



2022년 8월 폭우 사례에 대한 증관분석 및 수치 실험

김수진, 박찬일, 백승운, 손석우
서울대학교 자연과학대학 지구환경과학부



서론

(자료: ASOS)

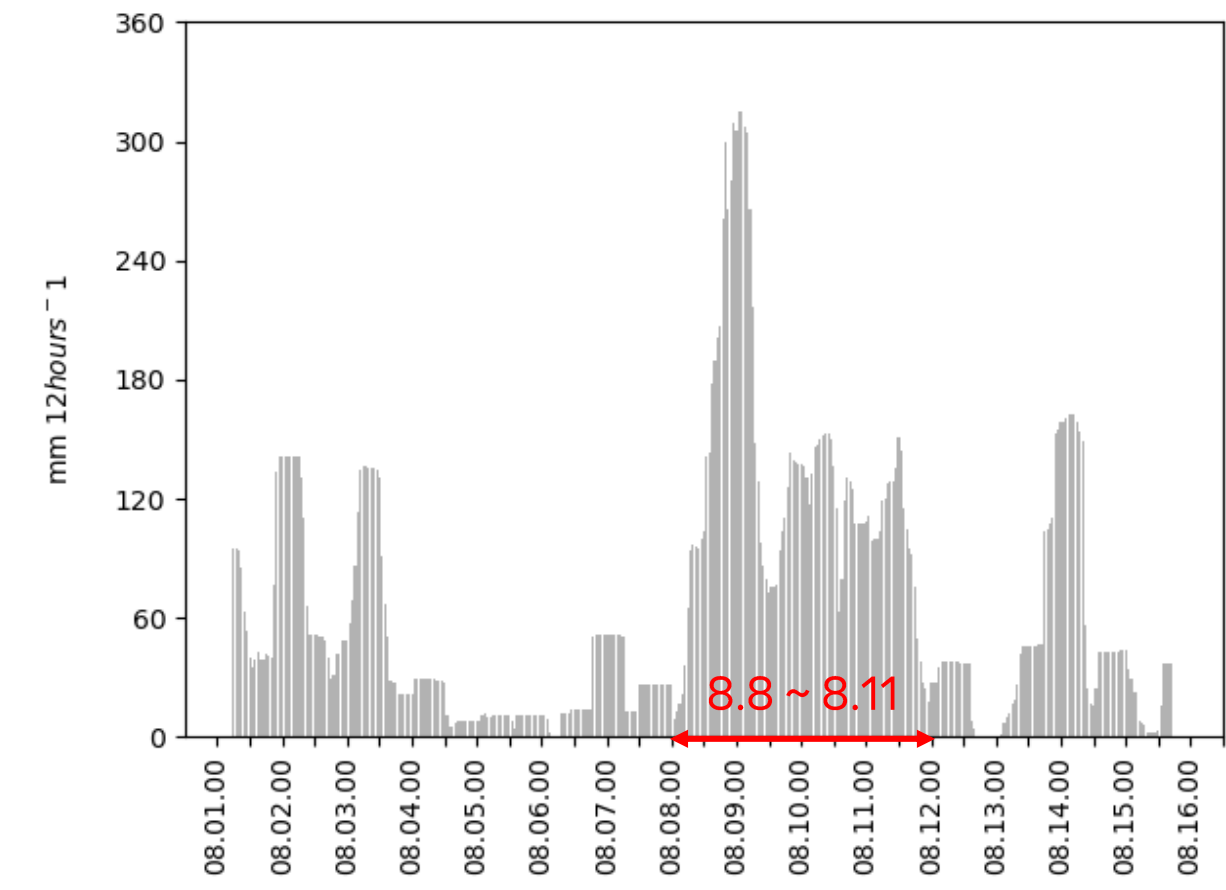


그림 1. 전국 ASOS 관측소의 12시간 누적 강수량 중 최대값

2022년 8월 폭우 사례는 일 누적 강수량이 최대 381.5mm, 순간 최대 강수량이 141.5 mm hr⁻¹ 달하며 막대한 인명 피해와 재산상 피해를 유발한 기록적인 폭우 사례이다. 본 연구에서는 증관 분석 및 단열선도 분석 등을 통해 해당 사례의 발생에 중요한 열역학적 인자를 분석하고 수치 모델을 사용하여 이를 검증하고자 했다.

