

下水道事業의 向後課題

Contemporary Task of Activity Sewerage System

서울市立大學校 教授

金 東 玫



머릿말

현대 下水道의 역사는 서유럽에서 200년을 넘는다. 그러나, 우리나라에서 현대적 의미의 하수도 보급은 1960년대초부터 본격적으로 시작됐다고 볼 수 있다. 그전까지는 그럴만한 경제력이 없었다.

아직 선진국의 수준에는 훨씬 못미치지만, 그후로 우리는 상당한 실적을 이룩했다. 그 한 예로서, 우리는 지난 18년간 하수처리율을 0%에서 39%로 만들었다. 그러나, 그렇듯 급속하게 신장된 이면에는 상당한 부작용도 있었다. 그러한 배경을 안고 있는 이 시점에서, 그리고 이 기회에 우리가 당면하고 있는 下水道 사업의 향후 과제를 살펴보기로 한다.

1. 下水排除체계

1.1. 下水管渠의 정비및 증설

하수관거와 종말처리장을 포함하는 하수

도시설의 신설, 보완 등 증비의 방향은, <표 1>에서 보듯이 雨水와 汚水を 도시로부터 배제하는 초기단계로부터, 그것을 모아서 처리하는 汚水處理 단계, 처리된 汚水を 재사용하고 걸러낸 슬러지를 다목적으로 이용하는 資源化의 단계로 진전해 온 것이 현재까지의 선진국 추세이다.⁽¹⁾ 그들은, 더 나아가서, 하수도 시설을 하수의외 분야에서도 활용할 수 있는 미래지향적 多用途化를 연구하고 있기도 하다.

우리의 경우는, 제2단계의 사업을 우선적으로 먼저 착수하면서 동시에 제1단계의 사업을 그보다는 낮은 우선순위로 추진해 왔다고 볼 수 있다. 1960년대초에 시작된 공업화정책의 결과로 5대강과 연안의 수질이 급속히 악화됐는데, 그것을 경감시키기 위하여, 사업효과를 나타내기에 보다 더 손쉬운 하수처리장 건설을 우리는 먼저 착수했다.

그리고, 후속적으로 하수관거부설을 위한 투자를 하여 왔으므로, 그 보급율은 하수처리장 보급율에 미치지 못한다. 즉, 1993년

하수도시설의 정비방향

〈표 1〉

구 분	정 비 목 적	정 비 내 용
제1세대 하수도	생활환경의 개선 및 도시침수의 방지 (雨水와 汚水の 排除)	하수관거시설
제2세대 하수도	공공수역의 수질보전 (汚水處理)	하수처리장 시설
제3세대 하수도	자원회수, 자원개발 (處理水와 슬러지의 資源化)	고도처리시설 슬러지 자원화 시설

자료 : 김응호(1993)

전국의 하수처리장 현황

〈표 2〉

가동중인 하수처리장 현황	1994년도에 준공예정인 하수처리장 현황
<ul style="list-style-type: none"> • 처리장이 있는 도시 : 42 • 처리장의 수 : 43 • 합계처리용량 : 719만^m³/일 • 처리방법 : 활성슬러지법 • 하수처리인구보급율 : 39% 	<ul style="list-style-type: none"> • 대상도시 : 14 • 처리장의 수 : 13 • 합계처리용량 : 205만^m³/일 • 처리방법 : 1개소만 RBC 그 외는 활성슬러지법 • 누계보급율 : 44%

자료 : 환경처 발행, 환경백서(1994)

말 현재로 하수처리장의 보급율은 인구대비 39%이지만⁽²⁾, 하수관거의 보급율은 그것에 미치지 못한다. 그리고 그것마저, 계획적으로 그리고 정확하게 기능별로 갖추어 놓지 못한 실정이다. 기능별이란 雨水배제, 生活廢水배제, 合流下水배제등의 구분을 뜻한다.

서울시의 경우를 예를들면, 서울시는 漢江의 水質汚染을 경감시킬 목적으로, 1976년에 최초의 종말하수처리장인 淸溪下水處

理場을 준공시킨 이래로, 1993년말 현재 인구대비 90%를 넘는 하수처리 보급율을 달성했다. 그리고, 그것에 이어 주요 遮集渠도 부설했다. 그러나, 하수발생원으로부터 하수차집거까지를 잇는 하수관망의 부설은 매우 미비된 상태에 있다. 그래서 종말하수처리장이 있는 배수구역내에서도, 아직 대부분의 빌딩, 가옥등이 의무적으로 下水淨化槽를 갖추고 있는 것이 현실정이다. 서울시는 그러한 하수관망 미비의 문제를

해결하기 위하여, 1996년도부터 대규모의 신규투자를 할 예정이다.

