

6. 汚染土壌対策

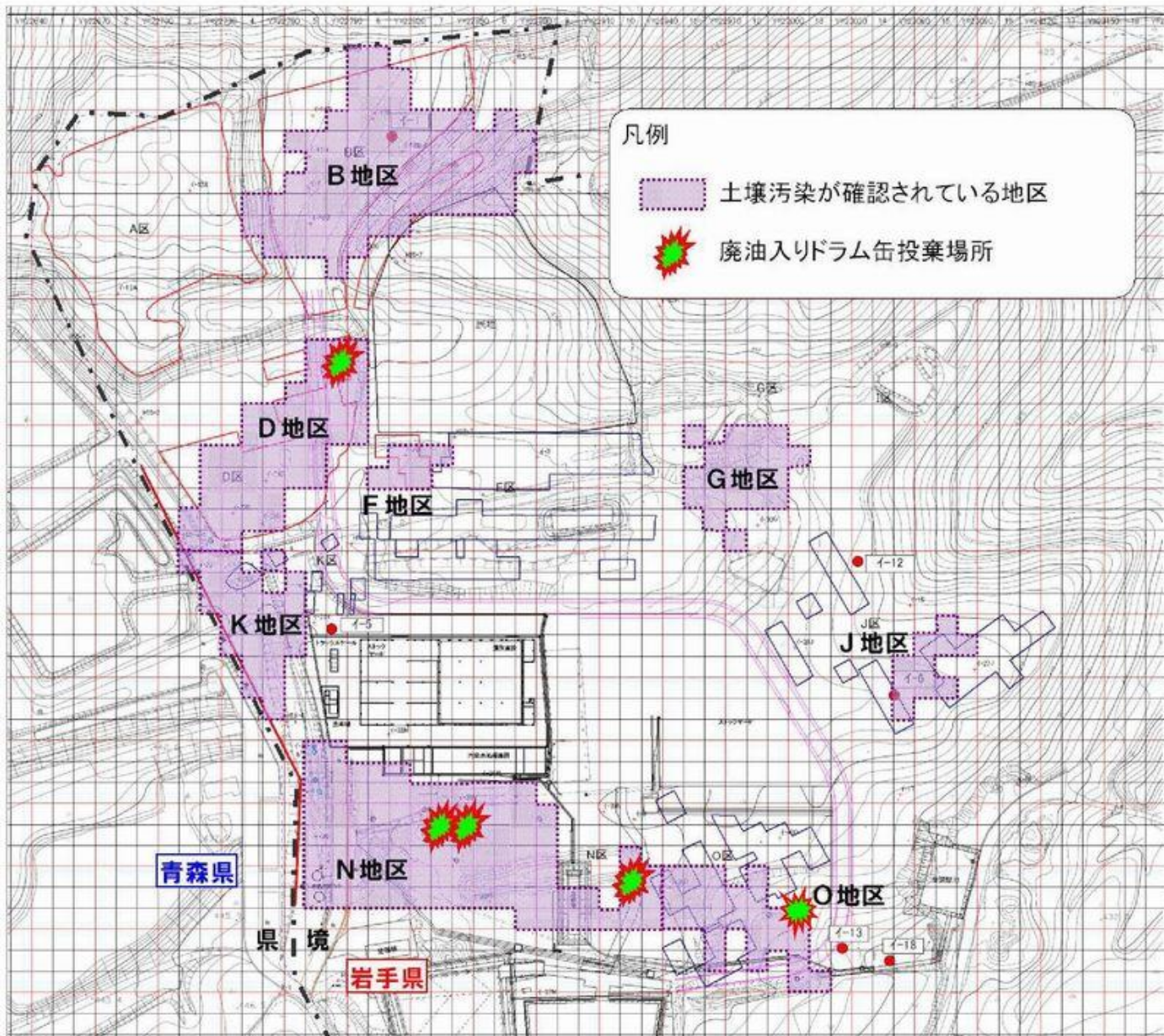
(1)汚染土壌対策技術検討委員会の設置

岩手県側エリアでは、廃油入りドラム缶等の不法投棄廃棄物に起因する有害物質による土壌・地下水汚染が広範囲で確認され、周辺への汚染拡散を防止するためにも早急な対策の実施が求められた。

