

# 인천지역의 확률강우강도식에 최근 강우가 미치는 영향

최계운<sup>1)</sup>, 김영규<sup>2)</sup>, 정기일<sup>3)</sup>

## 1. 서 론

이수·치수를 위한 수공구조물의 설계 및 하천정비기본계획 등을 수립할 때 가장 중요하게 고려되는 사항 중 하나는 구조물의 설계 및 하천개수 계획의 빈도와 지속기간에 해당하는 확률강우량을 산정하여 첨두 유량을 결정하는 것이라 할 수 있다. 이러한 확률강우량은 실제 강우사상 자체 뿐 아니라 과거의 우량자료를 이용하여 빈도해석한 결과를 활용하여 계획설계 및 실무에 적용해왔으며, 전지역의 확률강우강도식이 단일화된 대표 확률강우강도식으로 유도되기도 하였다. 기존에는 1980년 이원환교수가 ‘도시하천 및 하수도 개수계획상의 계획강우량 설정에 관한 추계학적 해석’에서 제시한 강우강도 공식을 사용하였으나, 인천지역은 산지부와 해면부가 명확히 구분되어 있고, 홍수피해가 해면부 근처에서 가중되고 있는 점을 감안하여 지역별 또는 홍수피해를 감안한 확률빈도의 적용이 필요할 것으로 판단되어 인천지역은 1952년부터 1997년까지의 강우자료를, 강화지역은 1971년부터 1998년까지의 강우자료를 이용하여 1999년 인천대학교에서 인천 및 김포지역의 확률강우강도를 위한 인천대공식을 산출·제안하였다.

그러나, 최근 5년간의 기후현상을 살펴보면 1999년 집중호우, 2000년 태풍 프라피론(Pripiron), 2002년 집중호우와 태풍 루사(Rusa) 등 이상기후에 의한 집중호우 등의 발생하고 그로 인하여 강우사상에 변화가 있을 것으로 추측하고 있다. 그로 인한 강도에 대한 추가적인 검토가 필수적이라고 판단된다.

본 연구의 목적은 최근의 강우 현상이 인천지역의 강우강도에 어떠한 영향을 미치는가에 대하여 확인하는데 있다.

## 2. 본 론

### 2.1 인천지역내 확률강우강도 (인천대공식)

본 연구에서는 인천지역에서 사용되는 확률강우강도 식 중 1999년에 발표된 인천대공식(1999)을 이용하여 최근 강우가 인천지역내 확률강우강도에 미치는 영향을 살펴보았다.

표 1 재현기간별 확률강우강도공식(인천대공식)

재 현 기 간 (년)	2	3	5	10	20	30
강우강도공식	$\frac{660}{t^{0.627} + 3.17}$	$\frac{829}{t^{0.635} + 3.88}$	$\frac{936}{t^{0.624} + 3.92}$	$\frac{1,113}{t^{0.621} + 4.24}$	$\frac{1,323}{t^{0.623} + 4.77}$	$\frac{1,428}{t^{0.622} + 4.92}$
재 현 기 간 (년)	20	70	100	200	300	500
강우강도공식	$\frac{1,652}{t^{0.620} + 5.26}$	$\frac{1,671}{t^{0.618} + 5.23}$	$\frac{1,792}{t^{0.624} + 5.61}$	$\frac{1,981}{t^{0.622} + 5.84}$	$\frac{2,084}{t^{0.620} + 5.94}$	$\frac{2,241}{t^{0.620} + 6.15}$

- 1) 인천대학교 토목환경시스템공학과 교수
- 2) 인천대학교 토목환경시스템공학과 석사과정
- 3) 인천대학교 토목환경시스템공학과 석사과정

인천대공식은 1999년 인천대학교 최계운 교수가 1952년부터 1997년까지 총 47년간의 강우량자료를 이용하여 분석하였다. 인천대공식은 강우자료 분석에서 수문해석에 사용되는 확률분포형인 Gamma분포형, GEV 분포형, Gumbelqnsvh형, Log-Gumbel분포형, Log-Normal분포형, Log-Pearson type III분포형, Weibill분포형, Wakeby 분포형 등에 대하여 모멘트법 및 최우도법, 확률가중모멘트법에 의해 매개변수를 추정하였으며, 적합도 검증을 위하여  $\chi^2$ -검증, Kolmogorov-Smirnov 검정 및 Carmer Von Mises 검정을 실시하여 확률가중모멘트법의 2변수 Log-Normal 분포의 빈도시간별 확률강우량을 채택하여 확률강우강도식을 유도하였다.

## 2.2 강우 자료 분석

본 연구에서는 인천 우량관측소의 관측자료 중 전산화 되어있는 1961년부터 최근까지(2002년)의 시간위 강우자료를 사용하였다.

