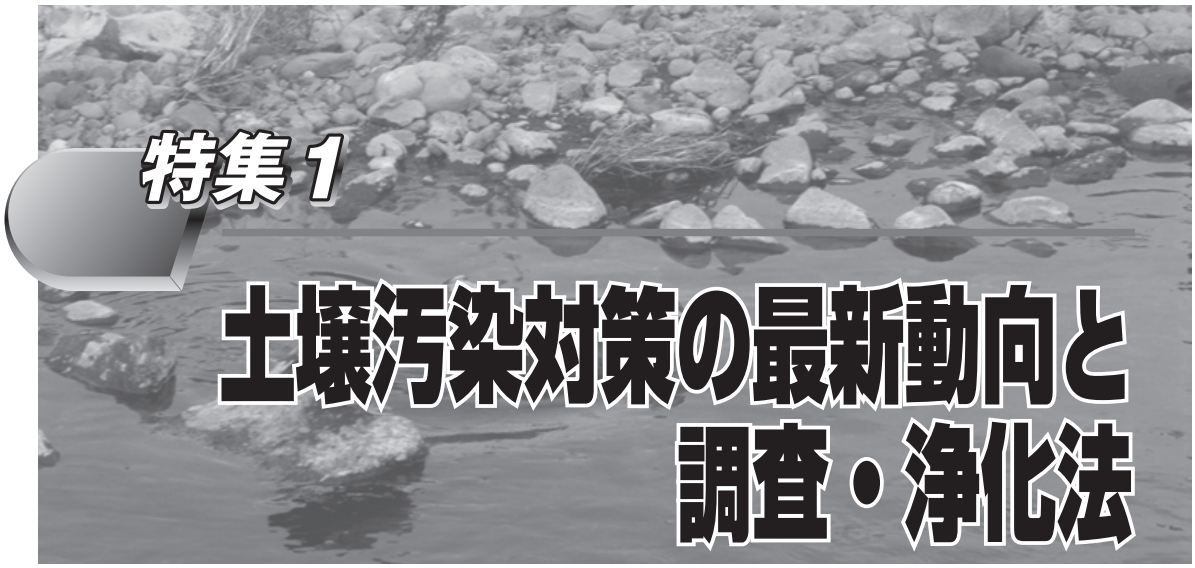


特集1

土壌汚染対策の最新動向と調査・浄化法

土壌汚染対策ビジネスの最新動向

株式会社NTTデータ経営研究所社会・環境戦略コンサルティング本部 本部長 パートナー 村岡 元司

はじめに

今更の指摘は不要であろうが、東日本大震災は我が国の土壌汚染関連ビジネスにも大きな影響を与えている。これまで我が国ではほとんど経験のなかった放射性物質による土壌汚染問題が顕在化し、中間貯蔵を含めた対応が進み始めている。一方、最近になって、海外、特に中国における土壌汚染関連ビジネスが本格的な立ち上がりの兆しを見せている。

