



2009

늘 맑고 푸른 친환경도시 서울만들기

Making a Clean and Green Seoul

김갑수

Making a Clean and Green Seoul

2009

Ⅰ 연구진 Ⅰ

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

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

요약 및 정책건의

1987년에 우리나라의 하수처리장은 서울의 중랑하수처리장을 비롯하여 공공 하수처리장 10개소만 가동되고 있었다. 그러나 2007년말 현재 357개소의 공공하수처리장이 가동되고 있으며 하수관거보급률 73.6%, 하수처리보급률 87.1%에 달할 정도로 하수처리장의 건설기술 및 유지관리기술 등에서 괄목할 만한 성장을 가져왔다.

그럼에도 불구하고 남해안의 적조 현상, 도심 하천의 갈수기 유량부족, 도로 상에 쌓여 있는 고농도 오염물질(BOD 200~300mg/L 정도)의 하천 유입으로 인한 물고기의 집단폐사 등이 매년 큰 문제로 지적되고 있다. 따라서 빠른 시일 내에 상수원, 하천, 호소 및 공공수역으로 방류되는 하수처리수에서 질소와 인을 70% 이상 제거시킬 수 있는 하수처리 시설 공정개선이 필요하다. 한편 강우 시 합류식 관거로부터 유출되는 우수토실의 월류수(Combined Sewer Overflows, CSOs)와 하수처리시설의 방류수 수질을 BOD농도 40mg/L 이내로 낮추는 대책과 점오염원과 오염부하가 거의 비슷한 비점오염원(Non-Point Source)을 제어하기 위한 저류형, 침투형, 장치형 등의 시설에 대한 투자 대책이 시급한 실정이다.

한편, 하수관거 설계빈도를 10년에서 30년으로 상향 조정하는 등 하수도 시설능력 강화 및 과학적 관리로 하수도 기능을 극대화하여 이상 강우에 대응하여야 한다. 또한 불량 하수관거 및 노후관거의 최소유속을 강우 시 합류식관거의 경우 0.8m/s, 분류식관거의 경우 0.6m/s가 가능하도록 지속적 정비를 통하여 수세화장실 오수 및 디스포저(주방용 오물분쇄기)로 처리된 음식물쓰레기를 하수관거로 직유입시킬 수 있도록 하여야 한다.

혐기성소화조에서 발생하는 메탄가스로 생산한 바이오 천연가스(Bio

Natural Gas)를 자동차 연료로 이용, 하수슬러지의 감량화와 탈수케이크를 시멘트 원료, 복토재 등으로 재이용하는 원천기술개발 및 실용화를 촉구해본다.

하수처리시설을 지하화하고 지상에는 환경친화적인 생태공원을 조성하여 시민의 친수공간으로 되돌려 주어야 할 것이다.

서울시에는 총 36개 법정하천(국가 3(한강, 중랑천, 안양천), 지방 33)이 있으나 이 중에서 물이 흐르는 하천은 10개에 불과하고 나머지는 물이 흐르지 않거나 적게 흐르고 있으며, 12개 하천은 복개된 상태이다. 이를 계기로 이제 건천화된 하천 살리기, 복개된 하천의 복원화 공사 등이 하루 빨리 이루어져야 한다.

서울시가 맑은 공기를 가진 푸른 도시를 조성하고 인간의 수명을 3년 더 늘리기 위해 노후 자동차 대상 매연 저감장치 교체 지원, 저감장치 미부착 서울 진입 차량의 저공해화, 오토바이와 노후 건설장비에 대한 배출가스 규제 및 관리, 천연가스 시내버스·청소차·마을버스 보급, 도로 진공청소 및 물청소 강화를 통한 미세먼지(PM10, PM2.5) 줄이기 등 적극적으로 대처한 것은 고무적인 일이다. 우리 모두 미세먼지 농도를 선진국 수준인 $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ 미만으로 줄이는데 협조하여 무지개가 보이는 푸른 하늘 만들기에 꿈을 실어야 할 것이다.

목 차

제1장 서론	3
제2장 발간된 연구보고서 소개	9
제1절 서울시 상수도 취수원의 북한강 상류이전 타당성 연구(1993년)	9
1. 문제의 제기	9
2. 결론 및 정책건의	10
제2절 서울시 환경관리체계 구축을 위한 연구(1993년)	12
1. 문제의 제기	12
2. 결론 및 정책건의	13
제3절 서울시 대형쓰레기 파쇄처리시설 타당성 연구(1993년)	14
1. 문제의 제기	14
2. 결론 및 정책제언	16
제4절 음식물쓰레기 퇴비화시설 타당성 연구(1993년)	19
1. 문제의 제기	19
2. 결론 및 정책건의	19
제5절 도시하천 수질관리 방안을 위한 연구(1993년)	22
1. 문제의 제기	22
2. 결론	24
3. 정책건의	28
제6절 소음방지대책 수립에 관한 연구(1994년)	29
1. 문제의 제기	29
2. 결론	30
3. 정책건의	32

제7절 1차처리 By-pass 수질향상을 위한 연구(1994년)	33
1. 문제의 제기	33
2. 결론 및 정책건의	34
제8절 청계천 정비 및 고수부지 활용계획 타당성 조사보고서(1995년)	37
1. 문제의 제기	37
2. 결론 및 정책건의	38
제9절 퇴적토 자원화 방안(1998년)	40
1. 문제의 제기	40
2. 결론	41
3. 정책건의	43
제10절 우수유출률 저감대책(1995년)	47
1. 문제의 제기	47
2. 결론	47
3. 정책건의	49
제11절 지속가능한 성장을 위한 서울시 환경관리방안(1995년)	51
1. 문제의 제기	51
2. 결론 및 정책건의	51
제12절 서울시 경유자동차 배출가스 저감정책 수립에 관한 연구(1996년)	54
1. 문제의 제기	54
2. 결론	55
3. 정책건의	59
제13절 서울시 소규모 하수처리장 건설 타당성 연구(1996년)	61
1. 문제의 제기	61
2. 결론	62
3. 정책건의	66

제14절 서울시 하수처리장 슬러지 감량 및 재이용 방안에 관한 연구(1997년)	69
1. 문제의 제기	69
2. 결론	69
3. 정책건의	71
제15절 우수유출 저감시설 기준연구-설정 및 적용(1998년)	74
1. 문제의 제기	74
2. 결론 및 정책건의	75
제16절 서울시 지하철환경개선 방안 연구(1998년)	78
1. 문제의 제기	78
2. 결론 및 정책건의	78
제17절 한강조류발생 방지대책 및 수질개선방안 연구(1999년)	83
1. 문제의 제기	83
2. 결론 및 정책건의	85
제18절 서울시 생물종 분포변화에 관한 조사연구(1999년)	87
1. 문제의 제기	87
2. 결론	88
3. 정책건의	91
제19절 난지도지역 환경성 검토 및 친환경적 정비방안(약취관리)(2000년)	94
1. 문제의 제기	94
2. 결론 및 정책건의	95
제20절 증랑천 비점오염원 관리대책 및 생태지도 제작(2002년)	100
1. 문제의 제기	100
2. 결론	102
3. 정책건의	107

제21절 상습침수 해소를 위한 하수도시설 기준 재검(2002년)	108
1. 문제의 제기	108
2. 결론 및 정책건의	108
제22절 서울시 하수처리장 유입수 농도증가 원인조사와 대책방안 강구(2002년)	112
1. 문제의 제기	112
2. 결론 및 정책건의	113
제23절 하수 및 처리수의 상수원 유입차단 타당성 검토(2003년)	117
1. 문제의 제기	117
2. 결론 및 정책건의	119
제24절 빗물이용을 통한 도시침수저감 및 수돗물 절약방안(2003년)	123
1. 문제의 제기	123
2. 결론 및 정책건의	124
제25절 서울시 물순환 기본계획 연구(2004년)	128
1. 문제의 제기	128
2. 결론	129
3. 정책건의	132
제26절 가정에서의 수돗물 사용량 기초조사연구(2004년)	134
1. 문제의 제기	134
2. 결론	135
3. 정책건의	142
제27절 행정서비스 품질평가 최종보고서(상수도 부문) (2005년)	145
1. 문제의 제기	145
2. 결론	145
3. 정책건의	146
제28절 서울시 복개하천 복원 타당성 조사연구(2005년)	150
1. 문제의 제기	150
2. 결론 및 정책건의	150

제29절 하수처리장 유입량 감소원인 및 효과분석(2005년)	155
1. 문제의 제기	155
2. 결론	155
3. 정책건의	159
제30절 시민적 수요에 부응한 하천유지용수 확보 및 공급방안 연구(2006년)	160
1. 문제의 제기	160
2. 결론 및 정책건의	161
제31절 한강 물빠기에 따른 한강 수위변화 예측(2006년)	162
1. 문제의 제기	162
2. 결론 및 정책건의	164
제32절 중랑 및 서남물재생센터(하수처리장) 고도처리에 따른 부지의 효율적 활용방안(2007년)	167
1. 문제의 제기	167
2. 결론 및 정책건의	168
제33절 하수관거 종합정비사업의 효과분석(2007년)	170
1. 문제의 제기	170
2. 결론 및 정책건의	170
제34절 도로변 빗물받이 악취해소방안(2007년)	176
1. 문제의 제기	176
2. 결론	176
3. 정책건의	180
제35절 한강생태계 조사연구(1998년)	184
1. 문제의 제기	184
2. 결론	187
3. 정책건의	189

제36절 난지물재생센터 효율적인 민간위탁관리·운영방안 연구(2008년)	190
1. 문제의 제기	190
2. 결론 및 정책건의	191
제37절 서울시 포장재 재활용산업 육성방안(2008년)	193
1. 문제의 제기	193
2. 결론	194
3. 정책건의	196
제38절 고도재생수를 이용한 서울시 지천의 유지수량 확보방안(2009년)	198
1. 문제의 제기	198
2. 결론	199
3. 정책건의	202
제39절 음식폐기물처리 개선방안 연구(2009년)	205
1. 문제의 제기	205
2. 결론 및 정책건의	207
제40절 서울특별시 물환경 종합관리계획(2009년)	208
1. 문제의 제기	208
2. 결론 및 정책건의	209
제41절 서울특별시 수질 및 수생태계 보전계획(2009년)	211
1. 문제의 제기	211
2. 결론 및 정책건의	211
제42절 잠실상수원 유역 비점오염원 관리방안 연구(2009년)	213
1. 문제의 제기	213
2. 결론 및 정책건의	215
제43절 확률연수 상향조정에 따른 합류식 하수관거 적정 최소유속 연구(2009년)	225
1. 문제의 제기	225
2. 결론	226
3. 정책건의	232

제3장 학회지 등에 게재된 논문	237
제1절 설계용량보다 하수과다 유입 시의 최종방류수질 향상을 위한 연구	237
1. 서론	237
2. 결론	238
제2절 서울시의 하수도 관리실태 및 개선방안	239
1. 서론	239
2. 결론	240
제3절 하수관거의 기능향상을 위한 고찰	243
1. 서론	243
2. 결론	244
제4절 초기강우로 인한 중랑천유역에서의 비점오염원부하량 산정에 관한 연구	245
1. 서론	245
2. 결론	246
제5절 도로노면의 형상과 강우의 임계지속시간을 고려한 적정 우수 유출량 산정 및 영향분석	247
1. 서론	247
2. 결론	248
제6절 탄천하수처리장 유입수의 농도 증가 원인과 대책	249
1. 서론	249
2. 결론	250
제7절 수돗물 불소화사업 찬반논쟁에 따른 고찰	252
1. 서론	252
2. 결론	254
제8절 서남하수처리장 최종 방류구의 위치에 따른 한강 수질 및 생태계의 영향	255
1. 서론	255
2. 결론	256

제9절 도시지역 물이용 및 홍수재해 저감을 위한 빗물저류방안에 대한 연구	258
1. 서론	258
2. 결론	259
제10절 가정에서의 수도물 사용량에 관한 연구	259
1. 서론	259
2. 결론	261
제11절 서울시 아파트 세대구성원별 평균 수도물 사용량 및 감소량 변화	264
1. 서론	264
2. 결론	265
제12절 중랑천 비점오염원 부하량 및 원단위 산정	266
1. 서론	266
2. 결론	267
제13절 서울시 하수처리장(물재생센터) 유입량 감소원인 분석	268
1. 서론	268
2. 결론	269
제14절 서울시 가정에서의 수도물 사용량과 거주인수 증가에 따른 1인 1일 사용량의 감소변화에 관한 연구	270
1. 서론	270
2. 결론	271
제15절 국내·외 하수슬러지 처리처분 현황 및 개선방안	272
1. 서론	272
2. 결론	273
제16절 한강의 수질현황 및 개선방안	275
1. 서론	275
2. 결론	276

제17절 기후변화에 대응한 서울시 물관리 전략	277
1. 서론	277
2. 결론	278
제18절 음식물쓰레기 디스포저 도입 시 하수도시스템에 대한 기술·환경적 평가	279
1. 서론	279
2. 결론	280
제19절 2011년 하수슬러지 해양투기 금지에 따른 추진전략	282
1. 서론	282
2. 결론	283
제4장 연구보고서 및 게재 논문 문헌 소개	287
1. 연구보고서 문헌 소개	287
2. 게재 논문 문헌 소개	289
제5장 늘 맑고 푸른 친환경도시 서울만들기	297
1. 안전하고 쾌적한 삶을 위한 하수도	297
2. 디스포저오수에 대비한 우수토실의 개선	306
3. 디스포저오수 직투입을 위한 서울시 분류식 하수관거 개축방안	310
4. 강우 시 하수처리장 유입하수 활성슬러지법의 처리원리와 도입효과	317
5. 중량물재생센터 반송수(반류수)가 처리수질에 미치는 영향	329
6. 배수설비·하수관거 정비 시급	335
7. 고도 하수처리수 하천유지용수로서의 공급 시급	337
8. 하수슬러지 재활용 및 지구온난화 대책	340
9. 잠실수중보 상류 상수원 관리를 위한 초기우수 및 CSOs 제어	342
10. 홍수재해, 여섯 가지 원인과 여섯 가지 대책	350
11. 빗물의 이용 및 관리	351

12. 수돗물 불소화 사업, 더 많은 연구 필요	356
13. 지하수 정화 복원사업 효율적 추진 시급	358
14. 음식물쓰레기 재활용 및 디스포저 도입 필요	360
15. 경유자동차 매연후처리장치 및 친환경버스 도입 필요	363
16. 저탄소 녹색성장을 위한 환경기술	366
참고문헌	371
영문요약	377

표 목 차

〈표 2-1〉	저감방안별 서울시 미세먼지와 질소산화물 저감률 산정과 정책비용	57
〈표 2-2〉	서울시 자동차 배출가스 저감정책의 분류	60
〈표 2-3〉	서울시 자치구별 침투시설 설치가능 면적	130
〈표 2-4〉	토지지목별 빗물집수 가능용량(2001)	131
〈표 2-5〉	행정구역별 주택유형별 비율 및 1인1일 수도물 사용량(Lpcd) 비교	136
〈표 2-6〉	수도사업소별 1인1일 수도물 사용량(Lpcd)	139
〈표 2-7〉	주택유형별 격월 평균 수도물 사용량	140
〈표 2-8〉	복개하천의 복원 우선순위평가 결과	151
〈표 2-9〉	4개 하수처리구역의 상수생산량과 조정량 및 유입하수량 변화	156
〈표 2-10〉	지하철역사 지하수 배출량과 하천방류량	157
〈표 2-11〉	4개 하수처리구역의 불명수량과 누수량의 변화	158
〈표 2-12〉	서울시의 대표적인 악취 발생장소 및 시기	178
〈표 2-13〉	일본의 지하오수조의 악취원인과 해결방법	181
〈표 2-14〉	한강생태계 조사연구 1차에서 6차까지의 연구개요	186
〈표 2-15〉	서초구의 최고가입찰방식에 의한 재활용품 매각 가격변화	195
〈표 2-16〉	재활용품 매각업체 선정을 위한 평가요소	198
〈표 2-17〉	유지수량 공급이 필요한 하천	200
〈표 2-18〉	유지수량 공급이 필요한 하천의 공급유량 및 공급수질	201
〈표 2-19〉	하천유지용수 공급이 필요한 하천의 공급유량 및 압송관거연장	201
〈표 2-20〉	하수처리수의 하천유지용수 공급수질기준(안)	203
〈표 2-21〉	잠실상수원유역내 빗물관리 및 오염원관리에 따른 비점오염저감시설 용량 변화	221
〈표 2-22〉	소배수유역 우수지에서의 비점오염저감시설 설치계획	221
〈표 2-23〉	소배수유역 토구에서의 비점오염저감을 위한 장치형시설 설치계획	222

〈표 4-1〉	발간된 연구보고서 문헌	287
〈표 4-2〉	게재된 논문 문헌	289
〈표 5-1〉	서울시 하수처리사업소 차집관거 현황(2007년 기준)	310
〈표 5-2〉	탄천 및 서남물재생센터의 배수분구, 대상면적, 인구, 계획오수 관거연장	315
〈표 5-3〉	배수분구별 자연유하관과 압송관과의 단면과 유속비교	316
〈표 5-4〉	조사 시의 운전상황	324
〈표 5-5〉	처리조건	325
〈표 5-6〉	우천 시 하수활성슬러지처리법의 27회에 걸친 반응조 유입수질 및 처리수질	326
〈표 5-7〉	우천 시 하수활성슬러지처리법의 실험계 및 대조계의 처리수질 및 수질비	327
〈표 5-8〉	우천 시 하수활성슬러지처리법에 의한 방류오염부하 삭감 효과	328
〈표 5-9〉	식(1)에 의해 산출된 반송수질 농도	330
〈표 5-10〉	최초침전지 유출수의 농도	331
〈표 5-11〉	제3처리장의 수질조사에 따른 각 부하량	332
〈표 5-12〉	하수처리수의 하천유지용수 공급수질기준(안)	338
〈표 5-13〉	배출원별 대기오염물질 배출량 현황	364
〈표 5-14〉	국내 배출가스 저감장치의 인증기준	366

그림목차

〈그림 2-1〉	서울시 자치구별 물순환회복을 위한 우수침투대책량	131
〈그림 2-2〉	주택유형별 평균 1인1일 수돗물 사용량(Lpcd)	138
〈그림 2-3〉	단기사업 대상하천 위치도	153
〈그림 5-1〉	2007년 하수처리수 재이용 현황	301
〈그림 5-2〉	서울시 탄천 하수처리장 상부 공원화 시설	302
〈그림 5-3〉	일본 도쿄 아리아케(有明) 하수처리시설의 상부 공원화 시설	303
〈그림 5-4〉	기름이 부착된 하수관거와 기름덩어리(Oil Balls)	304
〈그림 5-5〉	청천 시, 우천 시 우수토실	306
〈그림 5-6〉	우수토실, 우수토구의 예	307
〈그림 5-7〉	일본의 하수도시설 모식도	308
〈그림 5-8〉	우수토실의 개선안 개념도	309
〈그림 5-9〉	여과 스크린의 일례	309
〈그림 5-10〉	탄천물재생센터의 분류식관거정비의 오수전용 설치관로 가상도	313
〈그림 5-11〉	서남물재생센터의 분류식관거정비의 오수전용관로 설치 가상도	314
〈그림 5-12〉	우천 시 하수활성슬러지처리법	317
〈그림 5-13〉	시산을 이용한 단계적 유입처리 플로우	318
〈그림 5-14〉	단계적 유입의 유무와 최종침전지의 고형물부하의 경시변화	321
〈그림 5-15〉	유입수량과 고형물부하비와의 관계	322
〈그림 5-16〉	회분식 실험에 대한 S-BOD 제거율의 경시변화	323
〈그림 5-17〉	제3처리장 공정별 총오염부하량	333
〈그림 5-18〉	우천 시 도로 및 도로주변 먼지 하수도 유입	345
〈그림 5-19〉	초기강우 한강유입	345
〈그림 5-20〉	초기강우 시 오염띠	346
〈그림 5-21〉	초기우수 시 오염빗물(좌)과 한강원수(우) 비교	346

〈그림 5-22〉 한강 지점별 월별 BOD농도	347
〈그림 5-23〉 빗물저류조의 개요도	347
〈그림 5-24〉 합류식 관거 월류수(CSOs)개선 Quick Plan의 개요	348
〈그림 5-25〉 후쿠에 우수체수지 및 와카미야 오오도오리 조절지 완성도	348
〈그림 5-26〉 팔당댐~잠실수중보 오염빗물저류조 설치예상지점	349
〈그림 5-27〉 서울시 음식물쓰레기 배출원별 발생량	360
〈그림 5-28〉 서울시 음식물쓰레기 처리방법	361

제1장 서론



제 1 장

서 론

필자는 1987년 2월부터 1992년 4월까지 한국건설기술연구원, 1992년 4월부터 12월까지 (재)한국수도연구소(현 한국환경수도연구소), 1993년 1월부터 서울시정개발연구원에서 근무하면서 환경분야에 대한 연구를 수행하였다. 그 중에서 1993년부터 서울시정개발연구원에서 수행한 상하수도, 수질관리, 폐기물 분야 등의 연구에 대해서 보고서로 발간된 것과 학회지, 서울시연구 등 논문집에 게재된 것을 소개하면 다음과 같다.

1987년에 우리나라의 공공하수처리장은 서울의 3개소와 대구, 대전, 구미, 안산, 과천, 경주, 충북 문의에 1개소씩 등 10개소만 가동되고 있었다. 그후 공공하수처리장은 계속 확충되어 2007년말 현재 357개소가 가동되고 있으며 하수관거보급률 73.6%, 하수처리보급률 87.1%에 달할 정도로 하수처리장의 건설기술 및 유지관리기술 등에서 괄목할 만한 성장을 달성했다.

필자가 1987년에 ‘하수도 정책방향’ 연구과제를 수행하면서 10개 하수처리장의 실태를 분석한 적이 있는데 당시 서울은 그나마 유지관리기술을 숙지하고 있었으나 지방의 유지관리기술은 상당히 낮은 수준이었다. 그러던 것이 지금은 유지관리기술이 상당히 발전하여 최근에 건설된 하수처리장은 흔히 영양염류라고 하는 질소와 인을 고도처리하고 있다. 또한 기존 생물학적 2차처리 공정에서 질소와 인을 추가로 처리하기 위한 하수처리공정개선 개축공사가 이

루어지고 있는 것은 고무적이다. 그러나 남해안의 적조 현상, 도심 하천의 갈수기 유량부족, 도로상에 쌓여 있는 고농도 오염물질(BOD 200~300mg/L 정도)의 하천 유입으로 인한 물고기의 집단폐사 등이 매년 큰 문제로 지적되고 있다. 따라서 빠른 시일내에 상수원, 하천, 호소 및 공공수역으로 방류되는 하수처리수에서 질소와 인을 70% 이상 제거시킬 수 있는 하수처리 시설 공정개선이 필요하다. 한편 강우 시 합류식 관거로부터 유출되는 우수토실의 월류수(Combined Sewer Overflows, CSOs)와 하수처리시설의 방류수 수질을 BOD농도 40mg/L 이내로 낮추는 대책과 점오염원과 오염부하가 거의 비슷한 비점오염원(Non-Point Source)을 제어하기 위한 저류형, 침투형, 장치형 등의 시설에 대한 투자 대책이 시급한 실정이다.

한편, 하수관거 설계빈도를 10년에서 30년으로 상향 조정하는 등 하수도 시설능력 강화 및 과학적 관리로 하수도 기능을 극대화하여 이상 강우에 대응하여야 한다. 또한 불량하수관 및 노후관거의 최소유속을 강우 시 합류식관거의 경우 0.8m/s, 분류식관거의 경우 0.6m/s가 가능하도록 지속적 정비를 통하여 수세화장실 오수 및 디스포저(주방용 오물분쇄기)로 처리된 음식물쓰레기를 하수관거로 직유입시킬 수 있도록 하여야 한다.

현재 하수처리장에서 발생하는 하수슬러지를 탈수하여 함수율 75~80%의 케이크를 70% 정도 해양투기하고 있으나 폐기물 해양 투기 규제에 대한 국제협약(1972 런던협약 및 1996 의정서) 및 해양오염방지협약 등에 따라 1단계는 2008년부터, 2단계는 2011년부터 해양투기가 금지된다. 따라서 혐기성소화조에서 발생하는 메탄가스로 생산한 바이오 천연가스(Bio Natural Gas)를 자동차 연료로 이용, 하수슬러지의 감량화와 탈수케이크를 시멘트 원료, 복토재 등으로 재이용하는 기술이 개발되어 자원의 절약 순환도시로서의 기능과 역할을 할 수 있게 된 것이 무엇보다 기쁘다. 특히 용인시 기흥 및 구갈, 부산시 남구 용호동, 대구 지산 등의 하수처리장은 체육시설 및 생태공원으로 조성되어 시민 휴식 공간으로 활용되고 있다. 서울시 4개 물재생센터의 경우 3,142,550m²

(95만평)의 하수처리시설부지 중에서 탄천물재생센터 상부 25,883㎡(7844평)를 복개하고 체육시설, 친환경적 생태공원 등으로 조성하여 많은 시민들의 사랑을 받고 있다. 성동구의 중랑물재생센터, 강서구의 서남물재생센터는 주변이 상업지역과 아파트 단지 등으로 개발된 밀집지역으로 총 1,826,916㎡(55만평)의 거대 부지이다. 이들 물재생센터를 질소 및 인 제거 효율 향상을 위한 고도처리시설로 전환하면서 하수처리시설을 지하화하고 지상에는 환경친화적인 생태공원을 조성하여 시민의 친수공간으로 되돌려 주어야 할 것이다.

서울시에는 총 36개 법정하천(국가 3(한강, 중랑천, 안양천), 지방 33)이 있으나 이 중에서 물이 흐르는 하천은 10개에 불과하고 나머지는 물이 흐르지 않거나 적게 흐르고 있으며, 12개 하천은 복개된 상태이다.

서울의 청계천, 제주도 산지천, 부산의 온천천, 대구의 금호강, 인천도 건천화된 하천 또는 복개된 하천이었으나 시민들이 즐겨찾는 생태하천으로 조성된 후 국제 환경상 수상 등 세계로부터 많은 찬사를 받고 있다.

이를 계기로 이제 건천화된 하천 살리기, 복개된 하천의 복원화 공사 등이 하루 빨리 이루어져야 한다.

한편 청계천의 유량은 하루 120,000㎡이며 이 중 95,000㎡는 한강물의 양수, 25,000㎡는 지하철 역사로부터 배출되는 지하수와 삼청동의 인왕산에서 발생하는 계곡수이다. 에너지를 절약하고 자연형 하천과 같은 실개천이 될 수 있도록 11월부터 다음해 4월까지 하루 25,000㎡만 방류하는 방안이 필요할 것으로 판단된다.

서울시가 맑은 공기를 가진 푸른 도시를 조성하고 인간의 수명을 3년 더 늘리기 위해 노후 자동차 대상 매연 저감장치 교체 지원, 저감장치 미부착 서울 진입 차량의 저공해화, 오토바이와 노후 건설장비에 대한 배출가스 규제 및 관리, 천연가스 시내버스·청소차·마을버스 보급, 도로 진공청소 및 물청소 강화 등을 통한 미세먼지(PM10, PM2.5) 줄이기 등 적극적으로 대처한 것은 고무적인 일이다. 우리 모두 미세먼지 농도를 선진국 수준인 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 미만으로 줄이

는데 협조하여 무지개가 보이는 푸른 하늘 만들기에 꿈을 실어야 할 것이다.

한편, 서울 10개년 도시철도 기본계획 사업개요에 의하면 도시철도 서비스 취약지역 개선 및 지역 균형 발전 도모를 위하여 경전철 7개 노선을 발표하였다. 경전철은 경제성에 이어 친환경 부분에서도 합격점을 받은 교통수단이다. 저탄소 녹색성장과 지구온난화 예방을 위한 새로운 교통수단인 경전철은 2014년부터 단계별로 개통되어야 한다.

우리나라의 경우 1995년부터 전국적으로 쓰레기 종량제가 실시되고 있으며 생활 폐기물의 처리·처분 방법은 소각이 13.6%, 매립은 43.3%를 차지하고 있다.

천연자원의 소비 억제와 환경부하 저감이 가능한 자원순환형 사회를 구축하기 위해서는 대량생산, 대량소비, 대량폐기를 전제로 하는 폐기물 처리체계가 되지 않도록 폐기물의 배출억제 추진과 동시에 적절한 리사이클 및 처리를 위한 시스템 구축이 필요하다.

그러나 우리나라의 경우 폐기물 처리방법 가운데 매립이 차지하고 있는 비율이 아직도 매우 높지만, 좁은 국토, 신규 매립지의 공간 부족, 넘비현상의 극대화 및 국제적인 추세에 따라 폐기물의 소각처리는 피할 수 없는 상황이다. 따라서 EU 등 유럽에서 추진하고 있는 에너지 회수 등의 정책을 포함하여 폐기물처리 시 매립지의 용적을 줄이고 지속가능한 발전을 위한 에너지로 활용, 즉 폐기물 처리와 활용을 동시에 이룰 수 있는 에너지 효율의 극대화 정책이 필요하다.

제2장 발간된 연구보고서 소개



제 2 장

발간된 연구보고서 소개

제1절 서울시 상수도 취수원의 북한강 상류이전 타당성 연구 (1993년)

1.

상수도의 기본목표는 사용자들에게 필요한 수량을 공급할 수 있도록 취수량과 처리량을 확보하고 양질의 상수원수 및 신뢰성 있는 처리시설을 유지하며 위생적으로 안전한 물을 공급하는 것이다.

최근 서울을 비롯한 수도권 일원에 인구가 집중되어 생활용수의 수요가 급증하고 있으며 시민들의 의식수준이 높아져 상수의 수질에도 깊은 관심을 가지게 되었다. 이런 시점에 서울시 의회 등에서 서울시 상수도 취수원을 수량이 풍부하고 수질이 더 좋은 북한강 상류유역으로 이전하자는 의견이 제시되었다. 따라서 이 연구는 서울시 상수도 취수원을 북한강 상류유역으로 이전하는 것에 대한 타당성을 연구하는 데 있다. 즉, 상수원수를 수량적으로 확보할 수 있는지의 여부와 확보가 가능하다면 양질의 수질을 확보할 수 있는지의 여부를 판단하는 연구라고 할 수 있다.

따라서 본 과업의 내용은 크게 다음과 같이 4가지로 나눌 수 있다.

- ① 한강수계의 수량에 관한 분석
; 취수원 이전에 따른 물수지분석을 통하여 수량적 측면(생활용수, 공업용수, 농업용수, 하천유지용수 등)에서 공급가능성을 분석하였다.
- ② 북한강수계의 수질 및 오염현황
; 북한강수계의 수질변화를 조사하고 팔당호와 팔당호 하류인 강북수원지 취수예정지점 및 잠실수중보지점의 수질을 분석하였다.
- ③ 북한강 및 팔당호의 취수 가능위치 타당성 연구
; 북한강 상류(청평호)에서 수량을 확보할 수 있는지를 분석하였다. 즉, 청평호에서 강북수원지 취수량(200만톤/일), 한강분류취수량(445만톤/일) 및 한강분류 취수량(445만톤/일)과 팔당댐의 취수량(393만톤/일)을 합한 838만톤/일을 확보할 수 있는지를 검토하였다. 또한 이들 취수량을 팔당호에서 확보가 가능한가를 판단하였다. 그리고, 취수원 상류이전 시 비용분석과 사회적 영향을 고찰하였다.
- ④ 수질, 수량, 비용, 사회적 영향 등 여러 가지 사항을 검토하여 취수가능위치를 종합적으로 평가하였다.

2.

최근 들어 생활용수의 수요는 급증하고 있으나, 오염부하량의 증가 및 기타의 원인으로 인하여 양질의 상수원수 확보는 어려워지고 있다. 따라서 서울시는 시민에게 깨끗하고 안정된 상수 공급에 어려움이 있다. 이러한 때에 깨끗한 상수원 확보를 위하여 서울시 일각에서 상수도 취수원을 북한강 상류로 이전하자는 의견이 제시되고 있다. 따라서 이 연구는 서울시 상수도 취수원의 북한강 상류 이전에 대한 타당성을 연구하였으며 그 결과는 다음과 같다.

북한강(청평호 상류)으로 취수원을 이전하고자 할 때 서울시 및 수도권의 생·공·농업용수의 총부족량은 대안(최소 강북수원지의 취수량 200만톤/일

을 취수하는 경우 포함)의 종류에 관계없이 수량측면에서 부족량이 발생하므로 서울시 취수원을 북한강으로 이전하는 문제는 수량측면에서 볼 때 불가한 것으로 판단된다.

또한, 팔당호의 경우는 2000년대까지 수량적 측면에서 서울시 상수도의 취수량 공급이 가능한 것으로 판단되어 서울시 상수도 취수원의 팔당호로의 이전가능지점을 검토하였다. 팔당호 취수가능 대안지점은 제0안으로 강북수원지 취수원을 현재의 계획(와부읍 도곡리)대로 취수하는 안, 제1안으로 강북수원지 취수량을 팔당호 유출부 북안의 마현지점에서 취수하는 안, 제2안으로 강북수원지 취수량을 팔당호 북한강 유입부의 사안지점에서 취수하는 안, 제3안으로 서울시 한강 본류의 취수량인 445만톤/일을 사안지점에서 취수하는 안, 제4안으로 서울시의 한강본류 취수량과 강북수원지 취수량을 합한 645만톤/일을 사안지점에서 취수하는 안을 검토하였다.

-강북수원지 취수원으로 이미 계획된 와부읍 도곡리 지점, 이전 대안지점인 팔당호내의 마현지점과 사안지점, 잠실수중보 지점의 수질을 평가한 결과 BOD(생물화학적 산소요구량)는 각각 1.75mg/L, 1.60mg/L, 1.75mg/L 와 2.25mg/L로 나타났고, T-P(총인)는 각각 29.75mg/m³, 20.50mg/m³, 29.90mg/m³와 34.60mg/m³로 나타나 팔당호와 강북 취수예정지점인 도곡리의 수질이 거의 비슷한 것으로 나타났다.

-모형을 이용한 수질분석은 팔당호의 경우 WASP4 모형을 검정치를 사용·분석하여 보면 제1, 2안 즉, 200만톤/일을 마현지점과 사안지점에서 취수하였을 때 팔당호 방류수의 BOD가 0.83~0.85mg/L로 나타나 취수없이 현재와 같이 방류되는 때의 팔당호의 평균 방류수 BOD인 0.84와 비교할 때 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 이것은 취수량 200만톤/일이 갈수량 기준 팔당호 연평균 유입량 2,867만톤/일의 7% 내외로서 팔당호 수질에 거의 영향을 미치지 않기 때문이다.

-각 대안의 수질 및 경제적, 사회적 영향에 대해 종합평가하면 제0안인 현

재의 계획대로 도곡리에서 200만톤/일을 취수하는 것이 가장 바람직하며, 제2안인 강북수원지 취수량을 팔당호 유입부의 사안지점에서 취수하는 것이 차선책이다. 그러나 이들 안의 경우 수질 향상은 미미한 반면 상당한 건설비가 소요된다.

팔당호는 거대도시인 서울시와 수도권의 유일한 상수원이고 또한 한강분류 수질관리를 위해서도 팔당호를 보호·관리할 수 있는 다각적인 대책이 마련되어야 하며 이를 위한 대규모 투자가 이루어져야 할 것이다.

제2절 서울시 환경관리체계 구축을 위한 연구(1993년)

1.

우리나라는 1960년대 이후 공업화에 의한 성장위주의 경제정책으로 환경오염 문제를 초래하게 되었다. 1970년대 후반에는 기후변화, 오존층파괴 등의 지구환경문제에 대한 관심이 고조되었다.

환경을 하나의 총체적 시스템으로 보는 시각을 출발점으로 하여 환경정책을 구현하는 한편 도시의 생태학적 관리를 지향하는 접근방식에 입각하여 이 연구의 목적은 쾌적한 도시환경의 창조와 지구환경보전에 둔다.

환경설계수립의 주요목표는 다음과 같다.

- 쾌적한 환경조성
- 장기적인 관점에 입각한 목표달성
- 지역특성을 살린 쾌적한 환경보전과 창조
- 지구환경 보전

환경관리설계의 대상은 기후 및 대기, 수자원, 수질, 토양, 소음 및 진동, 산림 및 녹지, 지하수, 에너지, 폐기물이다.

2.

우리가 현재 직면하고 있는 환경문제의 해결을 위한 올바른 정책을 수립하려면 환경정책은 반드시 통일된 목표로 장기적인 차원에서 포괄적으로 접근해 나갈 필요가 있다. 환경관리체계의 구축을 위해서는 아래의 3가지 원칙을 향후 서울시 환경정책의 기본틀로 삼아야 한다.

- 사전에방원칙
- 오염자부담원칙
- 공동협력의 원칙

이런 관점에서 쾌적한 환경의 보전 및 창조를 위한 환경관리계획을 수립하여야 한다. 서울시 환경관리를 위한 정책건의사항은 다음과 같다.

- 자연경관
 - 야생동물이동망 구축
 - 주거지역내 녹지확보
- 도시산림
 - 자연공원의 보전 및 활용
 - 산림생태계의 종다양성 확보
- 토양
 - 토지이용의 최적화
 - 환경친화적 물질 사용 장려
- 수자원
 - 하·폐수 처리수의 재활용
 - 배·급수관리의 재정비
- 대기
 - 환경친화적 에너지 개발
 - 교통원활화 대책

- 폐기물

- 폐기물 재활용 적극 장려
- 원인자 부담원칙의 강화

제3절 서울시 대형쓰레기 파쇄처리시설 타당성 연구(1993년)

1.

오늘날 기술의 발달과 문화수준의 향상으로 인하여 각 가정에서는 텔레비전, 세탁기, 냉장고를 비롯한 가전제품류와 장롱, 소파, 침대 및 응접세트 등 가구류의 사용이 많아졌다. 이로 인하여 폐가전제품류와 폐가구류의 배출도 많아지고 있다. 현재 김포매립지에서는 위생매립을 전제로 하기 때문에 쓰레기를 일정크기(30cm) 이하로 절단하여야만 매립장으로 반입을 허용하고 있다. 따라서 대형생활쓰레기의 최종처분이 어려운 실정이다.

대형생활쓰레기는 가정에서 배출된 생활쓰레기 중 부피가 크고 일반쓰레기와 혼합수거처리가 어려운 폐가전제품류, 목재·철재 등 폐가구류를 말한다. 여기서 대형생활쓰레기는 폐기물관리법상의 용어는 아니다. 우리나라 폐기물관리법에서는 대형쓰레기는 일반폐기물에 포괄적으로 포함되어 있어서 폐기물관리법 제4조에 의하여 수집, 운반, 처리는 지방자치단체의 의무이다.

대형생활쓰레기는 부피가 크고 구성재료 성분이 화학·생물학적으로 안정되어 있기 때문에 대형생활쓰레기를 매립 또는 소각처분하기 위해서는 파쇄처리가 필수적이다.

따라서 이 연구의 목적은 대형생활쓰레기 파쇄처리시설의 설치 타당성을 연구하는 데 있다. 연구의 세부내용은 ① 대형생활쓰레기의 발생량 예측 및 수집량 분석, ② 대형생활쓰레기 수집체계, ③ 대형생활쓰레기의 재활용, ④ 파

쇄처리시설의 내용과 파쇄처리시설의 건설, ⑤ 파쇄처리시설의 환경대책 등이
다.

대형생활쓰레기의 발생량 예측은 각 제품의 평균수명 및 잔존율 추정, 보급
률 추정, 수요량 추정 등을 통하여 이들의 상호관계로부터 대형쓰레기 발생량
을 추정하였다. 이때 대형생활용품의 수명은 평균수명을 중심으로 정규분포하
는 것으로 보고 잔존율을 추정하였다.

대형생활쓰레기의 수집은 각 구청에서 “정기수거일제”를 도입하여 매주 1
회(수요일) 수집하고 있다. 그러나 현실적으로 무단배출이 많기 때문에 대형생
활쓰레기의 수거체계확립을 위한 방안과 판매망을 통하여 수집하는 방안을 검
토하였다.

대부분의 폐기물은 크든 적든 유가의 자원을 포함하고 있기 때문에 모든 폐
기물을 가능한 한 재활용하는 것이 바람직하다. 따라서 이 연구는 대형생활쓰
레기의 재활용을 위하여 그 주체에 따른 재활용 방안과 가전회사를 통한 재활
용방안을 제안하였다. 특히 재활용을 더욱 쉽게 하기 위한 제품의 사전관리제
도와 예치금 및 부담금제도를 검토하였다.

대형생활쓰레기 파쇄처리시설 설치에 따른 분진, 소음, 진동 및 악취 등의
환경공해대책과 폭발물이나 인화물에 의한 폭발 및 화재 등의 안전대책을 살
펴보았다. 또한 냉장고 파쇄 시 배출되는 염화불화탄소(CFC)에 대하여 검토하
였다.

효과적인 파쇄처리시설 건설에 관한 사항을 검토하기 위하여 파쇄처리시설
의 용량, 파쇄처리시설에 적합한 부지선정, 파쇄처리시설의 운영·관리방안에
대하여 검토하였다.

2.

1) 대형생활쓰레기 발생량과 수집량 분석

서울시 수거 결과에 의하면 1993년 대형생활쓰레기는 1일 약 1,394대, 중량으로는 1일 45.1톤이었다. 이를 폐가전제품과 폐가구류로 나누어서 분석하면 폐가전제품은 약 676대/일을 수거하였고, 중량으로는 20.5톤/일을 수거한 것으로 나타났다.

발생량 예측을 보면 2001년을 기준으로 할 때 대형생활쓰레기의 발생량은 393톤/일(11,238대/일)로 추정되었으며 이 중 폐가전제품은 194톤/일(4,028대/일), 폐가구류는 199톤/일(7,211대/일)로 추정되었다.

2) 대형생활쓰레기 수집체계

대형생활쓰레기 배출형태는 신고에 의한 배출과 무단배출로 나눌 수 있다. 현재 각 구청에서는 “정기수거일제”를 도입하여 매주 수요일 대형생활쓰레기를 수집하고 있다. 대형생활쓰레기 수집은 지정일 수거 및 신고에 의한 수거 등을 실시하고 있으나 이들 방법은 효과적인 수집방법이라 평가하기 어렵다. 왜냐하면 무단배출이 많은 것은 이를 말해주고 있다. 따라서 효과적인 수거체계를 마련하여야 한다. 대형생활쓰레기 수집은 지자체에 의한 수집보다도 가전회사를 통하여 폐가전제품을 수집하는 것이 자원활용 측면 등에서 볼 때 효과적인 수집체계라고 판단된다.

대형생활쓰레기를 효과적으로 수거하기 위해서 구청에서는 대형생활쓰레기가 많이 배출되는 계절을 택하여 대형생활쓰레기 수거의 날(점보데이)로 정하고, 각 가정에서 신문의 간지 또는 지역방송, 반상회를 통하여 상세하게 대형쓰레기 수집의 내용을 알린다. 구청에서는 지정된 날, 지정된 지역에 플래카드를 설치하고 대형생활쓰레기를 시민들로부터 수집한다. 이 때 배출하는 대형생활쓰레기는 수수료를 받지 않는 등의 혜택을 준다. 이와 같은 방법이 처음에

는 호응이 적을 수도 있으나 대형생활쓰레기의 수집체계 확인을 위한 하나의 방법이 될 수도 있다.

3) 대형생활쓰레기의 재활용

재활용의 장점은 폐기물 처리 및 처분량이 감소하여 비용이 감소하는 것이다. 또한 폐기물로부터 자원을 회수하여 다시 사용하게 됨으로 사회전체의 자원활용률을 높이게 되고 자원을 절약하게 된다. 재활용의 단점은 재활용을 위하여 수집비용, 운반비용 및 관리비용 등 처리비용이 소요되는 것이다. 대형생활물품의 재활용은 ① 그 주체에 따른 재활용과 ② 가전회사를 통한 재활용으로 나눌 수 있다.

대형생활쓰레기 주체에 따른 재활용은 소비자주도(민간단체)의 재활용, 자치단체 주도의 재활용, 관련업계에 의한 재활용 등으로 구성된다. 가전회사를 통한 재활용은 폐가전제품의 감량화, 처리의 용이화, 재활용화의 3가지 방향으로 추진되어야 한다. 폐가전제품의 감량화, 재자원화 및 처리의 용이화를 촉진하기 위하여 가전회사는 제품의 설계·제조 단계에서부터 사전관리(Assessment)제도를 채택하여 분해조립의 용이화, 제품 재질 중 자원재생이 쉬운 재료의 사용 및 분리를 쉽게 하기 위한 표시 사용 등을 실시하여야 한다. 제조업자는 자사 제품의 사전관리 실시규정을 만들고 사전관리를 위한 평가항목 및 평가기준을 작성하여 제품의 사전관리를 실시하고 그것을 기록으로 남긴다. 사후관리제도는 각 가전제품회사가 기존제품이 폐기물로 되는 것을 최소화한다는 사명감 아래 실시하여야 하고 교환 및 수리센터를 운영하여 구 모델을 재활용하여야 한다.

폐기물관리법 시행령 제12조에는 예치금제도가 있다. 또한 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률 시행령 제21조의 반환예치금의 대상품목 및 요율을 나타내고 있다. 대형생활쓰레기의 관점에서 예치금제도의 문제점을 살펴보면 대상품목의 미선정, 예치금 요율의 부적합, 회수·처리의무자의 소극적 태도

등이 있다. 이를 개선하기 위해서는 예치금 효율조정, 예치금 대상품목 조정 (냉장고 포함), 제조·수입업자에 의한 수집체계를 구축하도록 한다.

4) 대형생활쓰레기 파쇄처리시설

대형생활쓰레기 파쇄시설의 기본설계 사항으로 계획쓰레기의 성상을 충분히 조사하여 장래쓰레기의 성상을 예측하고, 5톤/일 이상의 파쇄시설은 1일 조사하여 장래쓰레기의 성상을 예측하며, 5톤/일 이상의 파쇄시설의 1일 가동시간은 원칙적으로 주간 5시간으로 한다. 파쇄처리시설에서 자원화하려는 물질은 회수량, 회수물의 시장성을 고려하여 결정한다. 폭발위험물(가스통, 스프레이통 등)은 처리전에 제거하고 화재가 발생할 경우를 대비하여 온도감응센서 및 살수장치 등을 설치한다. 또한 파쇄처리시설에서 발생하는 분진, 소음, 진동, 배수 등은 관계법령에 적합하여야 한다.

5) 서울시 대형생활쓰레기 파쇄처리시설 용량 검토

서울시 대형생활쓰레기의 파쇄시설 용량은 계획목표연도의 쓰레기 발생량에 따라 결정되어야 한다. 대형생활쓰레기는 계획목표연도인 2001년에 393톤/일로 추정되었다. 따라서 100톤/일 규모의 파쇄시설을 4라인 설치해야 할 것으로 판단된다. 4라인은 시 전역을 동서남북으로 4등분하여 각각의 지역에 100톤/일 규모의 파쇄시설을 설치하는 것이 타당할 것으로 판단된다. 그러나 현재는 비교적 적은 규모인 100톤/일 규모의 시설을 1지역에만 설치한 후 자원 재활용의 정도 및 파쇄시설의 운영실적을 보아가면서 점차 신·증설하는 것이 바람직할 것이다.

제4절 음식물쓰레기 퇴비화시설 타당성 연구(1993년)

1.

현재까지 서울시에서 발생하는 쓰레기의 거의 전량을 매립에 의해 처분되어 왔으나, 매립지의 절대적 부족 및 대단위 소각시설 건설계획의 주민반대로 축소조정되고 있다. 또한, 쓰레기 재활용에 대한 필요성이 증대되고 있으며, 처리방법의 다양화가 필요하다.

이 연구의 목적은 음식물쓰레기를 퇴비화함으로써 매립지 수명연장 및 자원 재활용의 효과 기대를 도모하기 위함이다.

2.

1) 음식물쓰레기의 발생량

음식물쓰레기의 발생원별 단위발생량은 가정이 0.182kg/인·일, 대형유통센터 중 백화점이 0.029kg/m²·일, 농산물시장이 3.209kg/m²·일로 나타났다. 또한, 집단급식소 중 일반집단급식소는 0.101kg/인·일, 병원집단급식소는 1.167kg/bed·일, 음식점 중 뷔페식당은 0.704kg/m²·일, 일반식당은 0.220kg/m²·일로 나타났다.

서울시 음식물쓰레기량 총발생량은 약 3,654톤/일로서 총발생량에 대한 발생원별 발생량의 비율은 가정(54.3%), 음식점(32.0%), 대형유통센터(11.5%), 일반집단급식소(1.2%), 병원집단급식소(1.0%) 순으로 나타났다.

2) 음식물쓰레기의 성상

음식물쓰레기의 수분함량은 80.1%, 가연분함량은 16.9%, 회분함량은 3.0%, 고위발열량은 895kcal/kg, 저위발열량은 388kcal/kg으로 나타났다. 또한, 탄소

및 질소함량(건조중량기준)은 TKN 3.6%, TOC 41.1%, C/N비는 11.4로 나타났다.

건조중량기준 원소함량은 C 42.8%, H 6.1%, O 30.9%, N 3.7%, S 0.3%, Cl 1.7%로, C/N비는 11.65로 나타났다.

음식물쓰레기의 수분함량은 채소, 과일, 잔반, 생선 순으로, 저위발열량은 생선, 잔반, 과일, 채소 순으로 나타났으며, C/N비는 과일, 잔반, 채소, 생선 순이었다.

3) 음식물쓰레기의 처리방법 비교

처리방법에 따른 톤당 에너지 생산량, 건조기준 무게감량, 습량기준 무게감량은 다음과 같다.

매립 : 2,422MJ, 64.5%, 12.8%

소각 : 2,622MJ, 84.9%, 97.0%

혐기성소화 : 1,315MJ, 60.0%, 12%

퇴비화 : 64.5%, 24.2%

※ 소각 시 보조연료의 소모량 : 1톤당 No.2 Fuel Oil로 약 83L 예상

쓰레기 조성별로 처리방법의 변경에 따른 매립지의 이용기간 연장, 초기 투자비 및 수송비를 고려할 때 음식물쓰레기는 퇴비화, 가연성쓰레기는 소각후 소각재 매립 및 불연성쓰레기는 매립이 가장 효과적이다. 쓰레기 처리조건은 시간에 따라 변화될 수 있으므로 한가지 방법보다는 다양한 방법에 의해 처리하여 기술적 경험을 축적하는 것이 필요하다.

또한, 전체 쓰레기관리비용의 측면에서도 퇴비화와 소각과 같은 중간처리법의 도입은 단순 매립 시보다 수송비는 감소하나 전체경비는 증가한다. 서울시의 경우 매립지의 수명연장, 쓰레기의 재활용 및 경제성을 동시에 고려하여 쓰레기 처리방법을 결정한다.

4) 퇴비화시설의 설계 및 운전변수

음식물쓰레기의 퇴비화를 위한 초기수분함량은 수분함량 자체보다는 원활한 공기공급이 이루어질 수 있는 공극률의 확보가 더욱 중요하다. 열선을 사용한 가열건조와 원심분리형 기계식 탈수방법보다는 수분조절제로 톱밥을 사용하는 것이 가장 적합하다.

수분조절제를 사용하는 경우 적정초기수분함량은 최대 70% 이하로 조절하는 것이 타당하다. 음식물쓰레기의 퇴비화 시 적정교반횟수는 1일 2회로, 적정 공기공급량은 음식물쓰레기 1kg당 1L/min이 적당하다. 음식물쓰레기의 퇴비화를 위한 수분조절제로 톱밥, 생산된 퇴비의 재순환 및 톱밥과 생산된 퇴비를 혼합하여 사용한 경우를 비교한 결과, 분해속도 및 C/N비는 생산된 퇴비를 재순환하여 사용하는 것이 가장 양호한 것으로 나타났다. 퇴비 생산량의 경우 사용되는 톱밥의 양이 증가할수록 증가하는 추세이다.

서울시의 경우 퇴비의 수요처와 경제성 등을 고려하면 생산된 퇴비를 재순환하여 수분조절제로 사용하는 것이 가장 유리하다. 또한, 퇴비화시설의 운전 시 퇴비화의 진행정도를 파악할 수 있는 지표로는 pH와 온도변화경향이 가장 적절하다.

5) 음식물쓰레기의 퇴비화여건

음식물쓰레기의 처리대상과 방법은 폐기물관리법 및 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법에 규정되어 있으나 규정의 불명확성과 대상의 제한성 등에서 현실적 적용가능성에 다소 문제가 있으므로 관계법의 보완이 필요하다. 도시 계획법과 소음, 악취 및 오수 등의 배출기준을 고려할 때 서울시에 음식물쓰레기 퇴비화시설을 설치한다면 시설의 위치는 녹지지역뿐 아니라 근거리의 난지하수처리장이 위치하고 있는 난지도매립지부지가 가장 적합하다.

6) 퇴비화시설의 설치방안

서울시의 퇴비소요량은 연간 10,386톤, 일일 28.5톤이며, 서울시에서 사용하고 있는 평년사용량은 약 770톤이다. 매립을 위한 사용예산은 연간 약 1억여 원으로 나타났다. 서울시에서 발생하는 음식물쓰레기의 퇴비화방안을 몇 개의 대안별로 비교·검토한 결과, 수거의 용이성, 시설투자비 및 운전비, 퇴비의 자체사용 측면에서 다량배출원은 집단처리시설, 가정 및 기타 사업장에서는 자체 처리하는 방안이 가장 효과적인 것으로 나타났다.

집단퇴비화시설의 퇴비화공법은 호기성퇴비화공법이 적합하며, 수분조절방법은 생산된 퇴비를 재순환하여 사용한다. 퇴비화시설의 규모는 20톤/일(서울시 평년 퇴비사용량을 공급)이고, 반입대상 배출원은 21개소 집단급식소로 한다.

퇴비화시설의 관리주체는 서울시 청소사업본부 청소국 사업부로 하고, 소요 인력은 기술관리직 1명과 약 3명 정도의 기능직 인력이 적당하다.

퇴비의 수급은 각 구청이나 사업소에서 예상소요량을 일괄 신청하여 배분하며, 퇴비의 운반은 해당 구청이나 사업소의 행정차량을 이용하도록 한다. 퇴비화시설의 총운영비는 연간 약 2억여원이며, 서울시가 부담해야 할 연간 유지관리비는 약 1억 4천만원(반입비를 톤당 1만원 정도로 할 경우)으로 나타났다.

제5절 도시하천 수질관리 방안을 위한 연구(1993년)

1.

안양천은 전형적인 한국의 도시하천으로 상류로부터 경기도 7개 시와 서울특별시 6개 구의 행정구역을 관류하고 있다. 최근 안양천 주변 도시들의 급속한 발전과 더불어 토지이용 변화에 따른 공공주택 및 산업체의 증가가 두드러진 상황이다.

이러한 급격한 토지이용 변화와 이에 따른 인구증가에 의해 발생하는 생활 하수에 대한 하수관거의 미정비, 적절한 처리시설 용량부족 등으로 인하여 생활하수의 상당한 양이 안양천으로 유입됨으로써 하천수질이 악화되고 있다. 특히 안양천 상류에 위치한 군포시, 안양시에 밀집된 산업체에서 발생하는 산업폐수의 일부가 안양천에 유입되고 있어 오염상태가 심각한 상황이다.

안양천의 하상은 유입된 각종 오염물이 퇴적물을 형성하여 부패한 실정이다. 이로 인하여 용존산소 고갈 및 악취발생을 유발하고 있다. 그리고 하상퇴적물 중에 포함된 중금속 등 독성물질은 수중생태계를 파괴하고 있다. 따라서 안양천 하천수질의 악화로 하천 본래의 기능과 도시민의 휴식 및 친수공간으로서의 기능을 상실하게 되었다.

여러 해 동안 서울시에서 시행한 가양 하수처리사업소(현 서남물재생센터) 건설과 안양천을 따라 서울시 행정구역에 대해서는 차집관거를 매설한 상태이나 안양천 중·상류 경기도 지역은 1996년까지 안양시 하수처리장 증설계획과 아울러 차집관거를 매설할 계획이다.

이러한 상황에서 안양천의 오염된 하천수가 한강에 유입되어 한강 하류부를 크게 오염시키고 있어 한강 오염부하량 감축을 위한 안양천 수질관리 대책이 시급한 실정이며, 장래 친수목적으로 이용하기 위한 수질보전 방안이 요청되고 있다.

따라서 안양천의 수질관리 방안 모색 및 하천환경 개선을 위하여 다음과 같은 목적으로 본 과제를 수행하였다. 1)안양천 유역의 일반현황을 조사, 2)안양천 본류 및 지류의 수량·수질을 측정하여 오염현황 및 오염의 정도를 파악, 그 원인을 분석, 3)안양천 목표수질을 달성하기 위한 오염부하량 감축대책 수립, 4)수질예측모델 적용으로 안양천의 수질향상을 위한 조건 제시, 5)안양천 수질관리를 위한 통합적인 방안의 제시가 그것이다.

2.

1) 수질오염 현황

본 과제 연구기간 중 안양천 본류 10지점, 지류 3지점, 즉 서울시 구간 5지점, 경기도 지역 5지점, 도림천, 목감천, 학의천의 3개의 지류에 대해 1993년 2월부터 10월까지 9회에 걸쳐 수량 및 수질 측정을 실시하였으며 또한, 4월과 10월에는 24시간 연속측정을 2회에 걸쳐 실시하였다. 하상퇴적물에 대해서도 4월과 9월에 2회에 걸쳐 실시하였다.

안양천의 수질기준은 수질환경보전법에 V등급으로 규정되어 있으며, 하천의 유기오염 정도를 나타내는 대표적인 수질인 생물화학적 산소요구량(BOD)은 10mg/L 이하, 수소이온농도(pH)는 6.0~8.5, 용존산소량 2mg/L 이상, 부유물질은 쓰레기 등이 떠 있지 아니할 것 등으로 되어 있다.

각 항목에 대한 수질조사 결과를 보면 수소이온농도(pH)는 환경기준인 6.5~8.5를 만족시키고 있다. 생물화학적 산소요구량(BOD)은 안양천의 환경기준이 10mg/L로서 생활환경보전 측면에서 국민의 일상생활에 불쾌감을 주지 아니할 정도로 되어 있으나 하천수질이 도시민이 접근할 수 없는 정도의 혼탁함과 하상퇴적물의 부패로 접근이 어려운 실정이다. 1993년 현재 안양천의 수질조사 결과를 조사시기로 살펴보면 안양천과 한강하류가 만나는 지점인 양화교에서의 하천수질을 BOD 기준으로 보면 봄;31.3, 여름;15.5, 가을;34.7, 겨울;47.4mg/L이며 연평균은 32.3mg/L로 조사되었다.

2) 하상퇴적물 오염현황

안양천의 하상퇴적물 오염현황을 파악하기 위하여 4월과 9월 2차례에 걸쳐 본류 5개 지점, 지류 3개 지점에 대하여 조사하였다. 각 측정지점에 대한 측정항목별 농도변화를 보면 다음과 같다.

수소이온농도(pH)는 5.5~6.7로 약산성을 띠고 있으나 기아대교가 5.5로 가

장 낮게 나타났다. 휘발성고형물(VSS)은 유기물의 함량을 나타내는 지표로 전 지점에서 5.1g/kg~63.9g/kg의 범위에 있어 지점 간의 큰 차이를 보이고 있다. 총유기성탄소(TOC)는 18.4g/kg~83.7g/kg의 범위로 주로 지류가 합류되는 지점에서 높게 나타났다. 총킬달질소(TKN)는 유기성질소와 암모니아성 질소의 합을 나타내는 항목으로 7.7g/kg~88.9g/kg의 변화폭을 보였다. 총인(T-P)의 농도 변화는 3.77g/kg~21.71g/kg으로 도림천 지점의 T-P의 농도가 3.77g/kg으로 가장 낮았으며 주로 지류에 합류되는 지점에서의 T-P의 농도가 높게 나타나 TKN의 농도분포와 비슷한 경향을 나타내고 있다.

안양천 전 구간에 대한 중금속 농도변화를 살펴보면 As 0.003g/kg~0.014g/kg, Cd 0.0004g/kg~0.0032g/kg, Cr 0.093g/kg~0.314g/kg, Hg 0.0g/kg~0.002g/kg, Pb 0.033g/kg~0.361g/kg으로 조사되었다. 수질오염 및 하상퇴적물 오염현황에 대한 분석결과로 볼 때, 안양천의 수질오염은 상류에서부터 오염이 되어 하류부에 이르도록 자생능력을 상실한 상태이다.

상류로부터 생활하수, 산업폐수의 유입과 안양시 환경사업소의 처리용량 부족으로 인해 방류되는 하·폐수가 안양천을 크게 오염시키고 있으며 하상퇴적물 농도변화로 지류가 합류되는 지역인 오목교와 양화교 지점에서 유기물 및 중금속 농도가 증가하는 것으로 나타났다. 또한 한강 합류지점인 양화교 지점의 용존산소가 거의 고갈된 혐기성 상태임을 고려할 때 하천수 오염 및 하상퇴적물의 오염물질이 용출되어 한강 하류부의 수질에 큰 영향을 미침을 알 수 있다.

3) 오염부하량 발생현황 및 전망

수질오염에 영향을 미칠 수 있는 오염원은 일반적으로 점오염원과 비점오염원으로 구분된다. 안양천 수질오염에 영향을 미치는 오염원은 점오염원 즉, 인구에 의한 생활오염원, 축산오염원, 그리고 공장 등 산업시설에서 배출되는 지류 중 도림천 14.96mg/L, 목감천 35.7mg/L, 학의천 39.6mg/L로서 이 연구기간

중 조사한 모든 지류의 수질이 안양천 본류의 수질을 악화시키고 있다.

용존산소량(DO)은 연평균 2.1mg/L로 수질환경기준치를 겨우 만족시키고 있으나 수생태계 보존 유지수준인 5mg/L에는 미흡하다. 안양천 지류 중 도림천은 5.9mg/L, 목감천은 2.16mg/L, 학의천은 2.98mg/L로 조사되었다.

부유물질(SS)은 수중에서 빛의 투과를 차단하는 유기오염물질의 지표로, 농도가 증가하면 빛의 투과율이 낮아져 수중 동식물에게 악영향을 미치게 되며, 수계의 정상 생산활동을 위해서는 25mg/L 이하인 것이 바람직하다. 이 연구의 조사기간 중 2월을 제외한 전 기간의 시료는 평균 40mg/L를 상회하는 것으로 나타나 수생태계에 악영향을 미친다고 볼 수 있다. 안양천 지류 중 도림천은 18.74mg/L, 목감천은 108.7mg/L, 학의천은 65.75mg/L로 조사되었다.

총질소(T-N)는 연평균치가 16.7mg/L로 조사되었다. 그러나 호소의 T-N 환경기준치(수질 2~3등급)인 0.4~0.6mg/L 이하와 비교해 보면 조사된 안양천의 T-N 농도는 30배 정도의 높은 수치가 되며 이렇게 오염된 하천수가 한강으로 유입되고 있기 때문에 한강하류부의 부영양화에 큰 영향을 미치고 있다. 지류 T-N 수질의 경우 도림천은 9.2mg/L, 목감천은 15.9mg/L, 학의천은 12.2mg/L로 조사되었다.

총인(T-P)은 연평균 1.58mg/L로 조사되었으며, 하천수질기준에는 없지만 호소의 T-P 환경기준치 수질 2~3등급인 0.03~0.05mg/L 이하와 비교해 보면 조사된 안양천의 T-P 농도는 약 40배 정도의 수치가 되며 이렇게 오염된 하천수는 한강 하류부의 부영양화에 상당한 영향을 미칠 것으로 판단된다. 안양천 지류의 경우 도림천은 0.8mg/L, 목감천은 1.58mg/L, 학의천은 1.66mg/L로 조사되었다.

안양천 본류에서 조사된 중금속 분석결과를 연평균 값으로 살펴보면, Cd가 0.106mg/L, Cr이 0.094mg/L, Pb는 0.038mg/L로 조사되었으며, As와 Hg는 검출되지 않았다. 각 지류의 수중 중금속 함량은 본류와 비슷한 수치를 보였다. 시가화 면적이 비시가화 면적에 비해 차지하는 비율이 해가 거듭될수록 커짐에 따라 비점오염원에 의한 하천오염은 점차 줄어들 전망이다. 안양천 유역의 점

오염원에 대한 오염부하량을 BOD 기준으로 서울 지역과 경기도 지역을 비교해 보면, 1993년 현재 서울;157,920kg/일, 경기도;96,233kg/일이 발생한다. 구성비로 보면 서울지역이 전체의 62%, 경기도지역이 전체의 38%를 차지하고 있지만, 2011년에는 서울;204,462kg/일, 경기도;186,617kg/일로 서울이 전체의 52.2%, 경기도가 전체의 47.8%를 차지할 것으로 예상돼 경기도 지역에서 오염원발생량이 점차 증가하는 추세이다. 이에 따라 안양천 상류부에 위치한 경기도 지역의 하·폐수의 처리가 안양천 수질관리에 지대한 영향을 미칠 것으로 판단된다.

4) 모형에 의한 안양천 수질 분석

하천 수질관리 대책수립에 있어 가장 중요한 사항은 현재의 수질에 대한 정확한 오염부하 평가와 현재의 수질에 바탕을 둔 장래 하천수질에 대한 정확한 예측이다. 하천수질 예측은 하천자체의 특성상 물리적, 화학적, 생물학적 과정 등 복합적인 과정을 거치기 때문에 합리적이고, 과학적인 방법이 요구된다. 이러한 관점에서 관리대상인 안양천의 현재수질의 평가 및 장래 수질을 대안별로 예측해 보고자 한다.

이 연구에서는 하천수질의 중심이 되는 BOD, DO와 영양염류를 모의발생할 수 있고, 국내에 적용사례가 있는 미국 환경처(US EPA)에서 개발한 수질 모형 중 WASP5 모형을 안양천 수질 예측모형으로 선정하였다.

안양천 수질측정 결과치 및 모델계산치와 비교하여 상관계수(R^2)에 대하여, NH_3-N ;0.976, NO_3-N ;0.925, PO_4-P ;0.904, BOD;0.857, DO;0.881, Org-N;0.858, Org-P;0.863으로 나타났다. 이러한 결과와 이 연구기간 중 조사한 각종 자료를 종합하여 대안별 안양천의 장래수질을 예측하였다. 하수처리와 하수관거 정비 가 현재수준을 유지한다고 가정하고, 양화교 지점에서의 장래예측 결과를 연도별로 살펴보면, BOD 기준으로 연평균 1993년 현재;28.6mg/L, 1996년;31.7mg/L, 2001년;33.2mg/L, 그리고 2011년;36.8mg/L로 악화될 전망이기 때문에 몇 가

지의 대안을 제시하여 모델을 모의한 결과를 살펴보면 다음과 같다.

안양시 구간에서 발생하는 하·폐수 중 30만톤/일을 BOD 10mg/L로 처리할 경우 안양천 하류부에 위치한 양화교 수질이 연평균 약 13.5mg/L로 예측되었다.

하상퇴적물은 현재의 수질관리 상태를 유지하면서 준설하는 경우에는 효과가 전혀 없는 것으로 나타났다. 특히 갈수기인 봄철에는 느린 유속으로 인하여 부유물질이 퇴적되다가 여름철에 유량 및 유속의 증가와 더불어 퇴적물이 씻겨져 하류부로 끌려가고, 가을철로 가면서 다시 증가하는 사인곡선(Sine Curve)을 그리는 것으로 계산되었고, 준설 후 1년만 경과하면 준설 이전의 하상저면표면층의 BOD가 700mg/L의 70% 수준인 500mg/L까지 회복되는 것으로 모의되었다. 근본적으로 상류에 집중되어 있는 산업체에서 방류하는 산업폐수를 철저히 처리하도록 하고, 생활하수의 안양천 무단유입이 해결되지 않은 현재로서는 하상퇴적물의 준설은 안양천 수질개선을 위한 대책이 될 수 없다.

3.

수질환경보전법에 의하면 하수처리장에 유입될 수 있는 오염물질은 생활하수와 산업폐수로 대별할 수 있다. 그러나 산업폐수에는 현재의 하수처리장 처리기술로서는 처리하기 힘든 물질이 포함되어 유입되기 때문에 생활하수와 산업폐수는 전혀 별개로 처리해야 한다. 경제개발 우선주의에 입각해 산업폐기물, 폐수에 대해 무한한 관용을 베풀던 시대는 이미 지나간 상태이다. 산업폐수와 생활하수가 혼입되어 하수처리장에서 하수처리 효율저하를 막는 일은 철저히 배제되어야 한다. 그러므로 산업폐수는 산업폐수 처리장에서 독성물질을 처리한 후 방류되도록 하고 생활하수는 하수처리장에서 처리될 수 있도록 수질환경보전법을 과감하게 개정해야 한다.

또한, 산업폐수 발생량 감소를 적극 권장하여야 한다. 그리고 산업폐수와 생활하수를 분리하여 처리하고자 할 때 발생하는 산업폐수 처리시설에 대한 투

자재원은 우선적으로 산업체에서 부담하는 것을 원칙으로 하고 영세 기업체에 대해서는 지역내에 있는 동종 또는 유사 업종에서 발생하는 산업폐수를 처리할 수 있도록 지역 소규모 폐수처리장을 설치하여 처리효율을 높이도록 해야 한다.

하천의 수량을 측정하기 위한 측정지점은 주요 하천 중·하류 여러 곳에 설치되어 있다. 하천수질 확인을 위해서는 중요지점을 정하고 상류로부터 하류까지 오염사실을 즉시 확인할 수 있도록 종합적인 수질관리 모니터링 시스템을 구축하여야 한다.

하천의 목표수질은 지속적으로 달성되어야 하며, 수중생태계의 생존을 보장하기 위한 수질로서 유지관리되어야 한다. 그러기 위해서 이 연구에서는 주민, 사업체, 지역 환경관련 연구소, 대학교 관련 연구소, 관계기관을 망라하여 하나의 하천을 공유하는 유역내에 있는 모든 유관기관을 포함한 안양천 수질관리 협력 위원회(이하 위원회)의 구성을 제안한다.

제6절 소음방지대책 수립에 관한 연구(1994년)

1.

우리나라에서는 지난 30여년간 진행된 공업화로 인하여 산업구조가 급격히 변화하였으며, 인구의 도시집중화와 고밀도화, 교통량의 증가 등 도시 생활양식의 급변으로 여러 가지 공해문제가 발생하고 있다. 이와 함께, 국민들의 생활의 질에 관한 가치관도 다양해져서 물질적인 풍요뿐만 아니라 정신적인 것을 포함한 생활의 질을 추구하는 경향이 높아지고 있으며, 도시의 공해문제가 가장 시급히 개선해야 할 요소의 하나로 지적되고 있다.

이에 따라 서울시 전역에 대한 소음현황을 조사하고 이를 기초로 하여 체계

적이며 지역특성에 맞는 소음방지대책을 제시하고자 이 연구를 수행하였다. 서울특별시의 소음문제를 도로교통소음을 중심으로 조사 분석한 결과, 서울특별시 도로변지역의 대부분이 소음환경기준을 초과하고 있는 것으로 나타났다. 이것은 도시계획이나 도로의 신설 또는 광장 사업실시에 있어 사전에 소음에 대한 검토가 거의 이루어지지 않은 채 시행된 결과이다. 이러한 가운데 최근 몇 년 동안 환경문제에 대한 국민의식이 고조되면서 개인 재산권에 대한 침해 측면에서 집단민원이 제기되고 있는 실정이다.

서울시와 같은 대도시의 도로교통소음은 복잡한 도로노선에 따라 여러 노선에서 발생된 소음이 복합되고, 또 도심지역의 건물 등에 의한 반사소음과 생활소음이 합성소음의 형태로 영향을 미치고 있다. 또한 교통량의 급증에 따라 도로교통용량이 포화상태가 되어 오히려 주간의 소음도가 낮게 나타나는 경우도 있고, 경적소음 등 운전습관이 소음도에 영향을 미치는 경우가 많은 것으로 나타났다.

2.

1) 도로교통소음

이 연구기간 중 도로교통소음이 발생하는 179개소를 조사한 결과 이미 방음 시설이 설치되어 있는 10개소를 제외한 169개소 조사지역 중 15개소에 대해서는 방음벽 설치가 필요하며 방음벽 제안 총 연장은 8,540m로 나타났다. 공동주택 건립 시에는 건축법을 비롯한 제반 법규를 준수하고 자동차 전용도로와의 거리를 충분히 고려하여야 하며, 방음벽 설치기준에 준하는 지역에 대해서는 소음에 대한 환경영향평가를 통하여 건축물 준공 시 반드시 각종 소음에 대한 민원이 발생하지 않도록 건축주가 사전에 조치하도록 하여야 한다.

그 대책으로 크게 5가지를 들 수 있다. 첫째, 자동차 전용도로변, 주요 간선

도로변에 있어서 도로가 먼저 건설된 후 공동주택이 건설될 경우는 도로교통소음에 의한 민원이 발생하지 않도록 공동주택 건설 시공업자가 도로교통소음의 차음을 위하여 이중창 시공을 하도록 제도화하여야 한다. 또한 차음효과를 위하여 시공되는 이중창은 창문을 닫았을 때 효과가 크기 때문에 냉방시설을 필히 고려하여야 한다. 한편, 이중창의 시공으로 인한 장점은 공동주택 주변에 방음벽 설치 시 발생할 수 있는 도시 미관 장애요소를 해소할 수 있다.

둘째, 소음 환경기준은 정온한 환경달성을 위한 목표치이므로 차선 및 지역여건을 고려한 소음허용기준을 설정하여 방음대책의 지표로 활용되어야 할 것이다.

셋째, 방음벽 설치 시에는 방음시설 설치기준에 합당한지를 반드시 확인하여야 한다.

넷째, 정온을 유지해야 하는 지역을 통과하는 차량에 대하여는 특정시간대에 소음저감에 효과적인 차량속도로 운행토록 운행속도를 제한하는 것도 바람직하다.

다섯째, 주거전용지역에 방음시설을 하고자 할 때는 소음저감 효과에 중점을 두어야 하겠지만, 주위환경과의 조화를 고려하여, 환경시설의 식재, 컬러방음벽의 설치 등을 고려하여야 한다.

2) 건설소음

건설공사 중 지하굴착, pile공사 등의 건설소음발생이 예상되는 공사를 하고자 할 때는 3가지를 고려해야 한다. 첫째, 저소음 공사장비를 사용하도록 유도하여야 한다.

둘째, 건설공사 시 발생하는 장비 또는 건설용 차량으로 인한 소음을 저감시키기 위하여 적절한 높이의 방음벽을 설치하여 최소한의 소음이 발생되도록 시공전에 감독관청으로부터 허가를 받는 제도가 정착되어야 한다.

셋째, 건축주는 공사장 주변에 소음저감시설을 설치하고 저소음 건설장비사

용 및 소음저감시설 설치의무 준수사항을 공사장 주변에 충분히 식별이 가능하도록 공지하여야 한다.

3) 생활소음

확성기 소음, 이동소음원은 사용을 억제시키고, 이의 위반에 대한 단속을 강화하도록 하여야 한다.

4) 공장소음

산업체의 생산활동으로 인한 공장소음은 공장 내부로부터의 기계소음 등 각종 소음이 주변 주택에 영향을 주는 것으로, 이를 막기 위해서는 2가지를 감안해야 한다. 첫째, 준공업지역 등 공업지역 인근에 주택을 신축하고자 할 때는 주변의 소음을 고려하여 충분한 차음효과가 있도록 시공하여야 한다.

둘째, 기존 공장이 주거밀집지역에 위치해 있는 경우는 공장내부의 기계소음이 주변주택가에 영향을 미치지 않도록 차음 또는 흡음시설을 설치하도록 해야 한다.

3.

서울시의 소음방지대책은 현재로서는 초기단계라 할 수 있으나 이 연구과제 수행으로 다소나마 그 대책수립에 도움이 될 것으로 판단된다.

결론적으로 정온을 유지해야 하는 주거전용지역 인근을 지나는 자동차 전용도로의 자동차 통행으로 인한 도로교통소음, 정온을 유지해야 하는 학교, 도서관 및 병원 주변의 도로교통소음, 주택가의 확성기소음, 각종 건축물 공사 시 발생하는 건설소음, 공장 및 사업장 소음 등을 해결하기 위해서는 앞에서 제시한 여러 가지 대책들을 수립하고 관련 연구를 계속하여야 할 것이다.

제7절 1차처리 By-pass 수질향상을 위한 연구(1994년)

1.

현재 중량하수처리사업소에서 유입되는 하수량이 처리장의 설계용량(146만 m^3 /일)을 과다하게 초과하므로, 하수 중의 일부(40~50만 m^3 /일)는 중량하수처리장에서 2차처리를 하지 못하고 1차처리 후에 하천에 방류되고 있다.

그러나 1차처리 후 By-pass되는 방류수의 수질은 설계수질을 상당히 초과하고 있는 실정이다. 그 이유는 반송수(농축조 상징액, 혐기성 소화조 탈리액, 세정조 월류액 및 탈수기 여액)가 고농도여서 최초침전지에 부하되는 BOD 및 SS량이 크기 때문에 최초침전지의 유입수질이 악화되어 있다.

따라서 1차처리 후 By-pass되는 방류수의 수질은 2차처리를 거친 후 공공수역으로 배출되는 수질보다는 현저히 떨어지므로 하천의 오염이 악화될 수 있다.

즉, 현재 하수처리시설 방류기준은 BOD 30mg/L, SS 70mg/L이지만 실제로 2차처리 후의 방류수질은 10mg/L 정도이기 때문에 1차처리 후의 By-pass되는 용량과 합류되어 최종방류되는 처리수질은 25~40mg/L 정도이다.

그러나 1996년부터 처리수 방류기준의 BOD 및 SS값이 각각 20mg/L 이하로 강화되기 때문에 지금부터 효율적이고 과학적인 유지관리를 하지 않으면 법적 기준을 만족할 수 없게 된다. 그러므로 이 연구는 크게 3가지 방안을 제시하려고 한다. 첫째, 중량하수처리사업소에 유입되는 하수가 가능하면 모두 2차처리될 수 있도록 처리장에 유입되는 하수의 양을 줄일 수 있는 방안을 모색한다. 둘째, 중량하수처리사업소의 처리공정을 검토해서 문제점을 도출하고 그에 대한 대안을 제시하여 설계용량보다 과다유입되는 하수를 1차처리 후 By-pass시키지 않고 가능한 한 유입하수 전량을 2차처리하여 처리사업소의 처리효율을 향상시킨다. 이를 통해 중량천 및 한강본류에 미치는 오염부하를 줄이고 한강수질을 보전 및 회복시키고자 한다. 셋째, 부득이 1차처리 후 By-pass시키는

경우 1차처리 By-pass수질을 향상시키기 위해서 반송수의 부하경감 방안과 반송지점을 검토·개선하여 최종방류수질을 향상시키는 방안을 모색한다.

2.

하수처리장을 효율적으로 운전하기 위해서는 정확한 유량의 파악이 선행되어야 하고, 유량에 맞추어 처리장을 운전해야 하는데 현재 설치되어 있는 처리장은 정확한 유량의 파악이 어렵게 되어 있다. 따라서 하수처리장에 유입되는 유량을 정확히 파악하기 위해서는 유량계를 정확한 위치에 설치하고, 정기적인 유지관리가 이루어져야 한다. 또한 By-pass되는 유량 및 최종방류량과 각 분배조에서 분배되는 유량도 정확히 파악되어야 한다.

제3처리장에서 유입하는 하수량의 분배가 균등하게 되고 있지 않아 처리시설을 운전하는데 어려움이 있으므로 처리장의 유량을 균등하게 분배할 수 있는 방안이 강구되어야 한다.

최초침전지에 유입되는 하수의 수질은 반송수에 의하여 BOD부하는 15% 정도 증가하고 SS부하는 55~70% 정도 증가하고 있다. 따라서 반송수의 SS농도가 높아 하수처리 및 오니처리계통에 영향을 주고 전체적으로 처리효율에 악영향을 미치고 있으므로 이에 대한 대책이 필요한 것으로 확인되었다.

5월, 7월, 10월의 총 3회에 걸쳐 제3처리장의 하수처리공정에 대하여 24시간 연속 수질변화를 조사한 결과 유입수량은 약 146만~161만 m^3 /일로 설계용량인 100만 m^3 /일보다 46~61%를 초과하여 유입되었다. 시간별 유입유량 변화는 03시부터 09시 사이에 약 38,000 m^3 /hr로 낮았고, 09시 이후에 점차 증가하기 시작하여 오전 11시경에 약 80,000 m^3 /hr로 최대값을 보인 후 다음날 02시까지 약 60,000 m^3 /hr로 비슷한 양이 유입됨을 알 수 있었다. 그리고 시간변화에 따른 유입원수 및 최초침전지 유출수의 수질은 유입수량의 변화유형과 비슷하여 수량이 많은 시간에 수질오염도도 높게 나타났다. 이러한 상태에서 농축조

상징액, 혐기성소화조 탈리액, 탈수기 여액 등이 재순환되어 혼합되므로 유입 원수에 비하여 2배 정도 수질이 나빠지는 최초침전지 유입수가 1차처리 후 일부는 2차처리되지 않고 By-pass되기 때문에 결과적으로 중랑천으로 유입되는 최종방류수의 수질이 저하되어 한강의 수질에 악영향을 미칠 것으로 판단된다.

제1처리장의 설계용량은 25만^m³/일로 BOD 및 SS가 각각 200mg/L, 250mg/L로 기준되어 있다. 그러나 현재 처리되고 있는 하수의 평균수질은 그보다 훨씬 낮은 BOD 92mg/L, SS 92.5mg/L로 나타나고 있다. 이러한 실정에서 설계용량만큼의 25만^m³/일을 전량 2차처리하는 경우와 유입유량 약 40만^m³/일 중에서 32만^m³/일을 2차처리하고 8만^m³/일을 1차처리 후 By-pass시키는 수질을 비교해 보면 32만^m³/일을 2차처리하고 8만^m³/L을 1차처리 후 By-pass시키는 것이 중랑천에 미치는 오염부하를 감소시킬 수 있는 것으로 확인되었다. 따라서 수질면에서 본다면 어느 정도의 유량을 By-pass시키더라도 총 처리수량을 증가시키는 것이 효율적이라고 판단된다.

1차처리수에 영향을 미치는 제3처리장의 반송수인 농축조 상징액, 혐기성소화조 탈리액, 탈수기 여액을 중심으로 침강성능을 파악하여 적절한 오니의 침강 체류시간 및 재침전을 위한 오니저류조 용적을 산정하여 1차처리수질에 미치는 영향을 저감시키고자 침강실험을 하였다. 그 결과 침강전 농축조 상징액, 혐기성소화조 탈리액, 탈수기 여액의 COD_{Cr}농도 평균값은 각각 250, 8,743, 96mg/L이며 24시간 침강 후 상징액의 COD_{Cr}농도는 각각 142, 610 및 72mg/L로서 침강 전·후의 COD_{Cr} 제거효율은 43.2%, 93% 및 25%였다. 따라서 농축조 상징액 및 탈수기여액은 시료 채취 시의 농도가 낮으며, 24시간 침강 후에도 상징액의 제거효율은 낮다. 그러나 혐기성 소화조 탈리액의 농도는 24시간 침강 후에 상징액의 평균농도가 610mg/L로서 약 93%의 높은 제거효율을 나타냈기 때문에 그것을 침강시킨 후에도 침강된 오니는 바로 탈수기로 이송하고 상징액만 포기 후에 포기조에 투입시켜 처리하게 하면 반송수에 의한 부하경

감을 저하시킬 수 있다. 또한 고형물 오염부하량은 각각 2, 40 및 0.4t/일로 농축조 상징액, 탈수기 여액보다 유량은 적지만 혐기성소화조 탈리액의 CODcr 및 고형물 오염부하량이 가장 높게 나타났다.

By-pass되는 1차처리수질 향상을 위하여 혐기성소화조 탈리액에 대한 침강 실험을 한 결과 시간경과에 따른 소화조 탈리액의 고형물은 침강 후 6시간부터 점차 감소되어 24시간 후에는 거의 안정화되었으며 재침전을 위한 오니저류조 용적은 오니 체류시간 24시간을 기준으로 계산하면 3,658m³이었다.

이 연구의 실험결과 설계용량인 100만m³/일을 2차처리하고 50만m³/일을 1차처리 후 By-pass시키는 것보다 2차처리 수량을 증가시켜 120만m³/일을 2차처리하고 나머지 30만m³/일을 1차처리 후 By-pass시키는 것이 하천에 미치는 오염부하량을 줄일 수 있는 방법이 될 수 있을 것으로 판단되었다. 2차처리 수량을 더 증가시키고자 할 때에는 다른 여러 제반사항을 고려하여 검토해 보아야 하며, 150만m³/일을 By-pass 없이 전량 2차처리하는 경우는 단순계산으로는 가능하지만 실행 여부에 있어서는 처리장의 운전현황을 고려해 신중히 검토되어야 할 문제라고 판단된다. 2차처리 수량의 증가 시 수반되는 오니의 배출량 증가와 이에 따른 오니처리시설의 설계용량 문제 및 침전지의 설계용량도 고려되어야 할 중요한 문제라고 생각된다.

인력과 장비를 최대한 효율적으로 관리하기 위해서는 제1처리장, 제2처리장 및 제3처리장을 각각 조직체계 속에서 책임을 맡겨 하수처리시스템과 오니처리시스템을 상호 유기적으로 관리하면서 공정관리의 지표로 삼는 것이 좋을 것으로 판단된다. 한편, 수질분석과는 매일 시료채취를 하여 그것을 측정·분석하며 그 결과를 가지고 공정관리의 지표로 이용하고 있기 때문에 인력과 장비를 최대한 효율적으로 관리하기 위해서는 각 처리장의 프로세스를 완전히 이해하고 조작할 수 있는 과장이 있어야 하는 것은 물론이며 기구조직 속에서도 소장을 보좌하면서 부소장과 같은 총괄 지휘감독권을 가질 수 있는 시스템이 필요하다고 생각된다.

제8절 청계천 정비 및 고수부지 활용계획 타당성 조사보고서 (1995년)

1.

중랑천의 제1지류인 청계천은 서북쪽의 인왕산과 북악산의 기슭에서 발원하여 도봉구, 동대문구, 성북구, 성동구, 종로구, 중구 등 6개 구 67개 동 50.96 km²의 유역면적을 가지고 있으며 유로연장이 10.92km인 도시하천이다. 청계천은 1958년 6월에 복개공사를 시작하여 1978년 12월에 완공되었으며 공사구간은 광교에서 성동구 마장동까지 전장 5.4km이다. 청계천 하상을 복개하여 도로를 건설하고 그 위에 다시 도심교통난 해소를 위하여 동서축으로 광교 네거리에서 성동구 마장동까지 고가도로를 건설하여 이용하고 있다. 현재 청계천을 복개하여 사용하고 있는 도로는 청계천 주변의 상가를 중심으로 이용되고 있으며 교통량 분석을 통하여 볼 때 교통 서비스 수준이 거의 포화상태에 있다.

청계천을 복개할 당시 하천 좌·우안의 하수관거를 제대로 정비하지 않고 복개한 관계로 복개 내부 양쪽 둔치에서 유입되는 하수의 상당한 양이 월류하여 하천 저수도로 흘러가고 있으며 하수관거 용량이 부족하여 상류에서 월류되는 생활하수가 저수도로 흘러가고 있다. 이로 인하여 하천 바닥이 혐기성화되어 복개내부에서 악취가 발생하고 있다. 하천 저수로는 수시로 퇴적물 준설 등으로 정비하고 있지만 복개된 특수성 때문에 하천의 기능 중 친수성 개념 등의 역할은 기대할 수 없고 다만 홍수 배제의 기능만 담당하고 있는 실정이다.

이에 따라 청계천의 상류인 광교지점에서 하류의 성동구 사근동에 이르는 5.4km의 복개구간과 2.4km의 미복개 구간 등 총 7.8km 구간에 대하여 하도 정비 방안, 하수관거를 비롯한 하천시설물 정비 방안을 도출하고 둔치 활용 타당성 등 제반사항을 종합적으로 분석하여 둔치를 이용할 수 있는지에 대하여 검토하고 살아 있는 청계천으로 가꾸도록 하는 데 이 연구의 목적이 있다.

또한 청계천 상류 복개내부에 은폐되어 있는 광교의 존치된 부분에 대하여

고증자료를 수집하고 상태조사 및 안전진단을 실시하여 광교의 이전 및 복원 타당성을 검토한다.

연구의 대상은 청계천 상류인 광교에서 하류 성동구 사근동에 이르는 복개 구간 5.4km, 미복개구간 2.4km 등 총 7.8km이며, 연구의 범위는 하천 시설물 정비방안, 둔치 활용방안, 둔치를 사용할 경우 환기 및 채광방안, 복개되어 있는 상태에서 지하공간이 거의 밀폐된 하천에 있어서 재해예방 대책, 현재 광교 네 거리에 존치된 광교의 안전진단, 이전, 복원 방안 타당성 검토 등이다.

연구의 내용을 요약하면 다음과 같다.

- 가. 하천 시설물 정비방안 제시
- 나. 둔치 활용방안 제시
- 다. 재해 예방대책 검토 및 제시
- 라. 광교에 대한 이전, 복원 타당성 검토

2.

1) 저수로 정비방안

청계천 복개부의 유지관리를 용이하게 하고 우수소통을 원활히 할 수 있도록 저수로의 정비가 이루어져야 한다. 이를 위해 둔치의 월류빈도를 연 10회로 설계하였으며 이때 제방의 홍수 소통능력은 하천의 전 구간에 대하여 100년 빈도 이상의 능력을 가진 것으로 확인되었으므로 계획 저수로 단면대로 시행하여도 문제가 없다.

2) 차집관거 및 유입관거 정비 방안

청계천은 도심을 관류하는 하천이므로 그 중요성을 고려할 때 100년 빈도의 홍수 소통능력은 가져야 하는 것으로 판단되며 이를 충족시키기 위해서는 둔

치의 침수빈도가 연 10회가 되도록 설계하는 것이 적절하다.

