

# 방지시설의 설치 및 적정 운영관리 기술

| 연재 |



## II. 방지시설의 설계

### 4. 방지시설의 운영관리

#### 4-2. 방지시설의 운영관리

##### 4-2-2. 생물학적 처리

##### 가. 포기조의 관리

##### (가) BOD부하관리

환경기술인은 BOD부하가 낮을 때와 높을 때에 일어나는 현상을 정확하게 알고 있어야 한다.

BOD부하에 의한 TROUBLE은 공통적인 특징과 해당 처리장에서만 나타나는 고유한 특징이 있다. 환경기술인은 이러한 특징들을 정확하게 판단 할 수 있고 개선시킬 수 있는 대안이 있어야 한다.

BOD측정보다 CODcr을 측정하여 현장에 이용하는 것이 빠르고 정확하다.

유기물의 종류에 따라 BOD로 측정되지 않으나 포기조에서는 미생물에 부하요인으로 작용되는 것들이 있기 마련이다.

포기조는 종류를 파악하기 어려운 수많은 미생물의 집합체인 것을 간과해서는 안된다. BOD 측정시 식중되어지는 미생물의 종류보다 포기조의 미생물의 종류가 비교할 수 없이 광범위하다는 것을 명심해야 한다.

따라서 이는 폐수의 기질에 따라 BOD가 모든 생분해 가능한 유기물을 정량할 수 있는 지표라고 단언하기 곤란하다는 것을 의미하며 정확한 유기물량은 언제나 CODcr으로써만 정량될 수 있다.

#### \* 부하의 표준

〈 표 9. 유기물 용적부하 판단 기준 〉

지 표	저부하	중간부하	고부하
용적부하 (kgCODcr/m <sup>3</sup> ·day)	0.3이하	0.4~1.5	1.5이상
F/M 비(kgCODcr/kgMLSS·day)	0.2이하	0.2~0.5	0.6이상

#### \* 공통적인 특징

- 침전조의 상등액 색상이 탁해진다.  
고부하일 경우는 일반적으로 백탁현상이 주를 이루고 저부하일 경우는 적탁현상이 주를 이룬다. 포기조의 DO와 SRT에 따라 반대현상이 나타날 수도 있다.
- 미생물상의 변화가 나타난다.  
고부하일 경우는 대부분 분산세균이나 Bodo, Monas등이 우점하게 된다. 저부하일 경우는 후생동물의 출현이나 Ameba, Arcella 등이 우점하게 된다.
- 플럭의 변화가 일어난다.  
고부하일 경우 분산성장 형태  
저부하일 경우 플록 해제현상으로 인한 핀플럭 유출 등

#### \* 고유한 특징의 종류

- 침전조 유출수에서 특이한 냄새가 난다.(특히, 고부하일 경우)
- 침전조에서 MLSS의 큰 폭의 증가나 사상체의 증식 없이 오니 경계면이 상승한다.(고부하)  
부하관리의 대책으로써 고부하일 경우는 생산현장을 점검하여 유기물농도가 큰 폭으로 상승한 공정을 찾아내어 공정의 운영을 개선하도록 하는 방법이 가장 우선되어야 하며 차선책으로써는 포기조의 MLSS를

늘리는 방안으로 SRT를 증가시켜 운전하여야 하며 BLOWER를 추가로 가동하여 DO를 원활히 공급하여야 한다.

부하가 높을 경우 포기조에서 측정되는 DO보다 실제로 미생물이 느끼는 체감 DO는 낮을 수 있다. 주로 여름철에 발생하기 쉬운 현상으로써 미생물이 유기물의 섭취량이 늘어나면 그만큼 산소의 소모량도 빨라져야 하는데 이는 활성오니 플러크 내부의 산소필요량과 포기조의 DO농도차의 구배가 클수록 전달 속도가 증가되어 산소의 전달이 원활해진다. 따라서 부하가 높아지면 일반적으로 관리하는 DO보다 1.5 ~ 2mg/l 정도 높여서 운전하는 것이 좋다.

제품생산 종류별로 배출COD 원단위를 파악해서 미리 생산계획을 파악함으로써 대비하는 것이 가장 현명한 방법이라 하겠다.

