

II-508

土壌ガスに含まれる揮発性有機塩素化合物を利用した地下水汚染調査

国立環境研究所 正員 平田 健正 中杉 修身
静岡市衛生試験所 新保 聡 成川 勝彦

1. 研究の背景

環境庁調査でトリクロロエチレンやテトラクロロエチレンなどの揮発性有機塩素化合物による地下水汚染が見い出されて8年が経過し、その間、国や自治体の調査で汚染の形態や機構のかなりの部分が明らかにされた。法制度の整備も進み、揮発性有機塩素化合物による地下水汚染問題は浄化対策に関心が移りつつあると言える。

効率よく汚染物質を除去するには、汚染物質の存在状況や存在場所を正確に知る必要があるが、これがなかなか難しい。汚染帯水層の特定が困難で、当該物質の使用事業所の多いことも問題を複雑にしている。ところがトリクロロエチレンなどは高揮発性物質であるから、これらの物質が土壌や地下水中に含まれていると、土壌通気帯に揮散し、この土壌ガスに含まれる揮発成分を分析すれば、地下にある汚染物質を探知することができる。表層土壌ガス調査で高濃度位置を絞り込み、そこにボーリングを行って、土壌や地下水中の汚染物質濃度を調べれば、効率よく作業を進めることができる。こうした浄化対策につながる調査手順の確立は急務な課題であり、その研究の一環として得られた成果の一部を以下に紹介する。

2. 土壌ガス調査

土壌ガス調査はモニタリング手法の一種であるから、一定の精度を保持しつつ、迅速に多量の試料分析のことができることが望まれる。ただ簡便性を重視すれば精度が得られず、精度を上げるには複雑な作業や高価な分析器が必要となるなど、目的に応じて手法を選び、あるいは組み合わせる必要がある。ガス調査法には、検知管法、n-ヘキサン法、フィンガープリント法、現場用ガスクロマトグラフなどがあり、それぞれに特長がある¹⁾。ここでは検知管法とn-ヘキサン法について、現地への適用例を紹介する。

図1は浅層地下水中のテトラクロロエチレン（PCE）の濃度分布を、図2は高濃度域を中心に実施した検知管法（深度0.7m）による表層土壌ガス調査結果を描いている。この地域では、地下10m付近に不連続ではあるが粘土やシルトから成る不透水層が存在し、汚染は10m以浅の浅層地下水に限られることも確認されている。図1の等濃度線は深さ4~8mの井戸856本の水質分析値をもとに描かれている。一般に見られるように、横方向にあまり拡がることなく、流程方向に細長くテトラクロロエチレン（PCE）の帯が伸びている。検知管法は、試薬の封入されたガラス管を通して対象ガスを吸引し、試薬の色変化から現場で濃度が読み取れる。ただガス濃度がppmとかなりの高濃度でない精度は出ないが、図2にある

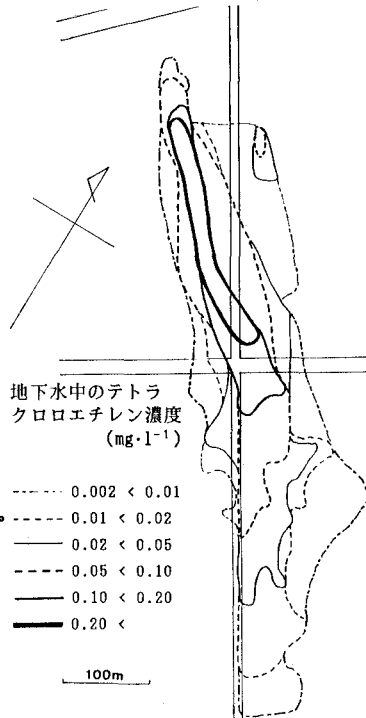


図1 地下水中のPCE濃度分布

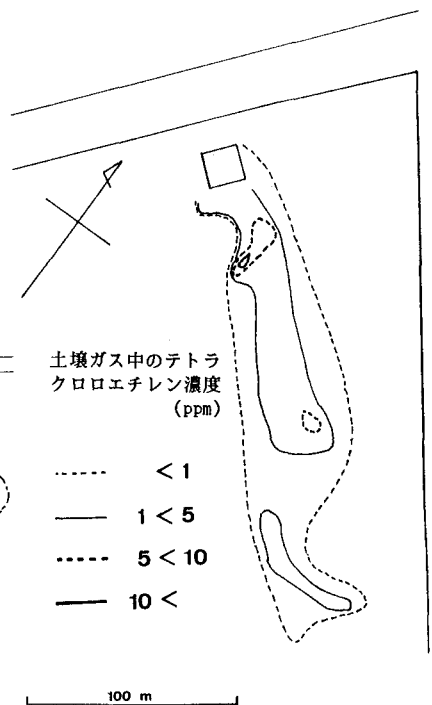


図2 表層土壌ガス中の濃度分布

ように、汚染源に近い高濃度域には十分に適用可能である。

図3は土壤ガスと土壤そのものに含まれるテトラクロロエチレン濃度の鉛直分布を描いている。土壤ガス濃度については検知管法とn-ヘキサン法2種類の分析値を示しているが、濃度に違いはあっても、そのパターンは土壤の含有量に対応しているようである。

