

## 광물소결체를 이용한 오수처리 개선에 관한 연구

폐기물분석과

김광수 · 정경원 · 전대영 · 한상민 · 정인철 · 최유정 ·  
박정옥 · 임효상 · 빈재훈 · 이상훈

### The Study of Sewage Treatment Improvement using Mineral Sintered Body

*Industrial Waste Analysis Division*

Kwang-Soo Kim, Kyung-Won Jeong, Dae-Young Jeon, Sang-Min Han, In-Chul Jeong,  
You-Jeong Choi, Jeong-Ok Park, Hyo-Sang Lim, Jae-Hun Bin and Sang-Hun Lee

#### Abstract

This study was applied an amalgamated septic tank of complex biofilm method using mineral sintered body was made of the accelerated non-metallic minerals with vitality of attached or soil microorganism for the effective wastewater treatment.

Experimentally, it made experimental facilities named the amalgamated septic tank of anaerobic-aerobic process (compact system) an object of two personal houses for handling a residential sewage directly on a small scale from the place of origin. The results are shown as follows ; The COD and BOD of effluent were about 10mg/ℓ after the treatments and T-N removal rate was 60~70%. Moreover these results suggested the possibility of denitrification without adding organics and more than 80% of T-P removal also showed the possibility of wastewater treatment by using microorganism.

**Key Words** : non-metallic minerals, attached microorganism, mineral sintered body, compact anaerobic-aerobic system

## 서 론

우리나라에서 하루에 배출되는 하·폐수량은 2,200만톤으로 이 중에 하수가<sup>1)</sup> 약 67%정도인 1,480만톤을 차지하고 있어 수질을 개선하기 위해서는 하수의 적정처리는 필연적이라고 할 수 있다. 하수처리율 또한 60.9%로서<sup>2)</sup> 나머지 39.1% 중의 일부는 오수정화시설 또는 정화조에서 처리되고 있으나 기존의 분뇨정화조의 경우 분뇨이외의 기타 생활오수는 정화대상에 포함되지 않을 뿐만 아니라 처리 후에도 BOD 150 mg/l 이상의 고농도 오염물질이 하천 등으로 그대로 배출되어 수질오염을 가속화시키고 있다. 일반정화조로 개발된 국내·외의 제품은 하천이나 호소의 부영양화와 해마다 인근 해역의 양어장 피해 등의 원인이 되는 적조현상 등을 유발하는 질소와 인의 제거에 대한 근본적인 대책이 이루어지지 못하고 있는 실정이다<sup>3~8)</sup>.

한편, 발생원이 산재하여 경제적 및 기술적인 문제점으로 인해 하수관 건설이 어려운 농·어촌이나 중·소도시 외곽 지역의 각 가정 및 소부락 단위에서 오염물질을 처리하기 위하여 본 연구자들

은 하수를 효과적으로 처리 할 수 있도록 각종 비금속 광물들을 혼합하여 부착성 미생물 및 토양 미생물의 활동을 촉진시킬 수 있는 다공성 광물 소결체를 이용한 복합생물막공정 (생물학적분해+여과+흡착)의 생물학적인 처리 방식으로 합병정화조를 도입하여 발생원에서부터 오염물질을 효율적으로 처리할 수 있는 합병정화조에 관한 연구를 하고자 한다.

따라서 본 연구에서는 주택용 소규모의 생활하수를 발생원에서 바로 처리하기 위해서 단독주택 2가구를 대상으로 하여 소규모의 무산소-호기 공정의 합병정화조 실험장치를 설치하여 국내생활하수의 처리를 위한 고효율의 소규모 오·폐수 정화장치의 연구개발에 그 목적을 두었다.

## 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

실험에 사용한 담체는 동아대 자원활용 실험실에서 제조한 광물 소결체로서<sup>9)</sup> Table 1에 화학적 조성을 나타내었다.

그리고 Table 2에 광물 소결체의 물

Table 1. Chemical components of activated ceramic

Component	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	note
%	86.14	6.32	1.83	0.89	1.10	2.34	1.16	0.22	100

Table 2. Physical characteristic of ceramic media

Item	Measurement value
Surface area	5.3 ~ 5.8 m <sup>2</sup> /g
True specific gravity	2.42 ~ 2.52
Apparent specific gravity	0.68 ~ 0.74
Porosity	71 ~ 73%
Electric conductivity	10 <sup>-12</sup> ~ 10 <sup>-13</sup> Ohm <sup>-1</sup> ·m <sup>-1</sup>
Thermal conductivity(λ)	0.05 ~ 0.5 Kcal/m·h·°C
Cation exchange capacity(C.E.C)	±60 meq/100g
Compressive strength	90 ~ 180 kg/cm <sup>2</sup>
Size(∅)	1mm ~ 20mm
Type	granule, ball, cylinder

리적 특성을 나타내었다. 비표면적은 5.3~5.8m<sup>2</sup>/g, 진비중은 2.42~2.52 정도 이고 겉보기 비중은 0.68~0.74이며 공극율은 71~73% 정도를 나타내고 있고 크기는 5mm를 사용하였으며 형태는 실린더형을 선택하여 실험하였다.

