

'98년 부산지방 강우자료를 이용한 동의대 EMS의 신뢰성 분석

The Reliability Analysis of Donggeui Univ.'s EMS with Rainfall Datum in Pusan Region

서 규우* · 송 일준** · 우 상환*** · ○김 남길****

1. 서 론

강수자료는 모든 수문사상을 해석할 때 가장 기본적으로 필요한 중요한 자료이며 기상학적으로 볼 때 수문순환의 근본적인 원인이라고 할 수 있다. 강수는 대기수로부터 근원이 되므로 바람, 대기온도, 대기압 등의 기상학적 인자에 의해 영향을 받게 되며 강수의 형태는 강우, 강설, 우박, 보슬비 등 다양한 형태로 나타난다. 강수를 측정하는 기구에는 다양한 종류가 있으나 지역에 따른 강수량의 규모나 강우강도에 따라 선택을 해야 한다.¹⁾ 강수의 측정은 보통 매일 0시에서 24시까지의 양을 일우량으로 측정한다. 모든 형태의 우량은 일정한 면적의 용기에 내린 물의 수직높이로 나타내며 우리 나라에서는 보통 mm로 표시한다. 강우량을 측정하는 우량계에는 크게 수동식우량계와 자기우량계로 나눌 수 있는데 강우사상은 예상할 수 없는 시간에 예측할 수 없는 양으로 발생되므로 인력의 낭비와 자료의 정확성 등을 고려할 때 자기우량계를 설치하여 관측하고 있다.²⁾ 본 연구에서는 부산지방의 공식관측기관인 부산지방 기상청에 설치된 우량계의 측정값을 기준으로 1998년 동의대학교 공과대학 실습공장 옥상에 설치, 운영되고 있는 EMS 기상관측장치의 우량자료를 일강우량, 1시간최대강우량, 10분최대강우량, 주요 강우사상 별로 비교분석하여 동의대 EMS 강우자료의 검정 및 신뢰성을 확인하고 차후 수문해석시 부산지방을 대표하는 강우자료로 활용할 수 있도록 한다.³⁾⁴⁾

2. 강우관측기기 및 방법

2.1 자기우량계(auto recording gages)

2.1.1 Tipping bucket형 자기우량계

가장 일반적으로 사용되고 있는 자기우량계로 저울과 같이 2개의 bucket이 양 끝에 설치되어 우량이 집수, 깔때기를 통해 bucket에 저장되면서 2개의 bucket이 번갈아 가며 수수기에 물을 담는다. 따라서 이 계기는 무게를 수위로 환산하여 디지털형식으로 나타내는 것이 적합하다. 2개의 bucket이 위치가 바뀌어지는데 소요되는 시간이 0.2초정도인데 강우강도가 큰 호우발생시에는 이 시간에 내리는 우량을 놓쳐 오차가 발생할 수 있다. 통산 25mm/hr의 강우강도에 대해 10%내외의 오차를 보인다. 또한 강우강도가 약한 강우시에 bucket이 움직이지 않아 강우의 시작과 종료를 제대로 파악할 수 없다는 단점도 있다. 동의대학교에 설치된 EMS 관측기기(그림 1)도 이러한 형식이며 자료가 임의로 설정한 간격으로 기록된다.

