

## 미생물 활성물질이 내재된 담체를 이용한 생물반응조의 성능 평가

### Performance Evaluation of a Bioreactor Partially Packed with Porous Media Containing a MA (Microorganism Activator)

박종훈<sup>1,2</sup> · 홍석원<sup>1,3</sup> · 최용수<sup>1,\*</sup> · 이상협<sup>1</sup> · 김승준<sup>1</sup> · 강선홍<sup>2</sup>

Jong-Hoon Park<sup>1,2</sup> · Seok-Won Hong<sup>1,3</sup> · Yong-Su Choi<sup>1,\*</sup> · Sang-Hyup Lee<sup>1</sup> ·  
Seung-Jun Kim<sup>1,4</sup> · Seun-Hong Kang<sup>2</sup>

1 한국과학기술연구원 수질환경 및 복원연구센터

2 광운대학교 환경공학과

3 서울대학교 지구환경시스템공학부

(2006년 9월 26일 논문 접수; 2007년 1월 3일 최종 수정논문 채택)

#### Abstract

The waste water treatment facility at rural and mountainous region in catchment areas of dams should be small scale. The wastewater treatment facility of small scale has some specification as follows; 1) simple process, 2) low maintenance cost, and 3) high removal efficiency. So, we developed the bioreactor which can be satisfied with the specification of small scale waste water treatment facility. The bioreactor consisted of the anoxic and oxic zone. The two zones were effectively separated by cone type baffle. By the effective separation through CTB, the nitrification and denitrification reaction occurred effectively. Therefore, the removal efficiency of total nitrogen (TN) increased compared to other types of baffle. And, we put into the bio activated media in oxic zone to increase the concentration and activity of microbiology. The media contained the components which were made of many kinds of the minerals to increase the activity of microbiology. Additionally, we observed that the phosphate removal efficiency increased by bio activated media. This is resulted from the coagulation-sedimentation reaction by mineral in components. The average removal efficiencies of TN and TP during Run 2 were 69 and 89% which were 4 and 25% higher than those during Run 1 without the MA, respectively. For BOD, COD, SS and TKN, the average removal efficiencies at Run 2 were slightly higher than those at Run 1. Therefore, we could maintain the high concentration and high activity of microbiology through bioreactor developed in this study. And the removal efficiency of TN and TP increased.

**Key words:** MA (Microorganism Activator), Media, CTB (Cone Type Baffle), Bioreactor

**주제어:** 활성물질, 담체, 콘 타입 격막, 생물반응조

\*Corresponding author Tel: +82-2-958-5834, FAX: +82-2-958-5839, E-mail: yschoi@kist.re.kr (Choi Y.S.)

## 1. 서론

담 상류지역은 대규모 도시지역과 달리 인구의 밀집도가 낮고, 넓은 지역에 분포되어 있으며, 발생 하수는 관거 설비가 합류식으로 되어있어 하천 등 주변 수계의 오염을 심화시키는 원인이 되고 있다. 이러한 담 상류지역에서 발생하는 하수는 발생 유량이 작고 수질 농도의 변화가 매우 크기 때문에 중·대규모 하수처리시설을 갖추기에는 유지관리 측면에서 많은 어려움이 있다. 담 상류지역의 하수처리시설은 운전이 용이한 소규모 공정으로서, (1) 공정이 간단하고, (2) 유지관리 비용이 낮고, (3) 처리효율이 높아야 한다. 이를 위하여 많은 연구자들은 담체를 이용한 하수처리시설의 성능을 향상시키고자 하였다. 김선형 등(2001)은 하수처리공정에 유동상 담체(Bio-cube)를 이용하였으며, 김연수 등(2001)은 페다이어담체(Bio-SAC)를 개발하였고, 이정훈 등(2001)은 폴리스티렌 부상여재를 이용한 하수처리공법 등을 개발하였다. 이러한 방법들은 공정내 미생물의 농도를 높게 유지하여 부하변동 등의 환경변화에 대한 하수처리공정의 성능을 향상시키는 방법이다.

본 연구의 목적은 담 상류지역과 같은 소규모 마을 단위에 적합한 하수처리 공정의 개발로서, 미생물의 농도 및 활성도를 높게 유지할 수 있는 미생물 활성물질 내재 담체의 개발과 그 특성을 분석하고, 이를 이용한 생물반응조(bioreactor)의 하수처리 효과를 분석하는 것이다.

이를 위해 활성물질의 유무에 따른 생물반응기의 처리 효율을 분석하기 위하여 활성물질이 내재되어 있는 담체와 그렇지 않은 담체를 사용한 두 개의 생물반응기를 동일 조건에서 운전하여 비교하였다.

단일반응기 내에서 호기구간과 무산소구간의 구분을 위하여 CTB(Cone Type Baffle)을 제작, 설치하였으며, 담체에 내재할 활성물질은 미생물 성장과 생장에 필요한 무기영양소인 Na, Mg, K, Ca, Al, Si, Mn, Fe 등(배우근 외, 2002)이 용출 가능한 황도, 고로슬래그, 상수슬러지를 사용하여 제작하였고, 담체는 에어필터용 스펀지를 이용하여 제작하였다.

