

東北大学工学部 正員 松本順一郎

東北大学工学部 正員○野池達也

## §1 はじめに

筆者らは、主として金属工場廃水中に、多量に含有する重金属イオンが生物処理過程におよぼす影響について、特に嫌気性消化槽の機能がどの程度の金属濃度に耐え得るかをとり上げて、実験研究を進めて来ている。

本報では、クロム、亜鉛およびカドミウムイオンが下水汚泥消化におよぼす影響を、ガス発生量、ガス組成、混合液の性状、脱離液の水質等の面より検討したものである。

## §2 実験装置, 材料および方法

実験装置は、図1に示すものを用い、各消化槽は、温度条件を同一にするため、同一の恒温水槽中に設置した。

一種汚泥は、東京都芝浦処理場消化汚泥に下記の生下水汚泥を加えて、33℃において長期馴養したものを用い、また、仙台市南浦生処理場最初沈殿池汚泥を生下水汚泥として用い、回分消化実験では、種汚泥 0.72 l + 生汚泥 0.08 l、半連続投入実験では、種汚泥 319 l + 金属含有汚泥 0.11 l を実験開始時の槽内混合液とし、平衡状態に達するまで、金属無添加の汚泥を投入した。

また、重金属イオンとしては、 $K_2Cr_2O_7$ 、 $ZnSO_4$ 、および  $CdSO_4$  の形態で用い、投入濃度は、回分実験では、混合液濃度において、0.50, 100, 200, 400, 800, 1,600, 3,200, 6,400 ppm, 半連続投入実験では、消化槽番号 N0.1-500 ppm, N0.2-1,000 ppm, N0.3-2,000 ppm, N0.4-4,000 ppm の投入を試みた。

消化日数は、回分実験では、24日間、半連続実験では、30日間とした。また消化温度は、33℃とし、ガス発生量測定、試料の採取および生汚泥の投入は、一日一定時に行ない、攪拌はその後に手でを行った。半連続投入実験における実験期間は、2~3か月であった。

