

S4-04 土壌・地下水汚染のサイトリスク評価手法の指針および解説の作成

○奥田信康¹・中島誠¹・原元利浩¹・田中宏幸¹・白井昌洋¹・大西絢子¹
¹土壌環境センター

1. 背景と目的

背景

- 土壌汚染対策において、「サイトリスク評価手法」を用いて対策の優先度を評価し、環境リスクを許容範囲まで低減する合理的な取り組みが、世界的趨勢となっている。
- 現行の土壌汚染対策法ではサイトリスク評価が全面的には取り入れられていないものの、わが国の状況に応じたサイトリスク評価の活用を検討すべきとの意見も出ている。

第3号技術標準：土壌・地下水汚染のサイトリスク評価手法 指針
化学物質による土壌・地下水汚染サイトにおける人の健康リスクを評価するための手法とその活用方法、および使用するサイトリスク評価モデル「SERAM(Site Environmental Risk Assessment Model)」の指針を示す。(2022年4月1日制定)

2. 第3号技術標準の構成

GEPC・TS-03-G1・G2・G3の3部構成

GEPC・TS-03-G1:

「土壌・地下水汚染を対象とするサイトリスク評価手法と活用方法」
リスク評価を用いた土壌汚染対策の流れ、階層アプローチの有効性、各階層における曝露シナリオの考え方や各場面における具体的なリスク評価の利用方法

GEPC・TS-03-G2: 「サイト環境リスク評価モデル(SERAM)」

わが国の土壌・地下水汚染対策における個別経路・物質毎のリスクを計算するリスク評価モデル「SERAM」とモデルで使用する計算式・パラメーター

GEPC・TS-03-G3: 解説書

G1及びG2の解説を記載。土壌・地下水汚染を対象とするリスク評価の考え方、階層的アプローチの活用方法、SERAMの計算式の考え方、パラメーターの設定方法、提案パラメーター一覧表、ケーススタディを記載

3. 「土壌・地下水汚染を対象とするサイトリスク評価手法と活用方法(GEPC・TS-03-G1)」の概要

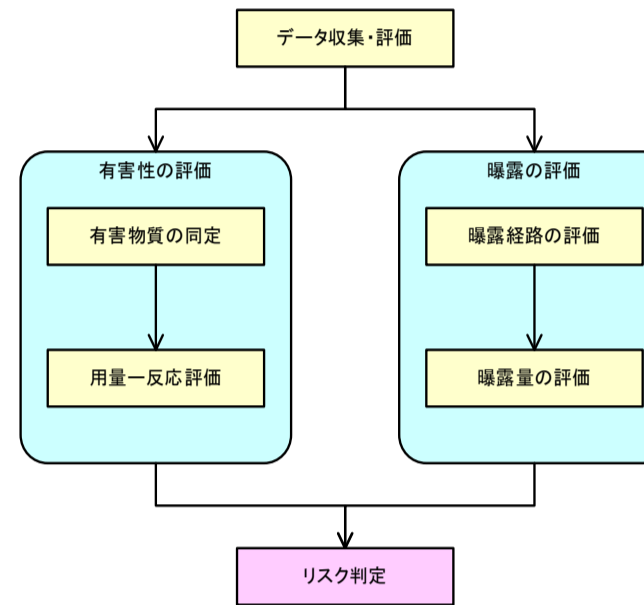
3.1 適用範囲・基本的事項 (土壌・地下水汚染サイトの人の健康リスクの評価方法と活用方法)

- 対象物質 : 特定有害物質、土壌・地下水環境基準項目、鉱油類(石油系炭化水素)、他の化学物質への適用は妨げない
リスク評価における入力値 : 土壌全含有量、地下水汚染が生じている場合は、地下水濃度も用いる
リスク評価の対象とする状態: 周辺への汚染物質の広がりが平衡に達した状態。汚染源の土壌および地下水中に存在する汚染物質の量を超える汚染物質が揮発したかたちで健康リスクを評価することがないように注意する

