Media를 이용한 단독정화조 효율개선방안 연구

정인철 · 정경원 · 김미희 · 최유정 · 조은정
전대영 · 박순우 · 지기원

폐기물분석과

부산광역시 보건환경연구원보 제 9 집, Page(236 ~ 261), 1999.
Rep. Pusan Inst. Health & Environ. Vol.9, Page(236 ~ 261), 1999.

Media를 이용한 단독정화조 효율개선방안 연구

폐기물분석과

정인철 · 정경원 · 김미희 · 최유정 · 조은정
전대영 · 박순우 · 지기원

The study of treatment efficiency improvement in septic tank by media

Industrial Waste Analysis Division

I. C. Jung, K. W. Jung, M. H. Kim, Y. J. Choi, O. J Cho,
D. Y. Jeon, S. W. Park, G. W. Ji

Abstract

Currently, septic tank in separate houses & flats decompose fecal sewage only by settling and anaerobic digestion. Therefore, decomposing efficiency is lower than the criteria set by government regulations. This study was carried out to ameliorate

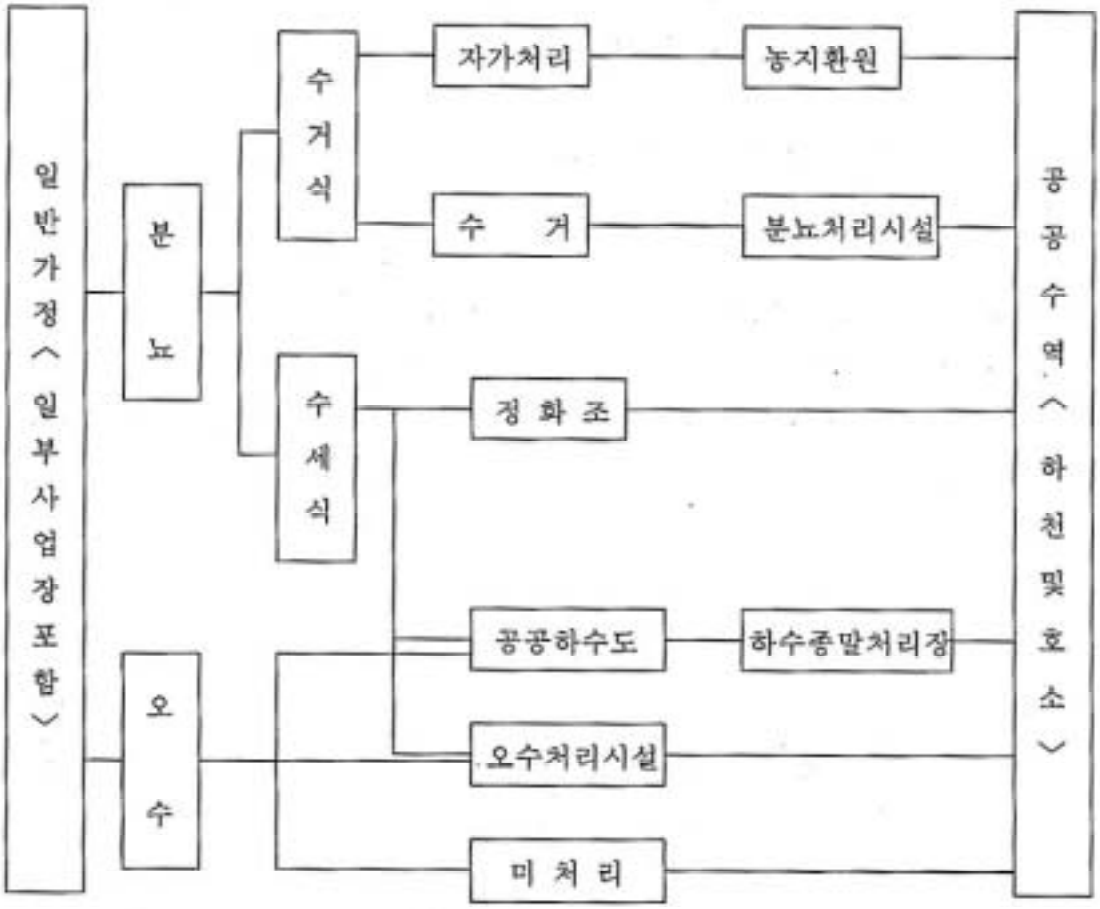
effluent water quality from septic tanks using madia , which is consisted of wasted fishing net. The septic tanks used in experiments are equipped in flats("villa" called in Korean) in Su-yong district of Pusan city. Results of experiments are as follows

1. Biofilm was formed on the surface of media, wasted fish net and the components produced by anaerobic degradation was methane 42%, carbon dioxide 51% respectively.
2. The effective volume was decreased to 50.0% in the first basin of septic tank at "Hanyang villa", 24.0% at Sunmoon by scum and sludge after 8 months operation
3. Compared effluent water quality before and putting media into septic tank, the decreasing rate of effluent TBOD by media in summer was shown 46.3% at Hanyang, 25.8% at Sunmoon(as the blank), in winter 29.4% at Hanyang, (−)14.6% at Sunmoon and then the decreasing efficency by putting media was calculated to 25.0%
4. In the aspect of recycling wasted fishing net resulting to natural environmental protection and decreasing loading rate of municipal sewage treatment plant, the saved money of plant operation and disposal of wasted fishing net will be summed up to 3.6 billions won in Pusan.

Ⅰ. 서 론

우리나라 수질오염원인 오·폐수 발생량은 '98년말 현재 20,541,000㎥/일에 이르고 있는데, 그중 오수의 비중은 16,273,000㎥/일로 약 80%에 육박하고 있다.[1] 오수의 발생원은 크게 생활잡배수와 수세식 화장실의 분뇨로 나눌 수 있는데 생활잡배수는 주로 주방오수, 세탁수, 목욕수, 세면등으로 발생하는 가정오수를 일컬어 말한다. 1인당 1일 배출되는 BOD량을 50g이라 할때 분뇨에 의한 것이 19g으로 전체오수의 BOD오염부하량중 38%를 차지하고 있다.[2] '97년말 기준 분뇨발생량은 46,872㎥/일로

최근 10년간 연평균 1%의 증가추세를 보이고 있으며, 생성과정은 수세식변소의 경우 단독정화조 및 오수처리시설의 청소과정에서 84%(39,309㎥/일), 수거식변소에서 16%(7,653㎥/일)의 비중을 차지하고 있다. 소형건물의 경우, 수세식화장실에서 발생하는 오수는 단독정화조로 유입되게 되어 있으며, 대부분의 시설은 오수처리시설과 달리 장치가 작으며 오수의 농도, 유입량조정을 위한 인위적시설이 없고, 자연유하식 형태로 주기적 청소이외는 특별한 수질개선 방안이 없는 실정이다.



〈 그림 1-1 〉 분뇨, 오수의 배출경로

통상 3단계로 구성되어 있는 단독정화조는 1단계에서 침전 및 부상으로 고형물의 분리가 일어나며, 2단계에서 혐기성분해를 유도하고, 3단계에서 쇄석을 이용한 미생물처리 및 방류조 역할을 하고 있다. 흔히 하천수중 자갈등의 표면에 미생물이 부착하여 생물막이 부착된 현상을 볼 수 있다. 하천의 자갈등은 박테리아, 균류, 원생동물등의 미생물군이 다양하게 존재하는 생물막으로 덮여 있으며, 이는 하천의 자정작용에 중요한 역할을 한다.

이러한 자갈을 인위적으로 조작 또는 재질을 달리하여 미생물 부착을 용이하게 한 것이 Media라 할 수 있다. Media란 수중의 유기물을 섭취하는 미생물이 쉽게 유실되지 않도록 서식처를 제공함으로서 유용한 미생물의 밀도를 높일 수 있으며, 유량이나 농도변화에도 효과적인 대처가 가능한 것으로 알려져 있다.