## 2. 실험장치 및 방법

본 실험장치의 모식도를 Fig. 1에 나타내었다.

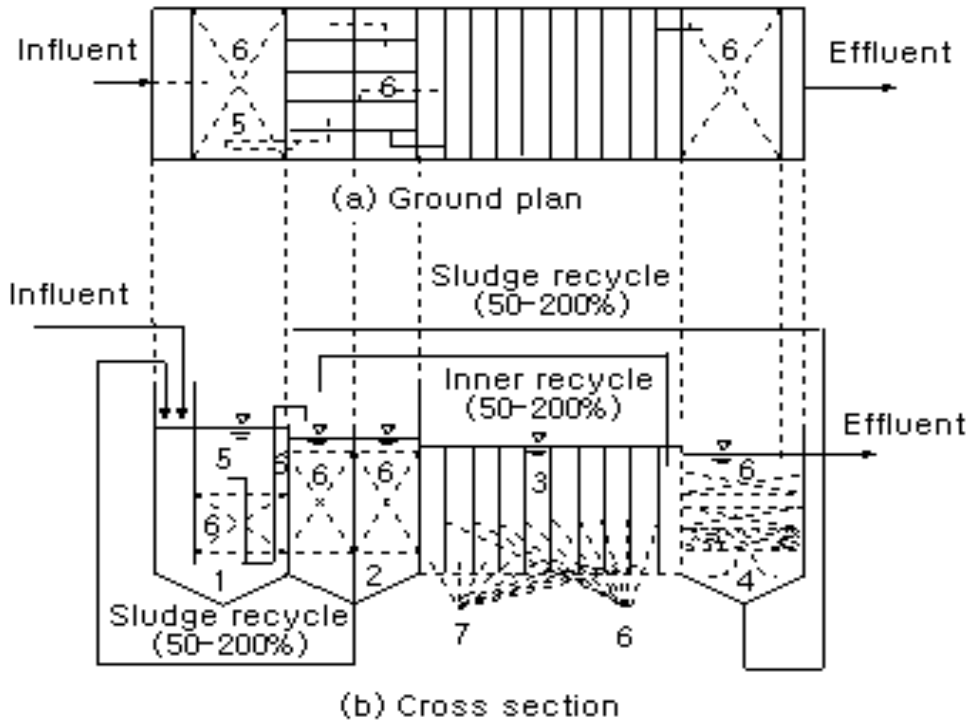
Fig. 1에서 볼 수 있는 바와 같이 혐기성 반응조는 0.5m<sup>3</sup>의 용량을 가지며 있으며 각 조에는 6개의 입상을 상하로 엇갈리게 배치하였다. 용존 산소의 농도는 0.2mg/ℓ 정도로 유지시켰다.

호기성 반응조는 0.8m<sup>3</sup>의 용량으로 광물 소결체를 sheet상으로 조 용량의 5%가 되도록 충전하였으며 정류관에 의해

3개조로 나뉘어져 있고 각 조에 3개씩 모두 9개의 sheet를 상하로 엇갈리게 배치하여 무산소 반응조와 호기성 반응조에서는 하수가 sheet 상을 수직으로 통과하도록 설치하여 미생물과 하수와 접촉이 원활하도록 하였고 용존 산소 농도는 air blower를 이용하여 2.0mg/ℓ 이상이 유지되도록 운전하였다.

여과조는 0.3m<sup>3</sup>의 용량을 가지며 층상으로 광물 소결체를 2단 이상으로 조 용량의 30%를 충전시켰으며 처리 과정을 거친 후에는 월류관(weir)을 통해 처리수가 넘어가도록 설치하였다.

본 실험에 사용한 대상 폐수는 단독주택 2가구(각 가구 당 5인 가족으로 구성)의 분뇨와 생활 잡배수가 혼합된 생활하수이다. 유입 하수량은 하루에 2000ℓ이며 유량 반송은 공기부상장치(air lift)를 이용하였고 슬러지 반송은



- |   |                          |
|---|--------------------------|
| 1. Anaerobic reactor and flow control tank<br>(Arrangement of Bed type) | 5. Equipment of air lift |
| 2. Anoxic reactor<br>(Arrangement of Sheet type)                        | 6. Activated ceramic     |
| 3. Aerobic reactor<br>(Arrangement of Sheet type)                       | 7. Air diffuse tube      |
| 4. Biofilter tank<br>(Arrangement of Bed type)                          |                          |

Fig. 1. Municipal wastewater and sludge flow sheet of research equipment.

정량펌프를 이용하였다. 유입수의 평균 pH는 8.0이고 평균온도는 22.4℃로 실험 기간이 여름부터 초가을까지(7월 15일~9월 15일)로 다소 높은 편이다. 이들 각 반응조의 운전 및 설계조건을 Table 3에 나타내었다.

