

한강유역의 면적 확률강우량 산정에 관한 연구

The Estimation of Areal Rainfall Quantiles in Han River Basin

김 경 덕* / 고 연 우** / 허 준 행***

Kim, Kyung-Duk / Kho, Youn-Woo / Heo, Jun-Haeng

Abstract

It is very important to establish sufficiently long and reliable annual maximum rainfall data in estimating areal rainfall quantiles of Han River Basin. The data from 9 gauging stations measured by Korea Meteorological Administration may meet such a requirement, however the number of these data sets is too small to estimate overall areal rainfall quantiles in large basin such as Han River Basin. In order to solve such a problem, the space correlations of many sites' data measured by Korea Ministry of Construction and Transportation and Korea Water Resources Corporation (the number of sites is 59) were used for modification of rainfall measure density. And areal rainfall quantiles according to each sub-basin were estimated based on regression analysis

Keywords: areal rainfall quantile, annual maximum rainfall data, space correlation, regression analysis

요 지

한강유역의 면적 확률강우량을 산정하는데 있어서 자료기간이 충분하고 신뢰할 수 있는 지속기간별 연최대치 강우자료를 구축하는 것은 매우 중요하다. 현재 이를 만족하는 강우자료는 9개 기상청 자료이며, 면적 강우량을 산정하기에는 그 분포가 너무 적은게 사실이다. 이를 해결하기 위하여 건설교통부와 수자원공사 산하 강우관측소 자료 (59개소)의 공간적 상관관계를 이용하여 기상청 강우관측소의 관측소밀도를 보정하였으며, 회귀분석을 실시하여 소유역별 면적 확률강우량을 산정하였다.

핵심용어 : 면적 확률강우량, 연최대치 강우자료, 공간적 상관관계, 회귀분석

- * 시설안전기술공단 진단 2본부 뱀향만실 과장
Section Chief, Korea Infrastructure Safety and Technology Cooperation, Kyunggi-Do, Korea
- ** 연세대학교 대학원 토목공학과 박사과정
Doctoral Student, Department of Civil Engineering, Yonsei University, Seoul, Korea
- *** 연세대학교 공과대학 사회환경·건축공학부 토목진공 부교수
Associate Professor, Department of Civil Engineering, Yonsei University, Seoul, Korea

1. 서 론

산업화와 도시화의 가속화로 인하여 수도권의 물수요는 날로 증대되고 있는 반면에 이에 대한 공급원인 한강수계의 수자원은 한계가 있음이 자명하다. 한편, 치수적인 측면에서 살펴보면 최근 이상기후의 빈발로 인하여 과거보다 더 큰 홍수피해에 노출되어 있어 대규모 신규댐의 건설은 더욱 더 필요하게 되었다. 따라서, 해방이후 지속적으로 발전, 용수공급 및 홍수조절을 위한 댐을 건설하여 왔으나, 수몰지역의 보상비 상승, 주민의 반발, 생태계의 파괴 등으로 인하여 최근에는 신규댐의 건설이 매우 어려운 상황이다. 근원적으로는 제한된 수자원의 개발과 대규모 홍수대책을 위하여 신규댐의 건설이 불가피한 상황이지만 현재상태에서의 수자원의 정확한 산정과 최적의 댐운영은 매우 중요한 과제가 아닐 수 없다.

본 연구에서는 한강유역의 기존댐을 연계운영하여 홍수조절을 하는데 있어서 선결과제인 면적 강우해석을 실시하였다. 댐의 홍수시 (설계홍수) 운영을 위해서는 최소한 시간별 홍수유입량 산정이 필요하며, 이를 위해서는 임의 지속기간별 면적 강우량이 필요하다. 면적강우량을 산정하기 위해서는 우선 해당유역의 지점 강우해석이 선결되어야 할 것이다. 한강유역의 강우관측현황을 살펴보면 기상청 산하 강우관측소 10개, 건설교통부 87개 및 수자원공사 산하 50개이다. 기상청 강우관측소는 자기우량지의 보관상태가 양호하며, 결측자료가 거의 없이 잘 보존되어 있으나 건설교통부 및 수자원공사 산하 강우관측소의 경우에는 다음과 같은 심각한 문제점을 내포하고 있다 (김남원, 1998).

