

중력 모형을 이용한 국제항공 네트워크와 GaWC 세계도시 분류 체계 간 연관성 탐색*

박용하**

Exploring the Relationship between International Air Transport Network and GaWC World City Classification System using Gravity Model*

Yongha Park**

요약 : 본 연구에서는 전 세계 주요 도시 간 국제항공 공급 양상과 GaWC(Global and World Cities Research Network)의 세계도시 분류 체계 간 연관성 탐색을 통해 국제항공 네트워크를 기반으로 구현된 세계도시 네트워크의 주요 특징들을 살펴보았다. 이를 위해 먼저 2010~2018년 두 초국가적 도시 네트워크 사례를 구성하는 주요 도시들의 분포 추이를 분석하였다. 또한 중력 모형을 이용하여 도시 간 국제항공 공급 양상에 인구, 1인당 GDP, 거리 요인과 함께 GaWC 세계도시 분류로부터 도출된 비즈니스 연결성과 도시 터미가 미친 영향을 파악하였다. 분석 결과는 다음과 같다. 첫째, 국제항공 네트워크를 구성하는 주요 도시들은 GaWC 도시 그룹에 비해 서유럽 분포 편중이 높게 나타났으며, 최상위 도시 그룹 내 중동-아시아 지역의 국제항공 거점 도시들과 기존 서유럽-북미의 중심 도시들 간 공급 규모 측면에서의 역전 현상이 나타나고 있었다. 둘째, 비즈니스 연결성은 인구, 1인당 GDP에 비해 국제항공 공급 양상에 미치는 영향이 컸으며, 시간에 따라 그 우위가 더욱 강해지고 있음을 확인하였다. 마지막으로 GaWC 주요 도시들의 국제항공시장 내 공급 순위와 GaWC 도시 계층 간에는 차이가 존재하였으며, 항공시장의 다극화 추세에 따라 소수의 최상위 도시들이 지녔던 공급 우위가 시간에 따라 점차 약화되고 있음을 발견하였다. 본 연구는 국제항공과 GaWC를 통해 구현된 세계도시 네트워크 사례 간 비교분석을 통해 세계도시 네트워크의 다각성과 역동성을 고찰하였다는 점에서 의의가 있다.

주요어 : 세계도시체계, 도시 위계, 국제항공 네트워크, GaWC 세계도시 분류 체계, 중력모형

Abstract : The main purpose of this study is to characterize the world city network (WCN) through exploring the relationship between international air transport networks (IATN) and GaWC (Global and World Cities Research Network) world city classification. We explore spatio-temporal distributions of major cities constituting those trans-national city networks from 2010 to 2018, in order to find distinctive characteristics of WCN represented by IATN. Then, we employ the gravity model, adapted for air transport, to examine factors influencing city-pair interactions through IATN, including not only city population, GDP per capita, distance but also business connectivity and city dummies derived from the GaWC world city groups. The main finding

*이 논문은 2021년 한국교통연구원 기본과제(21-21-012)인 “포스트 코로나 시대 항공 네트워크 변화와 대응 전략”의 지원을 받아 수행된 연구임.

**한국교통연구원 항공교통연구본부 부연구위원(Associate Research Fellow, Department of Aviation Research, The Korea Transport Institute, ypark@koti.re.kr)

are as follows. First, major cities in IATN are more highly concentrated on Western Europe than the GaWC cities caused by varying aviation market structures across regions. Within the first-tier city group in IATN, there is also a hierarchy shift between cities in developed- and emerging-regions. Second, business connectivity has a greater impact on international interaction patterns than population and GDP per capita, and its impact has been even stronger over time. Lastly, we observe the weakening dominant position of top-tier cities, in terms of international market supply. Also there are differences in city hierarchy system between IATN and GaWC, partly affected by the multipolarization trend in the global aviation market. This study confirms the dynamics and diversity of the world city network through the comparative analysis between the two empirical transnational city network cases.

Key Words : World city system, Urban hierarchy, International air transport network, GaWC world city classification system, Gravity model

I. 연구배경 및 목적

세계도시 네트워크는 글로벌 경제 시스템의 발달에 따라 정치·사회·경제적 교류의 결절점인 도시들로 구성된 초국가적 연결 체계를 가리킨다(Friedmann, 1986; Taylor, 1997). 세계도시 네트워크에 대한 주요 연구 주제 중 하나는 도시 간 불균등한 관계성에 의해 형성된 계층 구조를 유·무형의 도시 네트워크 사례들을 통해 재현하고 평가하는 것이다(Beaverstock *et al.*, 1999; 이호상, 2003; 남영우·이호상, 2004; Mahutga *et al.*, 2010; Taylor and Derudder, 2016). 이는 글로벌 스케일에서 도시 간 관계 또는 상호작용 양상을 드러내는 대리 변수(proxy variable)를 통해 세계도시 네트워크의 구조적 특성에 대한 경험적 이해의 폭을 넓히기 위해서이다(Keeling, 1995; Taylor, 1997). 예를 들어 GaWC(Global and World Cities Research Network)는 글로벌 고차생산자서비스 기업들의 오피스 분포를 기반으로 세계도시체계의 위계 특성을 파악하였다(Taylor and Derudder, 2016). 그 외에도 항공(여객·물류), 통신, NGOs, 글로벌 물류 체인 등 초국가적 기업·기관·교통 시스템을 기반으로 세계도시 네트워크에 대한 실증 분석이 다수 이루어져 왔다(Smith and Timberlake, 2001; Taylor, 2004; Derudder and Witlox, 2005; Matsumoto, 2007; Brown *et al.*, 2010; Matsumoto and Domae, 2018).

특히 국제항공 네트워크는 세계도시 네트워크의 구조를 실증적으로 파악하기 위한 초국가적 네트워크 사례로서 유용하다(Matsumoto, 2007; Neal, 2010). 이는 글로벌 경제 시스템이 고도화됨에 따라 국가 간 인적·물적 교류의 핵심 수단인 항공교통의 중요성이 지속적으로

증대되어 왔으며, 공항 간 여객·화물의 불균등한 이동 패턴이 각 공항의 배후도시 간 관계 구조를 반영하고 있기 때문이다. 또한 항공 네트워크는 대리 변수를 통한 세계도시 네트워크 재현에 있어 발생 가능한 선택 편향성(selection bias)의 한계가 지속적으로 완화되어 왔다는 점도 고려되어야 한다. 신흥 국가들의 산업 발달에 따른 글로벌 경제 시스템의 공간적 확장이 기존 선진국들을 중심으로 발달해 온 항공교통 수단의 전 세계적 보편화 그리고 항공시장의 다극화 경향과 연동하여 나타나고 있기 때문이다(박용하·손정웅, 2020; Chang *et al.*, 2020). 예를 들어, 중국, 인도, 베트남 등 신흥경제국들이 다수 포진한 아시아·태평양 항공시장은 2009~2019년 사이 연평균 약 7.7%라는 높은 성장률(CAGR, Compound Annual Growth Rate)¹⁾을 기록하며 서유럽(3.4%)과 북미(2.1%)에 비해 매우 빠른 속도로 성장하였다.²⁾

지역 또는 국가의 경제적 발달과 항공 네트워크를 통한 흐름(flow)의 양상 간에는 복잡한 상호작용이 존재한다(Matsumoto, 2004; Derudder and Witlox, 2005; Matsumoto, 2007). 항공 교통량과 경제성장 사이의 연관성을 다룬 다수의 연구들은 공통적으로 이 두 요인 사이에 정적인 상관관계가 존재하고 있음을 확인하였다(Goetz, 1992; Brueckner, 2003; Yao and Yang, 2008; Fernandes and Pacheco, 2010). 하지만 항공 네트워크를 통한 상호작용은 신공항 건설, 항공사 노선 전략, 펜데믹 등 항공시장을 둘러싼 다양한 내·외부 요인들에 의해 직·간접적인 영향을 받기 때문에 다른 네트워크 사례들과 구분되는 차별적인 패턴들이 나타난다(박용하, 2020). 예를 들어, 미국 델타 항공의 주 허브인 애틀란타 공항(ATL)은 지난 10년간 항공 공급측 기준 전 세계에서 가장 큰 규

모를 기록한 공항이지만, 정작 아틀란타 도시 자체는 GaWC의 세계도시 분류 체계 상 2010년 Alpha-에서 2018년에는 Beta+로 그 위계가 하락하였다. 이는 한편 대리 변수에 따라, 그리고 시간에 따라 재현된 세계도시 네트워크 간에는 차이점들이 존재할 수 있다는 것을 시사하기도 한다.

따라서 본 연구는 국제항공 네트워크를 통해 관찰되는 도시 간 상호작용 양상과 GaWC의 세계도시 분류 체계 간 연관성 분석을 통해 항공 네트워크를 기반으로 구현된 세계도시 네트워크의 특징들을 파악하는 것을 주요 목적으로 설정하였다. 이를 위해 먼저 2010~2018년 GaWC Alpha++~Gamma- 도시 그룹과 국제 항공편 공급 석 기준 상위 도시 그룹 간 지리적 분포 추이를 비교분석하였다. 나아가 중력 모형(Gravity model)을 이용하여 국제항공 네트워크를 통한 도시 간 불균등한 상호작용(양방향 국제 항공편 공급석 규모) 양상과 GaWC 세계도시 분류 체계 간 연관성을 살펴보았다. 중력 모형은 거리, 도시권 인구, 1인당 GDP와 더불어 GaWC 도시 분류 체계를 기반으로 도출된 비즈니스 연결성과 도시 더미(dummy)로 구성되었으며, 모형의 계수 추정을 통해 항공 네트워크를 통한 상호작용 양상에 미치는 각 변수의 영향을 살폈다. 도시 더미는 2018년 55개 GaWC Alpha++, Alpha+, Alpha, Alpha- 도시들을 대상으로 하였으며, 더미들의 계수 분포 분석을 통해 모형의 사회·경제·지리적 변수들로 설명되지 않는 GaWC 주요 도시들의 국제항공 공급 측면에서의 우위 경향성을 파악하였다.

II. 문헌 연구

세계도시체계 연구에서는 인구, 재화, 서비스의 국가 간 이동이 확대됨에 따라 국가 단위의 분절된 공간이 아닌 초국가적 스케일에서의 도시 간 관계 구조를 기반으로 개별 도시(또는 도시를 구성하는 요소)의 역할과 영향력을 파악하는데 초점을 둔다(Friedmann, 1986; Sassen, 1991; 남영우·이호상, 2004; 최재현·강승호, 2011). 특히 80~90년대 초에는 최상위 위계에 위치한 소수의 세계도시들(world cities 또는 global cities)이 다국적·초국적 기업, 고차생산자서비스 기업 등 다양한 경제 활동 채널들을 통해 나머지 도시들의 컨트롤 타워(command

and control center) 역할을 담당하고 있다는 점에 주목하였다(Taylor, 2001; Csomós, 2017). Castells(1996)은 '네트워크 사회(network society)'로 진입함에 따라 도시 간 자본과 권력의 이동 통로로서 '흐름의 공간(space of flows)'인 네트워크를 기반으로 세계도시체계를 고찰할 필요가 있다는 점을 강조하였다.

