

多様な化学物質の土壌・地下水汚染による 人への曝露可能性のスクリーニング手法の提案

小林 剛^{1,2}・三宅 祐一¹・亀屋 隆志²・東 信行²・畠山 周作²

¹横浜国立大学安心・安全の科学研究教育センター（〒240-8501神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5）

²横浜国立大学大学院環境情報研究院（〒240-8501神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79-7）

E-mail: koba@ynu.ac.jp

現在、国内に流通する化学物質は約5～10万種あると言われており、このような多様な化学物質について土壌・地下水汚染による人への曝露可能性をスクリーニングする手法は、土壌を汚染する前に適切な管理を行うなどの効率的な自主管理のために有用と考えられる。そこで本論文では、①土壌汚染物質の土壌中挙動から想定すべき曝露シナリオを設定し、②各曝露シナリオによる曝露量に影響する物性情報等を整理し、③土壌汚染による曝露可能性の評価方法の検討を行った。その結果、考慮すべき曝露シナリオは5種類に整理でき、各曝露シナリオでの曝露量が大きくなることに関連する物性・特性を整理した。また、毒性および取扱量から選ばれた47物質を例として、提案したスクリーニング手法の有効性を示した。

Key Words : soil pollution, screening method, exposure scenario, chemicals, SAICM

1. 背景および目的

現在、米国化学会ケミカルアブストラクトサービスに登録されている化学物質の種類は4,400万種類を超えており¹⁾、毎日10,000種類以上の物質が登録されるようになっている。この内、国内に流通する化学物質は約5～10万種あると言われている。このような多くの化学物質を管理するため、国際的には2002年環境開発サミットの「ヨハネスブルク実施計画」の中で、「化学物質が、人の健康と環境にもたらす著しい悪影響を最小化する方法で使用、生産されることを2020年までに達成することを目指す」と記され、その実現のために2006年2月にとりまとめられた「国際的な化学物質管理のための戦略的アプローチ(SAICM)」では、事業者らの自主管理の促進についても記載されており^{2,3)}、土壌・地下水汚染についても事後に評価・対策するだけでなく、その被害を未然防止することは「予防原則の観点」から有用と考えられる。

多様な化学物質が使われる中、土壌環境基準が定められている物質は27項目⁴⁾のみであり、土壌汚染対策法等に基づき適切に測定、評価、管理が進められているが、基準値が設定されていない化学物質も多数存在している。その中には毒性が高く多量に取り扱われている物質も

あり、その管理は取り扱い事業者の自主的な管理に任されている状況である。そのため、土壌・地下水汚染の可能性について認識されず、十分な自主管理がなされないまま、現在も自身の土地を汚染しつつづけている事業所がある可能性も懸念される。

多様な化学物質について、リスク、つまり毒性と曝露量とについて簡易に入手可能な情報から、その物質の使用前、またはその物質により土壌を汚染する前、汚染が深刻化する前、将来管理が求められる前などに、その物質の土壌・地下水汚染の可能性の高さをスクリーニングする手法を開発することは有用と考えられる。

また、関連する既往の研究として地圏環境リスク評価システムGERAS^{5,6)}のように、汚染現場の土壌特性や汚染物質の分解特性などを考慮して、曝露・リスク評価により健康影響評価や浄化目標値の設定に活用できるモデルも開発されている。設定された代表的な汚染物質に対してはリスク評価に活用できるが、多様な汚染物質について土壌・地下水汚染の可能性をスクリーニングできるものとはなっていない。また、米国のように、汚染サイトで検出された110物質について土壌汚染のスクリーニングレベルを示すとともに、リスク評価によりサイト毎に浄化目標レベルを定めるような取り組みはある。

本論文では、多様な化学物質について、その物性情報等から土壌・地下水汚染の可能性をスクリーニングする手法を検討することとした。様々な化学物質の土壌・地下水汚染による化学物質の曝露可能性を把握することにより、化学物質を取り扱う事業者らが、土壌を汚染する前に適切な管理を行えたり、効率的な自主管理のために各化学物質の管理優先度などを考えるのに有用な知見を得ることを目的とした。

そのため、はじめに①汚染物質の土壌中挙動から想定すべき曝露シナリオを設定し、②各曝露シナリオでの曝露量に影響する物性情報等を整理し、③土壌・地下水汚染による曝露可能性の評価方法の検討を行うこととした。

