

생활오수 정화

Report

Purification of Living Sewage

by Kim, Chong Hub

서언

(4월호 기사내용 소개) : 필자는 같은 제목으로 전월호에서 현재의 수세식 화장실 시스템이 근원적으로 잘못되었다는 미국의 Van der Ryn 교수의 견해를 소개하고 생활오수의 불완전처리가 야기하는 여러가지 문제점을 논하였다. 즉 오수처리에서 미처리된채 잔류하는 유기물질은 「트리하로메탄」생성 등으로 「암」 유발의 원인이 되며 오수처리에서 완전제거 되지못한 「질소」 「인」 등 역시 유어에게 「빈혈증」을 일으키고 「암」 유발 물질인 「니트로소아민」을 형성한다. 또한 농산물에 대하여는 「과질소현상」 「과인산현상」 등의 피해를 주어 농민을 울리게 되고 자연에 대하여도 공포적인 파괴현상을 야기한다.

즉 호수, 향만 등 폐쇄수역에 대한 적조현상은 상수도원을 파괴하고 어족을 멸망시킴을 설명함과 아울러 대규모 유역하수도 시스템의 종말처리장은 「처리수」와 「오니」를 바다에 버림으로서 100m깊이의 해저, 연안에서 15km나 떨어진 먼바다에서까지 해양생태계 파괴를 일으켜 인간능력의 한계성을 느끼게 한다. 동시에 오수처리에 대한 우리의 사고를 반성케하고 인식개혁을 촉구한다. 철저히 만족스럽게 오수는 처리되어야 하며 형식적인 정화조는 재검토를 필요로 한다. 새로운 오수처리 기술도입에 대한 문호개방은 이 분야에서도 권장되고 불필요하게 집중화하고 대규모화하여 문제를 크게하는 유역하수도 사고방식도 개혁되어야 한다.

1. 수질오염근원에 대한 고찰

그러면 우리의 수자원을 근원적으로 오염하는 원흉은 무엇일까? 식품생산, 가공업체 등의 산업체나 도살장 등으로 부터의 배수가 하천이나 호수의 수질을 오염하는 큰 원인이라고 흔히 생각한다.

사실 10여년 전까지만 하여도 이들 사업체가 폐수를 처리도 하지 않고 함부로 방류하던 시절에는 공공수역의 물은 이들에 의한 오염이 컸으나 근자에 와서는 이들 업체에 대한 폐수규제는 엄격하고 비교적 잘 준수되어 이들에 의한 것보다 밀집화되고(경제수준 향상으로) 생활용수 사용량이 증가한 일반시민의 비처리 잡배수 방류가 오염원인의 큰 부분을 차지하게

되었다.

필자가 이 글의 제목을 생활오수라고 못박은 이유도 바로 이점에 있으며 현재의 국내법으로는 소규모의 건물, 소수가족의 주거잡배수는 처리하지 않고 방류하여도 무방하도록 되어 있으므로 여기에 대한 정부의 현명한 판단조치 없이는 생활오수 문제는 표2에서 추정할 수 있는바와 같이 점점 커질 것이다. 1965년에 15%를 차지하던 것이 10년 후인 1975년에는 59%로 비중이 높아진 것이다. 따라서 일본에서는 농촌에서까지 소규모 하수도 시스템에 대한 본격적 투자를 하기 시작하여 생활오수에 의한 수질오염 방지를 하고 있다.

일본 농촌주민들이 회망하는 생활환경 시설의 우선 순위를 참고로 소개하여 우리나라에서도 불원 이와같은 단계에 도달할 것이 기대된다(표3).

2. 수질보전에 관련있는 제사항 개관

여기에 포함될 사항은 그 범위가 보는 견지에 따라 다양하겠으나 여기에서는 대규모 하수도와 소규모 하수도의 특색과 문제점, 그리고 소규모 오수처리(10,000명 미만의 생활배수처리)에 있어 통상 쓰이고 있는 방법을 개략 살펴프로서 각 방법의 장단점 이해를 돕고, 차후 수질보전에 대한

표 1. BOD 발생원별 내역

BOD 발생원 구분	발생비율
생활 배수 (이중 생활 잡배수 무처리 방류)	62% (55.9%)
산업 계	23%
축산계 및 기타	15%

근거 : 일본 환경지 1982. 3. Vol. 7 No. 2 P.42

기다오다가미네-도요하시대 교수(16개 하천 수 측정평균)

표 2. 오락원별 농지피해연적(1965년, 1975년 비교)

오락원구분	1975		1965	
	ha	%	ha	%
도시오수(생활배수)	92,844	59	19,802	15
산업(공장) 배수	35,137	22	68,676	54
광 산	20,115	13	33,932	27
자연오탁	2,441	2	1,959	2
기 타	4,928	3	2,246	2
계	157,325	100	126,711	100

근거 : 일본정부 농림수산성 구조개선국 "농업용수 의 오락에 의한 농업피해의 전국실태조사"

계획수립이나 평가, 판단이 필요할 때에 참고가 되고자 한다.