### § 3 実験結果および考察

### (1) 回分消化実験

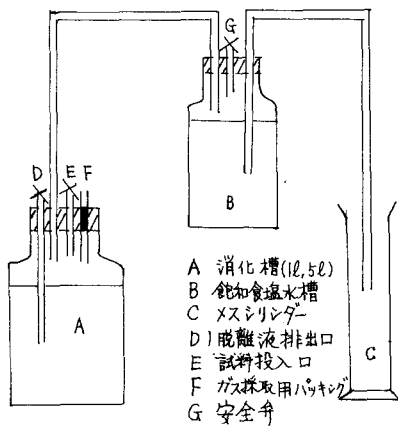


圖 1 實驗裝置

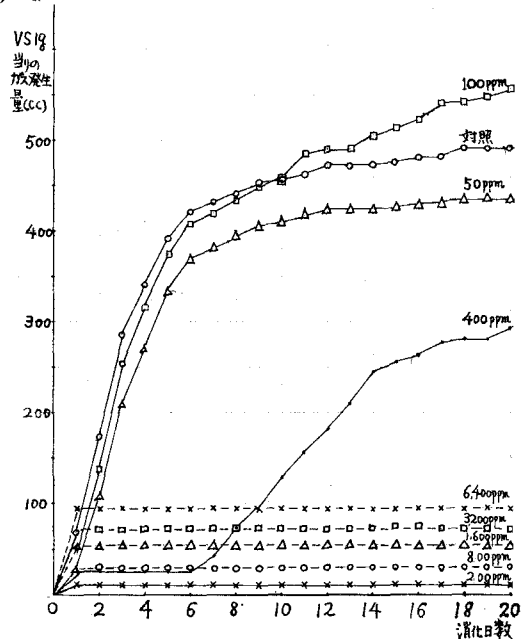


図2 クロム投入におけるガス発生状況

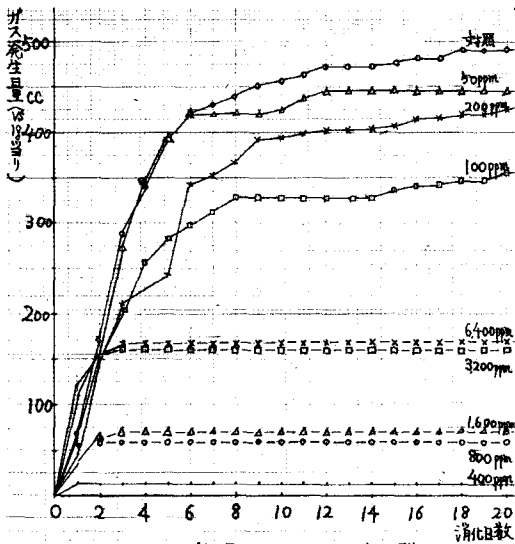


図3 亜鉛投入におけるガス発生状況

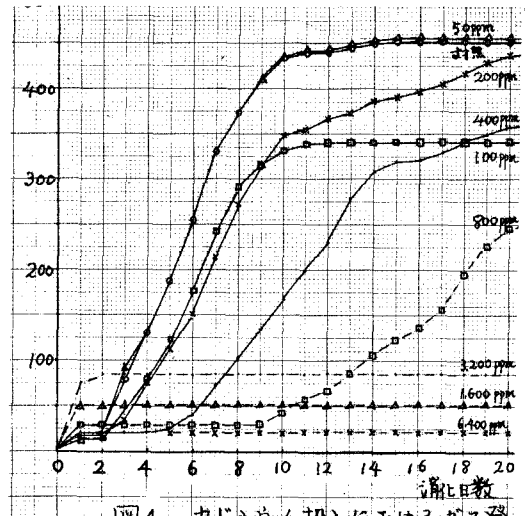


図4 カドミウム投入におけるガス発生状況

図2～4は、消化日数20日間におけるガス発生量加積曲線である。これらによると先ずクロム投入の場合は、50ppm投入よりガス発生量は低下を示し、800ppm以上では、ほとんどガス発生を停止する。400ppmでは、消化日数の半頃から、ガス発生に回復が見られ、クロムの毒性に対する馴化が行われたことを示している。亜鉛およびカドミウムの場合にも、同様な傾向が見られているが、カドミウムでは、800ppm投入の場合にもガス発生の回復が見られている。ガス組成分析によると、それぞれ、800ppm以上の投入では、メタンの含有割合が非常に小さく、阻害の程

