

S 1 - 2 6 土壤汚染対策におけるリスク評価の適用性の検討（その3）

- 米国におけるリスク評価の活用事例 -

白井昌洋¹・キショールパラズリ¹・菱川絢子¹・リスク評価適用性検討部会¹

¹土壤環境センター

1. はじめに

平成 15 年 2 月に施行された土壤汚染対策法により、わが国における汚染土壤対策において環境リスクの低減を主眼としたリスクベースの考え方が取り入れられ、汚染土壤の直接摂取による人の健康へのリスクと土壤からの溶出に起因する汚染地下水の摂取による人の健康へのリスクが考慮されることとなった。しかしながら、土壤汚染対策法で取り入れられているリスクの考え方は、一律の指定基準値をもって汚染土壤を定義し、汚染土壤を直接摂取する可能性のある場合、または土壤からの溶出に起因する汚染地下水等を摂取する可能性のある場合には汚染の除去等の措置を求めるものである。一方、欧米各国においては、汚染土壤対策には古くからリスク評価に基づく評価が行われており、評価モデルあるいは評価の枠組みが既に構築されている¹⁾。

（社）土壤環境センターでは、欧米におけるリスク評価の実態や土壤汚染対策プロジェクトで果たしている役割を把握し、実際にどのような場面でリスク評価が適用できるのか、リスク評価の有効性や課題は何か等についてとりまとめ、わが国の今後の土壤汚染対策におけるリスク評価を考える上での基本的な考え方を構築するための研究を行うこととし、平成 14 年度以降自主事業として「リスク評価適用性検討部会」を立ち上げて活動を行ってきた。

本報告は「リスク評価適用性検討部会」の平成 17 および 18 年度の活動の一部として、米国における実際の汚染サイトで実施されたリスク評価の活用事例を調査した結果の概要を紹介するものである。

2. 米国における主な法的枠組み

2.1 スーパーファンド法²⁾

スーパーファンド法（「包括的環境対策賠償責任法：CERCLA（Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act）」と「スーパーファンド修正および再授權法：SARA（Superfund Amendments and Reauthorization Act）」）は、米国における最も主要な汚染土壤対策の法的枠組みとして知られている。

スーパーファンド法においては、人の健康または生態系へリスクを与えるような汚染サイトがあった場合には、連邦政府が主体となり汚染原因者が特定されるまで信託基金（スーパーファンド）を利用して調査・浄化措置を行うことになるため、スーパーファンド法では、汚染サイトの認定、汚染評価、対策方法の検討、公表、モニタリングなどの手法が定められている。

汚染サイトが U.S.EPA（アメリカ合衆国環境保護局）へ報告された場合には、概ね図 1 に示す流れで調査・修復が行われることになる。予備調査／現地調査の結果に基づく汚染サイトのスコア化を行い、一定スコア以上となったサイトがスーパーファンドサイトとして全国優先リストに登録される。スーパーファンド法におけるリスク評価は、対策検討調査／フィージビリティ・スタディ（RI/FS）の部分で実施されることになる。その後、リスク評価結果に基づく対策が実施される。

Examination of applicability of risk assessment for soil contamination (Part III)

- Case with application of risk assessment in USA -

Masahiro SHIRAI¹, Kishor PARAJULI¹, Junko Hishikawa¹, Risk-WG¹ (¹GEPC)

