



A Study on Estimation of Target Precipitation in Seoul using AWS minutely Rainfall Data

Kim, Min-seok^a · Son, Hong-min^a · Moon, Young-il^{a*}

^aDepartment of Civil Engineering, The University of Seoul, Seoul 130-743, South Korea

Paper number: 15-060

Received: 11 August 2015; Revised: 12 October 2015 / 3 November 2015; Accepted: 3 November 2015

Abstract

It is very important to decide probability precipitation that is used as hydraulic structure design and target rainfall for urban disaster prevention. Especially, National Emergency Management Agency (NAMA) announced target rainfall from probability precipitation in Korea on city and district level. It makes use to performance evaluation of disaster prevention and planning of development for disasters prevention capacity target. In this study was calculated target rainfall that is duration 1~3 hour based unit of gu (borough) by point and regional frequency analysis using rainfall data of Surface Synoptic Stations (SSS) and Automatic Weather Stations (AWS). The result of this study can be utilized as a reference to related business such as disaster capability assessment and achievement of prevention capacity target against disasters. And it also will contribute to establishment of prevention capacity target against disasters.

Keywords: Target rainfall, Point frequency analysis, Regional frequency analysis

AWS 분(分) 단위 강우자료를 이용한 서울지역 특성에 따른 행정자치 구(區)별 목표강우량 산정에 관한 연구

김민석^a · 손홍민^a · 문영일^{a*}

^a서울시립대학교 토목공학과

요 지

확률강우량은 수공구조물 설계와 도시방재를 위한 기준 등으로 활용되고 있어, 확률강우량의 산정은 매우 중요하다. 특히 소방방재청에서는 확률강우량으로 우리나라 시·군 단위로 지역방재성능목표를 설정하고 이에 대한 방재성능평가 및 방재성능목표 달성을 위한 개발계획 수립 시 활용하고 있다. 본 연구에서는 현재 시·군 단위로 설정되어 있는 목표 강우량을 구(區) 단위로 산정하고자 기상청의 지상기상관측지점(SSS, Surface Synoptic Stations)과 방재기상관측지점(AWS, Automatic Weather Stations)의 강우자료를 활용하여 지점빈도해석 및 지수홍수법을 이용한 지역빈도해석을 통해 지속시간 1시간, 2시간, 3시간 목표강우량을 산정하였다. 이는 서울지역의 지자체별 방재성능 평가 및 방재관련 업무에 참고 자료로 활용할 수 있을 것으로 판단되며, 향후 방재성능목표 설정에 크게 기여할 것으로 판단된다.

핵심용어: 목표강우량, 지점빈도해석, 지역빈도해석

1. 서 론

우리나라는 다른 국가들에 비해 비교적 조밀하게 강우 관

측을 실시하고 있으나, 최근 빈번히 집중호우가 발생하고 있으며, 더욱 증가될 것으로 예상되는 향후에는 보다 조밀한 관측망의 자료를 활용한 수문분석이 필요하다. 현재 대부분의 수문분석은 비교적 장기간의 자료를 보유하고 있을 뿐만 아니라, 강우자료 관리가 잘 이루어진 기상청 지상기상관측지점(SSS, Surface Synoptic Stations)으로 수행하고 있다. 그러나

*Corresponding Author. Tel: +82-2-6490-5600
E-mail: ymoon@uos.ac.kr (Y.-I. Moon)

지상기상관측지점은 전국에 약 80개소로, 현재 약 480개소를 운영 중인 방재기상관측지점(AWS, Automatic Weather Stations)에 1/6 수준이다. 장기간의 자료기간으로 신뢰성 높은 확률강우량의 산정 할 수 있다는 점에서는 지상기상관측지점이 보다 장점을 가지고 있지만, 지역적인 강우차이 및 분포를 고려하는 점에서는 더욱 조밀한 관측망을 보유하고 있는 방재기상관측지점이 더욱 유리하다고 할 수 있다. 그러나 방재기상관측지점의 강우자료는 품질관리와 짧은 자료기간에 대한 문제점이 항상 대두되고 있다.

