

# 활성슬러지법에 있어서 팽화 (Bulking) 의 원인과 대책 (두번째)



金 煥 起

전북대공과대학 토목공학과 교수

### 차 례

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

### 3-1. Zoogloea 슬러지

슬러지 박테리아의 발생종류는 온도, pH, 용존산소량 및 기질의 량과 질에 관계되는데, 특히 Zoogloea의 성장은 기질의 질에 관계가 깊다. 즉, 기질속에 제한영양소로서 질소(N)나 인(P)이 결핍되어 있으면 탄소(C)계통의 물질

을 쉽게 분해하는 Zoogloea 박테리아가 과다성장하게 되고, 이들의 신진대사 과정에서 발생된 중합체 화합물(Polymeric Compound)로 구성된 점액(Slime)이나, Zoogloea피막으로 구성된 점성물질은 다량의 수분을 함유하고 있어서 원래의 체적보다 부풀어있는 상태로 침전이 잘 안된다.

특히, 높은 F/M비 하에서 활성슬러지를 운전할때는 기질속에 상대적으로 제한영양소인 질소성분이나, 인성분이 결핍될 가능성이 많은데, 이때 흔히 Zoogloea슬러지의 과다한 번식이 발생되는 경우가 많다.

이 Zoogloea슬러지의 발생형태는 “손가락모양처럼 돌기를 내는 성장(finger-like outgrowth)” 이라고 칭하는데, 이 경우는 일반 현미경적 관찰이 어렵다.<그림 3>

### 3-2. 섬유상(Filamentous) 슬러지

현재까지 현장에서 운전되고 있는 거의 모든 활성슬러지법에 의한 폐수처리장에서 섬유상슬러지는 정도차이는 있으나 항상 출현되고 있다. 즉, 활성슬러지법에서 섬유상슬러지의 출현은 지극히 정상적인 사실이다. 실제로 특종

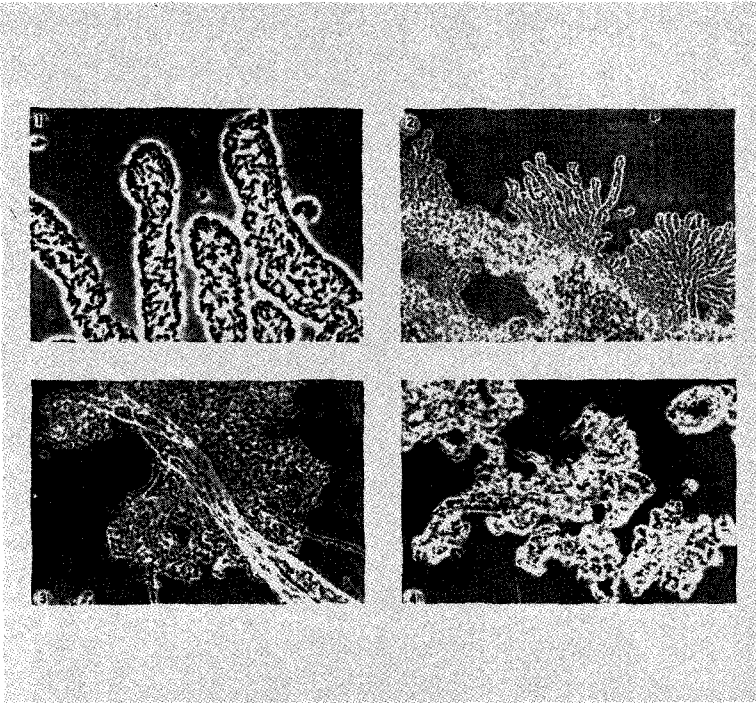


그림 3. 슬러지 플록의 조성

1. Zoogloea-fingers (막대형세포는 점액 세포간질(間質)로 둘러 싸여 있다)
2. 활성슬러지의 Zoogloea 군체(群體)
3. 크고, 소화되지 않는 유기섬유
4. 많은 작은무기물 입자를 함유한 슬러지 플록

