_{\text{상대국 환율}}) + \beta_7 \ln(X_{\text{한국 국제유가}}) + \beta_8 \ln(X_{\text{운항거리}}) + \beta_9 \ln(X_{\text{인구}}) + \beta_{10} \ln(X_{\text{면적}}) + \beta_{11} \ln(X_{\text{공항수}}) + \epsilon$$

- 종속변수: Y1(항공화물 수출량), Y2(항공화물 수입량)
- 독립변수: 상대국GDP, 상대국 1인당 GDP, 한국 GDP, 한국 1인당 GDP, 한국 환율, 상대국 환율, 한국 국제유가, 운항거리, 상대국 인구, 상대국 면적, 상대국 공항수

본 연구에서는 변수들을 로그화하여 종속 변수인 항공화물 수출량(Y1)과 항공화물 수입량(Y2)을 나타냈다. 그리고 독립변수로는 상대국 GDP, 상대국 1인당 GDP, 한국 GDP, 한국 1인당 GDP, 한국 환율, 상대국 환율, 한국 국제유가, 운항거리, 상대국 인구, 상대국 면적, 상대국 공항 수를 사용하는 것이다. 기존 연구와의 차별점은 종속변수로 한국 무역량(수출, 수입량) 중에서 항공화물량을 파악하기 위해 인천공항 항공 무역량을 채택하는 것이고, 독립 변수로는 중력모형에

운항거리, 인구, 면적 등의 변수를 추가하는 것이다.

3.2 변수

본 연구에서 종속변수는 인천국제공항 출발 상대국 항공수출물량과 인천국제공항 도착 상대국 항공수입물량으로, 자료는 인천국제공항공사에서 수집한 것이다. 연구의 수출 대상 국가는 2023년 기준으로 주요 수출입 3개국을 중심으로 미국, 중국, 베트남이며, 수입 대상 국가는 미국, 중국, 일본이다. 조사 기간은 2003년부터 2023년까지 20년간이다. 독립변수로는 상대국 GDP, 상대국 1인당 GDP, 한국 GDP, 한국 1인당 GDP, 한국 환율, 상대국 환율, 한국 국제유가, 운항거리, 상대국 인구, 상대국 면적, 상대국 공항 등이 있으며, 각각의 자료출처는 다음과 같다. 한국 GDP와 상대국 GDP는 World Bank에서 수출입 국가 경쟁력 지표(단위: \$)로, 한국 1인당 GDP와 상대국 1인당 GDP는 World Bank에서 고부가 가치 상품 소비 연관성 지표(단위: \$)로 수집하였다. 국제 유가는 한국석유공사에서 항공운송 운반비 등 교통비용 전반의 영향 변수(단위: \$)로 제공받았으며, 공항수와 국가 면적, 거리는 CIA¹⁾에서 각각 수출입 상대국의 공항의 숫자(단위: 개)와 면적에 대비하여 항공운송 교통수단 발달(단위: sq km)로, 그리고 한국에서 상대 국가 수도까지 항공 운항 거리(단위: km)로 수집하였다. 마지막으로 인구 변수, 한국 환율, 상대국 환율은 World Bank에서 중력모형 변수로 수집하였다. 각 변수의 설명과 출처는 Table 1의 정리와 같다.

IV. 실증 분석 결과

4.1 통계 분석

4.1.1 수출량

4.1.1.1 다중 회귀 분석 결과

분석은 Stata 프로그램을 통하여 하였고, 실증분석 결과는 Table 2과 같다. 수출량에 대한 다중 회귀 분석에서 상대국 GDP는 대체로 유의미하지 않았지만, 상대국 1인당 GDP, 한국 1인당 GDP, 한국 환율, 상대국 인구, 상대국 면적, 상대국 공항 수는 대부분 유의미한 영향을 미치는 변수로 나타났다.

1) CIA: Central Intelligence Agency.

