

기상 레이더 종류에 따른 강수량 산정 비교분석

류찬수¹ · 원효성² · 박근영³

1. 서론

기상 레이더를 이용한 기상 관측은 매우 오랜 역사를 가지고 있으며, 기상 레이더의 발전으로 인해 각종 기상 현상의 입체적인 구조를 파악할 수 있었다.

기상청은 1969년에 처음으로 400 km의 관측범위를 가지는 S밴드 레이더가 서울 관악산에 설치되어 운영되었다. 그 후에 기상장비 현대화 사업의 일환으로 1988년에 관악산 레이더가 도플러 기능을 갖는 기상 레이더로 교체되었으며, 이후의 기상 레이더는 모두 C밴드로서 유효 탐지거리가 240 km 내외에 달하며, 일부 사각지역을 제외하면 대체로 우리나라 전 지역을 관측 할 수 있게 되었으나, 그 당시에 생산된 자료는 6단계로 레벨링된 영상 자료만 지원되어 관측 및 예보 지원에 한계를 가지고 있었다.

Software를 종전의 RADSYS에서 EDGE(Enterprise Doppler Graphics Environment) System으로 개선하였으며, 이후 이를 이용하여 보다 다양한 관측 및 분석 자료를 예보 업무에 지원하여 왔으나 일부 관측 지역의 사각지대 발생과 기존 레이더의 노후화가 심화되면서 레이더 관측망 확충 및 교체 사업이 시작되었고, 관측망 확충 사업으로는 2000년에 백령도 레이더의 설치, 2001년에 진도 레이더, 인천 국제공항 주변의 악기상을 감시하기 위한 공항 도플러 기상 레이더(TDWR)가 각각 설치되었다. 또한 2003년에는 광덕산에 레이더를 설치하여 운용 중이다.

그러므로 본 연구에서는 강수량예측을 위하여 비종관적인 관측장비인 레이더를 이용하여 강수량을 산정하고, 현재 기상청에서 운용하고 있는 2종류의 레이더를 비교하여 강수량산정의 차이를 분석하였다.

2. 자료

본 연구는 2003년 5월 30일에 발생한 한반도 남서지방의 호우를 대상으로 하였다. 사용된 자료는 C-band인 군산과 S-band인 진도의 레이더 자료와 기상현상과 비교하기 위해 지상일기도 및 수분플럭스 자료를 이용하였고, 강수량 산정 비교를 위해 AWS(Automatic Weather System) 관측 기상 자료를 이용하여 기상 레이더 밴드의 차이에 의한 강수량 산정방법을 비교 분석 하였다.

¹501-759, 광주광역시 동구 서석동 375번지, 조선대학교 사범대학 지구과학과 교수.

²501-759, 광주광역시 동구 서석동 375번지, 조선대학교 대학원 대기과학과.

³501-759, 광주광역시 동구 서석동 375번지, 조선대학교 대학원 대기과학과.

3. 결과 및 고찰

3.1 기상현상 분석

2003년 5월 30일에 발생한 한반도 남서지방의 많은 호우가 내란 사례이다. Fig.1은 대상일의 기상일기도를 나타낸 것이다. 중국의 동쪽에서 태풍이 북상을 하고 있으며, 중국에 위치한 저기압과 북태평양고기압의 세력에 의하여 남쪽에서 따뜻한 수증기를 가진 공기가 한반도로 대량 유입되고 있다.

Fig.2가 이를 나타낸 수분 플럭스 자료로서 이렇게 유입된 수증기는 한반도에 강한 강수현상을 나타낸다.

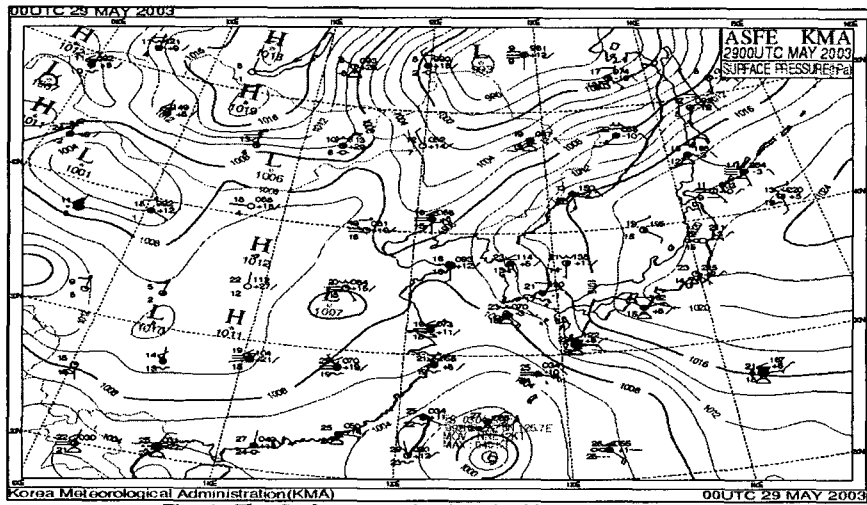


Fig. 1. The Surface synoptic chart in 30 May 2003.

