

京都大学工学部 正員 岩井重久

〃 〃 〃 北尾高嶺

大阪府土木部 尾原隆史

1. 概 説

活性汚泥法における阻害物質の影響に関する研究は必ずしも少ない。とくに、都市下水中に重金属類が混入した場合の活性汚泥生物の代謝機能の低下等については、呼吸活性、BOD、COD除去活性の低下に関して、かなり詳細な研究が行なわれている。しかし、こうした研究には、一般に連続処理実験による現象記述論的研究が多く、各阻害物質の濃度と活性汚泥の浄化機能の低下の割合、あるいは活性汚泥法での阻害物質の限界濃度など、ある条件の変化とそれによってもたらされる結果とが報告されているに過ぎないようなものが多い。しかし、阻害物質を含む汚水を活性汚泥法によって効果的に処理するためには、適切な操作条件の選択が肝要であり、こうした措置を講ずるためには、阻害物質の活性汚泥生物に対する阻害機構、蓄積機構、あるいは馴化（適応）のメカニズム等の明確な解明が必須条件となる。本研究は重金属類のうちでも、代表的でかつその毒性の非常に強い銅を中心として、ニッケル、亜鉛、クロム、水銀等を対象として、上記のような問題について実験的検討を試みたものである。

2. 実験方法

実験はバッチ式あるいは fill-and-draw 方式で行なった。すなわち、活性汚泥試料に既知量の重金属類を含んだ合成廃水を与え、基質や重金属の除去過程、汚泥の呼吸活性の変化、汚泥中の重金属類の濃度等を測定した。重金属類の定量は下水試験法に準じて行ない、活性汚泥の呼吸活性の測定は密内容器内に試料汚泥と試料廃水とを、あるいは試料汚泥のみを適量入れてその溶存酸素の消費速度を溶存酸素分析計によって測定する方法によった。同時に、重金属類を与えない活性汚泥の呼吸活性度を測定し、次式により阻害度を求めた。

$$\text{阻害度 } I_i = \frac{A_0 - A_i}{A_0} \times 100 (\%)$$

ここに、 A_0 ：阻害物のない場合の活性度、 A_i ：阻害物のある場合の活性度を示す。

3. 実験結果および考察。

(1). 重金属の蓄積率と代謝活性との関係。

一定量の硫酸銅を含む合成廃水を活性汚泥に毎日1回反復して与えた。その結果、初期には活性度は著しく低下するが、日数が経過するに従って活性度は回復し、それに伴って活性汚泥生物体内に蓄積されている銅の量も減少することが判明した。また、汚泥の全呼吸活性度、内部呼吸活性度、基質呼吸活性度のいずれもが、外部基質中の銅濃度よりも汚泥中の蓄積率と高い相関を示し、活性汚泥生物体内に蓄積されている銅の量によって活性度が支配されることがわかった。しかしながら、外部基質中の銅濃度と汚泥生物中のそれとの関係は、両者の関係が汚泥の馴化が進むに従って変化するため

に把握することは困難であった。

つぎに、銅を全く含まない合成廃水によって合成した活性汚泥に、既知量の硫酸銅を含む合成廃水を与え、液中に残留している溶解性銅を定跡したところ、銅の摂取は初期の銅濃度とは無関係に、約30分で完了し、それ以後はむしろ銅の排出が起るといふ傾向が認められた。そこで、30分後に銅の吸着平衡に達したものと見なして、外部基質中の溶解性銅の濃度と銅の蓄積量との関係を検討した結果、Troshin⁽¹⁾が Na^+ 、 K^+ についての実験から得た次式がよく適合することが判明した。

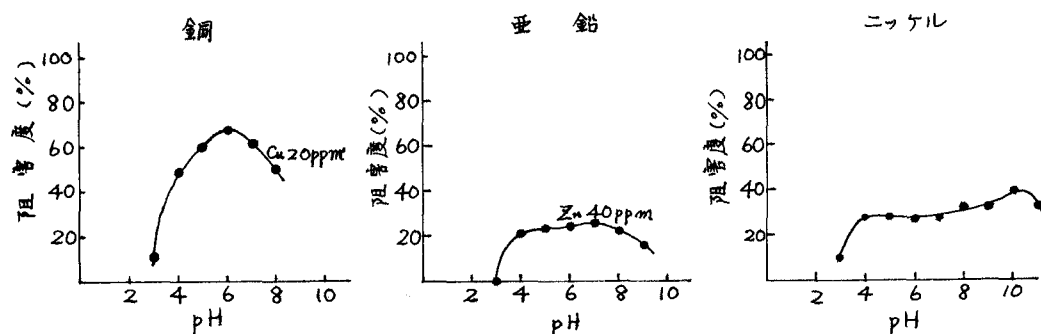
$$C_c = K_1(C_s + \frac{A_{00}C_s}{K_2 + C_s})$$

ここに、 K_1 、 K_2 :定数、 A_{00} : C_s が十分大きいときの結合量、 C_s :細胞外濃度、 C_c :細胞内濃度を示す。この式の第一項は遊離イオンとして存在するもの、第二項は結合状態にあるものを示し、細胞内の金属は両者の和として表わされる。なお、重金属を水銀に変えて行った実験からも同様の傾向がうかがわれた。

(2) 重金属類の阻害作用に及ぼす pH の影響

多くの重金属類はアルカリ性側において水酸化物を形成し、この水酸化物は重金属イオンよりもはるかに毒性が弱いといわれている。銅、亜鉛、ニッケル等について、種々の濃度における阻害度を実験によって求めた結果、重金属が水酸化物を形成しはじめる pH の値よりわずかに低い pH 値において阻害度が最大となることが一般的傾向として認められた。一般に重金属の蓄積率は、その重金属が水酸化物を生じない pH の範囲内では、pH の上昇に従って増加する。しかし、pH がその値を越えると水酸化物が生成し、これが細胞膜を通過し得ないためと思われる理由から、蓄積率はかえって減少し、結局蓄積率は水酸化物を生成しはじめる pH よりやや低い pH の値で最大値を示し、それに応じて阻害度も最大となる。したがって、汚泥の pH は中性付近で最大となるとは限らず、阻害の影響をも含めて活性度が最大となるような値で操作することが肝要である。

図-1. 重金属類の阻害度と pH との関係



参考文献

- (1) Troshin, A. S., Membrane Transport Phenomena and Metabolism (1960).