

○島 俊郎・深田園子・RBCA 研究 WG
 土壤環境センター

1. はじめに

土壤・地下水汚染対策の実施においては、浄化目標値を環境基準と定める場合がほとんどである。環境基準の達成は、人の健康確保の観点からも重要である。しかしながら、土地の利用方法等を考慮した場合、過度の浄化を行っている可能性も否定できない。このような問題に対し、米国を中心として RBCA(Risk-Based Corrective Action)を導入する動きが活発化している。RBCAの特徴は、土壤汚染サイト特有の健康リスクを定量評価する点にある。定量されたリスクをもとにサイト特性に合わせた浄化目標値を決定することで、合理的な浄化対策を行い土壤・地下水汚染対策の推進に貢献している。RBCAは、すでに ASTM で規格化されており算定用のソフトも市販されている。これらのツールを用いることで、手軽に土壤・地下水汚染サイトのリスク評価を行うことができる。しかしながら、日本とアメリカにおける分析方法の違いや、ASTM と日本でデフォルト値が異なること等に注意しなければ正しいアセスメント結果を得ることができない。さらに、我が国においては評価結果の利用方法も検討段階にある。そのため、健康リスク算定にあたって参考となる資料の提供が重要と考えた。

RBCA 研究 WG では、市販ソフト(RBCA ToolKit)を用いて自治体や学会誌などにより公表されている対策事例を対象としたケーススタディを行っている。ここでは、浄化対策の効果をリスクで評価した結果に関して、代表的な2つの事例を用いて考察することとした。

2. リスクに基づく許容濃度（浄化目標値）の設定方法

ASTM E2081-00 で規格化されている RBCA では、化学物質全般による土壤汚染によって引き起こされる環境リスクの低減に主眼を置き、そのために実現可能な方法を階層別の検討によって合理的に決定・実施することを目的としている。健康リスクは、汚染現場の条件にあわせて個別に設定する図-1に示す暴露経路および暴露シナリオと、調査の結果から明らかになった汚染物質の最高濃度に基づいて算定される。本検討では、汚染物質の水平方向への移動を考慮せず、汚染物質による影響を受ける受容体が汚染源の位置にあると仮定した Tier1 アセスメントを行い、リスクに基づくスクリーニングレベル(RBSL ;Risk-Based Screening Level)を算定し、これを許容濃度（浄化目標値）とする事とした。

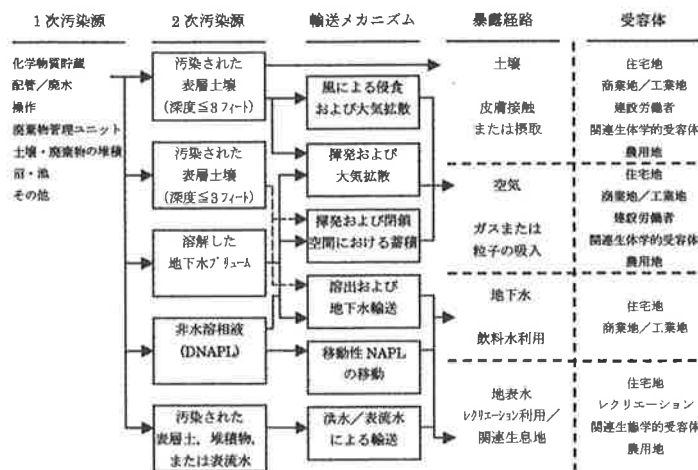


図-1 暴露経路及び暴露シナリオ

Risk Assessment using RBCA Approach (Part V) –A Case Study s using Actual Site Data-
 Toshiro HATA, Sonoko FUKADA, and RBCA Study WG (GEPC)
 連絡先：〒243-0125 神奈川県厚木市小野 2025-1 (株)フジタ 技術センター 環境研究部
 TEL 046-250-7095 FAX 046-250-7139 E-mail thata@fujita.co.jp