현재 차집관거는 용량이 부족하여 생활하수가 저수로로 월류되고 있으므로 차집관거의 용량을 하수 발생량 기준으로 재검토하여 용량을 확대하여야 한다. 또한 복개하천의 환경개선을 위하여 개거식으로 되어 있는 관거를 밀폐식으로 개선하여야 한다.

청계천으로 유입되는 하수관거에는 오수관, 우수관, 우오수 합류관이 있으며 형태별로 다음과 같은 방법으로 정비를 하여야 한다.

오수는 차집관거로 직접 유입시키고 우수는 저수로로 유입시킨다. 합류되는 우오수는 평시에는 전량 차집관거로 유입시키고 강우 시에는 저수로 및 전체 하도 단면으로 유입되도록 개선하여야 한다.

3) 지하공간 활용

지하공간 활용 가능성에 대하여 검토한 결과는 다음과 같다.

- 지하도로 : 지하도로를 건설하더라도 교통 서비스 수준의 향상을 기대할 수 없고, 복개하천을 지하공간의 도로로 활용한 예가 없으며, 재해 예방 대책수립 및 운용에 어려움이 있다.
- 주차장 : 주차장 공급가능 구간은 마장동부터 청계 7가인 반면에 주차장 수요구간은 청계 7가부터 광교까지로서 수요와 공급의 불일치로 효율성이 없고 하천이 복개되어 있는 관계로 홍수 등 긴급사태 시 신속한 대처가 어렵다.
- 화물하치장 : 공간이 부족하고, 다수의 진출입로가 필요하며 노면의 교통 혼잡이 예상되므로 화물하치장으로의 활용이 부적절하다.
- 자전거·오토바이 도로 : 접근성이 어려워 활용도가 낮다.

위에 언급한 내용 이외에도 지하도로, 주차장, 화물하치장 및 자전거도로 등의 활용에 대한 공통적인 가장 큰 문제점은 진출입구를 만드는 일로 나타났다.

결론적으로 청계천 복개구간의 저수로 및 차집관거는 이 연구에서 제시한 대로 정비가 필요하며 이에 따른 둔치의 활용은 어떤 형태로든지 적절하지 못한 것으로 나타났다. 이런 결과에 따라 장래에는 청계천이 복개하천이 아니라 도심을 관류하는 맑은 하천이 될 수 있도록 정비함과 아울러 환경적으로 친화성을 가지도록 복개부분을 철거하는 방안을 심도 있게 검토하여야 할 것으로 판단된다.

제9절 퇴적토 자원화 방안(1998년)

1.

홍수 시에는 상당한 양의 퇴적토가 한강 본류와 주요 지천의 둔치, 저수로, 하천시설 등에 쌓이고 있다. 이는 상류 유역의 비옥한 토양의 침식물로서 일반 토양에 비해 영양분이 풍부하고 유기물 함량이 높은 특성이 있어, 일부 미흡한 특성을 보완할 경우 자원성이 높은 식재지반용 토양으로 활용 가능할 것으로 추정되었다. 그러나 퇴적토는 현재까지는 치수 및 고수부지 공원 청소차원에서 많은 운반비 혹은 폐기물 매립비용을 들여 준설하여 김포 매립지로 운반, 사토하거나 한강 하류에 야적되는 등 자원으로 활용되지 않고 있는 실정이다. 이에 따라 이 연구는 현재 폐기물로 간주되어 수거 후 매립되거나 방치되고 있는 퇴적토 중 주로 홍수 시 하천 둔치에 쌓이는 퇴적토의 자원성을 확인하고, 다각적인 자원화 방안을 모색하는 데 목적을 두고 수행되었다.

이 연구에서는 퇴적토의 발생현황 및 특성을 파악하고, 여기에 제도적 검토 결과를 더하여 퇴적토의 관리체계와 활용방안을 제시하였고, 최종적으로는 자원화사업의 타당성을 검토하였다.

2.

1) 퇴적토 발생 현황

퇴적토 발생량은 강우량에 따라 크게 차이가 있으며, 주요 관심 대상인 한강 둔치의 퇴적토는 홍수가 심했던 1995년의 경우 부피로 257,000m³가 쌓인 것으로 추정되며, 이 중 40%만이 수거되었다. 한편 송파구 관내에서는 1997년도에 탄천둔치에서 8,000m³, 성내천 준설토에서 20,441m³, 하수도 준설토에서 6,907m³의 퇴적토가 발생하였다. 수거된 퇴적토 중 한강 및 탄천 둔치 퇴적토는 전량 복토재로 활용되거나 한강 하류 둔치에 야적되어 있는 상태이고, 성내천 준설토는 일부를 제외한 대부분이 폐기물로 유료 매립되었으며, 하수도 준설토의 경우 전량 유료로 매립되었다.

2) 퇴적토 특성

먼저 퇴적토의 특성을 확인하는 것이 매우 중요한 사항이었기 때문에 한강 둔치 퇴적토, 성내천 준설토, 하수도 준설토에 대해서 식재토양 가치, 요업재료 가치, 복토재 가치, 토공재료 가치, 오염특성 파악 등을 분석하였으며 그 결과는 다음과 같다.

- 한강 둔치 퇴적토와 성내천 준설토의 식재토양 특성은 pH가 5.1~5.3으로 국내 경작지 토양 범위인 5.5~6.9보다 다소 낮은 것을 제외하면, 토성(사양토 혹은 양토), 유기물 함량(2.5~5.5%), 유효인산(22~98mg/kg), 치환성 양이온(K : 0.5~1.1, Ca : 0.9~9.6, Mg : 0.1~0.7, Na : 0.7~3.1cmol/kg), 양이온 치환용량(3.1~24.3cmol/kg) 등의 항목에서 모두 우량 객토재로서 손색이 없었다. 이와 병행하여 실시한 팬지 및 금잔화의 발아 및 성장실험 결과에서도 지극히 우량한 발 토양과 산 토양에 비해 발아율과 생장률이 약간 떨어지지만 양호한 것으로 밝혀졌다.
- 한강 둔치 퇴적토뿐만 아니라 하천 준설토 및 하수도 준설토에 대해서 토

- 양유해성을 파악하기 위해서 실시한 폐기물공정시험법에 따른 측정결과에 의하면, 모든 항목이 기준치 이내로서 유해성은 없는 것으로 판명되었다. 한편 토양오염도를 파악하기 위해서 실시한 토양오염공정시험법에 따른 측정결과에 의하면, 한강 둔치 퇴적토 및 하천 준설토는 유류를 제외한 항목이 정상치였으며, 다만 유류가 대부분의 사료에서 미량 검출됨으로써 농경지 우려기준(불검출)을 초과한 것으로 나타났다. 그러나 미량의 유류가 식물의 발아 및 생장에 미치는 영향은 거의 없거나 오히려 유리할 수도 있다는 선행 연구결과를 감안할 때 문제가 없다고 판단된다.
- 한강 둔치 퇴적토에 대해서 벽돌제조 가능성을 검토하기 위하여 실시한 화학적 조성분석과 벽돌시판제작 실험 결과에 의하면 화학적 조성은 양호하였으며, 일반 점토와 한강 둔치 퇴적토의 혼합비율을 각각 70 : 30과 75 : 25로 하여 제작된 시판들은 모두 수축률과 흡수율, 압축강도 등 모든 KS규격 시험항목의 기준을 월등히 상회하는 성적을 보였다. 따라서 한강 둔치 퇴적토를 탈점제로 이용한 점토벽돌 생산은 품질에 전혀 문제가 없는 것으로 나타났다.
 - 한강 둔치 퇴적토에 대해서 토공재료, 차수재, 복토재로서의 활용가능성을 검토하기 위해서 실시한 토질역학적 특성분석 결과에 의하면 토공재료로서는 입자가 너무 미세하고, 액성 및 소성한계에서의 함수비가 그다지 적절하지 않았으며, 차수재로서는 투수율이 높아 부적절한 것으로 나타났다. 한편 복토재로서는 시료가 채취된 시점(27.3%)에서의 함수비로는 일축압축강도가 산토와 건설잔토에 비해 낮았고, 환경관리공단의 자체 기준인 0.5kg/cm²에 미달하여 사용이 곤란하나, 야적을 통해 함수비를 22% 이하로 탈수되도록 하면 복토재로 활용할 수 있다.
 - 한편, 시멘트 고화실험 결과에 의하면 시멘트를 2.5%만 혼합하여 1일만 양생하더라도 복토재로 충분히 활용이 가능한 것으로 나타났는데, 양생기간을 연장한다면 시멘트 첨가량을 대폭 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

3.

1) 자원화 및 관리체계

퇴적토 관리상 세 가지 원칙을 고려해야 한다. 현장보존, 자원화율의 극대화 및 처분량의 최소화, 안정적이고 경제적인 처분 등이 그것이다. 퇴적토 및 준설토의 관리체계는 현장보존, 수집, 저장 및 처리단계, 그리고 활용 및 처분단계로 구분하여 실시하고, 수거가 필요한 경우에는 성상을 육안으로 선별하여 성상에 따라 분리수거한다. 한강 둔치 퇴적토는 오염가능성이 거의 없으므로 육안선별을 거쳐 타이어식 장비로 수거하여 현장에서 최대한 자원화한다. 한편, 성내천 준설토 및 하수도 준설토는 오염가능성이 높으므로 필요 시 토양오염 검사와 적정처리를 거친 후 분리수거, 분리저장을 하고, 야적장에 장기간 야적, 뒤집기, 혼합 등의 과정을 거쳐 자원화하며, 자원화가 곤란한 경우에 한하여 최종 처분한다. 특히, 성내천 준설토를 식재지반으로 활용하기 위해서는 토양오염공정시험법에 의한 오염도 측정이 필요하며, 성내천 준설토와 하수도 준설토를 복토재로 활용하기 위해서는 폐기물공정시험법에 따른 용출시험 결과가 유해물질 함량을 초과하지 않아야 한다. 자원화 우선순위는 자원화 가능성, 환경적 가치, 실행가능성 등을 감안할 때, 표토, 요업재료, 복토재의 순이 바람직하다고 판단되었다.

2) 자원화 방안

식재지반으로 사용되기 위해서는 중금속 등 유해물질의 함유량이 기준치 이내이어야 하며, 영양염류 함량, 양이온치환능, 유기물 함량이 식물 생육에 적절한 수준이어야 한다. 즉, 한강 둔치 퇴적토의 대부분과 하천 준설토 일부가 토양개량제 혹은 식재지반으로 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 구체적 용도로는 원예용, 조경용, 토취장 혹은 절개면 녹화용, 훼손지 복구용 등을 들 수 있다. 미량원소 성분 보완을 통한 품질향상을 위해서는 비료나, 부산석회, 플

라이애쉬, 제강슬래그 등을 혼합할 수도 있고, 양이온치환능 향상을 위해 퇴비를 섞어 사용할 수도 있다. 현재 난지도 하수처리장에 설치된 음식물쓰레기 퇴비화 장치에서 생산되는 음식물 쓰레기 퇴비 혹은 가로수 전지물을 분쇄하여 부숙시킨 퇴비를 활용하는 것이 바람직하다고 판단된다.

요업재료 특히 탈점제로 사용되기 위해서는 고른 입경분포, 수축률과 흡수율, 그리고 압축강도 등이 요구되는데 한강둔치 퇴적토는 여기에 적합한 것으로 판명되었다. 한강 둔치 퇴적토를 복토재로 사용하기 위해서는 함수비를 22% 이하로 유지하거나 소량의 시멘트를 첨가하면 된다. 하지만 이를 위해서는 수도권 매립지 인근 주민대표와 합의가 필요하므로 운영 조합측과의 협의를 통한 합의를 유도하는 일이 선행되어야 한다.

지금까지는 준설토 최종처분을 육상매립에 의존해왔으나 준설토는 표토가 유실되어 바다에 이르는 도중 퇴적된 것으로 해양투기를 통해 처분비용을 절약하는 방안에 대한 검토도 필요하다.

3) 국외 유사 사례 검토

일본에서는 하천에서 수거된 퇴적토는 명료하게 폐기물처리법의 적용대상에서 제외하고 있지만, 국내 폐기물관리법에서는 하천에서 수거된 퇴적토가 폐기물로 분류되는지의 여부가 불명료하다. 국내에서도 폐기물 억제, 재활용 및 재자원화 촉진 차원에서 오염된 저니의 수거 목적이 아닌 하천정비과정에서 발생하는 퇴적토는 폐기물관리법의 적용대상에서 제외하는 것이 바람직하다고 생각된다.

독일, 미국, 일본 등 선진국에서는 토양의 자연적인 생산능력의 상실을 피하기 위하여 표토보존을 의무화하고 있으며, 국내에서도 조속히 표토보존을 의무화하는 법령이 마련되어야 할 것이다. 한편 홍수 시 하천 둔치에 쌓이는 퇴적토가 상류의 비옥한 표토의 침식물이라는 점을 감안할 때, 퇴적토를 식재지 반용 표토로 재활용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 객토가 거의 실시되

지 않는 식재 관행을 개선하기 위해서는 토양검사 의무화, 식재지반 요건 충족 등 식재지반 조성지침을 강화하여야 할 것이다.

4) 퇴적토 재활용 관련 법제도 검토

기회요소 측면에서 토양의 개량보전사업으로서 객토, 퇴비 또는 토양개량제의 사용, 오염농지의 토양개량 등이 중요하다(농지법). 퇴적토를 식재지반으로 활용하도록 유도하거나(송파구 건축조례), 가로수 식재토양 환토(서울시 조례) 또는 오염토양개선사업(토양환경보전법)의 통제는 정부의 자금 지원 및 알선 등 직접지원과 정부의 구매촉진 및 우선구매 등 간접지원을 강구하도록 의무화하고 있다(자원재활용촉진법). 또한 폐자원 재활용에 대해 부가가치세 영세율을 적용할 수 있고(조세감면규제법), 자원화에 소요되는 법정물품과 기계, 기구에 대해서는 관세를 감면할 수 있다.

한편, 제약요소 측면에서 퇴적토 자원화를 위해서는 폐기물관리법 상 유해물질 기준치 이내, 토양환경보전법상의 토양우려기준 이내 조건을 충족해야 한다. 또한 퇴비로 사용하기 위해서는 의무사항은 아니나 퇴적토 발생원별로 비료관리법상의 요건인 공정규격, 품질검사, 위해성검사, 재배시험 등을 실시하고 그 결과를 공표하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

5) 퇴적토 재활용 사업 타당성 검토

이상 검토된 자원화사업의 타당성 분석을 위해서 수행된 추진체계, 용도별 수요예측 및 수요개발, 사업운영안, 기대효과 등에 대한 검토결과를 요약하면 다음과 같다.

- 용도별 수요예측결과에 의하면 식재지반용 토양의 수요는 현재의 여건에서는 거의 없고, 요업 탈점제 수요는 제한적이며, 복토재 수요는 매우 크다. 따라서 대규모 수요처인 쓰레기 매립지 복토재로 활용하면서, 자원화

우선 순위가 높은 식재지반 토양수요개발을 위해 식재지반 설계 시 토양 검사 및 토양보완 의무화, 공공 녹화사업에서 식재지반으로 퇴적토 시범 활용 등의 사업 추진이 필요하다. 더불어 탄천 둔치 퇴적토 대부분과 성내천 준설토 일부를 식재지반으로 활용하게 되면 송파구 관내에서만 최소 2.7억원의 예산을 절감할 수 있을 것으로 기대된다. 한편 퇴적토의 요업재료 수요개발뿐만 아니라 미관, 내구성, 유지관리비용 개선을 위해서도 현행 보도블록 소재를 콘크리트재에서 점토재로 대체하는 것이 바람직하다는 결론에 도달하였다. 즉, 우선구매제도를 활용하여 송파구 관내 탄천 둔치의 퇴적토를 점토벽돌용으로 공급하면 약 1.9억원의 예산이 절감될 수 있을 것으로 예측된다.

- 자원화사업 운영을 위해서는 단계별로 추진하되, 초기단계의 추진주체는 송파개발공사가 적합할 것이다. 성내천 폐천부지에 보관, 처리장을 설치하여, 1인의 관리로 퇴비로 사용될 가로수 전지물 분쇄목 퇴비화와 병행하여 시범운영하는 것이 바람직하다. 또한 경관개선을 위한 생울타리 조성, 청결유지관리, 비산먼지 저감을 위한 적절한 살수, 세륜시설 설치, 지표면 녹화, 어린이 안전사고를 막기 위한 울타리와 출입문 설치 등의 조치가 필요하다.
- 이를 통해 자원활용, 퇴적토 처분비용 절감, 비료경비 절감, 구청 수익성 확보, 친환경적 행정 홍보 효과, 환경보호 기여, 폐기물 매립지 수명연장 등의 긍정적 효과를 기대할 수 있다.

제10절 우수유출률 저감대책(1995년)

1.

도시의 개발에 따른 불투수면적의 증가와 이로 인한 유출량의 증가, 우수관거 보급 확대에 따른 홍수 유하시간 단축 등으로 홍수위험이 가중되고 있다. 그러나 새로운 우수지의 확보나 기존우수지의 확장이 어려워 펌프장을 증설하게 되고 이로 인해 도시하천의 홍수유량을 가중시킴으로써 홍수부하를 저지대나 하류로 전가시키고 있다.

도시화에 따른 합리적 수해방지 대책으로 우수나 우수지 혹은 우수관거로 유입되기 전에 유출을 억제하여 우수를 그 지역에서 완전히 배제시키거나 유출시간을 늦추는 등 홍수부하를 저지대나 하류로 전가시키지 않도록 하는 적극적이며 근원적인 대책이 필요하다.

2.

실제로 도시구역의 치수문제에서 대두되는 어려운 점은 두 가지를 들 수 있다. 첫째로 토지이용의 고도화로 건물들이 하천연안에 인접하여 밀집되어 있으므로 하천을 넓히는 등의 하천개수를 통한 치수대책이 곤란한 상태에 있다. 이것은 하천을 넓히기 위해 투자해야 할 토지 보상비 등의 각종 비용이 고가이기 때문이다. 둘째로는 상류구역까지도 개발되므로 유출량이 증가하고 우수의 유출이 급속 침체화되어 하류 구역에서의 부담이 증대되고 있다. 과거에는 산림이던 상류 구역이 택지화 또는 상·공업지대화되면서 불침투지역으로 바뀌어 유효우량이 증가하며, 도로 등의 개발과 측구, 하수도 등의 배수시설이 완비되면서 우수의 유출이 빨라졌다. 이러한 여러 가지 요인들 때문에 도시구역의 치수대책은 하천개수사업의 추진과 병행해서 그 하천구역에 대한 적절한 보수·유수기능을 가질 수 있도록 우수의 억제, 안전한 토지이용의 유도 등의

종합적인 치수대책이 추진되어야 한다.

서울시는 홍수피해를 감소시키기 위한 많은 노력을 기울여 왔으나 홍수문제는 여전히 남아 있다. 지금까지 서울시의 홍수재해 방지를 위한 방안은 주로 지표면의 우수배제를 위해서 유역내에 우수관거를 매설하고 말단부에 모여진 우수를 배출하기 위해 우수지/펌프장을 설치하는 방향에 집중되어 왔다. 이러한 방안은 내수침수피해를 방지하는데 효과적이었다는 점은 확실하지만 서울시와 같이 유역의 대부분이 개발완료된 지역에서는 새로운 우수지의 확보나 기존 우수지 확장 등에 어려움이 있을 뿐만 아니라 하류에 홍수문제를 가중시킨다는 점에서도 최선의 방안이라고 볼 수는 없다. 또한 과거의 치수정책이 물 환경보존이란 측면을 간과하여 도시하천은 건천화되고 평상시에는 하수만이 흐르는 황폐한 하천으로 변화하는 결과를 초래했다. 그러나 최근 들어 환경문제에 대한 관심이 고조되면서 하천유지수량, 생태계보전, 친수공간정비 등에 많은 노력을 기울이고 있다. 이러한 시점에서 이미 선진국에서 실시하여 좋은 성과를 얻고 있을 뿐만 아니라 방재, 환경보전 및 이수측면에서도 효과가 기대되는 우수유출저감을 위한 침투·저류시설은 서울시의 수자원정책에 많은 기여를 할 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 이 연구에서 수행한 내용은 침투·저류시설을 적극 활용할 수 있는 기초자료로 이용될 수 있을 것이다. 이 연구 수행결과의 주요 내용을 정리하면 다음과 같다.

- 우수저류·침투시설은 방재뿐만 아니라 환경보전 및 이수측면에서도 효과가 있어 이들 시설의 적극 활용이 바람직하다.
- 유역조사결과 서울시에서 설치가능한 우수저감시설 중 각종 지표면 저류시설(공원, 학교, 주차장, 아파트지역의 동간저류 및 저단저류 등)은 설치가능면적이 비교적 제한되어 있을 뿐만 아니라 시민들이 직접적으로 이용하고 있다는 점에서 많은 제약이 있으나, 토지의 이용을 효율화할 수 있고, 비교적 설치가 간단하다는 면에서 경제적이라는 장점이 있다.
- 지하저류시설 및 각종 침투시설은 설치에 따른 제약이 비교적 적어 서울

시의 우수유출의 저감의지에 따라 얼마든지 설치가 가능한 것으로 판단된다. 또한 침투시설은 지하수함양, 지하생태계보전 및 도시하천의 건천화 방지 등의 효과도 동시에 얻을 수가 있으므로 앞으로 유망한 우수유출저감시설이라 생각된다. 더불어 침투시설 중에서도 확수법은 설치에 필요한 공간이 작을 뿐만 아니라 침투효과면에서도 우물법보다 효과적인 것으로 알려져 있다.

- 이 연구에서 저류 및 침투시설의 설치에 따른 영향을 해석하기 위해 ILLUDAS 모델을 수정하여 다양한 경우에 적용·분석한바, 저류 및 침투시설의 설치에 따른 영향을 합리적으로 설명하여 주는 것으로 판단된다. 따라서 앞으로의 저류 및 침투시설의 계획 및 설계에 유용한 도구로써 사용될 수 있다.

3.

최근 서울시의 치수대책은 주로 배수관거 및 우수지/펌프장을 중심으로 이루어져 왔으며, 1992년 하수도 재정비계획 이후 각 우수지/펌프장의 용량은 증대되어 대략 20년 빈도의 홍수에 대처할 수 있게 되었다. 따라서 치수면에서만 본다면 계획홍수량이 20년 빈도라면 더 이상의 우수저감시설을 설치할 필요는 없어지게 된다. 그러나 앞에서 살펴본 바와 같이 이러한 치수방안은 하류 지역에 홍수량을 증대시켜 이 지역에서의 치수대책에 문제를 야기시킬 수 있다. 이러한 문제뿐만 아니라 지하수함양, 하천건천화방지 등을 해결하기 위해 각 유역의 도시화상태와 전망 및 상·하류와의 관계 등을 고려한 제한 방류량을 결정하는 등의 종합적인 치수대책이 필요하다.

도시유역내의 현 치수시설의 안전도를 종합적으로 평가하고 계획설계 강우에 대한 유역의 기본 고수량을 산정하고, 치수시설의 분담유량을 최적배분으로 결정하여 치수안전도 향상을 위한 하천과 유역이 일체가 된 종합적인 치수

대책이 마련되어야 한다.

개발 및 재개발과정에서 서울시의 산림 및 녹지지역이 계속 감소하여, 각 구역에서 우수 및 보전기능은 점차 없어지고 있으며 이로 인하여 치수, 이수 및 환경문제를 야기시키고 있다. 따라서 이와 같은 각종 문제를 막기 위해서는 치수, 이수 및 환경목적의 고려사항들이 도시계획상에 포함되어야 할 것이다. 그리고 녹지지역의 보전 및 추가확보 등의 노력이 필요하고 토지이용의 규제 및 개발에 재해영향평가 등을 강화하여 각종 문제에 대처해야 한다.

우수저감시설의 설계, 시공 및 관리 등이 잘 이루어지기 위해서는 시설기준이 마련되어야 한다.

각 저감시설은 설치의 방법이나 설치여건에 따라 상이한 효과를 나타낼 수 있으므로, 지속적인 연구조사로 각 시설에 대한 정확한 저감효과를 파악하는 것이 필요하다. 또한 이를 토대로 개발된 모델을 계속 적용하여 경험을 축적하고 미비점을 보완해 나감으로써 좀 더 나은 모델로 정립해 나가야 한다. 도시수문사상의 정확한 파악을 위해서는 도시수문 관측자료는 무엇보다도 중요하며 관측자료의 뒷받침 없이는 진정한 의미의 발전은 어렵다. 그러나 현재 우리나라에서 도시수문해석을 위한 적절한 자료를 구하기 힘든 것이 실정이다. 따라서 서울시는 이러한 자료를 제공하기 위한 세심한 배려가 필요하다. 홍수시 내수위, 외수위, 수문조작 및 펌프작동 내용 등의 우수지펌프장의 운전자료를 데이터베이스화하여 자료의 활용도를 높이고, 유입유량을 측정할 수 있도록 시설을 보완하여 장래 치수대책 수립에 있어서 근거자료로 활용될 수 있도록 하여야 한다.

제11절 지속가능한 성장을 위한 서울시 환경관리방안(1995년)

1.

도시환경을 보는 새로운 시각, 도시환경개선을 위한 새로운 접근방법을 받아들여 서울시 환경문제를 새로이 조명하고 해결방안을 제시할 필요성이 대두되고 있다. 이 연구의 목적은 서울시에 적합한 지속가능한 개발의 틀 속에서, 지속가능한 개발을 달성하기 위한 서울시의 통합적인 환경관리방안을 마련하는 한편, 지구환경보호를 위한 서울시의 구체적인 행동계획인 서울시 지방의 제 21의 작성을 위한 준비작업 차원에서 21세기 서울시의 바람직한 환경의 미래상을 제시하는 데 있다.

2.

1) 지구환경보호

지구환경보호를 위하여 국제환경정보를 수집·분석하는 능력을 강화한다. 또한 국제 환경협약에 규정되어 있는 오염물질에 대한 현황과 피해규모에 대한 모니터링 체계를 구축하고, 외국도시와의 환경교류를 확대한다.

중앙정부와의 긴밀한 협력관계를 구축하고 국제기구에 압력을 행사하는 민간 환경단체에 대한 지원정책을 수립한다. 국제환경기구가 정한 환경기준을 달성할 수 있는 환경대체기술을 확보하기 위하여 지원정책을 수립한다.

외국 주요도시와의 지구환경 네트워크 구축을 위하여 각국의 지방자치단체와의 환경협력을 확대하고 GIS와 연계한 국내 환경정보 네트워크의 구축 및 외국 선진도시와의 환경정보 네트워크를 구축한다.

서울시는 지구환경보호를 위해 특별히 관리해야 할 지구온난화, 오존층 보호, 산성비 대책, 생물 다양성 보호 등의 분야에 있어서 지구환경보호를 위한

행동지침을 개발하고, 지구환경보호에 대한 종합적 관리대책을 수립한다.

2) 자연환경보호 및 환경오염방지

한강 생태계 복원 및 북한산 이용행태를 개선하기 위하여 강변도로변에 완충녹지대를 조성하여 단절된 생태계를 복원하고, 생태적으로 안정된 도시환경림을 조성하여 도시생태계를 회복시킨다. 또한, 환경공원 및 생태공원을 조성한다. 환경매체별 환경관리를 위해 한강본류 및 지류의 관리를 강화하고, 상수관망에 대한 GIS 구축과 상수도관 및 하수관거 정비를 실시한다.

지속적으로 환경기초시설을 확충하고, 대기오염물질 배출량을 지속적으로 감소시킨다.

환경오염방지를 위하여 서울시 지역특성에 적합한 지역 환경기준을 설정하고 배출허용기준을 단계적으로 강화시킨다.

서울시의 자연환경과 사회경제적 여건에 가장 알맞은 지속가능성 지표를 개발하고 지방환경영향평가제도를 도입한다. 또한 환경분쟁 사전예방에 정책의 우선순위를 두고, 환경분쟁이 일어났을 때 환경분쟁 해결의 기본원칙을 분명히 하고 그러한 원칙에 따른 구체적인 방안을 마련한다.

3) 시민참여의 활성화

민간단체가 서울시의 환경정책에 참여할 수 있도록 제도적인 보장을 하고, 시민단체와 일반시민이 직접 환경보전에 참여할 수 있는 방안과 기업의 환경의식 및 책임감 제고를 위한 프로그램 개발 등을 통하여 서울시, 시민, 기업 간의 협력체제를 구축한다.

환경교육 및 홍보를 강화하기 위하여 민간환경단체, 시정부, 기업이 함께 하는 환경교육과 홍보를 위한 프로그램을 개발한다.

환경정보의 공개와 환경정보시스템을 구축하고, 민간환경단체의 지원방안을 마련한다.

4) 환경행정체제의 확립

환경선언 및 환경관련 각종 조례를 제정하고, 환경행정조직을 시민지향적으로 개편함으로써 그 위상을 강화시킨다. 또한 자치단체별 환경행정사무의 배분 및 역할체계를 확립하고 서울시에 적합한 환경감사기법을 개발한다. 환경전문인력을 선발하고 담당부서에 고정배치함으로써 환경전문인력 확보에 힘쓴다.

5) 경제적인 유인책과 환경재정의 확충·정비

환경보전을 위해 환경관련재원 관리의 일원화, 환경관련 부담금의 효율적인 관리, 독자적인 경제적 유인책의 도입을 실시한다.

환경재정의 확충을 위해 환경재정 관련법규의 정비, 개발예산과 환경예산의 연동제를 실시한다.

또한, 재활용산업의 육성을 적극지원하고 환경보전기금을 설치하여 효율적으로 관리함으로써 환경산업육성 및 환경기술개발을 적극 지원한다.

환경마크제도의 홍보를 강화하고 유사환경마크 및 환경광고의 규제를 강화하여 환경마크제도를 활성화시킨다.

전 과정평가제도를 도입하여 환경친화적 기업에 대한 지원을 강화한다.

6) 도시계획, 교통, 에너지의 통합적 접근

성장위주의 도시계획체제를 환경보전중심의 도시계획체제로 개편하고, 도시계획, 교통, 에너지의 통합적 관리를 통하여 환경친화적 도시계획체제를 확립한다.

자전거 이용의 확대, 보행자가 쾌적하고 안전하게 보행할 수 있는 방안 마련, 수요관리중심의 교통정책 수립, 교통진정화 대책 수립 등을 통한 환경친화적인 교통계획을 수립한다.

도시에너지 흐름의 종합관리체제를 확립하고, 가정, 기업, 행정 부문에서 에너지 절약과 에너지의 효율적 이용이 이루어지도록 유도하며 에너지 절약과 에너지의 효율적 이용을 생활화하도록 교육과 홍보를 강화한다.

지속가능한 개발을 위한 서울시 환경관리방안의 실현성이 확보되기 위해서는 리우선언과 의제21의 정신을 이어받고, 국가환경선언과 국가의제 21의 내용을 고려하면서 미래성, 자연성, 참여성, 형평성, 자급성, 문화성 및 국제성의 7가지 요소를 지속가능한 도시개발의 기본원칙으로 받아들여야 할 것이다.

21세기는 시민이 주인인 환경의 시대이며 문화의 시대가 되리라는 전망이 설득력있게 제시되고 있는 이때, 서울시는 환경행정사무를 처리함에 있어 미래세대의 이익을 고려하여 자연을 보호하면서 시민참여를 보장하고, 사회적 형평을 추구하고, 자급경제를 실현하여야 한다는 지속가능한 개발의 제원칙을 항상 명심하면서 독자적인 서울시 환경정책을 수립하고 시행해 나가야 할 것이다.

제12절 서울시 경유자동차 배출가스 저감정책 수립에 관한 연구(1996년)

1.

교통은 인적·물적 이동을 통하여 도시공간상에서 시간적, 공간적 거리감을 줄여 줌으로써 도시기능을 활성화하여 준다. 그러나 도시규모가 확대될수록 도로교통이 갖는 효율성은 저하되는 반면에 교통혼잡, 대기오염의 심화 등 외부불경제는 증가하게 된다. 한편으로 개인의 「삶의 질」 평가기준도 종래의 경제가치 중시경향에서 청정한 환경질 수요로 전환되는 가치다원화 현상을 보임에 따라 환경에 대한 관심이 증폭되고 있는 실정이다.

서울시의 경우, 1980년대 이후 자동차 보유대수의 급격한 증가율을 보이고 있으며, 1995년 12월 현재 서울시 등록차량은 약 204만대로 전국 등록차량의 24%가 서울에 집중되어 있다. 즉, 자동차 보급률의 급격한 증가로 서울시의 주요 대기오염원이 자동차로 변화되고 있다. 특히 경유자동차의 오염물질 배출량은 전체 자동차 오염물질 배출량의 53%를 차지하고 있어 이에 대한 대책 마련이 시급한 실정이다.

따라서 기존연구에서 보여준 단순한 정책적·기술적 방안의 도식적 나열에서 탈피하여 국내·외 경유자동차 배출가스 저감대책을 평가하고 서울시 특성에 맞는 기술적·제도적 오염저감 방안에 대한 연구·검토가 필요한 시기이다. 이에 따라 배출가스 발생단계에서의 원천적 저감을 위한 장치개발 및 실용화와 함께 사회·경제적 측면 및 환경적 측면에서 대기오염 저감을 유도할 수 있는 제반 제도적 장치를 마련해야 할 필요성이 제기되고 있다.

따라서 이 연구는 서울시 대기오염 저감을 위한 정책개발의 일환으로서 경유자동차 배출가스 저감대책 마련에 주안점을 두고 있다. 이를 위해 이 연구에서는 먼저 서울시 경유자동차 보유현황을 파악하고 경유자동차에서 배출되는 오염물질의 시·공간적 분포특성을 분석한 후, 향후 증가추이에 대한 예측을 시도하기로 한다. 또한 선진외국의 경유자동차 오염물질 저감대책을 조사하고, 현재 추진 중인 경유자동차 오염물질 저감방안에 대한 평가를 통해 서울시에 적합한 저감방안의 모색, 시행방안의 타당성 검토 및 단계별 시행방안을 제시하고자 한다.

2.

1) 기본전제

서울시 자동차 배출가스 저감정책에 대한 실시비용-저감효과 분석에 의해 효율성이 높은 정책순위의 우선적 나열 및 환경부를 비롯한 중앙정부의 협조

가능성, 시민과 기업의 협조 가능성 등을 함께 고려하도록 한다.

비용-효과분석을 하기 위해서는 정확한 재정자료와 저감효과 분석자료, 그리고 시민들과 기업에 대한 설문조사를 하여야 하나, 자료체계구축의 현실적 어려움으로 인하여 실시할 수 있는 정책별 정성적 판단에 바탕을 두도록 한다.

서울시 재정형편과 관련법 개정순서에 따라 정책순위 우선선정에 다소 융통성을 부여하도록 한다. 왜냐하면 서울시 대기오염의 개선은 시급한 과제이며, 또한 서울시 대기질 상태의 쾌적한 수준을 유지하기 위해서는 결국 모든 정책이 고려대상이기 때문이다.

2) 정책효과

서울시 자동차 대기오염 저감방안 중 중요하고 효과적인 것을 우선적으로 나열하면 ① 신규차 배출부과금 제도, ② 신규차 오염배출량 등급 표시제, ③ 서울시 자동차 배출가스 검사제도, ④ 운행차 배출부과금 제도, ⑤ 매연후처리 장치 부착, ⑥ 노후차량 조기폐차제(자동차 제작사와 청정연료차 의무판매제와 연계), ⑦ 공회전 금지조례, ⑧ 시내정기운행 차량에 대한 환경친화적 특별규제, ⑨ 연료배출부과금 제도 또는 세금환불제도, ⑩ 주말차량운행제, ⑪ 시내버스 노선조정, ⑫ 자동차 배출가스 측정망 설치 등을 들 수 있다.

상기의 12가지 서울시 자동차 대기오염 저감방안을 대상으로 미세먼지(PM10)와 질소산화물(NOx)에 대한 저감효과/정책비용분석을 시도하면 <표 2-1>과 같다.

< 2-1>

	PM	NOx				가		
1.								
2.						:		
						:		
3.								
4.								
()	33%							
5. (1)	(88)	5%	4%					
(2)	()					:		
						:		
6.								
7.								
8.	가	20%	20%					
9.	가							
10.		10%	10%					
11.		5%	5%					
12. (1)		15%	15%					
(2)								

= , = , =

3) 정책분석/한계

공회전 금지는 주차장, 상가, 주택가 등 특정지역에서의 경유자동차 오염배출량 저감에 어느 정도 효과가 있을 것이나, 이의 구체적 효과분석/실시가능성에 어려움이 상존하고 있다. 그리고 신규차 오염배출량 등급표시제와 주말 차량 운행제는 휘발유 자동차의 오염배출량 저감에 장기적 효과를 기대할 수 있지만, 서울시민들의 소비와 교통수요행태가 어떻게 변할지에 달려 있어 쉽게 알 수 없는 단점을 내포하고 있다.

매연후처리장치의 부착효과는 서울시 시내버스와 마을버스 9,830대 전부에 부착하였을 경우 기대되는 서울시 자동차 미세먼지 총배출량의 저감효과이다. 노후차량 조기폐차제는 서울시 시내버스 중 1988년 이전 차량 약 1,000대를 신규차로 교체하였을 경우 기대되는 산술적인 저감효과이다. 또한 시내버스 노선조정은 현재 과도하게 집중되고 있는 도심지 주요 도로변의 대기오염을 어느 정도 개선해 줄 것으로 보이며, 자동차 정기 배출가스 검사제도의 효과는 캐나다의 AirCare 프로그램의 연간 저감효과에서 유추한 것이다.

서울시내에서 정기운행하고 있는 차량(예 : 시내버스, 택시, 청소차, 통근차, 도시화물차 등)의 배출허용기준과 연료사용 등에 대해 특별규제를 할 경우 오염물질 배출량의 상당한 저감효과를 가져올 것이나 차량규제방법과 연계되는 한계를 보이게 된다.

도로변 자동차 배출가스 측정망 설치는 비록 직접적인 오염배출량 저감효과는 없지만, 측정자료를 토대로 서울시민과 환경부의 협조를 통한 간접적 대책이 될 수 있다.

운행차 배출부과금 제도의 저감효과는 배출부과금 수준에 의존하게 되나 서울시 도로혼잡세의 자동차 통행량 10% 감소효과를 원용하여 분석하였다. 신규차 배출부과금 제도의 저감효과도 배출부과금 수준과 기술개발 정도에 의존하게 된다. 환경부 자료에 의하면 NOx와 PM10 배출량 저감의 경우, 5%이상의 장기적 효과가 있을 것으로 보인다.

연료질에 대한 배출부과금 제도(또는 연료질에 대한 차등과세제도)의 효과는 선진국에서 일반적으로 연료질 개선을 통해 자동차 오염물질 배출량을 15% 정도 저감할 수 있는 것으로 알려져 왔다. 연료질 상태가 나쁜 우리나라의 경우에는 적어도 그 이상의 효과를 볼 수 있을 것으로 기대된다.

서울시가 상기의 12가지 저감방안을 모두 실시할 경우, PM10은 현재의 오염배출량보다 80% 이상, 그리고 NOx는 50% 이상을 저감할 수 있을 것으로 보인다. 특히, ①, ②, ③번 방안은 고정책비용의 수반 없이 쉽게 시행할 수 있다. 그리고 매연후처리장치 부착방안은 환경부의 지원으로 시행될 예정이며,

조기폐차제는 자동차 제작사의 청정연료차 의무판매제와 결부시키면 용이하게 시행할 수 있을 것이다.

시내버스 노선조정은 교통비용 절감 및 대기환경 개선을 병행 달성할 수 있도록 합리적으로 조정되어야 한다. 서울시에 의한 자동차 배출가스 검사제도는 서울시가 배출가스 검사결과를 통하여 철저한 사후관리를 할 수 있도록 방안을 마련하여야 한다. 서울시내 정기운행 차량에 대한 특별한 규제는 아직까지 이루어진 적이 없었으나 선진외국의 경우(예 : 베를린시, 코펜하겐시, 아테네시 등)를 참고하여 서울시도 이들 차량이 서울시 대기오염에 미치는 영향을 고려하여 특별규제를 실시하여야 할 것이다.

운행차, 신규차 배출부과금 제도, 그리고 연료질에 대한 배출부과금제도 등은 모두 자동차의 사용으로 인한 외부불경제를 내부화하기 위해 필요한 제도이다. 또한 이러한 제도는 고정책비용의 수반 없이 대기환경개선을 위한 재정수입이 발생하게 된다. 그리고 서울시가 이러한 재정수입으로 현재 운행 중인 45만대의 경유차에 매연후처리장치를 부착할 수 있도록 하면 장기저리 용자제도 도입에 따른 부과적 장점을 얻을 수 있다.

3.

서울시가 상기의 12가지 저감방안별 정확한 우선순위를 정하고 그 우선순위에 따라 정책을 실시해야 하지만 이러한 정당성에는 한계가 있을 수 있다. 왜냐하면 우선순위에 따라 정책을 실시한다는 것은 정책별 저감효과와 실시비용을 정확히 산출하는 비용-효과분석에 근거함을 의미하기 때문이다.

현실적으로 정책대안별 정확한 저감효과의 산출에는 현실적 한계가 있으며, 또한 정책비용의 정확한 계산을 위한 자료체계가 구축되어 있지 못하기 때문이다.

그리고 우선순위를 정하였다 하더라도 정책을 시행하기 위해서는 관련법 개

정이 우선되어야 하나, 정책별 관련법의 개정은 결국 중앙정부의 협조에 달려 있어 이 연구의 외적 한계요인으로 작용하기 때문이다.

이 연구에서는 정확한 우선순위를 정하기보다는 어떠한 정책대안이 서울시의 자동차 대기오염을 저감하기 위하여 필수적인지, 또는 꼭 필요한 정책은 아니지만 상당한 저감효과가 있는 중요한 정책인지, 그리고 시행하면 좋은 정책인지 등으로 구별하여 보았다.

필수정책은 서울시에서 시급히 꼭 시행하여야 할 정책을 뜻하고, 중요정책과 바람직한 정책은 서울시가 관련법을 개정하여 시행하기를 바라는 정책을 의미한다.

< 2-2> 가

		BLUME	
1.	가	1/6	35
2.	() 가 ()	Lower Fraser Valley Air Care	(가)
	1997		
1.	()	90%	()
2.			
3.			
4.			
5.			()
1.	()	(, ,)	
2.			
3.	()	()	
4.	(1997)	가	()
5.	()	(가)	
		(, ,)	

<표 2-2>에서 보듯이 12가지 저감방안 중 도로변 자동차 배출가스 측정망 설치와 서울시 자동차 배출가스 검사제도는 서울시의 자동차 대기오염을 효과적으로 저감시키기 위해서 꼭 필요한 기본적인 정책이다.

매연후처리장치 부착과 노후차량 조기폐차제는 자동차 오염물질 저감효과가 크기 때문에 중요정책으로 분류하였다.

운행차, 신규차, 연료배출부과금제도 등은 단기적, 장기적으로 자동차 운전자, 자동차 생산자 그리고 자동차 연료생산자 모두의 생산형태를 바람직한 방향으로 유도할 수 있기 때문에 중요정책으로 분류하였다.

이밖에 공회전 금지, 신규차 오염배출량 등급표시제, 주말차량 운행제, 시내 버스 노선조정, 시내정기운행 차량에 대한 규제 등은 서울시가 반드시 실시하여야 하는 정책들은 아니지만 저비용, 중앙정부와 공조가능성 등을 고려하여 저감효과가 기대되는 바람직한 정책들이다.

서울시 자동차 배출가스 저감은 배출허용기준의 강화 또는 엔진기술개발 등에 의해서는 쉽게 해결되지 않는다. 미국의 경우 1970년대부터 대기정화법을 제정하여 배출허용기준 등을 계속 강화하여 왔지만 자동차 보급이 지속적으로 증가하고 주행거리도 배로 증가하여 자동차 오염물질의 저감효과는 매우 적은 것으로 평가되고 있다. 따라서 서울시 자동차 대기오염개선도 단선적 접근으로는 해결할 수 없고 다방면으로 모든 가능한 방안을 강구하는 종합적 접근이 이루어져야 할 것이다.

제13절 서울시 소규모 하수처리장 건설 타당성 연구(1996년)

1.

서울시의 도시환경을 쾌적하게 조성하고 공공수역을 보호하기 위해서 하수도의 효율적인 관리가 필요하며 이에 대한 대책이 강구되어야 한다.

서울시의 경우, 현재 시설용량 371만^m³/일의 대규모 하수처리장을 4개소 보유하고 있으며 1997년말에는 이 4개소에 210만^m³/일을 확충하여 총 581만^m³/일을 처리할 수 있는 시설용량을 갖게 된다. 그러나 과거 하수처리정책을 수행하는데 있어 하수처리장 위치가 주거지역과 가까이 있을 경우, NIMBY현상으로 주민들과의 충돌이 우려되며, 유지관리상의 편리함으로 인해 주거지역과 멀리 떨어진 하천 하류지역에 대규모로 건설하였다. 또한 처리방식 선정 시 기존 건설 사례가 많은 표준활성슬러지방식을 이용하여 운영상의 편리를 가져왔으며 이로 인해 많은 경제적인 이점을 가졌다. 그러나 4개 하수처리장이 시설용량 100만^m³/일 이상으로서 하수처리계획을 대규모 위주로 추진함으로 인해 설계수질농도를 훨씬 밑도는 유입수질의 저하로 인한 하수처리효율 저하, 중·소하천의 건천화 및 친수공간의 부족, 관거오점 등의 관거불량문제 및 유지관리의 난이 등 많은 부작용이 발생한 것도 사실이다.

따라서 서울시내의 하수처리구역에서 제외된 지역과 관거정비가 이루어지지 않은 지역 등에서의 향후 하수처리정책 수립 시, 기존과 같이 장거리에서 발생하는 하수를 차집관거를 통하여 대규모 하수처리장으로 연결시킬 경우에는 위에서 제시한 문제점들이 반복되는 결과가 나타날 것으로 예상된다. 그러므로 향후 서울시내 하수 미처리구역의 하수도 정책은 장기적인 측면에서 볼 때 대규모 하수처리장의 경제적인 장점만을 추구하는 것에서 탈피하여, 소규모 하수처리체계로 전환시키는데 중점을 두어야 한다. 이를 통해 하수처리장의 처리효율을 증가시키고 처리수를 가까운 하천으로 방류하여 자연하천을 살리며 시민들에게 친수공간을 제공하여야 할 것이다.

2.

1) 소규모 하수처리장 도입의 타당성

현재 서울시 하수처리구역에서 배제되어 있는 지역에서의 하수처리계획 검

토 시, 장거리에서 발생하는 하수를 차집관거로 연결시켜 대형 하수처리장에서 처리할 경우 기존의 대형하수처리체계가 가지는 문제점이 반복되는 결과를 초래할 것이 예상되므로 앞으로의 하수도정책방향을 소규모 체계로 전환시키는 것이 강구되어야 하며 이러한 경우, 다음과 같은 장점이 있다.

- 소규모 하수처리장은 넓은 면적이 아니라도 설치가 가능하기 때문에 부지 확보가 용이하다.
- 상황에 따라 지하에 설치가 가능하여 상부를 공원, 녹지대, 도서관, 체육 시설, 어린이 놀이터 등 필요공간으로 이용할 수 있다.
- 도시하천의 중, 상류부에 설치할 수 있어 하천 유지용수나 친수공간의 확보가 유리하다.
- 지역의 특수성에 맞는 다양한 소규모 처리 프로세스 처리공법 선택이 가능하며 하천의 기능에 따라 하수의 고도처리가 가능하다.

2) 서울시 하수도 처리대상지역과 하수처리계획

서초구 세곡동과 내곡동 일부지역에서 소규모 처리계획을 수립할 시에는 전체 11개 마을 중 샘, 신흥, 현인마을의 하수는 신흥마을 인근지역에 처리장을 건설하여 처리하고 은곡마을, 아랫반, 윗반고개의 하수는 세곡천 하류지역에 처리장을 건설하여 처리하며, 세곡동 북측에 위치하고 있는 5개 마을에서 발생하는 하수는 인근 탄천하수차집관로로 이송시켜 탄천하수처리사업소에서 처리하는 등 총 3개의 처리지역으로 소구분하여 처리하는 방안이 가장 적합한 것으로 나타났다.

어린이대공원 내에서 소규모 처리계획을 수립할 시에는 정문지점에 하수처리장을 건설하여 지역내 발생하는 모든 하수를 차집한 후 처리하는 것이 하수가 방류되는 구역마다 처리장을 건설하는 방안에 비해 공사비용을 절감할 수 있으며 유지관리 측면에서 가장 적합한 것으로 나타났다.

연세대학교는 지역내 하수가 학교내 오수정화시설과 분뇨정화조에 의해 처

리된 후 최종적으로 난지하수처리사업소로 유입되어 다시 처리되고 현재 학교 내 시설에 의해 처리된 하수가 방류수 기준을 만족하는 것으로 나타나 별도의 처리장을 건설하지 않아도 될 것으로 판단된다.

강동구 하일동 가래여울마을은 침수지역이자 한강상류와 바로 접해 있는 상수원 보호구역으로서 소하천 건천화 방지라는 목적과는 맞지 않으므로 소규모 하수처리장 입지로는 불가능하다고 판단된다. 따라서 가래여울마을에서 발생한 하수를 약 0.3km 떨어진 하남시 차집관거에 연결시켜 탄천하수처리사업소에서 처리하도록 하는 방안이 적절할 것으로 생각된다.

종로구 부암동 자연마을은 지역내 하수처리를 위한 하수관의 매설이 어려우며 일괄처리의 곤란 등으로 인해, 주택들이 분포하고 있는 특성에 따라 몇 개의 구역으로 나누어 현재 분뇨정화조를 가지고 있는 가옥에서는 분뇨정화조를 철폐하고 분뇨와 생활잡배수를 동시에 처리할 수 있는 합병정화조를 설치하도록 한다. 한편, 수거식 변소를 가지고 있는 가옥에서는 수세식 변소로 개조하는 조건으로 합병정화조를 설치하여 처리시킨 후 방류시킴으로써 소요예산 및 자연경관 훼손을 절감할 수 있는 방안이 적절할 것으로 판단된다.

3) 수질오염현황 및 오염부하량 조사

소규모 하수처리장의 건설이 가능한 지역 중 세곡천 유역에서의 가정하수발생 침투시간은 18:00~19:00시로 조사되었으며 이때 가정에서 물 사용량이 많은 것을 알 수 있었다.

세곡천에 미치는 오염부하량을 마을별로 나열하면 은곡마을, 신흥마을, 샘마을, 현인마을 및 윗반고개+아랫반고개의 순서로 나타났다. 세곡천 하류 부분인 St.3에서 조사된 총오염부하량 434kg/일을 기준으로 마을별로 세곡천에 미치는 오염비율을 계산하면 은곡마을이 47.1%, 신흥마을이 34.4%, 샘마을이 9.8%, 현인마을이 5.8%, 윗반+아랫반고개가 2.9%를 차지하는 것으로 나타났으며 총오염부하량의 약 82%를 차지하여 가장 큰 영향을 미치는 은곡마을과

신흥마을의 가정하수를 적절히 처리한다면 세곡천의 수질을 크게 개선할 수 있으리라 판단된다.

세곡천 말단부분에서 조사된 총오염부하량은 434kg/일로, 이는 1994년 서울시에서 조사한 「한강 생태계 조사연구」에서 보고된 탄천의 1일 총 오염부하량인 26,805kg/일의 약 2%를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

4) 소규모 하수처리장 건설 시 고려해야 할 사항

향후 하수도 정책방향을 소규모 하수체계로 추진하는데 있어 처리구역 선정 시에는 우선적으로 대규모 하수처리구역에서 제외되어 있고 지역내 발생한 하수가 처리되지 않은 상태로 인근지역에 방류되는 지역을 선정하여야 하며, 대규모 처리구역내에서도 강우 시 오·우수가 상수원을 오염시킬 우려가 있는 지역과 2중처리의 부담을 주는 지역도 고려하여야 한다.

처리장 위치선정 시에는 주민과의 합의, 관거공사의 난이도, 주변환경과의 조화 등을 고려하여야 한다.

하수처리방식을 선정하는 경우에는 지역내 하수의 발생특성 및 유지관리, 경제성, 장래 고도처리시설로의 전환 등을 고려하여야 한다.

기존의 하수처리장 주변에서 발생한 환경민원을 통해 하수처리장의 주변 환경문제 실태를 조사한 결과, 대부분이 악취와 주변환경 악화로 향후 하수처리장 건설 및 운영 시에는 이러한 환경악화요인들을 충분히 고려할 수 있도록 계획되어야 한다. 또한 최근에는 하수처리장이 단지 하수처리의 기능 외에 다양한 가치를 지니고 있을 뿐만 아니라 주민의 관심 및 욕구도 높아지고 있어 환경친화적인 시설이 될 수 있도록 고려되어야 한다.

하수처리장 건설 및 주변환경문제를 고려할 때는 계획 초기단계에서 반드시 입지조건 및 특성, 시설배치 등을 충분히 고려하여야 하며 처리장과 주거지역 사이에 일정한 거리를 두고 처리장 용지는 주변 주민들이 적극적으로 이용할 수 있도록 제공되어야 한다.

5) 소규모 하수처리 계획 시 고려되어야 할 환경관련 법규

하수처리시설을 설치하는데 관련되는 법은 도시계획법, 국토이용관리법, 하수도법, 환경영향평가법 및 지방양여금법 등 5개이다. 하수처리시설 설치 시 관련법에 따라 통보하도록 하는 복잡한 행정절차는 도시의 균형있는 발전과 사업시행의 적절한 관리면에서는 필요하다. 그러나 서울시와 같이 4개 하수처리장 모두 100만 m^3 /일 이상(1997년말 준공예정 포함)의 대규모로 가동되고 있는 현황에서는 1만 m^3 /일 미만의 하수처리장과 같은 소규모시설을 건설할 경우, 현행 법절차를 그대로 적용시키는 것은 여러 가지 문제점이 있다. 따라서 수질 오염이 현재 뚜렷하고 앞으로 진행될 우려가 있는 지역에 대해서는 지방자치단체가 수질오염에 대해 효율적이고 신속하게 대처할 수 있도록 소규모시설 설치에 대한 결정권이 부여되어야 한다고 생각된다.

3.

서울시의 하수도 불량지역을 조사하여 여러 가지 환경여건상 기존의 4개 하수처리사업소에서 처리하기 어려운 지역을 소규모 처리구역으로 선정하였다. 현재 서울시 4개 대규모 하수처리장 처리구역에서 제외된 지역은 세곡동과 내곡동 일부지역, 강동구 하일동 가래여울마을, 종로구 부암동 자연마을 등이며 이러한 지역에서 발생하는 하수를 대규모 하수처리장으로 연결시킬 경우에는 기존의 대규모 하수처리체계가 가지는 문제점들이 반복되는 결과가 나타날 것이다. 따라서 본 대상지역에서의 하수처리계획을 소규모 하수처리체계로 진행시키는 것이 바람직할 것으로 생각되며 향후 서울시가 본 대상지역에서 소규모 하수처리계획 수립 시 추진해야 할 방향을 제시하면 다음과 같다.

- 세곡동과 내곡동 일부지역에 위치하고 있는 11개 마을에서 소규모 하수처리를 계획할 시에는 본 대상지역을 3개의 소구역으로 구분한 후, 세곡

천 상류지역인 샘, 신흥, 현인마을에서 발생하는 하수는 현인마을과 신흥마을 사이에 하수처리장을 건설하여 처리하고, 세곡천 하류의 은곡, 아랫반, 윗반고개에서 발생한 하수는 세곡천 하류에 하수처리장을 건설하여 처리하며, 세곡동 북측의 5개 마을에서 발생하는 하수는 하수최종방류지점 인근에 위치하고 있는 탄천차집관로까지 하수관을 연결시켜 탄천하수처리사업소에서 처리하는 방향으로 추진해야 할 것이다.

- 강동구 하일동 가래여울마을은 한강상류와 바로 접해 있는 침수지역으로 소규모 하수처리장 입지로는 불가능하다고 판단된다. 따라서 가래여울마을에서 발생한 하수를 하남시 차집관거에 연결시켜 탄천하수처리사업소에서 처리하도록 하는 계획을 추진하여야 할 것이다.
- 종로구 부암동의 자연마을은 지역내 하수처리를 위한 하수관의 매설이 어려워 일괄처리의 곤란 등으로 인해 주택들이 분포하고 있는 특성에 따라 몇 개의 구역으로 나누어 현재 분뇨정화조를 가지고 있는 가옥에서는 분뇨정화조를 철폐하고 분뇨와 생활잡배수를 동시에 처리할 수 있는 합병정화조를 설치하도록 한다. 한편, 수거식 변소를 가지고 있는 가옥에서는 수세식 변소로 개조하는 조건으로 합병정화조를 설치하여 처리하게 한 후 마을을 흐르고 있는 하천으로 방류하도록 추진하여야 할 것이다.

현재 서울시내 반포지구, 잠실지구, 청담동 등지에서 추진 중인 고밀도지구 재건축사업은 주거 및 상업지역의 증가로 인해 하수발생의 증가를 유발할 것이다. 이 경우, 발생한 하수를 기존의 4개 대형 하수처리장에서 처리하기 위하여 하수차집관거에 연결시키는 것은 전술한 것처럼 많은 문제점이 발생할 수 있다. 따라서 하수를 발생원에서 처리할 수 있는 중·소규모 하수처리체계의 도입을 강구하여야 할 것이다. 또한 하수처리장 건설 시에는 시설물을 조밀하게 지하에 설치하고 상부를 가옥화하거나 테니스장 같은 체육시설물을 조성하여 처리장 부지확보 및 주민친화적인 시설이 될 수 있도록 하여 하수처리시설

이 NIMBY 시설이 되지 않도록 하여야 할 것이다.

현재 서울시내 주거불량지역의 재개발 시에도 하수처리량 증대 및 관거 증설이 필요하게 된다. 따라서 이러한 지역에서 발생하는 하수를 기존의 4개 대형 하수처리장에서 처리하는 것보다는 발생원에서 직접 처리하여 그 처리수를 수세식변소 세척용수, 조경용수 등의 중수도로 재활용하는 방안이 강구되어야 한다. 한편, 처리장은 가능하면 지하에 건설하여 그 상부를 주차장 또는 공원, 체육시설로 이용할 수 있는 환경친화적 시설이 되어야 한다.

향후 서울시가 소규모 하수처리를 위한 처리공법을 선정할 시에는 기존의 유기물 제거를 위주로 한 정책에서 탈피하여, 최근에 선진외국에서 가장 많이 이용되고 있는 회분식 활성슬러지법(SBR) 등과 같이 인, 질소가 제거될 수 있는 공법을 도입하여 고도처리한 후 그 처리수를 가까운 하천으로 방류하여 처리장 주변에 친수공간을 조성하고 시민의 휴식공간이 될 수 있도록 하여야 할 것이다.

하수도 관련법에서 현재는 하수도 시설의 허가 시, 지방자치단체장이 단독으로 결정할 수 있도록 하는 법조항이 없다. 따라서 향후에는 소규모하수처리장의 계획 및 설치시 시장, 군수 등 지방자치단체장이 지방전문심의위원회의 의결을 거쳐 수립 또는 승인할 수 있도록 하며, 승인내용에 대해 중앙기관에 통보하도록 하여 지방자치단체가 1만 m^3 /일 미만의 소규모 처리장 설치의 의결 및 승인을 갖도록 한다.

제14절 서울시 하수처리장 슬러지 감량 및 재이용 방안에 관한 연구(1997년)

1.

1996년 12월 현재 서울시 4개 하수처리장에서 1,546톤/일 정도가 발생하는 하수슬러지는 1992년 8월부터 김포수도권매립지로 운반하여 일반 쓰레기와 함께 혼합하여 매립되고 있다. 그러나 하수슬러지 전량을 육지매립을 통해서만 처분하기 때문에 여러 가지 문제점들이 발생하고 있다. 즉, 하수슬러지의 높은 함수율, 하수슬러지내 잔여 유기물 부패로 인한 악취문제, 매립지 침출수로 인한 인근지역 토양 및 지하수오염 등 많은 환경오염을 유발하였으며 혐오물에 대한 나쁜 인식을 가중시키고 있다. 이와 같은 이유로 최근에는 김포수도권매립지 대책위원회의 반입중단요구가 과거에 비해 매우 강해지고 있으며 김포수도권매립지까지의 운반경비 및 매립지분담금으로 인해 슬러지 처분에 대한 비용이 급격하게 증가하고 있는 실정이어서 하수슬러지 처분방안에 대한 새로운 모색이 필요할 것으로 판단된다. 따라서 서울시도 현재 발생하는 하수슬러지의 현황을 검토하여 서울시 현 상황에 적합하고 하수슬러지로 인한 환경오염을 방지하며 자원으로써 이용할 수 있도록 경제적인 처리·처분방안에 대한 연구가 절실히 요구된다.

2.

1) 합리적인 하수슬러지 처리·처분방안을 모색하기 위한 서울시 개황 검토

지형적인 특성을 고려해볼 때, 서울시 하수처리장에서 발생하는 슬러지는 운반에 따른 대기오염, 교통혼잡, 악취발생, 도시 미관저해 및 민원야기 문제를 고려하여 발생원에서 처리하는 것이 합리적일 것으로 생각된다.

서울시의 경우, 발생 하수슬러지 전량을 김포수도권매립지에서 매립하고 있으나 시간당 5mm, 하루 20mm 이상의 강우 시에는 매립지로의 반입을 금지시키고 있다. 이러한 상황에도 강수일이 연평균 115일을 보이는 여름철에 장마로 인해 집중호우가 발생하는 기후특성 때문에 매립이 안정적인 처분방안이 되지 못하고 있다.

2) 하수슬러지 발생량 예측

하수슬러지 발생량 예측결과 1996년 12월 현재, 371만 m^3 /일의 시설용량을 가지고 있는 하수처리장이 1998년 12월까지 210만 m^3 /일이 증설되어 총 581만 m^3 /일이 될 경우에는 방류수질의 조건에 따라 평균 1,825~1,885톤/일, 최대 2,132~2,207톤/일의 하수슬러지가 발생하는 것으로 예측되었다.

3) 국내·외 하수슬러지 처리·처분현황

서울시에서 발생하는 하수슬러지의 수도권매립지로의 반입수수료는 최근에 급격히 상승하는 추세를 보이고 있으며 이러한 경향은 계속될 것으로 예상된다.

국내 대부분의 하수처리장 슬러지의 처분방법은 매립 또는 해양투기에 의하여 이루어지고 있으나, 서울시와 같은 대도시에서는 더 이상 매립지의 확보가 어려운 실정이어서 새로운 하수슬러지 처리·처분방법이 필요하다.

일본내 도쿄도를 포함한 인구 100만 이상의 대도시에서는 하수슬러지를 주로 소각을 통하여 처리하고 있으며 이 과정에서 발생하는 소각재 및 슬래그는 벽돌, 기와, 보도블록 등으로 재이용하고 있다.

영국의 경우, 탈수케이크의 약 50%는 농경지 및 토양에서 재이용되고 있고, 30%는 해양투기, 나머지는 소각하거나 매립하여 처분하고 있다. 그러나 2005년 이후에는 하수슬러지를 처리하기 위한 방안으로 재이용과 소각의 역할을 강화하고 해양투기와 육상매립은 계속적으로 감소시킬 정책을 추진할 것으로 예상된다.

4) 민영화 및 민간위탁관리 타당성 검토

민간위탁에 대한 타당성 검토결과, 하수슬러지 처리시설은 서울시가 국고지원 또는 지방채, 국채, 지자체 예산으로 시설 설치비를 투자하고 기업이 설계, 시공, 운영관리하는 방안이 적절할 것으로 판단된다. 이러한 경우에는 서울시의 초기 투자비용 부담이 다소 과중하나 민자유치촉진법에 의해 금융지원, 행정지원 등의 혜택을 받을 수 있는 장점이 있다. 기업이 시설설치비를 투자하는 경우에는 민간자본의 이자 상환액이 높아 기업의 투자비상환액 부담이 가중되고 처리단가가 증가하여 시재정에 부담을 주는 단점을 가지고 있다.

3.

하수슬러지는 일반쓰레기와 달리 구성성분 및 발생지역 그리고 발생량의 예측이 가능하므로 자원으로써 재이용할 수 있는 체계를 구축하여야 할 것이다. 이를 위해서는 소각 및 열분해, 용융을 통해 발생하는 재 및 슬래그를 재이용하거나 고화처리를 통한 매립지 복토재로의 이용, 퇴비화 방안 등의 다양한 방법들이 적극적으로 모색되어야 할 것이다.

1) 단기 정책방향(2001년까지)

현재와 같이 불규칙적으로 운영되고 있는 육상매립의 문제점을 보완하기 위해서는 4개 하수처리장에서 발생하는 하수슬러지를 지속적이고 안정적으로 처분할 수 있는 정책이 우선적으로 시행되어야 할 것이다. 또한 육상매립으로 인해 발생하는 환경오염을 저감시키고 매립지 수명을 연장하기 위해서는 발생슬러지량을 감소시켜 환경오염을 방지하고 처분과정상의 편리함을 추구하여야 한다.

1997년 7월에 새로 개정된 폐기물관리법 시행규칙에는 2001년 1월 1일부터

유기성물질을 포함하고 있는 슬러지를 매립지에 직접매립하는 것을 금지하도록 하고 있어 이에 대한 대처방안의 모색도 필요하다.

2001년 이전까지는 주변여건변화에 대처하기 위해서 발생슬러지의 일부는 소각 또는 용융처리할 수 있도록 소각시설을 건설·운영하여 기술력을 축적하고 그 외 잔여량은 현재와 같이 육상매립을 통해 처분하되 반입중지기간에는 일시적으로 해양투기를 통해 처분하는 것도 고려할 수 있을 것이다.

(1)

서울시의 경우 급속한 도시화 진행으로 처리시설을 설치할 만한 부지확보가 곤란하므로 하수처리장에서 발생하는 슬러지는 각 하수처리장에서 소각 및 용융시설을 건설하여 처리하는 것이 합리적이다. 따라서 하수처리장별 적당한 규모의 소각 또는 용융시설을 1기씩 설치한다.

처리방식은 현재 국내에 많은 방식이 실용화 및 실용화단계에 있으므로 가급적이면 열분해 및 용융을 포함하는 여러 가지 방식을 채택하여 각 방식이 갖는 우수성을 검토한 후 소각시설 증설 시 이를 고려한다.

소각 및 용융시설의 경우, 건설 및 운영상에 숙련된 기술이 필요하므로 기술적 특성을 잘 알고 있는 민간기업이 가장 효율적으로 운영할 수 있을 것으로 판단된다.

하수슬러지를 소각할 때 발생하는 대기오염물질은 슬러지의 성상에 따라 다르나 주로 분진 및 유해가스 등을 들 수 있으며 외국의 운전결과, 적절한 대기오염방지시설 설치를 통해 오염도를 배출기준치 이하로 만족시킬 수 있는 것으로 나타났다.

하수슬러지 소각 시에는 도시쓰레기 소각 시에 비해 다이옥신을 비롯한 대

기오염물질 발생량이 현저히 적어 큰 문제가 되지 않을 것으로 예상된다. 그러나 각 오염물질에 대한 적합한 환경오염방지시설을 설치하여 완벽한 처리를 도모해야 할 것이다.

(2)

각 하수처리장에서 발생하는 탈수케이크 중 소각에 의해 처리된 이외의 양은 현재와 같이 육상매립을 통해 처분하는 것이 바람직하다. 그러나 전술한 바와 같이 수도권매립지 반입중지기간(연간 100일 추정)에는 하수슬러지의 원활한 처분이 불가능하므로 반입중지기간에 한해서만 임시적으로 해양투기를 통해 처분하는 것도 고려할 수 있을 것이다.

고화처리를 통한 하수슬러지의 복토재로의 재이용 방안에 대해서는 최근에 많은 연구를 하고 있으나 현재 기술이 실용화되어 있지 않아 검토가 보다 필요할 것으로 판단되며 고화처리를 위한 부지확보와 악취문제 등에 대한 대책이 선행된 후에 시행되는 것이 바람직할 것이다.

퇴비화는 하수슬러지 성상조사결과, 중금속 농도가 퇴비화를 위한 기준치를 초과하고 있고, 퇴비로 이용할 때 우리 농산물에 대한 불신이 우려된다는 농림부의 반대도 있어 현 시점에서는 타당하지 않을 것으로 판단된다. 그러나 하수슬러지의 성상분석을 지속적으로 실시하고 고화 및 퇴비화 적용에 대한 연구를 지속적으로 시행하여 향후에 적극적인 도입을 모색하는 것이 바람직하다.

2) 장기 정책방향(2001년 이후)

향후에는 환경에 대한 관심이 보다 고조될 것으로 판단되므로 현재와 같이 일시적인 처분에 그쳐서는 안되며 보다 안정적인 처분을 통해 환경을 보존할 수 있도록 정책을 유도하여야 할 것이다. 따라서 해양투기 및 육상매립에 의한 의존도를 최대한으로 줄이고 다양한 방법을 통해 하수슬러지를 처분하여야 할 것이다.

소각 및 용융정책은 단기계획을 통해 축적된 기술을 토대로 하여 하수슬러지의 소각에 의한 처리비용을 증가시켜 하수슬러지의 많은 양이 소각에 의해 처리·처분될 수 있도록 추진하여야 할 것이다.

퇴비화 및 고화, 소각재 및 용융슬래그의 건설자재화, 하수슬러지 및 소각재를 시멘트 원료로 이용하는 등 하수슬러지의 재이용 비율을 높이는 환경 친화적인 하수슬러지 처분정책을 추진한다.

향후 발생원에서 하수를 처리할 수 있는 소규모 하수처리장이 건설될 경우에는 유입되는 하수의 성상에 중금속 함량이 환경기준치 이하로 미미할 것으로 예상되므로 하수슬러지를 탈수하여 토양개량제 및 퇴비로 활용할 수 있는 방안을 적극적으로 검토할 필요가 있다.

제15절 우수유출 저감시설 기준연구-설정 및 적용(1998년)

1.

서울시는 연평균 강수량이 1,327mm로 7~9월 사이에 집중호우와 태풍 등에 의해 매년 국지적으로 수해가 발생하고 있으며 1984~1993년 사이에 홍수피해에 의해 발생한 연평균 피해액이 58,404백만원에 이르고 있다. 도시화에 따른 개발행위에 의해 자연적으로 피복되어 있던 지역이 아스팔트나 콘크리트 등의 불투수성 지역으로 변화되어 강우가 발생하면 지역의 홍수유출량이 증대하여 하수관거 및 하천에 부담을 주게 되며 이로 인하여 침수가 빈번히 일어나고 있다.

서울시는 홍수피해를 줄이기 위해 주로 하천정비, 하수관 및 우수지 증설 등 증가하는 홍수량 처리 중심으로 치수대책을 꾸준히 실시하여 왔지만 이러한 대책은 단기간에 발생하는 집중호우 처리에는 한계가 있다. 따라서 발생지

역에서 우수를 처리하여 유출량을 저감할 수 있는 항구적인 대책으로 전환이 필요하다.

현재 재해방지법인 자연재해대책법에 의해 각종 재해를 예방하도록 노력하고 있지만 이 법에서는 180만 m^2 미만의 중소규모의 개발에 대해서는 규제사항이 마련되어 있지 않으므로 서울시가 수해에 대한 예방, 대비 복구 방안을 수립하고 수해에 대처하고 있음에도 불구하고 해마다 입고 있는 크고 작은 수해에 적절한 대책을 수립할 수 없는 실정이다.

법 마련과 함께 증가하는 홍수량을 효율적으로 관리하기 위해서는 우수를 발생지역에서 처리하는 치수종합대책과 하천유역의 우수대책량이 설정되어야 하고, 이와 함께 유출저감시설에 대한 구체적인 설계기준이 마련되어 시설 설치자 및 실무 공무원이 효율적으로 사업을 수행할 수 있어야 한다.

2.

1) 유출저감사업 정책방향

(1)

유출저감시설의 설치계획은 하천유역단위로 실시한다. 유출저감시설은 침수지역의 우수배제를 증가시키기 위해 하수관을 상향조절하는 것이 실질적으로 불가능한 지역에 대해 기존 하수도시설을 유지하는 상태에서 침수피해를 방지할 수 있도록 계획한다.

저류시설은 토지에 시설설치가 가능한 경우에 지역내 저류시설로 배치하고 지역내 저류시설만으로 유역의 우수대책량을 처리가 불가능한 경우는 지역의 저류시설과 병행하는 것으로 한다.

(2)

서울시의 시설 중에서 유출저감시설을 설치할 수 있는 장소는 학교운동장,

공원광장, 주차장 등으로 한다. 우선적으로 지표면 저류시설을 설치하는 것으로 하지만 장기적인 치수대책으로 지하저류시설의 설치도 고려해야하며 지하저류시설기준에 대해서도 연구가 추진되어야 한다.

2) 법개정 정책방향

(1)

서울시 우수유출저감에 관한 법개정 방향은 자연재해대책법을 기본법으로 한다. 자연재해대책법 시행령에서 180만㎡ 미만의 중소규모 개발 시 유출저감시설의 설치를 의무적으로 적용토록 하며 시설의 운영 및 관리에 대해 조례에 위임토록 하여야 한다.

서울특별시 우수유출저감에 관한 조례(안)은 크게 3가지 내용으로 구성되어야 한다. ① 공공시설에 의무적으로 설치하고, ② 대상 하천구역의 우수 단위 처리대책량에 해당하는 우수를 처리할 수 있어야 하며, ③ 유출저감시설을 설치할 경우에 경제적으로 불이익이 가지 않도록 필요한 부분에 대해 보조금을 지급하도록 한다.

(2)

도시계획법 시행령과 도시계획시설기준에 관한 규칙에서 유출저감시설을 도시기반시설로 새로이 규정한다.

3) 치수종합대책 정책방향

(1)

첫째로 서울시 각 지천의 계획홍수위 이상에 해당되는 우수는 유역에서 처리하여 하수관과 하천의 처리부담을 경감시킨다.

둘째는 유출저감사업은 우수배제를 위해 하수관을 상향조절하는 것이 불가능한 지역에 실시하며 기존 하수도시설을 유지하는 상태에서 침수피해를 방지

할 수 있도록 계획한다.

서울시 침수대책은 기존의 하수도시설과 하천의 통수능력을 그대로 유지하는 상태에서 계획강우강도 목표치를 86.0mm/hr(20년 설계빈도), 92.7mm/hr(30년 설계빈도), 100mm/hr(50년 설계빈도)로 단계적으로 정하고 유출저감시설에 의해 대응하는 방향으로 계획한다.

(2)

서울시 하천유역의 각 우수 단위처리대책량은 계획 강우강도 목표치에서 ① 대상 하천의 하구지점에서 계획홍수량이나 ② 하천의 우수처리량 65.0mm/hr를 제외한 강우강도에 해당하는 우수량으로 설정하였다.

4) 설치지역선정 정책방향

유출저감사업은 매년 발생하는 침수피해를 방지하기 위해 우선적으로 사업을 실시하여야 하는 유역을 선정하고 이들 지역에 대해 하수도 개수, 정비에 병행시키면서 우수정비나 우수유출 저감시설 등을 설치해 나가야 한다. 유출저감시설은 저지대로 우수가 유입하여 침수되는 것을 막기 위해 주로 상류지역에 저류시설과 침투시설을 설치하여야 하며 침투시설은 지하수위가 낮은 저지대에는 설치하지 않는 것으로 한다.

4개의 하수처리구역 중에서 중랑하수처리구역이 강우 시 침수피해가 가장 클 것으로 예상되어 우선적으로 유출저감시설을 설치하여야 하고 다음으로는 탄천하수처리구역, 서남하수처리구역, 난지하수처리구역 순서로 유출저감시설의 설치사업을 실시해야 한다.

하천유역 중에서 중랑천변, 우이천유역, 탄천유역, 성내천유역이 침수피해가 큰 유역으로 유출저감시설을 우선적으로 설치하여야 하며 다음으로는 방학천유역과 안양천유역에 유출저감시설을 설치하여야 한다.

제16절 서울시 지하철환경개선 방안 연구(1998년)

1.

이 연구의 목적은 지하공간상의 오염수준 저감화를 도모하여 이용시민의 인체건강 피해·환경 위해성의 제어와 함께 청정한 공기질 조성에 주안점을 두고 한편으로는 선진외국의 제반 저감·예방사례를 수집·분석하여 서울시 지하철 환경관리방안을 모색하기 위함이다.

2.

1) 향후 중점관리 분야

최근 서울시 3기 지하철 건설계획의 연기검토에 관한 잠정결과와 아울러 3기 지하철 건설효과에 대한 조심스런 진단이 제기되고 있다. 이러한 움직임의 원인은 투자재원의 절대적 부족, 투자우선순위의 비중 저하, 그리고 건설 후 운영수익성 확보의 불투명한 전망 등에 의한 것으로 추정된다. 이와는 대조적으로 이미 건설된 1기 지하철의 경우에는 건설사업 설계당시 지하공간 공기질 개선과 관련된 환경인식의 반영이 부족하였을 뿐만 아니라 적정 수송능력을 초과하는 과밀 운행으로 인하여 지하공간 공기질 수준은 2기 지하철에 비하여 상대적으로 열악한 것으로 평가되고 있다.

예를 들면, 지하철 지하공간에서 미세먼지(PM10)의 농도수준을 「지하생활 공간 공기질 관리법」에서 규정하고 있는 환경기준을 충족하기 위해서는 환기 횟수 또는 필요환기량 증대가 기본적으로 필요한 것으로 분석되었다. 그러나 환기횟수 증대는 현재의 환기상태가 최대횟수에 버금가는 수준이기 때문에 환기용량 증대가 최선의 대안임을 쉽게 추론할 수 있다. 이에 따라 최근 거론되고 있는 서울시 3기 지하철의 건설계획 연기검토와 관련하여 3기 지하철이 내

재하는 단점을 감안할 경우, 1기 지하철에의 재투자를 통하여 지하철 이용승객의 인체건강 위해가능성을 최소화하는 정책전환이 바람직할 것이다. 즉 지하철 지하공간의 청정공기질 유지·개선 수요에 적극적으로 대응하기 위한 방편으로 환기용량을 증대시키는 재투자가 필요한 이치이다. 이에 향후 지하철공사에서 중점적으로 관리하여야 하는 개별부문은 다음과 같다. 다만, 지하철 지하공간 환경개선의 최대효과는 개별 부문 간 연계에서 종합적으로 다루어져야만 한다는 점에서 유의할 필요가 있다.

첫째, 지하공간 공기질 관리 자료체계 구축과 활용

둘째, 환기설비 관리 및 운영의 효율성 증진

셋째, 공기여과설비 관리 및 운영의 효율성 증진

넷째, 단위시설별 공기질 개선방안 모색

다섯째, 소음 및 진동 저감대책과 민원해소

여섯째, 지하철 환경부서의 환경관리 능력향상과 환경성 평가제도의 도입

2) 외국사례의 원용

(1)

쾌적한 지하공간 공기질의 확보는 지하철 이용승객 뿐만 아니라 종사자의 인체건강 위해성에 대한 예방차원에서 항상 관리되고 적정수준으로 유지되어야 한다. 이러한 의미에서 선진외국에서 작성·활용하고 있는 환경항목 측정기록표는 매우 유용한 환경개선 수단이 될 수 있음을 알 수 있다. 그러나 환경항목은 단순히 지하공간 공기질을 나타내는 대기오염항목뿐만 아니라, 지하공기질에 영향을 미치는 온도, 습도, 기류, 조도, 기타 유해가스 유입가능성 등을 망라한 환경측정 기록표가 전제될 필요가 있다. 이에 선진외국에서 작성·활용하고 있는 환경항목의 측정기록표와 같은 조사자료를 적극 활용하여 지하공간 역사내 종합적인 환경개선이 이루어질 수 있도록 배려하여야 할 것이다. 또한 이러한 측정표 작성주체인 지하철공사와 환경부가 중추적 역할을 수행하

여야 한다.

(2)

지하공간 공기질에 영향을 미치는 주요인자가 외기라는 사실은 국내·외를 막론하고 보편적인 것으로 인식되고 있다. 특히 외기 유입을 위한 취입구는 도로변 또는 정류장 근처에 위치할 뿐만 아니라 높이 규정도 없어 지표(도로)높이와 유사한 높이로 설치되어 있으며, 자동차 배출가스가 직접적으로 지하공간에 유입되는 통로가 된다. 이에 따라 일본에서 적용하고 있는 외기 취입구의 높이 규정(최저지상 3m)과 같은 명문화 규정이 필요하며 기존 환기구의 외기 유입조건을 조사분석하여 향후 개선방향을 도모하여야 할 것이다.

(3)

종래의 환기목적은 지하공간 공기질 오염방지, 터널내 온도상승 억제, 배연 대책으로 구분되어 왔다. 그러나 최근에 건설·운영되고 있는 일본 도쿄의 지하철 12호선과 같이 열차풍의 완화대책 또한 배려하고 있음에 주목할 필요가 있다. 그러나 서울시 지하철공사의 경우에는 지하공간 공기질의 오염방지를 위한 환기용량 자체가 부족할 뿐만 아니라 온도상승, 배연대책, 그리고 새롭게 부각되는 열차풍의 영향제어 등과 같은 목적을 달성하기에는 매우 미흡한 실정이다. 이에 따라 서울시 지하철 환기목적의 재정립에 바탕을 둔 환기시설 용량 증대를 위한 재원확보와 환기목적 정립을 수용할 수 있는 설계 반영이 이루어질 필요가 있다.

(4)

일본 오사카시 지하철의 경우, 승차인원으로 역의 규모를 판단하여 1일 약 2만명 이상의 역에는 구내에 온도센서를 설치하고, 송풍기를 이용한 공조기와 팬코일로 역 전체의 온도를 조절하는 종합냉방관리방식을 수용하고 있다. 또한 대부분의 역 송풍기에 에어필터를 설치하여 역구내로 청정한 공기를 공급

하고 있음을 볼 수 있다. 이에 따라 서울시 지하철공사의 경우, 지하철 외기·습도변화, 공기흐름과 연계된 공기질 개선대책을 수립하여, 지하철 이용승객의 공기질 체감오염도를 실제적으로 낮추어야 할 것이다.

(5)

지하공간 공기질을 일정수준으로 유지하고 개선하기 위해서는 기본적으로 외부유입 공기의 유·출입 방법이 절대적인 영향을 미치게 된다. 그러나 외부 공기 유·출입은 오염물질의 종류에 따라 결과가 상이하게 나타날 수 있을 뿐만 아니라 공조기, 소음 등과 연계되어 있으므로 기존의 공기 유입·배출방법에 관한 재검토가 필요한 시기이다.

(6)

환기시설의 운전패턴으로는 역사내 온도억제를 위한 계절별 운전방법의 차별화, 역사 규모별 위생환기, 그리고 지하철 역사내 작업환경의 유지를 위한 야간의 최저 환기 등으로 요약할 수 있다. 즉 첫째, 냉방시간대에 냉풍을 지하철 구내에서 바깥으로 나가지 않도록 송배풍기의 정지, 둘째, 영업시간대 외에는 에너지 절약을 위한 송풍기의 정지 등을 고려할 수 있는 환기시설 운전패턴의 차별화 도모가 필요하다.

(7)

지하철은 국내·외를 막론하고 주된 대중교통수단으로 인식되고 있으며, 또한 그러한 기능을 실질적으로 수행하고 있다. 이에 따라 이용승객의 환경성 요구에 적절히 부응하고 또한 경영과 환경을 통합 연계할 수 있는 체계구축이 필요하게 된다. 향후 서울시 지하철공사는 21세기의 환경성 제고를 위한 환경경영체계 구축을 위해 파리지 교통공사의 경우와 같이 4가지 실행목표를 설정하는 것이 바람직하다. ①첫 번째 목표 : 여름철 지하승강장의 일상적인 평균

기온은 같은날 외부 평균기온과 비교하여 5도 이상 초과하지 않는다, ②두 번째 목표 : 환기는 시간당 최소한 4회 정도 터널내 공기를 배출하는 작업이 보장되도록 한다, ③세 번째 목표 : 지하공공장소에서는 풍속은 20초 미만의 시간동안 최대 5m/s, 엔진의 회전속도 4m/s를 초과하지 않도록 한다, ④네 번째 목표 : 공기 중 수증기의 구성비는 30~70% 사이에 포함되도록 한다.

3) 기타사항

PM10 농도가 $250\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상인 역은 정밀조사 및 설비보안, $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상인 역은 설비점검, $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상인 역은 요주의 관찰 등으로 각 역사에 등급을 두어서 역사의 특성에 맞는 대책 및 관리방안을 시행해야 한다.

많은 역에 공기정화설비가 도입되어 있으나, 설비업체에서 납품만 하고 지하철공사에서 관리운영을 함에 따라, 전문성의 결여로 제대로 운영되지 않고 많은 예산만이 투입되고 있다. 따라서 각 납품업체로 하여금 설계치대로 운영되고 있는지를 점검, 보수하게 하고, 예산을 책정하여 정기적으로 점검, A/S를 하게 함으로써 효율적으로 정화장치가 운전되게 하여야 할 것이다.

열차내 승객이 200명 이상이면 CO₂의 농도가 2,500ppm을 상회하며, 승객으로부터의 체열과 체취 등으로 매우 열악한 환경이 되므로, 이때는 강제로 환기할 수 있는 장치(차량 부착)의 보완이 요구된다.

1992년, 1997년의 2차례 연구에 이어 앞으로도 지속적 공기질의 상태를 파악할 필요가 있으며, 환경대책 등도 수정보완해야 한다. 현재 지하철 몇 개 역사에 자동측정장비를 설치하였는데, 그 측정위치를 외부, 환기구, 대합실, 승강장, 터널로 구분하여 샘플링할 수 있는 장치를 보완한다면, 지하철 공기질 관리에 매우 요긴한 자료로 사용될 수 있을 것이다. 따라서 전문가의 자문에 따라 측정위치를 선정하여 보완할 필요가 있다.

지하철 역사의 공기질은 열차의 유·출입에 의한 공기의 유동에 크게 영향을 받고 있다. 승강장의 Air Curtain만으로 이를 통제하는 것은 불가능하기 때

문에 장기적으로는 완전히 개폐하는 문이 필요할 것으로 생각된다. 현재로는 열차에 의한 공기의 유동량을 추정하는 연구를 추진하여 자연환기, 기계환기의 적정성을 확보할 필요가 있다.

지하철의 내부로 외부의 차량배기가스와 흙먼지 등이 무방비상태에서 밀려 들어 오고 있다. 이를 효율적으로 방지하기 위한 방안이 조속히 강구될 필요가 있다. 따라서 현재 진행 중인 지하철 건설에서는 역사주변의 건물 지하부와의 연계에 따라 보도도 효율적으로 사용되도록 하여야 할 것이다(장기임차 등의 방안 모색).

동시에 모든 역을 다 좋게 하기에는 문제가 많다. 따라서 예산의 범위내에서 우선 순위를 정하고, 각 역의 특성에 맞는 방안을 모색하여 시행하는 것이 합리적이라고 생각한다.

제17절 한강조류발생 방지대책 및 수질개선방안 연구(1999년)

1.

호소에서 발생하는 녹조현상이 1997년 9월경 한강하류인 마포대교 북단지역에서 발생하여 물고기가 집단 폐사하는 등 수질악화가 심화되고 있음이 보고되었다. 최근 들어 하천에서도 부영양화와 함께 조류발생에 의한 수질문제가 자주 발생하고 있으며, 상수원으로 이용되는 하천에서 특히 녹조발생에 의한 수질악화가 정수과정에 심각한 영향을 미치고 있다. 이러한 녹조현상이 호소·하천에서 매년 홍수 후 늦여름부터 가을에 걸쳐 발생하고 있지만 이러한 원인에 대해서는 명확히 알려진 바 없지만, 일반적으로 외부로부터의 질소 및 인 등 영양염류의 과다 유입에 의해 부영양 상태가 되면 녹조현상이 발생하는 것으로 알려져 있다.

한강종합개발사업이 완료된 후 한강의 수질은 점차 개선되고는 있으나 회복

속도가 상당히 느리고 하천수로내 수중보, 교각 등 시설물의 증가로 정체수역이 발생하여 국지적 수질오염이 심각한 상황이다. 특히 한강하류의 인 및 질소의 농도는 계속 증가하는 경향을 보이고 있어 부영양화에 의한 녹조발생 가능성이 매우 높다고 할 수 있다(서울특별시, 1998).

하천·호소의 수질악화의 원인으로는 영양염류, 유기물, 중금속, 독성화합물질 등을 들 수 있으나 가장 보편적으로 나타나는 형태가 부영양화에 의한 녹조현상의 발생이다. 수중의 유기물 농도 및 영양염류의 증가는 심층의 산소고갈, 생물상 변화, 독성환원물질의 발생, 수돗물의 THMs 생성 잠재력 증가, 정수비용 증가, 관광자원의 심미적 가치 하락, 친수활동의 저해 등의 피해를 초래한다.

현재, 한강하류에서는 유람선의 가동, 윈드서핑, 보트 등의 워터스포츠, 산책 등이 행해지고 있다. 현재의 한강 하류의 하천정비 상황으로 볼 때 수영이 불가능한 상태이지만 그러나 장·단기적인 수질개선을 통하여 현재보다도 더욱더 많은 시민들의 친수공간으로서 활용할 수 있는 공간이 되어야 할 것이다.

하천에서 수질오염을 평가하는 가장 기본적인 항목이 유기물이고, 이 유기물은 기원에 따라 하천 외부로부터 유입되는 외부유입유기물과 내부에서 생성되는 유기물로 나눌 수 있다. 외부유입유기물은 육상 및 상류수계에서 생성되는 유기물이고, 내부생성유기물은 수초, 식물플랑크톤, 부착조류 등의 하천내 광합성 생물에 의해 생성되는 유기물이다. 일반적으로 하천에서는 대개 외부유입유기물이 주요 근원이지만 낙동강과 같이 유속이 느리고 부영양화된 하천에서는 내부생성유기물이 주요 근원이 된다(김 등 1996). 한강하류의 일부 정체구역에서도 영양염류의 과다유입으로 인하여 체류시간이 길어져 녹조발생에 의한 내부생성유기물이 증가하여 수질이 악화되고 있다.

따라서 이 연구의 목적은 상기와 같은 관점에서 1997년 9월경 마포대교 북단에서 발생한 녹조현상에 대한 원인규명과 수질개선 및 대책방안을 도출하기 위함이다.