위의 실정을 감안할 때 그리고 環境保全과 資源節約을 둘러싼 국내외의 여건을 판단할 때, 우리가 해결해야 할 당면과제는 매우 도전적이고 힘든 일이지만 명백하다. 그것을 요약하면 아래와 같다.

- (1) 下水管渠의 기능별 정비 및 부설
- (2) 下水處理場 건설의 지속
- (3) 下水處理場放流水의 再使用 강구
- (4) 下水슬러지의 資源化 시도를 위한

연구

1.2 中水道의 보급

중수도란 한 번 이상 사용한 물을 재처리한 후 재사용하는 시스템으로서, 사용한 물의 회수, 재처리, 재공급을 위한 시설물로 구성된다. 선진국의 경우는 1970년대부터 본격적으로 보급되고 있다. 우리나라의 경우는, 1991년에 수도법이 개정되었고 1992년에 중수도 시행령이 공포되었는데, 그 보급은 <표 3>에서 보듯이 아직 시작하는 단계에 있다.

좁은 국토, 많은 인구, 과밀한 생활활동

중수도 보급현황

<표 3>

사 용 장 소	사 용 원 수	재사용량 (m ³ /일)	용 도
태영컨트리클럽	지하수	200	살수
금강컨트리클럽	지하수	250	살수
이포컨트리클럽	지하수	200	살수
안양컨트리클럽	지하수	75~150	살수
수원학춘수영장	지하수+지하수	1,200	수영용수
용인자연농원	지하수+지하수	1,800	변기세정, 청소, 축사, 관상
기흥삼성전자	수도수+공업용수	5,000	공정용수, 변기세정
이천현대전자	하천수	3,700	공정용수, 변기세정
홍원제지	하천수	5,000	열회수용수
롯데월드	수도수	1,000	변기세정수, 청소
**부산롯데호텔	수도수	1,500	변기세정수
신라호텔	수도수	60	냉각탑보급수
*인터콘티넨탈호텔	수도수	500	—
경희대학(수원)	—	1,000	—
**포항제철본사건물	수도수	—	—
산본아파트	수도수(지하수)	263	변기세정수

* : 미가동, ** : 설계단계 또는 계획단계

자료 : 환경처(1994)

과 공업활동등을 감안할 때, 그리고 강수량이 한정되어 있는 사실을 고려할 때, 우리는 앞으로 중수도 보급율을 급속히 높여야 할 과제를 안고 있다.⁽³⁾ (1인당강수량은 세계평균값 34,000㎥/年の 1/11인 2,860㎥/年)

고로, 생활용수의 반이상을 차지하는 便器洗淨水, 청소용수, 기타 잡용수의 수요를 음용수수질의 상수도 물로 충당하는등의 현행 수도체계는 앞으로 더이상 지속될 수 없다.

중수도의 형태는 아래와 같은 세가지로 구분되는데⁽⁴⁾, 어떤 형태이든 보다 더 우리 실정에 맞는, 그리고 미래지향적인 것을 연구개발하는 노력이 있어야 할 것으로 생각된다.

- (1) 個別 순환방식
- (2) 地區 순환방식
- (3) 廣域 순환방식

2. 下水處理

2.1. 高度처리의 적용

도시의 終末下水處理場에서 2차처리된 流出水를 放流전에 다시 高度處理하는 목적은 대체로 아래와 같다.

- (1) 放流水의 재사용
- (2) 用水源의 수질보호
- (3) 水質環境 보전

위에서 放流水의 재사용은 1.2항에서 언급한 中水道와 관련이 있다. 用水源의 수질 보호는, 上水道取水구역의 水質을 2급수 내지 1급수의 수준으로 유지하는 것이 주된 목적이다. 그리고 水質환경의 보전은 수중

生態界의 보호와 親水환경 조성을 위해서 필요하다.

고도처리에서 제거대상이 되는 물질은 아래와 같다(5).

- (1) 窒素, 磷등의 영양물질
- (2) 難分解性 유기물질
- (3) 잔류 BOD 및 잔류固形物
- (4) 無機質이온

고도처리는 시설투자비와 운전유지비가 비싸므로, 처리장의 放流先을 고려하여 꼭 필요한 곳에서만 실시해야 한다. 또한 현행 法에서는, 下水의 고도처리를 의무화하고 있지 않으며, 다만 환경정책기본법의 「河川 및 湖沼의 수질기준」속에 窒素 및 磷이 일반규제대상항목과 함께 포함되어 있을 뿐이다.