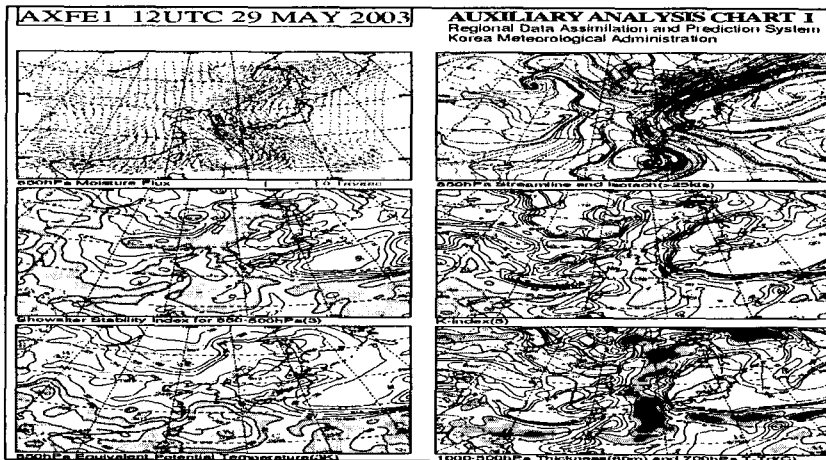


Fig. 2. Moisture flux field at 850hPa in 30 May 2003.

5월 29일부터 30일까지 105~213.5mm의 강수가 관측되었다. Fig. 3은 이때의 강수량 분포도를 나타낸 것이다. 강수의 시작은 완도에서 먼저 시작하였으나 본격적인 강수의 시작은 15시를 전후하여 거의 동시에 시작되었고, 강한 비는 목포와 진도쪽에서 먼저 시작하여 밤사이에 계속되었으며, 다음날 5시 이후에 점차 약화되었다. 이렇게 강수는 29일부터 30일까지 진도와 군산을 포함한 한반도 남서해안에 집중되었다. 그래서 진도와 군산의 레이더 자료를 통해서 강수량을 산정하고자한다.

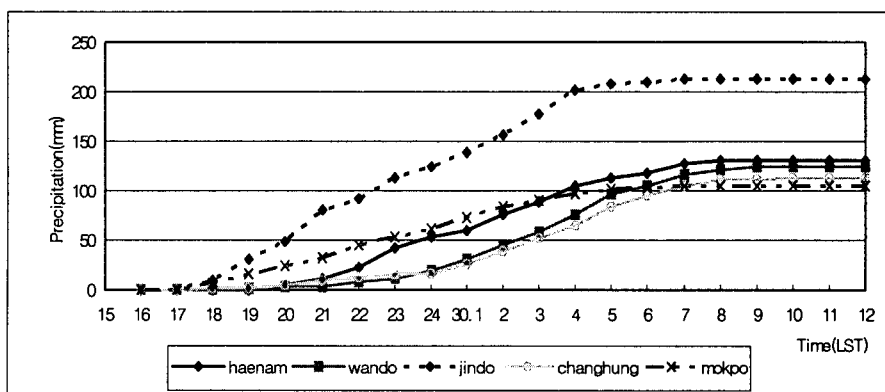


Fig. 3. The hourly cumulative rainfall on the west southern coastal area of Jeonnam for 29~30 May 2003.

3.2 비종관 레이더의 비교 분석

강수량을 정량적으로 산정하기 위하여 본 연구에서는 비종관 레이더를 이용하였다.

기상레이더의 일반적인 동작원리는 강수 예코의 위치, 반사강도, 강우의 이동과 발달에 관한 기상정보를 제공한다. 그러나 최근 새로운 기상레이더는 특별한 경우를 제외하고 대부분 도플러 효과(Doppler Effect)를 이용한다.

기상레이더는 주파수와 파장이 중요한 특성을 가지고 있으며, 수식적으로는 다음과 같은 관계 즉 $c=f\lambda$ 가 있다. Table 1 은 기상레이더 및 레이더에 사용되는 전자기 에너지의 파장과 주파수를 보이고 있다.

