

연구논문

홍제천 정비를 위한 하천유지유량 확보 및 수질개선 방안 연구

황병기 · 호종광 · 오경석

상명대학교 토목환경공학부

(2004년 12월 8일 접수, 2005년 2월 1일 승인)

Study on the Management of Minimum Low Flow and Water Quality of Hongjechun

Byung-Gi Hwang · Jong-Kwang Ho · Kyung-Seok Oh

Div. of Civil and Environmental Engineering, Sangmyung University

(Manuscript received 8 December 2004; accepted 1 February 2005)

Abstract

In this study, field surveys were performed for 12 stations in main stream of Hongjechun and 3 stations in 2 tributaries, respectively, in order to find out dried reaches of the stream, and to examine the water quality of the stream, and to suggest methods to improve the stream concerned into eco-stream.

In the results of water quality in stream, however distinct difference for seasonal variation of the water quality was not found, the water quality of winter was relatively better than that of other seasons. Annual mean concentration of BOD was 6.5mg/L in the upper reach, 11.8mg/L in the middle reach, 15.3mg/L in the lower reach of main stream, and total mean was 12.5mg/L, while the BOD concentration was 3.6mg/L in the upper reach, and was 9.6mg/L in the low reach of Gukichun, the tributary.

Based on flow examination, the level of water depth was so low and the flow can not be traveled downstream in the reach between ST-9 and ST-10 for low water season, whereas it was observed that the flow was traveling except the dry season even the water level was lower than that of adjacent stations.

Key words : field surveys, eco-stream, Hongjechun, dried streams

I. 서론

중소규모 하천의 건천화현상은 최근 10년 동안 급속히 진행되어 소하천 및 지방2급 하천뿐만 아니라 지방1급 하천도 일부 구간이 이미 건천화가 진행되고 있으며, 이는 갈수록 증가하는 경향을 보이고 있다(정관수 등, 2003). 급격한 경제성장에 동반된 물이용과 도시개발은 수문순환 구조를 변형시켰고, 그 결과로서 평상시 하천유출량이 감소하여 메마르게 되는 현상이 나타나고 있다(이상호 등, 2003).

『경기도내 하천의 건천화』(인하대학교, 2003)에 의하면 우리나라 건천화된 하천은 총 543개로 집계되었으며, 각 부처 및 지방자치단체로부터 입수한 현황 자료와 현장 방문하여 조사한 자료를 검토한 결과 482개 하천이 건천화된 하천으로 분류되었으며, 이 중 서울시는 총 11개 하천이 건천화 되는 것으로 나타났다.

건천화는 하천이 건천이 되어가는 과정이라 정의할 수 있으며(정관수 등, 2003), 하천이 거의 바닥을 보일 정도로 메말라 있는 현상을 말하며, 하천유량 측면에서 어느 정도를 건천화로 정의할 수 있는 지 그 기준에 대한 명확한 근거는 없었다. 그러나, 최근 과학기술부의 21세기 프런티어 연구개발 사업으로 추진된 과제중 하나인 '지속 가능한 하천수 개발 기술'에서 건천화를 "수문학적 요소기준으로 갈수량 기준 이하이고 하천으로부터 필요수량을 지속적으로 제공할 수 없는 하천"으로 정의하였다.

본 연구에서는 홍제천 상류 종로 구간에 생태하천정비를 위한 타당성 조사 및 기본계획을 수립하는 과업의 일부로 하천의 건천화 현황을 구간별로 조사하였다. 이와 병행하여 생태하천으로 정비하기 위하여 필요한 최소한의 하천유지용량을 산정하고, 유역 내에서 이를 확보할 수 있는 방안을 모색하기 위하여 수질 및 유량조사를 수행하여 유지용수로 사용가능한 수질과 유량을 갖

춘 지역을 찾아 하천에 필요한 유지유량을 공급하고, 하천내 수질을 양호한 수준으로 유지하기 위하여 수질관리 방안을 모색하고자 한다.

II. 현장조사

1. 조사 개요

1) 하천수 조사

가. 계절별 조사

홍제천 상류 수질 및 유량의 계절별 변화를 파악하기 위하여 계절별로 1-3회 수질조사를 수행하였다. 조사지점은 그림 1에 나타난 바와 같이 홍제천 본류 12지점(ST-1~ST-12), 구기천(지류) 3개 지점(GK-1~GK-3), 신영천 3개 지점(SY-1~SY-3)이며, 조사 시기는 2월 2일, 3월 10일, 5월 12일, 6월 24일, 7월 23일, 8월 25일, 9월 23일, 10월 22일 등 4월을 제외하고 월 1회하여 총 8회 조사하였다. 유량과 수질 (BOD, COD_{Cr}, TN, TP)를 조사하였으며, 유속은 AEM1-D 유속계(ALEC Electronics, 2002)를 사용하여 측정하였고, 수질분석은 수질공정시험법(환경부, 2000)에 준하여 분석하였다.

