
Global Report

문헌연구를 통한 COVID-19 전염병과 항공 운송의 영향력

1. 개요
2. COVID-19 기간 동안 글로벌 항공운송
시스템_질병확산 및 전달매체로서의
항공운항
3. 항공사의 재정에 대한 장기적인 영향
4. 결론 및 향후 연구

1. 개요

COVID-19는 2020년 한 해 동안 전 세계 보건 및 경제에 커다란 위험을 초래하였다. 이 전염병은 중증 급성 호흡기증후군 코로나바이러스 2(SARSCoV-2)로서 2019년 12월 중국 우한 주변에서 처음 관찰되었으며[1], 2020년 3월 11일 세계보건기구(WHO)는 COVID-19를 세계적인 전염병으로 선포하였다. 2021년 2월 9일 현재, 전 세계적으로 1억 5,800만 건의 COVID-19 확진자와 230만 명 이상의 사망자가 발생하였다. COVID-19의 장기적인 영향은 여전히 예측할 수 없지만 2020년 한해만 봐도 그 영향력을 실로 매우 위협적이다: COVID-19는 1930년대 대공황으로 인한 심각한 세계경제침체 이후 가장 큰 글로벌 경기침체를 일으킨 것으로 추정되며, 수백만 명이 극심한 빈곤에 빠지게 되었다[2].

COVID-19로 인해 모든 산업부문에서 막대한 피해가 발생했지만, 그 중에서도 항공 산업 부문은 아마도 가장 큰 타격을 입었을 것이다[3]. 많은 기업들이 거의 모든 운영을 중단해야했으며, 특히 각 국가별 비행금지에 따라 승객수요가 전례 없이 감소되면서 대부분의 항공사가 영업을 중단하는 사태가 발생하였다. 이로 인해 많은 공항이 항공기 주차공간을 확보하기 위해 활주로를 무기한 폐쇄하거나, 대부분의 항공 기업들은 최소한의 인력으로 운영하고 있는 상황이다. 이로 인해 항공기 제조업체와 다운스트림 산업은 생산라인을 크게 감축하였다. 전반적으로 COVID-19의 영향으로 2020년 글로벌 정기 항공편 운항률이 2019년 대비 많이 감소되었다. COVID-19가 확산되기 시작하던 2019년 대비 2020년 글로벌 정기항공편 운항감소 현황을 <표 1>에 나타낸다.

<표 1> 2019.1~11월 대비 2020.1~11월 글로벌 정기항공편 운항감소 현황

국가명	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월
호주	- 2.0%	- 2.5%	- 5.9%	- 84.8%	- 86.2%	- 83.2%	- 77.4%	- 75.6%	- 74.2%	- 71.2%	- 66.6%
중국	5.1%	- 54.2%	- 38.7%	- 42.3%	- 27.9%	- 19.6%	- 17.2%	- 10.1%	- 5.1%	- 0.4%	- 2.6%
프랑스	- 0.8%	0.3%	- 15.5%	- 90.9%	- 91.9%	- 87.5%	- 66.0%	- 50.2%	- 51.2%	- 58.1%	- 73.3%
독일	- 8.5%	- 6.8%	- 30.6%	- 92.9%	- 91.5%	- 87.2%	- 72.6%	- 64.1%	- 64.7%	- 67.8%	- 78.6%
인도	3.2%	7.0%	8.5%	- 82.3%	- 59.5%	- 65.6%	- 52.7%	- 60.0%	- 55.7%	- 46.7%	- 43.9%
이탈리아	- 3.2%	- 4.1%	- 48.0%	- 85.6%	- 83.3%	- 88.0%	- 66.7%	- 52.1%	- 55.3%	- 60.5%	- 72.6%
일본	2.6%	- 2.9%	- 15.7%	- 39.4%	- 46.4%	- 44.2%	- 37.1%	- 29.5%	- 37.3%	- 37.6%	- 36.0%
싱가포르	0.1%	- 15.8%	- 42.9%	- 93.5%	- 96.5%	- 95.2%	- 93.7%	- 92.4%	- 93.8%	- 92.6%	- 91.9%
한국	2.2%	- 11.3%	- 49.2%	- 56.4%	- 49.1%	- 49.2%	- 48.3%	- 41.3%	- 46.2%	- 39.8%	- 41.3%
스페인	- 3.7%	- 1.7%	- 23.2%	- 94.1%	- 93.5%	- 90.2%	- 65.7%	- 47.1%	- 54.0%	- 64.7%	- 69.2%
스웨덴	- 9.0%	- 5.4%	- 22.9%	- 87.9%	- 89.7%	- 85.0%	- 75.7%	- 72.2%	- 72.1%	- 70.0%	- 71.3%
아랍	- 2.0%	- 3.1%	- 23.1%	- 80.6%	- 78.6%	- 79.9%	- 69.6%	- 65.0%	- 62.6%	- 64.6%	- 62.7%
영국	- 3.7%	- 3.2%	- 22.7%	- 92.6%	- 93.6%	- 90.2%	- 80.2%	- 66.8%	- 64.9%	- 68.0%	- 81.8%
미국	2.7%	2.1%	- 0.4%	- 57.8%	- 72.6%	- 66.7%	- 51.1%	- 47.7%	- 47.4%	- 47.4%	- 42.5%
TOTAL	1.5%	- 7.8%	- 14.5%	- 65.9%	- 68.9%	- 64.1%	- 53.8%	- 48.3%	- 47.5%	- 46.4%	- 46.0%

