

(SI-11) サイト環境リスク評価モデルSERAMによる 土壌汚染サイトの健康リスク評価のケーススタディ

○田中宏幸・奥田信康・佐々木哲男・原元利浩・中島誠・リスク評価方法検証部会
土壌環境センター

1. はじめに

リスク評価方法検証部会の前身であるリスク評価活用方法検討部会(平成19~21年度)では、国内外のモデルの評価方法を調査し、わが国におけるリスク評価に基づいた土壌汚染対策の在り方について検討した。これまでに、主要な曝露経路の計算式を策定し、スクリーニングモデルとしてSERAM(Site Environmental Risk Assessment Model: サイト環境リスク評価モデル)を提案した。
本部会では、SERAMを実用レベルに高める第一歩として、作成した計算モデルを用いた想定した汚染サイトを対象としたケーススタディを実施し、計算モデルの整合性の確認と計算結果の妥当性の検証を行なった。

2.1 対象サイト

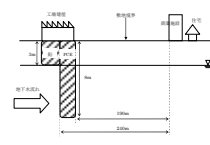


図-1 対象サイトの断面図

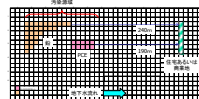


図-2 対象サイトの平面図

表-1 対象サイトの概要

項目	内容
対象地土壌汚染	汚染土 (埋立) 埋立土 (埋立)
対象地	埋立土 (埋立) 埋立土 (埋立)
汚染物質・濃度	鉛: 10,000mg/kg PbC: 100mg/kg PbCは鉛と鉛化合物の総量を示す。 PbCは鉛と鉛化合物の総量を示す。
汚染濃度-平均	鉛: 10,000mg/kg PbC: 100mg/kg
汚染濃度-分布	鉛: 10,000mg/kg PbC: 100mg/kg
土質・地質	埋立土 (埋立) 埋立土 (埋立)
土質・地質	埋立土 (埋立) 埋立土 (埋立)
対象地の地質	埋立土 (埋立) 埋立土 (埋立)
対象地の地質	埋立土 (埋立) 埋立土 (埋立)
対象地の地質	埋立土 (埋立) 埋立土 (埋立)

2.2 曝露シナリオ

- ① オンサイト/工場: 主に建屋内での滞在とするが、一時的に建屋の外側に出る。
- ② オフサイト/住宅地: 日本家庭: 床下に空間を有する建築物に滞在し、飲用や浴用に住宅用地内の地下水を利用する。
- ③ オフサイト/商業地: コンクリート等による床板(スラブ)のある建築物に滞在する。