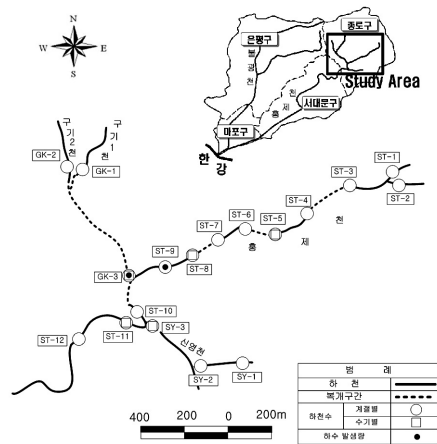


그림 1. 조사지점 위치

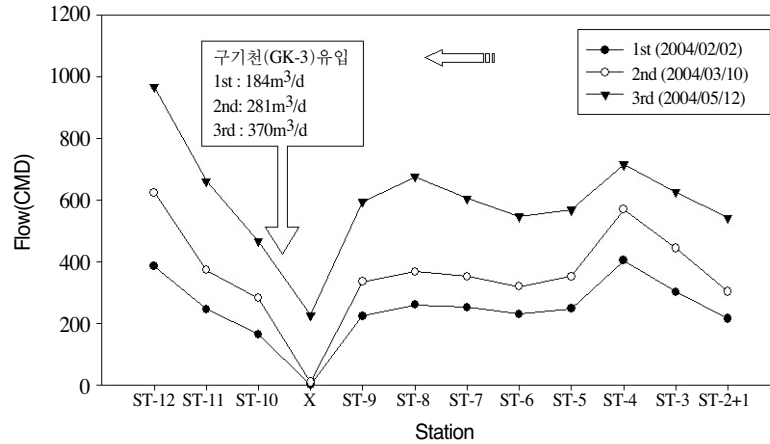


그림 2. 유량조사 결과

나. 시기별 조사

하천수의 시기별 일변화량을 조사하기 위하여 2시간 간격으로 24시간 연속 샘플링하였다. 조사 시기는 저수기에 해당하는 2004년 10월 22일-23일과 평수기에 해당하는 8월 24일-25일 2회이며, 조사 지점은 ST-5, ST-8, ST-11 등 홍제천 본류 3지점, GK-3 구기천(지류) 1지점, SY-3 신영천(지류) 1지점이며 분석항목은 계절별 수질조사와 같다.

2) 하수 조사

유역에서 발생하는 하수량을 파악하기 위해 자동유량계인 PCM-3(American Nivus Inc., 2002)와 SIGMA 950(American Sigma Inc., 2000)을 사용하여 측정하였다. 측정원리는 도플러방식의 유속 센서와 수위측정 센서가 결합된 일체형 센서를 사용하여 유량을 측정한다. 구기배수분구 구기천 말단 GK-3지점, 평창배수분구 홍제천 ST-8지점 총 2곳에 대하여 2004년 6월 24일부터 25일까지 5분 간격으로 24시간 연속 측정하였다.

2. 조사 결과

1) 하천수 유량조사

홍제천 종로구관내 본류 및 지류 하천을 포함

하여 구간별 건천화 현상을 조사하기 위하여 갈수기(1차), 저수기(2차) 및 평수기(3차)에 대하여 시기별 1회씩 총 3회 유량조사를 실시하였으며, 그 결과를 그림 2에 나타내었다.

홍제천 본류의 유량은 1차(갈수기) 측정시 상류 ST-1+2 지점에서 215m³, ST-3, ST-4 지점에서 각각 301m³/d, 404m³/d로 급격히 증가하였으며, ST-5 지점에서 247m³/d로 감소하였고, ST-9 지점까지 유량의 변동이 거의 없이 평균 유량이 246m³/d로 일정하였으며, ST-9에서 ST-10 지점 사이에 유량이 갑자기 소멸되었다가 구기천의 유입으로 ST-10 지점 164m³/d, ST-11 지점 245m³/d, ST-12지점 385m³/d로 증가하는 것으로 조사되었다. 2차 및 3차(저수기) 측정시에도 유량 증감 패턴은 유사하였으며, 본류 ST-5 지점부터 ST-9 지점까지 평균 유량이 2차 352m³/d, 3차 593m³/d으로 시기별 유황의 변동에 따라 증가하는 것으로 나타났다.

지류인 구기천은 1차 측정시(갈수기) GK-1 지점(구기 1천)과 GK-2 지점(구기 2천)에서 각각 68m³/d, 76m³/d으로 조사되었으며, 합류 후 유하면서 구기천 말단(GK-3 지점)에서 164m³/d로 증가되어 홍제천으로 유입되어 본류의 유량을 증가시키는 데 기여를 하는 것으로 조사되었다. 홍제천