* 동의대학교 토목공학과 전임강사
** 동의대학교 토목공학과 교수
*** 동의대학교 산업기술대학원 석사과정
**** 동의대학교 대학원 석사과정



그림 1. 동의대학교 EMS 우량관측기기의 외부 및 내부채널과 메모리장치

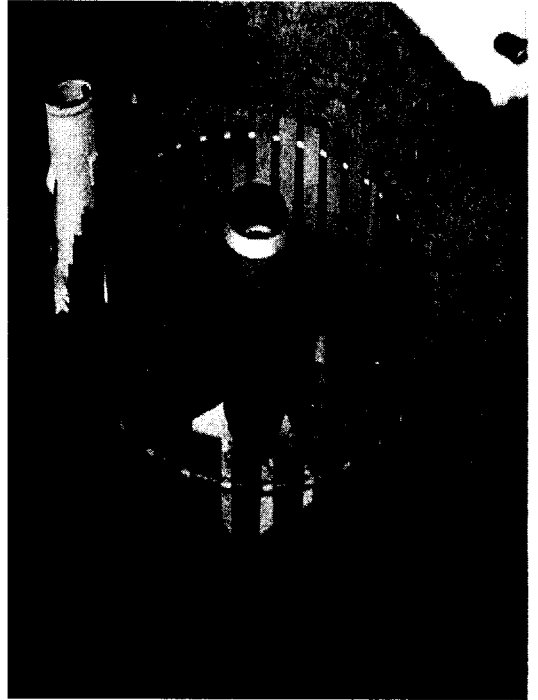


그림 2. 부산기방 기상청의 우량관측기기

2.1.2 weighing형 자기우량계

강설이나 강우도 무리없이 측정할 수 있는 계기로 6시간에서 17개월 정도까지 작동이 가능하다. 그러나 대기에 계기의 수표면이 많이 노출되어 있어 증발량을 고려해야 하며 바람의 영향도 고려해야 한다. bucket에 담긴 우량의 무게를 계속해서 도시하기 때문에 누적우량에 대한 자료를 얻을 수 있다. 부산지방 기상청의 자기우량계(그림 2)는 1일 24시간을 기본단위로 매일 우량지를 교체, 기록하고 있다. 이 기록지를 직접 수작업을 통해 각 시간단위로 읽어 정리한다.

2.1.3 floating형 자기우량계

집수기에 모인 우량을 부표에 있는 통으로 유도시켜 수위를 측정하는 방법으로 사이펀으로 일정한 높이가 되면 배출하는데 강우만을 측정할 수 있다는 단점이 있다.

2.2 EMS의 구성 및 관측방법

2.2.1 EMS의 구조 및 세부장치

EMS(Environment Monitoring Station, 환경 모니터링장치)는 광범위한 지역에서의 기상 및 환경자료를 실시간으로 관측, 기록 할 수 있는 장치로서, 하드웨어부분과 소프트웨어 부분으로 구성되어 있으며 세부장치의 제원은 표 1과 같다.

표 1. 동의대 EMS 관측기기의 세부장치 및 제원

	장치명	측정범위(Range) 및 성능	정밀도(Accuracy) 및 기타
센서부	풍속계 (Windspeed)	0~75m/sec	2%
	표면 습윤계 (Surface wetness sensor)	dry(0.0V)~Wet(1.0V)	-
	상대습도계 (Relative humidity sensor)	0~99%	0~95%범위내에서 2% 작동온도 -30~70℃
	강우계 (Raingauge)	0.2mm/tip	1%
기록부	데이터기록기 (MM900 Logger)	기억용량 : 131,072bytes	Analog Channel 4개 Digital Channel 3개
	бат데리팩 (Battery pack)	12V 충전식 Battery	방수, 밀폐형
	충전기 (Battery charger)	110~240V 50/60 Hz	3극
	기본틀 (Frame)	2m×2, 가로빔 1개	센서 거치용

2.2.2 EMS의 기록 및 작동방법

각 센서당 지정된 채널로부터 기록값을 읽어 들이며 저장하는 방법을 설정할 수 있다. 또한 내장되어 있는 메모리에 저장할 수 있으며 프린터로 즉시 출력이 가능하고 저장하는 방법에 있어서도 데이터 저장의 시간간격을 설정할 수 있다. 사용자의 목적에 따라 5분에서 24시간의 임의의 시간간격을 정할 수 있고 저장할 수 있다. 저장된 데이터의 출력에 있어서도 필요한 센서만 골라서 출력할 수 있으며, 받아놓은 자료는 지정된 날짜, 시간에 따라 출력된다. 본 연구에서는 강우량을 5분 간격으로 설정하여 기록하였고 부산지방기상청의 간격인 10분에 맞도록 합산하여 정리하였다.

