

## 기상청 동네예보의 영농활용도 증진을 위한 방안: 2. 강수량 분포 상세화

김대준<sup>1,2\*</sup> · 윤진일<sup>1</sup>

<sup>1</sup>경희대학교 식물환경신소재공학과, <sup>2</sup>(재)국가농림기상센터  
(2013년 9월 1일 접수; 2013년 9월 13일 수정; 2013년 9월 21일 수락)

## Improving Usage of the Korea Meteorological Administration's Digital Forecasts in Agriculture: 2. Refining the Distribution of Precipitation Amount

Dae-jun Kim<sup>1,2\*</sup> and Jin I. Yun<sup>1</sup>

<sup>1</sup>College of Life Science, Kyung Hee University, Yongin 446-701, Korea

<sup>2</sup>National Center for Agro-Meteorology, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

(Received September 1, 2013; Revised September 13, 2013; Accepted September 21, 2013)

### ABSTRACT

The purpose of this study is to find a scheme to scale down the KMA (Korea Meteorological Administration) digital precipitation maps to the grid cell resolution comparable to the rural landscape scale in Korea. As a result, we suggest two steps procedure called RATER (Radar Assisted Topography and Elevation Revision) based on both radar echo data and a mountain precipitation model. In this scheme, the radar reflection intensity at the constant altitude of 1.5 km is applied first to the KMA local analysis and prediction system (KLAPS) 5 km grid cell to obtain 1 km resolution. For the second step the elevation and topography effect on the basis of 270 m digital elevation model (DEM) which represented by the Parameter-elevation Regressions on Independent Slopes Model (PRISM) is applied to the 1 km resolution data to produce the 270 m precipitation map. An experimental watershed with about 50 km<sup>2</sup> catchment area was selected for evaluating this scheme and automated rain gauges were deployed to 13 locations with the various elevations and slope aspects. 19 cases with 1 mm or more precipitation per day were collected from January to May in 2013 and the corresponding KLAPS daily precipitation data were treated with the second step procedure. For the first step, the 24-hour integrated radar echo data were applied to the KLAPS daily precipitation to produce the 1 km resolution data across the watershed. Estimated precipitation at each 1 km grid cell was then regarded as the real world precipitation observed at the center location of the grid cell in order to derive the elevation regressions in the PRISM step. We produced the digital precipitation maps for all the 19 cases by using RATER and extracted the grid cell values corresponding to 13 points from the maps to compare with the observed data. For the cases of 10 mm or more observed precipitation, significant improvement was found in the estimated precipitation at all 13 sites with RATER, compared with the untreated KLAPS 5 km data. Especially, reduction in RMSE was 35% on 30 mm or more observed precipitation.

**Key words:** KLAPS, Radar-echo, PRISM, Daily precipitation, Topography



\* Corresponding Author : Dae-jun Kim  
(daejuy@khu.ac.kr)

## I. 서 론

기상청에서는 KLAPS (Korea Local Analysis and Prediction System)를 통해 한반도 영역에 대해 5km 해상도로 1시간 간격의 강수량 정보를 제공하여 여름철의 집중호우나 겨울철의 폭설 등에 대비할 수 있다 (Kim *et al.*, 2002; 안 등, 2012). 강수량의 분포는 재해방지뿐 아니라 토양수분 상태를 결정하므로 식물 생육과 밀접한 관련이 있어 농업부문에서 큰 관심을 갖는 기상정보 중 하나이다. 기상청의 5km 격자 KLAPS 강수량 자료는 한반도 전역 또는 광역시도 정도의 넓은 면적 강수분포를 파악하는 데는 정확하나 정밀도 면에서 충분하다 할 것이다. 하지만 시군 혹은 읍면의 평균 면적에 비해서는 공간분해능이 미흡하며, 특히 고도 차가 크고 지형이 복잡한 산간지대에서는 영농지원정보로서의 가치가 크게 떨어진다.

