

# 廃棄物の適正処理及びリサイクルに関する研究 総合報告書

廃棄物による環境汚染のオンサイト修復技術に関する研究（平成9～11年度）

総合・総括報告書（平成11年度）

平成12年3月

財団法人 廃棄物研究財団

# 廃棄物の適正処理及びリサイクルに関する研究 総合報告書

廃棄物による環境汚染のオンサイト修復技術に関する研究（平成9～11年度）

総合・総括報告書（平成11年度）

平成12年3月

財団法人 廃棄物研究財団

## はじめに

近年、廃棄物の不法投棄・不適正保管等により土壌、地下水等の環境汚染をまねく恐れが生じ、それらの原状回復の重要性が強まっている状況にある。

原状回復に対して、実際の現場では、一般に汚染範囲の特定等を含む汚染状況の把握が困難な場合が多いことに加え、地形・地質・地下水の流向流速・土地利用等の条件が極めて複雑であるとともに、対策に急を要するため、汚染物質を「現場封じ込め」により場内にとどめているケースも多い現状にある。

不法投棄現場を含む周辺環境の長期的な安全性の確保等を考慮するにあたり、早期に汚染診断修復システムを確立させ、その中の調査技術の充実、原状回復技術のオンサイトでの適用性を検討する必要がある。

また、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律の一部を改正する法律」(平成9年法第85号、平成9年6月)の法改正に先立ち、平成8年9月に設置された生活環境審議会廃棄物処理部会廃棄物処理基準等専門委員会において、最終処分場の廃止基準に関して、廃棄物処理施設としての通常の維持管理を続けなくても、そのままであれば生活環境の保全上の問題が生じるおそれなくなっていることを判断するものとして設定すべきであるとされたが、遮断型最終処分場に係る具体的な基準は、個別の事例に即して引き続き検討すべきであるとされた。

以上の状況を踏まえて、財団法人廃棄物研究財団では、厚生科学研究補助金を受けて、「廃棄物による環境汚染のオンサイト修復技術に関する研究」及び「遮断型最終処分場埋立物無害化方策検討調査」を実施した。

「廃棄物による環境汚染のオンサイト修復技術に関する研究」では汚染診断修復システムの開発を行い、実際の汚染現場において、そのシステムを適用させ、課題、問題点の解消を図り、システムの構築を検討した。

