

초음파식 유량계측 기술을 응용한 강수량측정장치 개발

서강도¹ · 홍성택² · 유철³ · 이경우^{3*} · 지유철⁴

Development of a Precipitation Gauge Using Ultrasonic Measuring Technique

Gang-Do Seo¹ · Sung-Taek Hong² · Chool Ryu³ · Kyung-Woo Lee^{3*} · Yu-Chul Ji⁴

¹ K-water Academy, K-water, Dae-jeon, 305-730, Korea

² K-water Institute, K-water, Dae-jeon, 305-730, Korea

³ Jeonbuk Regional Division, K-water, Jeonju, 561-330, Korea

⁴ Chungcheong Regional Division, K-water, Cheong-ju, 361-230, Korea

요 약

강수량을 측정하는데 있어서 전도형 및 중량형 강수량계가 전 세계적으로 오랫동안 사용되어 지고 있다. 그러나 종래의 강수량계는 관측오차와 자체 분해능의 한계로 인해 측정범위가 제한되는 문제가 있다. 본 논문에서 제안된 강수량계는 유량측정을 통해 강수량을 환산하는 원리를 최초로 적용하였으며, 개발된 모델을 국가공인교정기관(KOLAS)에서 표준교정시스템을 이용하여 실내실험을 실시하였다. 그 결과, 본 연구에서 개발된 강수량계는 실험 조건에서 설정한 20~420 mm/H의 강우강도 구간에 걸쳐 $\pm 2\%$ 의 오차율을 나타냈고, 종래 대비 보다 정확하고 신뢰성 있는 측정이 가능함을 보였다.

ABSTRACT

The tipping-bucket and weight measuring type precipitation gauge has long been used worldwide for measuring rainfall. However, the conventional gauge has observation errors and its measurement range is limited by the device's resolution. In this paper, a new type of precipitation gauge that uses an innovative method by applying a new ultrasonic flow measuring technique was developed. This is the first time this technique is being used to gauge rainfall. The prototype was tested in the laboratory designated by the Korea Laboratory Accreditation Scheme (KOLAS). The rainfall intensity condition was 20~420 mm/H and the Standard Correction System for Precipitation Gauges was used. Results of the laboratory experiment showed that the proposed gauge has a $\pm 2\%$ margin of error. Consequently, it was proven that the proposed gauge is quite accurate and reliable for measuring precipitation.

키워드 : 강수량계, 초음파, 유량측정, 강우강도

Key word : Precipitation Gauge, Ultrasonic, Flow Measuring, Rain-fall Intensity

접수일자 : 2013. 09. 29 심사완료일자 : 2013. 10. 24 게재확정일자 : 2013. 11. 06

* **Corresponding Author** Kyung-Woo Lee(E-mail : lkw@kwater.or.kr, Tel: +82-63-260-4364)

Manager, Jeonbuk Regional Division, K-water, Jeonju, 561-330, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkice.2013.17.11.2745>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

강수량이란 구름에서 떨어지거나 공중으로부터 지면에 침전된 액체 또는 고체의 수증기 응결체를 말한다. 즉, 지면에 떨어진 빗물이 땅속으로 스며들지 않고 옆으로 흘러들어가지도 않고 그대로 고여 있다고 가정할 때의 그 깊이이다[1].

이러한 강수의 최근 양상은 국내를 비롯하여 전 세계적으로 기록적인 집중호우 및 태풍으로 인해 피해 규모가 매년 증가하고 있어, 체계적인 연구 및 정확한 조사가 시급한 실정이다. 이러한 현상들이 지구 온난화에 의해 발생빈도 및 강도가 증가할 것이라는 다양한 견해와 연구결과가 제시되고 있다. 특히 우리나라는 여름철의 강수량이 많은데다가 장마와 태풍에 의한 강수가 많은 부분을 차지하고 있다[2].

최근 지구온난화로 인하여 지난 100년(1906~2005년) 동안 지구의 평균기온은 약 0.7 C 상승하였으며, 이러한 추세는 1990년 이후 더욱 급격해지는 것으로 제시되고 있다[3]. 기온 상승은 기상재해인 홍수 및 가뭄 발생과 밀접한 관련이 있으며, 이 중 홍수의 경우 기록적인 집중호우 및 태풍으로 인한 피해 규모가 매년 증가하고 있어 체계적인 연구 및 대응 전략이 시급한 실정이다[4].