Table 1. Variable description and source

Category	Variable name	Variable Definition	Data Source
Dependent variables	Export volume	Air cargo export volume departing from Incheon International Airport to partner countries (Unit: ton)	Incheon International Airport Corporation
	Import volume	Air cargo import volume arriving at Incheon International Airport from partner countries (Unit: ton)	Incheon International Airport Corporation
Independent variables	Korea GDP	Korea's GDP, indicating trade competitiveness (Unit: \$)	World bank
	Partner country GDP	Partner country's trade competitiveness (Unit: \$)	World bank
	Korea GDP per capita	Korea's GDP per capita, reflecting high-value-added product consumption patterns	World bank
	Partner country GDP per capita	Partner country's GDP per capita, reflecting high-value-added product consumption patterns (Unit: \$)	World bank
	Korea exchange rate	Korea's exchange rate, reflecting currency value (Unit: \$)	World bank
	Partner country exchange rate	Partner country's exchange rate, reflecting currency value (Unit: \$)	World bank
	International oil prices	Variable influencing overall transportation costs, including air freight (Unit: \$)	Korea National Oil Corporation
	Distance	Gravity model variable; flight distance from Korea to the capital city of partner countries (Unit: km)	CIA
	Population	Gravity model variable; annual population of partner countries, indicating relationship with air trade volume (Unit: person)	World bank
	Country area	Development of air transportation relative to land area (Unit: sq km)	CIA
	Number of airports	Number of airports in partner countries (Unit: airports)	CIA

다음으로 회귀분석 결과를 정리하면 종속 변수는 한국의 항공화물 수출량이며, 독립 변수로는 한국과 상대국의 경제 지표를 포함한다. 각 변수의 값은 다음 Table 3과 같다.

4.1.1.2 추정 결과

가) 상대국 GDP: 계수가 -11.29이고 t 값이 -0.98이며, p 값이 0.32로 상대국 GDP는 한국의 항공화물 수출량에 부정적이며, 통계적으로 유의하지 않은 영향을 미친다. 이는 상대국 GDP가 높아진다고 해서 반드시 한국의 수출이 증가하는 것은 아님을 시사한다.

나) 상대국 1인당 GDP: 계수가 18.81이며 t 값이 3.18이고, p 값이 0.00으로 매우 유의미하다($p < 0.01$). 이는 상대국의 1인당 GDP가 높을수록 한국의 항공화물 수출량이 증가함을 시사한다. 이는 부유한 국가에서

의 구매력이 더 크기 때문일 수 있다.

다) 한국 GDP: 계수가 8.14이고 t 값이 0.64이며, p 값이 0.52로 통계적으로 유의하지 않다. 이는 한국의 GDP 변화가 항공화물 수출량에 직접적인 영향을 미치지 않음을 나타낸다.

라) 한국 1인당 GDP: 계수가 -16.70이고 t 값이 -2.71이며, p 값이 0.00으로 매우 유의미하다($p < 0.01$). 이는 한국의 1인당 소득이 증가할수록 항공화물 수출량이 감소함을 의미한다. 이는 국내 소비가 증가하고, 국내 상품과 서비스에 대한 수요가 증가하기 때문일 수 있다.

마) 한국 환율: 계수가 -3.87이고 t 값이 -2.58이며, p 값이 0.01로 유의미하다($p < 0.05$). 이는 원화 가치 하락(환율 상승)이 항공화물 수출에 부정적인 영향을 미친다는 것을 나타낸다. 이는 환율 변동이 무역에 미치는 복잡한 영향을 나타낼 수 있다.

Table 2. Multiple regression analysis for export volume

Dependent variables X		Independent variables Y1 : export volume									
		Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7	Model 8	Model 9	Model 10
GDP (Fe)	Partner country GDP	-2.18* (0.03)	-1.34 (0.18)	-4.07** (0.00)	0.41 (0.68)	0.13 (0.89)	-0.71 (0.48)	-0.98 (0.32)	-0.98 (0.32)	-0.98 (0.32)	-0.98 (0.32)
	Partner country GDP per capita	8.16** (0.00)	7.91** (0.00)	4.98** (0.00)	7.92** (0.00)	7.26** (0.00)	7.34** (0.00)	3.18** (0.00)	3.18** (0.00)	3.18** (0.00)	3.18** (0.00)
	Korea GDP		1.21 (0.23)	3.83** (0.00)	-0.95 (0.34)	-0.67 (0.50)	0.28 (0.77)	0.64 (0.52)	0.64 (0.52)	0.64 (0.52)	0.64 (0.52)
	Korea GDP per capita			-4.52** (0.00)	-7.36** (0.00)	-6.71** (0.00)	-6.78** (0.00)	-2.71** (0.00)	-2.71** (0.00)	-2.71** (0.00)	-2.71** (0.00)
Economic indicators	Korea exchange rate				-5.68** (0.00)	-5.60** (0.00)	-4.51** (0.00)	-2.58** (0.01)	-2.58** (0.01)	-2.58** (0.01)	-2.58** (0.01)
	Partner country exchange rate					-0.92 (0.36)	-1.27 (0.21)	-0.76 (0.45)	-0.76 (0.45)	-0.76 (0.45)	-0.76 (0.45)
	International oil prices						-1.38 (0.17)	-1.96* (0.05)	-1.96* (0.05)	-1.96* (0.05)	-1.96* (0.05)
Gravity model (Re)	Flight distance							-1.49 (0.48)	-1.49 (0.48)	-1.49 (0.48)	-1.49 (0.48)
	Partner country population								8.92** (0.00)	8.92** (0.00)	8.92** (0.00)
	Partner country area									-8.75** (0.00)	-8.75** (0.00)
	Number of airports in partner country										9.28** (0.00)