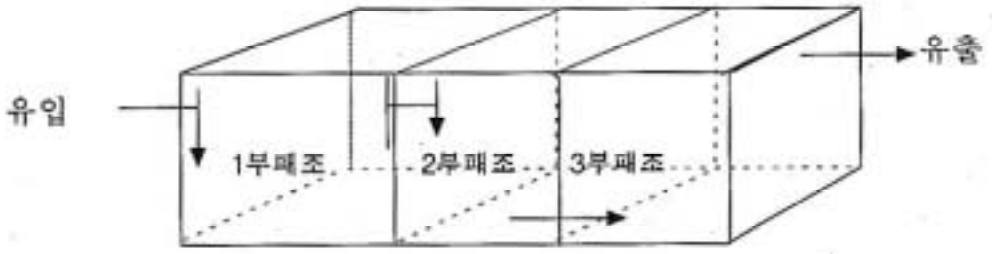
현재 단독정화조의 3단계인 쇄석조는 쇄석의 막힘 또는 구조상의 문제로 편향류가 야기되어 제기능을 발휘하기 힘든 실정이다. 단독정화조의 처리방식인 혐기성처리의 효율향상을 위해서는 서서히 생장하는 혐기성미생물을 농축시킬 수 있는 Media의 제반특성 및 역할이 중요하다고 생각되어진다. 따라서 본 연구과정은 소각처리되고 있는 폐어망을 수집, Media를 미생물 부착이 용이하도록 형태화하여, 단독정화조내에 투입함으로서 기존처리방식을 좀더 효과적이고, 가속화시켜 단독정화조의 처리효율을 개선하고자 하였다.

II. 문 헌 고 찰

1. 정화조의 혐기성처리

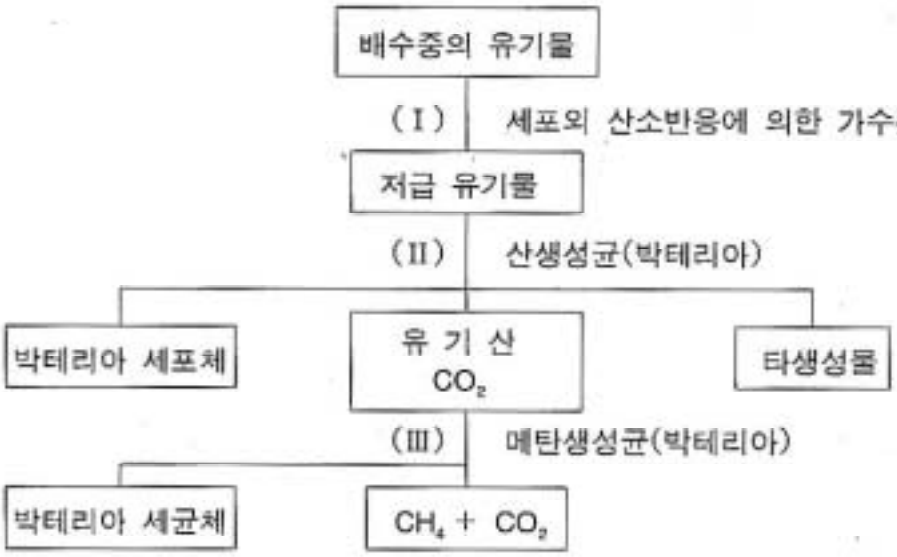
정화조는 침전, 부상 및 생물학적 처리를 통해 생활오수에 함유한 부유물질 및 유기물질을 처리하는 소규모 하수처리장이다. 생물학적 처리방법은 크게 호기성처리와 혐기성처리로 구분되는데, 본 연구에서는 소형주택의 일반적 처리형식인 혐기성 3단부패방식의 단독정화조 〈그림 2-1〉를 대상으로 하였다. 혐기성처리란 산소가 존재하지 않는 환경에서 이루어지는 유기물 분해를 말하며, 동력 소모가 없고 슬러지

전환율이 낮다는 이점이 있으나, 호기성에 비해 처리효율이 낮고 시설용량이 커야 한다는 단점이 있다.



〈그림 2-1 〉 단독정화조의 구조

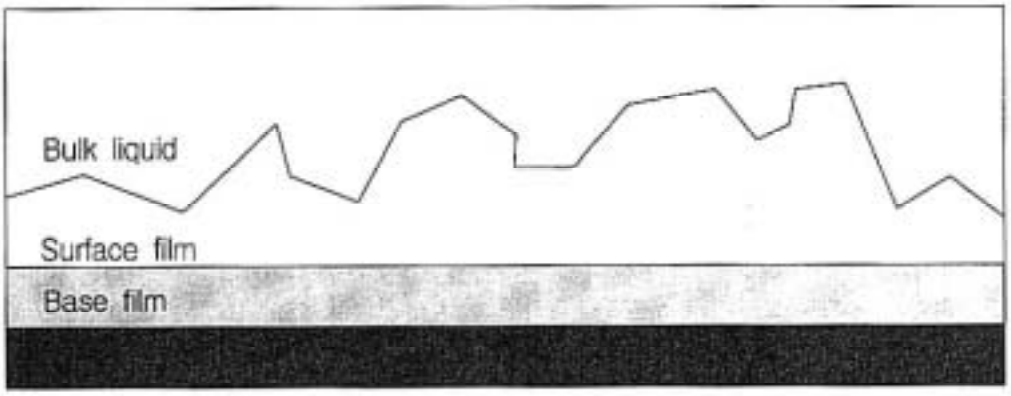
혐기성처리의 기본원리는 〈그림 2-2〉와 같이 혐기성 환경에서 혐기성 세균에 의해 유기물질이 분해되어 저분자 물질을 생성하는 반응이다. 즉 고분자 물질이 유기산과 알콜로 분해되는 산성발효와 이 고분자 유기물질이 메탄생성균에 의해 CH_4과 CO_2로 분해되는 메탄발효의 2단계 과정으로 이루어져 있다. 〈그림 2-2〉 의 (I)을 가수분해 (II)를 산생성 (III)을 메탄생성이라 부른다.[3,4]



〈 그림 2-2 〉 유기물질의 혐기분해과정

2. 생물막

생물막은 〈그림 2-3〉 와 같이 보통 표면막(Surface film)과 기초막(Base film) 두 부분으로 나뉘어지거나 두 부분의 조합으로 이루어진다. 표면막은 생물막-벌크액체 계면근처에서의 불균일한(heterogeneous) 생물막영역으로 정의된다. 표면막은 거칠고 점탄성표면(visco-elastic)을 가지며, 유체의 마찰저항을 받고 유기물질과 무기물질이 전달된다.[5]



〈 그림 2-3 〉 기초막과 표면막의 형상도

기초막은 세포와 고분자물질이 연속적으로 축적되고 표면막보다 밀도가 높아서 전달현상이 제한되어 영양물질 수송은 분자확산에 의해 지배된다.[6]

생물막 공정은 미생물이 Media에 부착되어 생물막을 형성하므로, 증식속도가 느린 미생물도 물의 흐름으로 인한 유출을 방지할 수 있고, 다양한 종류의 미생물이 혼합존재하는 하나의 생태계로서 생물막에서 가장 많이 존재하는 세균이 오염물질의 제거에 가장 중요한 것으로 알려져 있다.

생물막의 형성기작(Mechanism)은 매우 복잡하며, 여러단계인데 먼저 유기성분자가 Media표면에 흡착되어 Conditioning Film을 만들고 그 표면에 세균이 가역적 상태의 흡착을 한다.

처리과정중 대부분 세균에 의해 운영되는 혐기성 공정의 미생물은 초기유입된

고분자유기물을 미생물 컨소시엄(consortia of microorganisms)의 작용에 의해 마지막 생성물인 메탄으로 분해하며, 특히 중요한 점은 여러군(group)의 세균간에 상호공생적(synergistic)관계를 형성하고 있다는 점이다. 전체반응은 다음과 같다.[6]

$$\text{유기물} \rightarrow CH_4 + CO^2 + H^2 + NH_3 + H_2S$$

미생물이 쉽게 부착·성장하며 상용화되기 위한 Media의 조건을 살펴보면, 다공성의 거친 표면적이 많아야 하고 물리, 화학, 생물학적 안정성있어야 하며 기계적 강도, 내구성, 무독성, 경제성, 제작의 편리성등이 동반되어야 한다고 나타나 있다.[7]

생물막법의 처리특성을 살펴보면 다음과 같다.

① 수량, 수질의 변동에 강하다.
생물막법은 유입수의 수량이나 수질에 현저한 변동이 있어도 처리수에 큰 영향을 주지않는데, 단독정화조와 같이 유량조정조의 역할이 빈약하거나 일정시간대에 집중배출되는 분뇨의 수량 및 농도특성상에 해당된다고 볼 수 있다.

② 낮은 수온에서 제거율이 높다.
미생물의 다양성으로 활성슬러지에 비해 BOD제거율은 높다.

③ 고액분리가 좋다.
미소동물의 영향으로 고액분리가 우수하며, 혐기성생물막법의 생물막탈리는 불활성의 미세한 SS가 분산되어 탁도를 유발하나 BOD에는 큰 영향이 없다.

