

홍제천 상류 건천화 하천 조사 및 유지유량확보방안 연구

호종광, 오경석, 황병기
상명대학교 토목환경공학부
soundcolor@smu.ac.kr

Examining dried reach of stream and maintaining mininum low flow upstream of Hongjechun

Jong-Kwang Ho · Kyung-Seok Oh · Byung-Gi Hwang
Division of Civil and Environmental Engineering, Sangmyung University

요 약

본 연구에서는 홍제천 유역의 하천 건천화 현황을 조사하였고, 하천의 유지유량을 확보할 수 있는 방안을 제시하기 위하여 총 4차례에 걸쳐 홍제천 본류 11개 지점, 구기천 및 신영천에 대하여 각각 3지점의 유량 조사를 실시하였으며, 그 결과 홍제천 본류에서 구기천 합류점 약 200m 지점에서 갈수기 및 저수기에 일시적으로 건천화가 나타났다. 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. 유지용수 확보방안으로는 국내에 널리 알려져 있는 지하수 개발, 지하철 역사 배출수, 한강도수, 우수저류시설 설치, 우수침투시설 설치 등은 본 연구대상지역의 특성상 효율적인 유지용수확보대안이 될 수 없다고 판단되었기에 대상지역의 특성을 충분히 반영한 구기천 소규모댐 저류 및 간헐도수, 구기천 직접 도수, 신영천 상류 소규모 하수처리장 방류수 이용, 신영천 하천수 홍제천 본류 유입과 같은 방안을 제시하였다.

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』(경기개발연구원, 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 정의

할 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 ‘지속가능한 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 생태하천 정비를 위한 타당성 조사 및 기본계획을 수립하는 과업의 일부로 하천의 건천화 현황을 구간별로 조사하였다.

II. 현장조사

2.1 조사 개요

1) 계절별 조사

홍제천 상류 유량의 계절별 변화를 파악하기 위하여 계절별로 1-3회 유량조사를 수행하였다. 조사지점은 홍제천 본류 12지점, 구기천(지류) 3개 지점, 신영천 3개 지점이며, 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. 유속은 AEM1-D 유속계(ALEC Electronics, (2002) Electromagnetic Current Meter for River Model AEM1-D)를 사용하여 측정하였다.

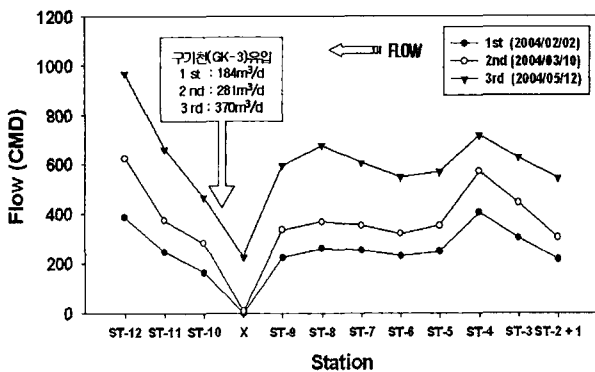
2) 수기별 조사

하천수의 수기별 일 변화량을 조사하기 위하여 2시간 간격으로 24시간 연속 측정하였다. 조사 시기는 저수기에 해당하는 2004년 10월 22일 - 23일 과 평수기에 해당하는 8월 24일 - 25일 2회이며, 조사 지점은 홍제천 본류 3지점, 구기천(지류) 1지점, 신영천(지류) 1지점에 대하여 수행하였다.

2.2 조사 결과

1) 하천수 유량조사

홍제천 종로구관내 본류 및 지류 하천을 포함하여 구간별 건천화 현상을 조사하기 위하여 갈수기 (1차), 저수기 (2차) 및 평수기 (3차)에 대하여 수기별 1회씩 총 3회 유량조사를 실시하였으며, 그 결과를 (그림 1)에 나타내었다.



(그림 1) 유량조사 결과

홍제천 본류의 유량은 1차 (갈수기) 측정시 상류 ST-1+2 지점에서 $215 m^3/d$, ST-4 지점에서 각각 $301 m^3/d$, $404 m^3/d$ 로 급격히 증가하였으며, ST-5 지점에서 $247 m^3/d$ 로 감소하였고, ST-9 지점까지 유량의 변동이 거의 없이 평균 유량이 $246 m^3/d$ 로 일정하였으며, ST-9에서 ST-10 지점사이에 유량이

갑자기 소멸되었다가 구기천의 유입으로 ST-10 지점 $164 m^3/d$, ST-11 지점 $245 m^3/d$, ST-12지점 $385 m^3/d$ 로 증가하는 것으로 조사되었다. 2차 및 3차 (저수기) 측정시에도 유량 증감 패턴은 유사하였으며, 본류 ST-5 지점부터 ST-9 지점까지 평균 유량이 2차 $352 m^3/d$, 3차 $593 m^3/d$ 으로 시기별 유량의 변동에 따라 증가하는 것으로 나타났다.

