

강우관측 및 예측을 위한 레이더 활용현황과 발전방향



조 효 섭 |

정회원, 국토해양부 한강홍수통제소
하천정보센터 시설연구관 · 공학박사
chohs9882@korea.kr



현 명 숙 |

정회원, 건설교통부 한강홍수통제소
하천정보센터 기상연구사 · 이학석사
mshyun@mitm.go.kr

1. 들어가며

홍수통제소의 주요업무 중 하나는 홍수예보시설을 이용하여 홍수피해를 사전에 예측하여 필요한 기관과 국민들에게 정보를 제공하는 것이다. 홍수로부터의 피해를 최소화하기 위해서는 정확한 홍수예보가 필요하며, 홍수예보에 필요한 여러 업무가 수행되고 있다.

홍수예보에 필요한 가장 중요한 정보는 유역의 어디에서 얼마만큼의 강우가 언제 발생할 것인가에 대한 것이다. 예보모형의 입력자료인 만큼 홍수예측에 가장 큰 영향을 미치는 인자임에는 논란의 여지가 없다.

기존의 점단위의 우량관측을 통한 자료 제공의 정확도를 시공간적으로 높은 해상도의 자료로 개선하여

홍수예보에 활용하기 위하여 국토해양부에서는 전국 강우레이더 사업을 추진하고 있으며, '09년 6월 낙동강유역의 강우감시를 위한 비슬산 강우레이더가 준공될 예정이다. 또한 수자원분야에서 레이더 강우자료 활용에 대한 많은 선행연구가 수행되었다.

또한 한강홍수통제소에서는 2003년부터 임진강강우레이더관측소를 운영하였고 비슬산 강우레이더의 시험운영이 '09년 홍수기부터 이루어질 예정이다.

따라서, 본고에서는 국토해양부 한강홍수통제소에서 운영하고 있는 임진강 강우레이더 및 기상레이더 관측자료의 홍수예보활용과 단기강우예측자료의 활용현황 등의 한강홍수통제소에서 진행되는 레이더 활용분야의 전반적인 진행과 활용에 대해 소개하고 올해부터 연차적으로 구축·운영되는 이중편파레이더에 대한 연구 및 활용방안에 대하여도 간략하게 언급하고자한다.

2. 레이더 강우자료의 활용 현황

2.1 임진강 강우레이더의 홍수예보 활용

국토해양부에서 현재 운영되고 있는 레이더 관측소는 강화도에 위치한 임진강강우레이더관측소이다. 임진강강우레이더관측소는 실제 2/3가 북한지역에 위치하여 지점강우관측이 불가능한 임진강 유역의 강

우관측을 위한 해법으로 제시되고 설치 되어 2003년부터 한강홍수통제소에서 운영하고 있다. 임진강홍수예보모형에서 활용할 수 있는 30분 간격의 강우를 세밀하고 정확하게 관측하기 위하여 6분 간격으로 12개의 저고도(0.4~1.2°)에 대하여 관측자료가 수집되고 있으며, 실시간의 강우분포는 관측소와 한강홍수통제소에서 동시에 확인할 수 있다. 임진강강우레이더에서 관측한 자료는 한강홍수통제소로 실시간으로 전송되어 서버에 저장되며, 한강홍수통제소에서 홍수예보시스템에서 선택하여 활용할 수 있도록 되어있다.

하지만, 강우관측을 위한 레이더 운영에서는 비강수예코를 제거하여 적절하게 활용하는 것이 중요하다. 레이더 자료를 활용할 시에는 품질관리 및 정확도 높은 강우량을 산정하는 과정이 필요하다.

기상청에서는 미국 NSSL 등과의 공동연구를 통하여 품질관리 알고리즘을 개발하여 실시간 기상레이더 관측자료의 보정에 활용하고 있다. 하지만, 임진강강우레이더는 관측지역에서 발생하는 지형적인 영향으로 발생하는 문제점을 최소화하기 위해 반사도 누적을 통하여 차폐분석 및 차폐보정을 수행하여 관측자료의 품질관리과정을 수행하였다. 그리고 관할구역 내에 위치한 TM 강우자료와의 실시간 보정을 통하여 레이더 강우분포를 재계산하여 실제 발생하는 기상강우에 가까운 강우를 산정할 수 있도록 되어있다. 재계산한 레이더 강우자료는 각 소유역별 평균강우량으로 임진강홍수예보시스템에 적용되고 보정 전·후의 자료의 선택 활용이 가능하도록 되어있다.

