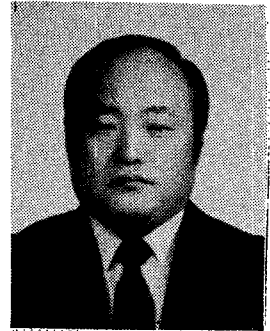


심층폭기법에 의한 무희석 분뇨처리 및 탈질에 관하여



閔 誠 基
(國際技術開發(株) 常務)

4. 심층폭기법에 의한 분뇨처리 설비 구성

1) 투입, 저류설비 (Screening and Holding Tank) 재래식 설계요령 및 방식동일

2) 심층폭기조

제사분뇨 및 반송오니를 심층폭기조에 양수하여 조내 전체의 교반을 함과 동시에 산소공급을 한다.

심층폭기조에서 98% 이상의 BOD제거와 이상의 총질소 제거를 한다. 조의 평면 형상은 정방형으로 하고 유효수심은 20 m 이하로 한다.

소포장치는 혼합액의 분사에 의한 방식으로 한다. 또 생물 반응열로 인해 하계에는 액온이 상승하기 때문에 경우에 따라서 35℃ 이상 되지 않도록 냉각장치의 설치가 예상되기도 하며 동계에는 미생물의 반응열로 인한 액온은 20℃ 전후까지 상승하기 때문에 가온장치가 불필요하다.

3) 소 화 조

심층폭기조 유출수는 소화조로 유입되어 산기식 폭기장치에 의해 산소공급을 하면서 약간 남아 있는 암모니아성 질소의 소화를 시작한다.

4) 탈 질 조

소화조 유출수는 탈질조에 의해 유입되어 혐기성 조건하에서 산화태질소의 탈질을 하게 된다.

탈질반응은 알콜등의 유기탄소원의 첨가는 하지 않고 활성오니의 내생 호흡을 이용한다.

5) 재폭기조

탈질소 유출수는 재폭기조에 유입되어 오니분리조에 있어서 고액분리성을 향상시키기 위해 산

기식 폭기장치에 의해 조내의 교반을 하면서 탈기와 함께 오니의 활성화를 유도한다.

6) 오니분리조

재폭기조 유출수는 오니분리조에 유입되어서 고액분리와 함께 오니의 농축을 하여 고농도의 반송오니를 얻게 된다.

7) 응집침전조

오니분리조 유출수에 응집제를 주입해서 SS, BOD, COD, PO₄³⁻ 색도등을 응집침전 제거해서 BOD 30 mg/l 이하 SS 70 mg/l 이하의 2차처리수를 얻는다.

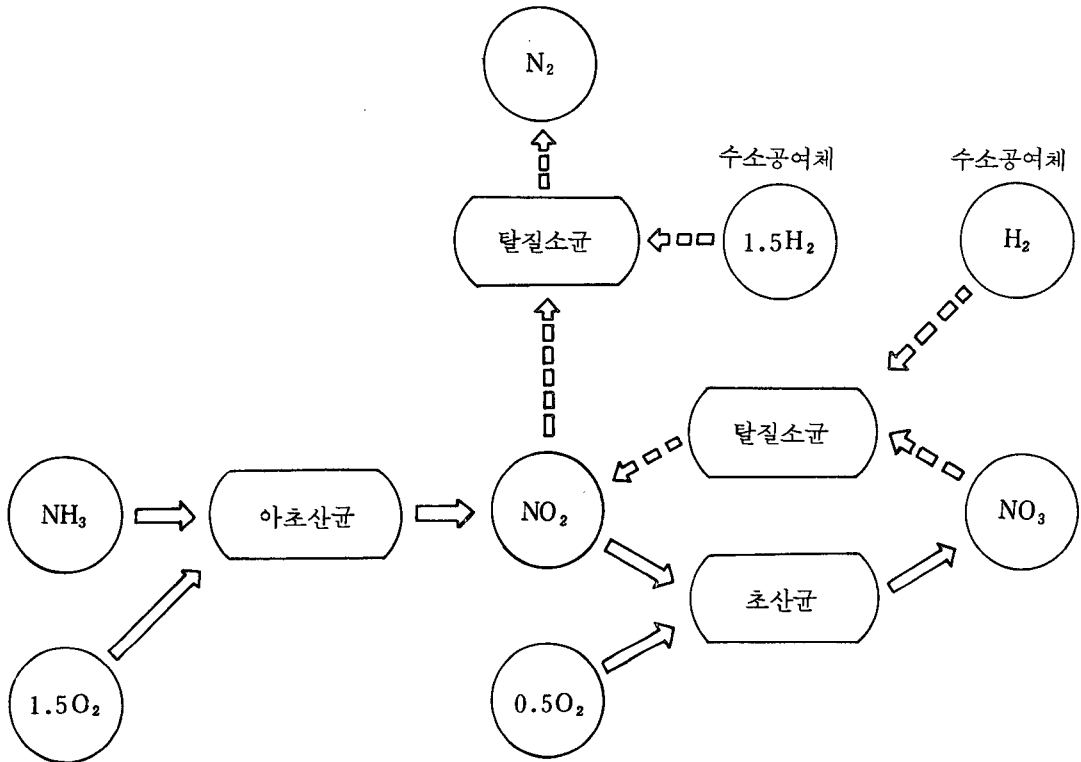
응집오니는 소화조 또는 탈질조에 반송하여 활성오니와 혼합한다.

