

도시유역의 건기시 유량변동 경향분석

Trend Analysis of Discharge Variation in Urban Drainage during the Dry Period

허성철*, 임현택**, 김형섭***, 이종태****

Sung Chul Hur, Hyun Taek Lim, Hyoung Seop Kim, Jong Tae Lee

요 지

우기시 도시하천으로 유입되는 합류식 관거의 월류수에 의한 오염부하량에는 평상시의 기본 하수량 및 오염부하량이 포함되기 때문에 이에 대한 사전 평가가 필수적이다. 또한, 장기유출에 있어서 건기시 하수량 및 처리수의 방류량은 중요한 요소로서 현재 실무에서 사용하고 있는 SWMM, STORM 모형에서 기본값으로 제시되고 있는 건기시 유량에 대한 시간 및 일하수량비는 외국의 자료를 바탕으로 한 계수값으로서 이에 대한 검토 및 평가가 필요하다. 따라서, 이 연구에서는 국토해양부 도시홍수재해관리기술연구단에서 운영 중인 서울 군자 배수구역의 일년간 건기유량 관측자료를 활용하여 요일별, 시간별 평균유량을 산출하였으며, 그 경향성 분석을 분석하였다. 또한, 기존 모형에서의 기본값들과의 비교를 통하여 그 적정성을 검토하고 국내 자료에 근거한 시간 및 일하수량비를 제시하였다. 시간별 일하수량비의 경우에서는 STORM 모형과는 다소 상이하였으나 SWMM 모형과는 비교적 그 경향이 일치하였다. 관측자료의 분석결과에 의하면 23~06시까지의 시간별 하수량이 매우 적은 것으로 분석되었으며 이는 해당 시간대에 유동인구가 적은 군자 배수구역의 특징을 잘 반영한 것으로 판단된다. 한편, 요일별 일하수량비를 비교한 결과 기존모형의 경우에서 보다 주말기간에는 상대적으로 큰 값을 나타내는 상이한 패턴을 보였다. 이 연구 결과는 다양한 도시 배수구역의 일하수량 경향의 분석을 통하여 도시유출 특성분석과 하수관거의 설계 및 관리에 유용한 자료로 활용될 것으로 판단된다.

핵심용어 : 도시배수구역, 건기유량, 도시유출특성

1. 서 론

최근 들어 빈번히 발생하는 이상강우 및 국지성 호우에 의한 도시지역의 홍수피해가 날로 급증하는 추세이며 이로 인하여 도시유역의 정확한 홍수량 산정 및 관리가 매우 중요한 국가과제로 부상하고 있는 실정이다. 우리나라의 도시지역내에서 발생하는 용수사용량 및 오폐수량은 합류식 또는 분류식 하수관거를 통하여 하수종말처리장으로 보내져 처리되며, 이때 하천으로 배출되는 일하수량의 유량변동 경향을 분석함으로써 유출특성 파악 및 하수관거 관리, 종말처리장 용량 설계 등에 유용한 자료가 될 것으로 판단된다. 그러나 현재 실무에서 적용되고 있는 기존 모형들에서 제시되고 있는 건기시의 시간 및 일하수량비는 이에 대한 보완 연구가 필요하다.

이 연구에서는 국토해양부 도시홍수재해관리기술연구단(이하 FFC 연구단)에서 운영하고 있는 도시배수구역인 서울시 광진구 군자 배수구역을 대상으로 시간별, 요일별, 주간별, 월별, 계절별 및 연평균 하수량을 분석 제시하고 기존모형에서 제시된 값과의 비교를 통하여 그 차이점을 검토하였다.

2. 건기시 일 하수량 분석

2.1 대상유역

도시 배수구역의 건기시 일 하수량 경향분석을 위하여 FFC 연구단의 시험유역중 하나인 서울시 군자 배수구역을 검토대상유역으로 선정하였다. 군자 배수구역은 유역면적 약 96.4 ha, 불투수면적비 74.6 %, 대부분의 지역의 주거지 및 상업지로 구성된 전형적인 도시배수구역이다(표 1, 그림 1). FFC 연구단에서는 군자 배수구역의 군자교 하류 중랑천 좌안의 유출구 지점에 자동유량측정기를 설치하여 2005. 8월부터 상시 유량 및 우기시 유량을 측정하여 오고 있다.