강수량은 다른 기상요소와는 달리 시공간적으로 불연속적이며 공간의 지형특성에 민감하므로 지점 강수량으로부터 지형의 고도와 경사방향 등 지형특성을 고려하거나, 관측지점으로부터의 거리를 이용하여 공간 내삽 하는 등의 방법으로 면적강수량을 추정하는 기술이 개발되어 왔다(Phillips *et al.*, 1992; Nalder and Wein, 1998). 이들 가운데 강수량에 미치는 해발고도의 영향을 단순회귀식으로 표현하되, 산악의 경사방향, 거리, 고도, 해양도 등에 의해 가중회귀계수를 지점마다 달리 추정하는 PRISM (Parameter-elevation Regressions on Independent Slopes Model, Daly *et al.*, 1994; Johnson *et al.*, 1999)은 산악경관이 혼한 우리나라에도 적용된 바 있다(Shin *et al.*, 2008; Chung *et al.*, 2009). 그러나 이들 방법은 모두 월간 이상 장기간에 걸쳐 누적된 강수량을 바탕으로 추정하는 기술이며, 하루 단위 이하의 단기간에 적용하기는 어렵다.

본 연구에서는 현재 5km 격자 해상도로 제공되는 일 적산강수량 분포 실황 또는 예보를, 신뢰도를 손상하지 않는 수준에서 영농지원이 가능한 270m 격자 해상도의 정밀 분포도로 상세화 하는 방안을 얻기 위해 수행하였다. 구체적으로 기존 5km 격자 해상도의 KLPAS 자료에 기상레이더자료를 적용하여 해상도를 1km 급으로 높이는 1단계 상세화와 PRISM 기반의 공간통계기법에 의해 지형특성을 반영하는 2단계 상세화를 통해 최종 해상도를 270m까지 높이고자 하였다. 이러한 상세화 과정을 거쳐 생산되는 강수분포는

KLAPS 산출물에 비해 더 실제 분포와 가까운 것이라는 가설을 증명하기 위해 복잡지형으로 이루어진 집수역을 선택하여 조밀한 강수관측망을 구축하여 실측 강수량자료를 수집하였다.

## II. 재료 및 방법

### 2.1. 기상레이더자료 이용

먼저 기상청에서 제공하는 KLAPS의 여러 기상요소 중 강수량에 해당되는 'RN1' 데이터를 수집하였다. 이 데이터는 1시간 간격으로 분석되는 ASCII 형태의 파일들로 이루어져 있으므로 이들의 24시간 적산에 의해 일 강수량자료를 생성하고, 이것을 공간정보시스템 상에서 처리할 수 있는 5km격자 간격의 raster 형태로 변환하고 이를 배경강수량 자료로 둔다.

강수입자로부터 산란되어 돌아오는 반사도 신호의 강도를 이용하여 1km 분해능의 강우강도를 추정할 수 있는 레이더자료는 UF (Universal Format) 형식으로 기상청으로부터 제공된다. 본 연구에서는 이것을 Radx 패키지(<http://www.ral.ucar.edu/>)를 이용하여 NetCDF 형식(.nc)의 1km 해상도의 반사강도(*dBZ*)로 변환하였다. 반사강도는 Marshall and Palmer(1948)와 Battan (1973)이 규명한 레이더반사강도와 강우강도 사이의 관계식(*Z-R* 경험식, 식 1)에 의해 강수량으로 변환된다.

$$Z = 200 \cdot R^{1.6}$$

$$dBZ = 10 \cdot \log_{10} Z \quad (1)$$

여기서 *Z*는 강우강도, *R*은 레이더 반사강도를 뜻하며, 200과 1.6은 Marshall and Palmer(1948)가 제시한 직경분포를 가지는 층상운이라는 가정하에 적용되는 계수이다(Ahn and Kim, 2003). 5km 격자의 KLAPS 강수량자료를 식 (1)에 적용하여 1km 해상도로 상세화하였다. 실제로 어떤 지역에 적용하기 위해서는 반사강도의 해당 지역 공간평균을 먼저 계산하여 각각의 1km 격자점 반사강도를 나누어주면 격자점마다 상대비율(편차지수)이 얻어진다. 또한 5km 해상도의 배경강수량(KLAPS)도 대상지역 전체 공간평균을 일별로 구해야 하며 여기에 얻어진 반사강도 편차지수를 곱해주면 1km 해상도의 강수분포를 얻을 수 있다.

