

地下水汚染のメカニズムについて

1. 揮発性有機化合物の動態

(1) 土壌中での広がりに関わる基本的性質

揮発性有機化合物の基本的性質を以下に示す。

- ・ 水に溶けにくい（非水溶性液体 NAPL : Non Aqueous Phase Liquid）
- ・ 分解されにくい（長期間にわたって影響する）
- ・ 粘性が低い（土壌中を移動しやすい）

(2) 揮発性有機化合物の土壌中での移動状況

密度	有害物質の中の該当物質	土壌・地下水中での移動特性	
		地表から地下水面に到達するまで	地下水面に到達した後
水より密度が小さいもの (LNAPL ; Light Non-aqueous Phase Liquid)	ベンゼン	粘性が低く、地下水面まで容易に浸透する。	地下水の流れに乗って地下水上面を水平方向に移動する。
水より密度が大きいもの (DNAPL ; Dense Non-aqueous Phase Liquid)	テトラクロロエチレン、トリクロロエチレンなど(ベンゼン以外の揮発性有機化合物)	同上	一部は地下水上面で移動し、一部は不透水層面まで到達して水平方向に移動する。

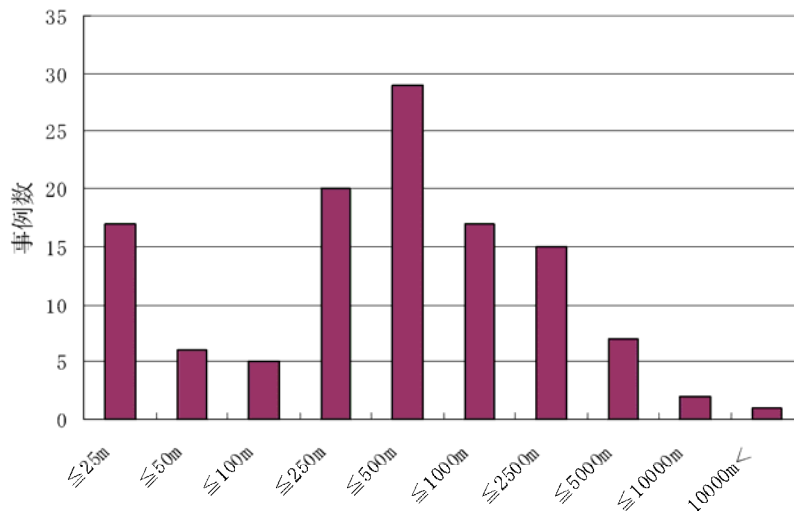


図 1 揮発性有機化合物 (VOCs) の汚染の到達距離の頻度予測 (汚染発生 100 年後)
 (出典：特定有害物質を含む地下水が到達し得る「一定の範囲」の考え方、環境省)

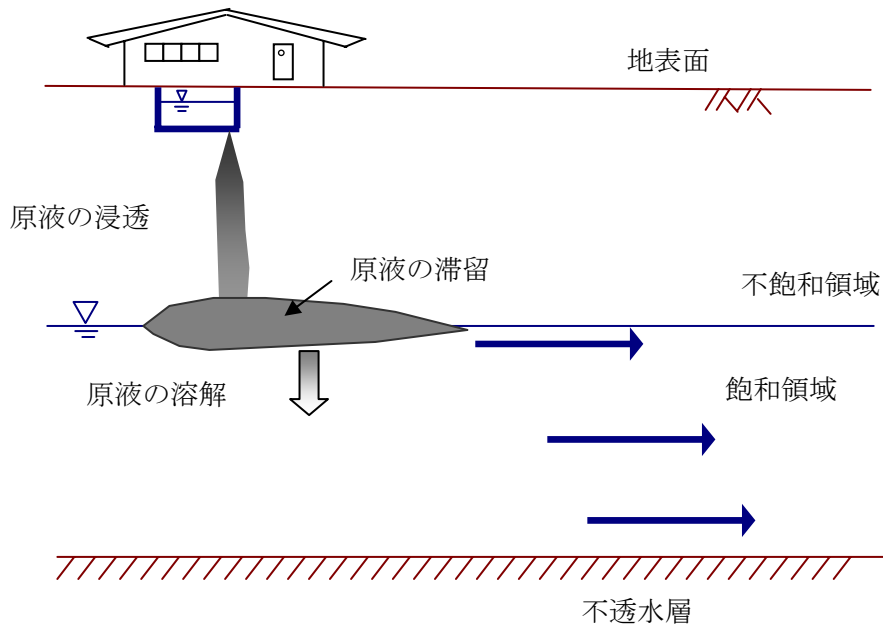


図2 LNAPL (Light Non-aqueous Phase Liquid) による地下水汚染の拡散状況 模式図
 出典：「地下水・土壌汚染の基礎から応用、地下水学会、2006（平成18）年8月」を参考に作成