Jung et al.은 전국적으로 강수일수는 감소하고 일강수량 80 mm 이상인 호우발생 빈도는 증가하는 경향이 있다고 제시한 바 있다. 따라서 신뢰성 있는 홍수예경보 및 수문관리를 위해 실시간의 정확한 강수량 데이터가 필수적이다[5].

관련연구에 따르면 소양강댐 유역의 경우 관측밀도를 기존 224.5에서 122.5로 개선하고, 기존의 많은 문제점이 있는 강수측정장치를 현대화 할 것을 제안하고 있다. 이와 같이 강수관측망은 관측지점의 영향원이 중첩되도록 고르게 분포되어야 한다[6].

본 연구에서는 현대적 요구에 부합하기 위하여 종래의 측정방식에서 탈피한 새로운 방법을 통하여 강수량계를 개발한 결과를 설명한다. 또한 기존의 강수량계의 장·단점을 비교 분석하고 국가공인 교정 장비를 통해 실험한 결과와 현장 검증결과를 제시하고자 한다.

II. 기존 강수량계

강수량계는 크게 보통강수량계와 자기강수량계(Automatic rain recording gauge)로 나눌 수 있다. 보통강수량계는 직경 20 cm, 높이 60 cm 원통형 아연 도금철관안에 있는 깔대기 모양의 강수량 수수구를 통하여 집수된 강수량을 측정관에 부어 측정하는 방식으로, 강수량측정이 불연속적인 반면 정확도면에서는 우수하므로 강수량 비교용 표준강수량계 등으로 이용된다. 자기강수량계는 부자형(Float type), 중량형(Weight measuring type), 전도형(Tipping Bucket), 광투과형(Optical rain Gauge) 등으로 나눌 수 있다[7].

우리나라는 행정안전부, 국토해양부, 환경부, 기상청, 지방자치단체 및 한국수자원공사 등에서 약 4,000개소의 강수량관측소를 운영하고 있으며, 국토해양부장기 로드맵에 따라 효율적인 수자원관리와 정확한 홍수예보를 위하여 더욱 높은 관측밀도로 강수량계를 설치할 계획이다. 우리나라에서 현재까지 사용된 강수량계는 대부분 전도형이며, 유럽이나 미국을 중심으로 중량형 강수량계가 도입·확산되고 있다.

2.1. 전도형 강수량계

전도형 강수량계의 원리는 수수구에 모인 강수가 아래의 계량컵에 낙하하여 계량컵에 소정의 빗물이 차게 되면, 한 쪽으로 기울어지면서 자력식 스위치를 작동시켜 펄스 신호를 발생시키고 계량컵에 채워진 강수는 집수통으로 배출되는 것이다. 이와 같은 동작을 좌우에 설치된 계량컵이 교대로 수행하면서 발생하는 펄스의 수를 카운트하는 방식이다.

수수구의 크기는 200 mm, 447.2 mm가 주로 사용되고, 관측 분해능(Resolution)은 계량컵의 크기에 따라 0.1 mm급, 0.2 mm급, 0.5 mm급으로 나뉜다[8].

이러한 전도형 강수량계는 육안관측이 용이하고 히팅장치를 가동하는 동절기를 제외하고는 별도의 전원공급이 필요 없다는 장점이 있다. 그러나 높은 강우강도에서 계량컵의 전도 간격이 짧아져 강우 유실량이 증가하고, 어느 한계점 이상이 되면 관측 불능상태가 되는 구조적 한계를 지니고 있다. 또한 낮은 강우강도에서 부분 충전된 계량컵이 전도되지 않아 우량이 측정되지 않거나 차후에 내리는 강우에 의해 전도되어 펄스를 출력하기도 한다. 유지보수 측면에서

는 기계적인 구동부에 먼지나 벌레 등이 험착되어 마찰을 발생시키므로 청소나 윤활 등의 정기점검을 필요로 한다.



그림 1. 전도형 강수량계
Fig. 1 Tipping-bucket type Precipitation Gauge

강수량계는 기상관측 표준화법 및 하천법에 의거하여 3년마다 교정을 실시하게 되어있는데, 이때 증류수 및 교정장비를 강수량계가 주로 설치된 산지로 운반해서 5시간 이상 교정해야 하는 어려움도 있다.