8) 고도처리설비

고도처리는 Sand Filter 및 활성탄 여과기를 통하여 SS, COD, 색도등을 제거하여 수도수와 같은 정도의 외관을 갖고 있는 고도처리수를 얻는다.

5. 심층폭기조에 있어서 소화탈질

심층폭기조에 있어서 분뇨 처리의 원리는 저희석 2단 활성오니법과 같이 생물학적 소화 탈질소법에 의해 BOD 및 총질소의 제거를 하는 것이다. 일반적으로 생물학적 소화 탈질소법은 NH⁺를 소화균에 의해 NO₂⁻ 및 NO₃⁻로 산화하여 소화반응과 생성한 NO₂⁻, NO₃⁻를 탈질소균에 의해 N₂ 가스로 환원 분해하는 탈질소반응을 이용하는 것이다.



〈그림-7〉 생물학적 탈질소 반응의 모식도

이러한 반응을 〈그림-7〉의 도표로 표시하였다.

실선으로 표시한 Route는 소화반응, 점선으로 표시한 Route는 탈질소 반응을 나타내고 있다.

아초산균은 NH_4^- 1분자에 대하여 1.2-1.8 분자의 산소를 섭취해서 NH_4^- 를 NO_2^- 로 산화한다.

생성한 NO_2^- 는 초산균에 의해 NO_2^- 분자에 대하여 0.7분자 이하의 산소를 소비해서 NO_3^- 로 산화시킨다.

또한 탈질소균은 용존산소의 존재하에서는 산소호흡을 하고 용존산소 결핍하에서는 NO_2^- 또는 NO_3^- 로 결합되어 있는 산소의 섭취 즉 초산호흡을 하여 유기물을 CO_2 와 H_2O 로 분해한다.

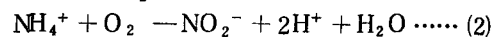
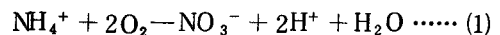
생물학적 탈질소법은 이 탈질소균의 초산호흡을 이용해서 NO_2^- 및 NO_3^- 를 N_2 가스와 H_2O 로 환원 분해하는 것이다.

종래의 생물학적 소화 탈질소 법으로는 소화반응을 시킬 때 호기적 Zone과 탈질소 반응을 할 때에 산소 결핍 Zone으로 구분하여 이 2개의 Zone을 조합하므로써 총질소 제거를 하여 왔다.

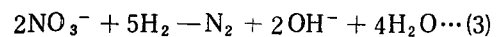
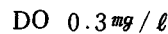
이에 대하여 심층폭기조에 의한 소화 탈질소법은 2개의 Zone으로 분리하지 않고 단일조에서 소화반응과 탈질소 반응을 시간적이나 위치적이나 동시에 진행시켜서 총질소 제거를 하는 것을 특징으로 하고 있다.

