

## 분뇨의 호기성 소화처리에 관한 고찰

육 찬 남

원광보건전문대학 보건위생과

### A Study on the Aerobic Digestion Treatment of Night soil

Chan-Nam Yook

*Dept. of Health Hygiene, Wonkwang Public Health Junior College*

#### Abstract

Environmental issues are getting important and the polluted environment is now considered as one of the serious social problems which we have to face.

As a result, most people hate an night soil-treating establishment to be built near their village. This paper is intended to reveal the present situation of Sanitary Environment Bureau in Iksan City and its treatment of night soil.

The conclusions are as follows ;

1. The mean quantity of treated night soil per day was approximately 126kl in 1995, and the treated quantity per month was largest in the months from May to August, but smallest in January and February. The quantity of the largest month doubled the one of the smallest, and it is considered to be because the microorganisms are more active in the warm season than in the cold season, being able to process more night soil.

2. The after-treatment sewage water is regarded as being in an optimal condition because the examination of the water discharged from the establishment revealed the result of BOD 16.67mg/ℓ and SS 14.78mg/ℓ in 1995.

3. The expense for treating human waste was ₩19,582 in Iksan Sanitary Environment Bureau and it was considerably lower than the average expense through the nation, i.e. ₩22,000~25,000. But the cost should be expanded for keeping outworn equipments from the old age.

4. It is desirable for the Bureau to open the establishment so that any adult or student can come into it and watch all the treating processes. It will help the citizens understand the need for the establishment in spite of its nasty and ugly impression. Other cities or countries have to follow this model and try to provide their citizens with a cleaner environment by investing more fund technology for it.

## I. 서 론

인체에서 배출되는 분뇨는 생화학적으로 불안정한 물질이 많아 처리하지 않고 방치하면 악취가 발생되고 각종 병원체가 지하수 및 하천수를 오염시킬 염려가 많아 공중보건위생면에서 크게 사회문제가 되므로, 정부에서는 도시민의 분뇨를 과학적으로 처리하여 수질오염을 방지하고 시민의 보건 향상에 기여할 수 있도록 하기 위하여 1971년도부터 위생적인 종말처리 시설을 건설하여 왔다<sup>1)</sup>.

현재 우리 나라의 각 도시에서 배출되는 수질오염 물질 중에서 분뇨가 차지하는 부분이 상당히 크며, 가정에서 배출되는 총 BOD를 분뇨가 유발시키고 있다고 한다<sup>2)</sup>.

그러나 아직도 분뇨처리의 기술부족, 자금부족, 처리효율상의 문제 등으로 인해 일어나는 여러 가지 복합적인 문제점들이 대두되고 있다<sup>3)</sup>.

기존 처리시설의 대부분은 초기시설의 설치 및 유지관리비가 비교적 적게 들기 때문에 1단계 처리시설은 호기성 소화처리방식, 2단계 처리시설은 활성오니법을 채택하고 있다.

호기성소화법은 발생 생오니를 장시간에 걸쳐서 산기식 폭기를 행함으로써 오니를 안정화시키고, 오니처분량을 가능한 한 감소시키는 방법이다<sup>4)</sup>.

처리방법의 선정에 있어서는 정상 가동하고 있는 기존시설의 운전 실적 등을 검토할 뿐 아니라 각 시의 기술능력, 재정상황에 적합하기를 검토해야 한다.<sup>5)</sup>

미생물에 의한 분뇨의 처리방법을 대별하면 혐기성 처리법과 호기성 처리법이 있으며, 1단계 호기성 소화법 이후 2단계 처리는 화학적으로 응집, 탈수기를 사용하여 고액 분리를 하는 액상부식법이 있다. 이 방법은 회분식처리, 무회석처리가 가능하며 운전이 용이하므로 우리 나라에서는 위 3가지 방식을 많이 사용하고 있다.