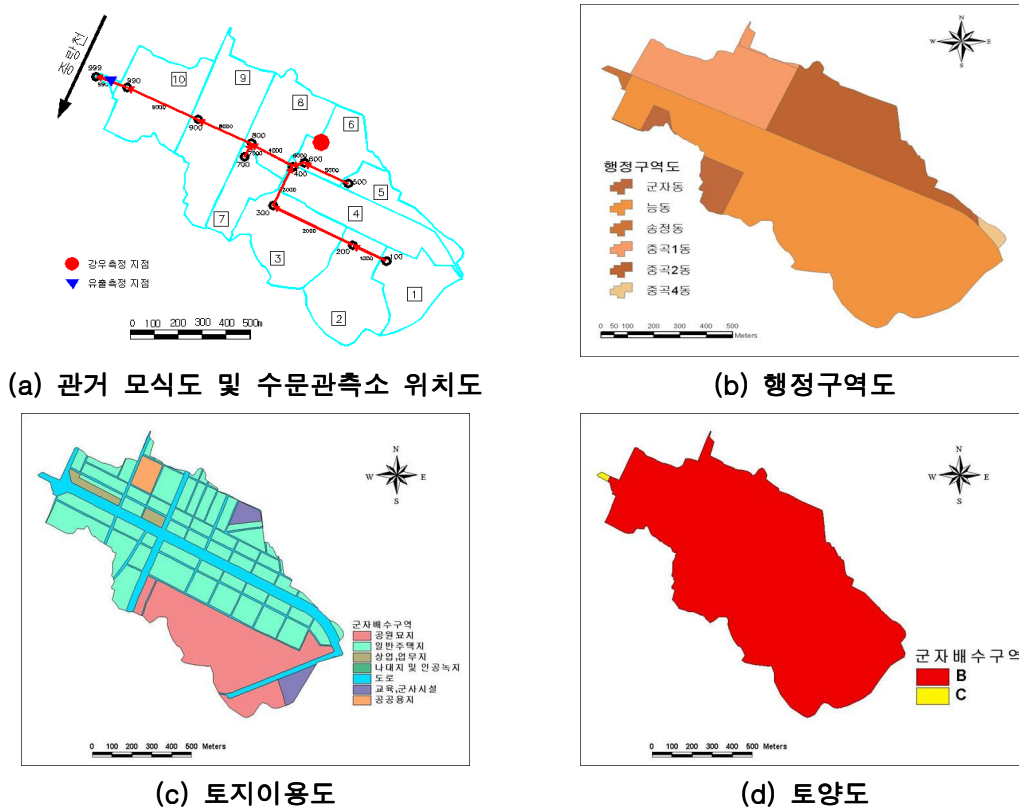


그림 1. 군자배수구역 현황

표 1. 배수구역 현황(군자 배수구역)

배수구역	면적(km ²)	위 치	불투수면적비(%)	유역경사(%)	토양형	토 지 이 용
군자	0.964	서울시 중랑구 군자동	80	2.10	B	산지 및 주거·상가 복합지역

주) FFC03-05 시험유역의 선정 및 계측망의 구축(2004, 도시홍수재해관리기술 연구단)

2.2 건기시 일하수량 분석

2.2.1 군자 배수구역의 건기유량

이 연구에서는 군자 배수구역의 2006년 10월부터 2007년 9월까지의 12개월 유량측정결과를 바탕으로 우기시 유량을 제외하고 10분 간격으로 측정된 건기시 유량을 1시간 간격으로 평균하여 정리하였으며, 시간별 평균유량을 분석하여 일 하수량이 시간에 따라 변화하는 양상을 검토하였다. 또한, 일별, 요일별, 월별, 계절별 유량값 및 연 평균 유량값을 산정하고 그 경향을 분석하였다.

검토결과 균자 배수구역내 연간 최대유량은 0.449 m³/s, 최소유량은 0.001 m³/s, 연평균유량은 0.127 m³/s로 분석되었으며, 연평균값과 중간값, 최빈값의 경우에는 0.127, 0.122, 0.121 m³/s로 큰 차이를 보이지 않고 있었다.

