

폐수처리 미생물

(두번째)



정재춘 교수

〈연세대 보건과학대학 환경과학과〉

3. 폐수처리계에 존재하는 미생물군의 일반적 특성과 종류

마. 원생동물

원생동물은 다세포 후생동물과는 달리 1개의 세포로 구성된 동물이다. 즉 세포소기관은 있으나 조직(tissue)의 분화가 없는 가장 하등의 동물이다.

원생동물은 약 30,000종이 기재되어 있는데 분류는 모두 현미경에 의한 형태학적 관찰에 의지하므로 1개의 종이 중복기재되고 있는 경우도 있다.

원생동물의 분류는 전통적으로 다음의 4강으로 분류되었었는데 현대의 분류체계는 이를 7개의 강으로 세분하였다.

Class I 편모충류(Mastigophora) : 1개, 또는 그 이상의 편모로 운동한다.

Class II 육질류(Sarcodina) : 위족에 의해 운동한다.

Class III 포자충류(Sporozoa) : 운동성이 없고 포자를 형성하며 기생성이다.

Class IV 섬모충류(Ciliata) : 섬모에 의해 운동하고 통상 대핵과 소핵을 가진다.

현대의 분류체계에 있어서는 편모를 가지며 동시에 위족을 형성하는 것이 있기 때문에 Class I 과 Class II를 통합하여 위족·편모강(Sarcomastigophora)으로 묶었고, 포자충류는 다세포포자강(Acetospora), 頭部복합체강(Apicomplexa), 단세포포자강(Microspora), 極部캡슐강(Myxospora)의 4강으로 세분하였으며 망상점질관강(Labyrinthomorpha)을 균류에서 원생동물로 편입시켰다. 상기한 전통적 분류체계에 있어서 폐수처리와 관계깊은 것은 편모충류, 육질류, 섬모충류이며 포자충류는 관계가 없다.

(1) 편모충류

원생동물중 가장 원시적인 부류이며 1개, 또는 2 이상의 편모를 가지고 있다. 세로로 분열하는 무성생식을 한다. 색소를 가진 식물성 편모충류(현대적 분류체계에 있어서는 이를 조류에 포함시킨다)와 색소가 없는 동물성 편모충류가 있다.

산화지에는 각종의 식물성 편모충류가 우점적으로 출현하며 활성 오히나 생물막에는 동물성 편모충류가 비교적 많이 출현하는데 기생성은 없다.

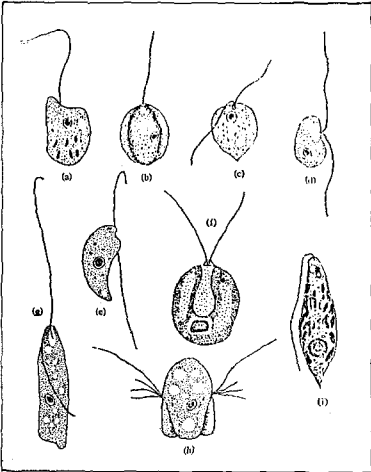
(그림 6)에는 폐수처리에 출현하는 대표적인 편모충류를 보였다. Peranema와 Euglena를 제외하면 세포의 크기는 5~20μ 정도이다.

(2) 육질류(Sarcodina)

육질류에는 外殼을 가진 것과 없는 것이 있다. 외각을 가지지 않은 것은 원형질유동에 의해 위족을 내어 운동한다. 편모충과 가깝고 쌍방의 중간형태를 가지는 것도 알려

저 있다.

폐수처리에 출현하는 육질류의 대부분은 아메바목과 有殼아메바목에 속한다. (그림 7)에 폐수처리에 출현하는 대표적인 육질류를 보았다. *Amoeba proteus*는 약 600 μ m, *Vahlkampfia limax*는 약 30 μ m의 크기이다.



(a) *Otiomonas termo* (b) *Notosolenus orbicularis* (c) *Cercobodo crassicauda* (d) *Pleuromonas jaculans* (e) *Bodo caudatus* (f) *Chlamydomonas angulosa* (g) *Peranema trichophorum* (h) *Trepomonas agilis* (i) *Euglena viridis*

〈그림 6〉 폐수처리에 출현하는 대표적인 편모충류

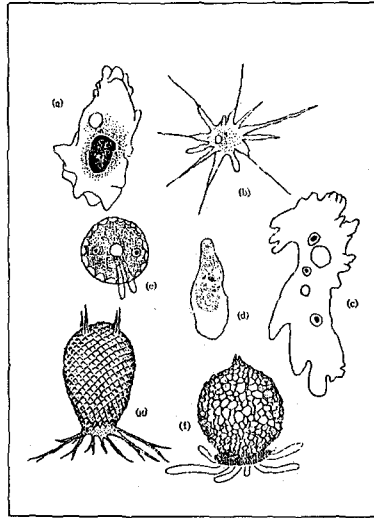
(3) 섬모충류

원생동물중 가장 발달된 것으로서 섬모의 운동에 의해 운동 및 먹이를 취한다. 가로분열에 의한 무성생식을 하며 出芽를 하는 것도 있다.

섬모충류는 원생동물 가운데서도 폐수처리와 가장 관계가 깊다. 폐수처리와 관계깊은 대표적인 섬모충류를 (그림 8)에, 緣毛目(peritrichida) 屬의 분류법을 (그림 9)에 보였다.

