

II-449 水生植物による水質浄化システムの研究（その2）

一 太陽熱利用乾燥のシミュレーションモデルについて 一

（株）竹中工務店 正会員 中久喜 康 秀

（株）竹中工務店 正会員 茅 野 秀 則

（株）竹中工務店 正会員 西 原 潔

1. はじめに 水生植物による水質浄化システムは、富栄養化した湖沼等に水生植物を栽培し、栄養塩の吸収、除去を行ない、生長した水生植物を回収し有効に利用する一連の機械システムである。水生植物の再利用法としては、コンポスト化、飼料化及び固形燃料化が考えられる。その場合、原料となる水生植物の含水率が高いことから、乾燥工程が必要とされ本システムでは、写真-1に示すような太陽熱を利用した乾燥装置を用いる。本装置は、図-1に示すようにソーラーコレクター、乾燥室、通気管から成っており、乾燥する水生植物をパレットに入れて乾燥室に投入し、日射によりソーラーコレクター内で空気が加熱されると、比重が低下し外気との間に圧力差が生じることからパレット内の水生植物に通気が行なわれ、乾燥を行なうものである。現在、筑波研究学園都市の洞峰公園において本装置の実証試験を行なっている。その試験結果によって本モデルの実用性を検討したのでここに報告する。本モデルは、投入物の乾燥に係わる内部温度及び通気量の予測計算を行なうものである。

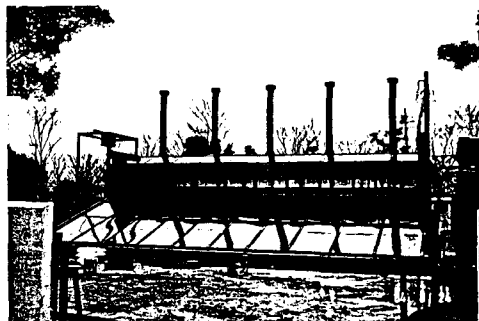


写真-1 太陽熱利用乾燥装置
表-1 太陽熱利用乾燥装置仕様

外形寸法	W6m×L14m×H6m
ソーラーコレクター	面積: 4m×10m 設置勾配: 20°
リフター	動力: 0.4kw 上昇・下降速度: 8m/min
乾燥室 (コンベヤ式2段)	移動速度: 10m/min 動力: 0.75kw×2

2. 計算モデルの概要 本計算モデルは、全天日射量及び外気温を計算条件として与え、図-2に示すような熱収支計算を行ない、得られた熱量から乾燥室内温度及び通気量を計算するものである。設定した基本式の一部を式(1)～式(4)に示す。

$$Q = Q_1 + Q_2 - Q_3 \quad (1)$$

ここで、 Q ；乾燥室内熱量(kcal/hr)、 Q_1 ；ソーラーコレクター吸収熱量(kcal/hr)、 Q_2 ；ガラス面透過・吸収熱量(kcal/hr)、 Q_3 ；損失熱量(kcal/hr)

$$T_w = T_a + Q / (C \cdot \gamma \cdot V) \quad (2)$$

ここで、 T_w ；乾燥室内温度(°C)、 T_a ；外気温(°C)、 C ；空気の比熱(kcal/kgf・°C)、 γ ；空気の比重量(kgf/㎥)、 V ；通気量(㎥/sec)

$$V = \sqrt{\frac{2g\Delta P}{\{\gamma_0(\zeta_i + \frac{\lambda s \cdot l}{2R_s}) + \gamma_i(\zeta_i + \frac{\lambda s \cdot l}{2R_s})\} \cdot (\frac{A_0 \cdot 2}{A_s}) + \gamma_i(\zeta_0 + \frac{\lambda_0 \cdot l_0}{d} + \zeta_0 + \zeta_x)}} \quad (3)$$

ここで、 g ；重力加速度(㎥/sec)、 ΔP ；通気圧(kgf/㎥)、 γ_0 ；外気の比重量(kgf/㎥)、 γ_i ；乾燥室内空気の比重量(kgf/㎥)、 λs ；ソーラーコレクター内摩擦係数、 R_s ；ソーラーコレクター

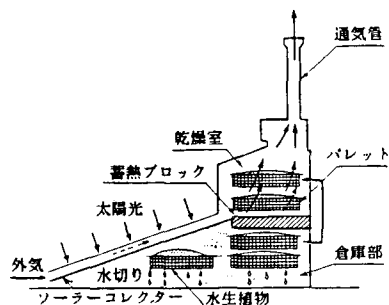


図-1 太陽熱利用乾燥装置の構成及び原理

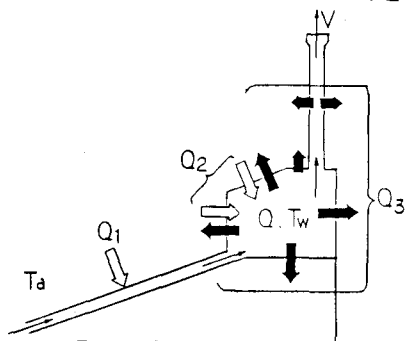


図-2 熱収支モデル

相当直径 (m)、 l ; ソーラーコレクター長さ(m)、 ζ_i ; ソーラーコレクター入口損失係数、 ζ_i' ; ソーラーコレクター出口損失係数、 ζ_o ; 通気管入口損失係数、 ζ_o' ; 通気管出口損失係数、 λ_o ; 通気管摩擦係数、 l_o ; 通気管長さ(m)、 d ; 通気管径(m)、 ζ_x ; ダンパー抵抗係数

$$\Delta P = \frac{P_s}{R} \cdot h \cdot \left(\frac{1}{T_a} - \frac{1}{T_w} \right) \quad (4)$$

