

(S2-3) サイト環境リスク評価モデル SERAM の重要パラメーターの感度解析評価

○奥田信康・佐々木哲男・村上淑子・小森敦史・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

(社) 土壌環境センター技術委員会リスク評価方法検証部会では、土壌・地下水汚染により生じる環境リスクの定量化および、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を行い、わが国に合った健康リスク評価の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) の開発を進めている。これまでに、作成した計算モデルを用い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¹⁾。現在は、土壌・地下水汚染の評価・対策において環境リスクの活用を促進するためのガイダンスの作成、他のモデルによる計算結果との比較、異なる条件での複数のケーススタディの実施などの各種検討を継続している。本報告では、感度解析評価法を用いてSERAMのパラメーター挙動の評価を行った結果について述べる。

SERAMで扱う曝露経路を図-1に示す。SERAMとは、汚染源における土壌含有量を起点として土壌・地下水・空気の媒体を移動して、評価対象地点での人への曝露濃度を算出し、評価シナリオに基づく摂取量および有害物質固有の毒性パラメーターを用いて人の健康リスク評価を行う計算モデルである。計算の実施には多くのパラメーターが用いられており、これらを適切に設定することが必要である。そこでSERAMで用いるパラメーターについて感度解析評価を実施し、個々のパラメーターが計算結果に及ぼす影響の大きさを把握することで、計算結果のぶれ幅の大きさを確認し、さらに影響の大きいパラメーターを限定することで合理的な入力値設定の留意事項に反映させることを目的とする。

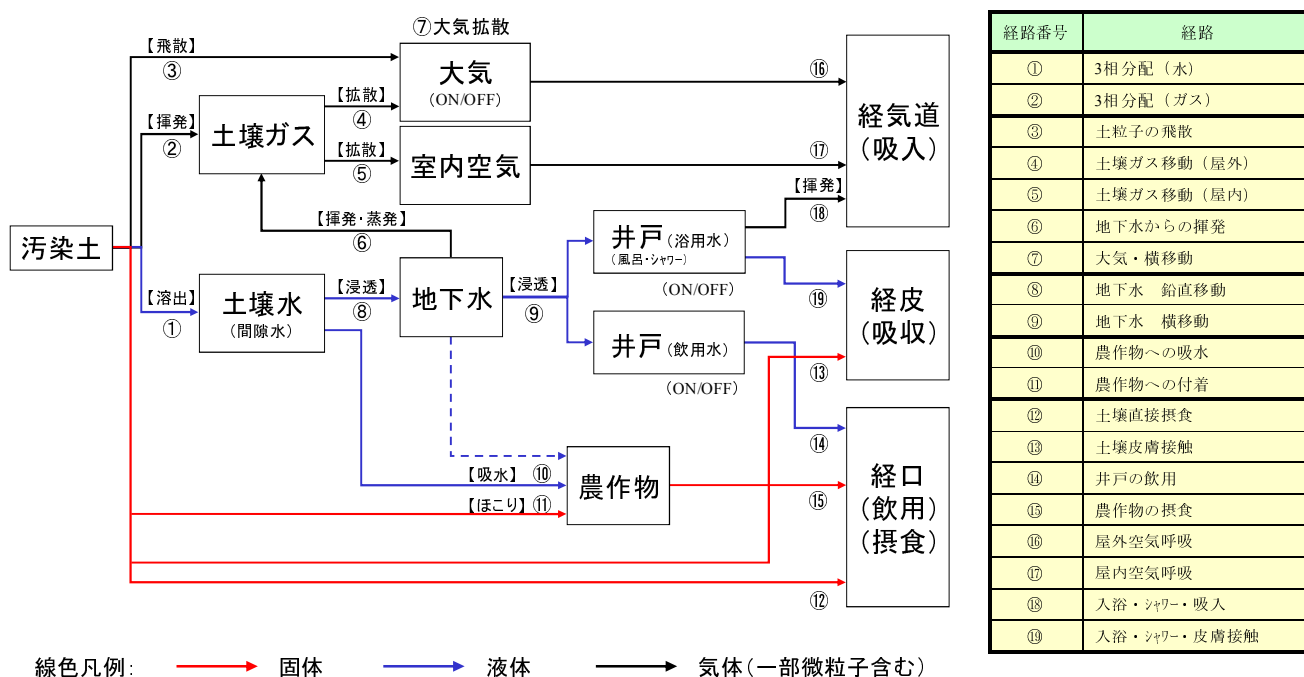


図-1 SERAMの曝露経路

The sensitivity analysis of important parameters used by Site Environmental RiskAssessment Model"SERAM"
Nobuyasu Okuda, Tetsuo Sasaki, Yoshiko Murakami, Atsushi Komori, Makoto Nakashima, and Study Group for
Verification of the RiskAssessment Method (GEPC)