④ 동력비가 적다.

⑤ 슬러지 발생량이 적다.
다종다양한 미생물의 활동에 의한 먹이연쇄의 진행과 탱크저부의 혐기적 분해촉진등에 기인한다고 본다.

Ⅲ. 연구내용 및 방법

1. 연구내용

1) 연구기간 : 1999. 1 ~ 2000. 3

2) 연구대상 : 수영구 관내 2개 단독정화조

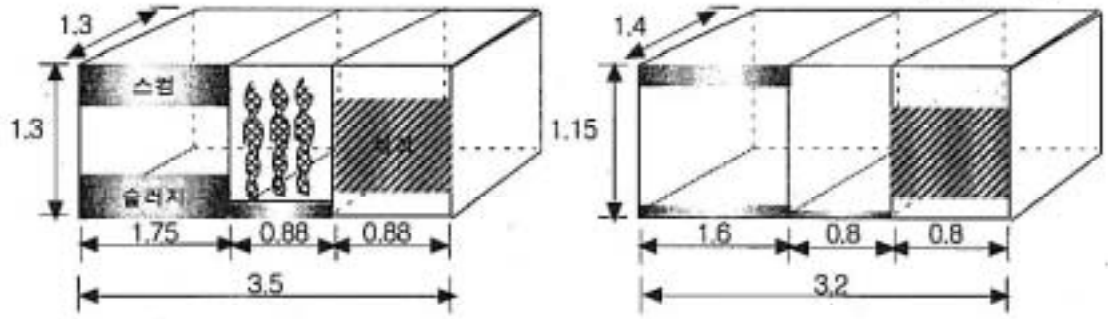
〈 표 3-1 〉 시 료 채 취 지 점

지 점	설치시기	처리대상 인 원	주 소	연 구 용 도
선문비치빌	'97. 8. 6	29명	수영구 광안4동 379-35	대조실험
한양하이츠	'97. 7. 10	27명	〃 1258-11	Media투입실험

3) 현장조사 및 시료채취 방법 : 시료채취는 선문, 한양의 부패 1단계는 상부1/3 지점, 2단계는 수심 1/2지점, 3단계는 상등액을 채수하였다. 시료채취용기는 1, 2부패조는 수동흡입펌프를 사용하였으며, 3부패조는 플라스틱 비커를 사용하여 시료를 채취하였다.

한양, 선문 2개정화조에 대한 현장실측 조사결과는 〈그림 3-1〉와 같으며, 정화조설치 후 약 8개월이 경과한 후 정화조내부의 슬러지 및 스컴의 두께 를 조사하였다. 측정방법은 수동흡입펌프를 이용하였으며, 각조마다 3개지점을 임의선정후 평균치를 구하였다.

(단위 : m)



〈 그림 3-1 〉 한양, 선문 단독정화조 현황

2. 실험방법

1) 수질분석항목 : pH, 수온, TBOD, SBOD, SS, Cl^-

2) 분석방법

〈 표 3-2 〉 분석항목 및 분석방법

분석항목	분석기기	분석방법
TBOD	BOD Incubator	수질오염공정시험법
SBOD	〃	〃
SS	유리여과기	〃
Cl^-	—	〃
CH_4, CO_2	Infra-Red Gas Analizer(GA94A)	적외선 가스분석법
비표면적	Auto Sorb -1	질소가스 BET법

주) pH, 수온 : 채취즉시 측정, SBOD : 시료의 SS 측정후 여과된 물을 BOD측정

3) Media 사양

① 재질 : polyethylene

② 비중 : 0.98

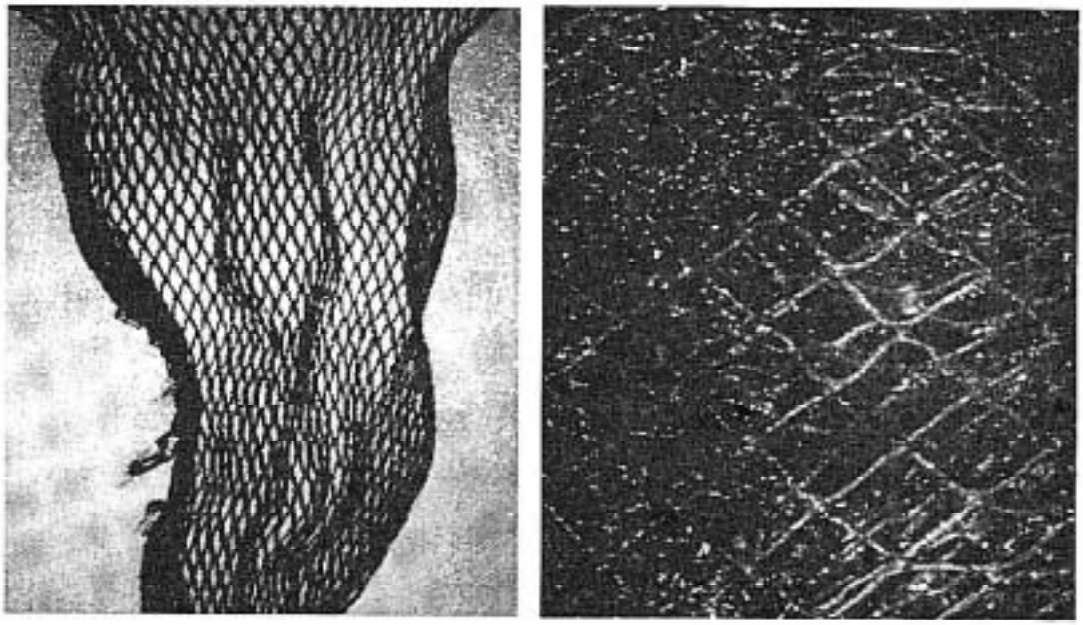
③ 비표면적 : 1.345㎡/g

④ Media 외형(개) : φ 25cm, L 120cm, 무게 1100g(1000~1200g)

⑤ Media 투입개수 : 7개

4) 생물막이 부착된 Media

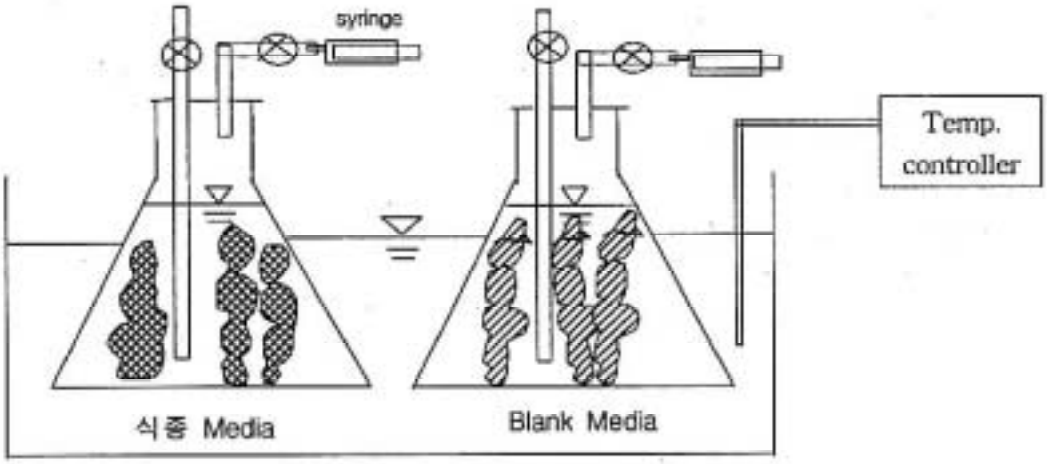
처음 Media로 사용된 폐이망과 단독정화조에 투입후 3개월이 경과한 Media의 모습은 〈 그림 3-2 〉와 같다.



〈 그림 3-2 〉 Media의 생물막 부착전,후 모습

5) 가스발생량 측정실험

Media에 의한 유기물분해가 혐기성 미생물에 의한다는 것을 검증하기 위해, 한양에 투입중인 Media 일부를 채취하여 글루코즈와 영양액을 사용, 실험실내에서 미생물에 의한 글루코즈의 분해에 따른 가스발생량과 조성성분을 아래그림과 같이 측정하였다.



