

早稲田大学理工学部 正会員 遠藤郁夫

" 学生員 〇河内 孝

日本住宅公団 正会員 田村隆俊

### 1. まえがき

超高率散水汚床法は流入水の変動に比較的安定しているとともに、高い処理効率をもち、生物学的処理として極めて優れた特性をもつことが認められている。この汚床における淨化機構およびその効率、散水汚床と同様(1)式あるいは(2)式に見られるように、下水と生物膜との接触時間に大きく左右される。すなわち

$$\frac{L_0}{L_{\infty}} = \exp(-Kt) \quad (1)$$

$$\frac{L_0}{L_{\infty}} = \exp\left(-\frac{K D^m}{Q^n}\right) \quad (2)$$

ただし、 $L_0$ : 汚床流入水 BOD  $L_{\infty}$ : 流入水 BOD  $Q$ : 散水負荷

$D$ : 汚床の深さ  $m, n, K$ : 定数

このように、接触時間は、汚床の物理的性質にもよるが、汚床の深さが大きく、散水負荷が小さくなるほど、大きくなるが考えられる。一定の深さの汚床では接触時間を大きくするためには、一つは散水負荷を小さくすること、他は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法であり、後者が超高率散水汚床法である。

汚床の有効通過回数を  $F$  とすれば、次のように示すことができる。すなわち

$$F = (1 + R_f) / \{1 + (1 - f_w) R_f\} = (1 + N) / \{1 + (1 - f_w) N\} \quad (3)$$

となる。ここで、 $F$  が  $N$  だけの関数として、 $F$  の最大値を  $F_{max}$  とすると

$$F_{max} = 1 / 4 f_w (1 - f_w) \quad (4)$$

ただし、 $R$ : 返送水量  $N$ : 返送比 ( $= R_f$ )  $I$ : 流入水量  $f_w$ : Weighting Factor,  $f_w < 1$

となる。超高率散水汚床法に対して、 $f_w = 0.9$  とすると、 $N = 8$  となり、その時の最大値は  $F_{max} = 2.78$  となる。また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あるいは汚床流入水負荷は  $150 \sim 250 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$  であった。以上のように、超高率散水汚床法では、返送比 ( $N$ ) と汚床流入水負荷との関係が極めて重要である。本研究はこれらの関係と汚床 BOD 負荷との諸関係を明らかにし、超高率散水汚床法の設計計算法を確立しようとするものである。

### 2. 実験方法

汚床面積は  $5 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 20.0 \text{ m}^2$  で、汚床高さは  $3.0 \text{ m}$ 、汚床はサンパッキン (SPC-27C) というプラスチック汚床材で比表面積は  $120 \text{ m}^2/\text{m}^3$  であった。流入水負荷は  $4.0 \sim 20.0 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$  の範囲で変化させた。また汚床流入水負荷は  $150 \sim 168 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$  とした。

### 3. 実験結果と考察

BOD 除去率  $80 \sim 90\%$  の範囲における循環率 ( $F = (I + R)/I$ ) は  $8 \sim 20$  位で、この範囲における流入水負荷は  $4 \sim 16 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$  で

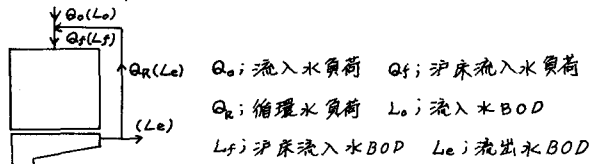


図-1 実験装置

あった。従って、この領域では、BOD 除去率は  $80 \sim 90\%$  でほぼ水平的な直線関係を示していることで、負荷の変動に対して、極めて安定しているとともに、過負荷に対しても弾力的に対応することが認められた。しかも、循環率  $8 \sim 10$  付近で最も大きな BOD 除去率 ( $85 \sim 90\%$ ) が得られ、(3)~(4)式で求めた場合と付合するものと考えられる。流入水 BOD 負荷および汚床流入水 BOD 負荷と BOD 除去率との関係は単分子反応によく

従うことが認められ、次のような関係であらめすことができた。すなわち

(1) 流入水 BOD 負荷と BOD 除去率との関係

$$\frac{L_e}{L_0} = 1 - 0.896 e^{-0.403 B_0} \quad (5)$$

ただし  $L_e$ : 流出水 BOD (ppm)

$L_0$ : 流入水 BOD (ppm)

$B_0$ : 流入水 BOD 負荷 ( $\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{day}$ )

(2) 汚床流入水 BOD 負荷

超高率散水汚床では、汚床の BOD 負荷が直接汚床効率を左右することになるから、汚床流入水 BOD 負荷と流出水との関係が重要な関係となる。このことは、たとえば、流入水 BOD 負荷がかかり大きくても、循環率 8~20 の範囲であれば、循環水によって、汚床流入水 BOD 負荷を調節することができ、必要な BOD 除去率を得ることができるという極めて重要な特徴をもつことになる。汚床流入水 BOD 負荷と BOD 除去率との関係は次のように示すことができる。

$$\frac{L_e}{L_0} = 1 - 0.944 e^{-0.0675 B_f} \quad (6)$$

ただし  $B_f$ : 汚床流入水 BOD 負荷 ( $\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{day}$ )