자료처리의 간소화 및 신속성을 위하여 리눅스시스템에서 자료처리를 거친 후 한강홍수통제소 내부망을 통하여 통합홍수예보시스템과 마찬가지로 실시간 자료처리 결과를 표출하여 운영중에 있다.

임진강강우레이더 자료의 품질관리 및 실시간 보정은 2007년 구축되어 현재까지 현업에서 운영 활용되고 있다. 구축 후 홍수기 분석시 임진강 상류지역에 강한 강우 발생시 유용하게 활용할 수 있다. 그림 1은 실제 2007년 8월 강우사례에 대한 자료처리 절차에 따른 레이더 영상과 레이더강우와 관측강우를

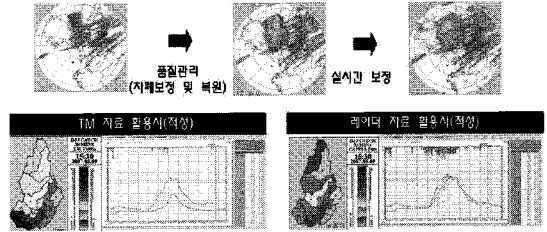


그림 1. 임진강강우레이더 자료처리 절차 및 적용사례 (2007.8)

활용하여 수행한 수위의 예측 및 관측 결과이다.

현업활용 뿐만 아니라 레이더 운영에서 필요한 사후 분석이나 지형적인 조건을 고려한 레이더 관측소에서의 지리적·지형적 특성을 이해하고 파악하기 위해서 실시간으로 처리되는 레이더 자료와는 별개로 PC기반의 강우레이더 분석시스템을 개발하여 활용하고 있다. 이는 레이더자료를 처리하기 어려운 점을 감안하여 임진강 레이더를 포함한 UF(Universal Format)형태의 레이더 자료에서 저장되어 있는 각 성분들에 대한 표출이 가능하다. DB에 저장되는 임진강 강우레이더 자료의 경우에는 자료를 선택하여 검색할 수 있으며 그 외의 UF파일을 선택하여 활용할 수 있다. 표출항목은 각 고도별 PPI 와 CAPPI, 강우강도 변환 및 반사도 영상을 표출하는 기능 등이 포함되어 레이더 관측자료를 지속적으로 분석하고 검토하는 기본적인 툴을 간단하게 사용할 수 있도록 하였다. 그림 2는 PC기반 강우레이더 자료분석시스템

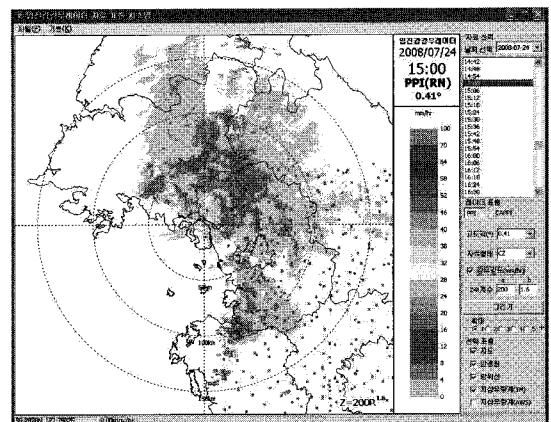


그림 2. PC기반 강우레이더 자료분석시스템

의 메인화면이다.

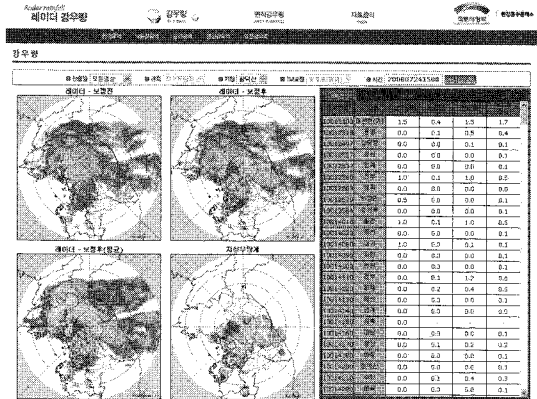
2.2 기상레이더 자료의 홍수예보 활용

강우레이더 설치사업이 추진되고 있으나, 아직 초기단계이며 '09년 6월부터 낙동강유역 비슬산 강우레이더가 시험운영이 시작된다. 이와 함께, 강우레이더와 기상레이더 자료의 공동활용 및 홍수예보 입력강우자료의 다양성 확보를 위하여 '08년 한강홍수통제소에서는 강우레이더 구축망이 완료되기 이전까지 기상레이더 자료를 홍수예보 입력자료로 쓸 수 있도록 각 수계별로 해당하는 기상레이더 자료를 실시간으로 수집 처리하여 홍수예보시 활용할 수 있도록 구축하였다.

