

大東川の 河川機能 回復 方案 研究

A Study on Rehabilitation of Stream Function to the DAEDONG Stream

盧 載 卿* · 安 秉 基**
Noh, Jae Kyung · Ahn, Byoung Gi

1. 緒 論

산업발달과 인구의 도시집중화에 따라 도시하천은 수질오염으로 심하게 몸살을 앓고 있다. 이의 해결책으로 대부분의 도시하천은 하상에 차집관거를 매설하여 생활하수를 분리시켜 하류의 하수처리장으로 유송시키는 방법을 택하고 있다. 여기에서 수질은 개선될 지 모르나 하천이 건천화되는 또다른 문제가 야기되어 궁극적으로 하천의 기능이 발휘되지 못하는 경우가 발생되고 있다.

또한 근년에 이르러 경제가 발달되어 삶의 여유가 생김에 따라 하천정비도 빠르게 전개되고 있으나 치수와 이수 위주로 이뤄지고 환경이 소홀하게 다뤄지고 있다. 그러나 최근에 환경을 고려하여 하천정비를 해야 지속가능한 개발이 된다는 학계의 주장이 제기되고 있는 것은 바람직하고 다행한 일이다.

도시하천은 도시민에게 부족한 여가공간을 제공하고, 도시민을 심리적, 정서적으로 순화시키는 기능을 하고, 그리고 도시 자연생태계에 생물의 종 다양성을 제공하는 등의 역할을 하고 있다. 이를 위해서는 하천에 일정유량 이상의 맑은 물이 항상 흘러 쾌적성을 유지하여 도시민을 유혹하도록 해야 하며, 하천정비도 가능한 자연형으로하여 생물의 서식처 제공과 생물의 도시내 이동통로로 제공되어야 할 것이다.

스위스나 독일 등의 콘크리트로 직강화된 하천을 허물어 자연에 맡겨 자연하천으로 만들고 있는 예는 시사하는 바가 크다. 아마도 옛날의 우리 조상들이 하천변에 버드나무를 심고 하는 것 등이 바로 이 자연형 하천공법이 아닌가 싶다. 그러나 지금 우리가 시행하고 있는 콘크리트 재료를 사용하여 하천을 직강화시키는 하천정비는 이미 구미 선진국이 경험한 것으로서 전근대적인 방법이라 생각된다.

본 연구의 대상인 대동천은 대전 구도심을 흘러 대전천 하류부로 유입하는 유로연장 8.56km의 하천으로서 유역면적이 20.7km²이고, 토지이용현황은 경작지 12.1%, 임야 39.4%, 대지 28.7%, 기타 19.8%로서 타 유역에 비해 임야의 비율이 낮고 대지의 비율이 높다. 또한, 하상에 매설된 차집관거를 통하여 하수처리장으로 생활하수를 유송시키기 때문에 갈수기에는 하천에 물이 거의 흐르지 않고 있다.

따라서, 도시계획가들은 이와같이 물이 흐르지 않는 하천을 그대로 둘 것이 아니라 역세권 개발에 따른 대전 동부 구도심의 교통소통을 위해 복개를 하거나 하천상부 입체 고속화 도로를 건설하자는 주장을 하고 있다. 그러나, 도시하천은 회색빛 도시내의 유일한 녹색의 자연 공원이라 할 수 있으며, 콘크리트화 하는 것 보다는 푸르름을 간직하여 쾌적한 도시환경을 조성하도록 가꾸어야 할 것이다. 이를 위해서는 무엇보다 깨끗한 유지유량을 공급하는 것이 중요하다.

* 한국수자원공사 수자원연구소 선임연구원

** 충남대학교 교수

따라서, 본 연구에서는 대동천 하천기능 회복을 위해 기본적으로 세천저수지를 이용하여 유지유량을 공급하는 것으로 하고 생활하수를 현장처리하여 직접 대동천에 방류시켜 부족수량을 충족시키도록 하는 방안을 제시하고자 한다. 이를 위해 하천 현장수질정화 기법에 대해 살펴보고 대동천에 그 적용가능성을 타진하려고 한다.