스펀지를 담체로 사용한 기존 연구에 의하면 담체를 포기조에 일부 충전시킨 생물학적 처리공정에서는

미생물이 호기성 조건에서도 일부 탈질을 일으키며, 그 양은 5~10% 정도로 미비하나 담체 내부에서 무산소 영역이 존재하게 되어 호기성 조건에서도 탈질이 진행됨으로써 C/N비가 낮은 조건하에서도 전체적인 질소 제거율을 향상시킬 수 있다. 또한 SRT 증가로 폐슬러지 생산량의 감소와 질산화 미생물이 포기조 내 장기간 존재함으로써 질산화의 효율을 증대시킬 수 있다(박희등 외, 2003)고 보고하였다.

## 2. 연구 장치 및 방법

### 2.1. 생물반응조 설계 및 제작

본 연구를 위해 아크릴을 이용하여 생물반응조와 침전조 각각 2조를 제작하였다. 생물반응조와 침전조는 원형으로 제작하였으며, 생물반응조의 전체 용적은 18L, 침전조의 전체 용적은 반응기의 30%에 해당하는 6L로 설계하여 제작하였다.

생물반응조는 일일처리용량 약 50L를 기준으로 설계하였다. 생물반응조의 전체 용적은 담체가 차지하는 부피와 CTB(Cone Type Baffle), 산기관 등이 차지하는 부피를 고려하였으며, 생물반응조에 실제 유입되는 물의 양은 약 13L 정도로 설계하였다.

본 연구를 위하여 생물반응조 내부를 약 65%를 호기구간으로, 약 35%를 무산소구간으로 나누었다. 호기구간은 다시 담체구간과 담체가 없는 구간으로 나누었다. 담체구간에는 생물반응조 전체 용적의 약 15% 내외로 담체를 충전하였다. 기존연구에 의하면 하수처리시 반응조의 용적에 대한 담체 충전율은 15% 내외가 적당하다고 알려진바 있다(코오롱건설, 2000).

호기구간과 무산소구간의 구분을 위하여 새로 고안한 CTB(Cone Type Baffle)를 사용하였다. CTB(Cone Type Baffle)는 경사각 45° 이상이며, 중앙 hole의 직경은 15mm이다. 호기구간의 폭기를 위한 산기관은 CTB(Cone Type Baffle)와 생물반응조 벽이 닿는 부분의 산기관 지지대에 설치하여 호기구간의 폭기와 함께 교반을 결합하도록 설치하였다. 무산소구간의 적절한 교반을 위하여 V자형 임펠러를 설치하여 10rpm에서 교반하였다. 침전조에서 생물반응조로의 반송은 탈질의 효율을 상승시키기 위하여 50%에서 시작하여 최종 100%로 조절하여 운전하였다. Fig.

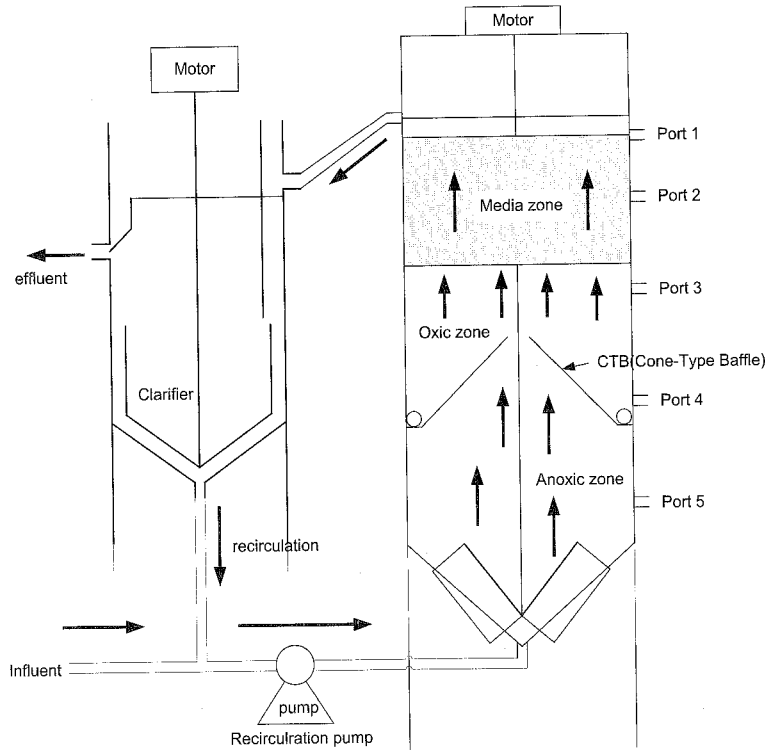


Fig. 2-1. Diagram of hybrid bioreactor.

2-1에 본 실험에 사용한 생물반응조의 모습과 유체 흐름을 간략히 나타내었다.

## 2.2. 활성물질 내재 담체

### 2.2.1. 담체(media)

본 연구에 사용 할 활성물질(MA; Microorganism Activator) 내재 담체(media)는 (1) 미생물 부착이 용이하고, (2) 물의 흐름에 방해가 적은 소재, (3) 활성 물질 내재 가능, (4) 형태를 유지할 수 있으며, (5) 비표면적이 높아야 한다. 따라서 본 연구에서는 에어 필터용 스펀지를 재료로 사용하였다. 일반 스펀지의 경우 통기성이 거의 없어 물의 흐름을 방해하고 부착된 미생물들이 부패될 우려가 있다. 본 연구에서 사

용한 스펀지의 제원을 Table 2-1에 나타내었다.