連絡先: 〒102-0083 東京都千代田区麹町 4-2 (社) 土壌環境センター
TEL 03-5215-5955 FAX 03-5215-5954 E-mail info@gepc.or.jp

2. 方法

2.1 感度解析

感度分析(sensitivity analysis)とは、分析したいアウトプットをいくつかの変数(パラメータ)に分解し、その変数が変動したとき、アウトプットにどの程度の影響を与えるかを調べる手法である。SERAM では現在、108個の変動パラメータを用いており、その中から主要な81個を選択し、これらパラメータの入力値の変動が結果に及ぼす影響の大きさについて計算を行い、結果に大きな影響を及ぼすパラメータを特定した。

2.2 ベースケース

感度解析を行う土壌汚染サイトを設定し、基本となるケースを設定し、個々のパラメータを決定し、これをベースケースとした。ベースケースのサイト条件(断面図)を図-2に示す。地表から地下3mまで、テトラクロロエチレン(PCE)による土壌汚染が存在し、地下3m~8mの帯水層を通じて、190m下流のオフサイトの住宅の井戸まで汚染物質が拡散していると設定した。詳細なパラメータ入力値は、表-1に示す。ベースケース条件でオンサイト及びオフサイトにおける人の健康リスクとしてハザード比(Hazard Quotient; 以下HQと示す)を算出し、リスクアセスメントを行った。

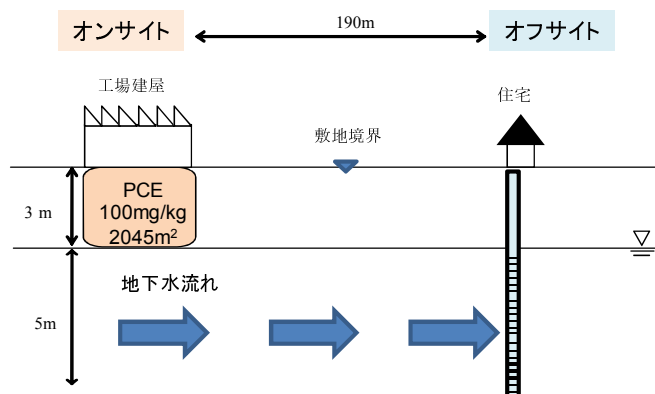


図-2 評価対象のサイト条件(断面図)

2.3 感度解析実施手順

感度解析手順を以下に示す。

- ① 各パラメータについて、取りうる最大値と最小値を設定した。
- ② ベースケースの入力値セットに対し、一つのパラメータのベース値のみを最大値または最小値に変更して、リスク計算を行い、各曝露経路毎にハザード比を算出した。
- ③ HQの変動の大きさ(ΔHQと示す)を式-1に示すようにパラメータ毎に算出し、個々の評価を行った。

$$\Delta HQ = (HQ_{\max} - HQ_{\min}) \div HQ_{\text{base}} \quad \dots \quad \text{(式-1)}$$

HQ_{max}: 最大値を入力したHQの計算結果

HQ_{min}: 最小値を入力したHQの計算結果

HQ_{base}: ベース値を入力したHQの計算結果

- ④ 相対的にΔHQの大きいパラメータを選択し、入力値をベース値の-50%~+50%の範囲で変動させた場合のHQを算出し、各々の挙動をスパイダー図で表示した。

3. 結果

3.1 ベースケースの媒体中濃度およびリスク計算結果

ベースケースの条件に基づきSERAMを用いた計算結果の内、媒体中の濃度を図-3に、リスク計算結果(HQ)を表-2、図-4,5に示す。HQ(ハザード比)とは許容摂取量に相当するリスクを1として、各曝露経路および条件より計算されたリスクの大小を比較する方法である。異なる曝露経路や有害物質に対してもHQとして1を超えるか超えないかという同じ数値レベルで比較が可能となる。

また、SERAMでは、屋外大気濃度および室内空気濃度の算定には複数の計算モデルを用意し、サイトシナリオに応じて解析者が選択することができる。本検討では、これら選択肢のある経路については、その中でHQが最も大きい計算結果となる計算モデルを選択した。