2. 大東川의 流域現況

2.1 流域 및 河川現況

대동천은 대전천의 지류이며, 유역면적은 20.7km²로 대전천 유역면적의 1/4에 이른다. 유로연장은 8.56km에 이르며, 이 중에서 준용하천 구간은 4.5km로 대전광역시 동구 삼성동 대전천 합류점 부터 동구 판암동 국도 횡단점인 판암교 지점 까지이다.

대동천 유역의 지형도는 그림 1과 같으며, 유역의 형상계수는 0.28이며, 유역 경계의 동쪽은 세천저수지가 있는 주원천 유역이 위치하고 있으며, 북동쪽은 대청호 유역, 북서쪽은 중리동, 흥도동 등 시가지 유역, 남서쪽은 대전천을 포함한 중심 시가지가 위치하고 있다.

EL.200m의 줄곧에서 시작하여 남향으로 흐르는 물줄기는 EL.597.5m인 식산에서 발원하여 개심사를 거쳐 북향한 물줄기와 합쳐져 북서향으로 흐르다 제1치수교 지점에서 유향을 북향으로 흐르며, 우안의 용운동과 자양동에서 흘러온 지류와 대동교에서 합류되고, 우안의 비래동과 가양동에서 흘러온 지류와 합류하여 유향을 서향으로 바뀌 대전천에 합류된다.

대동천 판암교-용운천 합류전 구간의 대부분 하폭은 20~30m로 좁고, 하상경사는 1/260로 급하며, 용운천 합류후-가양천 합류전 구간의 대부분 하폭은 40~50m이고, 하상경사는 1/435로 전반적으로 안정돼 있는 상태이며, 가양천 합류후-대전천 합류점 구간의 대부분 하폭은 40~50m이고, 철도교-성남 제2낙차공 구간은 하폭이 30~40m, 철도교 지점은 하폭이 26m로 좁아 확폭이 요구되며, 하상경사는 성남교 하류부 까지 1/435로 완만하다가 하류부는 1/230~1/290로 급하다.

대동천의 차질관거 연장은 5,779m에 이른다.

대동천 유역내 인구는 21.7만명이며, 토지이용현황은 유역면적 20.70km² 중 경작지 면적이 2.50km²(전:1.41 km², 답:1.09km²)로서 12.1%, 임야면적이 8.16km²로 39.4%, 대지면적이 5.94km²로 28.7%, 기타 4.10km²로 19.8%를 각각 차지하고 있다(대동천 하천정비기본계획, 1992).

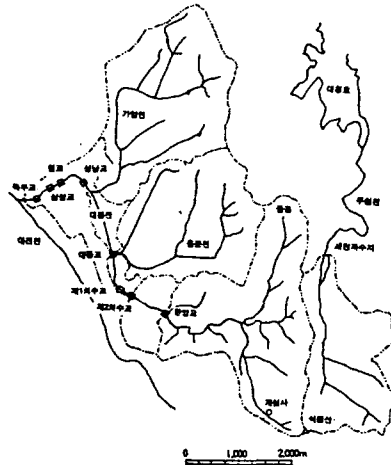


그림 1 대동천 유역의 지형도

2.2 大東川の 流出現況

DAWAST 모형에 의해 추정된 일 유출량으로부터 년도별 유황분석을 했으며, 1969~1992년 평균하여 최고수량은 $12.529\text{m}^3/\text{s}$, 풍수량은 $0.337\text{m}^3/\text{s}$, 평수량은 $0.152\text{m}^3/\text{s}$, 저수량은 $0.054\text{m}^3/\text{s}$, 갈수량은 $0.024\text{m}^3/\text{s}$ 였으며, 차집관거시설이 완료된 후의 유황은 최고수량은 $4.479\text{m}^3/\text{s}$, 풍수량은 $0.120\text{m}^3/\text{s}$, 평수량은 $0.054\text{m}^3/\text{s}$, 저수량은 $0.019\text{m}^3/\text{s}$, 갈수량은 $0.009\text{m}^3/\text{s}$ 으로 추정됐다.

