

S1-25 サステイナブル・レメディエーション(SR)の取り組みと英国での事例紹介

○高畑陽¹・緒方浩基¹・大村啓介¹・日野成雄¹・舟川将史¹・サステイナブル・アプローチ部会¹
¹ 土壌環境センター

1.はじめに

欧米での土壌汚染対策の新しい取り組みとして、**環境面・社会面・経済面**の3要素を評価し、最適な浄化対策を選択する「**サステイナブル・レメディエーション(SR)**」が提唱され、各国の状況に応じた定義や評価方法の検討が進められている。土壌環境センターでは、平成26年度より「サステイナブル・アプローチ部会」の中の「SR手法調査ワーキンググループ」にて、SRの最新情報の取得・整理と最終的に日本語版のフレームワーク案の提示を目指して活動を行っている。本報では、浄化工法選択時におけるSRの適用試案を示すと共に、本ワーキンググループで実施したSRの海外対向調査の中から英国でのSR事例について紹介する。

2.国内での土壌汚染対策におけるSR適用により想定される効果

表-1 国内の土壌浄化事業で浄化ステージ別に考慮すべき事項

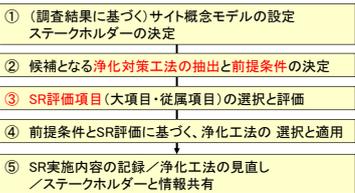
浄化段階	現状の土壌浄化	SRを考慮した土壌浄化
浄化計画 (浄化方法選定)	・基準値を達成に達できる工法選択 ・コスト・不動産価値を考慮した工法選択 ・浄化期間を考慮した工法選択	・環境に配慮した持続的な工法(原位浄化)の選択 ・土地所有者や周辺住民の総合的利益が得られる工法の選択
浄化実施期間	・浄化方法は基本的に変えない ・ステークホルダーと情報交換が少ない	・浄化の進行状況に応じて最適な方法を協議・選定 ・ステークホルダー間で進行状況等の情報を共有 ・浄化方法の見直し、MNAなどの導入
浄化完了	・浄化工事に伴う経済的・社会的な二次的効果(低減) ・二次的な環境負荷が増大している可能性有り	・雇用の社会面を含めた地域活性化 ・持続的な浄化の取り組みによる企業価値の向上

3.日本版のSRを用いるフレームワーク案【SR評価を考慮した浄化工法の選定】

目的とSR導入効果

- 複数の選択肢から最適な浄化方法を選ぶ手段
- リーズナブル(コスト・工期)な工法選択
- ✓ 行政/周辺住民との合意形成
- ✓ 事業継続が可能な工法選択の機会創出
- 国内でSRが導入された場合に期待される効果
- ✓ 原位置浄化工法の推進
- ✓ 周辺住民および行政に対する浄化方法の理解促進

SRを考慮した最適な浄化工法選択のフロー



浄化対策工法の抽出と比較の一覧例

表-2 浄化対策工法の抽出と比較

適用可能な工法*	前提条件			SR評価	
	工期	コスト	その他	A	K
掘削処理	場外搬出	...	...	...	...
	洗浄処理	...	...	...	...
原位置浄化	揚水処理	...	...	...	...
	化学分解	...	...	...	...
	バイオレメディエーション	...	...	...	...

*工法は組み合わせ(掘削処理+原位置浄化)となる場合もある

前提条件

- SR検討を先発せしないため、検討前に前提条件を決定
- ✓ 浄化期間および浄化コスト
- ✓ 浄化目標(環境基準が基本)
- ✓ 跡地の利用方法(土地の利用方法が決定or未定)
- ✓ 調査結果(汚染サイトの状況が明確になっていること)
- ✓ 応急対策(明確なリスクの早期低減)

