

II-351

廃棄物埋立地浸出水の芝地還元における蒸発散量解析

広島大学工学部 学生員 三木 一慶
山口県 正木 征利
広島大学工学部 正 員 今岡 務
広島大学工学部 正 員 寺西 靖治

1. はじめに 廃棄物埋立地浸出水の高度処理を芝地還元で行うにあたり、解明が必要となる各種要因と芝地での浸出水浄化効果の関係、ならびに浸出水散布が芝草の生育に与える影響を明らかにすることを目的として、芝草植栽土壌内での水分挙動と蒸発散について、水ポテンシャルを中心に検討を行った。

2. 実験方法 (1)実験期間：1991年8月16日から12月13日までの13週

(2) 実験装置：図-1に示す栽培カラムに碎石およびマサ土を充填し、コウライ芝を植栽した。(3) 実験方法：各カラムに与えた実験条件を表-1に示す。散布水として廃棄物埋立地浸出水処理水と2次処理水を使用し、高濃度の塩類散布の影響を調べるために、塩素イオン濃度10000mg/l, 5000mg/lになるように食塩を添加した浸出水を用意した。散布水量は、7mm/day, 20mm/dayの2ケースを設定した。また、短期的な土壌内水分変動、浸透水量、蒸発散量等の時間的変動を明らかにするために実験期間中に3回の集中実験を行った。(4) 測定項目：気象調査(気温、土温、湿度、光量子量)、水質調査(pH, EC, BOD, COD, T-N, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, T-P, $\text{PO}_4\text{-P}$, 塩類濃度)、蒸発散量、カラム内土壌水分ポテンシャル、葉内圧ポテンシャル等の測定を行うとともに、刈り取りの際に芝草葉部の重量、葉面積および含有元素の分析を行った。ここでは主に水ポテンシャルと蒸発散量の関係について述べる。なお、蒸発散量は、散布水量、流出水量およびカラムの重量変化から算出し、カラム内土壌水分ポテンシャルについてはテンシオメーター法で、葉内圧ポテンシャルはPressure Chamber法によって測定した。

3. 実験結果 10月15日～18日に行った集中実験で結果をまとめると以下のようである。

(1) 蒸発散量(図-2)：高い塩類濃度の水を散布することにより、芝草の水分吸収が阻害されていると推測できる(20mm/day散布の場合)。(2)土壌マトリックポテンシャル(図-3)：散布直後を除けば、どの深さにおいても時間的にあまり変化せず、水分状態はほとんど一定である(TS20の場合)。(3)葉圧ポテンシャル(図-4)：約-3MPaに達する低下がみられ、食塩添加浸出水カラムTS20C10では-3.37MPaの低い値が記録された(20mm/day散布の場合)。

4. 考 察 土壌-植物-大気系(SPAC)での水の移動は、その個々の場での水の自由エネルギーの勾配に従って生じる。この水の自由エネルギーを水ポテンシャルという。水ポテンシャルは、浸透ポテンシャル(ϕ_s)、圧ポテンシャル(ϕ_p)、マトリックポテンシャル(ϕ_m)、重力ポテンシャル(ϕ_g)の4成分からなり、土壌の場合はそのうちのマトリックポテンシャルと浸透ポテンシャルが、植物体内の水ポテンシャルでは浸透ポテンシャルと圧ポテンシャルが主となる。また、SPACでの

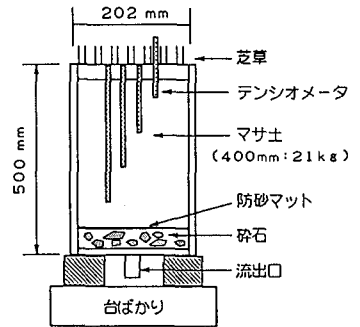


図-1 土壌カラムの構成

表-1 各カラムの実験条件

カラム No.	散布水	散布水量 (mm/日)	添加物質 (mg/l)
コ ウ ラ イ 芝	TS20	浸出水	20
	TS7	7	
	TS20C10	食塩添加	20 Cl^- 10,000
	TS7C5	7 Cl^- 5,000	
	TS7C10	7 Cl^- 10,000	
シ バ	TT20	下水2次 処理水	20
枯 芝	DS20	浸出水	20

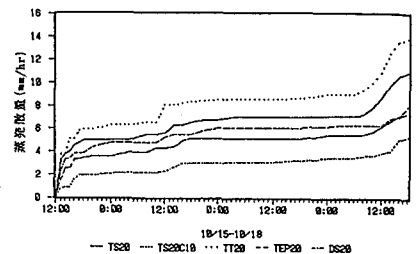


図-2 積算蒸発散量
(20mm/day散布)

水の移動は、次式で表される。

$$\text{流量}(F) = \text{駆動力(水ポテンシャル差)} / \text{抵抗}(R) \quad (1)$$

本研究では、このような関係を式(2)により表示できるものとして解析を行った。

$$F = (\phi_{\text{soil}} - \phi_{\text{leaf}}) / R_e \quad (2)$$

$$R_e = R_{\text{soil}} + R_{\text{root}} + R_{\text{stem}} + R_{\text{leaf}} \quad (3)$$

