



2009

고도재생수를 이용한 서울시 지천의 유지수량 확보방안

The Strategy to Secure In-stream Flows for Han River Tributaries in Seoul
Using Reclaimed Water by Advanced Treatment

김 갑 수

고도재생수를 이용한 서울시 지천의 유지수량 확보방안

The Strategy to Secure In-stream Flows for Han River Tributaries
in Seoul Using Reclaimed Water by Advanced Treatment

2009

Ⅱ 연구진 Ⅱ

연구책임 김 갑 수 • 도시기반연구본부 선임연구위원
연구원 이 승 민 • 도시기반연구본부 연구원

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

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 환경 개선으로 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.

목 차

제1장 연구의 개요	3
제1절 연구 배경 및 목적	3
1. 연구 배경	3
2. 연구 목적	5
제2절 연구 내용	5
1. 연구 대상	5
2. 연구 범위	5
3. 연구 체계	6
제2장 국내·외 사례	9
제1절 국내 사례	9
1. 대구 신천	10
2. 광주 광주천	17
3. 부천 수자원생태공원(굴포천 하수처리장)	19
4. 창원시 자연형 하천정비사업	26
5. 청계천 + 20 프로젝트	29
제2절 국외 사례	31
1. 도쿄도(東京都) 청류부활사업	33
2. 오사카부(大阪府) 히라노가와(平野川)의 정화용수 도입 사업	38
3. 센다이(仙台)시의 하천청류부활사업	41
4. 후로가와(不老川)	43
제3장 서울시 4개 물재생센터 및 하천현황	49
제1절 서울시 4개 물재생센터 현황 및 고도처리계획	49
1. 서울시 4개 물재생센터 현황	49
2. 물재생센터 하수고도처리 도입	50

제2절 서울시 하천	53
제3절 하천유량 현황	55
1. 중랑하수처리구역의 하천유량	56
2. 탄천하수처리구역의 하천유량	57
3. 서남하수처리구역의 하천유량	58
4. 난지하수처리구역의 하천유량	59
제4절 하천수질 현황	60
1. 중랑하수처리구역의 하천수질	60
2. 탄천하수처리구역의 하천수질	67
3. 서남하수처리구역의 하천수질	71
4. 난지하수처리구역의 하천수질	75
제5절 유지수량 공급이 필요한 하천	77
1. 중랑하수처리구역 내 하천	78
2. 탄천하수처리구역 내 하천	93
3. 서남하수처리구역 내 하천	100
4. 난지하수처리구역 내 하천	108
5. 서울시 전체 하천	112
 제4장 고도재생수의 하천유지용수 공급기준	117
제1절 하천유지용수 공급기준	117
1. 하천측면 기준 검토	118
2. 하수처리수의 유지용수 이용측면 기준검토	125
3. 하천의 하수처리수 공급수질기준(안)	130
제2절 고도재생수 공급유량 및 수질	134
1. 고도재생수의 공급유량	134
2. 고도재생수의 공급수질	135

제3절 유지용수 공급을 위한 하수재처리기술	141
1. 유기물 제거기술	143
2. 질소 및 인 제거기술	145
3. 미량성분 제거기술	148
4. 하천유지용수 공급처리시스템 선정	148
제5장 고도재생수를 이용한 하천유지용수 공급방안	153
제1절 하천유지용수로 재이용하는 하수처리장	153
1. 2차처리(생물학적 처리) 후 하천유지용수로 재이용하는 하수처리장	154
2. 고도처리(3차처리) 후 하천유지용수로 재이용하는 하수처리장	155
제2절 하천유지용수 재이용의 문제점	157
1. 심미적 문제	158
2. 인체 위해성 문제	163
제3절 고도재생수의 하천유지용수 공급 타당성	174
1. 심미적 문제의 해결	175
2. 인체 위해성 문제의 해결	175
3. 고도재생수의 하천유지용수 공급 타당성	176
제4절 서울시 고도재생수의 하천유지용수 공급방안	176
1. 비용편익 분석을 통한 하천복원 타당성	176
2. 하천별 유지용수 공급방안	190
3. 중랑하수처리구역의 하천유지용수 공급방안	191
제6장 결론 및 정책건의	197
제1절 주요 연구결과	197
제2절 정책건의	201
참고문헌	207
영문요약	211

표 목 차

〈표 2-1〉	연도별 재이용량 및 하천유지용수로의 재이용현황	10
〈표 2-2〉	신천하수처리장과 지산하수처리장의 고도처리시설 현황	12
〈표 2-3〉	하수처리수의 신천유지용수 공급시설 현황	14
〈표 2-4〉	광주천 유지용수 검토	18
〈표 2-5〉	부천시의 재이용수 공급현황(수요처별 1일 평균 급수량)	22
〈표 2-6〉	연도별 북부수자원생태공원 고도처리수 및 재처리수 수질 현황	22
〈표 2-7〉	부천시 재이용수 용도별 요율	24
〈표 2-8〉	연도별 남부수자원생태공원 유입수 및 처리수 수질 현황	25
〈표 2-9〉	청계천 + 20 프로젝트 1단계 착수지역	30
〈표 2-10〉	2005년도 일본 하수처리수의 용도별 재이용현황	32
〈표 2-11〉	타마가와(多摩川) 상류 물재생센터 유입수 및 방류수 농도	33
〈표 2-12〉	노비도메(野火止)용수, 타마가와(玉川)상수 및 센가와(千川)상수 수질현황	36
〈표 2-13〉	오치아이(落合) 물재생센터 고도처리수와 조난(城南) 3개 하천의 수질	38
〈표 2-14〉	히라노가와(平野川)하수처리장의 AO+모래여과 후 하천공급수질(2004년도)	39
〈표 2-15〉	히로세가와(広瀬川)정화센터의 유입수 및 방류수질	42
〈표 2-16〉	히로세가와(広瀬川)의 하천수질	43
〈표 3-1〉	서울시물재생센터 처리수질 현황	50
〈표 3-2〉	중랑물재생센터 고도처리시설 도입	51
〈표 3-3〉	탄천물재생센터 고도처리시설 도입	52
〈표 3-4〉	난지물재생센터 고도처리시설 도입	52
〈표 3-5〉	서남물재생센터 고도처리시설 도입	53
〈표 3-6〉	서울시 하천의 수계망 및 복개 현황	54
〈표 3-7〉	중랑하수처리구역의 하천유량	56
〈표 3-8〉	탄천하수처리구역의 하천유량	58
〈표 3-9〉	서남하수처리구역의 하천유량	59

〈표 3-10〉 난지하수처리구역의 하천유량	59
〈표 3-11〉 성북천 수질 현황	60
〈표 3-12〉 정릉천 수질 현황	61
〈표 3-13〉 월곡천 수질 현황	62
〈표 3-14〉 도봉천 수질 현황	62
〈표 3-15〉 방학천 수질 현황	63
〈표 3-16〉 당현천 수질 현황	63
〈표 3-17〉 우이천 수질 현황	64
〈표 3-18〉 화계천 수질 현황	65
〈표 3-19〉 가오천 수질 현황	65
〈표 3-20〉 대동천 수질 현황	66
〈표 3-21〉 묵동천 수질 현황	66
〈표 3-22〉 면목천 수질 현황	67
〈표 3-23〉 탄천 수질 현황	67
〈표 3-24〉 양재천 수질 현황	68
〈표 3-25〉 여의천 수질 현황	68
〈표 3-26〉 세곡천 수질 현황	69
〈표 3-27〉 성내천 수질 현황	69
〈표 3-28〉 고덕천 수질 현황	70
〈표 3-29〉 망월천 수질 현황	70
〈표 3-30〉 목감천 수질 현황	71
〈표 3-31〉 오류천 수질 현황	72
〈표 3-32〉 도림천 수질 현황	72
〈표 3-33〉 대방천 수질 현황	73

〈표 3-34〉 봉천천 수질 현황	73
〈표 3-35〉 시흥천 수질 현황	74
〈표 3-36〉 반포천 수질 현황	74
〈표 3-37〉 사당천 수질 현황	75
〈표 3-38〉 홍제천 수질 현황	75
〈표 3-39〉 불광천 수질 현황	76
〈표 3-40〉 녹번천 수질 현황	76
〈표 3-41〉 봉원천 수질 현황	77
〈표 3-42〉 도시하천의 기능 및 하천공간 특성	77
〈표 3-43〉 청계천 유지용수 공급현황	79
〈표 3-44〉 성북천 복원사업 단계별 추진현황	80
〈표 3-45〉 성북천 필요유량	81
〈표 3-46〉 정릉천 필요유량	82
〈표 3-47〉 월곡천 필요유량	82
〈표 3-48〉 도봉천 필요유량	83
〈표 3-49〉 방학천 필요유량	84
〈표 3-50〉 당현천 필요유량	85
〈표 3-51〉 우이천 필요유량	88
〈표 3-52〉 화계천 필요유량	89
〈표 3-53〉 가오천 필요유량	89
〈표 3-54〉 대동천 필요유량	90
〈표 3-55〉 묵동천 필요유량	91
〈표 3-56〉 면목천 필요유량	92
〈표 3-57〉 전농천 필요유량	92

〈표 3-58〉 탄천 필요유량	93
〈표 3-59〉 여의천 필요유량	96
〈표 3-60〉 세곡천 필요유량	97
〈표 3-61〉 성내천 필요유량	98
〈표 3-62〉 고덕천 필요유량	99
〈표 3-63〉 망월천 필요유량	99
〈표 3-64〉 목감천 필요유량	101
〈표 3-65〉 오류천 유지유량	102
〈표 3-66〉 도림천 필요유량	103
〈표 3-67〉 대방천 유지유량	104
〈표 3-68〉 봉천천 유지유량	105
〈표 3-69〉 시흥천 유지유량	106
〈표 3-70〉 반포천 필요유량	107
〈표 3-71〉 사당천 필요유량	108
〈표 3-72〉 홍제천 필요유량	108
〈표 3-73〉 불광천 필요유량	110
〈표 3-74〉 녹번천 유지유량	111
〈표 3-75〉 봉원천 유지유량	112
〈표 3-76〉 유지수량 공급이 필요한 하천	113
〈표 4-1〉 경관측면에서 본 목표수질	118
〈표 4-2〉 주요어종의 BOD 농도 및 서식현황	119
〈표 4-3〉 유기물질에 따른 수질오염의 정도	119
〈표 4-4〉 하천 수질환경기준	121
〈표 4-5〉 사람의 건강보호 기준	122

〈표 4-6〉 하천에서의 이용형태별 수질 및 유황조건	123
〈표 4-7〉 물환경 관리차원에서의 수질	123
〈표 4-8〉 친수 이용목적별 수질항목 및 기준	124
〈표 4-9〉 미국 EPA의 하천수질기준	125
〈표 4-10〉 하수처리수 용도별 재이용 수질 권고기준	126
〈표 4-11〉 중수도 수질기준	127
〈표 4-12〉 일본의 하수처리수 재이용 수질기준 및 시설기준	128
〈표 4-13〉 경관 및 친수용수의 수질기준 등	129
〈표 4-14〉 하수처리수의 경관 및 친수용수의 수질 검토매뉴얼(안)	130
〈표 4-15〉 경관용수와 친수용수 이용에 관한 목표수질	130
〈표 4-16〉 하수처리수의 하천유지용수 공급수질기준(안)	133
〈표 4-17〉 유지수량 공급이 필요한 하천의 공급수량	135
〈표 4-18〉 도봉천의 고도재생수 공급수질	136
〈표 4-19〉 방학천의 고도재생수 공급수질	136
〈표 4-20〉 우이천의 고도재생수 공급수질	137
〈표 4-21〉 대동천의 고도재생수 공급수질	138
〈표 4-22〉 묵동천의 고도재생수 공급수질	138
〈표 4-23〉 여의천의 고도재생수 공급수질	139
〈표 4-24〉 세곡천의 고도재생수 공급수질	139
〈표 4-25〉 고덕천의 고도재생수 공급수질	139
〈표 4-26〉 망월천의 고도재생수 공급수질	140
〈표 4-27〉 도림천의 고도재생수 공급수질	140
〈표 4-28〉 제거대상항목과 처리방법의 성능	142
〈표 4-29〉 처리공법에 따른 유기물 제거 효율성 검토	143

〈표 4-30〉 영양염류 제거기술	145
〈표 4-31〉 하천유지용수 공급을 위한 제거오염물질별 적용가능한 하수재처리방법	149
〈표 5-1〉 하수처리시설 방류수역	153
〈표 5-2〉 2차처리(생물학적 처리) 후 하천유지용수로 이용하는 하수처리장	155
〈표 5-3〉 고도처리(3차처리) 후 하천유지용수로 이용하는 하수처리장	156
〈표 5-4〉 대구 신천의 가동보 현황	162
〈표 5-5〉 신천의 가동보 물갈이 계획	162
〈표 5-6〉 처리방법별 처리효과	163
〈표 5-7〉 조사대상 물질	165
〈표 5-8〉 조사지점	167
〈표 5-9〉 조사항목	168
〈표 5-10〉 의약물질 전처리 그룹	169
〈표 5-11〉 심사대상 사업 연간 수지전망	177
〈표 5-12〉 하천별 사업 연간 수지전망	177
〈표 5-13〉 경제적 편익	178
〈표 5-14〉 하천별 경제적 편익	178
〈표 5-15〉 도봉천 비용편익 분석	179
〈표 5-16〉 방학천 비용편익 분석	180
〈표 5-17〉 우이천 비용편익 분석	181
〈표 5-18〉 대동천 비용편익 분석	182
〈표 5-19〉 묵동천 비용편익 분석	183
〈표 5-20〉 여의천 비용편익 분석	184
〈표 5-21〉 세곡천 비용편익 분석	185
〈표 5-22〉 고덕천 비용편익 분석	186

〈표 5-23〉 망월천 비용편익 분석	187
〈표 5-24〉 도립천 비용편익 분석	188
〈표 5-25〉 하천별 비용편익비	189
〈표 5-26〉 하천유지용수 확보에 따른 SWOT 분석	189
〈표 5-27〉 하천유지용수 공급이 필요한 하천의 공급유량 및 압송관거연장	190
〈표 5-28〉 하천별 유지용수량 확보계획	193
〈표 6-1〉 유지수량 공급이 필요한 하천	198
〈표 6-2〉 유지수량 공급이 필요한 하천의 공급유량 및 공급수질	199
〈표 6-3〉 하천유지용수 공급이 필요한 하천의 공급유량 및 압송관거연장	199
〈표 6-4〉 하수처리수의 하천유지용수 공급수질기준(안)	202
〈표 6-5〉 하천유지용수 공급을 위한 제거오염물질별 적용가능한 하수재처리방법	203

그림 목 차

〈그림 2-1〉	2007년 하수처리수 재이용 현황	9
〈그림 2-2〉	대구광역시의 하수처리장 및 신천의 위치도	10
〈그림 2-3〉	신천 및 지산하수처리장 연도별 방류수 BOD 농도	12
〈그림 2-4〉	지산하수처리장 처리수	13
〈그림 2-5〉	신천의 전경과 고수부지 산책로 모습	14
〈그림 2-6〉	신천의 생태 현황	15
〈그림 2-7〉	신천의 BOD 농도 변화	15
〈그림 2-8〉	2007년~2008년 신천의 T-N 농도변화	16
〈그림 2-9〉	2007년~2008년 신천의 T-P 농도 변화	16
〈그림 2-10〉	광주천 유지용수 공급지점	19
〈그림 2-11〉	부천 시민의 강 하수처리 공급현황	20
〈그림 2-12〉	시민의 강 하천유지용수 공급지점	21
〈그림 2-13〉	시민의 강 전경 및 산책로	21
〈그림 2-14〉	북부수자원생태공원 BOD 수질현황	23
〈그림 2-15〉	북부수자원생태공원 T-N 수질현황	23
〈그림 2-16〉	북부수자원생태공원 T-P 수질현황	24
〈그림 2-17〉	역곡천 전경	25
〈그림 2-18〉	역곡천 초기우수처리시설	26
〈그림 2-19〉	강우 시 역곡천의 방류과정	26
〈그림 2-20〉	창원천 및 남천의 사업구간	27
〈그림 2-21〉	남천의 생태하천복원사업 전후 전경	28
〈그림 2-22〉	복원사업 중인 가음정천의 전경	29
〈그림 2-23〉	백석천의 과거·현재·미래	31
〈그림 2-24〉	2005년도 일본 하수처리수 재이용 현황	32
〈그림 2-25〉	타마가와(玉川)상수 및 노비도메(野火止)용수의 공급지점	35

〈그림 2-26〉	타마가와(多摩川) 상류 물재생센터 처리수 공급 계통도	35
〈그림 2-27〉	오사카 히라노가와(平野川) 정화용수 목표달성을 위한 시책	40
〈그림 2-28〉	오사카 히라노가와(平野川) 정화용수 도입 계통도	40
〈그림 3-1〉	서울시 물재생센터 현황	50
〈그림 3-2〉	서울시 법정하천 현황	53
〈그림 3-3〉	성북천 복원사업 단계별 위치도	80
〈그림 3-4〉	도봉천의 중·하류 건천 구간	83
〈그림 3-5〉	건천인 방학천	84
〈그림 3-6〉	당현천 유지용수 정화시설 및 펌프장 위치도	86
〈그림 3-7〉	고효율 정화시설의 처리계통도	87
〈그림 3-8〉	하천정비사업 중인 당현천	87
〈그림 3-9〉	우이천 전경	88
〈그림 3-10〉	대동천 전경	90
〈그림 3-11〉	생태하천 복원사업 중인 묵동천	91
〈그림 3-12〉	탄천 전경	93
〈그림 3-13〉	과천하수처리장 고도처리 수질	94
〈그림 3-14〉	양재천 전경	95
〈그림 3-15〉	여의천 전경	96
〈그림 3-16〉	세곡천 전경	97
〈그림 3-17〉	성내천 전경	98
〈그림 3-18〉	자연형 하천으로 복원공사 중인 고덕천	99
〈그림 3-19〉	망월천 전경	100
〈그림 3-20〉	안양천 전경	101
〈그림 3-21〉	오류천의 미복개구간 및 복개구간	102

〈그림 3-22〉 도림천 전경	104
〈그림 3-23〉 복개되어 도로로 이용되고 있는 봉천천	105
〈그림 3-24〉 자연형 하천으로 복원공사 중인 반포천	107
〈그림 3-25〉 홍제천 사업 계획도	109
〈그림 3-26〉 홍제천 하상여과시설	109
〈그림 3-27〉 홍제천의 전경	109
〈그림 3-28〉 불광천 신사교 전경	110
〈그림 3-29〉 복개되어 도로로 이용되고 있는 녹번천	111
〈그림 4-1〉 우이천의 산책로 및 체육시설	137
〈그림 4-2〉 산책로가 조성된 도림천	141
〈그림 5-1〉 시민의 강 부착조류	158
〈그림 5-2〉 신천의 녹조류 발생 및 침전물 발생	159
〈그림 5-3〉 신천의 가동보 하류 거품 발생	160
〈그림 5-4〉 공급유량 계획도	192

제1장 연구의 개요

제1절 연구 배경 및 목적

제2절 연구 내용

제1장

연구의 개요

제1절 연구 배경 및 목적

1. 연구 배경

서울시에는 한강을 포함하여 모두 36개의 법정하천이 있으며, 대부분의 하천이 주택건설, 도로포장 등 도시 개발에 따른 불투수층의 증가, 대규모 하수처리장의 건설 등에 따른 유량의 감소 및 고갈로 본래 모습을 찾아보기 어려운 실정이다.

서울시에서는 자연형 하천을 조성하기 위한 “하천정비기본계획”, “복개 하천 복원타당성 연구” 및 “시민적 수요에 부응한 하천유지용수 확보 및 공급방안 연구” 등을 통하여 청계천을 시발점으로 도시하천의 자연생태성 복원을 활발하게 추진하고 있으나 하천이 대부분 건천화되어 있어 하천유지용수 확보가 시급한 문제로 대두되고 있다.

하천의 유지유량을 확보하기 위해 다른 유역에서의 도수, 지하철 역사의 지하수 이용, 저류시설이용, 분류식 하수관거 설치, 재처리수 이용 등 다양한 방안이 고려되고 있으나 건설비용 과다 및 수원확보 곤란, 수량부족, 하천수질의 악화 등의 어려움이 따르고 있다.

이러한 상황에서 하수처리수는 연중 발생량이 일정하고 막대하며(2007년 기준 : 65억 m^3 /년) 고도처리로 수질이 양호하여 안정적인 대체 수자원으로 부각되고 있다. 이에 따라 일본 도쿄는 노비도메(野火止)용수, 조난(城南) 3개 하천 등에 하수처리수를 유지용수로 공급하고 있다. 우리나라도 대구의 신천, 부천시 북부수자원생태공원의 고도처리수를 인공하천인 시민의강에 공급하고 있으며, 광주광역시의 광주천 등 여러 도시에서 건천화된 하천 살리기에 하수처리수를 공급 또는 계획하고 있다.

서울시는 2008년 중량물재생센터의 제2처리장에서 46만 m^3 /일의 고도처리시설 가동을 시작으로 2013년까지 서울시 4개 물재생센터의 처리수를 전량 고도처리할 계획이다.

한편 서울시 4개 물재생센터의 시설용량은 581만 m^3 /일이지만 평균유입하수량은 2009년 현재 430만 m^3 /일 정도로 시설용량이 151만 m^3 /일의 여유가 있다. 그러나 2002년 「하수도정비기본계획보고서(변경)」에서 제시된 하천상류의 중·소규모 하수처리장 신설은 부지확보 및 넘비현상 등의 문제로 쉽지 않은 것으로 판단되고 있다.

따라서 이 연구에서는 서울시 하천의 유지용수 확보에 대한 문제를 해결하기 위해서 중량물재생센터에 이미 완공된 고도재생시설의 처리용량 46만 m^3 /일을 중심으로 안전한 하천수질 및 수원 확보가 가능한 고도재생수를 이용하여 하천 유지유량의 원활한 공급방안을 제시하고자 한다. 이를 위해 문헌 및 현지조사 등을 통하여 검토 및 고찰할 계획이다.

2. 연구 목적

서울시 하천 중 건천화되어 있거나 유지유량이 부족한 하천에 항상 물이 흐르게 하기 위해 하수처리수를 공급하는 방안이 제시되고 있으나 하천수질의 악화 및 도입적합성, 공급기준이 검토되어 있지 않아 적용이 어려운 상황이다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 고도재생수를 이용하여 하천의 기능 및 이용목적에 적합하게 유지용수를 공급하는 방안을 마련하고자 한다.

제2절 연구 내용

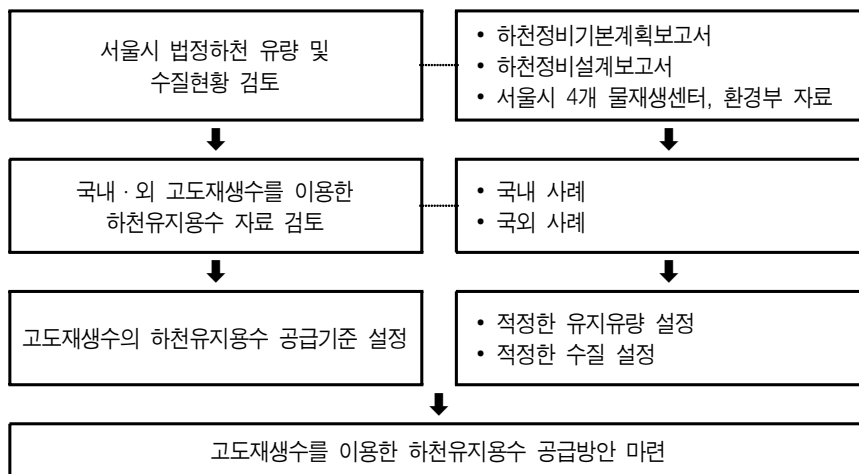
1. 연구 대상

- 서울시 36개 법정하천 중에서 유지유량이 부족하고 건천화된 하천
- “하천정비기본계획”, “하천정비기본설계”, “복개하천 복원타당성 연구”, “시민적 수요에 부응한 하천유지용수 확보 및 공급방안 연구”의 대상 하천 중에서 건천화되어 있거나 유지유량이 부족한 하천

2. 연구 범위

- 시간적 범위 : 하천의 유량이 부족한 갈수기
- 공간적 범위 : 하천 전 구간 중에서 고도재생수를 유지용수로 공급할 수 있는 구간

3. 연구 체계



제2장 국내 · 외 사례

제1절 국내 사례

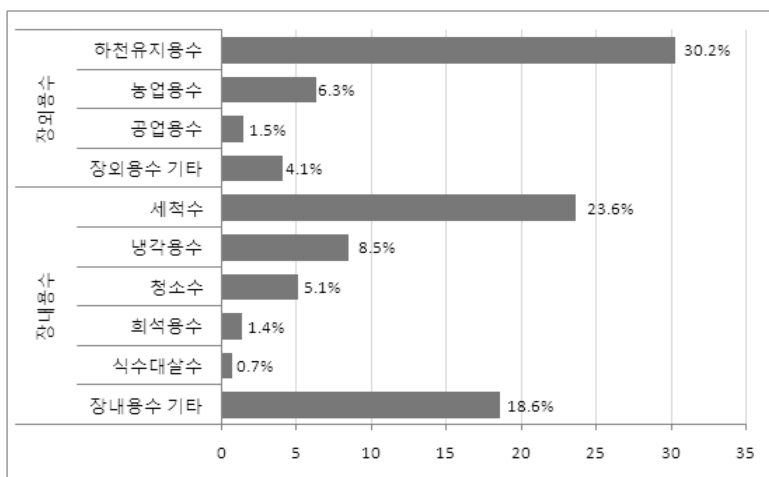
제2절 국외 사례

제2장

국내·외 사례

제1절 국내 사례

하수처리수 재이용률은 <표 2-1>과 같이 2001년 2.9%에서 2007년 9.9%로 매년 점진적으로 증가하고 있다. 2007년 하수처리수 65억 m^3 의 9.9%인 6.4억 m^3 이 재이용되었으며 이 중 58%가 하수처리장의 장내용수로 이용되고, 나머지는 농업용수, 하천유지용수 등으로 재이용되었다.



〈그림 2-1〉 2007년 하수처리수 재이용 현황

하수처리수를 하천유지용수로 사용하는 비율은 <표 2-1>에서 보는 바와 같이 2007년 30.2%로 전년도와 비교하여 낮은 수치이지만 그 양은 전반적으로 매년 증가하는 추세이다.

〈표 2-1〉 연도별 재이용량 및 하천유지용수로의 재이용현황

연 도	재이용량		하천유지용수량	
	(천 m ³ /년)	(%)	(천 m ³ /년)	(%)
2001년	173,559	2.9	35,523	20.5
2002년	261,926	4.3	58,653	22.4
2003년	346,247	5.4	83,250	24.0
2004년	359,554	5.5	133,690	37.2
2005년	457,833	6.9	157,917	34.5
2006년	490,866	7.7	196,816	40.1
2007년	641,914	9.9	193,623	30.2

1. 대구 신천

대구광역시의 하수처리장 및 신천의 위치도를 소개하면 <그림 2-2>와 같다.



〈그림 2-2〉 대구광역시의 하수처리장 및 신천의 위치도

신천은 대구 도심을 남북으로 가로질러 흐르는 하천으로 총 연장 12.4km의 지방1급하천이다. 신천은 맑은 물이 흐르던 하천이었으나 1959년 상류부의 가창댐 축조와 1960년대 하수암거의 설치 등으로 하천유량이 줄어 건천화됨으로써 하천으로서의 기능을 상실하였다.

1980년대부터 쾌적한 환경에 대한 시민의 욕구증대로 자연형 하천의 필요성이 대두됨에 따라 대구시는 1986년부터 1994년까지 총사업비 139억원을 투자한 “신천종합개발사업”을 실시하여 홍수 시 안정적 치수능력을 확보하기 위하여 하도를 정비하고 고수부지를 공원으로 조성하였다. 그리고 1988년부터 1992년까지 신천의 수질개선을 위하여 총사업비 33억원을 투자하여 신천에 유입되는 오수를 신천하수처리장으로 보내는 차집관로시설(총연장 20,342m)을 설치하였다.

유량부족으로 인한 갈수기 폐하천과 같은 건천 상태인 신천의 유지용수를 확보하기 위하여 1994년 7월부터 1997년 6월까지 총사업비 121억원을 투자하여 송수관로 9.1km를 설치하여 신천하수처리장(시설용량 68만 $\text{m}^3/\text{일}$) 처리수 중에서 10만 $\text{m}^3/\text{일}$ 을 상류로 역류시켜 상동교 하류지점에 방류시키고 있으며, 급경사인 신천의 하상경사(42m/9.1km)를 고려하여 14개의 수위유지보를 설치함으로써 평균수심 70cm를 확보하였다. 또한 2001년 5월 11일 영천댐 도수로 공사가 완료되어 금호강 유지용수가 확보됨에 따라 금호강의 수량이 늘고 수질이 개선되어 2001년 5월 21일부터는 금호강물 5만 $\text{m}^3/\text{일}$ 을 신천하수처리장에서 정화된 처리수 5만 $\text{m}^3/\text{일}$ 과 함께 혼합방류하였다. 2002년 6월 15일에는 신천상류지점에 위치한 지산하수처리장의 준공에 따라 고도처리수 전량을 신천유지용수로 추가 공급하게 되었다. 현재는 신천하수처리장의 고도처리수 10만 $\text{m}^3/\text{일}$ 과 지산하수처리장의 고도처리수 전량을 신천의 유지용수로 공급하고 있다.

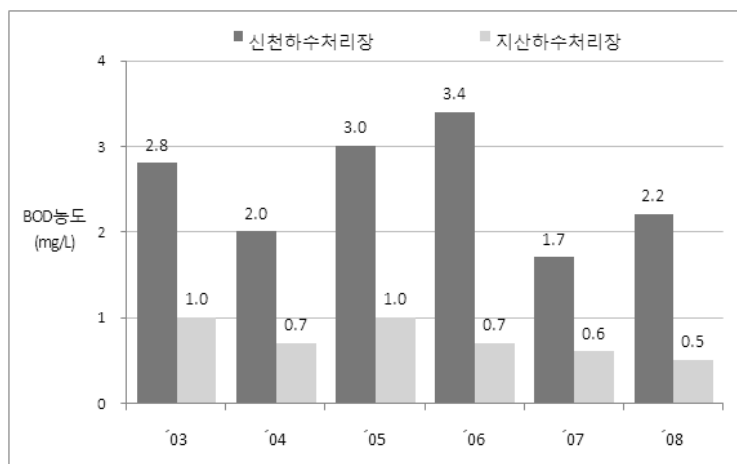
신천하수처리장과 지산하수처리장에서는 <표 2-2>와 같이 표준활성슬러지법으로 제거효율이 낮은 질소, 인, 색도, 냄새 등을 A_2O 공법으로 제거하

고 있으며, 신천하수처리장의 고도처리수 10만m³/일은 모래여과를 거친 후에 압송하여 공급하고 있다.

〈표 2-2〉 신천하수처리장과 지산하수처리장의 고도처리시설 현황

구 분	신천하수처리장	지산하수처리장
시설용량	680,000m ³ /일	45,000m ³ /일
연평균 처리량	444,152m ³ /일	23,304m ³ /일
처리구역	중구, 동구, 남구, 북구, 수성구, 가창면	지산동, 범물동
처리방법	혐기/무산소/호기 + 급속모래여과	혐기/무산소/호기 + 급속모래여과
준공일	• 1단계 : '93. 6. 30 • 2단계 : '98. 5. 22 • 고도처리 : '02. 4. 15	'02. 6. 15
사업비	2,676억원	550억원

신천과 지산하수처리장의 고도처리한 방류수 수질은 <그림 2-3>과 같다.



〈그림 2-3〉 신천 및 지산하수처리장 연도별 방류수 BOD 농도

신천하수처리장 방류수의 BOD 농도는 지산하수처리장에 비하여 비교적 높게 나타나고 있다. 지산하수처리장은 주택가 중심에 위치하고 있으며 슬

러지처리시설이 없기 때문에 지산하수처리장 처리구역 내에서 발생하는 슬러지는 관로를 통해 신천하수처리장으로 보내 처리하고 있다. 한편, 지산하수처리장은 소규모처리시설이며 반류수의 영향이 없기 때문에 고도처리수의 수질이 신천하수처리장보다 좋게 나타나며 처리수의 전량을 신천의 유지용수로 공급하고 있다. <그림 2-4>는 신천의 유지용수로 공급하고 있는 지산하수처리장의 처리수 및 수돗물 사진이다. 처리수는 수돗물과 비교하면 육안으로 구별할 수 없을 정도로 깨끗하다.



〈그림 2-4〉 지산하수처리장 처리수

1) 하수처리수 공급 및 하천이용

신천은 대구 도심을 남북으로 가로질러 흐르는 하천으로서 도심 속의 레저 수변공원의 역할을 한다. 시민들의 산책 및 휴식공간으로 이용되고 있는 신천의 경관을 유지하기 위하여 대구시는 신천하수처리장과 지산하수처리장의 고도처리수를 신천에 각각 10만 m^3 /일, 2만 m^3 /일을 공급하고 있다. 신천 하천유지용수 공급시설 현황을 살펴보면 <표 2-3>과 같다.

〈표 2-3〉 하수처리수의 신천유지용수 공급시설 현황

	신천하수처리장	지산하수처리장
구 간	신천하수처리장(뽕평) → 신천 상동교(방류) → 신천하류 → 금호강	지산하수처리장(뽕평) → 신천 용두보(방류) → 신천하류 → 금호강
규 모	관로 9.1km, 방류량 10만 ^m /일, 보 14개소 (금호강 하천수 유입관로 D : 1,000 L : 317m)	관로 2.8km, 방류량 2만 ^m /일, 저수로폭 50~80m
사업비	121억원	17억원
사업기간	'95. 7. 6 ~ '97. 6. 12	'99. 6. 17 ~ '02. 6. 15



신천의 전경

신천 고수부지 공원의 산책로

〈그림 2-5〉 신천의 전경과 고수부지 산책로 모습

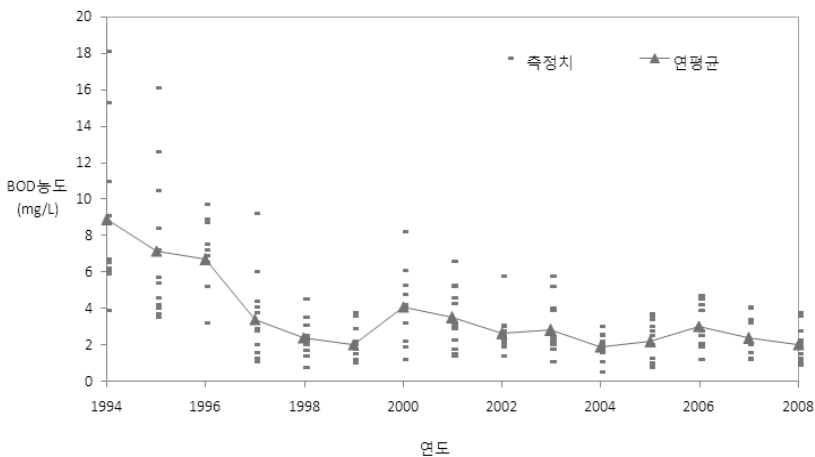
12만^m³/일의 하천유지용수가 공급되는 신천은 평일 1만명, 휴일 2~3만명의 대구 시민들이 <그림 2-5>와 같이 이용하는 레저 수변공원으로, 고방오리, 쇠오리, 청둥오리, 제비, 참새, 황조롱이, 붉은 갈매기 등 18종류의 새들뿐만 아니라, 1급수에만 사는 곱지, 피라미를 포함한 10여종의 어종이 서식하고 있다. 또한 수성교 아래 신천에서 천연기념물 330호인 수달이 잉어를 잡아먹는 모습이 대구 문화방송 카메라에 찍히기도 했다. <그림 2-6>은 신천의 생태 현황을 나타내고 있다.



〈그림 2-6〉 신천의 생태 현황

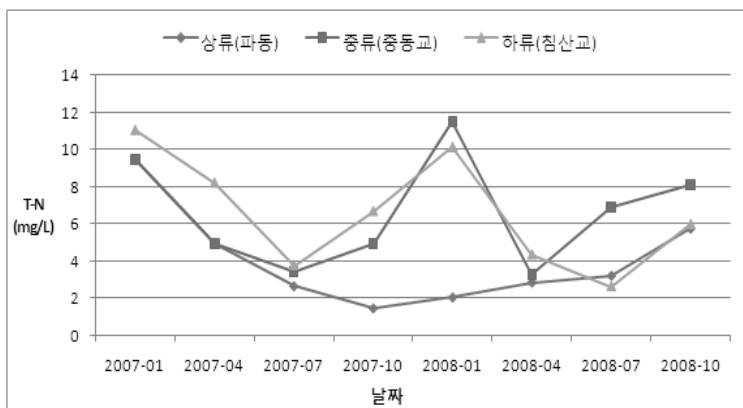
2) 신천의 수질현황

대구 신천의 1994년 이후 BOD 농도변화는 <그림 2-7>과 같다. 신천의 수질은 1992년 10월 차집관거를 설치한 후 좋아졌으며, 2002년 신천하수처리장의 고도처리시설과 지산하수처리장 완공으로 고도처리수가 하천유지 용수로 공급됨에 따라 II등급을 유지하게 되었다.

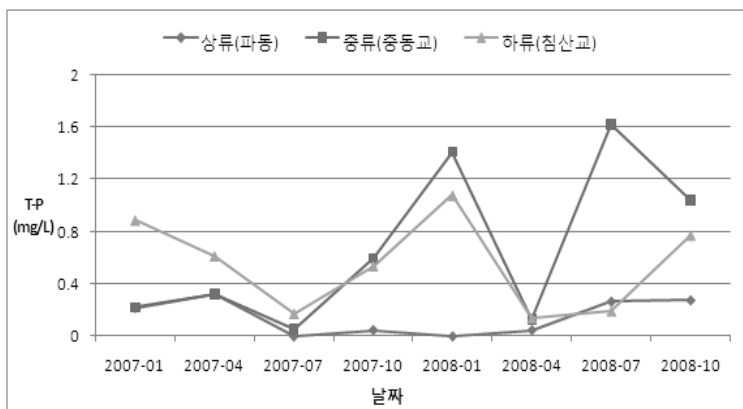


〈그림 2-7〉 신천의 BOD 농도 변화

<그림 2-8> 및 <그림 2-9>는 신천 상·중·하류의 월별 T-N 및 T-P의 농도변화이다. T-N과 T-P는 상류에서 하류로 흐르면서 그 값이 증가하여 녹조류 등의 조류를 발생시키는 문제를 초래한다.



<그림 2-8> 2007년~2008년 신천의 T-N 농도변화



<그림 2-9> 2007년~2008년 신천의 T-P 농도 변화

대구광역시에는 신천에 있는 13개 수위 유지보(Rubber Dam)의 물갈이를 통하여 여름철 조류가 발생하는 문제를 해결하고 있다.

계절별로 동절기(11월~2월)에는 주 0.5회, 하절기(7~9월)는 주 1.5회, 봄·가을(3, 4, 5, 6, 10월)은 주 1회 수위 유지보의 물갈이를 통하여 조류를 제거하고 있다.

2. 광주 광주천

영산강 유역의 중·상류부에 위치하고 있는 광주천에서는 1927년부터 시가지의 미화, 홍수방지, 영세민 갱생지구 조성 등을 위하여 상·하수도 설치, 하천 개수, 시장 정비, 제방 축조, 하천부지 매립 등 광주천을 직강화하는 정비사업이 시행되었고 1936년에 전 구간의 ‘개수공사’가 실시되었다.

1970년대 본류의 양동 복개상가 구간 356m가 복개된 것을 시작으로 1980년대 중반 이후에 서방천, 극락천, 동계천, 경양지천, 광주공단천, 용봉천 등의 주요 지류가 복개되었다. 이와 같은 도시하천의 복개는 자동차의 증가에 의한 교통 체증 해소와 주차공간의 확보, 지류하천의 오염심화에 의한 주거환경의 개선 등의 차원에서 추진되었으나, 도심부에서 하천공간이 소멸되는 부작용을 가져왔다.

2000년 이후 광주천 자연친화형 복원사업의 시행으로 쾌적한 도시환경의 조성과 도시경쟁력 확보를 모색하여 구체적 실천방안인 광주천의 하천유지용수 추가 확보, 친수공간 조성 등을 추진함으로써 자연과 인간이 조화를 이루는 친환경 생태공간으로 새롭게 탈바꿈하게 되었다.

2007년 3월부터 2009년 12월까지 ‘광주천 함께 가꾸기’ 사업을 시행하여 용연동 용연정수장부터 유덕동 영산강 합류부까지 19.3km의 사업구간을 자연형 하천으로 만드는 사업이 진행되고 있다.

광주천이 자연형 하천으로 탈바꿈되면서 하천유지용수 공급에 대한 방안으로 영산강 하천수를 도수하는 방법과 광주하수처리장의 고도처리수를 이

용하는 방법이 제시되었다. 안정적인 유량확보를 위하여 주수원을 검토한 결과는 <표 2-4>와 같으며, 취수가능량, 취수원의 수질, 경제성 등을 검토하여 광주하수처리장의 고도처리수를 여과시설 등으로 추가처리한 후 이용하는 것으로 계획하였다.

〈표 2-4〉 광주천 유지용수 검토

구 분	광주제1하수처리장 고도처리수	영산강 하천수
취수원 위치	광주하수처리장 2단계 시설 방류구	영산강 풍영정천 합류후 우산보 상류
시설 모식도 (수질개선방안)		
BOD	5.4~9.0mg/L(2004년 기준)	3.2~7.1mg/L(2004년 기준)
대장균군	0~1,300MPN/100ml (평균 : 621MPN/100ml)	1,700~300,000MPN/100ml (평균 : 4,400MPN/100ml)
취수가능량	600,000m ³ /일	평균갈수량 : 276,000m ³ /일 기준갈수량 : 145,000m ³ /일
공사비	30억원/10만m ³	50억원/10만m ³
유지관리비	12억원/년(여과시설+송수펌프시설)	18억원/년(취수시설+여과시설+송수펌프시설)
선정	◎	

1) 하수처리수 공급 및 하천 이용

광주시는 하천유지유량을 확보하기 위해 광주천 건천화방지사업(1995)과 광주천 유량확보사업(2000) 등을 실시하여 하수처리장 방류구 부근에 취수시설 및 가압장을 설치하고, 하수처리수 43,200m³/일을 11.8km의 압송관로를 이용해 상류에 방류하였다. 그러나 부영양화 발생에 따른 심미적 불쾌감 유발 등으로 하수처리수의 압송을 중지하고 영산강 하천수를 유지용수로 공급하였다. 또한 고도처리시설을 도입한 광주제1하수처리장은 2009

년 4월부터 고도처리수 10만 m^3 /일을 유지용수로 공급할 예정이다.