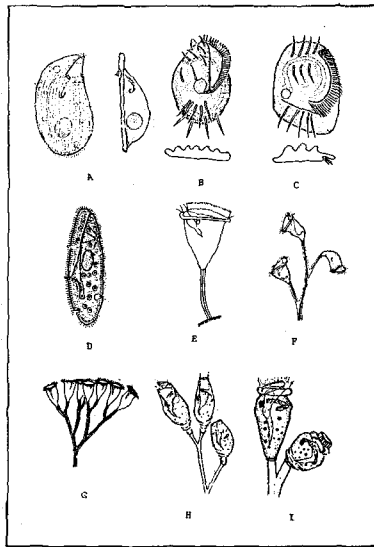
바. 後生動物

폐수처리에 관계하는 후생동물에 환경관리인. 1989. 9



(a) *Amoeba verrucosa* (b) *Amoeba radiosa* (c) *Amoeba proteus* (d) *Vahlkampfia limax* (e) *Arcella ungaris* (f) *Diffugia urecolata* (g) *Euglypha alveolata*

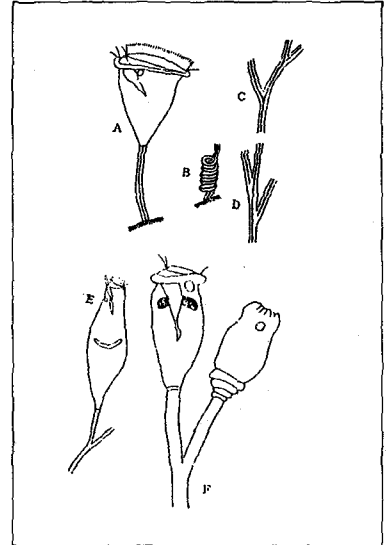
〈그림 7〉 폐수처리에 출현하는 대표적인 육질류



A. *Chilodomella* B. *Euplotes* C. *Aspidisca* D. *Parameci* E. *Vorticella* F. *Carchesium* G. *Zoothamnium* H. *Opercularia* I. *Epistylis Opercularia*

〈그림 8〉 폐수처리에 출현하는 대표적인 섬모충류

는 袋形동물(Aschelminths), 환형동물(Annelida) 절족동물(Arthropoda) 등이 있다. 폐수처리에 출현하는 많은 후생동물은 현미경적 생물



緣毛目的 柄은 柄(Stalk)의 분기, 系筋體(myonema)의 존재에 의해 다음과 같이 구분한다.

- A : *Vortilla* : 柄은 분기하지 않으며 사근체가 존재한다.
- B : *Vorticella* : 수축한 柄
- C : *Zoothamnium* : 柄은 분기하며 사근체는 연속된다. 따라서 분기된 전세포가 일시에 수축한다.
- D : *Carchesium* : 柄은 분기하나 사근체는 연속되지 않는다. 따라서 1개 세포가 개별적으로 수축한다.
- E : *Opercularia* : 柄은 분기하나 사근체는 없다. 柄의 특징은 *Epistylis*와 비슷하나 개구부에 돌레테(peristome)가 없다.
- F : *Epistylis* : 柄은 분기하나 사근체는 없다. 그러므로 수축하지 않으며 개구부에 돌레테(peristome)가 있다.

〈그림 9〉 緣毛目的 屬의 분류

로서 크기가 수 mm이하이므로 미소 후생동물이라 불리운다.

(1) 袋形동물

袋形동물문은 無物袋虫亞門(Arhynchashelminthes)과 有物袋虫亞門(Rhynchashelminthes)으로 구분되는데 폐수처리와 관계있는 것은 前者이다. 無物袋虫亞門은 윤충강(Rotatoria), 腹毛강(Gastrotricha), 선충강(Nematoda), 線形虫綱(Nematomorpha)의 4綱으로 구분된다. 이 중 폐수처리와 관계가 깊은 것은 윤충강과 선충강이다.

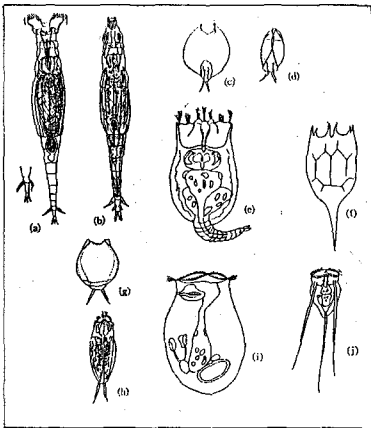
윤충류는 좌우상칭으로 體長은 40 μ ~2.5mm 범위이며 全面에 섬

모환(Trochus)이 있는 頭盤(Corona)을 가진다. 윤충강은 3개의目中으로 구분되는데 이 중 Bdelloidea目과 單生殖巢目(Monogononta)이 폐수처리와 관계가 깊다.

가. Bdelloidea目: 솟놈의 존재는 不明하며 단위생식만이 알려져 있다. 被甲은 없으며 足腺(pedalgland)이 발달했으며 거머리 모양의 운동을 한다. Philodina, Rotaria 등이 속한다.