### 2.2.1 지속시간별 강우량에 의한 비교

매 시간별 기상자료를 이용하여 각 지속시간별(1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 18, 24시간) 최대 강우량을 계산하였으며, 인천대공식을 제안 시 사용된 기상자료(1998년 이전)의 시점을 기준으로 이전과 이후의 평균 자료를 이용하여 분석하였다.(표 2, 그림 1)

표 2 지속시간별 평균 강우량

지속시간	1	2	3	4	6
1998년 이전	39.05	61.19	75.15	84.65	100.44
99%신뢰구간	44.47	71.04	88.08	99.87	119.21
1998년 이후	47.80	77.86	92.84	104.76	126.42
지속시간	8	12	18	24	
1998년 이전	110.98	126.14	139.84	148.96	
99%신뢰구간	133.17	152.81	169.53	182.99	
1998년 이후	147.46	163.50	179.26	192.92	

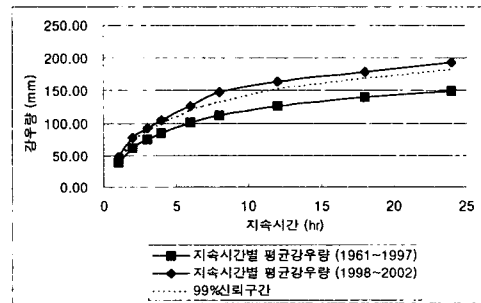


그림 1 지속시간별 평균 강우량

평균값을 살펴보면 지속시간이 길수록 8.75mm에서 43.96mm까지 크게 나타났으며 24시간 지속시간에서 가장 큰 차이를 보이고 있다. 또한 99% 신뢰구간에서는 3.34mm에서 14.29mm로 다소 크게 나타났으며 8시간 지속시간에서 가장 큰 차이를 보이고 있다. 지속시간별 강우량을 확인한 결과 최근 5년의 강우가 1998년 이전의 강우보다 다소 증가한 것으로 나타났다.

### 2.2.2 빈도별 지속시간별 확률강우량에 의한 비교

본 연구에서는 1961년부터 2002년까지의 강우 자료를 FARD98(Frequency Analysis of Rainfall Data, 1998)을 이용하여 분석하고, 이를 토대로 적합성 검토를 실시한 후 확률가중모멘트법의 2변수 Log-Normal 분포를 이용하여 얻은 확률 강우량을 비교대상으로 선정하였다. (표 3)

선정된 확률강우량을 이용하여 재산출한 확률강우강도와 인천대공식에 의해 계산된 확률강우강도를 각종 설계기준에 많이 사용되는 재연기간 5, 10, 50, 100년에 대하여 차이를 각각 비교하였다. (표 4, 그림 2, 그림 3, 그림 4, 그림 5)

표 3 빈도별 지속시간별 확률강우량

재현기간	지속시간 (hr)							
	1	2	3	4	6	8	12	24
2	38.00	59.1	72.1	80.8	95.9	105.6	118.3	131.0
3	43.70	69.1	84.4	95.2	113.0	125.9	142.7	157.9
5	49.80	80.2	98.2	111.4	132.3	148.9	170.8	188.7
10	57.40	94.2	115.5	131.7	156.5	178.3	206.9	228.4
20	64.50	107.5	132.1	151.3	179.9	206.8	242.4	267.4
30	68.60	115.2	141.6	162.6	193.4	223.4	263.3	290.2
50	73.60	124.8	153.6	176.8	210.3	244.4	289.7	319.3
70	76.90	131.1	161.4	186.2	221.5	258.4	307.4	338.6
100	80.30	137.8	169.8	196.2	233.4	273.2	326.3	359.4
200	87.10	150.9	186.1	215.8	256.8	302.5	363.8	400.4
300	91.00	158.7	195.8	227.4	270.6	320.0	386.2	425.0
500	95.90	168.5	208.0	242.2	288.3	342.3	415.0	456.5

표 4 확률강우강도와 인천대공식의 강우강도의 차이 비교

인천대 공식	빈도	1	2	3	4	6	8	12	18	24	$\sigma$
		5년빈도	-5.95	0.70	0.97	0.71	0.43	0.27	-0.26	-0.92	-1.17
10년빈도	-8.25	0.32	0.63	0.48	0.15	0.24	-0.22	-1.09	-1.32	2.64	
100년빈도	-18.58	-4.43	-3.36	-2.78	-2.74	-1.70	-1.53	-2.59	-2.56	5.05	
500년빈도	-16.67	-1.53	-0.92	-0.48	-0.94	0.16	0.15	-1.43	-1.53	5.02	

재현기간 5년의 경우 표준편차가 2.02로 확률강우강도에 거의 흡사한 결과를 나타냈으며, 재현기간 10년의 경우도 2.64로 확률강우강도와 비슷한 것으로 나타났다. 장기간 재현기간에 대한 비교에서 재현기간 50년의 경우 5.05, 재현기간 100년의 경우 5.02로 크게 차이가 나지 않는 것으로 나타났다.