본 연구에 사용한 에어필터용 스펀지는 우수한 통기성과 많은 비표면적을 보유하고 있어 담체로서 미생물을 성장과 생장하기에 적합한 환경을 조성할 수 있으며, 충분한 인장강도와 경도를 가지고 있어 내부에 들어갈 활성물질의 파손을 방지할 수 있으며 담체 간 자체 무게에 의한 압밀이 발생하여도 공간 확보가 가능하다. 제작한 담체의 크기는 가로×세로×높이가 각 5cm이며, 담체 1개가 차지하는 부피는 125cm<sup>3</sup>이고, 활성물질을 제외한 담체만의 중량은 약 3.5g이다.

사용한 스펀지의 공극 상태와 생물반응기 운전에 따른 미생물의 부착 상태를 확인하기 위하여 SEM(Scanning Electron Microscope) 촬영을 하였다.

Table 2-1. Quality standards of sponge for Air-filter

Grade	FILTER45PPI	Ingredients	폴리우레탄 폼
밀도	33.29 kg/m <sup>3</sup>	25% 경도	14.82 kg/314cm <sup>2</sup>
65% 경도	27.73 kg/314cm <sup>2</sup>	Ball Rebound	42%
인장 강도	1.48 kg/cm <sup>2</sup>	인열 강도	0.63 kg/cm
신장률	256.49%	셀 수	45±3ppi

### 2.2.2. 활성물질 (Microorganism Activator; MA)

#### (1) 재료선정

미생물의 성장과 생장을 돕기 위한 활성물질을 제조하기 위해 미생물이 필요로 하는 무기영양소를 많이 함유하고 있는 것으로 알려진 물질 중 다음과 같은 재료들을 선정하였다. 선정된 재료는 황토분말 (yellow soil (powder)), 생황토 (yellow soil (natural)), 부식토 (humus soil), 세라믹볼 (ceramic ball), 고로슬래그 (blast furnace slag), 상수슬러지 (water treatment sludge)이다. 선택한 재료는 모두 105°C 건조기에서 24시간 건조 후 No. 40 체를 통과한 미세분말을 채취하여 사용하였다.

선정된 재료들로부터 이용가능한 무기영양소의 양을 조사하기 위하여 용출실험을 실시하였다. 용출실험은 폐기물공정시험법에 따랐으며 실험방법은 각각의 분말들을 200mL 증류수에 20g씩 넣어 25°C, 200rpm으로 24시간 교반 (shaking) 한 후 전처리하여 분석하였다.

#### (2) 활성물질 제작

용출실험 분석결과를 이용하여 6가지 재료 중 황토분말, 고로슬래그, 상수슬러지를 이용하여 4가지 type의 활성물질을 제작하였다. 고로슬래그로부터 가장 많은 양의 무기영양소가 용출되었으나 고로슬래그 자체만으로는 일정한 형태를 만들거나 유지하기 어렵기 때문에 다른 물질과의 혼합이 필요하다. 다른 물질과의 혼합시 고로슬래그가 30%를 초과하면 고온 소성시 형태가 변형되는 현상이 나타났다. 이 문제를 해결하기 위하여 황토분말을 사용하였다. 상수슬러지 내에 존재하는 20~30%의 유기물은 소성 후 활성물질 내 공극을 형성하게 된다. 또한 대부분 매립이나 해양투기에 의해 처분되는 것을 이용하므로 자원 재 활용 효과도 기대할 수 있다. Table 2-2에 활성물질 배합비율을 제시하였다. Table 2-2에서 나타난 바와 같이 type별 조성비율을 달리하여 담체내에 넣을 활성물질을 제작하였다. 활성물질의 크기는 직경이 약 5~10mm이며, 구형으로 제작하였다.

소성온도에 따른 용출 특성을 파악하기 위해 소성온도를 900, 950, 1000, 1100°C와 1200°C로 달리하여 제작한 후 재료별 용출실험과 동일한 방법으로 실험하였다.

Table 2-2. Weight ratio of MA (Microorganism Activator) at each mixing type (%)

Type	(unit : %)		
	yellow soil	blast furnace slag	water treatment sludge
T1	100	-	-
T2	70	30	-
T3	70	-	30
T4	60	20	20

용출실험 결과를 바탕으로 본 연구를 수행하기 위한 활성물질을 950°C에서 소성한 T4로 결정하였으며, 제작한 T4의 공극 형성 상태와 생물반응기 운전 전, 후의 미생물 부착 상태를 확인하기 위하여 SEM 촬영을 하였다.

### 2.3. 생물반응기 운전 조건

본 연구를 위한 생물반응조의 운전 조건은 HRT 6시간 (호기구간 4시간 30분, 무산소구간 1시간 30분), SRT 약 15~25일, 온도 20~25°C, 폭기량 평균 2.5~3.0L/min, 교반속도 15~25rpm 등으로 운전하였다. 포기 강도는 측정하는 DO 농도의 변화에 따라 가감 하였다.