〈그림 2-10〉 광주천 유지용수 공급지점

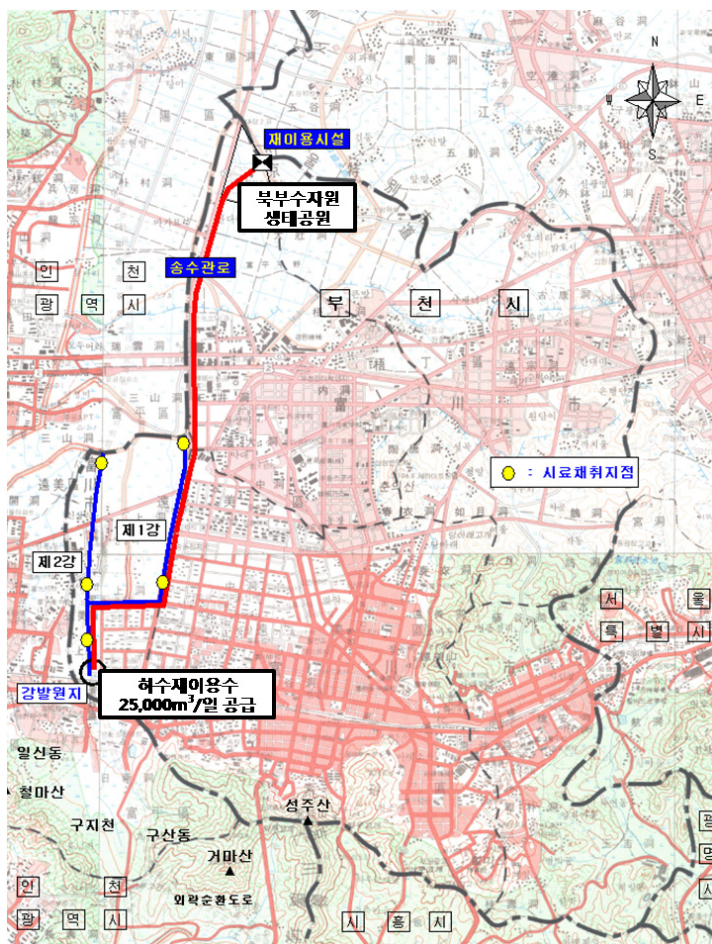
3. 부천 수자원생태공원(굴포천 하수처리장)

1) 시민의 강

부천시 원미구 중동, 상동, 소사구 송내동 일원에 위치한 시민의 강은 상동지구를 택지개발하면서 시민단체들의 요청으로 아파트 건설계획과 함께 수립된 하천 및 공원 조성 계획에 포함되어 단지 내에 조성되었다. 시민의 강은 상동지구 외곽을 둘러싼 형태로 흐르고 있고, 유지용수는 부천시 북부 수자원생태공원의 방류수를 재이용시설에서 재처리한 뒤 송수관로를 통해 공급하고 있다.

시민의 강 조성면적은 총 213,306 m^2 이고 총 연장은 5.5km이며, 서울 외곽 순환도로변 완충녹지 2.7km, 중동대로변 완충녹지 2.3km, 홍천 길변 완충녹지 0.5km로 되어 있다. 또한 <그림 2-11>과 같이 북부수자원생태공원에서 하루 25,000 m^3 의 재이용수를 공급받아 상류에서부터 흐른 뒤 굴포천으로 유입된다.

시민의 강은 시민들의 생활수준 향상에 따른 자연환경에 대한 욕구를 해소하기 위한 목적뿐만 아니라, 재이용수의 사용에 대한 시민들의 불안과 의혹을 해소할 수 있도록 재이용수로 인공하천을 조성하여 시민들의 물놀이 공간으로 활용함으로써 하수처리수 재이용에 대한 국민들의 인식을 개선하고 앞으로 하천환경개선으로 인한 친환경적 공간창출 등의 홍보효과를 증대시키기 위한 목적으로 조성되었다.



〈그림 2-11〉 부천 시민의 강 하수처리 공급현황

<그림 2-12>는 시민의 강 하수처리수 유입지점이며, 하수처리수로 조성된 시민의 강의 전경 및 산책로의 모습은 <그림 2-13>과 같다.

시민의 강의 주요시설은 산책로 4.4km, 자전거도로 4.2km, 생태학습장, 물놀이 체험공간, 근린공원 1개소, 어린이공원 3개소, 미관광장 및 공공지 등으로 시민들의 산책 및 휴식공간으로 이용되고 있다.



〈그림 2-12〉 시민의 강 하천유지용수 공급지점



〈그림 2-13〉 시민의 강 전경 및 산책로

부천시는 시민의 강에 하수처리수를 공급하기 위하여 북부수자원생태공원에 2001년부터 2004년까지 208억원을 투자하여 생물막 여과공법을 적용

한 시설용량 45,000m³/일의 재이용시설을 완공하였다.

재이용시설에서 <표 2-5>와 같이 25,000m³/일의 재이용수를 생산하여 시민의 강 유지용수뿐 아니라 상동택지개발지역 내 화장실용수, 도로청소 및 기타용수 등의 중수도로 사용하며 삼정공업단지 내 공업용수로도 이용하고 있다.

<표 2-5> 부천시의 재이용수 공급현황(수요처별 1일 평균 급수량)

구 분	계	화장실용수	공업용수	시민의강 유지용수	도로청소 · 기타용수
공급현황(m ³ /일)	24,955	114	703	24,123	15

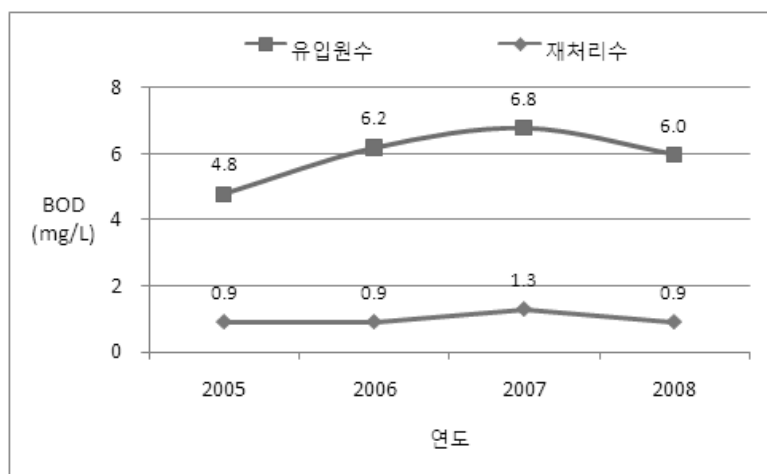
출처 : 북부수자원생태공원 내부자료

<표 2-6>은 북부수자원생태공원의 고도처리수 유입원수 및 추가 생물막 여과공법 적용 후의 재처리수질 현황이며, <그림 2-14>~<그림 2-16>은 BOD, T-N, T-P 각각의 재이용수 수질현황을 나타내고 있다.

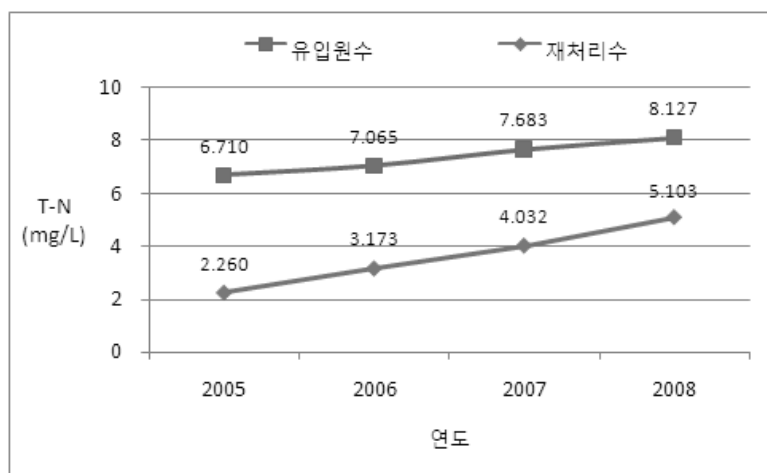
<표 2-6> 연도별 북부수자원생태공원 고도처리수 및 재처리수 수질 현황

		고도처리수 유입원수(mg/L)				재처리수(mg/L)			
		BOD	SS	T-N	T-P	BOD	SS	T-N	T-P
'05년	최대	7.7	5.5	7.86	0.762	1.5	1.6	3.62	0.577
	최소	3.0	3.2	5.64	0.209	0.6	0.8	1.44	0.094
	평균	4.8	4.0	6.71	0.517	0.9	1.1	2.26	0.238
'06년	최대	9.7	6.3	10.22	0.708	1.3	1.3	6.17	0.291
	최소	4.1	3.5	5.74	0.477	0.5	0.6	1.89	0.103
	평균	6.2	4.6	7.07	0.612	0.9	0.8	3.17	0.186
'07년	최대	13.4	6.1	9.66	0.742	2.0	1.9	6.17	0.335
	최소	3.3	3.3	5.19	0.457	0.6	0.7	1.54	0.073
	평균	6.8	4.3	7.68	0.591	1.3	1.3	4.03	0.206
'08년	최대	7.1	5.6	10.70	1.678	1.2	1.9	8.08	0.655
	최소	4.5	3.4	6.74	0.503	0.7	0.9	3.25	0.127
	평균	6.0	4.8	8.13	0.872	0.9	1.3	5.10	0.306

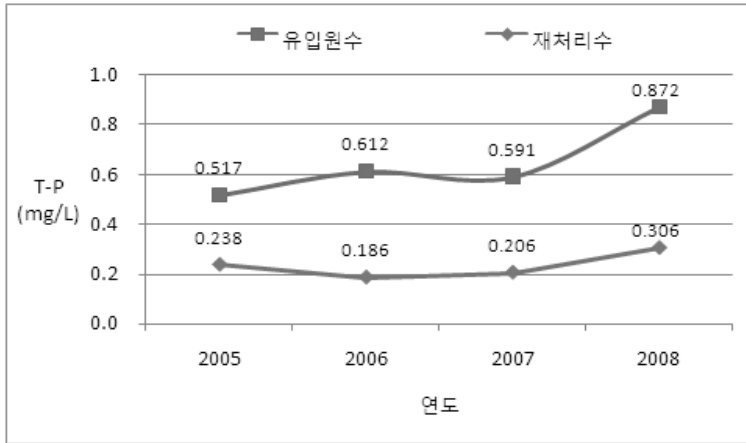
출처 : 북부수자원생태공원 내부자료



〈그림 2-14〉 북부수자원생태공원 BOD 수질현황



〈그림 2-15〉 북부수자원생태공원 T-N 수질현황



〈그림 2-16〉 북부수자원생태공원 T-P 수질현황

부천시는 『부천시 재이용수 급수조례』에 의하여 <표 2-7>과 같이 재이용수의 용도별 m³당 단가를 적용하여 부과한 금액으로 재이용수 운영비를 충당하고 있다.

〈표 2-7〉 부천시 재이용수 용도별 요율

용 도	m ³ 당 단가(원)
영업용(수세식 화장실용수, 잡용수)	320
공업용	230
하천용수	50
공공용(조경용, 청소용, 소방용, 잡용수)	130

출처 : 북부수자원생태공원 내부자료

2) 역곡천

역곡천은 부천시 소사구 옥길동에 위치한 1.42km의 하천으로서 생활하수의 다량 유입으로 악취발생 및 수질오염이 가중되었다. 이를 개선하기 위하여 부천시에서 남부수자원생태공원(역곡천 하수처리장)을 조성함으로써 양질의 수질을 역곡천으로 방류하여 역곡천의 수질 및 주거환경 개선 등

공중보건의 향상에 기여하였다.

남부수자원생태공원은 1일 약 30,000m³의 하수를 DNR(Daewoo Nutrient Removal)공법 + MF여과 + UV소독을 거쳐 처리한 후 이 중 23,000m³/일을 역곡천의 하천유지용수로 이용하고, 310m³/일을 남부수자원생태공원 내 냉각수 등의 장내용수로, 3,600m³/일을 생태연못 등의 조경용수로 사용하고 있다.

<표 2-8>은 남부수자원생태공원의 유입수 및 처리수의 수질 현황이다.

〈표 2-8〉 연도별 남부수자원생태공원 유입수 및 처리수 수질 현황

		유입수(mg/L)				처리수(mg/L)			
		BOD	SS	T-N	T-P	BOD	SS	T-N	T-P
'06년	최대	107.4	119.8	34.25	4.129	2.1	2.1	8.95	0.800
	최소	50.4	89.8	28.657	3.541	1.1	0.8	7.772	0.900
	평균	80.5	103.7	31.2	3.8	1.7	1.5	8.3	0.8
'07년	최대	119.3	129.3	34.188	4.142	3.6	4.0	8.734	0.850
	최소	79.5	93.1	25.709	2.661	1.2	1.6	6.715	0.709
	평균	102.9	113.0	30.00	3.400	2.1	2.5	7.9	0.800
'08년	최대	122.5	121.2	33.807	3.597	3.4	3.4	9.404	0.816
	최소	90.8	95.6	27.194	3.034	1.7	1.8	6.849	0.508
	평균	105.9	109.4	29.563	3.334	2.3	2.3	8.016	0.679

출처 : 남부수자원생태공원 내부자료



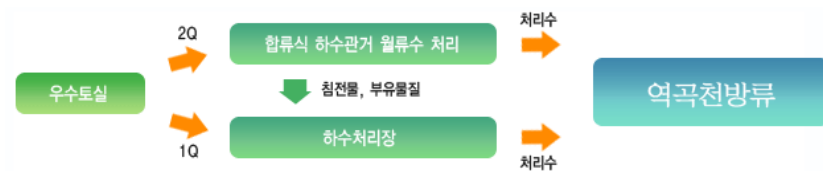
〈그림 2-17〉 역곡천 전경

남부수자원생태공원은 CSOs(Combined Sewer Overflows, 월류수) 문제를 해결하기 위해 <그림 2-18>과 같이 초기우수처리시설을 설치하여 방류수계를 보호함과 동시에 효율적인 하수처리장의 운영을 도모하고 있다.



<그림 2-18> 역곡천 초기우수처리시설

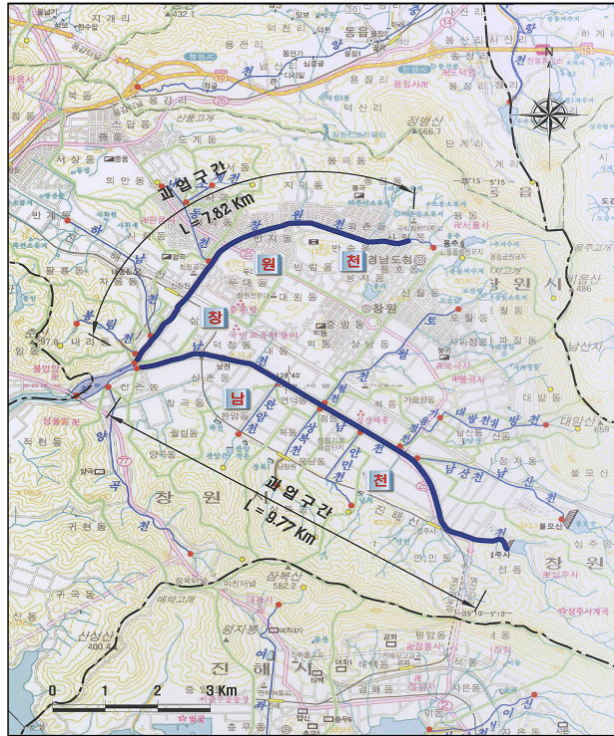
<그림 2-19>와 같이 우수토실을 통해 1Q를 하수처리장으로 보내고, 2Q는 합류식 하수관거 월류수를 처리하여 각각의 처리수를 역곡천으로 방류하고 있다.



<그림 2-19> 강우 시 역곡천의 방류과정

4. 창원시 자연형 하천정비사업

창원시는 전국의 다른 하천이 나아갈 바를 제시할 수 있는 모범적인 생태하천을 복원하기 위하여 창원천 및 남천을 대상으로 시범사업을 실시하고 있다. 창원천과 남천의 사업구간은 <그림 2-20>과 같다.



〈그림 2-20〉 창원천 및 남천의 사업구간

1) 창원천

창원시는 2007년부터 5년간 창원천의 창원시 용동 용추저수지부터 덕정동 남천합류점까지 7.82km의 복개구간에 걸쳐 주차장 철거, 낙차공 철거 및 개수, 생태하안조성 및 수질개선사업 등을 통한 친수공간 조성 사업을 시행 중이다.

16,000m³/일의 하천유지용수의 확보는 상류 저수지 보강, 하상여과시설, 낙동강 원수 사용, 빗물저류조 설치, 지하수 사용 등에 대한 타당성을 검토한 후 결정할 예정이며, 전 유역의 하수차집, 오수관 이설 및 신설, 비점오염 저감시설, 수질정화습지 조성, 퇴적 오니 준설 등을 통하여 수질을 2급수로 개선할 계획이다.

2) 남천

남천 생태하천복원사업은 2007년부터 2011년까지 창원시 천선동 성주수원지부터 마산만 합류지점의 총 9.77km를 복원하는 것으로 하천 내 콘크리트 구조물 철거, 하상정리 등을 통하여 생태하천 기반을 조성하고 제방, 습지, 고수부지, 보, 낙차공, 저수로 등을 이용해 자연과 사람이 공존하는 하천으로 만들 예정이다.

남천의 유지용수 36,000m³/일을 확보하기 위하여 상류 저수지 보강, 하상여과시설, 낙동강 원수 사용, 빗물저류조 설치, 지하수 사용 등에 대한 타당성 검토를 하고 있다. <그림 2-21>은 남천의 생태하천복원사업 전후의 예상 전경이다.



〈그림 2-21〉 남천의 생태하천복원사업 전후 전경

3) 가음정천

가음정천은 산업화와 도시의 집중화로 인하여 하천환경이 열악해지고 수질오염이 심화된 하천이다. 2005년 9월부터 2009년 10월까지 가음정천 2.93km를 복원하는 사업이 <그림 2-22>와 같이 진행 중이다.

하상여과시설을 통하여 유지용수 10,000m³/일을 확보하며, 복개구간에 수질정화시설을 설치하고 유역전체의 하수를 차집함으로써 수질을 BOD 30mg/L에서 3mg/L로 개선할 계획이다. 가음정천의 유지용수 확보 및 생태

하천으로의 복원으로 도심 속 건강한 생태계를 회복시키고, 자연과 인간이 공존하는 쾌적한 환경 조성으로 시민의 삶의 질을 향상시킬 것이다.



〈그림 2-22〉 복원사업 중인 가음정천의 전경

5. 청계천 + 20 프로젝트

환경부는 생태계 훼손, 건천화, 수질악화 등의 이유로 하천의 기능을 상실한 도심 건천·복개하천 20개를 건강한 하천으로 복원하는 ‘청계천 + 20 프로젝트’사업을 추진하고 있다. 2009년 1단계로 착수할 하천 10개를 선정 하였고, 2단계로 착수할 하천 10개는 올 하반기에 선정할 계획이다.

1단계 사업지역은 <표 2-9>와 같이 대구시 범어천, 대전시 대사천, 의왕시 오전천, 의정부시 백석천, 춘천시 약사천, 제천시 용두천, 충주시 충주천, 아산시 온천천, 마산시 교방천, 통영시 정량천 등 10곳이며 올해부터 2013년까지(오전천은 2016년까지) 4,446억원(19.03km)이 투입된다.

‘청계천 + 20 프로젝트’사업은 하수처리수 재이용, 지하철 용출수 이용, 하상여과, 빗물 이용시설 설치 등을 통하여 메마른 건천에 생태유지용수를 공급하고 하천에 가해진 인공적인 훼손과 교란을 제거하여 생태적 건강성을 회복시키는데 중점을 두고 아울러 하천의 과거, 현재, 미래 그리고 하천 주변의 생활·문화·역사를 고려한 복원목표를 설정하여 추진하고 있다.

〈표 2-9〉 청계천 + 20 프로젝트 1단계 착수지역

자치단체명	하천명	사업연장(km)	사업기간	하천유지용수 공급
대구 수성구	범어천	1.60	2009~2011	하수처리수
대전 중구	대사천	2.20	2009~2012	지하철 용출수
경기 의왕시	오전천	1.60	2011~2016	-
경기 의정부시	백석천	3.50	2009~2011	하수처리수
강원 춘천시	약사천	1.50	2009~2011	소양댐 담수
충북 제천시	용두천	1.40	2010~2012	상수도 취수시설 용수
충북 충주시	충주천	0.88	2009~2012	-
충남 아산시	온천천	1.70	2010~2012	하상여과
경남 마산시	교방천	2.80	2009~2012	-
경남 통영시	정량천	1.85	2009~2013	-

1) 대구광역시 수성구 범어천

2009년부터 복원사업이 착수되는 범어천은 2011년 완공을 목표로 하고 있다. 복개구간과 미복개구간이 혼재돼 있는 것을 고려하여 사업 1단계에서는 미복개구간인 마른 하천을 복원하고, 사업 2단계에서는 복개된 구간의 구조물을 철거하고 생태복원을 시행한다.

물이 흐르는 여울을 설치하고 보의 개량과 함께 정화식물을 심어 생태하천 길을 조성하며, 악취제거를 위해 퇴적오니도 준설할 예정이다. 특히 생태하천 유지용수로 하수처리수를 재이용할 계획이다. 범어천 주변은 2011년 대구에서 열릴 세계 육상선수권대회의 마라톤 코스 및 대구철도 3호선 건설 예정 지역이나, 하천이 마른데다 처리되지 않은 생활하수로 인하여 악취발생은 물론 자생식물이 거의 없는 상태이다. 오염된 도심하천을 생태 환경하천으로 복원하면 깨끗한 생활환경은 물론 환경도시라는 이미지 제고에 기여할 것으로 기대된다.

2) 경기도 의정부시 백석천

백석천은 사패산 등산로에 인접해 있고 복개구간에 경전철 역사가 설치

될 예정이며, 복개로 인해 수질오염 및 건천화가 가속화되어 하천의 생태기능이 정지되고 수생 동·식물의 자생력도 상실한 하천이다. 백석천의 복원을 위하여 하수처리수 재이용을 통해 수질개선 및 생태기능을 회복하여 쾌적한 하천환경을 조성할 계획이다. 또한, 경전철을 활용한 테마 관광코스로 개발하여 지역경제를 활성화시키고 시민들의 휴식공간으로 제공할 예정이다. <그림 2-23>은 백석천의 생태복원사업 전후의 예상 전경이다.



〈과 거〉

〈현 재〉

〈미 래〉

〈그림 2-23〉 백석천의 과거·현재·미래

제2절 국외 사례

일본은 2005년 4월 『하수처리수의 재이용수질기준 등에 관한 매뉴얼』을 책정하여 2005년 4월 22일 관계지방공공단체에 배포하였다. 또한 다음과 같이 하수처리수를 활용하는 신세대 하수도 지원사업제도를 창설하였다.

- 물환경 창조사업 수처리 재생형
- 리사이클 추진사업 재생자원활용형

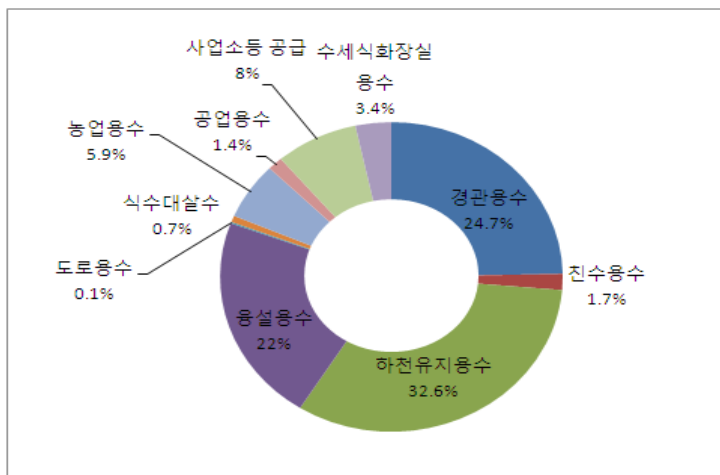
일본에서는 2005년도(2005. 4. 1 ~ 2006. 3. 31)에 전국 2,068개의 하수처리장에서 연간 137억 m^3 에 달하는 막대한 하수처리수가 발생하고 있으며, 이 중 <표 2-10>과 같이 약 2.0억 m^3 가 재이용되고 있다. 하수처리수 재이용

현황은 <그림 2-24>와 같이 환경용수 59.0%, 용설용수 21.7%, 농업용수 5.9%, 사업장 직접공급 8.0% 등으로 환경용수로의 재이용이 가장 많은 것으로 나타났다.

〈표 2-10〉 2005년도 일본 하수처리수의 용도별 재이용현황

재이용 용도	처리장수	재이용량(만 m ³ /년)
1. 수세식 화장실 용수(중수도, 잡용수도 등)	43	659
2. 환경용수		
1) 경관용수	87	4,834
2) 친수용수	18	330
3) 하천유지용수	8	6,380
3. 용설용수	35	4,260
4. 식수대(植樹帶) 살수용수	73	133
5. 도로·가로·공사현장의 청소·살수	77	28
6. 농업용수	28	1,163
7. 공업용수	3	281
8. 사업소·공장에 직접공급	47	1,524
계	241	19,592

출처 : 日本下水道協會, 日本の下水道, 2007年



〈그림 2-24〉 2005년도 일본 하수처리수 재이용 현황

1. 도쿄도(東京都) 청류부활사업

1) 노비도메(野火止)용수

도쿄도는 쾌적한 수공간 창출이라는 도민의 요구에 부응하기 위해 타마가와(玉川)상수, 노비도메(野火止)용수 등의 청류부활 사업을 시작하였다. 이 사업에는 타마가와(多摩川)유역의 타마가와(多摩川) 상류 물재생센터의 처리수가 활용되고 있다.

타마가와 상류 물재생센터는 1978년에 완공되어 가동 중이며, 처리구역은 오메시(青梅市)·아키시마시(昭島市)·후사시(福生市)·하무라시(羽村市)·미즈호초(瑞穂町)의 대부분, 타치카와시(立川市), 무사시무라야마시(武蔵村山市)·오쿠타마마치(奥多摩町)의 일부로서 계획 처리 면적은 9,899ha이다. 시설용량은 273,000m³/일이며, 처리수는 타마가와(多摩川)로 방류된다. 이 중 24,800m³/일은 질소·인을 제거하기 위한 A₂O(혐기·무산소·호기) 고도처리공법을 도입하여 생물학적 처리 후 PAC(Poly aluminum Chloride)를 첨가하고 모래여과+오존소독을 거친다. 이러한 과정을 거친 9,800m³/일은 노비도메(野火止)용수에, 15,000m³/일은 타마가와(玉川)상수에 공급하고 있다. 또한 타마가와(玉川)상수 방류지점으로부터 약 10km 유하된 후 지류인 센카와(千川)의 하천유지용수로 공급되고 있다. 방류수는 <표 2-11>과 같이 「도민의 건강과 안전을 확보하는 환경에 관한 조례」의 수질 기준을 충분히 만족하여 물고기가 살 수 있을 정도다.

<표 2-11> 타마가와(多摩川) 상류 물재생센터 유입수 및 방류수 농도

구 분	유입수(mg/L)	방류수(mg/L)	청류부활용수(mg/L)	조례에 의한 방류수 수질기준
BOD(mg/L)	220	2	1	25 이하
COD(mg/L)	110	9	6	-
T-N(mg/L)	34	11	11	30 이하
T-P(mg/L)	4.5	0.7	0.2	3.0 이하

타마가와(玉川)상수는 1654년에 완성된 에도(江戸)시대에 생활용수와 관개용수를 공급하던 수로이다. 현재 타마가와(玉川)상수는 하무라(羽村)의 취입구에서 요츠야오키도(四谷大木戸)까지의 약 43km로, 이 중 개거부분이 약 30km이다. 타마가와(玉川)상수의 청류부활사업은 코다이라(小平)감시소에서 아사마바시(浅間橋)까지의 개거부 18km로, 계획송수량은 13,200m³/일이다. 즉 아사마바시부터 암거부에 도입되는 물은 최종적으로 칸다가와(神田川)로 방류된다.

노비도메(野火止)용수는 마즈다이라(松平)의 타마가와(玉川)상수 개착에 따른 공적에 의해 사유지인 노비도메(野火止)용수로로의 분수를 토쿠가와(徳川)막부에서 허가하여 1655년에 완성한 것이다. 그 후 300년 이상 생활용수, 관개용수로 이용되어 왔지만, 도시화에 따른 환경변화, 물수요와 공급의 꺾박 등으로 물의 흐름이 끊겼다. 노비도메(野火止)용수의 청류부활사업은 공급지점에서 사이타마현(埼玉縣)경계까지의 9.6km(암거부 3.2km)을 대상으로 하며, 계획송수량은 15,000m³/일이다. 수로는 현 경계에서 5.5km 정도 유하한 지점에서 암거로 들어와 신가시가와(新河岸川)에 이르고 있다.

청류부활사업은 타마가와(多摩川) 상류 물재생센터의 표준활성슬러지법 + 급속모래여과 + 오존산화된 고도처리수를 송수하는 것으로, 계획최대송수량은 타마가와(玉川)상수, 노비도메(野火止)용수, 센카와(千川)상수(1989년 통수개시)를 대상으로 43,200m³/일로 하고 있다.

타마가와(多摩川) 상류 물재생센터에서 타마가와(玉川)상수 및 노비도메(野火止)용수로 공급하는 지점은 <그림 2-25>이며, 공급계통도는 <그림 2-26>과 같다.



타마가와(玉川)상수 공급지점



노비도메(野火止)용수 공급지점

〈그림 2-25〉 타마가와(玉川)상수 및 노비도메(野火止)용수의 공급지점



〈그림 2-26〉 타마가와(多摩川) 상류 물재생센터 처리수 공급 계통도

타마가와 상류 물재생센터에서 유지용수를 공급받는 타마가와(玉川)상수, 노비도메(野火止)용수 및 센카와(千川)의 수질은 <표 2-12>와 같다.

〈표 2-12〉 노비도메(野火止)용수, 타마가와(玉川)상수 및 센카와(千川)상수 수질현황

		pH	BOD(mg/L)	SS(mg/L)	T-N(mg/L)	T-P(mg/L)
타마가와(多摩川) 상류 물재생센터 ¹⁾	방류구	6.7~6.9	2	2	9.8	1.0
	오존처리수	6.8~7.1	1	1	9.4	0.3
노비도메(野火止) 용수 ²⁾	상류	7.0~7.4	1.7	5	10.5	0.5
	중류	7.1~7.4	1.9	8	11.6	0.6
	하류	7.4~7.5	1.4	8	-	-
타마가와(玉川) 상수	상류	6.8~7.2	1.4	2	9.9	0.5
	중류	7.2~7.4	1.2	<15	10.4	0.4
센카와(千川) 상수	상류	7.3~7.5	1.3	<16	10.2	0.4
	하류	6.3~7.4	1.9	37	-	0.6

1) 도쿄도 하수사업연보(2007년판, 도쿄도 하수도국)

2) 区市町村 수도국 공공수역 수질측정결과(2002년판, 도쿄도 하수도국)

타마가와(玉川)상수와 노비도메(野火止)용수는 수로양가에 수목이 많고 낙엽수가 대부분으로 낙엽이 질 때는 청소를 해야 한다. 또한 빈 병 등 쓰레기도 수로에 버려져 있으므로 청류보호를 위해서는 일상적인 유지관리와 수로청소가 필요하다. 노비도메(野火止)용수는 하천을 따라 위치한 각 시가 유지관리를 맡고, 타마가와(玉川)상수는 수도국에서 담당하고 있다. 민간단체인 ‘타마가와(玉川)상수를 지키는 모임’의 회원들도 매월 날을 정해 청소를 하고 있다.

2) 조난(城南) 3개 하천 청류부활사업

도심부를 흐르는 시부야가와(澁谷川)·후루가와(古川), 메구로가와(目黒川), 노미카와(呑川)은 에도시대부터 시민들의 생활장소 및 휴식 장소이었다. 그러나 도시화에 따른 수원의 고갈로 콘크리트 강바닥이 되어 주민을 수변공간으로부터 멀어지게 하였다. 이 때문에 도쿄도에서는 1995년부터 청류부활사업으로 오치아이(落合)물재생센터에서 고도처리된 재생수를 송

수하고 있다.

오치아이(落合)물재생센터에서 만들어진 고도처리수를 조난(城南) 3개 하천에 보내기 위해서는 새로운 송수관의 설치가 필요했다. 그러나 조난(城南) 3개 하천은 도쿄에서도 가장 도시화된 지역을 흘러 상업지, 주택지, 공업지 사이를 통과하여 도쿄만으로 흘러들어간다. 또한 지상뿐만 아니라 지하에도 가스, 전기, 수도, 지하철 등의 매설시설이 그물망과 같이 둘러싸여 있으므로 그보다 한층 더 깊고, 급커브 도로 등의 송수관을 통과하기 위해서는 다양한 기술이 필요했다. 마침내 1995년 3월에 청류부활공사가 완공되어 조난(城南) 3개 하천에 방류가 시작되었다.

① 사업수행 방법

—사업은 환경보전국, 건설국, 하수도국이 연계하여 실시하였다. 하수도국은 환경국의 수탁사업으로 펌프설비 등을 정비, 유지관리하고 있다.

② 사업비 및 재원

—약 208억엔의 사업비는 국고보조금 82억엔, 환경사업으로서의 일반회계 126억엔으로 충당하고 있다. 보조금을 제외한 재원을 하수도회계가 아닌 일반회계에서 부담하는 것이 특징이다.

③ 시설개요

—송수량 : 시부야가와(澁谷川) · 후루가와(古川) 약 2만 m^3 /일, 메구로가와(目黒川) 3만 m^3 /일, 노미카와(呑川) 3.6만 m^3 /일의 합계 8.6만 m^3 /일($1\text{m}^3/\text{s}$)

—송수관 : 구경 700mm~1,200mm, 연장 약 18km

④ 공사기간

—1989년에 착공하여 1995년 3월에 완공

〈표 2-13〉 오치아이(落合) 물재생센터 고도처리수와 조난(城南) 3개 하천의 수질

		pH	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	DO (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	송수량 (m³/일)
오치아이처리장 방류수 ¹⁾		6.1-6.8	1	8	0.4	-	12.7	1.6	-
메구로가와·후루가와 (渋谷川・古川)	방류구 ¹⁾	6.9-7.4	2	8	1	-	11	1.4	17,000
	하류 ²⁾	-	2.1	6.6	4	4.8	-	-	
메구로가와 (目黒川)	방류구 ¹⁾	6.8-7.5	2	8	1	-	12	1.4	30,130
	중류 ²⁾	-	2.5	6.8	5	5.1	-	-	
노미카와 (香川)	방류구 ¹⁾	6.8-7.5	2	8	1	-	12	1.5	37,670
	하류 ²⁾	-	2.4	7.0	3	4.6	-	-	

1) 수질시험연보(2002년판, 도쿄도 하수도국 시설관리부)

2) 공공수역 및 지하수의 수질측정결과(2002년판, 도쿄도 환경국)

2. 오사카부(大阪府) 히라노가와(平野川)의 정화용수 도입 사업

히라노가와(平野川)유역은 1급 하천인 네야가와(寝屋川)수계에 속해, 저평지를 유역으로 하는 전형적인 도시 하천이다. 이 유역은 오사카시(大阪市), 히가시오사카시(東大阪市), 야오시(八尾市)에 걸쳐 있으며 유역 면적은 53.49km²이다. 과거 히라노가와(平野川)수계는 야마토가와(大和川)의 최하류 지천까지였으며, 이 유역은 야마토가와(大和川)의 범람원이었다. 저습지대로 논농사에 생산기반을 두어 개발되어 오고 있었으나, 1955년 후반부터 급격한 도시화에 의하여 농경지가 상공업지역 등으로 택지화되었다. 이로 인하여 가정오수에 의한 오염부하량이 증가하여 지반고가 낮은 저평지 하천인 히라노가와(平野川)수계는 오염물질의 체류시간이 길어지게 되어 수질이 현저하게 악화되었다.

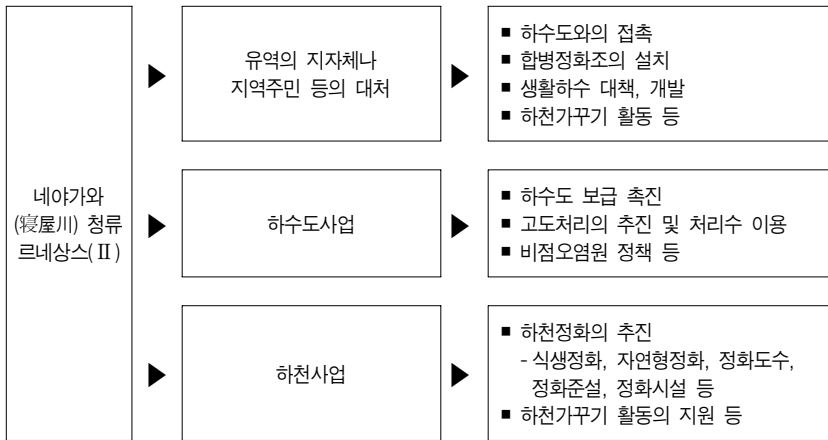
1980년 히라노가와(平野川)하수처리장의 시설용량은 320,000m³/일이고, 하루 평균 처리용량은 240,000m³/일인데, 혐기·호기공법(AO)과 모래여과 후 20,000m³/일을 이마가와(今川), 코마가와(駒川)로 방류하였다.

〈표 2-14〉 히라노가와(平野川)하수처리장의 AO+모래여과 후 하천공급수질(2004년도)

항목	단위	최대	최소	평균	이마가와(今川)·코마가와(駒川) 계획 수질
투시도	도	100+	46	83+	
pH	-	7.8	7.3		5.8~8.6
SS	mg/L	9	3	5	-
BOD	mg/L	26	3.2	12	
C-BOD	mg/L	7.0	2.4	3.8	≤10
COD	mg/L	15	7.8	12	-
T-N	mg/L	22	8.8	15	-
NH ₄ ⁺ -N	mg/L	20	0.2	8.7	
NO ₂ ⁻ -N	mg/L	2.1	0.02	0.57	
NO ₃ ⁻ -N	mg/L	11	ND	4.5	
T-P	mg/L	2.3	0.31	1.1	
대장균군수	개/cm ²	640	50	250	≤1,000
잔류염소	mg/L	ND	ND	ND	-

오사카부는 「네야가와(寝屋川) 유역 수질환경 개선 긴급 행동 계획」에 따라 요도가와 수계의 네야가와 유역을 대상으로 사람들이 즐길 수 있는 물가 환경을 창출하기 위해, 수량 및 수질의 개선을 도모하고 있다. 이 계획은 2011년까지 환경기준 C유형의 달성을 목표로 하고 있다.

이 계획의 내용은 현재 히라노가와(平野川) 수로에 방류하고 있는 히라노가와 처리장의 고도처리수의 일부를 히라노가와 및 히라노가와 분수로 상류에 방류함으로써 히라노가와와 수질을 개선하고 유지용수를 확보하는 것이다. 히라노가와 정화용수 도입의 목표를 달성하기 위한 시책은 <그림 2-27>과 같고, 그 도입 계통도는 <그림 2-28>과 같다.



〈그림 2-27〉 오사카 히라노가와(平野川) 정화용수 목표달성을 위한 시책



〈그림 2-28〉 오사카 히라노가와(平野川) 정화용수 도입 계통도

3. 센다이(仙台)시의 하천청류부활사업

1) 하천생태를 고려한 하수처리수의 처리기준

센다이시에는 5개 하수처리시설이 있다. 그 중 2개소는 표준활성슬러지법이며, 1993년에 건설·완공된 히로세가와(廣瀬川)정화센터, 1998년부터 가동되고 있는 조우기(定義)정화센터, 그리고 2003년 3월부터 가동되고 있는 카미야가리정화센터 등 3개소에서 고도처리를 하고 있다.

히로세가와정화센터의 방류처인 히로세가와는 센다이시의 중심부를 흐르는 하천으로서 많은 동식물의 자연환경이 남아 있으며 옛날부터 시민과 친숙하다. 센다이시는 히로세가와와 자연환경을 보호하고 다음 세대에 넘겨주기 위해서 1974년에 이미 「히로세가와와 청류를 지키는 조례」를 제정하였다.

조례에는 BOD와 거의 1:1 대응을 나타내는 TOC가 제시되어 있으며 제정 당시 히로세가와는 수질이 TOC 3mg/L이하이었으며 이것은 은어의 서식에 필요한 수질로 “은어가 서식할 수 있는 수질조건”이 수질관리기준으로 되어 기준치가 TOC mg/L로 정해졌다. 또한 시행에서는 TOC와 BOD를 서로 연계하여 보정할 수 있는 것으로 하였다. 이 수질기준이 모든 수질보전 구역에 적용되게 하기 위하여 하천유량에 따라 방류수의 농도를 규제하는 “총량규제방식”을 채택하여, 하천유량이 적을수록 그리고 배출수량이 많을수록 방류수의 농도규제가 엄격해지도록 하였다. 조례에는 방류수가 잔류염소 0.1ppm 이하, 온도, 색도, 취기 등에 대해 히로세가와와 물을 현저하게 변화시키지 않아야 하는 것으로 정해져 있다.

히로세가와 정화센터의 방류수기준은 BOD 3mg/L이며 이를 만족하기 위해서 하수고도처리가 필요하므로 처리공법을 검토한 후에 혐기·호기법과 급속모래여과시설 공정을 도입하였다. 또한 소독의 경우 건설비 및 유지관리비가 높지만 하천 생물상에 영향이 적고 색도 및 COD 제거효과가 뛰어나며 냄새가 나지 않은 오존소독을 채택하였다.

2) 히로세가와 정화센터의 처리현황

히로세가와 정화센터는 히로세가와 상류부의 도시화가 급속히 진행된 아오바구(青葉區) 미야기(宮城)지구에 위치하고 있다. 이 정화센터는 『히로세가와와 청류를 지키는 조례』에 따라 설계하고 1988년에 하수도사업의 인가를 받아 1989년에 착공하였으며, 1993년 4월에 완공되었다. 또한 히로세가와와의 수질을 보전하기 위해 방류수질을 BOD 3mg/L 이하, SS 5mg/L로 설정한 고도처리방식(2단계 혐기·호기활성슬러지법+모래여과시설+오존소독)을 채택하였으며 슬러지처리 시설은 1993년 10월부터 가동되고 있다.

이 정화센터의 유입수 및 방류수의 수질측정 결과는 <표 2-15>와 같으며, 정화센터의 처리수가 방류되는 히로세가와와의 수질은 <표 2-16>에 나타났다.

<표 2-15> 히로세가와(広瀬川) 정화센터의 유입수 및 방류수질

항목	연도	유입수	방류수	방류수 기준
BOD (mg/L)	2003	170	1.0	3 이하
	2004	160	0.9	
SS (mg/L)	2003	170	1 미만	5 이하
	2004	170	1 미만	
T-N (mg/L)	2003	34	2	-
	2004	33	2	
T-P (mg/L)	2003	3.92	0.76	-
	2004	3.91	0.66	
다이옥신류 (pg·TEQ/L)	2003	0.24	0.0021	10 이하
	2004	0.13	0.0045	

〈표 2-16〉 히로세가와(広瀬川)의 하천수질

항목	하천수질				평균	최대	최소
외관	미회색	미회색	미회색	미회색			
pH	7.2	7.9	7.7	7.2	7.5	7.9	7.2
BOD _(mg/L)	0.8	0.5	0.8	0.7	0.7	0.8	0.5
COD _{Mn(mg/L)}	2.3	2.8	3.2	2.2	2.6	3.2	2.2
SS _(mg/L)	4.8	2.7	1.0	1.1	2.4	4.8	1.0
대장균군수(개/mL)	〈30(8)	120	〈30(12)	〈30(6)	37	120	6
T-N _(mg/L)	0.48	0.43	0.61	0.59	0.53	0.61	0.43
T-P _(mg/L)	〈0.05	〈0.05	〈0.05	〈0.05	〈0.05	〈0.05	〈0.05
투시도(cm)	〉100	〉100	〉100	〉100	〉100	〉100	〉100
염소이온 _(mg/L)	12	8	10	21	12.75	21	8
색도(도)	13	10	7	5	8.75	13	5
탁도(NTU)	2.6	1.6	1.0	0.6	1.5	2.6	0.6

4. 후로가와(不老川)

후로가와는 1급하천인 아라카와(荒川) 수계 신가시가와(新河岸川)의 중류부에 위치하고 있다. 유역면적은 약 56.6km², 연장은 약 17.0km로 1급하천에서 도쿄도(東京都) 미즈호마치(瑞穂町) 북동부에 이르고, 사이타마현(埼玉縣) 이리마시(入間市), 도코로자와시(所澤市), 사야마시(狹山市), 카와고에시(川越市)의 4개시(市) 1개 마을을 유하하여, 신가시가와(新河岸川)에 합류되고 있다.

