

서울지방 1분 자료를 이용한 강수자료의 환산계수 산정

Adjustment factors of Precipitation using One-minute Data in Seoul

조한성*, 엄명진**, 조원철***, 조주영****

Hanseong Jo, Myoung-Jin Um, Woncheol Cho, Joo Young Cho

요 지

현재 기상청에서 제공하는 강수자료는 정시자료로서 수문학적 의미의 임의지속시간 강수자료라 볼 수 없다. 따라서 이러한 정시자료를 임의지속시간 강수자료로 변환하여 사용하여야 한다. 이러한 환산계수는 국외에서는 Weiss(1964), Dwyer와 Reed(1995) 등에 의하여 제시되어졌고, 국내에서는 김규호 등(1988)등이 환산계수를 제시한 바 있다. 그렇지만 기존 연구의 자료들은 목측에 의한 자료로서 많은 불확실성을 가지고 있다. 최근 관측기기의 발달에 의하여 기상청에서는 1분 단위의 관측 자료를 구축하였다. 따라서 본 연구에서는 이러한 1분 단위 강수자료를 이용하여 수문학적 의미의 임의지속시간 강수자료를 적출하여 보다 정확하게 강수자료의 환산계수(Adjustment factor)를 구축하는데 목적이 있다.

본 연구에서는 서울지방 7개 자동기상관측소(AWS:Automatic Weather Station)에서 관측된 6개년(2000년~2005년) 1분 강수자료를 이용하여 고정시간 연 최대강수량과 임의시간 연 최대강수량간의 관계를 연구하였다. 1분 강수자료를 이용하여 고정시간과 임의지속시간에 대한 연 최대치 강수 계열을 구축·도시한 후 선형회귀분석에 의해 선정된 계수를 환산계수로 제시하였다. 고정시간 1시간부터 24시간까지의 최대강수량과 임의시간 간격 최대강수량의 비율을 분석한 결과 환산계수는 지속시간이 증가함에 따라 비선형적으로 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 관계를 이용하면 정시 강수자료를 보다 정확하게 임의지속시간 강수자료로 환산할 수 있을 것으로 판단된다.

핵심용어 : 1분 강수자료, 고정시간, 임의시간, 환산계수

1. 서 론

오늘날 강수로 인한 피해의 규모는 더욱 대형화 되어가는 추세로 특히 도시지역의 호우는 단기간에 집중되어 내리는 집중호우적 특성과 계절라성 호우의 특성을 띄고 있기 때문에 예측과 예방에 있어 여러 가지 어려움을 내포하고 있다. 이러한 도시지역에서 발생하는 강수의 피해를 줄이고 이·치수 계획에 반영하기 위해서는 강수자료의 분석을 통해 지역특성 및 강수의 특성을 파악하는 것이 중요하다. 강수의 특성을 보다 정확히 파악하기 위해서는 가능한 작은 시간단위를 가지는 강수의 자료가 필요한데 수문학 뿐 아니라 여러 분야에서도 1분 단위 강수자료의 중요성은 더

* 정회원-(주)동일기술공사 수자원부 사원·공학석사 · E-mail : hydrohs@yahoo.co.kr
** 정회원-연세대학교 대학원 토목공학과 박사과정 · E-mail : movie21@empal.com
*** 정회원-연세대학교 공과대학 사회환경시스템공학부 교수 · E-mail : woncheol@yonsei.ac.kr
**** 기상청 관측항사정책과과장 · E-mail : jycho@kma.go.kr

속 부각 되어가는 실정이다. 따라서 시간단위 자료로부터 1분 단위 자료를 얻기 위한 여러 가지 연구가 이뤄지고 있으나 1시간 자료로부터 1분 자료의 분포를 추정해내는 것은 시간 간격이 너무 크기 때문에 오차가 클 확률이 높을 뿐 아니라 지속시간에 있어서 순간적인 강수의 특성을 파악하는 데에는 여러 가지 문제점을 나타내고 있다. 그러나 기상청의 자동기상관측장비(AWS: Automatic Weather Station)에서 관측된 1분 강수자료의 활용으로 보다 정확한 강수특성을 파악할 수 있게 됨에 따라 위와 같은 오류를 없애고, 전 지속시간에 걸친 강수의 특성을 파악할 수 있게 되었다.