초국가적 도시 네트워크 사례들을 기반으로 세계도시 네트워크의 구조와 위계에 대한 경험적 분석 연구들이 다수 이루어져 왔다. GaWC는 연결 네트워크 모형(interlocking network model)을 이용하여 175개 글로벌 고차 생산자서비스 기업(회계, 광고, 은행 및 금융, 보험, 법률, 경영컨설팅 등)의 오피스 네트워크를 기반으로 전 세계 주요 도시들을 12개(Alpha++~gamma-, high sufficient, sufficient) 그룹으로 구분하여 정기적으로 발표하고 있다(Taylor, 2001; Taylor and Derudder, 2016). Smith and Timberlake(2001)는 1977~1997년 국제항공여객 데이터를 기반으로 네트워크 고유값(eigenvalue) 측도를 이용한 시계열 분석을 통해 전 세계 주요 도시 간 위계 구조의 고착화 및 다극화 경향을 확인하였다. Liu *et al.*(2013)은 GaWC의 세계도시 분류 체계와 항공 네트워크 연결성 간 연관성 분석을 통해 도시의 항공 연결성과 고차생산자서비스 기업 오피스 집적 사이에는 정적인 상관관계가 존재하고 있음을 확인하였다. 이는 초국가적 네트워크 사례 간 구조적 유사성의 존재를 실증적으로 드러내는 것이기도 하다.

국제항공 네트워크를 통한 도시 간 이동 양상은 국가 또는 지역의 경제 발달과 긴밀한 연관성을 보인다. 미국(Goetz, 1992; Brueckner, 2003), 동남아(Bowen, 2000), 중국(Yao and Yang, 2008), 브라질(Fernandes and Pacheco, 2010) 등 다양한 지역항공시장을 대상으로 항공 교통량과 경제 성장 간 연관성을 탐색한 연구들은 공통적으로 두 변수 간 정적인 상관관계가 존재하고 있다는 점을 강조하고 있다. 예를 들어, Brueckner(2003)은 지역 공항을 이용하는 항공여객 규모가 10% 증가할 경우 지역의 서비스 부문 고용률이 1% 증가한다고 밝혔다. 하지만 Mikkala and Tervo(2013)는 유럽 13개 국가의 86개 지역을 대상으로 1991~2010년 사이 지역의 경제 발달과 항공 교통량 간 인과 관계(Causality) 분석을 통해 비록 지역 경제의 발달이 항공교통 수단을 선호하는 인구의 증가를 추동하는 직접적인 요인으로 작용하고 있지만, 경제 성장과 항공 교통량의 증가 간 인과 관계는 경제

발달 수준이 높은 중심 지역이 아닌 주변 지역에서 명확하게 나타나고 있다는 점을 강조하였다. 즉, 지역 간 경제 발달 수준에 따라 경제 성장이 항공 교통량에 미치는 영향력에는 차이가 존재한다는 것이다.

항공 정책, 공항 인프라 개발·운영, 항공사 노선 전략 등 항공교통 고유의 요인들 또한 항공 네트워크를 통한 상호작용 양상에 영향을 미친다. 전 세계 주요 FSCs(Full Service Carriers)는 허브-앤-스포크(hub-and-spoke) 네트워크 전략을 활용함에 따라 거대 항공사들의 거점공항 선정 및 활용 방식은 공항의 이용객 규모에 직접적인 영향을 미친다. LCCs(Low Cost Carriers)의 시장 확대, A350, B787 등 항공기 제작사들의 중형 장거리 항공기 개발은 차상위 도시 간 허브를 우회하지 않는 직항 연결을 촉진시키기도 한다(O'Connor and Fuellhart, 2015). 또한 인천(2001), 광주(2004), 방콕 수완나폼(2006) 등 신흥지역들을 중심으로 대형 신공항의 건설 및 기존 공항의 대규모 용량 확대가 활발히 이루어지고 있다(Matsumoto *et al.*, 2016). 이러한 항공교통 부문의 역동적 변화는 국제항공시장 내 허브 도시 간 위계 변동에도 직접적인 영향을 미칠 가능성이 높다.

중력 모형(gravity model)은 항공 네트워크를 통한 도시 또는 공항 간 불균등한 상호작용에 영향을 미치는 주요 요인들을 탐색하는 데 유용한 공간계량경제학적 분석 모형이다. 국가 또는 지역의 사회·경제적 특성과 더불어 공항 연결성, 연결 수단(mode of transport) 또는 사업모델 간 경쟁, 항공 자유화 등 다양한 시장 여건의 변화가 항공 여객·화물 이동 패턴에 미치는 영향을 중력 모형의 틀을 기반으로 파악하는 연구들이 다수 존재한다(Matsumoto, 2004; 2007; Matsumoto *et al.*, 2016; Zhang and Zhang, 2016; Gong *et al.*, 2018; Chow and Tsui, 2019; Oum *et al.*, 2019). 특히 본 연구에서 주목한 Matsumoto *et al.*(2016)은 Matsumoto(2004; 2007)의 중력 모형³⁾에 GaWC의 세계도시 분류 체계를 기반으로 정의한 비즈니스 연결성을 독립 변수로 추가하여 2000~2012년 동아시아의 17개 주요 도시 간 국제항공 여객이동 패턴에 영향을 미치는 요인들의 시계열적 변화 추이를 분석하였다. 그 결과 비즈니스 연결성이 기존 모형의 변수들보다 동아시아 지역 항공이동 패턴에 강한 영향력을 미치고 있다는 것을 발견하였으며, 동아시아 지역 항공교통 흐름에 있어 차상위 도시들의 영향력이 증가해 왔음을 확인하였다.

선행연구 검토 결과 국제항공 네트워크는 세계도시 네트워크의 구조와 위계를 이해하기 위한 주요 경험적 사례로서 유용하게 활용되어 왔다. 이는 글로벌 고차생산자서비스 기업 네트워크의 연결성을 기반으로 세계도시 네트워크를 파악한 GaWC와 마찬가지로, 항공 노선을 통한 흐름 양상이 노선을 통해 연결된 양 도시 또는 국가 간 관계성을 반영하고 있기 때문이다. 하지만 배후도시 또는 국가의 경제·사회·지리적 여건뿐만 아니라 항공사 노선 전략 등 항공교통 특수적 요인들의 영향이 혼재됨에 따라 항공 네트워크를 통한 상호작용 양상에는 다른 초국가적 네트워크 사례들과 구분되는 차별점들이 존재하고 있다. 나아가 항공시장이 빠르게 성장함에 따라 국제항공 네트워크를 통한 상호작용 양상과 이에 영향을 미치는 요인 간 관계는 고정된 것이 아니라 변화할 가능성이 높다. 따라서 국제항공 네트워크를 기반으로 재현된 세계도시 네트워크에 대한 경험적 이해의 폭을 넓히기 위해서는 다른 네트워크 사례와의 비교 분석을 통해 공통점과 차이점을 파악하는 것이 중요하다. 또한 항공시장의 역동성을 고려하여 항공 네트워크를 통한 상호작용 양상과 관련 요인들의 영향이 시간에 따라 어떻게 변화하는지도 살펴볼 필요가 있다.

이에 따라 본 연구에서는 국제항공 네트워크를 통한 도시 간 상호작용 양상과 GaWC의 글로벌 고차생산자서비스 기업 네트워크로부터 도출된 세계도시 분류 체계 간 연관성 분석을 통해 국제항공교통을 기반으로 재현된 세계도시 네트워크의 주요 특징들을 탐색하고자 하였다. 두 네트워크 사례 간 연관성을 실증적으로 탐색하기 위해 Matsumoto *et al.*(2016)의 모형을 기반으로 2010~2018년 GaWC 10개 그룹(Alpha++~Gamma-)에 포함된 177~211개 도시 간 양방향 국제항공 공급 양상을 설명하는 중력 모형을 구축하였다. 모형의 독립 변수로는 도시권 인구, 1인당 GDP, 비즈니스 연결성, 거리, 그리고 55개 GaWC Alpha++~Alpha- 도시 더미가 사용되었으며, 추정된 독립 변수 계수들의 시계열 변화 추이도 함께 살펴보았다. 특히 도시 더미는 모형에 포함된 사회·경제·지리적 요인들로 설명되지 않는 개별 도시의 차별적인 국제선 공급 우위 수준을 나타낸다는 점에 주목하여, 더미 계수들의 횡단면 분포와 시계열 변화 탐색에 초점을 두었다. 본 연구는 국제항공 공급 양상과 GaWC 세계도시 분류 체계 간 횡단면적 분포 비교 및 중력 모형을 이용한 연관성 분석을 통해 항공 네트워크

를 통해 재현된 세계도시 네트워크의 차별적인 특징을 탐색한다는 점에서 기존 연구들과 차별성을 가진다고 하겠다.

III. 연구 방법 및 데이터

1. 연구 방법

본 연구의 주요 목적은 국제항공 네트워크를 통해 나타나는 불균등한 도시 간 상호작용 양상과 GaWC의 세계도시 계층 구조 간 연관성을 분석하는 것이다. 이에 따라 먼저 2010~2018년 사이 GaWC 세계도시 분류 체계와 국제항공 공급식 기반 상위 도시 그룹 간 권역별 분포 추이에 대한 비교분석을 실시하였다. 나아가 중력 모형을 이용하여 사회·경제·지리적 요인과 더불어, GaWC의 세계도시 계층 구조로부터 도출된 비즈니스 연결성과 주요 도시들이 국제항공 공급 양상에 미친 영향을 파악하였다. 중력 모형은 다양한 지리적 스케일에서 항공 교통 흐름(flow) 양상을 기반으로 공간 구조(또는 조직)적 특성을 파악하기 위한 계량 모형으로 자주 활용된다(Grosche *et al.*, 2007; Hwang and Shiao, 2011).

본 연구에서 사용된 중력 모형은 Matsumoto(2004; 2007)로부터 GaWC의 세계도시 분류 체계에 따라 비즈니스 연결성을 독립 변수로 추가한 Matsumoto *et al.* (2016)의 모형을 기반으로 하며, 모형식은 다음과 같다.

$$s_{ij} = k \frac{(p_i p_j)^\alpha (g_i g_j)^\gamma (b_i b_j)^\delta \exp(\lambda_1 c_i) \exp(\lambda_2 c_2) \exp(\lambda_3 c_3) \cdots \exp(\lambda_{55} c_{55})}{d_{ij}^\beta} \quad (1)$$

종속 변수인 s_{ij} 는 도시 i 와 j 사이 양방향 국제항공

공급식 수를 가리킨다. 독립 변수는 중력 모형의 틀을 기반으로 i 와 j 의 인구(p_i, p_j), 1인당 GDP(g_i, g_j), 비즈니스 연결성(b_i, b_j), 거리(d_{ij})를 포함한다. 또한 2018년 GaWC Alpha++~Alpha- 그룹에 포함된 55개 도시를 지수함수 형태의 더미(dummy) 변수($\exp(c_1), \exp(c_2), \dots, \exp(c_{55})$)로 추가하였다. i 또는 j 가 더미 그룹의 도시에 해당될 경우($c_i \in \{c_1, \dots, c_{55}\}$ 또는 $c_j \in \{c_1, \dots, c_{55}\}$) s_{ij} 에 대한 개별 도시의 영향이 더미 계수($\exp(\lambda_i)$ 또는 $\exp(\lambda_j)$)에 반영된다. 이는 항공교통을 통한 도시 간 상호작용 양상에 있어 GaWC의 55개 주요 도시 각각이 더미로 포함되지 않은 Beta+~Gamma- 그룹 도시들에 비해 모형의 인구·경제·지리적 변수들로 설명되지 않는 국제항공 공급 측면에서의 상대적 우위 또는 차별적 영향을 더미 계수 추정을 통해 파악하기 위해서이다. Matsumoto *et al.*(2016)은 도시 더미를 활용하여 해당 도시의 '허브 기능'을 파악할 수 있다고 설명하였다. 하지만 항공교통의 허브(환승) 기능 외에도 관광, 비즈니스 등 국제항공 공급을 유인하는 다양한 요인들의 영향이 복합적으로 더미 계수에 반영되어 있을 가능성이 높음에 따라 본 연구에서는 도시 더미를 각 도시가 지닌 '국제선 시장에서의 상대적 공급 우월성'을 보여주는 지표로 활용하였다.