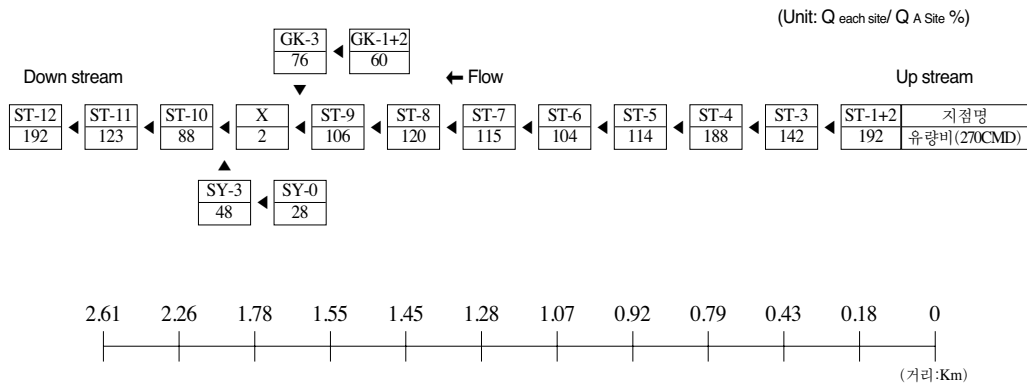


그림 3. 유량장량평가

본류로 유입량은 2차 및 3차 측정시 각각 281m³/d, 370m³/d로 시기별로 증가되는 것으로 나타났다.

지류인 신영천은 갈수기 및 저수기의 유량 자료를 평균하여 상류 시작점 ST-1+2 지점의 유량을 기준(100)으로 흐름방향으로 지점별 유량의 증감을 %로 나타내어 유량의 장량평가를 수행하였으며 그 결과를 그림 3에 나타내었다. 상류 ST-1 지점에서 100으로 시작하여 ST-4 지점(귀빈예식장 부근)까지 약 430m를 유하하는 동안에 188로 증가하였다가 ST-5 지점에서 114로 감소하는 것으로 나타났으며, 이는 ST-3-ST-4 지점 구간에서 좌안으로부터 계곡수가 하수와 섞여서 유입되면서 유량이 증가한 것으로 판단된다. 이 구간을 지나면서 더 이상의 계곡수의 유입은 없었으며 이로 인하여 유량이 감소하고, 유하하면서 소폭 증감을 반복하면서 유하하다가 ST-9 지점(평창동 동사무소 부근)에서 106으로 되었다가 이 구간을 지나면서 유량이 급격히 감소하여, 그래프에서 X 지점(세검1교)에서 0으로 유량이 소멸되는 것으로 나타났다. 원인은 건천화 되는 지점 부근에서 물이 하류로 내려가지 않고 우안에서 좌안 쪽으로 하폭 방향과 수로방향의 대각선 방향으로 흐름이 발견되었으며 이로 인하여 일시적으로 이 구간에서 유량이 소멸되는 것으로 판단된다. 지류인 구기천(GK-3 지점)에서 76로 유량

이 소멸되기 전 본류 유량의 약 80%가 유입되어 ST-10 지점 (신영사가 하단)의 유량이 88로 회복되었으며, 과업 종점인 ST-12 지점(홍지문)까지 192로 지속적으로 유량이 증가하는 것으로 조사되었다. 홍제천 본류 ST-9지점과 ST-10지점 구간에서 갈수기시 건천화 되는 것으로 나타났으며, 저수기에도 유량이 상당히 적게 흘러 하천 건천화의 경우에 따라 하천의 바닥이 보일 정도로 메말라 있는 현상(경기개발연구원, 2003)을 적용하면 건천화 하천으로 보아도 무방하다. 이러한 하천의 건천화 현상을 해결할 수 있는 대책을 마련하기 위하여 본 연구에서 하천구간 전반에 걸쳐 수질조사, 하수조사 등이 광범위하게 이루어졌다.

2) 하천수 계절별 수질조사

월별 수질자료를 토대로, 계절별 하천의 수질 변화를 산정하였으며, 계절별 자료를 평균하여연평균 수질을 산정하여 표 1에 나타내었다.

계절별 수질변화를 파악하기 위하여 본류의 3개 지점에 대하여 수질분석 결과를 비교하였다. 봄, 여름, 가을, 겨울에 대하여 ST-5 지점에서 각각 BOD 9.7mg/L, 10.9mg/L, 11.7mg/L, 9.1mg/L로, ST-9 지점에서 각각 BOD 15.4mg/L, 15.7mg/L, 16.2mg/L, 13.4mg/L로, ST-11 지점에서 각각 BOD 13.0mg/L, 15.8mg/L, 19.4mg/L,

