

S1-24 サステイナブル・レメディエーション(SR)の取り組みと米国での事例紹介

○高畑陽・佐藤徹朗・大村啓介・日野成雄・サステイナブル・アプローチ部会
1 土壤環境センター

1.はじめに

欧米での土壤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。今後のわが国でも、多面的な判断基準により合理的な対策方法を選定し、利害関係者間で合意形成するアプローチ方法の実現が望まれている。

土壤環境センターでは、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版SR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、本ワーキンググループで実施したSRの海外動向調査の中から米国でのSR事例について紹介する。

3.米国の事例紹介

表-2 米国の事例

(出典: Green and Sustainable Remediation: A Practical Framework, Appendix 3, The Interstate Technology & Regulatory Council, 2011)

事例	土地利用	対象物質	対象工法	浄化工法選定のための評価項目			備考
				環境面	経済面	社会面	
C.1.1	製油所跡地	・石油系炭化水素	・ファイトレメディエーション	・生物多様性	・エネルギー消費量 ・薬剤消費量	・地域社会の参入	・生物多様性を考慮した植物を選定 ・地域利益創出(大学)
C.1.2	空軍基地	・VOCs ・SVOCs	・真空抽出-熱処理 ・原位置バイレメディエーション ・掘削除去	・GHG排出量 ・廃棄物発生量	・エネルギー消費量 ・浄化コスト ・浄化期間	—	・環境に配慮した持続的な工法(原位置浄化)の選択 ・土地所有者や周辺住民の総合的な利益が得られる工法の選択
C.2.1	埋立ごみ処理跡地	—	—	—	—	・地域社会への周知度	・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
C.2.2	廃棄物処理保管施設	・VOCs ・SVOCs	・掘削除去 ・オゾン加熱脱着処理 ・原位置加熱	・資源・資材消費量 ・CO ₂ 排出量 ・廃棄物発生量	—	・企業イメージの持続性	・行政側が情報共有・意思決定プロセスを明確化 ・汚染情報の「可視化」 ・施工時の様々な環境負荷低減 ・カーボン・オフセットクレジットの購入 ・地域社会の教育・参加意欲を促進
C.2.3	ケネディ宇宙センター	・TCE	・原位置バイレメディエーション ・抽水 ・エアバージング	・CO ₂ 排出量	—	—	・ポンプ等の稼働に太陽光発電を利用
C.2.4	ターミナル跡地	・石油系炭化水素 ・塩素系溶剤	・抽水-オゾン分解	・GHG/規制物質の排出量 ・廃棄物発生量 ・エネルギー消費量	・浄化への投資効率 ・ライフサイクル	・労働者へのリスク ・運送時のリスク ・地域貢献度	・再生可能エネルギー利用 ・廃棄物発生量の抑制 ・地域の直接的・間接的雇用創出 ・市民団体との意思疎通を踏まえた計画立案 ・灌漑施設として再開発 ・太陽光発電を利用 ・処理水のリターン/徹底 ・サブソイルの環境負荷低減/スケジュール評価 ・地域企業の積極活用
C.3.1	州空軍基地	・VOCs (主にTCE)	・抽水循環法	・地下水揚水量 ・汚染物質除去量 ・温室効果ガス排出量 ・電力消費量	—	—	・AFCEE/SRTの利用 ・SR評価を短時間で実施
C.3.2	空軍基地	・TCE	・原位置酸化分解 ・原位置バイレメディエーション	・NOx, SOx, 粒子状物質 ・エネルギー消費量	—	・公共/労働者へのリスク	・SRT/SiteWiseの利用 ・環境影響の少ない酸化剤の選定 ・再生可能エネルギー利用 ・搬出距離の削減 ・サブソイルの環境負荷低減
C.3.3	廃棄物埋立地	・VOCs ・SVOCs	・掘削除去 ・原位置加熱 ・原位置酸化分解 ・MNA	・汚染物質除去量 ・エネルギー消費量 ・GHG排出量 ・NOx, SOx, PM10 ・水使用量	・雇用機会	・事故リスク ・コミュニティの満足度	・SRT/SiteWiseの利用 ・環境影響の少ない酸化剤の選定 ・再生可能エネルギー利用 ・搬出距離の削減 ・サブソイルの環境負荷低減
C.3.4	木材処理施設	・フェノール ・PAHs ・重金類(砒素等) ・多イオン類	・低透水性覆土 ・遮水壁 ・原位置酸化分解	・資材/エネルギー消費量 ・GHG排出量 ・水使用量 ・土壌/生態系への影響 ・廃棄物発生量	・工法改善による影響 ・地元での雇用/調達	・労働者の健康と安全 ・地域社会への影響 評価 ・工法改善の影響 ・生活への影響	・社会/環境/経済の短期および長期的持続性について総合的に評価