本稿では、国内外ともに大きな変化の時を迎えた土壌汚染関連ビジネスの最新動向を紹介する。

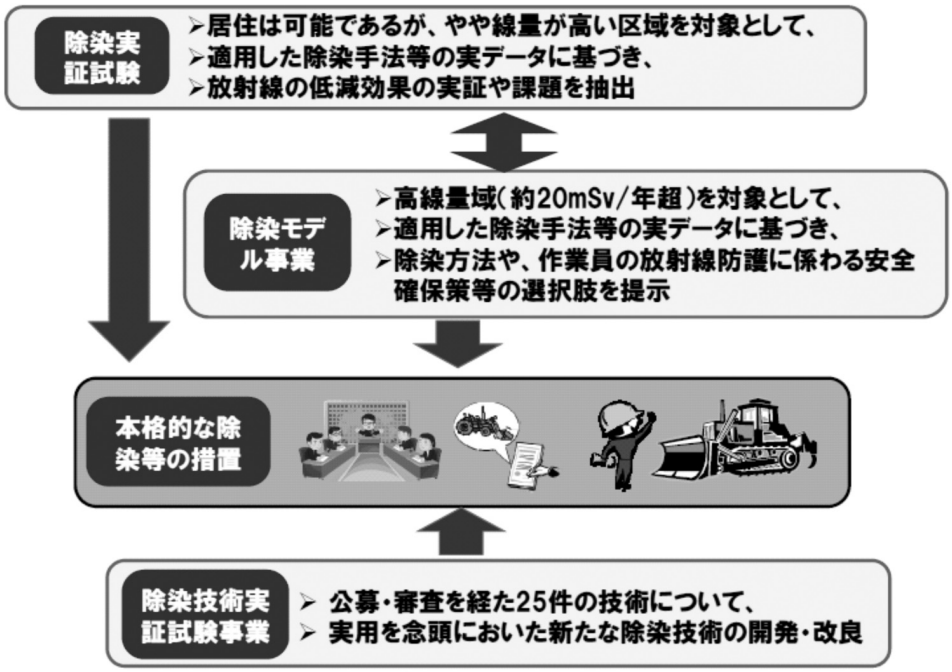
放射性物質による汚染土壌への対応

放射性物質による土壌汚染の対処方法については、「放射性物質汚染対処特措法」及び同法に基づく各種ガイドライン等にその基本的な方向性が示されている。まず、放射性物質により汚染された土壌等（草木、工作物等を含む）については、除染することが特措法の目的とされている点には注意が必要である。この法律は、あくまで原発事故由来の放射性物質による汚染が人の健康又は生活環境に及ぼす影響を低減することを目的としているのである。従って、放射性物質に汚染された地域についても、除染の実施主体によって〝汚染の著しさ等を勘案して国が除染を行う「除染特別地域」〟と〝主として市町村等が除染を行う「汚染状況重点調査地域」[1]〟に分類されている。

このうち、国が実施主体となる除染特別地域については、本格的な除染を行う前に、効果的な除染技術を確立し、除染方法や作業員の放射線防護に係わる安全確保策等の選択肢を提示すること等を目的に除染実証試験や除染モデル事業等が実施されている（図1）。

除染モデル事業は、大成建設を中心とするJV（Aグループ）、鹿島建設を中心とするJV（Bグループ）、大林組を中心とするJV（Cグループ）の3グループが、それぞれ4つの地方自治体（合計12の地方自治体）において実施した。用いられた技術は、水や洗浄剤を用いた高圧洗浄、人力による洗浄・ふき取り、機械的な表土や道路表面アスファルト等の剥ぎ取り、森林におけるバキューム等による落ち葉等の除去や枝葉の伐採、農地における表土の剥ぎ取りや反転耕・天地返し、可燃物の焼却による減容化等である。結果としては、農地や道路で表土や表面のアスファ

図1 除染技術確立のためのモデル事業等の位置付け



（出所：「除染モデル実証事業等の成果報告会（平成24年3月26日）」
（内閣府原子力被災者生活支援チーム・環境省・日本原子力研究開発機構）資料）

ルト等を取り除くことで90％を越える放射線量の減少を確認できた一方、水による高圧洗浄ではセメント瓦やスレート屋根に対して10～30％程度の除去率が得られなかったことが報告されている。除染の対象となる場所によって、技術の効果に違いが生じているのである。

除染モデル事業の評価において、除染技術には、速さ（単位時間当たりに処理できるエリアの広さ）、無駄のなさ（除去物発生量の少なさ、二次廃棄物発生量の少なさ）、きれいさ（空間線量率等の低減度合い）の3つの要素が求められるとされており、今後、費用対効果も含め評価が行われ、望ましい除染手法が確立されていくものと考えられる。なお、以上は除染特別地域を対象としたモデル事業等をもとにしたものであるが、除染活動は汚染状況重点調査地域においても実施されることになる。モデル事業等の成果は、汚染状況重点調査地域における除染にも生かされていく可能性は高い。望ましい除染手法が早期に確立し、経験の積み重ねとともにより効率化していくことに期待したい。

