

PSII-14 塩素系有機化合物による地下水汚染

国立公害研究所

村岡浩爾

同

平田健正

同

福島武彦

従来の汚染とどこが違うか 昭和57年、全国15都市で1499の井戸水を調査したところ、浅層深層を問わず、塩素系有機化合物による地下水汚染のあることが判明した。この調査は、前年12月、アメリカ・シリコンバレーのF・カメラ社の地下タンク漏えい事件がきっかけとなったが、日本でも数都市で既にこの汚染が確認されていた。従来の地下水汚染は、病原菌、重金属、農薬などによるものでスポット的かつ一過性のものが多かった。しかし本汚染は様子が違う。まず、この汚染物質は社会で有用に使われているから、地下水汚染がどこにでも発生し得る。猛毒ではないが、飲用を続けると発ガンの疑いがある。水道水の暫定基準はトリクロロエチレンで0.03mg/lと低濃度である。従って葉ビン（500ml）を水道水に溶かしたら、5万人都市の1日給水量を基準値濃度にしてしまう。

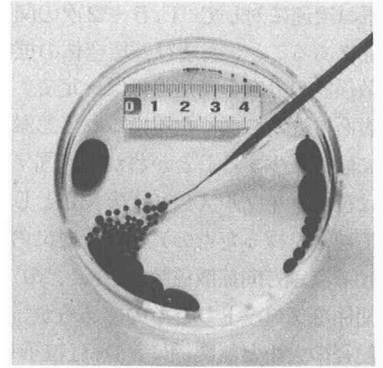


写真1 トリクロロエチレンを水に注入した時の様子

トリクロロエチレンとは 塩素系有機化合物にはDDTやPCBのように、分解され難く、生物に蓄積する毒性の強い物質があるが、これなどは既に製造や使用が禁止されている。トリクロロエチレン（以下TCEという）は揮散性芳香族の液体物質で、同類にはテトラクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン、クロロホルム、四塩化炭素などがある。水より重く、粘性と表面張力は小さいので水よりサラサラしている。TCEは常温で水に1100mg/lまで溶け得るが、見かけ上は写真1に示すように分離する。TCEなどは、一部は製品の原料になるが、多くはその強力な洗浄力と不燃性、揮散性の利点から、メッキ前処理、医療器具、精密機器の部品、電子部品、クリーニングなどに、溶剤や洗浄剤として利用されている。TCEの場合は年間約6万トンが使用されており、IC産業など先端産業の場でかなりの量が使われているとみられる。活性炭など炭素によく吸着するので、工場での排ガスや排水をこれに吸着させたあと、再生利用も行われる。最終的には一部は廃棄物として規定により処分されるが、大半は大気に揮散している。

高層圏で紫外線により化学分解しているとみられるが、量的なことは不明である。また大気から地上へ降下することも考えられるが、これについてもよく判っていない。

地下水汚染の経路

地下水が汚染される最初の物質状態は、原液または廃液、水に溶解した溶液と考えられ、これらが土壌を浸透して地下水帯に至ると考えられる。しかし図1にみられるように、浅い地下水だけでなく、深い部分でも広範囲に汚染されていることから、浸透や地下水流による鉛直拡散のみでは深層部の汚染が説明できない。

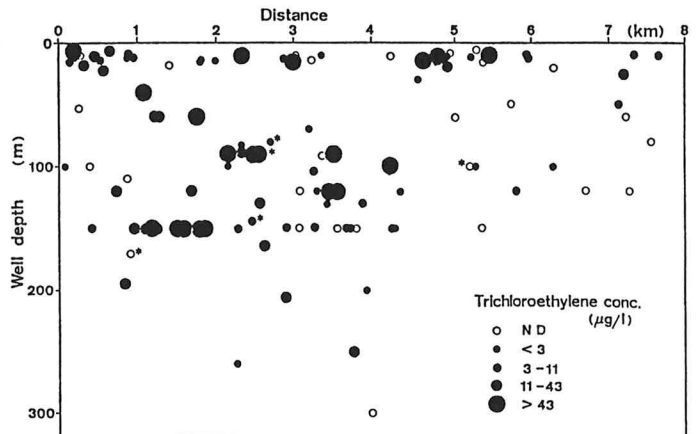


図1 ある都市の地下水汚染状態。浅深問わず汚染されている。

従って井戸が多くある地域では、井戸内もしくは井戸周辺を伝って物質の動きがあるとみられる。汚染源はTCEを使用している地点が可能性が高いが、実際には使用工場を汚染源と同定することは困難な場合が多い。また不法投棄による汚染もあるかも知れない。

