

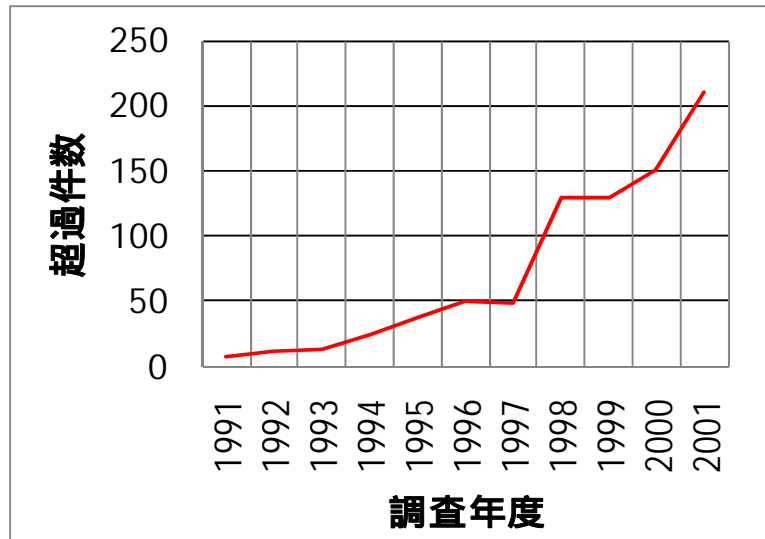
# 土壤汚染のリスク管理とリスク評価

中杉修身

# 土壤汚染対策法制定の背景

1. 工場跡地等の再開発や売買の際や環境管理の一環として事業者が行う調査、地方自治体による地下水汚染の原因究明調査などにより、重金属等やVOCによる**土壤汚染の判明件数が著しく増加**。
2. これらの有害物質による土壤汚染を放置すると人の健康に影響を及ぼすことが懸念されるが、**市街地土壤汚染に関する法制度がないことから、土壤汚染による人の健康への影響を防ぐ対策の確立について社会的要請が強まっている**。
3. **土壤汚染が土地売買を阻害する要因の一つ**になっており、土壤汚染への対応のルールを定める必要がある。

土壤環境基準超過事例件数の推移



土壤汚染により売買が困難になる土地

区分	土壤汚染が存在する土地	潜在的なブラウンフィールド
内容	土壤汚染のある可能性のある土地	汚染対策費が多額のため売却が困難な土地
面積	11.3万ha	2.8万ha
土地資産価値	43.1兆円	10.8兆円
汚染対策費	16.9兆円	4.2兆円

参考: 東京都区部の面積 約6.2万ha 保高: 2007<sub>1</sub>

# 土壤汚染対策法の概要

目的：土壤の汚染の状況の把握、土壤の汚染による人の健康被害の防止に関する措置等の土壤汚染対策を実施することにより、**国民の健康の保護**を図る。

<b>土壤汚染 状況調査</b>	1. 使用が廃止された「特定有害物質の製造・使用または処理をする水質汚濁防止法の特定施設」にかかる工場・事業場の敷地であった土地 2. 都道府県知事が土壤汚染により人の健康被害が生ずるおそれがあると認める土地
<b>指定区域の 指定等</b>	土壤汚染の状態が基準に適合しない土地を都道府県知事が「指定区域」として指定・公示。また、台帳を調製し、閲覧に供する。
<b>健康被害の 防止措置</b>	<b>汚染の除去等の措置命令</b> ：指定区域内の土壤汚染により人の健康被害の生ずるおそれがある場合は、都道府県知事が土地所有者等に対し、汚染の除去等の措置を命令。 <b>土地の形質の変更の制限</b> ：指定区域内で土地の形質を変更しようとする者は、都道府県知事に届出。都道府県知事は、施工方法が一定の基準に適合しないと認めるときは、その施工方法に関する計画の変更を命令。

# 土壤汚染対策法の課題( )

土壤汚染対策法の施行により土壤汚染の判明件数は大幅に増加したが、大部分の土壤汚染は法に基づかない調査で発見されている。

汚染土壤が法の求めに従って適正に管理されないのではないか？

土壤中の汚染物質が周囲に漏れ出し、二次汚染を引き起こさないか？

汚染があると知らずに、汚染土壤に触れて汚染物質に曝露されないか？

土壤汚染の年度ごと判明件数

年度	2001	2002	2007
VOC	42	56	111
重金属等	124	177	545
農薬等	2	2	1
複合汚染	42	39	75

土壤汚染調査、判明および対策の契機

	調査	汚染	対策
件数	7,039	3,206	2,498
土対法	2%	2%	2%
条例要綱	7%	10%	13%
自主	91%	88%	85%

土壤環境センター調べ  
(2007年度)