* 자료 : Xiaoqian Sun et al., "COVID-19 pandemic and air transportation: Successfully navigating the paper hurricane", Journal of Air Transport Management 94 (2021) 102062, p.2.

이러한 상황에도 불구하고 항공산업은 글로벌 석유위기, 금융위기, 전쟁 및 질병 등으로 인한 위기상황에서도 비교적 탄력적으로 운행된 것으로 입증되었다[4]. 이는 COVID-19를 극복할 수 있는 방법을 찾을 수 있는 가능성을 제시하고 있다. 항공 산업은 COVID-19의 피해자일 뿐만 아니라 또 다른 측면에서 보면 전염병 확산에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 에볼라 바이러스, SARS, MERS, 계절인플루엔자, 말라리아 Dengue열 등과 같은 여러 전염병에서 이미 관찰된바와 같이 COVID-19도 전 세계 전염병으로 확산되는 데 항공운항의 역할이 크다는 것이다[5]. 이 연구에서는 광범위한 항공 산업 관련 주

제에 대해 COVID-19, 항공운송, 전염병과 같은 핵심단어를 포함한 100편 이상의 과학논문을 확인하였다. 가장 빈도수가 많은 저널은 항공운송관리저널(20편), 여행의학저널(7편), 여행의학 및 감염증(5편)을 포함하고 있다. 이 연구에서 검토된 COVID-19 관련 워드 클라우드를 [그림 1]에 나타낸다.

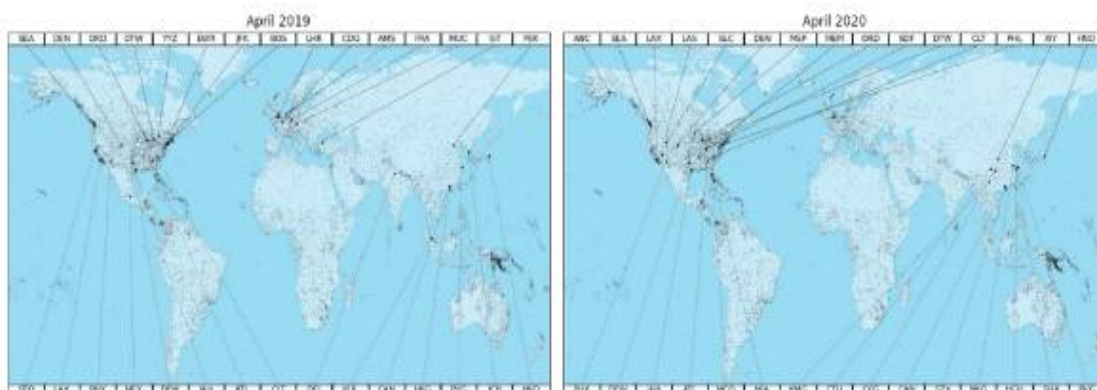


* 자료 : Xiaoqian Sun et al., “COVID-19 pandemic and air transportation: Successfully navigating the paper hurricane”, Journal of Air Transport Management 94 (2021) 102062, p.3.
<https://github.com/amueller/word_cloud>

[그림 1] 이 연구에서 검토된 COVID-19 관련 워드 클라우드

2. COVID-19 기간 동안 글로벌 항공운송시스템_질병확산 및 전달매체로서의 항공운항

2019. 4월 대비 2020. 4월 전 세계 공항의 연결성(측정도)를 [그림 2]에 나타낸다. 이러한 식별된 허브 공항의 분석결과는 두 가지 관점에서 매우 중요하다. 효율적인 장거리 운송에서 공항의 역할과, 많은 승객이 이 공항을 통과한다는 점을 감안할 때 전염병확산에 핵심적인 역할을 할 수 있다. 한편, 대규모 공항들은 COVID-19의 가장 어려운 영향을 자주 경험함으로써 전 세계 승객수가 크게 감소한 것으로 나타났다.