2. 汚染物質の土壌中挙動と想定すべき曝露シナリオの整理

汚染物質は、土壌中に排出等された後、その物性や土壌の特性等に応じて、様々な挙動を得て人に摂取される。土壌環境基準設定の考え方を参考に、図-1にこの土壌中挙動とどのような媒体を経由して、人がどのような曝露経路で摂取するのかをとりまとめた。

図-1の中から、土壌環境基準値設定の際に想定された曝露シナリオ、特にこれまでの被害や社会問題などから懸念される曝露シナリオを抽出して表-1に整理した。本論文では、これらのシナリオを主要な曝露シナリオとして考えることとした。他の曝露シナリオについては、比較的に小さな曝露であると考えられるが、これらを考

慮する場合も、以降と同様の手順で考えることにより、スクリーニングを行うことが可能であろう。

3. 汚染物質の物性と曝露シナリオとの関係

(1) 汚染物質の特徴の整理

現在、土壌環境基準などが定められている物質は、水銀やカドミウム、六価クロム、ダイオキシン類や PCB など、過去に深刻な公害の原因となった化学物質、あるいは毒性が高く、生殖毒性や催奇形性など不可逆的で深刻な影響を及ぼす物質や難分解かつ生体内に蓄積しやすいものが多い。それぞれの汚染物質の物理化学的な特性と人への主な影響の経路を分類、整理すると表-2 のようになる。

トリクロロエチレンやテトラクロロエチレン等の揮発性有機塩素化合物は、主に土壌中のフミン質等の有機物に吸着するが、無機鉱物の細孔内にも吸着することが明らかになっている。吸着性は比較的小さいため、雨水に溶解して深く浸透し、地下水汚染を引き起こす。また、原液として存在する場合には、その粘度の低さ、比重の大きさから原液のまま地下浸透することも多い。

また、土壌中の粘土鉱物はマイナスに帯電しているため、ヒ素やセレンなどのように土壌中で主に陰イオンとして存在する金属・半金属類、無機物は土壌に吸着しにくく地下浸透しやすい。一方、カドミウムなどの陽イオンで存在する金属類は、地下水浄化基準が定められているものもあるが、土壌への吸着性が高いため、地下浸透しにくく地下水の汚染事例はほとんどない。

さらに、ダイオキシン類や PCB については、土壌への吸着性が非常に高いため、土壌有機物や粘土鉱物と吸着して地下浸透することはあるが、地下水汚染はしにくい。しかし、これらの物質は、分解せずに長期間土壌を汚染し続けるとともに、農畜産物に濃縮したり、極低濃度で土壌環境からでて生態系の食物連鎖の中で高濃度に濃縮する。また、土壌表層付近が高濃度となるため、付近で居住や労働をする人にとっては土埃等の吸入や皮膚からの取り込みが懸念される。各種化学物質を土壌・地下水汚染の観点から測定、評価、自主管理する際には、このような各化学物質の物性を把握して、それぞれの土壌環境中での挙動に応じて、その優先順位などを考えることが有効である。

(2) 各曝露シナリオ毎に考慮すべき物性値等の検討

これまでに検討した各曝露シナリオ毎に、各曝露シナリオでの曝露量が大きくなることに関連する物性・特性を検討して表-3にまとめた。また、曝露シナリオについては、排出媒体である「土壌への排出のされやすさ」、

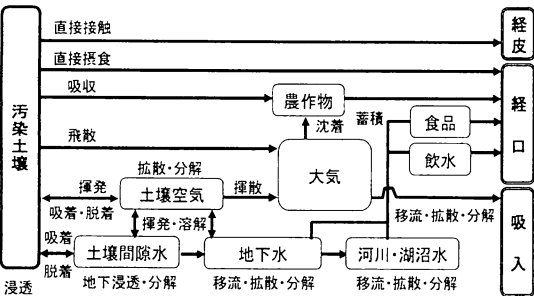


図-1 土壌中での化学物質の挙動と曝露経路

表-1 土壌汚染後に想定すべき曝露シナリオ

- ① 土壌の直接摂取
(土壌粒子の吸入摂取、手等介しての経口摂取、経皮摂取)
- ② 農作物への吸収による経口摂取
- ③ 地下水、河川水、湖沼水等の経口摂取
- ④ 環境水から魚介類等食物への蓄積による経口摂取
- ⑤ 大気の吸入摂取（土壌からの揮散）

