

地下水面上に滞留した汚染物質の溶解に及ぼす水位変動の影響

大阪大学大学院 学生会員 八木誠吾 山内淳平
大阪大学工学部 正会員 石井義裕 村岡浩爾

1. はじめに

地下水・土壌汚染を引き起こしている揮発性有機塩素化合物(Volatile Organic Compounds :VOC)の土壌中での挙動の中で、特に土壌粒子の粒径が小さい土壌においては、地下水面上に汚染物質が原液状で滞留し、その原液が鉛直下方の飽和帯へゆっくり溶解して、地下水の汚染を長期化・拡大化させるということが予想されている。ここで地下水位は、降雨継続期間の時間スケールで、あるいは季節的な長周期で変動しているため、地下水面上に滞留した汚染物質から飽和帯への溶解現象は、その水位変動の影響を受けるので、これに関する知見を得ることが必要である。そこで本研究では鉛直方向について、地下水面上に滞留しているVOC原液の飽和帯への溶解現象に対する地下水位変動の影響について調べるために、以下に示すような実験を1次元鉛直カラムを用いて行い、飽和帯の濃度変化を調べて考察した。

2. 実験方法

①図1のような鉛直1次元カラム(内径:10cm;高さ:90cm)に、モデル土壌としてガラスビーズ(粒径1mm)を充填し、上部が不飽和帯(20cm)、下部が飽和帯(70cm)となるように水位を調節する。

② VOC汚染物質としてトリクロロエチレン(以下TCEとする)をカラムの最頂部からピペットを用いて1/30(ml/l)の注入速度で、総量20ml注入する。

③ TCEが地下水面上に滞留した後(この時TCEは厚さ5mmの層になっている)、表1のような実験ケースで各実験を行う。case1とcase2では、定量ポンプから貯水タンクへの水の出入れにより地下水を上下させた。

④case1とcase2の地下水位変動は図2のように行い、各周期の1/4周期毎に飽和帯部分の各高さより溶液を0.1ml採取し、n-ヘキサンに抽出後、ガスクロマトグラフ(FID;ECD)によって濃度分析を行った。

ここで、実験は温度による影響を無視するために、すべて20℃の恒温室内で行った。

3. 実験結果及び考察

1)case1の場合:実験結果を図3に示す。1周期目(0~6hour)の変動では、地下水位が上昇しているときの鉛直上方への汚

染の拡がりよりも、低下しているときに鉛直下方へ濃度が拡がっていることが分かる。この現象は2周期目以降(6hour~)でも同様であった。また2周期目以降の深さ-50cm付近では、地下水位が最大低下位置(-10cm)になったときに高濃度の分布になっているが、地下水位がその後上昇すると濃度が減少している。これは水位の上昇によって低濃度の地下水が下方より浸透してくるため、高濃度の汚染地下水が希釈されていると考えられる。さらに、地下水位の変動範囲内(初期水位±10cm)では飽和濃度(1100mg/l)に達している箇所も見

表1: 実験ケース

	周期×回数	振幅
case1	6時間×4	10cm
case2	24時間×1	10cm
case3	変動なしで24時間	0cm

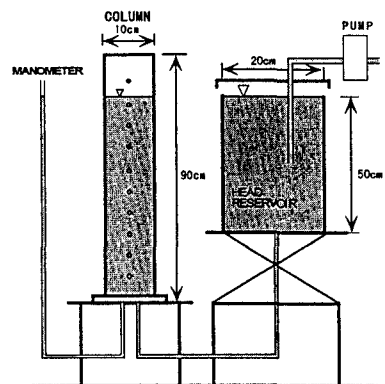


図1: 実験装置

キーワード: トリクロロエチレン、地下水汚染、溶解、水位変動

〒565 大阪府吹田市山田丘2-1 Tel:06-879-7606 Fax:06-879-7607

られ、TCE 原液の浸透が、この範囲内に地下水位変動による影響を受けて拡がっていると考えられる。

2) case2 の場合：実験結果を図 4 に示す。case1 と同様、地下水位が上昇しているときには鉛直上方への拡がりは小さく、地下水位が TCE 原液の滞留しているところを通過するときから鉛直下方へ濃度分布の拡がりが大きくなっていることが分かる。case1 の場合と同時間における濃度分布を比較してみると、case2 の方が各時間(6,12,18,24 時間後)の鉛直下方への濃度分布の拡がりは小さい。

