

II-379

生物脱臭法における硫化水素とアンモニアの相互影響に関する実験的検討

京都大学大学院 学生員 樋口能士
京都大学工学部 正員 西田耕之助
京都大学工学部 正員 松井三郎

表-1 実験の操作条件

① H₂S 連続通気実験

かラムNo.	液相組成
1	栄養塩のみ
2	栄養塩+K ₂ SO ₄
3	栄養塩+(NH ₄) ₂ SO ₄
4	栄養塩+FeSO ₄ 100[mg-S/l] +K ₂ SO ₄

かラムNo.2~4のSO₄²⁻濃度は、100~10000 [mg-S/l]に段階的に増加させた

栄養塩組成：H₃PO₄ 2ml, Na₂HPO₃ 4g, NH₄Cl 0.4g, MgCl₂・6H₂O 0.2g, Trace metal solution 1ml, Vitamin solution 1ml
pH: 2.5

② NH₃ 連続通気実験

かラムNo.	液相組成
5	栄養塩のみ
6	栄養塩+リン酸緩衝塩
7	栄養塩+リン酸緩衝塩 +NH ₄ NO ₃ 10000[mg-N/l]
8	栄養塩+リン酸緩衝塩 +(NH ₄) ₂ SO ₄ 10000[mg-N/l]

栄養塩組成：KH₂PO₄ 1g, K₂HPO₃ 1g, NaHCO₃ 0.2g, CaCl₂・2H₂O 0.02g, MgSO₄・7H₂O 0.05g, (NH₄)₂SO₄ 0.03g, NaNO₂ 0.03g, EDTA 4.4mg, FeSO₄・7H₂O 4.2mg, CaCO₃ 1.0mg

1. はじめに

ガス状臭気物質の除去技術として、充填塔などの気液接触装置に微生物反応を積極的に付加させる、生物脱臭法が注目されている。硫化水素（H₂S）およびアンモニア（NH₃）は、悪臭公害に寄与する主要な臭気物質であり、また環境大気中に発散する主要な硫黄分、窒素分でもある。下水処理場などの事業場からは、H₂S、NH₃およびその他の多種多様な臭気成分が混在した悪臭ガスが発生する。本報では、H₂SとNH₃が共存するガスを生物脱臭法により処理する際に、生物反応がどのような影響を受けるかについて検討した。

2. 実験の概要

実験には、リアクターとしてガラスビーズ（5mmφ）を充填したカラムを用いた。8本のカラム中4本（充填層容積0.46ℓ）にはH₂Sガスを通気（実験開始時で50[ppm]、100[ml/min]）させ、残りの4本（充填層容積0.79ℓ）にはNH₃ガス（150[ppm]、500[ml/min]）を通気させた。それぞれのカラムには、H₂SとNH₃の混合ガスが処理される際に想定される様々な液相組成を考慮して、表-1に示すように、組成の異なる散布液を散布した。H₂S通気カラムでは、カラム入口、出口のH₂Sガス濃度の経時変化（6ヶ月間）を観察した。このうち最初の1ヶ月間は、分解微生物の馴養期間とした。こ

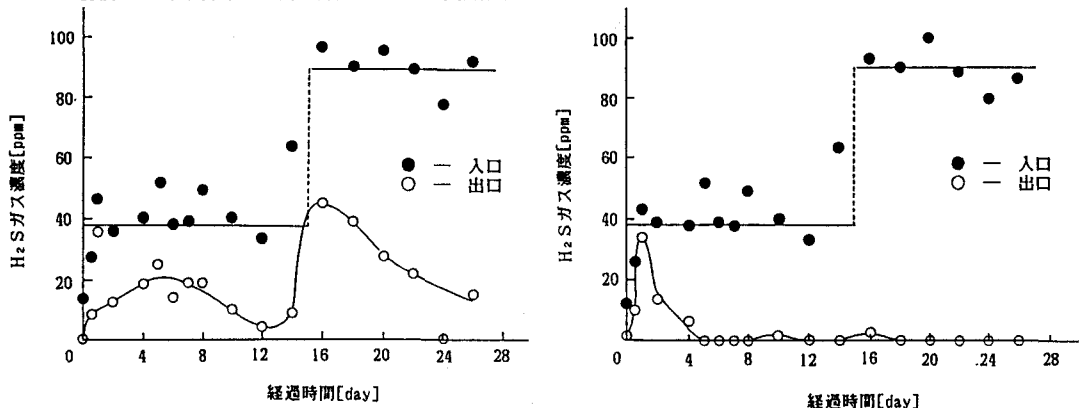


図-1 H₂Sガス負荷増加実験の結果
（左；かラムNo.3, 右；かラムNo.4）

の後の4ヶ月間は、1ヶ月ごとに、散布液中の硫酸イオン（ SO_4^{2-} ）濃度を段階的に増加させ、最後の1ヶ月間は、実験開始時の H_2S ガス負荷を増加（1000[ml/min]）させた。また NH_3 通気カラムでは、一定負荷で2ヶ月間の連続通気を行い、カラム入口、出口の NH_3 ガス濃度の経時変化を観察すると同時に、液相の NH_4^+ 、 NO_2^- 、 NO_3^- 濃度の経時変化を観察した。

