

第16回豊島廃棄物等処理事業フォローアップ委員会次第

日時 令和4年11月14日（月）10時00分～

I 開会

II 審議・報告事項

1. 豊島廃棄物等処理施設撤去等事業の進捗状況
 - (1) 令和4年度の豊島廃棄物等処理施設撤去等事業の進捗状況（その2）（報告）
 - (2) 豊島処分地の地下水浄化対策等の状況（その9）（報告）
 - (3) 豊島事業関連施設の撤去等の状況（その9）（報告）
 - (4) 遮水機能の解除工事に関する最終報告（報告）
2. 第25回、第26回豊島処分地地下水・雨水等対策検討会の審議概要（報告）
3. 第16回、第17回豊島事業関連施設の撤去等検討会の審議概要（報告）
4. 地下水浄化の進捗管理（その4）（審議）
5. 豊島処分地における地下水浄化の達成状況に関する評価（最終報告）（審議）
6. 遮水機能の解除前後の地下水への影響調査及び遮水機能解除後の処分地の流出水の濃度推定の結果（報告）
7. 遮水機能の解除前における北海岸前の海域での生態系（アマモ場及びガラモ場）の調査結果（審議）
8. 豊島廃棄物等処理事業における報告書の素案の作成（その1）（審議）
9. その他
 - (1) 「香川県並びに豊島住民会議に対する要請」（令和4年3月11日付け）に対する合意内容の作成（報告）
 - (2) 各種マニュアル等の見直し（審議）
 - (3) 緊急時等の報告（正式評価）（報告）
 - (4) 環境計測及び周辺環境モニタリングの結果（報告）
 - (5) これまでの委員会資料等の公開に関する進捗報告（その2）（報告）

III 閉会

令和 4 年度の豊島廃棄物等処理施設撤去等事業の進捗状況（その 2）

1. 概要

第 14 回豊島廃棄物等処理事業フォローアップ委員会（以下、「フォローアップ委員会」という。）（R4. 4. 15Web 開催）で了承いただいた「令和 4 年度の豊島廃棄物等処理施設撤去等事業の概要」に従い実施している令和 4 年度の事業について、進捗状況を報告する。

2. 令和 4 年度の豊島廃棄物等処理施設撤去等事業の主な事項

2. 1 フォローアップ委員会での検討内容

（1）地下水浄化対策の見通しと課題への対応

第 12 回フォローアップ委員会（R3. 8. 19Web 開催）において、「排水基準の達成後の地下水浄化に対する基本的対応」を、第 15 回フォローアップ委員会（R4. 7. 9Web 開催）において、「追加的浄化対策及びリバウンド対策の終了要件」を審議・了承いただいた。現在、これに基づき地下水検討会の指導・助言のもと追加的浄化対策を実施しており、その実施状況を今回のフォローアップ委員会の資料Ⅱ／4 で報告する。なお、リバウンドは発生していない。

（2）地下水浄化の進捗管理と環境基準の到達・達成状況の評価

第 15 回フォローアップ委員会（R4. 7. 9Web 開催）において、「地下水浄化の進捗管理（その 3）」を審議・了承いただいた。それ以降に実施した地下水浄化の進捗状況について、今回のフォローアップ委員会の資料Ⅱ／4 で審議いただく。なお、環境基準の到達の申請に向けた対策ならびに計測を継続して実施中である。

（3）処分地の整地関連の検討

第 15 回フォローアップ委員会（R4. 7. 9Web 開催）において、「処分地の整地工事に関する基本方針」を審議・了承いただいた。これに基づき第 16 回撤去検討会（R4. 8. 5Web 開催）において基本計画書を、第 17 回撤去検討会（R4. 10. 9Web 開催）において実施計画書を審議・了承いただいたうえで、整地工事に着手している。

（4）豊島廃棄物等処理事業報告書の作成

第 14 回フォローアップ委員会（R4. 4. 15Web 開催）において、「豊島廃棄物等処理事業に関する報告書の目次案の改訂と進捗報告」が審議・了承され、事務局において素案を作成した。その素案については、今回のフォローアップ委員会の資料Ⅱ／8 で審議いただく。

（5）地下水浄化の達成状況に関する追加評価

第 13 回フォローアップ委員会（R3. 12. 22Web 開催）において、「豊島処分地における

地下水浄化の達成状況に関する評価」が審議・了承されているが、積極的な地下水浄化対策前に排水基準を下回っていた13区画の内の代表地点について令和4年5月に計測を行い、達成状況の評価に反映させた。また化学処理については、薬剤注入による地下水中の汚染物質の分解に伴う濃度低下、土壌から地下水への溶出に伴う濃度上昇等が同時に起こるため、正確な推計はできないが、より精度を高めた算定方法を取った上で今回のフォローアップ委員会の資料Ⅱ／5で審議いただく。

(6) 遮水機能の解除の影響に関する北海岸前の海域での生態系調査

第13回フォローアップ委員会(R3.12.22Web開催)において、「遮水機能の解除前における北海岸前の海域での生態系(アマモ場及びガラモ場)の調査結果(その1 アマモ場)」を報告した。その後、ガラモ場の調査を令和4年1月26日に実施したことから、その調査結果を今回のフォローアップ委員会の資料Ⅱ／7でアマモ場の調査結果と合わせて報告する。

また、遮水機能の解除後における北海岸前の海域での生態系調査のうち、アマモ場の調査を、令和4年6月21～23日に実施し、ガラモ場の調査を、令和5年1月に実施する予定である。遮水機能の解除前後の比較結果については、次回以降のフォローアップ委員会で報告する予定である。

2. 2 地下水・雨水対策検討会での検討内容

(1) 豊島処分地の地下水浄化対策の実施

第12回フォローアップ委員会(R3.8.19Web開催)において審議・了承いただいた「排水基準の達成後の地下水浄化に対する基本的対応」に基づき、一部の区画において追加的浄化対策を実施している。その実施状況を今回のフォローアップ委員会の資料Ⅱ／4で報告する。なお、現時点でリバウンドは確認されていないため、リバウンド対策は実施していない。

(2) 追加的浄化対策及びリバウンド対策の終了要件の検討

第24回地下水検討会(R4.6.2Web開催)において、「追加的浄化対策及びリバウンド対策の終了要件(案)」を、第15回フォローアップ委員会(R4.7.9Web開催)において、「追加的浄化対策及びリバウンド対策の終了要件」の決定を審議・了承いただいた。

(3) 豊島処分地の水管理マニュアルに基づく対応

表記マニュアルに基づく対応を実施し、場内の水管理を行っている。揚水及び注水の状態については、今回のフォローアップ委員会の資料Ⅱ／4で報告する。なお、これまで特段の問題は発生していない。

(4) 地下水の環境基準の到達・達成マニュアルに基づくモニタリング

表記マニュアルに基づき、地下水計測点のモニタリングを継続している。その結果を今回のフォローアップ委員会の資料Ⅱ／4で報告する。なお、現時点でリバウンドは

確認されていない。

(5) 地下水の環境基準の到達及び達成の確認

県は、2. 2 (4) に基づくモニタリングを継続し、同マニュアルに定める基準を満たしたと判断した場合、環境基準の到達及び達成を申請し、地下水検討会で審議いただくことになっている。現時点で環境基準の到達の承認はなされていない。

(6) 地下水・雨水対策の観点からの整地工事の検討

第24回地下水検討会(R4. 6. 2Web開催)において、「地下水・雨水対策の観点からの整地工事の検討」を審議・了承いただいた。その後、整地工事開始以降も追加的浄化対策の再開やリバウンド対策により地下水浄化対策を実施する可能性があることから、第26回地下水検討会(R4. 10. 3Web開催)において、「処分地の整地工事開始後における地下水浄化対策の検討」を審議・了承いただき、一部の浄化対策用の井戸を確保したうえで、整地工事に着手している。

2. 3 撤去検討会での検討内容

(1) 豊島内関連施設の撤去に関する第Ⅱ期工事に関する実施計画書等の検討

令和3年度から実施している豊島内関連施設の撤去に関する第Ⅱ期工事については、第16回撤去検討会(R4. 8. 5Web開催)において改訂の審議・了承いただいた「豊島廃棄物等関連施設の第Ⅱ期工事に関する撤去手順」に基づき実施している。撤去工事の進捗状況等の詳細は、資料Ⅱ/1-3で報告する。

1) ⑥-3 その他施設(豊島専用棧橋)の撤去工事の進捗状況の報告

上記については、第12回撤去検討会(R3. 9. 26Web開催)にて基本計画書を、第15回撤去検討会(R4. 3. 11Web開催)にて実施計画書を審議・了承いただき、令和4年9月に施設の撤去・搬出を完了した。

2) 令和4年度に実施する撤去工事に関する基本計画書等の審議

令和4年度に実施する、その他地下水の集水・貯留・送水施設(③-1 揚水井、③-3 貯留トレンチ、③-4 新貯留トレンチ)、その他施設(⑥-1-1 積替え施設(上部)、⑥-1-2 積替え施設(下部)、⑥-1-3 トラックスケール、⑥-4-2 処分地内道路部(積替え施設周辺))、処分地外周からの雨水の集水・排除施設(⑦-2 下流側の排水路)、⑧地下水の観測施設(観測井)の撤去工事については、第16回撤去検討会(R4. 8. 5Web開催)において基本計画書を、第17回撤去検討会(R4. 10. 9Web開催)において実施計画書を審議・了承いただいた。現在、それに基づき、撤去工事に着手している。

3) 処分地の整地関連に関する基本計画書等の審議

令和4年度に実施する、⑩処分地の整地関連工事(地下水の自然浄化対策の実施期間)、その他施設(⑥-4-4 導水管呑口部)及び⑪地下水浄化関連の改修工事については、第16回撤去検討会(R4. 8. 5Web開催)において基本計画書を、第17回撤去検討会

(R4. 10. 9Web 開催) において実施計画書を審議・了承いただいた。現在、それに基づき、整地工事に着手している。

(2) 第Ⅱ期工事の撤去手順の見直し

第Ⅱ期工事の撤去手順に従い、撤去工事の進捗状況を管理している。なお、令和4年度に実施する工事の実情を踏まえて、第16回撤去検討会(R4. 8. 5Web 開催)において「豊島廃棄物等関連施設の第Ⅱ期工事に関する撤去手順」の改訂について審議・了承いただいた。

(3) 豊島内関連施設(第Ⅱ期工事)の撤去完了の確認

豊島内関連施設(第Ⅱ期工事)については、所定施設等の撤去が完了したことを確認することとしている。現時点で撤去が完了した施設もあるが、全ての施設の撤去完了後に撤去検討会委員の確認を受け、撤去検討会に報告する予定としている。

(4) 豊島事業関連施設の撤去についての第Ⅱ期工事に関する報告書の作成

遮水機能の解除工事及び高度排水処理施設や豊島専用栈橋等の撤去工事等について、計画から実施結果までを取りまとめ、報告書を作成することとしており、第17回撤去検討会(R4. 10. 9Web 開催)において、目次案を審議・了承いただいた。その素案については、全ての施設の撤去完了後にとりまとめ、撤去検討会で審議いただく予定である。

豊島処分地の地下水浄化対策等の状況（その 9）

1. 排水基準の達成後の局所的な汚染源ごとの追加的浄化対策の実施状況

第 12 回豊島廃棄物等処理事業フォローアップ委員会（以下、「フォローアップ委員会」という。）（R3. 8. 19Web 開催）において、「排水基準の達成後の地下水浄化に対する基本的対応」（資料 12・Ⅱ / 8）に基づき、環境基準の達成までの間に実施する地下水計測及び地下水浄化対策などが了承された。

これに従い実施している追加的浄化対策の概要を表 1 に示す。詳細については、今回のフォローアップ委員会の資料Ⅱ / 4 で報告する。

表 1 追加的浄化対策の対象となる局所的な汚染源と実施状況の概要

局所的な汚染源	実施状況
HS-⑩⑪⑫：区画⑩⑪⑫付近のベンゼン等の汚染	<ul style="list-style-type: none"> 既存の井戸から浸透池を活用した揚水浄化を実施した後、空気注入を併用した揚水浄化を実施 令和 4 年 9 月 30 日まで上記浄化対策を継続し、10 月 1 日から浄化対策を停止した状態でモニタリングを実施中
HS-⑬⑭：区画⑬⑭付近の 1, 4-ジオキサン等の汚染	<ul style="list-style-type: none"> 既存の井戸や新設した浸透池等からの注水浄化を実施 令和 4 年 6 月 28 日に新設した浸透池への注水を実施した後、浄化対策を停止した状態でモニタリングを実施中
HS-D 西：D 測線西側付近のトリクロロエチレン等の汚染	<ul style="list-style-type: none"> 注入トレンチの拡張等を行いながら過硫酸ナトリウムによる化学処理を実施 令和 4 年 7 月 8 日にトレンチに過硫酸ナトリウムを注入した後、浄化対策を停止した状態でモニタリングを実施中

2. 環境基準の到達に向けたモニタリングの実施状況

第 12 回フォローアップ委員会において、審議・了承された「処分地全域での地下水における環境基準の到達及び達成の確認マニュアル（令和 3 年 8 月 19 日策定）」に基づき、地下水計測点⑩⑬⑭D 西-1 において、環境基準の到達に向けたモニタリングを実施しており、その結果を本フォローアップ委員会の資料Ⅱ / 4 で報告する。

3. 遮水機能の解除前後の地下水への影響調査の実施状況

第 22 回豊島処分地地下水・雨水等対策検討会（R3. 10. 28Web 開催）において、遮水機能の解除前後の地下水への影響調査の方法が審議・了承され、令和 3 年 11 月から令和 4 年 4 月にかけて調査を実施しており、その結果を今回のフォローアップ委員会の資料Ⅱ / 6 で報告する。

豊島事業関連施設の撤去等の状況（その9）

1. 豊島内関連施設の撤去に関する第Ⅱ期工事に関する手続きの状況

令和3年度から豊島内関連施設の撤去に関する第Ⅱ期工事を実施しており、これらの工事については基本計画書及び／あるいは実施計画書※の審議・了承を経て実際の工事を行う。なお、施設番号は第17回撤去検討会資料Ⅱ／2に記載のものであり、常にこの施設番号を使用する。

なお、遮水機能の解除工事に関する最終報告は本委員会資料Ⅱ／1-4で報告する。

※ 実施計画書のみで対応するのは、県が実施する一般土木工事に対してであり、「豊島廃棄物等処理施設撤去等事業における一般的な工事の実施にあたっての手続き」（第11回フォローアップ委員会 R3.3.25）で規定されている。

（1）豊島内関連施設の撤去に関する第Ⅱ期工事の概況

豊島内関連施設の撤去に関する第Ⅱ期工事の概況を表1に示す。

表 1 豊島内関連施設の撤去に関する第Ⅱ期工事の概況

施設の役割	施設番号	施設名	実施状況
①処分地内の雨水の集水・貯留・排除施設	①-1	処分地進入路の排水路	完了 (R3. 6. 4～R4. 3. 18)
	①-2	承水路	完了 (R3. 6. 4～R4. 3. 18)
	①-3	承水路下トレンチドレーン	完了 (R3. 6. 4～R4. 3. 18)
	①-4	西井戸	完了 (R3. 9. 1～R4. 9. 30)
	①-5	沈砂池 1	完了 (R3. 6. 4～R4. 3. 18)
	①-6	沈砂池 2	完了 (R3. 6. 4～R4. 3. 18)
②遮水壁近傍地下水の集水・貯留・送水施設	②-1	トレンチドレーン	完了 (R3. 11. 4～R4. 4. 20)
	②-2	北揚水井	完了 (R3. 11. 4～R4. 4. 20)
③その他地下水の集水・貯留・送水施設	③-1-1	揚水井 (施設番号③-1-2～4を除く)	施工中 (R4. 9. 5～R5. 1. 31)
	③-1-2	揚水井 (⑩-6)	追加的浄化対策の終了後に撤去
	③-1-3	揚水井 (⑪-5、⑬-5)	残置し、リバウンド対策が不要となる時以降に撤去
	③-1-4	揚水井 (⑭-5、(B+40, 2+30))	施工中 (R4. 9. 5～R5. 1. 31) (新設し、リバウンド対策が不要となる時以降に撤去)
	③-2	集水井	完了 (R3. 9. 6～R4. 6. 30)
	③-3	貯留トレンチ	施工中 (R4. 9. 16～R5. 3. 10)
	③-4	新貯留トレンチ	施工中 (R4. 9. 16～R5. 3. 10)
④高度排水処理施設関連施設	④	高度排水処理施設	完了 (R3. 9. 7～R4. 4. 25)
⑤簡易地下水処理施設	⑤-1	加圧浮上装置	完了 (R3. 9. 7～R4. 4. 25)
	⑤-2	凝集膜分離装置	完了 (R3. 9. 7～R4. 4. 25)
	⑤-3	活性炭吸着塔	完了 (R3. 9. 7～R4. 4. 25)
⑥その他の施設	⑥-1-1	積替え施設 (上部)	施工中 (R4. 9. 21～R4. 12. 2)
	⑥-1-2	積替え施設 (下部)	施工中 (R4. 9. 9～R5. 3. 10)
	⑥-1-3	トラックスケール	施工中 (R4. 9. 9～R5. 3. 10)
	⑥-2	ベルトコンベア	完了 (R3. 12. 10～R4. 3. 14)
	⑥-3	専用栈橋	完了 (R4. 1. 11～R4. 10. 20)
	⑥-4-1	処分地内道路部 (高度排水周辺)	完了 (R3. 9. 1～R4. 9. 30)
	⑥-4-2	処分地内道路部 (積替え施設周辺)	施工中 (R4. 9. 9～R5. 3. 10)
	⑥-4-3	導水管	引き渡し時に撤去
	⑥-4-4	導水管呑口部	施工中 (R4. 9. 16～R5. 3. 10) (改修し、引き渡し時に撤去)
	⑥-4-5	豊島のこころ資料館横の側溝	残置
	⑥-5	ゲート	引き渡し時に撤去
⑥-6	電柱	引き渡し時に撤去	
⑦処分地外周からの雨水の集水・排除施設	⑦-1	外周排水路 (上流側)	完了 (R3. 6. 4～R4. 2. 28)
	⑦-2	外周排水路 (下流側)	施工中 (R4. 9. 16～R5. 3. 10)
⑧地下水の観測施設	⑧-1	観測井 (施設番号⑧-2を除く)	施工中 (R4. 9. 5～R5. 1. 31)
	⑧-2	観測井 (⑪、⑬、⑭、(B+40, 2+30)及びB5)	引き渡し時に撤去
⑨遮水機能の解除関連	⑨	遮水壁	完了 (R3. 11. 4～R4. 4. 20)
⑩処分地の整地関連 (地下水の自然浄化対策の実施期間)	⑩	処分地内整地	施工中 (R4. 9. 16～R5. 3. 10)
⑪地下水浄化関連	⑪-1	浸透池 (区画 11)	施工中 (R4. 9. 16～R5. 3. 10) (引き渡し時に撤去)
	⑪-2	浸透池 (区画 30)	施工中 (R4. 9. 16～R5. 3. 10) (改修し、引き渡し時に撤去)
	⑪-3	浸透池 (D 測線西側)	施工中 (R4. 9. 16～R5. 3. 10) (改修し、引き渡し時に撤去)

※排水基準の達成後の地下水浄化に対する基本的対応 (第 12 回フォローアップ委員会 資料Ⅱ/8) に基づき、リバウンド対策は環境基準の到達以降行わない。

(2) 処分地内の雨水の集水・貯留・排除施設（①-4 西井戸）及びその他施設（⑥-4-1 処分地内道路部（高度排水周辺））の撤去工事

上記については、第 11 回撤去検討会（R3. 7. 15Web 開催）にて基本計画書を、第 12 回撤去検討会（R3. 9. 26Web 開催）にて実施計画書を審議・了承いただいております、撤去工事に着手し、施設の撤去・搬出は完了しています。

これまでの手続き状況等は、表 2 のとおりである。

表 2 (2) に関する手続き状況等

手続き事項		手続きの内容
		処分地内の雨水の集水・貯留・排除施設（①-4 西井戸）及びその他施設（⑥-4-1 処分地内道路部（高度排水周辺））の撤去工事
撤去等の実施事業者		(有)東口組
工期		R3. 9. 1～R4. 9. 30 (注)
手続きの状況	基本計画書の審議	第 11 回豊島事業関連施設の撤去等検討会にて審議済み
	発注仕様書の作成	R3. 7 土木工事共通仕様書により発注
	入札公告	R3. 7. 26
	実施事業者の決定	R3. 8. 24
	実施計画書の審議	第 12 回豊島事業関連施設の撤去等検討会にて審議済み

(注) 工事の進捗に合わせて工期の見直しを行っている。

(3) その他施設（⑥-3 専用栈橋）の撤去工事

上記については、第 12 回撤去検討会（R3. 9. 26Web 開催）にて基本計画書を、第 15 回撤去検討会（R4. 3. 11Web 開催）にて実施計画書を審議・了承いただいております、令和 4 年 4 月から撤去工事に着手し、施設の撤去・搬出は完了しています。なお、鋼管杭の引抜き状況等について、5 月 10 日及び 9 月 23 日に鈴木委員による現地での視察・確認を受け、汚濁防止対策等、実施計画書に従って施工できていることを確認いただいた。

これまでの手続き状況等は、表 3 のとおりである。

表 3 (3) に関する手続き状況等

手続き事項		手続きの内容
		その他施設（⑥-3 専用栈橋）の撤去工事
撤去等の実施事業者		(株)村上組
工期		R4. 1. 11～R4. 10. 20 (注)
手続きの状況	基本計画書の審議	第 12 回豊島事業関連施設の撤去等検討会にて審議済み
	発注仕様書の作成	R3. 9 土木工事共通仕様書により発注
	入札公告	R3. 11. 8
	実施事業者の決定	R4. 1. 4
	実施計画書の審議	第 15 回豊島事業関連施設の撤去等検討会にて審議済み

(注) 工期内に撤去工事が完了したため、実作業期間を記載している [工期：R4. 1. 11～R4. 10. 31]

(4) その他地下水の集水・貯留・送水施設 (③-1 揚水井) 及び⑧地下水の観測施設 (観測井) の撤去工事

上記については、第 16 回撤去検討会 (R4. 8. 5Web 開催) にて基本計画書を、第 26 回地下水検討会 (R4. 10. 3Web 開催) にて撤去の時期やその対象を、第 17 回撤去検討会 (R4. 10. 9Web 開催) にて実施計画書を審議・了承いただいております、撤去工事に着手している。

これまでの手続き状況等は、表 4 のとおりである。

表 4 (4) に関する手続き状況等

手続き事項		手続きの内容
		その他地下水の集水・貯留・送水施設 (③-1 揚水井) 及び⑧地下水の観測施設 (観測井) の撤去工事
撤去等の実施事業者		青葉工業(株)
工期		R4. 9. 5～R5. 1. 31 (予定)
手続きの状況	基本計画書の審議	第 16 回豊島事業関連施設の撤去等検討会にて審議済み
	発注仕様書の作成	R4. 8 土木工事共通仕様書により発注
	入札公告	R4. 8. 10
	実施事業者の決定	R4. 9. 1
	実施計画書の審議	第 17 回豊島事業関連施設の撤去等検討会にて審議済み

(5) その他地下水の集水・貯留・送水施設 (③-3 貯留トレンチ、③-4 新貯留トレンチ)、その他施設 (⑥-1-1 積替え施設(上部)、⑥-1-2 積替え施設(下部)、⑥-1-3 トラックスケール、⑥-4-2 処分地内道路部(積替え施設周辺)) 及び処分地外周からの雨水の集水・排除施設 (⑦-2 下流側の排水路) の撤去工事

上記については、第 16 回撤去検討会 (R4. 8. 5Web 開催) にて基本計画書を、第 17 回撤去検討会 (R4. 10. 9Web 開催) にて実施計画書を審議・了承いただいております、撤去工事に着手している。

これまでの手続き状況等は、表 5 のとおりである。

表 5 (5) に関する手続き状況等

手続き事項		手続きの内容
		その他地下水の集水・貯留・送水施設 (③-3 貯留トレンチ、③-4 新貯留トレンチ) 及び処分地外周からの雨水の集水・排除施設 (⑦-2 下流側の排水路) の撤去工事*
撤去等の実施事業者		(株)田中海事
工期		R4. 9. 16～R5. 3. 10 (予定)
手続きの状況	基本計画書の審議	第 16 回豊島事業関連施設の撤去等検討会にて審議済み
	発注仕様書の作成	R4. 8 土木工事共通仕様書により発注
	入札公告	R4. 8. 10
	実施事業者の決定	R4. 9. 12
	実施計画書の審議	第 17 回豊島事業関連施設の撤去等検討会にて審議済み

※貯留トレンチ等の撤去と隣接する処分地の整地関連工事は、使用する重機が同じで、工程管理を行う上で一体的に施工監理することが効率的と判断したため、一括して発注している。

表5 (5)に関する手続き状況等(続き)

手続き事項	手続きの内容		
	その他施設(⑥-1-1 積替え施設(上部))の撤去工事	その他施設(⑥-1-2 積替え施設(下部)、⑥-1-3 トラックスケール、⑥-4-2 処分地内道路部(積替え施設周辺))の撤去工事	
撤去等の実施事業者	(株)トミウン	三和運送(有)	
工期	R4.9.21~R4.12.2(予定)	R4.9.9~R5.3.10(予定)	
手続きの状況	基本計画書の審議	第16回豊島事業関連施設の撤去等検討会にて審議済み	
	発注仕様書の作成	R4.8 建築物解体工事共通仕様書により発注	R4.8 土木工事共通仕様書により発注
	入札公告	R4.8.10	
	実施事業者の決定	R4.9.12	R4.9.1
	実施計画書の審議	第17回豊島事業関連施設の撤去等検討会にて審議済み	

(6) ⑩処分地の整地関連工事(地下水の自然浄化対策の実施期間)、その他施設(⑥-4-4 導水管呑口部)及び⑪地下水浄化関連の改修工事

上記については、第16回撤去検討会(R4.8.5Web開催)にて基本計画書を、第26回地下水検討会(R4.10.3Web開催)にて撤去の時期やその対象を、第17回撤去検討会(R4.10.9Web開催)にて実施計画書を審議・了承いただいております、撤去工事に着手しています。

これまでの手続き状況等は、表6のとおりである。

表6 (6)に関する手続き状況等

手続き事項	手続きの内容		
	⑩処分地の整地関連工事(地下水の自然浄化対策の実施期間)、その他施設(⑥-4-4 導水管呑口部)及び⑪地下水浄化関連の改修工事*		
撤去等の実施事業者	(株)田中海事		
工期	R4.9.16~R5.3.10(予定)		
手続きの状況	基本計画書の審議	第16回豊島事業関連施設の撤去等検討会にて審議済み	
	発注仕様書の作成	R4.8 土木工事共通仕様書により発注	
	入札公告	R4.8.10	
	実施事業者の決定	R4.9.12	
	実施計画書の審議	第17回豊島事業関連施設の撤去等検討会にて審議済み	