3.2 リスク評価

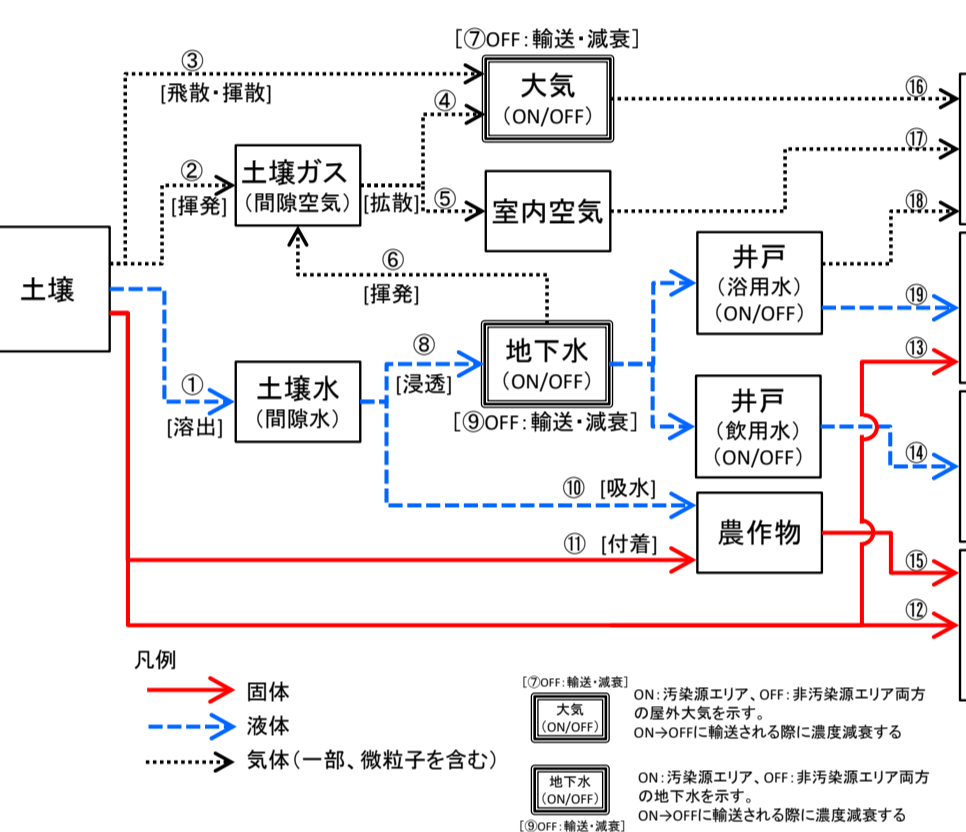
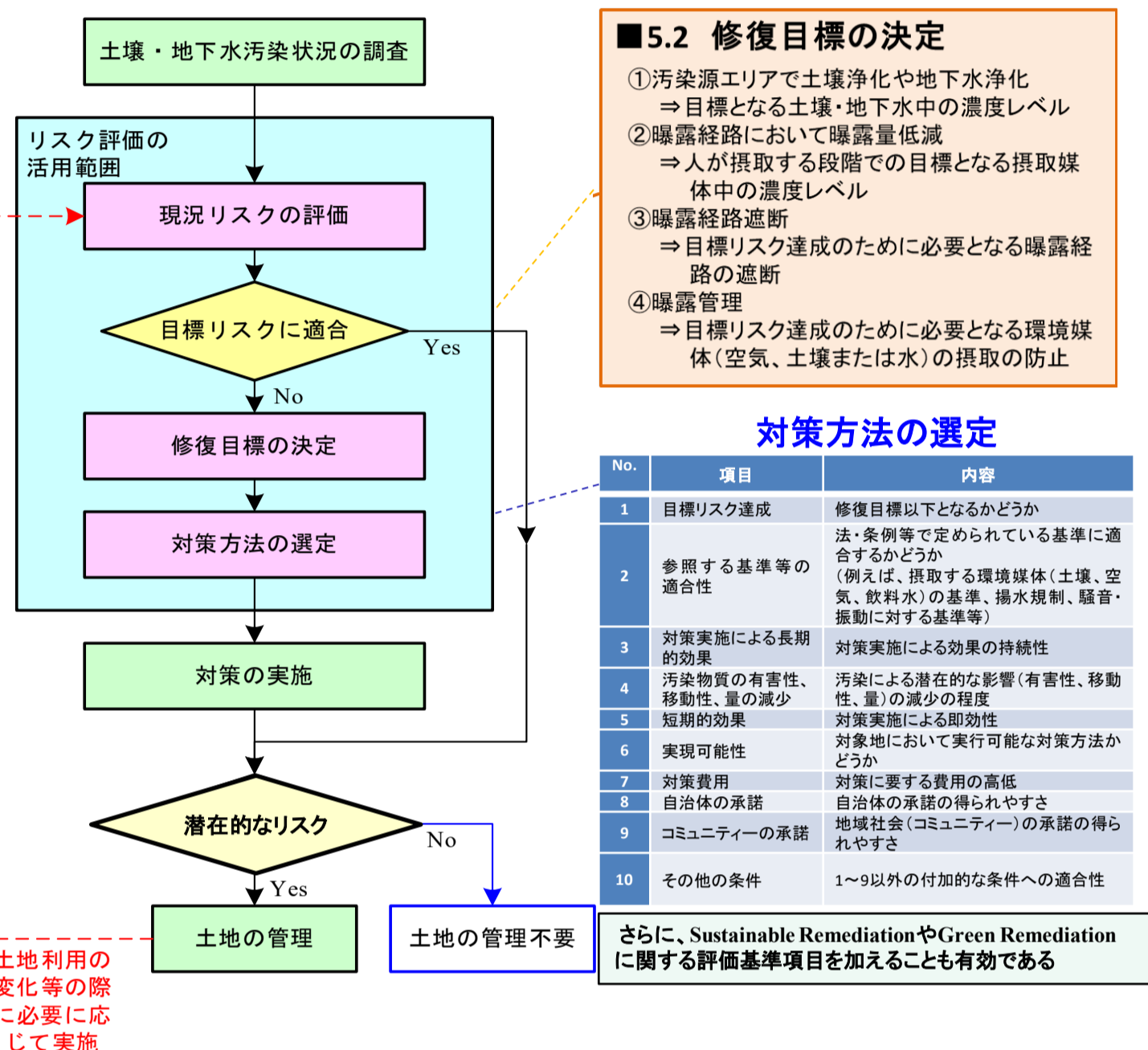
現地調査などでデータ収集を行った上で、汚染物質の有害性と曝露の2つの要素から人の健康被害のおそれを定量的に評価

