

埋立地覆土での雨水の表面排除について

福岡大学 工学部 学生員○井土将博 正 員 花嶋正孝

福岡大学 工学部 正 員 松藤康司

九州大学 工学部 正 員 栗谷陽一 学生員 島岡隆行

1. はじめに

埋立地における浸出液の処理費用は、水処理施設の建設費に加え、埋立完了後も長期間にわたり水処理を必要とするため莫大なものとなっている。このような中、浸出液量の削減および浄化機能の向上を目的とした埋立構造である「循環式準好気性埋立構造」が提案され、一部で実用化されつつある。この埋立構造の特徴の一つは準好気性埋立構造の覆土層と廃棄物層の境界部に循環水路を埋設し、循環水路に浸出液を流下させる過程において覆土層に浸出液を浸透させ、覆土層からの蒸発により、浸出液量の削減を謀ろうとするものである。準好気性埋立構造と循環式準好気性埋立構造をした大型模型槽を用いた基礎実験の水収支(降雨量=表面流出量+浸出液量+蒸発量)から、循環水路の埋設により浸出液量は削減されていることが確認され¹⁾、今回浸出液量の削減には、覆土層からの蒸発よりも降雨の表面流出の増加が寄与していることが分った。本報は、この循環水路の埋設による表面流出量の増加メカニズムについて検討を加えたものである。

2. 大型埋立模型槽における表面流出の状況

準好気性埋立構造と循環式準好気性埋立構造をした大型埋立模型槽(縦5×横10m)は、野外に隣接して設けられており、廃棄物として調整ごみを充填し、覆土(層厚20cm)には真砂土を使用している。また、水収支をとるために、降雨量、表面流出量、浸出液量を経時的に測定している。

図-1は、実験開始後6ヶ月間(S58.7~S59.1)の水収支を示している。両槽の浸出液量を比較してみると、循環式準好気性埋立構造の浸出液量は準好気性埋立構造の約4割になっており、浸出液量が著しく減少している。両槽の浸出液量の差で表わされる削減量は、表面流出量と蒸発量の増加によるもので、浸出液の削減量の約6割は表面流出量の増加に由来していることが分る。

図-2は、ある降雨に対する累加降雨量と累加表面流出量の経時変化を示したものである。まず始めに、降雨開始後準好気性埋立構造よりも循環式準好気性埋立構造の方が早く表面流出が始まっていることが分り、それに引き続く降雨においてもその様子は見受けられる。次に、両槽の累加表面流出量の増加速度を比較すると、循環式準好気性埋立構造の方が準好気性埋立構造よりも増加速度が著しく大きくなっている。このことは、循環式準好気性埋立構造の方が表面流出速度が大きいことを意味しており、換言すれば、循環式準好気性埋立構造の方が雨水の覆土層内への浸透速度が小さい結果と考えられる。以上のことより、水収支に見られた循環式準好気性埋立構造の浸出液量の減少は、覆土表面での透水性の変化が大きく影響しているものと考えられた。そこで覆土表面での透水性の低下は、塩類を多量に含む浸出液が覆土表面において蒸発し、塩類が析出することによるものと仮定し、このことを室内実験により確認することにした。

3. 実験装置 および 方法

覆土材として一般的に真砂土が使用されていることからカラムに真砂土を均一に充填し、カラムの底部を受水槽の汚水に浸漬させ、土壌より汚水を蒸発させた。装置は、カラム、受水槽、マリOTT管からなっている。カラムとして、内径7.0cmφで厚さ2.0, 5.0, 10.0cmのアクリルリングを適当に積み重ね、所定の高さにして用いた。カラムに供給した汚水は、既存の埋立模型槽からの浸出液を濾過したものであり、マリOTT管により実験期間中受水槽内の水位を一定に保った。また、