가. 하수도란 무엇인가

(1) 하수도의 기능

물은 강우와 증발이라는 자연현상을 기본으로 하여 순환 System을 형성하고 있는데 이 자연섭리내에서 인간은 생활과 사업활동을 위하여 물을 쓰고 버리고 있다. 하수도는 사용하여 더러워진물 등 필요없게 된 물을 깨끗이하여 자연에 돌려주는 시설로서 자연정화력에 의존하여 깨끗이 할 수 없는 도시로서는 물의 순환상 하수도가 점하는 위치는 중요한 것이다. 옛날에는 하수도의 목적은 빗물을 빨리 배제하는 것, 가정이나 사업장에서 나오는 오수를 위생적으로 처리하는 것, 도시의 건전한 발전과 공중위생의 향상에 기여하는데 있었다. 그러나 바다나 하천의 수질 오염의 정도가 급진하고 향만, 하천의 악취가 심하여짐에 따라 위에 말한 목적외에 “공공용 수역의 수질보전”이란 사교가 부가되면서 도시시설로서뿐만 아니라 호수 등 자연보호의 견지와 농어촌 생활환경 정비를 위한 시설로서도 정비되어 가고 있다. 이상 요약컨데 하수도는 ㉠ 빗물 배제

㉡ 지역의 환경개선 ㉢ 변소의 수세화 역할 (각건물 정화조에서 불완전 처리된 수세 변소배수를 종말처리장에서 위생적 처리) 및 ㉣ 공공용 수역의 수질보전 역할을 한다.

(2) 하수처리장의 구조

유입되는 하수는 우선 screen에 의거 커다란 쓰레기, 물건 등이 제거되고 다음 침전지(조)에 들어가 먼지를 침전시킨다. (체류시간 1~2 시간) 다음 단계가 주정화기능을 발휘하는 폭기조(체류시간 6~8 시간)인데 여기서는 공기를 하부로 부터 강제송입하여 하수를 뒤집게 되고 하수중의 미생물은 점점 번식하여 오물을 먹어 없앤다. 다음에 하수는 침전지(체류시간 2 시간)에 옮겨져 미생물이 먹고난 오물중 무게가 있는 부분은 침전되고 윗물은 소독실로 들어가 염소 등의 약품처리를 받아 살균된 후 하천 등에 방류된다.

침전지에서 침전된 흙덩이같은 것은 다시 폭기조로 돌려보내는데 이것이 오물을 먹어주는 미생물 덩어리이다. 이 미생물 덩어리는 오물을 먹어 점차 커지게 마련인데 커진 부분은 제거해줘야 하는데 이것이 소위 “잉여오니”이다. 여기에 응용 또는 변법으로 폭기조 체류시간을 2 시간

정도로 단축하는 고율처리라든가 2 차처리, 3 차처리 등으로 고급처리를 한다든가 시설부지를 줄이기 위하여 침전조, 폭기조를 2 층으로 나누어 하는 등의 경우가 있다.

나. 대규모(유역) 하수도 소개

유역하수도란 하천, 바다 등의 공공용 수역을 단위로 그 유역에 있는 복수의 시, 읍, 면 등의 공공하수도(주로 시가지에 있어서의 하수를 배제하거나 처리하기 위해 지방공공단체가 설치하는 하수도)로부터 하수를 광역적으로 수집, 처리하는 것이다. 이렇게 함으로서 기계, 설비, 장치 등의 크기, 능력을 증대하고 반면 수량, 깃수를 줄임으로서 장치, 건물의 총체 면적을 줄이고 운전요원도 줄일 수 있도록 하는 소위 scale merit를 최대한 활용하는 개념의 하수도를 말하는데 이는 비단 하수도 뿐이 아니고 소위 20세기 공업화 사고, 대규모화 사고에 입각한 것으로 선진국에서 성행하였던 제도이다. 이 방법에 대한 문제점들이 다음과 같이 크게 노출되어 이 개념을 일찍 적용한 선진국에서는 근자 10여년전부터 이에 대한 비판의 소리가 높아졌고 이 개념의 하수도 사업은 소규모로 변경되고 있는 실정이다.

다. 대규모 하수도 사업의 문제점

크면 경제적이란 개념은 20세기에 있어 근간적인 사고였고 실제 많은 성과를 거두었다고 보나 큰 것의 폐단도 있었음은 상대적으로 “Small is beautiful”이라는 표현이 사람들에게 높이 평가됨으로도 알 수 있다. 이제 대규모 사상이 하수도에서 적용된 대표라고 할 유역하수도의 문제점들을 아래에 나열한다.

(1) 건설비가 저렴하지 못하고 유지관리비도 비싸다.

하수도의 일단계는 집수이며 집수관거는 물량(物量)이 많을수록 커지고, 길어지게 마련이다. 종말 하수처리장 자체의 비용만 고려하면 단위용량당 건설, 유지관리비는 싸지겠으나 하수시설 전체건설비의 60% 이상을 차지하는 관거비가 비싸지면 하수시스템 전체공사비는 반드시 싸진다고

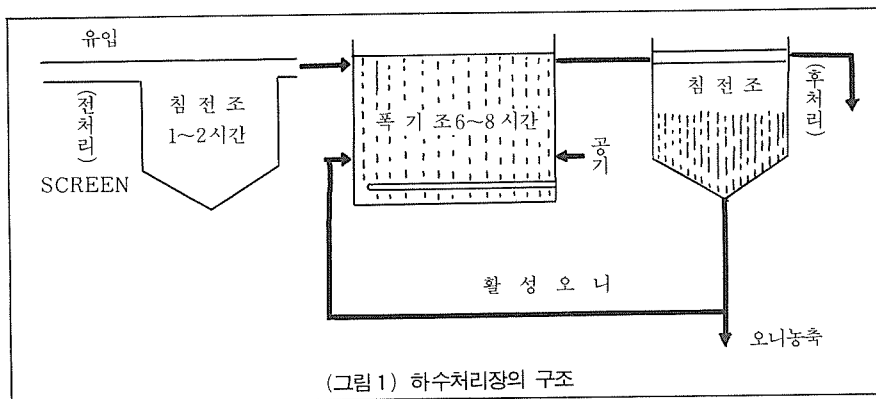


표 3. 농촌주민이 희망하는 생활환경시설 (우선순위)