1993년말 기준으로 전국의 분뇨처리 시설은 195개소로 처리방법은 혐기성소화 23개소(11.8%), 호기성소화 99개소(50.8%), 액상부식 33개소(16.9%), 감압증발 9개소(4.6%), 가압포기 1개소(0.5%), 하수종말처리장연계처리 29개소(14.9%), 기타 1개소(0.5%)이다. 시설용량별 분뇨처리시설 설치현황은 50m<sup>3</sup>/일 이하의 소규모 처리장이 전체의 약 53%며, 3,000m<sup>3</sup>상의 대규모 처리장은 8.7%에 불과하다<sup>6)</sup>.

익산시 금강동에 위치하고 있는 위생환경사업소는 1981년 1월부터 처리용량 100 kℓ/일로 본격 가동에 들어갔으나 2,000년대를 전망하여 1987년 12월에 80 kℓ/일을 증설하여 180kℓ/일의 처리용량을 가지고 1일 평균 126kℓ를 호기성 소화방식으로 처리하고 있다.

'91년 9월 9일 공포된 오수·분뇨 및 축산폐수에 관한 법률에 의거 제정공포된 시행규칙 제7조 규정에 의한 분뇨의 방류수 수질기준은 '95년 12월 31일까지는 BOD 40mg/ℓ, SS 70mg/ℓ 이하이던 것이 1996년 1월 1일 부터는 BOD, SS 각각 30mg/ℓ 이하로 강화되고, 총질소, 총인의 항목이 추가되어 허용기준이 강화됨에 따라 기존 처리시설 보강과 신규 처리시설 설치시에 새로운 기준을 배려하는 기술적 검토가 더욱 필요하게 되었다<sup>7)</sup>.

본 연구는 익산시 위생환경사업소(금강동처리장)를 대상으로 하여 우리나라에서 가장 많이 사용되고 있는 호기성 소화처리방식에 관한 관한 내용을 조사하여 타 시군의 분뇨처리에 도움이 될 수 있도록 하였다.

## II. 익산시 위생환경사업소(금강동처리장)의 현황

### 1. 월별 처리량

익산시의 분뇨수거 업소는 구 이리시 관할에 이리 위생공사와 우성위생공사 2곳이 있는데, 수거지역은

Table 1. The quantity of treated night soil and sludge per month

(Unit ; k ℓ)

Month Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	total
'94 Night soil	409	327	428	776	1,060	1,334	1,484	1,172	1,565	859	669	555	10,638
Sludge	1,251	1,040	2,658	2,215	2,644	2,514	2,426	3,143	2,061	2,549	2,894	3,369	28,764
Total	1,660	1,367	3,086	2,991	3,704	3,848	3,910	4,315	3,626	3,408	3,563	3,924	39,402
'95 Night soil	551	641	7,44	957	1,577	1,156	1,076	980	903	572	656	646	10,459
Sludge	1,420	1,452	2,392	2,468	3,383	3,303	3,218	2,992	2,674	3,072	2,615	2,499	31,488
Total	1,971	2,093	3,136	3,425	4,960	4,459	4,294	3,972	3,577	3,644	3,271	3,145	41,947