제작한 생물반응조를 Run 1과 Run 2로 구분하였으며, Run 1을 대조군으로 하였고, Run 2를 실험군으로 하여 활용하였다. Run 1에는 활성물질이 없는 스펀지 담체만을 넣고, Run 2에는 활성물질이 내재된 담체를 넣어 비교 실험을 하였다.

본 연구에서 사용한 인공하수는 합성폐수로서 탈지분유, 글루코스, 탄산나트륨, NH<sub>4</sub>Cl, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 등을 사용하여 제조하였다. Table 2-3에 연구기간 중 유입수 농도를 나타냈다. 유입수 농도를 TCOD<sub>cr</sub> 기준으로 약 500mg/L 이상까지 상승시켰는데 이는 일

Table 2-3. Influent characteristics

Item	(unit: mg/L)	
	Range	Average
pH	5.98 ~ 7.85	6.74
TCOD <sub>cr</sub>	95.9 ~ 860.0	384.7
BOD <sub>5</sub>	12.5 ~ 520.7	221.1
SS	8.6 ~ 134.4	82.6
TN	34.3 ~ 72.3	47.5
TP	3.0 ~ 9.7	6.1
Alkalinity	61.0 ~ 182.0	140.5

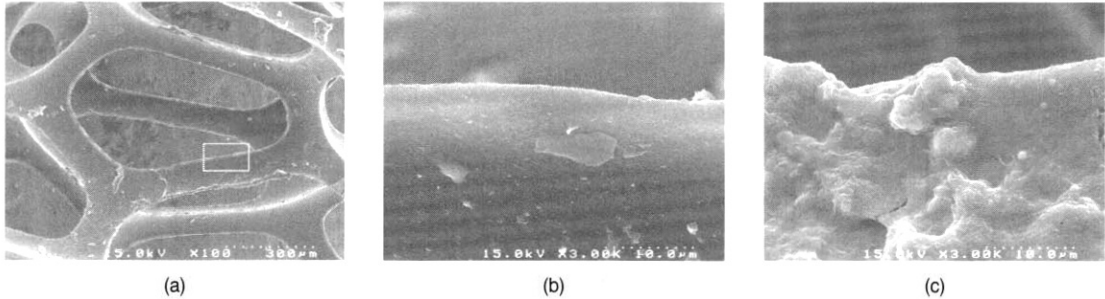


Fig. 3-1. Result of SEM of media (a), before (b) and after (c) put into bioreactor.

반적인 하수뿐만 아니라 폐수에의 적용성 검토를 위해서이다.

질산화에 필요한 알칼리도는 약 7.14mg/mg  $\text{NH}_4\text{-N}$ 으로 알려져 있는데(Randall 등, 1992), 본 연구에 사용된 유입수의 평균 알칼리도는 140.49mg/L로서 평균 25.96mg/L의  $\text{NH}_4\text{-N}$ 을 질산화 시키기에 약간 부족하였으나 추가의 알칼리도 주입은 없었다.  $\text{TCOD}_\text{Cr}/\text{TP}$ 의 비는 63으로 전형적인 우리나라의 비율인 45보다 높게 나타났다(최의소, 1996). 유입수의  $\text{TCOD}_\text{Cr}/\text{BOD}$  비는 1.73으로서 일반 도시하수의  $\text{TCOD}_\text{Cr}/\text{BOD}$  비인 1.72(최의소, 2002)와 비슷한 수준을 유지하였다.

담체를 사용하는 생물반응조는 기존 연구에 의하면 담체 충전층이 불용성 물질에 대한 여과 기능을 갖고 있다고 보고(이병현 등, 1993)되어 있으며 또한 담체에 미생물이 부착되어 있어 SRT가 길어지고, 슬러지의 자산화가 촉진되기 때문에 폐슬러지 발생량이 적으므로, 슬러지 부상 등과 같은 문제점을 줄일 수 있다고 알려져 있다(Bitton, 1994). 담체 충전율에 의한 변화에 따른 연구에 의하면 동일한 SRT 상태에서 담체 충전율이 증가할수록 부착된 미생물에 의해 실제 SRT가 늘어나며 이 때문에 질산화율이 높아진다는 보고가 있다(Louis 등, 1995).

#### 2.4. 수질 분석 방법

연구기간 동안 용출실험시 시료분석을 위해 사용한 기기는 Perkin Elmer Instruments의 Optima 2000DV이고, 각 port 별, 유입수, 유출수에 대한 수질분석은 Standard Methods 20th edition(1998)에 제시된 방법에 따라 실시하였다. SEM 촬영을 위해 HITACHI사의 S-4100 모델을 사용하였다.

### 3. 연구 결과 및 고찰

#### 3.1. 활성물질 내재 담체

(1) 본 연구에 사용된 담체의 공극 모습을 확인하기 위하여 100배 확대한 SEM 촬영을 한 결과(Fig. 3-1(a)), 사용한 스펀지의 공극이 거의 균일한 크기와 형태를 갖추고 있으며, 미생물의 부착이 용이할 것으로 판단되었다.

(2) 연구기간 동안 사용한 담체에 미생물 부착 형태를 확인하기 위한 SEM 촬영 결과를 Fig. 3-1(b)와 (c)에 나타내었으며, 이때 촬영은 3000배 확대하였다. 사용 전·후를 비교하여보면 담체 표면에 전체적으로 미생물이 잘 부착된 것을 확인할 수 있다. 또한 공극의 폐색이 없었음도 확인할 수 있다. 따라서 본 연구에 사용된 담체가 계획했던 대로 미생물의 성장과 생장에 적합한 환경을 조성했음을 확인할 수 있다.

