

下総台地における VOCs・LNAPLs の複合汚染現場における汚染地下空気の 3次元分布と表層ガス調査の適正配置について

風岡 修 吉田 剛 鈴木恵佐夫* 藤ヶ崎 稔* 高倉 歩*

(* : 八千代市環境保全課)

1 はじめに

下総台地上における揮発性物質による汚染現場において、透水性の良い関東ローム層中の地下水面よりも上位の透気層中における揮発性物質の水平方向に加えて鉛直方向の濃度分布（原位置における検知管による地下空気吸引測定による）も調べ、移流状況を明らかにすることができた。これにより、汚染源を突き止めるための表層ガス調査の適正配置に関する考え方を検討したので以下に述べる。

対象地は、地表から深度 1~2m にはコンクリートやプラスチックの礫を含むローム層からなる人工地層、この下位より深度 5.5m までは関東ローム層、深度 5.5m~深度約 10m には常総粘土層や佐倉粘土層といった難透水層から構成されている。地下水流動状況・地下水の汚染分布から見て、この調査地のどこかに汚染源があることが推定されたので、汚染源を把握するため、先行調査の 10m メッシュの深度 1.5m におけるガス調査の最高濃度地点（エチルベンゼン+m,p-キシレン:45ppm, トルエン:26ppm, ベンゼン:3.8ppm, o-キシレン:3.8ppm）の近傍にて、4m~2m 間隔の高密度の格子の交点で、深度 1.5m~5.5m の深度 1m 毎に地下空気汚染調査を行った。これは、難透水層の上面深度が 5.5m と深いため、高濃度ガスが深度 1.5m よりも深い部分に残されている可能性が考えられることからである。削孔（棒突）は斜面調査用簡易貫入試験器を用い、ガス濃度の把握は延長管の先に検知管を付けて 0.1ℓ ないし 0.05ℓ の空気を吸引する方法で行った¹⁾²⁾。なお、使用した検知管は(株)ガステック製の 132L・132M・132HA および 101L である。汚染地下空気中の DNAPLs についてはジクロロエチレンが濃度が高いことから、ジクロロエチレン・トリクロロエチレン・テトラクロロエチレンの総ガス濃度として 132 シリーズの検知管を使用した。汚染地下空気中の LNAPLs についてはベンゼン・トルエン・キシレンが

濃度が高いため、それぞれに対応する 121L・122L・123L を試したところ、複合汚染の関係かほとんど発色せずかつ振り切れた。このため LNAPLs については総ガス濃度としてガソリン用の 101L を使用したところ濃度を把握できる程度に発色した³⁾。このような経過から、前記の検知管を使用した。

2 調査結果

図 1 は深度 1.5m における 101L によるガス濃度分布である。101L で検知できるガスは 2000ppm を超える非常に濃い濃度部分が現れた。1000ppm を超える部分は N18E4~N14E12 および N22E12~N18E16 の方向に帯状に延びる。N22E4~N18E4 と N22E12 付近では 2000ppm を超える。先行調査の 10m 格子の同じ地点では、101L 検知管でも最高濃度は 50ppm であり、10m 格子の調査密度では、高濃度部分を見いだせなかったと言える。また、同時に行った 132 シリーズの検知管を用いた高密度の調査では、100ppm を超える高濃度部分が見つかった。すなわち、先行調査での 10m 格子の調査地点での検知管による測定では、いずれも 20ppm 未満なので、10m 格子の調査密度では高濃度部分が見いだせないといえる。

図 2 は深度 2.5m における 101L によるガス濃度分布である。101L で検知できる高密度の調査では、4000ppm を超える非常に濃い濃度部分が現れた。なお、同時に行った 132 シリーズの検知管による高密度の調査では、200ppm を超える高濃度部分が現れた。101L によるガス濃度分布についてみると、N30~N18 かつ E4~E12 の広い範囲で 1000ppm を超える高濃度域が広がり、N18E8~N22E12~N26E4 においては 4000ppm を超える高濃度部分がみられた。

図 3 は深度 3.5m における 101L による高密度のガス濃度分布である。101L で検知できるガスは 4000ppm を超える非常に濃い濃度部分が広がって

た。なお、同時に行った132シリーズの検知管を用いた高密度の調査では、200ppmを超える高濃度部分が広がっていた。101Lによるガス濃度分布についてみると、測定個所は限定されるものの高濃度域の分布は深度2.5mの分布と大きく変わらず、広く安定している。

図4は101Lによる鉛直断面のガス濃度分布である。このうちN18測線に沿う断面より、深度方向については高濃度汚染部分の頂部において、厚さ50cmの間に2オーダーの濃度変化がみられる。一方、側方への濃度の変化は、高濃度部分の縁辺部において、側方へ4mにつき1オーダー程度の比較的緩やかな濃度変化がみられる。また、等濃度線は鉛直に並んでおり、汚染物質がほぼ鉛直方向に浸透したことがうかがえる³⁾。