1) 자기관측인 경우는 관측원이 7일에 한번씩 자기 기록지를 바꾸어 놓으며 이때 기기의 작동상태를 점검하고, 자동관측 결과는 반드시 보통관측을 통하여 비교, 점검하여야 하나 실제로 보통우량관측이 제대로 수행되지 않고 있는 것이 현실이다.

2) 강우량 관측기는 사실상 국부적인 기상조건이 발생하지 않는 지역에 설치해야 하나 T/M 수위·우량병설 관측소인 경우 대부분 교각에 설치된 수위관측소의 지붕 위에 설치되어 있으며, 강우량관측소의 경우 학교 내에 나무로 둘러싸인 지점 등에 설치되어 있는 것이 현실이다.

3) 특히 1970년 이전의 경우에는 보통우량계가 주종을 이루어 일강우 이상에 대하여만 자료를 획득할 수 있다.

이상과 같은 문제로 인하여 현재상태에서는 기상청 관측소 자료를 사용하는 것이 보다 정확도가 높을 것으로 판단된다. 그러나, 한강유역의 면적, 산악성 등으로 인해 면적강우량을 산정하기 위해서는 관측소 밀도가 비교적 높아야 할 것이다. 그러므로, 기상청 관측소 (9개 지점; 1개 지점은 최근에 신설되어 제외) 자료만으로는 충분하지 못하므로 건설교통부와 수자원공사 산하 강우관측소 (54개)를 연계하는 방안을 모색하였다.

2. 본 론

2.1 자료수집 및 구축

기상청 자료에서는 매년 특이할 만한 강우사상에 대하여 각 지속기간별로 최대치가 나타날 수 있도록 자기우량지를 수집하여 지속기간별로 최대치 자료를 구축하였다. 지속기간으로는 30분, 1시간, 2시간 등 단기간 지속기간으로부터 24시간 장기간 지속기간에 대하여 최대치 자료를 구축하였다. 건설교통부 및 수자원공사 자료는 매년 1일 최대, 2일 최대, 3일 최대 자료를 구축하였다 (건설부, 1961; 건설부, 1962~1978; 건설부, 1979~1995) 이 자료는 일강우량 자료로서 기상청 자료처럼 매년 전기간에 걸쳐 추출된 최대치 자료는 아니다. 따라서 24시간 강우자료의 경우 건설교통부 1일 자료와 기상청 24시간 최대치 자료는 그 성격이 다르며, 대부분의 경우 기상청 자료가 크게 나타난다. 예를 들어, 1984년 홍수의 경우 건설교통부 자료는 야간에 발생한 상우사상을 날자 (day)에 따라 구분하여 1일 강우량을 산정하기 때문에 연속기간에서 추출할 때 약 2배 정도의 차이가 발생하는 경우도 있다.

표 1. 연최대치 강우자료의 현황 (기상청)

지점번호	지점명	관측년도	관측기간
101	춘천	1966 - 1995	30
108	시울	1919 - 1995	67
114	원주	1972 - 1995	24
202	양평	1971 - 1995	25
203	이천	1974 - 1995	22
211	인제	1972 - 1995	24
212	홍천	1972 - 1995	24
221	제천	1974 - 1995	22
223	충주	1972 - 1995	24

표 2. 연최대치 강우자료의 현황 (건교부 및 수자원공사)