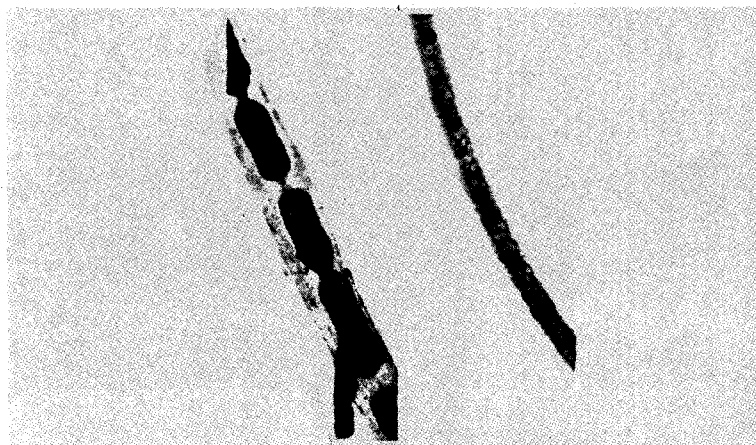


그림 4. 전자현미경에 의한 섬유성 박테리아

1. Type 1701, 초(鞘)에 의해 둘러싸인세포×22000
2. Microthrix Parvicella이 배울에서 분명하게 볼수있는 격벽. 검은 입자는 다인산으로 되어있고, 나이세르 시약으로 염색됨×26300

의 섬유상슬러지는 이웃의 플록에 가교를 만들어 줌으로써 전반적인 슬러지의 침전을 양호하게 만들어 준다고 믿고 있다.

그러나, 문제는 섬유상슬러지가 과도하게 번식하여 슬러지 팽화를 유발시키는데 있다.

팽화를 유발시키는 섬유상박테리아의 번식방법은 일반세균의 분열과는 달리세포는 체인으로 구성되어 있는데, 체인속의 두개의 세포사이에서 세포분열이 일어나는 것이 특징이다.

또, 이들 세포는 초(Sheath)라고 불리우는 껍질속에 둘러싸여 있어서 섬유상세포의 경우에는, 일반광학현미경으로 투시가 가능한 반면, 어떤 세포(filament)는 전자현미경으로만 세포의 관찰이 가능하다. <그림 4>

섬유상박테리아 출현에 관한 현미경적관찰 결과의 기술은 하기와 같은 5개의 카테고리리로 분류할 수 있다.

- 카테고리 0 : 섬유상박테리아가 거의 출현하지 않는 경우
- 카테고리 1 : 섬유상박테리아가 소수출현하는 경우
- 카테고리 2 : 섬유상박테리아가 다소 출현하는 경우

- 카테고리 3 : 섬유상박테리아가 상당량 출현하는 경우
- 카테고리 4 : 섬유상박테리아가 과다 출현하는 경우

<그림 5>

### 3—3. 섬유상(Filamentous) 박테리아의 동정일반

#### 1) 현미경을 이용한 동정(외관)

섬유상박테리아의 동정은 보통 위상차(Phase-Contrast)가 조절 가능한 광학현미경이면 가능한데, 현미경 관찰은 통상 500~1000배 정도의 배율을 사용한다.(동정결과표시는 표 1 참조) <표 1>

<그림 6>

•분지성(branching) : 몇가지 섬유상박테리아의 섬유(filament)는 균류와 노카디아(nocardia)와 같이 진정분지(real branching)하는 것과 스페로틸러스 나탄(sphaerotilus natans)과 같은 위분지(false branching)의 두가지 형태로 분지(branching)된다.<그림 6 참조>

•운동성(motility) : 극히 소수의 섬유상 박테리아만 운동성이 있는데, 이들의 움직이는 동작은 “끌주운동(gliding movement)”에 의한다.

