

環境修復事業におけるリスク顕在化の事例研究

国際航業(株)	尾崎哲二*1
国際航業(株)	下池季樹*2
西武建設(株)	三村 卓*3
(株)鴻池組	小山 孝*4
シヤマ総合研究所	佐鳥静夫*5
国土交通省	塩崎修男*6
(株)日建設計ビル	角南安紀*7
大成基礎設計(株)	松川一宏*8

By Tetsuji OZAKI, Toshiki SHIMOIKE, Taku MIMURA, Takashi KOYAMA,
Shizuo SATORI, Nobuo SHIOZAKI, Yasunori SUNAMI, Kazuhiro MATSUKAWA

土壌・地下水汚染問題の解決を目指した「土壌汚染対策法」は長年の議論を経て平成15年2月に施行された。環境修復事業が進められるにつれ、場合によっては事業の中断や不動産価値の下落などの大きな被害を受けることが明らかになった。

本論文では環境修復事業においてリスクが顕在化した3つの事例と、住民との良好な関係を築きダイオキシン類で汚染された土壌を処理した事例を紹介する。これらの分析により、環境修復事業が有害物質を取り扱うことに起因する多くのリスクを持つ事業であることを示す。そして、それ故にこそ周辺住民をはじめ関係者間によるリスクコミュニケーションが重要であることを指摘する。環境修復事業で遭遇する被害やトラブルをどのようにして少なくするのか、そのリスクマネジメントはこれらの特徴を生かす必要がある。

【キーワード】 環境修復事業、有害物質、リスクコミュニケーション

1. はじめに¹⁾

土壌・地下水汚染に伴う環境修復事業は東京、大阪などの大都市を中心に進められている。この事業の関係者においては、事業にともなうリスクを削減あるいは回避することが共通の課題となっている。

環境修復事業はマイナスのイメージを持たれる場合が多い。それは有害物質の存在が人を不安にさせるからである。また、一般にはよく見えず、その性質や人の健康への影響がよく理解されていないこと、さらに地盤中での存在状態がよくわからないことが

要因として考えられる。そして、これらのことが環境修復事業で生じるリスクの大きな原因になっているのである。

環境修復事業の調査、対策技術については当初、海外からの導入があり、次いで我が国独自の進展がみられ土壌汚染対策法の成立後に発行された「土壌汚染対策法に基づく調査及び措置の技術的手法の解説（環境省監修、(社)土壌環境センター編）」では認められた対策技術が示されている。一方、同時に導入されたリスクについての概念は様々に適用され、例えば現場の条件を組み込んだ人の健康リスクに関する研究²⁾では、リスク管理濃度という概念を設定し合理的なリスク管理手法が提案されている。

しかし、これらの解説書や研究においては調査、対策が問題なくおこなわれることを前提としたもので、対策実施中に顕在化するリスクについては、ほとんど触れられていない。土木工事に例えれば設計図はあるが、施工計画書がないといった状況である。

*1 地盤環境エンジニアリング事業部 03-3288-5722

*2 地盤環境エンジニアリング事業部 06-6487-1125

*3 事業本部工務部 04-2926-3414

*4 大阪本店土木技術部 06-6461-0262

*5 03-5402-6716

*6 国土技術政策総合研究所 029-864-2211

*7 地盤設計部 03-5226-3070

*8 環境エンジニアリング事業部 03-5832-7193

本論文は、環境修復事業におけるリスクが顕在化した事例や我が国で最初におこなわれたダイオキシン類汚染土壌の処理事例を分析し、その特徴を明らかにする。2章では環境修復事業がどのような事業であるのかを列挙して示す。3章ではリスクが顕在化した事例として土壌調査時に生じる二次汚染のリスクについて、次に土壌掘削搬出時に生じた住民とのトラブルについて、最後に最近話題となった大阪アメニティパーク（OAP）の事件について紹介する。さらに、ダイオキシン類汚染土壌の現地無害化処理事例の事業経過を詳細に紹介する。最後にこれらの事例を考察し、環境修復事業の基本的な特徴をまとめる。

2. 環境修復事業とリスクコミュニケーション

(1) 環境修復事業について

土壌・地下水汚染の対策としての環境修復事業は、これまでの経験から以下の特徴をもつと考えられる。

a) 有害物質を取り扱う

直接には土壌、地下水を対象とするが、これらに有害な化学物質が含まれるため、様々なリスクの原因となる。工場での化学物質のリスク管理は今では通常の行為であるが、土壌、地下水中の化学物質のリスク管理はこれまでに経験のないことである。

b) 多様な知識を必要とする

地質学、地下水学および土木工学の技術がベースになっていると考えられるが、有害物質を取り扱うため化学的な知識が必要であり、浄化技術においては微生物の知識が必要になる場合がある。また、住民等とのリスクコミュニケーションに関する知識も重要である。