表-2 受容体の土地利用と位置

受容体の土地利用	汚染物質	汚染源からの距離
工場	PbC	0m
住宅	PbC	240m
商業地	PbC	190m

表-3 曝露シナリオと考慮した経路

経路	汚染物質	汚染源からの距離
経路1	PbC	0m
経路2	PbC	240m
経路3	PbC	190m

2.3 計算式

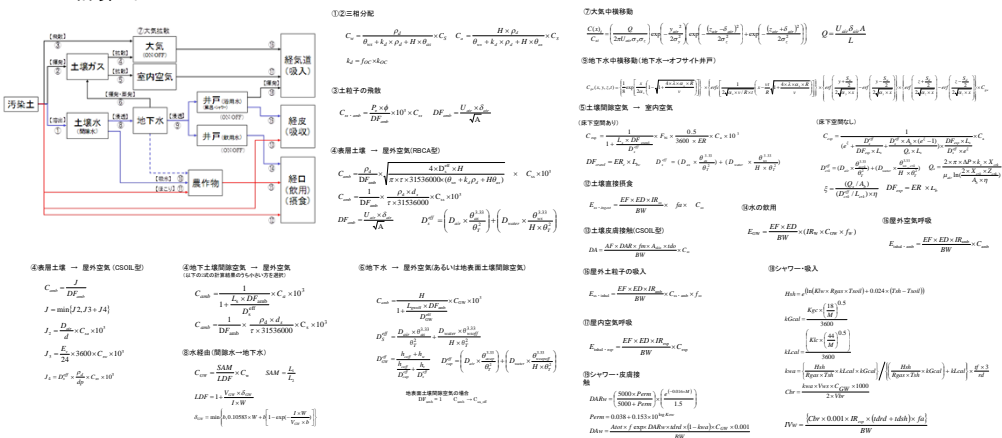


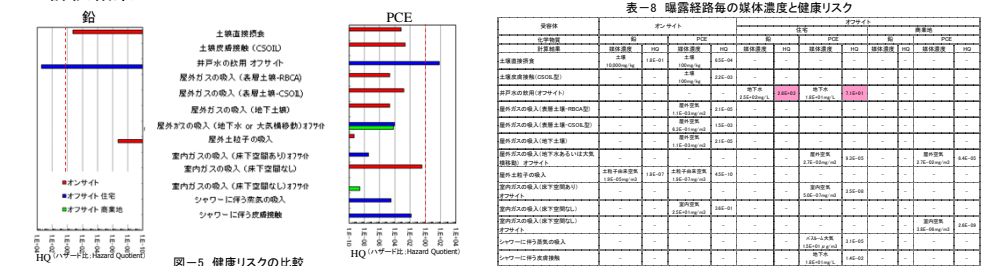
図-3 SERAMを構成する計算式 (各経路の曝露量を、曝露シナリオ毎に設定したED(曝露時間)及び365日/年により平均化した値をもとに算出し、リスク値の評価を行った。今回は、閾値のある毒性物質についての許容度として評価をするハザード比(HQ)を使用し、許容する目標を各経路に対してHQ=1未満とした。)

