

## 環境修復の基本方針

## 1. 生活環境保全上の支障等

## (1) 不法投棄された廃棄物に含まれる有害物質

これまでの揚水循環浄化による措置により、遮水壁内の一部の廃棄物の浄化は進んだものの、依然として有害性の高い廃棄物が存在している。

廃棄物に含まれる有害物質としては、平成 22 年度に実施した不法投棄された廃棄物の溶出試験から、埋立判定基準を超過する 1,2-ジクロロエタン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、ジクロロメタン、ベンゼンが確認されている。(表-2.2)

また、平成 21 年度の大口径井戸設置に伴う掘削した廃棄物の調査では、ドラム缶が発見され、その内容物に 1,4-ジオキサンが 13mg/l、ジクロロメタンが 145mg/l 検出されたことから、有害性の高い内容物を含む廃棄物が他にも遮水壁内に残存している可能性がある。

## (2) 汚染地下水に含まれる有害物質

遮水壁内の地下水は、これまでの揚水循環浄化等の措置により浄化されたが、平成 21～22 年度に新たにボーリング調査を実施したところ地下水汚染が認められた。(表-4.1)

特に、1,4-ジオキサンは、遮水壁内で最大 27mg/l (環境基準の 540 倍) で検出されており、また、遮水壁外では、最大 6.6mg/l(環境基準の 132 倍)で検出された。遮水壁外では、すでに北東側の嘉例川付近にまで拡散していることから、嘉例川に滲出し、河川水質が汚染された場合、下流での利水に支障を生じるおそれがある。そのため、既に、緊急対策として、汚染の拡散防止措置を講じている。

表-4.1 地下水の汚染状況(H22.1～H23.6) (mg/l)

物質名	遮水壁内 (最高値)	遮水壁外 (最高値)	環境基準
1,2-ジクロロエタン	0.039	0.0067	0.004
ジクロロメタン	0.47	0.002	0.02
1,2-ジクロロエチレン	0.13	1.1	0.04
ベンゼン	1.3	0.13	0.01
1,4-ジオキサン	27	6.6	0.05
塩化ビニルモノマー	0.080	<0.0002	0.002
ホウ素	90	4.7	1.0
フッ素	14	1.0	0.8
トルエン	26	2.8	0.6 (指針値)
キシレン	9.1	2.2	0.4 (指針値)

また、1,2-ジクロロエタン、1,2-ジクロロエチレン、ベンゼン、トルエン、キシレン、ホウ素、フッ素については、遮水壁外で環境基準又は指針値を超過しているが、遮水壁内と比較して著しく濃度が低く、遮水壁直近の一部の井戸でのみで基準値を超過していること、これまでのモニタリング結果から各物質濃度は低減傾向にあることから、これまでに講じた鉛直

遮水壁の設置及び揚水浄化対策により、汚染拡散は抑制されていると考えられる。ただし、遮水壁内にはこれら物質を高濃度に含む廃棄物が存在していることから、遮水壁内の地下水の揚水による拡散防止措置を長期にわたり継続しなければならず、将来的には鉛直遮水壁の劣化による遮水機能低下に伴う揚水量の増加や、汚染拡散リスクの増大、その対策として既存の水処理施設の増強・経費負担の増加が検討課題となっている。

なお、塩化ビニルモノマー、カドミウム、鉛、砒素、フッ素、ホウ素については、周辺地下水で環境基準を超過していない、若しくは、超過していても遮水壁外側近傍のみに存在し、広範囲には拡散していない。

## 2. 支障除去等の必要性

当該事案における支障除去の必要性は、汚染地下水が周辺に拡散し、近隣住民の地下水利用を制限する必要がある場合や、汚染物質が河川へ流入し、嘉例川及び下流で合流する員弁川で利水している農業用水や水道水源、及び内水面漁業に影響を及ぼすおそれがある場合である（図-4.1）。地下水及び河川水の利水における観点から、当該場所で検出された汚染物質について、支障除去等の必要性について検討すると以下のとおりとなる。

1,4-ジオキサンについては、地下水の濃度が、遮水壁内(27mg/L, 540倍)と遮水壁外(6.6mg/L, 132倍)で環境基準を大幅に超過する濃度で確認され、既に北側の嘉例川付近まで拡散していることから、直ちに対策を講じなければ、汚染地下水が嘉例川に滲出し、嘉例川が1,4-ジオキサンに汚染されるおそれがある。こうしたことから、既に、緊急対策として水処理施設の改良等を実施しており、遮水壁内外の地下水を揚水することで汚染の拡散防止措置を講じている。

