『中國學』第85輯 (2023.12.31.) DOI http://dx.doi.org/10.14378/KACS.2023.85.85.27
pp.567-592. ISSN : 1229-9618

중국 사천성과 중경시의 공항의 이용효율성 비교

유로* · 김상욱**

【목 차】

1. 서론
2. 선행연구
3. 중국 사천성과 중경시의 공항의 발전 현황
   1) 사천성과 중경시의 공항의 분포
   2) 사천성과 중경시의 공항의 이용 현황 비교
4. 실증분석
   1) 분석방법
   2) 변수와 자료
   3) 분석결과
5. 결론

【초록】

본 연구는 중국의 사천성과 중경시의 공항을 대상으로 공항의 이용효율성을 분석하고 있다. 본 연구의 투입변수는 터미널 면적, 게이트 수 그리고 개통 노선 수를 이용하였다. 그리고 산출변수는 여객운송량, 화물운송량 그리고 운항 횟수를 이용하였다. 분석방법은 Malmquist지수를 이용하고 분석대상은 자료의 일치성을 고려하여 사천성과 중경시의 14개 공항을 설정하였다. 분석기간은 코로나19 기간을 포함하여 2013-2022년으로 설정하였다. 분석결과는 아래 세 가지로 요약할 수 있다. 첫째는 2013-2022년 분석기간 중 사천성과 중경시의 14개 공항의 이용효율성은 전반적으로 악화

* 유로, 제1저자, 배재대학교 동아시아학과 박사과정 (2574358367@qq.com)
** 김상욱, 교신저자, 배재대학교 중국통상학과 교수 (jinxiangyu@pcu.ac.kr)

되고 있다. 둘째는 여객중심의 공항의 이용효율성이 화물중심 보다는 상대적으로 높게 나타나고 있다. 셋째는 분석대상 공항들을 등급별로 구분하면 4F급 공항의 이용효율성이 4D급이나 4C급 보다 상대적으로 낮게 나타나고 있다. 4F급 공항은 인프라적인 측면에서 4D급이나 4C급 보다 상대적으로 양호한 조건을 가지고 있다. 그러나 공항의 이용효율성 분석결과에 의하면 상대적으로 낮은 효율성을 가진다. 따라서 4F급 공항의 이용효율성의 개선은 향후 과제이기도 하다.

【키워드】 중국, 사천성, 중경시, 공항, 이용효율성, Malmquist지수

1. 서론

경제가 글로벌화 되면서 물류를 중심으로 하는 공급체인(supply chain)은 매우 중요한 역할을 하고 있다. 상품을 생산하기 위해서는 수많은 원자재와 부품이 원활하게 공급되어야 하고 또한 생산된 상품을 소비자에게 공급하기 위해서도 원활한 물류 및 배송 네트워크가 필요하다. 특히 경제의 글로벌화(globalization of economies)는 공급체인의 글로벌화(globalization of supply chain)를 동시에 형성하고 있기 때문에 물류(logistics)의 중요성은 더욱 커지고 있다.

현대의 물류는 여러 부문을 종합적으로 포함하고 있다. 운송수단별로 구분해 보면 물류에는 항만물류, 철도물류, 도로물류, 항공물류 등이 포함된다. 철도물류와 도로물류는 주로 국가 내의 물류를 담당하고 있으며, 항만물류와 항공물류는 국가 내의 물류뿐만 아니라 국가 간의 물류를 주로 담당하고 있다. 중국은 국토면적이 넓기 때문에 국내의 철도물류와 도로물류가 중요한 역할을 하고 있다. 동시에 중국의 수출규모가 증대하면서 항만물류와 항공물류의 역할도 더욱 증대하고 있다. 특히 항공물류는 산업구조 고도화를 통해 그 중요성이 더욱 커지고 있다. 자본집약적 산업이나 기술집약적 산업의 공급체인에서는 시간의 경제(time economies)가 상대적으로 더 큰 의의를 가지고 있기 때문이다. 항만물류는 많은 물량을 동시에 운반 할 수 있기 때문에 규모의 경제(scale economies)를 추구한다. 그러나 항공물류는 물량의 규모는 작지만 빠른 시간을 가능하게 한다.

세계경제에서 중국경제가 차지하는 비중이 점차적으로 높아지고 있다. 그리고 중국은 세계의 공장(global factory)이면서 세계의 시장(global market)으로 변모하면서 중국의 물류도 그 역할이 더욱 커지고 있다. 2000년대 이전 중국은 기술집약적 산업

보다는 노동집약적 산업에 상대적으로 특화되고 있었다. 그러나 2000년대 이후 중국은 노동집약적 산업뿐만 아니라 기술집약적 산업 그리고 자본집약적 산업에 있어서도 경쟁력이 높아지고 있다. 이는 산업구조 고도화로 이어지고 있으며 다양한 물류의 수요를 창출하고 있다. 특히 시간의 경제(time economies) 역할이 증대하면서 항공물류의 수요가 크게 증가하고 있다[1]. 따라서 중국은 급증하는 항공물류를 충당하기 위해 적극적으로 공항을 확충하고 있다.

그런데 문제는 지역별로 공항의 수가 매우 많다는 점이다. 중국을 지역경제발전 수준에 따라 동부지역, 중부지역, 서부지역 그리고 동북지역으로 구분할 수 있다. 동부지역은 지역경제발전 수준이 상대적으로 높은 지역이고 서부지역은 상대적으로 낮은 지역이다. 그런데 현재 운영하고 있는 공항의 수는 서부지역이 가장 많다. 일반적으로 볼 때 지역경제발전 수준이 높으면 산업이 더욱 발달되어 있고 물류의 수요도 상대적으로 많기 때문에 공항도 많이 운영되고 있다고 볼 수 있다. 그런데 지역경제발전 수준이 상대적으로 낮은 서부지역이 동부지역보다 훨씬 많은 공항을 보유하고 있다[2]. 상대적으로 많은 공항을 보유하고 있는 것은 그만큼 지역 내의 항공물류수요가 많기 때문이다. 그런데 만약 지역 내에 항공물류수요가 일정 수준이 되지 않는데 공항의 수가 많으면 자원의 낭비를 초래하게 된다. 특히 공항은 지역경제발전이라는 측면에서 보면 고정자산투자와 취업기회의 창출 등 긍정적인 효과가 크기 때문에 경쟁적으로 건설하고자 하는 경향이 있다. 그러나 문제는 공항을 건설 한 후 운영에 대해서는 큰 관심을 두지 않을 수도 있다. 이는 지속적인 지역경제발전이라는 측면에서 보면 심각한 자원의 낭비를 초래할 수 있다.

따라서 본 연구는 중국에서 공항의 수가 가장 많은 서부지역을 대상으로 공항의 이용효율성을 비교해 보고자 한다. 특히 서부지역 중에서도 공항이 가장 밀집하고 있는 사천성(四川省)과 중경시(重庆市)를 대상으로 공항의 효율성을 비교해 본다. 사천성과 중경시는 지리적으로 인접해 있으며, 1990년대 이전에는 중경시는 사천성의 행정구역에 포함되어 있었다. 그러나 1990년대 중반 중경시가 직할시로 승격되면서

---

1) 중국 전체 공항의 여객운송량은 2019년을 기준으로 13.52억 명이다. 2015년의 9.15명과 비교할 때 4억 명 정도가 증가했다. 그리고 전체 공항의 화물운송량은 2019년을 기준으로 1,710.01만 톤으로 2015년의 1,409.4만 톤과 비교할 때 역시 규모가 크게 증가하고 있다. 양하은·서종원, 「2019 중국 항공산업 운송현황과 시사점」, 『한국교통연구원 동북아·북한 교통물류 이슈페이퍼』, 제2020-18호, 2020.

2) 코로나19(COVID-19)가 시작되기 전 2019년을 기준으로 하면 중국에는 모두 238개의 공항이 있다. 공항 등급에 의하면 4F급 공항이 13개, 4E급 공항이 38개, 4D급 공항이 38개, 4C급 공항이 143개, 기타가 6개이다. 지역별로 공항 분포를 보면 2019년을 기준으로 동부지역에는 54개, 중부지역에는 36개, 동북지역에 27개, 그리고 서부지역에 121개가 분포하고 있다. 中国民用航空局, 『2019年民航行业发展统计公报』, 2020.06, pp.7-8.

사천성과 분리되었다. 2022년 말 기준으로 사천성에는 모두 16개의 공항이 분포하고 있으며 중경시에는 5개의 공항이 분포하고 있다. 따라서 공항의 수가 지나치게 많다는 문제점이 제기될 수 있다. 이러한 문제점을 제기하기 위해서는 공항의 이용효율성이 적절한지에 대한 분석이 필요하다.

2. 선행연구

공항의 이용효율성에 대한 연구는 많은 국가들에서 검증되고 있다. 특히 중국의 공항의 대상으로 하는 실증분석도 여러 측면에서 다루어지고 있다. 공항의 이용효율성 분석은 분석대상에 따라 다른 결과가 도출 될 수 있다. 왜냐하면 규모가 큰 공항과 규모가 작은 공항을 직접 비교하는 것은 편차가 발생할 수 있기 때문이다. 그러나 공항의 이용효율성이라는 측면에서 보게 되면 규모가 큰 공항과 규모가 작은 공항을 비교하는 것도 어느 정도는 의의가 있다. 왜냐하면 지나치게 큰 공항이 상대적인 이용효율성이 있는지 아니면 오히려 규모가 작은 공항이 상대적인 이용효율성이 있는지는 비교할 의의가 있기 때문이다. 특히 지난 20여 년 동안 중국의 공항은 규모가 매우 커지고 있다. 심지어는 규모가 큰 공항이 이미 있는데 주변에 다시 큰 규모의 공항을 건설하는 경우도 있다. 대표적인 사례가 바로 북경수도국제공항(北京首都国际机场, Beijing Capital International Airport, IATA[3]: PEK)과 북경대흥국제공항(北京大兴国际机场, Beijing Daxing International Airport, IATA: PKX)이다. 북경시를 중심으로 북경수도공항은 북동쪽에 위치하고 있고 북경대흥국제공항은 남쪽에 위치하고 있다. 그리고 두 공항의 물리적 거리는 약 80킬로미터 정도이다. 북경시는 중국의 수도로서 물동량이 매우 많다. 그러나 80킬로미터를 사이에 두고 4F 등급의 공항을 다시 건설하는 것은 중복투자의 함정에 빠질 수도 있다.