지점 번호	지점명	관측기간	관측년도	지점 번호	지점명	관측기간	관측년도
010680	내리	30	1965-1994	015600	화천	30	1965-1995
012100	김포	30	1965-1995	015650	상서	31	1965-1995
012450	남면	31	1965-1995	015800	방산	31	1965-1995
012650	의정부	31	1965-1995	016150	제천	27	1965-1995
012900	낙생	29	1965-1995	016450	여주	30	1965-1995
013400	금곡	29	1967-1995	016530	생곡	30	1966-1995
013600	고안	31	1965-1995	016660	간현	29	1967-1995
013750	남한산	29	1967-1995	016670	양동	30	1965-1995
013810	광주	31	1965-1995	016830	황성	30	1965-1995
013830	모현	29	1967-1995	016880	칭일	31	1965-1995
013870	포곡	29	1967-1995	016910	부온	29	1965-1995
013910	영진	28	1965-1995	016980	복계	31	1965-1995
013930	양지	29	1967-1995	017130	괴산	23	1965-1995
013950	유학	29	1967-1995	017150	연동	31	1965-1995
014200	하만	31	1965-1995	017250	징천	30	1965-1995
014400	서면	30	1965-1995	017650	백운	29	1965-1995
014500	홍천	29	1967-1995	017750	단양	28	1965-1995
014600	내천	31	1965-1995	017890	영춘	30	1965-1995
014650	서석	31	1965-1995	017950	상동	29	1965-1995
014680	두촌	30	1965-1995	018450	평창	28	1965-1995
014800	가평2	29	1965-1995	018570	랑림	30	1965-1995
015010	춘천	22	1965-1995	018650	대림	30	1965-1995
015150	부평	30	1965-1995	018810	봉평	29	1965-1995
015280	인제	24	1965-1995	019300	경선	31	1965-1995
015380	창춘	25	1965-1995	019400	진부	27	1965-1995
015490	서화	25	1965-1995	019700	횡계	22	1968-1995
015550	사내	28	1965-1995	019800	임계	29	1965-1995

130개 건설교통부 자료중 관측년도가 비교적 길고 자료가 양호한 54개 지점에 대하여 매년 1일, 2일, 3일 최대 자료를 구축하였고, 시간별 강우관측 자료로부터 1, 2, 3, 6, 12시간 강우자료도 구축하였다. 그러나 시간별 관측자료는 그 관측기간이 일자료보다는 짧다.

다음 표 1과 표 2는 기상청 산하 관측소와 건설교통부 산하 관측소의 지점번호, 지점명, 관측년도 등을 나타내고 있으며, 각 관측소의 위치는 그림 1에 나타내었다.

2.2 지점 빈도분석 및 확률강우강도식 유도

각 지점에 대하여 확률분포형별 (gamma, GEV, Gumbel, lognormal, log-Gumbel, log-Pearson type III, Weibull, Wakeby), 매개변수 추정방법 별 (모멘트법, 최우도법, 확률가중 모멘트법)로 해석하였으며, 적합도 검정 (χ^2 -검정, Kolmogorov-Smirnov 검정, Cramer von Mises 검정, probability plot correlation coefficient 검정)과 도시적 해석

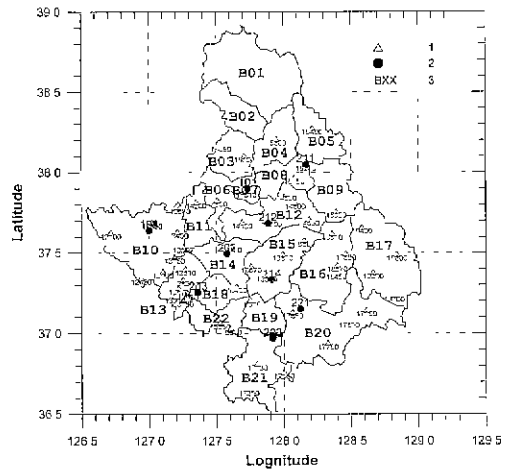


그림 1. 각 우량관측소의 위치도
(1 : 건교부 산하 54개 지점, 2 : 기상청 산하 9개 지점, BXX : 각 소유역)

표 3. 지점별 확률강우강도식 계수 (단기간 지속기간)

