

농어촌 분산마을의 오수처리 개선 방안 연구

전우정 · 여운식*

(안성산업대학교 농촌개발학과 · 농어촌진흥공사 농어촌연구원*)

Study on Improvement of Wastewater Treatment for the Scattered Communities in Rural Areas

Woo-Jeong Jeou · Woon-Shik Yo*

Dept. of Rural Development Engineering, Anseong National Polytechnic Univ., Anseong Kyeonggi-Do 456-749, Korea
*Rural Research Institute, RDC, P.O. Box 12, Anyang, Kyeonggi-Do 430-600, Korea

적 요

농어촌 마을은 소규모로 분산되어 있는 경우가 많으며, 아름다운 자연환경에 둘러싸여 있다. 그런데 이러한 자연환경은 우리에게 마음의 풍요로움을 주는 동시에 자연정화기능을 풍부히 가지고 있다. 따라서 기존의 오수처리 시설에 대한 현장방문과 자료고찰을 통하여 처리시설의 문제점 및 개선방안을 살펴보고, 자연이 갖는 풍부한 자연정화기능을 농어촌 지역의 오수처리 시스템으로써 도입하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

농어촌마을은 넓은 지역에 산재해 있기 때문에 관로비, 유지관리비면에서 소규모 처리방식이 유리하고, 농어촌지역은 많은 저수지나 수로, 산림, 습지, 토양 등 자연정화기능이 풍부하게 존재함으로써 소규모 처리방식으로 자연처리방식을 채택하는 것이 유리하다. 또한 자연 처리 방식은 전문인력에 의한 유지관리가 필요하지 않으므로 지역주민 스스로가 자율적으로 참여할 수 있는 대책만으로 충분하다.

따라서 우리나라에서도 이에 대한 연구를 통하여 자연환경을 유지하면서 농어촌 지역의 수질을 보전할 수 있는 처리 방법을 도입하는 것이 바람직 할 것으로 생각된다.

I. 서 론

지금까지의 오폐수 처리대책은 도시위주로 추진하여 왔으며, 그동안 도시외에 있었던 농어촌 및 광산촌 등의 과소지역은 주택개발사업등으로 부엌, 화장실 등의 개선에 의하여 생활하수량이 급격히 증가되고 있다.

농촌지역의 생활환경에 대한 오염은 다방면에서 진행되고

있으며, 특히 하천주변을 따라 형성된 소규모 농촌마을은 하수처리시설과 하수관거의 보급이 미비하여 발생된 생활오폐수를 하천에 그대로 방류함으로써 수질오염부하량을 크게 높이고 있는 동시에 생활환경을 열악하게 만들고 있다.

또한 농가별 소규모의 축산사육으로 인하여 축산폐수와 생활하수가 처리시설없이 소하천에 방류되고 있는 실정이다. 따라서 수질오염 증가 및 악취 등으로 인하여 농어촌지역의 생활환경이 저해되고 있으므로 이에 대한 대책이 시급한 실

정이다. 현재 정부는 농어촌지역에 마을단위별 오폐수 처리장 건설계획을 수립하여 추진중에 있으나 오지, 벽지 등의 소규모 부락들, 개별농가들이 분산배치 되어 있어 장거리 하수관거 설치에 따른 공사비가 과다하게 소요되어 문제점으로 대두될 것으로 예상되고있다. 뿐만 아니라 농산어촌지역은 소규모 분산마을이 많기 때문에 각농가에서 처리장으로 유입해오는 오수량은 대규모의 도시하수에 비하여 그 시간적 변동이 크다. 또한 농촌지역에서는 농지나 산림 등의 넓은 공간에 작은 마을이 산재해 있기 때문에 오수처리시설은 이러한 농촌의 자연환경이나 지역환경에 적합한 처리방식을 선정해야 할 것이다.

따라서 본 연구는 기존의 농어촌지역 오수처리시설의 현지 조사를 통하여 문제점을 파악하고 처리방식별 사례조사를 통하여 우리나라의 농촌지역에 적합한 오수처리방식을 자연처리위주로 적용가능성을 분석하여 농촌지역의 소규모 분산마을의 오수처리방식을 제시하고자한다

II. 새로 및 방법

1. 농촌마을의 특징과 오수처리

가. 농촌마을의 특징

우리나라의 농촌마을은 그 성립인데, 그후의 발전과정등 역사적, 지리적 조건에 따라서 여러 가지 형태와 특징을 가지고 있는데 농촌마을의 오수처리에 관련하여 살펴보면 다음과 같다.

① 자연적, 혈연적으로 깊이 맺어진 촌락공동체적 성격이 강하다.

② 평탄지, 산간지, 경사지등 여러 가지 지형조건에 입지해 있으며, 또한 옆마을과는 떨어져 있는 경우가 많다.

③ 주거기간에 농지나 산림등이 있는 경우가 많고, 주거지가 분산되어 있다.

④ 택지내에 채소밭이나 헛간을 갖고 있기 때문에 일반적으로 택지면적이 넓고, 집단거주형마을이라고 해도 시가지에 비해서 주거밀도가 낮다.