구 분	희망우선순위	구 분	희망우선순위
도 로 정 비	17.7%	방화·방재시설	7.8 %
하 수 배 수	14.7	스포츠오락센터	5.8
집회시설(회관)	13.1	의 료 시 설	5.0
놀 이 터	12.5	급 수 시 설	4.4
방 범 등	9.4	기 타	9.6

근거: 일본 농림 수산성, 생활환경개선대책 사업보고서

표 4. 농촌하수도사업비내역 (근거: 山形県羽黒町)

수 의 면 적	수 의 (현 세 대)	수 의 (현 인 구)	수 의 (계 세 대)	수 의 (계 인 구)	수 공 민 관 의 동	처 리 수 량	일 오 일 수	1 최 대 오 수 간	관 거			치 리 시 설			사 업 비	1 사 업 당 비	
									과 연 거 장	펌 프 설 비	사 업 계 인 당 비	1 사 업 당 비	치 설 면 적	사 업 비			1 사 업 당 비
93ha	518호	2,720명	595호	3,170명	15호	1,130m ³	911m ³	108m ³	12,835m	5개소	5.45억엔	171,989엔	5,337m ²	319,192천원	100,691엔	864,398엔	272,681엔

볼 수 없고 자연유하식으로 집수되지 않는 지세(地勢)에서 강제송수를 하는 경우 그 유지관리비 역시 싸진다고만 볼 수 없다.

scale merit는 하수도의 경우 20만명 (약 50,000m²/일)이 최대한계라는 설도 있다. 일본의 경우 1976년에 시작하는 제4차 하수도정비 5개년 계획에는 2,000만명에게 하수도를 사용하듯 할 예산으로 7조5천억엔(5.3배 환율로 약40조원)이 계상되었는데 계획종말년인 1981년초에 예산은 96%소모하고 공사는 예정의 43%, 840만명 범위에 그쳤고 일본 전체의 보급율은 7.2% 상승된 결과로 1% 상승에 1조엔(5조3천억원)이 소요된 꼴이다. 계속되는 1981년 4월~1986년 3월의 제5차 5개년 계획에는 11.8조엔(약 63조원)이 계상되고 있어 1인당 약100만엔(530만원)이라는 막대한 건설비가 소요된다. 이에 반하여 소규모 농촌하수도계획에서는 아래표와 같이 1인당 272,681엔 밖에 소요되지 않고 있다. 즉 30% 미만이다.

또한 유지관리비에 있어서도 유역 하수도의 경우 연간 관리비가 약 167만 명의 수혜자에 대하여 460억엔으로 1인당 연 27,544엔, 월 2,295엔인데 반하여 소규모 농촌하수도의 경우 아래표에서 알 수 있듯이 394엔으로 약 1/6에 불과하다.

표 5. 농촌하수도유지관리비 내역

	수혜인원 (1,711인)
연간경비	8,099,368
월평균	674,947
내전력비	448,074
	수탁료(약품)
역기타	39,506
월1인평균	394
오니인출	12.45m ³

근거: 山形県羽黒町

(2)오니처분이 큰 문제이다. 위 2,가, (2)항에서 언급한 바와 같이 잉여오니 처리가 "활성오니법"에서는 대단히 중요한 문제인데 대규모 시설이 되면 그 처리 문제는 더욱 심각하다. 일본 동경도의 경우 오니발생량은 1984년도에 (합수율 98~99%) 매일 8,000m³ (주1)나 생성되니 이것의 처리는 엄청난 노력, 비용, 버릴 장소문제를 야기한다. 1톤당 공정별 처리비용은 아래와 같으며 버릴장소(현재는 동경만에 섬을 만들고 있으나 불원 새로 버릴 곳을 찾아야함) 문제로 부피를 적게

하기 위하여 탈수, 소각 처분한다.

(주1) 여기에 오니발생량은 수질보전을 위하여 고급처리 할수록 또 하수도 보급율이 향상될수록 증가함으로 금후 상당한 증가가 예상되고 있다. 참고로 동경도 하수도 보급율은 표7에서 보는 바와 같이 1959년 현재 75%이고 일본 전체는 34%에 불과하다.

(3) 방대한 에너지 소모

앞서 말한바와 같이 유역하수도 개념에서는 광범위한 지역의 하수를 한곳에 집결함으로써 도중에 펌프장을 설치한다든가 처리장에서 수위(head)를 높이는 등 별도의 에너지 소모가 많다. 아래에 동경도의 연도별 에너지소비량과 미국 「인디애나폴리스」시의 에너지소요 구성표를 참고로 적는다.

(4) 오수처리 수질의 불안전성과 질소(N) 인(P) 제거능력이 거의 없다.