2.2. 중량형 강수량계

중량형 강수량계는 로드셀 등의 센서를 통해 중량의 변화에 따른 전기적인 저항 변화를 감지하여 이를 강수량으로 환산하는 원리를 이용하고 있다. 이는 기존의 전도형 강수량계에 비해 정밀도가 우수하다는 장점이 있으나, 바람의 영향으로 측정 오차가 발생하고 유지보수가 까다롭다는 단점이 있다.

그리고 강우측정의 원리상 집수통을 자동으로 비우는 시스템이 적용된 모델이라 할지라도 강제 배수에 소요되는 시간동안 강수량을 측정할 수 없기 때문에 연속적인 측정이 어렵고, 남아있는 물이나 내부의 결빙이 오차로 작용하는 단점이 존재한다. 또한 중량센서마다 온도 변화에 따른 특성 곡선이 상이하다는 점도 문제로 지적되고 있다.



그림 2. 중량형 강수량계
Fig. 2 Weight measuring type Precipitation Gauge

Ⅲ. 초음파 유량측정식 강수량계

3.1. 개발의 목적 및 방향

본 연구의 주된 내용은 다음과 같다. 집중호우 등 급변하는 기후특성에 적합하도록 넓은 강우강도에서 연속적인 측정이 가능한 강수량계를 개발하였다. 우리나라의 기상 측정기 검정규정(기상청훈령)에서는 우량계 검정 허용오차를 100 mm 당 ± 5 mm(5%)로 규정되어 있으나, 정밀도 향상을 위해서 ± 2 mm(2%) 이하의 오차율을 목표로 하였다. 유지보수 측면에서는 종래의 강수량계에서 문제가 되었던 기계적 마찰로 인해 발생하는 오차와 고장을 최소화하였고, 비교측정에 소요되는 시간을 감소시켰다. 또한 데이터 처리방식을 완전 디지털화함으로써 측정 및 통신오차를 최소화하였다.

3.2. 초음파식 유량 센서의 개념

그림 3은 초음파 진동자를 이용하여 유속을 측정하는 방법을 설명하기 위한 개략적인 도면이다. 이를 참조하여, 유속을 이용한 유량을 측정하는 원리를 간단히 설명하면 다음의 공식으로 나타낼 수 있다.

$$Q = A \times V \quad (1)$$

여기서, Q는 유체의 유량, A는 유체통과 단면적, V는 유체의 평균속도를 나타낸다. 유체가 관로를 지나

유로에서 통과 단면적과 유속을 알면 유량을 계산할 수 있는 것이다. 초음파 유량계에서 유속측정은 일반적으로 전파시간차 방법에 의하여 얻어진다. 즉, 유체의 진행방향에 대하여 일정 각도(θ)로 한 쌍의 초음파 진동자를 각기 유로의 A지점과, 유체의 진행 방향상 하류에 위치하는 B지점에 서로 대면하도록 설치한다. A지점에서 발사된 초음파가 B지점까지 도달하는 시간과 B지점에서 발사된 초음파가 A지점까지 도달하는 시간은 각기 다음의 식(2)와 같다.

$$t_{AB} = \frac{1}{C + V\cos\theta} \quad (2a)$$

$$t_{BA} = \frac{1}{C - V\cos\theta} \quad (2b)$$

여기서, 초음파의 음속을 C, 유체의 평균속도를 V, 초음파 진동자간의 거리를 L이라한다.

초음파가 유체의 진행방향에 대해 순방향(A지점에서 B지점)으로 발사되는 경우의 전파시간은 역방향(B지점에서 A지점)으로 발사된 경우의 전파시간에 비해서 짧다. 그 시간의 차이 Δt 를 구하여 유체의 평균속도는 식(3)과 같이 구해지게 된다[9].