표 1. 계절별 수질조사 결과

하천	지점	봄				여름				가을				겨울				년평균			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
홍제천	ST-1	6.0	9.5	2.0	0.015	6.0	9.7	2.4	0.013	5.8	8.6	2.2	0.013	6.3	12.1	2.2	0.014	6.0	10.0	2.2	0.014
	ST-3	7.3	13.0	3.7	0.024	7.7	12.9	3.7	0.020	6.7	10.3	3.5	0.019	6.1	14.3	3.6	0.017	6.9	12.6	3.6	0.020
	ST-5	9.7	16.7	2.6	0.034	10.9	17.2	3.8	0.029	11.7	16.3	4.0	0.029	9.1	16.6	2.8	0.019	10.3	16.5	3.3	0.028
	ST-7	12.1	18.6	2.8	0.027	13.9	20.2	3.3	0.028	12.2	18.7	3.7	0.031	14.2	16.9	2.9	0.016	13.2	18.4	3.1	0.026
	ST-9	15.4	18.4	3.0	0.025	15.7	20.3	4.3	0.032	16.2	21.6	5.3	0.034	13.4	16.5	3.3	0.017	15.1	19.1	4.0	0.027
	ST-10	14.4	15.2	3.7	0.053	16.0	22.2	4.6	0.037	16.6	21.9	5.5	0.044	14.4	21.6	4.8	0.028	15.3	20.2	4.6	0.040
	ST-11	13.0	15.7	2.8	0.035	15.8	23.7	4.6	0.037	19.4	25.6	6.1	0.042	13.5	26.3	3.9	0.022	15.3	22.7	4.4	0.034
	ST-12	13.5	15.7	3.2	0.050	16.1	25.3	5.0	0.042	19.7	25.2	5.9	0.045	11.6	32.3	4.4	0.054	15.2	24.6	4.6	0.048
구기천	GK-1	2.8	6.2	1.5	0.005	3.7	7.7	1.9	0.008	3.2	6.3	1.8	0.008	4.6	11.2	2.3	0.007	3.6	7.8	1.9	0.007
	GK-3	7.6	13.0	2.7	0.023	9.2	13.1	3.8	0.017	7.3	11.4	3.8	0.017	14.3	18.5	4.2	0.016	9.6	13.9	3.7	0.018
신영천	SY-1	2.8	4.3	1.1	0.007	3.9	6.9	1.3	0.007	4.6	7.6	2.1	0.008	2.5	7.6	1.4	0.005	3.4	6.5	1.5	0.007
	SY-3	8.3	15.4	2.7	0.030	11.3	18.5	4.8	0.028	11.9	17.5	4.1	0.031	9.4	26.3	4.7	0.016	10.3	19.3	4.2	0.026

13.5mg/L로 나타났으며 이 결과로 판단컨대 계절 별 차이는 뚜렷하지 않았으며, 겨울철의 수질이 상대적으로 양호한 것으로 나타났다.

연평균 수질은 홍제천 본류의 경우 상류 시점 ST-1 지점(올림픽아호텔 부근)에서 BOD 6.0mg/L로 시작하여, ST-5 지점에서 10.3mg/L로 급격히 나빠졌으며 ST-9 지점(평창동동사무소 부근)까지 수질악화는 서서히 지속되었으며, 구기천의 유입 후 ST-10 지점에서 하류 종점 ST-12까지 큰 변동이 없이 15mg/L 정도를 유지하는 것으로 조사되었다. COD의 경우 ST-9~ST-12 구간에서 변동이 없이 일정하였던 것과는 달리 꾸준히 상승하는 것으로 나타났으며, COD/BOD 비율은 평균 1.5(범위: 1.3~2.2)인 것으로 조사되었다. 이 구간에서 TN은 2.2~4.6 mg/L로 분포하는 것으로 나타났으며 이는 호소 수질환경기준으로 5등급(1.5mg/L 이하)을 크게 상회하는 수준이며, TP는 0.014~0.048 mg/L로 분포하는 것으로 나타났으며, 이는 호소 수질환경기준으로 3등급(0.05mg/L 이하) 수준에 해당하는 수질로 조사되었다.

지류인 구기천 수질은 상류인 GK-1 지점에서 BOD 3.6mg/L로 매우 양호한 수질이나, 하류인 홍제천 유입 직전 GK-3 지점에서 9.6mg/L로 상

당히 나빠지는 것으로 조사되었으며, 이는 복개 구간을 유하하면서 불량 하수관거로부터 하수의 유출이 있었던 것으로 추정되며, 복개구간이 약 1km로 상당히 길어 빛이 차단된 이 구간을 유하하면서 수질이 나빠진 것도 원인이 있었던 것으로 사료된다. 이 구간에서 TN은 1.9~3.7mg/L로, TP는 0.007~0.018mg/L로 분포하는 것으로 나타났다. 지류인 신영천 수질은 상류인 SY-1 지점 BOD 3.4mg/L이었으나 하류인 SY-3 지점에서 10.3mg/L로 나빠지는 것으로 조사되었으며, 이는 현통사 아래 (SY-3 지점에서 상류 200m) 주거지역으로부터 처리되지 않은 하수가 하천에 직접 유입되면서 수질의 악화에 영향을 미친 것으로 조사되었다. TN은 1.5~4.2mg/L로, TP는 0.007~0.026로 분포하는 것으로 나타났다.

3) 하천수 시기별 조사결과 및 하수량과의 관계

2004년 6월 24일 12시부터 익일 12시까지 24시간 연속 샘플링하여 수질분석한 결과를 각각 그림 4에 나타내었다.

