

II-83 し尿処理における消化法および活性汚泥法の適用に関する2,3の考察

神戸市建設局下水部長(正員) 海淵養之助

一般に有機性廃液の生物学的処理法においては、その有機物質濃度または固形物質濃度に応じて、好気性処理・嫌気性処理が適用される。嫌気性処理は、固形物質濃度の高い下水汚泥の消化に最も広く採用されているが、またかん詰工業・工場廃液などの産業廃水処理、特にわが国ではし尿処理にも利用されつゝある。一般に好気性分解では微生物の生活作用が盛んであり、嫌気性分解の場合よりも反応速度は大きい、後者は前者のように空気を導入する必要がないので、施設の動力費は少ない。この兩法のうちいずれを採用するかは、原液の性質・経済性・立地条件・放流先の条件を考慮すべきである。

し尿の嫌気性処理廃液すなわち脱離液のBODsは、一般に1,500~2,000 ppmであるから、さらに第2次的な処理を経て放流する必要がある。

都市の下水道事業の早急なる実施をはかり、かつこれと平行して当面のし尿処理問題を解決するための一つの方策として、し尿の嫌気性消化とその脱離液の活性汚泥法による下水との併合処理が考えられるが、その機構・効果などに関する実験的な考察を試みたい。

いま完全混合連続投入曝気槽あるいは消化槽を考えると、槽内の有機物質の収支は、

$$Qy_0 - Qy - r_g W = V \frac{dy}{dt} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ただし、 Q :流入量 m^3/d , y_0 :流入水のBODs ppm, y :流出水のBODs ppm, W :曝気槽内の全活性汚泥量 g , または消化槽内の全汚泥量 g , r_g :反応速度=単位量の活性汚泥あるいは消化槽汚泥がそれぞれ除去する有機物質量 $g/d \cdot g$, V :曝気槽あるいは消化槽の容積 m^3

もし槽が定常状態で運転されている場合、 $\frac{dy}{dt} = 0$ であるから(1)式は $Q(y_0 - y) - r_g W = 0$ となり、 $r_g = \frac{Q(y_0 - y)}{W} \quad \dots\dots\dots (2)$ となる。

いま $Cas (= \frac{W}{V})$ を曝気槽内の活性汚泥濃度 ppm あるいは消化槽内の汚泥濃度 ppm とし、また $\frac{V}{Q} = T(d)$, $\frac{y_0 - y}{y_0} = E$ をBODs除去率とすると、

$$r_g = \frac{Q y_0}{W} \cdot E = \frac{y_0}{Cas T} \cdot E \quad \dots\dots\dots (3) \quad \text{となる。}$$

単一の溶液の生物化学的反応速度はMichaelis - Mentenの酵素反応の仮説から $r_g = \frac{K_y y}{Y + y}$ (K, Y は常数), あるいは一次反応式 $r_g = k_y y$ ($y \ll Y$ のとき)であらわされるが、後者の場合 $y = (1 - E)y_0$ とおくことにより $E = \frac{k_y Cas T}{1 + k_y Cas T}$ となり、 E は $Cas T$ のみの関数となる。前者の場合は $\frac{K y_0 (1 - E)}{Y + y_0 (1 - E)} = \frac{y_0}{Cas T} E$ が導かれ、 E は $\frac{y_0}{Cas T}$ と y_0 の関数となる。

し尿は分解の遅い難多な固形部分と液体部分からなるものであり、消化脱離液と下水との併合活性汚泥処理は、阻害因子あるいは栄養の不均衡などのためそのまゝ前記の反応式の適用は困難である。また消化槽の実際運転は不定常たることを免がれない。しかし前述のように有機物質負荷量と微生物量(活性的な汚泥量)との関係が、BODs除去率に大き

