

汚泥消化によぼす毒物の影響について

東北大学大学院

学生員 ○野池達也

東北大学工学部

許 邦福

東北大学工業教員養成所

外川森一

§1 はじめに

生物処理過程は流入汚水中に存在する種々の毒物により処理効果に低下を来すことが認められている。産業の発展に伴ない工場廃水の質と量は複雑化し増大の傾向があるが、本研究では毒物として硝酸塩および重金属塩類が混入した場合嫌気性消化が受ける影響について、消化実験を行なって検討したものである。

§2 硝酸塩による影響

通性嫌気性菌の多くは水素受容体として酸素の代りに硝酸塩を用いて嫌気的に発酵し還元生成物として NO_2 、 N_2O 、 N_2 および NH_3 を生ずる。しかしメタン菌は硝酸塩そのものによっても活動が抑制されるといわれている。一般に下水中には硝酸塩は

高濃度には存在しないと考えられているが、工場廃水などの可能性に着目し、硝酸塩に対する嫌気性菌の耐性の程度を知るために、硝酸ナトリウム投入に対してし尿消化が受ける影響について検討した。

(1) 実験装置および方法

図1を実験装置とし、消化温度 33.5°C 、消化日数は回分試験では20日間、半連続試験では30日間とした。実験材料としては種汚泥に白石市し尿処理場消化汚泥を 33.5°C で四週間培養したものを用い、生し尿には仙台市液取りし尿を用いた。混合液量は、回分試験では 20cc （生し尿 100g/l ）、半連続試験では、 3.3l とし、温度条件を同一にするため同一の恒温水槽を用い攪拌は一日一回槽内が均一となる程度に手で行なった。

(2) 実験結果と考察

図1に消化日数20日間におけるガス発生量の加積曲線を示した。これによると顕著な現われとは言い難いがいずれも対照より低いガス発生状況を示しており、 N 負荷による影響を知ることが出来る。然

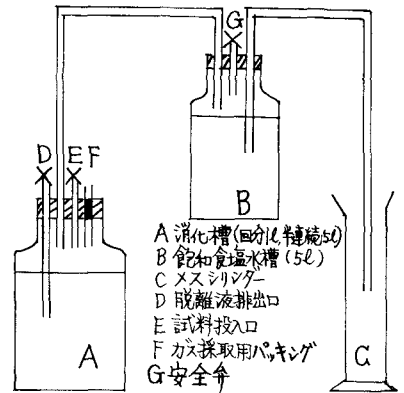


図1 実験装置

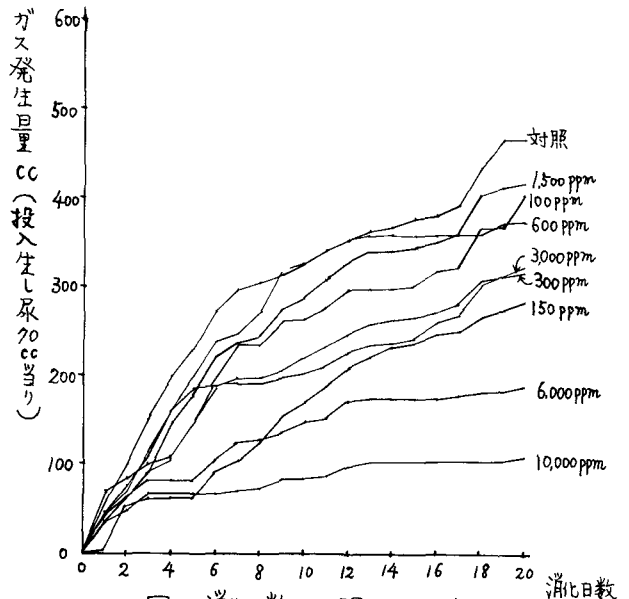


図2 消化日数20日間におけるガス発生状況

し高濃度負荷に対してもガス発生が停止する
 までには見られていない。図3に発生ガス中
 のメタンの体積ccと消化後混合液のBOD,有機酸
 濃度および菌数について示した。これによる
 とN負荷によってメタンガスは急激に減少し
 1500ppm以上では全く生じていない。また,混
 合液のBODは硝酸塩の負荷によって減少し有機
 酸は増加している。硝酸塩の酸化作用による
 有機物の酸化が考えられるが, N 300ppm以上
 での有機酸の増加は,ガス中のメタンの減少と
 対比せられメタン菌の阻害を示すものと考え

