

○奥田信康・佐々木哲男・村上淑子・小森敦史・中島誠  
(社) 土壌環境センター リスク評価方法検証部会

## 1.目的

(社)土壌環境センター リスク評価方法検証部会で作成したSERAM(Site Environmental Risk Assessment Model: サイト環境リスク評価モデル)の評価特性の把握

### ○実施項目

SERAMで使用する108個の変動パラメーターの中から主要な81個を選択し、これらのパラメーターの入力値の変動が結果に及ぼす影響の大きさの評価(感度解析評価)を実施し、結果に大きな影響を及ぼすパラメーターを特定した。

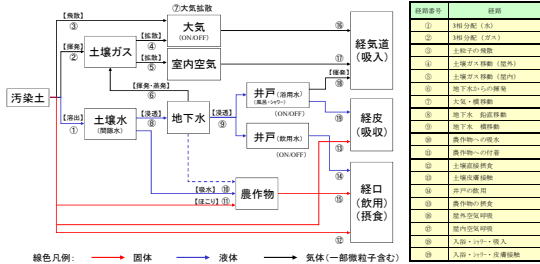


図-1 SERAMの曝露経路

## 2.リスク評価対象サイト(ベースケース)

VOCによる土壌汚染サイトを想定した。ベースケース(リスク評価を行うサイトの土壌汚染状況を設定し、個々のパラメーターを決定した感度解析の基本となるケース)

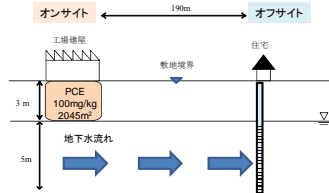


図-2 評価対象のサイト条件(断面図)

表-1 曝露経路毎のリスク(ベースケース)

経路	経路名	HQ	オンサイト	オフサイト
経口摂取	経口摂取(食品)	1.5E+04	○	○
	経口摂取(飲料)	1.5E+04	○	○
	経口摂取(土壌)	1.5E+04	○	○
	経口摂取(空気)	1.5E+04	○	○
	経口摂取(水)	1.5E+04	○	○
	経口摂取(土壌)	1.5E+04	○	○
	経口摂取(空気)	1.5E+04	○	○
	経口摂取(水)	1.5E+04	○	○
	経口摂取(土壌)	1.5E+04	○	○
	経口摂取(空気)	1.5E+04	○	○
経皮吸収	経皮吸収(土壌)	1.5E+04	○	○
	経皮吸収(空気)	1.5E+04	○	○
	経皮吸収(水)	1.5E+04	○	○
	経皮吸収(土壌)	1.5E+04	○	○
	経皮吸収(空気)	1.5E+04	○	○
	経皮吸収(水)	1.5E+04	○	○
	経皮吸収(土壌)	1.5E+04	○	○
	経皮吸収(空気)	1.5E+04	○	○
	経皮吸収(水)	1.5E+04	○	○
	経皮吸収(土壌)	1.5E+04	○	○
経口(摂取)	経口(摂取)	1.5E+04	○	○
	経口(摂取)	1.5E+04	○	○
	経口(摂取)	1.5E+04	○	○
	経口(摂取)	1.5E+04	○	○
	経口(摂取)	1.5E+04	○	○
	経口(摂取)	1.5E+04	○	○
	経口(摂取)	1.5E+04	○	○
	経口(摂取)	1.5E+04	○	○
	経口(摂取)	1.5E+04	○	○
	経口(摂取)	1.5E+04	○	○

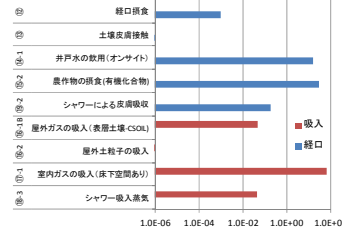


図-4 HQの計算結果(オンサイト)

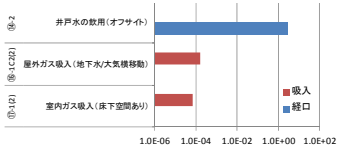


図-5 HQの計算結果(オフサイト)

【結果:HQのHQの大きい経路】  
オンサイト:  
⑪室内空気の吸入、⑮農作物の摂取、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:⑭井戸水の飲用のHQが1を超過した。

・評価対象サイト(ベースケース)の特徴  
地下水および室内空気のリスクが高い傾向がある

## 3.感度解析

【感度解析手順】  
①各パラメーターの取りうる最大値と最小値を設定。  
②ベースケースの入力値セットに対し、一つのパラメーター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(HQ)を算出。  
③HQの変動の大きさ(ΔHQと示す)を式-1の方法で各パラメーター毎に算出し、個々の評価を行った。

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

HQ<sub>max</sub>: 最大値を入力したHQの計算結果  
HQ<sub>min</sub>: 最小値を入力したHQの計算結果  
HQ<sub>base</sub>: ベース値を入力したHQの計算結果

