

## 添加剤を用いた活性汚泥法における生成汚泥量削減に関する研究

大阪工業大学大学院 学生会員 須田 充 服部 しげこ  
大阪工業大学工学部 正会員 笠原 伸介 石川 宗孝

**1 はじめに**...近年，余剰汚泥の増加に伴う汚泥の処理・処分が問題となっており，汚泥削減化技術の開発が急務となっている。中でも，添加剤を用いる方式は，低コストかつ維持管理が容易であることから，特に小規模下水処理場への適用が注目されている。本研究では，生成汚泥量削減効果のあることが知られているスギナ<sup>1)</sup>とサポニン<sup>2)</sup>を混合したスギナ・サポニン混合添加剤(以下，混合添加剤)と腐植土に注目し，活性汚泥法における生成汚泥量の削減効果を明らかにするとともに，添加剤の使用が，活性汚泥の汚泥転換率と自己酸化率に及ぼす影響および細菌相に及ぼす影響について検討した。

### 2 実験方法

**2-1 実験方法と動力学パラメータの算出**...図-1 に実験装置を，表-1 に運転条件をそれぞれ示す。実験装置は，曝気槽(有効容量 12 L)，沈殿槽(有効容量 4 L)および培養槽から成る標準活性汚泥装置で，一方の培養槽にのみ添加剤を投入し，添加系とした。投入基質として，グルコースとペプトンを主成分とする人工下水を，流入 BOD が 200 mg/L となるよう供給し，BOD 容積負荷を変化させて運転を行った。

汚泥転換率と自己酸化率は，SS の測定結果に基づき，以下の式により算出した。

$$W_C = W_A + W_R + W_S + W_E + W_D - W_0$$

ここで， $W_C$ ：累積生成汚泥量 (g)， $W_A$ ：曝気槽内汚泥量 (g)， $W_R$ ：培養槽内汚泥量 (g)， $W_S$ ：沈殿槽内汚泥量 (g)， $W_E$ ：累積流出 SS 量 (g)， $W_D$ ：累積引き抜き汚泥量 (g)， $W_0$ ：初期の全汚泥量 (g)

$$X = a \cdot Sr - b \cdot X^3$$

ここで， $X$ ：余剰汚泥発生量 (kg/day)， $Sr$ ：除去 BOD 量 (kg/day)， $X$ ：混合液中の活性汚泥量 (kg)， $a$ ：除去 BOD 汚泥転換率 (-)， $b$ ：体内呼吸による自己酸化率 (1/day)

**2-2 細菌の単離・同定**...添加系汚泥と対照系汚泥をそれぞれ採取し，リン酸緩衝液により希釈したものを CGY 培地に塗布し，25℃ で 14 日間培養した。培地からコロニー数が 40～80 程度のものを採用し，純粋分離株を得るため採取可能なものを全て 2 回単離した。その後，単離したコロニーを同定するためグラム染色，運動性，オキシターゼテスト，カタラーゼテスト，O/F テストを行うとともに，形態，芽胞の有無を調べた。なお，テスト方法と同定方法は，下水試験法および Steel and Cowan ら<sup>4)</sup>の方法に準じた。

### 3 結果および考察

**3-1 生成汚泥量削減効果と動力学パラメータ**...表-2 に，各運転条件における BOD の平均除去率を示す。これによると，

キーワード：活性汚泥法，スギナ，サポニン，腐植土，生成汚泥量

連絡先：〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1 大阪工業大学工学部土木工学科 Tel06-6954-4109 Fax06-6957-2131