광물 소결체에 미생물 부착은 10일 정도의 미생물 식종 기간을 거친 후 사

용하였다. 그리고 시료의 채취는 매일 동일 시간(오전 10시~11시)에 채취하였으며 시료는 COD, BOD, SS, T-N, T-P에 대하여 Standard Methods에<sup>10)</sup> 준해서 분석하였다. 한편 소규모 오수처리시설의 설계기준 아래와 같다.

(1) 유량 조정조의 체적 산정

Table 3. Driver and plant condition of each reactor

Condition Reactor	Volume (m <sup>3</sup> )	HRT (hr)	Media loading ratio (%)	Media loading type
Anaerobic reactor	0.5	6	30	Bed type
anoxic reactor	0.3	1	5	Sheet type
aerobic reactor	0.8	10	5	Sheet type
biofilter reactor	0.3	4	30	Multi layer bed type

- 일정 방류량 선에 대한 최대 조정 조 부피를 계산하여 요구되는 조정조 부피로 한다.

- 그러나, 시간에 따른 배출유량의 자료가 없으므로 하루 유입유량의 최소 20% 이상을 필요한 조정조 부피로 산정한다. 따라서 하루 발생량 2.0m<sup>3</sup>의 20% 이상을 계산하면 0.4 m<sup>3</sup>이 된다. 설계상 얻어진 유량조정조의 부피는 0.388m<sup>3</sup>으로 오수정화시설에서 산정하는 방법으로 한 경우와 유사한 용량이다.

※ 비고 : 오수정화시설에서의 유량조정조 산정법

$$V = \left( \frac{Q}{T} - \frac{k \cdot Q}{24} \right) \cdot T = \left( \frac{2.0 \text{ m}^3}{12} - \frac{1.5 \cdot 2.0 \text{ m}^3}{24} \right) \cdot 12 = 0.25 \text{ m}^3$$

여기서, V : 유량 조정조 용적(m<sup>3</sup>)

Q : 하루 발생 오수량(m<sup>3</sup>/day)

T : 오수 배출 시간(hr)

k : 유량 조정비(1.5)

(2) 제 1단 호기성 처리조

생물막으로 폐수를 처리하는 경우에 있어서는 기존의 활성 슬러지 공정에 비하여 높은 유기물부하를 적용시킬 수 있으나, 처리시스템의 안정성을 위하여 활성 슬러지 공법에서의 최대허용치를 기준으로 하고자 한다. 폭기조의 최대허용부하율인 0.3kg BOD/m<sup>3</sup>/day을 기준으로 하여 호기성 처리조의 필요 조용량을 구하면 다음과 같다.

$$0.25 \text{ kg BOD/day} \div 0.3 \text{ kg BOD/m}^3/\text{day} \approx 0.83 \text{ m}^3$$

- 인구 당량 당 오수 발생량(5인 기준)

$$: 2 \text{ m}^3/\text{day} \div 5 \text{ man} = 0.4 \text{ m}^3/\text{man/day}$$

- BOD 인구 당량 :

$$200 \text{ g/m}^3 \times 0.4 \text{ m}^3/\text{man/day} = 500 \text{ g BOD/man/day}$$

- 총 BOD 부하량 :

$$500 \text{ g BOD/man/day} \times 5 \text{ man} = 2500 \text{ g BOD/man/day}$$

- 폭기 시간 또는 폭기조내 수리학적

체류시간 :

$$0.83 \text{ m}^3 \div (0.4 \text{ m}^3/\text{man}/\text{day} \times 5\text{man}) \\ = 0.415 \text{ day}$$

( ≍ 10hr 이상 폭기필요)

### (3) 잉여 슬러지 발생량 산정

(호기성 처리조)

- 유기물 제거량 : 0.251 kg BOD/day
- 제거된 유기물의 슬러지 전환율 : 호기성 조건에서는 85 %로 가정

$$0.25 \text{ kg BOD}/\text{day} \times 0.85 \text{ kgSS}/\text{kg BOD} \\ = 0.21 \text{ kg SS}/\text{day}$$

- 발생된 슬러지 중 90%가 생물막으로 전환된다고 가정하면 0.189 kgSS/day가 생물막으로 형성된다. 잉여 슬러지로 발생하는 양은 0.021m<sup>3</sup>/day이 된다. 폭기조 용량 1 m<sup>3</sup>의 약 50%가 생물막으로 포집될 때는 역세를 행하는 것으로 가정한다. 이때 충전된 미디어의 부피는 전체 호기성 처리조 부피에 비하여 무시할 수 있을 만큼 작다.

※ 역세 주기 : 슬러지 발생량이 폭기조 용량의 50%인 0.5 m<sup>3</sup>이 되었을 때 역세를 하는 것으로 하면 다음과 같이 역세 주기를 얻을 수 있다.

$$0.42 \text{ m}^3 \div 0.021 \text{ m}^3/\text{day} = 20 \text{ day}$$

- 발생된 슬러지 중 10%가 2차 임의

성 처리조로 유입되므로 임의성 처리조로 유입되는 슬러지량은 0.021 kg SS/day가 된다.