모형의 계수들은 양변에 로그를 취하여 선형 회귀 모형으로 변환 후 OLS(Ordinary Least Square)를 사용하여 추정하였다(수식 (2) 참조). 또한 모형의 적합성 및 포함된 독립 변수의 영향 변화를 파악하기 위해 독립 변수를 추가하는 방식으로 4개의 모형을 구축하여 최종 모형의 타당성을 평가하였다.

$$\ln(s_{ij}) = \ln a + \beta \ln(d_{ij}) + \alpha \ln(p_i p_j) + \gamma \ln(g_i g_j) + \delta \ln(b_i b_j) + \lambda_1 c_1 + \lambda_2 c_2 + \lambda_3 c_3 \cdots \lambda_{55} c_{55} \quad (2)$$

표 1. 중력 모형의 구성

	모형 1	모형 2	모형 3	모형 4
종속변수	$\ln(s_{ij})$			
독립 변수	$\ln(d_{ij})$	$\ln(d_{ij})$	$\ln(d_{ij})$	$\ln(d_{ij})$
	$\ln(p_i p_j)$	$\ln(p_i p_j)$	$\ln(p_i p_j)$	$\ln(p_i p_j)$
	-	$\ln(g_i g_j)$	$\ln(g_i g_j)$	$\ln(g_i g_j)$
	-	-	$\ln(b_i b_j)$	$\ln(b_i b_j)$
	-	-	-	$c_1, c_2, c_3, \dots, c_{55}$

2. 연구 데이터

본 연구의 시간적 범위는 GaWC의 세계도시 분류 체계가 갱신된 2010, 2012, 2016, 2018년으로 한정하였으며, 공간적 범위는 GaWC 상위 10개 그룹(Alpha++~Gamma-)에 포함된 전 세계 도시들을 대상으로 설정하였다.⁴⁾ 종속 변수는 도시 간 국제항공 공급석 수로, OAG(Official Airline Guide)의 전 세계 항공 스케줄 데이터를 기반으로 연 52편(평균 주 1회) 이상 정기·부정기 국제여객 항공편 스케줄이 존재하는 노선들을 추출하여(국내선 제외) 노선별 연 단위 양방향 총 공급석 규모를 산출하여 이용하였다. OAG는 영국의 항공 컨설팅 기관으로, OAG의 항공편 스케줄 데이터는 전 세계 900여개 항공사들의 항공편 스케줄을 포함하고 있어 다양한 항공 분야 연구에서 널리 활용되고 있다(Park and O’Kelly, 2014; 2016; Dai *et al.*, 2018; 박용하, 2020; Cheung *et al.*, 2020). 복수 공항을 운영하는 일부 도시들의 경우 공항 단위의 노선별 공급석을 도시 단위로 합역하여 사용하였다(예: ICN(인천), KMP(김포) → SEL(서울)).

모형의 설명 변수로는 도시 인구, 1인당 GDP, 비즈니스 연결성, 거리, 그리고 55개 도시 터미를 사용하였다(표 2 참고). 도시 인구는 UN이 제공하는 인구 30만 명 이상 도시권(Urban Agglomeration)별 인구 자료(2010, 2015, 2020년)를 기반으로 선형 보간법(linear interpolation)을 사용하여 2012, 2016, 2018년 인구를 추정하여 사용하였다(2010년은 원자료 사용).⁵⁾ 1인당 GDP는 World

Bank의 2010, 2012, 2016, 2018년 자료를 기반으로 GDP 디플레이터(Deflator)를 이용하여 2010년 USD 가치를 기준으로 보정하여 사용하였다.⁶⁾ 비즈니스 연결성은 GaWC의 세계도시 분류 체계를 기반으로 산출하였다. 앞서 설명하였듯이, GaWC는 전 세계 175개 고차생산 자서비스 기업의 오피스 네트워크를 기반으로 도시 그룹을 구분함에 따라, Alpha++에서 Gamma- 그룹으로 단계가 낮아질수록 오피스 집중도는 감소한다. 이에 따라 Matsumoto *et al.*(2016)의 적용 방식을 토대로 10개 도시 그룹(Alpha++~ Gamma-)을 대상으로 그룹 위계가 낮아짐에 따라 가중치를 10~1로 차등 부여하여 도시의 비즈니스 연결성으로 정의하였다(표 3 참고). 마지막으로 도시 간 거리는 공항 위치를 기반으로 대권 거리(Great Circle Distance, km)를 산출하여 사용하였다. 복수 공항이 위치한 도시의 경우 각 공항의 노선별 항공편 공급 규모를 기반으로 가중 평균 대권 거리를 사용하였다. 본 연구에서는 지리적 거리를 통해 표현된 공간 조직(spatial organization) 특성이 항공 공급량을 통해 재현된 도시 간 상호 작용에 미친 영향에 초점을 두고 있음을 밝힌다. 다만 최근에는 실시간 항공기 운항 좌표 데이터(예: Flightradar 등)를 활용한 항공기 운항 궤적 및 이동 비용(거리, 시간 등) 추정 연구(Dobruszkes and Peeters, 2019)가 이루어지고 있음에 따라 향후에는 도시 간 상호작용에 있어 항공교통 측면에서의 실질적 이동 비용과 지리적 거리 간 차별적 영향에 대한 분석 연구가 이루어질 필요가 있다.

표 2. 모형에 사용된 변수 개요

구분	변수	변수 설명	출처
종속 변수	s_{ij}	도시 간 항공편 공급석 규모(석)	OAG
설명 변수	p_i, p_j	도시권 인구(명)	UN / 말레이시아 통계국
	g_i, g_j	1인당 GDP(2010년 USD 기준)	World Bank / IMF
	b_i, b_j	GaWC 10개 도시 그룹(Alpha++~Gamma-)에 따라 10~1 값 차등 부여	GaWC
	d_{ij}	도시 i 와 j 간 공항 기반 가중 대권 거리 (Great Circle Distance, km)	-
	$c_1 \dots c_{55}$	55개 도시 터미 (2018년 GaWC Alpha++~Alpha- 도시)	GaWC

표 3. 2010, 2012, 2016, 2018년 GaWC Alpha++~Gamma- 도시 그룹 분포

그룹	가중치	2010	2012	2016	2018
Alpha++	10	2	2	2	2*
Alpha+	9	8	8	7	8*
Alpha	8	18	13	19	23*
Alpha-	7	19	22	21	22*
Beta+	6	16	24	24	20
Beta	5	19	18	18	26
Beta-	4	28	35	38	33
Gamma+	3	23	19	24	19
Gamma	2	18	18	25	36
Gamma-	1	26	20	30	22
총 계		177	179	208	211

* 2018년 55개 도시(Alpha++~Alpha- 그룹)는 중력 모형에 더미 변수의 형태로 포함됨.

IV. 분석 결과

1. GaWC와 국제항공 공급석 기반 세계도시 체계 비교

표 4는 2018년 GaWC Alpha++~Gamma- 그룹에 포함된 211개 도시, 그리고 동일한 개수의 국제항공 공급석 기준 상위 도시 그룹의 전 세계 권역별 분포를 2010년 분포(177개 도시)와 함께 제시하고 있다.⁷⁾ 2018년 GaWC 도시 그룹의 권역별 분포를 살펴보면 유럽 63개(29.86%), 아시아·태평양 60개(28.44%), 북아메리카 34개(16.11%) 등 순으로 비중이 높게 나타났다. 아시아·태평양 지역은 2010년 대비 비중이 약 8% 증가한 반면, 북미와 유럽은 각각 6%와 3% 감소하였다. 한편 2018년 국제항공 공

급석 상위 도시들은 유럽 84개(39.81%), 아시아·태평양 55개(26.07%), 북아메리카 23개(10.9%) 등 순으로 분포하였으며, 2010년 대비 세 권역의 비중은 1% 미만의 소폭 증감만이 나타났다. 또한 상위 도시들은 GaWC 도시 그룹에 비해 상대적으로 유럽, 특히 서유럽 지역에 대한 집중도가 높았다(2018(2010) 국제항공 공급석 기준 서유럽: 67(55)개, 동유럽 17(16)개/ GaWC 도시 그룹 서유럽: 42(43)개, 동유럽: 21(15)개). 반면 유럽, 중동을 제외한 나머지 권역에서의 분포 비중은 GaWC보다 낮았으며, 특히 북아메리카 지역은 그 격차가 가장 컸다. 이는 서유럽과 중동 각각 역내 국가 간 그리고 대륙 간 조밀한 국제노선 네트워크가 발달함에 따라 국제선 기능을 보유한 도시들이 다수 존재하기 때문이다. 그러나 북미는 국내선 시장이 다수의 지역 공항들을 기반으로 운영되

표 4. 2010, 2018년 GaWC와 항공편 공급석 기준 세계도시 분포

권역	GaWC(Alpha++~Gamma-)		국제 항공편 공급석 기준	
	도시 수 (2010년 도시 수)	비중 % (2010년 비중)	도시 수 (2010년 도시 수)	비중 % (2010년 비중)
아프리카	17(10)	8.06(5.65)	14(10)	6.64(5.65)
아시아·태평양	60(36)	28.44(20,34)	55(46)	26.07(25.99)
유럽	63(58)	29.86(32.77)	84(71)	39.81(40.11)
라틴 아메리카	26(23)	12.32(12.99)	19(14)	9.00(7.91)
중동	11(11)	5.21(6.21)	16(16)	7.58(9.04)
북아메리카	34(39)	16.11(22.03)	23(20)	10.90(11.30)
총 계	211(177)	100(100)	211(177)	100(100)

표 5. GaWC Alpha++와 Alpha+ 그룹에 포함된 도시 현황

GaWC 그룹 (변동 연도, 이전 그룹)	도시	국제항공편 공급석 순위 (2010 순위)	항공 공급석백만 명 ('10-'18 증가율, %)
Alpha++(-)	LON	1(1)	195(23)
Alpha++(-)	NYC	11(8)	67(22)
Alpha+(-)	DXB	2(5)	121(81)
Alpha+(-)	PAR	3(2)	113(19)
Alpha+(-)	HKG	4(4)	94(36)
Alpha+(-)	SIN	5(6)	89(40)
Alpha+(-)	TYO	12(11)	65(35)
Alpha+(-)	SHA	17(22)	51(82)
Alpha+(2012, Alpha)	BJS	27(30)	37(54)
Alpha+(-)	SYD	41(33)	24(20)

