

B3공법 적용과 분뇨처리장 영양물질제거 등 최적 운영인자 결정 및 가능성 연구

손철호 · 우인성

인천대학교 안전공학과

I. 서론

생활향상 및 도시인구의 집중으로 분뇨발생량이 급격히 증가하고 있으며 이를 위해서 단독 및 하수와 연계 등 광범위하게 처리하고 있으나 높은 유기물 농도와 다량의 생물학적 난분해성유기물질 등 수질적 특성으로 표준화된 처리방법 및 기술적 확보는 현재 우리가 당면한 환경문제 중 우선적으로 해결되어야 할 과제라 할 수 있다. 그리고 몇 차례의 법 개정을 거듭하면서 방류수 수질기준은 대폭강화 되었고, 이 같은 규제를 만족시키기 위해서는 기존시설(혐기성소화법 및 활성슬러지법)로는 고농도의 유기물 및 암모니아 질소 등을 제거하는데 어려움이 있다.

본 연구는 B3(Bio Best Bacillus)을 현장에 적용하여 운영을 단순화 및 안정적으로 처리함으로써 하수·분뇨·축산 및 고농도 유기성 폐수의 영양물질 등 Bacillus를 최대한 우점화 시킴으로서 기존공정에서 보다 높은 효율을 나타내기 위한 적정 운전조건을 결정하고 가능성에 대하여 연구하였다.

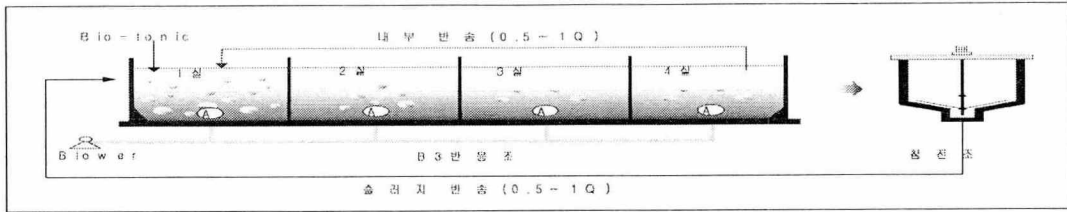
II. 문헌고찰

1. B3공법의 개요 및 제거원리

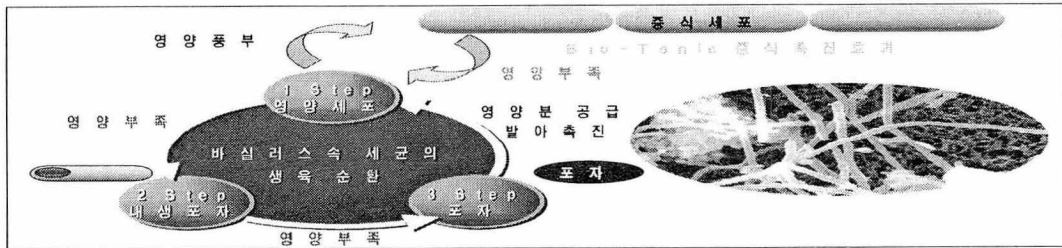
가. B3 공정의 개요

바실러스균의 생육특성을 이용하여 B3반응조 내에서 바실러스균을 선택적 우점배양 함으로서 유기물은 물론 질소, 인을 처리하는 고도처리공법으로서 동일한 크기의 4개실로 구분된 포기조로 구성되며, 제4실과 침전지에서 제1실로 내부반송 및 슬러지반송을 실시하는 공정으로 구성되어있다.

제1실에서는 DO 0.6~1.2ppm 정도의 호기성 상태를 유지하며 대부분의 오염물질들은 제1실에서 제거된다. 제2실에는 DO 0.5ppm 이하, 제3-4실에는 DO 0.3ppm 이하의 미호기성 상태가 되도록 유지한다. 또한 슬러지반송과 내부반송을 통하여 반복되면 호기 탈질능력이 탁월하고 포자를 형성하면서 통성혐기성 미생물들인 바실러스속 세균이 우점적으로 생육하게 되어 분뇨 중의 유기물질 및 질소, 인을 제거하게 된다.

