



| | |
|------------------|---|
| Title | 生物脱臭法の基本特性 |
| Author(s) | 神尾, 恵一; 春木, 裕人 |
| Description | 第4回衛生工学シンポジウム (平成8年11月7日 (木) -8日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 1 生物処理 . 1-8 |
| Citation | 衛生工学シンポジウム論文集, 4, 37-40 |
| Issue Date | 1996-11-01 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/7820 |
| Type | departmental bulletin paper |
| File Information | 4-1-8_p37-40.pdf |



生物脱臭法の基本特性

(株)タクマ 神尾 恵一
春木 裕人

1. はじめに

悪臭防止法が強化され、住環境の整備が重要視される現代社会の風潮の中で、大きな臭気発生源の1つである下水処理場の臭気対策は、重要な課題となってきた。これに対し、近年維持管理が容易で、経済性のすぐれた充填塔式の生物脱臭法¹⁾が注目されはじめ、下水処理場を中心にその実績を増やしつつある。

この脱臭方式は微生物の働きを利用して、悪臭物質を分解無臭化する方法であるが、その脱臭原理を十分理解した上で、最適の条件で設計・運転することが重要と考えられる。本報では、この充填塔式生物脱臭法の基本特性について、下水処理場発生臭気の代表的成分の1つである硫化水素を、単一臭気源とした基礎実験結果を中心に報告する。

2. 実験方法

実験に使用した装置のフローシートと主要機器の仕様を図-1、表-1に示す。

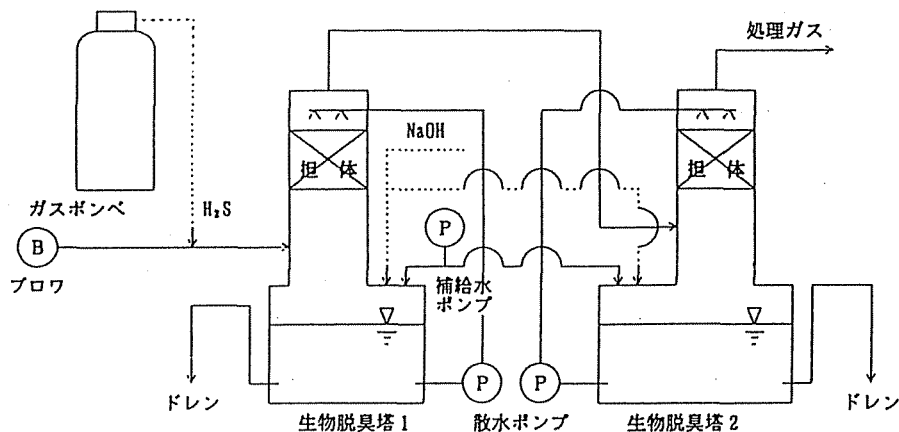


図-1 実験装置フローシート

臭気ガスは硫化水素の標準ガス(5%/N₂)を、ブロウからの空気です定濃度に調整した後、脱臭塔下部より上向流で通気した。充填層は上水を用い、散水ポンプにより間欠的に散水を行い、反応生成物の洗い流しを行った。

散水方式は一過式または循環式とし、循環式の場合は必要に応じて補給水や苛性ソーダを用いたpH調整を行った。

以上の操作を実施し、各種データの採取を実施した。また、ガス分析はガスクロマトグラフ法及び検知管で、水質分析は下水試験方法に従った。

表-1 機器仕様

| 名称 | 仕様 | |
|---------|----------|-------------------------------|
| 生物脱臭塔 | 透明アクリル製 | 150φ×1800H×2 |
| 散水ポンプ | マグネットポンプ | 3ℓ/分×5m×2 |
| ブロウ | エアーポンプ | 200ℓ/分×1kg/cm ² ×1 |
| 補給水ポンプ | マグネットポンプ | 10ℓ/分×2m×2 |
| pH指示調節計 | ポンプ一体形 | — |
| 流量計 | 面積式 | — |

