

활성슬러지법에 있어서 팽화 (Bulking) 의 원인과 대책 (마지막회)



金 煥 起

전북대학교 공과대학
토목공학과 교수

차 례

1. 서 론
2. 활성슬러지 플록의 구성과 기능
3. 팽화슬러지
4. 슬러지 팽화의 대책

3-4 섬유상(Filamentous) 박테리아의 종류

종래까지 팽화를 유발하는 섬유상박테리아는 스페로틸러스 나탄(sphaerotilus natans) 정도라고 간주 했었으나, 최근의 연구결과에 의하면, 30여종의 섬유상박테리아가 슬러지 팽화에 관여한다고 보고 있으며 아직까지도 이들에 관

한 완전한 지식은 나오지 않고 있는데, 이들의 명칭과 동정방법과 분류방법은 표-1과 표-2에 표시한 바와 같다.

<표-2>

• 섬유상박테리아의 동정방법

① 슬러지 표본을 100~200배의 저배율로 고정시키고, 이러한 배율하에서 많은 종류의 섬유상박테리아를 발견하도록 시도한다.

② 우점성(dominating)타입과 2차적(secondary) 타입을 식별한다.

③ 섬유(filament)의 모양(shape)을 기록한다.

④ 현미경의 배율을 100~200배에서 500~1000배로 바꾸고 ①~③까지의 관찰을 반복 시행한다.

⑤ 표-4와 같은 기록지에 현재까지 관찰된 바를 기록한다.

⑥ 그램(Gram) 염색(staining), 나이세르(Neisser) 염색(staining) 및 황저항실험(sulphur storage test)를 행한 후 기록한다.

⑦ 섬유상박테리아의 이름이나 기호를 기록한다.

⑧ 표-2에 언급한 것처럼 섬유상박테리아의 특성을 기록한다.

⑨ 표-3에 언급한 바와 같은 기록을 행한다.

<표-3> <표-4>

표-2 동정(同定) 분석에서 삽입되는 섬유성 미생물의 특징조사표

| | 위상차(位相差) 현미경; 700~1,000 × | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------------------------|-----|----------------|--------------|----------------------|-------------|----------|---------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|---------------------------|----------|-------------|-----|-------------|-----|----------------------|-----|-----|
| | 분지성(分枝性) | 운동성 | 섬유의 모양 | | 섬유길이 (< 200 μ m) | 단세포생물의 부착성장 | 초(鞘)가 있음 | 분명히 볼 수 있는 격벽 | 세포직경 | | | 적사각형 또는 정방형 세포 | 세포가 등근형(난형, 구형, 원반형, 막대형) | 세포속의 황저장 | pHB) 입자가 있음 | | 그램(Gram) 염색 | | 나이세르염색 | | |
| | | | 직선이거나 약간 굽은 상태 | 나선이거나 꼬아진 상태 | | | | | < 1.0 μ m | 1.0~2.2 μ m | > 2.5 μ m | | | | 양 성 | 음 성 | 양 성 | 음 성 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 생체내에 존재 황-테스트적용 후 결과 | 양 성 | 음 성 |
| Beggiatoa | | + | + | + | 1+ | | | +3) | + | + | + | +3) | | + | + | | | | + | + | |
| "Cyanophyceae" | | 1+ | + | | | | ? | + | | | | + | | | | | 1+ | + | | + | |
| Flexibacter | | + | + | + | + | | | 1+ | + | + | | + | + | | | | | 1+ | + | | + |
| Fungi | + | | + | | | | | | + | + | + | + | | | | | | 4) | 4) | | + |
| H. hydrossis | | | + | | + | | + | | + | | | 8 | 8 | | | | | | + | | + |
| M. parvicella | | | | + | + | | 1+ | | + | | | 8 | 8 | | | | | | + | | +6) |
| Nocardia | + | | | + | + | | | | + | | | 8 | 8 | | | | | | + | | + |
| N. limicola I | | | + | + | 1+ | | | + | + | | | | + | | | | | | + | | +7) |
| N. limicola II | | | | + | 1+ | | | + | 1+ | + | | | + | | | | | | + | | +7) |
| N. limicola III | | | | + | 1+ | | | + | | + | | | + | | | | | | + | | +7) |
| S. natans | +1) | | + | | | | 1+ | + | + | | | | + | | | | | | 1+ | + | + |
| Thiothrix | 2) | | + | | 1+ | | | + | +3) | + | + | | +3) | +3) | 1+ | + | | | | + | + |
| Type 0041 | | | + | | 1+ | | 1+ | + | + | + | + | + | | | 1+8) | | | | + | + | + |
| Type 0092 | | | + | | + | | | + | | | | 8 | 8 | | | | | | | + | +7) |
| Type 021N | 2) | | + | | 1+ | | | + | 1+ | + | | 1+ | 8 | | 1+8) | | | | | + | + |
| Type 0581 | | | | + | + | | | | | | | 8 | 8 | | | | | | | + | + |
| Type 0803 | | | + | | 1+ | | | + | + | | | + | | | | | | | 1+ | | +6) |
| Type 0914 | | | + | | + | | | + | +3) | + | | + | +3) | | + | | | | | + | + |
| Type 0961 | | | + | | | | | ? | + | | + | + | | | | | | | | + | + |
| Type 1701 | +1) | | + | + | + | | + | + | + | + | | | + | | | | | | 1+ | + | + |
| Type 1851 | | | + | + | 1+ | | + | + | 1+ | + | | 8 | 8 | | | | | | | +5) | + |
| Type 1863 | | | + | + | + | | | + | + | | | | | + | | | | | | + | + |

