

정화조의 효율적 유지관리

김환기/ 전북대학교 공과대학 토목공학과 교수

I. 서론

1. 연구의 배경

기물 관리법에 정한 용어의 정의에 따르면 분뇨정화조라 함은 분뇨를 침전 분해등의 방법에 의하여 정화하는 시설이며, 분뇨와 생활하수를 함께 처리하는 시설의 경우에는 오수정화시설로 구분하고 있다.

그러나, 이러한 분뇨정화조와 오수정화시설은 분뇨를 처리대상으로 하는 공통점을 가지고 있으므로 관리기준 및 규제대상에 있어서도 비슷하다.

우리나라에서는 하수처리시설과 수세식 변소의 보급율이 충분치 못하므로 분뇨처리시설의 사용이 불가피하며 최근 재래식 변소의 보급율이 충분치 못하므로 분뇨처리시설의 사용이 불가피하며 최근 재래식 변소의 수세화 경향이 증대됨에 따라 분뇨정화시설로 부터 배출되는 방류수는 하천수질을 오염시키는 중요한 요인으로 인식되고 있다.

2. 연구 목적 및 방법

본 연구의 목적은 정화조의 현황을 조사하고 그 시설의 구조적 특성과 관리 운영방안, 분뇨의 정화시설과 관련된 법제상의 문제점, 정화조 유출수의 수질등을 검토하여 정화조의 효율적 유지관리를 위한 정책자료의 기초를 제공함에 있다.

본 연구와 관련된 조사지역의 범위는, 전북지역을 대상으로 하였으며 도시 및 농촌지역에 있어서 분뇨정화조 5개소, 분뇨종말처리장 11개소를 임의 선정, 각 지점별로 시설물의 최종 유출수에 대한 수질분석항목은 BOD, COD, SS, TKN, NH₄-N, CI 등으로 환경오염 공정시험법을 준용하였다.

II. 정화조의 현황

1. 정화조 보급현황

국내에 발표된 기존의 정화조 보급실태자료를 살펴보면 대부분 변소의 수와 해당지역의 세대수를 통계처리하여 정화조 보급율을 (정화조 사용세대수/전세대수)×100으로 나타내고 있다.

지금까지 국내 통계자료에 활용되는 정화조 보급율은 변소사용 인구를 고려한 실제의 보급율과는 다소의 차이가 있으므로 보다 엄밀한 정화조 보급율의 파악을 위하여는 정화조의 설치개수를 정화조의 설치용량별로 통계처리 한뒤 해당지역 인구수에 적용시켜 정화조 보급율을 표현할 필요가 있다.

정화방법별 분뇨정화조 설치현황에 있어서는 대부분의 도시와 농촌에서 부패조 방법을 채택하고 있는 것으로 조사되었으며 1987년 현재 가장

높은 증가율을 보이는 방법은 도시의 경우 부패조 방식, 농촌의 경우 임호프탱크방식으로 나타났다.

2. 정화조의 관리현황

본 연구를 위한 정화조 관리현황을 평가하기 위하여 선정된 5개 정화조 시설에 대한 수질분석 결과 BOD제거율 범위는 54-82%로서 모두 법정허용기준치 BOD제거율 50%이상으로 관리되고 있다.

그런데, 본 조사대상 시설에 있어서의 CI-농도를 보면, 47-96mg/l범위로서 정상적인 정화조 유출수 범위로 알려진 90-140mg/l보다 낮은 수준이다. 생분뇨의 CI-농도를 5, 500mg/l로 간주할 때 분뇨의 희석비율은 57-117 배가 되므로 우수, 지하수, 생활하수의 혼입가능성을 배제할 수 없어서 분뇨정화조 시설이 분뇨만을 처리하는 상황에 있는 것으로 판단하기에는 무리가 뒤따른다.

실제로 대상시설에 대한 현지조사시 일부시설에 생활하수가 혼입하여 처리되고 있음을 발견한 경우도 있으므로 정화조의 개념을 재인식할 필요가 있다.