「遮断型最終処分場埋立物無害化方策検討調査」では遮断型最終処分場に関する埋立物の無害化、構造物の強化方策、処分場の適切な保管等の管理方法について検討した。

本研究の成果が関係各位に活用され、廃棄物の不法投棄の低減と最終処分場における有害物質の除去対策、適正管理が一層進展することを願うものである。

ここに、本研究をご指導いただいた花嶋委員長はじめ、参画された各委員並びに貴重なご意見・ご助言をいただいた関係各位に厚くお礼申し上げる次第である。

平成12年3月

財団法人 廃棄物研究財団  
理事長 山村 勝美

# 第 1 編

廃棄物による環境汚染のオンサイト修復技術に関する研究

総合報告書

# 総目次

## 第1編 廃棄物による環境汚染のオンサイト修復技術に関する研究 総合報告書

委員会名簿

研究の要約

Abstract

第1節 研究の目的及び内容	1
第2節 平成9年度研究結果	2
第3節 平成10年度研究結果	3

### 廃棄物による環境汚染のオンサイト修復技術に関する研究 総括報告書(平成11年度)

第4節 平成11年度研究結果	7
----------------	---

## 第2編 廃棄物による環境汚染のオンサイト修復技術に関する研究

### 遮断型最終処分場埋立物無害化方策検討調査 総合報告書

検討調査委員名簿

研究の要約

Abstract

第1節 調査の目的及び背景	161
第2節 平成9年及び10年度調査結果	163

### 廃棄物による環境汚染のオンサイト修復技術に関する研究

#### 遮断型最終処分場埋立物無害化方策調査 総括報告書(平成11年度)

第3節 平成11年度調査結果	165
----------------	-----

# 第 1 編 目 次

第1節 研究の目的及び背景.....	1
第1章 目的.....	1
第2章 背景.....	1
第2節 平成9年度研究結果.....	2
第3節 平成10年度研究結果.....	3
第4節 平成11年度研究結果.....	7
第1章 研究概要.....	7
第2章 研究内容.....	8
第3章 室内実験及びシミュレーションのための基礎的研究.....	10
3.1 汚染実態把握調査.....	10
3.1.1 調査概要.....	10
3.1.2 調査結果.....	16
3.2 シミュレーション構築のための基礎的研究.....	37
3.2.1 調査概要.....	37
3.2.2 調査結果.....	37
3.2.3 調査結果の考察.....	42
3.3 今後の調査の在り方の検討.....	45
3.3.1 調査代替案.....	45
3.3.2 運用上の課題.....	61
第4章 オンサイト修復技術の研究(K市事例).....	63
4.1 汚染修復対策におけるオンサイト修復技術の位置付け.....	63
4.2 土壌・地下水汚染対策におけるオンサイト修復技術の役割と効果.....	64
4.3 修復プロセスの手順.....	64
4.4 オンサイト修復技術の概要.....	66
4.4.1 生物化学的手法の概要.....	66
4.4.2 熱化学的手法の概要.....	67
4.4.3 物理化学的手法の概要.....	68
4.4.4 化学的手法の概要.....	69

4.5 オンサイト修復技術の研究(K市の場合の提案)	70
4.5.1 オンサイト修復技術に関する研究	70
4.5.2 遮水工法に関する検討	89
4.6 オンサイト修復技術の提案と選択のための課題	92
4.6.1 オンサイト修復技術の提案のために必要な調査の検討	92
4.6.2 オンサイト修復技術選択のプロセス化に関する課題	98
4.6.3 環境汚染の評価に関する検討	101
第5章 シミュレーション検討事例	104
5.1 汚染修復対策における数値シミュレーションの位置づけ	104
5.2 数値シミュレーションの手順	106
5.3 シミュレーションを行うための調査データに関する考察	107
5.4 既往の研究と問題点の整理	111
5.5 K市不法投棄現場における解析	111
5.5.1 K市不法投棄現場の汚染状況	111
5.5.2 地質構造及び廃棄物層の推定	113
5.5.3 汚染源近傍の地下水流れ場の推定	115
5.5.4 広域的な地下水流れ場の推定	121
5.5.5 汚染源近傍における汚染拡散の現状把握と将来予測	127
5.5.6 代替案の提案と今後の調査の課題	140
5.6 まとめ	141
5.6.1 数値シミュレーションの役割と効果	141
5.6.2 今後の課題	141
第6章 汚染診断修復システム	144
6.1 システムの特徴	144
6.2 本システムの概要	149
6.2.1 既存調査	149
6.2.2 現地踏査	149
6.2.3 対策①	150
6.2.4 現地調査(簡易調査)	150
6.2.5 対策②	151
6.2.6 現地調査(詳細調査)	151
6.2.7 リスク評価	152
6.2.8 修復のための諸元確認調査	152
6.2.9 モニタリング	152

6.3 修復方法の選定 .....	153
6.4 モニタリング技術 .....	155
6.4.1 浄化対策期間中の影響評価 .....	155
6.4.2 浄化対策効果の確認 .....	155
第7章 開発すべきシステムと今後の課題 .....	157
7.1 第1ステージ 汚染の発見 .....	157
7.2 第2ステージ 初期診断と緊急対策 .....	158
7.3 第3ステージ 汚染リスク診断と応急対策 .....	158
7.4 第4ステージ 修復設計と恒久対策 .....	159
7.5 第5ステージ 修復工事と工事監理 .....	159
7.6 第6ステージ 修復完了判定と事後モニタリング .....	160