강수 분포

(자료: 한반도 강수 재분석장 자료)

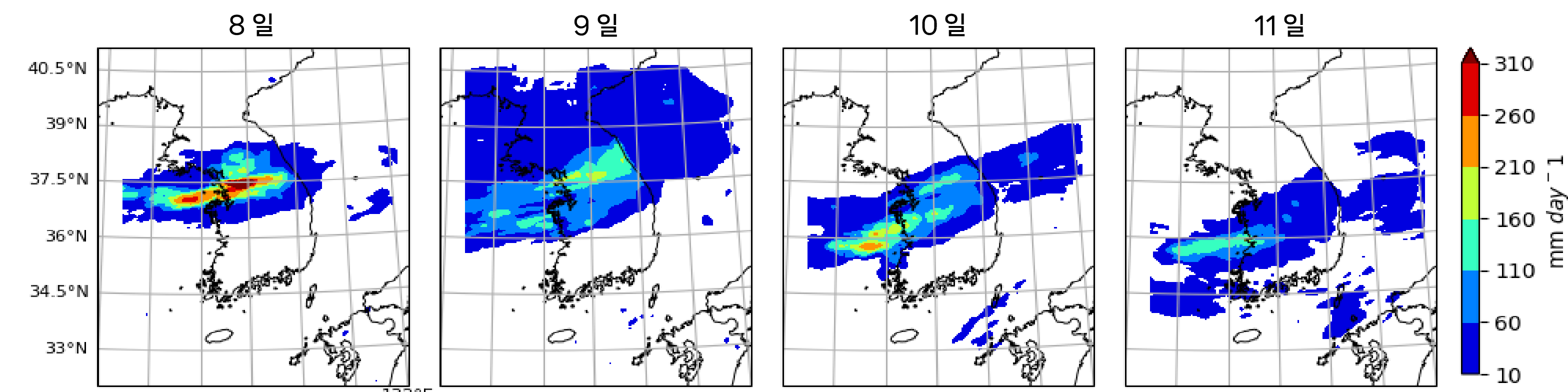


그림 2. 일 누적 강수량 분포

8일, 9일에는 수도권 지역을 중심으로 높은 강수량 분포를 띄는 밴드 형태의 강수대가 나타났으며 9일 이후로 충청지역까지 점점 밴드대가 남하하였다.

증관 배경장 분석

(자료: JRA-55 재분석 자료)