環境修復事業は土壌汚染対策法やこれに関連した条例にしたがうあるいは準拠することになるが、土壌汚染対策法は施行されたばかりであり、その運用においてしばしば対応に苦慮する場面が生じる。国や地方自治体の関係部署への相談も重要であるが、法の本質を知り適切に運用しなければならない。

c) 実施者は民間企業

環境修復事業が公共事業として実施される場合もあるが、これまで実施者は土地所有者あるいは汚染原因者として民間会社である場合が多い。民間会社

にとって環境修復事業は過去の負の遺産をゼロあるいはゼロに近くする事業である。高度な技術を必要とするが、短期的かつ限定的であるため実施者において環境修復事業を専門とする担当者は少ない。

d) 対策技術

環境修復技術は基本的に拡散、分解および隔離の3つの方法に分けられる。拡散とは有害物質を地球上に薄く広く拡散させる方法である。分解とは有害物質を水や二酸化炭素などの無害な物質に分解する方法であり、隔離とは有害物質を人の生活圏から隔離する方法である。

有害物質の種類によって対策方法は異なり、重金属の場合には分解はあり得ず拡散および隔離による対策が実施される。セメントの原料となる場合には拡散であり、処分場で処分される場合には隔離である。一方、VOC（揮発性有機化合物）の場合には、最終的には分解される。

(2) リスクコミュニケーション

世の中のあらゆる事象には例外なくリスクが存在し、現在ではそれを前提に物事は進められている。特に新たな化学物質や有害な化学物質の利用においては、リスク管理が極めて重要である。それは、化学物質が閉じた世界で存在しておらず、生活環境の周りで製造され、使用され、さらに拡散しやすいため、人は化学物質に暴露される可能性があるからである。そのため、飛行機や新幹線などのリスクは自分の意志によって避けることが可能であるが、化学物質によるリスクは避けられず注意を払わざるを得ないのである。

しかし、新たな化学物質や有害な化学物質でさえも利用されるのは利便性があるからであり、飛行機や新幹線も例外ではない。また、何らかの事業も同様に利便性あるいは有用性を求めておこなわれる。つまり、化学物質や事業は正負両面を持ち、これらを理解した上で社会が受け入れているのである。

この社会的な受け入れを土壌、地下水汚染に関わる環境修復事業について考えてみれば、周辺の住民にとって土壌汚染の存在は健康被害などのリスクを生じさせるが、これを修復することはリスクが低くなり歓迎すべきものであろう。しかし、環境修復事業は土壌中の有害物質に何らかの作用を加えるため、有害物質による住民の健康被害へのリスクが一時的

に高まることになる。そこで、この事業を進めるにあたって住民を含む関係者との間に、事業で生じるリスクについてコミュニケーションが必要になるのである。

リスクコミュニケーションの目的はリスクの発見、関係者との間の相互理解によるリスクの顕在化の阻止、関係者に対するリスク回避・軽減のためのリスク情報の提供などが挙げられる。強調したいのは新たなリスクの発見という点である。事業を進める者の立場から想定されるリスクには限界があることを知らなければならない。ともにリスク対策を進めていくという謙虚な姿勢が必要である。そのためには、環境修復事業に関する正確な情報を伝え、住民らの関係者が判断できる材料を提供しなければならない。一方的な反対や推進を前提とした情報提供では真のリスクコミュニケーションとはならず、社会的な受け入れは得られないからである。

3. 環境修復事業の事例

(1) 土壌調査時におけるリスク³⁾

概況調査や詳細調査では土壌調査が実施される。土壌調査ではボーリング工事とともに観測井戸の設置工事がおこなわれる。汚染土壌を直接掘削するため有害物質の土壌への付着や拡散など、二次汚染を誘発することがある。

a) 土壌調査の目的と内容

土壌調査の目的は「有害物質の汚染分布の把握」にあると言ってもよい。これは有害物質がどのように地盤中に拡散しているのかその範囲と濃度を把握し、汚染機構を明らかにするものである。そのため、ボーリングによりコアを採取して、分析するとともに地質柱状図を作成し汚染機構解明の基礎となる情報を得る。さらに、地下水の汚染や流れの把握のため地下水の採水、分析および地下水位の測定をおこなう。このため、観測井戸の設置が必要になる。

b) ボーリング時のリスク

ボーリングでは一般に地表から土壌を掘削してコアを採取し、これをコア箱に入れ観察して地質柱状図を作成する。同時に目的とする深度の土壌試料をコア箱から採取して分析室へ送る。この一連の作業において、採取する土壌が実際の深度あるいは濃度の土壌として認知されないリスクが、以下の状況下