1차 조사에서 ST-8 지점의 하천수 유량의 시간대별 변화는 1,590~1,948로 분포하며, 활동인구가 적은 오전 4시부터 6시까지 새벽시간대에 유량이

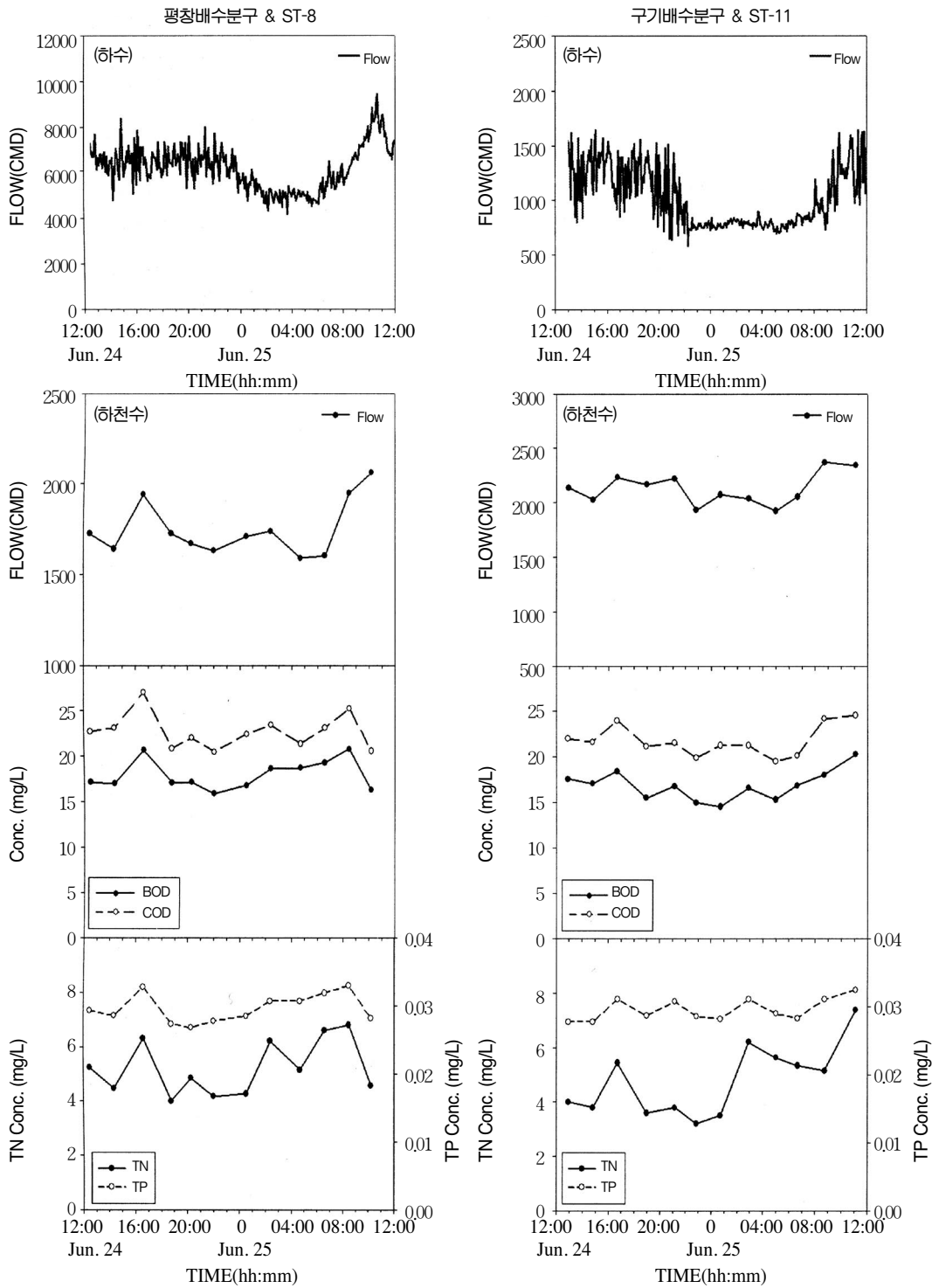


그림 4. 시간대별 하천수 유량 및 수질변화와 하수발생량 변화와의 관계(6월 24일~25일, 2004)

가장 낮게 나타나는 것으로 조사되었으며, 오전 출근시간대를 지나서 유량이 증가하는 것으로 나타나 이는 주거지역의 하수발생특성(황병기 등, 2003; 황병기, 2003)과 유사한 경향을 보이고 있어 하수가 하천수에 유입되고 있음을 알 수 있다. 수질은 BOD 15.9~20.8mg/L(평균 17.97mg/L), COD 20.5~27.0mg/L(평균 22.7mg/L), TN 4.0~6.8mg/L(평균 5.2mg/L), TP 0.027~0.033mg/L(평균 0.03mg/L)로 분포하는 것으로 조사되었으며, 하수의 발생량이 많은 시간대에 하천수 수질도 나쁜 것으로 나타났다. 하천수 조사지점을 포함하는 평창배구분구는 주거지역으로 하수가 4,169~9,441톤/일(평균 6,209톤)이 발생하는 것으로 관찰되었다. ST-8지점에서 하류방향으로 약 1km 떨어진 ST-11 지점에서 하천수 유량은 1922~2369로 분포하며, ST-8 지점에서의 하수 발생 패턴을 따르는 경향이 있으나, 유량은 상대적으로 적은 폭으로 변화하는 것으로 측정되었으며, 이는 구기배수분구가 주거/상업지역이나 상업지역이 우세한 지역으로 활동인구가 야간에도 크게 줄지 않은 것을 반영하여 하천수 유량도 크게 변화하지 않은 것으로 나타난 것으로 추정된다. ST-11 지점의 수질은 ST-8 지점과 크게 다르지 않은 것으로 관찰되었다.