도시의 변화와 아울러 기후여건이나 유출의 여건도 많은 변화를 낳고 있기 때문에 보다 정확한 강수자료를 수집·검토하고, 실제에 가까운 강수의 특성을 파악하는 것이 중요하다. 따라서 시간단위나 10분 단위의 강수자료보다는 분 단위 강수자료 획득의 개발과 이를 이용한 강수자료의 통계적 분석을 통해 강수형태의 정확한 분석과 연구가 이루어져야 한다.

2. 강수자료의 분석

2.1 고정시간 및 임의시간 강수의 정의

본 연구에서 사용한 고정시간이란 기상청에서 발표하는 정시를 의미한다. 현재 기상청에서는 매시 00분에 강수량을 발표하는데 즉, 00시 00분부터 매분마다 누적된 강수량을 01시 00분에 01시 강수량으로 발표하고 있다. 또한, 임의시간이란 수문학적 의미의 강수지속시간으로 그림 1에 보이는 바와 같이 강수가 지속되는 동안의 임의시간을 의미한다.

고정시간 최대강수량이란 연 강수자료에서 매 정시에 측정된 각각의 강수량을 시간단위로 이동시켜 찾은 최대강수량을 의미하고, 임의시간 최대강수량이란 1분 단위 강수자료를 이용하여 1분단위로 이동시켜 찾은 최대강수량을 의미한다.

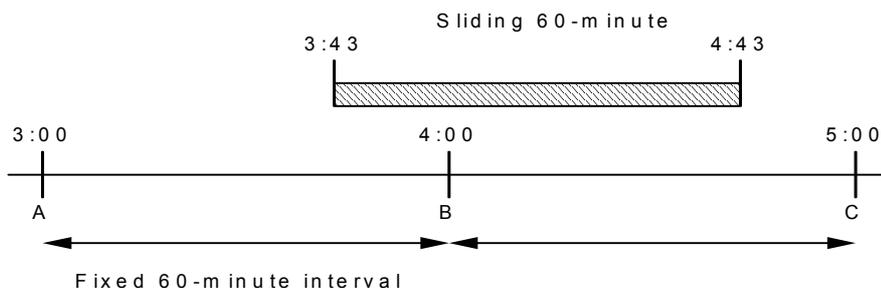


그림 1. 고정시간-임의시간.

2.2 분석방법

서울지방 7개 지점의 2000년 1월 1일 00시 00분부터 2005년 10월 31일 23시 59분까지의 1분 단위 강수 자료를 이용하여, 1시간부터 24시간에 대해 고정시간 연 최대강수량과 임의시간 연 최대강수량 자료를 구축하였다. 이를 X축에 고정시간 연 최대강수량, Y축에 임의시간 연 최대강수량을 그림 2~5와 같이 도시하여 선형회귀분석에 의한 환산계수를 산정하였다. 또한, 각 시간별 환산계수를 이용하여 그림 6~7과 같이 X축에 고정시간, Y축에 환산계수를 도시한 후 비선형 회귀 분석을 통해 하나의 회귀곡선식을 찾았다.

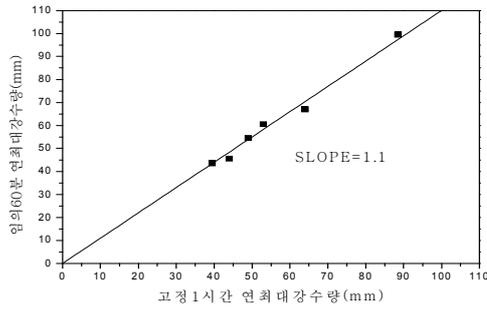


그림 2. 고정 1시간-임의 60분(서울지점).