후로가와는 수도권 40km권에 위치하며 1965년부터 도시화에 따른 인구의 급상승(1955년 23만명→2000년 96만명)으로 수질오염이 가속화되어 환경성 전국수질 조사에서 1983년부터 1985년까지 최악의 하천 1(Worst 1), 1991년부터 1993년까지는 최악의 하천 2(Worst 2)의 불명예를 안았다.

1) 송수량의 결정

후로가와와 후로교(不老橋) 지점의 유량은 1980년 $0.59\text{m}^3/\text{sec}$ 이었으나, 2000년에는 침투면적의 감소와 하수도에 의한 바이패스(by-pass)로 인해 같은 지점의 유량이 $0.18\text{m}^3/\text{sec}$ 정도로 떨어졌다. 그러므로 1980년 수준으로 유량을 보충하기 위해서는 $0.41\text{m}^3/\text{sec}$ 의 송수량이 필요하게 되었다. 더욱이, 후로교의 상류에서는 $0.11\text{m}^3/\text{sec}$ 의 계외(系外) 유출량이 있기 때문에 이를 고려하면 $0.41\text{m}^3/\text{sec} \sim 0.52\text{m}^3/\text{sec}$ 가 적당한 송수량이므로 송수량을 $0.45\text{m}^3/\text{sec}$ 로 결정하였다.

2) 하수도사업의 개요

1992년 후로가와 하천을 정화하고 친수공간으로 정비하기 위하여, 하수처리수의 이송과 관련된 방류관거 등의 도시계획을 결정하고 같은 해 사업인가를 받아 1993년부터 사업에 착수하였다.

(1) 1기 사업

아라카와(荒川) 우안구역의 하수종말처리장 카와고에(川越)에서 카와고에시 타키노시타(瀧ノ下) 하수종말처리장의 하수처리수($\text{BOD}=10\text{mg/L}$) $39,000\text{m}^3/\text{일}$ 을 송수하였다.

—송수 개시 : 1998년 5월

—주요 시설 : 송수 펌프동(송수 펌프)

후로가와 방류간선($L = 12.5\text{km}$, 관경 700mm)

토구(吐口) (하천사업)

(2) 2기 사업

아라카와 우안구역의 하수종말처리장 카와고에(川越)에서 고도처리된 하수처리수(BOD=5mg/L)를 송수하였다.

- －송수 개시 : 2001년 4월
- －주요 시설 : 고도처리동
- －처리 방식 : 모래여과 + 오존
- －처리 능력 : 39,000m³/일

후로가와에서는 청류르네상스 21계획에 준하여 많은 시책을 실시하고 있으며, 그 중에서도 주민단체를 중심으로 한 하천청소활동, 하수도정비의 체계적이고 중점적인 추진, 하수처리수의 유지용수로서의 재이용은 후로가와 하천정화사업에 크게 공헌하였으며, 그 결과 되살아난 물 100선으로 선정되었다.

제3장 서울시 4개 물재생센터 및 하천현황

- 제1절 서울시 4개 물재생센터 현황 및 고도처리계획
- 제2절 서울시 하천
- 제3절 하천유량 현황
- 제4절 하천수질 현황
- 제5절 유지수량 공급이 필요한 하천

제3장

서울시 4개 물재생센터 및 하천현황

제1절 서울시 4개 물재생센터 현황 및 고도처리계획

1. 서울시 4개 물재생센터 현황

서울시에는 총 시설용량 581만 m^3 /일인 4개의 물재생센터가 가동되고 있다. 이를 물재생센터별로 보면 <그림 3-1>과 같이 중량물재생센터가 171만 m^3 /일, 탄천물재생센터가 110만 m^3 /일, 서남물재생센터가 200만 m^3 /일, 그리고 난지물재생센터가 100만 m^3 /일이다.

4개 물재생센터의 총면적은 3,142,550 m^2 이며, 서남물재생센터가 34%, 난지물재생센터가 29%, 중량물재생센터가 25%, 그리고 탄천물재생센터가 12%를 차지하고 있다.



〈그림 3-1〉 서울시 물재생센터 현황

2. 물재생센터 하수고도처리 도입

(1) 현황 및 배경

서울시의 중랑, 탄천, 서남 및 난지물재생센터 등 4개 물재생센터의 2007 년도의 방류수 연평균 BOD 수질농도는 <표 3-1>과 같다.

〈표 3-1〉 서울시물재생센터 처리수질 현황

처리장	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	대장균군 (개/ml)
방류수 수질기준 (강화기준)	20 이하 (10)	40 이하 (40)	20 이하 (10)	60 이하 (20)	8 이하 (2 이하)	3,000 이하 (3,000 이하)
중랑	16.4	13.9	6.4	18,147	1,349	560
탄천	11.0	12.4	6.9	20,154	1,097	992
서남	11.6	11.6	5.3	20,080	1,740	1,369
난지	10.6	10.5	3.8	15,237	1,399	529

자료 : 서울시 물재생시설과(2007)

중랑, 탄천, 서남, 난지물재생센터의 처리수 BOD 농도는 각각 16.4mg/L, 11.0mg/L, 11.6mg/L, 10.6mg/L로, 2008년 1월 1일부터 강화된 방류수 수질기준에 미치지 못하고 있다. 따라서 공공수역으로 방류되는 처리수의 수질을 환경기준 목표수질로 개선하기 위해서 <표 3-2>~<표 3-5>에서 제시된 하수고도처리시설을 2013년까지 완공하여야 하며 그 후 고도처리수의 재이용 등이 더욱더 요구된다.

(2) 4개 물재생센터 고도처리시설 사업계획

○ 중랑물재생센터의 하수고도처리 설치

—사업기간 : '07~'13년

<표 3-2> 중랑물재생센터 고도처리시설 도입

구분	사업비(백만원)	산출근거
총사업비	289,960	고도 88만 _m /일 및 시설현대화 25만 _m /일 공사
'08년까지	13,730	설계보상비 및 우선시공분(약품투입, 여과 등) 공사비
'09년	45,003	고도 22만 _m /일 완료, 기존구조물 철거
'10년	56,025	고도 22만 _m /일 완료, 시설현대화 토공 및 구조물공
'11년	47,025	고도 22만 _m /일 완료, 시설현대화 구조물공
'12년	70,095	고도 22만 _m /일 완료, 시설현대 기전설비 및 조경 등
'13년	58,082	시설현대화 홍보관 및 25만 _m /일 시설완료
'13년 이후	-	

자료 : 서울시 물관리국(2009년), 2009년~2013년 중기사업계획

○ 탄천물재생센터의 하수고도처리 설치

—사업기간 : '07~'11년

〈표 3-3〉 탄천물재생센터 고도처리시설 도입

구분	사업비(백만원)	산출근거
총사업비	109,308	고도처리 90만 _m ³ /일 공사
'08년까지	13,740	설계보상비 및 우선시공분(약품, 여과 등) 공사비
'09년	23,003	우선시공분(약품, 여과등) 및 고도 10만 _m ³ /일 완료
'10년	40,485	고도 45만 _m ³ /일 완료
'11년	32,080	고도 35만 _m ³ /일 완료
'12년		
'13년		
'13년 이후		

자료 : 서울시 물관리국(2009년), 2009년~2013년 중기사업계획

○ 난지물재생센터의 하수고도처리 설치

—사업기간 : '07~'11년

〈표 3-4〉 난지물재생센터 고도처리시설 도입

구분	사업비(백만원)	산출근거
총사업비	65,309	고도 86만 _m ³ /일 공사
'08년까지	3,985	설계보상비 및 우선시공분(약품, 여과 등) 공사비
'09년	16,002	고도 34만 _m ³ /일 완료
'10년	22,665	고도 33만 _m ³ /일 완료
'11년	22,657	
'12년		
'13년		
'13년 이후		

자료 : 서울시 물관리국(2009년), 2009년~2013년 중기사업계획

○ 서남물재생센터의 하수고도처리 설치

—사업기간 : '07~'13년

〈표 3-5〉 서남물재생센터 고도처리시설 도입

구분	사업비(백만원)	산출근거
총사업비	395,423	고도 127만 ^m /일 및 시설현대화 36만 ^m /일 공사
'08년까지	295	고도처리 및 시설현대화 기본계획 용역비
'09년	35,100	설계보상비 및 우선시공분(약품, 여과 등) 공사비
'10년	45,952	고도 42만 ^m /일 완료, 기존구조물 철거
'11년	40,110	고도 42만 ^m /일 완료, 시설현대화 토공 및 구조물공
'12년	84,964	고도 43만 ^m /일 완료, 시설현대화 구조물공
'13년	79,535	시설현대 기전설비 및 조경 등 구조물 상부 공원화
'13년 이후	109,467	시설현대화 홍보관 및 36만 ^m /일 시설완료

자료 : 서울시 물관리국(2009년), 2009년~2013년 중기사업계획

제2절 서울시 하천

서울시에는 총 36개의 법정하천이 있으며 그 현황은 <그림 3-2>와 같다.



〈그림 3-2〉 서울시 법정하천 현황

이 중 한강, 중랑천, 안양천은 국가하천으로 지정되어 있으며, 청계천은 지방1급하천이고 그 외 32개 하천이 지방2급하천으로 지정되어 있다. 또한 제3지류, 제4지류에 해당하는 24개 하천이 일부 복개되거나 전면 복개되어 있으며 주로 차집관거의 역할을 하고 있다. 한강의 제1지류 하천으로는 중랑천, 안양천, 홍제천, 봉원천, 반포천, 탄천, 성내천, 고덕천이 있다. 이 가운데 중랑천, 안양천, 탄천, 고덕천은 복개구간이 없는 반면, 홍제천은 47%, 반포천은 82%, 성내천은 22%가 복개되어 있고 봉원천은 전면복개되어 있다. 복개된 하천은 대부분 도로 및 주차장으로 이용되고 있다.

하수처리구역별로 하천을 나누면 중랑하수처리구역에 위치한 하천은 중랑천을 비롯하여 15개 하천이 있으며, 탄천하수처리구역에는 탄천을 포함하여 7개 하천이 있다. 또한 서남하수처리구역에는 안양천, 반포천 등을 포함하여 9개 하천이 있으며, 난지하수처리구역에는 홍제천 등 4개 하천이 있다.

서울시 하천의 수계망 및 복개현황은 <표 3-6>과 같다.

<표 3-6> 서울시 하천의 수계망 및 복개 현황

하천명	분류	제1지류	제2지류	제3지류	제4지류	하천연장(m)	복개연장(m)	처리구역
한강	한강	중랑천				40,190	0	중랑
중랑천						20,470	0	
청계천			청계천			7,520	0	
성북천				성북천		5,200	3,660	
정릉천				정릉천		9,030	4,909	
월곡천					월곡천	3,500	3,500	
도봉천			도봉천			3,320	120	
방학천						3,050	950	
당현천			당현천			6,100	2,955	
우이천			우이천			8,330	1,751	
화계천				화계천		2,800	2,800	
가오천				가오천		2,020	1,860	
대동천				대동천		1,600	510	
목동천			목동천			3,030	0	
면목천			면목천			1,900	1,900	
전농천			전농천			1,850	1,450	

〈표 계속〉 서울시 하천의 수계망 및 복개 현황

하천명	분류	제1지류	제2지류	제3지류	제4지류	하천연장(m)	복개연장(m)	처리구역
안양천		안양천				13,950	0	서남
목감천			목감천			3,600	0	
오류천				오류천		4,670	3,624	
도림천			도림천			11,000	8,497	
대방천				대방천		7,400	7,160	
봉천천				봉천천		5,150	5,000	
시흥천			시흥천			2,050	2,050	
홍제천		홍제천				11,110	5,240	난지
불광천			불광천			7,300	3,720	
녹번천		봉원천		녹번천		2,220	2,220	
봉원천						1,250	1,250	
반포천		반포천				4,860	3,966	서남
사당천			사당천			7,470	4,661	
탄천		탄천				8,800	0	탄천
양재천			양재천			7,900	0	
영의천				여의천		4,690	0	
세곡천			세곡천			4,800	0	
성내천		성내천				7,720	1,690	
고덕천		고덕천				3,420	0	
망월천			망월천			1,230	0	

제3절 하천유량 현황

하천은 원칙적으로 물이 흐르는 곳이다. 그러나 서울시를 포함한 대도시들은 도시개발에 따른 불투수층 지역이 증가되고 대규모하수처리장의 건설에 따라 하천의 유량이 감소 또는 건천화되었다.

서울시 36개 법정하천 중에서 국가하천인 한강, 중랑천, 안양천과 지방1급하천인 청계천을 제외한 32개 하천을 대상으로 하여 4개 하수처리구역별로 나누어 「서울시 하천정비기본계획」에서 실제로 측정 한 유량자료를 이용하였다.

1. 중랑하수처리구역의 하천유량

중랑하수처리구역 내의 15개 하천 중에서 중랑천과 청계천을 제외한 13개 하천에 대한 유량 측정결과는 <표 3-7>과 같다. 각 하천의 유량이 크게 차이가 나는 이유는 갈수기, 저수기, 평수기, 풍수기의 계절별로 측정시기가 다르기 때문이다.

<표 3-7> 중랑하수처리구역의 하천유량

하천명	측정지점	측정유량(m ³ /d)	측정시기	비고
성북천	성북천 하구	2,851~30,586	'00년 10월, '01년 1, 4, 8월	
	성북구 안암동1가 보문2교	778~10,195		
	성북구 성북동 주암아파트 인근	86~346		
정릉천	성동구 마장동 시설관리공단 앞	9,331~89,941	'00년 10월, '01년 1, 4, 8월	
	성북구 월곡동 화랑교	2,506~14,774		
	성북구 정릉3동 경곡사 앞	346~3,715		
월곡천	성북구 종암2동 일신초등학교 앞	3,197~4,320	'00년 10월, '01년 1, 4, 8월	
	장월1교 하류	1,642~4,147		
	월곡천 하구(복개시점)	측정불가		복개구간
도봉천	도봉구 도봉동 해태음료 성북지점 앞	0~68,890	'02년 2, 3, 6, 8, 11월, '03년 2월	
	도봉구 도봉동 도봉교 상류 20m	1,469~67,910		일부 건천
	도봉구 도봉동 도봉교 하류 100m	1,253~107,251		
방학천	방학천 하구	건천	'00년 10월, '01년 1, 4, 8월	건천
	벽산아파트 앞	건천		건천
	신학초등학교 앞	173~346		일부 건천
당현천	노원구 중계4동 불암교 밑	30,404	'02년 2, 3, 6, 8, 11월, '03년 2월	대부분 건천
	노원구 중계2동 노원청소년수련원 앞	34,096		대부분 건천
우이천	강북구 우이동 성원아파트 뒤	3,960~71,784	'02년 2, 3, 6, 8, 11월, '03년 2월	
	강북구 수유2동 덕수교 상류 100m	5,285~185,962		
	강북구 수유3동 쌍한교 하류 10m	2,016~206,438		
	노원교 월계4동 월계2교 밑	1,699~211,550		
	성북구 석관동 석계교 상류 20m	0~239,011		
화계천	강북구 번1동 428-53 SK주유소 뒤	245~17,309	'02년 2, 3, 6, 8, 11월, '03년 2월	
	강북구 미아2동 동원빌라 앞	0~782		일부 건천
	강북구 번1동 한진주유소 남측 20m	782~11,300	'03년 8, 11월, '04년 2, 5, 12월	

〈표 계속〉 중랑하수처리구역의 하천유량

하천명	측정지점	측정유량(m ³ /d)	측정시기	비고
가오천	강북구 수유3동 쌍한교 밑(복개천)	14~14,098	'02년 2, 3, 6, 8, 11월, '03년 2월	
	강북구 수유6동 본원정사 남측 10m	162~5,998	'03년 8, 11월,	
	강북구 수유2동 강북중학교 동측 50m	72~5,702	'04년 2, 5, 12월	
대동천	강북구 수유2동 덕수교 상류 110m	230~21,917	'02년 2, 3, 6, 8, 11월, '03년 2월	
	강북구 수유4동 아카데미하우스 정문 앞	275~8,446	'03년 8, 11월, '04년 2, 5, 12월	
	강북구 수유4동사무소 서측 20m	751~58,052		
	강북구 수유4동 덕성교 북서측 100m	245~23,000		
묵동천	노원구 공릉동 삼육대학교 정문 앞	403~1,814	'02년 2, 3, 6, 8, 11월, '03년 2월	
	중랑구 신내동 한국통신전화국 뒤	2,203~35,438		
	노원구 공릉동 공릉빛물품프라자 뒤	6,091~65,822		
면목천		측정자료 없음		
전농천		측정자료 없음		

유량의 측정범위는 「하천정비기본계획보고서」를 바탕으로 하였으며, 하천별로 측정된 연도는 다르다.

2. 탄천하수처리구역의 하천유량

탄천하수처리구역 내 7개 하천의 유량을 정리하면 <표 3-8>과 같다. 탄천과 양재천의 경우 서울이외에 경기도 성남시, 과천시, 용인시, 하남시에 접해 있으나 탄천하수처리구역 내(서울지점)의 측정지점만을 검토하였다. 망월천은 「2000년 망월천 하천정비기본계획」 상에 측정지점이 명확히 나와 있지 않다.

〈표 3-8〉 탄천하수처리구역의 하천유량

하천명	측정지점	측정유량(m ³ /d)	측정시기	비고
탄천	고속화도로고가 밑	316,224~631,584	'99년 8, 10, 12월	
	광평교 밑	347,688~554,688		
	탄천1교 하류 10m	419,904~560,736		
	삼성교 하류 15m	476,928~660,960		
양재천	강남구 양재동 영동1교 하류 100m	21,871~340,795	'03년 8, 11월, '04년 2, 5, 12월	
	강남구 일원동 대치교 하류 200m	31,414~548,645		
여의천	서초구 양재2동 236번지 매현교 밑	0~4,752	'01년 1월, 2월, 5월, 8월	
	서초구 염곡동 247번지 앞	0~6,394		
	서초구 신월동 192번지 1호 옆	0~1,814		
세곡천	강남구 세곡동 32번지 뒤 하천	14,688~25,056	'01년 1월, 2월, 5월, 8월	
	강남구 세곡동 구청목공소 앞	5,702~9,504		
	서초구 내곡동 1-909번지 앞	2,419~4,752		
	서초구 내곡동 1-110번지 옆	1,037~3,629		
성내천	성내교 지점	124~5,184	'00년 11월, '01년 4월	
	올림픽 공원 내 체조경기장 앞	2,791~3,370		
	낙차공지점	1,045~1,521		
고덕천	강동구 고덕동 고덕천교 상류 15m	1,210~10,368	'01년 1월, 2월, 5월, 8월	
	강동구 하일동 고덕교 하류 25m	1,123~2,419		
	강동구 상일동 상일2교 하류 10m	1,210~2,074		
망월천	-	916	'00년 10월	

3. 서남하수처리구역의 하천유량

서남하수처리구역 내 8개 하천의 유량을 정리하면 <표 3-9>와 같다. 반포천의 경우 측정지점 모두 일부 구간 혹은 대부분의 구간이 건천화된 것으로 나타났다.

〈표 3-9〉 서남하수처리구역의 하천유량

하천명	측정지점	측정유량(m ³ /d)	측정시기	비고
목감천	구로구 개봉동 남부순환도로 광복교 밑	64,800~151,200	'01년 1월, 3월, 5월, 8월	
	구로구 개봉3동 개흥교 상류 50m	45,792~102,816		
	구로구 천왕동 장남교 상류 30m	42,336~98,496		
오류천	구로구 개봉동 310번지 앞	22,971~122,918	'03년 7월, 10월, '04년 1월, 4월	
	구로구 개봉동 자린열교 밑	10,287~62,261		
도림천	관악구 신림1동 현대아파트 앞	259~1,555	'00년 9, 12월, '01년 3, 8, 10월	
	관악구 신림동 구로공단역	0~9,504		
	관악구 신도림동 도림천역	0~1,210		
대방천	영등포구 대림3동 코오롱아파트 뒤	152,899~260,107	'03년 7월, 10월, '04년 1월, 4월	
봉천천	관악구 신림동 관악교 밑	1,037~51,504	'03년 7월, 10월, '04년 1월, 4월	
시흥천	금천구 시흥동 시흥대교 밑	53,595	'04년 10월	
반포천	동작구 동작동 동작역 하류	0~3,888	'01년 1월, 3월, 5월, 8월	일부 건천
	서초구 반포동 반포@ 옆 사당천 합류 후	3,110		대부분 건천
	서초구 반포동 반포@ 옆 사당천 합류 전	0~2,074		일부 건천
	서초구 반포동 반포천 복개지점 하류 30m	162,432~257,472		
사당천	관악구 남현동 CJ홈쇼핑 남측 200m	169~2,737	'03년 8, 11월, '04년 2, 5월	
	관악구 방배본동 이수교차로 동측 200m	1,525		

4. 난지하수처리구역의 하천유량

난지하수처리구역 내 4개 하천 중 홍제천과 불광천은 <표 3-10>과 같이 측정자료가 없으며, 봉원천은 건천으로 측정이 불가능하였다. 녹번천은 15,421m³/일의 유량이 측정되었다.

〈표 3-10〉 난지하수처리구역의 하천유량

하천명	측정지점	측정유량(m ³ /d)	측정시기	비고
홍제천		측정자료 없음		
불광천		측정자료 없음		
녹번천	은평구 역촌동 신사교 밑	15,421	'04년 10월	
봉원천		건천		

제4절 하천수질 현황

하천 수질의 현황을 파악하기 위해 서울시 4개 물재생센터에서 매달 실시하는 하수처리구역 내 지류천 조사자료와 환경부에서 실시하는 수질자료를 검토하였다. 물재생센터와 환경부에서 수질을 측정하지 않는 하천은 「하천정비기본계획보고서」에 명시되어 있는 수질자료를 이용하였다.

1. 중랑하수처리구역의 하천수질

1) 성북천

성북천은 중랑물재생센터에서 2006년부터 2008년까지 측정한 수질자료를 이용하였다. 성북천의 측정횟수는 상류 9회, 중류 5회, 하류 30회이며, 상류, 중류, 하류의 평균 BOD는 <표 3-11>과 같이 2.5~4.3mg/L로 수질환경 기준 II등급(약간 좋음)~III등급(보통)인 것으로 나타났다.

〈표 3-11〉 성북천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
상류 (삼청터널)	BOD	1~4.8	2.5	9
	COD	1.2~4.5	2.8	
	SS	1.0~3.5	2.3	
중류 (성북구청 뒤)	BOD	2.5~5.9	3.8	5
	COD	2.6~4.8	3.6	
	SS	2.0~5.5	3.3	
하류 (동진교)	BOD	2.0~7.5	4.3	30
	COD	2.5~8.6	4.6	
	SS	1.0~11.0	3.8	

2) 정릉천

정릉천은 상류의 국민대 앞, 중류의 종암대교, 하류인 용두4교 등 3개 지점에 대하여 2006년부터 2008년까지 중량물재생센터에서 측정한 수질자료를 이용하였다. 정릉천의 BOD는 <표 3-12>와 같이 1.2~7.2mg/L로 나타났으며, 상류, 중류, 하류의 평균 BOD가 2.3~4.6mg/L로 수질환경기준 II등급(약간 좋음)~III등급(보통)에 해당된다.

〈표 3-12〉 정릉천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
상류 (국민대 앞)	BOD	1.2~3.8	2.3	11
	COD	1.7~3.0	2.3	
	SS	1.0~4.0	2.4	
중류 (종암대교)	BOD	2.0~7.2	4.6	13
	COD	2.4~7.5	4.3	
	SS	2.0~6.5	4.2	
하류 (용두4교)	BOD	2.6~7.1	4.3	30
	COD	2.7~7.6	4.3	
	SS	2.0~8.0	3.7	

3) 월곡천

월곡천은 물재생센터나 환경부에서 측정한 수질자료가 존재하지 않는 하천으로 「2002년도 서울시 하천정비기본계획보고서」에 수록된 자료를 이용하였다. 월곡천은 <표 3-13>과 같이 상류 및 중류지점의 평균 BOD는 각각 2.3mg/L 및 3.4mg/L로 깨끗한 상태이지만, 하류복개시점의 BOD는 16.0~24.8mg/L로 수질오염이 심각한 상태이다.

〈표 3-13〉 월곡천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
상류 (일신초교 앞)	BOD	1.9~3.2	2.3	4
	COD	3.2~5.6	4.0	
	SS	2.8~6.0	4.6	
중류 (장월1교 하류)	BOD	2.8~4.2	3.4	4
	COD	4.4~7.4	5.8	
	SS	7.2~13.6	10.2	
하류 (월곡천 하류 복개시점)	BOD	16.0~24.8	19.7	4
	COD	22.0~36.0	28.5	
	SS	34.0~72.0	55.5	

4) 도봉천

도봉천은 중량물재생센터에서 2006년부터 2008년까지 측정한 수질자료를 이용하였다. 도봉천의 측정지점은 상류인 도봉산 수영장 옆과 하류인 신도봉교이다. 하류는 건천화되어 7회 측정한 반면, 상류는 25회 측정하였다. 상류, 중류, 하류의 평균 BOD는 <표 3-14>와 같이 0.3~2.3mg/L로 수질환경 기준 Ia등급(매우 좋음)~II등급(약간 좋음)으로 나타났다.

〈표 3-14〉 도봉천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
상류 (도봉산 수영장 옆)	BOD	0.3~2.7	1.3	25
	COD	0.9~3.2	1.9	
	SS	0.2~4.5	1.3	
하류 (신도봉교)	BOD	0.8~2.3	1.6	7
	COD	1.5~9.0	2.1	
	SS	1.0~1.5	1.4	

5) 방학천

방학천은 물재생센터나 환경부에서 측정한 수질 자료가 없는 하천으로

「2002년도 서울시 하천정비기본계획보고서」에 수록된 자료를 이용하였다. 방학천의 하류는 건천화되어 수질 측정자료가 없으며, 중류도 대부분 건천화되어 1회만 측정되었다. 상류부의 BOD는 <표 3-15>와 같이 11.4mg/L로 수질환경기준 V등급(매우 나쁨)으로 나타났다.

〈표 3-15〉 방학천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
상류 (신학초교 앞)	BOD	1.2~31.0	11.4	3
	COD	2.0~40.0	15.4	
	SS	3.0~24.0	10.0	
중류 (벽산아파트 앞)	BOD	9.8	9.8	1
	COD	12.8	12.8	
	SS	28.0	28.0	

6) 당현천

당현천은 중량물재생센터에서 2006년부터 2008년까지 측정한 수질자료를 이용하였다. 당현천의 측정지점은 상류지점인 상계4동 5번지, 중류지점인 새싹교, 하류지점인 당현3교이다. 당현천은 현재 자연형 하천 복원사업이 진행 중이기 때문에 수질 측정이 힘들어 <표 3-16>과 같이 1회만 측정하였다.

〈표 3-16〉 당현천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
상류 (상계4동 5번지)	BOD	2.8	2.8	1
	COD	4.5	4.5	
	SS	2.0	2.0	
중류 (새싹교)	BOD	3.0	3.0	1
	COD	4.8	4.8	
	SS	2.5	2.5	
하류 (당현3교)	BOD	4.2	4.2	1
	COD	5.3	5.3	
	SS	2.0	2.0	

7) 우이천

우이천은 중량물재생센터에서 2006년부터 2008년까지 측정한 수질자료를 이용하였다. 측정지점은 상류인 쌍문교, 중류인 광운전자고 앞, 하류인 석계역이다. 우이천은 <표 3-17>과 같이 하류의 BOD가 4.6mg/L로 하천 수질환경기준 III등급(보통)을 유지하고 있는 것으로 나타났다.

〈표 3-17〉 우이천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
상류 (쌍문교)	BOD	1.0~5.9	2.8	33
	COD	1.6~6.5	3.3	
	SS	0.2~4.0	2.3	
중류 (광운전자고 앞)	BOD	1.4~7.3	3.7	29
	COD	2.0~6.8	3.8	
	SS	0.2~6.5	3.3	
하류 (석계역)	BOD	2.3~9.4	4.6	15
	COD	3.1~8.7	5.0	
	SS	1.2~9.6	4.8	

8) 화계천

화계천은 물재생센터나 환경부에서 수질 측정을 하고 있지 않은 하천이다. 따라서 「2003년도와 2005년도 하천정비기본계획보고서」에서 제시한 수질자료를 이용하였다. 화계천은 상류지점의 건천화로 수질자료가 적다. 화계천의 수질은 <표 3-18>과 같이 하류의 평균 BOD가 5.0mg/L로 하천 수질환경기준 III등급(보통)을 유지하고 있다.

〈표 3-18〉 화계천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
상류 (화계사 앞)	BOD	1.0~3.8	2.4	3
	COD	1.2~7.5	4.9	
	SS	1.0~16.0	8.2	
하류 (빨래골~신창교)	BOD	2.0~6.6	5.0	10
	COD	3.0~7.4	5.5	
	SS	1.0~31.0	14.8	

9) 가오천

가오천은 중량물재생센터에서 2006년부터 2008년까지 측정한 수질자료를 이용하였다. 상류 및 하류의 평균 BOD가 <표 3-19>와 같이 각각 2.4mg/L 및 5.0mg/L로 수질환경기준 II등급(약간 좋음)~III등급(보통)으로 나타났다.

〈표 3-19〉 가오천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
상류 (도성암 앞)	BOD	1.3~4.3	2.4	9
	COD	1.2~3.2	2.2	
	SS	1.5~13.0	3.3	
하류 (쌍한교)	BOD	1.4~7.2	5.2	9
	COD	2.7~6.5	4.4	
	SS	3.0~7.0	4.7	

10) 대동천

대동천은 물재생센터와 환경부에서 측정한 수질자료가 없기 때문에 서울시 「2003년도와 2005년도 하천정비기본계획보고서」에서 제시한 수질자료를 이용하였다. 대동천의 수질현황은 <표 3-20>과 같다.

〈표 3-20〉 대동천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
상류 (아카데미하우스 앞)	BOD	1.0~2.0	1.4	5
	COD	1.2~3.5	2.1	
	SS	1.5~6.0	3.7	
중류 (수유4동사무소 서측)	BOD	1.0~3.4	2.0	11
	COD	1.2~4.5	2.1	
	SS	1.0~9.2	6.1	
하류 (강북중학교 동측)	BOD	1.0~1.6	1.2	5
	COD	1.4~2.9	1.9	
	SS	1.0~4.0	2.4	

11) 목동천

목동천은 중량물재생센터에서 2006년부터 2008년까지 측정한 수질자료를 이용하였으며, 하류지점 1개 지점을 측정하였다. 하류의 평균 BOD는 <표 3-21>과 같이 11.3mg/L로 수질환경기준 VI등급(매우 나쁨)에 해당된다.

〈표 3-21〉 목동천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
하류 (구 목동교)	BOD	4.2~27.2	11.3	31
	COD	4.2~18.7	9.4	31
	SS	2.5~11.5	7.1	30

12) 면목천

면목천은 전면 복개되어 접근이 어려우며 평상시 콘크리트 바닥위로 소량의 물이 흐르는 상태이다. 2006년부터 2008년까지 중량물재생센터에서 1회의 수질측정을 하였으며, <표 3-22>와 같이 평균 BOD는 상류부터 하류까지 9.0~9.6mg/L로 수질환경기준 V등급(나쁨)에 해당된다.

〈표 3-22〉 먼목천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
상류 (용마산)	BOD	9,0	9,0	1
	COD	8,8	8,8	
	SS	5,5	5,5	
하류 (구 중랑구청 앞)	BOD	9,6	9,6	1
	COD	9,0	9,0	
	SS	7,0	7,0	

13) 전농천

전농천은 별도의 수질측정 자료가 없다.

2. 탄천하수처리구역의 하천수질

1) 탄천

2006년부터 2008년까지 탄천물재생센터에서 측정한 탄천의 수질자료는 하류지점인 청담교 하류 보도교의 1개 지점에 대한 것이다. 따라서 환경부에서 측정한 탄천 상류지점(대곡교)의 수질자료를 추가하였다. 이 자료들을 보면 상·하류의 평균 BOD는 <표 3-23>과 같이 모두 수질환경기준 VI등급(매우 나쁨)으로 나타났다.

〈표 3-23〉 탄천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
상류 (대곡교)	BOD	5.4~52.9	20.4	36
	COD	5.6~26.5	14.1	
	SS	7.5~129.5	22.1	
하류 (청담교 밑 보도교)	BOD	7.5~17.9	14.3	36
	COD	8.2~19.6	13.6	
	SS	4.0~21.5	13.0	

주 : 대곡교는 환경부 측정자료임.

2) 양재천

<표 3-24>는 2006년부터 2008년까지 탄천물재생센터에서 측정한 수질 현황이다. 하류지점의 평균 BOD는 5.9mg/L로 하천 수질환경기준 IV등급(약간 나쁨)에 해당된다.

〈표 3-24〉 양재천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
상류 (영동5교)	BOD	3.2~8.4	5.4	36
	COD	4.7~10.8	6.8	
	SS	3.0~13.6	6.1	
중류 (영동1교)	BOD	1.9~7.5	5.1	36
	COD	3.8~12.1	6.8	
	SS	2.0~16.4	6.2	
과천시계 (주암교)	BOD	3.2~10.9	5.9	36
	COD	3.9~14.3	7.4	
	SS	3.0~36.5	9.2	

3) 여의천

여의천은 탄천물재생센터에서 상류지점인 원지교, 하류지점인 시민의 숲 주차장 내 도보교에서 2006년부터 2008년까지 측정한 수질자료를 이용하였다. 상·하류의 평균 BOD는 <표 3-25>와 같이 2.8~2.9mg/L로 하천 수질환경기준 II등급(약간 좋음)으로 깨끗한 수질을 보이고 있다.

〈표 3-25〉 여의천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
상류 (원지교)	BOD	0.8~5.5	2.8	36
	COD	1.5~8.8	4.8	
	SS	1.5~7.5	3.1	
하류 (시민의 숲 주차장 내 도보교)	BOD	1.0~5.3	2.9	36
	COD	2.5~9.2	5.0	
	SS	2.0~22.8	4.0	

4) 세곡천

세곡천은 2006년부터 2008년까지 탄천물재생센터에서 측정한 수질자료를 이용하였다. 상, 중, 하류의 평균 BOD는 <표 3-26>과 같이 4.2~5.1mg/L로 수질환경기준 III등급(보통)에 해당한다.

〈표 3-26〉 세곡천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
상류 (한인릉 관리사무소 앞 다리)	BOD	1.2~7.0	4.2	36
	COD	4.0~11.7	6.8	
	SS	1.6~12.5	4.1	
중류 (세곡교)	BOD	0.8~8.2	4.2	36
	COD	3.3~12.2	6.8	
	SS	1.6~16.4	4.5	
하류 (세곡3교)	BOD	1.4~13.3	5.1	36
	COD	2.7~15.6	7.8	
	SS	1.5~48.0	8.1	

5) 성내천

성내천은 물재생센터에서 측정한 수질자료가 없기 때문에 환경부에서 2006년부터 2008년까지 하류지점인 잠실철교에서 측정한 수질자료를 이용하였다. 하류의 평균 BOD는 <표 3-27>과 같이 4.5mg/L로 하천 수질환경기준 III등급(보통)으로 나타났다.

〈표 3-27〉 성내천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
하류 (잠실철교)	BOD	1.1~19.2	4.5	35
	COD	2.9~9.8	5.2	
	SS	2.0~26.8	10.2	

주 : 환경부 측정자료임.

6) 고덕천

고덕천은 탄천물재생센터에서 2006년부터 2008년까지 측정한 수질자료를 이용하였다. 탄천물재생센터는 고덕천 상류인 상일2교 아래 보도교와 하남시계인 고덕천 팔각정 우측다리를 측정지점으로 하였다. 고덕천의 BOD는 <표 3-28>과 같이 9.8~12.3mg/L로 하천 수질환경기준 V등급(나쁨)~VI등급(매우 나쁨)으로 나타났다.

〈표 3-28〉 고덕천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
상류 (상일2교 아래 보도교)	BOD	2.9~22.4	9.8	36
	COD	6.8~22.7	11.1	
	SS	3.5~16.5	8.1	
하남시계 (고덕천 팔각정 우측다리)	BOD	5.6~16.5	12.3	36
	COD	5.6~25.5	13.0	
	SS	5.8~25.4	9.3	

7) 망월천

망월천은 물재생센터와 환경부에서 측정한 수질자료가 존재하지 않으므로, 서울시의 「2000년도 하천정비기본계획보고서」에서 1회 측정한 자료를 이용하였다. 망월천의 BOD는 <표 3-29>와 같이 17.5mg/L로 하천 수질환경기준 VI등급(매우 나쁨)으로 나타났다.

〈표 3-29〉 망월천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
하류 (서울 수계)	BOD	17.5	17.5	1
	COD	16.4	16.4	
	SS	6.5	6.5	

3. 서남하수처리구역의 하천수질

1) 목감천

<표 3-30>은 2006년부터 2008년까지 서남물재생센터에서 측정한 목감천의 수질현황이다. 목감천의 평균 BOD는 18.6~19.6mg/L로 하천 수질환경기준 VI등급(매우 나쁨)에 해당된다.

〈표 3-30〉 목감천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
상류 (광남교)	BOD	4.8~66.3	19.6	36
	COD	4.4~44.6	14.9	
	SS	4.0~97.0	24.6	
중류 (개봉교)	BOD	5.3~61.9	18.6	36
	COD	4.6~49.8	14.8	
	SS	4.0~74.0	21.9	
하류 (개봉1펌프장 앞)	BOD	5.2~69.4	18.9	36
	COD	4.8~55.5	15.2	
	SS	2.5~49.0	18.7	

2) 오류천

오류천은 물재생센터와 환경부에서 측정한 수질자료가 존재하지 않기 때문에 서울시의 「2005년도 하천정비기본계획보고서」에서 제시한 수질자료를 이용하였다. 「하천정비기본계획보고서」에서는 오류천의 상류 및 하류에서 수질을 측정하였으며, 평균 BOD가 <표 3-31>과 같이 19.4~19.6mg/L로 하천 수질환경기준 VI등급(매우 나쁨)으로 나타났다.

〈표 3-31〉 오류천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
상류 (개봉동 310번지 앞)	BOD	9.8~34.6	19.6	4
	COD	10.2~36.2	18.7	5
	SS	7.0~30.0	16.6	
하류 (자린열교)	BOD	9.6~35.6	19.4	4
	COD	10.2~38.8	18.9	5
	SS	7.0~28.0	16.0	

3) 도림천

도림천은 서남물재생센터에서 2006년부터 2008년까지 측정한 수질자료를 이용하였으며, 지점별로 10~14회 측정하였다. 하류의 평균 BOD는 <표 3-32>와 같이 4.9mg/L로 수질환경기준 III등급(보통)으로 나타났다.

〈표 3-32〉 도림천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
상류 (신림교)	BOD	1.8~11.1	7.2	14
	COD	1.4~9.8	6.2	
	SS	0~12.0	4.5	
중류 (구로교)	BOD	1.2~5.6	4.6	10
	COD	1.1~4.8	3.8	
	SS	1.0~12.0	3.3	
하류 (도림제2빗물펌프장)	BOD	1.3~6.6	4.9	14
	COD	1.2~5.2	4.2	
	SS	1.0~14.0	4.3	

4) 대방천

대방천은 최근의 수질자료가 없어 서울시의 「2005년도 하천정비기본계획보고서」에서 측정한 수질자료를 이용하였다. 하류의 수질은 평균 BOD가 <표 3-33>과 같이 22.8mg/L로 하천 수질환경기준 VI등급(매우 나쁨)으로 나타났다.

〈표 3-33〉 대방천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
하류 (대림3동 코오롱아파트 뒤)	BOD	10.2~43.2	22.8	4
	COD	3.8~45.6	20.1	5
	SS	4.0~52.0	22.4	

5) 봉천천

봉천천은 서남물재생센터에서 2006년부터 2008년까지 측정한 수질자료를 이용하였다. 상류지점(낙성대 휴게실 옆)은 수질을 1회 측정하였고, 하류지점(롯데 관악타워 입구)은 29회 측정하였다.

봉천천의 하류 BOD는 <표 3-34>와 같이 10mg/L로 하천 수질환경기준 V 등급(나쁨)에 해당된다.

〈표 3-34〉 봉천천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
상류 (낙성대 휴게실 옆)	BOD	0.8	0.8	1
	COD	1.2	1.2	
	SS	1.0	1.0	
하류 (롯데 관악타워 입구)	BOD	4.0~13.9	10.0	29
	COD	3.9~17.4	9.2	
	SS	1.0~21.0	5.1	

6) 시흥천

현재 차집관거로 이용되고 있는 시흥천은 물재생센터와 환경부에서 측정한 수질자료가 없어 서울시의 「2005년도 하천정비기본계획보고서」에서 제시한 수질자료를 이용하였다. 시흥천은 전면 복개된 하천으로 수질조사가 어렵기 때문에 1개 지점에서 수질측정이 이루어졌다. <표 3-35>와 같이 시흥천의 수질은 BOD가 36mg/L로 생활하수 외에 불명수가 유입되고 있기 때문에 차집관거의 정비가 필요한 것으로 판단된다.

〈표 3-35〉 시흥천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
하류 (시흥대교)	BOD	36.0	36.0	1
	COD	45.1	45.1	
	SS	41.0	41.0	

7) 반포천

현재 차집관거로서 이용되고 있는 반포천은 물재생센터와 환경부에서 측정한 수질자료가 없어 서울시의 「2002년도 하천정비기본계획보고서」에서 측정한 수질자료를 이용하였다. 팔레스호텔 앞 반포천 하류의 평균 BOD는 <표 3-36>과 같이 123.7mg/L로 생활하수의 농도를 나타내고 있으며, 서남 물재생센터로 전량 유입되어 생물학적 처리 후 한강으로 방류되고 있다.

〈표 3-36〉 반포천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
상류 (동작역 하류)	BOD	3.2~20	10.3	3
	COD	5.0~25.0	14.9	
	SS	12.0~30.2	23.4	
중류 (반포아파트 옆)	BOD	9.0~52.4	29.2	3
	COD	11.7~48.0	26.5	
	SS	10.0~126.0	58.8	
하류 (팔레스호텔 앞)	BOD	56.1~190.0	123.7	4
	COD	42.5~82.0	57.4	
	SS	42.0~232.8	135.6	

8) 사당천

사당천은 2006년부터 2008년까지 서남물재생센터에서 측정한 수질자료를 이용하였다. 중류(남태령 전원마을 입구) 및 하류(이수교)의 수질 현황은 <표 3-37>과 같다. 사당천의 수질은 평균 BOD가 4.7~4.9mg/L로 하천 수질 환경기준 III등급(보통)으로 나타났다.

〈표 3-37〉 사당천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
중류 (남태령 전원마을 입구)	BOD	1.1~8.4	4.7	10
	COD	1.3~7.6	3.9	
	SS	1.5~15.0	4.7	
하류 (이수교)	BOD	4.6~5.2	4.9	4
	COD	4.2~4.6	4.4	
	SS	2.0~16.0	6.3	

4. 난지하수처리구역의 하천수질

1) 홍제천

홍제천은 난지물재생센터에서 2006년부터 2008년까지 측정한 수질자료를 이용하였다. 하류의 평균 BOD가 <표 3-38>과 같이 2.6~3.1mg/L로 하천수질환경기준 II등급(약간 좋음)으로 나타났다.