VOCs: Volatile Organic Compounds, SVOCs: Semi Volatile Organic Compounds, PAHs: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons

C2.1 埋立ごみ処理跡地の事例紹介

(1) サイト概要

市内のゴミ埋立処理場跡地に学校を建設するにあたり、周辺住民とロードアラインド環境管理局との間で行われた訴訟を契機に、行政の住民等への汚染サイトの情報公開・共有手法について、詳細を定める基本方針が環境管理局により策定された。

(2) 目的

・環境管理局が正確な情報に基づき意思決定し、行政と住民の間の理解や信頼と構築すること
・環境管理局の担当者で規制地域周辺の共同社会の特徴を理解すること
・居住者に対し、潜在的な汚染地を明らかにするため、評価に至るまでの明確な過程を提供すること
・調査と対策を実施した土地であることを、効果的な双方向の継続的なコミュニケーション手法で情報提供すること

(3) SRの尺度

・啓発活動として実施した会合、手紙及びそれに対する返答の数
・情報提供webサイトに対するオンラインでのアクセス数
・環境管理局の担当者に対し実施した教育訓練回数

(4) 具体的な実施事項

・複数言語による書情、問い合わせに対応するホットラインとWEBサイトの構築
・疑わしい汚染サイトの情報を受け付け、情報に対する迅速な真相調査の実施
・初期調査の結果と次のステップの対応内容情報について、提供者の母国語による書面通知
・環境側面から情報共有が必要となる場所に対し、GIS地図データを用いた「見える化」

2.国内での土壤汚染対策におけるSR適用により想定される効果

表-1 国内の土壤浄化事業で浄化ステージ別に考慮すべき事項

浄化段階	現状の土壤浄化	SRを考慮した土壤浄化
浄化計画 (浄化方法選定)	・基準値を確実に達成できる工法選択 ・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(原位置浄化)の選択 ・土地所有者や周辺住民の総合的な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わらない ・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	・浄化工事による経済的・社会的な二次的効果は小さい ・二次的負荷が増大している可能性有り	・雇用等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

C3.3 廃棄物埋立地の事例紹介

(1) サイト概要

ニュージャージー州の自治体廃棄物埋立地の再開発にあたりSR評価を行った。当該サイトは、既に暫定的な浄化措置として、汚染源エリアの掘削除去が実施されており、追加措置としてISCO(原位置化学酸化法)、ISTR(原位置加熱浄化)、MNA(科学的自然減衰)が検討された。また残留汚染物質を総合的に描写するために、Triadアプローチが用いられた。

(2) SRの尺度

①汚染物質の除去量、②エネルギー消費量、③CO₂、NOx、SOx、PM10の発生量、④水消費量

⑤事故リスク、⑥雇用機会、⑦地域コミュニティの満足度

(3) 具体的な実施事項

・サイト再開発のために重要なコミュニティの啓発活動と計画
・汚染源の描写を促進させるTriad調査
・現場の全ての重機に対しバイオ燃料を使用
・浄化選択法を比較する環境フットプリント分析
・環境フットプリント分析ツールであるSiteWiseとSRTの比較

(4) SRによる便益

表-3に示す便益をSR実施により得られた。

表-3 SRの実施により得られた便益

環境的観点での便益	経済的観点での便益	社会的観点での便益
・浄化対策の最適化 ・50%以上のカーボンフットプリントの削減 ・生態系への影響の最小化および生態 地の投資促進	・地域雇用、地域社会の繁栄 ・雇用による貧困の緩和、資産の構築 ・事故の増加により、行政サービス向上 地域の投資促進	・停滞している財産(土地)の再利用 ・近隣の活性化 ・市民サービス向上の提供 ・潜在的暴動の防止

C3.4 木材処理施設の事例紹介

(1) サイト概要

現地は90年以上の間、木材処理設備として現在も稼働中である。カボート・カーボン/コッパー・サイトは、1983年9月にNPL(National Priorities List)にリストアップされて、1984年9月に登録された。

表-4に示した複数の浄化技術が最終的な浄化対策として評価された。

(2) SRの尺度

①エネルギー消費、②温室効果ガスの排出、③水の使用とその影響、④土地や生態系への影響
⑤資材消費量・廃棄物発生量、⑥健康と安全に関する検討、⑦地域社会への影響の評価
⑧その他、浄化対策における社会的、経済的意味