な影響をおよぼすことは当然考えられるので、まずし尿消化につき実験瓶で毎日一定量の抜き取りおよび一定量の注入を行なった場合の実験結果を

		$T = \frac{Y}{Q}$ 滞在日数	$\frac{y_0}{Cas \cdot T}$ 有機物負荷率 g/日/g	E BOD ₅ 除去率 %
表-1	a	22	0.138	42
	b	22	0.068	62
	c	22	0.034	76
	d	22	0.028	85
表-2	a	8	0.063	63
	b	15	0.033	77
	c	30	0.017	85
	d	50	0.010	86

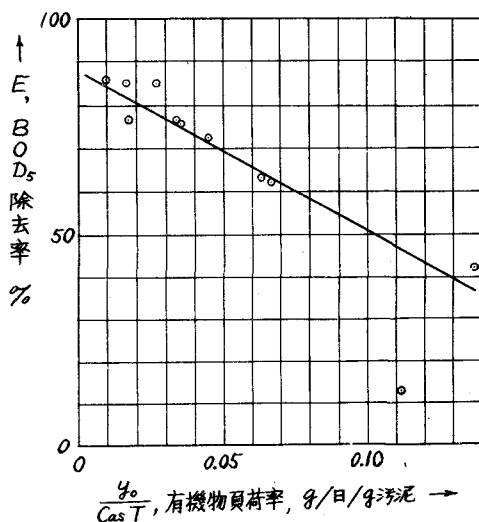


図-1

表-1 および表-2 に示す。図-1 は別の実験をも加えて図示したものである。この場合 y_0 は便宜上有機物質濃度を ppm であらわした。消化温度は $30 \sim 32^\circ\text{C}$ である。図-1 より、 $\frac{y_0}{Cas \cdot T}$ を $0.02 \sim 0.03$ 以下に保つことによって $E = 80 \sim 90\%$ が得られ、また y_0 はほぼ一定とみなすことができるから、表-1 の b と表-2 の a、表-1 の c と表-2 の b に見る如く、 T の減少は Cas の増加によって補なわれ、ある範囲では $\frac{y_0}{Cas \cdot T}$ が等しければ、 T と関係なく同一の E が得られる。原し尿の $y_0 = 1.5\%$ とし、 30°C で消化を行なわせるものとすれば、 85% の BOD₅ 除去率を得るためには、 $\frac{y_0}{Cas \cdot T} = 0.02 \sim 0.03$ 、 $Cas \cdot T = 75 \sim 50\%$ となり、 $Cas = 7.5 \sim 5\%$ では $T = 10$ 日、 $Cas = 3.8 \sim 2.5\%$ では $T = 20$ 日となる。攪拌しながら 20 日間消化させた汚泥の濃度すなわち $Cas = 2.5\%$ とし、これが槽内で沈殿分離して 5% の濃度になるとするとき、汚泥容積は消化槽の $1/2$ を占めることが必要となる。もし別途に汚泥分離槽を設けるときは、その返送汚泥量は投入し尿と等量を必要とする。また全槽攪拌式にすれば、もっと Cas を高めて運転することができよう。

以上のことから消化槽は単段にして、適性な有機物負荷のもとで全槽攪拌を行ない、別に小容量の汚泥分離槽を設けるのが妥当と考えられ、あえて二段消化を行なう必要は認められない。