2.4 パラメーター設定

表-4 曝露パラメーター	表-6 その他のパラメーター	表-7 毒性パラメーター
経路1: 経路1 (汚染土)	経路1: 経路1 (汚染土)	経路1: 経路1 (汚染土)
経路2: 経路2 (汚染土)	経路2: 経路2 (汚染土)	経路2: 経路2 (汚染土)
経路3: 経路3 (汚染土)	経路3: 経路3 (汚染土)	経路3: 経路3 (汚染土)
経路4: 経路4 (汚染土)	経路4: 経路4 (汚染土)	経路4: 経路4 (汚染土)
経路5: 経路5 (汚染土)	経路5: 経路5 (汚染土)	経路5: 経路5 (汚染土)
経路6: 経路6 (汚染土)	経路6: 経路6 (汚染土)	経路6: 経路6 (汚染土)
経路7: 経路7 (汚染土)	経路7: 経路7 (汚染土)	経路7: 経路7 (汚染土)
経路8: 経路8 (汚染土)	経路8: 経路8 (汚染土)	経路8: 経路8 (汚染土)
経路9: 経路9 (汚染土)	経路9: 経路9 (汚染土)	経路9: 経路9 (汚染土)
経路10: 経路10 (汚染土)	経路10: 経路10 (汚染土)	経路10: 経路10 (汚染土)
経路11: 経路11 (汚染土)	経路11: 経路11 (汚染土)	経路11: 経路11 (汚染土)
経路12: 経路12 (汚染土)	経路12: 経路12 (汚染土)	経路12: 経路12 (汚染土)
経路13: 経路13 (汚染土)	経路13: 経路13 (汚染土)	経路13: 経路13 (汚染土)
経路14: 経路14 (汚染土)	経路14: 経路14 (汚染土)	経路14: 経路14 (汚染土)
経路15: 経路15 (汚染土)	経路15: 経路15 (汚染土)	経路15: 経路15 (汚染土)
経路16: 経路16 (汚染土)	経路16: 経路16 (汚染土)	経路16: 経路16 (汚染土)
経路17: 経路17 (汚染土)	経路17: 経路17 (汚染土)	経路17: 経路17 (汚染土)
経路18: 経路18 (汚染土)	経路18: 経路18 (汚染土)	経路18: 経路18 (汚染土)
経路19: 経路19 (汚染土)	経路19: 経路19 (汚染土)	経路19: 経路19 (汚染土)
経路20: 経路20 (汚染土)	経路20: 経路20 (汚染土)	経路20: 経路20 (汚染土)
経路21: 経路21 (汚染土)	経路21: 経路21 (汚染土)	経路21: 経路21 (汚染土)
経路22: 経路22 (汚染土)	経路22: 経路22 (汚染土)	経路22: 経路22 (汚染土)
経路23: 経路23 (汚染土)	経路23: 経路23 (汚染土)	経路23: 経路23 (汚染土)
経路24: 経路24 (汚染土)	経路24: 経路24 (汚染土)	経路24: 経路24 (汚染土)
経路25: 経路25 (汚染土)	経路25: 経路25 (汚染土)	経路25: 経路25 (汚染土)
経路26: 経路26 (汚染土)	経路26: 経路26 (汚染土)	経路26: 経路26 (汚染土)
経路27: 経路27 (汚染土)	経路27: 経路27 (汚染土)	経路27: 経路27 (汚染土)
経路28: 経路28 (汚染土)	経路28: 経路28 (汚染土)	経路28: 経路28 (汚染土)
経路29: 経路29 (汚染土)	経路29: 経路29 (汚染土)	経路29: 経路29 (汚染土)
経路30: 経路30 (汚染土)	経路30: 経路30 (汚染土)	経路30: 経路30 (汚染土)
経路31: 経路31 (汚染土)	経路31: 経路31 (汚染土)	経路31: 経路31 (汚染土)
経路32: 経路32 (汚染土)	経路32: 経路32 (汚染土)	経路32: 経路32 (汚染土)
経路33: 経路33 (汚染土)	経路33: 経路33 (汚染土)	経路33: 経路33 (汚染土)
経路34: 経路34 (汚染土)	経路34: 経路34 (汚染土)	経路34: 経路34 (汚染土)
経路35: 経路35 (汚染土)	経路35: 経路35 (汚染土)	経路35: 経路35 (汚染土)
経路36: 経路36 (汚染土)	経路36: 経路36 (汚染土)	経路36: 経路36 (汚染土)
経路37: 経路37 (汚染土)	経路37: 経路37 (汚染土)	経路37: 経路37 (汚染土)
経路38: 経路38 (汚染土)	経路38: 経路38 (汚染土)	経路38: 経路38 (汚染土)
経路39: 経路39 (汚染土)	経路39: 経路39 (汚染土)	経路39: 経路39 (汚染土)
経路40: 経路40 (汚染土)	経路40: 経路40 (汚染土)	経路40: 経路40 (汚染土)
経路41: 経路41 (汚染土)	経路41: 経路41 (汚染土)	経路41: 経路41 (汚染土)
経路42: 経路42 (汚染土)	経路42: 経路42 (汚染土)	経路42: 経路42 (汚染土)
経路43: 経路43 (汚染土)	経路43: 経路43 (汚染土)	経路43: 経路43 (汚染土)
経路44: 経路44 (汚染土)	経路44: 経路44 (汚染土)	経路44: 経路44 (汚染土)
経路45: 経路45 (汚染土)	経路45: 経路45 (汚染土)	経路45: 経路45 (汚染土)
経路46: 経路46 (汚染土)	経路46: 経路46 (汚染土)	経路46: 経路46 (汚染土)
経路47: 経路47 (汚染土)	経路47: 経路47 (汚染土)	経路47: 経路47 (汚染土)
経路48: 経路48 (汚染土)	経路48: 経路48 (汚染土)	経路48: 経路48 (汚染土)
経路49: 経路49 (汚染土)	経路49: 経路49 (汚染土)	経路49: 経路49 (汚染土)
経路50: 経路50 (汚染土)	経路50: 経路50 (汚染土)	経路50: 経路50 (汚染土)
経路51: 経路51 (汚染土)	経路51: 経路51 (汚染土)	経路51: 経路51 (汚染土)
経路52: 経路52 (汚染土)	経路52: 経路52 (汚染土)	経路52: 経路52 (汚染土)
経路53: 経路53 (汚染土)	経路53: 経路53 (汚染土)	経路53: 経路53 (汚染土)
経路54: 経路54 (汚染土)	経路54: 経路54 (汚染土)	経路54: 経路54 (汚染土)