나. 單生殖巢目(Monogononta): 자유異體이며 어느 시기에만 솟놈이 발생하여 heterogony의 생활환을 가진다. Brachionus, Lecane, Colurella 등이 속한다.

(그림10)에 폐수처리에 출현하는 대표적인 윤충류를 보였다.



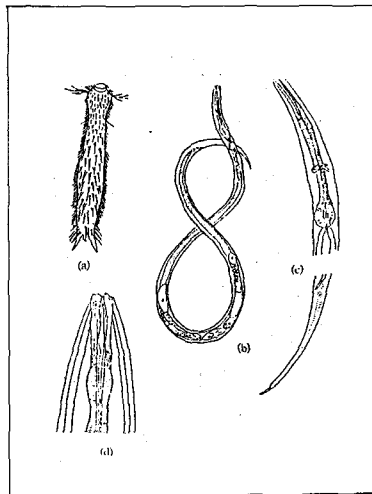
(a) Rotaria rotatoria (b) Philodina roseola (c) Lepadella ovalis (d) Colurella obtusa (e) Brachionus calyciflorus (f) Keratella cochlearis (g) Lecane l una (h) Cephalodella ventripes (i) Asplanclma sp. (j) Filinia longiseta

〈그림10〉 폐수처리에 출현하는 대표적인 윤충류

腹毛類는 자유異體로서 방추상이며 점질관이 尾部에만 있다(쪽제비벌레目: Chaetonotoicea), 모두가

담수성이며 폐수처리에는 쪽제비벌레目が 가끔 출현한다. 體長은 100~300 μ m 정도이다.

선충류는 糸狀, 또는 원통상이며 자유異體가 많다. 자유생활하는 것과 기생생활을 하는 것이 있으며, 자유생활형은 갖가지 서식지에서 생활하고 있다. 선충류는 생활양식과 생활양식이 다양한 생물이며 많은 종이 있다. 선충류는 雙器亞綱(Aphasmida)과 雙腺亞綱(Phasmida)의 2종류로 구분된다. 쌍기아강은 몸의 전방에 감각기인 雙器(Amphid)를 가지고 있으며 쌍선아강은 몸의 후방에 雙腺(Phasmid)을 가진다. 폐수처리에 출현하는 것은 자유생활성으로서 體長은 0.5~3mm의 것이 많다. 쌍방의 亞綱이 모두 폐수처리에 출현한다. (그림 11)에 폐수처리에 출현하는 대표적인 복족류 및 선충류를 보였다.



(a) Chaetonolus (b) Diplogaster sp. (c) Rhabdolaimus sp. (d) Darylaimus sp.

〈그림 11〉 폐수처리에 출현하는 대표적인 복족류 및 선충류

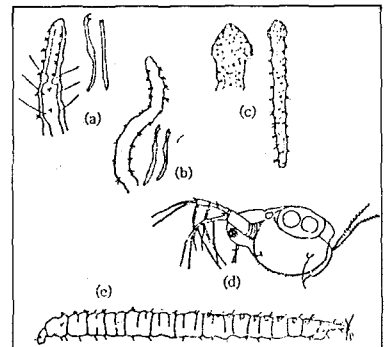
(2) 환형동물

환형동물 가운데 폐수처리와 관계있는 것은 貧毛綱(Oligochaeta)이

다. 빈모강은 원시빈모目(Archioleigochaeta)과 新貧毛目(Neoligochaeta)의 2종류로 대별된다. 폐수처리에 출현하는 빈모류는 대부분 원시빈모目に 속한다. 폐수처리에 출현하는 것은 水生種으로 각 체절에 강모가 있다. 자유동체로 생식선은 몸의 前部에 있으며 그 위치가 종에 따라 다르다. 각 체절에 있는 강모의 형태가 분류의 중요한 기준이 되고 있다. 폐수처리에 Aelosoma, Chaetogaeter, Nais, Paranais, Dero 등이 출현하며 체장은 2~20mm 정도이다. 또, Limnodrilus, Tubifex 등도 출현하는데 체장은 50~100mm이다.

(3) 절족동물

절족동물에는 갑각강(Crustacea), 곤충강(Insecta)이 폐수처리와 관계 있다. 갑각류에는 枝角目(Cladocera) 및 Cylopoida目이 중요하다. Moina, Daphnia, Simocephalus, Cyclops 등이 폐수처리에 출현하는 갑각류이다. 곤충류에는 쌍시목(Diptera)에 속하는 곤충의 유충이 폐수처리계에 출현한다. 이에는 Psychoda, Culex, Chironomus 등이 있다. 폐수처리에 출현하는 대표적



(a) Nais V variabilis (b) Poanais uaidina (c) Aerosoma hempnchi (d) Moina macropoda (e) Psychoda alternpta의 유충

〈그림 12〉 폐수처리에 출현하는 대표적인 환형동물 및 절족동물

인 환형동물 및 절족동물은 (그림 12)에 보였다.

(4) 기타

緩步동물(Tardigrada)의 Macrobiotus, 연체동물(Mollusca), 복족강(Gastropoda)의 Lymnaea, Physa 등도 폐수처리계에 출현하는 수가 있다.

