

1. はじめに

従来の生物学的廃水処理に関する多くの研究では、処理の対象となる有機物の総括的指標としてBODあるいはCODを採用し、動力学的解析がなされている。しかしながら、水処理過程の把握に近年用いられるようになってきたゲルクロマトグラフィーを始めとする種々のクロマトグラフィーの結果をみると、実際の生物処理による浄化過程には、基質に対する特異性があることが推察される。このような現象を解明することは生物処理の浄化効率を改善するのに重要であり、その為には廃水を混合基質と考え、有機物質と浄化微生物の挙動、特性を明らかにする必要があると思われる。本報告は、この様な観点からグルコース、キシロースの2成分系混合基質を用いた活性汚泥生物による基質除去特性について実験的検討を加え、混合基質の浄化過程に関する基礎的知見を得ようとするものである。

2. 実験方法

実験に用いた活性汚泥は、都市下水処理場返送汚泥にグルコース (500 mg/l)、キシロース (500 mg/l)、及びグルコース + キシロース (各糖 250 mg/l 混合) の各糖 (以下 gl , xy , $gl + xy$ と記す) を栄養塩類と共に与え、1日1回のfill and drawで4ヶ月程培養したものである。(以下G汚泥、X汚泥、GX汚泥と記す。) 各汚泥による gl , xy , $gl + xy$ の各基質の除去特性を回分実験で調べた。実験は20℃の恒温室で行ない、糖の分析はフェノール硫酸法、オルシン- F_2^{3+} -塩酸法を用いた。

3. 結果と考察

1) 単独基質除去特性 図-1、2、3にG汚泥、X汚泥、GX汚泥の3種に gl , xy , それぞれを単独に投与したときの回分実験結果を示す。図-1によると gl に馴致したG汚泥は xy を代謝するが、その速度は図-2、3に示すX汚泥、GX汚泥に比べ極めて遅いことが分かる。一方、図-2によると xy に馴致したX汚泥は、 gl に馴致されていないにもかかわらず馴致基質 xy よりも gl を速やかに代謝することが分かる。図-3に示すGX汚泥による結果でも xy は代謝されているが、 gl の除去速度に比べると遅い。これらの結果から、 gl は xy に比べ易分解性であり、その代謝については馴致の必要がないことが分かる。一方、 xy は馴致により代謝速度が速くなることから、その代謝に特異的な酵素系が必要とされることが考えられる。

2) 混合基質除去特性 $gl + xy$ 混合基質の各汚泥による回分実験結果を図-4~9に示す。図-4、5、6における混合基質中における gl , xy 各々の除去形式は、実験開始直後の xy を除けば単独のときと同様である。図-1~6について回分実験開始直後の比消費速度の概算値を示したものが表-1である。これによると混合時の比消費速度が単独のときよりは僅かに低下している。一方、 xy 100 mg/l に対して gl 濃度を高めた場合の結果を示す図-7、8、9では、 xy 除去の初速度が著しく低下しており、 gl が xy の代謝を阻害していることが分かる。この原因としては、酵素合成の調節、酵素活性の阻害、あ

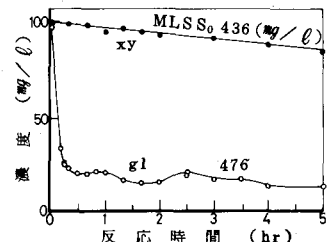


図-1 G汚泥による単独基質除去

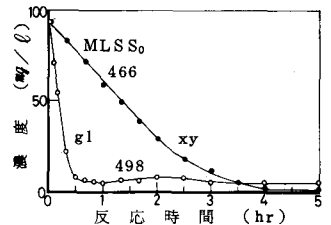


図-2 X汚泥による単独基質除去

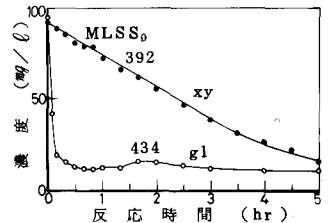


図-3 GX汚泥による単独基質除去

るいは拮抗作用等が考えられる。今回は、拮抗作用としての検討を述べる。混合基質の場合、 gl 、 xy が別の生物あるいは同一生物でも活性中心が異なり、互いに他の基質の代謝を阻害しないならば、混合基質中での gl 、 xy の代謝速度は単独基質での代謝速度と同じはずである。一方、 gl 、 xy が同一の活性中心で代謝されるならば、両基質間に拮抗が生じる。

いま、 gl 、 xy の2基質間に拮抗作用があると仮定すると、それぞれの比消費速度 v_g 、 v_x は次式で表される。

$$v_g = \frac{V_g (C_g/K_g)}{1 + (C_g/K_g) + (C_x/K_x)} \quad \text{----- (1)}$$

$$v_x = \frac{V_x (C_x/K_x)}{1 + (C_g/K_g) + (C_x/K_x)} \quad \text{----- (2)}$$

ここに、 V_g 、 V_x : gl 、 xy 単独投与時の最大比消費速度 (T^{-1})