そこで、原状回復対策協議会における検討事項のうち、汚染土壌対策の具体的手法に関する技術的評価を行い、協議会の検討等に資するために、汚染土壌対策技術検討委員会が設置された（第1回委員会：2007年2月1日開催）。

岩手県側エリアでは複数のエリアで VOC 及び重金属等による土壌・地下水汚染が確認されていたが、特に N 地区では廃油入りドラム缶の投棄が確認されており、極めて高濃度の VOC 汚染が存在していたことから、対策工について汚染土壌対策技術検討委員で最適な工法等の検討が行われた。

N 地区以外の地区の VOC 及び重金属等による土壌・地下水汚染の対策や、後述する 2009 年に環境基準項目に追加された 1,4-ジオキサンによる地下水汚染対策についても、適宜、汚染土壌対策技術検討委員会において、適切な助言を受けただうえで、最適と考えられる対策工の実施し、速やか原状回復の実施に努めている。



VOC・重金属等による土壤汚染範囲

ドラム缶投棄の状況



N地区: 555本

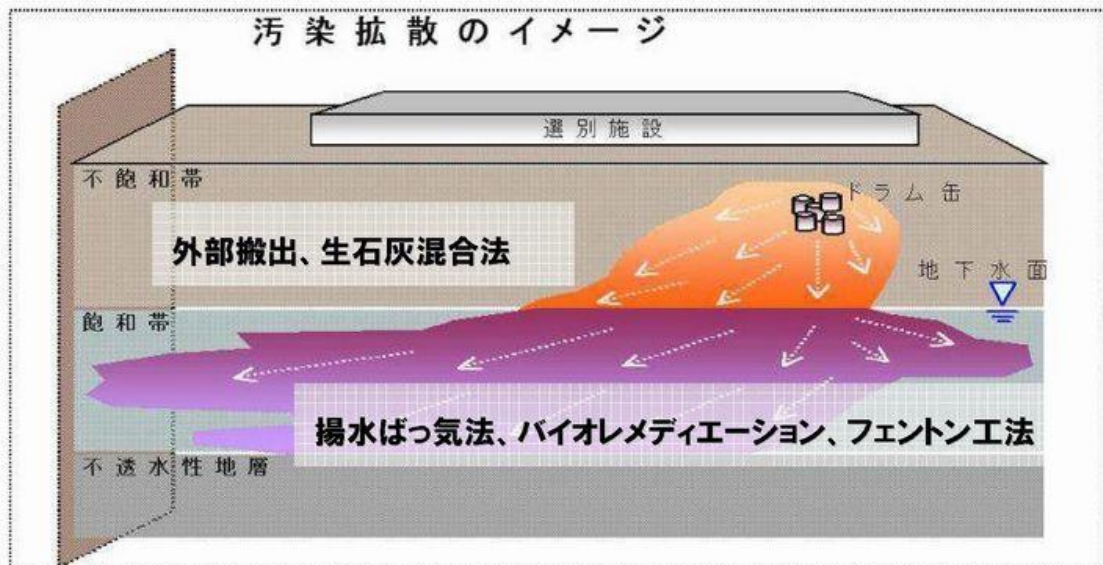


N-O地区: 555本



D地区: 581本

回収された廃油入り投棄ドラム缶



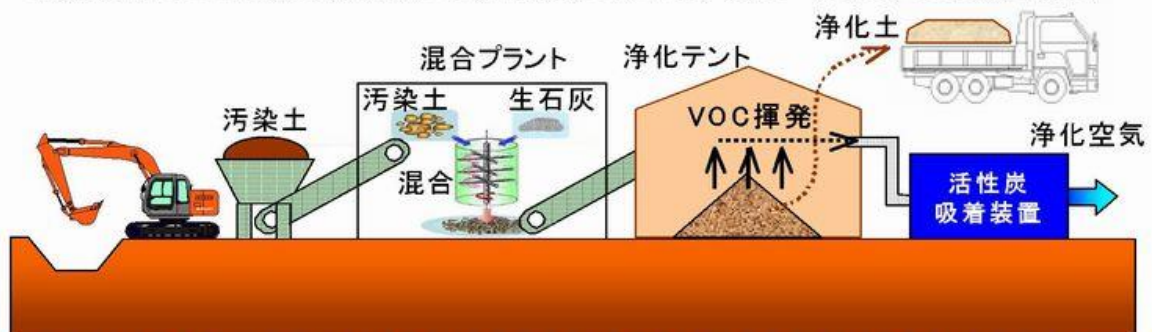
<汚染土壌処理の方針>

- ・ 不飽和帯の汚染域は、必要に応じて鋼矢板を打設して汚染土壌を掘削・除去し、生石灰混合法で場内処理する。
