

측정환경에 따른 강수량계 측정불확도 분석

홍성택*, 김일한, 김학성, 김국일, 이호현, 신강욱

한국수자원공사 K-water연구원

{*sthong, ilhan, .npikhs, kikum, lhh, gwshin}@kwater.or.kr

Precipitation uncertainty analysis according to measurement environment

Hong Sung Taek*, Kim Il Han, Kim Hak Sung, Kim Kuk Il, Lee Ho Hyun, Shin Gang Wook

K-water Research Institute

요 약

강수량계는 비 뿐만 아니라 눈을 포함한 고체형태로 지면에 내리는 공기 중 수증기를 측정할 수 있는 계측기를 의미하며, 강수량 데이터는 홍수기를 비롯한 평상시에 댐 및 하천 운영에서 가장 중요한 데이터로 활용되고 있다. K-water에서 사용하는 강수량계는 모두 집수형 강수량계인 전도형 강수량계를 사용하고 있다. 본 논문에서는 강수량계 교정시스템을 이용하여 2019년 3월 ~ 12월까지 현장에서 교정한 전도형 강수량계 80대의 교정데이터를 토대로 교정시의 온도 및 습도 등 측정 환경과 교정 후 산출된 불확도와의 상관성 분석을 통하여 측정환경이 불확도에 끼치는 영향을 분석하였다.

I. 서 론

강수(水)량은 비, 눈, 안개, 우박 등이 대기로부터 땅에 떨어지는 양을 뜻하고, 강우(雨)량은 순수하게 비만 내린 것을 측정한 양으로 단위는 mm를 사용한다. 강수량계는 비 뿐만 아니라 눈을 포함한 고체형태로 지면에 내리는 공기 중 수증기를 측정할 수 있는 계측기를 의미한다. 강수량 데이터는 홍수기를 비롯한 평상시에 댐 및 하천 운영에서 가장 중요한 데이터로 활용되고 있으며, 수자원관리와 기상관측을 위해서는 강수량 데이터에 대한 실시간 자료 확보와 신뢰성 있는 데이터가 필요하다.

본 논문에서는 강수량계 교정시스템을 이용하여 2019년 3월 ~ 12월까지 현장에서 교정한 전도형 강수량계 80대의 교정데이터를 토대로 교정시의 온도 및 습도 등 측정 환경과 교정 후 산출된 불확도와의 상관성 분석을 통하여 측정환경이 불확도에 끼치는 영향을 분석하고자 하였다.

전도형 강수량계의 분해능은 0.1 mm ~ 1 mm급의 여러 종류가 있으나 우리나라 기상청의 관측소에는 0.1 mm급과 0.5 mm급 두 종류가 사용되고 있으며, 수문관측을 위한 강수량계는 1 mm급을 사용하고 있다. 또한, 수수구의 크기에 따라 200 mm ~ 500 mm 으로 분류되며, 일반적으로 200 mm 직경을 갖는 강수량계를 사용하고 있다.

2.2 강수량계 교정시스템

K-water연구원에서 보유하고 있는 강수량계 교정시스템은 물을 담은 수조를 정밀저울 위에 놓고 이 수조에 담긴 물을 정속모터를 이용하여 강수량계로 흘려보낸 물의 질량변화를 저울로 측정하여 강우량을 환산하고 강수량계의 계량컵의 측정 횟수와 비교하여 불확도를 산출하는 시스템으로 그림 2와 같이 구성되어 있으며, 특성은 표 1과 같다.[1]

II. 전도형 강수량계 및 교정시스템

2.1 전도형 강수량계

전도형 강수량계는 그림 1과 같으며, 우량 수수구 밑에 한 쌍의 계량컵(Tipping Bucket)을 시소형으로 설치하여 계량컵에 일정량의 빗물이 차면, 중량에 의해 한쪽으로 기울어지고 이때에 발생하는 전기적인 펄스로 강우량을 측정하는 방식으로 연속적인 강우량 측정이 가능하다.



그림 1. 전도형 강수량계



그림 2. 질량측정 방식의 강수량계 교정시스템(현장용)

표 1. K-water 강수량계 교정시스템 특성

| 항 목 | 특 성 |
|-------------|--|
| 측 정 범 위 | 강 우 량 : 0.1 mm ~ 2.0 mm 강우강도 : 20 mm/h ~ 200 mm/h |
| 교 정 측 정 능 력 | 0.8 % |
| 교 정 대 상 | 전도형 강수량계 |
| 방 식 | 질량측정방식 |

$$b_r = [(m_1 - m_2) \cdot Bs \cdot (1 - \frac{\rho_a}{\rho_b}) \cdot (\frac{1}{\rho_w - \rho_a}) \cdot \frac{40}{\pi D^2}] - x_r$$

여기서, b_r : 보정값 (mm), m_1 : 물 배출전 저울지시값 (g),

m_2 : 물 배출후 저울지시값 (g), Bs : 저울 역감도(g/div.)