3. 정화조슬러지

김에 따르면 기간경과에 따라 정화조의 성능에 영향을 주는 정도는 1년 경과시, 5인 용량의 조일 경우 BOD제거율 11% 감소, 30인조와 50인조의 경우는 각각의 BOD제거율이 25% 및 28% 감소함으로서 용량이 큰 정화조일수록 영향력을 크게 받는 것으로 알려지고 있다.

년 1회 이상 정화조를 청소하도록 되어 있는 법규정(폐기물 관리법 시행규칙 제 31조)에도 불구하고 처벌규정이 약하여 실제로는 정화조의 청소정도가 1년을 훨씬 상회하는 실정인으로서 이로 인해 누적된 슬러지의 단위발생량이 증가하는 추세이다.

Ⅲ. 오수정화시설 및 분뇨처리장의 현황

1. 오수의 배출특성

오수정화시설은 공동주택단지등 주로 인구의 밀집생활이 기대되는 건물에 설치되어 있으며 분

뇨만을 처리대상으로 하는 정화조와 비교해 볼때 그 처리 과정은 유사한 점이 있으나 오수의 배출특성에 있어서는 그 양과 질이 분뇨와 현저하게 다르다.

아파트 단지의 지하수에서 조사된 오수 배출량 및 수질의 시간별 변화특성에 따르면 오수 배출량은 평균유량의 110%변화폭을 나타내었고 BOD농도는 평균 BOD 240mg/l의 40%정도, SS농도는 평균 145mg/l의 110% 변화폭을 보인 것으로 조사되었다. 또, 수세식 변소지역과 수거식 변소지역 오수의 시간별 수질변화특성을 조사한 바에 의하면, 수세식 변소지역보다 수거식 변소지역의 수질변화가 아주 심한것으로 나타났다.

2. 오수정화시설의 설치현황

본 연구에서 정한 조사대상 지역의 오수정화시설 설치현황을 살펴보면 1984년에 도시지역 오수정화시설은 총47개소로서 500인 이상의 용량이 9개소(19%)이었으며 3년후 1987년에는 5배 정도로 증가된 총242개소의 시설이 설치되었던 바, 500인미만의 용량71%, 500인 이상의 용량 29%로서 대용량 시설의 점유율이 점차 높아지고 있는 것으로 나타났으며 농촌지역 오수정화시설도 3년간 총시설 증가율은 도시와 비슷하였고 대용량 시설율이 점차 증대되는 경향이였다.

오수처리방식에는 8종의 처리방식이 법률로 고시되어 있으나 본 조사지역의 경우, 1987년 현재 표준활성오니방식과 접촉산화방식은 1개소씩 되어 있을뿐 임호프탱크방식(82, 8%)과 장기포기방식(16.5%) 이 대부분을 점유하고 있다.

3. 오수정화시설의 관리현황

수질관리 현황을 조사하기 위하여 본 연구에서 정한 조사대상시설중 접촉산화방식의 BOD제거율은 89.0%와 75.5%이었고 임호프탱크방식으로 설계된 경우의 BOD 제거율은 각각 71.5%, 47.5% 및 56.3%로 조사되었다.

이들 시설중 접촉산화방식은 시설관리 기준치(60mg/l 이하) 이내로 관리되고 있었으나 임호프

탱크방식의 시설은 모두 기준치를 초과하여 처리되고 있는 것으로 나타났다.

4. 분뇨처리자의 현황

1) 특별청소지역의 지정현황

1987년 12월 현재 전국적으로는 전 국토의 총 10%에 해당되는 10,005km²가 특별청소대책지역으로 지정되어 있으며 본 조사지역내 인구수는 31,018,699명이고 전국의 특별청소지역내 평균 인구밀도는 약 3,200명/km²로 알려져 있다.

조사결과에 의하면 본 조사지역내 시단위 해당 구역중 특별청소지역 지정율은 면적기준으로 평균 21.7%이며 특별청소지역내의 평균 인구밀도는 약 8,850명/km²로 전국 평균치에 비하여 2.8배 정도 높다.