ところで、当然のことであるが、放射性物質から放射能を消滅させることは難しい。従って除染技術とは、広く分散されてしまった原発事故に起因する放射性物質を集約・濃縮する技術であると言っても過言ではないだろう。実際、モデル事業と平行して行われた除染実証試験では、**表1**に示すとおり、25の技術が選定され実証が行われているが、いずれの技術も放射性物質を対象から効率的に除去回収することを目指した技術となっている。では、回収された放射性物質はどうなるのだろうか？答えは、暫定的な保管ということになる。放射能には半減期があり、時間の経過とともに放射能は減衰していく。例えば、放射性ストロンチウムであるSr－90の半減期は28・74年であり、放射性セシウムには半減期2・06年のCs－134や半減期30・04年のCs－137がある。本格的な除染が行われるとこれらの放射性物質に汚染された大量の除去物が発生する。現在の計画では、これらの除去物は仮置き場で3年程度、保管された後、中間貯

蔵施設で保管されることとなっている。仮置き場は、除染特別地域では、市町村の協力を得つつ環境省が確保し、それ以外の地域では、国が財政的・技術的な責任を果たしつつ、市町村が確保することとなっている。一方、中間貯蔵施設については、除染に伴って大量の土壌・廃棄物が発生する福島県に整備し（但し、県外からの持込は禁止）、中間貯蔵を開始してから30年以内に福島県外で最終処分を完了することとなっている。また、福島県以外の都道府県においては、各都道府県において処分等を推進することとされている。

現在、災害廃棄物の広域処理に関して各地で受入れ反対の声が上がり、思うように広域処理を実現できないでいる。この例を踏まえると、除染が本格化した場合の仮置き場や中間貯蔵施設、あるいは、最終処分場の確保については、社会的な合意形成が最も大きな課題となる懸念がある。除染や貯蔵を行う段階から、将来を見据えた計画づくり、社会的な合意形成に向けた手続きを進めていくことが重要である。関係者の将来を見据えた取組みに期待したいところだ。

社会的な合意形成に向けた準備が、必ずしも進んでいるとはいえない状況にある一方で、中間貯蔵に向けた技術開発には一定の進展が見られる。例えば、清水建設は、放射線遮蔽性能を備えるコンクリートを開発したと発表した。鉛を含む廃ブラウン管ガラスを骨材に使うことで、放射線遮蔽性能を厚さ50㎝で普通コンクリートの2倍に高めたとされる。具体的には、一般に粗骨材（砂利）、細骨材（砂）、混和剤（粉体）で構成される普通コンクリートの骨材に廃ブラウン管ガラスを破砕したガラスカレットを使用し、放射線透過率を1％以下に抑制できたという（遮蔽性能は、コバルト60線源の前方に異なる厚さの放射線遮蔽コンクリート製試供体を繰り返し設置して行う実証試験で確認）。また、JIS試験法（K0058）に則った鉛溶出試験も実施し、溶出量が土壌汚染対策法の基準値（1ℓ当たり0・01㎎）以下になることも確認済みであるという。利用用途として、セシウム汚染土壌の貯蔵容器や、貯蔵施設の放射線遮蔽壁などを想定。建築基準法上の制約があるため、建築構造物への展開は想定していないとされる。この技術開発は、ここ数年で排出が急増している廃ブラウン管のリサイクル[2]効率化にも貢献可能であり、まさに一石二鳥の取組みであるといえる。

類似の技術開発は、大学においても実施されている。京都大学・工学研究科の荒木准教授、日本大学工学部のパリーク・サンジェイ准教授、フジタ技術センターの藤倉主任研究員らは、わが国において大きな課題となっている震災廃棄物である大量のガレキの中で大きなウエイトを占めるコンクリートガラを粉砕し再生骨材として利用した「再生コンクリート容器」を開発したとされる。開発容器を用いて、現地の放射能汚染土を用いた実験を行ったところ、従来の普通コンクリート容器と比較して遜色の無い放射線遮蔽効果を持つことが確認されたという。これも、貯蔵のための放射性遮蔽と廃棄物問題の解決を狙った一石二鳥の取組みである。ちなみに、荒木准教授らは、一般に材料の比重が高いほど放射線を遮る性能が高くなるという性質を利用して、省スペース化と重量低減を実現した「超重量コンクリート」の開発にも成功したとされる。超重量コンクリートの比重は通常のコンクリートの約2倍で、容器の壁厚と重量を大幅に低減することが可能。加えて、環境上問題がある特殊金属や化学薬品を一切用いておらず、将来的なリサイクルが容易で、環境に優しい点も大きな特徴であるとされる。

