

豊洲新市場予定地の  
土壌汚染対策工事に関する技術会議  
報告書（その２）

（案）

平成 22 年 8 月

豊洲新市場予定地の土壌汚染対策工事に関する技術会議

# 目 次

1	はじめに.....	1
	(1) 検討体制.....	1
	(2) 検討状況.....	2
2	実験について.....	3
	(1) 実験の目的.....	3
	(2) 実験の概要.....	3
	(3) 実験地点.....	3
	(4) 実験及び評価・検証の経過.....	4
	(5) 実験データ.....	5
	初期値.....	5
	実験結果.....	6
	(6) 各処理方法の結果・評価.....	7
	掘削微生物処理実験.....	7
	原位置微生物処理・洗浄処理実験.....	7
	洗浄処理実験.....	8
	中温加熱処理実験.....	9
	中温加熱処理・洗浄処理実験.....	10
	地下水浄化処理実験.....	11
	(7) 技術会議としての評価のまとめ.....	12
	(8) 技術会議からの提言.....	12
	微生物処理による前処理土壌量の削減.....	12
	掘削微生物処理の対象汚染土壌の見直し.....	13
	地下水のみ汚染された地点における工法の見直し.....	13
3	盛土について.....	14
	(1) 都からの報告.....	14
	土壌汚染調査の概要.....	14
	土壌汚染調査の結果.....	15
	対策.....	16
	盛土として搬入された土壌.....	16
	(2) 技術会議における検討・提言.....	17
	盛土の汚染.....	17
	盛土の安全対策.....	17
4	おわりに.....	18
	< 参考資料 >.....	19

# 1 はじめに

「豊洲新市場予定地の土壌汚染対策工事に関する技術会議（以下、「技術会議」という。）」は、東京都が実施した「豊洲新市場予定地における汚染物質処理に関する実験（以下、「実験」という。）」の内容及び結果について、評価・検証を行い、処理技術の有効性を確認し、これらの評価・検証の結果等及び盛土の対策について、報告書を取りまとめた。

## (1) 検討体制

技術会議は、原島文雄首都大学東京学長を座長に、環境、土木、システムエンジニアリング、プロジェクトマネジメントの分野の学識経験者（以下、「委員」という。）7名（下表参照）をもって平成20年8月に組織された。

印は座長、 は座長代理

委員氏名	専門分野	役職名
はらしま ふみお 原島 文雄	システム エンジニアリング	首都大学東京 学長
やぎ おさみ 矢木 修身	環 境	日本大学大学院 総合科学研究所 教授
はせがわ たけし 長谷川 猛	環 境	財団法人東京都環境整備公社 東京都環境科学研究所 所長（～H22.7.15）
やすだ すずむ 安田 進	土 木	東京電機大学 理工学部 教授
こはし ひでとし 小橋 秀俊	土 木	独立行政法人土木研究所 つくば中央研究所 技術推進本部 主席研究員
かわた せいいち 川田 誠一	システム エンジニアリング	産業技術大学院大学 産業技術研究科長 教授
ねもと ゆうじ 根本 祐二	プロジェクト マネジメント	東洋大学大学院 経済学研究科 公民連携専攻 教授

（敬称略）

## (2) 検討状況

### 開催日及び検討内容

ア 第13回会議（平成22年7月22日開催）

- (ア) 実験の概要及び結果・考察について、都から説明を受けた。
- (イ) 実験の評価・検証を行い、処理技術の有効性を確認した。また、実験から得られた知見についてとりまとめを行った。
- (ウ) 盛土の状況について都から説明を受け、検討を行った。

イ 第14回会議（平成22年8月2日開催）

- (ア) 技術会議報告書（その2）（案）について内容を確認し、技術会議報告書（その2）を決定した。
- (イ) 寄せられた質問等について、都からの報告を受けた。

なお、第1回～第12回については、技術会議報告書（平成21年2月）（以下、「前回報告書」という。）を参照のこと。

### 会議の運営方法

第13回及び第14回については、会議を公開とした。

なお、第1回～第12回については、提案事業者の知的財産に対する配慮が必要なこと等から非公開としたが、前回報告書公表後に会議録を公表した。

## 2 実験について

### (1) 実験の目的

技術会議が定めた技術・工法について、現地の汚染や土質状況に即して適用し実験することにより、確実に無害化が可能であることをデータで確認することを目的として、平成22年1月下旬～7月上旬に実施した。

### (2) 実験の概要

豊洲新市場予定地に存在するすべての汚染土壌、地下水が処理方法の対象となるよう、汚染物質の種類等から、以下の6つの処理方法により実施した。

汚染物質の種類等		処理方法		
土 壌	ベンゼン	微生物 処理	掘削微生物 処理	汚染土壌を掘削し、予定地内に畝を作り、空気、栄養塩を投与し、微生物により、分解処理
	ベンゼン、重金属等、 シアン化合物の複合汚染		原位置微生物 処理・洗浄 処理	現地で、微生物によりベンゼンを環境基準値の10倍程度(10~20倍)にまで低下させ、その後汚染土壌を掘削し、場外の洗浄処理施設で処理
	低濃度ベンゼン、シアン化合物 重金属等を含む複合汚染	洗浄処理		汚染土壌を掘削し、場外の洗浄処理施設で処理
	油膜が見 られる汚 染土壌	ベンゼン	中温加熱処理	
重金属等、シアン 化合物		中温加熱処理 ・洗浄処理		汚染土壌を掘削し、場外の中温加熱処理施設で処理後、場外の洗浄処理施設で処理
地 下 水	ベンゼン、シアン化合物、重 金属等を含む汚染地下水	地下水浄化処理		揚水及び復水により、現地の地下水を浄化 揚水した汚染地下水は、現地に設置した地下水浄化施設で処理

重金属等：ヒ素、鉛、水銀、六価クロム、カドミウム

### (3) 実験地点

実験地点は、平成20年2月以降、東京都が実施した土壌汚染調査の結果(既往調査値)に基づき、高濃度の汚染が確認された区画について、汚染物質の種類や組合せ等の特徴を考慮して18地点(当初は16地点で実験を行ったが、地下水浄化処理実験の一部の対象地点で初期値が環境基準値以下であったため、2地点を追加)を選定した。(図-2.1 実験地点の位置図)

