

早稲田大学 理工学部 正員 遠藤郁夫

学生員 〇野田典宏

1. まえがき

超高率散水汚床の浄化機構、及び効率、散水汚床と同様、下水と生物膜との接触時間に大きく左右される。一般に平均接触時間は、 $t = \frac{C \cdot D}{Q^n} \dots (1)$ 、 t = 接触時間、 D = 汚床の深さ、 Q = 水量負荷、 C, n = 定数となる。浄化効率、 $\frac{L_e}{L_0} = \exp(-k \cdot t) \dots (2)$ 、 L_e = 流出水の BOD、 L_0 = 汚床流入水の BOD、 k = 定数となる。(1)、(2) から、 $\frac{L_e}{L_0} = C \cdot Q^n \dots (3)$ 、 $\frac{L_e}{L_0} = \exp(-k \cdot \frac{D}{Q^n}) \dots (4)$ となる。このことから、接触時間を大きくするためには、1 つは、散水量負荷を小さくすること、他に、下水の汚床通過回数を増加することなどがある。前者が標準散水汚床であり、後者が超高率散水汚床である。

今、流入量を I 、循環量を R とすると、流入水の平均通過回数は、 $F' = (I+R)/I = 1 + R/I \dots (5)$ となる。 F' は循環率である。又、これは、次の様に表わすことが出来る。

$$F' = 1 + \frac{I}{I+R} + 2 \frac{I}{I+R} \cdot \frac{R}{I+R} + 3 \frac{I}{I+R} \cdot \left(\frac{R}{I+R}\right)^2 + \dots \quad (6)$$

しかし、下水は、汚床を通過するに従って、BOD 除去能が低下することを考慮して、Weighting factor $f_w (< 1)$ を導入すると、汚床の有効通過回数は、次の通りである。

$$F = 1 \cdot f_w \frac{I}{I+R} + 2 \cdot f_w \frac{I}{I+R} \cdot \frac{R}{I+R} + 3 \cdot f_w \frac{I}{I+R} \cdot \left(\frac{R}{I+R}\right)^2 + \dots \quad (7)$$

$$\text{すなわち、} F = \frac{1 + R/I}{[1 + (1 - f_w)(R/I)]^2} = \frac{1 + N}{[1 + (1 - f_w)N]^2} \quad (8)$$

ただし $N = R/I$ = 返送比、ここで F が N だけの関数だとすると $N = \frac{2f_w - 1}{1 - f_w} \dots (9)$ の時 F は最大となる。

$$F_{\max} = \frac{1}{4f_w(1-f_w)} \quad (10) \text{ となる。}$$

一般の散水汚床に対して、 f_w は 0.9 に近いとされている。

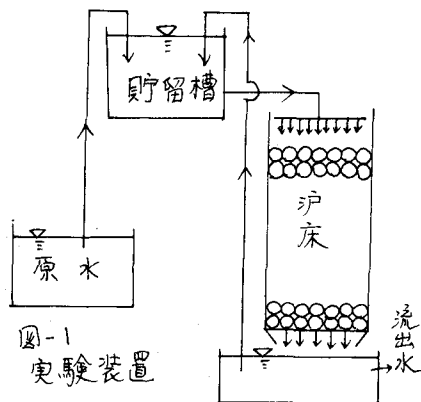
今、 $f_w = 0.9$ と仮定すると、 $N = 8$ で、最大値は $F = 2.78$ となる。下水が、汚床を流下する場合、汚床表面を全部覆って一様に流れる散水負荷は、粒径 50 mm では、 $150 \sim 250 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ といわれる。

2. 実験方法

実験に使用した散水汚床(図-1)は、塩化ビニル製、円筒 23 cm、汚床深さ 2.7 m、汚床材は、直径 50 mm の磁製球を用いた。実験は、人工下水、及びハム工場廃水を用いた。人工下水では、散水負荷を $150 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ とし、流入水負荷を、15、20、25、及び 30 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ とした。人工下水の BOD は、期間中、ほぼ 100 ~ 110 ppm であった。ハム工場廃水では、流入水負荷を 15 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ とし、散水負荷を $150 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ とし、実験を行なった。ハム工場廃水の BOD は 100 ~ 150 ppm であった。

3. 実験結果と考察

1)、人工下水；汚床と沈殿池を含めた BOD 除去率と流入水負荷との関係は、図-2 に示した。流入水 BOD 110 ~ 120 ppm、循環散水負荷 $150 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ という条件のもとでは、BOD 除去率は、流入水負荷 10 ~ 25 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ の範囲では、水温が 6°C でも 85% 以上と極めて処理効率が高い。又、