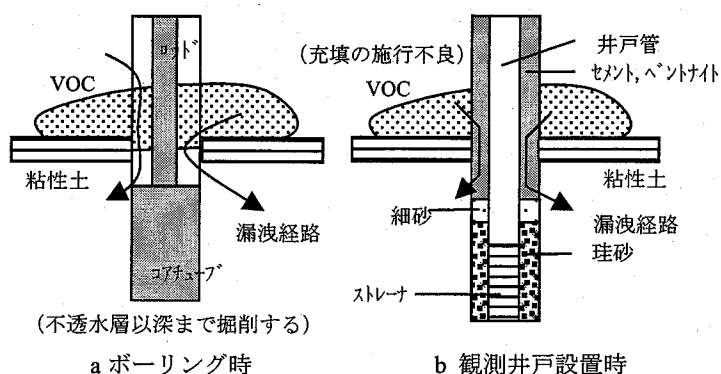


図3-1 土壌調査時における二次汚染の模式図

で生じる。これらのリスクが顕在化すれば土壌調査の目的を達することができない。

- ・ ボーリングによるコアの採取やハンドリング時に取り間違いが生じる
- ・ コア（土壌試料）に他の深度にあった有害物質が付着する

また下位の帯水層を掘削する際、上位の帯水層に存在する有害物質が下位の帯水層に落下し、拡散してしまうリスクが、以下の状況下で生じる。これらのリスクが顕在化すれば、場合によっては大きな責任問題にも発展する（図3-1a 参照）。

- ・ 上位の帯水層を止水しない、あるいは止水が不良
- ・ 泥水を交換しない
- ・ 不透水層は深まで掘削する

c) 観測井戸施工時のリスク

観測井戸の施工では所定の深度にストレーナーを設置するため、その区間の上下の孔壁と井戸管の空隙を止水する必要がある。止水には通常、セメントやベントナイトペレットなどが充填されるが、施工不良によって完全止水ができない場合には有害物質が拡散することになる（図3-1b 参照）。

d) 有害物質の移動性

有害物質には主に重金属類とVOC（揮発性有機化合物）がある。一般に重金属類はその吸着性などにより表層近くに留まることが多いが、VOCによる汚染は地表下数十mに平面的な広さも数百mに及ぶことがある。これは、VOCが土壌に吸着しにくく、水より重く水に溶けにくいからである。したがって、地盤中に透水性の高い場所があれば広域に拡散する。

e) 土壌調査時におけるリスクの特性と対応

土壌調査は一般の地質調査におけるボーリングや

観測井戸設置の施工方法によりおこなわれている。地質調査においてはボーリング時に採取コアの取り間違いが生じて、管理者あるいは観察者が注意をすれば大方は解決することが多い。また、地下水の逸水においても、地下水が通常無害であり二次汚染といった問題に発展することは少ない。しかし、このような施工ミスが土壤汚染にかかわる土壤調査において生じることになれば、汚染分布の間違いや二次汚染といった問題を引き起こすことになる。これまで、土壤調査で二次汚染が生じた事例報告を聞かないが、現実には浅い地層中に存在した VOC を深い地層へ落とした場合であっても、それを知るのには難しく、もともと汚染があったものとして記載されていると考えられる。

しかしながら、これらのリスクを回避するためボーリングや観測井戸設置に高度な技術は必要ではない。これまでの方法を見直し、土壤調査におけるリスクをよく理解して改善を図ることが重要であり、担当者や作業員への教育と指導が期待される。さらに、周到な計画を立て作業時の確認をおこなうことが必要である。

(2) 汚染土壌搬出時におけるリスク⁴⁾

土壤汚染対策では汚染土壌の掘削工事を伴うことが多く、基本的には土木工事として進められる。そのため、通常の土木工事と同様な感覚で施工し、環境への配慮を欠くことがある。本節では対策工事において発生した近隣住民とのトラブルの事例を示す。

a) 工事概要

対象地は都市近郊の住宅街にある工場跡地であった。工場廃止に伴って実施した土壤調査の結果、一部の浅層部に軽微な土壤汚染が確認された。対策として汚染土壌を搬出処分する方針とした。

対象地ではすでに高層マンションの建設が開始していた。建設計画においては工場主、施工業者および住民との間に日照権等をめぐる交渉があり建物の配置変更の合意がなされていた。しかし、住民の不満を解消するまでには至っていなかった。対策工事の開始時には別途舗装解体工事がおこなわれていたが、住民から騒音、粉塵等のクレームがあり、これに対応して工事は進められていた。このように対策工事前において、工場主および施工業者と住民の間は緊張した状態にあった。

対策工事の開始にあたっては、工場主とともに住民説明会を実施し、工事計画の理解を得ていた。

b) トラブル発生と対応

土壌搬出量が半ばを過ぎるところであった。場内において、汚染土壌を積載した 10 トンダンプトラックの荷台から土壌が少量こぼれ、それを見ていた住民から注意があった。しかし、ダンプトラックはそのまま土壌を搬出してしまい、これが発端となり以下のトラブルが発生した。

- ・ 対策工事の中断
- ・ 汚染された土壌の落下に注意を払わずダンプトラックが走行したことに対する非難と責任の追及
- ・ ダンプトラックが汚染土壌を過積載していないか、また「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」に違反している恐れがないかなどの指摘

これに対し、以下の対応をおこなった。

- ・ 工事担当者の交代
- ・ 汚染土壌のダンプトラックへの積載方法の是正と監視体制の確立
- ・ ダンプトラックに付着した汚染土壌の確実な除去
工事再開までに数週間を要したが工事を完了することができた。

c) トラブルの原因と反省

トラブルの原因には以下の 3 点が考えられた。

- ・ 住民説明会において、住民に対策工事の理解は得られていたとの認識
- ・ 土壤汚染が浅層部の軽微なものであり、大きな問題にはならないという軽信
- ・ トラブル時の対応の準備不足