생물학적 소화탈질소 반응을 화학 반응식으로 표시하면 다음식 (1) (2) (3) (4)와 같이 나타낼 수 있다.

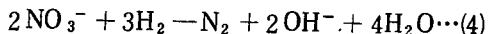
소화 반응



탈질소 반응



DO 1mg/ℓ



아초산형 소화탈질소 반응($\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{N}_2$) 즉, 위의 반응식 (2) - (4)를 선택적으로 진행을 시킬 수 있다면 소화 반응에 필요한 산소량 탈질소 반응으로 소비되는 수소공여 량(유기물량)공히 소화형 소화 탈질소 반응($\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_3^- \rightarrow \text{H}_2$)에 비교하여 경제적인 탈질소 처리가 가능하게 된다.

종래의 생물학적 소화탈질소법의 대부분은 초산형 소화탈질소반응 즉, 위의 반응식 (1) - (3)에 의해 총질소 제거를 하여 왔다.

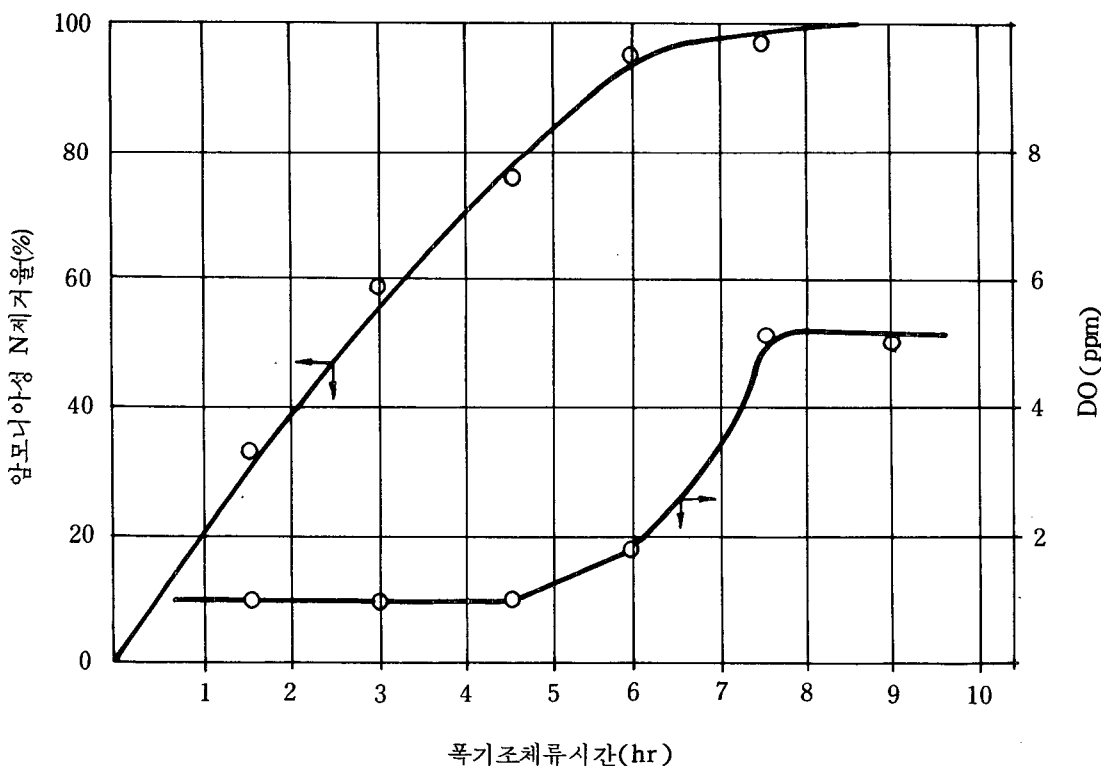
이에 반하여 심층폭기조에 있어서 소화탈질소는 아초산형 소화탈질소 반응에 의해 총질소의

제거를 하는 것이다.

