

# 도심통과 하천에서의 확률홍수량 산정

## Estimation for Probability Flood Discharge in Urban Rivers

윤성준, 최재홍, 권기범, 서재열, 이종석  
국립한밭대학교

Yun seong-jun, Choi jae-hong, Kwon gi-beom,  
Seo jae-youl, Lee jong-seok  
Hanbat National Univ.

요약	Abstract
----	----------

최근 들어 기상이변으로 인한 집중호우로 많은 인명피해와 재산피해를 발생시키고 있기 때문에 정확한 홍수량 산정이 필요하다. 본 논문에서는 감천유역을 대상으로 빈도해석을 통해 확률홍수량을 산정하고 이를 이용하여 수위-유량 관계곡선을 도출하였다.

Estimating flood discharge is important because a very large scale of damage on people's lives and wealth is occurred by downpour for the unusual weather change recently. Accordingly, this study derive rating-curve by using the estimated probable flood discharge although frequency analysis for Gam-stream.

### I. 서론

최근에 기상이변으로 인한 폭설, 가뭄과 홍수를 일으키는 경우가 빈번하다. 홍수는 집중호우에 의한 유출로 인해 하천의 유수가 범람하는 현상으로 큰 파괴력을 가지고 있기 때문에 인명피해와 재산피해를 야기 시킨다. 2002년에는 태풍 '루사'가 전국을 관통하면서 246명의 인명피해와 51,479억 원의 재산피해가 있었고, 2003년에는 태풍 '매미'가 경상도와 전라도를 관통하면서 130명의 인명피해와 47,810억 원의 재산피해를 발생시켰다.

또한 2006년 태풍 "에위니아"로 인해 시작된 집중호우가 연속되어 인제와 평창 등이 포함된 강원도 지역에서 도로가 끊기고 산사태가 이어지면서 사망·실종 44명에 전파·반파·침수 주택 22,445동, 수재민 6,380명의 피해가 발생하였고, 경기도 고양시에서는 시간당 70mm 이상의 집중호우로 인해 지하철 3호선 정발산역이 침수되는 등의 피해를 발생시켰다[1].

이러한 홍수피해로 인해 정확한 홍수량 산정이 더욱 강조되고 있기 때문에 본 연구에서는 감천유역을 선정하여 해당 유량관측소를 채택하고, 유량자료의 빈도해석을 통한 확률홍수량을 산정하였다.

양면 산포리의 경계인 우두령재에서 발원하여 낙동강 중류부 우안측(낙동강 하구로부터 223.4km 지점)으로 합류하는 하천으로 낙동강 제 1지류이다. 유로연장은 69.0km(국가하천 : 39km, 지방2급하천 : 29km)이다. 감천의 유역면적은 999.5km<sup>2</sup>으로서 낙동강 전 유역면적 23,326.3km<sup>2</sup>의 약 4.3% 정도이며, 동경 127°52' 40" ~ 128°20' 46", 북위 35°50' 50" ~ 36°13' 16"에 위치하고 있다.

### II. 연구대상유역

#### 2.1 대상유역의 개요

감천은 경상북도 김천시 대덕면 태리와 경상남도 거창군 웅



▶▶ 그림 1. 감천의 유역도 및 수문관측소 위치도

그림 1과 같이 본 유역의 북쪽은 형제봉(EL. 531.0m), 수선산(EL. 683.6m), 백운산(EL. 618.3m)을 연결하는 분수령을 경계로 하여 상주시가 위치하고 있는 낙동강 제1지류인 변성천 유역과 접해 있다. 서쪽은 늘의산(EL. 743.3m), 황학산(EL. 1,111.4m), 삼도봉(EL. 1,123.9m), 대덕산(EL. 1,290m)을 경계로하여 충북 영동군 황간면과 전북 무주군 무풍면, 설천면이 위치하고 있는 금강유역과 인접해 있다. 또한 남쪽은 경남 거창군 고제면, 웅양면과 성주군 금수면, 벽진면이 위치하고 있는 낙동강 제 1지류인 황강, 회천, 백천 유역이 각각 접해 있으며, 동쪽은 구미시가 위치하는 낙동강 본류와 접해있다[2].

