

# (0058) 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<sup>1</sup>・佐藤徹朗<sup>1</sup>・大村啓介<sup>1</sup>・日野成雄<sup>1</sup>・サステイナブル・アプローチ部会<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 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。一方、わが国では、「SR」を土壤汚染対策に活用できる状況には至っていない。今後のわが国の土壤汚染対策でも、環境・社会・経済の多面的な判断基準により合理的な対策方法を選定し、広く利害関係者間での合意形成を達成するアプローチ方法の実現が強く望まれている。

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」の中で、サステイナブル・レメディエーション (SR) に関する調査を行う「SR手法調査ワーキンググループ (以後、WG)」が発足し、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WGが目指すSRの方向性について概説すると共に、WG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。

## 2. 日本の土壤浄化対策事業へのSR適用に向けた本WGの取り組み

SRは、環境・社会・経済の総合利益が最大になるように土壤浄化対策を行い、ベネフィット (便益) がインパクト (影響) を上回り、バランスの取れた意思決定プロセスを用いることによって、より持続的で最適な浄化対策の選択を目指すための評価方法であり、わが国でも検討を試みる事例が出始めている<sup>1)~3)</sup>。SRの基本的な進め方は、ステークホルダー (利害関係者) が参加し、サイト概念モデルを評価して目標を設定し、目標に応じた評価レベル・境界条件を選択した上で必要な検討と記録 (書類等の作成) を行うものである。浄化実施時の環境負荷をできるだけ抑制することを目的としたGR (グリーン・レメディエーション) と比較すると、SRは社会的および経済的な観点に加わっていることから、より広い視点で浄化対策方法を選択できる可能性がある。一方、SRを実施するには、多くの項目の中から適切な評価項目を選択し、浄化期間や汚染物質拡散リスクなどの関係と共に、浄化コストを考慮した具体的な評価手法の選定が求められる。また、SRの信頼性を高めるためには高い知識を持つ技術者の養成や、誰もが使用可能なツールの構築が必要になると考えられる。

GR、SRに共通する課題として、我が国では環境基準を一律基準とみなす風潮が強いという社会実情に基づいた運用を模索していく必要がある。環境基準値の達成や経済面 (不動産価値等) が重視され、汚染物質濃度の減衰や曝露形態の違いが重視されずにリスクベースの考え方が浸透していない我が国において、持続的な観点をステークホルダー間で共有していく手法を作り出すことは大きなチャレンジであるともいえる。SRのわが国での普及を目指すには、広い視野での議論を今後も継続していく必要があると思われる。

このような前提条件の中で、わが国の土壤対策事業へのSR適用に向けた取り組みとして、海外のSRに関する文献調査を行うと共に、SRの適用が求められる場面について議論を行ってきた。例えば、改正土壤汚染対策法の施行後も主要な浄化方法である掘削除去に代えて原位置浄化の適用範囲を増やすため、浄化事業の計画者が土地所有者や周辺住民に対して地域の総合的な利益にかなう適切な工法を提示する場合にSRを利用することにより、雇用等の社会面を含めた地域の活性化と企業イメージの維持につながる可能性がある。

また、他の事例として、土壤環境センターで長年取り組んだMNA (Monitored Natural Attenuation、科学的自然減衰) への適用が期待される。MNAは、汚染物質濃度が低下して汚染の拡大は生じない一方で、浄化を継続しても他に有効な濃度低減策が存在しない場合の代替手段として継続的なモニタリングに移行するものであるが、汚染物質が自然減衰により将来的に減少することを科学的に証明することがMNA導入の条件であった。SRの概念を導入して、継続的なモニタリングに移行する利点について広い視野から評価を行うことにより、MNAが有効な手段として認められて適用範囲が広がる可能性がある。また、将来的には、MNAにおけるリスクコミュニケーションの中心に位置する自治体が住民との合意形成を行う手段としてSRの活用が期待される。