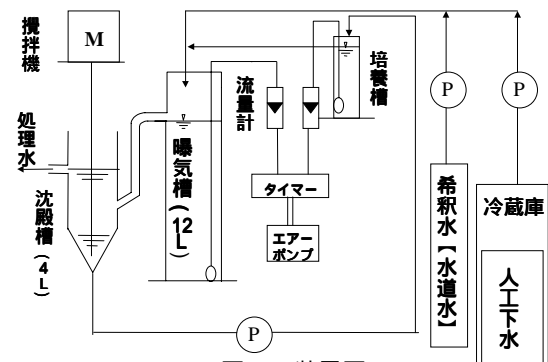


図-1 装置図

表-1 運転条件(混合添加剤添加法)

| BOD容積負荷(kg/m <sup>3</sup> ·day) | 0.3  | 0.5  | 0.7  |
|---------------------------------|------|------|------|
| 運転日数(day)                       | 24.0 | 24.0 | 30.0 |
| 総投入量(L/day)                     | 18.0 | 32.0 | 42.0 |
| 返送汚泥量(L/day)                    | 7.2  | 12.0 | 16.8 |
| HRT(hour)                       | 16.0 | 9.6  | 6.9  |
| 曝気量(曝気槽)(L/day)                 | 2.0  | 2.0  | 2.0  |
| 曝気量(培養槽)(L/day)                 | 0.2  | 0.2  | 0.4  |
| 培養槽容積(L)                        | 0.05 | 0.1  | 0.25 |
| 添加剤投入濃度(g/培養槽-L)                | 80   | 252  | 82   |

表-2 BOD 除去率

| 添加法      | BOD容積負荷(kg/m <sup>3</sup> ·day) | BOD除去率(%) |     |
|----------|---------------------------------|-----------|-----|
|          |                                 | 添加系       | 対照系 |
| 混合添加剤添加法 | 0.3                             | 94        | 96  |
|          | 0.5                             | 96        | 97  |
|          | 0.7                             | 95        | 98  |
| 腐植土添加法   | 0.2                             | 95        | 96  |
|          | 0.4                             | 98        | 97  |
|          | 0.6                             | 96        | 99  |
|          | 0.7                             | 96        | 96  |

いずれの条件においても 94%以上の高い BOD 除去率が得られ、添加剤投入による処理水質の悪化は見られなかった。次に、図-2 に、混合添加剤添加法及び腐植土添加法における累積生成汚泥量の経日変化を示す。ここで、混合添加剤添加法に注目すると、添加系は対照系に比べ、BOD 容積負荷 0.3, 0.5, 0.7 kg/m<sup>3</sup>day において、累積生成汚泥量がそれぞれ約 20, 37, 45 %削減され、BOD 容積負荷が高い時ほど、生成汚泥量削減率の増加する傾向が顕著にみられた。これに対し、腐植土添加法では、BOD 容積負荷 0.2, 0.4, 0.6, 0.7 kg/m<sup>3</sup>day において、それぞれ約 12, 61, 15, 17 %削減され、中程度の負荷において高い削減効果が得られた。

表-3 に、動力学パラメータの算出結果を示す。これによると、添加剤を加えることにより、混合添加剤では、汚泥転換率は約 34 %減少し、自己酸化率は約 1.6 倍に増加したのに対し、腐植土添加法では、汚泥転換率が約 38 %減少したのみで、自己酸化率は大きな違いが見られなかった。以上より、混合添加剤は、汚泥転換の減少及び自己酸化の促進に、腐植土は汚泥転換の抑制に、それぞれ寄与していることが明らかになった。

**3-2 従属栄養細菌の同定結果...**図-3 に、混合添加剤添加法、図-4 に、腐植土添加法におけるグラム陽性菌とグラム陰性菌の BOD 容積負荷別構成比をそれぞれ示す。これによると、検出された細菌の大半は、グラム陰性菌であったが、添加剤を加えることにより、グラム陽性菌の割合が高くなる傾向が見られた。混合添加剤添加法では、BOD 容積負荷が高い時ほど、グラム陽性菌の構成比が高く、BOD 容積負荷 0.3, 0.5, 0.7 kg/m<sup>3</sup>day において、約 15, 20, 43 %となった。腐植土添加法では、BOD 容積負荷に関わらず、グラム陽性菌の構成比が約 40~50 %を占めた。また、混合添加剤添加法のグラム陽性菌の中では、*Corynebacterium* sp.が多く検出され、腐植土添加法のグラム陽性菌では、*Staphylococcus* sp.が多く検出された。

