

요약 및 정책건의

I. 연구의 배경

- 서울시에는 한강을 포함하여 모두 36개의 법정하천이 있으며, 대부분의 하천이 유량의 감소 및 고갈로 인하여 본래 모습을 찾아보기 어려운 실정임.
- 서울시는 자연형 하천을 조성하기 위한 “하천정비기본계획”, “복개하천 복원타당성 연구” 및 “시민적 수요에 부응한 하천유지용수 확보 및 공급방안 연구” 등을 통하여 청계천을 시발점으로 도시하천의 자연생태성 복원을 활발하게 추진하고 있음. 그러나 하천이 대부분 건천화되어 있어 하천유지용수 확보가 시급한 문제로 대두되고 있음.
- 하천의 유지유량을 확보하기 위해 다른 유역에서의 도수, 지하철 역사의 지하수 이용, 저류시설 이용, 분류식 하수관거 설치, 재처리수 이용 등 다양한 방안이 고려되고 있으나 건설비용 과다 및 수원확보 곤란, 수량부족, 하천수질의 악화 등의 어려움이 따르고 있음.
- 이러한 상황에서 하수처리수는 연중 발생량이 일정하고 막대하며 (2007년 기준 : 65억 m^3 /년) 고도처리로 수질이 양호하여 안정적인 대체수자원으로 부각되고 있음.
- 서울시는 2008년 중량물재생센터 2처리장에서 46만 m^3 /일의 고도처리 시설 가동을 시작으로 2013년까지 서울시 4개 물재생센터의 처리수를 전량 고도처리할 계획임. 한편, 서울시 4개 물재생센터의 시설용량은 581만 m^3 /일이지만 평균 유입하수량은 2009년 현재 430만 m^3 /일 정도로 시설용량이 151만 m^3 /일의 여유가 있음. 그러나 2002년 「하수도정비기본계획보고서(변경)」에서 제시되었던 것처럼 앞으로 하천상류의 중·

소규모 하수처리장 신설은 부지확보 및 님비(NIMBY) 현상 등의 문제로 쉽지 않은 것으로 판단됨.

- 따라서 이 연구에서는 서울시 하천의 유지용수 확보에 대한 문제를 해결하기 위하여 중랑물재생센터에 이미 완공된 고도재생시설의 처리용량 46만m³/일을 중심으로 안전한 하천수질 및 수원 확보가 가능한 고도재생수를 이용하여 하천의 유지유량이 원활하게 공급될 수 있도록 문헌 및 현지조사 등을 통하여 검토 및 고찰함.

Ⅱ. 주요연구 결과

1. 유지수량 공급이 필요한 하천

- 서울시 36개 법정하천 중 한강, 중랑천, 안양천, 청계천을 제외한 32개 하천의 유지수량 공급에 대한 필요성을 파악하고자 「하천정비기본계획보고서」에 나와 있는 각 하천의 목표유량과 확보된 유지유량을 비교함.

〈표 1〉 유지수량 공급이 필요한 하천

처리구역	하천명
중랑	도봉천
	방학천
	우이천
	대동천
	목동천
탄천	여의천
	세곡천
	고덕천
	망월천
서남	도림천

- 그 결과, 복개하천인 월곡천, 화계천 등 12개 하천과 현재 유지수량이 확보된 성북천, 정릉천 등 10개 하천을 제외하면 유지수량 공급이 필요한 하천은 <표 1>과 같음.
- 즉, 유지수량 공급이 필요한 하천은 중랑하수처리구역의 도봉천, 방학천, 우이천, 대동천, 묵동천과 탄천하수처리구역의 여의천, 세곡천, 고덕천, 망월천, 그리고 서남하수처리구역의 도림천임. 난지하수처리구역에는 유지수량 공급이 필요한 하천은 없음.

2. 고도재생수의 공급유량 및 공급수질

- 유지수량 공급이 필요한 10개 하천을 대상으로 고도처리수의 공급유량 및 공급수질을 살펴보면 <표 2>와 같음.
- 각 하천의 공급수질은 목표수질과 목표용수로 나타냄. 목표수질은 「하천정비기본계획보고서」에 명시된 목표수질을 사용하였으며, 목표용수

<표 2> 유지수량 공급이 필요한 하천의 공급유량 및 공급수질

처리구역	하천명	공급유량 (m ³ /일)	공급수질	
			목표수질	목표용수
중랑	도봉천	10,100	II등급	친수용수
	방학천	10,000	III등급	유지용수
	우이천	14,000	III등급	친수용수
	대동천	6,300	II등급	친수용수
	묵동천	3,900	III등급	친수용수
탄천	여의천	8,000	III등급	친수용수
	세곡천	9,000	III등급	친수용수
	고덕천	9,000	III등급	친수용수
	망월천	4,500	II등급	친수용수
서남	도림천	11,900	상류	친수용수
			Ia등급	
			중류	
			II등급	
			하류	III등급

는 각 하천의 특성에 따라 물과의 접촉여부를 고려하여 친수용수와 유지용수로 나타냄.