Note: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, values in parentheses represent t -values.

Table 3. Summary of multiple regression analysis results for export volume

Independent variable	Coefficient	Std. err.	t -Stat	Prob
Partner country GDP	-11.29	11.52	-0.98	0.32
Partner country GDP per capita	18.81	5.92	3.18**	0.00
Korea GDP	8.14	12.77	0.64	0.52
Korea GDP per capita	-16.70	6.15	-2.71**	0.00
Korea exchange rate	-3.87	1.50	-2.58**	0.01
Partner country exchange rate	-0.79	1.05	-0.76	0.45
International oil prices	-0.34	0.17	-1.96*	0.05
Flight distance	-52.70	35.3	-1.49	0.48
Partner country population	13.79	1.54	8.92**	0.00
Partner country area	-15.40	1.76	-8.75**	0.00
Number of airports in partner country	-30.52	3.71	9.28**	0.00

Note: Significance levels are indicated as * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

바) 상대국 환율: 계수가 -0.79이고 t 값이 -0.76이며, p 값이 0.45로 유의미하지 않다. 이는 상대국의 환율이 한국의 항공화물 수출량에 유의미한 영향을 미치지 않음을 의미한다.

사) 한국 국제유가: 계수가 -0.34이고 t 값이 -1.96이며, p 값이 0.05로 유의미하다($p < 0.05$). 이는 국제유가 상승이 항공화물 수출량을 감소시킨다는 것을 시사한다. 이는 생산 및 운송비용 증가 때문일 수 있다.

아) 운항거리: 계수가 -52.70이고 t 값이 -1.49이며, p 값이 0.48로 유의미하지 않다. 이는 한국과 무역 상대국 간의 물리적 거리가 항공화물 수출량에 유의미한 영향을 미치지 않음을 나타낸다.

자) 상대국 인구: 계수가 13.79이고 t 값이 8.92이며, p 값이 0.00으로 매우 유의미하다($p < 0.01$). 이는 상대국의 인구가 많을수록 항공화물 수출량이 증가함을 시사한다. 이는 높은 수요 때문일 수 있다.

차) 상대국 면적: 계수가 -15.40이고 t 값이 -8.75이며, p 값이 0.00으로 유의미하다($p < 0.01$). 이는 상대국의 지리적 면적이 클수록 항공화물 수출량이 감소함을 의미한다. 이는 대규모 국가에서의 분배 및 시장 침투의 어려움을 반영할 수 있다.

카) 상대국 공항수: 계수가 -30.52이고 t 값이 9.28이며, p 값이 0.00으로 유의미하다($p < 0.01$). 이는 상대국의 공항 수가 많을수록 항공화물 수출량이 증가함을 시사한다. 이는 교통 인프라가 무역을 촉진하기 때문일 수 있다.