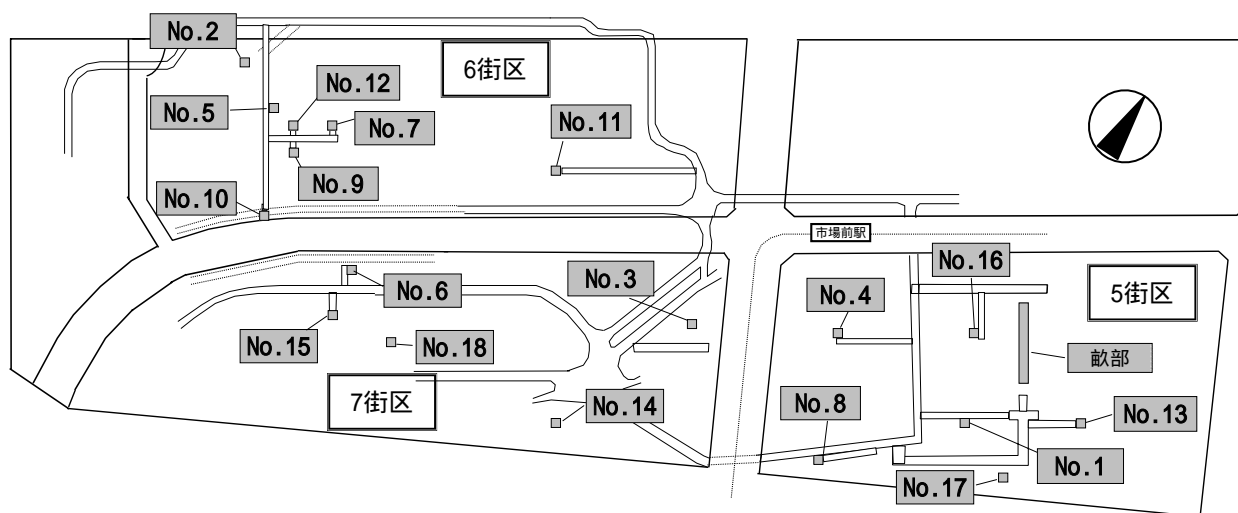
#### (4) 実験及び評価・検証の経過

##### 実験

- ・平成22年1月22日 実験開始
- ・平成22年3月10日 結果の中間報告（洗浄処理及び中温加熱処理）
- ・平成22年7月1日 現地での実験終了
- ・平成22年7月9日 分析データの受領

##### 評価・検証

- ・平成22年7月22日 第13回技術会議にて評価・検証
- ・平成22年8月2日 第14回技術会議にて報告書を取りまとめ



- No.1, 2, 3 掘削微生物処理
- No.4, 5, 6 原位置微生物処理・洗浄処理
- No.7, 8, 9 洗浄処理
- No.10, 11 中温加熱処理
- No.12, 13 中温加熱処理・洗浄処理
- No.14, 15, 16, 17, 18 地下水浄化処理

畝部：掘削微生物処理において、No1～No.3の土壌を掘削し、畝状に積み上げていた場所

図-2.1 実験地点の位置図

## (5) 実験データ

### 初期値

#### 【土壌】

ア 初期値と既往調査値（試料採取方法：P19 参考-1.1、1.2）

本実験では、実験開始時の濃度として、初期値を測定した。

実験の初期値は、実験開始前の実験対象区画（10m×10m）の実験対象土壌全体の平均的な濃度を把握するため、実験の初期段階で、土壌汚染対策法施行規則第59条に準じて、5地点から試料を採取し、その平均的な値を把握したものであり、実験開始前の実験対象土壌全体の平均的な汚染状態を表している。

一方、既往調査値は、平成20年・21年に、調査対象区画の汚染の有無を把握するため、環境確保条例に基づく方法により、調査対象区画の中心の1地点で試料採取を行い、測定した濃度値である。

実験中及び実験後の分析値は、処理による土壌全体の平均的な汚染状態を表している。処理による浄化効果を評価するためには、処理前後の値を比較する必要があり、実験開始時の値として、分析値と同様に、土壌全体の平均的な汚染状態を示す、初期値を用いる必要がある。

イ 初期値と既往調査値との相違（P20 参考-2.1、2.2）

- ・ 初期値と既往調査値とを比べると、初期値が低いものも、高いものもあった。
- ・ 初期値と既往調査値の相違の理由は、汚染分布が均一ではないことと、試料採取方法の違いがあることが重なった結果であり、初期値の方が平均的な汚染状況を示していると考えられる。
- ・ 既往調査値で環境基準値の43,000倍という高濃度のベンゼンが検出された区画（No.10）については、初期値は低い濃度（環境基準値の2.7倍）となっている。これは高濃度の汚染土壌が対象区画に広く分布するものではなく、局所的に存在するためと考えられ、初期値の方が平均的な汚染状況を示していると考えられる。

#### 追加実験

既往調査値を上回る高濃度（環境基準値の20万倍）の供試体を作成して、補完的に中温加熱処理の実験を行なった。（P.9（6） 追加実験）

## 【地下水】

### ア 初期値と既往調査値

地下水についても、実験開始時の濃度として、初期値を測定した。

地下水は、初期値、既往調査値とも、対象区画の汚染状況を把握するため、対象区画の中心の1地点で「土壌汚染対策法に基づく調査及び措置の技術的手法の解説（H15.9 環境省監修、財団法人土壌環境センター編）」に準じて、試料採取を行ない、測定した濃度値である。

### イ 初期値と既往調査値との相違（P20 参考-2.3、2.4）

- ・ 初期値は、既往調査値に比べて低い値であった。
- ・ 初期値と既往調査値の相違は、既往調査の時点から汚染地下水の状態が希釈や分解等により変化したことが考えられる。
- ・ 地下水の汚染状況は、既往調査の状態から初期値の状態に変化したと考えられるため、実験の評価については初期値を用いて行うのが妥当であると考ええる。

#### 実験地点の追加

2地点の初期値が環境基準値以下であったことから、実験地点の追加を行った。

## 実験結果

すべての地点において、環境基準値以下への浄化が確認された。

（実験結果：P21～P24）



## (6) 各処理方法の結果・評価

### 掘削微生物処理実験

#### ア 目的

ベンゼンのみによる汚染土壌について、環境基準値以下に浄化できることを確認する目的で実施した。

また、掘削微生物処理実験を補完するために、室内実験を実施した。

#### イ 方法

対象土壌を掘削し、栄養塩 や昇温材等を加えて畝状に積上げて畝内に通気することにより、土壌中の微生物を活性化させて汚染対象物質を分解・除去した。

また、室内実験でベンゼンとシアン化合物の複合汚染土壌に対する昇温効果の確認を行った。

栄養塩：微生物を活性化するために必要な窒素やりんを含む硝酸塩、アンモニウム塩、りん酸塩などのこと

#### ウ 結果及び評価（実験結果：P21 参考-3.1、3.2、3.3）

(ア) すべての実験ケースで環境基準値以下への浄化が確認されたことから、掘削微生物処理は、有効な処理技術と評価できる。

(イ) 高濃度のベンゼン汚染土壌であっても、昇温材を添加することにより短期間（1～2ヶ月程度）で環境基準値以下への浄化が確認された。

(ウ) ベンゼンとシアン化合物の複合汚染土壌であっても、ベンゼンは昇温により環境基準値以下への浄化が可能であると評価できる。

#### エ まとめ

ベンゼンは、短期間で環境基準値以下への浄化が可能であり、ベンゼンとシアン化合物の複合汚染土壌であっても、ベンゼンは、環境基準値以下への浄化が可能であると評価できる。

### 原位置微生物処理・洗浄処理実験

#### ア 目的

原位置微生物処理・洗浄処理実験は、ベンゼン、シアン化合物、重金属等による複合汚染土壌について、洗浄処理が容易となるように、ベンゼン濃度を環境基準値の10倍程度（10～20倍）に低下できることを確認し、その後、洗浄処理を行うことにより、すべての処理対象物質が環境基準値以下に浄化できることを確認する目的で実施した。