3. 고도재생수의 하천유지용수 공급

- 서울시의 하천 중 유지용수 공급이 필요한 총 10개 하천에 대하여 하수처리구역별 하천유지용수 공급유량 및 압송관거연장을 살펴보면 <표 3>과 같음.

<표 3> 하천유지용수 공급이 필요한 하천의 공급유량 및 압송관거연장

하수처리구역	하천명	공급유량(m³/일)	압송관거연장(km)
중랑하수처리구역	도봉천	10,100	16.3
	방학천	10,000	15.8
	우이천	14,000	13.2
	대동천	6,300	16.1
	묵동천	3,900	9.5
탄천하수처리구역	여의천	8,000	9.1
	세곡천	9,000	7.1
	고덕천	9,000	18.0
	망월천	4,500	19.2
서남하수처리구역	도림천	11,900	22.5

주 : 압송관거연장은 「시민적 수요에 부응한 하천유지용수 확보 및 공급방안 연구」인용

- 현재 중량물재생센터는 시설용량 171만m³/일 중에서 1단계로 46만m³/일인 고도처리시설이 가동되고 있으며, 그중 마이크로필터로 여과한 후 오존소독을 거쳐 10만m³/일의 고도처리수를 생산하고 있음. 또한 향후 생물막 여과과정을 신설하여 생물막여과 + 활성탄 여과 + UV(자외선)소독을 통하여 BOD(생물화학적 산소요구량) 2~3mg/L에 해당하는 10만m³/일의 고도처리수를 추가로 생산할 예정임.

- 서울시는 2009년 5월 오세훈 시장의 방침에 따라 중량물재생센터에서 처리된 20만 m^3 /일의 고도재생수를 중량천 본류에 84,000 m^3 /일, 제1지류인 도봉천과 방학천에 각각 20,000 m^3 /일, 당현천에 36,000 m^3 /일, 우이천에 30,000 m^3 /일, 묵동천에 10,000 m^3 /일을 공급할 예정임. 이는 <표 3>에서 제시된 공급유량보다 2배 정도 많은 수치임.
- 탄천물재생센터의 고도처리수를 하천유지용수로 공급하기 위해서는 호기조에서 이차침전지로 유입 시 항상 응집제를 투입하고 질소·인 등의 수치를 낮추는 MLE 공정에 생물막 여과공정 등을 추가하여 하천의 부영양화를 방지하여야 함.

Ⅲ. 정책건의

서울시가 우선 중량물재생센터에 이미 완공된 46만 m^3 /일의 고도처리시설을 이용하여 중량천 수계의 하천유지수량을 확보할 경우 생태하천 환경개선으로 인한 친환경적 공간 창출, 도심경관 개선, 시민휴식 및 체육시설 공간으로 삶의 활력소 제공, 하천주변 상권의 활성화 및 도심 온도 저하 등을 가져옴. 이러한 장점을 가진 하천유지수량을 확보하기 위한 정책건의의 사항은 다음과 같음.

1. 고도재생수의 하천유지용수 수질기준 설정

- 냄새, 조류발생 등의 심미적 문제를 해소하고 고도처리수를 하천유지용수로 지속적이고 원활하게 공급하기 위하여 고도처리수의 공급수질 기준을 설정함. 하천의 공급용수를 인체와의 접촉여부를 고려하여 친수용수와 유지용수로 구분함.

- 수질항목은 pH(수소이온농도), BOD, SS(부유성 고형물질), 냄새, 색도, T-N(총질소), T-P(총인), 대장균군 등 총 8개 항목으로 인체와 접촉하는 친수용수는 <표 4>와 같이 환경부에서 제시한 친수용수 및 유지용수 기준보다 강화할 것을 제안함.

<표 4> 하수처리수의 하천유지용수 공급수질기준(안)

수질항목	유지용수	친수용수(이 연구)	친수용수 ²⁾
pH	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5
SS(mg/L)	25 이하	6 이하	6 이하
BOD(mg/L)	10 이하	3 이하	3 이하
냄새	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것
색도(도)	40 이하	5 이하	5 이하
T-N(mg/L)	10 이하	5 이하 ¹⁾	10 이하
T-P(mg/L)	1 이하	0.2 이하 ¹⁾	1 이하
대장균(개/100mL)	1,000 이하	불검출	불검출

주1) 이 연구에서는 녹조발생 및 부영양화 방지를 위하여 친수용수의 T-N은 5mg/L 이하, T-P는 0.2mg/L 이하로 제한함.

