



# 포괄고정화균에 의한

## 혐기성 소화법의 고찰

한 상 문 / (주) 진도 엔지니어링  
환경기술연구소 연구원

### 1. 서 론

생물학적 폐수처리 기술은 날로 발전을 거듭하고 있으며, 산소의 이용 여부에 따라 호기성 처리와 혐기성 처리로 대별되고 있다. 두 방법 모두 장단점이 있으나, 두 방법 모두 경제적인 폐수처리를 위하여서는 조내의 미생물농도를 높이고 미생물의 활성도를 높여 유기물의 분해속도를 빠르게 하여야 한다는 점에서는 같다. 여기서는 혐기성 처리방법 중 비교적 신공법인 포괄고정법에 대하여 미약하나마 소개하고 논하기로 하자.

포괄 고정법은 미생물을 특정담체에 고정화하여 혐기성 소화조내의 미생물 농도를 가능한 높이고 유기물의 분해속도를 빠르게 하기 위한 방법이다. 포괄 고정화 미생물을 충전한 Bio Reactor는 의약품, 화학품의 제조분야에서 아미노산, 페니실린, 알릴 아미이드의 생산에 이미 공업화 되어 사용중이다. 이것은 특정 화학물질을 생산하는데 있어 적절한 조건에서 지속적으로 반응에 참여하는 효소나 그 효소를 생산하는 미생물들을 반응조 중에 고정화시켜서 생산성을 높일수 있기 때문이다. 이때문에 이러한 분야에서의 Bio-Reactor는 생체매체를

Reactor내부에 保有하기 위해 생체매체를 쉽게 분리할 수 있는 방법이 연구되고 있다. 이방법은 막을 이용하여 생체매체를 분리하는 System고정법과 생체매체 자체를 개별적으로 고정하는 고정화 미생물효소법등 2가지로 나누어진다. 이러한 2가지의 고정화법中 미생물을 고분자 물질로 둘러싸는 여러 가지 포괄고정화 미생물법이 폐수처리분야에서 각광을 받고 있다. 폐수처리에 있어서 고정화에 사용되는 유용한 생체매체를 얻기 위해서는 새로운 미생물의 탐색 및 육종이 필요하다. 이러한 미생물을 고농도로 고정할수 있다면 처리 효율의 극대화와 콤팩트화가 가능하게 된다. 또한 포괄 고정화를 이용한 실용화 처리법의 개발은 현재 행해지고 있는 단계이나 보급상에 있어서 未解明된 점을 순차적으로 해결해가는 동시에 환경공학, 미생물공학 뿐만이 아니고 고정화 재료를 취급하는 합성화학 고분자화학, Reactor설계, 화학공학등의 총체적인 학문이 필요하다.

본 보고서에서는 혐기성 소화조내의 미생물 농도를 높게 유지하고 증식이 느린 메탄균이 조외에 유출되는 것을 방지하기 위해 메탄균 고정화를 하였다. 담체로서는 흡수성 수지를 사용하였으며 수

지를 2차 가교하는 포괄법에 의하여 혐기성 미생물의 고정화조건을 조사하고 고효율처리의 적용성을 검토하였다.

## 2-1. 혐기성 미생물의 고정화

### 가. 종오니(種汚泥)

하수처리장의 소화오니를 60Mesh체로서 오래된 미소화 고형물을 분리제거하고 Table 1에 표시된 인공하수로서 중온소화법(37℃)에 의해 20일간 혼양된 것을 사용했다.

### 나. 흡수성 수지

아크릴계 합성고분자 수지로서 흡수능력은 순수에 대해 105g/g, 생리식염수에는 25g/g이다. 입도는 10Mesh를 통과하고 32Mesh를 통과하지 않은 것을 사용했다.

