

土壤中からの汚染空気の曝露による影響の評価（その2）

1. 検討目的

本調査は、地下水管理が行われた際に地下水から揮発したベンゼン、シアン化合物等がガスとして隙間や亀裂から建物内に侵入して人の健康や生鮮食料品に影響を与えることが懸念されていることから、食の安全・安心という観点も考慮し、これより高くなることはないと考えられる安全側に見た地上空気のベンゼン、シアン化合物等の濃度および人の空気吸入によるベンゼン、シアン化合物等の曝露量を試算して土壤中からの汚染空気の曝露による影響を評価することを目的とする。

2. 検討の流れ

検討の流れは、図 1-1 に示すとおりである。各検討内容等は以下に示すとおりである。

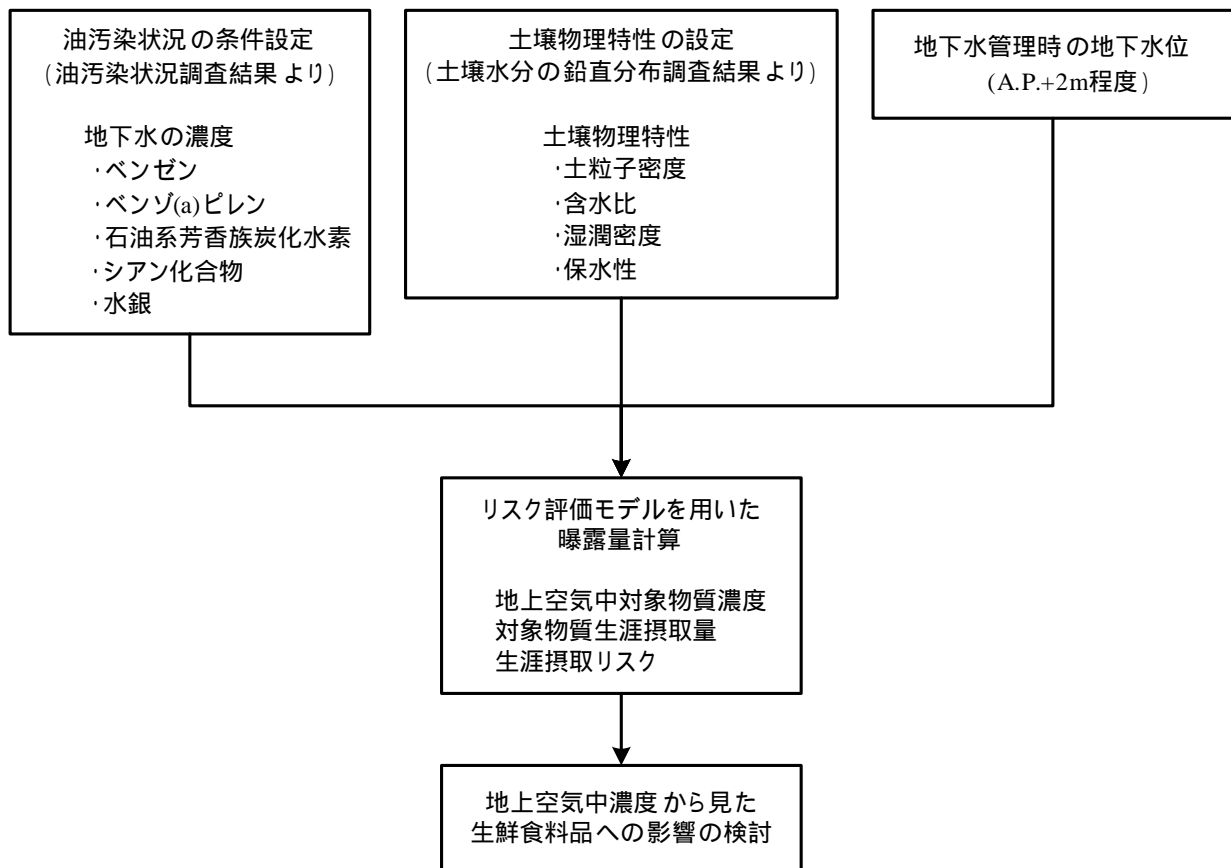


図 1-1 検討フロー図

3. 検討の内容

(1) リスク評価モデルを用いた曝露量計算

表 1- 1 に示す揮発性有機化合物（ベンゼン）、シアン化合物、水銀、ベンゾ（a）ピレン、石油系芳香族炭化水素（炭素範囲で区分した 7 画分）について、油汚染状況調査および詳細調査で把握された現状の油汚染状況をもとに、米国等でリスク評価のために一般的に用いられているモデルを用いて、地下水管理によって A.P.+2m に地下水位が維持されている状態における地上空気の状態（これより高くなることはないと考えられる安全側に見た地上空気の濃度の状況）を評価した。

東京都が当初予定していた土壌汚染等の対策では、A.P.+2m より上部で処理基準を超過した土壌は全て処理基準以下に処理されることとなっており、汚染土壌は A.P.+2m 以深、すなわち地下水管理時の地下水位（維持水位）より下の帯水層にのみ存在することとなる。したがって、A.P.+2m 以深の汚染地下水からの汚染空気の曝露による影響を評価することで、地下水管理実施時における土壌中からの汚染空気の曝露による影響を評価したことになると考えられる。