#### イ 方法

原位置微生物処理は、実験箇所の周囲を鋼矢板で囲い、スパージング 井戸から空気および栄養塩を注入し、土壌中の微生物を活性化させ、ベンゼン濃度を低下させた。

原位置微生物処理においてベンゼン濃度が環境基準値の10倍程度(10~20倍)まで低下した段階で、土壌を掘削し洗浄処理を行い、環境基準値を超えているベンゼンとシアン化合物を除去した。

なお、都が行った原位置微生物処理実験では、7週間目まではスパージングのみで、その後、栄養塩を添加し、効果を確認した。

スパージング：地下水中に空気を吹き込み、微細な気泡の流れをつくること

#### ウ 結果及び評価（実験結果：P22 参考-4）

(ア) すべての実験ケースで浄化が確認され、原位置微生物処理・洗浄処理は、有効な処理技術と評価できる。

(イ) 原位置微生物処理では、透水性が良好であれば、スパージングのみでもベンゼン濃度が低下することが確認された。また、栄養塩を注入すれば、透水性の違いに関わらず、ベンゼン濃度が低下することが確認された。

(ウ) 原位置微生物処理では、シアン化合物の濃度低下は確認されなかった。

#### エ まとめ

原位置微生物処理・洗浄処理では、原位置微生物処理でベンゼンが環境基準値の10倍程度(10~20倍)まで浄化でき、その後、洗浄処理を行うことで、ベンゼンとシアン化合物は、ともに環境基準値以下への浄化が可能であると評価できる。なお、重金属等は、「洗浄処理実験」において環境基準値以下になることが確認されていることから、浄化は可能であると評価できる。

### 洗浄処理実験

#### ア 目的

洗浄処理実験は、ベンゼン、シアン化合物、重金属等の複合的な汚染土壌及びシアン化合物、重金属等の単独汚染土壌について、環境基準値以下に浄化できることを確認する目的で実施した。

#### イ 方法

洗浄処理実験は、対象土壌を掘削して、場外の洗浄処理施設で実施した。

#### ウ 結果及び評価（実験結果：P23 参考-5）

(ア) すべての実験ケースで環境基準値以下への浄化が確認され、洗浄処理は、有効な処理技術と評価できる。

(イ) 環境基準値の10倍程度(10~20倍)を超える高濃度のベンゼンについて、環境基準値以下への浄化が確認された。これは、技術会議が報告書をまとめる段階で想定していた処理の上限値である、「ベンゼン濃度が環境基準値の10倍程度(10~20倍)」を超える高濃度のベンゼンについても浄化が可能であると評価できる。

(ウ) 重金属等については、実績等からいずれも洗浄処理で浄化が可能であり、今回、高濃度のヒ素について環境基準値以下への浄化が確認されたことから、同じ洗浄処理で浄化が可能な、鉛、水銀、六価クロム、カドミウムについても浄化が可能であると評価できる。

## エ まとめ

洗浄処理では、ベンゼン、シアン化合物、ヒ素（重金属等）のいずれも環境基準値以下への浄化が可能であり、特に、ベンゼンについては、10倍程度（10～20倍）を超える高濃度であっても環境基準値以下への浄化が可能と評価できる。

## 中温加熱処理実験

### ア 目的

中温加熱処理実験は、洗浄処理では浄化が困難な油膜が見られるベンゼンで汚染されている土壌について、環境基準値以下に浄化できることを確認する目的で実施した。

### イ 方法

中温加熱処理実験は、対象土壌を掘削して、場外の加熱処理施設で中温加熱による処理を実施した。

### ウ 結果及び評価（実験結果：P23 参考-6.1）

(ア) すべての実験ケースでベンゼンの環境基準値以下への浄化が確認され、中温加熱処理は、有効な処理技術と評価できる。

(イ) 油膜が、「油膜なし」となることが確認され、中温加熱処理により油分が処理可能であると評価できる。

(ウ) 中温加熱処理において、低濃度のシアン化合物は環境基準値以下への浄化が可能であると評価できる。

## エ まとめ

中温加熱処理では、ベンゼンの環境基準値以下への浄化が可能であり、油膜の処理も可能であると評価できる。また、低濃度のシアン化合物も環境基準値以下への浄化が可能であると評価できる。

## 追加実験

### ア 目的

中温加熱処理により、高濃度のベンゼンで汚染された土壌の浄化能力を把握するために、追加実験を実施した。

## イ 方法

環境基準値の 43,000 倍の汚染が検出された区画 (No.10) の土にベンゼンを添加して、高濃度 (環境基準値の 20 万倍) の供試体を作成し、中温加熱処理を実施した。

## ウ 結果及び評価 (実験結果 : P23 参考-6.2)

ベンゼンの高濃度汚染土壌 (環境基準値の 20 万倍) の供試体について、中温加熱処理により浄化が可能であることを確認しており、高濃度のベンゼンで汚染されている土壌も中温加熱処理で環境基準値以下への浄化が可能であると評価できる。

## 中温加熱処理・洗浄処理実験

### ア 目的

中温加熱処理・洗浄処理実験は、油膜が見られるベンゼン、シアン化合物、重金属等の汚染土壌について、最初、中温加熱処理を行い、その後、洗浄処理を行うことにより、環境基準値以下に浄化できることを確認する目的で実施した。

### イ 方法

中温加熱処理・洗浄処理実験は、対象土壌を掘削して、場外の中温加熱処理施設で油分やベンゼン、シアン化合物の処理を行い、場外の洗浄処理施設においてシアン化合物、重金属等の処理を実施した。

### ウ 結果及び評価 (実験結果 : P24 参考-7)

- (ア) すべての実験ケースで環境基準値以下への浄化が確認され、中温加熱処理と洗浄処理の複合システムは、有効であると評価できる。
- (イ) シアン化合物については、中温加熱処理で濃度低下が確認され、その後、洗浄処理を行うことで環境基準値以下への浄化が確認された。この結果から、中温加熱処理と洗浄処理とをあわせれば、効率的に高濃度汚染土壌の環境基準値以下への浄化が可能であると評価できる。

### エ まとめ

中温加熱処理・洗浄処理では、すべての実験ケースで浄化が確認され、処理の複合システムが有効であると評価できる。また、シアン化合物について、中温加熱処理で濃度低下が確認され、洗浄処理とあわせれば、効率的に高濃度汚染土壌の環境基準値以下への浄化が可能であると評価できる。

## 地下水浄化処理実験

### ア 目的

地下水浄化処理実験は、地下水のみがベンゼン、シアン化合物、重金属等で汚染されている地点について、揚水と復水を繰り返すことにより地下水を環境基準値以下に浄化できることを確認する目的で実施した。

### イ 方法

地下水浄化処理実験は、鋼矢板で囲った対象範囲において、地下水をポンプにより揚水して、揚水した地下水は地下水浄化施設で処理した。地下水を揚水した後、水道水を復水して浄化の状況を確認した。また、浄化効率を上げるために、揚水と復水を1サイクル実施した後は、揚水と復水を同時に行う連続揚復水を実施し、浄化の状況を確認した。

