

S 3 - 2 土壤汚染対策におけるリスク評価の適用性の検討（その 6）

－わが国の土壤汚染対策におけるリスク評価の活用に向けて－

○中島 誠¹・奥田信康¹・リスク評価適用性検討部会¹・リスク評価活用方法検討部会¹
¹（社）土壤環境センター

1. はじめに

土壤汚染による問題は、土壤汚染の存在そのものではなく、土壤中の汚染物質が様々な経路を通じて人の健康や環境に悪影響を及ぼすことである。したがって、土壤汚染対策の本来の目的は、汚染土壌をなくすことではなく、汚染土壌の存在に起因したこれらの悪影響のおそれを人の健康に問題ないレベルに低減する、すなわち環境リスクを許容範囲内に抑制することである。

このような土壤汚染問題を環境リスクとして捉える考え方は欧米では早くから取り入れられており、土壤汚染による環境リスクを定量的に評価し、その低減を図るというリスクベースの取り組みが土壤汚染対策において一般的に行われ、そのためのリスク評価方法として CSOIL（オランダ）、RBCA（アメリカ）、CLEA（イギリス）等が開発されてきた。わが国においても、平成 15 年の土壤汚染対策法の施行により、土壤汚染による環境リスクを人の健康被害のおそれのないレベルまで低減し、汚染土壌を適切に管理していくというリスクベースの考え方が取り入れられ、さらにその考え方を進展させるための土壤汚染対策法の一部改正の手続きが進められている。

このような背景の下、（社）土壤環境センター（以下、「GEPC」とする。）では、平成 14～15 年度に自主事業として「海外アセスメント・評価検討部会」を設置し、その中の「RBCA 研究ワーキンググループ（WG）」にてアメリカの RBCA（Risk-Based Corrective Action：リスクに基づく修復措置）の手法を研究した。その後、平成 16～19 年度には、「リスク評価適用性検討部会」を設置し、欧米におけるリスク評価の実態や土壤汚染対策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るとともに^{1～6}、平成 19 年度にはそれらの成果に基づいて「わが国におけるリスク評価モデル作成に向けてのロードマップ（案）」および GEPC 会員企業向け「わが国の土壤汚染対策におけるリスク評価のあり方に関する提言」を作成した。その上で、土壤汚染対策におけるリスク評価の活用について社会に啓発するための入門書として「実務者のための「土壤汚染リスク評価」活用入門」⁷の出版を行った。また、平成 20 年度からは、このロードマップ（案）および提言を受けたかたちで、「リスク評価活用方法検討部会」を設置し、わが国の土壤汚染対策におけるリスク評価の活用方法の検討およびそのために使用するリスク評価モデル（案）の作成を開始している。

本稿では、わが国の土壤汚染対策におけるリスク評価に向けての取り組みとして、リスク評価適用性検討部会でまとめた「わが国におけるリスク評価モデル作成に向けてのロードマップ（案）」および GEPC 会員企業向け「わが国の土壤汚染対策におけるリスク評価のあり方に関する提言」の内容を報告・紹介し、リスク評価活用方法検討部会で行っているリスク活用方法およびそのために使用するリスク評価モデル（案）についての研究計画の概要を紹介する。

2. わが国におけるリスク評価モデル作成のためのロードマップ（案）

RBCA 研究 WG およびリスク評価適用性検討部会における平成 14～18 年度の研究成果をもとに得られた成果と残された課題を抽出し、それを踏まえてわが国の土壤汚染対策で使用するリスク評価モデルを作成するために必要であると考えられる検討項目と検討内容、検討スケジュールをロードマップ（案）として取りまとめた。

Examination of applicability of risk assessment for soil contamination (Part VI):

In order to use risk assessment on soil contamination countermeasures in Japan

Makoto Nakashima¹, Nobuyasu Okuda¹, Study Group of Applicability of Risk Assessment¹
and Study Group of Method of Using Risk Assessment¹ (¹GEPC)

