# S1 - 18

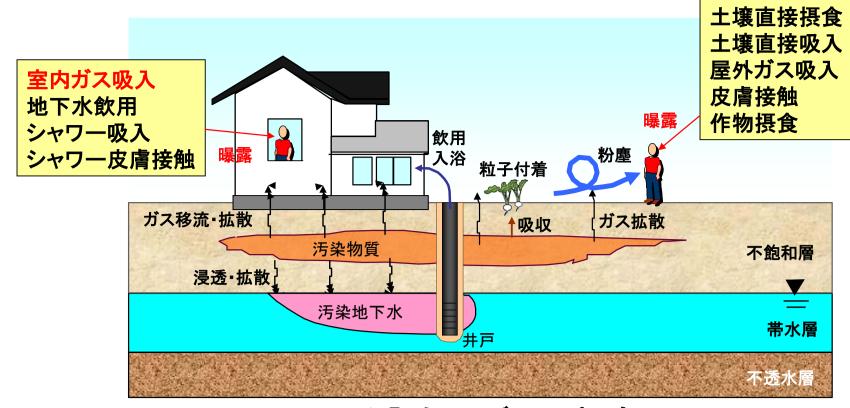
# リスク評価モデルにおける我が国の建物構造を 考慮した室内空気経路の曝露

〇1伊貝聡司・1村上淑子・1リスク評価活用方法検討部会 1(社)土壌環境センター

### 1. はじめに

筆者らは、我が国の土壌汚染対策に合ったリ スク評価モデル(案)の作成に取り組んでいる。 多くの曝露経路は、土壌の性質や対象物質の 物理化学的性質を考慮することにより曝露量の 算定が可能であるが、室内空気曝露では、建物 構造により曝露量は大きく異なることが予測さ れる。

本報告では、我が国の建物構造を考慮した室 内空気経路の曝露評価モデルの検討経緯と提案 するモデル・計算式について報告する。



リスク評価モデルの概念図

### 2. 既存のリスク評価モデルで採用されている室内空気経路の曝露

既存のリスク評価モデルでは、モデル毎に異なる計算式が採用されており、国やモデルにより異なる考え方が採用さ れている。

汚染土壌から室内空気への移動過程は、大きく、①土壌中の移動、②建物基礎中の移動、③建物内の移動に分類さ れる。土壌中の移動では、拡散または蒸発による移動が考慮されており、大きな違いは認められないが、建物基礎中 の移動と建物内の移動は建物構造により異なる計算式が設定されている。

建物基礎中の移動は、拡散のみにより移動する場合と室内外の気圧差により生じる移流も考慮する場合の2種類が ある。建物内の移動は、閉鎖空間での拡散のみで、いずれも完全混合を仮定したBOXモデルが採用されているが、床 下空間を考慮する場合と考慮しない場合の2種類がある。床下空間から室内空間へは、拡散と室内外の気圧差により 生じる移流により移動するという考えと実測値に

基づき低減率を定めているものがある。

### 移動プロセス毎の計算式の比較

谷国で採用されている計算式										
国	モデル名	計算式のタイプ								
		Α	A'	В	С	C'	D	Е	F	
アメリカ	RBCA	0	0	0	×	×	×	×	×	
オランダ	CSOIL	×	×	×	×	×	0	0	×	
	VOLASOIL	×	×	×	×	×	×	×	0	
イギリス	CLEA	×	×	×	0	0	×	×	×	
カナダ	ССМС	×	0	×	×	×	×	×	×	
日本	GERAS	×	×	×	×	×	0	0	×	
	KT-RISK	0	0	0	×	×	×	×	×	
			_				_			