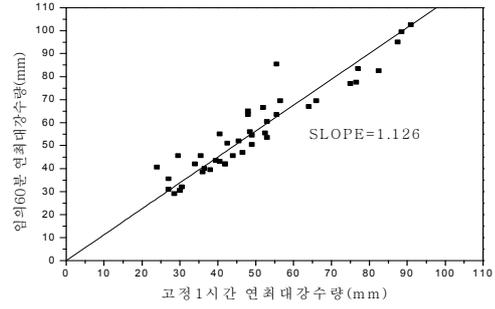


그림 3. 고정 1시간-임의 60분(서울지방).

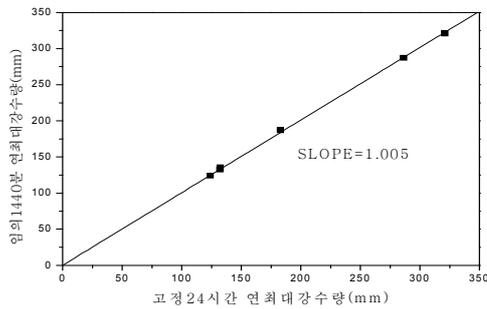


그림 4. 고정 24시간-임의 1440분(서울지점).

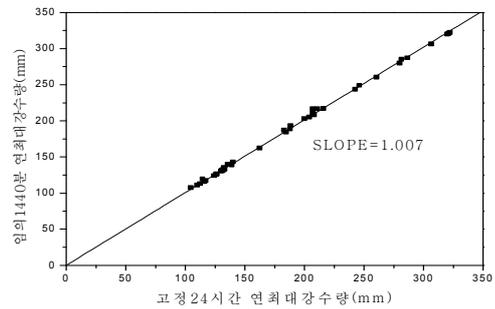


그림 5. 고정 24시간-임의 1440분(서울지방).

3. 분석결과

이와 같이 산정된 서울지방 7개 지점에 대한 환산계수와 그 평균값을 표 1에 제시하고, 그림 6~7에 도시하였다. 표 1에서 알 수 있는 바와 같이 서울지점에 대한 수문학적 의미의 임의 지속시간 60분의 연 최대강수량자료는 고정시간 1시간 간격의 연 최대강수량에 비해 약 1.1배의 값을 갖으며, 고정시간 12시간 이후부터는 1.01이하로 거의 1.00에 가까워진다는 것을 알 수 있다. 각각의 고정시간에 대한 환산계수는 99%의 높은 결정계수를 나타내었다. 또한, 각 지점별로 고정시간 1시간의 환산계수는 1.045부터 1.306까지 각각 큰 차이를 보였으며, 평균 1.126의 환산계수를 도출하였다. 회귀분석을 통한 적합식을 확립한 결과는 표 2.(서울지점)~3.(서울지방)과 같다. 표 2와 표 3의 식들 가운데 1번의 Rational 식은 지속시간이 18시간이상으로 길어지는데 따라 환산계수가 증가하는 경향을 보여서 합리성이 결여되는 경향을 보이고 있다. 따라서 적절한 분포형으로 볼 수 없다고 할 수 있다. 표 2의 3번 식과 표 3의 8~10번 식들은 결정계수가 0.99 이상이나 지속시간이 길어짐에 따라 환산계수가 1.00 이하로 떨어지는 경향을 보이고 있어, 이 식들 역시 합리적이지 못한 것을 알 수 있다. 따라서 서울지점에서는 2, 4, 5번 식을, 서울지방에서는 2~7번 형태의 식을 사용할 것을 권장할 수 있다. 사용자의 편리성과 선호도에 따라서 선택적으로 사용 할 수 있겠다.