※貯留トレンチ等の撤去と隣接する処分地の整地関連工事は、使用する重機が同じで、工程管理を行う上で一体的に施工監理することが効率的と判断したため、一括して発注している。

2. 第Ⅱ期工事の撤去手順の見直し

上記については、第16回撤去検討会(R4.8.5Web開催)において、審議・了承をいただいた。

遮水機能の解除工事に関する最終報告

1. 概要

遮水機能の解除関連工事については、「遮水機能の解除工事に係るガイドライン」及び「遮水機能の解除工事マニュアル」（R3.8.19：第12回フォローアップ委員会作成）を作成し、第13回撤去検討会（R3.11.24Web開催）において、審議・了承いただいた実施計画書に従い実施し、令和4年4月に工事を完了した。ここでは、その工事の状況について報告する。

なお、今回の工事では、事前の機器選定から実施中の引抜力の調査まで、専門家の指導助言を受けながら検討を行っており、その結果は「遮水機能の解除工事における鋼矢板引抜きに関する実施報告書」（第17回II/4）（別紙）にとりまとめている。

2. 施工状況

遮水機能の解除工事は表1の実施スケジュールのとおり、遮水壁鋼矢板及びトレンチドレーン等を撤去し、作業ヤードの整地、整形等を行った。遮水壁鋼矢板の設置位置を図1、解除工事の実施前後の状況を写真1～6、施工時の状況を写真7、8に示す。

鋼矢板の引抜きにあたっては、引抜き作業を開始時、鋼矢板の最大長（18m）部分の引抜き開始時、引抜き作業の終了時に、松島委員から現地視察及び指導・助言をいただいた。

表1 撤去工事の実施スケジュール（実績 ←→）

内容	施工期間（R3.10～R4.4）						
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
実施計画書等の作成等	←→						
資機材の搬入・準備等		←→					
構造物撤去工							
アスファルト舗装等			←→				
トレンチドレーン				←→			
送水管				←→		←→	
北揚水井				←→			
遮水壁（遮水鋼矢板及び新設鋼矢板）					←→		
コンクリート塊等の分別・保管・搬出			←→			←→	
作業土工（作業ヤードの整地、整形等）			←→			←→	
片付工							←→

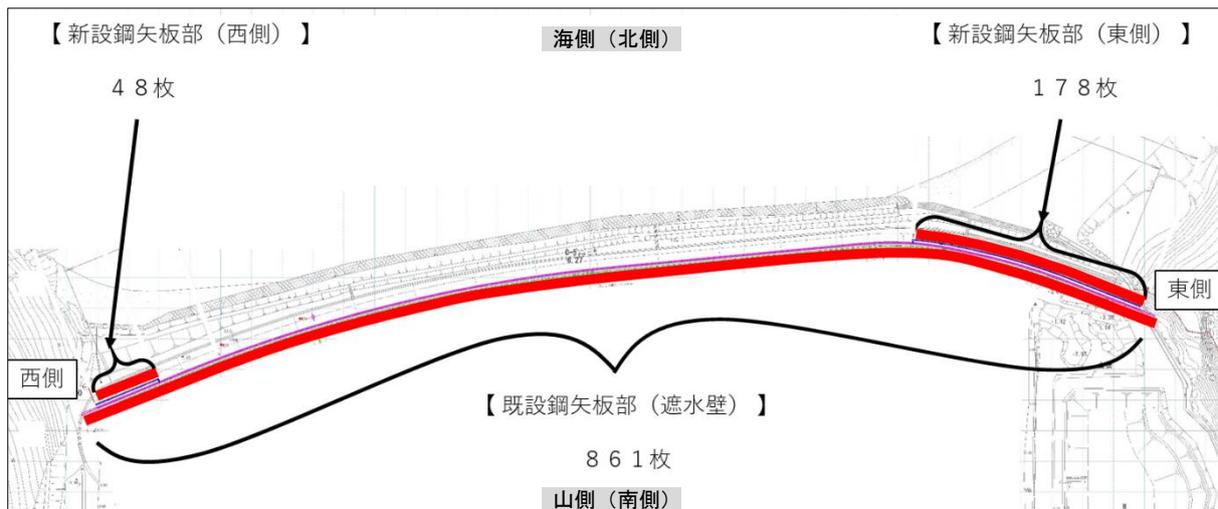


図 1 遮水壁鋼矢板の位置



写真 1 引抜き前の処分地内の状況（令和 3 年 11 月 29 日）



写真 2 引抜き後の処分地内の状況（令和 4 年 3 月 17 日）

○遮水機能の解除工事前の状況



写真3 遮水壁処分地側（東向き）



写真4 遮水壁処分地側（西向き）

○遮水機能の解除工事後の状況



写真5 北海岸土堰堤の全景（東向き）

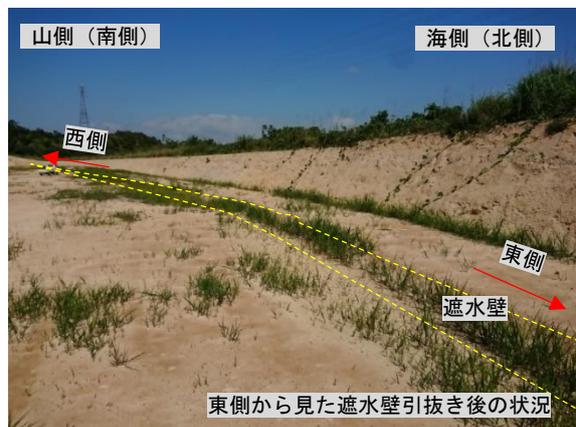


写真6 北海岸土堰堤の全景（西向き）

○遮水機能の解除工事における鋼矢板の引抜き状況



写真7 バイブロハンマによる引抜き状況



写真8 油圧圧入引抜機による引抜き状況

遮水機能の解除工事における 鋼矢板引抜きに関する実施報告書

- 一 北海岸における遮水機能の設置状況の整理から
鋼矢板引抜きに関する工法等の検討及び実施まで 一

令和 4 年 10 月

香川県

目次

I	まえがき	.....	1
II	北海岸における遮水鋼矢板の設置状況		
1	遮水鋼矢板及び廃棄物等の掘削時に新たに設置した新設鋼矢板の設置状況	.....	2
III	遮水機能の解除に係る工法等の検討		
1	遮水機能の解除に係る工法等の検討WGの設置と検討状況	.....	3
2	遮水機能解除工法の検討結果	.....	4
3	遮水機能の解除工事に係るガイドライン及びマニュアルの策定	.....	5
IV	遮水機能の解除の実施		
1	鋼矢板の引抜き時の作業とその確認状況	.....	9
2	鋼矢板引抜き時の測定結果と考察	.....	9
3	まとめ	.....	13
 (参考資料) ※ 添付は省略する。			
別紙1	暫定的な環境保全措置における遮水機能の検討結果		
別紙2	第1回遮水機能の解除に係る工法等の検討WGの報告と今後の予定	(附第10回II/3)	
別紙3	遮水機能の解除に係る工法等の検討WGにおける検討結果に関する報告	(附第11回II/2)	
別紙4	「遮水機能の解除工事に係るガイドライン(令和3年8月19日策定)」		
別紙5	「遮水機能の解除工事マニュアル(令和3年8月19日策定)」		
別紙6	遮水機能の解除に係る状況写真		
別紙7	鋼矢板引抜き時の測定記録表		
別紙8	遮水機能の解除工事における鋼矢板引抜きに関する最終報告		

I まえがき

豊島廃棄物等の処理にあたり、当該期間における周辺海域への汚染の拡大を防止するため、暫定的な環境保全措置として、北海岸海岸線に沿って約 370m に渡り、透水性の低い岩盤付近までの深さ(最深部では TP-12m)まで遮水のための鋼矢板を設置した。この措置により設置した鋼矢板は、豊島処分地内の地下水が排水基準を達成した後には遮水機能を解除するものとされた。

遮水機能の解除方法については、豊島事業関連施設の撤去等検討会(以下、「撤去検討会」という。)の下に「遮水機能の解除に係る工法等の検討ワーキンググループ」(以下、「遮水機能解除工法検討WG」という。)を令和3年4月に設置し、工法の絞り込みや施工時の留意事項、実施手順等を検討し、令和3年7月に撤去検討会に答申した。これを受けて撤去検討会では、遮水機能の解除方法を決定し、そのための「遮水機能の解除工事に係るガイドライン」及び「遮水機能の解除工事マニュアル」を作成した。これらを豊島廃棄物等処理事業フォローアップ委員会(R3.8.19:第12回)で審議・承認いただき、これに基づいて令和3年11月から令和4年4月にかけて遮水機能の解除関連工事を実施した。

そのうち、遮水壁鋼矢板の引抜きについては、令和4年2月から3月にかけての約1カ月間にわたり実施した。

この報告書は、止水材が塗布され、打設後約20年が経過しているなどの特殊な条件の鋼矢板に関し、その引抜き工事の実施例はほとんどなく、工法の詳細や実施条件等の条件が不足している条件下で行った引抜き工事について、その計画策定や実施結果等について取りまとめたものである。

II 北海岸における遮水鋼矢板の設置状況

1 遮水鋼矢板及び廃棄物等の掘削時に新たに設置した新設鋼矢板の設置状況

遮水機能の工法等については、第1次及び第2次技術検討検討会（H9～H11開催）で比較検討を行い、施工性と耐久性に優れる鋼矢板工法を選定した（別紙1）。

遮水壁鋼矢板は暫定的な環境保全措置工事により、平成13年3月～5月にかけてパイプロハンマ工法により打設しており、遮水機能の解除工事を予定する令和3年度までには約20年が経過していた。また、廃棄物等掘削時の遮水壁倒壊防止のため、遮水壁の西側及び東側の両端部には、平成27年12月～平成28年2月にかけて遮水壁の海側に新設鋼矢板を打設した。

なお、遮水壁及び新設鋼矢板ともに止水機能を高めるため、継手部分に止水材（ポリウレタン樹脂系^{※2}）が塗布されている（表II-1）。

表II-1 鋼矢板の打設状況の概要

対象 [※]	打設工法	鋼矢板の規格	総枚数	最短長さ	最長長さ	止水材 ^{※2} の塗布	打設期間	経過年数
遮水壁鋼矢板	パイプロハンマ工法	IV型	861枚	2.5m	18.0m	有	平成13年3月～5月	約20年
新設鋼矢板	ダウンザホールハンマ工法 ^{※3} とクラッシュパイラ工法 ^{※4} の併用	III型 IV型 V型	226枚	9.0m	14.0m	有	平成27年12月～平成28年2月	約5年

※1 平面図、展開図は、別紙2の別添図面のとおり。

※2 ・遮水壁鋼矢板：ケミガードU-1（三洋化成工業株）、本設用、主成分 特殊ポリウレタン、標準使用量 200g（両爪/m）、水膨張 約5倍

・新設鋼矢板：パイルロックNS-v（日本化学塗料株）、本設用、主成分 特殊ポリウレタン、標準使用量 200g（両爪/m）、水膨張 約6倍

使用した止水材は本設用とされており、経年変化状況を把握した資料は無い（メーカー聞き取り）。

※3 ダウンザホールハンマの打撃により岩及び土砂の地盤を掘削した後に、鋼矢板等を立て込む工法

※4 鋼矢板先端に取り付けたオーガドリルにより、硬質地盤を先行掘削し、鋼矢板等を圧入する工法

Ⅲ 遮水機能の解除に係る工法等の検討

1 遮水機能の解除に係る工法等の検討WGの設置と検討状況

1. 1 遮水機能解除工法検討WGの設置の経緯

遮水機能の解除方法に関する検討は、第9回フォローアップ委員会(R2.8.28開催)において複数案を設定して検討を進めることが審議・了承された。

また、第11回フォローアップ委員会(R3.3.25Web開催)では、引抜き・削孔併用案により遮水機能を解除し、具体的な実施方法については、撤去検討会の下に遮水機能解除工法検討WGを設置して検討を行うこととされた。

1. 2 遮水機能解除工法検討WGの構成

遮水機能解除工法検討WGは、解除工法の観点から撤去検討会委員1名、解除前後の地下水流動の観点から地下水検討会委員1名の計2名が選任された(表Ⅲ-1)。

表Ⅲ-1 遮水機能解除工法検討WGの委員

委員	氏名	所属及び職名	備考
座長	松島 学	香川大学名誉教授	FU委員会委員 撤去検討会副座長
委員	平田 健正	和歌山大学名誉教授	地下水検討会委員

1. 3 遮水機能解除工法検討WGの開催状況

遮水機能解除工法検討WGでは、令和3年4月から6月にかけて、委員による現地視察を1回、Web会議を2回開催した(表Ⅲ-2)。

現地視察の結果については、「第1回遮水機能の解除に係る工法等の検討WGの報告と今後の予定」(㊦第10回Ⅱ/3) **別紙2**としてとりまとめた。また、Web会議の審議結果については、「遮水機能の解除に係る工法等の検討WGにおける検討結果に関する報告」(㊦第11回Ⅱ/2) **別紙3**としてとりまとめ、撤去検討会に答申した。

表Ⅲ-2 遮水機能解除工法検討WGの実施概要

	第1回	第2回	第3回
実施日	R3.4.27	R3.5.27	R3.6.26
場所	豊島処分地	Web会議	Web会議
出席委員	松島座長 平田委員	松島座長 平田委員	松島座長 平田委員
審議内容	<ul style="list-style-type: none"> 現地視察 鋼矢板の状態確認 鋼矢板端部(境界部)の状況確認 	<ul style="list-style-type: none"> 遮水機能の解除に係る現場条件の整理結果の報告 引抜き工法の整理結果及び施工手順の検討内容の審議 	<ul style="list-style-type: none"> バイブロハンマ工法(電動式・油圧式)の整理結果の報告 引抜き時の留意事項の報告 引抜き不可の判断の手順に関する検討の審議 削孔工法の確認 撤去検討会への答申(案)の審議

2 遮水機能解除工法の検討結果

遮水機能解除工法検討WGでは、引抜き工法の選定を行い、その留意事項と引抜き不可の判断の手順について検討を行った（別紙2、別紙3）。

以下にその概要を示す。

2.1 引抜き工法（検討対象）の選定

本件処分地での遮水壁鋼矢板の引抜きにあたっては、土木工事仮設設計ガイドブック（I）（H23.3）（(財)日本建設情報総合センター編 P199）の引抜き施工法選定フローに掲げられた鋼矢板の引抜きの3つの工法、(a)電動式バイブロハンマ、(b)油圧式バイブロハンマ、(c)油圧圧入引抜き工を検討対象とし、工法の選定においては、止水材が塗布されていることや打設後約20年が経過していることなどの特殊な要因に配慮することとした。

各工法の概要を表Ⅲ-3に示す。

表Ⅲ-3 引抜き工法の概要

工 法		概 要
動的 工法	バイブロハンマ工法	鋼矢板を通じて鋼矢板に接する地盤に振動を加え、地盤に流動化現象等を起こさせて鋼矢板の引抜きを容易にする工法
	(a)電動式バイブロハンマ	電動モータで2軸偏心の振り子を回転させ振動を発生させて鋼矢板の引抜きを行う工法
	(b)油圧式バイブロハンマ	油圧モータにより起振機の起動・停止を行い、シリンダーの往復運動等により振動を発生させて鋼矢板の引抜きを行う工法
静的 工法	(c)油圧圧入引抜き工 (サイレントパイラー)	既設鋼矢板上に圧入引抜き機を設置後、クランプ部で既設鋼矢板を挟み込み固定し、既設鋼矢板を反力として油圧シリンダーの伸縮により鋼矢板を引抜く工法

2.2 引抜き工法に関する比較検討

引抜き工法ごとに、「地下水浄化の効果」、「作業性」、「作業の安全性」、「周辺環境への影響」、「現場条件への対応」、「工期」並びに「経費」等を整理し、比較検討を行った。

その結果、「引抜き工法としては、止水材が塗布されていることや打設後約20年が経過していることなどにより想定より高い負荷が架かる可能性があり、これらにより抵抗が増大した場合の対応として、想定する2倍程度の起振力での施工が可能である。」「2枚同時に引きあがった場合でも対応が可能なことや事前押し込みが可能なことなど、現場対応が容易に行える特長があるバイブロハンマ工法の2案のうち、電動式に比べて余裕のある油圧式の方がより引き抜ける可能性が高い。」と整理した（表Ⅲ-4）。

また、補助工法としては、打込み時に周辺地盤の摩擦力を低減する補助工法であるアースオーガ工法やウォータージェット工法の適用性について、整理を行った。さらには、継手の縁切り方法として考えられる事前押し込み（打撃やパイプ

ロハンマによる押し込み)も合わせて整理を行った。

その他、施工時の工夫として、鋼矢板周辺を掘削して周辺地盤の摩擦力を低減するとともに、掘削部の鋼矢板の継手部を切断することにより継手抵抗についても低減する方法を検討した(表Ⅲ-5)。

これら検討結果の詳細は、「遮水機能の解除に係る工法等の検討WGにおける検討結果に関する報告」(㊦第11回Ⅱ/2)別紙3を参照されたい。また、引抜き工法の検討結果の詳細は、別紙3の「比較表(矢板引抜き工法)」(表5)、補助工法等の整理結果の詳細は、「比較表(補助工法)」(表6)を参照されたい。

3 遮水機能の解除工事に係るガイドライン及びマニュアルの策定

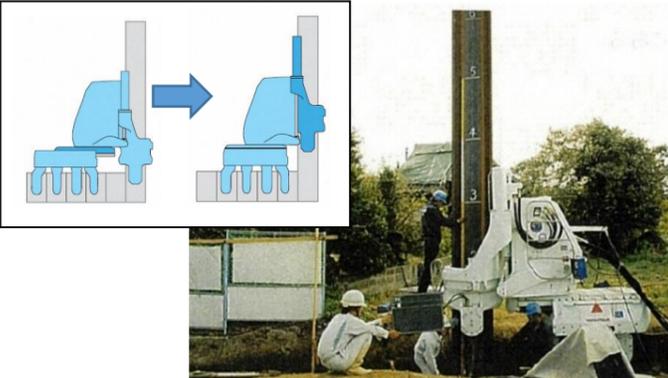
遮水機能解除工法検討WGからの答申を受け、遮水機能の解除工事の実施方法を決定するため、撤去検討会では、遮水機能の解除工事に係るマニュアル及びガイドラインを審議・作成した。また、フォローアップ委員会では、撤去検討会での審議結果を踏まえて、マニュアル及びガイドラインに追加・修正を加えた(表Ⅲ-6)。

審議の結果、決定した全体施工フローを図Ⅲ-5～8に示す。なお、「遮水機能の解除工事に係るガイドライン」の詳細は別紙4、「遮水機能の解除工事マニュアル」の詳細は別紙5を参照されたい。

表Ⅲ-6 豊島廃棄物等処理事業フォローアップ委員会等の実施概要

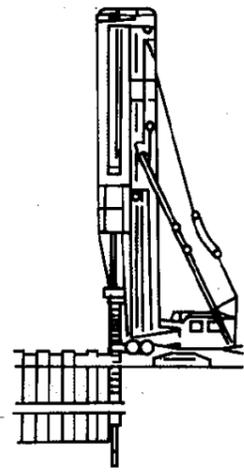
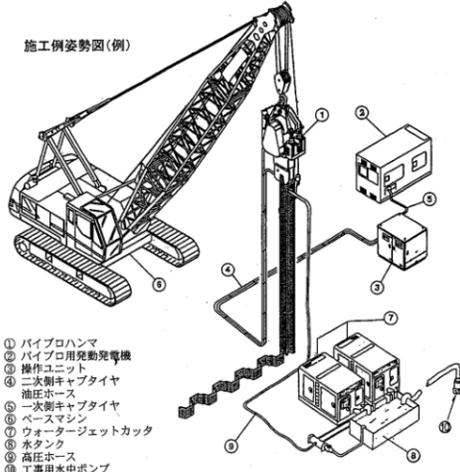
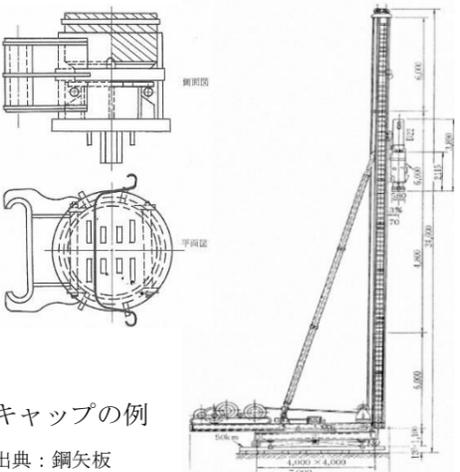
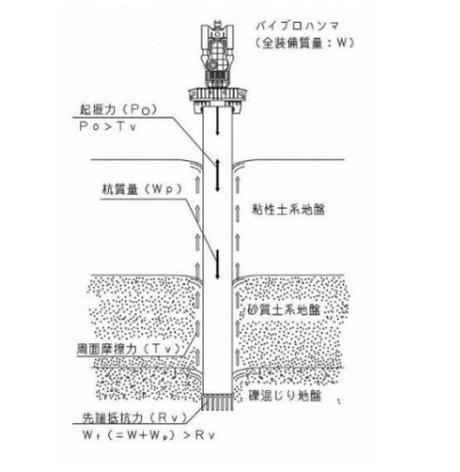
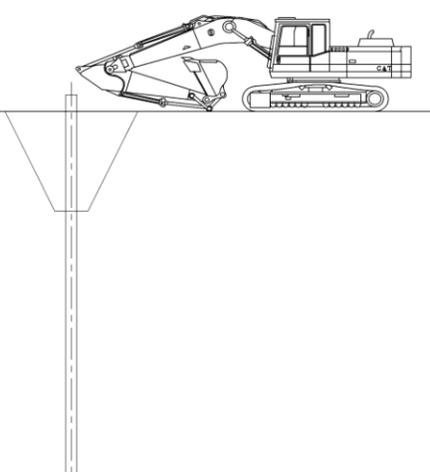
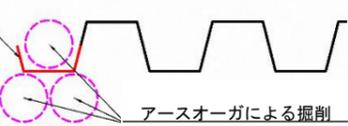
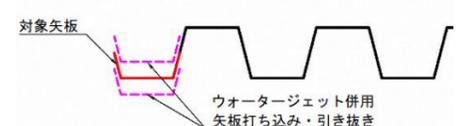
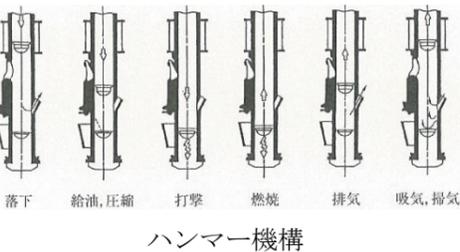
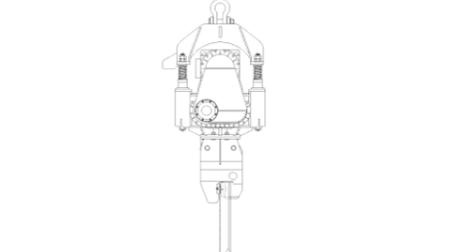
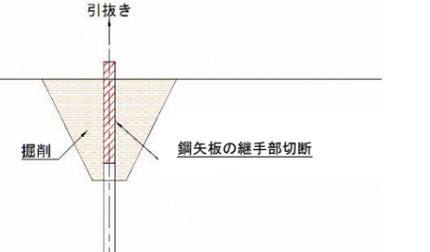
	第11回豊島事業関連施設の 撤去等検討会	第12回豊島廃棄物等処理事業 フォローアップ委員会
実施日	R3.7.15	R3.8.19
場 所	Web会議	Web会議
出 席 委 員	永田座長、松島副座長、 鈴木委員、高月委員、須那委員	永田委員長、河原副委員長、 鈴木委員、高月委員、中杉委員、 松島委員、門谷委員
審 議 内 容	<ul style="list-style-type: none"> 引抜き工法の整理結果及び施工手順の検討内容の報告・審議 遮水機能の解除工事に係るマニュアル及びガイドラインの作成 	<ul style="list-style-type: none"> 遮水機能の解除工事に係るマニュアル及びガイドラインの報告・審議