공항의 이용효율성에 대한 분석은 DEA 방법이나 Malmquist지수를 많이 이용하고 있다. 왜냐하면 분석 방법이 용이하고 자료의 이용 가능성도 높기 때문이다. DEA 방법은 분석대상에 대해 투입변수와 산출변수를 설정한 후 효율성을 상대적으로 분석하는 방법이다[4]. 그리고 Malmquist지수는 DEA 방법을 기반으로 하여 분석대상의 동태적인 효율성을 분석하는 방법이다. DEA 방법은 특정 연도를 기준으로 분석대상

3) IATA(International Air Transport Association, 국제항공운송협회)에서 발급하는 IATA 코드는 IATA 위치 판별자(location identifier)로도 알려져 있으며, 3개의 문자 코드로 구성되어 있다. 세계의 모든 공항은 IATA에 의해 중복되지 않게 코드를 부여 받는다.

4) 백인호·진무위·이향숙, 「DEA를 활용한 한·중·일 주요 국제공항의 효율성 분석 연구」, 『물류학회지』, 제30권 제3호, 한국물류학회, 2020.06, pp.23-31.

의 상대적인 효율성을 분석하는 반면에 Malmquist지수는 일정 연도를 기준으로 이 기간 내의 동태적인 효율성을 분석한다. 두 가지 방법에서 공통적으로 중요한 조건은 투입변수와 산출변수의 설정 그리고 분석기간의 설정이다. 왜냐하면 투입변수와 산출변수의 설정은 직접적으로 효율성의 분석 결과에 영향을 초래할 수 있기 때문이다. 투입변수와 산출변수의 관계를 설정하기 위해서는 효율성(efficiency)의 의미를 명확하게 해야 한다. 즉 공항의 운영효율성(operational efficiency)과 이용효율성(utilization efficiency)을 구분할 필요가 있다. 기존의 연구들을 보면 이 두 가지 개념을 명확하게 구분하지 않는 경우도 종종 있다. 운영효율성은 재무적인 측면에서 공항의 효율성을 분석하는 것을 말하고 이용효율성은 인프라적인 측면에서 공항의 효율성을 분석하는 것을 말한다. 재무적인 측면의 운영효율성을 분석할 때 산출변수로 매출액[5], 영업수익[6], 영업이익[7]등을 이용하기도 한다. 그리고 투입변수로 종업원 수[8]와 운영비용 또는 노동력비용이나 고정자산감가상각비[9]를 이용한다, 그리고 종업원을 좀 더 세분화하여 정규직 직원 수[10]를 이용하기도 한다. 그러나 이들 투입변수와 산출변수는 공항별로 자료의 이용가능성에 매우 많은 제약을 가지고 있다[11]. 따라서 공항의 효율성을 인프라적인 측면에서 접근하여 이용효율성을 분석하는 연구가 상대적으로 많이 시도되고 있다.

공항의 효율성을 이용효율성 측면에서 접근할 때 주로 이용되는 투입변수는 공항부지면적을 가장 많이 이용한다. 그러나 공항부지면적은 공항의 전체적인 면적이고 실질적으로 터미널면적이 더욱 의의가 있다. 따라서 터미널면적을 투입변수로 많이

---

5) 홍석진, 「항공화물 부문과 항공사 효율성에 관한 연구 (자료포락분석(DEA) 모형의 이용)」, 『대한교통학회지』, 제33권 제3호, 대한교통학회, 2004, pp.17-26. 강달원·정동훈·전승준, 「유해산출물을 고려한 국내 공항 효율성 측정에 관한 연구」, 『한국항공운항학회지』, 제26권 제4호, 한국항공운항학회, 2018, pp.27-35.

6) 홍석진·문형진, 「국내지방공항의 운영성과 분석(WLU를 이용한 DEA모형의 적용)」, 『대한교통학회지』, 제23권 제8호, 대한교통학회, 2005, pp.89-98.

7) 유석천·맹결·임성묵, 「2단계 네트워크 DEA를 이용한 세계 주요 공항 성과 분석」, 『품질경영학회지』, 제45권 제1호, 한국품질경영학회, 2017, pp.65-92.

8) 김윤희·하헌구, 「DEA-Malmquist Productivity Index를 이용한 국내공항의 생산성 변화 분석」, 『한국항공경영학회지』, 제8권 제1호, 한국항공경영학회, 2010, pp.15-28. Gillen, D. & Lall, A., Developing measures of airport productivity and performance: An application of data envelopment analysis, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 33 Issue 4, Elsevier, 1997, pp.261-273.

9) 于新才, 「DEA在我国上市机场效率分析中的应用」, 『民航学报』, 第5卷 第6期, 2021, pp.35-42.

10) 강호정, 「국내 공항의 상대적 효율성 및 생산성 변화 연구」, 『한국항공경영학회지』, 제7권 제1호, 한국항공경영학회, 2009, pp.119-128.

11) 특히 국가 간 공항의 효율성을 비교할 때는 이 문제가 더욱 심각하게 나타난다. 왜냐하면 국가별로 공항의 재무자료에 대한 이용 가능성이 각각 다르기 때문이다. 결국 모든 국가에서 동일하게 이용 가능한 자료가 아니면 효율성 분석의 변수로 이용하기 힘들다. 이 문제는 이용효율성에서도 마찬가지로 존재하고 있다.

이용한다. 그리고 터미널면적도 여객터미널면적과 화물터미널면적으로 구분하기도 한다[12]. 공항부지면적과 터미널면적은 공항의 가장 기본이 되는 인프라 조건이다. 그러나 이 두 가지 변수는 특별한 경우가 아니면 거의 변하지 않는 지표이다. 왜냐하면 특별한 경우에 공항을 확충하지 않으면 매년 변화가 거의 없기 때문이다. 그리고 어떤 경우에는 특정 연도에 터미널을 확충하게 되면 투입변수의 값이 전년도와 비교할 때 크게 변화하게 된다. 그러나 이에 상응하는 산출이 변화하지 않으면 효율성 값에 부정적인 영향을 초래하게 된다. 이와 비슷한 투입변수로 활주로 길이[13]와 활주로 수가 있다. 이 두 변수를 역시 공항의 이용효율성 분석에서 투입변수로 많이 이용하지만 공항부지면적이나 터미널면적과 동일한 특징을 가진다.

앞의 변수들보다는 상대적으로 동태적인 변수는 개통 노선 수가 있다. 공항의 인프라 조건에서 부지면적이나 활주로보다도 더 큰 의미를 가지는 것은 개통 노선 또는 연결 도시 수이다. 왜냐하면 개통 노선 수가 많을수록 더 많은 물류수요를 충당할 수 있기 때문이다. 따라서 개통 노선이나 연결 도시 수를 공항의 이용효율성 분석의 투입변수로 이용하는 연구가 많이 시도되고 있다[14]. 공항의 인프라 조건을 비교할 때 또 하나의 이용 가능한 자료는 터미널의 게이트 수이다. 게이트 수가 많다는 것은 그만큼 항공기가 들어오고 나갈 수 있는 조건이 양호하다는 것을 의미한다. 따라서 공항의 이용효율성 분석에서 터미널의 게이트 수를 투입변수로 많이 이용하고 있다[15].

DEA 방법을 이용한 공항의 효율성 분석에서 가장 많이 이용되는 산출변수는 여객운송량, 화물운송량 그리고 운항횟수이다. 이 세 가지 변수를 모두 산출변수로 이용하기도 하며 때로는 화물운송량[16]과 여객운송량[17]을 분리해서 산출변수로 이용하

---

12) 홍석진·이재구·임춘우, 「아시아 주요공항의 효율성 분석: DEA와 초효율성 분석을 중심으로」, 『한국항공경영학회지』, 제7권 제3호, 한국항공경영학회, 2009, pp.3-12. 진무위·이향숙, 「일대일로 영향권에 위치한 중국 국제공항의 효율성 분석에 관한 연구」, 『한국항공경영학회지』, 제16권 제3호, 2018, pp.39-49.

13) 张劲枫, 「基于DEA模型的我国西部地区主要机场运营效率评价」, 『中国物流与采购』, 第12期, 2020, pp.34-35. 罗润三, 「基于 DEA 方法的山东省支线机场运营效率研究」, 『统计与管理』, 第5期, 2019, pp.113-116.

14) 于海静·夏鹤·沈滨, 「基于DEA方法的国内旅游城市机场运营效率研究」, 『河南科技大学学报(社会科学版)』, 第34卷 第3期, 河南科技大学, 2016, pp.68-74. 王茜·杨新湦, 「基于DEA的我国三大机场群效率分析」, 『航空计算技术』, 第47卷 第3期, 2017, pp.45-49. 백인호·진무위·이향숙, 「DEA를 활용한 한·중·일 주요 국제공항의 효율성 분석 연구」, 『물류학회지』, 제30권 제3호, 한국물류학회, 2020.06, pp.23-31. 景崇毅·宋如博·吴孟瑶·卢燕, 「基于并行网络DEA模型的机场群效率研究」, 『地理信息世界』, 第29卷 第2期, 2022, pp.99-105.

15) 程玉辉·景崇毅, 「基于三阶段非期望产出SBM-DEA模型的我国大中型机场运营效率研究」, 『科技和产业』, 第20卷 第3期, 2021, pp.101-107.

16) 김용정·조강필·정중재, 「DEA 모형을 이용한 아시아 국제공항의 항공물류부문 효율성 분석」, 『무역학회지』, 제38권 제5호, 한국무역학회, 2013, pp.257-289.

기도 한다. 왜냐하면 화물과 여객은 성격이 조금 다르기 때문이다. 특히 중소규모의 공항인 경우 화물보다는 관광을 위주로 하는 여객이 더욱 중요한 비중을 차지할 수도 있기 때문이다. 본 연구는 기존의 연구를 바탕으로 여객운송량, 화물운송량 그리고 운항횟수를 산출변수로 이용한다. 중국의 서부지역의 공항은 주요 관광지를 중심으로 운영되는 공항들이 있다. 따라서 이를 구분하기 위해 실증분석에서는 여객운송량과 화물운송량을 분리해서 공항의 이용효율성을 비교해 보고자 한다.