표 8. 연도별수전량 및 중유소비량

연도	수 전 량	중유소비량
1980	467,378 × 10.3KWH	23,030kℓ
1981	499,715 × 10.3KWH	21,597kℓ
1982	521,515 × 10.3KWH	21,927kℓ
1983	529,681 × 10.3KWH	21,518kℓ
1984	563,513 × 10.3KWH	22,928kℓ

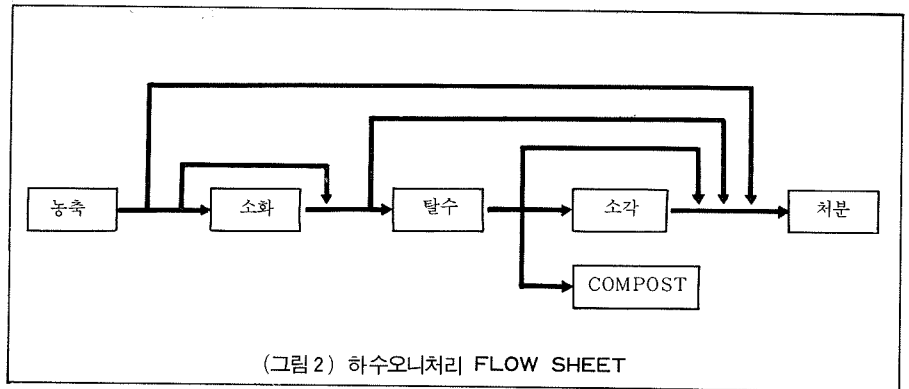
동경도 연도별 수전량 및 중유소비량 (하수도 펌프장 및 종말 처리장용)

표 9. 미국 Indianapolis 시의 에너지소요표

부 문 별	구 성 비 율
하수처리시설	45%
차량(공공운반수단)	21%
공공건물	12%
가 로 등	10%
기 타	12%

근거: Do Joker System

(추정)



(그림 2) 하수오니처리 FLOW SHEET

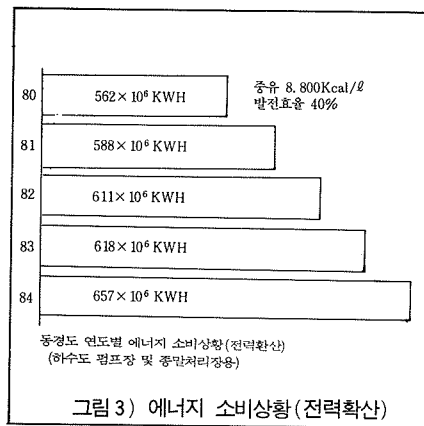
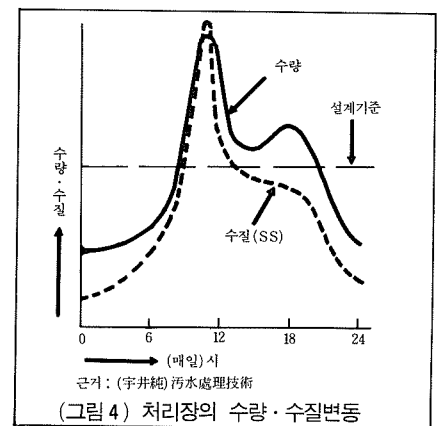


그림 3) 에너지 소비상황 (전력확산)



근거: (宇井純) 汚水處理技術

(그림 4) 처리장의 수량·수질변동

표 6 (오니처리) 공정별 비용

(단위: 엔/t)

구분 \ 공정	소 각	운 반	혼 연	운 반	처 분	계
소 각 분	35,200	2,000	1,200	400	1,500	40,300
미 소 각 분	-	13,000	23,500	3,000	13,600	53,100

표 7. (일본의) 하수도 보급율 (동경·일본전국)

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
동 경 도(평균)	52.2	57	59.3	61.4	64.1	66.4	68.9	71.2	73	75
일본전국(평균)				27	28	30	31	32	33	34

그림 4에서 보는 바와 같이 하수의 양은 하루중 11시경에 가장 많고 저녁 18시경에 다시 증가하였다가 심야 24시 경에는 현저히 양이 줄어든다. 따라서 처리장의 일정한 각 시설 용량은 이 기록이 큰 수량변동에 일정하게 대응할 수 없고 수질의 기록 또한 심하다. 거기에서 활성오니법 등에 있어서는 위에 말한 "별킹" 현상 등으로 기능인정을 기하기 어렵고 일단 고장나면 활성오니가 완전히 기능회복하는데 소요되는 기간이 1~2개월이 걸린다. 또한 전월호 2, 다, (1), (가)항에서 언급한바와 같은 제약으로 N의 제거, P의 제거는 별도 3차 처리시설을 갖지 않는 한 만족할 정도로 이루어지지 않는다.

(5) 문제를 누적시키고 복잡하게 만들고 크게 만든다.

유역하수로 하여 넓은 지역의 하수를 수십만톤으로 크게 집결하므로써 위 (3)항에서 언급한 것처럼 에너지가 더 먹고 시설비가 고가가 될 뿐 아니라 넓은 지역의 잡다한 성질의 오수, 예컨대 공장폐수, 병원폐수 등등 중금속이나 특수화학약품 등이 섞여 있는 하수를 같이 처리하므로써 오수 속에 유해물질이 혼존한다. 따라서 순수한 유기물질로 된 "오니"라면 "유기질 비료"로(액체 또는 분말상태) 활용할 수도 있는 것을 활용못할 뿐더러 적절한 버틸곳 물색에도 곤란을 갖게 한다. "돈 들어가면서 골칫거리를 만든다"라는 표현은 세상에서 제일 현명치 못한 바보짓이라는 뜻으로 사용되는데 대규모

하수처리야말로 이런 조롱을 받을 점이 있지 않을까, 한번 생각해볼직하다. 참고로 동경의 한 종말처리장 sludge cake (오니를 탈수, 취급용이케한 것)와 소각처리한 재의 중금속 함유량을 아래에 적는다.