なお、都が行った実験では、10m区画の狭い範囲を鋼矢板で囲ったことから、技術会議で示した土壌ガス吸引は併用しない処理とした。

### ウ 結果及び評価（実験結果：P24 参考-8）

(ア) すべての実験ケースで環境基準値以下への浄化が確認され、実験で用いた地下水浄化処理は、有効な処理技術と評価できる。

(イ) 揚水、復水を交互に実施する方法、揚水と復水を同時（連続揚復水）に実施する方法とも浄化効果が確認された。

(ウ) 揚水した地下水に含まれるベンゼンは、ばっ気処理により、シアン化合物は酸化分解処理・紺青法により、鉛（重金属等）は凝集沈殿処理により下水排除基準値以下に処理できることが確認された。

凝集沈殿：汚濁水中に薬剤を投入し、分散している様々な微粒子や有害物質を集合させ、大きな粒子にして沈降させること

### エ まとめ

地下水浄化処理では、ベンゼン、シアン化合物、鉛（重金属等）は、ともに環境基準値以下への浄化が可能であると評価できる。また、条件によっては、ガス吸引をしなくても、揚水と復水を繰り返して処理する方法や、連続揚復水も有効であると評価できる。

## (7) 技術会議としての評価のまとめ

技術会議として、都が実施した実験の評価をとりまとめると、以下のとおりである。

都が行った実験について、技術会議として、実験内容やデータに関し評価・検証を行い、技術会議が提言した汚染物質処理に関する、すべての処理技術について有効性を確認した。

したがって、これらの処理技術を適用することで、豊洲新市場予定地の汚染物質は、除去可能と考えられる。

実験により得られた知見の主な項目を以下にまとめる。

- ・ 掘削微生物処理では、ベンゼンとシアン化合物との複合汚染土壌であってもベンゼンの浄化が可能。
- ・ 洗浄処理では、ベンゼン濃度は10倍程度（10～20倍）ではなく、より高濃度であっても、環境基準値以下への浄化が可能。
- ・ 中温加熱処理では、シアン化合物についても濃度低下が確認され、浄化が可能。  
また、洗浄処理とあわせれば、効率的に高濃度汚染土壌の環境基準値以下への浄化が可能。
- ・ 地下水のみの汚染の処理では、区画の条件によっては、ガス吸引をしなくても、環境基準値以下への浄化が可能。

## (8) 技術会議からの提言

実験結果の評価・検証を通じて、前回報告書で提言した土壌汚染処理（以下、「従前の提言」という。）は、十二分なものであることが確認された。

さらに、技術会議として、実験によって得られた知見を踏まえ、対策の内容について、処理の効率性等の観点から提言を行う。

### 微生物処理による前処理土壌量の削減

ベンゼン、シアン化合物、重金属等による複合汚染土壌の処理については、実績あるいはヒアリングをもとに、前処理により、ベンゼン濃度を基準の10倍程度（10～20倍）まで低下させなければ、洗浄処理により環境基準値以下まで浄化することは難しいと想定していた。しかし、都が実施した実験により、より高濃度のベンゼン汚染土壌でも、洗浄処理により浄化が可能とわかった。

このため、対策を実施する際には、洗浄処理が可能なベンゼンの濃度について、最新のデータの把握に努めるものとし、必要に応じ、洗浄処理の適用範囲を拡大することで前処理土壌量の削減を図るものとする。

### **掘削微生物処理の対象汚染土壌の見直し**

掘削微生物処理の対象汚染土壌は、従前の提言では、「ベンゼンのみによる汚染土壌」としていたが、実験結果を踏まえると、シアン化合物との複合汚染でもベンゼンの浄化が可能であるため、「ベンゼンによる汚染土壌」を対象とし、効率的と判断されれば、複合汚染土壌の前処理等への活用を図るものとする。

### **地下水のみ汚染された地点における工法の見直し**

従前の提言では、地下水の浄化処理は、地下水の揚水と合わせガス吸引を行った後、復水をし、環境基準値以下になるまで、これを繰り返すことを提言していた。しかし、実験により、地下水汚染の範囲が限られたケースでは、ガス吸引を併用せず、揚水と復水のみ、あるいは連続揚復水でも浄化が可能であることがわかった。このため、対策を実施する際は、汚染面積の小さい地点では、効率を考え、まず、揚水と復水のみ、あるいは連続揚復水により浄化を実施し、環境基準値以下への浄化が難しいと判断された場合に、ガス吸引を併用することとする。

### 3 盛土について

#### (1) 都からの報告

##### 土壤汚染調査の概要

専門家会議の提言に基づき、東京ガス株式会社豊洲工場操業時の地盤面（A.P.+4m 付近）以浅に盛土されている地点では、汚染物質の移動が懸念されることから、都は、盛土の土壤汚染の状況を把握した。

詳細調査で、土壤または地下水で環境基準を超過した 1,475 地点で深度方向の調査を実施しており、東京ガス株式会社豊洲工場操業時の地盤面（A.P.+4m 付近）から 1m 間隔で第一不透水層である有楽町層 Yc 層（粘土層）の上端までボーリング調査により試料採取を行うことに加え、東京ガス株式会社豊洲工場操業時の地盤面から上位 50cm の盛土についても調査対象とした。