### 2.2. 지형효과 반영

Daly *et al.*(1994)이 발표한 PRISM은 산악지형에

서 기후학적 강수분포의 공간변이에 미치는 지형효과를 DEM (Digital Elevation Model)과 산악강수모형의 결합으로 나타낸 것인데, 세계적으로 강수추정에 가장 널리 사용되어 온 방법 중 하나이다. 강수량은 관측지점의 고도와 대체로 정의 상관성이 인정되는데, 산악강수모형은 해발고도가 강수량에 미치는 영향, 즉 회귀계수를 산정할 때 지표면의 경사방향이나 관측지점과의 거리 등에 따라 모형 격자점 마다 가중치를 다르게 부여한다. 우리나라에서는 5km 공간해상도로 월평균 면적강수량을 추정하는 K\_PRISM이 제시되어 동내예보에 현업기술로 사용되고 있으며(Shin *et al.*, 2008), Chung *et al.*(2009)에 의하면 관측밀도가 동일한 조건에서 단위 격자점의 크기를 5km에서 270m 해상도로 줄이기만 해도 추정오차의 감소효과가 인정된다. 본 연구에서는 레이다 반사강도에 의해 1km 해상도로 변환한 KLAPS 강수자료에 PRISM에 의한 지형효과를 반영함으로써 270m 해상도 강수분포도를 제작하고자 하였다.

PRISM에서 임의 격자점의 최적회귀모형 도출 시 사용되는 주변 관측 자료의 가중치( $W$ )는 식 (2)에 의해 추정한다. 거리와 고도가 차지하는 중요도는  $F_d$ 와  $F_z$ 이며, 각각 0.8과 0.2이다.

$$W = \sqrt{F_d W(d)^2 + F_z W(z)^2} W(f) \tag{2}$$

$$W(d) = \frac{1}{(0.05d)^\alpha} \tag{3}$$

거리의 가중치인  $W(d)$ 는 거리제곱의 역수에 비례하여 줄이며, 0-1 사이의 값을 가진다. 거리에 0.05를 곱한 것은 거리의 단위가 격자점의 개수로 표현되며 당초 5km이던 단위격자의 크기를 270m로 높이기 위함이다. 거리가중지수(distance weighting exponent)는 통상적인 숫자인 2를 사용한다.

$$\begin{aligned} W(z) &= 1 \text{ for } \Delta Z \leq \Delta Z_m \\ W(z) &= \frac{\Delta Z_m}{\Delta Z^b} \text{ for } \Delta Z_m < \Delta Z < \Delta Z_x \\ W(z) &= 0 \text{ for } \Delta Z \geq \Delta Z_x \end{aligned} \tag{4}$$

여기서  $W(z)$ 는 고도의 가중치를 의미한다.  $\Delta Z$ 는 관측소와 해당 격자점의 고도차(단위 m)이고  $\Delta Z_m$ ,  $\Delta Z_x$ 는 최소 및 최대 임계(臨界)고도차로서 각각 100m와 500m를 사용한다. 고도가중지수(elevation weighting exponent)  $b$ 는 일차원 IDW (inverse distance weight-

ing)와 같이 1로 두었다.

식 (5)에서  $W(f)$ 는 지향면(facet)의 가중치로 격자점의 경사방향과 관측소 위치의 지향면 간 편차에 의해 증감하며, 경사방향은 8방위(0~360°)로 수치화 하였다.  $\Delta f$ 는 격자점과 관측점 사이의 지향면 경사방향 편차(0~4)이며, 두 지점의 경사방향에 따라 편차가 증감한다.  $B$ 는 해당 격자점과 강수관측소 사이에 존재하는 '장애물'(barrier)의 수이다.  $C$ 는 지향면 가중지수(facet weighting exponent)로 내륙산악의 경우 1.5이다.

$$\begin{aligned} W(f) &= 1 \text{ for } \Delta f \leq 1 \text{ and } B \leq 20 \\ W(f) &= \frac{1}{(\Delta f + 0.05B)^c} \text{ for } \Delta f > 1 \text{ or } B > 20 \end{aligned} \tag{5}$$

식 (6)은 가중최소가승법(weighted least square method)을 말하며, 이를 이용하여, 격자별로 고유의 회귀모형을 도출하였으며, 이때 가중강수량을 종속변수, 관측소의 고도값을 독립변수로 두었다.