ここで、 ϕ_{soil} : 土壤全体水分ポテンシャル($= \phi_m + \phi_s$),
 ϕ_{leaf} : 葉の水分ポテンシャル($= \phi_s + \phi_p$), R_{soil} , R_{root} ,
 R_{stem} , R_{leaf} : それぞれ土壤～根, 根の表面～植物の木部の柔
 組織, 根-葉-茎の木部, 葉～大気における水の流れに対する抵抗。

なお、土壤内浸透ポテンシャル(ϕ_{sd})の測定は、土壤を採取する以外その測定が困難であることから、実験終了時の土壤の塩類濃度を測定し、浸透圧に関するフォント・ホッフの式をもとに次式により求めた。

$$\phi_{sd} = -(n \cdot R \cdot T) / V \quad (4)$$

ここで、 n : 溶質V l中に溶けている溶質のモル数, T : 溶液の温度(K), R : 気体定数($8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)。

また、葉の浸透ポテンシャルについても、本実験で採用したPressure Chamber法では浸透ポテンシャルが測定できないため、土壤と同様にして、植物体内の塩類濃度の測定値から浸透ポテンシャルを推定した。次に大気の水ポテンシャルは式(5)によって求めた。

$$\phi_{\text{air}} = (R \cdot T / V_w) \ln(P / P_0) = (R \cdot T / V_w) \ln(RH / 100) \quad (5)$$

ここで、 ϕ_{air} : 大気中水ポテンシャル, P / P_0 : 相対水蒸気圧, V_w : 水の部分モル容量($\approx 1.8 \times 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{mol}$), RH : 相対湿度(%) [$= (P / P_0) \times 100$]。

以上より、芝地SPACにおける水ポテンシャルの解析を行った。図-5は、10月の集中実験において測定された水ポテンシャルと蒸散量との対応を示したものである。この図から、水ポテンシャル差が大きいかほど蒸散量も大きくなっていることが理解できる。今仮に「芝地からの蒸散量」 $\approx$ 「芝草による蒸散量」とするならば、水ポテンシャル差と蒸散量との間には比例関係が認められるはずである。図-6は、葉と土壤のポテンシャル差と蒸散量を葉面積で除したもの($q_s = F / A_{\text{leaf}}$)との関係(10月)を示したものであるが、これよりかなりデータのバラツキは有るものの、水ポテンシャル差が大きくなるほど蒸散量も増大する傾向が確認できた。そこで回帰分析を行った結果、式(3)での抵抗値として $R_e = 80.43 \text{ MPa} \cdot \text{hr} / \text{mm}$ を得ることができたが、精度の改善に加えて、季節変動などを説明するための検討を今後さらに続ける必要があると考えられた。

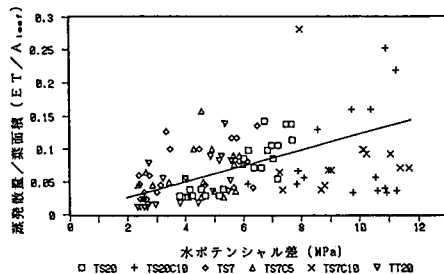


図-6 蒸散量/葉面積と
葉-土壤のポテンシャル差の関係(10月)

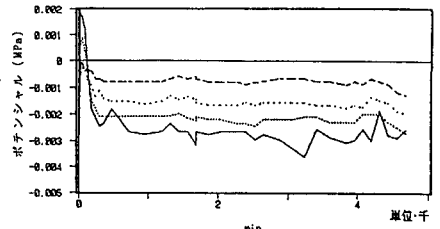


図-3 土壤マトリックス
ポテンシャル (TS20)

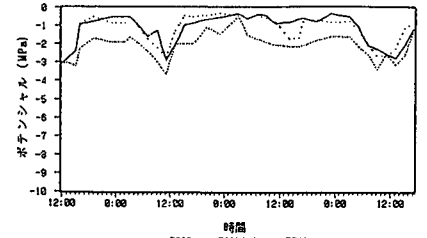


図-4 葉圧ポテンシャル
(20mm/day散布)

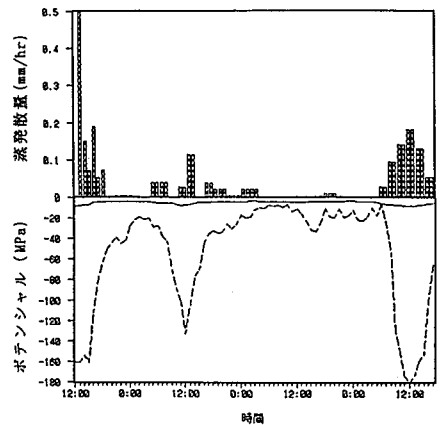


図-5 水ポテンシャルと
蒸散量の対応図(10月)