표 1. 서울지방의 지속시간별 환산계수

고정시간 (시간)	임의시간 (분)	지점별 환산계수							평균 (서울지방)
		서울	강남	강동	강서	도봉	동대문	은평	
1	60	1.100	1.174	1.045	1.306	1.074	1.132	1.053	1.126
2	120	1.054	1.053	1.060	1.018	1.075	1.054	1.118	1.062
3	180	1.040	1.030	1.033	1.041	1.035	1.011	1.051	1.034
4	240	1.029	1.014	1.038	1.009	1.071	1.021	1.026	1.030
5	300	1.024	1.005	1.030	1.013	1.010	1.015	1.015	1.016
6	360	1.003	1.004	1.005	1.022	1.011	1.006	1.010	1.009
7	420	1.019	1.004	1.015	1.016	1.008	1.005	1.013	1.011
8	480	1.009	1.005	1.009	1.013	1.007	1.010	1.018	1.010
9	540	1.012	1.005	1.006	1.005	1.005	1.001	1.005	1.006
10	600	1.007	1.004	1.011	1.009	1.006	1.004	1.002	1.006
11	660	1.007	1.001	1.006	1.010	1.012	1.002	1.005	1.006
12	720	1.002	1.008	1.008	1.009	1.005	1.002	1.006	1.006
13	780	1.001	1.005	1.006	1.010	1.006	1.005	1.006	1.005
14	840	1.004	1.006	1.007	1.007	1.012	1.002	1.003	1.006
15	900	1.003	1.003	1.003	1.002	1.003	1.003	1.002	1.003
16	960	1.003	1.005	1.002	1.002	1.004	1.002	1.002	1.003
17	1020	1.003	1.004	1.001	1.001	1.002	1.002	1.001	1.002
18	1080	1.000	1.004	1.004	1.001	1.013	1.003	1.001	1.004
19	1140	1.002	1.001	1.002	1.001	1.012	1.000	1.003	1.003
20	1200	1.005	1.001	1.002	1.002	1.002	1.001	1.004	1.003
21	1260	1.003	1.009	1.003	1.004	1.006	1.003	1.007	1.005
22	1320	1.003	1.000	1.017	1.006	1.007	1.002	1.007	1.006
23	1380	1.005	1.001	1.017	1.003	1.015	1.005	1.004	1.007
24	1440	1.005	1.001	1.008	1.013	1.008	1.006	1.010	1.007

그림 6 과 7은 각각 서울지점과 서울지방의 고정시간에 대한 환산계수를 도식하고, 그 관계를 회귀분석을 통하여 산정한 회귀식의 그래프를 도식하고 있다. 환산계수 회귀곡선은 98% 이상의 결정계수를 보이는 것으로 보아 상당히 적합한 것으로 판단 할 수 있다.

표 2. 서울지점의 환산계수에 대한 적합식

번호	모델명	회귀식	결정계수
1	Rational Function	$Y=(1.2430759+1.2026724X)/(1+1.2262056X-0.00075398105X^2)$	0.9880
2	MMF Model	$Y=(0.99957096*0.62625715+1.1613849*X^{-1.5015979})/(0.62625715+X^{-1.5015979})$	0.9866
3	Weibull Model	$Y=1.169244-0.17226487*exp(-0.91714158*X^{-1.1457641})$	0.9859
4	Logistic Model	$Y=1.0036668/(1-0.13046569*exp(-0.43461842X))$	0.9847
5	Exponential Association (3)	$Y=-0.14029254(-7.1499522-exp(-0.43894247X))$	0.9836

