

레이더 다각형 방법: 레이더 강우자료를 활용한 새로운 면적강우 계산 기법



김동균 ●●●
 홍익대학교 조교수
 kim.dongkyun@hongik.ac.kr



이동률 ●●●
 한국건설기술연구원
 수문레이더재해연구-데이터센터장
 dry@kict.re.kr

개요

비가 오는 날이면 일기예보 때 볼 수 있는 알록달록한 색상의 레이더 강우자료는 빗방울에 반사되어 돌아온 레이더 신호를 감지하여 간접적으로 강우량을 측정하기 때문에 지상강우량과는 다소 차이를 보인다. 이러한 이유로 레이더 강우자료는 정확한 강우의 측정이 필수적인 홍수량 예측 등의 분야보다는 강우의 시공간적 추세와 움직임의 정확한 파악이 필수적인 홍수 예보 분야에 주로 사

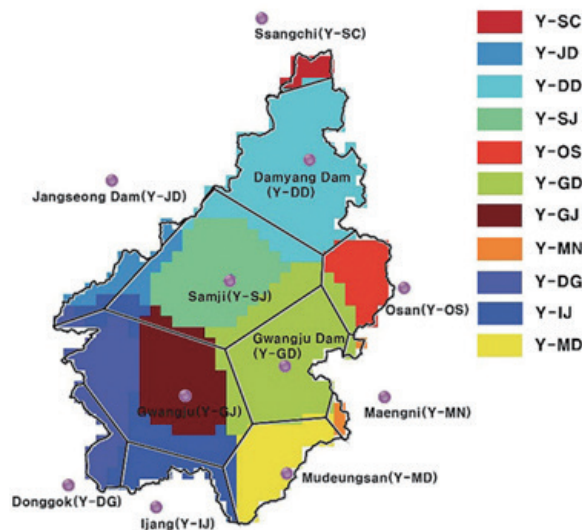


그림 1. 영산강 유역에 대하여 구한 레이더 다각형과 티센 다각형
 (출처: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00477-016-1348-x>)

용되어왔다. 본 기사에서는 레이더 자료의 이러한 한계를 극복하여, 실무에 적용이 가능한 레이더 강우 기반의 면적강우 산정 방법을 소개하고자 한다. 이 방법을 하나의 그림으로 요약한다면 그림 1과 같다.

그림 1에 보인 유역은 영산강 유역이며, 분홍색 동그라미는 지상 강우관측지점의 위치를 나타낸다. 검은 실선은 지상 강우관측지점에 따른 티센 다각형이다. 유역 내에 다양한 색상으로 나타난 다각형들이 본 연구에서 레이더강우자료만을 사용하여 구한 레이더 다각형이다. 레이더 다각형의 적용 방법은 티센 다각형의 적용방법과 동일하다. 각각의 강우관측지점에서 관측된 강우량을 해당 레이

더 다각형의 상대적 넓이에 근거하여 가중 평균하여 유역 내에 발생한 강우량을 추정하면 된다.

방법론 소개

레이더 다각형은 유역내의 강우관측지점들이 레이더 강우장내의 각 셀을 서로 차지하기 위하여 경쟁하는 알고리즘을 통해 만들어진다. 그림 2는 특정 일시에 관측된 레이더 강우장을 보이고 있다. 각 그림 안의 검정색 작은 별 표식은 지상관측지점의 위치를 나타낸다.

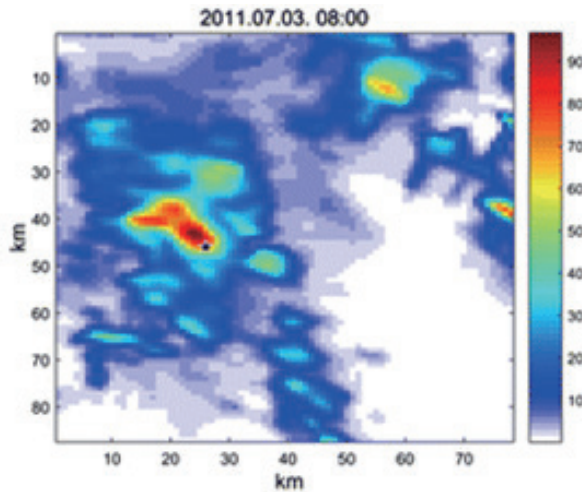


그림 2. 기상청 제공 10분단위 레이더강우자료의 예

(출처: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00477-016-1348-x>)

레이더 다각형 방법은 이러한 강우장 내의 모든 셀에 대하여 지상관측지점에서의 셀값과의 유사도

에 따라 0에서 1사이의 점수를 매긴다. 여기에서 유사도는 다음의 식 (1)에 의하여 결정된다.

$$RSM_{ij} = 1 - \left[\frac{R_g - R_{ij}}{R_g} \right]^2, \text{ if } \left[\frac{R_g - R_{ij}}{R_g} \right]^2 \leq 1, \\ \text{or } RSM_{ij} = 0, \text{ if } \left[\frac{R_g - R_{ij}}{R_g} \right]^2 > 1 \quad \text{식 (1)}$$

그림 3은 식(1)을 사용하여 강우장내의 모든 셀에 대하여 강우유사도를 그린 지도이다. 지도 내 지역의 색상이 붉은 색에 가까울수록 이 지역의

레이더 강우가 지상관측 지점에서의 레이더 강우와 유사함을 의미한다.