- ・ VOC 汚染対策は原則として不飽和帯と飽和帯とに区分した対策とし、不飽和帯は生石灰混合法、飽和帯はバイオレメディエーションとする。
- ・ 飽和帯の VOC 汚染のうち概ね環境基準値の 100 倍未満の区画についてはバイオレメディエーションを適用する。
- ・ 飽和帯の VOC 汚染のうち VOC 高濃度汚染範囲周囲部は、揚水法（立坑を利用した釜場揚水）を実施して、濃度の低減を図った後にバイオレメディエーションに移行する。
- ・ VOC と重金属による複合汚染土及び基準値 1000 倍以上の VOC 高濃度汚染土は、掘削除去を行い場外搬出とする。
- ・ 重金属汚染土壌は掘削除去、重金属汚染地下水は揚水（立坑を利用した釜場揚水）浄化とする。

★生石灰混合法

地下水位より上の浄化をおこなう

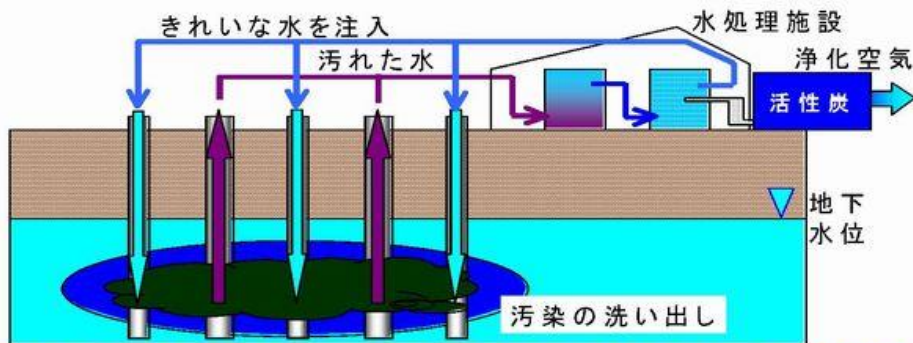
- ・ 掘削した汚染土をプラントに投入し生石灰と混合
- ・ 混合した生石灰との反応熱により土壤に付着した VOC を揮発
- ・ 揮発した VOC は換気設備にて活性炭に吸着し、きれいな空気を大気に放出



☆揚水ばっ気法

地下水面以下の高濃度汚染の低減

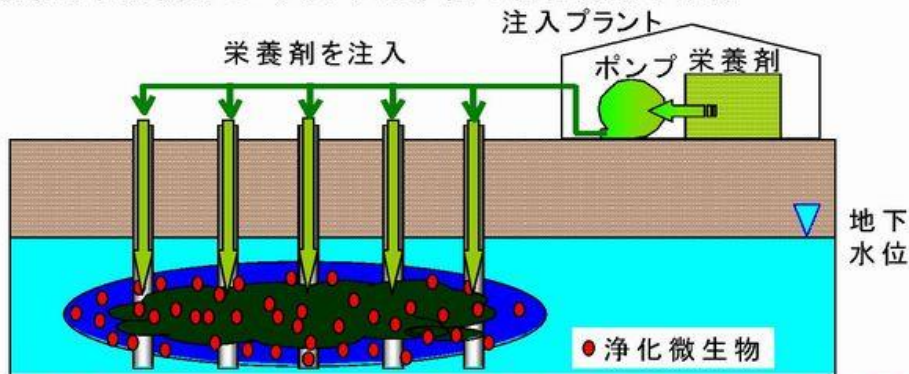
- ・きれいな水を汚染された土壌の中に注入
- ・土壌の中の汚染物質を水に溶かし汚れた水をくみ上げ
- ・汚れた水を処理設備にて浄化し、汚染物質は活性炭吸着
- ・処理後の水は再度注入へ利用