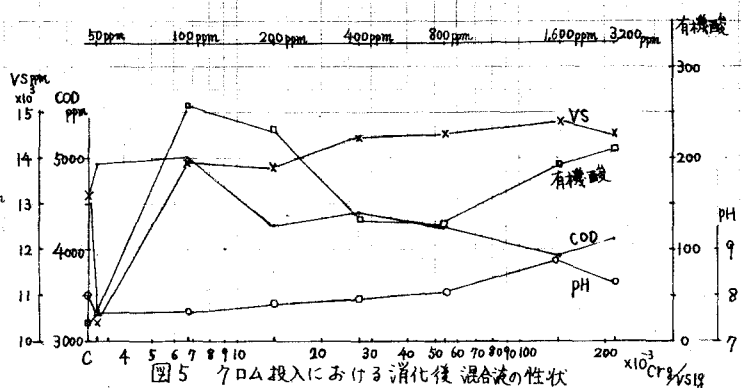


図5 クロム投入における消化後混合液の性状

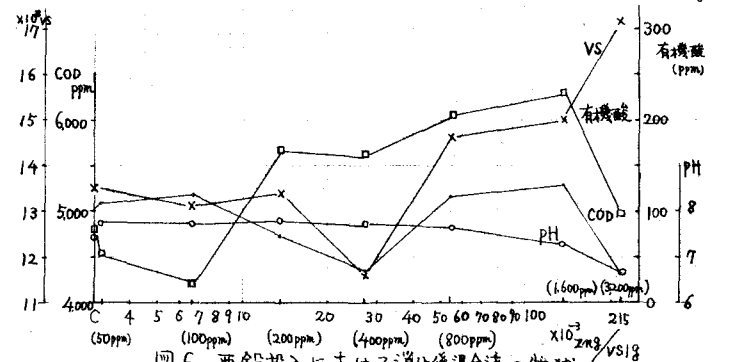


図6 亜鉛投入における消化後混合液の性状

度が著しいことを示した。図5～7に、消化後混合液の性状について示した。これらによると、CODについては、明白な傾向は捕え難いが、有機酸および強熱減量の増加が、ガス発生量の停止のみある800ppmの投入濃度において見られ、消化の停滞が知られる。

## (2) 半連続投入実験

図8～10は、それぞれの実験期間における混合液強熱減量1g当りの金属蓄積量に対するガス発生

量、混合液の有機酸および脱離液のCODを示している。図8において、クロムの蓄積量の多い投入初期から対照ガス発生より低いガス発生量を示しているが、投入がくりかえされ、蓄積量がかなりの量に達するまで、著しい変化は見られない。No.1およびNo.2においては、 $20 \sim 30 \text{ Cr g} / \text{Vs} 1 \text{ g}$

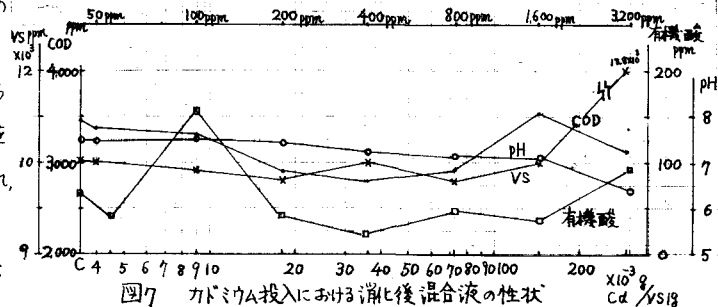


図7 カドミウム投入における漸く後混合液の性状

より、さらにガス発生量の低下が見られるが、No.3において知られるように、 $90 \text{ Cr g} / \text{Vs} 1 \text{ g}$ の高濃度に至って全く停止する。しかし、クロム無添加の下水汚泥を投入することにより、ガス発生は、徐々に回復することが見られた。ガス発生に対応するCODおよび有機酸の増加が見られている。また亜鉛投入の場合においても同様な結果が見られているが、クロムに比べて、かなり高濃度の蓄積量までガス発生に対して影響を及ぼさず、 $100 \text{ Zn g} / \text{Vs} 1 \text{ g}$ を越えるまで、対照とほとんど変わらず、 $250 \text{ Zn g} / \text{Vs} 1 \text{ g}$ に達してガス発生の停止に至る。カドミウム投入の場合には、No.3およびNo.4のように、初期から高濃度の投入を行う場合には、即時日にガス発生量の低下が見られて短期間に停止に至るが、No.1およびNo.2において