表Ⅲ-4 比較表（矢板引抜き工法）

	動的方法										静的方法					
	(a) 電動式バイプロハンマ					(b) 油圧式バイプロハンマ					(c) 油圧圧入引抜機（サイレントパイラー）					
工事概要図																
	出典：基礎機械レンタルカタログ(AKTIO), 土木施工の実際と解説					出典：最新型振動パイルハンマ紹介(調和工業資料)					出典：土木施工の実際と解説					
工法イメージ	鋼矢板を通じて鋼矢板に接する地盤に振動を加え、地盤に流動化現象等を起こさせて鋼矢板の引抜きを容易にする工法である。										チャックの上下動を繰り返して引抜く工法であり、無振動・無騒音・無削孔(プレボーリング不要)工法である。上図に示す鋼矢板を掴んだチャックの上下のストローク幅は85cmである。					
工法概要・特徴	環境(振動)対策が必要ない場合に適用できる工法 電動式起振機振動数：600cpm(10Hz)～1,200cpm(20Hz)					環境(振動)対策が必要な場合に適用できる工法 油圧式起振機振動数：2,000cpm(33Hz)～2,400cpm(40Hz)					既設鋼矢板上に圧入引抜機を設置後、クランプ部で既設鋼矢板を挟み込み固定し、既設鋼矢板を反力として油圧シリンダーの伸縮により鋼矢板を引抜く工法である。					
選定条件	F = 40～230kN、P _{li} = 469～888kN					F = 40～230kN、P _{li} = 469～888kN					F = 300～850kN、P _{li} = 1,315～2,485kN					
選定した資機材	適用範囲 引抜長：25m以下 バイプロハンマ規格：60kW(起振力 461～480kN(47～49t)) 振幅 ^{*7} ：6mm程度 振動加速度 ^{*7} ：80m/sec ² 、8.0 G					適用範囲 引抜長：25m以下 バイプロハンマ規格：235kW(起振力 473kN(48t)) 振幅 ^{*1} ：2mm程度 振動加速度 ^{*7} ：30～270m/sec ² 、12.3 G					適用範囲 引抜長：25m以下 油圧圧入引抜機引抜力 1100kN(110t) ※最大規格値					
	クローラクレーン：排ガス対策型(第1次) 油圧駆動式ウインチ・ラチスジブ型、50～55t 吊					ラフテレーンクレーン：排ガス対策型(第1次) 油圧伸縮ジブ型、25t 吊					ラフテレーンクレーン：排ガス対策型(第1次) 油圧伸縮ジブ型、25t 吊					
地下水浄化の効果	全て引抜けた場合、大きな差は無い。															
作業性	電動出力を定格の2.5～3倍程度大きくすることで、瞬発力を必要とする矢板の引抜きや、長尺矢板の引抜き作業への適用性は高い。ただし、長時間の連続運転や電圧不足等によりコイル温度の上昇やコイルの断線等により電動機の焼損リスクがある。					油圧力を一定の大きさに制限して使用するため、長時間使用できる。ただし、給油する作動油の油温が上がると漏れ量が多くなり引抜き能力が減退する。					無振動・無騒音、更に大型の施工機械が不要であり、狭い作業スペースでの施工が可能である。					
作業の安全性	本施工場所での現場制約はなく、どの工法を用いても安全に作業することが出来る。															
評価	○															
周辺環境への影響(振動・騒音)	高い ← 振動・騒音レベル → 低い															
	電動式可変モーメント型					油圧式可変モーメント										
	低周波型		180～480kW		高周波型		45～120kW		高周波型		328kW		超高周波型		190～235kW	
周波数 ≤ 20Hz				20Hz < 周波数				20Hz ≤ 周波数 < 60Hz				60Hz ≤ 周波数				
評価	△															
現場条件への対応	継手部の固着や歪みにより抵抗が増大した場合でも、想定する2倍程度の起振力で施工できる(2×F < P _{li})。2枚同時に引きあがった場合でも、アタッチメントを取り換えることにより、引抜きを実施することが可能である。事前押込みも現場対応は可能である。振動が大きく、法面近接部では低出力での運転が必要となる。					継手部の固着や歪みにより抵抗が増大した場合でも、想定する2倍程度の起振力で施工できる(2×F < P _{li})。2枚同時に引きあがった場合でも、アタッチメントを取り換えることにより、引抜きを実施することが可能である。事前押込みも現場対応は可能である。振動が電気式に比べ小さく、法面近接部での安全面で勝る。					継手部の固着や歪みにより抵抗が増大した場合、バイプロハンマ工法に比べ、引抜力に十分な余裕がない。2枚同時に引抜くなどの対応はできない。振動はほとんどなく、法面近接部での安全面に優れている。					
評価	○															
工期	引抜長	9m以下	12m以下	15m以下	19m以下	23m以下	9m以下	12m以下	15m以下	19m以下	23m以下	9m以下	12m以下	15m以下	19m以下	23m以下
	日施工量	58枚/日	50枚/日	43枚/日	38枚/日	33枚/日	58枚/日	50枚/日	43枚/日	38枚/日	33枚/日	48枚/日	40枚/日	34枚/日	30枚/日	25枚/日
※8 評価	◎															
経済性(手間のみ円/枚)	9m以下	12m以下	15m以下	19m以下	23m以下	9m以下	12m以下	15m以下	19m以下	23m以下	9m以下	12m以下	15m以下	19m以下	23m以下	
	4,400	5,200	6,000	6,800	7,800	5,400	6,300	7,300	8,200	9,400	6,600	7,900	9,200	10,500	12,500	
※9 評価	◎															
適用性	遮水壁付近の地質は主に砂地盤であり、振動により土との摩擦を軽減できる。チャック部の耐力に余裕があり、抵抗が増大した場合でも想定する2倍程度の起振力で施工できるなど、現場での対応面に優れている。油圧式に比べて、振動加速度が小さく摩擦力の低減率に余裕がない。振動が大きく、法面近接部では低出力での運転が必要となる。日施工量は油圧式と変わらないが、施工費が多少安い。					遮水壁付近の地質は主に砂地盤であり、振動により土との摩擦を軽減できる。チャック部の耐力に余裕があり、抵抗が増大した場合でも想定する2倍程度の起振力で施工できるなど、現場での対応面に優れている。電動式に比べて、摩擦力の低減率に余裕があることから、引き抜ける可能性が高い。また、法面近接部での安全性に優れ連続運転が可能。日施工量は電動式と変わらないが、施工費が多少高い。					チャック部の耐力に余裕がなく、また、施工機械の最大引抜力にも余裕がないため、抵抗の増大に対する対応面で劣る。振動はほとんどなく、法面近接部での安全面に優れている。バイプロハンマ工法に比べて、日施工量、施工費ともに劣る。					
本事業での評価	○															

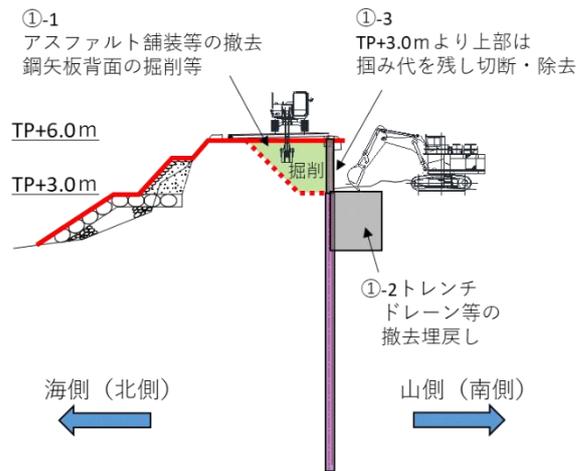
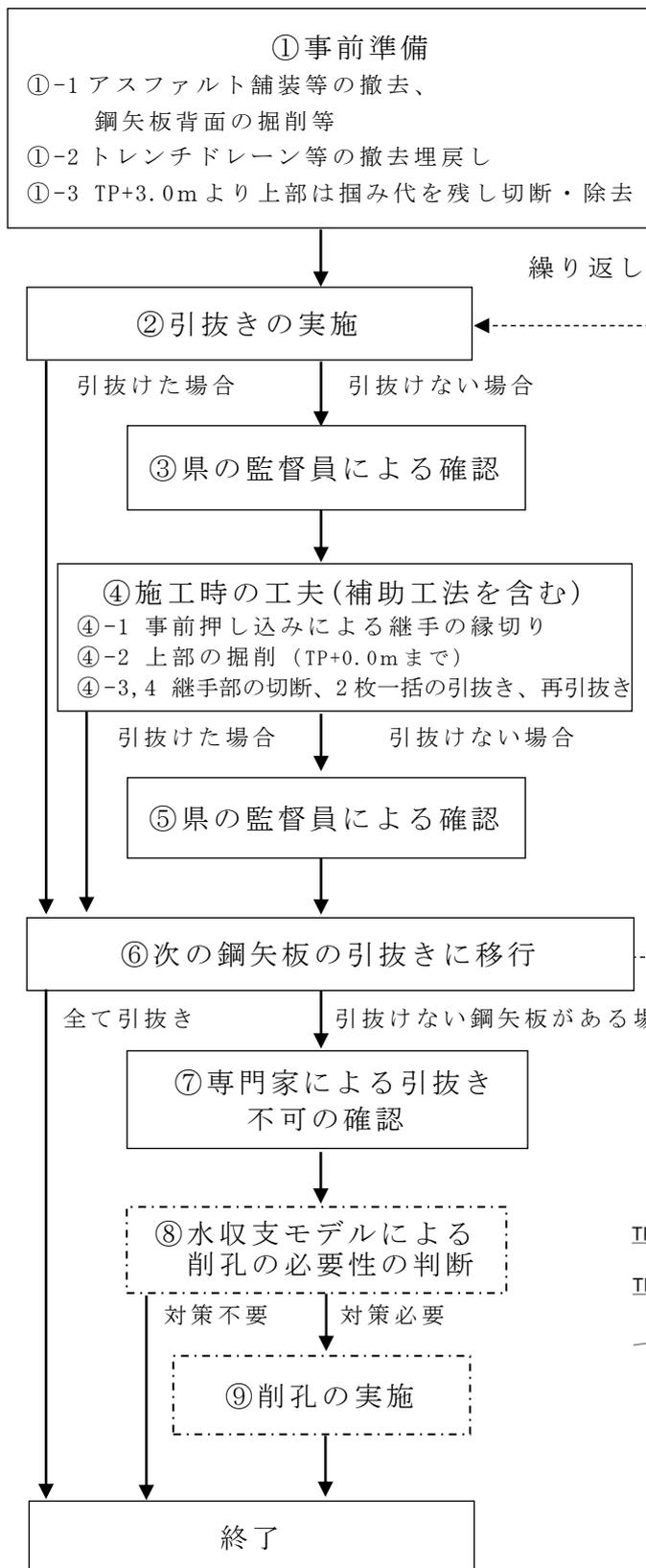
※7 鋼矢板IV型L=18mの場合、 ※8 「土木工事標準積算基準書(共通編)」、 ※9 「令和2年度版 国土交通省土木工事積算基準による積上積算方式および施工パッケージ型積算方式 土木工事積算標準単価(一般財団法人 建設物価調査会)」

表Ⅲ-5 比較表（補助工法）

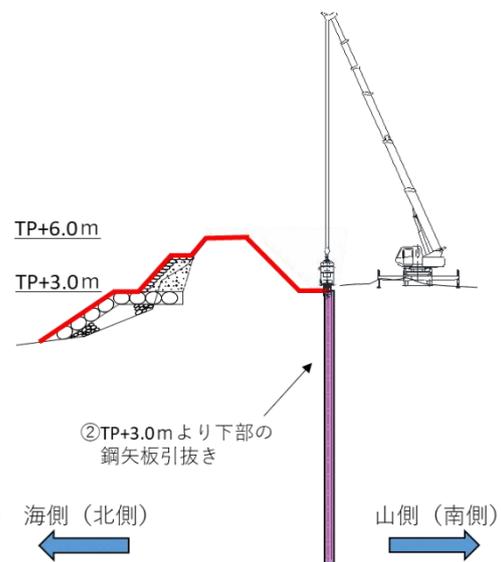
	周辺地盤の摩擦の低減		事前押込み		施工時の工夫
	アースオーガ	ウォータージェット	打撃	パイプロハンマ	鋼矢板周辺掘削および継手部切断
工事概要図	 <p>出典：鋼矢板 設計から施工まで</p>	 <p>出典：鋼矢板 設計から施工まで</p>	 <p>出典：杭打ち工法(コンクリートジャーナル)</p>	 <p>出典：パイプロハンマ工法技術研究会 WEB</p>	
工法イメージ					
工法概要・特徴	<p>矢板周辺の地盤をアースオーガで緩め、周面摩擦を低減する方法。オーガの配置は、矢板内側1本～周辺3本程度が考えられる。</p>	<p>鋼矢板先端部から土中にウォータージェットを噴射することで、矢板先端及び周面の地盤抵抗を一時的に低減させる工法。既存矢板にホースが設置されていないため、別途矢板を用いて既存矢板の前後でジェットを用いた打設引拔を行う。</p>	<p>引抜きに際して鋼矢板にハンマーの打撃を加え、衝撃により周面摩擦および継ぎ手抵抗の縁切りを図る方法。クレーン引抜き等、押込みができない工法の補助工法として用いられる。</p>	<p>引抜きに際して、パイプロにて押し込むことにより、周面摩擦および継ぎ手の抵抗の縁切りを図る方法。</p>	<p>鋼矢板周辺を掘削して周辺摩擦を低減するとともに、鋼矢板の継手部を切断することで継ぎ手の抵抗の低減を図る方法。</p>
施工性	13枚/日～4.3枚/日 (1孔/枚～3孔/枚)	6.6枚/日～3.3枚/日 (片側～両面)	22枚/日 ^{※10}	54枚/日 ^{※10}	5.6枚/日 ^{※11}
経済性 (手間のみ)	30千円/枚～90千円/枚 (1孔/枚～3孔/枚)	53千円/枚～106千円/枚 (片側～両面)	7千円/枚 ^{※10}	5千円/枚 ^{※10}	12千円/枚 ^{※11}
適用性	<p>引抜きできない原因が継手抵抗の場合は効果が低い。 ただし、施工性及び経済性においては同様の補助工法であるウォータージェットに対して優れる。</p>	<p>引抜きできない原因が継手抵抗の場合は効果が低い。 同様の補助工法であるアースオーガに対して施工性及び経済性で劣る。</p>	<p>確実性は不明。また衝撃により鋼矢板が歪む等、引抜けなくなる恐れもある。 基本的には押込みができない工法における補助工法であり、押込み可能なパイプロハンマを使用する当地での必要性は低い。</p>	<p>打撃と同様に確実性は不明。 ただし、引抜きで使用する施工機械を用いて実施可能である点に優位性がある。</p>	<p>掘削及び切断した範囲の抵抗力は軽減できる。 周辺土工事で使用する施工機械を用いて実施可能である点に優位性がある。</p>
本事業での評価 (パイプロハンマによる施工の場合)	<p>遮水壁付近の地質は主に砂質土であり、N値も50未満であることから、パイプロハンマ工法のみで十分であり、併用するメリットは低い。</p>		<p>確実性が不明であり、また、衝撃により鋼矢板が歪むなどのおそれがあるため採用できないものとする。</p>	<p>確実性は不明であるが、パイプロハンマ工法では現場対応は可能である。</p>	<p>確実性は不明であるが、土工事が主体であり現場対応は可能である。</p>

※10：L=2m以下の打込みと同等作業と考えた場合
 ※11：周辺掘削および鋼矢板切断の場合

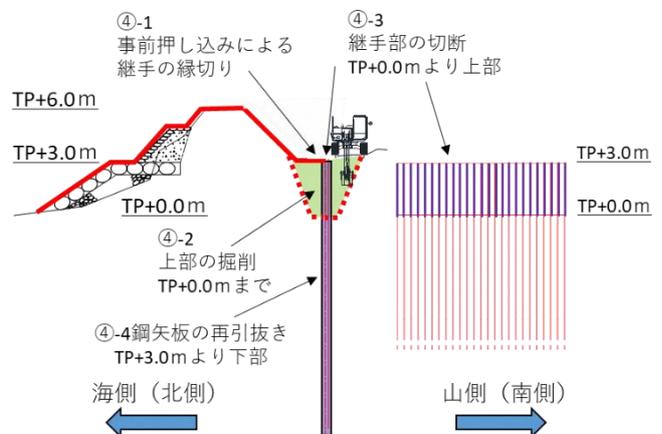
【全体施工フロー】（マニュアルから抜粋）



図Ⅲ-6 事前準備のイメージ



図Ⅲ-7 引抜き時のイメージ



図Ⅲ-5 引抜き・削孔併用における施工フロー 図Ⅲ-8 施工時の工夫（補助工法を含む）のイメージ

IV 遮水機能の解除の実施

1 鋼矢板の引抜き時の作業とその確認状況

引抜きにあたっては、「遮水機能の解除工事マニュアル」に記載のとおり、実績引抜力を測定・記録し、以降の引抜力を推定しながら施工した。

引抜き初期（遮水壁鋼矢板西側端部の約 5m 区間）では、継手抵抗力に比べて周辺摩擦力が小さく、継手の縁切りができずに 5,6 枚程度が一度にとも上がりしたため、鋼矢板を切断除去しながら引き抜きを行った。また、そこから先の約 11m 区間についても、ほとんどの鋼矢板で複数枚のとも上がりが確認されたことから、引抜力の測定及び推定が上手くできず、松島遮水機能解除工法検討WG座長と協議しながら、鋼矢板のチャック部が破断しない力で、引抜きと押し込みを繰り返しながら、引抜き作業を行った。なお、その後については、とも上がりが少なくなったことから、実績引抜力から推定引抜力を求めて鋼矢板が破断しないことを推定するなど、安全面に留意しながら現場管理を行った。

遮水機能の解除工事の状況写真は別紙 6、鋼矢板引抜き時の測定記録は別紙 7、引抜き初期の考察の詳細は別紙 8 を参照されたい。

2 鋼矢板引抜き時の測定結果と考察

バイブロハンマによる引抜き時の実績引抜力と推定引抜力の関係について、次のとおり考察した。なお、考察の詳細は、別紙 8 を参照されたい。

- ・遮水壁鋼矢板におけるバイブロハンマによる低減後の周辺摩擦力は、一般値（砂層 5%、粘性土 13% 程度に低減）よりわずかに大きく、実績としては、砂層を 10%、粘土層を 20% に低減した場合に近い値となった（別紙 8 図 4）。
- ・ほとんどの鋼矢板でとも上がりが確認された。これは、継ぎ手の抵抗力（止水材の効果や砂噛みなど）が大きかったことや、バイブロハンマの振動により隣の鋼矢板の周辺摩擦力も低減されたため、引抜き時に継手部分が離れず、発生したものと推察される。
- ・継手部分が離れず、複数枚が一度に引き上がることにより、クレーンや鋼矢板のチャック部に高負荷が掛かることを避けるため、押し込みによる継手の縁切りやバイブロハンマによる振動を十分かけたうえで継ぎ手の抵抗力を下げるよう、現場で対策を行った。なお、継手の抵抗力の低下には、振幅を大きくするより、周波数を上げる方が効果的であった。また、引抜き時における止水材の状態を確認したところ、振動による摩擦により液状化又は気化しており、その結果、継手の抵抗力が低減されたものと推察される（別紙 6 写真 31）。
- ・新設鋼矢板の実績引抜力は一般値より小さく、遮水壁鋼矢板に比べて容易に引抜けた。これは、経過年数が短いことに加え、土砂や岩盤層を掘削した後に立て込んだことから、鋼矢板周辺の土砂が砂礫質となり、周辺摩擦力が低かったものと推察される（別紙 8 図 5）。

また、遮水機能の解除にあたっては、鋼矢板長が短い西側端部の引抜きに最も苦慮したことや止水材の影響を整理する観点から、土質データに基づく推定値（計算値）との関係や単位長さあたりの実績引抜力と鋼矢板長との関係を整理し、次のとおり、本解除工事における知見を整理した。

2. 1 バイブロハンマによる推定値（計算値）と実績引抜力との関係

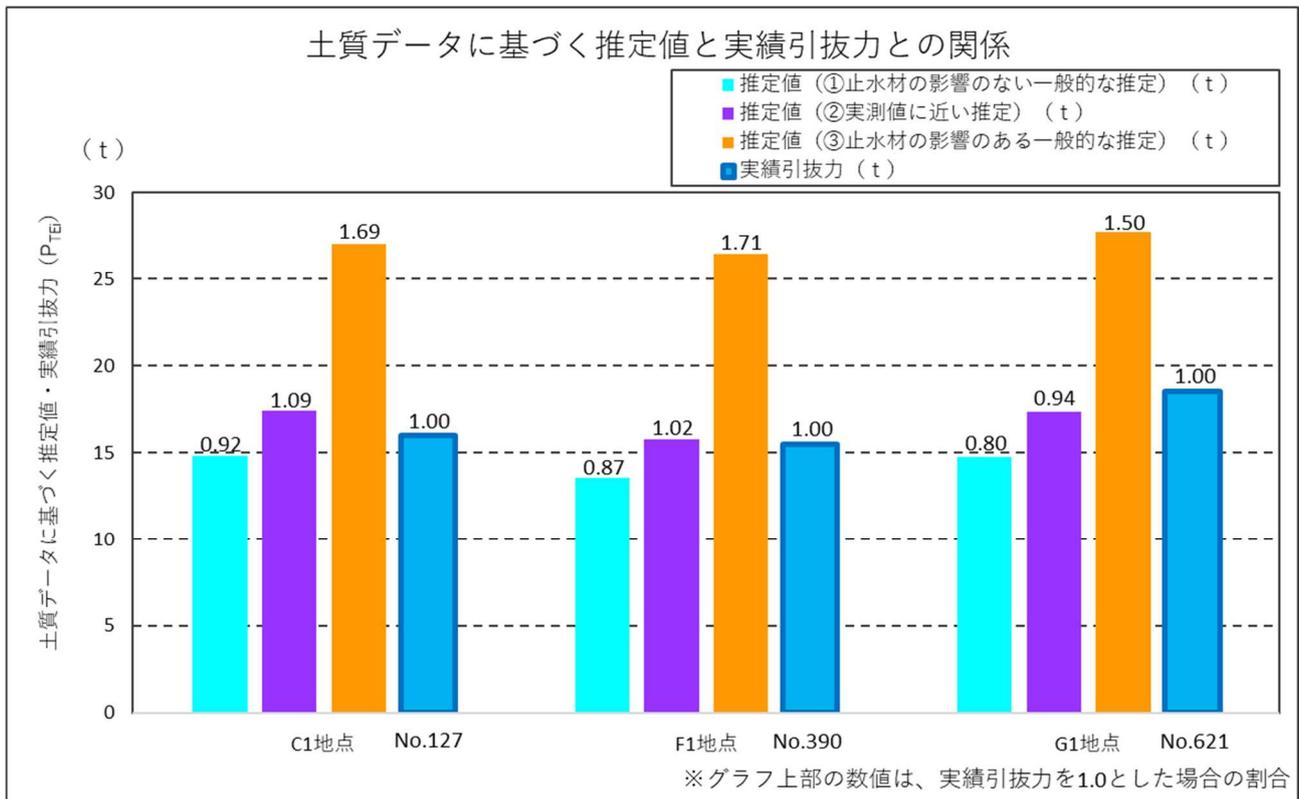
土質データに基づく推定値（計算値）との関係を整理するため、取得データ数の多い 18m 区間の実績引抜力との比較を行った。ボーリング結果により地質の状態が分かる 3 本（C1, F1, G1 付近）の 3 地点において、推定引抜力を表 IV-1 の 3 ケースで算出した。バイブロハンマによる推定値（計算値）と実績引抜力との関係を図 IV-1 に示す。

箇所による違いはあるものの主に砂地盤であることから、ボーリング結果のある 3 本の推定値は概ね同様の算出結果であった。実績引抜力と比較したところ、実績引抜力は、周面摩擦力を砂層 10%、粘土層 20%に低減した設定で推定した値に近い値となった。継手抵抗力及び周面摩擦力の低減効果を一般的な値として算出した結果より大きな引抜力が必要となった要因としては、止水材の影響、もしくは経年変化による影響があったものと推察される（図 IV-1）。

表 IV-1 バイブロハンマによる推定値（計算値）の比較 3 ケース

ケース	継手抵抗力の推定	周面摩擦力の推定	
		砂層	粘土層
① 止水材の影響のない一般的な推定	周面摩擦力の 10% (一般的な値)	約 5%に低減 (一般的な値)	約 10%に低減 (一般的な値)
② 実測値に近い推定	周面摩擦力の 10% (一般的な値)	10%に低減	20%に低減
③ 止水材の影響のある一般的な推定	止水材を考慮	約 5%に低減 (一般的な値)	約 10%に低減 (一般的な値)

※バイブロハンマの効果により、継手抵抗力と周面摩擦力を低減した場合



図IV-1 土質データに基づく推定値と実績引抜き力との関係（遮水壁鋼矢板）

2. 2 遮水壁鋼矢板における単位長さあたりの実績引抜き力と鋼矢板長の関係

バイプロハンマの低減効果に影響する可能性がある地下水位との関係を整理するため、上述の結果から、土質を均一層と仮定したうえで、遮水鋼矢板における単位長さあたりの実績引抜き力を求め、表IV-2の推定引抜き力2ケースと比較した。バイプロハンマによる単位長さあたりの実績引抜き力と推定引抜き力との関係を図IV-2に示す。

遮水壁鋼矢板における単位長さあたりの実績引抜き力は、鋼矢板長が短くなるほど大きくなる傾向がみられた。この原因を地下水位より上部で単位長さあたりの抵抗力が上昇している可能性があるかと推定した。

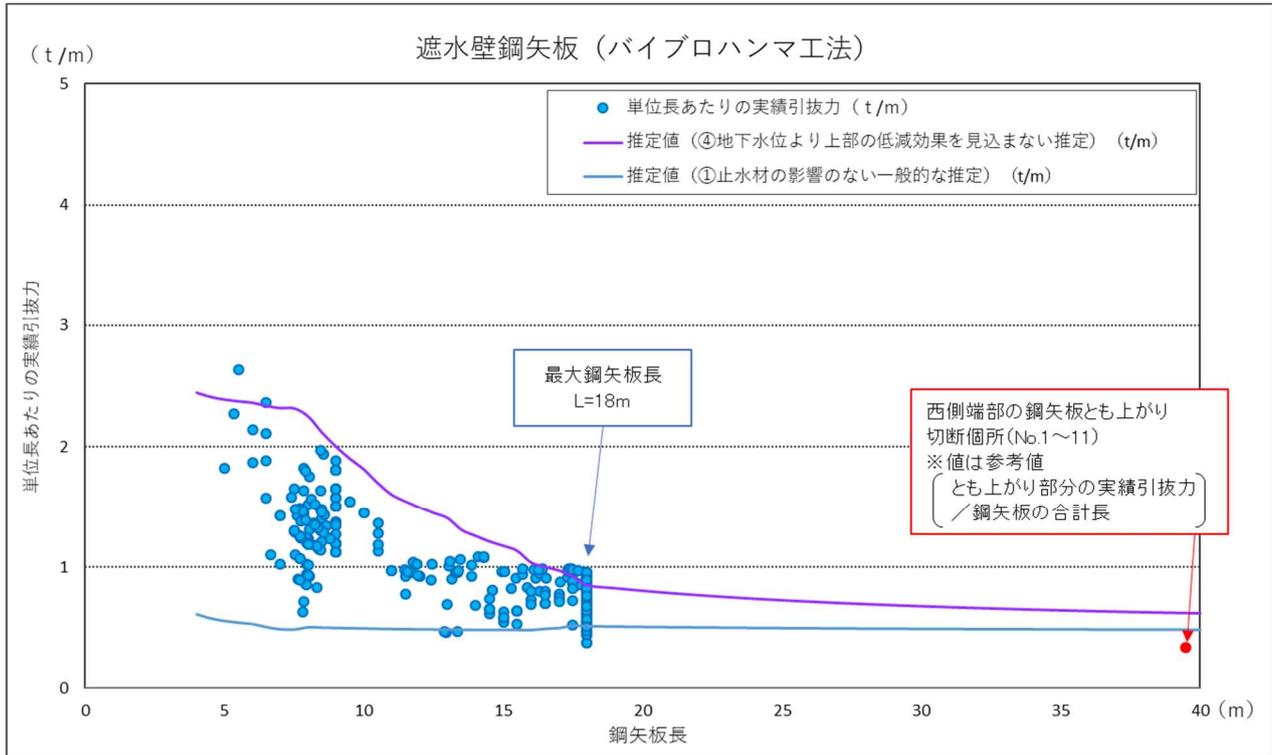
地下水位より上部で抵抗力が上昇する理由としては、地下水位以上では液状化が起きにくいなどによりバイプロハンマによる周辺摩擦力の低下効果が得られにくいと考えた。そこで、各鋼矢板長における単位長さあたりの実績引抜き力の最大値の傾向に合うよう、地下水位（TP+0.7m）より上部についてバイプロハンマによる低減効果を引き下げたところ、周辺摩擦力の低減効果を見込まない場合と概ね一致した。