Table 1. 인공하수의 조성

성분	mg/ℓ
Glucose	8,000
Peptone	3,000
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	200
NaHCO <sub>3</sub>	2,000
CaCl <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O	20
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	50

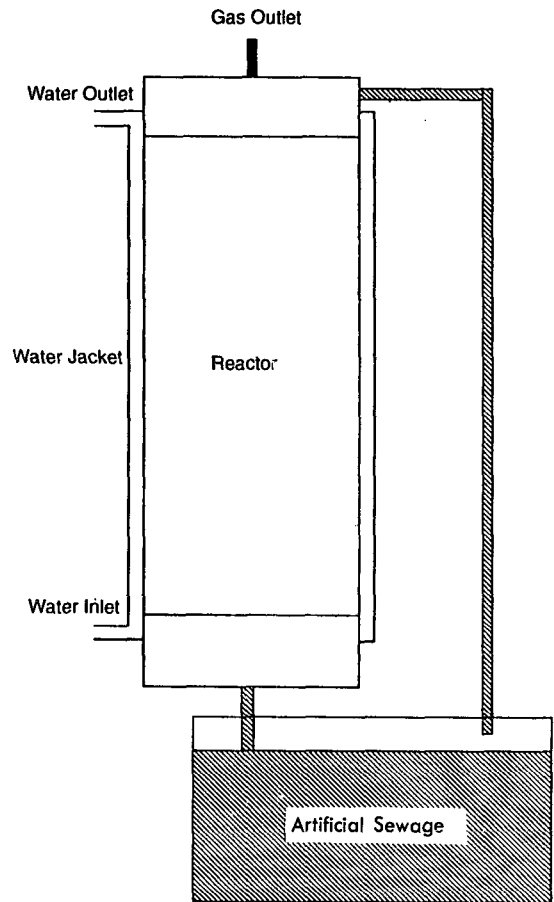
### 다. 미생물의 고정화방법

종오니를 탈기된 물에 분산하여 넣고 흡수성수지를 가한후 수지가 흡수팽윤됨과 동시에 혐기성 미생물 균체가 수지내부에 들어가게 된다. 가교제가 있는 염화칼슘 수용액을 가하고 수지분자중의 카르복실기에 가교반응을 하여 균체를 고정한다.

### 라. 고정화조건에의 검토 방법

종오니 50mg에서 300mg까지 각각의 Beaker에 취하여 탈기된 물을 가해 전량을 100ml로 하고 오니를 균일하게 분산되도록 하여 흡수성 수지 1g을 가하여 전술한 “다”의 방법으로 균체고정화를 하여, 100ml의 주사관에 충전, 인공하수 5ml, 물 10ml를 가한후 37℃의 항온수조에 넣고 24시간후의 gas발생량을 조사한다.

Figure 1. Schematic drawing of the reactor



## 2-2. 혐기성 소화시험

Fig.1에 나타내어진 내경 4cm, 높이 100cm, 수심 90cm의 아크릴 재질 원통에 미세한 망(網)을 상하에 넣고 2-1의 포괄고정화균체를 충전한다. 반응기의 외부에는 항온수조의 온수를 순환되게 하여 반응조내 온도를 일정하게 유지하게 한다. 인공하수는 시료 Tank에 넣고 일정유속으로 통과시키고 처리수는 시료 Tank에 떨어뜨린뒤 순환시켜 24시간후에 시료 Tank의 물을 빼내어 TOC의 측정에 사용하고 전량을 새로운 인공하수로 교체하는 방법으로 한다. 발효시험개시후 약 4주가 경과한후에 적갈색 광합성 세균의 증식이 확인되어 빛을 차단하기 위해 반응조를 알루미늄호일로 막았다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3-1. 고정화 조건의 검토

2-1의 방법으로 종오니의 양을 달리하여 균체 고정화를 하며, 37°C의 중온소화로 24시간후의 가스 발생량을 조사하고 그 결과를 Fig. 2에 나타냈다. 흡수성수지는 구조적으로 이온성기가 가교되어 있는 폴리아크릴산계 고분자수지로서 흡수될때 폴리아크릴산상이 최대 수백배의 용적으로 팽윤되며 흡수 팽윤될때에 균체가 수지내로 들어가게 된다.