그러나, 수도권 상수원인 八堂湖가 이미 中營養상태에 있는 등, 전국적으로 많은 上水源이 중영양 내지는 富營養상태에 있고, 농약등 난분해성 미량유기물질의 오염이 증가하고 있으며, 또한 위에서 언급한 中水道의 보급도 시급하므로, 고도처리의 선택적 적용은 불가피하다.

2.2. 糞尿處理設施의 흡수이용

하수처리장의 보급율이 증가함에 따라서, 기존 분뇨처리시설의 필요성이 차츰 감소될 것이다. 1993년말 현재로 전국에 195개 분뇨처리시설이 설치되어 있는데, 정부에서는 49개 시설을 더 늘려서 1996년까지 분뇨처리율을 100%로 할 예정이다.⁽²⁾

따라서 그후부터는, 전국적으로 하수처리율의 증가분만큼 분뇨처리장으로의 분뇨반입이 감소될 것이다. 그러나 대도시의 경우

는, 현재도 부분적으로 그렇지만, 그전에 그러한 현상이 나타날 것으로 예상된다.

고로, 필요없게 되는 기존 분뇨처리시설을 하수처리용으로 흡수이용하기 위한 준비가 필요하다.

2.3. 省面積형 下水處理工法の 개발

하수처리장 건설용 부지를 확보하는 일이 점차로 곤란해지고 있고, 전체 시설투자비중에서 부지구입비가 차지하는 비율이 서방선진국에 비하여 너무 과다하므로, 우리 실정에 맞는 省面積(면적절약)형 下水處理工法을 개발하는 일이 시급하다. 개발 대상에는 처리프로세스, 기계 및 설비, 槽와 池의 물리적 공간적 특성등이 포함되어야 할 것이다.

또한 그것과 관련하여 生活下水의 배출 현장처리(on-site treatment), 소규모 하수처리장의 보급등에 관하여 연구할 필요가 있다.

2.4. 슬러지의 資源化

下水슬러지를 資源으로서 이용하는 기술을 연구개발할 필요가 있다. 에너지 회수, 퇴비화, 骨材로의 전환, 벽돌로의 전환 등이 선진국에서는 이미 시도되고 있거나 또는 이미 실천되고 있다.⁽⁶⁾⁽⁷⁾

3. 水 環境의 보전

3.1. 親水環境 만들기

인간은 超價値의 생존차원과 원초적인

情緒로 물과 연결되어 있다. 그러한 물의 自然性이, 산업화 및 도시화의 과정에서, 다분히 무시되고 파괴되어온 것이 오늘날까지의 우리의 실정이다. 우리의 도시문화를 살펴보면, 기하학적 배열과 획일적인 기술의 적용, 물질적 내지 인공적 편이와 효율의 극대화, 계획된 조경과 위락, 그속에서 일어나는 대량공급과 대량소비등이 인간생활을 지배하고 있다. 그러면서, 자연은 파괴되고 대신에 구조물만이 가득찬 회색 공간으로 변모했다.

그리하여 개울과 개천과 그것을 둘러싼 親水환경, 전래의 地下水文化 등이 도시지역에서 이미 사라졌고, 농촌을 포함한 전국의 생활권이 또한 그렇게 되어가고 있다. 도시가 과밀화 광역화되는 것과 발맞춰서, 그리고 당장의 편이만을 고려하여, 개천을 덮고, 개울의 제방을 콘크리트화하고, 동네 우물을 없애는 등의 일을 우리는 너무나 간단하게 해왔다.

개울, 개천을 포함한 하천은 治水, 利水의 기능만 있는 것이 아니라 環境기능도 있는 것인데, 그 중요성을 우리는 너무 늦게 실감하고 있다. 고로, 늦었지만 지금부터라도, 자연을 덜파괴하는 한편 도시속에 자연을 복원하는 방향으로 하수도 행정이 이루어져야 할 것이다. 물고기가 노는 맑은 개천, 잠자리와 개똥벌레가 나는 水, 계절 변화를 느낄 수 있는 조용한 녹색공간. 말하자면 그러한 것들을 도시속에 확보하고, 그 자연정서를 시민들에게 돌려주자는 것이다. 그러기위하여서는, 하수도분야 종사자들의 일대 思考轉換이 요구된다.

