

환경일반-9

WPMM 방법을 이용한 레이더 강수량 산출

이동인*, 김효경, 유철환, 권원태¹

부경대학교 환경대기과학과, ¹기상연구소 기후연구실

1. 서론

레이더는 강수 입자로부터 산란되어 돌아오는 반사도 신호의 강도를 측정하고 반사도 강도를 통해 강우강도를 추정하게 된다. 강우의 반사도 계수(Z)와 강우강도(R)의 수학적 관계는 많은 연구자들에 의해 연구되었으며, 식(1)과 같은 관계를 가지고 있는 것으로 알려져 있다(Battan, 1973).

$$Z = A R^b \quad (1)$$

여기서 Z는 반사도(Reflectivity)로 단위부피(m³) 내에 존재하는 강수 입자의 직경의 6승에 비례하는 값(mm⁶)이며, R은 레이더 강우강도(mm/hr)이다. 그러나 식(1)에서 강수 입자의 직경분포를 가정하여 추정된 식으로 실제 레이더가 비구름을 관측했을 경우 되돌아오는 유효 반사도(Z_e, Effective Reflectivity)와는 많은 차이가 나게 된다. 따라서 본 연구는 관악산 기상레이더를 이용하여 우리나라 강수형에 알맞은 통계학적 Z_e-R 관계식을 산출하고 먹급수 형태의 관계식과 상호 비교하여 그 정량적인 특성을 살펴보고자 한다.

2. 재료 및 실험 방법

레이더 강수량을 산출하기 위해 사용되는 통계적 방법 중 확률밀도함수를 이용하는 방법을 Probability Matching Method(PMM)라 하며 이 방법은 장기간 동안 레이더 관측 영역에서 생성되는 모든 유효반사도 Z_e의 누적 확률 분포 함수를 관측 영역에 포함되는 모든 우량계 자료의 누적 확률 분포 함수와 match 시켜 look-up table 형의 Z_e-R 관계식을 얻는 것으로 식 (2)와 같이 표시될 수 있다(Rosenfeld et al., 1993).

$$\int_0^{Z'} PDF(Z_e) dZ_e = \int_0^{R'} PDF(R) dR \quad (2)$$

Z_e-R 관계식을 산출하기 위해 사용된 레이더는 관악산 도플러 레이더(C밴드, 126.57° E, 36.26° N)이며, 자세한 레이더의 제원은 Table 1에 나타내었다. 관악산 기상레이더는 미국 EEC(Enterprise Entertainment Company)사에서 제작된 DWSR-88C이며, EDGE 시스템으로 10분 간격으로 4개 고도각의 볼륨 자료를 생산하며 관측 반경은 240 km 이다.

3. 결과 및 고찰

강우강도와 반사도의 확률분포를 바탕으로 각각의 누적 확률을 구하여 확률이 같은

지점을 서로 match함으로 Z_e -R 관계식을 구하였으며 그 결과는 Fig. 1과 같다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 먹급수 형태의 관계식은 $\text{Log}(Z)$ - $\text{Log}(R)$ 축에 대해 직선으로 나타나 모든 구간에서 일률적인 함수가 적용되는 반면 WPMM의 경우는 각 구간마다 다른 함수를 가지는 곡선형으로 나타나는 것을 볼 수 있다. WPMM 관계식의 분포를 살펴보면 약 10mm/hr 이하의 구간에서는 dBZ/dBR의 기울기가 완만하지만 강우강도가 커질수록 기울기가 점차 커지는 것을 볼 수 있는데 이것은 높은 반사도 영역에서는 적은 반사도 변화일지라도 강우강도에 미치는 영향이 더 커짐을 의미한다.

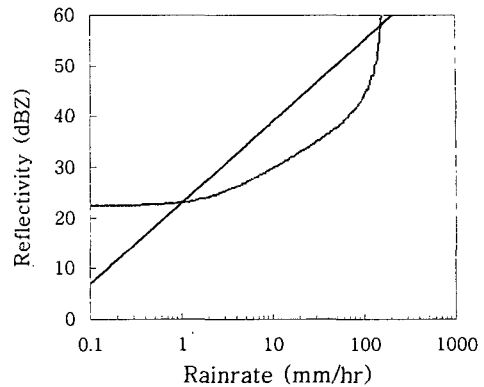


Fig. 23. The curve line indicates Z_e -R relationship of window probability matching method in Kwanak radar from Jun. to Aug. 1998.

4. 요약

본 연구는 통계적 방법을 이용해 레이더 Z_e -R 관계식을 구하고 기존의 먹급수 형태 관계식과 비교하여 그 개선 여부를 평가하고자 한다. WPMM에 의해 구해진 Z_e -R 관계식은 $\log(Z)$ - $\log(R)$ 좌표계에서 곡선 형태로 나타나 모든 구간에서 일률적인 함수($Z=AR^b$)가 적용되는 먹급수 형태의 식과는 달리 각 구간마다 다른 관계식이 적용되는 것으로 나타났다.

사 사

이 연구는 과학기술부에서 시행하는 중점국가연구개발사업의 하나인 자연재해 방재기술개발사업의 일환으로 수행된 것입니다.

참고문헌

- Battan, L. J., 1973: Radar Observation of the Atmosphere. University of Chicago Press, 323pp.
- Rosenfeld D., B. D. Wolff and D. Atlas, 1993: General Probability-matched Relations between Radar Reflectivity and Rain Rate. J. Appl. Met., 32, 50-72.