± = 때때로 출현; ? = 의문; ∞ = 위상차(位相差) 현미경으로 볼 수 없는 세포모양

- 1) 위분지(偽分枝); 2) 로셋트(rosettes)형; 3) 황 함유물이 제거된 후에만 볼 수 있는 상태
- 4) 균류는 그램(Gram) 염색에 염색되지 않는다. 5) 희미하게 출현 6) 입자상으로 출현
- 7) 섬유 회-청색; 8) 소입자
- 9) poly-B-hydroxy butyric acid

표-3 활성슬러지 팽화(膨化)에 관한 관찰

| 섬 유 상 미 생 물 | | | | 카 테 고 리 : 4 | |
|-----------------|---|------------|---|-----------------|---|
| "Cyanophyceae" | | S. natans | | Type 0914 | |
| H. hydrossis | 0 | Thiothrix | | Type 0961 | |
| M. Parvicella | X | Type 0041 | 0 | Type 1701 | |
| N. limicola I | | Type 0092 | 0 | Type 1851 | 0 |
| N. limicola II | | Type 021 N | | | |
| N. limicola III | | Type 0581 | | | |
| Nocardia | | Type 0803 | | Various species | |

| PROTOZOA - ROTIFERS - NEMATODES - AMOEBAE ²⁾ | | | | | |
|---|---|----------------|---|----------------|----|
| Ciliates | + | Lionotus | | Monosiga | |
| Carchesium | | Paramecium | | Pleuromonas | |
| Epistylis | | Spirostomum | | Poteriodendron | |
| Opercularia | + | Trachelophylum | | Trepomonas | |
| Aspidisca Vorticella | + | | | | |
| Aspidisca | | | | Amoebae | - |
| Blepharisma | | | | Thecamoebae | ++ |
| Chilodonella | | Flagellates | - | Heliozoa | - |
| Colpidium | | Bodo | | Rotifers | ± |
| Euplotes | ± | Hexamitus | | Nematodes | - |

| 슬러지 플록의 형태 | | | | | | 여러가지 특성 | |
|--------------------------------|-----------|---------|-------|--------|-------|------------------------------|----|
| Firmness and shape of the floc | structure | | size | | | Diversity | + |
| | open | compact | small | middle | large | | |
| Firm, somewhat rounded | | X | 20 | | | Free cells ³⁾ | ± |
| Firm, irregular shape | | | | | | Zoogloea's ²⁾ | - |
| Weak, somewhat rounded | | | | | | Spirochetes ²⁾ | ++ |
| Weak, irregular shape | | | | | | Spirils ²⁾ | - |
| Agglomerates | X | | | 40 | 40 | Organic fibers ²⁾ | + |

- 1): × = 우점종 출현 ; 0 = 2차적 출현
 2): - = 없음 ; ± = 우발적 출현 ; ± = 관찰시 5~10개의 세포나 입자출현
 ++ = 한번 관찰시 많은 세포나 입자 출현
 3): - = 거의없음 ; + = 수십개의 세포나 입자출현 ; ++ = 수백개의 세포나 입자출현

표-4 활성슬릿지에서 섬유성 미생물의 동정(同定) 분석

| 항 목 | 미 생 물 상 태 | 섬 유 성 미 생 물 | | | | | |
|--------------|---|-------------|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 우 점 성 | | | | | | | |
| 2 차 적 | | | | | | | |
| 분 지 성 | 무(無) 진정분지(眞正分枝) 위 분 지(偽分枝) | | | | | | |
| 운 동 성 | | | | | | | |
| 황 입 자 | 생체내에 존재함 황 테스트 후의 존재함 | | | | | | |
| 격 벽 | 가시적 비가시적 | | | | | | |
| 선 상 (線 狀) | 직선상 굽어진 상 나선상 | | | | | | |
| 나이세르 염 색 | 입 자 세포 회-청색 음 성 | | | | | | |
| 그램(Gram) 염 색 | 양 성 음 성 | | | | | | |
| 선(線) 직 경 | < 1.0 μm 1.0~2.2 μm > 2.5 μm | | | | | | |
| 부착성장 | 유(有) 무(無) | | | | | | |
| 협 착 | 현저한 관찰 | | | | | | |
| 세포형태 | 원 반 형 구 형 막 대 형 정 방 형 직 사 각 형 | | | | | | |
| 초 (鞘) | 유(有) | | | | | | |

4. 슬릿지 팽화의 대책

일반적으로, 슬릿지 팽화의 통제를 위하여는 팽화의 주원인이 되고 있는 섬유상박테리아의 과다번식을 억제하는 것이다.