3. 중국 사천성과 중경시의 공항 발전 현황

1) 사천성과 중경시의 공항의 분포

2022년 말 기준 사천성(四川省)에는 모두 16개의 공항이 분포하고 있으며, 중경시(重庆市)에는 5개의 공항이 분포하고 있다. 공항 등급별[18]로 보면 사천성에는 2개의 4F급 공항, 3개의 4D급, 11개의 4C급 공항이 있다. 4F급 공항에는 1938년에 개항한 성도쌍류국제공항(成都双流国际机场, IATA: CTU)과 2021년에 개항한 성도천부국제공항(成都天府国际机场, IATA: TFU)이 있다. CTU는 활주로가 2개 있으며 터미널 면적은 50만m2이다. 최근에 개항한 TFU는 CTU보다 규모가 더욱 크다. 활주로가 3개 있으며 터미널 면적은 71.96만m2이다. 그리고 4D급과 4C급 공항 중 4개는 2000년 이전에 개항되었으며 10개는 2000년 이후에 개항되었다. 그중 4개 공항은 2010년 이후에 개항되었다.

사천성 지역은 지리적인 특수성으로 인해 민용공항과 군용공항이 함께 운영되는 경우와 공항의 합병으로 공항의 명칭이 변경되는 경우가 있다. 4C급인 DZH는 1960년에 개통한 달주하시공항(达州河市机场)을 합병하여 2022년에 달주금오공항(达州金

---

17) David Ennen & Irem Batool, Airport Efficiency in Pakistan-A Data Envelopment Analysis with Weight Restrictions, *Journal of Air Transport Management*, Vol.69, 2018, pp.205-212.

18) 중국의 공항을 구분하는 방법은 크게 두 가지 지표를 이용한다. 즉 비행구역지표Ⅰ과 비행구역지표Ⅱ가 있다. 비행구역지표Ⅰ은 활주로 길이에 따라 1에서 4까지 구분된다. 공항 활주로의 길이가 800미터 미만이면 비행구역지표Ⅰ의 1에 해당된다. 그리고 공항 활주로의 길이가 1,800미터 이상이면 비행구역지표Ⅰ의 4에 해당된다. 비행구역지표Ⅱ는 항공기의 날개폭에 의해 구분된다. 비행구역지표Ⅱ는 A등급부터 F 등급까지 구분하고 있다. F등급은 날개폭이 65-80미터의 항공기가 운행 가능한 공항을 말한다. 따라서 4F급은 규모가 가장 큰 공항을 말한다. 民航机场规划设计研究总院有限公司·中国民用航空局机场司,『民用机场飞行区技术标准』, 中国民航出版社有限公司, 2021.12, p.1. 中国民用航空局,「2021年民航行业发展统计公报」, 中国民用航空局, 2022.05, p.22.

垭机场, IATA: DZH)으로 개통하였다. 사천성의 로주시(瀘州市)에는 1990년에 개항한 로주람전공항(泸州蓝田机场)이 있었다. 그러나 2017년에 공항 운영이 중지되고 2018년에 로주운용공항(泸州云龙机场, IATA: LZO)으로 다시 개통되었다. 의빈시(宜宾市)도 로주시와 마찬가지로 1992년에 개통한 군민(軍民) 혼용의 4C 등급의 채패공항(菜坝机场)이 있었다. 그러나 군용과 민용이 혼용되기 때문에 원활한 항공물류수요를 충당하기에 어려움이 있어 민간 전용의 의빈오량액공항(宜宾五粮液机场, IATA: YBP)을 개통하고 기존의 채패공항은 군용 전용으로 전환하였다.

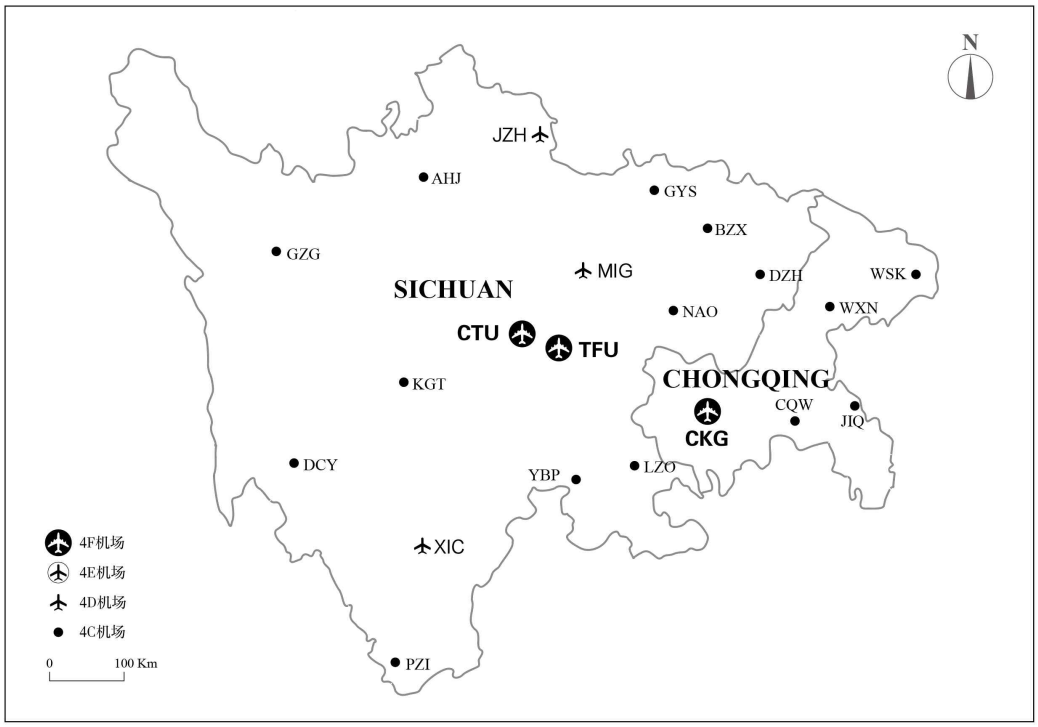
<표1> 사천성과 중경시의 공항 분포

지역 구분	공항 명칭	IATA 코드	공항 등급	개항 연도	터미널 면적 (만m^2)	활주로 (개)
사천성	成都双流国际机场	CTU	4F	1938	50.00	2
	成都天府国际机场	TFU	4F	2021	71.96	3
	绵阳南郊机场	MIG	4D	2001	8.60	1
	泸州云龙机场	LZO	4C	1990/ 2018	3.00	1
	西昌青山机场	XIC	4D	1975	1.00	1
	南充高坪机场	NAO	4C	2004	1.30	1
	宜宾五粮液机场	YBP	4C	1992/ 2019	2.40	1
	达州金垭机场	DZH	4C	1960/ 2022	3.16	1
	攀枝花保安营机场	PZI	4C	2003	0.35	1
	广元盘龙机场	GYS	4C	2000	0.50	1
	巴中恩阳机场	BZX	4C	2019	1.30	1
	稻城亚丁机场	DCY	4C	2013	0.50	1
	甘孜康定机场	KGT	4C	2008	0.50	1
	阿坝红原机场	AHJ	4C	2014	0.75	1
	九寨黄龙机场	JZH	4D	2003	2.00	1
	甘孜格萨尔机场	GZG	4C	2019	0.30	1
중경시	重庆江北国际机场	CKG	4F	1990	73.70	3
	万州五桥机场	WXN	4C	2003	0.60	1
	黔江武陵山机场	JIQ	4C	2010	0.30	1
	重庆仙女山机场	CQW	4C	2021	0.60	1
	重庆巫山机场	WSK	4C	2019	0.35	1

*주: 터미널면적과 활주로 수는 2022년 말 기준.

중경시는 모두 5개의 공항이 분포하고 있다. 중경시의 가장 큰 4F 등급의 공항은 중경강북국제공항(重庆江北国际机场, IATA: CKG)이다. 1990년에 개항한 CKG는 3개의 활주로를 가지고 있으며 터미널 면적이 73.70만m^2이다. 그리고 나머지 4개의 공항은 모두 4C 등급이다. 중경시의 5개 공항과 사천성의 16개 공항의 지리적 분포는 그림1을 참고할 수 있다.

<그림 1> 사천성과 중경시의 공항 분포



2) 사천성과 중경시의 공항의 이용 현황 비교

<표2>는 사천성과 중경시의 공항의 이용 현황을 비교하고 있다. 공항의 이용 현황을 비교하기 위해서는 연도별 자료가 비교 가능해야 한다. 몇몇 공항은 자료의 연속성이 만족되지 못하기 때문에 비교에서 제외하였다. <표1>에서는 모두 21개의 공항이 있는데 사천성의 TFU(成都天府国际机场)는 2021년에 개통하였기 때문에 <표2>에서는 제외하였다. 그리고 4C 등급인 사천성의 BZX(巴中恩阳机场), GZX(甘孜格萨尔机场)와 중경시의 WSK(重庆巫山机场)는 2019년에 개통하고 CQW(重庆仙女山机场)는 2021년에 개통하였기 때문에 역시 <표2>에서 제외하였다. 4C 등급인 사천성

의 DCY(稻城亚丁机场)와 AHJ(阿坝红原机场)는 각각 2013년과 2014년에 개통하였지만 자료의 연속성이 만족되지 않아 <표2>의 비교에서는 역시 제외하였다. 최종적으로 <표2>에서는 사천성의 11개 공항과 중경시의 3개 공항 합계 14개 공항의 이용 현황을 비교하고 있다.