上記の項目について、工事施工者の認識や対応策が一般の土木工事とどのように違うのか比較検討した。結果を表 3-1 に示す。表 3-1 より、発生したトラブルの反省点として以下の内容が考えられる。

① 住民の立場の理解

専門家（工事施工者）は環境修復の役割があるが、住民はマンション計画に反対しているのである。環境修復に比べマンション建設反対の解決は困難である。両者の立場の相違を理解し、住民の立場を理解して工事を進めることが必要である。

② 住民とのコミュニケーションの重要性

対策工事に正当性があっても、住民の合意を得られなければ事業を進めることは難しい。そのため

表3-1 工事施工者の認識および対応策の比較

比較項目	土壌汚染対策工事	一般的な土木工事
	土壌汚染あり、住民反対あり	土壌汚染なし、住民反対あり
①住民説明会	・住民感情は、ベースにマンション建設反対があり、これに土壌汚染への不安が加わり敏感なものであった。 ・住民からマンション建設反対の理由として土壌汚染が強調された。	・住民説明会や工事中の住民対応には、発注者がおこなう場合が多い。 ・住民の工事反対の申し入れ先は、通常、発注者である。
②浅層部の掘削（軽微な土壌汚染）	・土留めを必要としない浅い掘削工事であり、工事にとまって環境や安全上の問題が発生する可能性は小さい。 ・汚染土壌の運搬時、土壌がこぼれ落ちれば二次汚染となる。	・土留めを必要としない浅い掘削工事であり、工事にとまって安全上の問題が発生する可能性は小さい。 ・掘削土壌の運搬時、こぼれ落ちる土壌は清掃すればよく二次汚染は生じない。
③トラブル時の対応	・実績が少ないため、どのようなことがリスクになるのか想定が難しい。 ・住民とは工事に対する感情に違いがあるため、粘り強いリスクコミュニケーションが必要である。	・多くの実績により標準的なリスクは把握されている。 ・住民とのリスクコミュニケーションではお互いの焦点が明確である。

住民説明会にとどまらずに日常から住民とのコミュニケーションを図り対策工事の理解を得ていくことも重要である。

(3) 大阪アメニティパーク（OAP）問題

本節では、既に社会的に大きく取り上げられている大阪アメニティパーク（以下、OAP）の土壌汚染問題について、その経過をたどりつつリスクマネジメントの観点から考察をおこなう。なお、記載する事象はすべて新聞等のメディアからの引用である。

a) 経緯

OAP は大阪市北区の旧三菱金属大阪精錬所跡地（面積約 5ha）に建設されたオフィス、ホテル、ショッピング、高層マンション（2 棟、総戸数 514 戸）からなる大規模複合施設である。建設前に土壌汚染対策（掘削除去、不溶化等）がおこなわれた。しかしマンション販売開始直前に地下水汚染が判明したものの、事業者はこれを公表せずに販売に踏み切った。その後、事業者は汚染事実を公表し、住民から訴訟される事件にまで発展した。これらの詳細な経緯を表 3-2 に示し、その説明および考察を次項に示す。

b) リスクマネジメントの立場から見た問題点

① 調査・対策段階

土壌調査ではボーリング調査が 20 m 間隔で 141 本（深度 10～20 m）実施された。土壌汚染対策法や各自治体の条例はまだ整備されておらず、当時としてはかなり綿密に調査がおこなわれたと推測される。

対策工事は処理対象土壌 20.4 万 m³、約 30 億円の規模であり、掘削除去、原位置封じ込め等がおこな

われた。建築工事に伴い打設される連続地中壁・SMW（土とセメントスラリーを原位置で混合・攪拌し、地中に造成する壁体の略称）の内側に根切り掘削した後に残った汚染土壌が封じ込められ、連続地中壁外側（建築工事範囲外）の汚染土壌は不溶化処理されている。

事業者の公表資料（'02 年 9 月）によれば「連続地中壁、SMW（及び不透水層、表面舗装）に遮断機能があり地中の汚染土壌が外部に飛散することはない」と記載されており、汚染土壌を残しても遮断機能や不溶化処理により汚染拡散が確実に防止できると判断したことが推測される。

以上より、少なくとも土壌調査については、ある程度適切な判断のもとにおこなわれたと考えられる。しかし、対策については約 30 億円もの大規模工事ではあったが、汚染土壌を封じ込めることについての確実性、汚染が残留することのリスクについて、どの程度検証し、議論されたかがポイントであったと考えられる。すなわち、以下の議論である。

- ・採算上、対策費は 30 億円が限度であったのか
- ・処分費を抑えるための遮断壁、不溶化の確実性とコストの比較は適切であったか
- ・どの程度対策費を増額すれば、どの程度リスクを低減できたのか