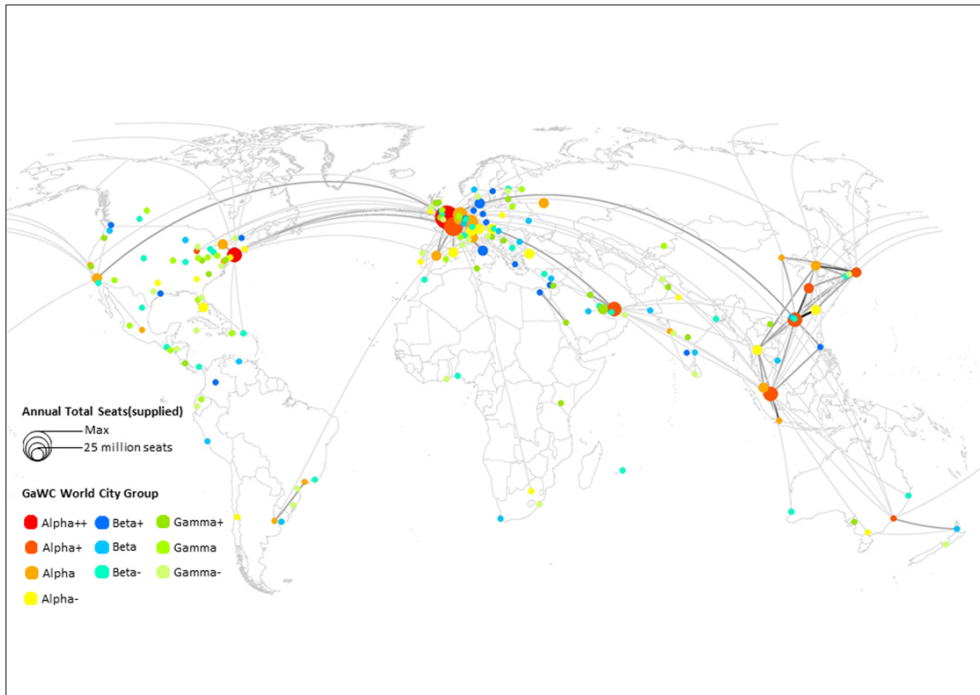
* LON(런던), DXB(두바이), PAR(파리), HKG(홍콩), BKK(방콕), SEL(서울), AMS(암스테르담), FRA(프랑크푸르트), IST(이스탄불), NYC(뉴욕), BJS(베이징), SHA(상하이), SYD(시드니), TYO(도쿄).

는 것과 대조적으로, 국제선 시장은 NYC(뉴욕), LAX(로스앤젤레스), MIA(마이애미) 등 소수의 관문 도시(gateway city)들을 중심으로 운영됨에 따라 국제선 기능이 발달한 도시 비중이 상대적으로 낮게 나타났다. 즉, 국제항공 네트워크를 구성하는 주요 도시 그룹은 국가 또는 권역 간 국제선 시장의 구조적 차이로 인해 GaWC 도시 그룹에 비해 특정 권역에 대한 편중도가 높다고 볼 수 있다.⁸⁾

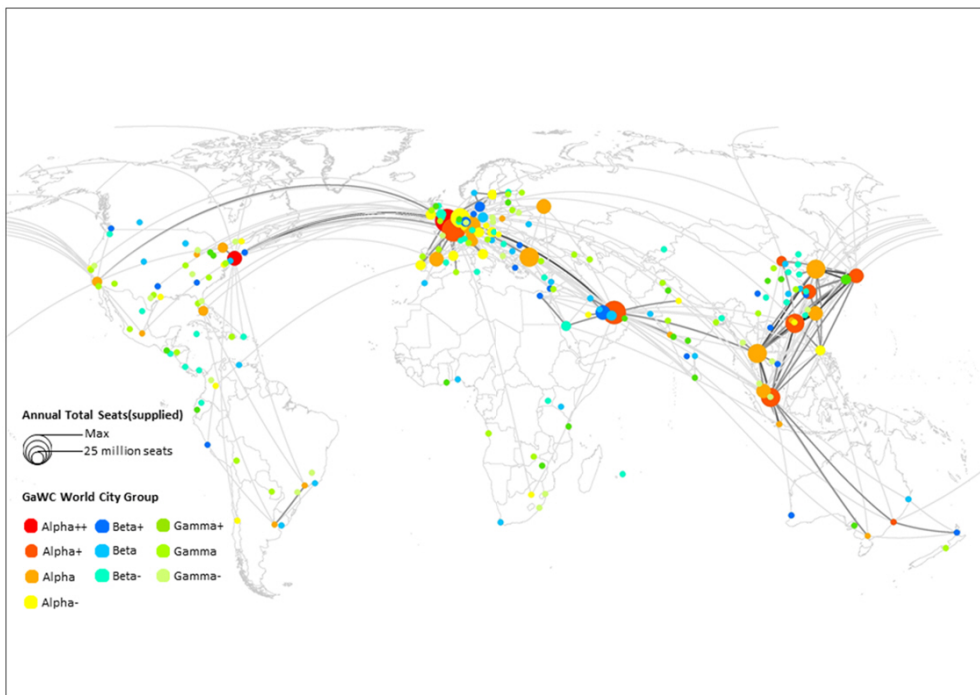
표 5는 2018년 GaWC Alpha++와 Alpha+ 그룹에 포함된 10개 도시의 2010~2018년 GaWC 그룹 및 국제항공 공급석 변동 추이를 제시하고 있다. BJS(베이징)가 Alpha에서 Alpha+로 위계가 상승⁹⁾한 것을 제외하면, 이 두 최상위 그룹에 포함된 도시들은 그 위계가 변동 없이 지속되어 왔다. 한편 2018년 국제항공 공급석 기준 상위 10개 도시에는 GaWC의 NYC, TYO, SHA, BJS, SYD를 대신해서 BKK(방콕), SEL(서울), AMS(암스테르담), FRA(프랑크푸르트), IST(이스탄불)이 포함되었다. 이 중 2014년부터 NYC의 공급석 규모를 넘어서 10위권 내 진입한 IST를 제외하면, 동 기간 상위 10개 도시 그룹의 구성에는 변화가 없었다. 다만 10위 권 내 중동·아시아 지역 도시들(DXB:5→2위, BKK:9→6위, SEL:10→7위)의 공급석 규모가 유럽 도시들(PAR:2→3위, FRA:3→9위, AMS:7→8위)의 규모를 추월하였다. GaWC와 국제항공 네트워크의 최상위 도시 그룹은 2010~2018년 사이 큰 변동 없이 유지되어 왔으며, 상호 유사성도 비교적 높게

나타났다. 다만 국제선 항공시장이 급속히 성장하고 있는 신흥지역 도시들을 중심으로 기존 세계도시 논의에서 자주 거론되던 미국, 유럽, 일본의 주축 도시들과 공급 규모 측면에서 순위 교체가 이루어지고 있다는 점에서 차이가 존재한다.

그림 1은 GaWC 세계도시 그룹에 초점을 두고 2010년(a)과 2018년(b) Alpha++~Gamma-에 포함된 도시들의 지리적 분포를 각 도시의 국제항공 공급석 규모(심볼 크기) 및 주요 국제노선(양방향 연 1백만 석 이상 공급)과 함께 제시하고 있다. 중국은 2010년 4개 도시에서 2018년에는 화북·화동·중남 지역을 중심으로 19개 도시가 추가된 반면, 미국(33개→29개), 영국(9개→7개) 등 기존 선진국들은 소폭 감소하거나 변동 없이 유지되고 있었다. GaWC 도시들을 연결하는 주요 노선들의 변화를 살펴보면, 2010년 177개 노선에서 2018년에는 301개 노선(138개 노선 추가, 14개 노선 제외)으로 노선 수가 70% 이상 증가하였다. 추가된 고밀도 국제노선들은 서유럽(97), 동남아·동북아(72), 중동(40), 북미(25) 등 순으로 연결이 집중되어 있었다. 세부적으로 서유럽의 Alpha(27)와 Alpha-(37), 동남아·동북아의 Alpha+(19)와 Alpha(33), 중동의 Alpha+(17)와 Beta+(10), 북미의 Alpha++(8), Alpha(9) 도시 계층을 중심으로 고밀도 노선이 크게 증가하였다. 또한 서유럽의 Alpha++인 LON과 Alpha+인 PAR도 각각 중동, 북미, 동북아 등에 위치한 Alpha~Gamma- 도시들을 연결하는 8개의 주요 노



(a)



(b)

그림 1. 2010년(a)과 2018년(b) GaWC Alpha++~Gamma- 도시 분포

* 항공 공급석 규모(심볼 크기) 및 주요 노선(양방향 연 100만 석 이상 공급) 포함.

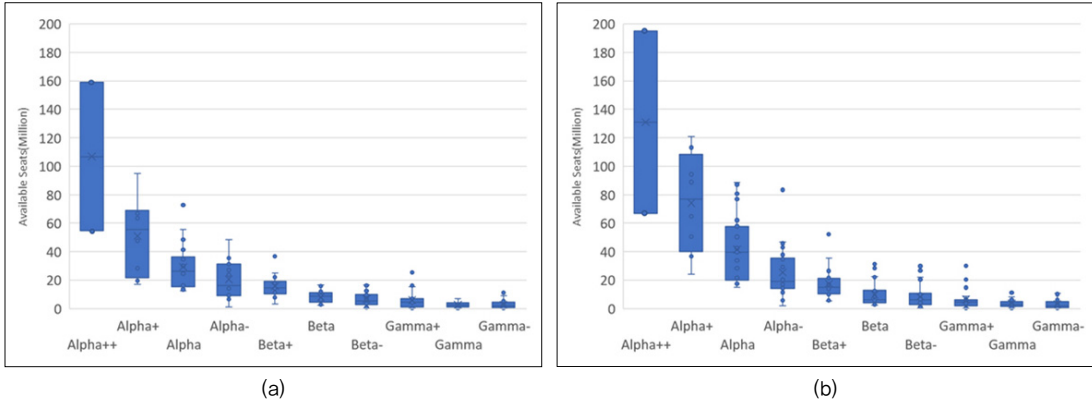


그림 2. 2010년(a)과 2018년(b) GaWC Alpha++~Gamma- 그룹별 국제항공 공급석 분포

선들이 추가되었다. 이는 GaWC의 최상위 도시들과 더불어, 서유럽은 해당 권역의 차상위(second-tier) 도시들을 중심으로, 그리고 중동·아시아는 권역 내 주요 도시들을 중심으로 국제 연결성이 급속히 향상되어 왔음을 시사한다.