<표2> 사천성과 중경시의 공항의 이용 현황 비교

IATA 코드	2013년		2019년		2022년	
	여객운송량 (만 명)	화물운송량 (만 톤)	여객운송량 (만 명)	화물운송량 (만 톤)	여객운송량 (만 명)	화물운송량 (만 톤)
CTU	3,344.46	50.14	5,585.86	67.19	1,781.74	52.99
MIG	91.73	0.49	415.94	0.89	166.11	0.54
LZO	43.96	0.24	186.14	0.66	124.32	0.37
XIC	31.77	0.15	108.72	0.19	118.35	0.16
YBP	43.40	0.25	101.16	0.23	111.96	0.45
NAO	31.94	0.21	100.07	0.34	59.25	0.21
DZH	24.87	0.16	57.13	0.14	46.21	0.06
GYS	12.29	0.02	54.70	0.17	22.93	0.04
PZI	6.38	0.02	22.63	0.02	26.28	0.05
JZH	135.09	0.01	5.50	0.00	4.75	0.00
KGT	3.83	0.00	2.05	0.00	1.29	0.00
CKG	2,527.20	28.01	4,478.67	41.21	2,167.35	41.48
WXN	31.88	0.18	115.14	0.17	60.56	0.08
JIQ	9.56	0.01	49.81	0.02	12.74	0.00

*자료: 中国民用航空局

<표2>에 의하면 4F 등급인 사천성의 CTU(成都双流国际机场)와 중경시의 CKG(重庆江北国际机场)의 여객운송량과 화물운송량이 가장 많다. 2013년 기준 CTU의 여객운송량은 3,344.46만 명이고 CKG의 여객운송량은 2,527.20만 명이다. 2019년 CTU의 여객운송량은 5,585.86만 명으로 크게 증가하고 있으며 CKG 역시 4,478.67만 명으로 크게 증가하고 있다. 그러나 2022년에는 코로나19(COVID-19)의 영향으로 CTU의 여객운송량은 1,781.74만 명으로 크게 감소하였다. CKG 역시 2,167.35만 명으로 여객운송량이 대폭 감소하였다. 2022년을 기준으로 하면 중경시의 CKG가 사천성의 CTU보다 여객운송량이 더욱 크다. 2013년을 기준으로 CTU와 CKG 다음으로 여객운송량이 많은 공항은 JZH(九寨黄龙机场)와 MIG(绵阳南郊机场)이다. JZH의 2019년과 2022년의 여객운송량은 크게 감소하였다. 왜냐하면 JZH의 여객 운송은 주로 관광

객에 의존하기 때문이다. 관광객이 감소하면 여객운송량이 당연히 감소하는 것이다. <표2>에서 알 수 있는 또 하나의 추세는 4D 등급과 4C 등급 공항의 여객운송량이 지속적으로 증가하고 있다는 것이다. 이는 중소규모 공항이 지속적으로 발전하고 있음을 의미한다. 여객운송량을 기준으로 하면 4F 등급 공항을 중심으로 4D 등급과 4C 등급의 공항이 모두 발전하고 있는 구조이다.

그러나 화물운송량을 기준으로 하면 완전히 다른 구조를 발견할 수 있다. <표2>에서 2013년을 기준으로 하면 사천성의 CTU(成都双流国际机场)와 중경시의 CKG(重庆江北国际机场)가 화물운송량의 절대적인 비중을 차지하고 있다. CTU의 화물운송량은 50.14만 톤이고 CKG의 화물운송량은 28.01만 톤이다. 두 개의 공항을 제외하고 다른 4D 등급과 4C 등급의 공항의 화물운송량은 매우 적은 수준이다. 이는 2019년과 2022년의 자료에서도 동일한 구조를 발견할 수 있다. 즉 화물운송량을 기준으로 하면 사천성과 중경시의 4F 등급 공항이 중심이 되고 있다. <표2>에서 발견할 수 있는 또 하나의 특징은 2013년-2019년 기간 동안 여객운송량과 화물운송량은 꾸준히 증가하고 있으며, 특히 2019년-2022년 기간 동안 여객운송량은 COVID-19의 영향으로 크게 감소하고 있으나 화물운송량은 절대적인 규모가 상대적으로 조금 감소하고 있다. 이는 여객운송량이 감소하는 이유는 전염병의 영향이지만 이 기간 중에도 공항의 화물 운송 기능은 여전히 중요하게 작용하고 있다는 것이다.

4. 실증분석

1) 분석방법

본 연구는 Malmquist지수를 이용하여 중국의 사천성과 중경시의 공항의 이용효율성을 분석한다. DEA방법과 Malmquist지수는 기존연구에서 공항의 이용효율성을 분석할 때 가장 많이 사용하는 방법 중의 하나이다. DEA방법은 특정 연도를 기준으로 분석대상 사이의 정태적 효율성을 분석하는데 장점이 있다. 반면에 Malmquist지수는 일정 기간을 대상으로 동태적인 효율성의 분석에 장점이 있다[19]. Malmquist지수가 생산성(produvtivity)의 분석에 많이 활용되고 있는데 동일한 논리로 효율성(efficienc

19) 비모수적 방법에서 Malmquist 지수는 생산프론티어가 수익불변이라는 가정에서 생산성 변화를 측정하기 때문에 생산성을 과다 혹은 과소 측정할 수 있다는 한계점도 가지고 있다. 김윤희·하헌구, 「DEA-Malmquist Productivity Index를 이용한 국내공항의 생산성 변화 분석」, 『한국항공경영학회지』, 제8권 제1호, 한국항공경영학회, 2010, p.26.

y)의 분석에 이용이 가능하다. 특히 Malmquist지수는 효율성의 변화가 단순히 양적 투입에만 의존하는지 아니면 구조적인 효율의 개선에 의존하는지도 구분할 수 있기 때문에 더욱 유용한 분석도구가 되고 있다. 일반적으로 Malmquist지수는 아래 식(1)과 식(2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$M^t = \frac{E^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{E^t(x^t, y^t)},\ M^{t+1} = \frac{E^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{E^{t+1}(x^t, y^t)} \qquad \text{식(1)}$$

$$M^{t,t+1} = (M^t M^{t+1})^{\frac{1}{2}} = \left[\frac{E^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{E^t(x^t, y^t)} \times \frac{E^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{E^{t+1}(x^t, y^t)}\right]^{\frac{1}{2}} \qquad \text{식(2)}$$

식(1)과 식(2)에서(x^{t+1}, y^{t+1})과 (x^t, y^t)는 $t+1$시기와 t시기의 투입과 산출을 나타낸다. 그리고 E^t와 E^{t+1}는 t시기와 $t+1$시기의 거리함수이다. 만약 $M>1$이면 분석기간 중 분석대상(Decision Making Unit: DMU)의 효율성이 개선되는 것으로 해석할 수 있다. 그리고 만약 $M<1$이면 효율성이 악화되는 것으로 해석이 가능하다[20]. Malmquist지수는 다시 식(3)을 통해 식(4)의 효율변화(EFFCH)와 식(5)의 기술변화(TECHCH)로 구분해 볼 수 있다.

$$M^{t,t+1} = \left(\frac{E^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{E^t(x^t, y^t)}\right) \times \left[\frac{E^t(x^t, y^t)}{E^{t+1}(x^t, y^t)} \times \frac{E^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{E^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}\right]^{\frac{1}{2}} \qquad \text{식(3)}$$

$$EFFCH = \frac{E^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{E^t(x^t, y^t)} \qquad \text{식(4)}$$

$$TECHCH = \left[\frac{E^t(x^t, y^t)}{E^{t+1}(x^t, y^t)} \times \frac{E^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{E^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}\right]^{\frac{1}{2}} \qquad \text{식(5)}$$

식(4)와 식(5)는 식(3)의 분해이다. 식(4)은 t시기와 $t+1$시기에서 효율변화가 효율성(즉 생산성)에 미치는 영향을 나타낸다. 식(5)는 생산프론티어의 이동이 효율성(즉 생산성)에 미치는 영향을 나타낸다. 따라서 식(4)는 투입과 산출의 관계에서 구조적

20) Malmquist지수의 분석결과를 해석할 때 지수의 값이 높아지는 것을 효율성이 있다고 해석하기 보다는 효율성이 개선되고 있다고 해석하는 것이 더욱 정확한 표현이다. 왜냐하면 Malmquist지수가 정태적인 효율성을 분석하는 것이 아니라 동태적인 효율성을 분석하기 때문이다. 그리고 각각 다른 DMU를 비교할 때도 효율성의 개선 정도가 상대적으로 크다 또는 작다로 표현하는 것이 더욱 정확한 표현이다.

인 효율의 개선이 효율성에 미치는 영향을 나타내는 것으로 해석할 수 있다. 그리고 식(5)는 효율성의 개선이 양적 투입에 의존하는 것으로 해석할 수 있다. 식(3)의 Malmquist지수는 규모수익불변을 가정하고 있다. 따라서 규모의 변화가 효율성에 미치는 영향을 분석하기에는 한계가 있다. 따라서 식(6)을 통해 규모효율변화(SECH)와 순효율변화(PECH)를 구분할 수 있다.

$$M_{v,c}^{t,t+1} = \frac{E_v^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}{E_v^t(x^t,y^t)} \times \left[\frac{E_v^t(x^t,y^t)}{E_c^t(x^t,y^t)} / \frac{E_v^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}{E_c^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})} \right] \times \left[\frac{E_c^t(x^t,y^t)}{E_c^{t+1}(x^t,y^t)} \times \frac{E_c^t(x^{t+1},y^{t+1})}{E_c^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{식(6)}$$

$$SECH = \left[\frac{E_v^t(x^t,y^t)}{E_c^t(x^t,y^t)} / \frac{E_v^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}{E_c^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})} \right] \quad \text{식(7)}$$

$$PECH = \frac{E_v^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}{E_v^t(x^t,y^t)} \quad \text{식(8)}$$

식(7)과 식(8)은 식(6)의 분해이다. 식에서 v는 규모수익가변(VRS)을 나타내고 있고, c는 규모수익불변(CRS)을 나타내고 있다. 따라서 식(7)은 규모효율변화(SECH)를 나타내고 있다. 즉 식(7)은 규모의 변화가 효율성에 미치는 영향을 나타낸다. 식(8)은 순효율변화(PECH)를 나타내고 있다. 즉 규모수익가변의 가정에서 순기술변화를 나타낸다. Malmquist지수를 이용한 효율성 분석에서 마지막으로 고려해야 하는 조건은 투입중심(input-oriented)의 효율성 분석인지 아니면 산출중심(output-oriented)의 효율성 분석인지를 선택해야 한다. 투입중심은 산출이 불변한다는 전제에서 투입을 줄이는 것을 말한다. 그리고 산출중심은 현재의 투입상황에서 산출을 확대시키는 것이다[21]. 공항은 투입변수를 줄이는 것이 불가능하다. 왜냐하면 투입변수로 가장 많이 이용하는 공항부지면적이나 터미널면적은 임의대로 줄이는 것이 비현실적이기 때문이다. 따라서 본 연구는 산출중심을 가정한다.