3. 実験結果及び考察

3-1. ガス温度と処理性能

充填層中の硫化水素(H₂S)濃度と、充填層通過距離との間には、次式の関係が成立するといわれている²⁾。

$$C_e = C_o \cdot \exp(-K \cdot L / U) \dots \textcircled{1}$$

但し、C_o : 入口H₂S濃度 (ppm)

C_e : 出口H₂S濃度 (ppm)

u : 通気線速度 (m/秒)

L : 充填層高さ (m)

K : H₂S除去速度 (1/秒)

①式に本実験での運転条件 L=1.8 m、u=0.15 m/秒と運転結果を代入し、ガス温度とK値を求めたものを表-2に示す。

ガス温度の低下と共に、硫化水素除去率が低下することが顕著である。

また、上記の除去速度は温度の関数で表したアレニウスの式³⁾ (②)に従うと考えられる。

$$K = A \exp[-E / R \cdot T] \dots \textcircled{2}$$

但し、A : 反応に特有な定数 (-)

E : 活性化エネルギー (-)

R : ガス定数 (8.314 J/mol/°K)

T : 温度 (°K)

②式から

$$\ln K = \ln A - E / R \cdot T \dots \textcircled{2}'$$

表-2のデータを②'式に従ってプロットしたものを図-2に示す。

図から③式中の温度依存係数θを求めた。

$$K_t = K_{t_0} \cdot \theta^{(t-t_0)} \dots \textcircled{3}$$

但し、K_t : ガス温度 t °Cの時のH₂S除去速度

その結果ガス温度が9.0 ~ 14.1°Cの範囲では、θ=1.12が得られた。生物脱臭反応は硝化反応における係数と同程度の温度依存性を示し、生物脱臭塔設計時には、温度条件を十分に考慮する必要があることがわかった。

3-2. 通気線速度(LV)と処理性能

生物脱臭装置の設計条件の中で大きな要因となる通気線速度と処理性能の関係を調査した。実験は、気温13°Cで散水は一過式で実施し、その結果を図-3に示す。

表-2 各ガス温度とK値

| 項目 \ 実験No. | RUN A-1 | RUN A-2 | RUN A-3 | RUN A-4 |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|
| ガス温度 | 9.0 | 10.0 | 12.8 | 14.1 |
| 入口H ₂ S濃度(ppm) | 10.0 | 9.0 | 9.5 | 9.0 |
| 出口H ₂ S濃度(ppm) | 1.6 | 0.8 | 0.3 | 0.2 |
| H ₂ S除去率 (%) | 84.0 | 91.1 | 96.8 | 97.8 |
| K値 (1/秒) | 0.14 | 0.19 | 0.27 | 0.30 |