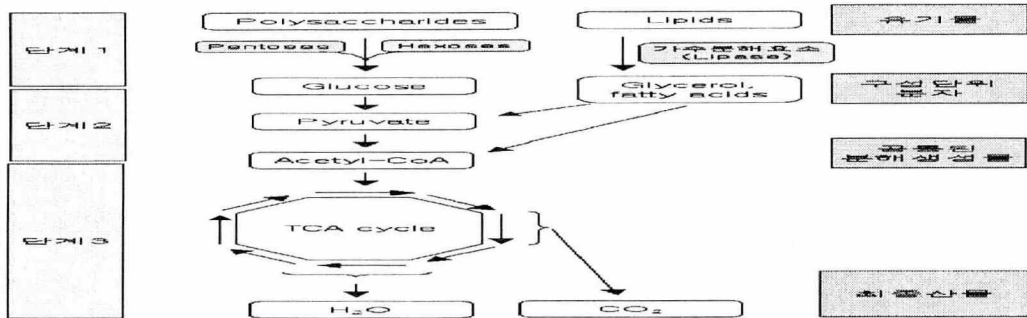


< B3 공정의 모식도 >

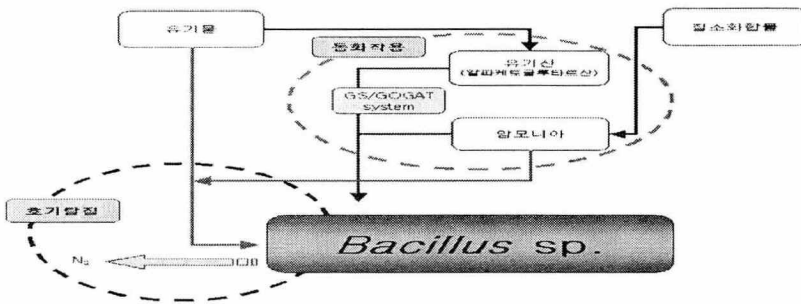


< 바실러스균의 생육순환과정 >

나. B3 공법의 제거원리



< 단계별 유기물 분해과정 >



< B3공법에서의 질소제거 >

III. 재료 및 방법

1. 재료

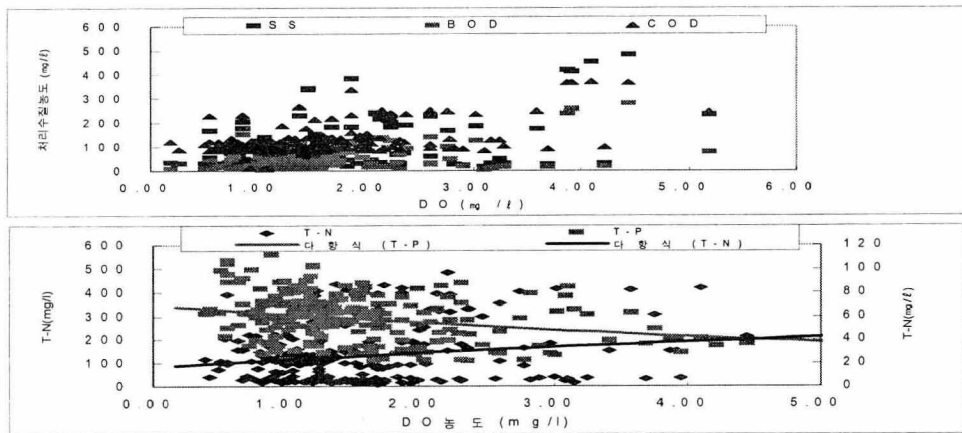
분뇨의 성상은 수거대상구역 내에 설치된 정화조의 형식과 크기, 생활수준 및 문화적인 습관, 기후, 도시규모, 수거방법 및 수거주기 등에 따라 반입되는 분뇨의 성상이 변화하게 된다. 또한 분뇨는 점성의 반고체로 비중은 1.02정도이고, 점도는 비점도로 1.2~2.2정도이다. 분뇨에 포함된 혐잡물은 발생지역에 따라서 차가 크다.

2. 방법

현재 Bacillus sp.공법을 현장중심의 최근 1년간(2004년 1~12월) 공정별 수질분석을 수행하였으며 본 연구기간 동안 분뇨처리수의 수질분석 항목은 COD_{Mn}, BOD, 부유물질(Suspended Solid, SS), 온도, 용존산소(Dissolved Oxygen, DO), T-N(Total Nitrogen), 총인(T-P) 등이다. 분석방법은 Standard Method 및 수질오염공정시험법에 따라 행하였다.