調査期間は、平成 20 年 3 月から平成 21 年 8 月までである。

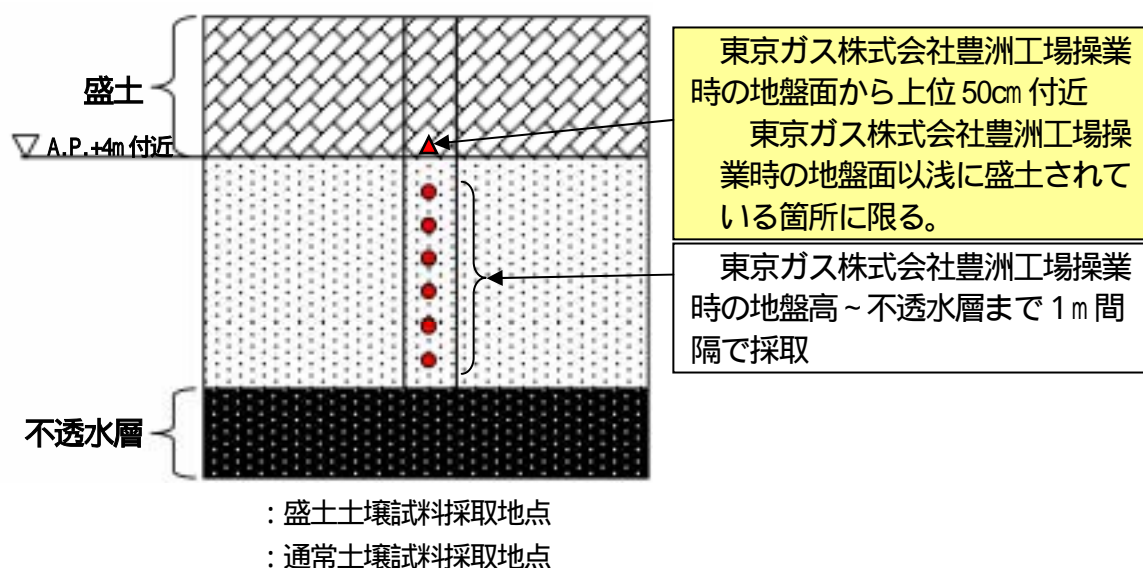


図-3.1 土壤の試料採取地点



## 土壌汚染調査の結果

深度方向の調査を実施した1,475地点のうち、盛土のある1,146地点において調査を行い、30地点（約3%）の盛土において環境基準超過を確認した。

表-3.1 盛土で環境基準値の超過が確認された地点の調査結果

地点名	基準値超過物質	土壌		地下水濃度
		盛土の濃度	操業地盤面以下の 土壌汚染濃度	
I28-4	シアン化合物	0.1 mg/l	0.2 mg/l	0.0 mg/l
I36-3	鉛	2,000mg/kg	360mg/kg	0.0 mg/l
J37-6	ベンゼン	0.014 mg/l	0.004 mg/l	0.016 mg/l
K27-8	ベンゼン	0.043 mg/l	4.4 mg/l	0.0 mg/l
K35-6	シアン化合物	2.5 mg/l	0.1 mg/l	0.0 mg/l
L36-1	ヒ素	0.24 mg/l	0.004 mg/l	0.052 mg/l
L37-2	ベンゼン	0.011 mg/l	1.0 mg/l	5.5 mg/l
L40-7	ベンゼン	0.011 mg/l	0.019 mg/l	0.011 mg/l
M35-3	シアン化合物	0.1 mg/l	0.1 mg/l	0.0 mg/l
P27-3	ヒ素	0.17 mg/l	0.17 mg/l	0.021 mg/l
P42-7	シアン化合物	0.1 mg/l	0.4 mg/l	0.1 mg/l
P42-9	シアン化合物	0.1 mg/l	0.7 mg/l	0.2 mg/l
R39-2	シアン化合物	0.1 mg/l	0.1 mg/l	0.1 mg/l
G 7-3	シアン化合物	0.1 mg/l	0.1 mg/l	0.2 mg/l
G 8-5	ヒ素	0.015 mg/l	0.67 mg/l	0.020 mg/l
G11-5	シアン化合物	0.1 mg/l	0.1 mg/l	1.7 mg/l
G25-2	ヒ素	0.013 mg/l	0.067 mg/l	0.012 mg/l
H 6-3	シアン化合物	0.1 mg/l	0.1 mg/l	0.3 mg/l
H25-5	ヒ素	0.020 mg/l	0.032 mg/l	0.019 mg/l
I12-3	シアン化合物	0.1 mg/l	0.6 mg/l	1.0 mg/l
I13-6	ヒ素	0.012 mg/l	0.068 mg/l	0.014 mg/l
I15-9	ヒ素	0.015 mg/l	0.075 mg/l	0.021 mg/l
J11-1	シアン化合物	0.2 mg/l	0.0 mg/l	0.6 mg/l
K16-3	ヒ素	0.031 mg/l	0.32 mg/l	0.019 mg/l
K26-4	ヒ素	0.016 mg/l	0.12 mg/l	0.020 mg/l
L18-3	ヒ素	0.024 mg/l	0.12 mg/l	0.014 mg/l
L22-6	ヒ素	0.012 mg/l	0.12 mg/l	0.012 mg/l
M 4-2	シアン化合物	0.1 mg/l	0.2 mg/l	0.4 mg/l
M21-9	ヒ素	0.028 mg/l	0.050 mg/l	0.024 mg/l
N 5-3	シアン化合物	0.6 mg/l	0.6 mg/l	0.4 mg/l

調査結果は平成20年7月から平成21年9月にかけて、随時、東京都中央卸売市場のホームページで公表済みである。

### 【環境基準】

ベンゼン : 溶出量...0.01mg/l 以下

シアン化合物 : 溶出量...検出されないこと (0.1mg/l 未満)

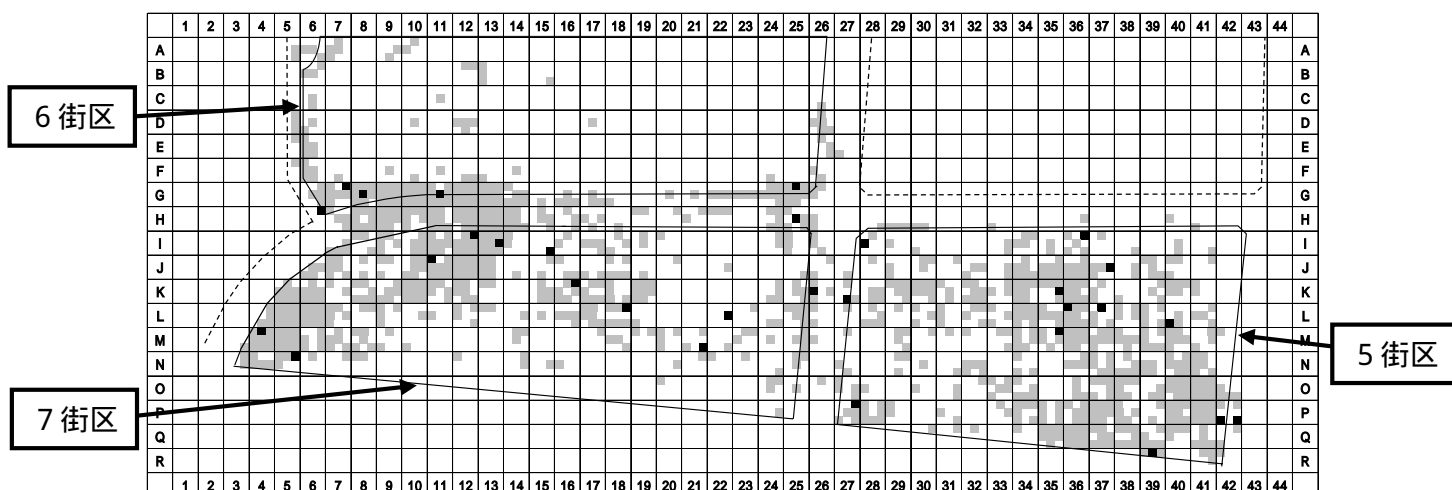
ヒ素 : 溶出量...0.01mg/l 以下

鉛 : 溶出量...0.01mg/l 以下

含有量...50mg/kg 以下

含有量...150mg/kg 以下

含有量...150mg/kg 以下



【凡例】 : 旧地盤面+0.5m で環境基準超過が確認されなかった地点

: 旧地盤面+0.5m で環境基準超過が確認された地点

図-3.2 盛土の土壤汚染状況図

## 対策

環境基準超過を確認した 30 地点の盛土については、汚染物質を処理することとしている。

## 盛土として搬入された土壌

豊洲新市場予定地の盛土には、豊洲土地区画整理事業により搬入された公共工事（道路、地下鉄等）による発生土や土地区画整理事業前に東京ガス株式会社が搬入した土がある。どちらの土も化学性状試験や土地利用履歴等により、汚染のおそれがないものと判断した。

