

# 폐수처리 미생물

(세 번째)



정 재 춘 교수  
(연세대 보건과학대학 환경과학과)

## II. 활성오니 미생물

### 다. 지표생물에 의한 유지관리

〈표 5〉에 지표생물에 의한 활성 오니의 판정법의 예를 보였다. A의 경우에는 *Aspidisca*가 압도적으로 많고 활성슬러지성 생물이 총 개체수의 97%를 정하고 있다. 처리수의 수질은 매우 좋으며, 30분간 침전시킨 상등액에는 「홀록」이 존재하지 않는다. 이러한 경우에는 운전조건을 변화시키지 않고 현재의 조작을 계속하면 된다. B는 과잉포기의 경향이 있으며 「홀록」도 약간 작아지고, 30분간 침전시킨 상등액에는 미세한 「홀록」이 남는다. 생물상은 *Loxophillum*, *Litonotus* 등의 중간「슬러지」성 생물이 우점종(40.6%)이다. 이 때에는 송기량을 낮추고 잉여「슬러지」의 배출량을 증가시키며 MLSS를 저하시키는 것이 좋다고 판정할 수 있다.

C의 경우에는 침전하수의 SS가

높고, 활성「슬러지」가 악화되어 이의 회복을 위한 조작을 실시하고 있는 과도기의 상태이다. *Bodo*와 *Oikomonas*, *Tetrahymena* 등의 비활성슬러지성 생물이 우점종(90.1%)이고 「홀록」은 검은색으로 분산상을 하고 있다. 처리수는 혼탁하고 미세한 「홀록」의 유출을 관찰할 수 있다. 악화된 활성「슬러지」를 다량으로 배출하므로 MLSS는 낮다. 이 상태에서 송기량을 증가시켜 용존산소의 농도를 높게하고 소화초로부터의 SS반송량이 적어지도록 조절한 바, 활성슬러지성 생물이 서서히 증가하고 약 2주일만에 처리수질이 향상되었다고 한다.

육질류는 중간「슬러지」성 생물에 포함된다. 「홀록」이 파괴되어 최종 침전지로부터 유출되는 경우는 육질류의 이상증식외에도 증금속 등의 각종 저해물질에 의해 발생된다. 육질류는 송기량을 감소시켜 용존산소의 농도를 저하시키면 증식이 억제된다.

### 라. 원생동물과 BOD부하 및 처리수질

Curd등(1970)은 영국의 56개 활성오니처리장에 있어서 운전조건 및 처리수질과 출현한 원생동물과의 관계를 보고하였다. 섬모충은 67종이 동정되었고 綠毛類에 속하는 것이 많았다.

활성오니 중의 원생동물 개체군을 결정하는 중요한 요인은, 오니에 대한 BOD부하였다. 즉, BOD부하가 0.2~0.3kg BOD/MLSS/day일 때 원생동물의 종류가 많았고, 부하가 높아짐에 따라 종류수가 감소하였다(그림 5).

또한, Curd등(1970)은 처리수질과 원생동물 개체군의 種구조와의 관계를 명확히하기 위해 처리수질의 BOD를 다음의 4가지로 구분하였다. ① 극히 양호한 수질(BOD: 0~10mg/l), ② 양호한 수질(11~20mg/l) ③ 中立의 수질(21~30mg/l) ④ 低級의 수질(30mg/l이

〈표 5〉 활성오니의 미소동물상에 의한 슬러지성상의 판정법

生 物 名	A : 活性슬러지 性 生物이 優占 種인 경우	B : 中間슬러지 性 生物이 優占 種인 경우	C : 非活性슬러지 性 生物이 優 占種인 경우
SV(%)	7.0	10	4.5
MLSS(mg / l)	1,080	2,230	1,160
SVI	65	45	39
포기조의 溶存酸素(mg / l)	3.8	5.9	1.8
處理水透視度(cm)	40	28	16
處理水 COD(mg/l) (直火法)	23	32	35
<i>Vorticella microstoma</i>	○ 140	700	240
<i>Vorticella alba</i>	○ 100		
<i>Epistylis plicatilis</i>	○ 240		360
<i>Carchesium polypinum</i>	○	40	
<i>Tokophrya spp.</i>	○ 60		
<i>Podophrya spp.</i>	○ 60		
<i>Aspidisca costata</i>	○ 21,000		480
<i>Litonotus fasciola</i>	△ 120	360	
<i>Euploids sp.</i>	△	40	
<i>Tetrahymena sp.</i>	×		960
<i>Trachelophyllum pusillum</i>	△ 160		
<i>Loxophyllum meleagris</i>	△	1,200	
<i>Uronema sp.</i>	×		180
<i>Bodo edax</i>	×	160	5,400
<i>Oikomonas termo</i>	×		3,800
<i>Peranema sp.</i>	×	40	
<i>Astasia sp.</i>	×		
<i>Amoeba spp.</i>		80	60
<i>Vahlkampfia limax</i>		500	
<i>Arcella vulgaris</i>	80		
<i>Lecane sp.</i>	○	80	
<i>Philodina sp.</i>	○	120	
<i>Picruomonas sp.</i>	×	140	120
<i>Monas sp.</i>	×		660
總 個 體 數(1/ml)	22,260	3,940	11,480
活性슬러지性生物(%)	97.0	23.9	9.4
中間슬러지性生物(%)	1.2	40.6	0
非活性슬러지性生物(%)	1.3	20.8	90.1
기 타(%)	0.5	14.7	0.5