表 1- 1 検討対象物質

対象物質	検討対象とした理由
ベンゼン	<ul style="list-style-type: none"> ・土壌汚染対策法の特定有害物質、環境確保条例の有害物質に指定されており、それぞれ指定区域の指定基準、汚染土壌処理基準（いずれも溶出量 0.01mg/L 以下）が定められている。 ・大気環境基準（年平均値で 0.003mg/m³ 以下）が定められている。
シアン化合物	<ul style="list-style-type: none"> ・土壌汚染対策法の特定有害物質、環境確保条例の有害物質に指定されており、それぞれ指定区域の指定基準、汚染土壌処理基準（いずれも溶出量が検出されないこと、含有量 50mg/kg 以下（遊離シアンとして））が定められている。 ・水中のシアン化合物に含まれるシアン化水素が揮発し、シアン化水素ガスが発生する可能性がある（水中に存在するシアン化合物には遊離シアンと錯塩イオンがあり、遊離シアンに占めるシアン化水素の割合は pH と温度の条件によって、pH9 で 58%、pH8 で 93%、pH7 以下で 99% 以上と変化する）。
水銀	<ul style="list-style-type: none"> ・土壌汚染対策法の特定有害物質、環境確保条例の有害物質に指定されており、それぞれ指定区域の指定基準、汚染土壌処理基準（いずれも溶出量 0.0005mg/L 以下（かつアルキル水銀が検出されないこと）含有量 15mg/kg 以下）が定められている。 ・有害大気汚染物質に係る指針値（年平均値で 0.04 μgHg/m³ 以下）が定められている。
ベンゾ(a)ピレン	<ul style="list-style-type: none"> ・多環芳香族炭化水素（PAH）のうち、中央環境審議会が有害大気汚染物質の優先取組物質としており、世界保健機関（WHO）による飲料水水質ガイドラインにおいてガイドライン値（0.0007mg/L）が規定されている。
芳香族炭化水素画分	<ul style="list-style-type: none"> ・多環芳香族炭化水素（PAH）を含む石油系芳香族炭化水素の濃度を 7 つの炭素範囲（画分）に区分した濃度。 <ul style="list-style-type: none"> - 区分は米国の TPHCWG（Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group）による区分に従った。 <ul style="list-style-type: none"> >EC5-EC7（ベンゼン）、>EC7-EC8（トルエン）、>EC8-EC10、>EC10-EC12、>EC12-EC16、>EC16-EC21、>EC21-EC35

注）芳香族炭化水素画分の EC は、炭素数（等価炭素数：Equivalent Carbon Number）を示す。

使用計算方法

米国等で広く用いられている RBCA (Risk-Based Corrective Action: リスクに基づく修復措置) のための ASTM (米国材料試験協会) 規格 (ASTM E 2081-00) に示されている曝露量やリスクの計算方法を用いた。計算には世界的に広く使用されているリスク評価ソフトウェア RBCA Tool Kit Ver.2 (GSI Environmental 社製) を使用した。

図 1-2 に、地下水から地上空気への汚染物質の輸送を表す概念図を示す。

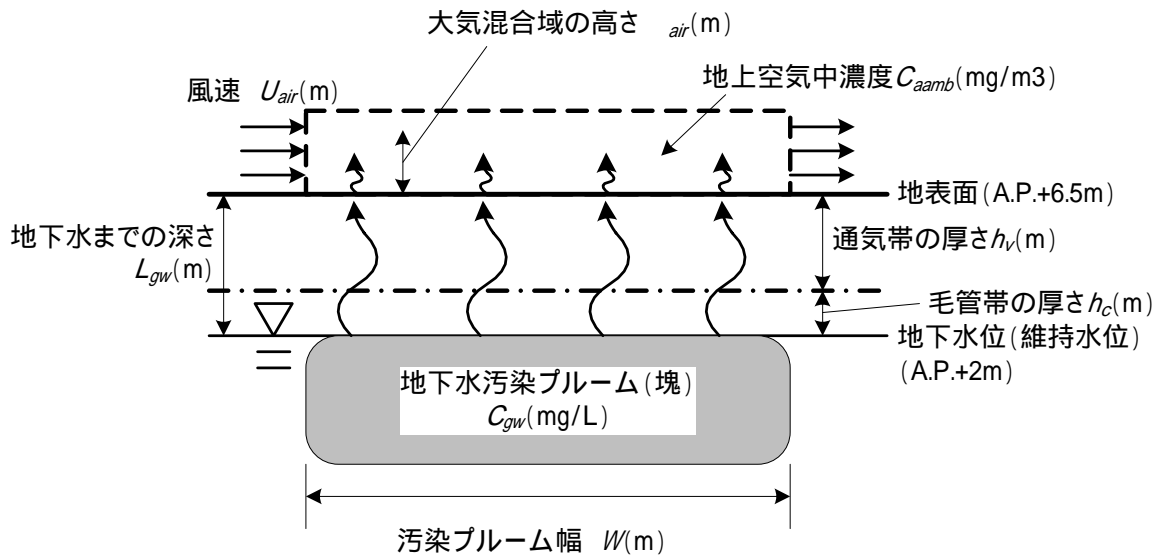


図 1-2 汚染地下水から地上空気への汚染物質移動の概念図

詳細な算定方法は次ページの枠内のとおりであり、曝露量計算で使用するパラメーターは表 1-2 に示すとおり設定した。なお、地上空気の風速については、建築基準法で住宅等の居室に対して換気回数 0.5 回/h 以上とすることが定められていることから、空気交換による希釈効果が最も少ない状態と考えられる空気交換速度 0.5 回/h となるとき値 (地下水汚染プルーム幅を 2 時間かけて通過するときの風速) を設定した。

土壌中の汚染状況

油汚染状況調査結果および詳細調査の結果をもとに、ベンゼン、シアン化合物、水銀、ベンゾ (a) ピレン、芳香族炭化水素画分の最高濃度を抽出し、本検討における入力値 (地下水中最高濃度) を設定した。