表-3 工法選定のためのSR評価項目

大項目	従属項目	経済	社会	環境
A:省エネルギー	① 浄化工事(掘削・燃料・水処理等)に伴う二酸化炭素発生量			○
	② 浄化材料(鉄粉・灰板等)生産に伴う二酸化炭素発生量			○
	③ 浄化反応(加熱・化学反応・微生物反応等)に伴う二酸化炭素発生量			○
	④ 省エネルギー機器の使用		○	○
	⑤ 機器・重機の使用の効率化		○	○
B:材料の使用量・排出量	① 浄化に伴う水の使用量および再利用率			○
	② 工事に伴う廃棄物(コンクリート、アスファルト等)の発生量及び再利用率			○
	③ 浄化材料(鉄粉、酸化剤、栄養剤、活性炭)の使用量		○	○
	④ 汚染土壌の搬出処理量		○	○
	⑤ 埋め戻し材料への浄化済土壌等の利用率			○
C:生態系への影響	① 浄化工事に伴う指標生物(希少種・注目種)の影響			○
	② 薬剤注入等による土壌・地下水環境への影響(pH変動、微生物叢の変化)			○
	③ 排水に伴う水生生物(ミジンコ、藻類、魚類等)への影響			○
	④ 二酸化炭素以外(メタン、一酸化二窒素)の温室効果ガスの発生量			○
	⑤ 浄化工事に伴う騒音・振動			○
D:作業員の安全性	① 工事に伴う作業員への有害物質の暴露量		○	○
	② 工事に伴う作業員の労働安全リスク		○	○
E:汚染物質による住民の健康リスク	① 工事に伴う浄化対象となる有害物質の大気や水域への拡散と摂取リスク		○	○
	② 工事に伴う大気汚染物質(NOx、SOx、PM2.5等)の排出量		○	○
F:生活環境影響	① 工事に伴う排水(二次的な環境汚染物質等)の排出量		○	○
	② 工事に伴う騒音・振動		○	○
G:交通渋滞・事故	① 工事に伴う交通渋滞の発生			○
	② 工事に伴う車両を含む事故発生率			○
	③ 地域特性を踏まえた工事計画(作業日、作業時間帯等)			○
	④ 浄化期間中の土地利用の制限内容とその期間			○
	⑤ 住民に対する工法の理解のしやすさ、リスクコミュニケーションの推進			○
H:土地利用への影響	① 必要となる住民説明会の開催回数、参加してもらった人数			○
	② 関係者(ステークホルダー)の参加			○
	③ 浄化状況に関する(定期的な)情報発信方法			○
	④ 情報共有の促進、情報格差による公正			○
	⑤ 第三者からの意見発表			○
I:情報公開	① 関係者(ステークホルダー)の参加			○
	② 浄化状況に関する(定期的な)情報発信方法			○
	③ 情報共有の促進、情報格差による公正			○
	④ 第三者からの意見発表			○
	⑤ 情報公開を通じた環境教育の実施			○
J:地域振興	① ①③ 地産地消の推進(地域産品、地域の生産品、地域エネルギーの利用)			○
	② ① 浄化工事に伴う地域の史跡・文化財・地下水源・公園等への影響			○
K:想定外の事象の発生	① 浄化工事に伴う地域の史跡・文化財・地下水源・公園等への影響			○
	② 地域振興・交流の場の創出		○	○
L:想定外の事象の発生	① 浄化工事に伴う地域の史跡・文化財・地下水源・公園等への影響			○
	② 浄化工事に伴う地域の史跡・文化財・地下水源・公園等への影響		○	○

4.英国のSR検討事例紹介(SuRF UK Case study, http://www.clair.co.uk/index.php?option=com_content&view=article&id=744:surf-uk-case-studies&catid=965&Itemid=78)

4.1 油槽所の油汚染サイトの事例(マディラ島)

- ① サイト概要
 - ✓ 油槽所および海洋運搬ターミナルとして使用(現在は閉鎖)
 - ✓ 重油、軽油等で汚染
 - ✓ 汚染深度は地表面下3~4mの範囲
- ② 目的
 - ✓ 跡地利用のため、浄化コストの最小化と跡地の価値の最大化が可能な工法を選択するため、SR評価を汚染発生者(シェール)とコンサルタント(URS)が実施
- ③ SR評価項目および検討対象とした浄化工法
 - ✓ 評価項目:7項目(表-4)と、地元雇用の創出や地域行政やコミュニティーの要望も考慮
 - ✓ 浄化工法:5工法(表-5)、浄化レベル、工期別に検討
- ④ 評価結果・課題等
 - ✓ バイオバレルが、二酸化炭素削減、コスト削減および消費製品の削減、騒音による近隣トラブルの低減、地元雇用の創出、が期待できると結論
 - ✓ 相対評価による点数付け(1~5)に客観的な根拠がなく、SR評価チームによる点数付け



図-1 SR評価サイト全体図



表-4 SR評価と重み付け

テーマ	SR評価項目	重みづけ
経済	浄化コスト	5
	雇用および人材	0
	環境変化への反応性	3
環境	温室効果ガス発生量	5
	VOCsガス発生量	0
	土壌や地盤への影響	0
	水環境への影響	0
	生態系への影響	0
社会	自然資源の使用量	5
	廃棄物の発生量	0
	労働者の健康リスク	5
	近隣住民の健康リスク	0
	近隣への公害(粉じん、光害、騒音、悪臭、振動)	5
法の遵守	0	
不確実性への対応	1	

表-5 評価ケースおよび評価結果

浄化レベル	工期	加熱処理	ランドフォーミング	バイオバレル	掘削	掘削	掘削
ほぼ浄化	短工期(1.5年)	55	60	63	56	56	56
ほぼ浄化	長工期(5年)	55	66	64	56	56	56
完全浄化	短工期(1.5年)	63	65	63	66	66	66
完全浄化	長工期(5年)	63	66	66	66	66	66

4.2 油送管サイトの事例(アッパー・ヘイフォード空軍基地)