連絡先：〒101-0021 東京都千代田区外神田 4-14-1 イー・アンド・イー リューションズ（株）環境事業部 白井昌洋

TEL 03-6328-0110 FAX 03-5295-2051 E-mail m-shirai@eesol.co.jp

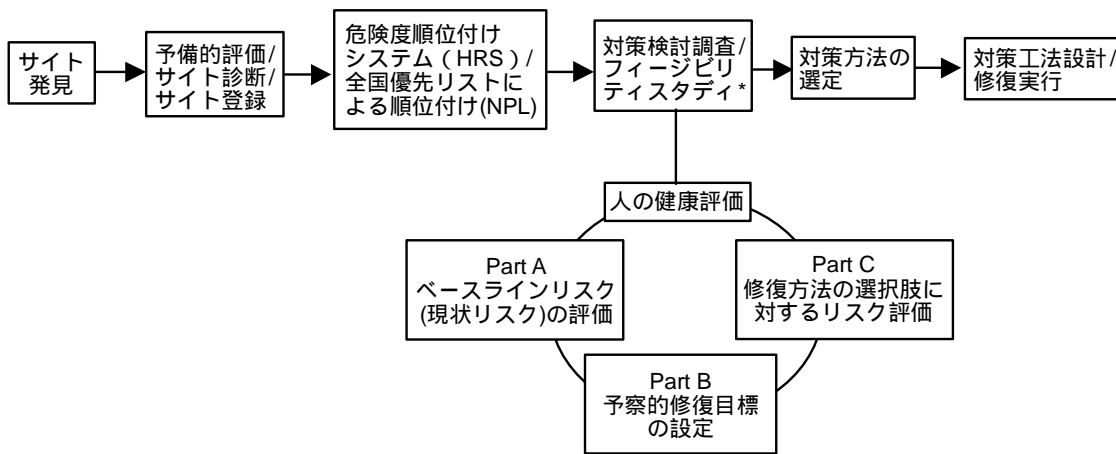
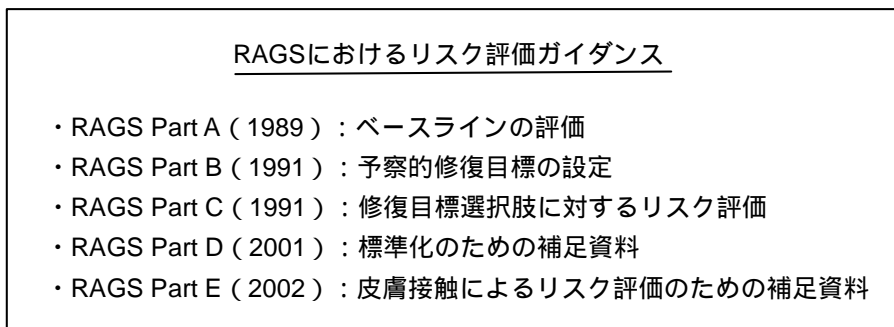


図1 スーパーファンド法に基づく基本的な調査・対策フロー³⁾

2.2 スーパーファンド法におけるリスク評価^{3~5)}

スーパーファンド法におけるリスク評価は、以下に示す5つのリスク評価ガイダンス (Risk Assessment Guidance for Superfund : RAGS) に従って実施する必要がある。ただし、Part D および E は補足的なガイダンスであるため、実際のリスク評価には図1に示すように Part A ~ C が用いられることになる。



RAGS Part A: ベースラインの評価⁴⁾

Part A では RI の結果に基づいてベースラインリスク(措置を行う前の現状リスク)の評価を行い、ベースラインリスクの評価以外にも、毒性評価や暴露評価を行い、今後対象とすべき潜在的な化学物質を明確にしていく。

ベースラインリスク評価における流れを簡略化すると、図2に示す4つのステップになる。評価の手順としては、1)データの収集・評価を行い、2)毒性と3)暴露の両面からの評価を行い、それぞれの評価結果から4)リスク評価を計算する、という流れになる。

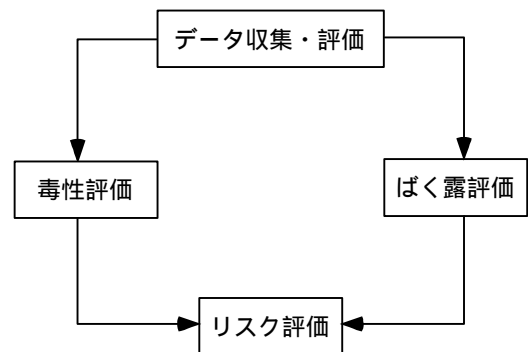


図2 ベースライン評価の流れ

RAGS Part B: 予察的修復目標の設定⁵⁾

Part B では、今後実施する対策に向けて対象物質および予察的(仮の)修復目標値(Preliminary Remediation Goals : PRGs)を設定することが主目的となる。PRGsの設定には、対象とする媒体および化学物質の検討に加えて将来の土地利用に関する情報が必要とされ、リスク評価結果と「適用または参照すべき要求値 (Applicable or Relevant and Appropriate Requirements : ARARs)」の両者を勘案して設定される。このとき、ARARsとして連邦法、州法あるいは条例等で地下水基準や飲料水基準等が設定されている物質は、その規制値を適用し、ARARsが設定されていない場合は、媒体、暴露経路、土地利用計画別にリスク評価を行いPRGsを設定することになる。

PRGs はあくまでも初期段階の目標であり、対策のための最終的な目標ではないため RI/FS 等で検討した

後に最終的に決定されるものである。RI/FSの段階で設定したPRGsは、汚染媒体、汚染物質、土地利用計画および暴露予想といった条件を考慮してRI/FSの段階で入手したデータをもとに修正することが必要である。この段階で対象物質のいくつかは追加（あるいは削除）され、サイト固有の暴露条件に基づいたリスクベースのPRGsが再計算されるべきである。