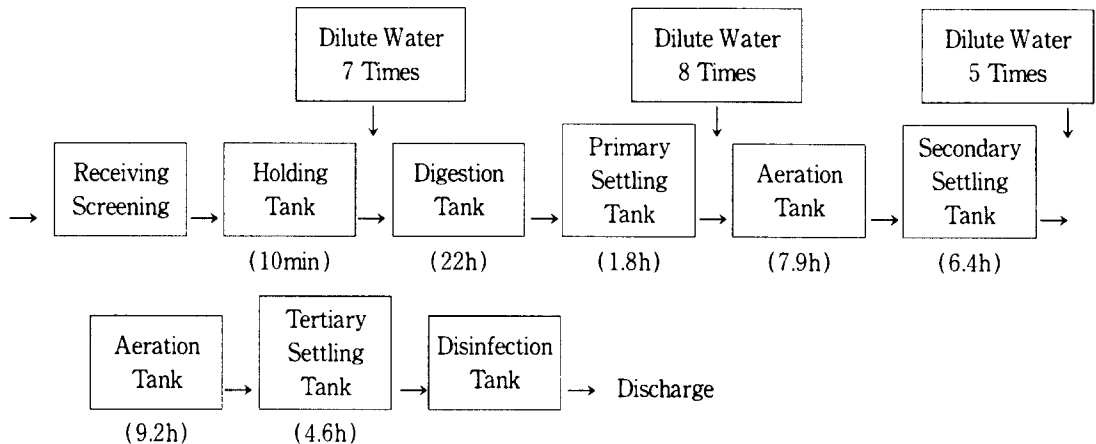


Fig. 1. Flow chart of aerobic digestion process

인북선 동편지역은 이리위생공사가 수거하고 있으며 인북선 서편지역은 우성위생공사가 수거하고 있다. '94년 1월부터 95년 12월까지 위생환경사업소에 반입되는 분뇨와 정화조 슬러지의 월별 처리량은 Table 1과 같다.

2. 분뇨처리 계통도

익산시 위생환경사업소에 들어오는 분뇨의 BOD는 24,916ppm(슬러지 7,931ppm), COD는 33,265ppm(슬러지 11,563ppm), SS는 32,500ppm(슬러지 19,850ppm)이며 95년도에는 하루 평균 약 126kℓ의 분뇨와 정화조슬러지가 반입되고 있으며, 반입된 분뇨

는 전처리시설을 거치면서 협잡물 및 씨앗을 제거시킨 후 협잡물은 소각로에 이송하여 소각하고 나머지는 저류조에 저장하여 일정량의 분뇨를 소화조에 투입시킨다. 이때 전처리 과정에서 발생하는 악취의 대부분을 습식 세정식 탈취기를 통하여 악취를 제거시키고 있다. 전 처리된 분뇨를 7배 희석후 소화조에서 22시간 처리하며 1차 침전시킨다. 다음 8배 희석한 후 폭기조에서 7.9시간 폭기시킨 후 2차 침전지로 보낸다. 2차 침전지에서 6.4시간 침전시킨 후 5배 희석하여 기존 폭기조로 보내어 9.2시간 폭기시킨다. 다음 최종 침전지로 보내어 4.6시간 침전시킨 후 소독하여 방류하며, 본 처리방식의 구성은 Fig.1과 같다.

Table 2. The examination of water discharged

(unit ; mg/ℓ)

Division\Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	mean
BOD	19.2	17.6	17.9	22.4	19.4	14.5	11.8	14.0	18.4	10.8	14.3	19.7	16.67
SS	12.9	12.3	12.9	17.4	14.9	12.5	9.3	11.1	14.8	15.8	19.1	24.4	14.78

### 3. 방류수의 수질검사

투입된 분뇨를 2차까지 처리한 후 기존 폭기조를 이용하여 재처리하므로 강화된 방류수 수질기준에도 초과됨이 없이 처리할 수 있다고 보며, 이렇게 처리한 방류수를 환경오염공정시험법에 의거 분석한 BOD, SS의 결과를 Table 2에 나타냈다.

금년부터는 T-N 및 T-P의 허용기준이 법으로 제정되어 규제되고 있으나 호기성 소화식 활성오니 방식에서는 분뇨를 완전히 분해하므로 T-N, T-P이 기준치 이하로 처리되지만 기준치 이상이 된다면  $Al_2(SO_4)_3$ 과  $Ca(OH)_2$  및 cationic poly electrolyte를 주입하여<sup>8)</sup> 질소와 인을 제거하는 공정이 더 필요하리라고 본다.