表 1-3 に地下水中最高濃度設定値を示す。芳香族炭化水素画分の >EC10-12、>EC12-EC16、>EC16-EC21、>EC21-EC35 については、定量下限値未満であったため、定量下限値を入力値に設定した。

【計算方法】

地下水中対象物質濃度による地上空気中対象物質濃度の算定

任意の物質について、地下水中濃度 C_{gw} (mg/L) のときの地上空気中濃度 C_{aamb} (mg/m³) は、揮発係数 VF_{wamb} (L/m³) を用いて次式のとおり表わされる。

$$C_{aamb} = VF_{wamb} \times C_{gw} \quad (1)$$

ここで、

$$VF_{wamb} = \frac{H}{1 + \left(\frac{U_{air} \times \delta_{air} \times L_{gw}}{D_{ws}^{eff} \times W} \right)} \times 10^{-3} \quad (2)$$

となり、

$$D_{ws}^{eff} = (h_c + h_v) \times \left(\frac{h_c}{D_{cap}^{eff}} + \frac{h_v}{D_s^{eff}} \right) \quad (3)$$

$$D_{cap}^{eff} = D^{air} \times \frac{\theta_{acap}^{3.33}}{\theta_T^2} + \left(\frac{D^{wat}}{H} \right) \times \left(\frac{\theta_{wcap}^{3.33}}{\theta_T^2} \right) \quad (4)$$

$$D_s^{eff} = D^{air} \times \frac{\theta_{as}^{3.33}}{\theta_T^2} + \left(\frac{D^{wat}}{H} \right) \times \left(\frac{\theta_{ws}^{3.33}}{\theta_T^2} \right) \quad (5)$$

である。

地上空気中対象物質濃度による対象物質の生涯曝露量の算定

任意の物質について、地上空気中濃度 C_{aamb} (mg/m³) のときの吸入による生涯曝露量 EA_{life} (mg) は次式により求められる。

$$EA_{life} = C_{aamb} \times EF \times ED \times IR_{air} \quad (6)$$

生涯リスクの算定

発がん性物質（ベンゼン、ベンゾ（a）ピレン）の地上空気からの吸入による生涯リスク（発がんリスク $Risk$ ）は次式により算定される。

$$Risk = \frac{C_{gw} \times EF \times ED \times URF \times VF_{wamb} \times 1000}{AT_c \times 365} \quad (7)$$

非発がん性物質（シアン化合物、水銀、芳香族炭化水素画分）の地上空気からの吸入による生涯リスク（ハザード比 HQ ）は次式により算定される。

$$HQ = \frac{C_{gw} \times EF \times ED \times VF_{wamb}}{RfC \times AT_n \times 365} \quad (8)$$

人の健康リスクからみた目標地下水濃度の算定

発がん性物質の目標地下水濃度 $RBSL_{gw}$ は、次式より算定される。

$$RBSL_{gw} = \frac{TR \times AT_c \times 365}{EF \times ED \times URF \times 1000 \times VF_{wamb}} \quad (9)$$

非発がん性物質の目標地下水濃度 $RBSL_{gw}$ は、次式より算定される。

$$RBSL_{gw} = \frac{THQ \times RfC \times AT_n \times 365}{EF \times ED \times VF_{wamb}} \quad (10)$$

表 1-2 設定パラメーター

記号	定義 (単位)	設定値	設定理由
AT_c	発がん性物質の平均時間 (yr)	70	=生涯年数
AT_n	非発がん性物質の平均時間 (yr)	70	= EF
C_{aamb}	大気中濃度 (mg/m^3)	-	式(1)で算定
C_{gw}	地下水中濃度 (mg/L)	最高値	追加調査結果、詳細調査結果
D^{air}	気相中の拡散係数 (cm^2/s)	物質毎	RBCA Tool Kit デフォルト値
D^{wat}	液相中の拡散係数 (cm^2/s)	物質毎	RBCA Tool Kit デフォルト値
D_{cap}^{eff}	毛管帯における有効拡散係数 (cm^2/s)	-	式(4)で算定
D_s^{eff}	通期帯における有効拡散係数 (cm^2/s)	-	式(5)で算定
D_{ws}^{eff}	不飽和帯における有効拡散係数 (cm^2/s)	-	式(3)で算定
EA_{life}	生涯曝露量 (mg)	-	式(6)で算定
ED	曝露期間 (d/yr)	365	
EF	曝露頻度 (yr)	70	(子供 6 年、大人 64 年)
H	ヘンリー定数(-)	物質毎	RBCA Tool Kit デフォルト値
HQ	ハザード比	-	式(8)で算定
IR_{air}	人の日呼吸量 (空気吸入量) (m^3/d)	15	ダイオキシン類土壤環境基準設定で使用
L_{gw}	地下水までの深さ (cm)	450	A.P.+2m に水位
$RBSL_{gw}$	目標地下水中濃度 (mg/L)	-	式(9)または式(10)で算定
RfC	参照濃度 (mg/m^3)	物質毎	RBCA Tool Kit デフォルト値
$Risk$	発がんリスク	-	式(7)で算定
THQ	目標ハザード比	1	設定
TR	目標発がんリスク	1×10^{-5}	設定
U_{air}	地上の風速 (cm/s)	0.625	建築基準法に定める住宅等の居室の最低換気回数 0.5 回/h より設定
URF	ユニットリスク (-)	物質毎	RBCA Tool Kit デフォルト値
VF_{wamb}	揮発係数	-	式(2)で算定
W	地下水汚染プルーム幅 (cm)	4500	RBCA Tool Kit デフォルト値
h_c	毛管帯の厚さ (cm)	100	土壤の保水性試験結果
h_v	通気帯の厚さ (cm)	350	L_{gw} , h_c より求まる
T	間隙率	地点毎	土壤の保水性試験結果
as	土壤水帯の気相率(-)	地点毎	土壤の保水性試験結果
ws	土壤水帯の体積含水率(-)	地点毎	土壤の保水性試験結果
$acap$	毛管帯の気相率(-)	地点毎	土壤の保水性試験結果
$wcap$	毛管帯の体積含水率(-)	地点毎	土壤の保水性試験結果
air	大気混合域の高さ (cm)	200	ASTM E 2081 デフォルト値