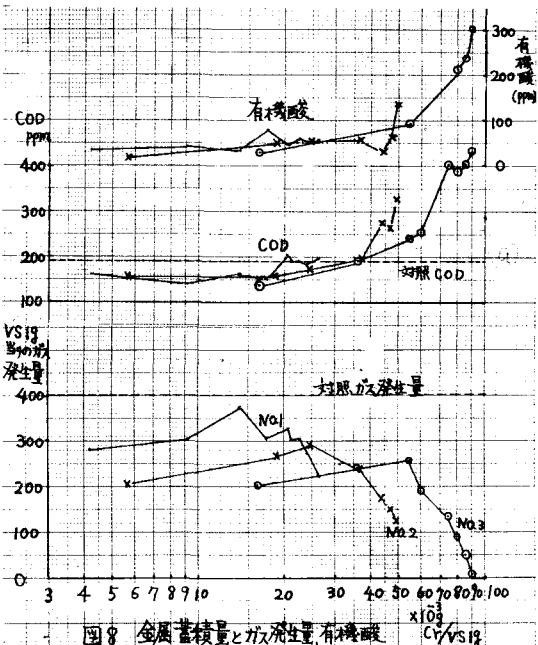


図8 金属蓄積量とガス発生量、有機酸およびCOD

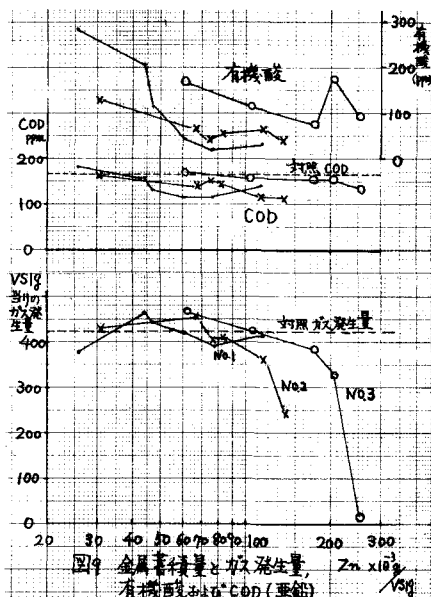


図9 金属蓄積量とガス発生量、有機酸およびCOD(亜鉛)

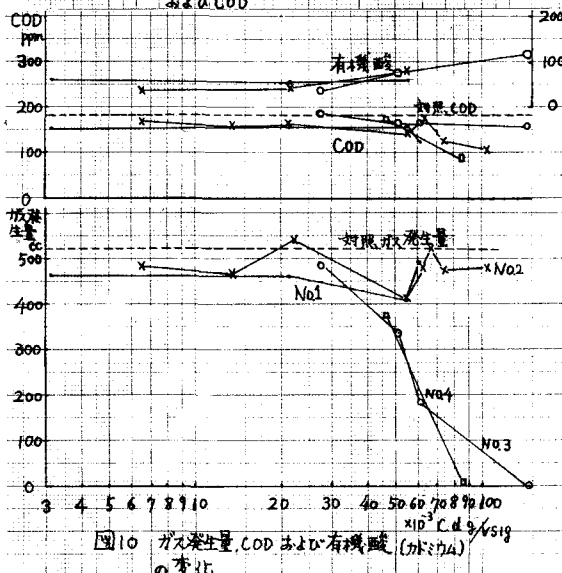


図10 ガス発生量、CODおよび有機酸(カドミウム)の変化

は、図示のように、高濃度のカドミウムの蓄積に達しても、対照とあまり変らない発生量が続き、消化槽内の馴化が行われていることが考えられる。また、亜鉛およびカドミウム投入に対する脱離液CODおよび有機酸は、ガス発生量の変化に対して、ほとんど一定であるが、むしろ、カドミウム蓄積量の増加と共にCODは低下している。さらに、ガス発生の停止の後、金属無添加汚泥を投入したが、もはやクロムの場合と異なり、ガス発生の回復は、見られなかった。これらのことより、亜鉛およびカドミウムの、汚泥粒子に対する結合力が強いこと、また、ガス組成は、ガス発生量の低下の際にも、ほぼ一定であるゆえ、メタン菌のみならず、酸生産菌も阻害作用を受けることが考えられるが、この点に関しては、さらに検討が必要である。

#### §4 結び

汚泥消化槽は、かなり高濃度の重金属が、蓄積しても、消化を継続し得るが、脱離液中に、重金属が含有されてくる。一度、機能の停止した消化槽は、さらに金属無添加の汚泥を投入しても、クロム投入の場合以外では、再びガス発生が起らない。

#### 謝辞

本研究を行うにあたり、試料を提供の便を賜った東京都ならびに仙台市に対し、厚く御礼申し上げます。また、実験を行なうに当り御協力頂いた福島工業高等専門学校酒井満夫講師、東北大学工学部遠藤厚巳技官、東北大学工学部学生（当時）許邦福君、富沢健二君、山田健彦君、東北大学工業教員養成所学生（当時）外川森一君に深く謝意を表します。