### 2.2 수문관측소 현황

유역의 수문사황을 분석함에 있어 가장 기본적인 자료인 강우량을 측정하는 관측소는 감천 유역내에 선산, 김천, 부항, 지례 등 4개소가 있으며, 유역 인근에 위치하면서 유역내 수문현상에 영향을 미치는 관측소로는 왜관, 웅양, 웅양2 등 3개소가 있다. 이들 관측소 중 김천관측소는 1915년부터 관측을 시작하였으며, 왜관관측소는 1927년도부터, 지례관측소는 1933년에 관측을 개시하였고, 선산 관측소는 1988년에 관측을 시작하여 21개년의 강우자료를 보유하고 있다. 감천의 국가하천 구간내에 위치한 수위관측소는 하류부에 선산수위표와 중류부에 김천수위표 등 2개소가 있다. 선산수위표는 구미시 선산읍 선주교 지점으로 1965년부터 보통수위표로 관측을 개시하였고 1988년도에 자기(T/M)수위표로 바뀌었으며, 김천수위표는 김천시 지좌동 김천교 지점으로 1942년도에 보통수위표로 관측을 시작한 뒤 1986년 5월에 자기화된 후, 1996년 5월 1일에 T/M 관측소로 바뀌어 현재에 이르고 있다.

감천 유역내에 위치하고 있는 수문관측소 위치도는 그림 1에 나타냈다.

## III. 확률홍수량 산정

### 3.1 임의지속기간 최대강우량

감천유역내에 존재하는 우량관측소는 지례, 부항, 선산, 김천관측소이다. 이들을 대상으로 수집한 고정시간 지속기간별 최대강우량에 환산계수를 곱하여 임의시간 지속기간별 최대강우량은 표 1~4와 같다.

수문학적 지속시간은 고정시간이 아닌 임의시간을 의미하므로 고정시간 강우량을 임의시간 강우량 자료로 변환하여 사용하여야한다.

[표 1] 지례 관측소의 임의지속시간별 최대강우량(mm)

Year	60 min	120 min	180 min	360 min	720 min	1440 min
1983	37.257	45.279	48.551	54.702	78.546	80.4
1984	42.902	65.286	77.475	80.027	89.623	165.825
1986	39.515	46.332	55.782	100.287	130.91	162.81
1987	39.515	57.915	83.673	142.833	232.617	256.275
1988	41.773	70.551	74.376	78.001	100.7	149.745
1989	13.548	24.219	27.891	34.442	52.364	68.34
1991	11.29	21.06	29.957	39.507	52.364	58.29
1992	21.451	35.802	39.254	71.923	99.693	103.515
1993	29.354	35.802	38.221	52.676	82.574	112.56
2003	89.191	83.187	82.64	98.261	125.875	186.93
2004	44.031	69.498	77.475	122.573	177.232	246.225
2005	53.063	86.346	103.3	144.859	180.253	198.99
2006	49.676	64.233	79.541	120.547	148.029	148.74
2007	272.089	253.773	248.953	244.133	242.687	242.205

[표 2] 부항 관측소의 임의지속시간별 최대강우량(mm)

Year	60 min	120 min	180 min	360 min	720 min	1440 min
1980	21.451	21.06	26.858	44.572	63.441	66.33
1982	19.193	25.272	33.056	58.754	98.686	119.595
1983	39.515	46.332	55.782	58.754	70.49	93.465
1984	55.321	74.763	75.409	75.975	91.637	140.7
1985	30.483	41.067	49.584	80.027	108.756	125.625
1986	23.709	35.802	45.452	69.897	96.672	133.665
1987	107.255	100.035	98.135	97.248	154.071	169.845
1988	29.354	40.014	43.386	63.819	82.574	83.415
1989	211.123	196.911	193.171	189.431	188.309	187.935
1990	24.838	31.59	42.353	61.793	80.56	123.615
1991	22.58	22.113	29.957	53.689	89.623	135.675
1992	60.966	56.862	55.782	88.131	116.812	123.615
1993	27.096	37.908	47.518	69.897	87.609	133.665
1994	37.257	50.544	51.65	56.728	71.497	90.45
1995	8987.9	16765.8	24671.1	48386.9	96200.7	100150.2
1996	57.579	57.915	58.881	58.754	87.609	133.665
1997	67.74	63.18	61.98	60.78	80.56	118.59
1998	27.096	35.802	50.617	88.131	135.945	210.045
1999	308.217	287.469	282.009	276.549	274.911	274.365
2000	75.643	74.763	82.64	89.144	108.756	161.805
2001	329.668	307.476	301.636	295.796	294.044	293.46
2002	739.495	831.87	816.07	800.27	795.53	793.95
2006	2.258	2.106	2.066	2.026	2.014	2.01
2007	7406.24	6907.68	6776.48	6645.28	6605.92	6593.805