---

The approach to sustainable remediation (SR) and case studies of SR in USA

Yoh Takahata<sup>1</sup>, Tetsuro Sato<sup>1</sup>, Keisuke Omura<sup>1</sup>, Shigeo Hino<sup>1</sup>, and Study Group for Sustainable Approach<sup>1</sup> (<sup>1</sup>GEPC)

連絡先: 〒102-0083 東京都千代田区麹町4-5 KSビル3F (一社)土壤環境センター

TEL03-5215-5955 FAX03-5215-5954 E-mail info@gepc.or.jp

### 3. 米国におけるサステイナブル・レメディエーションのケーススタディ

#### 3.1 引用文献と各事例の概要

米国におけるSRの取り組みについて調査するため、ITRC（The Interstate Technology & Regulatory Council）から発表されている「Green and Sustainable Remediation: State of the Science and Practice」<sup>4)</sup>および「Green and Sustainable Remediation: A Practical Framework」<sup>5)</sup>を和訳し、内容の確認を行っている。このうち、後者では、巻末に全部で10件の「事例（Case Study）」が紹介されている。それらの各事例の概要を表-1に示す。本報ではこのうち、「C2.1 Rhode Island」、「C.3.3 New Jersey Department of Environmental Protection Brownfields Site」、「C3.4 U.S. Environmental Protection Agency Superfund Region 4」の3件の事例について詳述する。

表-1 各事例の概要

| 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<br>付加価値の創出等  |
|-------|------------|--------------------------------------|--|--|--------------------------------------|---|---|
|       |            |                                      |  | 環境面  | 経済面                                  | 社会面   |   |
| C.1.1 | 製油所跡地      | 石油系<br>炭化水素                          | ・ファイトレメディエーション                                 | —  | —                                    | —   | ・生物多様性を考慮した植物を選定<br>・地域利益創出(大学)   |
| C.1.2 | 空軍基地       | VOCs<br>SVOCs                        | ・真空抽出-熱処理<br>・原位置バイオレメディエーション<br>・掘削除去         | ・GHG排出量<br>・廃棄物発生量   | ・エネルギー消費量<br>・浄化コスト<br>・浄化期間         | —   | ・ポンプ等の稼働に太陽光発電を利用   |
| C.2.1 | 埋立ごみ処理跡地   | —                                    | —  | —  | —                                    | ・行政の地域社会への周知度                                 | ・行政側が情報共有・意思決定プロセスを明確化<br>・汚染情報の「可視化」   |
| C.2.2 | 廃棄物処理保管施設  | VOCs<br>SVOCs                        | ・掘削除去<br>・オンサイト加熱脱着処理<br>・原位置加熱                | ・資源・資材消費量<br>・CO <sub>2</sub> 排出量<br>・廃棄物発生量   | —                                    | ・企業イメージの持続性<br>(将来的な法規制リスクや環境リスク)             | ・施工時の環境負荷低減(環境配慮製品・技術の使用)<br>・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 | トリクロエチレン                             | ・原位置バイオレメディエーション<br>・揚水<br>・エアスパーキング<br>・多相抽出法 | ・CO <sub>2</sub> 排出量   | —                                    | —   | ・ポンプ等の稼働に太陽光発電を利用   |
| C.2.4 | ターミナル駅跡地   | 石油系<br>炭化水素<br>塩素系溶剤                 | ・揚水-オゾン分解                                      | ・GHG/規制物質の排出量<br>・廃棄物発生量<br>・エネルギー消費量  | ・浄化の実施における直接・間接的な投資効率<br>・ライフサイクルコスト | ・労働者へのリスク<br>・運送時のリスク<br>・地域貢献度               | ・再生可能エネルギー利用<br>・廃棄物発生の抑制<br>・雇用の創出<br>・市民団体との意思疎通を踏まえた計画立案<br>・港湾施設として再開発        |
| C.3.1 | 州空軍基地      | VOCs<br>(主にTCE)                      | ・揚水循環法   | ・地下水揚水量<br>・汚染物質除去量<br>・CO <sub>2</sub> 以外の温室効果ガス排出量<br>・CO <sub>2</sub> 排出量<br>・電力消費量 | —                                    | —   | ・太陽光発電を利用<br>・処理水のリチャージ徹底<br>・サンプリングの環境負荷低減<br>・地域企業の積極活用                         |
| C.3.2 | 空軍基地       | トリクロエチレン                             | ・原位置酸化分解<br>・原位置バイオレメディエーション                   | ・GHG排出量<br>・NO <sub>x</sub> 、SO <sub>x</sub> 、粒子状物質<br>・エネルギー消費量                       | —                                    | ・公共および労働者へのリスク                                | ・AFCEE/SRTの利用<br>・SR評価は短時間で実施   |
| C.3.3 | 廃棄物埋立地     | VOCs<br>SVOCs                        | ・掘削除去<br>・原位置加熱<br>・原位置酸化分解<br>・MNA            | ・汚染物質除去量<br>・エネルギー消費量<br>・GHG排出量<br>・NO <sub>x</sub> 、SO <sub>x</sub> 、PM10<br>・水使用量   | ・雇用機会                                | ・事故リスク<br>・コミュニティの満足度                         | ・SRT/SiteWiseの利用<br>・環境影響の少ない酸化剤の選定<br>・再生可能エネルギー利用<br>・搬出距離の削減<br>・サンプリングの環境負荷低減 |
| C.3.4 | 木材処理施設     | フェノール<br>PAHs<br>重金属(砒素等)<br>ダイオキシン類 | ・低透水性覆土<br>・遮水壁<br>・原位置酸化分解                    | ・エネルギー消費量<br>・GHG排出量<br>・水使用量<br>・土地・生態系への影響<br>・資材消費量<br>・廃棄物発生量                      | ・工法改善による影響(管理面)<br>・地元での雇用/調達        | ・労働者の健康<br>・地域社会への影響評価<br>・工法改善の影響<br>・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

