

TDWR 실황예보시스템 활용방안 연구

김완희, 송근호, 강혜영, 최미희

항공기상관리본부 예보과

1. 연구개요

1.1 현황

기상레이더는 전자파를 발사해서 비, 눈, 우박 등의 기상 목표물에 부딪혀 되돌아오는 반사파의 신호를 분석하여, 강수구름의 위치와 이동상태, 강수강도 등을 감시, 추적하는 원격탐사장치이다. 현재 인천공항에서는 TDWR(공항도플러레이더)를 사용 중이며 TDWR에서 나오는 여러 가지 정보(강수유형별 강수강도, 바람시어, 우박, 호우 탐지, LLWAS 정보 표출 등)을 실시간으로 분석해주는 『인천공항 기상레이더를 활용한 실황예보시스템』이 운영 중(<http://190.1.61.123/~wastr>)이다. 하지만 2006년 개발된 이 실황예보시스템은 단순히 실시간으로 약기상을 모니터링하는 데에만 그치고 있어 다양한 요소(강수유형별 강수량 분포, 바람시어 탐지 및 우박, 호우, 우박 경보 등)에 대한 활용방법이 없는 실정이다.

1.2 목적

TDWR 실황예보시스템의 CAPPI 영상에서 강수유형에 따른 강우강도 수치값과 실제 AWS에서 관측된 강수량과의 상관관계를 분석하여 실황예보시스템의 활용도를 높이고 어느 지점에 대한 실시간의 연직 가강수량(VIL)을 추정해 봄으로써 강수유형에 따른 강수예측 및 실황예보의 정확도를 높이고자 한다.

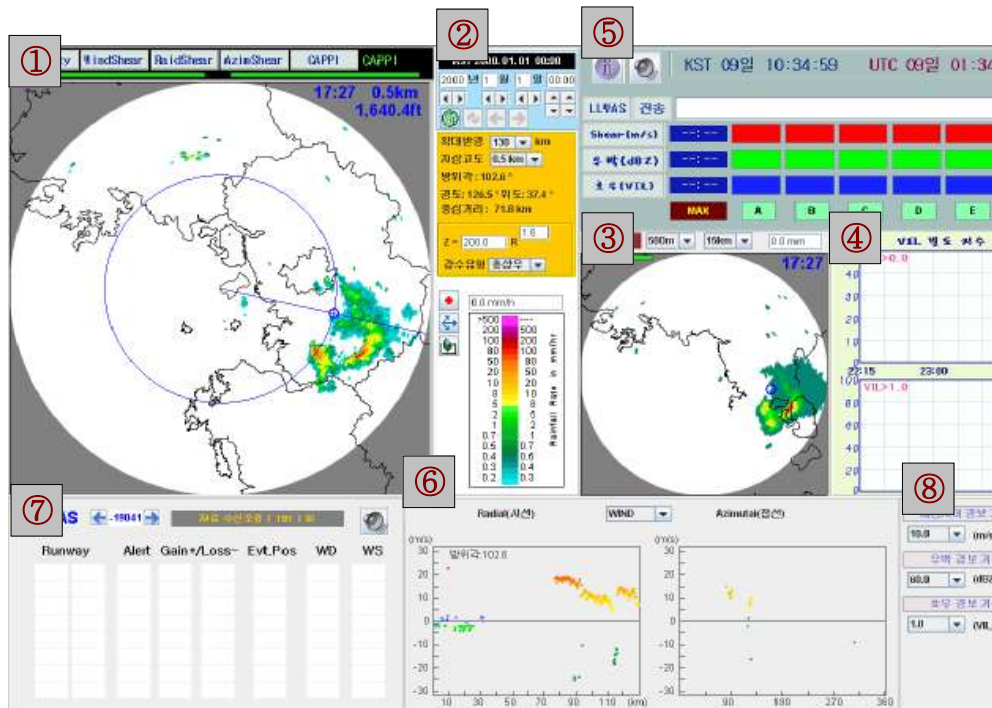
2. 연구내용

2.1 실황예보시스템 소개

2.1.1 실황예보시스템 소개

『인천공항 기상레이더를 활용한 실황예보시스템』은 시스템은 바람시어 탐지 및 실시간 강수량 정량화 정보 표출, 우박, 호우 경보 기능 등 기상레이더 자료를 이용하여 실시간으로 분석이 가능한 실황예보 시스템이다.