시간별 하수량의 경우에는 오전 9~10시 사이에 가장 큰 값을 보이며, 다시 21~23시에 유량이 커지는 것을 볼 수 있으며 03~07시 사이에서는 유량값이 급격히 감소하다가 다시 커지는 것을 알 수 있었다. 연간 최대유량은 17시, 최소유량은 03~07시 사이에 나타났으며, 08~09시에 표준편차와 분산이 가장 크고 왜곡도가 가장 작게 나타났다. 시간별 연평균값과의 최소자승법에 의한 상관관계는 0시에 가장 크고 08시에 가장 작은 것으로 분석되었다.

요일별 건기유량의 경우에는 계절 및 월별로 다소 차이는 있으나 대부분의 경우에서 주말과 휴일에 가장 큰 값을 나타내는 것과 목요일에 가장 작은 값을 나타내는 것으로 분석되었다. 이는 대부분의 유역이 주거지 및 상업지로 구성되어 있는 유역특성을 잘 반영하는 것으로 판단된다.

월별 일 하수량은 4월에 가장 큰 최대값을 보이고 있으나 평균유량이 가장 큰 것은 8~9월로 나타났으며, 1월에 일 하수량 및 평균유량이 가장 작은 것으로 검토되었다. 또한, 3~5월에 일 최대유량과 일 최소유량의 차가 가장 심하게 나타났으며, 1월에 가장 작은 것으로 분석되었다.

또한, 계절별 유량검토결과 3~5월에 최대유량이 발생하였으며, 평균유량은 여름(6~8월)에 가장 크고, 겨울(12~2월)에 가장 작은 것으로 분석되었다. 물 사용 패턴 또한 3~5월에 최대유량과 최소유량이 극명하게 나뉘는 것을 알 수 있었으며, 겨울과 여름에 전반적으로 물 사용량이 고르게 분포되어 있으나 겨울에 비하여 여름에 평균적으로 하수량이 많아 최대유량과 최소유량은 겨울이 가장 작은 것으로 분석되었다(표 2, 3, 그림 2, 3).

표 2. 연평균 건기유량 (2006. 10 ~ 2007. 9)

(단위 : m³/s)

구 분	일	월	화	수	목	금	토
평 균 유 량	0.128	0.129	0.126	0.124	0.122	0.127	0.131
평균최대유량	0.231	0.245	0.244	0.249	0.210	0.249	0.252
평균최소유량	0.084	0.082	0.076	0.076	0.079	0.084	0.085

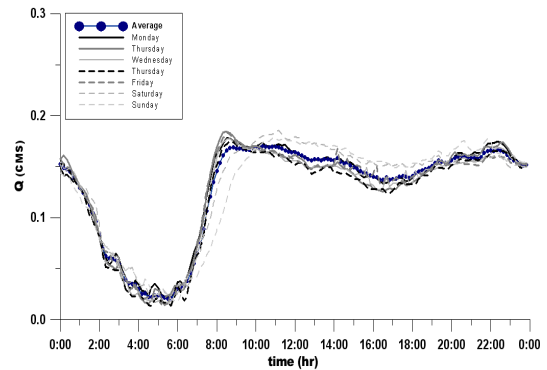
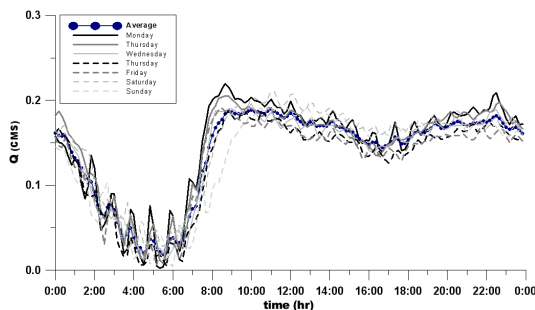
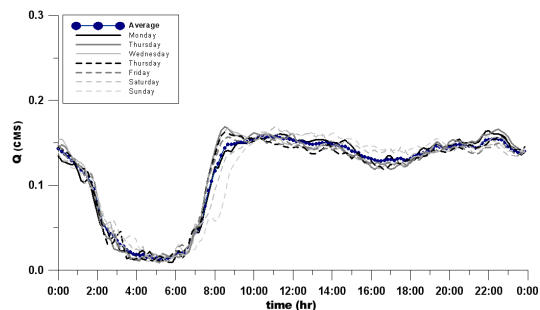