2) 변수와 자료

21) 백인호·진무위·이향숙, 「DEA를 활용한 한·중·일 주요 국제공항의 효율성 분석 연구」, 『물류학회지』, 제30권 제3호, 한국물류학회, 2020.06, p.26.

Malmquist지수를 이용하여 공항의 동태적인 이용효율성을 분석하기 위해서는 우선 투입변수와 산출변수를 설정해야 한다. 왜냐하면 투입변수와 산출변수의 구조는 분석결과에 직접적인 영향을 초래할 수 있기 때문이다. 본 연구는 공항의 운영효율성이 아닌 이용효율성을 분석한다. 앞에서도 언급하고 있듯이 운영효율성(operational efficiency)은 공항의 재무적인 측면에서 접근하는 개념이고 이용효율성(utilization efficiency)은 인프라적인 측면에서 접근하는 개념이다. 따라서 공항의 이용효율성을 비교하기 위한 투입변수와 산출변수는 주로 인프라적인 측면에서 고려해야 한다.

본 연구는 기존 연구를 바탕으로 3개의 투입변수를 설정한다. 앞의 선행연구에서 보았듯이 기존 연구에서는 공항면적으로 투입변수로 이용하고 있다. 일반적으로 공항면적은 터미널면적과 활주로면적 그리고 창고나 주차장과 같은 모든 시설물의 면적을 포함하고 있다. 물론 공항면적도 공항의 중요한 인프라 조건 중의 하나이지만 실질적으로 여객운송과 화물운송을 지원하는 것은 터미널이다. 따라서 본 연구는 공항의 터미널 면적을 투입변수로 이용한다. 터미널 면적과 관련해서 또 하나 중요한 조건은 게이트(Gate) 수이다. 특히 여객 운송에 있어서 게이트는 항공기가 접안할 수 있는 중요한 시설이기 때문에 게이트 수가 많을수록 항공운송 능력이 높아지게 된다. 따라서 게이트 수를 두 번째 투입변수로 이용한다.

그런데 한 가지 중요한 점은 터미널 면적과 게이트 수는 공항의 확충에 따라서 특정 연도에 크게 변하게 된다. 그리고 터미널이 확충되면서 터미널 면적이 증가하고 되고 동시에 게이트 수도 증가하게 된다. 그러나 터미널 면적의 증가와 게이트 수의 증가가 반드시 정비례하는 것은 아니다. CTU는 2016년 터미널 면적이 36.64만m2인데 2017년에 50.00만m2로 확충되었다. 그러나 게이트 수는 147개에서 178개로 조금 증가하고 있다. CKG는 2016년 터미널 면적이 20.00만m2인데 2017년에는 73.7만m2로 3.7배가 증가하였다. 그리나 게이트 수는 85개에서 209개로 2.5배가 증가하였다. 반면에 MIG는 터미널 면적의 증가와 게이트 수의 증가가 거의 정비례한다. MIG는 2021년까지 터미널 면적이 2.6만m2인데 2022년에 4.8만m2로 1.8배가 증가하였다. 그리고 게이트 수는 2021년의 11개에서 2022년에는 20개로 역시 1.8배가 증가하였다. 규모가 비교적 작은 공항은 공항 확충이 이루어지지 않았기 때문에 터미널 면적의 변화가 거의 없다. XIG는 2013년부터 2022년까지 터미널 면적이 1만m2로 변화가 없다. 이렇기 때문에 특정 연도를 대상으로 하는 DEA 방법을 이용하게 되면 이러한 투입변수의 변화가 최종적으로 공항의 이용효율성에 미치는 동태적인 영향을 고려하기 힘들다. 그러나 Malmquist지수를 이용하게 되면 투입변수의 동태적인 변화가 효율성에 미치는 영향을 분석 할 수 있다.

본 연구에서 이용하는 세 번째 투입변수는 개통 노선 수이다. 개통 노선 수는 개

통 도시 수와 달리 항공노선의 가장 기본적인 인프라 조건이다. 개통 도시 수가 많아도 노선 수는 이에 비례하지 않을 수 있다. 그리고 터미널 면적이 넓고 게이트 수가 많아도 항공노선이 없으면 여객운송과 화물운송을 처리할 수가 없다. 그리고 항공노선이 많을수록 여객운송비용과 화물운송비용의 규모의 경제를 창출할 수 있기 때문에 항공물류에 유리한 조건을 제공할 수 있다. 특히 코로나19(COVID-19)와 같이 불확실성이 높아지게 되면 터미널 면적과 게이트 수는 변화가 없지만 개통 노선 수는 변화하게 된다. 만약 개통 노선 수를 고려하지 않으면 모든 투입변수는 코로나19와 같은 불확실성의 상황에서도 변화하지 않고 산출변수만 변하게 되는 모순에 빠지게 된다. 그러나 개통 노선 수를 고려하게 되면 산출변수의 변화가 투입변수의 변화와 서로 연동되기 때문에 더욱 정확하게 공항의 이용효율성을 비교할 수 있다. 또한 코로나19와 같은 불확실성이 증가하여도 모든 공항의 개통 노선 수가 감소하는 것은 아니다. 오히려 불확실성의 증대가 개통 노선 수를 증대시킬 수도 있다. <표3>에 의하면 CTU의 2021년의 개통 노선 수는 374개인데 2022년에는 308개로 크게 감소하였다. 그러나 CKG는 2021년에 개통 노선 수가 375개인데 2022년에는 378개로 오히려 증가하였다. 따라서 본 연구는 개통 노선 수를 투입변수로 이용하게 되면 공항의 동태적인 이용효율성을 설명하는데 더욱 도움이 된다고 본다[22].

본 연구는 기존 연구를 참고하여 3개의 산출변수를 설정한다. 기존 연구에서 공통적으로 많이 이용하고 있는 산출변수는 여객운송량, 화물운송량 그리고 운항 횟수이다. 항공물류는 크게 여객물류와 화물물류로 구분할 수 있는데 여객운송량은 여객물류를 나타내고 화물운송량은 화물물류를 나타내고 있다. 운항 횟수는 항공기의 이륙과 착륙 횟수의 합계를 말한다. 그리고 본 연구에서 이용하는 운항 횟수는 국내선과 국제선의 합계를 이용한다. 운항 횟수는 공항의 실적으로 볼 수 있다[23]. 왜냐하면 항공기의 운항 횟수에 따라서 여객운송량과 화물운송량이 직접적인 영향을 받을 수 있기 때문이다. 양호한 인프라를 구비하고 있어도 결국 항공기가 이륙하지 못하면 공항의 이용 실적은 저조할 수밖에 없다. 따라서 운항 횟수는 공항의 중요한 실적이자 산출변수가 되는 것이다.

본 연구에서 이용하는 3개의 투입변수 즉 터미널 면적, 게이트 수 그리고 개통 노선 수는 각 공항의 웹사이트와 지방정부의 통계자료를 이용하고 있다. 왜냐하면 연

22) 기존 연구에서 개통 노선 수를 투입변수로 활용하지 못하는 이유는 이용 가능한 자료의 획득이 가장 큰 원인이라 본다. 왜냐하면 일반적으로 제공하는 통계자료에서는 연도별 공항의 개통 노선 수를 자료화할 때 많은 애로점이 있다. 따라서 본 연구는 각 공항의 웹사이트와 지방정부의 통계자료 그리고 신문보도 등을 통해 자료를 구축하였다.

23) 백인호·진무위·이향숙, 「DEA를 활용한 한·중·일 주요 국제공항의 효율성 분석 연구」, 『물류학회지』, 제30권 제3호, 한국물류학회, 2020.06, p.27.

도별 자료를 일괄적으로 제공하는 통계지표가 부재하기 때문이다. 그리고 3개의 산출변수 즉 여객운송량, 화물운송량 그리고 운항 횟수는 중국민항국(中国民航局)의 서남지구공항생산통계(西南地区机场生产统计系统, The Production Stat System for the Airport in Southwest Area, https://info.swcaac.gov.cn/sctj/)을 이용한다.

<표3> 사천성과 중경시의 공항의 개통 노선 수의 변화 추이

IATA 코드	2013년	2015년	2017년	2019년	2021년	2022년
CTU	222	249	315	349	374	308
MIG	16	25	46	55	55	59
LZO	10	16	18	38	45	49
XIC	4	6	15	22	31	43
YBP	11	16	17	19	34	50
NAO	5	9	10	17	21	23
DZH	4	6	8	15	16	26
GYS	4	5	6	11	12	15
PZI	1	4	4	8	8	10
JZH	3	8	14	5	14	14
KGT	1	3	4	3	3	3
CKG	244	232	267	366	375	378
WXN	11	15	14	22	30	26
JIQ	6	7	9	10	14	11

*자료: 저자 정리

효율성 분석에서 마지막으로 중요한 것은 바로 분석 대상과 분석 기간의 설정이다. 왜냐하면 분석 대상의 설정에 따라서 효율성이 다르게 나타날 수 있기 때문이다. <표1>에 의하면 사천성에는 모두 16개의 공항이 있고 중경시에는 5개의 공항이 있다. 사천성과 중경시를 합하면 모두 21개의 공항이 있다. 그중 사천성의 TFU(成都天府国际机场)는 비록 4F 등급의 공항이지만 2021년에 개통하였기 때문에 본 연구의 분석 대상에는 포함하지 않는다. 그리고 BZX(巴中恩阳机场)와 GZG(甘孜格萨尔机场) 역시 2019년에 개통하였기 때문에 동태적 효율성 분석을 위한 자료가 부족하기 때문에 본 연구에서는 제외하기로 한다. 또한 4C 등급인 DCY(稻城亚丁机场)와 AHJ(阿坝红原机场)는 각각 2013년과 2014년에 개통하였지만 공항의 규모가 지나치게 작고 또한 자료도 불완전하기 때문에 비교의 의미가 크지 않다. 따라서 분석 대상에서 제외한다. 최종적으로 사천성에는 1개의 4F 등급, 3개의 4D 등급, 그리고 7개의 4C 등

급 합계 11개의 공항을 분석 대상으로 설정한다. 중경시에는 모두 5개의 공항이 있는데 4F 등급의 CKG(重庆江北国际机场)는 1990년에 개통하였다. 그리고 4C 등급인 WSK(重庆巫山机场)와 CQW(重庆仙女山机场)는 각각 2019년과 2021년에 개통하였기 때문에 분석에서 제외한다. 따라서 중경시는 1개의 4F 등급 공항 그리고 2개의 4C 등급 공항 합계 3개의 공항을 분석 대상으로 선정한다. 최종적으로는 2개의 4F 등급 공항, 3개의 4D 등급 공항 그리고 9개의 4C 등급 공항 합계 14개 공항을 분석 대상으로 선정한다.

