

## 우량계 설치조건에 따른 관측치 신뢰성 평가 연구

박지창 · 김 남\* · 강명주 · 류경식

한국수자원공사, \*충북대학교 정보통신학과

(2009년 4월 30일 접수; 2009년 6월 11일 수정; 2009년 7월 24일 채택)

### A Study on Confidence Evaluation of the Observed Data According to the Rain Gauges Installation Conditions

Ji Chang Park, Nam Kim\*, Myeong Ju Kang and Kyong Sik Ryoo

Korea Water Resource Corporation, Daejeon 306-090, Korea

\*Division of Information and Communication, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

(Manuscript received 30 April, 2009; revised 11 June, 2009; accepted 24 July, 2009)

#### Abstract

The purpose of this study is to estimate the impact of rainfall measurement according to the installation conditions of rain gauges: windbreak, grass mat, installation elevation or obstacle. Rain gauges were installed by the standards of Korea Meteorological Administration(KMA), and the rainfall measurement was conducted daily unit during two years(2007~2008). In conclusion, observed error of rain gauge did not affect whether windbreak was installed or not. If there is the obstacle around rain gauge, average error rate was increased about 3.3%: (2007year-2.49%, 2008year-4.10%). If rain gauge is located in a high place, average error rate was increased about 4.89%. Additionally, the observed error of rain gauge according to the wind speed has a positive correlation with obstacle and installation elevation and has a negative correlation with windbreak and has no affection with grass mat.

**Key Words** : Rain gauges, Installation conditions, Confidence evaluation

#### 1. 서 론

기상청<sup>1)</sup>에서는 우량계를 설치할 경우 수수구의 높이는 지면으로부터 30 cm정도, 지물(地物)까지의 거리는 주변 장애물로부터 수수구와 장애물 높이 차이의 최소 2배 이상 이격되게 설치되어야 하며, 4배 이상을 원칙으로 하며, 수수기의 주위에는 잔디를 심어 빗방울이 튀어 들어가지 않도록 하며, 제본스 효과(바람이 있을 때 수수구 주위의 기류가 뒤섞여,

빗방울이 들어오는 것이 적어지는 현상, 풍속이 클수록, 낙수 낙하속도가 느릴수록 제본스 효과가 크다.)를 최소로 줄이도록 설치할 것을 권장하고 있다. 그러나 현재 설치되어 있는 우량계를 비롯하여 신규 설치하는 경우에 이러한 조건을 만족시키지 못하는 경우가 종종 발생되고 있어 양질의 우량자료를 취득하는 것이 많이 어려운 실정이므로 상기 제약사항들에 대한 영향을 분석하는 것이 필요한 실정이다.

국외에서는 우량계의 설치 및 주변 환경에 대한 연구로서 우량수수기에 대한 바람막이의 설치 유무, 강우량계 설치높이, 인근 지장물에 의한 관측장애 여부 등 우량수수기 설치환경에 따른 실시간 오

차발생 정도를 조사 분석<sup>2)</sup>하는데 반해 국내에서는 기상청에서 간헐적으로 실시할 뿐, 실질적으로 우량계를 통한 측정의 정확도에 대한 세밀한 연구는 이루어지지 못한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 우량계 설치에 대한 제반 연구로서 바람막이에 설치 유무, 지면의 잔디 설치 유무, 우량계의 설치높이 및 인근 지장물의 영향을 정밀 분석하고자 하며 이를 토대로 향후 다목적댐이나 저수지 운영에 활용하여 댐 운영의 효율성을 증대시키고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 관측장비 현황