다음으로 농촌마을의 규모별 분포를 보면 100호 미만이 많고, 200호를 넘는 대규모 마을은 도시근교의 혼주화가 진행된 곳을 제외하면 극히 적다. 즉 마을배수처리의 대상이되는 농촌마을은 인구규모 500인 정도 미만의 마을이 대부분이라

고 말할 수 있다. 농촌마을의 오수처리를 계획하는 경우는 이와같은 농촌마을의 특징을 충분히 이해한 뒤에 이에 맞는 처리방식을 선택해야 할 것이다. 특히 농촌과 같이 분산되어 있는 여러개의 마을을 하나로 묶어서 처리구를 구성하면 관로의 길이가 길어져 오히려 건설비가 높아지는 경우가 있으므로 비교적 인가가 밀집되어있는 마을단위 정도의 소규모처리시설이 전체 건설비가 낮아질 뿐만 아니라 유지관리면에서도 유리하다.

나. 농촌마을배수의 특징

농촌마을은 소규모 분산형마을이 많기 때문에 각 농가에서 처리장에 유입해오는 오수량은 대규모의 도시하수에 비해서 그 시간적 변동이 크다. 처리구 면적이 적어질수록 오수의 평균유입량에 대한 피크 유입량의 비율이 높아지며, 그 유입형태를 보면 1일의 유입오수량의 대부분이 오전 7시~9시와 오후 9시~11시의 2회에 피크가 집중되고 있다. 이와같이 유입오수량의 시간변동은 가정의 취사, 세면, 배변, 세탁, 목욕 등의 가정생활의 리듬이 최대유입량을 발생시키기 때문이지만 최대유입량의 대소는 주로 처리구 면적의 대소에 반비례해서 나타난다.

유입오수의 오락부하의 시간변동도 역시 유입오수량의 변화와 똑같이 오전 7~9시 사이에 대부분이 집중하고 있다. 이와같이 오락부하량의 시간변동이 큰 경우는 미생물의 움직임을 이용하는 생물처리에 나쁜 영향을 미치는 경우가 있기 때문에 오수처리방식을 선정할 때에는 특히 주의해야 한다.

오수량은 일반적으로 여름에 많고, 겨울이 되면 감소하는 경향이 있다. 더욱이 농촌마을에서는 설이나 추석이 되면 사람들이 귀성하거나 친척들이 모여 인구가 일시적으로 증가하여 오수량이 증가하는 경향을 보인다. 계획 일최대오수량은 오수처리 시설의 용량을 결정할 때의 중요한 지표가 되기 때문에 이와같은 농촌마을의 특성에 대해서도 숙지해둘 필요가 있다.

2. 농촌환경과 오수처리방식

일반적으로 농촌지역에서는 농지나 산림 등의 넓은 공간에 작은 마을이 점재해있기 때문에 자연환경이 좋은곳은 많다. 마을배수처리시설은 이와같은 농촌의 자연환경을 보전하기 위한 것이기 때문에 농촌의 자연환경이나 지역환경에 적합한 처리방식을 선정해야 한다.

마을배수처리에서는 처리수를 자연하천이나 배수로에 방류하게 되는데, 하류측에서는 농업용수로 재이용되는 경우가 많다. 또한 하천이나 호소에서는 담수어업을 경영하는 사람들이 있는 경우도 있기 때문에 처리수질의 악화가 직접적으로 농어업에 나쁜영향으로 되돌아 오기도 한다. 따라서 마을 배수처리시설은 도시하수도 경우보다도 엄격한 규제가 요구된다.

그러나 농촌에는 산림, 농지, 하천, 호소라고하는 자연정화능력을 갖춘 환경이 풍부하게 존재하기 때문에 이들의 정화기능을 처리체계에 삽입하는 것이 바람직하다. 예를들면 연못이나 휴경농지를 활용해서 처리수의 3차처리에 이용할 수도 있다. 앞으로 마을배수처리의 일환으로서 토양의 정화기능을 유용하게 이용하는 기술개발을 적극적으로 진행시킬 필요가 있다. 단 현재의 기술단계에서는 모든 처리를 토양에 의존하는 것은 위험하지만 토양이 갖는 정화기능의 한계와 적용범위를 확실하게 규명된 뒤에 이들을 적절하게 이용하는 처리방식을 확립해가는 것이 농촌에 알맞는 방법이라고 할 수 있다.

또한 현재의 오수처리방식은 생물처리가 중심이 되어있기 때문에 겨울의 수온저하에 따라서 정화능력이 저하하는 것은 어느정도 피할수 없다. 따라서 한냉지에서는 처리시설을 토양으로 피복하여 수온저하를 방지할 수 있어 이미 많은 시설에서 채용되고 있다. 또한 처리시설을 토양피복하는 것은 토양이 갖는 탈취작용을 활용한다는 의미에서도 바람직 하다. 더욱이 이 피복된 토양표면에 꽃나무를 심어서 경관을 개선하고 미화하는 것도 주민들이 자신들의 시설로서 유지관리에 참가하게 하는데 효과가 있다.

단, 처리조 전체를 토양으로 피복하면 생물처리조내의 처리상황을 점검할 수 없다는 결점이 있기 때문에 적절한 監視孔을 설치하는 것이 바람직하다.

한편 처리수나 잉여오니를 그대로 방류하거나 도시의 분뇨 처리장에 운반해버리는 것은 마을배수처리의 존재의미를 반감시킨다고 할 수 있다. 보통 2차처리수에는 질소나 인 등의 비료성분이 함유되어있고, 또한 오니는 지력증진에 도움이 되는 유기물을 풍부하게 함유하고 있다. 따라서 이것을 효율적으로 이용하는 입장에서 오수처리와 농업생산을 조합시킨 순환재이용시스템을 구성하는 것이야말로 농촌에 적당한 진정한 오수처리 방식이라고 할 수 있다.