그러나, 본 연구에서 사용된 자료가 시단위자료이므로 지속시간 60분 대한 결과에 다소 오차가 발생한 것으로 보인다.

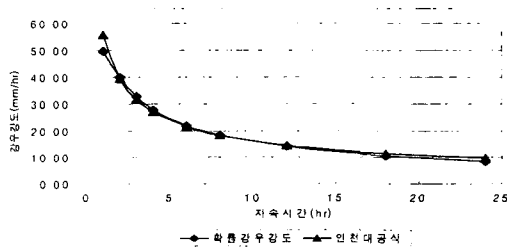


그림 2 재현기간 5년에 대한 강우강도 비교

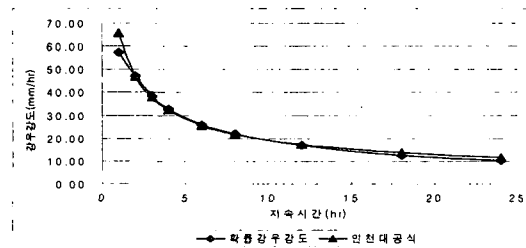


그림 3 재현기간 10년에 대한 강우강도 비교

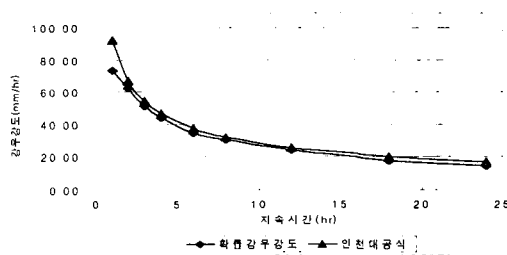


그림 4 재현기간 50년에 대한 강우강도 비교

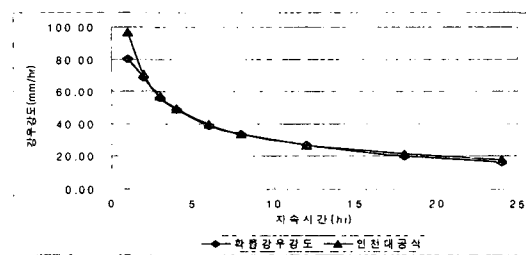


그림 5 재현기간 100년에 대한 강우강도 비교

### 3. 결 론

본 연구는 최근 들어 발생하고 있는 이상 기후현상에 따른 강우량 변화가 인천지역 내에 영향을 미치는가에 대하여 확인하는데 중점을 두었다.

지속시간별 강우량을 이용한 비교에서는 최근 5년 간의 강우량이 이전 평균강우량 보다 다소 크게 나타났으나, 이는 1998년 이전 자료와 비교하기에 상대적으로 짧은 기간이며 또한, 확률강우강도 및 확률강우량을 산출하여 직접 비교를 하기에 어려움이 있기 때문에 직접적으로 확률강우강도에 미치는 영향에 대한 검증은 이루어지기 힘들 것으로 보인다.

지속시간별 강우량을 구간별로 분리하여 상호 비교하는 과정을 통해 강우의 형태가 변화하고 있다는 점을 파악하는 것이 가능하지만 보다 정확한 비교를 위해서는 일정 기간이 지난 후 가능한 한 장기간의 강우 데이터를 수집하여 확률강우강도를 비교하는 방법을 택하는 것이 바람직할 것이다. 본 연구에서는 최근 5년 간의 강우 자료를 포함하여 확률강우량을 계산하여 인천대 공식의 확률강우강도와 비교한 결과 편차가 크지 않은 것으로 나타났다.

최근 기상이변으로 발생한 강우는 인천지역의 확률강우량 및 확률강우강도에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

### 4. 참 고 문 헌

- Maidment, "Handbook of Hydrology", Mc Graw hill, 1993
- Bedient P. B., Huber W. C., "Hydrology and Floodplain Analysis", Addison-Wesely Publishing company
- 이원환, "도시하천 및 하수도 개수계획상의 계획강우량 설정에 관한 추계학적 해석", 대한토목학회지 28권 4호, 1980
- "강우분석 프로그램의 개발", 행정자치부·국립방재연구소, 1998
- 최계은, "인천지역내 확률강우강도식 연구", 인천대학교 환경·방재연구소, 1999
- "한국확률강우량도 작성", 건설교통부, 2000
- 선우중호, "수문학", 동문사, 2001
- 윤용남, "공업수문학", 청문각, 2002
- "하천설계기준", 한국수자원학회, 2002