또, 군단위 조사지역중 특별청소지역 지정율은 면적기준으로 평균 1.1%이고 특별청소지역내 평균 인구밀도는 약 2,380명/km²로서 전국 평균치보다 작게 나타나 있다.

2) 분뇨의 수거현황

본 조사대상 특별청소지역의 경우, 인구수가 많은 도시일수록 수거율은 저하되는 경향이다.

반면, 농촌의 경우에는 경향이 뚜렷하지는 않지만 인구가 많아질수록 수거율도 함께 증대되는 것 같다. 이는 농촌의 인구밀도가 커지면 그만큼 분뇨수거의 필요성에 대한 인식을 높게하기 때문인 것으로 판단된다.

3) 분뇨의 처리현황

본 조사지역의 특별청소지역내 수거분뇨총량은 도시에서 367KL/day, 군단위 이하 농촌지역에서 130KL/day인바, 도시의 경우 수거량의 79.8%인 293KL/day를 위생 처리하고 있으며 농촌의 경우 수거량의 86%인 112KL/day가 위생 처리되고 있다.

반면, 비수거분뇨는 도시에서 총 비수거량의 70.4%인 평균 323KL/day가 수세화 처리되지만 군단위 이하 농촌지역의 경우는 총 비수거량의 총 17%인 34.6KL/day 정도만 수세화 처리가 이루어질

뿐이다.

4) 분뇨처리장의 운영관리

본 조사 구역내 분뇨 총 배출량은 약 2,180m³/d이며 그중 32.8%에 해당하는 715m³/d의 분뇨처리 능력을 보유하고 있다.

그러나, 실제로 분뇨종말처리장으로 부터 처리되는 분뇨량은 배출총량의 23.1%인 504m³/d에 불과하고 나머지 1,676m³/d(76.9%)는 농촌의 비료화 혹은 도시의 수세식 변소에서 처리되고 있다. 특히, 농촌(군지역)의 경우는 3.6%만 처리될 뿐 96.4%가 미처리되고 있으며 아직 처리장을 갖추지 못한 군지역도 있으므로 이는 농촌분뇨의 문제점을 단적으로 보여주는 것이라 하겠다.

또한, 1984년에 평균 BOD 87.5mg/l이던 분뇨처리장 방류수의 수질이 1987년도에는 평균 BOD 47.8mg/l로서 점점 수질이 향상되고 있으나 방류수 수질기준 BOD 40mg/l이하에는 역시 미치지 못하고 있다.

IV. 정화조의 방울적 유지관리

1. 구조 및 관리. 운영상의 문제

대부분의 부패조 정화조는 다음과 같은 시설물들이 연결되어 있는 바, 정화조 시설물 자체의 구조는 정상적인 것으로 파악 되었으나, 규모가 큰 대다수의 기존 정화조는 단독처리 정화조와 합병처리 정화조를 엄격하게 구

유입 → 제1부패조 → 제2부패조 → 여과조 → 산화조 → 소독조(집수조) → 유출

분할 수 없을 정도로 변소와 정화조의 연결 시스템이 통일되어 있지 않는 것으로 나타났다.

그러므로, 본 조사결과 정화조에서의 BOD제거율은 53-82%로서 정화조유출수의 법정 기준치(BOD 제거율 50% 이상)이내라고는 하지만, 단독처리 정화조와 합병처리 정화조를 구분치 못함으로 인하여 정화조 유출수에 대한 규제를 완화시키는 오류가 발생될 수도 있다.

또한, 생활하수 혼입 현상은 외형상 BOD제거율을 높여 주는 것처럼 보이나 같은 BOD부하율에

대하여 정화조시설 각부의 유효체류시간 (HRT)을 설계치보다 짧고 불규칙하게 해주므로 생활하수 혼입이 없는 경우에 비하여 실질적인 정화효율은 감소될 것으로 판단된다.

2. 유출수 수질관리에 대한 기술검토

본 조사대상지역 도시의 경우 부패조와 임호프 탱크방식중 부패조 방식이 5:1정도로 우세하게 채택되고 있으나 농촌의 경우에는 거의 1:1로서 도시와 농촌간의 분뇨정화 방법 선호도가 다르게 나타나고 있다.

