

# Interpolation 기법을 이용한 Radar 강수량 보정기법 개발

## Development of Radar Rainfall Adjustment Methods Using Interpolation Techniques

권 현 한\*·김 병 식\*\*·홍 승 진\*\*\*

Hyun-Han Kwon·Byung-Sik Kim ·Seung-Jin Hong

### 요 지

국지강수로 발생하는 홍수사상을 예측하기 위해서 국내외적으로 레이더 강수량을 활용하고자 하는 연구가 많이 진행되고 있다. 레이더 강수량을 이용하는 주된 목적은 레이더 강수량이 제공하는 강수량의 공간 분포를 최대한 활용하여 단기홍수를 효과적으로 예측하자는데 있다. 레이더 강수량이 강수의 시공간적 특성을 잘 묘사할 수 있는 반면에 강우량에 대한 신뢰성은 의문에 여지가 있다. 이를 위해 다양한 방법을 통해 강우량을 보정하고자 하는 연구가 진행되고 있으나 시공간적 정보를 손실시키지 않고 동시에 강우량의 편차를 보정하는 기술의 발전은 그다지 만족스럽지 않다. 일반적으로 사용되는 지상강수와 지상강수지점의 해당하는 레이더 강수량의 비율을 일괄적으로 모든 격자에 적용하는 GR 공식이 주로 이용되고 있다. 이런 경우 레이더 자료의 공간적 정보의 손실되는 단점이 있다. 이러한 점을 보완하기 위해서 조건부합성 방법이라는 기법을 이용하여 레이더강수의 공간적 특성을 그대로 유지하면서 지점강수량 수준의 분산을 회복하도록 모형을 구성하여 이용하고 있다. 조건부합성 방법에서는 일반적으로 크리깅 방법을 통해 레이더강수와 지점강수량을 공간 분포시켜 사용하게 되는데 이런 경우 Variogram을 추정하는 데 있어서 어려움이 있다. 본 연구에서는 이러한 점을 보완하고자 지점강수량 및 레이더강수량에 대해서 공간분포를 실시할 수 있는 Harmonic Spline기법, Nearest Neighbor기법 등 다양한 Interpolation 기법을 활용한 새로운 조건부합성 기법을 개발하였다. 이를 국내 레이더 강수량자료에 적용하여 모형에 대한 신뢰성 및 적합성을 평가하였다.

**핵심용어** : 레이더 강수량, Interpolation 기법, 강수량, 조건부 합성

## 1. 서론

최근 강우-유출모형은 매우 복잡한 형태로 개발되고 있으며 특히 유역 내에서 발생하는 수문학적 거동을 시공간적으로 평가할 수 있도록 모형의 구조가 분포형(distributed model) 형태로 발전하고 있다. 분포형 강우-유출 모형이 개발 목적에 따라 제대로 활용되기 위해서는 모든 입력자료가 격자자료의 형태로 제공되어야 한다. 강우-유출모형에 이용되는 여러 입력자료 중 가장 중요한 입력자료는 강우량 자료라 할 수 있다. 분포형 모델에서 사용되는 강우량을 지점강수량으로부터 티센격자망을 통해 단순히 격자화하거나 또는 크리깅을 통해서 격자화된 강우장을 모형에 입력자료로서 이용되고 있다. 그러나 최근에 레이더 강수량 자료가 실시간으로 제공되고 있으며 자료의 질 또한 많이 개선되어 지고 있어 레이더 강수량을 직접 이용하고자 하는 연구가 많이 진행되고 있다. 그러나 레이더 강수량이 가지는 시공간적 편차의 문제 때문에 계산된 유출량의 신뢰성을 확보하

\* 정회원·한국건설기술연구원 선임연구원 · E-mail : hkwon@kict.re.kr

\*\* 정회원·한국건설기술연구원 선임연구원 · E-mail : hydrokbs@kict.re.kr

\*\*\* 정회원·한국건설기술연구원 석사후연구원 · E-mail : hongsst@kict.re.kr

는데 어려움을 겪고 있다. 레이더 강수량이 가지는 공간적 분포는 한정된 관측망을 가지는 지점강수량에 비해 매우 정확한 정보를 제공하지만 반대로 양적 측면에서는 지점강수량이 레이더 강수량에 비해 정확한 값을 제공하는 것이 일반적이다. 이러한 관점에서 본 연구에서는 레이더의 강우장의 공간적 특성과 지상관측소의 양적 특성을 최대한 활용할 수 있는 조건부합성방법을 활용하고자 한다. 조건부 머징 기법은 Ehret(2002)과 Pegram(2002)에 의해 처음 제안되었다. 강우장의 공간적 구조는 레이더 자료로부터 얻어지는 반면에 강우량은 참 강우장에 지점 강우를 머징 함으로 얻어진다.