【結果1 変動の大きいパラメーター : 表-2、表-3】  
ΔHQ ≥ +200% : Cs(1), Fbi(23), I(43), IRveg\_bg(73)  
+200% > ΔHQ ≥ +50% : H(4), Dair(13), W(44), EF(62), ED(63), IRveg\_alb(72), IRamb(74), Tii(76)  
ΔHQ ≤ -200% : foc(6), ER(24), Lst(25), Vgw(42), BW(66)  
-200% < ΔHQ ≤ -50% : pd(2), thws(3), koc(7), b(45)

【結果2 重要パラメーターの変動状況: 図-6、図-7】  
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。一方、foc、Vgw、BWは、入力値が小さくなると反比例してHQが増加する傾向を確認。

【スパイダー図】 相対的にΔHQの大きいパラメーターを選択し、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。

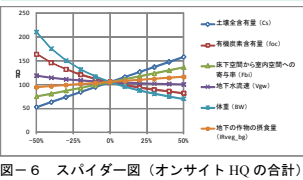


図-6 スパイダー図(オンサイトHQの合計)

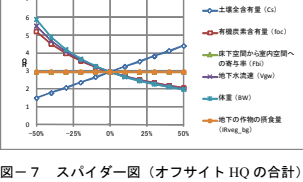


図-7 スパイダー図(オフサイトHQの合計)

表-2 感度解析対象パラメーター一覧およびΔHQ(ハザード比)の変動の大きさ

パラメーター	単位	ベース値	最大値	最小値	ΔHQ(%)
Cs	Bq/kg	100	10000	10	+2000%
Fbi	kg/ha	100	10000	10	+2000%
I	kg/ha	100	10000	10	+2000%
IRveg_bg	kg/ha	100	10000	10	+2000%
H	kg/ha	100	10000	10	+200%
Dair	kg/ha	100	10000	10	+200%
W	kg/ha	100	10000	10	+200%
EF	h/day	100	10000	10	+200%
ED	h/year	100	10000	10	+200%
IRveg_alb	kg/ha	100	10000	10	+200%
IRamb	kg/ha	100	10000	10	+200%
Tii	kg/ha	100	10000	10	+200%
foc	kg/ha	100	10	10000	-200%
ER	kg/ha	100	10	10000	-200%
Lst	kg/ha	100	10	10000	-200%
Vgw	kg/ha	100	10	10000	-200%
BW	kg/ha	100	10	10000	-200%
pd	kg/ha	100	10	10000	-50%
thws	kg/ha	100	10	10000	-50%
koc	kg/ha	100	10	10000	-50%
b	kg/ha	100	10	10000	-50%

表-3 各パラメーターが曝露経路毎のΔHQに及ぼす結果一覧

経路	パラメーター	ΔHQ(%)
経口摂取	Cs	+2000%
	Fbi	+2000%
	I	+2000%
	IRveg_bg	+2000%
	H	+200%
	Dair	+200%
	W	+200%
	EF	+200%
	ED	+200%
	IRveg_alb	+200%
経皮吸収	Cs	+2000%
	Fbi	+2000%
	I	+2000%
	IRveg_bg	+2000%
	H	+200%
	Dair	+200%
	W	+200%
	EF	+200%
	ED	+200%
	IRveg_alb	+200%
経口(摂取)	Cs	+2000%
	Fbi	+2000%
	I	+2000%
	IRveg_bg	+2000%
	H	+200%
	Dair	+200%
	W	+200%
	EF	+200%
	ED	+200%
	IRveg_alb	+200%

## 4.考察・まとめ

【主要パラメーター:表-4】  
・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係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。  
・経口経路では、計算結果に変動を及ぼすパラメーターは少ないが、吸入経路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。

【まとめ】  
・SERAMによるリスク評価にて、結果に大きな影響を及ぼすパラメーターを特定。  
・重要パラメーターの特定により、入力必要項目数が減り、解析者の負担を軽減して作業効率の向上が期待。  
・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が必要。

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
土壌含有量 Cs	+++	+++
床下空間から室内空間への空気移動係数 Dair	+++	+++
地下水濃度 I	+++	+++
地上の作物の摂取量 IRveg_bg	+++	+++
ベンリ一定数 H	++	++
空気中の移動係数 Dair	++	++
曝露頻度 EF	++	++
曝露時間 ED	++	++
地上の作物の摂取量 IRveg_alb	++	++
屋外呼吸量 IRamb	++	++
室内ガス吸入時間 Tin	++	++
有機炭素含有量 foc	---	---
室内空気交換率 ER	---	---
汚染源の長さ Le	---	---
地下水濃度 Vgw	---	---
位置 BW	---	---
土壌収縮率 pd	+	+
不飽和土壌水の体積含水率 b	---	---
有機炭素水分分配係数 koc	---	---
雨水量の長さ b	---	---

【凡例】 ++: 正の影響、-: 負の影響。  
3+: 最も大きい(ΔHQ≥200% or ΔHQ<-200%)  
2+: 大きい(200%<ΔHQ<50% or -200%<ΔHQ<-50%)  
1+: 中(50%<ΔHQ<10% or -50%<ΔHQ<-10%)