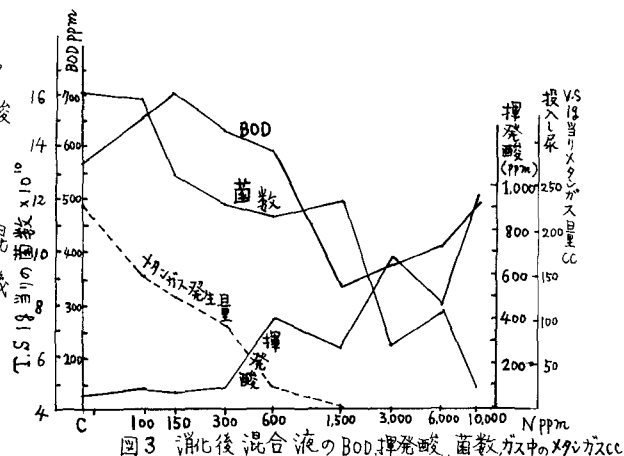


図3 消化後混合液のBOD,揮発酸,菌数,ガス中のメタンガスcc

られる。またT.S 1g
 当りの菌数についても
 N負荷による減少が見
 られている。

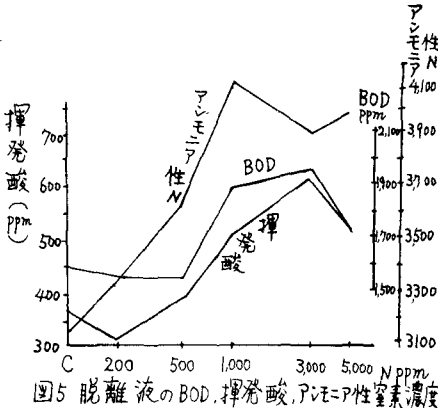
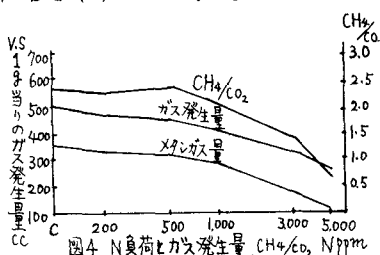


図5 脱離液のBOD,揮発酸,アンモニア性窒素濃度

(3) 半連続投入実験

回分消化実験の結果

に基き投入試料中に存在する硝酸塩濃度をNとして, 0, 200,
 500, 1000, 5000 ppmとし約2か月にわたる実験を行なった。
 図4に投入VS 1g当りのガス発生量,メタンガス量および CH_4/CO_2
 を示した。ここでは,それぞれN 1000 ppmより影響を示してい

る。図5に脱離液の性状について,BOD,揮発酸,およびアンモニア性窒素濃度を示した。BODにおける変化は
 見られないが,有機酸およびアンモニア性窒素はN 1000 ppmより増加しており嫌気性菌による硝酸塩の
 還元は中間生成物 NO_2^- を経て NO , N_2 ,あるいは NH_3 まで行なわれる事が示されている。なお脱離液中に存
 在する硝酸塩および亜硝酸塩濃度を調べたところ各N濃度において0であったので硝酸塩が消化槽中
 で完全に分解されていることを知った。

ガス発生状況について,回分消化と半連続投入実験とをN負荷の点から考えて見ると,メタンの発生は
 前者では100 ppmより,後者では,1000 ppmよりそれぞれ影響を示していると考えられるが,消化槽混合液T.S
 1g当りの負荷では,回分の場合 $2.98 \times 10^3 N/g \cdot T.S$ であり,半連続の場合,平衡状態では, $22.53 \times 10^3 N/g \cdot T.S$
 であり半連続の方がはるかにメタン菌の耐性があることが示される。しかし1日当りの負荷量では
 $0.75 \times 10^3 N/g \cdot T.S \cdot day$ となり回分の場合の1/4であるため,連続投入に対する細菌の馴化があると考えられ
 るし,嫌気性菌による硝酸塩の分解によって実際の負荷は,平衡状態において,1,000 ppmとなっているとは言
 えない。したがって硝酸塩の連続的投入は回分投入よりも耐薬性を増大させる。