2.

일반적으로 하천에서 수질오염 상태를 판정할 때 주로 유기물의 오염정도로 평가하고 있으며, 대표적인 수질항목이 BOD 농도이다. 그러나 우리나라의 하천들은 상류, 중류, 하류에 관계없이 저류시설인 댐과 수중보 및 하구언이 축조되어 하천 고유의 특성이 사라지고 호소형 하천으로 변모하면서 체류시간이 상대적으로 길어지고 있다. 이에 따라 대표항목인 BOD 농도로서 수질을 평가하는 것은 다소 미흡하여 조류를 발생시키는 인·질소 농도뿐 만 아니라 엽록소a, COD 농도를 측정하여 수질을 평가하는 것이 일반화되어 가고 있다. 저류시설이 없었던 과거의 하천은 비교적 빠른 유속이 유지되었기 때문에 부유성 조류(동·식물플랑크톤)가 서식하기에는 불리한 환경이었고, 영양염류의 과다 유입에 의한 부영양화와 녹조발생에 의한 수질악화 현상은 흔하게 나타나지 않았다.

한강하류도 수중보 및 시설물의 설치로 체류시간이 상대적으로 길어지면서 정체수역이 발생하는 등 하천 고유의 수리학적 특성을 상실해가고 있다. 이와 같이 정체수역이 형성되는 일부구간에서는 녹조발생에 의한 수질악화 등 수질 문제가 심각한 상황에 이르게 되었다. 한강하류의 정체수역에서 발생하는 녹조현상은 1차적으로 물리학적 요인(장마기간, 유량, 일사량, 수온 등)에 의해 영향을 받고 있었으며, 2차적으로 생화학적 요인(영양염류, 부유기작 등)에 의해 영향을 받는 것으로 평가되었다. 따라서 한강하류에서 녹조발생을 방지하기 위해 우선적으로 상류수계로부터 충분한 유량을 받아 정체수역을 해소시키는 것이고, 그다음에 조류발생의 원인물질인 영양염류(인, 질소)를 저감시키는 것이라고 할 수 있다. 전자의 경우에는 서울시 독자적으로 해결할 수는 없고 정부기관 및 타 관계기관의 협조가 필요하고, 후자의 경우에는 인, 질소를 저감시키는 방안이 녹조발생 및 수질개선을 위해 가장 필요한 방안이고, 그밖에 현실적으로 검토할 수 있는 대표적인 방안이 하도개선을 통해 정체수역을 해소시켜 수질을 개선하는 것이다.

따라서 한강하류의 녹조발생방지 및 수질개선을 위해서 녹조발생 가능성이 높은 정체수역을 중심으로 특별수질관리 대상구간을 선정하였고, 각 지점에 대한 수질개선 대책을 응급조치대책, 단기대책, 중·장기대책으로 분류하여 검토하였다.

1) 응급조치대책

- 황토흙 살포
- 포기 및 분수
- 조류제거선을 이용한 조류제거
- 팔당호 방류수를 이용한 플러싱 방안

2) 단기대책

- 역간접촉산화시설
- 수생식물을 이용한 수질정화

3) 중·장기대책

- 퇴적물의 준설
- 하도개선 방안
- 하수처리장 오염부하량 저감대책

제18절 서울시 생물종 분포변화에 관한 조사연구(1999년)

1.

세계적으로 기후변화에 대한 관심의 증대와 함께 생물다양성의 관리를 위한 움직임이 활발하게 일어나고 있다. 특히, 1992년 유엔환경개발회의 이후 범세계적으로 야생동·식물의 멸종·감소 방지의 노력을 강화하고 있다. 이러한 노력의 결과로 생물다양성 협약이 체결되었으며, 생물종의 보전, 복원 등을 위한 다양한 연구와 조사가 실시되고 있다. 특히, 지속적으로 멸종해 가는 종들을 구제하고 멸종 위기 종의 수를 줄이기 위하여 서식처를 보호하거나 생물종 자체의 복원방법에 대한 연구를 실시하는 등 더 이상의 생물종 소멸을 방지하기 위한 노력을 하고 있다.

우리 정부도 자연환경보전정책 및 생물다양성 국가전략을 수립하여 다양한 과제들을 추진하고 있다. 특히 생물다양성 협약에서 정한 바에 따라 생물다양성 국가전략을 수립하여 추진하고 있으며, 개정된 자연환경보전법에서는 생물종의 보호를 위하여 생물서식공간의 보전, 복원, 창출을 위한 방법들을 제시하고 있다. 특히, 도시지역에서는 지속적인 개발로 서식처가 훼손되고 대기 및 수질 오염으로 잔존하는 서식처의 생물종이 매우 빈약해지는 것을 방지하며, 원래의 생태계와 같은 수준으로 복원하기 위하여 소생태계를 조성하도록 하고 있다. 또한, 주요 생물종의 서식처를 보전지역으로 지정하여 관리할 수 있게 하고 있다.

국가차원에서는 G7과제(선도기술개발사업)를 수행하면서 도시지역의 생물종 보호를 위한 연구를 다양하게 추진하고 있는데, 자연형 하천 조성기법이나 효율적인 생물서식공간 조성, 그리고 생물종 복원을 위한 다양한 연구들도 추진하고 있다. 결국, 이러한 연구와 법·제도적 지원장치는 세계적인 생물다양성 증진을 위한 노력의 하나로 볼 수 있으며, 그 필요성이나 중요성이 매우 높다고 할 수 있다.

이러한 추세에 맞추어, 서울시에서도 인구의 증가와 과다한 개발에 의한 서울 도시환경의 악화로 인한 생물종의 감소현상을 극복하고, 현재의 생물다양성을 유지시키면서 보다 다양한 생물종이 서식할 수 있는 공간을 마련해야 할 필요성이 높아졌다.

그러나 이와 같은 중요성에도 불구하고 지금까지 서울시는 어느 위치에서 어느 정도의 생물종이 서식하고 있는지 파악할 수 있는 기회를 갖지 못했다. 도시 및 자연의 생물종 보전 및 복원을 위해서 가장 기초적으로 수행되어야 할 기초조사 및 현황분석이 이루어지지 않아 효율적인 생물종 보호정책을 펼치는데 한계가 있었기 때문이다. 이러한 이유로 서울시는 효율적이며 과학적인 생태계 관리방안을 도출하기 어렵게 되었다.

이 연구는 이와 같은 맥락에서 서울시의 생태계 보호전략을 수립하는데 있어 기반을 다지고자 한 것이다. 또한 이 연구는 서울시 관할 구역내 서식하는 생물종과 그 서식처에 관한 문헌자료 및 현지조사 정보를 체계적으로 수집·분석하는데 우선적인 목적을 두고 있다. 이를 통해서 서울시 자연환경보전에 필요한 서식처 유형별 생물종 분포 현황에 대한 데이터베이스를 구축함으로써 자연환경보전을 위한 기초자료를 확보하고, 나아가 생물종 보호에 대한 대책을 수립하고자 한다.

도심지 생태조사 자료가 거의 없어 생태계 관리방안을 도출하기 어려운 현실에서 이 연구와 같은 기초조사가 가지는 의의는 매우 크다고 할 수 있다.

2.

“서울시 생물종 분포변화에 관한 조사연구”는 1998년 7월부터 1999년 8월까지 13개월간 12개소를 대상으로 현지조사를 하였다. 조사결과, 수생식물은 2개소에서 82종이 발견되었으며, 육상식물은 12개 지소에서 103과 602종 1아종 77변종 10품종 등 총 690종이 조사관찰되었다. 수서곤충은 2개 지소에서

15종 897개체가 조사되었으며, 육상곤충은 12개 지소에서 13목 106과 374종이 조사관찰되었다. 어류, 양서류, 파충류는 6개 지소에서만 관찰할 수 있었는데 어류는 20종, 양서류는 10종, 파충류는 10종이었다. 조류는 14개소에서 총 77종이 조사되었다.

서울시의 도시생태환경에서 식물종은 지속적으로 귀화종이 증가하고 고유종이 감소하는 추세로 가고 있는 것을 알 수 있었다. 그러나 우리가 일반적으로 무시하기 쉬운 곳에 희귀한 식물이나 천연기념물, 포유류 등이 서식하고 있었다.

본 조사연구에서 서식이 확인된 법적 보호종은 낙지다리(식물), 왕은점표범나비(곤충), 황조롱이, 새매, 원앙, 말뚝가리(이상 조류)로 나타났다. 또한 서울시에서 자연성이 확보된 곳에서는 사라져가는 식물이나 흔하지 않은 곤충 등을 관찰할 수 있었다.

1) 주요 생물종 보호방안

앞으로 이러한 생물종의 보호방안으로는 다음과 같은 것을 포함해야 할 것이다.

(1)

농약살포 시기 및 장소는 전문가와 협의하여 입지특성에 따라 결정토록 한다. 외래종의 경우, 지속적인 모니터링을 바탕으로 하여 인위적 제거작업이 필요할 것이다.

산림지역은 등산객 등 사람들의 이용을 제한하는 방안을 마련해야 할 것이다. 하천지역의 경우 보다 광범위한 생태조사를 실시하도록 하며, 수질개선, 콘크리트 호안의 친자연화 등 다양한 보호 프로그램을 마련하여야 한다. 또한, 고궁지역은 외국의 사례에서도 볼 수 있듯이 장기적인 모니터링 계획을 수립하여 실시해야 하며, 관람객의 지속적인 관리가 필요하다.

공원지역은 다양한 생물이 서식할 수 있는 기반으로 조성하도록 하며, 외래종을 지생종으로 바꾸어야 할 것이다.

매립지역은 생태공원으로 조성하기에 앞서, 충분한 생태조사 및 연구를 바탕으로 하여야 하며, 생물다양성 증진을 위한 기법들을 도입, 적용해야 할 것이다. 생활주변지역은 녹지의 증대를 위한 홍보방안을 마련하고, 외래종을 자생수종으로 대체하여야 할 것이다.

(2)

수생식물분야에서는 현재 직강화된 하천을 자연하천공법으로 조성하도록 해야 하며, 수질개선과 함께 강변고수부지에 습지를 조성할 필요가 있다. 또한, 공공근로사업에 의하여 하천변 식생이 무분별하게 제거되고 있으므로, 이에 대한 체계적인 관리가 요구되며, 하천유역을 관리하는 방안을 도입해야 할 것이다.

육상식물분야에서는 나지로 남아있는 공간은 비록 좁더라도 녹지화시켜 녹지면적을 증가시키고, 넓은 면적에 분포하고 있는 아까시나무림을 단계적으로 축소시켜 적정 수준을 유지시킴으로써 하층의 식물종수를 증가시켜야 한다. 아울러 서울시의 본래 모습을 되찾기 위해서는 조경식물은 가능한 한 국내종을 선택하고, 불요불급한 공사나 개발은 억제되어야 한다. 산지의 경우에는 휴식공간과 출입금지 구역을 명확히 하여 관리해야 하며, 인위적인 관리를 최소화하여야 할 것이다.

곤충분야에서는 식물생태계를 잘 유지할 수 있도록 하며, 개발사업에 있어서 특별한 주의가 요구된다. 특히 곤충의 주요 서식처가 되는 잡목림, 초지, 수계 등은 보호되어야 하며, 농약의 살포 시 주의를 기울여야 한다. 또한 외래종은 자생종으로 대체 식재하도록 해야 하며, 주요 생물서식공간은 생물다양성 증진 및 자연학습장의 기능을 가지게 할 필요가 있다.

어류 및 양서류, 파충류의 경우에는 산란기에 알 채취를 금지시키는 홍보와

교육이 필요하며, 계곡지역은 휴식년제를 도입하여 사람들의 출입을 제한하여야 한다. 또한, 시도의 관리대상종을 선정하여 보호하여야 한다. 가장 중요한 것은 외래도입종을 무분별하게 방사하지 않도록 홍보, 교육하는 일이다.

조류의 경우, 수질의 개선, 등산객의 조절과 인공새집의 조성, 먹이주기, 식이식물 식재, 체크댐 등을 설치하여 서식지 보호에 만전을 기해야 할 것이다.

3.

이 연구결과를 통해서 앞으로 서울시 생태환경에 대한 전략 및 정책, 연구방향 등을 설정하는데 있어서는 다음과 같은 제안사항을 고려하여야 할 것이다.

- 육상식물분야에서 제시된 것으로, 서울시에서 사라져 가고 있는 고유종인 왜현호색, 종현호색, 애기현호색, 들현호색 등과 분포면적이 확산되고 있는 외래종인 서양등골나물, 미국쭈부쟁이, 비짜루국화 등에 대해서는 앞으로 지속적이며, 중점적인 모니터링이 이루어지도록 해야 할 것이다. 이러한 것은 서울시의 식물생태계 변화추이를 살펴볼 수 있어서 서울시의 생태환경변화추이를 알 수 있으며, 식물에 기반하여 서식하는 곤충, 조류 등의 분포 등도 예측할 수 있을 것으로 생각된다.
- 수도권 전체를 고려한 서울시 생태네트워크 구축에 대한 전략 및 정책을 수립하여야 할 것이다. 개개의 생물서식공간이나 야생동물의 통로는 행정 구역을 초월하기 때문에 서울시의 생태네트워크는 경기도를 포함한 수도권 전체의 생태네트워크를 고려하여 계획해야 할 것이다. 이를 위하여 잠정적인 생태네트워크의 축에 대한 생태계, 서식처 그리고 생물종에 관한 장기적이고 체계적인 조사를 실시하고, 이 결과를 바탕으로 하여 생물다양성과 자연지역에 관한 자료은행을 설치하여야 한다. 이를 바탕으로 서울시의 생태네트워크 구축 계획을 수립해야 할 것이다.

- 앞으로 서울시는 임업적 관리보다는 생태적 관리로 서울시의 생태도시화에 앞장서야 할 것이다. 여기서 임업적 관리라 함은 경제성을 가진 수목 이외의 다른 수종을 모두 제거하여 경제목 수림을 조성하는 것을 말하는 것으로 이는 산림의 생물다양성을 극히 감소시키는 것이다. 따라서 앞으로는 다양한 식물 및 이를 바탕으로 하여 곤충이나 조류 등이 서식할 수 있도록 생태적인 개념하에서 산림을 관리해 나가야 할 것이다.
- 국가생물다양성 전략의 일환으로서 서울시 생물다양성 전략을 마련하여야 할 것이다. 서울의제 21의 구체적 실천계획으로서 서울시 생물다양성 행동계획이 마련되어야 한다는 것이다.
- 이 연구결과를 ‘녹색서울 21’과 연계하여 초·중·고등학생들은 물론 일반주민들에게도 보급할 수 있는 방안을 마련하여야 할 것이다. 초·중·고등학생들에게는 학습교재의 도움자료나 책받침 등에 서울시의 환경과 생물종 사진 등을 첨부하여 생물종에 대한 학습의 기회를 마련하여 주고, 일반시민들도 서울시의 생물종을 쉽게 파악할 수 있도록 데이터베이스를 공개하거나, 서울시 환경관련 홈페이지에 사진 등을 수록하여 널리 홍보하여야 할 것이다.
- 생물종의 보호와 관리전략은 서울시 도시 기본계획이나 도시계획 등 관련 상위계획(서울시 생태네트워크 조성 차원)에서 고려되는 것이 바람직할 것이다. 특히, 토지이용계획에 있어서 경관 생태적 원칙의 적용이 필요할 것이다. 이것은 서울시의 토지이용을 보다 환경친화적으로 개선할 수 있으며 생물다양성의 증진 및 개선에도 큰 도움을 줄 수 있을 것이다.

이 연구에서 구체적으로 제시되지 못한 내용들은 후속연구로 수행되어야 할 것이며, 다음과 같은 과제가 수행되는 것이 바람직할 것이다.

- 2~3년 정도를 주기로 이번 연구를 지속토록 해야 할 것이며, 차기 연구를 위해 2억원 정도의 예산은 반영되어야 할 것이다. 이 연구는 동일한 서식

처에 대한 비교·검토를 위해 필요한 연구이며 최초의 도심내 생태계 조사연구이므로 앞으로 지속적인 조사자료를 확보하여 서울시의 생태환경의 변화에 따른 생물종의 변화추이를 살펴봄으로써 합리적인 생물종 보호 방안을 수립, 수정해 나가야 할 것이다.

- 생물종의 증감 원인 분석에 관한 연구를 실시하여야 한다. 생물종의 증감에 대한 과학적이고 구체적인 원인분석을 위해서는 조사대상지역의 서식환경의 변화추이를 함께 검토하여야 하는바, 앞으로 지속적인 연구로 동일지점에 대한 생태조사가 이루어져야 할 것이다. 생물종의 증감에 대한 원인분석의 결과는 서울시의 환경 생태분야 전략 및 정책을 수립하는데 있어 실질적인 도움을 줄 것이다.
- 도시 생물다양성 지표에 관한 연구를 수행해야 한다. 특히 서울시와 세계적인 수준의 도시와의 비교 평가를 중심으로 하여 서울시가 세계의 주요 도시에 비해 얼마만큼의 생물다양성을 확보하고 있으며, 앞으로도 지속적인 생물다양성을 증진시키기 위해서 필요한 전략을 수립할 수 있도록 도움을 주어야 할 것이다.
- 서울시 생태네트워크 구축 계획 및 실행방안에 관한 연구를 수행하여야 한다. 현재 몇몇 장소를 대상으로 생태공원 등이 조성되고 있으나, 이러한 공간은 전체적인 생태네트워크의 축 안에서 이루어져야 도시의 생물다양성을 증진할 수 있으며, 주요 생물종을 효율적으로 보호할 수 있다. 따라서 서울시에서는 산만하게 생태공간을 조성하는 것이 아니라 전체적인 틀을 구축한 이후에 이에 적합한 최적의 장소에 생태공원이 조성될 수 있도록 하는 것이 바람직할 것이다.
- 서울시 담수(Fresh Water : 하천, 담수호, 연못 등)에 대한 기초조사와 생태연못 조성에 관한 연구가 수행되어야 한다. 담수생태계는 다른 육상생태계와 달리 다양한 서식환경을 가지고 있으며, 이러한 서식처는 다양한 생물종을 부양한다. 따라서 앞으로 서울시에서 담수생태계에 대한 기초조

사를 바탕으로 하여 생태네트워크 차원에서 최적의 장소를 생태연못 조성 계획 대상지로 선정하여야 할 것이다.

- 생태통로 조성 적지선정에 관한 연구가 필요하다. 이 연구는 단기적으로 12개소만을 대상으로 하여 생태통로 조성대상지를 선정하기에는 어려움이 많다. 즉, 충분한 서식처 및 생물종의 정보가 축적되지 않아서 가장 적합한 생태통로 조성대상지를 선정하기가 어렵다. 따라서 앞으로 본 조사 대상지역을 포함하여 포괄적이며, 장기적인 조사가 이루어질 수 있도록 생태통로 조성대상지를 선정하는 것이 바람직할 것이다.

제19절 난지도지역 환경성 검토 및 친환경적 정비방안(약취 관리)(2000년)

1.

난지도매립지에는 1978년 이후 15년간 서울시에서 발생된 약 92,000천m³의 폐기물이 위생기반시설 및 오염방지시설 없이 매립됨으로써 매립이 완료된 지 약 8년이 지난 현재까지도 침출수 및 매립가스 발생에 의한 환경오염뿐만 아니라 지반침하로 인한 사면의 불안정 등의 문제가 지속되고 있는 실정이다.

서울시는 그동안 버려진 땅의 이미지를 가졌던 난지도 일대를 친환경적인 공간으로 조성하기 위해 난지도매립지에서 발생하는 심각한 환경오염 물질을 제거하고, 매립지를 가급적 조기 안정화시킴으로써 지역민원의 해소와 환경을 개선하며, 장기적으로는 토지의 효율적 이용을 도모하고자 노력하고 있다. 특히 2002년 서울 월드컵 경기를 대비하여 난지도매립지를 자연 생태 및 휴식공간으로 조성함과 동시에 상암동 일대를 생태환경과 디지털미디어 산업이 어우러진 미래형 신도시로 개발하려는 계획을 수립하였다.

난지도매립지 안정화 사업은 1993년 기본설계용역에 이어 1996년 실시설계 용역을 마치고, 1996년 12월 본격적인 공사를 시작하게 되었다. 난지도매립지 안정화 공사 과정에서 가장 중요한 부분 중 하나는 악취 문제로 일반적으로 매립지에서 발생하는 악취는 매립지 주변의 주민들에게 가장 심각한 영향을 주는 요소이며, 다른 심미적 요소들과 마찬가지로 가장 관리하기 어려운 문제 중의 하나이다. 특히 2002년 월드컵 개최를 1년여 남짓 남겨둔 상황에서 축구 선수 및 국내·외 일반 관중 등에게 쾌적하고 맑은 공기를 제공하기 위해서는 악취 문제는 반드시 해결되어야 할 과제이다.

2.

1) 악취 발생원별 장·단기 저감대책

(1)

본 시설 상부의 복개방식은 FRP에 의한 복개가 경제성 및 구조물 안정성을 고려할 때 효과적인 것으로 조사되었다. 공사비용은 20억원 정도가 소요될 것으로 조사되었다.

이 연구에서 바이오필터법, 활성탄 흡착법, 약액세정법, 지렁이 분변토를 이용한 탈취법의 4가지를 선정하여 각 탈취 공정별 성능평가 및 경제성 분석 연구를 통하여 효율적인 탈취방식을 제시하기 위해서 실험을 수행한 결과, 바이오필터법이 기타 탈취법에 비해 성능이 뛰어나고, 경제성이 우수한 것으로 조사되었다. 초기 설비 투자비용은 약 4-5억원이 소요될 것으로 조사되었다.

난지하수중계펌프장 상부를 FRP 재질에 의해 복개할 경우 시설 유지관리 작업에 지장이 없는 범위에서 최소로 설계되는 것이 탈취 설비 도입 시 비용을 절감할 수 있다. 한편 난지하수중계펌프장의 위치가 월드컵 주경기장으로 부터 1km 이내이기 때문에 복개 설계 시 미적 감각을 충분히 배려하여야 하며, 협잡물 제거 호퍼는 매일 반출시켜야 할 것으로 생각된다.

(2) ()

가

제 1, 2매립지 상부의 악취도는 직접관능법에 의해 대략 2~3도, 사면과 부지 경계의 악취도는 1도 이하를 나타냈다. 매립지 상부의 경우는 아직 공사가 완료되지 않은 가스추출공에 의해 매립가스가 대기 중에 직접 배출되어 희석되는 과정에서 풍향에 따라 취기가 감지되었다. 매립지 사면은 현재 조성되어 있는 초목들의 강한 마스킹 효과에 의해 악취도가 비교적 낮았던 것으로 추정되었다.

현재 난지도 지역의 악취도는 대기환경기준치를 초과하지 않는 경미한 수준이며, 간헐적인 악취 농도 증가도 매립지 상부의 가스처리 시설에서 배출되는 매립가스 및 주변 악취발생원에서 발생하는 악취가 혼재된 일시적인 현상으로 평가되었다. 따라서 향후 매립가스 처리시설이 완공되어 매립가스가 당초 계획대로 적절히 처리된다면 매립지 가스에 의한 악취도 영향은 극히 경미할 것으로 평가되었다.

주변 악취발생원으로 조사된 마포농수산물시장 배출 쓰레기의 철저한 관리 및 난지하수중계펌프장의 탈취 대책이 우선적으로 실시되어야 할 것으로 판단된다.

가스처리시설의 시운전 과정에서 향후 공사의 방향설정에 중요한 영향을 미치는 사항들의 점검과 보완이 필요하기 때문에 가스처리시설인 열병합발전소가 조속히 완공되어야 향후 공사 진행에 차질이 없을 것으로 생각된다.

난지도매립지 안정화 공사 특히 가스처리 시설의 완공 이후에도 악취가 지속적으로 발생할 경우에는 탈취제의 사용을 신중히 검토할 필요가 있다. 적절

한 탈취제 선정 시 D, Y, E회사의 제품을 대상으로 탈취효율을 조사한 실시설계 실험결과를 활용하는 것이 바람직하다. 탈취제 분사 방식으로는 신속한 대처 및 상대적으로 가격이 저렴한 고압 탈취 차량을 이용한 분사법이 바람직할 것으로 생각된다.

만일 2001년 상반기 가스처리시설의 공사가 완공된 이후에도 난지도 지역의 악취도가 현재 수준 또는 그 이상으로 지속될 경우는 장기적 대책으로서 가스추출공의 추가설치를 신중히 재검토할 필요가 있다.

(3)

음식물 퇴비화시설의 탈취시설은 기존에 설치되어 있는 토양탈취상(토양탈취시설)을 보수하여 사용하는 방안이 가장 현실적이고, 경제적인 방안으로 판단된다. 다행히 현재 이 시설의 관리를 맡고 있는 서대문구청에서도 자체적으로 현재 가동이 중지되어 있는 토양탈취상을 복구하여 활용할 예정인 것으로 조사되었다.

음식물 퇴비화시설내 토양탈취시설은 오랜기간 가동이 중지되어 왔고, 토양 미생물이 매우 드문 것으로 나타나 기존의 토양이 폐쇄되어 있거나 많은 유해물질에 의해 오염되어 있을 것으로 생각된다. 따라서 보수 시 기존 토양을 교체하는 방안도 검토할 필요가 있다. 또한 토양 중 수분의 함량과 토양층 충전높이 및 체류시간과 기타 검토 사항을 문헌에 근거하여 본 보고서에 제시하였다.

토양탈취상의 양호한 탈취효과를 지속적으로 유지하기 위해서는 관리를 항상 철저히 하고, 사전에 고장의 발생을 예방하는 것이 중요하므로 향후 유지관리 사항에 대해 본 보고서에 요약하여 정리하였다.

만일 토양탈취시설 보수 후에도 주변지역에 영향을 줄 만큼 악취가 발생한다면 2002년도 월드컵이 개최되는 기간에는 본 대상시설을 한시적으로 폐쇄하고, 현재 음식물쓰레기 하수병합처리 시범사업을 수행하고 있는 가양하수처

리장(현 서남물재생센터)의 성공이 확인된 후에는 음식물 쓰레기 하수 병합 처리를 도모하는 것을 고려해야 한다.

(4)

강변 농경지에서 발생하는 악취 문제의 원인이 가축분의 사용에 의한 것으로 확인되었기 때문에 2002년 3~6월까지의 반드시 생(生)가축분 사용을 전면 금지시켜야 한다. 농민에게 월드컵 개최의 중요성과 함께 가축의 생분뇨 사용이 농작물에 미치는 영향을 인식시킬 필요가 있다.

서울시와 관할 지자체인 고양시는 농민들에게 악취발생이 없는 금비 지급을 고려해야 한다. 현재 경작 중인 농경지 면적과 일반적인 시비량을 고려할 때 예상되는 총 퇴비량은 27~54톤 정도로 추정되고, 지원 금액으로는 340~680만원 정도로 예상된다.

금비 지급을 위한 예산마련이 어려울 경우 가축분을 충분히 부숙시킨 후 시비하는 방안을 강구해야 한다. 퇴비화 기간은 2001년으로 고온이 유지되는 여름철에 하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

장기적으로는 한강변에서의 경작은 금지시켜야 한다. 왜냐하면 퇴비에서 발생하는 악취문제뿐만 아니라 만일 홍수 등에 의해 농경지가 침수되면 토양중의 다량의 질소나 인 성분이 유출되어 한강의 영양염류 증가 원인이 될 수 있기 때문이다.

(5)

마포 농수산물시장에 대한 처리방안은 기존의 기능을 유지시키면서 건물을 환경적으로 정비하는 것이 바람직하며, 건물 환경 정비 시 농수산물 쓰레기를 임시로 보관할 수 있는 건물을 설치하도록 하고, 이에 따른 효과적인 탈취설비를 마련해야 한다.

(6)

난지하수처리사업소는 전반적으로 악취도가 낮은 것으로 조사되었다. 따라서 2002년 월드컵 기간 중에도 현재와 같은 운영상태를 유지한다면 난지하수처리장에서의 악취문제는 없을 것으로 최종 평가되었다.

다만 지렁이를 활용한 분변토 생산과정에서 정화조오니케이크내 가스 방출을 위한 야적과정과 지렁이 사육장에 최초 투입 시 악취 발생이 예상되므로 2002년 월드컵 개최 전·후 기간에는 냄새 유발과정을 가급적 중지하거나 시기를 조정하는 것이 바람직하다.

(7)

난지도매립지에 도입되는 침출수 공정에서 상부 복개 예정인 유량조정조와 함께 농축조 및 탈수기 등에 대해서도 악취도 결과와 관계없이 외부와 차단시킬 필요가 있다. 왜냐하면 침출수 처리시설은 일반시민에게 혐오시설로 인식되고 있을 뿐만 아니라 난지도지역의 새서울타운 개발계획에 따른 국내·외 방문객의 증가가 예상되기 때문이다. 다만 탈취설비 마련은 향후 침출수 처리시설이 완공된 후 시운전 과정에서 악취도 측정을 실시한 후 악취도가 심각할 경우엔 검토하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

2) 악취 모니터링 방안

난지도매립지뿐만 아니라 침출수 처리장 등 주변 모든 악취 발생원에 대한 악취도 측정이 반드시 필요하다. 측정 시기는 매월 1회를 원칙으로 하고, 2001년 5월과 6월에는 가스추출 설비의 공사가 완료될 예정이므로 주 1회씩 집중적인 측정이 필요하다. 또한 1회 정도는 GC/MS에 의한 분석을 수행할 필요가 있다. 또한 이러한 측정은 2002년 월드컵 경기가 열리는 기간까지 지속적으로 수행되어야 할 것으로 판단된다.

측정 수행기관은 현재까지 난지도 주변 지역을 대상으로 주기적인 측정을

수행하고 있는 서울시 보건환경연구원이 되는 것이 바람직하다. 다만 현재 서울시 보건환경연구원은 측정인력의 부족 등 어려움이 많으므로 향후 서울시에서는 추가의 공공근로 인력 투입 등의 지원이 필요할 것으로 생각된다. 이러한 인력에는 악취 등 환경측정에 대한 기본적 지식을 갖춘 환경 및 화학 관련학과 출신이 요구되며, 전문대졸 이상의 인력을 인턴 형식으로 활용하는 것이 바람직하다. 왜냐하면 악취의 측정, 분석과정이 매우 까다롭고, 또한 많은 지점을 이동하면서 수행해야 하기 때문에 많은 체력이 소모되기 때문이다.

3) 난지도매립지 안정화사업의 지속적 관리

난지도매립지 안정화사업에서 현재 가장 큰 문제는 향후 공사진척도에 따라 발생할 수 있는 여러 가지 제도적, 기술적 문제 등에 대해 종합적으로 검토하고, 대처할 수 있는 전문 인력이 부족하다는 것이다.

잔여 공사과정에서 문제 발생 시 신속한 대책을 수립할 수 있는 전문가 집단이 필요한 것이다. 이러한 역할은 2000년 기본과제로 난지도매립지 안정화 공사과정에 참여한 서울시정개발연구원이 담당하는 것이 가장 바람직할 것으로 생각된다.

제20절 중랑천 비점오염원 관리대책 및 생태지도 제작(2002년)

1.

우리나라 도시하천은 도시로의 무분별한 인구유입과 고도성장기를 거치면서 환경기반시설이 부족하여 심각한 오염이 나타났다. 특히 서울의 도시하천인 중랑천은 1980년대 주변 유역을 주거지로 개발하면서 하천환경은 크게 악화되었다. 이러한 수질악화요인과 유역의 치수문제를 해결하기 위해 콘크리트

로 정비된 호안블록으로 인하여 하천의 생태환경은 더욱 황폐해졌다. 게다가 중랑천 유역에 교통소통을 위해 하천의 많은 부분이 복개됨으로써 하천의 수질관리가 어렵게 되었다. 이러한 일련의 원인으로 인해 하천수질이 악화되었으며, 하천 생태현황과 경관, 친수기능 등이 많이 상실되었다.

중랑천의 수질은 중랑천 양안에 차집시설을 설치하고, 유역에서 배출되는 생활하수를 중랑하수처리장에서 거의 전량 처리하면서 크게 개선되기 시작하였다. 그러나 하천 양안에 설치한 하수차집시설로 인해 중랑천의 수량이 감소하는 문제점이 나타나기 시작하였다. 또한 상류유역인 의정부시에서 배출되는 오염원으로 인해 악화된 수질을 개선하기 위해 1990년대 말, 의정부 하수처리장을 완공하였다. 이러한 하수처리사업으로 인해 중랑천 수질은 BOD 10~15 mg/L 수준에 이르고 있다. 그러나 아직도 친수·자연형하천으로 나아가기에는 수질이 더 개선되어야 할 필요가 있다.

현재 수질개선사업은 점오염원의 관리로 어느 정도의 성과는 올린 것으로 판단된다. 그러나 중랑천의 수질을 BOD 5~10mg/L 정도로 개선되기 위해서는 비점오염원의 관리가 필수적이다. 이제 서울의 도시하천의 수질관리는 생활하수인 점오염원 관리와 비점오염원 대책이 동시에 추진되어야 하는 것을 의미한다.

중랑천에 1996년에는 잉어 등 6종, 1998년에는 참붕어 등 9종이 출현하여 하천의 기능이 다소 회복되고 있다. 이렇게 어류가 증가하기 시작한 것은 중랑천의 서식환경이 개선되고 있음을 보여주고 있다. 그러나 최근 산란기를 맞은 어류들이 상류의 산란장을 찾아 이동하는 과정에서 많은 물고기가 폐사되는 사고가 나타났다. 어류폐사의 원인 중 하나가 비점오염원으로 판단되고 있다. 중랑천의 비점오염원은 주로 초기강우 시 하천본류로 유입되고 있다.

국지성 초기강우에 의한 동부간선도로상의 비점오염원 유입에 따라 용존산소(Dissolved Oxygen)농도가 1mg/L 정도로 저감되어 산소결핍으로 인해 어류가 질식사한 것으로 판단되었다. 적절한 농도의 용존산소는 수중 생물의 생존

에 가장 필수적인 사항이므로 하천이나 강, 호수의 수질 상태를 가늠하는 가장 보편적인 지표의 하나로 활용된다. 그러나 박테리아의 유기물 분해과정에서 용존산소의 부족현상이 간혹 발생되고, 여름철의 경우 더욱 두드러지기도 한다. 특히 산소 공급량에 비해 박테리아가 소비하는 산소량이 많아 “용존산소 결핍현상(Hypoxia)”이 발생하면, 수중 생물은 생존의 위협을 받게 된다. 결국 용존산소 결핍에 매우 취약한 지점인 하천 바닥층에서 물고기 폐죽음과 같은 매우 치명적인 결과가 초래되기도 한다.

2.

1) 단기대책

(1)

낙차공에 의하여 정체수역이 형성됨에 따라 발생하는 수질악화, 홍수위 상승 등 낙차공의 역기능을 제거하여 통수단면 확보 및 수질개선을 도모하고자 중랑천내 6개소 중 하류부부터 이문철교 직하류에 위치한 제3낙차공(B : 2.0~2.5m, H : 0.4m~0.65m/개소당<약10개소>)에 이르기까지 단계적으로 정비하여야 할 것이다. 이 중 군자교 직하류에 위치한 제1낙차공 및 중랑교 직하류에 위치한 제2낙차공은 정비가 완료된 상태이다.

향후 우선 사고지점의 낙차공부터 정비하고 2004년까지 모든 낙차공을 정비하여야 할 것이다.

(2)

중랑천 수질 및 유량조건이 물고기 산란 및 서식에 적당하게 개선될 때까지 물고기 집단폐사 방지를 위한 물고기 이동유도를 위하여 보행인 통행 및 자전 거도로로 이용하고 있는 한강 합류부 용비교 직하류 수중보에 이동유도 스크

린을 2001년 3월에 설치하여 운행하였으며, 그 결과 물고기의 집단폐사를 방지하였다.

(3)

하천 정체구역에 저니(Sediment)퇴적으로 인해 수질이 악화될 우려가 있어 산란기 이전인 2001년 4월에 살곶이다리 주변에서 약 105,000m³를 준설하였다. 또한 2002년 3월부터 4월사이에 살곶이다리 주변과 낙차공내(약 20,000m³)에 퇴적물을 준설하여 물고기 집단폐사방지 및 수질개선을 도모하였다.

(4)

도로변 우수받이에 유입된 각종 퇴적물의 중량천 유입을 방지하고 공공수역의 수질보전을 도모하기 위해 서울시 10개 구에 도로변 우수받이 118,302개소의 준설을 직영인부, 공공근로인력, 취로인부 등을 활용하여 시행하였다. 앞으로는 연초 자치구별 하수도 연간 준설계획을 수립하여 초기오염강우 및 오염물질의 하천유입을 방지하고 갈수기인 4월부터 간선도로변 우수받이 일제 청소 및 준설을 시행하여야 할 것이다.

(5)

중량천 살곶이다리 상류 80m 지점에 2001년 4월부터 7월까지 표면포기기를 설치하여 수중의 용존산소농도를 증가시켜 물고기 폐사사고 예방과 하천 수질개선을 도모하였다. 2002년에도 3월부터 7월10일까지 수면 부양형 표면포기기 5대를 설치해 가동하고 있다. 표면포기기는 물고기폐사 우려시기에만 가동하며 홍수 시에는 철거하여야 한다.

(6)

자연 생태계를 복원하고 한강의 어족자원을 서식·보호하기 위하여 인공산란장 10개소와 수초식재 4개소를 설치하였다. 또한 중량천하구 2곳, 탄천하구,

한남대교남단, 반포대교북단, 원효대교북단, 잠원철담, 반포천하구, 여의도셋강 상류, 밤섬 2곳, 선유도 등 12개소에 인공산란장을 설치하고 수초를 식재할 계획이다.

이러한 계획을 추진하기 위해서 물고기 산란기 이전에 어소를 제작하여 산란이 개시되는 4월20일부터 4월 25일까지 연승수하식으로 설치 운영하고, 산란장은 장마철에 철거하여 보관하다 차년도에 재사용하여야 할 것이다.

(7)

지천정화운동 및 관리개선을 통하여 시민들에게 친근감을 주는 환경을 조성하고 지천오염을 방지한다. 지금까지 추진된 지천가꾸기 운동의 성과를 살펴보면 18개교의 소하천 가꾸기 참여학교가 지정되었고, 기업체별 1사 1하천 가꾸기 운동을 실시하였고, 민간자율하천감시반이 구성 및 운영되었으며, 민간수질감시활동 등이 양성화되었다. 향후 지천정화운동을 더 발전시키기 위해서는 첫째, 자연생태계가 되살아나는 하천으로 복원하기 위하여 자치구별 관할지천의 일정구간을 선정하여 자연형 하천을 시범 조성한다. 또한 초·중·고생과 함께 하는 수질모니터링 실시, 식생가꾸기, 소하천탐방기 등의 소하천가꾸기를 실시하며, 시민과 함께 하는 지천정화 캠페인 및 하천가꾸기를 실시한다. 둘째, 하천오염 방지를 위한 하천감시 기동반을 편성하고, 수질오염사고 취약시기인 갈수기(12월부터 4월), 하절기(6월부터 8월)에는 특별단속을 강화한다. 셋째, 중랑천 환경행정협의회 운영을 활성화한다. 중랑천 수계 8개 구(성동, 광진, 동대문, 성북, 강북, 도봉, 노원구 등)는 수질개선을 위한 공동사업 및 연구, 공원·녹지지역 보전대책 및 개발, 환경교실 운영 등과 같은 지역주민 참여프로그램 개발 및 운영, 하천정화활동 등의 하천환경 개선을 위한 공동노력이 필요하다. 이를 활성화하기 위해서는 폐수배출업소 및 하천오염행위 합동단속, 하천정화의 날 운영 등 실제로 추진 가능한 부분부터 활성화하여 연 2회 이상 공동사업을 추진한다.

(8)

고수부지에 강변지하수를 양수할 수 있는 시설을 설치하여 물고기 산란기인 3월부터 6월까지 지하수를 양수하여 공급함으로써 수질개선과 함께 수온을 낮추어 용존산소농도를 증가시킨다.

따라서 물고기 폐사지점인 하류지역 고수부지의 몇 개소에 양정시설을 하루 빨리 설치해야 한다.

(9)

비점오염원에 의한 공공수역 수질오염의 방지를 위해서는, 오염발생의 특성상 면적인 제어와 대응이 필요하다. 이것을 행정기관만이 수행하는 것에는 한계가 있으므로 유역내의 주민의 협력이 필요하다. 구체적으로는 가정에서 배출되는 각종 쓰레기의 적정한 처분(정해진 일시, 장소에 쓰레기를 내보내면 노상에 방치시키지 않는다.), 주민에 의한 각 가정부근의 도로, 축구 등의 정기적인 청소, 축구 및 우수관 등으로 오염된 물의 불필요한 배출의 방지 등이 있다. 이와 같이 주민협력을 널리 얻고자 할 때는, 광고활동을 통한 의식의 고양과 주민 스스로 협력의 의의·효과를 인식하도록 유도하는 것이 중요하다.

(10)

중랑천 주변 폐수배출업소에 대한 지도단속을 강화하여 무단방류 등 위법행위를 근절하고 배출업소의 자율관리능력을 향상시키며 소규모 폐수배출업소 대상 기술지도 실시로 자율적인 환경관리 능력을 향상시킴으로써 중랑천 수질보전에 기여한다.

이를 시행하기 위해서는 단속방법을 크게 합동단속, 구 자체 일제단속, 취약시기 특별단속 등으로 나누어 관리한다. 합동단속은 구청 관할경찰서에서 무허가업소 폐수배출시설 설치 조업행위, 오염물질 배출행위, 폐기물부적정 처리 및 보관상태 등을 연 3회 이상 단속한다. 구 자체 일제단속은 각 구 1개반

4명(구에서 2명, 관련단체 등 민간인 2명)이 업종별, 유형별 집중단속을 연중 실시한다. 취약시기 특별단속의 경우는 초기 강우 시 하천 수질오염물질 투기 행위를 집중 단속하며 일요일 및 공휴일 야간순찰 시 오염피해 진정 등 민원이 있는 업소와 수질오염행위 우려업소를 불시에 점검한다.

2) 중·장기대책

(1)

- 동부간선도로 노면 청소
- 빗물받이 청소
- 역간접촉산화시설
- 기존 펌프장 및 우수지 활용
- 녹지 및 투수성포장 등을 통한 우수유출 저감
- 중량하수처리장 1차처리 방류수 응집제 첨가처리 추가
- 초기우수 저류시설 설치
- 건물 주변공간 저류시설 설치
- 우수유출 저감시설 설치
- 의정부하수처리장 고도처리 도입
- 중량하수처리장 고도처리 도입

(2)

- 지하철역사의 유출지하수 이용
- 하수처리장 방류수 하천유지용수 이용
- 사업 우선순위 결정

3.

중랑천의 수질정화 및 유량확보를 위해 12가지 방안이 제시되었다. 각 사업은 중랑천 분류 및 지천의 수질개선 및 유량확보를 위하여 필히 수행되어야 되는 사업이다. 특히, 이 사업들은 동시에 빨리 추진되는 것이 바람직하지만 수행부서 및 관리부서가 다른 관계로 인하여 각 사업의 예산확보 및 타 지자체의 합의도출 등이 순조롭게 이루어진다고 단정하기가 어렵다.

각 사업에 대하여 우선순위를 결정하기 위하여 이 연구에서는 판단기준을 다음과 같이 설정하였다.

- 건설비, 부지비 및 유지관리비를 포함한 경제성
- 수질목표 달성도
- 유지관리의 용이성
- 하천유지용수 확보
- 공사의 난이도
- 중앙정부 및 타 지자체의 합의도출
- 해당부서의 수행의지
- 지역주민과의 합의도출

여기서 중랑천의 수질정화 및 유량확보를 위해서는 적정 수질목표 달성과 하천유지용수 확보에 유리한 방안이어야 하며, 또한 재정능력을 고려하여 가능한 한 건설비 및 부지비를 포함하여 경제적으로 유지관리가 용이한 방안을 선택하여야 할 것이다. 그리고 공사의 난이도, 해당부서의 수행의지 및 관련 타 지자체와의 합의도출이 필요하며, 지역주민들의 합의도출 또한 사업선정 기준에 있어서 중요한 항목이라고 생각된다.

중랑천에 적용할 사업순위를 결정하기 위한 기초평가자료로서 각 사업에 대해서 산정된 점수에 따라서 객관적인 평가를 실시하여 우선순위를 결정하였다. 따라서 각 사업과 관련된 해당부서에서는 가능한 한 사업이 조기에 착수 및 준공되어 순조롭게 추진될 수 있도록 현안 문제점 및 별도과제도출 필요성

유무 등을 재점검하여야 할 것이다.

제21절 상습침수 해소를 위한 하수도시설 기준 재검(2002년)

1.

서울시는 도시화에 의하여 개발행위가 진행됨에 따라 지표면의 대부분이 불투수면으로 포장되어 유출양상이 개발전에 비해 현저하게 달라지면서 침투홍수량이 급격히 증가하고 침투 도달시간이 빨라졌으며 유출총량도 증가하게 되었다. 또한 산업화에 따른 환경변화로 인하여 최근 기상이변과 국지적인 집중호우가 발생함으로써 홍수량이 증대하여 방재적인 측면에서 불리하게 되었으며 더욱이 하천연안이나 빗물이 일시에 유입되는 저지대와 하수관거 불량·용량부족지역을 중심으로 침수피해가 상습적으로 발생하고 있다. 이러한 상황에서 침수피해에 의한 시민들의 고충을 덜어 주고 재산을 보호하기 위해서는 침수지역의 빗물유출상황과 하수도시설의 문제점을 조사하여 침수지역 배수구역의 설계빈도와 유출계수를 중심으로 한 하수도시설기준을 재검토하여야 하며 이와 함께 도로배수시설로서 역할이 부각되고 있는 빗물받이의 적절한 설치기준이 마련되어야 한다.

2.

1) 강우 및 침수피해 분석

상습침수지역의 지정은 침수지역 중에서 저지대의 지형여건상 치수대책이 나 하수도정비의 개선노력에도 불구하고 지표면유출수의 이동 경로상에서 계

획강우 이하에서도 침수가 발생하는 지역을 중심으로 하되 이와 함께 과거 침수발생빈도도 고려하여 결정하여야 한다.

2001년 7월 단기간 집중호우에 의해 발생한 침수세대수는 총 81,288세대이다. 침수 주요 원인은 하수관거분야에서 빗물받이문제, 하수관거 통수능 부족, 배수시설불량 때문이며 그밖에 빗물펌프장 용량부족, 하천통수단면부족 및 인접산으로부터 계곡수 유입 때문이다. 이 중에서 단일 원인으로 침수가 발생한 경우는 33,079세대로 총 침수세대수의 40.7%이며 복합적인 원인이 작용하여 침수된 가구는 48,191세대인 59.3%로서 상당지역이 복합적인 침수원인에 의하여 침수피해를 입었다. 특히 빗물받이와 관련하여 배수시설과의 복합적인 원인에 의해 침수된 가구는 15,255세대로 침수세대의 18.8%를 차지하였다.

침수지역 도로에 설치된 빗물받이의 노면수배제상 문제점은 크게 관리상문제와 설치상문제로 나누어진다. 이 중에서 관리상문제는 빗물받이의 협잡물로 인한 폐쇄, 악취방지를 위한 덮개사용, 파손이 66%를 차지하였으며, 설치상문제는 위치 및 경사불량, 시설의 부족, 연결관의 규격 및 연결상태 불량 등이 34%로 나타났다. 특히 협잡물폐쇄와 덮개사용문제가 49%를 차지하여 침수지역의 노면수 배제불량에 의한 침수피해를 저감시키기 위해서는 우선적으로 기존 빗물받이의 청소방안과 함께 빗물받이 입구에서의 악취방지방안이 마련되어야 한다.

2) 침수배수구역의 하수도시설기준 검토

설계빈도는 서울시의 중요도를 고려하면 가능한 한 최고강우에도 절대로 침수피해가 일어나지 않을 수준으로 설정하는 것이 이상적이다. 그러나 이를 위해서는 막대한 재정부담이 필요할 뿐만 아니라 사용빈도가 낮은 비효율적인 시설의 정비에 투자를 하게 될 우려가 있다. 또한 하수도 설계재현기간을 상향 조정한다는 것은 수방시설의 해당시설용량을 증대시켜 설계빈도를 조정하는 것처럼 간단히 적용하기 어렵다. 특히 침수배수구역별 설계빈도를 달리 적용

하는 문제는 하수도전문가의 의견을 감안할 때, 전 유역에 대한 하수도 설계기준의 일관성 확보차원에서 현행기준을 유지하는 것이 현 단계에서 바람직할 것으로 판단된다. 참고로 향후 중·장기적인 서울시 하수도 시설에 대한 설계빈도목표를 상향조정할 경우에 방재적 측면에서의 안정성과 함께 비용-편익의 구체적인 경제성분석을 고려하여 설정하는 것이 타당할 것이다.

서울시가 최근의 국지적인 집중호우에 의하여 발생하고 있는 대규모 침수피해를 저감하기 위해서는 우선적으로 유출계수가 현실성있게 재산정되어야 한다. 침수지역 배수구역의 유출계수를 재산정방안을 설정할 때 고려해야 할 사항은 크게 4가지이다. 첫째, 하수도정비가 최고강우규모에 대응해야 하는 하수도정비목표를 일관성있게 단계적으로 추진할 수 있도록 유출계수 재조정이 필요하다. 둘째는 사회적 요구에 따라 토지용도가 급변하고 있는 상황에서 적용연도와 용도별 기초유출계수의 적정성에 대한 논쟁이 없어야 한다. 셋째로는 침수해소사업규모의 차이에 의한 침수지역 시민들의 불만발생이 없어야 한다. 넷째로는 서울시가 25개 자치구의 침수해소사업을 우선순위에 의하여 신속하게 추진하고 통합적으로 관리할 수 있어야 한다. 이들 고려사항과 함께 토지용도에 의한 유출계수와 유출모형분석의 비교결과를 검토하여 서울시가 침수지역에 적용가능한 유출계수의 재산정방안을 제시하면 “침수지역의 총괄유출계수를 하한값으로 0.8을 적용하는 것을 원칙으로 하고 침수배수구역의 총괄유출계수가 0.8보다 클 경우에는 큰 값을 적용”한다.

3) 빗물받이 시설기준 검토

서울시 침수지역 배수구역의 빗물받이 설치간격은 수리모형실험 및 이론적인 연구검토를 통하여 도출된 도로 종경사별 설치간격과 기존 하수도시설기준에서 제시한 20~30m를 고려하여 적정하게 설정할 수 있다.

빗물받이의 차집능력은 측구의 횡경사에 큰 영향을 받으므로 측구 시공시에 엄격한 감리가 요망되며 기존의 측구 및 빗물받이에 대해서는 지속적인 유지

관리가 필요하다.

빗물이 한곳으로 집중되고 침수피해가 예상되어 배수가 신속하게 이루어져야 하는 지역에서는 노면수의 차집률을 상향하여(95~100%) 설치간격을 계산하거나 빗물받이를 연속적으로 설치하여 배수를 원활히 한다.

빗물받이 집수통과 우수관과의 연결관 최소직경은 토사가 퇴적되어 단면이 감소되는 것을 고려하여 직경 150mm 이상으로 여유있게 설정한다.

노면침수로 인한 피해가 거의 없는 공원, 녹지 등의 도로에서는 지면의 저류효과를 발생시킬 수 있도록 빗물받이 간격과 측구의 횡경사를 적절하게 줄일 수 있다.

4) 시범지구 개선계획 및 효과분석 방안

2001년 7월 집중호우에 의하여 침수된 지역에서 빗물받이 신·증설이 필요한 지점은 ① 노면수가 일시에 집중적으로 유입될 우려가 있는 주요간선도로로서 차집시설이 없이 침수지역과 직·간접적으로 연결되어 있는 유입도로, ② 침수지역과 연결된 간선도로에 다량의 노면수가 유입될 가능성이 큰 아파트단지의 입구도로, ③ 침수지역과 직접적으로 연결된 고지대도로에서 노면수 차집시설이 부족한 도로로 나타났다. 이에 따라 빗물받이의 신설이 필요한 지역은 중랑처리구역이 장위동 305, 탄천처리구역이 양재2동 320, 반포동, 명일동, 길동이며, 서남처리구역이 사당1동 1020, 신림4동 475로 총 8개 지역으로 나타났다. 또한 빗물받이 설치구간에 대한 효과분석은 설치 전과 후의 빗물받이로 유입되는 노면수량과 유입되지 않고 반대측 도로로 월류되는 노면수량을 측정하는 직접적인 방법 및 침수피해면적과 피해액, 주민의견조사 등과 같은 간접적인 방법을 사용할 수 있으며 이 2가지 방법 모두 빗물받이 전·후의 상황을 비교하여 계측하였다.

빗물받이 현황조사결과에서 협잡물폐쇄의 문제가 32%, 덮개사용의 문제가 17%로 총 49%를 차지하여 빗물받이가 배수기능을 제대로 하지 못하고 있는

것으로 분석되었다. 이러한 빗물받이 현황조사결과에 의한 유지관리 방향은 시설관리측면에서 빗물받이가 기존의 유지관리지침에 의하여 제대로 관리되고 있지 않으며, 유지관리는 우선적으로 입구폐쇄 방지 측면에서 이루어져야 하며 구조적 측면에서 청소가 용이하고 악취가 발생하지 않도록 유지관리대책이 마련되어야 한다.

제22절 서울시 하수처리장 유입수 농도증가 원인조사와 대책 방안 강구(2002년)

1.

서울시는 1976년 국내 처음으로 하루에 15만톤의 하수를 처리할 수 있는 청계천하수처리장(현, 중랑하수처리사업소 제1처리장)을 건설한 데 이어 1979년에 21만톤 규모의 중랑하수처리장을 추가로 건설하여 가동에 들어갔으며 계속하여 탄천, 가양(현 서남하수처리장), 난지하수처리장을 건설하여 1987년에는 하루 371만톤의 하수를 처리할 수 있는 처리장을 완공하여 서울올림픽이 열린 1988년부터는 본격적인 하수처리 시대를 맞게 되었다.

이후 서울시에서는 제반도시여건 변화에 따라 늘어나는 하수를 처리하기 위하여 1992년부터 4개 하수처리장에 210만톤/일 규모의 처리장 증설공사를 시작하여 총 581만톤/일의 시설용량을 확보하였고, 유입하수량에 비해 처리용량이 부족한 중랑하수처리장의 경우 현재 추진 중인 고도처리 도입으로 인한 용량 확충 또는 부지 면적이 과다한 제2처리장(1979년 건설)을 개선하여 증설하는 방법 등을 검토 중이다.

현재 운영 중인 서울시의 4개 하수처리장 중에서 탄천하수처리장의 유입수 농도 상승으로 인한 시설기준을 초과하여 운전해야 하는 현실에 직면하고 있

으며 이 과정에서 에너지비 상승, 슬러지처리비 등의 문제가 새롭게 대두되고 있다. 특히 탄천하수처리장은 2000년 4월부터 민간위탁에 의하여 관리되고 있다.

이에 4개 하수처리장에 대한 1997년부터 2002년까지의 6년간 수질농도 및 오염부하량 변화 등의 경향을 검토하고, 오염변화경향의 원인에 대한 오염원 조사 등의 다각적인 원인 규명을 모색하고자 한다.

2.

1) 강동구 음식물 재활용센터에 대한 규제와 감시

정상가동여부 점검을 위해 이송량 유량계와 오수처리시설 유량계를 서울시와 탄천하수처리장 관계자들에게 확인이 용이한 위치에 설치하며 오수처리비용산정 및 오수처리시설 정상가동여부 확인을 위하여 (주)탄천환경에서 불시 수질검사 및 점검을 월2회 이상 실시할 수 있도록 한다.

불시 점검결과 오수처리시설을 정상가동하지 않고 오수를 배출한 사실이 확인될 경우 즉시 배출을 중단시키고 난지하수처리장으로 이송처리토록 조치하고 그에 따른 비용산정은 하수처리비용 산정기준에 따라야 하며, 이때 직전 점검일 익일부터 배출한 것으로 간주하여 배출량을 산정하도록 하여야 한다.

음식물쓰레기처리시설 운영업체의 오수처리시설 부적정 운영 등에 대한 관리감독을 철저히 하고 동 운영업체의 이송처리조건 미이행 시에는 강동구와 음식물 재활용센터에 공동책임을 부담함을 원칙으로 한다.

2) 음식물 쓰레기 침출수에 대한 관리

2002년 2분기에 최근 일부 아파트에 설치된 음식물 쓰레기 탈수기 및 각 구청으로부터 주택 및 사업소에 공급된 음식물 쓰레기 전용용기 보급률은 39.1%

이다. 한편 2005년 1월 1일부터 음식물 쓰레기의 육상직매립이 금지되기 때문에 음식물 쓰레기 탈수기 및 전용용기 보급률이 더욱 높아질 것으로 예측되며 유입하수 수질농도는 점점 증가할 것으로 판단된다. 따라서 서울시에서는 4개 하수처리장 하수농도 및 부하량 상승에 따른 효율적이고 과학적인 공정관리가 요구되며 슬러지처리 시설 부족 등의 사전 예측 및 대응이 필요하다.

송과구의 경우 음식물 적환장을 운영하는 것은 음식물 쓰레기를 처리하는 목적보다는 침출수를 배출함으로써 음식물 쓰레기의 양을 줄이기 위한 과정이므로 이에 대한 규제와 감시·감독이 필요할 것으로 판단된다.

현재 서울시의 각 구청에서는 음식물 쓰레기를 사료화 및 퇴비화 등으로 재활용하기 위한 방안을 모색하고 있기 때문에 재활용과정에서 생길 수 있는 침출수의 농도와 오염부하량에 대한 규제 방안 제시가 필요한 것으로 생각된다.

3) 탄천하수처리장의 효율적인 운영

탄천하수처리장의 경우 2001년 2월부터 설계기준 농도인 BOD 150mg/L(이전에 100mg/L)로 하수가 유입되고 있어 오염부하량이 지속적으로 증가할 것으로 예상된다. 이에 따라 처리시설의 점검 및 운영체계개선 등의 관리가 필요할 것으로 판단된다.

특히 슬러지 발생량 증가에 따른 처리비용을 서울특별시에서 지불하지만, 일정상 증가하였을 경우 (주)탄천환경에서 지불하는 것으로 되어 있다. 이는 향후 유입하수 수질농도 증가는 불가피할 것으로 판단되므로 슬러지 처리비용은 전액 서울특별시에서 부담하는 것이 효율적인 운영방안이라고 생각된다.

분류식 관거정비지역인 양재동과 대치동의 생활하수가 유입되는 분류하류의 경우 탄천하수처리장까지의 차집관거 길이가 짧고 불명수 침투량이 적어 생활패턴에 따른 유입수의 농도가 높은 것으로 판단되며, 하수처리장에 미치는 수질농도 상승영향이 직접적으로 나타나기 때문에 분류하류에 대한 차집관거농도를 지속적으로 측정·분석함으로써 그 결과를 모니터링하는 작업이 필

요할 것으로 판단된다.

4) 하수처리장 및 하수관거

서울시 4개 하수처리장의 경우 공통적으로 지속적인 하수관거정비종합계획의 추진과 함께 음식물 쓰레기량 감축을 위한 탈수기 및 전용용기의 사용에 따라 유입수 농도상승이 예상되기 때문에 하수처리장의 시설에 대한 관리 및 점검도 필요할 것으로 판단된다.

서남하수처리장의 2001년 말까지의 수질데이터 분석결과 임의채수 시간은 운영 자료인 유입수의 평균농도를 반영하지 못했으나 2002년 1월부터 가동되고 있는 24시간 연속 자동채수기의 도입으로 인해 유입수의 평균농도를 공정 관리의 지표로서 효율적으로 운영하고 있기 때문에 24시간 연속 채수기에 대한 주기적인 점검 및 정상운영이 필요한 것으로 생각된다.

현재 중랑하수처리장의 경우 오전 9~10시 정도에 임의채수 시간에 의한 운영자료의 수질측정을 실시하고 있어 평균 농도값을 대표하기에 어려움이 있을 것으로 판단되기 때문에 2003년 초부터는 24시간 연속 자동채수기의 도입을 적극 검토해야 할 것이며, 자동채수기 구입 전까지는 임의채수 시간을 오후 1~2시로 변경하여 채수된 샘플을 당일 또는 수질오염공정시험법에 의해 보관하여 다음 날 측정하는 방법을 선택하는 것이 효율적으로 판단된다.

유입하수량에 비해 처리용량이 부족한 중랑하수처리장의 경우 현재 고도처리 기본계획용역에서 용량 재평가 후 고도처리 도입으로 인한 용량 확충, 시설 노후화 또는 시설용량에 비교하여 부지 면적이 과다한 제1 및 제2처리장을 개선하여 증설하는 방법 등이 시급히 요구된다.

난지하수처리장은 하수처리장 불명수 차단 등의 노력으로 인하여 유입하수량감소 및 수질농도 상승이라는 본래의 하수계획목표치에 도달하게 되었다.

하수관거정비의 중요성이 4개 처리장에서 나타난 것처럼 지속적인 관거정비가 필요하다. 특히 지하철 역사로부터 발생하는 지하수의 하천유지용수로

이용 등으로 하천으로서는 친수공간 확보 및 쾌적성(Amenity) 조성 등 큰 효과가 있는 것으로 나타났다.

하수처리장의 입장에서는 불명수를 차단함으로써 효율적인 유지관리가 가능하며 추가 하수처리장 건설 등의 면제가 될 수 있다.

하수처리장 건설비를 백만원/m³으로 책정하는 경우 난지하수처리장의 불명수 차단 등에 의한 27만m³/일의 유입하수량 감소로 2,700억원의 예산이 절감 되었으므로 지속적인 간선·지선 등의 불명수 감소계획과 시행이 필요할 것으로 판단된다.

하수처리장이 건설된 상태에서 선 시공된 분뇨정화조와 공동주택단지 오수정화시설 가동으로 인한 수세식변소오수의 직유입이 이루어지지 않아 2중처리되고 있다. 따라서 난지하수처리장 등 최근에 관거가 완벽히 재정비된 지역에 국한시켜 수세변소오수 및 오수정화시설 오수의 직유입을 위한 시범실시사업이 필요하다.

우천 시 발생하는 오염부하 중 상당량이 하천차집 등으로 인하여 월류되어 공공수역의 수질오염을 초래하고 있으며 전술한 수세식변소오수 직유입을 고려할 때 특히 우천 시 초기강우 및 CSOs(합류식 하수관거 월류수, Combined Sewer Overflows)에 대한 대책이 시급한 것으로 판단된다.

선진국과 같이 하수관망을 이용하여 광케이블 및 통신망을 설치하여 하수관거의 유량, 문제점 등을 신속히 파악될 수 있도록 하여야 하며 하수도시설의 공공서비스 기능을 강화해야 한다.

관거통수능 부족해소를 위해 우수침투시설 및 저류시설 도입이 필요하다.

5) 고도처리시설의 도입

4개 하수처리장으로부터 한강본류, 중랑천 및 탄천으로 방류되고 있는 영양염류인 질소(N)의 2001년 농도와 부하량은 난지, 서남, 중랑, 탄천하수처리장이 각각 14.3mg/L, 19.4mg/L, 16.5mg/L, 19.9mg/L와 11,297kg/일, 32,980kg/일,

32,835kg/일, 17,711kg/일이며 인(P)의 2001년 농도와 부하량은 난지, 서남, 중앙, 탄천하수처리장이 각각 1.4mg/L, 1.4mg/L, 1.3mg/L, 0.6mg/L와 1,106kg/일, 2,380kg/일, 2,587kg/일, 534kg/일로 나타나 고도처리시설의 도입이 시급히 요구되고 있다.

6) 정보의 공유 및 권장

하수처리장 자체적으로 이루어지는 차집관거 보수공사의 과정을 서로 공유하여 시행 및 계획에 상호 도움이 될 수 있도록 권장하는 것이 필요하다.

하수처리장별로 접해 있는 지천 및 차집관거의 수질 농도측정을 지속적이고 정기적인 측정과 자료공개를 시행하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 하수처리장별로 접해 있는 지천 및 차집관거 수질농도 측정결과가 이전 측정결과와 차이가 심할 경우 지속적인 측정을 통한 원인분석이 필요하다.

현재 각 구청에서 관리하고 있는 건물의 철거, 증·개축 및 신축 시 분뇨정화조 및 오수정화시설의 폐쇄 및 증설여부, 수세식변소오수의 하수관거 직유입 등에 대한 구체적인 자료가 미비하여 통계처리할 수 없었다. 따라서 각 구청 해당 공무원에 대한 교육 등을 통하여 분뇨정화조 및 오수정화시설에 대한 폐쇄, 증설 및 수세식변소오수 직유입 등에 대한 전산시스템화가 필요하다.

제23절 하수 및 처리수의 상수원 유입차단 타당성 검토 (2003년)

1.

서울시민들이 깨끗하고, 맑고 안심하고 마실 수 있는 좋은 물에 대한 기대와 관심은 생활수준의 향상과 더불어 커져만 가고 있으나, 상수원의 수질문제

는 오염물질이 다양화되고 새로운 유해물질의 출현과 분석기술의 발달로 새로운 양상으로 나타나고 있는 실정이다.

이로 인하여 발생할 수 있는 먹는 물에 대한 불신감은 먹는 샘물의 상업화로 계층 간의 위화감 조성과 함께 사회적·문화적 악영향과 국민경제에 보이지 않는 영향을 끼쳐 왔으며, 최근에는 경제적·사회적 구조의 변화와 함께 새로운 상수도 체계의 도입 필요성이 대두되고 있다.

1998년 한강특별대책 수립이후 팔당호의 수질은 1998년 BOD 1.5mg/L에서 2002년 1.4mg/L로 보합세를 유지하고 있고, 섬강(원주)의 수질은 BOD 2.3mg/L('98)에서 1.5mg/L('02), 청미천(이천)의 수질은 BOD 4.2mg/L('98)에서 2.8mg/L('02), 복하천(이천)의 수질은 5.9mg/L('98)에서 4.6mg/L('02)로 점차 수질이 개선되고 있다. 그러나 수도권 상수원 주변은 교통망, 토지이용제도 등에 큰 변화가 있어 당초 목표달성에 어려움이 있을 것으로 예상된다. 특히 경안천, 왕숙천 등 일부 유역에서는 수도권 인구의 외곽지역 확산(난개발) 등의 영향으로 인구가 급증하고 있는 추세로서 경안천의 수질은 BOD 4.5mg/L('98)에서 6.4mg/L('02), 왕숙천의 수질은 9.4mg/L('98)에서 19.2mg/L('02)로 계속 악화 추세에 있어 잠실수중보 상류 상수원 수질개선이 강력히 촉구되고 있다. 그 이유는 잠실수중보 상류는 인구 약 1,800만 즉, 국민의 40%를 차지하는 서울시, 인천시 및 수도권의 상수 취수원으로 특히 중요한 곳이고 최근 조사한 설문조사에서 응답자의 약 46%가 상수원수에 대한 불신을 나타내고 있기 때문이다. 또한, 언론매체의 폭로성 보도 등으로 그 불신의 정도가 가속화되고 있는 실정이다.

이러한 관점에서 서울시민들을 위한 안전하고 맛있는 수도물의 공급을 위해 구리시 등 잠실수중보 상류로 방류되고 있는 처리수를 잠실수중보 하류로 이송방류하는 방안을 연구·검토할 필요성이 대두되고 있다.

2.

1) 하수처리수 및 하천수 이송의 효율성 비교·검토

(1) 1, 2 ()

1안은 건설예정 중인 용마터널을 이용하면 공사비를 줄일 수 있는 여지가 있으며 용마터널공사와 병행하여 실시하면 관거매설에 따른 교통혼잡을 방지할 수 있다. 2안은 현재 사용하지 않고 있는 구의취수라인의 1개열을 이용하여 공사비와 공사기간을 절감할 수 있다. 수질면에서는 구리하수처리장이나 진건하수처리장의 무단방류 등을 감시할 수 있으며 이송수 방류지점에 접촉산화시설이나 습지 등을 조성한다면 추가적인 수질개선 효과를 기대할 수 있을 것이다.

그러나 구리하수처리장과 진건하수처리장의 처리수 이송방류로 인한 왕숙천 하류의 수위감소로 생태계의 교란이 예상되며, 수리권 문제에 있어서도 구리시나 남양주시가 자체적으로 처리수를 활용할 계획을 가지고 있을 경우 해당 지자체와의 합의가 이루어져야 한다.

(2) 3, 4 ()

구리시나 남양주시와의 수리권 분쟁과는 무관하며 수질면에서는 초기우수 등의 비점오염원을 처리할 수 있다. 3안은 용마터널과 병행하여 공사비절감이나 교통혼잡을 방지할 수 있으며, 4안은 구의취수라인을 통해 공사기간과 공사비를 절감할 수 있다.

그러나 왕숙천 하구에 물막이보를 설치하는 경우, 이로 인해 한강본류의 물이 왕숙천 하천수와 완전 차단됨으로써 생태계의 교란이 초래될 수 있으며, 수질면에서는 평상시 구리하수처리장이나 진건하수처리장에서 처리수가 상수원수에 유입되지 않는다는 안이한 생각으로 적정 고도처리를 하지 않고 방류할 경우도 발생할 수 있고, 처리장들의 미처리수 무단방류를 감시하기가 어렵다

는 단점을 가지고 있다.

1안이나 2안은 구리시나 남양주시와 하수처리수의 하천유지용수 활용 등과 관련된 수리권 문제를 먼저 합의하여야 할 것이고 3안이나 4안은 왕숙천의 생태계교란이 초래될 가능성이 있으므로 환경단체의 반대가 심각할 것으로 판단된다. 그리고 구리하수처리장이나 진건하수처리장에 물이용부담금으로서 하수처리장의 유지관리를 위한 전문인력을 확보하여 전문가의 공정관리하에 고도의 하수처리수를 생산하여 방류하여야 할 것이다.

2) 팔당상수원유역 관리 대책

한강 상류의 팔당댐은 갈수기 상수원수 수질에 영향을 미친다. 팔당댐은 총저수용량 2.4억 m^3 중 유효저수용량은 0.2억 m^3 에 불과하며, 일평균 유입량 약 4,500만 m^3 에 비해 용수공급용으로 이용할 수 있는 용량은 1,800만 m^3 로 수위 0.5m 정도에 불과한 발전용 댐이다. 2002년 1월에서 3월까지 팔당댐의 방류량은 103~193CMS로 풍수기인 7~9월에 비해 약 10% 정도의 유량에 불과하여 방류량의 편차가 크다. 따라서 팔당하류의 수질도 팔당댐 방류량의 영향을 밀접하게 받고 있다. 한 예로 2002년 8월 팔당댐의 방류량이 2,486CMS로 크게 증가하였을 때, 팔당댐부터 잠실대교까지의 5개 지점에서 측정한 BOD는 상수원수 1급 수준까지 상승하였다. 반면, 2002년 3월 팔당댐 방류량이 103CMS로 최소로 감소하였을 때는 천호대교, 잠실대교지점에서 측정한 BOD는 상수원수 2급 수준조차 유지하기 어려운 상황이었다. 현재 팔당댐의 의무방류량은 1966년 2월 팔당댐 유수인용 허가 시의 평시 124CMS 방류규정이 1985년 12월 팔당댐에서의 자연갈수량 75CMS가 하류보장유량으로 변경이 되어 있는 상황이다. 따라서, 상수원수의 최소수질확보를 위해 관련법규개정 등을 통해 팔당댐방류량을 지금보다 늘려 한강유지용수량을 늘려야 할 것이다.

팔당하류의 왕숙, 홍릉, 덕소, 월문, 도심, 궁촌, 산곡, 덕풍의 8개 지류천은 관거정비불량 및 부족한 환경기초시설 용량으로 인해 유량에 비해 높은 수질

농도로 취수원상류 오염부하상승에 기여하고 있다. 왕숙천의 경우 2003년 2월 13일 갈수기 수질조사결과 왕숙천의 오염부하가 8,840kg/일로 8개지류천 전체 BOD부하의 95.6%에 이르고 있으며, 남한강, 북한강, 경안천(2001년 서울시 상수도연구소의 수질조사분석보고서)과 비교하면, 유량은 1.2%에 불과하지만, BOD부하는 2.6%를 차지하고 있어 상수원 BOD부하 증가에 많은 기여를 하고 있다. 따라서, 왕숙천과 팔당하류 지류천들의 하수관거정비사업이 조속히 시행되어 차집관거를 통한 오·폐수의 수집과 하수처리장 확충을 통한 이들 오·폐수의 처리가 적절히 이루어져야 할 것이다.

또한, 오염부하증가의 원인으로 추정되었던 남양주시 음식물쓰레기처리장의 침출수는 2003년 12월 31일까지 해양투기로 처리토록 계약되어 있어 상수원수에 미치는 영향은 배제되어 있는 상태이므로 별다른 문제는 없겠지만 가까운 미래에 해양투기도 금지되는 상황에 대비하여 침출수를 하수처리장의 유기탄소원이나 액상비료로 활용하는 방안을 마련해야 할 것이다.

3) 점오염원 대책

현재 왕숙천유역의 구리하수처리장은 1, 2처리장 총시설용량이 160,000m³/일이지만, 유입수는 2002년 평균 228,833m³/일로 약 68,833m³/일이 1차 처리후 방류되고 있는 실정이다. 그러나 2003년 12월에 총시설용량이 80,000m³/일인 진건하수처리장 시운전에 들어가고 구리하수처리장의 고도처리공사도 2003년 12월에 준공될 예정이므로 왕숙천의 수질은 기존보다 나아질 것으로 기대된다. 이와 같은 수질개선전망의 근거는 진건하수처리장에서 도입 중인 공법이 A₂O와 SBR 공정의 개량형으로 질소와 인의 효과적인 처리가 가능한 고도처리공법이고, 구리하수처리장의 고도처리공정은 CNR(Cilium Nutrient Removal) 공법으로 고농도의 MLSS 농도 유지가 가능한 고도처리 공법이기 때문이다. 이와 같은 고도처리공법이 도입될 경우 하수처리방류수는 최소 BOD 10mg/L 이하로 방류가 가능할 것이며 유입수와 처리장의 운영조건, 또 후단에 고분자용

집계의 사용여부에 따라서는 방류수질이 더욱 향상될 수 있다.

경안천유역의 경우 시설용량부족으로 문제가 되었던 용인하수처리장은 2003년 1월까지 증설공사가 완료되어 48,000m³/일의 시설용량을 가지게 되어 2002년 평균 유량(43,044m³/일)으로 비교하면 전량처리가 가능한 상황이다. 또한, 기존의 공정은 B3(Bio Best Bacillus System)방식으로 변경되어 분뇨·축산폐수 유입으로 정상적인 운전이 곤란을 겪고 있는 용인하수처리장 유입수의 질소·인 제거에 기여하게 된다.

한편 남양주시와 구리시에서 왕숙천 유역으로 배출되는 하수량에 대한 시설용량분석에서는 지속적인 하수발생량증가에 따른 시설용량 확충으로 2006년까지는 발생하는 하수량 전체의 처리가 가능하다. 그러나 2011년부터 계획하수량 증가에 따라 시설용량의 증설량이 부족하여 환경기초시설 확충과 고도처리를 통한 용량확보와 처리수질 개선이 시급히 요구된다.

4) 비점오염원 대책

하수처리장 용량확보와는 별도로 강우 시 발생하는 비점오염원의 다량유출에 대한 관리방안이 절실히 요구된다. 이에 대해 단기적으로는 ① 도로변의 우수받이에 대한 청소 ② 소하천에 대한 정화 및 관리활동 강화 ③ 주민협력을 통한 정기적 쓰레기배출 및 측구와 우수관으로의 불필요한 오수 배출 금지 ④ 폐수배출업소에 대한 단속강화 등이 요구되며, 중·장기적으로는 ① 기계화된 우수받이 준설 ② 역간접축산화시설 도입 ③ 녹지와 투수성의 포장을 통한 우수유출 저감 ④ 초기강우로 인한 하수처리장 유입유량 증가 시 1차처리 방류수에 응집제 첨가 ⑤ 운동장, 공원, 건물주변공간 및 하수처리장 고도처리 도입 시 우수저류시설의 설치 등 초기우수의 저류시설을 확보하려는 노력이 필요하다.

이와 동시에 합류식 하수관거가 설치되어 있는 지역에서 강우초기에 관거에서 수용할 수 있는 용량 이상의 우수가 반입되면 하천 등 인근 배수지역으로

초기우수의 유출이 일어나는 CSOs(Combined Sewer Overflows) 문제가 발생한다. 이에 대해서는 다양한 우수저류시설 및 기존 펌프장과 우수지를 활용하여 초기우수를 저류·처리할 수 있는 시설을 마련하는 것이 필요하다. 또한, 오점 및 상태가 불량한 하수관거에 대한 정비가 2003년 5월 20일 입찰마감되어 2005년 완료되게 되면 CSOs에 대한 문제가 개선될 것으로 전망된다.

5) 하천유지용수로 활용을 통한 하천 복원

하수처리수를 하천의 상류로 이송방류함으로써 하천유지용수를 확보하고 자정작용을 통한 수질향상을 모색하려는 노력의 성공적인 사례로 대구 신천의 경우를 들 수 있다. 즉, 100,000m³/일 의 하수처리수를 여과하여 신천 상동교까지 압송, 방류하여 하천유지용수로 활용하고 있으며, 신천하수처리장의 경우 고도처리공사를 통해 처리수 수질을 향상시켜 친수성 및 심미적 가치까지 추구하고 있다. 경안천 유역에서는 이미 용인하수처리장 및 동부하수처리장의 처리수를 상류로 이송방류하고, 생태하천을 조성하는 계획을 환경부와 지자체 지원으로 2003년부터 실시하고 있다. 한편 남양주시에서도 진건하수처리장 처리수(80,000m³/일)를 상류로 압송하여 하천유지용수로 활용할 계획을 세우고 있다.

제24절 빗물이용을 통한 도시침수 저감 및 수돗물 절약방안 (2003년)

1.

인구의 도시집중과 도시의 확장으로 자연자체가 가지고 있는 고유 수용능력의 한계를 넘어 지금과 같은 물공급 체계만으로는 UN의 국제인구행동연구소

(PAI)에서 발표한 물부족 국가에 해당되는 우리나라로서는 물부족 문제를 해결할 수 없다.

최근 이상기후 현상과 국지성 호우로 매년 서울시에 반복되는 침수피해는 점차 대형화되고 있으며, 더불어 급격한 도시화·집중화 현상에 따른 포장지 표면의 확대로 빗물의 유출량이 하천의 우수수용한계를 넘어서 그 피해의 위험성이 커지고 있다.

현재까지 빗물은 하수도를 통해 배제시키는 것에 치중하여 하천과 하수도를 개·보수하고 빗물배제용 펌프장을 건설하는 데 막대한 비용을 소비하여 왔으나, 기상이변에 의한 집중호우와 도시개발에 의해 이러한 시설은 그 용량이 부족하게 되어 홍수피해는 점점 늘어가고 있어 근본적인 대책이 없다면 앞으로 그 피해는 더욱 심각해질 것으로 전망된다.

빗물을 모아 생활용수·조경용수·소방용수 등으로 이용할 수 있도록 처리하는 것이 수자원의 확보는 물론 홍수를 예방하고 물부족 사태와 침수피해 방지에 강하게 대처할 수 있는 최적의 관리대책으로 인식된다.

2.

1) 빗물이용 장려를 위한 제도적 방안

(1)

빗물이용을 위한 빗물저류조 및 탱크 설치에 따른 보상개념으로 건축의 신축·재건축, 재개발 시 용적률에 대한 인센티브를 부여한다.

민간부분은 시 및 자치구 건축심의 대상 건축물에 대하여 심의 시 빗물저류조를 설치하도록 심의조건을 부여하여 이를 반영한 것만을 건축 허가한다. 이때 빗물저류조 용량기준은 지붕면적(m^2) $\times 0.05$ (수도법과 동일)로 계산한다. 공공부분에서는 시 및 자치구에서 시행하는 공공 건축물 모두를 대상으로 심의한다.

(2)

6~9월에 70% 이상의 강우가 집중되는 우리나라의 경우 빗물저류조를 갈수기와 홍수기로 분할하여 1/3은 평상시 정원용수, 청소용수 등으로 이용하고, 홍수 시는 2/3 크기의 2차저류조에 빗물을 저류시켜 방재적 측면의 홍수 예방에 활용하며, 저류된 빗물은 맑은 날 가까운 하천 또는 하수관거로 바로 배제시키는 빗물저류방안이 필요하다. 물론 2/3유량의 저류된 빗물도 잡용수로서 적극 활용한다.

항상 깨끗한 수질을 유지하기 위하여 초기우수 대책을 위한 초기빗물배제관, micro strainer, 망(스틸), 필터 등의 초기빗물배제장치 설치가 필요하다.

(3)

서울시의 수돗물 직결급수 추진과 동시에 불용화된 옥상탱크 및 지하저수조의 홍수피해 저감 및 빗물이용을 확대시키는 조례제정 방안이 필요하다. 기존의 분류식관거 정비지역에서 하수관거 정비에 의해 지하매설된 불용정화조를 철거시키지 않고 빗물저류조로 활용하는 방안의 모색이 필요하다.

빗물저류조로 사용하기 위한 불용정화조의 청소 및 배관 연결에 소요되는 공사비(50만원정도)를 보조하여 경제적 부담을 해소하여 시민들의 적극적인 참여를 유도한다.

(4)

환경친화적인 공간조성을 위한 아파트내의 인공시냇물 조성, 옥상녹화, 벽면 녹화 등을 통한 적극적인 빗물 활용방안을 모색한다.

관수체계가 미흡한 갈수기 등에 대비하여 가로변 수목의 수분공급 등 생육여건 개선을 위해 가로수·가로녹지 수목에 빗물을 활용하는 방안을 마련한다.

3) 빗물이용 장려를 위한 행정적 방안

(1)

빗물이용을 활성화하기 위해 시민들이 거부감 없이 빗물을 활용할 수 있도록 시민단체와 언론매체들을 통해 빗물이용의 필요성 및 효과를 대중화한다. 공공기관 및 시설 등에 우선 시행하여 빗물이용을 홍보하고 이와 더불어 시민의식 개선을 위한 교육도 필요하다.

(2)

빗물이용 홍보를 위한 시범사업의 적극적인 지원 및 교육청과의 협력을 통해 초·중·고등학교 교육기관에 대한 빗물이용 시설의 설치 및 활성화가 요구된다.

빗물자료관, 빗물박물관 설치 등을 통한 빗물이용에 대한 홍보와 시민들의 의식함양을 촉진시킨다.

(3)

지속적인 빗물이용시설의 관리, 제도의 효과적인 활용, 수질관리와 시설의 향후 유지관리 및 감시를 위해 담당부서의 신설이 필요하다.

빗물이용과장(기술직)과 토목팀장, 건축팀장, 기계 또는 전기직 설비팀장의 조직 구성을 통해 공공시설은 물론 민간시설 보급 및 유지관리 측면에서 지도, 점검, 계몽 및 홍보 등의 유기적인 관리체계가 필요하다.

4) 빗물저류시설 제안

(1)

청계천 복원에 따른 시민의 친수공간 조성도 중요하지만 인명 및 재산상의 피해를 막기 위해서는 홍수예방이 무엇보다 중요한 시점이다.

청계천변 개발 시에는 각 건축물에 필히 빗물저류시설을 설치하여 친수공간 조성과 더불어 국지성 호우로 발생할 수 있는 홍수피해 저감과 도시열섬화 방지 및 정원용수 등을 위해 빗물이용 시설 마련이 필요하다.

각 건축물에 설치되는 저류조 용량의 한계로 동대문운동장 및 미공병단부지 126,420m²에 지하 1층 높이 3m 깊이의 약 38만m³의 저류시설을 설치하여 200년 빈도 이상에 대비한 홍수피해의 예방이 필요하다.

(2)

2001년의 경우 1,400여채의 주택이 침수하여 약 92,000천만원의 재산피해를 입었다. 재개발 아파트 건설전의 임시저류시설(45,300m³)은 아파트 건설공사 진행에 따라 저류기능을 할 수 없었다.

지형적 특성으로 매년 발생하는 침수피해 예방을 위해 빗물유출 저감시설을 설치할 계획을 수립하였으나, 예산 등의 문제로 현재 추진되고 있지 못하다. 항구적인 빗물유출 저감을 위한 중·장기적인 도시 침수피해 예방을 위해서는 학교, 신설도로상, 주변계곡, 동사무소 등에 저류시설 설치가 시급히 요구된다.

제25절 서울시 물순환 기본계획 연구(2004년)

1.

서울시가 다가오는 새로운 시대를 맞아 안정되고 쾌적하며 풍요로운 환경도시가 되기 위해서는 물순환의 연계를 중시하고 다양한 시책을 유기적으로 추진하여 물이 바람직하게 순환하도록 적극적으로 노력하여야 한다. 이 연구는 도시유역의 물수지분석에 의한 물순환 현황 파악, 개선요소 도출, 목표설정과 대책방안 검토과정을 통하여 서울시가 도시기능을 발전유지하면서 자연물순

환 기능을 회복할 수 있는 『서울시 물순환 기본계획』을 마련하였다. 또한 서울시가 물순환 기본계획을 달성할 수 있도록 물관련기관과 물순환형성을 위한 다양한 시책을 유기적으로 연계시킬 수 있는 구체적인 방안과 사업추진의 우선순위결정 및 사업효과의 평가방법을 제시하였다.

2.

1) 침투시설에 의한 물순환 개선

(1)

우수대책량 산정을 위하여 갈수량이 가장 적게 모의된 1982년 강수량으로 기준강수량을 채택한다.

서울시 전체의 행정구역별 침투량은 $81.8\text{m}^3/\text{ha}$ 이며, 자치구별 면적당 우수 침투대책량은 동작구가 $186\text{m}^3/\text{ha}$ 로 가장 많았고, 금천구, 영등포구가 그다음으로 많았으며, 강서구와 광진구가 $16\text{m}^3/\text{ha}$ 로 가장 적게 나타났다.

(2) 가

과거의 침수지역인 저지대가 아닌 곳, 녹지 및 오픈스페이스를 제외한 불투수지역인 곳, 투수가 양호한 지역(점토 및 실트질 토양 제외), 사계절 평균지하수심이 1m 이상인 지역을 대상으로 침투시설 설치 가능지역을 설정한다. 한편 자치구별 침투시설 설치 가능면적은 <표 2-3>과 같다.

< 2-3>

가

	(km ³)	가 (km ³)		(km ³)	가 (km ³)
	23.91	7.60		23.87	7.06
	9.96	7.58		17.40	5.65
	21.87	11.02		41.40	11.00
	16.85	4.81		20.11	6.67
	17.05	5.38		13.00	5.13
	14.22	4.94		24.57	3.59
	18.50	6.84		16.35	8.66
	24.57	12.54		29.57	11.44
	23.60	7.78		47.16	12.44
	20.80	7.68		39.54	16.68
	35.42	12.39		33.89	8.88
	29.72	11.45		24.58	9.87
	17.60	9.75		605.52	216.84

(3)

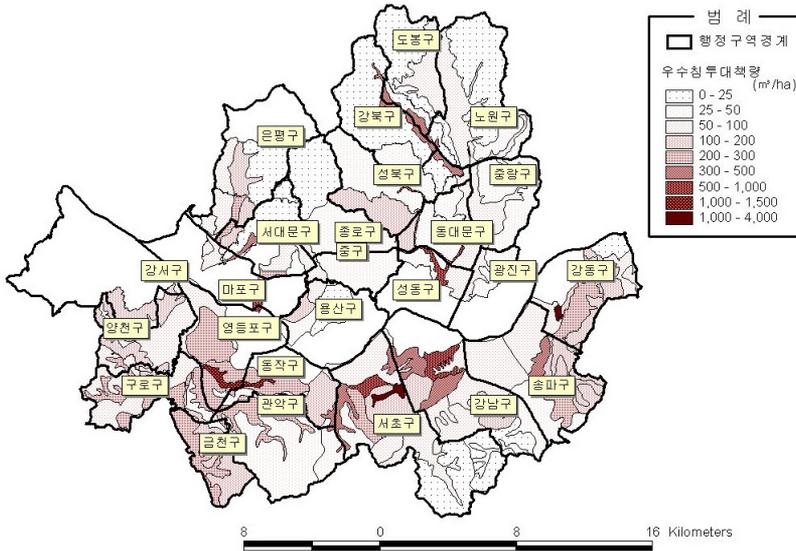
대홍수가 발생했던 1962년 물순환을 회복시킬 경우 유행개선효과는 다음과 같다.

- 중랑천유역 : 갈수량이 0.302m³/s에서 0.315m³/s로 0.013m³/s 회복 예상됨.
- 탄천유역 : 갈수량이 0.03m³/s에서 0.11m³/s로 0.08m³/s 회복 예상됨.
- 안양천유역 : 갈수량이 0.05m³/s에서 0.29m³/s로 0.24m³/s 회복 예상됨.
- 홍제·불광천유역 : 갈수량이 0.09m³/s에서 0.14m³/s로 0.05m³/s 회복 예상됨.
- 반포천유역 : 갈수량이 0.11m³/s에서 0.20m³/s로 0.09m³/s 회복 예상됨.
- 성내천유역 : 갈수량이 0.04m³/s에서 0.13m³/s로 0.09m³/s 회복 예상됨.
- 고덕천유역 : 갈수량이 0.00m³/s에서 0.02m³/s로 0.02m³/s 회복 예상됨.

2) 저류시설에 의한 물순환 개선

차치구별 우수저류대책량은 대홍수기인 1987년, 1990년, 1998년 2001년에 침수된 지역의 배수분구에 대해 하수관 통수능 부족량으로 산정하였다. 서울

시 자치구별 우수저류대책량은 <그림 2-1>과 같다.



< 2-1>

3) 빗물이용에 의한 물순환 개선방안

토지용도별 빗물집수이용가능량은 <표 2-4>와 같다.