ベースケースにおける人の健康リスクの特徴として、HQの大きい経路に注目する。オンサイトのリスクは、⑰室内空気の吸入、⑮農作物の摂食、⑭井戸水の飲用の順にHQが大きく、1を超過した。オフサイトでは、⑭井戸水の飲用のHQが1を超過した。以上より、本評価サイトは、地下水および室内空気のリスクが高い傾向があることが確認できた。以降の感度解析では、このベースケースでのリスク計算結果を基準に変化の大小の評価を行う。

3.2 パラメータの感度解析結果

感度解析対象パラメータ一覧およびΔHQの計算結果を表-2に示す。ΔHQの大小を判断する目安値として

相対的な分布から±50%、±200%を設定し、HQ 合計値の△HQ が+50%以上または-50%以下となる項目が変動が大きいパラメーターであり、△HQ が±200%を超える項目はさらに変動の大きいパラメーターであると判断した。+の変動とは、入力値が増加するとハザード比が増加する正の影響を受けるという意味であり、-の変動は逆に入力値が小さくなるとハザード比が増加する負の影響を受けるパラメーターとなる。△HQ ≥+200% の項目はパラメーター記号(表-2中のNo)としてCs(1)、Fbi(23)、I(43)、IRveg・bg(73)であり、+200%>△HQ ≥+50%の項目はH(4)、Dair(13)、W(44)、EF(62)、ED(63)、IRveg・abg(72)、IRamb(74)、Tii(76)であった。一方、△HQ ≤-200%の項目はfoc(6)、ER(24)、Ls(25)、Vgw(42)、BW(66)であり、-200%<HQ ≤-50%の項目はpd(2)、θws(3)、koc(7)、b(45)であった。他のパラメーターは入力値を大きく変動させても△HQ が-50%~+50%であり、結果に及ぼす影響はそれほど大きくはない。灰色で示す△HQ=0%は、全く変動のない項目であり、SERAM のモデルおよび計算の経路として関与しないことを示している。

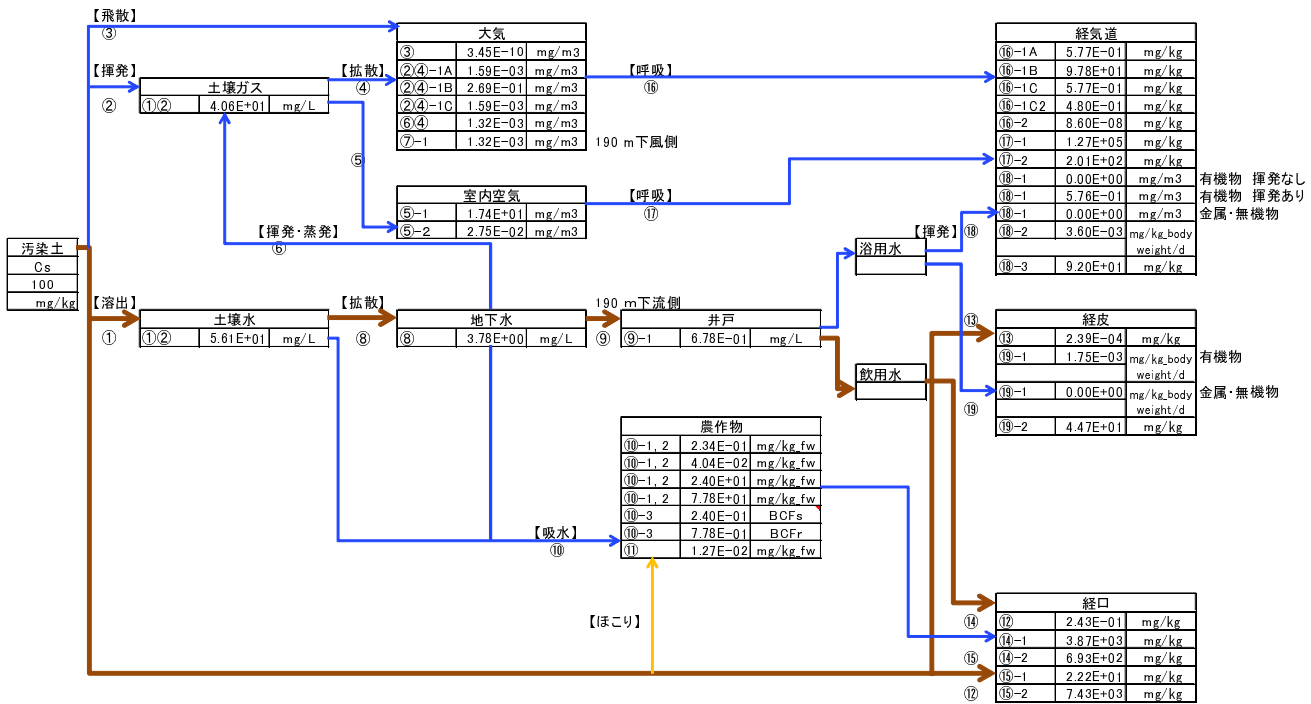


図-3 媒体中濃度 (ベースケース)