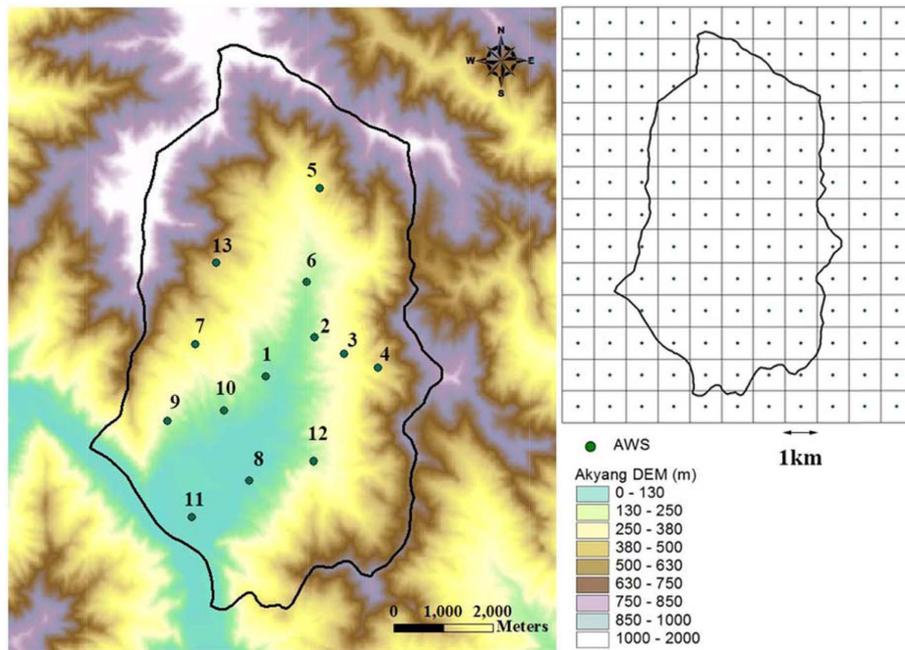
$$\begin{aligned} \hat{y} &= \beta_1 x + \beta_0 \\ \beta_1 &= \frac{\sum W_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum W_i (x_i - \bar{x})^2}, \beta_0 = \bar{y} - \beta_1 \bar{x} \\ \bar{x} &= \frac{\sum W_i x_i}{\sum W_i}, \bar{y} = \frac{\sum W_i y_i}{\sum W_i} \end{aligned} \tag{6}$$

여기서  $x_i$ 는 관측소 고도,  $y_i$ 는 관측소의 강수량이다. 도출된 회귀모형에 의해 추정된 강수량이 현실적인 범위 안으로 들게 하도록 유효기울기의 범위는 도출된  $\beta_1$ 의 범위를 0~2로 두고 이를 벗어난 값은 최소 0, 최대 2로 두었다.

이들 식을 현실에 적용하기 위해서는 기준격자(5km) 내에 3개 이상의 강수관측점이 존재해야 하지만 현실적으로 불가능하다. 본 연구에서는 대신 레이다 반사강도에 의해 만들어진 25개의 1km 격자점 강수 추정치가 있으므로 이들을 실측치로 간주하고 PRISM 과정을 진행하였다.

### 2.3. 적용 및 검증

이 방법에 의해 실제 복잡지형을 대상으로 강수분포를 추정하고, 추정강수분포의 신뢰도를 검증하기 위해 13대의 무인기상관측장비(SL100, STA Corporation, Seoul, Korea)가 운영되고 있는 경남 하동군 악양면을



**Fig. 1.** Map of the experimental watershed used to apply and validate the downscaling scheme for daily precipitation on a near real-time basis. Locations of the automated weather stations are depicted by solid circles with the site numbers on the map (left). The 1 by 1 km precipitation grid used in the first step of radar echo based downscaling (right). Grid cell centers will behave like raingauges with real observations later in the second step for topography correction.

실험 집수역으로 선정하였다(Fig. 1). 집수역 면적이 약 50km<sup>2</sup>에 불과하지만 해발고도 6m에서 1,117m에 이르기까지 고도편차가 매우 크고 다양한 지형면을 갖고 있어 강수분포의 지형효과를 살펴보기에 적합한 곳이다. 무인기상관측장비는 해발고도 10~385m 범위의 농장이나 과원을 중심으로 국지적인 지형특성을 잘 반영할 수 있도록 설치하였고, 강수자료를 1분 간격으로 측정하여 10분에 한번씩 CDMA 방식으로 수집하였다.