III. 하천유지유량 산정

1. 하천유지 유량 설정

하천의 최소한의 기능을 유지하기 위하여 흘러야 할 유량이나 이를 결정할 때에는 하천이 요구하는 인위적인 요건 외에 하천 자체의 자연적인 요건을 고려하여야 하며, 만일 하천 자체의 유역에서 공급 능력을 초과 할 경우 하천 유지 유량은 하나의 이상적인 의미에 지나지 않아 유지 관리에 현실성이 결여 될 수 있기 때문에 하천 상류유역의 댐이나 하천 처리수 재이용 등과 같은 유량 조절 시설에 의해 추가 공급 할 수 있는 가

능성을 고려하여 하천 유지 유량을 결정해야 한다. 유지용수 공급은 가능한 모든 방법을 고려하여야 하며, 한두 가지 방안으로 공급하기에는 현실적으로 곤란하고, 유역관리 등을 통한 지하수 함량증진 등을 전 구역에서 모두 시행해야 하며 각 지천별 하천 유지용수 공급을 위한 세부시행 계획을 수립·시행하여야 한다. 유지용수 확보방안으로 하천 처리수 공급, 지하수 개발, 지하철용출수, 현지 처리, 저수지 건설, 우수저류 시설, 우수 침투시설, 분류식 관거 등이 있다.

2. 대상지역 적정 유지유량 산정

1) 하천유지유량 및 수질환경기준설정

하천 유지유량은 하천의 유지관리상 주요한 지점에서 하천의 정상적인 기능 및 생태를 유지하기 위하여 필요한 유량으로 자연적 요인인 평균 갈수량과 인위적 요인인 환경보존유량 중에서 값이 큰 유량을 설정하여, 이는 하천의 정상적 기능 및 생태를 유지하기 위해서 수요와 공급의 두 가지 측면을 다 만족하는 유량을 말한다.

본 연구에서는 하천이 정상적인 기능을 유지하기 위한 사항 중 경관, 동식물의 보호, 수질보전과 같은 친수기능의 유지 및 회복이라는 관점에서 환경보전유량을 하천 유지용수량으로 산정하였으며, 하천유지유량은 도시하천으로서의 기능 유지를 위한 경관, 시민의 친수활동, 동·식물 생태유지를 위한 필요한 유량으로 계획하였고, 대상지역의 목표유량을 기능별로 경관, 친수활동, 생태계를 고려하여 목표유량을 설정하였다.

경관을 고려한 경우 수면 폭은 유량감을 느낄 수 있도록 하천 폭의 20%이상을, 유속은 완만한 흐름을 위하여 0.1~0.3m/sec, 수심은 하상이 어느 정도 감추어 질 정도로 0.1m이상이며, 친수활동을 고려하면 어린이 물놀이를 예상하여 수심 0.5m이하 유속 0.3m/sec 이하가 적당하고, 생태계를 고

표 2. 구간별 적정 하천유지유량

구 간	유지유량 (톤/일)	수면폭 (m)	유 속 (m/s)	수 심 (m)
홍제천 한국일보앞 ~구기천 합류전	2,592	1.6 이상	0.2	0.1
홍제천 세검정 ~홍지문	3,888	3.2 이상	0.1	0.15

려하기 위한 특별히 정한 기준은 없으나 다양한 생물이 하천에서 서식할 수 있는 서식처로서의 기능에 적합한 수준으로 정한다. 3가지 기준에 부합하도록 목표유량을 산정하여야 한다.

2) 홍제천 유지유량산정

앞서 제시한 기능별 목표유량을 고려하여 하천의 친수성 기능 회복을 위해 대상구간내 저수로 정비가 가능한 구간에 대하여 구간별 하천유지유량을 분석하여 표 2에 정리하였다.

홍제천 한국일보 앞부터 홍제천 본류 구기천 합류 전 구간은 경관측면에서 유속은 0.2~0.3 m/s, 수심은 0.1m이상을, 친수성 측면에서 0.3m/s, 수심은 0.5m이하로 제시하고 있어 이를 기준으로 유속은 0.1~0.3m/s, 수심은 0.1~0.2m, 저수로폭은 1.0~2.0m범위에서 하천유지용수량을 계산하여 표 3에 나타내었다. 산정결과에 의하면, 저수기에 이 구간에서 유량이 500톤/일 (2004년 3월 2일, 3월 10

일 2회 조사), 평수기에 800톤/일 (2004년 5월 28일 조사)으로 조사되어 유지용수 부족이 큰 0.3m/s의 유속보다, 유속이 0.2m/s일 때 유량 2,592가 적합할 것으로 판단된다. 유속이 0.1m/s를 택할 경우 적은 유지유량이 필요하나, 경관적인 측면에서 물이 흐르는 느낌을 주지 못할 것으로 사료된다.