### 【豊洲土地区画整理事業により行われた盛土】

受入土砂： 公共工事（道路、地下鉄等）による発生土

受入期間： 平成 14 年度から平成 18 年度

受入土量： 推定 60 万 $m^3$

安全確認： 受入れ時に搬出元が実施した化学性状試験の結果（濃度計量証明書）を、都が確認した。

約 160 件の搬出元の土地利用履歴等について、都が、改めて調査を行い、土壤汚染のおそれがないものと判断した。

### 【東京ガス株式会社が豊洲新市場予定地内に搬入した土】

搬入土砂： 東京ガス株式会社所有地（新宿地域冷暖房センター、新宿パークタワー新築工事）による発生土

搬入期間： 昭和 63 年度から平成 4 年度

搬入土量： 約 43 万 $m^3$

安全確認： 発生土の搬出元の土地利用履歴等について、都が、東京ガス株式会社から報告を得て、汚染のおそれがないものと判断した。

## (2) 技術会議における検討・提言

### 盛土の汚染

都の調査の結果、盛土内に地下水位が上昇してきている区域で汚染されていることや、検出された項目がガス工場操業に由来する汚染物質のうち水に溶けやすいシアン化合物やヒ素であること、土地利用履歴が明らかなことから、盛土の汚染原因は、地下水位の上昇などが影響したと考えられるが、完全に原因を特定することは困難である。

### 盛土の安全対策

食の安全・安心を確保する観点から盛土についても安全対策に万全を期す必要がある。

このため、盛土について、都の調査の結果、汚染物質が検出された 30 地点については、既定の方針にしたがって汚染物質を除去すること。他の盛土については、改めて土地利用履歴等により汚染のおそれがないものと判断されているが、その一部において、搬入時における試験が内規どおり行われなかったことなどから、市場用地の特殊性を考慮し、念のため、調査を行い、安全性を確認すること。

調査は、全盛土、100m<sup>3</sup>毎に 25 物質（土壤汚染対策法で指定された特定有害物質）について行い、汚染が見つかった場合には、汚染土壌は処理し、きれいな土を盛ること。

## 4 おわりに

技術会議は、豊洲新市場予定地における土壌汚染対策の策定を目的として設置され、平成20年8月に第一回会議を開催以降、平成21年2月までに12回開催し、専門家会議の提言の高度な安全性のレベルを確実に実現することを優先課題として、豊洲新市場予定地の汚染状況及び土壌特性に合って、施工可能で効率的な技術・工法を最適に組み合わせることにより、経済性に優れ、工期の短縮も可能とする総合的な対策を具体的に取りまとめ、平成21年2月に報告書として都へ提言を行った。

その後、都は、この技術会議の提言に沿って、現地の汚染状況に即して処理技術を適用し、確実に無害化が可能であることをデータで確認する実験を、平成22年1月より実施した。

技術会議では、この実験について評価・検証を行い、技術会議が提言した汚染物質処理に関する、すべての処理技術について有効性を確認した。

したがって、これらの処理技術を適用することで、豊洲新市場予定地の汚染を無害化することは可能であると考えられる。

一方、実験を通じて、今後の土壌汚染対策を実施するにあたっての様々な知見を得ることができた。

技術会議では、こうした貴重なデータを、今回、報告書としてとりまとめ、技術会議としての評価を加えるとともに、実験で得られた知見等を踏まえ、対策の内容について、処理の効率性などの観点から提言を行った。

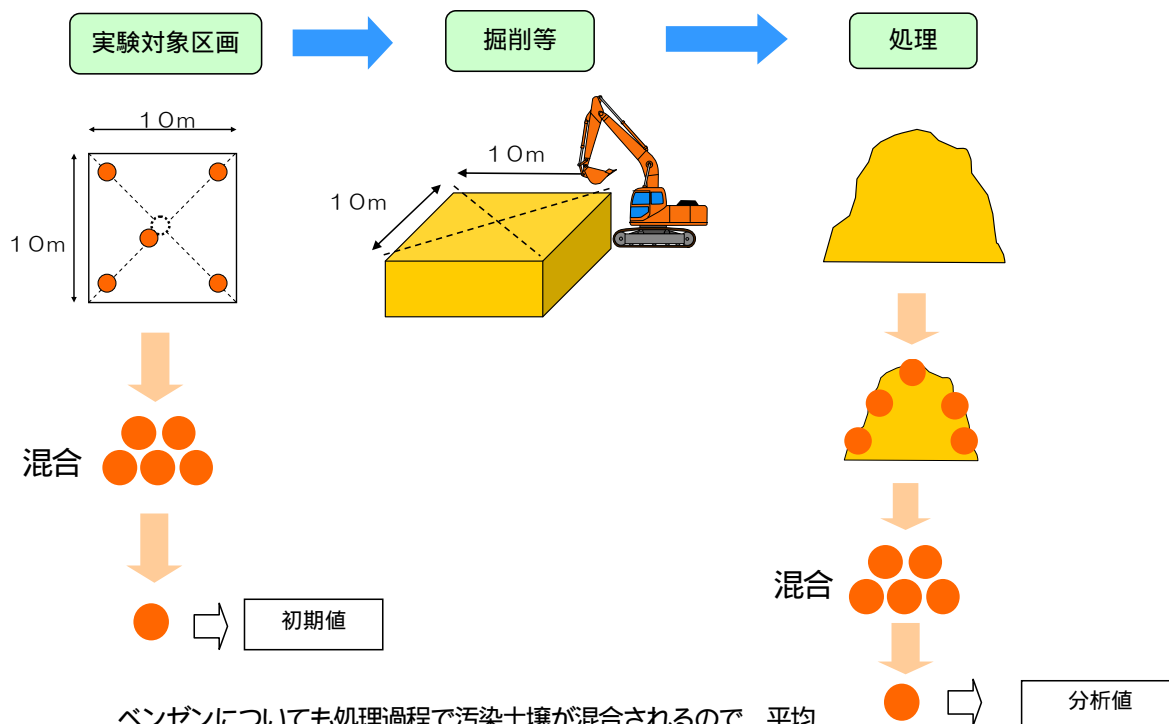
また、実際の対策にあたっては、環境負荷の抑制、将来の処理技術の向上などの観点から、例えば当該域内に設置する処理プラントとあわせ、域外の既設プラントの活用など柔軟な対応の検討が求められる。

さらに、今回、市場用地の安全安心の確保のため、盛土について第13回及び第14回技術会議において議論を行い、その対策を盛り込んだ。

これらにより、豊洲新市場予定地における土壌汚染対策は、専門家会議の提言の高度な安全性のレベルの確実な実現に加え、より効率的、効果的な対策とすることが可能となる。

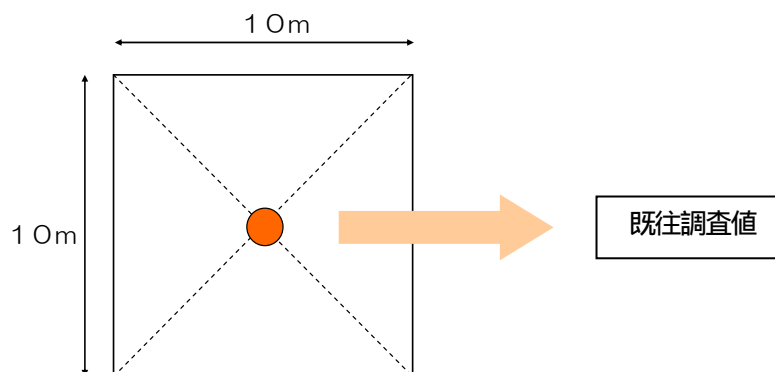
今後は、専門家会議あるいは技術会議の提言の趣旨を十分に踏まえ、確実に土壌汚染対策を実行することはもとより、その状況について、市場業界並びに都民に対し周知するなどにより、豊洲新市場予定地における「安全・安心」の確保が図られることを期待する。