그러나, 그대로는 균체가 자유로이 출입하므로  $-(CH_2-CH)_n$ 의 카복실기를 칼슘이온으로 가교



하여 폴리아크릴산상을 수축되게 하여 균의 출입을 막을 수 있다.

Figure 2. Effect of biomass amount

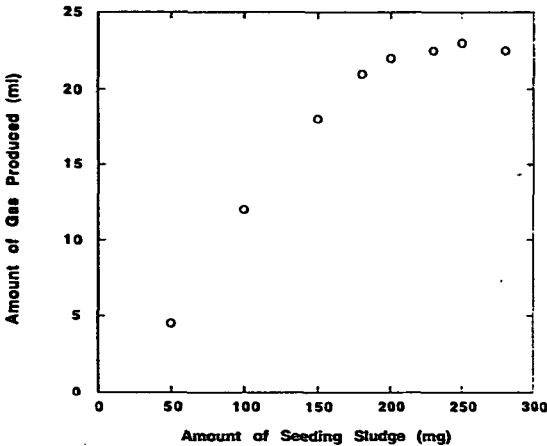
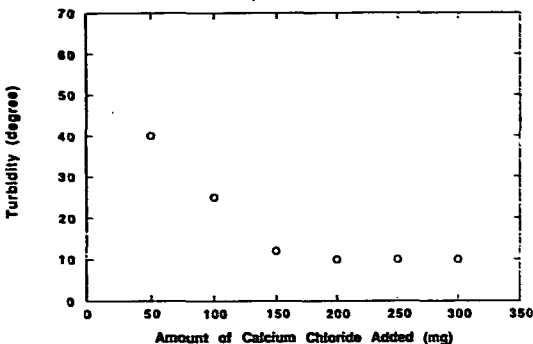


Figure 3. Effect of calcium chloride on turbidity



흡수팽윤시에 존재하는 종오니의 양이 증가할수록 가스발생량도 증가하나 종오니량이 200mg/g 부근에서 가스 발생량의 증가율이 급격히 감소하고 있다. 이것은 수지가 팽윤되어 공극에 오니(균체)가 포화 충전된 것에 의한 것으로 기질의 투과 속도가 생물반응의 율속단계이고 가스발생량은 더 이상 증가하지 않게 된것으로 사료된다.

종오니량이 200mg 이상에서 염화칼슘용액으로 2차 가교를 한 후 분리수 중에 오니가 현저히 확인된 것에서 전자의 이유로 사료됨이 타당하다. 이것으로 이후의 실험은 흡수성수지 1g에 대해서 종오니 200mg의 비율로 고정화한 것을 사용한 것이다.

다음으로 칼슘이온에 의한 2차 가교시 이온농도의 영향을 조사하기 위해서 염화칼슘 용액의 농도를 달리하여 1시간 동안 교반하고 가교반응을 한후 균체 고정 담체를 수세하고 300ml의 분액여두에 물 200ml와 같이 넣어 1분간 100회왕복으로 1시간 진탕하고 상등액을 취해 탁도를 측정한 결과를 Fig. 3에 나타냈다. 염화칼슘농도가 낮아 일단 수지 내에 들어갔던 오니가 다시 수중에 방출되면 분리액의 높은 탁도를 나타내고 염화칼슘의 농도가 높게 되면 탁도가 감소되며 오니의 방출이 적게 된다. 염화칼슘 200mg/g 즉 흡수성 수지의 1/5양을 가하는 것으로 오니의 방출은 대충 방지된다. 다음에 흡수성 수지 1g에 대해서 칼슘 200mg 가해 2차 가교를 한 후 시간의 변화에 따라 오니의 방출을 조사한 결과를 Fig. 4에 나타냈다. 2차 가교시 30분 정도의 반응시간이면 대충 완료되는 것으로 보이며 안전을 기하기 위해서 1시간 정도 교반을 하면 충분한 것으로 판단되었다. (다음호에 계속)

Figure 4. Effect of reaction time