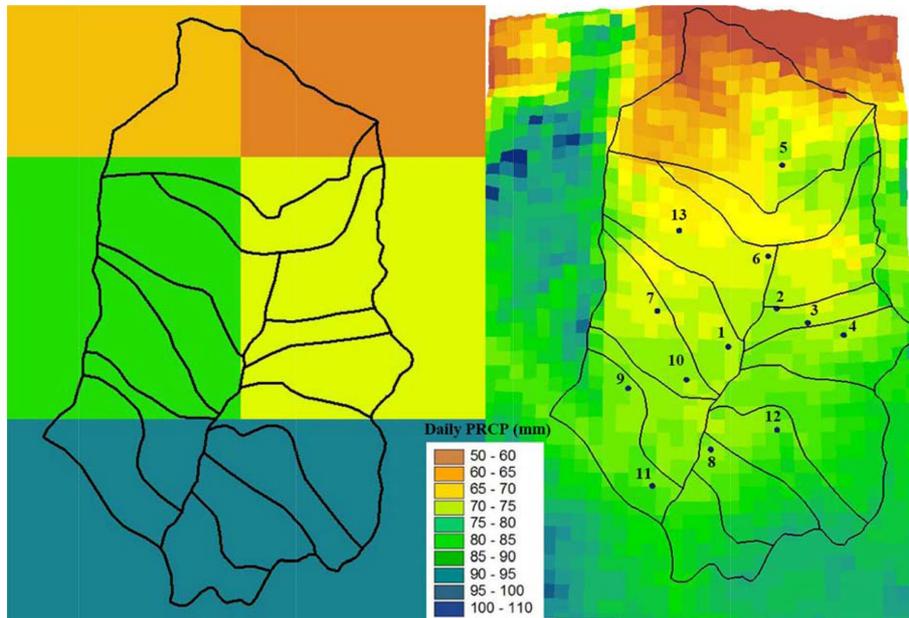
이 지역에 대해 2013년 1월 1일부터 5월 31일까지 1시간 단위로 제공된 KLAPS 강수량(RN1)을 수집하여 24시간 적산함으로써 일강수량을 얻었다. 이들 중 일강수량이 1mm 이상인 경우만 선별하여 날짜 별로 실험 집수역 전체 공간평균을 계산하였다. 해당 일자의 레이더 반사강도자료로부터 격자점 별 편차지수를 1km 해상도도 제작하여 KLAPS 공간평균 강수량에 곱했다. 생성된 1km 격자점의 중앙부분을 벡터 point로 변환한 다음(Fig. 1), 이들 Point를 가상의 관측지점으로 간주하여 PRISM 방식의 지형효과를 반영하였는데, 270m DEM과 이를 바탕으로 제작한 경사향(aspect)을 이용하여 격자점 별 회귀계수의 가중치를

식 (2)~(6)에 의해 계산하고 270m 격자점의 강수량을 추정하였다. 추정된 강수량의 신뢰성을 평가하기 위해서 무인기상관측장비가 설치된 격자점의 추정강수량을 추출하여 실측강수량과 비교하였다. 비교를 위한 기준 강수량으로는 레이더 에코 처리나 지형효과 반영이 되지 않은 KLAPS 5km 격자 강수량을 사용하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 3.1. 강수실태 분포도

KLAPS 자료가 수집된 2013년 1월부터 5월 사이에 가장 많은 비가 내린 날은 5월 27일이었다. 이날 악양면 인근 기상청 자동기상관측소(AWS) 실측값은 하동읍사무소 옥상(지점번호 932)에서 171mm가 기록된 것을 비롯하여 수곡(934) 85mm, 시추(902) 93mm, 화개(906) 50mm 등 공간변이가 컸다. 이들 실측자료를 토대로 공간내삽에 의해 작성된 KLAPS 5km 격자 강수분포를 보면, 악양 집수역은 6개의 격자와 중첩되며 추정된 강수량은 최대 93mm, 최소 52mm로서 하동읍과 가까운 남부에서 많고 지리산에 가까운



**Fig. 2.** Rainfall distribution maps for the study area on 27 May 2013, projected by the Korea Local Analysis and Prediction System (KLAPS) on the 5km cell grids (left) and the radar assisted topography and elevation revision (RATER) scheme at 270m grid cell resolution (right), respectively.

