

# 토양미생물을 이용한 오수및 폐수처리공법 (세번째)



김 정 응

《(주)한국토양정화센터 부사장》

## 나. 학교 시설

이제는 모든 학교의 시설도 현대화 됨과 동시에 학교생활에서 발생되는 화장실오수 계통도 수거식에서 수세식 처리공정으로 변천되고 있다.

1985년에 문교부에서는 현대문명 세계에서 생활공간의 중요한 부분이 되어진 수세식 변소가 우리 전통적인 생활 습관이 되어온 재래식 변소의 개념을 깨고 학교생활중 명량한 생활공간의 하나로 만든다는 이념과 사용후 오수를 완벽하게 처리하여 자연환경의 오염을 방지하는 목적으로 초, 중, 고등학교 수세

식 변소 설계도및 연구개발 보고서가 나오게 되었다.

그 보고서에는 각 처리공법의 공정과 학교시설에 최적합한 방법을 비교 검토 분석하였고 이와같은 검토를 위하여 문교부 관계자및 연구관들은 선진국의 시설을 견문(일본 立正大學의 토양정화법의 시설등)하고 우리나라 실정에 보다 적절한 방안을 제시하였는데 이는 각 학교의 화장실 시설을 개량하고 신설하는데 훌륭한 지침서로 활용되고 있다.

같은해 문교부에서는 고등교육기관에서의 유해폐기물 처리에 관한 조사연구 보고서(서울대학교 환경

- 1. 서 언
- 2. 토양정화법 개요
- 3. 국내및 외국의 토양식오수정화처리법 사용실태
- 3-1. 국내 토양오수 처리공법 사용실태
  - 가. 국립공원및 국민관광지
  - 나. 학교시설
  - 다. Golf장
- 4. 공장식처리공법과 토양식정화법 비교검토.
- 5. 결론

안전연구소)에서도 토양식에 대한 오수처리연구(토양트렌치법및 토양피복식 접촉포기법)가 심도있게 검토된 바도 있다.

“수세식 변소 설계도 연구개발 보고서”의 오수처리방법에 대한 내용은 토양식 처리방법 등 10개의 각 공법을 방식별로 구분하여 학교시설에 적합하고 각 공법의 특성 및 경제성을 비교하여 당시 환경청에 고시된 방법 중 “임호프탱크방식”, “장기포기방식”, “H.B.C방식”, “임호프+살수여상식”이 선정된 바 있다.

연구 분석된 보고서 내용에는 토양식 공법이 선정된 공법에 비하여 그 평가가 월등히 우수하였으나 토양정화법은 환경청 공인 관계(현재

는 1986년 9월 가인정)가 미확정된 상태며 국내 실적이 전여 없는 관계로 선정 과정에서 보류된 것으로 생각된다.

당시의 실정으로는 토양정화법에 대한 충분한 분석자료및 국내 실적과 경험이 없는 관계로 정확한 판단으로 기존 국내 타 공법 등과 비교하기에는 어려움이 많았을 것으로 생각된 바 몇가지 만족스럽지 못한 부분도 있었다.

그러나 분석된 결과의 특징은 기계를 사용하지 않고도 놀라울 정도로 처리 효율이 높은점과 방류선이 없는 지역적인 여건에 놓인 농어촌 학교등에서 방출되는 처리수 제2의 오염원이 발생되고 특히 질소, 인을 제거할 능력이 없는 타 공법에

비하여 토양정화법은 별도의 처리 시설이 없이도 토양의 생태계안에서 양호하게 처리할 수 있는 능력이 보고서 비교난에 명시 되었다. (표 5참조)

국내 실적은 팔당댐 상류에 위치한 초, 중학교 시설(방류가 곤란한 지역)에 토양정화법을 적용하였고 그 중 가평 “북 중학교” 화장실 오수(용량 6m<sup>3</sup>/일)의 최종 처리수질을 분석한 결과 평균 BOD는 1.65ppm으로서 타 방법에서는 상상도 못할 경이적인 처리 효율이다. (표 6참조)

이러한 효율을 얻기 위한 부지면적은 학교 조경녹지의 일부분인 약 150m<sup>2</sup>(45평) 정도로 화단밑에서 흘류하고 완벽하게 처리하여 일부는