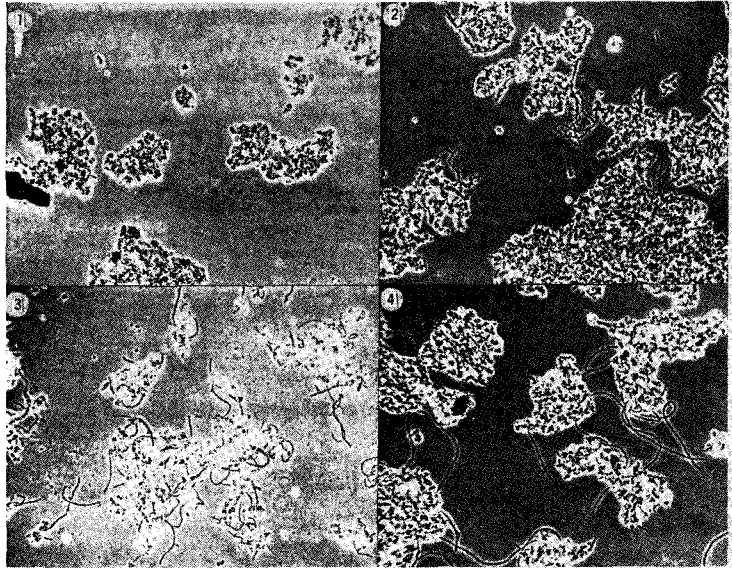


그림 5. (1) 섬유성장 크기의 육안평가에 기준한 활성슬러지의 분류 ×115

1. 카테고리 0 : 섬유상이 거의 없는 상태
2. 카테고리 1 : 적은수의 섬유
3. 카테고리 2 : 적당한수의 섬유 4. 최우점중

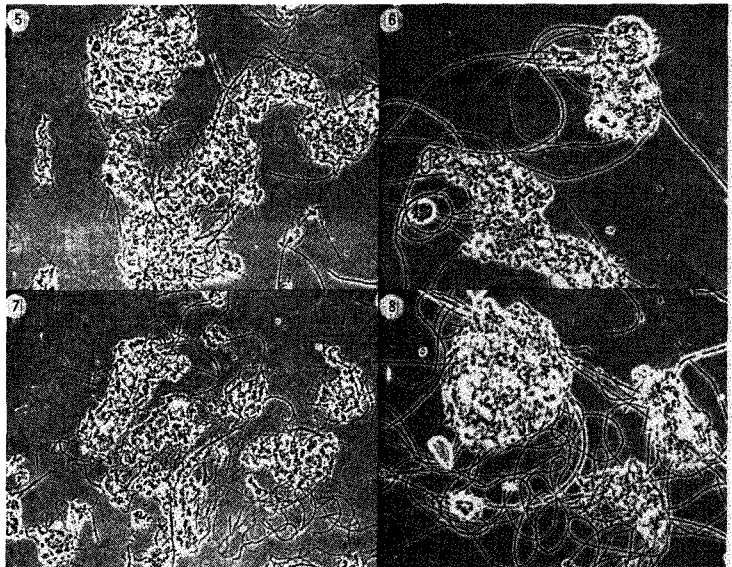
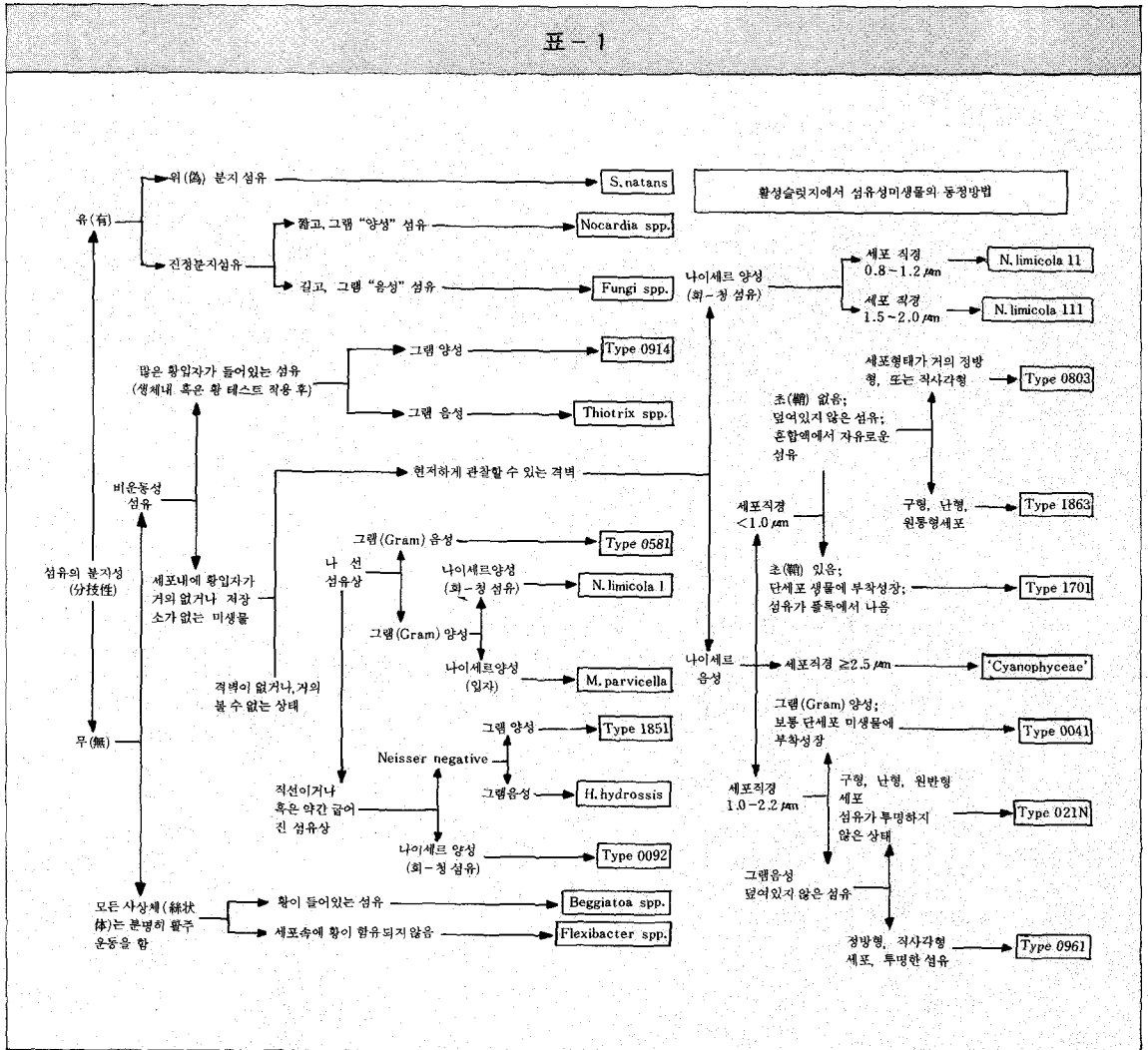