3. 低温加熱および真空抽出による処理事例

3.1. 対象サイトの概要

対象サイトは、資料等調査の結果から昭和46年4月から昭和58年までテトラクロロエチレン、昭和58年から平成6年まで1,1,1-トリクロロエタンを使用していたことが確認されている。新液の購入量はテトラクロロエチレンとして75t、1,1,1-トリクロロエタンとして30tであった。平成4年から土壌調査を実施した結果、不良品回収場所を中心とした2カ所の汚染が確認された。敷地範囲及び対策範囲を図-2に示す。本件では、汚染源から掘削除去した土壌を対象とした低温加熱および現位置浄化工法である真空抽出による浄化が実施済みであり、対策前後の対象物質濃度が詳細に記録されていることからケーススタディの対象に選定した。浄化前後の対象物質濃度を表-1に示す。なお、浄化対策範囲(A)において浄化井戸2本を用いた真空抽出を、浄化対策範囲(B)において低温加熱処理を行った。

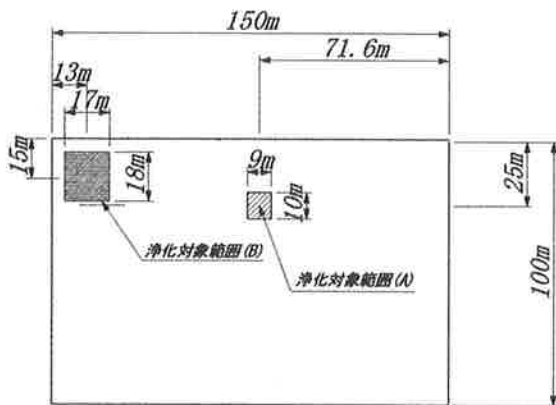


図-2 敷地及び対策範囲図

表-1 対策前後の対象物質濃度

	浄化対象範囲A		浄化対象範囲B	
	TCE	PCE	井戸R-3 (PCE)	井戸R-4 (PCE)
浄化前	1.1	0.05	3.4	1
浄化後	0.09	0.037	0.043	0.068

単位: mg/kg

3.2. リスク評価結果

本件では、地下水汚染に関するデータは公開されていないが、1) 土壌溶出試験の結果から、汚染物質が透水層上部の有機質土に保持されていること。2) 地下水位がGL-20.0m程度と非常に深いこと。を考慮し、図-3に示す暴露シナリオに基づくリスク評価を行った。対策の目的を汚染源におけるリスク解消と位置づけ、発ガンリスクを算定した。

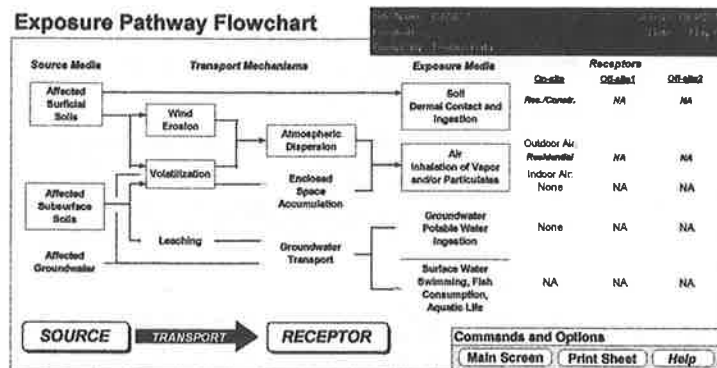


図-3 想定した暴露シナリオ

対策前後のリスク値を図-4に示す。

低温加熱処理については、対策実施前の環境リスクが我が国において一般的に用いられている目標リスク(Target Risk)である $1E-05$ を満たしているとの結果が得られた。対策後のリスクは、 $90^{\circ}C$ という低温で加熱した事によりPCE含有量は顕著に低下していないにもかかわらず $1E-07$ 程度まで低下した。以上より、低温加熱処理によるPCE濃度低下がわずかである場合についても、汚染源におけるリスク解消に有効な工法であることが確認された。

2本の浄化井戸を用いた真空抽出についても、低温加熱処理と同様に対策前の環境リスクが $1E-05$ を満たしていることが確認された。対策後の環境リスクは、屋外空気暴露について顕著な低下が認められた。いずれのケースにおいても、対策後の屋外空気および土壌の直接摂取による環境リスクは人の健康を確保する上で望ましいレベルに達していると判断される。

