

1. 土壤汚染

Soil Contamination

佐野充・辻本誠・星野光雄・杉谷健一郎・村田静昭・林良嗣・森杉雅史*

Mitsuru SANO, Makoto TSUJIMOTO, Mitsuo HOSHINO, Kenichiro SUGITANI, Shizuaki MURATA,
Yoshitsugu HAYASHI, Masafumi MORISUGI

ABSTRACT ; For the preservation of the environment of soil and groundwater, recovery of contaminated soil and groundwater is required as well as prevention of contamination with chemicals such as heavy metal and volatile organic compounds. The researchers from Nagoya Univ. and seven private firms have worked together in the soil contamination workshop consisting of four subcommittees and have studied on the various problems related to the soil contamination for the past 2 years. Among these subcommittees, the first subcommittee has discussed the fundamental approach to the soil contamination, and the second has studied the survey and analysis methods of soil contamination. The third subcommittee has studied the preventing technologies and system of soil contamination and the fourth has examined relations between real estate transactions and soil contamination.

KEYWORDS ; Soil Contamination, Soil Contamination Countermeasures, Contamination Survey, Real Estate Transactions

1. はじめに

わが国において土地は経済に留まらず社会全般に渡り極めて重要な位置を占めている。一方、土壤は専ら土地に帰する所有権の解釈の下に取り扱われてきた。しかし、社会的使用価値の面から考えると、土地は土壤の機能の一部分を担うものに他ならず、土壤が土地の持つ経済機能以外に、生態系維持機能、アメニティ機能、水資源循環機能、環境浄化機能などを持つ。連携的に機能するこれらの一つが汚染によって破壊されれば、他の諸機能にも影響が及ぶため、社会に深刻な打撃を与える。

土壤汚染は、地中に浸透した汚染物質の移動・拡散により健康への直接的被害や居住空間としての価値を損ない、さらに長期間に渡り様々な機能を破壊し、土地のもつ生産性・利用性を著しく損なう。しかし、汚染の状況を地表から観察することが困難なために汚染の深刻さが現象として表われにくい。また、土壤が土地所有権の対象であるという点で、水や大気などの環境媒体と異なっていることも土壤汚染問題を複雑にしている。

近年の経済構造の急速な変化により、工場跡地などの売却や再開発が増加し、これに伴い土壤汚染が判明する事例が多発している。その背景には、わが国では、かつて危険物を処理する方法として地中への埋設が認められていたことや、化学物質の地下への浸透に関する過去の無頓着さが原因として

*名古屋大学大学院環境学研究科 Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University,
Furo-cyo, Chikusa-ku, Nagoya, Japan 464-8601

考えられる。土壤汚染は、土地利用に際して重大なリスクとなるため土地流動化の阻害要因にもなる。

土壤汚染対策が緊急の課題となっている状況を考え、2002年12月に鹿島建設、環境管理センター、国際航業、栗田工業、同和鉱業、日本工営、UFJ総研マネジメントシステム（五十音順）と名古屋大学環境学研究科の教員有志が共同して土壤汚染研究会を設立し、土壤汚染に対する基本的な考え方、土壤汚染の調査・分析、土壤汚染の対策・浄化、土地流動化と制度設計などについて、4つの分科会を中心に2004年4月まで研究した。本報告では4つの分科会の研究成果について概要を述べる。

2. 第一分科会（土壤汚染に対する基本的な考え方）

2-1. 土壤汚染とは

土壤は、大気、水とともに環境の主要な構成要素となっているだけでなく、人をはじめ植物、小動物、微生物等、多様な生態系の生育の場として、さらに、雨水を貯留し地下水を涵養する場としての重要な役割を担っている。しかし、土壤が有害物質により汚染されると、これらの役割を損ねるだけでなく、快適な暮らしや健康をも脅かすものになってしまう。

市街地における土壤汚染は、有害物質を取り扱う事業活動が主たる要因であるが、土壤汚染は蓄積性の公害であるため、現在は居住等の用途の土地であっても、過去の土地利用に起因した土壤汚染が残存している例も見られる。また、自然的原因により土壤汚染の判断基準を超える濃度の重金属が存在する土地も多い。社団法人土壤環境センターは、土壤汚染のおそれがあるため調査を実施することが望ましい土地の数は90万箇所以上にのぼると推計している。

土壤に含まれた有害物質を人が摂取する経路には

- ① 汚染土壤の摂食（飛散による土壤粒子の摂食を含む）
- ② 汚染土壤と接触することによる皮膚からの吸収
- ③ 汚染土壤から溶出した有害物質により汚染された地下水等の飲用等
- ④ 汚染土壤から大気へと揮散した有害物質の吸入
- ⑤ 有害物質を含む土壤粒子の公共用水域への流出→魚介類への蓄積→人の摂食
- ⑥ 土壤汚染地で生育した農作物、家畜への有害物質の蓄積→人の摂食