以上のとおり、ニーズを先取りした技術開発は進展している。これらの技術を有効に生かしていくためにも、社会的な仕組みづくりや合意形成という我が国が必ずしも得意ではない課題への対応が急務となっている。

海外において立ち上がる土壌汚染関連ビジネス

続いて、海外における土壌汚染関連ビジネスに目を移そう。

国内における土壌汚染関連ビジネスは、上述した放射性物質による汚染対策を除くと、どちらかというと成熟市場となっており、激

しい価格競争のもと、より低コストでより効果の高い汚染対策技術が優位になる市場構造であったといえる。ビジネス展開を図る企業においては、土壌汚染の調査と対策だけでなく、必要な資機材の調達、ブラウンフィールドの再開発、まちづくりと一体化した土地開発などビジネス領域を拡大し、バリューチェーンを内部に取り込むことが重要になっている。

一方、中国等の新興国では土壌汚染対策ビジネスそのものがこれから立ち上がる段階にある。特に、昨今の経済成長率は低下傾向にあると言われているものの、世界第2の経済大国となった中国における土壌汚染関連ビジネスは注目の的だ。2011年から2015年までをカバーする第12次5カ年計画において、国務院は、主として汚水処理、ごみ処理、脱硫酸・硝酸、土壌汚染処理、環境監視測定、環境保護新材料、薬剤などの環境保護関連事業に約1兆5,000億元（約18兆4,500億円）を投じる計画を示した。民間企業を含めた関連事業への投資総額は約3兆4,000億元を目指すとされている。李克強・副首相は北京市で開かれた第7次環境保護大会で「環境保護は社会の発展方向の転換を図ることを意味する。期間中に環境保護・省エネ産業の生産高を十数兆元に拡大し、第11次5カ年（06～10年）から倍増を目指す」と述べたという。汚水処理や環境モニタリング等に加え、土壌汚染処理が環境保護の重要施策の一つに明確に位置づけられているのである。

こうした環境保護、環境産業育成施策を裏付けるような活動も顕著になりつつある。例えば、2012年に入り、環境保護省は、環境対策での違法行為があった15社のリストを公表した。その中には、上場会社である永安薬業、海正薬業等も名を連ねている。同省はこれら15社に対し、2012年6月までに必要な是正措置をとるよう求めており、その求めに応じない場合には工場等の閉鎖命令も辞さないと通知したとされる。

さらに、環境保護省は2011年、各地の環境保護担当部門から提供された82社のデータを審査し、2012年に入ってからは業界のリーダーである上場企業に対する審査を強化しており、これまでに6社からの報告を不受理とし、再

表1 除染実証試験の対象技術

除染対象物	手法	特徴	No.	実施者
土壌	熱処理	反応促進剤	1	太平洋セメント(株)
	分級	ポンプ分級	2	ロート製薬(株)
		湿式分級	3	(株)竹中工務店
			4	(株)熊谷組
			5	(株)日立プラントテクノロジー
			6	(株)鴻池組
			7	佐藤工業(株)
	化学処理	有機酸処理	8	(株)東芝
下水汚泥	溶出	有機物処理	9	新日鉄エンジニアリング(株)
公園・道路・建物	切削・剥離	ストリップペイント	10	志賀塗装(株)
	特殊水洗浄	ナノバブル水	11	京都大学
		モルクラスターオゾン水	12	ネイチャーズ(株)
	高圧洗浄	超高圧(280MPa)	13	(株)キクテック
	研削・剥離	ウェットブラスト	14	マコー(株)
瓦礫	洗浄	水洗浄	15	戸田建設(株)
		ドライアイス	16	環テックス(株)
植物・牛糞減容	堆肥化	100℃以上	17	(独)宇宙航空研究開発機構
		50～60℃	18	日本ミクニヤ(株)
水	捕集	ゼオライトブロック	19	前田建設工業(株)
	吸着・凝集	フェロシアン化鉄	20	東京工業大学
森林・木材	固化剥離	セメント剥離	21	大成建設(株)
	洗浄	水洗浄・焼却	22	郡山チップ工業(株)
		高圧洗浄・水処理	23	(株)ネオナイト
	間伐有	空間線量率変化	24	福島県林業研究センター
	間伐無	施工法の効率化	25	(株)大林組