## 廃棄物による環境汚染のオンサイト修復技術に関する研究 委員会 名簿

(五十音順) 平成12年3月現在

委員長	花嶋 正孝	福岡大学大学院 工学研究科長 教授
委員	加藤 秀平	(財)産業廃棄物処理事業振興財団 常務理事
	片谷 教孝	山梨大学 工学部循環システム工学科 助教授
	田中 信寿	北海道大学大学院 工学研究科 教授
	古市 徹	北海道大学大学院 工学研究科 教授
	松藤 康司	福岡大学 工学部土木工学科 教授
	村山 武彦	福島大学 行政社会学部 助教授
協力委員	高梨 正夫	浅野工事株式会社 環境技術部環境技術研究所
	大倉 孝雄	アタカ工業株式会社 技術研究所
	宮村 彰	株式会社荏原製作所 環境クリニックセンター 環境修復部
	上岡 晋	川崎重工業株式会社 環境装置第一事業部 開発部
	寺尾 康	株式会社クボタ 環境研究部
	美坂 康有	栗田工業株式会社 顧問
	渡辺 隆司	株式会社栗本鐵工所 環境プロジェクト本部
	江崎 達也	住友重機械工業株式会社 プラント環境事業本部 企画室開発部
	伊藤 久明	月島機械株式会社 環境エンジニアリング部
	佐藤 信和	日立造船株式会社 新環境事業部産業廃棄物処理システム部
オブザーバー	吉田 勝博	三重県環境部 廃棄物対策課 副参事
	橋本 修一	三重県環境部 廃棄物対策課 産業廃棄物監視指導グループ 主幹
事務局	八木 美雄	財団法人 廃棄物研究財団 技監
	諸頭 達夫	財団法人 廃棄物研究財団 企画部長
	平川 猛	財団法人 廃棄物研究財団 主任研究員
	笹井 裕	東和科学株式会社 東京支店
	桑本 潔	同 上 技術部
	野田 伸太郎	同 上 技術部

## 研究の要約

平成4年度から平成8年度に実施した「汚染修復技術の開発研究」の調査研究結果を踏まえ、平成11年度に汚染状況調査手法、リスク評価方法、修復方法の選定、修復の実施、措置後のモニタリング手法等からなる汚染診断修復システムを作成した。

システムの構築に関しては、実際の汚染現場において、汚染状況調査手法の適用、土壌・地下水汚染シミュレーションの構築、室内浄化実験の実施を行い、調査手法の進め方の適用性、課題等の研究を行うと共に、シミュレーションの役割と効果に関する研究及び修復計画に関する研究を行い、汚染診断修復システムに反映させた。

調査段階に関しては、調査の適用により、汚染形態の把握を行い、汚染対策が緊急を要するレベルにあることを示した。また、範囲の特定化に関し地中レーダー法を適用し、有害物の広がり性を示した。調査の実施にあたっては、敷地境界を越えて汚染が拡散する場合、どの範囲まで拡散しているか、排出原者以外の土地において調査を行う必要がある。外部地権者の調査同意の取得が困難で、調査が迅速に進展しない場合があり、有害物の汚染形態を的確に把握するためには広域的な調査連絡体制の確立が必要と考える。また、現地の状況を把握する調査事項(手法、項目、方法)と、室内試験のための必要となる条件、シミュレーションの構築に必要な条件が異なることに起因する数度にわたる調査の実施を防止し、各目的に対する効率的、総合的調査フローを立案する必要がある。

汚染の修復方法に関しては、廃棄物層内水質浄化に対し活性汚泥処理を用いた水処理法を、周辺汚染土壌浄化に対し間接加熱処理法をそれぞれ適用し、浄化性能、処理条件、処理効率等基礎データについて研究を行った。その結果、各方法が汚染の浄化に対し有効な手法であることが示された。

シミュレーションに関しては、土壌・地下水汚染修復対策の検討として、汚染の現状把握、将来予測、そして修復効果の比較を実際の汚染現場を対象にモデルを構築し、シミュレーションの効果を示すことができた。今後、遮水壁と揚水井戸を具体的に設計するための(設計段階)揚水試験等の条件を調査により決定する必要がある。また、汚染源の浄化、周辺環境の浄化も視野にいれた調査を行い、また数値シミュレーションを行うことによって跡地利用まで考慮した恒久対策を検討する必要がある。

平成9年度は「汚染診断修復システム(案)」の検討を行い、平成10年度、平成11年度とK市の安定型処分場に管理型廃棄物及び廃油等が不法投棄された現場を対象に検討してきたが、今後、本研究事例は本格的な対策が施され、環境保全が図られるものと期待される。

しかし、近年は新たな不法投棄が急増しており、新しいタイプの事例も多く発生していると考えられ、できるだけ多くの事例タイプを検証し、それぞれに対応できるシステムが開発されることが望まれる。

## ABSTRACT

The Contamination Diagnosis and Remediation System was developed based on research results of "Development Research of Contamination Remediation Technology" conducted from 1992 to 1996. It consisting of the following methods: Contamination Status Investigation, Risk Assessment, Selection of Remediation Method, and Monitoring method after Treatment.