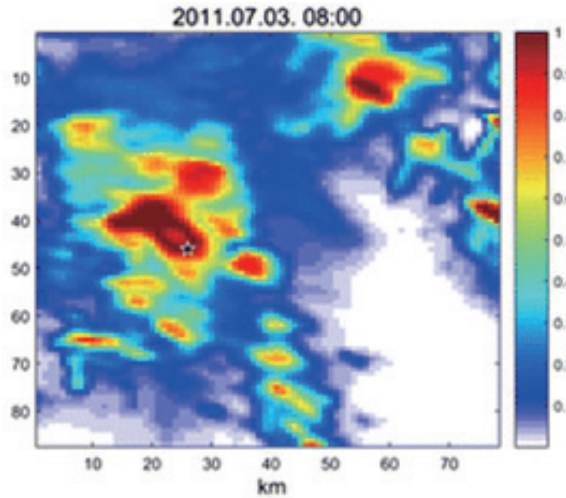


그림 3. 강우 유사도 지도

(출처: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00477-016-1348-x>)

그림 3은 특정 시간(2011년 7월 3일 8시)에 대한 강우유사도의 지도이다. 다음 과정은 이러한 강우유사도의 지도를 분석을 원하는 모든 강우자료에 대하여 반복한 후 결과물을 중첩하는 것이다. 본 연구에서는 2008년에서 2015년 사이에 발

생한 40개의 호우 이벤트에 대하여 강우유사도의 지도를 작성한 후 중첩하였다. 그림 4는 서로 다른 세 개의 지상강우관측소 위치에 대하여 구한 강우유사도 중첩지도이다.

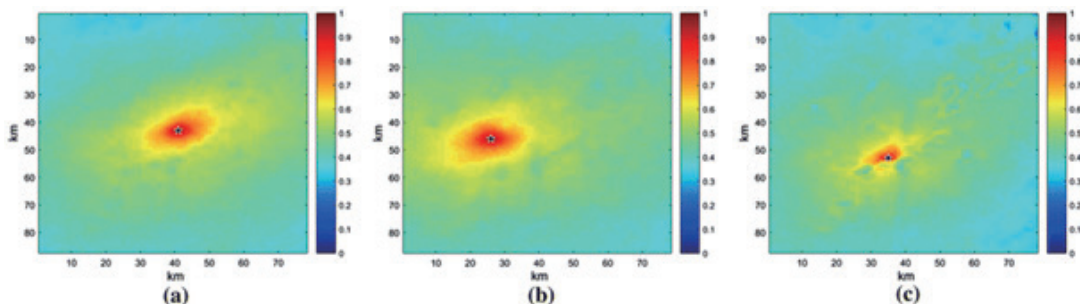


그림 4. 서로 다른 세 개의 지상관측 지점 위치에 대하여 구한 강우 유사도 중첩지도

(출처: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00477-016-1348-x>)

이러한 강우유사도 중첩지도는 특정 시간에 대한 강우의 유사도를 보인 강우유사도(그림 3)와 달리, 고려된 모든 시간대에 대한 일반적인 강우의 유사도를 나타낸다. 다음 과정은 각각의 지점관측소에 대하여 구한 강우유사도 중첩지도를 서로 비교하여 각 지점관측소의 지배범위를 구하는 것이다. 예를 들어 레이더 강우장 내의 특정 셀에 대하여 관측지점 (a)의 강우유사도 중첩지도의 값이 관

측지점 (b)의 그것보다 높다면 그 셀은 관측지점 (a)의 지배범위가 된다. 이러한 과정을 강우장 내의 모든 셀에 대하여 반복하면 그림 5와 같이 각 관측지점의 지배범위를 나타내는 레이더 다각형을 얻을 수 있게 된다.

그림 6에 (a)안성천, (b)논산강, (c)동진강, (d)영산강 유역에 대하여 구한 레이더 다각형과 티센 다각형(실선)을 보였다.