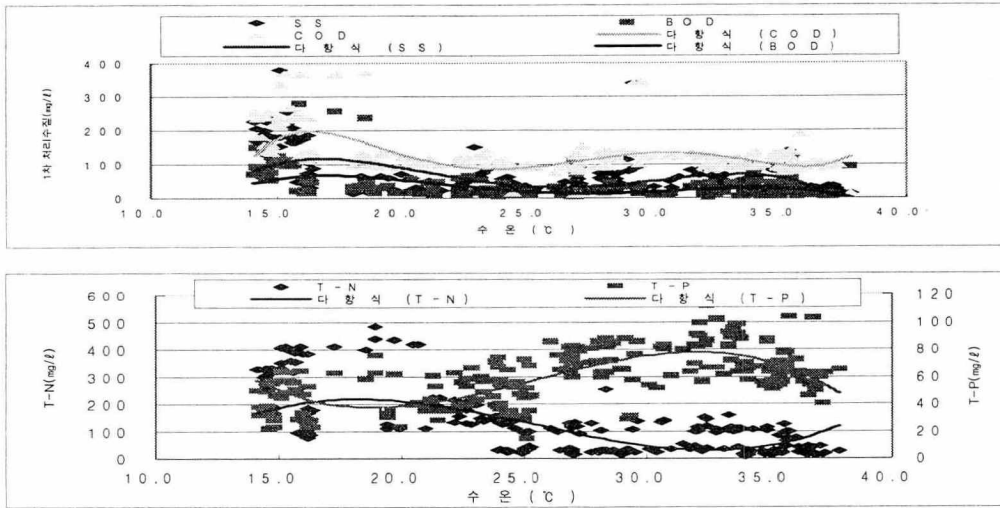
IV. 결과 및 고찰

1. 제1반응조 운영인자 분석



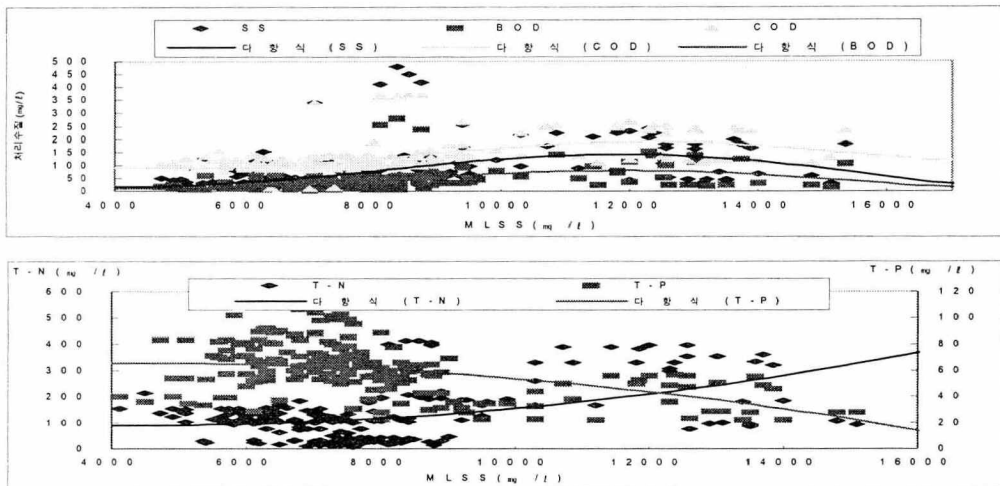
<그림 1> B3 제1반응조 DO농도 변화

<그림 1>에서 같이 BOD 등 항목의 B3 제1반응조 1실의 DO농도가 약 1.0 mg/l 내외에서 1차 처리수질이 가장 양호한 결과를 나타내며, 약 1.5~2.0mg/l을 초과하는 경우 처리수질이 상승하는 것으로 나타났다. 또한 T-P농도는 1실의 DO농도가 약 3.0 mg/l 이내 범위에서는 DO농도가 높을수록 처리수질이 개선되는 것으로 나타남.



<그림 2> B3 제1반응조 수온변화와 처리수질관계

<그림 2>대체로 연평균 수온인 약 27℃까지는 수온상승에 따라 처리수질이 개선되는 것으로 조사되었고, T-P의 경우는 수온상승에 따라 약 30℃까지는 처리수질이 악화되는 반면 그 이상에서는 개선되는 경향이 보이는 것으로 나타났다.



<그림 3> B3 제1반응조 MLSS변화와 1차 처리수질 관계

<그림 3>은 T-N의 경우는 MLSS 농도가 낮을수록 처리 수질이 개선되는 한편, T-P는 MLSS가 높을수록 처리수질이 개선되는 경향을 보이고 있다.