그림 2는 2010년(a)과 2018년(b) GaWC Alpha++~Gamma- 그룹별 소속된 도시들의 국제항공 공급석 분포 추이를 박스-앤-위스커(Box-and-Whisker) 플롯으로 제시한 것이다. 전반적으로 도시 그룹별 공급 규모와 편차는 계층이 낮아짐에 따라 함께 낮아지는 경향이 나타났다. 2010년 대비 2018년에는 Alpha++~Alpha 그룹 도시들을 중심으로 공급 규모의 확대 추세가 나타났으며, 하위 그룹에서는 이상치(outlier)가 늘어났다.¹⁰⁾ 이는 항공시장의 급속한 성장에 따라 GaWC의 2개 최상위 도시와 차상위 도시 그룹을 중심으로, 그리고 하위 그룹의 일부 도시들도 함께 국제항공 공급 증가가 이루어지고 있음을 의미한다. 이러한 국제항공시장의 다극화 경향은 2000년대 들어서 전 세계 항공시장의 급속한 성장이 신흥지역의 차상위 도시들을 중심으로 추동되었다는 설명과도 일치하는 점이다(O'Connor and Fuellhart, 2015).

2. 국제항공 네트워크를 통한 상호작용 요인 탐색

앞서 살펴보았듯이 글로벌 고차생산자서비스 기업들의 오피스 네트워크와 국제항공 네트워크를 구성하는 주요 도시들의 분포 간에는 상호 공통점과 차이점들이 존재한다. 이에 따라 본 장에서는 중력 모형을 이용하여

국제항공 공급 양상과 GaWC 세계도시 분류 체계 간 연관성을 실증적으로 파악하고자 하였다(Matsumoto *et al.*, 2016). 중력 모형은 앞서 설명하였듯이 인구·경제·지리적 요인과 더불어 GaWC의 도시 계층 구조로부터 도출된 비즈니스 연결성과 55개 도시 터미(Alpha++~Alpha-)로 구성하였다.

표 6은 2018년 GaWC Alpha++~Gamma- 그룹에 포함된 211개 도시 간 국제항공 네트워크를 통한 상호작용 양상에 미치는 요인을 파악하기 위한 4개 중력 모형의 OLS 회귀 분석 결과를 제시하고 있다. 거리와 인구만으로 구성된 기본 중력 모형(모형 1)은 R^2 가 0.114로 가장 낮았으며, 거리, 인구, GDP, 비즈니스 연결성, 그리고 55개 GaWC Alpha++~Alpha- 도시 터미로 구성된 모형 4의 R^2 는 0.433으로 증가하였다. 모형 1~4에 포함된 거리, 인구, 1인당 GDP, 비즈니스 연결성 변수는 모두 통계적으로 유의미($p < 0.01$)하게 나타났으며, 모형 4에 포함된 터미 변수는 $p \geq 0.1$ 인 5개 Alpha 도시(MIL, MEX, BRU, ZRH, WAW)와 6개 Alpha- 도시(STO, DEL, VIE, BOG, WAS, RUH)를 제외한 44개 도시가 유의미하게 도출되었다(부록 참조). 모형 1~4의 설명 변수들은 모두 VIF가 4 미만의 값을 보여주고 있어 다중공선성(multicollinearity)의 문제가 없는 것으로 판단된다. 또한 모든 모형은 오차의 자기 상관을 평가하는 Durbin-Watson 검정 값이 1.5~2 사이로 양호하게 나타났다. 따라서 R^2 , AIC, BIC가 4개 모형 중 가장 양호한 모형 4를 최종 모형으로 선택하여 분석을 진행하였다.

모형 4의 회귀 분석 결과를 살펴보면 인구($\ln p_i p_j$), 1인당 GDP($\ln g_i g_j$), 비즈니스 연결성($\ln b_i b_j$)은 공통적으로

표 6. 4개 중력 모형 OLS 회귀 분석 결과(2018년 211개 GaWC 도시 간 국제항공 공급성)

변수	모형 1		모형 2		모형 3		모형 4	
	계수	표준화 계수	계수	표준화 계수	계수	표준화 계수	계수	표준화 계수
$\ln a$	6.874***	-	2.871***	-	7.114***	-	10.106***	-
$\ln d_{ij}$	-0.306***	-0.254	-0.353***	-0.293	-0.431***	-0.358	-0.527***	-0.437
$\ln p_i p_j$	0.257***	0.365	0.316***	0.449	0.172***	0.244	0.112***	0.159
$\ln g_i g_j$	-	-	0.132***	0.228	0.051***	0.088	0.038***	0.066
$\ln b_i b_j$	-	-	-	-	0.692***	0.457	0.517***	0.341
λ_1 \vdots λ_{55}	-	-	-	-	-	-	부록	부록
N	3676							
AIC	11030		10830		10130		9500	
BIC	11050		10860		10160		9872	
$F(p)$	236.9(.000***)		234.3(.000***)		408.2(.000***)		46.88(.000***)	
D-W	1.632		1.590		1.628		1.758	
R2	0.114		0.161		0.308		0.433	

주: 1) * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$.
 2) 4개 모형 독립변수들의 VIF는 모두 4 이하 값을 기록.
 3) 모형 4에 포함된 55개 더미 계수들은 부록 참고.

유의미한 양의 계수 값이 도출되어 도시 간 국제항공 공급 양상에 정적인 영향을 미치고 있는 것으로 확인되었다. 특히 비즈니스 연결성은 나머지 2개 설명 변수에 비해 그 영향력이 상대적으로 강한 것으로 나타났다. 이는 Matsumoto *et al.* (2016)의 동아시아 도시 사례 연구와도 유사한 결과이며, 글로벌 고차생산자서비스 기업들의 오피스 집적이 인구, GDP보다 각 도시의 국제 교류를 추동하는 직접적인 요인으로 작용하고 있기 때문인 것으로 판단된다. 거리($\ln d_{ij}$)는 음의 계수 값이 도출었으며, 이는 도시 간 국제항공 공급 양상에 거리조락 효과(distance decay effect)가 존재하고 있음을 의미한다.

그림 3은 모형 4에 포함된 55개 더미 계수의 분포¹¹⁾를 나타내고 있다(Y축: 표준화 계수, X축: 국제항공 공급성 Z-값).¹²⁾ 회귀 분석 결과 유의미하다고 판명된 44개 도시 더미 변수 중 38개 더미가 양의 계수 값을 가졌으며, 이는 이 38개 도시와 연결된 국제노선들의 경우 거리, 인구, 1인당 GDP 수준이 유사한 다른 도시 쌍들을 연결하는 노선들에 비해 고밀도 공급 경향이 나타나고 있음을 의미한다. 즉 모형에 포함되지 않은 항공교통 측면에서의 공급 친화적 환경(예: 국제관광지, 환승 거점 등)이

더미 계수에 반영되어 개별 도시의 국제선 공급 우월성을 드러내는 것이다. GaWC Alpha++와 Alpha+ 그룹에 포함된 LON, DXB, SIN, PAR, HKG는 국제항공 공급 측면에서도 그 우위가 유지되고 있었다. 반면, Alpha와 Alpha-에 속한 BKK, FRA, AMS, SEL 등은 GaWC 최상위 그룹과 유사하거나 더 높은 공급 우위를 점하고 있어 국제항공에 특화된 도시들로 확인되었다.

반대로, 음의 계수 값을 갖는 6개 Alpha- 도시(STI, YMQ, LUX, PRG, BUD, SZX)¹³⁾와 연결된 국제노선들은 유사한 조건을 갖는 다른 도시 쌍에 비해 국제항공 공급이 상대적으로 저밀도로 이루어지고 있음을 나타낸다. 예를 들어 더미 계수 값이 가장 낮은 LUX(룩셈부르크)는 2018년 기준 1인당 GDP는 약 11만 불(USD)로 서유럽 최상위권에 위치하고 있으나, 항공여객 실적은 EU 소속 27개 국가 중 24위를 기록하였다(Eurostat, 2021). 44개 도시의 더미 계수와 국제항공 공급성 규모 간에는 높은 양의 상관관계($R^2 = 0.66$)가 존재하고 있었으며, 이는 더미 계수가 개별 도시의 국제항공 공급 여건을 반영하고 있음을 시사한다.

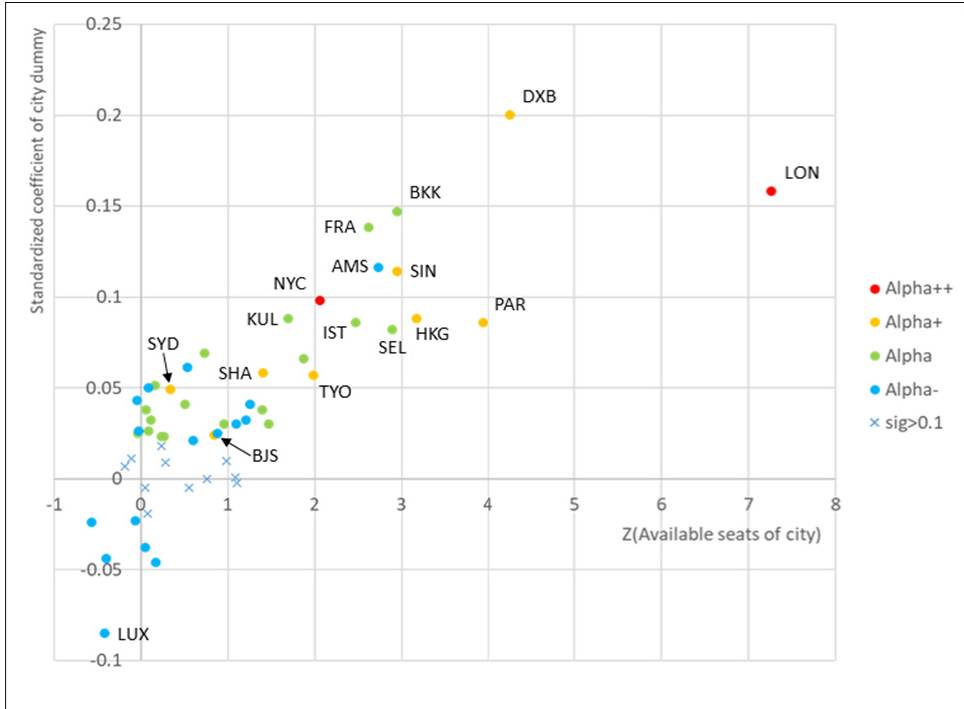


그림 3. 55개 더미 계수 분포(X축: 국제항공 공급석 Z-값, Y축: 더미 계수)

3. 중력 모형 계수 변화 탐색

도시 간 국제항공 공급 양상과 GaWC 세계도시 분류 체계 간 연관성의 시계열 변화 추이를 살피기 위해 2010, 2012, 2016, 2018년의 GaWC 세계도시 분류 체계(Alpha++~Gamma-)를 기반으로 중력 모형(모형 4)을 이용한 회귀 분석을 동일하게 실시하였다. 연도별 회귀 분석 결과 R^2 는 0.42~0.43으로 일정하게 유지되었으며, 거리, 인구, 1인당 GDP, 비즈니스 연결성 변수는 대부분 통계적으로 유의미($p < 0.01$)하게 나타났다(2010년 1인당 GDP는 $p > 0.1$ 로 제외). 그리고 55개 도시 더미 중 2010년에는 41개, 2012년과 2016년에는 각각 42개 더미가 유의미($p < 0.1$)하였다(부록 참조). 또한 다중공선성(VIF 5 미만)과 오차 자기 상관(Durbin-Watson 1.5~2) 문제도 양호하게 나타났다.