○ : 活性슬러지性生物  
× : 非活性슬러지性生物

△ : 中間슬러지性生物  
기타 : 肉質數

상). 원생동물의 종류별 출현빈도를 4단계의 처리수질로 나눠보면 각각의 원생동물은 어느 특정한 수질범주에 많이 출현함을 알 수 있다. 이는 원생동물별로 어느 특정한 범위의 수질환경에 적응된 때문인 것 같다. 그러므로 이러한 특성

을 이용하여 원생동물상으로 부터 처리수질을 추정할 수가 있다.

이렇게 하기위해 Curd등(1970)은 각 종류의 원생동물에 총점 10점을 주고, 출현빈도가 80, 60, 40, 20%인 생물의 등급은 4, 3, 2, 1점으로 하였다. 특정한 처리장의 처리수질

을 예측하기 위해서는 개개 생물의 등급분류표를 이용하여 〈표 6〉에 보인 것같이 출현한 생물의 총점을 산출하여 가장 높은 값을 얻은 단계가 처리수질이 된다. Curd등은 이와같은 방법으로 약 60여종에 대한 등급판정표를 만들었다.

본 방법에 의해 처리수질을 예측한 바 85%가 일치하였으며, 처리수의 월평균 BOD의 예측(83%가 일치)도 가능하였다고 한다. 그러나 본 법은 처리수 BOD의 일변화 등의 짧은 시간간격 동안의 예측은 어려우며 많은 섬모충류의 同定을 해야만 한다는 결점이 있다.

#### 마. 슬러지의 침강성이 나쁜 활성오니의 유형

슬러지의 침강성이 나빠서 침전조에서 슬러지를 제거할 수 없는 활성오니의 유형은 다음과 같은 것들이 있다.

(1) 분산증식오니(dispersed growth)

이는 「홀록」을 형성하지 않는 활성오니로서 침전하지 않는다. 이는 활성오니라고 할 수 없는 것으로서 장기간 이런상태가 계속되면 처리법을 재검토해야 한다.

(2) 해체오니(deflocculation)

이는 과도한 포기나 독물의 유입, 온도의 급격한 변화, 산성폐수의 유입 등에 의해 「홀록」의 해체가 일어나는 경우를 말한다. 혼합액을 침전시킬 때 대부분의 「슬러지」는 잘 침전하는데 상등액 중에 탁도가 있는 폐수가 남게 된다.

(3) 상승오니

30분간 침강시험의 측정시간에 있어서는 잘 침전하지만 그 후, 수시간내에 상승하는 오니를 상승오니라 한다. 이 현상은 질화가 진행된 활성오니 혼합액이 침전지에 들어가면, 거기서 탈질을 일으켜 발생하는 질소가스가 오니에 부착하

〔표-6〕 활성오니중의 원생동물상으로부터 처리수질을 판정하는 방법

원 생 동 물	처리수의 BOD 범위(mg/l)			
	0-10	11-20	21-30	>30
Trachelophyllum pusillum	3	3	3	1
Hemiophrys fuscens	3	4	3	2
Chilodonella cucullifus	4	4	1	1
Paramecium trichium	4	3	2	1
Vorticella communis	10	0	0	0
Vorticella convallaria	3	4	2	1
Vorticella fromenteli	5	4	1	0
Vorticella microstoma	2	4	2	2
Opercularia coarctata	2	2	4	2
Carchesium polypinum	2	5	2	0
Zoothomnium mucedo	10	0	0	0
Aspidisca costata	3	3	2	2
Euplotos moebiusi	3	3	3	1
Euplotes affinis	6	4	0	0
Euplotes patella	4	3	3	0
총 집		46	28	11

(주) 상기의 예에 의하면 처리수질은 0-10mg/l의 범위가 된다.  
BOD의 실측치는 3mg/l(Curos등, 1970)

여 오니를 부상시키기 때문에 발생한다. 상승오니가 발생할 때에는 용존산소의 농도를 낮추고 질화의 진행을 억제하면 제어할 수 있다. 또한, 상승오니를 물리적으로 파괴해도 곧 침전한다.