$$V = \frac{\Delta t C^2}{2L \cos\theta} \quad (3)$$

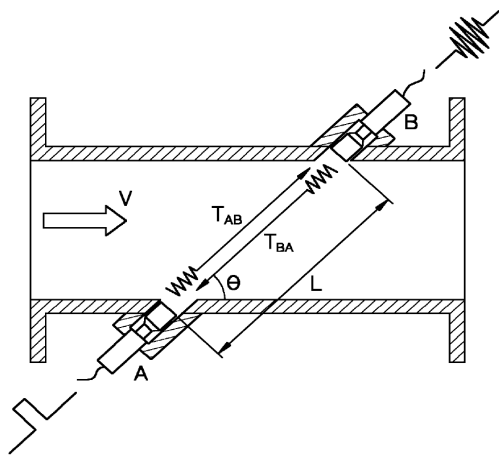


그림 3. 초음파 유량센서의 측정원리
Fig. 3 Measuring Principle of the Ultrasonic Flow Sensor

3.3. 초음파 유량측정식 강수량계의 구성

제안된 강수량계는 그림 4와 같이 구성된다. 수수구(13)에서 빗물을 모아서 집수부에서 흘러내린 강수는 유량공급부(40)에 모아지게 되는데, 이는 수수구에 집수된 비나 눈의 양이 적을 경우 최소유량을 형성하여 계측 가능한 유속범위를 충족하여 주기 위함이다. 유량 측정부(60)에는 초음파 센서가 사용되며 배출튜브(50)를 하향 절곡시킨 부위에 설치하되 배출튜브 보다 낮게 위치시킴으로써, 유량 측정부 내부로 공기가 유입되는 것을 방지하고 배관부를 항상 물로 충만한 상태로 만들어 유량을 정확히 측정할 수 있게 해준다.

유지보수 측면에서는 유량측정부가 쉽게 분리 가능한 구조이므로 사전에 실내교정을 거친 유량센서를 현장에서 운반하여 곧바로 교체할 수 있어 효과적이다. 이렇게 측정된 유량은 식(4)와 같이 수수구 단위면적으로 나누어 실시간 강수량으로 환산하면 강수량으로 변환할 수 있음을 본 연구에서 제안한다. 여기서, Q는 유량센서에서 측정된 유량, r은 수수구 반지름 및 h는 강우/강설량을 나타낸다. 측정이 끝난 강우는 외부로 배출되고, 유지보수시에는 배관의 접합나사를 풀어서 쉽게 계측기를 정비할 수 있다[10].

$$Q = \pi \times r^2 \times h \quad (4a)$$

$$h = \frac{Q}{(\pi \times r)^2} \quad (4b)$$

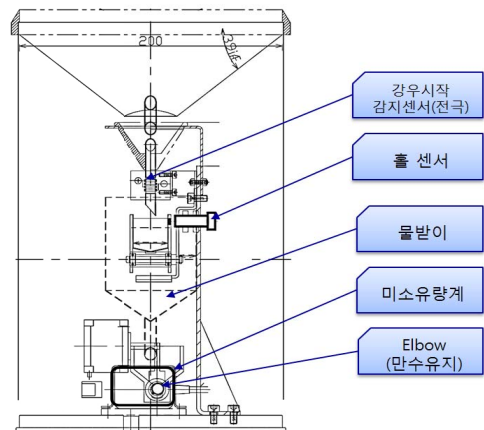


그림 4. 제안된 강수량계의 디자인 개념도
Fig. 4 Design concept of the Proposed Precipitation Gauge

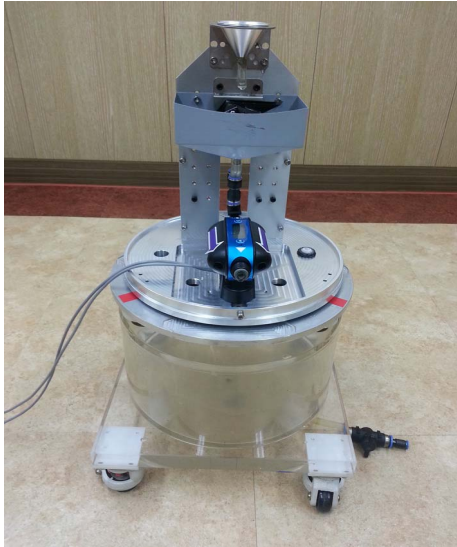


그림 5. 개발된 강수량계
Fig. 5 Developed Precipitation Gauge

3.4. 부가 기능

동절기에 발생하는 강설은 수수구에 쌓이게 되어 측정이 되지 않는데, 이를 해결하기 위하여 수수구 양쪽에 광학식 감지센서를 설치하여 적설로 인한 광신호의 차단을 감지하게 되고, 수수구 아랫부분의 히팅 코일부에 DC 12V 전원을 공급하여 이를 녹이게 된다.