結局、汚染土壌を残してもリスクを回避できるとして採用した遮断壁の機能や不溶化処理の効果が十分でなかったために、敷地内に残留した汚染土壌が原因となり、地下水汚染が生じたと推測される。

表3-2 これまでの経緯

1989 年	三菱金属大阪精錬所閉鎖
1989 年 1 月～	土壌調査（ボーリング 141 本、深度 10～20m）→ 汚染判明
1992 年 6 月	大阪市に土壌処理計画書提出（土壌汚染が存在し、対策計画では一部汚染土壌の残留を明記）
1992 年～1994 年	対策工事（20.4 万 m ³ 、約 30 億円、撤去搬出処分、一部は原位置封じ込め及び原位置不溶化）
1997 年 1 月～	地下水調査→ 基準値超過（砒素、セレン等）・・・公表せず
1997 年 2 月～	マンション販売
1998 年 3 月～	マンション入居
2000 年 8 月	大阪市に報告書「全量搬出・処分した」
12 月	大阪市に始末書「全量搬出・処分は事実ではなかった」
2002 年 5 月	土壌汚染対策法公布
2002 年 8 月	大阪市に「実は（'97 年から）汚染物質が出ていた」と報告
9 月	汚染を公表「地下水汚染はあるが、生活安全面での問題なし」
	マンション販売中止住民説明「販売時に説明責任はなかった」
	事業者が汚水処理施設設置、65cm の盛土等の対策
2003 年 2 月	土壌汚染対策法施行
2004 年 10 月	宅地建物取引業法違反（重要事項の不告知）で事業者を家宅搜索
2004 年 11 月	大阪市が OAP に立入調査
2005 年 2 月	事業者側がマンション管理組合に対し、土壌汚染の補償金として 15 億円、土壌と水質の再検査や表層土壌を入れ替えるなどの環境対策費として 45 億円を支払うことを文書で提示
2005 年 3 月	事業者幹部を書類送検

② 行政対応、マンション販売段階

土壌処理計画書を大阪市に提出する段階（'92 年 6 月）では、汚染隠蔽はなかったと考えられる。計画書には土壌汚染が存在していること、対策では一部汚染土壌が残留することが明記されていた。事業者の姿勢が一転するのが、地下水調査（'97 年 1 月）の結果、砒素、セレン等が基準値を超過したにもかかわらず公表せずマンション販売に踏み切った頃（'97 年 2 月）からである。販売開始を直前に控え、汚染を告知した場合のイメージダウンや販売不振のリスクよりも、この損失を避ける判断が働いたと推測される。その後は、市に「全量搬出・処分した」と報告し（'00 年 8 月）、直後に「事実ではなかった」と始末書を提出するなど不自然な動きがうかがえる。この段階では既に事業者サイドでは汚染を隠蔽する方針が固まっていたと推測されるが、それでもなおリスクマネジメントは可能だったはずであり、イメージダウンや販売不振による損失と、隠蔽が発覚した場合のリスクを的確に把握し適切に判断していれば最悪の状況は避けられたはずである。しかし、もはや「後には引けない」状態であったと考えられる。

③ 汚染公表段階

その後事業者は、'02 年 9 月に汚染事実を公表し、マンション住民に説明するとともに、汚水処理施設設置、表層盛土等の対策を次々と実施した。

この経緯について、ある新聞記事は「'02 年 9 月は、土壌汚染対策法が施行（翌'03 年 2 月）されるまでの周知期間にあたり、汚染区域と指定され企業イメージ悪化やマンション住民の反発などを恐れ、“先手”を打った可能性がある、と府警は見ている」と書いている。

事業者の公表文書の説明には、「一部新聞において、土壌汚染問題で住民に不安が広がりつつあるとの報道がされたが、報道で指摘されたような生活安全面での問題はない」とあり、汚染問題、住民の不安をもはや抑えきれなくなった状況がうかがえる。さらに「湧水の一部に重金属を検出したことから、放流前に濃度管理を行っている、従って生活安全面への悪影響はない」と不安を払拭しようとする内容が書かれている。また、住民説明においては「販売時に説明する責任はなかった」と主張していた。

結局、この段階においては、一旦汚染事実を隠蔽し販売してしまったため、後戻りができず、体面を繕いつつの対応に追われる結果となっている。

この時点では、住民、行政だけでなくマスコミ、世論を説得しきれなかったことによる法的処罰、損害補償、企業イメージダウン、社会的制裁がリスクとして生じており、当初の調査・対策段階に比べると、その対象や規模が比較にならないくらい大きくなっている。

④ その後の経過

04年10月、台風23号の影響による漏水が発生し、それまでの最高濃度（セレンでは排水基準の160倍）が検出され、マスコミに大きく報じられた。雨水が汚染土中を浸透し、地下駐車場に漏れ出したとみられた。

「事業者は汚染された水は地表にはでてこない」と説明していた。これまでの説明はウソばかり」と住民の怒りの声が相次いだ。この時点では、もはやリスクマネジメントは機能していない。「漏水は想定外」という事業者のコメントにも、後手にまわってどうしようもない状況がうかがえる。マンション住民による訴訟があり、同月末、事業者は宅地建物取引業法違反容疑で大阪府警の家宅捜索を受けることになった。