#### 3.2. 활성물질

##### 3.2.1. 재료별 용출실험 결과

재료별 용출 실험 결과를 보면 용출된 이온의 전체 양은 고로슬래그에서 가장 많이 용출되었고, 다음으로는 상수슬러지, 세라믹볼과 부식도가 비슷한 양의 용출 결과를 보여주었다. 반면 분석대상 재료 중 황토분말과 생활토에서 가장 적은 양이 용출되었다. 고온과정이 있는 고로슬래그와 세라믹볼, 부식도에서 많은 양의 무기이온이 나오고 그렇지 않은 황토와 상수슬러지에서 비교적 적은 양의 무기이온이 나오는 것은 원재료의 제작과정에 고온 소성과정의 유무와 연관이 있다고 판단된다.

Fig. 3-2에 용출실험결과를 제시하였다.

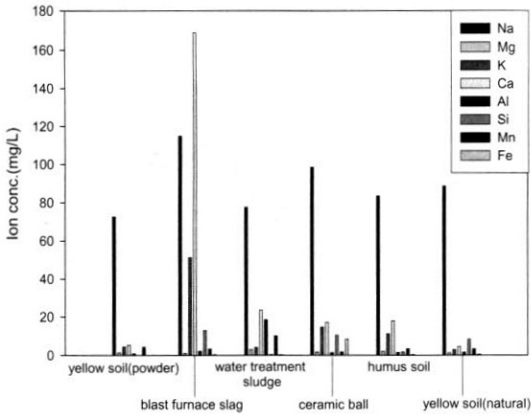


Fig. 3-2. Data of elution experiment classified by materials.

### 3.2.2. 활성물질에 대한 용출실험 결과

앞선 재료별 용출실험 결과에 의해 소성 온도에 따라 무기이온의 용출에 영향을 줄 것으로 판단하여 적정 소성온도와 재료 배합 결정을 위하여 앞서 진행하였던 실험과 동일한 조건에서 용출실험을 수행하였다. 소성온도에 따른 각각 type별 용출실험 결과를 Fig. 3-3에 나타내었다. 실험결과에 의하면 고로슬래그가 포함된 T2와 T4에서 그렇지않은 T1과 T3보다 많은 무기이온들이 용출되는 것을 확인할 수 있다. 이는 재료별 용출실험결과와 마찬가지로 고로슬래그에서 가장 많은 무기물질이 용출된 때문으로 판단된다. 소성온도에 따른 차이를 보면 900~950°C에서 소성한 경우가 1000°C 이상에서 소성한 것보다 많은 양의 무기물질이 용출되었다. 이는 1000°C 이상에서