* 자료 : Xiaoqian Sun et al., “COVID-19 pandemic and air transportation: Successfully navigating the paper hurricane”, Journal of Air Transport Management 94 (2021) 102062, p.3.

[그림 2] 2019.4월 대비 2020.4월 전 세계 공항의 연결성(추정도)

COVID-19 전염병 관련 문헌들을 요약하면 <표 2>와 같다.

〈표 2〉항공여행 중 확산되고 있는 COVID-19 전염병 관련 문헌

연구자	주요내용
Christidis, Christodoulou (2020)	- 중국에서 출국하는 항공편의 항공데이터를 기반으로 감염위험이 높은 국가를 예측하는 데 사용됨 - 나라전체의 전염병 진화를 모니터링 하기 위한 방법론 제안
Chu 등 (2020a)	국가와 유도된 네트워크구조 간 감염사례에 대한 상관관계 분석은 전염병 발병의 검출을 위해 항공데이터를 사용하는 것과 상호보완적일 수 있음
Coelho 등 (2020)	표준 다중회귀모델을 이용하여 분석한 결과, COVID-19의 기하급수적 증가율은 주로 인구규모와 국가의 공항연결성에 의해 설명되는 것으로 나타났음
Daon 등 (2020)	- 시나리오 분석에 따르면, 동아시아의 공항은 향후 발병의 원천역할을 할 위험이 가장 높은 것으로 나타났음 - 특히 인도/브라질/아프리카의 공항에 대해 보완이 요구됨
Gomez-Rios 등 (2020)	콜롬비아 관련 데이터를 기반으로 볼 때, 귀국 항공여행자의 부족한 제어 및 절차를 준수하지 않는 것이 대규모 국내확산에 기여했다고 주장함
Hossain 등 (2020)	단순화된 SIR 메타 인구모델이 제안되어 항공데이터를 기반으로 도착시간/수입사례 수/발병가능성을 계산할 수 있음
Lau 등 (2020)	저자들은 국내 COVID-19 케이스와 중국내부의 승객 수 사이의 강력한 선형관계를 확인했음
Musselwhite 등 (2020)	운송네트워크의 하이퍼 모빌리티를 줄이고 로컬연결에 더 집중하는 것은 보다 유능한 이동성 패턴을 만들기 위한 솔루션이 될 것임
Li 등 (2020b)	중국의 11개 대도시에서 항공교통에 대한 제한으로 인해 COVID-19 사례가 감소했지만, 제한은 짧은 시간동안만 유효한 것으로 나타났음
Nakamura, Managi (2020)	COVID-19로 인해 모든 공항의 수입 및 수출의 전반적인 상대적 위험을 계산하고, 항공여행 감소의 필요성을 제안하였음
Nikolaou, Dimitriou (2020)	유럽의 항공사 네트워크에 대한 새로운 역학모델이 개발되어 전염병 발병에 대한 중요한 공항을 식별할 수 있게 되었음
Peirlinck 등 (2020)	SEIR 메타 인구모델이 개발되어 중국과 미국의 발병역학을 분석하는 데 사용되고 있음
Ribeiro 등 (2020)	COVID-19의 확장은 브라질 항공운송 네트워크(Tuite 등, 2020) 이란의 발병규모는 이란과 다른 나라 사이의 항공여행 데이터를 기반으로 예측되며, 질병이 확산될 수 있는 추정치와 함께 공항근접성에 집중하고 있음
Zhang 등 (2020b)	- 국제선 항공편 수에 따라 국가의 수입 감소 위험을 측정하는 위험지수를 제안함 - 시간경과에 따른 인덱스 값의 진화를 평가함
Zhang 등 (2020c)	- 고속열차와 코치서비스와 비교를 통한 중국의 COVID-19 확산에 따른 항공여행의 역할을 제시함 - 확산은 복잡한 상호작용이며, 대도시에서 등장할 가능성이 가장 높은 것으로 파악되었음

* 자료 : Xiaoqian Sun et al., "COVID-19 pandemic and air transportation: Successfully navigating the paper hurricane", Journal of Air Transport Management 94 (2021) 102062, p.4.