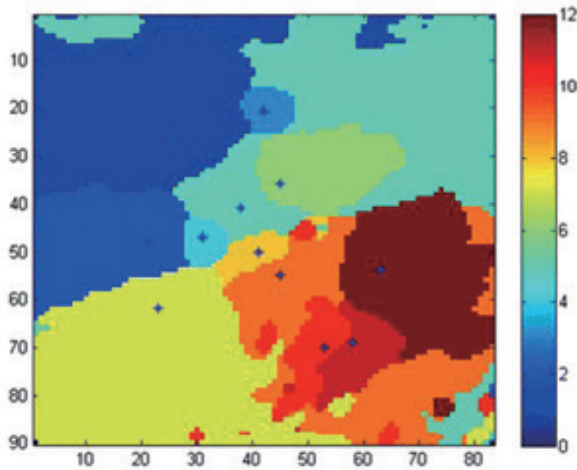
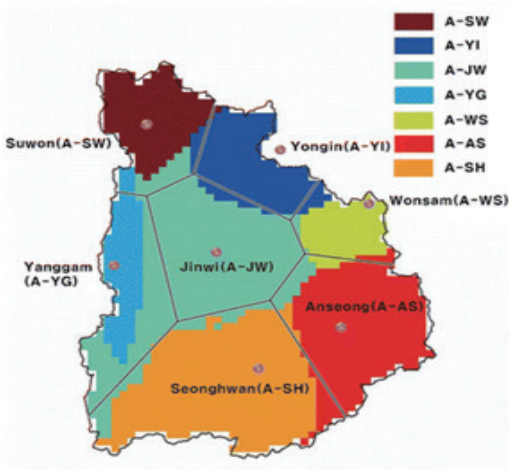
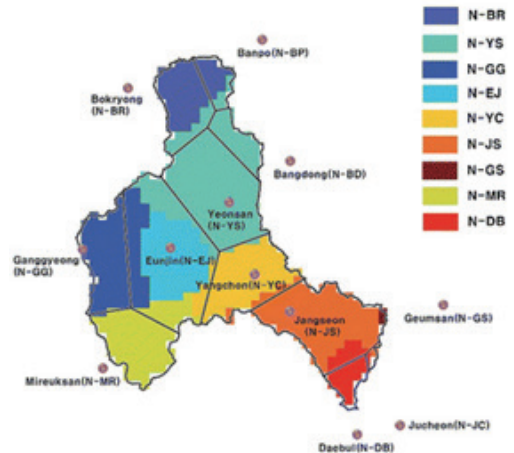


그림 5. 레이더 다각형의 예

(출처: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00477-016-1348-x>)



(a)



(b)

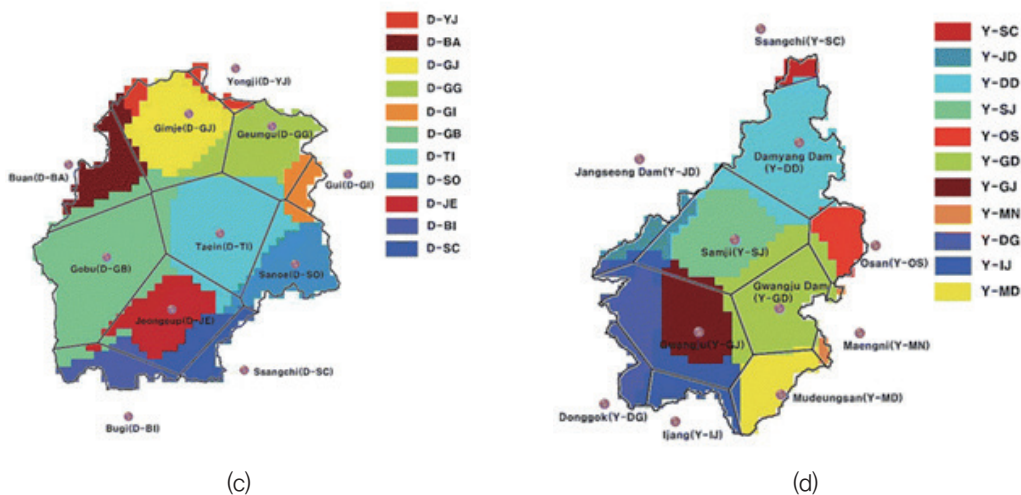


그림 6. (a)안성천, (b)논산강, (c)동진강, (d)영산강 유역에 대하여 구한 레이더 다각형과 티센 다각형(실선)
(출처: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00477-016-1348-x>)

레이더 다각형의 장점

강우의 지형학적 특성 고려 가능

그림 7(a)의 하늘색 레이더 다각형은 양감 강우 관측지점(A-YG)의 영향범위를 나타내는데, 티센 다각형 분석법에 따른 영향범위보다 두드러지게

작다. 그 이유는 그림 7(b)의 A부분(붉은색 동그라미)에서 보다시피 양감 관측지점이 고지대에 위치하고 있어 그 영향범위가 비슷한 고도를 가진 주변 지역에만 국한되기 때문이다. 이와 같이 레이더 다각형은 티센 다각형과 달리 강우의 고도 등 기타 지형학적 인자에 의한 영향을 정확히 반영할 수 있다.