〈표 3-38〉 홍제천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
상류 (올림픽아 라마다 호텔)	BOD	0.5~3.2	1.0	30
	COD	0.7~2.8	1.4	29
	SS	0.8~2.2	1.4	
하류 (성산대교 북단)	BOD	1.2~4.7	2.6	12
	COD	1.5~7.1	3.3	
	SS	1.5~4.9	3.0	
하류 (불광천 합류)	BOD	2.0~5.5	3.1	12
	COD	2.3~8.7	3.9	
	SS	2.5~5.1	3.6	

2) 불광천

<표 3-39>는 2006년부터 2008년까지 난지물재생센터에서 측정한 불광천의 수질현황이다. 측정지점은 상류인 불광사, 중류인 신사오거리, 하류지점인 마포 농수산물센터이며, 불광천 하류의 평균 BOD가 4.7mg/L로 하천 수질환경기준 III등급(보통)으로 나타났다.

〈표 3-39〉 불광천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
상류 (불광사)	BOD	0.4~2.6	0.9	36
	COD	0.5~3.6	1.4	
	SS	0.8~2.8	1.4	
중류 (신사오거리)	BOD	0.8~34.7	4.9	36
	COD	1.3~20.3	4.2	
	SS	1.2~25.3	4.2	
하류 (마포 농수산물)	BOD	1.6~25.2	4.7	36
	COD	2.4~16.7	5.0	
	SS	2.4~19.5	5.6	

3) 녹번천

녹번천은 전구간이 복개되어 있으므로 최상류지점에서 수질측정이 이루어졌다. <표 3-40>는 난지물재생센터에서 2006년부터 2008년까지 측정한 녹번천의 수질현황을 나타낸 것이다. 녹번천 상류의 수질은 BOD가 1.1mg/L로 하천 수질환경기준 Ib등급(좋음)으로 나타났다.

〈표 3-40〉 녹번천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
상류 (구기터널)	BOD	0.5~2.8	1.1	18
	COD	0.8~7.1	1.9	
	SS	1.0~4.5	1.8	

4) 봉원천

봉원천은 2006년부터 2008년까지 난지물재생센터에서 측정한 수질자료를 이용하였다. 봉원천 하류지점은 건천화되어 수질측정이 어려워 상류에서만 11회 측정하였다. 상류지점 평균 BOD는 <표 3-41>과 같이 0.9mg/L로 하천 수질환경기준 1a등급(매우 좋음)으로 나타났다.

<표 3-41> 봉원천 수질 현황

측정지점	측정항목	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	측정횟수(회)
상류 (봉원사)	BOD	0.4~2.1	0.9	11
	COD	0.8~1.8	1.2	
	SS	1.0~2.0	1.5	

제5절 유지수량 공급이 필요한 하천

도시하천은 최소한의 생태계를 유지하기 위한 용수가 필요하므로 하천의 경관기능, 친수기능, 생태기능 및 하천유지기능 측면에서 하천공간 특성 및 계획방향은 <표 3-42>와 같다.

<표 3-42> 도시하천의 기능 및 하천공간 특성

구분		하천공간 특성	계획방향
경관기능		하천이 시가지를 관류하며 주민이 이동시 하천으로서의 경관을 느낄 수 있는 곳	시가지 경관과 조화되는 수변경관 창조
친수 기능	광역이용 공간	이미 개발된 구간으로 지역주민 외 인근지역 주민까지 이용	경관, 상태 측면까지 고려하여 신체와 접촉할 수 있는 수준의 수질 유지
	지역이용 공간	기존에 자연공원이 있으면서 지역주민이 활발하게 이용하는 구간	기존공원에 친수기능까지 첨가해 지역주민이 휴식하고 교류할 수 있는 장소 조성
생태기능 (자연보전)		생태계가 잔존하고 있는 구간	생태계의 보호를 우선으로 하고 원칙적으로 인공적 정비를 배제
하천유지기능 (자연이용)		하천 특유의 흐름과 수변이 갖추어진 곳	동식물의 관찰, 스케치 등 자연과 친해지는 장으로 활용 자연을 이용한 휴식공간 조성

서울시 36개 법정 하천 중 한강, 중랑천, 안양천, 청계천을 제외한 32개 하천 중에서 유지유량 공급이 필요한 하천을 선정하고자 『하천정비기본계획보고서』에 나와 있는 각 하천의 목표유량과 확보된 하천유지 유량을 비교하여 분석한다.

1. 중랑하수처리구역 내 하천

1) 중랑천

중랑천은 경기도 양주시 불국산에서 발원하여 의정부시와 서울시를 지나 한강 본류의 성수대교 우안으로 유입되는 하천이다. 경기도 부분의 중랑천은 지방하천으로 분류되어 있으며, 서울시에 접어들면 국가하천으로 등급이 바뀐다. 중랑천의 제1지류에는 청계천, 도봉천, 방학천, 당현천, 우이천, 묵동천, 면목천, 전농천 등 8개 하천이 있으며, 제2지류에는 성북천, 정릉천, 화계천, 가오천, 대동천이며, 제3지류에는 월곡천이 있다.

경기도 의정부시 하수종말처리장의 방류수 150,000m³/일 등이 중랑천의 유지용수로 이용되고 있으며, 서울 중랑물재생센터의 처리수는 중랑천 하류로 방류되고 있다.

2) 청계천

청계천은 중랑천의 제1지류인 지방2급하천이며, 성북천 및 정릉천과 합류한다. 청계천 상류부인 광교부터 정릉천과의 합류점까지 복개되었던 구간은 2005년 10월에 복원되었다.

잠실대교 인근 자양취수장에서 취수한 98,000m³의 한강물과 12개 도심지하철 인근에 흐르는 지하수 22,000m³ 등 총 120,000m³/일을 청계천의 유지용수로 이용하고 있다. 자양취수장에서 취수한 물은 뚝도정수장에서 황

산반토(Alum)를 이용하여 응집·침전시킨 후 UV소독을 거쳐 송수펌프를 이용하여 청계천으로 방류하고 있다.

<표 3-43>과 같이 청계천은 3월부터 11월까지는 공급유량이 120,000m³/일이며, 12월부터 2월까지는 84,000m³/일로 유량을 조절하고 있다. 또한 시점부에 전량을 공급하지 않고 여러 지점으로 나누어 이들 지점에서 분수, 터널, 벽천 등을 통해 유지용수를 유입시키고 있다. 유지용수의 일부는 성북천 하류 200m 지점까지 방류하여 성북천의 유지용수로 이용하고 있다.

〈표 3-43〉 청계천 유지용수 공급현황

분기구명	해당설비	유량(m ³ /일)	
		3월~11월	12월~2월
계		120,000	84,000
시점부	폭포, 분수 등	74,000	71,000
삼각동	워터스크린	8,400	1,200
새벽다리	어류피난시설 공급	2,400	1,000
마전교	어류피난시설 공급	2,400	1,000
오간수교	옥류천, 프로그램 분수, 오간수문 벽천	19,000	3,000
비우당교	리듬벽천, 터널분수	5,000	1,000
성북천	성북천 유지용수	6,000	5,000
기타	삼각동 점적관수, 탈취·CDS설비	2,800	800

3) 성북천

성북천은 70% 이상 복개된 하천으로 중류부터 복개되어 상부면은 대부분 도로로 이용되고 있었다. 상류는 일정수량을 유지하고 있으나 중류 및 하류는 일부 구간이 건천화되어 있다. 성북천은 2002년부터 단계별로 복원 사업을 시작하였으며, 성북천 복원사업의 단계별 위치도 및 추진현황은 각각 <그림 3-3>과 <표 3-44>와 같다.



〈그림 3-3〉 성북천 복원사업 단계별 위치도

〈표 3-44〉 성북천 복원사업 단계별 추진현황

단계별	위치	규모	사업기간	비고
1단계	코오롱아파트 옆(OB상가동)	B = 18~20m L = 134m	2002. 5. 3 ~ 2003. 6. 30	복원완료
2단계	둔암소방파출소 ~ 성북경찰서	B = 18~23m L = 258m	2005. 10. 25 ~ 2006. 10. 27	복원완료
3 단 계	1구간 삼익맨션 ~ 코오롱아파트	B = 17~19m L = 462m	2006. 11. 25 ~ 2007. 12. 26	복원완료
	2구간 한성대입구역 ~ 삼선상가 A, B동	B = 17~19m L = 242m	2008. 3. 30 ~ 2009. 4. 14	복원완료
4단계	성북구청 임시청사~안암교(대광초교)	B = 23~30m L = 1,194m	2008. 9. 18 ~ 2010. 2. 17	자연형 하천 정비(공사중)
5단계	성북경찰서 ~ 성북구청 임시청사	B = 23m L = 250m	2009. 6. 착공	하천복원

성북천 전 구간에 필요한 유지유량 및 현재 확보된 유지유량은 <표 3-45>와 같다. 성북천에 필요한 유지유량은 5,703m³/일이고, 중류와 하류에 보문역, 신설동역과 KT건물 및 한전공동구에서 발생되는 지하수 4,481m³/일이 확보되어 있다. 또한 청계천의 유지용수로 자양취수장에서 취수한 물

5,000m³/일(동절기 : 5,000m³/일, 하절기 : 6,000m³/일)을 성북천 하류에 공급하고 있다. 그러나 청계천의 유지용수는 성북천과 청계천 경계지점 200m (성북천 하류)에 공급되고 있기 때문에 성북천의 전 구간에 유지유량이 확보되지 않고 있다. 성북천 상류부분에는 12,000m³의 저류조가 있으나 계절별로 그 용량이 불규칙하여 유지유량으로의 공급은 불가능하므로 청계천 유지용수를 성북천 상류까지 공급해 줄 방안이 필요하다. 현재 청계천의 유지용수 관로를 2010년까지 보문역 부근까지 연장하는 방안이 검토되고 있으나 그 관로를 상류부분까지 더 연장할 필요가 있다.

〈표 3-45〉 성북천 필요유량

구 분		목표유량(m ³ /일)	유하량(m ³ /일)	손실량(m ³ /일)	필요량(m ³ /일)	기 확보량(m ³ /일)
상류	삼선교역 지점	950.4	950	-	-	-
중류	안암2교 지점	5,184	950	259	4,493	2,631
하류	성북천 하구	6,048	5,184	346	1,210	6,850

출처 : 서울특별시, 안양천 외 17개 하천정비기본설계보고서, 2005

주 : 필요량 = 목표유량 - (유하량 - 손실량)

4) 정릉천

정릉천은 산지형 하천으로 상류는 어느 정도 유하량을 형성하고 있으나 중·하류는 일부 구간이 건천화되어 있다. <표 3-46>과 같이 정릉천의 필요유량은 8,899m³/일이며 현재 확보된 양은 길음역 지하철 배출수 2,582m³/일, 고려대역 지하철 배출수 5,834m³/일 및 KT통신구 지하수 360m³/일로 총 8,776m³/일이다.

〈표 3-46〉 정릉천 필요유량

구 분		목표유량(m³/일)	유하량(m³/일)	손실량(m³/일)	필요량(m³/일)	기 확보량(m³/일)
상류	월곡천 합류전	3,456	3,456	-	-	
중류	제기2교 지점	3,504	3,456	518	6,566	2,582
하류	정릉천 하구	11,232	9,054	605	2,333	6,194

출처 : 서울특별시, 안양천 외 17개 하천정비기본설계보고서, 2005

주 : 필요량 = 목표유량 - (유하량 - 손실량)

5) 월곡천

『2002년도 하천정비기본계획보고서』에는 월곡천의 유지용수 공급계획이 명확히 제시되어 있지 않다. 따라서 월곡천의 하류부 하폭의 20%를 수면폭으로 하고, 유속은 0.1m/sec, 수면깊이는 0.15m를 적용하면 경관을 고려한 하천목표유량은 6,480m³/일로 계산되었다. <표 3-47>과 같이 월곡천의 필요유량은 5,500m³/일로 나타났다.

〈표 3-47〉 월곡천 필요유량

구 분		목표유량(m³/일)	유하량(m³/일)	손실량(m³/일)	필요량(m³/일)	기 확보량(m³/일)
하류	월곡천 하구	6,480	1,382	324	5,422	-

주 : 필요량 = 목표유량 - (유하량 - 손실량)

6) 도봉천

도봉천의 상류는 <그림 3-4>와 같이 두 개의 지류로 되어 있는데 상류(1)은 도봉산과 접해 있어 도봉산 계곡수의 영향으로 일정 유량의 물이 흐르고 상류(2)는 물이 바로 지하로 스며들기 때문에 유량이 확보되지 않고 있다. 중류로 유하하면서 물이 어느 정도 흐르고 있으나 하류로 갈수록 하상재료 및 지하수위 등의 영향으로 건천화된 구간이 존재한다.



도봉천 상류 합류점



도봉천 상류(2)



도봉천 중류의 일부 건천 구간



도봉천 하류의 건천 구간

〈그림 3-4〉 도봉천의 중·하류 건천 구간

<표 3-48>과 같이 도봉천은 하류에 10,022m³/일의 유지유량이 필요하지만 현재 확보된 수량은 없다.

『2005년도 하천정비기본설계보고서』에서는 도봉천의 유지유량을 확보하기 위하여 도봉천 하류부에 집수암거를 설치하여 하천복류수를 취수 및 집수하여 유지유량 10,100m³/일을 도봉천에 도수하는 방안을 검토하였다.

〈표 3-48〉 도봉천 필요유량

구 분		목표유량(m ³ /일)	유하량(m ³ /일)	손실량(m ³ /일)	필요량(m ³ /일)	기 확보량(m ³ /일)
상류	만세교지점	864	-	-	-	-
중류	도봉천(2) 합류점	864	864	-	-	-
하류	도봉천 하구	10,386	864	518	10,022	-

출처 : 서울특별시, 안양천 외 17개 하천정비기본설계보고서, 2005

주 : 필요량 = 목표유량 - (유하량 - 손실량)

7) 방학천

방학천은 모든 구간이 <그림 3-5>와 같이 건천화되어 있으므로 중·하류 구간에서 복개·차집되어 우기 시를 제외하고는 유하량이 없는 것으로 조사되었다.



〈그림 3-5〉 건천인 방학천

전 구간이 건천화된 방학천은 <표 3-49>와 같이 $9,072\text{m}^3/\text{일}$ 의 유지유량이 필요하지만 현재 확보된 유지유량은 KT지하통신구에서 발생하는 지하수 $1,500\text{m}^3/\text{일}$ 이 전부이다.

『2005년도 하천정비기본설계보고서』에 따르면 중랑천 합류점 상류지점에 하상여과시설을 설치하여 중류지점인 벽산아파트 앞에서 $10,000\text{m}^3/\text{일}$ 의 유지유량을 공급하는 것으로 되어 있다.

〈표 3-49〉 방학천 필요유량

구 분		목표유량(㎥/일)	유하량(㎥/일)	손실량(㎥/일)	필요량(㎥/일)	기 확보량(㎥/일)
중류	벽산아파트앞	864	864	-	-	-
하류	방학천 하구	9,504	864	432	9,072	KT지하 통신구(1,500)

출처 : 서울특별시, 안양천 외 17개 하천정비기본설계보고서, 2005

주 : 필요량 = 목표유량 - (유하량 - 손실량)

8) 당현천

『2005년도 하천정비기본설계보고서』에 의하면 당현천의 상류와 중류는 대부분 복개되어 있고 복개가 끝나는 시점부터 대부분의 구간이 건천화되어 있다. 서울시는 노원구청과 함께 2006년 12월부터 2010년 8월까지 반복 개 구간을 철거한 후 3.15km의 하천을 정비하는 당현천 복원사업을 진행하고 있다.

<표 3-50>과 같이 당현천의 필요유량은 11,491 m³/일이며, 마들역, 노원역, 중계역에서 발생하는 지하철 배출수 및 대동아파트의 지하수 약 8,300 m³/일이 확보되어 있다.

〈표 3-50〉 당현천 필요유량

구 분		목표유량(m ³ /일)	유하량(m ³ /일)	손실량(m ³ /일)	필요량(m ³ /일)	기 확보량(m ³ /일)
상류	복개시점	2,592	2,592	-	-	
중류	광석천 합류점	7,776	2,592	432	5,616	8,300
하류	당현천 하구	12,960	7,776	691	5,875	

출처 : 서울특별시, 안양천 외 17개 하천정비기본설계보고서, 2005

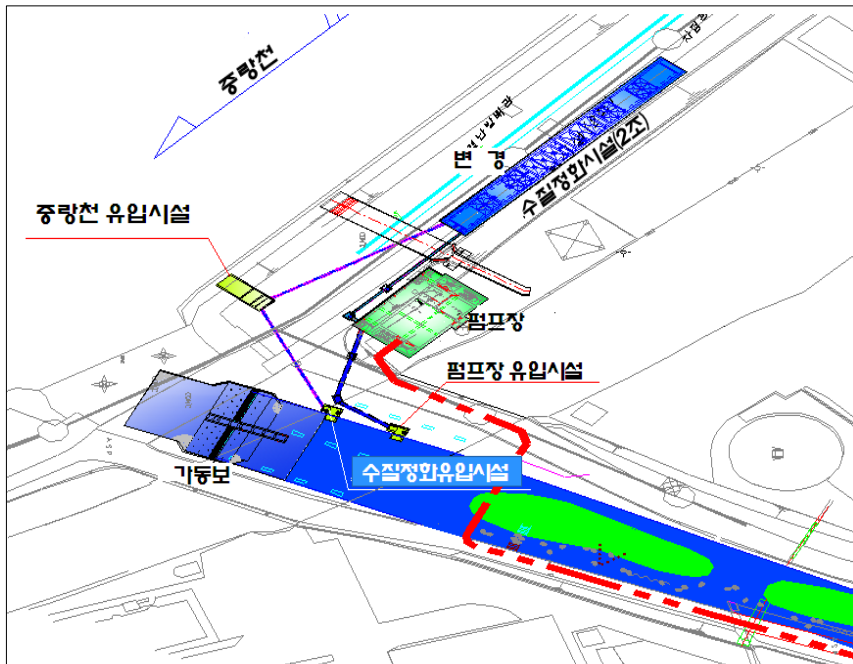
주 : 필요량 = 목표유량 - (유하량 - 손실량)

『2005년도 하천정비기본설계보고서』에는 당현천의 하천유지유량을 확보하기 위해 중랑천에서 하상여과시설로 취수한 후 9,000 m³/일을 공급하는 방안이 제시되었으나, 바닥에 암반층이 존재하여 하상여과를 실시하는 것이 부적절하다. 따라서 중랑천의 하천수 36,000 m³/일을 당현천에 유입시켜 이를 순환하여 사용하며, 2차 유지용수로서 지하철 배출수 및 인근 아파트 지하수 8,300 m³/일을 추가하여 총 44,300 m³/일의 유지유량을 확보하는 방안을 계획하였다.

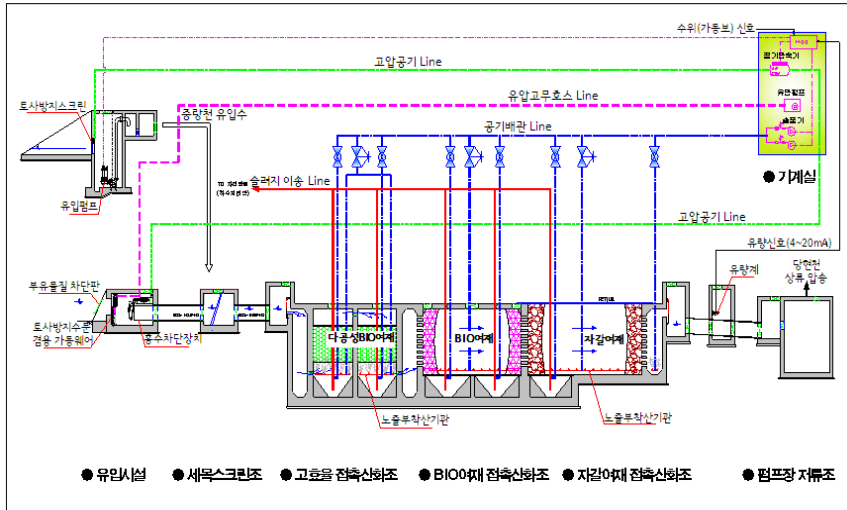
<그림 3-6>과 같이 중랑천과 당현천 합류점의 중랑천 고수부지 지하에 시설용량 9,000 m³/일의 고효율 정화시설(집축산화공법)을 두어 중랑천 하

천수를 정화한 후 펌프장을 통해 당현천 상류로 압송시킨다.

정화시설로 유입되는 중랑천의 수질은 BOD 10mg/L, SS 15mg/L이며 정화 처리수는 BOD 3mg/L, SS 5mg/L 이하의 수질로 제거효율은 BOD, SS 모두 70% 내외이다. 정화시설의 처리계통도는 <그림 3-7>과 같다. 정화시설의 체류시간은 고효율조 25분, BIO 여재조 35분, 자갈여재조 20분으로 총 80 분이다. 정화시설의 최초 및 보충수는 중랑천의 하천수를 양수하여 유입시키며, 평상시 순환수를 처리할 때에는 가동보를 이용한 수위차에 의하여 자연유하로 수위를 유지한다. 또한 정화시설에서 발생하는 슬러지 및 스크럼은 인근 차집관로를 통해 중량물재생센터에서 장외처리한다.



〈그림 3-6〉 당현천 유지용수 정화시설 및 펌프장 위치도



〈그림 3-7〉 고효율 정화시설의 처리계통도



〈그림 3-8〉 하천정비사업 중인 당현천

9) 우이천

우이천은 <그림 3-9>와 같이 전 구간이 일정수량을 유지하고 있으나 <표 3-51>과 같이 「2005년도 하천정비기본설계보고서」에서 제시한 필요량과 비교하여 현재 확보한 양은 지하철 배출수(쌍문역 12m³/일, 수유역 134m³/일) 등 총 146m³/일로 현저히 적기 때문에 유지유량 확보가 필요하다.



우이천 상류



우이천 중류

〈그림 3-9〉 우이천 전경

〈표 3-51〉 우이천 필요유량

구 분		목표유량(m ³ /일)	유하량(m ³ /일)	손실량(m ³ /일)	필요량(m ³ /일)	기 확보량(m ³ /일)
상류	가오천 합류전	6,912	6,912	-	-	-
중류	화계천 합류전	10,368	6,912	518	3,974	146
하류	우이천 하구	19,008	10,368	864	9,504	-

출처 : 서울특별시, 안양천 외 17개 하천정비기본설계보고서, 2005

주 : 필요량 = 목표유량 - (유하량 - 손실량)

「2005년도 하천정비기본설계보고서」에서는 우이천에 필요한 유지유량이 13,332m³/일이지만 평균갈수량 이하의 유량이 유입될 경우를 고려하여 여유분인 14,000m³/일로 하여 중랑천 합류부에서 취수하여 도수하는 것으로 계획되어 있다.

10) 화계천

화계천은 100% 복개된 하천으로 「2005년도 하천정비기본계획보고서」에는 화계천의 유지용수 공급계획이 명확히 제시되어 있지 않다. 따라서 추후 화계천의 하천복원 가능성을 고려하여 경관을 고려한 하천유지유량을 산정하고 유지용수의 5% 손실량을 고려하면 화계천의 필요유량은 <표 3-52>와 같이 27,700m³/일이다.

〈표 3-52〉 화계천 필요유량

구 분		목표유량(m ³ /일)	유하량(m ³ /일)	손실량(m ³ /일)	필요량(m ³ /일)	기 확보량(m ³ /일)
하류	화계천 하구	27,216	950	1,361	27,627	-

주 : 필요량 = 목표유량 - (유하량 - 손실량)

11) 가오천

가오천은 92% 복개된 하천으로 「2005년도 하천정비기본계획보고서」에는 가오천의 유지용수 공급계획이 명확히 제시되어 있지 않다. 따라서 추후 가오천의 하천복원 가능성을 고려하여 경관을 고려한 하천유지유량을 산정하고 유지용수의 5% 손실량을 고려하면 가오천의 필요유량은 <표 3-53>과 같이 15,900m³/일이다.

〈표 3-53〉 가오천 필요유량

구 분		목표유량(m ³ /일)	유하량(m ³ /일)	손실량(m ³ /일)	필요량(m ³ /일)	기 확보량(m ³ /일)
하류	가오천 하구	15,552	518	778	15,812	-

주 : 필요량 = 목표유량 - (유하량 - 손실량)

12) 대동천

『2005년도 하천정비기본계획보고서』에는 대동천의 유지용수 공급계획이 명확히 제시되어 있지 않다. 경관을 고려한 하천유지유량을 산정하고 유지용수의 5% 손실량을 고려하면 대동천의 필요유량은 <표 3-54>와 같이 $6,300\text{m}^3/\text{일}$ 이다. 대동천의 최상류와 중류의 전경은 <그림 3-10>과 같다.

<표 3-54> 대동천 필요유량

구 분		목표유량($\text{m}^3/\text{일}$)	유하량($\text{m}^3/\text{일}$)	손실량($\text{m}^3/\text{일}$)	필요량($\text{m}^3/\text{일}$)	기 확보량($\text{m}^3/\text{일}$)
하류	대동천 하구	6,480	518	324	6,286	-

주 : 필요량 = 목표유량 - (유하량 - 손실량)



대동천 최상류



대동천 중류

<그림 3-10> 대동천 전경

13) 묵동천

『2005년도 하천정비기본설계보고서』에 의하면 묵동천은 전 구간이 일정 수량을 유지하고 있는 하천으로서 목표유량 및 필요유량은 <표 3-55>와 같다. 묵동천은 필요유량인 $3,900\text{m}^3/\text{일}$ 을 확보해야 한다.

자연형 하천으로 복원사업 중인 묵동천의 상류 및 하류의 전경은 <그림 3-11>과 같다.

〈표 3-55〉 목동천 필요유량

구 분		목표유량(m ³ /일)	유하량(m ³ /일)	손실량(m ³ /일)	필요량(m ³ /일)	기 확보량(m ³ /일)
상류	목동1천 합류 전	1,728	1,728	-	-	-
상류	목동2천 합류 전	2,592	2,592	-	-	-
하류	목동천 1하구	7,776	4,320	432	3,888	-

출처 : 서울특별시, 안양천 외 17개 하천정비기본설계보고서, 2005

주 : 필요량 = 목표유량 - (유하량 - 손실량)



목동천 상류



목동천 하류

〈그림 3-11〉 생태하천 복원사업 중인 목동천

14) 면목천

면목천은 100% 복개된 하천으로 「2005년도 하천정비기본계획보고서」에는 면목천의 유지용수 공급계획이 명확히 제시되어 있지 않다. 따라서 추후 면목천의 하천복원 가능성을 고려하여 경관을 고려한 하천유지유량을 산정하고 유지용수의 5% 손실량을 고려하면 면목천의 필요유량은 <표 3-56>과 같이 29,721m³/일로 나타났다. 현재 면목역(1,940m³/일) 및 사가정역(388m³/일)에서 총 2,328m³/일의 지하수가 확보되어 있으므로 별도로 27,400m³/일의 유량 공급이 필요하다.

〈표 3-56〉 면목천 필요유량

구 분		목표유량(m³/일)	유하량(m³/일)	손실량(m³/일)	필요량(m³/일)	기 확보량(m³/일)
하류	면목천 하구	31,104	2,938	1,555	29,721	2,328

주 : 필요량 = 목표유량 - (유하량 - 손실량)

15) 전농천

전농천은 78% 복개된 하천으로 「2005년도 하천정비기본계획보고서」에
는 전농천의 유지용수 공급계획이 명확히 제시되어 있지 않다. 따라서 추후
전농천의 하천복원 가능성 및 경관을 고려한 하천유지유량을 산정하고 유
지용수의 5% 손실량을 고려하면 전농천의 필요유량은 <표 3-57>과 같이
10,692m³/일이다.

현재 확보된 유지용수량은 5호선 장한평역 지하철 배출수 5,759m³/일, 그
리고 장안 통신구, 전농로터리 통신구, 용답 통신구, 답십리 통신구 등에서
유출되는 지하수 1,190m³/일이다. 따라서 전농천은 별도로 3,800m³/일의 유
량이 공급될 필요가 있다.

〈표 3-57〉 전농천 필요유량

구 분		목표유량(m³/일)	유하량(m³/일)	손실량(m³/일)	필요량(m³/일)	기 확보량(m³/일)
하류	전농천 하구	11,664	1,555	583	10,692	6,949

주 : 필요량 = 목표유량 - (유하량 - 손실량)

2. 탄천하수처리구역 내 하천

1) 탄천

탄천의 서울시 구간은 <그림 3-12>와 같이 성남하수처리장과 탄천물재생센터에서 지속적으로 배출되는 유량으로 인하여 별도의 유량확보계획이 필요 없을 정도로 풍부하다. 『2005년도 하천정비기본설계보고서』에 의하면 <표 3-58>과 같이 탄천의 유하량 81,216m³/일과 대청역 지하철에서 배출되는 지하수 591m³/일로 총 81,807m³/일의 유량이 확보되어 있다. 이는 탄천의 목표유량인 69,120m³/일보다 많은 양으로 탄천은 따로 유지유량을 확보할 필요가 없다.

〈표 3-58〉 탄천 필요유량

구 분		목표유량(m ³ /일)	유하량(m ³ /일)	손실량(m ³ /일)	필요량(m ³ /일)	기 확보량(m ³ /일)
하류	탄천 하구	69,120	81,216	3,456	-	591

출처 : 서울특별시, 안양천 외 17개 하천정비기본설계보고서, 2005

주 : 필요량 = 목표유량 - (유하량 - 손실량)

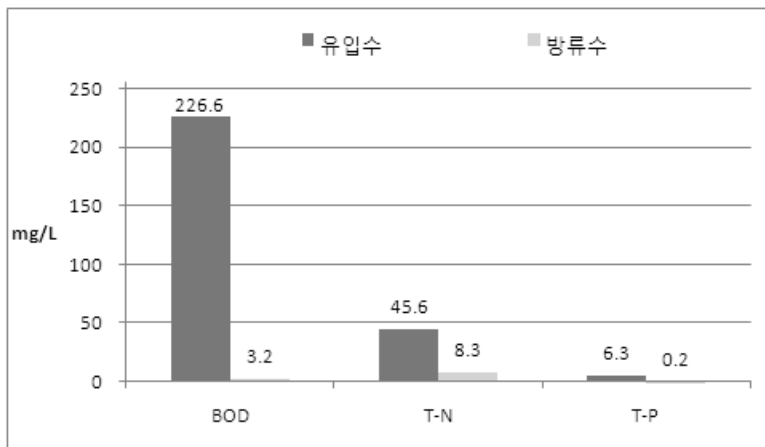


〈그림 3-12〉 탄천 전경

2) 양재천

『2005년도 하천정비기본계획보고서』에는 양재천의 유지용수 공급계획이 명확하게 제시되어 있지 않으므로 유지용수의 5%를 손실량으로 고려하면 27,778m³/일의 유량이 필요하다. 양재천 인근 대치역, 도곡역에서 지하철 배출수가 2,962m³/일 유출되어 양재천에 공급될 수 있으므로 외부에서 공급해야 하는 유지유량은 24,816m³/일이다. 그러나 과천시 하수처리장에서 30,000m³/일을 방류하고 있으므로 별도의 유지용수 공급이 필요하지 않다.

현재 과천시 하수처리장은 간헐포기 접촉산화 공법(Denipho공법)과 섬유사 여과처리시스템을 이용한 고도처리시설을 준공하여 시운전 중이며 수질은 <그림 3-13>과 같다. 한편 양재천의 전경은 <그림 3-14>와 같다.



〈그림 3-13〉 과천하수처리장 고도처리 수질



양재천 최상류



하수처리수 유입 전 양재천



과천하수처리장 하수처리수 유입지점



과천하수처리장 하수처리수 유입 후의 양재천



강남구 양재천 전경



양재천의 자전거 도로

〈그림 3-14〉 양재천 전경

3) 여의천

『2005년도 하천정비기본설계보고서』에 의하면 여의천은 <그림 3-15>와 같이 청계산 유입수로 인하여 갈수기에도 하천에 흐르는 유량이 있고 중·상류구간은 서울의 다른 하천에 비하여 비교적 도시화가 이루어지지 않았으며, 인근 주민들의 하천이용도 비교적 적은 편이다. 따라서 하천이용도가

높아지고 유역개발이 이루어지면 현재의 유량으로는 하천유지유량으로 부족할 것으로 판단되어 <표 3-59>와 같이 양재천의 하상여과수 8,000m³/일을 취수한 후 여의천 신원교지점에 도수하여 유지용수량을 확보하는 방안을 설정하였다.



〈그림 3-15〉 여의천 전경

〈표 3-59〉 여의천 필요유량

구 분		목표유량(m ³ /일)	유하량(m ³ /일)	손실량(m ³ /일)	필요량(m ³ /일)	기 확보량(m ³ /일)
상류	무명5교 지점	864	864	-	-	-
중류	신원동 지천 합류전	7,776	864	346	7,258	-
하류	여의천 하구	7,776	7,776	346	346	-

출처 : 서울특별시, 안양천 외 17개 하천정비기본설계보고서, 2005

주 : 필요량 = 목표유량 - (유하량 - 손실량)

4) 세곡천

세곡천의 인접 제내지는 주로 화훼단지와 농경지로 이용되고 있고, 산지와 인접해 있으나 유입되는 수량이 적어 중·하류의 유량이 부족하다.

<표 3-60>과 같이 세곡천에 필요한 유지유량은 7,344m³/일이므로 탄천합류부에 하상여과시설을 설치하여 9,000m³/일을 세곡천 중류에 도수하는 방안이 검토되었다.

〈표 3-60〉 세곡천 필요유량

구 분		목표유량(m ³ /일)	유하량(m ³ /일)	손실량(m ³ /일)	필요량(m ³ /일)	기 확보량(m ³ /일)
중류	세곡동 지천 합류 전	1,728	1,728	-	-	-
하류	세곡천 하구	8,640	1,728	432	7,344	-

출처 : 서울특별시, 안양천 외 17개 하천정비기본설계보고서, 2005

주 : 필요량 = 목표유량 - (유하량 - 손실량)



〈그림 3-16〉 세곡천 전경

5) 성내천

「2005년도 하천정비기본설계보고서」에 의하면 한강에서 도수하여 중·하류지점에 방류하는 시설이 설치되어 있어 일정유량이 <표 3-61>과 같이 성내천으로 유하되는 것으로 나타났다. 한편, 성내천의 전경은 <그림 3-17>과 같다.

〈표 3-61〉 성내천 필요유량

구 분		목표유량(m ³ /일)	유하량(m ³ /일)	손실량(m ³ /일)	필요량(m ³ /일)	기 확보량(m ³ /일)
중류	감이천 합류 전	10,368	14,429	518	-	-
하류	성내천 하구	13,824	14,429	691	-	-

출처 : 서울특별시, 안양천 외 17개 하천정비기본설계보고서, 2005

주 : 필요량 = 목표유량 - (유하량 - 손실량)



〈그림 3-17〉 성내천 전경

6) 고덕천

『2005년도 하천정비기본설계보고서』에 의하면 고덕천은 상류 및 중류는 일정수량을 유지하고 있으나 하류의 일부구간은 건천화되어 있다.

<표 3-62>와 같이 고덕천은 총 8,640m³/일의 유지유량이 필요하다. 고덕천의 유지유량을 확보하기 위해 『2005년도 하천정비기본설계보고서』에서는 한강합류부에 하상여과시설을 설치하여 9,000m³/일을 고덕천 상류로 도수하는 방안을 제시하고 있다.

〈표 3-62〉 고덕천 필요유량

구 분		목표유량(m ³ /일)	유하량(m ³ /일)	손실량(m ³ /일)	필요량(m ³ /일)	기 확보량(m ³ /일)
상류	상일3교 지점	1,728	1,728	-	-	-
중류	고덕펌프장	8,640	1,728	432	7,344	-
하류	고덕천 하구	9,504	8,640	432	1,296	-

출처 : 서울특별시, 안양천 외 17개 하천정비기본설계보고서, 2005

주 : 필요량 = 목표유량 - (유하량 - 손실량)



〈그림 3-18〉 자연형 하천으로 복원공사 중인 고덕천

7) 망월천

『2000년도 하천정비기본계획보고서』에는 망월천의 유지용수 공급계획이 명확히 제시되어 있지 않다. 경관을 고려한 하천유지유량을 산정하고 유지용수의 5%를 손실량으로 고려하면 망월천에 필요한 유지유량은 <표 3-63>과 같이 4,500m³/일이다.

〈표 3-63〉 망월천 필요유량

구 분		목표유량(m ³ /일)	유하량(m ³ /일)	손실량(m ³ /일)	필요량(m ³ /일)	기 확보량(m ³ /일)
하류	망월천 하구	8,640	3,715	432	4,493	-

주 : 필요량 = 목표유량 - (유하량 - 손실량)



망월천 상류(하남시계)



망월천 하류

〈그림 3-19〉 망월천 전경

3. 서남하수처리구역 내 하천

1) 안양천

안양천은 국가하천으로 한강의 제1지류이며 상류로부터 경기도 6개시 (의왕시, 군포시, 과천시, 안양시, 시흥시, 광명시)와 하류로는 서울시 7개구 (관악구, 금천구, 동작구, 구로구, 영등포구, 양천구 및 강서구)를 포함하고 있다. 안양천의 유지용수는 석수2단계하수처리장에서 1계열 37,500m³/일 중 15,500m³/일을 고도처리하여 여과·UV소독한 후 안양천 구군포교 상류에 방류하고 있다. 또한 지하철 4호선 범계역에서 발생하는 지하수 1,680m³/일을 안양천에 방류하고 있다. 안양천의 전경은 <그림 3-20>과 같다.



〈그림 3-20〉 안양천 전경

2) 목감천

『2005년도 하천정비기본설계보고서』에 의하면 목감천은 갈수기에도 일정 유량이 흐르고 있어 건천화된 구간은 존재하지 않는다.

목감천에서 유하하는 유량은 약 37,000m³/일이며, <표 3-64>와 같이 목감천에 확보된 양은 유하하는 유량 37,000m³/일과 중류지점인 광명역 지하철에서 발생하는 지하수 324m³/일로 나타났다.

〈표 3-64〉 목감천 필요유량

구 분		목표유량(m ³ /일)	유하량(m ³ /일)	손실량(m ³ /일)	필요량(m ³ /일)	기 확보량(m ³ /일)
상류	서울시 경계	12,960			-	-
중류	-	-			-	324
하류	목감천 하구	24,192	37,152	1,210	-	-

출처 : 서울특별시, 안양천 외 17개 하천정비기본설계보고서, 2005

주 : 필요량 = 목표유량 - (유하량 - 손실량)

3) 오류천

오류천은 77.6%가 복개되어 <그림 3-21>과 같이 새내동길, 새내서길 등의 도로로 이용되고 있다. 『2005년도 하천정비기본설계보고서』에 의하면 이러한 오류천의 장래 하천복원을 감안하여 <표 3-65>와 같이 하천경관을 고려한 유량으로 산정된 하천보전유량을 하천유지용수로 결정한다. 따라서 오류천에 필요한 유지유량은 10,000m³/일이다.



새내서길 옆 일부 미복개 구간

복개된 오류천

<그림 3-21> 오류천의 미복개구간 및 복개구간

<표 3-65> 오류천 유지유량

구 분	국 내			일 본 (수환경관리)		비고
	한강하천유지 유량조사연구	하천환경정비 기 법	하천유지유량 결 정 방 법	유 역 면 적 관 계	하 천 경 관	
산출근거	◦인도교지점 - 유지유량 110 CMS - 유역면적 24,753.2km ²	◦하천특성에 의 한 유지유량 Q=0.0069A	◦평균갈수량 Q=0.0028802 × A0.9529	◦Q=0.008 × A0.941	◦수면폭: W/B=0.2 ◦유속: 0.2m/sec ◦수심: 0.2m	
오류천 (A=6.63km ²)	0.029m ³ /sec 2,505m ³ /일	0.046m ³ /sec 3,974m ³ /일	0.018m ³ /sec 1,555m ³ /일	0.047m ³ /sec 4,060m ³ /일	0.120m ³ /sec 10,368m ³ /일	W=3.0 m적용

주 : 서울특별시, 대방천 등 6개 하천정비 기본계획 보고서, 2005

4) 도림천

『2005년도 하천정비기본설계보고서』에 의하면 도림천의 상류부(서울대 입구)는 평상시 일정유량이 흐르는 것으로 조사되었으며, 중·하류로 유하하면서 하상재료 및 지하수위 등의 영향으로 일부 건천화된 구간이 존재하는 것으로 나타났다.

<표 3-66>과 같이 도림천은 15,811m³/일의 유량이 필요하며, 현재 관악산에서 864m³/일, 대림역, 신도림역, 도림천역 지하철 배출수로 각각 2,861m³/일, 21m³/일, 101m³/일 등 총 3,847m³/일이 확보되었다. 따라서 도림천에 필요한 유지유량은 11,900m³/일이다.

『2005년도 하천정비기본설계보고서』에 의하면 도림천의 유지용수를 확보하기 위해 강남순환도시고속버스의 터널(신림)구간에서 발생하는 용수 16,000m³/일을 도림천 상류부인 관악산 호수공원으로 송수하는 방안을 계획하였다. 그러나 강남순환고속버스 터널이 2013년에 완공되며, 그 발생용수량도 예상보다 적어 현재는 영등포 아리수정수센터 앞 한강물을 구로공단에 공업용수로 공급하던 도수관로를 이용하여 16,000m³/일을 도림천의 유지용수로 공급할 계획을 세우고 있다. 한편, 도림천의 전경은 <그림 3-22>와 같다.

〈표 3-66〉 도림천 필요유량

구 분		목표유량(m ³ /일)	유하량(m ³ /일)	손실량(m ³ /일)	필요량(m ³ /일)	기 확보량(m ³ /일)
상류	서울대입구	5,184	864	-	4,320	864
중류	봉천천 합류전	13,824	5,184	691	9,331	2,861
하류	도림천 하구	15,206	13,824	778	2,160	122

출처 : 서울특별시, 안양천 외 17개 하천정비기본설계보고서, 2005

주 : 필요량 = 목표유량 - (유하량 - 손실량)



도림천 반 복개부분



자연형 하천복원 중인 도림천

〈그림 3-22〉 도림천 전경

5) 대방천

대방천은 97% 가량이 복개되어 대방천길, 구릉길 등의 도로로 이용되고 있다. 『2005년도 하천정비기본계획보고서』에 의하면 이러한 대방천의 장래 하천복원 및 하천경관을 고려하여 <표 3-67>과 같이 하천유지용수를 7,000m³/일로 결정하였다.

〈표 3-67〉 대방천 유지유량

구 분	국 내			일 본 (수환경관리)		비고
	한강하천유지 유량조사연구	하천환경정비 기 법	하천유지유량 결 정 방 법	유역면적 관 계	하 천 경 관	
산출근거	◦인도교지점 - 유지유량 110 CMS - 유역면적 24,753.2km²	◦하천특성에 의한 유지유량 Q=0.0069A	◦ 평균갈수량 Q=0.0028802 × A0.9529	◦ Q=0.008 × A0.941	◦수면폭: W/B=0.2 ◦유속: 0.2m/sec ◦수심: 0.2m	
대방천 (A=7.65km ²)	0.034m ³ /sec 2,937m ³ /일	0.053m ³ /sec 4,579m ³ /일	0.020m ³ /sec 1,728m ³ /일	0.054m ³ /sec 4,665m ³ /일	0.080m ³ /sec 6,912m ³ /일	W=2.0 m적용

주 : 서울특별시, 대방천 등 6개 하천정비 기본계획 보고서, 2005

6) 봉천천

봉천천은 97%가 복개되어 <그림 3-23>의 낙성대길, 봉천로 등의 도로로 이용되고 있다. 『2005년도 하천정비기본설계보고서』에 의하면 이러한 봉천천의 장래 하천복원 및 하천경관을 고려하여 <표 3-68>과 같이 하천유지용수를 $10,000\text{m}^3/\text{일}$ 로 결정하였다.