2.1.2 실황예보시스템의 구성



- ① 레이더 에코 이미지 정보를 나타내는 메인 윈도우 창
- ② 1번의 이미지 화면에서 마우스의 움직임을 따라 포인트 정보를 표출하는 정보창
- ③ VIL 프러딕트 이미지 창
- ④ VIL 밀도 지수 시계열 변화 그래프
- ⑤ 바람시어, 우박, 호우 등 탐지 및 LLWAS 바람시어 경보 창
- ⑥ Radial Shear, Azimutal Shear 를 실시간 표출하는 그래프 창
- ⑦ LLWAS 정보를 표출하는 창
- ⑧ 5번의 바람시어, 우박, 호우 등의 경보를 올려주는 기준값 설정 창

2.2 연구방향

- 1) 레이더 이미지 정보 창에서 마우스의 움직임을 따라 포인트 정보를 얻을 수 있고 그 포인트에서의 연직 강수량(VIL)을 실시간으로 추정해주므로 인천공항으로 접근하는 에코의 강수 예보를 도와줄 것으로 생각된다.
- 2) Z-R 관계식에서 α 와 β 는 경험식으로 우리나라에서는 $\alpha=200$ 과 $\beta=1.6$ 을 사용하나, 우리는 이번 현업연구에서 Z-R 관계식의 α 와 β 를 변화를 주어 강수유형에 따른 강수량을 비교하는 연구를 해보려고 한다.

- 레이더에서 송신한 전력과 수신한 전력 차이로 상대적인 값인 dB(데시벨)을 구한다.

$$dB = 10 \log \frac{\text{출력}}{\text{입력}}$$

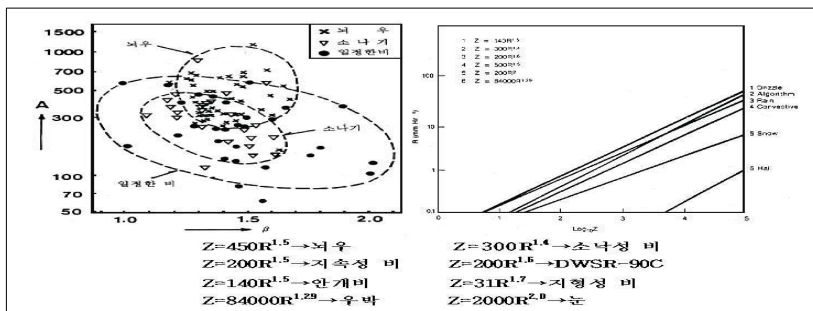
- 단위부피 1m³내의 직경이 1mm인 물방울의 1개를 기준으로 한 레이더반사도인자 (Z)를 구한다.

$$Z = \sum_i^N D_i^6, \text{ dBz} = 10 \log Z(\text{mm}^6/\text{m}^3)$$

- Z-R 관계식을 이용하여 R(mm/h)를 구한다.

$$Z(\text{mm}^6/\text{m}^3) = AR^\beta$$

뇌우성 : A 450, β 1.5	소낙성 : A 300, β 1.4
지속성 : A 200, β 1.5	안개비 : A 140, β 1.5
우박 : A 84000, β 1.29	눈 : A 20000, β 2.0
층상우 : A 200, β 1.6	