ρ_a : 공기밀도 (g/cm³), ρ_b : 표준분동의 밀도 (g/cm³)

ρ_w : 물의 밀도 (g/cm³), D : 수수구 직경 (cm)

x_r : 눈금값 (mm)

III. 측정환경에 따른 강수량계 측정 불확도 분석

2019년 3월 ~ 12월까지 현장에서 교정한 전도형 강수량계는 80대이며, 표 2와 같이 측정 환경 중 온도는 1.6 °C ~ 39.3 °C, 습도는 9.0 %R.H. ~ 79 %R.H. 이었으며, 강수량계의 불확도는 0.9 ~ 4.9 %로 측정 및 산출되었다.

표 2. 교정 데이터

| 교정일자 | 온도 (°C) | 습도 (%RH) | 측정불확도 (× 10 ⁻² %) | 교정일자 | 온도 (°C) | 습도 (%RH) | 측정불확도 (× 10 ⁻² %) |
|-------------|---------|----------|------------------------------|-------------|---------|----------|------------------------------|
| '19. 03. 25 | 15.3 | 34 | 4.1 | '19. 05. 22 | 22.8 | 23 | 1.0 |
| '19. 03. 26 | 22.2 | 11 | 1.1 | '19. 05. 23 | 23.1 | 28 | 1.0 |
| '19. 03. 26 | 23.9 | 13 | 1.3 | '19. 05. 23 | 25.2 | 25 | 1.3 |
| '19. 03. 27 | 22.4 | 13 | 3.4 | '19. 05. 23 | 28.6 | 20 | 1.5 |
| '19. 03. 27 | 28.7 | 11 | 1.0 | '19. 05. 29 | 26.7 | 25 | 1.2 |
| '19. 03. 28 | 25.4 | 12 | 1.1 | '19. 05. 29 | 27.6 | 25 | 1.0 |
| '19. 03. 28 | 21.7 | 19 | 2.2 | '19. 06. 13 | 36.3 | 23 | 1.1 |
| '19. 04. 08 | 19.8 | 11 | 1.8 | '19. 06. 13 | 39.3 | 19 | 1.6 |
| '19. 04. 08 | 22.4 | 9 | 1.6 | '19. 06. 14 | 30.4 | 42 | 1.3 |
| '19. 04. 08 | 18.8 | 12 | 1.2 | '19. 07. 08 | 36.0 | 35 | 1.9 |
| '19. 04. 09 | 12.7 | 23 | 1.0 | '19. 07. 09 | 33.2 | 38 | 1.4 |
| '19. 04. 09 | 12.6 | 23 | 3.5 | '19. 10. 07 | 19.7 | 79 | 2.1 |
| '19. 04. 09 | 12.3 | 23 | 1.2 | '19. 10. 10 | 22.6 | 56 | 1.1 |
| '19. 04. 09 | 12.0 | 25 | 2.0 | '19. 10. 10 | 23.6 | 51 | 1.4 |
| '19. 04. 10 | 7.9 | 66 | 1.1 | '19. 10. 16 | 20.8 | 43 | 1.1 |
| '19. 04. 10 | 7.5 | 66 | 1.6 | '19. 10. 16 | 19.7 | 46 | 1.6 |
| '19. 04. 10 | 7.1 | 69 | 0.9 | '19. 10. 17 | 20.5 | 47 | 1.3 |
| '19. 04. 11 | 10.5 | 36 | 1.6 | '19. 10. 17 | 19.7 | 45 | 0.9 |
| '19. 04. 11 | 9.0 | 52 | 1.0 | '19. 10. 17 | 20.5 | 49 | 1.5 |
| '19. 04. 11 | 12.6 | 34 | 1.2 | '19. 11. 04 | 17.5 | 48 | 1.4 |
| '19. 04. 11 | 9.3 | 53 | 1.2 | '19. 11. 05 | 15.0 | 45 | 2.3 |
| '19. 04. 22 | 28.1 | 27 | 0.9 | '19. 11. 05 | 16.6 | 46 | 1.7 |
| '19. 04. 22 | 28.2 | 27 | 1.7 | '19. 11. 06 | 13.7 | 40 | 1.0 |
| '19. 04. 23 | 27.4 | 32 | 4.1 | '19. 11. 06 | 17.2 | 48 | 2.3 |
| '19. 04. 23 | 23.8 | 42 | 2.6 | '19. 11. 06 | 14.5 | 40 | 2.3 |
| '19. 04. 23 | 24.7 | 38 | 3.7 | '19. 11. 06 | 12.2 | 54 | 1.6 |
| '19. 04. 23 | 26.5 | 32 | 2.1 | '19. 11. 07 | 18.0 | 24 | 2.6 |
| '19. 04. 24 | 23.5 | 60 | 1.0 | '19. 11. 07 | 13.2 | 49 | 4.9 |
| '19. 04. 25 | 20.5 | 34 | 3.7 | '19. 11. 07 | 13.5 | 38 | 2.5 |
| '19. 04. 25 | 16.2 | 48 | 2.3 | '19. 11. 07 | 17.6 | 27 | 2.0 |
| '19. 04. 25 | 17.2 | 41 | 2.1 | '19. 11. 08 | 18.2 | 22 | 1.5 |
| '19. 04. 25 | 18.5 | 36 | 2.0 | '19. 11. 11 | 18.0 | 57 | 1.9 |
| '19. 04. 26 | 11.8 | 62 | 1.7 | '19. 11. 15 | 30.0 | 21 | 1.0 |
| '19. 05. 20 | 18.6 | 39 | 3.2 | '19. 11. 22 | 11.4 | 61 | 3.4 |
| '19. 05. 21 | 21.5 | 32 | 1.8 | '19. 12. 04 | 7.2 | 28 | 1.1 |
| '19. 05. 21 | 20.9 | 30 | 2.0 | '19. 12. 04 | 9.6 | 25 | 1.3 |
| '19. 05. 21 | 21.7 | 22 | 2.9 | '19. 12. 05 | 2.9 | 30 | 3.3 |
| '19. 05. 21 | 19.2 | 35 | 2.4 | '19. 12. 05 | 1.6 | 35 | 0.9 |
| '19. 05. 22 | 24.0 | 21 | 2.5 | '19. 12. 05 | 6.7 | 19 | 1.8 |
| '19. 05. 22 | 26.0 | 22 | 2.1 | '19. 12. 05 | 7.0 | 18 | 1.6 |
| '19. 05. 22 | 22.6 | 24 | 2.1 | '19. 05. 22 | 22.6 | 24 | 2.1 |