The system consists of tests on application of method of contamination status investigation, development of soil/groundwater contamination simulation, laboratory-scale remediation tests for sites actually contaminated were undertaken, along with tests on applicability of the procedures for investigation methods and research on problem areas. Research on the role and the effectiveness of the simulation, as well as the remediation plan were also conducted, and they all reflect in the Contamination Diagnosis Remediation System.

The nature of the contamination was accessed at the investigation stage. The extent of the spread of the toxic substances was also investigated using ground-penetrating radar. The conclusion was that the contamination level was at a point that needs immediate countermeasures. For the execution of the research it is important to examine similar soils outside the contaminated area in case the contamination extend beyond the property. There are instances where permission to conduct research on properties surrounding the contaminated site can not be obtained, thus impeding speedy investigation. For this reason, to obtain an accurate status of the toxic substances, setting up wide-area communication system is vital. Furthermore, for each objective, an efficient investigative procedure must be drawn out to avoid repetitive investigations resulting from overlapping conditions such as investigation for current status (procedures, articles, methods), conditions needed for laboratory tests, and for the simulation.

Two clean-up methods were used. Activated sludge method was used for cleaning-up the contaminated water in the waste layers. Indirect combustion treatment method was used to the clean up the surrounding contaminated soil. Basic data on clean-up performance, treatment conditions, and treatment efficiency for the two methods were collected. The results showed that both methods were effective for the two types of contamination.

To examine countermeasures for soil/groundwater contamination remediation, mathematical models were constructed using actual contaminated sites to investigate current status of the contamination, future prospects, and effectiveness of remediation. The effectiveness of the simulation was verified. In the future, the criteria for water pumping tests, necessary for designing water barriers and suction wells must be decided upon. Investigation focused on the cleaning up the contamination source and surrounding environment must also be conducted. Permanent measures that will allow the reuse of remediated land must be examined using quantitative simulation.

In 1997, "Contamination Diagnosis Remediation System (Proposed)" was examined, along with the least controlled disposal site at "K City", where illegal dumping of controlled waste and waste oil took place during 1998 and 1999. In the future, it is hoped that countermeasures for the examples sited by this research foundation will be applied to the environmental protection.

In recent years, new types of illegal dumping are on the rise. It is desirable that as many examples as possible be examined, so that systems that can deal with such incidents can be developed.

March 31, 20

Japan Waste Research Foundation

## 第1節 研究の目的及び背景

### 第1章 目的

最近、不法投棄等による廃棄物に起因する土壌・地下水汚染が顕在化してきており、緊急な対策が求められている。本研究においては、諸外国の汚染対策制度を参考に国内の汚染対策制度及びそれに係るシステムの問題点を明確にした上で、対策の緊急度の判断から修復方法の提案に至るプロセスのマニュアル化(標準化)を目指して、「汚染診断修復システム」の開発・構築を行うことを目的とした。

### 第2章 背景

我が国においては、経済規模の拡大とともに、産業構造の変化、技術革新の進展等を背景として、廃棄物の排出量が著しく増大するとともに、その種類も多様化しているが、一方、廃棄物の不法投棄等の不適正な処理が後を絶たず、大きな社会問題となっている。

また、安定型処分場への安定型廃棄物以外の廃棄物の持ち込みや、不適正大量保管による周辺環境の汚染、管理型処分場での地下水汚染騒動等から住民の不信増大をまねき、建設反対運動の高まりや地方自治体における規制の強化(県外搬入禁止、地元同意義務付け等)となり、ひいては最終処分場の立地難、逼迫へとつながる悪循環が生じている。

最終処分場の逼迫は、健全な産業活動の維持や生活環境の保全上重大な支障が生じかねない深刻な状況となっており、「悪循環」を断ち切る総合的な対策の実施により廃棄物処理に対する信頼の回復を図るべく、平成9年度に廃棄物処理法が改正がされた。

改正内容の要点は以下のとおりである。

1. 廃棄物の減量化, リサイクルの推進
2. 廃棄物処理に関する信頼性と安全性の向上
3. 不法投棄対策の強化
4. 原状回復措置

このうち、不法投棄対策の強化については、罰則の強化(例 措置命令違反 300 万円→1,000 万円等)・マニフェスト制度の拡充及び電子情報化・監視取締りの徹底及び広域化・排出事業者の責任強化・積替保管の見直しが図られている。