북부에서 적다(Fig. 2). 같은 지역 강수량을 우리의 방법에 의해 270m 격자 725개로 이루어진 상세분포도로 변환해보면 고도와 경사향 등 지형특성이 반영되었음을 알 수 있다. 총 725개 격자점 가운데 최대값은 92mm, 최소값은 56mm로서 추정범위가 당초 KLAPS에 의해 주어진 강수량 범위를 크게 벗어나지는 않는다. 하지만 다우지역의 위치가 남부에서 북서부 산록의 사향사면으로 이동하였는데 이는 레이더 반사강도는 물론, 해발고도와 지향면의 영향이 반영되었음을 보여준다.

이 날 악양 집수역 내에 설치한 무인기상관측장비 13개 지점에서 관측된 강수량은 최소 40mm부터 최대 87mm를 기록하였는데, 관측지점이 포함된 270m 혹은 5km 격자점의 추정강수량과 비교하면 분포도의 신뢰성을 어느 정도 평가할 수 있다.

**3.2. 추정강수량의 신뢰성**

기상청 자동기상관측소 AWS 자료를 기반으로 하되 격자점의 크기를 5km로 설정하여 제작된 KLAPS 강수량분포와, 레이더 반사강도 및 지형효과 등 2단계 처리(이하 RATER, radar assisted topography and elevation revision)에 의해 270m로 분해능을 높인 상세강수량분

포 사이에 정확도 차이가 있는지 평가하기 위해 13개 지점 무인기상관측자료를 이용하였다. 연구대상지역에 2013년 1월부터 5월까지 1mm 이상의 비가 온 날은 총 19일인데, 각 지점에서 실제 측정된 강수량과 두 방법에 의한 격자점 추정강수량 간 편차를 평균평방근오차(RMSE, Root Mean Square Error)로 표현한 것이 Table 1이다. 기존의 KLAPS 5km 강수량 추정치의 경우 지점에 따라 4.1mm에서 9.2mm의 오차를 보였으며, 13지점 평균은 6.5mm였다. 이 연구에서 제시한 RATER 270m 강수량 추정치의 경우에는 지점에 따라 3.4mm에서 5.7mm 범위에서 평균 4.7mm의 오차를 보였다. 검증에 사용된 19일간 평균 강수량은 19.2mm로서 평균 대비 이들 오차의 비율은 13지점 평균 34% (KLAPS 5km)에서 24.4% (RATER 270m)로 낮아져 기존 방법에 대비한 새 방법의 개선효과는 28% 가량으로 추정된다(Table 1).

하지만 강수사례에 따라 추정오차 개선 정도에 차이가 있으며, 특정 경우에는 270m 격자에서 오히려 추정오차가 증가하기도 하였다. 그 원인을 찾기 위해 관측된 19번의 강수사례를 강수강도에 따라 3그룹으로 나누어 보니, 일 적산강수량이 10mm 이내로 적은 날은 KLAPS 5km 추정값에 비해 RATER 270m 상세

**Table 1.** Comparison of the estimation errors for daily precipitation between the KLAPS method (5km) and the radar assisted topography and elevation revision (RATER) scheme (270m). Each number stands for the mean of 19 precipitation cases

Site ID	Obs. (mm)	5km		270m	
		RMSE (mm)	CEE* (%)	RMSE (mm)	CEE (%)
1	21	6.7	32.5	3.5	17.0
2	17	9.2	53.0	5.3	30.7
3	18	9.0	50.7	5.6	31.9
4	20	7.4	36.2	5.5	26.9
5	18	6.7	36.4	5.7	31.2
6	20	4.6	22.4	4.3	21.3
7	18	6.0	32.9	5.2	28.5
8	19	7.4	38.4	3.7	19.1
9	19	4.3	22.2	3.7	19.6
10	19	4.1	21.2	3.4	17.5
11	19	5.3	27.8	4.9	25.4
12	19	6.9	36.6	4.1	21.9
13	22	6.8	31.4	5.6	25.9
Mean	19.2	6.5	34.0	4.7	24.4

\*CEE: Coefficient of Estimation Error (Percent ratio of RMSE relative to the observed mean)

