

## OA1                    0.01mm 급 우량계 개발에 관한 연구

이부용

대구가톨릭대학교 환경과학과

### 1. 서    론

우리나라의 연 평균 강수량은 1,274 mm 로 비교적 많은 편에 해당하나, 계절별로 편차가 심하고, 강우량의 2/3 가 6월에서 9월 사이에 집중해서 내리고 있다. 세계 평균 강우량 973 mm에 비해 약 1.3 배 많으나, 인구 1인당 사용가능 수자원은 세계 평균의 11%에 불과한 물 부족국가에 해당되어 강우의 정밀한 측정이 더욱더 요구되고 있는 상황이다. 그리고 강우를 정밀하게 측정해야 하는 이유로는 레이나다 위성에 의해 측정되는 원격 강우관측에 대한 지상의 참값을 제공하여 예측에 대한 정확도가 증가되어 피해를 줄이는데 도움이 될 수 있으며, 인공 증우와 같은 실험시 요구되는 정밀한 측정이 가능하게 된다.

본 연구에서는 WMO의 권고사항을 만족하면서, 연속 강우 관측이 가능한 새로운 형태의 0.01mm 급 강우 관측 메카니즘을 개발하는 것이 본 연구의 목적이며, 개발된 메카니즘으로 제작한 우량계를 실내 검정 및 야외 관측을 통해 장비의 성능을 조사하고, 현업적용 가능성을 시험하여, 추후 연구에서 강우 관측 자료의 질적인 향상을 유도하는 연구의 기초가 되는 것이다.

### 2. 재료 및 실험 방법

본 연구에서 가장 중요한 부분이며, 기존의 연구에서 해결하지 못한 부분이 바로 0.01 mm 급의 우량 관측용 메카니즘의 제작이다. 현재 상용화 된 메카니즘으로는 수수구 직경 20 cm 인 우량계에서 0.01 mm 강우를 측정할 수 있는 메카니즘이 없어, 새로운 우량측정용 메카니즘을 설계하였다(이하 Lee-A type raingauge). 우량관측 메카니즘의 크기는 기존의 직경 20 cm 우량계 내부에서 동작을 할 수 있는 크기로, 높은 분해능(0.01 mm 이하)로 연속관측 할 수 있는 구조이다.

우량계 아래쪽에 로드셀이 들어가 tipping bucket의 무게를 측정하고, 상부의 깔대기는 로드셀에 하중이 가해지지 않게 별도의 지지점에 고정을 하였다. 우량이 1mm (무게 : 31.4gram) 되기까지는 로드셀에 의한 중량측정으로 강우를 측정하고, 그 이상이 되면 tipping bucket은 전도하고, 1 mm의 전접 신호를 보내고, 다시 무게를 측정하는 원리로, 기본 구조는 전도형 우량계와 같이 연속 무한 측정이 가능한 구조에 중량식 우량계의 구조를 결합하여, 두가지 우량계의 형태를 동시에 가진 새로운 구조의 우량계이다. 그리고 우량계의 신호는 로드셀로부터 나오는 중량에 대한 신호와 tipping bucket 으로부터 나오는 접전 신호 두 가지의 신호를 이용한 우량 측정 방법이다.

연구에 사용한 전도형 우량계의 메카니즘은 1mm급이고, 무게측정에는 본 연구에서

안정성을 확인한 1kg급의 로드셀을 사용하였다. 이 로드셀은 0.1gram 측정이 가능하여 강우 0.01mm 측정에 필요한 0.3141gram 보다 분해능이 높아, 0.01 mm 이하의 강우를 연속적으로 측정할 수 있음을 알 수 있다.

시간당 60mm/h의 강우 강도로 53mm까지 검정한 결과 오차는 0.507mm로 1%이하고 나타났다. 이값은 우량계 검정에서 요구하는  $\pm 5$  보다 작게 발생하여 우량계로서 현업 사용에 문제점이 없음이 밝혀졌다.

### 3. 결과 및 고찰

우량계는 그 특성상 강수일에 동작을 해야하는 장비로 야외 비교 관측이 필수적이다. 그리고, 정확한 자료를 위해 넓고 균질한 지표면을 가진 지역을 요구하고 있다. 본 연구에서는 이러한 조건들을 잘 만족하는 일본 쓰쿠바시에 있는 쓰쿠바 대학 TERC(Terrestrial Environmental Research Center) 연구소에서 관리하는 노장(직경 160미터)에 장비를 설치하여 관측하였다