# 土壤汚染対策法の課題( )

土壤汚染対策法は曝露防止を原則的に実施するリスク低減措置としているが、実際には法の求めを超えて、掘削除去等の汚染の除去が偏重されている。

土地所有者等に過度な経済的負担をもたらしているのではないかと掘削除去は環境保全の観点からも適切とは言えないケースがある。

## 指定区域のリスク低減措置の実施状況

	法が求める措置		実施措置	
	汚染の除去	それ以外	汚染の除去	それ以外
含有量基準超過	汚染の除去	0	汚染の除去	88
	それ以外	114	それ以外	26
溶出量基準超過	汚染の除去	18	汚染の除去	194
	それ以外	257	それ以外	81

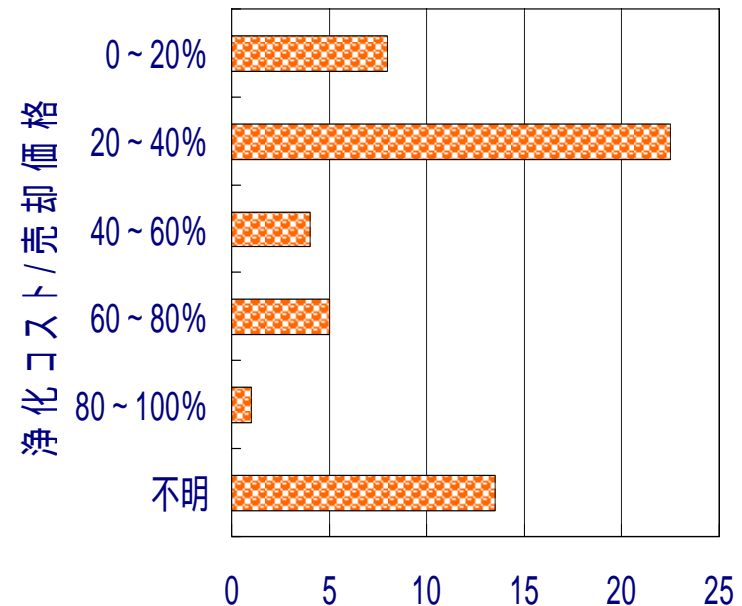
2008年8月31日まで累計

それ以外の措置

直接摂取:立入禁止、舗装、盛土、土壌入換

地下水等の摂取:不溶化、原位置封込、遮水工封込、遮断工封込

## 浄化コストと売却価格の比と対策実施の決断の関係



# 土壤汚染対策法の課題( )

土壤汚染対策法は、搬出された汚染土壤の管理に関する規定を設けていないため、汚染土壤の不適正な処理による汚染の拡散が懸念される。

搬出された汚染土壤の不適切な処理が顕在化している  
法以外の調査で判明した汚染土壤は大部分が認定外施設で処理されている

搬出汚染土  
の処理実態

	土対法・条例	自主的対策
汚染土発生量	約177万トン	約129万トン
認定浄化施設	約41万トン	約13万トン
それ以外の中間処理施設	約6万トン	約12万トン
セメント工場	約122万トン	約99万トン
廃棄物処分場	約7万トン	約3万トン
その他	約2万トン	約4万トン

不適正処理  
事案の事例

汚染土壤と認識していながら不適正処分した。

汚染土壤ではないと確認して搬出・処分したが、汚染が確認されて不適正処分となった。

汚染土壤とは認識せずに処分した後で、土壤汚染が判明した。

埋立に用いた残土が汚染されていたため、土壤汚染を発生させた。

# 土壌汚染対策法の見直し

土壌汚染対策法の施行状況の評価で明らかとなった課題を解決するために、汚染状況を把握する制度の拡充、規制対象地域の分類等による措置の明確化、搬出土壤の適正処理を確保する仕組みの構築といった法改正が行われた。

法の現状と課題	今後の土壌汚染対策のあり方
法に基づかない調査・対策の増加	自主調査結果の報告、調査が要件を満たす場合は、指定区域に指定。要件を満たさない場合は、形質変更時に調査を義務付け。
	一定規模以上の土地の形質変更時に調査を義務付け。調査猶予の土地について形質変更時の届出を義務付け。
法の求めを超えた過剰な対策の実施	問題となるリスクの種類や措置の実施状況に応じて基準を超える区域を分類して表示する。
	汚染の状況、健康被害の生ずるおそれの有無に応じて必要となる対策の基準を明確化する。
	一定の条件下にあり、形質変更に伴い汚染土壤を移動しなければ健康被害のおそれがない場合は、申立てにより調査なしで汚染地域とみなす。
搬出汚染土壤の不適切な処理	オンサイト処理技術を開発し、汚染土壤の搬出抑制を明確に位置づけ。
	処理方法の規制、汚染土壤管理システムの導入などにより汚染土壤の適正処理を義務付け。
	汚染土壤の処理方法の届出の義務付け。不適正処理の原状回復命令。