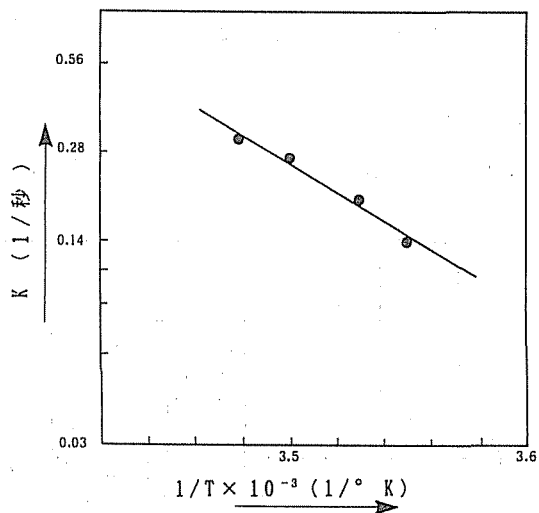


図-2 H₂S除去速度のアレニウスプロット

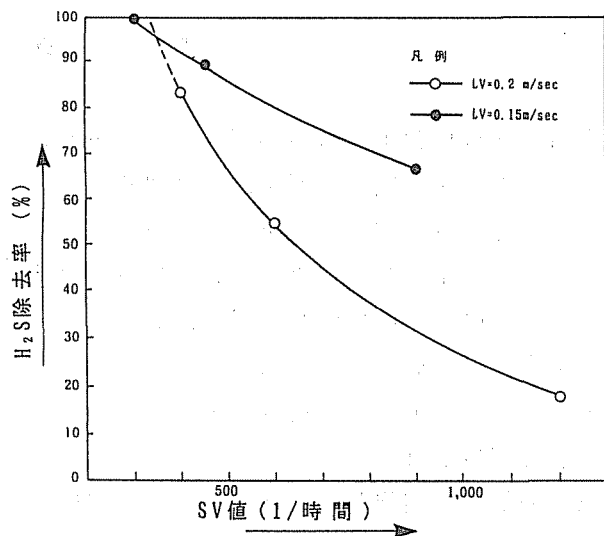


図-3 各LV値におけるSV値とH₂S除去率の関係

図から、L V 値が小さい方が処理効率が高い傾向にあり、S V 値が大きくなるほどその差が大きくなることが確認できた。

しかしながら、適正な S V 値 (300 ~ 350 1/H) をとれば、同等の処理性能が発揮されるといえ、実装置の設計においては、適正な L V 値と S V 値をとる必要があると言える。

3-3. 循環水水質と処理性能

(1) pH

硫黄系臭気物質を処理する場合、反応生成物として硫酸イオンが液相に蓄積し、循環水の pH 低下を招く。本実験では、循環水 pH と処理性能との関係を調査する目的で運転開始後 11 日間補給水の供給を行わず、データ採取を実施した。

その他の運転条件は、L V = 0.15 m/秒、S V = 300 1/H である。循環水 pH と硫化水素除去量との関係を図-4 に示す。

循環水 pH は実験当初 6.9 であったが、硫酸イオンの蓄積とともに低下し、実験終了時は 1.3 まで低下した。その時の硫酸イオン濃度は 24 ~ 1,700 mg/l であった。

一方、硫化水素除去量は循環水 pH の影響を受け、特に pH 2.0 を切ると、大きく減少する傾向にあり、硫化水素除去の至適 pH は 2.0 ~ 3.0 付近に存在すると考えられる。

(2) 塩濃度

前記結果から、循環式散水方式では、反応生成物である硫酸イオンを中和するため、苛性ソーダ等の注入が必要となる。

その場合、循環水中に硫酸ナトリウム等が塩として蓄積することになる。

本実験では、循環水中の塩濃度と処理性能との関係を調査する目的で、補給水供給を行わない状態で、1% 苛性ソーダによる pH 調整運転を 10 日間行い、データを採取した。塩濃度の指標として溶解性固形物 (D S) を用い、循環水 D S 濃度と硫化水素除去量との関係を図-5 に示す。