〈 그림 3-3 〉 가스발생량 실험장치

① 〈그림 3-3〉과 같이 2ℓ 삼각플라스크내에 각각 증류수와 글루코즈 6g/2ℓ, KH_2PO_4 0.82g/2ℓ, $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ 1.06g/2ℓ, NH_4Cl 0.6g/2ℓ, NaCl 0.6g/2ℓ, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ 6.2g/2ℓ, $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 0.2g/2ℓ, $NaHCO_3$ 8g/2ℓ로 조제하여 투입 하였다.[8]

② 삼각플라스크내의 혐기조건을 만족시키기 위해 N_2가스 2ℓ/min 유량으로 5분간 각각 치환시킨 후 밀폐

③ 현장분리 Media 및 Blank Media 투입 후 밀폐하여 35℃ 수욕조 투입

④ syringe 확인으로 가스발생량측정 및 테프론백에 가스포집

Ⅳ. 결과 및 고찰

1. 단독정화조 현황

한양, 선문 2개정화조를 현장실측한 후 각 정화조의 단계별 하부슬러지 및 상부스컴의 두께를 조사하였으며, 이에 따른 용량 및 체류시간을 다음과 같이 나타내었다.

1) 유효용량 및 체류시간

각 정화조의 배출수량은 실측에 어려움이 많아 오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률 시행규칙 94조 2항중 환경부고시 1997-84호에 의해 1인당 1일 50ℓ을 배출량으로 정하고 〈표 3-1〉의 처리대상인원과 〈그림 3-1〉의 정화조 현황을 이용하여 아래와 같은 표를 구할 수 있었다.

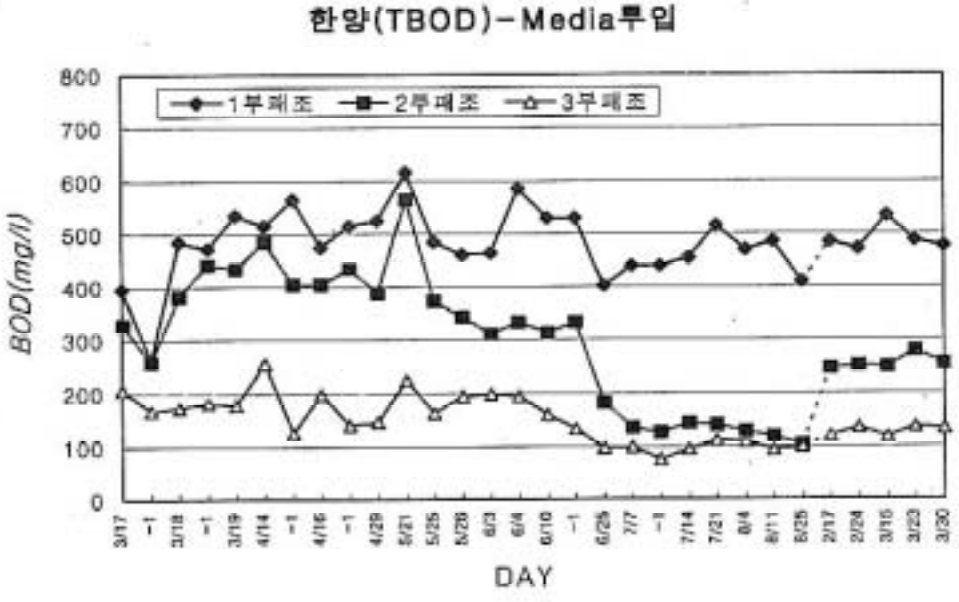
〈 표 4-1 〉 한양, 선문 유효용량 및 체류시간

구분		단계	1부패조	2부패조	3부패조	합 계
운영초기	한양	유효용량(㎥)	2.96	1.48	0.74	5.18
		체류시간(hr)	52.6	26.3	13.2	92.1
	선문	유효용량(㎥)	2.58	1.29	0.65	4.52
		체류시간(hr)	42.7	21.4	10.7	74.8
운영중기	한양	유효용량(㎥)	1.48	1.37	0.74	3.59
		체류시간(hr)	26.3	24.4	13.2	63.9
	선문	유효용량(㎥)	1.97	1.24	0.65	3.86
		체류시간(hr)	32.6	20.5	10.7	63.8

운영초기는 설치당시를 기준으로 하고, 운영중기는 8개월이 경과한 후 정화조내의 슬러지 및 스컴량을 실측한 결과로 나타내었다. 상기표는 선문의 경우 1부패조는 스컴 20cm, 슬러지 7cm, 두께로 인해 실제유효용량은 약 24%감소하였으며, 한양 1부패조는 스컴 30cm, 슬러지 35cm로 총용량의 50%만이 유효용량으로 작용하며, 1부패조의 주요역할인 침전, 부상의 역할이 초기에 비해 상당량(체류시간 1/2) 감소되었음을 알 수 있다. 2부패조의 경우, 선문은 침전슬러지만 소량이었으며, 한양은 침전슬러지가 10cm로 조사되었는데, 이는 1부패조의 체류시간 감소로 인한 유입분뇨의 월류현상으로 판단된다. 3부패조는 약 50%의 쇄석이 조내부에 설치된 관계로 하부슬러지는 확인할 수 없었지만 2부패조의 영향을 다소 받을 것으로 판단되나, 그 양은 미미할 것으로 보인다.

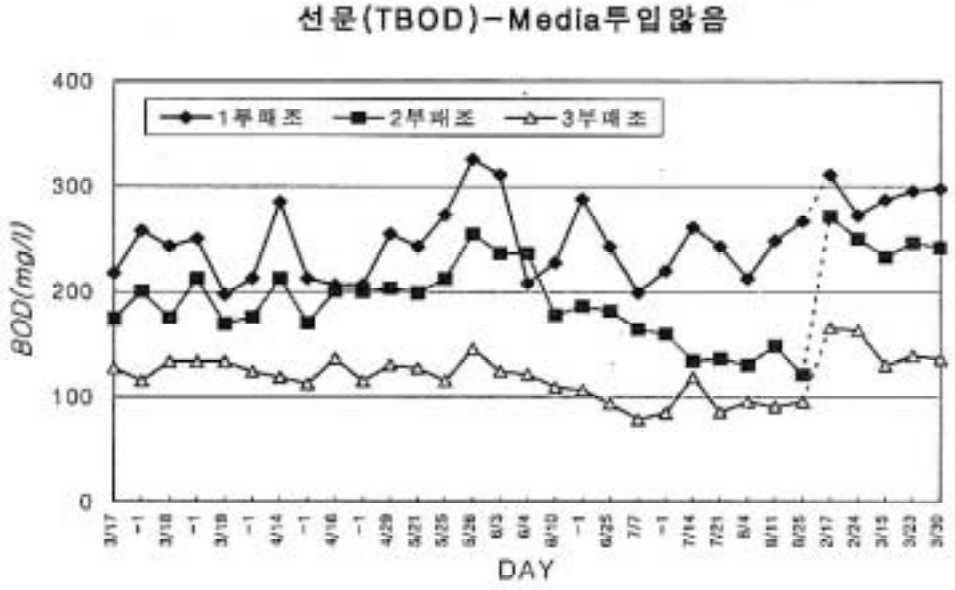
2. TBOD(총 BOD)

전체 수질분석기간은 Media투입전(前)기간(3/17~5/21), 투입후(後) 안정화기간(5/25~6/10), 투입후 정상화기간을 하절기(6/25~8/25)와 동절기(익년 2/17~3/30)로 구분하였다. 한양의 경우 메디아 투입전의 평균 TBOD는 각 단계별 486.9, 411.1, 180.8mg/ℓ로 나타났으며, 투입후 안정화기간의 TBOD는 각 단계별 529.7, 333.0, 132.4mg/ℓ로, 투입후 하절기의 TBOD는 각 단계별 451.2, 133.9, 97.1mg/ℓ이며, 동절기의 TOBD는 각 단계별 489.0, 254.8, 127.7mg/ℓ로써 Media투입전,후의 방류수 수질저감율은 하절기 46.3%이며, 동절기 29.4%로 나타났다. 메디아의 생물막 적응 및 부착기간(투입후 안정화기간)이 약 1개월 경과한 후 메디아 투입조인 2부폐조의 TBOD가 현저히 떨어지는 것을 그림에서 알 수 있으며 하절기에 비해 동절기의 2부폐조는 효율이 떨어지고 다시 3부폐조의 역할이 나타나는 것을 알 수 있다. 이는 혐기성처리방식의 온도영향특성과 처리수질의 한계로 판단된다.