또한 우리나라는 아직도 소규모 영세 축산농가가 많은 실

정이므로 마을배수처리 시설전체의 운영에 지장이 없는 생각할 때 마을이 떨어져 있는 농촌에서는 소규모 오수처리시설을 분산하여 설립하는 방식(小規模分散處理方式)이 적합하다. 도시와 같은 대규모방식을 채택하면

- ① 마을간의 관로매설에 비용이 많이 든다.
- ② 시설이 완성되기까지 많은 시간이 필요하다.
- ③ 처리수를 수자원으로 이용할 수 없다.
- ④ 처리시설용지의 선정에 애로가 많다.

등의 문제가 발생하기 때문에 농촌에 적합한 처리시설은 소규모가 바람직하다. 비록 소규모라 하여도 처리성능이 높고 또한 상주관리자를 두지 않는 순회관리방식으로도 안정된 처리수질을 얻을 수 있으며 유지관리가 용이해야 한다.

건설비는 대규모방식이 소규모방식보다 저렴하지만, 관로 시설은 소규모방식이 관로의 매설깊이가 얕게 되거나 마을간의 관로가 필요없고, 중계펌프 등의 부대시설이 적어지기 때문에 대규모보다 저렴하다. 건설비와 관로시설을 합한 시설비 전체는 건설비에서 차지하는 관로시설의 비중이 낮기 때문에 소규모가 유리하다. 또한 오수처리시설에 있어서 대규모방식은 전문기술자의 상주관리가 필요로한데 반하여 소규모방식은 일상적인 관리는 마을주민이 하고 보수점검은 전문기술자의 순회관리로 할 수 있기 때문에 유지관리비면에서도 소규모방식이 유리하며, 관로시설의 유지관리도 관로연장이 길고 부대시설이 많은 대규모방식이 비용이 많이 든다.

이상과 같이 건설비와 유지관리비의 양면에서 유리하기 때문에 농촌지역에서는 소규모분산방식의 마을배수시설을 채택하는 것이 바람직하다.

또한 농촌지역에 널리 분포되어 있는 하천, 호소 농지, 농업용 용배수시설 등은 오수에 대하여 稀釋, 擴散, 沈澱, 浮上, 등의 작용을 하는 동시에 수중 미생물 등의 代謝, 酸化分解, 攝取등의 활동에 의한 정화능력이 있고, 또 이들정화능력이 지상의 생산 및 생활활동에 이용되어 조합되고 있으므로 이러한 특징을 활용한 자연처리방식을 최대한 활용하는 것이 건설비면에서나 유지관리비면에서 유리한 방법으로 생각된다.

3. 자연을 이용한 오수처리방식

자연의 물질순환계(리사이클 시스템)는 본질적으로는 태양 에너지의 흡수 · 소비과정의 연속으로서 공기, 물, 토양, 생

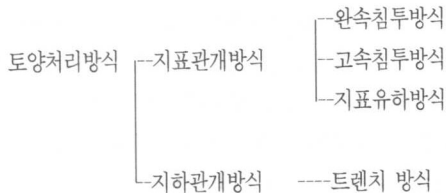
물등이 관여하여 구성되는데, 특히 오수처리에 관계하는 자연의 리사이클 시스템으로서의 수중의 자정작용, 토양중의 자정작용을 들수 있다.

농촌지역은 넓은 농지나 산림에 둘러쌓여 있고 또한 많은 저수지나 수로등 자연의 정화기능을 충분히 보존시키고 있는 지역특성이 있다. 이들 기능, 특성을 유효하게 활용한 오수처리방식의 연구는 구미제국에서 먼저 시작되었으며, 우리나라에서도 이 분야의 연구가 시작되었다.

농촌지역의 소규모 분산마을에 적용가능한 자연정화기능을 활용한 오수처리방식을 살펴보면 다음과 같다.

가. 토양을 이용한 처리방식(토양처리법)

토양처리방식은 농지의 토양과 토양미생물 및 농작물을 주체로 하는 토양생태계에 오수를 관개해서 그 생태계가 갖고 있는 물리화학적 작용과 생물화학적 작용에 의해서 오수중의 오탁물질을 여과, 흡착, 고정, 흡수이용 등의 과정을 거쳐서 수질정화 및 오탁물질과 수자원의 유효이용에 도움이 되는 방법으로서 다음과 같은 방법들이 있다.



이상의 오수의 토양처리방식은 일반적인 오수처리방식에 비해서 다음과 같은 특성이 있다.

- 1) 토양은 BOD, SS에 대해서 높은 제거성능을 갖고 있으며 또한 질소, 인의 제거성능도 있으며 냄새의 제거에도 도움이 된다.
- 2) 사용토양에도 의존하는데, 토양은 일반적으로 간극용적이 작고, 투수성, 통기성도 작기 때문에 토양중의 공기(가스)의 이동, 교환이 곤란하다.
- 3) 토립자간극이 작기 때문에 오수를 토양중에 장기간 침투시키면 공극이 막히기 쉬워 장기간의 연속사용이 곤란하다.
이 때문에 호기성 미생물의 대사가 활발한 범위는 지표부의 얇은 층에 한정되어 있어 단위면적당의 처리효율이 낮기 때문에 처리에는 넓은 면적을 필요로 한다.
- 4) 토립자간극이 작기 때문에 오수를 토양중에 장기간 침

투시키면 공극이 막히기 쉬워 장기간의 연속사용이 곤란하다.