連絡先：〒102-0083 東京都千代田区麹町 4 丁目 2 番地 第二麹町ビル 7 階

TEL03-5215-5955 FAX03-5215-5954 Email : info@gepc.or.jp

2.1 これまでの研究成果と残された課題

平成 18 年度までの活動で得られた成果と残された課題を以下の 5 つの項目に分けて整理した。

- ①海外のリスク評価の実態把握
- ②わが国のリスク評価の適用性検討
- ③パラメーターの整理
- ④媒体間輸送式の検討
- ⑤広報活動

表-1 に、①～⑤の各項目に対する残された課題を示す。

表-1 平成 15～18 年度の活動成果に対して残された課題

年度・部会	残された課題
海外のリスク評価の実態把握	<ul style="list-style-type: none"> ・リスク評価のプロセスにおいて、土壌汚染以外の法律（地下水、廃棄物等）との関係が把握されていない。 ・リスク評価に必要な調査頻度が不明である。
わが国のリスク評価の適用性検討	<ul style="list-style-type: none"> ・リスク評価の用途・活用方法の絞込みを行い、リスク評価モデル案を提示する必要がある。 ・対応する範囲（化学物質の種類、生態系、NAPL、複合汚染等への対応）を決定する必要がある。 ・リスク評価で使用するわが国における土地利用区分を決定する必要がある。 ・わが国の生活習慣等に合った曝露経路を抽出する必要がある。 ・土壌汚染による環境リスク評価以外の目的（資産価値評価等）に適用可能か検証するとともに、適用した場合の問題点等を整理する必要がある。 ・地下水濃度、土壌ガス濃度を用いた評価の可能性とその場合のデメリット（浄化目標値が逆算できない等）の整理を行う必要がある。
パラメーターの整理	<ul style="list-style-type: none"> ・土地利用別のデフォルト値設定を行うかどうか検討する必要がある。 ・住宅地以外の土地利用におけるデフォルト値を検討する必要がある。 ・「土壌の含有量リスク評価検討会」⁸⁾および「土壌中のダイオキシン類に関する検討会」⁹⁾で設定されていないパラメーターについて検討する必要がある。 ・皮膚の吸収率等、本来物質別に設定する必要があるパラメーターについて、物質毎に検討する必要がある。 ・物理化学パラメーターは、複数ある情報源の優先順位を整理し、リスク評価者によって採用する値が変わらないようにする仕組みが必要である。 ・土壌パラメーターは、わが国における実測データを収集し、妥当性を検討する必要がある。
媒体間輸送式の検討	<ul style="list-style-type: none"> ・地下水経由の曝露については、わが国の地盤状況（不均質性）を考慮した場合の手法を検討する必要がある。 ・大気経由の曝露については、妥当な式の検討がなされていないため、その検討を行う必要がある。
広報活動	<ul style="list-style-type: none"> ・提言、入門書を完成させる（H19 年度に完成）。 ・他分野（不動産、金融関係等）へも広報活動を行う必要がある。 ・土壌汚染のリスク評価に対応できる人を育成する必要がある。