< 2-4> 가 (2001)

	(m ³)	(m ³)	(m ³)
	2,216	889	73,884
	85.4	25.5	-
	38.8	30.8	9,735.2
	50.7	3.2	48.5
	82.5	7.7	-
	102.7	64.3	-
	99.3	10.5	-
	59.4	12.6	-

< > 가 (2001)

	(m ³)	(m ³)	(m ³)
	151.8	3.5	-
	40.4	5.9	-
	58.9	9.4	-
	241.4	62.0	-
	48.4	5.6	510.4
	209.7	22.3	-
	57.0	4.6	-
	73.4	40.1	15,153.3
	81.5	80.4	3,785.6
	61.5	16.9	-
	26.8	12.0	1,410.5
	50.3	15.0	-
	94.3	49.5	171.4
	89.7	22.0	949.8
	79.6	59.4	-
	142.6	110.1	690.8
	120.6	158.8	41,428.0
	68.8	57.2	-

4) 효율적 물이용에 의한 물순환개선 방안

물순환 개선방안으로서 중수도의 확대보급, 하수처리수의 재이용에 의한 물순환 개선, 초기우수 및 월류수 저감에 의한 물순환 개선, 녹지공간확충에 의한 물순환 개선 등을 진행하여야 한다.

3.

서울시 물 관련 행정은 각각의 과제에 대해서 하천, 도시, 하수, 상수, 생활환경, 자연환경 등의 실·국에서 치수대책, 이수대책, 환경대책 등으로 분류되어 개별적, 종적으로 수행되어 왔으나 서울시의물관리 행정이 물순환 관리 및

정보의 통합관리를 포함하는 물순환 기본계획 하에 관계 행정실·국들의 연계와 시민·기업의 협력 하에서 유역 전체적으로 추진되도록 해야 한다.

행정체계는 현재 환경국, 건설기획국, 상수도사업본부 및 복지여성국 체계에서 물관리 행정을 종합적이고 체계적으로 추진할 수 있도록 종합관리부문, 수자원부문, 물순환부문, 물환경부문의 조직체계로 나눈다.

서울시 물정보통합방안은 정보화 추진환경을 정비하고 물관리종합정보시스템을 구축하는 것과 함께 시민들에게 제공하는 물관련 정보서비스체계를 구축하는 것으로 한다.

물순환 종합계획의 수행은 시와 자치구의 시책을 통합하는 것과 함께 행정·시민·기업과의 협동·연대를 강화하고 역할분담을 명확하게 제시하여 추진사업을 계획하는 것으로 한다.

물순환 회복이 실현되기 위해서는 다음과 같은 권장시책이 필요하다.

- 물순환 재생구상을 실현하기 위해서는 실시계획의 책정이 필요하다. 실시계획에서는 구체적인 사업효과, 정비계획, 연차계획, 사업비, 사업부담 등을 충분히 검토하여야 하며 이를 위해서는 전체의 정비 및 계획의 추진상황 등을 파악하기 위한 기관으로 “추진협의회”의 설치 등도 필요하다.
- 물순환 회복을 위해서는 행정기관과 시민과의 연대가 불가피하다. 행정기관과 시민이 양호한 파트너십을 형성하고 상호 신뢰를 바탕으로 바람직한 물순환을 구축하는 것이 중요하며 이를 위해서는 물순환에 관한 파트너십 형성을 위한 설명회 등과 같은 주민의식개발활동이 필요하다.
- 시물레이션모델의 신뢰도향상 및 사업실시 후의 효과평가를 위해서 기초자료인 강우량, 수위, 수질 등을 계속적으로 관측하고 자료를 축적하여야 한다.

제26절 가정에서의 수돗물 사용량 기초조사연구(2004년)

1.

우리나라의 물부족현상에 대한 국내외의 각종 경고성 예측과 함께 물 수요 관리(water demand management)에 대한 필요성이 대두되고 있다. 도시지역 과밀화 현상으로 인한 지역별 물수급 불균형과 계절별 수자원 편차 또한 극심하다.

우리나라는 국민 1인당 물사용량이 외국에 비하여 과다하게 높은 것으로 나타나고 있으며, 장래 물수요가 실제 사용량보다 크게 예측되었다는 주장이 나오고 있다. 따라서 수요관리만으로도 장래 물수요 증가에 대한 대처가 가능하다고 볼 수 있으며 댐건설 불필요성도 제기되고 있다

가정에서 사용한 물이 생활용수라는 일반적인 개념이 있어 실제 가정에서 사용한 수량과 생활용수 공급량에 차이가 크게 나는 현상을 보고 생활용수가 과다하게 산출되어 있다는 오해를 하기도 한다. 이 시점에서 가정내 최종 상수 사용량 수요를 분석해 보고 잘못된 점이 있으면 어떤 요인을 개선해야 하는지 생각해 볼 필요가 있다.

현재 우리나라에서 흔히 생활용수라고 하는 것은 상수도 시설을 통해서 공급되는 정수된 물로, 여기에는 순수 가정용수와 함께 영업용수 및 업무용수, 대중목욕탕용 등의 용수들이 포함되어 있다. 일본의 경우 우리나라와 비슷한 용어로 구분하고 있으나 유럽의 경우 우리나라와는 다른 분류체계를 가지고 있다. 즉, 우리나라는 일반적으로 우리나라의 생활용수를 보편적으로 도시용수의 개념으로 정의하고 있으며 그 안에 가정용수, 영업용수, 업무용수 및 상수도로 공급되는 전용 공급용수를 함께 포함시켜 분류를 하고 있다. 따라서 엄격하게 생활용수의 구분을 짓는다면 가정용수로만 한정짓는 것이 원칙이나 현상수도 공급체계 및 구조상 그런 구분은 매우 어려운 실정이라 용어를 재정립할 필요성도 제기되고 있다.

유럽의 1인1일 수돗물 사용량(Lpcd)을 생활용수로 정의하여 통계처리되어 발표되는 데이터와 우리나라와의 차이가 있어 우리나라는 지나치게 수돗물 사용량(소비량)이 많은 것으로 보고되고 있어 외국자료와의 비교검토시 유의할 필요가 있다.

생활용수 중에서 가정용수가 상수소비량의 66.4%를 차지하고 있으나 물 수요관리의 일환으로 공동주택, 아파트, 일반주택에서 수돗물 사용량이 얼마 정도인지를 연구한 사례는 극히 적다. 게다가 그 조사수도 적어 통계처리에 대한 신뢰도 평가 측면에서 다소 부족한 점이 있었다고 판단된다. 따라서 주택유형 별에 대한 수돗물 사용량을 조사함으로써 가정에서의 물 소비패턴과 절수 가능성을 진단할 필요가 있다.

가정에서의 물 소비량은 생활수준이 향상되고 산업이 발전함에 따라 증가하는 추세에 있으며 물 소비패턴 역시 생활양식, 거주 도시의 특성 등의 변화에 따라 달라지고 있다. 가정에서의 물의 용도는 주방·세척용, 목욕·샤워, 화장실 수세용, 세탁용 등으로 구분할 수 있으며, 용도별 물 사용 비율은 각 나라의 사회적·문화적 특성에 따라 다르다고 할 수 있다.

따라서 이 연구에서는 환경부 및 서울시 등 지자체에서 매년 발간하고 있는 상수도 통계연보에 의한 업종별 조정(사용량) 현황 분석에서 가정용, 대중목욕탕용, 업무용, 영업용, 전용공업용, 기타수입(시계외 급수)에 대한 분류체계 중에서 가정용에 대한 주택별 유형분석 조사를 통하여 이에 근거한 상수도 수요관리 정책의 적합성 여부 검토 및 개선방안을 제시하고자 한다.

2.

서울시 25개 자치구를 대상으로 각각의 주택 유형에 대해 각 주소지의 세대구성원별로 수돗물의 사용량과 1인당 1일 수돗물 사용량(Lpcd)을 여러 가지 요인별로 비교 분석하였다.

1) 주택유형 비율을 반영한 서울시 수돗물 사용량 추정

이 연구는 서울시 전체 주거지 중 컴퓨터시스템작업에 의해 무작위로 선정된 각 구청 공동주택, 아파트, 일반주택(각 360세대×3=1,080개소) 등 총 27,000개의 표본을 추출하여 조사한 것으로, 조사대상인 표본으로부터 서울시 전체 모집단의 수돗물 사용량을 추정하여 제시하고자 한다.

이를 위하여 서울시 각 구청 주택유형 비율 통계자료를 이용하였으며, 실제 비율을 표본 결과에 적용하여 서울시 전체의 1인1일 수돗물 사용량을 추정하였다. 그 결과 <표 2-5>에서와 같이 공동주택 193L, 아파트 196L, 일반주택 206L로서, 서울시 평균 1인1일 수돗물 사용량은 199L로 추정되었다. 이 값은 공동주택 196L, 아파트 195L, 일반주택 207L로 계산된 표본의 평균인 1인1일 수돗물사용량 199L와 같은 값을 보였으며, 2003년 서울시 상수도 사업본부 상수도 통계자료에서 제시된 서울시 전체 평균 1인1일 수돗물 사용량 195L와 거의 비슷한 값을 나타내고 있다.

< 2-5> 1 1 (Lpcd)

	1 1 (%)			1 1 (Lpcd)			
							x + x + x
	22.0	46.9	31.1	193	196	206	199
	21.6	68.8	9.6	238	284	201	266
	18.6	59.1	22.3	191	187	183	187
	28.8	27.9	43.3	173	184	237	204
	22.9	58.5	18.6	196	159	208	177
	31.5	25.5	43.0	193	209	200	200
	20.4	31.2	48.4	197	189	254	222
	21.1	46.5	32.4	182	196	201	195
	24.4	30.8	44.8	198	207	223	212
	5.3	77.0	17.7	221	172	215	182
	16.2	64.3	19.5	160	189	212	189
	13.6	33.9	52.5	196	189	187	189
	25.4	50.0	24.6	191	218	203	208

	%			1 1		(Lpcd)	
						x + x + x	x
	42.0	27.3	30.7	194	210	155	187
	25.9	25.6	48.5	177	175	202	189
	16.4	65.2	18.4	211	188	198	194
	17.7	57.5	24.8	187	202	212	202
	18.2	30.8	51.0	184	196	191	191
	22.1	60.3	17.6	180	206	196	199
	29.6	55.6	14.8	188	174	214	184
	6.5	52.4	41.1	196	182	215	196
	16.0	37.9	46.1	209	160	211	192
	47.4	13.9	38.7	185	210	237	209
	23.8	13.7	62.5	238	211	192	206
	16.9	23.3	59.8	231	192	214	211
	18.3	44.7	37.0	177	190	205	193

2) 자치구별 1인1일 수돗물 사용량 현황 및 비교

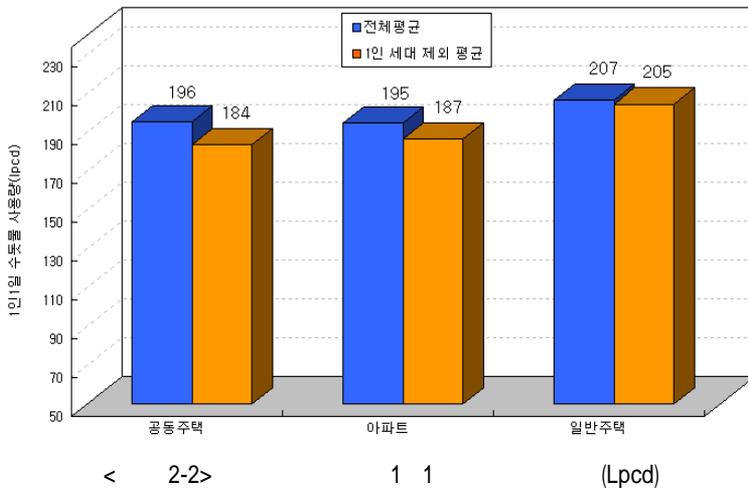
25개 자치구에 대해 Lpcd값을 주택유형별로 살펴본 결과, 공동주택은 서울시 전체 평균치 193L와 비교하여 종로구 및 강남구가 238L로 가장 많은 수돗물 사용량을 나타냈으며, 도봉구가 160L로 가장 적은 사용량을 갖는 것으로 나타났다.

아파트 전체 평균치 196L와 비교해 강남구와 동작구가 각각 284L와 218L로 많은 수돗물 사용량을 나타냈다. 특히, 강남구의 경우, 다른 구에 비해 월등히 높은 값을 나타내는데, 거주자수 1인 세대 비율이 33.8%로 높아서 나타난 현상으로 보였다. 한편, 노원구, 용산구, 강서구 등은 Lpcd값이 낮았는데, 특히 용산구, 강서구가 각각 160L, 159L으로 꼴찌권이었다.

일반주택은 서울시 전체 평균치 206L와 비교하여 광진구, 은평구 및 강북구가 각각 254L, 237L로 높은 Lpcd값을 나타냈다. 반면 강동구와 마포구가 각각 183L, 155L로 가장 낮은 Lpcd값을 나타냈다.

3) 거주자수별 수돗물 사용량 현황 및 비교

1인1일 수돗물 사용량(Lpcd)을 각각의 거주자수별로 나누어 검토한 결과, 수돗물 사용량(m³)을 기준으로 나타내면 수돗물 사용량(m³)은 거주자수가 증가함에 따라 같이 증가하는 것으로 나타났다. 이 값들을 1인1일 수돗물사용량(Lpcd)으로 나타내 살펴보면, 거주자수가 1명인 경우에서 가장 높은 값을 나타내며 거주자수가 증가함에 따라 그 값이 낮아지는 곡선을 그렸다. 거주자수 3명 이후부터 5명까지는 대체로 비슷한 Lpcd값을 나타냈다. 실제 조사된 결과 중에서 거주자수가 1명인 경우를 제외하고 2~5명인 경우만을 추려 각각의 주택유형별로 평균 Lpcd값을 산출한 결과 공동주택은 12L, 아파트는 8L, 일반주택은 2L의 적은 값을 나타내는 것으로 조사·분석되었다(<그림 2-2>).



수돗물 사용량은 세대구성원수가 많을수록 그 값이 높은 것으로 나타났지만, 각 개인이 사용하는 물에 해당하는 Lpcd에 대해서는 반대의 결과가 나왔다. 1인1일 수돗물 사용량(Lpcd)은 세대구성원수가 가장 적은 1명의 경우 가장 높은 값을 나타냈으며, 세대구성원수가 증가함에 따라 대체적으로 감소하는 추세를 보였다.

4) 수도사업소별 수돗물 사용량 현황 및 비교

전체 11개 수도사업소별 1인1일 수돗물 사용량을 비교해 본 결과 유동인구가 많고 대형건물이 많은 것으로 알려진 강남수도사업소가 전체 사업소중 1인 1일 수돗물 사용량이 220L로 가장 많은 것으로 조사되었고, 역시 유동인구가 많고 노후된 급수시설이 산재된 중부수도사업소가 그 뒤를 이어 213L인 것으로 나타났다. 가장 적게 사용하는 지역은 강동, 강서, 서부, 성북 수도 사업소 등으로 사용량이 190~191L였다.

< 2-6> 1 1 (Lpcd)

()				
(,)	225	236	200	220
(,)	186	197	190	191
(,)	192	167	211	190
(,)	192	214	202	202
(, ,)	187	194	224	201
(, ,)	185	182	221	196
(,)	202	185	183	190
(,)	190	193	189	191
(, ,)	192	195	213	200
(,)	181	193	220	198
(,)	235	202	203	213

주택유형별로 살펴보면 공동주택은 중부, 강남, 서부수도사업소 순으로, 아파트는 강남, 남부, 중부수도사업소 순으로 수돗물을 많이 사용하는 것으로 나타났다. 일반주택에서는 공동주택과 아파트 경우와는 다르게 동부, 북부, 은평 수도사업소 순으로 나타났으며 수돗물 사용량이 220~224L의 범위를 보였다.

5) 주택유형별 계절별(격월) 변화 비교

자치구 전체 평균값을 통해 1년간의 수돗물 사용량 변화를 살펴보면 <표

2-7>과 같이 공동주택과 아파트, 일반주택 모두에서 7~8월 사이의 수도물 사용량이 가장 많았으며, 1~2월 사이의 수도물 사용량이 일 년 중 가장 적은 것으로 나타났다.

< 2-7>

(: m)

	1~2	3~4	5~6	7~8	9~10	11~12
	182	189	200	206	196	193
	150	159	178	192	177	173
	190	202	214	225	205	196

6) 자치구의 재정자립도와 수도물 사용량의 비교

자치구내 주민의 경제력과 관련하여 수도물 사용량의 경향성을 검토하기 위하여, 경제적 지표인 자치구의 재정자립도와 수도물 사용량을 비교하였다. 결과는 상관성을 주장할만한 경향성을 띠지 않아 재정자립도가 수도물 사용량에 가장 큰 영향력을 미치는 요인이라고 보기는 어려웠다.

수도물 사용량은 주민의 수도물 소비 습관 및 행태에 영향을 더욱 받는 것으로 생각되어 차후 연구의 필요성이 제기되었다.

7) 아파트 평형별 수도물 사용량 비교

주택크기에 따라 1인1일 수도물사용량(Lpcd)이 다른 양상을 나타내는지 살펴보기 위해, 정확한 주택크기 산출이 가능한 주택유형인 아파트에 대해서만 그 변화를 살펴보았다.

아파트 소형 평수에서는 1인1일 수도물 사용량이 각 자치구의 재정자립도와 비례하는 경향을 나타내지는 않았다. 특히, 세대 거주자수가 3~5명으로 많아질수록 1인1일 수도물사용량은 값 자체의 차이가 적어 경향성을 찾기는 더욱 어려웠다.

중대형 아파트에서는 거주자수가 늘어날수록 1인1일 수돗물 사용량(Lpcd)은 감소하였지만, 아파트의 평수가 증가할수록 사용량이 증가하는 경향을 찾아 볼 수 없었다. 즉, 평수별 재정자립도가 높은 구와 낮은 구의 1인1일 수돗물 사용량(Lpcd)을 비교검토한 결과, 자치구별로 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다.

8) OECD 국가별 수돗물 사용량 비교

OECD 회원국의 가정에서 1인1일 수돗물사용량을 보면 평균 100L~300L까지 폭넓게 분포되어 있다. 250L 이상의 과다사용그룹은 미국, 캐나다, 호주, 일본 등이며, 200L정도의 대규모 사용그룹은 이탈리아, 스페인, 터키, 스웨덴 등이 해당된다. 130~190L의 중규모 사용그룹은 덴마크, 핀란드, 프랑스, 오스트리아, 스위스, 영국, 노르웨이, 룩셈부르크, 폴란드, 네덜란드, 뉴질랜드, 아일랜드, 우리나라가 속하며, 10~120L의 소규모 사용그룹은 체코, 헝가리, 포르투갈, 벨기에, 독일 등이다.

9) 선행연구와의 수돗물 사용량 비교

‘환경부, 가계부문 물소비패턴 시범조사(2003)’에서 제시된 설문조사에 의한 1인1일 물사용량의 경우 단독주택이 233.5L, 아파트의 경우 238.1L로 조사되어, 이 연구에서 조사된 일반주택(단독주택, 다가구, 원룸 포함) 206L와 비교하여 27.5L 높았으며, 아파트 196L와 비교하여 42.1L 높게 나타났다.

10) 수돗물 사용량 결정요소의 파악

수돗물 사용량의 결정요소를 파악하기 위해서는 사회변수, 기술변수, 행동변수 그리고 외부변수를 조사하여, 통합적으로 고려하여야 하며 단순한 주택 유형이나 주거면적에 의해서는 수돗물 사용량의 경향이 파악되지 않았다. 사

회변수로는 주택유형, 주거면적, 재택률, 가족구성원의 특성, 가구 합산소득, 교육수준, 직업 등이 있으며 여기에 외부변수인 계절적 특성을 고려해야 한다.

기술변수로는 수도의 개수 및 유형, 수도의 분당 토출량, 변기 세척수량, 세탁기 용량, 식기세척기 용량, 정수기 유무(중공사막방식과 역삼투압방식을 차별해야 함), 절수기 설치 여부 등이 있다.

행동변수로는 변기 사용빈도, 샤워시간 및 빈도, 세면시간 및 빈도, 수도꼭지 개폐정도, 용변 후 세척횟수, 주방용수의 사용특성 등이 고려되어야 한다.

3.

1) 상수도 수요관리 정책

가정에서의 수도물 사용량은 생활패턴의 변화로 1998년 70.8%에서 2002년 66.3%, 2003년 66.4%로 매년 조금씩 감소하고 있으며 반대로 대중목욕탕용의 사용량은 1998년부터 2003년까지 3.5%에서 3.6%범위내로 큰 변화가 없었으며 업무용의 사용량은 1998년 3.0%에서 1999년 7.4%로 급격하게 증가하였으나 그 후 큰 변화없이 2003년에는 7.2%에 머물러 있다.

영업용의 사용량은 외식산업 증가 및 삶의 질 개선 등의 이유로 1998년에 17.8%에서 2002년과 2003년에 20.4%로 증가하였다. 따라서 수도물 사용량에 대한 영업 및 업무용에 대한 조사사업을 통해 보다 효과적인 수도물 수요관리 정책을 마련할 수 있을 것이다.

향후 이러한 조사사업은 각 요소 간의 연계적인 모니터링을 통해 효과적인 절수정책 추진을 위한 기본자료로서 활용될 수 있을 것이다.

2) 상수도 적정 생산량 결정

서울시 상수도 시설용량 및 수도물 생산량은 유수율 향상 및 업종별 조정현

황에 따라 적정하게 관리되고 있다고 판단되었다.

각 구청에서 노력하고 있는 절수대책 홍보 및 노력을 통하여 향후 수도물 생산량은 더욱더 감소될 것으로 판단되며 누수율을 선진국 수준인 2~3% 대로 진입하기 위하여 서울시는 노후관 개선 및 정비사업을 적극적이고 지속적으로 추진하여야 할 것이다.

3) 절수대책

선행 연구의 결론을 살펴보면, 물을 절약하여 사용하고 있지 않다고 대답하는 사람이 대부분인 것으로 나타났으며 그 이유로는 물의 중요성에 대한 인식 부족을 지적하였다.

부존 수자원량의 부족과 한정된 수자원의 효율적인 이용과 물 절약을 유도하기 위해서는 적극적으로 물의 중요성에 대한 인식의 전환을 통해 물을 사용하는 사용자로 하여금 절수를 생활화할 수 있도록 물의 중요성에 대한 적극적인 홍보가 필요하다.

환경부 설문조사에 의하면 전체응답자의 58.8%가 절수기기 설치로 사용만족도가 떨어질 것이라는 우려를 가지고 있으며 응답자의 45.1%는 절수기기의 성능이나 품질에 대한 우려를 가지고 있는 것으로 나타났다. 절수설비·기기의 성능이나 품질에 대한 우려를 없애기 위해 환경부는 절수효과가 우수하며 동시에 성능이나 품질이 우수한 절수설비 및 기기에 대해서는 “환경마크”를 인증해 주고 있으며 상하수도협회의 “절수기기 성능검사” 결과를 제시하고 있다. 절수기기가 확대보급되기 위해서는 성능에 대한 신뢰성을 줄 수 있는 대책이 모색되어야 할 것이다. 절수기기의 절수효과 및 품질을 엄격하게 검증하고 특히 우수한 절수기기가 유통될 수 있도록 절수기기에 대한 정확한 정보가 제공되고 홍보되어야 한다.

4) 적정 수도요금 설정

수돗물 사용량이 각 자치구의 재정자립도로 대표되는 경제 능력과는 대체적으로 상관성이 없는 것으로 나타났다. 수돗물 사용량은 사용자의 필요에 의해서 양이 결정되며, 수도요금이 사용량에 크게 영향을 미치지 않을 만큼 저렴하여 경제적 유인책이 되지 않고 있는 실정이다. 서울시 전체 세대별 사용량 현황에서 2003년 1월부터 12월까지 1세대당 수돗물 사용량은 월평균 19.2m³로 6,844.8원이며, 2003년 12월부터 2004년 11월까지는 19.2m³로 6,850.4원이다. 이는 서울시 근로자 월평균 가계소득인 308만원의 0.22%에 불과할 정도로 저렴하여 절수정책에 걸림돌이 되고 있다고 판단된다.

5) 수돗물 사용량의 공정한 통계처리 제안(외국과의 비교)

OECD 회원국에서 발표되고 있는 유럽의 1인1일 수돗물 사용량(Lpcd)은 생활용수 중에서 가정용수로 판단되고 있어 200L 이하로 적다.

환경부(2003 상수도통계, 2004)에서 발표되고 있는 수돗물 급수량(Lpcd)는 전국평균이 359L로서 상당히 높은 것을 알 수 있다. 이 값은 생산량에서 주민등록인구수를 단순히 나눈 값으로 누수와 계량기 불감 등이 고려되지 않은 계산값이다. 따라서 우리나라가 수돗물을 많이 소비하는 국가로 인정되고 있는 것은 불합리하며, 환경부 및 지자체는 향후 지속적인 수돗물 사용량 기초조사 연구를 통한 생활용수 통계처리과정에서 유럽 선진외국 등과 공평하게 비교 검토될 수 있도록, 유수수량 중에서 가정용, 영업용, 업무용 등의 1인1일 수돗물 사용량(Lpcd)의 정확한 홍보자료가 요망된다.

이 연구에서 제시된 것처럼 실제 조사결과 가정에서의 1인1일 수돗물 사용량은 199L로서 선진외국과 비슷한 것으로 나타났다. 특히, 이 연구에서 도출된 199Lpcd는 서울시 상수도사업본부 2004년 상수도통계연보에서도 195Lpcd로 제시하고 있어, 공정하고 정확한 홍보·교육 등의 조치가 지속적으로 필요하다.

제27절 행정서비스 품질평가 최종보고서(상수도 부문) (2005년)

1.

상수도 서비스는 수도법의 “공중위생의 향상과 생활환경의 개선에 이바지함”이라는 목적을 구현하기 위한 것으로, 이를 위하여 “관할구역의 주민에게 수도에 의하여 공급되는 물이 안정적으로 공급될 수 있도록 노력하여야 한다”는 구체적 책무가 지자체의 장에게 부여되고 있다.

상수도는 시민의 삶의 질의 한 잣대이며, 위생수준의 척도의 역할도 하고 있으므로 상수도 사업은 시민의 안정적인 기초 생활을 위한 기본적 요소라고 할 수 있다.

2.

수질적으로 안전하고 양적으로 부족함이 없는 수돗물의 공급을 위하여 여러 가지 사업이 진행되고 있으며 수도부문에서 최고의 서비스는 좋은 물을 풍부하게 공급하는 것이고, 이 과정에서 발생하는 대민관계에서 시민이 편안하고 만족스럽게 하는 것이 전체 서비스의 질을 향상시키기 위한 필수적인 요소이다.

수도사업소의 사업 대부분은 상수도사업본부에서 기획되고 조정되며, 또한 일부의 사업에 대하여는 본부로부터 정기적으로 점검받고 있기 때문에 사업소 자체적으로 해당 서비스 지역의 특성을 충분히 반영한 단독사업을 추진할 수 있는 여력이 없거나 소극적이며, 단지 본부 주관사업을 수행하고 있는 실정이다.

예산의 배정이나 사업의 시행 등에서 수도사업소는 독자적으로 그 행보를 할 수 없으며, 서비스의 질도 큰 차이가 나타나지 않는다. 즉, 짜여진 예산과 조직 속에서 본부에서 주어지는 각종의 사업을 수행하는 사업 위주의 서비스 주체로서의 성격을 지니게 된다.

3.

1) 상수도 서비스 향상을 위한 건의

각 사업소 방문 시 실무 팀장, 과장 그리고 임의로 선정된 하급직원과의 면담에서 건의된 내용을 중심으로 상수도 서비스 향상을 위한 제언을 하고자 한다.

개인별 직무기술서의 내용이 빈약하여 업무 인계인수 시 업무공백이 우려되므로 이에 대한 대책이 필요하다. 과 또는 팀 단위의 업무분장은 명확하나, 개인의 직무에 대한 개인별 직무 내용의 정리가 필요하다. 내근자의 경우 컴퓨터에서 모든 일이 이루어지므로, 개인별 컴퓨터 화일 관리 시스템 등의 도입이 필요하다. 정리된 컴퓨터 파일은 새로운 전입자의 직무 교육에 유용하게 활용될 수 있다. 업무의 전문성을 위해 새로운 직무에 투입하기 전에 교육이 반드시 필요하다. 현재 후견인 제도가 운영 중이나, 개인직무기술서의 확립을 통해 업무의 공백이 없도록 해야 한다.

조직의 비전과 관련된 교육이 다소 소홀하여 이에 대한 대책이 필요하다. 상수도는 상수도 시스템에 대한 전반적인 이해와 신기술에 대한 수용성이 있어야 『깨끗한 물을 충분히 공급한다』는 상수도 서비스의 목표를 달성 할 수 있다. 이를 위해 서울시, 상수도사업본부 등의 교육이 연중 이루어지고 있으나, 하루가 다르게 변하는 상수도 기술을 적극 받아들이고 수용하기 위한 전문 교육은 부족한 편이다. 따라서 학계 및 산업계의 상수도 전문가 초빙 교육이나, 선진외국의 사례 연구 등이 필요하고 외국 출장 견학 시 사례보고서를 전수도 사업소에 배포하여 재교육을 실시하는 것도 하나의 방법이 될 것이다.

사고 및 민원발생에 대한 분석과 이에 근거한 대책 수립·시행이 미흡한 실정이다. 사고나 민원의 즉각적 해결도 중요하나 그 유형별, 지역별, 기타 특성별 등으로 면밀히 분석하고, 이에 근거하여 당초의 계획(연초의 계획)을 수정하는 등 지속적인 추적관리가 필요하다.

상수도 서비스의 절차개선노력과 직원고충해소를 위한 노력이 부족한 것으로 나타났다. 각 수도사업소는 상수도사업본부에서 기획한 사업을 수도 수요

자를 대상으로 서비스하는 기관으로서, 자체 사업의 적극적 기획이 이루어지기 어렵고 예산 편성권도 없어서 상수도 서비스의 질차 개선이 어려운 상태이다. 따라서 사업 기획권의 실질적 확보 보장 및 사업 예산 편성 시 참여가 더 적극적으로 보장될 필요가 있다.

특수한 지역 환경이 반영된 사업소 자체 기획·시행사업이 빈약하다. 수도 사업소는 상수도사업본부에서 기획한 사업을 수행하는 말단기관으로, 예산 편성권이 없고, 자체 사업을 기획할 여력이 없는 편이다. 각 수도사업소의 관할 지역은 그 특성이 크게 다르다(아파트가 많은 지역, 일반 주택이 많은 지역, 지형의 고저차가 심한 지역 등). 상기와 같은 이유로, 본부에서 전시적(展示的)으로 기획·수행하는 사업의 양을 줄이고 자체 핵심 사업을 발굴·추진할 수 있는 권한과 이에 따른 책임이 주어져야 하고 이를 위한 사업 예산 편성 시 참여가 더 적극적으로 보장될 필요가 있다.

수돗물에 대한 깊은 불신은 수도수질과 상관없는 고정관념이므로 지속적이고 강력한 홍보가 필요하다. 홍보의 지속성이 가장 중요하다. 지역 매체 등에 지속적인 홍보, 거리홍보 등을 고려할 필요가 있다.

배관망관리를 선진화하여 중앙상황실에서 효율적 제어·운영이 가능토록 원격감시 및 조정할 수 있는 시스템을 마련할 필요가 있다. 상수도 배관망을 소블록화하여 수량 및 수압을 자동적으로 모니터링하고 제어 가능한 시스템의 구축이 필요하다. 이러한 시스템은 지역별 수압 및 수량을 균등화하고 사고 발생 시 대처를 즉각적으로 수행하는 데 도움이 될 것으로 기대된다.

요금관리를 위해 다량 사용업소 등에 대한 요금추이 등을 관리할 수 있는 다량사업소 요금관리전산시스템의 보완이 필요하다. 이는 상수도사업의 경영합리화를 위하여 매우 중요할 것으로 생각된다.

여성 직원의 육아문제 등에 대한 배려가 부족하며(구역별 탁아소 운영 등 몇 개의 사업소를 한 구역으로 묶어서 운영), 본부에서 시행하는 평가가 하위 점수를 받은 사업소의 직원 사기를 많이 저하시키는 것으로 분석되었다. 평가

는 상승적 자극제로서의 역할도 있지만 사기저하를 초래하는 부정적 영향도 있다. 따라서 평가점수가 상위인 사업소에 대한 포상은 하되, 평가결과를 최하위까지 발표하는 것에 대하여는 신중한 고려가 요망된다. 즉 평가는 점수가 높은 사업소와 낮은 사업소 모두 사기의 저하 없이 상수도서비스의 발전을 위한 밑거름이 되어야 한다.

2) SSPI 평가방법에 관한 건의사항

SSPI 평가는 양질의 서비스를 생산할 수 있는 환경과 서비스의 결과를 동시에 평가하는 방식이다. 이 방식에 의한 상수도 서비스의 평가가 이번에 처음 이루어지므로 평가주체나 객체나 모두 혼란을 겪었으며, 이에 다음과 같은 개선안을 제사하고자 한다.

현재와 같은 4개 차원, 10개 평가항목을 계속 유지하되 각 차원 또는 컴포넌트에서 전년도의 평가시점의 실적에 대비한 평가가 이루어져야 한다. 즉 당해 연도의 개선실적이 당해 연도 평가 시에 평점에 반영되도록 해야 한다. 이러한 평점체계가 도입되지 않는다면 평가에 유리한 지역적 환경을 가진 사업소가 항상 우수한 평점을 받을 가능성이 높아, 그렇지 못한 사업소에게 평가가 가지는 목적 및 의도가 부정적으로 나타날 수 있을 것이다.

당해 연도 평가 자료는 최근 1년간으로 해야 한다. 이번 평가는 1월부터 9월까지의 사업과 자료에 의해 평가되므로 온전한 평가가 이루어질 수 없었다. 사업소에 따라서는 중요 사업이라도 4/4분기 이후에 이루어질 수 있으며, 그러한 경우 이번 평가에서 불이익을 받는 경우가 발생하였다.

상수도 사업본부에서 점검하고 평가하는 사업을 다시 평가하는 것을 지양하고, 각 사업소가 그 지역의 특성을 반영하여 시행하고 있는 사업을 중점적으로 평가할 필요가 있다. 이는 수도사업소의 제반 업무(예산, 인사, 업무지침)가 본부의 지휘 통제 하에 진행되고 있고, 수도사업소에서 집행하는 제반업무가 본부에 보고·평가되기 때문이다. 따라서 자율적 판단 등이 제한되고, 독자적 사

업을 펼치기 어려운 현실을 감안하여 본부의 사업 중 특정사업이나 자체 기획 사업에 대한 평가가 중점적으로 이루어져야 할 것으로 생각된다. 이때 평가의 목적대로 전년도의 부족한 부분에 대한 1년 동안의 노력도 평가되어야 할 것이다.

상수도 서비스에 대한 각 단위사업이 가지는 중요도가 다르므로, 각 단위 사업이 상수도 서비스 향상에 미치는 영향을 고려하여 가중치를 둘 필요가 있다. 이번 평가에서도 가중치를 이용하여 점수를 산정하였으나, 가중치에 대한 정보가 미리 공개되지 않아 사업소의 사업이 정확히 평가될 수 없었다. 따라서 중요사업에 대한 가중치를 연초에 본부와 서울시정개발연구원이 미리 작성하여 각 사업소에 배포함으로써 사업소의 단위 사업이 정당한 가치로 평가될 수 있도록 해야 한다. 연초에 배부되는 중요사업에 대한 가중치는 본부가 중점 추진할 사업과 맥락을 같이 하고 각 컴포넌트에 대한 체크리스트 작성 시 각 사업소나 본부의 의견이 충분히 반영되어야 할 것으로 생각된다. 이번 평가에서도 각 사업소의 의견 청취의 노력이 있었으나 충분하지는 않은 것으로 판단된다.

각 단위 사업이 제출된 자료로서 충분히 파악할 수 없는 경우가 많기 때문에 현장 평가 시에 평가 항목에 대한 질의응답과 면담을 강화할 필요가 있다.

상기의 개선안으로 제시된 것 이외에도 사업소 구성원 간의 팀워크나 인화 단결력을 계량화하여 평가하거나, 최근 민원인의 면담 등도 평가의 정확성을 기하고 내실화할 수 있는 방법일 것으로 생각된다. 그러나 이 모든 것의 평가 결과가 될 수 있으면 숫자로 나타낼 수 있어야 하며, 시간이나 노력 및 경비가 많이 소용된다는 한계도 있다. 또한 이 평가가 사업소의 상수도 서비스 제고에 있으므로 기타의 자료(기관 감사나 조직개편 자료)로 활용되지 않도록 해야 한다.

제28절 서울시 복개하천 복원 타당성 조사연구(2005년)

1.

20세기 후반 들어 선진국의 도시 관리 패러다임은 현격한 변화를 보이고 있다. 경제개발이 주목적이었던 20세기 이전의 개발주의적 사고는 환경을 회복 불가능하게 훼손시켰으며, 자연형 보전보다는 인간의 편리를 위한 문화를 만들어 왔음을 비로소 인식하게 되었다. 하천을 덮어 도로로 만들고, 문화재를 매장하는 것이 과거의 도시하천관리에 대한 개발 개념이었다면 현대 21세기는 자연형의 환경 복원일 것이다. 여기에 청계천 복원의 시대적 당위성이 있다.

청계천 복원사업은 근대화와 산업화 과정에서 훼손된 서울의 얼굴을 새로 단장하는 사업이며 새 시대가 요구하는 ‘삶의 질 추구’라는 패러다임에 따라 청계천은 인간과 자연과의 관계를 회복하는 공간으로 거듭나게 되었다.

이러한 시대적 당위성에 따라 급속한 도시화과정에서 복개된 서울의 하천들을 자연형 하천으로 복원함으로써 인간과 자연이 공존하는 친환경적 도시공간으로 되돌리기 위하여 서울시 소재 복개하천의 복원타당성을 조사하였다. 서울시 복개하천 현황을 종합적으로 조사하여 이를 근거로 각 복개하천의 복원 가능성을 평가한 후 타당성을 분석하였다.

2.

1) 복개하천 복원타당성 평가

복개구간이 없는 2개 소하천을 제외한 29개 하천을 대상으로 <표 2-8>과 같이 복원우선순위 평가를 위하여 5개 분야(토지이용, 수환경, 생태계, 교통, 주민설문)로 구분하여 평가를 실시하였다. 분야별로 평가된 점수를 이용하여 종합평가를 실시하고 기본계획 및 기본설계 검토와 사례연구를 통하여 단기사업 대상하천과 장기사업 대상하천으로 분류하였다.

< 2-8>

가

	4.14	1	2	24	6	23	5.961	1	
	3.96	2	13	20	8	15	2.814	7	
	3.84	3	4	20	9	6	5.309	3	
	3.75	4	10	5	12	17	3.168	6	
	3.71	5	5	2	11	26	3.416	5	
	3.58	6	13	27	14	10	-0.144	14	
	3.54	7	13	28	12	21	-0.971	19	
	3.47	8	9	23	24	25	-2.070	22	
	3.45	9	2	12	1	28	3.555	4	
	3.42	10	1	13	2	22	5.635	2	
	3.39	11	13	4	26	2	1.944	8	
	3.36	12	13	10	16	13	0.732	12	
	3.30	13	6	26	5	19	-0.904	17	
	3.29	14	13	8	22	11	0.074	13	
	3.23	15	12	5	4	24	1.108	11	
	3.16	16	11	10	3	29	-0.293	15	
	3.13	17	13	8	19	3	1.418	9	
	3.12	18	13	5	27	7	-0.723	16	
	3.08	19	13	15	28	18	-3.119	25	
가	3.06	20	13	17	10	27	-2.593	23	
	3.05	21	7	14	15	1	1.343	10	
	3.03	22	13	17	18	4	-0.938	18	
	2.93	23	13	25	21	12	-3.911	27	
	2.90	24	7	1	22	20	-1.010	20	
	2.82	25	13	19	20	16	-3.867	26	
	2.71	26	13	3	16	8	-1.629	21	
	2.68	27	13	22	7	9	-2.829	24	
	2.63	28	13	29	25	14	-6.532	29	
	2.47	29	13	15	28	5	-4.942	28	

가

-설문점수 3.0 이상

- 하천복원 우선순위가 상위그룹(10위 이내)인 분야의 수가 2개분야 이상
- 설문분야에 2배수 가중을 준 표점점수 총합으로 평가한 순위가 10위권 이내

- 사업진행 중인 하천 : 홍제천(1위), 정릉천(5위), 성북천(6위)
- 사업예정 하천 : 우이천(2위), 도림천(3위), 도봉천(4위), 봉원천(8위), 녹번천(9위), 불광천(10위)

2) 복원타당성 검토 결과

(1)

복개하천 상부의 노후화된 신영상가의 철거를 통한 복원공사가 진행 중이다. 뉴타운 사업의 복개하천 상부의 노후화된 유진상가의 철거계획과 연계하여 하천복원사업을 진행할 계획이다.

정릉시장 일대의 노후화된 불법건축물의 철거를 통한 복원공사가 진행 중이다.

복개하천 상부의 노후화된 삼선시장 등의 건물의 철거를 통하여 복원공사가 진행 중이다.

(2)

단기사업 대상하천의 위치도는 <그림 2-3>과 같다.



< 2-3 >

녹번천의 사업구간은 응암역에서 불광역 전 구간(진흥로, 1,490m)으로서, 하천정비 기본계획상의 복원방안인 완전개거화는 어렵고, 반복개화 방안이 적절하다고 판단된다.

응암역에서 연신내역 사이(연서로 2,300m)의 사업구간을 반복개화하는 방안으로 복원방향을 설정하였다. 불광천의 경우 교통문제에 대한 세부검토와 사업구간이 지하철 6호선 통과구간이므로 사전검토 및 협의가 필요하다.

봉원천의 사업구간은 창진로 시점과 종점구간(창진로, 790m)으로서, 하천정비 기본계획상의 복원방안인 완전개거화는 어렵기 때문에 반복개화 방안으로 한다. 다만 교통문제에 대한 세부검토와 사업구간에 위치한 마포소방서와 사전협의를 필요하다.

도림천의 사업1구간은 서울대 입구에서 삼성고등학교 앞 구간(신림로, 580m)까지로서, 반복개화 방안으로 복원방향을 설정하였다. 복원계획에 따르면 교통문제에 대한 세부검토와 대체주차장의 확보가 필요하며, 2005년 11월 현재 서울대학교와 관악구청 간의 복원에 대한 협의가 진행 중이다.

도림천의 사업2구간은 봉림교에서 봉림1교(관천로, 215m)까지로서, 주차장으로 이용되고 있는 반복개구간의 복원이 가능할 것으로 판단된다. 다만 주차장 수요에 대한 세부조사 및 대체주차장의 확보가 필요하다.

도림천의 사업3구간은 봉림1교에서 도림교 구간(관천로 285m)까지로서, 반복개구간의 복원이 가능할 것으로 판단된다.

도봉천 지류의 본류 합류 전 구간(만장봉길, 120m)를 도봉천의 사업구간으로 하여 현재 주차장으로 이용되고 있는 사업구간을 복원할 계획이다. 다만, 주차장 수요에 대한 세부조사 및 대체주차장의 확보가 필요하다.

우이천의 사업1구간은 석계공영주차장 구간(석계역1길, 200m)으로서, 하천정비기본설계상의 복원이 가능할 것으로 판단된다.

우이천의 사업2구간은 우이동공원 앞 주차장구간(자동차견인보관소, 440m)으로서, 하천정비기본설계상의 복원이 가능할 것으로 생각된다. 다만, 우이천 사업 1, 2구간의 주차장 수요에 대한 세부조사 및 대체주차장의 확보가 필요할 것으로 판단된다.

제29절 하수처리장 유입량 감소원인 및 효과분석(2005년)

1.

서울시 4개 하수처리장에 유입된 하수량은 청천 시 기준으로 1998년에서 2004년까지 864천 m^3 /일 감소하였다. 이 중 중랑하수처리장의 유입하수량이 다른 하수처리장에 비해 많이 감소하여 이 연구에서는 그 원인을 규명하고자 한다.

2.

서울시 4개 하수처리장에 유입된 하수량은 15.4% 감소하였으나 같은 기간 동안에 서울시 하수도 보급인구는 10,319천명에서 10,285천명으로 0.33% 감소에 그쳤다. 특히 중랑하수처리장의 유입하수량은 7년간 27% 감소하였으나 인구는 0.28% 감소하여 유입하수량 감소는 인구변화와 무관한 것으로 판단된다. 서울시 상수생산량은 1998년에서 2004년까지 995천 m^3 /일 감소하였다. 중랑, 탄천 서남, 난지하수처리구역으로 나누어 보면 각각 371천 m^3 /일, 60천 m^3 /일, 256천 m^3 /일, 308천 m^3 /일 감소하였다.

하수로 전량 전환되는 상수의 조정량은 서울시 전체로는 102천 m^3 /일 증가하였다. 중랑, 탄천 서남하수처리구역은 각각 40천 m^3 /일, 5천 m^3 /일, 60천 m^3 /일 증가하였고 난지하수처리구역은 3천 m^3 /일 감소하였다. 유입하수량이 가장 많이 감소한 중랑하수처리구역의 경우 7년간 상수조정량 증가는 40천 m^3 /일(3.8%)에 지나지 않았으나 유입하수에서 상수조정량이 차지하는 비율은 48.7%에서 69.3%로 20% 넘게 증가하였다. 즉, 중랑하수처리장의 유입하수에서 상수조정량을 제외한 양(지하수사용량과 불명수유입량)이 많이 감소하여 상대적으로 상수조정량이 차지하는 비율이 증가한 것을 의미한다. 이에 비해 탄천, 서남, 난지하수처리장의 유입하수 중에서 상수조정량이 차지하는 비율은 7년간 각

각 3.5%, 8.0%, 8.4% 증가하는 것으로 나타나 중랑하수처리구역과 같은 큰 변화는 보이지 않았다(<표 2-9> 참조).

< 2-9> 4

		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	/ 1998-2004
(m ³ /)		1,586	1,509	1,452	1,400	1,285	1,239	1,214	-371
		641	620	629	610	595	583	581	-60
		1,443	1,364	1,313	1,292	1,227	1,200	1,187	-256
		916	833	779	729	673	637	608	-308
(m ³ /)		1,016	1,081	1,044	1,056	1,038	1,046	1,056	40
		507	526	515	517	509	511	512	5
		961	1,010	981	994	983	999	1,021	60
		487	490	477	483	476	478	484	-3
(m ³ /)		2,088	1,973	1,884	1,930	1,796	1,627	1,524	-564
		866	826	869	846	876	847	825	-41
		1,707	1,732	1,672	1,657	1,668	1,686	1,588	-119
		954	926	862	762	775	850	814	-140
(m ³ /)		1,072	891	840	874	758	581	468	-604
		359	300	354	329	367	336	313	-46
		746	722	691	663	685	687	567	-179
		467	436	385	278	299	371	330	-137
/		48.7	54.8	55.4	54.7	57.8	64.3	69.3	20.6
		58.6	63.6	59.3	61.1	58.1	60.3	62.1	3.5
		56.3	58.3	58.7	60.0	58.9	59.2	64.3	8.0
		51.0	52.9	55.3	63.5	61.5	56.3	59.4	8.4

서울시 전체 지하수 이용량은 7년간 거의 변동이 없었으나 하수처리구역별로 나누어 살펴보면 중랑하수처리구역의 지하수 이용량은 1998년 38.2천m³/일에서 2004년 26.6천m³/일로 7년간 11.6천m³/일 감소하였다. 난지하수처리구역의 지하수 이용량은 7년간 0.4천m³/일 감소하였다. 탄천과 서남하수처리구역의 지하수 이용량은 각각 5.2천m³/일, 0.5천m³/일 증가하였다.

서울시의 지하철 역사 지하수(129.5천m³/일)는 대부분 하수관거로 유입되어

왔으나 하천유지용수로 이용하기 위하여 하천으로 방류하고 있어 하수처리장으로 유입되는 양이 점차 감소하고 있다(<표 2-10> 참조).

< 2-10>

		(m ³ /)					
		1997	2000	2002	2003	2004	가
	70.8	0.1	18.3	19.8	22.0	44.3	44.2
	9.1	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	0.0
	27.7	4.9	13.7	26.7	26.7	26.7	21.8
	21.9	0.0	9.9	11.2	12.3	12.3	12.3
	129.5	13.8	50.7	66.5	69.8	92.1	78.3

중랑하수처리장 및 난지하수처리장은 2003년부터 펌프토출량에 의한 유량 산정방식에서 유속계유량에 의한 유량산정방식으로 바뀜에 따라 유입하수량의 차이가 발생할 가능성이 있어 같은 시기에 펌프토출량 및 유속계 유량에 의한 유입하수량을 비교해본 결과 중랑하수처리장(제 3처리장)의 경우 평균 28천m³/일의 차이를 보여 7년간 유입하수량이 564천m³/일 감소한 것에 비하면 4.9%의 작은 유량차이로 유입량감소에는 큰 영향을 미치지 않았을 것으로 판단되었다. 난지하수처리장의 경우 펌프토출량이 유량계 측정량에 비해 평균 81천m³/일 작게 산정되었다. 난지하수처리장 유입하수량이 2002년까지 매년 감소하였으나 2003년에 75천m³/일 증가한 것은 유량산정방식의 변경에 따른 것으로 판단되었다.

유입하수량 중 상수조정량, 지하수 사용량, 지하철역사 지하수 유입량을 제외한 양은 하수관거의 불특정한 여러 곳에서 유입되는 불명수로 중랑, 탄천, 서남, 난지하수처리구역에서 7년간 각각 549천m³/일, 49천m³/일, 167천m³/일, 123천m³/일 감소하여 유입하수량 감소의 주요한 원인으로 분석되었다.

불명수의 감소는 노후상수관 개량사업에 의한 상수 누수량 감소, 하수관거 정비(간·지선관거 개량, 차집관거 정비 및 확장)에 의한 불명수 유입 감소에

따른 것으로 조사되었다.

상수의 누수량은 중랑, 탄천, 서남, 난지하수처리구역에서 각각 272천m³/일, 11천m³/일, 192천m³/일, 223천m³/일 감소하였다. 중랑하수처리장과 탄천하수처리구역은 7년간 누수의 감소량이 불명수의 감소량보다 작게 나타났으나 서남하수처리구역과 난지하수처리구역은 그 반대로 나타났다. 즉, 7년간 누수량이 감소한 만큼 유입하수량도 감소하였을 것이지만 상수관망으로부터 발생하는 누수가 상수관망과 하수관망의 위치 등에 따라 전량 하수처리장으로 유입된다는 보장이 없어 유입하수량은 그만큼 감소하지 않는 것으로 나타났다. 즉, 누수량의 감소가 유입하수량의 감소에 영향을 미치는 것은 사실이지만 그것보다 지하수 등의 불명수량이 더욱더 큰영향을 준 것으로 판단된다.

< 2-11> 4

	(m ³ /)	1998	2004	
		963	415	548
		403	131	272
		342	291	51
		66	55	11
		687	529	158
		330	139	192
		432	308	124
		333	110	223

간·지선관거 개량에 따라 불명수는 중랑, 탄천, 서남, 난지하수처리구역에서 7년 동안 각각 90천m³/일, 21천m³/일, 67천m³/일, 45천m³/일 감소하였을 것으로 추정되었다. 이 양은 7년간 불명수 감소량의 각각 16.5%, 42.2%, 39.8%, 36.5%를 차지한다. 불명수 감소량이 가장 많은 중랑하수처리구역에서 간·지선관거가 가장 많이 개량되었으나 간·지선관거 개량이 불명수량 감소에 미치는 영향은 가장 적은 것으로 나타났다. 즉 중랑하수처리구역의 불명수량 감소에는 간·지선관거 개량보다 더 크게 영향을 미치는 요인이 있다는 것을 의미한다.

중랑, 탄천, 서남, 난지하수처리구역에서 각각 총 24.8km, 8.8km, 1.8km, 2.5km의 차집관거 연장이 확장되었는데 중랑하수처리구역의 연장확장이 다른 처리구역에 비해 작게는 2.8배에서 크게는 13.8배까지 많이 이루어졌다. 불명수 감소는 차집관거 확장공사에 따른 계곡수 및 하천수의 유입량 감소에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다.

4개 하수처리장 유입하수량 감소를 통하여 직접적으로 하수처리효율 증대, 하수처리장 건설비용 절감과 하수처리비용 절감, 간접적으로 하수처리장 부지 축소로 인한 사회적 공간 활용 등의 효과가 기대된다.

2002년 하수도정비기본계획(변경)보고서에서 제시한 계획하수량과 현 시점에서의 실제 유입량은 발생하수량과 불명수 부분 모두에서 많은 차이를 보이고 있다. 따라서 현 시점에서 새로운 계획하수량 산정이 필요하다.

3.

유입하수량의 감소는 불명수의 감소로 나타났다. 불명수의 감소원인은 노후 상수관교체와 하수관거정비에서 찾아보았으나 서울시의 불명수량 자료가 미흡하여 각 사업에 따른 불명수량 감소를 정량적으로 나타내기에는 현실적인 한계를 지닌다. 따라서 유입하수량 감소 분석을 정량적으로 수행하기 위해서는 모니터링 등을 통하여 불명수량의 실증적인 파악이 우선적으로 이루어져야 한다고 판단된다.

유입하수량의 32.3%는 불명수이다. 불명수는 중랑, 탄천, 서남, 난지하수처리장 유입수의 각각 27.2%, 35.5%, 32.7%, 37.9%를 차지하고 있다. 이 양을 감소시킬 수 있으면 하수처리비용 절감뿐 아니라 하수처리장 부지에 체육시설 및 공원 조성 등 다양한 활용이 가능하므로 앞으로도 유입 불명수량 감소를 위한 지속적인 투자를 통해 상수노후관 및 하수관망 정비 등에 대한 서울시의 노력이 요구된다.

불명수 감소에 많은 영향을 미치는 차집관거 정비 및 확장사업을 통하여 계곡수와 하천수의 하수관거 유입차단을 위한 투자재원 확보와 정비가 요구된다.

하천 상류부의 계곡수에 대한 기존 하천 및 하수관거 말단부 등에 전폭 웨어를 설치하여 일괄 차집하는 경우 불명수 유입저감을 위해 차집관거를 연장 시공하여야 한다. 그 대책방안으로 일반하천에는 원형관 또는 암거 시공이 필요하다. 복개하천에는 U-Ditch, 밀폐 박스형 또는 원형관 부설이 필요하다. 또한 수질상태가 양호한 지역은 하천차집시설을 제거하여 하천으로 방류한다. 하수관거 및 차집관거의 접합부, 맨홀의 노후 및 파손, 타관통과 등 관거불량 개소로부터 침입되는 지하수를 방지하기 위해 관거정비사업을 적극 추진한다.

차집관거상 중요한 지점을 선정하여 자동유량 기록장치 등을 설치하고 차집관거 및 유입관거 등에 체계적이고 연속적인 유량관측을 실시함으로써 불명수 유입지점의 조기발견 및 통제방법을 강구한다. 이러한 작업은 하수처리장 운영과 관련하여 지속적이며 장기적인 계획에 의해 효율적으로 시행하여야 한다.

2004년 12월말 현재 지하철역사로부터 발생하는 총 지하수량은 130천 m^3 /일로서 이 중 70.8%에 해당하는 약 92.1천 m^3 /일이 하천으로 방류되고 있으나 나머지 지하수량도 하천으로 방류하여 하수처리장의 효율 증대 및 하천의 건천화를 방지하여야 한다.

제30절 시민적 수요에 부응한 하천유지용수 확보 및 공급 방안 연구(2006년)

1.

서울시에서 추진하고 있는 자연형 하천 정비사업은 시가지의 중심에 위치한 하천에 깨끗하고 풍부한 물을 흐르게 하여 주변환경을 크게 변화시키고 있다.

하천에 물이 흐르는 도시는 시민생활환경을 정취가 있고 평온하게 만들어 주며 이에 따라 많은 지자체가 하천에 대한 수변공간의 조성을 요구받고 있다.

2005년에 실시한 서울시민의 자연하천에 대한 관심도 조사에서 자연하천 조성에 대해 50.6%가 찬성하였고, 찬성자 대부분이 하천정비사업에 대해 풀과 나무가 증가하여 생활환경이 개선되고 휴식공간과 자연친화적 공간이 조성되는 것을 기대하고 있어 하천이 도시생활에 중요한 시설의 하나로서 인식되고 있다.

하천유량은 하천이 자연생태계를 유지하고 쾌적한 친수공간을 형성하기 위해 반드시 필요한 요소이므로 지금까지 도시화에 의해 보수기능이 저하하고 평상시 유량이 감소하여 건천화된 하천에 유량을 원래의 상태로 회복시켜야 한다. 이러한 하천에 현실적으로 가능한 유량확보방안으로 깨끗하게 처리한 고도하수처리수를 공급하는 방안이 있다.

이 연구는 서울시의 자연형 하천 정비사업에 유기적으로 연계시킬 수 있는 공급방안으로 하천기능 및 이용목적에 적합한 하수처리수의 유지용수공급기준을 설정하고 건천화된 하천을 대상으로 하수처리수가 필요한 경우 실효성 있는 유지용수의 공급방안을 마련하여 제시하였다.

2.

첫째, 서울시 36개 법정하천 중에서 24개 하천은 일부 복개되거나 전면 복개되어 있으며 이들 복개하천을 포함한 대부분의 하천은 건천이며, 하천수질 기준을 초과하고 있어 하천기능이 거의 상실되어 있다. 이들 하천에 대해 하수처리수를 공급하여 하천기능을 회복할 수 있는 하천별 목표유량과 목표수질을 마련하였다.

둘째, 하수처리수가 하천별 목표유량과 수질에 적합하게 공급될 수 있도록 공급방법을 소규모분산공급방법과 광역공급방법으로 나누고 처리방법, 공급

계획 및 경제성을 비교평가하여 서울시 4개 하수처리구역에 대해 현실성 있는 공급방안을 제시하였다. 연구결과에서 서울시는 이미 도시개발이 완료되어 하천상류 또는 하천인근에 처리시설의 설치에 필요한 부지확보가 어렵고 하수처리장이 운영되고 있기 때문에 기존 물재생센터의 고도처리수를 하천유지용수 공급기준에 맞추어 재처리하고 압송관거를 이용하여 하천으로 공급하는 것이 검토될 수 있는 것으로 나타났다.

또한 지역여건을 고려하여 소규모 분산공급방안을 적용하는 경우에는 새로이 건설하는 소규모 하수처리장 용량만큼 발생하는 4개 물재생센터의 여유용량은 초기우수 처리시설로 전환하는 방안을 제시하였다.

셋째, 유지관리방안은 모니터링계획으로서 조사지점, 측정항목, 측정빈도에 대한 내용을 제시하였으며, 하수처리수를 공급한 하천의 목표수질을 유지하고 안전성을 확보할 수 있는 관리방안 및 하수처리수 공급시설의 운영방안을 마련하였다. 또한 하수처리수의 유지용수 공급사업방안은 현실성 있도록 4개 물재생센터의 고도처리사업계획과 자연형하천 정비사업계획을 반영하여 제시하였다.

이와 같은 결과에 의하여 이 연구는 하수처리수를 대상으로 하는 서울시 하천유지용수 확보 및 공급정책으로서 (1)하수처리수의 하천유지용수 공급기준 (2)하천유지용수의 하수처리수 확보 및 공급방안 (3)유지관리 및 사업추진방안 등을 제안하였다.

제31절 한강 물빠기에 따른 한강 수위변화 예측(2006년)

1.

한강은 남한강, 북한강이 팔당에서 만나 합류하고 서울시의 중심을 관통하여 하구에 도달하는 유로연장 469.7km, 유역면적 26,218.9km²의 남한 최대의 하

천이다. 서울의 한강은 서울 암사동 지역에서부터 행주대교까지의 한강하류부에 속하고 있으며 한강하류부는 1986년에 완공된 한강종합개발사업에 의해 현재의 모습이 갖추어졌다.

한강종합개발사업전의 한강하류부는 급증하는 도시하수와 공장폐수의 미처리방류로 오염도가 극에 달하였으며 하상은 건설골재의 무계획적인 채취로 말미암아 요철이 심하고 이로 인하여 뜻하지 않은 인명피해가 때때로 발생하였다. 또한 무성한 잡초와 오니의 퇴적사주가 곳곳에 노출되어 외관적 도시경관 측면에서도 더 이상 그대로 방치할 수 없는 처지에 이르게 되었다. 따라서 오염된 강물을 정화하여 사계절 푸른 물이 흐르는 한강을 만들고 하천공간을 종합적이고 다목적으로 이용·개발하기 위하여 천호대교 부근 암사동에서 행주대교까지 36km에 이르는 구간의 강바닥 높낮이를 고르고 강폭 725~1,175m, 수심 2.5m로 저수로를 정비하는 한편 상류와 하류에 각각 수량을 조절하는 수중보를 설치, 계절에 관계없이 수로에 물이 항상 흐르도록 하였다.

그러나 어떠한 개발사업이라도 긍정적 효과가 있으면 어느 정도 부정적 효과도 있게 마련이다. 저수로 정비를 위해 강변을 모두 콘크리트로 덮었고 수중보부근에 물이 정체되어 수질이 악화되고 생태계가 위협을 받기도 한다. 또한 개발계획 수립 시부터 예견되었던 것처럼 홍수 시에 고수부지의 각종 인공적인 위락시설 등에 토사가 퇴적되고 있다(한국수자원공사, 1997). 이러한 현상들은 한강이 인위적으로 광범위하게 교란되어 나타나는 현상으로 이러한 면에서 한강종합개발사업은 1980년대에는 성공적인 작품으로 평가를 받았으나 2000년대에 들어서는 그 사업 효과에 대해서는 기본적인 한계가 노출되고 있다.

또한 최근에 물, 자연 그리고 사람이 함께 하는 생태하천으로 복원된 청계천은 시민들에게 물과 접할 수 있는 휴식처를 제공하고 바람길을 제공하는 등 도시환경을 개선하여 시민들에게 좋은 반응을 받고 있어 예전의 자연형 한강을 그리워하는 시민들 사이에서 한강의 옛모습을 찾아보자는 움직임이 있었

다. 이러한 계기로 서울시는 2007년 서울대표축제 발굴·육성과 관련하여 현재 가동보 5개 중에서 2개만을 가동하고 있는 신곡수중보 수문을 모두 개방하여 한강물을 배수하고 한강 양안 근처 수심이 낮은 곳의 바닥을 노출시키는 행사를 구상하였다. 물이 배수되어 수심이 낮아지면 예전과 같이 한강에 걸어들어갈 수도 있고 한강 폭이 현재보다 좁아지면 한강을 건너는 외출타기 행사 등 서울 시민뿐 아니라 전세계 관광객을 대거 유치할 수 있는 세계 최고의 축제를 개최할 수도 있다. 따라서 이 연구는 신곡수중보의 가동보를 개방하는 경우의 한강수위변화를 예측하여 축제행사에 이용할 수 있는지의 여부를 판단하는 기초자료 확보를 목적으로 한다.

2.

청계천과 같이 복개된 하천이 물, 자연 그리고 사람이 함께 하는 생태하천으로 조성되어 시민들의 사랑을 받고 있어 한강도 예전의 백사장이 존재하는 모습으로 변화되기를 바라는 사람들이 있다. 이에 따라 가동보 20m짜리 5개 수문 중에서 현재 2개만 가동하고 있는 신곡수중보의 수문을 모두 개방하여 한강의 수위를 낮추어 현재 물속에 존재하는 땅을 물위로 드러내는 한강물빼기행사를 2007년 5월에 시행하려고 서울시가 기획하였다.

암사동에서 행주대교까지의 36km 구간을 평균수표 높이 EL. 2.5m, 하폭 725~1,175m로 정비하여 홍수피해를 방지하는 등 치수기능을 증대하고 선박의 운항은 물론 물의 공원화로 도시환경을 개선하는 사업이다. 저수로 정비사업으로 물의 침식으로부터 고수부지를 보호하여 수로를 안정시키는 호안공사를 비롯하여 한강수위를 항상 일정하게 유지시키는 수중보공사, 지천합류지점의 하상변동을 막는 시설, 일부교량의 교각보강공사 등이 시행되었다.

한강의 수위는 팔당댐 방류량과 강우뿐 아니라 서해에서 하루에 2번 발생하는 밀물·썰물에 의해 변하고 있어 이러한 현상을 모두 재현할 수 있고 신곡

수중보 가동보 운영을 모의할 수 있는 수리모델로 한강수위 변화와 이에 따른 하상 노출 정도를 예측하기 위하여 이 연구가 시작되었다. 수리모델로는 미 공병단에서 개발한 RMA-2를 사용하였으며 한강의 지형은 서울특별시 한강시민공원사업소에서 매년 측정하는 수로조사 결과를 사용하였고 잠실수중보에서 유입량, 하수처리장 방류량, 한강 지천의 유입량, 한강에서 취수하는 모든 취수원의 취수량, 신곡수중보에서의 조위 등 경계조건을 조사하여 모델의 입력 자료로 사용하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 축제 예상기간인 2007년 5월 1일은 음력 3월 15일로, 인천 조위는 만조 시 EL. 7.89m(04시 22분), 간조 시 EL. 1.01m(10시 34분)로 나타났다. 신곡수중보 직하류에서의 조위는 만조 시 EL. 4m(06시 22분), 간조 시 EL. 1.5m(12시 34분)로 신곡수중보 높이인 EL. 2.4m보다 낮아지는 오전 10시에서 오후 15시 사이 약 5시간 동안 배수가 가능한 것으로 나타났다.
- RMA-2 모델로 신곡수중보 가동보 5개를 모두 개방하였을 때의 한강 수위를 모의해본 결과 수위가 가장 낮을 때는 낮 2시였으며 이때의 평균한강수위는 EL. 2.5m로 하상이 물위로 드러나는 지역은 없는 것으로 나타났다. 또한 신곡수중보에 밀물방지벽을 EL. 5m 이상으로 설치하여 밀물이 신곡수중보를 건너 한강 상류로 유입되지 않고 썰물 때 신곡수중보 가동보를 통하여 한강물이 하류로 빠져나가는 경우를 가상으로 모의한 결과 수위가 가장 낮을 때 평균한강수위가 EL. 1.8m로 이때 하상이 물위로 드러나는 지역은 한강분류와 지천이 만나는 지점과 서강대교와 마포대교 사이의 복단의 일부인 것으로 나타났다.
- 신곡수중보는 883m의 고정보와 124m의 가동보(갑문 20m×5)로 되어 있다. 고정보의 높이는 EL. 2.4m로 이 지점에서의 조위가 EL. 2.4m 이상일 경우 바닷물이 한강상류로 거슬러 올라가게 되어 있다. 신곡수중보에서의 조위는 약 EL. 1.5m에서 EL. 4m로 하루에 두 번 움직이고 있다. 따라서 조위가 신곡수중보보다 낮게 되는 5시간 정도는 물이 하류로 흐르지만 그

다음 7시간 30분 정도는 조위가 신곡수중보보다 높아져 역으로 물이 상류로 올라간다. 따라서 가동보를 모두 개방하는 경우에도 신곡수중보에서 물이 하류로 빠지는 시간은 신곡수중보에서의 조위가 EL. 2.4m 이하가 되는 5시간 정도이다. 5시간으로는 잠실수중보까지 물의 높이가 EL. 4m 이상 올라간 한강의 물을 하상이 드러날 정도까지 배수하는 것은 불가능한 것으로 나타났다. 또한 신곡수중보에서의 최저 조위가 EL. 1.5m이므로 한강의 물은 EL. 1.5m 이하로는 내려가지 않을 것이다.

- 한강의 수위변화는 예전과 크게 달라지지 않았다. 신곡수중보에서 관측되는 조위는 EL. 1.5m와 EL. 4m 사이로 예전과 같이 움직이고 있고 팔당댐 방류량에 따라 한강의 수위는 약간의 변화만이 관측되고 있다. 그러나 한강의 하상은 예전과 매우 크게 달라져 있다. 한강종합개발사업으로 예전의 백사장은 모두 개발되어 도시화되었으며 홍수 시 원활한 통수를 위해 하상을 깊게 파서 현재와 비교하면 10m 가까이 깊어진 곳도 발견되고 있다. 또한 한강이 직선화되어 유속이 빨라지고 지천에서 유입되는 모래들이 줄어들어 현재의 한강은 세굴이 우세한 것으로 나타나고 있다. 따라서 물의 높이는 예전과 그대로이나 땅의 높이는 예전보다 낮아졌기 때문에 현재 가동보 5개 중에서 2개가 가동되고 있는 신곡수중보에서 추가로 3개의 갑문을 열어 물을 가능한 한 배수하는 경우에도 한강의 하상이 드러나지 않는 것으로 수리모델 적용 결과 나타났다.

제32절 중랑 및 서남물재생센터(하수처리장) 고도처리에 따른 부지의 효율적 활용방안(2007년)

1.

경제협력개발기구(OECD)는 2006년 발간한 ‘글로벌 경제에서의 도시 경쟁력’이라는 보고서에서 OECD 회원국 26개 도시들의 경쟁력을 월드 스타, 내셔널 스타, 전환기 도시 등 3개 등급으로 평가하였다. 이 중 서울은 최하위권인 전환기 도시로 분류되었다. 경쟁력이 최상이고 고도로 특화된 기능들이 세계 전역으로 연결되어 있으며 국민 1인당 소득이 높은 월드 스타 도시와 생산성이나 소득 수준 면에서는 다소 떨어지지만 경제기반이 튼튼하고 쾌적한 환경을 갖추고 있어 해당 국가에서 중요한 위치를 차지하는 내셔널 스타 도시와는 달리 전환기 도시는 경쟁력이 떨어지고 시민들의 1인당 소득이 국가 평균치와 비슷하거나 밀돌아 성장 동력의 기능을 제대로 못하는 도시이다. 전환기 도시가 글로벌 경쟁력을 키우지 못하면 급속히 쇠퇴할 수 있다. 전환기 도시에 포함된 서울은 글로벌 도시로서 발전과 쇠퇴의 기로에 서 있음을 인지하여야 할 것이다. 발전의 방향으로 나아가기 위해서는 인적자원과 경제력, 그리고 토지를 좀 더 집적화할 필요성이 있다. 특히 좁게만 느껴지는 서울시의 토지를 좀 더 집약적으로 활용하는 방안과 제대로 활용되지 못하고 있는 공공부지를 좀 더 효율적으로 활용하는 방안을 연구할 필요가 있다.

서울시는 전체 면적이 605km²이며 고양시에 위치한 난지물재생센터(하수처리장)를 포함하여 4개의 물재생센터가 가동되고 있다. 기존 하수처리장은 하수로 인한 악취와 수질오염 등으로 인해 혐오시설로 인식되어 주민들이 꺼려하는 공간이었다. 이러한 부정적인 인식을 변화시키기 위해 서울시의 중랑, 탄천, 서남, 난지하수처리장을 물재생센터로 이름을 변경하고 환경친화적인 공간으로 조성하려는 노력을 진행 중이다. 이러한 노력의 연장선에서 물재생센터에 고도처리시설을 도입하고 있으며, 이 과정에서 발생한 부지의 여유분을 환경친

화적이고 시민들의 접근이 용이한 공간으로 조성하려 하고 있다. 이를 통해 물 재생센터가 기존 하수처리장에 대한 부정적인 인식을 변화시키고, 지역개발과 연계한 대표적인 친수공간으로서의 기능을 수행할 수 있을 것으로 보인다. 또한 서울시 토지를 효율적으로 활용할 수 있는 기회를 제공하여 서울이 친환경적이고 경쟁력 있는 도시로 나아가는 데 밑바탕이 될 수 있을 것이다.

따라서 이 연구는 기존 물재생센터의 고도처리에 따른 부지의 여유분을 환경친화적이고 시민들의 접근이 용이한 체육시설 및 공원 등으로 이용하기 위한 효율적 활용 방안을 마련하는 것을 목적으로 한다.

2.

서울시는 서울시에서 발생하는 하수를 처리하기 위하여 4개의 물재생센터(하수처리장)를 운영하고 있다. 이 중 고양시에 위치한 난지물재생센터를 제외한 중랑, 탄천, 서남물재생센터의 부지면적은 총 2,219,587㎡(67.2만평)으로 여의도 면적에 75%에 해당한다. 현재는 탄천물재생센터의 11,550㎡(3,500평)만을 복개하여 게이트볼, 배드민턴장, 인라인, 지압보도 등 주민친화시설로 활용하고 나머지 부지는 하수처리시설로만 사용하고 있는 실정이다. 일본뿐 아니라 우리나라에서도 수원, 용인, 부산 등에서 하수처리장을 주민친화시설로 공동활용하여 인근 주민들이 많이 사용하고 있고 악취가 발생하는 혐오시설에서 물과 자연을 접할 수 있는 친환경적 시설로 탈바꿈되고 있다. 이러한 추세에 발맞추어 서울시도 4개 물재생센터를 서울시의 생태환경을 개선하는 공간으로 적극 활용할 수 있을 것이다. 따라서 다음과 같은 방안들이 수용될 것을 제안한다.

- 하수처리시설의 지하화 및 복개를 통하여 발생하는 여유부지를 서울시 도시경쟁력을 향상시킬 수 있도록 활용할 수 있다. 현재 서울시는 강화되는 방류수 수질을 만족시키기 위하여 현재의 시설을 고도처리화하는 사업을

계획하고 있다. 이 사업을 실시할 때 처리시설 상부를 활용하는 방안을 여러 각도로 구상해 볼 수 있다. 넓은 부지와 근처에 하천이 흐르고 있다는 장점이 있어 주거용도로 활용할 수도 있고 청계천 주변 상가들의 대체 상업부지로 활용할 수도 있다. 이렇게 활용된다면 부지매각비로 처리시설 공사비를 충당할 수도 있다. 서울시가 이 부지를 자체적으로 활용한다면 미래형 에너지 이용과 하수처리수를 재활용하는 첨단형 시범도시를 기획할 수도 있다. 또한 생태공원 및 체육시설로 변모된다면 인근 주민들의 휴식 및 체력단련을 위해 효율적으로 활용될 것이다.

- 하수처리수를 인근의 건천화된 하천으로 이송하여 물이 항상 흐르는 하천으로 탈바꿈시킨다. 서울시내 36개 법정하천 중 24개 하천은 일부 복개되어 있거나 전면 복개되어 있고 복개된 구간은 하천기능이 상실되어 주로 하수관거의 역할을 하고 있다. 복개되어 있지 않은 구간도 거의 물이 흐르지 않는 건천으로 남아 있는 경우가 많다. 이들 하천에 인공으로 물을 상류에서 방류하여 하천의 기능을 되살린 청계천, 양재천, 성내천, 반포천, 안양천 등은 하천 생태계가 되살아나고 시민들의 친수공간으로 사랑받고 있다. 서울시 4개 물재생센터에서 발생하는 방류수는 2006년 총 5,203,100m³/일로 청계천에 흐르는 양인 120,000m³/일의 약 42배에 해당한다. 이 양을 모두 하천유지용수에 사용하는 경우 36개 법정하천에 공급하고도 남는 양이 된다.
- 하수처리장 부지 활용 및 하수처리수 활용을 위한 사업은 많은 인력과 비용이 요구되는 사업으로 현재의 하수계획과보다 좀 더 강력한 조직에서 체계적으로 다루어져야 한다고 생각된다. 하수도 정책도 상수도 정책만큼의 위상으로 전국 지자체의 하수도 행정의 선구적 역할을 하기 위해서는 상하수도본부로 개편하여 현대식 하수도로 본격적으로 추진하겠다는 행정의지가 필요하다고 판단된다.

제33절 하수관거 종합정비사업의 효과분석(2007년)

1.

이 연구는 서울시 하수관거정비의 사업효과 및 타당성을 명확하게 확보하고 효율적인 관리계획을 수립하기 위하여 1992년부터 추진 중인 하수관거 종합정비사업의 관거정비효과를 정량적·정성적으로 분석하고 현행 관거정비 방법의 적정성여부 및 문제점을 파악함으로써 향후 하수관거정비 활성화에 대비하여 관거정비사업의 개선방안을 마련하였다.

제1장은 연구목적, 주요내용, 범위, 방법에 대해 기술하였고, 제2장은 서울시 하수관거정비 및 효과분석방법을 제시하였으며, 현황과약을 위해 제3장은 관거정비 관련법 및 효과분석 국내·외 사례를 분석하였고, 제4장은 금호배수분구의 하수관거정비 상태평가 내용을 파악하였다. 또한 제5장은 주요연구부분인 금호배수분구의 관거정비사업에 대한 효과분석결과를 나타냈고, 제6장은 하수관거정비방향의 평가결과를 제시하였다. 마지막으로 제7장은 서울시 하수관거정비사업이 경제성을 확보하고 관거정비수준을 지속적으로 증가시킬 수 있는 관거정비사업 규모와 하수관거정비 발전방향에 대해 기술하였다. 이들 연구내용 및 결과는 앞으로 효율적이고 발전적인 하수관거정비를 위하여 적절하게 활용될 수 있을 것이다.

2.

1) 하수관거정비 목표

시민이 안심하고 쾌적하게 생활할 수 있도록 침수방지기능 강화, 공공수역의 수질개선에 대응하면서 물순환 회복, 자연환경의 적절한 보전을 포함하여 새로운 하수관거의 기능이 적극적이고 신속하게 수행될 수 있도록 하수관거정비목적을 설정한다.

2) 하수관거정비사업의 경제성 확보방안

(1)

하수관거정비수준에 따른 정비사업규모의 적정성을 평가하기 위하여 관거정비사업의 경제성을 분석하였다. 관거정비사업규모는 다음과 같은 정비율로 적용하였다.

•	1:		10	12
•	2:	2	10	24
•	3:	4	10	48
•	4:	8	10	96

(2)

서울시 하수관거정비사업의 경제성을 확보하고 관거정비수준을 증가시키기 위한 정비규모분석결과는 다음과 같다.

-
- 1. 하수관거정비사업은 경제성을 확보하면서 관거정비수준이 감소하지 않고 지속적으로 증가할 수 있도록 계획되어야 한다.
- 2. 서울시 하수관거정비사업은 10년당 96개 배수분구 이상의 정비율로 추진하여야 경제성과 관거정비수준이 지속적으로 향상된다.

- 서울시의 하수관거정비수준이 100%에 도달하기 위해서는 현재의 10년당 12개 배수분구의 정비율로 관거정비사업을 추진할 경우, 관거정비공사에 180년이 소요되며, 159개 배수분구내의 하수관거가 모두 내구연수 50년을 초과하게 된다.
- 관거정비사업의 순현재가치는 현재의 10년당 12개 배수분구의 정비율로 관거정비사업을 추진할 경우에 지속적으로 증가하여 180년차에 10,614,935백만원까지 증가하며, 현재수준의 8배로 관거정비사업이 진행될 경우 10년까지 감소하지만, 29년에는 730,804백만원으로 현재 정비물량으로 정비공

사를 실시한 경우의 순현재가치인 543,434백만원을 초과하게 된다.

- 편익·비용비는 10년당 12개 배수분구의 정비율로 관거정비사업을 추진할 경우에는 3.51에서 지속적으로 감소하여 35년차에 1.50까지 감소하는 반면, 8배인 10년당 96개 배수분구의 정비율로 진행된다면 지속적으로 증가하여 35년에는 1.52로 현재 정비물량으로 정비된 경우의 1.50을 초과하여 경제성이 증가하게 된다.
- 현재의 8배 정비규모로 정비사업이 이루어질 경우 총사업비용은 16%정도 더 소요되지만, 현재가로 산출한 편익은 현재수준의 정비규모사업에 비하여 112% 높게 된다.

3) 하수관거정비사업의 발전방안

(1)

금호배수분구의 효과분석결과와 정비방향 평가결과에 의하여 서울시 하수관거정비 방향을 설정하면 다음과 같다.

1. 하수관거정비는 ① 유하능력 확보, ② 악취방지, ③ 관거손상에 의한 사고방지, ④ 불명수 유입방지, ⑤ 하수도시설 사용기간연장, ⑥ 공공수역 수질보전을 목적으로 수행한다.
2. 하수관거는 정비구역만이 아니라 하천, 하수처리시설측면에서 효과가 있고, 원칙적으로 우수, 배제, 처리시스템 전체시스템에 대하여 하수관거의 기능을 개선하고 향상시킬 수 있도록 정비되어야 한다.
3. 하수관거정비사업은 경제성을 확보하고 관거정비수준을 지속적으로 증가시킬 수 있고 시민들이 신속하게 하수도 서비스를 받을 수 있도록 「Quick 하수관거정비 계획」으로 추진한다.
4. 하수관거정비 대상지역은 생활환경 및 공공수역수질 개선, 처리시설의 효율증대 등의 정비효과가 확실하게 나타나도록 우선순위를 처리구역, 하천유역단위로 설정하여 실시한다.
5. 하수관거는 유하능력과 소류력을 충분히 확보하도록 한다.
6. 하수관거정비 대상관거는 물리적, 기능적, 경제적 내구연수를 평가하여 “표준적 내구연수”를 초과한 시설을 대상으로 하여 악취발생, 도로함몰 등의 노후정도와 지역피해가 심각한 구간으로 한다.

(2)

하수관거정비에서 관거정비사업 추진에 대한 개선방안은 다음과 같다.

1. 하수관거정비사업이 경제성을 확보하면서 관거정비수준의 감소없이 지속적으로 증가할 수 있는 관거정비규모로 추진한다(10년당 96개 배수분구 이상의 관거정비율로 추진).
2. 하수관거정비사업이 기본계획에서 시공까지 장기간 소요되면 배수분구의 하수관거 계획 및 실시설계가 현재 상태보다 많이 변화됨으로써 하수관거정비사업이 현재의 하수관거문제점을 개선하지 못하는 상태에서 추진되므로 기간을 단축하고 기본계획에서 시공까지 동시에 진행되도록 한다.
3. 하수관거정비사업에 의하여 하수관거가 시민들에게 충분한 서비스를 제공할 수 있도록 사업추진기간에 따른 정비수준을 검토하여 서울시 하수관거정비수준이 전체적으로 높게 유지되도록 추진방안을 수립한다.
4. 하수관거정비사업의 효과분석은 5년 1회 정도로 관거정비된 지역에 대하여 평가하여 서울시 하수관거정비수준을 파악한다. 또한 선행적용된 정비기준과 수법을 개선하여 관거정비를 효율적으로 추진시켜 관거정비수준이 지속적으로 향상되도록 한다.

(3)

합류식하수도에서는 수세변소수가 정화조 또는 오수정화시설을 거쳐 관거로 유입되고 있으며, 정화조 상징액이 유출되는 공공하수관거 및 보도와 도로의 빗물받이로 연결되어 있어 관거의 최소유속이 확보되지 못한 지역에서는 악취가 발생하고 있다. 또한 최소유속 미확보구간에서 하수가 체류하고 퇴적물이 침전하게 되면 혐기성상태로 되어 유기물이 부패하고 황화수소가스가 발생하여 도로의 빗물받이를 통하여 악취가 발생하게 된다.

하수관거를 악취가 해소되도록 정비하기 위해서는 ① 최소유속 확보, ② 오수체류 및 퇴적물 발생방지, ③ 악취방지시설 설치 등의 3가지를 고려한다.

1. 최소유속의 확보 : 하수의 흐름에 따라 관거내에 퇴적물이 발생되지 않도록 소류력을 가질 수 있는 하수관거의 최소유속을 최대한 확보한다.
하수관거 내에 오수가 퇴적되어 혐기성상태로 되면 황화수소 등의 가스가 발생하고, 관거벽의 부식이나 관거내부에서의 작업 시에서는 사람들에게 독성을 주기도 한다. 황화수소의 생성은 하수관거 퇴적물과 밀접하게 관련되어 있고, 최소유속의 확보에 의하여 자기세정능력을 가지는 하수관거는 황화수소가스의 발생문제가 거의 없다.
2. 오수체류 및 퇴적물발생장소 제거 : 빗물받이에 오수나 퇴적물이 없도록 청소를 주기적으로 실시하고 맨홀에 침전이 발생하지 않도록 인버트를 설치한다.
3. 악취방지시설 설치 : 하수관거시설에서 악취가 발생하지 않도록 악취발생입구에 방지시설을 설치한다.

(4)

악취해소와 수세변소수 직유입 여부를 만족하기 위한 하수관거 정비 조건은 소류력확보를 나타내는 ① 유하능력의 확보, ② 세정능력의 확보, ③ 악취(황화수소가스) 발생문제 해소, ④ 공공수역부분에서 하천으로 배출되는 CSOs발생량을 줄일 수 있는 처리능력 확보 등의 4가지를 고려한다.

1. 유하능력의 확보 : 하수관거는 계획유량을 유하시키는 기능을 가져야 한다.
2. 소류력의 확보 : 하수의 흐름에 따라 하수관거 내에 퇴적물이 발생하지 않도록 세정능력 즉 소류력을 확보한다.
3. 강우초기 CSOs발생 해소 : 우수토실에서 하천이나 공공수역으로 월류되는 CSOs 발생량을 저감하고 처리하는 시설을 설치하여 하천이나 공공수역에 미치는 영향을 최소화한다.

(5) CSOs

하수관거정비에서 강우 시 CSOs 발생을 저감하기 위한 정비방향은 다음과 같다.

CSOs

1. 하수관거가 정비된 배수분구에서 강우 시에 CSOs가 최대한 발생하지 않도록 하수관거정비 시에 CSOs 저류 및 처리대책을 강구한다.
 - 오염부하량 감소 : 해당지역의 합류식하수도를 분류식하수도로 전환하였을 경우에 처리해야 하는 연간오염부하량을 절반 이하로 저감
 - 공중위생 문제 : 합류식하수도 모든 토구에서 분변성 대장균군의 유출을 최대한 방지
 - 협잡물대책 : 합류식하수도의 모든 토구에서 협잡물의 유출을 최대한 방지
2. CSOs 저류시설은 유수지, 빗물펌프장 등의 지하공간을 최대한 이용하여 설치하는 것으로 검토한다.

(6)

하수관거정비에서 정비등급에 대한 정비방향은 다음과 같다.

1. 하수관거정비계획에서 C등급판정구간은 미정비관거로의 정비방향에 대한 적정성 검토가 필요하며 미정비구간에 대한 향후 정비계획을 마련하는 것으로 한다.
2. C등급의 정비는 관거정비수준과 경제성을 분석하여 관거정비의 불량률에 포함시키거나 관거정비사업 후에 지자체가 별도로 정비계획을 수립하여 정비한다.
3. 지하수위가 하수관저고보다 높은 구간은 C등급 판정구간에 대해서도 수밀성을 확보할 수 있도록 정비한다.

제34절 도로변 빗물받이 악취해소방안(2007년)

1.

생활환경이 향상됨에 따라 화장실, 부엌 등 주택에서의 악취가 점차 없어지고 있으나 지금까지 신경 쓰지 않았던 하수도와 정화조의 냄새가 문제가 되고 있다. 가정 및 대형 빌딩에서 배출되는 오수 및 부패된 하수관거 퇴적물의 악취가 합류식 하수관거에 연결되어 있는 빗물받이를 통해 대기로 확산되어 악취를 발생하고 있다.

악취가 발생하는 빗물받이가 음식점 입구나 좁은 골목에 위치하여 공기순환이 잘 안되는 곳인 경우 음식점 주인 및 인근 주민들이 빗물받이에 임의로 고무판이나 나무덮개 등의 차단막을 설치하여 집중 호우 시 하수관로의 배수기능을 상실케 하여 도시침수의 한 요인이 되고 있다. 악취는 감각적이고 주관적인 오염물질로 상황에 따라 또는 개인의 성향에 따라 문제의 심각성 여부와 정도가 다르기 때문에 정량적인 측정이 어려운 물질이다. 그러나 이러한 악취로 인한 민원이 계속 발생하고, 쾌적한 대기질을 원하는 요구가 점점 커지고 있어 악취는 반드시 해결해야 할 문제다. 특히 빗물받이 악취는 그 자체의 문제뿐만 아니라 배수기능과도 관련하여 부차적인 문제를 야기하므로 이에 대한 대책 마련이 절실한 실정이다.

2.

1) 하수시설 현황 및 문제점

2005년에 서울시 하수관거는 보급률 100%를 달성하였고 총 시설연장은 10,228km이며 이 중 합류식 8,789km(85.9%), 분류식 1,439km(14.1%)로 되어 있다. 하수배제방식은 기본적으로 합류식을 채택하고 있으나 신개발지역과 재개발

밭, 재건축, 대책개발 등의 대단위개발지역(개포, 가락, 목동, 상계, 고덕)은 분류식을 채택하고 있다.

하수관거에서 하수가 빠르게 배수되지 않으면 토사의 퇴적을 가져온다. 서울시(2001)의 조사에 따르면 토사퇴적이 발생한 곳은 135,411개소로 관거 km 당 26개소로 나타났다. 이러한 토사퇴적은 관거의 통수단면적을 감소시켜 유수의 흐름을 저해할 뿐만 아니라 퇴적된 침전물이 부패하여 악취 및 가스를 유발한다.

하수관거의 설계조건에 의하면 관거 저부에 토사 및 오물의 침전을 방지하기 위하여 최소유속의 경우 오수관은 계획시간 최대 오수량에 대하여 0.6m/s, 우수관 및 합류식관은 계획우수량에 대하여 0.8m/s로 되어 있다. 그러나 2006년에 하수종합정비사업을 완료한 금호배수분구에서도 최소유속 0.6m/s기준에 대하여 미달관거 비율은 48.8%로 나타났다.

하수관거내에 유수장애시설물이 존재할 경우 하수 정체를 가져온다. 1993년부터 20,009개소의 유수장애시설이 발견되었으며 이 중 98.4%인 19,679개소의 장애시설은 이설되었으나 330개소의 장애시설은 이설되지 않은 상태이다.

서울시에서는 2001년 7월 홍수로 인하여 40명의 사망자와 104명의 부상자, 그리고 약 219억원의 재산피해가 발생하였다. 빗물받이와 관련하여 발생한 침수세대는 15,255세대로서 총 침수세대의 18.8%를 차지하는 것으로 조사되었다.

합류식 하수관거 지역에서는 정화조를 설치하도록 되어 있어 서울시에는 현재 634,758개의 정화조가 설치되어 있다. 정화조는 대부분 고형물 제거를 위한 부패조를 가지고 있기 때문에 정화조에서 나오는 방류수는 황화수소 등 다량의 악취물질을 지니고 있다.