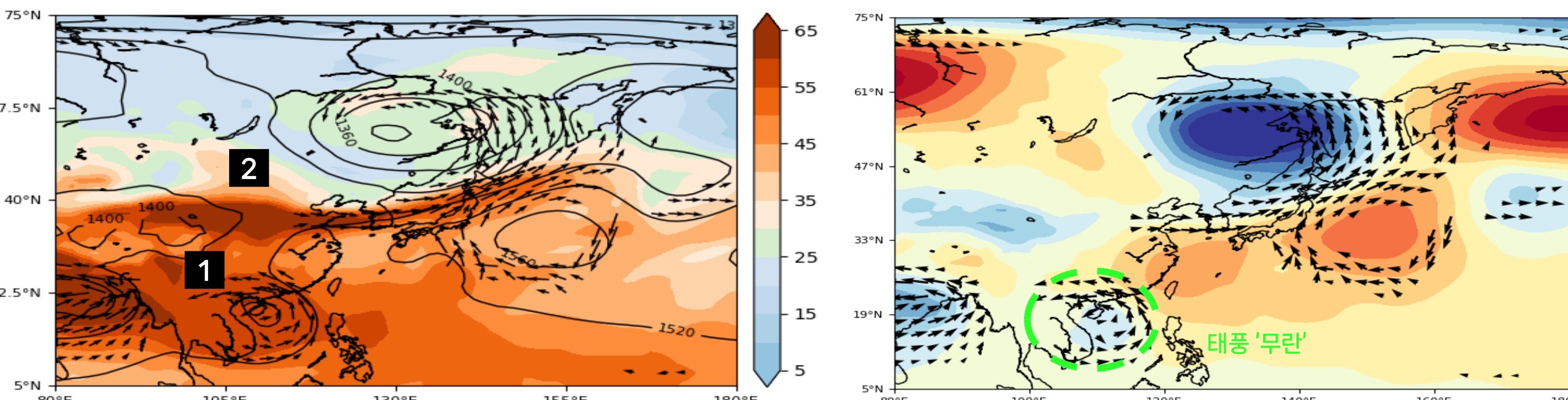


그림 3. 8일 ~ 11일까지 평균한 연직 적분 된 수증기 (IWV) (채색), 연직 적분 된 수증기 수송 (IWT) (벡터), 850hPa 지위고도 (등치선)

그림 4. 8일 ~ 11일까지 평균한 850 hPa 지위고도 아노말리 (채색), 연직 적분 된 수증기 수송 (IVT) (벡터)

연직 적분 된 수증기 (IWV) 및 연직 적분 된 수증기 수송 (IVT) 의 분포를 통해 폭우 기간 동안의 수증기 공급 원천을 살펴보았다. 주요한 원천은 (2) 중국 내륙으로 부터의 수증기 수송으로 추정되며 그 아래 위치한 (1) 태풍 '무란' 또한 수증기 공급의 잠재적 원천으로 추정된다.

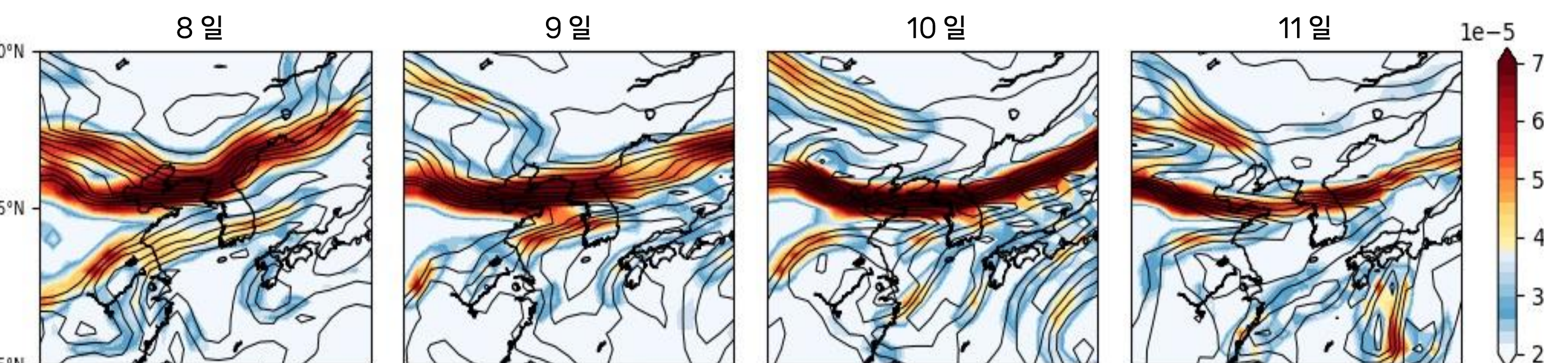


그림 5. 상당온위 (등치선), 상당온위의 경도 (채색)

상당온위 경도의 분포를 통해 폭우 기간 동안 한반도 상공에 강한 전선이 발달한 것을 확인하였다.

단열선도 분석

(자료: 방재기상정보시스템)