본 연구에서는 보다 조밀한 관측망 자료를 이용하여 서울 지역의 구(區)별 목표강우량을 산정하고자, 방재기상관측지점과 같은 고밀도 지점의 강우 품질관리에 관한 연구 동향과 확률강우량 산정 및 평가에 관한 연구동향을 조사하였다. 먼저, 고밀도 지점의 강우 품질관리에 관한 연구 동향을 살펴보면, 김민석(2015)은 방재기상관측지점의 분 단위 강우자료 품질관리방안을 크게 3단계로 결측치 품질관리, 이상치 품질관리 그리고 강우 보완 품질관리로 구분하여 품질관리를 실시하였다. 강우의 보완품질관리에서는 유철상(2008)이 제시한 공간상관거리를 고려하여 역거리법으로 품질관리를 실시하였으며, 동일한 방법으로 지상관측지점(108)의 분 단위 강우자료를 보정하여 시 단위 강우자료와 상관분석을 통해 분 단위 강우자료를 검증 및 평가 하였다. 윤성심(2015)은 SK 플래닛의 고밀도 복합기상센서 관측망 강우자료의 품질보정 기법을 개발하고 서울지역의 기상청 강우자료 34개소와 SK플래닛 156개소를 활용하여 강우의 공간분포와 레이더 공간분포를 비교하였다. 두 번째 확률강우량 산정에 관한 연구동향을 살펴보면, 국토교통부(2011)는 “확률강우량도 개선 및 보완 연구”에서 자료기간 20년 이상인 기상청 지상기상관측지점에 대해 지점빈도해석을 실시하고 확률강우량, 확률강우강도 등을 제시하였다. 또한, 확률강우량 산정시 우리나라 적합한 분포형은 GUM분포로 제안하였다. 안재현(2000), 오태석(2009)은 확률강우량 산정을 위한 최소 자료기간은 30년으로 산정하고 자료기간에 따른 확률강우량 변화특성분석을 실시하였다. 소방방재청(2012)은 국토교통부(2011)의 확률강우량 산정결과를 바탕으로 재현기간 30년의 확률강우량을 방재성능목표로 설정·공표하였다. 허준행(2007)은 지역빈도해석의 국내 적용성에 관한 연구를 실시하였다. 국내 378개 우량관측지점(국토교통부, 수자원공사 포함)으로 Fuzzy-c mean기법을 사용하여 우리나라를 총 14지역으로 구분하고, 지역형상추정법과 지수홍수법을 이용하여 지역빈도해석을 실시하였다. 우리나라는 지역형상추정법 보다는 지수홍수법에 의한 지역빈도해석기법이 합리적이라고 제시하였으며 한

반도에 적합한 지역빈도해석의 분포형은 GLO분포로 제시하였다. Flood Estimation Handbook (Institute of Hydrology, 1999)에서는 지점빈도해석은 구하려는 재현기간이 짧고, 대상자료는 충분히 길고 신뢰할 수 있을 때 사용한다고 제시하고 있다. 대상자료의 기간이 구하려는 재현기간 T보다 작을 때에는 지점빈도해석은 적절하지 않으며, 대상자료기간이 T에서 2T일 때는 지점빈도해석과 지역빈도해석을 동시에 수행하는 것을 추천하고 있다. 대상자료의 기간이 2T이상이면 지점빈도해석을 사용하는 것으로 충분하며, 비교대상으로 지역빈도해석을 수행하는 것도 추천하고 있다.

본 연구는 기존의 지상기상관측지점을 중심으로 수행한 선행연구와는 달리, 지역적인 특성을 좀 더 세분하게 구분할 수 있도록 지상기상관측지점에 비해 조밀도가 높은 방재기상관측지점의 강우자료를 활용하여 지역적인 특성을 더욱 반영한 확률강우량 및 목표강우량을 산정하였다. 확률강우량 산정은 지점빈도해석과 지역빈도해석을 모두 수행하였으며, 서울인근 지역에 위치한 방재기상관측지점 중 자료기간 15년 이상의 강우자료를 보유하고 있는 지점을 선정하여 지점빈도해석을 실시하였다. 또한 방재기상관측지점의 수문자료의 관측기간이 짧은 방재기상관측지점의 문제점을 보완하고자, 자료수가 부족한 경우 효율적이고 안정적인 확률강우량을 산정할 수 있는 방법인 지수홍수법을 이용한 지역빈도해석을 실시하고, 이 결과를 토대로 서울지역의 구(區)별 목표강우량을 산정하였다.

2. 분석대상 선정

본 연구는 서울지역을 중심으로, 강우자료의 확보가 용이하고 신뢰성이 확보 되어 있는 기상청 강우자료를 이용하여 분석을 수행하였다. 기상청의 강우관측지점은 크게 지상기상관측지점과 방재기상관측지점으로 구분된다. 서울 인근에는 지상기상관측지점 1곳, 방재기상관측지점 30개 지점이 있으며, Fig. 1은 서울지역 인근의 기상청의 지상기상관측지점과 방재기상관측지점의 위치를 도시한 결과이다.

현재 대부분의 수문분석은 비교적 장기간의 자료와 강우자료의 품질관리가 잘 이루어진 지상기상관측지점의 강우자료로 분석을 수행한다. 그러나, 지상기상관측지점의 강우자료만으로 수문분석을 실시하게 되면, 서울지역 내에 36개 중소도시하천과 서울 전 지역의 하수관망, 저류지, 펌프장 등 수공구조물의 방재성능평가를 위한 확률강우량(목표강우량)은 동일하게 산정된다. 본 연구에서는 이 문제점을 보완하고