일본의 경우 분류식, 합류식에 관계없이 공공하수도가 정비되어 사용개시가 공고되면 3년 이내에 수거식변소는 수세식변소로 교체하고 정화조를 철거하여 오수를 하수관거에 직유입하게 되어 있다. 그러나 서울시는 하수관거 보급

률이 이미 100%를 달성하고 있음에도 불구하고 하수관거경사가 좋지 않아 수세식변소 오수의 직유입이 어려운 상태이다.

2) 악취의 원인

서울시의 대표적인 악취 발생장소와 발생시기는 <표 2-12>와 같다.

< 2-12>

		()
		()
		(, ,)

(1)

대형빌딩 또는 공동주택의 지하 정화조에서 오수를 일시에 펌프로 다량 배출시킬 때 인근의 빗물받이에서 분변냄새가 발생한다.

20인 이상이 거주하는 서울시 공동주택의 정화조 현황을 보면 정화조가 건물 지하층에 위치한 곳은 1,351단지이고, 건물외곽 지하층에 위치한 곳은 1,313단지이다. 건물외곽 지하층에 설치된 정화조 중 소수는 방류수가 자연유하로 하수관거로 유입되지만 대부분의 정화조는 펌프로 정화조 방류수를 하수관거로 배출시킨다.

정화조는 대부분이 혐기조를 가지고 있어서 정화조 방류수는 황화수소와 같은 혐기성 악취물질을 포함한다. 따라서 펌프로 정화조 방류수를 배출하는 모든 대형빌딩 및 공동주택에서는 분류식 지역을 제외하고는 정화조 방류수 펌핑 시점에서 악취가 발생하고 있다.

(2) (stack effect)

하수관거는 서울시내 지하에 거미줄처럼 연결되어 있어 하수관거내 악취는 관을 따라 배출되기 쉬운 곳으로 이동하기 때문에 굴뚝효과에 의해 하수관거를 타고 악취가 상류로 올라가는 경우가 있다. 따라서 하수의 발생량이 많지도 않고 하수의 흐름이 느리지도 않는 경사진 지역의 상부지역 빗물받이에서 악취가 발생하기도 한다.

계곡수가 유입되는 지점도 하류에서 거슬러온 악취가 발생하는 배출원이 된다.

(3) (cavitation)

하수관거내의 낙차로 인해 하수가 급강하는 경우 와류가 형성되어 하수내 악취의 증기압이 저하되는 공동현상에 의해 악취가 더 쉽게 하수밖으로 빠져 나와 인근의 빗물받이로 유출된다. 이럴 경우 인근의 주민들은 하수의 악취뿐 아니라 하수가 흘러가는 소음에 의해서도 불편을 겪게 된다.

(4) 가 ,

단독주택 및 다가구 주택, 소형빌딩의 정화조는 대규모 빌딩과는 달리 대부분 지상으로 정화조 뚜껑이 보이도록 설치하고 있다. 이러한 정화조의 오수는 자연유하로 하수관거에 유입되므로 한꺼번에 대량의 오수가 하수관거에 유입되지 않으나 골목길의 폭이 작은 경우 하수관거에 오수의 양이 많지 않더라도 빗물받이를 통해 나온 악취물질이 확산되지 않아 주민들이 악취를 느끼게 된다.

(5)

음식점 밀집지역은 대부분 저지대로 하수관거 하류지역에 해당하여 하수나 퇴적물이 정체되어 있거나 음식점에서 무단 투기된 음식물의 부패에 의해 악취와 해충이 발생한다.

(6) 가

복개된 하천의 상부는 도로나 주차장 등으로 활용되고 있으나 하부는 차집관거로 정비되어 대량의 하수가 노출되어 있는 상태로 흐르고 있어 복개하천구간의 빗물받이에서는 악취가 발생한다.

빗물펌프장에 있는 우수지에는 하수가 차집관거로 유입되는 과정에서 외부로 노출되어 있어 이 부분에서 악취가 발생한다.

강우 시 시간당 3Q 이상 차집되지 못하는 하수가 우수토구 등으로 방류되면서 악취가 발생한다.

3) 악취의 건강 위해성

악취의 주 원인물질(황화수소, 암모니아, 메르캅탄류, 아민류 등)은 대부분 냄새를 감지할 수 있는 최저농도가 대단히 낮아 ppm단위 이하를 나타내고 있으므로 심리적인 영향 또는 미미한 생리적 피해만을 나타낼 뿐 높은 농도로서 장기간의 노출이 크게 문제가 되지 않았다.

강남구에서 2007년 악취민원이 발생한 코엑스 주변 빗물받이의 악취를 희석관능법으로 측정된 결과 3배에서 7배 희석배율에 해당하는 것으로 나타났다. 이 정도는 공장지역과 기타지역의 부지경계에서의 배출허용기준 이하로 건강상의 큰 위해는 없는 것으로 판단된다.

3.

1) 정화조 관리

서울시의 정화조는 부패조를 가지고 있기 때문에 황화수소와 같은 악취물질을 지닌 방류수가 하수관거로 유입된다. 따라서 펌프를 2시간 이내 간격으로 짧게 자주 가동하여 방류수를 하수관거로 소량씩 배출시킬 필요가 있다.

유속을 빠르게 유지할 필요성이 있다.

서울 곳곳에 소규모 하수처리장을 건설하여 그 지역에서 발생하는 하수는 그 지역에서 처리하도록 한다. 특히 개포, 가락, 목동, 상계, 고덕의 분류식하수관거 지역에 정화조를 가지고 있는 주택들이 아직도 많아 하수처리의 2중 부담을 안고 있는 상황이다. 따라서 분류식하수관거 정비 지역에는 반드시 하수처리장을 설치하고 정화조를 폐쇄하여 정화조에서 발생하는 악취를 해결해야 하며, 하수처리장의 처리수는 하천유지용수로 적극 활용해야 한다.

도쿄도 23개 특별구(615km²)는 1994년에 하수도 보급률 100%를 달성하였으며 합류식관거(80%), 분류식관거(20%) 정비지역이지만 분뇨정화조는 1개소도 없고 13개소의 물재생센터와 89개의 중계펌프장이 있다.

(2)

하수의 흐름에 따라 관거내에 퇴적물이 발생하지 않도록 오수관에는 0.6m/s, 우수관에는 0.8m/s의 최소유속을 최대한 확보한다.

악취에 취약한 좁은 골목은 되도록 오수관거를 따로 신설하여 오수관거가 바람이 잘 불어 환기가 잘되는 대로변에서 합류식관거와 만나도록 한다.

3) 하수관거의 악취를 강제로 배출시킬 수 있는 배기관 설치

아파트 및 대형 건물에서 오수를 펌핑할 때 발생하는 악취는 그 원인자인 아파트와 대형건물의 빗물받이에 환기구를 설치하여 그 건물의 옥상으로 배출한다면 어느 정도 해결할 수 있다. 굴뚝효과에 의한 악취도 빗물받이에서 인근 건물의 옥상으로 연결하는 환기구를 설치하여 해소한다.

4) 악취의 확산을 막을 수 있는 장치 설치

(1)

악취방지덮개는 기본적으로 비가 오지 않을 때는 닫혀 있어 빗물받이 내부

에서 발생하는 악취가 빗물받이 밖으로 새어나오지 못하게 하고, 비가 오면 도로의 빗물을 신속하게 배제하도록 설계되어 있다.

인도위의 열린 차집관거는 악취발생방지를 위하여 밀폐시켜야 한다.

처음에는 작동이 잘되는 악취방지덮개도 유지관리를 소홀하게 하면 협잡물로 인해 개폐가 제대로 안되는 경우가 발생하므로 각 지자체뿐만 아니라 악취방지덮개로 인한 수혜자도 동시에 유지관리를 하도록 하여 악취방지덮개가 설치된 지역을 일주일에 1회 이상 청소한다.

(2)

악취가 발생하는 지역이 광범위하거나 차집관거 유입부와 같이 외부로 노출될 수밖에 없는 경우 인근에 악취가 확산되지 않도록 차단막을 설치한다. 굴뚝 효과에 의해 악취도 하수관거내 악취확산 차단막을 설치하여 악취의 상류이동을 차단할 수 있다.

5) 하수도법 강화 필요

(1)

일정 규모 이상의 신설빌딩의 경우 그 빌딩의 50m 이내에서는 그 빌딩으로 인한 악취를 빌딩 소유주가 의무적으로 해결하도록 할 필요가 있다. 이러한 법적 의무사항이 있으면 빌딩을 신설할 경우 정화조 펌핑 시 발생하는 오수 악취를 해결하기 위하여 환기구를 설치하거나 오수관을 빌딩내뿐 아니라 빌딩외 50m까지 설치하게 된다.

(2)

하수관거내에 단차가 심하거나 경사가 심하여 하수의 흐름에 와류가 형성될 경우 악취가 발생하므로 현재 이러한 문제를 가지고 있는 하수관거나 신설되는 하수관거의 경우 단차가 발생하지 않고 경사가 1/5 이하가 되도록 설치할 수 있는 법을 제정한다.

6) 관련 부서 간의 연계강화 필요

서울시 본청의 경우 빗물받이의 악취는 하수계획과에서 담당하고 빗물받이 악취의 많은 원인을 차지하고 있는 정화조 관리는 수질과에서 담당하고 있으며, 각 구청의 경우도 빗물받이 관리와 정화조 관리 부서가 서로 다르다. 이와 같이 업무가 이원화됨으로써 악취관리 및 대책마련에 비효율성이 발생하고 있어 관련 부서 간의 업무협조와 연계강화가 시급한 실정이다.

도쿄도의 경우 하수도국(下水道局)만의 대응으로는 유지관리 지도와 법적인 근거 등의 면에서 한계가 있기 때문에 도쿄도 도청과 특별구 23개 구청의 악취 관련 부서가 연계하여 적절한 유지관리를 위한 구체적인 방법을 협의하고, 지구내 빌딩에 대한 악취발생방지 개선 지도를 지속적으로 실시하고 있다.

제35절 한강생태계 조사연구(1998년)

1.

1) 연구의 배경

물은 사람을 비롯해 모든 생명체의 생존에 필수적인 요소이며, 농업, 공업 등 모든 산업의 가장 기초적인 생산요소의 기능을 하는 중요한 자원이다. 서울이 인구, 정치, 경제, 사회, 문화 등의 중심도시로 발전할 수 있었던 것도 한강이라는 풍부한 수원이 위치하고 있었기 때문이다. 한강은 전체 유역면적이 우리나라 전 국토의 27%에 달하며, 서울을 중심으로 한 수도권 생활용수, 공업용수, 농업용수 등의 공급원으로서 매우 중요한 역할을 하고 있다. 하지만 한강종합개발사업에 따른 콘크리트 호안 조성은 수생태계와 육상생태계의 단절을 가져왔으며, 녹지축 및 코리더로 기능하는 수변생태계를 단순화시키고 파괴하게 되었다. 그러나 끊임없는 인위적인 간섭과 파괴에도 불구하고, 서울

의 가장 중요한 야생동식물의 서식처로 잠재적인 역할을 하고 있다. 특히, 1990년대 들어 환경에 대한 관심이 고조되기 시작하면서 한강이 개발되기 이전에 가지고 있던 생태적 건강성을 다시 회복시키기 위한 다양한 노력들이 시도되었으며, 한강생태계에 대한 정밀조사와 변화추이 분석 등에 대한 연구의 필요성이 대두되었다. 이에 따라 서울시에서는 1987년부터 “한강생태계 조사 연구”를 5차까지 수행해왔다.

이번 6차 연구에서는 한강본류 및 지류 그리고 2005년 새로이 조성된 청계천과 서울숲을 조사범위에 포함하여 지난 연구결과와 비교·분석을 통해 한강생태계의 변화양상을 파악하고, 장래 생태계의 보전 및 향상방안을 마련하는 체계적이고 장기적인 연구를 수행하고자 한다.

2) 연구의 진행방향 및 활용방안

『한강생태계 조사연구』는 한강생태계의 생물상에 대한 변화관찰을 위해 1987년부터 시작되어 2007년 이번 조사연구까지 6차에 걸쳐 진행되었다. 서울시정개발연구원이 개원되기 이전에 진행된 1차~2차 조사연구는 각각 자연보호중앙협의회, 서울시립대학교내 수도권개발연구소에서 수행하였고, 3차 조사연구부터 이번 조사연구까지 서울시정개발연구원에서 수행해오고 있다.

조사기간은 과거 12개월에서 점차 증가하여 이번 조사는 18개월간 수행되었고, 조사기간의 증가에 따라 과거 계절별 1회 실시하던 생물상 조사를 계절별 2회 실시함으로써 이전보다 한강생태계의 정확한 생물상을 파악하게 되었다. 한강생태계 조사연구 초기에는 한강본류역을 중심으로 조사가 이루어졌으나 조사가 거듭됨에 따라 유입지천(유입부 기준 1km 범위)과 밤섬을 조사지역에 포함시켰으며, 6차 조사연구(2007년)에서는 주요 지천(탄천, 중랑천, 안양천, 홍제천, 불광천) 및 새로이 조성된 청계천과 서울숲이 조사대상지에 추가되어 조사범위가 점차 확대되었다.

	1987 (1)	1990 (2)	1994 (3)	1988 (4)	2002 (5)	2007 (6)
	1986.10~1987.10 (13)	1989.6~1990.9 (16)	1993.5~1994.7 (15)	1997.8~1998.12 (17)	2001.3~2002.7 (16)	2006.2~2007.7 (17)
	36km 9		6	1km	1km	
						2002
			1	1	1	2002
	476	367	849	1,185	1,450	1,593
					GIS DB(CD)	GIS DB(CD), Web book

* 1) .

2) 2007 , 가 가 , 1980

생물상 조사분야도 점차 세분화되고 전문화되어 현재에는 식물성 플랑크톤, 동물성 플랑크톤, 수서곤충, 육상곤충 등 10개 조사팀으로 구성되어 조사를 실시하고 있다. 뿐만 아니라 생태환경 부문에 있어서도 1차 조사연구(1987년)에서는 하천현황과 수질을 파악하고 분석하는 것에 그쳤으나, 5차 조사연구(2002년)에서는 생태계 기능 및 상호영향을 분석하고 생물상 및 생태환경의 변화를 예측하는 등 한강생태계의 전반적인 부분까지 다루고 있다. 1차 조사연구는 분류군별 한강의 생물상을 조사하였으나 3차 조사연구 이후부터는 생물상보고서 제출뿐만 아니라 조사자료집, 조사자료의 GIS DB구축, 한강 및 주요지천의 생태지도 제작 등 시대의 흐름에 따라 변화하고 발전하고 있다. 1차부터 6차까지의 전반적인 연구의 흐름을 간략하게 정리하면 <표 2-14>와 같다.

2.

서울시는 한강 본류와 지류의 생태계를 조사·분석을 통하여 생태계 변화 추이를 파악하고 한강생태계 보전 및 향상방안을 마련하며 생태현황 정보의 입체적 관리를 위하여 1986년부터 “한강생태계 조사연구”를 5차까지 수행해 왔다. 조사결과 총 1,601종의 생물종이 서울의 하천에 서식하는 것으로 나타났다. 이는 지난 2002년 한강생태계 조사 당시의 1,450종에 비하여 151종이 증가한 것으로 한강의 생물 다양성이 높아졌음을 보여주고 있다. 식물류 902종, 어류 71종, 조류 98종, 양서파충류 19종, 육상곤충 398종, 수서곤충 및 저서무척추동물 100종, 포유류 13종으로 나타났다.

한강생태계 조사가 처음 시작되었던 1987년부터 2007년까지의 조사결과를 볼 때 생물상이 계속 증가하고 있어 한강의 자연성과 생태환경이 꾸준히 복원되고 있는 것으로 평가된다. 1990년 이후 수질개선노력, 한강 주요지점의 생태거점화(고덕지구의 형성, 서울숲과 중랑천 합류지역의 지형적 형성에 의한 새들의 휴식처 제공, 밤섬과 하류 지역의 어류서식처 제공)와 지류천의 자연형

하천복원, 생태적 관리방안 마련 등과 생물의 적응성 등의 복합적인 원인이 작용하였던 것으로 보인다.

한강의 주요지천의 생물종은 461종~592종으로 조사되었는데 이는 한강 본류의 생물종의 수 1,316종에 비해 아주 적은 것이다. 특히 식물의 경우 한강본류에 비해 매우 낮은 수준인데, 이는 지천 둔치를 시민들이 이용할 수 있는 휴식공간으로 조성하였기 때문이다. 또한 어류의 경우도 한강본류에 비해 적은 수준인데 이는 지천의 경우 한강본류에 비해 수질이 크게 나쁘고, 안정적인 유량확보가 어려우며, 어류 서식처 등 생물종 서식여건이 크게 열악한 상태에 기인한 것으로 분석된다. 다만 양서파충류의 경우만 본류와 유사한 종수를 보이고 있는데, 비교적 먹이사슬에서 높은 위치에 있는 양서파충류가 한강 전역에서 서식하고 있는 것은 지천의 생태계 서식환경이 꾸준히 개선되고 있음을 보여주고 있다고 판단된다.

어류는 1987년과 1990년의 종수인 20종~40종보다 2배 정도 많은 60종으로 증가하여 과거 50년대의 수준으로 회복되었다고 볼 수 있다. 우점종을 보면 80년대 이전에는 누치, 그 후에 수질이 악화되면서 붕어로 바뀌었다가 현재는 다시 누치로 변화하고 있다. 특히 어류가 이렇게 증가한 것은 한강의 안정화, 지류천의 수질개선, 한강 주요지점에 다양한 어류서식처 확보 등이 주요 요인이라고 평가된다.

외래도입종이면서 생태계 위해종인 황소개구리는 지난 조사에서는 확인되었으나 이번 조사에서 발견되지 않아 도태된 것으로 추정되고, 대신 붉은귀거북이 전 지역에서 확인되고 있었다. 외래식물인 단풍잎돼지풀, 가시박 등이 점차 확산되고 있는 것으로 확인되어 이들에 대한 적절한 관리가 필요한 것으로 평가되었다.

한강 생태지도는 생태계조사결과를 시민이 쉽게 인식할 수 있도록 하는데 목적이 있다. 따라서 생태계 조사결과를 쉽게 이해할 수 있도록 사진이나 도표를 이용하여 한강의 구간별 우점종, 희귀종 등 출현현황을 설명하였으며 생물

종의 분포와 생물의 특징을 한눈에 파악할 수 있도록 하였다. 총 6종의 한강생태지도를 제작하여 한강환경교육에 활용하거나 생태계 모니터링과 복원방법 등에 참고할 수 있도록 하였다.

3.

1) 생물상 조사 및 지침에 의한 생물종 관리

위해종, 외래종의 제거작업과 침입을 근본적으로 막을 수 있도록 서식조건을 변경하는 작업을 시행토록 한다. 또한 멸종위기종, 보호종, 고유종의 서식지 복원 및 보호를 하고 철새보호지역 및 생태경관보전지역에 대한 접근을 제한한다. 낚시 허용구간과 비허용구간을 명확히 설정하고, 생물종 방사에 대한 지침, 낚시법과 지침에 관한 책자를 작성·배포하여 생물종을 보호한다.

2) 지천의 자연형 하천 복원사업 추진

이치수 위주의 호안정비 방식에서 탈피하여 수생태계의 건강성을 확보하기 위한 방향으로 하천변을 재정비한다. 지천의 사주를 보호하여 철새들의 산란처, 먹이장소로 이용하게 하고 습지를 조성하여 양서류, 어류 등의 서식처로 이용하게 하며 종다양도의 증가에 기여토록 한다.

호안, 둔치의 자연형 하천으로의 복원 및 제방사면의 녹화사업을 확대한다. 또한 한강변 자연습지지역에 대하여 생태복원사업을 시행하여 생물들의 서식처로서의 기능을 향상시키도록 한다.

3) 한강생태박물관 건설을 통한 생태계 보호에 대한 교육 및 홍보

한강생태박물관을 향후 5년내에 건립하여 한강 생태계에 대해 시민들에게 홍보와 교육을 할 수 있게 한다. 또한, 한강의 생물상, 역사 및 문화자원에 대

한 내용을 담도록 하고, 한강에 대한 관리측면에서의 활동지침 등을 홍보하는 내용으로 구성한다.

4) 시민들의 협력 도모를 통한 지속적인 한강생태계 조사자료 업데이트

시민들이 UCC 및 웹서비스를 통해 생물상 및 수질 등을 파악한 내용을 입력할 수 있는 시스템을 개발하고 운용함으로써 시민들의 참여를 도모한다. 시스템에 올린 내용에 대해서는 전문가 그룹에서 검증함으로써 최종적으로 신뢰성을 부여한다.

5) 도시녹지축의 연결사업과 연계하여 한강으로의 녹지연결을 위한 노력

남북녹지축 연결사업과 연계하여 한강변, 지천변까지 도심 녹도가 연결되도록 함으로써, 녹지축이 생태계 징검다리의 기능을 하도록 한다. 한강의 조류를 포함한 야생동물 등이 근교 공원녹지에서서부터 한강까지 이동할 수 있도록 한다.

제36절 난지물재생센터 효율적인 민간위탁관리·운영방안 연구(2008년)

1.

하수처리시설의 운영·관리에 대한 민간위탁은 전문기업의 경영력과 기술력을 활용하여 공공시설의 운영 등을 효율적으로 수행함으로써 시민들에게 양질의 서비스를 제공하는 관리형태이다. 국제사회에서는 하수도에 대한 패러다임의 전환에 따라 물을 공공재가 아닌 경제재로 인식하고 있으며 공급주체가 국

가 지방정부에서 전문기업위주로 전환되어 가고 있다. 이에 따라 지금까지 공공위주로 공급한 하수도 서비스의 구조적 문제점을 해결하고 효율적이고 경쟁력있는 하수도 서비스를 공급하기 위한 하수도사업의 구조조정 및 경쟁력 제고정책이 추진되고 있다.

서울시는 국내·외의 하수도사업에 대한 국제적 변화와 정부정책에 대응하기 위해 1998년부터 구조조정의 일환으로 조직개편을 논의하고 4개 물재생센터 중에서 탄천과 서남물재생센터를 각각 2000년과 2001년에 운영관리 여건을 반영하여 종업원지주제 위탁으로 운영·관리하고 있다. 기존의 물재생센터의 민간위탁 운영관리방향과 2008년 서울시의 효율성과 경쟁력있는 조직개편계획에 의하여 난지물재생센터가 탄천물재생센터에 이어 민간위탁으로 전환하는 것으로 결정되었다. 이에 대해 난지물재생센터가 국제시장 개방에 대응하여 하수도사업의 경쟁력을 확보할 수 있는 민간위탁으로 운영되기 위해 필요한 효율적인 위탁방식과 적정 운영인력, 위탁관리비 및 운영관리방안 등을 마련하였다.

2.

첫째, 서울시 물재생센터의 위탁관리 목적은 하수도시설의 공공성을 유지하면서 효율적인 운영관리를 통하여 하수도경쟁력과 환경성을 확보하는 것이다. 물재생센터는 2000년 4월에 탄천물재생센터를 시작으로 2001년 8월에 서남물재생센터가 민간위탁으로 전환되었으며, 그 후 난지물재생센터를 민간위탁하는 것으로 계획되었다. 난지물재생센터는 1994년 12월에 처리용량 50만 m^3 /일 시설이 완공되고 1997년 12월에는 50만 m^3 /일 처리용량이 완공되어 현재 총 100만 m^3 /일 처리용량으로 운영하고 있다.

둘째, 우리나라 하수처리시설 위탁운영방법은 지방공단 위탁, 수자원공사 위탁, 민간기업 위탁, 종업원지주제(서울시만 존재) 등의 4가지 방식으로 나누

어진다. 서울시 난지물재생센터의 민간위탁 운영방식으로 적용할 수 있는 것은 종업원지주제이다. 종업원지주제는 현재 서울시 탄천물재생센터와과 서남물재생센터가 운영하고 있으며 고용승계에 의한 기존 인력의 유사시 대응능력을 확보할 수 있고 책임감 있고 투명한 관리운영이 가능한 특징을 가지고 있기 때문이다. 또한 기존 탄천물재생센터와과 서남물재생센터의 운영실적에 의거하여 난지물재생센터가 종업원지주제로 효율적으로 운영될 수 있는 것으로 나타났다. 또한 민간위탁을 원활하게 추진하기 위하여 중간과정을 도입하여 기존에 실시하고 있는 부분위탁을 확대실시하는 위탁방식도 가능하다.

셋째, 민간위탁 운영관리에 필요한 조직을 구축하기 위해 난지물재생센터의 현행조직에서의 업무별 목표, 기능, 활동에 대한 종합적으로 조사하고 사업운영과 인력운영상태를 검토하여 처리시스템구성에 적합하고 합리적인 조직 및 인력체계를 마련하는 것을 원칙으로 하였다. 민간위탁 조직은 대표이사 밑에 2실(관리실장, 운영실장), 6팀 체제로 개편하였다. 또한 적정인력은 직영체제에 비해 21.1%가 저감하였다.

넷째, 물재생사업은 공익적 특성이 강한 공공재이므로 물재생센터의 관리·운영활동이 민간업체에 위탁 시 시직영 운영수준보다 물재생능력 및 처리수준에 있어서 적어도 직영체제 수준의 유지 및 민간전문성과 경영능력의 발휘로 더욱 개선될 수 있도록 위탁관리비를 산정하는 것을 원칙으로 하였고, 산출된 난지물재생센터의 연간 민간위탁관리비는 직영체제에 비하여 9.71%가 감소하였다.

다섯째, 민간위탁에 대한 성과평가는 경제적 효율성, 환경적 효율성, 서비스에 대한 사업성과에 대하여 비교 평가하도록 하였다. 그러나 물재생센터에 대한 성과평가는 난지, 탄천, 서남의 4개 물재생센터에 대하여 통합평가하는 것으로 하여 4개의 물재생센터가 모두 민간위탁으로 전환된 후에 실시하는 것으로 하였다.

이와 같은 결과에 의하여 이 연구는 난지물재생센터의 효율적인 민간위탁

관리·운영방안으로 (1)난지물재생센터 운영분석 및 평가, (2)난지물재생센터 민간위탁방식, (3)난지물재생센터 운영조직 및 적정인력, (4)적정 민간위탁관리비 (5)물재생센터 성과평가방안 등을 마련하였다.

제37절 서울시 포장재 재활용산업 육성방안(2008년)

1.

서울시의 환경산업은 그 규모가 정확히 파악되지 않고 있다. 그 중 재활용 분야에 대한 서울시 환경산업의 사업체는 대부분 중소기업의 영세한 기업으로 매출부진, 운영자금 조달에 어려움을 겪고 있다. 더불어 도시재개발, 주민의 민원 등으로 인한 부지확보 곤란, 3D업종에 따른 구인난, 외국인 고용에 따른 법적규제 등의 애로가 있다. 또한 담보능력부족으로 은행 등 금융권과 각종 기금의 융자 등의 혜택을 받지 못하는 경우도 있다. 이에 따라 환경산업과 관련된 조례 제정 및 제도적·정책적 지원이 필요하다.

재활용 분야의 환경산업은 2003년 생산자책임재활용제도의 추진으로 6개 포장재(금속캔, 발포스티렌, 유리병, 종이팩, PET병, 플라스틱)와 5개 제품군(가전제품, 타이어, 윤활유, 형광등, 전지)이 생산자재활용의무대상으로 적용되어 품목별로 협회가 창립되어 활동하고 있다. 그러나 재활용에 대한 시민의식 부재 및 지방자치단체의 지원 부족 등으로 재활용 분야의 발전은 그 정도가 아직 미미한 실정이다.

서울시 환경산업의 육성방안으로 포장재 재활용산업 육성에 대한 방안을 마련하여 생활폐기물의 발생량 절감 및 재활용률의 향상을 도모한다. 특히, 생산자책임재활용제도 품목인 6개 포장재(금속캔, 발포스티렌, 유리병, 종이팩, PET병, 플라스틱)를 중심으로 서울시 25개 자치구의 재활용산업에 대한 문제

점, 애로사항 등을 파악하여 서울시 재활용산업의 발전방안을 모색한다.

서울시의 환경사업체 1,603개소 중 재활용 관련 환경사업체는 925개소로 대부분 영세한 폐기물 수집상인 환경서비스업체가 차지한다.

2.

1) 서울시 포장재 재활용산업 문제점 - 재활용품 분리배출에 대한 인식부족

종이팩은 가정에서 폐지와 분리배출해야 함에도 그에 대한 인식이 부족하고, 이에 대한 인식이 있더라도 재활용 분리수거장에 분리배출 시스템이 구축되어 있지 않다. 수거업체에서 수거할 때도 종이팩과 폐지를 함께 수거하는 경우가 많아 폐지와 섞이게 된다. 또한 종이팩과 같이 100% 펄프로 구성된 종이컵, 종이로 된 컵라면 용기는 대부분 쓰레기로 분류되어 문제가 된다.

유리병에는 생산자책임재활용제도에 적용되는 유리병 뿐 아니라 가정에서 발생하는 창유리, 유리컵 등의 잡유리가 함께 수거된다. 이 때문에 유리병의 선별과정에서 잡유리에 의해 발생하는 폐기물 및 이들의 선별 비용을 재활용업체에서 부담하고 있다.

플라스틱 중 필름류 포장재는 2004년 생산자책임재활용제도(Extended Producer Responsibility) 대상으로 추가되었으나, 아직까지 필름류 포장재가 그 대상 품목이라는 인식이 부족하여 일회용봉투 등 비대상 품목과 구별되지 않고 배출되고 있다. 이에 따라 이들의 분리선별에 소요되는 비용이 재활용 비용보다 많은 실정이다.

2) 서울시 포장재 재활용산업 문제점 - 최고가입찰방식

최고가입찰방식이란 업체 참가자들이 각자 희망하는 가격을 문서에 기입하고 봉인 후 동시에 개봉하여 최고 가격을 제시한 업체가 낙찰자가 되는 것이다.

3.

종이팩, 필름류 포장재는 재활용에 대한 주민들의 인식이 부족하여 분리배출이 제대로 되지 않고 있다. 따라서 각 자치구는 종이팩은 폐지와 분리배출을 해야 한다는 것과, 필름류 포장재는 생산자책임재활용제도 적용 대상품목이라는 내용의 홍보 전단지를 만들어 학교 가정통신문 및 반상회보를 통하여 주민들에게 배포하여야 한다. 이와 함께 지하철 광고, 언론보도, 캠페인 등을 통한 홍보도 고려해야 한다.

재활용산업을 육성하기 위한 서울시의 역할 및 지원방안을 「서울특별시 쓰레기줄이기와 자원재활용의 촉진에 관한 조례」 등에 명시한다.

종이팩의 분리수거를 위하여 공동주택에 재활용 수거대 설치를 지원한다. 이것이 비용적 측면에서 어렵다면, 종이팩과 쉽게 구분되는 유리병 혹은 금속캔 등과 함께 배출하여 자치구의 선별장에서 이들을 선별할 수 있도록 한다. 종이팩은 다른 포장재와 비교하여 재활용률이 낮으므로, 일본의 경우와 같이 종이팩을 자치구에서 직접 수거하여 해당 자치구 내의 종이팩 재활용업체에 직접 판매하는 방법도 한 방안이다.

유리병의 수거과정에서 함께 수거되는 창유리, 유리컵 등의 잡유리의 수거 의무는 지방자치단체에 있으므로 지방자치단체에서 비(非)EPR대상 품목의 재정적 지원을 할 필요가 있다.

우리나라에서는 분리배출된 6가지 포장재 재활용품을 선별장에서 다시 선별하고 있다. 특히 유리병은 색깔별 단가의 차이 때문에 선별장에서 공공근로자 등이 수동으로 색깔에 따라 분류하고 있다. 이를 고려하여 우리나라에서도 일본과 같이 배출할 때부터 흰색, 적색, 그 밖의 다른 색 등으로 분리·배출시킬 필요가 있다.

각 자치구에서 재활용제품 우선구매 사항을 권장사항이 아닌 의무사항으로 변경하여 자치구의 재활용제품 구매를 활성화시키고, 재활용제품의 수거, 선별 과정에서 발생하는 폐기물에 대한 처리의 지원을 강화시킨다.

6개 포장재 공제조합과의 주기적이고 정기적인 간담회를 개최하여 재활용관련 정보를 교류하고 이를 통하여 지방자치단체 재활용산업의 발전을 꾀한다.

1) 최고가입찰방식의 지양

지방자치단체에서 감사원의 감사 때문에 재활용품 매각에 최고가입찰방식을 채택하는 것이라면 재활용 선별·판매업무의 형태를 변경해야 함. 현재 서울시의 21개 자치구는 재활용품의 선별·매각 업무를 민간위탁하고 있으며, 이 경우 재활용품을 수의계약에 의해 매각하고 있다. 재활용품의 선별·매각 업무를 직영으로 하는 자치구에서 이 업무를 민간위탁시킨다면, 최고가입찰방식을 사용하지 않아 재활용 사업체들의 부담 경감 및 재활용 사업의 활성화가 촉진될 것이다.

최고가입찰방식의 대안으로 입찰참가자격 사전심사제(PQ : Pre- Qualification)를 도입하여 입찰 전에 미리 수행능력을 심사하여 일정수준 이상의 능력을 갖춘 업체에게 입찰 참가 자격을 부여한다. 가격만을 평가기준으로 하지 않고 업체의 매출액, 실적, 시설규모 및 종업원 수, 영업기간(안정성 측면), 환경적 측면(환경오염방지시설 위반 여부, 폐수처리 및 폐기물 처리의 적정성), 가격 등 복합적인 평가기준을 도입하여 업체를 선정하는 방식을 채택한다. 또한 과열 경쟁에 따른 과도한 낙찰가를 방지하기 위해 지방자치단체에서 품목별 단가를 고려하여 입찰가격의 상한선을 정한다(<표 2-16> 참조).

최고가입찰방식의 계약기간인 1년은 짧아 낙찰을 받은 재활용사업체의 시설투자가 어렵다. 따라서 사전심사제를 통하여 낙찰업체를 선정한 후 계약기간을 최소 3년으로 하여 재활용사업체의 안정적인 시설 투자가 가능하도록 한다.

가	가		
	<ul style="list-style-type: none"> • - - - () • - - 	70	
	• 가	30	가
		100	

물가변동 등에 따른 재활용품 단가의 상승 및 하락 시 다시 가격을 조절할 수 있도록 한다. 즉, 현재 강북구에서 수거·선별된 고철가격이 금년 7월까지 kg당 300원에서 8월부터 100원으로, 다시 10월부터 10원으로 하락됨에 따라 계약한 가격보다 큰 폭으로 하락하여 재활용업체에서 고철을 수거해가지 않는 일이 발생하고 있다. 이럴 경우 시장조사를 통해 가격을 재조정하여 선별장에서 적체현상이 발생되지 않도록 상호 협상전략이 요구된다.

제38절 고도재생수를 이용한 서울시 지천의 유지수량 확보 방안(2009년)

1.

서울시에는 한강을 포함하여 모두 36개의 법정하천이 있으나, 대부분의 하천이 유량의 감소 및 고갈로 인하여 본래 모습을 찾아보기 어려운 실정이다. 서울시는 자연형 하천을 조성하기 위한 “하천정비기본계획”, “복개하천 복원 타당성 연구”, “시민적 수요에 부응한 하천유지용수 확보 및 공급방안 연구” 등을 통하여 청계천을 시발점으로 도시하천의 자연생태성 복원을 활발하게 추

진하고 있다. 그러나 하천이 대부분 건천화되어 있어 하천유지용수 확보가 시급한 문제로 대두되고 있다.

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 있다.

이러한 상황에서 하수처리수는 연중 발생량이 일정하고 막대하며(2007년 기준 : 65억m³/년) 고도처리로 수질이 양호하여 안정적인 대체 수자원으로 부각되고 있다.

서울시는 2008년 중량물재생센터 2처리장에서 46만m³/일의 고도처리시설 가동을 시작으로 2013년까지 서울시 4개 물재생센터의 처리수를 전량 고도처리할 계획이다. 한편, 서울시 4개 물재생센터의 시설용량은 581만m³/일이지만 평균 유입하수량은 2009년 현재 430만m³/일 정도로 시설용량이 151만m³/일의 여유가 있다. 그러나 2002년 「하수도정비기본계획보고서(변경)」에서 제시되었던 것처럼 앞으로 하천상류의 중·소규모 하수처리장 신설은 부지확보 및 님비(NIMBY) 현상 등의 문제로 쉽지 않은 것으로 판단된다. 따라서 이 연구에서는 서울시 하천의 유지용수 확보에 대한 문제를 해결하기 위하여 중량물재생센터에 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 고찰한다.

2.

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 비교한다.

< 2-17>

그 결과, 복개하천인 월곡천, 화계천 등 12개 하천과 현재 유지유량이 확보된 성북천, 정릉천 등 10개 하천을 제외하면 유지수량 공급이 필요한 하천은 <표 2-17>과 같다. 즉, 유지수량 공급이 필요한 하천은 중랑하수처리구역의 도봉천, 방학천, 우이천, 대동천, 목동천과 탄천하수처리구역의 여의천, 세곡천, 고덕천, 망월천, 그리고 서남하수처리구역의 도림천이다. 난지하수처리구역에는 유지수량 공급이 필요한 하천은 없다.

2) 고도재생수의 공급유량 및 공급수질

유지수량 공급이 필요한 10개 하천을 대상으로 고도처리수의 공급유량 및 공급수질을 살펴보면 <표 2-18>과 같다.

각 하천의 공급수질은 목표수질과 목표용수로 나타낸다. 목표수질은 「하천정비기본계획보고서」에 명시된 목표수질을 사용하였으며, 목표용수는 각 하천의 특성에 따라 물과의 접촉여부를 고려하여 친수용수와 유지용수로 나타낸다.

< 2-18>

		(m ³ /)		
		10,100	II	
		10,000	III	
		14,000	III	
		6,300	II	
		3,900	III	
		8,000	III	
		9,000	III	
		9,000	III	
		4,500	II	
		11,900		la
				II
				III

3) 고도재생수의 하천유지용수 공급

서울시의 하천 중 유지용수 공급이 필요한 총 10개 하천에 대하여 하수처리구역별 하천유지용수 공급유량 및 압송관거연장을 살펴보면 <표 2-19>와 같다.

< 2-19>

		(m ³ /)	(km)
		10,100	16.3
		10,000	15.8
		14,000	13.2
		6,300	16.1
		3,900	9.5
		8,000	9.1
		9,000	7.1
		9,000	18.0
		4,500	19.2
		11,900	22.5

: 「 」

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

서울시는 2009년 5월 오세훈 시장의 방침에 따라 중량물재생센터에서 처리된 20만 m^3 /일의 고도재생수를 중랑천 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, 목동천에 10,000 m^3 /일을 공급할 예정이다.

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 한다.

3.

서울시가 우선 중량물재생센터에 이미 완공된 46만 m^3 /일의 고도처리시설을 이용하여 중랑천 수계의 하천유지수량을 확보할 경우 생태하천 환경개선으로 인한 친환경적 공간 창출, 도심경관 개선, 시민휴식 및 체육시설공간으로 삶의 활력소 제공, 하천주변 상권의 활성화 및 도심 온도 저하 등을 가져온다. 이러한 장점을 가진 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 설정한

다. 하천의 공급용수를 인체와의 접촉여부를 고려하여 친수용수와 유지용수로 구분한다.

수질항목은 pH(수소이온농도), BOD, SS(부유성 고형물질), 냄새, 색도, T-N(총질소), T-P(총인), 대장균군 등 총 8개 항목으로 인체와 접촉하는 친수용수는 <표 2-20>과 같이 환경부에서 제시한 친수용수 및 유지용수 기준보다 강화할 것을 제안한다.

< 2-20> ()

		()	2)
pH	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5
SS(mg/L)	25	6	6
BOD(mg/L)	10	3	3
()	40	5	5
T-N(mg/L)	10	5 ¹⁾	10
T-P(mg/L)	1	0.2 ¹⁾	1
(/100mL)	1,000		

1) T-N 5mg/L, T-P 0.2mg/L

2) Rubber Dam() 0.5~1.5

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 향상시킨다.

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 또

는 불검출로 나타난다. 단 사람들이 쉽게 접근할 수 있고 물놀이를 할 수 있는 하천에는 여과공정과 고급산화공정을 도입할 것을 제안한다. 또한 하천변에 수초 등을 식재하여 물과의 접촉을 차단하고 단지 경관으로 보고 즐기는 하천을 조성하는 방안도 좋은 대안이라고 판단된다.

3) 하수재처리방법을 통한 고도처리수의 수질 강화

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

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 개선한다. 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 개선한다.

한편, 서울시는 중랑천 수계 친수유량 공급방안으로 중랑물재생센터에서의 10만m³/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.

고도처리시설을 개축 중인 탄천물재생센터의 경우 고도처리수를 하천유지 용수로 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 매년 유량변화의 폭이 크다. 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 제안한다.

제39절 음식폐기물처리 개선방안 연구(2009년)

1.

음식폐기물을 한 곳으로 모아 대단위로 퇴비, 사료 등을 생산하는 방법은 다양한 문제들로 인하여 어려움을 겪고 있다. 음식폐기물을 수집하고 처리하는 동안에 악취를 발생시키고 도시 미관을 저해하여 서울의 품위를 떨어뜨리고 있다. 또한 처리과정에서 발생하는 고농도의 폐수는 처리가 까다롭고 정상적인 처리에 많은 비용을 요구하며, 비교적 수월한 처리방법인 해양배출도 2013년부터 금지될 예정이어서 어려움이 가중될 전망이다. 음식폐기물로 만들

어진 사료와 퇴비는 화학비료에 비해 비효(肥效)가 떨어지고 계분, 돈분, 어분 따위로 만들어진 기존 유기질 비료와도 치열하게 경쟁해야 한다. 특히 사용농가에서 잡초발생과 같은 문제를 제기하는 등 품질경쟁에서 밀리고 있다. 서울의 음식폐기물을 처리하는 타 지방 소재 처리시설 주변 주민들의 불만이 높고 행정당국에 이의 해결을 요구함으로써 서울시와 타 지방정부 간의 갈등을 야기하는 요인이 되고 있다.

음식폐기물 분리배출은 서울시민의 가장 어려운 일상사 중 하나로 지목되고 있다. 음식폐기물의 분리배출을 육아 다음으로 어려운 가사(家事)라고 인식하는 주부들이 늘어나고 있다. 여러 가지 폐기물 중에서도 음식폐기물의 분리배출이 가장 골치 아프고 가정불화의 원인이 되기도 한다는 보도도 가끔 접한다. 이에 따라 음식폐기물을 편리하게 다루는 건조기, 분쇄기 등 가정용 처리기가 급속히 보급되고 그 시장도 점차 커지고 있으며, 신혼부부의 대표적인 혼수품으로 대접받고 있다.

미국, 일본, 유럽의 여러 국가 또는 도시에서는 분쇄기를 예전부터 사용하고 있고, 특히 미국 뉴욕시의 경우 분쇄기의 사용에 적합하지 않다는 합류식 하수관거지역에도 분쇄기의 사용을 1998년부터 허용하고 있다. 근래에 건설되는 일본의 맨션형 주택(우리나라의 아파트)은 대부분 분쇄기를 설치한 채로 분양하고 있으며, 홋카이도의 일부 지자체에서는 분류식 하수관거지역의 모든 주택을 대상으로 분쇄기의 사용을 권장하고 있다. 우리나라에서는 1985년부터 10여년 동안 분쇄기가 제작 유통되었으나 하수도에 대한 부정적인 영향을 방지하고자 1995년부터 사용이 금지되었다.

서울시에서도 분쇄기를 음식폐기물 처리수단의 하나로 검토할 필요가 있으나 체계적이고 심도있는 접근이 이루어진 바가 없다. 현재 음식폐기물의 분리배출에 따른 불편을 해소하고자 주민들 스스로 감량기와 같은 가정용 처리기를 구입하는 상황이고, 불리한 처리시설 설치여건, 외국의 사용사례, 지속적인 하수도정비 등을 감안하면 서울에서도 분쇄기를 음식폐기물 처리수단의 하나

로 검토할 필요가 있다.

그러나 분쇄기 사용이 생활하수, 옥내배관, 공공하수관거, 하수처리시설과 같은 물리적인 부분에 미치는 영향과 시민들의 생활, 자원과 에너지 소비와 같은 사회적인 부분에 미치는 영향을 체계적으로 분석한 바 없으며, 분쇄기 사용을 위한 법적·제도적 기반도 검토된 바 없다. 따라서 이상의 사항들을 연구할 필요가 있다.

2.

분쇄오수의 특성분석에서는 음식폐기물을 분쇄하는 경우 수질부하를 유발하는 오수로 변하고 입자들의 크기 또한 작지 않아 공공하수도로 곧바로 방류하는 경우 공공하수관거에 영향을 미칠 수 있으며 옥내배관에서도 문제를 일으킬 가능성이 있음을 확인하였다. 그리고 공공하수관거의 상태는 경사도, 차집관의 구조 등이 만족스럽지 못해 음식폐기물 분쇄오수가 유입될 경우 현재 나타나는 문제들이 더 심화될 수 밖에 없으며, 공공하수처리시설도 최근에 강화된 방류수 수질기준을 초과하는 상황이어서 분쇄오수와 같은 추가적인 부하를 수용할 여지가 없었다. 물리적 여건 중 오물분쇄기의 사용에 긍정적인 요소는 우리나라와 일본의 기준에 맞게 배관공사가 이루어졌다면 기존 건물들도 오물분쇄기의 사용에 큰 불편이 없을 것으로 판단되었다. 오물분쇄기에 대한 주민들의 선호도는 매우 높았으며 특히 사용이 허용된다면 80% 이상이 사용할 것이라고 응답하였다. 기대하는 설치비용이 20만원 수준이나 일본의 예를 볼 때 50만원 이상 소요되는 경우가 많아 실제 사용여부는 달라질 수 있다. 그러나 현재 음식폐기물 분리배출에 많은 애로를 겪고 있어서 오물분쇄기의 사용이 허용된다면 그 수요가 적지 않을 것으로 예상된다. 그렇지만 공공하수관거 및 하수처리장과 같은 서울의 공공자산은 분쇄오수를 수용할 여지를 갖추지 못하고 있기 때문에 이러한 상황에서도 당장 오물분쇄기를 사용하고자 한

다면 분뇨정화조와 같은 오수처리시설을 구비하고 있는 일본과 같이 방류수질을 BOD 및 SS 300mg/L 이하까지 생물학적 전처리를 한 후 공급하수관거에 유입시켜야 할 것이다. 향후 점진적으로 공공하수관거를 정비하여 멀지 않은 미래에는 모든 지역에 자체 처리시설을 설치하지 않고도 오물분쇄기를 사용할 수 있는 여건을 갖추어 나갈 필요가 있다.

실제로 우리나라와 하수도 여건이 유사한 일본이 1996년부터 오물분쇄기 사용을 허용하여 2008년도(2007.04.01~2008.03.31)까지 총 303,412호에 설치되어 가동되고 있다. 특히 2003년도부터 2007년도까지 설치된 오물분쇄기가 253,174개로 전체의 83.4%를 차지하면서 오물분쇄기에 대한 관심과 설치가 많아진 것을 알 수 있다.

제40절 서울특별시 물환경 종합관리계획(2009년)

1.

서울시는 한반도의 중앙에 위치하고 있으며, 36개의 법정하천유역에 의한 다양한 물환경을 가지고 있다. 물은 사람을 포함한 모든 생물의 생존에 없어서는 안되는 필수적인 요소이다. 서울시에서 물은 태양에너지를 받아 육지나 바다로부터 증발한 후 눈·비가 되어 지표에 내려 토양수나 지하수로서 보관·유지된다. 그리고 나서 하천으로 용출한 후에 바다로 흘러가 증발하여 다시 눈·비가 되어 내리는 자연계 물순환 흐름을 형성하고 있다. 이러한 물순환은 열의 이동, 물질의 운반, 수질의 정화, 다양한 생태계 유지 등의 기능을 갖고 있어 서울시민의 일상생활이나 사업활동에 다양한 혜택을 주고 있다.

서울시는 국제도시로서 눈부신 발전을 이루었으나 급격한 도시화에 따른 인구증가와 지역개발에 의하여 초기에는 녹지감소나 수질악화 등이 진행되어 물

환경에 악영향을 주어왔다. 하천수질의 악화는 하수도의 정비 등에 의해 개선되고, 하천범람으로 빈번하게 발생하는 침수피해는 적극적인 하천정비에 의해 감소되었다. 그러나 상업지 및 주거지의 개발이 활발히 진행됨에 따라 녹지·농지의 감소와 도로포장은 불투수면을 증가시켜 우수가 지하로 침투되는 것을 막아 하천유량의 감소, 지하수 수위저하·지반침하, 지표면 유출수가 지하로 침투하지 않고 일시에 하수관거와 하천으로 유입되어 도시형 수해 등의 새로운 현상이 일어나고 있다. 또한 하천개수에 의한 호안의 콘크리트 정비와 하천 녹지대의 감소 등은 아이들의 물놀이로 친숙한 물가를 감소시키고 어류와 조류 등 생물의 서식환경에 영향을 주어 동식물이 살지 못하는 물환경으로 변하게 하였다. 이러한 상황에서 서울시는 시민들에게 물환경의 혜택을 널리 향유할 수 있도록 하고 미래의 세대에게 승계시키기 위해서 수질오염으로 인한 시민건강 및 환경상의 위해를 예방하고 하천·호소 등 공공수역의 수질 및 수생태계를 적정하게 관리·보전할 수 있는 대책을 수립하여야 한다.

물환경종합관리계획에서는 서울시가 가지는 자연적·사회적 특성을 근거로 하여 물환경을 둘러싼 여러 가지 문제점을 파악하고 시민, 물, 자연이 공생하는 건전한 물환경을 보전·창출하기 위한 기본방향과 목표를 설정한다. 그리고 시민의 공유재산인 건전한 물환경을 미래세대에 계승시키기 위해 시민·기업·행정의 협동에 의한 일체적, 종합적으로 추진할 수 있는 대책을 마련한다.

2.

첫째, 「서울특별시 물환경종합관리계획」은 기후변화, 물부족, 수질오염, 생태계파괴 등의 지구환경위기 극복을 위한 국제 노력에 능동적으로 대응하는 2020년까지의 서울시 물환경관리를 총괄하는 계획으로서 도시계획과 지역의 수질 및 수생태계를 포함한 물환경 개선계획의 연계성을 제고하는 계획이다.

둘째, 서울시 물환경현황을 중랑천, 탄천, 안양천, 홍제천의 4개 물환경권역

으로 구분하여 도시요소, 수량변화, 수질변화, 수생태계 변화, 하천현황, 오염 발생현황, 시민의 물접촉 변화 등에 대해 구체적으로 파악하여 건전한 물환경 도시 서울을 구축하기 위해 해결해야 하는 물환경과제를 도출하였다. 20세기에 해결하지 못한 물환경과제를 향후 2020년까지 해소하기 위해서 물환경비전을 「사람·물·자연이 공생하는 건전한 물환경」으로 설정하였으며, 물환경 관리방향을 “안전하고 깨끗한 물환경도시”, “풍부하고 순환하는 물환경도시”, “자연과 시민이 함께하는 물환경도시”로 제시하였다.

셋째, 서울시가 2020년까지 건전한 물환경도시로 전환되기 위해서는 ① 확률연수 30년 강우에 대해 침수 Zero 도시 구축, ② 상수원 목표수질 달성, ③ 물놀이가 가능한 BOD 3mg/L로 하천수질 유지, ④ 유해물질에 의한 지하수오염방지, ⑤ 건천 시 하천의 물길 100% 확보, ⑥ 상수도 의존율을 낮추고 하수고도처리수, 중수도, 빗물이용에 의한 서울시 자체적 물자급률 14% 이상 확보, ⑦ 물순환을 개발 전의 자연물순환계로 전환하고 용천수를 회복, ⑧ 친수공간을 제공하여 시민생활 속의 수변공간 조성, ⑨ 법정하천의 자연형 하천 100% 조성 등의 9개 목표를 달성하여야 한다. 이들 목표를 달성하기 위해 주요시책 10개 부분에 대해 현황과 배경, 국내외 관련사례의 종합비교 검토를 통하여 주요대책과 사업계획으로 제시하여 담당행정, 민간 및 관련분야에서 현실성있고 합리적으로 직접 적용할 수 있도록 구성하였다.

넷째, 물환경종합관리계획에 특히 물환경 회복의 주요사업인 수질 및 수생태계 보전계획을 수립하였다. 특히 서울시 물길의 주축인 중랑천, 탄천, 안양천의 수질을 물놀이를 할 수 있는 정도로 개선하기 위하여 물재생센터의 하수고도처리사업과 함께 우천 시 배출되는 초기우수와 CSOs(Combined Sewer Overflows)에 대한 세부적인 저감 및 처리대책을 마련하였다. 또한 도시개발로 인해 변형된 물순환을 자연상태로 회복하기 위하여 빗물을 가두고 머금기에 대한 세부 가이드라인의 내용을 수록하였다.

다섯째, 물환경 목표를 달성하기 위한 사업이 지역여건 및 변화에 능동적으

로 대처하고, 합리적으로 추진될 수 있도록 기존 계획을 검토반영하여 사업비를 제시하였다.

여섯째, 중랑천물환경권역, 탄천물환경권역, 안양천물환경권역 및 홍제천물환경권역의 하천에서 물놀이를 할 수 있도록 목표연도 2013년과 2020년에 대해 수질개선사업으로 달성가능한 하천목표수질을 설정하였다.

이와 같은 결과에 의하여 서울특별시 물환경종합관리계획으로서 (1) 물환경 종합관리 개요, (2) 서울시 물환경 현황, (3) 서울시 물환경 비전 및 목표, (4) 물환경 주요시책, (5) 물환경 목표달성 주요 사업계획, (6) 권역별 수질목표 달성 사업계획 등을 제안하였다.

제41절 서울특별시 수질 및 수생태계 보전계획(2009년)

1.

“자연이 숨쉬는 청정한 물환경”을 위하여 생태적으로 건강하고 지속가능한 물환경을 구축하고, 야생 동식물 서식지 보전 및 회복을 통한 자연환경을 회복하며, 시민이 물문화를 누리는 쾌적한 물환경을 조성하기 위하여 2013년을 관리목표로 설정하여 2006년 평균 하천수질과 같은 수준 이상으로 수질을 개선하고자 한다.

2.

1) 하천발원지부터 하구까지 생명체활동이 왕성한 생태하천으로 복원

콘크리트 구조물에 의해 직강화된 하천을 자연식생이 조성된 하천으로 복원하고 하수고도처리수, 계곡수, 빗물 등을 공급하여 건천화된 하천의 유지유량

을 확보하며 한강 및 물환경권역별 지방 1, 2급 하천을 동식물이 풍부한 생태 하천으로 복원한다.

민간단위의 하천관리시스템 구축 및 지원과 함께 생태하천이 운영관리 지침을 마련하여 민간단위의 수질 및 생태계 보전활동을 활성화시킨다.

또한, 수생생물 현황, 하천의 생물 서식환경 등 수생태계 건강성평가의 기법 및 기준을 개발하고, 현재 수질측정망지점, 물환경권역별 하천대표지점, 보전 및 복원 대상지점 등을 고려하여 하천 수생태계의 측정망지점을 설정한다.

물환경권역별 지방 1, 2급 하천제외지의 경작지 및 경작현황을 조사하고, 하천제외지내 농경지의 시비량, 농약사용량 등 오염물질 발생량 현황조사 및 수체에 미치는 오염영향을 파악한다.

2) 오염원관리를 통한 사전예방적 하천관리체계 구축

하천이 경기도지역과 연결되어 있는 중랑천, 탄천, 안양천의 하천수질개선을 위하여 경기도 및 서울시의 고도처리사업을 추진하고, 우천 시 경기도 및 서울시 물재생센터에서의 초기우수처리를 강화한다. 또한 서울시와 경기도가 연결되어 있는 중랑천, 탄천, 안양천은 하천환경행정협의회를 구성하여 경기도와 서울시를 연계하는 하천환경을 효율적이고 합리적으로 관리한다.

서울시 하천에 영향을 주는 CSOs 부하량을 파악하고 저감사업을 추진하는 한편, 하천유역별 비점오염저감 및 하상퇴적물 준설방안 시행계획을 수립한다. CSOs와 비점오염물질의 유출에 직접 영향을 주는 빗물유출의 심각성을 알리는 「빗물유출줄이기 캠페인」 등의 홍보사업을 추진한다.

3) 지속가능한 유역관리중심의 물환경권역 관리

오염원, 수질, 수량 등 수계오염특성 정보의 종합관리 및 정보서비스 향상을 위한 물환경관리 정보인프라를 구축하고 수질오염총량제 시행을 준비한다. 또

한 수자원 상태를 고려한 순환형 물재이용체계를 구축하고 물환경여건을 반영한 물환경정책 지원기반을 구축한다.

4) 물문화가 창조되고 향유되는 물환경 확충

하수고도처리수, 빗물 등을 하천유지용수로 공급하는 사업을 추진하고 하수처리수의 하천유지용수 이용사업을 평가하도록 한다. 또한, 삭막한 도시에 실개천을 조성하고 인근 지하유출수를 공급하여 쾌적한 친수공간을 시민들에게 제공한다.

시민과 함께 하는 하천정화운동 및 하천별 하천환경행정협의회 운영을 추진한다.

제42절 잠실상수원 유역 비점오염원 관리방안 연구(2009년)

1.

잠실상수원은 서울시 수도원수의 대부분을 취수하는 중요한 상수원이다. 서울시는 그동안 상수원으로 보호하기 위해 유역에서 발생하는 오염물질이 잠실상수원으로 유입되는 양을 줄이기 위해 많은 정책을 추진하여 수질을 크게 개선시켰으나 오염물질이 우천 시에 비점오염원 형태로 유입되어 목표수질이 유지되지 못하고 있다.

비점오염원(非點汚染源)은 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제2조의 정의에서와 같이 도시, 도로, 농지, 산지, 공사장 등으로서 불특정장소에서 불특정하게 수질오염물질을 배출하는 배출원을 나타낸다. 비점오염물질로서 농작물에 흡수되지 않고 농경지에 남아 있는 비료는 배출원을 나타낸다. 비점오염물질로서 농작물에 흡수되지 않고 농경지에 남아 있는 비료와 농약, 초지에 방

목된 가축의 배설물, 빗물에 섞인 대기오염물질, 도로노면의 퇴적물, 합류식 하수관거에서 우천 시 차집관거와 물재생센터의 하수유입량을 초과하는 오염 부하량은 공공수역이나 하천으로 유입된다. 비점오염원은 점오염원과 구별되며, 오염물질의 유출 및 배출경로가 명확하게 구분되지 않고 발생량·배출량이 강수량 등 기상조건에 크게 좌우되므로 점오염원과 달리 체계적인 관리가 어렵다.

외국의 경우 비점오염원의 발생단계부터 처리단계까지 일련의 최적화된 관리기법(BMPs : Best Management Practices)이 일반적으로 수행되고 있다. 특히 미국은 비점오염원 관리를 위한 법 및 제도적으로 시스템을 갖추고 중앙정부와 지방정부 그리고 비점오염원 유출에 영향을 끼치는 각 부처가 종합적이고 다양한 비점관리체계를 구축하고 있다. 법제규제상으로 도시지역의 CSOs, 분류식관거 우수유출수, 공업지역 및 건설현장의 우수유출수를 점오염원처럼 배출허가를 받도록 규제하는 등 수계의 수질달성을 위한 유역별 비점오염원 오염부하 저감에 엄격한 규제와 많은 투자를 하고 있다. 우리나라는 환경부가 1995년 전국 비점오염원 조사를 통해 비점오염원이 수질오염에 기여하는 비율이 SS는 50% 이상이고 BOD가 20~30% 정도라고 제시하였다. 비점오염원 관리는 발생원에서의 관리가 효율적인 것으로 인식하고 2004년 3월에는 관계 부처합동으로 마련한 ‘물관리종합대책’을 강화하기 위해 “4대강 비점오염원 관리 종합대책”을 마련하여 2020년까지 시행하기로 했다.

서울시는 잠실상수원을 상수원의 수질로 지속적으로 유지하여야 한다. 잠실상수원 유역은 대부분 도시로 개발되어 있으며 합류식하수도 지역으로서 청천시에는 오염물질이 유입되지 않지만 우천 시 특히 강우초기에 고농도 오염물질이 합류식하수도 월류수(CSOs)형태로 유입되어 일시적으로 수질유지를 어렵게 만들고 있다. 월류수는 비점오염원 특성을 지니고 있으면서 우수토구 등 점오염원으로 배출되므로 관거말단부인 우수지 또는 우수토실 등에서 오염부하를 저감하게 되면 강우 시 공공수역의 오염을 저감하여 수질을 관리할 수 있다. 그러나 우수지나 우수토실 등에서 발생하는 월류수는 우천 시 하수관거 내

부에 침전된 퇴적물의 유량증가로 인하여 하수관거에서 하천으로 배출되어 직접 배출되는 비점오염원과 함께 하천수질 및 생태계에 악영향을 미치고 있다.

그러므로 잠실상수원으로 우천 시에 오염물질이 유입되지 않도록 하기 위하여 서울시 비점오염원 관리정책에 대하여 종합적으로 검토하고, 상수원으로서의 수질목표치를 설정하여 목표치 달성을 위한 관리방향과 단계별 장·단기적인 비점오염원 관리방안이 마련되어야 한다.

2.

1) 잠실상수원 목표수질 달성계획

(1)

목표수질은 상수원으로서의 수질을 유지하여야 하며, 잠실상수원의 수질이 팔달담 방류수의 수질에 크게 좌우되고 또한 토구에서 관리해야 하는 월류수 수질정도를 고려하여 설정한다. 토구에서의 우천 시 월류수 수질은 하수도법에 의한 BOD 40mg/L과 상수원으로 수질유지의 중요성을 고려하여 BOD 10mg/L의 2가지 월류수질을 검토하여 적용한다.

잠실상수원유역의 목표수질을 달성하기 위한 4가지 방안은 다음과 같다.

잠실상수원유역 목표수질 설정 -4가지 방안	
관리방안 1	• 잠실상수원의 상수원 목표수질인 BOD 1mg/L 달성계획
관리방안 2	• 잠실상수원 수질을 팔달담 수질 유지계획
관리방안 3	• 토구 월류수질을 BOD 10mg/L 미만으로 유지하는 계획 (상수원 중요도 고려하여 월류수수질 만족)
관리방안 4	• 토구 월류수질을 BOD 40mg/L 미만으로 유지하는 계획 (하수도법 월류수 기준 만족)

(2)

“BOD 1mg/L” 1

	100% 108kg/ 42.6% 229kg/	10mg/L CSOs
	646kg/ 52.2% 337kg/	
	가	52.2%
	, 48.5%, 29.3%	65.9% 가

“ ” 2

	100% 108kg/ 42.6% 229kg/	10mg/L CSOs
	CSOs 100% 108kg/	10mg/L 62.1% 334kg/
	, 가	68.5%
	37.5% 25.4%	

“ BOD 10mg/L ” 3

	10mg/L	52.2%	2.4mg/L 2.0mg/L
		52.2%	
		52.2%	

“ BOD 40mg/L ” 4

	/L	20.2%	2.4mg/L 2.3mg/L 40mg
		52.2%	
		52.2%	

(3)

소배수유역1에서 토구 광장05-40027의 관거 3150-300은 유출량 0.236m³/s까지 차집하고, 월류수수질조건 40mg/L에 대하여 0.242m³/s까지 저류하며, 월류수수질 10mg/L일 때는 40mg/L에 비하여 큰 값인 0.969m³/s까지 저류한다.

소배수유역2에서 토구 광장05-40015의 관거 1156-300은 유출량 0.420m³/s까지 차집하고, 월류수수질 40mg/L에 대해 0.417m³/s까지 저류하고, 3Q 차집만으로 40mg/L를 만족하며 방류수수질 10mg/L은 40mg/L에 비하여 4배 큰 값인 1.666 m³/s까지 저류한다.

소배수유역4에서 토구 하일25-00001의 관거 0082-200은 유출량 0.220m³/s까지 차집하고, 월류수수질 40mg/L에 대해 0.238m³/s까지 저류하며, 10mg/L에 대해 0.952m³/s까지 저류한다.

소배수유역5에서 토구 암사25-00030의 관거 0951-100은 유출량 0.968m³/s까지 차집하고, 월류수수질 40mg/L에 대해 0.864m³/s까지 저류하여 3Q 차집만으로 40mg/L를 만족하며, 월류수수질조건 10mg/L에 대하여 40mg/L에 비하여 4배 큰 값인 3.457m³/s까지 저류한다.

소배수유역6에서 토구 천호25-00018의 관거 0403-800은 유출량 0.994m³/s까지 차집하고, 월류수수질조건 40mg/L에 대하여 0.971m³/s까지 저류하여 3Q 차집만으로 40mg/L를 만족하며, 월류수수질 10mg/L에 대하여 3.883m³/s까지 저류한다.

소배수유역7에서 풍납유수지 토구의 관거 0102-100은 유출량 1.613m³/s까지 차집하고, 월류수수질 40mg/L에서는 1.689m³/s까지 저류하여 3Q 차집만으로 월류수수질을 만족하며, 방류수수질 10mg/L에 대하여 6.756m³/s까지 저류한다.

소배수유역8에서 송과1 24-00079~24-00075의 관거 0092-400은 유출량 0.734m³/s까지 차집하고, 월류수수질 40mg/L에 대하여 0.833m³/s까지 저류하여 3Q 차집으로 월류수수질 40mg/L를 만족하며, 방류수수질조건 10mg/L에 대하여

40mg/L에 비하여 4배 큰값인 3.333m³/s까지 저류한다.

성내천배수유역 관거 0612-800은 유출량 0.089m³/s까지 차집하고, 월류수수질조건 40mg/L에 대하여 0.095m³/s까지 저류하여 3Q 차집으로 40mg/L를 만족하며, 월류수수질 10mg/L에 대하여 0.381m³/s까지 저류한다.

고덕천배수유역에서 고덕천토구의 관거 0960-910은 유출량 0.029m³/s까지 차집하고, 월류수수질조건 40mg/L에 대하여 0.033m³/s까지 저류하여 3Q 차집만으로 40mg/L를 만족하며, 월류수수질 10mg/L에 대해 0.130m³/s까지 저류한다.

10mg/L

잠실상수원 토구의 월류수수질을 10mg/L 이하로 관리할 경우 소배수유역에서 풍수기를 제외한 나머지 8개월 중 5월의 저류량은 독립강우 1회당 평균 184,743m³/회로 가장 많으며, 저감되는 오염부하량은 3.086.7kg/회이다.

40mg/L

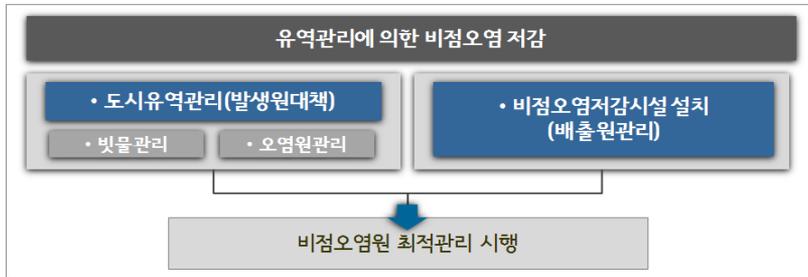
잠실상수원 토구의 월류수수질을 40mg/L 이하로 관리할 경우 소배수유역에서 풍수기를 제외한 나머지 8개월 중 5월의 저류량은 독립강우 1회당 평균 10,619m³/회로 가장 많으며, 저감되는 오염부하량은 245kg/회이다.

(4)

BOD 10mg/L		
10	184,743m ³ 6,438~78,606m ³ 1,099.8kg/	1 480,518m ³
BOD 40mg/L		
10	10,619m ³ 130~2,688m ³ 99.5kg/	1 42,926m ³

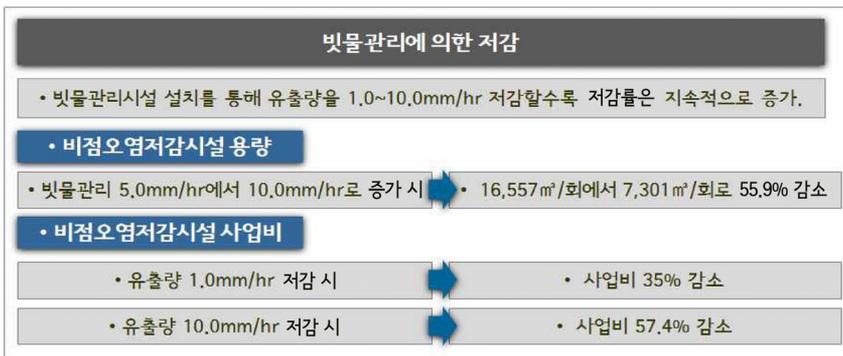
(5)

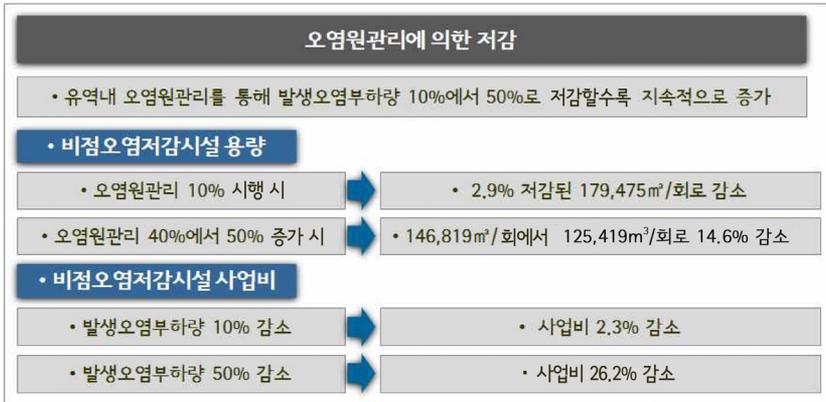
잠실상수원의 수질을 유지하기 위한 비점오염대책은 도시 유역관리와 비점오염저감시설 설치로 구분되며, 이 두가지 대책을 조화시켜 비점오염원의 최적관리를 한다.



잠실상수원 유역관리방안인 빗물관리와 오염원관리는 우천 시 비점오염원의 배출량을 감소시켜 주며 잠실상수원의 수질을 유지해주는 유역관리의 주요한 방안이 된다.

잠실상수원 관리는 유역의 빗물관리와 오염원관리를 병행하면서 비점오염저감시설의 소요규모를 적절하게 선정하는 것으로 한다.





오염원관리 0~50% 범위에서 빗물관리에 따른 유출량을 1mm/hr~5mm/hr 만큼 저감할 경우 비점오염저감시설 용량변화를 살펴보면, 빗물관리에 따라 빗물관리대책량이 0mm/hr에서 5mm/hr 구간에서 1mm/hr 증가함에 따라 비점오염저감시설 용량은 34%에서 44%까지 감소한다.

빗물관리 1mm/hr~5mm/hr범위에서 오염원관리로 오염원을 10%~50% 저감하였을 때 비점오염저감시설 용량변화는 오염원관리가 10%에서 50%까지 10%단위로 증가하면 저감시설 용량은 2%에서 17%까지 감소한다.



< 2-21>

	10mg/L (m ³ /)					
	0%	10%	20%	30%	40%	50%
0 mm/hr	184.7	179.5	171.8	161.0	146.8	125.4
1 mm/hr	106.7	103.7	99.5	93.0	83.4	70.8
2 mm/hr	65.4	63.3	60.7	57.3	51.9	43.4
3 mm/hr	41.2	40.0	38.2	35.8	32.7	28.1
4 mm/hr	25.8	25.2	24.3	22.7	20.4	17.4
5 mm/hr	16.6	16.2	15.6	14.8	13.4	11.1
10 mm/hr	7.3	7.0	6.7	6.2	5.5	4.5

2) 비점오염저감시설 설치계획

(1)

소배수유역에 우수지가 설치·운영되고 있는 경우에는 비점오염저감시설을 우수지의 지하에 설치하며, 우수지 없는 소배수유역은 우수토구 개별이나 통합하여 장치형 등을 적용하는 것으로 계획한다.

< 2-22>

	(BOD, t/)	1 (kg/)	(m ³ /)
1	6.8	114.4	6,438
6	19.4	197.4	9,996
7	28.8	265.7	12,305
8	20.9	452.9	29,460
	103.7	1,434.7	78,606
	17.6	291.8	23,640

< 2-23>

	(BOD, t/)	1 (kg/)
2	6.2	119.0
3	2.1	CSOs
4	5.5	93.9
5	7.7	115.9

(2)

토구 월류수수질을 BOD 10mg/L 이하로 관리하기 위해서는 160,445m³/회 규모의 저류시설과 78,005m³/일 규모의 장치형 시설의 설치가 필요하여 총 100,193백만원 정도의 공사비가 소요된다.

토구 월류수수질 BOD 10mg/L 이하로 관리

160,445m ³ /	78,005m ³ /	100,193
	가	

토구 월류수수질을 BOD 40mg/L 이하로 관리하기 위해서는 10,273m³/회 규모의 저류시설이 필요하며 이는 BOD 10mg/L 이하로 관리하는 경우의 6.4%에 해당되는 저류시설규모이다. 또한 2,678m³/일 규모의 장치형 시설의 설치가 필요하여 총 11,397백만원 정도의 공사비가 소요된다.

토구 월류수수질 BOD 40mg/L 이하로 관리

10,273m ³ /	2,678m ³ /	11,397
	가	

(3)

10개 소배수유역에 대하여 비점오염저감 선행사업은 다음 조건으로 선정한다.

- ① 토구의 배출부하량이 커 상수원수질에 미치는 영향이 큰 배수유역
- ② 소요사업비에 대하여 상수원수질 개선 효과가 큰 배수유역
- ③ 취수원에 미치는 영향이 큰 배수유역 대상

잠실상수원 비점오염저감을 위한 선행사업으로 선정된 계획소배수유역에서 우수지 지하저류시설은 성내천배수유역(성내유수지)이며, 장치형 시설은 소배수유역2이다.

• 잠실상수원 유역의 강동구 둔촌동, 성내동 등 일부지역과 송파구 오금동, 마천동, 방이동 등 일부지역을 포함하며, 유역면적 18,270,372㎡로 가장 넓음.			
• 잠실상수원 인구의 55.5%인 458,714인 거주로 인구수가 가장 많음.			
• BOD 발생부하량 전체의 56.0%인 18,554.4t/년으로 가장 많음.			
BOD		CSOs	
45.3%	106.8t/	103.7t/	103.1t/
• 저감부하량 : 1,434.7kg/회(78,606m ³ /회)			
• 사업비 : BOD 10mg/L 기준으로 저류시설 설치 시 35,536백만원 소요			

- 잠실상수원 유역의 강동구 구의동, 광장동 일부지역을 포함하며, 유역면적 1,551,081㎡임.
- 잠실상수원 인구의 2.95%인 23,927인 거주로 인구수는 10개 배수구역중 7번째임.
- BOD 발생부하량 전체의 2.6%인 862.1t/년임.

BOD		CSOs	
4.9%	11.7t/	6.2t/	5.8t/

- 저감부하량 : 119.0kg/회
- 사업비 : BOD 10mg/L 기준으로 저류시설 설치 시 5,688백만원 소요

3) 비점오염저감시설 유지관리 계획

(1)

비점오염원 저감시설의 기능을 충분히 파악한 후에 적절하게 유지관리한다. 비점오염원 저감시설은 우천 시 잠실상수원으로 유출되는 비점오염부하량을 저감하여 상수원의 수질오염을 방지하기 위하여 설치하는 것이므로 우천 시에 기능이 충분히 발휘될 수 있도록 시설의 실태를 충분히 파악하고 적절한 유지관리를 한다. 비점오염원 저감시설의 유지관리 작업은 ① 점검, ② 청소 및 준설, ③ 보수 및 개량, ④ 재해 및 사고대책 등이다.

유지관리의 작업내용은 평상시와 우천 시 등의 상황에 따라서 다르므로 이들에 대응할 수 있는 체제를 갖추어야 한다.

비점오염원 저감시설은 유수지 등의 시설이 중복되는 경우에는 원래의 기능에 영향을 주지 않아야 하며 안전, 위생상의 관점에서 유지관리가 이루어져야 한다. 평상시의 유지관리는 정기적으로 점검을 행하고, 필요한 보수 및 개량, 퇴적된 토사의 제거, 제초 및 청소 등을 실시해야 한다.

우천 시는 비점오염원 저감시설의 수위 및 방류상황 등을 점검하고 필요한 경우에는 적절한 조치를 취해야 한다.

(2)

사고방지를 위하여 저류시설의 주변에 펜스를 설치하고 저류시설의 목적 등을 설명한 표식을 설치하는 등의 대책을 취하는 것으로 한다. 주민의 안전대책에 만전을 기하기 위해 비점오염원 저감시설의 주변, 특히 유입시설, 방류시설 부근에는 추락사고의 방지를 위한 펜스를 설치한다. 또한 저감시설주변에는 시설의 목적, 기능, 규모, 주의사항 등을 해설한 표식을 설치하고 부근주민의 이해와 협력을 얻을 수 있도록 팸플릿 등을 배포한다.

저감시설을 정확하게 유지관리하기 위해서는 시설의 구조 및 기능 등을 기재한 우수저류시설대장을 작성하여 보관하는 것으로 한다.

저감시설관리대장은 시설에 대한 총괄조서와 일반적으로 그림 및 시설평면도 등으로 구성된다. 조서 외에 설계서 및 시공관련자료 등도 보관하는 것으로 한다.

점검, 준설 및 보수, 수문, 기타(유역의 개발상황, 일반 주민에게 통보)항목 등의 항목은 그때마다 작성하여 보관한다.

제43절 확률연수 상향조정에 따른 합류식 하수관거 적정 최소유속 연구(2009년)

1.

서울시의 86%가 합류식관거로서 우천 시 최소유속이 0.8m/s이지만 정비 시와 청천 시의 악취방지, 분뇨직투입을 위해 분류식 오수관거 최소유속 0.6m/s를 확보하도록 하고 있으나 적용에 많은 어려움이 있다. 더욱이 재해방지 증진을 위해 2007년에 확률연수를 지선 10년, 간선 30년으로 상향조정된 상태이다.

확률연수 상향에 의해 방재능력이 향상되지만 청천 시 유속저하 증가와 합

계 합류식관거에 분류식오수관거 기준의 적용이 현실적으로 어렵기 때문에 0.6m/s 기준 적용의 타당성에 대한 혼란이 가중되고 있는 상태에서 우천 시 관거 세척빈도를 고려한 합류식관거의 청천 시 적정 최소유속을 검토할 필요가 있다.

2.

1) 서울시 우수배제 설계기준

(1)

하수관거는 총관거연장이 10,251km이고 관거보급률이 100%이며, 이 중에서 86%가 합류식관거로 구성되어 있다. 관거의 침전방지 및 악취감소를 최소화하기 위해서 합류식관거에 대해 청천 시 0.6m/s이 적용되고 있고, 설계유속으로 0.3m/s 이하 구간은 정비대상이며 0.3~0.6m/s 구간은 유지관리대상으로 하고 있다.

종합정비된 미아1, 하월곡, 응암1, 응암2, 회현, 쌍문2의 6개 배수분구 총 관거연장(173,761m)에 대해 살펴보면 우천 시의 설계최소유속 0.8m/s에 대해 미달관거는 16,150m로 9.3%인 반면에 청천 시 설계최소유속 0.6m/s에 대해 미달관거는 109,049m로 62.8%를 차지하여 반수 이상의 관거에서 퇴적이 발생하고 부식 및 악취 등의 여러 문제를 발생시킬 우려가 커 관거종합정비사업에서 설계최소유속의 확보는 해결해야 하는 과제인 것으로 나타났다. 또한 통수능 부족관거의 연장은 12,255m로 금호배수분구를 포함한 7개 배수분구 총 관거연장(208,360m) 대비 약 5.9%의 통수능이 부족하다.

(2)

하수관거는 1966년부터 현재까지 우천 시 홍수피해를 방지하고 침수안전도

를 향상시키기 위해 총 5회의 하수도정비기본계획을 통해 우수배제 설계기준을 강우강도에 적절하게 조정하여 왔으며 2007년 이후에는 집중강우에 적극적으로 대응하기 위하여 하수관거 확률연수를 지선 10년, 간선 30년으로 상향 조정하였다.

지선관거는 하수도정비기본계획 이전인 1966년~1984년에는 강우강도가 59 mm/hr이었으나 2002년의 하수도정비기본계획에서 65mm/hr로 증가하여 2007년까지 하수관거 설계기준으로 적용되었다.

간선관거는 하수도정비기본계획 이전인 1966년~1984년에는 강우강도가 71 mm/hr이었으나 2002년의 하수도정비기본계획에서 75mm/hr로 증가하여 2007년까지 하수관거 설계기준으로 적용되었다.

2) 국내·외 하수관거 설계유속 기준

우리나라를 비롯한 미국과 일본에서 분류식하수관거의 설계최소유속은 0.6m/s로 설정하고 있으며, 합류식하수관거에서는 우리나라와 일본이 0.8m/s로 설정하고 있는 반면에 미국은 0.9m/s로 설정하고 있다.

3) 하수관거 설계유속별 퇴적변화

(1)

조사관거 중에서 퇴적관거는 66개로서 이 중 최소유속 0.3m/s 미만과 0.3~0.45m/s 구간의 퇴적개소수는 전체의 30.3%와 34.8%를 차지하고 있다. 또한 0.6m/s 미만인 퇴적관거수는 60개소로 전체의 90.9%에 달한다.

최소유속별 하수관거 퇴적률을 살펴보면 가장 높은 범위인 0.3m/s 미만의 관거퇴적률은 37.74%이며 0.6m/s 미만인 관거퇴적률은 29.13%이다. 반면에 0.6m/s 이상인 관거퇴적률은 2.50%로서 상당히 낮다.

관경별 퇴적률은 Ø450관거가 22.68%이며, Ø600관거는 9.52%이다.

(2)

Ø450관거는 퇴적관거비율이 설계유속 0.3m/s 미만에서 40.63%로 가장 높고, 0.45~0.6m/s 구간에서 35.29%에 달한다. 반면에 최소유속 0.8m/s 이상 구간은 2.44%로 최소유속이 높을수록 퇴적관거비율은 낮다.

Ø600관거는 퇴적관거비율이 최소유속이 높을수록 33.33%, 18.75%, 16.67%로 낮았으며, 0.6m/s 이상부터는 퇴적이 발생하지 않는 것으로 나타났다.

446개 조사관거 중 구형관거는 72개소이며 이 중 퇴적관거는 3개소로 퇴적이 거의 발생하지 않는다.

4) 하수관거 실유속 변화 및 퇴적물입경 분포

(1)

1일 시간별 유속변화를 살펴보면, 유속은 오전 7시~오전 12시에 0.11~0.15m/s, 저녁 8시~저녁 9시에 0.10~0.11m/s로 증가한다.

1일 최대유속은 오전 8시에 발생하며 0.15m/s이다. 또한 주간의 일평균 최대유속은 토요일의 0.10m/s이다.

1일 시간별 유속변화를 살펴보면, 유속은 오전 7시~오후 2시에 0.60~0.66m/s, 저녁 7시~저녁 10시에 0.60~0.64m/s로 증가한다.

1일 최대유속은 오전 10시에 0.66m/s이며, 주간의 일평균 최대유속은 일요일의 0.54m/s이다.

1일 시간별 유속변화를 살펴보면, 유속은 오전 7시, 오후 5시~오후 12시에 0.45m/s 이상 증가한다.

1일 최대유속은 오전 8시에 0.52m/s이며, 주간의 일평균 최대유속은 일요일의 0.53m/s이다.

(2)

하수관거내 실제 퇴적물의 중앙입경 분포를 검토하기 위하여 금호배수분구의 퇴적물 입경을 대표할 수 있는 10개 지점을 선정하여 입도분석을 실시하였다. 10개 관거지점의 중앙입경 분포는 0.5~5.30mm이며 평균값은 2.28mm이다.

소류력 범위의 관거에서 소류력을 1시간 이상을 초과하면 퇴적관거비율은 크게 감소하므로 소류력 초과일수 1시간이 관거내 퇴적물 발생의 중요한 기준이 된다.

소류력 기준별 퇴적관거비율의 감소를 살펴보면, 설계입경 1.5mm 미만에서 퇴적관거비율이 급격하게 감소하였으며, 설계입경 1.5mm~3.0mm 사이의 퇴적관거비율은 비교적 완만하게 감소하고 있는 것으로 검토되었다. 1일 1시간 이상 설계입경 3.0mm 이상의 소류력을 확보한 관거에 대해선 퇴적관거비율이 크게 감소하는 것으로 검토되었다.

소류력 구간별 퇴적관거비율을 살펴보면, 설계입경 2.0mm 미만까지는 퇴적관거비율이 감소하지만, 2.0mm에서 4.0mm 미만까지는 오히려 퇴적관거비율이 증가한다. 합류식지역에서는 관거세척이 어려운 입경이 유입되어 퇴적관거비율이 증가하므로 빗물받이 등을 통하여 유입되는 고형물질의 최대입경에 대한 제한이 필요하다.

5) 확률연수 상향조정에 따른 적정 최소유속

(1)

합류식하수관거 설계최소유속인 강우 시 0.8m/s의 기준 적절성 검토결과, 금호배수분구와 도림배수분구의 퇴적관거비율이 설계유속 1.2m/s 이상에서 각각 12.3%와 18.8%이고, 설계유속별 퇴적관거비율이 뚜렷하지 않아 퇴적방지 설계최소유속기준으로 적용하기 어려운 것으로 나타났다.

분류식오수관거 설계최소기준인 시간최대오수량의 설계최소유속 0.6m/s 미만에서 퇴적관거비율이 급격하게 증가하여 서울시 합류식하수관거에서 청천 시 퇴적방지를 위한 설계최소유속으로 적절하게 적용할 수 있다.

퇴적관거비율 변화가 우천 시 유속증가에 따라 뚜렷하지 않아 합류식관거의 퇴적방지를 위한 설계최소유속기준은 분류식 오수관거기준인 청천 시 설계최소유속 기준을 적용하는 것이 타당하다.

(2)

퇴적관거는 대부분 실유속 0.3m/s미만에서 발생하여 퇴적률이 22.6%이다. 실유속 0.3~0.45m/s에서는 퇴적관거비율은 10.1%로 낮아지며 0.6m/s 이상에서는 퇴적되는 관거는 없다.

(3)

설계유속과 실유속과의 관계식은 “ $\text{실유속} = 0.4708 \times \text{설계유속} + 0.599$ ”이다. 설계유속 0.27m/s는 실유속 0.2m/s, 설계유속 0.45m/s는 실유속 0.3m/s, 설계유속 0.6m/s는 실유속 0.34m/s 정도이다.

(4)

0.6m/s

금호배수분구에서 청천 시 설계유속이 0.45~0.6m/s 관거들은 강우에 의해 평균적으로 설계최소유속기준 0.6m/s를 만족시키는 강우강도가 1.0mm/hr이며,

연평균 4일에 1회 확보되어 관거세척이 발생한다.

청천 시 설계유속이 0.3~0.45m/s인 관거들은 강우에 의해 0.6m/s를 만족시키는 강우강도가 4.0mm/hr이며, 연평균 9일에 1회 설계최소유속을 확보할 수 있다.

청천 시 설계유속이 0.3m/s 미만인 관거들은 강우에 의해 설계최소유속 0.6m/s를 만족하기 위한 강우강도가 13.0mm/hr이며, 연평균 39일에 1회 발생하는 강우에 의해 관거세척이 이루어진다.

(5) 0.14N/m^2 (2.5mm)

합류식하수관거의 퇴적물 대표입경은 0.28mm이다. 청천 시 설계유속이 0.45~0.6m/s 미만인 관거들은 강우에 의해 평균적으로 연평균 6일에 1회 소류력이 확보되어 관거세척이 발생한다.

청천 시 설계유속이 0.3m/s 미만인 관거들은 평균적으로 최소소류력을 만족하는 일수가 대부분 10일 미만이며, 0.8m/s 이상의 관거들은 최소소류력을 만족하는 일수가 대부분 100일을 넘어간다.

(6)

금호배수분구 전체관거에 대한 설계유속이 구간별로 0.06%에서 0.75%까지 감소하여 전체 평균설계유속의 증감에는 큰 영향을 주지 않았다.

설계빈도 상향에 따라 관거제원이 변경된 관거의 설계유속은 구간별로 2.64%에서 9.20%까지 감소하지만 유속감소율은 최대 10% 미만에 불과하므로 설계유속 0.6m/s를 기준으로 퇴적관거비율은 4% 정도로, 설계빈도 상향에 따른 변화가 거의 없었다.

1

도림1배수분구 전체관거에 대한 설계유속이 구간별로 0.16%에서 0.86%까지 감소하여 전체 평균설계유속의 증감에는 큰 영향을 주지 않았다.

설계빈도 상향에 따라 관거제원이 변경된 관거의 설계유속은 구간별로 1.98%에서 5.21%까지 감소하지만, 유속감소율은 최대 6% 미만에 불과하므로, 설계유속은 0.6m/s를 기준으로 퇴적관거비율은 4% 정도로 설계빈도 상향에 따른 변화가 거의 없었다.

확률연수 10년일 경우의 청천 시 설계유속과 우천 시 설계유속의 관계는 합류식하수관거 우천 시 설계최소유속인 0.8m/s에 대응하는 청천 시 설계유속은 0.3m/s이다.

확률연수 30년일 경우의 청천 시 설계유속과 우천 시 설계유속의 관계는 재현기간 10년으로 설계된 하수관거에서 합류식하수관거 설계최소유속 0.8m/s와 관련된 설계빈도가 상향조정된 하수관거의 우천 시 설계유속은 약 1.0m/s이다.

우천 시 설계유속 약 1.0m/s는 확률연수 상향조정에 따라 설계재현기간 10년이었던 합류식 하수관거의 최소유속 기준과 동일한 수준의 관거상태유지를 위하여 필요한 합류식 하수관거의 우천 시 설계최소유속이다.

설계최소유속의 설계빈도 상향 후에 간선관거에서 재현기간 10년의 기준 우천 시 설계최소유속 0.8m/s와 동일한 수준(10년에 최소한 1회 0.8m/s 발생)으로 우천 시 설계최소유속을 유지하기 위해서는 이를 1.0m/s로 상향조정하여야 한다.