また、原状回復措置については、措置命令手続きの簡素化、迅速化・支障の除去等の措置の実施の円滑化、迅速化(産業廃棄物適正処理推進センターの指定)が図られている。

また、平成8年5月に改正された水質汚濁防止法(平成9年4月施行)では、都道府県知事が汚染原因者を究明の上、汚染原因者に対して浄化措置命令を下せることになり、法的にも汚染の未然防止から積極的な汚染修復へと新たな一步を踏み出しているところである。

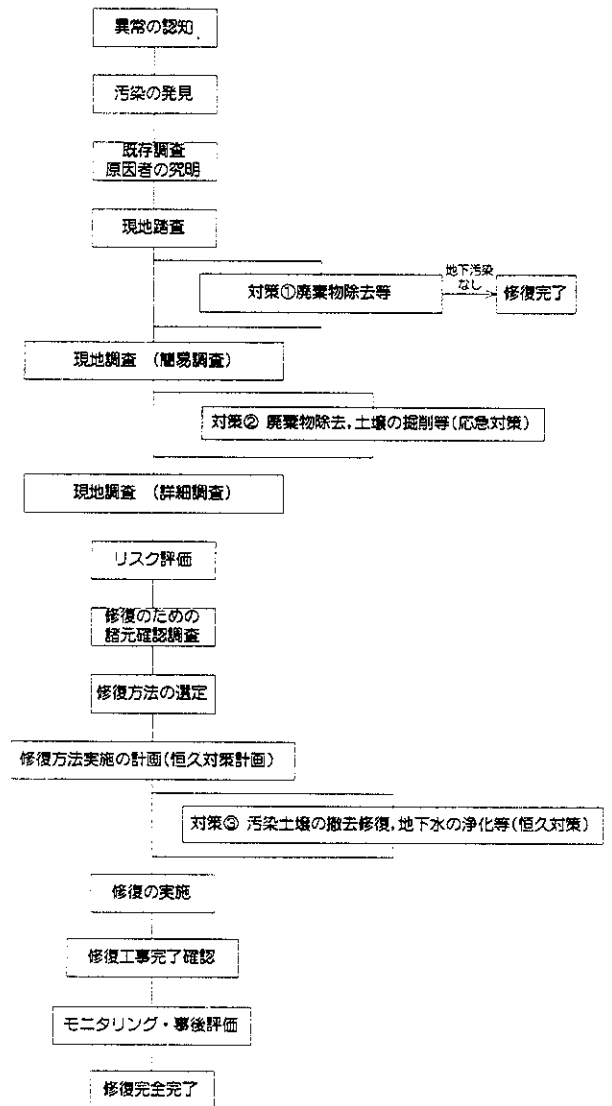
## 第2節 平成9年度研究結果

平成4年度から平成8年度に実施した「汚染修復技術の開発研究」の調査研究結果を踏まえ、汚染状況調査手法、リスク評価方法、修復方法の選定、修復の実施、措置後のモニタリング手法等からなる汚染診断修復システムを作成した。

汚染状況調査手法については、「汚染修復技術の開発研究」の調査研究結果より、既存資料による調査、現地踏査による調査、現地調査(簡易・詳細)による現状把握事項及び方法とともに、その調査ステップで確認された汚染状況により対策事項を提言するシステムとした。

リスク評価については、汚染物質の毒性、地域拡散・移動性及び暴露・摂取経路を解析し、人の健康への影響性についてのリスク評価を行うシステムとした。修復方法の選定については、現在、日本及び諸外国で開発及び実証されている汚染修復技術のメニューと地域特性、効果性、経済性を考慮した技術立案をシステム化した。

また、措置後のモニタリング手法については、原状回復修復技術対象地内及びその周辺環境への影響と修復効果を確認するために、気圏、水圏、地圏等を対象に汚染物質のモニタリングとそのステップにおける適切な対策をシステム中に統合した。



汚染診断修復システムの流れ

### 第3節 平成10年度研究結果

平成9年度に策定した『汚染診断修復システム(案)』を踏まえ、汚染診断修復計画の検証、数値シミュレーションについて研究を行い、汚染診断修復システムの確立を図ることを目的とした。

