

§1 嫌気性消化法に影響をおよぼす塩類の一例として、硫酸塩や硝酸塩があげられる。これらの物質は産業廃水中にも種々の形態で含有しており、消化槽に流入して来る可能性が考えられる。本研究では、硝酸塩の影響について取り上げて検討した。

通性嫌気性菌の多くは、水素受容体として分子状酸素の代りに硝酸塩を用いて嫌気的に生育し還元生成物として、 NO_2^- 、 N_2O 、 N_2 および NH_3 を生ずる。然し、 N_2 菌は硝酸塩の存在そのものによっても活動が抑制されると言われている。一般に、硝酸塩は高濃度には存在しないといわれているが、工場廃水による可能性に着目するならば硝酸塩投入に対する嫌気性菌の挙動についての検討が必要であると考えられる。

§2 実験装置、材料および方法

実験装置は図1に示すものとし、各消化槽は温度条件を一定とするため同一の消化槽中に設置した。種け泥として仙台市南蒲生下水処理場のし尿消化汚泥に1%容の生し尿を加え、 33°C で4週間培養したものとし、生し尿は仙台市汲取り生し尿を用いた。

種け泥0.63l、生し尿0.07l 計7.2l とした。表1に混合液の性状を示す。

また、硝酸ナトリウムは1級試薬を用いNとして投入濃度を0, 50, 100, 150, 300, 600, 1500, 3,000, 6,000, 10,000ppmのように定め10種類の回分消化槽を設置した。

消化温度 33°C 、消化日数20日間とし、各消化槽は、ガス発生量測定後1日1回、槽内が均一になる程度に手で攪拌した。

§3 実験結果および考察

図2は消化日数20日間にあける各消化槽のガス発生状況を示したものであり、図3～4には消化ガス組成の変化について示した。

これによれば、50ppm投入より、著しいガス発生量が認められており、硝酸

表1 消化前混合液の性状

pH	8.19
アルカリ度	10,900ppm
COD	10,950ppm
BOD	1,202ppm
蒸気残留物	41.490ppm
強熱減量	30.308ppm
有機酸	224ppm

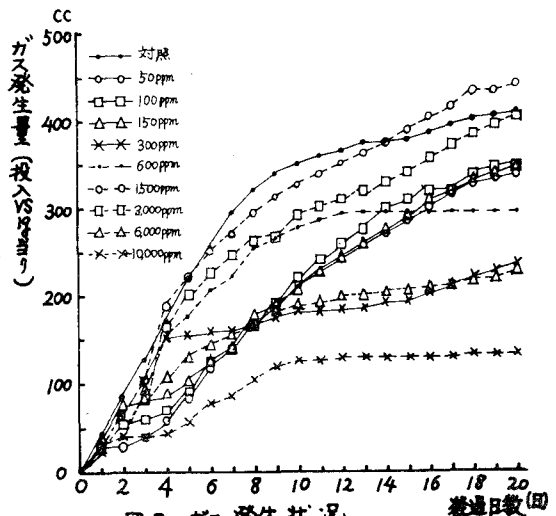
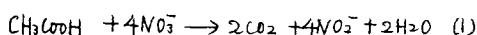


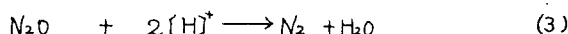
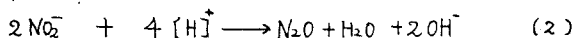
図2 ガス発生状況

塩投入による影響の現われが示されている。即ち、50~300ppm投入においては、濃度に関係せず、ほぼ同様なガス発生状況を示しているが、600~3000ppm投入では、ガス発生状況は、対照の発生量近くに回復せしめられており、6000~10,000ppm投入においては、再び低下が示されている。これらの影響の現われに対して消化ガスの組成変化によれば、50~300ppmまでは、メタンの発生が見られているが、300ppm越えた投入に対しては、メタンの発生は停止し、硝酸塩の分解の結果生じた亜酸化窒素の発生が見られるようになる。Duswellによれば、50ppmの無機硝酸塩の存在はメタン発酵を完全に停止すると報告されており、本実験では、300ppmにおいて8日間、メタンの発生は全く見られておらず、メタン菌に対する硝酸塩の毒性の強いことが示されている。一般に、通性嫌気性菌による硝酸塩の還元は、有機化合物の嫌気的酸化を伴って、次のように表わされる。