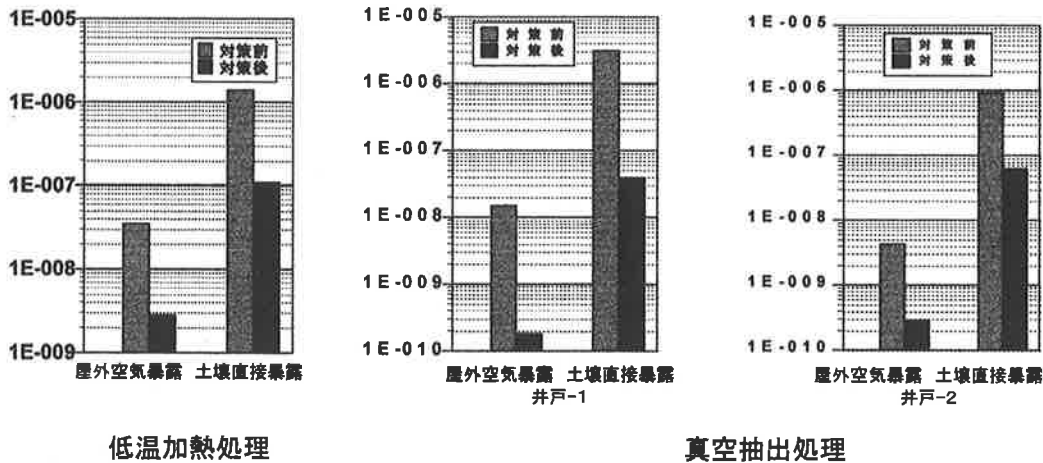


図-4 対策前後のリスク値

4. ウェルポイントと生石灰混合による処理事例

4.1. 対象サイトの概要

対象サイトは、高有機質土に高濃度の汚染が確認された事例である。高有機質土の層厚が 5m であることは明らかになっているが、平面的な配置についてはデータが公表されていない。しかしながら、地下水位が高く、VOC の吸着性に優れた高有機質土を短期間で浄化した事例であることからケーススタディの対象に選定した。

浄化は、1) ウェルポイントによる含水量の低下と汚染物質の回収 (概ね 20 日程度の施工)、2) 生石灰混合による汚染源の除去の 2 ステップで実施された。実施前後の対象物質濃度を表-2 に示す。

表-2 対策前後の濃度

	TCE	Cis-1,2-DCE
対策前	200	280
ウェルポイント実施後	9.43	4.92
生石灰混合後	0.002	0.002

単位: mg/L

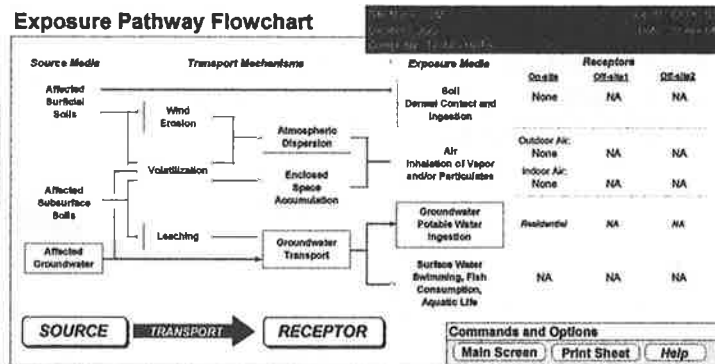


図-5 想定した暴露シナリオ

4.2. リスク評価結果

本件では、1) ウェルポイントで揚水された地下水に含まれる対象物質濃度が公表されている。2) 土壌中に含まれる対象物質濃度が含有量ではなく溶出量で評価されている。3) 汚染範囲が GL-2.0m~7.0m であり、地下水面以下である。ことを考慮し、土壌を経由する暴露経路については今後の検討課題とし、図-5 に示す地下水経由のみを考慮する暴露シナリオに基づくリスク評価を行った。トリクロロエチレンを発ガン性物質、シス-1, 2-ジクロロエチレンを非発ガン性物質とした場合の対策前後のリスク値を図-6 に示す。

トリクロロエチレンの対策前の環境リスクは $2.6E-02$ と目標である $1.0E-05$ を超過し、人の健康に有害なレベルであることが確認された。ウェルポイント施工後は、 $1.2E-03$ までリスク値が低下したが目標リスクには届かなかった。生石灰混合後は、 $2.6E-07$ と目標リスクまでの低下が確認された。