また、本研究に関連する事項として、原位置での原状回復を図る必要性がある不適正最終処分場の改善方策について検討を行った。

汚染診断修復計画の検証の実施については、K市における廃棄物不法投棄現場を対象に汚染診断修復計画の手順を適用させ、汚染部位、汚染物質、汚染の拡散状況について現状を把握する調査手法の研究を実施し、得られた現場データ加工に際し、分かり易い効果的な結果図の作成手法について検討した。

また、土壌・地下水汚染診断システムにおけるシミュレーションについては、実汚染現場を対象として、数値シミュレーションの適用手順を示すと共に、I市汚染現場を対象に、実際に地下水汚染拡散防止対策を行うための修復技術選択を数値シミュレーションを用いて理論づけした。

さらに、不適正最終処分場の改善方策の検討では、対策手順の方針を確立させ、対応する技術についての諸条件の設計、遮水工法の適応性の検討、浸出液処理施設の設計、周辺環境対策事項等について整理し、改善方策の手引書となるべく技術資料の作成を行った。

以下に各研究結果の概要を示す。

#### 1. 汚染診断修復計画の検証等

K市における調査事項としては汚染有害物が有機塩素系化合物であると考えられたため、まず、表土汚染調査より実施した。手法の選定については、広域で効果的な結果が得られると考えられたパッシブガスチューブ埋込法を採用・適用した。本手法では埋込・回収作業量として1チーム(2人)で約50箇所程度が実施可能であり、ガス濃度の同時濃度検討において有効と考えられた。廃棄物の特性から各種の有機塩素化合物が検出され、データ整理における地点間補正法は自然近傍法を採用し、得られた地点データより物質毎にコンター化の作業を行い、有害物質の分布状況と濃度状況の把握をした。

有害物による環境汚染現場は周辺の環境条件、有害物の量・質等により同一のものがなく、効果的な調査技術、修復技術としての技術選択を行い、代替案を構築する必要がある。

#### 2. 土壌・地下水汚染診断システムにおけるシミュレーション

I市における数値シミュレーションの実施により、現況の地下水の移動状況を数値化し、効果的な対策技術として、四ヶ所配置した揚水井戸が適切であることが分かった。さらに遮水壁の工法、及び水処理方式に関して技術選択を行い、代替案を構築する必要がある。また、今後の調査の課題として、1)山側の地下水流量、地下水位を測定し境界条件を明確にすること、2)敷地外へ汚染が拡散していないか確認する。拡散している場合には、揚水処理によって汚

染を低減させてから、遮水壁を施工するなどの対策を行う必要がある、3)ドラム缶撤去後の地下水調査を行い、地下水汚染状況を明確にすることが挙げられた。

### 3. 不適正最終処分場の改善方策の検討

一般廃棄物最終処分場の適正化については、基本的に以下の手順で考えておく必要があると結論づけた。

(1)「共同命令」あるいは「処分基準」に適合しない最終処分場については、可及的速やかに改善対策を講じる必要がある。

(2)厚生省通知「一般廃棄物最終処分場の適正化について」生衛発 355 号(平成 10 年3月5日)、「一般廃棄物最終処分場の適正化に関する留意事項について」衛環第8号(同日付)及び「一般廃棄物最終処分場の適正化調査の報告について」衛環第 51 号(平成 10 年6月 12 日)により、周辺地下水及び排水等の調査の実施と報告を指導したところである。

同調査により、汚染が見られた処分場及び汚染の恐れのある処分場については、可及的速やかに共同命令等に整合するよう改善するか、適正に閉鎖する等の措置を講じなければならない。

汚染が見られない処分場にあっても、地下水の汚染の恐れのあるもの(衛環第8号)が処分されている場合は、改善措置を講じて、埋立終了とすることが必要である。また、埋立終了に当っては、浸出液や発生ガス等の状態により埋立物の安定化状況を十分に確認の上、廃止までの維持管理計画を立案する等、将来にわたり周辺環境へ悪影響の恐れがないよう措置を講じる等の手続きが必要である。

廃止の基準については、「一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命令の運用に伴う留意事項について」(平成 10 年7月 16 日環水企第 301 号・衛環第 63 号)を踏まえて判定することが必要である。

(3)前述の厚生省通知に基づく周辺地下水及び排水等の調査の結果において、汚染もしくは汚染の恐れが見られた処分場については、速やかに保全対策措置を行なう必要があるが、その手順は以下のように考えられる。