(3) 汚床流入水 BOD 負荷と  $L_e/L_f$  の関係

超高率散水汚床法では、一つの汚床流入水 BOD 負荷に対して、流入水負荷  $Q_0$  と汚床流入水負荷  $Q_f$  とのいくつかの組合せが存在する。しかしながら、(5) 式および (6) 式から求めた  $L_e/L_f$  は、同時に、(7) 式を満足させるように、流入水負荷  $Q_0$  と汚床流入水負荷  $Q_f$  を決定すれば、合理的な設計諸元を得ることができる。汚床流入水 BOD 負荷と  $L_e/L_f$  の関係を次のように示すことができる。

$$\frac{L_e}{L_f} = 0.751 e^{-0.0836 B_f} \quad (7)$$

(1), (2) および (3) の条件、すなわち、(5), (6) および (7) 式を用いて基本設計例を示すと、例えば、流入水 BOD  $L_0 = 120 \text{ ppm}$  とし、BOD 除去率 85% 以上になるための設計諸元を求めると次のようになる。

1) 汚床流入水 BOD 負荷  $B_f$  ( $\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{day}$ )

(6) 式より  $\frac{L_e}{L_0} = 1 - 0.944 e^{-0.0675 B_f}$

$$0.85 = 0.944 e^{-0.0675 B_f} \quad B_f = 1.55 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot \text{day}$$

$$L_e = 120 - 120 \times 0.85 = 18 \text{ ppm}$$

2)  $L_e$  と  $L_f$  との関係

(7) 式より  $\frac{L_e}{L_f} = 0.751 e^{-0.0836 B_f} = 0.751 e^{-0.0836 \times 1.55} = 0.66$

$$L_e = 18 \text{ ppm} \text{ であるから } L_f = 27 \text{ ppm}$$

#### 4. 結論

(1), (2) および (3) の条件を十分理解して設計および運転操作に際して使えば、超高率散水汚床法の特徴を大いに活かすことができるものと考えられる。

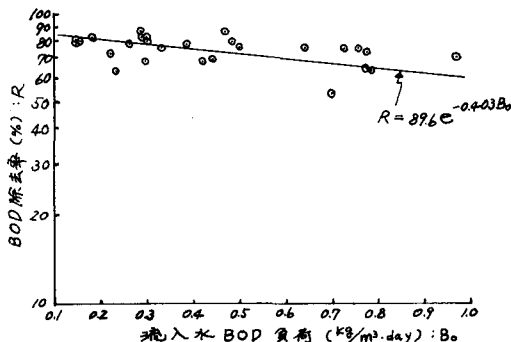


図-2 流入水 BOD 負荷と BOD 除去率との関係

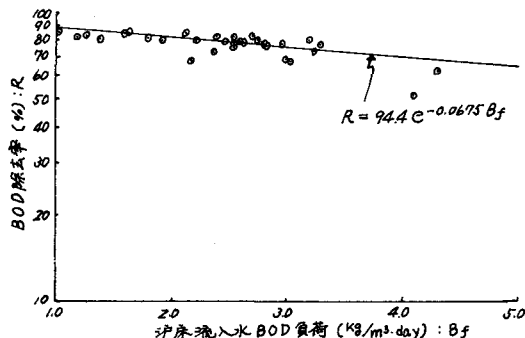


図-3 汚床流入水 BOD 負荷と BOD 除去率との関係

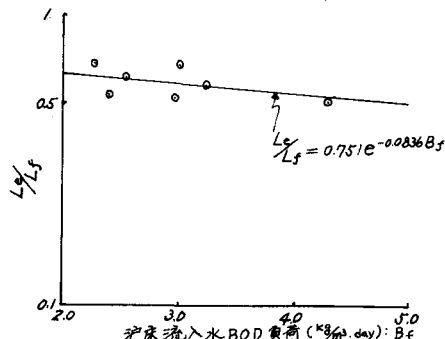


図-4 汚床流入水 BOD 負荷と  $L_e/L_f$  の関係

ハ) 汚床流入水負荷  $Q_f$  ( $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ )

汚床高さを 3 m とすると  $B_f = \frac{L_f \cdot Q_f}{3} = 1.55 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot \text{day}$

$$Q_f = \frac{1.55 \times 3}{L_f} = 172 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$$

⇒ 流入水負荷  $Q_0$  ( $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ ) および循環水負荷  $Q_R$  ( $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ )

プロセスの物質収支より  $L_0 Q_0 + L_e Q_R = L_f Q_f$

$$120 \times Q_0 + 18 \times (172 - Q_0) = 27 \times 172$$

$$Q_0 = \frac{1.55}{0.12} = 15.2 \approx 15 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$$

$$Q_R = Q_f - Q_0 = 172 - 15 = 157 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$$