親水환경 만들기란 구체적으로 다음과 같은 일을 하는 것이다.

- (1) 下水川의 수질정화
- (2) 下水川내의 구조물설치 방지와 설치된 구조물의 철거
- (3) 下水川 복개의 방지와 이미 설치된 복개의 철거
- (4) 자연재료를 이용한 수리시설과 제방구축
- (5) 빗물 下水渠의 개울화
- (6) 下水處理場의 자연공원화

3.2. 小河川水의 현장 수질개선

개울, 개천등 小河川의 수질개선방안으로서, 河川의 자연형태를 최대한으로 보전하는 한편으로, 각 하천이 갖고 있는 특성과 공간을 활용하여 하천수를 그자리에서 수질개선 시킬 수 있다. 그렇게 하므로써, 하천의 자연성을 보전하는 한편으로 별도의 하수처리수요를 경감시킬 수 있다. 아래와 같은 방법들(8)이 있다.

- (1) 濁質除去溝
- (2) 부직포(覆織布)
- (3) 역간처리(礫間處理)
- (4) 接觸酸化水路
- (5) 滯留둑
- (6) 薄層流下
- (7) 토양침투

4. 運轉 및 維持기능의 강화

4.1. 運轉維持기술

전국적으로 하수처리장의 수가 증가하고 있는 실정과 하수처리장을 운전유지 하는 것 자체가 상당한 수준의 전문기술을 필요

로 한다는 사실을 감안할 때, 그러한 기술능력을 提高하기 위한 노력은 아무리 강조해도 지나치지 않는다.

또한 그러한 능력제고는 下水管渠에도 해당된다. 즉 遮集渠의 하수차집능력유지, 管渠의 通水능력향상, 耐久性의 향상, 검사기능 강화, 부대설비의 현대화 등을 위한 부단한 노력이 요구된다.

4.2. 制度개선

현행 제도를 살펴볼때, 수질오염방지기능을 저해하는 가장 큰 要因은, 官에서 생활하수처리장과 분뇨처리장등을 직접운전하는 한편으로 그것을 감독하는 책임까지 맡고 있다는 점이다. 극단의 경우, 하수처리장을 부실하게 운전하여 法基準値를 초과하는 放流水를 受容河川으로 내보낼때, 官은 그것을 적발하고 고발해야할 책임이 있는데, 그것은 마치 제가 제품을 곤장치는 것과 같은 일이어서 효과적으로 수행되기 어렵다. 고로, 처리장의 운전책임과 감독책임은 분리돼야 한다.

그 방법으로서, 처리장의 운전을 民間전문법인에게 위탁하고, 官은 감독권만을 행사해야 할 것이다. 또한 운전유지費 절감, 운전기술 혁신등을 위해서도, 官은 처리장을 직접 운전하지 말아야 한다. 또한 그렇게 하므로써, 하수처리사업도 국제경쟁력을 갖출 수 있게 될 것이다.

맺는말

우리나라의 下水道 사업은 초기단계를 넘어서 中半期에 들어섰다.

그리고, 水質환경의 惡化, 用水不足, 기술의 발전등 주변여건도 많이 변화하였다. 또한 하수도 사업을 뒷받침하는 經濟力과 국민여론, 정부지원 등도 초기단계와 비교할 때 크게 개선되었다. 고로 이 시점에서, 지난날의 발자취를 더듬어 보면서 미래지향적 하수도 사업을 계획하는 일은 매우 중요하다. 그러한 관점에서 그리고 필자의 30년 경험을 바탕으로 주제넘게도 우리나라 하수도 사업의 당면과제를 피력하였다.

참 고 문 헌

1. 김은호, 「우리나라 下水道整備의 指標化少考」水道 제59호(1993) pp.43~53.
2. 환경처발행, 環境白書(1994)
3. 안규홍, 「중수도 신기술 및 외국의 적용 사례」, 침단환경기술, 1994년8월호, pp.144~149.
4. 박기영, 박중현, 「중수도의 경제성」, 上下水道學會誌, 제 7권 제1호(1993) pp. 54~63.
5. 김동민, 廢水處理, 청문각 발행(1993), p413.
6. 한국자원재생공사 발행, 廢棄物資源化便覽(1989) pp.213~221.
7. 山岡春, PPM Vol.124, No.6(1993) pp. 40~45.
8. 권순국, 유명진, 고덕구, 農漁村用水管理에 관한 研究(1), 농어촌진흥공사발행(1992) pp.202,203.