土壌汚染に起因する汚染物質の媒体間移動を想定し、評価対象サイトにおいて顕在化しているまたは潜在的な曝露経路をすべて抽出し、曝露シナリオを設定



3.3 リスク評価を用いた土壌・地下水汚染対策

現況リスクの評価→修復目標の決定→対策方法の選定



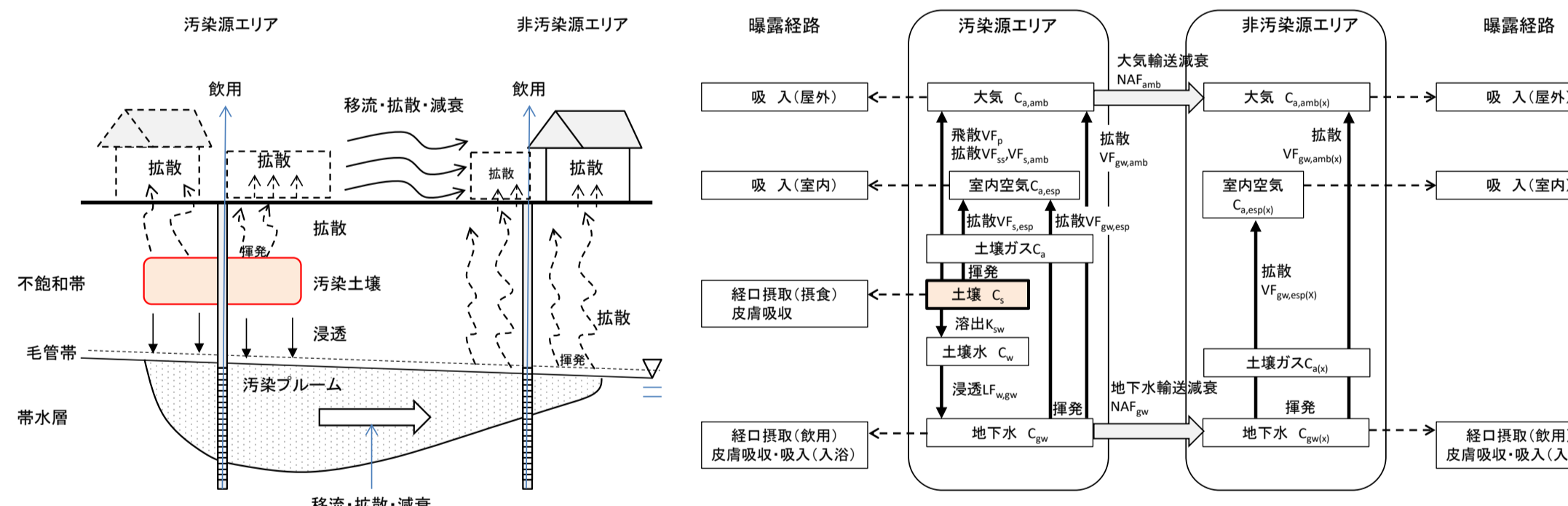
G1-図2 土壌汚染に起因する一般的な汚染物質の曝露経路

G1-図3 リスク評価を用いた土壌汚染対策の流れ

4. 「サイト環境リスク評価モデル(SERAM)(GEPC・TS-03-G2)」の概要

4.1 SERAMによる曝露経路のモデル化

階層2評価(汚染源エリアと非汚染源エリアを対象にシンプルなボックスモデル)までを対象に各種媒体中での汚染物質の移動経路をモデル化し、媒体間移動式で各媒体濃度の関係を示す。条件: 汚染源の濃度は一定(減少しない)、物質毎に評価する、親物質の分解により生じる分解生成物の存在は考慮外としている。



G2-図1 階層2評価の曝露経路のイメージ

G2-図2 階層2評価の曝露経路のボックスフロー

G2-表1 移動経路と媒体間移動式

移動経路	媒体間移動式	備考
C _w → C _w	C _w = K _w × C _s	
C _w → C _{gw}	C _{gw} = LF _{gw} × C _w = LF _{gw} × K _w × C _s	
C _{ss} → C _{a,amb}	C _{a,amb} = VF _{ss} × C _{ss} + VF _{ss} × C _{as}	表層土壌を起点
C _s → C _{a,amb}	C _{a,amb} = VF _{s,amb} × C _s	表層土壌を起点
C _s → C _{a,esp}	C _{a,esp} = VF _{s,esp} × C _s	建物の気密性高低の2タイプ設定
C _{gw} → C _{a,amb}	C _{a,amb} = VF _{gw,amb} × C _{gw}	
C _{gw} → C _{a,esp}	C _{a,esp} = VF _{gw,esp} × C _{gw}	建物の気密性高低の2タイプ設定
C _{a,amb} → C _{a,amb(s)}	C _{a,amb(s)} = NAF _{amb} × C _{a,amb}	
C _{gw} → C _{gw(s)}	C _{gw(s)} = NAF _{gw} × C _{gw}	
C _{g(s)} → C _{a,amb(s)}	C _{a,amb(s)} = VF _{g,amb(s)} × C _{g(s)}	
C _{g(s)} → C _{a,esp(s)}	C _{a,esp(s)} = VF _{g,esp(s)} × C _{g(s)}	建物の気密性高低の2タイプ設定
C _{gs} → C _{a,br}	C _{a,br} = VF _{g,br} × C _{gs}	
C _{g(s)} → C _{a,br(s)}	C _{a,br(s)} = VF _{g,br(s)} × C _{g(s)}	