강수형태에 따른 α, β값

2.3. 연구 방법

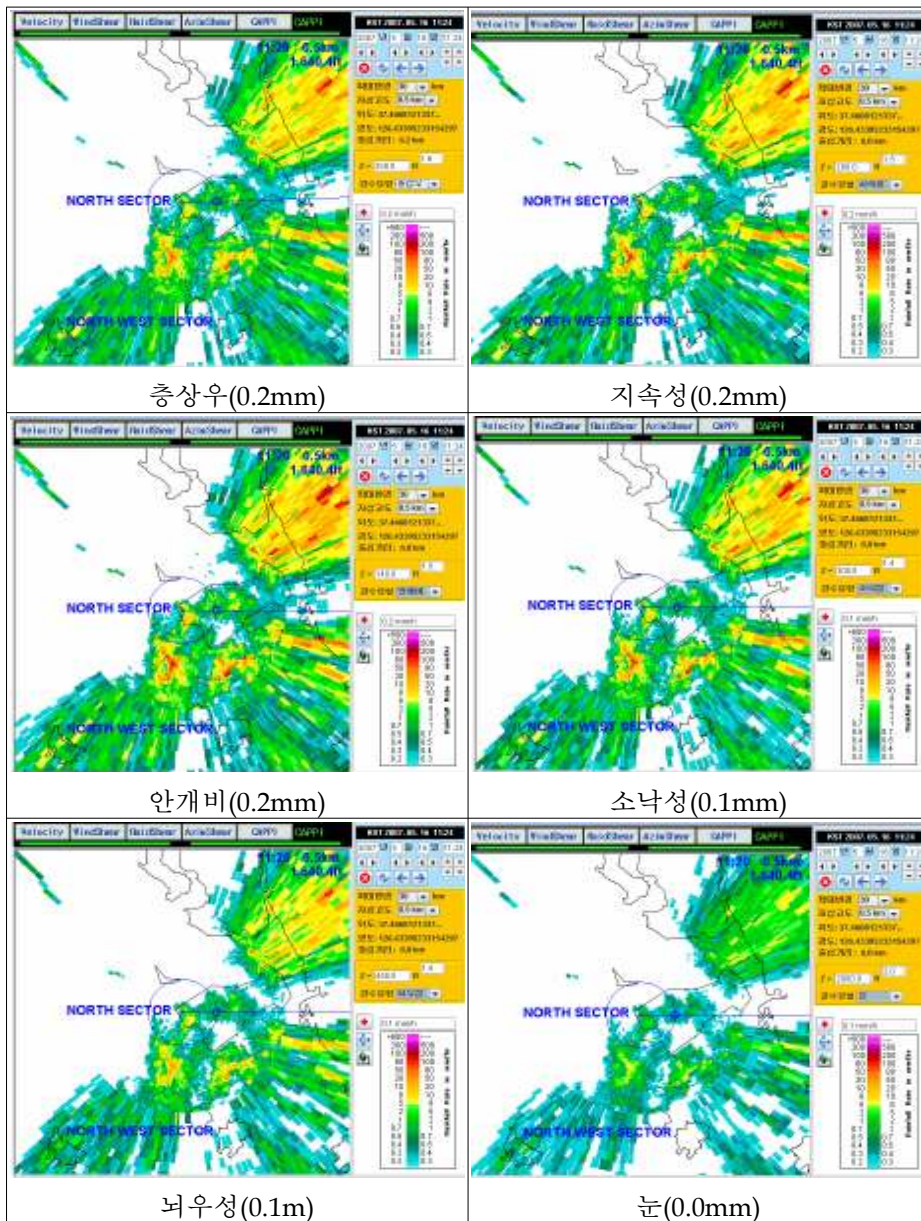
2.3.1 자료수집

- 수집 기간 : 2007년 1월 1일 ~ 2007년 10월 30일
- 수집자료 : 강수일에 대한 인천공항 TDWR CAPPI 자료(강수유형별 분류)
인천공항 AWS 15분 강수량자료

2.3.2 연구방법

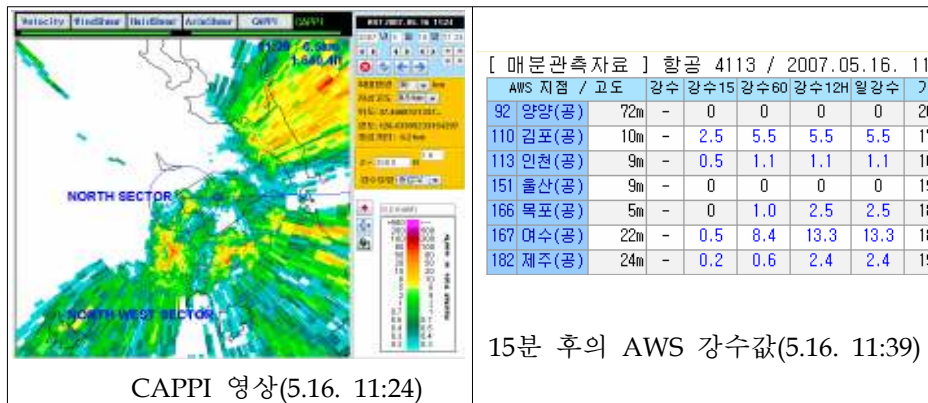
- 가) CAPPI 30km 영상에서 강수유형별 강우강도(mm/hr) 수치값과 AWS 15분 강수량 비교
- TDWR실황예보시스템에서 강수유형에 따른 강우강도(mm/hr) 수치값 분석
여러 강수 사례 중 인천공항에 강우가 지속적으로 지나간 사례를 중심으로 Z-R 관계의 α와 β를 변화를 주어 [그림 1]에서 보는 것과 같이 층상우, 지속성, 안개

비, 소낙성, 뇌우성, 눈으로 각각 분류하여 표출된 강우강도(mm/hr) 수치값을 이용하였다.