주2) 환경부에서 제시한 친수용수 수질기준

※ 녹조발생 방지를 위하여 Rubber Dam(보)의 물갈이를 계절에 따라 주 0.5~1.5회 실시할 것을 제안함.

2. 고도재생수의 하천유지용수로 이용 시의 문제점 개선

- 조류, 거품발생, 냄새 등으로 인한 심미적 문제를 해결하기 위하여 주기적인 하천보의 물갈이와 함께 하수 고도처리수의 질소 및 인의 방류기준을 강화하여 질소 및 인의 제거효율을 향상시킴.
- 2006년, 2007년에 국립환경과학원이 전국 4대강을 대상으로 환경호르몬을 조사한 보고서에 의하면 생활하수처리장 및 축산폐수처리장의 유입수에 환경호르몬이 함유된 경우에도 방류수에는 높은 제거효율을 보이고 있음. 특히 처리수가 하천으로 방류된 후에는 제거농도가 ppb(ng/mL)단위로 극히 미량 또는 불검출로 나타남. 단 사람들이 쉽게

접근할 수 있고 물놀이를 할 수 있는 하천에는 여과공정과 고급산화공정을 도입할 것을 제안함. 또한 하천변에 수초 등을 식재하여 물과의 접촉을 차단하고 단지 경관으로 보고 즐기는 하천을 조성하는 방안도 좋은 대안이라고 판단됨.

3. 하수재처리방법을 통한 고도처리수의 수질 강화

- 하천유지용수로 공급하기 위해서는 물재생센터의 고도처리수를 하천별 공급기준에 적합하도록 처리효율을 강화시켜야 함. 따라서 각 하천의 유지용수 기능과 수질기준을 만족할 수 있게 처리공정의 조합으로 고도처리수의 수질을 강화시킴.

4. 초고도처리의 도입

- 일본의 시가현은 생물학적 처리 후 모래여과 + 오존산화 + 입상활성탄을 이용한 초고도처리를 도입함으로써 일반 고도처리를 할 경우의 COD(화학적 산소요구량) 6.0mg/L, T-N 6.0mg/L, T-P 0.05mg/L에서 COD 3.0mg/L, T-N 3.0mg/L, T-P 0.02mg/L로 비와코(琵琶湖)의 수질을 개선함. 또한 카스미가우라 수이교(水郷)하수처리장에서는 생물반응조 전 계열이 A₂O공법으로 질소 및 인을 제거하고 있으며, 추가로 호기조 말단부분에 응집제를 첨가하여 인을 제거하는 시스템을 도입하여 연평균 방류수질농도(T-P)를 0.06mg/L로 낮춰 카스미가호수의 수질을 개선함.
- 한편, 서울시는 중랑천 수계 친수유량 공급방안으로 중랑물재생센터에 서의 10만m³/일 고도처리수 추가 재처리를 위하여 생물막여과 + 활성

탄여과 + UV소독 공정을 검토하고 있음. 그러나 UV소독은 색도가 30% 정도밖에 제거되지 않아 방류수의 친수용수 농도기준인 5도를 만족시키기 위해서는 고효율형 오존산화를 채택할 것을 제안함. 참고로 전국 공공하수처리장 원수의 평균 색도는 25~40도 정도임.

- 고도처리시설을 개축 중인 탄천물재생센터의 경우 고도처리수를 하천 유지용수로 공급하기 위해서는 호기조에서 이차침전지로 유입 시 항상 응집제를 투입하고, MLE 공정에 생물막 여과 등의 공정을 추가하여 하천의 부영양화를 방지할 수 있도록 도모하여야 함.

5. 정기적인 유량조사

- 하천법 시행령에서 제시된 각 하천에 대한 하천기본계획 용역은 유역 조사 및 수문조사의 경우 10년 단위로, 타당성 조사의 경우 5년 단위로 하는 것으로 되어 있음. 그러나 갈수기, 저수기, 평수기, 풍수기 등 매년 유량변화의 폭이 큼. 따라서 하천의 오염부하량 산정(수질×유량) 및 유지유량 파악을 위하여 4개 물재생센터에서 서울시 지천에 대해 매달 수질조사를 실시하고 있으므로 그 때 동일지점에 대한 동시점에 분기별로 1년에 4회의 정기적인 유량조사를 할 것을 제안함.