<그림 3-23> 복개되어 도로로 이용되고 있는 봉천천

<표 3-68> 봉천천 유지유량

구 분	국 내			일 본 (수환경관리)		비고
	한강하천유지 유량조사연구	하천환경정비 기 법	하천유지유량 결 정 방 법	유 역 면 적 관 계	하 천 경 관	
산출근거	◦인도교지점 - 유지유량 110 CMS - 유역면적 $24,753.2\text{km}^2$	◦하천특성에 의한 유지유량 $Q=0.0069A$	◦ 평균값수량 $Q=0.0028802 \times A^{0.9529}$	◦ $Q=0.008 \times A^{0.941}$	◦수면폭: $W/B=0.2$ ◦유속: 0.2m/sec ◦수심: 0.2m	
봉천천 ($A=9.13\text{km}^2$)	$0.041\text{m}^3/\text{sec}$ $3,542\text{m}^3/\text{일}$	$0.063\text{m}^3/\text{sec}$ $5,443\text{m}^3/\text{일}$	$0.024\text{m}^3/\text{sec}$ $2,073\text{m}^3/\text{일}$	$0.064\text{m}^3/\text{sec}$ $5,529\text{m}^3/\text{일}$	$0.160\text{m}^3/\text{sec}$ $10,368\text{m}^3/\text{일}$	$W=3.0\text{m}$ 적용

주 : 서울특별시, 대방천 등 6개 하천정비 기본계획 보고서, 2005

7) 시흥천

시흥천은 100%가 복개되어 금천로 등의 도로로 이용되고 있다.

『2005년도 하천정비기본설계보고서』에 의하면 이러한 시흥천의 장래 하천 복원 및 하천경관을 고려하여 <표 3-69>와 같이 하천유지용수를 7,000 m³/일로 결정하였다.

〈표 3-69〉 시흥천 유지유량

구 분	국 내			일 본 (수환경관리)		비고
	한강하천유지 유량조사연구	하천환경정비 기 법	하천유지유량 결 정 방 법	유 역 면 적 관 계	하 천 경 관	
산출근거	◦인도교지점 - 유지유량 110 CMS - 유역면적 24,753.2km ²	◦하천특성에 의한 유지유량 Q=0.0069A	◦평균값수량 Q=0.0028802 × A0.9529	◦ Q=0.008 × A0.941	◦수면폭: W/B=0.2 ◦유속: 0.2m/sec ◦수심: 0.2m	
시흥천 (A=4.52km ²)	0.020m ³ /sec 1,728m ³ /일	0.031m ³ /sec 2,678m ³ /일	0.012m ³ /sec 1,037m ³ /일	0.033m ³ /sec 2,851m ³ /일	0.080m ³ /sec 6,912m ³ /일	W=2.0 m적용

주 : 서울특별시, 대방천 등 6개 하천정비 기본계획 보고서, 2005

8) 반포천

반포천은 95.8%가 복개되어 도로 및 공원으로 이용되고 있으며 유지유량 확보는 고속터미널역 복개시점부터 반포천 하구지역까지 수립되어 있다. <표 3-70>은 『2005년도 하천정비기본설계보고서』에 산정되어 있는 반포천의 목표유량 및 필요량이다. 이에 따르면 반포천은 유하량이 목표유량을 상회하고 있기 때문에 별도의 유지용수 공급이 필요하지 않다.

그럼에도 반포천은 고속터미널 지하철역사 배출수 1,170m³/일, KT건물 배출수 1,500m³/일, 반포유수지 1,000m³/일, 복류수 4,000m³/일 및 이수역(1,039m³/일), 남태령역(252m³/일) 지하철 배출수 등으로 유지유량을 확보하고 있다.

〈표 3-70〉 반포천 필요유량

구 분		목표유량(m ³ /일)	유하량(m ³ /일)	손실량(m ³ /일)	필요량(m ³ /일)	기 확보량(m ³ /일)
종류	사당천 합류 전	2,592	5,912	173	-	7,670
하류	반포천 하구	6,912	7,517	346	-	1,291

출처 : 서울특별시, 안양천 외 17개 하천정비기본설계보고서, 2005

주 : 필요량 = 목표유량 - (유하량 - 손실량)



〈그림 3-24〉 자연형 하천으로 복원공사 중인 반포천

9) 사당천

사당천은 62% 복개된 하천으로 「2005년도 하천정비기본계획보고서」에 사당천의 유지용수 공급계획이 명확히 제시되어 있지 않다. 따라서 추후 사당천의 하천복원 및 경관을 고려하고 유지용수의 5%를 손실량으로 감안하면 사당천에 필요한 유지유량은 <표 3-71>과 같이 15,941m³/일이다.

현재 사당천에 확보된 유지용수량은 사당역, 방배역 및 남태령역 지하철 배출수 1,672m³/일에 불과하므로 별도로 14,300m³/일의 유량을 공급할 필요가 있다.

〈표 3-71〉 사당천 필요유량

구 분		목표유량(m³/일)	유하량(m³/일)	손실량(m³/일)	필요량(m³/일)	기 확보량(m³/일)
하류	사당천 하구	18,144	3,110	907	15,941	1,672

주 : 필요량 = 목표유량 - (유하량 - 손실량)

4. 난지하수처리구역 내 하천

1) 홍제천

『2005년도 하천정비기본설계보고서』에 의하면 홍제천은 대부분이 건천화된 하천으로 상류지역의 일부에만 유량이 있는 것으로 조사되었다. 서울시는 2003년부터 2010년까지 홍지문에서 한강합류지점까지의 총 8.52km를 사계절 맑은 물이 흐르는 생태하천으로 조성하는 사업이 진행 중이다.

<표 3-72>와 같이 홍제천에 필요한 유지유량은 43,000m³/일이며, 현재 확보되어 있는 양은 홍제역에서 발생하는 지하철 배출수 1,443m³/일과 KT지하 통신구에서 발생하는 지하수 1,000m³/일, 총 2,443m³/일이다.

〈표 3-72〉 홍제천 필요유량

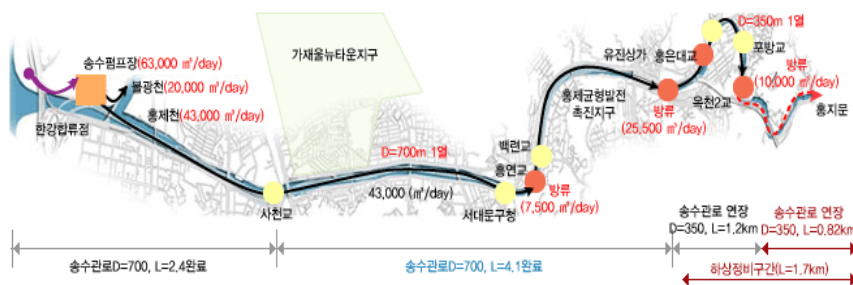
구 분		목표유량(m³/일)	유하량(m³/일)	손실량(m³/일)	필요량(m³/일)	기 확보량(m³/일)
상류	구기천 합류전	864	864	-	-	-
중류	백련교 지점	10,368	864	518	10,022	2,443
하류	홍제천 하구	41,472	10,368	2,074	33,178	

출처 : 서울특별시, 안양천 외 17개 하천정비기본설계보고서, 2005

주 : 필요량 = 목표유량 - (유하량 - 손실량)

『2005년도 하천정비기본설계보고서』에 제시된 홍제천의 유지유량 확보 방안은 하류의 복류수를 취수하여 43,000m³/일을 공급하는 것이었다. 그러나 현재는 홍제천과 한강의 합류점에 시설용량이 68,000m³/일의 하상여과 시설 4기를 설치하여 63,000m³/일의 한강물을 취수한 후, 중간가압장에서

43,000m³/일은 홍제천으로, 나머지 20,000m³/일은 불광천으로 압송시키는 것으로 변경되었다. <그림 3-25>는 홍제천의 사업계획도이고, <그림 3-26>은 한강에 위치한 하상여과시설이며, <그림 3-27>은 자연형 하천으로 탈바꿈한 홍제천이다.



〈그림 3-25〉 홍제천 사업 계획도



〈그림 3-26〉 홍제천 하상여과시설



〈그림 3-27〉 홍제천의 전경

2) 불광천

『2005년도 하천정비기본설계보고서』에 의하면 불광천의 상류는 일부가 건천화되어 있지만 중·하류는 일정수량이 유지되고 있다. 불광천은 2002년 5월 자연형 하천복원사업을 통해 신사교 지점에서 현재 연신내역, 구산역, 응암역 등 지하철 역사 배출수 및 한전공동구에서 발생하는 지하수 5,211m³/일을 하천유지용수로 유하시키고 있다. <표 3-73>과 같이 불광천에 필요한 유지유량은 20,000m³/일이다.

불광천의 유지용수로는 하상여과방식을 통하여 취수한 한강물(난지캠핑장 앞) 63,000m³/일 중 20,000m³/일이 사용된다.

〈표 3-73〉 불광천 필요유량

구 분		목표유량(m ³ /일)	유하량(m ³ /일)	손실량(m ³ /일)	필요량(m ³ /일)	기 확보량(m ³ /일)
상류	신사교 지점	-	7,171	0	-	
중류	와산교 상류	17,280	7,171	864	10,973	4,707
하류	불광천 하구	25,056	17,280	1,296	9,072	504

출처 : 서울특별시, 안양천 외 17개 하천정비기본설계보고서, 2005

주 : 필요량 = 목표유량 - (유하량 - 손실량)



〈그림 3-28〉 불광천 신사교 전경

3) 녹번천

녹번천은 100% 복개된 하천으로 <그림 3-29>와 같이 도로로 이용되고 있다. 「2005년도 하천정비기본설계보고서」에 의하면 복개하천인 녹번천의 장래 하천복원을 감안하여 <표 3-74>와 같이 하천경관을 고려한 유량으로 산정된 하천보전유량을 하천유지용수로 결정한다. 따라서 녹번천의 유지유량은 $10,000\text{m}^3/\text{일}$ 이다.



〈그림 3-29〉 복개되어 도로로 이용되고 있는 녹번천

〈표 3-74〉 녹번천 유지유량

구 분	국 내			일 본 (수환경관리)		비고
	한강하천유지 유량조사연구	하천환경정비 기 법	하천유지유량 결 정 방 법	유역면적 관 계	하 천 경 관	
산출근거	◦인도교지점 - 유지유량 110 CMS - 유역면적 24,753.2km ²	◦하천특성에 의한 유지유량 Q=0.0069A	◦ 평균값수량 Q=0.0028802 × A ^{0.9529}	◦ Q=0.008 × A ^{0.941}	◦수면폭: W/B=0.2 ◦유속: 0.2m/sec ◦수심: 0.2m	
녹번천 (A=5.75km ²)	0.026m ³ /sec 2,246m ³ /일	0.040m ³ /sec 3,456m ³ /일	0.015m ³ /sec 1,296m ³ /일	0.041m ³ /sec 3,542m ³ /일	0.120m ³ /sec 10,368m ³ /일	W=3.0 m적용

주 : 서울특별시, 대방천 등 6개 하천정비 기본계획 보고서, 2005

4) 봉원천

봉원천은 전 구간 1,250m가 복개되어 도로로 이용되고 있다. 「2005년도 하천정비기본설계보고서」에 의하면 복개하천인 봉원천의 장래 하천복원을 감안하여 <표 3-75>와 같이 하천경관을 고려한 유량으로 산정된 하천보전 유량을 하천유지용수로 결정한다. 따라서 봉원천에 필요한 유지유량은 10,000m³/일이다.

〈표 3-75〉 봉원천 유지유량

구 분	국 내			일 본 (수환경관리)		비고
	한강하천유지 유량조사연구	하천환경정비 기 법	하천유지유량 결 정 방 법	유역면적 관 계	하 천 경 관	
산출근거	◦인도교지점 - 유지유량 110 CMS - 유역면적 24,753.2km ²	◦하천특성에 의한 유지유량 Q=0.0069A	◦평균갈수량 Q=0.0028802 ×A ^{0.9529}	◦ Q=0.008 ×A ^{0.941}	◦수면폭: W/B=0.2 ◦유속: 0.2m/sec ◦수심: 0.2m	
봉원천 (A=6.30km ²)	0.028m ³ /sec 2,246m ³ /일	0.043m ³ /sec 3,715m ³ /일	0.017m ³ /sec 1,468m ³ /일	0.045m ³ /sec 3,888m ³ /일	0.120m ³ /sec 10,368m ³ /일	W=3.0 m적용

주 : 서울특별시, 대방천 등 6개 하천정비 기본계획 보고서, 2005

5. 서울시 전체 하천

하수처리구역별로 유지유량 공급이 필요한 하천은 <표 3-76>과 같이 나타났다. 이 연구에서는 복개하천의 경우 복개된 부분을 복원한 후 유지유량을 공급하여야 하기 때문에 복개되어 도로 및 주차장으로 이용되고 있는 하천은 제외하였다. 따라서 유지유량 공급이 필요한 하천은 도봉천, 방학천, 우이천, 대동천, 묵동천, 여의천, 세곡천, 고덕천, 망월천, 도림천 등 총 10개이다.

〈표 3-76〉 유지수량 공급이 필요한 하천

처리구역	하천명	복개율(%)	유지수량 공급	비 고
중랑	성북천	70%	불필요	청계천 유지용수 일부 도수
	정릉천	54%	불필요	지하철 배출수 및 통신구 지하수 공급
	월곡천	100%	필요	복개하천
	도봉천	4%	필요	-
	방학천	31%	필요	-
	당현천	48%	불필요	중랑천 하천수 정화처리 후 순환하여 이용
	우이천	21%	필요	-
	화계천	100%	필요	복개하천
	가오천	92%	필요	복개하천
	대동천	32%	필요	-
	목동천	-	필요	-
	면목천	100%	필요	복개하천
	전농천	78%	필요	복개하천
탄천	탄천	-	불필요	성남하수처리장·탄천물재생센터 배출수 이용
	양재천	-	불필요	과천시 하수처리장 배출수 이용
	여의천	-	필요	-
	세곡천	-	필요	-
	성내천	22%	불필요	한강에서 도수하여 방류
	고덕천	-	필요	-
	망월천	-	필요	-
서남	목감천	-	불필요	유하량이 충분
	오류천	78%	필요	복개하천
	도림천	77%	필요	구로공단 공업용수 또는 강남순환도시고속버스 터널구간에서 발생하는 지하수 이용
	대방천	97%	필요	복개하천
	봉천천	97%	필요	복개하천
	시흥천	100%	필요	복개하천
	반포천	96%	불필요	지하철 지하수 및 복류수 등 공급
	사당천	62%	필요	복개하천
	홍제천	47%	불필요	하상여과시설로 한강물 도수
난지	불광천	51%	불필요	하상여과시설로 한강물 도수
	녹번천	100%	필요	복개하천
	봉원천	100%	필요	복개하천

주 : 유지수량 공급이 필요한 하천에서 복개하천은 제외함.

제4장 고도재생수의 하천유지용수 공급 기준

제1절 하천유지용수 공급기준

제2절 고도재생수 공급유량 및 수질

제3절 유지용수 공급을 위한 하수재처리기술

제4장

고도재생수의 하천유지용수 공급기준

제1절 하천유지용수 공급기준

하천유지용수로 공급하는 하수처리수는 하천환경이나 생태계의 복원, 친수공간 회복을 위하여 공급되는 것이므로 수질이 하천의 본래기능에 영향을 주지 말아야 한다. 즉, 하수처리수가 하천기능에 적합한 수질로 공급할 수 있는지에 대해 검토하여야 한다. 또한 향후 서울시의 건천화된 하천에 하수처리수를 하천유지용수로 지속적으로 공급하기 위해서는 인체위해성 및 심미적 거부감을 해소할 수 있고 하천기능 및 이용에 적합한 하수처리수의 공급기준이 필요하다.

현재 환경부는 2001년 3월 하수도법 개정에 의해 하수도정비기본계획 수립 시에 하수처리수 재이용계획 및 재이용시설 설치를 의무화하고 이에 따른 수질권고기준을 마련해 놓고 있다. 이 수질권고기준은 하수처리수를 하천유지용수로 재이용할 경우에 하천기능 및 이용에 맞는 수질기준으로서 하수처리수 재이용에 따른 인체위해성 여부와 냄새·색도로 인한 심미적 거부감 등을 해소하기 위한 내용으로 구성되어 있다. 이에 대해 하천측면에서 『서울시 하천정비기본계획보고서』에서는 환경보전기능을 유지하기 위하여 하천별로 목표수질을 설정해 놓고 있다.

1. 하천측면 기준 검토

1) 하천환경 관련기준

(1) 경관을 고려한 목표수질

경관측면에서의 하천수질은 하천수질 환경기준의 III등급 ~ IV등급(보통 ~ 약간 나쁨)에 해당되며 이것은 <표 4-1>에 나타나 있다.

경관보전에 대해 물의 색과 냄새가 문제가 되지 않기 위해서는 하천수질이 BOD 6mg/L 이하로 유지되어야 하고 투시도는 20cm 이상 확보되어야 한다.

<표 4-1> 경관측면에서 본 목표수질

구분	SS	투시도	BOD	색도	탁도	증발잔유물
수질	25mg/L 이하	20cm 이상	5mg/L 이하	-	-	200mg/L 이하
물의 색	20mg/L 이하	20cm 이상	5mg/L 이하	25도 이하	10도 이하	-
물의 냄새	25mg/L 이하	-	6mg/L 이하	-	20도 이하	-

(2) 생태계를 고려한 수질

① 어류의 수질기준

곤돌매기, 산천어 등 주요어종의 BOD 농도, 저니(Sediment) 및 먹이 현황을 살펴보면 <표 4-2>와 같다.

하천 관찰과 곤충감상을 위해서는 <표 4-2>에서 제시된 피라미까지 관찰할 수 있을 정도의 수질이 유지될 필요가 있으며, 이는 BOD기준 5mg/L 이하의 하천 수질환경기준 III등급(보통) 정도를 의미한다.

〈표 4-2〉 주요어종의 BOD 농도 및 서식현황

구분	BOD 농도(mg/L)	저니(Sediment)	먹이
곤들매기	1 이하	모래, 자갈	수생곤충, 육생곤충, 소어, 뱀
산천어	1 이하	모래, 자갈	수생곤충, 육생곤충, 소어, 갑각류
연어	3 이하	모래, 자갈	수생곤충, 육생곤충, 동물플랑크톤
은어	3 이하	돌, 모래, 자갈	유기물파편, 조류, 수생곤충
황어	5 이하	모래, 자갈	수생곤충, 육생곤충, 조류
피라미	5 이하	모래, 자갈	수생곤충, 조류, 부유동물
잉어	5 이하	자갈, 니토	동물플랑크톤, 조류, 패류
붕어	5 이하	자갈, 니토	동물플랑크톤

② 수생동식물의 수질기준

수생동식물과 수질의 관계는 <표 4-3>에 잘 나타나 있다.

〈표 4-3〉 유기물질에 따른 수질오염의 정도

구분	빈부수성 (Oligosaprobic)	β -중부수성 (β -mesosaprobic)	α -중부수성 (α -mesosaprobic)	강부수성 (Polisaprobic)
화학적 과정	산화된 상태 및 무기화가 완성된 단계	산화과정이 진행되고 있음	수중 및 저니(sediment)에 산화과정이 나타남	환원 및 분해에 의한 부패현상이 현저히 나타남
DO	10mg/L 내외	5mg/L 내외	2mg/L 이상	2mg/L 미만
BOD	3mg/L 이하	5mg/L 이하	8mg/L 이하	10mg/L 이상
황화수소의 형성	없음	없음	강한 황화수소냄새는 없어짐	강렬한 황화수소 냄새
수중 박테리아	100 이하/cc	10만 이하/cc	10만 이상/cc	100만 이상/cc
수중의 유기물	유기물은 분해됨	지방산의 암모니아 화합물이 많음	고분자화합물의 분해에 의한 아미노산이 풍부하게 존재	탄산 및 고분자질소화합물에 단백질, 폴리펩티드 및 고차분해산물이 풍부하게 존재
저니(底泥, sediment)	저니가 거의 산화되어 있음	-	산화철이 산화되어 수산화철이 되기 때문에 저니는 흑색을 띄지 않음	흑색의 산화철이 자주 존재 : 저니는 흑색
식물	수초 빈약 부착미생물 다양	수초, 부착조류 등 다양	수초, 부착조류 대량 발생	수초는 없고 부착조류 출현
동물	다종다양	다종다양해짐	아직 미크로나 동물이 대다수를 차지함	미크로나 동물인 원생동물이 주로 우세
후생동물	어류, 곤충 등 다양	갑각류, 패류, 곤충, 어류 다양	패류, 갑각류, 곤충, 잉어, 붕어, 메기, 미꾸리 등	실지렁이, 소수의 곤충 등 빈약

자료 : 쓰다 마쓰나에(津田松苗), 오수생물학(Biology of Polluted Waters), 호쿠류칸(北隆館), 1964

수생식물은 DO 7.4mg/L~11.6mg/L, BOD 0.7mg/L~3.6mg/L, COD 1.6mg/L~9.3mg/L의 수질범위에서 생존하고 있는 것으로 알려져 있다.

수생식물인 수초와 부착조류 등이 다양한 종으로 번식하고 수생동물, 갑각류, 어류 등과 함께 공존하기 위해서는 하천수질이 DO 5mg/L 및 BOD 5mg/L 정도가 되어야 하며, 이것은 하천 수질환경기준 III등급(보통)에 해당되는 기준이다.

2) 하천활동 관련수질

(1) 우리나라의 하천활동별 수질기준

우리나라에서 하천활동 관련 수질기준으로 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률에 제시되어 있는 수질 및 수생태계 환경기준이 있으며 “매우 좋음, 좋음, 약간 좋음, 보통, 약간 나쁨, 나쁨, 매우 나쁨”으로 구분되어 있다. 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률의 수질 및 수생태계 환경기준은 <표 4-4>에 잘 나타나 있다.

수질 및 수생태계 환경기준에서는 하천의 자연환경을 보전하기 위해서 수질이 매우 좋음(Ia)인 BOD 1mg/L 이하를 유지하여야 하며 이 등급은 간단한 정수처리 후 생활용수로 사용이 가능하다. 약간 좋음(II)은 일반적인 정수처리 후 생활용수 및 수영용수로 사용이 가능하며, 약간 나쁨(IV)은 고도의 정수처리 후 공업용수로 이용할 수 있고 낚시가 가능하다.

<표 4-5>는 사람의 건강보호기준을 나타내고 있는데, 발암가능성이 높은 물질인 벤젠 등 8개 항목이 추가되었으며, 기존 항목 중 납과 카드뮴의 기준치를 먹는 물 기준 수준으로 강화하였다.

〈표 4-4〉 하천 수질환경기준

등 급		상태 (캐릭터)	기 준					
			수소이온 농도(pH)	생물학적 산소요구량 (mg/L)	부유물질량 (mg/L)	용존 산소량 (mg/L)	대장균군 (균수/100mL)	
							총 대장균군	분원성 대장균군
매우 좋음	Ia		6.5~8.5	1 이하	25 이하	7.5 이상	50 이하	10 이하
좋음	Ib		6.5~8.5	2 이하	25 이하	5.0 이상	500 이하	100 이하
약간 좋음	II		6.5~8.5	3 이하	25 이하	5.0 이상	1,000 이하	200 이하
보통	III		6.5~8.5	5 이하	25 이하	5.0 이상	5,000 이하	1,000 이하
약간 나쁨	IV		6.0~8.5	8 이하	100 이하	2.0 이상	-	-
나쁨	V		6.0~8.5	10 이하	쓰레기 등이 떠있지 아니할 것	2.0 이상	-	-
매우 나쁨	VI		-	10 초과	-	2.0 미만	-	-

- 매우 좋음 : 용존산소가 풍부하고 오염물질이 없는 청정상태의 생태계로 간단한 정수처리 후 생활용수로 사용
- 좋음 : 용존산소가 많은 편이며, 오염물질이 거의 없는 청정상태에 근접한 생태계
- 약간 좋음 : 약간의 오염물질은 있으나 용존산소가 많은 상태의 다소 좋은 생태계로 일반적 정수처리 후 생활용수 또는 수영용수로 사용
- 보통 : 용존산소를 소모하는 오염물질이 보통수준에 달하는 일반 생태계로 고도의 정수처리 후 생활용수로 이용하거나 일반적 정수처리 후 공업용수로 사용
- 약간 나쁨 : 상당량의 용존산소를 소모하는 오염물질이 있어 영향을 받는 생태계로 농업용수로 사용하거나 고도의 정수처리 후 공업용수로 이용할 수 있고 낚시도 가능
- 나쁨 : 과량의 용존산소를 소모하는 오염물질이 있어 물고기가 드물게 관찰되는 빈곤한 생태계로 산책 등 국민의 일상생활에 불편감을 유발하지 않는 한계이며, 특수한 정수처리 후 공업용수로 사용
- 매우 나쁨 : 용존산소가 거의 없는 오염된 물로 물고기가 살 수 없음.
- 용수목적상 당해 등급보다 수질요구조건이 낮은 수준인 하위등급 용도로 사용할 수 있음.
- 생물화학적산소요구량(BOD)을 비롯한 다양한 물질의 오염도 현황, 용수처리방법 등을 종합적으로 검토하여 당해 등급보다 수질요구조건이 높은 수준인 상위등급 용도로도 사용 가능

〈표 4-5〉 사람의 건강보호 기준

항 목	기 준	항 목	기 준
카드뮴(Cd)	0.005mg/L 이하	납(Pb)	0.05mg/L 이하
비소(As)	0.05mg/L 이하	6가크롬(Cr ⁶⁺)	0.05mg/L 이하
시안(CN)	검출되어서는 안됨	음이온계면활성제(ABS)	0.5mg/L 이하
수은(Hg)	검출되어서는 안됨	사염화탄소	0.004mg/L 이하
유기인	검출되어서는 안됨	1,2-디클로로에탄	0.03mg/L 이하
폴리크로리네이트비페닐(PCB)	검출되어서는 안됨	테트라클로로에틸렌	0.04mg/L 이하
클로로포름	0.08mg/L 이하	디클로로메탄	0.02mg/L 이하
디에틸헥실프탈레이트	0.008mg/L 이하	벤젠	0.01mg/L 이하
안티몬	0.02mg/L 이하		

또한 하천의 물이용은 하천 수질환경기준에서 제시된 것보다 다양하게 이루어지고 있다. 하천의 물이용에 대해 활동별로 제시된 수질기준은 물환경 관리측면에서 규정된 기준이다. 물환경의 관점에서 본 도시하천의 이미지에 대한 수질기준은 <표 4-6>, 물환경 관리차원에서의 수질 기준은 <표 4-7>에 잘 나타나 있다.

하천활동은 크게 물과 접촉하는 것과 접촉하지 않는 것으로 나눌 수 있다. 물과 접촉하는 활동은 수영, 물놀이 등이 있으며 물과 접촉하지 않는 활동은 곤충감상, 낚시, 보트타기, 강변놀이, 관찰 및 산책이 있다.

물과 접촉하는 활동의 경우는 BOD가 5mg/L 이하로 수질환경기준 Ⅲ등급(보통)에 해당되는 반면에 물과 접촉하지 않는 활동은 BOD 10mg/L 이하로 수질환경기준 Ⅴ등급(나쁨)에 준하는 기준이다.

또한 대장균군수는 물과 접촉하는 활동에만 규정되어 있는데, 수영의 경우 400개/100mL 이하이며 물놀이의 경우 1000개/100mL 이하이다.

〈표 4-6〉 하천에서의 이용형태별 수질 및 유행조건

이용형태	수영	물놀이	개똥벌레 감상	낚시	보트 놀이	강변 놀이	관찰	산책
BOD	2 _{mg} /L 이하	5 _{mg} /L 이하	2 _{mg} /L 이하	5 _{mg} /L 이하	10 _{mg} /L 이하	10 _{mg} /L 이하	10 _{mg} /L 이하	10 _{mg} /L 이하
대장균군수	400개/100mL 이하	1000개/100mL 이하	-	-	-	-	-	-
유행 상황	흐름폭	5m 이상	-	-	(현상)	10m 이상	(현상)	(현상)
	수심	50cm 이상	50cm 이하	평균 5~30cm 정도	30cm 정도 이상	1m 이상	30cm 정도	30cm 정도
	유속	50cm/s 이하	60cm/s 이하	10~30cm/s 정도	30cm/s 정도 이상	60cm/s 이하	30cm/s 정도	30cm/s 정도

자료 : Nobuo MUTO, Haruo IJIMA, An Imagery of Urban Rivers in a Visual Point of “Water Environment”, 국제 수환경 기술개발 심포지엄(1992, 한국수도연구소)

〈표 4-7〉 물환경 관리차원에서의 수질

친수활동		SS	BOD	T-N	색도	탁도	증발 잔류물
접촉 (물놀이)	수질	25 _{mg} /L 이하	-	-	-	-	-
	물의 색	-	-	-	-	-	-
	물의 냄새	25 _{mg} /L 이하	7 _{mg} /L 이하	-	-	-	-
사람이 들어감 (수영장)	수질	-	-	-	10도	-	-
	물의 색	-	-	1 _{mg} /L	-	5NTU 이하	-
	물의 냄새	-	-	-	-	-	-
배를 이용함. (보트, 카누)	수질	-	-	2 _{mg} /L	-	-	100 이하
	물의 색	-	-	1 _{mg} /L	5도	3NTU 이하	100 이하
	물의 냄새	10 _{mg} /L	-	-	-	10NTU 이하	100 이하

(2) 외국의 하천활동별 수질기준

일본의 하천활동별 수질기준은 1986년에 제시된 광역 농촌배수시스템검토 조사보고서(일본 농업토목종합연구소)를 참고할 수 있다. 이 조사보고서에서는 하천의 수질기준을 우리나라와 같이 하천활동 및 이용목적별로 다르게 규정하고 있다.

하천의 활동 및 이용은 수영, 목욕, 낚시, 산책 등으로 구분하고 이들 활동을 위해 필요한 수질을 친수A, B, C, D 4등급으로 나누고 있는데, 친수등

급별 수질기준은 <표 4-8>과 같다.

친수A등급은 수영이 가능하고 BOD 1mg/L 이하이며, 친수B등급은 목욕이 가능한 수준으로 BOD 3mg/L 이하로 규정하고 있다. 한편 친수C와 D등급은 낚시, 조깅, 산책 등의 활동에 적합한 용도로 BOD 5~10mg/L 이하로 제시되어 있다.

<표 4-8> 친수 이용목적별 수질항목 및 기준

친수 등급	친수 이용목적별 적응성	항목별 기준치				
		pH	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	DO (mg/L)	대장균군수 (MPN/100mL)
친수 A등급	- 자연환경이 보존된다. - 간단한 정화로 마실 수 있다(수도1급 및 2급) - 수영 - 송어, 곤들매기, 반디볼	6.5~8.5	1 이하	25이하	7.5 이상	50 이하
친수 B등급	- 물가의 경관이 보존된다. - 고도의 정화로 마실 수 있다(수도3급) - 목욕 - 반딧불	6.5~8.5	3 이하	25이하	7.5 이상	5,000 이하
친수 C등급	- 주변경관이 유지된다. - 역사문화적 가치의 보전 - 낚시(잉어 등) - 조깅, 자전거 코스, 산책길, 이벤트 광장	6.5~8.5	5 이하	50이하	5 이상	25,000 이하
친수 D등급	- 주변경관이 유지된다. - 역사문화적 가치의 보전 - 관상용 잉어 등 물고기, 물새 - 산책길, 이벤트 광장	6.5~8.5	10 이하	쓰레기 등의 부유물질이 없을 것	2 이상	

자료 : 1986년도 광역 농촌배수시스템검토 조사보고서(일본 농업토목종합연구소)

또한 미국의 EPA에서 규정하고 있는 하천수질기준은 <표 4-9>와 같다. 하천수질은 낚시와 보트놀이의 위락용수와 하천유지용수로 나누어져 있으며 BOD는 모두 10mg/L 이하로서 유기물농도는 같지만 총대장균수가 위락용수의 경우에 검출되지 않아야 하는 것으로 규정되어 있다.

〈표 4-9〉 미국 EPA의 하천수질기준

하천이용	수질기준항목				
	pH	SS(mg/L)	BOD(mg/L)	탁도(NTU)	총대장균(개/100mL)
위락용수 (낚시, 보트놀이 등)	6~9		10	2	불검출
하천유지용수		30	10		200

2. 하수처리수의 유지용수 이용측면 기준검토

1) 우리나라의 하수처리수 재이용관련 수질기준

환경부는 하수처리수 재이용을 활성화하고 인체 위해성 여부와 냄새, 색도로 인한 심미적 거부감 등의 문제점을 해결하기 위하여 2005년 3월 하수처리수 재이용 촉진 시범사업계획을 수립하고 2005년 12월 하수처리수 재이용 수질 권고기준을 <표 4-10>과 같이 마련하였다.

환경부의 수질권고기준은 하천용수용도를 유지용수와 친수용수로 구분하고 있다. 유지용수는 하천의 건천화에 따른 유지용수 공급 및 하천기능 유지, 낚시 등 레크리에이션 활동이 가능한 용수로서 BOD 10mg/L 이하로 규정하고 있으며, 반면 친수용수는 물놀이, 수영 등 인체와 직접 접촉이 가능한 용수로서 BOD 3mg/L 이하로 강화하여 제시하고 있다.

또한 수도법에서는 중수도 관련 법규에서 규정하고 있다. 이중에서 하수처리수를 하천유지용수로 재이용하는 경우의 수질은 수도법 시행규칙에서 규정해 놓은 중수도 수질기준에서 조경용수의 수질기준을 참고할 수 있다.

하수처리수의 하천유지용수 재이용수질과 관련된 중수도 수질기준은 <표 4-11>과 같다.

〈표 4-10〉 하수처리수 용도별 재이용 수질 권고기준

수 질 항 목	청소용수 ¹⁾	조경용수 ²⁾	유지용수 ³⁾	친수용수 ⁴⁾	농업용수 ⁵⁾	공업용수 ⁶⁾
pH	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	6.0~8.5	6.5~8.5
SS(mg/L)				6 이하		10 이하
BOD(mg/L)	10 이하	10 이하	10 이하	3 이하	8 이하	6 이하
COD(mg/L)	20 이하	20 이하				
DO(mg/L)			2 이상	2 이상	2 이상	
탁도(NTU)	2 이하	2 이하				10 이하
잔류염소 ⁷⁾	0.2 이상	-				
냄새	미불쾌	미불쾌	미불쾌	미불쾌		
색도(도)	20 이하	20 이하	40 이하	10 이하		
외 관	미불쾌	미불쾌				
Cl ⁻ (mg/L)		250 이하			250 이하	
T-N(mg/L)			10 이하	10 이하		
T-P(mg/L)			1 이하	1 이하		
Al(mg/L)					5 이하	
AS(mg/L)					0.05 이하	
B-total(mg/L)					0.75 이하	
Cd(mg/L)					0.01 이하	
Cr ⁺⁶ (mg/L)					0.05 이하	
Co(mg/L)					0.05 이하	
Cu(mg/L)					0.2 이하	
Pb(mg/L)					0.1 이하	
Li(mg/L)					2.5 이하	
Mn(mg/L)					0.2 이하	
Hg(mg/L)					0.001 이하	
Ni(mg/L)					0.2 이하	
Se(mg/L)					0.02 이하	
Zn(mg/L)					2 이하	
ABS(mg/L)			1.0	1.0	0.5 이하	
CN(mg/L)					불검출	
PCB(mg/L)					불검출	
총대장균군(개/100mL)	불검출	불검출	1,000 이하	불검출	200 이하	1,000 이하

- 주 1) 청소·세차용수, 수세식 화장실 변기 세척용수, 도로청소용 살수용수와 이와 유사한 용도에 적용
 2) 연못, 가로수, 공원 및 골프코스과 이와 유사한 용도로 사용되는 경우에 적용
 3) 하천의 건천화에 따른 유지용수 공급 및 하천기능 유지, 낚시, 물놀이 등 레크리에이션 활동 가능
 4) 수영 등 인체에 직접 접촉 가능한 경우에 적용
 5) 논 농사용 관개용수로 이용하는 경우에 적용, 발농사, 화훼용수 등은 수요처와 별도 협의하여 결정
 6) 산업용 냉각용수로 이용하는 경우에 적용. 다회 순환 냉각수, 공정수, 보일러수 등은 수요처와 협의
 7) 염소로 소독하는 경우에만 적용

〈표 4-11〉 중수도 수질기준

구 분	수세식화장실용수	살수용수	조경용수	세차청소용수
대장균군수	검출되지 아니할 것	검출되지 아니할 것	검출되지 아니할 것	검출되지 아니할 것
잔류염소(mg/L)	0.2mg/L 이상일 것	0.2mg/L 이상일 것	-	0.2mg/L 이상일 것
외관	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것
탁도(NTU)	2NTU를 넘지 아니할 것	2NTU를 넘지 아니할 것	2NTU를 넘지 아니할 것	2NTU를 넘지 아니할 것
BOD(mg/L)	10mg/L를 넘지 아니할 것	10mg/L를 넘지 아니할 것	10mg/L를 넘지 아니할 것	10mg/L를 넘지 아니할 것
냄새	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것
pH	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5
색도(도)	20도를 넘지 아니할 것			20도를 넘지 아니할 것
COD(mg/L)	20mg/L를 넘지 아니할 것	20mg/L를 넘지 아니할 것	20mg/L를 넘지 아니할 것	20mg/L를 넘지 아니할 것

2) 외국의 하수처리수 재이용관련 기준

일본의 하수처리수를 하천유지용수로 재이용하기 위한 수질기준은 경관용수와 친수용수로 나누어 규정하고 있다. 2005년 4월에 공표된 ‘하수처리수 재이용수질기준 등 매뉴얼’에 제시된 이용용도에 따른 수질기준은 <표 4-12>와 같다. BOD가 없으며 항목은 위생과 미관, 감각 등 7개로 구성되어 있다. 탁도의 경우 경관용수와 친수용수 모두 2NTU 이하이고, 색도와 대장균의 경우 친수용수가 각각 10도 이하, 불검출의 결과를 보여 경관용수보다 강화된 것으로 나타났다.

〈표 4-12〉 일본의 하수처리수 재이용 수질기준 및 시설기준

	기준적용 개소	화장실용수	살수용수	경관용수	친수용수
pH	재생 처리 시설 출구	5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6
대장균		불검출 ¹⁾	불검출 ¹⁾	불검출 ¹⁾	불검출 ¹⁾
탁도		2도 이하	2도 이하	2도 이하	2도 이하
외관		불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것
색도		- ²⁾	- ²⁾	40도 이하 ²⁾	10도 이하 ²⁾
취기		불쾌하지 않을 것 ³⁾	불쾌하지 않을 것 ³⁾	불쾌하지 않을 것 ³⁾	불쾌하지 않을 것 ³⁾
잔류 염소	책임 분계점	(관리목표치) 유리잔류염소 0.1mg/L 또는 결합잔류염소 0.4mg/L 이상 ⁴⁾	(관리목표치) ⁴⁾ 유리잔류염소 0.1mg/L 또는 결합잔류염소 0.4mg/L 이상 ⁵⁾	비교참조 ⁴⁾	(관리목표치) ⁴⁾ 유리잔류염소 0.1mg/L 또는 결합잔류염소 0.4mg/L 이상 ⁵⁾
시설 기준		모래여과시설 또는 동 등 이상의 기능을 가 지는 시설을 설치할 것	모래여과시설 또는 동 등 이상의 기능을 가 지는 시설을 설치할 것	모래여과시설 또는 동 등 이상의 기능을 가 지는 시설을 설치할 것	응집침전 + 모래여과 시설 또는 동등 이상 의 기능을 가지는 시 설을 설치할 것
비고		1) 검수량 100mL로 한다(특정효소기질 배지법). 2) 이용자의 의향 등에 따라 필요에 의해 기준치를 설정 3) 이용자의 의향 등 에 따라 필요에 의 해 취기강도를 설정 4) 공급처에서 추가염 소 주입을 행하는 경우에는 개별의 협 정 등에 따라 하면 된다.	1) 검수량 100mL로 한다(특정효소기질 배지법). 2) 이용자의 의향 등 에 따라 필요에 의 해 기준치를 설정 3) 이용자의 의향 등 에 따라 필요에 의 해 취기강도를 설정 4) 소독의 잔류효과가 특별하게 필요치 않 는 경우는 적용되지 않는다. 5) 공급처에서 추가 염 소주입을 행하는 경 우에는 개별의 협정 등에 따라 하면 된 다.	1) 잠정적으로 현행기 준(대장균군수 1,000CFU/100mL 를 채택) 2) 이용자의 의향 등 에 따라 필요에 의 해 기준치를 설정 3) 이용자의 의향 등 에 따라 필요에 의 해 취기강도를 설정 4) 생태계 보전 관점으 로 부터 염소소독 이외의 처리를 하는 경우 및 사람이 접 촉하는 것을 전제하 지 않는다.	1) 검수량 100mL로 한다(특정효소기질 배지법). 2) 이용자의 의향 등 에 따라 필요에 의 해 기준치를 설정 3) 이용자의 의향 등에 따라 필요에 의해 취기 강도를 설정 4) 소독의 잔류효과가 특별하게 필요치 않 는 경우는 적용하지 않는다. 5) 공급처에서 추가 염 소 주입을 행하는 경우에는 개별의 협 정 등에 따라 하면 된다.

출처 : SEWAGE WORKS IN JAPAN 2005, 일본하수도협회, 2005

일본하수도협회와 국토교통성이 제시하고 있는 하수처리수 재이용 기준은 <표 4-13>에 나타내었으며, 건설성(현, 국토교통성)의 재이용기준은 <표 4-14>과 같다. 또한 1981년에 일본 하수도협회가 규정한 하수처리수 순환이용기술지침(안)에서 제시한 하수처리수의 하천유지용수로 공급기준은 <표 4-15>에 나타내었다.

재이용 수질기준에서 경관용수는 연못, 작은 시냇가, 분수 등 환경을 쾌적하게 이용되는데 제공되는 물로 인체와의 접촉을 전제로 하지 않는 용수를 나타내며, 반면 친수용수는 인체와의 접촉을 전제로 하는 용수를 말한다. 여기서 인체와의 접촉이란 작은 시냇가 등에 손발을 담그는 정도인 신체의 부분적인 접촉으로 인한 물과의 교류를 말하며 물에 들어가는 등의 전신에 대한 접촉을 나타내는 것은 아니다.

경관용수와 친수용수의 수질기준에서의 큰 차이는 유기물의 오염정도를 나타내는 BOD항목에 있는데, 경관용수는 10mg/L 이하인 반면에 친수용수는 3mg/L이하로 인체와 접촉하는 용도인 친수용수의 기준이 상당히 강화되어 있다. 이와 함께 위생적 측면에서의 오염정도에 대한 지표인 대장균균수는 경관용수가 1,000개/100mL 이하인 것에 대해 친수용수는 50개/100mL로서 친수용수의 기준이 낮게 규정되어 있다.