3.

1) 서울시 하수관거정비시 설계최소유속 적용방향

서울시 합류식하수관거에서 악취해소 및 분뇨직투입을 위해서는 청천 시 시간최대오수량에 대한 설계최소유속을 적용하는 것으로 한다. 또한 하수관거정

비 합류식관거에서 청천 시 최소유속기준은 0.45m/s 이상을 적용하는 것을 원칙으로 한다. 중점유지관리 관거는 0.3~0.4m/s를 적용한다. 단 초기관거는 예외로 할 수 있다.

구역	청천 시 관거 설계최소유속 범위(m/sec)	0.0~0.3 미만	0.3	0.45	0.6	0.8	1.0	1.2 이상
금호 배수분구 (관거정비지역)	연평균 최소유속 확보일수(회)	9	41	84	365	365	365	365
	연평균 최소유속 확보일 발생주기(일(1회)/년)	39	9	4	1	1	1	1
	실유속 평균값(m/sec) (1일 1시간 최대유속)	0.21 미만	0.21	0.28	0.35	0.44	0.54	0.63이상
	설계유속별 퇴적률(%)	14.8	11.7	7.4	2.5	0.6	0.0	0.0

2) 하수관거 유지관리 방향

설계유속 0.3m/s 미만 관거의 경우 퇴적이 지속적으로 발생하고 1년 1회 정도의 준설로 기능유지가 어려우므로 관거정비를 통해 신속히 설계유속을 상향시키고 정비 시까지 지속적인 유지관리를 실시한다.

설계유속 0.3~0.45m/s 관거의 경우 중점유지관거로서 우천일 전후로 정기적인 준설·청소 등의 유지관리가 필요하다. 또한 설계유속 0.45m/s 이상 관거는 퇴적률이 낮고 우천 시 우수에 의해 세척이 있으므로 불량개소 등의 정기적인 점검으로 유지관리한다.

서울시 하수관거의 발전적 정비방향 설정에 필요한 자료구축을 위하여 하수관거종합정비를 위한 실시설계작성 시 해당 배수분구의 다음 조사자료를 확보한다.

- ① 설계최소유속별-퇴적관거, 퇴적이고 관계
- ② 설계최소유속별-실유속 관계

제3장 학회지 등에 게재된 논문



제1절 설계용량보다 하수 과다유입 시의 최종방류수질 향상을 위한 연구

1.

이 연구는 하수량이 설계용량(146만 m^3 /일)보다 50만 m^3 /일 정도 과다하게 유입되고 있는 중랑하수처리사업소 현황 및 문제점을 파악하여 반송수가 1차처리수에 미치는 악영향을 저감시키기 위한 대책을 수립(서울시정연구 제3권 제2호 『하수처리장의 반송수가 1차처리수에 미치는 영향』(1995.11))하고, 나아가 단순히 오염부하량을 설계값 수질 및 유량과 실제 유입수질 및 유량에 대비하여 산출하는 경우 전량 2차처리가 가능하기 때문에 1차처리수 중 by-pass 되는 양을 줄여 2차처리 하수량을 증가시킬 수 있는 방안을 모색하여 최종방류수역인 중랑천 및 한강본류의 수질개선을 도모하기 위함이다.

서울시정연구 제3권 제2호에 게재한 바와 같이 반송수 즉, 농축조 상징액, 혐기성소화조 탈리액 및 탈수기 여액 등이 최초침전지 앞의 분리동으로 유입되기 때문에 유입생하수에 비해 수질이 높아지고, 이 중 설계용량을 초과하는 약 40~50만 m^3 /일은 2차처리되지 않고 by-pass되어 2차처리수와 혼합되므로 최

중방류수의 수질이 저하됨을 알 수 있었다.

이 연구에서는 제3처리장(설계용량 100만 $\text{m}^3/\text{일}$)에 유입되는 하수 중 약 5만 $\text{m}^3/\text{일}$ 을 D계열에(설계용량 25만 $\text{m}^3/\text{일}$) 더 유입시켜, 설계용량만 처리하는 A계열과 하수처리수질을 비교하고, 또한 하수 최대유입량 150만 $\text{m}^3/\text{일}$ 을 전량 2차처리하는 경우를 가정하여 산출한 2차처리수질을 비교·검토함으로써 그것들이 하천에 미치는 오염부하량을 산출하여 공정관리의 지표로 제안하고자 한다.

2.

실험결과 설계용량인 100만 $\text{m}^3/\text{일}$ 을 2차처리하고 50만 $\text{m}^3/\text{일}$ 을 1차처리 후 by-pass시키는 것보다 2차처리수량을 증가시켜 120만 $\text{m}^3/\text{일}$ 을 2차처리하고 나머지 30만 $\text{m}^3/\text{일}$ 을 1차처리 후 by-pass시키는 것이 하천에 미치는 오염부하량이 삭감되는 것으로 판단되었다. 2차처리 수량을 더 증가시키고자 할 때에는 수리학적 부하 및 오니발생량 등 여러 제반사항을 고려하여 검토해 보아야 한다. 또한 150만 $\text{m}^3/\text{일}$ 을 by-pass 없이 전량 2차처리하는 것은 오염부하량으로 단순계산하면 가능하지만 실행여부에 있어서는 수리학적 부하 및 슬러지 배출량 증가에 따른 침전지, 농축조, 탈수기 등의 시설용량을 확인한 후 신중하게 검토되어야 할 문제라고 판단된다.

중량하수처리사업소에 설계용량보다 과다유입되는 50만 $\text{m}^3/\text{일}$ 을 표준활성슬러지법으로 추가 처리하기 위해서는 시설투자비가 1,200억원 정도 소요된다. 그러나 이 연구에서 제시한 것처럼 제3처리장에 과다 유입되는 하수를 포함해 150만 $\text{m}^3/\text{일}$ 을 전량 2차처리하는 경우 포기조 체류가 4시간은 가능하므로 침전지, 농축조만 그 부지에 추가로 설치하면 시설투자비는 200억원 정도가 소요된다. 따라서 비교적 저렴한 비용으로도 유입하수 전량 2차처리가 가능해 전체 시설공사비를 줄일 수 있을 뿐만 아니라 중량천의 오염부하를 줄여 셋강인 중량천이 시민의 휴식공간 및 친수공간으로 이용될 것이다.

제2절 서울시의 하수도 관리실태 및 개선방안

1.

오늘날의 하수도는 인간이 집단으로 생활하는 장소에는 보편적으로 정비되어 있어야 하는 시설로서 세가지 측면에서 사회 필요불가결한 사회간접시설이다. 즉, 첫 번째는 물환경의 보전에 있으며, 둘째는 쾌적한 생활공간의 확보이고, 세 번째는 자원으로서의 유효활용 등이다.

서울시는 한강을 비롯한 중랑천, 탄천, 안양천 등의 수질오염을 해결하기 위해 1976년 청계천에 하수처리장을 건설하고 가동하기 시작하여 현재 4개 하수처리사업소를 가동하고 있다. 또한 2001년까지 하수도 관거정비와 하수처리장 용량을 계속 증가시킬 계획을 가지고 있다.

그러나 서울시가 안고 있는 하수도의 여러 가지 문제점으로 인하여 물환경을 보전하기는 어렵다고 생각된다. 즉, 기존의 4개 하수처리사업소는 대규모 처리시설로서 차집관거 길이가 너무 길고, 오·우수관거의 연결 오접합, 관거의 파손, 이음부 불량 등 많은 문제점을 가지고 있으며 더구나, 이러한 불량관거를 조사하고 정비하는 데는 막대한 시간과 비용이 소요되어 지역에 따라서는 완전한 정비가 불가능하다는 점이다. 또한 하수 처리구역에서 제외된 일부 지역의 하수가 처리되지 않고 주변 하천에 그대로 방류되고 있어 서울시의 수질오염을 가속화시키고 있다.

이와 같은 상황에서 서울시가 하천수질을 개선시키고 도시환경을 쾌적하게 유지하기 위해서는 하수관거 정비 및 하수처리용량 증설계획에 맞추어 하수도를 효율적으로 관리할 수 있는 적절한 대책의 수립이 시급하다. 이 논문에서는 하수관거 및 하수처리장 유입계획하수량 산정방안, 정화조오니 및 분뇨처리에 대한 현황 및 문제점 등을 검토 및 고찰하고, 나아가 그것들에 대한 대책 및 개선방안을 제시하였다.

2.

지금까지 서울시 하수도 실태 및 개선방안에 대하여 검토 및 고찰해 보았다. 하수도는 빗물과 오수를 배제하기 위한 중요한 기반시설이다. 그러나 지금까지 경제개발정책에 밀려 45% 정도의 하수관거는 우·오수관의 잘못된 연결, 하수관 파괴, 하수관 침몰, 이음부 불량 등 많은 문제점을 안고 있어 유입수질의 농도가 낮고 실제 유입하수량이 많아 처리장에서 효율적으로 처리되지 못하고 있다. 또한 하수처리장이 너무 대규모로 건설되어 있어 처리장으로 유입되는 동안에 불명수 유입 및 유입수질의 농도가 저하되어 선진외국의 1차 처리수와 같은 농도로서 유입되고 있다. 따라서 처리가 제대로 되지 못하고 있다. 한편 하수처리장의 설계유량(계획하수량)에 대한 현황과약 및 문제점, 개선대책, 그리고 정화조오니 및 수거식분뇨 처리구역의 문제점 및 개선방안을 제시해 보았다.

이 논문에서 제시한 견해와 내용들 중에서 중요한 사항을 요약하면 다음과 같다.

- 추가로 건설할 하수처리장의 건설시기를 늦추더라도 하수관거정비에 집중투자함이 바람직하다고 생각한다.
- 본청 직할 하수도건설사업소의 신설이 필요하다.
- 하수도 정비공사에 감리제도의 도입이 필요하다.
- 1993년부터 실시하고 있는 하수관거 상태조사를 계속적으로 실시하여 과다퇴적, 지장물 및 심한 파손 등을 즉시 조치함으로써 우수소통을 원활히 하여야 하며 또한 하수관망도의 정비로 효율적인 유지관리 및 향후 GIS 계획에 대비하여야 할 것이다.
- 하수관을 계속적으로 종합정비하여야 한다.
- 자연하천을 제대로 살리고 하수처리장의 효율을 극대화시키기 위해서는 개발제한구역 등의 부지에 소규모 하수처리장을 건설하여 그 처리수를 가까운 하천으로 방류함으로써 하천도 살리고 친수공간으로서 시민이 이

용할 수 있어야 한다.

- 1997년말 준공목표로 공사하고 있는 기존 4개 하수처리장의 용량이 210만 m^3 /일 추가로 증설된다. 따라서 처리시설용량이 현재 371만 m^3 /일에서 581만 m^3 /일이 되어 계획하수량 492만 m^3 /일과 비교하면 실제적으로는 증설이 필요 없는 것으로 판단된다. 또한 1995년 현재, 실제 유입하수량은 585만 m^3 /일로 되어 있어 계획하수량과 차이를 보이고 있다. 이는 불명수(지하수, 하천수 등) 때문이며 관거를 완벽하게 정비하게 되면 이 불명수의 처리장 유입을 방지할 수 있다.
- 기존 4개 하수처리장시설 상부를 복개하여 시민공원 및 체육시설로 활용할 수 있도록 정비하여 하수처리장이 혐오시설이 아니라 사회복지 증진 시설로 인정될 수 있도록 하여야 할 것이다.
- 하수처리수를 고도처리하여 전동차세척, 노면청소, 건물청소, 수세식변소 세척용수, 가로수 물주기 등으로 활용할 수 있도록 기술을 개발해야 하며 수자원의 절약 및 재활용, 하수처리의 신뢰도 향상측면에서 적극적으로 권장되고 연구되어야 한다.
- 유입되는 하수를 처리함에 따라 부수적으로 발생하는 반송수가 수처리계통으로 반송되기 때문에 하수를 효율적으로 처리하기 위해서는 수처리과 따로 오니처리과 따르는 결코 좋은 하수처리시스템이 될 수 없다고 생각한다. 따라서 인력과 장비를 최대한 효율적으로 관리하기 위해서는 각각의 조직체계 속에서 책임을 맡게 수처리시스템과 반송수 및 오니처리시스템을 상호 유기적으로 관리하면서 공정관리의 지표로 삼는 것이 좋으리라고 판단된다.
- 수질분석과는 매일 시료를 채취하여 그것을 측정·분석한 후 그 결과를 가지고 공정관리의 지표로 이용하고 있기 때문에 인력과 장비를 최대한 효율적으로 관리하기 위해서는 각 처리장의 프로세스를 완전히 이해하고 체계화할 수 있는 과장이 있어야 한다. 뿐만 아니라 소장(100만 m^3 /일 이상

- 은 국장급 보직)을 보좌하면서 부소장(4급)과 같은 총괄감독권을 가질 수 있는 시스템이 필요하다고 생각된다.
- 서울시와 같이 대규모 하수처리장인 경우, 과학적이고 효율적인 공정관리를 위해서는 전문인력(박사, 기술사)의 확보가 필요하다.
 - 소장 및 각 과장의 전문화가 필요하다. 소장 및 각 과장 보직이 진급 자리가 되어서는 효율적이고 과학적인 유지관리가 될 수 없다. 또한 처리장 근무 후 2년 정도이면 유지관리 기술을 습득한 시기이나, 그 때 다른 곳으로 인사발령이 나서 전문기술의 연속성이 확보되지 않고 있다.
 - 실험실 운영요원은 위생, 전기, 화공, 환경 등 다양한 분야의 인력배분 및 충원이 필요하다.
 - 본청의 하수처리과장 보직은 필히 하수처리장에서 1년 이상 근무한 경험이 있는 사람을 명할 수 있도록 한다.
 - 기능직의 인력을 가능한 한 줄이고 고급화하여 처리효율향상 및 인력감소에 따른 경제적 효과를 도모한다.
 - 효율적이고 과학적인 하수처리 공정관리를 위하여 전문회사 및 공기업에게 관리를 위탁할 필요가 있다. 이 방법을 도입할 경우, 최종방류수질의 향상 및 방류선의 수질개선을 도모하여 시민을 위한 환경친화적인 공간이 빨리 정착될 수 있으며, 예산의 절감도 가능하다.
 - 1인 1일 급수량을 353L/인·일을 기준으로 서울시 1일 계획하수량을 추정하면 385만 m^3 로 계산되며 1995년 하수처리장 실유입량인 556.8만 m^3 /일과 비교하면 하수처리장 실유입량이 계획하수량보다 171.8만 m^3 /일이 큰 것으로 나타났는데 이 양은 불명수 유입량에 의한 차이인 것으로 판단된다. 그러나 1인 1일 급수량 561.6L/인·일을 기준으로 하여 계산하면 서울시 1일 계획하수량이 591.1만 m^3 /일로 현재 하수처리장 실유입량을 초과하고 있다. 이 계획하수량은 하수관 불량에 의해 유입되고 있는 불명수를 고려하지 않은 수치로 불명수를 고려하면 하수처리장에 유입되는 하수량

은 상당히 늘 것이다. 따라서 지역의 계획하수량 계산 및 추정은 상수 총 생산량에서 실제로 하수로 발생하는 유효수량만을 고려하여 산정한 1인 1일 급수량을 기준으로 계산되어야 한다.

- 정화조오니 및 분뇨수거체계와 처리를 효율적, 과학적으로 운영하기 위해서는 하수처리수계별로 합을 원칙으로 하되, 교통소통 등을 감안하여 강동구, 송파구, 강남구의 정화조오니는 중량하수처리사업소에서 처리하고, 현재 난지하수처리사업소에서 처리하고 있는 영등포의 정화조오니를 가양하수처리사업소로 반입시킨다. 한편 강서구, 양천구, 구로구, 영등포구, 동작구, 관악구, 금천구의 수거식분뇨는 가양하수처리사업소로, 은평구, 서대문구, 마포구에서 발생하는 분뇨는 난지하수처리사업소로 반입시킨다.

제3절 하수관거의 기능향상을 위한 고찰

1.

하수도의 기능은 오수를 위생적으로 운반 처리하고, 우수를 신속하게 배제하여 위생적이고 쾌적한 생활환경을 만드는데 있다. 즉 우천 시 주거지역에 내린 우수를 신속히 배제하여 주민의 재산과 생명을 보호하고, 일상생활 및 업무활동 등으로 발생하는 오수를 하수처리장으로 배제시켜 처리, 방류함으로써 공공수역의 수질보전은 물론 주민의 보건위생 증진과 생활환경개선을 도모하는 것이다.

이와 같은 하수도는 하수관거시설과 하수처리시설로 이루어지며 하수관거시설이 하수를 집수, 수송하는 역할을 담당한다면 하수처리시설은 수송된 하수를 처리하여 공공수역으로 방류시키는 역할을 담당한다. 따라서 하수처리장

이 공공수역 수질오염 방지에 한 몫을 담당한다면 하수관거시설은 주민생활 안전도모와 생활환경개선 및 공중보건 위생 향상이라는 중요한 역할을 한다.

그러나 우리나라의 하수도 시설은 그 기능을 다하지 못하고 있다. 서울시의 경우 하수도 시설이 가동되기 시작한 1920년대에는 하수처리에 대한 문제거론은 물론 하수관거 시설에 대한 기준이나 기술 자체도 미흡한 시기였다. 이러한 상황에서 인구가 증가하고 도시화가 이루어지면서 신속한 우수배제에 의한 시가지 침수방지를 목적으로 하수관거시설이 시행되었다.

1970년대에 접어들면서 경제, 사회, 산업 전반에 걸쳐 급속한 변화와 함께 도시화가 확산되고 인구가 급증하면서 생활오수와 산업폐수가 늘어나 하천수질이 오염되고, 생활환경이 악화되었다. 이러한 상황에서 수질오염 문제가 심각한 사회문제로 대두되자 하수도의 기능을 단순한 우수배제기능에서 하수처리장까지 오수를 수송할 수 있는 시설전환이 요구되었으나 시설전환이 되지 않은 상태에서 수질 오염방지를 위한 하수처리장 건설이 먼저 시작되었다. 즉, 기존 하수관거의 기능이 우수배제위주의 시설에 따른 것으로 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 기존 하수관거가 우수배제기능은 물론 오수를 하수처리장까지 수송할 수 있는 시설이 되어야 한다. 하수관거 정비사업은 많은 재원과 기간이 필요하며 사전조사와 정비방법뿐만 아니라 면밀한 계획과 검토가 필요하다.

이러한 관점에서 이 연구에서는 우리나라의 하수관거 및 배수설비의 실태와 문제점을 살펴보고 앞으로의 개선방향과 대책에 대해서 기술하고자 한다.

2.

선진국에서의 하수도 보급과정을 살펴보면 하수도보급이 되어야 수세식변소의 설치가 가능(이 경우 분뇨정화조 설치는 없음)하도록 규제하였으며, 하수도 보급 = 변소의 수세화라는 수혜의 등식이 성립됨에 따라 하수도시설에 대

한 투자가 촉진될 수 있었다. 그러나 우리나라에서는 하수처리시설 설치 이전에 수세식변소 설치를 조건부(정화조 설치)로 허용하였다. 이 경우 하수처리장이 시설된 후에는 당연히 정화조 설치 의무가 면제되어야 하고, 기존 시설도 폐쇄토록 하여 유지관리 의무만이라도 면제되는 수혜가 주어져야 할 것이다.

하수도 본래의 목적을 달성하기 위하여 장기적 관점에서 공공하수도 관거정비 → 분뇨정화조 폐쇄 → 배수설비정비 촉진을 유도할 수 있는 계획 수립과 적극적인 추진이 필요한 시점으로 판단된다.

하수처리장과 하수관거의 기능과 역할을 사람의 인체와 비교해보면 전자는 위의 기능과 역할을 하며, 후자는 입의 기능과 역할을 한다. 즉, 아무리 기능이 좋고 처리효율이 뛰어난 하수처리장을 운영하고 있어도 하수유량 및 수질이 제대로 처리장으로 유입되지 않으면 처리장은 유명무실한 시설이 될 수밖에 없다. 현재 우리나라에서는 전술한 것처럼 하수관거의 불량 등으로 인한 하수처리의 제거효율 저하, 지하수 및 토양오염 발생 등 많은 문제점이 있다. 따라서 지자체는 하루빨리 예산을 확보하여 배수설비 촉진 및 하수관거 정비에 주력하여야 할 것이다.

제4절 초기강우로 인한 중랑천유역에서의 비점오염원부하량 산정에 관한 연구

1.

비점오염원부하량이란 함은 오염물질이 특정한 지점(특정오염원)으로부터가 아닌, 불특정지점에서 분포해 있다가 강수에 의해 배수계통으로 유출되는 것으로 정의할 수 있다.

도시지역 비점오염원으로서 큰 역할을 하는 것은 가로상에 쌓인 각종 퇴적

물이며, 이들 퇴적물은 유기성 부유오니, 수생 동식물 사체, 기름, 중금속, 각종 도시폐기물, silt, 모래, 자갈 등으로 이루어져 있다.

중랑천의 경우 제내지나 논, 밭 등의 용지와 관련된 비점오염원으로서 농약과 영양물을 흡착한 퇴적물, 용존영양염과 박테리아 등 미생물을 함유한 관개 배수, 농작물의 잉여잔재물 등이 있다. 비점오염원은 유출의 간헐성, 배출지점의 확산, 오염원 종류 및 부하의 다양성 때문에 점오염원보다 관리하기가 어려운 것으로 알려져 있다.

효율적인 수질관리를 위해서는 점오염원뿐만 아니라 비점오염원을 적정관리하지 않고서는 수계 환경의 개선 및 수질환경기준을 달성하기가 매우 어려운 실정이므로, 비점오염원의 중요성을 인식하여 그 관리 및 처리방안을 모색해야 한다.

비점오염원은 기후, 지형, 일시, 수문조건에 따라 배출양상이 다양하므로 정확한 원단위의 산정을 위해서는 장기간(최소 5년)에 걸친 연간 연속 측정에 의한 실측자료를 바탕으로 하는 것이 바람직하다. 그러나 이 연구에서는 강우 시 비점오염원이 집중적으로 배출되는 점을 고려하여 일년의 기간에 국한되어 중랑천유역 하구의 오염도와 유출량을 강우기간에 실측하는 방법으로 원단위를 산정하였고, 강우량, 강우강도 및 선행무강우일수 등이 비점오염원 부하량에 미치는 영향을 검토하였다.

2.

비점오염원은 기후, 지형, 일시, 수문조건에 따라 배출양상이 다양하므로 정확한 원단위의 산정을 위해서는 장기간(최소 5년)에 걸친 연간 연속 측정에 의한 실측자료를 바탕으로 하는 것이 바람직하다.

그러나 이 연구에서는 강우 시 비점오염원이 집중적으로 배출되는 점을 고려하여 일 년의 기간에 국한되어 중랑천유역 하구에서의 오염도와 유출량을

강우기간에 실측하는 방법으로 원단위를 산정하였고, 강우량, 강우강도 및 선행무강우일수 등이 비점오염원 부하량에 미치는 영향을 검토하였다.

이 연구결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- ① 중랑천 유역의 초기 강우 시의 비점오염량은 강우조건에 따라 차이가 있으나 BOD 약 502mg/L, COD 약 179~904mg/L, SS 약 326~756mg/L의 침투농도를 보여 평상시 제3처리장 생활하수의 BOD 약 85~140mg/L, COD 약 39~73mg/L, SS 약 54~113mg/L를 크게 초과하였다.
- ② 중랑천 유역의 비점오염원 원단위를 산정한 결과 BOD 약 372, COD 약 713, SS 약 719, T-N 약 86 및 T-P 약 23kg/ha/year으로 나타나 국내·외 도시지역에서의 비점오염원 원단위를 산정하는 선행연구 결과의 범위에 속하였다.
- ③ 초기강우기간 동안 비점오염원량에 영향을 주는 인자로는 강우량, 선행무강우일수, 평균강우강도 등으로 산정되었으며, 중랑천 유역의 비점오염원 단위부하량을 상관식으로 추정한 결과 누가강우량의 경우 R^2 값이 0.97로서 비점오염부하량과 가장 큰 상관성을 보였다.

제5절 도로노면의 형상과 강우의 임계지속시간을 고려한 적정 우수 유출량 산정 및 영향분석

1.

도시화와 산업화에 따른 배수유역에서의 유출 환경 변화와 최근의 기상이변 등에 의한 국지적인 집중호우 및 태풍 등으로 인한 대규모 홍수피해가 빈발하고 있다. 특히, 침수피해는 주로 하천연안이나 유출량이 집중되는 저지대 및 하수관거불량 지역 등에서 자주 발생하고 있다. 특히 도로변에 설치되어 있는

빗물받이 등과 같은 기초 하수도시설에서 원활한 배수가 되지 못해 발생하는 노면수의 정체는 도시지역 침수피해의 주요 요인이 되는 경우가 많다.

도로의 침수피해 방지 및 통행의 안전을 유지하기 위해서는 도로의 종류, 규격, 교통량 및 도로 상황, 침수 시 주변지역에 미치는 피해 정도, 경제성 등을 고려하여 배수시설의 규모를 결정한다. 또한 빗물받이 및 우수관의 적정설계에서는 도로 노면의 폭원이나 경사 변화에 따른 우수유출량에 대하여 그 설치간격과 규격이 결정되어야 하며 우리나라의 도로여건을 고려한 구체적이고 다양한 연구가 필요하다.

이 연구에서는 기존의 각종 지표면 유출량 산정식 및 모형을 이용하여 도로 노면의 폭, 종횡단경사에 따른 우수의 유출량을 계산하였으며, 이때 적용강우 규모의 결정을 위하여 최대 유출량을 발생시키는 임계 지속시간의 개념을 적용하였고 각종 산정식에 의한 도달시간과의 상관성을 검토하였다.

2.

도로 노면의 설계 우수유출량은 임계지속시간을 적용한 유출해석 모형 (RUNOFF/SWMM)을 사용하거나, 각종 산정식에 의한 도달시간을 임계지속시간에 근사하도록 상관식으로 보정하여 합리식에 적용함으로써 산정하는 방법을 제시하였다. 즉, 운동파식의 도달시간을 약 2.3배, Kerby식의 도달시간은 약 1.1배로 보정하여 합리식으로 산정하는 것이 각종 도달시간 산정결과의 편차를 완화하는데 기여하는 것으로 분석되었다.

기존의 설계하수도 설계기준에서 배수구역에 대하여 제시하고 있는 유입시간 5-10분을 도로노면의 배수계산에 적용함은 과대한 것으로 판단되었다.

도로 횡단경사의 증가는 침투유량을 증가시키는 경향을 보였으며 이는 도달시간의 단축으로 인한 유출의 집중에 기인하는 것으로 판단된다.

도로 종단경사의 증가로 인한 도달길이의 증가는 침투유량을 감소시키는 결

과로 나타났다.

도로의 폭(차선수)과 길이의 증가에 따른 노면의 집수면적 증가는 침투유량을 크게 발생시키는 결과로 나타났는바, 이를 고려한 빗물받이 등 노면배수시설의 적정 설치간격 및 규격이 검토되어야 할 것이다.

제6절 탄천하수처리장 유입수의 농도 증가 원인과 대책

1.

서울시는 1976년 국내 처음으로 하루에 15만톤의 하수를 처리할 수 있는 청계천하수처리장(현 중랑하수처리사업소 제1처리장)을 건설한 데 이어 1979년에 21만톤 규모의 중랑하수처리장을 건설하여 가동에 들어갔다. 계속하여 탄천, 가양(현 서남하수처리장), 난지하수처리장을 건설하여 1987년에는 하루 371만톤의 하수를 처리할 수 있는 처리장을 완공하였고 서울올림픽이 열린 1988년부터는 본격적인 하수처리 시대를 맞게 되었다. 이후 서울시에서는 제반도시여건 변화에 따라 늘어나는 발생하수를 처리하기 위하여 1992년부터 4개 하수처리장에 210만톤/일 규모의 처리장 증설공사를 시작하였고 총 581만톤/일의 시설용량을 확보하였다.

그러나, 현재 운영 중인 서울시의 4개 하수처리장 중에서 서남, 탄천, 난지하수처리장의 유입수 농도 상승으로 에너지비 상승, 슬러지 처리비 상승 등의 문제가 새롭게 대두되고 있다. 특히 탄천 하수처리장은 2000년에 비해 2001년 BOD 농도기준 50mg/L 이상 상승한 153mg/L의 유입수를 처리하고 있는 실정이다.

이에 따라 이 연구에서는 탄천하수처리장에 대한 1997년부터 2002년까지의 6년간 수질농도 및 오염부하량 변화 등의 경향을 검토하고 오염원 조사 등의

다각적인 원인 규명과 대책을 모색하고자 하였다.

분석방법으로는 먼저, 간선 및 지선관거 등에 대하여 하수관거종합정비사업에 의한 유입수 농도와 유량의 변화 및 처리현황을 조사하였으며, 상수사용량과 유입하수량관계 검토 및 2001년 탄천하수처리장 주요 차집관거의 24시간 수질농도 분석을 실시하였다. 또한 2002년에는 2001년의 자료를 바탕으로 주요 하수관거에 대하여 수질 샘플링 및 측정을 실시하여 보다 직접적인 원인분석에 초점을 맞추었다. 그리고 하수관거의 수질농도측정을 바탕으로 탄천하수처리장 운영에 크게 영향을 미치는 요인으로 여겨지는 강동구 음식물 쓰레기 재활용센터 처리시설의 일반개요 및 재활용센터 오수(침출수)의 농도 및 부하량, 위탁도시(하남시, 과천시)의 하·폐수에 대한 농도 및 부하량 등을 조사하였다. 이와 병행하여 생활의 변화 및 서울시의 정책변화에 따른 음식물 전용용기의 사용현황을 분석하였다.

2.

탄천하수처리장의 경우 2001년에는 2000년에 비해 BOD 농도가 50mg/L 이상 상승한 153mg/L로 유입되고 있다. 따라서 탄천하수처리장의 수질농도 및 오염부하량 변화 등의 경향을 검토하고, 유입하수 농도증가의 원인에 대한 발생원 조사, 차집관거 20개 지점에 대한 24시간 수질 농도측정 등의 다각적인 원인 규명을 모색하였다.

탄천하수처리장의 경우, 2001년 유입수에서 특이한 몇 가지 사항을 관찰할 수 있었다.

2001년에는 1999년과 2000년에 비해 유입수 유량의 변화는 거의 없었으나 BOD 수질농도는 50mg/L 정도 상승하여 153mg/L이며, 부하량은 90.1톤/일에서 136.1톤/일로 상승하였다. 이러한 상승은 일주일과 일요일 평균 모두 상승하였으며, 2001년 1분기의 유입량도 1999년과 2000년에 비해 상승하였다.

탄천하수처리장의 수질악화에 대한 원인은 크게 5가지로 요약될 수 있다.

첫째는 강동구 음식물 재활용센터에 의한 수질오염농도 및 BOD 부하량 상승이다. 강동구 음식물 재활용센터로부터 발생하는 침출수의 평균 농도는 탄천하수처리장 차집관거로부터 직접 측정할 수 없지만 2001년 4월부터 2002년 10월까지 난지하수처리장으로 위탁반입된 침출수를 분석한 결과 평균 BOD 농도는 160,000mg/L로 나타났다. 한편 고덕천 좌안 상류지점과 고덕천 하류지점 200m 사이에 위치해 있는 강동구 음식물 재활용센터에서 침출수가 배출되는 것으로 판단되는 지점인 고덕천 좌안 상·하 200m 차이를 두고 24시간 연속 측정한 BOD 농도와 1998년 조사된 유량을 이용하여 BOD 부하량을 측정하였다. 2000년 6월 28일, 9월 27일, 12월 20일 측정해 본 결과 3.2톤/일, 6.2톤/일, 8.4톤/일이었으나, 같은 지점의 2001년 3월 7일, 6월 28일, 9월 25일, 12월 12일 조사의 경우 21.9톤/일~49.8톤/일로 나타나 2000년과 2001년의 실제 오염부하량 증가량인 46톤/일과 비교했을 경우 고덕천 좌안에 의한 증가비율은 47.6~108%로 대부분이 강동구 음식물 재활용센터 침출수에 의한 영향으로 판단되었다.

두 번째 원인은 분류식관거정비지역인 대치동과 양재동 지역의 생활하수로서, 이 지역의 인구수는 84,527명과 50,894명이며 일일 평균 상수사용량 390L/일·인과 유수율 75.3%를 곱한 순수 생활하수량은 39,716m³/일로 나타났다. 생활하수량 39,716m³/일과 24시간 연속 측정한 평균 BOD 농도 149.2mg/L를 곱한 BOD 부하량은 5.9톤/일로 탄천하수처리장 2001년 전체 BOD 부하량 136.1톤/일의 4.3%를 차지하는 것으로 나타났다.

세 번째 원인은 송파구청에서 탄천하수처리장 구역 내에서 운영하고 있는 음식물 쓰레기 적환장의 침출수로 그 양은 1999년 3.4톤/일이었던 것이 2001년 15.1톤/일로 4배 이상 증가하였다.

네 번째 원인은 음식물 쓰레기 양을 줄이기 위하여 사용하고 있는 탈수기와 음식물 전용용기의 사용으로서, 특히 탄천하수처리구역인 서초구, 강남구, 송

파구 및 강동구는 음식물 전용용기 보급률이 2001년 2분기에 각각 63.3%, 100%, 73.8%, 35.8%로 25개 구청 36.7%에 비해 상당히 높은 것을 알 수 있다.

마지막으로는 하수관거 누수보수공사, 계곡수 차집, 지하철역사로부터 방류되는 지하수의 하천 방류 및 차집관거구조물 보수 등의 공사에 의한 불명수 감소에 의한 것으로 판단된다.

결론적으로 탄천하수처리장의 유입수 농도 증가원인에 대한 과학적인 정량 분석에 한계가 있었다. 그러나 모든 요인을 검토 및 고찰한 결과 60~70%는 강동구 음식물 쓰레기 재활용센터에 의한 것으로 판단되며 30~40%는 분류식관 거정비구역, 송파구청에서 운영하고 있는 음식물 쓰레기 적환장, 각 가정에서 사용하고 있는 음식물 쓰레기 전용용기 및 일부 가정에서 사용하고 있는 음식물 탈수기, 관거정비에 의한 불명수 감소, 계곡수의 하천으로 차집, 지하철역사로부터 방류되는 지하수의 하천 방류 등에 의한 것으로 판단되었다.

제7절 수돗물 불소화사업 찬반논쟁에 따른 고찰

1.

1982년부터 충치예방을 위한 수돗물 불소투입사업을 실시했던 충북 청주시가 시행 22년 만에 불소화사업을 중단하면서 불소화 유해여부에 대한 논란이 다시 불붙고 있다. 청주시는 2003년 11월 18일부터 25일까지 시민 1,000명을 대상으로 수돗물 불소화사업에 대한 설문조사를 실시하였으며 그 결과 반대의견이 490명(49%)으로 찬성 452명(45.2%)보다 38명이 많은 것으로 집계되어 2004년 1월 1일부터 불소투입을 중단했다. 청주시는 이 사실을 5일 보건복지부와 충청북도에 보고하는 한편 수자원공사 대청댐 관리단에 불소투입중단을 요청·시행에 들어간 상태이다.

수돗물 불소화를 둘러싼 논쟁이 복잡한 양상을 띠게 된 원인인 불소는 물질

그 자체로는 분명히 독성을 갖고 있지만 다른 일반적인 환경오염물질과는 달리 치아우식증(충치)을 예방하는 효과를 갖고 있기 때문이다.

따라서 수돗물 불소화를 결정할 때는 불소화로 인해 기대할 수 있는 치아우식증의 예방효과와 잠재적 위해성을 최대한 정밀하게 평가하는 것이 필요하다.

상기와 같은 관점에서 지금까지 수돗물 불소화와 관련하여 연구한 결과를 요약하면 찬성측에서는 다른 사업과는 달리 오랜 기간에 걸쳐서 외국에서 시행 또는 연구되고 있고, 특히 불소화합물을 음용수에 타서 마신다는 점에 있어서 그 시행과 사업결과에 대해서 신중함을 기해야 하기 때문에 이 분야에 대해서는 권위있고 신뢰성 있는 기관에서 많은 연구가 이루어졌다는 것이다.

그러나 현재 60여개국에서 도시별로 시행하고 있는 수돗물 불소화사업을 극구 반대하는 학자들은 불소의 인체유해성과 환경오염 및 인간의 선택권보호 등을 이유로 들고 있다.

또한 유럽의 경우 90% 이상이 수돗물 불소화를 하지 않거나, 시범 후 중단하였고, 미국의 경우에도 세계에서 불소화를 가장 많이 실시하였고 가장 오랫동안 추진하여 왔으나, 최근에는 메사추세츠주 나티크시 및 유타주 솔트레이크에서는 불소화 연구위원회 및 의회투표로 수돗물 불소화를 중단하였다.

일본에서도 교토시에서 13년간 시범사업을 실시하였으나 큰 효과가 없었던 이유로 불소화사업이 중단되었다. 타카라즈카시에서는 상수원수에 불소화 높아지면서 반점치 및 반상치가 많이 나타나 수돗물 불소화사업을 전면 중지하였다. 최근 일본에서는 수돗물 불소화사업에 대한 움직임이 없다고 보고되고 있다. 그러나 상기와 같은 결과에도 불구하고 찬성측 입장에서는 계속적으로 구강건강증진을 위해서 경제적이며 효과가 큰 수돗물 불소화사업을 강력하게 촉구하고 있는 현실이다.

따라서 이 연구에서는 수돗물 불소화사업에 따른 찬반논쟁에 대한 설문조사 및 심포지엄 참석 등에 의한 여론조사를 실시하고 그 결과를 제시하여 향후 수돗물 불소화사업에 관련된 정책 자료로 제공하고자 한다.

2.

1981년부터 진해시에서 시범적으로 시행하고 있는 수도물 불소화사업은 1990년대 중반부터 전국적으로 확대 실시되고 있다. 그러나 수도물 불소화사업을 시행하면서 불소의 인체에 대한 유해성 및 강제적 의료행위로 인한 선택의 자유에 대한 침해 그리고 맑은 물을 마실 수 있는 시민의 권리에 대한 논쟁도 뜨겁다.

그리고 현재 불소화를 시행하고 있는 지역 주민들을 비롯하여 향후 불소화의 시행을 검토하고 있는 서울특별시 및 여러 지방자치단체의 주민들은 인체의 유해성에 대하여 불안과 판단의 혼란을 보이고 있다.

요즈음 우리나라에서 뜨겁게 벌어지고 있는 불소화의 찬반논쟁은 이제 의학적인 문제에서 벗어나 국회 국정감사에서 뜨거운 공방이 있었으며, 구강보건법의 재정비라는 정치적인 예민함을 포함한 여러 가지 복잡한 정치사회학적인 문제를 포함하고 있다.

1998년부터 1990년까지 3차에 걸친 수도물 불소화사업에 대한 서울시 주최 공청회, KBSITV에서 생방송으로 진행된 길종섭의 쟁점토론, 서울시정개발연구원 주최 심포지엄을 개최하면서 동시에 실시된 설문 및 여론조사 결과 찬성이 32.9~36.1%, 반대가 63.9%~66.1%였다.

현재 1인당 250~300L정도 수도물을 사용하고 있지만 그 중에서 2~3L 만을 음용수로 마시고 있다. 즉, 수도물의 1%만이 음용수로 이용되고 있으며, 나머지는 세탁, 취사, 목욕, 화장실 용수 등으로 이용된 후 하수처리장 또는 공공수역으로 배출되고 있다. 즉, 13세 이하의 인구비율(21%)과 예방효과 50%(찬성 측의 의견)를 감안하면 실제효율은 0.105%이다. 이런 관점에서 국민의 구강보건증진을 위하여 불소화사업을 정부가 강력하게 권장하는 경우 국민의 인체 유해성 및 건강복지측면에서는 충분한 검토가 필요한 것으로 생각된다.

수도물생산을 위한 염소투입은 물을 깨끗하고 안전하게 소독하기 위해 불가피한 것이지만 불소투입은 정수된 물에 특정목적에 위해 특정물질 투입하는

최초의 악물화 시도라는 것이다. 또한 염소는 자연적으로 혹은 끓이는 과정에서 증발하므로 투입 이후 허용치 이하로 더욱 떨어지지만 불소는 투입 이후 허용치 이상으로 높아질 수밖에 없다.

결국 충치예방법은 국민 개개인의 지역사회 상황과 개인의 자유의지에 따라 합리적으로 선택하여야 한다. 따라서 가능하면 생명을 지키기 위한 상수도체계의 가치와 충치예방이라는 의료의 가치가 서로 충돌되지 않도록 수돗물 불소화 이외의 다른 형태의 효율적인 충치예방법을 고려할 필요가 있다고 생각된다.

즉, 수돗물 불소화사업은 그 목적이 수돗물의 깨끗하고 안전한 수질 향상에 있는 것보다는 시민구강보전에 관한 사항이므로 구강보전을 위한 다양한 대안들(칫솔질용 불소용액 공급, 불소가 들어간 치마제(齒磨劑) 권장, 불소치약, 수돗물 불소화 개인치아 관리 홍보교육 등)을 비교·검토해서 가장 효과적이며 안전하고 경제적인 방안을 모색해야 할 것이다.

따라서 불소화사업 시행여부 결정방법은 인체의 위해성에 대한 장기간에 걸친 전문 연구기관의 연구결과를 토대로 시민여론을 거쳐 추진되어야 할 것이다.

제8절 서남하수처리장 최종 방류구의 위치에 따른 한강 수질 및 생태계의 영향

1.

서울시에서는 지역내 하수처리시설로 중랑, 탄천, 서남(구 가양), 난지 등 총 4개의 대규모 하수처리장을 운영하고 있다. 이들 처리시설 중 중랑처리장은 중랑천으로, 탄천처리장은 탄천으로, 서남 및 난지 처리장은 방류수를 한강으

로 방류하고 있다. 이 중 서남하수처리장은 1987년에 100만 m^3 /일의 1차처리시설만 가동하여 한강으로 방류하고 있었기 때문에 방류수로 인한 한강 생태계 영향을 경감하기 위하여 1988년에 방류구 위치를 현 위치에서 신곡수중보 하류로 이송하는 안이 제기된 바 있으나, 그 이후 최종결론을 내리지 못하고 오랜 기간이 경과하였다. 그동안 서남 하수처리장은 1987년부터 가동되고 있는 100만 m^3 /일의 1차처리시설을 2차처리시설로 개축하기 위하여 공사를 착수하였으며, 1992년에 2차처리시설(생물학적)을 변경완공하여 가동되고 있다. 한편 1998년에 제2처리장인 100만 m^3 /일의 2차하수처리시설 증축(총 시설용량 200만 m^3 /일) 및 처리프로세스가 전량 생물학적 처리로 개축완공되어 가동되고 있으며, 하수처리방류수 기준도 강화되어 2008년부터 질소(20mg/L 이하) 및 인(2mg/L 이하)의 고도처리가 의무화되는 등 여건이 크게 바뀌었다.

이 연구에서는 이처럼 오랫동안 미루어져 왔던 서남하수처리장 방류구 이동 사업계획안과 관련하여 서남하수처리장의 방류수가 현 방류지점에서 한강 수질과 생태계에 미치는 영향을 검토하고자 한다.

2.

1987년 100만 m^3 /일의 하수처리시설이 완공된 시기에는 서남(구 가양)하수처리장은 유입하수량 150만 m^3 /일에 대하여 1차처리(물리적)만 실시하였다. 그 결과 1차 처리된 하수가 방류됨으로써 한강하류에 설치되어 있는 신곡수중보에 퇴적물이 쌓이고 이로 인해 한강이 오염되고 있어 한강하류 수역의 수질보호를 위해 서남하수처리장의 1차처리수를 방류관거를 통해 신곡수중보 하류까지 연장하여 방류하는 것으로 계획하였다.

그러나 서남하수처리장은 1987년부터 완공된 기존 1차처리시설 100만 m^3 /일을 생물학적 2차처리시설로 변경 완공하여 1992년부터 가동해왔으며 1998년에는 200만 m^3 /일의 2차처리시설이 완공됨에 따라 수질방류기준치 BOD 20mg

/L 이하인 15mg/L 정도로 방류되고 있다. 영양염류인 T-N 및 T-P도 30~50% 정도 제거되어 평균 T-N 16~23mg/L, T-P 2mg/L 이하의 농도로 방류되고 있다. 한편 서울시에서는 2001년 12월~2002년 12월까지 고도처리시설 도입을 위해 기본계획용역을 수립하였으며, 하수도법령 및 기본계획에 의하여 기존처리시설을 개축하여 2007년 말까지 고도처리를 실시하는 경우 BOD값은 10mg/L, T-N은 10mg/L, T-P는 1.0mg/L 이하로 방류될 수 있을 것으로 판단된다.

한편 서남하수처리장 방류구 일대에 대한 생태조사결과에 의하면 서남하수처리장 방류수가 본류에 미치는 영향은 생물분류군에 따라 다르게 나타났다. 즉, 세균, 식물 플랑크톤, 어류, 육상곤충 등과 관련해서는 그 영향이 크지 않은 것으로 평가되었으며, 동물 플랑크톤상은 가양대교 부근 정점의 연중변화양상을 살펴보면 다른 정점에 비해 상대적으로 높은 출현량과 낮은 풍부도 지수를 나타내었다. 그러나 이 경우에도 하수처리장 방류 지점의 위치 변동은 한강생태계 전체 관점에서 볼 때 일시 방편적인 방법이며, 부영양화 및 파생적 문제에 대한 대책으로는 부적절한 것으로 평가되었다. 따라서 방류구 위치의 변동보다는 방류수 기준 수질에서 무기 영양염류에 대한 총량 규제가 더 시급하다고 판단된다.

즉 한강하류지역에서 오염부하량이 큰 서남하수처리장의 유입하수 전량에 대하여 2차처리를 실시하고 있기 때문에 방류수의 BOD농도 및 T-N, T-P농도를 저감시켜야 할 것이다. 특히 방류관거를 신곡수중보 하류로 연장하기 위해 소요되는 사업비를 처리시설 개축 및 고도처리시설(질소·인 제거 공정 도입) 사업에 투자하여 수질 개선뿐만 아니라 한강 하류 정체 수역의 부영양화 방지를 위한 질소 및 인의 오염부하량이 감소할 수 있도록 해야 할 것이다.

제9절 도시지역 물이용 및 홍수재해 저감을 위한 빗물저류 방안에 대한 연구

1.

최근의 이상기후 현상과 국지성 호우로 매년 홍수에 의한 서울시의 침수피해가 반복되고 있는 실정이다. 이러한 홍수는 그 피해가 점차 대형화되고 있으며, 이와 더불어 급격한 도시화·집중화현상에 따른 포장지표면의 확대로 빗물의 유출량이 하천의 우수수용한계를 넘어서 그 피해의 위험성이 커지고 있다.

이제까지 빗물은 하수도를 통해 배제시키는 것에 치중하여 하천과 하수도를 개·보수하고 빗물배제용 펌프장을 건설하는데 치중하여 왔으나, 기상이변과 도시개발로 시설용량이 부족하게 되고 홍수피해는 계속 반복되고 있어 근본적인 또는 추가적인 대책이 없다면 피해는 더욱 심각해질 것으로 전망되고 있다.

따라서 침수피해에 대처하기 위해서는 빗물을 모아 생활용수, 조경용수, 소방용수 등으로 이용하는 것은 수자원의 확보는 물론 홍수의 예방 방안으로 대처할 수 있는 관리대책이 될 수 있을 것이다.

특히 우리나라는 수자원 특성상 연도별, 지역별, 계절별 강수량의 변화 폭이 커서 물관리에 매우 불리한 여건을 가지고 있다. 한반도의 연평균 강수량은 1,283mm로 세계 평균 강수량 973mm의 1.3배가 넘는 규모이나 인구밀도가 473인/km²인 세계 3위의 고밀도 국가이기 때문에 국민 한 사람당 연강수량(2,705 m³)은 세계평균 26,800m³의 10%에 불과하며 UN의 인구행동연구소(PAD)에서도 물부족국가로 분류하고 있다. 더욱이 1년 중 강수량의 3분의 2가 여름철인 6~9월에 집중되어 있을 뿐 아니라, 하천의 길이가 짧고 경사가 급하여 대부분 바다로 유실되고 있어 전체 수자원 총량 1,276억m³중 26.5%에 해당하는 338억m³만이 용수로 이용되고 있는 형편이다.

2.

빗물을 모아 생활용수, 조경용수, 소방용수 등으로 이용하는 것은 수자원의 확보는 물론 침수피해 방지에 대처할 수 있는 관리대책으로 인식되고 있다.

이 연구에서는 매년 발생하고 있는 집중호우 및 태풍으로 인한 수해피해를 방지하고 빗물을 적극적으로 활용하기 위하여 서울시 택지 및 주택유형별 저류 가능용량에 대하여 검토하였다.

- ① 학교용지, 공원, 체육용지의 저류용량은 각각 2,215천 m^3 , 889천 m^3 , 73,884 m^3 이다.
- ② 단독주택의 경우 하루 712,671 m^3 의 빗물저류가 가능하며, 아파트의 경우 건폐율 20%, 25%, 30%에 따라 각각 961,421 m^3 , 1,201,800 m^3 , 1,442,161 m^3 의 빗물 저류가 가능하다. 1년 중 30% 정도인 110일을 단독주택 및 아파트에서 빗물을 수돗물 대체용수인 정원용수, 청소용수 등으로 사용하는 경우 적게는 184,150천 m^3 에서 많게는 237,032천 m^3 의 수돗물 절약을 기대할 수 있다.
- ③ 1년 중 30% 정도인 110일은 학교에서 빗물을 화장실용수(학생 1인당 사용량 10L로 가정), 수돗물 대체용수로 사용하면 163,352만L/년의 수돗물이 절약된다. 즉, 빗물이용으로 1년간 절약한 수돗물량 및 상수요금은 각각 1,634천 m^3 과 10.6억원에 달한다.

제10절 가정에서의 수돗물 사용량에 관한 연구

1.

우리나라의 물부족현상에 대한 국내외의 각종 경고성 예측과 함께 물 수요 관리(water demand management)에 대한 필요성이 대두되고 있다. 도시지역

과밀화 현상으로 인한 지역별 물수급 불균형과 계절별 수자원 편차 또한 극심하다.

우리나라는 국민 1인당 물사용량이 외국에 비하여 과다하게 높은 것으로 나타나고 있으며, 장래 물수요가 실제 사용량보다 크게 예측되었다는 주장이 나오고 있다.

현재 우리나라에서 흔히 생활용수라고 하는 것은 상수도 시설을 통해서 공급되는 정수된 물로, 여기에는 순수 가정용수와 함께 영업용수 및 업무용수, 대중목욕탕용 등의 용수들이 포함되어 있다. 일본의 경우 우리나라와 비슷한 용어로 구분하고 있으나 유럽의 경우 우리나라와는 다른 분류체계를 가지고 있다. 즉, 우리나라는 일반적으로 우리나라의 생활용수를 보편적으로 도시용수의 개념으로 정의하고 있으며 그 안에 가정용수, 영업용수, 업무용수 및 상수도로 공급되는 전용 공업용수를 함께 포함시켜 분류를 하고 있다. 따라서 엄격하게 생활용수의 구분을 짓는다면 가정용수로만 한정짓는 것이 원칙이나 현상수도 공급체계 및 구조상 그런 구분은 매우 어려운 실정이므로 용어를 재정립할 필요성도 제기되고 있다.

생활용수 중에서 가정용수가 상수사용량의 66.4%를 차지하고 있으나 공동주택, 아파트, 일반주택에서 수도물 사용량이 얼마 정도인지를 연구한 사례는 극히 적다. 게다가 그 조사수도 적어 통계처리에 대한 신뢰도 평가 측면에서 다소 부족한 점이 있었다고 판단된다. 따라서 주택유형별 수도물 사용량을 조사함으로써 가정에서의 물 소비패턴과 절수 가능성을 진단하는 것이 선행될 필요가 있다.

이에 따라 이 연구에서는 환경부 및 서울시 등 지자체에서 매년 발간하고 있는 상수도 통계연보에 의한 단순화된 기존의 업종별 조정(사용량) 현황 분석 방식을 보다 세분화하고자 하였다. 즉 가정용, 대중목욕탕용, 업무용, 영업용, 전용공업용, 기타수입(시계외 급수)에 대한 현행 분류체계 중에서 가정용에 대한 주택별, 자치구별, 거주자별 1일 수도물 사용량을 조사하여 상호현황

및 비교검토하였다. 향후 이러한 연구는 주택유형별 물 사용량 절약을 위한 기초자료로서 활용가능성이 높다고 하겠다.

2.

이 연구를 통해 서울시 25개 자치구를 대상으로 각각의 주택 유형에 대해 각 주소지의 세대구성원별로 수도물의 사용량과 1인당 1일 수도물 사용량(Lpcd)을 여러 가지 요인별로 비교 분석하여 보았다. 이 연구에서 얻어진 결과를 정리하면 다음과 같다.

1) 주택유형 비율을 반영한 서울시 수도물 사용량 추정

이 연구는 서울시 전체 주거지 중 컴퓨터시스템작업에 의해 무작위로 선정된 각 구청 공동주택, 아파트, 일반주택(각360세대×3=1,080개소) 등 총 27,000개의 표본을 추출하여 조사한 것으로, 조사대상인 표본으로부터 서울시 전체 모집단의 수도물 사용량을 추정하여 제시하였다. 이를 위하여 서울시 주택유형 비율 통계자료를 이용하였으며, 실제 비율을 표본 결과에 적용하여 서울시 전체의 1인1일 수도물 사용량을 추정하였다. 그 결과, 공동주택 193L, 아파트 196L, 일반주택 206L로서, 서울시 평균 1인1일 수도물 사용량은 199L로 추정되었다. 이 값은 공동주택 196L, 아파트 195L, 일반주택 207L로 계산된 표본의 평균인 1인1일 수도물 사용량 199L와 같은 값을 보였으며, 이 값은 환경부 및 서울시 상수도 사업본부 상수도 통계자료에서 제시된 서울시 전체 평균 1인1일 수도물 사용량 195L와 거의 비슷한 값을 나타내고 있다.

2) 자치구별 1인1일 수도물 사용량 현황 및 비교

25개 자치구에 대해 Lpcd값을 주택유형별로 검토한 결과, 공동주택은 서울

시 전체 평균치 193L와 비교하여 종로구 및 강남구가 238L로 가장 많은 수돗물 사용량을 나타냈으며, 도봉구가 160L로 가장 적은 사용량을 나타내었다.

아파트 전체 평균치 196L와 비교해 강남구와 동작구가 각각 284L와 218L로 많은 수돗물 사용량을 나타냈다. 특히, 강남구의 경우, 다른 구에 비해 월등히 높은 값으로, 거주자수 1인세대 비율이 33.8%로 높아서 나타난 현상으로 판단된다. 한편, 노원구, 용산구, 강서구 등은 Lpcd값이 낮았는데, 특히 용산구, 강서구가 각각 160L, 159L으로 꼴찌권이었다.

일반주택은 서울시 전체 평균치 206L와 비교하여 광진구가 256L, 은평구 및 강북구가 237L로 높은 Lpcd값을 나타냈으며, 반대로 강동구와 마포구가 각각 183L, 155L로 가장 낮은 Lpcd 값을 나타냈다.

3) 거주자수별 수돗물 사용량 현황 및 비교

1인1일 수돗물 사용량(Lpcd)을 각각의 거주자수별로 나누어 검토한 결과, 수돗물 사용량(m^3)을 기준으로 나타내면 수돗물 사용량(m^3)은 거주자수가 증가함에 따라 같이 증가하는 것으로 나타났다 그러나 이 값들을 1인1일 수돗물 사용량(Lpcd)으로 나타내 살펴보면, 거주자수가 1명인 경우에서 가장 높은 값을 보이며 거주자수가 증가함에 따라 그 값이 낮아지는 곡선을 그렸다. 거주자수 3명 이후부터 5명까지는 대체로 비슷한 Lpcd값을 나타냈다.

실제 조사된 결과 중에서 거주자수가 1명인 경우를 제외하고 2~5명인 경우만을 추려 각각의 주택유형별로 평균 Lpcd값을 산출한 결과 공동주택은 12L, 아파트는 8L, 일반주택은 2L로 적은 값을 나타내는 것으로 조사·분석되었다.

수돗물 사용량은 세대구성원수가 많을수록 그 값이 높은 것으로 나타났지만, 각 개인이 사용하는 물에 해당하는 Lpcd에 대해서는 반대의 결과가 나왔다. 1인1일 수돗물 사용량(Lpcd)은 세대구성원수가 가장 적은 1명의 경우 가장 높은 값을 나타냈으며, 세대구성원수가 증가함에 따라 대체적으로 감소하는 추세를 보였다.

4) 선행연구와의 수도물 사용량 비교

‘환경부, 가계부문 물소비 패턴 시범조사(2003)’에서 제시된 설문조사에 의한 1인1일 물사용량의 경우 단독주택이 233.5L, 아파트의 경우 238.1L로 조사되어, 이 연구에서 조사된 일반주택(단독주택, 다가구, 원룸 포함) 206L와 비교하여 27.5L 높았으며, 아파트 196L와 비교하여 42.1L 높게 나타났다.

5) OECD 국가별 수도물 사용량 비교

OECD 회원국의 가정에서 1인1일 수도물 사용량을 검토해보면 평균 100~300L까지 폭넓게 분포되어 있다. 250L 이상의 과다사용그룹은 미국, 캐나다, 호주, 일본 등이며, 200L 정도의 대규모 사용그룹은 이탈리아, 스페인, 터키, 스웨덴 등이 해당된다. 130~190L의 중규모 사용그룹은 덴마크, 핀란드, 프랑스, 오스트리아, 스위스, 영국, 노르웨이, 룩셈부르크, 폴란드, 네덜란드, 뉴질랜드, 아일랜드, 우리나라가 속하며, 10~120L의 소규모 그룹은 체코, 헝가리, 포르투갈, 벨기에, 독일 등이다.

6) 수도물 사용량 비교에 관한 정책적 제안

OECD회원국에서 발표되고 있는 유럽의 1인1일 수도물 사용량(Lpcd)은 생활용수중에서 가정용수로 판단되고 있어 200L 이하로 적다. 환경부(2003 상수도통계, 2004)에서 발표되고 있는 수도물 급수량(Lpcd)은 전국평균이 359L로서 상당히 많은 것을 알 수 있다. 이 값은 생산량에서 주민등록인구수를 단순히 나눈 값으로 누수와 계량기 불감 등이 고려되지 않은 계산값이다. 그러나 이 연구에서 제시된 것처럼 실제 조사결과 가정에서의 1인1일 수도물 사용량은 199L로, 선진외국과 비슷한 것으로 나타났다.

따라서 우리나라가 수도물을 많이 소비하는 국가로 인정되고 있는 것은 불합리하며, 환경부 및 지자체는 향후 지속적인 수도물 사용량 기초조사 연구를

통한 생활용수 통계처리과정에서 유럽 선진외국 등과 공평하게 비교 검토될 수 있도록 유수수량 중에서 가정용, 영업용, 업무용 등의 1인1일 수돗물 사용량(Lpcd)의 정확한 홍보자료가 요망된다. 마지막으로 향후 이러한 연구는 주택유형별 물 사용량 절약을 위한 기초자료로서 활용가능성이 높을 것으로 판단된다.

제11절 서울시 아파트 세대구성원별 평균 수돗물 사용량 및 감소량 변화

1.

김갑수 외(2005)는 서울시 25개 구청 공동주택, 아파트, 일반주택에서 수돗물 사용량을 조사하여 자치구별 주택 유형에 따른 1인1일 수돗물 사용량(Lpcd)의 범위, 거주인수별 공동주택, 아파트, 일반주택의 1인1일 수돗물 사용량 등을 비교분석한 바 있다.

이 연구는 서울시 상수도사업본부에서 컴퓨터에 의해 무작위로 선정된 각 자치구별 360개의 아파트를 대상으로 수도요금을 통해 고지되는 수돗물 사용량을 조사하였고 해당 동사무소를 방문하여 거주자수를 파악하였다. 이 연구에서는 25개 자치구 아파트에서의 수돗물 사용량 변화가 자치구별 재정자립도와 상관성이 있는지와 자치구별 아파트 크기에 따른 수돗물 사용량을 비교·검토하였다.

또한 서울시 아파트 세대구성원수 증가에 따른 평균적인 수돗물사용량 감소량과 감소율을 다양한 회귀식으로 분석하였으며, 세대구성원수별 평균 1인1일 수돗물 사용량 변화에 대해서도 회귀분석을 수행하였다. 한편 2003년, 2004년 서울시 전체 세대별 수돗물 사용량과 월평균 수도요금을 서울근로자 가구당 월평균 가계수입과 비교·검토하였다.

2.

이 연구를 통해 서울시 25개 자치구 아파트를 대상으로 1인1일 수돗물 사용량(Lpcd)을 아파트 크기, 자치구별 재정자립도, 거주인수 등의 요인별로 비교·분석하여 보았다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- ① 자치구내 아파트 주민의 경제력과 관련하여 수돗물 사용량의 경향성을 검토하기 위하여, 경제적 지표인 자치구의 재정자립도와 수돗물 사용량을 비교하였다. 그러나 결과는 상관성을 주장할만한 경향성을 띠지 않아 재정자립도가 수돗물 사용량에 가장 큰 영향력을 미치는 요인이라고 보기는 어려웠다. 이는 지난 연구결과에서 밝히고 있듯이, 수돗물 사용량 결정요소가 사회변수, 기술변수, 행동변수 그리고 외부변수 등 다양한 요인에 의해 지배를 받기 때문인 것으로 판단된다.
- ② 세대구성원수가 증가할수록 1인1일 수돗물 사용량은 감소하고 있다. 이는 세대구성원수와 상관없이 한 세대가 1인인 경우에도 취사, 세탁 등에 공통으로 사용하는 물의 양이 있기 때문인 것으로 판단된다. 아파트의 경우 세대구성원수 증가에 따른 평균적인 수돗물 사용량 감소량은 1인 세대에서 2인 세대로 변할 때 233L(47.6%), 2인 세대에서 3인 세대로 변할 때 62L(20.8%), 3인 세대에서 4인 세대로 변할 때 32L(16.9%), 4인 세대에서 5인 세대로 변할 때 18L(9.0%)로 나타났다. 다시 말하면, 1인 세대가 취사, 세탁 등의 공통사용량으로 인해 사용량이 많게 나타났으며 구성원수가 증가할수록 1인 사용량도 완만하게 감소하였다. 이러한 감소율이 아파트나 공동주택에서 모두 비슷한 양상을 보이고 있어 주택유형에 상관없이 구성원수 증가에 따라 1인 사용량이 규칙적으로 감소한다고 할 수 있다. 선형회귀식을 구하여 검토한 결과, 세대구성원이 1인 증가함에 따라 12%씩 감소하는 것을 보여주고 있다.
- ③ 서울시 아파트의 세대구성원수별 평균 1인1일 수돗물 사용량에 대한 회

귀식들 중에서 X의 누승식은 결정계수가 0.9861로 세대구성원수의 변화에 따른 1인1일 수도물 사용량의 변화를 가장 잘 나타낸다. 세대구성원수의 변화에 따른 1인1일 수도물 사용량의 변화를 쉽게 판단할 수 있는 선형회귀식을 살펴보면, 세대구성원수가 1인 증가함에 따라 1인1일 수도물 사용량이 약 80Lpcd 감소함을 보여주고 있다.

- ④ 수도물 사용량이 각 자치구의 재정자립도로 대표되는 경제 능력과는 대체적으로 상관성이 없는 것으로 나타났다. 서울시 전체 세대별 사용량 현황에서 2003년 1월부터 12월까지 1세대당 수도물사용량은 월평균 19.2m³로 6,844.8원이며, 2003년 12월부터 2004년 11월까지 19.2m³로 6,850.4원이다. 수도요금은 서울시 근로자 월평균 가계소득인 308만원의 0.22%로, 이것이 수도물 사용량과 사용자 경제능력 간의 낮은 상관성 결과에 영향을 끼쳤다고 판단된다.

제12절 중랑천 비점오염원 부하량 및 원단위 산정

1.

비점오염원부하라 함은 오염물질이 특정한 지점(특정오염원)으로부터가 아닌, 불특정지점에서 분포하여 강수에 의해 운반 배수계통으로 유출되는 것으로 정의할 수 있다.

도시지역 비점오염원으로서 큰 역할을 하는 것은 가로상에 쌓인 각종 퇴적물이며, 이들 퇴적물은 유기성 부유오니, 수생 동식물 사체, 기름, 중금속, 각종 도시폐기물, silt, 모래, 자갈 등으로 이루어져 있다. 그리고 중랑천 제내지나 논, 밭 등의 용지와 관련된 비점오염원으로서는 농약과 영양물을 흡착한 퇴적물, 용존영양염과 박테리아 등 미생물을 함유한 관개배수, 농작물의 잉여잔

재물 등이 있다. 비점오염원은 유출의 간헐성, 배출지점의 확산, 오염원 종류 및 부하의 다양성 때문에 점오염원보다 관리하기가 어렵다. 그리고, 현재 점오염원으로부터 유출하는 오염부하량 중에 공장폐수에서 기인한 오염물질은 배수기준의 실정에 따라 감소하고 있으며, 생활하수 중의 오염물질도 분뇨처리(분뇨처리시설, 정화조)와 하수도 정비 등에 의해 감소하고 있다. 그러나 비점오염원으로부터의 오염물질량은 인구의 집중과 도시화의 진행에 따라 해마다 그 비율이 증가하고 있는 실정이다.

따라서 효율적인 수질관리를 위해서는 점오염원뿐만 아니라 비점오염원을 적정 관리하지 않고서는 수계환경의 개선 및 수질환경기준을 달성하기가 매우 어려운 실정이다. 이 연구에서는 중랑천 유역에 대한 비점오염원 부하량 및 원단위에 대해서 검토 및 고찰해 보고자 한다.

2.

도시지역은 불투수성 면적비율이 높아 표면유출이 다른 지역보다 많기 때문에 강우에 대한 유출변화가 민감하고 유량과 수질농도의 변화가 빠르게 나타나고 빨리 끝나는 것이 특징이다. 도시지역에서 초기강우가 어느 정도 큰 경우는 불투수층에서 발생하는 표면유출에 의해 침투유출이 발생하기 때문에 first flush 현상이 나타난다. 이때 수로에 침전되었던 쉽게 이동할 수 있는 오염물질이 일시에 유출하기 때문에 고농도의 오염물이 유출부하량은 작아도 급격한 침투치를 나타낸다. 도시지역의 경우, BOD의 first flush와 점토성 탁도의 first flush는 큰 관련이 있으며 이들의 유출에 큰 영향을 미치는 것이 합류식 하수관거에서의 오염물질 유출이다. 강우강도, 한계유량, 관내 오염물 잔존량에 따라 도시지역 비점오염유출량이 영향을 받으며, 이밖에 유출에 영향을 미치는 인자로는 하상의 조건, 토지이용, 지형, 토질 등의 유역특성 등이 관계가 있다.

강우 시에는 비강우 시에 비해 BOD, COD, SS가 급격히 증가하여, 강우 시

하수수질이 비강우 시보다 2~5배 높은 경우도 있다. 하수처리가 잘되는 대부분의 도시지역에서 강우 시 유출부하는 연간부하의 약 50%를 차지하며, 이 비율은 강우량, 유역면적, 하천경사, 유역의 토지이용 등에 따라 달라진다.

제13절 서울시 하수처리장(물재생센터) 유입량 감소원인 분석

1.

중랑, 탄천, 서남, 난지물재생센터 등 서울시 4개 물재생센터의 시설용량은 총 581만 m^3 /일로 각각 1,710천 m^3 /일, 1,100천 m^3 /일, 2,000천 m^3 /일, 1,000천 m^3 /일이다. 4개 물재생센터에 대한 1998년부터 2004년까지 7년간의 평균 유입 하수량을 조사한 결과 중랑물재생센터는 1998년 2,154천 m^3 /일에서 2004년에 1,622천 m^3 /일로 532천 m^3 /일이 감소하였다. 같은 기간에 탄천물 재생센터는 897 m^3 /일에서 901천 m^3 /일로 거의 변화가 없었으며, 서남물재생센터도 1,768천 m^3 /일에서 1,730천 m^3 /일로 거의 변화가 없는 것으로 나타났다. 난지물재생센터는 1998년 988천 m^3 /일에서 2004년 873천 m^3 /일로 115천 m^3 /일 감소하였다(환경부, 2004년).

중랑물재생센터의 유입하수량은 2002년까지 시설용량을 초과하는 하수가 유입되어 서울시에서는 시설용량의 확장을 고려했었으나 유입하수량이 계속해서 감소하여 2003년 이후로는 시설용량 1,700천 m^3 /일 이하의 하수가 유입되고 있다. 또한 다른 3개 물재생센터보다 유입하수량이 매우 급격하게 감소하고 있다. 따라서 이 연구에서는 탄천, 서남, 난지물재생센터와는 달리 중랑물 재생센터에서 나타난 급격한 유입하수량감소의 원인을 조사 분석하고자 한다.

2.

서울시 4개 물재생센터에 유입된 하수량은 청천 시 기준으로 1998년에서 2004년까지 864천m³/일 감소하였다. 그 중 중량물재생센터에서 가장 많은 감소가 일어났으며 유입하수량을 발생원별로 분류하여 검토해본 결과 상수 사용량, 지하수 사용량, 지하철역사 지하수 유입량, 시계외 유입량, 유량산정방식 변경보다 불명수량의 변화가 유입하수량 감소의 주요한 원인으로 판단된다. 불명수량 감소원인은 크게 3가지이다. 첫째, 노후상수관 교체 및 정비에 의한 누수량의 감소는 그 양만큼 4개 하수처리장 유입하수량 감소에 그대로 반영되지 않아 정량적인 분석이 어려운 것으로 판단되었다. 둘째, 중량하수처리구역에서의 간·지선관거 개량은 다른 3개 처리구역보다 1.6배에서 5배까지 많이 시행되어 이로 인해 감소하는 불명수량은 다른 하수처리구역보다 중량하수처리구역에서 가장 많았으며 불명수량 감소에 16.5%의 영향을 미친 것으로 유추하였다. 셋째, 차집관거 정비 및 확장공사는 다른 하수처리구역보다 중량하수처리구역에서 2.8배에서 13.8배까지 많이 시행된 것이 확인되었다. 따라서 중량하수처리구역의 급격한 유입하수량 감소는 차집관거 확장공사에 따른 계곡수 및 하천수 등의 불명수량 감소로 인한 것으로 분석되었다. 서울시 하수도 정비기본계획(변경)보고서에서 제시한 2011년까지의 계획 하수량과 현 시점에서의 실제 유입량은 발생하수량과 불명수량 부분 모두에서 많은 차이를 보이고 있어 현 시점에서 새로운 계획하수량 산정이 필요할 것으로 판단된다.

제14절 서울시 가정에서의 수돗물 사용량과 거주인수 증가에 따른 1인 1일 사용량의 감소변화에 관한 연구

1.

물 수요관리의 일환으로 생활용수 중에서 가정용수가 상수사용량의 66.4%를 차지하고 있으나 공동주택, 아파트, 일반주택에서 수돗물 사용량이 얼마 정도인지를 연구한 사례는 극히 적다. 게다가 그 조사수도 적어 통계처리에 대한 신뢰도 평가 측면에서 다소 부족한 점이 있다고 판단된다. 따라서 주택유형별 수돗물 사용량을 조사함으로써 가정에서의 물 소비패턴과 절수 가능성을 진단하는 것이 선행될 필요가 있다.

이에 따라 이 연구에서는 환경부 및 서울시 등 지자체에서 매년 발간하고 있는 상수도 통계연보에 의한 단순화된 기존의 업종별 조정(사용량)현황 분석 방식을 보다 세분화하고자 하였다. 즉, 가정용, 대중목욕탕용, 업무용, 영업용, 전용공업용, 기타수입(시계의 급수)에 대한 현행 분류체계 중에서 가정용에 대한 주택별, 자치구별, 거주자별 1인1일 수돗물사용량을 조사하여 상호 현황 및 비교 검토하였다.

또한 25개 자치구 아파트에서의 수돗물 사용량 변화가 자치구별 재정자립도와 상관성이 있는지와 자치구별 아파트 크기에 따른 수돗물 사용량을 비교 검토하였다. 조사된 아파트는 소형, 중소형, 중대형, 대형 평수로 나누어 해당되는 자치구별 수돗물 사용량을 세대구성원수별로 나타내어 비교 검토하였다.

한편 서울시 아파트 세대구성원수 증가에 따른 평균적인 수돗물 사용량 감소량과 감소율을 다양한 회귀식으로 분석하였으며, 세대구성원수별 평균 1인1일 수돗물 사용량 변화에 대해서도 회귀분석을 수행하였다.

2.

이 연구를 통해 서울시 25개 자치구를 대상으로 각각의 주택유형에 대해 각 주소지의 세대구성원별로 수도물의 사용량과 1인1일 수도물 사용량(Lpcd)을 여러 가지 요인별로 비교 분석하여 보았다. 이 연구에서 얻어진 결과를 정리하면 다음과 같다.

- ① 조사대상인 표본으로부터 서울시 전체 모집단의 수도물 사용량을 추정하여 제시하였다. 이를 위하여 서울시 주택유형 비율 통계자료를 이용하였으며, 실제 비율을 표본결과에 적용하여 서울시 전체의 1인1일 수도물 사용량을 추정하였다. 그 결과, 공동주택 193L, 아파트 196L, 일반주택 206L로, 서울시 평균 1인1일 수도물 사용량은 199L로 추정되었다. 이 값은 공동주택 196L, 아파트 195L, 일반주택 207L로 계산된 표본의 평균이 1인1일 수도물사용량 199L와 같은 값을 보였으며, 이 값은 환경부 및 서울시 상수도 사업본부 상수도 통계자료에서 제시된 서울시 전체 평균 1인1일 수도물 사용량 195L와 거의 비슷한 값을 나타내고 있다.
- ② 기존자료와 비교한 결과, ‘환경부, 가계부문 물소비패턴 시범조사(2003)’에서 제시된 설문조사에 의한 1인1일 물사용량의 경우 단독주택이 233.5L, 아파트의 경우 238.1L로 조사되어, 이 연구에서 조사된 일반주택(단독주택, 다가구, 원룸 포함) 206L와 비교하여 27.5L 높았으며, 아파트 196L와 비교하여 42.1L 높게 나타났다.
- ③ 세대구성원수가 증가할수록 1인1일 수도물 사용량은 감소하고 있다. 이는 세대구성원수와 상관없이 한 세대가 1인인 경우에도 취사, 세탁 등에 공통으로 사용하는 물의 양이 있기 때문인 것으로 판단된다. 아파트의 경우 세대구성원수 증가에 따른 평균적인 수도물 사용량 감소량은 1인 세대에서 2인 세대로 변할 때 233L(47.6%), 2인 세대에서 3인 세대로 변할 때 62L(20.8%), 3인 세대에서 4인 세대로 변할 때 32L(16.9%), 4인 세대에서 5인 세대로 변할 때 18L(9.0%)로 나타났다. 다시 말하면, 1인 세

대가 취사, 세탁 등의 공통사용량으로 인해 1인 사용량이 높게 나타났으며 구성원수가 증가할수록 1인 사용량도 완만하게 감소하였다. 이러한 감소율이 아파트나 공동주택에서 모두 비슷한 양상을 보이고 있어 주택 유형에 상관없이 구성원수 증가에 따라 1인 사용량이 규칙적으로 감소한다고 할 수 있다. 선형회귀식을 구하여 검토한 결과, 세대구성원이 1인 증가함에 따라 12%씩 감소하는 것을 보여주고 있다.

- ④ 서울시 아파트의 세대구성원수별 평균 1인1일 수도물 사용량에 대한 회귀식들 중에서 X의 누승식은 결정계수가 0.9861로 세대구성원수의 변화에 따른 1인1일 수도물 사용량의 변화를 가장 잘 나타낸다. 세대구성원수의 변화에 따른 1인1일 수도물 사용량의 변화를 쉽게 판단할 수 있는 선형회귀식을 살펴보면, 세대구성원수가 1인 증가함에 따라 1인1일 수도물 사용량이 약 80Lpcd 감소함을 보여주고 있다.
- ⑤ 수도물 사용량이 각 자치구의 재정자립도로 대표되는 경제 능력과는 대체적으로 상관성이 없는 것으로 나타났다. 서울시 전체 세대별 사용량 현황에서 2003년 1월부터 12월까지 1세대당 수도물사용량은 월평균 19.2m³로 6,844.8원이며, 2003년 12월부터 2004년 11월까지 19.2m³로 6,850.4원이다. 수도요금은 서울시 근로자 월평균 가계소득인 308만원의 0.22%로, 이것이 수도물 사용량과 사용자 경제능력 간의 낮은 상관성 결과에 영향을 끼쳤다고 판단된다.

제15절 국내·외 하수슬러지 처리·처분 현황 및 개선방안

1.

경제성장, 생활수준의 향상으로 생활하수 발생량이 증대하였으며 2005년말을 기준으로 전국에서 가동 중인 공공하수 처리장은 294개소로 시설용량은

22,568천m³/일이며, 마을 하수도는 1,404개소, 시설용량은 98,402m³/일이다. 하수처리구역내 하수처리인구 비율로 산정한 국내의 하수도 보급률은 2005년말 현재 선진외국의 하수도 보급률(평균 80% 이상)과 비슷한 수준인 83.5% 정도이다.

2005년도 하수슬러지(하수오니)의 발생량은 2,560천톤/년이다. 또한 하수도 보급률이 계속 증가함에 따라 하수슬러지의 발생량도 증가할 전망이다.

하수슬러지는 함수율이 높고 유기물질을 다량 함유하고 있어 부패하기 쉬운 특성을 가지고 있고 처리과정에서 악취 및 해충발생으로 환경피해가 발생할 우려가 있으며, 또한 하수슬러지에 함유된 유기물의 유효이용과 매립지 소모량을 줄이기 위해 중간처리에 의한 감량화가 필요하다. 환경부에서는 유기성 슬러지의 재활용과 매립지 사용수명 연장 등을 위해 직매립금지 규정을 도입하였으며, 이에 따라 2003년 7월 1일부터는 유기성 슬러지의 함수율과 관계없이 육상직매립이 금지되고 있다. 이처럼 직매립 금지가 시행되고 런던협약 1996 의정서가 2006년 3월 24일 발효되었으나 지자체에서는 처리시설 설치를 위한 재원확보의 어려움과 처리기술의 미흡 등에 대한 준비 부족으로 다각적인 대책마련이 필요하다. 이 연구에서는 상기와 같은 관점에서 하수슬러지 처리 문제점과 자원화 실태 및 개선방안 등에 대하여 검토 및 고찰해보고자 한다.

2.

국내 하수슬러지 발생량은 하수도 보급률이 증가함에 따라 매년 증가하고 있다. 그러나 하수슬러지의 중간처리시설의 정비는 미미한 실정으로 발생량의 16.0%만이 지렁이사육 등에 의한 분변토의 재활용이나 소각에 의하여 처리되고 나머지는 직매립(1.7%)과 해양투기(78.0%)에 의해 처리되고 있다. 참고로 해양매출량 중에서 하수슬러지가 차지하는 비율은 약 15%에 달한다.

2003년 7월 1일부터 유기성하수슬러지의 육상직매립이 금지됨에 따라 사전

준비가 이루어지지 않은 지방자치단체에서는 법규준수를 위해 임기응변책으로 해양투기를 선택한 결과 일시적으로 해양투기가 증가하고 있다. 따라서 해양수산부의 폐기물 해양배출 규제기준 강화 등 해양투기 억제계획은 제1기준(2007년 적용계획)과 제2기준(2011년 적용계획)으로 구분적용하고, 검사항목을 현재 14개에서 25개로 세분화하여 해양투기를 금지시키는 것으로 되어 있다.

한편, 하수처리시설이 설치된 지역 및 유형별로 하수슬러지의 성분을 정밀 분석하여 중금속 등의 유해물질 함유량이 기준치 이하로 낮은 경우에는 퇴비화가 가능한 지역을 대상으로 자원화 대책을 적극 지원하여야 할 것이다. 현재 농림부의 비료관리법 및 관련고시 등으로 인하여 읍, 면 단위지역에서 발생하는 하수슬러지를 제외하고는 하수슬러지의 퇴비화가 제도적으로 불가능한 실정이다. 농촌지역과 도시지역에서 발생하는 하수슬러지 성분은 대부분 농림부의 비료관련 규정을 만족하고 있어 농림부의 관련법규처럼 원천적으로 도시지역 하수슬러지를 퇴비사용이 불가능한 원료로 구분하는 것은 자원회수 측면에서 바람직스럽지 않다.

하수슬러지의 해양배출은 런던협약 발효와 관계없이 점차 줄어나가 결국에는 모든 하수슬러지는 육상에서 처리하는 시스템으로 정착시켜야 한다. 이를 위해 하수슬러지는 단순하게 매립장에 매립하거나 바다에 투기하는 쓰레기가 아니라 잘 활용하면 자원이 될 수 있다는 인식의 전환이 필요하다.

한편 최근에는 하수슬러지의 양을 하수처리장 내에서 고효율 저비용으로 원천 감량시키는 source control 기술이 일본에서 개발되어 실용화되고 있는데, 이를 통해 하수처리과정에서 최종발생되는 잉여슬러지의 양을 90% 정도 감량할 수 있었다. 우리나라에서도 실용화를 위하여 2~3개 하수처리장에서 실험실 및 실규모 시설에서 성능평가를 실시하고 있는 것은 상당히 고무적이다. 특히 유입하수량 350m³/일의 경기도 광주시 광동리 하수처리장의 경우 2년간 잉여슬러지 발생량이 90% 이상 감소한 것이 확인되었다. 또한 2004년 10월부터 가동되고 있는 구미시의 LG전자 폐수처리장의 경우, 자체 폐열을 활용하여 잉

여슬러지 발생량도 90% 이상 감소하여 경제적 측면에서 큰 이익을 보고 있다. 이 감량화 공법은 슬러지 가용화조(可溶化槽)에서 호열성세균을 60~70℃로 유지하기 위한 유지관리비가 증가하는 경향이 있으나 처리장내에서 발생하는 폐에너지(폐열) 또는 혐기성소화조에서 발생하는 잉여 메탄가스를 열원으로 이용하는 경우 에너지비용을 상당히 절감할 수 있을 것으로 판단되어 경제적인 것으로 평가되고 있다.

또한 생슬러지 및 잉여슬러지를 동시에 감량화할 수 있는 열적가수분해 시스템은 고열에서 병원균이 없으며 저장이 용이하고 악취문제가 없어 경작지에 활용도가 높아 유럽에서는 퇴비로서 활용되고 있다. 즉, 슬러지 감량을 40%, Biogas 생산증가율 40~50%, 탈수효율증가율 10~15% 정도로서 현재 일본 및 유럽 등의 실 규모시설에서 잘 가동되고 있어 혐기성 소화조가 설치되어 있는 하수처리장에서 적극적인 도입이 필요한 것으로 판단된다.

지속적인 연구개발을 통하여 하수처리장에서 최종 발생하는 생슬러지 및 잉여슬러지의 양을 줄이는 노력과 하수처리과정에서 불가피하게 발생한 탈수케이크를 재활용하는 방안도 다각적으로 강구되어야 할 것이다. 하수슬러지를 소각 및 용융 등으로 태우는 것이 불가피한 상황에서 최후의 처리수단으로 삼아야 할 것이다.

제16절 한강의 수질현황 및 개선방안

1.

물은 사람을 비롯해 모든 생명체의 생존에 필수적인 요소이며, 농업, 공업 등 모든 산업의 가장 기초적인 생산요소의 기능을 하는 중요한 자원이다. 서울이 인구, 정치, 경제, 사회, 문화 등의 중심도시로 발전할 수 있었던 것도 한강

이라는 풍부한 수원이 위치하고 있었기 때문이다. 한강은 전체 유역면적이 우리나라 전 국토의 27%에 달하며, 서울을 중심으로 한 수도권에 생활용수, 공업용수, 농업용수 등의 공급원으로서 매우 중요한 역할을 하고 있다.

한강은 남한강, 북한강이 팔당에서 만나 합류하고 서울시의 중심을 관통하여 하구에 도달하는 유로연장 469.7km, 유역면적 26,218.9km²의 남한 최대의 하천이다. 한편 한강종합개발사업에 따른 콘크리트 호안 조성은 수생태계와 육상생태계의 단절을 가져왔으며, 녹지축 및 코리더로 기능하는 수변 생태계를 단순화시키고 교란시켰다. 그러나 끊임없는 인위적인 간섭과 개발에도 불구하고, 서울의 가장 중요한 야생동식물 서식처이며, 서울을 동서로 가로지르는 중심적인 녹지축 및 야생동물의 이동통로로서 잠재적인 역할을 하고 있다.

특히, 1990년대 들어 환경에 대한 관심이 고조되기 시작하면서 한강이 개발되기 이전에 가지고 있던 생태적 건강성을 다시 회복시키기 위한 다양한 노력들이 시도되었으며, 한강 생태계에 대한 정밀 조사와 변화추이 분석 등에 대한 연구의 필요성이 대두되었다.

이 연구에서는 한강의 수자원과 수질 측면에 대한 현황 및 문제점의 검토를 통해서 한강 르네상스 시대를 열어가는 새 이정표를 제시하고자 한다.

2.

한강권역의 물 이용량은 12,195백만m³/년으로 전국 총 사용량의 약 36%를 차지하고 있다. 인구는 2003년 25,335천명에서 2015년 27,298천명으로 늘어날 것으로 예상되고, 산업발전에 따른 폐수발생량은 2003년 2,371천톤에서 2015년 3,909천톤으로 증가할 것으로 예측된다. 또한 토지의 경우 농경지와 산림은 감소하고 오염부하량이 상대적으로 큰 대지면적은 증가할 것으로 전망된다. 이와 같이 한강수계에는 발생오염부하량이 점차 증가하여 현재보다 수질관리를 위해 더 많은 노력이 필요한 시점이다. 따라서 다음과 같은 관리방안이 요

구되고 있다.

첫째, 고랭지 경작지의 토사가 유출되는 도시지역에서 초기강우 시 비점오염 등에 효과적으로 대응하기 위해 지역별·유역별 특성에 맞는 비점오염 저감 시범사업을 실시하고 효과 검증을 거쳐 사업을 시행·확대하도록 한다.

둘째, 한강은 상류부터 하류까지 댐으로 형성된 호수와 하천으로 연결되어 있고 댐 방류량에 따라 수질이 많은 영향을 받고 있으므로 수질을 고려한 댐 운영 도입이 필요하다.

셋째, 한강 대권역에서도 3대강 수계와 마찬가지로 수질오염총량제를 의무적으로 시행하도록 관련 법령을 정비하고 관리대상 오염물질 항목을 단계적으로 확대한다.

넷째, 수도권 시민의 식수원인 팔당호의 부영양화 및 조류 발생 억제를 위해 상류부 오염원에 대한 지속적인 관리와 함께 호내 생태학적 방법에 의한 수질관리를 강화한다.

이 외에도 자연형 하천정비 및 도심하천 복원 시 수생태 건강성 회복을 우선적으로 고려하여 추진하되 단기적으로는 부처 간 연계성 강화를 위해 마련 중인 자연친화적 하천관리 통합지침에 따라 환경친화적 하천정비사업을 시행하고 장기적으로는 수생태 기초조사 등을 토대로 본격적인 수생태 건강성 복원사업을 시행한다. 또한 임남댐 등 북한과 공유하는 수계의 유량 확보 및 수질관리를 위한 남북협력사업을 추진한다.

제17절 기후변화에 대응한 서울시 물관리 전략

1.

도시화로 인한 기후변화는 열섬현상, 강우편중, 가뭄 등으로 서울의 물순환계의 이상 징후를 표출하고 있다. 서울의 기온은 지난 40년간 1.5℃ 증가하여

지난 100년간 세계 평균 상승치인 0.4~0.8℃의 2.5배 이상으로 급격히 상승하였다. 이는 고밀 개발로 인한 녹지 감소, 도로 포장률 증가, 하천 친수공간 감소 등으로 도시환경의 건조화가 가속화되었기 때문이다. 또한 불투수면의 증가로 지하수 수위가 낮아지고, 하천으로 물이 유입되지 못한 결과 하천의 건천화가 초래되는 등 기후변화에 의한 물순화계의 악화는 이미 현실화되고 있다.

집중호우 시에는 지표면으로 일시에 빗물이 유출됨으로써 하천변이나 저지대는 상습적으로 침수피해를 겪고 있다. 또한 지하수 수위와 용천수 고갈로 인한 하천의 유량 감소는 각종 수질보전대책에도 불구하고 한강을 비롯한 36개 하천의 수질 개선을 어렵게 하고 있다. 더욱이 2000년대 이후 갈수기와 홍수기가 증가함에 따라 기존의 물관리정책을 취약하게 만들고 생활환경을 악화시키고 있어, 물순환을 통한 물관리정책의 패러다임 전환이 시급하다.

2.

예상할 수 없는 기후변화에 대응하고 후손에게 지속가능한 물 자원을 물려주기 위해, 앞으로 서울시의 물관리정책은 친환경 물순환 회복정책으로 방향을 전환해야 한다. 즉 지표면의 증발산량이 많은 물순환계로 전환하여 도시 자체가 기온조절 기능을 가지며 증발작용이 원활하게 이루어지도록 한다. 또한 물재생용수(고도처리수)를 제3의 물산업으로 육성하여 높은 상수도의존율을 낮추고 안정적인 수자원으로 확보한다.

친환경 물순환체계를 회복하기 위해서는 우선 불투수면으로 덮여진 지표면을 침투면으로 개량하여 지표면유출량을 현재 연강우량의 48%에서 1960년대 수준인 9%로 저감한다. 건조해진 도시를 쾌적한 생활환경으로 조성하기 위해서는 옥상녹화, 빗물 이용 및 빗물저류시설을 통해 증발산량을 연강우량의 27%에서 46%로 증가시킨다. 친수공간을 조성하고 건천화된 하천에 물이 흐르게 함으로써 시가지의 증발산 면적을 30% 이상 확보한다. 또한 용수 대부분

을 외부수원에서 공급받는 광역상수도 의존율을 84%로 완화하고 물재생용수와 빗물 등을 적극 이용하여, 자체적으로 물위기 조절 능력을 확보하도록 한다. 특히 물재생용수는 서울의 물자립도를 높이기 위한 유효한 수자원으로서의 지위를 부여해, 상수와 하수 다음으로 제3의 물산업 대상용수로 지칭할 필요가 있다.