G2-表2 媒体間移動係数

記号	名称(単位)
K _w	土壌-水分係数(kg-土/L-水)
LF _{gw}	土壌から直下の地下水への浸透係数(L-水/L-水)
VF _{ss}	表層土壌から吸入可能な土壌微粒子全濃度(kg-土/m ³ -空気)
VF _{s,amb}	表層土壌から屋外大気への揮発係数(kg-土/m ³ -L-空気)
VF _{s,esp}	土壌から室内空気への揮発係数(kg-土/m ³ -空気)
VF _{gw,amb}	土壌から室内空気への揮発係数(kg-土/m ³ -空気)
VF _{gw,esp}	地下水から屋外大気への揮発係数(L-水/m ³ -空気)
NAF _{amb}	屋外大気中汚染物質の水平方向の移動における自然減衰係数(-)
NAF _{gw}	地下水汚染物質の水平方向の移動における自然減衰係数(-)
VF _{g,amb(s)}	非汚染源エリアにおける地下水から屋外大気への揮発係数(L-水/m ³ -空気)
VF _{g,esp(s)}	非汚染源エリアにおける地下水から室内空気への揮発係数(L-水/m ³ -空気)
VF _{g,br}	地下水から浴室空気への揮発係数(L-水/m ³ -空気)
VF _{g,br(s)}	非汚染源エリアにおける地下水から浴室空気への揮発係数(L-水/m ³ -空気)

4.2 リスク評価に使用するパラメーター

リスク評価を行うには、曝露経路の計算式に入力する値と有害性の評価のため、既存の文献・資料およびスクリーニングや詳細調査によるデータと各種パラメーターの整備が必要となる。これに対しリスク評価者による結果の差異を可能な限り少なくし、SERAMによるリスク評価結果の安定性を図るため、デフォルト値を検討した。また、各種のパラメーターは、パラメーターの出典を明確に示し、SERAMによるリスク評価の透明性を高めるよう選定を行なった。

(1) 曝露評価のパラメーター

パラメーター種類	内容
a. サイト固有のパラメーター	汚染源の対象物質・汚染源濃度、汚染源の媒体・量・範囲、原則、サイトにおける実測値を使用
b. リスク受容体に関するパラメーター	体重、土壌摂取量、地下水飲用量、呼吸量、吸収率、曝露時間、暴露頻度など、曝露シナリオを設定
c. 曝露経路に関するパラメーター	汚染物質の媒体間移動の計算に必要な項目、透水係数など、主に文献値より専門家の判断を経て設定
d. 物質固有のパラメーター	対象物質の物理化学的特性、生分解性、生物濃縮性など、主に文献値より専門家の判断を経て設定

(2) 有害性の評価のパラメーター

移動経路に対応した毒性パラメーター		
a.	経口摂取(飲用、摂取)	
b.	吸入摂取(経気道)	
c.	皮膚接触(経皮)	

毒性の種類	閾値の有無	毒性評価法
発がん性	閾値が無い	発がんリスク
非発がん性	閾値がある	ハザード比

5. まとめ

土壌・地下水汚染問題に直面する関係者に対し、土壌・地下水汚染対策におけるリスク評価活用の普及・啓発を図るとともに、わが国の社会制度や環境条件に合ったリスク評価手法を整備するために、土壌・地下水汚染対策に対するリスク評価の手法とその活用方法のとりまとめを行った。日本での化学物質による土壌・地下水汚染リスクの評価方法、モデル、パラメーターの検討事例はあるが、技術標準として制定されたものは無かった。これに対し、本資料は、土壌環境センター技術委員会の活動として土壌・地下水汚染の専門家の作業WGを設置し、土壌・地下水汚染の有識者らの意見も踏まえたリスク評価手法の技術資料として、わが国で初めて制定された土壌環境センター技術標準である。本技術標準には、具体的な活用方法、計算式の詳細やその選定理由、各種パラメーターの参考値、ケーススタディなどが詳細に記載されており、これを活用することでリスク評価の一助となると考える。本稿でこれらリスク評価にご興味を持って頂けたのであれば、本技術標準で内容をご確認頂き、活用をご検討頂くこと、データが蓄積されることを願う。