(4) 혐기성 부패오니

질화나 탈질이 발생하지 않는데도 침전한 오니가 상승하는 경우가 있다. 보통 이러한 부상은 침전한 지 10시간 정도 경과하면 발생하는데, 이 경우 부상오니는 다시 침전한다. 이것은 침전한 오니층이 혐기성으로 되어 부패하고 H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> 등의 가스를 발생하고 그 「가스」가 「슬러지」를 상승시키기 때문이다. 이때 침전지에서는 검은 거품을 볼 수 있다. 이의 제어를 위해, 침전지의 설계에 있어서는 dead space가 생기지 않도록 주의해야 한다.

(5) 과잉포기 오니

포기에 의해 작은 기포가 활성오니입자에 부착하여 일어난다. 부상한 오니는 수 분동안에 기포를 잃

고 재침전하나 침전지에서는 재침전전에 유티언을 넘어 유출한다. 기계식 산기기를 쓸때 발생하기 쉽고, 또한 「그리스」나 기름이 그 발생을 촉진한다. 이 경우에는 포기를 약하게 함과 동시에 포기조 유입수의 「스키밍」을 행하면 좋다.

(6) 부상오니

활성오니입자 자신이 물의 비중보다 작기 때문에 발생하는 경우를 말한다. 이는 물리적으로 파괴하여도 재침전하지 않는다. 이러한 「슬러지」는 부상하여 곧 유티언으로부터 유출하기 때문에 발견치 못하는 경우가 많다. 이 대책으로서는 최종침전지 입구에서 「스키밍」을 하고 바로 처분하면 좋다. 이의 발생원인은 현재까지 잘 알려지지 않고 있지만, 포복성 섬모충 死骸의 퇴적, 선충류를 포식하는 Arthrobotrys, 또는 윤충을 포식하는 Zoophagus등 진균류의 과잉증식에 의해 일어난다 수가 있다.

(7) 미세「홀룩」

활성오니 혼합액을 침전시킬 때

상등액에 육안으로 구별할 수 있는 미세한 「홀룩」이 잔재한다. 침전된 슬러지의 SVI는 대단히 작으며, 슬러지는 빠르게 침전한다. 이에 2종류가 있는데, 하나는 보통의 오니입자가 미세하게 된 것으로서 BOD를 가진다. 다른 하나는 흰 빛 같이 도는 부정형의 미세입자로서 BOD를 가지지 않는다. 현재는 이 현상을 설명할 수가 없어서 해결책이 없다. 단, 15°C 이하의 저온時, 교반이 강할때 일어나기 쉽다. 침전시킬때 오니용량이 크면 미세입자가 붙어서 침전할 수 있기 때문에 상등액에서 미세입자의 농도가 어느 정도 감소한다.

(8) 구름모양으로 들뜨는 오니

이것은 침전성이 좋은 오니가 침전지내에서의 水流(과도한 수량부하), 密度流, 오니 수집기에 의한 교반에 의해 구름모양으로 들떠서 유출하는 것을 말한다. 이 때는 침전지내의 오니면을 낮추고 水流를 작게하면 좋다.

(9) 거품형성

3가지 유형의 거품형성이 있다. 첫째는 난분해성 세척제에 의한 흰색 거품이고, 둘째는 폐수처리장의 운전개시기에 충분한 MLSS가 없어서 형성되는 거품, 세제는 Nocardia(방선균의 일종)에 의해 생성되는 「꼬렛」색의 진한 거품으로서 폐수면위 30cm두께에 달하는 수도 있다. 이 3종류의 거품중 Nocardia에 의한 거품형성을 제어하는 것이 가장 어렵다. 대책으로는 세포의 평균체류시간( $\theta_c$ )을 낮추고 MLSS를 낮게하며 교반강도를 약화시킨다.

(10) Jelly형성 오니

이는 슬러지가 끈적끈적하게 되어 침전하지 않는 것을 말하는데, N과 P가 낮거나 기타의 영양물질이 낮은 폐수에서 생길 수 있다. 대

책으로는 영양물질을 첨가해 주고 포기수준을 높여주면 좋다.

