

最終処分場埋立地内の水分予測に関する基礎的研究

岡山大学大学院 学生会員 ○北村 大輔
岡山大学 正会員 河原 長美

1. 序論

廃棄物最終処分場において、埋立地内で浸透する水量は廃棄物の安定化に不可欠であるが、浸透量を増やすと、浸出水量が増加し浸出水処理の負担が増大する。逆に埋立地内で浸透する水量を減らせば浸出水量を減らすことができるが、有害物質は残存し、安定化は遅れる。これら2つの側面から考えられる様に、浸出水処理や廃棄物の安定化にとって最適な廃棄物層の水分管理が存在する可能性が高いといえる。本研究ではその基礎的研究として、廃棄物最終処分場における土壤中水分を対象として数値解析を行い、モデル的な廃棄物処分場で水分の挙動を数値解析により検討した。

2. 解析方法¹⁾

2.1 基礎式

土壤中の不飽和領域の土壤水分の解析を行うためには、液体水、水蒸気、地温について連立して解いてやる必要がある。今回は第一段階として、鉛直一次元で、液体水の拡散方程式、水蒸気の拡散方程式、熱伝導方程式を連立し、含水率、比湿、地温について解いた。用いた基礎式は次のようであった。

・液体水の水分拡散方程式

$$\rho_{\text{LIQ}} \frac{\partial \theta}{\partial t} = - \frac{\partial Q_{\theta, \text{LIQ}}}{\partial z} - E_{\text{SOIL}}$$

・水蒸気的水分拡散方程式

$$\frac{\partial [(\theta_{\text{SAT}} - \theta) \rho q]}{\partial t} = - \frac{\partial Q_{\theta, \text{VAP}}}{\partial z} + E_{\text{SOIL}}$$

・熱伝導方程式

$$C \frac{\partial T}{\partial t} = - \frac{\partial Q_h}{\partial z} - l E_{\text{SOIL}}$$

ここで、 θ は含水率、 θ_{SAT} は飽和含水率、 q は比湿、 T は地温、 z は深さ、 t は時間、 ρ_{LIQ} は水の密度、 ρ は空気の密度、 E_{SOIL} は土壤中の蒸発量、 C は土壌の熱容量、 l は蒸発の潜熱、 $Q_{\theta, \text{LIQ}}$ は液体水のフラックス、 $Q_{\theta, \text{VAP}}$ は水蒸気のフラックス、 Q_h は熱フラックスである。

2.2 数値解析の方法

基礎式を鉛直方向のコントロールボリュームで積分し、積分結果について差分法で解析を行った。

土壌層を15層に分け数値解析を行った。層の厚さは第1層を2cm、第2層～第8層を4cm、第9層～第15層を10cmとし、次のような場合について解析を行った。

CASE 1: 第1層～第15層の全てが山土の場合

CASE 2: 第1層～第8層は山土で、第9層～第15層は黒ボクの場合

CASE 3: 第1層～第8層は山土、第9層～第10層は黒ボク、最後に第11層～第15層は山土の場合

なお、最終処分場の覆土としてよく用いられる山土は保水性が比較的弱く、浸透も蒸発もしやすい土といえる。一方、黒ボクは保水性が高く蒸発も浸透もしにくい土である。両極端の性質を持つ土壌の浸透や蒸発の特性を把握することにより、どのような条件が、土壌水分管理にふさわしいかを実験的検討に先だって予備的検討することを目指している。

3. 結果・考察

3.1 瀬戸内地方の降雨の特性

瀬戸内地方のように降雨量が少ない地域では、年間1000mm程度の降雨があるが、地表の蒸発量も1000mm弱程度あり、降雨強度の雨水を土壌浸透させなければ、ほとんど水分バランスがとれると考えられる。なお、台風や集中豪雨などの降雨強度の強い雨は、土壌浸透する速度を大きく超えるので、雨水流出すると考えられる。

3.2 土壌パラメータの検討

数値解析に用いる土壌パラメータを検討するため、山土、黒ボクを対象とし、飽和含水率、重力水の発生限界について分析を行った。結果を表1に示す。

表 1 実験結果

	飽和含水率 θ_{SAT}	重力水が発生 しなくなる際の含水率 θ
山土	0.37	0.29
黒ボク	0.39	0.41

山土の重力水が発生しなくなる際の含水率は 0.29 であり、これは飽和含水率 0.37 の約 77% となる。飽和含水率は間隙がすべて水で満たされたときの体積含水率を表すと同時に、土壌の体積に対する間隙の割合を表す。すなわち山土は重力水が排水された後、間隙の約 77% に水を保持すると考えられる。この値は砂土の 67% と砂壤土の 80% の間にあり、山土は砂土と砂壤土との平均的な性質を示すと考えられる。