우량계는 일반적으로 보통우량계와 자기우량계(automatic rain recording gauge)로 나눌 수 있다. 보통우량계는 직경 20 cm, 높이 60 cm 원통형 아연도금 철관 안에 있는 깔대기 모양의 우량 수수구를 통하여 집수된 우량을 우량 측정관에 부어 측정하는 방식으로 우량측정이 불연속적인 반면 정확도면에서는 우수하므로 우량 비교형 표준우량계 등으로 이용된다. 자기우량계는 부자형(float type), 중량형(weight measuring type), 전도형(tipping Bucket), 광투과형(optical rain gauge) 등으로 나눌 수 있다. 자기우량계중 전도형 우량계의 분해능은 0.1 mm급, 0.2 mm급, 0.25 mm급, 0.5 mm급, 1 mm급의 여러 종류가 있으나 우리나라 기상청의 관측소에는 0.1 mm급과 0.5 mm급 두 종류가 보편적으로 사용되고 있다. 또한, 200 mm, 225.7 mm, 447.2 mm, 8 inch 등으로 분류되고 있는 수수구의 크기는 일반적으로 200 mm 직경을 갖는 우량계를 사용하고 있다<sup>3,4)</sup>. 0.1 mm급 우량계는 강우량이 적은 경우와 강우강도가 약한 비는 0.1 mm까지 정밀한 관측이 가능하여 관측이 효과적이며, 0.5 mm급 우량계는 0.5 mm단위로 관측되어 0.1~0.4 mm, 0.6~0.9 mm 등 중간단위를 관측할 수 없고, WMO<sup>5)</sup> 권고사항을 준수할 수 없지만 0.1 mm급 우량계보다 강우강도가 강한 경우 오차가 적어 관측의 실효성이 있다고 할 수 있다<sup>6,7)</sup>. 따라서 본 연구에서는 전라남도 순천시에 위치한 주암댐 관리사무소 옥상과 댐 주변 개활지에서 세계적으로 자동 우량관측에 가장 널리 사용되고 있는 1 mm급 분해능과 200 mm 직경을 갖는 전도형 우량계에 대하여 실험하였다.

## 2.2. 연구방법

### 2.2.1. 바람막이 유무에 따른 강우오차 비교 분석

강우 발생시에는 바람을 동반하고 있기 때문에 수수구 주변의 기류는 매우 불안정하다. 불안정한 기류는 수수구로 들어오는 빗물의 양을 줄일 수 있기 때문에 통상적으로 우량계 주변의 기류를 안정화시킬 수 있는 바람막이를 설치하여 오차를 최소화하고 있다. 따라서 본 분석에서는 바람막이 유무에 따른 강우오차를 분석하고자 Fig. 1과 같이 우량계를 설치하였다.

### 2.2.2. 인근 지장물 유무 및 설치높이에 따른 오차 비교 분석

기상청에서는 지면으로부터 30 cm 높이에 주변 환경(나무, 건물, 산 기타 지장물 등)의 영향이 적은 곳에 설치할 것을 권장하고 있다. 그러나 현재 운영 중인 일부 우량관측국은 주변의 건물 등의 지장물에 의해 영향을 받는 지점이 존재하기에 이에 대한 영향을 파악하고자 Fig. 2와 같이 주변에 지장물이

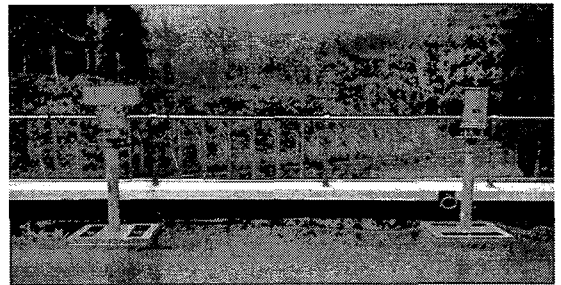


Fig. 1. Installation of rain gauges to assess the impact of windbreak.



Fig. 2. Installation of rain gauges to assess the impact of obstacle.

존재하는 곳에 우량계를 설치하였다.

2.2.3. 잔디식재 유무에 따른 오차 비교 분석

강우강도가 큰 강우의 경우 지면에서 뿜 빗물이 수수구로 들어오는 것을 방지하기 위해 강우량계의 주변에 작은 자갈이나 인공잔디를 조성한다. 따라서 해당 원인에 의해 발생하는 오차의 비교분석하기 위해 Fig. 3과 같이 우량계를 설치하였다.