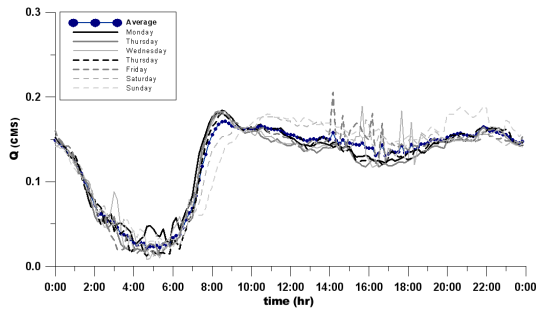
그림 2. 요일별 연평균 유출량 비교



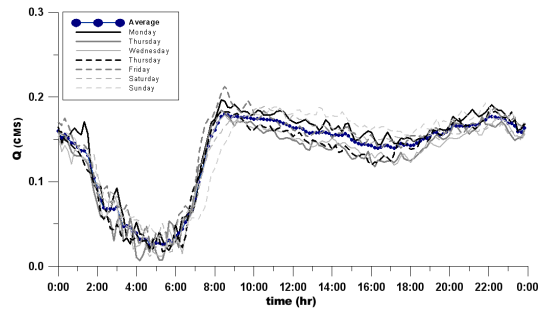
(a) 봄(3~5월)



(b) 여름(6~8월)



(c) 가을(9 ~ 11월)



(d) 겨울(12 ~ 2월)

<그림 3> 분기별 일 하수량

표 3. 시간별 연평균 건기유량 분석 (2006. 10 ~ 2007. 9)

구분	연평균 평균값								
	최대값	최소값	평균값	중간값	최빈값	표준편차	분산	왜곡도	상관관계
0	0.273	0.097	0.154	0.149	0.139	0.028	0.001	2.278	0.937
1	0.267	0.046	0.139	0.134	0.130	0.029	0.001	1.777	0.855
2	0.252	0.033	0.107	0.103	0.105	0.034	0.001	1.401	0.784
3	0.170	0.001	0.060	0.055	0.047	0.029	0.001	1.028	0.721
4	0.165	0.002	0.036	0.028	0.016	0.027	0.001	1.747	0.752
5	0.221	0.001	0.024	0.017	0.013	0.025	0.001	3.481	0.679
6	0.136	0.001	0.024	0.019	0.016	0.022	0.000	2.343	0.692
7	0.163	0.001	0.045	0.040	0.040	0.029	0.001	1.223	0.642
8	0.260	0.020	0.111	0.108	0.144	0.043	0.002	0.557	0.605
9	0.304	0.044	0.165	0.169	0.172	0.039	0.002	0.434	0.679
10	0.289	0.117	0.168	0.164	0.163	0.028	0.001	2.559	0.917
11	0.290	0.123	0.170	0.164	0.164	0.028	0.001	2.396	0.922
12	0.299	0.091	0.166	0.161	0.157	0.028	0.001	2.149	0.888
13	0.286	0.101	0.160	0.155	0.143	0.028	0.001	2.107	0.880
14	0.271	0.092	0.157	0.153	0.157	0.027	0.001	1.905	0.890
15	0.415	0.089	0.154	0.149	0.144	0.031	0.001	3.524	0.819
16	0.428	0.067	0.145	0.138	0.132	0.040	0.002	4.214	0.690
17	0.449	0.072	0.140	0.133	0.125	0.037	0.001	3.621	0.751
18	0.328	0.071	0.141	0.134	0.129	0.029	0.001	2.476	0.866
19	0.290	0.078	0.148	0.143	0.150	0.028	0.001	2.323	0.886
20	0.392	0.087	0.156	0.151	0.153	0.030	0.001	3.337	0.865
21	0.384	0.100	0.160	0.154	0.145	0.030	0.001	3.272	0.868
22	0.338	0.109	0.162	0.157	0.155	0.029	0.001	2.645	0.904
23	0.317	0.113	0.164	0.159	0.156	0.029	0.001	2.657	0.893
최대값	0.449	0.123	0.170	0.169	0.172	0.043	0.002	4.214	0.937
최소값	0.136	0.001	0.024	0.017	0.013	0.022	0.000	0.434	0.605
평균값	0.291	0.065	0.127	0.122	0.121	0.030	0.001	2.311	0.808

2.2.2 기존 모형과의 비교

이 연구에서는 군자 배수구역에서의 분석결과를 SWMM 및 STORM에서 제시하고 있는 기본값들과 비교하고 그 차이점을 분석하였다.