표 3. 서울지방의 환산계수에 대한 적합식

번호	모델명	회귀식	결정계수
1	Rational Function	$Y=(1.9583419+5.6885813X)/(1+5.7938934X-0.0042095068X^2)$	0.9974
2	MMF Model	$Y=(1.0029336*0.64412583+1.2052852*X^{-1.8933408})/(0.64412583+X^{-1.8933408})$	0.9965
3	Weibull Model	$Y=1.1610074-0.15864219*exp(-1.5229905*X^{-1.7043116})$	0.9964
4	Vapor Pressure Model	$Y=exp(-0.018109886+0.13899563/X+0.0050089353ln(X))$	0.9953
5	Modified Hoerl Model	$Y=0.98205296*1.1491186*(1/X)^{0.0050089353}$	0.9953
6	Logistic Model	$Y=1.0052329/(1+0.1956547*exp(-0.6138029X))$	0.9951
7	Exponential Association (3)	$Y=-0.22036766(-4.5592086-exp(-0.63263241X))$	0.9942
8	Saturation Growth-Rate Model	$Y=0.99663106X/(-0.11502358+X)$	0.9932
9	Modified Exponential	$Y=0.99603561*e^{(0.12180675/X)}$	0.9927
10	Root Fit	$Y=0.99603561*1.1295357^{(1/X)}$	0.9927

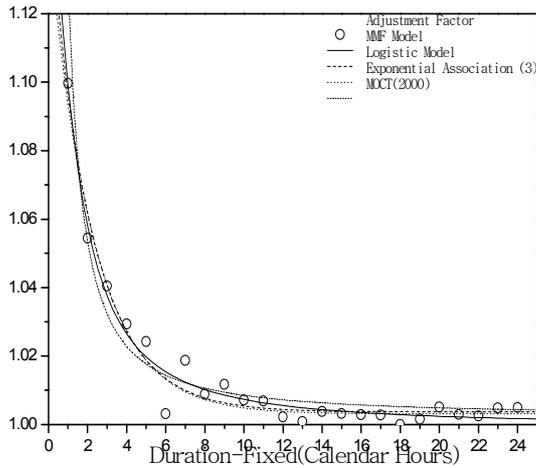


그림 6. 환산계수 회귀곡선(서울지점).

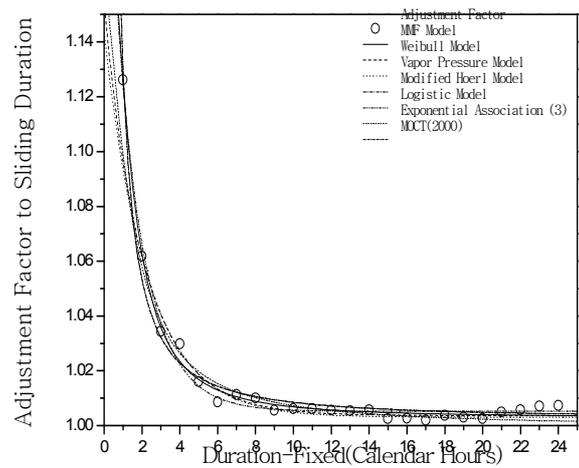


그림 7. 환산계수 회귀곡선(서울지방).

4. 결 론

본 연구에서는 2000년 이후 6년 동안의 1분 강수량 자료를 이용하여 고정시간 간격 연 최대강수량과 임의시간 연 최대강수량과의 비율을 분석하였다. 서울지방 7개 지점의 고정시간 1시간부터 24시간까지의 최대강수량과 임의시간 간격 최대강수량의 비율을 분석한 결과 환산계수는 각각 지점마다 다른 값을 도출하였다. 서울지점과 서울지방의 고정 1시간에 대한 환산계수는 각각 1.1과 1.126으로 나타났다, 12시간 이후부터는 고정시간과 임의시간의 강수량은 거의 같은 수치를 나타내었다.

참 고 문 헌

1. 김규호, 김양수, 이진원, 김승(1988). “고정시간 간격과 임의의 지속기간 최대우량간의 환산계수”, 대한토목학회 학술발표회.
2. Dwyer, I.J. and Reed, D.W(1995). “Allowance for discretization in hydrological and environment risk estimation (ADHERE). IH Report No. 123, Institute of Hydrology, Wallingford.”
3. Institute of Hydrology(1999). “Flood Estimation Handbook” Volume 2.
4. Weiss, L. L.(1964). "Ratio of true to fixed-interval maximum rainfall", J. Hydraul. Div. Proc. ASCE 90, pp. 77-82.