[그림 1] 실황예보시스템에서 CAPPI 영상을 이용한 강우유형별 에코 분석 예시 (2007. 5. 16 11:24)

- 인천공항의 AWS 15분 강수량 자료 분석
강수에코가 인천공항을 지나갔던 사례 중 AWS값을 검증대상으로 사용하였고 이 관측값은 CAPPI영상에서 표출된 시간보다 15분 후에 관측된 값을 분석에 사용하였다.
- 따라서 [그림 2]에서 보는 것과 같이 TDWR 실험예보시스템의 강우강도 수치값과 인천지역의 15분후의 관측된 AWS 수치값을 비교하여 강수유형별로 상관관계를 분석하여 어떤 강수 유형일 때 실제 강수량과 상관성이 있는지 분석하여 보았다. 여기서 CAPPI 영상은 1시간동안 내릴 강수량이고 AWS 강수량은 15분 동안 내린 비의 양을 나타낸다.



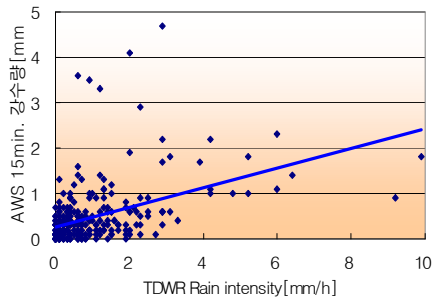
[그림 2] 인천공항의 CAPPI 영상과 15분후의 AWS 강수값
(층상우 : 0.2mm/hr, AWS 15분 강수량 : 0.5mm)

나) CAPPI 영상에서 강수유형별 강우강도 수치와 AWS 강수량과의 상관관계분석

(1) 인천공항의 강수유형별 강우강도(mm/hr) 수치와 AWS 15분 강수량 비교

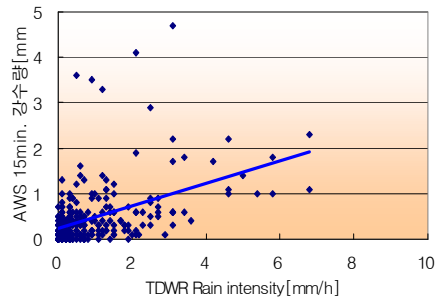
CAPPI영상에서 인천공항에서의 강수유형별 강우강도의 수치와 15분 후의 AWS 강수량과 분석결과는 [그림 3]과 같다. 강수유형은 층상우, 지속성, 안개비, 소낙성, 뇌우성으로 분류하였으며 각각의 강수유형과 AWS 15분 강수량과의 단순 회귀식을 구하여 회귀선과 분포도를 표출하였다.

총상우



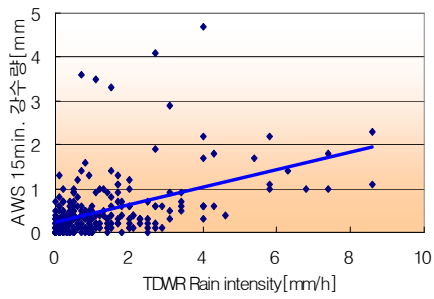
단순회귀식: $y = 0.2161x + 0.2728$
 상관관계 : 0.430

지속성



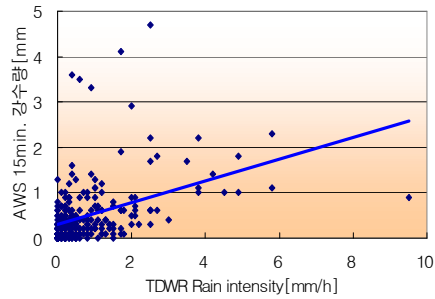
단순회귀식: $y = 0.2454x + 0.2477$
 상관관계 : 0.458