の6つが考えられるが、平成14年5月に成立した土壤汚染対策法では、①②汚染土壤の摂食・接触（直接摂取リスク）と③地下水等に溶出した有害物質の飲用等（地下水等の摂取リスク）が対象とされている。また、同法では、土壤汚染による人の健康影響を防止するため、土壤汚染の実態の把握、土壤汚染が存在する土地の登録、及び土壤汚染による健康被害を防止するための管理の仕組みが定められている。

2-2. 新しい視点に立った汚染対策

土壤汚染を、「人工物等が望ましくないレベルで土中に存在する状態」と再定義し、この「望ましくないレベル」を土地の利用形態とリスクの視点から再整理し、より合理的な土地利用ができないか、を議論した。

土壤汚染といっても健康リスクが生じない場合もあるが、これが一括して土壤汚染として扱われているために、土地取引が阻害されていることが多い。このような整理のもと、健康リスクをほぼゼロにする措置（例えば、境界線での遮水壁の設置、表層1.5mの土の入替、舗装）が、汚染土壤の全てを掘削除去・入替する措置に比べて明らかに低コストで、土地の利用形態が利用者の長期暴露を考慮しなくて

よい用途の場合、前者の措置を選択して、そこで得た余剰利益で最終的に環境リスクを下げる方法論を提示した。

3. 第二分科会（土壤汚染の調査・分析）

土壤汚染対策法で指定されている公定分析法にいくつかの不確実性や問題点が内在するという認識のもと、分析精度を損なうことなく公定法を補完する機能を担う分析法（簡易分析法と呼ぶ）の可能性を集中的に検討した。

土壤汚染対策法では①汚染土壌からの特定有害物質の溶出に起因する地下水等の汚染を経由して生じる健康影響（地下水等の摂取によるリスク）と②特定有害物質が含まれる汚染土壌を直接経口摂取することによる健康影響（直接摂取によるリスク）、以上の2点のリスクの観点から、特定有害物質を選定している。公定法では、①に対応する土壌溶出試験では10倍量の純水による6時間（連続振とう）抽出を行い、②に対応する土壌含有量試験では1規定塩酸による（重量体積比3%）2時間（連続振とう）抽出を行う。土壌溶出試験の問題点は、6時間の連続振とう抽出でも必ずしも十分な溶出を保証しないことと、土壌中で様々な存在形態を取りうる有害物質の抽出は不確実であるということ、の2点である。この認識のもと、各種の簡易分析法と公定分析法を比べ、公定法は汚染の有無の判断やコストにおいて優位であり、一方、簡易分析法はオンサイトでできる方法もあり、汚染地のマッピングや浄化工事の効率化において優位であることを明らかにした。

本分科会ではすでに実績のある各社の事例研究発表により、フィンガープリント法、蛍光X線法、ボルタンメトリ法等の簡易分析法の発展可能性を改めて確認した。

フィンガープリント法

フィンガープリント法は、VOC（揮発性の有機物質）の簡易測定法であり、ガスコレクターを地中に2週間程度埋設し、その間の平均データを収集する。VOCガスの相対的濃度にもとづいて汚染のマッピングが可能であり、汚染状況を的確に把握するのに有効である。

ボルタンメトリ法

ボルタンメトリ法は重金属の簡易分析法である測定時間も1元素当たり10～30分程度であり、公定法とのデータとの相関性（鉛、カドミウム、ヒ素、セレン）も良く、かつオンサイトでできる有効な方法である。

蛍光X線法

エネルギー分散型の携帯型装置を用いることによって、オンサイトでの重金属の分析が可能である。非破壊分析であり、土壌に含まれる各重金属元素の全濃度のデータを取得することができる。短時間で複数の元素のデータが収集可能である。

4. 第三分科会（土壤汚染の対策・浄化システム）

土地利用形態とリスク管理を念頭に置き、汚染土地の利用方法に応じた対策技術のシステムについて検討を行った。検討したシステムとは、必要な情報を入力することにより、対策に適したいくつかの技術の様々なリスクを評価できるシステムである。なお、利用対象は、一般の土地所有者や購入希望者、さらに汚染土地周辺の住民といった専門技術者以外の人々と限定した。

4-1. 入力情報（評価しなければならない条件・要求）

リスクや利用計画を評価し適切な対策を提言するには、汚染物質の名称や濃度、拡散性、汚染源の位置の特定や外部拡散の程度、土地の現状、土地利用計画など可能な限り多くデータが必要である。汚染源の情報としては、各汚染源の分かる限りの情報が対策を考える上で求められる。少なくとも、汚染源が問題の土地の地下にあるのか、他からのもらい汚染なのかは明確にしておく必要がある。さらに、汚染物質が地下水を汚染して周辺に拡散している場合や、ガスとして地表面でも検出される場合など外部拡散が起こっているか疑わしいケースなどは、完全に把握しておかねばならない情報となる。個々の汚染源に対して、どの程度までの対策を希望するののかも知るべき情報である。土地の現状は、対策を計画し費用を見積もる上で不可欠な情報である。最後に、所有者らが希望する土地利用について短期～長期に渡る利用計画を知っておく必要がある。