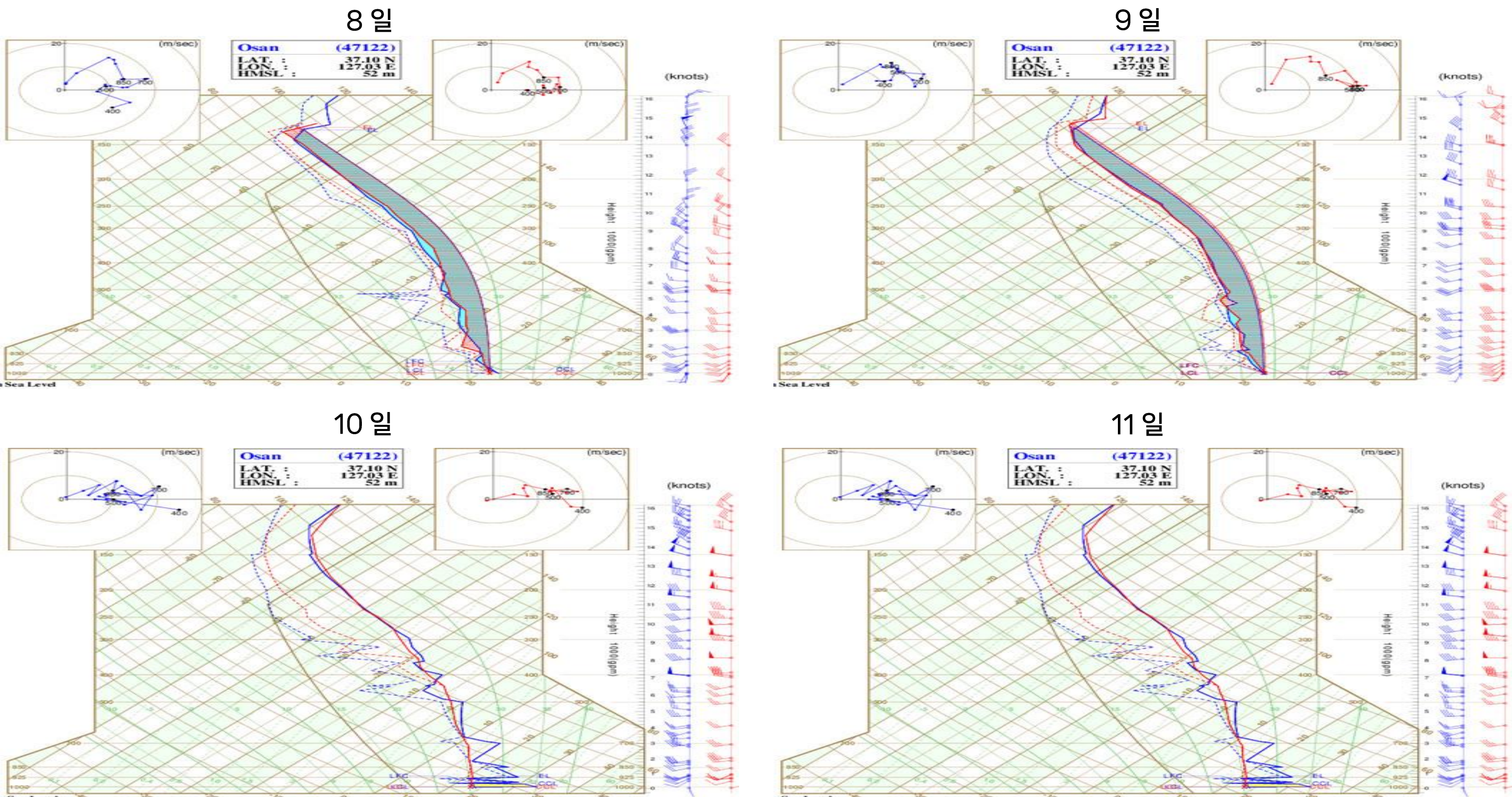


그림 6. 폭우 기간 동안 오산 관측소의 단열선도

수도권 지역 고층 기상 관측소인 경기도 오산 관측소에서의 단열선도를 통해 8일, 9일에 대류가용잠재에너지 (CAPE) 값이 크게 나타나는 것을 확인하였다. 즉 10일, 11일에 비해 강한 대류가 존재했음을 확인하였다.

진단 분석 결과 요약

폭우 기간(8월 8일 ~ 11일) 동안 한반도 기준 남쪽의 고기압성 순환과 북쪽의 강한 저기압성 순환 사이 경계면(전선)이 강하게 발달했으며, 특히 8일과 9일 수도권 지역에 특히 강한 대류가 존재했다.

중국 내륙으로부터의 강한 수증기 수송이 해당 폭우 사례의 주요 수증기 공급원으로 판단되지만, 그 아래 폭우 시작과 동시에 정의된 태풍 '무란' 또한 잠재적 수증기 원천으로써 영향을 미쳤을 것으로 추정된다.