- 5) 토양의 종류, 성상이 복잡하기 때문에 보편화·일반화하기가 곤란하다.

이상과 같은 특성중 3), 4)에 대해서는 토양처리방식의 연구가 늦었기 때문이라고 생각된다.

그러나 BOD, SS, 질소, 인, 냄새 등의 제거는 장점이 있기 때문에 당장 실시할 수 있는 처리방식으로서 ① 2차처리수의 고차처리 ② 2차처리수의 잔류비료성분의 유효이용 ③ 수자원의 고도이용 등의 견지에서 2차 처리수의 저부하(5 l/m² · 일정도)의 천층지하관개법을 시도해보는 것이 바람직하다. 이 경우

- 토양의 질소·인의 제거성능은 일정한 한계가 있다.
- 동일 토양의 연속이용을 피하고, 주 1회정도의 간단관개를 해서 간극이 막히는 것을 방지하고, 토양중의 공기의 이동, 교환을 촉진시키는 것 등에 특히 주의해야 한다.

나. 저수지를 활용한 처리방식(산화지법)

자연의 호소나 저수지 규모나 수심과 같은 정도의 오수가 유입하면, 조류의 광합성이나 수면으로부터의 산소공급에 의해 호기상태가 되어 미생물에 의한 유기물의 산화, 분해가 이루어 진다.

오수의 농도가 높아지면 세균류나 조류가 이상 번식해서 소위 부영양화 현상을 일으키게 되지만, 오수의 농도가 낮으면 자연 생태계의 균형을 유지하면서 정화가 진행된다. 이와 같이 특별한 장치나 에너지를 사용하지 않고, 수중의 자정작용을 잘 이용해서 생물학적으로 오수를 정화하는 시설을 산화지(Oxidation pond)라 부른다. 이것은 라군(lagoon)혹은 안정화지(stabilization pond)라고 부르는 경우도 있다.

산화지는 지내의 산소상태에 따라 호기성지, 통성혐기성지, 혐기성지로 대별되는데, 호기성지는 유입수중의 유기물을 호기상태하에서 분해처리하는 것으로 지내의 모든 층을 호기적으로 하기 위해서는 수심을 약 20-30cm로 낮게 해서 빛이 지의 바닥까지 비치도록 해야한다. 또한 계절에 따라서 조류가 이상증식해서 방류수와 함께 유출되기 때문에 SS, BOD농도가 오히려 증대되는 경우가 있다. 따라서 조류를 어떻게 제거하는가가 중요한 과제이다.

혐기성지는 혐기상태에서 유기물을 산발효나 메탄발효에 의해 분해하는 것으로 공장배수나 축산배수와 같은 고농도

오수의 전처리로서 부하를 경감시킬 목적으로 이용하는 경우가 많은데, 혐기성 발효의 반응은 매우 늦기 때문에 체류시간을 30~50일로 길게 하는 것이 좋다. 또한 반응속도는 수온 저하에 크게 영향을 받기 때문에 수심을 2.4~3.0m로 깊게 하고, 가능한한 저수지의 수온저하를 방지할 수 있게 설계해야 한다. 또한 혐기성지의 최대의 약점은 냄새가 발생하는 것이므로 민가 근처는 피하는 것이 좋다.

이에 비해 통성혐기성지는 수심을 0.6~1.5m로 하여 BOD부하를 억제하여 지내의 상층부를 호기상태로, 하층부를 혐기상태로 해서 처리하는 방법이다. BOD부하나 제거속도의 면에서 호기성지, 혐기성지에 비해서 좋지 않지만 호·혐기성의 두층을 잘 관리하면 호기층에서 증식된 조류는 침강해서 혐기층에서 분해되고, 혐기성분해에 의해 생성된 가스 등의 악취물질은 호기층에서 분해되어 두가지 처리의 결점을 보완할 수 있다.

어떤 경우에도 이 방식은 특별한 기계설비나 에너지를 필요로 하지 않기 때문에 가장 간편하고 비용이 싼 처리방법이지만 그 반면 여러 가지 문제가 있어 안정된 처리를 위해서는 해결해야 할 과제도 많다. 또한 다른 처리방법에 비해서 정화속도가 상당히 느리기 때문에 큰 부지면적을 필요로 하는 경우도 있어 하수처리시설로서 적극적으로 이용된 경우는 거의 없었다. 그러나 오수의 유입에 의해 기계적으로 산화지로서의 역할을 하고 있는 저수지는 많이 있어 유역의 수질보전에 크게 기여하고 있는 것으로 생각된다.

한편 기존의 처리시설에서 방류되는 물을 안정화시킬 목적으로 3차 처리용으로 산화지가 이용되고 있는 예는 미국, 독일 등을 중심으로 해서 많이 보인다. 이 경우는 잔류 BOD나 SS의 교율제거를 기대한다기 보다는 2차 처리과정이 별킹 등으로 좋지 않은 경우의 보완적인 시설로서의 의미가 강하다. 이 경우에서도 지내에 증식된 조류가 유출되면 오히려 방류수중의 유기물질은 증가하게 된다. 조류가 유출되지 않게 지내에 침전시켜도 침전된 식물체에서 영양염류의 재용출이 일어나기 때문에 저지의 관리와 조류의 제거기술이 확립되지 않으면 실제적인 제거효과는 기대할 수 없게 된다.