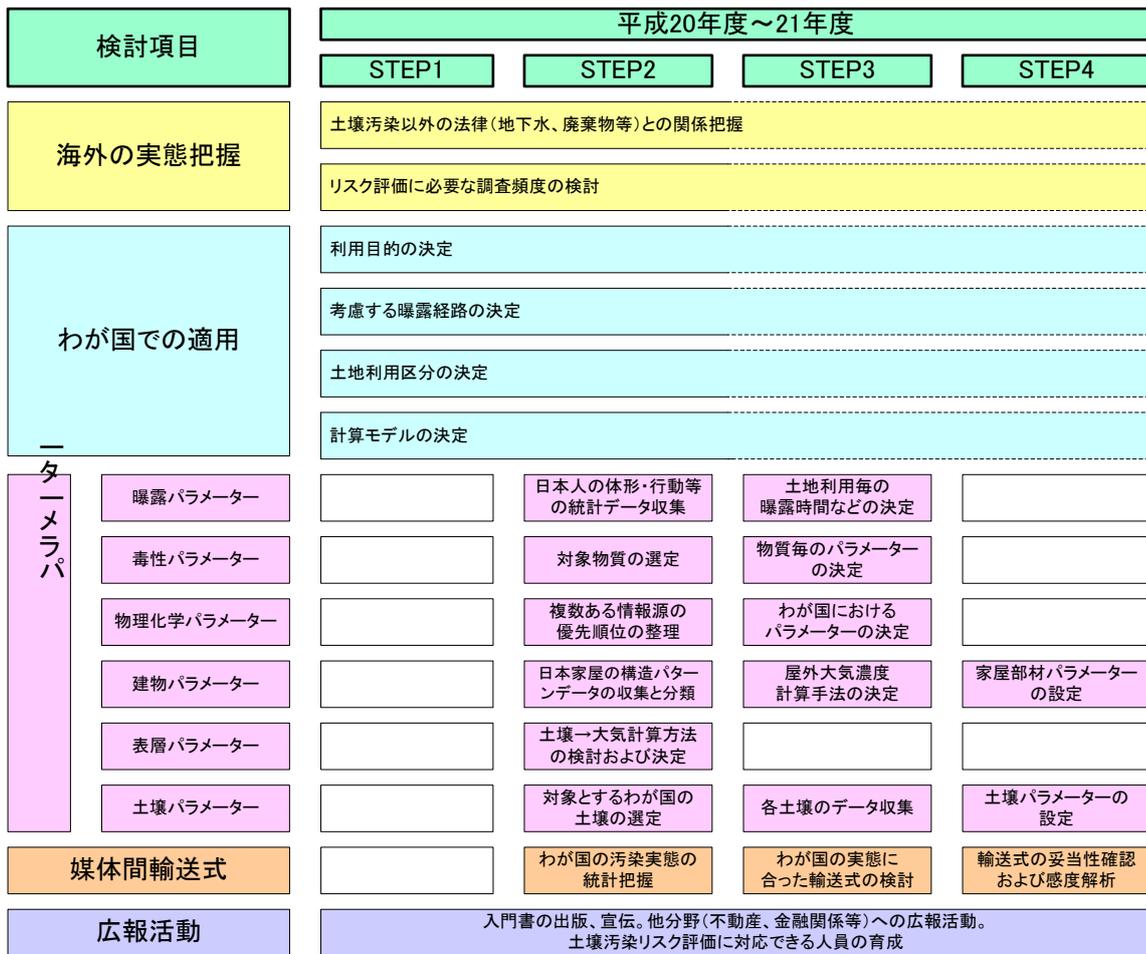
2.2 わが国のリスク評価モデル作成のためのロードマップ（案）

平成 18 年度までの活動で得られた成果および残された課題（表-1）を踏まえて平成 19 年度に作成した「わが国の土壌汚染対策で使用するリスク評価モデル作成のためのロードマップ（案）」を図-1 に示す。大きな流れとしては

- ①不足している海外情報の収集と理解、
- ②わが国で適用する場合の目的、考慮する曝露経路、土地利用区分、計算モデルの決定
- ③計算した「わが国での適用」に合わせたパラメーター等の設定

3 段階になると考えた。

ロードマップ（案）では、リスク評価およびリスク管理という考え方を社会的に根付かせていくための広報活動も取り上げている。



かもはんに クスリ 価値の活用
 クスリ 価値をモ

図-1 わが国のリスク評価モデル作成のためのロードマップ(案)

3. わが国の土壌汚染対策におけるリスク評価のあり方に関する提言

リスク評価をわが国の今後の土壌汚染対策で活用していく上でのリスク評価のあり方について検討し、特に重要と思われる項目について、リスク評価適用性検討部会から GEPC 会員企業向けに提言を作成した。

提言の内容は以下の4つであり、それぞれについて提言内容、提言理由および提言根拠をまとめた。この提言については、平成19年度自主事業報告書(GEPC 会員限定配布)、平成19年度 GEPC 調査研究成果発表会およびリスク評価適用性検討部会成果報告会にて GEPC 会員企業に報告している。