#### 1)緊急対策の実施

地下水・地表水の使用実態と汚染状況について、必要に応じてさらに詳細な調査を行ない、その結果によっては、取水停止や飲用禁止等の処置を行う。

さらに必要に応じて、緊急対策として、シートカバー等による雨水浸透の防止、湧水の流路変更等の対策を講じることも有効である。

## 2)地下水汚染範囲調査

地下水の汚染範囲確認調査は、まず、地下水の流向を考えた上で、流下方向の敷地境界の複数点で行うとともに、汚染の広がりが見られる場合は、敷地外についても、汚染の有無と広がりを把握するために指標となる項目(pH, 電気伝導度, 塩素イオン, 過マンガン酸カリウム消費量等)を用いて地下水の調査を行うことが必要である。

また、処分場の影響がないと考えられる地点の地下水質も比較対照地点として調査するとともに、他の汚染源の可能性についても調査しておく必要がある。汚染の広がりが認められる時は地下水汚染対策が必要となる。

## 3)汚染対策方針の立案

汚染のレベル, 埋立の規模等に応じて大きく2通りの選択肢があり、さらに、状況に応じては廃棄物の撤去も考えられる。まず、厚生省通知に基づく調査等の結果及びそれぞれの処分場の状況に応じて、遮水工・浸出液処理施設・ガス抜施設・雨水集排水施設等共同命令に整合した施設として、延命もしくは閉鎖の方針を検討する。閉鎖を行うに当っては、汚染の実態・規模の大小・地質条件等によっては、全量撤去もありうる。この場合、他の管理型処分場に移設する方法と灰溶融等により、無害化, 資源化する方法等が考えられる。いずれにしても、撤去作業を進めるに当っては、撤去中の環境保全対策が必要である。

## 4)対策計画のための調査

対策計画を立案するためには以下のような詳細調査が必要となる。

### A)遮水工設計計画のための調査

- ・遮水層としての地層確認ボーリング調査
- ・遮水工配置計画のための地下水流向調査

### B)浸出液処理計画のための調査

- ・埋立ごみ組成の資料収集及び解析
- ・埋立物現場掘削調査(この場合、汚水や悪臭の発生及び引火爆発等に注意する必要がある。)
- ・雨水・水文調査及び解析
- ・浸出液水質・水量調査及び解析

### C)地下水汚染対策のための調査

- ・汚染拡散範囲の詳細確認調査(水理地質構造に基づく立体的分布の把握)
- ・地下水の拡散の予測及び修復のための地下水流諸元調査



#### 5)対策計画の策定

対策計画では以下のような事項について検討を行ない、設計根拠や必要性を明らかにしておく必要がある。

A)遮水工の選定及び対策工法の検討

B)水量制御計画及び浸出液処理施設設計・発注仕様書の作成

C)地下水汚染対策工事設計

D)工事中及び工事後のモニタリング計画の立案

E)安定化するまで(廃止まで)のモニタリング調査と新たな汚染が生じた場合の対応方法の検討

廃棄物による環境汚染のオンサイト修復技術に関する研究

総括報告書（平成 11 年度）

## 第4節 平成11年度研究結果

### 第1章 研究概要

平成4年度から平成8年度に実施した「汚染修復技術の開発研究」の調査研究結果を踏まえ、平成9年度には、汚染状況調査手法、リスク評価方法、修復方法の選定、修復の実施、措置後のモニタリング手法等からなる汚染診断修復システムを作成した。

平成10年度には、汚染診断修復システムのうち、汚染状況調査手法を運用し、調査手法の流れの適用性、課題等の研究を行うと共に土壌・地下水汚染に関するシミュレーションをモデル化し、シミュレーションの役割と効果に関する研究を実施した。

さらに、平成11年度には、廃棄物による土壌・地下水汚染現場を対象に、室内試験及び現地テスト等を行い、汚染診断修復システムのうち修復計画に関する研究を行い、3ヶ年における研究を踏まえ、汚染診断修復システムを作成した。

汚染状況調査手法については、「汚染修復技術の開発研究」の調査研究結果より、既存資料による調査、現地踏査による調査、現地調査(簡易・詳細)による現状把握事項及び方法とともに、その調査ステップで確認された汚染状況により対策事項を提言するシステムとした。