기존 연구에서는 주로 크리깅방법을 통한 내삽이 주로 이루어지고 있으나 본 연구에서는 통계학에서 내삽문제에서 많이 응용되고 있는 Spline 방법을 활용하고자 한다. Spline 방법은 크리깅방법에 비해 매우 효율적으로 빠른 시간에 내삽이 가능하며 여러 방법을 결합하여 적용할 수 있는 장점을 가지고 있다. 따라서 본 연구의 목적은 강우지점과 같은 불규칙격자 자료를 보간 할 수 있는 기법을 레이더강수량 자료에 적용하여 레이더 강우장의 왜곡현상을 개선하는데 있다. 이러한 관점에서 Harmonic Spline 방법과 같은 Smooth Interpolation 기법을 도입하였으며 이를 국내 유역에 적용하여 레이더 강수량 자료에 적용하여 적합성을 평가하였다.

## 2. 연구 방법

일반적으로 Interpolation 방법에서 주로 사용되는 방법은 Spline방법이다. Spline은 다항식형태로 정의되는 특정함수를 지칭한다. 내삽문제에서, Spline방법은 다항식을 통한 내삽보다 일반적으로 많이 사용되고 있다. 결과적으로 별 차이가 없을 뿐만 아니라 고차원의 다항식에서 나타나는 오차 문제에 보다 유리하기 때문에 내삽문제에서 많이 이용된다.

본 연구에서는 Harmonic Spline을 이용하고자 한다. 작은 변위들에서, Spline은 가중치가 주어지는 점을 제외하고는 일반적으로 4차 미분계수가 0의 값을 가진다. Spline을 위한 Green Function에 의하면 Biharmonic 방정식을 만족하게 된다. Biharmonic 방정식은 4차 상미분방정식을 나타내며 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{d^4\phi}{dx^4} = 6\delta(x) \quad (1)$$

식(1)의 특이해로서 다음과 같은 식을 만족한다.

$$\phi(x) = |x|^3 \quad (2)$$

Green Function이 N개의 자료를 내삽하기 위해서 이용될 때, 가중치  $w_i$ 는 자료  $x_i$ 위에 놓이게 되며 다음과 나타낼 수 있다.

$$d^4 \frac{w}{dx^4} = \sum_{j=1}^N 6\alpha_j \delta(x - x_j) \quad (3)$$

$$w(x_i) = w_i \quad (4)$$

식(3)과 (4)의 특이해는 각점에서 Green Function들의 선형조합으로 표시될 수 있다.

$$w(x) = \sum_{j=1}^N \alpha_j |x - x_j|^3 \quad (5)$$

각점에서 가중치는 다음과 같은 선형시스템을 통해 얻어진다.

$$w_i = \sum_{j=1}^N \alpha_j |x_i - x_j|^3 \quad (6)$$

만약 식 (6)을 기울기로 표현한다면 다음과 같다.

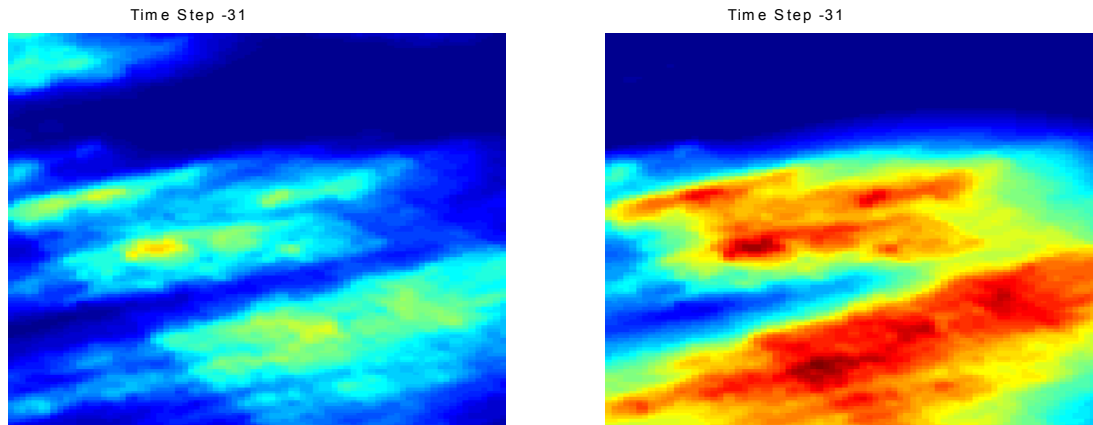
$$s_i = 3 \sum_{j=1}^N \alpha_j |x_i - x_j| (x_i - x_j) \quad (6)$$

최종적으로 계수  $\alpha_j$  값들이 계산되면, Biharmonic 함수  $w(x)$ 는 식(5)을 이용해서 어느 점에서든 추정이 가능하다.