또한 BOD30정도로 정화된 처리수도 소량식을 분산하여 방류하면 각 장소에서의 (잔류) 유기오염물질 총량이 적음으로 희석 또는 자연정화력 등에 의거, 별문제가 없을 것이나 수십만톤의 처리수를 한곳에서 집중 방류하면 유기질 총량이 많음으로 인체나 자연에 유해작용을 함은 전월호 2, 나 및 다(2)항과 다, 2항에 기록한 바와 같다. 이와같이 대규모 하수처리 시설은 문제점을 많이 그리고 큰 규모로 갖고 있는 바 소규모 처리에 있어서의 결점— 기계대수, 부지면적, 인원수를 많이 요하고 운전유지관리를 철저히 할 수 없는 점 등등— 을 최소화하거나 운전관리를 필요로 하지 않는 처리방법을 연구, 개발 또는 물색하는 발상, 노력이 필요하다.

미국연방정부 환경보호국이 소규모 분산처리를 적극 권장하여 소규모처리에 대하여는 연방정부가 시설비의 85%를 무상원조로 제공하고 ACT. 92-500법률을 제정하여 큰 강이나 호수, 항만 등 공공수역에 오염물을 버리지 못하게 하는 등은 위에 설명한 문제점들을 절감함으로써 얻은 현명한 조치라고 하겠다.

라. 소규모 오수처리에 대한 대표적 방법 소개

(1) 장기폭기법 : 이는 활성오니법의

변법 중의 하나이다. 활성오니법의 원리는 오수 중에 공기를 충분히 송입하면 호기성 미생물이 오수 중의 유기물을 영양원으로 번식을 계속하는데 어느시간 지나면 미생물은 커다란 덩어리가 되어 소위 플록(FLOC)을 형성한다. FLOC은 무거우므로 이를 일정시간 가만히 놓아 두면 활성오니로서 아래에 침전하여 깨끗한 윗물을 얻게 된다. 이 방법과 표준활성 오니법의 차이는 — 표준활성오니법보다 폭기시간이 길고 BOD부하가 적으며 폭기혼합액의 부유물 농도(MLSS)가 높게 되는 것이 특징이다. 이는 가능한 유기물을 분해하여 처리수를 안정화함과 동시에 잉여오니의 생성량을 극력 적게하려는 의도이다.

(주) 처리대상인원(오수량)이 많아지는 경우 큰 면지의 파쇄장치를 추가설치 한다든가 오니농축조를 별도시설하는 등 한다.

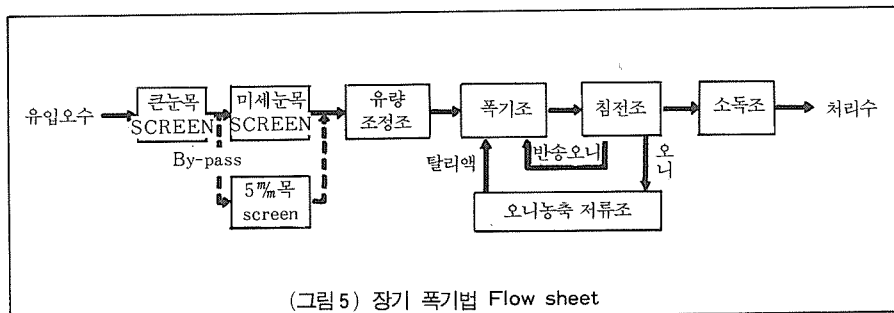
이 방법은 소위 "관리의존형"이라고 불리우는 바와 같이 운전조건 즉 오니농도, MLSS를 일정하게 유지하고 별킹현상(FLOC이 침전하지 않고 분산되어 흘러나가는 현상)에 대한 대비, 스크램저 등등을 잘하면 정화성능은 우수하다. 그러나 소규모시설에 있어 이와같은 운전조건을 일일이 유지할 전문가를 둔다는 것은 비현실적이며 운전조건을 유지하지 못하면 정화능은 현저히 떨어지고 폭기에 에너지를 많이 소비할뿐 아니라 오니발생량이 많은 결함이 있다. 따라서 일본에서는 활성오니법 정화조(전폭기식 정화조)를 표준정화조로 건축기준법에서 공인한지 약 10년만에 표준정화조 형식에서 삭제하였다. (1981년) (주: 이미 설치된 전 폭기식 정화조는 400 만개를 넘었다고 하는데 이를 표준형에서 삭제한 것으로 보아 얼마나 가능발휘상 문제가 있었는가를 짐작케한다)

(표10) 슬러지 케익, 소각재중의 중금속(신하안처리장) (단위 mg / kg)

