

京都大学工学部 正会員 合田 健
 京都大学工学部 正会員 宗宮 功
 京都大学大学院 学生員 O 河村 清史

§ はじめに

活性汚泥プロセスへの重金属をはじめとする毒物の混入が問題となっており、毒物は、排出源での徹底除去を指向することに論じまなないが、現実に行きつある諸問題に対処すべき方途を考えることも必要である。今回、活性汚泥の重金属阻害抑制に対するNa₂Sの効果について、実験的検討をおこなったので報告する。

§ 予備的考察

重金属の活性汚泥への阻害機構については、詳しくはわかっていないのが現状である。しかしながら、McCalla¹⁾、Carpenter²⁾、Masey³⁾の研究が参考となる。これらによると、低濃度の重金属阻害はbactericidal(殺菌的)ではなく、bacteriostatic(抑制的)であると考えられ、かつ、重金属が-SH基あるいはイオウと非常に安定な化合物をつくり、重金属阻害を緩和抑制することが予想される。そこで、重金属として銅ととりあげ、Na₂S・9H₂Oを阻害抑制剤とした場合、どの程度の抑制効果があるかを検討した。これに先立ち、 $Cu^{2+} + S^{2-} \rightleftharpoons CuS$ (平衡定数32.5)と抑制剤・回復剤として使用するNa₂S・9H₂O(溶解度18.0g/100g)とが活性汚泥の基質除去能等に対してどのような影響を与えるかということについて検討を加えた。

i) CuS について

供試汚泥はBOD₅約500mg/lの人下水(表-1)で24時間のfill and draw方式により、長期間隔致培養したものである。CuSは黒色の沈殿性物質であるが、バツ気することにより十分に混合され、一様になるものとみなす。実験装置を図-1に示す。あとの諸実験においてもこの装置を使用した。一例として、銅濃度として0, 50 mg/lのCu²⁺を添加した場合の基質(グルコース)除去・酸素消費について図-2に示す。初期汚泥濃度は3800 mg/lであった。短時間の影響をみたにすぎないが、この程度の濃度では影響を与えないことがわかった。

表-1 人下水組成表

組 成	濃 度
D-グルコース	1.00g/l
グルコース酸ナトリウム	3.29 g
酢酸ナトリウム	9.30 g
A.B.C.D液	1.00 g
蒸留水	1.000 ml
C/N	4.76

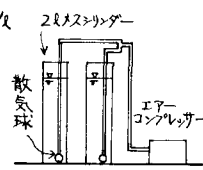


図-1 装置図

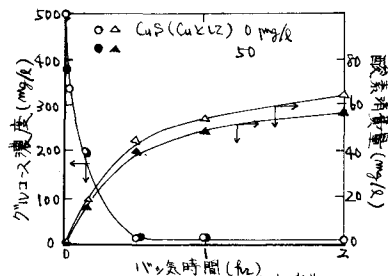


図-2 基質除去・酸素消費

ii) Na₂S・9H₂O について 供試汚泥はCu²⁺、Cu(OH)₂の各形態における阻害形態の差異を研究する目的もあってpH調整しながら間隔致培養した汚泥を使用した。この汚泥は、培養下水濃度、培養方法ともCu²⁺の実験に使用した汚泥の場合と同様であるが、下水を加えたあと、2N-H₂SO₄・2N-NaOHをもちいてpH4・pH9に調整したものである。イオウ濃度として0, 5, 50 mg/lになるようにNa₂Sを加えた場合の基質除去等について、経時的に変化を追跡した。初期汚泥濃度は、pH4の時1,500 mg/l、pH9の時1,100 mg/lであった。Chen⁴⁾によりイオウは水中の酸素を消費するものと認められているので、Na₂Sのみ在水中に溶かさせ、バツ気することによる酸素消費について実験をおこなった。結果を表-2に示す。定量的関係をもとめることはできなかつたが、イオウの酸素消費は明らかであるので、Na₂Sを使用する場合の実験では酸素消費については測定しなかつた。基質除去について、結果を図-3に示す。全く阻害がないとはみなせないが、以下の考察の問題となる程ではないことがわかった。

表-2 Na₂Sによる酸素消費

S (mg/l)	O ₂ 消費量 (mg/l)	O ₂ /S (mg/mg)
10	4.59	0.46
30	8.46	0.28
50	13.46	0.37

§ Na₂S・9H₂O による阻害抑制

pH4・pH9で馴致培養した汚泥を、初期濃度が1700mg/lになるように調整し、グルコース500mg/l、銅25mg/lを投入した。任意時間後にイオウ濃度30mg/lとなるように $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ を投入し、基質除去等をしらべた。代謝活性をみるためには、酸素消費について検討を加えるべきであるが、すでにこのようにイオウによる酸素消費があるで、汚泥のみの影響をみることができず、測定しなかつた。基質除去について結果は図-4に示す。この実験に先だ、ここになった実験において、pH4より Cu^{2+} が支配的である場合、銅による阻害度は小さく、短時間のうちに基質除去がおこなわれることがわかった。このため、 Na_2S は5, 15, 30, 60分後に投入した。図-4でも、銅の阻害効果は小さく、 Na_2S の効果は顕著ではないが、除去能回復がみられる。