表-2 各種土壌・地下水汚染物質の特徴と主な曝露経路

	分解性	土壌吸着性	揮発性	水溶解性	生物濃縮性	人の主な曝露媒体
揮発性有機塩素化合物	難分解	中	大	中	低	地下水, 揮発ガス
金属類 陽イオン	非分解	大	無	中	大	農産物, 土埃
陰イオン	非分解	小	無	中	低	地下水
POPs (DXN 類, PCB 類)	極難分解	大	極小	極小	極大	魚介類, 土埃

表-3 各曝露シナリオ毎に考慮すべき物性・特性等

曝露シナリオ	排出媒体	曝露媒体	曝露対象	曝露経路	排出のされやすさを判断する物性・特性	曝露媒体への移行のしやすさを判断する物性・特性	分解性を判断する物性・特性
①	土壌	土壌	近傍住民	吸入・経口・経皮	性状, 取扱量	土壌吸着定数	(生分解性)
②		農作物	一般住民	経口	性状, 取扱量	—	生分解性
③		地下水, 河川水等	一般住民	経口・経皮	性状, 取扱量	水溶解度, 土壌吸着定数	生分解性
④		魚介類等	一般住民	経口	性状, 取扱量	水溶解度, 土壌吸着定数	生分解性
⑤		近傍大気	近傍住民	吸入	性状, 取扱量	蒸気圧 or 沸点	(生分解性)

人が摂取する「曝露媒体への環境中での移動のしやすさ」、さらに「環境中での分解の起こりやすさ」を考慮して整理でき、それぞれについて関連する物性や特性値を検討した。

ここで、「土壌への排出のされやすさ」については、いずれの曝露シナリオにおいても異なるものではないと考えられる。いずれのシナリオも液体(溶液)もしくは固体のものが土壌に排出されやすく、取扱量も多いほど排出されやすいと考えられた。曝露可能性を評価する際には、各物質がどのくらい土壌中に排出されているのかを得る必要がある。PRTR では土壌環境への排出量情報があるため解析を行った⁷⁾が、届け出件数自体が非常に少なく、把握自体が困難なであり、多くの事業所では把握も行われていないことから、本論文では取扱量情報を用いることとした。ただし、取扱量は全国的に多量に使用されているという値であり、取扱事業所数や事業所毎の排出量とは必ずしも対応するものではない。そのため、事業所別の取扱量や工程等が想定できる場合には、作業形態から工程別の排出係数や排出のされやすさをクラス分けできれば、さらによい手法になると考えられる。

シナリオ①の土壌の直接摂取については、土壌粒子への吸着性が高いほど汚染物質は表層の土壌に高濃度に留まりやすい。さらに曝露対象は汚染サイト周辺を考慮することとなるため近傍住民と考えられた。

シナリオ②の土壌から農作物に吸収されることによる経口摂取については、根から作物への吸収率のような曝露媒体への移行を表す適切な物性値が多数の物質につい

て入手できないため、本論文では考えないこととした。

シナリオ③の地下水、河川水、湖沼水等からの経口摂取については、水溶解度が高いほど水相に移行しやすく、また土壌吸着性が高いほど地下浸透しにくく水相には移行しにくいと考えられた。

シナリオ④の環境水から魚介類等食物への蓄積による経口摂取については、水相に移行した化学物質が生物に濃縮されるため、水溶解度がある程度あつて生物濃縮係数等が大きいほど魚介類等に移行しやすいと考えられた。

シナリオ⑤の土壌からの揮散による吸入摂取については、気化のしやすさとして蒸気圧(本研究では、揮発性の分類に利用される沸点を用いた)を考慮することとした。さらに曝露対象は汚染サイト周辺を考慮することとなるため近傍住民と考えられた。

また、分解のしやすさについては、いずれのシナリオについても生分解性を想定しているが、近傍住民の曝露を考えるシナリオ①および⑤については、他のシナリオよりもその影響の度合いは小さいと想定された。また、今回は用いていない加水分解性および大気中での光分解性もより詳細な評価を行う上では重要となるが、今回はワーストケースも想定して排出源近傍での曝露に重点を置いてスクリーニングすることとして、考慮しなくても良いと判断した。