経路55: 経路55 (汚染土)	経路55: 経路55 (汚染土)	経路55: 経路55 (汚染土)
経路56: 経路56 (汚染土)	経路56: 経路56 (汚染土)	経路56: 経路56 (汚染土)
経路57: 経路57 (汚染土)	経路57: 経路57 (汚染土)	経路57: 経路57 (汚染土)
経路58: 経路58 (汚染土)	経路58: 経路58 (汚染土)	経路58: 経路58 (汚染土)
経路59: 経路59 (汚染土)	経路59: 経路59 (汚染土)	経路59: 経路59 (汚染土)
経路60: 経路60 (汚染土)	経路60: 経路60 (汚染土)	経路60: 経路60 (汚染土)
経路61: 経路61 (汚染土)	経路61: 経路61 (汚染土)	経路61: 経路61 (汚染土)
経路62: 経路62 (汚染土)	経路62: 経路62 (汚染土)	経路62: 経路62 (汚染土)
経路63: 経路63 (汚染土)	経路63: 経路63 (汚染土)	経路63: 経路63 (汚染土)
経路64: 経路64 (汚染土)	経路64: 経路64 (汚染土)	経路64: 経路64 (汚染土)
経路65: 経路65 (汚染土)	経路65: 経路65 (汚染土)	経路65: 経路65 (汚染土)
経路66: 経路66 (汚染土)	経路66: 経路66 (汚染土)	経路66: 経路66 (汚染土)
経路67: 経路67 (汚染土)	経路67: 経路67 (汚染土)	経路67: 経路67 (汚染土)
経路68: 経路68 (汚染土)	経路68: 経路68 (汚染土)	経路68: 経路68 (汚染土)
経路69: 経路69 (汚染土)	経路69: 経路69 (汚染土)	経路69: 経路69 (汚染土)
経路70: 経路70 (汚染土)	経路70: 経路70 (汚染土)	経路70: 経路70 (汚染土)
経路71: 経路71 (汚染土)	経路71: 経路71 (汚染土)	経路71: 経路71 (汚染土)
経路72: 経路72 (汚染土)	経路72: 経路72 (汚染土)	経路72: 経路72 (汚染土)
経路73: 経路73 (汚染土)	経路73: 経路73 (汚染土)	経路73: 経路73 (汚染土)
経路74: 経路74 (汚染土)	経路74: 経路74 (汚染土)	経路74: 経路74 (汚染土)
経路75: 経路75 (汚染土)	経路75: 経路75 (汚染土)	経路75: 経路75 (汚染土)
経路76: 経路76 (汚染土)	経路76: 経路76 (汚染土)	経路76: 経路76 (汚染土)
経路77: 経路77 (汚染土)	経路77: 経路77 (汚染土)	経路77: 経路77 (汚染土)
経路78: 経路78 (汚染土)	経路78: 経路78 (汚染土)	経路78: 経路78 (汚染土)
経路79: 経路79 (汚染土)	経路79: 経路79 (汚染土)	経路79: 経路79 (汚染土)
経路80: 経路80 (汚染土)	経路80: 経路80 (汚染土)	経路80: 経路80 (汚染土)
経路81: 経路81 (汚染土)	経路81: 経路81 (汚染土)	経路81: 経路81 (汚染土)
経路82: 経路82 (汚染土)	経路82: 経路82 (汚染土)	経路82: 経路82 (汚染土)
経路83: 経路83 (汚染土)	経路83: 経路83 (汚染土)	経路83: 経路83 (汚染土)
経路84: 経路84 (汚染土)	経路84: 経路84 (汚染土)	経路84: 経路84 (汚染土)
経路85: 経路85 (汚染土)	経路85: 経路85 (汚染土)	経路85: 経路85 (汚染土)
経路86: 経路86 (汚染土)	経路86: 経路86 (汚染土)	経路86: 経路86 (汚染土)
経路87: 経路87 (汚染土)	経路87: 経路87 (汚染土)	経路87: 経路87 (汚染土)
経路88: 経路88 (汚染土)	経路88: 経路88 (汚染土)	経路88: 経路88 (汚染土)
経路89: 経路89 (汚染土)	経路89: 経路89 (汚染土)	経路89: 経路89 (汚染土)
経路90: 経路90 (汚染土)	経路90: 経路90 (汚染土)	経路90: 経路90 (汚染土)
経路91: 経路91 (汚染土)	経路91: 経路91 (汚染土)	経路91: 経路91 (汚染土)
経路92: 経路92 (汚染土)	経路92: 経路92 (汚染土)	経路92: 経路92 (汚染土)
経路93: 経路93 (汚染土)	経路93: 経路93 (汚染土)	経路93: 経路93 (汚染土)
経路94: 経路94 (汚染土)	経路94: 経路94 (汚染土)	経路94: 経路94 (汚染土)
経路95: 経路95 (汚染土)	経路95: 経路95 (汚染土)	経路95: 経路95 (汚染土)
経路96: 経路96 (汚染土)	経路96: 経路96 (汚染土)	経路96: 経路96 (汚染土)
経路97: 経路97 (汚染土)	経路97: 経路97 (汚染土)	経路97: 経路97 (汚染土)
経路98: 経路98 (汚染土)	経路98: 経路98 (汚染土)	経路98: 経路98 (汚染土)
経路99: 経路99 (汚染土)	経路99: 経路99 (汚染土)	経路99: 経路99 (汚染土)
経路100: 経路100 (汚染土)	経路100: 経路100 (汚染土)	経路100: 経路100 (汚染土)

図-4 汚染の深度分布と関連するパラメーター

3. 評価結果



- 重要な曝露経路: ① オフサイトにおける鉛とPbCに汚染された地下水の飲用
② オンサイト(スラブあり)でのPbCの室内ガスの吸入(飲水では問題として顕在化)
③ オンサイト/鉛汚染土の直接摂取
- その他の注目すべき経路: オフサイトの住宅におけるシャワーに伴う皮膚接触
課題: オフサイト地下水の鉛やPbCが高濃度→減衰を考慮していない、あるいは、重金属の三相分配ではさらに詳細な計算が必要?

4. おわりに

今回のケーススタディによって、SERAMの解析結果の妥当性が示唆された。今後は、屋外空気の曝露量の計算式の整理、パラメーターのデフォルト値の整備および感度解析、他モデルによる計算結果との比較評価を行いSERAMの完成度を高め、また、リスク評価ガイドランスのとりまとめにも取り組む予定である。