<표 4-13> 경관 및 친수용수의 수질기준 등

수질항목	경관용수		친수용수
	일본하수도협회	국토교통성 (하수처리수)	
색도(도)	30 이하	40 이하	10 이하
냄새	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것
탁도(NTU)	20 이하	10 이하	5 이하
pH	5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6
CODMn(mg/L)	60 이하	-	-
BOD(mg/L)	-	10 이하	3 이하
증발잔류물(mg/L)	800 이하	-	-
MBAS(mg/L)	1 이하	-	-
철+망간(mg/L)	0.5 이하	-	-
대장균균수(개/mL)	-	1,000 이하	50 이하

〈표 4-14〉 하수처리수의 경관 및 친수용수의 수질 검토매뉴얼(안)

(1991년, 건설성(현, 국토교통성))

항 목	경관용수 이용	친수용수 이용
대장균군수(개/100mL)	1,000 이하	50 이하
BOD(mg/L)	10 이하	3 이하
pH	5.8~8.6	5.8~8.6 이하
탁도(NTU)	10 이하	5 이하
냄새	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것
색도(도)	40 이하	10 이하

〈표 4-15〉 경관용수와 친수용수 이용에 관한 목표수질

항 목	경관용수 이용	친수용수 이용
대장균군수(개/100mL)	1,000 이하	50 이하
BOD(mg/L)	10 이하	3 이하
pH	5.8~8.6	5.8~8.6
색도(도)	40 이하	10 이하
취기	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것

자료 : 일본 하수도협회, 하수처리수 순환이용기술지침(안) 1981년 9월

3. 하천의 하수처리수 공급수질기준(안)

1) 유지용수 수질기준 설정방향

하수처리수를 하천유지용수로 공급할 경우에 하천의 환경보전 및 이용측면에서의 수질기준과 하수처리수 공급측면에서의 수질기준을 검토하여 적절한 공급기준이 설정되어야 한다.

그러므로 하수처리수의 하천유지용수 공급기준을 설정하기 위한 검토조건은 다음과 같다.

- ① 하천의 환경보전 및 이용측면에서의 목적에 적합한 기준
- ② 하수처리수가 하천유지용수로 원활하게 이용될 수 있는 기준

지금까지 하천기능, 이용 및 하수처리수 재이용과 관련된 수질기준과 하수처리수를 하천유지용수로 이용하고 있는 사례를 종합해서 정리하면 다음과 같다.

(1) 하천기능 및 이용관련 기준

- 경관보전과 관련하여 물의 색과 냄새가 문제되지 않기 위해서 하천수질이 BOD 6mg/L 이하로 유지되어야 함.
- 수생동물, 갑각류, 어류 등과 함께 공존하기 위해서는 하천수질이 BOD 5mg/L 이하 정도가 되어야 함.
- 하천이용측면에서 물과 접촉하는 활동은 BOD가 3mg/L 이하이고 물과 접촉하지 않으며 환경보전을 위한 활동은 BOD가 10mg/L 이하이어야 함.
- 하천의 이용은 수영, 목욕, 낚시, 산책 등으로 구분하고 이들 활동에 필요한 수질은 수영인 친수A등급은 BOD 1mg/L 이하, 목욕에 해당하는 친수B등급은 BOD 3mg/L 이하, 낚시 및 산책인 친수C와 D등급은 BOD 5~10mg/L 이하로 함.

(2) 하수처리수의 유지용수 이용관련 기준

- 하수처리수의 재이용 수질기준에서 조경용수로 공급될 경우 수질은 BOD가 10mg/L를 넘지 아니하고 대장균군은 검출되지 않아야 하는 것으로 규정되어 있음.
- 인체와 접촉하지 않는 경관용수는 BOD 10mg/L 이하이며 인체와 접촉하는 친수용수는 BOD 3mg/L 이하로 책정함.
- 하천에 녹조가 발생하지 않도록 T-N과 T-P의 기준을 강화함.

2) 하천유지용수 공급수질기준(안) 설정

하천유지용수 공급수질기준의 설정방향에 의하여 환경부 및 일본의 하수처리수 재이용 수질권고기준(안) 등을 포함하여 하수처리수의 하천유지유량 재이용관련 수질기준들을 종합적으로 검토하였다.

환경부의 재이용 수질항목은 BOD, T-N, T-P, 대장균군수를 비롯한 총 8개 항목이며 일본의 하수처리수 재이용 수질기준과 비교하면 T-N과 T-P 항목이 추가되어 있다. 친수용수가 유지용수에 비해 BOD가 3mg/L 이하로 강화되어 있다.

한편, 일본의 시가현은 생물학적 처리 후 모래여과 + 오존산화 + 입상활성탄을 이용한 초고도처리를 도입함으로써 일반 고도처리를 할 경우의 COD 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 개선하고 있다. 또한 카스미가우라 수이고(水郷)하수처리장에서는 생물반응조 전 계열이 A₂O공법으로 질소 및 인을 제거하고 있으며, 추가로 호기조 말단부분에 응집제를 첨가하여 인을 제거하는 시스템을 도입하여 연평균 방류수질농도(0.06mg/L)로 카스미가호수의 수질을 개선하였다. 이 연구에서 설정한 하수처리수의 하천유지용수 공급수질기준 방향은 다음과 같다.

- 하수처리수를 하천유지용수로 공급하는 기준은 재이용의 효율화를 높이기 위해 인체와의 접촉여부를 고려하여 유지용수와 친수용수로 구분함.
- 부천 시민의 강, 대구 신천의 하수처리수 재이용의 운영결과에서 영양염류에 의한 녹조발생이 큰 문제점으로 나타나고 있는 것과 일본 도쿄의 타마가와(多摩川) 물재생센터의 하수처리수에 의한 청류부활사업 내용을 고려하여 친수용수의 T-N과 T-P의 공급기준을 강화함.
- 인체와 접촉하는 친수용수는 BOD와 대장균군수 등의 공급기준을 강

화합.

○ 색도(도)를 5 이하로 강화함.

이 연구에서 하수처리수의 하천유지용수 재이용 수질기준은 <표 4-16>과 같이 제시하고자 한다.

<표 4-16> 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 제안함.

주2) 환경부에서 제시된 친수용수 수질기준

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

3) 수질기준별 하천공간 활용방안

하수처리수의 하천유지용수 공급기준에서 유지용수와 친수용수에 대한 이용성 및 하천공간 활용방향에 대해 제시하면 다음과 같다.

(1) 유지용수

- 하천의 건천화에 따른 유지용수 공급 및 하천기능 유지, 낚시 등 레크리에이션 활동이 가능한 용수이다.
- 물놀이할 정도로 깨끗하지는 않지만 β-중부수성 수역에 생식하는 잉어 등이 풍부하고 낚시 등은 충분히 가능한 용수이다.

- 수질을 보전하기 위해 산화연못, 산화수로, 낙차공 등을 여러 곳에 설치한다. 이들 시설과 함께 하상에 자갈을 깔고 수목 등을 이용해 수경을 실시하고 또한 전시 등으로 지역주민에게 적극적으로 휴식공간을 제공한다.
- 하천변 공간은 지역주민의 산책, 조깅 외에 대기실이나 이벤트광장으로 이용되도록 정비한다.

(2) 친수용수

- 물놀이 등 인체와 직접 접촉이 가능한 용수이다.
- 깨끗한 수질이 유지되고 있는 하천으로서 물놀이나 빈부수성 수역에서 서식하는 생물이 존재한다.
- 하천을 친수공간으로 이용하기 위해 하상의 구조를 친자연적이고 자연정화기능이 큰 것으로 하고 어류블록이나 반디블록 설치나 안전한 물놀이 공간을 마련하는 등 물의 접근을 안전하고 용이하게 하면서 산책 및 조깅에 적합하게 계획한다.
- 하천의 물가를 포함하여 주위의 경관을 종합적으로 평가하고 나무를 심고 지역의 역사문화를 알기 쉽게 소개하는 전시회 등을 개최한다.

제2절 고도재생수 공급유량 및 수질

1. 고도재생수의 공급유량

하천으로 공급해야 하는 유량은 목표유량에서 유하량과 손실량을 고려한 후 지하철 역사의 지하수공급량을 제외하여 산출하였다. 서울시 36개 하천에서 국가하천인 한강과 중랑천, 안양천, 지방1급하천인 청계천을 제외한 32개 하천을 대상으로 하천별로 하천유지유량을 공급할 필요가 있는 하천

을 선정하였다. 그 결과 복개하천을 제외하고 하천유지용수가 부족하여 유지유량의 공급이 필요한 하천을 하수처리구역별로 나타내면 <표 4-17>과 같다.

〈표 4-17〉 유지수량 공급이 필요한 하천의 공급유량

처리구역	하천명	복개율(%)	필요유량(m ³ /일)
중랑	도봉천	4%	10,100
	방학천	31%	10,000
	우이천	21%	14,000
	대동천	32%	6,300
	목동천	-	3,900
탄천	여의천	-	8,000
	세곡천	-	9,000
	고덕천	-	9,000
	망월천	-	5,000
서남	도림천	77%(반복개)	11,900

복개하천을 제외하고 유지유량의 공급이 필요한 하천은 10개 하천으로 중랑하수처리구역 내 하천은 도봉천, 방학천, 우이천, 대동천, 목동천 등 5개 하천이며, 탄천하수처리구역 내 하천은 여의천, 세곡천, 고덕천, 망월천 등 4개 하천이다. 서남하수처리구역의 경우 도림천이 유지유량의 공급이 필요하며, 난지하수처리구역에는 유지유량 공급이 필요한 하천이 없다.

2. 고도재생수의 공급수질

유지유량의 공급이 필요한 10개 하천을 대상으로 하수의 고도처리수가 공급될 경우, 공급되어야 할 수질을 하수처리구역별로 나타내었다.

1) 중랑하수처리구역 내 하천의 고도재생수 공급수질

(1) 도봉천

도봉천은 「하천정비기본계획」에서 하천의 목표수질을 II등급으로 설정하였으며, 현재 도봉천의 수질은 Ib등급인 BOD 2mg/L 이하이다. 도봉천은 하천주변이 교통시설지가 아니므로 접근성이 양호하며, 상류지역 하천이기 때문에 하류하천의 생태계를 고려하여 도봉천의 고도재생수 공급수질기준을 <표 4-18>과 같이 친수용수로 선정한다.

<표 4-18> 도봉천의 고도재생수 공급수질

측정지점	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	하천수질	목표수질	고도재생수 공급수질
상류	0.3~2.7	1.3	Ib	II	친수용수 (BOD 3mg/L 이하)
하류	0.8~2.3	1.6	Ib	II	

(2) 방학천

「하천정비기본계획」에서 방학천의 목표수질은 상류·중류 모두 III등급으로 설정하였다. 현재 하류가 건천화된 방학천의 수질은 상류가 VI등급(매우 나쁨), 중류가 V등급(나쁨)이다. 또한 방학천은 산책로 조성계획이 없으며 제방이 옹벽으로 접근성이 나쁘다. 따라서 방학천의 고도재생수 공급수질기준을 <표 4-19>와 같이 유지용수로 선정한다.

<표 4-19> 방학천의 고도재생수 공급수질

측정지점	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	하천수질	목표수질	고도재생수 공급수질
상류	1.2~31.0	11.4	VI	III	유지용수 (BOD 10mg/L 이하)
중류	9.8	9.8	V	III	

(3) 우이천

우이천은 인근 주민들의 하천 이용가능성이 높다. <그림 4-1>과 같이 산책로와 체육시설이 조성되어 있어 접근성이 양호하다. 따라서 우이천의 고도재생수 공급수질기준을 <표 4-20>과 같이 친수용수로 선정한다.



〈그림 4-1〉 우이천의 산책로 및 체육시설

〈표 4-20〉 우이천의 고도재생수 공급수질

측정지점	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	하천수질	목표수질	고도재생수 공급수질
상류	1.0~5.9	2.8	Ⅱ	Ⅲ	친수용수 (BOD 3mg/L 이하)
중류	1.4~7.3	3.7	Ⅲ	Ⅲ	
하류	2.3~9.4	4.6	Ⅲ	Ⅲ	

(4) 대동천

대동천은 하류와 중류의 32%가 복개되어 도로로 이용되고 있다. 『서울시 하천정비기본계획』에서는 대동천의 하천단면이 단단면으로 계획되어 있어 산책로 조성 등 주민접근시설의 설치가 어렵다. 그러나 대동천은 우이천의 지천으로 우이천의 수질보전을 위해서 우이천과 같이 고도재생수의 공급수질을 <표 4-21>과 같이 친수용수로 선정한다.

〈표 4-21〉 대동천의 고도재생수 공급수질

측정지점	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	하천수질	목표수질	고도재생수 공급수질
상류	1.0~2.0	1.4	Ⅱb	Ⅱ	친수용수 (BOD 3mg/L 이하)
중류	1.0~3.4	2.0	Ⅱb	Ⅱ	
하류	1.0~1.6	1.2	Ⅱb	Ⅱ	

(5) 묵동천

묵동천은 현재 수질이 V등급(나쁨)이며, 목표수질은 III등급(보통)이다. 「하천정비기본계획」에서 묵동천은 산책로를 조성할 계획이며 묵동천 1하구에서 묵동천 2합류부 구간은 주민 이용시설을 조성할 계획이므로 고도재생수의 공급수질을 <표 4-22>와 같이 친수용수로 선정한다.

〈표 4-22〉 묵동천의 고도재생수 공급수질

측정지점	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	하천수질	목표수질	고도재생수 공급수질
하류	4.2~27.2	11.3	V	Ⅲ	친수용수 (BOD 3mg/L 이하)

2) 탄천하수처리구역 내 하천의 고도재생수 공급수질

(1) 여의천

여의천의 수질은 II등급에 해당하며 「하천정비기본계획」에 나타난 목표수질은 III등급이다. 여의천은 현재 산책로 등이 조성되어 있지 않지만, 접근이 용이하고 자연형 수로에 의하여 유하하기 때문에 양안으로 사람들이 통행할 수 있는 공간이 있다. 또한 여의천은 양재천으로 유입되므로 양재천의 목표수질을 고려하여 고도재생수의 공급수질기준을 <표 4-23>과 같이 친수용수로 선정한다.

〈표 4-23〉 여의천의 고도재생수 공급수질

측정지점	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	하천수질	목표수질	고도재생수 공급수질
상류	0.8~5.5	2.8	Ⅱ	Ⅲ	친수용수 (BOD 3mg/L 이하)
중류	1.0~5.3	2.9	Ⅱ	Ⅲ	

(2) 세곡천

세곡천은 주변이 개발제한구역이므로 풍부한 생태계의 보전이 가능하다. 또한 자연형 하천인 세곡천의 현재 수질은 Ⅲ등급에 해당한다. 세곡천의 수질 개선 측면에서도 고도재생수의 공급수질기준은 <표 4-24>와 같이 친수용수가 적합하다.

〈표 4-24〉 세곡천의 고도재생수 공급수질

측정지점	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	하천수질	목표수질	고도재생수 공급수질
상류	1.2~7.0	4.2	Ⅲ	Ⅲ	친수용수 (BOD 3mg/L 이하)
중류	0.8~8.2	4.2	Ⅲ	Ⅲ	
하류	1.4~13.3	5.1	Ⅳ	Ⅲ	

(3) 고덕천

고덕천은 「하천정비기본계획」에서 제방마루에 산책로를 조성할 계획이 있으며, 제방이 환경사인 자연형 하천이므로 고도재생수의 공급수질기준은 <표 4-25>와 같이 친수용수가 적당하다.

〈표 4-25〉 고덕천의 고도재생수 공급수질

측정지점	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	하천수질	목표수질	고도재생수 공급수질
상류	2.9~22.4	9.8	V	Ⅲ	친수용수 (BOD 3mg/L 이하)
하류	5.6~16.5	12.3	Ⅵ	Ⅲ	

(4) 망월천

망월천은 하류의 수질등급이 VI등급이며 『하천정비기본계획』의 목표수질은 II등급이다. 망월천은 고덕천으로 유입되므로 고덕천의 수질을 고려하여 고도재생수의 공급수질기준을 <표 4-26>과 같이 친수용수로 선정한다.

〈표 4-26〉 망월천의 고도재생수 공급수질

측정지점	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	하천수질	목표수질	고도재생수 공급수질
하류	17.5	17.5	VI	II	친수용수 (BOD 3mg/L 이하)

3) 서남하수처리구역 내 하천의 고도재생수 공급수질

(1) 도림천

도림천은 65%가 반복개되어 도로나 주차장으로 이용되고 있다. 도림천은 인근 주민들의 하천이용 가능성이 높으며 <그림 4-2>와 같이 산책로가 조성되어 접근성이 양호하다. 따라서 도림천의 고도재생수 공급수질기준은 <표 4-27>과 같이 친수용수가 적당하다.

〈표 4-27〉 도림천의 고도재생수 공급수질

측정지점	측정값 범위(mg/L)	평균값(mg/L)	하천수질	목표수질	고도재생수 공급수질
상류	1.8~11.1	7.2	IV	Ia	친수용수 (BOD 3mg/L 이하)
중류	1.2~5.6	4.6	III	II	
하류	1.3~6.6	4.9	III	III	



〈그림 4-2〉 산책로가 조성된 도림천

제3절 유지용수 공급을 위한 하수재처리기술

4개 물재생센터에서 처리수를 하천유지용수로 공급하기 위하여 2차처리수와 향후 계획된 고도처리수에 대해 수질을 검토한 결과, 하수처리수나 고도처리수가 하천목표수질을 만족하지 못하므로 별도의 재처리가 필요한 것으로 나타났다.

2차처리수와 고도처리수의 재처리를 위한 제거대상항목별 처리방법의 성능은 <표 4-28>과 같다.

〈표 4-28〉 제거대상항목과 처리방법의 성능

처리방법	수질 항목 대상수	SS	탁 도	색 도	냄 새	B O D	C O D	거품 원인 물질	T-P	T-N	NH ₃ -N	대장균 군수	용해성 무기물
급속 모래여과	2차처리수	◎ ○	◎ △	-	-	◎ △	△ ×	-	-	-	-	○ ×	-
활성탄 흡착법	2차처리수의 모래여과수	-	△ ×	○ ↓ △	◎ △	○ △	◎ ↓ △	◎ △	-	-	-	-	-
오존처리법	2차처리수의 모래여과수	-	○ △	◎ △	◎ △	○ △	○ △	○ △	-	-	-	◎	-
생물막 여과법	2차처리수	◎ ○	◎ △	△ ×	△ ×	◎ △	△ △	△ ×	-	-	○ △	◎ ○	-
응집침전법 ¹⁾	2차처리수	◎ ○	◎ ○	○ △	△ ×	◎ △	○ △	△ ×	◎ ○	-	-	◎ ○	-
선택적 이온교환법	2차처리수	-	-	-	-	-	-	-	-	-	◎ △	-	-
생물학적 인-질소 동시제거법	2차처리수	-	-	-	-	-	-	-	◎ △	◎ ○	◎ ○	-	-
한외여과법	2차처리수	◎	◎	△	-	◎ ○	○ △	○ △	-	-	-	◎	-
역삼투법	2차처리수 응집모래여과수	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

◎ : 제거효과가 높다(제거율 약 70% 이상), ○ : 제거효과가 중간(제거율 약 50% 전후)

△ : 제거효과가 낮다(제거율 약 10~30% 정도), × : 기대하지 않는 편이 좋다

- : 제거대상이 아닌 항목, | : 제거범위, ↓ : 시간경과

주 1) 모래여과 후

출처 : 김갑수 등 번역, 하수의 고도처리기술, 2000

1. 유기물 제거기술

각 유기물 제거기술에 대해 처리성능, 조작성, 슬러지발생량, 운전비용, 시설부지 등 5개 항목을 비교·검토하여 나타내면 <표 4-29>와 같다.

〈표 4-29〉 처리공법에 따른 유기물 제거 효율성 검토

주요제거 대상물질		관련 수질항목	대상수	처리방법	처리 성능	조작성	슬러지 발생량	운전 비용	시설 부지	
유 기 물	부 유 성	SS	2 차 처 리 수	급속 모래여과법	◎	◎	○	◎	○	
				응집 침전법	○	○	△	○	△	
				생물막법 (생물막여과)	◎	◎	○	◎	○	
				막분리법 (한외여과)	◎	○	○	△	◎	
	용 해 성	BOD COD		활성탄 흡착법	◎	○	○	△	○	
				오존 산화법	◎	○	◎	△	○	
				생물막법 (접촉산화)	○	○	○	○	△	

◎ : 좋거나 적다, 작다 ○ : 보통 또는 중 정도 △ : 나쁘거나 많다, 크다
출처 : 김갑수 등 번역, 하수의 고도처리기술, 2000

부유성 유기물을 제거하는 방법으로 급속모래여과법, 응집침전법, 생물막여과법(호기성 여상법), 한외여과법(Ultra Filtration, UF)을 들 수 있으며 이 방법들은 모두 SS와 BOD 제거성능이 안정되어 있다.

이들 처리법에 대한 검토결과는 다음과 같다.

- 급속모래여과법은 조작성이 뛰어나 고도처리의 가장 기본적인 프로세스이다. 어떠한 처리규모에도 적용이 가능하고 단독으로 또는 다른 프로세스와의 조합으로도 많이 사용되고 있다. 오존산화법과 활성탄 흡착법의 전처리공정으로 많이 도입되고 있다.

- 응집침전법은 응집플러크가 많은 양은 아니지만 유출하는 것이 있으므로 (특히 플러크형성이 불충분할 때) 급속모래여과법과 조합시킨 방법이 효과적이다. 최근에는 유기물 제거기술보다 인제거기술로서의 성향을 많이 띄고 있으며, 역삼투막 분리법의 전처리로도 응용되고 있다. 완속교반과 침전공정을 생략하고 급속교반만으로 모래여과조 중에서 응집시키는 응집여과법도 있지만, 대상수질, 수량, 이용가능한 모래여과설비 등 제약이 따른다.
- 생물막법의 하나인 생물막여과법은 통기설비가 첨가되는 것일 뿐 시설구조는 기본적으로 급속모래여과법과 동일하다. SS 제거성능은 급속모래여과와 비슷한 수준이며 용해성 유기물이 약간 제거된다. 따라서 오존산화법과 활성탄 흡착법을 조합시킨 경우, 모래여과법에 비해 시설로의 부하가 경감된다. 세균제거성도 뛰어나고 부하가 가벼울 때는 질산화능력도 높다. 모래여과 대신 검토할 만한 가치가 있는 기술이라고 할 수 있다.
- 한외여과법은 SS와 세균을 거의 100%, COD도 50% 정도 제거가능하여 처리성능면에서는 가장 뛰어나다. 그러나 현재로서는 운전비용이 다른 방법보다 훨씬 비싸며, 2차처리수 전량을 처리시에는 농축수처리의 문제도 있다. 따라서 2차처리수 중 일부를 이용하는 경우 등으로 한정되어야 할 것이다.
- 활성탄 흡착법, 오존산화법은 둘다 운전비용이 약간 비싸기는 하지만 생물학적 고도처리 공정 후의 실용적인 용해성 유기물 처리방법이다. 활성탄 흡착법의 COD제거율은 처음 통수할 때는 70~100%이지만 계속 통수하게 되면 서서히 제거율이 감소하게 된다. 감소하기는 하지만 통수배율 1만배 이상에서 20~40%의 COD제거율을 유지한다. 따라서 활성탄 흡착법은 기대 제거율에 따라 재생빈도, 신활성탄의 보급량이 다르고, 운전비용에도 영향을 미친다. 탈색, 탈취효과도 기대할 수 있

다. 보통 모래여과 등의 전처리시설을 설치해 탁도 성분을 제거하고 있다. 한편 오존산화법의 COD제거율은 30~40% 정도이며, 오존첨가량을 증가시켜도 제거율은 높아지지 않는다. 색도와 냄새의 감소, 살균이라는 부차적인 효과를 볼 수 있다.

- 이상과 같은 점을 바탕으로 부유물 제거를 위해서는 급속모래여과법과 생물막여과법이, 그리고 용해성 유기물 제거를 위해서는 활성탄 흡착법과 오존산화법이 현재로서는 효과적인 기술이라고 말할 수 있을 것이다.

2. 질소 및 인 제거기술

질소, 인 등의 영양염류 제거기술에 대한 평가는 <표 4-30>과 같다.

<표 4-30> 영양염류 제거기술

제거 대상물질	관련 수질항목	대상수	처리방법	처리성	조작성	슬러지 발생량	운전 비용	시설 부지
영양염류	인	PO ₄ -P T-P	2차 처리수	응집침전법	◎	○	△	○
	질소	NH ₃ -N	2차 처리수	선택적 이온교환법	○	○	○	△
	인, 질소	T-P T-N	1차 처리수	생물학적 동시제거법	○	△	○	△

◎ : 좋거나 적다, 작다 ○ : 보통 또는 중 정도 △ : 나쁘거나 많다, 크다
출처 : 김갑수 등 번역, 하수의 고도처리기술, 2000

1) 인제거기술

2차처리수를 대상으로 물리화학적인 방법으로 처리하는 것이 응집침전법이다. 이 처리법에 대한 검토결과는 다음과 같다.

- 혐기·호기활성슬러지법은 2차처리 공정 내에서 이루어지고 주로 생물학적 처리를 하는 것이고, 응집제첨가 활성슬러지법은 생물, 물리화학적 처리법을 병용하는 것이라고 할 수 있다. 혐기·호기활성슬러지법에서는 응집제를 첨가하여 인을 분리한다. 이들 제거법은 정도의 차이가 있지만 응집침전법에 의존하고 있다.
- 혐기·호기활성슬러지법은 혐기조와 호기조를 구분하고 혐기조에 수중교반기를 설치하는 등 약간의 개조를 하면 기존 시설에서도 충분히 사용할 수 있다. 유기물의 제거성능도 표준활성슬러지법과 비슷하다. 유입하수의 성상과 변동 등으로 인제거성능이 불안정한 경우는 응집제를 첨가하여 보완한다.
- 슬러지 처리공정에서 인이 재용출하여 수처리계로 반류하지 않도록 슬러지처리에 주의를 기울여야 하며 특히 슬러지를 자체 처리장에서 처리하지 않고 다른 장소로 운송하는 하수처리장에서는 슬러지저류 시에 인이 용출되지 않도록 하여야 한다.
- 이와 같이 2차처리수를 대상으로 하는 경우에는 슬러지발생량이 적은 방법이 적합하며 2차처리 공정 내에서 현재 상태보다 얼마간이라도 인을 제거할 경우에는 혐기·호기활성슬러지법, 규제치와 목표치가 있어서 안정성을 중시한다면 응집제첨가 활성슬러지법이 실용적이다.

2) 질소제거기술

질소제거기술에는 물리화학적 방법과 생물학적 방법이 있는데, 물리화학적 공정은 원칙적으로 2차처리수가 대상이고, 암모니아성 질소밖에 제거할 수 없다는 점이 생물학적 방법과의 공통점이다. 이들 처리법에 대한 검토결과는 다음과 같다.

- 물리화학적 방법은 처리법마다 문제점이 있는 것으로 알려져 있다. 이

를테면 암모니아 탈기법은 처리성능이 불안정하고 환경에 미치는 영향도 크며, 파괴점 염소처리법은 처리수 내의 질소 대부분이 암모니아성 질소라면 가장 높은 효율의 질소제거가 가능하지만 약품비가 비싸다. 또 선택적 이온교환법은 흡착제 재생 등의 문제가 있다. 현재 실제로 가동 중인 것은 생물학적 방법뿐이다. 생물학적 질소제거방법의 기본적인 공정은 순환식 질산화탈질법(활성슬러지순환변형법)이나 산화구법, 회분식 활성슬러지법, 회전원판접촉법 등도 운전방법을 적당히 선택하면 질소제거가 가능하다.

- 생물학적 질소제거법의 문제점은 질산화·탈질에 필요한 시간이 길고, 표준활성슬러지법보다 큰 시설용량과 넓은 부지가 필요하며, 또한 확정된 질산화속도, 탈질속도 값이 없다는 점이다. 속도를 어느 정도로 하느냐에 따라 반응조의 크기가 달라지므로 너무 커지거나 너무 작아질 우려가 있다. 또 생물반응이므로 당연히 수온의 영향을 받는다. 따라서 안정되고 높은 제거효율을 유지하기 위해서는 정확한 시설설계와 운전관리가 요구된다.

3) 질소 및 인 동시제거기술

질소 및 인의 동시제거기술로는 혐기-호기법과 순환식 질산화탈질법을 조합한 생물학적 처리법이 있다. 이들 처리법에 대한 검토결과는 다음과 같다.

- 질소와 인의 제거는 원리적으로 상반되는 면이 있어서 양쪽 다 높은 제거율로 안정적으로 제거하는 것은 곤란하다. 보통은 인제거가 불안정하기 때문에 응집제를 첨가해 인제거율을 보완하는 편이 좋다.
- 회분식 활성슬러지법(SBR)도 운전방법에 따라 질소 및 인의 동시제거가 가능하지만 경향은 거의 동일하다.

3. 미량성분 제거기술

미량성분으로는 용해성 염류, 탁도와 색도 등에서 나타나는 성분, 미생물 등을 들 수 있다. 이들 성분의 처리법에 대한 검토결과는 다음과 같다.

- 미량성분 제거기술로는 전기투석법, 막분리법, 소독법이 있다. 전기투석법은 무기이온 제거기술로, 공업용수의 염농도 저하 등 특수한 목적에 한해 이용된다.
- 막에는 정밀여과막(MF), 한외여과막(UF), 역삼투막(RO) 등이 있는데 분리성능이 다르므로 제거물질에 맞는 막분리법을 선정하면 된다. MF와 UF는 부유물질과 세균류 제거에 효과적이며, RO는 용해성 염류도 거의 대부분 제거한다. 막분리법은 막이 모듈로 콤팩트화되어 있어서 소요공간은 많이 들지 않지만 아직도 처리비용이 비싼 것이 단점이다. 그러나 재이용 용도에 따라서는 특히 위생학적으로 다른 처리기술보다 우수하다.
- 대장균군 소독은 어떤 소독법으로도 가능하다. 염소가 생태계에 영향을 미칠 우려가 있는 경우는 자외선 조사와 오존주입으로 소독하면 된다. 또 활성슬러지의 플록과 같은 부유물이 하수처리수에 남아 있게 되면 소독효과가 떨어지게 되므로 특히 세균수를 줄이고자 한다면 응집침전, 모래여과 등으로 부유물을 제거한 후에 소독하는 편이 좋다.

4. 하천유지용수 공급처리시스템 선정

일반적으로 하수처리는 전처리, 주처리, 후처리, 소독과정으로 구성되지만 처리공정의 조합이 증가할수록 항목별 제거효율이 증가하며 설치비 및 운영비가 증가하기 때문에 하천 유지용수의 기능 및 수질기준을 만족하는

최적 기술로 선택하여야 한다.

지금까지 검토한 내용을 종합하여 하수처리수의 하천유지용수 공급을 위한 하수처리방법에 대해 정리하면 <표 4-31>과 같다.

〈표 4-31〉 하천유지용수 공급을 위한 제거오염물질별 적용가능한 하수재처리방법

제거대상물질	처리시스템
주로 BOD, SS의 제거(10 _{mg} /L 이하, 수질보전목적)	• 활성슬러지법+급속모래여과
친수용수 이용, BOD COD, 색도의 제거(BOD 3 _{mg} /L 이하, COD 10 _{mg} /L 이하, 색도 10도 이하)	• 활성슬러지법+급속모래여과(생물막여과)+활성탄흡착 • 활성슬러지법+급속모래여과(생물막여과)+오존산화 • 전처리(응집침전·모래여과, MF막)
인제거(T-P 0.5~1 _{mg} /L)	• 활성슬러지법+생물학적인제거 • 응집제첨가활성슬러지법+급속모래여과 • 혐기·호기활성슬러지법+급속모래여과
질소제거 (T-N 60~80% 제거)	• 활성슬러지순환변형법+급속모래여과 • 회분식활성슬러지법(SBR)+급속모래여과
질소, 인의 동시제거	• 생물학적 질소, 인 동시제거법(인제거는 불안정) • SBR(인제거는 불안정) • 활성슬러지순환변형법+호기조에 응집제첨가
용해성염류까지 제거	• 활성슬러지법+응집침전+급속모래여과+역삼투막 • MF막+역삼투막
위생학적 안전	• 활성슬러지법+UV 또는 오존소독, 한외여과막(UF)

출처 : 김갑수 등 번역, 하수의 고도처리기술, 2000

제5장 고도재생수를 이용한 하천유지용수 공급방안

- 제1절 하천유지용수로 재이용하는 하수처리장
- 제2절 하천유지용수 재이용의 문제점
- 제3절 고도재생수의 하천유지용수 공급 타당성
- 제4절 서울시 고도재생수의 하천유지용수 공급방안

제5장

고도재생수를 이용한 하천유지용수 공급방안

제1절 하천유지용수로 재이용하는 하수처리장

2007년 말 전국에서 가동 중인 공공하수처리시설은 <표 5-1>과 같이 총 347개소이며, 처리 후 대부분이 하천으로 방류되고 있다. 이 중 고도처리 후 처리수를 방류하고 있는 하수처리장은 236개소이다.

〈표 5-1〉 하수처리시설 방류수역

	하수처리 후 방류수역		고도처리 후 방류수역	
	개소	비율(%)	개소	비율(%)
총 계	347	100	236	100
하천	279	80.4	184	78.0
호수	9	2.6	9	3.8
해역	54	15.6	39	16.5
기타	5	1.4	4	1.7

하천으로 방류된 하수처리수는 대부분 하천의 유지용수로 이용되고 있는데, 이 중에는 고도처리를 하지 않고 하천의 유지용수로 이용되고 있는 곳도 있다.

과천하수처리장은 표준활성슬러지법으로 처리된 21,633m³/일을 양재천

으로 방류하여 서울시계로 흐르는 양재천의 유지용수로 이용되고 있다. 또한 중랑천 상류에 위치하고 있는 양주시 남방하수처리장 및 의정부하수처리장은 각각 $2,600\text{m}^3/\text{일}$ 및 $156,607\text{m}^3/\text{일}$ 을 간헐포기접촉산화법 및 표준활성슬러지법으로 처리한 후 중랑천으로 방류하고 있다. 한편, 여름철 조류 발생 등에 따른 부영양화 현상으로 인하여 심미적 불쾌감 등이 발생됨에 따라 양재천 및 중랑천을 목표수질 II등급으로 개선하기 위하여 현재 과천 하수처리장 및 의정부하수처리장은 고도처리 개축공사에 따른 시운전 상태이다.

1.2차처리(생물학적 처리) 후 하천유지용수로 재이용하는 하수처리장

하수처리수를 하천유지용수로 재이용하고 있는 50개 하수처리장 중 고도처리를 하지 않는 곳은 11개소이다.

고도처리를 하지 않고 하천유지용수로 하수처리수를 재이용하는 하수처리장은 <표 5-2>와 같다.

의정부하수처리장의 경우, 처리수를 중랑천으로 자연유하시키고 있으나 그 중 하루에 11천m^3 의 하수처리수를 1km 상류로 압송시켜 중랑천의 유지용수로 재이용하고 있다. 추후에 중랑천 상류인 양주시계까지 관로를 매설하여 중랑천의 유지용수를 확보하려는 계획이다.

서산시 서산하수처리장도 처리수의 일부를 석림천, 석남천으로 가압하여 유지용수로 공급하고 있다. 각 하수처리장은 하수처리 재이용수를 부근 하천의 유지용수로 이용함으로써 친수공간을 확보하고 주민들의 휴식공간으로 이용되고 있다.

〈표 5-2〉 2차처리(생물학적 처리) 후 하천유지용수로 이용하는 하수처리장

지역	하수 처리장	하수처리량 (m ³ /일)	하천유지용수 재이용량(m ³ /일)	처리방법	유지용수 공급하천
부산시	해운대	36,388	34,397	표준활성슬러지법	춘천
의정부시	의정부	159,607	10,978	표준활성슬러지법	중랑천
제천시	제천	52,868	46,614	표준활성슬러지법	장평천
괴산군	괴산	3,568	2,523	산화구법	달천
서산시	서산	39,950	2,028	표준활성슬러지법	석림천, 석남천
홍성군	홍성	15,006	41	산화구법	월계천, 홍성천
목포시	남해	74,929	17,501	표준활성슬러지법	입암천
순천시	승주	1,056	945	산화구법	이사천
영천시	영천	27,379	26,830	표준활성슬러지법	금호강
울진군	온정	3,767	3,608	회전원판접촉법	소패천
하동군	하동	7,238	2,707	표준활성슬러지법	횡천강

2. 고도처리(3차처리) 후 하천유지용수로 재이용하는 하수처리장

고도처리수를 하천유지용수로 재이용하는 하수처리장은 39개소로 <표 5-3>과 같다.

하천방류지점이 유지용수 공급지점과 동일한 하수처리장은 부산 서부 및 기장하수처리장, 포천시, 보은군, 진천군 하수처리장 등 20개소로, 대부분 하수처리장이 방류하천 상류에 위치하여 방류하천의 유지용수로 공급되고 있다.

하천방류지점과 유지용수 공급지점이 다른 하수처리장은 서울 중랑물재생센터, 부산 동부하수처리장, 대구시 하수처리장, 부천시 굴포천하수처리장(북부수자원생태공원) 등으로 나타났다.

현재 청계천은 자양취수장에서 취수한 한강물로 유지용수를 확보하고 있으나 취수장 관로 및 펌프 점검 등 비상시에 중랑물재생센터의 고도처리수 10만m³/일(A₂O + 마이크로 디스크 필터 + 오존산화)을 유지용수로 공급할

수 있도록 되어 있다.

부산시 동부하수처리장은 방류수역이 수영천이지만 처리수의 일부를 석배천으로 압송하여 유지용수로 이용하고 있다. 대구시의 신천하수처리장은 약 10만m³/일을, 지산하수처리장은 장내용수를 제외한 전량을 신천의 유지용수로 공급하고 있다. 부천 굴포천하수처리장(북부수자원생태공원)은 시민의 강으로, 역곡하수처리장(남부수자원생태공원)은 역곡천으로 방류하여 유지용수를 공급하고 있다.

대구시 달서천하수처리장, 남양주시 제2화도하수처리장, 제천시 송학하수처리장, 태안군 태안하수처리장, 해남군 해남하수처리장, 무주군 무주하수처리장은 재이용수를 방류하천 상류로 가압하여 유지용수를 확보하고 있다.

〈표 5-3〉 고도처리(3차처리) 후 하천유지용수로 이용하는 하수처리장

지역	하수처리장	하수처리량 (m ³ /일)	하천유지용수 재이용량(m ³ /일)	처리방법	유지용수 공급하천
서울시	중랑	1,427,673	100,000	표준활성슬러지법+A ₂ O	청계천(비상시)
부산시	서부	6,806	6,211	SBR변법	평강천
	동부	60,813	18,463	BIOFOR	석배천
	기장	24,717	12,844	PL-2공법	죽성천
대구시	달서천	240,106	12,641	A ₂ O공법	달서천
	신천	467,990	100,000	A ₂ O공법	신천
	지산	25,101	21,430	A ₂ O공법	신천
부천시	굴포천	811,062	24,123	표준활성슬러지법+4단계 BNR	시민의 강
	역곡	30,577	15,775	DNR	역곡천
안양시	석수	188,190	11,707	표준활성슬러지법+CNR	안양천
용인시	기흥	32,565	3,104	B3	지곡천
	구갈	26,000	3,668	DNR	오산천, 수원천
남양주시	제2화도	13,364	2,040	DNR	묵현천
포천시	포천	16,433	14,307	DeNiPho	포천천
	영중	1,358	824	BCS	영평천
	영북	2,804	2,649	DeNiPho	부소천
	소흘	12,674	11,257	DeNiPho	포천천
	직동	1,182	1,139	BCS	봉선사천

〈표 계속〉 고도처리(3차처리) 후 하천유지용수로 이용하는 하수처리장

지역	하수 처리장	하수처리량 (m ³ /일)	하천유지용수 재이용량(m ³ /일)	처리방법	유지용수 공급하천
강릉시	주문진	8,860	2,164	표준활성슬러지법+HBR	공개천
평창군	대관령	1,627	43	ICEAS공법	송천
제천시	송학	943	3	SBR	무도천
보은군	보은	7,426	5,234	장시간포기법 B3	보청천
	속리산	1,330	1,100	SBR	달천
	마로	382	286	SBR	삼가천
진천군	진천	10,876	9,019	BSTS2	백곡천
	덕산	565	219	선회와류식SBR	한천천
	이월	864	559	선회와류식SBR	미호천
음성군	금왕	6,494	770	BNR3	응천
태안군	태안	8,364	5,753	DeNiPho	태안천
무주군	무주	3,000	301	SBR	남대천
부안군	부안	8,541	1,222	SBR	하장천 지천
순천시	주암	108	96	SBR	보성강
보성군	회천	692	621	ACS	영천천
해남군	해남	6,454	2,411	KIDEA	해남천
영광군	영광	6,000	926	SBR	영광천
경주시	경주	96,793	94,885	A ₂ O공법	금곡천
	안강	8,912	8,800	PID공법	형산강
울진군	울진	4,526	4,186	Bio-SAC	연호천
김해시	생림	363	262	BCS	화포천

제2절 하천유지용수 재이용의 문제점

하수처리수를 하천유지용수로 공급하는 경우에 발생할 수 있는 문제점은 조류발생, 색도, 냄새 등의 심미적 문제와 최근 제시되고 있는 환경호르몬에 의한 인체 위해성이다.

1. 심미적 문제

1) 조류발생

(1) 부천 시민의 강

하수처리수를 이용하여 하천유지용수로 공급할 경우 가장 큰 문제점은 <그림 5-1>과 같이 부착조류의 발생이다. 북부수자원생태공원(굴포천하수처리장)에서 유지용수를 공급받은 부천 시민의 강은 황산반토(Alum)의 첨가량을 조절함으로써 하수처리수를 유지용수로 공급한 첫 해에 비해 조류발생을 많이 억제시켰다.



시민의 강에 발생한 부착조류

Alum 첨가량 조절 후 생태계 복원된 시민의 강

〈그림 5-1〉 시민의 강 부착조류

(2) 대구 신천

대구 신천하수처리장은 신천으로 유입되는 중구, 동구, 남구, 북구, 수성구와 달성군 가창지역의 하수를 처리하여 금호강으로 방류하는 대구에서 가장 큰 하수처리장으로, 지산하수처리장의 처리수와 함께 건천화된 신천에 각각 10만 m^3 /일, 2만 m^3 /일의 처리수를 급속 모래여과하여 신천 상동교로 방류함으로써 신천을 친수공간으로 변화시켰다.

그러나 최근에 <그림 5-2>와 같이 신천에 녹조류가 발생하고 있어 유지용수에 대한 인제거 효율을 향상시키기 위한 대책 수립이 필요한 것으로 나타나고 있다.



〈그림 5-2〉 신천의 녹조류 발생 및 침전물 발생

2) 거품 및 냄새 발생

(1) 대구 신천

고도처리수를 공급함에 따라 신천의 14개 고무보(Rubber Dam) 하류지역에서 <그림 5-3>과 같이 거품이 발생되기도 하며, 여름철엔 기온이 상승함에 따라 녹조류가 발생되기도 한다. 또한 수위를 유지하기 위하여 설치한 가동보의 상류에 하천수가 정체됨에 따라 침전물 발생 및 수질의 악화를 초래하게 되었다.

대구시는 이러한 문제점을 해결하기 위해서 일주일 단위로 가동보를 작동시켜 물갈이를 실시하여 하상바닥의 침전물 제거와 수질개선 효과를 유도하고 있다. 또한 하천의 자정능력을 향상시키고자 8개의 분수를 가동시키고 있다.



〈그림 5-3〉 신천의 가동보 하류 거품 발생

(2) 도쿄 타마가와와 노비도메용수

도쿄도 타마가와(多摩川)의 노비도메(野火止)용수의 경우에는 처리수를 수로에 공급하기 시작하면서부터 여러 가지 문제점이 발생되었다. 우선, 수질이 하루살이 생육조건과 맞아 하루살이가 다량으로 발생했다. 그 대책으로 수로에 벌레 등을 방류해 하루살이의 유충인 적충을 잡아먹게 하고 있다. 또한 방류구와 수로의 단차에서 거품이 발생하여 이를 방지하기 위해 실리콘계 소포제(식품첨가용)를 0.5mg/L 정도 주입하고 있다.