→ 본 연구에서는 수치 모델을 사용한 민감도 실험을 통해 "태풍 '무란'은 2022년 8월 폭우사례에 영향을 미쳤는가?" 에 대하여 확인해보고자 하였다.

요약

- 2022년 8월 8일부터 11일까지 수도권 지역을 중심으로 충청지역까지 기록적인 폭우가 발생
- 폭우 기간동안 경계면 발달 정도 및 연직 구조를 확인함으로써 극한 폭우를 발생시킬 수 있는 강한 대류의 존재와 중국 내륙으로부터의 활발한 수증기 공급을 확인
- 폭우 기간 내내 존재했던 태풍 '무란'을 수증기 공급 원천의 잠재적 요인으로 판단하여 이에 대한 영향을 확인하고자 수치 민감도 실험을 진행했으나 태풍 '무란'에 의한 영향은 해당 사례에 중요하지 않았던 것으로 확인

수치 모델을 통한 수증기 원천 분석

모델 구성 및 실험 설계

모델 구성	
사용 모델	WRF (Weather research and forecasting) v 4.4.2
적분 기간	2022.08.07.00 ~ 2022.08.12.00 (UTC)
해상도	9km (수평)
모형 상한	50 hPa
연직 층 수	38층
적운 대류 모수화	KF(Kain-Fritsch)
행성 경계층 모수화	YSU-PBL
복사 모수화	RRTM (장파), Duhia (단파)
초기 및 경계 자료	ERA5 재분석자료 (0.25 x 0.25)
경계 자료 입력 간격	6시간

[민감도 실험 설계]

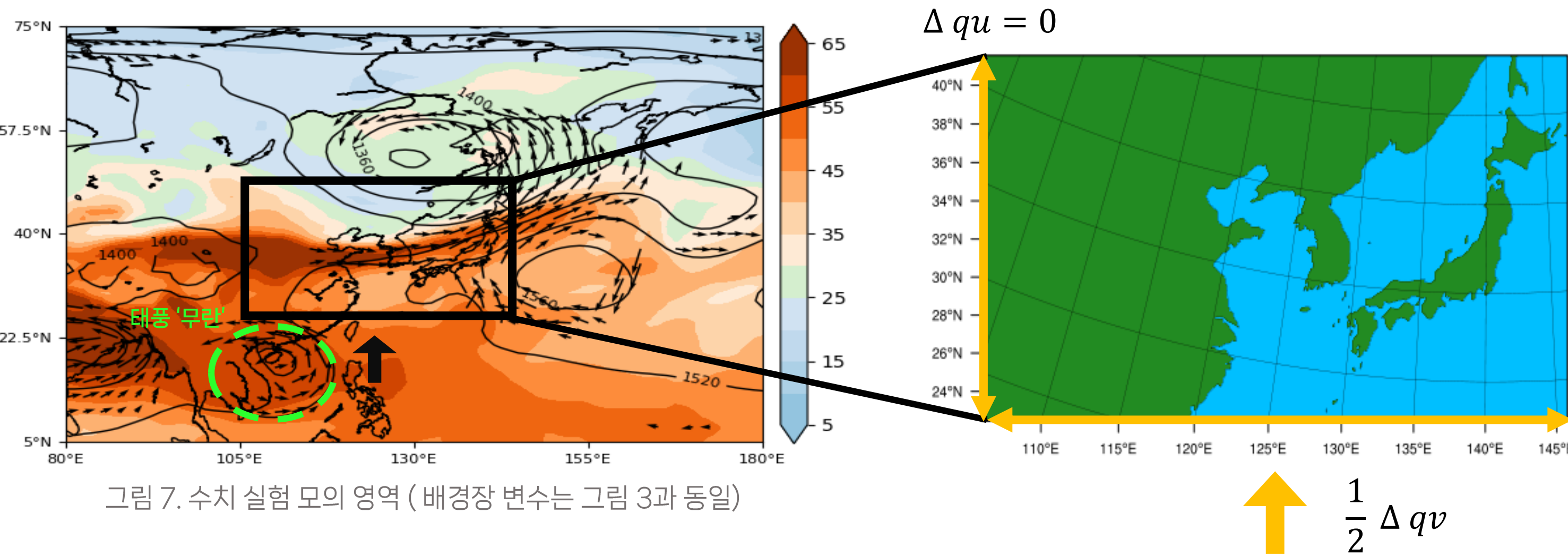


그림 7. 수치 실험 모의 영역 (배경장 변수는 그림 3과 동일)