システムの構築に関しては、実際の汚染現場において、汚染状況調査手法の適用、土壌・地下水汚染シミュレーションの構築、室内浄化実験の実施を行い、調査手法の進め方の適用性、課題等の研究を行うと共にし、シミュレーションの役割と効果に関する研究及び修復計画に関する研究を行い、汚染診断修復システムに反映させた。

システム構築にあたり、調査段階に関しては、調査の適用により、汚染形態の把握を行い、汚染対策が緊急を要するレベルにあることを示した。また、範囲の特定化に関し地中レーダー法を適用し、有害物の広がりを示した。調査の実施にあたっては、敷地境界を越えて汚染が拡散する場合、どの範囲まで拡散しているか、排出原者以外の土地において調査を行う必要がある。外部地権者の調査同意の取得が困難で、調査が迅速に進展しない場合があり、有害物の汚染形態を的確に把握するためには広域的な調査連絡体制の確立が必要と考える。また、現地の状況を把握する調査事項(手法、項目、方法)と、実証試験のための必要となる条件、シミュレーションの構築に必要な条件が異なることに起因する数度にわたる調査の実施を防止し、各目的に対する効率的、総合的調査フローを立案する必要がある。

汚染の修復方法に関しては、廃棄物層内水質浄化に対し活性汚泥処理を用いた水処理法を、周辺汚染土壌浄化に対し間接加熱処理法をそれぞれ適用し、浄化性能、処理条件、処理効率等基礎データについて研究を行った。その結果、各方法が汚染の浄化に対し有効な手法であることが示された。

シミュレーションに関しては、土壌・地下水汚染修復対策の検討として、汚染の現状把握、将来予測、そして修復効果の比較を実際の汚染現場を対象にモデルを構築し、シミュレーションの効果を示すことができた。今後、遮水壁と揚水井戸を具体的に設計するための(設計段階)揚水試験等の条件を調査により決定する必要がある。また、汚染源の浄化、周辺環境の

浄化も視野にいれた調査を行い、また数値シミュレーションを行うことによって跡地利用まで考慮した恒久対策を検討する必要がある。

平成 9 年度は「汚染診断修復システム(案)」の検討を行い、平成 10 年度、平成 11 年度と K 市の安定型処分場に管理型廃棄物及び廃油等が不法投棄された現場を対象に検討してきたが、今後、本研究事例は本格的な対策が施され、環境保全が図られるものと期待される。

しかし、近年は新たな不法投棄が急増しており、新しいタイプの事例も多く発生していると考えられ、できるだけ多くの事例タイプを検証し、それぞれに対応できるシステムが開発されることが必要と考えられる。

## 第2章 研究内容

本研究においては、諸外国の汚染対策制度を参考に国内の汚染対策制度及びそれに係るシステムの問題点を明確にした上で、対策の緊急度の判断から修復方法の提案に至るプロセスのマニュアル化(標準化)を目指して、「汚染診断修復システム」の開発・構築を行うことを目的とし、平成 10 年度に引き続き K 市の廃棄物による汚染現場を対象に汚染診断修復システム(案)を運用し、調査手法の進め方の適用性、課題等の研究を行うと共にし、シミュレーションの役割と効果に関する研究及び修復計画に関する研究を行い、汚染診断修復システムに反映させることとした。

また、汚染の修復方法に関し、浄化性能、処理条件、処理効率等基礎データについて研究を行い、汚染浄化に対する有効性、効果性を検討した。

以下に平成 11 年度の研究内容を示した。

### ①調査プロセスに関する研究

- ・ 汚染実態把握調査(不法投棄地内の廃棄物・地下水・発生ガスの状況、周辺環境の地下水・土壌の状況)
- ・ シミュレーション構築のための基礎的研究(不法投棄地及び周辺環境における地下水位の把握)
- ・ 今後の調査の在り方の検討
- ・ 調査代替案の検討・実施(レーダー探査法による汚染範囲把握手法の検討)
- ・ 調査技術運用上の課題の検討

### ②修復プロセスに関する研究

- ・ オンサイト修復技術の位置付け、役割・効果の検討
- ・ 修復プロセスの手順の検討
- ・ オンサイト修復技術試験(地下水促進酸化無害化技術、間接加熱キルン方式による土壌浄化技術、既往の熱化学的手法を用いた対策費用の整理)
- ・ 遮水工法に関する検討
- ・ オンサイト修復技術の提案と選択のための課題の検討