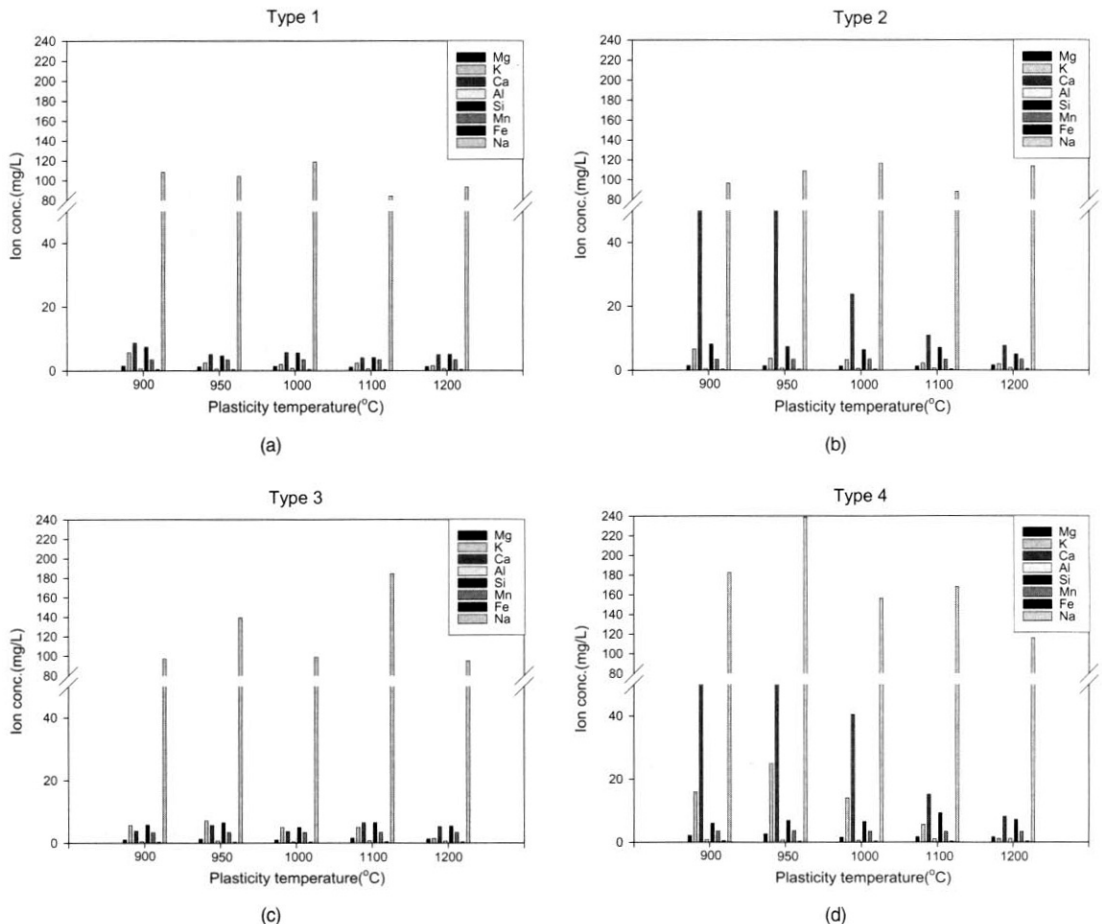


Fig. 3-3. Data of elution experiment classified by each type.

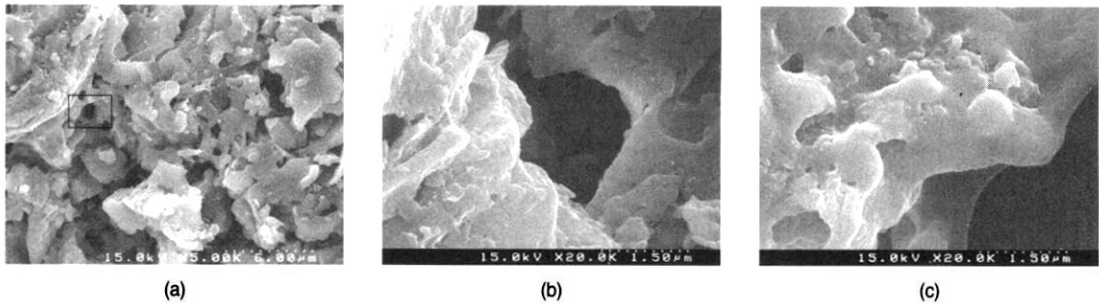


Fig. 3-4. Result of SEM of MA (Microorange Activator) (a), before (b) and after (c) put into bioreactor.

소성한 경우 무기이온들이 안정한 상태로 결합을 이루어 용출이 잘 이루어지지 않기 때문에 판단된다.

### 3.2.3. 활성물질 제작

상기의 용출실험의 결과를 바탕으로 본 연구에 사용할 활성물질을 T4로 결정하였다. 이때 소성시 건조중량 대비 약 5~10%의 무게 감량이 발생하는 데, 이는 각 재료를 소성했을 때 발생하는 무게 감량 결과로 확인하였다. 각 재료를 소성하였을 때 황토분말은 약 7%, 고로슬래그는 0%, 상수슬러지는 약 20%의 무게 감량이 발생하였다. 황토분말과 상수슬러지에서 발생하는 무게 감량의 대부분이 유기물질 것으로 판단되며, 고로슬래그는 발생단계에서 이미 고온에서 소성된 것과 마찬가지로 무게 감량이 없었던 것으로 판단된다. 이때 발생하는 무게 감량은 활성물질 내에서 공극으로 나타난다. SEM 촬영결과 제작한 활성물질 내에 충분한 공극이 형성되었음을 알 수 있다. 제작한 활성물질의 모습과 공극의 확인을 위해 촬영한 SEM 결과를 Fig. 3-4(a)에 나타내었다. SEM 촬영 결과는 5,000배 확대 촬영 결과이다.

제작한 활성물질을 담체에 넣어 연구기간 동안 생물반응조내에서 운전한 결과 담체의 내·외부와 같이 활성물질의 내·외부에도 biofilm이 형성될 것으로 예상되어 생물반응조 운전 전·후의 활성물질에 대해 SEM 촬영을 하였다. SEM 촬영 결과 운전 전·후의 모습으로 biofilm의 형성을 확인 할 수 있었다. SEM 촬영 결과를 Fig. 3-4(b)와 (c)에 나타내었다. SEM 촬영은 20,000배 확대하여 실시하였다.