안개비



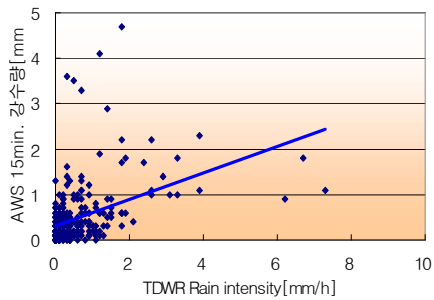
단순회귀식: $y = 0.1975x + 0.2418$
 상관관계 : 0.463

소낙성



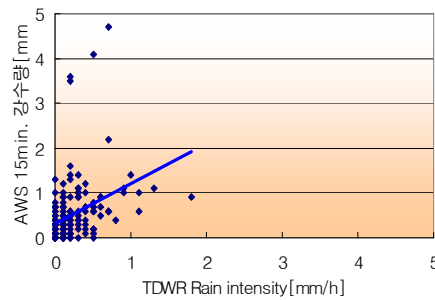
단순회귀식: $y = 0.2419x + 0.2952$
 상관관계 : 0.423

뇌우성



단순회귀식 : $y = 0.2909x + 0.314$
 상관관계 : 0.424

눈



단순회귀식 : $y = 0.8907 + 0.3091x$
 상관관계 : 0.37

[그림 3] CAPPI영상수치와 AWS 15분 강수량과의 상관분석(인천공항)

2.3.3 분석 및 정리

TDWR CAPPI 영상에서 강수유형별 강우강도와 AWS 15분 강수량과의 상관관계를 보면 안개비(0.463), 지속성(0.458), 층상우(0.430), 뇌우성(0.424), 소낙성(0.423), 눈(0.37)순으로 나타났으며 안개비가 다른 강수유형보다는 AWS 15분 강수량과 상관관계가 크게 나타나고 있지만 다른 유형과 큰 차이를 보이고 있지는 않다.

상관도를 보면 전체적으로 0.5미만으로 작게 나타나고 있다. 이는 CAPPI영상 강우강도는 현재 표출된 에코에서 앞으로 1시간 동안 내릴 강수량을 나타낸 것이고 AWS는 이미 15분동안 내린 강수량을 나타낸 값으로서 CAPPI영상에서 에코의 이동속도와 이동경로를 배제한 것에 대한 오차가 크게 작용한 것이라 생각된다.

또한 회귀식의 기울기를 보면 지속성이 0.241로 영상수치와 AWS 강수량의 상관관계가 가장 일치한 결과를 보여준다(15분=0.25hr). 강수유형이 눈인 경우에는 기울기가 0.89로 가장 크게 나타나 CAPPI영상 강우강도수치와 AWS 강수량과 큰 차이를 보이고 있다.

3. 결론 및 향후 계획

3.1 결론

TDWR 실황예보시스템의 CAPPI 영상에서 강수유형에 따른 강우강도 수치값과 실제 AWS에서 관측된 강수량과의 상관관계를 분석하였을 때 전체적으로 낮은 상관도를 나타냈지만 어느 지점에 대한 실시간의 연직 가강수량(VIL)을 추정하고 그 경향을 봄으로써 강수유형에 따른 실황예보 및 강수예보의 정확도를 높일 수 있을 것으로 판단된다

CAPPI 영상에서 강수에코의 이동방향과 이동속도에 따라 실제 강수량은 큰 차이를 보여 강우강도와 AWS 강수량과는 상관도가 낮게 나타났고, 강우형태별 CAPPI영상과 AWS 강수량과 상관관계를 분석하기 위해 장기간 자료의 수집이 필요할 것으로 보인다.

3.2 향후 계획

계절마다 강우형태가 다르고 강우 입자도 모두 다르므로 사계절의 강우 형태에 따라서 다른 Z-R관계식을 적용해야 한다. 따라서 TDWR 실황예보시스템에서 표출하고 있는 뇌우성, 지속성, 안개비, 뇌우, 눈 등의 강수유형에 따라 실제 관측된 사례를 선별하여 AWS 강수량과의 정량적인 상관함수를 도출, 분석하면 각 강수유형에 따라 강수량 예측 및 실황예보에 더 많은 도움이 될 것이다.

4. 참고문헌

- 1) 레이더 영상분석, 2003. 8. 기상청.
- 2) 엄기철 외, 2006 : 항공기상 현업연구-3. TDWR 특성을 이용한 예보활용 방안 연구 P24~P35, 항공기상대 예보과.