ここで、 P_s ; 大気圧(kgf/m²)、 R ; 空気的气体常数(kgf・m/kgf・°K)、 h ; 空気の流入口及び流出口の高低差(m)

3. 計算結果 計算条件として全日射量(図-3、図-4)及び外気温(図-5、図-6)の実測値を与え、乾燥室内部温度 T_w 及び通気量 V について計算を行なった。計算対象としては乾燥室の中に投入物がない場合の乾燥室内部温度及び通気量である。乾燥室内部温度の実測値は乾燥室上段、中段、下段において各2点ずつ計6点の平均値で、通気量の実測値は各通気管の通気量を合計した値である。図-5、6に乾燥室内部温度の計算値と実測値を、図-7、8に通気量の計算値と実測値を示す。こ

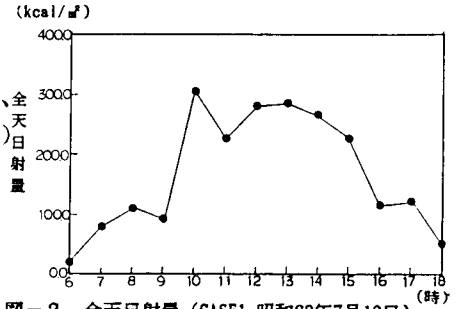


図-3 全日射量 (CASE1 昭和60年7月10日)

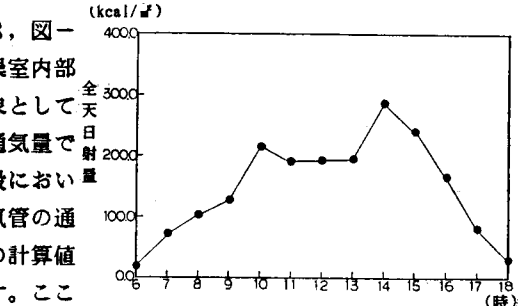


図-4 全日射量 (CASE2 昭和60年7月12日)

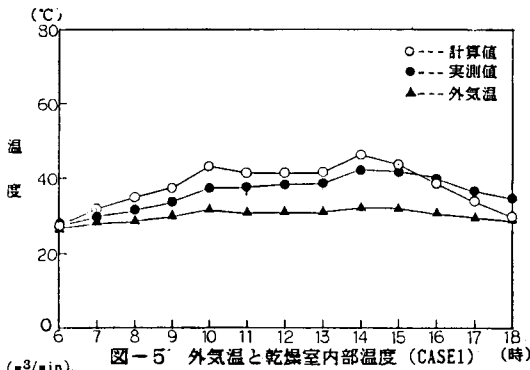


図-5 外気温と乾燥室内部温度 (CASE1)

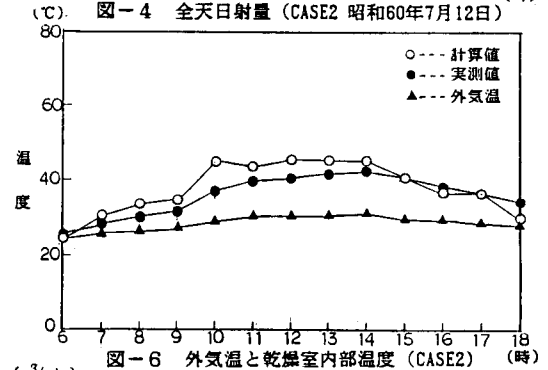


図-6 外気温と乾燥室内部温度 (CASE2)

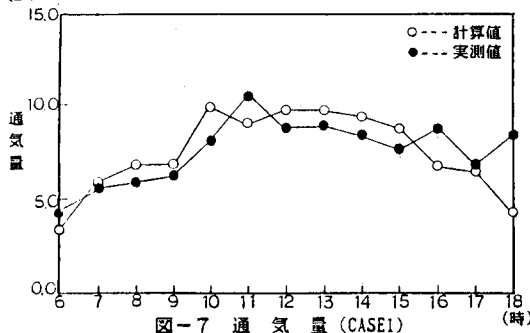


図-7 通気量 (CASE1)

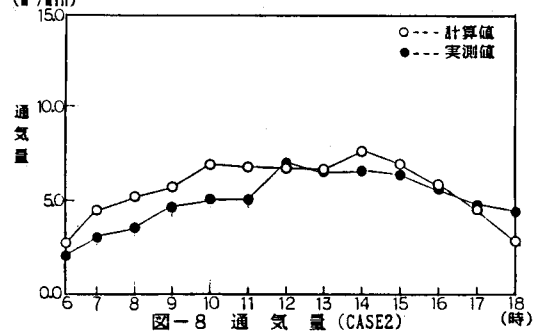


図-8 通気量 (CASE2)

で、ケース2は通気管のダンパーの角度を変化させ通気に抵抗を加えた場合の計算を行なったものである。計算値と実測値の差を平均すると、ケース1で乾燥室内部温度(T_w)が3.1°C、通気量(V)が1.2 m³/min、ケース2では、それぞれ3.0°C、0.8 m³/minであった。

4. まとめ 今回の検討結果から、本モデルは乾燥室内に投入物がない場合、計算値は実測値をよく近似している。このことは本モデルの実用性を示すものと考えられる。今後、水生植物が投入された場合の予測計算について検討を行ない、より精度の高い計算モデルとするものである。