### 3.3. 생물반응조 운전 결과

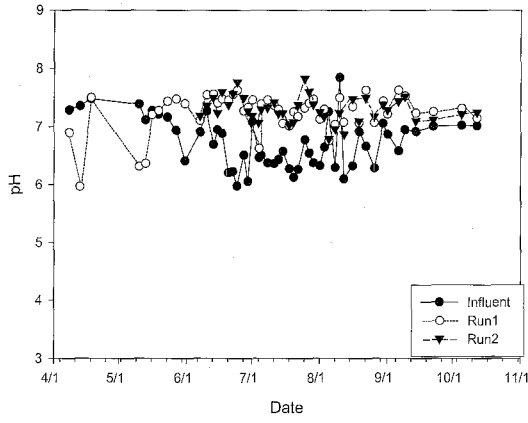
활성물질이 없는 담체를 사용한 Run 1과 활성물질

내재 담체를 사용한 Run 2의 운전 결과를 살펴보면, pH의 경우 평균적으로 Run 1은 7.24, Run 2는 7.3을 나타내어 운전 기간동안 중성을 나타내었다. TCOD<sub>Cr</sub>, BOD<sub>5</sub>, SS, TN, TP의 제거율을 살펴보면 평균적으로 각각 Run 1은 89.1%, 93.8%, 85.3%, 65.3%, 63.2%를 나타내었으며 Run 2는 91.0%, 94.3%, 92.1%, 69.4%, 89.0%를 나타내었다. TP를 제외한 나머지 분석 항목들의 제거율은 두 생물반응기에서 비슷한 수준을 보였다. TP의 경우 약 25.8%의 제거율 차이를 나타냈는데, 이는 활성물질의 유무에 따른 차이인 것으로 판단된다. 본 연구에 의해 제작된 활성물질(T4) 용출실험에서 나타난 Ca, Fe, Al 이온에 의한 영향으로 판단된다. Ca, Fe, Al 이온을 용출한 활성물질(T4)이 인산칼슘(Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>)이나 인산철(FePO<sub>4</sub>), 인산알루미늄(AlPO<sub>4</sub>)과 같은 형태의 화학적 결합을 이루어 인체거에 영향을 준 것으로 판단된다.

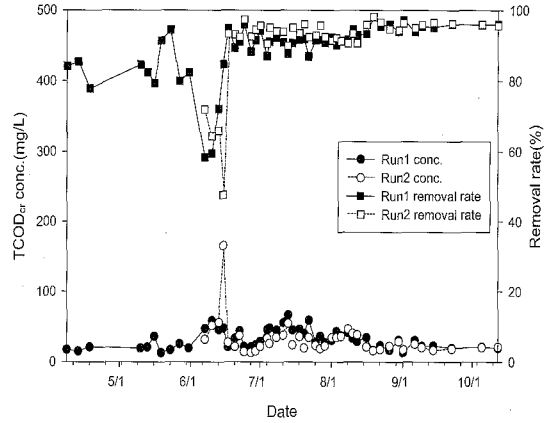
운전 기간 중 두 반응기의 pH, TCOD<sub>Cr</sub>, BOD<sub>5</sub>, SS, TN, TP에 대한 유출수 농도와 제거율을 Fig. 3-5(a)-(f)에 나타내었다.

생물반응조 운전 중 호기구간의 평균 용존산소 농도는 두 반응기 모두 약 3.0~4.0mg/L로 측정되었으며, 무산소구간의 용존산소 농도는 평균 0.2mg/L 이하로 측정되어 CTB에 의한 구간 구분이 잘 이루어진 것으로 판단된다.

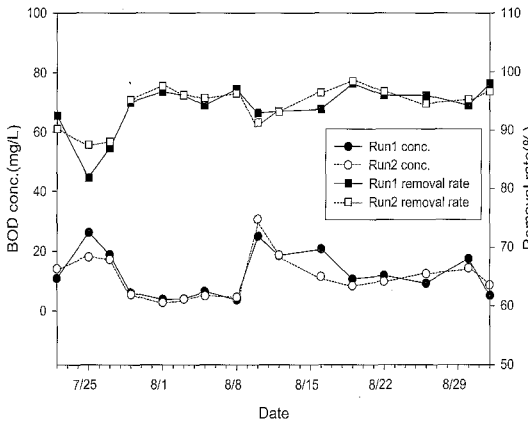
Run 1과 Run 2의 운전기간 중 평균 MLSS 농도는 호기구간 5000mg/L 이상, 무산소구간 6500mg/L로 측정되었는데 이는 높은 기질과 담체에 의한 미생물 유출 방지에 의한 것으로 높은 MLSS 농도 유지가 가능했던 것으로 판단된다. 높은 MLSS를 유지함에도 불구하고 생물반응조 운전기간 중 SVI와 SDI는 각각



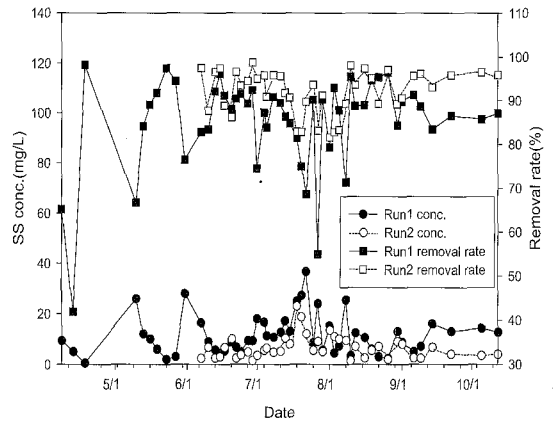
(a)



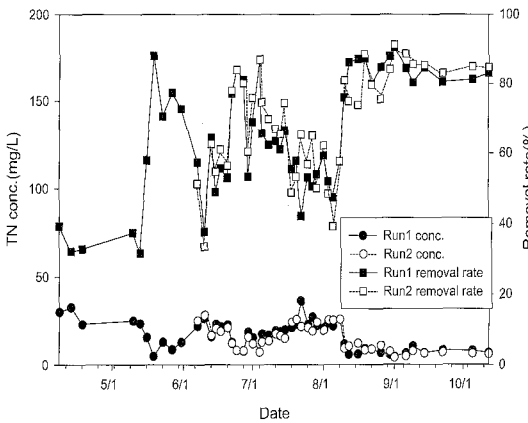
(b)



