

腐植活性汚泥臭気低減について微量鉄との相関基礎研究

国土館大学大学院 学生会員 劉 新
 (株)水環境研究所 正会員 西田 哲夫
 国土館大学工学部 フェロ - 金成英夫

1. はじめに

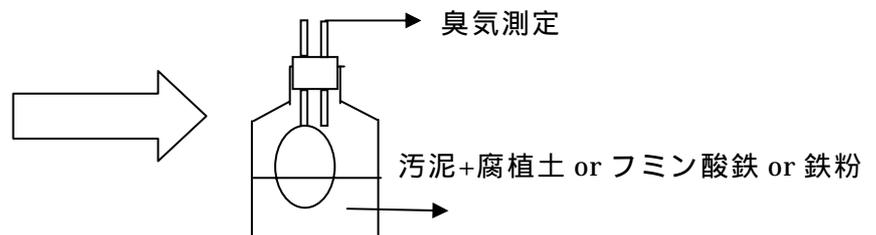
近年、下水道普及率の向上に伴い、下水処理における汚泥の発生量が年々増加してきている。篩渣、余剰汚泥を含め、それらの処理・処分が課題となっている。腐植土を用いた活性汚泥法は臭気が発生しない、さらに汚泥の脱水性は従来の活性汚泥より5~10倍良く、発生汚泥量が大幅に減少することが確認された。本研究では、腐植土を用いた活性汚泥法の臭気低減効果に着目して、仮定されている腐植物質フミン酸鉄を用いて実験を行い、測定した臭気データをもとに、腐植活性汚泥法の基礎的知見を得るためにまとめたものである。

2. 実験装置と方法

予備実験では腐植土とフミン酸鉄を使い実験を行ったが、腐植土の中に微量のフミン酸鉄があることがわかり、そのフミン酸鉄が臭気低減につながると考えられるためフミン酸鉄と鉄粉を用いて実験を行った。

2-1. 臭気測定

図-1のような装置に1Lの汚泥を入れ、A:汚泥のみ、B:汚泥+鉄1g、C:汚泥+フミン酸鉄1g、D:汚泥+腐植土1g、光あり、光なしの条件を加え、これを6サンプル用意した。室温24の完全嫌気状態で静置し、臭気の成分濃度の変化を検知管で測定した。



2-2. 鉄の含有量の変化

図-1 実験装置

臭気とともに汚泥濾液の鉄の含有量を原子吸光計で測定した。

3. 実験結果と考察

臭気測定を行った結果、アンモニア、アミン類、メチルメルカプタン、ホルムアルデヒドなどは発生せず、硫化水素のみが発生した。

図-2に経過日数とH₂S濃度の変化を示す。このデ-タグラフから光あり、なしに観察すると光ありのほうがあきらかに臭気を低減することが分かった。さらに、フミン酸鉄または鉄粉を添加したものは未添加ものより臭気を抑えることが判明された。これは、汚泥内の無臭化生化学反応をおこし、微生物の働きが関係していると考えられる。

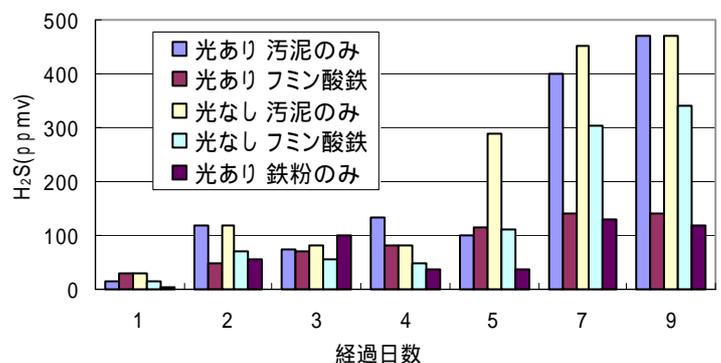


図-2 経過時間とH₂S濃度の変化

図-3に経過日数と汚泥中の鉄の含有量の変化を示す。汚泥のみとフミン酸鉄を添加

キーワード：腐植、篩渣、分解、可溶化

連絡先：〒154-8515 東京都世田谷区世田谷 4-28-1 国土館大学院衛生工学研究室

したものの鉄の含有量は時間の経過による変化はあまりみられないのに対し、鉄粉を添加した汚泥溶存鉄の含有量は時間の経過とともに増えている。これは、鉄粉 Fe が二価の鉄 Fe²⁺となり汚泥に溶解して、汚泥中の鉄濃度は時間経過とともに増加したものと考えられる。フミン酸鉄では鉄イオンが汚泥の中に取り込まれたもの(金属集合体)であり、汚泥濾液中の鉄の濃度がほぼ変化しないものである。それから汚泥臭気低減には微量鉄と関連していると考えられる。