[표 3] 김천 관측소의 임의지속시간별 최대강우량(mm)

Year	60 min	120 min	180 min	360 min	720 min	1440 min
1980	24.838	31.59	33.056	38.494	53.371	74.37
1981	10.161	12.636	13.429	14.182	14.098	14.07
1982	25.967	42.12	50.617	69.897	116.812	138.69
1983	22.58	34.749	41.32	63.819	107.749	127.635
1984	22.58	42.12	57.848	80.027	91.637	155.775
1985	32.741	49.491	55.782	65.845	82.574	102.51
1986	33.87	43.173	51.65	65.845	84.588	109.545
1987	49.676	54.756	74.376	78.001	94.658	153.765
1988	46.289	53.703	73.343	88.131	115.805	144.72
1989	171.608	160.056	157.016	153.976	153.064	152.76
1990	51.934	63.18	63.013	64.832	78.546	81.405
1991	24.838	30.537	35.122	51.663	69.483	108.54
1992	54.192	50.544	52.683	79.014	112.784	116.58
1993	24.838	32.643	39.254	59.767	83.581	110.55
1994	31.612	33.696	37.188	52.676	89.623	100.5
1995	124.19	115.83	113.63	111.43	117.819	142.71
1996	31.612	36.855	53.716	70.91	91.637	141.705
1997	67.74	63.18	61.98	60.78	70.49	106.53
1998	33.87	56.862	77.475	127.638	155.078	198.99
1999	167.092	155.844	152.884	149.924	149.036	148.74

2000	74.514	69.498	68.178	66.858	66.462	92.46
2001	267.573	249.561	244.821	240.081	238.659	238.185
2002	381.602	355.914	349.154	342.394	340.366	341.7
2003	33.87	43.173	50.617	65.845	80.56	120.6
2004	39.515	41.067	49.584	87.118	129.903	168.84
2005	41.773	58.968	71.277	102.313	132.924	161.805
2006	400.795	373.815	366.715	359.615	357.485	356.775
2007	230.316	214.812	210.732	206.652	205.428	205.02

[표 4] 선산 관측소의 임의지속시간별 최대강우량(mm)

Year	60 min	120 min	180 min	360 min	720 min	1440 min
1987	101.61	94.77	92.97	91.17	95.665	145.725
1988	56.45	52.65	54.749	93.196	117.819	159.795
1989	142.254	132.678	130.158	127.638	126.882	126.63
1990	34.999	42.12	47.518	55.715	68.476	89.445
1991	30.483	28.431	28.924	41.533	55.385	78.39
1992	40.644	40.014	47.518	66.858	78.546	83.415
1993	29.354	33.696	34.089	55.715	70.49	91.455
1994	562.242	524.394	514.434	504.474	501.486	500.49
1995	50.805	47.385	46.485	45.585	45.315	45.225
1996	73.385	91.611	89.871	89.144	88.616	141.705
1997	22.58	26.325	28.924	41.533	68.476	118.59
1998	24.838	38.961	50.617	92.183	118.826	152.76
1999	275.476	256.932	252.052	247.172	245.708	245.22
2000	65.482	61.074	60.947	69.897	108.756	122.61
2001	281.121	262.197	257.217	252.237	250.743	250.245
2002	584.822	1090.908	1070.188	1049.468	1043.252	1041.18
2003	22.58	31.59	39.254	65.845	82.574	117.585
2004	117.416	109.512	107.432	105.352	128.896	177.885
2005	36.128	51.597	58.881	91.17	114.798	134.67
2006	90.32	84.24	83.673	86.105	89.623	104.52
2007	231.445	215.865	211.765	207.665	206.435	206.025