次に、各土壌・地下水汚染経路の曝露の程度を推定するために必要な物性等情報として、取扱量、水溶解性・揮発性、土壌吸着性、生物濃縮性、分解性に関する情報が必要となる。これらについて、情報源を調査、収集し、

次節にとりまとめた。

(3) 各種化学物質の物性・特性の情報源

各曝露シナリオ毎に各化学物質の曝露の可能性をスクリーニングするため、物性・特性情報を収集し、表-4に整理した。

取扱量については、14906の化学商品および国の化学物質の製造・輸入に関する実態調査（平成16年度実績）の情報をを用いた。なお、後者はその取扱量はオーダーでしか示されていないことから、前者の情報についてもオーダーで示すこととした。

水への溶解性については水溶解度、揮発性については蒸気圧の情報量が少なかったため、沸点の情報をとりまとめた。情報源としては、IPCSのInternational Chemical Safety Card (ICSC)、米国EPAのEPI Suiteの実測推奨値および推奨値等から情報を収集した。

土壌への吸着性については、汚染物質の種類によって土壌への吸着メカニズムが異なる。金属以外の有機化合物の土壌への吸着性については、土壌吸着定数が測定さ

れることが多く、これはオクタノール-水分配係数Powを用いた推算式が提案^{8,9)}されており、Powが高い物質ほど吸着性が高い。また金属類については、土壌粒子が負に帯電していることから、土壌間隙水に溶解して陽イオンになる金属類は、土壌に吸着しやすく、また価数が大いほど吸着性は高くなる¹⁰⁾。

生物濃縮性については、生物濃縮係数BCFおよびBCFと相関があるPowの情報を収集した。それぞれ、ICSCおよびEPI Suiteにより情報を収集した。

分解性については、EPI Suiteの情報をを用いた。ここには推算ツールとしてBIOWIN5およびBIOWIN6があり、推算の手法が異なることから両方の情報をを用いた。

以上の情報源から情報収集した結果として、PRTR対象物質について、毒性が高く取扱量も多い物質についてとりまとめた結果をについて、表-4に示した。ここで、毒性重み付け係数とは、環境基準と同等の目標濃度レベルを算出したものの逆数¹¹⁾である。環境基準の設定されているものはその値を用いるが、設定されていない場合は、国際機関等の指針値を用いたり、慢性毒性物質につ