Table 1. Wavelength and frequency of weather radar

밴드	주파수 (GHz)	파장 (cm)	기상학적 응용	
			주파수(GHz)	파장(cm)
VHF	0.03-0.3	100-1000		
UHF	0.3-1.0	30-100	0.42	71.0
L	1.0-2.0	15-30	1.3	23.0
S	2.0-4.0	7.5-15	2.8	10.7
C	4.0-8.0	3.75-7.50	5.5	5.5
X	8.0-12.0	2.5-3.75	9.4	3.2
Ku	12.0-18.0	1.67-2.50	15.5	1.94
K	18.0-27.0	1.11-1.67	24	1.25
Ka	27.0-40.0	0.75-1.11	35	0.86
Millimeter	40.0-300	0.10-0.75		

현재 기상청에서 운용하고 있는 레이더는 두 종류로 C-Band 레이더와 S-Band 레이더가 있다.

두 레이더의 차이는 Table 2에 나타내었다. 5.6cm 파장을 갖는 C-Band 레이더는 저기압성 강우나 국지적경보 등 기상현상탐지에 적합하다. 10cm의 파장을 갖는 S-Band 레이더는 강수에 의한 감쇠가 적어 호우지역에 적합하고 강수량관측의 정확도가 C-Band 보다 높다. 그러므로 이 파장은 열대지역과 태풍, 토네이도 및 저기압이 자주 발생하는 곳에 특히 권장할 만 하다. 또한, S-Band 레이더는 C-band 보다 도플러 관측범위를 기존레이더보다 확장시킬 수 있어 바람장 분석에 효과적이며, 정확하고 다양한 상층풍 자료의 생산으로 수치예보의 초기자료로 이용이 가능하다.

반면에, C-band는 지형에 의한 간섭을 강하게 받으나, 파장이 짧아 구름물리 또는 대기의 미립자 탐측에는 유리하며, S-band는 파장이 길어서 대규모 입체현상의 탐지에 유리하다.

Table 2. Characteristics of C-band and S-band radar

Type	C-Band(Gunsan)	S-Band(Jindo)
Antenna height(m)	230	500
Ob. distances (km)	240	480
Wavelength(cm)	5.6	10
Band type	C	S

Fig.4와 5는 2003년 5월 29일 2100LST의 강우강도를 나타낸 것이다. 전체적으로 한반도 남서해안내륙과 해안지방에 강수가 나타나고 있다. 이것은 지상관측장비(AWS)의 관측결과와 매우 유사한 분포를 나타낸다. Table 3에서 볼 수 있듯이 강우강도는 진도가 가장 먼저 집중되었고 강우강도 분포를 보면 18시 5분에 10분 최대강수량이 10mm를 기록한 후 잠시 강도가 약해졌다가 20시 14분에서 29분 사이에 11.5mm로 최고를 기록하고 점차 소강상태를 보였다. 이때 풍향은 강수시작전 남남동풍이 지속적으로 불어다가 점차 남동풍→동남동풍 순으로 반전하였으나 뚜렷하게 나타나지 않았으며, 풍속도 8~10%내외로 불었다.

Table 3. List of the rainfall maxima for 29~30 May 2003.

Station	1 hour maximum rainfall(mm)	Time	10 minute maximum rainfall(mm)	Time	Remark
Mokpo	13.0	2102	3.5	2130	5.29
	12.5	0013	4.0	0043	5.30
Wando	8.5	2301	2.0	2326	5.29
	25.0	0330	6.0	0330	5.30
Jindo	33.0	1938	11.5	2014	5.29
	25.0	0235	6.5	0325	5.30
Changhung	6.0	2328	2.0	1620	5.29
	20.5	0403	5.5	0413	5.30
Haenam	19.5	2158	7.0	2200	5.29
	17.5	0306	4.5	0357	5.30

Fig.3에서 군산의 C-band 레이더의 경우 파장이 짧아 매우 자세한 강수구조가 나타나고 있는데 비해 Fig.4의 진도 s-band 레이더는 탐측거리가 길다. 그러나 자세한 내부의 구조는 잘 나타나지 않

으며, 강우강도가 S-band에 비하여 강하게 나타난다. 즉, 밴드의 차이에 의한 강수형태를 잘 보여 주고 있다.