## 法の見直しで議論されたその他の課題

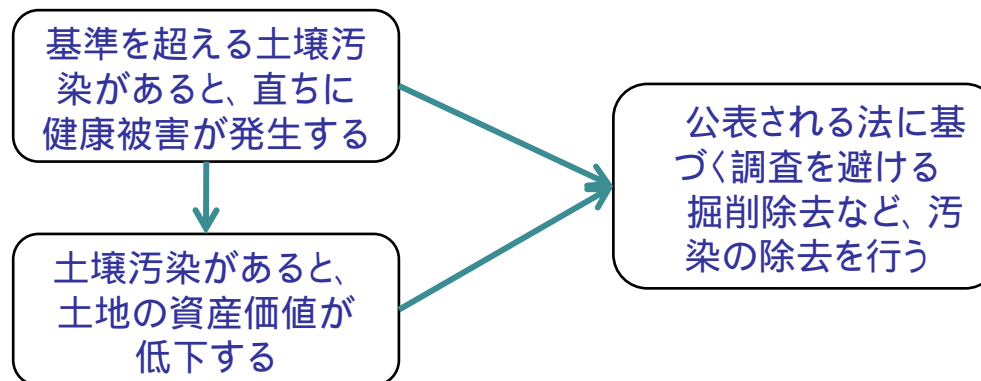
法の見直しの議論の中では、3つの大きな課題に加えて、様々な課題が議論された。土壌汚染が正しく理解されていないことがとくに問題であるとして、調査の信頼性の確保、リスクコミュニケーションの推進等が改めて議論された。

地方公共団体の関与	土地所有者等が実施する対策の適切さを確保し、対策についての信頼や安心が得られるように、地方公共団体が対策の効果を予め定められた判断基準に照らして客観的に確認。
	地方公共団体が、土壌汚染の状況の調査結果を把握し、汚染原因の解明、汚染状況の履歴調査等に有効に活用。
調査の信頼性の確保	指定調査機関の指定に際し、管理者の土壌汚染状況調査の業務に関する試験の合格を義務付け。指定の更新性を導入。
リスクコミュニケーションの促進	リスクコミュニケーションのガイドラインを充実。リスクコミュニケーションに係る人材の育成、派遣活用。
対策の促進、支援等	事業者が低コスト・低負荷型調査・対策技術の開発・普及・実用化に努め、行政がそれを支援。
	操業中からの土壌汚染対策の参考となる事例やマニュアル等の普及啓発の促進。
	土壌汚染対策基金の活用対象を拡大。措置命令が発せられなくても助成。汚染原因者への助成。
	中小企業の調査を含む土壌汚染対策への支援策の検討。

# 土壌汚染のリスクコミュニケーション

リスクコミュニケーションを効果的に進めるための要件はいくつもあるが、リスクの内容を正しく把握できていないと、リスクの正しい理解につながらず、リスクコミュニケーションが効果を発揮することが難しい。