提出を指示したとされる。6社とは、華電国際電力股フン有限公司、河南神火煤電股フン有限公司、山東華鵬玻璃股フン有限公司、瀋陽金山能源股フン有限公司、展辰塗料集団股フン有限公司、宜昌東陽光薬業股フン有限公司である。医薬や化学、機械製造など汚染が深刻な業界に対し、環境汚染検査を厳しくし、排出削減指標をクリアしていない地区では投資を認可しない等の方策が実行されるといわれている。規制や制度はあっても必ずしも遵守されない等の指摘もあったが、本格的に環境保護に乗り出す姿勢が垣間見られる事例といえよう。

規制が強化されれば、その対策支援を行うビジネスが活発化する。土壌汚染関連では、既に同和鉱業が中国に関連会社を設立済みである。また、住化分析センター等の分析会社も中国に現地法人を設立済みである。これら既存の企業に加え、今後、国内で実績を積み上げてきた土壌汚染関連企業が中国への進出を果たしてくことになろう。どの地域で公的市場を目指すのか、それとも私的市場を目指すのか。日本で培った技術をもとに現地企業と連携してビジネス開拓を目指すのか、独自にマーケティングを行い単独でのビジネス開拓を目指すのか。立ち上がりを前にして、中国における土壌汚染関連ビジネスに対する企業の戦略が問われている。

注釈

⑴汚染状況重点調査地域については、地域によって以下の4つのタイプの実施主体が規定されている。

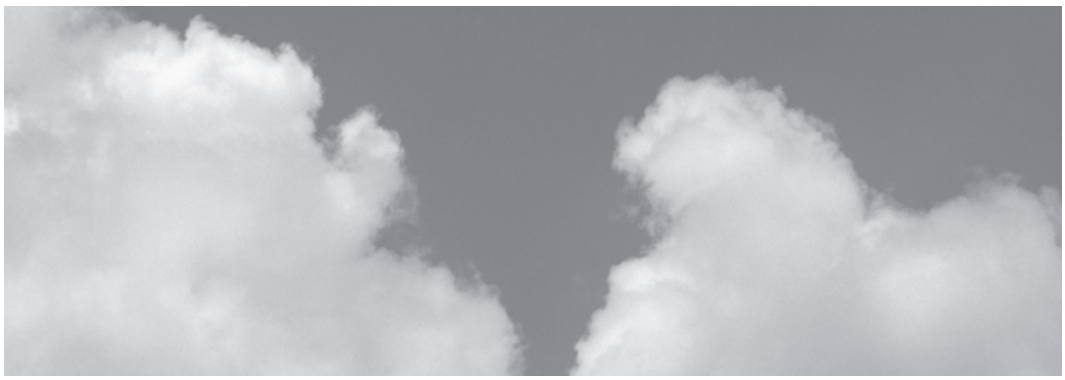
①国、都道府県、市町村、環境省令で定める者が管理する土地及びこれに存する工作物等については、国、都道府県、市町村及び環境省令で定める者が除染等の措置等を行う。

②a以外の土地及びこれに存する工作物等については、当該土地が所在する市町村が除染等の措置等を行う。

③農用地及びこれに存する工作物等については、市町村の要請により都道府県が除染等の措置等を行うことができる。

④①の土地あるいはこれに存する工作物等、または②の土地あしくはこれに存する工作物等について、国、都道府県、市町村、環境省令で定める者又は当該土地等の所有者等が、①または②に定める者との合意により、除染等の措置等を行うことができる。

⑵我が国では、テレビ放送の地上デジタル化にともない、約23万t（テレビ1800万台分）もの廃ブラウン管の排出が予想されており、効率的な廃棄・リサイクル手法の確立が求められている。

参考文献

1．内閣府原子力被災者生活支援チーム・環境省・日本原子力研究開発機構「除染モデル実証事業等の成果報告会（平成24年3月26日）」
2．㈱NTTデータ「エコロジーエクスプレス」