### 4. 익산시 위생환경사업소의 연혁 및 현황

익산시의 분뇨 종말처리 현황을 보면 1970년대 이전에는 각 가정에서 수거되는 분뇨는 농촌의 비료로 사용되어 왔다. 그후 산업의 발달과 화학비료의 생산으로 농촌의 퇴비화 사용이 줄어들어 목천동 만경강변에 1일 30kℓ를 처리할 수 있는 간이 웅덩이를 파서 일시 저장 자연 부식시켜 강물의 유량이 많을 시 방류를 하여왔다.

그후 자연환경보존의 대두로 1979년 5월 4일에 착공하여 1980년 10월 22일에 하루 100kℓ를 처리할 수 있는 위생처리장을 익산시 금강동 324번지에 시설하여 익산시에서 수거되는 분뇨를 전량 처리하였다. 그러던 중 인구의 증가와 더불어 1986년 11월 4일부터 1987년 12월 26일에 하루 80kℓ를 처리할 수 있는 시설을 증설하였다. 따라서 현 시설의 분뇨 처리 용량 180kℓ/일은 익산시 인구가 2,000년대에 35만이 되어도 처리가 가능하다.

또한 1995년 익산시 위생사업소 인근에 하수종말

처리장이 완공되어 분뇨처리장에서 1차 처리후 하수처리장으로 이송하여 2차 처리하는 연계처리를 점차적으로 실시하면 향후 분뇨처리시설은 증설의 필요성이 없다 하겠다.

익산시 위생환경사업소는 연면적 11,689m<sup>2</sup>에 근무인원은 24명으로 소장 1명, 행정직 2명, 보건직 2명, 환경직 1명, 기계직 3명, 화공직 2명, 전기직 1명, 기타 12명으로 구성되어 운영하고 있으며, 위생적 처리를 위한 전처리시설과 악취제거용 탈취기 및 협잡물 소각용 소각로를 설치하여 운영하고 있다.

또한 환경오염이 심각한 사회문제로 대두되면서 환경문제에 대한 시민들의 관심이 고조되고 혐오시설에 대한 기피현상이 나타나고 있는바, 익산시 위생환경사업소가 관내 중·고·대학생을 비롯 각 읍, 면, 동 부녀회장, 환경감시원 등을 초청하여 혐오시설로 인식되고 있는 분뇨처리의 전과정을 직접 공개함으로써 혐오시설에 대한 인식을 전환하는 현장학습장으로 사용하고 있어 매우 의미 있는 일이라고 생각한다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 월별 처리량

'94년 1월부터 '95년 12월까지 익산시 위생환경사업소(금강처리장)에 반입되는 분뇨와 정화조 슬러지의 월별처리량을 살펴보면, 전년보다 '95년도는 6.5% 증가한 것은 94년 5월부터 95년 9월까지 타·시군의 반입량까지 합쳐진 처리량이었기 때문이다.

계절별 처리량을 분석해보면 5~8월(여름)이 가장 많았고, 1~2월(겨울)이 아주 적는데 하절기에 편중반입되는 분뇨를 처리하는 것은 온도가 높은 상태에서 미생물의 활동이 활발하므로 분뇨를 빠른 속도로 분해 처리하는 것을 알 수 있으며, 온도가 낮은 동절

Table 3. The result of the analyses of night soil and sludge

(unit ; mg/ℓ)

Division \ Item	BOD	COD	SS
Night soil	24,916	33,265	32,500
Sludge	7,931	11,563	19,850
Treatment night soil	10,345	13,350	21,250

기에는 미생물의 활동이 둔화되어 분뇨의 분해속도가 느리기 때문이다.

2. 분뇨의 특성

분뇨의 특성은 계절별, 도시의 규모, 경제성 및 생활습성에 따라 차이가 있는바<sup>9)</sup> 최근 익산시 위생환경사업소에 반입되고 있는 분뇨 및 정화조의 슬러지를 시험 분석한 결과 Table 3과 같이 나타났다. 위시료는 분뇨 및 정화조 슬러지의 회석배율은 각각 1,000배로 하였으며, 협잡물 제거후 채취한 것이다. 또한 처리 분뇨라 함은 본 사업소에서 처리하는 것으로 대략 정화조슬러지 90%, 분뇨 10%정도가 혼합된 것을 분석한 것이다.