II. 활성오니 미생물

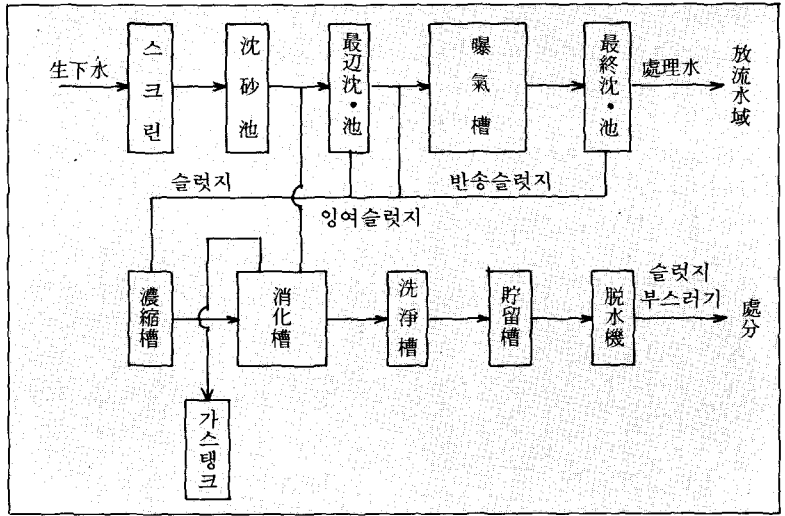
가. 활성오니법의 공정개요

1914년 Andern과 Lockett에 의해 개발된 활성오니법은 그동안 발전을 거듭하여 현재에는 고속 활성오니법, 장기간포기법, 점강포기법, Hatfield법, Kraus법, 접촉안정화법, 생물흡착법 등 여러가지 다양한 공법이 개발되었다.

활성오니법은 1차처리와 2차처리로 구성되는데 어떤 경우에는 2차처리 후에 3차처리가 행해지는 경우도 있다.

1차처리는 입자의 크기가 큰 고형물(모래, 유기입자 등)을 침전시켜 제거하는 것으로 현탁고형물(SS)의 50~60%, BOD의 30~40%정도가 제거된다. 사실상 이는 중력에 의한 물리적 작용을 이용하는 것으로 소극적인 처리에 속한다. 보통 침전지의 유효수심은 2~4m, 체류시간은 1~3시간, 유속은 0.3m/분을 표준으로 하고 있다.

2차처리는 활성오니법에 의한 생물학적 처리로서 포기조에서 최종침전지까지의 공정을 말한다. 2차처리는 호기성 미생물에 의해 물속에 분자크기로 녹아있는 가용성 유기물의 제거를 목적으로 한다. 즉, 유기물질(오염물질)이 함유된 폐수를 포기해주면 호기성 미생물은 미세한 크기의 유기물질과 미생물이 결합된 「플록」(floc)을 형성하는데, 이 「플록」은 크기가 크고 비중이 물



〈그림 1〉 도시하수의 활성오니처리 흐름도

보다 무거우므로 침전시켜 제거할 수 있다. 분자크기의 용해성 유기물질이 미생물과 접촉할때 일부는 미생물이 대사(산화작용)하여 물과 탄산가스로 분해되지만 대부분은 일단 「플록」을 형성하게 되므로 이를 침전시켜 용해성 유기물질을 제거할 수가 있는 것이다. 〈그림 1〉에 도시하수의 활성오니처리 흐름도를 보였다.

활성오니의 2차처리에 있어서 중요한 3요소는 포기, 혼합, 반송슬러지이다. 포기는 유기물질과 미생물의 접촉을 원활히 하기 위한 것이며 포기와 함께 달성된다. 반송슬러지는 미생물도 함께 침전하므로 다시 미생물을 공급해주기 위함이며 보통 하수량의 25%가 반송된다. 포기조에서의 포기시간은 3~8시간이며, 침전지에서의 체류시간은 2~3시간, 2차처리후에는 BOD의 85~95%, SS의 90~95%정도가 제거된다.

이렇게 2차처리는 수중의 미생물을 이용하는 것인데, 특별한 경우를 제외하고는 미생물을 접종시킬 필요는 없다. 수중의 유기물질이 존재하고 포기에 의해 산소공급만 해주면 수중에 자연적으로 존재하

는 미생물이 빠른 시간내에 증식하여 폐수처리의 기능을 담당하게 된다.

나. 활성「슬러지」의 미생물

활성「슬러지」중에는 세균을 비롯하여 원생동물, 미소 후생동물 등이 공존하는데 세균이 폐수의 정화에 가장 큰 공헌을 한다고 생각되며, 원생동물 및 미소 후생동물도 세균과 함께 유기물 제거에 공헌하며 이들이 공존하지 않으면 폐수의 처리효율이 고도로 높아지지 않는다.

활성오니에 출현하는 생물의 크기에 있어서 단세포세균은 2μm~5μm, 사상세균(filamentous bacteria)은 2μm~5μm×~1000μm정도이며, 원생동물은 20μm~300μm, 미소후생동물은 1mm(1000μm) 전후가 많다. 가끔 3~5mm의 것도 출현하나 포기장치의 강력한 교반력(mixing power)때문에 이 이상으로 큰 동물은 존재하기 어렵다.