#### (나) SRT의 관리

SRT의 관리는 포기조의 유기물부하(BOD부하 또는 CODcr부하)와 관련이 있으며 Bulking과 Nocardia.sp에 의한 Trouble의 제어와도 관련이 있다. 개별처리장별로 고유한 최적의 SRT가 존재하며 환경기술인은 이를 파악하고 관리하여야 한다.

일반적인 경우 여름철은 SRT를 낮게 유지하며 겨울철은 다소 높게 유지하는 것이 유리하다.

Bulking의 경우 대부분 LOW F/M에서 발생하며 (A/V가설 참조) 종류에 따라서는 HIGH F/M에서 발생하는 경우와 DO 및 영양염과도 관계가 있다. 이는 사상체의 동정으로 구분할 수 있다. [자세한 사항은 제 4장 생물학적 폐수처리를 참조 바람.]

LOW F/M인 경우에 해당한다면 즉시 탈수시설을 최대한 가동하고 SRT를 감소하므로써 F/M을 증대시켜 FLOC 형성균의 비율을 증대시켜야 한다. [기타 원수의 단속주입, SELECTOR의 설치, 산기량의 조절 및 살균제의 살포 등으로 제어]

Nocardia.sp에 의한 거품의 경우 가장 유력한 제어 인자는 온도와 SRT조절 및 포기량의 조절에 있다. 온도의 경우 30 ~ 35°C이상에서 뚜렷히 증대되며 수온이

15°C 이하로 되면 뚜렷히 감소한다. 그렇지만 포기조의 온도를 인위적으로 내리는 것은 사실상 어렵다. 따라서 SRT를 조절하는 방법과 포기량을 감소시키는 방법이 유효한데 이 경우 역시 탈수설비의 성능이 뒷받쳐 주지 못하면 상당히 곤란을 겪을 수 밖에 없다.

Nocardia.sp에 의한 거품의 제어 방법으로 가장 중요한 것은 발생초기에 박멸하는 것이다.

Nocardia.sp에 의한 거품이 포기조 반이상을 덮게 되면 사실상 SRT조절이나 포기량 조절을 통해 제어한다는 것은 매우 오랜 시간과 인내가 필요하다.

그러나 발생초기라면 상황은 달라진다.

Nocardia.sp는 그 특징적인 거품형태 때문에 일반적인 거품형태와는 확연히 구분된다. 따라서 발생초기에는 포기조의 일정부분에서 부터 특이한 형태의 거품이 세력을 점점 확장해 가는 것을 볼 수 있다.

바로 이 시점에 해당 계열의 포기조의 DO를 낮추고 (거의 부패할 정도) 탈수량을 증대시키며 폐수유입을 증대시켜 부하를 높여 제어하면 초기에 박멸 가능하다. 따라서 생물학적 처리시설의 이상 현상을 제어하려면 우수한 성능의 탈수설비가 필수적이라 하겠다.

#### (다) DO관리

포기조의 적정 DO는 일반적으로 0.5 ~ 2.0mg/l 범위이다. 포기조의 전단부분은 높여서 운영하고 말단 부분은 낮게 유지하는 것이 침전조의 유지관리에 유리하다. 유기물부하가 높을 때와 낮을 때를 구분하여 각각 다르게 운영해야 한다.

포기조의 혼합액을 Mass Cylinder에 채취하여 정치시켜 놓을 경우 정상적이라면 3일정도가 지나도 부패하지 않는다.

그러나 포기조의 DO가 정상이더라도 3일 이내에 부패 현상이 나타나면 그것은 미생물이 느끼는 체감 DO가 낮은 경우이므로 포기량을 증대시켜 운영해야 한다.

또한 침전조에서 탈질에 의한 슬러지RISING이 발생할 경우에도 DO를 낮추어 운영해야 하는데 보통 0.5mg/l 이내로 조정하면 1~2일 내에 회복한다.

## [라] 영양염 관리

경험적인 영양염 투입비율은 BOD : N : P의 비율로써 100 : 5 : 1이 채용되고 있는데 여기서 말하는 BOD는 BOD<sub>5</sub>가 아니라 유기물량으로 이해하여야 한다.