태풍 무란의 영향을 포함한 남북방향 수증기 수송을 조절하기 위해 수치 실험 모의 영역의 남쪽 경계면 비습 값을 0.5배 하여 실험 진행

기준 실험 결과

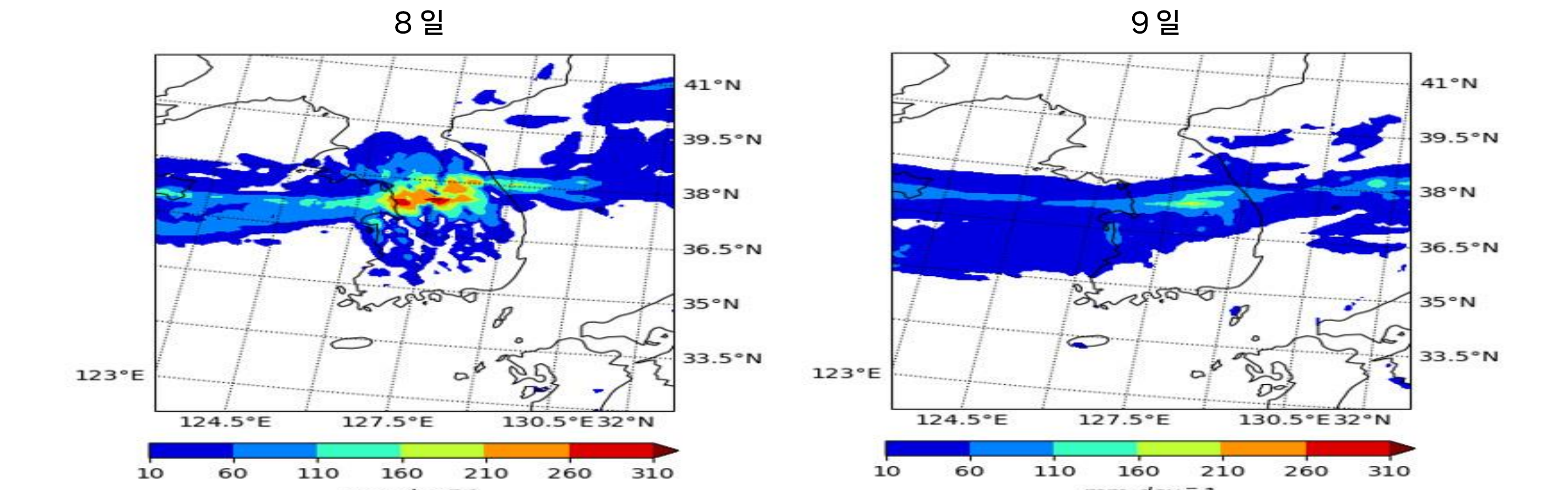


그림 8. 기준 실험 결과 일 누적 강수량 분포

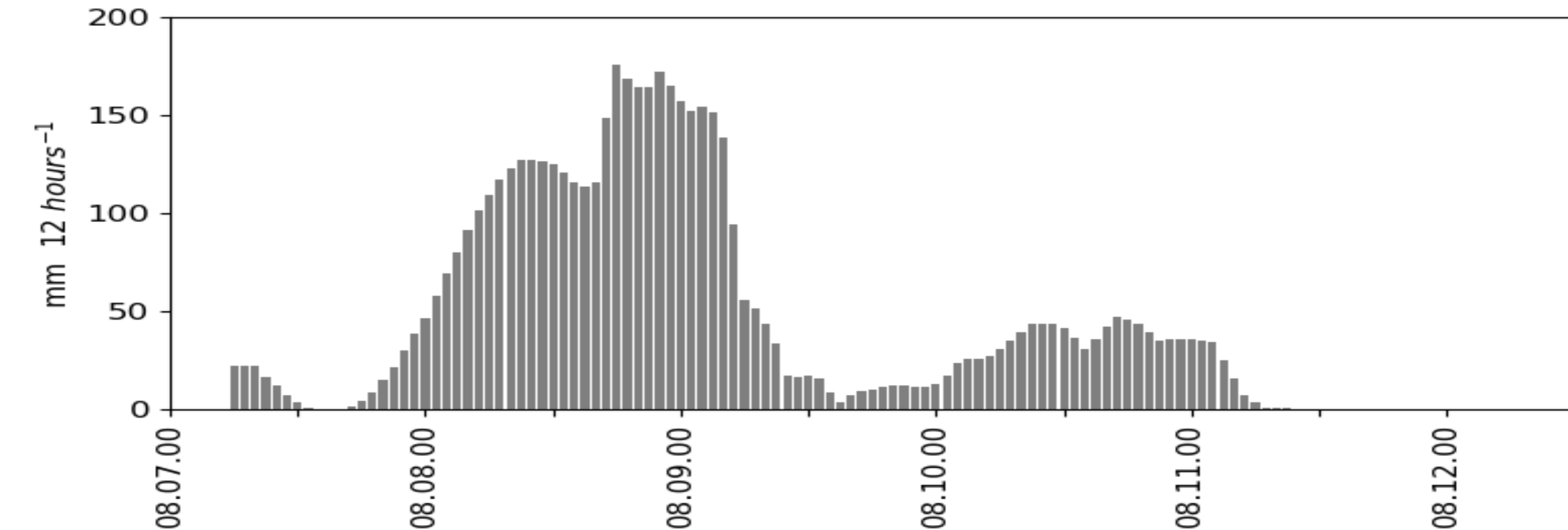


그림 9. 최대 일 누적 강수량 관측 지점에서의 12시간 누적 강수량 시계열

- 일 누적 강수량의 분포를 통해 수도권 지역 중심의 높은 강수량과 밴드 형태의 강수대가 모의 되는 것을 확인하였다.
- 또한 최대 일 누적 강수량이 관측된 지점에서의 12시간 누적 강수량을 통해 관측과 비교했을 때는 과소모의 되는 경향이 있지만 8일, 9일의 수도권 지역 폭우를 정성적으로 모의하는 것을 확인하였다.