提言1：リスク評価による土壌汚染対策の方法を検討すべきである。

提言2：リスク評価モデルを整備すべきである。

提言3：リスク評価に必要な各パラメータを整備すべきである。

提言4：土壌汚染対策へのリスク評価の活用について社会的に啓発すべきである。

表2～表5に各提言の提言理由および提言根拠を示す。この提言の内容と前述したロードマップ(案)の内容は互いにリンクしている。書籍「実務者のための「土壌汚染リスク評価」活用入門」⁷⁾の出版はこの提言4の社会的な啓発の一つに位置付けられるものである。

4. リスク評価活用方法およびリスク評価モデル(案)についての研究計画

前述したわが国のリスク評価モデル作成のためのロードマップ(案)に従い、わが国におけるリスク評価の活用方法およびリスク評価モデルを示すための研究活動を、平成20年度よりリスク評価活用方法検討部会において開始した。

研究内容としては、初年度活動としてリスク評価の適用範囲の設定、リスク評価の利用方法と問題点・課題の抽出・整理、わが国で使用するリスク評価モデルに必要な要件の整理、曝露評価モデル・パラメータの検討、毒性評価モデル・パラメータの検討を行っており、2年目の活動ではわが国で使用するリスク評価モデル(案)の作成、リスク評価を活用する上での留意事項・制限事項の整理を行うことを計画

表－２ わが国の土壤汚染対策におけるリスク評価のあり方に関する提言

	項目	内 容
提言 1	提言	リスク評価による土壤汚染対策の方法を検討すべきである。
	提言内容	サイト特有の条件を考慮したリスク評価により、土壤汚染対策の必要性の判定および対策目標値の設定を行い、また、その結果を対策方法の選定に活用するといった、リスク評価に基づいて一連の土壤汚染対策を行う方法を検討すべきである。
	提言理由	法では、一律の基準値である指定基準をもって土壤汚染が定義され、汚染物質の摂取量に関係なく、その土壤汚染に起因する汚染物質を直接あるいは地下水経由で摂取する可能性があるか否かのみで人の健康リスクが許容されるか否かが判定されており、措置として土壤汚染の除去を行う場合には一律に指定基準に適合する状態とすることが求められる。そのため、人が汚染物質を摂取するまでの間に濃度の減衰が見られる場合や、人が汚染物質を摂取する可能性が低いまたは頻度・時間が短い場合等、その汚染サイト特有の条件が考慮されたかたちでの汚染物質の摂取量や人の健康リスクが考慮されておらず、非常に保守的な（安全側の）評価の下で土壤汚染対策が行われている。 土壤汚染による人の健康リスクの種類や大きさは、汚染物質の種類、土壤汚染の規模や程度、対象地の水文地質条件や土地利用形態等によって異なるものであり、それらサイト特有の条件を考慮したリスク評価の結果に基づく土壤汚染対策の仕組みを整備し、わが国の今後の土壤汚染対策におけるリスク評価のあり方について基本的な考え方を検討しておくべきである。
提言 2	提言	リスク評価モデルを整備すべきである。
	提言内容	わが国の制度や社会・環境条件に合ったかたちでサイト毎のリスク評価を行うことが可能なリスク評価モデルの整備を実施すべきである。
	提言理由	土壤汚染による環境リスクを評価するためのモデルは、欧米等でいくつか開発されている。しかし、それぞれ開発の目的が異なっているので、同じ条件を想定してリスク評価を行ったとしてもその判定結果が大きく違うことがある。 一方、わが国における土壤汚染による環境リスクは、わが国の制度や社会・環境条件を考慮して評価されるべきものである。したがって、わが国の土壤汚染対策にリスク評価を活用し、リスクコミュニケーションにもリスク評価を活用していくためには、その目的に合ったかたちで誰もが納得できる評価結果を得ることができるわが国独自のリスク評価モデルを整備することが必要であると考えられる。
提言 3	提言	リスク評価に必要な各パラメーターを整備すべきである。
	提言内容	わが国においてサイト毎のリスク評価を行うために必要となる各パラメーターの初期設定値（デフォルト値）の収集・検討を行い、わが国の実状に適合したデータベースとして整備すべきである。
	提言理由	サイト毎にリスク評価を行う場合は、汚染物質の有害性および曝露量を評価するために非常に多くのパラメーターが必要となる。パラメーターのデフォルト値の設定にはモデルが開発された国の状況や開発の経緯・目的が反映されるため、わが国に合ったかたちにパラメーターのデフォルト値全般を見直しすることが必要である。これらのパラメーターに関する情報を全てのサイトにおいてその都度個別に取得するのは時間、費用、手間のいずれから見ても非効率かつ非現実的であり、リスク評価が活用されていくためにはこれらのパラメーターについて初期設定値（デフォルト値）が網羅的にデータベースとして整備される必要がある。 また、実際にこれらのデータを得るための分析方法やモニタリング方法の検討についても合わせて実施すべきである。
提言 4	提言	土壤汚染対策へのリスク評価の活用について社会的に啓発すべきである。
	提言内容	リスク評価の手法と土壤汚染対策へのリスク評価の活用を広く一般に浸透させるために、これらについて社会的な啓蒙を実施すべきである。
	提言理由	リスク評価を活用し、土壤汚染によるリスクを合理的に管理していくためには、汚染原因者や土地所有者、住民、自治体等の関係者が土壤汚染によるリスクを評価し、管理するという考え方やその有効性についてリスクコミュニケーションを通じて共通の理解を示し、土壤汚染が存在すること自体を悪とする風潮をなくすことが重要である。しかしながら、現状においてわが国の土壤汚染対策にリスク評価はほとんど活用されておらず、その活用の意義や有効性について認知が進んでいるとは言えない状況にあり、土壤汚染対策では土壤汚染を全て除去することが求められているケースが多い。 土壤汚染対策におけるリスク評価の活用を促進するためには、活用の意義や有効性について社会に啓発していくことが必要である。