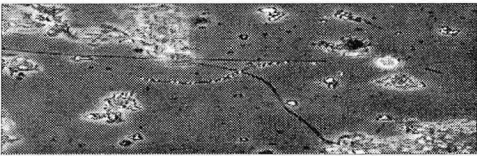
2. 화상관찰에 의한 바실러스의 생육 형태 분석



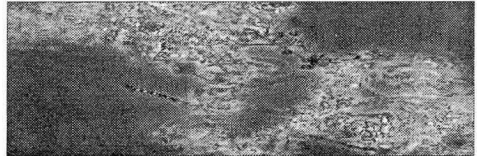
① 1실



② 2실



③ 3실



④ 4실

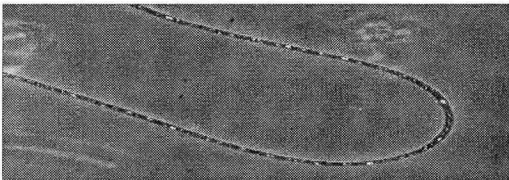
<그림 4>B3 제1반응조 각 실별 미생물 관계

<그림 4>에서와 같이 미생물의 종 및 상태를 파악하고 탄력적으로 적용하여 정상적인 처리장의 운영을 도모했다. 다만, 계절별로 동절기(1~2월)에는 MLSS를 약 9,000~16,000mg/l 범위로 높게 유지하여 낮은 부하에서 방선균이 증식된다.

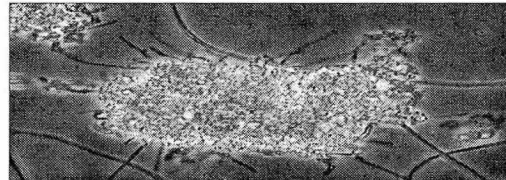


<그림 5> 불꽃놀이 모양의 사상체(방선균)로 관찰(Nocardia).

또한, 기온상승으로 7~9월쯤 DO가 낮을때 검은색 및 흰색거품을 발생시키고 악취를 유발하는 부패가스인 H₂S를 산화시키는 황세균인 Beggiatoa, Thiothrix 등이 자주출현 하곤 했다.

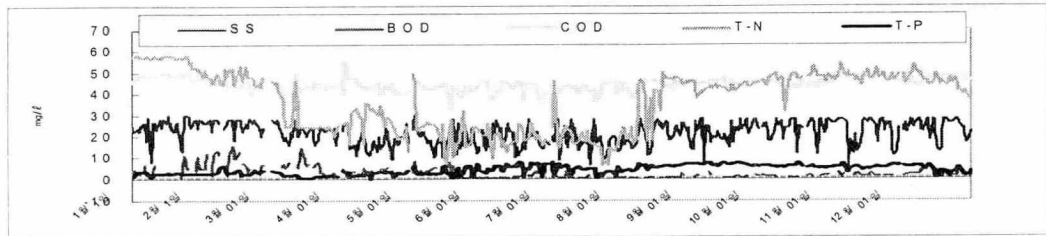


<Beggiatoa>



<Thiothrix>

3. 최종방류수 수질변화



<그림 6> 일간 방류수질 변화추이

<그림 6>은 비교적 양호한 처리수질을 나타내는 반면, 동절기~봄철기간에는 처리수질이 악화되는 것으로 나타났으며, COD항목의 경우는 연중 방류수 수질기준에 근접하게 높게 운영되었으며, T-N의 경우는 봄~여름철에는 비교적 양호하게 처리되나 가을~겨울철 기간에는 처리수질이 악화되는 것으로 나타남.

V. 결론

현장중심으로 1년간(2004년 1~12월) 공정별 수질분석과 연구를 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. B3 제1반응조 1실의 DO농도가 약 1.0mg/l 내외에서 처리수질이 가장 양호한 결과를 나타내며, 약 1.5~2.0mg/l 을 초과하는 경우 처리수질이 상승하는 것으로 나타남.
2. 수온이 높게 유지되는 8~10월에는 양호한 처리수질(연평균 : 27℃)을 얻을 수 있는 것으로 파악됨 따라서, 동절기 제1반응조 1, 2실의 외벽을 단열 시공하여 최저 17℃ 이상으로 유지하도록 운영함이 바람직 함.
3. B3 제1반응조 MLSS 농도는 기간별로 매우 큰 변동폭으로 조사되었지만 특히, T-N의 경우는 MLSS 농도가 낮을수록 처리 수질이 개선되었다.
4. 본 연구기간 분석결과 수처리 효율은 BOD 99.9%, COD 98.4%, SS 99.7%, 정도로서 양호한 처리결과를 나타내었고, 영양염류인 T-N, T-P 항목의 경우도 각각 97.1%, 98.6%로 년중 높은 제거효율을 향상시킬 수 있었다.

참고문헌

1. “B3 기술 자료집” (주) 대경환경그룹, 2005. 3.
2. “분뇨 및 축산폐수 처리실무” 환경관리공단, 2004.
3. “인천광역시 분뇨 및 축산 폐수병합처리시설 설치 타당성조사보고서” 인천광역시, 2001. 5
4. “여천위생처리장 시운전결과보고서” 울산광역시 하수관리사업소, 1997. 12.