### (4) 임의성 처리조

- 유기물 제거량 : 0.021 kg BOD/day
- 유기물의 슬러지 전환은 임의성 조건이므로 호기성 반응조에 비하여 전환율 감소하므로 이를 30% 이하로 가정하였 때의 슬러지 발생량은 다음과 같다.

$$0.021 \text{ kg BOD}/\text{day} \times 0.3 \text{ kgSS}/\text{kg BOD} \\ = 0.0063 \text{ kg SS}/\text{day}$$

- 1차 호기성 처리조에서 유입된 SS량 : 0.021 kg SS/day

- 총 슬러지 발생량 :

임의성 처리조에서 발생하는 슬러지량의 80%가 생물막으로 전환되며 나머지 20%가 잉여 슬러지로 발생된다고 하면 임의성 처리조에서 발생하는 총 잉여 슬러지량은 0.0273kg SS/day가 된다. 따라서 임의성 처리조에서 생물막으로 전환되는 양은 0.0218 kg SS/day, 잉여 슬러지로 발생하는 양은 0.00546 kg SS/day가 된다.

- 잉여 슬러지 농도를 8,000 mg/L로 가정하는 경우

$$(0.0546 \text{ kg SS}/\text{day} \times 1 \text{ m}^3/\text{SS}) \\ \div 8 \text{ kg SS} = 0.0068 \text{ m}^3/\text{day}$$

슬러지를 24시간 저류시킨다고 할 때 슬러지 저류에 필요한 슬러지 수집 조의 체적은  $0.04\text{m}^3$ 이다. 그러므로 슬러지 수집조에서의 슬러지 제거는 약 30일에 한번씩은 제거를 해야한다.

$$0.04 \text{ m}^3 \div (0.0068 \text{ m}^3/\text{day} \times 1 \text{ day})$$

$$= 58.8 \text{ day}$$

( 안전계수를 고려할 경우 30일 )

- 임의성 처리조에서의 슬러지 발생량 : 발생하는 슬러지량의 80%가 생물막으로 전환된다고 가정하였을 때의 역세 주기는 다음과 같이 산출된다.

임의성 처리조 내에서의 생물막에 부착된 미생물 농도를 약  $8,000 \text{ mg/L}$ 로 가정하면,

$$\text{생물막에서 형성된 슬러지의 부피}$$

$$= 0.0218 \text{ kg SS/day} \div 8 \text{ kg SS/}$$

$$\text{m}^3 \text{ SS}$$

$$= 0.00273 \text{ m}^3\text{SS/ day}$$

따라서 호기성 처리조에서와 마찬가지로 조용량의 50%인  $0.16 \text{ m}^3$ 의 슬러지가 발생하는 경우에 역세를 한다고 가정하였을 경우의 역세 주기는 30일 주기로 하는 것이 좋다.

$$0.16 \text{ m}^3 \div 0.00273 \text{ m}^3 \text{ SS/day}$$

$$= 58.63 \text{ day}$$

( 안전계수를 고려할 경우 30일 )

만약 1차 호기성 처리조와 같은 주기로 역세를 행하고자 하는 경우에 있어서는 현재 부피의 두 배를 필요로 한다.

## 결과 및 고찰

본 연구에서는 단독 주택의 오수 및 분뇨를 대상으로 2개월 정도 연구하는 과정에서 유입수를 매일 동일한 시간대에 시료를 채수하여 실험했음에도 불구하고 유입수의 오염 농도의 변동폭이 매우 큰 것을 볼 수 있었다. 이것은 가정에서 배출되는 하수가 일정하지 않고 시간별 변화나 일별 변화가 심한 것을 알 수 있었다.

이런 관점에서 현재 사용되고 있는 정화조를 고려한다면 운전상에서 볼 때 시간별이나 일별의 오염 농도의 변화에 따른 충격 부하의 영향이 있을 것으로 사료되어 졌다. 따라서 본 연구에서는 이런 문제를 해결하고 유출수의 유기 오염 농도를 대폭 낮추기 위한 소규모 오수 및 하·폐수 정화 장치의 개발을 위하여 Fig. 1의 흐름도에 따라 유입되는 유입수와 유출수를 채수하여 BOD, COD, T-P, T-N, 및 SS의 농도 변화를 분석하면서 실험 장치를 운전한 결과는 다음과 같다.