따라서 COD<sub>cr</sub>을 기준으로 영양염을 투입하는 것이 정확하다.

정상적인 경우라면 침전조 유출수를 여과한 후 T-N과 정인산을 측정하여 일정한 농도의 기준을 정하고 원수에 질소와 인의 비율을 조정하는 것이 좋다.

이 경우 경험적인 비율보다 적어질 수 있고 높아질 수도 있다.

단, BULKING이나 이상거품의 과다 증식 등이 발생하면 반드시 경험적인 비율보다 높여서 주입해야 한다. 이때는 침전조 유출수를 여과한 후 T-N의 농도가 10 ~ 20mg/l, 정인산의 농도는 1 ~ 2mg/l 정도 유지시킬 정도로 원수의 영양염 주입농도를 결정하는 것이 좋다.

특히, 영양염 부족으로 이상거품의 과다 증식현상이 나타날 때가 있는데 이 경우 거품의 특성이 *Nocardia.sp*의 거품과 거의 구분할 수 없을 정도로 똑같다. 이때는 *Nocardia.sp*의 거품이라면 포기를 중단하고 1일 정도 부패시킨 후 다시 포기하면 어느정도 시간이 지난 다음 서서히 특징적인 거품이 되살아나는 것을 볼 수 있으나 영양염 부족한 경우라면 포기를 재개하자마자 곧바로 이상거품이 되살아 나는 것을 볼 수 있다. 이것은 세포를 구성하는 단백질을 완전한 형태로 합성시킬 만큼의 영양염이 공급되지 않아서 단백질이 불안정하기 때문에 나타나는 슬라임층의 이탈에 의한 거품이다.

이 경우 영양염을 과다 주입하면 약 7~10일의 기간 내에 회복시킬 수 있다.

## [마] 독성물질의 관리

호기성처리에서 독성물질로 작용할 수 있는 물질은 크게 유기계와 무기계로 나눌 수 있다.

유기계는 대표적으로 할로겐화 유기물(주로 유기염소계가 대부분)류 이며 페놀과 시안 및 유기용제 등이 주를 이룬다.

페놀은 순응시킬 경우 100mg/l 까지 제거가 가능하며 CN은 5~10mg/l 까지 제거가 가능하다. 이 경우 유기물 부하는 낮게 유지되어야만 가능하다.

유기용제류의 경우 지방족 유기용제는 어느정도 용이하게 분해가 되지만 방향족의 유기용제류는 독성이 크고 분해가 용이하지 않으므로 주의해야 한다.

할로겐화 유기물은 대단히 독성이 크며 미생물을 순응시키는 것도 곤란하다.

대부분 장기간 노출되었을 경우 5mg/l 이하에서도 큰 독성을 나타내므로 발생원을 관리하여 유입되지 않도록 하는 것이 최선의 방법이며 경우에 따라서는 포기조에 분말활성탄을 투입하여 독성물질을 고정시키는 것도 효과적으로 사용될 수 있다.

무기계 유해물질은 대부분 중금속류이다.

금속 수산화물 처리법으로 전처리를 통해 미생물에 영향을 주지 않을 정도의 농도까지 쉽게 처리 가능하지만 중금속이 유기물과 킬레이트를 형성하여 유입되는 경우는 문제가 된다.

이때는 황화물 응집 침전법을 병용하는 것이 효과적이다.

## 나. 침전조의 관리

### [가] 기계적인 부분

#### - Wier의 수평 불량

침전조 수면의 월류량이 일정하지 못하므로 소류 현상에 의해 슬러지가 침전하지 않고 유출되어 처리수가 혼탁된다. 이는 즉시 교정이 필요하다.

#### - 스크레퍼의 이상

슬러지가 부상하고 부상된 슬러지는 전체가 검은색이거나 바닥부분만 검은색인 경우가 스크레퍼의 이상으로 판단할 수 있다. 침전조 내부를 청소하고 스크레퍼의 고무판을 교체하고 스크레퍼의 수평기동을 확인할 것이며 TURN BUKLE을 조정하여야 한다.