민감도 실험 결과

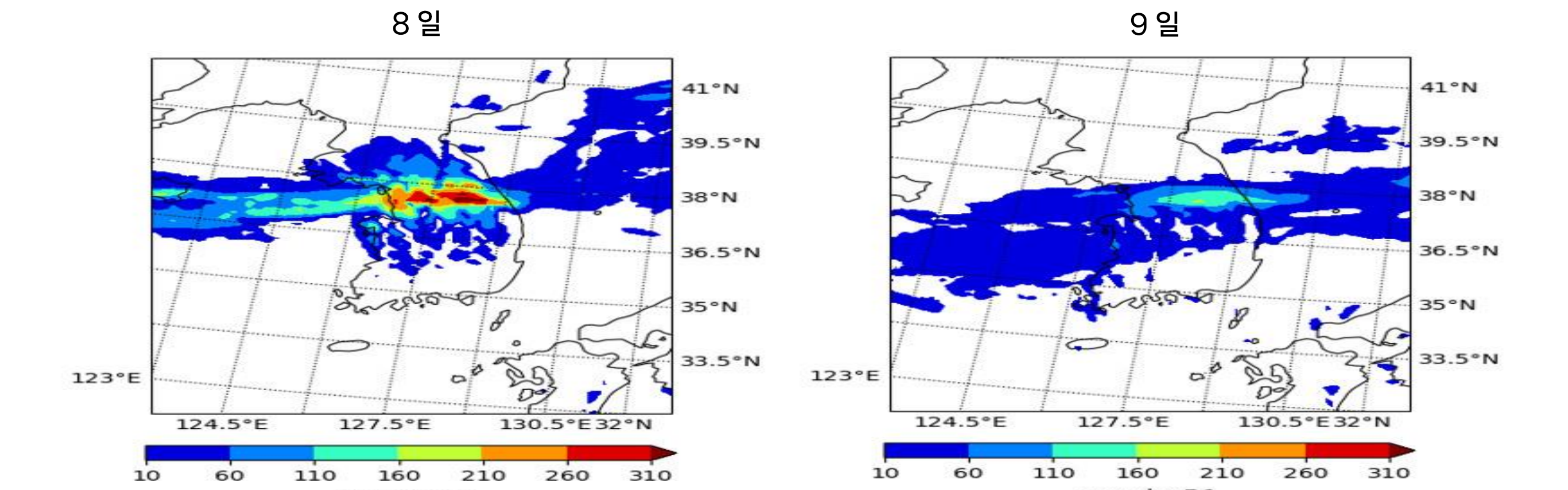


그림 10. 민감도 실험 결과 일 누적 강수량 분포

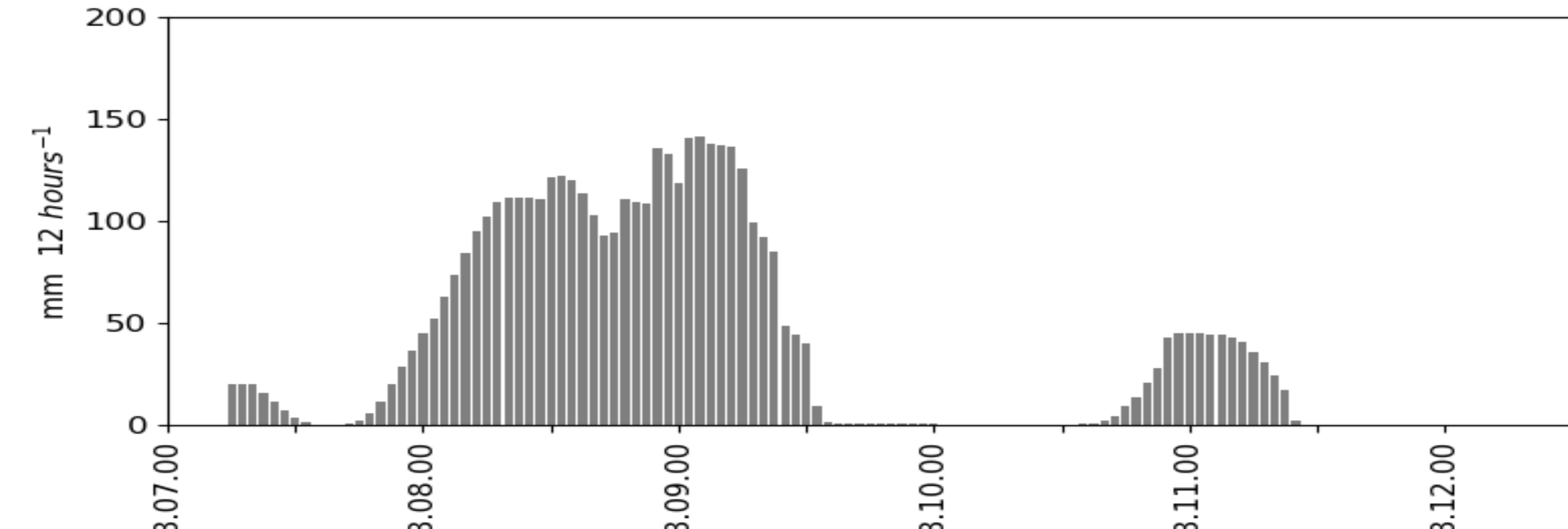


그림 11. 최대 일 누적 강수량 관측 지점에서의 12시간 누적 강수량 시계열

- 태풍에 의한 수증기 공급의 영향이 포함되어 있는 수치 실험 모의 영역 남쪽 경계면의 비습 값을 0.5배 하여 실험을 진행한 결과 8일, 9일의 강수량 및 특성이 기준 실험과 크게 달라지지 않았다.
- 최대 일 누적 강수량이 관측된 지점에서의 12시간 누적 강수량을 확인해본 결과, 강수량이 기준 실험에 비해 약간 과소모의 되었지만 유의미한 차이는 아닌 것으로 판단된다.
- 즉, 태풍에 의한 수증기 수송은 이번 폭우 사례에 중요하지 않은 요인임을 확인하였다.