

京都大学工学部 正員 岩井重久

正員 大塩敏樹

出典 正員

メタン酸酵による汚水の処理法は、下水の活性汚泥処理と生成する沈殿汚泥や余剰汚泥の消化や、尿の消化処理に利用される。一般に嫌気性処理における基質の分解は、種々の通性、偏性嫌気性菌、その他の微生物による複雑な化合物の単なる化合物、例えば油脂性酸への酸化分解過程と、これらによって生じた物質のメタン酸酵菌による分解過程との二つの段階からなる。前者の酸化分解に因する細菌は好気性生産菌は速かに増殖するのに対し、^酸性メタンに依存するメタン酸酵菌の増殖は徐々に行われる。しかも消化の初期や高濃度の揮発性有機酸の存在下では阻害されるといわれる。こういつた一連の過程に作用する微生物に関する研究は極めて少なく、特に最近までメタン酸酵菌の純培養が困難であったことは、嫌気性処理機構の解明が阻害され、施設における処理効果も不満足な状態におかれた。本研究は高濃度の有機物質を直接分解しようと同時代燃料源となるメタンを回収利用しようとする利便を用い、最も広くメタン酸酵処理が普及しうるアルコール基質廃液処理と取上げ、実際の排出口より蔗糖をとり、その基質を用い、メタン酸酵に関する基礎的研究を行つたものである。

1. アルコール基質廃液の処理

酸酵法によるアルコールの製造は糖蜜以外の各種の原料を利用される。一般にその廃液は pH が低く、COD の値が高いため水質汚染防止の見地から、増縮創料化や活性汚泥、散水ろ過法などの生物酸化方式、メタン酸酵あるいは活性汚泥法との組合せの方式などの処理対策が行われている。これらのうちでは糖蜜廃液は最も有機物濃度が高く、実際に用いた試料の COD は 27,000 ~ 32,000 ppm、BOD は 3,000 ~ 45,000 ppm を示し、無機物質の含有量が多いと飼料化は困難であり、また活性汚泥処理するに少くとも 1.5 倍以上希釈が必要である。一方高濃メタン酸酵では、5 ~ 7 日の滞留日数で 90% 以上の BOD 除去が可能であるとされている。本研究では、活性汚泥法と比較しながらメタン酸酵法を中心とした処理実験を行つた。

2. 実験および考察

試料は糖蜜廃液、グルコース、グルコース、リンおよび窒素化合物と栄養源として添加し、また活性汚泥を加え、河川の底泥とメタン菌として接種し、2 ~ 3 ヶ月の馴化を行つた。試料は全量として 100 ~ 300 ml とし、ふらん菌および温度調整装置で一温度に保ち、発生するガスは飽和食塩水で捕集し、計量し、処理水の各種成分分析を行つた。

1) pH. 一般にメタン菌は pH 6.4 ~ 7.2 の範囲で最も活性があり、pH 6 以下、8 以上ではその発育速度は急激に低下するといわれる。調整段階の初期では酸酵酸となり、pH は 5.0 ~ 5.8 を示し、ガス発生量は極めて少ない。pH 調整の後の発酵カルシウム、小酸カルシウムを加え、原液の pH 4.2 ~ 4.5 を中和すると同時に、24 時間後の廃

水投入時の醗酵槽上澄液 pH を測定し、中和する場合は正常はメタン醗酵と行はうこの期間を短縮する。正常時の pH は 6 以上とあり、メタン醗酵状態とある指標として pH は重要である。なお正常は醗酵段階には緩衝能があり、pH 調整の必要はない。

2) 温度。醗酵速度とあがる温度は $50 \sim 52^{\circ}\text{C}$ に保持する高温域が最適といえる。醗酵槽液量の 10, 15, 25% づつ、毎日選液する方式で、 52°C のガス発生量は 100 とすれば、 45°C では 100 の 87, 90, 89, 41°C では 100 の 48, 24, 23, 35°C では 29, 8, 6 とはなり、夏場の方が大きい程、温度の影響が大きい。また、中温醗酵におけるガス発生量の最大値は動かしにくい。また 50°C 以上では、 $54 \sim 56^{\circ}\text{C}$ までは短期間のガス発生の上昇現象はあり、 58°C 以上ではガス発生が低下する。

3) 有機物負荷

正常はメタン醗酵と行はうといえる状態の廃糖蜜を加えると、5% 選液では添加液量の 12.6 倍、同じく 10% では 14.0 倍、15% では 14.4 倍、20% では 16.1 倍とあり、約 1 ヶ月で馴致される。分解可能な有機物濃度は 5.2% とすれば 20% 選液では負荷量は $0.4 \text{ kg}/\text{m}^3$ - 醗酵槽とあり、25% 選液では $1.30 \text{ kg}/\text{m}^3$ 以上ではガス発生量の変動が大きい。液量の 4~30% の範囲で変動する。ガス発生量と pH との関係は養分組成から、ガス発生量の低下にともなう pH は 6 以下となる。1 ヶ月以上の馴致結果によると、10, 20, 30% 選液のガス発生量は 100 の 19.7 倍、16.2 倍、3.4 倍とあり、有機物当りのガス発生量は 379, 311, $65 \text{ m}^3/\text{t}$ - 有機物とあり。

4) BOD , COD 除去効果

メタン醗酵処理の上澄液の BOD , および COD 値は、ガス発生量と有機物負荷量とに依存する。一般に COD 除去率は BOD の場合よりかなり低く、65~75% 程度とあり、 BOD 除去率は 78~90% とあり、同一条件では両者の間に相関があり、 COD 値より BOD 値の推定が可能である。

5) 硫酸イオンの還元

嫌気的処理では硫酸塩の還元は必要とありといわれる。しかし一定温度以上の硫酸塩が存在するとメタン醗酵が阻害される。硫酸塩の発生は廃糖蜜から移行する硫酸塩の還元によるものと見られ、負荷量が少く、滞留日数の増加に伴って発生量が大きくなる傾向がある。従って硫酸塩濃度を高くしなければならぬ前処理が必須と必要とある。

6) その他。廃糖蜜中のりんおよび窒素と分解可能な有機物との比は、必ずしも満たさずともなり、両者の増加でガス発生量が増加し、処理速度が早くなる。また、硫酸塩の増加には汚泥濃度の調整でガス発生量の増加現象がみられる。前述の試験はどれも静置法である。機械的攪拌による結果はとくに認められる。併行して行なったグルコースのガス発生量は $5 \text{ kg}/\text{m}^3$ の負荷量で $600 \text{ m}^3/\text{t}$ 以上とあり、この場合は直接メタン醗酵は困難であり、二段醗酵で処理する必要がある程度とあり。このことはメタン菌の基質に対する選択性もあるものであり、比較的簡單には有機物のみと利用すること、他の微生物群との関係が複雑であることも物語っている。