C_g 、 C_x : gl 、 xy の濃度 (mg/l)

K_g 、 K_x : gl 、 xy 各々に関するMichaelis定数 (mg/l)

式-(1)、(2)から K_x/K_g を求めると式-(3)が得られる。

$$\frac{K_x}{K_g} = \frac{v_g \cdot V_x \cdot C_x}{v_x \cdot V_g \cdot C_g} \quad \text{----- (3)}$$

GX汚泥について図-3、7、8の V_g 、 V_x 、 v_g 、 v_x の実測値と C_g 、 C_x の初濃度から K_x/K_g を求めると、図-7では約1、図-8では約1.1となる。そこで $K_g \approx K_x$ と考え、式-(2)、(3)において図-6の条件 ($t=0$ で、 $C_g=C_x=100$ mg/l)で、 $K_g \ll C_g$ 、 $K_x \ll C_x$ を仮定すると、

$$v_g \approx V_g/2 \quad v_x \approx V_x/2$$

となる。すなわち、GX汚泥に等濃度で $gl+xy$ を投与した場合の図-6では拮抗作用が生じるならば、それぞれの比消費速度は単独投与時のその1/2になるはずである。しかしながら、図-6における xy の速度は低下しているように見受けられるが、 gl については大差がない。一方、図-8、9と他のGX汚泥に関する実験結果を式-(2)から導かれる次式-(4)

$$\frac{1}{v_x} = \frac{1 + (C_x/K_x)}{V_x (C_x/K_x)} + \frac{1/K_x}{V_x (C_x/K_x)} C_g \quad \text{----- (4)}$$

における gl 濃度 C_g に対する $1/v_x$ を示すと図-10になる。これによると xy の速度低下については拮抗作用のモデルで近似しうるのであるが、 gl の速度低下が顕著でないことを考えると、拮抗作用だけでは説明できないことが分かる。

一参考文献—

- 1) M. Zuckerman and H. Molof; High Quality Reuse Water By Chemical-Physical Wastewater Treatment J. WPCF March 1970
- 2) 河保、亀井; マトリックスによる都市水代謝の水質評価 水処理協会雑誌 502号、昭和51年7月

表-1 比消費速度 (day^{-1})

基質	G汚泥	X汚泥	GX汚泥
gl 単独	20.0	11.6	35.2
xy 単独	0.2	1.7	1.1
gl 混 + xy 合	18.1	9.5	30.9
	0.1	—	—

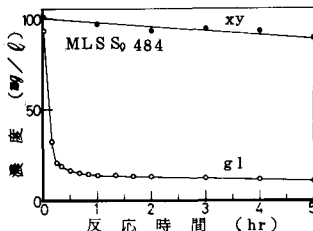


図-4 G汚泥による混合基質除去

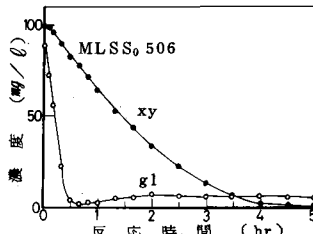


図-5 X汚泥による混合基質除去-1

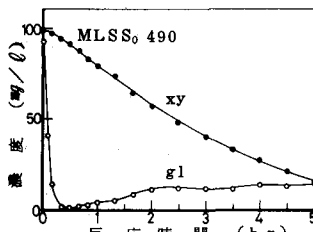


図-6 GX汚泥による混合基質除去-1

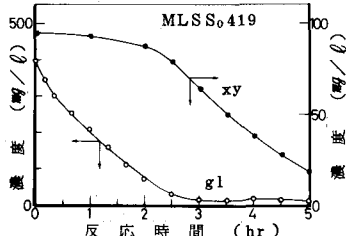


図-7 X汚泥による混合基質除去-2

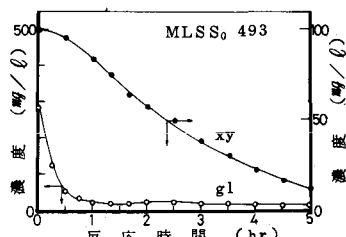


図-8 GX汚泥による混合基質除去-2

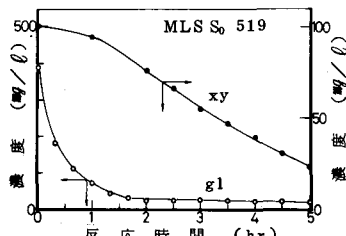


図-9 GX汚泥による混合基質除去-3

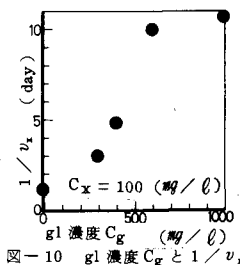


図-10 gl濃度 C_g と $1/v_x$