### 3.2 ゴミ埋め立て処理場跡地の事例（ロードアイランド州）（C2.1）

#### 3.2.1 サイト概要

本事例は、ロードアイランド州プロビデンス市内のゴミ埋め立て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イランド州環境管理局（以下、「州環境管理局」）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州環境管理局により策定されたものである。この基本方針の主な目的は以下のとおりである。

- ・ 州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を構築すること。
- ・ 州環境管理局の担当者が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。
- ・ 調査と対策が実施された土地であることを理解するため、明確かつ効果的な双方向の継続的なコミュニケーション手法を提供すること。

この基本方針は、地域社会の持続的な発展を加味して、汚染地の調査・浄化方針を立案するために、地域社会への公正な情報の伝達機会が設けられ、全てのステークホルダー間で情報が共有されることを前提とし、行政側が実施すべきことの詳細をルール化している点に大きな特徴がある。また、地域住民の人種や収入等で情報共有度合いに格差が生じないように、少数民族や低所得者層に配慮した情報提供方法を行政が選定することを規定している。

#### 3.2.2 SR 評価

このような基本方針に対し、SR の尺度として以下の項目が設定されている。

- ・ 啓発活動として実施した会合、手紙およびそれらに対する返答の数。
- ・ 複数言語で構築した専用ウェブサイトへのオンラインアクセス数。
- ・ 州環境管理局の担当者に対し実施した教育訓練の数。

これらの SR の尺度に基づき、具体的には以下のことが実施された。

- ・ 複数言語による苦情・問い合わせに対応するホットラインと web サイトを構築する。
- ・ 疑わしい汚染サイトに関する情報を受け付け、すぐに真相を調査する。
- ・ 問い合わせに対し、初期調査の結果と次ステップの対応を情報提供者の母国語で書面にて伝える。
- ・ 環境側面から情報共有が必要となる場所を GIS 地図データにより「見える化」する。