한편, 하천정비기본계획에서는 보청천의 이평지점(유역면적 79.52km^2)의 유출량 자료로부터 비유량법에 의해 계산했으며, 유황은 갈수량 $0.027\text{m}^3/\text{s}$, 저수량 $0.148\text{m}^3/\text{s}$, 평수량 $0.330\text{m}^3/\text{s}$, 풍수량 $1.150\text{m}^3/\text{s}$ 으로 제시했다.

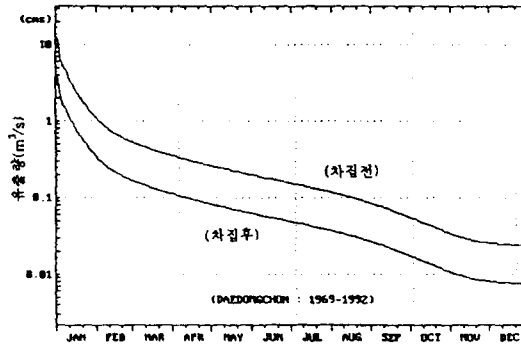


그림 2 DAWAST 모형에 의한 대동천의 평균 유황곡선

2.3 水質現況

대동천 수질 조사지점으로 상류에 위치한 제2치수교 지점과 용운천 합류후의 대동교 하류 지점, 가양천 합류후의 성남교 상류 지점, 하류의 대전천 합류전 지점 4개소를 선정했다.

수질조사 항목은 수온, pH, DO, COD, BOD, SS, 대장균군수 등 7개 항목이며 선정된 4개소 지점에서 채수하여 분석했다.

표 1 대동천 수질분석 결과

구분\지점	제2치수교 상류	용운천 합류후	가양천 합류후	대전천 합류전
채수일자	'94. 7.29	'94. 7.29	'94. 7.29	'94. 7.29
유량(m ³ /s)	0.198	0.234	0.310	0.377
수온(°C)	31.3	34.4	35.7	36.3
pH	7.6	7.6	7.6	7.5
DO(mg/l)	0	0	0.2	0.5
COD(mg/l)	55	48	40	12
BOD(mg/l)	110	92	84	38
SS(mg/l)	81	69	60	27
대장균군수(MPN/100ml)	6.2×10^4	5.9×10^4	6.3×10^4	4.8×10^4

수질분석 결과는 표 1과 같으며, pH, DO, COD, BOD, SS 등 주요 수질값으로 볼 때 대동천이 극심하게 오염돼 있다는 것을 알 수 있으며, BOD 기준으로 5급수 이하의 수준이다. 지점별로

비교하면 상류에서 하류로 갈수록 수질이 개선되는 것으로 나타났으며, 이는 하류로 갈수록 유량이 증가되고 하류로 흘러가면서 자정작용이 일어나 나타나는 현상으로 판단된다. 하류로 갈수록 증가되는 유량은 정화되지 않은 생활하수이며, 정화되지 않은 하수라도 유량이 많으면 수질정화에 효과가 있는 것으로 해석할 수 있으며, 이를 보면 수질개선을 위해서는 무엇보다도 유량확보가 시급하다는 것을 알 수 있다.

2.4 下水發生量 推定

하수도정비기본계획변경 보고서(대전직할시, 1992)에 의거 대동천 유역의 하수발생량을 추정하였다.

생활하수량은 소비수구역별로 처리대상인구에 생활하수량 원단위를 곱하여 산정하고, 공장폐수량은 공업지역 면적에 공장폐수 원단위를 곱하여 산정하고, 지하수량은 일최대 생활하수량의 지하수 비율에 따라 산정했으며, 하수량의 시간적 변화 비율에 따라 일평균, 일최대, 시간최대 하수량을 산정했다.