계수/ 재현기간(Kr)		지점별 확률강우강도식								
		서울	이천	홍천	춘천	인제	양평	원주	충주	제천
b	2	466176	528935	519087	474429	512807	448691	511384	506231	500952
	3	481558	540701	504939	485366	516215	437566	514366	484571	493713
	5	484053	545703	501560	505504	511332	431543	531260	475329	506047
	10	488529	558007	495051	513940	516695	413950	529404	465593	493191
	20	498316	561415	496645	512920	519126	397548	534603	458725	494044
	30	503580	566257	496881	525004	524856	395788	539659	454728	495025
	50	499603	573813	494746	532581	522730	393715	543351	445932	491672
	70	503743	573077	489211	535336	520876	394827	540623	440128	493033
	80	508905	573974	491904	538183	530595	392700	537428	438768	490779
	100	505987	575267	496035	530223	533740	387600	538633	440472	490788
a	2	269.231	320.709	289.210	212.948	218.157	244.773	316.269	275.930	273.930
	3	347.960	394.499	310.271	264.265	244.031	270.879	376.834	300.447	313.302
	5	417.320	466.197	348.662	337.090	265.503	307.819	474.938	340.977	390.314
	10	510.687	578.602	391.120	415.354	304.597	333.080	556.878	391.261	437.695
	20	621.319	669.953	444.105	474.493	341.352	353.668	654.148	440.101	504.668
	30	688.603	734.758	476.350	538.809	369.859	375.520	717.121	465.859	547.226
	50	736.596	823.136	507.357	604.384	391.254	403.237	793.740	488.446	586.746
	70	792.950	862.452	515.705	643.866	401.977	427.012	822.374	500.950	621.189
	80	828.548	881.926	533.152	665.303	427.427	430.567	827.603	508.671	625.438
	100	845.466	911.628	560.346	660.231	442.998	432.789	856.438	529.825	647.040
200	958.115	1000.230	587.057	755.098	451.917	461.302	951.394	584.124	713.973	
300	1006.150	1033.030	616.216	797.996	480.506	479.459	1014.730	602.190	736.273	
500	1087.570	1121.890	647.300	851.278	506.678	511.136	1086.420	633.710	799.758	

(graphical analysis) 등을 통하여 적정분포형을 선정 하고 재현기간별 확률강우량을 산정하였다. 기상청 자료는 9개 지점에 대하여 각 지속기간별로 자료를 구축 하여, 빈도해석을 실시하였다. 또한, 임의 지속기간에 대한 확률강우량을 산정할 수 있도록 확률강우강도식을 유도하였다 (김경덕 등, 1996b, 1998; 허준행 등, 1997)

최적분포형은 추정된 매개변수의 적합성 조건을 만족하는 분포형 중에서, 적합도 검정, 도시적 해석을 통하여 결정하였다. 그러나 지속기간별로 확률분포형을 다르게 선정할 경우에 재현기간이 커지면서 지속기간별로 역전현상이 발생할 수 있다. 즉, 지속기간 12시간, 재현기간 100년 확률강우량이 지속기간 24시간, 재현기간 100년 확률강우량보다 크게 나타나는 역전현상이 나타날 수 있다. 따라서, 동일지점에 대하여 지속기간별로 가능하다면 같은 확률분포형을 선정하였다. 즉, 적합도 검정과 도시적 해석을 통하여 선택된 몇 가지 확률분포형 가운데 전 지점, 전 지속기간에 대하여 만

족하는 확률분포형을 최적분포형으로 선정하였는데, Gumbel 분포형이 적정분포형으로 선정되었다 (한국전력공사, 1998)

선정된 확률분포형의 확률강우량에 대하여 단기간 (6시간 이하)과 장기간 (6시간 이상)으로 구분하여 회귀분석을 실시하였다. 기존에는 지속기간이 변수인 Sherman, Tabolt, Japanese 형 등이 많이 사용되었으며, 지속기간과 재현기간을 변수로 하는 대표확률강우강도식 (이원환 등, 1993) 등이 유도된 바 있다. 그러나, 산정된 확률강우량에 대하여 회귀분석을 실시하면 재현기간별, 지속기간별, 지점별로 각기 회귀분석을 실시한 경우가 정확도가 높으며, 그 중에서는 Serman 형의 fitting 정도가 높은 것으로 나타났다. 이로부터 얻어진 확률강우강도식은 식 (1)과 같으며, 표 3과 4에 재현기간별, 지점별 확률강우강도식의 계수를 나타내었다

$$I = \frac{a}{t^b} \quad (1)$$

표 4. 지점별 확률강우강도식 계수 (장기간 지속기간)