## < 参考資料 >



ベンゼンについても処理過程で汚染土壌が混合されるので、平均濃度を求めることが望ましいとの考えから、5地点の検体を採取した後、溶出液作成段階で各地点の試料を等量ずつ分析容器に入れ、分析に供した。

参考-1.1 初期値の試料採取（5地点混合）のイメージ



参考-1.2 既往調査値の試料採取イメージ

### 参考-2.1 初期値と既往調査値の一覧（土壌）

（単位：mg/L）

実験方法	地点	分析項目	初期値	既往調査値
掘削微生物処理	No.1	ベンゼン	3.3	2.2
	No.2	ベンゼン	0.001	0.78
	No.3	ベンゼン	1.2	0.25
原位置微生物処理 ・洗浄処理	No.4	ベンゼン	0.381	0.12
		シアン化合物	< 0.1	0.1
	No.5	ベンゼン	0.078	4.8
		シアン化合物	0.10	0.3
	No.6	ベンゼン	3.593	0.25
		シアン化合物	0.54	1.3
洗浄処理	No.7	シアン化合物	0.3	17
	No.8	ヒ素	0.39	0.62
	No.9	ベンゼン	7.0	0.084
		シアン化合物	0.4	0.2
		ヒ素	< 0.005	0.034

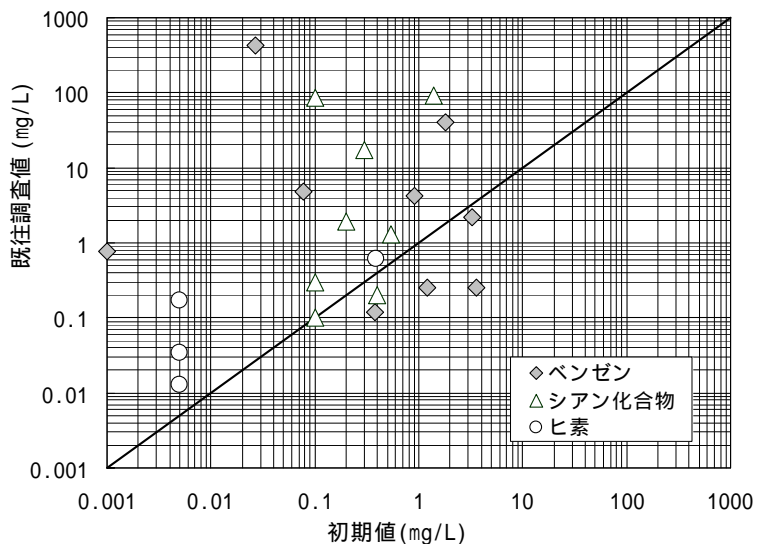
  

実験方法	地点	分析項目	初期値	既往調査値
中温加熱処理	No.10	ベンゼン	0.027	430
		シアン化合物	0.1	86
中温加熱処理 ・洗浄処理	No.11	ベンゼン	0.91	4.2
		ベンゼン	1.8	40
中温加熱処理 ・洗浄処理	No.12	シアン化合物	1.4	93
		ヒ素	< 0.005	0.013
	No.13	シアン化合物	0.2	1.9
		ヒ素	< 0.005	0.17

環境基準		分析項目	基準値
		ベンゼン	0.01以下
		シアン化合物	不検出
		ヒ素	0.01以下

### 参考-2.2 初期値と既往調査値の比較（土壌）



### 参考-2.3 初期値と既往調査値の一覧（地下水）

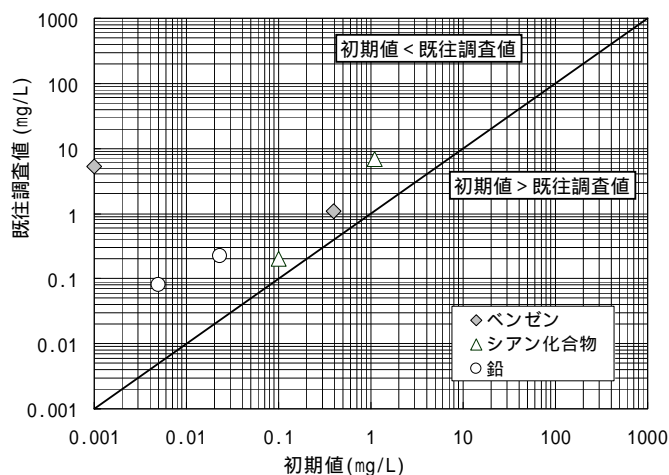
（単位：mg/L）

実験方法	地点	分析項目	初期値	既往調査値
地下水 浄化処理	No.14	ベンゼン	< 0.001	5.2
	No.15	シアン化合物	1.1	6.9
	No.16	シアン化合物	0.1	0.2
		鉛	< 0.005	0.08
	No.17	ベンゼン	0.39	1.1
No.18	鉛	0.023	0.22	

環境基準		分析項目	基準値
		ベンゼン	0.01以下
		シアン化合物	不検出
		鉛	0.01以下

### 参考-2.4 初期値と既往調査値の比較（地下水）



### 参考-3.1 掘削微生物処理実験の結果

(単位:mg/L)

実験方法	分析項目	ケース <sup>2</sup>	初期値	畝作成 1週間後	2週間後	3週間後	4週間後	5週間後	7週間後	浄化判定 <sup>1</sup>	
掘削微生物処理	ベンゼン	No.1-	3.3	0.37	0.039	<0.001	<0.001	(終了)			
		No.1-		0.055	0.016	<0.001	<0.001	(終了)			
		No.2-	0.001	0.004	<0.001	(終了)					
		No.2-		0.001	0.001	(終了)					
		No.3-	1.2	1.5	1.2	0.46	1.0	0.14	0.20		
		No.3-		0.089	0.51	0.021	0.010	0.001	< 0.001		
	No.3- を分割		8週間後	8.5週間後	9週間後	9.5週間後	10週間後			浄化判定 <sup>1</sup>	
	3- -1	0.026		0.10	0.014 <sup>4</sup>	0.005	0.001	(終了)			
	3- -2			0.020 <sup>3</sup>	0.007	0.001	(終了)				

1 環境基準値以下、 2 は昇温材非添加、 に昇温材添加  
 3 No.3- -2 に昇温材追加添加 (8.5週間後)、 4 No.3- -1 に昇温材追加添加 (9.3週間後)