목표년도 1991년, 1996년, 2001년, 2006년, 2011년의 일평균 하수량은 각각 5.73, 7.94, 8.79, 9.53, 10.87만³, 일최대 하수량은 각각 6.82, 9.64, 10.65, 11.50, 13.12만³, 시간최대 하수량은 각각 10.75, 15.11, 16.60, 17.91, 20.45만³으로 산정됐다(노 등, 1994).

3. 大東川의 維持流量 確保 方案

3.1 細川貯水池 利用 案

세천저수지 유역은 대동천 유역의 동쪽에 위치하며 주원천의 상류 유역이다. 세천저수지는 1931년 착공하여 1934년 준공한 시설용량 3,500만³/일의 대전시 상수원이었으며 1981년 상수도가 폐쇄된 상태로 현재는 물이 전혀 이용되지 않고 있다.

'하천유지용수 공급을 위한 저수지 일별 물수지 모형'(盧, 1993)에 의해 세천저수지로부터 하천유지용수 공급 가능량을 계산했다. 이 모형은 신설 저수지 규모를 결정할 때도 이용할 수 있고, 기존 저수지에 대한 용수공급 가능량을 계산할 때도 이용할 수 있다. 본 연구에서는 기존 세천저수지 규모에 대해 용수공급 가능량을 계산하였다.

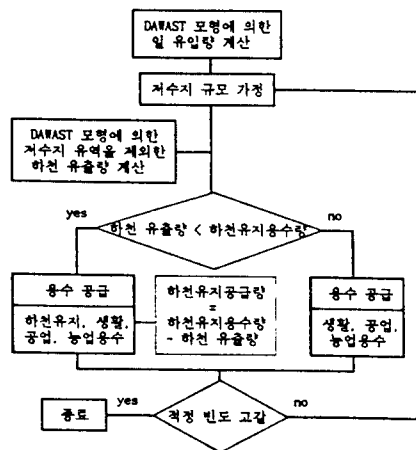


그림 3 하천유지용수 공급을 위한 저수지 일별 물수지 모형 흐름도

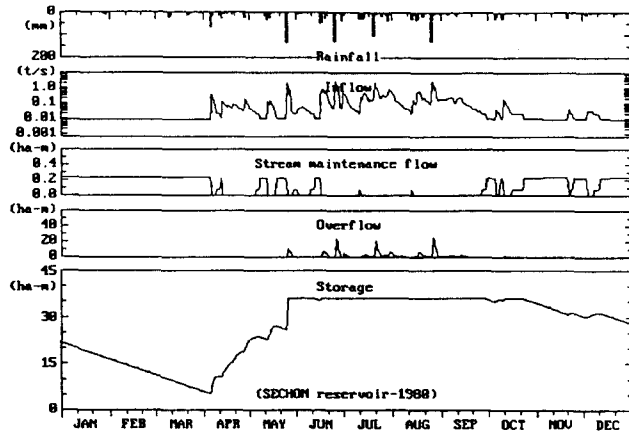


그림 4 세천저수지로부터 하천유지용수 공급을 위한 저수지 일별 물수지 분석 예(1980).

1969~1992년의 기상자료로부터 저수지 일별 물수지 분석 결과, 현재의 규모(만수위 EL.136.5m)인 경우 저수지 규모에 적절한 갈수기의 하천유지용수 공급 가능량은 2,418m³/일였으며, 이 때의 하천유지용수는 유출심으로 0.18mm였다.

표 2 세천저수지로부터의 하천유지용수 적정 공급량

구분	적정공급량 (m ³ /일)	유입량 (만m ³ /년)	년유출률 (%)	하천유지용수 (만m ³ /년)	월류량 (만m ³ /년)
현재 규모인 경우 (만수위 EL.136.5m)	2,418	272.10	51.1	47.82	222.39
10m 상승한 경우 (만수위 EL.146.5m)	4,902	272.10	51.1	109.29	159.51

3.2 河川 現場水質淨化 施設 利用 案

1) 河川 現場水質淨化 技法

우선 일본의 여러 하천에서 실용화되고 있는 역간접축산화법의 내용을 살펴보고, 현재 우리나라에서 실험적으로 안양시 학의천에 대해 적용하고 있는 내용을 검토한 후, 대동천에 대해 적용 가능성을 제시하고자 한다.