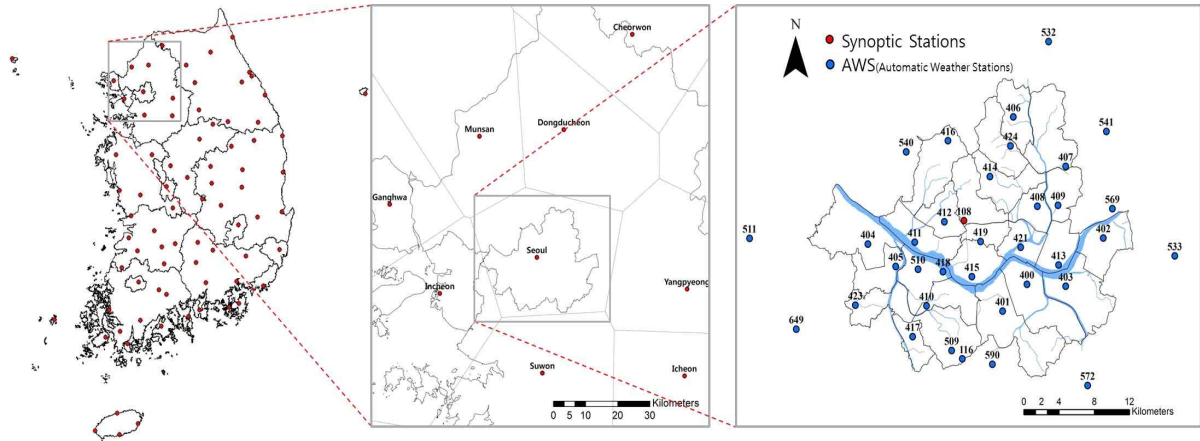


Fig. 1. Rainfall Observation Stations

자, 지상기상관측지점에 비해 자료기간은 짧으나 상대적으로 조밀한 관측망을 구성하고 있는 방재기상관측지점의 분단위 강우자료를 활용하여 분석을 수행하였다. 기상청의 방재기상관측지점은 무인관측소로 1분 단위로 강우를 관측되고 있어, 많은 지점과 과대한 자료로 품질관리가 제대로 이루어지지 않아 신뢰성이 떨어지는 문제점이 항상 언급되고 있다. 이러한 문제점을 보완하고자, 김민석(2015)이 제시한 결측치 품질관리, 이상치 품질관리 그리고 강우 보완 품질관리로 분단위 강우자료의 품질관리를 실시하고 결빙 등과 같은 신뢰성이 낮은 겨울철 강수를 제외한 5~10월의 부분시계열 자료를 구축하여 연 최대치를 추출하였다.

3. 목표강우량 산정

빈도해석은 실무에서 많이 사용하고 있는 지점빈도해석과 자료수가 부족한 경우 효율적이고 안정적인 확률강우량을 산정할 수 있는 방법인 지역빈도해석을 실시하였다. 지역빈도해석은 우리나라에 가장 합리적이고 적합한 방법으로 평가받고 있는 이수홍수법으로 산정하였다. 또한, 선행연구사례 중 Flood Estimation Handbook에서 제시한 대상자료 기간에 따른 지점빈도해석의 적절성 평가 및 비교를 실시하였다.

3.1 지점빈도해석을 통한 확률강우량 산정

지점빈도해석 시, 안정적인 확률강우량의 산정을 위해서는 무엇보다도 강우자료의 자료기간이 매우 중요하다. 지점빈도해석 수행 시 최소 자료기간을 20년(국토교통부, 2011)과 30년(안재현, 2000, 오태석, 2009)으로 설정하고 확률강우

량을 산정하였으나, 방재기상관측지점은 최대 자료기간이 18년(1997년~2014년)으로 안정적인 확률강우량 산정에는 다소 무리가 있다. 그러나 본 연구에서는 Flood Estimation Handbook에서 제시한 대상자료 기간에 따른 지점빈도해석의 적절성 평가 및 비교를 위해 Case1과 Case2로 구분하여 확률강우량을 산정하였다. Case 1은 지상기상관측지점 서울(108)지점의 시 단위 강우자료(1961~2014)를 이용한 결과이며, Case 2는 최소자료기간 15년 이상인 방재기상관측지점(31개 지점)의 분단위 강우자료를 이용한 결과이다. Case 1, 2 방법에 대해 각 지점별 지속시간 1~3시간에 대한 연 최대치 계열을 추출하였다. Case1의 경우, 국토교통부(2011)에서 제시한 임의시간 환산계수를 적용하였으며, Case2의 방재기상관측지점은 분단위 강우자료로 임의시간 환산계수를 적용은 불필요하다. 매개변수 추정은 모멘트법, 최우도법 및 확률가중모멘트법으로 실시하였으며, 매개변수는 확률가중모멘트법(method of probability weighted moments, PWM)으로 이용하여 김정, K-S 검정, CVM 검정 및 PPCC 검정을 통해 적합도 검정을 수행하였다. Case2의 결과는 각 지점의 빈도 해석결과이므로 Fig. 2와 같이 티센비를 적용하여 서울지역의 면적확률강우량으로 산정하였다. Case1과 Case2의 분석결과는 Table 4와 같이 정리하였다.