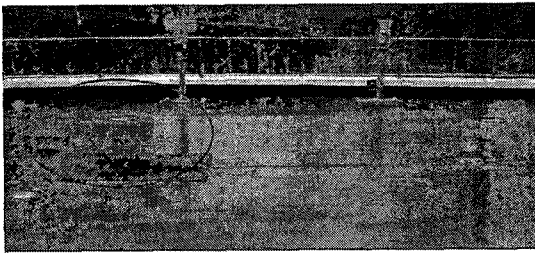


Fig. 3. Installation of rain gauges to assess the impact of grass mat.

3. 결과 및 고찰

3.1. 바람막이 유무에 따른 강우오차 비교 분석 결과

바람막이 유무에 따른 강우오차를 비교분석하기 위해 Fig. 1에 보여지는 우량계를 통해 2007년부터 2008년까지 강우 발생시기별로 관측하였으며 2007년에는 18차례, 2008년에는 16차례 관측하였으며 그 결과는 Fig. 4와 같다.

Fig. 4의 결과를 보면, 2007년 바람막이를 설치하지 않은 우량계가 바람막이를 설치한 경우보다 우량값이 약 3%로 많이 관측되었고 평균오차율은 약 +2.76%이며 2008년에는 바람막이 설치유무에 관계없이 오차가 불규칙적으로 발생하여 총우량값은 같고 평균오차율은 약 +0.51%로 분석되었다.

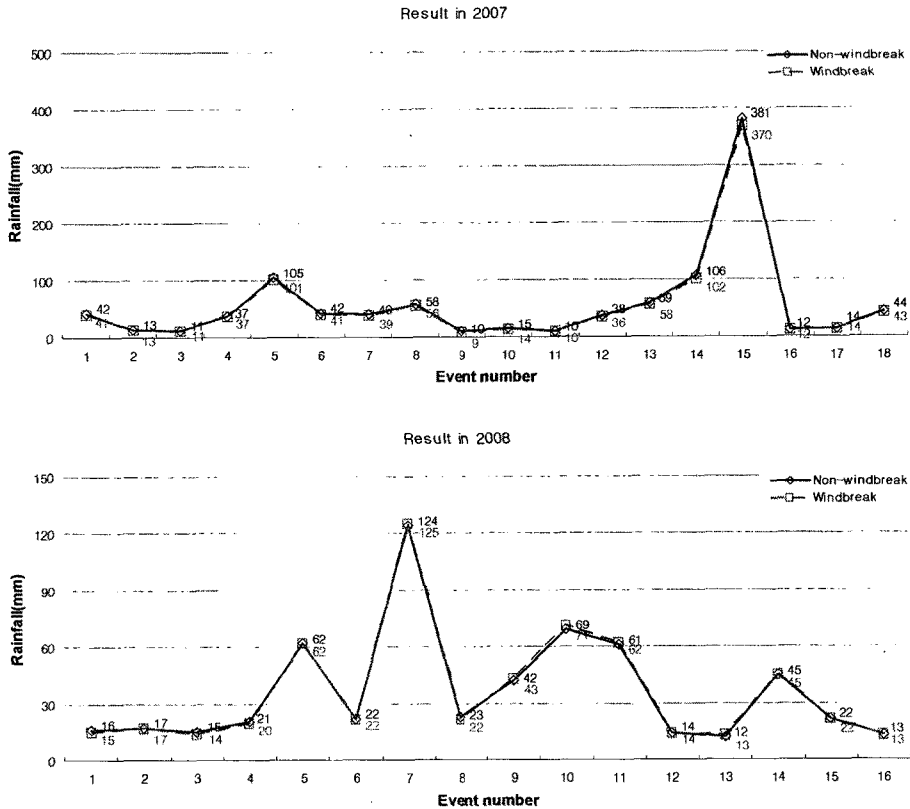


Fig. 4. A comparison of rainfall according to the existence and nonexistence of windbreak.