제18절 음식물쓰레기 디스포저 도입 시 하수도시스템에 대한 기술·환경적 평가

1.

우리나라에서는 전국적으로 음식물 쓰레기의 퇴비화 및 사료화를 실시하고 있어 음식물 쓰레기의 자원화에 큰 역할을 하고 있다. 그러나 음식물쓰레기의 자원화에는 성공적이지만 자원화 시설 및 처리구역 내에 가동되고 있는 하수종말처리장의 유입하수 농도가 상승하는 문제가 제기되고 있다.

즉, 음식물쓰레기의 퇴비화 및 사료화의 경우 폐기물의 감량 및 재활용 측면의 장점과 동시에 오수(침출수)의 발생을 야기하고 있다는 단점을 가지고 있는 것으로 평가되고 있다.

음식물 쓰레기를 별도로 처리해야 하는 여건을 감안할 때 원천감량이 가장 이상적인 방법이지만 한계가 있고, 음식물 쓰레기를 발생시키는 사람이 처리하면 바람직하겠지만 실패를 거듭한 바 있기에, 줄일 것은 줄이고, 발생하는 부분은 배출자와 정부가 적정하게 역할을 분담하여 처리하는 방향으로 음식물 쓰레기 처리사업이 자리를 잡아가고 있다. 적절한 역할분담이란 시민들은 발생시킨 음식물쓰레기를 분리하여 주고, 지방자치단체는 수거하여 자체시설 또는 민간처리시설을 활용하여 처리하는 것이다. 이러한 흐름은 2000년에 들어

서면서 정착되어가고 있으나, 여전히 불안한 부분이 많다.

이에 따라 정부에서는 1998년 환경부·노동부·보건복지부 등 관계부처 공동으로 “음식물 쓰레기 감량·자원화 기본계획(1998~2002)을 수립하여 다양한 감량·자원화 정책을 적극 추진한 바 있다. 그 결과, 2004년 현재 음식물 쓰레기 발생량은 11,464톤/일로 1997년에 비해 13% 정도 감소하였으며, 재활용량은 1997년 1,275톤/일(9.7%)에서 발생량의 88.0%인 10,015톤/일로 크게 증가하였다.

그러나 음식물 쓰레기 발생량 감소율은 1998년 9.7%를 보인 이후, 2004년까지 0.6% 감소하였다. 즉, 음식물 쓰레기 감소율은 거의 변화가 없음을 알 수 있다. 정부에서는 좋은 식단체 등 음식물 쓰레기 발생량 줄이기에 엄청난 홍보 등 투자를 하고 있으나 음식물 쓰레기 줄이기에 한계가 있는 것을 알 수 있다. 한편, 재활용 방법의 93.6%를 차지하고 있는 사료화나 퇴비화는 침출수처리 등의 관련 법규의 강화, 부산물의 수요 한계 등으로 인해 시설운영과 유통에 문제점을 안고 있다.

2005년 1월 1일 이후 전국 시(市)급 이상 도시에서 일제히 시행되고 있는 음식물 쓰레기 ‘직매립금지법’에 따른 현황 및 문제점 등에 대해 검토해 보며, 디스포저(주방용 오물분쇄기) 도입 시 대응방안에 대해서도 재조명해 보고자 한다.

2.

전술한 것처럼 디스포저를 사용하게 되면, 생물학적 처리 없이 하수관거로 유입시키면 하수의 농도가 크게 높아지게 된다. 특히, 이미 운영 중인 하수처리장을 계획할 때는 분쇄된 음식물쓰레기의 유입이 없는 것을 전제로 설계수질을 결정하여 처리장이 운영되고 있어, 만일 음식물쓰레기가 디스포저에 의해 분쇄된 후 직방류로 하수처리장으로 유입될 경우에는 구조물의 변경, 하수

처리시설 운영방법의 변경, 처리공정의 변경은 물론 기계설비 및 전기설비 등의 교체도 불가피하다.

또한 우리나라의 관거는 침하·파손 등으로 불량한 상태인데다 상당량의 합류식 하수관거가 강우 시 최소유속(0.8m/s)을 확보하지 못하고 있다. 특히 합류식은 과거부터 빗물의 신속한 배제를 통한 침수예방에 주안점을 두어 설치되어 왔기 때문에 청천 시에는 최소유속을 확보하지 못해 하수관거내 퇴적 현상이 발생되고, 강우 시에는 퇴적물이 고농도 하수가 되어, 일시에 하수처리장으로 유입됨에 따라 정상 운영에 지장을 초래하고 있다.

분류식관거의 경우 2006년 말 현재 46.2%가 정비되어 있으나, 시공과정에서 발생한 우·오수관거의 오접합 등으로 인하여 미처리된 오수가 우수관거를 통하여 공공수역으로 방류되거나 관접합부 불량, 타관통과, 연결관 및 본관의 이음불량 등의 이유로 강우 시 최소유속(0.8m/s)을 확보하지 못하는 곳이 많으며 대규모 분류식 하수관거정비지역임에도 불구하고 별도의 공공하수처리장이 없이 합류식관거 정비지역에서 합병으로 처리하는 경우 분류식하수관거의 근본 목적이 무색해지고 있는 실정이다.

이와 같은 하수도시설의 실태를 살펴보면 이렇게도 아직은 디스포저 도입은 시기상조이다. 그러나 한강수계 하수관거 정비 1단계 사업(2002~2006)이 완료되었으며, 2단계 사업이 2007년부터 추진되고 있다. 또한 29개 지자체를 대상으로 민간자본을 유치하여 BTL 사업으로 2조 3천억원의 예산이 하수관거 정비사업에 투입되고 있다. 따라서 분류식 하수관거 정비사업이 완료된 지자체를 대상으로 2~3개 시범지역을 선정하여 3~4년간 실증 실험을 통하여 문제점 등 개선방안을 도출할 수 있을 것이다.

음식물쓰레기 사료화·퇴비화 등 재활용시설은 그 나름대로 성과를 내고 있으나, 음식물쓰레기가 갖고 있는 특성상 수거운반, 하수병합처리, 재활용 과정 등에서 문제점이 나타나고 있다. 디스포저를 이용한 음식물쓰레기 처리시스템은 수거가 곤란한 지역에 대한 처리방안이며, 또한 공동주택에서의 공동

처리 또는 국민의 쾌적한 삶의 질 향상이라는 개념으로, 문제시되고 있는 기존의 음식물쓰레기 재활용방법의 처리대안으로서 그 적용에 대한 타당성 검토는 충분한 가치가 있을 것으로 판단된다. 물론 현재의 일반 국민이 지닌 “음식물쓰레기는 자원”이라는 인식과 정부의 자원화 정책에는 부합되지 않는 것으로 인식될 수 있다. 그러나 음식물쓰레기가 하수처리장으로 유입되는 경우 Biogas 생산에 의한 에너지 이용 등 긍정적인 측면도 있다. 이러한 모든 상충되는 인식을 과거의 단순한 연구결과나 논리로서 접근하는 것이 아니라 이제 는 보다 과학적이고 체계적인 연구와 각계각층의 심도 있는 토론을 바탕으로 음식물쓰레기에 대한 문제인식을 제고할 필요가 있다.

제19절 2011년 하수슬러지 해양투기 금지에 따른 추진전략

1.

경제성장, 생활수준의 향상으로 생활하수 발생량이 증대하였으며, 2006년말 기준으로 전국에서 가동 중인 공공하수처리장은 344개소로 시설용량은 23,273 천 m^3 /일(마을하수도 시설용량 포함)이며, 하수처리구역내 하수처리인구 비율로 산정한 국내의 하수도보급률은 85.5%이다.

2006년 하수슬러지(하수오니)의 발생량은 2,742천 m^3 /년이다. 한편 최근까지 지역별 대규모의 하수처리시설이 정비되어 왔으나 2003년부터 도입된 마을단위 하수처리장이 설치되면서 매년 증가되어 마을하수도 1,681개소(2006년말)가 가동되고 있으며 시설용량은 총 114,456 m^3 이다. 또한 지속적인 하수도보급률의 증가 및 BOD, COD, SS를 처리하는 기술에서 질소, 인을 제거하는 기술로 전환되고 있어 하수슬러지의 발생량도 증가할 전망이다.

1997년 직매립금지 명문화에 따라 2003년 7월부터 유기성슬러지의 합수를

과 관계없이 육상 직매립이 금지되고 있다. 그 결과 육상매립에서 해양투기로 전환되고 있으나 해양오염의 피해, 해양 생태계에 미치는 영향 등 문제점들이 부각되고 있다. 또한 런던협약 1996의정서가 2006년 3월 24일 발효되어 2011년부터는 해양투기가 불가능해졌다.

따라서 이 연구에서는 상기와 같은 관점에서 하수슬러지 처리 문제점과 자원화 실태 및 추진전략 등에 대하여 재조명하고자 한다.

2.

국내 하수슬러지 발생량은 하수도 보급률이 증가함에 따라 매년 증가하고 있다. 그러나 하수슬러지의 중간처리시설의 정비는 미미한 실정으로 발생량의 23.5%만이 지렁이사육 등에 의한 분변토의 재활용이나 소각에 의하여 처리되고 나머지는 육상매립(1.6%)과 해양투기(73.4%)에 의해 처리되고 있다. 참고로 해양투기량 중에서 하수슬러지가 차지하는 비율은 약 15%에 달한다.

2003년 7월 1일부터 유기성하수슬러지의 육상직매립이 금지됨에 따라 사전 준비가 이루어지지 않은 지방자치단체에서는 법규준수를 위해 임기응변책으로 해양투기를 선택한 결과 일시적으로 해양투기가 증가하고 있다. 하수슬러지가 해양투기된 동해와 서해의 해역에서 잡은 수산물 홍게에서 머리카락 등이 검출되어 큰 사회적 문제가 되었다. 따라서 해양수산부의 폐기물 해양투기 규제기준 강화 등 해양투기 억제계획은 제1기준(2007년 적용계획)과 제2기준(2011년 적용계획)으로 구분적용하고, 검사항목을 현재 14개에서 25개로 세분화하여 해양투기를 금지시키는 것으로 되어 있다.

한편, 하수처리시설이 설치된 지역 및 유형별로 하수슬러지의 성분을 정밀 분석하여 중금속 등의 유해물질 함유량이 기준치 이하로 낮은 경우에는 퇴비화가 가능한 지역으로 적극적으로 자원화 대책을 지원하여야 할 것이다. 현재 농림부의 비료관리법 및 관련고시 등으로 인하여 읍, 면 단위지역에서 발생하

는 하수슬러지를 제외하고는 하수슬러지의 퇴비화가 제도적으로 불가능한 실정이다. 농촌지역과 도시지역에서 발생하는 하수슬러지 성분은 대부분 농림부의 비료관련 규정을 만족하고 있어 농림부의 관련법규처럼 원천적으로 도시지역 하수슬러지를 퇴비사용이 불가능한 원료로 구분하는 것은 자원회수측면에서 바람직스럽지 않다.

하수슬러지의 해양투기는 런던협약 발효와 관계없이 국가 위상 내지 신인도 문제로서 점차 줄여나가 결국에는 모든 하수슬러지는 육상에서 처리하는 시스템으로 정착시켜야 한다. 이를 위해 하수슬러지는 단순하게 매립장에 매립하거나 바다에 투기하는 쓰레기가 아니라 잘 활용하면 자원이 될 수 있다는 인식의 전환이 필요하다.

한편 하수처리장 경계내에서 고효율 저비용으로 잉여슬러지의 발생을 원천적으로 줄일 수 있는 Source control 기술을 시급히 도입할 필요가 있다. 특히 중·소규모 하수처리장에서는 슬러지 처리비가 지자체의 큰 부담이 되기 때문에 오존, 호열성 세균 및 초음파 등의 처리시설 내에서의 원천적 감량화 시스템 도입이 시급한 과제이다.

또한 생슬러지 및 잉여슬러지를 동시에 감량화할 수 있는 열적가수분해 시스템은 고열에서 병원균이 없으며 저장이 용이하고 악취문제가 없어 경작지에 활용도가 높아 유럽에서는 퇴비로서 활용되고 있다. 즉, 슬러지 감량률 40%, Biogas 생산증가율 40~50%, 탈수효율증가율 10~15% 정도로서 현재 일본 및 유럽 등의 실 규모시설에서 잘 가동되고 있어(下水道新技術推進機構, 2005) 혐기성 소화조가 설치되어 있는 하수처리장에서 적극적인 도입이 필요한 것으로 판단된다.

지속적인 연구개발을 통하여 하수처리장에서 최종 발생하는 생슬러지 및 잉여슬러지의 양을 줄이는 노력과 하수처리과정에서 불가피하게 발생한 탈수케이크 및 소각재 등을 재활용하는 방안도 다각적으로 강구되어야 할 것이다.

제 4 장 연구보고서 및 게재 논문 문헌 소개



제 4 장

연구보고서 및 게재 논문 문헌 소개

1.

2장에서 소개한 발간된 연구보고서에 대한 문헌소개는 <표 4-1>과 같다.

< 4-1 >

		1992	
		1993.6	
		1993.12	
		1993.12	
		1993.12	
		1993.12	
		1994.5	
		1994.6	
		1994.7	
1	By-pass	1994	
		1994.10	
	가	1994	
		1995.4	
		1995.12	
	가	1995.10	

< >

	가		1996.12
			1996.12
			1997.12
2011			1997.4
	-		1998.12
			1998.12
			1998.11
			1998.12
			1999.7
			1999.8
			1999
	()		2000.12
			2002.4
	() 가		2002
			2002.7
			2002.12
	가		2002
			2003.4
			2003.11
			2004.12
	가		2004
가			2004.12
	가 ()		2005.2
			2005.11
			2005
			2006.4
			2006.12
	1		2006
	()		2007.4
			2007.5
			2007.12

< >

2		2007.11	
		2008.6	
		2008.10	
		2009.2	
		2009.6	
		2009.4	
		2009.4	
		2009.10	
		2009.11	

2.

3장에서 소개한 게재된 논문 문헌은 <표 4-2>와 같다.

< 4-2>

		()	
酸化還元系レベルからみた本學周邊水域の水および底泥の性状	關東學院大學工學總 合研究所報	第 7 卷	1984.3
都市河川等における水, 底泥の酸化還元電位の測定方法と測定値の評価,	水質汚濁研究	Vol.9, No.2 p.104~112	1986
酸化還元電位値に影響を及ぼす要因に関する實驗的検討,	水質汚濁研究	Vol.9, No.10 p.661~667	1986
		-	1988.7
	(,	Vol.6 p.38~49	1990
)		Vol.1, No.2 p.13~23	1993
()		29 , 06 p.65~95	1994
		2 p.92~96	1994

< >

		()	
		Vol.9, No.1 p.17~28	1994
		4 , 1 p.3~14	1996
		4 , 2 p.28~56	1996
		p.287~302	1998
가		p.343~360	1998
		p.113~116	1998
		1 , 2 p.49~64	2000
		35 , 2 p.41	2002
		35 , 4 p.39	2002
		35 , 6 p.37	2002
		3 , 2 p.18~24	2002
		35 , 7 p.37	2002
		35 , 8 p.39	2002
		35 , 9 p.39	2002
		35 , 10 p.39	2002
		35 , 11 p.39	2002
		35 , 12 p.39	2002
		3 , 2 p.27~45	2002.9
		36 , 3 p.465~480	2003.6
		17 , 2 p.291~298	2003

< >

		()	
가		4 , 1 p.41~72	2003.3
		5 , 1 p.105~118	2004.3
		9	2004.5
		5 , 2 p.59~68	2004.6
50 ()		186~ 196	2004.6 ~2005.9
		Vol.7 p. 42~51	2004.
	用水と廢水	46 , 9	2004.9
		5 , 4 p. 73~91	2004.12
		193 , 194	2005.1~2
가		195	2005.3
		196	2005.4
40%		198	2005.6
가		6 , 1 p. 17~30	2005.3
		6 , 3 p. 1~13	2005.9
	()	p. 44~53	2005.4
		199	2005.7
	()	12 7 p. 66~74	2005.7
	()	12 8 p. 114~121	2005.8
		200	2005.8
		201	2005.9
가	Opinion	-	2005.7
()		in	2005.7
(.)		in	2005.8

< >

		()	
The supply rate of sewage works and the status of sewage sludge processing around the world, water nature and people	KOWACO	-	2005.9
		13 , 10 p. 42~47	2005.10
		53 , 11 p. 111~116	2005.11
	UNEP	21	2005.10
(1),(2),(3)	21	p. 74~79 p. 70~75 p. 120~123	2005.10, 11, 12
	()	p. 44~53	2005.4
/ 가		31	2005.4
(4),(5),(6),(7)	21	p. 124~131 p. 98~100 p. 108~112 p. 96~98	2006.2, 3, 4, 5
) (p. 1~156	2006.1
	21	p. 28~33	2006.6
CSOs ()		14 8 p. 72~79	2006
CSOs ()		14 9 p. 45~53	2006
Disposer		14 10 p. 5~16	2006
()		14 11 p. 58~66	2006
()		14 12 p. 46~54	2006
		Vol. 28 No. 8 p. 813~819	2006.8
()		7 , 4 p. 53~66	2006.12
가 가 1 1		Vol.29 No. 1 p. 89~97	2007.1

< >

		()	
		Vol.29 No. 1 p. 8~16	2007.1
		Vol.15 No. 6 p. 4~13	2007.6
		44	2007.10.1
		Vol. 29 No 11 p. 1169~1178	2007.11
	SDI	10	2008.4
가		Vol.30, No. 5 p. 471~481	2008.5
(1)		16 , 5 p. 92~97	2008.5
(2)		16 , 6 p. 118~125	2008.6
(3)		16 , 7 p. 89~95	2008.7
(4)		16 , 8 p. 118~123	2008.8
(5)		16 , 9 p. 129~133	2008.9
2011		9 3 p. 3~21	2008.9
	SDI	24	2008.11.3

제5장 늘 맑고 푸른
친환경도시 서울만들기



제 5 장

늘 맑고 푸른 친환경도시 서울만들기

1.

1) 친수공간으로 되살아나는 서울의 하천

동부간선도로를 지나다 보면 중랑천에서 낚시하는 사람들을 많이 본다. 시간을 보내기 위한 것인지 먹을 물고기를 잡는 것인지 가끔 의문이 들기도 한다. 이유가 무엇이든 하천에 물고기가 있다는 것은 수질이 비교적 좋다는 증거일 것이다. 물고기가 살 수 있는 수질은 생물화학적 산소요구량(Biochemical Oxygen Demand, BOD)으로 20mg/L 이하라고 한다. 이곳에 물고기가 살기 시작한 것은 1993년부터라고 알려져 있다. 오염이 심했을 때는 BOD가 60mg/L 정도였다. 우리나라 하수처리장 유입하수의 평균 BOD농도가 100mg/L 정도라고 하니 당시에는 하천이 아니고 하수관이라는 표현이 더 어울렸을 것 같다. 2004년 중랑천의 BOD는 10mg/L 정도로, 하천수질기준에 따르면 5급수에 해당된다. 비록 상수원수로 사용되는 2급수 수질인 BOD 1~3mg/L 정도에는 미치지 못한다 하여도 상당히 깨끗한 편에 속한다. 이미 중랑천 좌우 고수부지가 서울시민과 의정부 주민들의 친수공간(amenity)으로 자리 잡고 있는 상황에서 수질까지 개선되고 있으니 금상첨화라고 할 수 있다. 안양천의 수질도 1989년 BOD 96.2mg/L에서 2003년 9.6mg/L로 상당히 개선되었다.

이렇게 하천의 물이 깨끗해진 것은 하수를 모아 처리하는 소위 하수도시설이 건설되어 정상적으로 작동되고 있기 때문이다. 실제로 중랑천의 상류에는 의정부하수처리장이, 안양천의 상류에는 안양하수처리장이 운영되고 있다. 그리고 서울에서 발생한 하수는 하천을 따라 따로 모여서 서울시의 4개 하수처리장에서 처리한다.

2) 하수도의 역할

하수도란 하수를 한곳에 모아 처리하는 처리장과 그 처리장까지 하수를 유도하는 관거 등 모든 관련 설비와 시설을 말한다. 수도물 공급라인을 상수도라고 불리는 것에 견주어 쓰고 난 물의 배출라인은 하수도라고 부르고 있다. 비록 대부분이 땅 속에 묻혀있기 때문에 눈으로 볼 수는 없지만 중랑천, 안양천의 예에서 보듯이 하수도는 여러 가지 중요한 역할을 담당한다. 첫째, 가정이나 공장에서 배출된 하·폐수를 깨끗하게 처리한 후 하천에 방류함으로써 쾌적한 수생환경을 만든다. 둘째, 도로나 택지에 떨어진 빗물을 신속하게 배제하여 침수피해를 줄인다. 셋째, 하수처리장의 처리수(방류수)나 하수의 열, 슬러지(sludge, 汚泥) 등을 자원으로 활용하여 지구환경의 보전에 더욱 공헌한다. 넷째, 하수처리장 상부를 공원이나 스포츠시설로 조성하여 쾌적한 도시공간을 창출한다.

3) 외국의 하수도 역사

고대문명 발상지의 하나인 바빌론(Babylon)에서는 토관을 사용하여 도시의 하수문제를 해결했다고 한다. 로마제국에서는 Cloaca maxima라는 반원 아치형 석조 하수거를 만들었다. 하수거의 최대단면은 폭 3.6m, 높이 4.2m에 이르렀고, 아주 견고해서 지금도 그 중 일부인 738m를 사용하고 있다고 한다. 로마제국이 멸망한 후에는 하수도분야도 발전이 없었다. 그러다가 1347년과 1350

년 사이에 유럽에는 흑사병(페스트)이 유행하였고, 그 원인이 불완전한 하수도에 기인한 것으로 알려지면서 하수도가 다시 세인의 관심을 끌기 시작했다. 18~19세기에 걸친 산업혁명은 인구의 도시집중을 불렀고, 근대적 하수도의 개념이 싹튼 계기가 되었다.

근대적 하수도는 산업혁명을 이끈 영국에서 태동했다. 영국에서도 하수문제는 1832년의 콜레라 유행에서 비롯되었으며 1842년에 보건법이 공포되면서 하수관거의 정비가 시작되었다. 그러나 정화되지 않은 하수가 Thames강으로 유입됨으로써 콜레라의 재발 등 수인성 질병문제가 근절되지 않았다. 이는 더 나은 하수도의 발전을 이끌었고 현재 영국은 세계에서 가장 높은 하수도보급률을 보이고 있다. 프랑스는 1663년 이전에 내수배제를 목적으로 하수도를 정비하다가 1833년부터 40년 동안 체계적으로 하수도망을 정비하였다. 미국에서는 1857년 F·W·Adams가 설계한 뉴욕 Brooklyn의 하수도가 효시라고 한다. 일본은 1877년 도쿄에 콜레라가 유행하자 1883년과 1885년 사이에 간다(神田)지방에 분류식 하수도를 부설하면서 근대적 하수도사업이 시작되었다.

4) 서울의 하수도

조선시대에는 오늘날 청계천이라 불리는 하천주변에 도심의 모든 기능이 집중적으로 형성되었다. 그러나 제방시설이 없어 우기에는 인근 가옥이 침수되었고 하수구의 집결로 인해 극심한 오염과 질병이 발생했다. 이를 해소하고자 태종 11년(1411년)말에 하수도공사 계획을 수립했다. 공사는 개거도감(開渠都監)이라는 기관에서 했으며, 2천여명의 인원을 동원하여 한 달 만에 완공되었다. 이때 오간수교(五間水橋)와 이간수문(二間水門)(현 을지로 6가 18번지 부근)이 이곳에 만들어졌다. 광무(光武) 11년(1907년)에는 오간수문(五間水門)을 철거버림으로써 토사와 물이 쉽게 흘러가게 했다.

1910년 한일합방이 이루어진 시기에 서울의 주요 배수간선은 청계천과 육천이었다. 일제 강점기에는 이곳을 중심으로 하수도 정비가 집중되었다. 제1기

하수공사가 1917년부터 7년간 진행되었는데, 청계천 준설과 배수가 불량한 지선 17개소를 고쳤다. 제2기 하수공사는 1924년부터 1931년까지 있었다. 이러한 공사와는 별도로 한강방수사업과 남산방면의 배수공사도 진행되었다.

6.25전쟁은 많은 하수도의 파손을 가져왔다. 파손된 곳은 하수관거 203개소, 암거 12개소, 배수시설 32개소 등 총 247개소에 이르렀다. 1951년 6월부터 1954년 7월까지 파손된 하수도의 복구가 이루어졌다. 토지구획정리사업이 추진되면서 충무로 지역 등 7개 지구에 12,015m의 하수도가 건설되었다. 1980년 6,558.5km였던 하수관거길이가 1990년에 9,122.8km로 늘었고, 2002년에는 서울/부산간 고속도로 왕복길이의 약 10배인 10,087.5km로 늘어 계획했던 모든 곳에 하수도를 보급하게 되었다. 이러한 노력의 결과로 서울시는 우리나라에서 가장 높은 하수관거 보급률(100%)과 하수처리보급률(100%)을 나타내고 있다.

마포유수지펌프장은 1958년 4월 25일에 사용을 개시한 저지대 침수방지를 위한 최초의 펌프장이다. 이후 펌프장을 점차 확대되어 2007년에는 111개소, 유수지 52개소(미복개 25, 완전복개 20, 부분복개 7)에 이르고 있다. 청계천하수처리장(현 중량물재생센터 제1처리장)은 하수로 인한 하천오염을 방지하고자 설치한 우리나라 최초의 처리장이다. 이후 1979년 12월 31일에는 중량천하수처리장(현 중량물재생센터 제2처리장)이 건설되었다. 현재 두 곳은 중량물재생센터로 통합운영되고 있으며 1일 처리용량은 171만 m^3 에 이른다. 계속해서 탄천(110만 m^3 /일), 서남(200만 m^3 /일), 난지(100만 m^3 /일) 등의 하수처리장이 건설되어 2008년말 현재 전체 581만 m^3 의 하수처리장을 갖추고 있다.

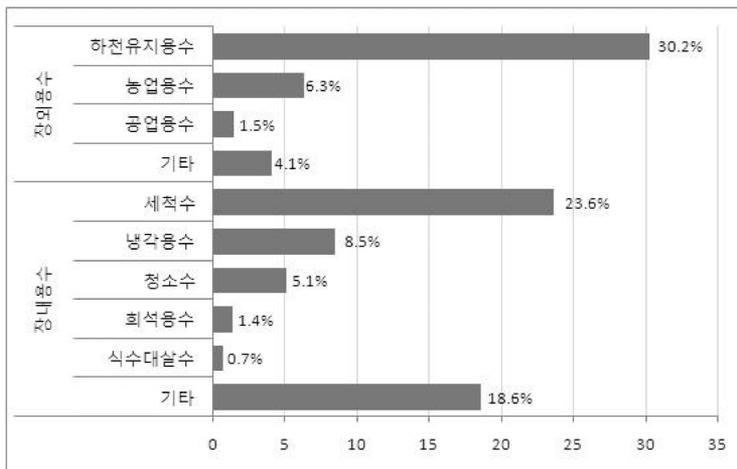
5) 또 다른 수자원으로서 하수처리수

그동안 대형댐 또는 저수지를 축조하여 수자원을 확보하는 정책을 추진하였으나 환경파괴에 대한 논란 및 수물예정지주민의 반대 등으로 대형댐 설치의 한계에 도달하였다. 따라서 최근에는 대체 수자원의 개발과 함께 물절약, 중수도시설 의무화 등 물 수요관리정책을 추진하고 있으나 점증하는 물수요를 충

족하기에는 부족한 실정이다. 특히 2011년에는 1년에 18억^m의 물이 부족할 것으로 예상되고 있다. 2001년 3월부터 하수도법을 개정하여 하수처리수를 재이용하도록 의무화함에 따라 재이용률은 점차 증가하는 추세이다. 그러나 하수처리수는 <그림 5-1>와 같이 대부분 장내 세척수 및 청소용수 등으로 재이용하고 장외에서는 주로 하천유지용수로 재이용하고 있는 실정이다.

2007년말 현재 연간 65억^m의 하수처리수 중 9.9%인 6.4억^m를 재이용하고 있으며 매년 재이용률은 점차 증가하는 추세이다. 하수처리수 재이용의 문제점으로는 공급관로 등의 시설설치 및 운영에 소모되는 비용이 상수도 사용절감 등에 의한 편익보다 높아 경제적 손해가 발생할 수 있다는 점이다. 또한 처리수 생산공법 및 소독방법에 따라 다를 수 있지만 세균, 바이러스 등 병원균의 존재 가능성이 있고 색도 및 냄새 등에 의해 심미적 거부감이 발생할 수 있다는 점을 들 수 있다.

서울시에서는 청계천의 유지용수로 하루에 10만톤의 한강물을 공급하고 있으나, 중랑하수처리장의 처리수를 비상시 등에 유지용수로 공급하기 위하여 Microfiltration 및 오존 소독을 거친 고도처리수를 생산하고 있다. 그러나 향후 서울시에는 36개의 하천 중 청천 시에 건천화되어 있는 하천에 유지용수 공급



< 5-1> 2007

측면에서 하수처리수의 적극적 이용을 고려하여 하천의 생태계의 회복 및 친수공간으로 자리매김하기 위한 방안이 필요한 것이다.

6) 이웃주민의 휴식공간으로서 하수처리장

<그림 5-2>와 같이 탄천하수처리장 상부 일부(124,100㎡)에 조성되어 있는 복개 구조물은 처리장 주변에 살고 있는 주민들로부터 큰 인기를 얻고 있다. 그곳에는 게이트볼, 배드민턴장, 인라인, 지압보도, 어린이 놀이시설, 파고라, 체육시설 등이 설치되어 있다. 서울시 4개 하수처리시설의 총 부지면적은 약 100만평이다. 중랑하수처리장은 복개구조물을 설치할 수 있는 기초골조공사가 되어 있지 않아 상부의 이용이 불가능하나 서남하수처리장은 주변이 아파트 밀집지역으로서 처리장 상부를 복개구조물로 정비하게 되면 시민들로부터 사랑받는 시설물이 될 것이다. 이제 하수처리장은 혐오시설이 아니라 친환경적 시설로 시민들이 체육시설, 공원으로 활용하고 휴식을 즐기는 안식처가 되어야 할 것이다. 도쿄의 아리아케(有明)하수처리장은 <그림 5-3>과 같이 지하에 하수처리장이 있고 그 상부에 테니스장, 수영장, 다목적 체육시설, 전망대, 겸 식당 등이 설치되어 있어 관광명소가 되고 있다.



< 5-2>



< 5-3> (有明)

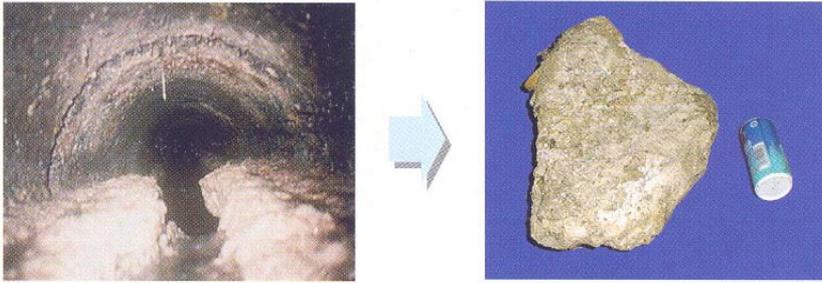
7) 하수도 파수꾼으로서 우리 모두의 역할

현재 하수처리장에 유입되는 하수속에는 질소 및 인이 탄소에 비해 과잉으로 함유되어 있어 하수처리에 어려움을 주고 있을 뿐만 아니라 호수, 하천, 바다에서 발생하는 녹조류, 남조류, 적조류의 원인이 되고 있다. 또한 짙은물은 질소와 인을 많이 가지고 있어 식물의 영양원으로 유효하다. 따라서 가정에서 짙은물을 정원이나 베란다의 식물에 물 대신으로 주면 성장속도가 빨라질 뿐만 아니라 수질오염도 줄일 수 있다.

가정이나 식당 등에서 사용한 폐식용유를 그대로 버리면 <그림 5-4>와 같이 하수관거가 막히거나 강우 시에 하천이나 바다로 방류되어 기름덩어리가 되는 경우가 허다하다. 폐식용유를 신문지 등을 이용하여 쓰레기통에 버리는 것이 수질오염을 줄이는 방법이다.

빗물받이는 강우 시에 빗물이 하수관거를 통하여 하수처리장으로 유입되는 시설이다. 그런데 빗물받이에서 악취가 발생하는 경우도 있어 고무판 등으로 덮어 놓은 것을 자주 볼 수 있다. 그러나 빗물받이 속으로 빗물이 유입되지 않

아 저지대 또는 하류지역에 침수피해를 일으키는 한 요인이 되기 때문에 고무판 등으로 덮지 않도록 유의하여야 한다. 서울시에서는 악취발생방지시설 등의 설치를 통하여 주민의 불편도 해소하여야 한다.



(Oil Balls)

< 5-4>

(Oil Balls)

8) 미리 보는 2020년의 서울 하수도

하수도는 시가지의 오수를 배제, 처리하여 생활환경의 개선과 공공수역의 수질보전을 도모할 뿐만 아니라 우수를 신속히 배제함으로써 도시재해를 방지하는 기능을 갖고 있다. 서울시의 경우 국내 타 도시와 마찬가지로 하수도의 2가지 기능 중 방재적인 측면이 강조되어 우수의 신속한 배제에 주안점을 두어 설치하여 왔다. 또한 계획적인 도시개발 등에 의한 설계시공보다도 확장에 따라 하수도시설이 확충됨으로써 <그림 5-5>와 같이 합류식관거의 월류수에 의한 수질오염, 강우 시 비점오염원(Non-Point Source)의 수질오염 등과 같은 문제점을 안고 있다. 이와 같은 서울시 기존 하수관거의 문제점 해결을 위해서는 서울시의 각 지역여건을 감안하여 하수관거를 정비함으로써 하수의 원활하고 신속한 배제와 위생적인 처리가 이루어지도록 하여야 한다. 또한 우수지 52개소를 합류식관거 월류수 대책 저류지로 활용하는 개선대책이 요구된다.

사회가 고도 정보화 사회로 진전됨에 따라 하수도 시설의 유지관리도 종래

의 단위시설에 대한 개별적인 관리, 육감, 수동조작에서 전체시설에 대한 종합 관리, 공장자동화, 원격제어 등으로의 변화가 요구되고 있다. 그러므로 독립 시설물을 연결해주는 광통신케이블을 하수관거를 이용하여 부설토록 하는 방안도 강구하여야 한다. 이러한 광통신케이블은 하수도 시설뿐만 아니라 일반 수요도 증가하는 추세이므로 하수관거의 내부공간을 이용한 Lan System구축은 하수도시설의 공공서비스 기능을 강화할 수 있을 것이다.

하수처리과정에서 부산물로 발생하는 슬러지(Sludge, 오니)의 쓰레기 매립지에서의 복토재로 이용, 혐기성 소화조의 슬러지 가용화시설 설치에 따른 최종 탈수케이크량의 감량화, 지구 온난화방지를 위한 메탄가스의 Biomass발전 에너지원으로서의 수처리시설 이용 등이 필요하다.

한편, 하수도의 수온은 4계절을 통하여 온도변화가 적고 기온을 비교하면 여름에 낮고 겨울에 높은 온도특성을 가지고 있다. 이 온도차이를 활용하여 하수의 열이용시스템(Urban Heat)을 개발하면 처리장내에서 냉난방 에너지로 활용할 수 있다. 이 시스템은 에너지절약 및 대기오염방지에 기여하고 냉각탑의 설치가 별도로 필요 없으며 소음이 발생하지 않아 주변 환경에도 악영향을 미치지 않는다.

하수처리장내에 반딧불이가 서식함에 따라 매년 반딧불이 축제도 개최할 수 있으며 이제 하수처리장은 혐오시설이 아니라 우리집 앞 정원과 같은 환경친화적인 시설이라는 것이 시민들에게 인식되어야 할 것이다. 선진외국처럼 하수처리장 정문에 수위가 없고 방문객이 자유자재로 운동, 산책하는 모습이 서울시에서도 필요한 것 같다.

현재 서울시 4개 하수처리장도 주간에는 일부 시민들이 찾아와 축구, 테니스 등 경기를 즐기며 잘 활용하고 있다. 그러나 체육시설 및 공원이 보다 확대되어 더 많은 시민들이 부담없이 찾을 수 있는 관광명소가 되기를 기대해 본다.



()

()

< 5-5> ,

2.

일본에서는 공공하수도가 정비되어 사용개시가 공포되면 합류식지역인 경우에도 3년 이내에 의무적으로 정화조를 폐지하는 것으로 되어 있다. 하수도와 수세화는 일체로 추진된다. 합류식이라도 하수관거는 처음부터 분뇨를 직유입하는 것을 전제로 하여 건설되며, 하수관거의 경사나 연결부 등은 특히 엄밀한 시공과 검사가 수행된다. 물론 하수도계획구역외나 구역내에서 당분간 하수관거가 시공되지 않은 구간에서는 수세화를 위해 정화조가 설치되는 일이 많다. 그러나 관거가 시공되어 공용개시의 고시가 있으면 정화조는 철거되고 잡배수와 같이 수세식변소의 오수도 직접 하수관에 유입시키는 것이 특징이다.

그러나 우리나라는 합류식관거인 경우 반드시 정화조를 설치하게 되어 있다. 이에 따라 서울시의 경우 2006년 12월 31일 기준으로 단독정화조가 631,301기, 오수정화시설이 3,457기 설치되어 있어 악취발생, 유지관리 등의 문제가 야기되고 있다. 그 이유는 관거가 개거나 측구로 되어 있거나 원칙적으로 도로 밑 제내지(堤內地)에 설치하여야 하는 차집관거를 하천변에 설치했기 때문이다. 이로 인해 <그림 5-6>과 같이 우수토실, 우수토구로부터 하수의 흐

름이 보이며 악취를 발생시킴으로써 생태하천으로 조성되고 있는 하천들이 시민들에게 악취 및 미관상 혐오감을 주고 있다.



< 5-6> ,

우수토실은 <그림 5-7>과 같이 합류식 하수도에 있어서 우천 시 하수를 일정량까지는 차집관거를 거쳐 하수처리장에 이송하고, 일정량 이상은 분리하여 하천 등의 공공수역에 직접 방류하기 위한 빗물 Weir 등의 시설이다. 반면에 우수토구는 하수도시설로부터 처리수나 빗물을 공공수역에 방류하는 방류구로서 기능적으로 차이가 있으나 우리나라에서는 우수토실과 우수토구가 함께 된 형식이 많아 양자의 구별이 되지 않고 있다.

우리나라의 하천 고수부지는 시민에게 개방되어 자전거도로, 산책길이 되어 있는 곳이 많다. 여기를 사이클링이나 산책하는 사람들에게 큰 통로로 보이므로 미관상·안전상 또는 악취의 문제가 있어 많은 개선이 필요하다. 토구는 그대로 하천고수부지까지 연결되어 있다. 따라서 우수토실을 <그림 5-8>과 같이 도로 밑(제내지)으로 옮기면서 우수토실내 하수의 흐름이 보이지 않는 시스템을 도입하게 되면 악취해소와 함께 생태하천으로의 기능을 충분히 발휘할 것으로 기대된다.

이때의 유의사항으로서 협잡물이 우수토실을 통해 공공수역으로 유출되는 것을 억제하기 위해 메쉬상태인 <그림 5-9>와 같은 동력 또는 무동력 여과스크린 및 와류식 수면제어장치를 설치하게 되면 협잡물 및 디스포저오수 등의

합류하수가 공공하수도를 거쳐 하수처리장으로 유입되면서 합류식하수도의 우수토질 개선·협잡물 삭감이 가능해질 수 있다.

이 경우 합류식관거에서 강우 시의 월류수(CSOs : Combined Sewer Overflows)문제가 거론될 수 있으나 미세스크린 설치, 오일펜스의 설치, 우수 체수지 설치, 응집제 첨가 고속여과 설비 등의 도입시스템에 따른 비점오염부하저감이 필요하다.

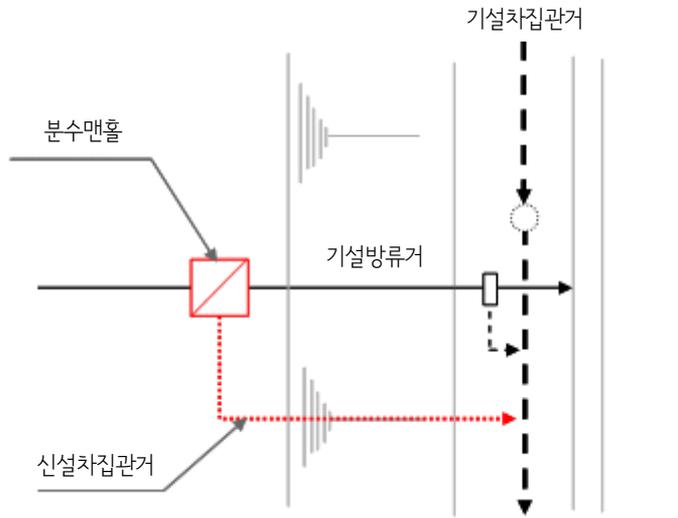


청천 시

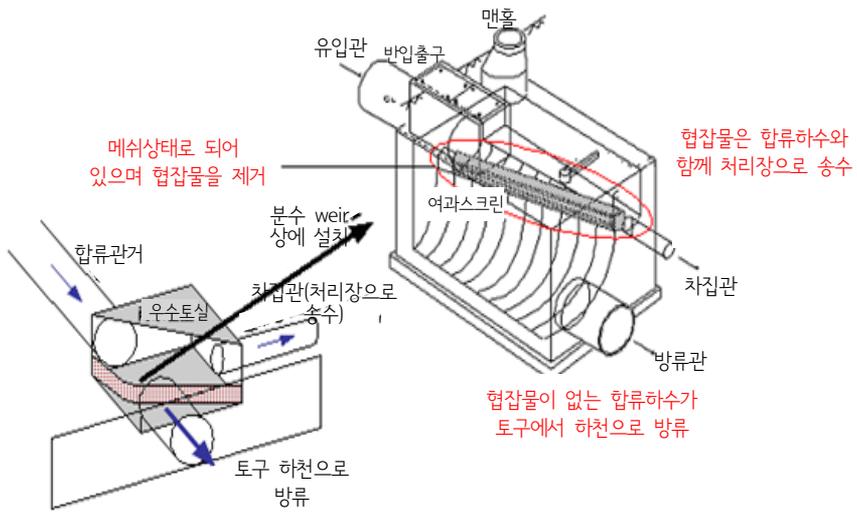


우천 시





< 5-8 >



< 5-9 >

3.

1) 서울시 하수관거 현황

2007년 기준 서울시 하수관거는 총 10,261km로 간·지선관거 9,818km, 차집관거 443km로 이루어져 있다. 간·지선관거 중 8,812km(86%)가 합류식이며 분류식관거는 1,005km(9.8%)로 그 중에서 우수관은 566km, 오수관은 439km이다. 또한 4개 물재생센터의 차집관거 길이는 <표 5-1>과 같이 중랑 171km, 탄천 87km, 서남 91km, 난지 94km로 총 443km이다.

< 5-1> (2007)

	(m)			()
	443,169	264,857	178,312	1,326
	171,416	92,659	78,757	757
	87,069	25,976	61,093	130
	90,740	69,715	21,025	191
	93,944	76,507	17,437	248

2007 (2008)

서울시는 4개의 대규모 물재생센터로 구성되어 있어 강우 시에는 분류식관거정비의 의미가 없다. 따라서 우선 분류식관거정비지역 중에서 탄천 및 서남 물재생센터에 대한 오수전용관로를 별도로 신설하게 되면 디스포저오수를 직투입시킬 수 있다고 판단된다. 따라서 서울시의 경우 86%가 합류식, 분류식이 14%로 정비되어 있으나 분류식 정비지역에 별도의 하수처리장 없이 합류식관거정비지역으로 연결·차집하여 처리한 후 공공수역으로 방류하고 있다. 한편, 서울시 4개 물재생센터의 시설용량은 581만³m/일이지만 평균 유입하수량은 2009년 현재 430만³m/일 정도로 시설용량이 151만³m/일의 여유가 있다. 그러나 2002년 「하수도정비기본계획보고서(변경)」에서 제시된 하천 상류의 중

· 소규모 하수처리장 신설은 부지확보 및 NIMBY현상 등의 문제로 쉽지 않을 것으로 판단된다. 분류식 관거지역에서의 효율적 하수처리를 위해서는 <그림 5-10> 및 <그림 5-11>과 같이 한강 남단 지역의 탄천하수처리장 및 서남하수처리장(현 물재생센터)의 오수전용관거 설치를 제안한다.

탄천 및 서남물재생센터의 배수분구, 대상면적, 인구, 계획오수관거 연장을 나타내면 <표 5-2>과 같다.

배수분구별 자연유하관과 압송관에 대한 단면과 유속비교는 <표 5-3>과 같다. 하수관거의 포설은 장기적인 유지관리를 고려하여 일반적으로 자연유하방식이 원칙이다. 단 너무 관거의 토피가 깊게 되면 공사비가 많이 들고 비경제적이다. 이와 같이 조건에 따라서 틀리지만 토피가 7~10m 정도 되면 중계펌프장(양수펌프장)을 설치하여 일단 양수하여 다시 자연유하하는 방식이 취해지고 있다. 물리적으로 펌프압송방식인 경우 경사가 많으며 지반이 단단하고 지하매설물이 많은 도로에 좁고 깊게 굴착하는 것이 곤란할 때 채택되는 것이 보통이다. 자연유하방식과 비교하여 확실하게 유리하다고 판단된다. 또한 관거의 파손을 생각하면 1本管(단관)이 아니고 2本管으로 하는 것이 바람직하다. 특히 일본에서는 지진이 자주 발생하고 있어 2本管으로 하고 있다. 일반적으로 자연유하방식으로 할 것인지 펌프압송방식으로 할 것인지는 지형조건, 지반조건, 사회조건, 공기(工期), 공사비, 유지관리비의 경제성 등을 비교하여 유리한 방식을 채택한다.

펌프압송방식인 경우 압송관의 설계유속은 구경(口徑)에 따라 1.0~1.5m/s의 범위로 하는 것이 바람직하다. 이것은 이 이상의 유속이 되면 관거의 마찰손실이 커져 펌프출력이 커지면서 설비용량 및 전력소모가 많아지기 때문이다.

반대로 유속이 낮아지면 설계유속은 시간최대량의 범위에서 진행되기 때문에 일최대량이나 야간유량일 때 관내 유속이 떨어져 모래 등의 침전이나 퇴적의 원인이 된다. 또한 압송관경이 커지면 관연장이 긴 경우 압송관의 포설비가 비싸 비경제적이다.

이상의 검토결과에서 알 수 있듯이 지반조건 등에 따라 자연유하방식, 펌프 압송방식을 병용하면서 채택하는 것이 바람직하다.

2) 관거구경의 설정조건 및 유량계산

(1)

- 시간 최대오수량 : 450L/(명·일) (영업, 지하수 포함)
- 자연유하관
 - 관종 : 콘크리트관
 - 유량계산식 : 마닝식
 - 조도계수 : 0.013
 - 관거의 여유 : 1500mm 이하 50%를 기준, 1650mm 이상 30%를 기준
- 압송관
 - 管数 : 2 本管
 - 압송관유속 : 1.5m/s 이하를 기준

(2)

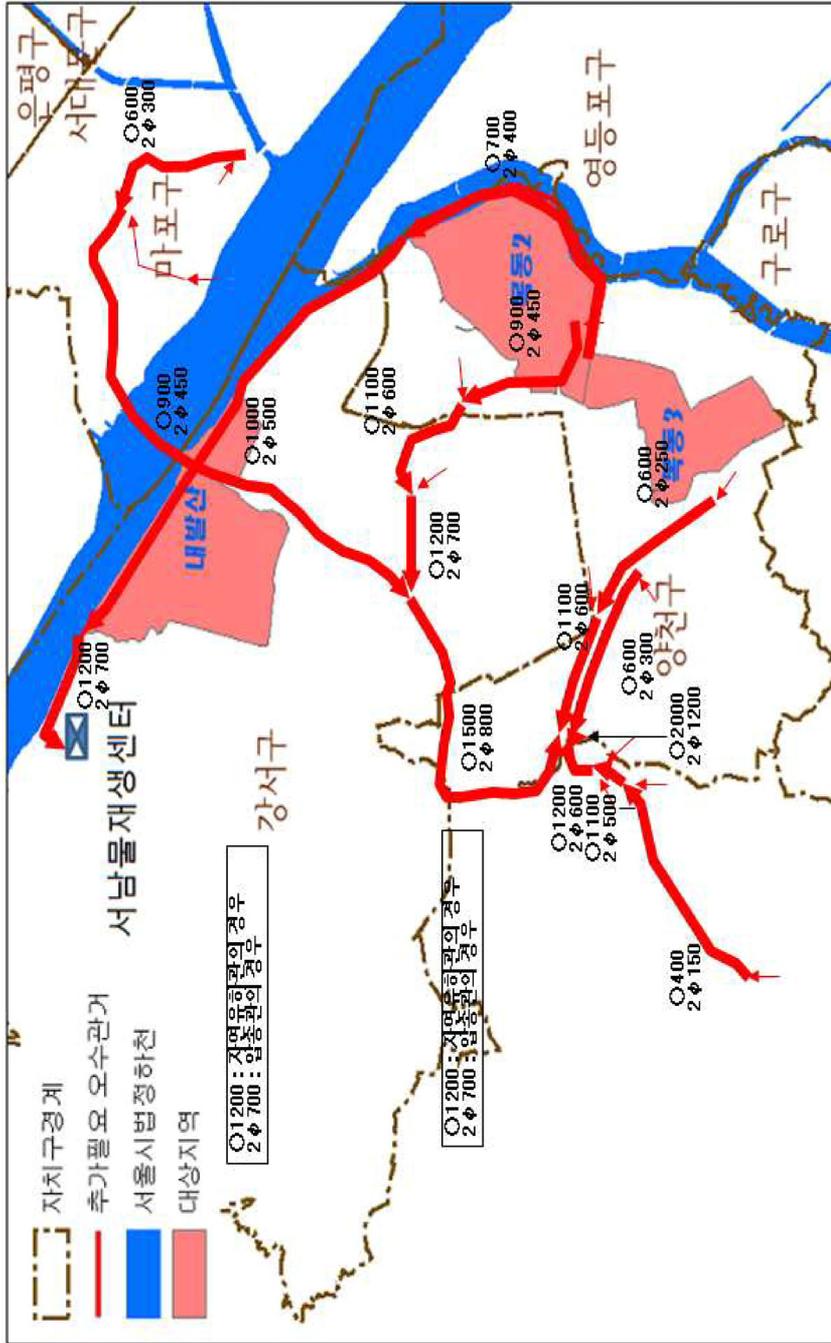
서울시 일반시설 평면도에 나타난 관거계통에서 배수분구의 계통을 파악했다.

(3)

각 배수분구의 오수량 유입 지점은 해당 배수분구의 최하류 지점으로 했다.

(4)

1)에서 3)의 조건아래에서 유량계산을 실시해 관거 구경을 산출했다.



〈그림 5-11〉 서남물재생센터의 분류식관거정비의 오수용관로 설치 가상도

〈표 5-2〉 탄천 및 서남물재생센터의 배수분구, 대상면적, 인구, 계획오수 관거연장

물재생센터	대상 사업군	배수 분구	대상면적 (ha)	대상면적/ 배수분구면적	인구(인)	계획오수관거 연장(m)	비고
탄천	성내	방이	286.17	100%	48,864	11,736	5,781m 고덕과 동일관
		오금	274.40	100%	56,280		
		거여	365.86	100%	88,665		
		소계	926.43		193,809		
	고덕	고덕	138.76	100%	19,059	17,225	5,781m 상내와 동일관
		상일1	268.48	100%	35,398		
		명일	114.84	50%	22,922		
		소계	522.08		77,379		
	기락	기락	540.11	100%	108,968	3,317	
		장지	307.90	100%	25,184		
		소계	848.02		134,152		
	양재	대치	73.68	100%	23,721	915	876m 일원 및 개포포이와 동일관
		양재	97.72	40%	9,856		
		소계	171.39		33,577		
개포포이	개포포이	680.34	100%	79,994	5,245	일원 2,066m, 양재 876m 동일관	
	일원	281.00	100%	52,588			
	수서	327.08	100%	32,786			
서남	목동3	목동3	147.37	46%	44,988	9,926	3,977m 내발산과 동일관
		목동2	284.55	100%	71,156		
	소계	431.92		116,124			
	내발산	343.04	100%	77,230	3,977		

(표 5-3) 배수분구별 자연유하관과 암송관과의 단면과 유속비교

물재생센터	대상 사업구	배수 분구	대상면적(㎡)		대상면적/배수분구면적	인구(명)		시간최대유수량 m ³ /min	유속 (m/s)	경사 (%)	단면 (mm)	계획오수 관개연장 (m)	비고	유속 (m/s)	단면 (mm)	
			단독	총계		단독	총계									
■ 자연유하관	고덕	상-1	268.48	268.48	96.90%	35,398	35,398	0.164	11,040	2.2	φ600	17,225		2	φ300	1.30
		명일	114.84	383.32	49.70%	22,922	58,320	0.304	18,240	1.8	φ800	17,225		2	φ400	1.21
		고덕	188.76	522.08	100.00%	19,059	77,379	0.403	24,180	1.7	φ900	17,225	6.78m 고덕과 동일관	2	φ450	1.37
		장내 밭아와 합류														
	성내	가여	365.86	365.86	97.70%	88,665	88,665	0.452	27,720	1.7	φ900	11,736		2	φ450	1.45
		오금	274.4	640.26	96.70%	56,280	144,945	0.755	45,300	1.5	φ1,100	11,736		2	φ600	1.34
		범이	286.17	926.43	100.00%	48,864	193,809	1.009	60.5	1.34	φ1,200	11,736	6.78m 성내와 동일관	2	φ700	1.31
		탄천(STP로 유입)	0	1,309.75		0	252,129	1.313	78.8	1.2	φ1,500	2,449	고덕과 합류	2	φ800	1.31
	가락	장지	307.9	307.9	98.70%	25,184	25,184	0.131	7,860	2.2	φ600	3,317		2	φ250	1.33
		가락	540.11	848.01	100.00%	108,968	184,152	0.689	41,940	1.6	φ1,100	3,317		2	φ600	1.34
		탄천(STP로 유입)														
		개포포이	680.94	680.94	100.00%	79,694	79,694	0.416	24,960	1.7	φ900	5,245	일원과 개포포이를 개포포이로 유입	2	φ450	1.31
양재	양재	97.72	97.72	40.2%	9,856	9,856	0.051	3,050	2.8	φ400	915		2	φ150	1.44	
	대치	73.68	861.74	37.00%	23,721	113,541	0.591	35,460	1.6	φ1,000	915	876m 일원 개포포이와 동일관	2	φ500	1.50	
	일원	281	1,132.74	100.00%	52,588	166,129	0.885	51,900	1.2	φ1,200	2,656	2,066m 개포포이, 876m 양재, 890m 수서 동일관 대치 유입	2	φ600	1.53	
	탄천															
수서	수서	327.08	327.08	100.00%	32,786	32,786	0.171	10,260	2.2	φ600	2,659	500m 일원과 동일관	2	φ300	1.21	
	탄천물재생센터	0	3,617.58		0	565,196	3,048	182,880	0.9	φ2,000	4,567		2	φ1,200	1.35	
	목동8	147.37	147.37	46.10%	44,968	44,968	0.294	14,040	2.0	φ700	9,926	3,977m 내발산과 동일관				
	목동2	284.55	284.55	100.00%	71,156	71,156	0.371	22,280	1.8	φ800	9,926		2	φ400	1.48	
내발산	소계	431.92	431.92	100.00%	116,124	116,124	0.605	36,300	1.6	φ1,000	9,926		2	φ500	1.54	
	내발산	343.04	343.04	100.00%	77,230	77,230	0.402	24,120	1.7	φ900	3,977	3,977m 목동과 동일관	2	φ450	1.26	
서남물재생센터		774.96		193,354	193,354	1.007	60,420	1.5	φ1,200	1.34	1,510		2	φ700	1.31	

■ 암송관(본관)

■ 자연유하관

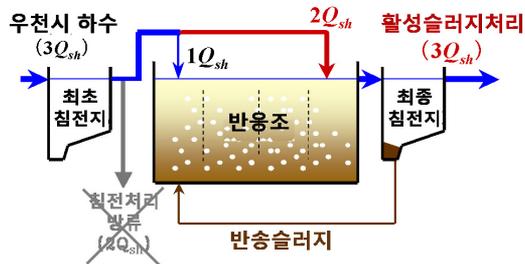
4.

1) 서론

합류식하수도에서는 강우량이 일정수준을 넘으면, 빗물과 함께 오수의 일부나 관내에 퇴적된 오염물 등이 하천 등에 직접 방류되기 때문에 수질오염의 원인 가운데 하나가 되고 있다.

일반적으로, 합류식하수도에 차집되는 우천 시 하수 중 시간최대오수량은 활성슬러지법으로 주로 2차처리를 실행하고, 나머지는 최초침전지에서의 침전처리만으로 방류(간이방류)된다. 합류식하수도를 채택한 3개 도시에 대한 1년간의 시뮬레이션 해석에서는, 직접방류·간이방류·2차처리에 관해 방류수량과 방류오염부하량을 비교하였는데, 차집배율이 3배가 되는 경우, 간이방류는 우천 시 방류수량의 26~37%를 차지하고, 방류오염부하량의 49~64%를 차지하는 결과가 얻어지고 있다. 이 때문에 간이방류를 하는 우천 시 하수활성슬러지처리를 하는 것이 우천 시 방류오염부하량의 삭감에 크게 기여하는 것이라고 생각할 수 있다.

이 논문에서는, 종래 간이방류하고 있던 우천 시 하수를 반응조 후단에 단계적으로 유입해 활성슬러지처리수량을 증가시키는 『우천 시 하수활성슬러지처리법』(<그림 5-12> 참조)의 처리원리를 명확히 하고 대량의 우천 시 하수의 처리성능에 관해 실운전 조사를 실행하여, 그 처리성능 및 도입에 따른 효과에



< 5-12 >

Q_{sh} [m^3/h] : 시간최대오수량

F [-] : 유입수량비 ($F = \frac{\text{유입수량}}{Q_{sh}}$)

X_i [mg/L] : 초기활성슬러지 농도
(반응조의 당초 평균 활성슬러지 농도)

V_a [m^3] : 반응조 전단 용적

V_b [m^3] : 반응조 후단 용적

R [-] : 슬러지 반송비 (대시간최대오수량)

A [m^2] : 최종침전지 면적

X_r [mg/L] : 반송슬러지 농도

X_1 [mg/L] : 반응조 전단 활성슬러지 농도

X_2 [mg/L] : 반응조 후단 활성슬러지 농도

시산을 할 때, 잉여슬러지의 인발은 행해지지 않으며, 반응조내 활성슬러지의 생물학적 증감량이나 유입·유출(SS)량은 반응조내 슬러지량에 비교하여 적은 양이거나 무시할만하다. 또, 최종침전지와 반송슬러지계내에 존재하는 총고형물의 변화는 없다고 가정해, 최종침전지에 유입되는 반송슬러지는 순간적으로 반응조 전단에 유입하는 것으로 하였다. 그리고 반응조 전단과 후단에서 완전혼합을 했다. 미소시간 dt 에서의 반응조 전단과 후단에 관한 고�형물 수지(收支)를 취하면 다음과 같다.

$$V_a \frac{dX_1}{dt} Q_{sh} = X_r R Q_{sh} - X_1 (R+1) Q_{sh} \dots\dots\dots (1)$$

$$V_b \frac{dX_2}{dt} Q_{sh} = X_1 (R+1) Q_{sh} - X_2 (R+F) Q_{sh} \dots\dots\dots (2)$$

또, 반응조내의 슬러지 총량은 변화하지 않기 때문에 (3)과 같이 된다.

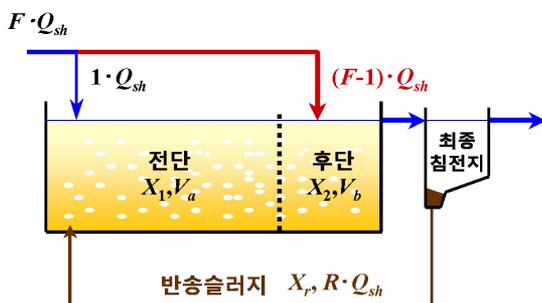
관해 서술한다.

2) 단계적(Step) 유입에 관한 최종침전지의 고형물 부하의 상승 억제

침전지의 설계는 단립자 침강의 이론에 근거한 Camp식의 기본인자인 수면적 부하를 지침으로 행해지고 있다. 그러나 최종침전지와 같이 고형물농도가 높은 경우는 계면침강의 움직임에 보인다고 생각할 수 있기 때문에 고형물 부하를 고려할 필요가 있다.

오사카시에서는 3층 최종침전지의 기능평가의 일환으로서, 쓰모리(津守)하수처리장에서 고액분리의 한계수량에 대해 실험했다. 이 실험을 위해 반응조 후단에 하수를 단계적으로 유입시켜 최종침전지 유입수량을 증가시켰지만, 시간최대오수량의 3배 수량을 투여하여도 최종침전지에서의 고액분리는 정상으로 이루어져 당초의 실험 목적을 달성할 수 없었다. 그러나 생각을 바꾸면 이 사실은 반응조 후단에 단계적으로 유입시킬 경우 우천 시에 일시적으로 증가하는 다량의 하수를 처리할 수 있음을 시사하는 것이다.

거기서, 시간최대오수량을 초과한 우천 시 하수를 반응조 후단에 단계적으로 유입시켰을 경우에 있어서, 반응조의 농도 변화와 최종침전지의 유입고형물부하를 시산해, 단계적 유입이 없는 경우와 비교하였다. <그림 5-13>은 시산을 이용한 반응조 및 최종침전지의 개략과 처리 플로우를 나타낸다.



< 5-13>

$$X_1 V_a + X_2 V_b = X_i (V_a + V_b) \dots\dots\dots (3)$$

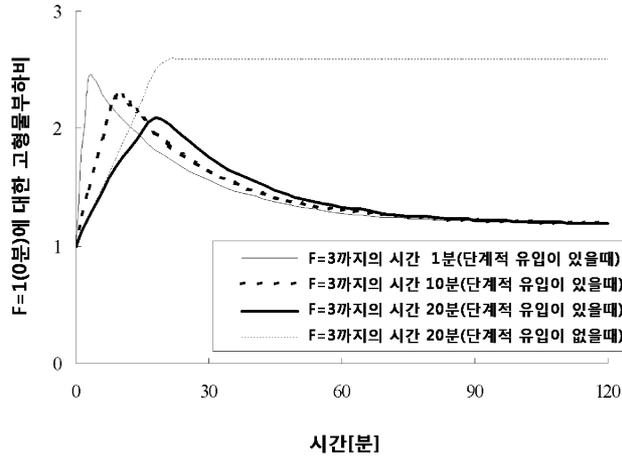
(2)와 (3)을 풀면, (4)가 된다.

$$V_b \frac{dX_2}{dt} = \frac{X_i (V_a + V_b)}{V_a} (R+1) - \left\{ \frac{V_b}{V_a} (R+1) + \frac{1}{V_b} (R+F) \right\} X_2 \dots (4)$$

여기에서 (4)식을 이용하면, 유입수량이 F=1에서 3까지 증가하는 경우에 반응조 후단의 슬러지농도 X_2 를 런지(Lunge) · 쿠타법(3차정도, 타임스텝 0.6분)으로 구한다. 이때 최종침전지의 고형물부하 $L(\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{hr})$ 은 경시변화가 요구된다.

$$L = X_2 (R+F) \frac{Q_{sh}}{A} \dots\dots\dots (5)$$

시산조건은 실제로 가동하는 오사카시의 하수처리시설을 참고하여, 초기슬러지농도 X_2 를 1,000mg/L, 반응조 체류시간 $1.2(V_a+V_b)/Q_{sh}$ 를 6.5시간, 반응조 전단과 후단의 체적비 $V_a : V_b$ 를 3 : 1, 슬러지반송비 R을 0.25로 했다. 또, 수량은 F=1에서 3까지 1차 함수적으로 증가하는 것으로 하여, F=3에 도달할 때까지의 시간을 단계적으로 유입이 있을 경우에는 1분, 10분, 20분의 3개 패턴으로, 단계적으로 유입이 없을 경우에는 20분의 1개 패턴으로 설정하였다. 이때 고형물부하는 0분(F=1)의 고형물부하에 대한 비로 나타냈다. 시산결과는 <그림 5-14>에 나타냈다.



(그림 5-14) 단계적 유입의 유무와 최종침전지의 고행물부하의 경시변화

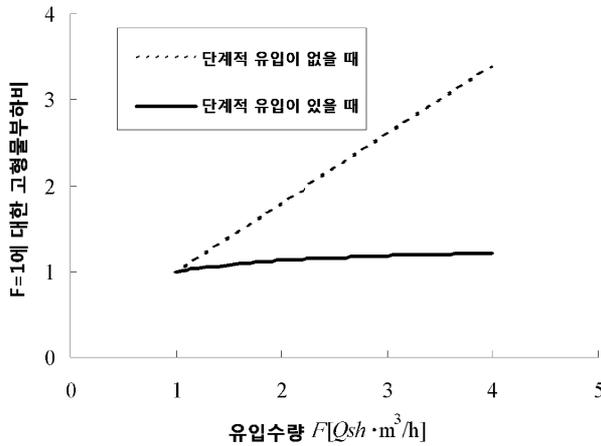
단계적으로 유입이 없는 경우에는 반응조후단의 슬러지농도 X_2 가 초기슬러지농도 X_i 로 일정하게 되기 위해, <그림 5-14>와 같이 고행물부하는 상승하다가 그 후 일정하게 된다. 한편 단계적 유입이 있는 경우에는 최종침전지의 고행물부하는 일시적으로 높아지지만, 단계적 유입이 없는 경우와 비교하여 피크 시의 상승이 억제되어, 1시간 정도가 흐르면 정상상태에 도달하게 된다. 정상상태에서 (1), (2), (4)식의 좌변은 0이 되기 때문에, 이것을 풀면 다음과 같이 된다.

$$X_i = \frac{X_i(V_a + V_b)}{V_a + \frac{R+1}{R+F} V_b} \dots\dots\dots (6)$$

$$X_2 = \frac{X_i(V_a + V_b)}{\frac{R+F}{R+1} V_a + V_b} \dots\dots\dots (7)$$

$$X_r = \frac{X_i(V_a + V_b)}{\frac{R}{R+1} V_a + \frac{R}{R+F} V_b} \dots\dots\dots (8)$$

여기서 유입수량과 정상 시 고형물부하 L과의 관계를 (5), (7)로 구하고, 결과를 <그림 5-15>에 나타내었다. 또한 고형물부하는 F=1의 고형물부하에 대한 비로 나타내었다.



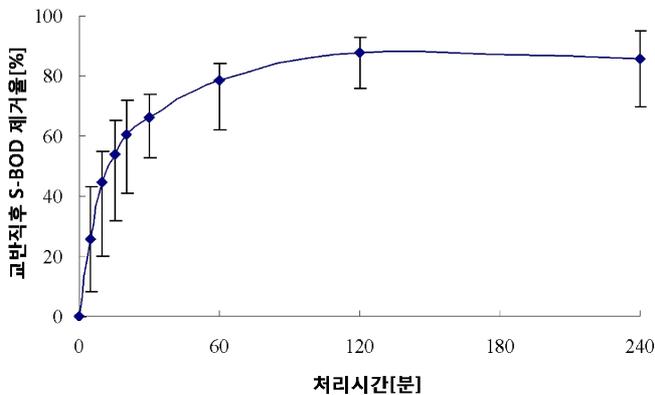
<그림 5-15> 유입수량과 고형물부하비와의 관계

예를 들면 F=3일 때, 단계적인 유입을 시키지 않고 전량을 반응조 전단으로 유입시킬 경우 고형물 부하비는 2.6배가 되었다. 그러나 시간최대오수량의 초과분을 반응조 후단에 단계적으로 유입시킬 경우는 1.18배에 머무른다. 이때 식(7)보다 반응조 후단의 활성슬러지농도는 Xi의 0.45배로 희석되고 있는 것을 알 수 있다.

이와 같이 반응조 후단에 단계적 유입을 하는 경우, 초기에는 최종침전지의 고형물부하 상승을 억제시키는 일이 생기고, 정상상태에는 부하를 저감시키는 일이 생긴다. 즉, 반응조 후단에 단계적 유입을 하는 것에 의해, 우천 시에 활성슬러지처리량을 증가시킬 수 있음을 시사한다.

3) 활성슬러지의 흡착에 의한 용해성 유기물 제거

활성슬러지법에 있어서, 용해성유기물은 우선 흡착에 의해서 급격히 제거되고, 그 후에 완만하게 분해가 진행된다. 이 방법에 의해서 후단에까지 유입되는 우천 시 하수는 통상의 활성슬러지처리와 비교하여 수리적으로 체류시간은 짧지만, 이 초기흡착에 의해 용해성유기물을 제거할 수 있는 것으로 생각할 수 있다. <그림 5-16>은 S-BOD 제거율의 경시변화를 보이고 있다.



범위는 제거율의 최소치~최대치, 풀롯은 평균치를 보여준다.

<그림 5-16> 회분식 실험에 대한 S-BOD 제거율의 경시변화

<그림 5-16>과 같이 S-BOD는 초기 30분 정도의 처리시간에 60~70% 정도 까지 급격하게 제거되고, 그 이후는 완만하게 감소하였다. 이번 실험에서는 수온, 활성슬러지농도, 혼합비의 조건이 변화하는 경우에도 경시변화는 특히 큰 차이가 없었다.

4) 우천 시 하수활성슬러지처리법의 실제 시설에서의 처리상황 조사

(1) 실제 시설에서의 처리상황

이 방법의 실제 시설에 관한 처리능력을 조사하기 위해 1992년부터 2002년

까지 다양한 규모의 실강우에 맞추어, 실용시설의 운전 하에 총 27회의 처리 조사를 실시하였다.

처리조사 시의 시설운전상황을 <표 5-4>에, 처리조건을 <표 5-5>에 각각 나타내었다. Run 1~6, 9~12, 20~27은 우천 시 하수 중 시간최대오수량을 넘는 전량이 반응조의 후단 1/4의 부분에 단계적으로 유입되도록 설정되었다. 또 Run 7~8에서는 시간최대오수량을 넘는 하수가 반응조의 후단 1/2 및 1/4의 2개소에 균등하게 단계적 유입이 되도록 설정되었다. 또 Run 13~19는 통상적으로 단계적 유입식 2단질화탈질법을 이용하고 있으며 시설에서의 우천 시 하수활성슬러지처리법의 적용실험이다. 평상시는 전단과 후단 1/2의 부분에 동등한 양의 하수를 유입하고, 우천 시에 시간최대오수량을 넘는 하수를 반응조 후단 1/4의 부분에 단계적으로 유입시킨 것이다.

< 5-4>

Run No.		Qsh(m ³ /hr)		
1~6	(平野) ()	950		1Qsh 1/4
7~8	(平野) ()	950		1Qsh 1/2 1/4
9~12	(平野) ()	5,850		1Qsh 1/4
13~19	(平野) ()	950	(Step) 2 (1/2)	1Qsh 1/4
20~23	(平野) ()	5,850		1Qsh 1/4
24~27	(住之江)	9,300		1Qsh 1/4
	()	8	1	(-)
Run 12	()			12 Run 11 11
	()			

< 5-5>

Run		(mm)									
				(hr)	(m ³ /hr)	F	(m ³ /hr)	F	()	MLSS (mg/L)	SVI (ml/g)
1	1996.3.5	-	18 : 00	7.5	2,200	2.32	1,712	1.81	15	1,520	110
2	1996.3.9	-	22 : 00	5.5	2,222	2.34	1,635	1.72	17	1,390	100
3	1996.4.10	15.0	02 : 30	8.3	2,222	2.34	1,844	1.94	18	900	99
4	1996.9.29	37.5	17 : 00	9.5	3,064	2.23	2,261	2.38	24	940	85
5	1996.12.7	38.0	17 : 00	5.0	3,079	3.24	2,152	2.26	19	1,020	88
6	1997.6.25	19.0	19 : 30	13.5	3,451	3.63	2,403	2.53	24	1,570	-
7	1997.7.7	-	9 : 00	3.0	4,392	4.62	2,730	2.87	25	1,930	-
8	1998.8.31	4.0	11 : 30	2.5	4,209	4.43	3,355	3.53	30	1,290	87
9	2000.9.11	165.0	5 : 30	45.0	13,534	2.31	10,390	1.77	29	1,510	86
10	2000.9.23	27.9	7 : 15	5.6	13,151	2.25	10,943	1.87	28	1,100	81
11	2000.10.20	17.1	9 : 50	10.7	12,679	2.36	9,809	1.83	25	790	127
12	2001.1.7	16.9	13 : 15	11.8	11,936	2.45	8,167	1.68	17	1,850	97
13	2001.3.25	16.9	9 : 30	4.1	1,660	1.75	1,285	1.35	16	1,300	208
14	2001.6.14	52.9	7 : 40	7.5	1,402	1.48	1,250	1.32	26	1,970	92
15	2001.10.22	28.7	18 : 00	3.7	3,207	3.38	2,442	2.57	25	1,320	129
16	2001.12.13	17.9	3 : 30	4.9	2,589	2.73	1,758	1.85	19	1,700	112
17	2002.1.26	14.1	17 : 00	2.5	2,775	2.92	2,041	2.15	16	1,550	174
18	2002.3.5	51.0	18 : 45	7.7	2,365	2.49	2,010	2.12	19	1,210	190
19	2002.3.27	29.2	5 : 30	7.3	2,648	2.79	2,045	2.15	20	1,330	218
20	2001.6.19	35.5	15 : 00	19.0	13,993	2.39	11,077	1.89	24	970	92
21	2001.8.21	8.0	2 : 00	12.0	13,583	2.32	7,643	1.31	29	1,230	81
22	2001.10.9	60.0	18 : 00	13.0	15,041	2.57	9,315	1.59	24	798	100
23	2001.10.16	34.0	15 : 00	19.0	13,190	2.25	9,001	1.54	24	680	100
24	2001.11.3	15.5	9 : 00	15.0	27,314	2.94	20,807	2.24	24	1,370	130
25	2001.11.5	8.5	21 : 00	11.0	23,263	2.50	16,973	1.82	22	1,280	130
26	2001.11.29	6.0	17 : 00	4.0	16,479	1.77	16,051	1.72	20	1,220	150
27	2001.12.4	7.0	3 : 00	7.0	28,572	3.07	20,745	2.23	16	1,190	140
		30.2		9.8	-	2.70	-	2.00	22	1,294	120

「-」

수질항목의 측정에 대해서는 30분~1시간마다 샘플링을 하고 하수시험방법에 준하여 실시한다.

각 Run에 대하여 처리수질을 <표 5-6>에 나타내었다. 모든 Run에서는 최종 침전지로부터 월류하는 슬러지는 없었으며, 안정된 운전을 하는 것이 확인되었다. 결국 Run에 대해서도 이 방법에 의한 운전을 종료하고 청천 시 처리로 복귀한 후에도 처리기능에는 영향이 없었다.

Run	SS(mg/L)						BOD(mg/L)					
1	150	120	133	15.0	2.0	8.4	150	140	1141	18.0	2.4	9.5
2	120	90	110	16.0	4.0	10.5	190	120	160	17.0	5.5	12.1
3	120	56	85	21.0	10.0	15.5	1470	58	87	19.0	12.0	15.0
4	120	43	73	11.4	3.0	7.7	110	30	55	9.7	2.8	5.6
5	190	73	123	14.0	4.0	7.3	290	88	158	9.7	3.9	6.7
6	82	45	60	12.4	4.8	7.6	78	24	51	6.2	3.8	5.2
7	56	30	44	5.6	2.3	4.2	60	27	47	4.6	1.9	3.3
8	110	44	77	20.0	11.0	16.3	170	100	130	26.0	5.9	15.6
9	51	34	43	7.5	5.0	6.2	58	22	44	5.0	3.0	3.8
10	94	30	53	11.0	5.7	7.9	51	22	37	6.0	3.0	4.6
11	69	33	46	14.0	5.3	9.2	72	23	43	10.0	5.0	7.1
12	130	20	87	27.0	4.0	11.9	160	90	120	21.0	5.8	12.9
13	100	90	94	11.0	10.0	10.5	49	34	43	7.4	5.6	6.3
14	81	39	70	14.0	43.0	7.2	73	16	40	9.7	5.4	8.0
15	87	64	76	12.0	2.0	7.8	87	32	63	12.0	3.2	7.2
16	78	47	58	24.0	7.5	15.7	130	50	81	14.0	5.8	11.8
17	84	66	74	10.0	4.3	7.5	140	100	123	9.8	9.3	9.5
18	83	54	69	11.0	6.0	8.2	140	39	84	12.0	4.6	9.4
19	88	64	80	11.0	9.0	10.1	87	44	57	7.5	3.4	6.2
20	63	22	35	20.0	4.0	9.1	61	12	27	7.8	2.3	4.4
21	66	34	52	13.0	5.0	8.6	92	56	76	10.0	3.1	5.4
22	83	52	68	12.0	4.0	7.7	100	40	78	7.5	4.0	5.5
23	80	26	43	10.0	6.0	7.9	100	29	48	9.9	4.3	5.9
24	57	25	41	26.0	5.0	11.6	77	39	52	14.0	4.3	8.5
25	52	33	42	20.0	6.0	10.4	84	30	53	10.0	3.0	6.5
26	49	35	42	8.0	3.0	5.5	98	74	85	5.8	4.3	5.0
27	60	42	51	18.0	5.0	9.9	100	50	64	12.0	4.0	7.1
	89	49	68	14.6	5.3	9.3	109	51	76	11.2	4.5	7.7

BOD BOD
Run .

27회에 걸친 조사에서 평균적으로 SS 9.3mg/L, BOD 7.7mg/L의 처리수질을 얻을 수 있었다. 또 각 Run에 대해서 최대처리수량의 평균은 2.70Qsh로 나타났다.

<표 5-6>과 같이 Run 5에서 BOD 158mg/L, SS 123mg/L이고, Run 12에서 BOD 120mg/L, SS 87mg/L이며, <표 5-6>에서 알 수 있듯이 조사강우에서도

높은 부하 수준에 있다. 이것에 대해 처리수질은 양 케이스 모두 안정하게 나타났고, Run 5에서는 타 강우사례와 비교해 전혀 손색이 없는 결과를 나타냈으며, Run 12에서는 약간 높은 경향을 보이고 있지만 적절한 처리 결과가 얻어지고 있다. 이것에 의해 이 방법이 우천 시 하수특유의 일시적인 높은 부하의 유입수질에도 대응할 수 있는 것이 확인되었다.

(2)

Run 9~12의 결과를 이용하여, 합류식 하수도 개선대책으로서 이 방법을 적용한 경우의 효과를 시산하였다.

우천 시 하수활성슬러지처리법은 대량의 하수를 기존의 반응조를 이용하여 단시간에 처리하는 것으로 통상의 활성슬러지처리법에 비하여 처리수질은 당연히 높아진다. 이 처리수질의 비는 <표 5-7>와 같이 BOD 0.77, SS 0.77로서 청천 시의 표준활성슬러지법과 비교하여 큰 차이가 없는 것이 확인되었고, 통상처리에서 2차처리수질을 역산할 수 있어 방류오염부하량을 구할 수 있다. 또 간이방류수질은 최초침전지 출구의 수질 데이터를 이용하여 구할 수 있고, Run마다 상정되는 방류오염부하량을 시산할 수 있다.

< 5-7>

Run	SS(mg/L)		BOD(mg/L)	
1	8	5	11	6.9
2	9	4.7	12	6.8
3	13	6	13	6.7
4	7	6	4.3	4.8
5	6	5	6.4	5.2
6	7.9	9.7	5.9	8.6
7	3.8	5.7	4.5	5.1
	7.8	6.0	8.2	6.3
	0.77		0.77	

∴

< 5-8>

No.	(SS)			(BOD)		
	(kg)	(kg)	(%)	(kg)	(kg)	(%)
Run 9	176.8	640.2	72.4	315.8	428.4	26.3
Run 10	13.4	144.4	90.7	36.1	149.1	75.8
Run 11	141.6	346.1	59.1	127.2	354.7	64.1
Run 12	129.8	441.9	70.6	118.3	528.3	77.6
	461.6	1,572.6	70.6	597.4	1,460.5	59.1
	73.2			61.0		

이 방법에 의한 시산결과를 <표 5-8>에 나타내었다.

이 시산에서는, 간이방류를 하는 종래의 방식과 비교하여 1강우당 SS는 59.1%~90.7%(4강우 평균은 73.2%), BOD는 26.3%~77.6%(4강우 평균은 61.0%)의 방류오염부하량이 삭감된 것이 확인되었다.

5) 결론

이 논문은 합류식하수도에 대한 우천 시의 방류오염부하량의 삭감을 목적으로 했으며, 기존의 활성슬러지처리시설을 이용하여 우천 시 활성슬러지처리수량을 증가시키는 우천 시 하수활성슬러지처리법의 처리이론과 그 논거에 기초한 처리효과에 대하여 논술했다면 다음과 같다.

- 하수를 후단에 단계적으로 유입시키는 것에 의해서 반응조 후단의 활성슬러지농도를 저하시키고, 최종침전지의 고형물부하 증대를 억제시킬 수 있는 것이 확인되었다.
- 하수를 후단에 단계적으로 유입시킨 하수의 S-BOD는 대체로 30분에 60~70% 정도까지 급격하게 제거되고, 단시간에 용해성 유기물의 흡착제거가 행해지는 것이 나타났다.
- 오사카시의 하수처리장에 대하여 27회 실운전 조사를 행하여, 시간최대오

수량을 넘는 우천 시 유입하수처리로, 평균 SS 9.3mg/L, BOD 7.7mg/L의 수질이 얻어졌고, 안정된 운전을 할 수 있었다.

- 각 Run의 최대처리수량 평균은 2.70Qsh이고, 최대는 4.62Qsh에 도달하였다. 이때 처리수질은 최대 SS가 5.6mg/L, BOD가 4.6mg/L였다.
- 이 방법에 의한 처리를 최대 45시간 계속했지만, 안정된 처리수질을 유지할 수가 있었다.
- 4회의 실강우에 대하여 검토한 결과, 간이방류를 실시하는 종래의 방식과 비교하여 1강우당 SS는 59.1%~90.7%(4강우 평균은 73.2%), BOD는 26.3%~77.6%(4강우 평균은 61.0%)의 방류오염부하량을 삭감할 수 있었다.

5. ()가

1) 조사방법

공정별 처리수 성상조사는 총 3회에 걸쳐 행하였으며 조사시기는 제1회가 1994년 5월 20일~21일, 제2회는 7월 22일~23일, 그리고 제3회는 10월 28일~29일로 각각 06시부터 다음날 08시까지 2시간 간격으로 24시간 연속 측정하였다. 시료채취지점은 기본적으로 하수처리과정을 대표할 수 있는 곳을 선정하였고 측정방법은 COD, SCODcr의 경우 Titrimetric Method로, SS는 중량법으로, pH(Coming 90, England), DO(YSI Model 58, USA)는 각각의 meter를 이용하여 측정하였다.

2) 최초침전지 유입수(유입원수+반송수)의 수질변화

하수관거를 통하여 처리장내로 유입되는 유입원수와 여타처리계통에서 반송되어 순환되는 반송수가 분배조에서 혼합된 후 최초침전지로 유입될 때의 수질변화를 조사하였다. 그 결과 제1회 조사 시 최초침전지 유입수의 수질오

염도는 유량이 피크를 이르던 오후시간에 대체적으로 높게 나타났으며 BOD가 83~195mg/L, SS는 198~380mg/L, CODcr은 53~342mg/L범위로 측정되었다. 측정 항목별 최초침전지 유입수의 평균수질은 BOD가 131mg/L, SS는 190mg/L, CODcr은 253mg/L으로 유입수질에 비하여 약 1.5배 높게 나타났다.

제2회 조사시 시간에 따른 최초침전지 유입수의 평균수질은 BOD가 123mg/L, SS는 190mg/L, CODcr은 273mg/L로 나타났고, 제3회 조사에서 평균수질은 BOD가 90mg/L, SS는 103mg/L, CODcr은 185mg/L로 나타났다. 2, 3회 모두 유입원수에 비하여 1, 2배 정도 높았고 유입원수의 변화와 마찬가지로 밤 12시에 최고값을 보였으며 대체적으로 낮시간 동안 수질상태가 좋지 않았다. 그리고 최초침전지 유입수에는 처리장내의 반송수가 포함되며, 농축조 상징액, 혐기성 소화조탈리액, 탈수기 여액 등의 각 오니처리공정에서 발생하는 총 반송수량은 일평균 약 23,000m³/일이다. 따라서 측정된 유입원수와 최초침전지 유입수의 평균수질 농도를 고려할 때 반송수의 농도는 식(1)에 의해 산정될 수 있으며 산출된 반송수질 농도는 <표 5-9>와 같다.

$$\frac{Q_1 C_1 + Q_2 C_2}{Q_1 + Q_2} = C \quad \text{식(1)}$$

여기서, Q₁과 Q₂는 각각 유입원수와 반송수의 유량(m³/일)

C₁과 C₂는 각각 유입원수와 최초침전지 유입수의 일평균 농도(mg/L)

< 5-9> (1)

(: mg/L)

	BOD	SS	CODcr
1	1,267	8,170	6,436
2	936	4,318	3,651
3	643	2,037	2,465

3) 최초침전지 및 최종침전지 유출수의 수질변화

최초침전지는 하수에서 침전가능한 부유물질과 유기물을 주체로 하는 비중이 큰 부유물질을 제거하는 공정으로 1차 처리 후 포기조로 유입되는 농도변화를 조사한 결과는 <표 5-10>과 같다.

< 5-10>

(: mg/L)

	BOD	SS	CODcr
1	89	115	124
2	93	103	189
3	55	33	121

최종침전지 유출수의 시간에 따른 수질변화를 살펴보면 제1회 조사에서 하루 평균값이 BOD 17mg/L, SS는 12mg/L, CODcr은 22mg/L로 측정되었다. 그러나 최종적으로 하천에 방류되는 수질은 2차 처리되는 양 100만^m³/일, by-pass량을 유입수량에서 2차 처리량을 뺀 47만^m³/일로 가정하면 대략 BOD가 40mg/L, SS는 45mg/L, CODcr은 55mg/L로 추정되었다.

또한 제2회 조사 시 평균 BOD는 23mg/L, SS는 16mg/L, CODcr은 29mg/L이고 이 시기에 산정된 by-pass량은 약 46만^m³/일로 최종방류수의 수질을 산정해보면 하천 방류수는 대략 BOD가 45mg/L, SS는 43mg/L, CODcr은 79mg/L로 나타났다.

제3회 조사 시 평균 BOD는 14mg/L, SS는 6mg/L, CODcr은 33mg/L이고 이 시기에 산정된 by-pass량은 약 61만^m³/일로 최종방류수의 수질 즉, 하천방류수는 대략 BOD가 30mg/L, SS는 16mg/L, CODcr은 66mg/L로 나타났다.

이상의 총 3회에 걸친 조사결과로 미루어 볼 때 최초침전지 유입수에 대한 최종침전지 유출수의 제거효율은 BOD 81~87%, SS 92~96%, CODcr 82~89%로 양호하며, 최종방류수 기준치 이하로 유출된다. 그러나 1차 처리만 거친 후

by-pass되는 처리수와 혼합되어 최종적으로 하천으로 유입될 때는 BOD가 방류수 기준치의 40% 정도를 초과하기 때문에 하천수질을 악화시키게 된다.

4) 유입원수(생하수) 및 반송수가 하수처리공정에 미치는 영향

5월, 7월, 10월에 걸쳐서 각각 24시간 동안 2시간 간격으로 연속 측정한 결과를 종합적으로 개략해볼 때, 제3처리장의 각 처리공정에 미치는 BOD, SS부하량은 <표 5-11> 및 <그림 5-17>과 같다.

< 5-11> 3

1 (5)	$\times 10^4(\text{m}^3/\text{일})$	145	2.3	147
	BOD (t/일)	164	29	193
	SS (t/일)	229	188	417
2 (7)	$\times 10^4(\text{m}^3/\text{일})$	144	2.3	146
	BOD (t/일)	158	22	180
	SS (t/일)	178	99	277
3 (10)	$\times 10^4(\text{m}^3/\text{일})$	159	2.3	161
	BOD (t/일)	130	15	145
	SS (t/일)	119	47	166

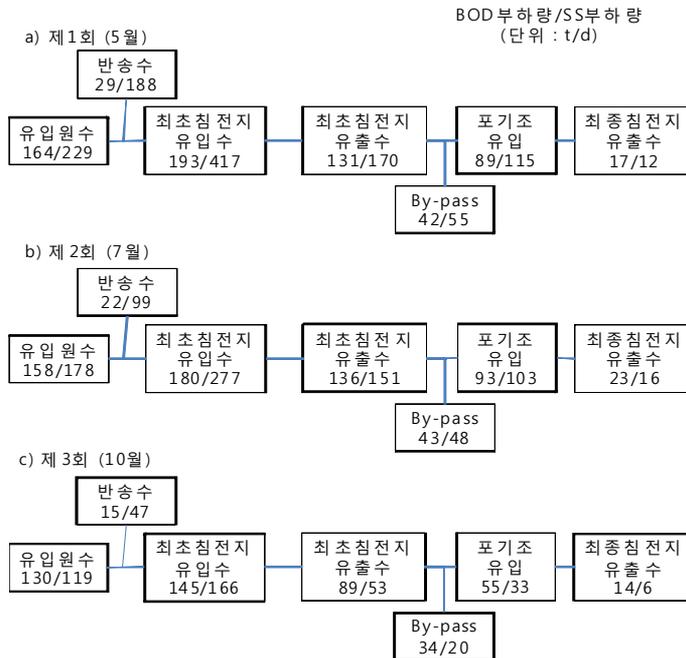
조사시기별 반송수를 포함한 유입수량은 각각 147만 $\text{m}^3/\text{일}$, 146만 $\text{m}^3/\text{일}$, 161만 $\text{m}^3/\text{일}$ 로 시설용량보다 1.5배 정도 많이 유입되었다. 그리고 유입원수의 BOD부하량은 164t/일, 158t/일, 130t/일, SS부하량은 229t/일, 178t/일, 119t/일로서 각각 설계 부하량 160t/일, 180t/일과 비교하여 BOD부하량에는 큰 차이가 없었으며 SS부하량은 5월 조사 시 특히 높게 나타났다.