산화지자체의 질소, 인 제거율은 20%전후밖에 기대할 수 없지만, 지내에 부레옥잠이나 갈대 등의 수생식물을 심어 질소, 인 등의 영양염류를 식물체에 흡수시켜서 정화를 도모하는 시도도 이루어지고 있으나, 이 경우에도 번성한 수생식물을 정기적으로 산화지 밖으로 반출, 제거하지 않으면 사실상

정화되지 않는다. 따라서 수생식물의 절취, 제거나 절취후의 처리, 처분 등의 관리노력의 문제, 사료등으로 이용 할 수 있는 식물의 선택등 해결해야 할 문제도 많다. 또한 수생식물이 번성한 곳에서는 모기나 벌레등이 발생하기 쉬워 주변환경에 악영향을 준다는 보고도 있다.

그러나 농업용저수지가 남아 있는 지역에서는 이들 저수지를 이용해서 생활잡배수나 2차 처리수를 대상으로한 산화지로 활용하면 유역의 수질보전에도 도움이 되고, 처리수의 순환재이용면에서도 유용할 것이다. 또한 단순히 물을 처리하는 것만이 아니라 도시근교 농촌에서는 낚시터나 양어장으로서 유효하게 활용하는 방법도 생각할 수 있다. 물고기는 물벼룩이나 윤충류 등의 동물성 프랑크톤, 혹은 직접조류를 먹기 때문에 바닥에 쌓이는 오니의 양을 줄이는 효과가 있다고 한다. 단, 마을에 근접한 곳에서는 주변환경에 악영향을 주지 않도록 배려해야 한다.

다. 浮生식물을 이용한 水中처리 (aquatic system with floating plants)

오폐수는 수중생물의 생산에 다양하게 이용되어 왔고, 오폐수처리는 부수적이었으나, 근래에 오폐수처리에 목적을 두고 浮生식물들을 실험한 결과 그효능이 확인되면서 이 부분에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 浮生식물들은 수면에 떠있어서 햇빛의 침투를 막아 藻類(algae)의 번식을 억제하고, 오폐수성분을 직접 흡수하여 처리하기도 하며, 뿌리가 산소를 공급하여 미생물에게 서식처를 제공하는 역할을 하여 이들로 하여금 오염물질을 신속하고 효과적으로 처리하게 한다. 이런 시스템은 기후조건에 제약을 받으므로 부적합한 자연환경하에서도 처리효율을 유지시킬 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다.

라. 低濕地처리 (wetland system)

저습지란 수면이 지표와 같으나 지표위에 일정기간이상 유지되어 토양 수분이 포화상태가 되어 이에 적응하는 식물들이 서식하고 있는 지역을 말한다. 자연적으로는 매우 다양한 형태에 저습지가 존재하고 있으며 필요에 따라 인공저습지를 조성하기도 한다. 자연저습지는 일반적으로 강이나 바다와 육지가 접하는 지역으로써 육지로부터 유입되는 오염물질이 수자원에 들어가기 전에 처리·정화하여 보내는 자연의 자정능력의 중요한 역할을 하고 있다. 인공저습지는 오폐수처리

시설의 일부로써 조성하며, 일반적으로 불투수층바닥에 토양, 골재, 또는 다른 재료를 넣어서 擬水식물이 지지할 수 있도록 하여 이 사이를 오폐수가 통과하도록 하는데 자유수면형 (free water surface, FWS) 과 지하흐름형 (subsurface flow system, SFS)이 있다. FES에서는 수면이 대기에 노출되어 수면을 통한 再曝氣(reaeration)가 중요한 산소공급원이며, SFS에서는 수면이 투수성재료의 표면과 같거나 낮아서 식물에 의해 뿌리로 운반되는 산소가 주요 공급원이다. 두가지 모두 식생이 중요한데, 이들에 의한 오염물질의 직접흡수보다는 잎에 의해 수면이 덮혀 藻類의 번식이 억제되며, 뿌리가 미생물의 서식처 및 여과기능이 있고, 뿌리를 통한 산소공급등과 같은 기능이 더욱 중요하다.

마. 휴경지를 이용한 처리

휴경지는 흡착, 여과, 침전, 등의 물리적 작용, 산소의 공급, 유기물의 분해, 산소, 인의 제거등의 생물학적 작용을 갖추고 있으므로 수질정화에 이용하면 좋은 성과를 얻을 수 있다. 마을배수, 농촌마을배수 처리수, 밭 등에서의 유출수 등을 휴경지를 통과시켜 정화하는 방법인데, 증식한 조류가 처리수중에 혼입하면 BOD가 증가될 위험성이 있으므로 수초 등을 밀색해서 수면에 비치는 햇빛을 차단하는 것이 좋다. 이방법 외에 처리효율을 높이기 위하여 암거를 매설하여 토양침투에 의한 정화를 추가하는 방법과 휴경지내에 수로를 굴착하여 체류시간을 비교적 짧게하고 수심을 깊게하는 방법등이 있다.

바. 삼림토양침투에 의한 생활오수의 정화

우리나라와 같이 산이 많은 나라에서는 삼림토양이 갖는 여과, 흡착, 이온교환등의 물리·화학적 작용과, 토양미생물에 의한 분해, 식물에 의한 흡착 등의 생물학적 작용을 이용하여 오수를 정화하는 방법도 적극적으로 연구해야 할 것으로 생각된다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 농촌지역 소규모 오수처리장 현지조사 결과

본 연구의 조사대상 오수처리장 내역은 표 3-1과 같다.