4.1.1.3 정리 및 논의

본 연구 결과는 한국의 항공 화물수출량에 영향을 미치는 여러 주요 요인을 강조한다. 상대국의 1인당 GDP와 인구가 높을수록 수출이 크게 증가하는 반면, 한국의 1인당 GDP와 환율 변동은 항공화물 수출량에 부정적인 영향을 미친다. 또한, 국제유가의 유의미한 영향은 수출량이 글로벌 에너지 비용에 민감하다는 것을 보여준다. 상대국의 교통 인프라, 특히 공항 수의 증가가 항공화물 수출량을 증대시키는 데 중요한 역할을 함을 확인하였다. 본 연구는 한국의 항공화물 수출량에 영향을 미치는 요인에 대한 중요한 통찰을 제공한다. 상대국의 경제 상황, 국내 경제 역학, 글로벌 에너지 가격 등이 수출 성과를 결정하는 데 중요한 역할을 하고 있음을 확인하였다. 향후 연구에서는 이러한 관계의 기저 메커니즘과 정책적 함의를 더욱 탐구하여 한국의 무역 전략을 강화할 수 있을 것이다.

4.1.2 수입량

4.1.2.1 다중 회귀 분석 결과

수입량에 대한 실증분석 결과는 Table 4와 같다. 수입량에 대한 다중 회귀 분석에서 상대국 GDP, 상대국 1인당 GDP, 한국 GDP, 한국 1인당 GDP, 한국 환율, 상대국 환율, 운항거리, 상대국 공항수는 대부분 유의미한 영향을 미치는 변수로 나타났다.

다음으로 회귀분석 결과를 정리하면 종속 변수는 한국의 항공화물 상품 수입량이다. 독립 변수로는 한국과 상대국의 경제 지표를 포함한다. 각 변수의 값은 다음 Table 5와 같다.

4.1.2.2 추정 결과

가) 상대국 GDP: 계수가 -8.57이고 t 값이 -1.10이며, p 값이 0.28로 상대국 GDP는 한국의 수입량에 부정적이며 통계적으로 유의하지 않은 영향을 미친다. 이는 상대국 GDP가 높아진다고 해서 반드시 한국의 수입이 증가하는 것은 아님을 시사한다.

나) 상대국 1인당 GDP : 계수가 -3.98이며 t 값이 -3.06이고, p 값이 0.00으로 매우 유의미하다($p < 0.01$). 이는 상대국의 1인당 GDP가 높을수록 한국의 수입량이 감소함을 시사한다. 이는 상대국의 경제 성장으로 인해 상대국의 제품 가격이 높아지거나 수입품의 경쟁력이 약화될 수 있음을 나타낸다.

다) 한국 GDP: 계수가 9.98이고 t 값이 1.15이며, p 값이 0.25로 통계적으로 유의하지 않다. 이는 한국의 GDP 변화가 수입량에 직접적인 영향을 미치지 않음을 나타낸다.

라) 한국 1인당 GDP: 계수가 5.04이고 t 값이 3.72이며, p 값이 0.00으로 매우 유의미하다($p < 0.01$). 이는 한국의 1인당 소득이 증가할수록 수입량이 증가함을 의미한다. 이는 소비자의 구매력 증가로 인해 수입품에 대한 수요가 증가하기 때문일 수 있다.

마) 한국 환율: 계수가 0.207이고 t 값이 0.27이며, p 값이 0.79로 유의미하지 않다. 이는 원화 가치 변화가 수입량에 유의미한 영향을 미치지 않음을 나타낸다.

바) 상대국 환율: 계수가 0.657이고 t 값이 1.74이며, p 값이 0.08로 유의미하지 않다. 이는 상대국의 환율이 한국의 수입량에 약간의 영향을 미칠 수 있음을 시사하지만 통계적으로 유의미하지 않다.