4-2. 評価項目

入力情報を分析して、対策実施に関して評価・判断を加える。それぞれの汚染物質に対して対策の緊急性や永続性について入力情報をもとに評価する。汚染の実態（物質の特定・濃度・外部拡散の有無）を知ることは、ヒトへの健康被害の切迫性や隣接地への被害の波及に基づいた対策の緊急性を評価するために必須である。土地利用者側の要求項目（用途・期間などの情報）も重要であり、対策技術を選ぶ際に大きな要因となる。さらに、汚染のグレーゾーンの評価も重要である。

4-3. 出力情報

情報入力と評価項目から対策技術データソースを検索することによって、いくつかの対策技術が出力される。利用者はリスクとコストとのバランスシートと時間的な利用形態の変化に従って採用する候補となる対策技術を絞り込む。この時、出力側に必要な項目として、各候補対策技術における効果の持続性と実効性予測がある。これらの情報は、出力情報に対するリスクであり、時としてコストより大きな意味をもってくる。特に浄化対策において顕著なことだが、施主や周辺住民は浄化＝ゼロにすることとの認識をもっていることが多い。しかし、現実には理論的にゼロにできる方法とそうでない方法とがあり、どこまで汚染を低下させたら目的に適ったと判断できるかについて共通の認識を形成しなければならない。さらに、目的達成に係る時間の見積もり（コストに反映してくる）についても実際の達成に要する時間との間には差があり、不確定要素を含んでいることを認識してもらう必要がある。以上のような問題点を踏まえて出てきた出力データに基づき、データの持つ様々なリスクを正しく評価できれば、土地所有者の土地管理・売買への利用、周辺住民の安心のための利用のツールとして有効なものとなりうる。

5. 第四分科会（土地流動化と制度設計）

都心部の工場跡地の市場取引において、事後的に発覚した土壌汚染のため土地取引そのものが反故になるケースや、瑕疵担保責任の下で賠償事例となるものが後を絶たず、その解決策となるべく平成15年2月に土壌汚染対策法が施行されるに至った。しかし、同法では「健康被害の防止」を目的に必要な調査や対策を規定するものであるため、その適用範囲が限定的である。また、担保としての評価時と、いわゆるフェーズ1における調査時の費用には大きく差があり（不動産鑑定評価法の発展や、米国スーパーファンド法に倣うべく土地履歴のデータベース整備に期待する声もある）、本格的な調査に乗り出すべきか否かを判断する場合に適当な手法がないことも、理由の一つとして挙げられる。一説には、全国で従業員5人以上の事業所の内、数十万というオーダーで調査実施の必要があると目算

されるが、目下の実施件数はその氷山の一角に過ぎない。

経済学的には、汚染分を取引の際の地価に組み込まないことは外部経済であり、資源配分上の非効率を生むと解釈され、また、それは所有者代々に累積していく性質を持つ。この悪循環を断ち切る意味での同法の存在意義は無条件に歓迎されるものであるが、一方で、例えば同法が全ての潜在的汚染地に適用されたとしても問題は存在する。日本不動産協会によるマンション事業用地における同法についての指針では、汚染除去の責任と費用負担については先ず現在の土地利用者にあるとし、原因者が特定された場合にはその費用を請求できるものとしている。すなわち、所有者は同法の適用を受けた際、過去の所有者等他に原因者はいるが特定されない場合でも、その費用負担は免れない。さらに、調査が実施され、汚染の事実が発覚した際には、stigma と呼ばれる心理的嫌悪感を購入者ないしは利用者が感じる事が考えられ、これらは少なくとも同法適用の直後における過渡期時に土地を売却しようとする者のインセンティブを阻害するものと思われる。実際の取引事例についての調査は進行段階であるが、同研究会の参画企業へのヒアリングでは、同法の施行は土地市場に対して明らかに影響があると認識されている。

全体論的に考えると、同法の適用範囲を広げることと、土地市場の流動性を担保する、この二つの要件を満たすためには、①保険、②企業内内部留保、③不動産証券化、④公的介入、等が挙げられよう。①については目下対象範囲や加入者が十分ではなく、②については対象地を多分に持つ大手のみが能力的に該当し、③については一般に 10 億円以上の規模を持つ敷地のみ可能である、とされる。④については各国事例が参考となるが、我が国においては未だ議論の最中にある。よって解決が見出されているとは到底いえないが、一方で、対象地は限られるとしても、これを契機とする例も存在する。平成 16 年 2 月に閣議決定された都市公園法の改正は、公園借地として提供する地主に、従来の税制面のみならず、返還の明確化など、有利な材料を提供する。さらに、公園利用時にはバイオレメディテーションの効果等も期待できるので、緑地整備の都市計画と連動させることで都心部の潤いある空間創生に寄与し、また当面の間利を生むことが予想されない土地の活性化の糸口となりえる、と考えられる。

6. おわりに

土壤汚染対策法は対策費用の負担者を明確にするという大きな意義をもったが、一方で土地取引が停滞しつつあると聞く。法の狙いのひとつは、土壤汚染の情報公開をより一層進めることであったと思われる。しかし、法施行後の現状は逆の流れになっているようである。土壤汚染に関する問題は、技術、法・制度、社会、経済が密接に関連している。幅広い視点からの広範な一層の取り組みが求められている。