그림 3은 표 2의 교정데이터 중 온도와 습도와의 관계를 나타낸 그래프로 일반적으로 온도가 높으면 습도가 낮고, 온도가 낮으면 습도는 높은 반대적인 현상을 나타내고 있으며, 그림 4는 온도, 습도, 불확도와의 관계를 나타낸 그래프로 불확도는 온도 및 습도에 거의 아무런 영향을 받지 않음을 알 수 있다.

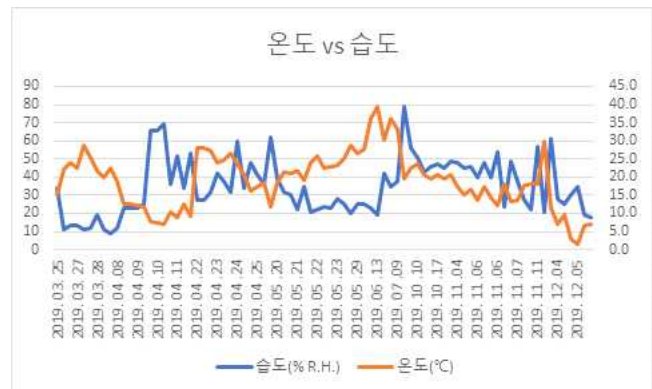


그림 3. 측정환경의 온도 및 습도와의 관계

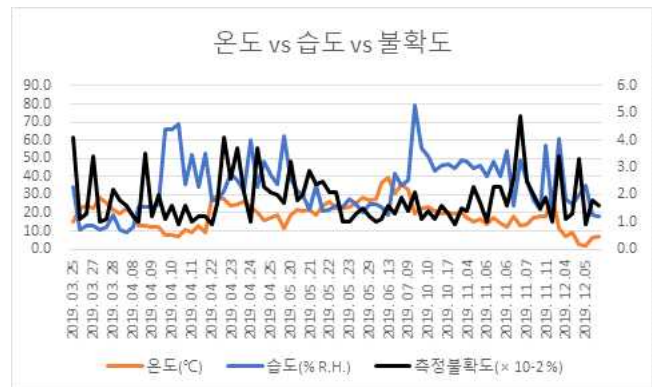


그림 4. 온도 및 습도, 불확도의 관계

IV. 결 론

지속적인 지구온난화에 따른 기후변화로 홍수재해는 지속 증가할 것으로 예상되며, 기상관측 및 수문관측의 중요성은 더욱 증가해갈 것이다. 이러한 시점에서 강수량계의 불확도는 수문관측 데이터의 신뢰성 향상을 위한 매우 중요한 요인으로 작용할 수 있다.

본 논문에서는 강수량계 교정시스템을 이용하여 2019년 3월 ~ 12월까지 현장에서 교정한 전도형 강수량계 80대의 교정데이터를 토대로 교정시의 온도 및 습도 등 측정 환경과 교정 후 산출된 불확도와의 상관성 분석을 통하여 측정환경이 불확도에 끼치는 영향을 분석하고자 하였으며, 분석결과 불확도는 온도 및 습도 등 측정환경에 전혀 영향을 받지 않음을 알 수 있었다.

감사의 글

이 연구는 2020년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(10065697)

참 고 문 헌

- [1] S. T. Hong, G. W. Shin, J. R. Kim, H. H. Lee, I. H. Kim, and G. H. Yoo, *Development of new measurement method to improve the reliability of hydrological data*, K-water, 2017.