그림 4의 (a)는 모형 4에 포함된 설명 변수들의 표준화 계수 값 변화 추이를 2010년을 기준으로 나타내고 있다(55개 도시 더미 제외). 거리 계수는 2010년 대비 값의 변화가 거의 나타나지 않아 국제항공 공급 양상에 거리

조락 효과의 영향이 일정하게 유지되어 왔음을 알 수 있다. 인구와 1인당 GDP는 각각 2010년과 2012년 대비 2018년 표준화 계수 값이 16%와 14% 증가하였다. 마지막으로 비즈니스 연결성 계수는 2010~2018년 사이 약 40% 증가하여 GaWC 세계도시 분류 체계와 국제항공 공급 양상 간 관계가 지속적으로 긴밀해져 왔음을 알 수 있다.

그림 4의 (b)~(d)는 분석 기간 중 공통적으로 유의미하게 나타난 33개 도시 더미표준화 계수의 시계열 변화를 2018년 GaWC 도시 그룹별로 구분하여 제시하고 있다. Alpha++와 Alpha+에 속한 10개 도시 중 SHA와 DXB는 각각 더미 계수가 2010년 대비 2018년에는 8%와 18% 증가한 반면, LON(-35%), BJS(-46%), SYD(-40%), PAR(-43%) 등 나머지 도시들은 전반적인 감소 추세가 나타났다. 또한 13개 Alpha 도시 중 KUL(19%), IST(74%), BKK(49%), 그리고 10개 Alpha- 도시 중 SFO(89%)를 제외한 나머지 도시들도 분석 기간 동안 계수가 감소 추세에 있는 것으로 확인되었다.

분석 기간 중 GaWC Alpha++~Alpha- 도시 더미 계수

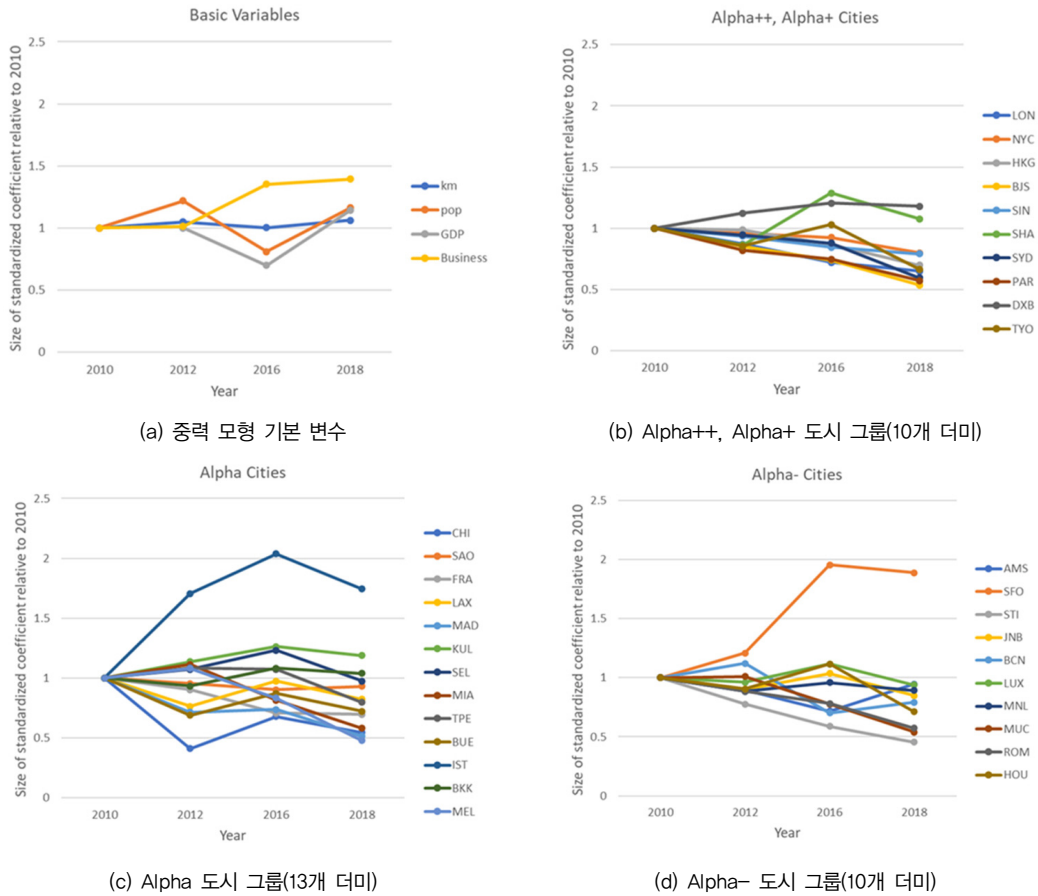


그림 4. 모형4 계수들의 시계열 변화

들의 전반적인 감소 경향은 동 기간 전 세계 국제항공 공급 변동 추이와 연관지어 살펴볼 필요가 있다. 2010~2018년 전 세계 국제선 시장은 연평균 성장률(CAGR) 5.2%를 기록하며 매우 빠르게 성장하였다. 이러한 증가 경향은 더미 계수가 유의미하게 도출된 33개 도시에서도 유사하게 관찰되며, 2010년 대비 2018년 각 도시 그룹별 국제항공 공급액 평균 증가율은 Alpha++ 약 23%, Alpha+ 43%, Alpha 50%, Alpha- 39%로 나타났다(그림 5 참고). 즉 GaWC 주요 도시들은 공통적으로 국제선 공급 규모 증가 경향을 보이고 있다는 것이다. 이러한 국제항공 시장의 다극화 경향에 따라 주요 도시들이 기존에 지녔던 항공시장에서의 상대적 공급 우위가 점차 감소할 가능성이 존재하며, 이것이 도시 더미 계수들의 전반적인 감소 추세를 통해 반영되어 있다고 판단된다. 반면 Matsumoto *et al.*(2016)의 동아시아 지역 연구에서는

2000~2012년 동안 10개 Alpha++~Alpha- 도시들의 더미 계수가 전반적인 증가 경향이 나타나고 있다고 밝혔다. 이러한 변동 추세의 전환이 분석의 지리적·시간적 스케일 차이에서 비롯된 것인지, 또는 국제항공 공급 확산에 따른 2000년대와 구분되는 2010년대 국제항공시장의 차별적인 특징인지 판단하기 위해서는 향후 좀 더 장기적인 스케일에서 추가 연구가 필요하다.

V. 결론 및 제언

본 연구에서는 전 세계 주요 도시 간 국제항공 공급 양상과 GaWC의 세계도시 분류 체계 간 연관성 탐색을 통해 국제항공 네트워크로 구현된 세계도시 네트워크의 주요 특징들을 살펴보았다. 이를 위해 먼저 이 두 초국

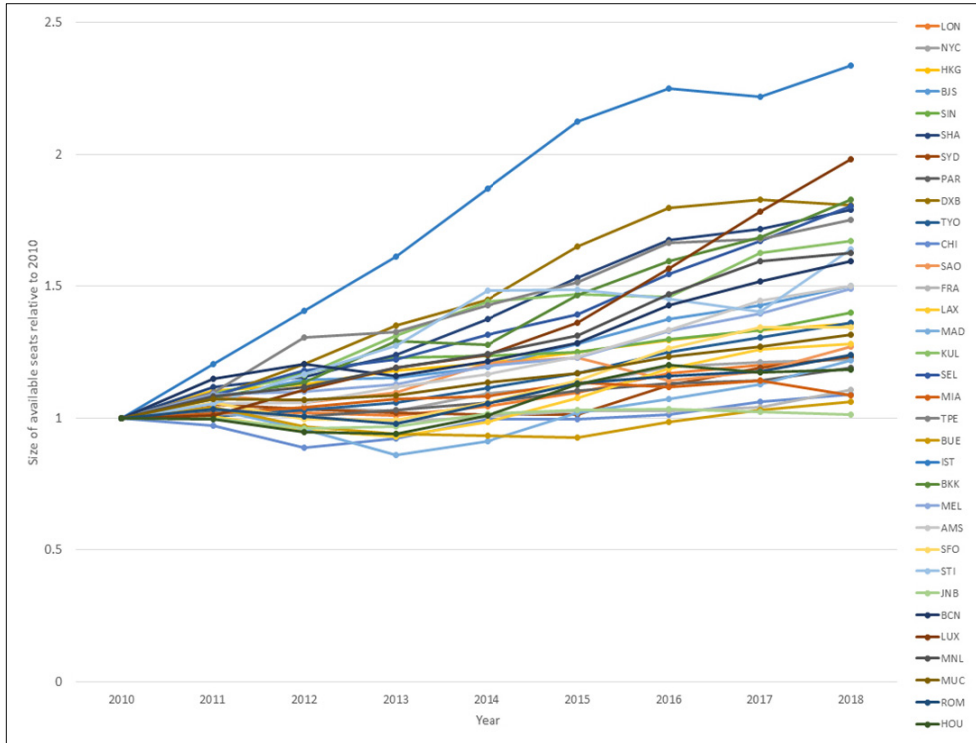


그림 5. GaWC Alpha++~Alpha- 33개 도시의 2010년 대비 국제항공 공급석 변동 추이

가적 도시 네트워크 사례를 구성하는 주요 도시들의 횡단면적 분포 특성과 시계열 변화 추이를 비교분석하였다. 나아가 Matsumoto *et al.*(2016)의 중력 모형을 이용하여 도시 간 국제항공 공급 양상에 미친 사회·경제·지리적 요인들의 영향과 GaWC 주요 도시들의 공급 순위 경향을 파악하였다.

먼저 두 초국가적 네트워크 사례를 구성하는 주요 도시들의 분포 추이를 분석한 결과 국제항공 네트워크를 통해 재현된 세계도시체계가 GaWC 세계도시 분류 체계와 구분되는 차이점들을 확인하였다. 두 네트워크 사례를 구성하는 주요 도시들의 권역별 분포는 전반적으로 유사하였지만, 국제항공 상위 도시 그룹의 경우 국가 또는 권역 간 국제선 시장의 구조적 차이로 인해 GaWC 도시 그룹에 비해 특정 권역, 특히 서유럽에 분포가 편중되어 있었다. 또한 두 사례 모두 최상위 10개 도시의 계층성이 비교적 변동없이 지속되어 왔다는 점에서 공통점이 존재하지만, 국제항공 사례의 경우 급속한 성장을 지속해온 두바이, 방콕, 서울, 이스탄불이 공급 규모 측면에서 각각 파리, 프랑크푸르트, 암스테르담, 뉴욕을 추

월하였다. 마지막으로 런던, 파리, 뉴욕 등 GaWC 최상위 도시들의 신흥지역과의 고밀도 노선들이 지속적으로 증가하는 가운데, 서유럽은 해당 권역의 차상위 도시들을 중심으로, 그리고 중동·아시아 지역은 상대적으로 넓은 계층 스펙트럼의 도시들 사이에서 유사한 증가 경향이 확인되었다.