### [나] 운전불량에 의한 부분

대부분 포기조의 운전이 정상적이지 못할 때이므로 포기조의 운전상황을 점검하고 적절한 조치를 취해야 한다.

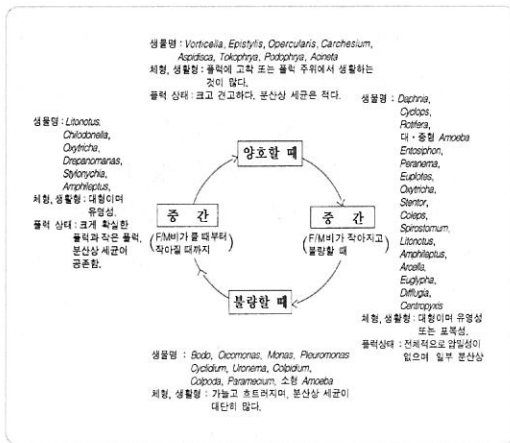
- 수면적 부하

침전조의 적정 수면적 부하율은 10~15m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·day 이다. 원폐수의 유입량을 조절하는 것과 슬러지탈수 시설 등에서 발생하는 탈리액이 여러 개열로 이송되도록 한다. 주의해야 할 것은 수면적 부하를 계산할 때 반송슬러지량은 고려하지 않는다.

- 고품물부하

침전조의 적정 고품물 부하율은 150~200kgMLSS/m<sup>2</sup>·day이다. 그러나 슬러지가 분산 상태나 과산화 되었을 때는 더욱 낮게 운영되어야 한다. 이러한 적정 부하율이 넘게 운전되면 슬러지 경계면이 부상할 수 있다. 이때 주의해야 할 것은 고품물 부하를 계산할 때 반송 슬러지량을 고려해야 한다는 점이다.

〈 그림 1. 처리수의 수질과 생물상의 관계 〉



혐기조에서 인의 방출에 영향을 줄 수 있는 첫 번째 요인으로는 미 제거된 질산염이다. 질산염이 혐기조에 유입되면 인 방출에 유효한 원수종의 기질이 질산염의 탈질에 사용되므로 인 방출에 사용되어질 기질이 부족한 상태가 되어 SYSTEM내에서 인의 제거율이 저하된다. 따라서 혐기조로 질산염이 유입되지 않도록 탈질조를 효과적으로 운영하는 것이 최우선이다.

혐기조에서 인 방출에 영향을 줄 수 있는 두 번째 요인으로는 원 폐수중의 유기물이 탈인 미생물(X-PAO)에 유효한 것이어야 한다. 대체로 저분자 유기물이 유리하며 사업장마다 특성이 다르므로 충분한 TEST를 거쳐서 설계에 반영하여야 할 부분이다.

혐기조에서 인 방출에 영향을 줄 수 있는 세 번째 요인으로는 체류시간이다.

일반적으로 여러 조건이 알맞은 상태라면 0.5HR정도면 충분하나 부지에 여유가 있다면 1~1.5HR정도로 설계하는 것이 바람직하다.

공법별로 체류시간의 설계는 상이하므로 충분한 검토가 필요하다.

그러나 인을 생물학적인 과잉섭취에 의해 제거하는 것은 하수처리장 처럼 대용량이며 유입수중의 인의 농도가 저농도(10mg/l이하)인 경우 채용되는 방법이며 배출 시설에서 고농도의 인이 배출되는 상황이라면 화학처리 방법을 사용하는 것이 효과적이며 안전한 방법이다.

자료제공 : 환경보전협회 환경연수처  
 다음호에 계속 ...

4-2-3. 고도처리시설

가. 혐기조의 운영

혐기조의 역할은 인의 방출이다. 혐기조에서 인이 방출되는 농도에 따라 후단 포기조(질산화조)에서 인이 과잉 흡수되는 비율이 늘어난다.

연구 결과에 의하면 혐기조에서 배출한 인의 양에 대해 최대 8배까지 호기조에서 재흡수하는 것으로 조사되었다.

따라서 생물학적인 과잉섭취에 의한 인의 제거에서 가장 중요한 것은 혐기조에서의 인 방출량이라고 할 수 있다.