'05年2月、事業者はマンション住民側に対し、土壌汚染の補償金15億円、土壌と水質の再検査や表層土壌を入れ替えるなどの環境対策費として45億円の支払いを提示し、交渉がおこなわれることになった。

(4) ダイオキシン類汚染土壌の処理

平成14年4月、和歌山県橋本市の山間部に位置する産業廃棄物中間処理場（写真3-1参照）が、ダイオキシン類対策特別措置法に基づく対策地域に指定され、高濃度ダイオキシン類汚染土壌の現地無害化処理が平成14年10月～平成15年11月に実施された。ここでは、この処理を実施するにあたり周辺住民への健康被害のリスクや環境リスクを低減し、円滑な処理事業を実施するため、特にリスクコミュニケーションを重視して進めた管理事例について紹介する。

a) 対象地の履歴

平成6年頃より今回の対象地にあった産業廃棄物中間処理場において、その処理業者が不法に廃棄物を持ち込み、排ガス対策の不完全な焼却炉での焼却や野焼きをおこなっていたため、周辺住民から苦情が相次いでいた。住民は処理場のダイオキシン類の調査、焼却施設および埋立廃棄物の撤去を求めた。平成12年1月に県が焼却炉周辺を調査したところ焼却炉内から最大250 ng-TEQ/g (250,000 pg-TEQ/g)、周辺土壌から100 ng-TEQ/gの高濃度のダイオキシン類による汚染が確認された⁵⁾。県は直ちに処理業者に対し、ダイオキシン類で汚染されている施設の解体



写真3-1 汚染の原因となった焼却炉

・処分等の措置命令を出した。しかし、業者が従わなかったため、県は同年5月措置命令に係る行政代執行（緊急対策）を実施した。行政代執行業務では、焼却炉解体に伴って発生したダイオキシン類汚染物（15.6 m³）を現地無害化処理（ジオメルト工法）⁶⁾した。しかし、周辺には土壌環境基準を超える汚染土壌が残っており、これを処理（恒久対策）する必要があった。

b) 恒久対策計画決定までの経過

土壌調査の結果、ダイオキシン類による汚染土壌は焼却施設のあった場所を中心に同心円状の汚染が確認され、土壌環境基準（1,000 pg-TEQ/g）を超える汚染土壌の範囲は4,930 m²、土量は2,602 m³であった。

恒久対策の処理計画の策定については、平成13年6月に県によるダイオキシン類汚染土壌の無害化処理技術の公募によりスタートした。同年10月に県が住民を交えて公募技術の説明会を実施し、同月末、公害調停が成立し、県、橋本市および住民の三者に学識経験者を交えた恒久対策協議会が設立された。

処理土壌の処理方針は、この協議会において検討が進められ以下の方針が決定した。

- ・低濃度汚染土壌（3,000 pg-TEQ/g 未満、1,932 m³）は現地に設置するコンクリートボックスに封じ込める。
- ・高濃度汚染土壌（3,000 pg-TEQ/g 以上、670 m³）は現地無害化処理する。

高濃度汚染土壌の現地無害化処理についてはインターネットを利用するなど公開のもとに検討され、緊急対策で採用したジオメルト工法が選定された。

この決定までに住民から提出された懸念事項は、①工法選定が適当であるか。すなわち緊急対策時で採用した工法以外についても検討の必要がある。

表3-3 恒久対策における環境保全協定書の骨子

項目	内容
1. 基本方針	地域住民の健全な生活環境の保全のために最善の策を講ずる。
2. 環境保全対策	無害化処理設備の運転状況の管理目標値を設定、管理目標値の範囲内であることを確認するとともに、計測値を記録して現場で住民が閲覧できるようにする。
3. モニタリング	汚染土壌掘削中、土壌詰込み、洗浄作業時の作業環境モニタリングを行う。 ジオメルト処理中に下記項目について、3回モニタリングを行う。 ①大気放出ガス（ダイオキシン類、SOx、NOx、重金属類等） ②敷地境界（ダイオキシン類、粉塵） ③汚染物と溶融固化体（ダイオキシン類、重金属類） 周辺モニタリングとして敷地境界4カ所でデジタル粉塵計による24時間連続モニタリングを行う。
4. 立入調査	住民は現場への立入調査ができる。ただし工事の円滑な実施に支障をきたさないように配慮する。
5. 緊急時の措置	緊急時のマニュアル整備と実地訓練の実施。
6. 公開の原則	作業日報、モニタリング等の分析結果やモニタリングテレビ24時間映像を公開する。
7. 対策協議会	県2名、地元住民（撤去させる会）4名、施工業者2名で構成する対策協議会を設置し、協定を円滑に履行するために次の事項を協議する。 ①業務の安全性の確認 ②モニタリング結果の評価に関する事項 ③協定に定めない事項 協議会では学識経験者や専門家をオブザーバーとして意見を求めることができ、公開を原則とし月1回定期的に開催する。
8. 習熟運転	1 バッチ目に運転に伴う各種データを集中的に採取し、管理目標値の検証、溶融運転状況、運転中の騒音等を確認する。