### 3.2 확률강우량

지상으로 떨어지는 강우는 하천유출에 직접적으로 영향을 주기 때문에 빈도별 홍수량을 산정해야하고 이는 해당 빈도별 확률강우량으로부터 얻을 수 있다. 본 연구에서는 임의지속시간별 최대강우량으로부터 Fard 2006을 이용하여 확률강우량을 산정하였다. 여기서, 결측년도는 관측강우량의 최소값과 최대값 영역에서 Excel을 이용한 일양분포의 난수생성으로 도출하였다.

확률강우량을 산정한 후, Thiessen 망을 작성하고, 홍수량 산정지점에 따른 강우 관측소의 지배 면적비를 적용하여 각 산정지점별 유역평균강우량을 산정하여 홍수량 산정의 기본 자료로 활용하게 된다[3].

#### 3.2.1 산정방법별 일최대 확률강우량

확률강우량은 유역내 위치한 4개의 관측소와 유역인근에 위치한 왜관, 웡양, 웡양2관측소의 강우자료를 수집하여 분석하였다(표 5 참조).

표 6은 산정방법별 유역평균 확률강우량을 나타내었다.

[표 5] 산정방법별 일최대 확률강우량

관측소	빈도	강 우 량 (mm)					채택치
		Log -Normal법	Iwai법	Gumbel법	Gumbel -Chow법	Log -Pearson type III법	
김천	50	197.7	199.0	202.6	193.4	197.7	202.6
	80	212.4	2147.1	217.5	207.1	212.4	217.5
	100	219.4	221.3	224.6	213.6	219.4	224.6
	150	232.0	234.0	237.4	225.4	232.0	237.4
	200	241.3	243.8	246.5	233.8	241.3	246.5
부항	50	151.1	150.0	163.2	154.8	151.1	163.2
	80	156.8	155.4	171.8	162.3	156.8	171.8
	100	159.5	158.0	175.9	165.9	159.5	175.9
	150	164.3	162.5	183.2	172.3	164.3	183.2
	200	167.6	165.6	188.5	176.9	167.6	188.5
지례	50	231.8	240.2	248.0	231.9	247.0	248.0
	80	250.9	262.1	267.9	249.8	271.9	267.9
	100	260.1	272.7	277.4	258.3	284.1	277.4
	150	276.8	292.3	294.6	273.6	306.8	294.6
	200	289.0	306.5	306.7	284.6	323.9	306.7
왜관	50	209.6	204.4	208.6	196.8	209.6	208.6
	80	226.7	220.0	224.4	211.0	226.7	224.4
	100	234.8	227.4	231.9	217.8	234.8	231.9
	150	249.7	240.9	245.5	230.1	249.7	245.5
	200	260.6	250.6	255.1	238.8	260.6	255.1
웡양	50	201.8	202.8	216.6	200.2	202.3	216.6
	80	215.5	216.8	232.4	213.8	216.2	232.4
	100	220.0	223.5	239.9	220.3	222.8	239.9
	150	233.6	235.6	253.5	232.0	234.7	253.5
	200	242.2	244.2	263.1	240.4	243.3	263.1