pH9より $\text{Cu}(\text{OH})_2$ が支配的である場合、阻害効果が大であることがわかった。このため、5分、1, 3, 5時間後に Na_2S を投入した。銅添加後5分目に Na_2S を投入した場合、銅の阻害作用はほぼ完全に抑制され、基質除去能回復がみとめられる。1時間目に投入した場合も不完全ではあるが、明らかに機能回復がみとめられ、投入後4時間目には基質がほぼ完全に除去されていた。しかし、3, 5時間目に投入した場合、いく分の機能回復をみるものの、大きな効果はみとめられない。活性汚泥の平均世代時間が1~2時間程度である

ことを考えると興味ある。この実験により、長期間重金属と接触している活性汚泥には、 Na_2S による機能回復は望めないようであるが、 CuS はほとんど阻害作用をなぬという先の結果により、 Na_2S と銅の添加順序をかえることによる効果について検討した。基質と Na_2S を投入後15分目に銅を投入した場合の基質除去を対照その他の場合とあわせて図-5に示した。

CuS がほとんど阻害作用をなぬことから予想されるように、 Na_2S をあらかじめ投入してある場合、銅の阻害作用は抑制しうる。

§ おわりに

つぎの2点が結論づけられる。①長時間重金属と接触している汚泥への Na_2S の効果は小さい。② Na_2S がD.O.を消費する。③イオン態であれ水酸化物態であれ、銅はイオウとの間に CuS をつくり、 CuS は少くとも50mg/l程度では阻害作用をしめさぬ。これから、前処理として Na_2S を主下水や沈砂後水に投入して重金属を不溶性化し、沈殿除去することにより、曝気槽での重金属阻害を軽減しうる。

(参考文献)

- 1) T. M. McCalla, "Cation Adsorption by Bacteria" Jour. Bact. (1940)
- 2) P. L. Carpenter, "Microbiology" W. B. Saunders Co. London (1961)
- 3) F. E. Mosby, "The Toxicity of Cadmium to Anaerobic Digestion; Its Modification by Inorganic Anions" WPC (1971)
- 4) K. Y. Chen et al., "Oxidation of Sulfide by O_2 : Catalysis & Inhibition" ASCE (1972)

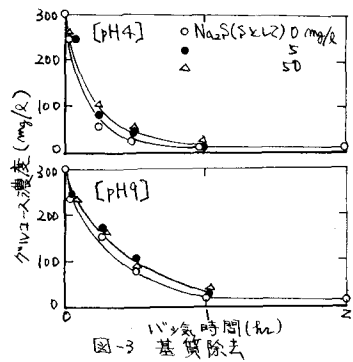


図-3 基質除去

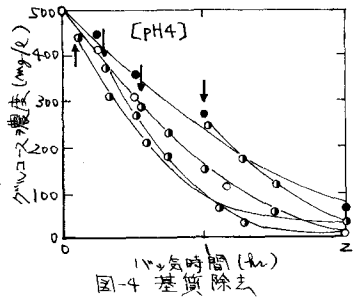


図-4 基質除去

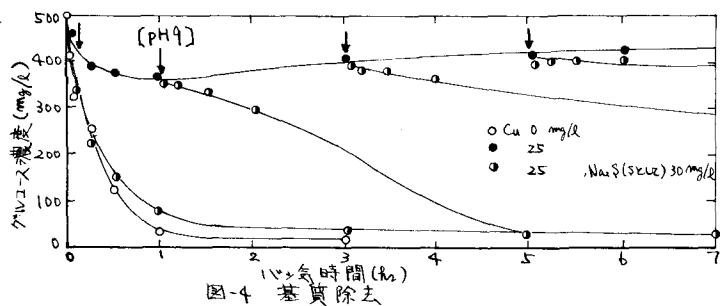


図-5 基質除去

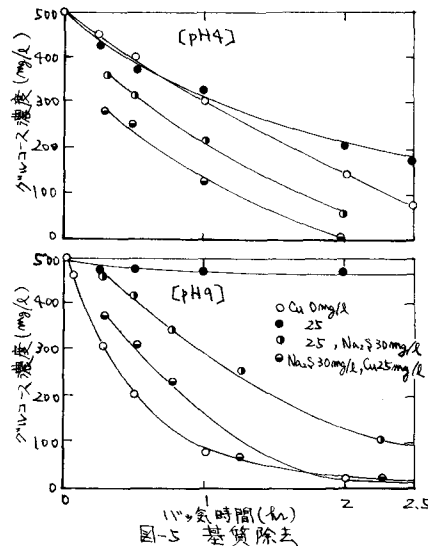


図-6 基質除去