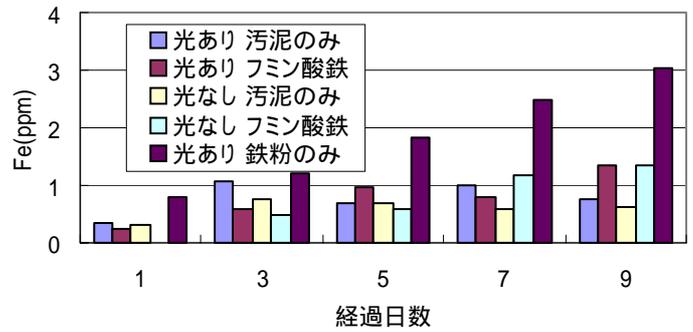


図 - 3 経過時間と鉄濃度の変化(濾液)

汚泥臭気低減のメカニズムについて微生物の基質をめぐる競争と共生は一つ原因であると推測される。自然環境中で鉄細菌は他微生物と共存し、それらの微生物からエネルギー源となる基質を供給されて、共生関係を結んでいる。

表 - 1 各微生物による H₂ と酢酸の利用

鉄細菌の生育のために H₂、CO₂、酢酸などが重要基質である。しかし、他にも同じ基質を利用する微生物が存在しているので、鉄細菌は他の微生物とその基質をめぐって競争することになる。

反応物	生成物	G° kJ/反応	微生物
4H ₂ + 8 Fe ³⁺	8H ⁺ + 8Fe ²⁺	- 914	(鉄還元菌)
4H ₂ + SO ₄ ²⁻ + H ⁺	HS ⁻ + 4 H ₂ O	- 154	(硫酸還元菌)
4H ₂ + HCO ₃ ⁻ + H ⁺	CH ₄ + 3H ₂ O	- 135	(メタン菌)
4H ₂ + 2HCO ₃ ⁻ + H ⁺	CH ₃ COO ⁻ + 4 H ₂ O	- 105	(酢酸生成菌)
CH ₃ COO ⁻ + 8 Fe ³⁺ + 4 H ₂ O	2HCO ₃ ⁻ + 8 Fe ³⁺ + 9H ⁺	- 809	(鉄還元菌)
CH ₃ COO ⁻ + SO ₄ ²⁻	2HCO ₃ ⁻ + HS ⁻	- 47	(硫酸還元菌)
CH ₃ COO ⁻ + H ₂ O	CH ₄ + HCO ₃ ⁻	- 31	(メタン菌)

H₂ は嫌気性細菌、カビ、原生動物などの嫌気性脱水素反応の生成物である。酢酸もさまざまな発酵経路の主要最終生産物である。鉄(Fe³⁺)還元菌は自然状態で、H₂ または酢酸の利用に関して硫酸還元菌、酢酸生成菌、メタン菌、の 3 種類の微生物と競争している。鉄還元菌は H₂、蟻酸、酢酸、芳香族化合物を電子供与体として、Fe³⁺を電子受容体としてエネルギーを得る。表 - 1 のように、4 種類微生物のなかで鉄還元菌がもっともエネルギーを得るのに有利であり、他の微生物が利用できない低濃度になるまで電子供与体を利用できる。嫌気環境中の電子供与体(H₂ または酢酸)が非常に少なくなるときの(自然環境ではしばしば制限されている) Fe³⁺が存在すれば Fe³⁺還元菌が競争に打ち勝つ、Fe³⁺が Fe²⁺となり、溶存態鉄になるものと考えられる。Fe³⁺がなく SO₄²⁻が存在するときは、硫酸還元菌が制限された基質を利用し、臭気になる物質を生じる(H₂S)。Fe³⁺がなく SO₄²⁻もない条件下で、メタン菌が H₂ または酢酸を利用する。鉄還元菌は最初の H₂ 消費者であり、このように、Fe³⁺や SO₄²⁻があれば鉄還元菌、硫酸還元菌、酢酸還元菌、メタン菌の順番に H₂ を利用することになる。微量鉄の存在から鉄(Fe³⁺)還元菌はエネルギーの補給と消費がバランスよく調和のとれた増殖が行われることによって汚泥臭気低減の原因ではないかと考えられる。

4. まとめ

- (1) サンプル汚泥は光が当たるほうがあきらかに臭気を低減することが分かった。
- (2) 汚泥臭気低減には微量鉄と関連している。

参考文献： 畑中 正一 嶋田 甚五郎：微生物学 文光堂 1999年

Lovley ,D .R. and E.J.P.Philips(1987) *Appl. Environ. Microbiol.*,53:2636-2641.