☆バイオレメディエーション

栄養剤を土壌内に注入し、現地由来の土壌微生物を活性化させ汚染物質を分解・浄化

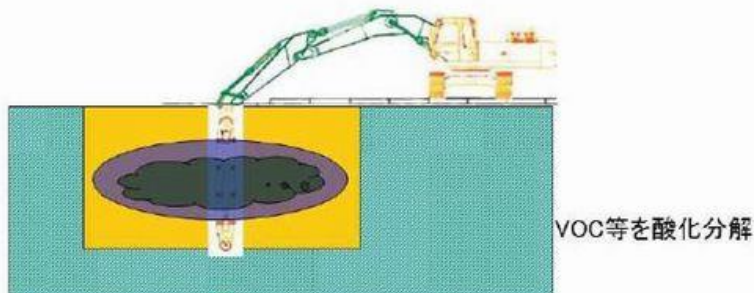
- ・栄養剤を水に溶かし汚染された土壌に注入
- ・土壌に染みこんだ栄養剤が土中内にある微生物を活性化
- ・活性化した微生物群が汚染物質を分解し浄化
- ・汚染土壌、地下水質をモニタリングし浄化の進行を随時確認



☆フェントン工法

酸化力の強いヒドロキシルラジカルを発生させ、揮発性有機化合物等を酸化分解

- ・パワーブレンダー(土壌改良機)で汚染土壌等を攪拌しながら薬剤(過酸化水素、硫酸第一鉄)と汚染土壌を混合
- ・酸性のpH域で過酸化水素に鉄(II)化合物が触媒的に反応して酸化力の強いヒドロキシルラジカルを発生させる。
$$\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{HO}^- + \text{HO}\cdot$$



(2)N 地区の汚染土壌対策

N 地区における汚染土壌対策の変遷は下表に示すとおりである。対策工完了後も地下水中の VOC の基準超過やリバウンドが見られ、最終的な浄化完了までには対策工着手から約8年の時間を要することとなった。

日時	内容
2005年1月 ～2007年3月	概略調査・設計の実施
2007年7月	対策工に係る技術提案募集
2007年10月	N地区汚染土壌対策の方針決定(第6回汚染土壌対策技術検討委員会)
2008年3月	入札・契約(施工業者の決定)
2008年4月	調査・設計、除去業務の開始
～	種々の調査・対策工の実施
2016年7月	浄化完了

N地区汚染土壌対策の方針（第26回原状回復対策協議会）

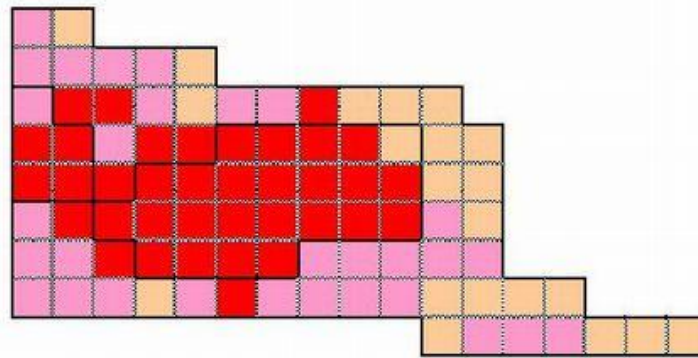
- 1 調査済み地域約 1,800m² 及び隣接する場所について、ボーリングにより 10mメッシュ単位で深度 1mごとに汚染状況を調査し、土壌汚染対策法（環境基準）に基づき工事区域を確定する。
あわせて、現場適用性を調査し、また、ボーリング後、揚水等による汚染の抽出処理、バイオレメディエーション等処理用井戸及びバリア井戸に活用する。
必要に応じて、周辺部にバリア井戸を、西側県境部等下流部に揚水井戸を設置する。
- 2 不飽和帯の汚染域は、必要に応じて鋼矢板を打設して汚染土壌を掘削・除去し、ホットソイル工法で場内処理し、環境基準以下であることを確認後、埋め戻しに活用する。
- 3 飽和帯の汚染域は、原位置において、揚水等による汚染の抽出処理とバイオレメディエーション等による分解処理を併用する。