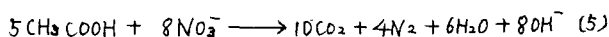
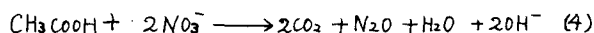


亜硝酸塩はかなり毒性であり、亜硝酸塩の蓄積

とともに硝酸塩の還元反応では、十分な嫌気的発酵を来たさないとされている。従って毒性物質に対して、殊に、敏感に反応するメタン菌は亜硝酸塩の阻害作用によって発生を停止したものと考えられる。また、亜硝酸塩をさらに無毒の生成物である亜酸化窒素または窒素にまで還元する酵素を有する脱窒菌の作用によって、



となり、(1)、(2)、(3)により、硝酸塩の N_2O または N_2 の還元とともに有機化合物の酸化に関する全体の式は、



となる。

亜硝酸塩の生成は消化の初期から行なわれると考えられ、メタン菌の阻害は初期に行なわれるが、図4によれば、 N_2O および N_2 への還元も初めから行なわれていることが知られる。従って、300ppm投入では、 NO_3^- の還元が終了したと思われる8日目頃から初めてメタンの発生が見られている。また、600~3000ppmでは、初期に発生した亜酸化窒素が消化ガス中より再び消滅しているが、これは、(2)式より(3)式への進行が行なわれたことが考えられる。また、(4)、(5)式によれば、硝酸塩の還元の結果、

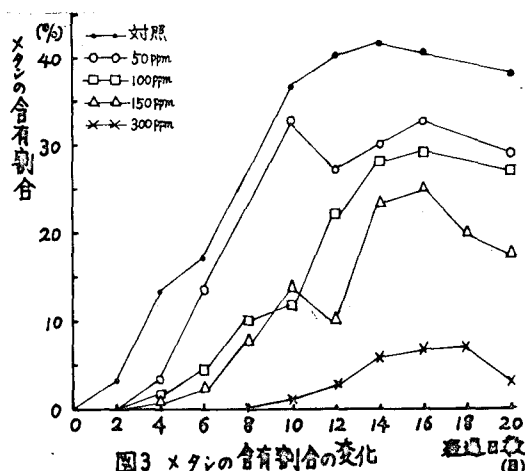


図3 メタンの含有割合の変化

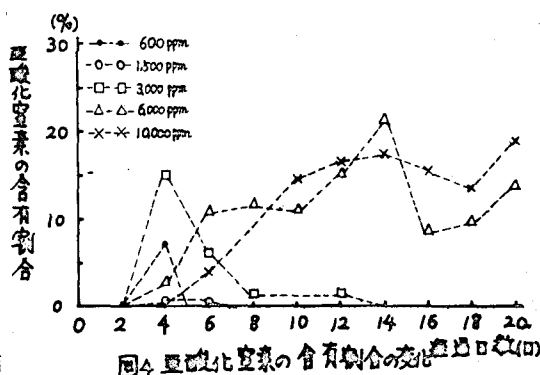


図4 亜酸化窒素の含有割合の変化

H_2O および Na_2 の生成と共に多量の

CO_2 が生じ、溶液の pH も上昇する。
この点については、後述する。

次に、表2に消化後混合液の性状について示した。図5に、各投入濃度に対する pH、COD および揮発酸の変化について示した。これによれば、前項にありて(4)(5)式で示されるように硝酸塩の還元によって、混合液の pH は、300 ppm 以上の投入では消化後は消化前よりも上昇が見られ、メタニ菌の最適 pH と