계수/ 재현기간(yr)	지점별 확률강우강도식									
	서울	이천	홍천	춘천	인제	양평	원주	충주	제천	
b	2	.712249	.591296	.595571	.557739	.577361	.635324	.660964	.700269	.671196
	3	.710166	.561242	.523347	.519764	.511013	.595166	.619393	.705989	.652427
	5	.697430	.536624	.460572	.491563	.452836	.565292	.600817	.703588	.653714
	10	.684142	.518263	.410750	.467776	.406924	.539328	.584227	.710851	.651890
	20	.684823	.505208	.374728	.449799	.369770	.520910	.569776	.713313	.649171
	30	.679641	.504825	.362689	.438758	.351594	.514476	.559732	.711116	.643933
	50	.677054	.497797	.347187	.427401	.329482	.502209	.554812	.717469	.644253
	70	.677266	.489561	.339036	.425621	.319451	.497900	.549768	.714602	.644040
	80	.675941	.487739	.335501	.419768	.320514	.495890	.550940	.716019	.641257
	100	.674484	.488142	.325333	.417331	.311718	.492073	.547217	.714250	.645883
	200	.670635	.482100	.313191	.404273	.295408	.487392	.541018	.715051	.642701
	300	.669303	.479583	.305597	.402544	.285498	.484597	.535367	.715317	.639300
500	.668025	.476086	.297623	.398346	.276627	.477506	.534871	.713018	.636509	
a	2	1018.350	475.650	458.455	344.759	358.750	639.933	747.036	823.207	751.101
	3	1196.010	477.728	341.525	311.087	271.365	589.956	687.414	1010.900	796.466
	5	1294.000	486.315	266.846	300.078	215.887	576.036	722.077	1166.490	945.688
	10	1414.640	520.245	229.412	299.921	186.559	580.582	773.293	1443.480	1121.280
	20	1633.280	558.429	209.419	303.132	167.567	595.521	817.988	1684.740	1271.890
	30	1699.660	601.406	208.285	301.878	158.892	616.587	825.038	1784.120	1323.020
	50	1815.660	629.112	204.793	303.098	148.582	621.335	870.332	2020.100	1449.230
	70	1914.230	628.831	204.624	313.981	145.667	634.861	888.805	2088.730	1522.950
	80	1937.970	635.016	203.861	308.440	149.652	640.100	913.399	2145.160	1525.900
	100	1982.880	658.181	196.726	312.665	145.439	646.599	920.959	2192.280	1624.200
	200	2121.520	698.248	199.359	312.835	143.236	690.045	973.467	2411.090	1750.250
	300	2217.850	723.962	199.593	324.402	140.559	712.769	988.452	2544.620	1802.890
500	2335.580	754.323	201.415	334.823	140.408	724.110	1048.760	2661.910	1882.400	

여기서, I = 강우강도 (mm/hr), t = 지속기간 (min.)

건설교통부 산하 54개 지점에 대하여 1시간, 2시간, 3시간, 6시간, 12시간, 1일, 2일, 3일 최대 강우량에 대하여 빈도해석을 실시하였다. 앞서 지적하였듯이 건설교통부 자료의 경우 1970년대 이전에는 보통우량계가 주종을 이루었으므로, 1일, 2일, 3일 최대 자료는 비교적 긴 자료를 가지고 있으나, 시간별 강우자료는 관측기록이 이보다 짧다. 또한, 자료구축이 일별로 이루어져 있으므로 엄밀한 의미로 기상청 자료에서 구한 매년 최대치 자료와는 다르다고 할 수 있다.

따라서 본 과업에 있어서는 기상청 강우관측 자료를 주로 이용하며, 면적 강우량 산정시에 관측소 밀도를 고려하여 건설교통부 자료를 사용하였다.

2.3 면적강우 해석

우량계를 사용하여 측정한 우량은 유역면적과는 상관없이 다만 그 점에서의 지점우량 (point rainfall)이기 때문에 총강우량을 구하기 위해서는 그 유역을 대

표할 수 있는 면적우량값이 필요하다. 따라서, 이와 같은 면적강우량 자료를 얻기 위해서는 강우량의 지역적인 변화가 반영될 수 있는 적절한 관측망의 설치 운영이 필요하며, 또한 관측된 자료를 이용하여 면적우량을 산정하는 면적우량 산정기법에 대한 타당성 있는 적용이 필요하다. 타산법은 기중계수가 세밀한 관측망을 구성하여야 하며, 관측소의 수가 변동될 때마다 관측망을 재구성해야 하는 번거로움이 있으므로 본 과업에서는 2변수 보간에 의해 평균면적 강우량을 산정하였다 (김경덕 등, 1996a).