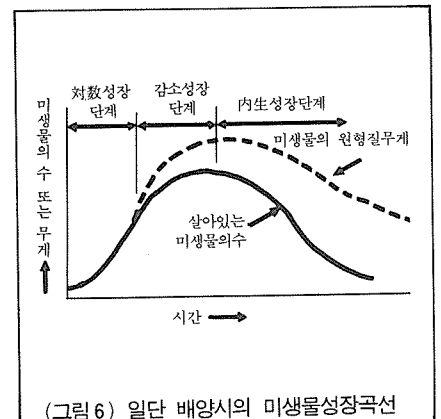
	소각로	Ti	Cr	Mn	Fe (%)	Ni	Cu	Zn	Pb※	Cd※	Hg※
슬러지 케익	1	2,000	400	690	6.6	170	590	2,000	37	1.6	0.40
	2	3,600	530	900	6.7	470	1,300	6,700	120	7.4	0.58
소각재	1	3,500	650	1,200	14.1	300	1,100	3,300	160	4.1	0.011
	2	8,600	1,300	1,700	15.2	1,100	2,700	15,000	970	28.5	0.005

근거 : 동경도 공해연구소연보 (1980)

(주) : 원자흡광법 (Wet Base) 기타는 형광X선법 (Dry Base)



(그림 5) 장기 폭기법 Flow sheet



(그림 6) 일단 배양시의 미생물성장곡선

(2) 접촉폭기법 : 폭기조에 접촉재를 충전하여 여상(濾床)을 형성하고 폭기 교반에 의하여 충분히 용존산소가 공급된 오수를 순환접촉시키는 것이 주정화기능인바 이 기능을 수행하는 "조"를 "접촉폭기조"라고 부른다. 생물성오수는 접촉재 표면에 부착하여 생물막으로서 생성, 축적된다. 유입한 오수는 그 부착된 생물막과 되풀이 접촉함으로써 정화된다. 이 방법에서는 생물성오수가 생물막으로서 고정되어 있기 때문에 "침전지"로 부터 오수를 반송할 필요가 없다. 본 방식의 통상 운전상태에서는 접촉폭기조의 순환수는 활성오니법에 있어서와 같이 많은 부유오수가 생성되는 것이 아니고 거의 부유오수는 없다. 또한 "최종침전지"가 있는데 固液분리작용에 의거, 처리수를 얻고자함이 목적이 아니고 접촉폭기조 유출수중의 미량 부유물제거와 생물막 과잉축적에 의한 유출 또는 여상세척에 의한 일시적 오니유출에 의한 처리수질 악화를 방지함이 그 목적이다.

(가) 장점

- ① 생물성 오니가 접촉재 표면에 생물막 상(狀)으로 부착생성되므로 접촉재의 비표면적이 클 수록 다량의 생물성 오니를 보지할 수 있다.
- ② 오니일령(汚泥日齡)이 극히 길고 광범위한 生物相이 형성되어 생물화학 반응의 안정성이 증대된다. 동시에 오니의 자기 산화가 촉진되어 잉여오니 생성량도 감소된다.
- ③ 저농도의 오수 및 부하조건에 우수한 대응성을 갖는다.

(나) 단점

- ① 부착된 생물량을 임의의 일정량으로 조절하기 어렵다.
- ② BOD 또는 부유물에 관하여 고부하 조건을 부여하면 생물성 오니의 축적속도가 상승하여 여상(濾床)의 閉塞시기를 빠르게 한다.
- ③ 그 대책으로서 여상의 세척 및 과잉 오니의 제거가 필요하게 되나 그 방법이 접촉폭기조의 구조에 따라 여러가지로 달라진다.

이와같이 장단점이 있는데 활성오니법이 장치의 구조에 부가하여 공기관리 또는 오니관리 등의 유지관리 의존성이 높는데 반하여 접촉폭기식은 오히려 구조의존성이 높다고 말할 수 있다. 따라서 본 방식의 성능을 발휘함에 있어서 가장 중요한 요인은 유입한 오수를 어떻게 하여 장시간

균등하게 접촉재와 순환접촉시킬 수 있는가 하는 점이다.

처리용량에 따라 침전분리실 앞에 SCREEN, 유량조정조가 부가될 수 있고 오니농축조, 저류조가 별도 시설될 수 있다.

(3) 회전원판법(回轉圓板法) : 회전원판 법도 위(2)항의 "접촉폭기법"과 같이 생물막의 작용으로 오수 중의 유기물을 처리하는 방법으로 1900년경부터 독일에서 연구를 거듭, 1960년에 발포스 치를로 만든 원판이 출현하므로써 급속히 보급되었다. 이 법은 오수가 체류하는 "회전판 접촉조"와 생물이 부착한 "회전판"에 의하여 기본적 기능이 발휘된다. 유입오수 중의 유기성 오탁물질은 접촉조내에 체류하는 동안에 회전판상에 부착한 "미생물군(群)"에 의하여 제거된다. 회전판은 통상 조내에 약 40%정도 침적된 상태로 서서히 회전하여 공기중의 산소를 접촉조내에 공급함으로써 회전판상의 미생물군이 호기적으로 작용할 수 있게 된다. 회전판을 천천히 회전시키면서 오수를 유입시키면 1~2주간으로 원판상에 미생물이 부착 번식한다. 생물막 두께는 회전판 단위면적당 BOD 부하량 다과에 따라 틀리나 통상은 0.5~2% 정도가 된다. 활성이 저하된 생물막은 회전판이 회전하는 전단력에 의거, 탈락되어 처리수와 같이 유출한다. 따라서 침전지에서 고액분리가 필요하게 된다. 아래에 이 방법의 Flow sheet 와 장단점을 기록한다.