準好気性		
表面流出量	浸出液量	蒸発量
50.0%	25.1%	24.9%
循環式準好気性		
58.9%	9.5%	31.6%

図-1 水収支

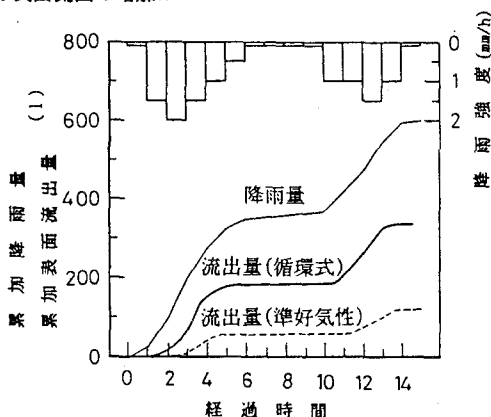


図-2 累加降雨量と累加表面流出量の経時変化

表-1 実験条件

RUN No.	充填層厚 (cm)	真砂土		供給汚水	
		見掛け比重 (g/cm ³)	比重 (-)	Cl ⁻ 濃度 (×10 ⁻⁴ mg/l)	飽和Cl ⁻ 濃度 (×10 ⁻⁴ mg/l)
1	30, 50, 70	1.23	2.67	3.66	7.36
2	30	1.21		3.86	
3	30	1.37		3.71	

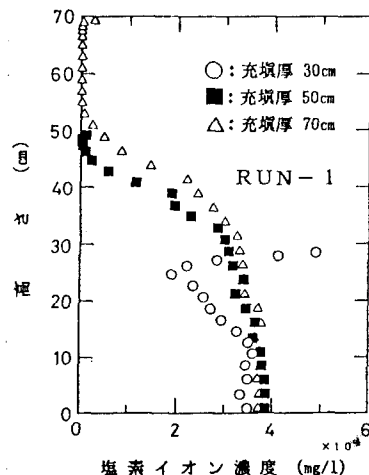


図-3 充填厚の違いによる塩類の集積

塩類の集積過程は上述の装置を数組設け、所定期間ごとにカラムを解体し、真砂土を一定量の水に溶出させ、その塩素イオン濃度をモール法で測定することにより把握した。実験条件は、表-1に示す通りである。

4. 実験結果 および 考察

図-3は覆土層厚の違いによる塩類の集積現象を把握するために、充填厚を30.0, 50.0, 70.0 cmとして行なった実験の結果(RUN-1)である。放置期間はいずれも30日間、充填厚が30.0 cmのカラムは表層部の濃度が供給水濃度よりも高くなっており、土壌表面で飽和塩素イオン濃度に近い値を示している。一方、充填厚が50.0 cmと70.0 cmのカラムにおいては土壌表面で塩類の集積はあまり見られず、蒸発に伴う底部からの汚水の浸透により間隙水の濃度が増加していることが分る。このように、同一気象条件下では、充填厚が小さいほど塩類の集積が顕著であり、循環式準好気性埋立構造においても、覆土層厚が小さいほど覆土表面の塩類集積量は大きくなることが予想される。

図-4は充填厚30.0 cmの場合の塩類の集積の過程を示したものの(RUN-2)で、実験開始後14日目の塩素イオン濃度分布を見てみると、底部においては間隙水の塩素イオン濃度がほぼ供給水濃度に達しているのに対して、土壌表層部での塩素イオン濃度は供給汚水濃度の2割程度にしか達していない。しかし、その後の表層部での塩素イオン濃度の上昇は著しく、21日間経過後には供給汚水濃度よりも高くなっている。

RUN-3はカラム内の土壌間隙水の塩素イオン濃度を供給汚水濃度と同一にして実験を開始し、RUN-2と同様の実験を行なったものである。その結果を図-5に示し、縦軸に土壌表面からの深さ、横軸に乾燥真砂土100 g当たりの塩素イオン量をとっている。塩類の集積はRUN-2同様表層部が著しく、放置期間とともに深層部へ塩類集積がおよんでいることが分る。また、94日間放置後を見てみると、塩類の集積は深層部へ進行しているが、土壌表面での塩素イオン量は、2.2 g/100 gで43日間放置後とほぼ同じ値となっている。このことにより土壌表面の間隙が、43日目付近で既に塩類によって閉塞に近い状態になっていたと考えられる。