지류인 구기천은 1차 측정시(갈수기) GK-1 지점 (구기 1천)과 GK-2 지점 (구기 2천)에서 각각 $68 m^3/d$, $76 m^3/d$ 으로 조사되었으며, 합류 후 유하하면서 구기천 말단(GK-3 지점)에서 $164 m^3/d$ 로 증가되어 홍제천으로 유입되어 본류의 유량을 증가시키는 데 기여를 하는 것으로 조사되었다. 홍제천 본류로 유입량은 2차 및 3차 측정시 각각 $281 m^3/d$, $370 m^3/d$ 로 시기별로 증가되는 것으로 나타났다.

III. 하천유지유량 산정

3.1 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 가능성을 고려하여 하천 유지 유량을 결정해야 한다. 유지용수 공급은 가능한 모든 방법을 고려하여야 하며, 한두 가지 방안으로 공급하기에는 현실적으로 곤란하고, 유역관리 등을 통한 지하수 함양증진 등을 전 구역에서 모두 시행해야 하며 각 지천별 하천 유지용수 공급을 위한 세부시행 계획을 수립· 시행하여야 한다.

3.2 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 평균갈수량과 인위적 요인인 환경보존유량 중에서 값이 큰 유량을 설정하여, 이는 하천의 정상적 기능 및 생태를 유지하기 위해서 수요와 공급의 두 가지 측

면을 다 만족하는 유량을 말한다.

(2) 홍제천 유지유량산정

앞서 제시한 기능별 목표유량을 고려하여 하천의 친수성 기능 회복을 위해 대상구간내 저수로 정비가 가능한 구간에 대하여 구간별 하천유지유량을 분석하였다.

1) 홍제천 한국일보앞 - 구기천 합류 전 구간

경관측면을 고려한 목표유량 평가기준에 의하면, 수면폭은 하천폭의 20%이상이어야 하므로 평균 하천폭이 8m인 사업구간은 1.6m이상의 수면폭이 필요한 것으로 조사되었다. 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 계산하였다. 산정결과에 의하면, 경관측면을 고려한 최소폭 1.6m에 가장 근접한 저수로폭 1.5m를 기준으로 수심을 0.1m로 유지할 경우 유속에 따라 1,296 - 3,888 m³/d의 유량이 필요한 것으로 산정되었다. 저수기에 이 구간에서 유량이 500톤/일 (2004년 3월 2일, 3월 10일 2회 조사), 평수기에 800톤/일 (2004년 5월 28일 조사)으로 조사되어 유지용수 부족이 큰 0.3m/s의 유속보다, 유속이 0.2m/s일 때 유량 2,592 m³/d가 적합할 것으로 판단된다. 유속이 0.1m/s를 택할 경우 적은 유지유량이 필요하나, 경관적인 측면에서 물이 흐르는 느낌을 주지 못할 것으로 생각된다.

결론적으로, 저수로폭 1.5m, 수심 0.1m, 유속 0.2m/s를 택할 경우 저수기를 기준으로 약 2,100톤/일의 유지용수가 부족하게 된다.

2) 홍제천 세검정 - 홍지문 구간

경관측면을 고려하여 평균 하천폭이 16m인 사업구간은 3.2m이상의 수면폭이 필요한 것으로 조사되었다. 유속은 0.1 - 0.2m/s, 수심은 0.1 - 0.2m, 저수로폭은 2.0 - 3.0m범위에서 하천유지용수량을 계산하였다. 산정결과에 의하면, 경관측면을 고려한 최소폭 3.2m에 가장 근접한 저수로폭 3.0m를 기준으로 수심을 0.15m로 유지할 경우 유속에 따라 3,888 - 7,776 m³/d의 유량이 필요한 것으로 산정되었다. 저수기에 이 구간에서 유량이 1,000톤/일 (2004년 3월 2일, 3월 10일 2회 조사), 평수기에 1,500톤/일 (2004년 5

월 28일 조사)으로 조사되어 유지용수 부족이 큰 0.2m/s의 유속보다, 유속이 0.1m/s일 때 유량 3,888 m³/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.

