

II-77 不飽和多孔体中の有機塩素化合物（トリクロロエチレン）の浸透水による溶け出しについて

大阪大学大学院 学生員○豊口佳之
大阪大学工学部 正 員 村岡浩爾

1. はじめに 地下水汚染機構について考えるとき、汚染地域においてその濃度の時間的変動を調査するなど長期的な視野からアプローチする事とともに、汚染源付近において汚染が発生する過程に着目することも重要であると思われる。そこで有機塩素化合物による地下水汚染の発生過程として、廃液のずさんな管理や不適切な埋立処分等により原液物質が土壤中に存在する状態について検討した。不飽和多孔体中の有機塩素化合物は降雨時にその浸透水により溶け出すが、揮発性で水に対して難溶解性の物性のため大気中への揮散もあると考えられる。この降雨による浸出と大気中への揮散に関する基礎的知見を得ることを目的として実験を行った。

2. 実験の概要 実験装置として図-1に示すような1mm粒径のガラスビーズを充填した内径15cm、高さ60cmのガラス製円筒コラムを使用した。このモデル土壤中に地下水面を形成させた後、トリクロロエチレン（TCE）をガラスウール塊（径約3cm）に浸み込ませた形で地下水面から10cmの高さの部分に設置した。実験は温度による溶解度等の物性の変化を避けるため20℃の恒温室内において行っている。コラム上端から定量ポンプにより連続的に降雨を与え、TCEを溶解した浸出水の濃度を測定しているが、濃度分析にはFID-ガスクロを用いた。コラム上端は開放しているため揮散があると考えられるが、FID-ガスクロでは揮散ガスような微小濃度は分析できないので測定していない。

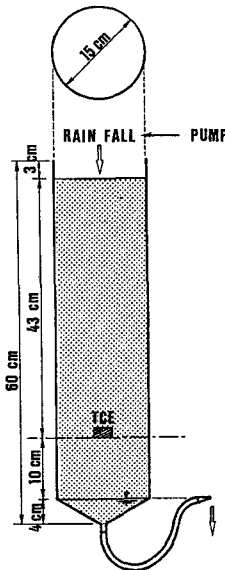
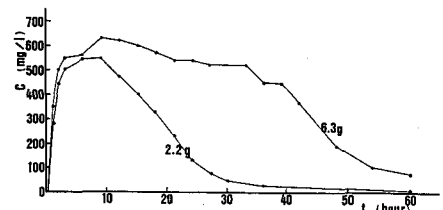


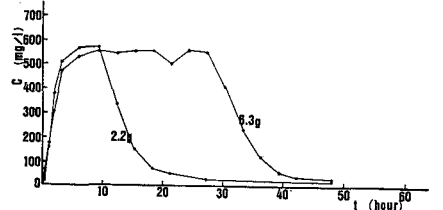
図-1 実験装置

実験において変化させたパラメータは降雨強度と物質注入量であり、降雨強度は5.1～32.3mm/hourの間の4種類とし、物質注入量はそれぞれの降雨強度に対して2.2～6.3gの2～3種類とした（表-1）。

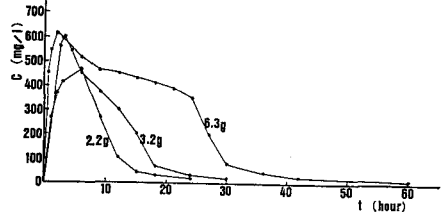
3. 実験結果および考察 実験結果として図-2に示すような浸出水濃度の経時変化を得た。この曲線から初期注入量に対してどの程度の割合で浸出したかが計算できる。一方揮散量は不明であるが、浸出しなかったTCEはすべて揮散し



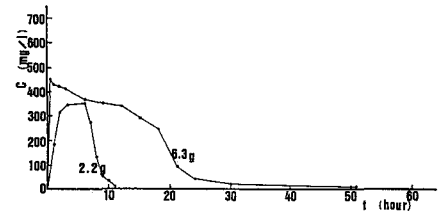
(a) 降雨強度 5.1mm/hour



(b) 降雨強度 8.5mm/hour



(c) 降雨強度 16.6mm/hour



(d) 降雨強度 32.3mm/hour

図-2 浸出水濃度の経時変化

たものと仮定した。また、揮散は浸出水に溶解した状態からのものとTCE原液からの直接の揮散とが考えられるが、ここでは仮にTCEを溶解した浸出水からの揮散のみを考える。