なお、西側端部の引抜き初期に複数枚がとも上がりした箇所（No. 1～11）では、継手抵抗力及び周面摩擦力の低減効果を一般的な値とした場合より小さい値となった。これは、鋼矢板長が短い区間でとも上がりしており、とも上がりした鋼矢板間の継手抵抗力が加わらず、単位長さあたりの実績引抜き力が小さくなったものと推察される（図IV-2）。

表IV-2 地下水との関係を整理するための推定引抜力の比較2ケース

ケース	継手抵抗力の推定	周面摩擦力の推定	
		砂層	粘土層
①止水材の影響のない一般的な推定	周面摩擦力の10% (一般的な値)	約5%に低減 (一般的な値)	約10%に低減 (一般的な値)
④地下水位より上部の低減効果を見込まない推定	周面摩擦力の10% (一般的な値)	地下水位 (TP+0.7m) より上部は低減効果なし	

※パイプロハンマの効果により、継手抵抗力と周面摩擦力を低減した場合



図IV-2 パイプロハンマによる単位長さあたりの実績引抜力と推定引抜力 (遮水壁鋼矢板)

これらのことから、長期間使用された鋼矢板の引き抜きに際しては短いものほど、短期間使用された鋼矢板の場合と比べて単位長さあたりの引抜力の上昇幅が大きく、撤去工事に際しては留意が必要なことが判明した。なお、単位長さあたりの実績引抜力の上昇の程度は、鋼矢板の設置年数や設置環境、止水材の種類等により変化すると考えられるため、事前に調査したうえで計画することで適切な機器能力の選定が可能となると考える。

3 まとめ

豊島処分地における遮水機能の解除工事については、止水材が塗布され、打設後約 20 年が経過しているなどの特殊な条件の鋼矢板に関し、その引抜き工事の実施例がほとんどないなかで、現場条件等を整理し、工法の選定を行った。また、引抜き工事の実施にあたっては、実績引抜力を計測するなどデータの取得に努めるとともに、その結果から考察を行った。

以上の結果から、設置後約 20 年が経過し、止水材を塗布した鋼矢板であっても、腐食が進行していなければ、引抜くことが可能であることが明らかとなった。

ただし、本件のように止水材が塗布され、打設後約 20 年が経過しているなどの特殊な条件の鋼矢板について、特に、鋼矢板長が短く、地下水位以下の埋設部分が少ないなど、相対的に大気に触れる面積が大きい箇所については、経年変化や継ぎ手の抵抗力（止水材の癒着や鋼矢板継手部の錆の発生、砂噛みなど）が大きいことが想定されるため、機材の選定にあたっては、計算値より大きな機材を選定することが望ましいと考える。

また、遮水機能解除工法検討WGにおいて比較対象としたバイブロハンマ工法、油圧圧入引抜工法ともに鋼矢板を引き抜くことが可能であったが、鋼矢板の地中部に突起物が溶接されていたため油圧圧入引抜機による引抜きが困難であったことや、引抜力の余裕しろから、遮水機能解除工法検討WGで選定したバイブロハンマ工法の方が本件処分地の引抜きに適していたことが確認できた。

今回の結果は、止水材が塗布され、打設後約 20 年が経過しているなどの特殊な条件の鋼矢板の引抜き時に関する貴重な資料である。学会発表や関係団体へのデータ提供等を通じて、広報・周知に努めることとする。

第 25 回、第 26 回豊島処分地地下水・雨水等対策検討会の審議概要

第 15 回豊島処理事業フォローアップ委員会（以下、「フォローアップ委員会」という。）（R4. 7. 9 Web 開催）以降に開催された、第 25 回豊島処分地地下水・雨水等対策検討会（以下、「地下水検討会」という。）（R4. 7. 30 Web 開催）及び第 26 回地下水検討会（R4. 10. 3 Web 開催）の審議結果の概要は以下のとおりである。

第 25 回地下水検討会（R4. 7. 30）

1. 第 15 回豊島廃棄物等処理事業フォローアップ委員会での決定事項（報告）

第 15 回フォローアップ委員会で審議・了承された事項のうち、地下水検討会に関連するものについて報告した。

2. 排水基準達成後の地下水の状況（その 4）（報告）

令和 4 年 6 月から 7 月に実施した地下水計測点の水質の調査結果について報告した。

<委員からの主な意見等>

○浄化対策の影響か、濃度が乱高下している。㊸は比較的落ち着いており、このような地点の濃度変化を見ながら判断していくのがよいだろう。

【意見を踏まえ、地下水計測点等での水質モニタリングを継続している。】

3. 追加的浄化対策の実施状況（審議）

（1）揚水井による浄化対策等の状況（HS-⑯）

HS-⑯で実施している揚水井による揚水浄化及びエアスパージ（空気圧入）の実施状況、水質モニタリング結果及び浸透池からの浸透状況について報告した。

<委員からの主な意見等>

○浸透池の水質が改善されても観測井の結果と連動していないのは残念だが、浸透池にはできるだけきれいな水を入れてほしい。

○ベンゼンは曝気によって飛んでいくことが考えられるため、曝気を止めた後にどうなるか。対策を停止した後も濃度が変わらなければ、ベンゼンが超過しないと判断できる。

【意見を踏まえ、対策を停止した状態でモニタリングを継続している。】

（2）注水・揚水井による浄化対策等の状況（HS-⑳）

HS-⑳で実施している注水の状況や拡張した浸透池及び周辺の観測井における水質モニタリング結果等について報告した。

（3）HS-D 西における浄化対策の状況

HS-D 西において実施している過硫酸ナトリウム溶液を注入する化学処理や水質モニタリングの実施状況等について報告した。

4. 追加的浄化対策の終了の確認（審議）

追加的浄化対策の終了要件として、対策を停止した状態で地下水濃度確認地点の水質が排水基準値以下であること及び局所的な汚染源（HS-⑩、HS-⑳、HS-D西）における浄化対策の実施内容等について整理し報告したが、以下のような意見があり、追加的浄化対策の終了の確認は、対策停止後の水質を確認し、改めて審議することとなった。

<委員からの主な意見等>

- 対策停止1ヶ月後も排水基準を超えていないが、しかし、濃度の推移がこれで見えているだろうか。HS-⑩で疑問が残る。対策の影響はどうか。その確認が必要だろう。
 - HS-D西では酸化剤を入れてから1か月後の観測としては時間が足りていない。少なくとも1か月後の経過は必要。
 - 今回は対策を停止して水質を確認し、今後の対策の必要性を判断することになる。1か月後に対策の効果が消えると判断して、そこを起点としてデータを採っていく。残念ながら県の提案は現時点では認められない。
- 【意見を踏まえ、対策停止1ヶ月後のデータを起点として水質を評価するよう、モニタリングを継続している。】

5. 遮水機能解除後の処分地の流出水の濃度推定（審議）

遮水機能解除後の北海岸周辺における地下水中の汚染物質濃度について、北海岸へ流出するまでの濃度変化を、モデルを用いて推定した結果について報告した。

<委員からの主な意見等>

- 雨はこのモデルでは扱っていない。雨の影響はそれほど変わらないという前提か。
 - 使われている透水係数の値等を使用し、地下水の動きを計算すると、1年で4m程度しか流れない。50m進むのに10年ほどかかるが妥当なものなのか。非常にマクロなものを見ているだけのような気がした。
 - この結果が良いのか悪いのかは非常に難しい。これをどう使うのか分からないが、一応議論させてもらった。
- 【当該資料については、資料Ⅱ／6で審議いただく。】

第26回地下水検討会（R4.10.3）

1. 排水基準達成後の地下水の状況（その5）（報告）

令和4年8月から9月に実施した地下水計測点の水質の調査結果について報告した。

<委員からの主な意見等>

- ベンゼンやトリクロロエチレンの濃度は全体的に下がっているが、㉑の1,4-ジオキサン濃度はほとんど横ばいなので、他の地点も対策を停止するとこんな状態ではないか。下がり方が低いので、最後に地下水がきれいになったか、この辺りを見ていくことになる。
- 【意見を踏まえ、対策を停止した状態で地下水計測点等での水質モニタリングを継続している。】

2. 追加的浄化対策の実施状況（審議）

（1）HS-⑩における浄化対策の状況

HS-⑩で実施していた揚水井による揚水浄化及びエアスパージ（空気圧入）の実施状況、水質モニタリング結果及び浸透池からの浸透状況について報告した。

<委員からの主な意見等>

○曝気により、ベンゼンの濃度が大きく下がっている。

【意見を踏まえ、対策を停止した状態でモニタリングを継続している。】

（2）HS-⑳における浄化対策の状況

HS-⑳で実施していた注水の状況や拡張した浸透池及び周辺の観測井における水質モニタリング結果等について報告した。

（3）HS-D西における浄化対策の状況

HS-D 西において実施していた過硫酸ナトリウム溶液を注入する化学処理や水質モニタリングの実施状況等について報告した。

<委員からの主な意見等>

○化学処理はいつ停止したかはっきりしないので、誤解を受けないよう表記されたい。

【意見を踏まえ、資料の修正を行った。】

3. 追加的浄化対策における地下水濃度確認地点の状況（審議）

追加的浄化対策の終了要件に基づき、HS-⑩及びHS-D西において、対策停止後（薬剤最終注入後）の地下水濃度確認地点の水質が排水基準値以下であることを示し、同様の方針でモニタリングを継続することについて了承を得た。

<委員からの主な意見等>

○1,4-ジオキサン濃度は少し下がってきていると見えるかもしれない。

○HS-D西は薬剤の最終注入が7月8日なので、その1ヶ月以降の9月5日のデータがスタートになる。

○モニタリングの頻度はできるだけ多い方がよい。

【意見を踏まえ、対策停止1ヶ月後のデータを起点として水質を評価するよう、モニタリングを継続している。】

4. 処分地の整地工事開始後における地下水浄化対策の検討（審議）

整地工事の開始以降の追加的浄化対策及びリバウンド対策の実施方針について了承を得た。

<委員からの主な意見等>

○浸透池は長期間残ると、草や藻が発生するのではないか。管理方法を考えておく必要がある。

【意見を踏まえ、浸透池の状況を定期的に確認していく。】

第16回、第17回豊島事業関連施設の撤去等検討会の審議概要

第15回豊島処理事業フォローアップ委員会（R4.7.9Web開催）以降に開催された第16回（R4.8.5Web開催）及び第17回（R4.10.9Web開催）豊島関連施設の撤去等検討会の審議結果の概要は以下のとおりである。

第16回豊島関連施設の撤去等検討会（R4.8.5）

1. 第14回及び第15回豊島廃棄物等処理事業フォローアップ委員会での決定事項（報告）

第14回及び第15回豊島廃棄物等処理事業フォローアップ委員会で審議・了承された事項のうち、撤去検討会に関連するものについて報告した。

2. 令和4年度に実施あるいは検討する撤去工事等の概況（その1）（報告）

第14回豊島廃棄物等処理事業フォローアップ委員会で審議・了承された令和4年度に実施あるいは検討する撤去工事等の実施状況及び予定について報告した。

3. 豊島事業関連施設の撤去等の状況（その4）（報告）

処分地内の雨水の集水・貯留・排除施設（①-1 処分地進入路の排水路、①-2 承水路、①-3 承水路下トレンチドレーン、①-5 沈砂池1、①-6 沈砂池2）、その他地下水の集水・貯留・送水施設（③-2 集水井）、④高度排水処理施設及び関連施設並びに⑤簡易地下水処理施設、処分地内の雨水の集水・貯留・排除施設（①-4 西井戸）並びにその他施設（⑥-4-1 処分地内道路部（高度排水周辺）、その他施設（⑥-2 ベルトコンベア）、その他施設（⑥-3 専用栈橋）の撤去工事、⑨遮水機能の解除関連工事並びに②遮水壁近傍地下水の集水・貯留・送水施設の撤去工事の施工状況について報告した。

<委員からの主な意見等>

○実施スケジュールの表中に工期を記載すること。【改訂版にて対応済み。】

○現地視察において、概ね実施計画書に基づき施工できていた。次回の現地視察では、鋼管杭の引抜き状況と、濁水の状況を確認したい。

4. 「豊島廃棄物等処理関連施設の第Ⅱ期工事に関する撤去手順」についての改訂（その2）（審議）

豊島廃棄物等処理関連施設の第Ⅱ期工事に関する撤去手順の改訂について、審議・了承を得た。

<委員からの主な意見等>

○今回実施する整地工事後に残す施設等が分かるように、施設を細かく分けること。【改訂版にて対応済み。】

5. 豊島処分地の引き渡し時の詳細図面の決定（意見聴取）

豊島処分地の引き渡し時の詳細図面について、意見聴取を行い、撤去検討会からは下記のとおり付帯意見が決定された。

【豊島処分地の引き渡しの時期が確定し、その形状・形態を実現するための工事実施計画が立案される段階で、住民会議はそれまでの処分地の雨量と冠水状況の関係や減水状況等のデータを検討し、必要と認める場合には表層水の排除に関する施設の残置・改修等について、県と協議のうえで実施する方向で対処するものとする。】

<委員からの主な意見等>

- 次回の豊島廃棄物処理協議会で議論したい。
- 引き渡し時に導水管がない状態だと、住民側が行う工事に支障があると考える。

6. 令和4年度に実施する撤去工事等に関する基本計画書（案）の作成（審議）

その他地下水の集水・貯留・送水施設（③-1 揚水井）及び⑧地下水の観測施設（観測井）、その他地下水の集水・貯留・送水施設（③-3 貯留トレンチ、③-4 新貯留トレンチ）及び処分地外周からの雨水の集水・排除施設（⑦-2 下流側の排水路）、その他施設（⑥-1-1 積替え施設（上部）、その他施設（⑥-1-2 積替え施設（下部）、⑥-1-3 トラックスケール、⑥-4-2 処分地内道路部（積替え施設周辺））の撤去工事、⑩処分地の整地関連工事（地下水の自然浄化対策の実施期間）、その他施設（⑥-4-4 導水管呑口部）及び⑪地下水浄化関連の改修工事の基本計画書について、審議・了承を得た。

<委員からの主な意見等>

- トラックスケールについて、フェリーに乗る際の重量管理のため、工事の後半まで残した方が良い。【改訂版にて対応済み。】

7. 遮水機能の解除工事における鋼矢板引抜きに関する中間報告（審議）

遮水機能の解除工事における鋼矢板引抜きに関する中間報告について報告した。

<委員からの主な意見等>

- 想定範囲内で引き抜くことができた。

第17回豊島関連施設の撤去等検討会（R4.10.9）

1. 令和4年度に実施あるいは検討する撤去工事等の概況（その2）（報告）

第14回豊島廃棄物等処理事業フォローアップ委員会で審議・了承された令和4年度に実施あるいは検討する撤去工事等の実施状況及び予定について報告した。

2. 豊島事業関連施設の撤去等の状況（その5）（報告）

処分地内の雨水の集水・貯留・排除施設（①-4 西井戸）並びにその他施設（⑥-4-1 処分地内道路部（高度排水周辺）、その他施設（⑥-3 専用栈橋））の撤去工事の施工状況について報告した。

<委員からの主な意見等>

- 栈橋撤去工事の現地視察を行い、実施計画書に従い、施工できていることを確認した。COD

やDOの値が悪いが、周辺海域自体、常時悪い状態であるので問題はないと思う。

○撤去前の写真を付けること。【改訂版で対応済み。】

○残置する施設が分かるよう別紙を修正すること。【改訂版で対応済み。】

3. 令和4年度に実施する撤去工事等に関する手続き状況と実施計画書（案）の作成（審議）

その他地下水の集水・貯留・送水施設（③-1 揚水井）及び⑧地下水の観測施設（観測井）、その他地下水の集水・貯留・送水施設（③-3 貯留トレンチ、③-4 新貯留トレンチ）及び処分地外周からの雨水の集水・排除施設（⑦-2 下流側の排水路）、その他施設（⑥-1-1 積替え施設（上部）、その他施設（⑥-1-2 積替え施設（下部）、⑥-1-3 トラックスケール、⑥-4-2 処分地内道路部（積替え施設周辺））の撤去工事、⑩処分地の整地関連工事（地下水の自然浄化対策の実施期間）、その他施設（⑥-4-4 導水管呑口部）及び⑪地下水浄化関連の改修工事の実施事業者が作成した実施計画書について、審議・了承を得た。

<委員からの主な意見等>

○揚水井と観測井の位置が分かるように修正すること。【改訂版で対応済み。】

○土地の引き渡し後に残る、周辺雨水の排除を目的とした「豊島のこころ資料館横の側溝」についても記載すること。【改訂版で対応済み。】

○貯留トレンチ等の遮水シートの面積を記載すること。【改訂版で対応済み。】

4. 遮水機能の解除工事における鋼矢板引抜きに関する実施報告書（審議）

遮水機能の解除工事における鋼矢板引抜きに関する実施報告書について、審議・了承を得た。

<委員からの主な意見等>

○想定通りに引き抜けており、これまで検討してきた結果は正しかった。

○とも上りのデータ整理について検討すること。【改訂版で対応済み。】

5. 豊島事業関連施設の撤去についての第Ⅱ期工事等に関する報告書目次案（審議）

豊島事業関連施設の撤去についての第Ⅱ期工事等に関する報告書目次案について、審議・了承を得た。

<委員からの主な意見等>

○今後の執筆状況に応じて、適宜修正を行う。

6. その他

豊島処分地の引き渡し時の詳細図面に関する廃棄物対策豊島住民会議と県の合意及び豊島事業関連施設の撤去等検討会の付帯意見への対応について報告した。

<委員からの主な意見等>

○表層水の排除に関する施設は撤去を原則としつつ、北海岸の自然海岸化の工事の支障にならないよう考えなくてはいけない。

地下水浄化の進捗管理（その4）

1. 概要

第15回豊島廃棄物等処理事業フォローアップ委員会（R4.7.9Web開催）（以下、「フォローアップ委員会」という。）以降に実施した追加的浄化対策の状況（「排水基準の達成後の地下水浄化に対する基本的対応」に基づき、一部の区画において実施）、ならびに「処分地全域での地下水における環境基準の到達及び達成の確認マニュアル（令和3年8月19日策定）」に基づき実施している地下水計測の結果について報告する。

2. 排水基準の達成後の追加的浄化対策及び地下水のモニタリングの実施状況

排水基準の達成後の局所的な汚染源（HS）では追加的浄化対策を実施しており、今後も豊島処分地地下水・雨水等対策検討会（以下、「地下水検討会」という。）の指導・助言を受けながら対応していく。なお、追加的浄化対策の終了については、第15回フォローアップ委員会（R4.7.9Web開催）において審議・了承された、「追加的浄化対策及びリバウンド対策の終了要件」（以下、「終了要件」という。）に基づき、地下水検討会が審議することとなっており、第25回地下水検討会（R4.7.30Web開催）において、追加的浄化対策を停止した状態で「終了要件」に定める地下水濃度確認地点の地下水濃度の推移を確認することとなったため、現在、追加的浄化対策を停止して地下水濃度の計測を行っている。

局所的な汚染源ごとの追加的浄化対策の状況を（1）～（3）において報告するとともに、その内容と現状を表1に、また地下水のモニタリング調査の状況を表2に整理して示す。

なお、現時点でリバウンドは確認されておらず、リバウンド対策は実施していない。

(1) HS-⑩ (区画⑪⑫付近のベンゼンの汚染)

令和3年10月より、揚水井⑪-5、⑫-3、5、6、9から揚水し、区画⑪⑫の南側に設置した浸透池(約2,000 m³)から雨水等を浸透させる揚水浄化を実施した後、令和4年4月7日から1か月間は揚水浄化を停止し、追加的浄化対策停止後の水質の状況を確認した。追加的浄化対策の停止から1か月後においても、地下水濃度確認地点(観測井⑪)の地下水濃度が排水基準値以下であることを確認した。

また、HS-⑩の揚水井の水質は、排水基準を超過していたことから、揚水井⑫-3、6、9から地下水中に空気を送り込み、揚水井⑫-5から揚水を行う空気注入を併用した揚水浄化を5月27日から9月30日まで実施した。

10月1日以降は、地下水浄化対策停止後の水質の状況を確認するため、再度、追加的浄化対策を停止して、観測井⑪の水質モニタリングを行っている。

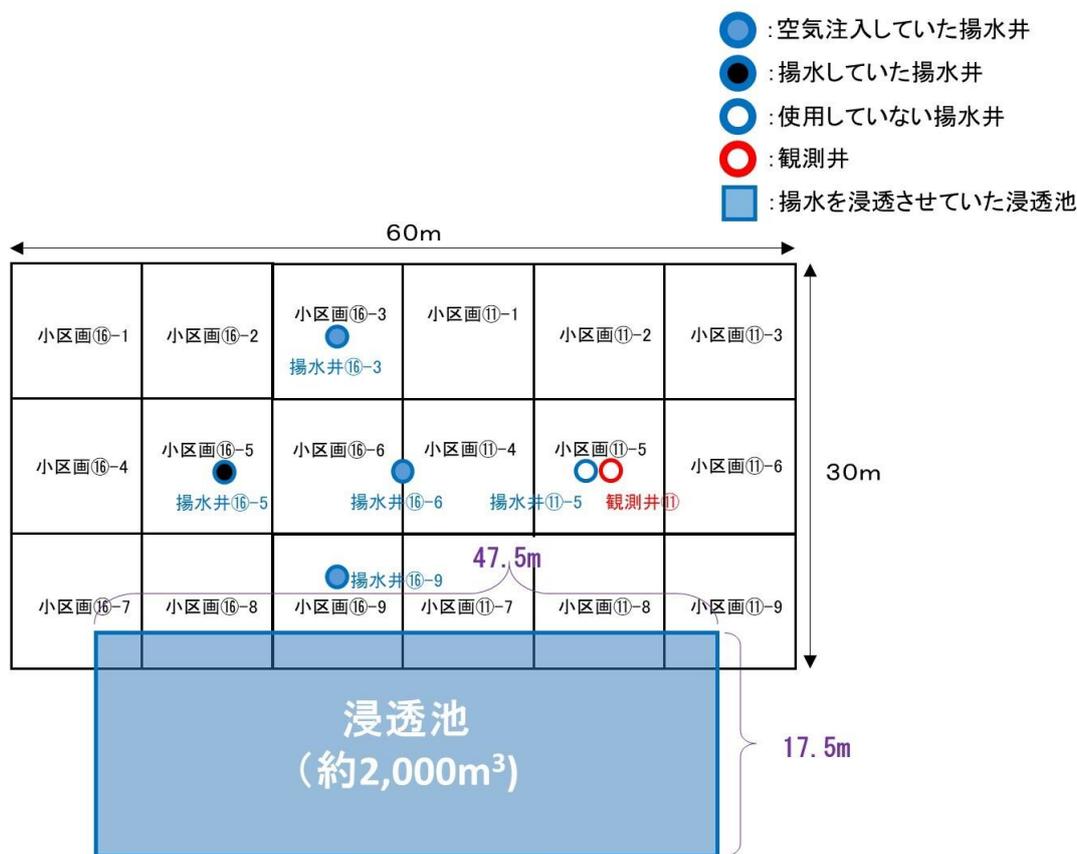


図1 HS-⑩における追加的浄化対策の状況(区画⑪⑫)

(2) HS-③⑩ (区画③⑩付近の1,4-ジオキサンの汚染)

令和3年10月から区画⑨の浸透池(約4,000 m³)に貯留した雨水を利用して、区画⑫内の揚水井⑫-4、5、7、8、井戸側及び浸透池からの注水浄化を実施した後(図2)、令和4年4月7日から1か月間は注水浄化を停止し、追加的浄化対策停止後の水質の状況を確認した。追加的浄化対策の停止から1か月後においても、地下水濃度確認地点(観測井⑩)の地下水濃度が排水基準値以下であることを確認した。

また、区画⑫の一部において透水性が低い深い層に汚染が存在することから、注水・揚水井⑫-7、8から地盤に空気を送り込み、深い層に地下水の通り道を形成させ、揚水を実施した。さらに、区画⑫内の2か所の浸透池を拡張し(図3)、注水による浄化効果の向上を図った。

令和4年6月28日に新たに設置した浸透池へ注水を実施した後、再度、追加的浄化対策を停止して観測井⑩の水質モニタリングを行っている。追加的浄化対策の停止から1か月後においても、観測井⑩の地下水濃度が排水基準値以下であることを確認した。また、追加的浄化対策停止後の濃度は、排水基準値以下で推移しており、今後も申請に必要なデータを蓄積していく。

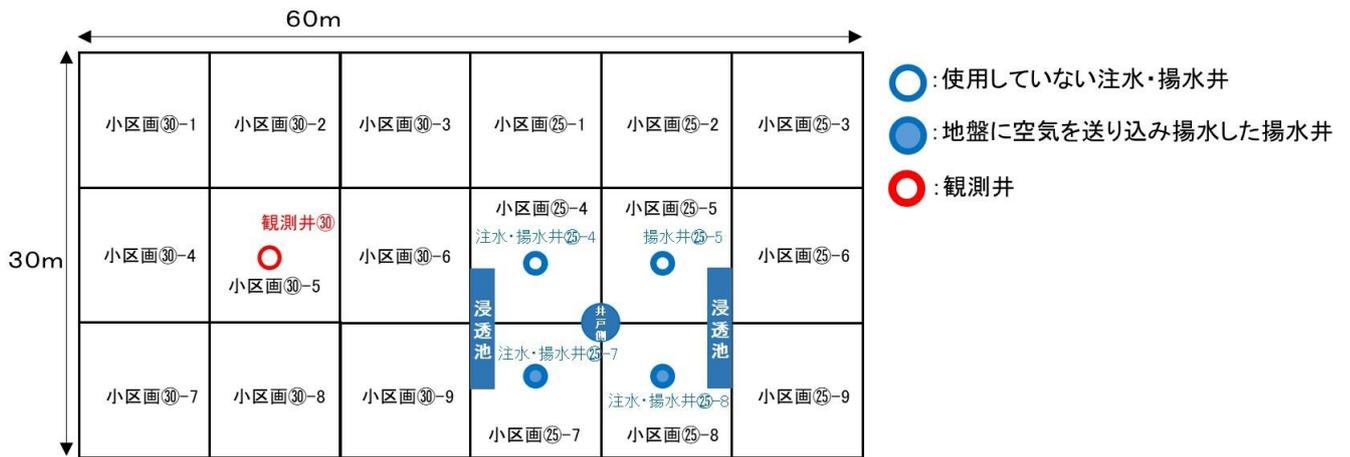


図2 HS-③⑩における追加的浄化対策の状況(区画⑫内)(R4.5~R4.6)