3. 방류수의 수질

현재 가동중인 익산시 위생환경사업소(금강동 처리장)의 방류수 수질검사를 분석한 자료에 따르면 월평균 BOD값은 16.67mg/ℓ, SS는 14.78mg/ℓ(허용기준치 ; BOD 30mg/ℓ 이하, SS 30mg/ℓ 이하)로 배출하고 있으며 최종 방류수 옆에 연못을 설치하여 물고기를 기르고 있기도 한다. 또한 '96년 1월부터 3월까지의 분석결과에 따르면 방류하고 있는 총질소의 평균값은 약 28.94mg/ℓ, 총인의 평균값은 0.92mg/ℓ로 나타났다.

4. 운영 및 관리

1995년도 익산시 위생환경사업소의 예산은 902,429천원 중 절감액이 81,264천원으로 총사용 예산은 821,165천원 이었으며, 분뇨 1kℓ당 처리비는 19,582원이었고, 분뇨 1kℓ당 소비 전력량은 32.5KWH로 나타나 전남 목포, 여수, 나주시 보다 낮음을 알 수 있었다<sup>7)</sup>.

IV 결 론

환경오염이 심각한 사회문제로 대두되면서 환경문제에 대한 시민들의 관심이 고조되고, 혐오시설에 대한 기피현상이 나타나고 있는 요즘, 익산시 위생환경사업소의 분뇨처리 실태를 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. '95년도 하루 평균 분뇨처리량은 약 126kℓ였으며, 월별 분뇨처리량은 5~8월이 가장 많았고, 1~2월은 아주 적었다. 분뇨처리량이 많은 달은 적은 달보다 2배 이상의 차이가 나타난 것은 동절기보다는 온도가 높은 하절기에 미생물의 활동이 활발하여 분뇨의 분해속도가 빨라 많은 양의 분뇨를 처리할 수 있기 때문으로 본다.
2. '95년도 분뇨처리장의 방류수 수질검사 결과 월평균 값은 BOD 16.67mg/ℓ, SS 14.78mg/ℓ로 아주 양호한 상태였다.
3. 익산시 위생환경사업소의 분뇨 1kℓ당 처리비는 전국의 평균처리비 22,000~25,000원 보다 낮은 19,582원이었고, 분뇨 1kℓ당 소비전력량은 32.5KWH로 전남 목포, 여수, 나주시 보다 낮음을 알 수 있었다.
4. 아직도 혐오시설로 인식되고 있는 분뇨처리의 전 과정을 일반인 및 학생들이 견학할 수 있도록 공개하고 있는 것은 매우 바람직한 일이며, 타 시·군에서도 하루빨리 자본과 기술을 투자하여 깨끗한 환경속에서 살아갈 수 있도록 노력해야 되겠다.

감사의 글

본 연구는 96년도 교내연구비의 지원에 의하여 이루어짐.

### 참 고 문 헌

1. 김동민 : “분뇨의 영양염류 제거에 관한 연구”, 환경학술 논문집, 12, 1994.
2. 이찬기, 정팔진 : “1인 1일 수질오염물질 배출량에 관한 연구”, 중앙의약회지, 1978.
3. 폐기물처리, 동화기술, 71, 1995.
4. 이택순 : “분뇨의 호기성 소화에 관한 실험적 연구”, 영남대학교 대학원, 5, 1982.
5. 분뇨·하폐수 오니의 처리, 녹원출판사, 55, 1986.
6. 환경기술, 환경관리연구소, 2월호, 73, 1995.
7. 임영목 : “분뇨처리장 가동실태 및 고찰”, 조선대학교 산업대학원, 10, 1991.
8. 김광철 : “분뇨의 효율적 처리에 관한 연구”, 조선대학교 산업대학원, 27, 1994.
9. 국립환경연구소, 종말처리시설 운용반 교재, 66, 1984.