#### 3.2.3 今後の課題

このような政策により、問題解決のための基礎知識、雇用、地域社会に属している意識や浄化プロセス全体への関与を通じ、結果的には共同社会の利益につながったと評価されている。

わが国においては、土壌汚染情報の共有化が進まないことが原因となって、一般市民に健康影響が生じたり、特定の個人や団体に経済的な不利益が発生したりするような事例はほとんど公表されていないと考えられる。一方で、開発行為等では、自然由来の汚染土壌や盛土由来の汚染土壌が要因となって事業計画の変更や中止、事業コストの増大が発生することもある。このような事態を事前に回避するためにも、調査・収集・提供された土壌汚染情報を位置情報とともに一元管理し、それらの結果をリアルタイムに提供（見える化）していくことも方策の一つと考える。

### 3.3 自治体廃棄物埋立地サイトの事例（ニュージャージー州）（C3.3）

#### 3.3.1 サイト概要

本事例は、ニュージャージー州の自治体廃棄物埋立地サイトの再開発にあたり SR 評価を行ったものである。当該サイトは、ニュージャージー海岸沿いに位置するブラウンフィールド開発地域（BDA）の中に位置し、ブラウンフィールド資金援助を受けている。再開発計画として、コミュニティー強化、職業訓練、貧困追放プログラムに加え、コミュニティーセンター、家族サービスセンター、保養施設、水上競技センター、保育センターの建設が含まれている。既に暫定的な浄化措置として、汚染源エリアの掘削が実施されており、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<sup>6)</sup>が用いられた。

#### 3.3.2 SR 評価

SR 測定基準として、①汚染物質の除去量、②エネルギー消費量、③CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、PM<sub>10</sub> の発生量、④水消費量、⑤事故リスク、を用いた。これ以外にも雇用機会や地域コミュニティーの満足度も評価されている。

カーボンフットプリントを算出するツールとして「SRT<sup>7)</sup>」および「SiteWise<sup>8)</sup>」が公開されているが、この二つのツールの比較も試みている。

SR 評価を実施することにより達成された便益を表-2に示す。本評価を通じて得られた知見を以下に示す。

- ・ 既存コミュニティに対する雇用機会創出は、再開発事業に対する支持を得やすくなる。
- ・ 浄化と再開発を同時に行うことは、相乗効果を生み出し、人の健康、環境、社会、経済のニーズを満たすような、費用対効果が高い計画となる。
- ・ Triad アプローチは不確実性を減らして、汚染源の特徴把握を容易にする。
- ・ ISCO で使用される酸化剤、ISTR での燃料使用、掘削での輸送および MNA のサンプリングはカーボンフットプリントにかなりの影響を与える。
- ・ SRT と SiteWise は相互比較可能である。SRT は入力パラメーターが少なく詳細計画の前段階での評価に適しており、SiteWise は多くの情報が必要だが複雑な浄化戦略も評価可能である。

表-2 SR 評価を実施することにより達成された便益

| 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   |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浄化対策案の最適化</li> <li>・ 50%超のカーボン・フットプリントの削減</li> <li>・ 生態系への影響の最小化、および生息地の復元</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地域雇用、地域社会の繁栄</li> <li>・ 安定した雇用による貧困の縮小、資産の構築</li> <li>・ 税収の増加により、行政サービス向上、地域の投資促進</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 停滞している財産(土地)の再利用</li> <li>・ 近隣の活性化</li> <li>・ 市民サービスの提供</li> <li>・ 潜在的暴露の防止</li> </ul> |

### 3.3.3 今後の課題

わが国においても、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 評価は有効であると考えられる。しかし、経済的、社会的な評価についての指標が不明である。たとえば地域コミュニティのニーズ満足度等の指標は文献からは確認できなかった。また様々な項目を SR 評価の対象としているが、最適な浄化対策案としている根拠が不明である。統合化や重み付けを含め、わが国での活用に向けた課題であると考えられる。