사) 한국 국제유가: 계수가 -0.112이고 t 값이 -0.02이며, p 값이 0.98로 유의미하지 않다. 이는 국제유가

Table 4. Multiple regression analysis for import volume

Dependent variables X		Independent variables Y2 : import volume									
		Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7	Model 8	Model 9	Model 10
GDP (Fe)	Partner country GDP	3.28** (0.00)	-2.26* (0.02)	-1.77 (0.08)	-1.66 (0.10)	-1.17 (0.24)	-1.08 (0.28)	-1.10 (0.28)	-1.10 (0.28)	-1.10 (0.28)	-1.10 (0.28)
	Partner country GDP per capita	4.79** (0.00)	5.39** (0.00)	-2.78** (0.00)	-2.78** (0.00)	-2.99** (0.00)	-2.97** (0.00)	-3.06** (0.00)	-3.06** (0.00)	-3.06** (0.00)	-3.06** (0.00)
	Korea GDP		2.41** (0.01)	2.00* (0.05)	1.78 (0.08)	1.27 (0.21)	1.14 (0.25)	1.15 (0.25)	1.15 (0.25)	1.15 (0.25)	1.15 (0.25)
	Korea GDP per capita			3.12** (0.00)	3.12** (0.00)	3.41** (0.00)	3.39** (0.00)	3.72** (0.00)	3.72** (0.00)	3.72** (0.00)	3.72** (0.00)
Economic Indicators	Korea exchange rate				0.88 (0.38)	0.25 (0.80)	0.38 (0.70)	0.27 (0.79)	0.27 (0.79)	0.27 (0.79)	0.27 (0.79)
	Partner country exchange rate					2.19* (0.03)	1.69 (0.09)	1.74 (0.08)	1.74 (0.08)	1.74 (0.08)	1.74 (0.08)
	International oil prices						-0.32 (0.75)	-0.02 (0.98)	-0.02 (0.98)	-0.02 (0.98)	-0.02 (0.98)
Gravity Model (Re)	Flight distance							-2.36* (0.02)	-2.36* (0.02)	-2.36* (0.02)	-2.36* (0.02)
	Partner country population								-1.23 (0.22)	-1.23 (0.22)	-1.23 (0.22)
	Partner country area									-0.90 (0.36)	-0.90 (0.36)
	Number of airports in partner country										2.35** (0.01)

Note: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, values in parentheses represent t -values.

Table 5. Summary of multiple regression analysis results for import volume

Independent variable	Coefficient	Std. err.	t -Stat	Prob
Partner country GDP	-8.57	7.82	-1.10	0.28
Partner country GDP per capita	-3.98	1.30	-3.06**	0.00
Korea GDP	9.98	8.67	1.15	0.25
Korea GDP per capita	5.04	1.35	3.72**	0.00
Korea exchange rate	0.207	0.781	0.27	0.79
Partner country exchange rate	0.657	0.387	1.74	0.08
International oil prices	-0.112	0.111	-0.02	0.98
Flight distance	-32.08	13.61	-2.36*	0.02
Partner country population	-29.69	24.18	-1.23	0.22
Partner country area	-2.90	3.23	-0.90	0.36
Number of airports in partner country	22.7	9.65	2.35**	0.01

Note: Significance levels are indicated as * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

가 수입량에 유의미한 영향을 미치지 않음을 시사한다.

아) 운항거리: 계수가 -32.08이고 t 값이 -2.36이며, p 값이 0.02로 유의미하다($p < 0.05$). 이는 운항거리가 길어질수록 한국의 수입량이 감소함을 의미한다. 이는 운송 비용 증가와 운송 시간의 증가로 인한 것이다.

자) 상대국 인구: 계수가 -29.69이고 t 값이 -1.23이며, p 값이 0.22로 유의미하지 않다. 이는 상대국의 인구가 한국의 수입량에 유의미한 영향을 미치지 않음을 나타낸다.

차) 상대국 면적: 계수가 -2.90이고 t 값이 -0.90이며, p 값이 0.36으로 유의미하지 않다. 이는 상대국의 지리적 면적이 수입량에 유의미한 영향을 미치지 않음을 나타낸다.

카) 상대국 공항수: 계수가 22.7이고 t 값이 2.35이며, p 값이 0.01로 유의미하다($p < 0.05$). 이는 상대국의 공항수가 많을수록 한국의 수입량이 증가함을 시사한다. 이는 교통 인프라가 무역을 촉진하기 때문일 수 있다.

4.1.2.3 정리 및 논의

본 연구 결과는 한국의 수입량에 영향을 미치는 여러 주요 요인을 강조한다. 상대국의 1인당 GDP가 높을수록 수입량이 감소하는 반면, 한국의 1인당 GDP와 상대국의 공항 수가 높을수록 수입량이 증가한다. 그리고 운항거리는 수입량을 감소시키는 중요한 요인으로 작용한다. 한국의 GDP, 상대국 환율, 상대국 인구, 상대국 면적, 국제유가 등은 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 본 연구는 한국의 수입량에 영향을 미치는 요인에 대한 중요한 통찰을 제공한다. 상대국의 경제 상황, 국내 경제 역학, 운송 인프라 등이 수입 성과를 결정하는 데 중요한 요소 역할을 하고 있음을 확인하였다. 향후 연구에서는 이러한 관계의 근본적인 메커니즘과 정책적 시사점을 깊이 탐구함으로써, 국내의 무역 전략을 한층 강화하는 데 기여할 수 있을 것이다.