②工法の選定はどこがおこなうのか、③工法決定の経緯は明瞭にする、などであった。これに対し県は、①恒久対策協議会を設置する、②現地無害化処理技術の選定は県がインターネットで全国から公募する、③工法の選定は協議会でおこないその決定過程を明瞭にする、との対応を講じた。

c) 現地無害化処理における環境保全協定書の策定

現地無害化処理を実施するに当たり、県、住民および施工業者は地域住民の生活環境を保全するため、処理に関する環境保全協定を締結した。環境保全協定の骨子を表3-3に示す。

d) 情報公開と現地無害化処理3原則

本事業は“情報公開のもとで、住民とともに築き上げる環境対策事業”と位置付けられ、住民関与のもとで施工が実施された。平成14年8月の環境保全協定締結後、同年11月に無害化処理を開始し、平成15年10月に完了した。同年12月には、低濃度汚染土壌のコンクリートボックス封じ込めについても環境保全協定が結ばれ、平成16年9月に全ての恒久対策工事が完了した。有害物質で汚染された土壌の現地無害化処理をおこなうにあたっては、①技術の確実性（無害化処理の確実な実施）や②安全性（二次公害等を周辺環境に影響を与えない）はもちろんのこと③住民関与（住民参加、情報公開を原則にした

処理の実施）の原則が実践される必要がある⁷⁾。本事例ではこの3つの原則に沿った対策であった。このうち③の住民関与の原則が貫かれた背景には以下の要因が挙げられる。

- ・ 問題解決に前向きな住民が多く、工事に対して協力的であった。
- ・ 全国的に知られる深刻な環境汚染であり、緊急性の高い問題であった。
- ・ 工事を強行するのではなく、1年にも及ぶ住民との協議を経て工事を進めた。
- ・ 広く情報を提供することにより、住民が技術、施工内容を十分に理解することができた。

(5) 考察

環境修復事業においてリスクが顕在化した3つの事例および良好に進められたダイオキシン類汚染土壌の処理事例について紹介した。

リスクが顕在化した土壌調査の事例では、これまでの地質調査における方法がそのまま踏襲されることが多く、同様のセンスで土壌調査がおこなわれた場合には、汚染分布の誤りや二次汚染のリスクが生じることを示した。汚染土壌の場外搬出の事例では、周辺住民のクレームによって工期の遅延等の被害を被った。対策工事は比較的簡単な土木工事であったが、工事担当者に住民の立場からの視点が欠けてい

たことが反省点として挙げられた。

このように土壤汚染の調査、対策は基本的には地質調査や土木工事をベースにおこなわれる。そのため、これまでの方法やセンスで進められる傾向がある。そこに落とし穴があることを紹介した事例は示している。土木工事は基本的には構造物をつくる作業であり、これまで有害物質を処理するといった経験が少なく取り扱うノウハウが欠けていたことは否めない。もう一つは住民の立場から工事を見るセンスの不足である。これは、これまで土木工事のほとんどが公共工事であるため発注機関と1対1で向かい合う形がベースにあり、住民とのコミュニケーションがありはしたが自らが当事者となることが少なかった。加えて有害物質に対する住民感情への理解不足があったのではないかと考えられる。

マンションの事例では2つのポイントが考えられた。一つは対策工事における対策費と汚染土壤が残留するリスクとの比較がどうであったかである。汚染土壤を残しても遮断壁や不溶化处理により汚染拡散のリスクが低減でき、かつ掘削除去より安いと判断したと考えられるが遮断壁等の確実性と、それに見合ったコストの評価が適切でなかった可能性が考えられる。もう一つはマンション販売時に汚染を告知した場合の販売不振リスクと隠蔽リスクの比較がどうであったかである。汚染を告知していれば確かにある程度の損失は避けられなかったであろうが、対応次第では隠蔽したために顕在化した新たなリスクは確実に避けられていたはずである。当時のリスク評価がどうであったかはわからないが、一旦、隠蔽したために後戻りできなくなったのは確かである。

ここで、我が国の土地売買にからむ土壤汚染に対する考え方を振り返れば、ほとんどの場合完全浄化が求められる。前述の「土壤汚染対策法に基づく調査及び措置の技術的手法の解説」では土壤汚染対策として不溶化や封じ込めによる方法が認められているが、なかなかこれらの方法は採用されない。つまり、土壤汚染の存在自体が、将来この土地を買う人や利用する人から、“NO”と言われているのである。技術的に土壤汚染による健康リスクが小さくなったとしても、我が国においては“NO”すなわち“リスクをゼロにせよ”という感覚は容易にはなくならないのではないかと考えられる。これはBSE問題への

対応などからも推察されることである。

しかし、土壤汚染の存在を告知し、完全浄化ではなくとも有害物質による健康被害が生じないように対策を講じ管理を徹底することを明言して、このような感覚を打破することも可能なのではなかろうか。そして目指すべきだと考える。そのためには、不溶化处理技術や封じ込め技術などのリスク低減化技術のさらなる向上が望まれる。不溶化处理技術においては長期的な安定性の確保やその評価方法、封じ込め技術においては施工技術や材料の長期安定性などが課題であると考えられる。