夕 国で採用さんていて計算士

		<b>・ ナー・</b>	しぬんとウモウケ連の	ナー の 14手11日1						
汚染土壌から室内空気濃度への移動過程										
土壌中の移動			建物基礎中の	建物内の移動						
計算の	計算の 土壌中の 土壌中		建物基礎の	建物基礎	床下空間	床材中の	室内空間			
出発点	移動媒体	の移動	通過箇所	中の移動	での拡散	移動	での拡散			
:干:氿 <b>十</b>   ‡	土壌 間隙空気	拡散	コンクリート	+r <del>.</del> #h	(なし)	(なし)	ВОХ			
万米土塔			スラブ内の亀裂	加山村			モデル			
A 汗氿+按	土壌	拡散	コンクリート	拡散	(なし)	(なし)	BOX			
/5朱丄堟	間隙空気		スラブ内の亀裂	移流			モデル			
:干:	表層土壌あるいは地下土壌中の汚染物質が、一定期間									
/7未上场	(住宅地で30年、工業地で25年)内に全て揮発すると仮定									
建物直下の	(なし)	(なし)	コンクリート	拡散	( <i>†</i> cl)	拡散	BOX			
汚染土壌			スラブの間隙	移流	(40)	移流	モデル			
建物直下の	( <i>†</i> :1)	( <i>†</i> :1 )	建筑状料の問階	拡散	BOX	拡散	BOX			
汚染土壌	(なし)	(なし)	连条例 270月间原	移流	モデル	移流	モデル			
D 汚染土壌	土壌 垃勘		コンクリート <sub>比数</sub>		BOX	オランダで	の実測値に			
/7木工场	間隙空気	加山村	スラブの間隙	加斯	モデル	基づき、室内濃度は尿				
E 汚染土壌	土壌 垃粉。	<b>垃盐。</b>	コンクリート 拡数		BOX	下空間濃度の 1/10 とす				
	間隙水	加权:然先	スラブの間隙	加州	モデル	る。				
汚染土壌	土壌	扩热	コンクリート	拡散	ВОХ	拡散	BOX			
	間隙空気	7)厶 月又	スラブの間隙	移流	モデル	移流	モデル			
	計算の 出 汚 汚 汚 洗 注 壊	計算の 出発点土壌の 移動媒体汚染土壌間 出際 地域 地域 は 	計算の 出発点土壌中の 移動媒体土壌中の の移動汚染土壌土壌間隙空気拡散汚染土壌大線 は宅地で30大線 (なし)建物直下の 汚染土壌(なし) (なし)(なし)汚染土壌土壌 間隙空気拡散・蒸発汚染土壌土壌 間隙水拡散・蒸発汚染土壌土壌 間隙水拡散・蒸発	計算の 出発点土壌中の 移動媒体土壌中の の移動建物基礎の 通過箇所汚染土壌土壌 間隙空気拡散 工場で25年の (住宅地で30年、工業地で25年)ま層土壌あるいは地下土壌中の (住宅地で30年、工業地で25年)建物直下の 汚染土壌(なし)コンクリート スラブの間隙建物直下の 汚染土壌(なし)コンクリート スラブの間隙活染土壌土壌 間隙空気拡散 エラブの間隙汚染土壌土壌 間隙水拡散・蒸発 スラブの間隙汚染土壌土壌 間隙水拡散・蒸発 スラブの間隙活染土壌土壌 間隙水拡散・蒸発 スラブの間隙活染土壌土壌 間隙水拡散・蒸発 スラブの間隙	計算の 出発点土壌中の 移動媒体土壌中の の移動建物基礎の 通過箇所建物基礎の 中の移動汚染土壌土壌 間隙空気拡散コンクリート スラブ内の亀裂拡散 移流汚染土壌土壌 間隙空気拡散 表層土壌あるいは地下土壌中の汚染物質が、 (住宅地で30年、工業地で25年)内に全て揮 (住宅地で30年、工業地で25年)内に全て揮 (なし)建物直下の 汚染土壌(なし)コンクリート スラブの間隙拡散 移流汚染土壌(なし)(なし)建築材料の間隙 移流汚染土壌土壌 間隙空気拡散 スラブの間隙拡散 、スラブの間隙汚染土壌土壌 間隙水拡散・蒸発 スラブの間隙拡散 、スラブの間隙汚染土壌土壌 間隙水拡散・蒸発 スラブの間隙拡散 、スラブの間隙 、スラブの間隙	計算の 出発点 土壌中の 移動媒体 土壌中の移動 建物基礎の 中の移動 床下空間 での拡散   汚染土壌 土壌 間隙空気 拡散 大寒性度 コンクリート スラブ内の亀裂 拡散 移流 (なし)   汚染土壌 大線 間隙空気 大線 大原土壌のあるいは地下土壌中の汚染物質が、一定期間 (住宅地で30年、工業地で25年)内に全て揮発すると仮定   建物直下の 汚染土壌 (なし) コンクリート スラブの間隙 拡散 移流 (なし)   汚染土壌 (なし) なし) 建築材料の間隙 移流 お流 をデル   汚染土壌 土壌 間隙空気 拡散 スラブの間隙 拡散 スラブの間隙 あのX モデル   汚染土壌 土壌 間隙水 拡散・蒸発 スラブの間隙 拡散 スラブの間隙 拡散 モデル   汚染土壌 土壌 間隙水 拡散・蒸発 スラブの間隙 拡散 スラブの間隙 拡散 モデル   活染土壌 拡散・蒸発 間隙水 コンクリート スラブの間隙 拡散 モデル   活染土壌 拡散・蒸発 間隙水 コンクリート スラブの間隙 拡散 モデル	計算の 出発点 土壌中の 移動媒体 土壌 の移動 建物基礎の 通過箇所 建物基礎 中の移動 床下空間 での拡散 床材中の 移動   汚染土壌 土壌 間隙空気 拡散 コンクリート スラブ内の亀裂 拡散 (なし) (なし)   汚染土壌 土壌 間隙空気 拡散 コンクリート スラブ内の亀裂 拡散 移流 (なし) (なし)   汚染土壌 (なし) コンクリート スラブの間隙 拡散 移流 (なし) 拡散 移流   建物直下の 汚染土壌 (なし) (なし) 建築材料の間隙 移流 拡散 を流 BOX モデル 拡散 を流   汚染土壌 土壌 間隙空気 拡散 スラブの間隙 拡散 スラブの間隙 上ボ 、大ランダで 基づき、室 下空間濃度・ る。   汚染土壌 土壌 間隙水 加散・蒸発 スラブの間隙 拡散 モデル BOX モデル 下空間濃度・ る。   活染土壌 土壌 間隙水 本数 スラブの間隙 拡散 BOX モデル 下空間濃度・ る。   活染土壌 土壌 間隙水 コンクリート スラブの間隙 拡散 BOX モデル 下空間濃度・ る。			