表-4 PRTR対象物質の曝露情報の収集結果

物質名	水域の人 に対する 毒性重み 付け係数	取扱量 のオーダー (t)	毒性 重み付け 取扱量	沸点 (℃)	水溶解度 (mg/L)	気液分配 henry定数	BCF		logPow	生分解性	
							EPISuite			EPISuite	
							実測値	推算値	logPow	BIOWIN5	BIOWIN6
3,3'-ジクロロベンジジン	48000	1000	48000000	368	3.1	1.2E-09	426.58	100.60	3.51	-0.29	0.00
鉛 *	100	100000	10000000	1740	0.31	1.0E+00					
テトラクロロエチレン *	100	10000	1000000	121	150	7.3E-01	48.98	82.79	2.90	0.22	0.08
酸化鉛 *	100	10000	1000000		50.4: 107	1.5E-15					
ジニトロトルエン	910	1000	910000	—		6.7E-04	8.32	9.55	2.00	-0.14	0.00
ベンジル=クロリド	500	1000	500000	179	490	1.7E-02			11.78	2.30	0.32
トリクロロエチレン *	33	10000	330000	87	1000	4.0E-01	16.98	14.57	2.42	0.33	0.04
無水クロム酸 *	20	10000	200000	[分解]	62000	3.7E-14					
クロホルム	17	10000	170000	62	8000	1.5E-01	6.03	6.56	1.97	0.31	0.05
1,1,2-トリクロロエタン *	170	1000	170000	114	4500	3.4E-02	4.27	5.69	2.35	0.32	0.05
ビスフェノールA	1.6	100000	160000		120	4.2E-10	37.15	71.85	3.32	0.30	0.16
カドミウム *	100	1000	100000	765	< 1.0E+3	1.0E+00					
硝酸カドミウム *	100	1000	100000		1350000	1.8E-16					
クロロベンゼン	10	10000	100000	132	200	1.6E-01	22.91	30.68	2.84	0.42	0.42
炭酸ニッケル	100	1000	100000		275	2.3E-11					
ニ水酸化ニッケル	100	1000	100000		12.7	1.1E-23					
硫酸ニッケル	100	1000	100000		290000	4.5E-23					
硝酸銀	77	1000	77000	[分解]	20500	2.9E-16					
三酸化アンチモン	50	1000	50000	[昇華]	8.5	6.5E+03					
四塩化炭素 *	500	100	50000	76.5	1000	1.1E+00	30.20	30.14	2.64	0.33	0.02
p-ジクロロベンゼン	5	10000	50000	174	79	6.6E-02	112.20	88.88	3.44	0.32	0.16
硫酸第二銅 *	0.5	100000	50000		202000	4.9E-23					
酸化クロム(III)	20	1000	20000	4000	[不溶]	1.7E-13					
1,2-ジクロロプロパン	17	1000	17000	96	2600	1.2E-01	3.72	6.68	1.98	0.38	0.16
ジフェニルアミン(DPA)	17	1000	17000	302	< 1.0E+3	1.4E-04	30.20	98.86	3.34	0.13	0.08
モリブデン	14	1000	14000	4825	[不溶]	1.0E+00			0.23		
m-フェニレンジアミン	13	1000	13000	287	900	3.9E-09	6.17	3.16	-0.33	0.11	0.07
酢酸鉛 *	100	100	10000		625000	1.7E-18					
デカブROMジフェニルエーテル	7.7	1000	7700	425	0.002	5.0E-07	2.00	3.16	5.24	-0.28	0.00
ニトロベンゼン	59	100	5900	211	2000	9.8E-04	15.14	5.30	1.86	0.20	0.06
酒石酸アンチモニルカリウム	50	100	5000		83300				-4.21	-0.18	0.00
p-クロロアニリン	50	100	5000	[昇華]	1000	4.7E-05	10.00	5.12	1.80	0.21	0.11
五酸化バナジウム	43	100	4300	[分解]	8000	2.7E-13					
重クロム酸カリウム *	20	100	2000	[分解]	122300	8.0E-26					
シアン化銀カリウム *	20	100	2000		∞						
シアン化第一銅 *	20	100	2000		2.6						
水銀 *	2000	1	2000	357	0.0562	1.0E+00					
塩化亜鉛	0.14	10000	1400	732	4300000	5.3E-14					
2,4-ジニトロフェノール	14	100	1400	[昇華]	1400	3.6E-06	3.72	3.85	1.67	-0.12	0.00
塩化バリウム	1.4	1000	1400	1560	360000	6.6E-13					
バリウム	1.4	1000	1400	1640	[反応]	1.0E+00					
硝酸バリウム	1.4	1000	1400	[分解]	87000	4.7E-16					
三酸化モリブデン	14	100	1400	1155	490	7.8E-14					
o-ジクロロベンゼン	1	1000	1000	179: 180	150	8.1E-02	89.13	87.32	3.38	0.32	0.16
ヒ酸 *	100	10	1000	160	[易溶]	4.4E-24					
過マンガン酸カリウム	5	100	500		70000	4.8E-24					
炭酸マンガ(II)	5	100	500		19	2.2E-11					

*: 土壌環境基準が定められている物質

いてはADI(一日許容摂取量)等から、発がん性物質については発がん強度を表すユニットリスクから、環境基準の算出方法を参考に算出されたものである。毒性重み付け取扱量とは取扱量にこの毒性重み付け係数を掛け合わせたものである。また、ここでは、曝露シナリオの中で従来から最も懸念されている飲料水経由を想定した毒性重み付け排出量の順にリストに記載した。

PRTR対象物質354物質の内、47物質についてとりまとめたが、ここでは意図的に土壤に排出される農薬および常温で気体の物質は除外した。また、取扱量に関する情報が得られなかった物質についてもここでは除外した。この内、33物質は土壤環境基準の定められていない物質であった。

4. 曝露可能性のスクリーニング手法の検討

表-4に示したPRTR対象物質354物質の内、毒性重み付け取扱量の多い47物質について、「土壤への排出のされやすさ」、「人が摂取する曝露媒体への環境中での移動のしやすさ」、さらに「環境中での分解の起こりやすさ」の観点から、土壤・地下水汚染による人の曝露可能性の評価方法について検討することとした。