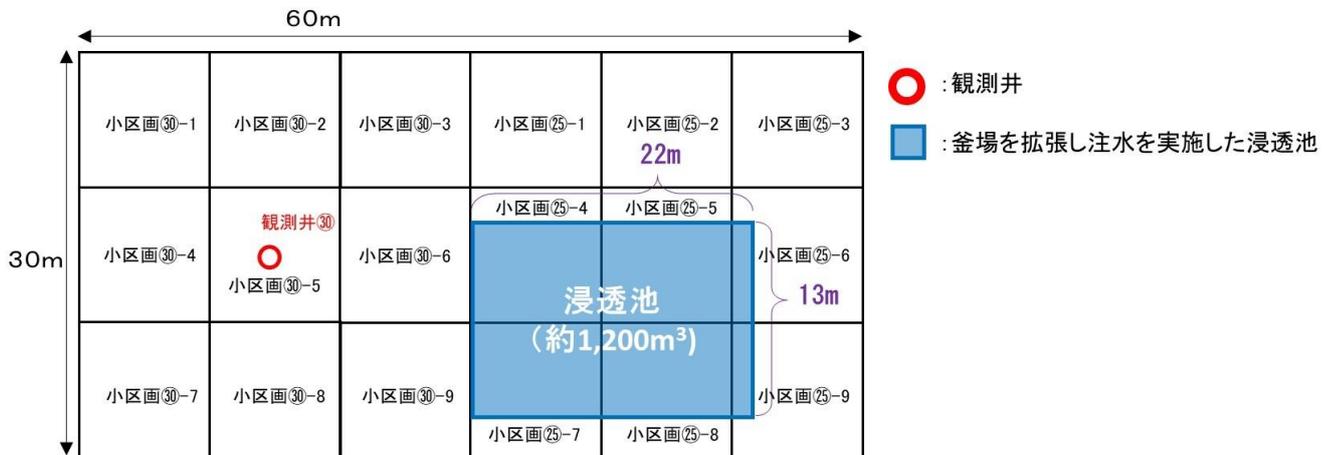


図3 HS-③⑩における追加的浄化対策の状況(区画⑫内)(R4.6)

(3) HS-D西 (D測線西側付近のトリクロロエチレン等の汚染)

令和3年6月から周辺の井戸の水質を確認しながら、過硫酸ナトリウム溶液(以下、「SPS」という。)を薬剤注入井戸や薬剤注入トレンチから注入する化学処理を実施した後、令和4年3月12日から1か月間は化学処理を停止し、地下水浄化対策停止後の水質の状況を確認した。地下水浄化対策の停止1か月後においても、地下水濃度確認地点(観測井D西-1(B+40, 2+30))の地下水濃度が排水基準値以下であることを確認した。

一方、小区画B+30, 2+30の観測井においてトリクロロエチレンが排水基準を超過していた。これは集水井の撤去のための鋼矢板の設置工事(R4. 4. 6~18実施)において発生する振動に伴う溶出等一時的な影響と考えられるものの、5月26日に図4に示すようにB+30, 2+30の薬剤注入トレンチの拡張(化学処理の対象小区画の全域をカバー)を実施し、令和4年6月に同トレンチ内にSPSの注入を実施した。

令和4年7月8日に薬剤注入トレンチにSPSを注入した後、再度、追加的浄化対策を停止して観測井D西-1の水質モニタリングを行っている。追加的浄化対策の停止から1か月後においても、観測井D西-1の地下水濃度が排水基準値以下であることを確認した。また、追加的浄化対策停止後の濃度は、排水基準値以下で推移しており、今後も申請に必要なデータを蓄積していく。

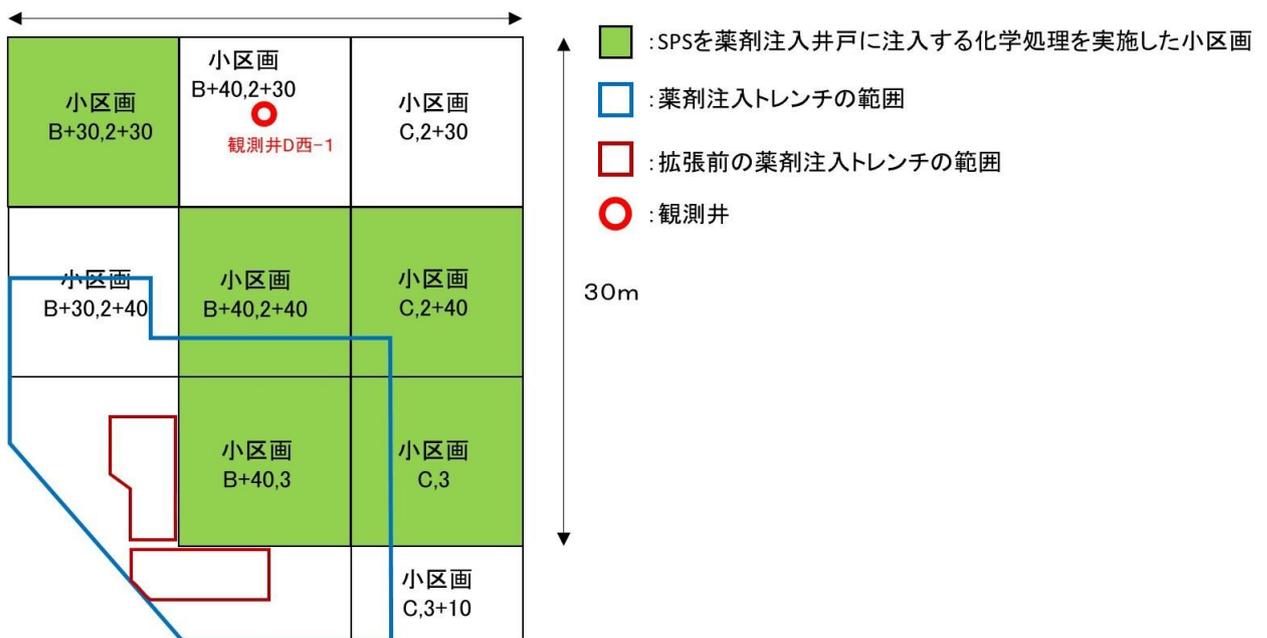


図4 HS-D西における追加的浄化対策の状況

表1 局所的な汚染源での追加的浄化対策等の内容と現状等：令和4年11月14日現在

地点	対策内容 (実施時期)	対策の経緯	地下水・雨水対策等検討会の見解	
			第25回 (R4.7.30)	第26回 (R4.10.3)
(1)HS-⑩	浸透池を利用した揚水浄化 (R3.10～R4.4) 浄化対策の停止 (R4.4.7～5.18) 空気注入を併用した揚水浄化 (R4.5～) 浄化対策の停止 (R4.10.1～)	ベンゼンの汚染が確認されている地点であるため、R3.10 から R4.4 まで揚水井⑩-5、⑩-3、5、6、9 から揚水し、区画⑩⑩の南側に設置した浸透池から浸透させる揚水浄化を実施した。その後、浄化対策の効果を確認するため、1か月間は対策を停止し、観測井⑩の地下水濃度が排水基準値以下であることを確認した。 また、地下水の環境基準の到達に向け、R4.5 より空気注入を併用した揚水浄化を実施した。なお、R4.9.30 からは、再度、浄化対策を停止している。	浄化対策を停止し、観測井⑩の水質をモニタリングすること。	浄化対策の停止を継続し、観測井⑩の水質をモニタリングすること。
(2)HS-⑳	雨水を利用した注水浄化 (R3.10～R4.4) 浄化対策の停止 (R4.4.7～5.18) 雨水を利用した注水浄化 (R4.5～R4.6) 浄化対策の停止 (R4.6.28～)	1,4-ジオキサンの汚染が確認されている地点であるため、R3.10 から R4.10 まで区画⑨の浸透池に貯留した雨水を利用して、区画㉕内の揚水井㉕-4、5、7、8、井戸側及び浸透池からの注水浄化を実施した。その後、浄化対策の効果を確認するため、1か月間は対策を停止し、観測井㉕の地下水濃度が排水基準値以下であることを確認した。 また、地下水の環境基準の到達に向け、R4.5 より地盤へ空気注入、浸透池の拡張・注水浄化を実施した。なお、R4.6.28 からは、再度、浄化対策を停止している。	浄化対策を停止し、観測井㉕の水質をモニタリングすること。	浄化対策の停止を継続し、観測井㉕の水質をモニタリングすること。
(3)HS-D西	化学処理 (R3.6～R4.3) 浄化対策の停止 (R4.3.12～5.18) 化学処理 (R4.5～R4.7) 浄化対策の停止 (R4.7.8～)	トリクロロエチレン等の汚染が確認されている地点であるため、R3.6 から R4.3 まで SPS を薬剤注入井戸や薬剤注入トレンチに注入する化学処理を実施した。その後、浄化対策の効果を確認するため、1か月間は対策を停止し、観測井D西-1 の地下水濃度が排水基準値以下であることを確認した。 また、地下水の環境基準の到達に向け、R4.5 に化学処理を再開するとともに、薬剤注入トレンチを拡張し、同トレンチ内に SPS を注入する化学処理を実施した。R4.7.8 からは、再度、浄化対策を停止している。	浄化対策を停止し、観測井D西-1の水質をモニタリングすること。	浄化対策の停止を継続し、観測井D西-1の水質をモニタリングすること。
(4)区画㉑	—	HS-㉑の下流側に位置する 1,4-ジオキサンの汚染であることから、HS-㉑に対して重点的に浄化対策を実施している。	観測井㉑の水質をモニタリングすること。	観測井㉑の水質をモニタリングすること。

表2 環境基準の到達に向けた地下水のモニタリング調査の状況

地点	地下水計測地点	調査期間
(1)HS-⑬	区画⑪	R3.9～
(2)HS-⑳	区画㉔	R3.9～
(3)HS-D西	地下水計測点(B+40,2+30)	R3.9～
(4)区画㉑	区画㉑	R3.9～



図5 局所的な汚染源での追加的浄化対策の実施状況

3. 環境基準の到達に向けて実施している地下水計測の結果

環境基準の到達に向けて実施した地下水計測点①③③D西-1における令和4年6月後半～令和4年10月の水質調査の結果は表3～表10のとおりである。また、排水基準の達成後からこれまでの推移は、表11のとおりである。排水基準の超過は確認されていない。

表3 地下水計測点の水質の調査結果 (R4. 6月後半)

地下水計測点	単位	①	③	③	D西-1	地下水 環境基準	排水基準	検出下限
検体採取日		R4.6.21	R4.6.21	R4.6.21	R4.6.21			
観測井水位(T.P.)	m	1.56	0.51	0.86	-0.88			
採取深度(T.P.)	m	-5.5	-2.5	-4.2	-3.5			
塩化物イオン	mg/L	1000	490	1600	6300	—	—	1
ベンゼン	mg/L	<0.001	<0.001	0.010	0.011	0.01	0.1	0.001
1,4-ジオキサン	mg/L	0.19	0.20	0.30	0.36	0.05	0.5	0.005
トリクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	0.019	0.01	0.1	0.001
1,2-ジクロロエチレン	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	0.018	0.04	0.4	0.004
クロロエチレン	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0087	0.002	(0.02) ^(注3)	0.0002

(注1) 黄色は環境基準超過、橙色は排水基準超過である。

(注2) 「処分地全域での地下水における環境基準の到達及び達成の確認マニュアル」(資料12・Ⅱ/7)に定める観測孔深度で採水できなかった場合は、「欠測」と表現する。

(注3) クロロエチレンは排水基準が定められていないが、環境基準の10倍の値を排水基準として評価した。

表4 地下水計測点の水質の調査結果 (R4. 7月)

地下水計測点	単位	①	③	③	D西-1	地下水 環境基準	排水基準	検出下限
検体採取日		R4.7.4	R4.7.4	R4.7.4	R4.7.4			
観測井水位(T.P.)	m	1.58	0.51	0.78	-0.82			
採取深度(T.P.)	m	-5.5	-2.5	-4.2	-3.5			
塩化物イオン	mg/L	1600	630	1700	6200	—	—	1
ベンゼン	mg/L	0.011	<0.001	0.014	0.011	0.01	0.1	0.001
1,4-ジオキサン	mg/L	0.17	0.22	0.31	0.36	0.05	0.5	0.005
トリクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	0.016	0.01	0.1	0.001
1,2-ジクロロエチレン	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	0.018	0.04	0.4	0.004
クロロエチレン	mg/L	<0.0002	0.0002	<0.0002	0.0052	0.002	(0.02) ^(注3)	0.0002

(注1) 表3の注釈1～3は、表4においても同様とする。

表5 地下水計測点の水質の調査結果 (R4. 8月前半)

地下水計測点	単位	①	③	③	D西-1	地下水 環境基準	排水基準	検出下限
検体採取日		R4.8.1	R4.8.1	R4.8.1	R4.8.1			
観測井水位(T.P.)	m	1.59	0.75	0.78	-0.77			
採取深度(T.P.)	m	-5.5	-2.5	-4.2	-3.5			
塩化物イオン	mg/L	1200	670	1800	6400	—	—	1
ベンゼン	mg/L	0.011	0.005	0.013	0.006	0.01	0.1	0.001
1,4-ジオキサン	mg/L	0.16	0.27	0.32	0.36	0.05	0.5	0.005
トリクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	0.010	0.01	0.1	0.001
1,2-ジクロロエチレン	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	0.012	0.04	0.4	0.004
クロロエチレン	mg/L	<0.0002	0.0002	<0.0002	0.0039	0.002	(0.02) ^(注3)	0.0002

(注1) 表3の注釈1～3は、表5においても同様とする。

表6 地下水計測点の水質の調査結果 (R4. 8月後半)

地下水計測点	単位	①	③	③	D西-1	地下水 環境基準	排水基準	検出下限
検体採取日		R4.8.23	R4.8.23	R4.8.23	R4.8.23			
観測井水位(T.P.)	m	1.70	1.05	1.04	0.58			
採取深度(T.P.)	m	-5.5	-2.5	-4.2	-3.5			
塩化物イオン	mg/L	860	470	1500	6400	—	—	1
ベンゼン	mg/L	0.008	<0.001	0.009	0.005	0.01	0.1	0.001
1,4-ジオキサン	mg/L	0.12	0.21	0.34	0.45	0.05	0.5	0.005
トリクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	0.024	0.01	0.1	0.001
1,2-ジクロロエチレン	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	0.025	0.04	0.4	0.004
クロロエチレン	mg/L	0.0002	<0.0002	<0.0002	0.010	0.002	(0.02) ^(注3)	0.0002

(注1) 表3の注釈1～3は、表6においても同様とする。

表7 地下水計測点の水質の調査結果 (R4. 9月前半)

地下水計測点	単位	①	③	③	D西-1	地下水 環境基準	排水基準	検出下限
検体採取日		R4.9.5	R4.9.5	R4.9.5	R4.9.5			
観測井水位(T.P.)	m	1.79	1.05	1.03	0.92			
採取深度(T.P.)	m	-5.5	-2.5	-4.2	-3.5			
塩化物イオン	mg/L	1100	500	1700	8400	—	—	1
ベンゼン	mg/L	0.015	<0.001	0.009	0.007	0.01	0.1	0.001
1,4-ジオキサン	mg/L	0.17	0.18	0.31	0.42	0.05	0.5	0.005
トリクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	0.009	0.01	0.1	0.001
1,2-ジクロロエチレン	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	0.032	0.04	0.4	0.004
クロロエチレン	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.012	0.002	(0.02) ^(注3)	0.0002

(注1) 表3の注釈1～3は、表7においても同様とする。

表 8 地下水計測点の水質の調査結果 (R4. 9 月後半)

地下水計測点	単位	①	③	③	D西-1	地下水 環境基準	排水基準	検出下限
検体採取日		R4.9.21	R4.9.21	R4.9.21	R4.9.21			
観測井水位 (T.P.)	m	1.66	1.01	1.07	1.03			
採取深度 (T.P.)	m	-5.5	-2.5	-4.2	-3.5			
塩化物イオン	mg/L	1300	440	1700	7300	—	—	1
ベンゼン	mg/L	0.031	0.002	0.008	0.009	0.01	0.1	0.001
1,4-ジオキサン	mg/L	0.17	0.17	0.27	0.42	0.05	0.5	0.005
トリクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	0.01	0.1	0.001
1,2-ジクロロエチレン	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	0.032	0.04	0.4	0.004
クロロエチレン	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.015	0.002	(0.02) ^(注3)	0.0002

(注1) 表3の注釈1～3は、表8においても同様とする。

表 9 地下水計測点の水質の調査結果 (R4. 10 月前半)

地下水計測点	単位	①	③	③	D西-1	地下水 環境基準	排水基準	検出下限
検体採取日		R4.10.4	R4.10.4	R4.10.4	R4.10.4			
観測井水位 (T.P.)	m	1.62	1.05	0.99	1.06			
採取深度 (T.P.)	m	-5.5	-2.5	-4.2	-3.5			
塩化物イオン	mg/L	1300	450	1700	1600	—	—	1
ベンゼン	mg/L	0.033	<0.001	0.003	0.011	0.01	0.1	0.001
1,4-ジオキサン	mg/L	0.17	0.17	0.21	0.37	0.05	0.5	0.005
トリクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.01	0.1	0.001
1,2-ジクロロエチレン	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.04	0.4	0.004
クロロエチレン	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.002	(0.02) ^(注3)	0.0002

(注1) 表3の注釈1～3は、表9においても同様とする。

表 10 地下水計測点の水質の調査結果 (R4. 10 月後半)

地下水計測点	単位	①	③	③	D西-1	地下水 環境基準	排水基準	検出下限
検体採取日		R4.10.18	R4.10.18	R4.10.18	R4.10.18			
観測井水位 (T.P.)	m	1.52	1.05	0.93	1.23			
採取深度 (T.P.)	m	-5.5	-2.5	-4.2	-3.5			
塩化物イオン	mg/L	1400	390	1800	4200	—	—	1
ベンゼン	mg/L	0.034	<0.001	<0.001	0.020	0.01	0.1	0.001
1,4-ジオキサン	mg/L	0.16	0.16	0.21	0.36	0.05	0.5	0.005
トリクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.01	0.1	0.001
1,2-ジクロロエチレン	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	0.011	0.04	0.4	0.004
クロロエチレン	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0061	0.002	(0.02) ^(注3)	0.0002

(注1) 表3の注釈1～3は、表10においても同様とする。

表 11 地下水計測点における水質の調査結果（排水基準の達成後～現在）

		浄化対策の停止期間 (R3. 8. 26～R3. 9. 27)					遮水壁の引抜き期間 (R4. 2. 1～R4. 3. 1)					← R4.4.7～5.18対策停止 →					← R4.10.1～対策停止										
観測井①	汚染物質等	単位	R3.8.17	R3.9.27	R3.10.25	R3.11.10	R3.12.17	R4.1.5	R4.2.7	R4.3.8	R4.4.12	R4.5.10	R4.6.6	R4.6.21	R4.7.4	R4.8.1	R4.8.23	R4.9.5	R4.9.21	R4.10.4	R4.10.18	環境基準	排水基準	定量下限値			
	ベンゼン	mg/L	0.028	ND	0.064	0.082	0.075	0.083	0.068	0.066	0.043	0.025	ND	ND	0.011	0.011	0.008	0.015	0.031	0.033	0.034	0.01	0.1	0.001			
	1,4-ジオキサン	mg/L	0.032	0.018	0.032	0.13	0.14	0.16	0.24	0.21	0.22	0.17	0.14	0.19	0.17	0.16	0.12	0.17	0.17	0.17	0.16	0.05	0.5	0.005			
	トリクロロエチレン	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	0.1	0.001			
	1,2-ジクロロエチレン	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.04	0.4	0.004			
	クロロエチレン	mg/L	0.0003	ND	ND	ND	ND	0.0002	0.0003	0.0004	0.0002	ND	ND	ND	ND	ND	0.0002	ND	ND	ND	ND	0.002	(0.02) ^(注3)	0.0002			
	観測井水位(T.P.)	m	-2.46	0.85	0.98	-0.42	-0.06	0.40	0.92	0.54	1.41	1.55	1.45	1.56	1.58	1.59	1.70	1.79	1.66	1.62	1.52	—	—	—			
観測井③	汚染物質等	単位	R3.8.17	R3.9.27	R3.10.25	R3.11.8	R3.12.6	R4.1.5	R4.2.8	R4.3.9	R4.4.12	R4.5.10	R4.6.6	R4.6.21	R4.7.4	R4.8.1	R4.8.23	R4.9.5	R4.9.21	R4.10.4	R4.10.18	環境基準	排水基準	定量下限値			
	ベンゼン	mg/L	ND	ND	ND	ND	0.001	0.001	0.001	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	0.005	ND	ND	0.002	ND	ND	0.01	0.1	0.001			
	1,4-ジオキサン	mg/L	0.11	0.16	0.14	0.13	0.11	0.27	0.18	0.25	0.24	0.14	0.15	0.20	0.22	0.27	0.21	0.18	0.17	0.17	0.16	0.05	0.5	0.005			
	トリクロロエチレン	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.002	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	0.1	0.001			
	1,2-ジクロロエチレン	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.04	0.4	0.004			
	クロロエチレン	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	ND	ND	0.0002	0.0002	ND	0.0003	ND	ND	ND	0.002	(0.02) ^(注3)	0.0002			
	観測井水位(T.P.)	m	-0.33	1.05	0.87	0.27	0.40	0.30	0.69	0.22	0.79	0.10	0.95	0.51	0.51	0.75	1.05	1.05	1.01	1.05	1.05	—	—	—			
観測井③	汚染物質等	単位	R3.8.17	R3.9.27	R3.10.25	R3.11.10	R3.12.9	R4.1.7	R4.2.7	R4.3.8	R4.4.12	R4.5.10	R4.6.6	R4.6.21	R4.7.4	R4.8.1	R4.8.23	R4.9.5	R4.9.21	R4.10.4	R4.10.18	環境基準	排水基準	定量下限値			
	ベンゼン	mg/L	0.065	0.012	0.013	0.021	0.021	0.017	0.014	0.030	0.013	0.007	0.007	0.010	0.014	0.013	0.009	0.009	0.008	0.003	ND	0.01	0.1	0.001			
	1,4-ジオキサン	mg/L	0.24	0.28	0.33	0.22	0.18	0.30	0.31	0.28	0.32	0.31	0.27	0.30	0.31	0.32	0.34	0.31	0.27	0.21	0.21	0.05	0.5	0.005			
	トリクロロエチレン	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	0.1	0.001			
	1,2-ジクロロエチレン	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.04	0.4	0.004			
	クロロエチレン	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.002	(0.02) ^(注3)	0.0002			
	観測井水位(T.P.)	m	-1.08	0.56	0.81	0.06	-0.12	0.08	0.51	0.33	0.74	1.00	0.99	0.86	0.78	0.78	1.04	1.03	1.07	0.99	0.93	—	—	—			
観測井D西-1	汚染物質等	単位	R3.8.17	R3.9.27	R3.10.25	R3.11.8	R3.12.6	R4.1.5	R4.2.17	R4.3.9	R4.4.12	R4.5.10	R4.6.6	R4.6.21	R4.7.4	R4.8.1	R4.8.23	R4.9.5	R4.9.21	R4.10.4	R4.10.18	環境基準	排水基準	定量下限値			
	ベンゼン	mg/L	0.006	0.044	0.039	欠測 ^(注2)	欠測 ^(注2)	0.031	欠測 ^(注2)	欠測 ^(注2)	0.020	0.026	0.012	0.011	0.011	0.006	0.005	0.007	0.009	0.011	0.020	0.01	0.1	0.001			
	1,4-ジオキサン	mg/L	0.088	0.10	0.090			0.31			0.40	0.40	0.37	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.45	0.42	0.42	0.37	0.36	0.05	0.5	0.005
	トリクロロエチレン	mg/L	0.011	0.072	0.050			0.026			0.036	ND	0.021	0.019	0.016	0.010	0.024	0.009	0.002	ND	ND	0.01	0.1	0.001	0.01	0.1	0.001
	1,2-ジクロロエチレン	mg/L	0.004	0.040	0.023			0.033			0.028	0.029	0.018	0.018	0.018	0.012	0.012	0.025	0.032	0.032	ND	ND	0.011	0.04	0.4	0.004	
	クロロエチレン	mg/L	0.001	0.0048	0.0055			0.0095			0.0077	ND	0.0077	0.0087	0.0052	0.0039	0.010	0.012	0.015	ND	0.0061	0.002	(0.02) ^(注3)	0.0002	0.002	(0.02) ^(注3)	0.0002
	観測井水位(T.P.)	m	-0.07	0.66	0.67	-5.24	-5.46	-1.24	-4.07	-6.39	-0.17	0.28	-0.75	-0.88	-0.82	-0.77	0.58	0.92	1.03	1.06	1.23	—	—	—			

(注1) 黄色は環境基準超過、橙色は排水基準超過である。

(注2) 「処分地全域での地下水における環境基準の到達及び達成の確認マニュアル」(資料12・II/7)に定める観測孔深度で採水できなかった場合は、「欠測」と表現する。

(注3) クロロエチレンは排水基準が定められていないが、環境基準の10倍の値を排水基準として評価した。

4. 今後の予定

地下水の環境基準の到達に向け、所定の地下水計測を継続する。なお、局所的な汚染源で実施していた追加的浄化対策を一旦停止して、追加的浄化対策の終了時の地下水濃度確認地点において水質モニタリングを行い、追加的浄化対策の終了の申請に必要なデータを蓄積していく。

豊島処分地における地下水浄化の達成状況に関する評価（最終報告）

1. 概要

第 19 回豊島処分地地下水・雨水等対策検討会（この検討会は豊島廃棄物等処理事業フォローアップ委員会の下に置かれたもので、以下、「地下水検討会」という。一方、これ以前の豊島廃棄物等処理事業管理委員会の下に置かれたものが「排水・地下水等対策検討会」である。本資料では両者の資料を引用している。）（R3. 7. 31 開催）において、「処分地全域での地下水における排水基準の到達及び達成の確認マニュアル」に基づき、排水基準の達成が確認され、第 12 回豊島廃棄物等処理事業フォローアップ委員会（以下、「フォローアップ委員会」という。）（R3. 8. 19 開催）において、その旨が報告された。

これを受けて第 13 回フォローアップ委員会（R3. 12. 22 開催）では、これまでの地下水浄化対策の効果とそれによる地下水浄化の達成状況について、「豊島処分地における地下水浄化の達成状況に関する評価」（資料 13 ・ II / 7 以下、「第 13 回委員会評価」という。）として報告され、議論された。そこでは積極的な地下水浄化対策を開始した時点（計測は平成 27 年から令和元年にかけて実施）と排水基準の達成後の令和 3 年 8 月時点での地下水の汚染物質濃度の計測結果を用いた比較・推算等からの評価がなされた。なお、その際の比較・推算等による評価では、地下水に溶けていない汚染物質や汚染物質の分解等については考慮していない。

