

정지궤도 기상위성 자료를 활용한
강우유형별 강우량 추정연구

A Study on the Algorithm for Estimating Rainfall
According to the Rainfall Type Using Geostationary
Meteorological Satellite Data

이은주*, 서명석

Eun-Joo Lee, Myoung-Seok Suh

공주대학교 대기과학과

Telephone: 041-850-0920, E-mail: bigbangej@nate.com

Abstract

Heavy rainfall events are occurred exceedingly various forms by a complex interaction between synoptic, dynamic and atmospheric stability. As the results, quantitative precipitation forecast is extraordinary difficult because it happens locally in a short time and has a strong spatial and temporal variations. GOES-9 imagery data provides continuous observations of the clouds in time and space at the right resolution. In this study, an power-law type algorithm(KAE: Korea auto estimator) for estimating rainfall based on the rainfall type was developed using geostationary meteorological satellite data. GOES-9 imagery and automatic weather station(AWS) measurements data were used for the classification of rainfall types and the development of estimation algorithm. Subjective and objective classification of rainfall types using GOES-9 imagery data and AWS measurements data showed that most of heavy rainfalls are occurred by the convective and mixed type. Statistical analysis between AWS rainfall and GOES-IR data according to the rainfall types showed that estimation of rainfall amount using satellite data could be possible only for the convective and mixed type rainfall. The quality of KAE in estimating the rainfall amount and rainfall area is similar or slightly superior to the National Environmental Satellite Data and Information Service's auto-estimator(NESDIS AE), especially for the multi cell convective and mixed type heavy rainfalls. Also the high estimated level is denoted on the mature stage as well as decaying stages of rainfall system.

1. 서론

우리나라의 기상재해는 여름철의 집중호

우에 의해 주로 발생하며, 이들 집중 호우는 보통 중규모 대류계 및 중규모 복합

구조계에 의하여 대부분 발생하기 때문에 중관 규모 관측망 만으로는 그 현상의 이해와 예측이 거의 불가능하다(기상연구소, 2002). 기상위성자료는 광범위한 영역의 구름 영상 자료를 수 km의 공간 분해능과 일정한 시간 간격으로 제공하므로 이로부터 중관 및 중간 규모 시스템의 이동을 파악할 수 있을 뿐 아니라 소규모 대류성 구름세포의 급격한 발달까지도 탐지할 수 있다. (기상연구소, 1992)

위성자료를 이용한 강우량의 추정 연구로 Alder and Negri(1988)는 층운과 대류운을 구분하여 강우량을 추정하였다. 그러나 열대 해양 지역에서 연구된 방법이므로 우리나라와 같은 중위도 지역에서는 이 같은 기법을 그대로 적용시킬 수 없는 문제점이 있다. 이정립(2004)은 강우량 산출을 위해 NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration)/NESDIS(National Environmental Satellite Data and Information Service)의 AE(auto estimator)를 사용하였으며 구름발달 단계를 고려한 무강우 화소의 제거로 추정수준이 향상되었다. 그러나 사례별로 매우 다른 추정수준을 보였으며 환경이 다른 지역의 회귀식 적용으로 인한 오차가 발생하여 우리나라에 맞는 회귀식 도출과 세부적 메커니즘의 활용이 필요함을 언급하였다.

본 연구에서는 높은 시·공간 분해능을 지닌 정지궤도 기상위성인 GOES-9호 위성영상 자료와 AWS 관측자료를 이용하여 층운형, 대류형, 혼합형으로 강우유형을 분류하고 그에 따른 추정식을 적용하여 강우량을 산출하고 NOAA/NESDIS의 power-law의 결과와 비교하여 보았다.

2. 자료 및 연구방법

본 연구에서는 GOES-9호 위성영상 자료와 자동기상관측자료(Automatic Weather Station: AWS)를 사용하였으며 2003년 여름 강수현상 중에서 일 강수량이 적어도 80mm 이상인 관측소가 있는 경우에 대해 총 13개의 강수사례를 선정하였다.

위성영상자료와 AWS 관측자료는 서로 다른 특성을 가지므로 두 자료를 함께 사용하기 위해 시간적으로는 1시간에 2회 생산 되는 위성영상자료를 1시간에 인접하는 3개의 위성영상자료를 가중 평균한 자료를 사용하였으며, 공간적으로는 AWS 관측지점 한 개에 대응되는 GOES 위성자료를 AWS 관측 지점을 각각 중심으로 하는 위성영상 자료의 5×5 픽셀의(20×20 km²) 면적 평균값을 사용하였다.