아초산균의 작용에 의해 생성한 NO_2^- 가 NO_3^- 로 산화되는지 N_2 가스로 환원되는지는 계내의 용존산소 농도로 좌우된다.

식 (1)~(4)로 표시한 바와 같이 NO_3^- 의 탈질소 반응은 용존산소 농도가 0.3mg/ℓ 정도 이하로 하지 않으면 진행하지 않지만 NO_2^- 의 탈질소 반응은 용존산소가 0.3mg/ℓ-1mg/ℓ 정도 존재하여도 지체없이 진행한다.

한편 소화반응에 있어서 용존산속 농도는 <그림-8>에 NH_4^+ -N제거율과 DO와의 관계를 표시한 것과 같이 소화균이 존재하고 있으면 용존산소가 1mg/ℓ 이하라 하여도 소화반응은 지체없이 진행한다.

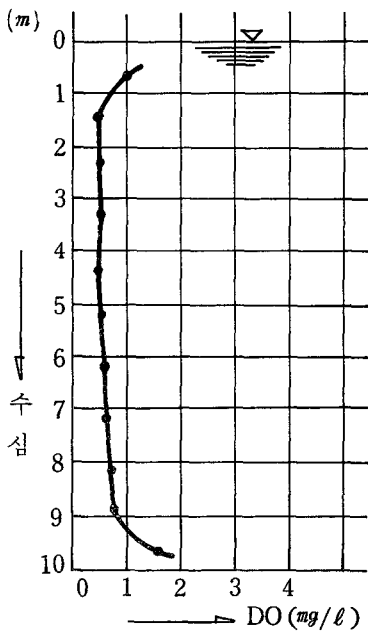


<그림-8> NHI-N 제거율과 DO의 관계

심층폭기조 내의 용존산소 농도가 $1\text{mg}/\ell$ 이하로 되도록 산소 공급량을 제어한다면 존재하는 NH_4^+ 는 아초산균의 작용에 의해 NO_2^- 로 산화되고 생성된 NO_2^- 는 즉시 탈질소균의 작용에 의해 분뇨중의 BOD물질을 유기탄소원으로 해서 N_2 가스로 환원 분해될 수 있게 된다.

즉, 소화탈질소 반응은 $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{N}_2$ 의 Route로 진행된다.

<그림-9>에 심층폭기조에 있어서 용존산소의 수직분포를 표시하였다.



<그림-9> 심층폭기조에 있어서 용존산소 수직 분포

6. 심층폭기법에 의한 분뇨처리의 특징 및 결론

1) 심층폭기법에 의한 분뇨처리는 1.5 배의 회석처리하기 때문에 무회석 폭기에 해당함으로 회석수가 절감된다.

2) 심층폭기법에 의한 분뇨처리는 시설용량이 약 1/10 이상으로 적어짐으로 시설비의 절감은 물론 유지 관리비가 절감된다.

3) 심층폭기법에 의한 분뇨처리는 처리장 건설부지가 적게 소요되어 부지 선정이 용이하고 기존 처리장의 증설이 용이하다.

4) 심층폭기법에 의한 분뇨처리는 BOD 제거율 98%, 암모니아성질소 90% 제거 가능하므로 처리 효율이 좋으며 N, P 공해 해결이 가능하다.

5) 심층폭기법에 의한 분뇨처리는 처리 공정 상으로 부터 악취가스 발생량이 적고, 악취처리 대책이 용이하므로 부대 시설비가 적게 소요 된다.

6) 심층폭기법에 의한 분뇨처리는 MLSS 농도가 $10,000\text{mg}/\ell$ 정도로 운전하므로 분뇨의 양식, 질적 변동에 유연성이 있다.

7) 심층폭기법에 의한 분뇨처리는 미생물의 반응열로 동기 운전이 용이하고, 미생물 배양 및 운전관리가 용이하다.

* 참고 자료

영국 ICI 및 구보다 연구 자료

* 내가가꾼 환경속에

자손만대 웃고산다. *