처리시설들은 상수원 보호구역 상류에 위치하는 소하천 주위의 집단부락에서 발생하는 오수를 치집하여 처리하기 위해 설치되었으나, 이 지역에 매운탕집, 횡집등의 상업시설이 많이 늘어나 성수기에는 계획용량을 초과하는 경우가 많고, 고형물이 많이 유입하여 유지관리에 많은 어려움이 있었다.

이 지역의 오수처리 시설의 유지관리비 현황은(표 3-2)와 같다.

(표3-2)와 같이 유지관리비는 1995년도 총운영비 38,705,000원중 인건비가 67.4%로 가장 높았고, 다음으로 전력비 29%, 시설보수비 3.6%의 순이었다.

본 처리시설의 수질처리상황은 (표 3-3)과 같았다.

(표3-3)에서 보는바와 같이 BOD는 A 처리장이 처리수가 16,6ppm으로 계획처리 목표(30ppm이하)를 만족하였으나 그의 B처리장(목표수질 10ppm)이 20.6ppm, C처리장(목표수질 20ppm)이 21.9ppm, D처리장(목표수질20ppm)이 46.9ppm으로 목표치를 상회하였다. 특히 D처리장은

표 3-1. 조사대상 오수처리장 내역

구 분	처리장명	A	B	C	D
		오수처리장	오수처리장	오수처리장	오수처리장
처리능력		100톤/일	150톤/일	200톤/일	200톤/일
처리방법		살수여상 + 활성오니법	토양피복식 침축산화법	토양피복식 침축산화법	고도접촉 산화법
수혜가구 및 인구		45가구 310명	185가구 725명	286가구 972명	23가구 760명
시설면적		85m ²	269m ²	350m ²	277m ²
사업비		77,000천원	200,000천원	200,000천원	364,270천원
계획처리 수질	BOD	30ppm이하	10ppm이하	10ppm이하	20ppm이하
	SS	30ppm이하	10ppm이하	10ppm이하	20ppm이하

표 3-2. 유지관리비현황

처리장명	운영관리비 (천원/년)			
	95 집행			
	계	전력비	시설보수비	기타인건비
A 오수처리장(1개소)	3,357	2,787	750	26,092
B+C 오수처리장(2개소)	5,757	5,455	302	
D 오수처리장(1개소)	3,319	2,967	352	

표 3-3. 수질처리현황(1995년 12월)

구 분	처리장명	A 오수처리장	B오수처리장	C오수처리장	D오수처리장
		BOD (ppm)			
	유입수	98.1	105.6	95.6	73.9
	처리수	16.6	20.6	21.9	46.9
SS (ppm)					
	유입수	102.0	58.0	60.0	22.0
	처리수	11.8	5.0	5.0	12.5

46.9ppm으로 방류수질이 가장 나쁜 것으로 나타나 이에 대한 대책이 시급한 실정이었다.

그러나 SS는 전처리장이 목포치 보다 낮은 값을 나타내 문제가 없었다. 이상의 현장조사와 자료를 조사한 결과 나타난 오수처리시설의 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

- 가. 관리인의 기술성(전문성)이 부족하여 적절한 시설운영이 어렵다.
- 나. 성수기에는 유입용량이 많아 처리능력이 부족하고, 고형성분이 많이 유입하여 처리시설의 고장이 자주 발생 한다.
- 다. 집수조의 수중펌프가 고장이 잦은 것이 가장 큰 애로 사항이었다. 또한 살수 여상용 펌프가 고장나서 집수조 및 1차 침전조의 오수가 2차 침전조로 월류되어 방류되는 경우도 있으므로 유지관리에 주의를 기울여야 할 것이다.
- 라. 강우시에 배전반의 하부가 침수되어 피해가 발생하는 경우도 있으므로 설계시에 이에 대한 배려도 필요하다.
- 마. 농축조가 만수되어 1,2차 침전조로 오니를 반송하지 못하는 경우도 있으므로 유지관리에 만전을 기해야 할 것이다.
- 바. 브로어를 지하에 설치하였으나, 소음이 심하여 민원이 잦으므로 설계시에 소음을 감소시키기 위한 배려가 필요하다.

사. 처리장간의 거리가 멀어 관리인이 유지관리하는데 어려움이 있다.

아. 사업시행시 수혜주민들의 협조를 얻기가 힘들고, 농어촌 지역이라도 용지구매에 어려움이 있다.

2. 농촌지역 오수처리방식 사례

가. 수생식물(부레옥잠)을 이용한 처리방법
처리결과는 그림 3-1과 같다.

부레옥잠을 이용한 본 처리시설의 실적은 DO는 재배개시시의 평균 9.2ppm에서 약 3개월 후에는 2.6ppm으로 감소하였고, CD는 14.8ppm에서 10.1ppm으로, BOD는 9.7ppm으로, T-P에서 0.9ppm으로 각각 감소하여 처리효율이 좋은 것을 알수 있다.

나. 휴경지를 이용한 처리방법

체류시간과 제거율의 결과는 그림 3-2와 같다.