10 日間の運転期間中に D S の蓄積は 140 ~ 4,000 mg/l に達し、それにともない H₂S 除去量は減少する傾向にあった。

D S 濃度の蓄積が 1,000 mg/l 程度から、H₂S 除去量の減少割合が大きくなり、処理性能に悪影響を与えることが明確になった。

以上のように散水を循環使用する場合は、中和設備が不可欠でさらに循環水中の塩濃度が一定値以上蓄積しないように、定期的な補給水供給が必要と言える。

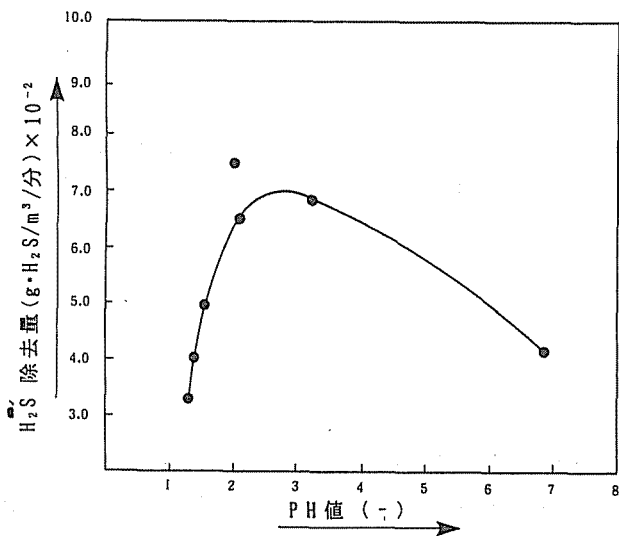


図-4 循環水 PH と H₂S 除去量との関係

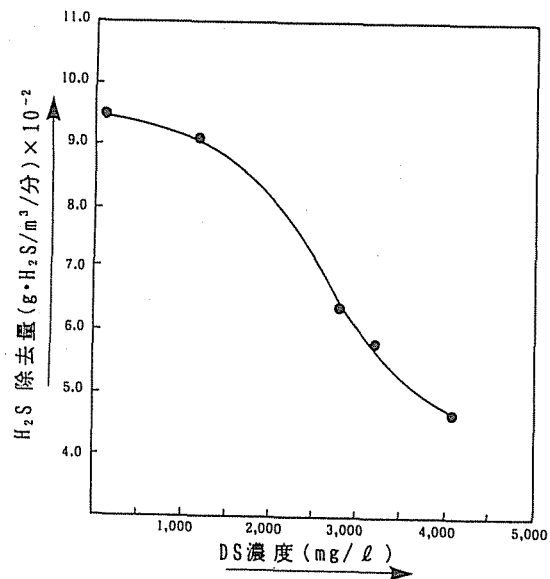


図-5 循環水 DS 濃度と H₂S 除去量の関係

3-4. アンモニアとの混合臭気に対する処理性能

これまでの、硫化水素を単一臭気源とした実験結果について検討してきたが、本実験では塩基性悪臭物質の代表であるアンモニアを混合させた実験を実施した。

硫化水素とアンモニアの混合比は0～1.4であり、別にアンモニア単独処理時のデータも採取した。その他の実験条件はLV=0.15m/秒、SV=280ℓ/時、散水は一過式である。

実験結果の一例を表-3に示す。

式①から得られる除去速度を硫化水素、アンモニア各々単独処理時と比較すると、アンモニアは硫化水素の70%程度の速度となった。

一方、アンモニアと硫化水素の混合臭気の処理に対しては、硫化水素の除去阻害が見受けられ、混合比が高い程、阻害が大きくなる傾向が得られた。

このように、アンモニアと硫化水素の混合臭気を処理する場合には、その組成により相互に与える影響が異なると考えられ、その原因を含め今後さらに詳細な検討が必要と考えられる。

表-3 実験結果

| | 原 臭 | | | 処 理 臭 | | 除去速度(K値) | |
|---------|---------------------------|--------------------------|--|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | H ₂ S (ppm) | NH ₃ (ppm) | NH ₃ /H ₂ S (-) | H ₂ S (ppm) | NH ₃ (ppm) | H ₂ S (1/秒) | NH ₃ (1/秒) |
| RUN B-1 | 15.6 | 0 | 0 | <0.05 | — | 0.45 | — |
| RUN B-2 | 14.3 | 13.5 | 1.0 | 0.1 | <0.2 | 0.39 | 0.33 |
| RUN B-3 | 7.0 | 9.0 | 1.4 | 0.1 | <0.2 | 0.33 | 0.30 |
| RUN B-4 | 0 | 13.3 | — | — | <0.2 | — | 0.33 |

4. まとめ

充填塔式生物脱臭法の基本特性の把握を目的とした、実験室規模の基礎実験結果から以下の知見が得られた。

- (1) 硫化水素除去速度の温度依存係数は $\theta = 1.12$ が得られ、処理性能に対する温度の影響が大きいことがわかった。
- (2) 通気線速度(LV)は0.2m/秒の場合、SV値を300～350ℓ/時に設定すればLV=0.15m/秒と同等の性能が発揮された。
- (3) 硫化水素除去のための散水至適pHは2.0～3.0付近であり、DS濃度は1,000mg/ℓ程度までは、大きな影響を受けなかった。
- (4) アンモニアと硫化水素の混合臭気を処理した場合、その混合比により除去阻害が生じた。

参考文献

- 1) 春木裕人 他 ; 分離液処理設備における生物脱臭装置の運転事例,
第32回 下水道研究発表会講演集, 956-958, 1995
- 2) 西田耕之助 他 ; 造粒化土壌ボルカナイトによる臭気物質の除去について,
P P M, 8月号, 14-28, 1991
- 3) 橋本健治 ; 反応工学、培風館, 29-31, 1979