

기후변화에 따른 장거리 비행경로의 비행시간 및 경로상 난류 조우 가능성 변화

김준희, 김정훈

서울대학교 지구환경과학부

후변화에 따른 상층 대기 상태의 변화는 순항 중인 항공기의 운항 효율성 및 안전성에 큰 영향을 미칠 수 있다. 지난 40년간 북반구 중위도 제트기류가 점차 북상하였으며, 비균질 온난화로 인한 연직 풍속 시어의 증가로 중강도 이상의 청천 난류 발생 가능성이 점차 증가하고 있다. 기후모델을 사용한 연구들은 이러한 추세가 미래에도 이어질 것으로 전망한다. 한편 기상 예측 기술 및 항행 기술의 발달로 비행 연료 소모와 그에 따른 온실가스 배출을 최소화하는 비행 경로가 점차 도입되고 있다. 특히 대양을 횡단하는 장거리 노선의 경우 최적성이 고려된 특정 지역에 교통량이 집중되어 있으며, 그 위치는 상층 흐름에 따라 매일 달라진다. 많은 선행 연구가 고정된 영역에서의 난류 발생 가능성의 변화를 조사했으나, 최적 경로상에서 난류 조우 가능성을 살펴본 연구는 아직까지 수행되지 않았다. 작은 시간 규모에서 비행 경로의 공간 변동성이 크다면 고정된 모델 격자점에서의 난류 발생의 장기 변화가 비행 경로상에서의 변화와 같다고 해석할 수 없다. 따라서 재분석 자료 및 기후모델 자료를 사용하여 최적 비행 경로를 모의하여 비행 시간 및 경로상 난류 조우 가능성의 변화를 조사하는 것은 기후변화가 항공 운항에 미치는 영향을 정량적으로 평가하고 이것이 재차 기후 시스템에 미치는 방향을 이해하는데 필요하다. 본 연구에서는 지난 41년(1982-2022) 동안의 3시간 간격의 ERA5 재분석 자료를 사용하여 비행 시간이 최소가 되는 최적 비행 경로를 모의하였고 비행 시간 및 비행 경로의 공간 분포 변화와 경로상 난류 조우 가능성의 변화를 살펴보았다. 그 결과 지난 41년 동안 겨울철에서 중위도 제트기류의 북상에 따라 동아시아-미국 서부를 잇는 태평양 횡단 비행 경로가 북상하고 서쪽으로 향하는 비행 시간의 유의미한 증가 추세가 나타났다. 최적 경로상 중강도 이상의 난류가 발생할 수 있는 영역의 넓이는 고정된 대원 경로 상에서와 비교했을 때, 동쪽으로(서쪽으로) 향하는 경로에서 보다 높았(낮았)으며 계절별로 큰 차이를 보였다. 중강도 이상 난류 발생 가능성의 변화량은 북대서양 지역에서 겨울, 봄철에 뚜렷한 증가를 보였으며, 이는 대원 경로에서보다 최적 경로 상에서 두드러졌다. 북태평양 지역에서도 봄철과 겨울철에서 전반적인 증가 추세가 나타나나 경로간 차이는 크지 않았으며 동서 지역간 큰 차이를 보였다. 궁극적으로 SSP5-8.5 기후변화 시나리오 상에서 나타나는 변화를 확인하기 위해 기후모델 자료를 사용하여 분석을 수행할 예정이다.

Key words: 기후변화, 제트기류, 난류, 비행 경로

※ 이 연구는 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업 (NRF-2019R1I1A2A01060035) 및 기상청 「차세대 항공교통 지원 항공기상 기술개발(NARAE-Weather)」 (KMI2022-00310)의 지원으로 수행되었습니다.