## 誤った認識に基づく土壌汚染の対応



## リスクコミュニケーションの要件

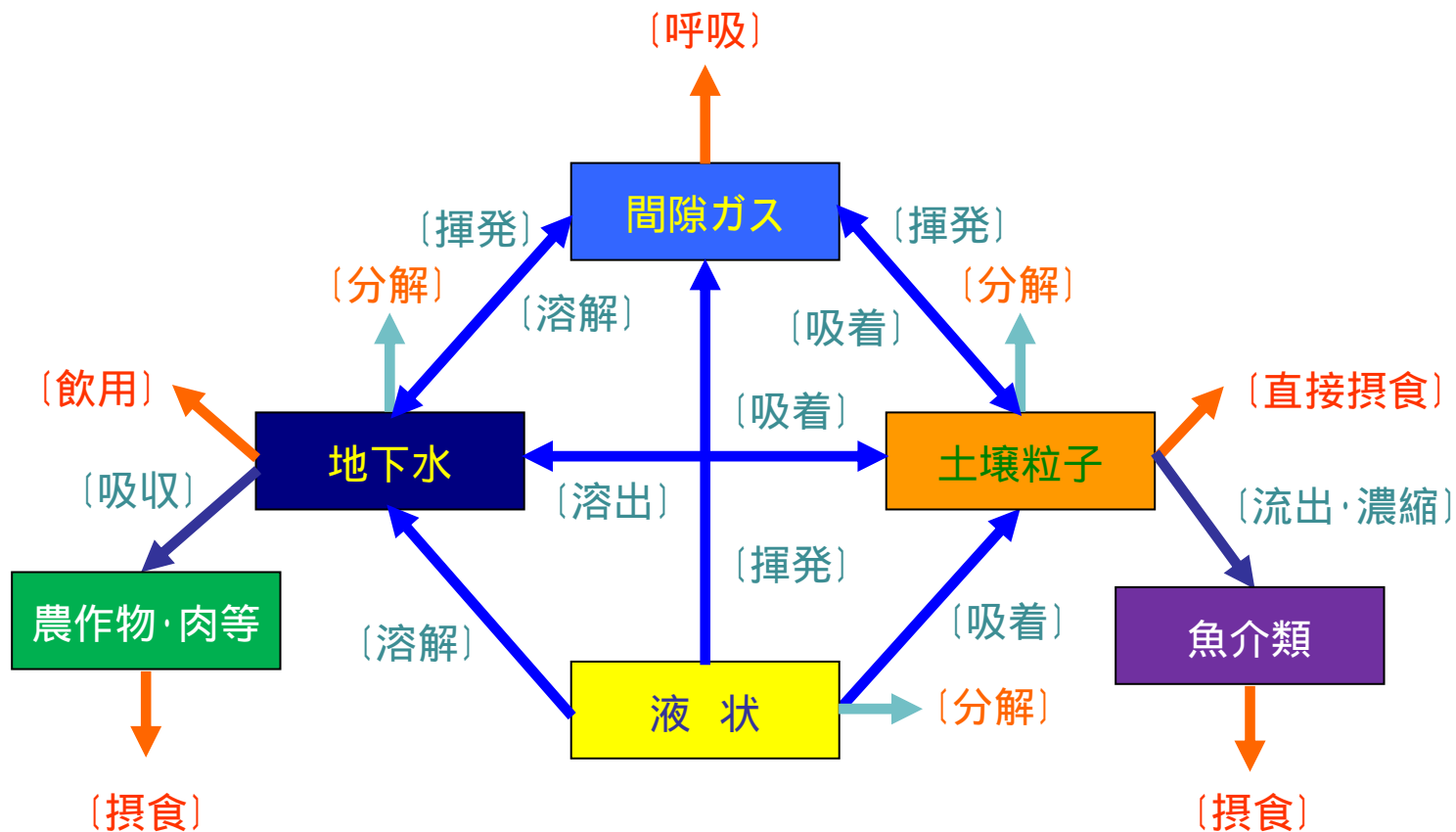
リスクコミュニケーションは、合意の形成を目的とするものではなく、土壌汚染に対する**正しい理解を当事者間で共有**することが目的である。

双方向の意見や情報の交換が必要となるが、土壌汚染についての説明を当事者が行うのでは、住民の正しい理解を得るのは難しい。リスクコミュニケーターやリスクファシリテーターなど、**第3者の助けを借りる**ことが必要となる。

何よりもまず、土壌汚染に対する**正しい理解に基づく情報提供**がなされなければ、正しい理解の共有につながらない。

# 土壌中の汚染物質の挙動と曝露経路

地下空間に存在する汚染物質は、土壌粒子、地下水と間隙ガス等の中で分配され、存在形態や性状に応じて挙動する。人や生物は、汚染土壌に直接接触したり、汚染土壌から移動した媒体を通じ、土壌中の汚染物質に曝露される。



# 土壌汚染による環境リスクとその管理

汚染土壌中の汚染物質の曝露は、人の健康や生活環境に様々なリスクをもたらす。とくに、高いリスクについては、様々な法制度の下で土壌汚染のリスクを防ぐ仕組みが設けられている。