이는 계절, 시간 및 날씨 등에 따라 하수처리시설에 유입되는 부유물질의 유입량이 달라지기 때문에 처리공정에 미치는 SS의 부하변동이 조사시기별로 차이가 있는 것으로 생각된다.

또한 최초침전지에 유입되는 부하량은 농축조 상징액, 혐기성 소화조 탈리액, 탈수기 여액이 반송됨에 따라 최초침전지 유입수량이 1, 2, 3회 측정 시 모두 하루에 23,000m³ 정도 증가하였다. 그리고 반송수의 BOD부하량은 29t/일, 22t/일, 15t/일로 큰 변화는 없으나 제3처리장에 유입되는 BOD설계부하량 160t/일과 비교하여 각각 18%, 14%, 9%에 해당하는 수치를 보였다.

한편 반송수의 SS부하량은 측정시기에 각각 188t/일, 99t/일, 47t/일로서 제3처리장 SS설계부하량 180t/일과 비교하여 104%, 55%, 26%에 해당하는 수치이다. 이처럼 상당히 큰 비율을 차지하고 있는 것은 반송수의 수질이 하수처리계통에 악영향을 주어 처리효율이 저하된 때문으로 판단된다.

이와 같이 오니처리계통의 시설능력 부족에 의해 악순환이 계속되고 하수처리계통의 전체 공정에 영향을 미칠 것으로 추측되기 때문에 공정관리의 개선이 도모되어야 한다고 생각된다.



5) 결론

이 연구는 설계용량보다 과다하게 유입되는 중량하수처리장의 하수에 대하여 부득이 1차처리 후에 by-pass되는 처리수질향상을 위하여 반송수에 대한 부하량 검토 및 그 감소를 위한 운영실태 파악 및 실험적 검토를 수행하였다. 얻어진 결과는 다음과 같다.

- 하수처리장을 효율적으로 운전하기 위해서는 정확한 유량의 파악이 선행되어야 하고 유량에 맞추어 처리장을 운전해야 하는데 현재 설치되어 있는 처리장은 정확한 유량의 파악이 어렵게 되어 있다. 따라서 처리장에 유입되는 유량을 정확히 파악하기 위해서는 유량계를 정확한 위치에 설치하고 정기적인 유지관리가 이루어져야 한다. 또한 by-pass되는 유량 및 최종방류량과 각 분배조에서 분배되는 유량도 정확히 파악되어야 한다.
- 반송수가 최초침전지 앞의 분배조로 유입되기 때문에 유입원수에 비하여 최초침전지 유입수질이 2배 정도 높다.
- 1차처리수에 영향을 미치는 제3처리장의 반송수인 농축조 상징액, 혐기성 소화조 탈리액, 탈수기 여액을 중심으로 침강상태를 파악하여 적절한 오니의 침강체류시간 및 재침강을 위한 오니저류조 용적을 산정하였으며 1차 처리수질에 미치는 영향을 저감시키고자 침강실험을 하였다. 그 결과 침강 전 농축조 상징액, 혐기성 소화조 탈리액, 탈수기 여액의 CODcr농도의 평균값은 각각 250mg/L, 743mg/L, 96mg/L이며 24시간 침강 후 CODcr농도는 각각 142mg/L, 610mg/L 및 72mg/L로 침강 전·후의 CODcr농도 제거효율은 43.2%, 93%, 25%였다. 따라서 농축조 상징액 및 탈수기 여액은 시료채취 시의 농도도 낮으며 24시간 침강 후에도 상징액의 제거효율은 낮은 것으로 확인되었다.
- by-pass되는 1차처리수질 향상을 위하여 혐기성 소화조 탈리액에 대한 자연 중력 농축실 침강실험을 한 결과 소화조 탈리액의 고형물은 침강시작 후 6시간부터 점차 감소되어 24시간 후에는 거의 침강의 변화가 없었다.

따라서 재침강을 위한 오니저류조의 용적은 오니 체류시간 24시간이 적절한 것으로 판단된다.

- 현재 1차처리수질에 가장 영향을 많이 미치는 혐기성 소화조 탈리액을 별도의 오니저류조에 한번 더 침전시킨다면 혐기성 소화조 탈리액의 고형물량 40t/일 중 약 35t/일이 침강 제거되어 월류되는 분리액 중 고형물량은 5t/일 정도로 현저히 낮아지는 것을 알 수 있었다. 따라서 분리된 액체만 포기조내의 미생물에게 영향을 주지 않도록 포기한 후 직접 포기조로 이송하고 재침강된 혐기성 소화조 탈리액의 침강오니는 바로 탈수기로 보내 탈수하는 것이 반송수가 1차처리수질에 미치는 영향을 줄일 수 있다고 판단된다.

6.

2007년말 현재 하수관거 설치계획은 총 130,774km이며 그 중 96,280km가 설치되어 73.8%의 보급률을 나타내고 있다.

서울시는 하수관거 총 연장 10,251km 중에서 합류관 8,804km(85.9%), 분류관 1,005km(9.8%), 차집관거 442km(4.3%)로 하수관거보급률 100%를 나타내고 있다. 서울시는 1992년부터 2001년까지 하수관거조사 및 기본설계를 시행하여 정비대상관거를 결정하였으며 총 정비대상연장 5,476km, 소요예산 52,573억원으로 239개 배수분구에 대하여 정비우선순위를 선정하였다.

2007년말 현재까지 서울시에서는 하수관거 정비대상연장 5,476km 중에 12,333억원을 투자하여 1,825km의 정비를 실시, 정비율 33.3%를 달성하였다. 이 중 단위개량사업으로는 1,572km(10,389억원), 종합정비사업으로 13개 배수분구(253km, 1,944억원)가 완료되었고, 2008년에는 11개 지역(월계1·2, 동부이촌, 회현, 응암1, 가회, 성수2, 장안, 수유2, 쌍문2, 서교)의 배수분구에 대하여 총 사업비 855억원으로 종합정비공사를 실시하고 있으며, 13개 지역(가회,

성수2, 장안, 면목1, 수유2, 쌍문2, 서교, 구로2, 상도2, 홍제, 종암, 등촌1, 녹번 2)의 배수분구에 대해서는 사업비 약 136억원으로 종합정비 실시설계를 시행 중이다.

하수도의 기능은 오수를 위생적으로 운반 처리하고, 빗물을 신속하게 배제하여 위생적이고 쾌적한 생활환경을 만드는 데 있다. 즉 우천 시 주거지역에 내린 빗물을 신속히 배제하여 주민의 재산과 생명을 보호하고, 일상생활 및 업무활동 등으로 발생하는 오수를 하수처리장으로 유입시켜 처리, 방류함으로써 공공수역의 수질보전은 물론 보건위생 증진과 생활환경 개선을 도모하는 것이다.

기존 하수관거 상류지역에 점차적으로 도시가 확장·개발되어 상류지역의 관거를 하류지역의 기존관거에 연결시킴에 따라 개발에 따른 유출계수의 증대 등으로 인하여 계획우수 유출량 증가에 따른 기존 하수관거의 용량이 부족하게 되어 하수관거 부설이 적정경사보다 완만한 경우가 많아 하수의 지체현상이 발생하고 있다. 합류식관거는 우천 시 계획우수량에 의해서 결정되어 관거 단면이 크기 때문에 청천 시 오수의 관내유속이 저하되어 침전물이 퇴적되고 하수처리장 유입하수의 오염부하가 계획수질에 비해 떨어지고 있다. 또한 하수처리장이 건설된 상태에서 선시공된 분뇨정화조와 공동주택단지 오수정화 시설운전으로 인해 수세식변소 오수 직유입이 이루어지지 않아 2중처리 및 오염부하가 저하되고 있다.

우천 시 발생하는 오염부하 중 상당량이 월류되어 공공수역의 수질오염을 초래하고 있으므로 장래 수세식변소 오수 직유입을 고려할 때 특히 우천 시 초기강우에 대한 대책이 시급한 것으로 판단된다.

용량부족관거, 구조적 결함이 있는 관거, 상수도 통과 등 정비가 시급한 불량개소는 전 배수구역을 대상으로 선정비 개념으로 정비사업을 시행하도록 한다. 기타의 불량개소 및 수세식변소 오수 직유입, 관거 침입수 저감 등을 위한 정비는 배수분구별 면정비의 개념으로 추진한다.

한편, 사회가 고도정보사회로 진전됨에 따라 하수도시설의 유지관리도 종래

의 단위시설에 대한 개별적인 관리, 육감, 수동조작에서 전체시설에 대한 종합 관리, 공장자동화, 원격제어 등이 요구되고 있으므로 독립시설물을 연결해주는 광통신 케이블의 구축은 하수관거를 이용하는 방안도 강구하여야 한다. 이러한 광통신 케이블은 하수도시설뿐만 아니라 일반 수요도 증가하는 추세이므로 하수관거의 내부공간을 이용한 Lan System 구축은 하수도시설의 공공서비스 기능을 강화할 수 있을 것이다.

하수처리장과 하수관거의 기능과 역할을 사람의 인체와 비교해 보면 전자는 위 및 장의 기능과 역할을 하며 후자는 입 및 목구멍의 기능과 역할을 한다. 즉 아무리 기능이 좋고 처리효율이 뛰어난 하수처리장을 건설한 경우에도 유입하수 농도가 계획 설계치대로 처리장으로 유입되지 않으면 처리장은 처리효율을 저하 및 효율적이고 과학적인 유지관리가 어려울 뿐만 아니라 유명무실한 시설로 될 수밖에 없다. 우리나라에서는 전술한 것처럼 하수관거의 불량 등으로 인해 하수처리의 제거효율 저하, 지하수 및 토양오염발생 등 많은 문제점이 발생한다. 따라서 서울시는 하루 빨리 예산을 확보하여 배수설비 촉진 및 하수관거 정비에 주력하여야 할 것이다.

7.

중량물재생센터는 시설용량 171만 m^3 /일 중에서 1단계로 46만 m^3 /일인 고도처리시설이 가동되고 있으며, 그 중 마이크로필터로 여과한 후 오존소독을 거쳐 10만 m^3 /일의 고도처리수를 생산하고 있다. 또한 향후 생물막 여과과정을 신설하여 생물막여과 + 활성탄 여과 + UV(자외선)소독을 통하여 BOD(생물화학적 산소요구량) 2~3mg/L에 해당하는 10만 m^3 /일의 고도처리수를 추가로 생산할 예정이다.

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 20,000m³/일, 당현천에 36,000m³/일, 우이천에 30,000m³/일, 묵동천에 10,000m³/일을 공급할 예정이다.

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 한다.

냄새, 조류발생 등의 심미적 문제를 해소하고 고도처리수를 하천유지용수로 지속적이고 원활하게 공급하기 위하여 고도처리수의 공급수질기준을 설정한다. 하천의 공급용수를 인체와의 접촉여부를 고려하여 친수용수와 유지용수로 구분한다.

수질항목은 pH(수소이온농도), BOD, SS(부유성 고형물질), 냄새, 색도, T-N(총질소), T-P(총인), 대장균군 등 총 8개 항목으로 인체와 접촉하는 친수용수는 <표 5-12>과 같이 환경부에서 제시한 친수용수 및 유지용수 기준보다 강화할 것을 제안한다.

< 5-12> ()

		()	²⁾
pH	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5
SS(mg/L)	25	6	6
BOD(mg/L)	10	3	3
()	40	5	5
T-N(mg/L)	10	5 ¹⁾	10
T-P(mg/L)	1	0.2 ¹⁾	1
(/100mL)	1,000		

1) T-N 5mg/L, T-P 0.2mg/L

2) Rubber Dam() 0.5~1.5

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

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 나타난다. 단 사람들이 쉽게 접근할 수 있고 물놀이를 할 수 있는 하천에는 여과공정과 고급산화공정을 도입할 것을 제안한다. 또한 하천변에 수초 등을 식재하여 물과의 접촉을 차단하고 단지 경관으로 보고 즐기는 하천을 조성하는 방안도 좋은 대안이라고 판단된다.

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 개선하고 있다. 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 개선하고 있다.

한편, 서울시는 중랑천 수계 친수유량 공급방안으로 중랑물재생센터에서의 10만m³/일 고도처리수 추가 재처리를 위하여 생물막여과 + 활성탄여과 + UV 소독 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.

고도처리시설을 개축 중인 탄천물재생센터의 경우 고도처리수를 하천유지

용수로 공급하기 위해서는 호기조에서 이차침전지로 유입 시 항상 응집제를 투입하고, MLE 공정에 생물막 여과 등의 공정을 추가하여 하천의 부영양화를 방지할 수 있도록 도모하여야 한다.

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 매년 유량변화의 폭이 크다. 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 제안한다.

8.

경제성장 및 생활수준의 향상으로 생활하수 발생량이 증대하였으며 2007년 말을 기준으로 전국에서 가동 중인 공공하수처리장은 357개소로 처리용량은 2,395만톤/일이다. 국내의 하수도 보급률은 2007년 현재 87.1% 정도로 하수도 보급률 90% 달성을 목표로 계속 신설 및 추진되고 있다.

2007년 하수슬러지(하수오니)의 발생량은 282.1만톤/년이다. 지속적으로 하수도 보급률이 높아짐에 따라 하수슬러지의 발생량도 증가할 전망이다. 하수슬러지는 함수율이 높고 유기물질을 다량 함유하고 있어 부패하기 쉬운 특성이 있으므로 처리과정에서 악취 및 해충발생으로 환경피해가 발생할 우려가 있다. 환경부에서는 유기성 오니의 재활용과 매립지 사용수명 연장 등을 위해 직매립 금지 규정을 도입하여 2003년 7월 1일부터 시행하였다.

하수슬러지의 처리실태는 1999년까지 대부분 매립과 해양투기에 의해 처리되었다. 다만, 1997년 7월 19일 유기성 오니의 직매립 금지규정(시행시기 2003.7.1)이 도입된 이후 하수슬러지의 처리방법을 살펴보면 2007년에는 육상

매립이 72.1% → 2.2%로 감소한 반면 해양투기는 22.4% → 68.4%로 증가하였다. 이는 하수슬러지의 처리방법을 직매립에서 재활용(사면안정녹생토, 퇴비화, 고품화, 지렁이 사육 등)과 중간처리(소각)로 전환하려는 취지와는 달리 처리시설의 건설비가 들지 않고 처리비가 저렴한 해양투기로 전환하였음을 보여준다.

현재 해양배출은 해양오염방지법 시행규칙 별표14의 규정을 따르고 있으나 런던협약 1996의정서 발효에 대비하여 해양배출기준의 제1기준을 초과하는 하수슬러지는 2008년 2월부터 해양배출이 금지되고 제2기준을 초과하는 하수슬러지는 2011년 2월부터 해양배출이 금지될 예정이다.

서울시의 경우에도 4개 물재생센터에서 하수슬러지 탈수케이프가 2007년 1,753톤/일이 발생하여 매립 43톤(2.5%), 해양투기 770톤(43.9%), 고품화 480톤(27.4%), 지렁이 사육 17톤(5.0%), 건조 165톤(9.4%), 소각 278톤(15.8%) 등의 방법으로 처리하였다. 이 중 해양투기가 제일 높은 것을 알 수 있다.

서울시 서남 및 난지물재생센터의 하수슬러지는 3성분 중 회분이 약 12%로 소각후 소각재가 지속적으로 발생한다. 그러므로 소각재를 안정적, 연속적, 경제적으로 처리하는 것이 소각로 운영에 무엇보다도 중요하다.

난지하수슬러지 소각로 소각재는 SiO_2 성분이 25% 이하로 고분자계 소각재로 분류되어 이론상으로는 콘크리트 2차제품, 소성 2차제품 등으로 재활용이 가능하다. 그러나 처리비 및 수집운반비가 높아 경제성이 떨어지고 처리규모가 영세하여 지속적인 처리가 떨어지며 시멘트 재활용에 있어서 성분상 CaO가 부족하고 불순물(마그네슘, 나트륨, 칼륨 등) 성분이 포함되어 있어 시멘트 제조공정상 품질문제가 발생할 수 있다. 뿐만 아니라, 수집·운반 시 먼지발생 억제제를 위한 가습과 암롤트럭을 이용한 운반은 추가비용(수분증발비용, 하역비용 등)을 발생시켜 처리비(반입수수료 징수) 상승요인이 되고 있다. 그러나 현재까지 개발된 고분자계 소각재 재활용 방법 중 가장 경제적인 방법으로 중견기업 이상의 시멘트업체가 대규모 공정으로 운영하고 있어 소각재를 지속적

이고 안정되게 처리하고 있다.

서울시에서 운영하고 있는 슬러지 육상처리시설은 2007년말 현재 710톤/일 규모로 소각시설 300톤/일, 건조시설 400톤/일(탄천 200톤/일 시설은 가동 중지), 지렁이처리시설 10톤/일이 4개 물재생시설에서 운영 중이며, 수도권매립지관리공사에서 운영하고 있는 고화시설(시설용량 600톤/일, 8시간 가동기준)은 2006년 1월부터 가동시간을 연장하여 700톤/일을 처리하고 있다.

현재 일본 도쿄 동부슬러지플랜트에서 운영하고 있는 슬러지 탄화시설은 화력발전소에서의 석탄의 대체연료로서 안전한 원료를 확보하는 것으로써 슬러지의 자원화율을 약 10% 향상해 슬러지의 소각재매립량을 연간 약 1/4 삭감할 수 있다.

이 사업은 하수슬러지의 자원화를 진행하는 것과 동시에 온실효과가스를 삭감하여 지구온난화에 공헌하고 있다. 따라서 서울시에서도 석탄의 대체연료로 이용이 가능한 탄화사업의 검토도 필요한 시점이다.

9.

CSOs

1) 비점오염원

정부에서는 팔당호의 수질을 1급수로 개선하기 위하여 수혜자원칙인 물이용 부담금(160원/㎥)을 서울시, 인천시 및 경기도 등으로부터 받아 수변관리구역 지정, 주민지원사업 토지매수, 비점오염저감시설 및 환경기술시설 건설, 기존 하수처리장의 고도처리시설 개축 등을 시행하고 있는 중이다.

비점오염원(Nonpoint Source)이라 함은 오염물질이 특정한 지점(특정오염원)이 아닌 불특정지점에서 분포해 있다가 강수에 의해 배수계통으로 유출되는 것으로 정의하고 있다.

도시지역 비점오염원으로서 큰 역할을 하는 것은 가로상에 쌓인 각종 퇴적물

이며, 이들 퇴적물은 유기성부유슬러지(汚泥), 수생동식물사체, 자동차타이어가루, 기름, 중금속, 각종 도시폐기물, 진흙, 모래, 자갈 등으로 이루어져 있다.

제내지(하천제방 밖의 사람이 살고 있는 곳)나 논, 밭 등의 용지와 관련된 비점오염원으로는 농약과 영양물질을 흡착한 퇴적물, 용존영양염과 박테리아 등 미생물을 함유한 관개배수, 농작물의 잉여잔재물 등이 있다.

비점오염원은 유출의 간헐성, 배출지점의 확산, 오염원 종류 및 부하의 다양성 때문에 점오염원보다 관리하기가 어렵다.

국내외를 비롯하여 지금까지 발표된 시가지 및 산림 등에서 발생하는 비점오염원의 부하비율은 COD_{mn} 24~76%, 총질소 33~69%, 총인 11~56%이다.

따라서 점오염원(생활하수, 축산폐수, 공장폐수 등)만을 처리 및 관리해서는 상수원보호구역 등의 수질을 깨끗하게 유지·보전할 수 없다.

특히 강우 시에 발생하는 비점오염원은 초기강우(2mm 미만)의 침투 BOD 농도가 600mg/L 정도로 오염농도가 심하여 종종 물고기의 집단폐사의 원인이 된다는 사실이 매스컴을 통하여 보도되고 있다.

그 이유는 비점오염원에 의하여 수중의 용존산소(Dissolved Oxygen, DO)가 1~1.5mg/L 정도로 급격하게 감소하여 호흡곤란으로 질식사하는 것으로 밝혀지고 있다.

2) 비점오염원 관리 대책

비점오염원 관리를 위해 고랭지 경작지 토사유출, 도시지역 초기강우 시 비점오염원 등에 효과적으로 대응하기 위한 지역별·유역별 특성에 맞는 비점오염 저감 시범사업을 실시하고 효과 검증을 거쳐 사업시행을 확대한다.

(1)

한강수계 상류에는 전국 고랭지 경작지 면적의 50%(36,949ha)가 위치하여 있으며 고랭지밭은 해발 400m 이상에 위치한 밭으로 대부분 경사도가 높아

강우 시 다량의 비점오염물질이 유출되고 있다. 산지개발, 과도한 비료사용, 잦은 객토, 환경 훼손형 영농들이 비점오염물질 유출의 주 원인이다. 강우 시 유출되는 토사로 인해 수체의 혼탁도 증가, 다량의 비료성분 유출, 토사 퇴적으로 인한 하천 건천화, 수생태계 교란, 상수도 취수장 기능 상실, 주민의 수질에 대한 불신이 발생하고 있어 이에 대한 대책이 시급한 실정이다.

이에 대한 대책으로는 첫째, 비점오염물질 저감시설 설치 시범사업 추진이다. 2008년까지 한강수계 하천주변을 대상으로 8종 27개 비점오염물질 저감시설 설치 시범사업을 실시한다. 또한 국내 최초로 비점오염원 관리를 위한 대표 소유역(경안천 예상)을 지정하여 한국형 비점관리 대표 모델사업을 실시하고 교육학습장으로 활용한다.

둘째, 비점오염물질 저감사업을 본격적으로 추진한다. 객토 등으로 심각한 수질오염을 유발하는 일정경사도·표고의 고랭지밭을 대상으로 객토원 및 채토장 관리 요령 마련·보급 등 집중관리를 하며 고랭지 밭에 맞는 농약 살포 표준시비량 설정과 환경친화적 해충방제시스템을 개발한다. 또한 피복작물의 재배, 등고선 경운 등 비점오염저감을 위한 영농기법을 보급한다.

우수저류시설을 지역외(인공·자연 조정지), 지역내(학교운동장 및 근린공원) 일정 면적 이상의 건물에 설치하도록 유도하며 우수유출수가 지하로 침투하기 쉽도록 침투도랑, 침투포장, 침투통, 우물 등 다양한 시설을 설치한다.

완충식생대, 우회수로, 식생밭두렁 등 경작지 주변에 비점오염저감시설을 설치하며 고랭지밭에서 유출된 토사로 오염된 하천에 대한 자연형 하천정화사업을 확대한다.

셋째, 비점오염원 대책에 대한 교육·홍보 및 사후 지도·단속을 강화한다. 농민·지자체 공무원을 대상으로 비점오염원 표준관리요령 등의 교육을 강화한다. 또한 불법 산림훼손행위에 대한 단속 강화 및 신고포상금제를 확대한다.

(2)

동절기와 봄철에 쌓인 비점오염물질이 봄철 강우 시부터 하절기 장마 직전까지 빗물에 씻겨 하수관을 월류하여 한강에 유입된다. 봄철강우는 10~20mm에 불과하여 초기강우 유출수의 오염농도는 최고 BOD 300~500mg/L에 달한다. 초기강우가 한강으로 유출되는 모습은 <그림 5-18>~<그림 5-20>과 같다. 또한 초기강우 시의 오염빗물과 청천 시의 한강원수를 비교하면 <그림 5-21>과 같다.



< 5-18>



< 5-19>



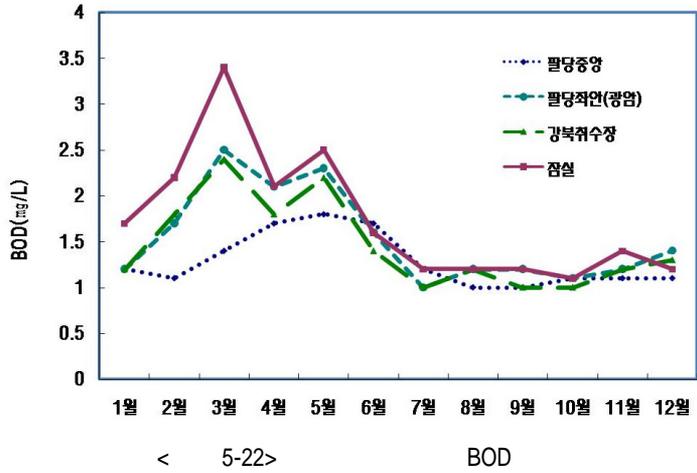
< 5-20>



< 5-21>

() ()

각 하수처리장은 초기강우 시 3Q(하수처리장 시간당 처리용량의 3배)만을 처리할 수 있다. 즉, 3Q는 서울의 경우 강수량 1.75mm/hr에 해당되어 이 이상의 빗물은 하수처리장에서 처리되지 않고 그대로 한강으로 유입된다. 또한 하수처리장으로 유입된 3Q의 하수도의 경우 1Q는 생물학적 2차처리, 2Q는 최초침전지만을 거쳐 사실상 부유물질만 제거되면서 최종 혼합방류수는 BOD 100mg/L 내외가 된다. 따라서 봄철 강우 시에 고농도의 공공수역을 만드는 주 원인이 되고 있다. <그림 5-22>은 봄철 강우 시 비점오염원이 유입되어 한강의 BOD농도가 증가하고 있는 것을 나타내고 있다.

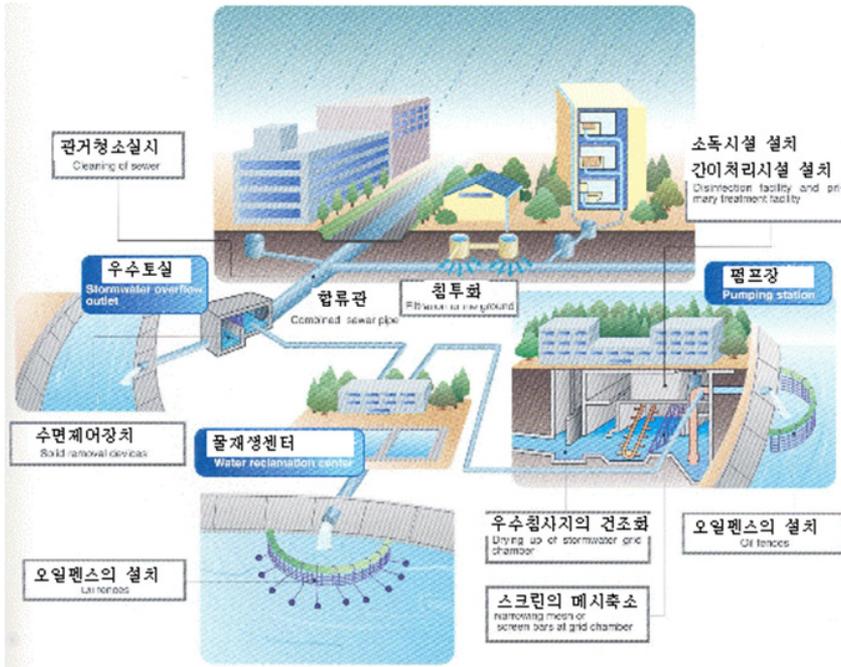


초기우수가 공공수역을 오염시키는 것을 방지하기 위해서는 각 지천에 <그림 5-23>과 같은 빗물저류조를 설치하여 간이하수처리하거나 또는 비강우 시 기존하수처리장에 이송하여 처리하는 방법이 있다.



일본의 경우 비점오염원 및 CSOs가 하천에 그대로 유입되는 것을 방지하기 위하여 <그림 5-24>와 같은 시설들을 설치 또는 계획 중이며 실제로 나고야시

에서는 <그림 5-25>와 같이 초기우수오염 절감을 위한 우수체수지, 양과 질을 동시에 제어하는 저류조를 설치하여 운영하고 있다.

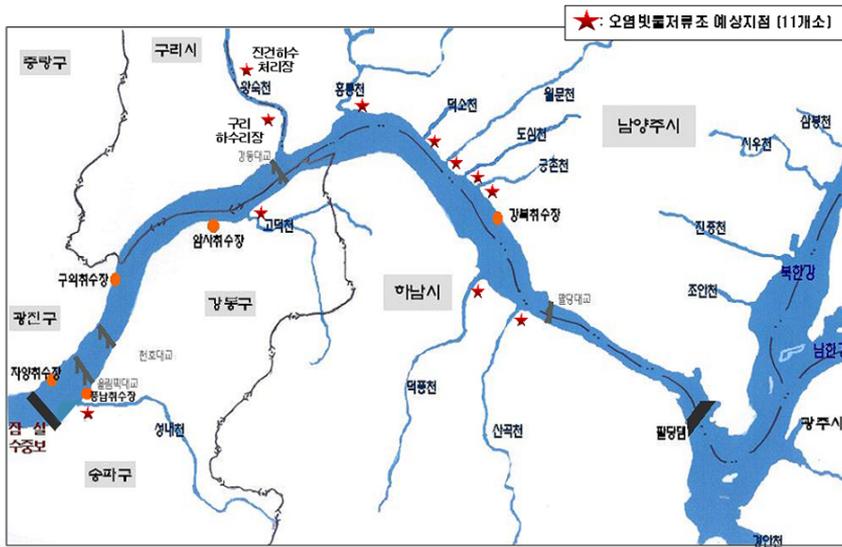


< 5-24> (CSOs) Quick Plan



< 5-25>

한강에도 수돗물 원수에 영향을 직접적으로 미치는 팔당댐과 잠실수중보 사이에 <그림 5-26>과 같이 오염빗물저류조를 각 지천 하류에 설치한다면 수돗물 원수의 안정적인 수질을 보장할 수 있을 것으로 판단된다.



< 5-26 > ~

한강수계의 수질개선 및 주민지원 사업을 관장하기 위해 1999년 8월 출범한 한강유역환경청은 상수원 관리지역의 수질개선사업을 위해 2008년까지 한강수계관리기금 2조 6,021억원을 조성하여 환경기초시설 설치 등에 투자해 왔다. 즉, 하수처리장 등 환경기초시설 설치비로 7,039억원, 환경기초시설 운영비로 4,479억원, 주민지원사업으로 6,357억원, 수변구역 등에 대한 토지매수 4,949억원, 기타 수질개선지원사업 등에 2,593억원을 투자해 온 것이다. 이러한 투자의 결과로 팔당호 수질이 1997년 BOD 1.5mg/L에서 2005년 BOD 1.1mg/L로 좋아졌다.

10. , 가 가

해마다 동일지역에 잇따라 수해가 발생하자 수방대책이 근본적으로 재수립돼야 한다는 소리가 높다. 복구 작업도 수해 전 상태로 되돌려 놓는 식이라면 해마다 되풀이되는 물난리를 면하기 어렵다.

무엇이 문제인지 근원을 바로 잡아야 재난으로부터 탈출이 가능하다. 실제 도시유역 치수의 근본적 문제점은 첫째로 토지이용의 극대화로 건물들이 하천 연안에까지 밀집돼 있어 하천개수를 통한 치수대책이 곤란하다는 점이다.

둘째로 상류유역까지 개발돼 유출량이 증가하고 유출이 빨라 하류유역의 부담이 증대되고 있다. 셋째로 최근의 집중호우 추세를 반영하지 않은 부정확한 과거의 기상자료 이용으로 하천 및 댐의 치수방어 능력 역시 산정이 어렵다. 넷째, 자연하천이 상당부분 복개돼 하천내부에 쌓인 퇴적물이 생태계를 파괴하고 홍수 때는 하수를 역류시킨다. 다섯째, 하수관 불량으로 관거 용량이 부족하고 설치 경사마저 나빠 하수가 역류한다. 여섯 번째, 지천 하류의 대규모 하수처리장 탓에 중·상류가 건천으로 변해 하류수위를 빨리 불어나게 한다.

그동안 홍수피해를 감소시키기 위해 많은 노력을 기울였지만 게릴라성 폭우가 내리면서 무방비라는 사실이 드러났다. 이 시점에서 선진국이 실시해 좋은 성과를 얻고 있으며 방재와 환경보전, 이수(利水)측면에서도 효과가 있는 대책을 우리도 배울 필요가 있다. 우선 학교운동장과 주차장 등을 이용해 빗물 저류·침투시설을 설치하고 방재와 이수 측면에서 적극 활용해야 한다. 둘째로 재건축·재개발 사업이나 건축물 신축 시 빗물을 가두는 저류시설을 의무화해야 한다. 셋째, 침투성 포장으로 빗물을 지하에 축적해 하천의 건천화를 방지해야 한다. 넷째, 대도시의 경우 장기적으로 지하 50m 가량의 터널식 『지하대심도 저류조』를 건설해 수해에 대비하고 초기 빗물 오염을 막아 공공수역의 환경을 보전해야 한다. 다섯째, 자연적으로 생긴 습지나 저지대 등은 홍수 때 빗물이 저류되는 곳이다. 따라서 획일적인 하천개발보다는 유역 곳곳을 자연형 하천으로 정비해야 한다. 여섯째, 치수는 근본적으로 도시계획 단계에서

부터 고려돼야 한다.

이와 같은 제도 정비와 더불어 시민 모두 스스로 집 주위를 점검하고 대비하는 자세도 필요하다.

11.

서울시청 앞 잔디밭에서 가족·연인·직장동료 등 많은 사람들이 모여 즐거운 시간을 보내고 있는 것을 자주 본다. 어린이는 물론 청소년들이 쏟아지는 분수대에서 몸을 적시면서 마냥 즐거워한다. 시민들은 이 물이 수돗물이나 지하수라고 생각할 수 있다. 그러나 이 물은 하늘에서 떨어진 빗물을 분수대 밑에 일시 저장해 사용하는 것이다. 빗물을 활용함으로써 물 절약 및 수자원 재활용이라는 시민 환경교육의 좋은 기회가 되고 있다. 관악산 기슭의 서울대학교 기숙사와 관악구청에서도 빗물을 받아 화장실 용수 등으로 사용하고 있다.

서울에 설치되었거나 설치가 확정된 빗물이용시설은 시청 앞 광장을 포함해 총 287곳이나 되며, 저류용량은 101,058m³이다.

과거의 빗물은 일시적으로 흘러가는 수자원이었다. 아니 자원으로 간주되지도 않았다. 그러나 이제는 그 개념이 바뀌고 있다. 시청 앞 광장, 서울대 기숙사의 예에서도 알 수 있듯이 새로운 자원으로서의 활용이 시작되고 있는 것이다.

1) 왜 빗물 이용이 필요한가

우리는 매일 물이 필요하다. 우선 우리 몸이 물을 필요로 하고, 음식물을 만드는 데에도 물이 빠져서는 안된다. 세탁할 때도 물이 있어야 하며, 물 없이는 이용할 수 없는 것이 요즈음의 화장실이다. 나무도 물이 있어야 자라고 가축도 물이 있어야 기를 수 있다. 우리는 지금까지 필요한 물의 대부분을 하천이나 땅속의 지하수를 통해 얻었다. 빗물은 댐, 저수지에 담기는 것과 자연적으로

토양에 스며드는 것을 제외하고는 모두 바다로 흘러가도록 내버려 두었다.

그런데 최근에는 빗물을 활용하려는 움직임이 일고 있다. 이유는 두 가지로 압축된다. 하나는 홍수를 통제하려고 물을 가두는 일명 빗물 저류조라는 시설이다. 그리고 이 시설에 잡아둔 물을 잘 활용해보자는 것이다. 빗물이 많으면 홍수를 유발하여 인간에게 피해를 준다. 빗물저류조는 이를 최소화하기 위한 시설이다. 그렇지만 비가 그친 후에 물을 그대로 버리기는 아깝다.

우리나라는 홍수기보다 훨씬 긴 갈수기를 가지고 있다. 갈수기 때에는 반대로 물이 부족한 것이 우리나라의 강우특성이다. 따라서 홍수도 막으면서 갈수기에 그 물을 사용하자는 것이 설득력이 있는 것이다.

먹는 물은 인체에 유해하지 않도록 깨끗해야 한다. 수도물은 이러한 기준에 맞추어 가정으로 공급되며, 가정에서 필요한 모든 곳에 이 물이 사용된다. 그러나 화장실에 뿌리거나, 화장실에서 사용하는 물은 먹는 물만큼 깨끗하지 않아도 된다. 빗물은 받는 방법에 따라 차이가 있겠으나 지붕에 떨어지는 빗물은 이런 용도에 적합한 수질을 가지고 있다. 흘러보내는 빗물을 이용하자고 하는 두 번째 이유인 것이다.

2) 외국에서는 어떻게 활용하나

일본에서는 1980년 이후 도시생태계의 복원과 아울러 빗물이 새로운 수자원으로 인식되면서 빗물을 용수로 활용하는 다양한 기술과 제품들이 개발되고 있다. 공공시설과 민간시설에 설치된 빗물이용시설 수는 약 8,000곳으로, 저류용량은 35만 m^3 정도이다.

이 중 도쿄도(都) 스미다구(墨田區)는 1990년 청사의 빗물이용시설 완공으로 일본 내에서 13번째로 빗물을 이용한 공공기관이다. 구(區) 청사 건물 지하에 빗물저류시설을 설치해 화장실용수 및 정원용수 등으로 사용하고 있으며, 지붕 집수면적은 5,000 m^2 이다. 특히 옥상녹화를 위한 정원용수는 일사량이 많은 여름에는 실내온도를 5도 정도 낮춰 에너지 절감 효과도 함께 가져오고 있다.

또한 홍수기에 빗물이 하수도로 한꺼번에 유입되는 현상을 방지하기 위해 평상시에는 지하저류조 용량(1,000m³)의 절반인 500m³ 정도를 홍수방지용으로 비워두고 있다. 이 밖에 지진 등의 재해 발생 시에 소방용수와 비상응용수로 활용하고 있으며, 화장실의 연간 사용수량 중 약 36%에 해당되는 4,660m³의 물을 빗물로 사용한다.

일본에서 빗물저류시설이 설치되어 운영되고 있는 곳은 1년에 30~50% 정도 수돗물이 절약돼 대체 수자원으로서 빗물이 높은 가치를 인정받고 있다. 우리나라에서도 2002년에 완공된 제주도 월드컵경기장은 지붕에 떨어진 빗물을 집수해 잔디용수, 화장실용수 등으로 사용함으로써 1년에 31.8%의 수돗물 절약효과를 거두고 있다.

3) 우리나라 수자원의 한계

우리나라의 연평균 강수량은 1,283mm로, 세계평균 973mm의 1.3배에 달한다. 그렇지만 높은 인구밀도로 인해 연간 1인당 강수량은 2,705m³로 세계평균 22,096m³의 약 12%에 불과하다. 과거 100년간 우리나라의 연평균 강수량은 최저 754mm(1939년), 최고 1782mm(1998년)로 2.4배라는 큰 편차를 보인다.

기후 특성상 여름철인 6~9월 사이에 장마 및 태풍 등이 발생하며, 이 기간에 내리는 빗물은 연 강수량의 3분의 2 정도를 차지한다. 최근에는 이상 기후 현상과 국지성 집중호우 등으로 서울과 같은 밀집형 도시에 큰 홍수피해를 주고 있다. 1993년부터 2002년까지 10년간의 연평균 강수량은 1,446mm인데 비해, 6~9월에 내린 빗물은 1,070mm로 전체 연강수량의 74%에 해당되는 양이다.

1960년대 이후 가뭄과 홍수가 늘어나 연강수량의 변동폭이 더 커졌고, 기존 수자원 시설물에 의한 용수공급능력과 홍수방어능력을 취약하게 하는 원인으로 작용하고 있다. 서울시는 1994년과 1998년에 큰 가뭄을 겪었고, 최근 20년간 3년주기로 큰 홍수피해를 입고 있다.

계절별, 연도별, 지역별로 강수량의 편차가 심한 동시에 국토의 65%가 산악

지형인 우리나라는 하천경사가 급한 지리적 특성 때문에 홍수 유발과 함께 갈 수기를 형성해 하천수질 오염이 가중되고 있다. 총체적으로 수자원의 이용 면에서 불리한 자연조건을 안고 있다고 볼 수 있다.

연 수자원총량 1,276억 m^3 중에서 증발과 바다로 유실되는 양을 제외하면 이용할 수 있는 양은 26%에 해당되는 331억 m^3 에 불과하다. 1965년부터 1998년까지 우리나라의 수자원 부존량 및 생활용수, 공업용수, 농업용수, 유지용수의 이용현황을 보면, 수자원 총량은 소폭 증가하는 가운데 댐 건설 등 물 이용시설의 확충으로 총 이용량은 33년간 6배 이상 크게 증가했음을 알 수 있다. 인구 증가로 생활용수의 이용량이 상대적으로 높은 증가세를 보이고 있으며, 농업용수를 제외한 용도의 수자원 이용량도 꾸준히 증가하는 추세이다.

스웨덴의 물 전문가 폴켄마크(Falkenmark)는 약간의 육식을 포함한 한 사람의 영양섭취에 들어가는 1년분 식량 생산에 약 1,100 m^3 의 물이 필요한 것에 근거하여 사용 가능량이 연간 1인당 1,000 m^3 이하이면 물 기근국가로, 1,700 m^3 이하이면 물 압박(부족)국가로 분류할 것을 제안했다.

이에 따라 유엔의 국제인구행동연구소(PAI)에서 발표한 국가별 1인당 연간 재생 가능 수자원량은 그린란드가 1위로 10,767,857 m^3 이며, 쿠웨이트가 180위로 10 m^3 를 기록하고 있다. 우리나라는 1,491 m^3 로 세계 146위를 나타내고 있으며, 물 부족국가에 해당된다.

4) 빗물을 모으는 방법과 용도

빗물 이용이란 체육관·공원·주차장·학교·공공건물·주택의 지붕이나 옥상·테라스·데크 등에서 취수한 빗물을 지하 및 지상에 설치된 저류조에 저장해 화장실용 세정수나 정원의 살수 등 잡용수로 이용하는 것을 말한다.

빗물활용은 기본적으로 홍수 및 방재 측면(치수대책)에서 빗물을 지하로 침투시켜 지역물순환시스템의 재생, 지반침하방지, 정원에의 빗물함양, 도시의 열섬화 방지 등의 효과를 가져다준다.

현재 서울시에서는 차도·보도 등의 도로가 거의 불투수층으로 되어 있어 도시의 열섬화 현상 초래 및 지하수의 고갈, 하천유지용수 부족으로 인한 하천의 건천화, 강우 시 빗물이 지하로 침투되지 않는데 따른 도시침수 피해 등을 가감 겪고 있다. 따라서 다양한 빗물 침투시설을 설치하여 도시침수의 피해는 물론 도시의 열섬화방지 및 하천유지용수 확보로 인한 하천의 건천화를 방지하는 지체가 필요하다.

5) 빗물 저류 가능용량은 충분인가

국지성 호우로 인한 도시침수 현상을 방지하기 위하여 서울시 학교용지, 공원, 체육용지 등에 빗물을 하루에 10mm만 집수하면, 저류용량은 약 3백만 m^3 가 되므로 정원용수, 청소용수 등으로의 빗물이용은 물론 도시침수 예방효과도 크게 기대할 수 있다.

또한 약 70만호의 단독주택에 1 m^2 짜리 빗물탱크를 설치하고 약 14,000동의 아파트에 건폐율(20%, 25%, 30%)에 따라 빗물 탱크를 설치하면 하루에 약 200만 m^3 의 빗물저류가 가능하다. 이를 정원용수, 청소용수 등으로 110일 정도 이용할 경우 1년에 2억 m^3 정도의 수돗물 절약효과가 있다.

한편 서울시에 있는 초·중·고교 1,192곳의 학교 지붕에 떨어지는 빗물을 20 m^2 짜리 빗물탱크에 저류시키면 하루에 23,840 m^3 로 학생들이 1년에 110일 간 화장실용수 등으로 이용할 수 있다. 이를 통해 1년에 약 160만 m^3 의 수돗물 절약과 도시침수 예방을 기대할 수 있다.

6) 빗물 이용 활성화 방안

서울시에서는 서울특별시 빗물관리에 관한 조례(조례 제4351호), 서울특별시 빗물관리의 설치 및 지원에 관한 지침, 서울특별시 빗물저수조 설치 지침에 의하면, 대지면적 2,000 m^2 이상이고, 연면적 3,000 m^2 이상인 건축물에는 빗물

저류시설을 설치하도록 권장하고 있다. 빗물 이용 장려를 위해 빗물 저류조 및 탱크 설치에 따른 보상의 개념으로 서울시 및 자치구 건축 심의 대상 건축물에 대하여 신축, 재건축, 재개발 시 용적률에 대한 인센티브를 부여하면 활성화가 쉽게 이루어질 것이다. 또한 건축심의 대상이 아닌 소규모 건축물은 건축허가 시 빗물저류조를 설치하도록 권장하되, 설치공사비 보조 및 수도요금 감면 등의 인센티브를 부여함으로써 자발적인 설치를 유도한다.

한편 연차적으로 수돗물이 물탱크를 거치지 않고 직접 수요가로 공급되는 직결급수가 추진되고 있는데 지하 및 옥상에 설치되어 있는 물탱크는 사용되지 않게 되므로 정원용수, 청소용수, 살수용수 등의 빗물 저류조로 활용하는 것이 바람직하다. 또한, 하수관거 정비에 의해 지하에 매설되어 있는 불용정화조를 빗물저류조로 활용하는 방법도 생각해 볼 수 있다.

마지막으로 빗물이용을 활성화하기 위해서는 시민들이 거부감 없이 빗물을 활용할 수 있도록 공공기관 및 학교 등의 우선 시행을 통해 빗물 이용을 홍보하고, 이와 더불어 시민의식 개선을 위한 홍보와 교육이 필요하다.

12.

국민 치아우식증(충치) 예방을 위하여 1981년부터 진해시와 청주시에서 시범적으로 시행하고 있는 수돗물 불소화사업을 1990년대 중반부터 전국적으로 확대 실시하고 있다. 그러나 수돗물 불소화사업을 시행하면서 불소의 인체에 대한 유해성 및 강제적 의료행위로 인한 선택의 자유에 대한 침해 그리고 맑은 물을 마실 수 있는 시민의 권리에 대한 논쟁도 뜨겁다.

한편 현재 불소화를 시행하고 있는 지역주민들을 비롯하여 향후 불소화의 시행을 검토하고 있는 여러 지방자치단체들은 인체의 유해성에 대하여 불안과 판단의 혼란을 보이고 있다.

수돗물 불소화에 사용되는 약품은 이론적으로 어떤 혼합물이든 물 속에서

불소이온을 유리해 낸다면 사용할 수 있다. 그러나 현실적으로 화합물을 선택할 때 고려할 점이 있다.

우선, 처리과정에서 용해도가 충분해야 하고, 불소이온과 결합하는 양이온이 인체에 해롭게 작용하지 않아야 하며, 상대적으로 가격이 저렴하고 입자의 크기나 순도가 사용목적에 맞아야 한다.

생활 속에서 우리의 생명을 지키기 위한 순수한 물의 확보와 공급은 우리시대의 높은 사회공동선이라고 말할 수 있을 것이다. 그리고 시민들에게 맑은 물을 공급하고자 하는 상수 생산 및 배·급수체계는 보다 높은 의미를 가지고 깨끗이 관리될 수 있도록 모두가 노력하여야 한다.

일반적으로 하루에 1인당 250~300L 정도의 수돗물을 사용하고 있지만 그 중에서 2~3L만을 음료수로 마시고 있다. 즉 수돗물의 1%만이 음료수로 이용되고 있으며, 나머지는 세탁, 취사, 목욕, 화장실용수 등으로 이용된 후 하수처리장 또는 공공수역으로 방류되고 있다.

이런 관점에서 국민의 구강보건 증진을 위한 불소화사업을 정부가 강력하게 권장하는 것은 국민의 건강복지 측면에서 충분한 검토가 필요한 것으로 생각된다.

한편 현재 수돗물 불소화사업이 실시되고 있는 진해시 및 청주시와 비불소화지역인 수원시, 천안시 및 전주시의 비교 검토결과, 7세 이하에서는 약 40~50%의 충치 예방효과가 있는 것으로 나타났다.

따라서 충치예방의 혜택을 전혀 기대할 수 없는 만 12세 이상의 시민은 본인의 의사와 관계없이 불소화된 수돗물을 마셔야 된다는데 거부감이 앞서는 것이다.

수돗물 불소화사업은 그 목적이 수돗물 품질향상에 있는 것보다는 시민구강보전에 관한 사항이므로 구강보건을 위한 대안들(칫솔질 불소용액 공급, 불소가 들어간 치마제(齒磨劑)권장, 불소치약, 수돗물 불소화, 개인치아관리 홍보 교육 등)을 비교·검토하여 가장 효과적이며 안전하고 경제적인 방안을 모색해야 할 것이다.

향후 수돗물 불소화사업을 위한 조사·연구대상은 수돗물 불소화 찬·반 전문가가 공동으로 참여하여 신뢰를 확보토록 하며, 외국의 수돗물 불소화에 관련하여 연구자료 분석 및 검토를 해야 할 것이다. 그리고 수돗물 불소화의 충치 예방효과 및 건강에 미치는 영향(반점치아 발생, 중추신경계 영향, 동물 실험을 통한 불소·알루미늄 복합체의 생식기에 대한 영향, 골밀도 영향 등)과 불소화 및 비불소화지역 하천내 불소농도의 차이 유·무에 대하여 환경에 미치는 영향 등을 조사하여야 할 것이다.

13.

환경부는 2008년 지하수의 오염도를 평가하기 위해 전국에 2,499개소의 지하수 수질측정망(지하수 이용시설 중 일부를 지정)을 운영 중이며, 연 2회 수질 분석을 실시하였다. 그 결과 지방환경청이 조사한 오염우려지역 1,450개소의 시료(781개 측정망) 중 140개 시료(9.7%)에서 지하수의 용도별 수질기준을 초과한 것으로 조사되어 2007년의 수질기준 초과율(7.7%)보다 조금 상승하였다.

한편 시·도에서 조사한 일반지역 2,421개 시료(1,240개 측정망) 중에서도 131개 시료(5.4%)에서 수질기준을 초과한 것으로 나타났다.

지하수 수질기준 초과항목을 보면, 공단지역 및 도시주거지역은 TCE, PCE가 대부분이며, 농업용수 사용지역 및 분뇨처리장 인근지역은 질산성질소, 일반세균의 초과가 많았다. 또한, 일반지역은 일반세균, 질산성질소, 대장균군 등이 초과되었다.

지자체별 초과현황은 전지역에서 0.0~10.5% 범위의 초과율을 보였으며, 충북(10.8%), 전남(10.0%), 경기(8.7%), 서울(8.5%) 등의 초과율이 다른 지역에 비하여 높게 나타났다. 초과율이 높은 시·도는 일반세균, 질산성질소의 초과 지점이 크게 증가한 것에 기인하고 있으며, 대전, 전북, 제주는 수질기준을 초과한 지점이 없다.

특히 서울시의 경우 측정지점 중 13개소에서 일반세균이 초과되었으나 다행히 대부분 비음용 생활용도의 지하수였다.

조사결과 수질기준을 초과한 지하수 이용시설에 대해서는 음용으로 이용하는 경우에 음용 금지토록 조치하였으며, 그 외의 시설은 폐쇄 또는 정화 후 이용토록 조치하였다.

연도별 지하수 수질추세를 보면 지방환경청 조사지점(오염우려지역)의 경우 조사시료의 수질기준 초과율이 2004년에서 2008년까지 5.6%~9.7%이며, 2006년 이후에는 7.7%~9.7% 수준을 유지하고 있다. 산업체 환경관리 강화에 따라 2005년에 초과율이 일시적으로 5.6%로 낮아져 지하수 오염요인이 줄어든 결과로 보이지만, 지하수 수질오염을 획기적으로 줄이는 데는 미흡한 것으로 판단된다.

시·도 조사지점(일반지역)의 경우 연도별로 비슷한 수질기준 초과율을 보이는 것으로 나타났다. 이는 환경 기초시설의 확충으로 오염원을 많이 감소시키는 데도 불구하고 인구, 하·폐수, 비료, 노면의 자동차 타이어가루, 배출가스 등의 비점오염원이 증가하기 때문인 것으로 추정된다.

따라서 지하수 및 토양오염 등을 개선하기 위해서는 비위생 쓰레기 매립지 정비, 폐금속광산 조사 및 정비, 각종 제도 정비, 지하수조사 및 정화 등을 중점적으로 시행해 나가야 할 것이다.

특히 지하수오염의 대표적인 물질인 TCE를 특정 토양 오염물질로 지정하고, TCE의 저장시설에 대한 관리도 강화해야 할 것이다.

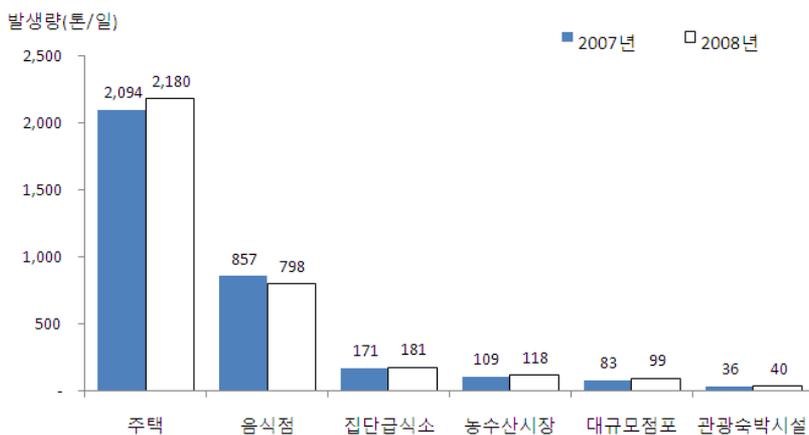
한편 주유소 등으로부터 오염원이 누출되어 지하수 및 토양오염을 일으킨 경우에는 그 시설을 오염유발시설로 지정·관리하는 제도를 도입하여 시설 주변 지하수 수질을 상시 감시하고, 오염지하수 정화업 제도를 신설하여 지하수 정화·복원사업이 효율적으로 추진되어야 할 것이다.

지하수 오염 실태과약을 계속적으로 추진하는 동시에 기존의 수질측정망 이외에 전용측정시설을 설치하여야 할 것이다.

14.

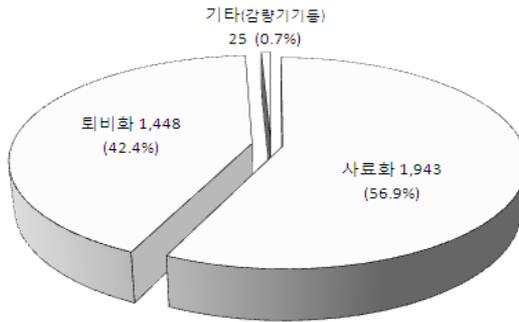
한국식품개발연구원이 환경부의 의뢰를 받아 만든 ‘음식물로 버려지는 식량 자원의 경제적 가치’ 보고서에 의하면 한 달 동안 국내에서 버려진 음식물 쓰레기는 전체 식품공급량의 18.7%인 483만 2천톤으로 집계되었다. 쓰레기로 버려진 식품 손실량의 64%는 가정에서, 36%는 음식점과 집단 급식소 등 외식에서 발생한 것으로 조사되었다. 이는 서울 상암월드컵경기장을 무려 70개나 지을 수 있는 돈이다. 2007년 전국에서 발생한 생활폐기물의 양은 1일 50,346톤이고 이 중 29%인 14,452톤이 음식물쓰레기이다. 2001년 이후 생활폐기물의 양은 조금씩 감소하는 경향이지만 음식물쓰레기는 반대로 증가하는 경향을 보이고 있다. 1인당 발생량은 하루에 0.29kg이다(국립환경과학원 · 한국환경자원공사, 2008).

서울시의 음식물쓰레기는 2005년 1월 직매립 금지 조치 이후 분리수거량이 급격히 증가하여 2004년 2,650톤/일에서 2005년 3,188톤/일, 2007년 3,350톤/일, 2008년 3,416톤/일로 매년 증가 추세에 있다. 서울의 2008년 1인당 발생량은 전국 평균보다 낮은 하루 0.21kg이다.



< 5-27 >

2008년 기준 서울시의 음식물쓰레기 발생량은 <그림 5-27>과 같이 일평균 3,416톤이며, 1,943톤/일을 사료화하여 재활용하고 있다. 퇴비화는 1,448톤/일로 42.4%를 차지하고 있고, 기타방법으로 25톤/일을 처리하고 있다.



< 5-28 >

2008년에는 2007년에 비해 주택(약 4%), 대규모점포 및 농수산물시장(약 13%) 등에서의 발생량은 증가하고, 음식점에서의 발생량은 감소(약 7%)하는 경향을 보였다. 음식점에서의 발생량 감소는 작년 금융위기로 인한 경기침체로 외식자제 및 음식점 영업부진 등이 원인으로 추정된다.

서울시 관내 주민등록 인구수가 꾸준한 증가 추세를 보이고 있어 음식물쓰레기 발생 증가에 영향을 미치고 있는 것으로 보이며, 생활수준 향상과 음식물쓰레기 분리수거 정착 등 생활양식의 변화가 음식물쓰레기 발생량 증가에 영향을 주는 것 같다.

한편, 음식물 쓰레기에는 플라스틱, 비닐, 은박지, 이쑤시개 등이 섞인 상태로 배출되며, 배출원에서의 완전분리에는 한계가 있다. 단체 급식소에서는 이물질의 분리가 만족스러우나 일반 음식점 및 가정에서 배출되는 음식물쓰레기에는 이물질의 함량이 상대적으로 높다고 한다.

우선 사료화에 대한 문제점은 악취, 오·폐수 처리문제, 사료를 최종 생산하기 전에 일일이 사람의 손에 의해 비닐을 수거하는 공정이다. 또한 최종 생산

된 사료가 가축의 사료로 사용되는 데는 광우병 등에 의한 제약이 많아졌다. 초식동물인 소에게는 음식물 쓰레기로 만들어진 사료를 먹이지 않아야 하며 돼지, 개, 오리, 닭에게만 사료를 공급해야 한다. 한편 퇴비화하는 문제점도 역시 악취와 오·폐수 처리문제, 지속적인 퇴비사용처의 확보방안이다. 음식물 쓰레기의 수거·운반과정 및 처리과정에서 발생하는 오·폐수는 악취발생의 요인임과 동시에 영세한 민간처리업체에서 관리하기 어려운 대상이기도 하다. 민간업체의 유형별로 오·폐수의 처리방법을 보면 신고업체의 64%, 허가업체의 75%가 전량 및 일부 위탁처리를 하는 것으로 나타났다. 음식물 쓰레기의 악취는 발생원 및 수거단계에서도 발생하지만 처리 과정에서 역시 많이 발생하여 민원이 제기될 소지가 높아 철저한 관리가 필요한 부분이다. 민간처리업체 중 47%만이 탈취시설을 갖추고 있으며 그 외 나머지는 사업장이 밀폐건물이거나 오지에 위치하는 시설로서 소극적인 악취관리를 하고 있는 것으로 나타났다. 이상과 같이 민간처리업체는 다양한 부분에서 어려움을 겪고 있으며 특히 법적관리대상이 아닌 자가처리업체는 운영관리 어려움이 환경오염원으로 이어지고 있는 경우가 많다. 결론적으로 음식물 쓰레기의 자원화를 위한 사료화, 퇴비화는 불가피한 현실적인 대안들이다. 그러나 오·폐수 처리대책, 악취대책, 처리 수수료 등의 재정적 지원, 처리시설의 효율적인 공간적 활용, 민간 및 공공지원 민간시설의 운영 중단에 대비한 비상대응책을 모색하지 않으면 음식물 쓰레기의 사료화, 퇴비화시설이 무용지물 또는 환경오염시설물이 된다는 것을 염두에 둘 필요가 있다.

한편 디스포저는 음식물쓰레기의 분리보관과 분리배출에 따른 불편을 해소할 수 있는 편리한 기구이지만 디스포저의 사용은 전통적인 자원화사업과 일정부분 경쟁이 불가피하다. 따라서 디스포저를 사용하고자 할 때는 적어도 예상되는 부정적 환경영향이 철저히 예방되는 조건에서 사용되어야 할 것이다. 즉, 하수관거와 하수처리장이 디스포저에 의해 생산된 분쇄오수를 수용할 수 있는 지역에서만 사용되어야 한다. 하수도가 수용할 수 없는 지역에서 디스

포저를 사용할 때는 적정 성능의 개인하수처리시설을 설치하고 바르게 운영하여야 한다. 디스포저 제작자는 소음과 진동이 적은 제품을 생산하고 진동이 발생하지 않도록 바르게 시공한다. 사용자는 늦은 밤 등 이웃에게 피해를 줄 수 있는 시간에 디스포저의 사용을 자제한다.

디스포저의 사용으로 초래될 공공수역의 수질오염과 소음, 진동, 악취 등의 기타 환경영향을 차단하기 위해서는 합법적인 방법이나 지역 이외에는 디스포저를 사용해서는 안된다.

따라서 디스포저 사용에는 정부의 관리가 필요하며, 이는 바로 디스포저 사용허가제의 도입을 의미한다. 즉, 디스포저를 설치하고자 하는 자가 지정된 절차에 의해 관할 관청에 설치를 신청하고 허가후에 설치와 사용이 이루어지는 체계이다.

저렴한 한국형 분쇄기 개발이 필요하다. 이는 디스포저의 사용을 원하는 사람들의 실수요를 충족시키기 위한 중요한 요건이다. 동시에 디스포저 분쇄오수를 적절하게 처리할 수 있는 디스포저 전용 개인하수처리시설의 개발이 필요하다. 모듈화는 저가의 처리시설 보급에 기여할 것이다.

15.

서울 스모그(Smoke + Fog, Smog)로 표현되는 대기오염현상은 난방용 연료의 연소와 노천 소각 등에 일부 기인하지만 대부분은 자동차 배출 가스에 의해 발생하는 것으로 알려지고 있다. 2006년 전국의 대기오염물질 배출량은 341만톤으로 이 중 자동차 배출가스가 약 34.8%를 차지하고 있다. 특히 서울을 비롯한 일부 대도시의 경우 자동차 배출가스가 차지하는 대기오염 비중은 70% 이상으로 전국 주요도시의 자동차공해 비중이 매우 높아지고 있다.

서울의 대기오염물질 배출량은 1980년 757,905톤, 1985년 700,983톤, 1990년 1,007,111톤, 1996년 396,190톤, 2000년 327,268톤, 2006년 331,825톤이다.

산업활동 및 에너지 사용의 증가 등에 따라 오염물질의 배출량이 1990년까지 증가추세를 보였으나 청정연료 사용의무화 정책추진 및 저공해 자동차 보급 등으로 점차 감소 추세를 보이고 있다. 용도별 오염물질 배출량은 수송 73.1%, 난방 12.8%, 산업 13.8%, 발전 0.3% 순으로 나타났으며 자동차의 증가로 인한 수송분야의 배출량이 월등히 큰 비중을 차지하고 있다(<표 5-13>참조).

< 5-13>

(:)

연도	수송	난방	산업	발전	기타
2000	327,267 (100%)	237,615 (72.6%)	36,167 (11.1%)	51,134 (15.6%)	2,351 (0.7%)
2001	381,601 (100%)	280,434 (73.5%)	36,426 (9.5%)	62,036 (16.3%)	2,705 (0.7%)
2002	388,601 (100%)	292,753 (75.3%)	33,249 (8.6%)	60,776 (15.6%)	1,841 (0.5%)
2003	385,480 (100%)	293,377 (76.1%)	31,459 (8.2%)	58,804 (15.2%)	1,840 (0.5%)
2004	353,623 (100%)	266,039 (75.2%)	36,566 (10.3%)	49,122 (13.9%)	1,896 (0.6%)
2005	357,636 (100%)	264,913 (74.1%)	42,348 (11.8%)	48,349 (13.5%)	2,026 (0.6%)
2006	331,825 (100%)	242,667 (73.1%)	42,397 (12.8%)	45,808 (13.8%)	971 (0.3%)

대기오염물질의 배출량을 오염물질별로 살펴보면, 2000년의 경우 일산화탄소가 48.0%로 가장 많이 배출되었고 질소산화물은 25.6%, 휘발성유기화합물은 23.3%, 아황산가스는 2.2%, 먼지는 1.0% 순으로 배출되었다. 2006년의 경우에도 일산화탄소가 48.1%로 가장 많이 배출되었고 질소산화물 26.5%, 휘발성유기화합물 22.1%, 황산화물 2.2%, 먼지 1.1%로 2000년과 동일한 추세를 보였다.

최근에는 경유차에서 주로 배출되는 오염물질인 질소산화물(NO_x)과 미세먼지(PM10)가 문제시되고 있다. 질소산화물은 태양광선에 의해 광화학반응을

일으켜 오존발생을 야기하여 호흡기질환 등을 유발하며, 미세먼지는 입자의 크기가 $10\mu\text{m}$ 이하의 작은 먼지로서 호흡기에 쉽게 침투하여 폐에 흡착됨으로써 기관지 영향과 폐암을 유발하는 것으로 알려지고 있다.

자동차 공해 저감을 위하여 정부는 지난 1991년부터 1997년까지 매연이 거의 발생하지 않고 미세먼지가 15% 이상, 오존생성물질이 70% 이상 적게 배출되는 압축천연가스(CNG)를 연료로 사용하는 자동차 개발을 완료하였다. 1998년 7월부터 서울, 인천 및 안산지역에서의 시내버스 시범운행을 필두로 2002년까지 1단계로 우선 월드컵이 개최되는 9대 도시와 수도권을 중심으로 약 3천대의 천연가스 시내버스와 98기의 충전소를 보급하고, 서울시에서는 2단계로 2010년까지 전량 천연가스 버스로 대체해 나갈 계획이다. 그러나 천연가스 시내버스 보급사업은 버스 1대당 3천만 원에 달하는 버스제작비와 충전소 확충문제로 경유자동차 문제를 근본적으로 해결하기에는 한계가 있다.

따라서 서울시에서는 차세대 전기버스 및 하이브리드 친환경버스를 도입하여 대기오염물질 및 온실가스의 배출을 원천차단하여야 한다. 또한 관련 친환경기술개발 유도 및 충전 인프라 구축으로 녹색성장 견인을 위한 세계 최고 수준의 저공해버스 실증사업을 선도할 필요가 있다. 그러나 전기버스, 하이브리드버스 지원에 관한 법적 근거가 부재하여 국토해양부의 보조금 지급 등의 법적 근거 마련이 필요하며, 그린카 기술개발과 보급확대를 위하여 서울시, 차량제작사 및 에너지업체, 전문가 등으로 구성된 협의체의 운영이 필요하다.

또한 기존 운행되고 있는 트럭 등 경유차량의 배출가스량을 저감시키기 위해서는 매연후처리장치의 기술 개발과 보급이 시급한 실정이다. 매연후처리기술은 디젤산화촉매(DOC ; Diesel Oxidation Catalyst), NO_x 촉매, 매연여과장치(DPF ; Diesel Particulate Filter)로 집약할 수 있으며, 국내에서는 1990년대 초기부터 연구개발이 진행되어 1996년부터 실용화 연구로 운행차에 장착하는 retrofit 방식으로 보급을 추진하였으나 평가 시에는 문제가 없던 장치가 실제 적용 시에는 많은 문제를 발생하여 이의 보급 및 연구개발 지원이 중단된 바

있다.

다행히도 환경부에서 ‘경유자동차 후처리장치 평가사업’을 실시하여 개발 및 보급을 추진하고 있어 이에 대한 기대가 크다. 매연후처리장치 기술이 실용화되기 위해서는 <표 5-14>와 같이 제1종인 경우 3년 보증기간 또는 16만km 이상의 내구성 확보와 경제성 확보도 중요한 사안으로 평가된다. 또한 개발촉진을 위한 정부지원방안으로 장치시스템과 저공해 엔진 등의 핵심요소기술로 나누어서 지원하는 방안을 심도 있게 검토할 필요가 있으며, 장치 평가 후 국내 자동차 제작사와의 매칭연구 지원도 필요할 것으로 생각된다.

< 5-14> 가

		(%)					
1	• PM •	NOx 70% 5%	가	3	16 km	CVS-75 ND-13	5%
2	• PM •	NOx 50% 5%	가	3	8 km		
3	• PM •	NOx 25% 5%	가	3	8 km		

: , 가 , 2007.

16.

환경부의 환경산업통계조사에 의하면 2005년 기준으로 국내 환경시장 규모는 약 23조 8,900억원으로 GDP의 2.95%를 차지하였고, 전년대비 11.4%의 성장을 기록하고 있다. 국내 환경시장은 매년 10% 이상의 성장을 유지하고 있어 앞으로도 성장추세가 계속될 것으로 예상된다. 국내 환경관련 산업체의 수는 OECD기준에 따르면 총 25,018개이고 환경부문 종사자의 수는 184,333명으로 일자리 창출이란 측면에서도 결코 적지 않은 숫자이다.

EBI 2003년 추계에 의하면 세계 환경시장은 지난 10년간 지속적인 성장세

를 유지하여 왔고, 앞으로도 3%대의 성장세를 유지할 것이라고 한다. 2010년 세계 환경시장은 7,083억 달러(70조 83억원)에 도달할 것으로 전망된다. 특히 동남아 등 아시아 개도국의 환경시장은 연평균 7% 이상, 더욱이 중국의 경우는 15~20%대의 높은 성장률을 보일 것으로 예상된다.

환경산업은 환경과 경제가 조화를 이루는 지속가능한 발전의 핵심 산업이라고 할 수 있다. 즉 환경산업은 대기오염, 하·폐수, 폐기물 등의 오염물질 처리와 사전예방 및 복원을 위한 시설, 재화나 서비스를 생산 제공하는 기술복합형 지식산업인 것이다.

21세기에 들어 세계 각국은 환경규제를 강화하고 있고, 무역에 환경을 연계시켜 새로운 수입 장벽을 만드는 추세에 있다.

한편 생산과 소비가 크게 확대되어 감에 따라 환경산업에 대한 수요도 급증하고 있으므로, 환경산업은 바야흐로 정보통신, 바이오산업과 함께 21세기의 성장 유망산업으로 부상하고 있다.

이제 우리 정부도 지금까지의 성과에서 한걸음 더 나아가 저탄소 녹색성장을 위한 환경기술 개발을 위해 인프라를 더욱 확충하고, 신기술 개발에 박차를 가하여야 한다. 그리고 개발된 신기술을 적극적으로 보급함으로써 환경산업을 21세기 국가전략산업으로 적극 육성하여야 할 것이다.

한국과학기술기획평가원에서 2003년에 발간된 “국가과학기술기획을 위한 기술예측 및 기술수준조사 연구보고서”에 의하면 우리나라의 환경·지구과학기술은 선진외국에 비교하여 8년 정도의 기술 격차가 있으며 기술수준은 선진외국의 55% 정도에 있는 것으로 보고되고 있다.

미국, 영국, 일본, 독일 등 선진 각국은 수년전부터 환경기술을 21세기 국가 경쟁력과 직결되는 유망 과학기술로 지목하여 집중 지원하고 있다.

우리나라는 그간 환경기초시설에 대한 꾸준한 투자로 어느 정도 기초시설이 완비되면서 2010년부터는 내수 환경시장의 성장률이 점차 둔화될 것이 예상되므로 해외시장의 적극적인 발굴이 현안으로 떠오르고 있다. 지금까지 모든

산업의 활로를 수출에서 찾아온 우리는 이제 환경산업도 해외진출을 통해 지속적인 발전기반을 확충하고, 나아가 환경산업을 우리나라 경제성장과 수출을 견인하는 미래 전략산업으로 육성할 필요가 더욱 절실했다.

이와 같은 종합적인 관점에서 볼 때 환경산업은 이제 단순히 환경문제를 해결하는 방법으로서의 산업에 머무르는 것이 아니라 우리나라 경제를 견인해 나갈 블루오션으로 그 중요성이 크게 부각되고 있다.

현재 우리나라의 환경산업 수출규모는 2005년 기준으로 9,904억원으로 그 이전 3년간 연 30% 이상의 높은 성장률을 보여주었다. 환경부에서는 2009년까지 약 2조원 규모로 수출을 확대 신장하는 계획을 추진 중인 것으로 알고 있다.

즉, 기후변화, 공공수역의 부영양화 방지를 위한 하·폐수의 초고도처리 및 초고도처리수의 하천유지용수 등의 재이용, 신재생에너지(바이오매스/수소/알코올/유기성폐기물/태양광/풍력 등) 기술개발, 사막화·해양환경파괴 및 오존층파괴 방지산업, 친환경소재, 유기경작, 친환경문화, 친환경생산, 친환경수송 등 기존개념을 개선하거나 완전히 새로운 개념의 접근이 필요하다.

이와 같은 상황에서 환경산업을 육성해야 하는 것은 너무나 당연하다. 뿐만 아니라 환경산업을 이끌어 갈 환경기술의 개발과 보급은 더욱 중요하고 그 결과를 화급히 진척시켜야 한다.

지금까지 환경산업의 발전으로 상당수 환경문제가 현실적으로 해결되어 왔음을 확인하면서 이제는 전 국민과 기업 및 정부가 환경문제에 대하여는 공통된 이해와 공감대가 어느 정도는 확립되었다고 판단된다. 나아가 환경산업은 일자리 창출과 국부의 신장으로 이어질 수 있음도 우리 모두 인식할 필요가 있다.

참 고 문 헌



참고문헌

- 서울특별시, 1993, 「서울시 상수도 취수원의 북한강 상류이전 타당성 연구」
_____, 1994, 「소음방지대책 수립에 관한 연구」
_____, 1995, 「청계천정비 및 고수부지 활용계획 타당성 조사 보고서」
_____, 1999, 「한강조류발생 방지대책 및 수질개선방안 연구」
_____, 1999, 「서울시 생물종 분포변화에 관한 조사 연구」
_____, 2002, 「중랑천 비점오염원 관리대책 및 생태지도 제작」
_____, 2002, 「상습침수 해소를 위한 하수도시설기준 재검토」
_____, 2003, 「하수 및 처리수의 상수원 유입차단 타당성 검토」
_____, 2004, 「서울시 물순환 기본계획 연구」
_____, 2005, 「행정서비스 품질평가 최종보고서(상수도부문)」
_____, 2005, 「서울시 복개하천 복원 타당성 조사 연구」
_____, 2006, 「시민적 수요에 부응한 하천유지용수 확보 및 공급방안 연구」
_____, 2007, 「하수관거 종합정비사업의 효과분석」
_____, 2007, 「한강생태계 조사연구」
_____, 2008, 「난지물재생센터 효율적인 민간위탁관리·운영방안 연구」
_____, 2009, 「음식폐기물처리 개선방안 연구」
_____, 2009, 「서울특별시 물환경 종합관리계획 수립 학술용역」
_____, 2009, 「서울특별시 수질 및 수생태계 보전계획」
_____, 2009, 「잠실상수원 유역 비점오염원 관리방안 연구」
_____, 2009, 「확률연수 상향조정에 따른 합류식 하수관거 적정 최소유속 연구」
서울시정개발연구원, 1993, 「서울시 환경관리체계 구축을 위한 연구」
_____, 1993, 「서울시 대형쓰레기 파쇄처리시설 타당성 연구」

- _____, 1993, 『음식물쓰레기 퇴비화시설 타당성 연구』
- _____, 1993, 『도시하천 수질관리 방안을 위한 연구』
- _____, 1994, 『1차처리 By-pass 수질향상을 위한 연구』
- _____, 1995, 『우수유출률 저감대책』
- _____, 1995, 『지속가능한 성장을 위한 서울시 환경관리방안』
- _____, 1996, 『서울시 경유자동차 배출가스 저감정책 수립에 관한 연구』
- _____, 1996, 『서울시 소규모 하수처리장 건설 타당성 연구』
- _____, 1997, 『서울시 하수처리장 슬러지 감량 및 재이용 방안에 관한 연구』
- _____, 1998, 『우수유출률 저감시설 기준 연구-설정 및 적용』
- _____, 2000, 『난지도지역 환경성 검토 및 친환경적 정비방안(악취 관리)』
- _____, 2002, 『서울시 하수처리장 유입수 농도증가 원인조사와 대책 방안 강구』
- _____, 2003, 『빗물이용을 통한 도시침수 저감 및 수돗물 절약방안』
- _____, 2005, 『하수처리장 유입량 감소원인 및 효과 분석』
- _____, 2006, 『한강 물빼기에 따른 한강수위 변화예측』
- _____, 2007, 『중량 및 서남 물재생센터(하수처리장) 고도처리에 따른 부지의 효율적 활용 방안』
- _____, 2007, 『도로변 빗물받이 악취 해소 방안』
- _____, 2008, 『서울시 포장재 재활용산업 육성방안』
- _____, 2009, 『고도재생수를 이용한 서울시 지천의 유지수량 확보방안』
- 서울특별시 지하철공사, 1998, 『서울시 지하철환경 개선방안 연구』
- 송파구청, 1998, 『퇴적토 자원화 방안』

- 김갑수 · 이연희 · 강현주 · 김정민 · 강선균, 1996, “설계용량보다 하수 과다유입시의 최종방류수질 향상을 위한 연구”, 『서울시정연구』, 제4권 제1호, pp. 3~14
- 김갑수 · 김영란 · 강현주 · 박배경, 1996, “서울시의 하수도관리 실태 및 개선방안”, 『서울시정연구』, 제4권 제2호, pp. 28~56
- 김갑수, 2000, “하수관거의 기능향상을 위한 고찰”, 『서울도시연구』, 제1권 제2호, pp. 49~64
- 김갑수 · 이종태 · 박영민, 2002, “초기강우로 인한 중랑천유역에서의 비점오염원부하량 산정에 관한 연구”, 『서울도시연구』, 제3권 제2호, pp. 27~45
- 이종태 · 김영란 · 김갑수 · 윤세의 · 박영민, 2003, “도로노면의 형상과 강우의 임계 지속시간을 고려한 적정 우수 유출량 산정 및 영향분석”, 『대한상하수도학회지』, 제17권 제2호, pp. 291~298
- 김갑수 · 김영근, 2003, “탄천하수처리장 유입수의 농도 증가 원인과 대책”, 『서울도시연구』, 제4권 제1호, pp. 41~72
- 김갑수, 2004, “수돗물 불소화사업 찬반논쟁에 따른 고찰”, 『서울도시연구』, 제5권 제1호, pp. 105~118
- 김갑수 · 조용현 · 이상호 · 신윤근 · 남현우 · 안태석 · 변화근 · 배양섭, 2004, “서남하수처리장 최종 방류구의 위치에 따른 한강 수질 및 생태계의 영향”, 『서울도시연구』, 제5권 제2호, pp. 59~68
- 김갑수 · 양지희, 2004, “도시지역 물이용 및 홍수재해 저감을 위한 빗물저류방안에 대한 연구”, 『서울도시연구』, 제5권 제4호, pp. 73~91
- 김갑수 · 오정선 · 황성환 · 이소라 · 양지희, 2005, “가정에서의 수돗물 사용량에 관한 연구”, 『서울도시연구』, 제6권 제1호, pp. 17~30

- 김갑수 · 오정선 · 황성환 · 양지희 · 이소라, 2005, “서울시 아파트 세대구성원별 평균 수돗물 사용량 및 감소량 변화”, 『서울도시연구』, 제6권 제3호, pp. 1~13
- 김갑수 · 이종태, 2006, “중랑천 비점오염원 부하량 및 원단위 산정”, 『대한환경공학회지』, 제28권 제8호, pp. 813~819
- 김갑수 · 나유미, 2006, “서울시 하수처리장(물재생센터) 유입량 감소원인 분석”, 『서울도시연구』, 제7권 제4호, pp. 53~66
- 김갑수 · 양지희 · 황성환, 2007, “서울시 가정에서의 수돗물 사용량과 거주인수 증가에 따른 1인 1일 사용량의 감소변화에 관한 연구”, 『대한환경공학회지』, 제29권 제1호, pp. 89~97
- 김갑수, 2007, “국내외 하수슬러지 처리·처분 현황 및 개선방안”, 『대한환경공학회지』, 제29권 제1호, pp. 8~16
- 김갑수 · 나유미, 2007, “한강의 수질현황 및 개선방안”, 『대한환경공학회지』, 제29권 제11호, pp. 1169~1178
- 김영란 · 김갑수, 2008, “기후변화에 대응한 서울시 물관리 전략”, 『SDI 정책리포트』, 제10호
- 김갑수, 2008, “음식물 쓰레기 디스포저 도입시 하수도시스템에 대한 기술·환경적 평가”, 『대한환경공학회지』, 제30권 제5호, pp. 471~481
- 김갑수 · 이승민, 2008, “2011년 하수슬러지 해양투기 금지에 따른 추진전략”, 『서울도시연구』, 제9권 제3호, pp. 3~21
- 김갑수, 2005.7.15, “빗물의 이용 및 관리”, 서울이야기⑭, 서울신문, 수도권 in
- 김갑수, 2005.8.26, “안전·쾌적한 삶을 위한 하수도”, 서울이야기⑯, 서울신문, 수도권 in

영문 요약 (Abstract)



Making a Clean and Green Seoul

Kap-Soo Kim · Seung Min Lee

Korea has achieved remarkable growths in construction and management of sewage treatment plants. The number of sewage treatment plants increased from 10 in 1987 to 357 in 2007, and currently the distribution rates of sewer and sewage treatment are 73.6% and 87.1%, respectively.

But there are problems still remained such as mass fish mortality, which is usually resulted from red tide and high concentration (BOD 200~300mg/L) of non-point source pollutions, drought in urban streams in drying seasons. Therefore, it is urgently required to improve sewage treatment process aimed to cut off over 70% of N and P from discharge into waterbodies and to lower the concentration of effluent from combined sewer overflows and sewage treatment plants. Also more investment is needed for facilities to control non-point source pollutions.

Against super storms and climate change, on the other hand, intensification of sewer capacity and scientific management should be prepared. To maximize the function of sewer system, increase of rainfall design frequency on combined sewer system from 10 to 30 years, and regular maintenance of old pipes are needed. Through the continuous pipe repair, the velocity of combined sewer and separated sewer should be maintained to be at least 0.8m/s and 0.6m/s, respectively. Also it is being planned that the wastewater from toilet and the food waste from waste-disposer unit can be flowed directly into wastewater treatment plants via sewer.

More attentions should be paid on development of technologies for production of bio gas from anaerobic digestion and its utilization for fuels,

reduction of sewage sludge, and reuse of dewatered cake for soil covering material.

To provide eco-friendly environment for citizens, it is recommendable to set sewage treatment facilities up in underground space, and to plan ecological parks on the ground.

Considering that more than 70% of streams in Seoul city are dried and 12 streams were still covered among total 36 streams, recovery of dried and covered streams should be carried out immediately.

Seoul city has been making a lot of efforts in aids for replacement of smoke treatment device in old cars, emission regulation and management of old construction facilities, provision of buses using natural gas, intensification of road cleanness, reduction of PM10 and PM2.5 in order to maintain the concentration of PM10 and PM2.5 in the air to be under $40\mu\text{g}/\text{m}^3$. “Clean air and green city” is the dream of Seoul city, which will be achieved soon.

Table of Contents

Chapter I Introduction

Chapter II Research Reports Published by SDI

1. Feasibility Analysis on Relocation of Water Withdrawal Facilities of Seoul City to Northern Han River
2. Construction of Environment Managing System in Seoul
3. Feasibility Study on Shredding Facility of Bulky Wastes for Seoul city
4. Feasibility Study on Composting Food Wastes
5. A Case Study of Water Quality Management for the Anayang-chun
6. Control Measures for Noise Pollution in Seoul
7. Split-Treatment Option for Improving Effluent Quality : Metro Seoul Jung-rang STP
8. Maintenance and Utilization of Cheong-gye Stream and Its Waterbed
9. Recycling Plan for Sediment Soil
10. Control Measures for Urban Storm Runoff Reduction
11. Environmental Management of Seoul for Sustainable Development
12. A Study on Reducing Air Pollutant Emissions of Diesel-Fuel Automobiles in Seoul : Policy Alternatives and Implementations
13. A Study on the Applicability of Small-scale Sewage Treatment Facilities in Seoul
14. A Study on the Reduction and Reuse Methods of Sewage Treatment Plants Sludge in Seoul
15. Standards of Stormwater Control Facilities
16. Seoul Metropolitan Subway's Environmental Management Plan
17. A Study on Green-Tide Control and Water Quality Management in Han River
18. A Survey on Distribution of Living Organisms in Seoul
19. Evaluation of Nanjido Landfill and Environmentally-friendly Restoring Strategies-Odor Control and Management
20. Non-point Source Control and Eco-map Production in Jung-rang Stream
21. Consideration of Sewer Facilities Standard for Reducing of Flood Damage in Seoul
22. The Investigation and Control Method for Increasing the Inflow Concentration of the Sewage Treatment Plants in Seoul

23. Feasibility Study on Blockage of Treated Water Inflow into Water Source
24. A Study on Preventing Flood Damage and Water Saving through Rainwater Utilization
25. A Master Study for Water Cycle in Seoul
26. A Base Study on the Household Consumption of Tap Water
27. Final Report of Administration Service Evaluation(Water Supply Part)
28. A Study on Recovery of Urban Stream Coverage in Seoul City
29. Analysis on the Reason and Effectiveness of Decreasing in the Amount of Sewage Influent of the 4 Sewage Treatment Plants in Seoul
30. Development and Supply of Instream Flow Considering Citizens Demands
31. Effects of Drainage on Water Depth in Han River
32. Advanced Water Treatment System and Effective Land Use of Jung-rang and Seonam Water Treatment Plants
33. Repair Project of Sewer System and Its Effectiveness
34. A Solution of Foul Odor of Roadside Gutters in Seoul
35. A Survey on the Han River Ecosystem
36. Effective Management of Nanji Water Treatment Plant on Consignment
37. Strategies for Developing the Industry of Recycling Packing Materials in Seoul
38. The Strategy to Secure In-stream Flows for Han River Tributaries in Seoul Using Reclaimed Water by Advanced Treatment
39. A Preliminary Plan for Food Waste Disposer Application to Seoul
40. Control Measures for Water Environment in Seoul
41. Master Plan for Water Quality and Ecosystem in Seoul
42. A Study on Non-Point Source Management of the Jamsil Water Resource
43. A Study on the Optimized Minimum Velocity of Combined Sewer System through Enhancing Rainfall Design Frequency

Chapter III Papers Published in Journals

1. A Study on Improving Effluent Quality in the Case of Sewage Influent Over the Design Capacity
2. Status and Improvement Plan of Sewers Management in Seoul

3. Consideration for the Performance of Functional Improvement in the Sewer System
4. Calculation of Non-point Source Loads from the Initial Rainfall in the Jungrang Stream Area
5. The Effect of Road Surface Geometry and Critical Rainfall Duration on Storm Runoff
6. The Causes and Control Method for Increasing the Inflow Concentration of the Tan-cheon Sewage Treatment Plant
7. A Study on the Dispute over the Drinking Water Fluoridation
8. The Effect of the Final Effluent in the Seonam Sewage Treatment Plant in Water Quality and Ecosystem of the Han River
9. A Study on Rainwater Storage Methodology for Rainwater Utilization and Preventing Flood Damage
10. A Study on the Household Consumption of Tap Water
11. Average Tap Water Consumption by the Number of Dweller of Apartment Houses in Seoul
12. Estimation of Total and Unit Loads of Non-point Source in Jungrang River Basin
13. The Cause of Decreasing Influent at Four Sewage Treatment Plants(Water Reclamation Centers) in Seoul
14. A Study on the Household Consumption of Tap Water and the Decreasing Rate of Lpcd by the Increase in the Number of Residents in Seoul
15. The Present State and Improvement of Sludge Disposal from Sewage Treatment Plants
16. The Present State and Improvement of Water Quality of Han River
17. Strategy for the Water Management Against the Climate Change in Seoul
18. Technical and Environmental Assessment of Garbage Disposer for Sewerage System in Korea
19. Management Strategy for the Prohibition of Ocean Dumping of Sewage Sludge in 2011

Chapter IV Literatures Cited in Researchs Report and Papers

Chapter V For Clean and Green Seoul

1. Clean Sewerage for Healthy and Pleasant Environment
2. Improvement of Stormwater Overflow Outlet for Using the Disposer Unit

3. Improvement Plan of the Separated Sewer System in Seoul to Let Wastewater from Flood Waste Disposer Unit Flow Directly into the Sewage Treatment Plants
 - 3.1 Sewer Systems in Seoul
 - 3.2 Conditions for Sizing Water Pipe and Water Flow Calculation
4. Activated Sludge Treatment of Sewage Inflow and Its Efficiency During Rainny Season
5. Effects of Return Flow from Jung-rang Sewage Treatment Plant on Effluent Quality
6. Repair of Sewer and Drainage Facilities
7. Supply of Reclaimed Water for Instream Flow
8. Reuse of Sludge against Global Warming
9. Control of Rainwater and CSOs to Manage Water Upper Jamsil Underwater Weir
10. Flood Disaster: Causes and Measures
11. Utilization and Management of Rain Water
12. Controversies on Fluoridation of Drinking Water
13. Effective Purification and Recovery of Ground Water
14. Utilization of Domestic Garbage and Waste Disposal
15. Promotion of Introduction of Diesel Engines After-treatment Devices and Eco-friendly Bus
16. Environment-friendly Technologies for Low Carbon Green Growth

References

2009-BR-07

늘 맑고 푸른 친환경도시 서울만들기

정 문 건

2009년 12월 31일

서울시정개발연구원

137-071 서울특별시 서초구 서초동 391

전화 (02)2149-1152 팩스 (02)2149-1199

값 10,000원 ISBN 978-89-8052-695-6 93530

본 출판물의 판권은 서울시정개발연구원에 속합니다.