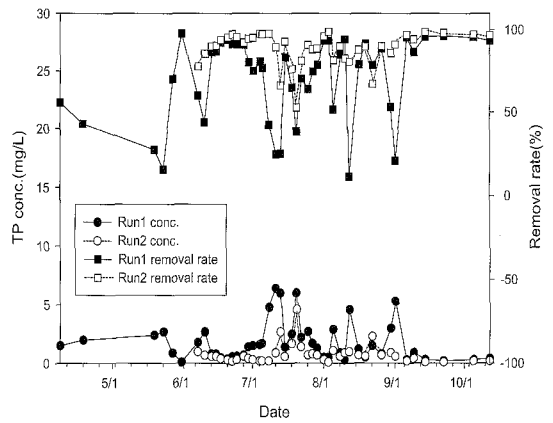
(c)



(d)



(e)



(f)

Fig. 3-5. Effluent concentration and removal rate; (a) pH, (b) TCOD<sub>cr</sub>, (c) BOD, (d) SS, (e) TN, (f) TP.



100 이하, 1.03 이상으로써 상당히 안정적인 칩강성을 유지하였다.

#### 4. 결 론

1) 여러 가지 환경친화적이고 자원 재활용적인 소재 중에서 선택한 고로슬래그와 상수슬러지, 그리고 황토에는 이미 알려져 있는 이용가능한 여러 가지 무기이온들을 함유하고 있다. 이 무기이온들을 pH 조절이나 인위적인 방법이 아닌 일반적인 상태에서 용출이 가능하다는 것을 확인하였으며, 제작한 활성물질에서 용출되는 양이 실제로 미생물 활성화에 도움을 줄뿐만 아니라 유출수에 직접적인 영향을 준다.

2) 단일 생물반응조의 가장 큰 문제점인 질산화와 탈질을 동시에 이루기 위한 호기와 무산소구간의 구분을 CTB의 설치로 해결하였다. 폭기양에 관계없이 구간 구분이 이루어짐으로써 호기구간의 여러 상황에 따른 DO 농도 조절이 용이해졌으며 무산소구간에서의 적정 DO 농도인 0.2mg/L을 안정적으로 유지할 수 있다.

3) 활성물질을 내재한 담체의 사용과 CTB의 설치로 생물반응조 내 충분한 MLSS의 유지가 가능하고 TN과 TP의 제거능도 크게 향상되었다. 또한 안정적인 MLSS의 유지로 유입수의 부하 변동에도 높은 처리 효율을 유지할 수 있다.

4) 단일 생물반응조 형태로 적은 부지를 사용하면 높은 처리 효율을 유지할 수 있다는 장점이 있다. 마을 단위와 같은 중소규모 처리를 위해 적합할 것으로 판단된다.

#### 감사의 글

본 연구는 차세대환경기술개발사업의 지원에 의해 이루어졌습니다. 이에 감사드립니다.

#### 참고문헌

1. 김선형, 임성균, 최광호 (2001) 미생물담체(Bio-cube)를

이용한 하수고도처리기술, 2001년도 공동추계학술발표회 논문집, 대한상하수도학회 · 한국물환경학회, pp. 15-18.

2. 김연수, 임남재, 김정주, 손승우 (2001) 페타이담체(Bio-SAC)를 이용한 유동상 생물막법 영양염류 제거기술, 2001년도 공동추계학술발표회 논문집, 대한상하수도학회 · 한국물환경학회, pp. 23-26.

3. 박희등, 임봉수, 김현용 (2003. 9) 부유성 플라스틱 담체를 이용한 MLE공정의 하수처리 성능평가, 대한토목학회논문집, 대한토목학회, 23(5B), pp. 463-470.

4. 배우근, 배재호, 양지원 공역, 생물환경공학, McGraw Hill Korea, 2002.

5. 이병헌, 김정숙 (1993) 고정상 활성슬러지 공법과 부유성장 활성슬러지 공법의 비교 연구, J. KSWQ. Feb., 23-30.

6. 이정훈, 최원석, 김선미, 염규진(2001) 임상폴리스티렌 부상여재(Biobead®)를 이용한 상향류식 생물막 접촉오·폐수처리기술, 2001년도 공동추계학술발표회 논문집, 대한상하수도학회 · 한국물환경학회, pp. 27-30, 2001.

7. 최의소 (1996) 우리나라 환경기초시설의 문제점 및 개선방향, 우리나라 하수관리정책의 바람직한 방향 특별세미나 자료집, 대한환경공학회.

8. 최의소(2002) 폐기물 처리와 자원화, 청문각

9. 코오롱건설(주) Bio-cube를 이용한 하·폐수의 질소, 인 제거공정(NPR Process), 2000.

10. Bitton, G. (1994) Wastewater microbiology, John Wiley & Sons, INC., New York, pp. 189-198.

11. Louis, R. J. and Randall, C.W. (1995) Utilization of a sponge media intergrated fixed film activated sludge process for treatment of a high ammonia industrial wastewater, in proceedings of WEFTEC '95 68th Annual Conference & Exposition, WEF, Florida, 3(2), pp. 357-366.

12. Randall, C.W., et. al. (1992) Design and retrofit of wastewater treatment plants for biological nutrient removal, technomic publishing Co. Inc., Lancater.

13. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th edn, American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington DC, USA, (1998).