**Table 2.** Influence of the precipitation intensity on the estimation errors for the KLAPS method (5km) and the radar assisted topography and elevation revision (RATER) scheme (270m)

Precipitation Intensity (mm/day)	5km		270m	
	RMSE (mm)	CEE* (%)	RMSE (mm)	CEE (%)
1-10	1.1	29.3	1.2	32.7
10-30	4.9	21.9	4.6	20.8
>30	15.1	23.3	9.7	15.0

\*CEE: Coefficient of Estimation Error (Percent ratio of RMSE relative to the observed mean)

분포도에서 개선효과가 없고 오히려 추정오차가 증가한 것으로 나타났다(Table 2). 10mm 이상의 강수량에서부터 개선경향이 나타나기 시작하며, 특히 일강수량이 30mm 이상인 경우에는 평균 대비 오차비율이 35% 이상 감소하는 등 뚜렷한 개선효과를 보였다. 즉 일 적산강수량이 10mm 이내인 경우에는 RATER에 의한 추정오차 개선효과를 기대하기 어렵지만, 10mm 이상의 강수조건에서는 이 방법에 의해 추정오차가 개선된다고 결론지을 수 있다. 본 연구와 유사하게 PRISM을 이용하여 기후학적 평년의 국지 강수량에

미치는 지형효과를 연구한 Chung *et al.*(2009)은 고해상도 DEM에 의한 오차감소효과를 얻기 위해서는 월 적산강수량이 100mm 이상이어야 한다고 보고하였다. 현재 KLAPS 및 동네예보에 적용되는 5km 이하의 고해상도 DEM 기반 PRISM을 일 단위 시간규모에 적용할 경우, 본 연구에서 얻은 일 적산강수량 10mm 가 하나의 기준으로 이용될 수 있다.

상기 결과에서 볼 수 있듯이 10mm 이상의 강수량을 기록한 날은 본 연구에서 제시한 상세화 방법이 지형적인 특성을 잘 반영하여 강수실황분포 추정의 신뢰도를 개선하였다. 기존의 상세화 방법이 시간규모가 큰 기후학적 강수량에만 적용될 수 있었던 데 비해 새로운 강수추정 방법은 일 단위 이하의 강수실황에도 적용할 수 있다는 점에서 진일보한 성과이며, 기상청의 기존 강수정보 신뢰성을 유지한 채 집계 규모에서 보다 정밀한 분포실황을 가시화 할 수 있는 기반 기술이라 할 것이다. 물론 현재 수준에서는 레이더자료가 존재하는 조건 즉, 기상실황에만 적용할 수 있으며, 약간의 보완을 거친 후 레이더에코의 이동 예측이 가능한 초단기예보 정도까지는 확장이 가능할 것으로 전망된다.

하지만 초단기예보 외 모레까지의 동네예보에 적용하기에는 레이더 강수자료를 대체할 방안이 없어 1km 격자로 상세화 하는 1단계작업은 물론, 격자 추정강수량을 실측강수량으로 간주하는 2단계 지형효과 보정작업도 진행할 수 없다. 동네예보에는 초단기예보 외에 모레까지 6시간 간격의 적산강수량 예상도와 같은 좋은 산출물이 있다. 이 경우 레이더에코를 적용할 수 없다는 치명적 문제점을 해결한다면, 본 연구에서 제시한 상세화 작업을 통해 농업부문에서의 활용도 증대가 기대된다.

이 방법의 신뢰성을 확보하여 실용화로 가기 위해서는 좀 더 다양하고 많은 강수사례에 대한 분석이 필요하다. 이번 연구에서 사용된 자료는 2013년 1월부터 5월까지 비교적 단기간에 걸쳐 단 19개 사례에서 얻어진 것으로서, 향후 장기간에 걸쳐 철저한 실험설계 하에 많은 사례에 대해 분석함으로써 강우강도는 물론 지형조건, 강우 지속시간, 강수시스템의 종류 등에 따라 차별화 된 상세화 기법이 개발될 수 있을 것이다.