5.3 重金属による影響

金属加工場からの廃水中には多量の重金属塩類が含まれており,これを受ける生物処理過程は微生物
 が阻害作用を与えられ処理効果に低下を来しこれについて多くの研究がなされて来ている。ここで

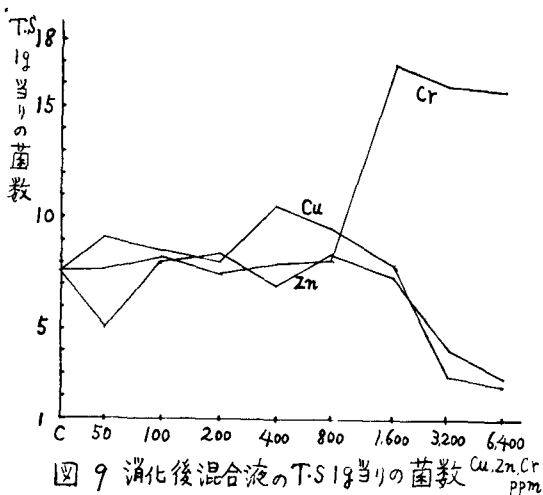
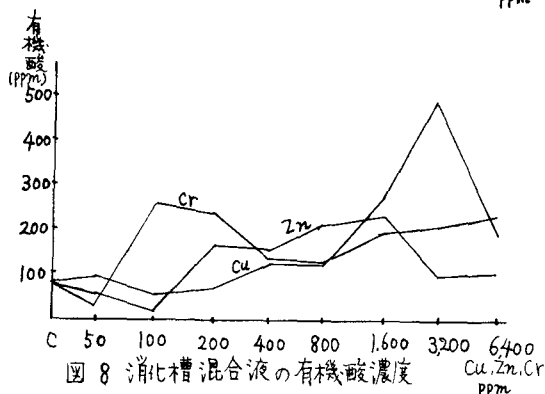
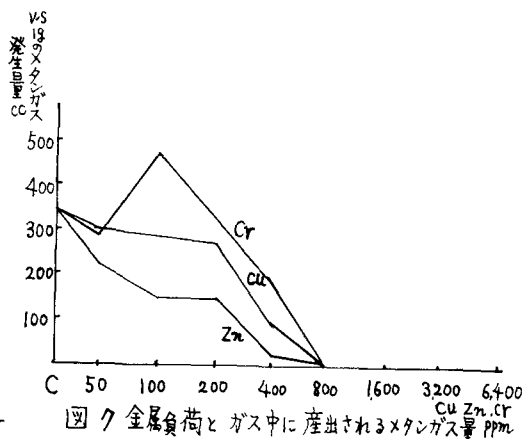
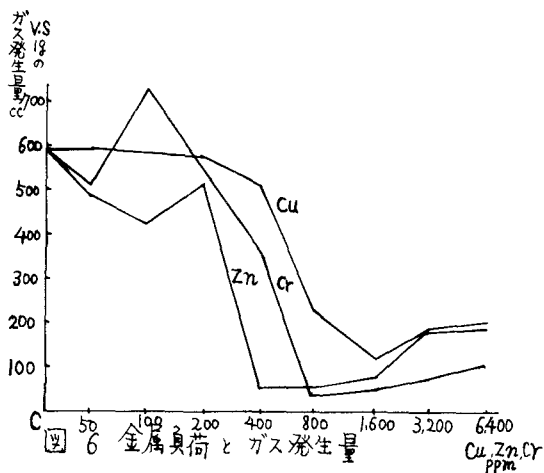


図 6 消化槽混合液の有機酸濃度

図 7 消化後混合液の T-S 18 当りの菌数

は金属廃水を受けた処理場における最初沈澱池汚泥と余剰活性汚泥が金属を含有して、汚泥消化がなされる場合について回分消化実験を行ない、連続投入実験への手がかりとした。検討した重金属は銅亜鉛クロム(六価)の三種であり、それぞれは廃水中で種々の形態をとって存在すると考えられるが代表的な重金属塩として銅亜鉛については硫酸塩、クロムについては重クロム酸カリウムを取り上げて投入を行なった。また負荷した金属濃度は 50ppm より 6400ppm までの高濃度であり、一般の処理場ではこのような高い金属濃度の流入は考えられないが、連続的流入によって槽内に蓄積のおこる場合についても考えたためである。