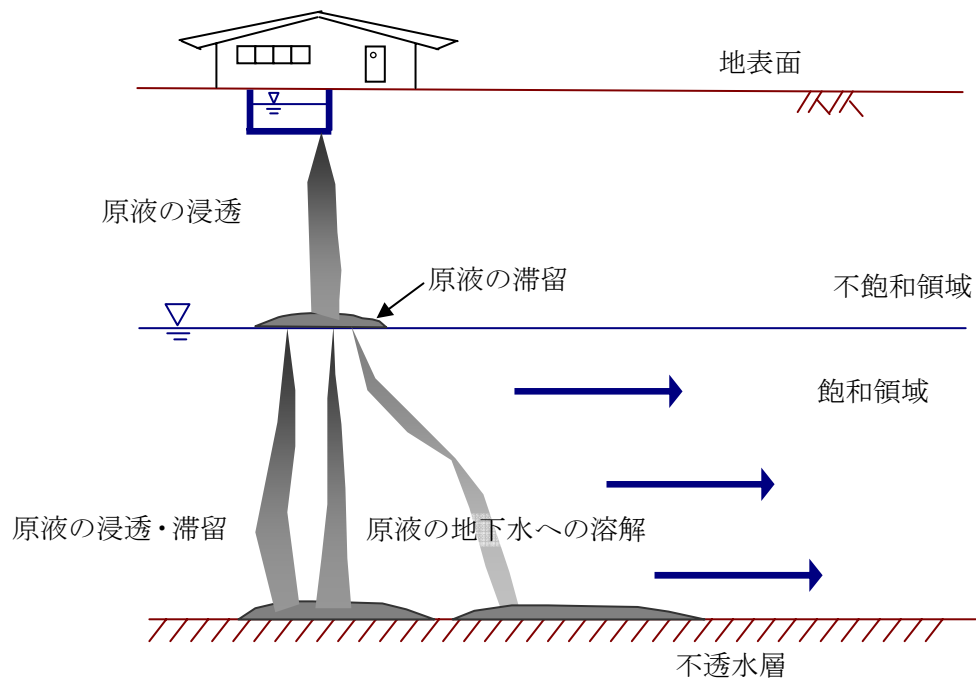


図3 DNAPL (Dense Non-aqueous Phase Liquid) による地下水汚染の拡散状況 模式図
 出典：「地下水・土壌汚染の基礎から応用、地下水学会、2006（平成18）年8月」を参考に作成

2. 重金属等の動態

(1) 土壌中での広がりに関わる基本的性質

重金属等および農薬等は、一般的には水に溶解して（水溶液として）土壌地下水中を移動する。

表 1 に、重金属等および農薬等の土壌・地下水中での一般的な移動特性を示す。これらの物質は、地表から地下水面まではほぼ鉛直に浸透し、地下水に到達した後は地下水とともに移動するが、分散等の影響で移動するに従い濃度は低下する。

重金属等のうち、陰イオン性の物質は比較的土壌地下水中を移動しやすい。第二種特定有害物質（重金属等）のうち、六価クロム、砒素、ほう素、ふっ素が、陰イオン性の物質に該当する。

上記以外の第二種特定有害物質（カドミウム、アルキル水銀、セレン）、及び第三種特定有害物質（農薬等：PCB、チウラム、シマジン、チオベンカルブ、有機りん化合物）については、地下水汚染の到達距離に関する事例が得られていない。これらの物質による汚染地下水が到達する可能性が高い範囲は、全シアン・鉛・総水銀のグループに区分している（環境省）。

表 1 重金属等および農薬等の土壌・地下水中での移動特性

密度（水溶液の密度）	土壌・地下水中での移動特性	
	地表から地下水面に到達するまで	地下水面に到達した後
一般的に、水とほぼ同等もしくはわずかに大きい。	地下水面までは、水の浸透と同様に、ほぼ鉛直に浸透する。	地下水に溶け込みながら、地下水の流れに乗って移動する。 一般的に、地下水中で分散するため、移動するに従い濃度は低下する。

物質	移動性
①六価クロム	・特定有害物質に指定されている重金属の中で、最も移動性が大きい。
②砒素、ほう素、ふっ素	・移動性が相対的に大きく、地下水汚染の事例も多い
③鉛、総水銀、全シアン	・移動性が相対的に小さい。