배출관 하부에는 이물질 포집부(70)를 설치하여 모래 등의 이물질을 침전시킨 후 배출캡(71)을 열어 간단히 강수량계 외부로 배출이 가능하다. 그럼으로써 이물질이나 황사 등의 영향으로 인한 측정오차 및 고장요소를 줄일 수 있다.

초음파식 유량 센서에서는 아날로그 신호출력(4~20 mA) 및 시리얼통신(RS-232C) 출력을 제공하여, 측정 및 데이터 전송 과정에서 발생하는 오차를 최소화하도록 설계되었다. 집수부에는 링형 전극센서를 통해 초기 강우가 감지되면 계측기의 전원을 투입하는 절전기능을 선택하여 배터리를 통해 전원을 공급받을 수 있고, Solar Cell 적용시 동절기에도 별도의 외부 전원 공급 없이 독립적인 운용이 가능하다.

이와 더불어 Zigbee와 같은 저전력 무선통신 방식 채택시 완전 Wireless로 구성할 수 있기 때문에, 케이블을 통해 인입되는 유도뢰의 영향으로부터 자유로울 수 있게 된다.

IV. 실험결과 분석

4.1. 실내 실험

제안된 강수량측정장치의 검증을 위하여 아래와 같은 조건으로 실험을 실시하였다.

- 실험장소 : K-water 우량계교정센터
- 실험기간 : 2012.07.30~2012.08.03
- 실험온도 : 26.6 °C
- 실험습도 : 57.7% rH

표준 강수량계 실내 교정시스템은 정밀 저울과 2대의 정량펌프 및 계측제어 장치로 구성되어 있으며, 정량펌프에 의해 토출된 증류수의 중량과 강수량측정장치에 의해 측정된 부피유량을 비교하는 방식으로 측정을 실시하였다. 정량펌프 토출량을 조절하여 20~420 mm/H의 범위에서 20 mm/H 간격으로 강우강도를 설정하였으며, 220 mm/H 이상의 강우강도에서는 2대의 정량펌프를 운영하였다.

실험결과 표 1과 같은 결과를 얻을 수 있었고, 아래 그림 6은 이를 그래프로 표현한 것이다. 표 1에서와 같이 20~420 mm/h의 넓은 강우강도 범위에서 2% 이하의 오차율로 비교적 정확하고 안정적인 측정이 가능하였다. 이는 종래의 전도형 강수량계 사용시 0.1 mm급, 0.5 mm급, 1 mm급의 3대로 측정해야했던 측정범위에 해당한다.

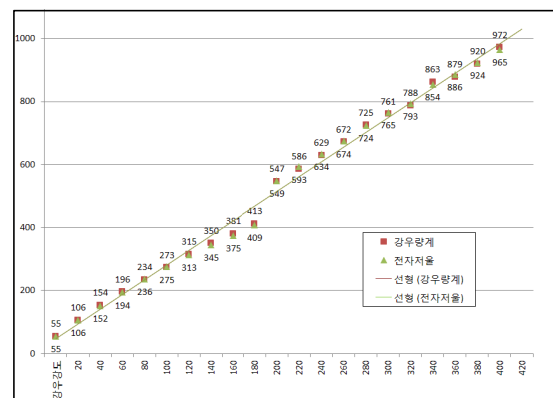


그림 6. 표준시스템과 측정 데이터 비교
Fig. 6 Comparison of the measured data with those of standard system

표 1. 제안된 강수량계의 실험결과

Table. 1 The Experiment Results of the Proposed Precipitation Gauge

강우강도 [mm/H]	전자저울 [g]	제안 강수량계 [ml]	오차 [ml]	오차율 [%]	비고
20	55	55	0	0.00	
40	106	106	0	0.00	
60	152	154	-2	-1.32	
80	194	196	-2	-1.03	
100	236	234	-2	-0.85	
120	275	273	-2	-0.73	
140	313	315	2	0.64	
160	345	350	5	1.45	
180	375	381	6	1.60	
200	409	413	4	0.98	
220	549	547	-2	-0.36	펌프추가
240	593	586	-7	-1.18	
260	634	629	-5	-0.79	
280	674	672	-2	-0.30	
300	724	725	1	0.14	
320	765	761	-4	-0.52	
340	793	788	-5	-0.63	
360	854	863	9	1.05	
380	886	879	-7	-0.79	
400	924	920	-4	-0.43	
420	965	972	7	0.73	