자연하천에서의 자정작용은 먼 거리를 유하하면서 일어나지만, 수질오염이 심한 경우는 하천의 자정능력 한계를 벗어나 정화되지 않은 상태로 유하하게 된다. 오염물질이 하상에 침전하여 흡착하면 하상에 서식하고 있는 미생물의 작용에 따라 오염물질이 제거되는 것이 하천의 자정작용이다. 또한 물이 흐르면서 자연폭기에 의해 생물분해를 유지하는 데 필요한 DO(용존산소)를 공급받게 된다.

따라서, 접촉면적을 증가시켜 미생물의 서식공간을 넓히는 방법을 찾게 되었다. 이러한 정화방법을 접촉산화법이라 하며, 접촉 재료가 자갈인 것이 역간접축산화법이다.

본 연구에서 적용하려는 하천현장수질정화 기법은 건설비가 적게 들고, 유지관리가 쉽고, 접촉재의 막힘 현상을 해결하고, 퇴적 슬러지의 처리가 용이한 정화시설을 개발하기 위해 한국건설

기술연구원과 경남기업이 안양시 소재 학의천에 설치하여 실험하고 있는 내용이다.

학의천 현장에 설치된 역간접축산화 정화 시설은 페타이어, 자갈, 폐콘크리트 재료를 이용한 3개의 조로 이루어져 있다. 각 조의 주요 설계 제원은 표 3과 같으며, 설계 용량은 각각 300, 650, 780m³/일로 총 1,730m³/일에 이른다(1995, 김영석).

표 3 각 조의 주요 설계 제원

유 형	폭×깊이×길이 (m×m×m)	조용량 (m ³)	공극율 (%)	체류시간 (hr)	설계유량 (m ³ /day)
페타이어형	1.5×1.0×20	30	70	1.7	300
자갈형	2.0×2.0×27	108	40	1.6	650
폐콘크리트형	2.4×2.0×27	129.6	45	1.8	780

2) 大東川의 必要 礫間接觸 淨化 施設

역간접축산화법을 이용하여 대동천 유역의 하수발생량을 처리하는데 필요한 정화시설의 규모를 계산하였다.

1996년의 경우 대동천 유역의 하수발생량을 추정하면 일평균 79,364m³에 이르며, 소유역별로는 대동천 상류 11,696m³, 용운천 11,661m³, 가양천 23,916m³, 대동천 하류 32,091m³에 이른다. 정화용량을 700m³/일로 가정하고 필요한 조의 수를 계산하면 표 4와 같으며, 대동천 상류는 17개, 용운천은 17개, 가양천은 34개, 대동천 하류는 46개로 총 114개의 조가 필요한 것으로 나타났다. 또한, 조의 크기를 폭×깊이가 2m×27m이라고 가정하고 필요한 정화시설 부지면적을 계산하면 대동천 상류가 918m², 용운천이 918m², 가양천이 1,836m², 대동천 하류가 2,484m²로 전체 6,156m²로서 고수부지 폭을 10m로 가정하면 대동천 전체 하수를 처리하는데 약 600m 길이의 하천부지가 필요한 것으로 계산되었다.

표 4 대동천 유역의 필요 역간접축 정화시설 계산

유역구분	하수발생량 (m ³ /일)	필요 조의 수 (개)	정화시설 면적 (m ²)
전체	79,364	114	6,156
대동천 상류	11,696	17	918
용운천	11,661	17	918
가양천	23,916	34	1,836
대동천 하류	32,091	46	2,484

3) 大東川의 河川整備 方向

대동천의 하폭은 하류로부터 700m 지점 철도교까지는 40~60m, 2,700m 지점 대동교까지는 30~45m, 4,000m 지점 판암 제1교까지는 20~25m 이며, 저수로 폭은 철도교까지는 20m, 대동교까지는 15~20m, 판암 제1교까지는 10m 이다. 따라서 고수부지 폭은 철도교까지는 20~40m, 대동교까지는 15~25m, 판암 제1교까지는 10~15m 이다.