## 土壌汚染の環境リスク

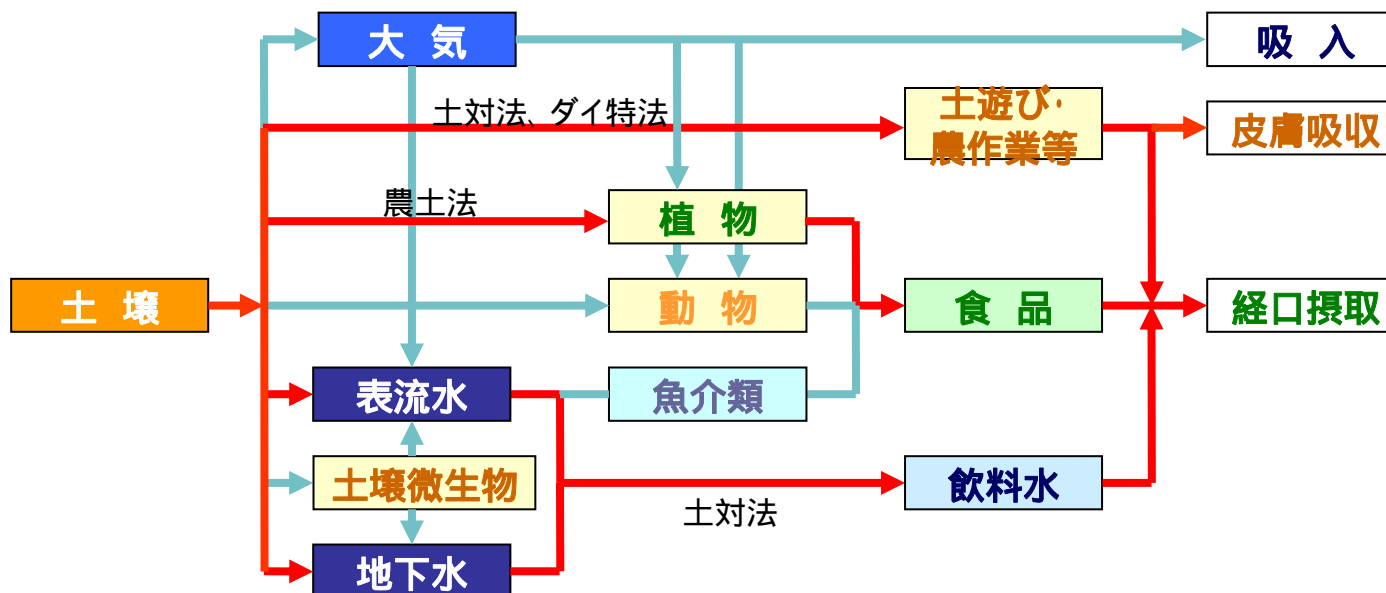
### 1. 人の健康の保護の観点

汚染土壌の摂食及び皮膚吸収、地下水等の飲用等、大気の吸入、魚介類や農作物等の摂食

### 2. 生活環境の保全の観点

生活環境の阻害(悪臭、油膜、不快感等)、農作物等の生育阻害、生態系への影響

## 現行の法制度が対応している土壌汚染の健康リスク



# 土壤汚染対策法の指定基準

土壤汚染対策法では、汚染土壤の直接摂食と地下水経由の曝露による健康被害の防止を目的に、リスク管理が必要な汚染土壤を判定する基準として、含有量基準と溶出量基準が対象物質の性状にあわせて設定されている。

## 指定基準の種類とその考え方

種別	対象とする曝露経路	設定方法
土壤含有量基準	特定有害物質が含まれる汚染土壤を <b>直接摂取</b> することによるリスク	汚染土壤の直接摂取を通じた長期的な曝露による人の健康に対する有害物質のリスクについて、何らかのリスクの低減が必要と考えられる濃度レベルとして設定された <b>要措置レベル</b> を基に検討する。
土壤溶出量基準	特定有害物質が含まれる汚染土壤からの特定有害物質の溶出に起因する <b>汚染地下水等の摂取</b> することによるリスク	地下水等の摂取に係る健康影響を防止する観点から、地下水等への溶出に着目して設定されている <b>現行の土壤環境基準</b> を用いる。

## 汚染物質の分類と基準の設定状況

汚染物質の分類	対象物質	含有量基準	溶出量基準
第一種特定有害物質	揮発性有機化合物(VOC)	×	
第二種特定有害物質	重金属等		
第三種特定有害物質	農薬等	×	