上記の評価についての議論において、以下の 2 点に関する追加の推算・評価を実施すべきことが提案され、了承された。

- ① 化学処理による浄化対策は複数回に渡って行われており、原則として各回で浄化効果がある。第 13 回委員会評価では、開始前と最終回後の比較で浄化量が推定されており、化学処理の実施ごとの濃度状況等を分析し、適切な浄化量を求める必要がある。
- ② 令和 3 年 8 月時点の計測では、対策前の状態で排水基準を下回っていた 13 区画については対象とせず、そのままの濃度が継続するものとして浄化の推定を行っている。これらの区画についても適切な手法で代表地点を選定し、その地点で濃度計測を行って浄化の程度を推定すべきである。

本報告は、「第 13 回委員会評価」に上記の修正を加え、「豊島処分地における地下水浄化の達成状況に関する評価」の最終報告とするものである。

2. 処分地全域での地下水中の汚染物質量の把握

2-1 処分地全域での地下水中の汚染物質量の变化の把握

処分地全域での地下水中の汚染物質量については、地下水濃度の測定結果と地下水量の積の総和として算出する。

積極的な地下水浄化の開始前の処分地全域における汚染物質量（以下、「積極的対策前汚染物質総量」という。）については、平成 27 年から平成 29 年にかけて実施した処分地内の地下水汚染状況を把握するための調査（以下、「概況調査」という。）及び平成 30 年から令和元年にかけて実施した地下水汚染領域の把握のための調査（以下、「汚染領域調査」という。）を基に推算した。なお、D 測線西側は、先行して地下水の揚水浄化を行ったため、その際の詳細調査を利用した。

積極的な地下水浄化対策後の処分地全域における汚染物質量（以下、「積極的対策後汚染物質総量」という。）については、処分地全域における排水基準の達成後の令和 3 年 8 月の調査結果を基に推算した。ただし、令和 3 年 8 月の調査において、積極的対策前の状態で排水基準を下回っていた 13 区画については、計測を行っておらず、これに対して「第 13 回委員会評価」で

以下のように対応することが決定された。

○積極的対策後（R3.8）に計測しておらず、同対策前に環境基準を超えている区画の取り扱い

令和3年8月の積極的な地下水浄化対策後の計測では、対策前の状態で排水基準を下回っていた13区画については対象としていない。これらの区画では、周辺での浄化対策も進み、また清浄な雨水の浸透によって自然浄化も行われ、相当程度の浄化が進行しているものと思われる。

表1では、上述した13区画における浄化対策前での5汚染物質の環境基準の超過状況を示している。また、図1には、各区画で採った浄化対策の種別と上記13区画の環境基準超過の汚染物質数を掲げている。

今後、適切な時期（例えば追加的対策の終了後）に表1に示す3区画において、浄化対策前の最大濃度の深度で浄化の程度を計測・確認し、浄化の達成度の算定に反映させるとともに処分地全域での環境基準の達成の確認に資することとする。

表1 積極的対策後（R3.8）に計測しておらず、同対策前に環境基準を超えている区画に対する確認計測地点の選定

R3.8に計測していない区画	汚染物質（環境基準を超過：○）					選定の考慮点
	ベンゼン	1,4-ジオキサ	トリクロロエチレン	1,2-ジクロロエチレン	クロロエチレン	
①						
③	○	○		○	○	<ul style="list-style-type: none"> ・4物質で環境基準超過 ・⑦⑧と比べ概して汚染物質濃度が高い。 ・周辺では揚水、化学処理、掘削の対策を実施している。 ・近隣の⑦⑧を含めた代表として
④						
⑤						
⑦	○			○		・③で代表させる。
⑧		○				・③で代表させる。
⑩	○			○		<ul style="list-style-type: none"> ・2物質で環境基準超過 ・⑮⑲と比べ概して汚染物質濃度が高い。 ・周辺では化学処理、掘削の対策を実施している。 ・近隣の⑮⑲を含めた代表として
⑭						
⑮		○				・⑩で代表させる。
⑲	○	○				・⑩で代表させる。
⑳		○				・⑳で代表させる。
㉓	○	○				<ul style="list-style-type: none"> ・2物質で環境基準超過 ・㉓㉔と比べ汚染物質濃度が高い。 ・周辺で揚水、化学処理の対策を実施している。 ・近隣の㉓㉔の代表として
㉔	○	○				・㉓で代表させる。

注) 黄色：環境基準の超過区画 橙色：今後の計測予定区画（環境基準の超過区画でもある）
 緑色：環境基準以下



図1 各区画における浄化対策の種別と13区画のうちの環境基準超過の汚染物質数

上記に従って令和4年5月に別添資料1のと通りの計測を実施し、その結果を基に推算した。積極的対策前汚染物質総量と積極的対策後汚染物質総量の差から推定除去量を求め、積極的対策前汚染物質総量との比を浄化の達成度とした。

(1) 積極的対策前の汚染物質総量の算出

D測線西側は、先行して平成26年6月から浅い層で、平成27年4月から深い層で揚水による浄化対策を開始したが、より効果的な揚水浄化の方法を検討するため、第22回排水・地下水等対策検討会(H28.3.13開催)において、D測線西側の地下水汚染の詳細な調査を実施している旨を報告した(「D測線西側の地下水質等の状況」(第22回Ⅱ-3))。第3回地下水検討会(H30.3.4開催)では、その結果を「D測線西側の地下水質等の状況(定期モニタリング、東側5か所の結果)」(Ⓞ第3回Ⅱ/2-1)として取りまとめた。

その他の区域については、まず第19回排水・地下水等対策検討会(H27.2.1開催)で処分地全域の平面的な地下水汚染の状況を把握するため、その手法を「処分地内の地下水汚染状況を把握するための調査等の手法について」(第19回Ⅱ-1)で定め、第2回地下水検討会(H29.11.26開催)において、その結果を「地下水概況調査等の状況」(Ⓞ第2回Ⅱ/2-1)として取りまとめた。

また、より深い層の地下水汚染の状況を把握するため、第3回地下水検討会(H30.3.4開催)において、その手法を「地下水汚染領域の把握のための調査方法」(Ⓞ第3回Ⅱ/4)で定め、第8回地下水検討会(R01.8.3開催)で、その結果を「地下水汚染領域の把握のための調査結果(その2)」(Ⓞ第8回Ⅱ/3)として報告した。これらの測定結果を基に、各区画の積極的な地下水浄化を始める前の汚染物質量を推算した。

D測線西側においては、強風化花崗岩に到達するまでは、おおよそ2m深度ごとに水質調査を実施し、その他43区画では最初の帯水層までの水質調査(概況調査)及び岩着を確認しながら地表から5m深度ごとに水質調査(汚染領域調査)を実施している。

図2に示すように、各区画の測定深度ごとの地下水量を算定し、これにその点の汚染物質濃度を掛け合わせることで深度ごとの汚染物質量を算出し、その合計を区画の汚染物質量と

した。なお、調査結果が検出下限値未満である場合は、各物質の検出下限の値を使用した。また地下水量の算定にあたっては、一般的な土壌の有効間隙率が20～40%であることから一律30%としている(第13回地下水検討会(R2.8.12開催)の資料Ⅱ/8「地下水浄化対策の進捗状況と課題」においても、この値を用いている)。また、地下水面は、第26回排水・地下水等検討会(H29.2.12開催)の「汚染土壌の処理等」(第26回Ⅱ-1)の中で報告した30メッシュ毎の基準水位とし、強風化花崗岩表面の深度は、ボーリング調査の柱状図等から設定した。

これら各区画の汚染物質量を合算し、積極的対策前の汚染物質総量とした。

区画ごとに使用データを整理したものと汚染物質量の算出結果等を表2に示す。なお、D側線西側は、小区画ごとに詳細な調査を行っていることから表2の付表としてまとめ、その合計値を表2のD西の値とした。

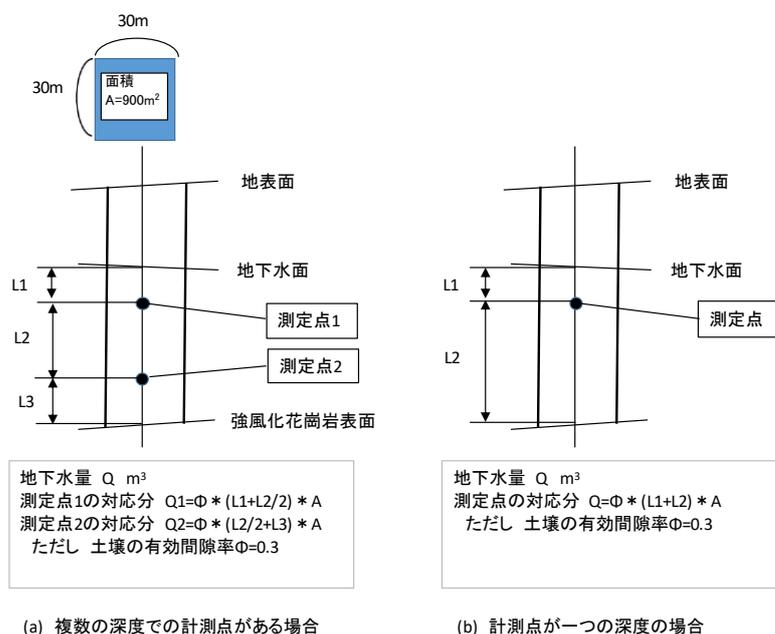


図2 地下水量の算定の方法

表2 積極的な浄化対策前の区画ごとの汚染物質濃度等の測定結果と汚染物質等の算出結果

使用データ A: 地下水概況調査等の状況(水第2回H29.11.26開催・Ⅱノ2-1) B: D測線西側の水質の状況(定期モニタリング、東側5か所の結果)(水第3回H30.3.4開催・Ⅱノ2-1)
 C: 地下水汚染領域の把握のための調査結果(その2)(水第8回R01.8.3開催・Ⅱノ3)

区画		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
使用データ		A,C	A,C	A,C	A,C	A,C	A,C	A,C	A,C	A,C	C	A,C	A,C	A,C	A,C	C	A,C	A,C	A,C	C	A,C	A,C	A,C	
地下水面		TP m	2.2	2.4	2.6	2.7	(水なし)	3.2	2.7	2.7	3.1	2.7	3.3	3.0	2.4	2.7	1.4	1.2	1.4	1.3	3.0	0.4	2.0	
強風化花崗岩表面		TP m	-1.6	-5.8	-6.1	-4.9	(水なし)	-5.86	-8.8	-8.2	-3.5	-0.1	-15	-17	-11.6	-1.7	0.2	-24.4	-18.7	-12.8	-3.8	-0.4	-25.4	-17.8
測定点1	深さT.P.	m	0.45	1.9	-0.3	1.4		2.05	2.15	1.8	2.65	1.9	1.7	2.2	2.4	1.85	2.2	0.5	0.3	0.9	0.6	2.05	-0.9	0.3
	ベンゼン	mg/L	ND	0.007	0.003	0.008		0.001	ND	0.011	ND	0.026	0.006	ND	ND	ND	0.004	0.11	0.071	ND	0.061	0.008	1.2	0.039
	1,4-ジオキサン	mg/L	0.012	0.026	0.049	0.26		0.011	0.058	0.007	0.009	0.061	ND	0.037	ND	0.5	0.47	0.053	0.070	ND	0.25	0.045	0.48	0.013
	トリクロロエチレン	mg/L	ND	ND	ND	ND		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	1,2-ジクロロエチレン	mg/L	ND	ND	ND	ND		ND	ND	ND	ND	0.061	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
測定点2	深さT.P.	m	-1.1	-2.5	-2.5	-1.3		-2.5	-2.5	-10	-2.5		-2.5	-11	-2.5	-3.5		-2.5	-2.5	0.5		-0.6	-2.5	-2.5
	ベンゼン	mg/L	0.001	0.21	0.008	0.009		0.86	0.014	0.010	17		0.66	0.34	1.2	0.004		1.6	1.6	0.18		0.012	1.4	1.8
	1,4-ジオキサン	mg/L	0.009	0.89	0.26	0.035		0.15	0.047	0.15	17		0.097	0.37	1.0	0.007		0.082	0.034	0.55		3.7	0.66	1.1
	トリクロロエチレン	mg/L	ND	0.085	ND	ND		ND	ND	ND	0.033		ND	ND	ND	ND		ND	ND	ND		0.002	ND	ND
	1,2-ジクロロエチレン	mg/L	ND	30	0.042	ND		ND	0.048	ND	0.15		ND	ND	ND	ND		ND	ND	ND		ND	ND	ND
測定点3	深さT.P.	m	-5.3	-5.3	-7.5			-6.4	-7.5		-2.8		-7.5	-4.5	-4.5		-7.5	-7.5	-6.1			-7.5	-7.5	-7.5
	ベンゼン	mg/L	0.14	0.013				0.037	ND		31		0.12		0.094	0.003		0.055	1.6	0.009			0.002	0.45
	1,4-ジオキサン	mg/L	2.0	0.19				0.69	ND		16		0.18		2.0	0.009		1.7	0.26	0.080			0.31	0.6
	トリクロロエチレン	mg/L	0.28	ND				0.043	ND		0.011		ND		ND	ND		ND	ND	ND			ND	ND
	1,2-ジクロロエチレン	mg/L	13	0.007				0.015	ND		0.13		ND		ND	ND		ND	ND	ND			0.007	ND
測定点4	深さT.P.	m		0.66	0.0022			0.020	ND		0.030		ND		0.0029	ND		0.007	ND			0.013	ND	ND
	ベンゼン	mg/L																						-12.5
	1,4-ジオキサン	mg/L																						0.42
	トリクロロエチレン	mg/L																						0.75
	1,2-ジクロロエチレン	mg/L																						ND
測定点5	深さT.P.	m																						-17.5
	ベンゼン	mg/L																						0.001
	1,4-ジオキサン	mg/L																						0.21
	トリクロロエチレン	mg/L																						ND
	1,2-ジクロロエチレン	mg/L																						ND
汚染物質質量	ベンゼン	g	1.0	281.0	21.5	17.8		1006.4	20.0	55.0	19623.1	19.7	953.3	1434.1	1783.6	5.1	2.7	1880.3	3948.3	194.6	84.0	10.8	1938.8	3103.9
	1,4-ジオキサン	g	11.3	1910.0	459.5	232.8		637.7	111.4	535.3	16187.1	46.1	385.7	1632.4	4897.9	435.1	317.3	2647.4	1091.8	736.7	344.3	1850.8	2567.7	3275.2
	トリクロロエチレン	g	1.0	227.0	2.9	2.1		30.5	3.1	5.3	27.6	0.8	3.3	6.2	3.3	2.0	1.4	3.1	3.0	3.8	1.4	1.6	7.0	4.1
	1,2-ジクロロエチレン	g	4.1	35831.9	50.8	8.2		18.2	69.7	21.3	143.5	46.1	13.0	24.8	13.2	8.0	2.7	12.3	12.1	15.3	5.5	4.4	44.4	16.2
	クロロエチレン	g	0.21	1991.1	12.7	1.4		13.8	0.6	1.1	55.6	0.2	0.7	2.5	3.8	0.4	0.1	9.8	0.8	0.8	0.3	0.2	71.9	0.8
地下水量	地下水面	m³	1.026	2.214	2.862	2.052		2.727	3.105	5.319	1.782	756	4.941	6.210	3.942	1.998	675	6.966	5.373	3.834	1.377	1.107	6.966	5.400
	ベンゼン	mg/L	0.001	0.13	0.008	0.009		0.37	0.006	0.010	11	0.026	0.19	0.23	0.45	0.003	0.004	0.27	0.73	0.051	0.061	0.010	0.28	0.57
	1,4-ジオキサン	mg/L	0.011	0.86	0.16	0.11		0.23	0.036	0.10	9.1	0.061	0.08	0.26	1.2	0.22	0.47	0.38	0.20	0.19	0.25	1.7	0.37	0.61
	トリクロロエチレン	mg/L	0.001	0.10	0.001	0.001		0.011	0.001	0.001	0.016	0.001	0.0007	0.001	0.0008	0.001	0.002	0.0004	0.0006	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0008
	1,2-ジクロロエチレン	mg/L	0.004	16	0.018	0.004		0.007	0.022	0.004	0.081	0.061	0.003	0.004	0.0034	0.004	0.004	0.002	0.002	0.004	0.004	0.004	0.006	0.003
平均濃度※1	mg/L	0.0002	0.90	0.0044	0.0007		0.0050	0.0002	0.0002	0.031	0.0002	0.00013	0.0004	0.0010	0.00020	0.0002	0.0014	0.00015	0.0002	0.0002	0.0002	0.010	0.00015	

※1 平均濃度は汚染物質質量を地下水量で除した濃度である。
 ※2 各汚染物質のND値(いずれもmg/L)は、ベンゼン:0.001、1,4-ジオキサン:0.005、トリクロロエチレン:0.001、1,2-ジクロロエチレン:0.004、クロロエチレン:0.0002である。
 ※3 D測線西側の地下水面は分からないため、その近傍の区画(36)③(38)④(41)④の地下水面の平均値と同じと仮定した。□
 ※4 D測線西側の各小区画の調査結果を表2付表に示す。

表2付表 D測線西側での積極的な浄水対策前の汚染物質濃度等の測定結果と汚染物質質量等の算出結果

使用データ A:D測線西側の水質の状況(定期モニタリング、東側5か所の結果)(水第3回H30.3.4開催・Ⅱ/2-1)

小区画	横 縦	B+40	C	C+10	C+20	B+30	B+40	C	C+10	C+20	B+30	B+40	C	C+10	C+20	B+40	C	C+10	C+20	B+40	C	C+10	C+20	
		2+10	2+10	2+10	2+10	2+20	2+20	2+20	2+20	2+20	2+20	2+30	2+30	2+30	2+30	2+30	2+40	2+40	2+40	2+40	3	3	3	3
使用データ		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
地下水面※3	TP m	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	
強風化花崗岩上面※4	TP m	-12	-12	-16	-18	-6	-8	-12	-16	-18	-10	-8	-9	-15	-15	-8	-9	-12	-15	-7	-12	-12	-15	
計測点1	深さT.P.	m	-3.5	-3	-13.5	-3	-1	-1	-2	-13.5	-1	-1	-3	-1	-1	-1	-1.5	-1	-2	-0.5	-2.5	-1	-2	
	ベンゼン	mg/L	0.15	0.03	0.094	0.043	0.18	0.26	1	0.035	ND	4.7	0.22	0.011	0.01	0.002	0.017	0.031	0.002	0.052	0.11	0.15	0.024	0.029
	1,4-ジオキサン		0.19	0.18	1.6	0.27	0.2	0.12	1	2.3	0.011	0.64	0.21	0.03	0.27	0.009	0.047	0.12	ND	0.19	1.6	0.036	0.021	0.079
	トリクロロエチレン		0.048	0.006	2.3	ND	ND	0.017	ND	0.013	ND	0.18	ND	ND	ND	ND	0.004	0.012	ND	ND	ND	0.002	ND	ND
	1,2-ジクロロエチレン		0.13	0.01	1.1	ND	ND	3.1	ND	0.29	ND	0.75	ND	ND	ND	ND	ND	0.004	ND	ND	ND	0.009	ND	ND
	クロロエチレン		0.014	0.0006	0.19	0.0008	0.0004	0.098	ND	0.13	ND	0.17	ND	ND	ND	0.0008	0.0031	0.0004	ND	0.0014	ND	0.0079	ND	0.0024
測定点2	深さT.P.	m	-9.0	-5.0	-5.0	-3.0	-3.0	-3.5	-3.0	-3.0	-3.0	-5.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-4.0	-3.0	-4.0	-2.0	-8.5	-3.5	-4.0	
	ベンゼン	mg/L	1.9	0.017	0.019	0.41	4	1.1	0.03	2	0.14	4.4	0.63	0.069	10	0.047	0.096	0.064	0.012	0.013	0.016	0.012		
	1,4-ジオキサン		1.7	2.9	1	0.065	1.4	1.3	0.18	0.2	0.67	1.9	0.56	0.35	7.9	0.47	0.83	0.3	0.29	0.43	0.1	0.11		
	トリクロロエチレン		0.5	0.001	ND	0.006	ND	ND	ND	ND	0.29	ND	ND	ND	ND	0.009	ND	ND	0.001	0.28	ND	ND		
	1,2-ジクロロエチレン		0.52	ND	ND	1.6	ND	ND	ND	0.021	0.005	ND	ND	ND	ND	0.005	ND	0.008	ND	0.09	ND	ND		
	クロロエチレン		0.095	ND	0.0011	0.24	ND	ND	ND	ND	0.0042	0.0011	ND	ND	0.0004	0.0031	0.0062	0.0004	0.003	0.0004	0.02	0.0008	0.0011	
測定点3	深さT.P.	m	-7.0	-7.0	-5.0	-6.0	-5.0	-5.0	-5.0	-5.5	-7.0	-5.0	-5.0	-5.0	-5.0	-5.0	-7.0	-5.0	-6.0	-4.0	-6.5	-6.0		
	ベンゼン	mg/L	1.9	0.02	0.14	0.91	4.9	0.047	1.5	0.25	5.1	2.5	0.097	1.2	0.84	0.015	0.021	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007		
	1,4-ジオキサン		4.9	0.25	0.091	0.71	1.4	0.24	0.19	0.5	1.7	1.6	0.25	1.5	0.84	0.15	0.29	0.091	0.89	0.24				
	トリクロロエチレン		ND	0.001	0.52	0.14	ND	ND	0.057	0.026	0.001	ND	ND	ND	ND	1.3	ND	ND	0.01	ND	ND			
	1,2-ジクロロエチレン		ND	ND	0.38	0.35	ND	ND	0.078	0.15	ND	ND	ND	0.14	8.9	ND	ND	ND	ND	ND	ND			
	クロロエチレン		ND	0.0027	0.0077	0.028	ND	ND	0.019	0.029	ND	ND	ND	0.18	1.2	0.0009	0.0013	ND	0.0031	0.0005				
測定点4	深さT.P.	m	-9.0	-9.0	-7.0	-7.0	-8.5	-7.0	-7.0	-7.5	-7.0	-7.0	-7.0	-7.0	-7.0	-7.0	-7.0	-8.0	-6.0	-9.0	-8.0			
	ベンゼン	mg/L	0.07	0.039	0.093	0.093	0.021	0.81	0.095	0.023	0.031	0.46	0.002	0.024	0.019	0.002	0.024	0.019	0.008	0.012				
	1,4-ジオキサン		3.6	0.25	1.5	0.43	0.085	3.2	1	0.36	0.26	0.13	0.4	0.097	0.65	0.23								
	トリクロロエチレン		0.092	ND	ND	0.002	0.001	ND	0.001	0.18	0.001	ND	ND	ND	ND	ND								
	1,2-ジクロロエチレン		0.023	ND	ND	0.006	ND	0.025	ND															
	クロロエチレン		0.0018	0.0015	ND	0.0013	ND	0.0016	0.0042	ND	0.0007	ND	0.0009	0.0013	ND	0.0009	ND							
測定点5	深さT.P.	m	-11.0	-11.0	-9.0	-9.0	-9.0	-9.0	-9.0	-10.5	-9.0	-8.5	-10.5	-9.0	-8.5	-10.0	-11.0	-10.0						
	ベンゼン	mg/L	0.73	0.017	0.11	0.028	0.89	0.12	0.043	0.003	0.007	0.006	ND											
	1,4-ジオキサン		2.8	0.57	3	0.22	3.4	1.7	0.21	0.078	0.22	0.48	0.31											
	トリクロロエチレン		0.03	ND	0.092	ND	1.1	0.74	0.001	0.025	ND	ND	ND											
	1,2-ジクロロエチレン		0.007	ND	0.005	ND	4.8	1.3	ND	0.047	ND	ND	ND											
	クロロエチレン		0.0005	0.0005	0.0009	0.001	0.71	0.31	0.0009	0.0048	0.0002	0.001	0.0003											
測定点6	深さT.P.	m	-13	-11	-11	-11	-13.5	-11	-9.5	-12	-12													
	ベンゼン	mg/L	0.022	1.7	0.018	0.33	0.41	0.89	0.002	0.88	0.002													
	1,4-ジオキサン		1.6	0.85	1.8	2.2	1.6	0.88	0.6															
	トリクロロエチレン		ND	3.2	0.016	1.5	5.5	7.7	ND	ND														
	1,2-ジクロロエチレン		ND	0.069	0.017	1.7	4.6	18	0.004	ND														
	クロロエチレン		0.002	0.016	0.018	0.28	0.44	1.6	0.0023	0.0011														
測定点7	深さT.P.	m	-15	-13	-13	-13	-14.5	-13	-11	-14	-14													
	ベンゼン	mg/L	0.24	0.45	0.15	1.3	0.001	0.002	0.002															
	1,4-ジオキサン		2.7	1.9	1	1.7	0.59	0.65																
	トリクロロエチレン		3	4.3	2.1	9.1	ND	ND																
	1,2-ジクロロエチレン		2.1	2.1	1.1	16	ND	ND																
	クロロエチレン		0.36	0.38	0.12	1.3	0.0013	0.0013																
測定点8	深さT.P.	m	-17	-15	-15	-15	-17	-15	-17	-15	-15													
	ベンゼン	mg/L	0.031	0.22	1.6	3.4	2	0.25	0.25															
	1,4-ジオキサン		0.74	1.3	1.6	3.4	2	0.25																
	トリクロロエチレン		0.65	3.1	3.4	2	0.25																	
	1,2-ジクロロエチレン		0.35	1.8	1.8	0.28																		
	クロロエチレン		0.064	0.28	0.28																			
測定点9	深さT.P.	m	-17	-15	-15	-15	-17	-15	-17	-15	-15													
	ベンゼン	mg/L	0.025	0.84	0.47	0.35	0.044																	
	1,4-ジオキサン		0.84	0.84	0.47	0.35	0.044																	
	トリクロロエチレン		0.47	0.47	0.35	0.044																		
	1,2-ジクロロエチレン		0.35	0.35	0.044																			
	クロロエチレン		0.044	0.044																				
汚染物質質量	ベンゼン	g	363.7	168.2	50.0	31.3	53.2	424.7	555.6	18.6	50.5	859.0	61.3	609.6	250.1	55.3	701.5	96.3	108.7	14.5	12.1	35.1	5.7	6.3
	1,4-ジオキサン		338.8	883.0	851.5	491.8	31.8	193.0	632.7	1224.1	358.8	108.6	106.4	514.9	569.4	315.7	584.9	143.1	218.4	187.8	170.0	91.7	156.9	139.6
	トリクロロエチレン		97.8	8.4	1224.1	219.2	31.6	16.6	197.6	6.9	473.2	44.7	1.6	41.4	201.7	567.9	11.3	138.9	767.5	0.1	0.7	55.0	0.1	0.1
	1,2-ジクロロエチレン		120.9	3.6	585.4	147.5	118.9	384.6	4.7	154.3	256.4	92.1	9.5	180.5	270.3	409.1	10.1	935.5	1517.0	1.1	0.3	19.5	0.4	0.5
	クロロエチレン		19.7	0.7	101.1	26.1	14.9	14.2	2.2	69.2	44.4	21.3	2.5	27.7	54.4	42.6	11.6	126.6	129.2	0.7	0.9	5.6	0.9	0.8
地下水量	m ³	412	412	532	622	232	292	412	532	592	352	292	322	502	502	292	322	412	502	262	412	412	502	
平均濃度※1	ベンゼン	mg/L	0.88	0.41	0.094	0.050	0.23	1.5	1.3	0.035	0.085	2.4	0.21	1.9	0.50	0.11	2.4	0.30	0.26	0.029	0.046	0.085	0.014	0.013
	1,4-ジオキサン		0.82	2.1	1.6	0.79	0.14	0.66	1.5	2.3	0.61	0.31	0.36	1.6	1.1	0.63	2.0	0.44	0.53	0.37	0.65	0.22	0.38	0.28
	トリクロロエチレン		0.24	0.020	2.3	0.35	0.14	0.057	0.48	0.013	0.80	0.13	0.005	0.13	0.40	1.1	0.039	0.43	1.9	0.0002	0.003	0.13	0.0002	0.0002
	1,2-ジクロロエチレン		0.29	0.009	1.1	0.24	0.51	1.3	0.011	0.29	0.43	0.26	0.032	0.56	0.54	0.81	0.034	2.9	3.7	0.002	0.001	0.047	0.001	0.001
	クロロエチレン		0.048	0.0017	0.19	0.042	0.064	0.049	0.0053	0.13	0.075	0.060	0.0085	0.086	0.11	0.085	0.040	0.39	0.31	0.0014	0.0033	0.014	0.0022	0.0017