한강유역을 지형적 특성, 하도의 구성, 기존댐의 위치 등을 고려하여 22개 소유역으로 구분하였으며 (한국전력공사, 1998), 유역의 경계좌표 및 관측소 좌표는 1/25,000 지도를 통하여 획득하였다. 54개 지점에 대한 지점강우에 대하여 2변수 보간을 실시하여 입체도 시하면 그림 2와 같다. 그림 2에서 얻어진 강우체적을 유역면적으로 나누게 되면 평균면적 강우량을 산정할 수 있다.

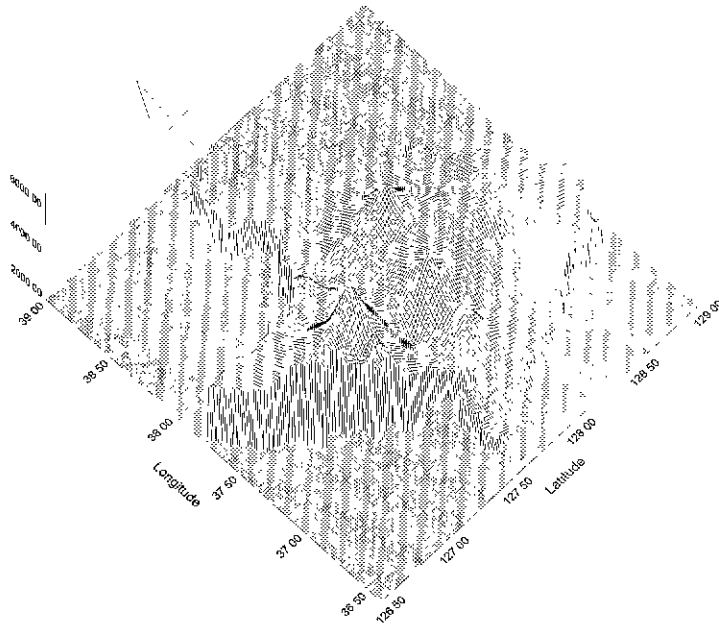


그림 2. 한강유역의 강우체적도 (재현기간 100년, 1일 최대)

9개 기상청 지점자료를 통하여 구해진 면적강우량을 54개 지점자료로 구한 면적강우량으로 환산하기 위하여 다음과 같은 과정을 수행하였다.

(1) 54개 지점의 재현기간 13개 (2년 ~ 500년), 지속기간 8개 (1, 2, 3, 6, 12시간, 1, 2, 3일) 확률강우량에 대하여 한강유역 전체 면적강우량을 2변수 보간법으로 산정한다.

(2) 기상청 9개 관측소의 위치와 일치하거나 인접한 관측소 9개 지점을 선정하여 (1)과 마찬가지로 재현기간 13개 (2년 ~ 500년), 지속기간 8개 (1, 2, 3, 6, 12시간, 1, 2, 3일) 확률강우량에 대하여 한강유역 전체 면적강우량을 산정한다.

(3) X축을 (1)에 의해 산정된 값, Y축을 (2)에 의해 산정된 값으로 도시하고 회귀분석한다.

즉, (3)에 의해 얻어진 회귀식을 사용하여 9개 기상청 자료에 의한 면적강우량을 환산하여 관측소 밀도에 의한 문제점을 보완하였다

다음 그림 3은 (3)에 의해 도시된 그림과 회귀식을 나타내고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 높은 상관성을 가지는 것으로 나타났으며, 9개 지점으로 구한 면적강우량이 54개 지점에 의한 면적강우량보다 약간 크게 나타났다 (기울기 < 10)