30 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ 以上の流入水負荷では、処理効率が急激に減少することが認められた。

図-3は、BOD除去率と汚床のBOD負荷との関係である。BOD除去率は、BOD負荷 $1.2 \text{ kg}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ 付近から減少している。すなわち、除去率85%以上を期待することのできるBOD負荷は、 $1.2 \text{ kg}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ が限界と考えることができる。このことは、高率散水汚床の限界BOD負荷、 $1.2 \text{ kg}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ と照合すると極めて興味あることである。

図-4は、返送比とBOD除去率との関係である。図中に見られるように返送比は、7~8付近で最大値を示している。このことは、先に述べた $N=8$ の時の最大値とよく一致している。BOD除去率85%以上を示す返送比は、7以上であると考えられる。

ロ、ハム工場廃水；イの実験結果を基礎とし、循環流入水負荷 $150 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ 、流入水負荷 $15 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ とし、ハム工場廃水で実験を行なった。廃水のBODは $100 \sim 140 \text{ ppm}$ であった。原水、及び処理水の性質は、表-1に示した。人工下水と同様、BOD除去率は85%以上の処理効率をたえず、得ることが出来た。表-1でわかるように、 100 ppm 前後の油脂類は、80%以上除去することが出来た。アンモニア性窒素の除去率もきわめて高いことが認められた。

4. 総括 および 結論

散水汚床の実験装置を用いて超高率散水汚床について現在実験的検討の段階で、必ずしも十分な資料については解析したものではないが、次のような結論を得ることが出来た。

1)、循環流入水負荷 $150 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ 、返送比7~11とした場合、流入水負荷 $30 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ 、BOD負荷 $1.2 \text{ kg}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ 等の負荷条件では、BOD除去率85%以上を期待することが出来た。

2)、油脂類、および、アンモニア性窒素等を極めてよく除去することが出来た。

3)、超高率散水汚床は、散水汚床の特性を生かしながら、高い処理効率を得ることが出来ることか、認められ、三次処理を前提とした生物処理として考えることが出来る。

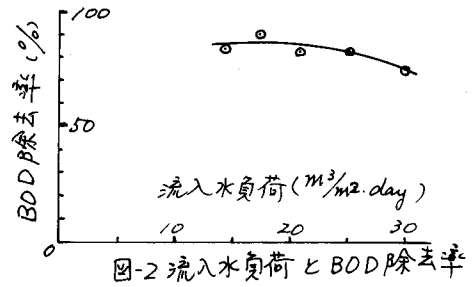


図-2 流入水負荷とBOD除去率

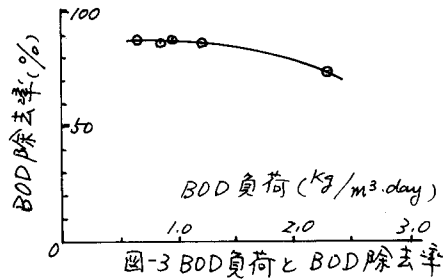


図-3 BOD負荷とBOD除去率

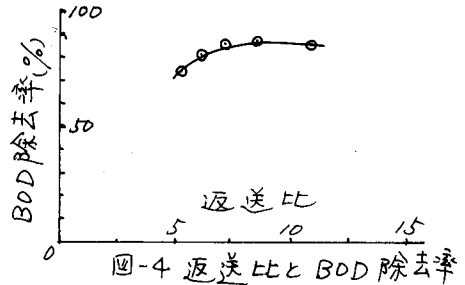


図-4 返送比とBOD除去率

表-1 ハム工場廃水 及び 処理水

	原水	循環流入	循環流出
水温(°C)	18.5	22.0	22.0
PH	6.9	8.1	8.3
透明度	15.3	30以上	30以上
COD(ppm)	22.8	8.0	7.3
BOD(%)	108.2	15.6	11.4
T.S(%)	712	702	638
D.S(%)	452	399	384
S.S(%)	260	303	254
T-N(%)	7.35	4.20	4.20
NH ₃ -N(%)	4.87	0.18	0.0
NO ₂ -N(%)	0.0	0.15	0.10
油脂類(%)	57~108	22~35	11~15

注) 1、蒸発残留物 2、溶存残留物
3、浮遊物質 4、総窒素
5、アンモニア性窒素 6、亜硝酸性窒素