3. 강우자료의 조사 및 비교분석

3.1 '98년 부산지방 강우자료와 EMS 강우자료의 비교

부산지방 기상청(동경 129° 02' 04", 북위 35° 06' 19")은 부산시내 대청동에 소재하고 있으며 동의대 EMS의 설치위치(동경 129° 01' 48", 북위 35° 08' 45")는 기상청에서 거의 비슷한 정도상으로 북쪽으로 직선거리 약 4km 위에 위치하고 있다.

본 연구에서는 동의대학교 EMS가 설치된 98년 6월 26일 이후 하절기 장마, 홍수, 태풍 등 큰 강우사상을 발생시킨 98년 10월15일까지 약 4개월의 기간을 자료조사 기간으로 설정하고 동의대 EMS 기상관측자료중 강우자료와 부산지방 기상청에서 관측된 자기우량지에 의한 공식강우기록지를 이용하여 강우발생일로 기록된 날짜를 조사하였다.⁵⁾

조사 결과 총 조사기간 111일중 동의대 EMS 관측기기에서는 61일, 부산지방 기상청에서는 65일로 나타났다. 동의대 EMS가 상대적으로 부산지방 기상청에 비하여 작게 나오는 이유는 계기의 최소단위가 0.2mm이기 때문에 기상청에서의 강우기준인 0.1mm에 비해서 상대적으로 0.2mm이하의 강우는 계측되지 않았기 때문인 것으로 파악된다. 두 곳 중 한곳이라도 강우가 기록된 자료를 모두 포함하여 일강우량, 1시간최대강우량, 10분 최대강우량값을 서로 비교정리하면 표 2와 같다.⁶⁾⁷⁸⁾

표 2. 일강우, 1시간최대, 10분최대 강우량자료의 비교 (단위:mm)