마지막으로 분석기간은 2013-2022년으로 설정한다. 2010년대 이후 중국의 서부지역은 국가발전전략인 서부대개발(西部大开发)로 인해 집중적인 투자가 이루어졌다. 특히 사천성과 중경시는 서부지역 특히 서남지역의 성장거점지역으로서 서부대개발의 핵심 지역으로 성장하였다. 이는 공항의 건설에 새로운 기회를 창출하였다. 본 연구에서 또 하나 고려해야 할 점은 바로 코로나19(COVID-19)의 영향이다. 항만물류와 달리 항공물류는 코로나19의 영향을 상대적으로 많이 받는다. 왜냐하면 여객운송량이 급감하기 때문이다. 따라서 본 연구는 세 가지 분석 기간을 설정한다. 첫 번째는 2013-2022년이다. 물론 이 기간이 코로나19를 포함하고 있지만 코로나19 역시 특정 지역에만 영향을 초래하는 것이 아니라 사천성과 중경시 모두에게 영향을 초래하고 있기 때문에 상대적인 효율성을 분석하는 것에는 나름대로의 의미가 있다고 본다. 두 번째는 2013-2019년이다. 이 기간은 코로나19와 관계가 없다. 따라서 코로나19의 영향이 없는 상황에서 공항의 상대적 효율성을 비교해 볼 수 있다. 세 번째는 2020-2022년 기간이다. 이 시기는 코로나19시기로 볼 수 있다. 이 시기의 분석은 코로나19의 상황에서의 공항의 상대적 효율성을 비교해 볼 수 있다.

3) 분석결과

본 연구는 Malmquist지수를 이용하여 중국의 사천성과 중경시의 14개 공항을 대상으로 공항의 이용효율성을 비교 분석하고 있다. 분석에는 3개의 투입변수와 3개의 산출변수를 이용하고 있으며 공항의 특징을 반영하여 산출중심(output-oriented)을 가정하고 있다. 그리고 투입변수의 규모변화가 거의 나타나지 않기 때문에 규모수익불변(CRS)을 가정한다. 분석 기간은 세 가지 기간으로 구분하여 Malmquist지수를 도출하고 있다. 그리고 본 연구는 여객운송량과 화물운송량의 차이를 구분해 보기 위해 여객운송량과 운항 횟수를 산출변수로 설정하는 경우와 화물운송량과 운항 횟수를 산출변수로 설정하는 경우 그리고 여객운송량, 화물운송량, 운항 횟수 모두를 산출변수로 설정하는 경우로 나누어서 Malmquist지수를 도출하고 있다.

<표4> 여객운송량 기준 Malmquist 지수의 분석결과

IATA 코드	2013-2022			2013-2019			2020-2022		
	효율 변화	기술 변화	Malmquist 지수	효율 변화	기술 변화	Malmquist 지수	효율 변화	기술 변화	Malmquist 지수
CTU	1.000	0.894	0.894	1.000	1.006	1.006	1.000	0.691	0.691
MIG	0.990	0.889	0.880	1.000	0.968	0.968	0.955	0.685	0.654
LZO	1.029	0.949	0.977	0.954	1.100	1.050	1.223	0.687	0.840
XIC	1.109	0.900	0.999	1.093	0.958	1.048	1.207	0.804	0.970
YBP	1.007	0.953	0.959	0.922	1.087	1.002	1.412	0.704	0.994
NAO	0.988	0.919	0.909	0.939	1.029	0.967	1.149	0.722	0.830
DZH	0.911	0.965	0.879	1.025	1.080	1.107	0.610	0.690	0.421
GYS	1.166	1.017	1.186	1.180	0.975	1.150	1.000	1.106	1.106
PZI	1.152	0.884	1.019	1.083	0.943	1.021	1.256	0.771	0.968
JZH	0.738	0.835	0.617	0.683	0.879	0.601	0.634	0.718	0.455
KGT	0.975	0.861	0.840	0.879	0.899	0.790	0.755	0.776	0.586
CKG	1.000	0.911	0.911	0.972	1.012	0.984	1.053	0.743	0.782
WXN	1.094	0.968	1.059	1.145	1.071	1.226	1.000	0.765	0.765
JIQ	0.994	0.944	0.938	1.224	1.045	1.279	0.569	0.743	0.422
평균	1.005	0.920	0.925	0.998	1.001	0.999	0.952	0.752	0.716

*주: 효율변화는 식(4)의 EFFCH이고 기술변화는 식(5)의 TECHCH이며 Malmquist지수는 식(3)의 M을 말함.

<표4>는 여객운송량과 운항 횟수를 산출변수로 설정하고 터미널 면적, 게이트 수, 개통 노선 수를 투입변수로 설정한 분석결과이다. 2013-2022년의 분석결과에 의하면 14개 공항의 Mamlquist지수의 평균이 0.925로 1보다 작다. 이는 이 기간 중 공항의 이용효율성이 악화되고 있음을 나타낸다. 특히 그 중에서도 4F 등급 공항인 CTU와 CKG의 Mamlquist지수의 평균이 각각 0.894와 0.911로 1보다 작다. 두 공항을 비교해 보면 CTU가 CKG보다 공항의 이용효율성이 상대적으로 더 악화되고 있다고 해석할 수 있다. CTU와 CKG의 효율변화를 비교해 보면 1.000으로 동일한데 기술변화가 CTU는 0.894이고 CKG는 0.911이다. 이는 투입변수의 증가가 CKG의 효율성에 더욱 적극적인 영향을 초래하고 있음을 알 수 있다.

2013-2022년의 분석결과에서 또 하나의 흥미로운 발견은 Malmquist지수가 1보다 크게 나타나고 있는 GYS, PZI, WXN 세 개의 공항이 모두 4C 등급이다. GYS의 Malmquist지수는 1.186이고 이는 효율성이 18.6% 개선되고 있음을 의미한다. 그리고 PZI와 WXN의 Malmquist지수도 각각 1.019와 1.059로 효율성이 각각 1.9%와 5.9% 개선되었다. 일반적으로 규모가 큰 공항일수록 인프라 조건이 상대적으로 양호하기

때문에 공항의 이용효율성이 더욱 높다고 생각할 수 있다. 그러나 2013-2022년의 분석결과에 의하면 오히려 규모가 작은 공항의 이용효율성이 상대적으로 높게 나타나고 있다. 2개의 4F 등급 공항의 Malmquist지수의 평균은 0.903이고 9개의 4C 등급 공항의 Malmquist지수의 평균은 0.974이다. 비록 4F 등급 공항이나 4C 등급 공항 모두 효율성은 악화되고 있지만 악화되는 정도가 4C 등급 공항이 더욱 작다.

2013-2022년의 분석기간은 코로나19(COVID-19) 시기를 포함하고 있다. 코로나19의 발생은 항공운송 특히 여객운송에 큰 영향을 초래했다. 국내뿐만 아니라 국제노선도 많은 노선의 운항이 중단되었기 때문이다. 따라서 본 연구는 코로나19 이전 시기(2013-2019년)와 코로나19 시기(2020-2022년)를 구분하여 Malmquist지수를 비교해 보았다. 코로나19 이전 시기(2013-2019년)의 Malmquist지수의 평균은 0.999로 비록 1보다는 작지만 2013-2022년의 분석결과 보다는 Malmquist지수 값이 크게 높아졌다. 그러나 코로나19 시기(2020-2022년)의 분석결과에 의하면 Malmquist지수의 평균이 0.716로 크게 떨어지고 있다. 이는 코로나19 시기에 사천성과 중경시의 주요 공항의 이용효율성이 매우 악화되고 있음을 의미한다.

코로나19라는 특수한 상황을 배제하고 2013-2019년의 분석결과 몇 가지 흥미로운 점을 도출할 수 있다. 첫째 4F 등급인 CTU와 CKG의 Malmquist지수가 각각 1.006과 0.984로 나타나고 있다. 이는 CTU는 공항의 이용효율성이 0.6% 개선된 반면 CKG는 오히려 1.6% 악화되고 있음을 의미한다. CKG는 중경시를 대표하는 국제공항으로 2016년 터미널 면적이 20만m2인데 2017년에는 73.7만m2로 크게 확충하였다. 그러나 본 연구의 분석결과에 의하면 이와 같은 투입의 증가가 이에 상응하는 산출의 증가로 이어지지 못하고 있음을 의미한다. 왜냐하면 기술변화 즉 양적 증대의 영향은 1.012로 개선되고 있으나 효율변화는 0.972로 악화되고 있기 때문이다.

둘째 2013-2022년 분석기간의 분석결과의 마찬가지로 상대적으로 규모가 작은 공항의 이용효율성이 규모가 큰 공항보다 높게 나타나고 있다. 2013-2019년의 분석결과에서 4F 등급 2개 공항의 Malmquist지수의 평균은 0.995이고, 4D 등급 3개 공항은 0.872, 4C 등급 9개 공항은 1.066이다. 이는 4F 등급과 4D 등급 공항은 공항의 이용효율성이 악화되었고 4C 등급 공항은 상대적으로 개선되고 있음을 의미한다. 셋째 코로나19(COVID-19) 시기에는 GYS를 제외하고는 13개 공항의 이용효율성이 모두 크게 낮아지고 있다. 이러한 결과는 코로나19라는 특수성이 반영된 결과이다. 그런데 효율변화와 기술변화를 비교해 보면 효율변화는 0.952인데 반해 기술변화는 0.752이다. 이는 코로나19 시기에 투입변수의 변화는 크게 없는 반면에 산출변수가 크게 감소하였기 때문이다. 그리고 다른 모든 공항의 이용효율성은 악화되었는데 유일하게 GYS는 오히려 10.6%가 개선되었다. GYS의 이용효율성 개선은 산출변수의 증가 때

문이다. 특히 2021-2022년 기간 중 여객운송량과 화물운송량은 GYS를 포함한 14개 공항이 모두 감소하였다. 그러나 운항 횟수는 GYS를 제외한 나머지 13개 공항은 모두 감소하였지만 GYS는 2021-2022년 기간 중 오히려 증가하였다. 따라서 GYS의 이용효율성 개선은 투입변수가 아니라 산출변수의 증대에 기인하고 있는 것이다.

