

東京大学工学部 正員 工博 徳平 淳
 学生員 工修 O 加藤 三郎

1. 緒言

表-1, 表-2 に示すごとく、アメリカ合衆国やスエーデンでは、酸化池方式が比較的小さな処理人口のための下水処理法として現在かなり使われている。

一方、我国では、公共下水道のための処理方式としては一件も使われてはいないが、将来、河川の水質保護、水道水源確保のために、地方の市町村が下水道を備える時期に至れば、酸化池法を使用する機会もあろうと思われるので、

- (1)、酸化池面積はどのくらい必要なのか、
- (2)、酸化池では、太陽光線のエネルギーが不可欠であるが、我国では、どのくらいのエネルギーを期待しうなのか。また、人工の光を使った場合、どうなるであろうか、
- (3)、藻類が河川に流出した場合に、河川に大きな酸素負荷を与えないか、
- (4)、酸化池での臭気の問題はどうであろうか、

以上の問題に関して実験研究を行った。その結果を次に報告する。

表-1 アメリカ合衆国の下水処理方式

処理方式	施設数比	処理人口比
Activated sludge	12.2 %	54.3 %
Extended aeration	2.3	0.6
Trickling:		
Standard rate	32.4	19.0
High rate	20.8	18.7
Sand filters	5.2	0.8
Land application	4.1	1.5
Stabilization ponds	20.4	3.6
Others and unknown	2.5	1.5
Total	100.0%	100.0%

表-2 スエーデンの下水処理方式

処理方式	施設数	処理人口
Activated sludge	206 (36.0%)	964 4人
conventional	51	843
oxidation ditches	79	30
extended aeration	31	9
contact aerators	15	9
other types	30	73
Oxidation ponds	207 (36.2%)	86
Trickling filters	150 (26.2%)	495
Septic tanks	11 (1.6%)	3
Total	574 (100.0%)	1548 4人

2-1 酸化池面積

E は光のエネルギーの変換効率、 S は光のエネルギー ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$)、 R は藻類の燃焼熱 ($\text{cal} \cdot \text{gr}^{-1}$)、 D_{02} は酸化池での下水の酸素要求量 ($\text{gr} \cdot \text{day}^{-1}$)、 L_a, L_b はそれぞれ流入水、流出水の一次段階最終 BOD (ppm)、 Q は下水流量 ($\text{m}^3 \cdot \text{day}^{-1}$)、 T は池の水温 ($^{\circ}\text{C}$) とすると、酸化池の表面積 A (cm^2) は、

$$A = 0.75 R \cdot D_{02} / (E \cdot S) \quad \text{ここに、} D_{02} = \{1 + 0.02(T - 20)\} \cdot (L_a - L_b) \cdot Q$$

となる。今、処理人口 5000 人、1 人 1 日あたりの下水量を 300 l、流入水の BOD₅ を 200 ppm (一次処理池で 35% 除去されて、130 ppm で酸化池に流入するものとする) 酸化池からの放流

水のBOD₅を20 ppmとすると、水温20℃の酸化池では、 $DO_2 = 5000 \times 0.3 \times (13.0 - 2.0) / (1 - 10^{-5 \times 0.17})$
 $= 1.93 \times 10^5$ (gr·day⁻¹)となる。また、 k_1 は5400 cal·gr⁻¹、 E は0.05としてよく、 S はのちに述
 べる如く場所や季節で異なるけれども、関東地方の平均的値として160 cal·cm⁻²·day⁻¹とあれば、

$A = 0.75 \times 5.4 \times 10^3 \times 1.4 \times 10^3 / (5 \times 10^2 \times 1.6 \times 10^2) = 1.1 \times 10^8$ (cm²) = 1.1×10^4 (m²)
 となる。一方、滞留時間 t_0 (days)は、 $t_0 = \log(k_1 \cdot l_0^{-1}) / (0.17 \times 1.047^{T-20})$ で与えられるから、
 $t_0 = 4.8$ (days) となり、従って、水深 d は約65 cmとなる。

2-2. 光のエネルギー

太陽光線の地上水平面でのエネルギー量については、気象研究所の南原遷氏による研究がある。藻
 類は4000~7500 Åの波長域のエネルギーを吸収し、それは全波長域エネルギーの約52%に相当す
 るので、南原氏の測定値にこの分を加味すれば、関東・東海地方では、春夏秋それぞれ水約190,
 190, 150, 115 cal·cm⁻²·day⁻¹のエネルギーを期待しうる。この値は場所によって異なり、九州、
 四国、山陽地方はもっと大きくなる。一方、筆者は、M電機社の昼光色および植物栽培用蛍光灯を
 用いて室内実験を行った。これらの蛍光灯は1 luxあたり、それぞれ約3.0, 10.0 erg·sec⁻¹·cm⁻²のエネ
 ルギーを放射している。とくに、植物栽培用蛍光灯は波長が4000~7000 Åにあるので有効であり、か
 りに、5000 luxで24時間連続に照射すると約100 cal·cm⁻²·day⁻¹となり、冬の太陽光線のエネルギー
 に匹敵するのが注目される。

2-3. 藻類の消費する酸素量

藻類が河川に流出すると、呼吸作用のために溶存酸素(DO)を消費し、新たに害が発生するという
 意見があるが、次のlight-bottle(明)、dark-bottle(暗)の実験結果が示すとうり、消費する量より
 も光合成によって発生する量の方がはるかに大きいので、藻類によるDO不足は起らないと思われる。

表-3 light-bottle, dark-bottle テスト結果

藻量(乾重)	最初DO(ppm)	3時間後DO(ppm)		6時間後DO(ppm)		24時間後DO(ppm)	
		明	暗	明	暗	明	暗
56 ppm	9.2	11.4	9.2	13.3	9.0	23.0	8.6
76	9.1	13.7	8.8	17.2	8.7	26.0	7.8
96	8.8	14.7	8.9	17.6	8.5	28.8	7.9
栄養塩類と含んだ藻液(藻類は118 ppm)でのBOD ₅ = 5.0 ppm							
三田池水に藻類を118 ppm接種したときのBOD ₅ = 5.0 ppm							

2-4. 臭気の問題

酸化池では、臭気による害が発生するという意見がある。勿論、下水処理場である以上、無臭とい
 うことは避けられないが、他の処理法に比してとくにひどいということはないと思われる。筆者が東
 京都の三河島処理場の下水を便して実験したかぎりでは、臭気はほとんど感じられなかった。これは
 池内が好気性に保たれているためと思われる。