대부분의 섬유상박테리아는 호기성이고, 기질이 고농도상태, 저농도의 용존산소상태 및 저농도의 영양염류 상태에서 과다번식을 하게되므로, 일차적으로는 이들의 적당한 조절이 바람직하다.

• 팽화슬릿지의 혐기성화

만일에 섬유상박테리아가 포함된 슬릿지를 혐기성으로 12시간 이상 유지시키면, 슬릿지내의 대부분의 박테리아는 혐기성이어서 혐기성 상태하에서도 재속이 가능하나 호기성인 섬유상박테리아는 생존이 불가능하게 되어 사멸하게 된다.

• 고농도의 용존산소 유지

저농도의 산소조건하에서는 산소와 접촉할 수 있는 표면적이 많은 섬유상박테리아가 산소의 경쟁에서 보통 박테리아 보다 우세하나 순수산소식과 같이 산소가 충분한 조건하에서는 일반활성 슬릿지가 섬유상박테리아 보다 우세하게 되어 섬유상박테리아의 생존을 어렵게 만든다.

알림

• 응집제의 투여

고분자응집제(polyelectolyte)와 같은 응집제를 팽화슬러지내에 투여하면 섬유상박테리아를 응집시키게 하여 침전을 양호하게 만든다.

• 과산화수소의 투여

팽화슬러지의 원인이 되는 섬유상박테리아가 포함된 슬러지에 과산화수소(H₂O₂)를 투여하면 표면적을 많이 갖고 있는 섬유상박테리아에 치명적이 된다.

• 염소의 투여

슬러지 팽화가 심한 경우는 1,000kgMLSS당 하루에 5~10kg 정도의 염소 투여를 실시하거나, 보통 정도의 슬러지 팽화에서는 1,000kgMLSS당 하루에 1~2kg 정도의 염소를 투입한다.

• F/M비의 조절

kgMLSS당 하루의 BOD를 0.5kg미만으로 유지하는 것이 적당하다. 높은 F/M비하에서는 분산성장 상태가 유지되어 최대의 성장율을 가지고 있어서 침전성이 나빠지고, 또한, 저농도의 기질이 유입시는 산화가 안된 박테리아가 존재하여 활성슬러지 플록은 부유상태로 남아 침전성이 나빠지므로 적당한 F/M비의 조절이 중요하다. ◻

■ 환경관리 우수사례 발표대회 개최예정

회원여러분들이 현장에서 환경오염 방지시설을 운영해 오면서 연구, 개발한 내용을 가지고 본 연합회에서는 환경관리 우수사례 발표대회를 아래와 같이 개최코져 합니다. 각 협의회에서는 참가자를 선정하여 연합회로 연락해 주시기 바랍니다.

—아 래—

1. 분 야 : 수질, 대기(악취, 소음·진동, 폐기물 처리)
2. 발표시간 : 15~20분내 (질문시간 포함)
3. 일 시 : '88. 6월 '세계환경의 날'을 즈음하여
4. 내 용 : • 방지시설 처리 효율 상승
 • 처리비용절감 • 새로운 기술개발
 • 신진기술 정보 • 폐수 재이용 방안
5. 원고마감 : 1988. 5. 10

■ 자원봉사자를 찾습니다.

“ 만화 ” (가칭·환경씨 관리양)

본 회보 편집실에서는 만화 혹은 만평을 회보에 실기 원합니다.

본회보의 발전을 원하시고 그림에 약간의 소질을 갖추신 회원여러분께서는 고유한 주인공(가칭·환경씨 관리양)이 있는 그림을 본인의 주소와 성명을 기재해서 1988년 5월 20일까지 편집실로 보내주시기 바랍니다.

전국에 칠천의 애독자 가운데 재능있는 분이 꼭 있으실 줄 믿습니다. 많은 참여를 기다립니다.

■ 관리인에게 부당한요구

본 연합회에서는 환경과 관련된 유사기관, 또는 언론매체를 방자하여 사업주와 환경관리인에게 부당한 요구를 하거나 괴롭히는 사례가 종종 있어 이에 대처코져 하오니 상기와 같은 일련의 사건을 경험하였거나 발생할 시는 6하원칙에 의거 자세한 경위를 적어 전화나 서신으로 연락주시기 바랍니다.

보내주신 분이 원할 때에는 본인의 성함이나 속한 회사명등이 공공에 알려지지 않도록 절대 비밀을 보장합니다.