図-6は、各層における塩素イオンの増加量を初期塩素イオン濃度で除して求める蒸発量を深さ方向に累加したものである。この図からも塩類の集積が次第に深層部へ進行していく様子が分る。図-7は総累加蒸発量の経時変化を示しており、塩類の集積に伴う蒸発量の低下が明確に現れている。この蒸発量の低下は供給汚水の浸透速度の低下を意味しており、土壌の透水性の低下を裏付けるものである。

5. まとめ

- (1) 埋立模型槽の水収支により、循環式準好気性埋立構造の浸出液量の増加には、蒸発よりも表面流出が寄与していることが分った。
- (2) 室内実験により土壌層厚が小さいほど、表層での塩類の集積が顕著になることが分った。
- (3) 塩類の集積に伴い土壌間隙は閉塞傾向を示し、透水性が低下することが示唆された。

以上のことより、循環式準好気性埋立構造における表面流出量の増加は、循環水路中の浸出液が毛管現象により土壌表面上昇し、蒸発により塩類が覆土層に集積し、覆土表面の透水性が低下することによって起っているものと考えられる。

<参考文献> 1) 向野, 花嶋, 松藤: 土木学会西部支部研究発表会, 1987.3, pp148-149

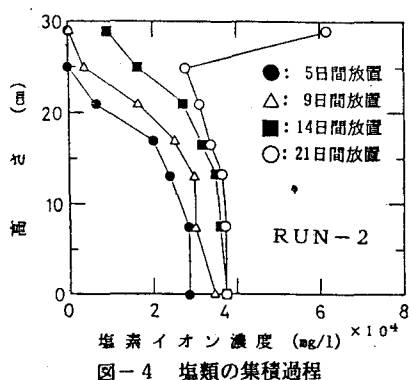


図-4 塩類の集積過程

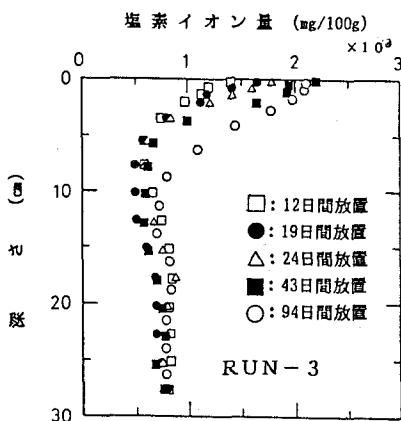


図-5 塩類の集積過程

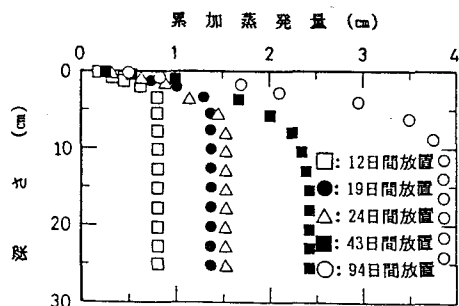


図-6 塩類集積量から求めた累加蒸発量

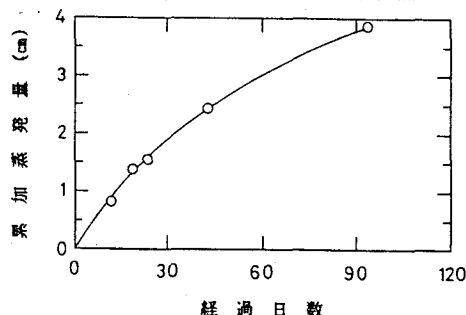


図-7 総累加蒸発量の経時変化