(가) 장점

- ① 활성오니법보다 많은 생물성 오니를

보지(保持)할 수 있다(회전원판 표면이 크므로).

② 생물막 형성 생물이 다양하며 안정된 생태계를 형성한다. 활성오니법의 오니 중에는 대체로 배가시간(미생물이 2배로 증가소요시간)이 2일 이상의 생물은 들어갈 수 없음을 반하여 생물막에서는 물의 정체시간에 관계없이 증식속도가 작은 생물도 증식가능하며 빈모류(貧毛類)와 같이 배가시간이 10일 이상인 생물도 생물막중에 생식할 수 있기 때문이다.

③ 환경조건의 변동(온도등)과 부하 변동에도 강하다.

④ 증식속도가 적은 고차영양 레벨의 생물이 생물막에 서식 가능하여 輪虫류, 곤충류, 빈모류 등의 대형생물이 관여하여 식물연쇄가 길어 잉여오니 발생이 적다.

⑤ BULKING 등에 의한 오니유출 염려가 없고 오니를 반송할 필요없다.

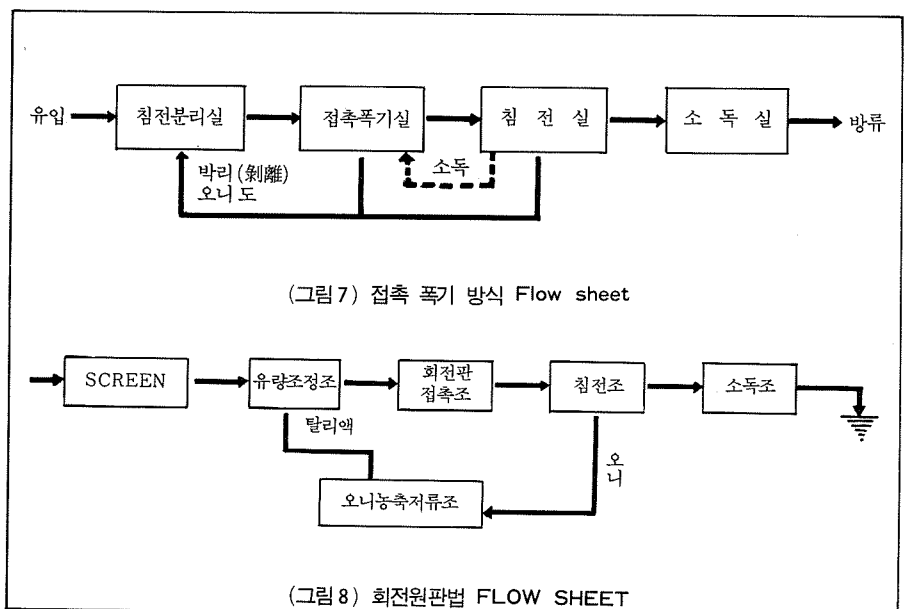
⑥ 생물막 탈락오니는 대체로 침강성이 좋다.

(나) 단점

- ① 여재에 섬유성 고형물이 감기는 것을 방지하기 위하여 micro 스크린이 필요하다.
- ② 고부하 조건에서 여재의 폐쇄 염려가 있다.
- ③ 생물막 탈락시에 미세입자 오니가 발생하면 이를 침전제거하기 어렵다.
- ④ 생성생물막의 양이 설계조건에서 정하여 짐으로 운전조건의 변동에 의한 생물량 조정이 어렵다(설계시 신중한 부하조건 결정이 필요하다).

(다) 미국 EPA 평가

1985년 6월 EPA/600/S2-85/033



미국환경보호국 연구개발 보고에 의하면 기계고장이 잦고 BOD제거율이 설계치보다 낮고 동력소요가 설계치보다 높은 등 미국내에서의 회전원판법 사용

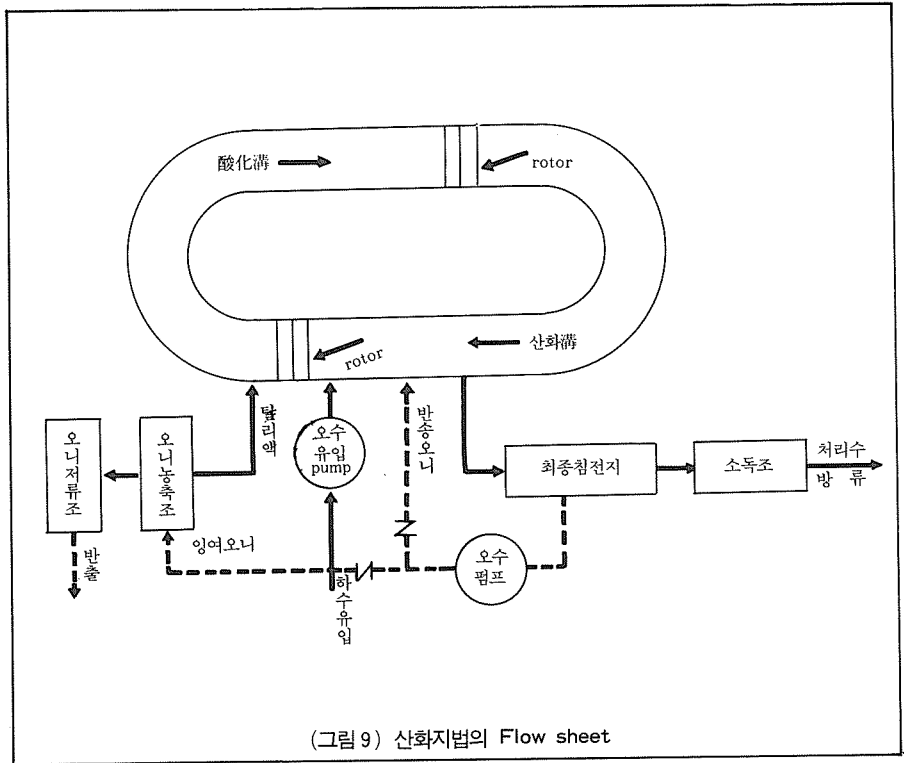
처리장에서는 문제가 많은 것으로 되어 있다(16개 회전원판법 적용처리시설 조사 결과는 BOD제거율이 평균 82% 밖에 안되었다—설계치 85% 제거에 대하여 3% 미달)