## 적 요

본 연구는 기상청에서 제공하는 강수 실황 혹은 예

보로부터 농업부문에서 활용 가능한 수준의 상세한 강수분포도를 제작하기 위한 방안으로서, 레이더 반사강도를 KLAPS 5km 강수자료에 적용하여 1km 격자해상도로 상세화 하는 1단계와, 고해상도 DEM에 근거한 지표면 경사방향(지향면)에 따라 고도-강수량 회귀계수를 달리하여 지형효과를 반영하는 2단계 등으로 이루어진 추정기법을 고안하였다. 이 기법의 현실세계 적용방법 모색 및 신뢰도 평가를 위해 경상남도 하동군 악양면을 실험 집수역으로 설정하고 2013년 1월부터 5월까지 총 19사례의 강수에 대해 기상청으로부터 KLAPS 강수자료를 수집하였다. 1단계로는 강수일의 24시간 적산 레이더에코 자료를 이용하여 1km 해상도로 자료의 규모를 축소하였다. 2단계로는 1km 격자점의 값을 가상의 관측자료로 삼아 270m 해상도에서 PRISM 기반의 지형효과를 반영한 강수량 분포도를 생성하였다. 실험 집수역에 13대의 무인기상관측장비를 다양한 고도 및 지형조건에서 설치하고, 추정된 강수분포도로부터 13개 지점에 해당하는 격자점의 자료를 추출하여 실측값과 비교하였다. 일 강수량 10mm 이상의 사례에서는 모든 관측지점에서 추정오차 감소효과가 인정되었으며, 특히 일강수량이 30mm 이상인 사례에서 평균 35% 이상의 오차감소효과를 확인하였다.

### 감사의 글

이 연구는 기상청 ‘기상산업 지원 및 활용기술개발 사업’(과제번호 KMIPA 2011-1101)의 연구비 지원에 의해 수행되었음.

### REFERENCES

Ahn, S. J., and J. G. Kim, 2003: Estimation of Z-R relationships between radar reflectivity and rainfall rate. *Journal of Korea Water Resources Association* **36**(1), 13-21. (in Korean

with English abstract)  
 Battan, L. J., 1973: *Radar Observation of the Atmosphere*. University of Chicago Press, 323pp.  
 Chung, U., K. Yun, K. S. Cho, J. H. Yi, and J. I. Yun, 2009: The PRISM-based rainfall mapping at an enhanced grid cell resolution in complex terrain. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **11**(2), 72-78. (In Korean with English abstract)  
 Daly, C., R. P. Neilson, and D. L. Phillips, 1994: A statistical-topographic model for mapping climatological precipitation over mountainous terrain. *Journal of Applied Meteorology* **33**, 140-158.  
 Johnson, G. L., P. A. Pastories, G. H. Taylor, and C. Daly, 1999: Spatial climate products - a new dimension for climate applications. Preprints, *11<sup>th</sup> Conference on Applied Climatology*, Dallas, Texas, American Meteorological Society, 107-113.  
 Kim, Y. S., O. R. Park, and S. O. Hwang, 2002: Realtime operation of the Korea local analysis and prediction system at METRI. *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences* **38**(1), 1-10. (In Korean with English abstract)  
 Nalder, I. A., and R. W. Wein, 1998: Spatial interpolation of climatic normals: test of a new method in the Canadian boreal forest. *Agricultural and Forest Meteorology* **92**, 211-225.  
 Marshall, J. S., and W. Mc K. Palmer, 1948: The distribution of raindrops with size. *Journal of Meteorology*, **5**, 165-166. doi: 10.1175/1520-0469(1948)005<0165:TDORWS>2.0.CO;2  
 Phillips, D. L., J. Dolph, and D. Marks, 1992: A comparison of geostatistical procedures for spatial analysis of precipitation in mountainous terrain. *Agricultural and Forest Meteorology* **58**, 119-141.  
 Shin, S. C., M. G. Kim, M. S. Suh, D. K. Rha, D. H. Jang, C. S. Kim, W. S. Lee, and Y. H. Kim, 2008: Estimation of high resolution gridded precipitation using GIS and PRISM. *Atmosphere* **18**, 71-81. (In Korean with English abstract)  
 안광득, 이정순, 남지은, 조요한, 이용희, 하종철, 이희춘, 정관영, 2012: 초단기 기상분석 및 예측시스템(KLAPS) 개선. *Proceedings of the Spring Meeting of Korean Meteorological Society 2012*, Korean Meteorological Society, 134-135.