표 5. 특성 및 경제성에 대한 비교 (문교부 수세식 변소 설계도 연구개발 보고서 P221~222)

구분	처리방식		임호프탱크방식		장기포기방식		H. B. C방식		임호프 + 살수여상식		토양정화식		
	안	정	안	정	안	정	안	정	안	정	안	정	
유입수 변동													
수질 변동													
온도 변화													
주위 환경 미관 상태	불	량	보	통	보	통	불	량	안	정	안	정	
관리 점검	매	우	적	음	적	음	적	음	적	음	매	우	
시공상의 용이도	간	단	보	통	보	통	간	단	보	통	간	단	
시설 자재 구입	용	이	합	보	통	난	이	합	용	이	합	용	이
악취 상태	악	취	악	취	악	취	악	취	악	취	무	취	
폭기 방법	자	연	통	기	산	기	기	계	식	산	기	기	
질소 인 제거능력	2	차	처	리	요	2	차	처	리	요	2	차	
B. O. D 제거율	20~30%		75~95%		90~99%		75%		90~93%				
시설 적용 규모	소	규	모	중	소	규	모	대.중.소	규	모	중.소	규	
전문 인력	거	의	필	요	없	음	필	요	거	의	필	요	
공사비 (10M <sup>3</sup> )	600	만	800	만	800	만	800	만	800	만	800	만	
유지관리비 (10M <sup>3</sup> )	10	만	40	만	20	만	15	만	4	만			

\* 토양정화식 공사비 수정(1985년도공사비) 보고서내용에는 320만으로 표기됨.  
\* 유지관리비는 원/월

표 6. 가평북 중학교 화장실 오수 최종 처리수 수질 분석표

검사기관 : 한양대학교 환경과학 연구소 공업 공법 : 모판트랜치 공법

채수일	구분	BOD	SS	대 장 균
6월 10일		1.6 PPM	1.7PPM	14
" 24일			5.2PPM	ND
7월 6일		1.0 PPM	0.3PPM	71
" 21일		3.4 PPM	2.4PPM	18
평 균		1.65PPM	2.4PPM	26

지하로 환원되고 일부는 증발된다.

이와같은 결과는 급변하는 현대화 물결속에서 고민되어 온 농어촌의 학교 오수처리 설비에 획기적인 공법의 출현으로 생각되며, 학교 생활공간의 일부분이 될수 있는 조형된 녹지 잔디밭에서 우리가 버리고 배출된 오수가 신비하게도 분해 처리되는 과정으로서 오직 자연생태계만이 마다않고 받아주면서 청소까지 해주는 고마움을 느끼는 기회가 되기를 기대한다.

· 더욱 학교 생활에서는 생물공학적 개념으로 관찰하여 학교 교육 과정에 참고가 되기를 바란다.

□ 학교 시설에 본 처리 시설을 선택하기 위하여 참고 될 사항

- 처리수를 방류할수 없는 장소의 학교 설비
  - 농촌지역에서 농토 유입으로 인한 농작물 피해 지구
  - 어촌지역에서 해안 유출로 인한 적조현상
  - 상수도 수원 보호구역내의 학교시설 등
- 분산되어 있는 학교및 연구 시설
  - 방대한 대학 부지내 분산된

학교 시설

- 별도로 시외 각지에 시설된 학교의 연구실및 연수원 등
- 농어촌 실업학교의 산재된 실습장
- 학생 야영장및 수련장

다. Golf장

이제는 우리나라도 Golf장을 이용하는 것이 대중화 되고 있다.

현재 운영중인 Golf장만도 38개 업체에 891홀에 달하며 건설중인 Golf장도 10개 업체가 넘고 허가된 상태로 건설 준비중인 업체도 30개 업체나 되는 등 비약적인 증가가 예상된다.

수도권 지역만 약 20여개가 금년 안에 들어설 예정이라고 하니 이에 대한 공해 대책도 뒤따라야 할 것이다.

허가업무가 시·도로 이관된 뒤부터 더욱 Golf장 신설을 위한 신청이 급증되는 형편이며 국민 수준의 향상에 따라 갈수록 증가되는 Golf 인구는 조용한 자연환경에 “공해”라 하는 이물질들을 옮겨주는 경지에 와 있다.