## 3.4 木材処理施設の事例（フロリダ州）（C3.4）

### 3.4.1 サイト概要

ゲインズビル（フロリダ州）にあるカボート/コッパース・サイトは、全体で 140 エーカー（約 57 千 m<sup>2</sup>）あり、コッパース社の所有地（90 エーカー）とカボート・カーボン社の所有地（50 エーカー）からなる。このサイトの北側と南側には商業施設とアパートなどの居住地域が接しており、東側は未開発地域が、西側には一戸建て住宅地が接している。ショッピングセンター、自動車のディーラーなどいくつかの店舗や企業は、カボート・カーボン社の所有地内にある。コッパース社の所有地内では、1916～2009 年の間、木材処理施設が稼働しており、カボート・カーボン社の所有地内では、木炭製造設備が稼働していた。EPA では、これら施設の操業によって生じた土壌と地下水の汚染のため、1984 年にこのサイトを NPL (National Priorities List) に登録した。こうした中、EPA、フロリダ環境保全局 (FDEP)、Beazer East 社、カボート・カーボン社、およびサイトの関連諸団体は、これまでにサイトの状況調査を行い、汚染から人々と環境を保護するためにサイトの浄化対策を実施するための様々な検討を実施してきた。調査により、土壌および地下水中の浄化対象物質は、ヒ素、多環式芳香族炭化水素 (PAHs)、ダイオキシン/フランとクレオソート化合物などであることが明らかとなった。EPA と FDEP の指導の下で、Beazer East 社とカボート・カーボン社、およびサイトの関連諸団体は、現地調査と浄化対策の検討を行い、1990 年には EPA は掘削除去や封じ込めなどを含む浄化計画を策定した。

### 3.4.2 浄化対策案と SR 評価

2011 年には、新たに EPA は浄化計画の修正案を策定した。修正案の策定にあたり、①無対策、②揚水処理、③掘削除去、④遮水壁、⑤覆土、⑥原位置固化・不溶化、⑦原位置酸化処理の 7 つの浄化技術について検討が行われている。本事例では、環境的側面、経済的側面、社会的側面に関する評価項目（表-3）について、専用の SR ツールを用いて評価が実施されている。労働者の「健康と安全性」については、高所作業または水辺での作業などサイトの状況や浄化対策特有の危険などを評価している。また、「管理責任 (Stewardship)」では、地域社会、生態系、および地域経済の短期および長期的持続性に対する影響を評価している。持続性の社会的要素としては、例えば地域社会での騒音、夜間照明および交通の影響など生活の質に関わる問題に対して、

ステークホルダーとして積極的に関わっていくことが含まれている。また、地元での雇用や地元での資材調達などは、地域社会における景気刺激策となり、地域経済の持続性向上につながっていくものと考えられる。その他、世界的な気候変動に対して排出ガスの抑制や再生可能エネルギーの使用についても環境影響要素として取り入れるなど、「管理」で取り扱う項目は幅広い内容である。SR 評価の結果を表-4に示した。最終的な浄化技術の選択の際に、SR 評価の結果はEPA Region 4において検討され、選択肢4Bと最も類似していた浄化対策案が実施案として選ばれている。ただし、選択された浄化対策案は、遮水壁、低透過性覆土と酸化剤注入法からなり、当初検討した浄化対策案とは異なるものであった。

表-3 SR 評価項目

| No. | 評価項目       | No. | 評価項目       | No. | 評価項目                   |
|-----|------------|-----|------------|-----|------------------------|
| 1   | エネルギー消費量   | 4   | 土地や生態系への影響 | 7   | 健康と安全に関する検討            |
| 2   | 温室効果ガスの排出量 | 5   | 資材消費量      | 8   | 地域社会への影響の評価            |
| 3   | 水の使用量とその影響 | 6   | 廃棄物発生量     | 9   | その他、浄化対策案における社会的、経済的意味 |