表-1 曝露経路毎のリスク (ベースケース)

ハザード比(非発がん):経口			
	HQ	オンサイト	オフサイト
⑫	経口摂取	9.5E-04	○
⑬	土壌皮膚接触	9.4E-07	○
⑭-1	井戸水の飲用(オンサイト)	1.5E+01	○
⑮-2	農作物の摂取(有機化合物)	2.9E+01	○
⑯-2	シャワーによる皮膚吸収	1.8E-01	○
⑭-2	井戸水の飲用(オフサイト)	2.7E+00	●

ハザード比(非発がん):吸入			
	HQ	オンサイト	オフサイト
⑯-1A	屋外ガスの吸入(表層土壌-RBCA)	2.8E-04	
⑯-1B	屋外ガスの吸入(表層土壌-CSOIL)	4.7E-02	
⑯-1C	屋外ガスの吸入(地下土壌)	2.8E-04	
⑯-1C2	屋外ガスの吸入(地下水)	2.3E-04	
⑯-2	屋外土粒子の吸入	4.1E-11	△
⑰-1	室内ガスの吸入(床下空間あり)	6.1E+01	△このうち
⑰-2	室内ガスの吸入(床下空間なし)	9.7E-02	△このうち
⑱-3	シャワー吸入蒸気	4.4E-02	△
⑯-1C2(2)	屋外ガスの吸入(地下水/大気横移動)	1.6E-04	▲このうち
⑰-1(2)	室内ガスの吸入(床下空間あり) オフサイト	7.0E-05	▲このうち
⑰-2(2)	室内ガスの吸入(床下空間なし) オフサイト	9.1E-10	▲このうち

経口計	4.4E+01	2.7E+00
吸入計	6.1E+01	2.3E-04
合計	1.1E+02	2.7E+00

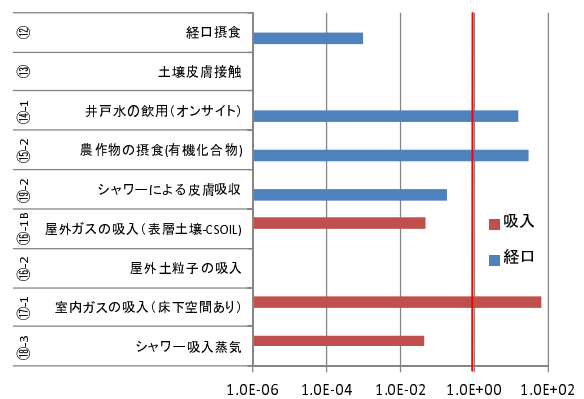


図-4 HQの計算結果(オンサイト)

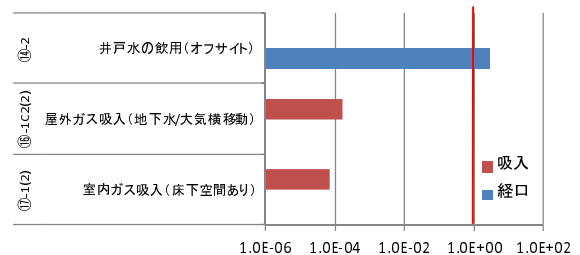


図-5 HQの計算結果(オフサイト)