2007 年時点の N 地区汚染土壌対策の方針

浄化開始前(H21.4-6月)
基準超過:87/87区画

西

東

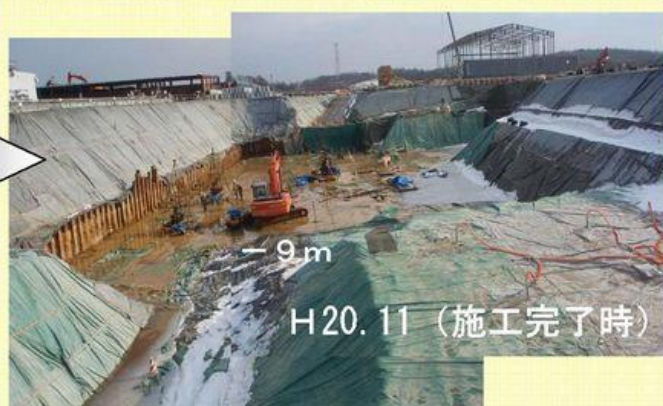
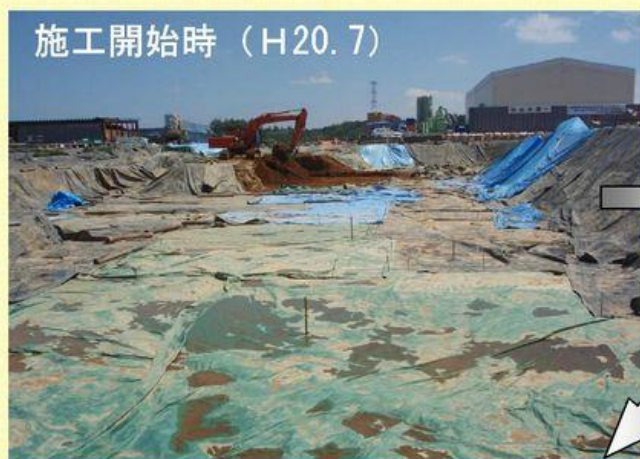


VOC11項目のうち、基準に比して最大の超過率を示す物質を記載

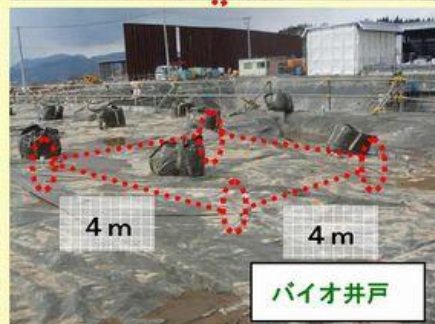
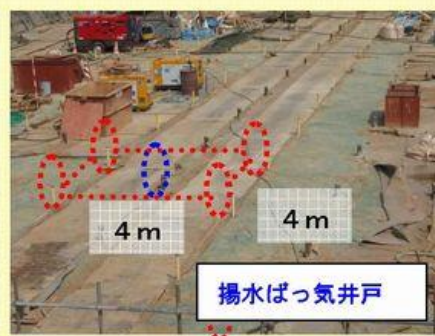
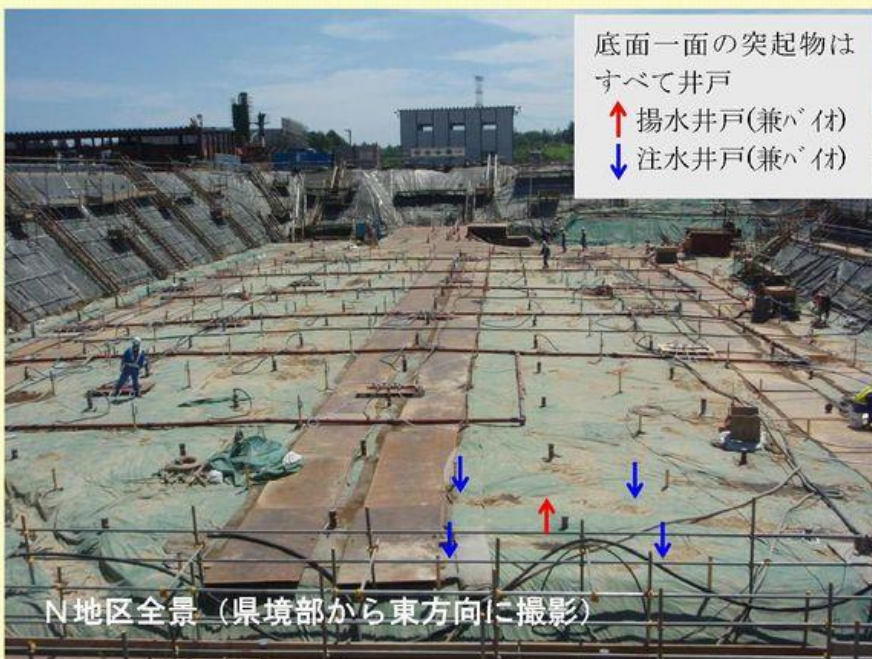
浄化開始前のN地区汚染状況