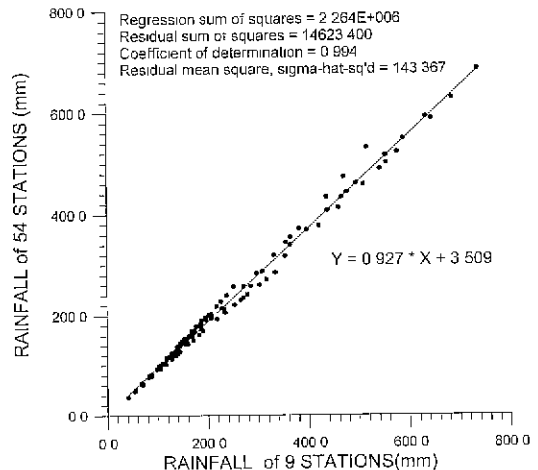


그림 3. 관측소 밀도에 따른 면적강우량도 및 회귀분석결과

한편, 각 소유역별 년적강우량은 전체 면적강우량과 소유역별 면적강우량, 인근지점 강우량을 변수로 하는 다중회귀분석을 실시하여 산정되었다. 본 연구에서 사용한 다중선형회귀분석 (multiple linear regression analysis)에 대하여 기술하면 다음과 같다. m개의 독립

립변수 $X^{(1)}, X^{(2)}, \dots, X^{(m)}$ 에 대한 종속변수 Y 의 다중선형회귀법은 다음과 같은 선형함수로 나타낼 수 있다.

$$Y = a + b_1X_t^{(1)} + b_2X_t^{(2)} + \dots + b_mX_t^{(m)} + \epsilon_t \quad (2)$$

여기서 a, b_1, b_2, \dots, b_m 은 회귀상수(regression coefficient)이고, ϵ_t 는 평균 0의 값과 일정한 분산(σ_ϵ^2)을 갖는 정규분포라고 가정한 오차항(error component) 또는 잔차항(residual term)이다.

소유역별 면적강우량을 산정하는 과정을 기술하면 다음과 같다.

(1) 9개 기상청 관측지점의 확률강우량에 대하여 2 변수 보간을 통한 한강 전체 면적 강우량을 산정한다.

(2) 54개 지점 대 9개 지점 면적강우량 회귀식을 이용하여 전체 면적강우량을 보정한다

(3) 각 소유역별 면적강우량 (Y_t)은 전체 면적강우량 (Z), 소유역 인근 관측소 1개에서 3개 지점 강우량 (X_1, X_2 , 혹은 X_3)에 의한 다중회귀식을 이용하여 산정한다. 즉,

$$Y_t = \alpha Z + \beta X_1 + \gamma X_2 + (\text{혹은 } + \delta X_3) + C, \\ t \text{ (소유역 번호)} = 1, \dots, 22 \quad (3)$$

여기서 $\alpha, \beta, \gamma, \delta, C$ 는 다중회귀식의 상수로서 이상의 다중회귀분석을 이용하여 소유역 9에 적용하여 구한 상수값은 표 5와 같으며, 그림 4는 이렇게 산정된 소유역 9 (소양강 유역)의 면적강우량을 나타내고 있다. 그림에서 보면 24시간 100년 확률강우량의 경우 약 320mm 인 것으로 나타났다.

기존의 화천댐 유역에 대한 연구보고서에서는 흥분

표 5. 면적강우량을 위한 다중선형회귀식 (소유역 9)

변수	매개변수 값	비 고
C	-22.261	산정된 잔차의 분산=482.140 계산된 F 검정통계치=48.222 표에 제시된 F 검정통계량=3.097 유의수준=.050
γ	0.644	
β	0.204	
α	0.478	

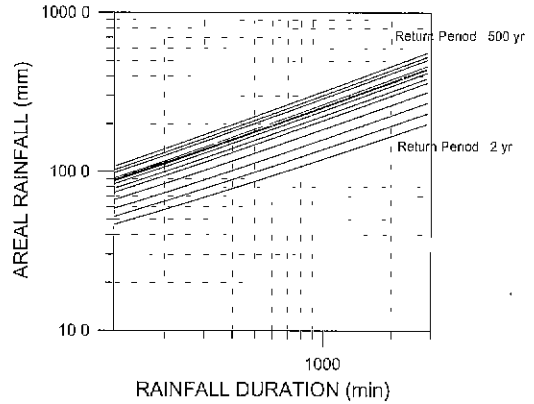


그림 4. 각소유역별 확률강우량 (소유역 9)

한 기간의 임의 지속기간 연최대치 강우자료를 춘천 기상관측소에서 밖에 구할 수 없으므로, 춘천지점의 강우자료로부터 얻어진 해석결과를 면적강우량으로 가정할 수 밖에 없었다 (한국수자원공사, 1995). 그 밖에, 건교부 및 수자원공사 산하 관측소를 이용하기 위하여 일최대 강우량에 대한 해석을 실시하여 단기간 지속기간 강우자료를 간접적으로 산정하는 모노노베 공식을 사용하여 왔다. 그러나, 본 연구에서 유도한 확률강우강도식과 회귀식을 사용하면, 이러한 문제점을 보완하면서 합리적인 면적강우량 산정이 가능하다고 판단된다.