している。

4.1 リスク評価の適用範囲および基本的な利用方法

わが国の土壤汚染対策におけるリスク評価の活用方法について検討し、適用範囲および利用方法を以下のとおり設定して考えることとした。

(1) リスク評価の活用範囲

リスク評価の活用範囲として、目的および利用者を次のとおり考えることとした。

1) リスク評価の目的

サイト特有の条件の下での土壌・地下水汚染による人の健康リスクに基づき、合理的かつ適切な土壌・地下水汚染対策を進めるため、土壌・地下水汚染による人の健康リスクを科学的に客観性のあるかたちで定量的に評価することを目的とする。

2) リスク評価の利用者

現在および将来の土地所有者および土地利用者をユーザーとし、ユーザーまたはユーザーから依頼された調査・対策事業者およびコンサルタントを利用者として想定する。

(2) リスク評価の利用方法

リスク評価適用性検討部会の研究成果に基づき、アメリカの RAGS (Risk Assessment Guidance for Superfund) ^{10~12)} に倣った次の利用方法をわが国の基本的なリスク評価の利用方法として考えることとした ^{5,6,13)}。

① 現況リスクの評価

土壌汚染対策実施前の状態（現況）における人の健康リスクの評価

② 修復目標の設定

人の健康リスクが許容範囲を超える場合は修復目標を設定する

③ 対策方法選択のための残存リスクの評価

対策方法の選択肢について対策実施後に残存する人の健康リスクを評価

図-2に、このようなかたちでリスク評価を用いた場合の土壌汚染対策の流れを示す。対策方法の選定では、複数の対策方法の選択肢について、決定した修復目標を達成できるかどうかを評価し、さらにコスト、長期的効果・永続性、対策による汚染物質の毒性・移動性・量の減少、短期的効果、実現可能性、行政の承諾、地域の承認等の条件について相対的な評価を行って、総合的に各選択肢の適用性および有効性を評価することが有効と考えられる。また、対策を実施して汚染土壌の全部または一部をサイト内に残存させたまま修復目標を達成した場合には、目標リスクが達成された状態が維持されるようにその土地を管理していくことになる。この場合、土地の利用用途や形質変更等によってリスク評価の前提となる条件の変更が生じる場合には、その変更後の条件の下での現況リスクを再度評価し、必要に応じて対策を行うことになる。このようなリスク管理の枠組みを構築することにより、非常にフレキシブルな対応が可能になるものと思われる。