表-3に挙げた各曝露シナリオに関わるパラメータをクラス分けする手法について、本報では米国EPAの考え方¹²⁾等を参考に表-5のように分類することとした。なお、毒性重み付け排出量については、PRTR対象物質についての取扱量情報の分布から1,000および10,000で分類することとした。土壤への吸着のしやすさについて、有機化合物についてはPowで判断することとするが、無機

化合物については、2価以上のカチオンとなる金属などについては、吸着性が高いと考えることとした。

これより、各曝露シナリオについて、「土壤への排出のされやすさが高い」、「人が摂取する曝露媒体への環境中での移動のしやすさが高い」、さらに「環境中での分解の起こりやすさが低い」の全ての項目に当てはまる物質、曝露シナリオを表-6の判定基準で判定した結果を表-7に示す。

曝露シナリオ②については、曝露媒体への移行を表す適切なパラメータを設定できなかったため、表-7からは除外した。毒性重み付け取扱量が最も大きな3,3'-ジクロロベンジジンについては、いずれの曝露シナリオも該当しなかったが、いずれかの条件を満たさなくても良いとすれば、①や③の曝露シナリオが該当するようになる。このように、毒性が高かったり、多量に使用されている物質については、ある程度の猶予を持って、慎重な判定することも必要と考えられた。また、現在、土壤環境基準が設定されていない物質も多数抽出されることが分かった。このような化学物質については、土壤環境基準設定物質と同様に、取扱を注意するとともに、汚染が懸念される場合には土壤環境基準設定物質と同時に測定、評価するなど効率的な、未然防止的な管理が可能となると考えられる。

また、今回はこのような考え方の提案として、十分に精査して曝露シナリオのパラメータの分類基準を提案できていないが、産業技術総合研究所のGERAS等の環境中動態予測シミュレーションや実際の汚染現場での調査データを用いて、分類基準案を精査することは有用であると考えられた。

表-5 曝露シナリオパラメータの分類基準案

パラメータ	小	中	大
毒性重み付け取扱量	<1,000	1,000-10,000	>10,000
水溶解度 (mg/L)	<10	10-1000	>1000
生物濃縮係数BCF	<100	100-500	>500
Pow	<1,000	1,000-10,000	>10,000
沸点 (°C)	<50	50-300	>300
蒸気圧 (mm Hg)	<0.001	0.001-1	>1
生分解性 (BIOWIN5)	<-0.05	-0.05-0.5	>0.5
生分解性 (BIOWIN6)	<0.001	0.001-0.5	>0.5

※無機化合物は分解しないとした。

表-6 曝露シナリオの考慮必要性の判定基準案

曝露シナリオ	曝露媒体	排出のされやすさを判断する物性・特性	曝露媒体への移行のしやすさを判断する物性・特性	分解性を判断する物性・特性
①	土壤	毒性重み付け取扱量(大)	土壤吸着定数(大)	考慮しない
②	農作物	毒性重み付け取扱量(大)	なし	生分解性(中、小)
③	地下水 河川水等	毒性重み付け取扱量(大)	水溶解度(大、中)および 土壤吸着定数(小、中)	生分解性(中、小)
④	魚介類等	毒性重み付け取扱量(大)	水溶解度(不溶ではない) および生物濃縮性(大)	生分解性(中、小)
⑤	近傍大気	毒性重み付け取扱量(大)	沸点(小、中)	考慮しない

表-7 PRTR対象物質を例とした土壤・地下水汚染による
曝露可能性のスクリーニング結果

物質名	曝露シナリオ
3,3'-ジクロロベンジジン	
鉛 *	①
テトラクロロエチレン *	③ ⑤
酸化鉛 *	①
ジニトロトルエン	③
ベンジル=クロリド	③ ⑤
トリクロロエチレン *	③ ⑤
無水クロム酸 *	③
クロロホルム	③ ⑤
1,1,2-トリクロロエタン *	③ ⑤
ビスフェノールA	③ ⑤
カドミウム *	①
硝酸カドミウム *	①
クロロベンゼン	③ ⑤
炭酸ニッケル	①
二水酸化ニッケル	①
硫酸ニッケル	③
硝酸銀	③
三酸化アンチモン	①
四塩化炭素 *	③ ⑤
p-ジクロロベンゼン	⑤
硫酸第二銅 *	①
酸化クロム(III)	①
1,2-ジクロロプロパン	③ ⑤
ジフェニルアミン(DPA)	③
モリブデン	①
m-フェニレンジアミン	③ ⑤