3. 결 론

수자원의 확보와 홍수조절을 위하여 한강유역의 댐 건설은 가장 적극적인 대처방안일 것이다. 그러나, 현실적으로 신규댐 건설은 매우 어려운 가운데 기존댐의 최적운영은 가장 우선적으로 실행되어야 할 과제이다. 이를 위해서 면적 강우해석은 가장 기초적인 과제인데, 양질의 강우자료 구축이 선행되어야 한다. 양질의 자료라 함은 해석목적, 관측정도, 자료기간 등에 의해 좌우되는데, 서론에서 기술한 바와 같이 건교부 및 수자원공사 산하 강우관측자료는 여러 가지 문제점을 내포하고 있다. 따라서, 본 연구에서는 가장 신뢰할 수 있으며, 해석목적에 합당한 기상청 자료를 이용하여 면적 강우해석을 실시하였으며, 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 관측소 밀도를 고려하기 위하여 건설교통부 및 수자원공사 산하 관측소 자료를 활용하였으며, 회귀분석 결과 높은 상관성(결정계수 : 0.994)을 유지할 수 있었다.

2) 기상청자료(9개 지점)에 의한 면적강우량이 건교부 및 수자원공사 자료(54개 지점)에 의한 면적강우보다 약간 크게 산정되었다(회귀식 기울기 : 0.927 < 1.0).

3) 한강유역의 강우해석에 대한 기존의 연구에서는 인의 지속기간 확률강우량을 산정하기 위하여 대상 유역에서 멀리 떨어진 지점의 기상청 자료를 사용하여 지점우량을 해당유역의 면적강우량으로 산정하였으나, 본 연구에서는 기상청, 건교부 및 수자원공사 자료를 활용하여 면적강우량 산정에 있어서 이러한 문제를 개선할 수 있었다.

참 고 문 헌

건설부 (1961). 한국수문조사서 우량편.
 건설부 (1979). 한국수문조사서 우량, 수위 (1962~1978).
 건설부 (1979~1995). 한국수문조사연보.
 김정덕, 허준행, 조원철 (1996a). "2변수 보간법을 이용한 호우시 한강유역의 평균년적 강우량산정에 관한 연구." 대한토목학회 논문집, 대한토목학회, 제 16권, 제 II-3호 pp. 219~228.
 김정덕, 허준행, 조원철 (1996b). "연최대치 강우자료의 적정 확률분포형 선정에 관한 연구." 대한

토목학회 논문집, 대한토목학회 제 16권, 제 II-4호, pp. 335~344.
 김정덕, 이동진, 허준행, 조원철 (1998). "한강유역 상류부 댐의 확률홍수량 계산정" 한국수자원학회 학술발표회 논문집, 한국수자원학회, pp. 26~31.
 김남원 (1998). 수문관측 현황과 개선방향 우량, 수위관측을 중심으로, 건설기술정보, 통권 176호, 한국건설기술연구원, pp. 9~16.
 이원환, 박상덕, 최성연 (1993) "한국 대표확률강우 강도식의 유도." 대한토목학회 논문집, 대한토목학회 제 13권, 제 1호, pp. 115~120.
 한국수자원공사 (1995). 화천댐 및 평화의 댐 연계 운영 및 관리방안 조사.
 한국전력공사 (1998) 발전용 댐의 수자원이용 최적화 방안 (한강수계) 최종보고서.
 허준행, 김정덕, 조원철, 심명섭 (1997). "우리나라 주요지점 저유량의 빈도해석에 관한 연구." 대한토목학회 논문집, 대한토목학회 제 17권, 제 II-3호, pp 207~215.

(논문번호:99-025/진수:2000 03 25/심사완료:2000.05.20)