表-2 感度解析対象パラメータ一覧およびΔHQ（ハザード比の変動の大きさ）

曝露経路	パラメータ項目			入力値 変動幅			ΔHQ (変動の大きさ)の計算結果						
	名称	記号	単位	ベース値	最小値	最大値	オンサイト			オフサイト			
							経口経路	吸入経路	合計	経口経路	吸入経路	合計	
1	① 三相分配	土壌全含有量	Cs	mg/kg	100	10	1,000	770%	346%	524%	346%	349%	346%
2		土壌乾燥密度	ρd	kg-soil/L-soil	1.50	0.75	2.25	11%	-240%	-135%	32%	30%	32%
3		不飽和帯土壌の体積含水率	θws	cm ³ -H ₂ O/cm ³ -soil	0.12	0.01	0.40	-1.4%	-174%	-102%	-4.0%	-5.7%	-4.0%
4		ヘンリー定数	H	cm ³ -H ₂ O/cm ³ -air	0.723	0.362	1,085	-2.9%	92%	52%	-8.5%	-8.1%	-8.5%
5		飽和溶解度	Csol	mg/L	200	100	300	0%	0%	0%	0%	0%	0%
6	②④ 表層土壌 → 屋外空気 (RBCA)	有機炭素含有量	foc	g-C/g-soil	0.01	0.001	1	-122%	-355%	-257%	-355%	-355%	-355%
7		有機炭素-水分分配係数	koc	cm ³ -H ₂ O/g-OC	155	77.5	232.5	-37%	-107%	-78%	-107%	-107%	-107%
8		揮発のための平均時間	z	year	30	1	100	0%	0%	0%	0%	-2%	0.0%
9		揮発に係る表層土壌の厚さ	ds	m	1	0.01	2	0%	0%	0%	0%	0%	0%
10		地上の大気混合層における平均風速	Uair	(m/sec)	2.25	0.5	40	0%	-0.3%	-0.2%	0%	-7%	-0.11%
11	②④ 表層土壌 → 屋外空気 (RBCA)	大気混合層の高さ	Δair	(m)	2	0.5	4	0%	-0.3%	-0.2%	0%	-1.2%	-0.02%
12		汚染源の面積	A	(m ²)	2025	1	1.0E+06	0%	1.7%	1.0%	0%	8%	0.12%
13		空気中の拡散係数	Dair	(m ² /sec)	7.2E-06	3.6E-06	1.1E-05	0%	100%	58%	0%	0.59%	0.01%
14		水中の拡散係数	Dwater	(m ² /sec)	8.2E-10	4.1E-10	1.2E-09	0%	0%	0%	0%	0.00%	0.00%
15	②④ 表層土壌 → 屋外空気 (C-SOIL)	境界層厚さ	d	m	0.007	0.001	0.1	0%	0%	0%	0%	0%	0%
16		汚染土壌の平均深さ	dp	m	1.25	0.1	2	0%	-0.89%	-0.52%	0%	0%	0%
17		土壌からの蒸発水の流束	Ev	m ³ /m ² /day	0.001	0.0001	0.01	0%	0.02%	0.01%	0%	0%	0%
18	②④ 地下土壌間隙空気 → 屋外空気	汚染源の深さ	Ls	m	0.015	0.01	2	0%	0%	0%	0%	0%	0%
19	⑥④ オフサイト地下水 → 屋外空気	地下水の深さ	Lgw	m	3	0.1	10	0%	0%	0%	0%	-15%	-0.2%
20		毛管帯の厚さ	hc	m	0.05	0.01	2	0%	0%	0%	0%	0%	0%
21	③ 土粒子の飛散	粉塵発生率	Pe	mg/m ² ・sec	6.9E-07	1E-16	1E-10	0%	0%	0%	0%	0%	0%
22		植生や舗装・覆土による被覆率	V	-	0	0.5	0	1	0%	0.00%	0.00%	0%	0%
23	⑤ 土壌間隙空気 → 室内空気 (日本の木造家屋)	床下空間から室内空間への奇与率	Fbi	-	0.1	0.01	1	0%	99%	574%	0%	1.5%	0.02%
24		室内空気交換率	ER	1/h	0.5	0.1	3	0%	-483%	-280%	0%	-0.8%	-0.01%
25		汚染源の深さ	Ls	m	3	1.5	4.5	0%	-474%	-278%	0%	-0.7%	-0.01%
26		床下空気交換率	ERc	1/h	0.5	0.1	3	0%	-55%	-32%	0%	-0.1%	0.00%
27	⑤ 土壌間隙空気 → 室内空気 (気密性の高い建物)	床下容積と地下空気浸透面積の比	Lbc	m	0.45	0.45	1	0%	0%	0%	0%	-0.2%	0.00%
28		建物基礎の厚さ	Lerk	m	0.15	0.01	1	0%	0%	0%	0%	0%	0%
29		建物基礎の面積	Ab	m ²	70	1	10,000	0%	0%	0%	0%	0%	0%
30		室内容積と地下空気浸透面積の比	Lb	m	2.1	0.5	5	0%	0%	0%	0%	0%	0%
31		建物基礎亀裂土壌の体積含水率	θw_crk	cm ³ -H ₂ O/cm ³ -soil	0.12	0.06	0.18	0%	0%	0%	0%	0%	0%
32		室内と屋外の圧力差	ΔP	g/cm ² ・s ²	100	10	1,000	0%	0%	0%	0%	0%	0%
33		土壌の透過度	Kv	m ²	1E-12	1E-14	1E-08	0%	0%	0%	0%	0%	0%
34		建物基礎の外周長	Xerk	m	34	20	200	0%	0%	0%	0%	0%	0%
35		建物基礎の深さ	Zerk	m	5	2.5	7.5	0%	0%	0%	0%	0%	0%
36		空気 の 動 粘 度	μair	g/cm ² ・s	1.8E-04	9.1E-05	2.7E-04	0%	0%	0%	0%	0%	0%
37		亀裂の面積比	η	-	0.001	0.0001	0.1	0%	0%	0%	0%	0%	0%
38	⑦ 大気横移動	点煙源の排出風量	Q	m ³ /sec	250	12.5	375	0%	0%	0%	0%	0.2%	0.0%
39		呼吸ゾーンの高さ	Zair	m	1.5	0.75	2.25	0%	0%	0%	0%	0%	0%
40	⑧ 水経由 (間隙水 → 地下水)	汚染源土壌の厚さ	L1	cm	300	150	450	17%	0%	7%	50%	49.8%	49.99%