[표 6] 산정방법별 유역평균 확률강우량

지 점	부호	유역면적	유로연장	빈 도				
				50yr	80yr	100yr	150yr	200yr
김천하구	G1	999.5	69.0	200.5	214.8	221.6	233.9	242.6
대전 합류후	G2	975.7	63.1	201.0	215.4	222.2	234.5	243.2
대전 합류전	G3	899.0	63.0	202.7	217.2	224.1	236.5	245.3
외현천 합류후	G4	855.2	54.1	203.8	218.3	225.3	237.8	246.7
외현천 합류전	G5	822.9	54.0	204.7	219.4	226.3	238.9	247.8
아천, 울곡천 합류후	G6	760.5	47.1	205.5	220.2	227.2	239.8	248.7
아천, 울곡천 합류전	G7	588.5	47.0	205.0	219.6	226.5	238.9	247.8
직지사천 합류후	G8	573.5	43.1	205.8	220.3	227.3	239.8	248.7
직지사천 합류전	G9	446.1	43.0	205.0	219.3	226.2	238.5	247.3
금송교 지점	G10	432.9	39.0	205.0	219.4	226.2	238.6	247.3
대방천 합류후	G11	391.4	33.1	205.4	219.7	226.5	238.8	247.6
대방천 합류전	G12	352.6	33.0	201.6	215.4	222.0	233.8	242.3
연구시점	G13	325.3	30.0	198.7	212.2	218.6	230.1	238.3

### 3.3 확률홍수량

일반적으로 하천유역의 확률홍수량을 결정하는 방법으로는 기왕의 홍수량 기록에 의한 통계학적 방법, 유출모델에 확률강우량을 적용하는 방법, 유출인자와 수문기상학적 인자의 상호 연관성에 기초를 둔 상관관계 해석법, 경험적 접근방법 및 수리학적 접근방법 등으로 나눌 수 있다. 본 연구에서는 HEC-HMS를 통해 재현기간별 확률홍수량을 계산하였다.

[표 7] 재현기간별 확률홍수량

지 점	부호	유역면적	빈 도 별 홍 수 량(m <sup>3</sup> /s)				
			50yr	80yr	100yr	150yr	200yr
감천하구	G1	999.5	2,570	2,810	2,920	3,130	3,270
대천 합류후	G2	975.7	2,610	2,850	2,970	3,180	3,330
대천 합류전	G3	899.0	2,450	2,680	2,790	2,990	3,130
외현천 합류후	G4	855.2	2,640	2,880	3,000	3,210	3,360
외현천 합류전	G5	822.9	2,560	2,800	2,920	3,120	3,270
아천, 울곡천 합류후	G6	760.5	2,580	2,830	2,950	3,160	3,310
아천, 울곡천 합류전	G7	588.5	2,010	2,200	2,290	2,460	2,570
직지사천 합류후	G8	573.5	2,120	2,320	2,420	2,590	2,710
직지사천 합류전	G9	446.1	1,670	1,830	1,910	2,040	2,140
금송교 지점	G10	432.9	1,700	1,870	1,940	2,080	2,180
대방천 합류후	G11	391.4	1,700	1,850	1,930	2,070	2,170
대방천 합류전	G12	352.6	1,510	1,650	1,720	1,840	1,930
연구시점	G13	325.3	1,550	1,690	1,760	1,890	1,970

#### IV. 결 론

국가수자원관리종합정보 시스템(WAMIS)에서 제안하는 김천수위 관측소에서의 평수기시 수위-유량관계곡선을 토대로 하여 홍수위에 대한 수위-유량관계곡선을 산정하였다. WAMIS에서 제안하는 김천지점 수위-유량관계곡선식은 식 (1)과 같다.

$$\begin{aligned}
 0.036 \leq h \leq 1.45, & \quad Q = 35.125(h + 0.020)^{2.866} \quad (1) \\
 1.45 < h \leq 3.00, & \quad Q = 35.170(h + 0.100)^2 \\
 3.00 < h \leq 3.93, & \quad Q = 128.465(h + 0.096)^{1.350} \\
 3.93 < h \leq 4.49, & \quad Q = 49.991(h + 0.120)^{2.020}
 \end{aligned}$$

#### ■ 참고 문 헌 ■

- [1] 안재현, 박무중, “지하공간 침수피해 상황 및 방지대책”, 한국수자원학회지, 제39권, 제8호, pp.69-74, 2006.
- [2] 건설교통부, 감천 하천정비기본계획(보완), 1997.
- [3] 박기범, 황성환, 권혁현, 한주현(2007), “빈도해석에 따른 홍수량 비교 검토”, 한국수자원학회 07 학술발표회 논문집, pp.1449-1453.