그러나, 최근 임호프탱크방식은 토분시공이 까다롭고 처리효율이 낮아 앞으로 더욱 강화될 환경보전 정책에 적합치 않다는 견해가 대두되고 있으며, 대부분의 농촌지역의 농촌지역이 수자원의 상류측에 도시지역보다 가깝게 접근하고 있으므로 양질의 수자원 확보 정책에 치명적인 영향을 줄 수도 있다.

정화조의 보급 증대는 상수도 보급율과도 밀접한 관계에 있으나 양질의 수자원 확보는 갈수록 어려워지고 있다.

세계적으로 용수의 부족을 중수도 개발로 대처하려는 연구에 많은 관심을 가지고 있는바, 우리나라에서도 정화조 유출수 수질 규제와 병행하여 중수도 개념을 도입한 수세식 변소용수의 수질기준설정 및 중수도 개발이 수행되어야 할 것으로 판단된다.

3. 오수정화시설 및 분뇨처리장과의 관계

정화조, 오수정화시설 및 분뇨처리장은 분뇨를 처리대상으로 하는 공통점을 가지고 있으면서 수질규제와 관리처리가 서로 다르다.

정화조의 큰 단점은 타 분뇨정화시설에 비하여 처리효율이 낮아 하천수계에 증대한 영향을 줄 수가 있으므로 될수록 단독처리 정화조 시설을 지양하고 소형의 합병처리 정화조 시스템을 보급시켜 분뇨 및 생활잡배수의 유출 부하량을 극소화함이 필요하다.

한편, 분뇨처리장에는 일반적으로 규모가 크고

비교적 우수한 처리 효율의 방법이 적용되므로 시설관리가 잘 된 경우, BOD40mg/l, 70mg/l이하의 양호한 방류수를 기대할 수 있다.

그러나, 정화조 슬러지량이 증가 추세를 나타내고 있어서 분뇨처리 효율의 악영향을 주게 되므로 단순한 시설관리, 운영의 개선만으로는 처리효율의 향상을 크게 기대할 수 없다. 따라서 정화조 슬러지에 대한 청소규정 의무사항 준수는 물론 분뇨처리자에 대한 현행의 국가 관리 체계를 민간단체의 관리체제로 전환시키며, 비록 분뇨처리장에 대한 현행의 국가 관리 체계를 민간단체의 관리체제로 전환시키며, 비록 분뇨처리 용량이 부족하다고는 하나 처리장 증설 보다는 관리, 운영의 개선을 우선적으로 검토하는 정책적인 배려가 있어야 될 것이다.

V. 결 론

정화조의 효율적 유지관리 방안을 제시하기 위하여 실험 및 자료분석을 통하여 연구한 결과, 각종 정화조 시설의 구조특성 비교, 그 효율적 유지관리 대책 및 법제상의 문제에 대하여 얻어진 결론을 요약하면 다음과 같다.

1. 정화조에 분뇨와 수세용수만 유입되어야 하나 대규모 시설일수록 생활잡배수 등이 혼입되는 경향이어서 유량 및 수질변화의 양상이 시설별로 다르게 나타나는데, 정화조와 오수정화시설은 각각 처리대상 오염물질과의 연결시스템 내용을 법으로 명문화시켜 체계적 관리함이 바람직하다.

2. 정화조에 있어서 생활잡배수 혼입등에 의한 분뇨의 회석 효과로 인하여 BOD제거율은 50% 이상으로 처리될 수 있으나 최종 유출 부하량이 증대되므로 하천수계에 오염을 가중시키는 결과를 초래하고 있다.

3. 법으로 허용하는 정화조 시설중 임호프탱크 방식은 비교적 처리효율이 낮음에도 특히 농촌지역에서 선호도가 높아지는 경향이므로 이에 대한 정책적 배려가 요망된다.

4. 단독처리 정화조의 경우 처리효율이 낮을뿐