〈 그림 4-1 〉 한양의 TBOD 변화

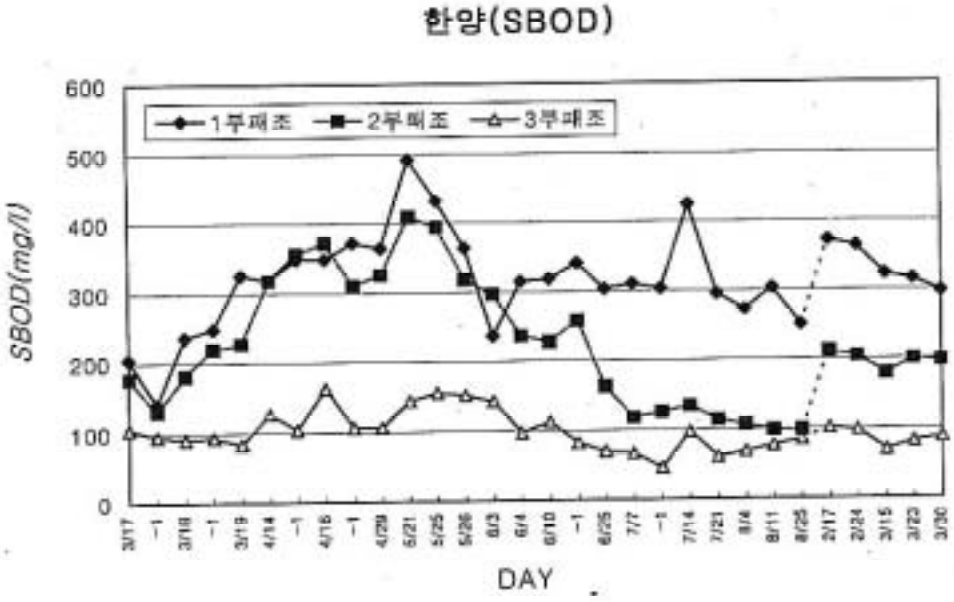
대조실험 정화조인 선문의 경우 동일기간의 TBOD를 조사한 결과, 한양에 비해 각 단계별 수질변화폭이 일정한 것을 알 수 있었고 Media투입전기간의 평균 TBOD는 각 단계별 232.1, 190.9, 125.3mg/ℓ로, 정상화기간 하절기의 TBOD는 각 단계별 236.2, 142.0, 93.0mg/ℓ로 방류수 수질이 25.8%의 효율을 나타내고 있다. 이는 혐기성 부패조의 주요인자인 온도의 영향에 따른 것으로 보인다. 반면에 동절기 평균TOBD는 292.6, 248.4, 146.7mg/ℓ로써 투입전보다 방류수질이 14.6% 저하된 것으로 타나났다.



〈 그림 4-2 〉 선문의 TBOD 변화

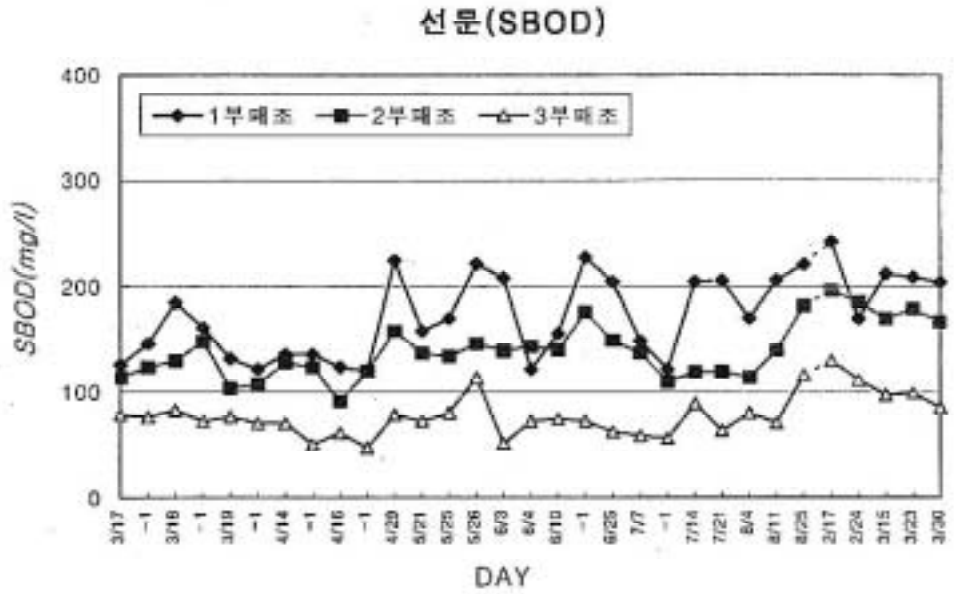
3. SBOD(용해성 BOD)

SBOD는 정화조 수질시료중 SS를 제거한 용해성 BOD로 한양의 경우 투입전 평균 SBOD는 각 단계별 308.7, 275.0, 110.4mg/ℓ로 2부패조에서의 생물학적 처리가 미흡한 것으로 나타났으나, 투입 후 정상화기간의 하절기 평균SBOD는 각 단계별 307.4, 119.4, 71.1mg/ℓ로 2부패조에서의 생물학적 처리효율을 알 수 있다. 한편 동절기의 SBOD 평균은 333.8, 197.7, 87.4mg/ℓ로 하절기의 효율에는 못미치는 것으로 나타났다.



〈 그림 4-3 〉 한양의 SBOD 변화

선문의 경우 투입전기간의 평균 SBOD는 각 단계별 146.8, 123.0, 69.9mg/ℓ로 한양과 같이 2부패조의 효율은 낮으나, 3부패조중 침석의 영향이 큰 것으로 나타났다. 또 하절기 평균 SBOD는 각 단계별 181.5, 123.9, 68.3mg/ℓ로, 동절기 평균 SBOD는 206.8, 178.9, 104.0mg/ℓ로 큰 차이를 나타내었다.