表 1-3 地下水中最高濃度設定値

対象物質	地下水中最高濃度 入力値 (mg/L)	油汚染状況調査等 実測最高濃度 (mg/L)	油汚染状況調査等 最高濃度検出地点
ベンゼン	100	100	D10-1 (詳細調査)
ベンゾ(a)ピレン	0.00045	0.00045	L37-2 (地下水中間深度)
シアン化合物	13	13	D11-6 (地下水中間深度)
水銀	0.0006	0.0006	D11-5 (地下水中間深度)
芳香族炭化水素	>EC 5 -EC 7	100	D10-1 (詳細調査) のベンゼン濃度
	>EC 7 -EC 8	31	D11-5 (地下水先端深度)
	>EC 8 -EC10	14	D11-5 (地下水先端深度)
	>EC10-EC12	10	-
	>EC12-EC16	10	<10
	>EC16-EC21	10	<10
	>EC21-EC35	10	<10

土壌物理特性のケース設定

土壌の物理特性に関するパラメーターについて、土壌水分の鉛直分布調査で行われた保水性試験の結果、図 1- 3 に示す 6 地点の土壌について水分特性曲線が得られている。これらの平均値を求めて作成した水分特性曲線は図中の AVG のとおりとなる。

表 1- 4 に設定した土壌物理特性 7 ケースを示す。間隙率 τ には pF0 のときの体積含水率を、毛管帯の体積含水率 w_{cap} には pF0 のときの体積含水率と pF1.8 のときの体積含水率の平均値を、通気帯の体積含水率 w_s には pF2.5 のときの体積含水率をそれぞれ設定した。また、毛管帯の厚さ h_c は水分特性曲線の形状より pF2 (水柱高で 100cmH₂O) に設定し、地下水までの深さ L_{gw} は地下水管理時の維持水位 (A.P.+2m) までの深さとした。

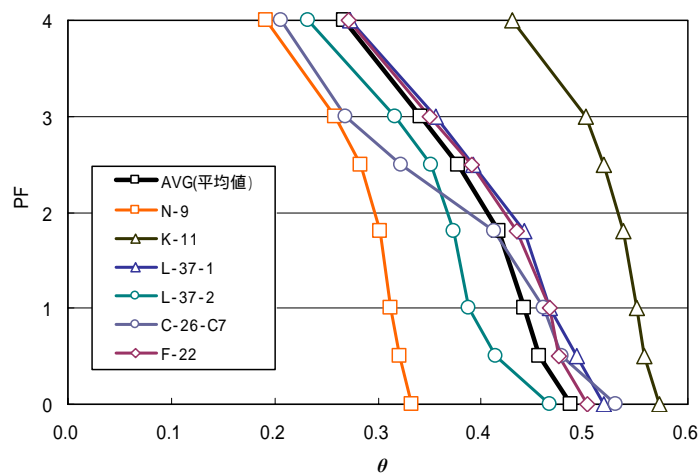


図 1- 3 各地点における土壌の土壌水分特性曲線

表 1- 4 土壌物理特性の設定ケース

ケース	地点	間隙率 τ (-)	体積含水率		気相率		地下水までの深さ L_{gw} (cm)	毛管帯の厚さ h_c (cm)
			通気帯 w_s (-)	毛管帯 w_{cap} (-)	通気帯 a_s (-)	毛管帯 a_{cap} (-)		
A	AVG (平均)	0.487	0.377	0.452	0.110	0.035	450	100
B	N-9	0.332	0.284	0.317	0.048	0.015		
C	K-11	0.572	0.519	0.5545	0.053	0.0175		
D	L-37-1	0.518	0.392	0.4795	0.126	0.0385		
E	L-37-2	0.467	0.352	0.4208	0.115	0.0465		
F	C-26-C7	0.530	0.323	0.4715	0.207	0.0585		
G	F-22	0.503	0.391	0.469	0.112	0.034		

物質毎のパラメーターの設定

物質毎の物理化学特性及び有害性に関するパラメーターは、使用した RBCA Tool Kit の中でデータベースとして整備されている値（表 1-5）を設定値として用いた（米国環境保護庁（U.S.EPA）テキサス州、TPHCWG が値の出典元となっている）。

- ・芳香族炭化水素画分の>EC16-EC21、>EC21-EC35 については、揮発性がないとして吸入による参照濃度（*RfC*）が推薦されておらず、揮発による人の健康リスクは無視できると考えられる。
- ・シアン化合物について、RBCA Tool Kit の中にデータベースとして整備されている値はいずれの出典においてもヘンリー定数（*H*）=0 となっており、地下水からの揮発は評価対象とされていない。
- ・しかし、シアン化水素ガスが地下水中から揮発する可能性が考えられることから、既存文献よりシアン化水素のヘンリー定数（*H*）を引用し、シアン化合物の *H* として使用した。
- ・したがって、地下水中のシアン化合物が全てシアン化水素であり、その地下水中のシアン化水素からシアン化水素ガスが揮発すること想定した、安全側の評価を行ったことになる。