### 1. BOD의 제거효과

유입수 및 유출수를 채수하여 BOD의

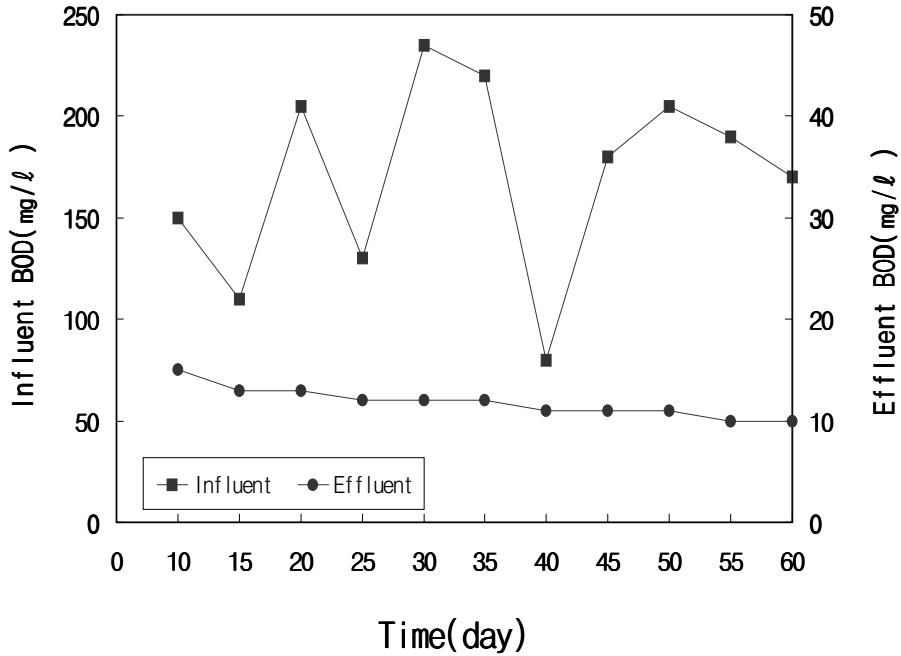


Fig. 2. Variation of BOD concentration.

제거 효율을 측정한 결과를 Fig. 2에 나타내었다.

Fig. 2에서 볼 수 있는 바와 같이 유입수의 BOD는 80~230 mg/l 정도로 COD와 마찬가지로 그 변동폭이 매우 심하게 나타나는 것을 볼 수 있다. 그러나 본 실험 장치를 거쳐서 방류되는 방류수는 15 mg/l 전후로 일정하게 방류되고 있는 것을 볼 수 있다.

이것은 현재 오수 정화 시설의 방류수 수질 기준이 특정 지역에 대해 생물화학적 산소 요구량(BOD)은 30 mg/l 이하로 규정되어 있으므로 오수 및 하·폐수 정화 장치로서는 충분하며, 앞으로도 합병 정화조 설치가 의무화되고 하수 처리

장의 방류수 기준과 동일한 방류수 기준인 20 mg/l가 적용되는 경우에도 충분히 만족시킬 것으로 사료된다.

## 2. CODcr의 제거효과

BOD의 측정과 동일하게 동일시간대에 유입수와 유출수를 채수하여 CODcr의 제거 효율을 측정한 결과를 Fig. 3에 나타내었다.

Fig. 3에서 볼 수 있는 바와 같이 유입수의 CODcr농도는 60~195 mg/l 정도로 그 변동폭이 매우 심하게 나타나는 것을 알 수 있다. 본 연구 장치를 거쳐서 방류되는 방류수의 수질은 초기 30일 정도에서는 10 mg/l 전후로 배출되



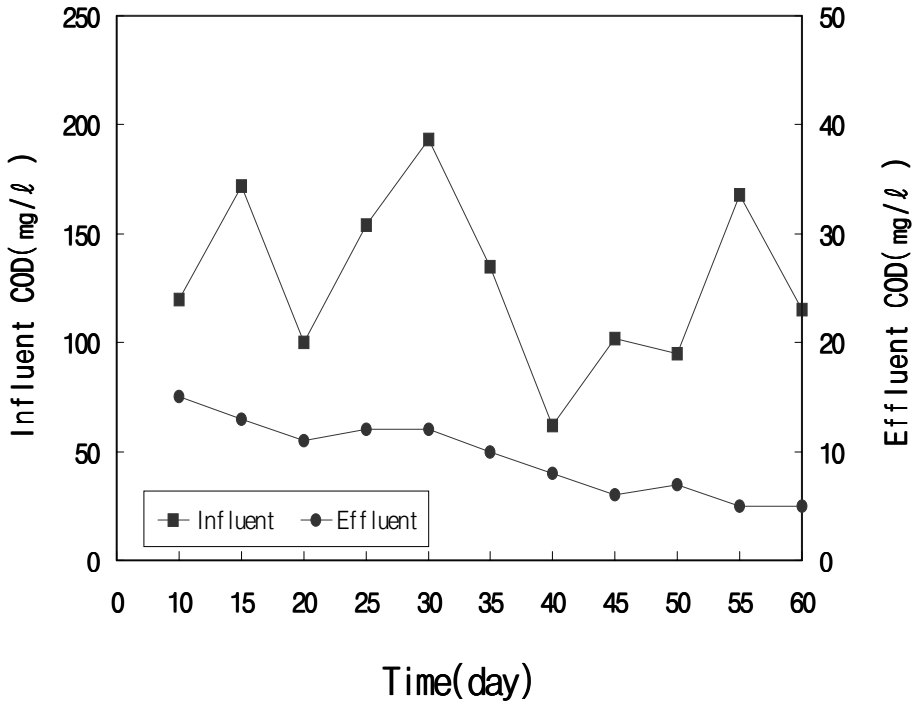


Fig. 3. Variation of CODcr Concentration.