강우레이더는 지상강우에 가까운 강우를 추정하기 위하여 저고도의 자료를 생산하지만 기상레이더의 경우는 악기상 관측 등에 활용되므로 3차원의 바람, 강우 관측이 필수적이나 각 유역별 기상레이더 강우자료 활용을 위하여 기상청에서 제공하는 품질관리된 UF파일을 실시간으로 수집하여 1.5km 고도의 CAPPI 자료를 생성한다. 실제 발생하는 강우현상은 전형적인 강우분류를 하는 것이 일반적이나 급변하는 강우의 특성을 고려하기 위하여 국토해양부 지상강우자료와 기상청의 AWS 관측강우를 이용하여 실시간으로 보정하여 최대한 지상강우에 근접하도록 변환하여 홍수예보모형에 활용하게 된다.

한강홍수통제소와 기상청간 전용망을 통하여 10분간격의 실시간 자료가 전송되며 이는 내부에서는 그림 3의 레이더강우량 표출시스템에 접속하여 실시간 영상자료 및 소유역 강우자료 표출영상 및 기상청자료의 전송현황 등도 검색가능하다. 또한 임진강강우레이더에서 산출된 자료도 검색할 수 있도록 연동되어 있다.

물론, 강우레이더가 설치되면 강우레이더가 우선시될 예정이나 기상레이더 자료 역시 참고자료로 활용될 예정이므로 기반 시스템을 구축하여 운영하는 것으로 '09년 홍수기부터 현업에서 적극 활용될 예정이다.



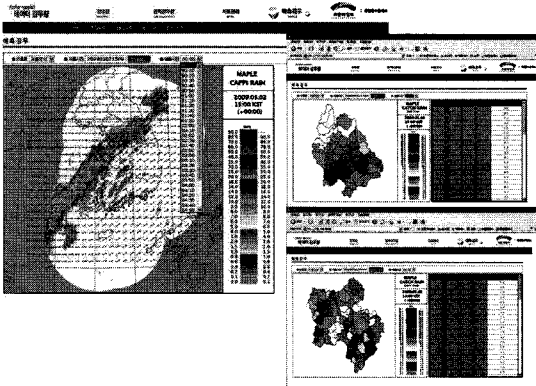


그림 4. 레이더 예측강우(MAPLE) 자료 표출 현황

강우예측자료를 2009년 2월부터 전용망을 통하여 실시간으로 수집하고 있다. MAPLE 모델은 기상레이더 합성자료를 기반으로 10분 간격의 6시간에 대한 예측자료를 제공되며 기상청 예보관들은 이를 예보시참고자료로 활용하고 있다.

레이더 관측자료가 생성되면 합성, 예측을 거쳐 MAPLE 예측결과가 한강홍수통제소로 전송되고 이 자료를 재처리하여 홍수예보 및 레이더강우표출시스템에서 제공되는데 40분 정도가 소요된다. 따라서 실제 홍수예보에 쓸 수 있는 예측강우자료는 최소 5시간 정도로 현재 활용가능한 자료 중에는 예측시간이나 시간간격 등에서 그 적용성이 뛰어나다 할 수 있다. 하지만 강우의 생성 소멸을 예측할 수 없고 레이더 관측장의 오류로 인한 비정상예고 등의 발생으로 예측장의 오차를 발생시키는 문제점을 안고 있어 09년 시험운영을 통한 활용성을 검토하여 장단점을 비교분석한 후 현업에서 적용할 수 있도록 그 방안을 모색중에 있다. 그림 4는 MAPLE 예측강우 및 바람벡터에 대한 표출 화면으로 예측시간을 선택하거나 동영상으로 검색하여 볼 수 있다.