V. 결론 및 연구의 한계

본 연구는 한국의 항공화물 수출량/수입량에 영향을 미치는 거시 경제적 요인들을 체계적으로 분석하여, 인천국제공항을 중심으로 한 한국 항공화물 운송의 동향과 관계를 규명하고자 하였다. 연구 결과, 여러 거시경제 지표들이 한국의 항공화물 수출과 수입에 미치는

다양한 영향을 확인하였다.

먼저, 상대국의 경제 수준이 한국의 항공화물 수출에 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다. 상대국의 1인당 GDP가 높을수록 항공화물 수출량이 증가하는 경향이 있었다($p < 0.01$). 이는 부유한 국가의 소비자들이 더 많은 고가의 한국 제품을 구매할 수 있는 경제적 여건이 갖추어져 있기 때문일 것이다. 또한, 상대국의 인구가 많을수록 항공화물 수출량이 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.01$). 이는 인구가 많은 국가에서 더 큰 수요가 발생하기 때문으로 보인다.

반면, 한국의 경제 지표가 수출에 미치는 영향은 다소 복잡하였다. 한국의 1인당 GDP가 증가할수록 항공화물 수출량은 감소하는 경향이 있었다($p < 0.01$). 이는 국내 소비가 증가함에 따라 수출보다는 내수 시장에 더 많은 상품이 공급될 수 있음을 시사한다. 국제유가의 상승 역시 항공화물 수출량을 감소시키는 중요한 요인으로 작용하였다($p < 0.05$). 이는 국제유가 상승으로 인해 생산 및 운송 비용이 증가하기 때문일 수 있다.

항공 수입량 측면에서는 상대국의 경제 상황이 중요한 영향을 미쳤다. 상대국의 1인당 GDP가 높을수록 한국의 수입량이 감소하는 경향이 있었다($p < 0.01$). 이는 상대국의 경제 성장으로 인해 해당 국가의 제품 가격이 상승하거나 수입품의 경쟁력이 약화될 수 있음을 시사한다. 반면, 한국의 1인당 소득이 증가할수록 수입량이 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.01$). 이는 한국 소비자의 구매력이 증가함에 따라 수입품에 대한 수요가 증가하기 때문일 수 있다. 또한, 운항거리가 길어질수록 수입량이 감소하는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 이는 운송 비용과 시간이 증가함에 따라 수입이 감소하는 결과로 해석된다.

한편, 상대국의 공항 수는 한국의 수출과 수입 모두에 긍정적인 영향을 미쳤다($p < 0.01$). 상대국의 공항 수가 많을수록 항공화물 수출량과 수입량이 증가하는 경향을 보였다. 이는 잘 갖추어진 교통 인프라가 무역을 촉진하기 때문으로 보인다. 상대국의 지리적 면적이 클수록 항공화물 수출량이 감소하는 경향이 있었는데($p < 0.01$), 이는 대규모 국가에서의 분배 및 시장 침투의 어려움을 반영하는 결과로 해석될 수 있다.

종합적으로, 본 연구는 한국의 항공화물 수출입에 영향을 미치는 거시 경제적 요인들을 다각도로 분석하여 중요한 정책적 시사점을 제공하였다. 상대국의 경제 상황, 국내 경제 역학, 글로벌 에너지 가격, 운송 인프라 등이 수출입 성과를 결정하는 데 중요한 역할을 하고