요일별 일하수량비를 비교한 결과 <표 4>에서 보는 바와 같이 기존모형의 경우에서 보다 주말기간에는 상대적으로 큰 값을 나타내는 상이한 패턴을 보였다. 이는 외국의 도시지역이 대부분 주거지가 아닌 상업지인 것에 반하여 군자 배수구역의 경우에는 주거지 및 상업지가 48 %이며, 인구밀도가 약 21,618 인/km²으로 전체 유역면적의 약 75 %가 도시화가 진행된 유역특성에 의한 것으로 판단된다.

시간별 일하수량비의 경우에는 STORM 모형과는 다소 상이하였으나 SWMM 모형과는 비교적 그 경향이 일치하였다. 관측자료에 의하면 23~06시까지의 시간별 하수량이 매우 적은 것으로 분석되었으며 이는 해당 시간대에 유동인구가 적은 군자 배수구역의 특징을 잘 반영한 것으로 판단된다(그림 4).

표 4. 요일별 일하수량비 비교

day	STORM	SWMM	본연구(군자)
월	1.080	1.024	1.017
화	1.040	1.022	0.996
수	0.920	1.006	0.979
목	1.030	1.031	0.959
금	1.000	0.992	0.997
토	0.960	0.970	1.033
일	0.950	0.955	1.010

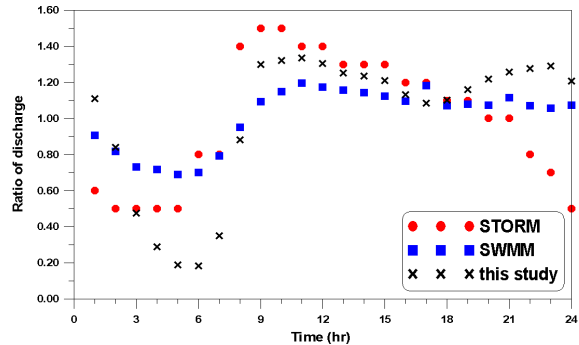


그림 4. 시간별 일하수량비 비교

3. 결론

유역내 대부분이 주거지 및 상가지역으로 구성된 서울 군자 배수구역의 일 하수량을 시간별, 일별, 요일별, 월별 및 계절별로 분석하였다. 일 하수량의 경우에는 분석결과 계절 및 요일에 따라 일 하수량에 다소 차이를 보이고 있으나 시간별 하수량이 일정한 경향을 보이고 있으며, 우리나라 도시지역의 물 사용 패턴을 잘 나타내고 있음을 알 수 있었다. 또한, 기존의 모형과 비교 결과 도시를 구성하고 있는 토지이용현황이 상이하하여 그 경향이 매우 상이함을 알 수 있었다. 다양한 토지이용변화에 따른 배수구역의 검토를 통하여 보다 정밀한 도시유역의 수문특성 분석이 가능하고 하수관거 정비 및 하수 종말처리장 설계에 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

감 사 의 글

본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행한 2003년도 건설기술혁신사업(03산학연C01-01)에 의한 도시홍수재해관리기술연구단의 연구성과입니다.

참 고 문 헌

1. 건설교통부/한국건설교통기술평가원 (2004). 시험유역의 선정 및 계측망의 구축, 도시홍수재해관리기술연구단 기술보고서 FFC03-05
2. 건설교통부/한국건설교통기술평가원 (2005). 도시홍수재해관리기술연구보고서, 별책 제1권
3. 김충수, 김형섭, 이종태, 허성철 (2007). 도시하천 소배수구역의 일일 하수량 경향 분석(군자 시험배수구역을 중심으로), 한국수자원학회 학술발표회 논문집, p.p. 1418~1422
4. Huber, W.C et al (1998). Stormwater Management Model Ver.4, Part A : User's Manual, E.P.A.
5. US Army Corps of Engineers (1977). Storage, Treatment, Overflow Runoff Model User's Manual, HEC.