表-4 浄化対策案別のSR 評価結果

| 対策番号 | サイトの浄化対策案  | 想定期間<br>(年)                          | 想定費用<br>(百万ドル) | エネルギー<br>(百万kW/h) | GHG<br>排出量<br>(t-CO <sub>2</sub> e) | 水<br>(百万ガロン) | 対象エリア<br>(エーカー) | 原料/廃棄<br>物発生量<br>(百万ft <sup>3</sup> ) | 健康/安全<br>(10段階) | 管理責任<br>(10段階) |
|------|--|--------------------------------------|----------------|-------------------|-------------------------------------|--------------|-----------------|---------------------------------------|-----------------|----------------|
| 1    | 特定の対策を実施しない  | -                                    | -              | -                 | -                                   | -            | -               | -                                     | -               | -              |
| 2    | 現行の対策を継続<br>・遮水<br>・揚水処理   | >30                                  | 7.31           | 2.05              | 4                                   | 647          | 1               | 87                                    | 4.3             | 2.0            |
| 3A   | 第一帯水層掘削<br>・掘削(25ftまで)<br>・スラーウォール(65ftまで)<br>・覆土  | 5<br>(積極的<br>浄化:3)                   | 66.10          | 3.26              | 1,414                               | 136          | 31              | 124                                   | 2.6             | 1.4            |
| 3B   | 掘削(HG* middle clay unitまで)<br>・掘削(65ftまで)<br>・スラーウォール(65ftまで)<br>・覆土   | 5                                    | 172.55         | 6.41              | 4,038                               | 175          | 49              | 36                                    | 5.5             | 2.7            |
| 4A   | 原位置固化/安定化(ISS/S)<br>(HG* middle clay unitまで)<br>酸化剤注入+微生物処理<br>(Hawthorn上部)<br>・ISS/S(65ftまで)<br>・覆土<br>・浸出水モニタリング | 5                                    | 96.95          | 5.23              | 1,246                               | 133          | 31              | 23                                    | 3.2             | 1.4            |
| 4B   | 原位置固化/安定化(ISS/S)<br>(HG* middle clay unitまで)<br>・ISS/S(25ftまで)<br>・ISCO(65ftまで)<br>・覆土                             | 5<br>(積極的<br>浄化:2)                   | 57.60          | 3.61              | 851                                 | 112          | 31              | 8                                     | 3.0             | 1.3            |
| 5A   | 5A. 垂直流バリア壁<br>・スラーウォール(65ftまで)<br>・覆土<br>・遮水<br>・揚水処理   | 30<br>(スラーウォール<br>と覆土:3)             | 19.30          | 2.28              | 1,554                               | 35           | 39              | 108                                   | 2.0             | 2.7            |
| 5B   | 垂直流バリア壁と<br>酸化剤注入+微生物処理<br>(Hawthorn上部)<br>・スラーウォール(65ftまで)<br>・ISCO(35-65ftまで)<br>・覆土<br>・遮水                      | 30<br>(積極的<br>浄化:3)<br>(遮水:30)       | 36.82          | 2.75              | 1,665                               | 38           | 39              | 109                                   | 2.5             | 2.6            |
| 5C   | 垂直流バリア壁と<br>酸化剤注入+微生物処理<br>(第一帯水層)<br>・スラーウォール(65ftまで)<br>・ISCO(0-25ftまで)<br>・覆土<br>・遮水<br>・揚水処理                   | 30<br>(積極的<br>浄化:3)<br>(揚水処理<br>:30) | 25.20          | 2.38              | 1,577                               | 36           | 39              | 108                                   | 2.0             | 2.6            |
| 5D   | 垂直流バリア壁と<br>原位置での固化/安定化<br>(ISS/S、第一帯水層まで)<br>・スラーウォール(65ftまで)<br>・ISS/S(0-25ftまで)<br>・覆土<br>・遮水<br>・揚水処理          | 30<br>(積極的<br>浄化:3)<br>(揚水処理<br>:30) | 46.42          | 3.61              | 1,926                               | 37           | 39              | 108                                   | 2.0             | 2.7            |