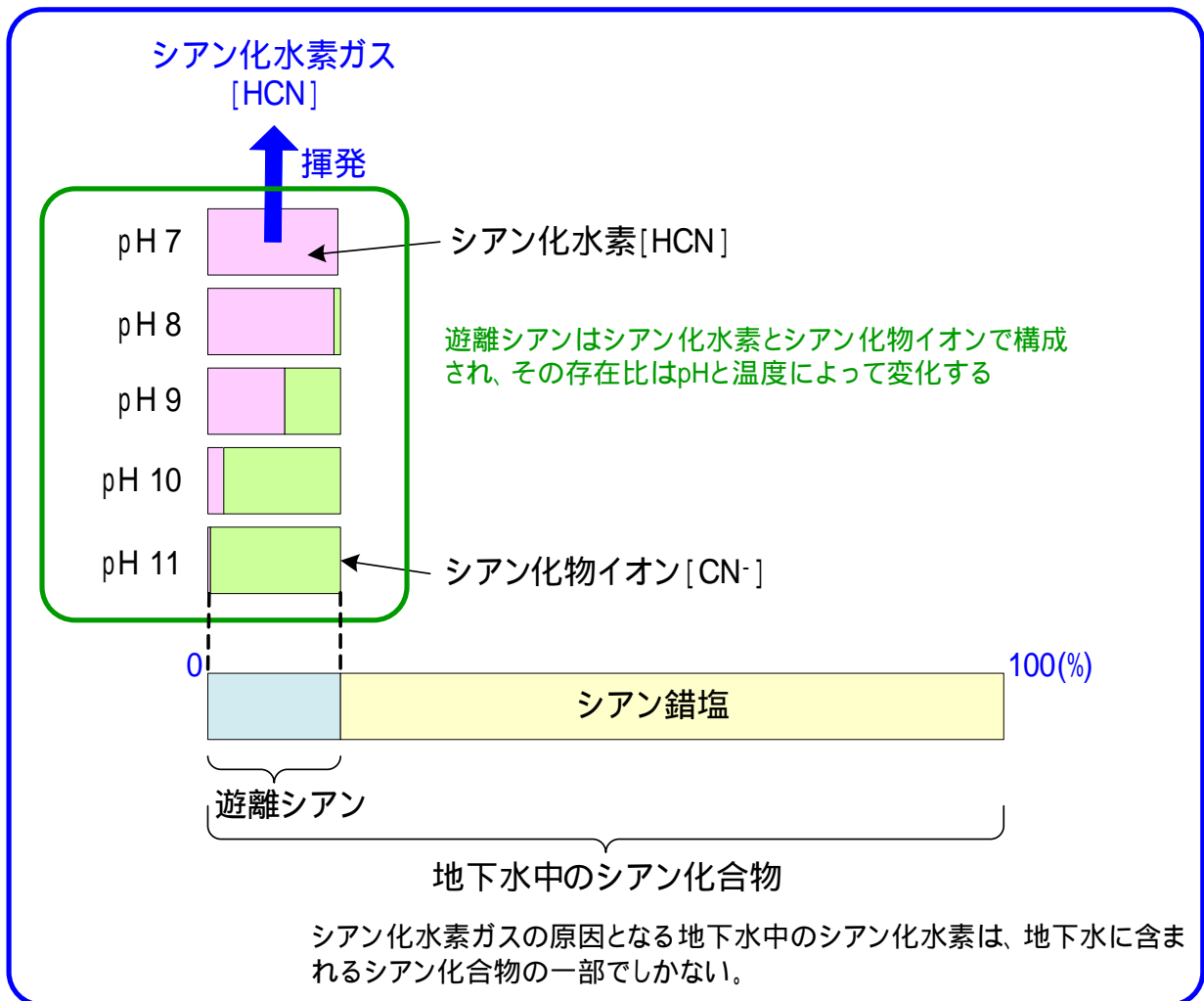
図 1-4 に示すように、水中のシアン化合物は遊離型シアンおよび錯塩型から構成され、遊離型シアンはシアン化水素およびシアン化物イオンから構成される。遊離型シアンに占めるシアン化水素の割合は pH と温度の条件によって変化し、pH9 で 58%、pH8 で 93%、pH7 以下で 99%以上がシアン化水素として存在する。このような地下水中のシアン化合物に占めるシアン化水素の割合に対して、曝露量計算では地下水中のシアン化合物が全てシアン化水素として存在し、それがシアン化水素ガスとして揮発するという安全側の評価を行った。

表 1-5 対象物質毎のパラメーター設定値

対象物質	水溶解度 (20-25) (mg/L)	ヘンリー定数 (20-25) <i>H</i> (-)	拡散係数		吸入 <i>RfC</i> (mg/m ³)	吸入 <i>URF</i> (μg/m ³) ⁻¹	
			空気中 <i>D^{air}</i> (cm ² /s)	水中 <i>D^{wat}</i> (cm ² /s)			
ベンゼン	1770	2.27×10^{-1}	8.80×10^{-2}	9.80×10^{-6}	-	0.0000078	
ベンゾ(a)ピレン	0.00162	4.70×10^{-5}	8.70×10^{-2}	8.60×10^{-6}	-	0.00088	
シアン化合物	100000	5.50×10^{-3} a)	5.21×10^{-1}	2.28×10^{-5}	0.005	-	
水銀	0.03	4.74×10^{-1}	3.07×10^{-2}	6.30×10^{-6}	0.0003	-	
芳香族炭化水素	>EC 5 -EC 7	1800	2.32×10^{-1}	4.30×10^{-2}	9.00×10^{-6}	0.03	-
	>EC 7 -EC 8	520	2.77×10^{-1}	1.00×10^{-1}	1.00×10^{-5}	1	-
	>EC 8 -EC10	65	4.80×10^{-1}	1.00×10^{-1}	1.00×10^{-5}	0.2	-
	>EC10-EC12	25	1.35×10^{-1}	1.00×10^{-1}	1.00×10^{-5}	0.2	-
	>EC12-EC16	5.8	5.12×10^{-2}	1.00×10^{-1}	1.00×10^{-5}	0.2	-
	>EC16-EC21	0.65	1.33×10^{-2}	1.00×10^{-1}	1.00×10^{-5}	-	-
>EC21-EC35	0.0066	6.60×10^{-4}	1.00×10^{-1}	1.00×10^{-5}	-	-	