※1 平均濃度は汚染物質質量を地下水量で除した濃度である。

※2 各汚染物質のND値(いずれもmg/L)は、ベンゼン:0.001、1,4-ジオキサン:0.005、トリクロロエチレン:0.001、1,2-ジクロロエチレン:0.004、クロロエチレン:0.0002である。

※3 D測線西側の地下水面は分からないため、その近傍の区画③⑦⑧⑨⑩⑪⑫の地下水面の平均値と同じと仮定した。□

※4 強風化花崗岩の上面も分からないため、区画で深度別調査をした一番深い深度とした。□

(2) 積極的対策後の汚染物質総量の算出

処分地全域での地下水における排水基準の達成の確認を行った令和3年7月の観測井の測定結果（「処分地全域での地下水の状況（その10）」（㊦第19回R3.7.31開催Ⅱ／1））及び一部の区画については、令和3年8月の観測井の測定結果（「排水基準達成後の地下水の状況」（㊦第21回R3.9.26開催Ⅱ／1））を基に各区画の積極的な地下水浄化対策後の汚染物質量を推算した。

第13回委員会評価では、積極的な地下水浄化対策前の調査で排水基準を下回り、観測井を設置していない13区画については、地下水浄化対策前の結果、「地下水概況調査等の状況（㊦第2回H29.11.26開催Ⅱ／2-1）並びに地下水汚染領域の把握のための調査結果（その2）（㊦第8回R01.8.3開催Ⅱ／3）と同値としたうえで、今後、これら13区画を調査し、達成度の算定に反映させることとしていた。このため、今回、令和4年5月にその代表3地点の地下水調査を行い、結果を基に各区画の積極的な地下水浄化対策後の地下水濃度の推定し、汚染物質量を再度推算した。なお、積極的な地下水浄化対策前の調査で環境基準を下回っていた地点については、地下水浄化対策前の結果と同値とした。

以上の各区画の汚染物質量を合算し、積極的対策後汚染物質総量とした。

区画ごとに使用データを整理したものと汚染物質量の算出結果等を表3に示す。

(3) 地下水浄化対策前後の総汚染物質量と地下水浄化の達成度の推定の再計算

積極的地下水浄化対策前後の総汚染物質量と地下水浄化の達成度の推定結果を表4に示す。なお、表4の2段書き上段が（2）の計算結果を基に今回再計算した結果であり、下段の括弧書きが第13回委員会評価でのものである。この表に掲げた平均濃度は総汚染物質量を処分地全域での総地下水量で除したものである。

再計算の結果、1,4-ジオキサンを除く4物質では推定除去量が増加し、達成度も上昇したが、1,4-ジオキサンの変化は少ない。

ベンゼン及び1,4-ジオキサンは、地下水浄化対策によりそれぞれ94.1%、77.1%除去されており、平均濃度では、すべての汚染物質で排水基準を下回っている。1,4-ジオキサンの達成度が他の物質より低い要因としては、水に溶けやすく土壤に吸着され難いため比較的濃度で広範囲に拡散・汚染されていたことや除去が難しいこと、また後述するように他の物質の浄化促進のために行った注水によって地下水への還流があったこと等が考えられる。

一方、環境基準に対しては、ベンゼンが約2倍、1,4-ジオキサンが4倍程度までの浄化が進んでいると推測される。その他の3物質は92.4～98.1%除去され、平均濃度では、環境基準の1/2から1/10程度まで浄化が進んでいると推定される。

表4 地下水浄化対策前後の総汚染物質量と地下水浄化の達成度

物質名等	積極的対策前		積極的対策後		推定除去量 (kg)	達成度 (%)	排水基準 (mg/L)	環境基準 (mg/L)
	総汚染物質量 (kg)	平均濃度 (mg/L)	総汚染物質量 (kg)	平均濃度 (mg/L)				
総地下水量 (m ³)	172,640		169,848		—	—	—	—
ベンゼン	51.5	0.30	3.0 (3.3)	0.018 (0.020)	48.5 (48.2)	94.1 (93.5)	0.1	0.01
1,4-ジオキサン	125.9	0.73	28.8 (28.5)	0.17 (0.17)	97.1 (97.4)	77.1 (77.4)	0.5	0.05
トリクロロエチレン	4.5	0.026	0.35 (0.35)	0.002 (0.002)	4.2 (4.2)	92.4 (92.4)	0.1	0.01
1,2-ジクロロエチレン	42.0	0.24	0.79 (0.92)	0.005 (0.005)	41.2 (41.1)	98.1 (97.8)	0.4	0.04
クロロエチレン	3.0	0.017	0.11 (0.12)	0.001 (0.001)	2.9 (2.8)	96.3 (95.8)	0.02	0.002

※平均濃度は総汚染物質量を処分地全域での総地下水量で除した濃度である。

※2段書きのものは、上段が今回再計算した結果であり、下段の括弧書きが第13回委員会評価でのものである。

表3 積極的な浄化対策後の区画ごとの汚染物質濃度等の測定結果と汚染物質質量等の算出結果

使用データ α: 処分地全域での地下水の状況(その10)(水第19回R3.7.31開催Ⅱ/1)

β: 排水基準達成後の地下水の状況(水第21回R3.9.26開催Ⅱ/1)

A: 地下水概況調査等の状況(水第2回H29.11.26開催・Ⅱ/2-1)

B: 地下水汚染領域の把握のための調査結果(その2)(水第8回R01.8.3開催・Ⅱ/3)

C: 豊島処分地における地下水浄化の達成状況に関する評価(最終報告)(FU第16回R4.11.14開催・Ⅱ/5 別添1)

区画		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			
使用データ		A,B	α	C	A,B	A,B	α	C	C	α	C	β	α	β	A,B	C	β	α	α	C	α	α	α			
地下水面	TP m	2.2	2.4	2.6	2.7	(水なし)	3.2	2.7	2.7	3.1	2.7	3.3	3.0	3.0	2.4	2.7	1.4	1.2	1.4	1.3	3.0	0.4	2.0			
強風化花崗岩表面	TP m	-1.6	-5.8	-6.1	-4.9	(水なし)	-5.86	-8.8	-8.2	-3.5	-0.1	-15	-17	-11.6	-1.7	0.2	-24.4	-18.7	-12.8	-3.8	-0.4	-25.4	-17.8			
測定点1	深さT.P.	m	0.45	-3.0	-2.5	1.4		-3.45	-2.5	-10	-4.0	1.9	-5.45	-8.95	-5.75	1.85	2.2	-6.6	-6.7	-3.3	0.6	-0.55	-4.0	-6.5		
	ベンゼン	mg/L	ND	0.004	0.007	0.008		0.027	0.008	0.006	0.002	0.001	0.028	0.005	0.017	ND	ND	0.003	0.077	0.01	0.002	ND	0.002	0.029		
	1,4-ジオキサン		0.012	0.036	0.21	0.26		0.03	0.041	0.13	0.017	0.044	0.032	0.29	0.096	0.5	0.34	ND	0.23	0.16	0.18	0.006	ND	0.28		
	トリクロロエチレン		ND	ND	ND	ND		ND	0.002	ND																
	1,2-ジクロロエチレン		ND	ND	ND	ND		ND	0.008	ND																
クロロエチレン	ND		0.0016	ND	0.0016		0.0004	ND	ND	ND	ND	ND	0.000	0.0006	0.0006	ND	0.0002	ND	0.001	0.0003	ND	ND	ND	ND		
測定点2	深さT.P.	m	-1.1		-7.5	-1.3																				
	ベンゼン	mg/L	0.001		0.005	0.009										0.004										
	1,4-ジオキサン		0.009		0.18	0.035										0.007										
	トリクロロエチレン		ND		ND	ND										ND										
	1,2-ジクロロエチレン		ND		ND	ND										ND										
クロロエチレン	ND			ND	ND										ND											
測定点3	深さT.P.	m																								
	ベンゼン	mg/L																								
	1,4-ジオキサン																									
	トリクロロエチレン																									
	1,2-ジクロロエチレン																									
クロロエチレン																										
汚染物質質量	ベンゼン	g	1.0	8.9	18.4	17.8		66.0	17.7	31.9	3.6	0.8	138.3	27.0	67.0	5.1	0.7	20.9	413.7	38.3	2.8	0.9	13.9	155.0		
	1,4-ジオキサン		11.3	79.7	576.7	232.8		61.2	90.4	691.5	30.3	33.3	158.1	1566.0	378.4	435.1	229.5	34.8	1235.8	613.4	247.9	5.5	34.8	1496.9		
	トリクロロエチレン		1.0	2.2	2.9	2.1		2.4	3.1	5.3	1.8	0.8	4.9	5.4	3.9	2.0	1.4	7.0	5.4	3.8	1.4	0.9	7.0	5.3		
	1,2-ジクロロエチレン		4.1	8.9	11.4	8.2		9.8	20.7	21.3	7.1	3.0	19.8	21.6	15.8	8.0	2.7	27.9	21.5	15.3	5.5	3.7	27.9	21.4		
	クロロエチレン		0.21	3.5	0.6	1.4		1.0	0.6	1.1	0.4	0.2	1.5	3.2	2.4	0.4	0.1	1.4	5.4	1.2	0.3	0.2	1.4	1.1		
地下水量	m ³	1,026	2,214	2,862	2,052		2,446	3,105	5,319	1,782	756	4,941	5,400	3,942	1,998	675	6,966	5,373	3,834	1,377	918	6,966	5,346			
平均濃度※1	ベンゼン	mg/L	0.001	0.004	0.006	0.009		0.027	0.006	0.006	0.002	0.001	0.028	0.005	0.017	0.003	0.001	0.003	0.077	0.010	0.002	0.001	0.002	0.029		
	1,4-ジオキサン		0.011	0.036	0.20	0.11		0.025	0.029	0.13	0.017	0.044	0.032	0.29	0.096	0.22	0.34	0.005	0.23	0.16	0.18	0.006	0.005	0.28		
	トリクロロエチレン		0.001	0.001	0.001	0.001		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001		
	1,2-ジクロロエチレン		0.004	0.004	0.004	0.004		0.004	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004		
	クロロエチレン		0.0002	0.0016	0.0002	0.0007		0.0004	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003	0.0006	0.0006	0.0002	0.0002	0.0002	0.001	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	
区画		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	D西1	D西2		
使用データ		α	α	α	α	α	α	α	β	β	β	α	α	C	α	α	α	C	α	α	α	C	β	α		
地下水面	TP m	1.9	1.3	2.2	0.3	0.4	0.7	0.7	1.4	0.5	0.5	0.6	1.0	1.1	0.4	1.4	1.1	1.3	1.4	3.3	3.3	0	1.74	1.74		
強風化花崗岩表面	TP m	-11.8	-7.7	-7.6	-25.1	-24.6	-17	-12.1	-4.1	-25	-22.1	-16	-18	-3	-25.1	-22.3	-20.9	-20.5	-11.2	-10.6	-5.4	-3.7	—※3	—※3		
測定点1	深さT.P.	m	-6.5	-3.85	-3.9	-4.0	-6.75	-8.15	-6.05	-2.5	-4.2	-10.5	-7.6	-4.0	-2.5	-6.7	-4.2	-6.35	-5.7	-4.0	-6.6	-2.7	-2.5	-3.5	-7.5	
	ベンゼン	mg/L	0.007	0.004	0.006	0.017	0.029	0.010	0.033	ND	0.065	0.006	0.039	0.001	0.001	0.001	0.055	0.021	0.022	0.001	0.008	0.006	0.025	0.006	0.021	
	1,4-ジオキサン		0.37	0.36	0.05	0.21	0.37	0.42	0.23	0.11	0.24	0.28	0.27	0.046	0.089	0.041	0.24	0.20	0.25	0.036	0.15	0.049	0.17	0.088	0.13	
	トリクロロエチレン		ND	0.010	ND	ND	ND	ND	ND	0.011	0.018															
	1,2-ジクロロエチレン		ND	0.009	ND	ND	ND	ND	ND	0.004	0.019															
クロロエチレン	ND		0.0002	0.0006	ND	ND	0.0004	0.0002	ND	0.0043	0.0004	ND	ND	ND	ND	0.0007	0.0070									
測定点2	深さT.P.	m																								
	ベンゼン	mg/L																								
	1,4-ジオキサン																									
	トリクロロエチレン																									
	1,2-ジクロロエチレン																									
クロロエチレン																										
汚染物質質量	ベンゼン	g	26	10	16	117	196	48	114	1	448	37	175	5	1.1	7	352	125	118	3	30	14	22	27	96	
	1,4-ジオキサン		1369	875	132	1440	2498	2007	795	163	1652	1709	1210	236	99	282	1536	1188	1397	122	563	115	156	402	593	
	トリクロロエチレン		4	2	3	7	7	5	3	1	7	6	4	5	1	7	6	59	6	3	4	2	1	50	82	
	1,2-ジクロロエチレン		15	10	11	27	27	19	14	6	28	24	18	21	4	28	26	53	24	14	15	9	4	18	87	
	クロロエチレン		1	0	2	1	1	2	1	0	1	1	1	1	0	1	1	26	3	1	1	0	0	3	32	
地下水量	m ³	3,699	2,430	2,646	6,858	6,750	4,779	3,456	1,485	6,885	6,102	4,482	5,130	1,107	6,885	6,399	5,940	5,886	3,402	3,753	2,349	999	4,564	4,564		
平均濃度※1	ベンゼン	mg/L	0.007	0.004	0.006	0.017	0.029	0.010	0.033	0.001	0.065	0.006	0.039	0.001	0.001	0.001	0.055	0.021	0.022	0.001	0.008	0.006	0.025	0.006	0.021	
	1,4-ジオキサン		0.37	0.36	0.050	0.21	0.37	0.42	0.23	0.11	0.24	0.28	0.27	0.046	0.089	0.041	0.24	0.20	0.24	0.036	0.15	0.049	0.16	0.088	0.13	
	トリクロロエチレン		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.011	0.018
	1,2-ジクロロエチレン		0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.019
	クロロエチレン		0.0002	0.0002	0.0006	0.0002	0.0002	0.0004	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.007

※1 平均濃度は汚染物質質量を地下水量で除した濃度である。

※2 各汚染物質のND値(いずれもmg/L)は、ベンゼン:0.001、1,4-ジオキサン:0.005、トリクロロエチレン:0.001、1,2-ジクロロエチレン:0.004、クロロエチレン:0.0002である。

※3 D測線西側の強風化花崗岩の表面の深度は不明であり、一様でもないため「—」とした。□

※4 D測線西側のみ観測井が2地点あるため、それぞれの地下水量を表2付表で求めた地下水量の1/2とした。

2-2 地下水浄化対策により除去された汚染物質量の把握

(1) 除去量の算出方法

地下水浄化対策により除去された汚染物質質量（以下、「実除去量」という。）をそれぞれの対策ごとに次のとおり求めた。

① 揚水浄化

地下水を揚水している井戸は、定期的にその濃度を測定しており、揚水井の汚染物質濃度と揚水量から次式により、その実除去量を求めた。なお、揚水量は流量計による実測値であり、揚水井の汚染物質濃度は定期的な測定のため、その測定日から次の測定日までの間は濃度が同じであると仮定した。一例として揚水井⑥でのベンゼンについて、計測濃度と揚水量及び実除去量を表5-1に示す。他の揚水井(集水井も含む)や汚染物質についても同様にして求め、それらを整理したものを表5-2に示す。汚染物質濃度の平均値は、実除去量を揚水期間中の揚水量で除して求めている。

揚水浄化による実除去量(g)= Σ [揚水井(集水井)の汚染物質濃度 (mg/L) ×揚水量 (m³)]

表5-1 揚水井⑥におけるベンゼン濃度と揚水量、実除去量

期間	ベンゼン濃度 (mg/L)	揚水量 (m ³)	実除去量 (g)
R1.3.18~R1.3.22	0.18	10	1.8
R1.3.23~R1.4.14	0.18	45	8.1
R1.5.7~R1.5.10	0.18	9	1.6
R1.5.11~R1.5.27	0.63	29	18
R1.5.28~R1.6.2	0.12	14	1.6
R1.6.3~R1.6.9	0.040	14	0.56
R1.6.10~R1.6.18	0.051	18	0.92
R1.6.19~R1.7.15	0.043	70	3.0
R1.7.16~R1.7.20	0.026	6	0.15
R1.7.21~R1.7.30	0.40	24	9.6
R1.7.31~R1.8.13	0.001	29	0.029
R1.8.14~R1.8.16	0.001	7	0.007
合計		273	46

表5-2 揚水浄化による実除去量

地点	実除去量 (g)					総揚水量 (m ³)	汚染物質濃度の平均値 (mg/L)				
	トリクロロエチレン	1,2-ジクロロエチレン	クロロエチレン	ベンゼン	1,4-ジオキサン		トリクロロエチレン	1,2-ジクロロエチレン	クロロエチレン	ベンゼン	1,4-ジオキサン
集水井	2657	1548	183	2818	20891	47355	0.056	0.033	0.0039	0.06	0.44
揚水井⑥	0.25	0.094	0.58	46	71	273	0.001	0.000	0.0021	0.17	0.26
揚水井⑪	3.9	12	15	2235	3250	8114	0.000	0.001	0.0018	0.28	0.40
揚水井⑬	0	0	0.21	11	111	224	0.000	0.000	0.0009	0.047	0.50
揚水井⑯	0	0	0.88	469	1406	2118	0.000	0.000	0.0004	0.22	0.66
揚水井⑯-3	0	0	7.0	1499	4416	6738	0.000	0.000	0.0010	0.22	0.66
揚水井⑯-6	2.9	0	15	1981	3501	7265	0.000	0.000	0.0021	0.27	0.48
揚水井⑯-9	1.2	0	11	1491	4173	7458	0.000	0.000	0.0015	0.20	0.56
揚水井㉓	0	0	0.54	1616	1526	3357	0.000	0.000	0.0002	0.48	0.45
揚水井㉔	5.2	3.0	5.5	1043	1479	4405	0.001	0.001	0.0013	0.24	0.34
揚水井㉕	0	0	0.42	13	8718	5627	0.000	0.000	0.0001	0.002	1.5
揚水井㉖	0	0	0	24	97	241	0.000	0.000	0.0000	0.10	0.40
揚水井㉗	0	0	1.4	1026	5134	9312	0.000	0.000	0.0002	0.11	0.55
揚水井㉘	0	0	0.60	647	1227	2403	0.000	0.000	0.0002	0.27	0.51
揚水井㉙	0	0	1.1	308	2944	5775	0.000	0.000	0.0002	0.053	0.51
揚水井㉙(南側)	0	0	1.3	143	5381	5456	0.000	0.000	0.0002	0.026	0.99
揚水井㉙(北側)	0	0	0.51	41	2496	2350	0.000	0.000	0.0002	0.017	1.1
揚水井㉚	0	0.47	0	92	502	1454	0.000	0.000	0.0000	0.064	0.35
揚水井㉛	0	0	0	38	532	1139	0.000	0.000	0.0000	0.033	0.47
揚水井㉜	10	3.5	5.5	388	2357	4126	0.002	0.001	0.0013	0.094	0.57
揚水井㉜(南側)	2.1	0	8.4	96	9771	7285	0.000	0.000	0.0011	0.013	1.3
揚水井㉞	0.31	0	0	135	5329	10238	0.000	0.000	0.0000	0.013	0.52
揚水井㉟	30	6.0	16	284	5904	11392	0.003	0.001	0.0014	0.025	0.52
合計	2713	1573	274	16445	91217	154105	—	—	—	—	—

※揚水浄化による実除去量(g)=Σ[揚水井(集水井)の汚染物質濃度(mg/L)×揚水量(m³)]

実除去量は、定期的に測定した揚水井の汚染物質濃度と揚水量から上記の式により求めている。なお、揚水量は流量計による実測値であり、揚水井の汚染物質濃度は定期的な測定のため、その測定日から次の測定日までの間は濃度が同じであるとしている。

※汚染物質濃度の平均値は、実除去量を総揚水量で除して求めている。(汚染物質濃度の平均値(mg/L)=実除去量(g)/総揚水量(m³))

ウエルポイントでの浄化でも同様であり、とりまとめたものを表5-3に掲げた。

また、主としてウエルポイントによる浄化において、簡易地下水処理施設での処理水等で汚染物質濃度が排水基準以下となった水を注水に利用した。このため、1,4-ジオキサンについては、この注水による地下水への還流分を推算し、表5-4に示した。なお、ベンゼン等は、注水には含有されていないことを確認している。

表5-3 ウェルポイントによる実除去量

地点	実除去量 (g)					揚水量 (m ³)	汚染物質濃度の平均値 (mg/L)				
	トリクロロエチレン	1,2-ジクロロエチレン	クロロエチレン	ベンゼン	1,4-ジオキサン		トリクロロエチレン	1,2-ジクロロエチレン	クロロエチレン	ベンゼン	1,4-ジオキサン
ウエルポイント⑥	—	—	—	92	593	2678	—	—	—	0.034	0.22
ウエルポイント⑪	—	—	—	1083	4819	17545	—	—	—	0.062	0.27
ウエルポイント⑫	—	—	—	294	1319	7235	—	—	—	0.041	0.18
ウエルポイント⑬	—	—	—	1228	3219	12766	—	—	—	0.096	0.25
ウエルポイント⑯	—	—	—	272	1864	6393	—	—	—	0.043	0.29
ウエルポイント⑰	—	—	—	537	4052	15533	—	—	—	0.035	0.26
ウエルポイント⑱	—	—	—	1000	4988	16809	—	—	—	0.060	0.30
ウエルポイント㉓	—	—	—	222	877	2791	—	—	—	0.080	0.31
合計	—	—	—	4728	21731	81750	—	—	—	—	—

※ウエルポイントによる実除去量(g)=Σ[ウエルポイントの汚染物質濃度(mg/L)×揚水量(m³)]

実除去量は、定期的に測定したウエルポイントの汚染物質濃度と揚水量から上記の式により求めている。なお、揚水量は流量計による実測値であり、ウエルポイントの汚染物質濃度は定期的な測定のため、その測定日から次の測定日までの間は濃度が同じであるとしている。

※汚染物質濃度の平均値は、実除去量を総揚水量で除して求めている。(汚染物質濃度の平均値(mg/L)=実除去量(g)/総揚水量(m³))

表5-4 注水による還流量

地点	還流量 (g)					総注水量 (m ³)	汚染物質濃度の平均値 (mg/L)				
	トリクロロエチレン	1,2-ジクロロエチレン	クロロエチレン	ベンゼン	1,4-ジオキサン		トリクロロエチレン	1,2-ジクロロエチレン	クロロエチレン	ベンゼン	1,4-ジオキサン
注水	—	—	—	—	26130	112150	—	—	—	—	0.23

※注水による還流量(g)=Σ{注水の汚染物質濃度(mg/L)×注水量(m³)}

還流量は、定期的に測定した注水の汚染物質濃度と注水量から上記の式により求めている。なお、注水量は流量計による実測値であり、注水の汚染物質濃度は定期的な測定のため、その測定日から次の測定日までの間は濃度が同じであるとしている。

※汚染物質濃度の平均値は、還流量を総注水量で除して求めている。(汚染物質濃度の平均値(mg/L)=還流量(g)/総注水量(m³))

② 化学処理により除去された汚染物質の再検討

第13回委員会評価では、化学処理は小区画ごとに薬剤注入を行っていることから、小区画(10×10m)での地下水量を求め、薬剤注入前の汚染物質濃度と薬剤の効果なくなった状態の汚染物質濃度の差を掛け合わせて除去量を算出していた。化学処理対策中は薬剤による地下水中の汚染物質の分解に伴う濃度低下、土壌から地下水への溶出に伴う濃度上昇等が同時に起こるため、対策前後の濃度差を見るだけでは化学処理の効果を過少に見積ることとなっていた。このため、今回は、化学処理を行っていた期間中の濃度変化を考慮して次式により除去量の算出を行うこととした。

具体的には、表6-1に示す化学処理を行ったD測線西側の実施状況をもとに次のように実除去量を算出した。

表6-1 D測線西側の化学処理の実施状況(「排水基準の到達に関する状況整理」
(⊕第15回Ⅱ/4 別添2 表8-2抜粋))

B+30, 2+20	採水日	R1. 12. 5 (薬剤注入前)	R2. 2. 10	R2. 3. 23	R2. 4. 7	R2. 6. 19	R2. 6. 29	R2. 7. 13
	対策の状況	—	1回目の薬剤注入1週間後	2回目の薬剤注入1週間後	2回目の薬剤注入3週間後	3回目の薬剤注入1週間後	4回目の薬剤注入1週間後	4回目の薬剤注入3週間後
	ベンゼン(mg/L)	0.020	0.030	0.023	0.023	0.023	0.019	0.008

B+30, 2+30	採水日	R1. 12. 5 (薬剤注入前)	R2. 2. 6	R2. 3. 13	R2. 3. 19	R2. 4. 11	R2. 4. 17	R2. 5. 1
	対策の状況	—	1回目の薬剤注入1週間後	2回目の薬剤注入11日後	2回目の薬剤注入1週間後	3回目の薬剤注入1日後	3回目の薬剤注入1週間後	3回目の薬剤注入3週間後
	ベンゼン(mg/L)	1.6	0.77	0.31	1.2	0.41	0.69	0.48

