

## 2019~2023년 한반도 상층 항공 난류 관측자료 통계분석 및 예측모델(KTG, GKTG) 성능 평가

장유정, 최희욱, 최유나, 이상삼, 김승범

국립기상과학원 기상응용연구부

운항 중 항공기에 급격한 흔들림을 야기시키는 항공 난류(Aviation Turbulence)는 물리적 및 경제적 피해를 일으키며 항공기에 직접적인 영향을 끼친다. 대부분의 항공 난류 관련사고는 대류권 상부와 성층권 하부(upper troposphere and lower stratosphere, UTLS)에서 순항하는 항공기가 많이 경험하고 피해를 보고하였다. 특히, 맑은 하늘에서 갑자기 발생하는 중강도 이상의 청천난류(clear-air turbulence, CAT)를 조우하게 되면 예상하지 못한 사고로 이어져 큰 피해를 입을 가능성이 크다. 따라서 안정적이고 경제적인 항행을 위해서는 상층(20,000ft 이상)에서의 정확한 항공난류 예측이 필요하다. 항공기상청에서는 두 가지의 항공 난류 예측 모델(한국형 항공난류 예측모델(Korea aviation Turbulence Guidance, KTG), 전지구 항공난류 예측 모델(Global-Korean aviation Turbulence Guidance, GKTG))을 운영하고 있으며 CAT 예측 정보를 생산해 예보에 활용하고 있다.

본 연구에서는 고도 20,000 ft 이상의 한반도 영역( $27.5\sim 44^\circ \text{N}$ ,  $119\sim 135^\circ \text{E}$ )에 대해 2019년부터 2023년까지 총 5년간의 in-situ EDR 관측자료를 사용하였다. 먼저, 전체기간, 연도, 계절 및 월 그리고 시간별로 관측자료에 대한 통계분석을 진행하였다. 다음으로, 관측자료와 예측자료(KTG, GKTG)를 POD(Probability Of Detection) 통계적 검증 방법을 사용하여 각 예측시간별로 성능을 평가하였다. 이를 통해 ROC(Receiver Operating Characteristic) 곡선이 그려지며 AUC(Area Under the Curve)를 계산하였다. 이 AUC가 모델의 성능을 나타낸다. 또한, 일기예보의 정확성을 평가하는데 많이 사용되어 온 TSS(True Skill Statistic)도 사용하여 모델 정확도를 평가하였다. 검증 결과, 5년 기간 동안 예측 시간 평균 AUC는 각각 0.809와 0.805로 실제 항공산업에 종사하고 있는 실무자들이 높은 신뢰도를 가지고 난류를 판단할 수 있는 예측 모델 정확도 수준임을 보였다.

**Key words:** 항공 난류(Aviation Turbulence), 청천난류(Clear-Air Turbulence, CAT), 한국형 항공난류 예측모델(Korea aviation Turbulence Guidance, KTG), 전지구 항공난류 예측모델(Global-Korean aviation Turbulence Guidance, GKTG)

※ 이 연구는 기상청 국립기상과학원 「수요자 맞춤형 기상정보 산출기술 개발 연구」 (KMA2018-00622)의 지원으로 수행되었습니다.