5. 結語

現在使用されている多種多様な化学物質の自主管理の促進、土壌・地下水汚染の未然防止のために、PRTR対象物質を例に、取扱量が把握されており、さらに毒性が高いおよび取扱量の非常に多い物質に着目して、土壌・地下水汚染の可能性をスクリーニングする手法の検討を試みた。現在、土壌環境基準が設定されている化学物質と同様に、土壌・地下水汚染を注意すべき物質が多数見いだされ、本手法のような取り組みの重要性が示唆された。また、さらに本手法の普及のためには、評価方法の精度向上とともに、自主管理が求められるPRTR対象物質については評価のための物性情報を容易に収集できるよう国で取りまとめて公表したり、事業所別取扱量情報等を把握できるようにするなど有効と考えられた。

また、このような検討は、土壌環境のみならず、他の化学物質を取り扱う環境においても同様に検討することが有用であることが示唆された。

参考文献

- 1) 米国化学会 CAS (ケミカルアブストラクトサービス) ホームページ, <http://www.cas.org/cgi-bin/cas/regreport.pl>
- 2) 環境省ホームページ, 国際的な化学物質管理のための戦略的アプローチの概要, <http://www.env.go.jp/chemi/saicm/index.html>
- 3) 戸田英作: 化学物質管理の国際動向, 環境情報科学, Vol.37, pp.10-15, 2008.
- 4) 環境省ホームページ, 土壌の汚染に係る環境基準について, <http://www.env.go.jp/kjunv/dojou.html>
- 5) 産業技術総合研究所 GERAS 公開ホームページ, <http://unit.aist.go.jp/georesenv/topicslog2.html>
- 6) 川辺能成, 駒井武, 坂本靖英: わが国における土壌中有機化合物の曝露量推定—地圏環境評価システムの開発に関する研究—, 資源と素材, Vol.121, pp.19-27, 2005.
- 7) 小林剛, 亀屋隆志, 浦野紘平: PRTR対象物質の毒性・物性・事故事例情報等を活用した土壌汚染可能性の評価, 第13回 地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会要旨集(2007)
- 8) James R. Baker, James R. Mihelcic, Dean C. Luehrs, James P. Hickey: Evaluation of Estimation Methods for Organic Carbon Normalized Sorption Coefficients, Water Environment Research, Vol.69, pp.136-144, 1997.
- 9) T. Kobayashi, Y. Shimizu and K. Urano: Estimation of adsorbed amounts of volatile chlorinated organic compounds to wet soil based on the properties of the compounds and soils, Sci. Total Env., Vol.301, pp.215-223, 2003.
- 10) 大橋優子, 亀屋隆志, 小林剛: 土壌および地下水汚染金属アニオンの各種土壌での吸着保持量および共存アニオン影響, 水環境学会誌, Vol.31, pp.533-540, 2008.
- 11) 高梨ルミ, 亀屋隆志, 小林剛, 浦野紘平: 人の健康保護を考えた自主管理のための環境管理参考濃度の提案と PRTR 対象物質への適用, 環境科学会誌, 18(2), pp.71-83, 2005.
- 12) U.S. Environmental Protection Agency, Concepts, Methods and Data Sources for Cumulative Health Risk Assessment of Multiple Chemicals, Exposures and Effects: A Resource Document National

A Screening Approach to Evaluate the Possibility of Human Exposure Caused by Soil and Groundwater Pollution

Takeshi KOBAYASHI, Yuichi MIYAKE, Takashi KAMEYA,
Nobuiku AZUMA and Shusaku HATAKEYAMA

Over fifty thousand chemicals have been currently used in the market in Japan. The screening approach to evaluate the possibility of human exposure caused by the soil pollution is useful for promoting the effective self-management of chemicals that involved the potential risks. In this study, we described the considerable exposure scenarios to human via the soil pollution, and organized the physical-chemical properties such as boiling point, water solubility, and logPow that have an influence on the amounts of exposure to human on each exposure scenario. A preliminary screening approach to evaluate the possibility of human exposure caused by the soil pollution was proposed. Applicability of the proposed approach used by 47 chemicals listed by their toxicity and usage in Japan was also demonstrated.