날짜	1일 최대 강우량		1시간 최대 강우량		10분 최대 강우량		날짜	1일 최대 강우량		1시간 최대 강우량		10분 최대 강우량	
	동의대 EMS	기상청	동의대 EMS	기상청	동의대 EMS	기상청		동의대 EMS	기상청	동의대 EMS	기상청	동의대 EMS	기상청
6월 27일	8.8	13.1	2.2	3.9	1.0	1.4	8월 12일	6.8	13.5	6.4	13.4	5.6	8.5
6월 28일	11.6	14.8	4.2	4.7	1.6	2.3	8월 13일	24.4	21.7	5.6	5.2	2.8	1.6
6월 30일	7.4	7.8	2.4	2.6	0.8	1.3	8월 14일	3.6	15.7	3.6	15.4	3.6	15.3
7월 1일	3.0	2.3	2.0	1.7	1.6	1.2	8월 15일	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1
7월 3일	0.2	0.7	0.2	0.5	0.2	0.3	8월 16일	2.8	6.4	2.2	5.6	2.0	4.5
7월 4일	0.2	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	8월 17일	2.2	12.0	12.6	9.8	5.0	3.8
7월 6일	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	8월 18일	15.6	25.5	3.6	7.1	1.0	4.0
7월 15일	96.0	102.9	18.0	18.2	6.6	4.8	8월 23일	14.4	24.0	5.2	11.6	1.8	10.5
7월 16일	13.0	13.8	2.8	3.6	0.8	1.4	9월 19일	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
7월 18일	6.8	6.6	3.2	2.4	1.4	1.5	9월 20일	0.2	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0
7월 19일	24.6	28.2	18.2	22.9	4.8	8.6	9월 21일	1.4	1.4	0.6	0.7	0.4	0.7
7월 20일	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9월 24일	1.4	2.0	1.0	1.0	0.4	0.5
7월 21일	12.6	12.3	8.6	6.6	5.2	4.5	9월 26일	0.4	0.3	0.4	0.3	0.2	0.3
7월 22일	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	9월 27일	0.4	0.7	0.4	0.3	0.2	0.1
7월 25일	18.8	18.7	7.2	8.5	2.0	2.7	9월 28일	2.4	1.4	1.0	0.6	0.2	0.2
7월 26일	35.6	27.2	9.8	12.9	4.2	5.7	9월 29일	52.4	46.5	6.6	10.7	2.8	2.7
7월 27일	1.2	0.8	1.0	0.8	0.4	0.3	9월 30일	140.8	147.7	19.0	21.5	4.6	6.0
7월 28일	2.2	0.5	1.4	0.2	1.2	0.1	10월 1일	3.2	2.6	1.8	1.4	0.6	1.0
7월 29일	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	10월 7일	3.2	3.5	1.6	1.6	0.6	0.8
7월 31일	8.2	9.1	6.8	8.2	3.4	6.6	10월 11일	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1
8월 1일	106.0	98.1	18.0	50.0	12.2	12.7	10월 12일	80.2	78.6	11.8	11.3	4.0	3.0
8월 2일	91.8	98.4	25.6	33.4	9.2	12.3	10월 13일	18.0	22.6	12.0	12.4	4.6	4.7
8월 3일	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	10월 14일	34.4	23.1	17.8	16.6	4.0	6.8
8월 6일	1.6	1.4	1.2	1.0	0.4	0.8	10월 15일	6.0	5.1	3.6	2.8	1.0	0.8
8월 8일	2.6	6.4	2.2	4.0	0.8	1.6							
8월 9일	3.6	2.4	3.2	2.4	0.8	0.9							
8월 10일	7.2	9.7	3.2	3.0	1.2	0.9							
8월 11일	0.2	2.2	0.2	2.2	0.2	2.2							

3.2 강우자료의 상대오차 분석

동의대 EMS의 강우자료들의 신뢰성을 살펴보기 위해 부산지방 기상청의 1일, 1시간최대, 10분최대 강우량 자료를 기준으로 표 2의 자료에서 미미한 강우발생일을 제외하고 일강우량 10mm이상의 강우 자료들만을 골라서 동의대 EMS의 1일, 1시간최대, 10분최대 강우량 자료의 상대오차를 구해보면 다음 그림 3~5와 같다.