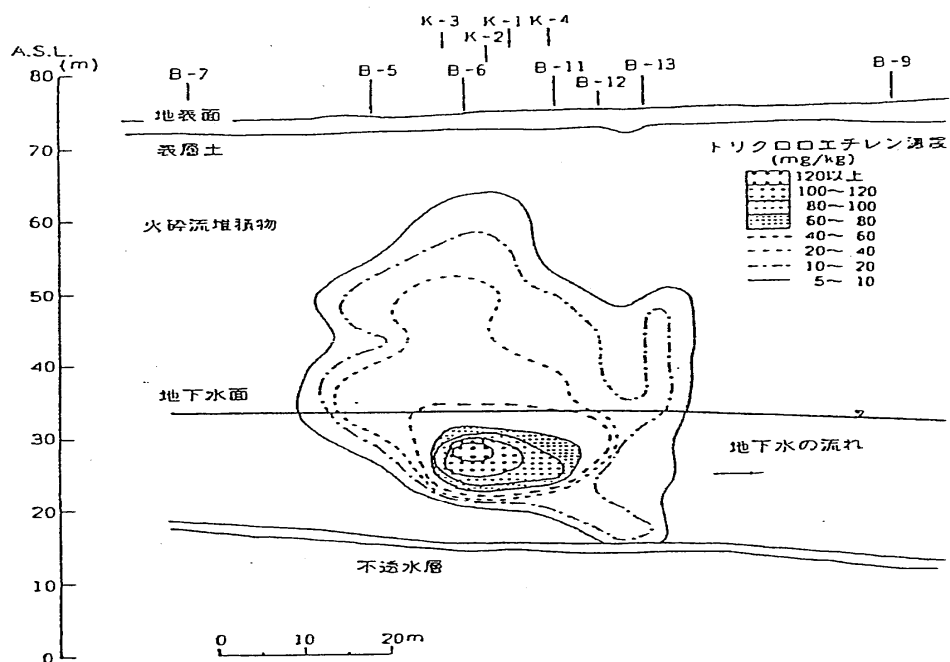
# 第一種特定有害物質の性状とその基準

第一種特定有害物質は、地下浸透しやすく、地下水を汚染しやすいが、この性状と揮発性が高いことから、表層土壌に長期間、高濃度で止まる可能性は低く、土壌粒子の直接摂食による健康リスクは高くない。

## 第一種特定有害物質の性状

有害物質の種類	対象物質	地下水を汚染しやすい性状				
		液状	重い	難分解性	低吸着性	低粘性
有機塩素化合物	トリクロロエチレン等					
芳香族炭化水素	ベンゼン		×	×		

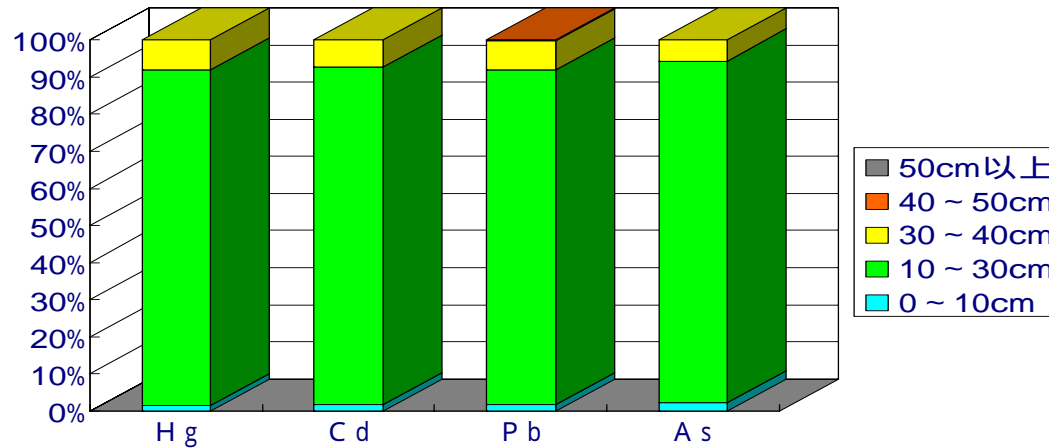
汚染源土壌中のVOCの分布



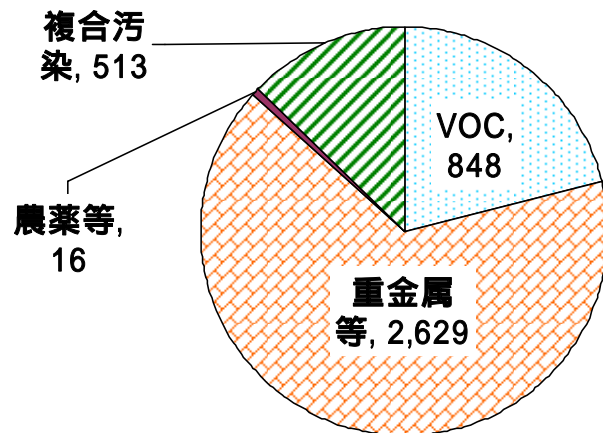
## 第二種特定有害物質の性状とその基準

第二種特定有害物質は、土壤中を動きにくく、表層土壤に長期間止まるため、直接摂取を防ぐ含有量基準が設けられた。VOCに比べると地下水を汚染しにくいですが、基準を超過する地下水汚染が見られるため、溶出量基準も設けられた。