였으나 시간이 지나면서 8 mg/l 이하로 안정적으로 처리되는 것을 확인할 수 있었다. Fig. 3에서 볼 수 있는 것과 같이 유입수 농도의 큰 변동에도 일정하게 유출되는 것으로 보아 미생물들이 안정적으로 활동한다는 것을 추측할 수 있었다.

### 3. T-N 제거효과

본 연구는 소규모 하·폐수 및 오수처리 장치의 개발을 위한 실험 장치에 질소의 제거 효율을 높이기 위하여 Fig. 1때 순환되는 유량은 무산소조의 용존 산소가 0.2 mg/l 를 넘지 않을 정도의 유량을

반송시켰다.

일반적으로 폐수 처리 과정에서 대부분의 질소는 호기성 반응조를 거치는 과정에서 질산( $\text{NO}_3^-$ )으로 산화된 상태로 존재하기 때문에 이것을 질소가스( $\text{N}_2$ ) 상태로 환원시켜 주어야 탈질이 가능하다. 그러므로 본 연구에서는 폐수 처리 과정에서 질산( $\text{NO}_3^-$ )의 환원을 위하여 유기 물질을 외부에서 공급하지 않고 하·폐수 중에 있는 오염 물질을 탄소원으로 하여 자체적으로 해결하고자 Fig. 1에서 볼 수 있는 것과 같이 호기성 반응조를 통과한 일부의 유량을 무산소 반응조로 순환시키는 방안을 채택하였다. 이 방안

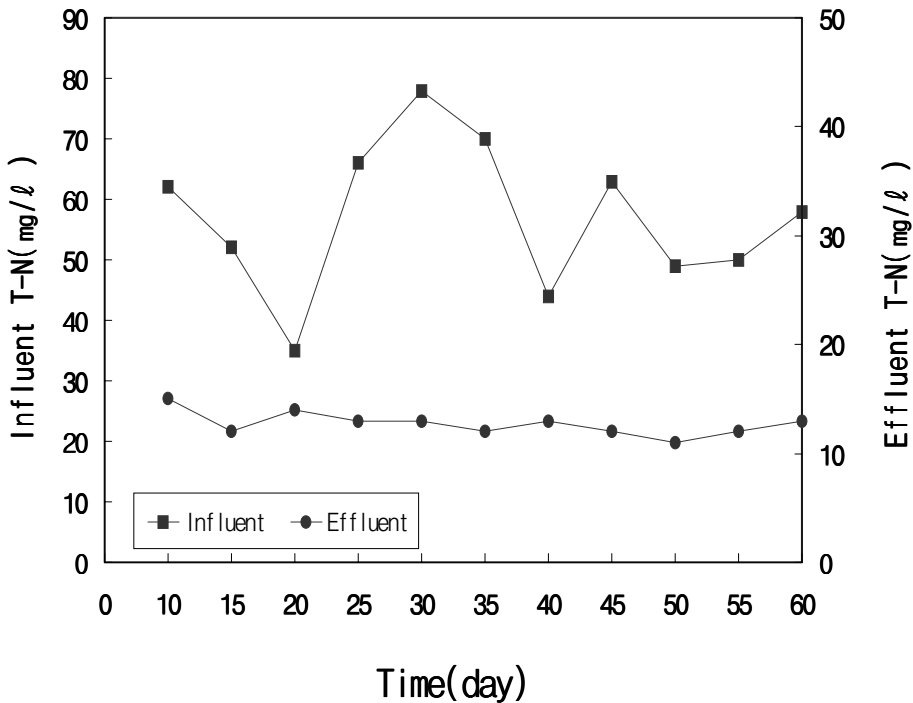


Fig. 4. Variation of T-N concentration.

를 이용하여 T-N의 제거효율을 실험한 결과를 Fig. 4에 나타내었다.

Fig. 4에서 볼 수 있는 바와 같이 유입수의 총질소(T-N)는 30~75 mg/l 정도로 그 변동폭이 상당히 큰 것을 볼 수 있었으나 유출수의 경우는 총질소가 60~80% 정도 제거되어진 10~15 mg/l 정도로 일정하게 배출되는 것을 볼 수 있어 1996년 1월에 제정된 하수 종말 처리시설의 방류수 배출 기준을 충분히 만족시켜 주고 있는 것을 볼 수 있다. 따라서 합병 정화조 내에서 외부에서 탄소원의 공급 없이 자체적인 탈질 가능성이 있음을 알 수 있었다.

#### 4. T-P 제거효과

폐수 중에 인의 제거에 관해서는 일반적으로 화학적 처리로<sup>11)</sup> 칼슘(calcium), 알루미늄(aluminum), 철(iron) 등의 염을 투입하여 불용성 침전을 유도한 후 침전지 혹은 여과지에서 제거한다. 한편 인은 생물의 성장에 중요한 필수 영양소이기 때문에 생물학적인 하·폐수 처리 과정에서는 세포합성에 의하여 일부가 제거된다.