本研究で取り扱うTCEは水に対して難溶解性であるからその水溶液は希薄溶液である。そこで希薄溶液での気相－液相の平衡を説明したヘンリーの法則¹⁾を参考にして浸出水濃度に比例した揮散量があると仮定する。ある浸出水の濃度のときにどの程度の揮散があるかが測定されればこの比例関係が確認できる訳だが、先述のとおり揮散は

測定していないためそれは確認できない。しかし浸出しなかったTCEはすべて揮散であるとした仮定から総揮散量はわかるため、これと浸出水濃度を時間積分した値の関係を図-3に示す。このとき図のように高い相関の下で直線に近似できるため、単位時間あたりの揮散量と浸出水濃度の間の比例関係が確認された。

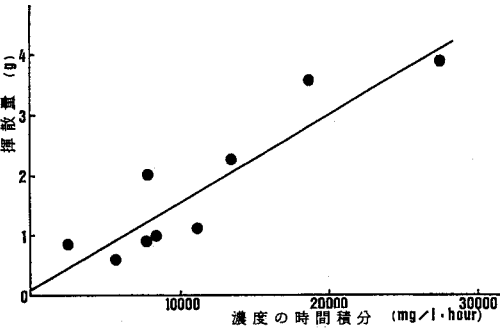


図-3 浸出濃度と揮散量の相関

TCEの減少量は揮散と浸出によるものであり、単位時間あたりの揮散量は浸出水濃度に比例し、単位時間あたりの浸出量は浸出水濃度とその水量の積で表される。したがってTCE減少量に対する浸出量の割合：浸出率Rは浸出水量、すなわち降雨強度Iに支配されると考えられる。そこで降雨強度によって浸出率を整理したのが図-4である。このようにTCEの揮散のうち浸出水に溶解したTCE溶液から気相に揮散するもののみに着目し、また単純に揮散量と浸出水の濃度に比例関係があると仮定すれば、図-3のように高い相関を持つ関係が得られる。そして図-4のように、浸出率が降雨強度の値だけで決まるという興味深い特性が得られた。しかし揮散について直接測定していないためこれらの仮定の是非は不明である。今後は揮散ガスをECD－ガスクロで測定するなど実験の精度を上げながら、本現象をより理論的に考察する必要があると考えられる。

また揮散現象は、注入された物質の地表面からの距離などにも影響を受けるものと考えられる。本研究では降雨強度と物質注入量にのみ着目したが、浸出－揮散関係に影響を与えると思われるその他のファクターについても今後検討する必要があると考えられる。

謝辞 本研究は東レ科学振興会の研究助成による研究計画の一部として行ったもので、同振興会の関係者に謝意を表する次第である。

(参考文献) 1) 篠田耕三：溶液と溶解度、丸善株式会社、昭和52年

表-1 実験条件

CASE	降雨強度(mm/hour)	TCE初期注入量(g)
1	5.1	2.2
2	5.1	6.3
3	8.5	2.2
4	8.5	6.3
5	16.6	2.2
6	16.6	3.2
7	16.6	6.3
8	32.3	2.2
9	32.3	6.3

(注) CASE 1, 2を図-2(a)、CASE 3, 4を(b)、CASE 5, 6, 7を(c)、CASE 8, 9を(d)

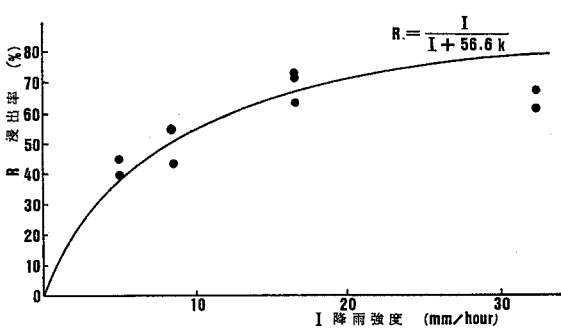


図-4 降雨強度と浸出率の相関