**3.2. 인근 지장물 유무 및 설치높이에 따른 오차 비교 분석**

인근 지장물 유무 및 설치높이에 따른 강우오차를 비교분석하기 위해 Fig. 2에 보여지는 우량계를 통해 강우량을 관측하였으며 그 결과는 Fig. 5와 같다. Fig. 5의 결과를 보면 2007, 2008년에서 모두 지장물의 유무에 따라 트렌드가 같이 이동하는 것으로 볼 수는 있으나 평균 오차율을 보면 우량계 인근에 지장물이 설치되어 있는 경우 그렇지 않은 경우보다 2007년에는 2.49% 2008년에는 4.1%로 우량값이 전반적으로 많이 측정되는 것으로 분석되었다. 본 분석에서는 이와 같은 주변 영향을 단순히 안테나만을 고려하였지만 주변이 나무나 큰 건물이 있을시는 다른 영향이 있을 것으로 판단된다. 또한 설치 높이에 따른 비교분석 결과는 2008년에 우량계를 지면에 설치하여 관측을 실시하였으며 분석결과는 Fig. 6과 같다. Fig. 6의 결과를 보면 지면에 설치

된 우량계가 옥상에 설치된 경우보다 우량값이 항상 4.89% 많이 측정되는 것으로 나타났으며 오차량이 타 사례에 비해 가장 많이 측정되는 것으로 보아 강우오차 발생의 가장 큰 요인으로 판단되었다.

**3.3. 잔디식재 유무에 따른 오차 비교 분석**

잔디식재 유무에 따른 강우오차를 비교 분석하기 위해 Fig. 3에 보여지는 우량계를 통해 강우량을 관측하였으며 그 결과는 Fig. 7과 같다. Fig. 7의 결과를 보면 2007년, 2008년의 평균오차율은 각각 0.91%, 2.64%로 분석되었으며 또한 오차량도 타 사례에 비해 매우 적었을 뿐만아니라 오차발생 패턴 역시 일정하지 않아 잔디식재 유무가 강우량 오차 발생에는 별다른 영향을 주지 않는 것으로 분석되었다.

**3.4. 풍속에 따른 강우오차 비교 분석 결과**

본 연구에서는 추가적으로 현장에 풍속을 측정을 실시하여 본 연구의 사례별 풍속에 대한 영향 정도

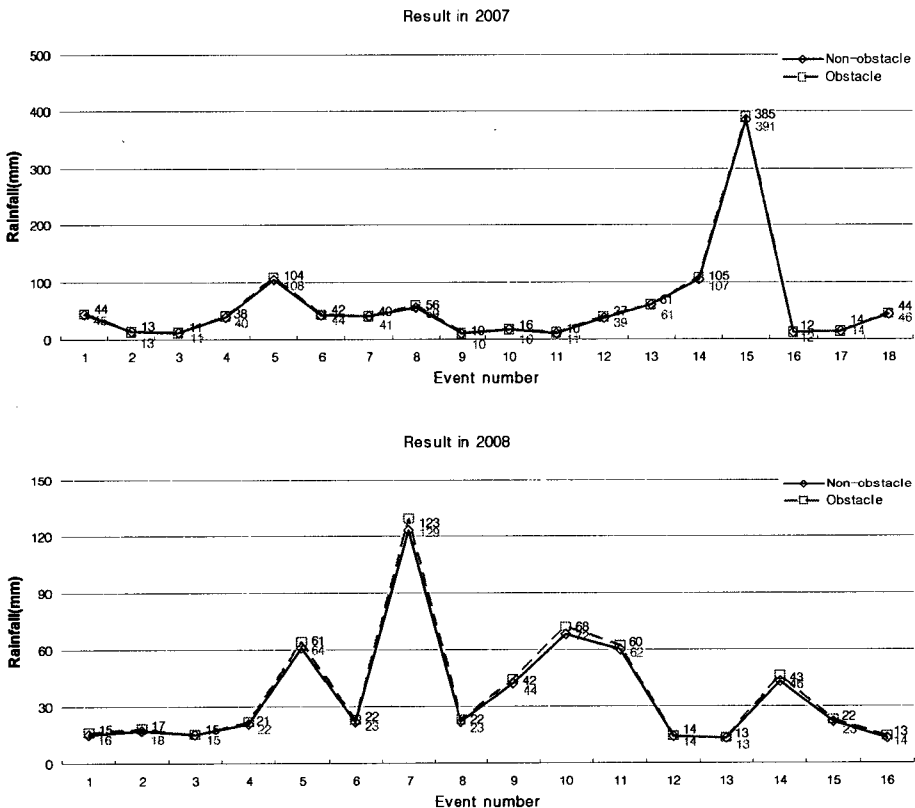


Fig. 5. A comparison of rainfall according to the existence or nonexistence of obstacle.