### 3. 연구결과 및 결론

임진강 강우레이더 자료를 대상으로 제시된 방법론을 평가하였다. 기본적으로 조건부합성 방법을 사용하였으며 기존 크리깅 방법 대신에 Spline Interpolation 방법을 이용하여 불규칙하게 분포되어 있는 지점자료를 보간하여 사용하였다.

강우량을 보정하기 위해서 본 연구에서 수행된 조건부합성과정을 요약해서 나타내면 다음과 같다. 첫째, 본 구역에는 총 13개의 강우관측소가 위치에 있으며 이를 우선적으로 레이더강우와 같은 격자로 내삽 하였다. 두 번째로 원 레이더자료에서 강우관측소와 가장 가까운 격자 9개를 평균하여 13개의 지점강수량 자료를 각각 추출한 후 이를 다시 한 번 Spline Interpolation 방법으로 내삽하였으며, 또한 내삽된 강우장과 원레이더 강수량과 차이를 격자별로 비교하였다. 마지막으로 격자간의 차이만큼 지점강수량으로부터 추정된 강우장에 반영함으로써 조정된 레이더 강수량을 계산하게 된다.



a) Radar 강우 보정 전

b) Radar 강우 보정 후

그림 1. Spline Interpolation 방법을 통한 Radar 강우 보정전후 비교

그림 1은 특정시점에 보정 전 강수량 공간분포와 보정 후에 강수량의 공간분포를 나타낸 그림으로서 일반적으로 나타나는 레이더강수량의 과소추정이 Spline 방법을 통해서 조정되고 있음을 보여주고 있다. 그림 2는 전 시간 구간에 적용한 결과로서 강수량의 이동 특성이 보다 명확하게 나

타나고 있다. 그림 3은 총 13개 강수지점에서 추정된 보정 전 레이더강수와 보정 후의 레이더강수량의 누가량을 시간에 따라 나타낸 것이다. 그림에서처럼 일반적으로 보정 전 강수량은 실측강수량과 총량개념에서 많은 차이를 보이고 있으나 보정 후에는 실측강수량의 누가경향과 일치하는 결과를 확인할 수 있다.

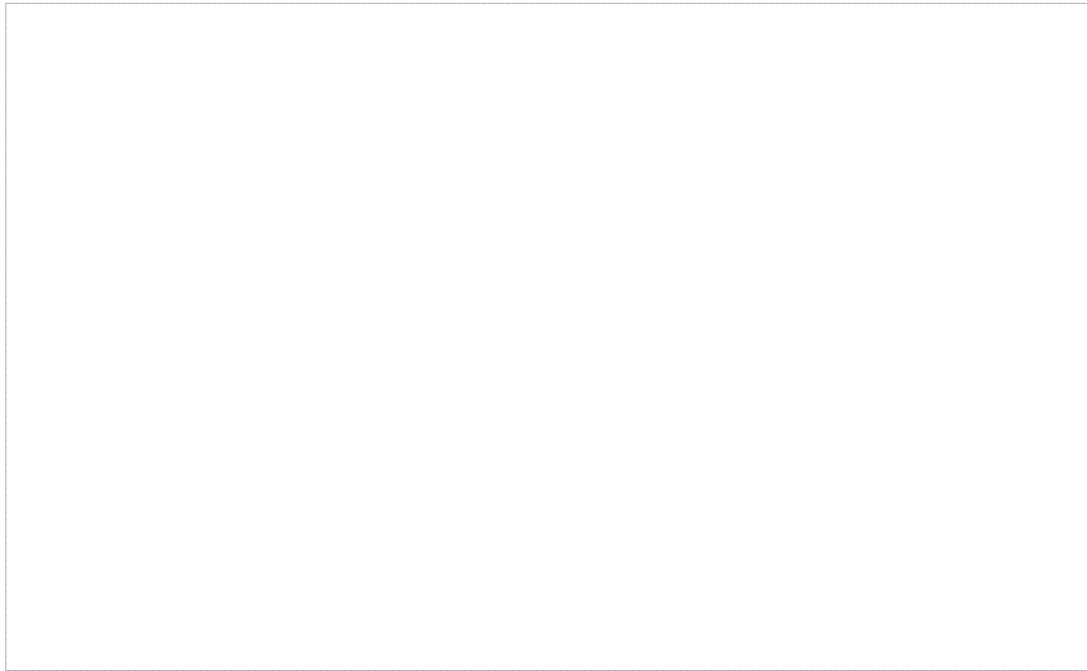
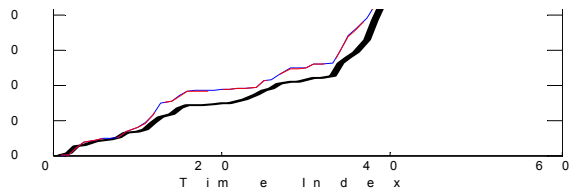


