

생물학적 하 · 폐수처리 실제(2)

- 산업별 폐수특성과 처리에서의 문제점

이 문 호

이호환경컨설팅 대표이사
(한국과학기술원 생물공학 석사)

■ 목 차

1. 생물학적 폐수처리의 관리에 고려해야 할 사항
2. 산업폐수별 폐수특성과 처리에서의 문제점
3. 생물학적 폐수처리의 이상현상 발생과 결과
4. 벌킹의 발생과 실제
5. 거품, 스킴의 발생과 실제
6. 슬러지부상, 애체, 슬러지형성 불량 등의 문제

산업폐수는 성분이 매우 다양하여 폐수마다 그 처리에 특성이 있고 어려움이 뒤따르게 된다. 다음에 업종별로 폐수의 특성과 처리에서의 문제점을 살펴본다.

(1) 당

- ◆효모 증식—> 방류수 혼탁
- ◆pH저하—> 곰팡이 증식—> 벌킹

당이 높은 농도로 폐수에 함유되어 있으면 세균대신 효모가 증식되기 쉬우며 또한 당이 분해되어 유기산이 생성되므로 pH가 저하되면 낮은 pH에서 잘 증식하는 곰팡이가 폭기조에 증식하여 우점하게 된다.

효모는 슬러지플록을 형성하지 않으므로 침전조에서 침강이 되지 않고 부유상태로 있다. 그래서 침전조 유출수에

포함되어 유출되므로 처리수가 매우 혼탁해진다. 한편 곰팡이가 우점으로 폭기조에 증식되면 벌킹이 발생되어 슬러지 침강이 매우 어렵게 된다.

당이 많이 함유된 폐수로는 사탕, 과자, 아이스크림, 식혜, 빵 등을 생산하는 폐수이다.

(2) 전분

- ◆N,P부족, DO부족—>벌킹, 점성슬러지
- ◆효모 증식—>방류수 혼탁

전분은 당 축합체이므로 당이 기질일 때와 비슷한 영향을 미생물에게 미친다. 전분은 고분자의 탄수화물이므로 N,P가 부족되기 쉬우며 또한 산화시 DO도 부족되기 쉬워 벌킹이 일어날 가능성이 높게 된다. 특히 N,P가 부족할 때 슬러지에 점성이 있고 또한 폭기조 수면에 점성의 거품도 발생할 수 있다.

폐수내 기질의 주성분이 전분인 폐수는 전분, 당면, 포테토칩, 우동 생산폐수 등이다.

(3) 단백질

- ◆단백질—> 거품
- ◆미생물 이용가능 N 부족—> 벌킹

폐수내에 단백질이 함유되어 있으면 폭기조는 물론 집수조에서도 거품이 많이 발생된다. 거품이 발생되면 폭기조 활성슬러지에 산소공급효율이 저하되며, 거품이 심할 경우 폭기조를 넘쳐흘러 폭기 자체가 어렵게 되는 경우도 있다.

비록 단백질농도는 높으나 단백질은 폐수처리과정에서 미생물에 질소원으로 이용이 거의 안되므로 질소의 부족이 일어나 질소결핍에 의한 슬러지벌킹이 발생되기도 한다.

단백질 함유폐수로는 육류가공, 두유, 두부, 우유가공, 계란가공 등이 있다.

(4)세제

- ◆세제—> 거품, 산소공급 미흡, 처리효율 저하
- ◆미분해 세제—> 방류수 COD 증대
- ◆미생물상이 단순—> 플럭형성 곤란
—> 방류수 혼탁
- ◆슬러지 해체
- ◆방선균 증식시—> 거품, 스크발생 심각

세제는 물계류를 같은 흰색 거품을 심하게 발생시키므로 세제가 폭기조에 유입되면 거의 소포체를 투입하면서 폭기를 한다. 거품이 심하면 산소공급이 미흡하게 되어 호기성처리에서는 폐수처리효율이 크게 저하된다. 뿐만아니라 세제는 폐수처리과정에서 분해가 거의 안되므로 방류수의 COD를 증가시키는 요인으로 작용한다.

또한 세제농도가 높으면 활성슬러지미생물상에 영향을 미쳐 폭기조에 증식할 수 있는 미생물종의 다양성이 감소하게 되므로 플럭형성이 저해되고 아울러 방류수가 혼탁하게 되는 문제가 발생된다. 심할 경우에는 슬러지가 완전히 해체되어 방류수가 매우 혼탁되고 방류수의 SS농도가 크게 상승하는 경우가 발생되기도 한다. 슬러지해체가 일어나면 해체된 슬러지가 방류수로 유출되므로 폭기조의 MLSS농도가 감소하게 된다. 이렇게 되면 폭기조의 F/M비가 상승하여 2차적인 이상현상을 유발하기도 한다.

한편 폭기조 활성슬러지에 방선균이 이미 증식되어 있는 경우에 세제가 폭기조에 유입되면 폭기조 수면이나 침전조 수면에 다량의 스크이 발생될 수 있다. 이러한 현상은 급격히 일어나 아침에 아무런 증상을 보이지 않다가도 오후에 갑자기 다량의 스크이 발생하는 경우는 세제의 유입 때문이다.

세제는 대부분의 처리장에서 약간은 유입되지만 대량 유입되는 폐수로는 세제생산폐수, 반도체공장폐수, 세탁폐수, 온천, 목욕탕 등이다.