(3) 具体的な実施事項

・現地で使用される材料そのものに加え、現地で輸送についてもSR評価を実施
・浄化対策の選択に必要な定量データを獲得するためWebページのSRツールを用いて評価
・最終的な対策としてはスラリーウォール、低透水性覆土、原位置酸化分解について実施した。

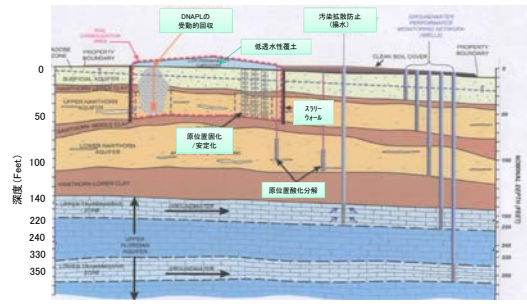


図-1 カボート・カーボン/コッパー・サイトの断面図
(出典: <http://www.epa.gov/region4/superfund/sites/npl/florida/ckopl.html#threats>)

表-4 検討されたSRの評価項目および評価結果

対策番号	サイトの浄化対策案	期間・費用		SR評価項目							
		想定期間(年)	想定費用(百万円)	エネルギー消費量(1000kWh)	GHG排出量(1000tCO ₂ e)	水消費量(1000m ³)	影響期間(1-5年)	原料・廃棄物発生量(1000kg)	健康・安全 ¹⁾ (10点満点)	管理責任 ²⁾	
1	特定の対策を実施しない	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	現行案 ・汚染拡散防止(抽水) ・DNAPLの変動的回収	>30	7.31	2.05	4	647	1	87	4.3	2.0	
3A	掘削処理 ・掘削(0-25R) ・スラリーウォール(0-65R) ・低透水性覆土	3-5	66.10	3.26	1,414	136	31	124	2.6	1.4	
3B	掘削処理 ・掘削(0-65R) ・スラリーウォール(0-65R) ・低透水性覆土	5	172.55	6.41	4,038	175	49	36	5.5	2.7	
4A	原位置浄化(抽出) ・原位置酸化(安定化)(0-65R) ・低透水性覆土 ・表面水モニタリング	5	96.95	5.23	1,246	133	31	23	3.2	1.4	
4B	原位置浄化(抽出) ・原位置酸化(安定化)(0-25R) ・低透水性覆土 ・低透水性壁	2-5	57.60	3.61	851	112	31	8	3.0	1.3	
5A	原位置浄化(抽出) ・スラリーウォール(0-65R) ・汚染拡散防止(抽水) ・DNAPLの変動的回収	3 30	19.30	2.28	1,554	35	39	108	2.0	2.7	
5B	原位置浄化(抽出) ・スラリーウォール(0-65R) ・原位置酸化(安定化)(35-65R) ・低透水性覆土 ・汚染拡散防止(抽水)	3 30	36.82	2.75	1,665	38	39	109	2.5	2.6	
5C	原位置浄化(抽出) ・スラリーウォール(0-25R) ・低透水性覆土 ・汚染拡散防止(抽水) ・DNAPLの変動的回収	3 30	25.20	2.38	1,577	36	39	108	2.0	2.6	
5D	原位置浄化(抽出) ・スラリーウォール(0-65R) ・原位置酸化(安定化)(0-25R) ・低透水性覆土 ・汚染拡散防止(抽水) ・DNAPLの変動的回収	3 30	46.42	3.61	1,926	37	39	108	2.0	2.7	

1)「健康・安全」は得点が高いほどリスクが大きい

2)「管理責任」は得点が高いほど汚染対策が適切に管理されてリスクが小さい

4.まとめ

- 米国の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。
- 様々な項目をSR評価の対象としているが、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。
- 経済的・社会的な評価についての指標の内容や評価方法が不明である事例が多く、満足度等の指標を数値化することは難しいと考えられた。一方で、事例「C2.1」で見られるように、汚染土壌が要因となって事業計画の変更や事業コストの増大が発生する可能性を未然に防止するため、土壤汚染情報を位置情報とともに一元管理し、その結果をリアルタイムに公開していく(方策はわが国でも有効)と考えられた。
- わが国でのSR評価にあたっては、浄化対策案を適切に比較できる評価項目を選定すると共に、ステークホルダーの意見を取り入れながら浄化対策案を汚染サイトの特徴に応じて柔軟に決定していくプロセスが必要であると考えられた。
- 持続的な土地利用の推進とブラウンフィールドの拡大防止のため、持続的に経済性に優れた浄化対策方法の適用を進めることが重要である。そのためには、サイト特性(土地利用状況)に合わせたSRIに基づく浄化措置の推進や、原位置浄化対策を選択する機会を増加させていく取り組みが必要である。