ここで用いた種汚泥は東京都芝浦処理場消化槽消化汚泥を 33℃ で 4 週間培養したもの 0.72ℓ 生汚泥は仙台市南蒲生処理場沈澱池汚泥を 0.08ℓ 用いた。実験装置、条件、方法は § 2 におけるものと同一である。

図 6 は消化日数 30 日間において発生したガス発生量の和である。また、図 7 にはガス中に含まれるメタンガス発生量をしめた。Cu 負荷に対して 400ppm の負荷、Zn、Cr に対して、200ppm の負荷よりその影響が現われはじめ、800ppm よりメタン菌はその活動を全く停止している。ガス組成分析により、図 6 の発生ガスにおいて 800ppm 以上の負荷に対する発生ガスの主成分は CO_2 であり、この濃度以上で Cu、Zn、Cr の順に発生量が多いのは、 CuSO_4 、 ZnSO_4 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ の投入による pH 低下はこの順に大から小となり、汚泥中の重炭酸塩が分解して発生した結果であると考えられ、死んだ消化の初期に (2 日目) 終了し、後全く、ガス発生を見な

かった。

図8は消化後混合液の有機酸濃度を示している。これは前述のメタンガス発生量の結果と対照せられ金属負荷の増加にともなって有機酸濃度の増加を見ており、Cu、Znでは400ppmより、Crでは100ppmより、その現われが見られる。また消化後混合液のTS/g当りの菌数については、図10に示すものとなった。Cu、Znは1600ppm以上の負荷で減少をせしめたが一方Crの場合はかえって急激な増加を見ている。この理由について明白とは言えないが、1600ppm以上のCrの高濃度負荷では、メタン菌の発育は停止しても CrO_4^{2-} 中の酸素を用いる細菌が発育をしたことが考えられ、またSSの減少(溶解性物質が急激に増加)したため1cc中の菌数が増加したためと思われる。

以上の考察によってガス発生量、メタンガス産出量の面から明かな阻害の与えられるのは、Cu、Cr負荷では400ppm、Crでは200ppmでありまた混合液の性状の面から述べるにCu、Znでは400ppm、Crでは100ppmより、有機酸の堆積がみられている。これらの金属負荷を消化槽混合液のTSVS/g当りの負荷になおすと100ppmでは $2.27 \times 10^3 \text{ g/TS/g}$ 、 $7.32 \times 10^3 \text{ g/VS/g}$ 、200ppmでは $4.75 \times 10^3 \text{ g/TS/g}$ 、 $14.505 \times 10^3 \text{ g/VS/g}$ 、400ppmでは $9.49 \times 10^3 \text{ g/TS/g}$ 、 $29.01 \times 10^3 \text{ g/VS/g}$ となるが毒物濃度の影響は基質濃度の変化によって異なると考えられており、また異なった消化槽混合液濃度に対する影響を比較することに於ける基準としてこの標示を用いることが都合がよいと思われる。

§4 結び

(1)硝酸塩の嫌気性消化に対する影響は回分消化実験では、N100ppm ($2.98 \times 10^3 \text{ N g/TS/g}$)よりメタン菌に対する抑制が現われ、1500ppm ($44681 \times 10^3 \text{ N g/TS/g}$)より、メタン菌の活動が全く停止にいたる。しかし、半連続投入実験では、N1000ppmより影響が示され連続的投入に対する細菌の馴化が行なわれることが示された。また脱離液中に於いて硝酸塩の還元分解の結果アンモニア性窒素の増加を見る。

(2)重金属Cu、Zn、Crの汚泥消化に対する影響を検討するための回分消化実験によってCu、Crでは、400ppm ($9.49 \times 10^3 \text{ g/TS/g}$)、Znでは200ppm ($4.75 \times 10^3 \text{ g/TS/g}$)の負荷によって、メタン菌は明白な阻害を受けそれぞれ800ppm ($18.18 \times 10^3 \text{ g/TS/g}$)で全く活動を停止する。

§5 謝辞

本研究を行なうに当り御指導いただきました東北大学工学部教授松本順一郎先生に心から感謝の意を表します。