3.2 지역빈도해석을 통한 확률강우량 산정

지역빈도해석을 수행하기 위해서는 먼저 동질한 지역의 구분이 필요하다. 이를 위해 가장 많이 활용하는 방법 중 하나가 균질분석이다. 본 연구에서는 지역빈도해석을 위한 지역의 구분을 위해 우리나라 지상기상관측지점의 경도, 위도, 고도, 연 평균강수량, 5~10월의 월별 연 평균 강수량을 변수로

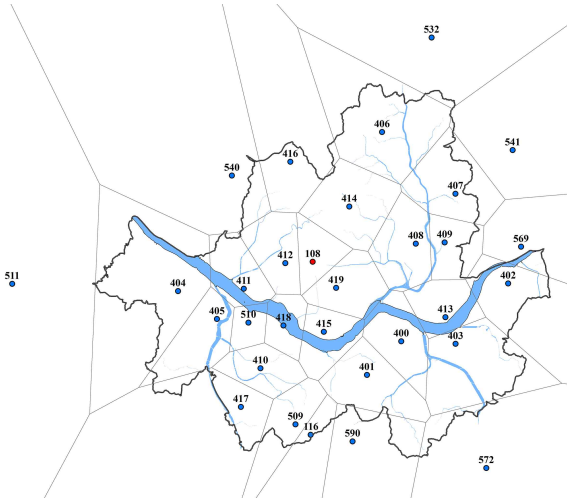


Fig. 2. Thiessen of Point Frequency

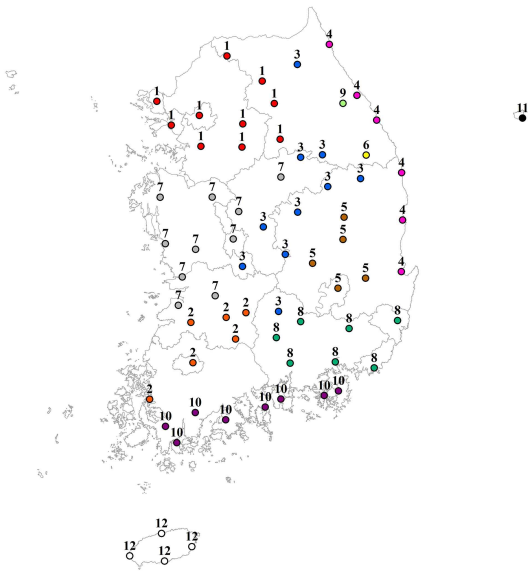


Fig. 3. Result of Cluster Analysis

설정하고 계층적 군집분석을 통하여 군집수를 정한 후 최종적으로 대표적인 비계층적 군집분석 방법인 K-means 군집분석을 실시하였다. 계층적 군집분석 결과, 가장 적합하고 합당한 군집의 수는 10~14개로 나타났으며, 각 군집에 대해 K-means 방법을 반복적 수행 및 군집의 적절성 등을 고려하여 총 12개 군집으로 Fig. 3와 같이 구분하였다.

군집분석결과, 1번 군집은 수도권을 중심으로 형성되어 있으며, 2번 군집은 호남지역, 3번 군집은 지역의 군집을 백두대간 줄기를 중심으로 형성되는 것으로 나타났다. 4번 군집은 동해안을 중심으로 형성되었으며, 5번 군집은 내륙지역의 특성을 보이는 것으로 나타났다. 6번, 9번, 11번 군집은 태백, 대관령, 울릉도 지점으로 주변 지역에는 포함되지 않고, 지역적인 특성을 뚜렷하게 보여 주는 것으로 나타났다. 7번은 충청도, 8번은 경상남도, 10번 군집은 남해안 일대, 12번 군집은 제주도 지역으로 나타났다.

본 연구에 분석대상지역은 서울지역으로, 1번 군집에 해당한다. 따라서 1번 군집으로 구분된 10개의 지상기상관측지점과 서울지역에 위치한 최소 자료기간 10년 이상인 35개 소방재기상관측지점의 강우자료를 이용하여 지수홍수법을 이용한 지역빈도해석을 실시하였다. 각 지역의 자료들이 동질성 및 이질성 여부를 판단하기 위해 Fig. 4와 같이 L-모멘트비도(L-moment ratio diagram)를 도시하였다. 또한 Table 1과 같이 지속시간별 총 45개 지점의 평균 L-모멘트 값과 이질성 척도를 나타내는 H_1, H_2, H_3 산정결과를 정리하였다. 통계적인 검정결과, L-CV에 비하여 L-skewness의 변동폭이 더 큰 것으로 나타났으며, L-CV의 변동폭이 작다는 점은 지수홍수법이 적합하다(Hosking and Wallis, 1997)는 것을 나타낸다.