RAGS Part C: 修復目標選択肢に対するリスク評価³⁾

Part Cでは、複数案ある修復方法の中から有効性、実現可能性、費用等の観点から評価・選定を行う。修復方法の評価に関しては、1982年に改訂された「油と有害物質による汚染に対する全国的緊急対応プラン（National Oil and Hazardous Substances Pollution Contingency Plan：NCP）」に記述されている図3に示す9項目に従って行われている⁶⁾。

修復方法選択肢の評価プロセスは、FSの実施およびスクリーニングステージから始まり、次に詳細な解析ステージへ進む。これらのステージにおけるリスク評価の主な目的は、意思決定者が選択肢の中から選択を行う際に必要とする特定の情報を提供することである。

リスク評価は、サイトの複雑さ、サイトについて考えられる選択肢の数、入手できる資源、入手できる情報量等のサイト特有の要因に影響されるため、最適な選択肢を抽出するためにはリスクの詳細な定量的評価より、むしろ定性的評価が必要とされる場合がある。

Part Cでは、リスク評価におけるリスクコミュニケーションの重要性も述べられており、意思決定が必要なあらゆる段階において公衆が参加できるように推奨している。公衆に対し対策方法のリスクに関する十分な情報提供を行うことが、その対策方法についてコミュニティによる承認を得るために重要である。

また、FSで実施されたリスク評価は、対策方法の設計段階および対策過程において必要に応じて再評価が行われる。さらに、対策方法が浄化（汚染物質がサイト内に残る）でない場合には、対策完了後モニタリングを実施し5年ごとに実施されるレビュー（5年レビュー）で再評価が行われる。5年レビューの結果、対策が不備であると判断された場合には追加の調査・対策が行われることもある。

NCPに基づく評価項目
人の健康と環境の総合的な保護
ARARsの遵守
長期的効果と持続性
処理期間の毒性、移動性あるいは量の減少
短期的効果
現実可能性
費用
州の受諾
コミュニティの承認

図3 修復目標選択肢における評価項目

3. 実サイトにおける事例

3.1 サイト概要⁷⁾

パラモ Well Field Groundwater Contamination サイトは、ワシントン州タムウォーター市にあり、小規模な商業地域と住宅地にある。パラモウェルフィールドには6箇所の井戸があり、タムウォーター市の約50%に飲用水を提供している。1993年の定期サンプリングで6箇所の井戸のうちの3箇所でトリクロロエチレンによる地下水汚染が明らかになった。これらの井戸は1993年に揚水が中止された。このサイトの地下水汚染により、およそ5,600人に影響を及ぼすことになった。

3.2 対応状況^{8~12)}

汚染発覚から2005年11月までに実施された調査・対策の対応状況は以下の通りである。

1993～1999年	: 現地調査
1997年1月	: NPLへの登録
1999年4月	: FS報告書
1999年6月	: RI報告書
1999年8月	: Proposed Plan発表
1999年11月	: ROD提出
2003年9月	: 5年レビュー報告書提出
2006年1月(予)	: 追加評価完了

3.3 RI/FSにおけるRAGSとの対比^{8,9)}

RI/FSで実施された内容とRAGS Part A～Cで評価すべき内容との対比を表1にまとめる。

表1 実施内容とRAGS との対比

段階	RI/FSで実施された内容	RAGS分類
RI	(1) 土壌、地下水、表流水、土壌ガス、大気サンプリング	Part A
	(2) 汚染源調査およびサイト周辺における過去の土地利用状況	Part A
	(3) 地下水流向と汚染物質の拡散移流シミュレーション	Part A
	(4) ヒトの健康および生態学的リスクアセスメント	Part B
FS	(1) ARARsの特定	Part B
	(2) 浄化行動目標、PRGsの設定	Part B
	(3) 一般的な対策方法の紹介	Part B
	(4) 技術的およびプロセスについてのスクリーニング	Part C
	(5) 浄化選択肢の設定	Part C
	(6) 浄化選択肢の詳細解析	Part C
	(7) 浄化選択肢の比較	Part C

RIで実施されたリスク評価により、土壌、地下水、表流水および室内大気についてリスクありと判定され、これらのリスクを低減するための対策案がFSで検討された(表1の(5)~(7))。各媒体における対策選択肢を表2にまとめる。各媒体における対策選択肢に「実施せず」が含まれているが、この選択肢はコストが掛からない対策方法として他の選択肢における比較のベースとされるために必ず含めなければならない。