シス-1, 2-ジクロロエチレンについても同様に、対策前およびウェルポイント施工後は目標値である $1.0E-05$ を超過するものの、生石灰混合後は目標値以下までの低下が確認された。以上より、本対策においては、ウェルポイントは含水量低下には有効であるものの、20 日前後の施工ではトリクロロエチレンおよびシス-1, 2-ジクロロエチレンの目標値を満たすまでには至らないことが確認された。あわせて、生石灰処理は土壌の物性改善に加え、短期間で人の健康を維持する上で望ましいレベルまでの浄化が可能であることが確認された。

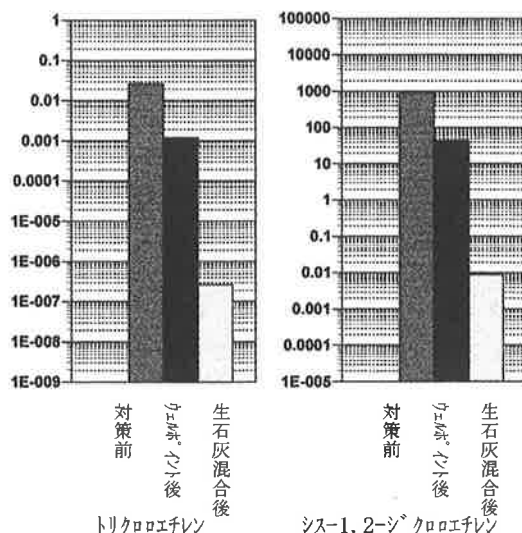


図-6 対策前後のリスク値

5. 各ケースの許容濃度（浄化目標値）について

ケーススタディの対象に選定した事例について、土地の利用方法などのサイト特性をもとに許容される汚染物質濃度を算定し、浄化対策の有効性を汚染源におけるリスク低減の観点から評価することとした。

なお、ここで算定した値は現状の土地利用および周辺環境が維持されると仮定したものであり、土地の利用方法等に変更があった場合は図-1に示す暴露経路及び暴露シナリオを変更し、再度リスクアセスメントを行う必要があることを付記しておく。算定された許容濃度（浄化目標値）を表-3に示す。

表-3 想定した暴露経路および暴露シナリオでの許容濃度（浄化目標値）

低温加熱及び抽出処理による処理事例 （土壌および大気経由の暴露を想定）		ウェルポイントと生石灰混合による処理事例 （地下水経由の暴露を想定）	
トリクロロエチレン	テトラクロロエチレン	トリクロロエチレン	シス-1,2-ジクロロエチレン
7.9mg/kg	11mg/kg	0.077mg/L	0.37mg/L

2 事例とも浄化目標値は環境基準と異なる値となった。低温加熱および抽出処理による処理事例については、対策前の濃度が土壌および大気を経由した暴露における許容濃度を満たしている結果となった。

ウェルポイントと生石灰混合による処理事例については、対策前に超過していた地下水を経由した暴露における許容濃度を対策後に満たしていること結果となった。

このように、浄化サイトの特性にあわせて浄化目標値を個別に算定することがRBCAの特徴である。

6. まとめ

本報告では、自治体公表資料や学術論文などにより公表されている対策事例を対象とし、市販ソフト(RBCA ToolKit)を用いたケーススタディを行った。主要な結果は、以下のようにまとめられる。

- 1) RBCAにより、対策前後の健康リスクを定量的に評価することができる。
- 2) 浄化工法の特徴を、健康リスクの面から評価することができる。
- 3) サイトの特性にあわせて、個別に許容濃度（浄化目標値）を算定することができる。

今回の検討では、対策が比較的短期間に完了する事例に限って検討を行った。MNAなどによる複数年の浄化対策における健康リスクについては、今後検討を進めたい。

参考文献

- 1) 改訂版 名水秦野盆地湧水群の復活に向けて、秦野市環境部編, 1998
- 2) 有機塩素系溶剤で汚染された高有機質土の修復事例, 渋谷正宏他, 土と基礎, 2002