3. 実験結果と考察

① H_2S ガス連続通気実験の結果：馴養期間後の4ヶ月間、すなわち50[ppm]、100[ml/min]の負荷に対しては、4本のカラムとも、 H_2S ガスはほぼ100%除去された。 H_2S ガスは、生物的に酸化されると、最終的には硫酸（ H_2SO_4 ）となる。本実験では、この分解生成物である SO_4^{2-} が、 H_2S ガスの除去にどのような影響を与えるかについて検討したが、50[ppm]、SV=13.1[1/hr]の負荷に対しては、 SO_4^{2-} 濃度100～10000[mg-S/l]の範囲内において、 H_2S ガスの除去は阻害されないことが確認された。一方、負荷を増加させた残りの1ヶ月間には、4本のカラムの出口 H_2S ガスは、図-1に示すような挙動を示した。 H_2S ガスの除去が最も阻害されたカラムは、硫酸アンモニウム（ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ）を添加したカラムであった。 H_2S と NH_3 の混合ガスを除去する場合、充填層の液相には、 H_2SO_4 と NH_3 の中和反応により、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ が蓄積されるが、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ が高濃度に蓄積されると、 H_2S の生物分解は阻害されると考えられた。また、液相に FeSO_4 を添加したカラムでは、負荷の増加に対しても、 H_2S ガスは高効率で除去された。このカラムでは、鉄酸化細菌*T. Ferrooxidans*が H_2S の酸化に関与していると考えられるが、鉄の添加により、液相の高い SO_4^{2-} 濃度に対しても、安定した H_2S ガスの除去能力が得られることが確認された。

② NH_3 ガス連続通気実験の結果：馴養期間後は、4本のカラムとも、 NH_3 ガスは完全に除去された。しかし図-2に示すように、液相へ移行した NH_3 の一部は NO_2^- 、 NO_3^- に酸化され、残りは NH_4^+ として蓄積された。また NH_3 ガスの除去率の増加は、液相の NO_2^- 生成速度の増加と対応している。一方、4本のカラムにおける液相 NO_2^- 生成速度の増加は、表-2に示す通りであった。リン酸緩衝塩を添加したカラムでは、無添加のカラムに比べて、若干液相の NO_2^- 生成速度が低下した。また硝酸アンモニウム（ NH_4NO_3 ）を添加したカラムでは、さらに液相 NO_2^- 生成速度は低下し、硫酸アンモニウム

表-2 NH_3 通気カラムにおける
 NO_2^- 生成速度の増加速度

カラムNo.	NO_2^- 生成速度の 増加速度[mg-N/day/day]	カラムNo.5を基準とした NO_2^- 生成速度の増加の比率[%]
5	1.926	100
6	1.217	63.2
7	0.420	21.8
8	0	0

（ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ）を添加したカラムでは、 NO_2^- 生成は完全に停止した。 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ は、 NH_3 ガスの生物分解も阻害することが確認された。

4. 結論

生物脱臭法で、 H_2S と NH_3 の混合ガスを除去する際には、蓄積する $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ が生物分解を阻害するため、液相組成の制御が重要であると考えられる。また液相における Fe の存在は、 H_2S ガスの除去が液相 SO_4^{2-} により受ける影響を軽減させると考えられた。

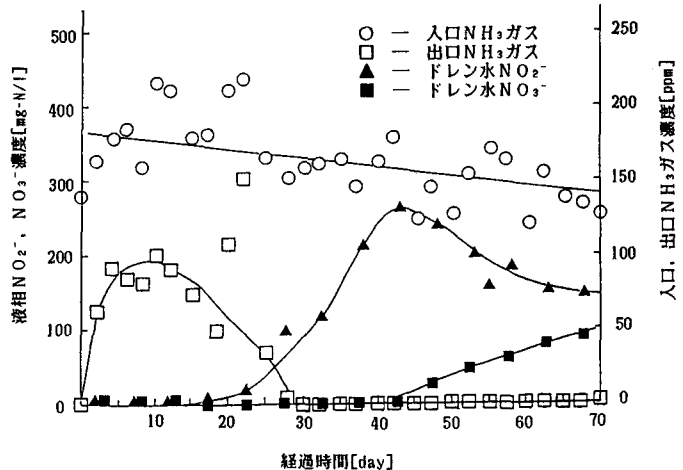


図-2 NH_3 ガス連続除去実験結果（カラムNo.5）