Table 2는 분포형에 따른 적합성 척도 Z값을 산정한 결과로, 분포형의 적합도 기준 절대값 1.64를 넘는 분포형은 기각시켰다(Hosking and wallis, 1997). GLO (Generalized logistic)분

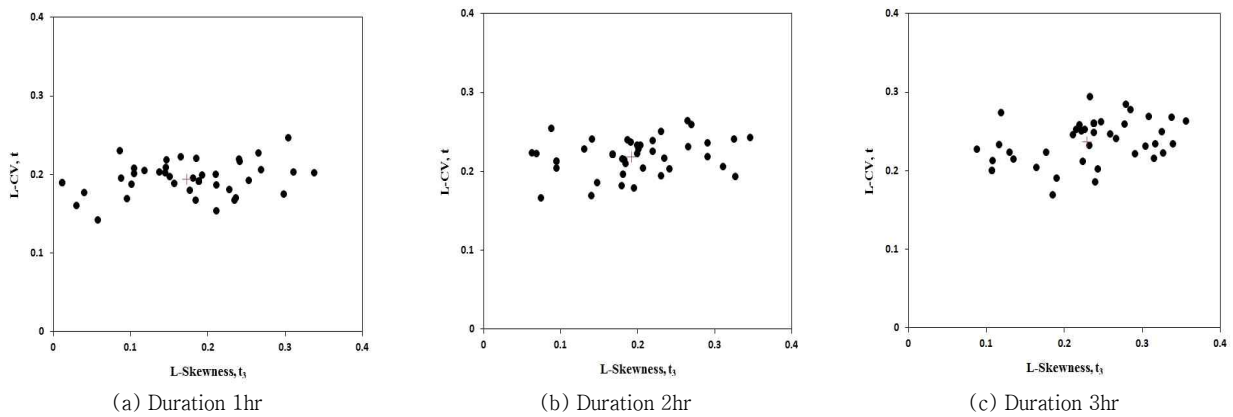


Fig. 4. L-moment Ratio Diagram

Table 1. Result of Average L-moment Value and Heterogeneity Measure

Duration	L-moment value			Heterogeneity measure					
	L-CV	L-skewness	L-kurtosis	H1		H2		H3	
1hr	0.19383	0.17260	0.16991	-3.50	ok	-3.08	ok	-1.93	ok
2hr	0.21826	0.19217	0.18360	-3.15	ok	-3.92	ok	-3.48	ok
3hr	0.23712	0.22874	0.18937	-3.35	ok	-4.40	ok	-4.25	ok

Table 2. Result of Suitability Analysis for Distribution Type

Duration	GLO	GEV	Gumbel	PTIII	GPA
1hr	1.31	-1.70	-2.14	-3.24	-8.36
2hr	0.92	-1.88	-2.42	-3.64	-8.21
3hr	0.86	-1.49	-2.33	-3.90	-7.11

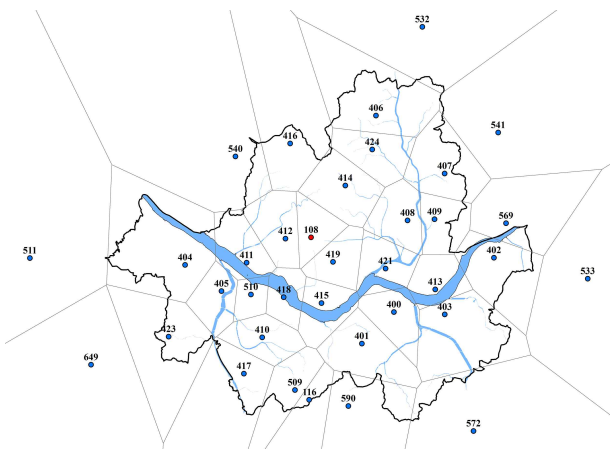


Fig. 5. Thiessen of Regional Frequency

포형은 지속시간 1~3시간 모두 절대값 1.64를 넘지 않는 것으로 나타났으며, 그 외 분포형인 Gumbel, Generalized extreme value (GEV), Lognormal-3, Pearson TypeIII (PTIII), Generalized Pareto (GPA) 분포형은 모두 절대값 1.64를 넘어 기각되는 것을 확인할 수 있었다. 따라서, 지역빈도해석은 GLO분포형을 적용하였다.

Case 3은 서울 인근 10개 지상기상관측지점과 최소자료기간 10년 이상인 방재기상관측지점(35개 지점)의 지역빈도해석결과 중 서울(108)지점 결과이며, Case 4는 Fig. 5와 같이 티센비를 적용하여 서울지역의 확률강우량을 산정한 결과로 Table 4와 같이 정리하였다.

3.3 확률강우량 비교분석

지점빈도해석으로 산정한 Case 1, 2와 지수홍수법을 이용한 지역빈도해석으로 산정한 Case 3, 4의 분석지점, 자료형식, 자료기간, 분포형에 따른 차이를 Table 3과 같이 정리하였으

며, 각 Case 확률강우량의 비교분석을 위해 Table 4와 같이 정리하였다.