\*HG: the Hawthorn Group, ISS/S: In Situ solidification and stabilization, ISCO: In Situ Chemical Oxidation

### 3.4.3 今後の課題

地域社会、生態系、地域経済の短期および長期的持続性に対する影響が反映される「管理責任 (Stewardship)」については、全ての浄化対策案で低い得点であった。これは、生態系や地域経済に関する評価などを行う上で必要十分な情報が得られなかったためではないかと考えられる。また、本サイトでは SR ツールによって評価した浄化対策案とは異なる案が最終的に採用されており、検討の初期段階では技術や方式の組み合わせ方が必ずしも最適ではなかったと推察される。SR ツールの使用にあたっては、サイトの状況に即して処理条件を適正化していくなど、関係者による十分な検討を繰り返す必要があるということを示している。以上のように、SR 評価にあたっては、浄化対策案について十分に比較しうる適切な評価項目の選定と同時に、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決定していくプロセスが必要であり、わが国での適用に向けた今後の課題であると考えられる。

## 4. まとめ

本報では、米国での SR 適用事例について紹介を行ったが、環境面・社会面・経済面の一部だけを SR の評価過程において考慮している事例や、浄化方法を決定するための根拠が曖昧な事例があり、実際の SR の運用にあたっては個々の汚染サイトの特徴に応じて柔軟に対応していると考えられた。わが国で SR の普及を目指していくためには、SR に基づく大枠の評価項目および評価方法を示し、ステークホルダー間で理解してもらえるような取り組みが必要であろう。

わが国における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、持続的で経済性に優れた措置あるいは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、環境負荷が高くても浄化を達成（基準値以下まで低減）しなくてはならないという現在の社会的慣習を見直し、サイト特性（土地利用状況）に合わせた SR に基づく措置の推進や、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。本 WG では、我が国に適した SR 手法の確立を最終目標として今後も活動していく予定である。

## 5. 参考文献

- 1) 保高徹生・張紅(2013)：重金属汚染土壌の措置手法に対する LIME2 による外部環境影響の統合評価，第 19 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会講演集, pp.94-96.
- 2) 古川靖英・保高徹生・大村啓介・小林剛(2013)：塩素系 VOC 汚染土壌対策におけるサステイナブルアプローチの試適用－ケーススタディ (1)，第 19 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会講演集, pp.256-257.
- 3) 古川靖英・保高徹生・大村啓介・小林剛(2014)：塩素系 VOC 汚染土壌対策におけるサステイナブルアプローチの試適用－ケーススタディ (2)，第 20 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会講演集, pp.628-630.
- 4) Green and Sustainable Remediation: State of the Science and Practice (2011) The Interstate Technology & Regulatory Council, Green and Sustainable Remediation Team (<http://www.itrcweb.org/GuidanceDocuments/GSR-1.pdf>).
- 5) Green and Sustainable Remediation: A Practical Framework (2011) The Interstate Technology & Regulatory Council, Green and Sustainable Remediation Team (<http://www.itrcweb.org/GuidanceDocuments/GSR-2.pdf>).
- 6) Deanna M. Crumbling (2004): Summary of the Triad Approach, U.S. Environmental Protection Agency White Paper (<http://www.triadcentral.org/ref/doc/triadsummary.pdf>).
- 7) U.S. Air Force(2012): SUSTAINABLE REMEDIATION TOOL Version 2.3 User Guide.
- 8) Mohit Bhargava, Russell Sirabian (2013): SiteWise Version 3 User Guide.