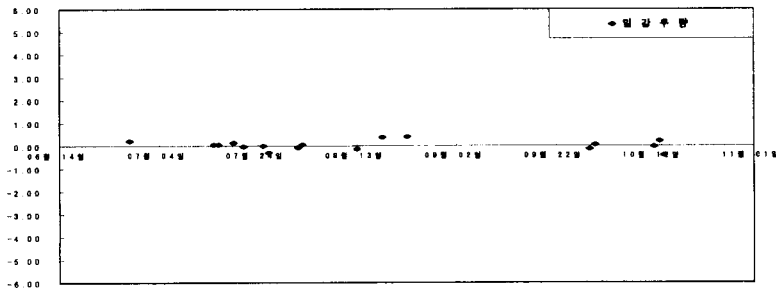


그림 3. 1일 강우량 자료의 상대오차

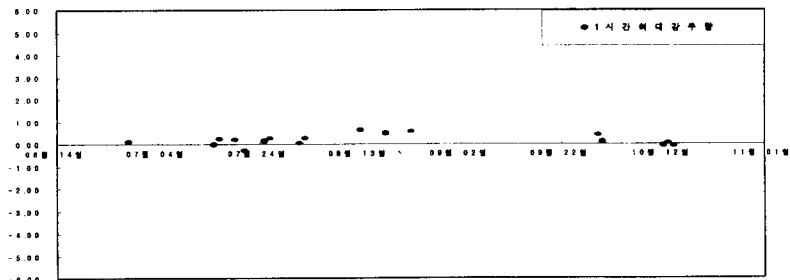


그림 4. 1시간 최대 강우량 자료의 상대오차

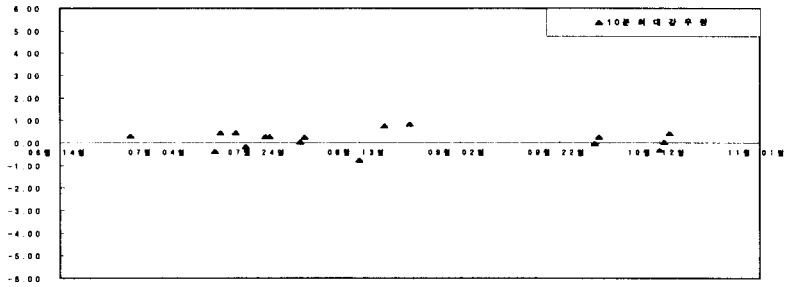


그림 5. 10분 최대 강우량 자료의 상대오차

3.3 주요 강우사상별 시간분포 비교분석

동의대 EMS의 강우자료들의 신뢰성을 더욱 구체적으로 확인하기 위해 도시적인 방법을 사용하여 조사기간중 발생한 주요 강우사상에서 강우량이 큰 대표적인 4가지 사상을 선정하여 두 기관에서의 강우발생 전 시간동안의 시간적 분포양상을 그래프로 나타내어 확인하였다.

그림 6은 동의대 EMS에서 7월 15일 00시 00분~16일 10시 20분까지, 부산 기상청 우량계에서 7월 15일 00시 00분~16일 11시 20분까지 기록된 강우자료를 같은 시간대로 나타냈으며 분포양상이 비슷함을 확인할 수 있었다. 그림 7은 동의대 EMS에서 7월 26일 00시 00분~07시 40분까지, 부산 기상청 우량계에서는 7월 26일 00시 00분~09시 00분까지의 시간적 분포 기록이다. 그림 8은 동의대 EMS에서 8월 1일 03시 00분~12시 20분까지, 부산 기상청 우량계에서 8월 1일 03시 00분~15시 00분까지의 기록을 나타냈다. 그림 9는 동의대 EMS에서 10월 12일 10시 40분~23시 50분까지, 부산 기상청 우량계에서 10월 12일 10시 40분~23시 30분까지의 강우자료를 시간적으로 분포시킨 것이다. 이를 보면 전체적인 전개양상이 거의 비슷함을 확인할 수 있다.