소방방재청(2012), 국토교통부(2011)에서 제시한 서울(108)지점의 확률강우량은 지속시간 1~3 시간별 91.2 mm, 134.4 mm, 162.4 mm로, 본 연구 Case 1의 결과인 91.7 mm, 134.6 mm, 172.1 mm와는 다소 차이를 보이는 것으로 나타났다. 이는 자료기간과 자료형식의 차이로 국토교통부(2011)는 1999년까지는 자기기록지의 기록을 독취하고 2000년~2010년에는 수치자료를 활용하여 분석을 실시하였고, 본 연구 Case 1은 1961~2014년의 시 단위 수치자료를 활용하였기 때문에 확률강우량의 결과에서 다소 차이가 있는 것으로 판단된다. 다음은 각 Case 별로 산정된 확률강우량 산정결과를 선행연구사례 중 Flood Estimation Handbook에서 제시한 대상 자료 기간에 따른 지점빈도해석의 적절성 평가 및 비교검토를 실시하였다. 먼저 Case 1과 Case 3에 대한 비교결과, 지점빈도해석으로 충분한 자료기간(대상자료 > 2T)에 해당하는 2~20년 빈도에서는 -2.0~3.5 mm 차이로 비교적 안정적인 차이를 보이는 것으로 나타났으며, 지점빈도해석결과가 지역빈도해석결과보다 조금 크게 산정되는 것으로 나타났다. 지점빈도해석과 지역빈도해석을 동시 수행을 추천하는 자료기간(T < 대상자료 < 2T)에 해당하는 재현기간 30년~50년 빈도에서는 -13.7~1.4 mm의 차이를 보이며 지역빈도해석결과가 지점빈도해석결과 보다 크게 나타났다. 지점빈도해석이 적절하지 않은 자료기간(대상자료 < T)에 해당하는 재현기간 100년 빈도에서는 -3.3~-28.0 mm의 차이를 보이며 지역빈도해석결과가 지점빈도해석결과 보다 크게 산정되는 것으로 나타났다. Case 2과 Case 4에 대한 비교결과, 지점빈도해석으로 충분한 자료기간(대상자료 > 2T)에 해당하는 재현기간 2~5년 빈도에서는 Case 2과 Case 4에서는 -0.2 ~ 8.4 mm의 차이를 보이며, Case 1, 3의 결과와 동일하게 지점빈도해석

Table 3. Each Case Summary

Case	Stations	Data format	Data period	Distribution Type
Case 1	Surface Synoptic Station (Seoul, 108)	hourly	1961 ~ 2014 (54yr)	GUM
Case 2	Surface Synoptic Station (Seoul, 108)	minutely	2000 ~ 2014 (15yr)	GUM
	Automatic Weather Stations (30)		over 15year	
Case 3, 4	Surface Synoptic Stations (10)	hourly	All period	GLO
	Automatic Weather Stations (35)	minutely	over 10year	

Table 4. Each Case Result of Probability Precipitation

Return period	Case 1			Case 3			Subtraction (Case 1-Case 3)		
	1hr	2hr	3hr	1hr	2hr	3hr	1hr	2hr	3hr
2year	48.2	69.5	84.5	48.6	69.5	83.2	-0.4	0.0	1.3
5year	64.5	94.0	117.4	62.9	92.6	113.9	1.6	1.4	3.5
10year	75.4	110.2	139.2	73.0	109.2	136.9	2.4	1.0	2.3
20year	85.7	125.7	160.1	83.7	126.8	162.1	2.0	-1.1	-2.0
30year	91.7	134.6	172.1	90.3	137.9	178.4	1.4	-3.3	-6.3
50year	99.2	145.8	187.1	99.2	152.9	200.8	0.0	-7.1	-13.7
100year	109.2	160.8	207.4	112.5	175.4	235.4	-3.3	-14.6	-28.0
Return period	Case 2			Case 4			Subtraction (Case 2-Case 4)		
	1hr	2hr	3hr	1hr	2hr	3hr	1hr	2hr	3hr
2year	48.7	70.8	88.2	48.9	70.7	86.9	-0.2	0.1	1.3
5year	64.7	98.3	127.4	63.3	94.3	119.0	1.4	4.0	8.4
10year	75.3	116.4	153.3	73.4	111.2	142.9	1.9	5.2	10.4
20year	85.4	133.9	178.1	84.1	129.1	169.3	1.3	4.8	8.8
30year	91.3	143.9	192.4	90.8	140.4	186.3	0.5	3.5	6.1
50year	98.6	156.4	210.2	99.8	155.7	209.7	-1.2	0.7	0.5
100year	108.4	173.3	234.4	113.1	178.7	245.9	-4.7	-5.4	-11.5

결과가 크게 산정되는 것을 확인할 수 있었다. 지점빈도해석과 지역빈도해석을 동시 수행을 추천하는 자료기간($T < \text{대상자료} < 2T$)에 해당하는 재현기간 10년 빈도에서는 1.9~10.4 mm, 지점빈도해석이 적절하지 않은 자료기간(대상자료 $< T$)에 해당하는 재현기간 20년~100년 빈도에서는 -11.5~8.8 mm의 차이를 보이며, Case 1, 3의 결과와 대조적으로 지점빈도해석이 크게 산정되는 것을 확인할 수 있었다. Case 1, 2와 Case 3, 4의 결과비교를 통해 자료기간이 적은 경우에는 지점빈도해석결과 보다는 지역빈도해석결과가 더욱 안정적인 결과를 보이는 것을 확인할 수 있다. 또한 Case 1과 Case 2의 비교 분석결과, 지점빈도해석이 적절한 자료기간이라 하더라도 자료기간에 따라 빈도해석결과는 차이를 보이는 것으로 나타나 Flood Estimation Handbook에서 제시한 대상자료 기간에 따른 지점빈도해석의 적절성 평가는 참조 수단으로는 활용은 가능하지만, 자료기간에 따라 큰 편차를 보이므로 확률강우

량의 평가를 위한 절대적인 기준으로는 다소 무리가 있는 것으로 판단된다.