휴경지의 BOD, T-P, T-N제거율은 체류시간에 따라서 많은 차이가 있으므로 오수가 휴경지에서 오랫동안 머물수 있도록 하는 것이 처리효율을 높이는 관건이라 할 수 있다. 따라서 휴경지가 점차로 늘어나고 있는 우리나라의 현실을 감안 할 때 이에 대한 연구를 통하여 적용성을 높이는 것이 좋을 것이다.

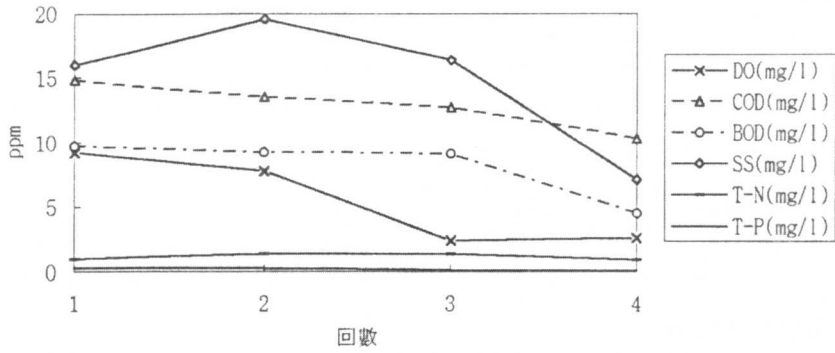


그림 3-1. 수생식물을 이용한 처리결과

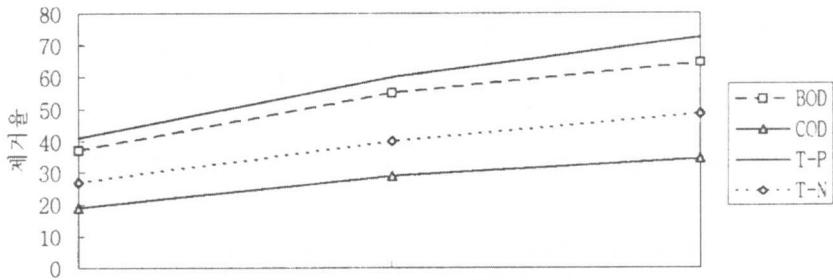


그림 3-2. 체류시간과 제거율

체류시간

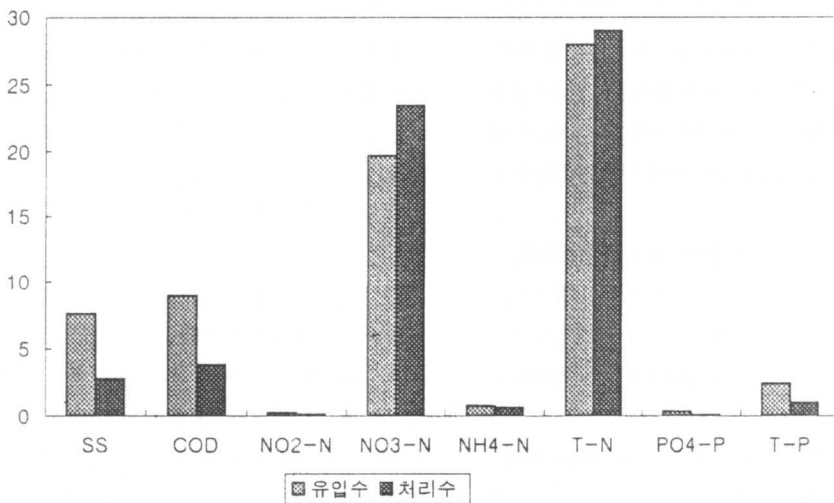


그림 3-3. 토양처리결과

다. 토양처리방식(트렌치를 이용한 처리방식)

토양처리방식중 트렌치를 이용한 처리방식의 처리율을 나타내고 있는데, 그림 3-3에서 알 수 있는 바와 같이 SS는 처리효율이 63.2%, COD 57.8%, NH₂-N 49.2%, NH₄-N 17.5%, PO₄-P 75.2%, T-P 59%의 처리효율을 나타내 처리효율이 전반적으로 높았으나, 토양에 흡착되지 않는 NO₃-N, T-N은 오히려 증가하여 이에 대한 처리 대책도 앞으로 연구해야할 과제라로 생각된다.

라. 삼림토양침투에 의한 생활오수의 정화

미국의 Tahoe호의 부영양화방지대책으로서 3차처리(질소·인의 제거)에 중점을둔 하수의 토양살포시험을 한 결과 10%구배의 화강암층적층의 구릉에서 12.5만m²(63m²/인에 상당)에 간헐적으로 150~140m³/일(1.2l/m²·일)의 할수의 1차처리 및 2차처리수를 살포하여 질소 56% 및 68%, 인 91% 및 93%의 제거율을 얻었다고 한다.

또한 펜실바니아대학의 실험림에서는 2차처리수를 0.1l/m²·분의 살포강도로 7.3l/m²·일이 되도록 간헐적으로 살포하여 3.3mg/l이 0.047~0.114mg/l로 되어 97~99가 제거되어, 15~18mg/l의 질소는 1.0~5.3mg/l로 되어 평균 49% 감소했다고 보고하고 있다.

마. 습지를 이용한 처리방법

그림 3-4에서 나타난 것과 같이 습지처리 방법은 BOD제

거율이 95를 기록함으로써 가장 제거율이 높게 나타났다. 다음으로 TOC 85%, COD 80%, T-P 77%, T-N 67%의 순으로 전체적으로 60%이상의 제거율을 보임으로서 우리나라에서도 이에 대한 연구를 통하여 자연환경을 유지하면서 농어촌 지역의 수질을 보전할 수 있는 처리 방법을 도입하는 것이 바람직 할 것으로 생각된다.