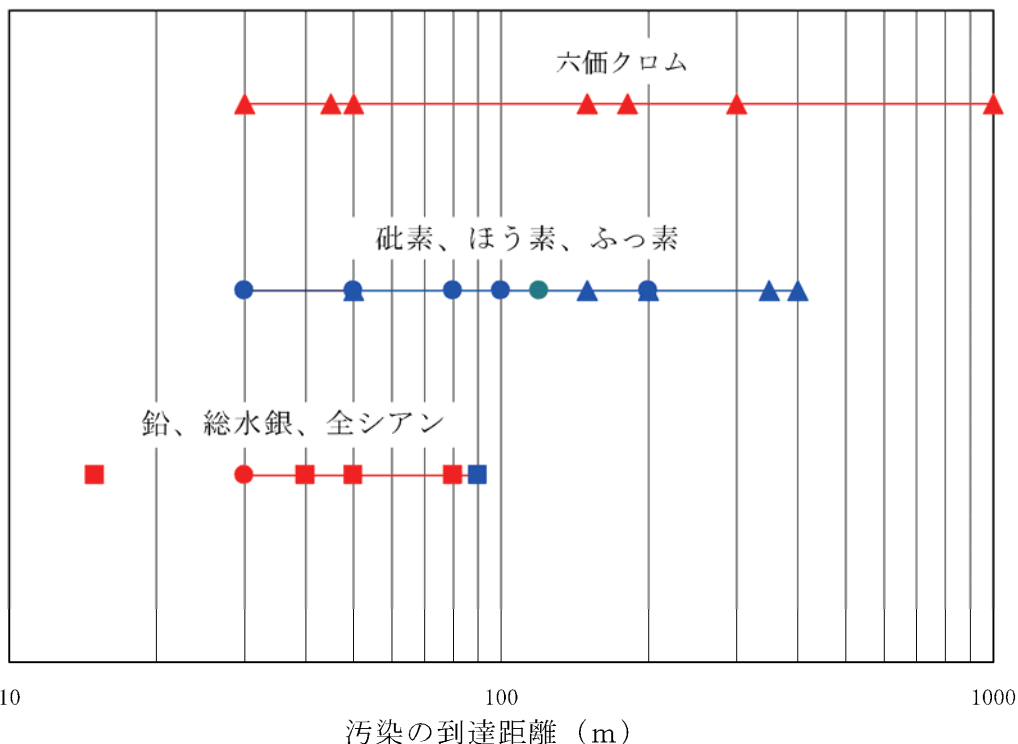


図 4 重金属等グループの区分ごとの汚染の到達距離

(出典：特定有害物質を含む地下水が到達し得る「一定の範囲」の考え方、環境省)

(2) 重金属等の土壌中での移動状況

重金属を含む汚染水は、一般的に不飽和帯（地下水面より上部）をほぼ鉛直に浸透し、地下水に到達した後は、地下水の流れに乗って主に水平方向に移動する。

土壌中では、分散・拡散の影響により、移動するに従い一般的には汚染濃度は低下する。

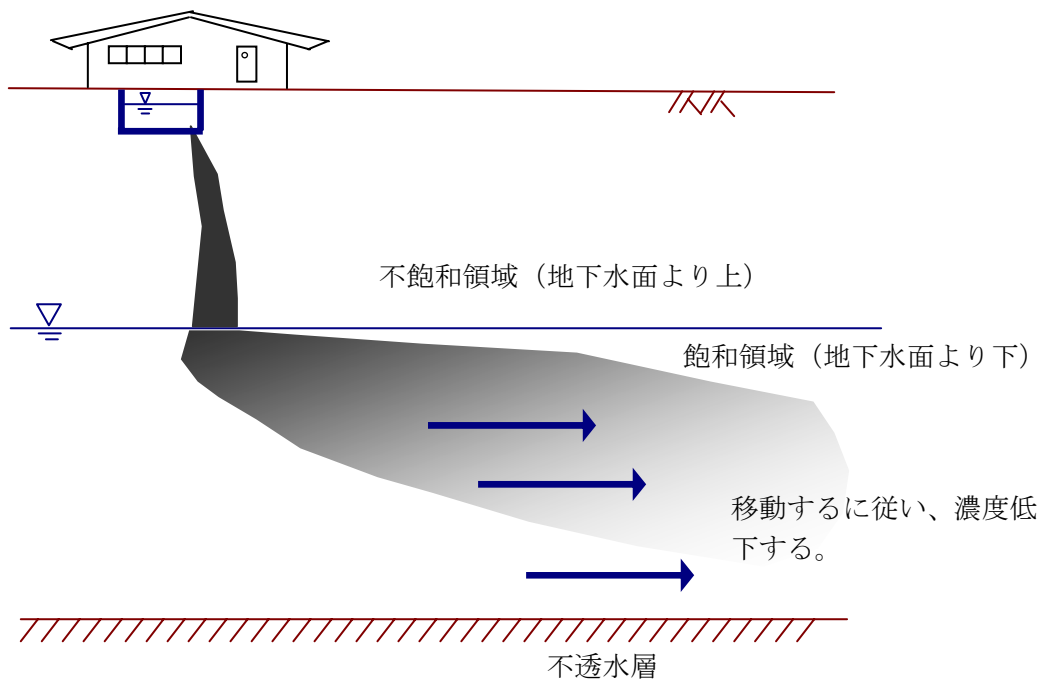


図5 重金属等の溶液による地下水汚染の拡散状況 模式図

出典：「地下水・土壌汚染の基礎から応用、地下水学会、2006（平成18）年8月」を参考に作成