表2 対策選択肢

媒体	対策選択肢
地下水	(1) 実施せず
	(2) 汚染地下水への接触防止
	(3) 微生物処理
	(4) エアスパージ(パレモ崖の底部)
	(5) エアスパージ(汚染源周辺)
	(6) 地下水揚水
土壌	(1) 実施せず
	(2) 土壌ガス吸引の中止
	(3) 土壌ガス吸引の継続
表流水および室内大気	(1) 実施せず
	(2) エアスパージ(ドレイン水)
	(3) エアスパージ(上記とは別の場所)
	(4) 揚水+ばっ気
	(5) 揚水+ろ過
	(6) 揚水+光酸化
	(7) ファイトレミアイション
	(8) ばっ気ラグーンでの水処理
	(9) 換気
	(10) 上記(8)と(9)との組み合わせ

上記表における対策選択肢に対して図3に示した項目による評価を行い、地下水(上記(2)),土壌(上記(3)),および表流水および室内大気(上記(8))による対策方法が決定された。

3.4 5年レビュー結果¹²⁾

5年レビューの結果、現状の対策での不備が認められ、追加評価が実施されることになった。不備の内容は、トリクロロエチレンとテトラクロロエチレンの毒性データがこれまで使用されていた毒性データよりも有毒であるという新たな情報が確認されたこと、地下水面が対策の設計よりも常時低く、地下水対策の効果が得られなかったことが原因である。

4.まとめ

本報告では、米国におけるリスク評価の法的な枠組みおよび実サイトにおける活用事例の概要をとりまとめた。スーパーファンドサイトにおける調査・対策は行政主体で行われていることもあり、RAGS の手法に極めて忠実に実施されていることが確認された。

土壤汚染対策法の施行によりわが国においてもリスクベースでの措置方法の検討が行われることになったが、RAGS Part A～C と比較してみるとわが国で行われているリスク評価は RAGS Part C の一部にしかすぎず、リスク評価の第一歩を踏み出したに過ぎない。わが国では土壤汚染対策法施行以前から一律基準である土壤環境基準との照合により土壤汚染評価が行われてきた経緯があるため、土壤汚染に関して「リスク」という概念が育ちにくい環境にあったと言わざるを得ない。しかしながら、基準との照合ではなく、科学的知見に基づきリスク評価を行うことで受容体（人）がそのリスクを容認でき得るレベルであれば、対象地内に汚染が残された状態であってもリスクベースで対策を完了させる可能である。

環境省の調査によれば年々土壤汚染サイト数は増加している。汚染サイトを塩漬けにすることなく、限られた条件内であっても有効利用を行えるように、アメリカの RAGS 等に代表される先進的な事例を参考にし日本国内でのリスク評価手法を構築していく必要がある。また、行政・民間・市民などの利害関係者のリスク評価に対する理解が深まることも望まれる。

参考文献

- 1) 福浦 清・和知 剛・白井昌洋・リスク評価適用性検討部会：土壤汚染対策におけるリスク評価の適用性の検討(その1) - 諸外国におけるリスク評価の土壤汚染対策への適用について - .第12回地下水・土壤汚染とその防止対策に関する研究集会講演集, 231～235, 2006.
- 2) U.S.EPA Homepage, Superfund : <http://www.epa.gov/superfund/>
- 3) U.S.EPA (1991): Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS) Human Health Evaluation Manual, Part C Chapter 1-Introduction
- 4) U.S.EPA (1989): Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS) Human Health Evaluation Manual, Part A-Volume 1 Interim Final, EPA-540-1-89-02
- 5) U.S.EPA (1991): Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS) Human Health Evaluation Manual, Part B Interim/Chapter 1-Introduction, EPA-540-R-92-003
- 6) Code of Federal Regulations : National Oil and Hazardous Substances Pollution Contingency Plan, Code of Federal Regulations, 40 CFR Part 300, Subpart E
- 7) <http://yosemite.epa.gov/r10/cleanup.nsf/9f3c21896330b4898825687b007a0f33/81d5105f1f59db882565480068d1f5?OpenDocument>
- 8) URS Greiner, Inc (1999): Final Feasibility Study, Palermo Wellfield Superfund Site Tumwater, Washington
- 9) URS Greiner, Inc(1999): Final Remedial Investigation, Palermo Wellfield Superfund Site Tumwater, Washington
- 10) U.S. EPA (1999): Proposal Plan, Palermo Wellfield Superfund Site Tumwater, Washington
- 11) U.S. EPA(1999): Final Record of Decision, Palermo Wellfield City of Tumwater, Thurston County, Washington
- 12) URS Greiner, Inc (1999): First Five-Year Review Report, Palermo Wellfield Superfund Site, Tumwater, Washington