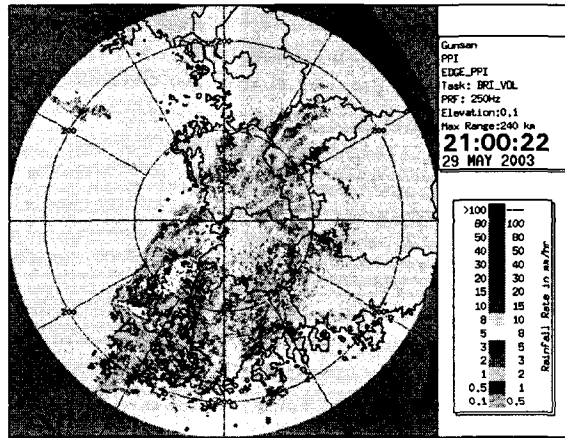


Fig.4. Rainfall rate detected by C-band(Gunsan) .

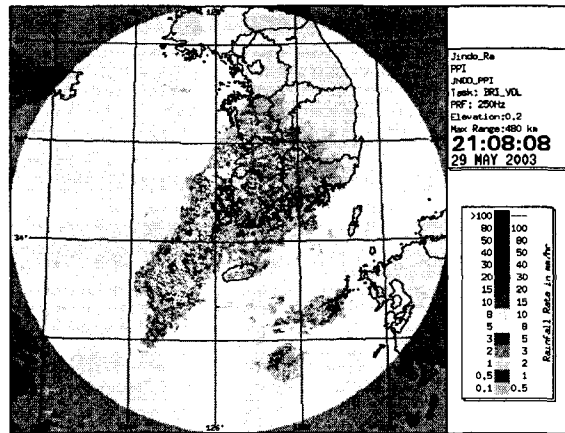


Fig.5. Rainfall rate detected by S-band radar(Jindo).

4. 요약 및 결론

한반도 남서해안은 수증기의 유입의 통로로 태풍을 포함한 저기압 및 전선 등의 악기상을 유발하는 기압계가 우리나라에 상륙하는 지역으로 많은 재해를 입고 있다. 따라서 강수량의 정확한 예측이 필요하다. 본 연구에서는 한반도 강수일에 레이더를 이용한 강수강도를 산정하였다. 중규모의 기상현상에서는 레이더를 이용한 강수추정은 강수량 산정에 매우 유용한 방법이 될 수 있다. 그러나 레이더의 밴드별 특성을 잘 파악하여야 정확한 강우강도를 예측할 수 있다. 즉, C-Band 레이더는 저기압성 강우나 국지적경보 등 기상현상탐지에 적합하고 S-Band 레이더는 강수에 의한 감쇠가 적어 태풍 및 저기압이 자주 발생하는 호우지역에 적합하다. 따라서 종류에 따른 레이더의 생산 자료는 강수량의 정확한 산정을 통하여 악기상을 유발하는 기상현상의 정확한 예측이 가능 할 것이다.

참고문헌

- [1] 기상연구소 (1998). 서해 앞바다 해양기상특성 연구-경기만 해역을 중심으로-, MR980019, 95p.
- [2] 김정희, 김영화, 엄원근, 정은실, 김정운 (2001) AWS 자료를 이용한 레이더 강수강도 보정과 레이더 에코 이동속도 산출, 대기(한국기상학회보), 11권 3호, 440-442.
- [3] 유철환, 이동인, 이병걸(2000). 북서 계절풍 발달시 에이더 에코 유형별로 본가설운의 운동학적인 특성, 한국기상학회지, 제36권 6호, 655-666.
- [4] 이동인, 김정희, gsdud호, 김경익, 윤일희 (1999). 이중도플러 레이더를 이용한 열대운의 발달과 소멸구조 및 그 특성에 관하여, 한국기상학회지, 제34권 3호, 355-364.
- [5] 허복행, 김경익 (2001). 도플러 레이더의 스펙트럼으로부터 물방울 크기 분포를 추정하기 위한 종단속도-물방울 크기 관계식의 비교, 한국기상학회지, 제37권 2호, 143-168.
- [6] 민경덕 (1974). 동계 황해상의 열 및 수증기 수지 해석과 이들이 시베리아 기단의 변질에 미치는 영향, 한국기상학회지, 제27권 2호, 67-77.
- [7] Arriitt, R. W., R. A. Pielke, and M. Sega (1988) Variations of sulfur dioxide deposition velocity resulting from terrain-forced mesoscale circulations, *Atmos. Environ.*, 22, 715-723.
- [8] Hicks, B. B., R. P. Hosker Jr., T. P. Meyers, and J. D. Womack (1991) Dry Deposition inferential measurement techniques., Part I : Design and tests of a prototype meterological and chemical system for determining dry deposition, *Atmos. Environ.*, 12A, 2345-2359.