그러나 필요에 의해 건설되는 Golf장에는 반드시 자연을 보호하고 피해를 방지할 수 있는 오염방지 대책이 우선적으로 검토됨은 물론 주위환경에 최적한 공정을 선택하여 주위에 기거하는 주민을 보호하고 농어촌의 생활터전인 농토및 어촌의 양식장 등에 피해가 없도록 특별한 대책이 요구된다.

특히 수도권 상수원인 팔당댐 유역권내의 대상지는 절대로 외부로 유출될 수 없는 공정의 조건 때문에 일반적인 처리 공법인 활성오니 처리 방법에 의해 1차 처리하여 급속 여과처리공정 등 제2차 처리공정을 거쳐 다시 처리수를 잔디 등에 살수하는 과정이 선택되는 등 전반적으로 기계에 의존한다. 그러나 운전부주의 등 처리 과정에서 결함에 의해 방류된 처리수를 잔디 등에 살수하면 제2차의 공해 즉 악취에 의한 불쾌감과 유해 세균등의 유입등으로 인하여 Golf장 이용객에게 위생학적으로 대단한 피해를 줄 것이 우려되며 토양에 접하지 못하고 잔디 등 식물의 잎에 흡착하여 식물들이 고사될 수 있는 가능성과 우천시 다시 완전 분해되지 못한 오수가 일정한 지역으로 보내지면서 또다른 오염을 유발할 가능성도 배재할 수 없음을 깊이 인식할 필요가 있다.

토양식오수정화법은 자연의 신비속에서 오수가 처리되는 공법이다.

Golf장은 (인위적이든) 자연속에서 이루어지는 시설이며, 그 대자연속에서 인간은 움직이며 휴식을

즐긴다.

그러나 토양의 생태계를 유익하게 활용하여 발생하는 자연의 힘이 얼마나 위대한가를 우리는 모르고 지나친다. 토양 즉 1g의 흙속에는 약 2억마리의 미생물이 생존하면서 서로 의존관계가 성립되고 있는 점과 또한 이들의 상호 관련성은 식물의 뿌리와도 밀접하여 유입된 오수를 분해한 물질 등이 직접적으로 식물의 영양원이 되면서 서로 유기적인 관계를 형성하고 잔디의 생육에도 많은 도움을 주고있는 점이다.

Golf장에는 지형구조상 용도가 전혀 필요없는 경사법면들이 많은데 본 처리 공법을 적용하면 경사법면에서 오수도 처리하면서 홍수시에는 평상시 오수의 30배 물량을 보수할 수 있는 능력(트랜치부분)이 있기 때문에 홍수피해 예방에도 큰 도움을 주게 된다.

□ 골프장 시설에 본 처리 시설을 선택하기 위하여 참고될 사항.

- 처리수를 부지밖으로 방류할 수 없는 시설지구(앞장에서 설명 생략함)
- 2차 공해가 없고 2차 공해 방지를 위한 시설이 없을 것.
- 골프장은 휴식을 제공하고 체력단련 목적으로 이용되는 시설로서 최종처리수를 잔디에 살수하여 불쾌감을 주는 악취가 발생될 경우와 해로운 벌레등 곤충이 운집하므로 자주 살충작업이 필요하게된다. 특히 환경청에 의하면



시진, 청주 골프장 오수처리 전경도(유속 범면잔디 밑에 시설됨)

Golf장 클럽하우스의 쾌적한 환경유지 및 오수 처리장에서 발생하는 슬러지 처분의 편리성을 위하여 오수처리장과 클럽하우스는 적정 거리를 두고 이격시켜 주기를 주문하고 있다.

그러나 토양은 악취를 흡착하는 힘이 강하여 악취 발생 원인분자는 토양에 흡착되고 흡착된 물질분자들은 토양미생물에 의하여 분해되어 무취로 변하며, 모든 처리과정이 지표면 아래서 이루어지고 있기 때문에 해충등은 발생되지 않는다.

- 주위의 주민들에게 불쾌감이나 처리과정에서 비산으로 인한 피해를 주지 말아야한다.
- 기존 처리공법인 기계처리 과정에서 흔히 나타나는 비산등에 의하여 주민들에게 주는 불쾌감과 또한 농작물에 흡착하여 피해를 주는 과정은 토양정화

법에 의하여 해결된다.