이러한 연구는 본질적으로 기존의 항공데이터 세트(일반적으로 공항편수 또는 승객수에 관한 데이터)를 사용하여 질병전파의 주요 매체가 여전히 항공여행이었던 2020년 초에 확산되는 과정을 이해하고자 한

다. 아울러 전 세계 지역 간 역학관계를 얻기 위해 메타 인구모델 또는 데이터과학 기법을 이용하였다. 일부 연구에서는 특정지역<중국/Li 등 2020, Zhang 등, 2020), EU/미국(Nikolaou & Dimitriou, 2020, Peirlinck 등, 2020), 이란(Tuite 등, 2020), 브라질(Ribeiro 등, 2020) 콜롬비아(Gomez-Rios 등, 2020)>에 초점을 맞추어 글로벌 네트워크 관점에서 연구를 진행하였다. 전반적으로, 이 연구결과에 서술된 사실은 COVID-19 이전에 확산된 질병에 대한 초기대응에 집중한 것이다. 문헌에서는 질병 확산 시 항공승객 수를 언제 전염병이 발생할 지 예측할 수 있는 지표임을 알 수 있는 것으로 밝히고 있으며, 그럼에도 불구하고 이러한 사항을 COVID-19 확산에 적용할 때는 신중해야 한다는 것이다.

3. 항공사의 재정에 대한 장기적인 영향

항공사는 특히 높은 자본이 투자되는 산업으로 알려져 있다. 이에 일반적으로 항공사들은 약 2개월간의 수익손실을 총당할 수 있는 현금을 보유하고 있으나, COVID-19가 장기화되면서 생존에 관한 높은 위험요인을 안고 있다. 항공사의 생존을 위한 정부의 역할은 두 가지가 있다 : 필수연결성을 보존하고, 직간접적으로 영향을 받는 수백만 개의 일자리를 보호하는 것이다. 이러한 지원은 우선적으로 각 국가별 몇몇 선택된 국영 사업자에게 주는 것이며 이들 사업자들은 종종 COVID-19 이전에도 특별대우를 받았을 수도 있다. 이는 항공 산업이 주요 전략부문(zhang and Graham, 2020)으로 여겨진다는 점을 감안할 때 각국 정부의 합리적인 정책으로 여겨진다[6]. 왜곡된 예산분배 및 다양한 유형의 비정상적인 재정지원은 항공사 간의 경쟁에 대한 우려로 이어질 수 있다. 이는 향후 국제 항공운송시장에 예상치 못한 장기적인 영향을 미치게 될 것이다. 이에 COVID-19로 인한 정부보조금이 항공사에 미치는 영향을 분석한 연구사례를 <표 3>에 나타낸다.

<표 3> COVID-19로 인한 항공사 재정영향 관련 문헌

연구자	주요내용
Abate 등 (2020)	대부분의 정부는 항공운송 연결을 유지하기 위해 각 국가의 국영사업자를 지원하는 높은 우선순위를 부여함
Agrawal (2020)	COVID-19가 인도 항공사에 미치는 영향을 분석하여 중단된 운영, 현금준비금의 고갈, 지급불능 등을 포함했음
Akbar, Kisilowski (2020)	COVID-19 정부정책 조치에 대한 항공사의 비 시장대응, 비/교섭, 규정준수/파트너십 또는 선택적 회피/상충 등을 포함하여 분석하였음
Chen 등 (2020c)	- COVID-19에 대한 정부의 대응이 미국 내 여행 및 레저기업의 주식수익률에 미치는 영향을 조사했음 - 항공사부문은 대부분 규제로 인해 부정적인 영향을 겪고 있는 것으로 나타났음
Goessling 등 (2020)	항공사를 구제하는 것은 기후운동가들이 제안한 바와 같이 탄소배출 감소, 탄소가격 책정 또는 잦은 비행에 대한 부과금과 같은 조건에 구속될 수 있음
de Rugy, Leff (2020)	항공사를 구제하는 것은 항공 산업을 보호하는 데 있어 효율적인 방법임
Truxal (2020)	EU의 항공운송에 국가원조 조치가 적용되는 조건과 어느 정도에 대한 조사가 진행되는 경우, 국가원조에 따른 정권의 경계는 자유주의 시장경제를 위해 필요함
Vinod (2020)	항공사로 하여금 운송비용을 선불로 지불하고 할인을 받을 수 있도록 좌석을 재고하여 수익을 창출하는 접근방식을 권장함으로써 항공사가 일상 업무를 계속할 수 있으며, 현금흐름을 도울 수 있음

* 자료 : Xiaoqian Sun et al., "COVID-19 pandemic and air transportation: Successfully navigating

the paper hurricane”, Journal of Air Transport Management 94 (2021) 102062, p.8.