41		汚染源土壌の上端から地下水までの距離	L2	cm	300	150	450	-11%	0%	-5%	-33%	-33%	-33%
42		地下水流速	Vgw	cm/year	8,300	3.15E-02	157,680	-506%	0%	-212%	-1478%	-1477%	-1478%
43	⑧ 水経由 (間隙水 → 地下水)	地下水涵養量	I	cm/year	30	1	200	164%	0%	69%	479%	478%	479%
44		地下水に沿った汚染源の長さ	W	cm	10,000	5,000	15,000	32%	0%	13%	93%	93%	93%
45		帯水層の厚さ	b	cm	500	250	750	-41%	0%	-17%	-119%	-119%	-119%
46	⑨ 地下水中横移動 (地下水→オフサイト井戸)	透水係数	k	cm/sec	0.01	1E-06	0.1	0%	0%	0%	0%	0%	0%
47		動水勾配	i	m/m	0.01	0.001	0.05	0%	0%	0%	0%	0%	0%
48		帯水層の間隙率	θe	-	0.38	0.19	0.57	0%	0%	0%	0%	0%	0%
49		土壌-水分分配係数	kd	cm ³ -H ₂ O/g-soil	10	5	15	0%	0%	0%	0%	0%	0%
50	⑩ 農作物への吸水及び生物濃縮係数算出式 (有機化合物)	茎の生物濃縮係数(湿潤重量)	BCFs	(mg/kg.dwt)/(mg/kg.dwt.soil)	0.02	0.001	1	0%	0%	0%	0%	0%	0%
51		根の生物濃縮係数(湿潤重量)	BCFr	(mg/kg.dwt)/(mg/kg.dwt.soil)	0.002	0.001	1	0%	0%	0%	0%	0%	0%
52		茎の乾燥/湿潤重量比	fdws	kg.dwt/kg.fwt	0.117	0.0585	0.1755	17%	0%	7%	0%	0%	0%
53		根の乾燥/湿潤重量比	fdwr	kg.dwt/kg.fwt	0.202	0.101	0.303	49%	0%	21%	0%	0%	0%
54	⑪ 農作物への付着 (地上の野菜・葉菜)	オクタンール-水分分配係数	logKow	-	2.71	1.36	4.07	0%	0%	0%	0%	0%	0%
55		外気における浮遊粒子濃度	TSPo	mg/m ³	0.07	0.001	1	0.13%	0%	0.05%	0%	0%	0%
56		付着速度 (屋外)	Dro	m/d	864	432	1,296	0.01%	0%	0.00%	0%	0%	0%
57		浮遊粒子中の土壌存在率	froso	-	0.5	0	1	0.02%	0%	0.01%	0%	0%	0%
58	⑪ 農作物への付着 (地上の野菜・葉菜)	作物による付着妨害因子	fin	-	0.4	0	1	0.02%	0%	0.01%	0%	0%	0%
59		平方メートル辺りの作物収穫量	Yv	kg/m ²	0.28	0.14	0.42	-0.01%	0%	0.00%	0%	0%	0%
60		風化係数	fEi	1/day	0.033	0.001	1	-0.03%	0%	-0.01%	0%	0%	0%
61	⑫ 土壌直接摂取	作物の栽培期間	Te	day	180	90	270	0.00%	0%	0.00%	0%	0%	0%
62		曝露頻度	EF	day/year	365	1	365	34%	100%	72%	0%	0%	0%
63		曝露時間	ED	year	70	1	70	99%	99%	99%	6%	99%	7%
64		屋外での1日あたりの曝露時間年間平均値	Tdo	hr/日	1.14	0.57	1.71	0.00%	0.08%	0.05%	0%	0.4%	0.01%
65		表面土壌の摂取率	Irss	kg/day	0.0001	0.0001	0.1	2%	0%	0.9%	0%	0%	0%
66		体重	BW	kg	50	10	100	-450%	-450%	-450%	-27%	-450%	-34%
67	⑬ 土壌皮膚接触	屋外での皮膚単位面積あたりの付着土壌量	DAEo	kg/m ²	0.5	0.01	1	0.00%	0%	0.00%	0%	0%	0%
68		皮膚吸収率	DAR	1/hr	0.005	0.001	0.1	0.00%	0%	0.00%	0%	0%	0%
69		マイクロファイバー、土壌片の皮膚接触率	Fm	-	0.15	0	1	0.00%	0%	0.00%	0%	0%	0%
70		屋外での露出皮膚面積	Aexpo	m ²	0.28	0.08	2.3	0.00%	0%	0.00%	0%	0%	0%
71	⑭ 井戸水の飲用 (オンサイト)	水の飲用量	IRw	L/day	2	1	3	34%	0%	14%	94%	0%	93%
72	⑮ 農作物の摂取 (有機化合物)	地上の作物の摂取量	IRveg_abg	kg/day	0.1533	0.01	2	216%	0%	91%	0%	0%	0%
73		地下の作物の摂取量	IRveg_bg	kg/day	0.1395	0.01	2	701%	0%	294%	0%	0%	0%
74	⑯ 屋外ガスの吸入	屋外での呼吸量	IRamb	m ³ /day	15	7.5	22.5	0%	100%	58%	0%	0.5%	0.01%
75		曝露頻度	EF	day/year	250	125	375	0%	0.00%	0.00%	0%	0.4%	0.01%
76	⑰ 室内ガスの吸入 (床下空間あり)	屋内での1日あたりの曝露時間年間平均値	Tii	hr/日	22.86	11.43	34.29	0%	100%	58%	0%	0%	0%
77		液相の交換率	Klc	m/h	0.2	0.01	10	0%	0%	0%	0%	3277%	49.8%
78	⑱ 空気中濃度 (バスルーム)	シャワー中の水量	Vws	m ³	0.15	0.075	0.225	0%	0%	0%	0%	99%	1.5%
79		バスルーム容積	Vbr	m ³	15	7.5	22.5	0%	0%	0%	0%	-133%	-2.0%
80	⑲ シャワー吸入蒸気	接触時間=シャワーを溶びる時間	tdrd	h	0.25	0.125	0.375	0%	0%	0%	6%	49.7%	7%
81		乾燥と着衣の時間	tdsh	h	0.25	0.125	0.375	0%	0%	0%	0%	49.7%	0.8%