### 参考-3.2 室内実験の結果 (各種有機資材試験)

実験方法	土壌	有機資材	最高温度( )
各種有機資材 試験	No.3	小麦ぬか	62
		米ぬか	58
		とうきびぬか	58
		とうきび芯	40

### 参考-3.3 室内実験の結果 (分解特性試験)

(単位:mg/L)

実験方法	試験区	土壌	設定温度	分析項目	初期値	処理後	分析項目	初期値	処理後
分解特性試験	1	No.4	40	ベンゼン	0.033	< 0.001			
	2		60		0.69	0.001			
	3	No.6	20		7.3	< 0.001	シアン化合物	0.52	0.54
	4		昇温材 (小麦ぬか)		18	0.002		0.56	0.56
	5		40		4.5	0.001		0.59	0.53
	6		60		5.5	0.002		0.54	0.51

No.4、No.6 にベンゼンを添加した土壌を使用

参考-4 原位置微生物処理・洗浄処理実験の結果

ベンゼン

(単位:mg/L)

実験方法	分析項目	地点	土壌採取位置	原位置微生物処理						洗浄処理	浄化判定 <sup>3</sup>
				初期値	1週後	4週後	9週後 <sup>2</sup>	13週後	15週後	洗浄後	
原位置微生物処理・洗浄処理	ベンゼン	No.4	M 1	0.39	0.37	0.38	0.14	0.043	0.039	< 0.001	
			M 2	0.69	0.54	0.93	0.76	0.14	0.12		
			M 3	0.14	0.24	0.27	0.013	0.041	0.042		
			M 4	0.095	0.11	0.084	0.085	0.026	0.017		
			M 5	0.59	0.39	0.36	0.068	0.001	0.093		
			No.4平均 <sup>1</sup>	0.381	0.330	0.405	0.213	0.050	0.062		
		No.5	M 1	< 0.001	0.035	0.003	0.002	0.017	/	< 0.001	
			M 2	0.040	0.027	0.077	< 0.001	< 0.001			
			M 3	0.34	0.005	0.17	< 0.001	< 0.001			
			M 4	0.006	< 0.001	0.001	0.001	< 0.001			
			M 5	< 0.001	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001			
			No.5平均 <sup>1</sup>	0.078	0.014	0.050	0.001	0.004			
		No.6	M 1	0.24	0.032	0.004	0.036	0.031	/	< 0.001	
			M 2	9.3	0.051	0.52	0.053	0.047			
			M 3	8.3	0.024	1.1	0.47	0.75			
			M 4	0.047	0.021	0.010	0.003	0.017			
			M 5	0.080	0.25	1.5	0.005	0.005			
			No.6平均 <sup>1</sup>	3.593	0.076	0.627	0.113	0.170			

1 平均値は小数点以下第4位を四捨五入

2 7週後に栄養塩の添加を開始

3 環境基準値以下

シアン化合物

(単位:mg/L)

実験方法	分析項目	地点	土壌採取位置	原位置微生物処理						洗浄処理	浄化判定 <sup>3</sup>
				初期値	1週後	4週後	9週後 <sup>2</sup>	13週後	15週後	洗浄後	
原位置微生物処理・洗浄処理	シアン化合物	No.4	M 1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	
			M 2	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1		
			M 3	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1		
			M 4	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1		
			M 5	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1		
			No.4平均 <sup>1</sup>	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1		
		No.5	M 1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	/	< 0.1	
			M 2	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1			
			M 3	0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1			
			M 4	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1			
			M 5	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1			
			No.5平均 <sup>1</sup>	0.10	< 0.1	0.10	< 0.1	0.10			
		No.6	M 1	0.3	0.2	< 0.1	0.1	< 0.1	/	< 0.1	
			M 2	1.0	0.9	2.9	0.6	0.6			
			M 3	0.6	0.1	0.9	< 0.1	1.4			
			M 4	0.3	0.2	0.3	0.1	0.2			
			M 5	0.5	0.6	1.0	0.3	1.3			
			No.6平均 <sup>1</sup>	0.54	0.40	1.04	0.24	0.72			

1 平均値は小数点以下第3位を四捨五入

2 7週後に栄養塩の添加を開始

3 環境基準値以下



### 参考-5 洗浄処理実験の結果

(単位: mg/L)

実験方法	地点	分析項目	初期値	1回洗浄後	2回洗浄後	浄化判定
洗浄処理	No.7	シアン化合物	0.3	0.1	<0.1	
	No.8	ヒ素	0.39	0.075	<0.005	
	No.9	ベンゼン	7.0	0.012	0.001	
		シアン化合物	0.4	< 0.1		
		ヒ素	< 0.005	< 0.005		

環境基準値以下

### 参考-6.1 中温加熱処理実験の結果

実験方法	地点	分析項目	単位	初期値	実験後	浄化判定 <sup>1</sup>
中温加熱処理	No.10	ベンゼン	mg/L	0.027	0.003	
		シアン化合物	mg/L	0.1	< 0.1	
		油膜	0なし~5多い	0	0 <sup>2</sup>	
	No.11	ベンゼン	mg/L	0.91	0.003	
		油膜	0なし~5多い	5	0 <sup>2</sup>	

1 環境基準値以下または油膜なし

2 白色の浮遊物質が確認されたため、油分量(炭化水素の総量)を測定する全石油系炭化水素(TPHs)分析を行った結果、油分ではないことを確認した。

### 参考-6.2 中温加熱処理における追加実験の結果

(単位: mg/L)

実験方法	地点	分析項目	初期値	実験後	浄化判定
中温加熱処理追加実験	No.10の模擬汚染土壌	ベンゼン	2,000	0.005	

環境基準値以下

参考-7 中温加熱処理・洗浄処理実験の結果

実験方法	地点	分析項目	単位	初期値	中温加熱後	洗浄処理後	浄化判定
中温加熱処理・ 洗浄処理	No.12	ベンゼン	mg/L	1.8	0.003	/	
		シアン化合物	mg/L	1.4	0.1	<0.1	
		ヒ素	mg/L	< 0.005	< 0.005	<0.005	
		油膜	0なし~5多い	5	0	0	
	No.13	シアン化合物	mg/L	0.2	< 0.1	<0.1	
		ヒ素	mg/L	< 0.005	< 0.005	<0.005	
油膜		0なし~5多い	4	0	0		

環境基準値以下、または油膜なし

参考-8 地下水浄化処理実験の結果

(単位:mg/L)

実験方法	地点	分析項目	初期値	揚水・復水後	連続揚復水		浄化判定 <sup>1</sup>
					(1回目)	(2回目)	
地下水浄化処理	No.14	ベンゼン	< 0.001	< 0.001 <sup>2</sup>	/	/	
	No.15	シアン化合物	1.1	0.3	< 0.1	/	
	No.16	鉛	< 0.005	< 0.005 <sup>2</sup>	/	/	
		シアン化合物	0.1	< 0.1	/	/	
	No.17	ベンゼン	0.39	0.19	0.16	0.001	
	No.18	鉛	0.023	< 0.005	< 0.005	/	

1 環境基準値以下

2 揚水・復水井戸(12孔)でも分析を実施し、全孔で環境基準値以下を確認