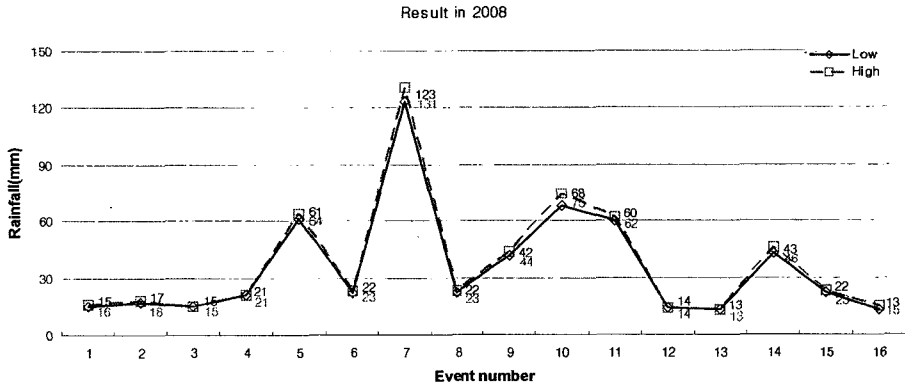


Fig. 6. A comparison of rainfall according to the difference of installation elevation.

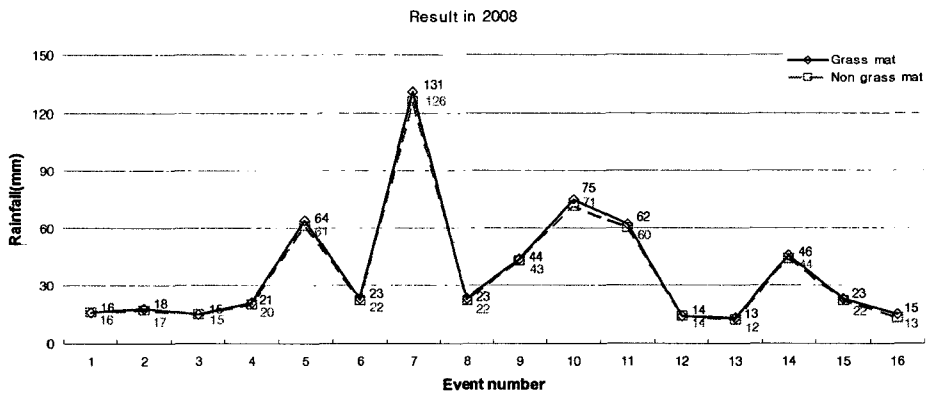
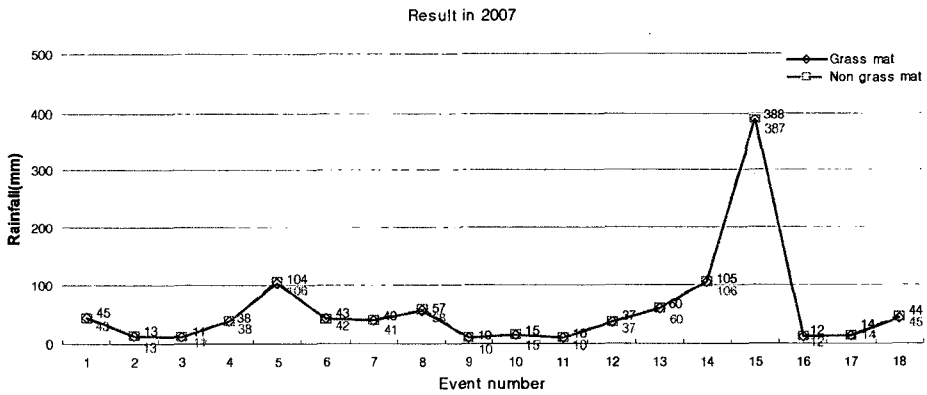


Fig. 7. A comparison of rainfall according to the existence and nonexistence of grass mat.