注) ΔHQ ≧50% : 水色、≦-50% : ピンク色、=0% : 黄色、その他 : 無色

次に、各パラメーターによる曝露経路毎の Δ HQ（ハザード比の変動の大きさ）結果の一覧を表-3に示す。HQ（経口）では、計算結果に変動を及ぼすパラメーターは少ないが、HQ（吸入）では曝露経路毎に各々固有のパラメーターが計算結果に変動を与えることが確認できる。表-3の表示の内、水色またはピンク色に着色された欄（ Δ HQの大きい項目）に注目することで、曝露経路毎にパラメーターに注意を要するパラメーターを絞り込むことができ、入力パラメーター値の妥当性を検討する作業を大幅に軽減することが可能となる。

また、Cs（土壌濃度）、EF、ED、BW、Tdoなど汚染物質を含む媒体の曝露頻度に関するパラメーターは、ほとんどの曝露経路に影響を及ぼすため、入力値を決定する際には、十分な検討が重要となる。

3.3 重要パラメーターの変動状況（図-6、図-7）

変動の大きいパラメーター（Cs、foc、Fbi、Vgw、BW、IRveg_bg）について、ベースケースの入力値を各々 $\pm 50\%$ の範囲で変動させ、その際のオンサイトおよびオフサイトHQの計算結果をスパイダー図で示した。Csは入力値に比例してHQが増加し、Fbi、IRveg_bgは、オンサイトでは正の相関がある。foc、Vgw、BWは、入力値が小さくなると反比例してHQが増加する傾向が確認できた。