(1) 세균

활성오니에 존재하는 세균중 현미경으로 同定이 가능한 것은 「플록」을 형성하는 Zoogloca ramigera

와 糸狀세균을 들 수 있다. Zoogloea는 활성슬릿지「홀록」을 형성하는 本體세균이라 알려져 왔던 것이며 수백~수천의 세포가 젤라틴狀 물질에 둘러싸여 손가락 또는 나뭇가지모양의 홀록을 형성하는데, 그 크기는 100~1,000 μm 이다(그림 2)



〈그림 2〉 전형적인 Zoogloea 「홀록」

그러나 실제의 활성「슬릿지」에 출현하는 전형적인 Zoogloea「홀록」의 수는 그렇게 많지 않으며, 여러 가지 세균이 「홀록」을 형성하는데 모양은 不定型으로, 크기는 50 μm ~1000 μm 이다.



〈그림 3〉 활성오니 홀록

糸狀세균은 활성오니에서 30여종이 보고되고 있으며 Type 17이(종명이 확정안된 것은 Type으로 구분한다), Sphaerotilus, Type 0041, Type 021N, Haliscomenobacter hydroxissis, Thiothrix, Nocardia등이 가장 흔히 출현하는 종이다(그림 4). 이러한 糸狀세균이 다량으로 출현하

면 슬릿지의 「벌킹」을 초래하며 Nocardia는 포기조에서 거품을 형성하는 사상세균으로 알려져 있다.

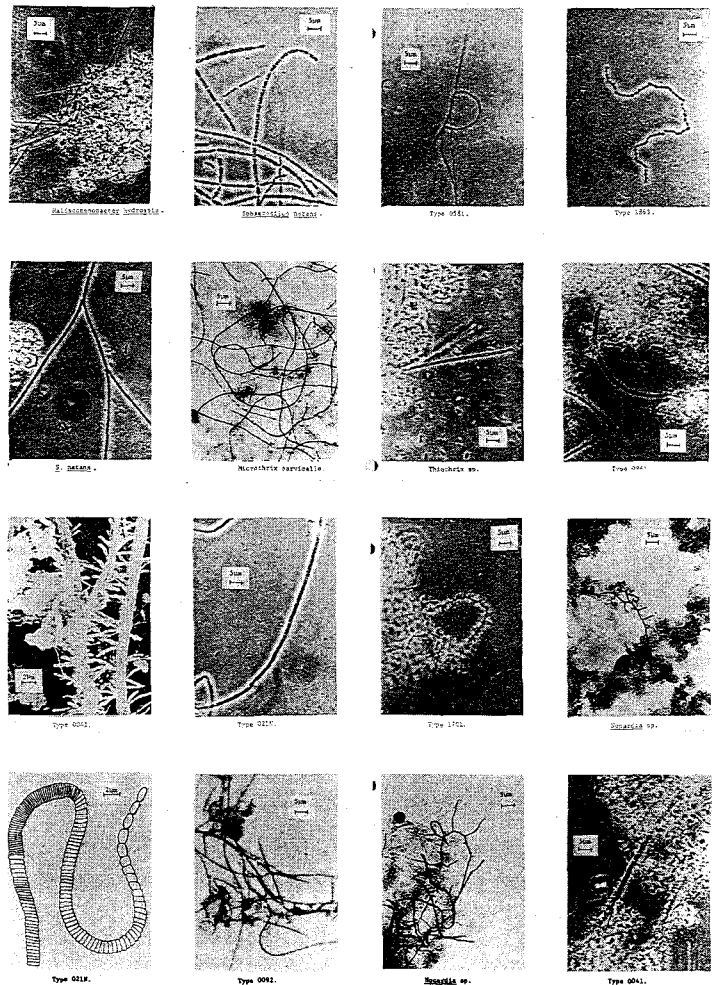
활성오니에 출현하는 세균을 동정(identification)하려면 우선 Blender로 포기조의 혼합액(mixed liquor)을 갈아서 「홀록」을 깨뜨린 후 배지(total count agar)에 배양한다. 다음에 각 種을 분리하여 형태 및 각종 생화학적 검사를 행하게

된다.

활성오니중에는 많은 종류의 세균이 출현하나 배양시험에 의한 결과를 보면 Pseudomonas, Flavobacterium, Alcaligenes, Bacillus속의 종들이 가장 많이 출현한다(표 1).

활성「슬릿지」중의 生菌類(Viable count)는 활성슬릿지 혼합액 1ml중에 $10^7 \sim 10^8$ 이고 MLSS 1mg당 $2.2 \times 10^7 \sim 1.7 \times 10^8$ 이다(표 2).

〈그림 4〉 활성오니에 흔히 출현되는 사상세균



〈표 1〉 활성오니에서 관찰된
중요한 세균의 속

Pseudomonas,	Comamonas
Lophomonas,	Nitrosomonas
Zoogloea,	Sphacrotilus
大形糸狀細菌,	Azotobacter
Chromobacterium,	Achromobacter
Flavobacterium,	大腸菌群
Alcaligenes,	Micrococcus
Staphylococcus,	Bacillus
Arthrobacter,	Coryneform 細菌
Nocardia,	Mycobacterium
박테리오파지	Bdellovibrio

(Pike, 1975) bacterium

상기한 것은 배지에서 생존이 가능한 세균만을 계수한 것으로 실제로 활성오니중에 존재하는 세균수는 1,000~10,000배 많은 것으로 추정된다. 왜냐하면 보통 우리가 흔히 쓰는 배지(total count agor)에 사용되는 영양원을 대사할 수 있는 세균은 현미경으로 직접 계수한 수치의 1~5%정도이며 이중의 2%정도만이 배지에서 자라 집락을 형성하기 때문이다.