다음으로 중력 모형을 이용한 회귀 분석을 통해 GaWC 세계도시 분류 체계로부터 도출된 비즈니스 연결성과 도시 터미가 국제항공 공급 양상을 설명하는 데 유효한 요인임을 확인하였다. 비즈니스 연결성으로 대변된 글로벌 고차생산자서비스 기업 오피스 집적은 도시 간 국제 교류를 추동하는 직접적인 요인으로서 국제항공 공급 양상과의 연관성은 시간에 따라 더욱 긴밀해 지고 있었다. 또한 도시 터미들의 계수 추정 결과, Alpha++와 Alpha+ 그룹의 LON, DXB, SIN, PAR, HKG는 국제항공시장에서의 공급 순위 또는 항공사들의 공급 선호가 유지되고 있었으며, Alpha와 Alpha-에 속한 BKK, FRA, AMS, KUL, SEL 등은 GaWC 최상위 그룹 도시들과 유사하거나 더 높은 공급 프리미엄이 나타나고 있는 것으로 확인되었다. 하

지만 이러한 공급 우위는 항공교통의 보편화 및 국제항공시장의 다극화 추세로 인해 점차 약화되고 있었다.

향후에는 본 연구를 바탕으로 몇 가지 측면에서 추가적인 연구가 시도될 필요가 있다. 첫째, 분석의 시간적 범위를 넓혀 국제항공 네트워크와 GaWC 세계도시 분류 체계를 구성하는 주요 도시들의 분포 변화를 살펴볼 필요가 있다. 이는 네트워크 사례에 따라 분포 변동이 크게 발생하는 지역과 시기에 차이가 존재하기 때문이다. 예를 들어 2010년과 2018년 사이 GaWC Alpha++~Gamma- 도시 그룹 내 아시아·태평양 지역 도시 비중은 약 8% 증가한 반면, 해당 지역의 국제항공 공급석 상위 도시들의 비중에는 큰 변화가 없었다(표 4 참고). 또한 앞서 제기하였듯이, 2000년대와 2010년대 사이 국제항공시장에서 주요 도시들의 공급 우위 경향의 대조적 추세에 대한 검증 및 장기적 관점에서의 변화 추이에 대한 분석도 이루어져야 한다. 둘째, 도시를 특징짓는 다양한 요소들이 존재함에 따라 본 연구에서 주목한 국제항공 네트워크와 GaWC 이외에도 인터넷 백본망(internet backbone network), SNS(Social Network Site), 국제 이주 등 좀 더 다양한 초국가적 네트워크 사례들과의 복합적인 비교를 통해 세계도시 네트워크의 구조적 특징을 다층적으로 파악할 필요가 있다. 셋째, 본 연구에서 사용된 UN 도시권 인구 데이터는 각 공항의 실제 배후지역 인구 규모와 불일치할 가능성이 존재하며, 이에 따라 항공교통을 통한 상호작용 연구에 있어 해당 데이터의 적합성 검증과 더불어 공항별 여건에 따른 배후지역 설정에 대한 추가적인 연구가 필요하다. 마지막으로 세계도시 네트워크의 재현에 있어 국제항공 네트워크가 지닌 편향성을 완화시키는 방안을 모색할 필요가 있다. 국가에 따라 국내선과 국제선 시장 비중에는 편차가 존재함에 따라 국제항공 네트워크 상에서는 국내선 시장 비중이 매우 높은 미국(약 8:2)과 중국(약 9:1)의 주요 도시들의 위계는 상대적으로 낮게 평가될 가능성이 높다. 또한 도시 간 상호작용은 양방향 비대칭적으로 이루어질 가능성도 존재하며, 공급과 수요 간 격차가 존재하기 때문에 이러한 편향 요인들을 극복하기 위한 대안이 필요하다. 본 연구는 경험적 데이터를 이용하여 국제항공 네트워크와 글로벌 고차생산자서비스 기업 네트워크 간 연관성에 대한 탐색적 연구를 통해 세계도시 네트워크의 다각성과 역동성에 대한 고찰을 시도했다는 점에서 의의가 있다.

註

- 1) 2009~2019년 OAG(Official Airline Guide) 전 세계 항공편 스케줄 데이터의 공급석 기반 저자 계산
- 2) 동 기간 동유럽(7.8%), 중동(6.3%), 아프리카(4.1%), 라틴아메리카(2.1%)을 기록하였음.
- 3) Matsumoto(2004, 2007)의 중력 모형은 인구, GDP, 거리, 복수의 도시 더미 변수들로 구성됨.
- 4) GaWC의 세계도시그룹에 포함된 Nicosia(2010~2018), Utrecht(Gamma-, 2012), Laussane(Gamma, 2016)는 공항이 설치되어 있지 않거나 항공편 스케줄 데이터가 존재하지 않아서, 그리고 Taichung(Gamma-, 2016)은 대만 타이페이와 영향권이 중복되어 본 분석에서 제외되었음.
- 5) GaWC에 포함된 도시 중 UN 도시권 인구 자료에 포함되지 않은 일부 도시들(Luxembourg, Nicosia, Mauritius, George Town, Ljubljana)은 UN 국가 인구 자료를 기반으로 국가와 해당 도시 간 규모 비율(1, 0.33, 1, 1, 0.14)을 가중치로 사용하여 도시권 인구를 추정하였음. 또한 Penang의 인구는 말레이시아 통계국 자료를 사용하였음.
- 6) World Bank의 1인당 GDP 자료에 포함되지 않은 대만은 IMF(International Monetary Fund)의 자료를 사용하였음.
- 7) 공급석 규모 산출 및 상위 도시 구분은 OAG 전 세계 항공편 스케줄 모집단 자료[2010년(1,219개 공항, 약 30.8억 석), 2018년(1,216개 공항, 약 46.2억 석)]를 활용하였음.
- 8) 주요 도시들의 권역별 분포 비중에 대한 질적 분산도(IQV, Index of Qualitative Variation)는 GaWC와 국제항공 각각 0.94와 0.89로 나타났으며, 이는 GaWC 도시들의 권역 간 분포가 국제항공 상위 도시들에 비해 상대적으로 분산되어 있다는 것을 의미하여 본문의 맥락과 일치함.
- 9) 2012년부터 BJS는 Alpha+ 그룹에 포함된 반면, CHI는 2010년 Alpha+에서 2012년부터는 Alpha로 계층이 하락하였음.
- 10) Alpha++ 그룹은 2개 도시(런던, 뉴욕)만으로 구성됨에 따라 위스커(Whisker)가 도출되지 않았음.
- 11) Z-값은 2018년 GaWC 211개 도시의 국제항공 공급석을 기반으로 산출하였음.
- 12) 55개 도시 더미 변수 현황은 부록 참조.

- 13) STI: 칠레 산티아고, YMQ: 캐나다 몬트리올, LUX: 룩셈부르크, PRG: 체코 프라하, BUD: 헝가리 부다페스트, SZX: 중국 쉰젠

참고문헌

- 남영우·이호상, 2004, “항공화물유동량으로 본 세계도시시스템의 변화,” 국토계획, 39(1), 129-143.
- 박용하, 2020, “한·중·일 국제항공 네트워크 비교분석: 주요 공항 및 국적 항공사 네트워크를 중심으로,” 한국지도학회지, 20(3), 57-71.
- 박용하·손정웅, 2020, “코로나 19 (COVID-19) 의 초국가적 전파와 세계 항공 네트워크의 변화 간 연관성에 대한 시론적 연구,” 공간과 사회, 73, 138-166.
- 이호상, 2003, “국제항공여객유동량으로 본 세계도시시스템의 변화: 1992년과 2001년의 비교” 한국도시지리학회지, 6(2), 103-117.
- 최재현·강승호, 2011, “세계 항공 유동공간의 연계 구조,” 한국도시지리학회지, 14(2), 17-30.
- Beaverstock, J.V., Smith, R.G., and Taylor, P.J., 1999, A roster of world Cities, *Cities*, 16(6), 445-458.
- Bowen, J., 2000, Airline hubs in Southeast Asia: national economic development and nodal accessibility, *Journal of Transport Geography*, 8(1), 25-41.
- Brown, E., Derudder, B., Parnreiter, C., Pelupessy, W., Taylor, P.J., and Witlox, F., 2010, World City Networks and Global Commodity Chains: towards a world-systems' integration, *Global Networks*, 10(1), 12-34.
- Brueckner, J.K., 2003, Airline traffic and urban economic development, *Urban Studies*, 40(8), 1455-1469.
- Castells, M., 1996, *The Rise of Network Society*, Oxford: Blackwell.
- Chang, Y.C., Lee, W.H., and Hsu, C.J., 2020, Identifying competitive position for ten Asian aviation hubs, *Transport Policy*, 87, 51-66.
- Cheung, T.K., Wong, C.W., and Zhang, A., 2020, The evolution of aviation network: Global airport connectivity index 2006-2016, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 133, 101826.
- Chow, C.K.W. and Tsui, W.H.K., 2019, Cross-border tourism: Case study of inbound Russian visitor arrivals to China, *International Journal of Tourism Research*, 21(5), 693-711.
- Csomós, G., 2017, Cities as command and control centres of the world economy: An empirical analysis, 2006-2015, *Bulletin of Geography. Socio-economic Series*, (38), 7-26.
- Dai, L., Derudder, B., and Liu, X., 2018, The evolving structure of the Southeast Asian air transport network through the lens of complex networks, 1979-2012, *Journal of Transport Geography*, 68, 67-77.
- Derudder, B. and Witlox, F., 2005, An appraisal of the use of airline data in assessing the world city network: a research note on data, *Urban Studies*, 42(13), 2371-2388.
- Dobruszkes, F. and Peeters, D., 2019, The magnitude of detours faced by commercial flights: A global assessment, *Journal of Transport Geography*, 79, 102465.
- Eurostat, 2021, Passenger transport statistics(Statistics Explained), <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/1132.pdf>.
- Fernandes, E. and Pacheco, R.R., 2010, The causal relationship between GDP and domestic air passenger traffic in Brazil, *Transportation Planning and Technology*, 33(7), 569-581.
- Friedmann, J., 1986, The world city hypothesis, *Development and Change*, 17, 69-83.
- Goetz, A.R., 1992, Air passenger transportation and growth in the US urban system, 1950-1987, *Growth and Change*, 23(2), 217-238.
- Gong, Q., Wang, K., Fan, X., Fu, X., and Xiao, Y.B., 2018, International trade drivers and freight network analysis-The case of the Chinese air cargo sector, *Journal of Transport Geography*, 71, 253-262.
- Grosche, T., Rothlauf, F., and Heinzl, A., 2007, Gravity models for airline passenger volume estimation, *Journal of Air Transport Management*, 13(4), 175-183.
- Hwang, C.C. and Shiao, G.C., 2011, Analyzing air cargo flows of international routes: an empirical study of Taiwan Taoyuan International Airport, *Journal of Transport Geography*, 19(4), 738-744.
- Keeling, D.J., 1995, Transport and the world city paradigm,