3. 레이더 활용기술의 발전 방안

홍수통제소에서 레이더자료를 활용하는 기술은 아

직까지 간단하지만 적절한 기법을 적용하여 임진강홍수예보에 활용하고 있다. 하지만, 예보의 정확도를 높이기 위해서는 지속적인 연구개발과 레이더 설치사업과의 연계작업이 필요하다. 레이더 자료의 품질관리 및 운영은 별개의 것이 아니라 레이더를 설치할 때부터 자료가 생성될 때까지의 연속적인 과정이다. 이 과정이 합리적이고 정확하고 올바른 과정을 수행한다면 그 관측자료의 정확도 역시 높아지는 것이므로 도입되는 이중편파레이더의 설치부터 운영까지는 지속적인 관리 감독 및 설치사업을 추진하여 좀더 좋은 기초자료를 생성할 수 있는 기반을 마련하여야 할 것이다.

원시 관측자료를 홍수예보에 활용하기 위해서는 레이더 관측자료를 이용하여 얼마나 정량적으로 레이더 강우자료를 추정하는 것 역시 중요하다. 임진강강우레이더의 품질관리 개발사항을 토대로 하여 필요한 퍼지로지 등과 같은 품질관리 알고리즘을 적용하여 그 적용성을 검토하고 자체적인 레이더 활용기술력을 높이는 것이 필요하다 하겠다. 이를 위해, 한강홍수통제소에서는 낙동강 비슬산 강우레이더 완공 후 국내 최초로 운영되는 이중편파레이더 자료 활용의 극대화를 위하여 다방면의 연구 계획을 수립하여 추진할 예정이다.

또한 홍수예보 강우예측자료의 확보 역시 중요한 사안이다. 물론 현재 진행되고 있는 MAPLE 등의 자료를 지속적으로 운영하며 검토하겠지만, 이와 함께 레이더 자료를 활용한 단기 강우예측자료의 생성 연구를 병행할 필요가 있다. 이는 비단 기상분야 뿐만 아니라 수자원에서는 꼭 필요한 예측요소라 할 수 있겠다. 하지만, 현재 기상청 혹은 관련 연구분야에서 진행되는 연구를 통한 강우예측은 많은 한계를 가지고 있다. 비교적 예측이 쉬운 바람, 기온 등과는 달리 생성 소멸 등을 포함하는 여러 가지 변수들이 더욱 복잡하게 강우와 연관되기 때문이다. 이는 한강홍수통제소에서는 전국 강우레이더 관측망 구축과 함께 풀어나갈 숙제이기도 하다. 현존하는 여러 가지 기법들이 적용되는 단기예측모델의 활용성을 지속적으로

검토하고 시기적절한 예측강우자료를 생산 혹은 제공할 수 있도록 기상예보의 주체인 기상청과 지속적인 협력관계를 강화하고 연구성과의 공동활용도 필요하다.

4. 맺음말

본고에서는 현재 홍수통제소에서 활용하여 운영 중인 레이더와 관련된 현황에 대하여 간략히 소개하였다.

현재 임진강강우레이더 자료가 임진강홍수예보에 적용되고 있으며, 아울러 기상레이더 관측자료와 레이더를 이용한 단기강우예측자료도 구축되어 관련 정보를 홍수예보에 활용할 수 있는 기반이 구축되었다.

빈번하게 국지성 호우가 발생하고 이에 따른 신속하고 정확한 홍수 예방을 위하여 강우레이더 자료를 효율적으로 활용하기 위하여 한강홍수통제소에서는 여러 방면으로 노력하고 있으며 국내최초로 도입되는 이중편파레이더를 100% 활용하기 위하여 지속적인 연구개발 사업과 아울러 현업에서 최대한 활용할 수 있도록, 기상청 및 기상 관련 연구기관, 학계와의 긴밀한 교류도 지속적으로 추진하여야 할 것이다.

또한 레이더 활용에 대한 연구들이 현업에서 충분히 활용될 수 있도록, 다방면에서의 연구와 현업 적용, 검증 절차가 필요할 것이며 한강홍수통제소에서는 강우레이더의 구축과 홍수예보 정확도 향상을 위해 지속적으로 노력할 것이다. ☞

참고문헌

- 건설교통부 한강홍수통제소 (2007). 임진강강우레이더 시스템 최적화 연구용역 보고서.
 건설교통부 한강홍수통제소 (2008). 기상레이더 자료활용 체계 구축 연구 보고서.