3. 考察・今後の展望

上記調査結果を基に、地質汚染の汚染源部分の地下空気汚染について以下に考察する。

①今回の地下空気汚染濃度分布をみると、深度1.5m付近で鉛直方向の急激な濃度の変化がみられ、この深度は、人工地層と関東ローム層との境界部である。人工地層内には薄い宙水もみられることから、人工地層基底部に薄い難透気・透水層が挟まれているため、地表へ揮散しにくい構造となっていることが推定できる。

②関東ローム層は透気性・透水性が良いが、101Lに反応したガスについてみると、側方へ4mで1オーダー程度の濃度減衰がみられる。よって、地下空気汚染のガス調査を行う際、平面方向において4mを超える格子で調査を行った場合、環境基準程度の汚染は見逃す可能性が高く、8m格子では基準の10倍以上の汚染を見逃す可能性が高いといえる。今回は10m格子の調査において2オーダー近い高濃度汚染部分を見逃していた。このようなことから、関東ローム層中の場合は平面方向で4m以下の格子の密度の地下空気汚染調査を行うことにより、高濃度汚染部分を見逃すことなく把握できるといえる。なお、透気性・透水性が異なる地層は格子間隔は変わるようになる。砂層や泥層といった一般の地層は関東ローム層よりも透気性・透水性は悪いので、格子間隔を狭める必要があろう。

③先行調査である土壌汚染対策法に準ずる調査では、

平面方向について10m格子の密度での調査であるものの高濃度汚染部分はみつからなかった。尚、土壌汚染対策法施行規則第5条第2項第1号及び第2号の規定に基づき環境大臣が定める土壌ガス調査に係る採取及び測定の方法（環境省告示第16号）では、土壌ガス採取は、深さ0.8～1mの裸孔から採取することとなっており、この現場ではこの深度での環境基準を超える濃度のガスが見つからなかった。以上のことは、環境基準を超える地下水汚染があるにも関わらず、深度1.5m以浅には地下空気汚染が見つからないことを意味する。

④今回の調査の結果、関東ローム層中では、深度2mを超える深さに高濃度汚染部分が見つかる場合があり、表層ガス調査の際にはこのことを考慮する必要がある。

⑤今回見つかった高濃度部分において、その後PIDなどにより地下空気濃度の分析を行った。その結果、各種の揮発性有機溶剤の正確なガス濃度値を得た。現地にてPIDのみを使用するガス調査では、複合汚染現場でも成分ごとの値を出すことができる一方で、分析に時間がかかり、1日に調査できる箇所数が少ない。また一箇所あたりの分析費用は高価であり、総調査箇所数を多くしにくい。これに対し、検知管を利用する方法では、測定にかかる時間は数分であること、1測定にかかる費用が格段に安いことから、4～2m格子のような高密度の調査が可能であるので、高濃度汚染部分の把握が容易である。また、複合汚染地においても、使用する検知管を工夫することで高濃度部分の特定が可能である。正確なガス濃度を知りたいときは、特定できた相対的に高濃度な部分でガスを採取すればよく、このような組み合わせで地下空気汚染調査を進めた方が、見逃しが大幅に少なくなる。

引用文献

- 1) 日本瓦斯協会：ガス工業（下巻）、丸善株式会社、(1954)。
- 2) 鈴木喜計、磯部光一、渡辺達男、矢野勝、村田順一、佐藤賢司、楡井久：有機塩素化合物による地質汚染簡易調査法、公害と対策、25、1505-1512(1989)。
- 3) 風岡修、吉田剛、鈴木恵佐夫、藤ヶ崎稔、高倉歩：DNAPLsとLNAPLsとの複合汚染現場での地層汚

染ガス濃度の3次元分布-10m四方の画一的な地中
 ガス調査では把握できなかった高濃度汚染例- 第

24 回環境地質学シンポジウム論文集, 85-88(2014).