3.4 主要パラメーターのまとめ

PCEによる土壌・地下水汚染サイトに対しSERAMによるリスク評価を行うケースにおいて、計算で使用するパラメーターの感度解析評価を実施し、各曝露経路のハザード比計算結果に大きく影響を及ぼす項目を特定した。変動の大きい主要なパラメーターを表-4にまとめる。オンサイト合計 Δ HQまたはオフサイト合計 Δ HQの値が200%以上または-200%以下のパラメーターを太字で強調した。

5. おわりに

SERAMで使用するパラメーターの感度解析評価を行い、本報告で設定したサイト条件において、計算結果に大きく影響を及ぼすパラメーターを特定することができた。リスク評価を行う場合には、個々のパラメーターの設定が重要であるが、計算で用いる全てのパラメーターをリスク評価の都度、収集することは解析者に大きな負担となる。本検討の手順で重要なパラメーターを特定することで、入力に必要な項目数を減らすことが可能となり、解析者の負担を軽減して作業効率の向上が期待できる。

今後は異なる汚染サイト条件においても同様の感度解析を実施し、評価の妥当性について検証を行い、SERAMによる評価手順に感度解析を加えることも検討したい。

【参考文献】

1) 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：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、第17回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会講演集、pp.48-53、2011

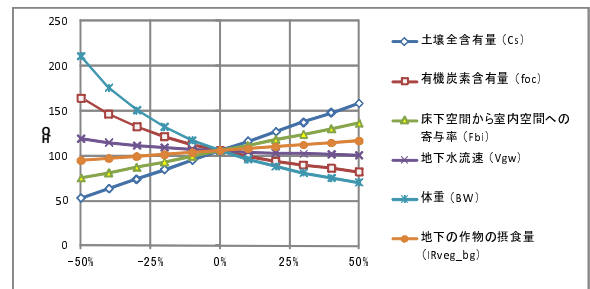


図-6 スパイダー図（オンサイトHQの合計）

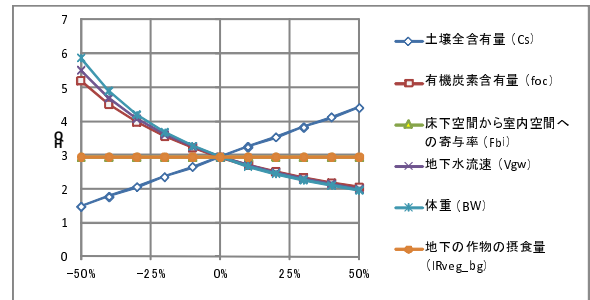


図-7 スパイダー図（オフサイトHQの合計）

表-4 HQ計算結果に影響を及ぼすパラメーター

パラメーター	オンサイト		オフサイト	
	経口	吸入	経口	吸入
土壌全含有量 Cs	+++	+++	+++	+++
床下空間から室内空間への寄与率 Fbi		+++		
地下水涵養量 I	++		+++	+++
地下の作物の摂食量 IRveg_bg	+++			
ヘンリー定数 H		+		
空気中の拡散係数 Dair		++		
汚染源の長さ W			++	++
曝露頻度 EF	+	++		
曝露時間 ED	++	++		++
地上の作物の摂食量 IRveg_abg	+++			
屋外呼吸量 IRamb		++		
室内ガス吸入時間 Tii		++		
有機炭素含有量 foc	--	----	----	----
室内空気交換率 ER		----		
汚染源の深さ Ls		----		
地下水流速 Vgw	----		----	----
体重 BW	----	----	-	----
土壌乾燥密度 pd	+	----	+	+
不飽和帯土壌の体積含水率 θ_{ws}		--		
有機炭素-水分分配係数 koc	-	--	--	--
帯水層の厚さ b	-		--	--

【凡例】+：正の影響、-：負の影響、
 3つ：極めて大きい（ Δ HQ $\geq 200\%$ or $\leq -200\%$ ）、
 2つ：大きい（ $200\% > \Delta$ HQ $\geq 50\%$ or $-200\% < \Delta$ HQ $\leq -50\%$ ）、
 1つ：ある（ $50\% > \Delta$ HQ $\geq 10\%$ or $-50\% < \Delta$ HQ $\leq -10\%$ ）