水中での挙動 長さ3m、内径10, 5, 2.5 cm、の3本のバイレックス製模型井を用いて、上端からTCEを投入して水中での落下、および落下後の溶解量を実験によって求めた。投入後、直ちに原液は粒径15mmまでの細かい粒子に砕け、落下方向に粒子群が拡がりながら落ちていく。落下後の井戸内の水は、見かけ上変わりはないが、かなりのTCEが溶解している。井戸容積の1/60のTCEを投入した場合には、およそ130mg/lの濃度になり、水道水基準の約4000倍である。クロロホルムの場合は約400mg/lの濃度になった。

浸透実験 先ずヘルーショウ・モデルでTCEの浸透実験を行ったが、写真2に示すように、空隙規模が小さいときは、毛管上昇面上に原液が乗り、地下水帯に侵入し得ない。空隙規模がやや大きいと、地下水帯に落下する。これをふまえ、ガラスビーズ、鹿沼土等の1次元コラムによる浸透実験を行った。写真3は上半分が不飽和、下半分が飽和状態であるとき、TCEを投入した結果を示す。不飽和帯では難なく浸透するが、5mm径では飽和帯に浸透し、1mm径では地下水面上に溜る。いずれにしても、長期の地下水汚染を招く状態となる。

溶解浸出実験 内径6cm、深さ20cmの多段重ねのコラムに団粒径1.5mmの鹿沼土を入れ、コラム中央部にTCE 10mlを充填、ふたをして上部から蒸留水を滴下する。降雨強度にしてcase 1では106mm/hr、case 2では25.5mm/hrの連続滴下した場合、浸出水濃度の時間変化を示したのが図2である。これより土壤中に原液状態でTCE等が存在すると、降雨によって遅かれ早かれ溶解して下方に浸出する。

おわりに 地下水汚染は一旦生ずると有効な改善対策がなく、汚染が長期化する。現状では汚染の事前予防対策が強化されつつある。

【参考文献】村岡 編（1986）：文部省科研「環境科学」研究報告集、B293-R12-14。

図2 降雨によるTCE浸出実験
鹿沼土を使用。

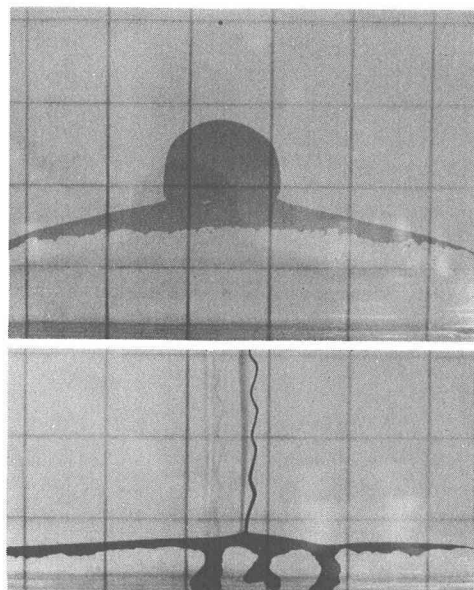
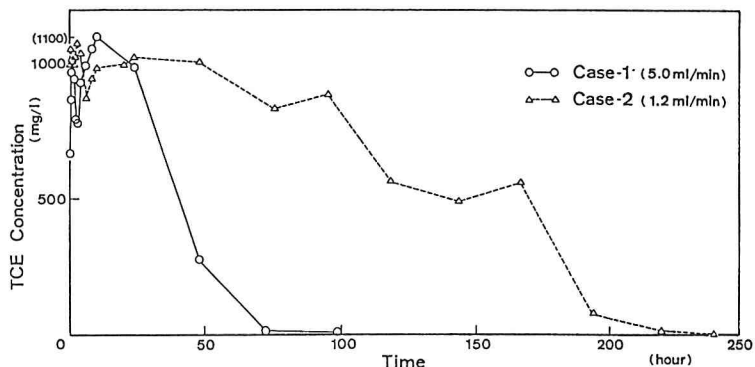


写真2 ヘルーショウ実験。ガラス板間隔は
上：0.1mm、下：0.2mm

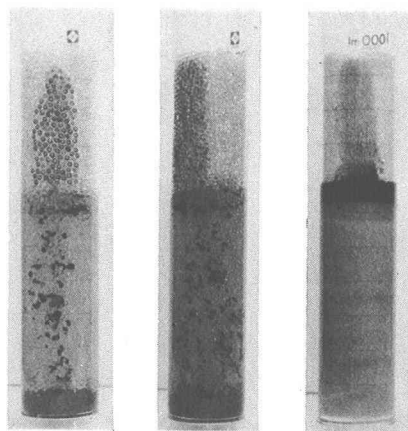


写真3 浸透実験。ビーズ径5,3,1mm