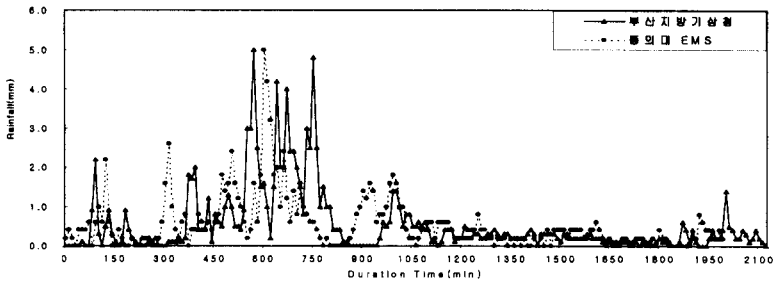


그림 6. 98년 7월 15일~16일 강우사상의 시간적 분포양상

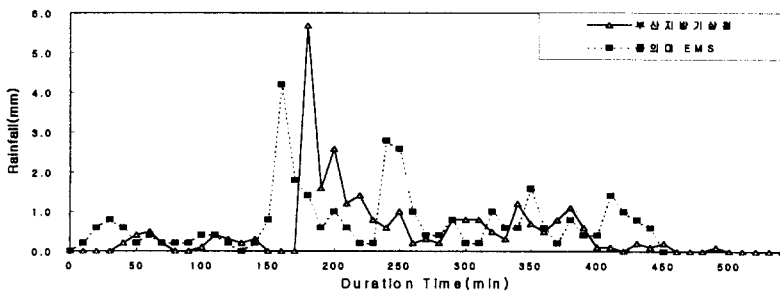


그림 7. 98년 7월 26일 강우사상의 시간적 분포양상

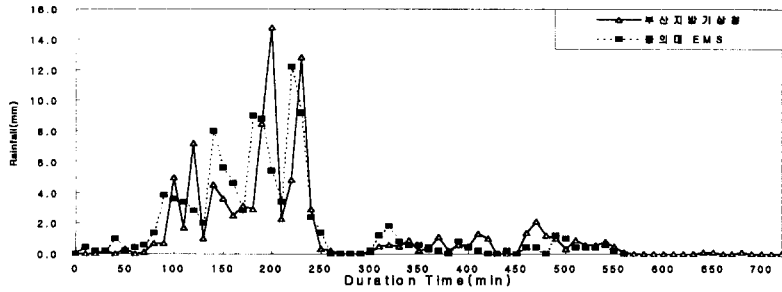


그림 8. 98년 8월 1일 강우사상의 시간적 분포 양상

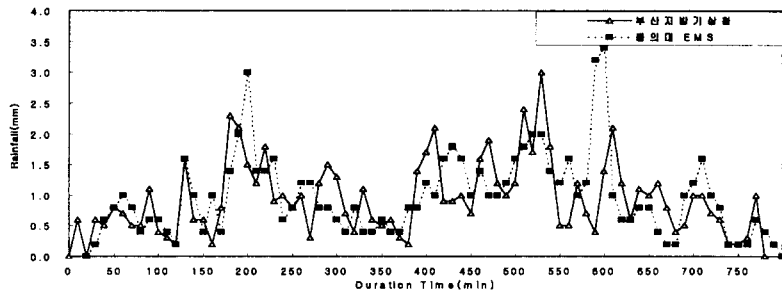


그림 9. 98년 10월 12일 강우사상의 시간적 분포 양상

4. 결 론

본 연구에서는 부산지방의 공식관측기관인 부산지방 기상청에 설치된 우량계의 계측값을 기준으로 1998년부터 동의대학교 공과대학에 설치하여 운영하고 있는 EMS 기상관측장치의 우량자료를 일강우량, 1시간최대강우량, 10분최대강우량, 주요 강우사상별로 나누어 기상청 자료에 대한 각 자료의 상대오차를 구하여 신뢰성을 비교분석하였다. 그리고 조사기간중 발생한 큰 강우사상(7월 15~16일, 7월 26일, 8월 1일, 10월 12일)별로 시간적 분포에 따른 전개양상을 도시적 방법으로 비교해 보았을 때 분포양상과 Pattern의 유사함으로 동의대 EMS의 강우량자료의 검정 및 신뢰성을 확인할 수 있었다. 이로써 동의대 EMS 강우관측자료는 추후에 수문해석시 부산지방을 대표하는 강우자료로 활용될 수 있을 것이다.

5. 참고문헌

- 1) 서규우, 조원철(1998), 도시수문학, 도서출판 엔지니어즈
- 2) 이원환(1998), 수문학, 문운당
- 3) 부산지방 기상청 1일 자기우량지 사본('98년 6월 27일~'98년 10월 15일)
- 4) EMS 매뉴얼(1997), 영국 ELE사.
- 5) EMS 우량자료('98년 6월 27일~'98년 10월 15일)
- 6) 조선일보 날씨기사('98년 6월 27일~'98년 10월 15일)
- 7) 부산일보 날씨기사('98년 6월 27일~'98년 10월 15일)
- 8) 한국일보 날씨기사('98년 6월 27일~'98년 10월 15일)