홍제천 세검정-홍지문 구간은 경관측면을 고려하여 평균 하천폭이 16m인 사업구간은 32m이상의 수면폭이 필요한 것으로 조사되었다. 유속은 0.1~0.2m/s, 수심은 0.1~0.2m, 저수로폭은 2.0~3.0m 범위에서 하천유지용수량을 계산하여 표 4에 나타내었다. 산정결과에 의하면, 저수기에 이 구간에서 유량이 1,000톤/일 (2004년 3월 2일, 3월 10일 2회 조사), 평수기에 1,500톤/일 (2004년 5월 28일 조사)으로 조사되어 유지용수 부족이 큰 0.2m/s의 유속보다, 유속이 0.1m/s일 때 유량 3,888m³/d가 적합할 것으로 판단된다. 유속이 0.2m/s를 택할 경우 경관적인 측면에서 물이 흐르는 느낌을 주게 되어 바람직하나, 상당히 많은 유지유량이 필요하게 되어 경제성이 낮을 것으로 판단된다.

IV. 홍제천 적용가능한 유지용수 확보 방안

하천의 유지용수 확보 방안으로 현재 국내에

표 3. 하천유지용수량 산정결과(I)

(단위:m³/d)

저수로폭 유속(m/s) \ 수위	1.0m			1.5m			2.0m		
	10cm	15cm	20cm	10cm	15cm	20cm	10cm	15cm	20cm
0.1	864	1,296	1,728	1,296	1,944	2,592	1,728	2,592	3,456
0.2	1,728	2,592	3,456	2,592	3,888	5,184	3,456	5,184	6,912
0.3	2,592	3,888	5,184	3,888	5,832	7,776	5,184	7,776	10,368

표 4. 하천유지용수량 산정결과(II)

(단위:m³/d)

저수로폭 유속(m/s) \ 수위	1.0m			1.5m			2.0m		
	10cm	15cm	20cm	10cm	15cm	20cm	10cm	15cm	20cm
0.1	1,728	2,592	3,456	2,160	3,240	4,320	2,592	3,888	5,184
0.2	3,456	5,184	6,912	4,320	6,480	8,640	5,184	7,776	10,368

시행된 사례로는 지하수 개발, 지하철의 역사 배출수, 한강도수, 우수저류시설(건물간 저류, 공원, 학교 등 공공건물 이용저류 등) 확보, 우수침투시설 설치 등을 고려할 수 있으나 본 지역에서 적용되기에 적절치 않다고 판단되어 연구대상지역에 적합한 확보방안을 표 5에 제시하였다.

방안 1은 필요한 유량을 확보하기 위하여 구기천 상류에 소형댐을 만들어 야간에 저수하였다가 주간에 도수하는 방안을 고려하여 저수가 가능한 양을 산정하였다. 제방의 높이를 4m 이상으로 하였을 때 약 4,300톤가량의 물을 확보할 수 있고, 이는 부족분 2,100톤/일에 약 2배에 해당하는 유량으로 저수량의 약 1/2를 야간저수/주간도수 하여 홍제천 본류의 하천유지 용수 부족량을 채울 수 있는 것으로 판단된다.

방안 2는 구기 1천과 구기 2천은 복개구간 내에서 합류되어 약 800m 유하하여 신영상가 밑 복개구간에서 홍제천과 합류하는 것으로 나타났으며, 이 과정에서 구기 1천과 2천의 깨끗한 수질이 복개구간을 거치면서 수질이 급속히 악화되는 것으로 조사되었다. 이에 따라 복개구간 시작전의 구기천의 맑은 물을 홍제천 본류로 도수할 경우 2004년 2월 2일 조사한 자료에 의하면 갈수기 경우 164톤/일, 3월 10일 자료에 의하면 저수기 경우 281톤/일의 유량을 확보할 수 있는 것으로 조사되었다.

방안 3은 백사실 위 신영천 상류 불량 주거지역의 하수를 처리할 수 있는 간이 하수처리장을

설치할 경우 방류수 약 48톤/일을 확보할 수 있을 것으로 산정되었다

방안 4는 현통사 아래 신영천 하류 주거지역으로부터 하천으로 유입되는 하수를 차단한 뒤, 양호한 수질의 신영천 하천수를 홍제천 본류로 유입시키는 방안으로 2004년 2월 2일 조사에 의하면 갈수기시 102톤/일, 3월 10일 조사 자료에 의하면 저수기시 141톤/일의 유량을 적어도 확보할 수 있는 것으로 나타났다.

결론적으로, 구기천 상류에 소규모 저류댐을 건설하여 야간에 저수하였다가 주간에 도수하는 방안이 적정유지유량 2100톤/일을 만족시킬 수 있는 것으로 나타났으나, 이는 저류댐 건설로 인한 주변 환경문제, 저류댐내의 수질유지문제, 등 여러 가지 고려할 사항이 많은 것으로 판단된다.