注：a) シアン化合物のヘンリー定数は、「有害性評価書 Ver. 0.4, No.129 無機シアン化合物（錯塩及びシアン酸塩を除く）」（新エネルギー・産業技術総合開発機構）に整理されているシアン化水素の $H (=13.5 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{mol})$ を無次元化して用いた。

地下水中に存在するシアン化合物の形態



曝露量計算で設定した条件

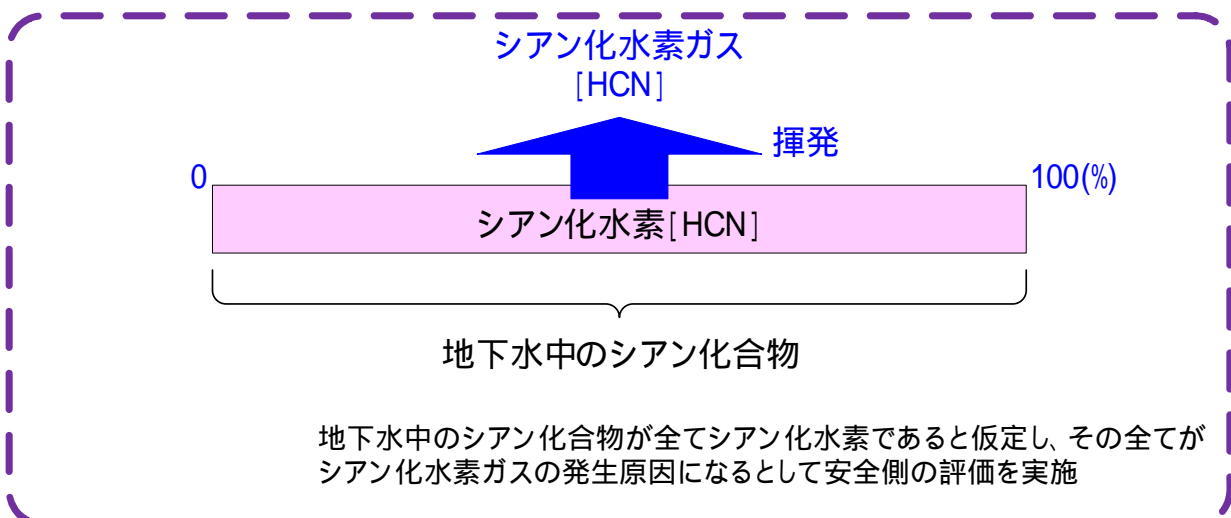


図 1- 4 地下水中に存在するシアン化合物の形態および曝露量計算における設定条件

(2) 地上空気中濃度から見た生鮮食料品への影響の検討

地下水から揮発したベンゼン及びシアン化合物がガスとして隙間や亀裂から地上での生鮮食料品への影響について、生鮮食料品に付着した水分中の濃度が地上空気中の濃度と平衡になった状態を想定し、地上空気中に存在する対象物質の濃度をもとに、生鮮食料品に付着した水分中の濃度を算定した。算定方法は次の枠内のとおりである。

【計算方法】

地上空気中濃度 C_{amb} (mg/m^3) と気液平衡状態にある水分中濃度 C_w (mg/L) は、ヘンリー定数 H (-) を用いて次式により算定される。

$$C_w = \frac{C_{amb}}{H} \times \frac{1}{1000} \quad (11)$$

4. 検討結果

(1) リスク評価モデルを用いた曝露量の計算結果

リスク評価モデルを用いた曝露量の計算結果を以下に示す。なお、今回行った計算は、地下水汚染プルームが全て対象物質の最高濃度となっている状態であり、その汚染地下水から上方に拡散した対象物質が全て地表面から地上空気中に拡散し、建築基準法で定められている住宅の居室としての最低限の空気交換条件の下でしか希釈されないという、非常に安全側に見た評価（最大限危険な状態を想定した評価）を行うものである。

地上空気中濃度および生涯曝露量の算定

ベンゼン、シアン化合物、水銀、ベンゾ (a) ピレン、芳香族炭化水素画分について、地下水中最高濃度をもとにこれより高くなることはないと考えられる安全側に見た地上空気中の濃度を求めた結果を表 1-6 に、そのときの各物質の生涯曝露量を求めた結果を表 1-7 に示す。

大気環境基準が設定されているベンゼンについて、算定された地上空気中濃度を大気環境基準（年平均値で $0.003\text{mg}/\text{m}^3$ 以下）と比較すると、いずれの土壌特性においても大気環境基準を上回る結果が得られた。

有害大気汚染物質に係る指針値が設定されている水銀については、算定された地上空気中濃度を指針値（年平均値で $0.04\ \mu\text{gHg}/\text{m}^3$ 以下）と比較すると、いずれの土壌特性においても指針値に適合する結果が得られた。

人の健康リスクの算定

ベンゼン、シアン化合物、水銀、ベンゾ (a) ピレン、芳香族炭化水素画分について、上記生涯曝露量をもとに地上空気を吸入することによる人の健康リスクを算定した結果を表 1-8 に示す。発がん性物質であるベンゼン及びベンゾ (a) ピレンについては発がんリスク $Risk$ を算定し、シアン化合物、水銀及び芳香族炭化水素画分については慢性毒性に対してハザード比 HQ を算定した。