表2 消化後混合液の性状

項目 投入濃度	消化前 pH	消化後 pH	アルカリ度 ppm	COD ppm	BOD ppm	溶解性有機物 ppm	蒸発残留量 30 ppm	強酸減量 ppm	揮発酸 ppm	酸化還元 電位-mV
0 ppm	8.04	8.02	12,575	10,906	965	8,900	39,235	28,445	47	-15.3
50 ppm	8.03	8.00	12,700	11,413	965	9,500	40,890	29,165	39	-16.0
100 ppm	8.00	8.04	13,150	11,877	953	9,440	41,110	29,865	47	-16.8
150 ppm	8.02	8.02	13,150	11,634	845	9,880	40,695	29,690	374	-17.3
300 ppm	8.02	8.23	14,050	10,481	1,048	10,960	39,475	27,870	144	-15.4
600 ppm	8.06	8.27	14,050	7,285	838	10,420	41,670	29,590	234	-12.5
1,500 ppm	8.03	8.30	13,950	9,934	692	14,320	46,725	32,555	971	-14.3
3,000 ppm	8.03	8.30	13,650	9,934	756	22,420	55,750	38,410	772	-13.3
6,000 ppm	8.03	8.30	13,400	10,994	452	41,260	72,655	57,630	2,265	-3.5
10,000 ppm	8.02	8.30	13,450	11,435	721	60,560	93,690	64,185	2,066	-1.5

(1) われる 6.4 へ 7.2 の値をさらに高め
ることになりメタニ菌の阻害の一因となることが考えられる。また、ガス発生の停止の面から、混合液中での有機物の残留が考えられるが、COD の結果からは、それが見られていない。然し、揮発酸は 150 ppm 投入より急激な上昇を示しており硝酸塩によりメタニ菌は、強く阻害を受けていることが示され、また、高濃度の硝酸塩に対しても酸生産菌の活動は阻害を受けることなく揮発酸の蓄積が行なわれることが知られる。

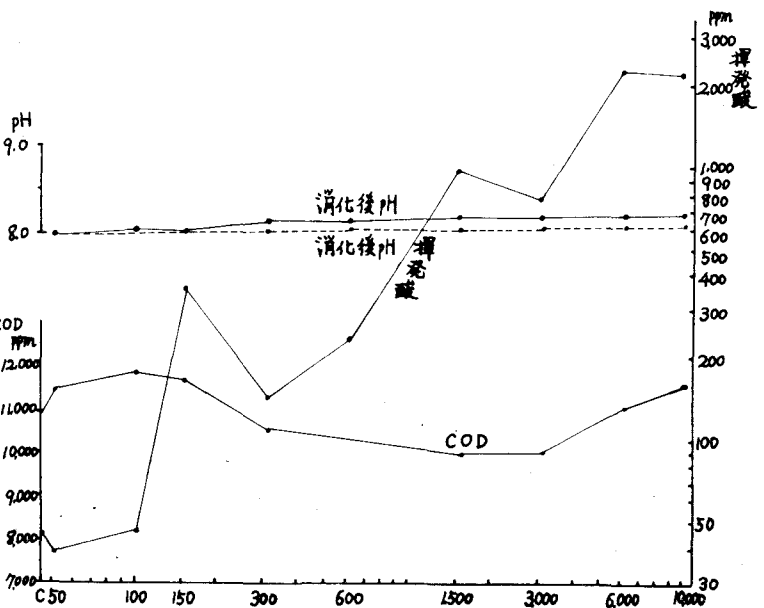


図5 消化後混合液の pH、COD、揮発酸

§4 結論

1. N として 50 ppm の硝酸ナトリウムの投入によってガス発生量と対照の約 60% 程度に低下させ、300 ppm 以上の投入では、メタニガスの発生は全く停止する。然し、硝酸ナトリウムは分解せられて、亜酸化窒素および窒素がガス中に見られるようになる。
2. 硝酸塩の存在は、メタニ菌の活動に対しては、強い阻害作用を与えるが、酸生産菌の働きに対しては、影響をおよぼすことが少ない。

参考文献

- 1) Medermett G.N., Moore, Post W.A., Ettinger M.A., "Effect of Copper on Aerobic Biological Sewage Treatment", Tr.WPCF, Vol.35, NO.2 pp271~241 (1963)
- 2) Stanier, Doudroff, Adelberg, "The Microbial World," Prentice-Hall, pp153~154
- 3) H.Heukelskians, "Some Bacteriological Aspects of Hydrogen Sulfide Production from Sewage," Sewage Works Tr. Vol.20, NO.3 pp490~498 (1948)
- 4) Buswell, "Fundamentals of Anaerobic Treatment of Organic Wastes," Sewage and Industrial Wastes, Vol.29, NO.6, pp717~721 (1957)

謝辞

本研究を行なうにあたり、資料採取の面で終始御懇切に御尽力下さいました仙台市に対しまして、心から感謝の意を表します。