- ① サイト概要
 - ✓ 油の貯蔵(タンク)と供給のための配管施設から油が漏洩
 - ✓ 航空燃料、ガソリン、軽油等で汚染
 - ✓ 稼働停止後に燃料を排出後、腐食防止用のアルカリ溶液が充填
- ② 目的
 - 1) 公衆衛生と安全の確保、2) 景観に影響を及ぼす施設撤去、3) 有益な建造物等の保持、4) 廃棄物の最小化、を達成できる計画策定のためSR評価を実施
- ③ 評価結果・課題等
 - ✓ 1) タンクの廃棄、2) 水処理方法、3) バイオバレルの廃棄、について、SR評価による最適な対策方法が検討された
 - ✓ 相対評価による点数付け(1~5)に客観的な根拠がなく、SR評価チームにより点数付けが行われた

表-6 浄化技術と評価結果

浄化対象	浄化技術	浄化技術の効果		環境の側面		社会的側面		経済的側面		合計
		2	2	2	2	2	2			
タンクの廃棄	環境と排気のみ	2	2	1	2	2	2	2	2	9
	タンクに穴を開ける(周辺地下水と平衡状態)	2	2	2	2	2	2	2	2	10
	気泡コンクリートで充填	5	3	3	4	3	4	3	3	27
	PFMAコンクリートで充填	5	3	5	3	4	3	3	3	15
	タンクに穴を開け、砕石を充填	3	2	3	3	3	3	3	3	18
水処理方法	タンクに穴を開け、PFAGラウトで充填	4	2	3	2	2	4	4	4	21
	Bacei酸化気泡コンクリートで充填	5	3	2	3	3	1	2	1	20
	タンクによる汚染水輸送と場外処理	5	3	2	2	2	2	1	2	21
	現地水処理および地下浸透	5	3	4	4	4	4	4	4	27
	Bacei酸化気泡コンクリートで充填	5	3	4	4	4	4	4	4	27
バイオバレルの廃棄	Bacei酸化気泡コンクリートで充填	4	2	3	3	3	3	3	3	18
	PFAGラウトで充填	4	2	4	4	3	4	4	4	19
	PFAGラウトで充填	4	2	4	4	3	4	4	4	19

合計したものが各工法の点数

4.3 廃棄物処分場の事例(ヘルプストン地区の汚染地プロジェクト)

- ① サイト概要
 - ✓ 廃棄物処分場から農業が帯水層に拡散
 - ✓ 取水井戸や湧水地などの水質に重大な影響
- ② 目的
 - ✓ 取水井戸の地下水や湧水の水質を少ない費用で向上させるため、環境庁がSR評価を実施
- ③ 評価結果・課題等
 - ✓ 利害関係者に議論可能なフレームワークを提供でき、持続可能な評価を行えた
 - ✓ 設備投資額に対して地下水価値が低く、地下水資源回復に際してはコスト便益が小さかった

表-7 定性評価項目および定性・定量評価を組み合わせた評価結果

浄化対策	騒音・大気汚染	浄化中の汚染	浄化後の汚染	世代間の汚染	企業	土地と資産	レジャー・エンターテインメント	非利用価値の向上	合計	定性ランク(位)	定量ランク(位)	相合せランク(乗算)	浄化対策優先順位
重み付け	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
浄化対策無し	0	0	-2	-2	-1	-1	0	-2	-16	8	6	48	8th
Est. & Nor.での掘削	0	0	-1	-2	-1	-1	0	-1	-12	7	2	14	4th
Mar.での掘削	0	1	-1	-2	-1	0	0	0	-8	5	7	35	7th
West & Jan.での掘削	0	0	-1	-2	-1	0	0	0	-3	5	1	5	2nd
Swa.での高埋削掘分	-2	-2	-2	1	1	2	2	1	9	3	8	24	6th
掘削のみ	0	0	0	0	1	1	1	1	4	4	5	20	5th
浸透回収+掘削	-1	0	1	2	1	1	1	1	12	1	4	4	2nd
浸透回収+掘削+分層	-1	0	1	2	1	1	1	1	12	1	3	3	1st

スコアリング: -2=強いマイナスの影響、-1=マイナスの影響、0=影響無し、+1=プラスの影響、+2=強いプラスの影響
 Est.:Eton地区、Nor.:Northborough地区、Mar.:Marholm-Tinwell断層、Jan.:Junction地区、Junc.:Junction地区、Swa.:Swadwell Pit断層地

5.おわりに

- ① わが国における浄化工法の選定が浄化レベルや工期・コストのみで評価されている場合が多いことを改善するため、長期的かつ多角的な視点で最適な浄化対策方法の選択・決定を多くのステークホルダーが共有できるSRツールの原案を提示した。
 - ✓ 現時点では個々の評価項目を総得点化して評価せず、前提条件(コストや工期)と個々のSR評価項目の結果を相対的に考慮して、個々の浄化工法を評価する
 - ✓ 最終的に、計算ソフトなどのツールの拡充に加え、バランスシートなどを作成して、各ステークホルダーが客観性を持って理解できる評価結果を作成していくことを目指す
- ② 英国のSR事例から、工法選択や汚染地域周辺の地域社会との合意形成を図る手段としてSR評価が有効に活用されていることが確認できたが、最適な浄化対策案を決定する根拠が不明である事例が多かった。