<표4>는 여객운송량과 운항 횟수를 산출변수로 설정하였다. 왜냐하면 사천성과 중경시의 공항들이 관광을 중심으로 하는 여행객들이 절대적인 비중을 차지하기 때문이다. <표5>는 화물운송량과 운항 횟수를 산출변수로 설정한 분석 결과이다. <표4>와 <표5>를 통해 화물운송과 여객운송의 차이를 비교해 볼 수 있다. 우선 <표5>의 2013-2022년의 Malmquist지수의 평균은 0.912로 공항의 이용효율성이 8.8% 악화되었다. <표4>에서는 이 값이 0.925로 공항의 이용효율성이 7.5% 악화되었다. 이를 비교해 보면 화물운송 중심에서 공항의 이용효율성이 상대적으로 더욱 악화되었다고 해석할 수 있다. 이는 2013-2019년의 분석결과에서 더욱 심각하게 나타난다. 2013-2019년의 Malmquist지수의 평균은 0.735이다. 이는 공항의 이용효율성이 26.5% 악화되었음을 의미한다.

본 연구의 분석결과에 의하면 여객운송과 비교할 때 화물운송의 이용효율성의 악화 정도가 더욱 심각하게 나타나고 있다. 공항의 규모별 비교에서도 <표4>와 <표5>는 다른 결과를 나타내고 있다. <표5>에서 2013-2019년의 4F 등급 공항의 Malmquist지수의 평균은 0.928이고 4D 등급 공항은 1.069 그리고 4C 등급 공항은 0.658이다. 이는 산출변수를 화물운송을 중심으로 할 경우 규모가 큰 공항이 규모가 작은 공항보다 상대적으로 공항 이용효율성이 높음을 나타낸다.

여객운송에서는 4C 등급 공항이 이용효율성이 가장 높게 나타났으나 화물운송에서는 가장 낮게 나타나고 있다. 이는 규모가 작은 4C 등급 공항이 주로 관광객을 중심으로 하는 여객운송 위주이기 때문이다. 상대적으로 규모가 작은 4C 등급 공항은 화물운송에 있어서는 매우 작은 규모이다. 따라서 동일한 투입변수를 가정할 때 여객운송을 중심으로 하는 산출변수에서는 규모가 작은 공항이 효율성이 높게 나타나지만 화물을 중심으로 하는 산출변수에서는 효율성이 낮게 나타나게 된다.

<표5>의 2020-2022년의 Malmquist지수의 평균이 0.772로 2013-2019년의 0.735보다 오히려 조금 높게 나타나고 있다. 이 역시 <표4>의 분석결과와 반대되는 구조이다. <표5>의 결과에 의하면 코로나19(COVID-19) 시기의 화물중심의 공항의 이용효율성이 코로나19 이전 시기보다는 조금 더 개선되고 있다. 이는 코로나19 시기에 여객운송은 크게 감소하였으나 화물운송은 어느 정도 산출을 유지하고 있었기 때문으로 해석할 수 있다. 코로나19 시기에 국내선뿐만 아니라 국제선도 관광객이 크게 감소하였다. 그러나 화물운송은 여전히 가능했기 때문에 오히려 코로나19 이전 시기보

다도 공항의 이용효율성이 조금 더 개선되고 있다고 본다.

<표5> 화물운송량 기준 Malmquist 지수의 분석결과

IATA 코드	2013-2022			2013-2019			2020-2022		
	효율 변화	기술 변화	Malmquist 지수	효율 변화	기술 변화	Malmquist 지수	효율 변화	기술 변화	Malmquist 지수
CTU	1.000	0.959	0.959	1.000	0.946	0.946	1.000	0.951	0.951
MIG	0.912	0.975	0.890	1.000	1.093	1.093	0.662	1.112	0.736
LZO	0.910	0.992	0.903	1.854	0.954	1.449	0.803	1.004	0.806
XIC	0.990	0.937	0.928	1.784	0.761	1.357	0.760	1.007	0.765
YBP	0.920	0.984	0.906	0.609	0.728	0.444	0.962	0.967	0.930
NAO	0.856	0.970	0.830	0.339	0.598	0.203	0.898	1.040	0.933
DZH	0.770	0.993	0.765	1.666	0.659	1.098	0.280	1.088	0.304
GYS	1.373	1.042	1.430	0.352	0.646	0.228	1.000	1.332	1.332
PZI	1.023	1.004	1.028	0.379	0.802	0.304	1.286	1.102	1.418
JZH	0.673	0.937	0.631	1.314	0.577	0.758	0.450	1.191	0.537
KGT	0.923	0.947	0.874	0.424	0.630	0.267	0.673	1.235	0.831
CKG	0.984	0.964	0.948	0.983	0.925	0.909	1.080	0.921	0.995
WXN	0.958	1.023	0.980	1.166	0.663	0.774	0.686	1.117	0.767
JIQ	0.887	1.004	0.891	1.638	0.703	1.152	0.334	1.085	0.363
평균	0.930	0.980	0.912	0.981	0.749	0.735	0.717	1.077	0.772

*주: 효율변화는 식(4)의 EFFCH이고 기술변화는 식(5)의 TECHCH이며 Malmquist지수는 식(3)의 M을 말함.

<표4>와 <표5>의 분석 결과를 비교해 볼 때 사천성과 중경시의 공항들이 직면한 문제를 알 수 있다. 본 연구의 Malmquist지수는 투입변수의 변화는 고정시킨 상태에서 산출변수의 변화를 중심으로 하는 산출중심(output-oriented)을 가정하고 있다. <표4>의 여객운송 중심의 Malmquist지수가 1보다 작고 <표5>의 화물운송 중심의 Malmquist지수 역시 1보다 작다. 이는 이들 지역의 여객운송량과 화물운송량이 증대되어야 공항의 이용효율성을 개선시킬 수 있다는 의미이다. 그리고 규모가 큰 4F등급 공항은 여객중심의 Malmquist지수나 화물중심의 Malmquist지수 모두 1보다 작다. 이는 향후 4F 등급 공항의 발전계획에도 중요한 시사점이 있다. 즉 투입은 높은 반면 그에 상응하는 산출이 창출되지 못하고 있다. 이를 위해서는 여객운송량과 화물운송량을 증대 시킬 수 있는 방안을 모색해야 한다. 4C 등급 공항은 여객운송량을 중심으로 할 때는 공항의 이용효율성이 상대적으로 높게 나타나고 있으나 화물운송량을 중심으로 할 때는 상대적으로 낮게 나타나고 있다. 이는 4C 등급 공항은 관광

객을 위주로 하는 여객운송에 중점을 두고 있기 때문으로 해석할 수 있다. 이를 다르게 해석하면 규모가 작은 4C 등급 공항은 여객운송으로 특화할 필요가 있다고 본다.

<표6> 여객운송량과 화물운송량 기준 Malmquist 지수의 분석결과

IATA 코드	2013-2022			2013-2019			2020-2022		
	효율 변화	기술 변화	Malmquist 지수	효율 변화	기술 변화	Malmquist 지수	효율 변화	기술 변화	Malmquist 지수
CTU	1.000	0.923	0.923	1.000	0.981	0.981	1.000	0.818	0.818
MIG	0.990	0.889	0.880	1.000	0.969	0.969	0.955	0.684	0.653
LZO	1.029	0.949	0.977	0.954	1.100	1.050	1.223	0.687	0.840
XIC	1.109	0.896	0.994	1.093	0.949	1.037	1.024	0.806	0.970
YBP	1.007	0.950	0.957	0.922	1.082	0.998	1.412	0.704	0.994
NAO	0.988	0.898	0.888	0.939	0.994	0.933	1.149	0.723	0.830
DZH	0.911	0.959	0.873	1.025	1.078	1.105	0.610	0.677	0.413
GYS	1.166	1.017	1.186	1.183	0.974	1.152	1.000	1.106	1.106
PZI	1.152	0.880	1.104	1.083	0.935	1.013	1.256	0.773	0.970
JZH	0.738	0.835	0.617	0.683	0.879	0.601	0.634	0.718	0.455
KGT	0.975	0.861	0.840	0.879	0.899	0.790	0.755	0.776	0.586
CKG	1.000	0.917	0.917	0.972	1.000	0.972	1.053	0.786	0.828
WXN	1.094	0.967	1.059	1.145	1.070	1.225	1.000	0.765	0.765
JIQ	0.994	0.943	0.937	1.224	1.045	1.279	0.569	0.736	0.419
평균	1.005	0.919	0.924	0.998	0.994	0.992	0.952	0.763	0.726

*주: 효율변화는 식(4)의 EFFCH이고 기술변화는 식(5)의 TECHCH이며 Malmquist지수는 식(3)의 M을 말함.

<표6>은 산출변수로 여객운송량과 화물운송량을 모두 고려한 분석결과이다. <표4>, <표5>와 달리 <표6>은 더욱 종합적인 의의를 가진다. 기본적으로 <표6>은 <표5>와 비슷한 구조를 가진다. 2013-2022년의 Malmquist지수의 평균은 0.924로 1보다 작으며 공항의 이용효율성은 7.6% 악화되고 있다. 시기별로 구분하면 2013-2019년의 Malmquist지수의 평균은 0.992이고 2020-2022년은 0.726이다. 따라서 코로나19(COVID-19) 시기에 공항의 이용효율성이 크게 악화되고 있음을 알 수 있다.