하수처리수에는 부패냄새는 아니지만, 특유의 냄새가 있다. 3군데의 수로에서 臭袋法으로 냄새를 측정한 결과, 전부 냄새농도 10미만이었다. 그러나 냄새는 감각적인 것으로 통수직후 더러워진 수로바닥 때문에 냄새가 가중되어 민원이 들어오고 있다.

타끼구치(瀧口)등은 타마가와(玉川)상수 주변의 주민을 대상으로 하수처리수의 경관용수로의 재이용 과제, 및 친수공간 이용방법 등에 대해 설문조사를 하였다. 그 중에서 처리수의 방류 전후 비교에서는 「방류 후가 좋다」

고 대답한 사람이 64.1%로 과반수를 차지해 청류부활사업은 성공적인 것으로 평가되었다.

반면 「방류전이 좋았다」고 대답한 사람은 전체의 10.2%에 불과하였는데, 그 이유로 특히 상류지역에서 「냄새가 신경쓰인다」라고 대답한 사람이 많아 냄새가 앞으로의 중요한 과제임을 알 수 있다.

3) 조류, 거품 및 냄새발생 제거

조류발생을 억제하기 위해서 하수처리수에 존재하는 질소 및 인의 제거 효율을 향상시킬 필요가 있다. 부천 시민의 강은 부착조류의 발생을 억제하기 위하여 Alum 첨가량을 조절하고 있다.

하천에서 발생하는 거품 및 냄새 발생에 대한 대책으로 일본 도쿄도 타마가와 노비도메용수에서는 실리콘계 소포제를 주입함으로써 거품 발생을 억제하고 있다.

대구 신천에는 <표 5-4>와 같이 13개의 가동보가 존재한다. <표 5-5>와 같이 계절별로 이들 보의 주 0.5회~1.5회 물갈이를 통하여 거품·냄새 및 조류발생을 해결하고 있다.

하수처리수를 하천의 유지용수로 공급할 경우, 거품, 냄새 및 조류발생을 막기 위해서는 신천의 예와 같이 하천에 존재하는 보의 물갈이를 실시하고 하수처리장의 질소 및 인의 기준을 강화할 필요가 있다.

<표 5-6>의 처리방법별 처리효과를 바탕으로 하수처리장에서는 인 및 질소제거의 처리효율 향상을 위하여 노력하여야 한다.

〈표 5-4〉 대구 신천의 가동보 현황

구분	보 규격(L=길이, H=높이)	담수량(m ³)	담수시간(hr)
계	13개소	330,000	63.36
상동	L=76m, H=1.1m	11,000	2.11
중동	L=34, H=1.0	5,000	0.96
희망	L=39.6, H=2.2	33,000	6.34
대봉지수	L=97.7, H=0.85	20,000	3.84
수성	L=60, H=1.6	10,000	1.92
동신	L=51, H=1.8	32,000	6.14
신천	L=44, H=1.8	39,000	7.49
철성	L=50.6, H=1.5	25,000	4.80
철잠	L=46, H=1.7	15,000	2.88
경대	L=80, H=0.7	7,000	1.34
도청	L=65.3, H=1.0	5,000	0.96
성북	L=70, H=1.8	61,000	11.71
침산	L=70, H=1.89	67,000	12.86

〈표 5-5〉 신천의 가동보 물갈이 계획

구분	3, 4, 5, 6, 10 ⇒ 주1회			7, 8, 9 ⇒ 주1.5회			11, 12, 1, 2 ⇒ 주 0.5회		
	수위 유지보	담수량 (m ³)	담수 시간(hr)	수위 유지보	담수량 (m ³)	담수 시간(hr)	수위 유지보	담수량 (m ³)	담수 시간(hr)
월	상동, 중동, 희망	49,000	9.4	상동, 중동, 희망, 대봉지수	69,000	11.9	상동, 중동 경대, 도청	16,000 12,000	4 2.3
화	대봉지수, 수성, 동신	62,000	11.9	수성, 동신, 신천	71,000	13.6	희망, 대봉지수 성북	53,000 61,000	13 11.7
수	신천, 철성, 철잠	79,000	15.2	철성, 철잠, 경대, 도청, 성북	113,000	21.6	수성, 동신 침산	42,000 67,000	10 12.9
목	경대, 도청, 성북	73,000	14.0	상동, 희망, 대봉지수	64,000	12.3	신천	39,000	10
금	침산	67,000	12.9	동신, 신천	71,000	13.6	철성, 철잠	40,000	9
토	-	-	-	침산	67,000	12.9	-	-	-

〈표 5-6〉 처리방법별 처리효과

종 류	PAC 단독	오존 단독	PAC+오존
냄새(냄새의 희석배수치) [-]	×	○	○
색도 [도]	○	◎	◎
음이온 계면활성제(MBAS) [mg/L]	×	△	△
총인 [mg/L]	◎	×	◎
탁도 [NTU]	◎	○	◎
SS [mg/L]	◎		◎
COD [mg/L]	○	○	○
BOD [mg/L]	○		○
ATU-BOD [mg/L]	○		○
TOC [mg/L]	○		○
DOC [mg/L]	○		○
암모니아성질소 [mg/L]	×		×
아질산성질소 [mg/L]	×		×
질산성질소 [mg/L]	×		×
총질소 [mg/L]	×		×
일반세균수 [개/mL]	◎		◎
대장균군수 [개/mL]	※	○	※

◎ : 상당한 효과가 있음 ○ : 효과있음 △ : 약간 효과있음 × : 효과없음 ※ : 확인불가능

2. 인체 위해성 문제

인체 위해성에 대한 문제는 환경호르몬과 관련된 사항이다. 하수처리수를 하천유지용수로 재이용할 경우에는 인간과의 접촉 우려로 인해 병원균은 물론, 유기 독성물질에 대한 잠재적 영향이 고려되고 있다. 특히, 유기 독성물질의 경우 환경호르몬 및 의약품질과 관련되는 영향에 대한 고찰이 진행되고 있다.

국립환경과학원에서는 수중 의약품질 및 환경호르몬의 노출실태조사를 2006년 및 2007년에 걸쳐 두 차례 실시하였다.

1) 1차년도 연구

(1) 연구목적

물환경을 오염시킬 가능성이 큰 의약품물질의 노출에 따른 국민의 불안을 해소하고 효과적인 관리방안을 강구하는 것이 연구목적이다. 이를 위해 의약품의 생산량 등을 고려하여 우선 관리대상물질을 선정하고, 외국의 의약품물질관련 분석방법을 연구하여 이를 바탕으로 국내 주요 하천 등 환경 중 의약품물질에 대한 노출실태 조사 및 공정시험방법(안)을 제시함으로써, 의약품물질 정보 및 분석 관련 데이터베이스를 구축하려고 한다.

(2) 연구내용 및 범위

- ① 항생제 등 의약품의 사용실태 조사 및 우선 조사대상 물질 선정
 - 항생제 등 의약품 생산량 등 사용실태 조사
 - －국내 의약품 및 품목별(항생제 등) 생산량 조사 및 비교
 - －성분별(항생제 등) 생산량 및 소비량 조사
 - －환경 중 항생제 등 의약품물질별 오염도 예측(일반 의약품 및 동물용 의약품 조사)
 - 우선 조사대상 의약품물질 선정
 - －국내 의약품(일반 의약, 동물용 의약) 생산량 및 소비량 등 조사결과를 비교·분석하여 우선 조사대상 물질 순위 결정
 - －외국에서 환경 매체별 검출빈도 및 농도가 높은 의약품물질 조사
 - －내성균 및 생태독성 등이 강한 의약품물질 조사
- ② 환경시료 중 의약품물질 분석방법 연구 및 노출실태조사
 - 환경 중 의약품물질 노출실태조사
 - －조사대상
 - 4대강(한강, 낙동강, 금강, 영산강) 하천수 : 20개 지점

- 하수처리장 및 축산폐수처리장의 유입수 및 방류수 : 20개 지점
- 상반기와 하반기에 연 2회 조사

—대상물질

- 항생제 등 인체 및 동물용 의약품질 17개 항목

〈표 5-7〉 조사대상 물질

구 분		조사대상 의약품질
인체	항생제(4개 항목)	트리메소프림, 에리스로마이신-H ₂ O, 린코마이신, 록시스로마이신
	소염제(3개 항목)	이부프로펜, 디클로페낙-소듐, 나프록센
	진통제/해열제(1개 항목)	아세트아미노펜
동물	항생제/항균제(8개 항목)	설파메톡사졸, 설파메타진, 설파티아졸, 클로테트라시클린, 옥시테트라시클린, 카바독스, 엔로플록사신, 시프로플록사신
	성장촉진제(1개 항목)	타이로신
총 계		17개 항목

(3 의약품질 노출 실태조사

- 전국의 수계별 4대강 유역에서 하수·폐수처리장의 유입수 및 방류수 그리고 하천수에 대해 2차례에 걸쳐 의약품질의 농도를 조사하였다.
- 조사결과 하수 및 축산폐수처리장 유입수에서 평균 검출농도는 아세트아미노펜 5.840ng/mL, 설파메톡사졸 2.389ng/mL, 설파티아졸 484.630 ng/mL, 카바독스 0.278ng/mL, 설파메타진 242.620ng/mL 트리메소프림 0.046ng/mL, 린코마이신 23.012ng/mL, 나프록센 1.044ng/mL, 이부프로펜 1.713ng/mL, 디클로로페낙-소듐 0.188ng/mL, 에리스로마이신-H₂O 0.003ng/mL, 타이로신 1.289ng/mL, 클로테트라시클린 14.017ng/mL, 옥시테트라시클린 5.467ng/mL, 시프로플록사신 0.083ng/mL, 엔로플록사신 0.285ng/mL이었다. 그러나 록시스로마이신은 검출되지 않았다.
- 하수 및 축산폐수처리장 방류수에서의 평균 검출농도는 아세트아미노펜 1.071ng/mL, 설파메톡사졸 0.642ng/mL, 설파티아졸 84.495ng/mL, 설파메타진 38.867ng/mL, 트리메소프림 0.040ng/mL, 린코마이신 6.888

ng/mL, 나프록센 0.115ng/mL, 이부프로펜 2.977ng/mL, 디클로페낙 0.222ng/mL, 옥시테트라시클린 0.309ng/mL, 시프로플록사신 0.035ng/mL, 엔로플록사신 0.103ng/mL이었다. 하지만 카바독, 에리스로마이신-H₂O, 록시스로마이신, 티로신, 클로테트라시클린은 검출되지 않았다.

- 하천수의 최대검출 농도는 아세트아미노펜 0.138ng/mL, 설파메톡사졸 0.150ng/mL, 설파티아졸 0.267ng/mL, 설파메타진 0.615ng/mL, 트리메 소프림 0.005ng/mL, 린코마이신 0.493ng/mL, 나프록센 0.123ng/mL, 이부프로펜 0.869ng/mL, 디클로페낙-소듐 0.091ng/mL, 에리스로마이 신-H₂O 0.045ng/mL, 옥시테트라시클린 0.239ng/mL, 시프로플록사신 0.065ng/mL, 엔로플록사신 0.052ng/mL이었다. 반면 카바독신, 록시스 로마이신, 티로신, 클로테트라시클린은 검출되지 않았다.

2) 2차년도 연구

(1) 연구목적

국내 하천 등 환경 중에 검출되는 다수의 의약품 잔류물질에 대한 분석 시스템을 구축하고 분석방법 및 함유실태를 조사하는 것이며, 환경 중 의약품 잔류물질로 인한 환경오염을 사전에 예방하고 미래지향적인 관리방안을 강구하여 국민건강을 보호하는 것이다.

(2) 연구내용 및 범위

① 환경 중 의약품물질 분석방법 연구(2차년도 추가항목임)

- 조사대상 의약품물질 분석방법 정립
 - 미국, 유럽 등 외국의 시험방법 선행연구 조사
 - 조사대상 항목별 다양한 시험방법 비교·분석
 - 시료채취 및 보존방법의 비교·분석을 통한 방법 정립
 - 시료 추출, 농축, 정제 등 전처리 방법 비교·분석

- 조사대상 의약품물질의 정량분석방법 마련
- 분석방법의 신뢰도 비교, 분석 및 검증
 - 분석방법의 자체 검증(회수율, 검정곡선, 검출한계, 정확도, 정밀도 등)
 - 분석방법별 표준용액(2종류), 실제시료(3개)로 신뢰도 검증 및 체계적인 정도관리(QA/QC) 방안 제시
 - 실험실 간 교차분석(3개 기관 공동수행)
- 환경 중 의약품물질 시험방법(안) 마련
 - 국립환경과학원 「환경오염공정시험방법 제정체계 표준화지침」에 따라 작성

② 전국 주요 수계별 의약품물질 노출실태조사

- 조사대상
 - 전국 4대강(한강, 낙동강, 금강, 영산강) 하천수, 하수/축산폐수처리장 유입수 및 방류수(총 40개 지점, 연 2회 조사)

〈표 5-8〉 조사지점

구 분		조사지점	비 고
하수 처리장	유입수 방류수	4대강 수계, 5개 지점×2=10개 지점 (한강수계는 하수처리장 2개 지점)	연 2회
	하천수	4대강 수계, 4개 지점×3=12개 지점	
축산폐수 처리장	유입수 방류수	4대강 수계, 4개 지점×2=8개 지점 연계 하수처리장 방류수 2개 지점×1=2개 지점 총 10개 지점	
	하천수	4대강 수계, 4개 지점	
총 계		40개 지점	80건

주 : 조사지점은 1차년도 지점과 동일

- 조사항목
 - 항생제 등 인체 및 동물용 의약품물질 총 27개 항목(1차년도 조사에서

검출된 16개 항목과 의약품질 생산량을 조사하여 2차년도에 추가된 11개 항목)

〈표 5-9〉 조사항목

구 분		조사대상 의약품질
인체	진통/해열/소염제 (5개 항목)	이부프로펜, 디클로페낙-소듐, 나프록센, <i>탈니플루메이트</i> , <i>메페남산</i>
인체/ 동물	항생/항균제 (11개 항목)	트리메소프림, 에리스로마이신-H ₂ O, 린코마이신, <i>세파드록실</i> , <i>아목시실린</i> , <i>암피실린*</i> , 설파메톡사졸, <i>페니실린 G프로케인</i> , <i>네오마이신</i> , 옥시테트라시클린, 시프로플록사신
	진통/해열/소염제 (2개 항목)	<i>아세트릴 살리실산</i> , 아세트아미노펜
동물	항생/항균제 (9개 항목)	설파메타진, 설파티아졸, 클로테트라시클린, <i>세프라딘</i> , 카바독스, 엔로플록사신, <i>세파트리진</i> , <i>세파클러</i> , 타이로신
총계		27개 항목

주 : 이탤릭체는 2차년도에 추가항목이며, *로 표시된 미데카마이신은 암피실린으로 변경하였음.

○ 정도관리(QA/QC)

- 내부표준물질(Internal Standard)을 사용한 정량분석
- 분석결과에 대한 회수율, 검정곡선, 검출한계 제시
- 시료 20개당 바탕시료 1개 및 반복시험 1개 분석

(3) 연구결과

① 환경 중 의약품질 분석방법 연구

- 미국, 유럽 등 외국과 국내의 시험방법에 대한 선행 연구 자료를 조사하여 의약품질 분석방법 및 검출현황을 파악하고, 이를 바탕으로 환경 시료 중 의약품질의 전처리, 기기분석 방법 등을 검토하여 분석방법(안)을 제시하였다. 27종의 의약품질은 다양한 화학적 성질을 가지고 있어 하나의 전처리방법으로 분석할 수 없기 때문에 5개의 전처리 그룹으로 나누었다.

〈표 5-10〉 의약품질 전처리 그룹

Group		의약품질	비고
Group I	A	설파메타진, 설파메톡사졸, 설파티아졸, 아세트아미노펜, 카바독스, 린코마이신, 트리메소프림	설폰아미드류(3종), 기타(4종)
	B	클로르테트라시클린, 옥시테트라시클린, 엔로플록사신, 시프로플록사신	테트라시클린류(2종), 플루로퀴놀론류(2종)
	C	디클로페낙-소듐, 아세트살리실산, 2-퀴노사린카르복시산**	산성의약품질(2종), 카바독스 대체제(1종)
Group II		에리스로마이신-H ₂ O, 타이로신	마크로라이드류(2종)
Group III		아목시실린, 세파드록실, 페니실린 G 프로케인, 세파트리진, 세파클라, 암피실린*, 세프라딘	베타락탐류(7종)
Group IV		나프록센, 이부프로펜, 메페남산, 탈니플루메이트	산성의약품질(4종)
Group V		네오마이신	아미노글리코사이드류(1종)
총계		27종	

주1) 이탤릭체는 2차년도에서 추가된 항목임.

주2) * = 미데카마이신은 암피실린으로 변경하였음. ** = 2-퀴노사린카르복시산은 카바독스의 대체제임.

○ 분석방법의 신뢰도 비교, 분석 및 검증

- 27종의 의약품질에 대하여 상, 중, 하의 세 농도에서 회수율을 구한 결과 33.4%~131.0%의 범위로 나타났다.
- 0.01~1.0ng/mL 범위에서 검정곡선을 구한 결과 상관계수(r^2)가 0.99 이상으로 직선성이 매우 우수하였다.
- 검출한계(LOD)와 방법검출한계(MDL)를 구한 결과 검출한계는 정제수의 경우 0.000006~0.02335ng/mL, 하천수의 경우 0.00128~0.105ng/mL 범위로 나타났다. 방법검출한계는 정제수의 경우 0.00002~0.0778ng/mL, 하천수의 경우 0.00426~0.350ng/mL 범위로 나타났다.
- 정제수에 표준물질을 첨가하여 분석 정밀도를 측정한 결과 0.61~24.02% (n=3)의 값을 나타내었으며, 방법별로 검출 이력이 있는 시료 1개씩 총 5개의 시료를 선정, 3회 반복 실험하여 측정값의 정밀도(RSD %)를 측정한 결과 1.08~12.50%의 값을 나타내었다.

- 분석방법에 대하여 3개 기관(중앙대학교 약학대학, 한국과학기술원 생체대사연구센터, 경기대학교 화학과)에서 실험실 간 교차분석한 결과 상대표준편차는 1.7~41.9%로 나타났다.
- 환경 중 의약품질 분석방법에 대한 연구를 통하여 조사대상 의약품질의 분석방법(안)을 작성하였다.

② 전국 주요 수계별 의약품질 노출실태조사

전국의 4대강 수계유역의 하수·축산폐수처리장 유입수, 방류수 및 하천수 등 총 40개 지점에서 시료를 2회 채취하여 항생제 등 인체 및 동물용 의약품질 총 27개 항목의 환경 중 의약품질의 노출실태를 조사한 결과는 다음과 같다.

○ 하수 및 축산폐수처리장 유입수 조사결과

- 하수처리장의 유입수에서 15개의 의약품질이 검출되었는데, 그 평균농도는 아세트아미노펜이 24.216ng/mL, 아세틸살리실산 5.113ng/mL, 설파메톡사졸 0.922ng/mL 등이었다. 그러나 설파메타진, 카바독스, 옥시테트라시클린, 엔로플록사신, 타이로신, 아목시실린, 세파드록실, 세파트리진, 세파클러, 암피실린, 탈니플루메이트, 페니실린 G 프로케인은 검출되지 않았다.

- 축산폐수처리장 유입수에서는 18종의 의약품질이 검출되었는데, 그 평균농도는 클로르테트라시클린이 1119.483ng/mL, 설파티아졸 253.956 ng/mL, 옥시테트라시클린 130.727ng/mL 등이었다. 반면, 카바독스, 엔로플록사신, 디클로페낙-소듐, 탈니플루메이트, 세파드록실, 아목시실린, 암피실린, 세파트리진, 세파클러는 검출되지 않았다.

○ 하수 및 축산폐수처리장 방류수 조사결과

- 하수처리장 방류수에서 13종의 의약품질이 검출되었는데, 그 평균농

도는 네오마이신 0.783ng/mL, 설파메톡사졸 0.397ng/mL, 메페남산 0.237ng/mL 등이었다. 그러나 아세트아미노펜, 설파티아졸, 설파메 타진, 카바독스, 옥시테트라시클린, 엔로플록사신, 타이로신, 탈니플 루메이트, 아목시실린, 암피실린, 페니실린 G 프로케인, 세파트리진, 세파클러, 세프라딘은 검출되지 않았다.

—축산폐수처리장 방류수에서는 16종의 의약품질이 검출되었는데, 그 평균농도는 클로르테트라시클린 89.901ng/mL, 설파티아졸 24.333 ng/mL, 린코마이신 5.313ng/mL 등이었다. 반면 아세트아미노펜, 카바독스, 시프로플록사신, 디클로페낙-소듐, 아목시실린, 세파드록실, 세파트리진, 세파클러, 암피실린, 세프라딘, 이부프로펜, 탈니플루메이트는 검출되지 않았다.

—또한, 이들 검출 시료 중 유입수에서는 불검출된 엔로플록사신이 방류수 두 지점(A-2-2-c, C-2-1-c), 세파드록실이 방류수 한 지점(B-1-1-c)에서 검출되었다. 이는 처리공정 중 중간에 분뇨가 투입되었기 때문으로 판단된다.

○하천수 중 의약품질 조사결과

—하천수에서 15종의 의약품질이 검출되었는데, 그 평균농도는 클로르테트라시클린 0.252ng/mL, 설파티아졸 0.095ng/mL, 아세틸 살리실산 0.0513ng/mL 등이었다. 그러나 카바독스, 옥시테트라시클린, 디클로로페낙-소듐, 타이로신, 탈니플루메이트, 아목시실린, 세파드록실, 페니실린 G 프로케인, 세파트리진, 세파클러, 암피실린, 세프라딘 등 12종의 의약품질은 검출되지 않았다.

—또한, 하수 및 축산폐수처리장 방류수에서는 불검출된 이세트아미노펜이 하천수 시료에서 검출되었다. 이는 조사대상 처리장 외 다른 처리장의 방류수 또는 다른 경로 등을 통하여 의약품질이 하천수로 유입되었기 때문으로 판단된다.

③ 국내 환경 중 의약품물질 관리방안 마련

○PPCPs 모니터링 후보물질 선정 및 유지관리

- 한국환경정책·평가연구원의 조사대상 우선순위 물질과 해외 사례를 참고하여 모니터링 후보물질을 확정하였다.
- 관리대상 물질의 선정은 모니터링과 더불어 수계 내 검출빈도 및 농도와 수처리 공정에서의 제거 특성 등을 고려하여 지속 보완·갱신될 것을 제안하였다.

○집중관리 대상물질 선정

- 2차년도 모니터링 결과를 기반으로 US EPA의 요구농도(action limit)를 적용하여 최대 검출농도가 방류수 기준 1ng/mL 이상이거나, 하천 기준 0.1ng/mL 이상인 물질을 시급한 관리가 필요한 집중관리 대상물질로 선정하였다. 선정된 물질은 조사대상 27개 의약품물질 중 클로르테트라시클린, 옥시테트라시클린, 설파티아졸, 설파메톡사졸, 설파메타진, 린코마이신, 아세트아미노펜, 아세트 살리실산, 네오마이신, 타이로신, 나프록센, 페니실린 G 프로케인, 이부프로펜, 메페남산, 엔로프록산신 등 15개 물질이다.

○하수/축산폐수처리장 의약품물질 처리기술 조사

- 대부분의 하수처리장 및 축산폐수처리장에서는 활성슬러지공법을 적용하여 생물학적인 유기물 분해기작을 활용하고 있다. 이러한 생물학적 분해기작에서 일어나는 의약품물질 제거 메커니즘을 살펴보고, 물리·화학적 공정의 활용가능성을 검토하기 위하여 문헌조사를 하였다.
- 하수처리장 및 축산폐수처리장에 도입 가능한 의약품물질 처리기술들은 표준활성슬러지 공법을 비롯한 생물학적 공정과 역삼투압 여과와 같은 여과공정, 오존산화와 같은 고급산화 공정, 입상 활성탄 흡착과 같은 흡착공정이었다. 이 중 가장 효율적인 공법은 여과공정과 고급산화 공정으로 판단되었다.

- 조사대상 27개 물질 중 연구 논문을 통해 처리기작 및 효율이 밝혀진 물질은 아세트아미노펜, 아목시실린, 시프로플록사신, 디클로페낙, 엔로플록사신, 에리스로마이신, 이부프로펜, 린코마이신, 메페남산, 나프록센, 설파메타진, 설파메톡사졸, 설파티아졸, 트리메소프림 등 14개 물질이었다. 특히 처리효과가 뛰어난 물질들은 아세트아미노펜, 아목시실린, 에리스로마이신, 이부프로펜, 린코마이신, 나프록센이었다.
- 2차년도 조사결과를 토대로 하수처리장 및 축산폐수처리장의 의약품물질별 처리효율을 조사하고 처리효율이 우수한 물질과 처리효율 개선이 필요한 물질, 농축현상이 관찰되어 제어관리가 필요한 물질을 파악하였다.
- 하수처리공정에서 아세트아미노펜과 아세트알리실산은 높은 처리효율을 보여 표준활성슬러지법으로 충분히 처리 가능한 것으로 파악되었다. 그러나 설파메톡사졸, 린코마이신, 트리메소프림, 클로로테트라시클린, 시프로플록사신, 디클로페낙, 에리스로마이신, 메페남산 등 8개 물질은 추가적인 처리가 필요한 것으로 생각된다.
- 축산폐수처리장 방류수의 최고 검출농도가 10ng/mL 이상으로 현저히 높은 물질은 클로로테트라시클린(523.6ng/mL), 설파티아졸(241.7ng/mL), 설파메타진(37.2ng/mL), 린코마이신(25.9ng/mL), 옥시테트라시클린(35.2ng/mL) 등 5개 물질이며 이들에 대한 효율적인 처리공정의 적용이 절실히 필요한 실정이다.
- 린코마이신과 클로르테트라시클린을 대상으로 국내 하수처리장과 축산폐수처리장에서의 일일 배출량을 산정하였다. 두 물질의 축산폐수처리장에서의 배출 총량은 하수처리장 배출총량의 5%에도 미치지 못한다. 따라서 의약품물질 배출 총량을 기준으로 축산폐수처리장 보다는 하수처리장 관리에 우선순위를 두어야 할 것이다.

제3절 고도재생수의 하천유지용수 공급 타당성

현재 중량물재생센터에서는 1단계로 46만 m^3 /일의 고도처리시설이 가동되고 있으며, 탄천, 서남, 난지물재생센터도 고도처리시설의 도입을 진행 중이다. 서울시는 현재 지천의 유지용수를 확보하는 방안으로 하상여과를 이용한 하천상류 공급, 지하철역사 지하수, 자체 정화시설을 이용한 순환사용 등을 이용하고 있으며, 하수처리수(고도처리수)를 하천의 유지용수로 이용하는 사례는 없다. 중량물재생센터의 1단계 고도처리시설 46만 m^3 /일 중 10만 m^3 /일을 청계천의 유지용수 확보에 이용되는 방안이 계획되었으나 현재 청계천의 유지용수는 한강물을 취수하여 뚝도정수장에서 정수된 물을 공급받고 있다. 단, 비상시에 중량물재생센터의 고도처리수를 공급할 수 있는 시스템은 갖추어져 있다.

전국 347개소 하수처리장 중 처리수를 하천 및 강으로 방류하는 곳은 280개소로 전체의 80.4%를 차지한다. 하천 및 강으로 방류된 하수처리수는 갈수기 때 하천의 부족한 유량을 채워주는 유지용수의 역할을 하고 있다.

또한, 하수처리장에서 하수처리수를 하천의 유지용수로 공급하고 있는 곳은 50개소로, 이 중에서 고도처리를 한 후 유지용수로 공급하는 곳은 39개소로 나타났다. 즉, 현재 서울시를 제외한 전국의 시·도에서는 하수처리수가 실질적으로 하천 유지용수로 이용되고 있다.

이러한 상황에서 서울시가 하수의 고도처리수를 서울시 지천의 유지용수로 공급하는 방안은 하천의 조류발생 및 거품·냄새 발생의 심미적인 문제와 함께 환경호르몬의 잠재적인 문제점 때문에 그 이용이 제한되고 있다.

1. 심미적 문제의 해결

심미적 문제인 조류발생은 주로 여름철에 나타나지만 생태적 측면으로는 살아있는 물임을 입증하는 것으로 이러한 조류의 발생은 주기적인 하천 물갈이 또는 바닥의 조류 제거 등으로 해결 가능하다. 거품·냄새발생의 경우 거품은 하천의 흐름에서 낙차가 있는 곳에 주로 나타나고 있으며, 냄새는 고도처리수를 이용한 하천에서는 경관에서 본 목표수질에서 요구한 물의 냄새 기준을 충족시키고 있기 때문에 대부분 나타나지 않고 있다. 대구 신천에서와 같이 주기적인 하천의 물갈이와 함께 하수 고도처리수의 질소 및 인의 제거효율 향상에 노력한다면 심미적 문제에 따른 하수 처리수의 하천 유지용수 공급의 문제점은 해결될 것으로 판단된다.

2. 인체 위해성 문제의 해결

일부 연구자들의 환경호르몬에 의한 인체 위해성 문제 제기로 하수의 고도처리수가 상류 압송을 거쳐 하천유지용수로의 사용이 제한되고 있다.

그러나 환경호르몬의 위해성 문제에도 불구하고 현재 하수처리수 방류수나 하천의 환경호르몬에 대한 수질기준은 없다. 또한 중량물재생센터의 고도처리수를 대상으로 2004년부터 2007년까지 보건환경연구원에서 잔류의약품 19종에 대하여 조사한 결과 의약품질을 제외한 대부분은 유효하게 제거된 것으로 나타났다. 상수도연구원에서 먹는 물 수질기준 42개 항목 등 총 83개 항목을 검사한 결과 일반 세균 등 6개 항목이 기준을 초과하였으나 이는 여과 및 소독처리에 의하여 기준 이내로 처리가 가능하다.

한편, 전술한 것처럼 2006년 및 2007년에 국립환경과학원이 전국 4대강을 대상으로 환경호르몬을 조사한 보고서에 의하면 생활하수처리장 및 축산폐수처리장의 유입수에 환경호르몬이 함유된 경우에도 높은 제거효율을 보이고 있다. 특히 처리수가 하천으로 방류된 후에는 제거농도가

ppb(ng/mL)단위로 극히 미량 또는 불검출로 나타났다. 단, 사람들이 쉽게 접근이 가능하고 물놀이를 할 수 있는 하천은 여과공정과 고급산화공정을 도입할 필요가 있다. 또한 하천변에 수초 등을 심어 물과의 접촉을 차단하고 단지 경관으로 보고 즐기는 하천을 조성하는 방안도 좋은 대안이라고 판단된다.

3. 고도재생수의 하천유지용수 공급 타당성

전국 하수처리장의 하수처리수가 하천의 유지용수로 공급되고 있는 상황에서 서울시 하수 고도재생수를 하천유지용수로 이용하기 위하여 처리수 내의 질소(5mg/L 이하) 및 인(0.2mg/L 이하)의 처리기준을 강화하여 제거효율을 상승시켜야 한다. 즉, 영양염류인 질소 및 인 농도의 오염부하 때문에 조류발생에 의한 심미적 불쾌감, 물고기의 집단폐사 등이 발생할 수 있다. 서울시에서는 우선 방류하천의 수질개선을 위하여 4개 물재생센터에 2013년까지 계획대로 고도처리시설을 완공하여야 할 것이다. 특히 고도처리수 중에서 하천의 유지용수로 공급되는 유량을 추가 재처리함으로써 생태하천으로서의 친환경적 공간 창출이 가능할 것으로 판단된다.

제4절 서울시 고도재생수의 하천유지용수 공급방안

1. 비용편익 분석을 통한 하천복원 타당성

이 연구에서 도봉천, 방학천, 우이천, 대동천, 묵동천, 여의천, 세곡천, 고덕천, 망월천, 도림천 등 10개 하천은 유지용수가 부족하므로 하수의 고도처리수를 이용하여 유지용수를 공급할 것이다. 하천복원을 통해 고도처리

수를 유지용수로 공급하기 위하여 비용편익분석(Benefit/Cost Analysis)을 이용하여 재무적·경제적 수익성을 비교함으로써 각 하천의 복원이 타당한지 검증하였다.

1) 재무적 수익성

사업 완료 후 매년 발생하는 금전적 지출을 예상하였다. 지출항목은 유지보수비, 전력·수도비 및 통신비, 유지관리비(민간위탁)로 하였으며, 이미 사업이 완료된 유사시설인 양재천 유지보수공사의 비용을 산출근거로 <표 5-11>과 같이 계산하였다. <표 5-12>는 하천별 연간 수지전망을 산정한 것이다.

〈표 5-11〉 심사대상 사업 연간 수지전망

지출항목	산출근거
유지보수비	양재천 63,468천원/km
전력·수도비, 통신비	2,501천원×12개월
유지관리비(민간위탁)	양재천 136,414천원/km

〈표 5-12〉 하천별 사업 연간 수지전망

하천명	사업연장 (km)	유지보수비 (천원/년)	전력·수도비, 통신비(천원/년)	유지관리비 (천원/년)	계 (천원/년)
도봉천	1.00	63,468	30,012	136,414	229,894
방학천	1.19	75,527	30,012	162,333	267,872
우이천	5.44	345,266	30,012	742,092	1,117,370
대동천	1.60	101,549	30,012	218,262	349,823
묵동천	1.53	97,106	30,012	208,713	335,831
여의천	4.69	297,665	30,012	639,782	967,459
세곡천	4.75	301,473	30,012	647,966	979,451
고덕천	1.52	96,471	30,012	207,349	333,832
망월천	1.23	78,066	30,012	167,789	275,867
도림천	7.10	450,623	30,012	968,539	1,449,174

2) 경제적 타당성

하천이 복원될 경우 체육시설, 자전거도로, 조깅로 등 주민들이 이용할 수 있는 공간이 조성된다. 하천별로 이러한 체육시설 등의 편의시설을 이용하는 주민의 수를 산정하여 연평균 편익액을 계산하였다. 청계천을 매년 1,000만명이 이용함으로써 매년 3,562억 4천만원의 가치를 창출하기 때문에 연평균 편익액은 청계천 사업을 인용하여 <표 5-13>과 같이 계산하였다.

하천별 경제적 편익 산출근거는 <표 5-14>와 같다.

<표 5-13> 경제적 편익

편익항목	산출근거
비금전적 편익	청계천사업 $\frac{3,562.4 \text{ 억 원}}{1,000 \text{ 만 명}} \times \text{해당하천 체육시설 등 이용 주민(명)}$

<표 5-14> 하천별 경제적 편익

하천명	이용 주민수(명/월)	연간 이용 주민수(명/년)	금액(천원/년)
도봉천	3,000	36,000	1,282,464
방학천	4,000	48,000	1,709,952
우이천	8,000	96,000	3,419,904
대동천	2,000	24,000	854,976
묵동천	3,000	36,000	1,282,464
여의천	4,000	48,000	1,709,952
세곡천	4,000	48,000	1,709,952
고덕천	4,000	48,000	1,709,952
망월천	1,600	19,200	683,981
도림천	9,000	108,000	3,847,392

3) 비용편익 분석

연간 수지전망과 경제적 편익을 이용하여 할인율을 4.5%로 적용하고 사업완료 후 20년까지 비용편익 분석을 실시하였다. 하천별 비용편익 분석표는 <표 5-15>~<표 5-24>와 같으며, 각 하천의 비용편익 분석비는 <표 5-25>와 같다.

<표 5-15> 도봉천 비용편익 분석

연차	연도	편익 (천원)	비용 (천원)	할인율 (4.5%)	편익현재가 (천원)	비용현재가 (천원)	순현재가치 (천원)
-1	기투자		1,517,400	1,0000		1,517,400	-1,517,400
0	2007		2,810,000	1,0000	-	2,810,000	-2,810,000
1	2008		2,810,000	0,9569	-	2,688,995	-2,688,995
2	2009		1,601,138	0,9157	-	1,466,210	-1,466,210
3	2010	1,282,464	229,894	0,8763	1,123,818	201,455	922,363
4	2011	1,282,464	229,894	0,8386	1,075,424	192,780	882,644
5	2012	1,282,464	229,894	0,8025	1,029,114	184,478	844,635
6	2013	1,282,464	229,894	0,7679	984,798	176,534	808,264
7	2014	1,282,464	229,894	0,7348	942,391	168,932	773,458
8	2015	1,282,464	229,894	0,7032	901,809	161,658	740,151
9	2016	1,282,464	229,894	0,6729	862,975	154,696	708,279
10	2017	1,282,464	229,894	0,6439	825,814	148,035	677,778
11	2018	1,282,464	229,894	0,6162	790,252	141,660	648,592
12	2019	1,282,464	229,894	0,5897	756,222	135,560	620,662
13	2020	1,282,464	229,894	0,5643	723,658	129,722	593,935
14	2021	1,282,464	229,894	0,5400	692,495	124,136	568,359
15	2022	1,282,464	229,894	0,5167	662,675	118,790	543,884
16	2023	1,282,464	229,894	0,4945	634,139	113,675	520,463
17	2024	1,282,464	229,894	0,4732	606,831	108,780	498,051
18	2025	1,282,464	229,894	0,4528	580,700	104,096	476,604
19	2026	1,282,464	229,894	0,4333	555,693	99,613	456,080
20	2027	1,282,464	229,894	0,4146	531,764	95,323	436,440
21	2028	1,282,464	229,894	0,3968	508,865	91,219	417,646
22	2029	1,282,464	229,894	0,3797	486,952	87,290	399,661
계			13,336,418		15,276,399	11,221,046	4,055,352

〈표 5-16〉 방학천 비용편익 분석

연차	연도	편익 (천원)	비용 (천원)	할인율 (4.5%)	편익현재가 (천원)	비용현재가 (천원)	순현재가치 (천원)
-1	기투자		1,985,580	1.0000	-	1,985,580	-1,985,580
0	2007		1,838,500	1.0000	-	1,838,500	-1,838,500
1	2008		1,838,500	0.9569	-	1,759,330	-1,759,330
2	2009		2,095,154	0.9157	-	1,918,595	-1,918,595
3	2010		1,838,500	0.8763	-	1,611,071	-1,611,071
4	2011		1,838,500	0.8386	-	1,541,695	-1,541,695
5	2012	1,709,952	267,871	0.8025	1,372,152	214,953	1,157,198
6	2013	1,709,952	267,871	0.7679	1,313,064	205,697	1,107,367
7	2014	1,709,952	267,871	0.7348	1,256,521	196,839	1,059,681
8	2015	1,709,952	267,871	0.7032	1,202,412	188,363	1,014,049
9	2016	1,709,952	267,871	0.6729	1,150,634	180,251	970,382
10	2017	1,709,952	267,871	0.6439	1,101,085	172,489	928,595
11	2018	1,709,952	267,871	0.6162	1,053,670	165,062	888,608
12	2019	1,709,952	267,871	0.5897	1,008,296	157,954	850,342
13	2020	1,709,952	267,871	0.5643	964,877	151,152	813,725
14	2021	1,709,952	267,871	0.5400	923,327	144,643	778,684
15	2022	1,709,952	267,871	0.5167	883,567	138,414	745,152
16	2023	1,709,952	267,871	0.4945	845,518	132,454	713,064
17	2024	1,709,952	267,871	0.4732	809,108	126,750	682,358
18	2025	1,709,952	267,871	0.4528	774,266	121,292	652,974
19	2026	1,709,952	267,871	0.4333	740,925	116,069	624,856
20	2027	1,709,952	267,871	0.4146	709,019	111,071	597,948
21	2028	1,709,952	267,871	0.3968	678,487	106,288	572,199
22	2029	1,709,952	267,871	0.3797	649,270	101,711	547,559
23	2030	1,709,952	267,871	0.3634	621,311	97,331	523,980
24	2031	1,709,952	267,871	0.3477	594,556	93,139	501,416
계			16,792,166		18,652,075	13,576,702	5,075,372

〈표 5-17〉 우이천 비용편의 분석

연차	연도	편익 (천원)	비용 (천원)	할인율 (4.5%)	편익현재가 (천원)	비용현재가 (천원)	순현재가치 (천원)
-1	기투자		2,511,000	1.0000	-	2,511,000	-2,511,000
0	2007		4,650,000	1.0000	-	4,650,000	-4,650,000
1	2008		2,325,000	0.9569	-	2,224,880	-2,224,880
2	2009		2,649,570	0.9157	-	2,426,290	-2,426,290
3	2010		2,325,000	0.8763	-	2,037,389	-2,037,389
4	2011	3,419,904	1,117,370	0.8386	2,867,799	936,983	1,930,815
5	2012	3,419,904	1,117,370	0.8025	2,744,305	896,634	1,847,670
6	2013	3,419,904	1,117,370	0.7679	2,626,129	858,023	1,768,105
7	2014	3,419,904	1,117,370	0.7348	2,513,042	821,075	1,691,967
8	2015	3,419,904	1,117,370	0.7032	2,404,825	785,718	1,619,107
9	2016	3,419,904	1,117,370	0.6729	2,301,268	751,883	1,549,385
10	2017	3,419,904	1,117,370	0.6439	2,202,170	719,505	1,482,665
11	2018	3,419,904	1,117,370	0.6162	2,107,340	688,522	1,418,818
12	2019	3,419,904	1,117,370	0.5897	2,016,593	658,872	1,357,721
13	2020	3,419,904	1,117,370	0.5643	1,929,754	630,500	1,299,254
14	2021	3,419,904	1,117,370	0.5400	1,846,655	603,349	1,243,305
15	2022	3,419,904	1,117,370	0.5167	1,767,134	577,367	1,189,766
16	2023	3,419,904	1,117,370	0.4945	1,691,037	552,505	1,138,532
17	2024	3,419,904	1,117,370	0.4732	1,618,217	528,713	1,089,504
18	2025	3,419,904	1,117,370	0.4528	1,548,533	505,945	1,042,588
19	2026	3,419,904	1,117,370	0.4333	1,481,850	484,158	997,692
20	2027	3,419,904	1,117,370	0.4146	1,418,038	463,309	954,729
21	2028	3,419,904	1,117,370	0.3968	1,356,974	443,358	913,616
22	2029	3,419,904	1,117,370	0.3797	1,298,540	424,266	874,274
23	2030	3,419,904	1,117,370	0.3634	1,242,622	405,996	836,625
계			36,807,971		38,982,837	26,586,250	12,396,587

〈표 5-18〉 대등천 비용편익 분석

연차	연도	편익 (천원)	비용 (천원)	할인율 (4.5%)	편익현재가 (천원)	비용현재가 (천원)	순현재가치 (천원)
-1	기투자		504,900	1.0000	-	504,900	-504,900
0	2011		935,000	1.0000	-	935,000	-935,000
1	2012		935,000	0.9569	-	894,736	-894,736
2	2013		532,763	0.9157	-	487,867	-487,867
3	2014	854,976	349,823	0.8763	749,212	306,548	442,663
4	2015	854,976	349,823	0.8386	716,949	293,348	423,601
5	2016	854,976	349,823	0.8025	686,076	280,715	405,360
6	2017	854,976	349,823	0.7679	656,532	268,627	387,904
7	2018	854,976	349,823	0.7348	628,260	257,060	371,200
8	2019	854,976	349,823	0.7032	601,206	245,990	355,215
9	2020	854,976	349,823	0.6729	575,317	235,397	339,919
10	2021	854,976	349,823	0.6439	550,542	225,260	325,281
11	2022	854,976	349,823	0.6162	526,835	215,560	311,274
12	2023	854,976	349,823	0.5897	504,148	206,278	297,870
13	2024	854,976	349,823	0.5643	482,438	197,395	285,043
14	2025	854,976	349,823	0.5400	461,663	188,895	272,768
15	2026	854,976	349,823	0.5167	441,783	180,760	261,022
16	2027	854,976	349,823	0.4945	422,759	172,976	249,782
17	2028	854,976	349,823	0.4732	404,554	165,528	239,026
18	2029	854,976	349,823	0.4528	387,133	158,400	228,733
19	2030	854,976	349,823	0.4333	370,462	151,579	218,883
20	2031	854,976	349,823	0.4146	354,509	145,051	209,458
21	2032	854,976	349,823	0.3968	339,243	138,805	200,438
22	2033	854,976	349,823	0.3797	324,635	132,828	191,806
계			9,904,127		10,184,266	6,989,512	3,194,753