고수부지의 일부구간은 철도교 까지는 로올러 스के트장, 하상주차장으로, 대동교 까지는 하상주차장, 배드민턴장으로 개발돼 콘크리트로 덮여져 있다. 저수로 호안은 하류부 일부구간이 콘크리트 블록으로 시설돼 있으며 앞으로도 계속 콘크리트 재료를 사용하여 호안을 정비할 것으로 보인다.

고수부지 폭이 20~40m 정도의 비교적 넓은 구간은 대부분 하상주차장 등으로 개발돼 있는 상태이고, 앞으로 콘크리트 재료를 사용하는 더 이상의 개발을 자제해야 할 것이며, 고수부지에 하천현장수질정화 시설을 설치하여 하수처리수를 재이용하여 유지유량을 공급하도록 하는 것이 대동천의 하천기능을 회복하는 한 방법이 될 것이다.

4. 結 論

대동천은 타 유역에 비해 도시유역의 비율이 높고, 차집관거시설이 완료되었기, 때문에 홍수기를 제외하고 도시유역으로부터의 우수 및 하수가 모두 차집되고 있으며, 갈수기에는 물이 거의 흐르지 않고 있는 실정이다. 고수부지의 많은 부분도 콘크리트 포장을 하여 하상주차장 등으로 이용되고 있기 때문에 대동천은 물도 없고 녹음도 부족한 황량한 하천이 되었다.

따라서, 대동천의 하천기능을 회복시키기 위한 방법을 제시하기 위해 인근 세천저수지의 물수지를 분석하여 유지유량 공급 가능량을 계산하였고 하천현장수질 기법인 역간접측산화법의 적용성을 분석하였다.

세천저수지로부터의 유지유량 공급 가능량은 $2,400\text{m}^3/\text{일}$ 로 분석되었고, 대동천에서 발생하는 하수를 하천현장에 직접 처리하기 위해 필요한 고수부지의 면적은 $6,156\text{m}^2(10\text{m}\times 600\text{m})$ 가 소요되는 것으로 계산되었다.

하천의 식생은 수질정화에 기여할 뿐만아니라 경관개선과 생태계 보전에 필수적인 것으로 알려져 있다. 하천기능 회복을 위해서 하천식생은 유지유량 공급과 함께 반드시 조성되어야 할 것이다.

대동천의 하천기능 회복 방안으로 다음 사항을 제안하였다.

첫째, 유지유량을 공급하기 위해 기본적으로 세천저수지 용수를 이용한다. 부족수량은 하천현장수질정화 시설을 설치하여 하수처리수를 재이용하여 공급하도록 한다.

둘째, 하천현장수질정화 시설은 가양천과 용운천 하류부에 우선적으로 설치하고 점차적으로 시설을 확대하도록 한다.

셋째, 콘크리트 재료를 이용한 호안정비는 자제하고 식생호안을 설치하도록 한다. 이로부터 수질과 대기정화의 효율을 높이고 녹음을 제공함으로써 친수성을 높이고 동식물의 서식과 이동 공간을 제공하여 생태계 보전을 이룩한다.

參 考 文 獻

1. 대전직할시, 1991, 대동천 하천정비기본계획
2. 김영석, 1995, 하천수질정화기법, 하천환경 심포지엄 현황과 전망, 한국건설기술연구원
3. 財團法人リバーフロント整備センター 編著, 1990, まちと水邊に豊かな自然を -多自然型建設工法の理念と實際-, 山海堂
4. 財團法人リバーフロント整備センター 編著, 1992, まちと水邊に豊かな自然をII -多自然型川づくりを考える-, 山海堂
5. 國松孝南·菅原正孝 編著, 1988, 都市の水環境の創造, 技報堂出版