공항의 규모 등급별로 공항의 이용효율성을 비교해 보면 규모가 작은 공항이 상대적으로 높은 효율성을 나타내고 있다. <표6>에서 2013-2022년의 4F 등급 공항의 Malmquist지수의 평균은 0.920이고 4D 등급 공항은 0.830 그리고 4C 등급 공항은 0.980이다. 전체 분석기간을 고려할 때 모든 규모의 공항의 효율성이 악화되었지만 상대

적으로 규모가 가장 작은 4C 등급 공항의 악화 정도가 가장 작다. 2013-2019년의 분석결과에서는 4F 등급 공항의 Malmquist지수의 평균은 0.977이고 4D 등급 공항은 0.869 그리고 4C 등급 공항은 1.061이다. 특히 규모가 가장 작은 4C 등급 공항의 이용효율성은 6.1%가 개선되고 있다. 코로나19 시기인 2020-2022년의 분석결과에서는 4F 등급 공항의 Malmquist지수의 평균은 0.823이고 4D 등급 공항은 0.693 그리고 4C 등급 공항은 0.769이다. 코로나19 시기에는 오히려 규모가 큰 공항의 이용효율성의 악화 정도가 가장 작다. 그러나 코로나19 시기를 특수한 시기로 보면 규모가 큰 4F 등급 공항 보다는 규모가 작은 4C 등급 공항의 이용효율성이 상대적으로 높다고 볼 수 있다.

5. 결론

본 연구는 중국의 사천성과 중경시의 공항을 대상으로 공항의 이용효율성을 분석하고 있다. 중국은 지역별로 많은 공항을 건설하고 있다. 지역경제발전 수준이 높아지면서 항공물류 수요도 증가하고 있기 때문에 이에 상응하여 공항을 건설하는 것은 필요한 과정이다. 그런데 이와 동시에 효율적인 공항네트워크(airport network) 또는 공항체계(airport system)도 고려할 필요가 있다. 무분별한 공항의 건설은 자원의 낭비를 초래하기 때문이다.

본 연구는 공항의 이용효율성을 분석하기 위해 기존 연구를 바탕으로 투입변수는 터미널 면적, 게이트 수 그리고 개통 노선 수를 이용하였다. 그리고 산출변수 역시 기존 연구를 참고하여 여객운송량, 화물운송량 그리고 운항 횟수를 이용하였다. 분석방법은 Malmquist지수를 이용하였다. 그리고 분석대상은 자료의 이용가능성을 고려하여 사천성과 중경시의 14개 공항을 설정하였다. 분석기간은 2013-2022년으로 설정하였다. 특히 코로나19(COVID-19)를 고려하여 분석기간을 2013-2019년과 2020-2022년으로 구분하여 비교하였다.

분석결과는 아래 세 가지로 요약할 수 있다. 첫째는 2013-2022년 분석기간 중 사천성과 중경시의 14개 공항의 이용효율성은 전반적으로 악화되고 있다. 2013-2019년 기간에는 효율성의 악화 정도가 크지는 않지만 2020-2022년 기간에는 악화 정도가 매우 크다. 따라서 코로나19는 공항의 이용효율성에 부정적인 영향을 초래했다고 볼 수 있다. 둘째는 여객중심의 공항의 이용효율성이 화물중심 보다는 상대적으로 높게 나타나고 있다. 사천성과 중경시의 공항은 대부분이 4C 등급이다. 이는 규모가 비교

적 작은 공항들이고 관광객을 중심으로 하는 여객운송에 더욱 특화되어 있다. 그러나 전반적으로 볼 때 화물중심의 공항의 이용효율성이 상대적으로 낮다는 것은 향후 이 지역의 공항 배후지역의 항공물류 창출과도 연관이 있다. 이는 공항의 이용효율성이라는 측면에서 보는 지역경제의 과제이기도 하다. 셋째는 분석대상 공항들을 등급별로 구분하면 4F 등급 공항의 이용효율성이 4D 등급이나 4C 등급 보다 상대적으로 낮게 나타나고 있다. 4F 등급 공항은 인프라적인 측면에서 4D 등급이나 4C 등급 보다 상대적으로 양호한 조건을 가지고 있다. 그러나 공항의 이용효율성 분석결과에 의하면 상대적으로 낮은 효율성을 가진다. 어떤 방법으로 공항의 이용효율성을 높이는가는 향후 4F 등급 공항의 과제이기도 하다. 특히 효율적인 공항체계를 구축하기 위해서는 공항의 이용효율성을 높이고 중복투자를 개선할 필요가 있다.

본 연구는 Malmquist지수를 이용하여 중국의 사천성과 중경시를 중심으로 공항의 이용효율성을 분석하였다. 중국은 전국을 대상으로 공항클러스터(airport cluster)를 구축하고 있다. 따라서 공항클러스터를 하나의 분석대상으로 하면 또 다른 의미의 시사점을 도출해 볼 수 있다고 본다. 예를 들면 서남지역 공항클러스터를 하나의 단위로 보는 것이다. 그리고 본 연구에서는 기존 연구들과 달리 개통 노선 수를 투입변수로 이용하고 있는데 단순히 개통 노선 수와 운항 횟수뿐만 아니라 노선 별 단위 운송량과 운항별 단위 운송량을 고려 해 볼 수 있다. 이 두 가지는 본 연구의 범위를 넘어서기 때문에 향후 과제에서 좀 더 심도 있게 분석해 보기로 한다.

【참고문헌】

<단행본>

中国民用航空局,『2021 年民航行业发展统计公报』, 中国民用航空局, 2022.

民航机场规划设计研究总院有限公司·中国民用航空局机场司,『民用机场飞行区技术标准』, 中国民航出版社有限公司, 2021.

<논문>

강달원·정동훈·전승준,「유해산출물을 고려한 국내 공항 효율성 측정에 관한 연구」,『한국항공운항학회지』, 제26권 제4호, 한국항공운항학회, 2018.

강호정,「국내 공항의 상대적 효율성 및 생산성 변화 연구」,『한국항공경영학회지』, 제7권 제1호, 한국항공경영학회, 2009.

김용정·조강필·정중재,「DEA 모형을 이용한 아시아 국제공항의 항공물류부문 효율성 분석」,『무역학회지』, 제38권 제5호, 한국무역학회, 2013.

김윤희·하헌구, 「DEA-Malmquist Productivity Index를 이용한 국내공항의 생산성 변화 분석」, 『한국항공경영학회지』, 제8권 제1호, 한국항공경영학회, 2010.

백인호·진무위·이향숙, 「DEA를 활용한 한·중·일 주요 국제공항의 효율성 분석 연구」, 『물류학회지』, 제30권 제3호, 한국물류학회, 2020.

유석천·맹결·임성묵, 「2단계 네트워크 DEA를 이용한 세계 주요 공항 성과 분석」, 『품질경영학회지』, 제45권 제1호, 한국품질경영학회, 2017.

진무위·이향숙, 「일대일로 영향권에 위치한 중국 국제공항의 효율성 분석에 관한 연구」, 『한국항공경영학회지』, 제16권 제3호, 2018.

홍석진, 「항공화물 부문과 항공사 효율성에 관한 연구(자료포락분석(DEA)모형의 이용)」, 『대한교통학회지』, 제33권 제3호, 대한교통학회, 2004

홍석진·문형진, 「국내지방공항의 운영성과 분석(WLU를 이용한 DEA모형의 적용)」, 『대한교통학회지』, 제23권 제8호, 대한교통학회, 2005.

홍석진·이재구·임춘우, 「아시아 주요공항의 효율성 분석: DEA와 초효율성 분석을 중심으로」, 『한국항공경영학회지』, 제7권 제3호, 한국항공경영학회, 2009.

程玉辉·景崇毅, 「基于三阶段非期望产出SBM-DEA模型的我国大中型机场运营效率研究」, 『科技和产业』, 第20卷 第3期, 2021.

景崇毅·宋如博·吴孟瑶·卢燕, 「基于并行网络DEA模型的机场群效率研究」, 『地理信息世界』, 第29卷 第2期, 2022.

罗润三, 「基于 DEA 方法的山东省支线机场运营效率研究」, 『统计与管理』, 第5期, 2019.

王茜·杨新湼, 「基于DEA的我国三大机场群效率分析」, 『航空计算技术』, 第47卷 第3期, 2017.

于海静·夏鹤·沈滨, 「基于DEA方法的国内旅游城市机场运营效率研究」, 『河南科技大学学报(社会科学版)』, 第34卷 第3期, 河南科技大学, 2016.

于新才, 「DEA在我国上市机场效率分析中的应用」, 『民航学报』, 第5卷 第6期, 2021.

张劲枫, 「基于DEA模型的我国西部地区主要机场运营效率评价」, 『中国物流与采购』, 第12期, 2020.

David Ennen & Irem Batool, “Airport efficiency in Pakistan-A data envelopment analysis with weight restrictions”, *Journal of Air Transport Management*, Vol.69, 2018.

Gillen, D. & Lall, A., “Developing measures of airport productivity and performance: An application of data envelopment analysis”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol.33 Issue 4, Elsevier, 1997.

【논문초록】

키워드 Key Words	중문	中国, 四川省, 重庆市, 机场利用效率, Malmquist Index
	영문	China, Sichuan, Chongqing, Airport utilization efficiency, Malmquist Index

Analysis of Airports Utilization Efficiency of Sichuan and Chongqing in China

Liu Lu · Kim Sang-Wook

This study analyzes the efficiency of airport use for airports in Sichuan and Chongqing in China. The terminal area, number of gates, and number of open lines were used as input variables in this study. And the output variables used passenger traffic, cargo traffic, and number of flights. The analysis method used the Malmquist index, and 14 airports in Sichuan and Chongqing were selected as analysis targets considering the availability of data. The analysis period was set as 2013-2022. The results of the analysis can be summarized in the following three points. First, during the analysis period from 2013 to 2022, the utilization efficiency of 14 airports in Sichuan and Chongqing is generally deteriorating. Second, the utilization efficiency of passenger-centered airports is relatively higher than that of cargo-centered airports. Third, if the analyzed target airports are classified by class, the utilization efficiency of 4F class airports is relatively lower than that of 4D or 4C class airports. 4F class airports have relatively better conditions than 4D or 4C class airports in terms of infrastructure. However, according to the results of analysis of airport utilization efficiency, it has relatively low efficiency. How to improve airport use efficiency is also a task for 4F class airports in the future.

저 자	제1저자	유 로 / 刘 露 / Liu Lu				
	교신저자	김상욱 / 金相郁 / Kim Sang-Wook				

논문작성일	투 고 일	2023.10.16.	심 사 일	2023.12.08.	게재확정일	2023.12.14.