있음을 확인하였다. 따라서 정책 입안자와 항공 산업 관계자들은 상대국의 경제 발전 수준과 인구를 고려한 맞춤형 무역 전략을 수립하고, 국내 소비와 수출의 균형을 유지하며, 환율 변동과 국제유가 상승에 대비한 위험 관리와 에너지 효율성 제고 전략을 마련할 필요가 있다. 또한, 상대국의 공항 인프라를 고려한 효율적인 물류 네트워크를 구축함으로써 무역 비용을 절감하고 효율성을 높일 수 있다. 향후 연구에서는 이러한 관계의 기저 메커니즘을 더욱 탐구하고, 정책적 함의를 구체화하여 한국의 무역 전략을 강화할 수 있는 방안을 모색하는 것이 필요하다. 이를 통해 한국의 항공화물 수출입의 효율성을 제고하고, 지속 가능한 경제 성장을 도모할 수 있을 것이다. 그러나 본 연구는 몇 가지 한계를 가지고 있다. 첫째, 2003년부터 2023년까지의 데이터를 사용했으나, 최근 코로나19 팬데믹의 영향을 충분히 반영하지 못했다. 둘째, 정치적 안정성이나 무역 정책 변화와 같은 추가 변수들이 포함되지 않아 분석의 포괄성이 부족하다. 셋째, 인천국제공항에 초점을 맞춰 분석했기 때문에 다른 국내 주요 공항의 데이터를 포함하지 않아 결과의 일반화에 한계가 있다. 넷째, 중력모형과 다중 회귀 분석이 비선형적 관계나 변수 간의 상호작용 효과를 충분히 반영하지 못했다. 마지막으로, 연구 기간 중 발생한 FTA 체결 등의 정책 변화가 항공화물 수출입에 미친 독립적인 영향을 평가하지 못했다. 앞으로 이런 점을 개선하여 지속적인 연구가 요구된다.

감사의 글

2024년 국립한국교통대학교 산학협력단 지원을 받아 수행하였음.

References

1. Ham, S. C., "An analysis of world trade patterns by the gravity model", *The Korean Economic Review*, 43(4), 1996, pp.4151-4181.
2. Ishutkina, M., and Hansman, R. J., "Analysis of interaction between air transportation and economic activity", 2008.
3. Lee, S. O., "A study on analysis of trade pattern of Korea by gravity model", *The Journal of Korea Research Society for Customs*, 12(4), 2011, pp.417-432.
4. Tse, Y. C., "Estimating the impact of economic factors on tourism: Evidence from Hong Kong", *Tourism Economics*, 7(3), 2001, pp.277-293.
5. Chi, J., and Baek, J., "Dynamic relationship between air transport demand and economic growth in the United States: A new look", 2013.
6. Chaney, "The gravity equation in international trade: An explanation", 2013.
7. Lim, et al., "Airline capacity & its impacts on in-bound tourist flow - Focusing on Korean air transport market", *Aviation Management Society of Korea*, 12(5), 2014, pp.3-17.
8. Nam, S. W., "A study on the trade patterns and trade risk of China using the gravity models", *Korea Risk Management Society*, 27(2), 2016, pp.1-27.
9. Lee, T., and Hong, H. W., "Assessing aviation's induced demand using gravity model", *The Korean Association of Shipping and Logistics, Inc.*, 33(3), 2017, pp.577-597.
10. Lim, et al., "A study on factors affecting Korea's air freight trade field", *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, 28(4), 2020, pp.117-124.
11. Park, et al., "Comparison of the characteristics of air trade import and export between countries with FTA and non-FTA Intries", *J. Korean Soc. Aviat. Aeronaut.*, 29(4), 2021, pp.153-159.
12. Kim, S., and Shin, T. J., "Study on the relationship between economic change and air passenger demand: Focus on Incheon International Airport", *J. Korean Soc. Aviat. Aeronaut.*, 27(4), 2021, pp.52-64.
13. Lim, J. H., "Analysis of import and export patterns between Korea and major air trade countries", *Aviation Management Society of Korea*, 17(6), 2019, pp.75-90.
14. Lim, et al., "Analysis of factors affecting air transport trade between Korea and ASEAN countries", *J. Korean Soc. Aviat. Aeronaut.*,

- 27(4), 2019, pp.44-51.
15. Kang, J. S., and Kim, C., "An empirical analysis of the open skies impact on international transport", *Aviation Management Society of Korea*, 17(5), 2019, pp.81-98.
 16. Ahn, S. B., and Son, J. C., "Analysis of major commodities of air cargo at Incheon International Airport: Focused on gravity model", *Korean Society of Logistics*, 29(5), 2021, pp.1-18.
 17. Park, et al., "Analysis on the relationship of maritime trade, economic integration and FTA using gravity model: Case of container traffic volumes", *The Korean Association of Shipping and Logistics, Inc.*, 79, 2013, pp.765-782.