n-ヘキサン法は土壤ガス中の揮発成分をn-ヘキサンに溶解抽出し、ガスクロマトグラフ(ECD)で分析する。そのため研究室に持ち帰る必要はあるが、精度はppb以下でも十分に対処できる。したがって少量の土壤ガスしか採取できない場合や汚染源から離れた周辺部での調査に適する。周辺部での土壤ガス濃度は地質条件や地下水濃度に影響されるが、地下水濃度との関係を見たのが図4である。ばらつきはあるが、両者に正の相関は認められる。また高濃度域の同じ地点で得られた検知管法とn-ヘキサン法による土壤ガス濃度を図5に対比しているが、両者の相関は高い。

3. 汚染土壤の撤去とその効果

高濃度汚染の確認された上流部にはドライクリーニング事業所があり、事業所内のドライ機設置周辺土壤からテトラクロロエチレンで10000ppmを超える土壤ガスが検出された。そこで高濃度に汚染物質が存在すると考えられた土壤を撤去し、さらに汚染地下水の揚水排除を加えて浄化対策を施すことになった。土壤撤去の前後で、地下水中のテトラクロロエチレン濃度の鉛直分布を3地点で調べ、結果を図6に描いた。汚染土壤撤去後には各地点ともに表層地下水で濃度の減少が見られ、効果の現れていることが分かる。

汚染物質の除去手法については、これ以外にも土壤ガスの吸引排除などいくつかの方法が考案されているが、汚染現地への適用や評価は今後に残された課題である。

引用文献 1)国立環境研究所(1991):土壤・地下水特研最終報告。

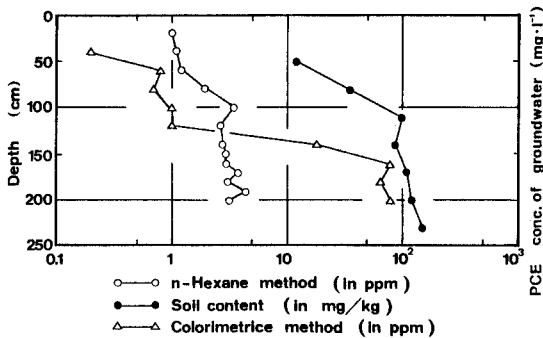


図3 土壤ガスと土壤中のPCE濃度の鉛直分布

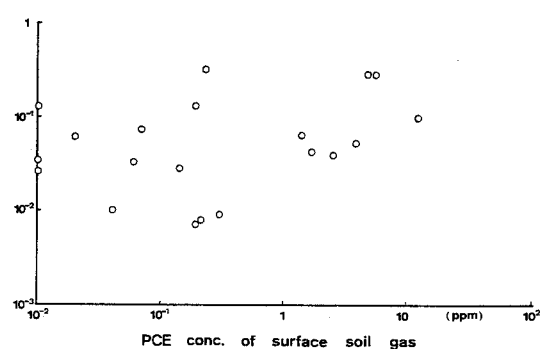


図4 地下水濃度と表層土壤ガス濃度の比較

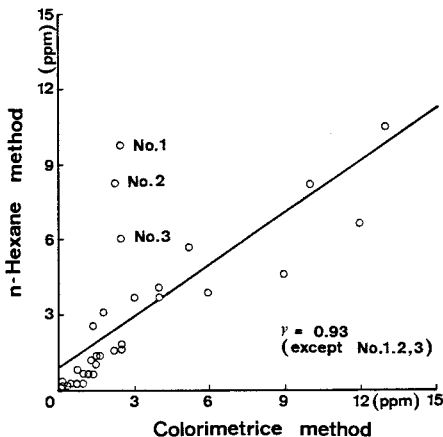


図5 土壤ガス濃度の比較

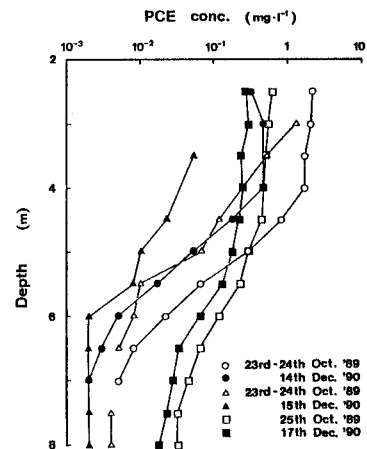


図6 地下水中のPCE濃度の鉛直分布