또한 우리 나라의 농업용수의 수질이 해마다 나빠지고 있는 현실에서 이를 방지할 수 있는 방법과 나빠진 수질을 경제적·현실적으로 개선할 수 있는 방법에 대한 본격적인 연구가 시급한 실정이다.

IV. 결 론

농어촌 마을은 소규모로 분산되어 있는 경우가 많으며, 아름다운 자연환경에 둘러싸여 있다, 그런데 이러한 자연환경은 우리에게 마음의 풍요로움을 주는 동시에 자연정화기능을 풍부히 갖고 있다.

따라서 기존의 오수처리 시설에 대한 현장방문과 자료고찰을 통하여 처리시설의 문제점및 개선방안을 살펴보고, 자연이 갖는 풍부한 자연정화기능을 농어촌 지역의 오수처리 시스템으로써 도입하기 위한 방안을 모색하고자 본 연구를 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 관리인의 기술성이 부족하고, 성수기에는 유입량이 처리용량을 초과하기도 하고, 고형성분이 많아 고장이 자주 발

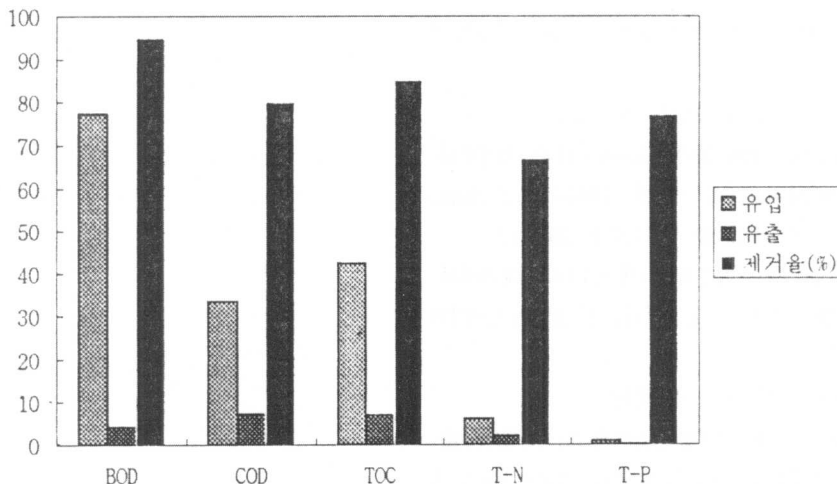


그림 3-4. 습지를 이용한 처리결과

생하므로 전문인력을 확보하고, 배출농가에 대한 계몽을 서둘러야 할 것이다.

2) 처리장의 거리가 멀어 유지관리가 어려우며, 농민의 소음이나 오수처리시설에 대한 인식이 좋지않아 주민이 외면하는 경우가 많으므로 주민들이 스스로 참가할 수 있는 대책을 세우는 것이 바람직하다.

3) 집수조의 수증펌프의 고장이 잦고, 강우시 배전반이 침수되는 등의 문제가 발생하는 경우가 있으므로 오수처리시설의 설계시 이에 대한 배려도 필요하다.

4) 농어촌마을은 넓은 지역에 산재해 있기 때문에 관로비, 유지관리비면에서 소규모 처리방식이 유리하다.

5) 농어촌지역은 많은 저수지나 수로, 산림, 습지, 토양등 자연정화기능이 풍부하게 존재하므로 소규모 처리방식으로 자연처리방식을 채택하는 것이 유리하다.

6) 또한 자연처리 방식은 전문인력에 의한 유지관리가 필요하지 않으므로 지역주민 스스로가 자율적으로 참여할 수 있는 대책만으로 충분하다.

7) 건설비가 적게 들고 유지관리면에서도 유리할 뿐만 아니라 주위환경을 아름답게 꾸며주는 자연처리방식에 대한 설계 기준 정립에 관한 연구개발이 시급하다.

참고문헌

1. 농림수산부, 1995, 소규모 농어촌마을 오폐수처리기술 개발
2. 농어촌진흥공사, 1991, 1992 농어촌 취락배수처리에 관한 연구
3. 농어촌진흥공사, 1993, 농촌지역의 수질보전
4. 농어촌진흥공사, 1996, 농어촌 오폐수처리시설 업무편람
5. 윤춘경, 1995, Wetland를 이용한 오폐수처리 System, 한국농공학회 학술발표대회 발표논문집, 205-212
6. 환경청, 1989, 농촌소규모 취락지역 오수처리설계 지침서
7. 환경부, 1996, 마을하수도 시설기준 및 효율적 관리방안 연구
8. 환경부, 1996, 마을하수도 업무편람
9. 農村環境整備 センター, 1994, 農村に適した 水質改善手法
11. 細見正明, 1990, 湿地による水質浄化, 用水と廢水, 32, 8, 716-719
12. 端憲二, 石川雅也, 鈴木光剛, 1996, 湿地における窒素除去機能 ~ 湿地模型を用いた浄化試験, 農土地, 64, 4 339-344
13. 田淵俊雄, 志村子, 尾野充案彦, 1996, 休耕田における窒素除去機能の結果と實用性の検討, 農土誌, 64, 4, 345-350