ベンゼンについては、いずれのケースにおいても $Risk$ が目標リスク $TR (=1 \times 10^{-5})$ を上回るという結果が得られた。

シアン化合物については、多くのケースで HQ が目標ハザード比 $THQ (=1)$ を上回るという結果が得られた。

ベンゾ(a)ピレンについては、いずれのケースにおいても $Risk$ が目標リスク $TR (=1 \times 10^{-5})$ 未満であり、人の健康リスクは許容されるレベルになるという結果が得られた。

水銀及び芳香族炭化水素画分については、いずれのケースにおいても HQ が目標ハザード比 $THQ (=1)$ 未満であり、人の健康リスクは許容されるレベルになるという結果が得られた。

目標地下水中濃度の算定

人の健康リスクの観点から、 TR または THQ を達成する場合の目標地下水中濃度を算定した。表 1-9 に各物質の地下水中濃度を示す。

油汚染状況調査等及び詳細調査における実測最高濃度が目標地下水中濃度を上回ったのはベンゼン及びシアン化合物であった。

ベンゼンについて、地下水中のベンゼン濃度を目標地下水中ベンゼン濃度である $0.45 \sim 3.1\text{mg/L}$ (平均的な土壌特性下で 1.1mg/L) 以下にすることによって地上空気中ベンゼン濃度は 0.0013mg/m^3 以下となり、ベンゼンの大気環境基準 (年平均値で 0.003mg/m^3 以下) を上回ることがなく、人の健康リスク上も問題のないレベルで地上空気環境を維持することが可能であるという結果が得られた。

シアン化合物について、地下水中シアン化合物濃度を目標地下水中シアン化合物濃度である $2.7 \sim 15\text{mg/L}$ (平均的な土壌特性下で 6.2mg/L) 以下にすることによって地上空気中のシアン化合物濃度は $RfC (=0.005\text{mg/m}^3)$ 以下となり、人の健康リスク上問題のないレベルで地上空気環境を維持することが可能であるという結果が得られた。

(2) 地上空気中濃度から見た生鮮食料品への影響の検討

上記(1) で求められた目標地下水中ベンゼン濃度及び目標地下水中シアン化合物濃度のとき、式(1)～(5)より求められる地上空気中ベンゼン最高濃度は 0.0013mg/m^3 、地上空気中シアン化合物最高濃度は 0.005mg/m^3 となり、式(11)より求められる生鮮食料品に付着した水分中のベンゼン濃度は $5.7 \times 10^{-6}\text{mg/L}$ 、シアン化合物濃度は $9.1 \times 10^{-4}\text{mg/L}$ となる。これらの値はベンゼンについて飲料水の水質基準 (0.01mg/L) の $1/1000$ 未満、シアン化合物について飲料水の水質基準 (検出されないこと) における定量下限値 (0.1mg/L) の $1/100$ 未満と非常にわずかな濃度であり、食の安全・安心の観点から見ても悪影響が及ぼされる可能性は小さいと考えられる。

表 1-6 各ケースにおける対象物質毎の地上空気中濃度

ケース	地点	地上空気中濃度 (mg/m ³)										
		ベンゼン	ベンゾ(a) ピレン	シアン 化合物	水銀	芳香族炭化水素画分						
						>EC5-EC7	>EC7-EC8	>EC8-EC10	>EC10-EC12	>EC12-EC16	>EC16-EC21	>EC21-EC35
A	AVG	1.2 × 10 ⁻¹	5.9 × 10 ⁻⁸	1.0 × 10 ⁻²	4.8 × 10 ⁻⁷	1.3 × 10 ⁻¹	4.3 × 10 ⁻²	2.6 × 10 ⁻²	1.0 × 10 ⁻²	6.8 × 10 ⁻³	3.6 × 10 ⁻³	1.6 × 10 ⁻³
B	N-9	4.1 × 10 ⁻²	4.8 × 10 ⁻⁸	4.4 × 10 ⁻³	1.7 × 10 ⁻⁷	4.4 × 10 ⁻²	1.5 × 10 ⁻²	8.3 × 10 ⁻³	3.5 × 10 ⁻³	2.3 × 10 ⁻³	1.5 × 10 ⁻³	1.2 × 10 ⁻³
C	K-11	4.8 × 10 ⁻²	1.2 × 10 ⁻⁷	9.0 × 10 ⁻³	1.9 × 10 ⁻⁷	5.2 × 10 ⁻²	1.7 × 10 ⁻²	9.7 × 10 ⁻³	4.3 × 10 ⁻³	3.5 × 10 ⁻³	3.0 × 10 ⁻³	2.9 × 10 ⁻³
D	L-37-1	1.4 × 10 ⁻¹	6.0 × 10 ⁻⁸	1.3 × 10 ⁻²	5.6 × 10 ⁻⁷	1.5 × 10 ⁻¹	5.0 × 10 ⁻²	3.0 × 10 ⁻²	1.2 × 10 ⁻²	8.1 × 10 ⁻³	4.3 × 10 ⁻³	1.7 × 10 ⁻³
E	L-37-2	1.6 × 10 ⁻¹	5.1 × 10 ⁻⁸	1.1 × 10 ⁻²	6.8 × 10 ⁻⁷	1.8 × 10 ⁻¹	6.4 × 10 ⁻²	4.4 × 10 ⁻²	1.3 × 10 ⁻²	7.5 × 10 ⁻³	3.8 × 10 ⁻³	1.4 × 10 ⁻³
F	C-26-C7	2.8 × 10 ⁻¹	3.3 × 10 ⁻⁸	2.4 × 10 ⁻²	1.2 × 10 ⁻⁶	3.1 × 10 ⁻¹	1.1 × 10 ⁻¹	7.7 × 10 ⁻²	2.2 × 10 ⁻²	1.4 × 10 ⁻²	8.2 × 10 ⁻³	1.8 × 10 ⁻³
G	F-22	1.2 × 10 ⁻¹	6.2 × 10 ⁻⁸	1.1 × 10 ⁻²	4.8 × 10 ⁻⁷	1.3 × 10 ⁻¹	4.2 × 10 ⁻²	2.5 × 10 ⁻²	1.0 × 10 ⁻²	7.0 × 10 ⁻³	3.7 × 10 ⁻³	1.7 × 10 ⁻³
大気環境基準		3.0 × 10 ⁻³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
有害大気汚染物質 指針値		-	-	-	4.0 × 10 ⁻⁵ (mgHg/m ³)	-	-	-	-	-	-	-