(2) 원생동물

원생동물은 세균과 같이 폐수의 정화에 상당히 공헌하는 생물이며 처리공정관리의 良否를 나타내는 지표생물로서 중요하다. 활성슬러지에 출현하는 원생동물은 약80여 종이고 편모충류, 섬모충류, 육질류로 구성되며, 이 중 특히 섬모충류가 가장 많이 출현하고 있다. 폐수의 처리효율이 좋을수록 다양한 원생동물種이 많이 출현하므로 원생동물은 폐수처리 시스템의 건강 유지 및 처리효율증진에 필수적인 생물로 알려져 있다.

폐수처리에 있어서 원생동물의 역할을 요약하면 다음과 같다.

1) 세균을 포식하므로써 슬러지의 발생량을 감소시키며, 분산된 세균을 제거하여 처리효율을 향상시킨다.

2) 입자성 유기물, 또는 용해성 유기물을 직접 섭취하여 오염물질

〈표 2〉 활성슬러지의 생균수

試驗 No.	MLSS (mg / l)	生 菌 数 (ml^{-1})	MLSS 1 mg 中 生 菌 数
1	1,560	9.2×10^7	5.9×10^7
2	1,830	1.4×10^8	7.7×10^7
3	1,470	8.6×10^7	5.9×10^7
4	1,900	2.6×10^8	1.4×10^8
5	1,000	1.7×10^8	1.6×10^8
6	920	2.2×10^7	2.0×10^7
7	960	3.8×10^7	3.6×10^7
8	780	4.5×10^7	5.7×10^7
9	1,190	7.4×10^8	6.2×10^7
10	1,100	1.7×10^8	1.5×10^8

을 제거한다.

3) 고착성, 또는 포복성 원생동물은 침강속도가 빠르기 때문에, 그 침강과정에서 세균을 함께 침강시키거나 분비물에 세균이 부착되어 침강하므로 세균의 제거효율이 좋아진다.

4) 원생동물이 세균을 포식하는 속효과에 의해서 세균의 활성이 증대하고 세균의 용해성 유기물질에 대한 섭취능력이 증대한다.

상기한 원생동물의 역할은 폐수중에 존재하는 미소 후생동물의 역할과 거의 같은 것으로 추정되고 있다.

〈표 3〉에는 일본에서 조사된 것으로서 매우 좋은 처리수를 방류하고 있는 4개소의 활성슬러지 처리장에서 발견된 원생동물 및 후생동물을 나타내고 있다. 이 자료에 의하면 Vorticella, Epistylis, Opercularia, Aspidisca 등이 우점종이 되고 있다. 활성「슬러지」중 원생동물의 총 개체수는 활성「슬러지」혼합액 1ml 중 5,000~20,000정도가 된다고 한다.

활성오니에 출현하는 원생동물은 폐수의 성상 및 폐수처리의 운전조건등에 따라 다르지만 적은 빈도로 출현하는 것까지 합치면 상당히 다양한 종이 나타나고 있다. Curds 등과 須藤(Sudo)가 기존의 결과를 요약하여 활성오니에 출현하는 섬모

충류 원생동물중에서 가장 빈도가 높은 것을 정리한 것이 〈표 4〉이다. 이 표에서 보면 활성오니에서 가장 중요한 섬모충류 원생동물은 Vorticella, Aspidisca, Epistylis, Opercularia, Carchesium 등임을 알 수 있다 (폐수처리 미생물(I)의 그림참조).

(3) 미소 후생동물

활성오니에 출현하는 미소 후생동물에는 윤충류와 선충류가 있는데 개체수는 원생동물에 비해 훨씬 적다. 이외에 腹毛類, 貧毛類, 갑각류 등이 간혹 출현하기도 한다. 이러한 후생동물은 활성오니법에서 우점종이 되는 경우가 드문데, 低負荷의 활성오니, 특히 장기포기법에 있어서는 윤충류나 빈모류가 우점종이 되는 수가 있다.

윤충류는 보통의 활성오니에 있어서는 혼합액 1ml 중 100~200개체 이하이며, 미소 동물 총 개체수의 5%정도를 점한다. Rotaria, Philodina, Lecane, Notommata, Lepadella, Colurella, Trichocerca 등이 출현하며 우점종이 될 때는 혼합액 1m 중 500~1000개체에 달하는 때도 있다.