(11) Zooglear bulking

이는 사상미생물에 의해 발생하는 「벌킹」이 아니라 Zoogloca에 의한 「홀록」이 타 미생물에 의한 「홀록」보다 월등히 번성했을때 발생하는다. 현재까지 그 원인과 대책을 잘 모르고 있다.

(12) 사상 미생물에 의한 「벌킹」

이는 사상세균이나 균류가 번성하여 슬러지의 침강성이 나빠지는 것인데 벌킹을 일으키는 사상세균은 30여종, 균류는 4~5종 알려져 있다. 「벌킹」이 발생하면 SVI가 200ml/g이상 이 된다.

바. 絲狀性 「벌킹」의 원인

활성오니 처리장에 있어서 다음과 같은 경우에 사상미생물에 의한 「벌킹」이 발생한다. ① BOD : N, 또는 BOD : P가 높다. ② PH가 낮다. ③ BOD부하가 높거나 낮다. ④ DO가 낮다. ⑤ 유입폐수 중에 저분자의 탄수화물이 많다. ⑥ 수온이 낮다. ⑦ 증금속 등의 독물이 유입한다. ⑧ sulfide가 다량 존재한다. ⑨ 유입폐수의 SS가 낮다.

일반적으로 BOD부하가 0.5kg/kg MLSS · day이상으로되면 「벌킹」의 발생이 쉽고, BOD부하가

너무 낮아도 벌킹이 발생한다. 일반적으로 「벌킹」의 원인을 명확하게 밝힐 수 없는 경우가 많고, 또한 「벌킹」의 원인생물을 정확하게 확인하기가 어려운 경우가 많다. 그렇기 때문에 모든 「벌킹」에 적용할 수 있는 제어방법은 없으며 다음에 열거하는 사항을 시행착오적으로 시행하여 본 후에 효과가 나타나는 방법을 취하면 좋다.

① 침전 슬러지, 또는 소화슬러지를 공급해 본다. (영양분의 보충)

② 철 염 (염 화 제 2 철 : 5 ~ 50mg/l), 알미늄염(반토로 10 ~ 100mg/l), 염소(10 ~ 20mg/l정도), 과산화수소(40 ~ 200mg/l)를 첨가한다. 앞의 두가지는 연속적으로 첨가하고 하수의 벌킹에서는 염화 제2철을 첨가하면 상당한 효과를 거둘 수 있다. 반송「슬러지」에 염소를 연속적으로 22.5mg/l첨가하여 SVI를 480에서 100으로 저하시켰다는 보고도 있다. 또한, 석탄및 황산 제2철도 효과가 있다.

③ 용존산소의 농도를 저하시키거나(1mg/l) 높인다.

④ BOD의 부하를 낮춘다.

⑤ 포기조의 플러그흐름, 혹은 회분법으로 한다.

⑥ 반송슬러지를 재포기한다. 단

계식 포기법에서는 최초의 회로를 슬러지의 재포기용으로 이용한다.

또한, Strom등(1983)이 개발한 「벌킹」의 지표 사상세균을 이용하여 「벌킹」의 진단과 제어가 가능하다.

① Type 0041, Type 0092, Microthrix parvicella, Type 0581이 번성했을때 →유기물 부하가 낮다 →〈대책〉 유기물 부하를 높인다.

② Type 1701, Type 021N, Sphaerotilus natans, Type 1863이 번성했을 때 →용존산소가 낮아서 생긴 벌킹이다 →〈대책〉용존산소량을 높인다.

③ 균류(예 : Geotrichum)가 번성했을 때 →PH가 낮아서 생긴 「벌킹」이다 →〈대책〉PH를 올린다.

④ Thiolithrix, Beggiatoa가 번성시 →sulfide가 존재하고 혐기성이다 →〈대책〉sulfide의 유입량을 감소시키고 포기량을 늘려 용존산소량을 높인다.

(다음호에 계속)

상담 및 문의전화 : (0371) 42 - 6204

## '90 「환경관리인수첩」 제작

본연합회에서는 '90년도 사용할 환경관리인수첩(전국회원명단수록)을 제작하여 전국에 배포코져 아래와 같이 추진하고 있으니 상업광고를 희망하는 업체는 연락바람.

### ●아 래●

1. 발행부수 : 7,000부

2. 광고내용 : 1면 칼라(4 × 6 배판)

3. 금 액 : 40만원

4. 신청마감 : 1989년 10월 31일내

5. 수첩배포 : 12월초(예정)

※ 연락처 : 구로구 구로5동 41-15(환경빌딩 2층)

전국환경관리인연합회 사무국

전화 : 862-2591, 868-5931,

FAX : 867-8474