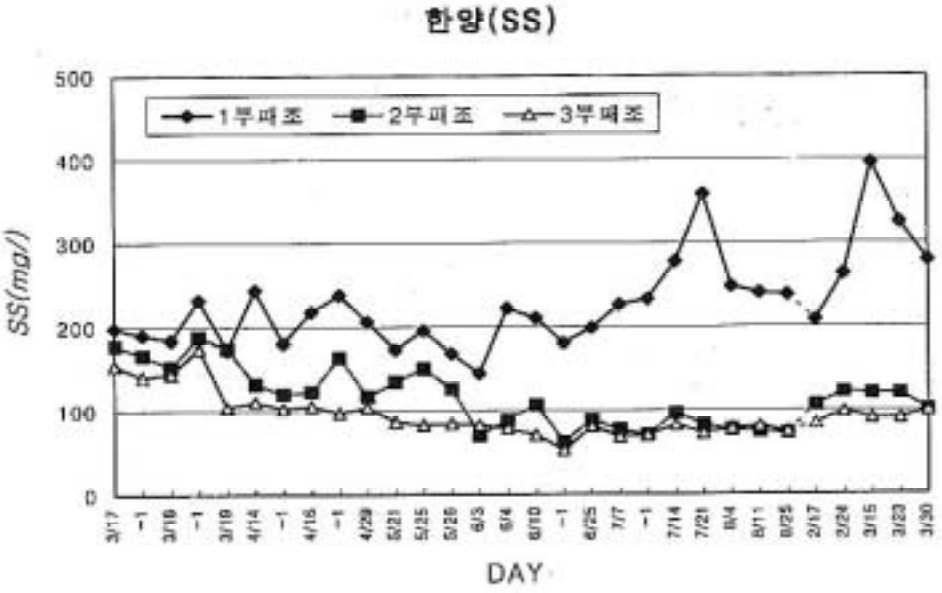
〈 그림 4-4 〉 선문의 SBOD 변화

4. SS(부유물질)

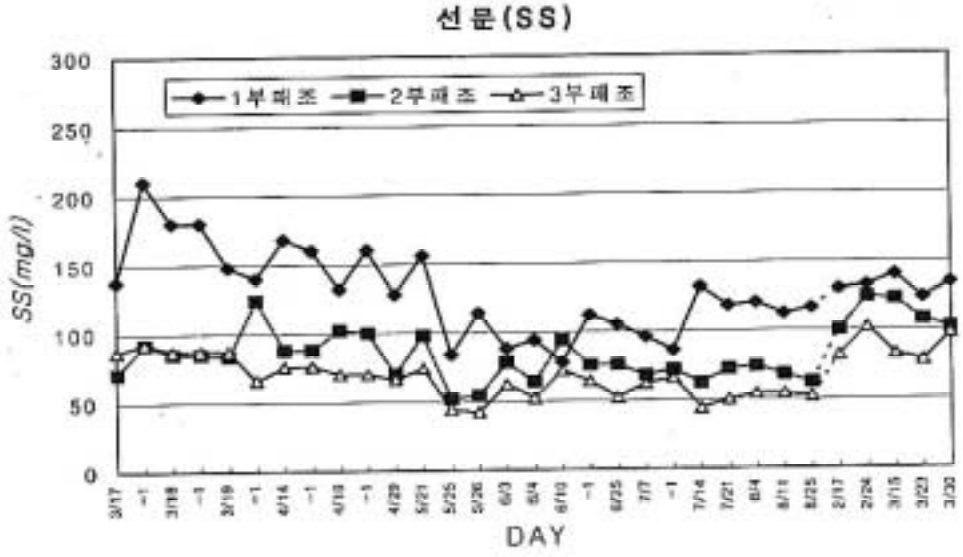
SS의 분석결과는 TBOD와 유사한 면을 보이며, 한양의 경우 투입전기간 평균 SS는 각 단계별 203.1, 149.7, 120.0mg/ℓ로 선문의 단계별 수질 158.3, 90.5, 78.2mg/ℓ에 비해 침전, 부상으로 인한 SS제거효율이 낮게 나타났는데 이는 현장조사 〈 그림 3-1 〉에 의한 결과 1부폐조의 하부슬러지와 상부스컴의 영향으로 체류시간을 충분히 갖지 못해 연쇄적인 SS유출로 판단되어 진다. 한양에서 Media투입후 하절기 평균 SS는 각 단계별 252.1, 79.3, 75.5mg/ℓ로, 동절기 평균 SS는 293.4, 113.6, 92.2mg/ℓ로 Media 투입전 방류수질 대비 37.1%, 23.2%의 저감효율을 보였다.

2단계에서 Media에 의한 SS저감효과가 하절기에 약 47%로 선문의 23%에 비해 월등한 효과를 보였지만 더 이상의 효과를 3단계에서 나타내지 못하였다.

선문의 경우 동일기간 대비 방류수질 분석결과는 하절기에 약 30.6%의 효율을 얻을 수 있었으며, 수온 및 부폐조의 부숙기간에 따른 처리효율의 상승효과라고 보아진다.



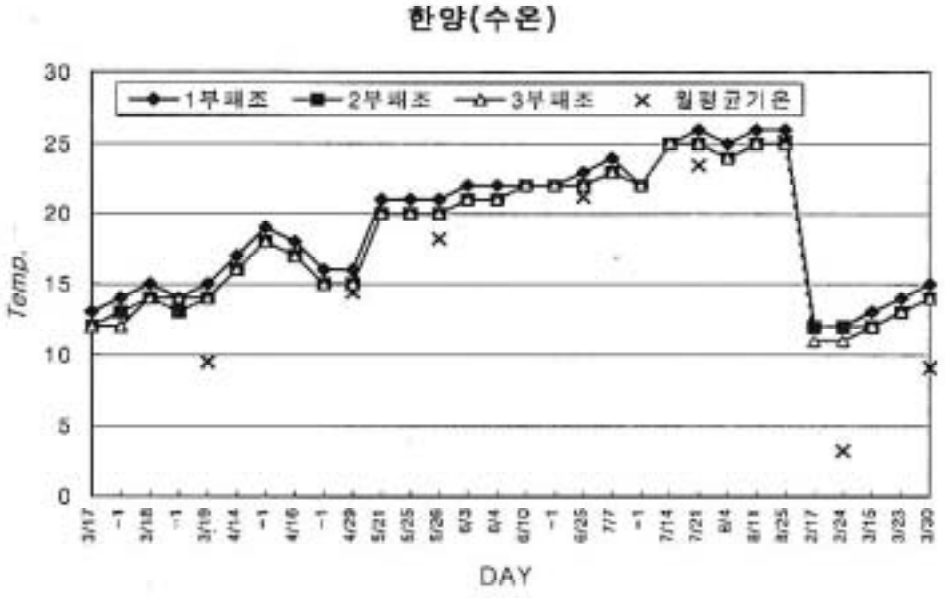
〈 그림 4-5 〉 한양의 SS변화



〈 그림 4-6 〉 선문의 SS변화

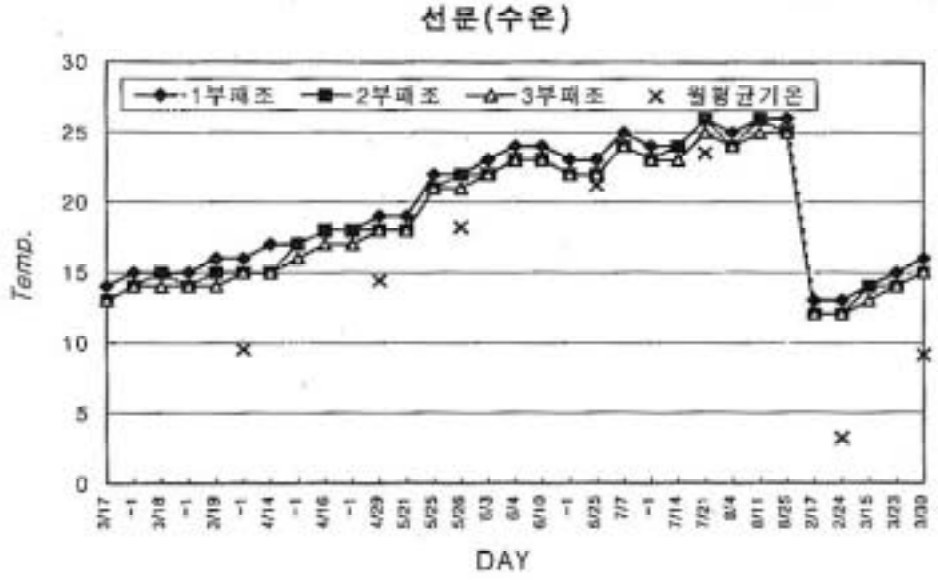
5. Temp.(수온)

일반적으로 수온은 기온의 영향을 많이 받는다. 정화조의 수온을 기온과 비교하면 3, 4월의 월평균기온[11]이 9.5℃, 14.4℃로 약 4℃정도 수온이 높은데 이는 체내에서 배출되는 분뇨의 온도와 실내의 화장실 세척수의 영향으로 보이며, 하절기인 6, 7, 8월의 월평균기온인 21.2℃, 23.5℃, 25.2℃와는 거의 같은 수온이 나타났으며, 기온의 변화에도 불구하고 지하에 위치한 정화조의 수온에는 큰 영향없이 서서히 상승하는 것을 볼 수 있다.



〈 그림 4-7 〉 한양의 수온변화

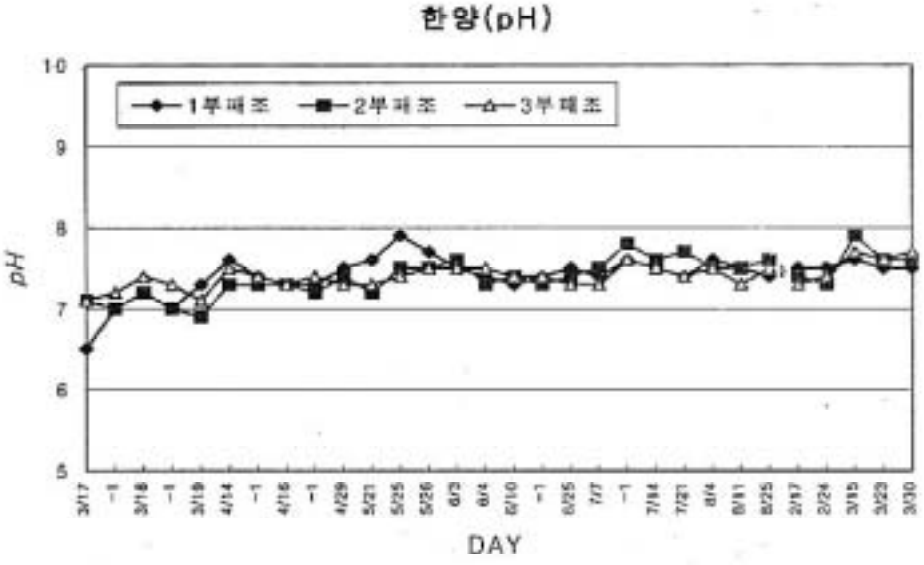
선문, 한양 공히 1부패조가 3부패조보다 1℃정도 높게 나타난 것은 분뇨배출 후 체류시간의 경과에 의한 것으로 판단된다. 선문이 한양의 각 부패조보다 약간(0.4℃) 높게 나타나고 있는데, 이는 선문이 양지쪽에 위치했기 때문으로 보이며 실험결과 Media투입 전, 후를 구분하여 측정한 수온평균 차이는 하절기에 약 8℃로 나타났다.