〈표 5-19〉 목동천 비용편익 분석

연차	연도	편익 (천원)	비용 (천원)	할인율 (4.5%)	편익현재가 (천원)	비용현재가 (천원)	순현재가치 (천원)
-	기투자		1,134,000	1.0000	-	1,134,000	-1,134,000
0	2007	1,282,464	2,100,000	1.0000	-	2,100,000	-2,100,000
1	2008	1,282,464	2,100,000	0.9569	-	2,009,569	-2,009,569
2	2009	1,282,464	1,196,580	0.9157	-	1,095,744	-1,095,744
3	2010	1,282,464	335,831	0.8763	1,123,818	294,287	829,530
4	2011	1,282,464	335,831	0.8386	1,075,424	281,615	793,809
5	2012	1,282,464	335,831	0.8025	1,029,114	269,488	759,626
6	2013	1,282,464	335,831	0.7679	984,798	257,883	726,915
7	2014	1,282,464	335,831	0.7348	942,391	246,778	695,612
8	2015	1,282,464	335,831	0.7032	901,809	236,151	665,657
9	2016	1,282,464	335,831	0.6729	862,975	225,982	636,993
10	2017	1,282,464	335,831	0.6439	825,814	216,251	609,562
11	2018	1,282,464	335,831	0.6162	790,252	206,938	583,313
12	2019	1,282,464	335,831	0.5897	756,222	198,027	558,195
13	2020	1,282,464	335,831	0.5643	723,658	189,500	534,157
14	2021	1,282,464	335,831	0.5400	692,495	181,339	511,155
15	2022	1,282,464	335,831	0.5167	662,675	173,530	489,144
16	2023	1,282,464	335,831	0.4945	634,139	166,058	468,080
17	2024	1,282,464	335,831	0.4732	606,831	158,907	447,924
18	2025	1,282,464	335,831	0.4528	580,700	152,064	428,635
19	2026	1,282,464	335,831	0.4333	555,693	145,516	410,177
20	2027	1,282,464	335,831	0.4146	531,764	139,250	392,514
21	2028	1,282,464	335,831	0.3968	508,865	133,253	375,611
22	2029	1,282,464	335,831	0.3797	486,952	127,515	359,437
계			13,247,208		15,276,399	10,339,656	4,936,743

〈표 5-20〉 여의천 비용편의 분석

연차	연도	편익 (천원)	비용 (천원)	할인율 (4.5%)	편익현재가 (천원)	비용현재가 (천원)	순현재가치 (천원)
-1	기투자		696,600	1.0000	-	696,600	-696,600
0	2011		1,290,000	1.0000	-	1,290,000	-1,290,000
1	2012		1,290,000	0.9569	-	1,234,449	-1,234,449
2	2013		735,042	0.9157	-	673,099	-673,099
3	2014	1,709,952	967,458	0.8763	1,498,425	847,780	650,644
4	2015	1,709,952	967,458	0.8386	1,433,899	811,273	622,626
5	2016	1,709,952	967,458	0.8025	1,372,152	776,338	595,814
6	2017	1,709,952	967,458	0.7679	1,313,064	742,907	570,157
7	2018	1,709,952	967,458	0.7348	1,256,521	710,916	545,605
8	2019	1,709,952	967,458	0.7032	1,202,412	680,302	522,110
9	2020	1,709,952	967,458	0.6729	1,150,634	651,007	499,627
10	2021	1,709,952	967,458	0.6439	1,101,085	622,973	478,112
11	2022	1,709,952	967,458	0.6162	1,053,670	596,146	457,523
12	2023	1,709,952	967,458	0.5897	1,008,296	570,475	437,821
13	2024	1,709,952	967,458	0.5643	964,877	545,909	418,967
14	2025	1,709,952	967,458	0.5400	923,327	522,401	400,926
15	2026	1,709,952	967,458	0.5167	883,567	499,905	383,661
16	2027	1,709,952	967,458	0.4945	845,518	478,378	367,140
17	2028	1,709,952	967,458	0.4732	809,108	457,778	351,330
18	2029	1,709,952	967,458	0.4528	774,266	438,065	336,201
19	2030	1,709,952	967,458	0.4333	740,925	419,201	321,723
20	2031	1,709,952	967,458	0.4146	709,019	401,149	307,869
21	2032	1,709,952	967,458	0.3968	678,487	383,875	294,612
22	2033	1,709,952	967,458	0.3797	649,270	367,344	281,925
계			23,360,813		20,368,532	15,418,281	4,950,251

〈표 5-21〉 세곡천 비용편의 분석

연차	연도	편익 (천원)	비용 (천원)	할인율 (4.5%)	편익현재가 (천원)	비용현재가 (천원)	순현재가치 (천원)
-1	기투자		731,700	1.0000	-	731,700	-731,700
0	2012		1,355,000	1.0000	-	1,355,000	-1,355,000
1	2013		1,355,000	0.9569	-	1,296,650	-1,296,650
2	2014		772,079	0.9157	-	707,015	-707,015
3	2015	1,709,952	979,451	0.8763	1,498,425	858,290	640,135
4	2016	1,709,952	979,451	0.8386	1,433,899	821,330	612,569
5	2017	1,709,952	979,451	0.8025	1,372,152	785,961	586,190
6	2018	1,709,952	979,451	0.7679	1,313,064	752,116	560,948
7	2019	1,709,952	979,451	0.7348	1,256,521	719,728	536,792
8	2020	1,709,952	979,451	0.7032	1,202,412	688,735	513,677
9	2021	1,709,952	979,451	0.6729	1,150,634	659,077	491,557
10	2022	1,709,952	979,451	0.6439	1,101,085	630,695	470,389
11	2023	1,709,952	979,451	0.6162	1,053,670	603,536	450,133
12	2024	1,709,952	979,451	0.5897	1,008,296	577,547	430,749
13	2025	1,709,952	979,451	0.5643	964,877	552,676	412,200
14	2026	1,709,952	979,451	0.5400	923,327	528,877	394,450
15	2027	1,709,952	979,451	0.5167	883,567	506,102	377,464
16	2028	1,709,952	979,451	0.4945	845,518	484,308	361,210
17	2029	1,709,952	979,451	0.4732	809,108	463,453	345,655
18	2030	1,709,952	979,451	0.4528	774,266	443,496	330,770
19	2031	1,709,952	979,451	0.4333	740,925	424,398	316,527
20	2032	1,709,952	979,451	0.4146	709,019	406,122	302,896
21	2033	1,709,952	979,451	0.3968	678,487	388,634	289,853
22	2034	1,709,952	979,451	0.3797	649,270	371,898	277,371
계			23,802,809		20,368,532	15,757,354	4,611,177

〈표 5-22〉 고덕천 비용편의 분석

연차	연도	편익 (천원)	비용 (천원)	할인율 (4.5%)	편익현재가 (천원)	비용현재가 (천원)	순현재가치 (천원)
-1	기투자		6,468,000	1.0000	-	6,468,000	-6,468,000
0	2009		4,200,000	1.0000	-	4,200,000	-4,200,000
1	2010		2,393,160	0.9569	-	2,290,105	-2,290,105
2	2011	1,709,952	333,832	0.9157	1,565,854	305,700	1,260,153
3	2012	1,709,952	333,832	0.8763	1,498,425	292,536	1,205,888
4	2013	1,709,952	333,832	0.8386	1,433,899	279,939	1,153,960
5	2014	1,709,952	333,832	0.8025	1,372,152	267,884	1,104,268
6	2015	1,709,952	333,832	0.7679	1,313,064	256,348	1,056,716
7	2016	1,709,952	333,832	0.7348	1,256,521	245,309	1,011,211
8	2017	1,709,952	333,832	0.7032	1,202,412	234,746	967,666
9	2018	1,709,952	333,832	0.6729	1,150,634	224,637	925,996
10	2019	1,709,952	333,832	0.6439	1,101,085	214,964	886,121
11	2020	1,709,952	333,832	0.6162	1,053,670	205,707	847,963
12	2021	1,709,952	333,832	0.5897	1,008,296	196,849	811,447
13	2022	1,709,952	333,832	0.5643	964,877	188,372	776,505
14	2023	1,709,952	333,832	0.5400	923,327	180,260	743,067
15	2024	1,709,952	333,832	0.5167	883,567	172,498	711,069
16	2025	1,709,952	333,832	0.4945	845,518	165,069	680,448
17	2026	1,709,952	333,832	0.4732	809,108	157,961	651,147
18	2027	1,709,952	333,832	0.4528	774,266	151,159	623,107
19	2028	1,709,952	333,832	0.4333	740,925	144,650	596,274
20	2029	1,709,952	333,832	0.4146	709,019	138,421	570,598
21	2030	1,709,952	333,832	0.3968	678,487	132,460	546,026
계			19,737,812		21,285,116	17,113,582	4,171,534

〈표 5-23〉 망월천 비용편익 분석

연차	연도	편익 (천원)	비용 (천원)	할인율 (4.5%)	편익현재가 (천원)	비용현재가 (천원)	순현재가치 (천원)
-1	기투자		432,540	1,0000	-	432,540	-432,540
0	2011		801,000	1,0000	-	801,000	-801,000
1	2012		801,000	0,9569	-	766,507	-766,507
2	2013		456,409	0,9157	-	417,948	-417,948
3	2014	683,980	275,866	0,8763	599,370	241,741	357,628
4	2015	683,980	275,866	0,8386	573,559	231,331	342,228
5	2016	683,980	275,866	0,8025	548,861	221,369	327,491
6	2017	683,980	275,866	0,7679	525,225	211,836	313,388
7	2018	683,980	275,866	0,7348	502,608	202,714	299,893
8	2019	683,980	275,866	0,7032	480,965	193,985	286,979
9	2020	683,980	275,866	0,6729	460,253	185,632	274,621
10	2021	683,980	275,866	0,6439	440,434	177,638	262,795
11	2022	683,980	275,866	0,6162	421,468	169,988	251,479
12	2023	683,980	275,866	0,5897	403,318	162,668	240,650,
13	2024	683,980	275,866	0,5643	385,950	155,663	230,287
14	2025	683,980	275,866	0,5400	369,331	148,960	220,370
15	2026	683,980	275,866	0,5167	353,426	142,546	210,880
16	2027	683,980	275,866	0,4945	338,207	136,407	201,799
17	2028	683,980	275,866	0,4732	323,643	130,533	193,109
18	2029	683,980	275,866	0,4528	309,706	124,912	184,794
19	2030	683,980	275,866	0,4333	296,370	119,533	176,836
20	2031	683,980	275,866	0,4146	283,607	114,386	169,221
21	2032	683,980	275,866	0,3968	271,394	109,460	161,934
22	2033	683,980	275,866	0,3797	259,708	104,746	154,961
계			8,008,287		8,147,413	5,704,054	2,443,358

〈표 5-24〉 도림천 비용편의 분석

연차	연도	편익 (천원)	비용 (천원)	할인율 (4.5%)	편익현재가 (천원)	비용현재가 (천원)	순현재가치 (천원)
-1	기투자		3,600,000	1.0000	-	3,600,000	-3,600,000
0	2008		6,666,666	1.0000	-	6,666,666	-6,666,666
1	2009		6,666,666	0.9569	-	6,379,58	-6,379,585
2	2010		3,798,666	0.9157	-	3,478,552	-3,478,552
3	2011	3,847,392	1,449,174	0.8763	3,371,456	1,269,906	2,101,550
4	2012	3,847,392	1,449,174	0.8386	3,226,274	1,215,221	2,011,052
5	2013	3,847,392	1,449,174	0.8025	3,087,34	1,162,891	1,924,452
6	2014	3,847,392	1,449,174	0.7679	2,954,395	1,112,814	1,841,581
7	2015	3,847,392	1,449,174	0.7348	2,827,173	1,064,894	1,762,278
8	2016	3,847,392	1,449,174	0.7032	2,705,428	1,019,037	1,686,391
9	2017	3,847,392	1,449,174	0.6729	2,588,927	975,155	1,613,771
10	2018	3,847,392	1,449,174	0.6439	2,477,442	933,163	1,544,278
11	2019	3,847,392	1,449,174	0.6162	2,370,758	892,979	1,477,778
12	2020	3,847,392	1,449,174	0.5897	2,268,668	854,525	1,414,142
13	2021	3,847,392	1,449,174	0.5643	2,170,974	817,727	1,353,246
14	2022	3,847,392	1,449,174	0.5400	2,077,487	782,514	1,294,972
15	2023	3,847,392	1,449,174	0.5167	1,988,026	748,817	1,239,208
16	2024	3,847,392	1,449,174	0.4945	1,902,417	716,572	1,185,845
17	2025	3,847,392	1,449,174	0.4732	1,820,495	685,715	1,134,780
18	2026	3,847,392	1,449,174	0.4528	1,742,100	656,186	1,085,913
19	2027	3,847,392	1,449,174	0.4333	1,667,081	627,929	1,039,152
20	2028	3,847,392	1,449,174	0.4146	1,595,293	600,889	994,403
21	2029	3,847,392	1,449,174	0.3968	1,526,596	575,014	951,582
22	2030	3,847,392	1,449,174	0.3797	1,460,858	550,252	910,605
계			49,715,484		45,829,198	37,387,015	8,442,182

〈표 5-25〉 하천별 비용편익비

하천명	편익현재가(A)	비용현재가(B)	순현재가치(A-B)	비용편익비(A/B)
도봉천	15,276,399	11,221,046	4,055,352	1.36
방학천	18,652,075	13,576,702	5,075,376	1.37
우이천	38,982,837	26,586,250	12,396,587	1.47
대동천	10,184,266	6,989,512	3,194,753	1.46
묵동천	15,276,399	10,339,656	4,936,743	1.48
여의천	20,368,532	15,418,281	4,950,251	1.32
세곡천	20,368,532	15,757,354	4,611,177	1.29
고덕천	21,285,116	17,113,582	4,171,534	1.24
망월천	8,147,413	5,704,054	2,443,358	1.43
도림천	45,829,198	37,387,015	8,442,182	1.23

하천별 비용편익비를 보면 10개 하천 모두 1보다 크게 나타나 하천 복원의 경제적 타당성이 인정된다.

4) 하천유지용수 확보에 따른 SWOT

하천유지용수 확보에 따른 SWOT 분석을 하면 <표 5-26>과 같다.

〈표 5-26〉 하천유지용수 확보에 따른 SWOT 분석

Strength	Weakness
☐ 풍부하고 안정된 유지수량 확보 가능 ☐ 하천 환경개선으로 인한 친환경적 공간 창출 가능 ☐ 친수공간으로 이용 증대 ☐ 도심 경관 개선 및 도심 온도 저하	☐ 고도처리수의 이송관로 비용문제 ☐ 하천 유지용수에 적합한 수질을 만족하기 위한 시설투자 비용문제 ☐ 하수 재이용수에 대한 낮은 신뢰도 ☐ 유지관리 비용문제
Opportunity	Threat
☐ 하천 주변 상권의 활성화 ☐ 관광자원 확보 가능(예 : 청계천) ☐ 시민 휴식 및 체육시설 공간으로 삶의 활력소 제공 ☐ 정부차원의 재이용수 이용 정책 추진 가능 ☐ 친환경적 친수공간 확보	☐ 환경호르몬 문제 ☐ 처리수질 악화 시 냄새 및 거품 발생 우려 ☐ 여름철 녹조의 발생 문제

2. 하천별 유지용수 공급방안

서울시에서 유지용수 공급이 필요한 하천은 도봉천, 방학천, 우이천, 대동천, 묵동천, 여의천, 세곡천, 고덕천, 망월천, 도림천 등 총 10개 하천이다. 하수처리구역별로 하천유지용수 공급방안을 살펴보면 <표 5-27>과 같다.

도림천의 경우 하천유지용수의 공급방안으로 과거에는 영등포 아리수정수센터 앞 한강물을 취수하여 구로공단(시설용량 20만 m^3 /일)의 공업용수로 공급되었으나 구로공단이 폐쇄되면서 현재는 5,000 m^3 /일 정도 공급되고 있는 공업용수의 전용관로를 이용하는 방법과 강남순환도시고속버스의 터널 구간에서 발생하는 지하수를 이용하는 방법이 제시되어 있다. 그러나 장기적인 관점에서는 2013년 완공예정인 서남물재생센터에 고도처리시설이 도입된 후에 고도처리수를 하천유지용수로 이용하는 것이 바람직할 것이다.

<표 5-27> 하천유지용수 공급이 필요한 하천의 공급유량 및 압송관거연장

하수처리구역	하천명	공급유량(m^3 /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

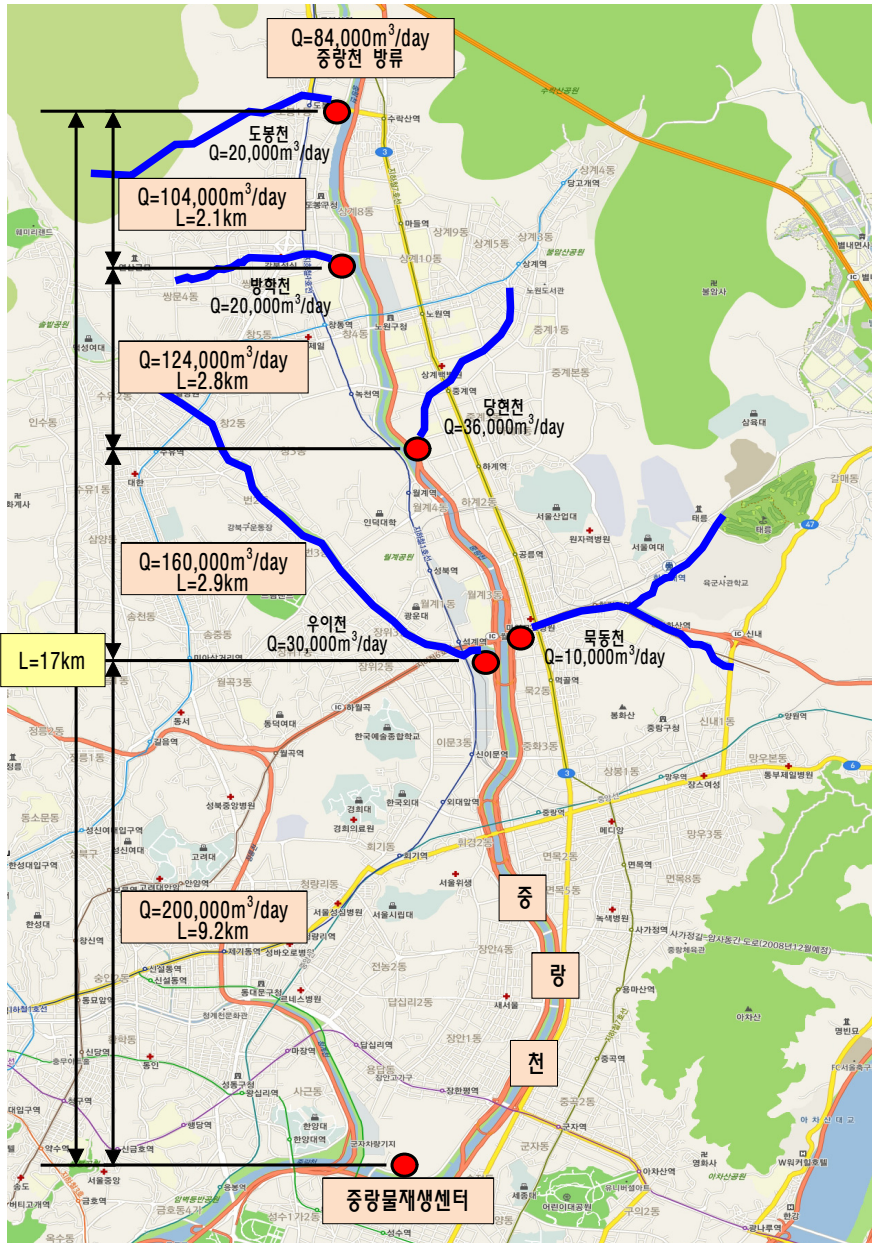
주 : 압송관거연장은 「시민적 수요에 부응한 하천유지용수 확보 및 공급방안 연구」인용

3. 중랑하수처리구역의 하천유지용수 공급방안

현재 중랑물재생센터에 1단계로 46만 m^3 /일의 고도처리시설이 가동되고 있으며 마이크로 디스크필터여과 후 오존소독을 통하여 10만 m^3 /일의 고도처리수를 생산하고 있다. 중랑물재생센터에서는 향후 생물막여과를 신설하여 생물막여과(10만 m^3 /일) + 활성탄 여과(20만 m^3 /일) + UV소독(10만 m^3 /일)을 통하여 BOD 2~3mg/L에 해당하는 10만 m^3 /일의 고도처리수를 추가로 생산할 예정이다.

기존 마이크로 디스크필터 여과	+	활성탄 여과	+	오존소독	▶ 10만 m^3 /일
신설 생물막여과	+	활성탄 여과	+	UV소독	▶ 10만 m^3 /일

서울시는 2009년 5월 오세훈 시장의 방침에 따라 <표 5-27>에서 제시된 공급유량보다 2배 정도 많은 중랑물재생센터에서 처리된 20만 m^3 /일의 고도처리수를 이용하여 <그림 5-4>와 같이 중랑천 본류 및 지천의 유지용수로 공급할 예정이다. 즉, 중랑천 본류에 84,000 m^3 /일을 방류하고, 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 예정이다.



〈그림 5-4〉 공급유량 계획도

서울시는 중량물재생센터의 고도처리수를 각 하천의 유지용수로 확보하기 위해 <표 5-28>과 같이 계획하고 있다.

『하천정비기본계획』에서 제시된 수심 20cm, 최저하폭 유량 확보를 위한 최소유량은 <표 5-27>과 같으나 서울시에서 공급하고자 하는 유지용수량은 도봉천, 방학천, 우이천, 묵동천의 경우 약 두 배 정도 많은 양이다.

대동천은 우이천의 제1지류로서 중량천의 제1지류에 대한 유지용수 확보계획에서는 제외되었으며, 향후 우이천의 유지용수량 30,000m³/일을 이용하여 공급할 예정이다.

<표 5-28> 하천별 유지용수량 확보계획

하천명	유지용수량(m ³ /일)		
	하천취수	지하배출수	계
도봉천	20,000		20,000
방학천	20,000		20,000
당현천	36,000	8,365	44,365
묵동천	10,000		10,000
우이천	30,000		30,000
대동천	-	-	-
소계	116,000	8,365	124,365

주 : 대동천의 공급유량은 우이천의 유지용수공급량을 이용하여 공급함.

제6장 결론 및 정책건의

제1절 주요 연구결과

제2절 정책건의

제6장

결론 및 정책건의

제1절 주요 연구결과

1) 서울시 하천현황

서울시 36개 법정하천 중 국가하천인 한강, 중랑천, 안양천과 지방1급하천인 청계천을 제외한 32개 하천을 대상으로 현황을 검토하였다. 대부분 제3지류, 제4지류에 해당하는 24개 하천은 일부 복개되거나 전면 복개되어 주로 하수관거의 역할을 하고 있다. 하수처리구역별로 하천을 나누면 중랑하수처리구역에 15개 하천, 탄천하수처리구역에 탄천을 포함한 7개 하천, 서남하수처리구역에 9개 하천, 난지하수처리구역에 홍제천 등 4개 하천이 있다.

2) 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 하천 유지유량을 비교하였다.

그 결과, 복개하천인 월곡천, 화계천 등 12개 하천과 현재 유지유량이 확보된 성북천, 정릉천 등 10개 하천을 제외하면 유지수량 공급이 필요한 하천은 <표 6-1>과 같다.

즉, 유지수량 공급이 필요한 하천은 중랑하수처리구역의 도봉천, 방학천, 우이천, 대동천, 묵동천과 탄천하수처리구역의 여의천, 세곡천, 고덕천, 망월천, 그리고 서남하수처리구역의 도림천이다. 그러나 난지하수처리구역에는 유지수량 공급이 필요한 하천이 없다.

<표 6-1> 유지수량 공급이 필요한 하천

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

3) 고도재생수의 공급유량 및 공급수질

유지수량 공급이 필요한 10개 하천을 대상으로 고도처리수의 공급유량 및 공급수질을 살펴보면 <표 6-2>와 같다.

각 하천의 공급수질은 목표수질과 목표용수로 나타났다. 목표수질은 「하천정비기본계획보고서」에 명시되어 있는 것을 사용하였으며, 목표용수는 각 하천의 특성에 따라 물과의 접촉여부를 고려하여 친수용수와 유지용수로 나타났다.

〈표 6-2〉 유지수량 공급이 필요한 하천의 공급유량 및 공급수질

처리구역	하천명	공급유량 (m³/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	Ia등급
			중류	II등급
			하류	III등급

4) 고도재생수의 하천유지용수 공급

서울시의 하천 중 유지용수 공급이 필요한 총 10개 하천에 대하여 하수처리구역별로 공급유량 및 압송관거연장을 살펴보면 <표 6-3>과 같다.

〈표 6-3〉 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

도림천의 경우, 하천유지용수의 공급방안으로 과거에는 영등포 아리수정수센터 앞 한강물을 취수하여 구로공단(시설용량 20만 $\text{m}^3/\text{일}$)으로 공급되었으나 현재는 구로공단이 폐쇄되면서 하루 5,000 $\text{m}^3/\text{일}$ 만 공급되고 있는 공업용수의 전용관로를 이용하는 방법과 강남순환도시고속버스의 터널구간에서 발생하는 지하수를 이용하는 방법이 제시되어 있다. 그러나 장기적인 관점에서는 2013년 완공예정인 서남물재생센터에 고도처리시설을 도입하여 고도처리수를 하천유지용수로 이용하는 것이 바람직할 것이다.

현재 중량물재생센터는 시설용량 171만 $\text{m}^3/\text{일}$ 중에서 1단계로 46만 $\text{m}^3/\text{일}$ 인 고도처리시설이 가동되고 있으며 그 중 마이크로필터로 여과한 후 오존소독을 거쳐 10만 $\text{m}^3/\text{일}$ 의 고도처리수를 생산하고 있다. 또한 향후 생물막여과 과정을 신설하여 생물막여과 + 활성탄 여과 + UV소독을 통하여 BOD 2~3 mg/L 에 해당하는 10만 $\text{m}^3/\text{일}$ 의 고도처리수를 추가로 생산할 예정이다.

서울시는 2009년 5월 오세훈 시장의 방침에 따라 중량물재생센터에서 처리된 20만 $\text{m}^3/\text{일}$ 의 고도처리수를 중량천 본류에 84,000 $\text{m}^3/\text{일}$, 제1지류인 도봉천과 방학천에 각각 20,000 $\text{m}^3/\text{일}$, 당현천에 36,000 $\text{m}^3/\text{일}$, 우이천에 30,000 $\text{m}^3/\text{일}$, 묵동천에 10,000 $\text{m}^3/\text{일}$ 을 공급할 예정이다. 이는 <표 6-3>에서 제시된 공급유량보다 2배 정도 많은 수치이다.

탄천물재생센터는 현재 고도처리시설을 공사 중이며, 고도처리공정은 수정된 혐기·호기(MLE : Modified Ludack-Ettinger) 공정으로 결정되었다. 탄천물재생센터의 고도처리수를 하천유지용수로 공급하기 위해서는 호기조에서 이차침전지로 유입 시 항상 응집제를 투입하고 MLE 공정에 생물막여과공정 등을 추가하여 하천의 부영양화 방지를 도모하여야 한다.

제2절 정책건의

전국 347개소 하수처리장 중 처리수를 하천 및 강으로 방류하는 곳은 280개소로 전체의 80.4%를 차지한다. 하천 및 강으로 방류된 하수처리수는 갈수기 때 하천의 부족한 유량을 채워주는 유지용수의 역할을 하고 있다.

또한, 하수처리장에서 하수처리수를 하천의 유지용수로 공급하고 있는 곳은 50개소이며, 이 중에서 고도처리를 한 후 유지용수로 공급하는 곳은 39개소로 나타났다. 즉, 현재 서울시를 제외한 전국의 시·도에서는 하수처리수가 실질적으로 하천유지용수로 이용되고 있다.

따라서 서울수도 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 체육 시설공간으로 삶의 활력소 제공, 하천주변 상권의 활성화 및 도심 온도 저하 등을 가져온다. 이러한 장점을 가지고 있는 하천유지수량을 확보하기 위한 정책건의 사항은 다음과 같다.

1) 고도재생수의 하천유지용수 수질기준 설정

냄새, 조류발생 등의 심미적 문제를 해소하고 고도처리수를 하천유지용수로 지속적이고 원활하게 공급하기 위하여 고도처리수의 공급수질기준을 설정해야 한다. 하천의 공급용수를 인체와의 접촉여부를 고려하여 친수용수와 유지용수로 구분한다. 수질항목은 pH, BOD, SS, 냄새, 색도, T-N, T-P, 대장균군 등 총 8개 항목으로 인체와 접촉하는 친수용수는 <표 6-4>와 같이 환경부에서 제시한 친수용수 및 유지용수 기준보다 강화할 것을 제안한다.

〈표 6-4〉 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 이하1)	10 이하
T-P(mg/L)	1 이하	0.2 이하1)	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) 고도재생수를 하천유지용수로 이용 시의 문제점 개선

조류, 거품발생, 냄새 등으로 인한 심미적 문제를 해결하기 위하여 주기적인 하천보의 물갈이와 함께 하수 고도처리수의 질소 및 인 방류기준을 강화하여 질소 및 인의 제거효율을 향상시킨다.

한편, 전술한 것처럼 2006년, 2007년에 국립환경과학원이 전국 4대강을 대상으로 환경호르몬을 조사한 보고서에 의하면 생활하수처리장 및 축산폐수처리장의 유입수에 환경호르몬이 함유된 경우에도 방류수에는 높은 제거효율을 보이고 있다. 특히 처리수가 하천으로 방류된 후에는 제거농도가 ppb(ng/mL)단위로 극히 미량 또는 불검출로 나타났다. 단 사람들이 쉽게 접근할 수 있고 물놀이를 할 수 있는 하천에는 여과공정과 고급산화공정을 도입할 것을 제안한다. 또한 하천변에 수초 등을 심어 물과의 접촉을 차단하고 단지 경관으로 보고 즐기는 하천을 조성하는 방안도 좋은 대안이라고 판단된다.

3) 하수재처리방법을 통한 하수 고도처리수의 수질 강화

하천유지용수로 공급하기 위해서는 물재생센터의 고도처리수를 하천별 공급기준에 적합하도록 처리효율을 강화시켜야 한다. 따라서 각 하천의 유지용수 기능과 수질기준을 만족할 수 있도록 처리공정의 조합으로 고도처리수의 수질을 강화시킨다.

〈표 6-5〉 하천유지용수 공급을 위한 제거오염물질별 적용가능한 하수재처리방법

제거대상물질	처리시스템
주로 BOD, SS의 제거 (10mg/L 이하, 수질보전목적)	• 활성슬러지법+급속모래여과
친수용수이용, BOD COD, 색도의 제거(BOD 3mg/L 이하, COD 10mg/L이하, 색도 10도 이하)	• 활성슬러지법+급속모래여과(생물막여과)+활성탄흡착 • 활성슬러지법+급속모래여과(생물막여과)+오존산화 • 전처리(응집침전·모래여과, MF막)
인제거 (T-P 0.5~1mg/L)	• 활성슬러지+생물학적인제거 • 응집제첨가활성슬러지법+급속모래여과 • 혐기·호기활성슬러지법+급속모래여과
질소제거 (T-N 60~80% 제거)	• 활성슬러지순환변형법+급속모래여과 • 회분식활성슬러지법(SBR)+급속모래여과
질소, 인의 동시제거	• 생물학적 질소, 인 동시제거법(인제거는 불안정) • SBR(인제거는 불안정) • 활성슬러지순환변형법+호기조에 응집제첨가
용해성 염류까지 제거	• 활성슬러지+응집침전+급속모래여과+역삼투막 • MF막+역삼투막
위생학적 안전	• 활성슬러지+UV 또는 오존소독, 한외여과막(UF)

4) 초고도처리의 도입

일본의 시가현은 생물학적 처리 후 모래여과 + 오존산화 + 입상활성탄을 이용한 초고도처리를 도입함으로써 일반 고도처리를 할 경우의 COD 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 개선하였다. 또한 카스미가우라 수이고(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 개선하였다.

서울시의 중량물재생센터에서는 1단계로 46만 m^3 /일의 고도처리시설이 2008년부터 가동 중이다. 그러나 현재의 A_2O 공법 고도처리시설만으로는 방류수 수질이 하천의 유지용수로 공급하는데 적절하지 못하다. 따라서 A_2O 공정 후 디스크필터여과 + 오존소독을 통하여 10만 m^3 /일의 고도처리수를 생산하고 있으며, 향후 생물막여과 + 활성탄여과(20만 m^3 /일, 이 중 10만 m^3 /일은 기존 고도처리공정에 도입) + UV소독을 신설하여 10만 m^3 /일의 고도처리수를 추가로 생산하여 총 20만 m^3 /일의 고도처리수를 하천의 유지용수로 공급할 예정이다.

한편, 서울시는 중량천 수계 친수유량 공급방안으로 중량물재생센터에서의 10만 m^3 /일 고도처리수 추가 재처리를 위하여 생물막여과 + 활성탄여과 + UV소독 공정을 검토하고 있다. 그러나 UV소독은 색도가 30% 정도밖에 제거되지 않아 방류수의 친수용수 농도기준인 5도를 만족시키기 위해서는 고효율형 오존산화를 채택할 것을 제안한다. 참고로 전국 공공하수처리장 원수의 평균 색도는 25~40도 정도이다.

고도처리시설 개축 중인 탄천물재생센터의 경우 고도처리수를 하천유지용수로 공급하기 위해서는 호기조에서 이차침전지로 유입 시 항상 응집제를 투입하고, MLE 공정에 생물막 여과 등의 공정을 추가하여 하천의 부영양화를 방지할 수 있도록 도모하여야 한다.

5) 정기적인 유량조사

하천법 시행령에서 제시된 각 하천에 대한 하천기본계획 용역은 유역조사 및 수문조사의 경우 10년 단위로, 타당성 조사의 경우 5년 단위로 하는 것으로 되어 있다. 그러나 갈수기, 저수기, 평수기, 풍수기 등 유량변화의 폭이 크므로, 하천의 오염부하량 산정 (수질 $\times$ 유량) 및 유지유량을 파악하기 위하여 4개 물재생센터에서 서울시 지천에 대해 매달 수질조사를 실시하고 있다. 그 때 동일지점에 대한 동시점에 분기별로 1년에 4회의 정기적인 유량조사를 할 것을 제안한다.

참 고 문 헌



참고문헌

과천하수처리장 내부자료

광주광역시 내부자료

국립환경과학원, 1999, 「내분비계 장애물질의 이해와 대응」

_____, 2006, 「환경 중 의약물질 분석방법 연구 및 노출실태조사」

_____, 2007, 「환경 중 의약물질 분석방법 연구 및 노출실태조사[II]」

김갑수 · 김동하 · 김주영 공역, 2000, 하수의 고도처리기술, 동화기술

김갑수 · 박재로, 2004, 하수처리수의 유지용수로서의 이용 극대화 방안, 첨단
환경, Vol 12, No 7~8, pp. 65~74, pp. 114~121

노원구청 내부자료

대구광역시 환경시설공단 내부자료

부천시 남부수자원생태공원 내부자료

부천시 북부수자원생태공원 내부자료

서대문구청 내부자료

서울특별시 내부자료

서울특별시 물관리국, 2009. 05, 중랑천수계 친수유량 공급방안, 서울특별시장
방침 제 (207)호

서울특별시 시설관리공단 내부자료

서울특별시, 2000, 「망월천 하천정비기본계획」

_____, 2000, 「하천정비기본계획(탄천, 홍제천, 불광천)」

_____, 2002, 「도림천 하천정비기본계획」

_____, 2002, 「반포천 등 5개 하천정비기본계획」

_____, 2002, 「성내천, 감이천 하천정비기본계획」

_____, 2002, 「정릉천 등 5개 하천정비기본계획」
 _____, 2003, 「우이천 등 4개 하천정비기본계획」
 _____, 2003, 「하수 및 처리수의 상수원 유입 타당성 검토」.
 _____, 2005, 「대동천 등 7개 하천정비기본계획」
 _____, 2005, 「대방천 등 6개 하천정비기본계획」
 _____, 2005, 「서울시 복개하천 복원 타당성 조사연구」
 _____, 2005, 「안양천 외 17개 하천정비기본설계」
 _____, 2006, 「시민적 수요에 부응한 하천유지용수 확보 및 공급방안 연구」
 _____, 2008, 「탄천물재생센터 고도처리시설 설치사업 기본설계보고서」
 성북구청 내부자료
 창원시 내부자료
 (재)한국수도연구소, 1992.11, 국제 물환경 기술개발 심포지움
 환경부 보도자료, 2009, 「청계천 + 20 프로젝트」
 환경부, 2008, 「2007년도 공공하수처리시설 운영관리 실태조사 결과」
 _____, 2008, 「2007년도 하수도 통계」
 _____, 2009, 「하수처리수 재이용 민간투자사업 추진계획」
 大阪市, 2008, 「下水道事業概要」
 _____, 2009, 「寢屋川流域水環境改善緊急行動計畫」
 東京都下水道局, 2002, 「区市町村公共水域水質測定」
 _____, 2002, 「水質試験年報」
 _____, 2007, 「下水道事業年報」
 仙台市, 2007, 「下水道事業概要」
 日本下水道協會, 2005, 「SEWAGE WORKS IN JAPAN」
 _____, 2007, 「日本の下水道」

영문 요약 (Abstract)



The Strategy to Secure In-stream Flows for Han River Tributaries in Seoul Using Reclaimed Water by Advanced Treatment

Kap-Soo Kim · Seung Min Lee

Totally 280 sewage treatment plants discharge the treated water into rivers out of the 347 plants in Korea (about 80.4%). Among them, 50 plants send the treated water to upper-streams or supply it to dried streams around the plants. Only 39 plants out of them employ advanced treatment process to purify the water for stream preservation.

This study examined the 32 streams in need of in-stream flow among the 36 statutory streams, except for Han river, Jungrang stream, Anyang stream and Cheonggye stream, in Seoul city. The result of this study showed that the streams that require in-stream flow supply are Dobong stream, Banghak stream, Woosong stream, Daedong stream, and Mookdong stream, within Jungrang sewage treatment zone, and Yeosong stream, Seogok stream, Godeok stream, and Mangwol stream, within Tan stream sewage treatment zone, and Dorim stream within Seonam sewage treatment zone. The twelve covered streams including Wolgok stream and Hwagye stream, and the ten other streams ensuring sufficient in-stream flow including Seongbuk stream and Jeongreung stream are not analyzed in the present study. Also, there is no stream which requires in-stream flow within Nanji sewage treatment zone.

The water amount for the ten streams in need of in-stream flow are as follows; 10,100m³/day for Dobong stream, 10,000m³/day for Banghak stream, 14,000m³/day for Woosong stream, 6,300m³/day for Daedong stream, 3,900m³/day for Mookdong stream, 8,000m³/day for Yeosong stream, 9,000m³/day for Seogok

stream, 9,000m³/day for Godeok stream, 5,000m³/day for Mangwol stream, and 11,900m³/day for Dorim stream. In most cases, the water quality for preservation use should be in II~III grades(BOD 3~5mg/L), and the water in the 9 streams except for Banghak stream is aimed to be used for recreational activity.

This study established the guideline of reclaimed water supply for in-stream flow, which focuses on the two aspects; how to solve aesthetic problem, such as odor and mass phytoplankton development, and how to supply continuously and sufficiently .

The reclaimed water for in-stream flow is classified into the water for recreational use and the water for preservation use by chance of human exposure to the water. The water quality parameters in the guideline are pH, BOD, SS, odor, chromaticity, T-N, T-P, and e-coliform. For the water for recreational use, the more strict criteria are necessary than the current one established by Korean Ministry of Environment. To prevent odor, bubble and algal bloom, regular release of water in reservoirs and high efficiency of nutrient elimination treatment under heightened standards are required.

Filtration and Advanced Oxidation Process(AOPs) are recommendable for the treatment of the water supplied into the streams where people can access easily and enjoy swimming. By planting the vegetables along the shoreline, beautiful scenery as well as the effective inhibition of human access to the streams can be achieved. The filtration efficiency of the reclaimed water in the water reclamation center also should be enhanced to meet the water quality standards of each stream and high quality of reclaimed water appropriate for its uses should be produced through the optimized combination of treatment processes.

Seoul city is planning a new treatment process of A₂O, biofilter, activated carbon adsorption, and UV sterilization to supply 100,000m³/day of reclaimed water to the Jungrang stream as in-stream flow for preservation use in the 2nd plant of Jungrang water reclamation center, the total capacity of which is 460,000m³/day. However, UV sterilization removes only 30% of chromaticity,

which results in the high chromaticity (average 25~40 degree) of the treated water in Korea. Thus, we propose to introduce high efficiency of ozone oxidation to meet the 5 degree of chromaticity in water quality standards for discharge water. At Tan stream water reclamation center, in which the advanced treatment facility is now being built, coagulant should be applied in the influx from aeration tank to final sedimentation tank and also biofilter process should be performed after MLE process.

The river general plan presented in the enforcement ordinance of the 「Enforcement Decree of River Act」 is obliged to investigate conditions of drainage basins and hydrological characteristics of the rivers every decade and feasibility every five years. Considerererererhigh temporal variations in river flux in Korea, flux should be monitored seasonally for 4 times a year in the same points where the four water reclamation centers in Seoul city perform monthly water examination.

Table of Contents

Chapter 1 Introduction

1. Background and Purpose of the Study
2. Main Points of the Study

Chapter 2 Case Studies

1. Domestic Cases
2. Overseas Cases

Chapter 3 Condition of Water Reclamation Centers and Streams in Seoul

1. Condition of Water Reclamation Centers and Advanced Treatment Plan
2. Streams in Seoul
3. Condition of Stream Flux
4. Condition of Water Quality in the Streams
5. Streams in Need of In-stream Flow Supply

Chapter 4 Standards for Reclaimed Water Supply for In-stream Flow

1. Standard for Water Supply for Stream Preservation
2. Flux and Quality of Reclaimed Water Supply for In-stream Flow
3. Sewage Treatment Technology for In-stream Flow

Chapter 5 Plans for Reclaimed Water Supply for In-stream Flow

1. Sewage Treatment Plants Reusing the Reclaimed Water for In-stream Flow
2. Problems of Reuse of Reclaimed Water for In-stream Flow
3. Feasibility for Reclaimed Water Supply for In-stream Flow
4. Plans for Reclaimed Water Supply for In-stream Flow in Seoul City

Chapter 6 Conclusion and Policy Recommendation

1. Main Results
2. Policy Recommendations

References

시정연 2009-PR-09

고도재생수를 이용한 서울시 지천의 유지수량 확보방안

발 행 인 정 문 건

발 행 일 2009년 6월 30일

발 행 처 서울시정개발연구원

137-071 서울특별시 서초구 서초동 391

전화 (02)2149-1152 팩스 (02)2149-1199

값 5,000원 ISBN 978-89-8052-661-1 93530

본 출판물의 판권은 서울시정개발연구원에 속합니다.