しかし、緊急対策は、遮水壁内外の汚染地下水の拡散防止措置であり、遮水壁外の広範に拡散した汚染地下水の浄化には、さらに追加的な対策が必要である。

また、廃棄物には1,4-ジオキサン以外に高濃度のVOCを含むことが判明しており、VOCによる地下水の再汚染を防止する措置が必要となっているが、1,4-ジオキサンに係る緊急対策は、VOC対策の効果も有している。

VOCに対するこれまでの対策は、遮水壁内の汚染地下水の浄化を主な目的として揚水循環浄化を実施していたが、副次的効果として期待した廃棄物の浄化は十分ではなかったことから、緊急対策による揚水を継続することによっても、廃棄物中の1,4-ジオキサンやVOCを除去することは困難である。

今後、鉛直遮水壁の劣化による遮水機能の低下、それに伴う揚水量の増加対策が必要になると考えられ、追加的な対策を講じない場合、1,4-ジオキサンやVOCの廃棄物からの新たな地下水汚染による汚染範囲の拡大、濃度上昇とその対策のために水処理施設の補修や増設、更新が必要となる。

したがって、遮水壁内の高濃度の1,4-ジオキサン及びVOCを含む廃棄物の対策として、長期的な安全性を確保するために、緊急対策に替わる恒久対策が必要である。

なお、重金属類、フッ素、ホウ素等については、遮水壁外で基準値を超過する範囲が限定的で、これまでのモニタリングにおいてもその濃度は低減の傾向を示していることから、直ちに生活環境保全上の支障を生じるおそれが無いと判断されるので、行政代執行の対象とせず、モニタリング対象物質として監視していくこととする。