본 연구에서는 소규모의 오수 및 폐수 장치에서 화학적 처리를 할 경우 경제적인 문제는 물론 침전물의 처리 및 운전 에 막대한 어려움이 따르기 때문에 생물

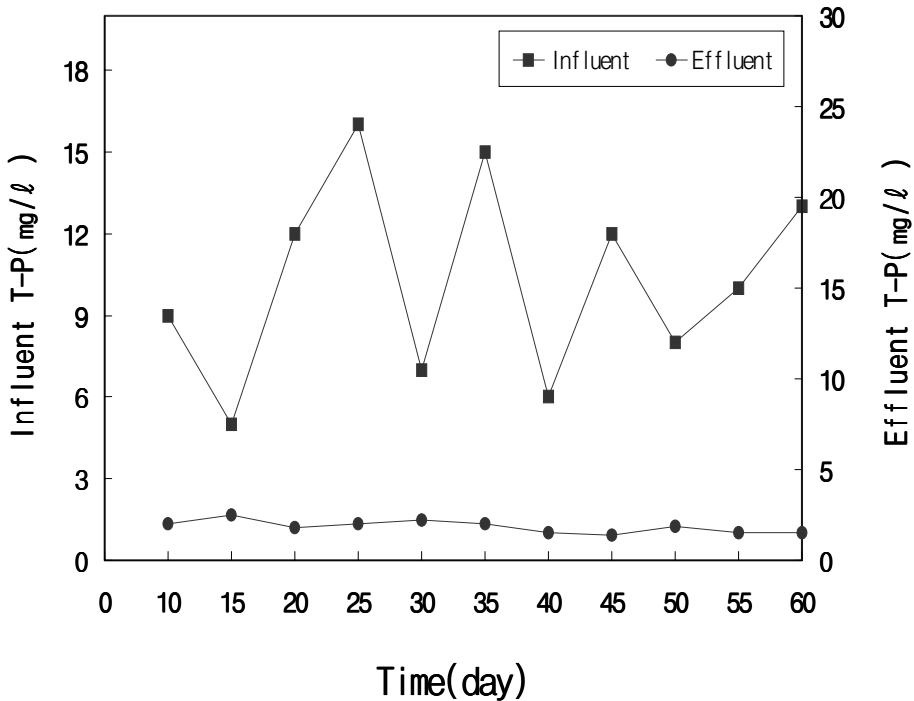


Fig. 5. Variation of T-P concentration.

학적 처리에 관심을 가지고 인의 제거 효율 실험을 하여 그 결과를 Fig. 5에 나타내었다.

Fig. 5에서 볼 수 있는 것과 같이 유입수의 총인(T-P)의 농도는 5~16 mg/l 정도로 일별에 따라서 상당히 농도 변화가 일어나고 있는 것을 볼 수 있었다. 그러나 유출수의 경우는 폐수 중의 인이 80%정도 제거되어진 1~2 mg/l 정도로 낮아져 있는 것을 볼 수 있다. 따라서

본 연구 과정에서는 부영양화의 원인이 되는 인의 제거를 생물학적으로도 처리가 가능할 수 있음을 확인할 수 있었다.

### 5. 부유물질(SS)의 제거

일반적으로 하·폐수처리 과정에서 생물학적인 처리를 할 때는 유기오염 물질의 제거가 주 대상이 된다. 한편으로 부유물질(SS)의 제거도 BOD의 제거와 같은 의미로 보는 경우도 많이 있으며 일반적으로 육안으로 관찰할 때 부유 물질의 존재 여부는 물의 맑기 정도를 나타내므로 본 연구 장치에서 부유 물질이 어느 정도 제거되는가를 관찰하여 보았다. 여기에서도 앞의 경우와 동일한 조건에서 유출수와 유입수를 채수하여 분석한 결과는 Fig. 6과 같다.