4. 결론 및 향후 연구

기존 연구에 따르면 승객이 최대 대기시간을 초과하는 것에 민감하다는 사실이 밝혀졌다. 하지만, COVID-19 동안 이 임계값이 어떻게 변경되고 이것이 사용자 경험에 어떤 영향을 미치고 있을까? 많은 승객들은 항공운송 운영에서 효율성과 안전 사이의 절충을 알고 있을 것이다. 또한, 지속적인 전염병으로, 승객들은 사람들로 붐비는 공공장소를 피할 가능성이 더 높다. 따라서 이에 대한 해답은 승객의 인식과 준비가 전염병 동안 항공서비스를 얼마나 향상시킬 수 있는지에 달려있다. 여기에는 보안검색, 탑승 또는 기내서비스와 같은 다소 명백한 서비스가 포함되지 않는다. 또한 2020년 여름 일부 항공사에서 매우 흔하게 일반화된 단기 항공편 취소와 같은 서비스가 포함될 수 있으며, 항공사가 시장을 테스트하기 위해 항공편 제안을 사용한 것처럼 항공편 출발 며칠이나 몇 주 전에 판매된 항공권이 취소될 수도 있을 것이다. 이러한 프로세스로 인한 승객에 대한 장기적인 영향에 대해 탑승예약 취소를 경험한 승객이 해당 항공사를 앞으로도 이용할 수 있을 것인지 여부에 집중 모니터링이 필요하다. 마지막으로, 이미 미래의 전염병에 대비해야 할 필요성이 강하게 대두되고 있다. 따라서 최적의 분석 접근법을 통해 COVID-19의 영향을 피할 수 있는 고도로 전문화된 연구가 필요하다. 우리의 행동에 중대한 변화가 일어나지 않는 한, 세계화로 인한 또 다른 전염병 확산에 직면하게 될 수 있기 때문이다.

이 연구의 목표는 최근 과학문헌 검토를 통해 COVID-19가 항공 산업에 미치는 영향과, 항공 산업의 역할을 분석하고 이해하는 것이다. 문헌검토 결과를 기반으로 포스트 COVID-19 시대 과학적 방향설정을 제시하고 있다. 이 연구결과는 국내 항공 산업이 COVID-19에 미치는 영향력을 최소화할 수 있는 벤치마킹 자료로 활용할 수 있을 것이다.

[참고문헌]

- [1] Kristian G. Andersen, Andrew Rambaut, W. Ian Lipkin, Edward C. Holmes & Robert F. Garry, 2020 The proximal origin of SARS-CoV-2, Nature Medicine, volume 26, pp.450~452.
- [2] A Sumner, C Hoy, E Ortiz-Juarez, Estimates of the impact of COVID-19 on global poverty.
- [3] Suau-Sanchez et al., An early assessment of the impact of COVID-19 on air transport: Just another crisis or the end of aviation as we know it?, Journal of Transport Geography, Volume 86, June 2020, 102749.
- [4] Gudmundsson et al., Forecasting recovery time in air transport markets in the presence of large economic shocks: COVID-19, SSRN Electron. j.
- [5] Semenza, J.C., Sudre, B., Miniota, J., Rossi, M., Hu, W., Kossowsky, D., Suk, J.E., Van Bortel, W., Khan, K., 2014. International dispersal of dengue through air travel: importation risk for Europe. PLoS Neglected Trop. Dis. 8 (12), p.1~12.
- [6] Fangni Zhang, Air transport and economic growth: a review of the impact mechanism and causal relationships, Transport Rev. 40(4), 13 Mar 2020, p.506~528.

<원문제목> COVID-19 pandemic and air transportation: Successfully navigating the paper hurricane

<원문출처> Journal of Air Transport Management 94 (2021) 102062