Unit)와 HMI(Human Machine Interface)를 설치하여 자체 데이터베이스를 구축하였다. 그럼으로써 전체 관측 기간에 걸쳐 약 0.15 mm의 분해능으로 1초 간격으로 실시간 강수량의 측정이 가능하였다. 아래 그림 7은 태풍 산바(SANBA)가 영향 기간인 2012년 9월 16일부터 9월 18일까지 개발된 강수량계와 기존 강수량계에서 관측된 데이터를 비교하여 나타낸 것이다. 분석결과 종래의 강수량계로 관측이 불가능 했던 저 강우강도 구간에서 양호한 결과를 보였고, 고 강우강도 구간에서는 종래의 장비에 비해 오차율이 현저히 줄어들어 기존의 강수량계 보다 높은 분해능으로 정확한 측정이 가능함을 보였다.



그림 7. 부귀우량국에 설치된 강수량계
Fig. 7 Precipitation Gauge Installed in Bugwi Precipitation Station

4.2. 현장 실험

제안된 강수량측정장치의 현장적용성 평가를 위하여 아래와 같이 야외 현장에서 관측 실험을 실시하였다.

- 실험장소 : 한국수자원공사 용담댐 부귀우량국 (진안군 부귀면 황금리 산118-9번지)
- 실험기간 : 2012.09.05. ~ 2012.12.31.

기존 설치된 전도형 강수량계와 0.5 m 이격된 지점에 개발된 강수량계를 설치하였다. 그 사이에는 6,000 mL 용량의 비커가 든 강수량 케이스를 설치하여, 비가 온 후에 비커에 담긴 물의 양과 측정된 값을 비교하는 비커 실험을 반복 수행함으로써 측정값을 비교 검증하였다. 관측국사 건물 내부에는 RTU(Remote Terminal

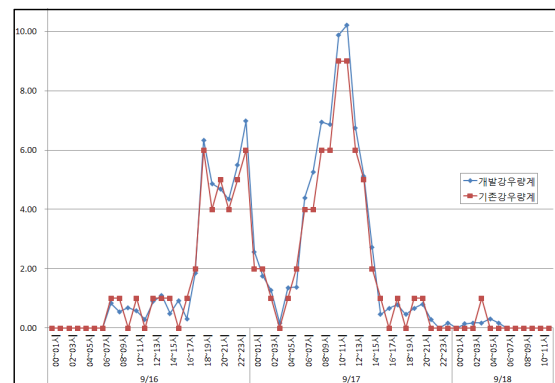


그림 8. 2012.09.16.~2012.09.18. 관측된 시계열 강수량 자료
Fig. 8 Time series Data of the Precipitation Observed During Sep. 16, 2012. ~ Sep. 18, 2012.

V. 결 론

본 연구에서는 유량측정을 통해 강수량을 환산하는 획기적인 최초로 적용하여 강수량계를 개발하였다. 그리고 국가공인교정기관 표준교정시스템을 통해 20~420 mm/H의 강우강도 범위에서 20 mm/H 간격으로 비교측정을 실시하고 분석 결과를 제시하였다. 그 결과 소량에서부터 매우 높은 강우강도에서 까지 정확하고 연속적인 측정이 가능함을 보였다. 또한 용담댐 우량관 측소에 현장 적용하여 2012년 9월에서 12월까지 적용성 검증을 거쳤으며, 특히 태풍 ‘산바’ 기간 동안에는 기존의 전도식 강수량계와 비교하여 오차율이 줄어든 것을 가시적으로 보였다.

종래의 관서용 기상관측장비는 0.5 mm급과 0.1 mm급 우량계를 각각 1대씩 2대가 설치·운영됨에 따라 관측자료가 서로 일치하지 않고 이원화되어 이용에 혼선이 야기되고 있다(우덕모, 2001). 그러나, 본 연구에서 개발된 강수량계를 대체 적용시 1대의 장치로 전체 구간에 걸쳐 일원화된 측정이 가능해질 것으로 판단된다. 이는 측정구간의 한계로 인해 기존에 전도형 강수량계를 강우강도 범위별로 여러 대로 측정함으로써, 관측자료가 일원화되지 못하는 문제를 해결 할 수 있음을 의미한다. 특히, 미래 기후변화에 대응하여 집중호우 조건에서도 오차율이 일정하고 중량식 중량식 측정장치의 단점인 강우 비움이 불필요하기 때문에 연속적인 측정이 가능한 특징이 있다. 따라서 종래의 강수량계를 대체시 그 효과가 기대된다.