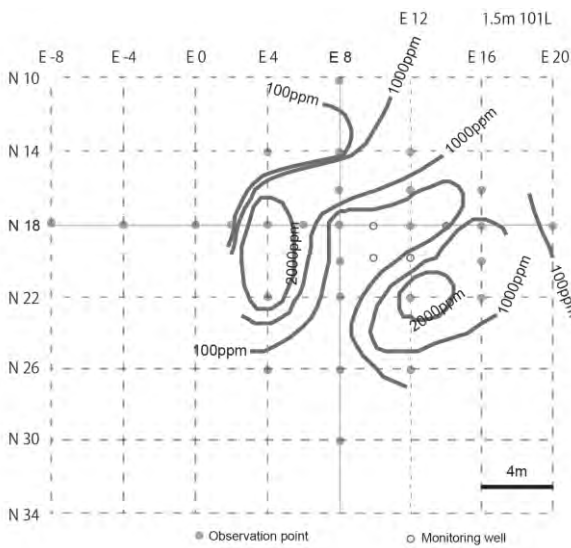


図1 深度1.5mにおけるガソリン検知管による
 LNAPLsのガス濃度分布³⁾

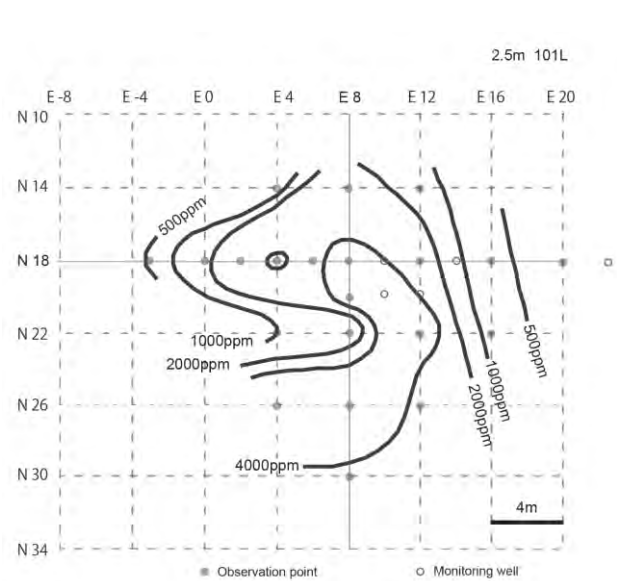


図2 深度2.5mにおけるガソリン検知管
 によるLNAPLsのガス濃度分布³⁾

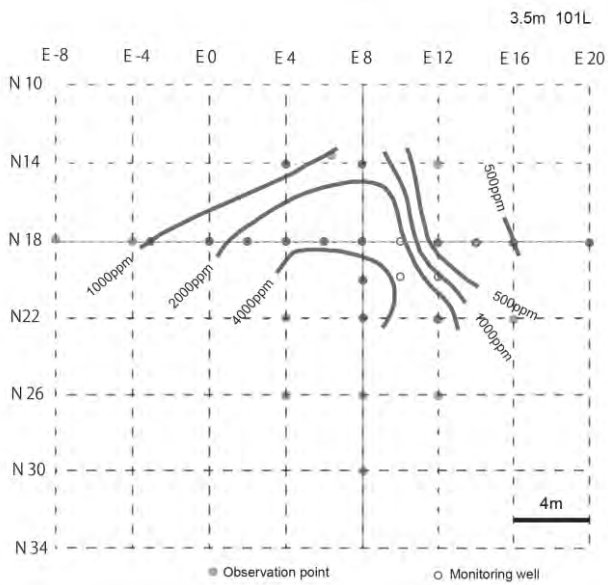


図3 深度3.5mにおけるガソリン検知管による
 LNAPLsのガス濃度分布³⁾

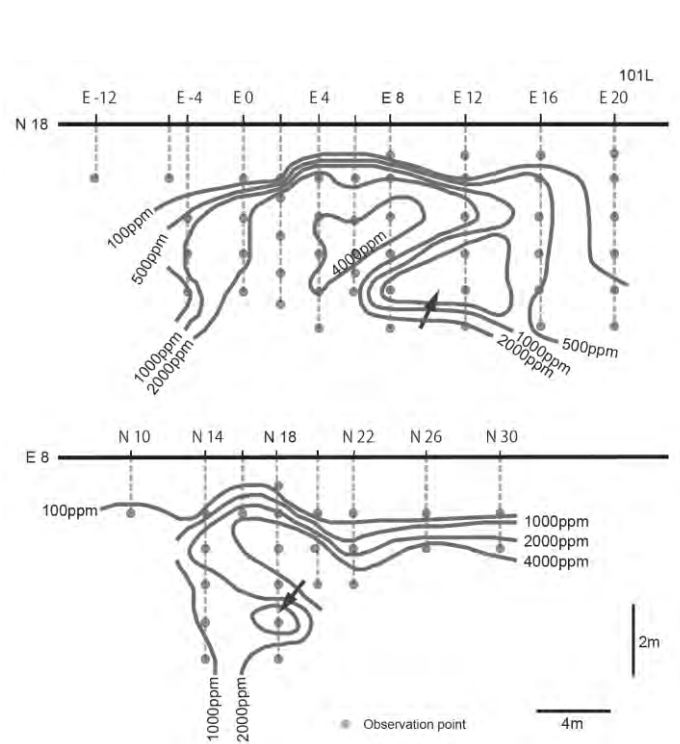


図4 ガソリン検知管によるLNAPLsの鉛直方向の
 ガス濃度分布³⁾