(4) 산화지법

유입하수를 펌프로 산화구(접촉조 역할을 하는 비교적 얇은 도량)로 보낸 후 금속제나 나무로 만든 솔같이 생긴 rotar를 돌려서 공기를 오수중에다 공급하면 오수중의 미생물이 유기물질을 분해하여 약3일 전 후면 오수는 깨끗이 된다는 것으로 이는 "화란"에서 개발되고 화란의 많은 배수용 도량(溝)을 이용하여 오수 처리할 목적이었다. 공사비가 대단히 저렴하고 유지관리비, 기술의 필요가 없고 BOD부하변동에 대하여 강하며(표11)에서 보는 바와 같이 옥외에서 BOD2,500 ppm이 60ppm으로 떨어지고 옥내에서는 4,800 ppm이 6 ppm 평균으로까지

하락되었고 폐색, BULKING 등 고장염려가 전무한 자연의존형 처리방법이다. 다만 넓은 면적을 필요로 하고 악취문제,

한방기온에 대한 대비문제 등에 있어 국내의 경우 적용범위에 대단한 제약을 받는 단점이 있다.



(그림 9) 산화지법의 Flow sheet

표11 BOD 용적부하 0.1~0.2 kg / m³ · d 부근에서 운전한 반회분식활성오니처리의 성적 (1969~1977) ()내는 하기간중의 평균치

場 所·施 設	DELFT TNO 산 화 구	된 장 (白幹)	豚舎 (栃木)	泰 野 農 場	室 内 A	室 内 B	室 内 C	室 内 D	室 内 E	室 内 F
設 計 BOD 부하	0.17	0.15 (0.3)	0.15	0.15	0.2	0.1	0.04	4.0	0.8	0.2
용 량 / 시 간	225m ³ / 3일	1400/20	1400/20	1800/20	50ℓ / 10일	50ℓ / 20일	50ℓ / 50일	40ℓ / 24hr	40ℓ / 24hr	40ℓ / 24hr
폭 기 방 식	부라시 4 hr	B S K 터-빈 22KW × 2	B S K 15KW / 2	B S K 22KW × 2	공기흡입	동 좌	동 좌	동 좌	동 좌	동 좌
유 입 · 유출방식	1 hr침전 0.5hr유출·입	연속유입 1.5 hr침전	1 일 1 회 1 hr침전	동 좌	동 좌	동 좌	동 좌	동 좌	동 좌	동 좌
유입BOD mg / ℓ	300~500 (400)	1000 / 1500 (1200)	500~2000 (1470)	800~2500 (1770)	1000~4500 (2760)	1800~4800 (3400)	1000~4600 (3046)	4000	800	200
유출BOD mg / ℓ	10~20 (14)	10~20 (13)	8~400 (83)	30~140 (60)	2 ~75 (11)	1 ~15 (6)	3~40 (16)	80	20	5
유입COD mg / ℓ	Cr (740) 600~700	800~1200 (1000)	500~1500 (760)	600~3300 (1560)	600~3700 (2570)	1400~4300 (3450)	1400~4000 (3084)	Cr 4200	Cr 900	Cr 270
유출COD mg / ℓ	Cr (115) 50~150	20~30 (27)	40~300 (110)	150~310 (200)	30~105 (66)	33~60 (51)	40~130 (68)	110	70	20
유입T-N mg / ℓ	60~90 (79)	300	100~1100 (235)	190~470 (311)	140~640 (366)	130~640 (314)	300~640 (393)	260	40	10
유출T-N mg / ℓ	<10 (5)	10~20 (12)	30~170 (68)	150~180 (170)	9~102 (48)	10~60 (29)	70~130 (114)	154	33	85
硝 化 / 脱 硝	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / ±	- / -	- / -	- / -
对 象 水 備 考	도시하수	豆 煮 汁 他 된장배수	돼지분뇨 약100ℓ / 두	돼지분뇨 약40ℓ / 두	돈사배수	동 좌	동 좌	탈지분유 + (NH ₄) ₂ CO ₃	동 좌	동 좌
DATA 기 간	1969. 5~9월	1973년부터가동 1977. 10 試驗	1974 부터 1974~76	1975 9월부터 75. 9~76. 1	1974 . 5-12월	동 좌	동 좌	1973. 10	동 좌	동 좌

COD는 Cr로 표시한 것이 K₂Cr₂O₇법 나머지는 전부 KMnO₄법 원수의 T-N는 대부분 케-르달시, 처리수는 NO₂-N이 주.