同様に、黒ボクは埴壤土に近い性質を示すと考えられる。このような結果から、土壌パラメータを表 2 のように与えた。

表 2 それぞれの土の土壌パラメータ

	θ_{SAT}	ϕ_{SAT}	K_{SAT}
山土	0.37	-0.170	1.05×10^{-4}
黒ボク	0.39	-0.630	2.45×10^{-6}

ϕ_{SAT} : 飽和毛管ポテンシャル (m)

K_{SAT} : 飽和透水係数 (ms^{-1})

3.3 数値解析の結果

蒸発には気象条件が大きく影響するので、ここでは表 3 の気象条件を与えて計算を行った。

表 3 気象条件

	平均気圧	平均気温	平均相対湿度	平均風速	日照時間	降水量
日	hPa	°C	%	m/s	時間	mm
1日目	1004.2	26.1	69	2.1	6.5	0.0
2日目	1004.6	24.3	81	2.4	6.1	0.0
3日目	1000.7	23.8	93	3.7	3.3	10.0
4日目	1004.1	24.3	91	2.4	6.5	0.0
5日目	1006.6	24.5	89	1.7	6.5	0.0
6日目	1004.8	25.6	80	2.2	4.5	0.0
7日目	1002.9	26.4	78	2.4	6.1	0.0

計算結果を図 1 および図 2 に示す。図 1、図 2 より埋立地内に黒ボクの層があると浸出水量は減少する

が蒸発量にはあまり影響を与えないと考えられる。

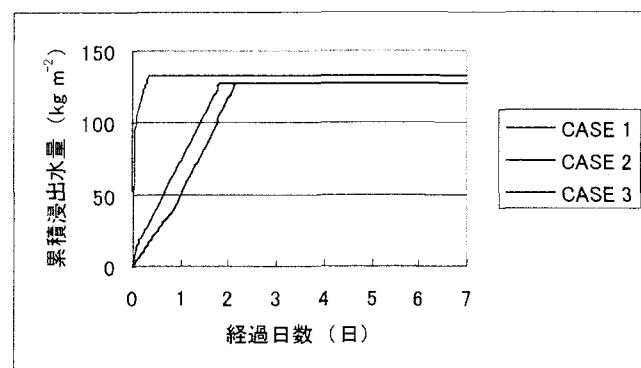


図 1 経過時間と累積浸出水量の関係

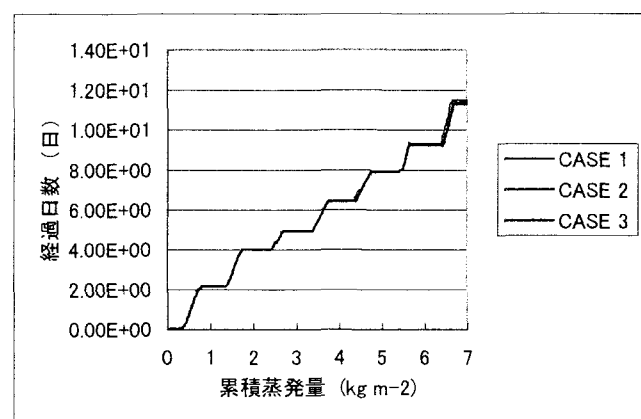


図 2 経過時間と累積蒸発量の関係

4. 結論

瀬戸内地方のような降水量が少ない地域では、大きな降雨を埋立地内に浸透させなければ、埋立地から浸出水はほとんど発生しないことが予想される。本研究では、このような気象条件を前提として、土壌水分に関する数値解析モデルを作成し、最終処分場の水分管理を想定して、埋立地内の水分の挙動を検討した。土壌として検討対象とした山土と黒ボクでは、土壌の物性に大きな特徴の違いがあり、この結果、浸透量が大きく異なった。紙面の都合で詳細は講演時に発表する予定である。

参考文献

- 1) 近藤純正(1994): 水環境の気象学—地表面の水収支・熱収支—, p-57, pp.128-132, pp185-207