V. 결론

본 연구는 홍제천의 생태하천정비를 위한 방향을 제시하기 위하여 수행되었으며, 이를 위해 대상 하천의 건천화 현황 및 수질조사가 이루어졌고 그에 따른 하천의 유지용량산정과 유지용수의 확보에 다음과 같은 결과를 도출할 수 있었다.

1. 홍제천 유역의 건천화 현황 조사를 위하여 총 4회 유량조사를 실시하였다. 본류는 11개 지점을, 지류는 구기천 및 신영천에 대하여 각각 3지점을 조사하였다. 홍제천 본류에 구기천 합류전 약 200m 지점에서 갈수기 및 저수기에 일시적으로 건천화가 나타났으나 평수기에는 유량의 감소는 있으나 건천화는 나타나지 않는 것으로 조사되었다. 구기천은 유량조사 기간 중 건천화 된 곳은 없는 것으로 조사되었고, 신영천 역시 조사 기간중 건천화 된 곳은 없었으나, 갈수기시 상류의 유량이 상당히 적게 흐르는 것으로 조사되었다.

2. 본류 3개 지점의 수질값을 토대로 계절별 수질변화를 분석한 결과에 따르면 계절별 차이는 뚜렷하지 않은 것으로 나타났으며, 겨울철의 수

<표 5> 하천유지유량 확보방안 및 방안별 유지유량

구 분	확보방안	확보유량 (톤/일)
방안 1	-구기천 소규모 저류댐에 의한 저류 -간헐도수(야간저수 및 주간도수 등)	2,100
방안 2	-구기천 직접도수 -구기 1천, 2천 상류 양호한 수질과 유량	164~281
방안 3	-하수처리장 방류수 (신영천 상류)	48
방안 4	-지류하천 하천수 본류에 직유입 -신영천 하류 하천수, 하수 분리	102~141

질이 상대적으로 양호한 것으로 나타났다. 또한, 홍제천 상류 과업구간의 연평균 BOD 농도는 상류부 6.5mg/L, 중류부 11.8mg/L, 하류부 15.3mg/L로 과업중점으로 유하하면서 수질이 기하급수적으로 악화되는 것으로 조사되었다.

3. 수기별 조사에서 ST-8 지점에서 하천수 유량이 활동인구가 적은 새벽시간대에 가장 낮게 나타나는 것으로 조사되었으며, 오전 출근시간대를 지나서 증가하는 것으로 나타나 이는 주거지역의 하수발생특성과 유사한 경향을 보이고 있어 하수가 하천수에 유입되고 있는 것으로 추정되었다. 또한 하수의 발생량이 많은 시간대에 하천수 수질도 나쁜 것으로 나타나 하수의 하천수 유입이 있음을 나타내는 명백한 결과로 판단된다.

4. 지하수 개발, 지하철 역사 배출수, 한강도수, 우수저류시설설치, 우수침투시설설치 등의 국내에 알려져 있는 유지용수 확보사례는 본 연구대상지역의 특성상 효율적인 하천 유지용수 확보 대안이 될 수 없을 것으로 판단된다. 때문에 대상지역의 지역적 특징을 충분히 반영한 구기천 소규모 저류 및 간헐도수, 구기천 직접 도수, 신영천 상류 소규모 하수처리장 방류수 이용, 신영천 하천수 홍제천 본류 유입과 같은 방안이 효과적일 것으로 판단되어 이로 인한 유지용수량을 각각 산정하였으며, 구기천에 소규모 저류댐을 통한 저류와 간헐도수를 병행하는 것이 적정유지용량을 확보할 수 있는 것으로 나타났다.

참고문헌

정관수, 조효섭, 김정엽, 심영필, 2003, GIS를 이용한 건천화 하천의 특성분석, 한국수자원학

회지, 36(6), 1083-1095.

인하대학교, 2003, 지속가능한 하천수 개발기술 최종보고서.

이상호, 박종표, 이정민, 조효섭, 2003, 청도천의 건천화 원인분석, 한국수자원학회지, 36(6), 1069-1082.

이현동, 안재환, 배철호, 김운지, 2001, 강우시 유출부하량을 이용한 팔당상수원 유역의 비점오염원 원단위와 발생량 추정, 한국물환경학회지, 17(3), 313-326.

황병기, 이의상, 김경원, 손정은, 2003, 남양주시 하수발생특성 연구, 12(2), 73-86.

최운영, 이영화, 2000, 도시유역의 내수배제시스템 설계를 위한 유출특성분석, 한국환경화학회지, 9(3), 193-199.

최지용, 신은성, 도시지역 비점오염원 관리 방안 연구, 1997, 한국환경정책평가연구원 보고서.

황순진 외, 1997, 팔당상수원 수질개선방안에 관한 연구, 경기개발연구원 보고서.

황병기, 김경원, 2003, 구리시 하수발생 특성 분석, 19(4), 425-436.

환경부, 2000, 수질오염공정시험방법.

American Sigma Inc., 2000, Manual for flow meter models 910, 920, 930.

American Nivus Inc., 2002, System Manual for flow meter model PCM-3.

ALEC Electronics, 2002, Manual for electromagnetic current meter model AEM1-D.