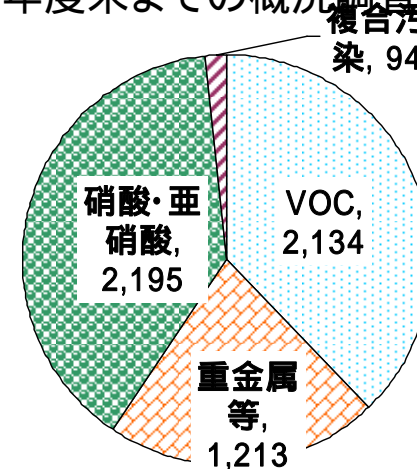
工場跡地土壤の  
浸透実験結果  
(7ヶ月、1067mm降雨、  
汚染土壤埋込深度  
8~30cm)



汚染物質ごとの土壤基準超過事例  
(2007年度末までの累計)



汚染物質ごとの地下水基準超過事例  
(2007年度末までの概況調査累計)



## 第三種特定有害物質の性状とその基準

第三種特定有害物質は、農薬類とPCBで挙動が大きく異なる。農薬類は土壌残留性農薬の使用が禁止されており、長期間、表層土壌に止まる可能性は低い。PCBは長期間、表層土壌に残留するが、ダイオキシン類として管理すれば、曝露を防ぐことができる。このため、いずれも含有量基準が設けられていない。

### 農薬の登録保留基準

基準の種類	登録が保留される基準
作物残留	食品衛生法の規格に適合しない場合、飼料作物に残留する場合
土壌残留	使用した農薬の土壌残留によって農産物が汚染される場合 土壌中での半減期が180日以上
水産動植物保護	公共用水域の水質が水産動植物に被害を与えるおそれがある場合
水質汚濁	飲料水や魚介類を汚染し、人の健康に被害を与えるおそれがある場合

### ダイオキシン類の種類

化学構造	種類の名称	異性体数	TEF対象数
	PCDD	75	7
	PCDF	135	10
	コプラ-PCB	14	12

# 土壤汚染対策法が求めるリスク低減措置

土壤汚染対策法では、存在する土壤汚染により健康被害の恐れがある場合のリスク低減措置の実施と搬出汚染土壤による汚染の拡散を防ぐ形質変更の届け出を求めているが、リスク低減措置では曝露防止を原則としている。

## 措置命令の対象となる土地の基準

人の曝露の可能性があること  
地下水経由の観点からの土壤汚染がある場合  
当該土地の周辺で地下水の飲用利用等がある場合  
直接摂取の観点からの土壤汚染がある場合  
当該土地が人が立ち入ることができる状態となっている場合  
汚染の除去等の措置が講じられている土地でないこと

## 講ずべき措置の種類

地下水経由 の曝露	地下水汚染がない	地下水質の測定
	地下水汚染がある	原位置不溶化、不溶化埋戻し、原位置封じ込め、遮水工封じ込め、遮断工封じ込め、土壤汚染の除去
直接摂取に よる曝露	通常	盛土
	盛土が困難	土壤入れ換え
	砂場等	土壤汚染の除去

# リスク低減対策にかかる法の見直し

土壌汚染対策法では、健康被害のおそれがある場合にリスク低減措置の実施を求めているが、求めを超える対策が実施されているため、規制対象区域の分類を行い、必要な措置の明確化が図られた。

## 規制対象区域の分類

規制対象区域の種類	求められる対応
<b>要措置区域</b>	盛土、封じ込め等の対策が必要な区域
<b>形質変更時要届出区域</b>	土地の形質変更時に届出が必要な区域

## リスク低減措置が求められる区域

リスク低減措置が求められる場合	措置の目的
汚染土壌の存在する土地に人が立ち入り、汚染土壌に触れるおそれがある場合	汚染土壌との接触を断つ。
土壌汚染に起因して汚染された地下水を飲用するおそれのある場合 現状で周辺において地下水の飲用がない場合は措置は求められない。 将来の地下水飲用の可能性については、リスク低減措置を求めている。	周辺への汚染地下水の拡散を防ぐ。

# 汚染土壌の掘削・処理によるリスク

形質変更時要届出区域では、汚染土壌を動かさなければ、汚染物質の曝露による健康被害のおそれはない。しかし、汚染土壌を掘削・搬出するとそれに伴い、健康被害を引き起こすおそれが生ずることになる。