3.4 서울지역 구 단위 목표 강우량 산정

소방방재청(2012)에서는 목표강우량을 재현기간 30년 빈도에 해당하는 확률강우량으로 산정하였다. 자료기간이 짧은 방재기상관측지점 경우 지점빈도해석 방법으로 안정적인 확률강우량을 산정하는 것은 무리가 있다. 따라서 본 연구에서는 지수홍수법을 이용한 지역빈도해석 결과로 재현기간 30년 빈도에 해당하는 확률강우량을 서울지역의 구(區)별로 산정하였다. 또한, 구 별로 각각 확률강우량을 산정한 후 5 mm 단위로 상향조정하여 최종적으로 목표강우량을 산정하였다. 서울지역의 각 구(區)별 지속시간 1~3시간에 해당하는 목표강우량은 Fig. 6와 Table 5와 같다.

서울지역의 구 별로 목표강우량을 산정한 결과, 지속시간

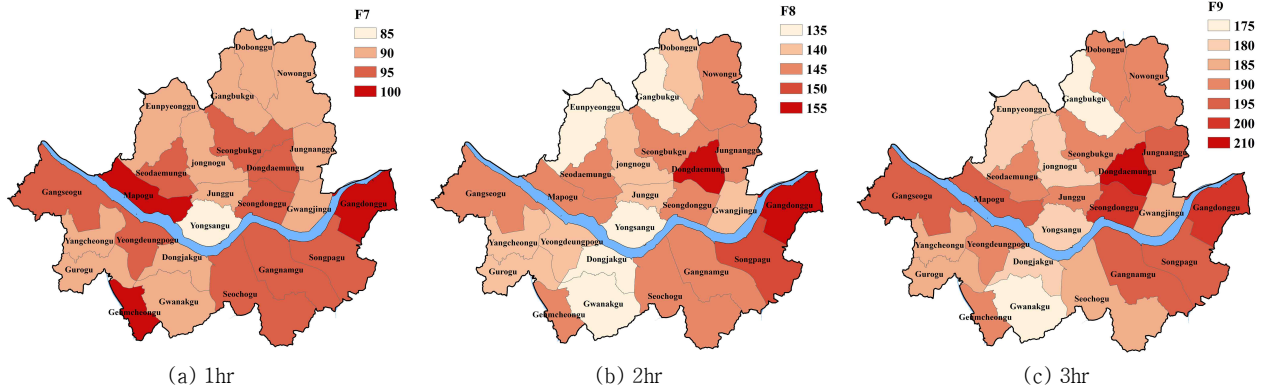


Fig. 6. Each Gu Target Precipitation in Seoul

Table 5. Result of Each Gu Target Precipitation in Seoul

Gu (borough)	Duration			Gu (borough)	Duration		
	1hr	2hr	3hr		1hr	2hr	3hr
Gangnamgu	95	145	195	Seodaemungu	95	145	190
Gangdonggu	100	155	200	Seochogu	95	145	185
Gangbukgu	90	135	175	Seongdonggu	95	145	200
Gangseogu	95	145	195	Seongbukgu	95	145	190
Gwanakgu	90	135	175	Songpagu	95	150	195
Gwangjingu	90	140	185	Yangcheongu	90	140	185
Gurogu	90	140	185	Yeongdeungpogu	95	140	190
Geumcheongu	100	145	190	Yongsangu	85	135	180
Nowongu	90	145	190	Eunpyeongu	90	135	180
Dobonggu	90	140	190	jongnogu	90	140	180
Dongdaemungu	95	155	210	Junggu	90	140	190
Dongjakgu	90	135	180	Jungnanggu	90	145	195
Mapogu	100	145	195	Seoul	95	145	190

1시간의 경우 85 ~ 100 mm, 지속시간 2시간의 경우 135 ~ 155 mm, 지속시간 3시간의 경우 175 ~ 210 mm의 범위로 나타났다. 또한, 2012년도 소방방재청에서 제시한 서울의 목표 강우량은 지속시간 1시간의 경우 95 mm, 2시간은 135 mm, 3시간 165 mm로, 지속시간 1시간의 경우는 본 연구결과와 동일하게 산정되었으나, 지속시간 2시간, 3시간에서는 본 연구의 결과가 각각 10 mm, 35 mm 크게 산정되었다.