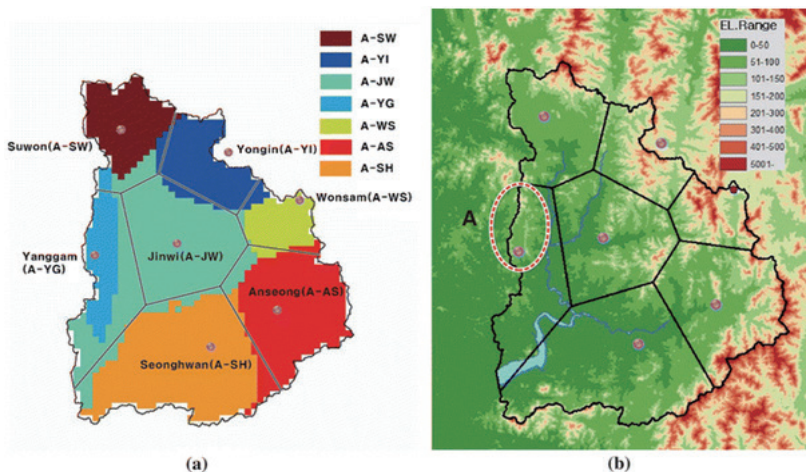


그림 7. 강우의 지형학적 특성을 더욱 명확히 반영하는 레이더 다각형
(출처: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00477-016-1348-x>)

미계측 지역의 효율적 강우관측망 설계 가능

레이더 다각형은 가상의 강우관측지점에 대해서도 쉽게 얻을 수 있다. 그림 8은 그림 7에 보인 안성천 유역에 가상의 관측지점을 남서부에 설치하였을 때 새롭게 생성되는 레이더 다각형을 보인

다. 이와 같이 가상의 관측지점을 추가하고 옮기며 레이더 다각형들의 공간적 분포의 변화를 분석한다면 강우의 공간적 특성을 잘 반영하는 최적의 강우관측망을 설계할 수 있을 것이다. 또한, 레이더강우자료가 존재하지 않는 지역에 대해서는 TRMM, GPM 등의 인공위성 강우자료를 대신 활용하는 방안도 생각해 볼 수 있다.

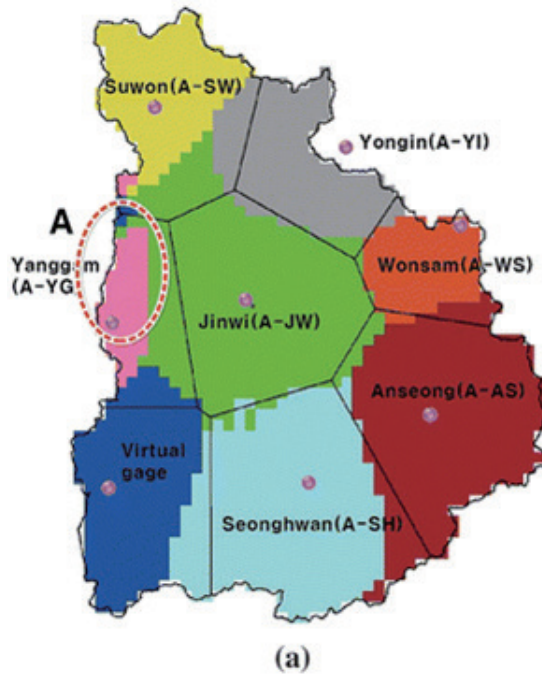


그림 8. 안성천 유역의 남서부 가상으로 설치한 관측지점에 따른 레이더 다각형
(출처: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00477-016-1348-x>)

수자원 분야에서 레이더 강우를 다루는 많은 연구들이 레이더로 측정된 강우량의 정확도 향상에 초점을 맞추고 있다는 점을 고려하였을 때, 본 기사에서 다룬 레이더 다각형 방법은 다소 낮은 정확도를 가진 레이더 강우자료를 있는 그대로 사용하면서도, 면적강우량을 더욱 정확히 예측할 수 있도록 하는 새로운 기법이라는 점에서 가장 큰 의미를 찾을 수 있을 것이며, 적용방법 또한 매우 간단하여 실무에서의 활용이 기대된다.

감사의 글

본 연구는 한국건설기술연구원 주요사업 (수문 레이더 기반 홍수예정보 및 폭설추정 플랫폼 개발)의 연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.