선충류도 활성오니에서 개체수는 작지만 출현빈도는 높으며 보통 혼합액 1ml 당 100개체정도 존재하며 300개체이상에 달하는 수도 있다. 선충류는 윤충류와 달리 비교적 高負荷의 활성오니에도 출현한다. 활

(표 3) 처리수질이 양호한 활성슬러지 처리장에서 발견된 원생동물 및 후생동물

폐수의 종류		도시하수	단지하수	제약공장 폐수	소규모 생활폐수
MLSS(mg/l)		1,940	1,420	2,800	3,900
BOD負荷(kg/kgMLSS/day)		0.30	0.11	0.33	0.03
원생동물	Vorticella convallaria	1,900	160	5,800	360
	Vorticella microstoma				2,600
	Vorticella alba				
	Epistylis spp.	2,100	120		160
	Epistylis plicatilis				
	Carchesium polypinum	480	820		120
	Opercularia coarctata	400			
	Aspidisca costata		11,000		280
	Aspidisca lynceus				
	Spirostomum spp.	1,800	240		120
	Trachelophyllum pusillum	120			
	Tetrahymena pyriformis		160		440
	Amphileptus sp.				
	Arcella vulgaris	120	320		120
	Vahlkampfia limax				
Amoeba sp.	140	720	200		
Euglypha sp.					
Monas sp.	260	60	120		
Pleuromonas jaculans					
Oikomonas termo	40	20	100		
Philodina sp.					
Rotaria rotatoria	40	20	100		
Lecane sp.					
Diplogaster sp.	4,540	16,900	6,480	3,660	
총 개체수					

(활성 슬러지 혼합액 1ml중의 개체수)

(표 4) 활성슬러지에서의 출현빈도가 높은 성모충류

Curds등의 결과		수등의 결과
①	Aspidisca costata	Vorticella microstoma
②	Vorticella convallaria	Vorticella convallaria
③	Vorticella microstoma	Aspidisca costata
④	Trachelophyllum pusillum	Epistylis plicatilis
⑤	Opercularia coarctata	Vorticella campanula
⑥	Vorticella alba	Opercularia sp.
⑦	Carchesium polypinum	Vorticella alba
⑧	Euplotes moebiusi	Aspidisca lynceus
⑨	Vorticella fromenteli	Opercularia coarctata
⑩		Carchesium polypinum

①~⑩ 출현빈도를 나타낸다.

성오니에 출현하는 선충류는 Diplogaster, Rhabdolaimus, Rhabditis, Dorylaimus 등이 흔히 출현한다.

빈모류는 보통 BOD가 낮고 여양 오니의 배출이 적은 활성오니에 출현하는데 개체수는 낮다. Nais,

Acolosoma 등이 때때로 출현하며 빈모류가 혼합액 1ml당 500개체 이상이 되면 활성오니가 적갈색을 띄게 된다.

(4) 균류
정상적인 활성오니에 있어서 균

류가 우점적으로 출현하는 경우는 드물다. 그러나 PH가 낮다든지, 공장폐수를 다량으로 받고있는 도시하수의 활성오니에서는 균류가 번성하는 수가 가끔 있다. 균류가 번성하면 사상세균의 번성과 마찬가지로 활성오니의 침강성이 나빠진다. Penicillium, Cephalosporium, Cladosporium, Fusarium, Trichoderma 등이 활성오니에 출현하며, 때에 따라서는 다량의 효모 「홀록」이 출현하는 수도 있다.

효모중에는 Candida, Rhodotorula 등이 흔하고 Candida tenuis는 가끔 糸狀으로 증식하여 활성오니중에서 우점적이 되는 경우도 있다.

다. 활성「슬러지」의 지표생물

현미경으로 동정이 가능한 糸狀 세균, 원생동물 및 미소후생동물은 활성오니의 처리효율과 공정의 운용·관리상태를 판정할 수 있는 지표생물로 이용되고 있다. 일반적인 지표생물로 사용될 수 있는 미소생물의 예를들면 아래와 같다.

1) 활성오니가 양호할때에 출현하는 생물(활성슬러지성 생물)

Vorticella, Epistylis, Aspidisca, Opercularia, Zoothamnium, Carchesium, 각종의 吸官虫類(suctorian) 및 윤충류와 같이 고착성, 또는 포복성의 종류가 출현한다. 이러한 생물이 일반적으로 혼합액 1ml중 1000개체 이상이며, 전체 개체수의 80% 이상이 존재하면 정화효율이 높은 활성슬러지로 판정해도 좋다. 이때의 「홀록」크기는 500~1000 μ m 정도가 많다.

일반적으로 편모충류는 처리수질이 나쁠때 출현하는 것인데 Entosiphon sulcatum만이 처리수질이 양호할때 출현한다. 이러한 관찰은 2개소의 처리장에서 1개월간 조사한 결과에 의한 것이므로 지표생물로서는 불충분하다.

絲狀 미생물이 상당히 존재할 때에도 활성슬러지성 생물이 우점적으로 되는 경우가 많다. 그러나 사

상 미생물이 현저하게 증식하는 경우에는 고착성 원생동물이 부착점을 찾지못해 숫자가 감소된다.

2) 활성오니의 상태가 나쁠때에 출현하는 생물(비활성오니성 생물)

Bodo, Cercobodo, Pleuromonas, Oikomonas 등의 편모충류와 Colpidium, Paramecium 등의 섬모충류가 출현하며 재빠르게 헤엄치는 종류이다. 이들이 출현하게 되면 홀록이 100 μ m 이하로 작아지는 것이 보통이다. 상태가 상당히 나쁠때는 Bodo, Cercobodo, Oikomonas만이 출현하며, 상태가 아주 나쁠때는 원생동물과 후생동물이 전혀 출현하지 않는다.