4. 결 론

본 연구에서는 지역적인 특성을 좀 더 세분하게 구분할 수 있도록 지상기상관측지점에 비해 조밀도가 높은 방재기상관측지점의 강우자료를 활용하여 지역적인 특성을 더욱 반영한

확률강우량 및 목표강우량을 산정하였다. 또한, 방재기상관측지점의 짧은 자료기간에 대한 문제점을 보완하고자, 자료수가 부족한 경우 효율적이고 안정적으로 확률강우량을 산정할 수 있는 방법인 지수홍수법을 이용한 지역빈도해석을 실시하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 지상기상관측지점만을 이용하여 서울지역의 수문분석을 실시할 경우, 서울(108)지점이 대부분의 서울지역을 티센 망으로 포함하여 서울 내에 36개 중소도시하천과 서울 전 지역의 하수관망, 저류지, 펌프장 등 수공구조물의 방재성 평가를 위한 확률강우량(목표강우량)은 동일하게 산정된다. 그러나 방재기상관측지점의 강우자료를 이용할 경우, 앞에서 언급한 문제점을 보완할 수 있을 뿐만 아니라 보다 지역적인 특성을 반영한 확률강우량 및 목표강우량을

산정할 수 있었다.

- 2) Flood Estimation Handbook에서 제시한 대상자료 기간에 따른 지점빈도해석의 적절성 평가를 실시한 결과, 자료기간이 비교적 장기간 보유하고 있는 경우에는 지점빈도해석과 지역빈도해석의 결과가 안정적인 차이를 보이는 것으로 나타났다, 자료기간이 짧은 경우에는 지점빈도해석과 지역빈도해석의 결과 값 차이가 비교적 큰 것으로 나타났다.
- 3) 지역빈도해석을 통해 서울지역의 구(區)별 목표강우량을 산정하였으며, 목표강우량을 산정한 결과, 지속시간 1시간의 경우 85~100 mm, 지속시간 2시간의 경우 135~155 mm, 지속시간 3시간의 경우 175~210 mm의 범위를 보이는 것으로 나타났다.
- 4) 본 연구내용은 향후 목표 강우량을 설정함으로써 방재대책에 기여 및 목표적용대상에 새로운 도시기반 계획수립 및 방재성능 평가시 참고자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 국토교통부 물관리연구사업의 연구비지원(15AWMP-B066744-03)에 의해 수행되었습니다. 또한 기상청에서 제공하는 강우자료를 이용하여 분석하였으며, 이에 감사드립니다.

References

- Ahn, J.H., Kim, T.W., Yoo, C.S., and Yoon, Y.N. (2000). "Analysis of the changes in rainfall quantile according to the increase of data period.", *Journal of Korea Water Resources Association*, Korea Water Resources Association, Vol. 33, No. 5, pp. 569-580.
- Heo, J.H., Lee, Y.S., Shin, H.J., and Kim, Y.D. (2007). "Application of Regional Rainfall Frequency Analysis in South Korea(I) : Rainfall Quantile Estimation.", *Journal of Korea Society of civil engineers*, Korea Society of civil Engineers, Vol. 27, No. 2B, pp. 101-111.
- Hosking, J.R.M., and Wallis, J.R. (1993). "Some statistics useful in regional frequency analysis.", *Water Resources Research*, Vol. 29, No. 2, pp. 271-281.
- Hosking, J.R.M., and Wallis, J.R. (1997). "Regional frequency analysis : An approach based on L-moments", Cambridge University, Press.
- Institute of Hydrology (1999). "Flood estimation handbook.", Wallingford, UK.
- Kim, M.S., and Moon, Y.I. (2015). "A Study on Quality Control Method for Minutely Rainfall Data.", *Journal of Korea Society of Civil Engineers*, Korea Society of Civil Engineers, Vol. 35, No. 2, pp. 319-326.
- MLTM (2011). "Improvement and Supplement of Probability Rainfall, Ministry of Land.", Transportation and Maritime Affairs.
- NEMA (2010). "Search on Target-Setting of Urban Disaster Prevention Considering Climate Change.", National Emergency Management.
- NEMA (2012). "Criteria of Setting Regional Prevention capacity target.", National Emergency Management.
- Oh, T.S., Kim, M.S., Moon, Y.I., Ahn, J.H. (2009). "An Analysis of the Characteristics in Design Rainfall According to the Data Periods.", *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*, Korean Society of Hazard Mitigation, Vol. 9, No. 4, pp. 115-127.
- Yoo, C.S., Park, C.Y., Kim, K.J., and Jun, K.S. (2008). "Analysis of Rainfall Spatial Correlation Structure Using Minutely Data.", *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*, Korean Society of Hazard Mitigation, Vol. 8, No. 6, pp. 113-120.
- Yoon, S.S., Lee, B.J., and Choi, Y.J. (2015). "Deduction of data Quality Control Strategy for High Density Rain Gauge Network in Seoul Area.", *Journal of Korea Water Resources Association*, Korea Water Resources Association, Vol. 48, No. 4, pp. 245-255.