Fig. 6에서 볼 수 있는 바와 같이 유

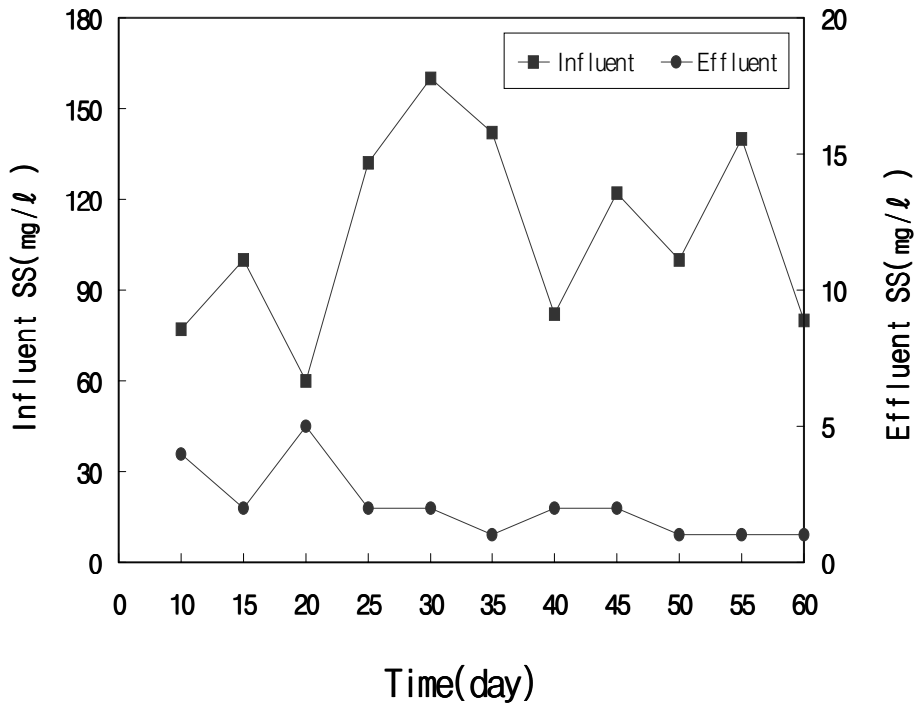


Fig. 6. Variation of SS concentration.

입수의 부유 물질의 농도가 60~180 mg / l 정도로 일별의 변화 폭이 큰 것을 볼 수 있었다. 그러나 유출수의 경우는 부유 물질의 농도가 1 mg/l 정도로 안정적으로 배출되는 것을 볼 수 있으므로 현장적용 가능성이 매우 높을 것으로 사료된다.

## 결 론

소규모 사업장이나 도시외곽지역 및 농·어촌 등에서 발생하는 하·폐수 및 오수를 정화시키고 또한 물의 재사용가능성을 위하여 소규모 오수 및 하·폐수 정

화장치의 개발을 위하여 광물 소결체를 활용한 합병정화조를 연구한 결과는 다음과 같다.

1. 유입수의 COD, BOD의 농도의 변동 폭이 매우 큰 것을 볼 수 있었으나 본 실험 장치를 통과한 후의 유출수의 COD, BOD의 농도는 10 mg/l 전후로 안정적으로 배출되는 것을 볼 수 있어 유입수의 농도 변화의 충격에도 안정적이었다.
2. 부영양화의 원인이 되는 오·폐수 중의 총질소(T-N)의 제거를 위하여 호기성 반응조를 거친 일부의 유

- 량을 무산소 반응조로 역순환시키는 연구 과정에서 총질소(T-N)를 60~70% 정도 제거시킬 수 있어 외부에서 탄소원을 첨가하지 않고도 탈질을 할 수 있음을 알 수 있었다.
3. 일반적으로 총인(T-P)의 제거에 관해서는 화학적 처리가 아닌 생물학적 처리의 효율은 매우 낮은 것으로 보고되어져 있었으나 본 연구 과정에서 생물학적 처리로 총인의 제거가 80%의 제거효율을 보임으로써 총인의 제거를 위한 생물학적 처리의 가능성을 볼 수 있었다.
  4. COD, BOD, T-N, T-P 및 SS의 결과를 종합하여 보면 농어촌 지역이나 도시외곽지역에서 발생하는 하폐수 및 오수를 정화시킬 수 있는 정화장치로서의 합병정화조 장치개발이 가능할 것으로 판단되었다.

## 참고문헌

1. 환경백서 : 환경부, 1996.
2. 서정범 : 세라믹 여재를 충전한 생물막 여과법에 의한 오수처리, 첨단환경기술, 5, 2~6, 1999.
3. 稻森悠平, 松重一夫, 須藤隆一 : 嫌氣性ろ床・トレンチ순환處理法における生活排水の有機物, N, P 同時除去, 用水と廢水, 32(2), 145~152, 1990.
4. 山本康次 : 中規模・大規模 合併處理 淨化槽の高度處理, 用水と廢水, 38(7), 40~44, 1996.
5. EPA, Manural Nitrogen Coontrol, EPA/625/R-93/010, 1993.
6. 北尾高嶺 : 淨化槽の新しい技術開發の展望, 用水と廢水, 38(7), 36~ 39, 1996.
7. 櫻井敏郎, 田所正晴, 小川雄比古 : 小規模 合併處理 淨化槽の高度處理, 用水と廢水, 38(7), 28~35, 1996.
8. Imura. M. Sate. Y., Inamori. Y., Sudo. R. : Development of a high-efficiency household biofilm reactor, *Wat. Sci. Tech.*, 31(9), 163~171, 1995.
9. 김영훈 : 미생물 활성용 폐수처리 세라믹 담체의 개발에 관한 연구, 71~108, 박사학위논문, 동아대학교, 1999.
10. APHA, EPA, and AWWA., Standard method for the examination of water and wastewater, 17th Edition. American Public Health Association, Washington, U.S.A., 1992.
11. 須藤陸一 編, 金應鎬 譯 : 環境淨化를 爲한 微生物學, 152~153, 일진사, 1995.