- in Knox P.L. and Taylor, P.J., eds., *World cities in a World-system*, Cambridge, UK: Cambridge University Press, 115-131.
- Liu, X., Derudder, B., and García, C.G., 2013, Exploring the co-evolution of the geographies of air transport aviation and corporate networks, *Journal of Transport Geography*, 30, 26-36.
- Mahutga, M.C., Ma, X., Smith, D.A., and Timberlake, M., 2010, Economic globalisation and the structure of the world city system: the case of airline passenger data, *Urban Studies*, 47(9), 1925-1947.
- Matsumoto, H., 2004, International urban systems and air passenger and cargo flows: some calculations, *Journal of Air Transport Management*, 10(4), 239-247.
- Matsumoto, H., 2007, International air network structures and air traffic density of world cities, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 43(3), 269-282.
- Matsumoto, H., Domae, K., and O'Connor, K., 2016, Business connectivity, air transport and the urban hierarchy: A case study in East Asia, *Journal of Transport Geography*, 54, 132-139.
- Matsumoto, H. and Domae, K., 2018, The effects of new international airports and air-freight integrator's hubs on the mobility of cities in urban hierarchies: A case study in East and Southeast Asia, *Journal of Air Transport Management*, 71, 160-166.
- Mukkala, K. and Tervo, H., 2013, Air Transportation And Regional Growth: Which Way Does The Causality Run?, *Environment and Planning A*, 45(6), 1508-1520.
- Neal, Z., 2010, Refining the air traffic approach to city networks, *Urban Studies*, 47(10), 2195-2215.
- O'Connor, K. and Fuellhart, K., 2015, The fortunes of air transport gateways, *Journal of Transport Geography*, 46, 164-172.
- Oum, T.H., Wang, K., and Yan, J., 2019, Measuring the effects of open skies agreements on bilateral passenger flow and service export and import trades, *Transport Policy*, 74, 1-14.
- Park, Y. and O'Kelly, M.E., 2014, Fuel burn rates of commercial passenger aircraft: variations by seat configuration and stage distance, *Journal of Transport Geography*, 41, 137-147.
- Park, Y. and O'Kelly, M.E., 2016, Origin-destination synthesis for aviation network data: examining hub operations in the domestic and international US markets, *Journal of Advanced Transportation*, 50(8), 2288-2305.
- Taylor, P.J., 1997, Hierarchical tendencies amongst world cities: a global research proposal, *Cities*, 14(6), 323-332.
- Taylor, P.J., 2001, Specification of the World City Network, *Geographical Analysis*, 33(2), 181-194.
- Taylor, P.J., 2004, The new geography of global civil society: NGOs in the world city network, *Globalizations*, 1(2), 265-277.
- Taylor, P.J. and Derudder, B., 2016, *World City Network: A Global Urban Analysis*, 2nd edition, London and New York: Taylor & Francis.
- Smith, D.A. and Timberlake, M.E., 2001, World city networks and hierarchies, 1977-1997: an empirical analysis of global air travel links, *American Behavioral Scientist*, 44(10), 1656-1678.
- Sassen, S., 1991, *The Global City: New York, London, Tokyo*, Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Yao, S. and Yang, X., 2008, Airport development and regional economic growth in China, *Research Paper Series*, University of Nottingham.
- Zhang, Y. and Zhang, A., 2016, Determinants of air passenger flows in China and gravity model: deregulation, LCCs, and high-speed rail, *Journal of Transport Economics and Policy*, 50(3), 287-303.
- 교신 : 박용하, 30147, 세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지 과학인프라동 443, 한국교통연구원 항공교통연구본부(이메일: ypark@koti.re.kr)
- Correspondence : Yongha Park, 30147, Department of Aviation Research, 370, Sicheong-daero, Sejong-si, Republic of Korea (Email: ypark@koti.re.kr)
- 투고접수일: 2021년 3월 12일
 심사완료일: 2021년 3월 26일
 게재확정일: 2021년 4월 1일

부록

GaWC	도시 (OAG)	도시 이름	2010 계수 (표준화 계수)	2012 계수 (표준화 계수)	2016 계수 (표준화 계수)	2018 계수 (표준화 계수)
α^{++}	LON	London (GB)	1.44(0.24)***	1.19(0.21)***	1.02(0.18)***	0.92(0.16)***
	NYC	New York	0.84(0.12)***	0.81(0.12)***	0.83(0.11)***	0.73(0.1)***
α^{+}	HKG	Hong Kong	1.05(0.13)***	1.04(0.12)***	0.87(0.11)***	0.66(0.09)***
	BJS	Beijing	0.38(0.05)***	0.31(0.04)**	0.27(0.03)**	0.19(0.02)*
	SIN	Singapore	1.2(0.14)***	1.11(0.13)***	0.98(0.12)***	0.89(0.11)***
	SHA	Shanghai	0.54(0.05)***	0.43(0.05)***	0.66(0.07)***	0.52(0.06)***
	SYD	Sydney (AU)	0.97(0.08)***	0.92(0.08)***	0.89(0.07)***	0.51(0.05)***
	PAR	Paris	0.92(0.15)***	0.72(0.12)***	0.67(0.11)***	0.53(0.09)***
	DXB	Dubai	1.24(0.17)***	1.28(0.19)***	1.33(0.2)***	1.29(0.2)***
	TYO	Tokyo	0.71(0.09)***	0.63(0.07)***	0.72(0.09)***	0.45(0.06)***
α	ML	Milan	0.16(0.02)	-0.02(0)	-0.04(-0.01)	-0.02(0)
	CHI	Chicago	0.55(0.06)***	0.23(0.02)*	0.41(0.04)***	0.33(0.03)**
	MOW	Moscow	0.16(0.02)	0.18(0.02)	0.21(0.03)*	0.25(0.03)**
	YTO	Toronto	0.08(0.01)	0.09(0.01)	0.25(0.03)**	0.23(0.03)**
	SAO	Sao Paulo	0.56(0.05)***	0.52(0.05)***	0.54(0.05)***	0.58(0.05)***
	FRA	Frankfurt	1.19(0.2)***	1.05(0.18)***	0.88(0.14)***	0.86(0.14)***
	LAX	Los Angeles	0.77(0.08)***	0.58(0.06)***	0.73(0.08)***	0.6(0.07)***
	MAD	Madrid	0.53(0.07)***	0.37(0.05)***	0.39(0.05)***	0.26(0.04)***
	MEX	Mexico City	0.02(0)	0.07(0.01)	0.13(0.01)	0.18(0.02)
	KUL	Kuala Lumpur	0.68(0.07)***	0.79(0.08)***	0.91(0.09)***	0.8(0.09)***
	SEL	Seoul	0.74(0.08)***	0.78(0.09)***	0.87(0.1)***	0.66(0.08)***
	JKT	Jakarta	0.55(0.04)***	0.63(0.05)***	0.23(0.02)	0.27(0.02)*
	BOM	Mumbai	0.27(0.03)*	0.19(0.02)	0.16(0.01)	0.32(0.03)**
	MIA	Miami	0.73(0.07)***	0.82(0.08)***	0.58(0.06)***	0.41(0.04)***
	BRU	Brussels	0.21(0.03)*	0.22(0.03)**	0.12(0.02)	0.01(0)
	TPE	Taipei	0.94(0.08)***	1(0.09)***	0.9(0.09)***	0.61(0.07)***
	CAN	Guangzhou	0.22(0.02)	0.34(0.03)**	0.27(0.02)*	0.23(0.02)*
	BUE	Buenos Aires	0.59(0.05)***	0.39(0.04)**	0.58(0.05)***	0.48(0.04)***
	ZRH	Zurich	0.42(0.05)***	0.28(0.04)***	0.13(0.02)	0.08(0.01)
	WAW	Warsaw	-0.38(-0.04)***	-0.37(-0.04)***	-0.39(-0.04)***	-0.18(-0.02)
IST	Istanbul	0.36(0.05)***	0.57(0.08)***	0.64(0.1)***	0.57(0.09)***	
BKK	Bangkok	1.13(0.14)***	1.06(0.13)***	1.26(0.15)***	1.13(0.15)***	
MEL	Melbourne (AU)	0.74(0.05)***	0.85(0.06)***	0.66(0.04)***	0.31(0.03)**	
α^{-}	AMS	Amsterdam	0.76(0.12)***	0.66(0.11)***	0.54(0.09)***	0.72(0.12)***
	STO	Stockholm	0.17(0.02)	0.19(0.02)	0.11(0.01)	-0.05(-0.01)
	SFO	San Francisco	0.27(0.03)*	0.34(0.03)**	0.51(0.05)***	0.51(0.05)***
	DEL	Delhi	0.15(0.02)	0.12(0.01)	0.18(0.02)	0.08(0.01)
	STI	Santiago	-1.41(-0.05)***	-1.08(-0.04)***	-0.88(-0.03)**	-0.75(-0.02)*
	JNB	Johannesburg	0.57(0.05)***	0.52(0.05)***	0.61(0.05)***	0.51(0.04)***
	DUB	Dublin	0.15(0.02)	0.08(0.01)	0.26(0.03)**	0.22(0.03)*

부록(계속)

GaWC	도시 (OAG)	도시 이름	2010 계수 (표준화 계수)	2012 계수 (표준화 계수)	2016 계수 (표준화 계수)	2018 계수 (표준화 계수)
α^-	VIE	Vienna	0.37(0.04)***	0.2(0.02)*	0.08(0.01)	0(0)
	YMQ	Montreal	-0.51(-0.05)***	-0.3(-0.03)**	-0.04(0)	-0.23(-0.02)*
	LIS	Lisbon	-0.06(-0.01)	-0.06(-0.01)	0.22(0.02)*	0.18(0.02)*
	BCN	Barcelona (ES)	0.27(0.04)**	0.29(0.04)***	0.2(0.03)**	0.23(0.03)**
	LUX	Luxembourg	-1.31(-0.09)***	-1.3(-0.09)***	-1.39(-0.1)***	-1.19(-0.09)***
	BOG	Bogota	0.29(0.02)	0.28(0.02)	0.18(0.01)	0.13(0.01)
	MNL	Manila	0.79(0.07)***	0.7(0.06)***	0.76(0.07)***	0.72(0.06)***
	WAS	Washington	0.41(0.04)***	0.16(0.02)	0.23(0.02)	0.08(0.01)
	PRG	Prague	-0.11(-0.01)	-0.42(-0.05)***	-0.49(-0.06)***	-0.4(-0.05)***
	MUC	Munich	0.58(0.08)***	0.56(0.08)***	0.43(0.06)***	0.3(0.04)***
	ROM	Rome (IT)	0.39(0.06)***	0.32(0.05)***	0.31(0.04)***	0.23(0.03)**
	RUH	Riyadh	0.17(0.02)	0.14(0.01)	0.08(0.01)	-0.06(-0.01)
	BUD	Budapest	-0.05(0)	-0.28(-0.03)**	-0.35(-0.04)***	-0.36(-0.04)***
	HOU	Houston	0.36(0.04)**	0.35(0.03)**	0.44(0.04)***	0.3(0.03)**
	SZX	Shenzhen	-0.39(-0.02)	-0.55(-0.02)	-0.61(-0.03)**	-0.65(-0.04)***

주: * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$.