- 인근 주거지역의 우물물등 식수의 고갈을 방지하고 수질오염이 발생되지 말아야한다.
- 골프장은 여건상 지구내에서 지하수를 개발하여 용수로 이용하는 예가 많다. 지하수는 채취 사용한 후 다시 환원되지 못할 경우 갈수시에는 지하수위를 저하시킴과 동시에 급기야는 식수원의 고갈도 그 원인이 되고 있다. 그리고 대책없이 처리수를 방류하여 지구밖으로 내보내든지, 웅덩이식에 의한 침투에 의하여 소멸시키려 하면 수질에 악영향을 주어 제2의 공해발생 근원이 된다. 토양정화방법은 이와같은 불안정한 처리공정을 보완하여 앞서 수차 설명된 자연생태계안에서 완전히 처리된 양질의 수질을 (BOD 5ppm이하) 다시

지하에 환원시켜 문제점 해결에 큰 도움을 주고있다.

● 주위 환경에 조화를 이루는 시설물이 요구된다.

• 토양정화법은 잔디 밑 지하에 모든 시설이 집약되었고 상부에는 잔디 또는 관상수를 심어 주위의 분위기와 조화를 형성하여 녹지공간의 조형적인 일부분으로 표출되는 것이 큰 특색이다.

재래식 처리공법은 기계를 사용하고 보온을 위한 상우 건축물이 노출됨으로 주위 미관에 조화를 이루지 못한다.

● 질소(N), 인(P)의 제거율이 높을 것

• 질소(N)의 제거 방법

$NH_4^+$ 형 질소는 토양 미생물로 환원됨과 동시에 식물에 흡수되어 식물체로 복귀되며 질산화성균의 작용에 의하여 아질산이온 및 질산이온( $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ )이 된다.

질산화작용을 돕기 위해서는 산소의 충분한 공급이 필요하나 재래식 방법인 활성오니방법 등에서는 산소의 과잉공급에 의한 Bulking 현상을 방지하기 위하여 충분하지 못한 산소공급으로 인해 질산화작용을 기대하기에는 상당히 미흡하다. 질산화

과정에서 탈질균에 의하여 탈질되어 질소가스( $N_2$ )가 되어 지상으로 방출되거나 물에 녹아 지하로 흘러간다.

탈질균(조건적 혐기성균)은 호흡하는 기질(유기질)로부터 빼앗은 수소원자를 사용하여 질산의 환원과 질소가스가 생성된다.(그림 7참조) 이와같이 활성오니방법 등에서는 포기에 의해  $NH_4$ 형 질소의 일부를 탈질화시킬 수는 있으나 조건적 혐기성균인 탈질균의 작용으로 이루어지는 자연생태계의 완벽한 질산화과정을 기대하기에는 대단히 어려워 이에 대한 추가 시설비 및 유지 관리비등이 부가되어 이 방법을 적용하는데 불리한 점이 되고 있다.

그러나 토양정화방법은 토양물리학을 이용하여 자연생태계와 의식적으로 결집된 토양만으로 별도

의 처리과정이 없이도 질소가 오수처리 과정속에서 90% 이상 제거됨으로서 경제성 및 기술적으로 우수한 처리공법이며 골프장에 시공하는데 최적합한 공정이 될 것이다.

• 인(P)의 제거 방법

2-2 특장에 설명되었으므로 생략함

● 국내 실적으로는 청주 CC에 처음 적용하여 시설이 완성되었다.(1988년 8월~12월)

다만, 본 공법이 거론될 시점에서는 이미 주 처리시설이 재래식 처리공정인 장기포기방법에 의하여 오수를 처리한 후 방류되도록 시설이 완성된 상태에 직원들의 숙소, 기사대기실 및 각 tea-house 등의 시설에만 적용하였고 오수처리방법은 모관침윤 트랜치공법을 적용하여 유지관리비가 전혀 들지않고 동력을 사용하지 않는 방법을 채택하였다.

그외에 계획중인 곳은 동부 C.C. 등 10여개 지구로서 실시설계를 완료한 곳과 계획안을 수립하고 있는 중이다. <다음호에 계속>

그림7. 脫窒의 과정

