

## 여름철 낙뢰 발생 시 강수 및 위성의 휘도온도 특성

이윤정<sup>1</sup>, 서명석<sup>\*2</sup>, 오석근<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 환경예측연구소, <sup>2</sup>공주대학교(sms416@kongju.ac.kr),

### 요 약

낙뢰란 뇌운 속에서 분리 축적 된 음 (-)과 양 (+)의 전하 사이 또는 뇌운 속의 전하와 지면에 유도되는 전하 사이에서 발생하는 불꽃 방전을 말한다. 뇌운 안에는 이 불꽃 방전을 반복하기에 충분한 전하의 분리가 계속 일어나고 있는데, 그 결과 양전하 (+)는 구름의 상부에 넓게 분산되어 분포하고, 음전하 (-)는 주로 구름 하부에 분포한다. 이 때 음전하가 대지로 방전되어 발생하는 낙뢰를 부극성 (-)낙뢰, 양전하가 대지로 방전되어 발생하는 낙뢰를 정극성 (+)낙뢰라 한다. 낙뢰의 약 80%는 구름 내부 또는 구름 대 구름 사이에서 발생하고, 약 20%만이 구름과 지면 사이에서 발생하는데, 이러한 구름-지면 낙뢰 (Cloud-to-ground lightning)는 가장 위험하고 파괴해도 크다.

우리나라는 동아시아 몬순 기후의 영향으로 여름철에 대기가 불안정하여 낙뢰가 집중적으로 발생하며, 복잡한 지형과 해양의 영향으로 낙뢰현상의 공간적 변동도 크게 나타난다. 이러한 낙뢰는 최근으로 올수록 강도가 증가하고 있어 그 피해의 증가가 우려되기 때문에 낙뢰 발생 특성에 대한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 낙뢰자료와 강수자료, 그리고 시·공간 분해능이 뛰어난 MTSAT-1R (Multi-functional Transport SATellite - 1 Replacement) 정지궤도 위성의 휘도온도를 이용하여 낙뢰 발생 시 강수 및 위성 휘도온도의 특성을 분석하고자 한다. 이러한 연구는 대류활동에 대한 정보 제공 뿐 아니라, 낙뢰 예측성 향상 및 재해 경감에도 활용될 수 있을 것이다.

본 연구에서는 2001년 기상청에 도입되어 운영 중인 신 낙뢰관측 시스템 (Total Lightning Detection System, TLDS)에서 관측된 낙뢰자료와 MTSAT-1R 위성에서 관측된 휘도온도 자료, 그리고 자동기상관측장비 (Automatic Weather System, AWS)에서 관측된 강수자료를 사용하였으며, 세 자료의 출처는 모두 기상청이다. 분석 기간은 2006년부터 2007년까지이며 우리나라에서 낙뢰발생 빈도가 여름철에 집중되어 나타나는 것을 고려하여 여름철 (6~8월) 낙뢰에 대해서만 분석하였다. 또한 낙뢰 발생 사례에 대하여 관측 효율이 90% 이상으로 알려진 위도 33~39°N, 경도 124 ~ 130°E 영역에서 낙뢰발생시 강수 및 위성 휘도온도의 특성을 분석하였다. 사례는 낙뢰 발생 횟수가 많은 날을 중심으로 먼저 적외영상과 낙뢰영상을 정성적으로 분석한 후 뇌우의 지속시간이 긴 9개 사례를 선정하였다. MTSAT-1R 위성과 낙뢰자료 및 강수자료는 관측 주기와 공간규모가 서로 다르기 때문에 세 자료를 함께 사용하기 위해서는 시·공간을 일치시키는 과정이 필요하다. 본 연구에서는 위성자료 관측시간(00분, 33분)과 AWS 지점 위·경도를 시·공간 일치 를 위한 기준으로 사용하였다.

본 연구를 통해 얻은 결과는 다음과 같다.

- 1) 낙뢰와 강수가 동시에 발생한 경우 두 채널의 휘도온도는 거의 같은 분포를 보이며, 휘도온도가 215 K, 225 K 부근에서 두 번의 최대 빈도를 보였다. 또한 휘도온도차가 0 K에 가까울수록 낙뢰빈도 및 강수량이 증가하는 분포를 보였다.
- 2) 대부분의 부극성 낙뢰는 대류가 활발한 중심에 집중되어 발생하고 낙뢰빈도도 높으며, 많은 양의 강수를 동반하였다. 반면 대부분의 정극성 낙뢰는 구름의 가장자리 또는 모루운에

서 많이 발생하고 낙뢰빈도는 상대적으로 낮으며, 적은 양의 강수를 동반하였다.

- 3) 일반적으로 낙뢰강도는 정극성 (19.4 KA)에서 부극성 (-16.9 KA)보다 강하게 나타났고, 강수 강도는 부극성 ( $3.29 \text{ mm } 10\text{min}^{-1}$ ), 정극성 ( $2.84 \text{ mm } 10\text{min}^{-1}$ ), 무낙뢰 ( $1.11 \text{ mm } 10\text{min}^{-1}$ ) 순으로 나타났다. 부극성 낙뢰에서는 강수강도와 낙뢰빈도가 높은 양의 상관을 보인 반면, 정극성 낙뢰에서는 강수강도와 낙뢰강도가 높은 음의 상관을 보였다. 따라서 부극성 낙뢰가 대류형 강수의 지표가 됨을 제시하고 있다.
- 4) 낙뢰 발생 시 강수 확률은 전체적으로 약 60 ~ 70%로 높게 나타났으며, 낙뢰는 강수와 거의 일치하여 발생하거나 선행하는 경향을 보였다. 그러나 사례마다 약간의 차이가 있어, 뇌우 유형별 낙뢰 및 강수의 특성에 대한 연구가 필요하다.

위 결과로부터 낙뢰 발생 시에 나타나는 위성의 휘도온도 특성을 이용하여 낙뢰의 추정이 가능하고, 낙뢰의 극성에 따른 특성을 이용하여 강수 유형 분류가 가능함을 제시하였다. 따라서 본 연구의 결과는 낙뢰 탐지의 정확도 향상 및 강수량 추정 시 강수 유형 분류에 활용될 수 있을 것이다. 그러나 현업에 이용되기 위해서는 보다 많은 사례 연구를 통한 낙뢰, 강수 및 위성 휘도온도 사이의 통계적 관계정립이 필요할 것이다.

#### 감사의 글

본 연구는 기상청 기상지진기술개발사업(CATER 2009-3114)의 지원으로 수행되었습니다.