〈 그림 4-8 〉 선문의 수온변화

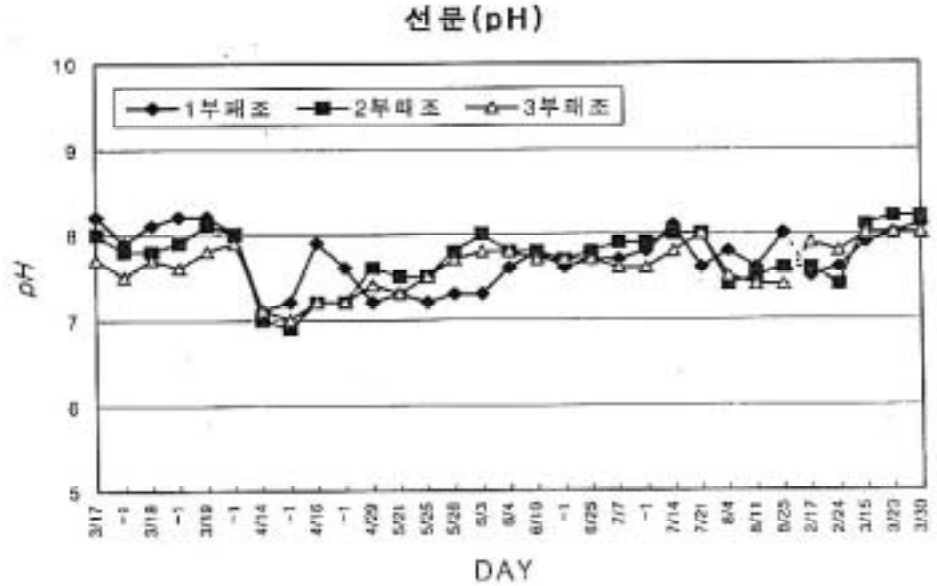
6. pH

일반적인 분뇨의 pH는 7~9로 나타나 있으며, 처리시간의 경과에 따라 유기물의 부패에 의한 CO_2의 발생과 혐기성에서 산생성균의 유기산 생성으로 인한 정화조내의 pH저하를 유발할 수 있으나 분뇨중의 다량의 질소화합물이 $(NH_4)_2CO_3$나 $(NH_4)HCO_3$형태로 존재하므로 정화조내의 알카리도를 높게 유지시켜 pH의 강하를 막아주는 완충역할을 한다.[9]



〈 그림 4-9 〉 한앙의 pH변화

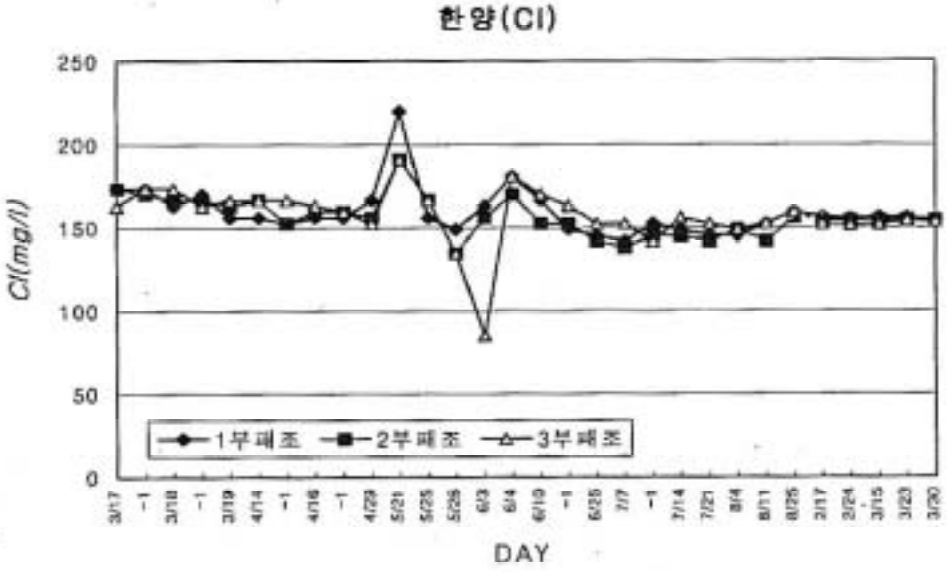
선문의 경우 7.4~7.8, 한앙은 7.2~7.4로 거의 일정한 결과를 나타내었는데 이는 메탄생성균의 pH범위인 6.7~7.4에서 거의 근접하거나 약간 상회한 것으로 나타났다.



〈 그림 4-10 〉 선문의 pH변화

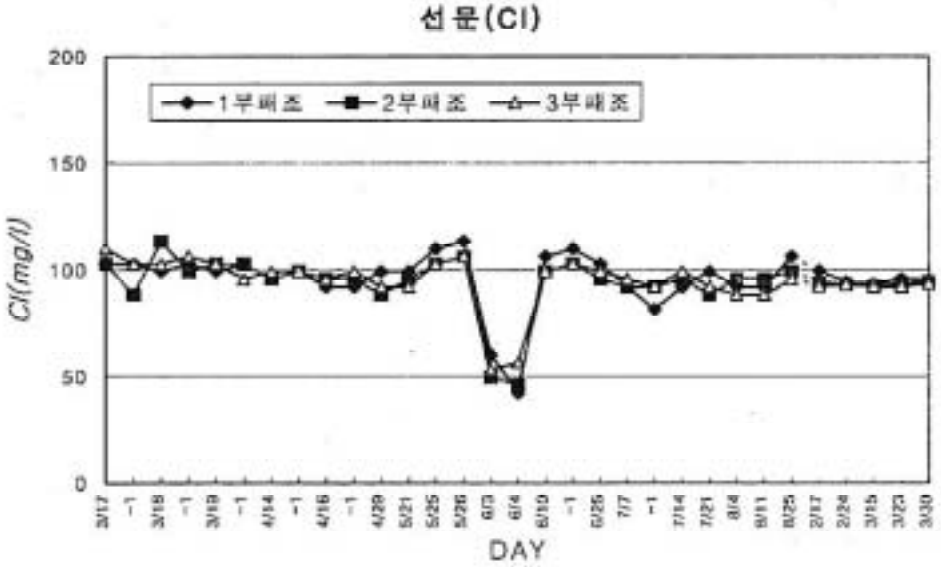
7. Cl^- (염소이온)

생물학적 처리에서 염소이온은 제거가 어려우며, 아래표와 같이 1, 2, 3부패조가 거의 일정한 유형임을 알 수 있다. 이를 이용해 분뇨정화조의 유입수 농도를 간접적으로 산정하는 방식이 현행 오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률에서 적용되고 있다.



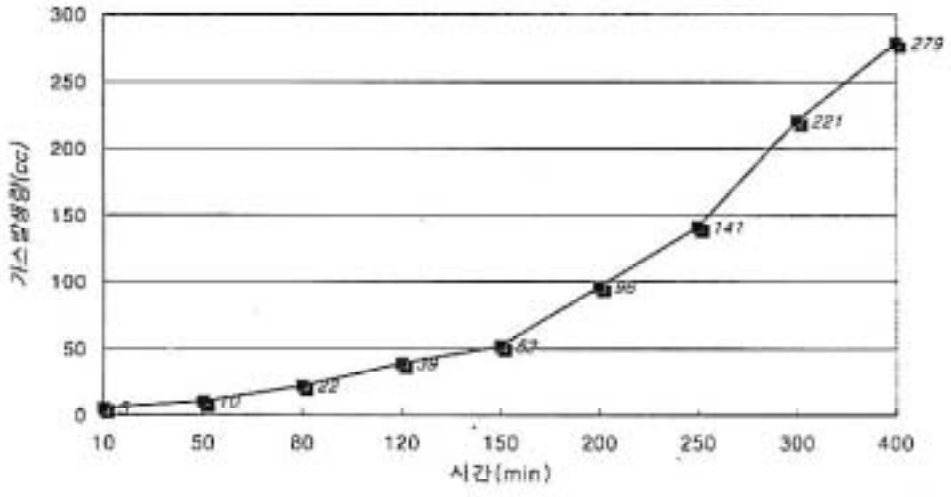
〈 그림 4-11 〉 한양의 Cl^- 변화

선문, 한양의 일정기간(3/17~8/25) 염소이온 평균은 각각 95mg/ℓ, 158mg/ℓ로 나타났으며, 희석수 염소이온은 35mg/ℓ로 생분뇨의 염소이온인 5,500mg/ℓ을 이용하여 희석배율 92배, 45배로 산정되었다. 생분뇨의 BOD 20,000mg/ℓ을 적용하여 선문, 한양의 정화조 유입BOD는 217.4mg/ℓ, 444.4mg/ℓ로 정해진다. 이는 연구기간중 채수한 1부패조의 선문 평균BOD 250.4mg/ℓ, 한양 평균 BOD 482.2mg/ℓ과 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.