■汚染土壌浄化対策の例（N地区）

生石灰混合法 施工状況



揚水ばっ気及びバイオ工法 施工状況



(3)N 地区以外の土壌・地下水汚染対策

N 地区以外には B,D,F,G,K,J,O の7つの地区(以下「7地区」という)において、VOC 及び重金属等による土壌・地下水汚染が確認されており、対策工が実施された。

対策工法は、N 地区で採用された工法と同様なものとしたが、状況に応じて別途工法を用いて対策を行った。

7 地区では 2012 年12月に、対策工着手約2年の期間を経て、対象とするすべての地区での浄化完了が確認された。

日時	内容
2009年9月 ～2010年3月	概略調査・設計の実施
2010年10月	入札・契約(施工業者の決定)
2010年11月	調査・設計、除去業務の開始
～	種々の対策工の実施
2012年12月	浄化完了

VOC 汚染状況図

重金属汚染状況図

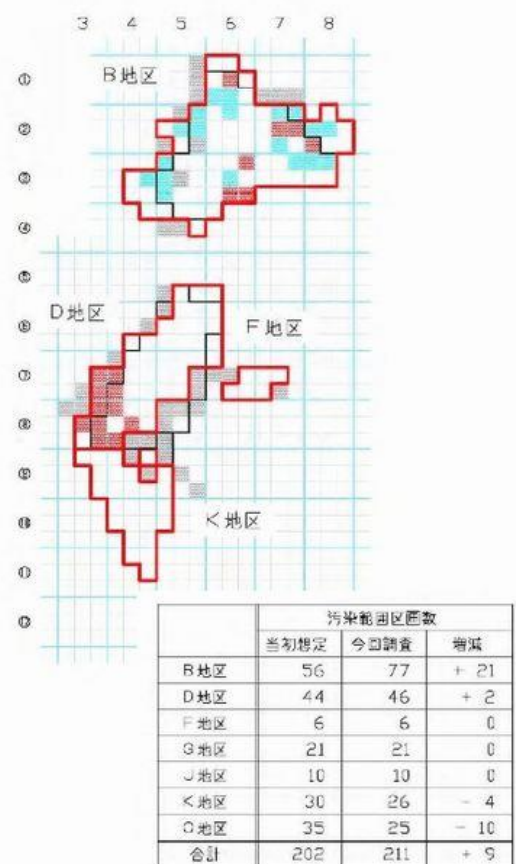
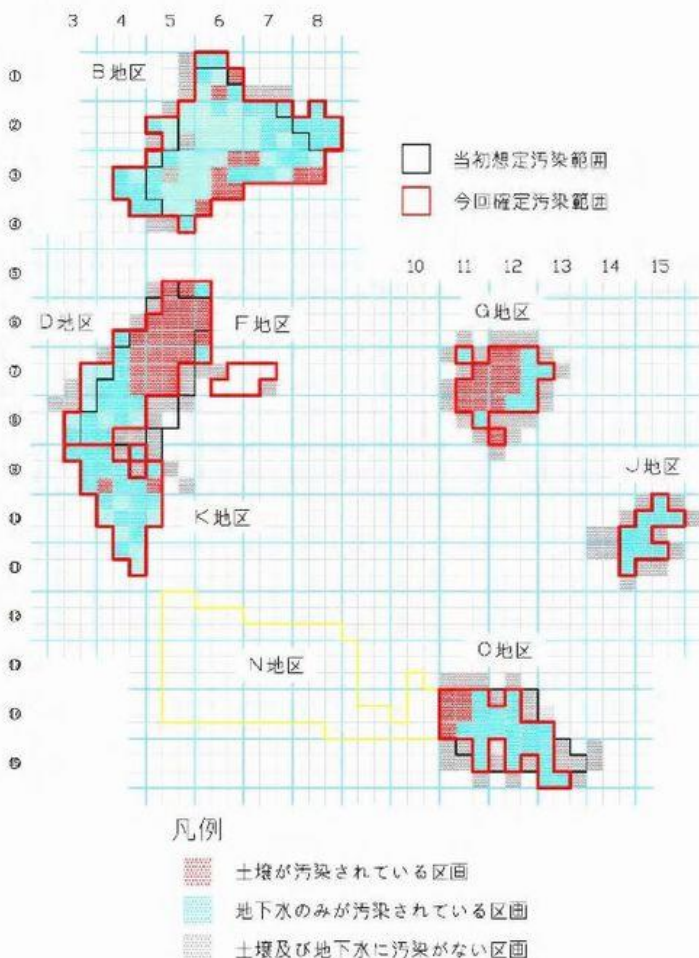