表 1-7 各ケースにおける対象物質毎の地上空気経由の生涯曝露量

ケース	地点	生涯曝露量 (g)										
		ベンゼン	ベンゾ(a) ピレン	シアン 化合物	水銀	芳香族炭化水素画分						
						>EC5-EC7	>EC7-EC8	>EC8-EC10	>EC10-EC12	>EC12-EC16	>EC16-EC21	>EC21-EC35
A	AVG	46	2.3 × 10 ⁻⁵	3.8	1.8 × 10 ⁻⁴	50	16	10	3.8	2.6	1.4	0.61
B	N-9	16	1.8 × 10 ⁻⁵	1.7	6.5 × 10 ⁻⁵	17	5.7	3.2	1.3	0.88	0.57	0.46
C	K-11	18	4.6 × 10 ⁻⁵	3.4	7.3 × 10 ⁻⁵	20	6.5	3.7	1.6	1.3	1.1	1.1
D	L-37-1	54	2.3 × 10 ⁻⁵	5.0	2.1 × 10 ⁻⁴	57	19	11	4.6	3.1	1.6	0.65
E	L-37-2	61	2.0 × 10 ⁻⁵	4.2	2.6 × 10 ⁻⁴	69	25	17	5.0	2.9	1.5	0.54
F	C-26-C7	110	1.3 × 10 ⁻⁵	9.2	4.6 × 10 ⁻⁴	120	42	30	8.4	5.4	3.1	0.69
G	F-22	46	2.4 × 10 ⁻⁵	4.2	1.8 × 10 ⁻⁴	50	16	9.6	3.8	2.7	1.4	0.65

表 1-8 各ケースにおける対象物質毎の地上空気吸入による人の健康リスク

ケース	地点	発がんリスク		ハザード比								
		ベンゼン	ベンゾ(a) ピレン	シアン 化合物	水銀	芳香族炭化水素画分						
						>EC5-EC7	>EC7-EC8	>EC8-EC10	>EC10-EC12	>EC12-EC16	>EC16-EC21	>EC21-EC35
A	AVG	9.2×10^{-4}	5.2×10^{-8}	2.1	0.0016	4.3	0.043	0.13	0.051	0.034	NC	NC
B	N-9	3.4×10^{-4}	4.2×10^{-8}	0.89	0.00055	1.5	0.015	0.041	0.017	0.011	NC	NC
C	K-11	3.8×10^{-4}	1.0×10^{-7}	1.8	0.00065	1.7	0.017	0.048	0.022	0.017	NC	NC
D	L-37-1	1.1×10^{-3}	5.3×10^{-8}	2.5	0.0019	4.9	0.050	0.15	0.059	0.040	NC	NC
E	L-37-2	1.3×10^{-3}	4.5×10^{-8}	2.2	0.0023	6.1	0.064	0.22	0.064	0.038	NC	NC
F	C-26-C7	2.2×10^{-3}	2.9×10^{-8}	4.7	0.0039	10	0.11	0.39	0.011	0.068	NC	NC
G	F-22	9.2×10^{-4}	5.5×10^{-8}	2.2	0.0016	4.2	0.042	0.12	0.051	0.035	NC	NC

注) NC : 計算なし (Not calculated)

表 1-9 各ケースにおける対象物質毎の目標地下水中濃度

ケース	地点	発がんリスク		目標地下水中濃度 $RBSL_{gw}$ (mg/L)								
		ベンゼン	ベンゾ(a) ピレン	シアン 化合物	水銀	芳香族炭化水素画分						
						>EC5-EC7	>EC7-EC8	>EC8-EC10	>EC10-EC12	>EC12-EC16	>EC16-EC21	>EC21-EC35
A	AVG	1.1	>0.0016	6.2	0.37	24	>520	>65	>25	>5.8	NC	NC
B	N-9	3.1	>0.0016	15	1.1	68	>520	>65	>25	>5.8	NC	NC
C	K-11	2.7	>0.0016	7.2	0.92	58	>520	>65	>25	>5.8	NC	NC
D	L-37-1	0.93	>0.0016	5.2	0.32	2	>520	>65	>25	>5.8	NC	NC
E	L-37-2	0.79	>0.0016	5.9	0.26	17	490	>65	>25	>5.8	NC	NC
F	C-26-C7	0.45	>0.0016	2.7	0.15	9.5	280	>65	>25	>5.8	NC	NC
G	F-22	1.1	>0.0016	6.0	0.38	24	>520	>65	>25	>5.8	NC	NC
実測最高濃度		100	0.00045	13	0.0006	100	31	14	<10	<10	<10	<10

注 1) NC : 計算なし (Not calculated)

注 2) 不等号 (>) は $RBSL_{gw}$ が水溶解度よりも大きいことを示す (水溶液である限りリスクは許容範囲内)