그림 5. (2) 섬유성장 크기의 육안평가에 기준한 활성슬러지의 분류 ×115

- 5, 6. 카테고리 3 : 많은수의 섬유
- 7, 8. 카테고리 4 : 과도한 수의 섬유
- 5, 7. M. Parvicella 최우점중
- 6, 8. Type 021 N 최우점중



표-1



- 세포의 형상(shape) : 구형 (spherical, coccus), 간형 (rod-shaped), 나선형 (spiral-shaped), 비브리오형 (vibrio-shaped)
- 초(sheath) : 섬유를 둘러싼 껍질을 말하는데, 일반 광학 현미경으로 관찰이 불가능하므로 염색을 한 후 식별한다.
- 로제트형(rosettes) : Thiotrix 나 Type 021N과 같은 섬유상박테리아군에서 볼 수 있는 현상으로, 이러한 박테리아는 자신의 신진대사 산물을 중심으로 형성된 섬유상박테리아의 군집을 이루고 있다.

- 2) 염색(staining)을 이용한 동정
  - 그램(Gram) 염색방법
  - 나이세르(Neisser) 염색방법

3) 황저장실험(sulphur storage test)에 의한 동정  
 Beggiatoa, Thiotrix, Type 0914와 같은 섬유상박테리아는 유황성분을 환원시키면서 성장하는데, Na<sub>2</sub>S용액을 사용한 후 500배의 배율로 동정한다.  
 (다음호에 계속)