つぎに活性汚泥法によるし尿消化脱離液と下水との併合処理の室内実験成績を示す。

図-2 は生物相良好な場合、すなわちせん毛虫に富み、べん毛虫および糸状細菌の少ない活性汚泥をもってし、原液は図

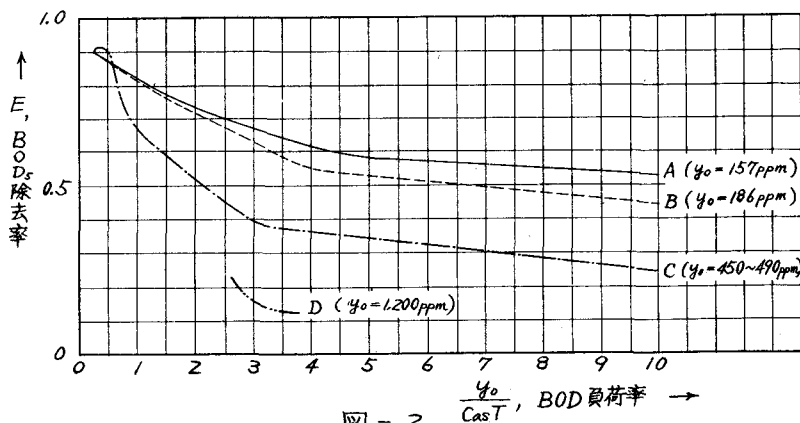


図-2

に記入したような BOD_5 まで下水で希釈したもので、バッチ法によって処理した成績である。

図-3は生物相不良な場合、すなわちせん毛虫が少なく、べん毛虫・糸状細菌の非常に多い活性汚泥をもって行なった実験である。せん毛虫が優勢で $\frac{y_0}{CasT}$ を 0.3 以下に保つ限り、脱離液は下水と

の併合処理により 85 ~ 90 % の BOD_5 除去率が得られるが、希釈割合は 10 倍以上なること、 BOD_5 は 300 ppm 以上にならぬことが望ましい。 $\frac{y_0}{CasT}$ が 1.0 程度でも、ある程度の BOD_5 除去はできるが、活性汚泥の再利用は困難である。

いま $\frac{y_0}{CasT}$ を 0.3 とし、 $y_0 = 100 \sim 300$ ppm では $CasT$ は 300 ~ 900 ppm・日を要し、 $T = 4$ 時間では $Cas = 1,800 \sim 5,400$ ppm、 $T = 8$ 時間では $Cas = 900 \sim 2,700$ ppm であることが必要である。

曝気槽は、高濃度廃液の処理には完全混和方式がよいといわれているが、ステップエアレーション式では、その一部を汚泥の再曝気に利用できる利便がある。

(参考文献)

1. G.J. Schroeffler., Development of the anaerobic contact process., FSIWA, Vol 31, No 6, June 1959.
2. M.T. Garret. Jr., Hydraulic control of activated sludge growth rate., FSIWA, Vol 30, No 3, March 1958.
3. W. Weseley Eckenfelder., Process design of biological oxidation systems for industrial Wastes., Waste Treatment, Pergamon Press, 1960.
4. Ludwig, H.F. et all., Rated aeration., Chicago Pump, 1960.
5. 化学工学協会., 解説反応工学., 槇書店, 1959.
6. 橋本 奨., 微生物と汚物汚水処理., 水処理技術, Vol 1, No 3, 1960.
7. 中川 博夫., 活性汚泥処理の生化学的な機構について., 水処理技術, Vol 2, No 9, 1961.

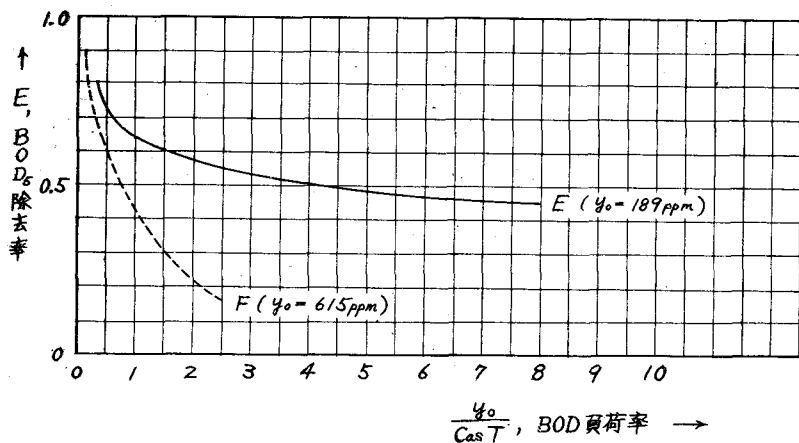


図-3