를 비교분석 하였으며 그 결과 Table 1과 같다. Table 1의 결과를 보면 장애물 유무 및 설치높이 차이의 사례는 풍속이 높을수록 오차가 더 크게 발생

하였으며 바람막이 유무 사례는 풍속이 높을 경우 오히려 오차가 줄어들었다. 이는 장애물 및 설치높이는 풍속과 정(+)의 상관관계이며 바람막이 유무

**Table 1.** The error of rainfall according to the change of wind speed

Event	Wind speed (m/s)	Error of rainfall (%)			
		Obstacle	Windbreak	Elevation	Grass mat
1	-	6.25	6.25	-6.66	6.25
2	-	5.55	0.00	-5.88	-5.88
3	0.931	0.00	6.66	0.00	6.66
4	1.236	4.54	4.76	0.00	-5.00
5	0.763	4.68	0.00	-4.91	0.00
6	1.158	4.34	0.00	-4.54	0.00
7	1.125	4.65	-0.80	-6.50	0.00
8	0.218	4.34	4.34	-4.54	0.00
9	0.663	4.54	-2.38	-4.76	2.32
10	1.836	5.55	-2.89	-10.29	0.00
11	0.703	3.22	-1.63	-3.33	0.00
12	0.419	0.00	0.00	0.00	7.14
13	0.398	0.00	-8.33	0.00	0.00
14	1.123	6.52	0.00	-6.97	-4.54
15	1.181	4.34	0.00	-4.54	4.54
16	1.139	7.14	0.00	-15.38	0.00

는 부(-)의 상관관계인 것으로 분석되었다. 또한 잔디식재 유무의 사례는 풍속에 관계없이 오차가 유동적이므로 바람의 세기에는 별다른 영향을 받지 않는 것으로 분석되었다.

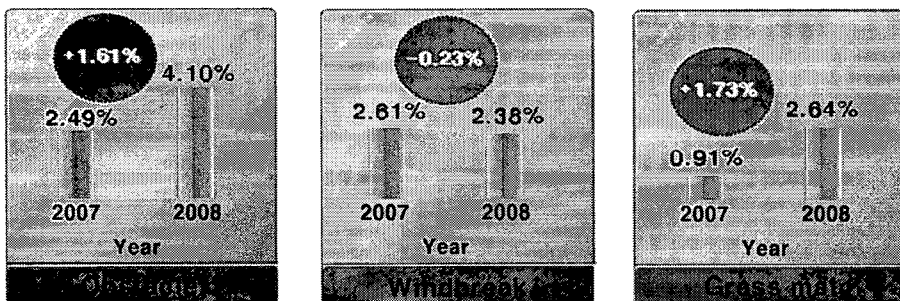
또한 '07년도와 '08년도에 대한 분석결과인 그림 5를 살펴보면 장애물 유무와 잔디식재 유무의 사례는 '07년도에 비해 '08년도에 평균 오차율이 각각 1.61% 와 1.73% 더 높게 나타나는 것을 볼 수 있으며, 이것은 '08년도의 회당 강우량이 '07년도에 비해 대체적으로 작아 1mm의 오차발생 시에도 평균 오차율이 커지는 현상으로 판단되었다. 또한 바람막이 유무의 사례는 '08년도의 평균오차율이 '07년

도에 비해 -0.23% 더 적게 나타났는데 이것은 '07년도 사용중인 강우량계 사용에 따른 오차 발생으로 판단되며 앞서 언급한 바와 같이 바람막이에 대한 오차는 경미한 것으로 나타났다.