**4 おわりに...**本研究により、混合添加剤添加法及び腐植土添加法では、最大約 50%程度の生成汚泥量が削減された。動力学パラメータの算出により、混合添加剤は、汚泥転換の抑制と自己酸化の促進の効果が、腐植土は、汚泥転換の抑制効果があることがわかった。また、両添加法において、添加剤を加えることにより、グラム陽性菌構成比が高くなる傾向にあった。

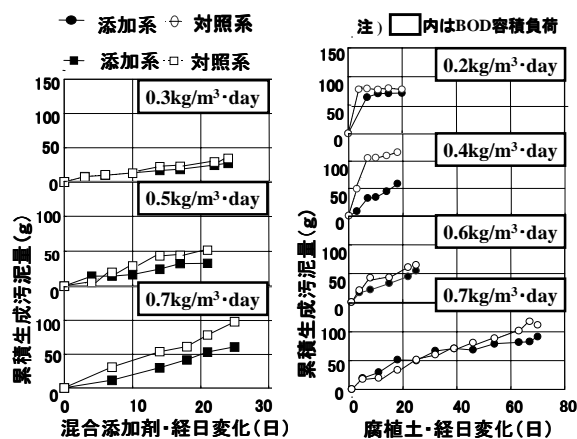


図-2 累積生成汚泥量の経日変化

表-3 汚泥転換率と自己酸化率

| 添加法      | 動力学パラメータ     | 添加系   | 対照系   |
|----------|--------------|-------|-------|
| 混合添加剤添加法 | 汚泥転換率(-)     | 0.550 | 0.835 |
|          | 自己酸化率(1/day) | 0.047 | 0.030 |
| 腐植土添加法   | 汚泥転換率(-)     | 0.543 | 0.882 |
|          | 自己酸化率(1/day) | 0.019 | 0.023 |

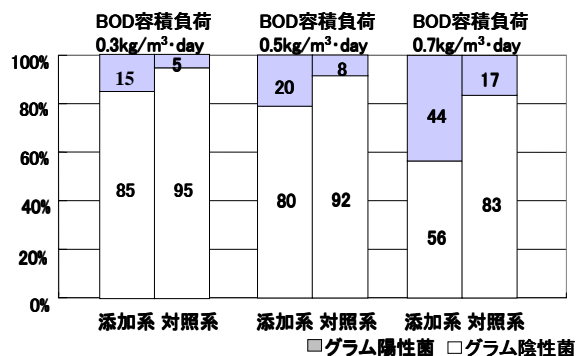


図-3 グラム陽性菌とグラム陰性菌の BOD 容積負荷別構成比(混合添加剤添加法)

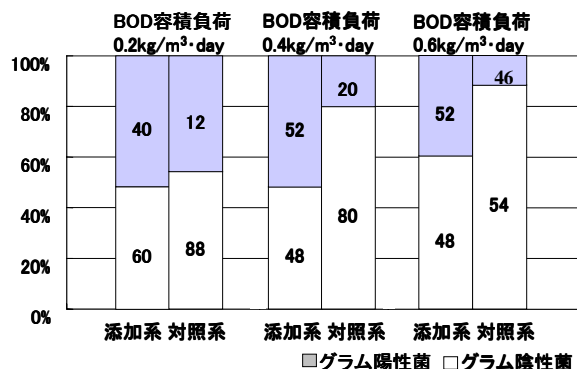


図-4 グラム陽性菌とグラム陰性菌の BOD 容積負荷別構成比(腐植土添加法)

【参考文献】

- 1) 篠原 元：各種添加剤による生成汚泥の削減に関する研究，環境技術，Vol.28，No.8，pp.548，1999
- 2) 古崎康哲：サポニン添加によるし尿処理施設での余剰汚泥削減効果，環境技術，Vol.28，No.8，pp.539-542，1999
- 3) 井田哲夫：水処理工学，技術堂出版，pp.222，1993
- 4) Cowan, S.T.: 医学同定の手引き，近代出版，pp.57