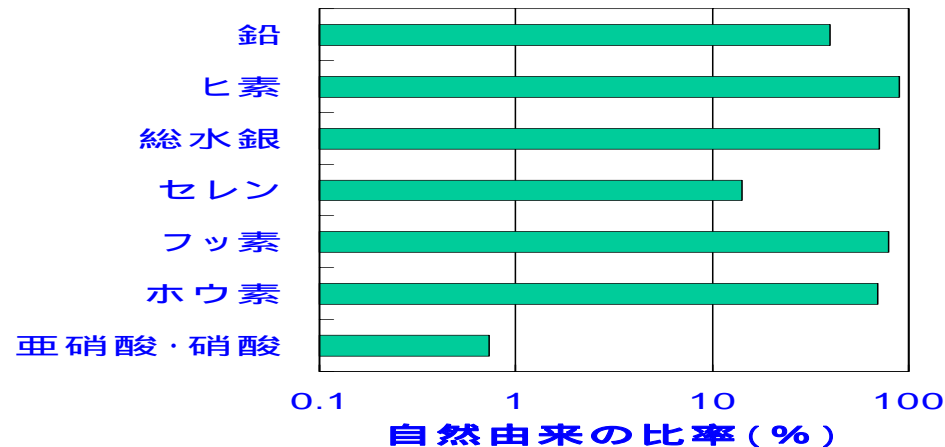
## 汚染土壌の掘削・処理による懸念されるリスク

対策のステップ	懸念されるリスクの例
汚染土壌の掘削	掘削時の汚染物質の拡散 揮発による大気汚染：VOC、水銀 土壌の流出や溶出等による周辺水域や土壌の汚染
汚染土壌の搬出・処理	運搬途中の汚染物質の拡散 揮発による大気汚染：VOC、水銀 土壌の落下等による運搬経路近辺の水域や土壌の汚染 処理時の汚染の拡散 排ガスによる大気汚染：特定有害物質、ダイオキシン類 排水による周辺水域の汚染：特定有害物質、使用薬剤等 保管中の汚染土壌から地下浸透による地下水汚染：特定有害物質 搬出先での土壌汚染の発生 処分先における新たな土壌汚染の発生 処分先から溶出した汚染物質による地下水等の汚染

# 自然由来の土壤汚染のリスク管理

第二種特定有害物質による土壤汚染では、自然由来にもかかわらず、掘削除去が行われている例が多い。しかし、掘削除去はその実施に伴うリスクが発生する上に、周囲の土壤が汚染されているため、対策の効果も低い。

基準超過井戸の自然由来の比率(2006年度までの累計)



## 自然由来の土壤汚染の特徴

含有量基準を超えるのはまれで、直接摂食によるリスクは低い。  
溶出量基準を超える汚染も、第二溶出量基準を超える汚染はまれで、高濃度の地下水汚染を引き起こすおそれは低い。  
地域全体が同じような汚染レベルにあるため、対象土壤だけを掘削しても、地下水汚染状況はよくなる。  
一方、自然由来の汚染がないところに持っていくと、新たに地下水汚染を発生させるおそれがある。

# 汚染土壌の処理の適正化

土壌汚染対策法の見直しでは、汚染土壌を適正に処理するための規定が設けられた。搬出汚染土壌の処理業に許可制度を設け、施設の内容や処理施設の構造や維持管理について基準を設けている。

## 汚染土壌処理施設の分類

施設の種類	施設の内容
浄化処理施設	特定有害物質を除去または特定有害物質が溶出しないようにする施設
セメント製造施設	汚染土壌をセメント製品の原材料として利用する施設
埋立処理施設	汚染土壌を埋立処分する施設
分別等処理施設	上記、処理のため、汚染土壌の混入物を除去したり、含水比の調整を行う施設

## 汚染土壌処理基準として記載される事項

事業計画に従った汚染土壌の処理。  
汚染土壌の処理で発生する汚水の適正な処理及び地下浸透防止。  
汚染土壌の処理で発生するガスの適正な処理。  
搬入された汚染土壌等の適正な管理。  
汚染土壌、汚水、ガス等による汚染が発生した場合の環境保全措置。  
汚染土壌の処理に関する記録とその閲覧。  
許可取消しの場合に必要な措置。

# 土壌汚染がもたらす企業リスクの管理

土壌汚染は企業経営にとって様々な形でリスクをもたらす。早めの状況把握と余裕をもった対応を行うことが、企業リスクを克服する上で、重要となる。

## 土壌汚染が企業の経営にもたらすリスク

汚染土壌の対策に要する大きなコスト負担  
汚染土壌の存在による資産価値の低下。  
汚染の存在を隠していたことによる社会的信用の低下。

## リスクの顕在化を防ぐための対応策

早期の汚染の発見と余裕をもった対応。  
操業時の調査の実施。  
時間的余裕をもった計画的な対応。  
時間のかかる技術も含めた適切な対策の選択。  
汚染の存在の的確な公表。  
企業の社会的信頼の確保。  
正しい理解を得るためのリスクコミュニケーションの重要性。