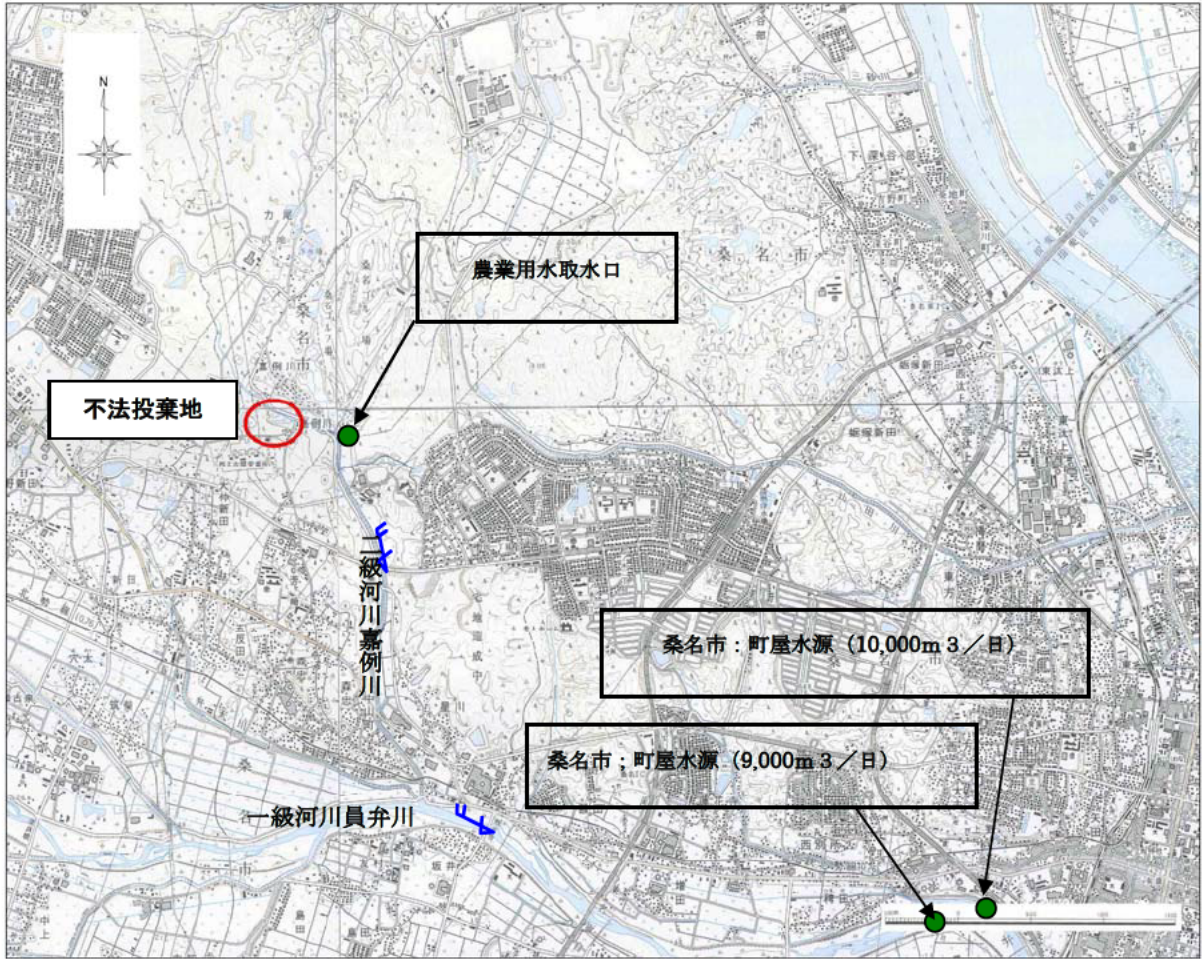


図-4.1 不法投棄地周辺の利水状況

### 3. 環境修復の基本方針

#### (1) 支障等除去の目標

##### ① 生活環境保全上達成すべき目標

当該地における生活環境保全上の支障とは、不法投棄された廃棄物に起因する汚染物質が地下水に溶出し、地下水の移流・拡散により不法投棄地周辺の地下水が汚染され、地域住民が使用していた貴重な水資源である地下水の利用を禁止せざるを得ないこと、また、汚染地下水が嘉例川に流入することで上水道、内水面漁業、農業用水への利水に支障を生じるおそれがあることなので、目標は「不法投棄地周辺地下水及び嘉例川が環境基準を達成し、その状態が保たれている」こととする。

当該目標については、三重県桑名市五反田地内不法投棄事案に係る特定支障除去等事業実施計画（平成 23 年 3 月 18 日大臣同意）においても記載しており、当該実施計画では、目標を達成するために、緊急対策として「1,4-ジオキサン汚染地下水の拡散防止」を、恒久対策として、「汚染地下水の浄化」及び「不法投棄された特定産業廃棄物による地下水汚染の防止」を講ずることとしている。

表-4.2 目標と判断指標

目 標	不法投棄地周辺地下水及び嘉例川が環境基準を達成し、その状態が保たれている	
判断指標	内 容	目指す状態
	ア 嘉例川の水質	環境基準以下
	イ 周辺地下水の水質	環境基準以下

緊急対策では、1,4-ジオキサンが周辺地下水に高濃度で検出されたことから、揚水による汚染拡散防止措置を講じているが、当該措置により結果として、廃棄物に高濃度に含まれる VOC の地下水汚染対策の効果も認められる。

本委員会では、緊急対策に代替する恒久対策の工法について検討するものであり、1,4-ジオキサンの対策であることはもとより、VOC に対しても十分な効果を有する工法について、検討するものとする。

##### ② 支障等除去の実施の範囲

1,4-ジオキサンを含む汚染地下水による生活環境保全上の支障のおそれを除去すべき区域は、現状の地下水汚染の拡散範囲を踏まえて、不法投棄地及びその周辺に設置したモニタリング井戸を含む範囲とする。なお、不法投棄地内及び周辺域での 1,4-ジオキサンの支障除去すべき範囲は、VOC 物質等の汚染の範囲も包含されている。

##### ③ 目標達成期間

目標達成期間は、本来、短期間とすることが望ましいが、現状として、周辺地下水における 1,4-ジオキサンの拡散が広範に認められること、既設水処理施設の処理能力では汚染地下水の回収に期間を要することなどから判断すると、短期間での目標達成は困難と考えられる。しかし、より早期に汚染の濃度レベルを低下させる必要があること、ま

た、国において平成 24 年度末を期限とする産廃特措法の延長が検討されていることから、その期間は未定であるが、延長期間を見据え、5～10 年を目標達成期間とする。

特に、遮水壁内の廃棄物には高濃度の 1,4-ジオキサン及び VOC が含まれ、汚染の拡大を防止するため、遮水壁内の廃棄物及び汚染地下水については、概ね 5 年を目途として対策を講じる。

また、遮水壁外に広範に確認されている汚染地下水に関しては、一般的に汚染地下水の揚水浄化において、浄化開始初期に著しい濃度低下が認められるものの、その後は浄化速度が指数関数的に減速し、環境基準までの浄化には長期間を要するとの知見が得られていることから、遮水壁内の対策と併せて対策を講じ、概ね 10 年を目途に目標を達成するものとする。