## 3. 我が国の代表的な建物構造について

我が国では、多湿という気象条件を考慮し、戸建住宅では木造で床下空間を設けた「木造在来工法」の住宅 が多く普及している。一方、近年は、気密性の高い住宅のニーズが高まってきており、床下空間に換気口を設

けない基礎断熱工法を採用した木造住宅も普 及していきている。また、マンションなどの 鉄筋コンクリート構造の共同住宅の割合も増 加している。

土壌間隙空気から室内空気への移動という 観点からみると、大きく影響を与える要因と して、①コンクリートスラブの有無、②床下 空間の有無の2点が挙げられる。

#### 床下空間あり 床下空間なし 床下換気口あり 床下換気口なし 独立基礎、布基 コンクリートスラブ (一般的でない) (一般的でない) 礎の木造住宅 なし 基礎断熱工法の戸建 コンクリートスラブベた基礎の木造住宅、二重床構造の 舗など商業施設 マンションなどの気密 あり 工場などの工業施設

我が国の代表的な建物の分類

### 4. 我が国の建物構造を考慮した室内空気経路の曝露評価モデル(案)

基礎断熱工法の戸建住宅や二重床構造のマンションなどの建物は、気密性が高く、床下空間と室内空間の空 気は同質と考えられるため、コンクリートスラブのあるモデル(床下空間のないモデル)を用いて評価できる と考える。べた基礎の木造住宅は、本来、床下空間での希釈が起こりうるが、安全側の評価となるため、コン クリートスラブのあるモデル(床下空間のないモデル)によって評価することが妥当と判断した。

いる。

### (1) コンクリートスラブのないモデル

土壌間隙ガスは、床下空間まで拡散により移動する。床下空間に達した土壌ガス は、床下空間で希釈される。希釈は、空気交換率と床下空間高さを定数とした完全 混合を仮定したボックスモデルを用いる。床下空間から室内空間への移動は、 CSOIL、GERASで採用されている寄与率を用いることとした。室内での換気対策を

考慮できるよう、国内の換気基準(一時間当たり0.5回)に対する比率を考慮できる 項を追加設定した。

 $C_{\text{esp}} = \frac{1}{1 + \frac{L_s \times DF_{\text{crawl}}}{D^{\text{eff}}}} \times F_{\text{bi}} \times \frac{0.5}{3600 \times ER} \times C_{\text{a}} \times C_{\text{bi}}$  $C_{\!\scriptscriptstyle{ ext{esp}}}$ :室内空気中の濃度(mg/m³) :土壌間隙空気中の濃度(mg/L) :床下空間における希釈項(m/sec) :床下空間から室内空間への寄与率 ER :室内空気交換率(1/sec) :汚染源の深さ(m)  $L_{\rm s}$  $D_{\rm s}^{\rm eff}$ :不飽和帯土壌の有効拡散係数(m²/sec)

## 5. まとめと今後の課題

既存リスク評価モデルの室内空気経路の計算式および 我が国の代表的な建物構造について整理した結果に基づ き、我が国の室内空気経路の曝露評価モデル計算式とし

て、コンクリートスラブのあるモデルとコンクリートスラブのないモデルの2つのモデルを設定した。

今後の課題として以下の点が挙げられる。

- 設定したモデル・計算式の評価・検討
- 建物パラメータの設定
- 実測データとの整合性の検討

### ② コンクリートスラブのあるモデル コンクリートスフフ低面に達した土壌カス

は、コンクリートスラブの亀裂を拡散および 室内外の気圧差により生じる移流により室 内空間に移動する。室内空間に移動した 土壌ガスは、室内空間で希釈される。 希釈は、空気交換率と室内空間高さ(床 下空間が存在する場合は床下空間の高 さと室内空間の高さの合計値)を定数とし た完全混合を仮定したボックスモデルを用

 $= \frac{1}{(e^{\xi} + \frac{D_s^{eff}}{DF_{esp} \times L_s} + \frac{D_s^{eff} \times A_b \times (e^{\xi} - 1)}{Q_s \times L_s}) \times \frac{DF_{esp} \times L_s}{D_s^{eff} \times e^{\xi}}}$ :室内空気中の濃度(mg/m³) :土壌間隙空気中の濃度(mg/L) :室内における希釈項(m/sec) :汚染源の深さ(m) :建物基礎の厚さ(m) :不飽和帯土壌の有効拡散係数(m²/se 

:建物基礎を通る空気流量(m³/sec)

:建物基礎の面積(m²)

:空気流の無次元数