본 강수량측정장치는 2011년에 특허를 등록(제 10-1224270호)하였으며 및 중소기업 기술이전을 완료 하였으며, 2012년에는 국제특허(PCT)를 출원(번호 KR/2012/009510)하였다. 그리고 2013년에 한국기상산업진흥원에서 기상측기 검정증명을 득하였으며, 향후에는 주요 부품인 초음파 유량센서를 국산화해 나갈 것이다.

감사의 글

개발된 강수량계의 성능시험에 협조해주신 기상청 고창국제표준관측소에 감사를 드립니다.

REFERENCES

- [1] D. M. Woo, "A Study on the characteristics by the rainfall intensity of the tipping-bucket rain gauge," M. D. dissertation, Graduate School of Industry and Engineering, Seoul National University of Technology, 2001.
- [2] W. T. Yoon, "Characteristics of Climatic Change in the Korean Peninsula," in *Proceeding of the Autumn Meeting of Korean Meteorological Society*, Seoul, pp. 472-473, 2007.
- [3] Y. Choi, "Changes on frequency and magnitude of heavy rainfall events in Korea," *Journal of the Korean Data Analysis Society*, vol. 43, pp. 269-282, 2002.
- [4] M. H. Lee, "Korean Flood Vulnerability Assessment on Climate Change," *Journal of the Korea Water Resources Association*, vol. 44, no. 8, pp. 653-666, 2011.
- [5] I. W. Jung, D. H. Bae, and G. Kim, "Recent trends of mean and extreme precipitation in Korea," *International Journal of Climatology*, vol. 31, no. 3, pp. 359-370, 2011.
- [6] J. B. Kim, "Evaluation of Rain-gauge Networks in the Soyanggang Dam River Basin." M. D. dissertation, Department of Civil engineering, Graduate School of Chungnam National University, Daejeon, Korea. 2007.
- [7] J. C. Park, S. W. Jang, *Hydrological Observation Facilities(rain gauge) Operational Handbook*, Daejeon, Korea: K-water, pp. 2-3, 2007.
- [8] "Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation," No. 8, Part. I, ch. 6, World Meteorological Organization, pp. 33-34, 2008.
- [9] S. Y. Hwang, *Method of the double integral Current measurement in the Ultrasonic Multi-path Flowmeter*. Korea Patent 10-2004-0063090, 2004.
- [10] I. S. Shin, D. S. Kim, K. W. Lee, *Measuring unit for precipitation*. Korea Patent 10-2011-0124131, Patent and Trademark Office, Daejeon, Korea, 2011.



서강도(Gang-Do Seo)

1993년 경북대학교 전자공학과 학사
1996년 경북대학교 전자공학과 석사
2010년 경북대학교 전자공학과 박사
2011년 ~ 현재 한국수자원공사 교육원 교수
※관심분야 : 디지털신호처리, 빅데이터분석, 센스네트워크, 계측제어



홍성택(Sung-Taek Hong)

한국수자원공사 책임연구원
한밭대학교 전자공학과 학사
한밭대학교 전자공학과 석사
충북대학교 전파공학과 박사수료
※관심분야 : 위성통신, USN, 원격감시제어 및 센서응용 기술



유 철(Chool Ryu)

원광대학교 전자공학과 학사
한국수자원공사 전북지역본부 차장
※관심분야 : 산업계측제어, 수처리 자동화, SCADA시스템



이경우(Kyung-Woo Lee)

동아대학교 전자공학과 학사
충남대학교 전자전파정보통신공학과 석사
한국수자원공사 전북지역본부 과장, 산업계측제어기술사
※관심분야 : 계측제어, 강우량계, 유량계



지유철(Yu-Chul Ji)

한남대학교 정보통신공학과 학사
한국수자원공사 충청지역본부 과장
※관심분야 : 계측제어, 유무선통신