4.2 現在検討実施中の内容

(1) リスク評価の利用を図る上での問題点・課題の抽出・整理

上記 4.1 で設定したリスク評価の適用範囲および基本的な利用方法に対して、リスク評価の利用を図る上での制度的、社会的、実務的な問題点・課題の抽出・整理を進めているところであり、その解決策の検討を行うことを予定している。

(2) わが国で使用するリスク評価モデルに必要な要件の整理

わが国の土壌汚染対策で使用するリスク評価モデル（案）の作成に先立ち、わが国の法や基準で取り入れられているリスク評価の考え方を整理し、評価対象とする曝露経路やリスク評価モデル上で設定する土地利用用途の区分等、リスク評価モデルに必要な要件について検討を進めているところである。

(3) 曝露評価モデル・パラメーターの検討

欧米およびわが国で開発されている既存リスク評価モデルにおいて評価対象とされている曝露経路および各曝露経路の曝露量算定式の整理・比較を行っているところであり、既存リスク評価モデルで満たせる

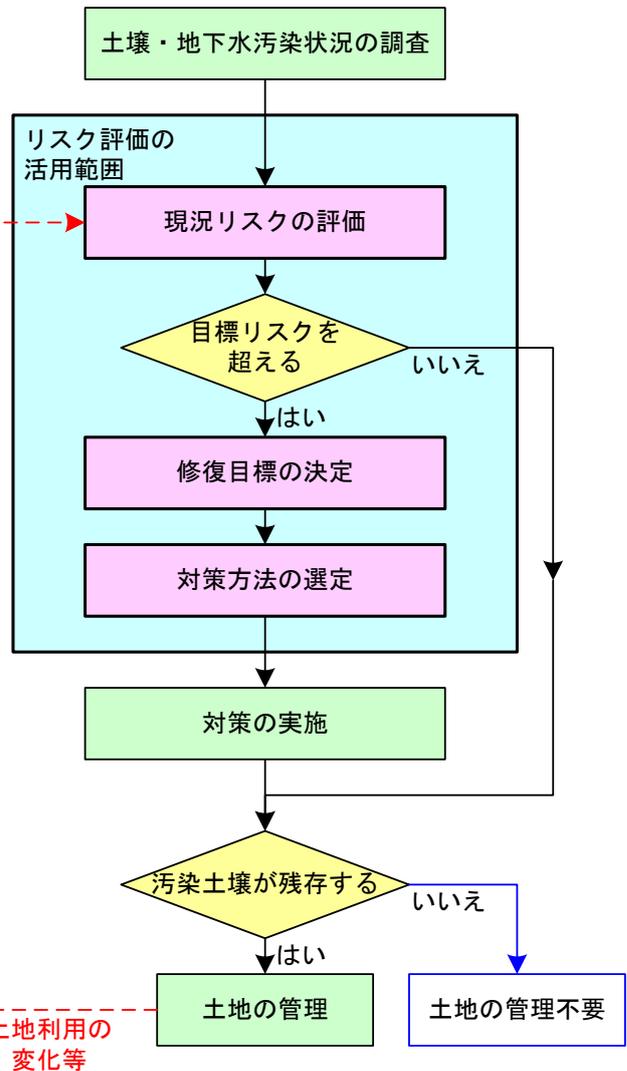


図-2 リスク評価を用いた土壌汚染対策の流れ ⁷⁾

要件および満たせない要件を整理し、満たせない要件への対応方法を検討することを予定している。また、欧米およびわが国で曝露評価に使用されているパラメーターのデフォルト値およびその根拠を整理し、わが国のデフォルト値設定のための根拠資料の収集・整理を図っているところである。