그림 2. Spline Interpolation 방법을 통한 Radar 강우 보정 결과



—	R a d a r R a i n f a l l o n G a u g e
—	P o i n t R a i n f a l l G a u g e
—	A d j u s t e d R a d a r R a i n f a l l o n G a u g e

그림 3. Spline Interpolation 방법과 Conditional Merging 방법을 통한 강우보정 후 추정된 누가강수량

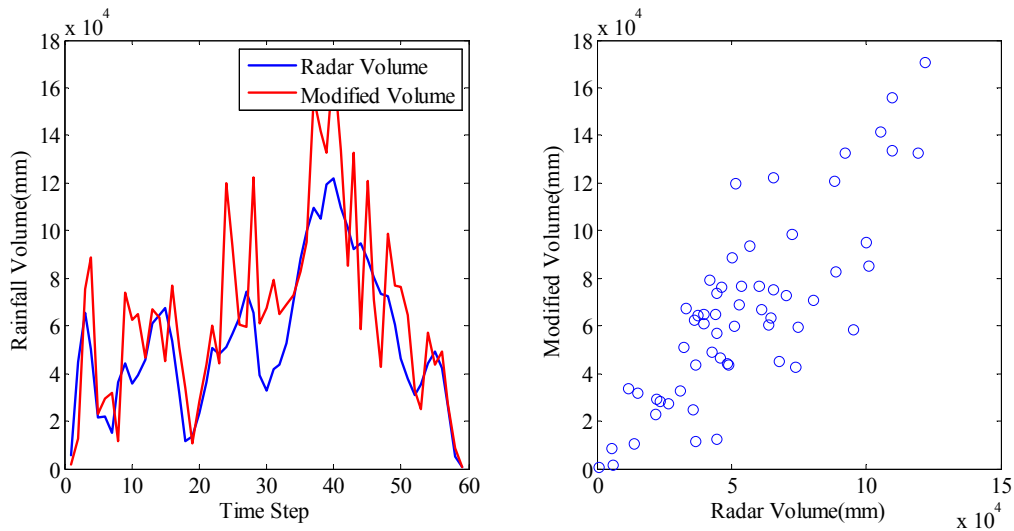


그림 4. 시간에 따른 강우장 전체의 강우 체적 비교

마지막으로 그림 4에서는 레이더 강우장 전체 격자에서 추정된 총강수량을 실측강수량과 비교하였다. 본 연구에서 제시한 모형을 통해 보정된 강수량의 총량은 실제 레이더 강우장으로부터 추정된 강수량과 매우 유사한 거동을 보이고 있었다. 강수가 실제로 발생하는 중심에서는 보정과정을 통해 레이더 강수량이 증가하게 되지만 총량 개념에서는 실제 레이더 강수량자료와 차이가 그다지 크지 않음을 보여주고 있다.

본 연구에서는 불규칙으로 분포된 강수지점 자료를 효율적으로 내삽 할 수 있는 Spline Interpolation 방법을 도입하였으며 이를 기존의 조건부합성방법과 결합하여 임진강 레이더 강수량에 적용하였다. 적용결과 일반적으로 나타나는 레이더 강수량의 과소추정을 효과적으로 조정할 수 있었으며 강우전선에 이동특성 또한 더욱 확연히 구별할 수 있었다. 기존 분포형 모형을 통한 유출 특성을 통한 보다 자세한 검증이 필요하나 강수량 시공간적 특성을 보다 세밀하게 보정할 수 있는 방법으로서 이용이 가능할 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 연구는 국토해양부 수탁과제 『기후변화 대비 국가물안보 확보방안 연구』에 의해 지원되었습니다.

### 참고문헌

1. Ehet, U. (2002) Rainfall and flood nowcasting in small catchments using weather radar, Ph. D thesis, University of Stuttgart.
2. Pegram, G.G.S. (2002) Spatial interpolation and mapping of rainfall: 3 Progress report to the Water Research Commission, for the period April 2001 to March 2002