강우가 관측된 날은 2003년 6월 1일 오전 07시 55분에서 오후 17시 까지로 9시간 동안으로 Fig. 1 에 나타내었다. 관측된 우량값으로 두 우량계의 관측값에서 Weight type 이 초기에 많은 강우를 기록하는데, 이는 Lee-A type 우량계의 경우 상부에 철망이 있으며, 중량식의 경우엔 철망이 없어 철망의 효과에 의한 것으로 사료되며, 그 이후 시간에는 두 우량계가 같은 값을 기록하고 있어, 우량계가 아주 정확하게 동작하고 있음을 확인 할 수 있다. table 2에서 두 우량계간의 최대 오차는 13시 50분으로 Lee type 29.468 mm Weight type 28.840 mm 로 기록되어 0.628 mm를 나타내었다. 이후 Lee type은 계속 강우를 기록하여 마지막 17시에는 41.032 mm를 기록하였다. 이는 표준형 우량계값 40.58 mm 보다 0.452 mm 많이 관측하였다. 이를 오차로 환산하면 약 1.1 % 해당하는 작은 값이다.

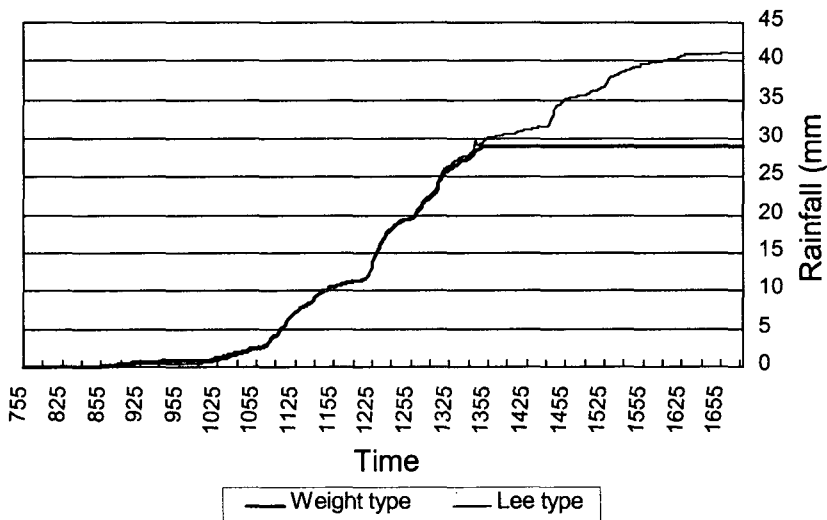


Fig. 1. Accumulated rainfall.

#### 4. 요 약

현재까지 진행된 연구는 새로운 검정 장비를 이용하여 개발된 우량 측정 메카니즘을 검정하였다. 그리고 중량식 우량계를 별도 제작하여 야외에서 정확한 우량 비교 검정을 위해 일본 쓰쿠바 대학 TERC노장에 설치하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

장기간 로드셀의 특성을 조사한 결과 장시간에 안정성이 입증되어 다양한 측정 장비 개발에 사용 가능성이 밝혀졌다.

새로운 검정 장비는 1 분 간격으로 정확한 강우량을 측정 할 수 있어 높은 분해능의 우량계를 검정할 수 있는 새로운 방안을 제시하였다.

본 연구의 가장 중요한 목표인 0.01 mm 급 우량 측정 메카니즘을 완성하였으며, 전도형 우량계가 가지고 있는 분해능 한계와 중량식 우량계가 갖는 배수의 문제점을 극복하였다. 그리고 현업, 도시 수문, 토목 등의 여러 분야에서 요구하는 실시간 강우강도 관측과 정확한 우량 측정이 가능한 우량계를 제작 할 수 있게 되었다.

본 연구에서 개발된 Lee-A type 우량계에 사용하는 접점신호와 로드셀의 중량 신호는 기존의 자동관측장비에 완벽한 호환성이 있어 적용에 문제점이 없다.

국내에서도 장비 개발이 충분히 될 수 있음을 알 수 있었으며, 새로운 장비 개발에 대한 가능성을 볼 수 있었다.

#### Acknowledgements

본 과제는 한국과학재단과학재단 2002년도 지역대학 우수과학자 지원연구 과제번호 R-05-2002-0000-1107-0-2002에 의해 수행되었음.

#### 참 고 문 헌

- Wada, 1911, Korean Meteorological Observatory, Quart, J. Roy. Meteorol. Soc., 37, 83~86.
- WMO, 1996, Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation WMO-No. 8.
- 이부용, 1999, 측정분해능이 0.1mm인 우량계의 개발에 관한 연구, 한국환경과학회지, 8, 419~422.
- 김대원, 이부용, 2002, 우량계 개발과 측정 오차, 한국환경과학회지, 11, 1055~1060.
- 우덕모, 2002, 전도형 우량계의 강우강도별 특성, 한국기상학회지, 38, 479~491.
- Michel Leroy, 2000, Calibration and Control Methods for Tipping-Bucket raingauges, WMO