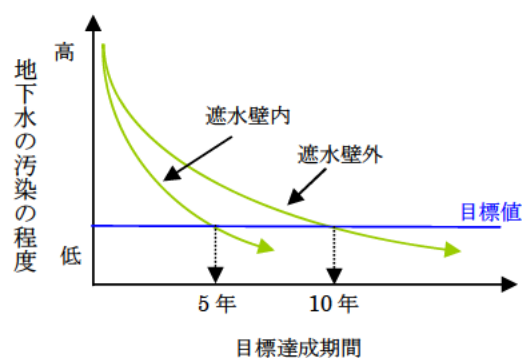


図 4.2 目標達成期間の考え方

## (2) 目標達成のための基本的な考え方

### ① 環境修復シナリオのプランニング

支障除去等の目標を達成するために、複数の環境修復技術を比較検討し、最も合理的な工法を選択する必要がある。選択した工法が合理的であるかどうかは、①経済性、②環境修復技術の確実性、③安全性（リスク評価）、④目標達成までの期間の 4 つの視点から技術検討を行い、対策の実施にあたっては、⑤関係者との合意形成（リスクコミュニケーション）を加えて 5 つの視点で評価する必要がある。

なお、環境修復技術のうち原位置浄化については、目標達成期間を短くすればするほど、掘削や薬剤での処理量の増加を伴うことから多大な費用を要する 경우가多く、①の経済性と④の目標達成までの期間は、トレードオフの関係にある。

また、リスクコミュニケーションにおいては、関係者間で情報を共有していることが前提となる。

したがって、5 つの視点のうち①から④の具体的な個別内容について、まず関係者と情報共有を図る必要があり、その上で、①から④を組み合わせた最適環境修復シナリオをプランニングするものとする。

環境修復シナリオは、目標達成までのロードマップであり、環境修復シナリオの決定においては、関係者との合意形成が得られるよう努めることを基本とする。

## ② 予期せぬ事態への対応（フォローアップ）

本事案においては、平成 19 年度までの VOC による地下水汚染対策終了後、平成 21 年に新たに環境基準に追加された 1,4-ジオキサンによる地下水汚染が判明した。また、国内の他の大規模不法投棄事案においても、対策工事実施中に、事前調査で確認されていない廃棄物や有害物質が新たに検出される事態が発生している。

違法な行為である不法投棄は、計画的な埋立処分ではなく、多種多様な廃棄物が場当たりに埋立されているため、不法投棄場所内で廃棄物の種類に偏りがあったり、検出される物質数やその濃度が異なったり、埋立の深度や締め固めの程度等が場所ごとに異なっているなど、廃棄物の不均一性により、事前調査で不法投棄地内を完全には把握できるものではない。

これまでの環境修復におけるこれら知見を踏まえ、環境修復シナリオには、フォローアップが必要であり、計画策定段階から予期せぬ事態が発生した場合の環境修復シナリオの見直しを想定しておき、さらに、補完的環境修復技術及び追加的環境修復技術（フォローアップ技術）をあらかじめ準備しておくものとする。

フォローアップはリスク管理手法であり、フォローアップの考え方を環境修復シナリオに組み込むことで、支障等除去が完了するまでの間のリスク認識が関係者間で共有され、リスクへの対応方法が事前に示されることから、リスクコミュニケーションにおいても有効な手法であると考えられる。

## ③ 自然減衰による浄化効果の活用（科学的自然減衰；MNA）

地下水汚染の現場において、自然要因によって地下水の汚染物質濃度が自然に減少する現象が確認されており、これを自然減衰（NA；Natural Attenuation）という。

NA には、①土粒子への吸着、②気相への揮発、③希釈・拡散、④地下水・土壌成分との化学反応による分解、⑤微生物分解などの現象があり、汚染場所そのものが有する固有の機能である。汚染物質濃度が低減し、揚水や薬剤注入等の積極的な浄化対策が有効でなくなった場合に、適切な監視体制のもとで NA を効果的に利用し地下水浄化を行う科学的自然減衰（MNA；Monitored Natural Attenuation）は、VOC による汚染地下水の浄化現場で開発された技術である。

MNA は、積極的浄化手法（Active Remediation）と比較して、汚染修復のためのコストやエネルギーの削減が可能であるが、浄化過程を人為的に制御できないという課題があるため、妥当な期間内に環境修復の目標が達成されるよう計画する必要がある。

安易に MNA を適用することは、汚染を放置していると曲解される危険性があるので、関係者と十分なリスクコミュニケーションを行う必要がある。

本事案における対象物質は 1,4-ジオキサンであり、NA においては、土壌への吸着性が低く、地下水中で微生物分解をほとんど受けないものの、希釈・拡散の現象が主体となり、気相への揮発が僅かに期待されるものである。

本事案においては、1,4-ジオキサンによる汚染は、すでに不法投棄場所の周辺地下水に広範囲にわたっており、積極的浄化手法と併せて、低濃度汚染域での有効な浄化対策として MNA の適用を検討することとする。