〈 그림 4-12 〉 선문의 Cl^- 변화

8. 가스발생량 및 가스성분분석



〈 그림 4-13 〉 가스발생량 변화

Media에 부착된 혐기성미생물에 의한 유기물분해를 확인하기 위해 실험한 결과 〈그림 4-13〉와 같이 시간이 경과할수록 식종Media를 투입한 곳에서 현저한 가스 발생량을 확인할 수 있지만 Blank에서는 전혀 가스발생이 없었다. 주기적으로 가스를 포집하여 가스분석기로 분석한 결과 평균CH_4 42%, CO_2 51%로 나타났다.

V. 경제성평가

단독정화조의 Media투입으로 인한 하수처리비용 절감액은 약 35억2천만원이며, 폐어망의 소각비용은 1억2천만원으로 약 36억4천만원의 비용절감이 예상되며 산출근거는 아래와 같다.

○ 하수처리장 운영비 계산

부산시내 3개 하수처리장을 중심으로 〈표 5-1〉과 같이 검토한 결과 남부의 경우 BOD1kg제거시 소요되는 비용은 775원, 장림의 경우 571원, 수영의 경우 456원으로 나타났다. 따라서 부산시내 3개 하수처리장의 BOD 1kg제거시 소요비용 평균치를 구하면 601원에 해당된다.

〈 표 5-1 〉 하수처리장별 BOD1kg당 처리비용

구 분	유량 (㎥/일)	유입BOD (mg/ℓ)	방류BOD (mg/ℓ)	1일BOD 제거량(A) (kg/일)	처리장 운영비 (원/년)	처리장 운영비(B) (원/일)	BOD kg당 처리비용 (B/A) (원/kg)
남부하수 처리장	198,200	55.9	3.8	10,326.2	2,920,442,000	8,001,210	775
장림하수 처리장	310,702	96.1	12.8	25,881.5	5,395,528,000	14,782,268	571
수영 (1,2단계) 하수처리장	388,323	94.8	9.9	32,968.6	5,486,941,000	15,032,715	456

자료 : 부산시 하수도과, 1998년 통계(B, B/A는 제외)

주) 현재 운영중인 하수처리장은 BOD외 영양염류, 중금속류등도 함께 제거되지만, 활성오니법인 현공법은 유기물제거가 주목적이므로 BOD외의 오염물질제거는 부수적인 것으로 간주.

○ 부산시내 단독정화조 배출수량 산정

'98년말 기준 부산시내 단독정화조 수 : 230,934기(오수·분뇨 및 축산폐수처리 통계, 1999, 환경부)

▷ 단독정화조의 종류(호칭) : 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50인용

▷ 1일 1인당 단독정화조 오수처리량(환경부 고시 제1997-84호) : 50ℓ/인.일

25인/1기(정화조 1기당 25인용기준) × 50ℓ/인.일 = 1,250ℓ/일.기 = 1.25㎥/일.기

부산시내 단독정화조 배출수량 : 230,904기 × 1.25㎥/일.기 = 288,630㎥/일

○ 분뇨정화조로 부터 제거가능한 BOD량

생분뇨의 BOD 20,000mg/ℓ(오수·분뇨 및 축산폐수처리에 관한 법률 시행규칙 별표 2) 세척수 희석배율 30~60배(오수·분뇨 및 축산폐수처리에 관한 법률 시행규칙 별표 8) → 45배로 가정하여 유입BOD를 계산하면

유입BOD = 20,000mg/ℓ ÷ 45배 = 444.4mg/ℓ

현행 법규상 BOD제거효율 50%이상이므로 방류수 BOD는 222.2mg/ℓ이하이면 적합하다. 본 연구원의 연구사업 결과로 Media투입으로 인한 방류수 수질을 25% 감소시킨 것으로 나타났으므로, 222.2mg/ℓ × 0.25 = 55.6mg/ℓ의 BOD제거가 가능한 것으로 판단된다. 그러므로 부산시내 1일 제거가능한 BOD총량은

288,630㎥/일 × 55.6mg/ℓ × kg/1000g = 16,047.8kg·BOD/일

○ 부산시 년간 하수처리비용 절감액

3개하수처리장 BOD 1kg당 처리비용 평균은 601원/kg·BOD이므로 부산시내 1일 BOD경감비용은 16,047.8kg/일 × 601원/kg = 9,644,745원/일이며, 연간 절감비용은 3,520,331,789원/년(약 35억2천만원)에 이를 것으로 판단된다.

○ 부산시 년간 폐어망 처리비용

'96~'98년동안 해양폐기물로 수거되는 폐어구, 어망은 연평균 1,227톤(전국평균의 약 6%)으로 폐기물 처리비용(수거 및 소각처리) 톤당 100,000원을 기준하면 약 1억 2천만원으로 계산된다.

Ⅵ. 결 론

부산시 수영구 관내 2개 단독정화조(한양, 선문)를 대상으로 Media투입조와 미(未)투입조로 구분하여 Media에 의한 단독정화조 수질개선 방안을 연구한 결과는 다음과 같다.

1. Media로 이용된 폐어망의 생물막부착을 육안으로 확인하였으며, 부착미생물 의 혐기성분해를 검증하기 위한 가스발생량 실험결과 CH_4 42%, CO_2 51%의 가스 성분을 확인할 수 있었다.
2. 단독정화조 설치 후 8개월 경과시 한양의 경우 1부패조의 50%, 선문의 경우 24%의 유효용량이 스컴 및 슬러지로 인해 감소되었음을 확인할 수 있었다.
3. Media투입으로 인한 TBOD저감율을 보면 한양의 경우 Media투입 전,후 방류수 수질대비 46.3%, 선문은 25.8%로 나타나 Media에 의한 수질저감효율은 20.5%가 증가된 것으로 조사되었다.
4. 현재 소각처리되고 있는 폐어망을 Media로 재활용함으로서 환경오염방지에 기여할 수 있고, Media 투입에 따른 수질개선효과로 하수처리장에 유입되는 오염부하량을 저감시킬 수 있으며 이로 인한 하수처리장 운영경비 및 폐기물 처리비용 절감액을 환산하면 약 30억원의 경제적 효과가 발생할 것으로 사료된다.

Ⅶ. 향후전망

현재 폐기물로 발생되는 폐어망 및 폐어구는 부산시 년간 1,227톤('96~'98)에 이르며, 이로 인한 소각비용 및 환경오염문제등은 심각하고 기존 단독정화조의 효율개선대책이 없으므로 이로 인한 민원야기 및 수질오염이 발생하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구사업에서 제시한 Media투입대상인 단독정화조외에 축산폐수 및 오수처리시설, 산업장폐수처리시설에도 적용가능할 것으로 판단되며, 부산시외 타 지역에서도 적용가능한 방법으로 정화조 운영에 대한 전문성이 없어도 Media를 투입하므로서 환경오염저감 및 경제적 비용절감효과가 발생할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1) 환경백서, 환경부, 1999
2) 최의소, 폐기물처리와 자원화, 청문각
3) 정재춘외, 미생고정화법에 의한 배수처리, 동화기술
4) 오계헌외, 폐수미생물, 동화기술
5) Peyton, B. M., "Kinetics of Biofilm Detachment", ph. D. thesis, U.S.A.(1992)
6) Suschka, J., "Hydraulic Performance of percolating Biological Filters and Consideration of Oxygen Transfer", Wat. Res. 21(4), 491(1987)
7) 송승구, "담체의 물리·화학적 특성이 생물막형성에 미치는 영향", 첨단환경기술, 1998. 11월
8) 정봉규, "내부순환형 Upflow Anaerobic Sludge Blanket 공법을 이용한 폐수처리", 부경대학교 석사학위논문, 1994
9) 최의소외, 환경공학, 청문각
10) 오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률, 환경부, 1999
11) 오수·분뇨 및 축산폐수 처리통계, 환경부, 1999
12) 부산지방기상청 자료
13) 부산광역시 하수과 자료