(5)기름

- ◆슬러지에 기름부착—> 슬러지 부상
- ◆방선균 증식—> 스크, 거품, 슬러지 부상
- ◆미분해 기름—> 방류수 BOD, COD 증대

오수처리장에서 폭기조의 폭기를 일시 중단하면 곧바로 슬러지가 폭기조 수면에 부상하는 경우가 있는데 이것은 폐수를 통해 유입된 기름이 활성슬러지 플럭에 부착이 되기 때문이다. 기름성분은 대체로 폐수처리과정에서 분해가 완전히 일어나지 않는다. 따라서 방류수의 BOD나 COD를 증가시키는 요인으로 된다.

그리고 기름은 방선균증식에 중요한 기질로 작용하는 경우가 많다. 기름이 유입되고 활성슬러지의 SRT가 길게 되면 방선균이 증식될 가능성이 높아지게 된다. 방선균의 증식은 거품과 스크의 발생 그리고 슬러지의 부상을 일으킨다.

기름유입이 예상되는 폐수로서는 백화점 오수, 공장 오수, 빵, 도축, 수산물가공, 우유가공 등이다.

(6)독성물질

- ◆미생물증식 저해—> 처리효율 저하
- ◆슬러지 해체

독성물질의 유입은 폭기조내 활성슬러지미생물의 활성을 저하시키고 미생물의 증식을 저해시키므로 자연히 폐수처리효율을 떨어뜨리게 된다.

독성이 심할 경우에는 슬러지해체까지도 일어나게 되어 활성슬러지의 활성을 완전히 상실할 수도 있다.

해체가 일어나면 폭기조에 거품이 많이 발생하고 악취가 발생될 수도 있다. 아울러 처리수의 SS농도가 크게 높아지게 된다.

독성물질로 작용하는 것은 중금속, 소독제, 유기용매 등 여러가지이며 날로 그 종류가 다양해지고 있다. 독성폐수로는 피혁, 도금, 병원, 제약폐수 등이 있다.

(7)염분

- ◆DO부족—>부패—>악취
- ◆미생물상 단순—>처리효율 저하
- ◆원생동물 증식 억제—>슬러지 침강성 불량

염분의 농도가 높으면 산소포화농도가 낮아져 DO농도가 낮아지게 된다. 따라서 산소부족에 따른 부패가 일어나고 그에 따른 부패취 발생 등 악취가 발생하는 게 일반적이다. 그리고 염분농도가 높으면 호염성미생물만 폭기조에 증식이 가능해지게 되므로 폭기조의 미생물상이 단순해진다. 그러면 자연히 오염물질의 분해속도가 낮아져 처리효율이 저하된다. 염분농도가 높으면 가장 영향을 받는 활성슬러지미생물군은 원생동물이다.

높은 염분농도에서도 살아남을 수 있는 원생동물은 유영형섬모충류 한 종류이다. 이 종도 염분농도가 높으면 활성슬러지에 많은 숫자로 증식할 수 없다.

따라서 활성슬러지의 플러생성에 절대적인 역할을 하는 원생동물의 증식이 염분에 의해 저해되므로 슬러지플러의 형성이 억제되는 건 당연하다. 따라서 슬러지침 강성이 불량해지는 게 염분폐수의 가장 큰 문제점이다.

염분농도가 높은 폐수로는 젓갈, 수산물가공, 김치, 맛살, 농수산물센타, 매립장침출수, 음식물쓰레기 침출수 등이다.

(8)미생물 이용이 빠른 기질

- ◆미생물 증식속도가 빠름—>N,P부족, DO부족—>슬러지 점성, 벌킹

폐수내에 포도당이나 유기산 등 미생물의 이용이 빠른 기질이 함유되어 있을 경우에는 미생물의 증식이 너무나 빠르기 때문에 질소나 인, DO의 공급이 느려 부족되기 쉽게 되므로 벌킹이 일어날 수 있다.

특히 질소나 인의 부족으로 벌킹이 일어날 경우에는 슬러지에 점성까지 생기는 경우가 많다.

포도당이나 유기산과 같은 미생물이용이 빠른 기질을 함유하고 있는 폐수로는 포도당, 물엿, 과일가공, 청량음료 생산폐수 등이다. TPA함유 섬유생산, 소주생산 폐수도 여기에 해당된다.

(9)색도물질

- ◆방류수 색도
- ◆미분해 색도—>COD

폐수의 색도는 대체로 미생물분해가 어려운 게 많다. 즉 생물학적처리의 한계로 볼 수 있다. 색도가 제거되지 않고 방류되므로 시각적으로 또 환경적으로도 자연에 미치는 영향은 크다.

염색공단의 처리수가 하천에 유출되면서 하천의 색이 종말처리장 처리수의 색(검은색)으로 변화되는 것을 종종 보아왔다. 색도는 시각적인 문제뿐 아니라 COD도 높으므로 마땅히 제거되어야 할 오염물질이다. 하지만 생물처리가 불가능하므로 완전처리에는 화학적, 물리적처리에 막대한 비용이 소요되는 것이 처리에 어려운 점이다.

색도폐수로는 염색, 안료, 조미료, 식품첨가물 등의 폐수가 있다.

다음호에 계속...