결론적으로, 저수로폭 3.0m, 수심 0.15m, 유속 0.1m/s를 택할 경우 저수기를 기준으로 약 2,400톤/일의 유지용수가 부족하게 된다.

IV. 유지용수 확보 방안

하천의 유지용수 확보 방안으로 현재 국내에 시행된 사례로는 지하수 개발, 지하철의 역사 배출수, 한강도수, 우수저류시설(건물간 저류, 공원, 학교 등 공공건물 이용저류 등)확보, 우수침투시설설치 등을 고려할 수 있으나 본 지역에서 적용될 수 있는 유지용수 확보대안이 될 수 없다고 판단된다. 따라서 연구 대상지역에 적합한 확보방안을 마련해보았다.

- 방안 1 : 구기천 소규모댐 저류 및 간헐도수
필요한 유량을 확보하기 위하여 구기천 상류에 소형댐을 만들어 야간에 저수하였다가 주간에도수하는 방안을 고려하여 저수가능한 양을 산정하였고 <표 1>에 나타내었다.

<표 1> 표고별 저수량

EL.m	EL.m 별부피 (m ³)	누적부피 (m ³)
115m	1680	6000
114m	1440	4320
113m	1200	2880
112m	960	1680
111m	720	720
110m	-	-

소규모댐의 용량산정에는 국립지리원에서 발행하는 1:5000지형도를 이용하였으며, 표고 110m에서의 면적과 115m에서의 면적을 구한 후 양단면 평균법에 의하여 산정하였다. 산정결과에 따르면 제방의 높이를 4m이상으로 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 2 : 구기천 직접 도수

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 3 : 신영천 상류 소규모 하수처리장 방류수 이용

백사실 위 신영천 상류 불량 주거지역의 하수를 처리할 수 있는 간이 하수처리장을 설치할 경우 방류수 약 48톤/일을 확보할 수 있을 것으로 산정되었다

○ 방안 4 : 신영천 하천수 홍제천 본류 유입

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

V. 결론

본 연구는 홍제천의 생태하천정비를 위한 방향을 제시하기 위하여 수행되었으며, 이를 위해 대상 하천의 건전화 현황조사가 이루어 졌고 그에 따른 하천의 유지용량산정과 유지용수의 확보에 다음과 같은 결과를 도출할 수 있었다.

1. 홍제천 유역의 건전화 현황 조사를 위하여 총 4차례에 걸쳐 유량조사를 실시하였으면 본류는 ST-1에서 ST-11까지 11개 지점을 측정하였고, 지류인 구기천 및 신영천에 대하여 각각 3지점을 조사하였다. 홍제천 본류에 구기천 합류전 약 200m 지점에서 갈수기(1차) 및 저수기(2차 및 3차)에 일시적으로 건전화가 나타났으나 평수기(4차)에는 유량의 감소는 있으나 건전화는 나타나지 않는 것으로 조사되었다. 구기천은 유량조사 기간 중 건전화 된

곳은 없는 것으로 조사되었고, 신영천 역시 조사기간중 건전화 된 곳은 없었으나, 갈수기시 상류의 유량이 상당히 적게 흐르는 것으로 조사되었다.

2. 지하수 개발, 지하철 역사 배출수, 한강도수, 우수저류시설설치, 우수침투시설설치 등의 국내에 알려져 있는 유지용수 확보사례는 본 연구대상지역의 특성상 효율적인 유지용수확보대안이 될 수 없다고 판단되었다. 때문에 대상지역의 지역적 특징을 충분히 반영한 구기천 소규모댐 저류 및 간헐도수, 구기천 직접 도수, 신영천 상류 소규모 하수처리장 방류수 이용, 신영천 하천수 홍제천 본류 유입과 같은 방안은 하천 유지용수 확보에 효과적일 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 경기개발연구원, 2003, 경기도내 하천의 건전화.
2. ALEC Electronics,(2002) Electromagnetic Current Meter for River Model AEM1-D.
3. APHA, 1995, Standards Method for the Examination of Waterand Wastewater.
4. American Nivus Inc., 2002, PCM-3.
5. American Sigma Inc., 2000, SIGMA 950.
6. 서울시정개발연구원, 2001, 안양천의 수질 개선과 생태하천 조성을 위한 기초연구.
7. 건설부, 1980, 하천시설기준.
8. 한국건설기술연구원, 1993, 유지유량/하천환경 조사보고서.
9. 한국수자원학회지, 2001, 도시 하천 경관 설계.