(4)毒性評価モデル・パラメーターの検討

欧米およびわが国で毒性評価に使用されているパラメーターのデフォルト値およびその根拠を整理し、わが国のデフォルト値設定のための根拠資料の収集・整理を図っているところである。また、欧米およびわが国の既存リスク評価モデルにおける許容摂取量の評価モデルおよび許容摂取量計算式を整理し、既存毒性評価モデルで満たせる要件および満たせない要件を整理するとともに、満たせない要件への対応方法を検討する予定である。

5. おわりに

平成 20 年 3 月の環境省土壤環境施策に関するあり方懇談会報告¹⁴⁾では、現在国会で審議されている土壤汚染対策法の一部改正に直接関係する内容とともに、合理的で適切な土壤汚染調査・対策を促進させる方策であり、ブラウンフィールド問題を緩和する効果も期待されるものの一つとして、サイトリスクアセスメントが取り上げられた。このように、環境施策としてリスク評価を活用する方法や、土地所有者や汚染原因者等が自主的に土壤汚染地の評価・対策やリスクコミュニケーションにリスク評価を活用する方法がわが国に根付くためには、わが国の社会制度や環境条件に合ったリスク評価モデルがオーソライズされたかたちで提供されることが必要であると考えられる。リスク評価活用方法検討部会では、このようなニーズに対応することを目指した検討を継続実施していく予定である。

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 (2006) : 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.
- 2) 畠 俊郎・奥田信康・川辺能成・小山 孝・リスク評価適用性検討部会 (2006) : 土壤汚染対策におけるリスク評価の適用性の検討 (その 2) - リスク評価モデルの特性比較 - . 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, 341~344.
- 3) 白井昌洋・キショールパラズリ・菱川絢子・リスク評価適用性検討部会 (2007) : 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 - . 第 13 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, 117~121.
- 4) 藤長愛一郎・川辺能成・福浦 清・リスク評価適用性検討部会 (2007) : 土壤汚染対策におけるリスク評価の適用性の検討 (その 4) - 日欧米のリスク評価モデルにおける曝露評価方法の比較 - . 第 13 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, 122~127.
- 5) 中島 誠・奥田信康・小口深志・リスク評価適用性検討部会 (2007) : 土壤汚染対策におけるリスク評価の適用性の検討 (その 5) - わが国におけるリスク評価活用の概念と課題 - . 第 13 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, 382~387.
- 6) 中島 誠 (2007) : 土壤汚染対策におけるリスク評価の適用に関する検討. 環境技術, 36(3), 174~179.
- 7) 中杉修身監修・土壤環境センター編 (2008) : 「実務者のための「土壤汚染リスク評価」活用入門」. 化学工業日報社, 327p.
- 8) 土壤中の含有量リスク評価検討会 (2001) : 土壤の直接摂取によるリスク評価等について. 20p.
- 9) 土壤中のダイオキシン類に関する検討会 (1999) : 土壤中のダイオキシン類に関する検討会第一次報告.
- 10) U.S.EPA (1989) : Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I Human Health Evaluation Manual (Part A) Interim Final. EPA/540/1-89/002.
- 11) U.S.EPA (1991) : Risk Assessment Guidance for Superfund: Volume I-Human Health Evaluation Manual (Part B, Development of Risk-based Preliminary Remediation Goals) Interim. EPA/540/R-92/003.
- 12) U.S.EPA (1991) : Risk Assessment Guidance for Superfund: Volume I-Human Health Evaluation Manual (Part C, Risk Evaluation of Remedial Alternatives) Interim. Publication 9285.7-01C.
- 13) 中島 誠 (2008) : 土壤汚染対策をめぐる最近の状況とリスク評価の導入による効果. 化学経済, 55(12), 91~97.
- 14) 土壤環境施策に関するあり方懇談会 (2008) : 土壤環境施策に関するあり方懇談会報告. 18p.