図2 7地区の詳細汚染調査結果

浄化開始前の7地区汚染状況

■浄化対策の例（B, D, F, G, J, K, O地区）

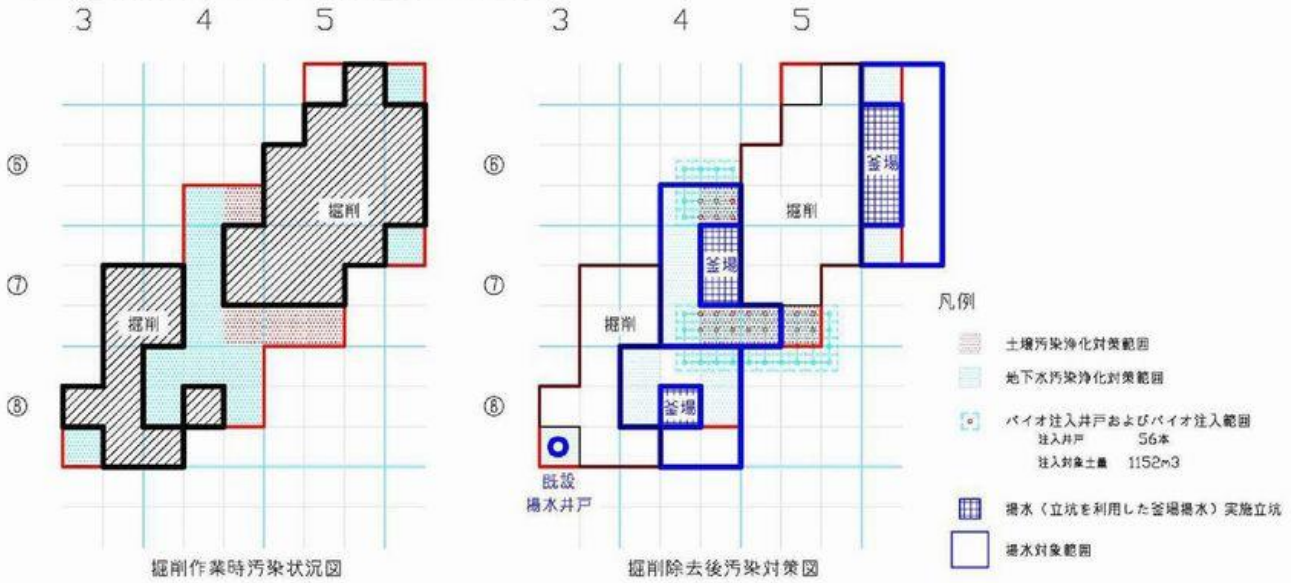
B地区

汚染された地下水を集めるための大型井戸を設置して、地下水を汲み上げて浄化。



D地区

VOC入りのドラム缶が投棄されていた場所では高濃度に汚染された土壌を確認しており、深さ10m以上を掘削除去して、外部施設にて処分。



掘削除去のために、鋼矢板や鉄骨を設置して掘削



掘削後の立坑釜場を利用し揚水・浄化。



F地区

VOC汚染範囲に対し、フェントン工（機械攪拌）を実施。