상기 결과를 종합해 보면, 우량계 인근에 장애물이 존재하는 경우 전반적으로 우량이 증가하고 지면에서 높은 곳에 설치된 우량계에서 우량이 감소하는 것으로 분석되었으며 바람막이를 설치한 경우와 잔디식재 설치 유무에 따른 우량차이는 다소 발생하고는 있지만 큰 영향을 주지는 못하는 것으로 분석되었다.

또한 장애물 유무 및 설치높이 차이의 사례는 풍속이 높을수록 오차가 더 크게 발생하였으며 바람막이 유무 사례는 풍속이 높을 경우 오히려 오차가 줄어들었다. 이는 장애물 및 설치높이는 풍속과 정(+)의 상관관계이며 바람막이 유무는 부(-)의 상관관계인 것으로 분석되었다. 또한 잔디식재 유무의 사례는 풍속에 관계없이 오차가 유동적이므로 바람의 세기에는 별다른 영향을 받지 않는 것으로 분석되었다.

이밖에도 우량계의 오차발생 요인은 전도형(tipping bucket) 우량계의 Pulse발생을 위한 접점 소자로 초기에는 수은 접점을 사용하여 고장발생 빈도가 높았으나, 최근에는 대부분 접점소자(reed switch)를 사용하여 에러를 감소하였다. 또한 일반적으로 관측국은 산악지형에 위치하여 주변의 작은 나뭇잎, 특히 봄철에 발생하는 송향가루 및 공기 중의 먼지와 빗물이 결합하여 우량 수수구의 집수 구멍을 막히는 현상, 우량계 설치 불 평형에 의한 Tipping Bucket Holding으로 인한 오차가 발생하는 경우도



**Fig. 8.** A average error rate of rainfall according to the installation conditions of rain gauges.

중중 일어나고 있다.

#### 4. 결 론

'07년부터 '08년에 걸친 시험결과, 바람막이 설치 유무는 '07년과는 달리 '08년 비교 분석 시 바람막이 설치가 실제 강우오차 감소에 영향을 미치지 않는다는 분석 결과가 나타났으며, 인근 지장물 유무와 설치높이 차이는 우량관측 시 오차발생에 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 또한 설치높이 차이는 4가지 기준의 시험 중 오차율이 4.89%로 가장 크게 나타나 인근 지장물 유무는 인근에 지장물 존재 시 장애물의 영향으로 우량값이 실제보다 많이 측정되는 분석결과가 도출되었다. 또한 잔디식재 유무는 오차율이 매우 적고, 발생오차에 일정패턴이 없으므로 강우 오차발생에는 별다른 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다. 마지막으로 풍속에 따른 오차발생을 비교 분석한 결과, 지장물 및 설치높이는 풍속과 정(+)의 상관관계이고 바람막이 유무는 부(-)의 상관관계인 것으로 분석되었으며 또한 잔디식재 유무의 사례는 풍속에 관계없이 오차가 유동

적이므로 바람의 세기에는 별다른 영향을 받지 않는 것으로 분석되었다.

#### 참 고 문 헌

- 1) 기상청, 2006, 기상측기별 설치기준(기상청 고시 제 2006-35호), 기상청, 1167-1169.
- 2) Sevruk B., Y. A. Roulet and V. Nespor, 2000, Corrections of the wind induced error of tipping bucket precipitation gauges in Switzerland using numerical simulation, Instruments and Observing Methods Report, No. 74, 144-147.
- 3) 수자원공사, 2004, 수자원기초자료 신뢰도 제고를 위한 수위계 및 우량계 검보정방안 연구 보고서(3차년도), 한국수자원공사, 1-53.
- 4) 우덕모, 2002, 전도형 우량계의 강우강도별 특성, 한국기상학회지 38(5), 479-491.
- 5) WMO, 1994, Guide to hydrological practice, World Meteorological Organization, No. 168.
- 6) 測候時報, 1996, 降雨強度の 觀測, 氣象廳, 63(5), 15-22.
- 7) 이부용, 2004, 0.01 mm 급 우량계 개발에 관한 연구, 한국환경과학회지, 13(7), 637-643.