3) 활성오니가 나쁠 때로부터 회복할 대에 출현하는 생물(중간슬러지성 생물)

Litonotus, Loxophyllum, Chilonella, Oxytricha 등과 같이 천천히 헤엄치거나 포복하는 생물이 출현한다. 이러한 생물이 1개월이나 계속하여 우점종으로 되는 경우도 관찰되고 있다.

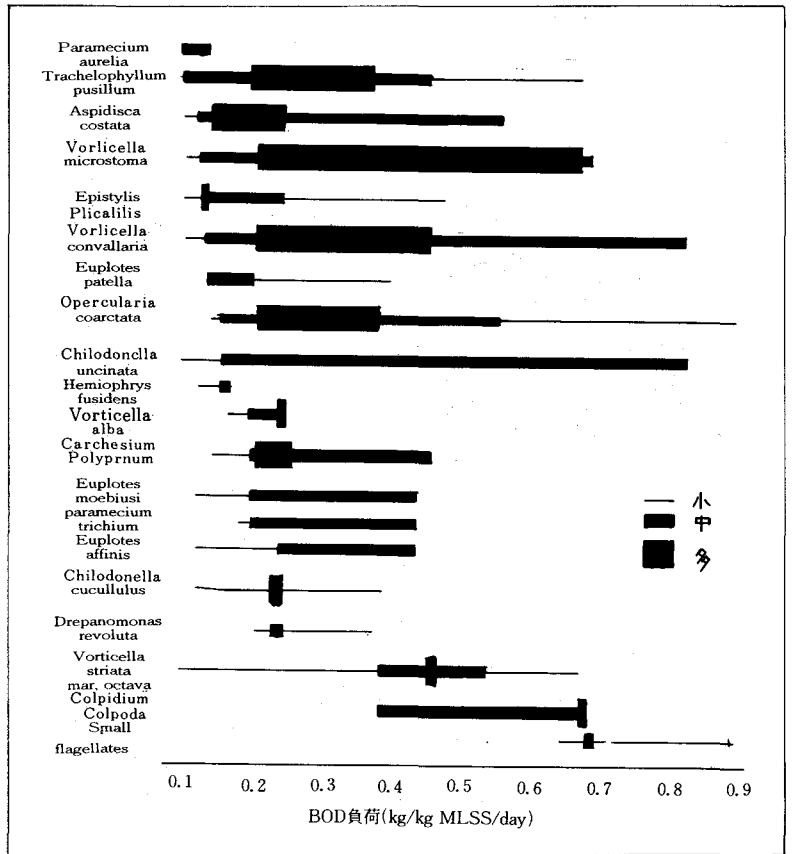
4) 활성오니가 분산·해체될 때에 출현하는 생물

Vahlkampfia limax와 Amoeba radiosa 등의 육질류(sarcodina)가 출현한다. 이들의 개체수가 수만개 이상으로 출현하게 되면 「홀록」은 작아지고, 방류수는 혼탁하게 된다. 즉, 투시도가 떨어지게 된다. 이럴때는 슬러지의 반송량과 송기량을 줄여야 한다.

5) 「별킹」시에 출현하는 생물

「별킹」은 사상 미생물이 번성하여 슬러지의 양이 증대하고 침전성이 나빠지는 현상을 말한다. 「별킹」시에 상등수는 매우 깨끗하나 「슬러지」를 침전·농축할 수가 없기 때문에 문제가 되는 것이다. 「별킹」의 원인별 지표생물은 다음과 같다.

① 유기물 부하가 낮을때 : Type 0041, Type 0092, Microthrix parvicella, Type 0581



〈그림 5〉 활성오니에 출현하는 원생동물과 BOD부하의 관계

② 용존산소가 낮을때 : Type 1701, Type 021N, Sphaerotilus natans, Type 1863

③ PH가 낮을때 : 균류(예 : Geotrichum)

④ Sulfide가 존재할때(혐기성 폐수) : Thiothrix, Beggiatoa

6) 용존산소가 부족할 때에 출현하는 생물

Beggiatoa alba, Metopus, Caenomorpha, Bodo, Cercobodo 등의 용존산소가 낮은 곳을 좋아하는 생물이 출현한다. 이러한 생물이 출현하게 되면 활성「슬러지」가 검은색을 띄게 되고 썩은 냄새를 발생하게 된다.

7) 과잉으로 포기할 때에 출현하는 생물

과잉포기가 장시간 계속되면 「홀록」은 작아지고 Amoeba, 윤충류가

우점종이 된다.

8) 폐수의 농도가 극히 낮을때 출현하는 생물

섬모충류인 Euplotes 와 윤충류인 Collurella, Lepadella, Trichocerca, Lecane 등이 다량으로 출현한다.

9) 충격부하와 독물 유입시에 출현하는 생물

원생동물은 세균에 비해 외부의 환경에 대한 감수성이 높으며, 원생동물을 관찰하므로써 활성슬러지에 대한 영향을 추정할 수 있다. 활성슬러지성 생물 중에서도 Aspidisca가 가장 감수성이 높다고 알려져 있으므로 Aspidisca가 급격히 감소되는 경우에는 충격부하 또는 독성물질이 유입된 증거로 볼 수 있다.

〈다음호에 계속〉

상담 및 문의전화 : (0371) 42-6204