3) case3 の場合：実験結果を図 5 に示す。地下水位が変動している先のケースとは大きく異なり、溶解によって鉛直下方の飽和帯へ汚染が拡がっていく速度は極端に遅いことが分かる。

4. まとめ

地下水面上に滞留した TCE 原液からの汚染の拡がりは、地下水位の変動に大きな影響を受けることがこれらの実験より明らかになった。特に地下水位の変動パターンが異なる場合には、飽和帯への汚染の拡がり方も異なり、変動の周期が短いほど、汚染の拡がりに大きな影響を与えているといえる。また、地下水位の変動範囲内では、時間の経過とともに飽和濃度に達している部分が多く、TCE 原液の移動がその変動範囲内で行われていることが分かった。これは、著者らの可視化実験で得られた結果⁹⁾と合致している。以上より、今後飽和帯における汚染機構を解明していく場合、地下水位の変動状況を考慮する必要があるといえる。

参考文献) 1)村岡・平田：多孔体における有機塩素化合物

物の鉛直浸透について、合成有機塩素化合物による地下水汚染機構の解明に関する基礎的研究、文部省環境科学特別研究報告書,B293-R12-14,1986

2) 村岡・石井・八木：地下水位変動による汚染物質鉛直挙動の可視化実験、日本水環境学会関西支部第 1 回研究発表会講演集,65-66,1996

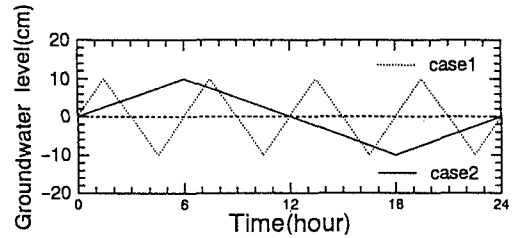


図 2：水位変動

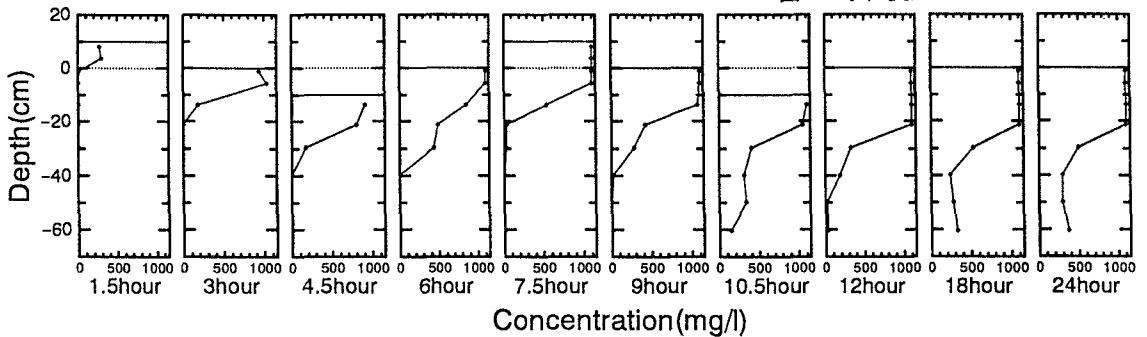


図 3：実験結果(case1)

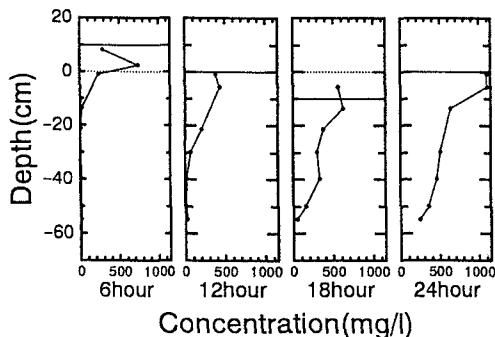


図 4：実験結果(case2)

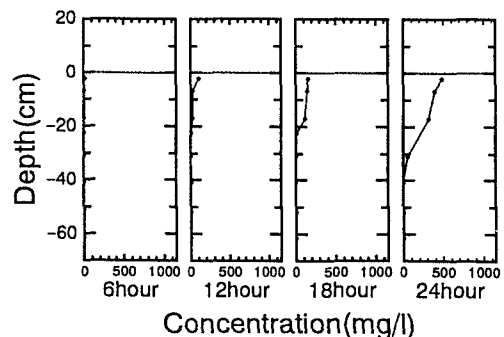


図 5：実験結果(case3)

*ここで、図 3～5 の実線は各時間での水位、破線は初期水位(±0cm)を示す。