ダイオキシン類汚染土壤の処理事例は通常の土壤汚染とは異なる次のような特徴を持っていた。

一つは有害物質が当時、猛毒として騒がれたダイオキシン類であったことである。しかし、我が国においてこの物質を含む土壤を現地処理した実績がなかったため、この技術を広く公募し、住民も含めて選定したことは住民に安心感をもたらす効果があったと考えられる。もう一つは、最初に土壤汚染の問題を指摘したのは周辺の住民であったことである。土地所有者対住民といった土壤汚染対策の一般的な構図ではなく、意志決定においては住民自体が主体的な役割を担い、県や施工者が広く情報公開をおこない、関係者間で十分な合意形成を図ったことが事業推進の円滑化に繋がったものと考えられる。

4. まとめ

前章の考察から、環境修復事業の基本的な特徴として次の二つが考えられる。

一つはこの事業が有害物質を扱う事業であるということであり、もう一つは住民等の関係者とのリスクコミュニケーションの重要性である。

有害物質を扱うことから人の健康被害へのリスクが生じることは明らかである。また、関係者がこの有害物質そのものや土壤、地下水中での挙動について理解していない、あるいはまだよくわかっていないことがあり多くのリスクが生じているのである。そして、それ故にこそ有害物質の周辺にいる住民や関係者との間に、この有害物質のリスクに対するコミュニケーションがなくてはならないのである。

環境修復事業におけるリスクマネジメントにおいてはこれらの特徴を生かすことが重要であろう。

5. おわりに

環境修復事業では井戸を作ったり地盤を掘削したりするため、地質調査や土木工事と同様に考えられがちである。しかし、紹介した事例は内容が異なることを教えてくれた。環境修復事業は、工場において化学物質の拡散などのリスクを管理するように、土壌・地下水中の有害物質のリスクを管理する事業だと言っていいのかもしれない。そのリスク対策の技術の一つとして地質調査や土木工事の技術を利用しているのであり、その逆ではないのである。関係者はこのことを認識する必要がある。

本論文は環境修復事業マネジメント研究小委員会（土木学会建設マネジメント委員会）における平成16年度の報告書「環境修復事業におけるリスクマネジメントの手法研究」から抜粋し、加筆したものである。小委員会の調査研究活動では筆者のほか上田和幸氏（アサヒテクノ）、大西徳治氏（西松建設）、高野光正氏（応用地質）、村田均氏（アジア航測）、堀晋輔氏（ケンチョー）および宮亨氏（東京建設コンサルタント）に協力いただいた。ここに記して感謝申し上げる。

【参考文献】

- 1) 環境修復事業建設マネジメント小委員会：H16年度報告書「環境修復事業におけるリスクマネジメントの手法研究」, 2005
- 2) 藤長愛一郎、森澤眞輔、米田稔、吉岡昌徳、直井彰秀、笹本譲：土壌・地下水汚染の健康リスク管理手法、土壌環境センター技術ニュース No.10, pp30-35, 2005
- 3) 藤根拓：国際航業社内講習会資料, 2004
- 4) 下池季樹、尾崎哲二、山内仁、笠水上光博：土壌汚染対策工事において発生した事例によるリスクマネジメントについて、土木学会第57回年次学術講演会講演概要集, 2002
- 5) 岩井敏明：橋本市におけるダイオキシン汚染物無害化处理, 全国環境衛生大会妙録集, p61-64, 2001
- 6) 橋敏明ほか：ダイオキシン類で汚染された焼却炉の解体とジオメルト工法による無害化处理, (株)鴻池組技術研究発表会梗概集, 2002
- 7) 中地重晴：住民参加型オンサイトにおける廃棄物、ダイオキシン類汚染処理の現状と課題—豊島（香川）・橋本（和歌山）・能勢（大阪）の場合—, 環境科学会第2003年会・シンポジウム2, p10-17, 2003

A case study of with risk elicitation contaminated sites restoration

By Tetsuji OZAKI, Toshiki SHIMOIKE, Taku MIMURA, Takashi KOYAMA, Shizuo SATORI,
Nobuo SHIOZAKI, Yasunori SUNAMI, Kazuhiro MATSUKAWA

The Law for anti-pollution of soil in Japan was enforced in February 2003. Its purpose was to resolve issues of soil / groundwater contamination caused by past industrial operations. As site restorations were pushed forward, these issues generated serious damages such as an interruption of business and a fall of the real estate value.

In this paper, we examined three cases, which risks surfaced in contaminated sites, and a case which we treated the soil polluted with dioxins based on a good relationship with local residents. By analyzing these cases, we identified that a site restoration is a business with new aspects that we have not experienced.

By analyzing these cases, we identified that these businesses include many risks for dealing with toxic substance, and that risk communications with local residents are important.

The risk management is necessary to reduce damages and troubles in the case of site restorations.