사례기간의 GOES-9호 위성 영상 자료와 그에 해당하는 AWS 관측 자료를 이용하여 주관적으로 분류하였으며, 주관적 분류를 통해 얻어진 대표적인 각 유형의 특징들을 기준으로 객관적 분류를 하여 유형 분류를 위한 흐름도를 작성하고 최종적으로 강우 유형을 분류한다. 이때 구름의 형태, 발달상태, 강우면적, 강우강도 임계온도 등의 기준으로 채널별 위성 영상자료를 해석하고, 온정온도와 AWS 강우량 사이의 상관관계를 분석하여 분류한다. 분류된 자료로 우리나라에서 많이 발생하며, 피해가 큰 대표적 유형에 대해 QC(quality control)를 통하여 온정온도와 강우량과의 관계를 나타내고 회귀함수를 이용하여 강우량 추정식을 도출하고 강우량을 산출하였다.

3. 결과

각 분류방법을 통해 유형을 분류해 본 결과 혼합형과 대류형 강우가 가장 많았으며 층운형은 13개 사례중 1개 사례로 나타났다. 분류된 각 유형의 특성을 살펴

보면 대류형 강우의 경우 국지적이고 강한 강우강도를 가지며 210K 또는 그 이하의 낮은 운정온도에서 강한 강우현상이 발생하였으며 원형의 핵을 가지고 있음을 알 수 있었다. 또한 생성에서 발달, 소멸의 단계가 뚜렷이 나타나며 한 두 시간 이내에 발달 소멸하는 것으로 나타났다. 반면 층운형 강우의 경우 대류형 사례들에 비하여 광역적이며 4시간 이상지속적으로 약한 강우강도의 형태를 보였으며 230K 이상의 비교적 높은 운정온도에서 강우현상이 발생하였다. 혼합형 강우의 경우 층운형과 대류형 강우의 특성을 모두 포함하고 있어 그 형태가 다양하게 나타났다. 층운형에 의한 강우가 나타나는 가운데 국지적으로 대류형의 강우가 나타나는 형태가 있으며, 국지적이고 강한 강우 형태를 보여 대류형으로 보이지만 240K~260K의 비교적 높은 운정온도를 가지는 형태도 나타났다.

Table 1은 운정온도와 강우량과의 상관관계 및 추정강우량과 관측강우량 사이의 통계치들을 나타낸 것이다. 층운형 강우의 경우 운정온도와 강우량과의 상관관계 값이 -0.16으로 세 유형 중 가장 작은 값을 가지며 관측강우량과 추정강우량 사이의 상관관계 역시 0.14로 매우 작은 값으로 나타났다. 대류형 강우는 대부분의 사례에서 운정온도와 강우량 사이의 상관관계 값이 높게 나타났으며 관측 강우량과 추정 강우량 사이의 상관관계도 높게 나타났다. 혼합형 강우는 대부분의 사례에서 운정온도와 강우량 사이의 상관관계 값이 평균과 비슷하거나 낮게 나타났다. Bias와 RMSE(root mean square error), POD(probability of detection), FAR(false alarm ratio) 등의 다른 통계치들도 대류형 강우의 경우 가장 좋은 값들이 나타났다. 반면 층운형의 경우 통계분석 결과 적

외 자료만으로 강우량을 추정하는 것은 어려운 것으로 나타나 유형별 강우량 추정식은 혼합형과 대류형에 대해 도출하였다. 그리고 대류형은 단세포 대류계와 다세포 대류계로 세부적으로 접근하였다.

Fig. 1은 각 유형별 강우량 추정식(KAE: Korea auto estimator)과 power law를 적용하여 비교한 것으로 관측강우량과 추정강우량 사이의 상관관계수 값을 시계열로 나타낸 것이다.

power law와 KAE를 비교해 본 결과 power law는 단세포 대류계의 경우에만 비교적 잘 추정하는 것으로 나타났다. 또한 강우 시스템의 말기 대하여 강우량 추정수준이 낮게 나타났다. 반면 KAE1, KAE2는 단세포 대류계의 경우 KAE1과 power law는 비슷한 산출수준을 보였고 KAE2의 경우 다세포 대류계와 혼합형의 경우 잘 추정하였다. 대류형과 혼합형은 서로 다른 성향을 지닌 강우 시스템이 발생하며 강우 시스템의 중기와 말기에 추정을 잘 하는 특징이 있는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 기상청에서 시행하는 기상지진 기술개발사업의 하나인 “충청지방 악기상 예측시스템 개발”과제에서 수행된 것입니다.

참고문헌

기상연구소, 1992: 기상위성자료를 이용한 강수강도지수 산출(I). 기상연구소, MR 92-2
 기상연구소, 2002: 한반도 악기상 집중관측 사업(II). 기상연구소, MR020F08
 이정림, 서명석, 광종흠, 소선섭, 2004: GOES-9호 위성 영상 자료를 이용한 강수량 산출. GIS/RS 공동 춘계학술대회,

Table 1. Verification of estimated rainfall for 13case and the rainfall type.

Type	case #	CTT_rain Cor.Coeff.	Obs_est Cor.Coeff.	Bias-n	RMSE-n	Bias	RMSE	POD	FAR
Mixed	1	-0.47	0.36	0.59	1.10	3.18	5.93	0.37	0.11
	2	-0.29	0.47	0.11	0.65	0.69	3.98	0.39	0.68
	4	-0.16	0.08	-0.12	1.59	-0.42	5.74	0.50	0.59
	5	-0.36	0.34	0.21	1.82	0.53	4.55	0.88	0.39
	7	-0.35	0.24	0.18	1.32	1.12	8.13	0.32	0.26
	9	-0.46	0.51	0.19	0.76	1.00	3.96	0.60	0.31
	11	-0.32	0.33	0.31	1.09	1.99	7.00	0.45	0.36
	Ave.	-0.34	0.33	0.21	1.19	1.16	5.61	0.50	0.39
Strati form	6	-0.16	0.14	0.30	1.02	1.37	4.60	0.58	0.38
Conve ctive	3	-0.35	0.52	-0.22	0.92	-1.19	5.00	0.86	0.52
	8	-0.44	0.47	0.13	0.75	0.74	4.38	0.43	0.29
	10	-0.34	0.49	0.05	0.63	0.24	2.80	0.51	0.44
	12	-0.41	0.65	-0.12	0.82	-0.59	4.19	0.78	0.46
	13	-0.48	0.57	0.30	0.93	1.70	5.20	0.70	0.07
	Ave.	-0.40	0.54	0.03	0.81	0.18	4.31	0.66	0.36
total Ave.		-0.35	0.40	0.15	1.03	0.80	5.04	0.57	0.37

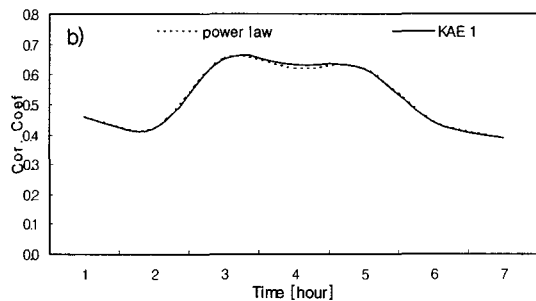
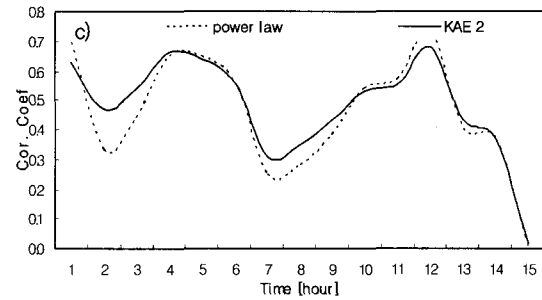
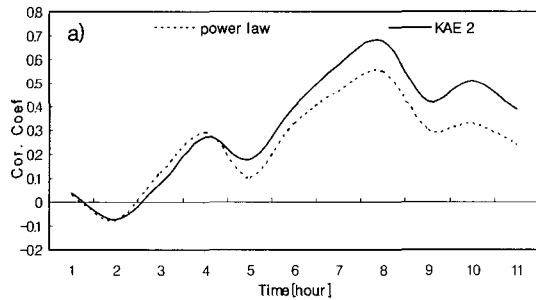


Fig. 1. Temporal variation of correlation coefficient according to the rainfall estimation algorithm: (a) mixed rainfall, (b) single cell convective, and (c) multi cell convective respectively.