B+30, 2+30	採水日	R2. 6. 16	R2. 7. 4	R2. 7. 29	R2. 10. 19	R2. 11. 11	R2. 11. 25
	対策の状況	4回目の薬剤注入1週間後	5回目の薬剤注入1週間後	5回目の薬剤注入3週間後	6回目の薬剤注入1週間後	7回目の薬剤注入1週間後	7回目の薬剤注入3週間後
	ベンゼン(mg/L)	2.3	0.37	0.14	0.15	0.15	0.26

D測線西側の小区画(B+30, 2+20)は、化学処理を4回実施しており、1回目の薬剤注入後、土壌からの溶出等によりベンゼン濃度が0.030mg/Lまで上昇し、その後3回の薬剤注入により徐々に減少し、最終0.008mg/Lとなったことから、この濃度変化により実除去量を算出した。

一方、同小区画(B+30, 2+30)は、化学処理を7回実施し、化学処理による分解や土壌からの溶出等を繰り返している。薬剤注入前のベンゼン濃度が1.6mg/Lであったものが、2回目の薬剤注入1日後に0.31mg/Lまで減少したが、その1週間後には1.2mg/Lまで上昇し、その後

も上下変動している。このように化学処理により濃度が上下変動しているものは、次式のとおり、その上下の濃度変化により除去量をそれぞれ算出し、合計値を実除去量とした。

$$\text{化学処理による実除去量 (g)} = \sum \{ [\text{汚染物質濃度の極大値 (mg/L)} - \text{汚染物質濃度の極小値 (mg/L)}] \times \text{地下水量 (m}^3\text{)} \}$$

化学処理を行った他のD測線西側の小区画、区画2及び区画9についても同様にして求め、その整理結果を表6-2～表6-6に示す。

表6-2 化学処理による実除去量（ベンゼン）

小区画	対策深度 (T.P.-m)	地下水量 (m ³)	汚染物質濃度(mg/L)		除去量1	汚染物質濃度(mg/L)		除去量2	汚染物質濃度(mg/L)		除去量3	汚染物質濃度(mg/L)		除去量4	汚染物質濃度(mg/L)		除去量5	実除去量 (g)
			前	後		前	後		前	後		前	後		前	後		
B+30, 2+20	0.0~8.7	261	0.030	0.008	5.7													6
B+30, 2+30	0.0~8.7	261	1.6	0.31	336.7	1.2	0.41	206.2	0.69	0.48	54.8	2.3	0.14	563.76				1161
B+40, 2+10	5.7~10.7	150	0.13	0.014	17.4	0.040	0.013	4.1										21
B+40, 2+20	0.0~6.7	201	0.061	0.005	11.3													11
B+40, 2+30	1.7~6.7	150	0.096	0.000	14.4													14
B+40, 2+40	1.7~6.7	150	0.61	0.001	91.4	0.12	0.035	12.8	0.19	0.031	23.9							128
C, 2+10	3.7~10.7	210	0.025	0.004	4.4													4
C, 2+20	0.7~10.7	300	0.099	0.011	26.4	0.016	0.013	0.9										27
C, 2+30	1.7~7.7	180	0.049	0.012	6.7	0.038	0.006	5.8										12
C, 2+40	4.7~7.7	90	0.28	0.004	24.8													25
C, 3	0.0~10.7	321	0.006	0.000	1.9	0.028	0.012	5.1										7
C+10, 2+10	11.0~14.7	261	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C+10, 2+20	11.0~14.7	261	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C+10, 2+30	1.7~13.7	360	0.045	0.008	13.3													13
C+20, 2+10	9.7~16.7	261	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C+20, 2+20	9.7~16.7	210	0.023	0.004	4.0	0.005	0.004	0.2										4
C+20, 2+30	9.7~13.7	120	0.077	0.007	8.4													8
㊸-1	0.0~3.0	90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
㊸-4	0.0~7.8	234	0.081	0.008	17.1	0.016	0.008	1.9										19
㊸-5	0.0~5.8	174	0.023	0.007	2.8	0.013	0.005	1.4										4
㊸-7	0.0~0.5	15	0.078	0.031	0.7													1
㊸-8	0.0~8.5	255	0.46	0.34	30.6	0.41	0.14	68.9	0.16	0.081	20.1							120
㊸-9	0.0~7.2	216	0.49	0.10	84.2	0.20	0.039	34.8										119
㊸-1	0.0~7.5	225	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
㊸-2	0.0~9.6	288	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
㊸-3	0.0~12.9	387	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
㊸-5	0.0~4.1	123	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
㊸-6	0.0~8.6	258	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合計	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1707

※化学処理による実除去量(g)=Σ [[汚染物質濃度の極大値 (mg/L) - 汚染物質濃度の極小値 (mg/L)] × 地下水量 (m³)]

※地下水量 (m³) = 小区画面積100 (m²) × 対策深度 (m) × 空隙率30%

表6-3 化学処理による実除去量 (1,4-ジオキサン)

小区画	対策深度 (T.P.-m)	地下水量 (m ³)	汚染物質濃度(mg/L)		除去量1	汚染物質濃度(mg/L)		除去量2	汚染物質濃度(mg/L)		除去量3	汚染物質濃度(mg/L)		除去量4	汚染物質濃度(mg/L)		除去量5	実除去量 (g)
			前	後		前	後		前	後		前	後		前	後		
B+30, 2+20	0.0~8.7	261	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B+30, 2+30	0.0~8.7	261	0.21	0.048	42.3	0.070	0.060	2.6	0.086	0.017	18.0	0.064	0.03	7.8	—	—	—	70.73
B+40, 2+10	5.7~10.7	150	0.30	0.19	16.5	0.28	0.080	30.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	46.50
B+40, 2+20	0.0~6.7	201	0.27	0.095	35.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35.18
B+40, 2+30	1.7~6.7	150	0.45	0.000	67.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	67.50
B+40, 2+40	1.7~6.7	150	0.45	0.000	67.5	0.083	0.028	8.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	75.75
C, 2+10	3.7~10.7	210	0.34	0.28	12.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12.60
C, 2+20	0.7~10.7	300	0.30	0.11	57.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57.00
C, 2+30	1.7~7.7	180	0.51	0.084	76.7	0.13	0.040	16.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	92.88
C, 2+40	4.7~7.7	90	1.3	0.061	111.5	0.088	0.070	1.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	113.13
C, 3	0.0~10.7	321	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C+10, 2+10	11.0~14.7	261	0.53	0.27	67.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	67.86
C+10, 2+20	11.0~14.7	261	0.30	0.095	53.5	0.25	0.10	39.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	92.66
C+10, 2+30	1.7~13.7	360	0.94	0.14	288.0	0.18	0.055	45.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	333.00
C+20, 2+10	9.7~16.7	261	0.39	0.14	65.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65.25
C+20, 2+20	9.7~16.7	210	0.66	0.098	118.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	118.02
C+20, 2+30	9.7~13.7	120	0.91	0.13	93.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	93.60
②-1	0.0~3.0	90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
②-4	0.0~7.8	234	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
②-5	0.0~5.8	174	0.26	0.078	31.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31.67
②-7	0.0~0.5	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
②-8	0.0~8.5	255	0.22	0.21	2.6	0.24	0.10	35.7	0.14	0.13	2.6	—	—	—	—	—	—	40.80
②-9	0.0~7.2	216	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
⑩-1	0.0~7.5	225	0.28	0.047	52.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	52.43
⑩-2	0.0~9.6	288	1.2	0.88	92.2	1.1	0.70	115.2	1.3	0.81	141.1	—	—	—	—	—	—	348.48
⑩-3	0.0~12.9	387	0.43	0.33	38.7	0.86	0.58	108.4	0.94	0.91	11.6	—	—	—	—	—	—	158.67
⑩-5	0.0~4.1	123	7.6	3.0	565.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	565.80
⑩-6	0.0~8.6	258	2.9	2.0	232.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	232.20
合計	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2772

※化学処理による実除去量(g)=Σ[[汚染物質濃度の極大値(mg/L)-汚染物質濃度の極小値(mg/L)]×地下水量(m³)]

※地下水量(m³)=小区画面積100(m²)×対策深度(m)×空隙率30%

表6-4 化学処理による実除去量 (トリクロロエチレン)

小区画	対策深度 (T.P.-m)	地下水量 (m ³)	汚染物質濃度(mg/L)		除去量1	汚染物質濃度(mg/L)		除去量2	汚染物質濃度(mg/L)		除去量3	汚染物質濃度(mg/L)		除去量4	汚染物質濃度(mg/L)		除去量5	実除去量 (g)
			前	後		前	後		前	後		前	後		前	後		
B+30, 2+20	0.0~8.7	261	0.28	0.017	68.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	69
B+30, 2+30	0.0~8.7	261	1.7	0.50	313.2	1.1	0.29	211.4	0.50	0.33	44.4	0.90	0.045	223.2	0.26	0.099	42.0	834
B+40, 2+10	5.7~10.7	150	0.036	0.023	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
B+40, 2+20	0.0~6.7	201	0.005	0.002	0.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
B+40, 2+30	1.7~6.7	150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B+40, 2+40	1.7~6.7	150	9.2	0.030	1375.5	0.18	0.027	23.0	0.58	0.088	73.8	—	—	—	—	—	—	1472
C, 2+10	3.7~10.7	210	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C, 2+20	0.7~10.7	300	0.060	0.008	15.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16
C, 2+30	1.7~7.7	180	0.058	0.004	9.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
C, 2+40	4.7~7.7	90	0.066	0.034	2.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
C, 3	0.0~10.7	321	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0
C+10, 2+10	11.0~14.7	261	0.032	0.004	7.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C+10, 2+20	11.0~14.7	261	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C+10, 2+30	1.7~13.7	360	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0
C+20, 2+10	9.7~16.7	261	0.016	0.001	3.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
C+20, 2+20	9.7~16.7	210	0.025	0.002	4.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
C+20, 2+30	9.7~13.7	120	0.005	0.003	0.24	0.004	0.003	0.12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0
②-1	0.0~3.0	90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
②-4	0.0~7.8	234	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
②-5	0.0~5.8	174	0.014	0.008	1.0	0.019	0.005	2.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
②-7	0.0~0.5	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
②-8	0.0~8.5	255	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
②-9	0.0~7.2	216	0.38	0.035	74.5	0.27	0.015	55.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	130
⑩-1	0.0~7.5	225	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
⑩-2	0.0~9.6	288	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
⑩-3	0.0~12.9	387	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
⑩-5	0.0~4.1	123	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
⑩-6	0.0~8.6	258	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合計	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2548

※化学処理による実除去量(g)=Σ[[汚染物質濃度の極大値(mg/L)-汚染物質濃度の極小値(mg/L)]×地下水量(m³)]

※地下水量(m³)=小区画面積100(m²)×対策深度(m)×空隙率30%

表6-5 化学処理による実除去量 (1,2-ジクロロエチレン)

小区画	対策深度 (T.P.-m)	地下水量 (m ³)	汚染物質濃度(mg/L)		除去量1	汚染物質濃度(mg/L)		除去量2	汚染物質濃度(mg/L)		除去量3	汚染物質濃度(mg/L)		除去量4	汚染物質濃度(mg/L)		除去量5	実除去量 (g)
			前	後		前	後		前	後		前	後		前	後		
B+30, 2+20	0.0~8.7	261	0.34	0.031	80.6													81
B+30, 2+30	0.0~8.7	261	0.59	0.16	112.2	0.25	0.085	43.1	0.12	0.10	5.2	0.18	0.048	34.5	0.097	0.021	19.8	215
B+40, 2+10	5.7~10.7	150	0.028	0.024	0.60													1
B+40, 2+20	0.0~6.7	201																0
B+40, 2+30	1.7~6.7	150																
B+40, 2+40	1.7~6.7	150	0.98	0	147.0	0.086	0.028	8.7	0.12	0.028	13.8							170
C, 2+10	3.7~10.7	210																
C, 2+20	0.7~10.7	300	0.061	0.019	12.6													13
C, 2+30	1.7~7.7	180	0.045	0.004	7.4	0.009	0.007	0.4										8
C, 2+40	4.7~7.7	90	0.063	0.021	3.8													4
C, 3	0.0~10.7	321	0.12	0.051	22.1													22
C+10, 2+10	11.0~14.7	261	0.063	0.018	11.7													12
C+10, 2+20	11.0~14.7	261																
C+10, 2+30	1.7~13.7	360	0.009	0.005	1.4													1
C+20, 2+10	9.7~16.7	261	0.016	0	4.2	0.008	0.004	1.0										5
C+20, 2+20	9.7~16.7	210	0.034	0	7.1													7
C+20, 2+30	9.7~13.7	120	0.015	0.007	1.0													1
②-1	0.0~3.0	90																
②-4	0.0~7.8	234																
②-5	0.0~5.8	174	0.73	0.24	85.3	0.28	0.071	36.4	0.10	0.070	5.2							127
②-7	0.0~0.5	15																
②-8	0.0~8.5	255																
②-9	0.0~7.2	216	4.1	0.77	719.3	2.2	0.048	464.8										1184
⑩-1	0.0~7.5	225																
⑩-2	0.0~9.6	288																
⑩-3	0.0~12.9	387																
⑩-5	0.0~4.1	123																
⑩-6	0.0~8.6	258																
合計																		1849

※化学処理による実除去量(g)=Σ[汚染物質濃度の極大値(mg/L)-汚染物質濃度の極小値(mg/L)]×地下水量(m³)

※地下水量(m³)=小区画面積100(m²)×対策深度(m)×空疎率30%

表6-6 化学処理による実除去量 (クロロエチレン)

小区画	対策深度 (T.P.-m)	地下水量 (m ³)	汚染物質濃度(mg/L)		除去量1	汚染物質濃度(mg/L)		除去量2	汚染物質濃度(mg/L)		除去量3	汚染物質濃度(mg/L)		除去量4	汚染物質濃度(mg/L)		除去量5	実除去量 (g)
			前	後		前	後		前	後		前	後					
B+30, 2+20	0.0~8.7	261	0.0046	0.0028	0.47	0.014	0.0047	2.4										3
B+30, 2+30	0.0~8.7	261	0.025	0.011	3.7	0.019	0.0039	3.9	0.027	0.015	3.1	0.0061	0.0057	0.10				11
B+40, 2+10	5.7~10.7	150	0.0021	0.0014	0.11													0
B+40, 2+20	0.0~6.7	201	0.0003	0	0.060													0
B+40, 2+30	1.7~6.7	150	0.0075	0	1.1													1
B+40, 2+40	1.7~6.7	150	0.11	0	16.5	0.018	0.0052	1.9	0.020	0.0031	2.5							21
C, 2+10	3.7~10.7	210																
C, 2+20	0.7~10.7	300	0.0028	0.0009	0.57													1
C, 2+30	1.7~7.7	180	0.0059	0.0004	1.0	0.0010	0.0007	0.054										1
C, 2+40	4.7~7.7	90	0.0092	0.0014	0.70													1
C, 3	0.0~10.7	321	0.0006	0.0000	0.19	0.0043	0.0028	0.48										1
C+10, 2+10	11.0~14.7	261	0.010	0.0078	0.57													1
C+10, 2+20	11.0~14.7	261	0.015	0.0003	3.8													4
C+10, 2+30	1.7~13.7	360	0.0006	0	0.22													0
C+20, 2+10	9.7~16.7	261	0.0032	0.0003	0.76													1
C+20, 2+20	9.7~16.7	210	0.0017	0	0.36													0
C+20, 2+30	9.7~13.7	120	0.0005	0.0003	0.02													0
②-1	0.0~3.0	90	0.0012	0.0003	0.08													0
②-4	0.0~7.8	234	0.11	0.021	20.8	0.026	0.008	4.2	0.027	0.0066	4.8							30
②-5	0.0~5.8	174	0.20	0.019	31.5													31
②-7	0.0~0.5	15																
②-8	0.0~8.5	255	0.072	0.018	13.8													14
②-9	0.0~7.2	216	0.28	0.035	52.9	0.26	0.23	6.5	0.76	0.093	144.1							203
⑩-1	0.0~7.5	225																
⑩-2	0.0~9.6	288																
⑩-3	0.0~12.9	387																
⑩-5	0.0~4.1	123																
⑩-6	0.0~8.6	258																
合計																		323

※化学処理による実除去量(g)=Σ[汚染物質濃度の極大値(mg/L)-汚染物質濃度の極小値(mg/L)]×地下水量(m³)

※地下水量(m³)=小区画面積100(m²)×対策深度(m)×空疎率30%

③ 掘削除去

掘削除去も化学処理と同様、小区画ごとに行ったことから、小区画ごとに実除去量を求めている。

区画⑨と⑭の一部の掘削除去では、当該分の地下水量とを求め、深度別地下水調査結果の汚染物質濃度の平均値から、その土壌中の地下水をすべて除去したと仮定して次式により算出した。なお、濃度の平均値は、区画⑨、⑭-6の深度別調査をH30.5.30～H30.7.12に実施しており、地点により異なるが1～4検体の平均から求めている。整理結果を表7-1に示す。

掘削による実除去量(g)=

$$\text{深度別地下水調査結果の汚染物質濃度の平均値 (mg/L)} \times \text{地下水量 (m}^3\text{)}$$

一方、地下水濃度を計測していない掘削除去の区画⑥、⑱及び⑳のそれぞれ一部については、深度別の土壌溶出量試験結果の汚染物質濃度の平均値を用い、その土壌から地下水に溶出していると仮定して次式により算出した。なお、濃度の平均値は、区画⑥-7、8、⑱-4、⑳-6の深度別の土壌溶出量試験をR2.6.16～R2.7.2に実施しており、地点により異なるが2～35検体の平均から求めている。整理結果を表7-2に示す。

掘削による実除去量(g)=

$$\text{深度別の土壌溶出量試験結果の汚染物質濃度の平均値 (mg/L)} \times \text{土壌重量 (t)} \times 10$$

表7-1 掘削による実除去量（地下水調査結果から算出）

小区画	地下水調査結果の汚染物質濃度の平均値 (mg/L)					土壌量 (m ³)	地下水量 (m ³)	実除去量 (g)				
	トリクロロエチレン	1,2-ジクロロエチレン	クロロエチレン	ベンゼン	1,4-ジオキサン			トリクロロエチレン	1,2-ジクロロエチレン	クロロエチレン	ベンゼン	1,4-ジオキサン
⑨-1	0	0.007	0.0010	0.54	6.5	580	174	0	1	0	93	1137
⑨-2	0	0.018	0.021	0.21	3.4	600	180	0	3	4	38	606
⑨-3	0	0.003	0.0000	0.012	1.6	590	177	0	0	0	2	274
⑨-4	0	0.002	0.0000	0.14	29	250	75	0	0	0	11	2158
⑨-5	0.015	0.095	0.032	16	11	550	165	2	16	5	2642	1892
⑨-6	0.001	0.019	0.0093	0.070	1.7	420	126	0	2	1	9	220
⑨-7	0	0	0	0.050	3.5	250	75	0	0	0	4	263
⑨-8	0.005	0.15	0.31	0.29	5.0	390	117	1	17	36	33	585
⑨-9	0	0	0.0040	0.14	0.27	250	75	0	0	0	11	20
⑭-6	0.002	0.003	0	0.032	4.1	250	75	0	0	0	2	305
合計	—	—	—	—	—	—	—	3	41	47	2845	7459

※掘削による実除去量(g)=深度別地下水調査結果の汚染物質濃度の平均値 (mg/L) × 地下水量 (m³) □

※地下水量 (m³) = 掘削した土壌量 (m³) × 空隙率30%

表 7-2 掘削による実除去量（土壌溶出試験結果から算出）

小区画	土壌溶出量試験結果の汚染物質濃度の平均値 (mg/L)					土壌量 (m ³)	土壌重量 (t)	実除去量 (g)				
	トリクロロエチレン	1,2-ジクロロエチレン	クロロエチレン	ベンゼン	1,4-ジオキサン			トリクロロエチレン	1,2-ジクロロエチレン	クロロエチレン	ベンゼン	1,4-ジオキサン
⑥-7	0	0	0	0.067	—	100	160	0	0	0	107	—
⑥-8	0	0	0	0.067	—	200	320	0	0	0	215	—
⑩-4	0.013	0.022	0	0.65	—	200	320	40	69	0	2080	—
⑯-6口浅い層)	0.044	0.009	0	0.54	—	720	1152	512	104	0	6205	—
⑯-6口深い層)	0.020	0.008	0	0.51	0.0027	640	1024	205	80	0	5225	28
合計	—	—	—	—	—	—	—	757	252	0	13832	28

※掘削による実除去量 (g) = 掘削別土壌溶出量試験結果の汚染物質濃度の平均値 (mg/L) × 土壌重量 (t) × 10³

※土壌重量 (t) = 掘削した土壌量 (m³) × 比重1.6

表 7-3 掘削による実除去量（合計）

小区画	実除去量 (g)				
	トリクロロエチレン	1,2-ジクロロエチレン	クロロエチレン	ベンゼン	1,4-ジオキサン
⑨-1	0	1	0	93	1137
⑨-2	0	3	4	38	606
⑨-3	0	0	0	2	274
⑨-4	0	0	0	11	2158
⑨-5	2	16	5	2642	1892
⑨-6	0	2	1	9	220
⑨-7	0	0	0	4	263
⑨-8	1	17	36	33	585
⑨-9	0	0	0	11	20
⑭-6	0	0	0	2	305
⑥-7	0	0	0	107	—
⑥-8	0	0	0	215	—
⑩-4	40	69	0	2080	—
⑯-6口浅い層)	512	104	0	6205	—
⑯-6口深い層)	205	80	0	5225	28
合計	761	293	47	16677	7487

(2) 実除去量の算定

集水井による揚水浄化を開始した平成 31 年 1 月から排水基準を達成後の令和 3 年 8 月までの約 3 年間に渡る地下水浄化対策ごとの実除去量を表 8 に示す。なお、化学処理は、(1) の再検討の結果、全ての汚染物質の実除去量が増加し、化学処理の主な浄化対象物質である有機塩素化合物にその効果が顕著に示された。表 4 に示した推定除去量との比較を図 3 に掲載する。

水に溶解しやすい 1,4-ジオキサンは、主に揚水浄化により推定除去量の 99.97% の 97.1kg 除去された。一方で、注水により約 26kg が地下水に還流されており、前述した地下水浄化の達成度の低さに影響を与えているものと推測される。また、ベンゼンの実除去量は推定除去量の 81.5% の 39.5kg となった。ベンゼンは、ここに掲げた対策以外に真空吸引や自然揮散、微生物分解等もあり、推定除去量が上回ったものと推察される。一方、トリクロロエチレンの実除去量は推定除去量の 143.2% の 6.0kg となった。これには、土壌吸着分が地下水に溶出し、これも除去しているためと考えられる。

土壌への吸着等により溶出していない汚染物質の除去については、この推算に含まれていない。掘削による汚染物質の除去効果は今回の推算結果より高いものと考えられる。

表8 地下水浄化対策ごとの実除去量(kg)

汚染物質	揚水浄化			注水分※	化学処理	掘削除去	合計
	集水井	揚水井	ウェルポイント				
ベンゼン	2.8	13.6	4.7	0	1.7 (0.72)	16.7	39.5 (38.5)
1,4-ジオキサン	20.9	70.3	21.7	-26.1	2.8 (2.2)	7.5	97.1 (96.5)
トリクロロエチレン	2.7	0.056	—	—	2.5 (0.16)	0.76	6.0 (3.7)
1,2-ジクロロエチレン	1.5	0.025	—	—	1.8 (0.73)	0.29	3.6 (2.5)
クロロエチレン	0.18	0.091	—	—	0.32 (0.11)	0.047	0.64 (0.43)

※注水分とは簡易地下水処理施設で処理された水を主にウェルポイントの注水として処分地内に還流させたことからマイナスとなっている。

※2段書きのものは、上段が今回再計算した結果であり、下段の括弧書きが第13回委員会評価でのものである。

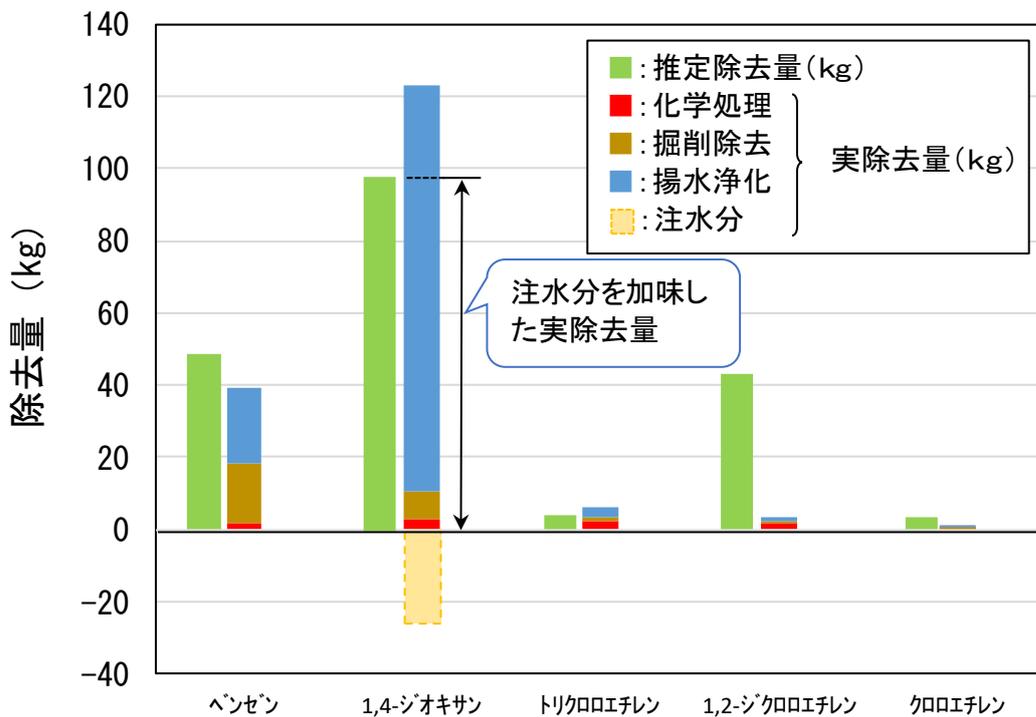


図3 推定除去量と実除去量の比較

3. これまでの地下水浄化の達成度の評価

今回、推定除去量と積極的対策前の汚染物質総量との比から浄化の達成度を概算した結果、77.1～98.1%の汚染物質が除去され、概ね、平均的な濃度は環境基準の4倍以下まで浄化が進んでいると推測できる。一方、地下水浄化対策ごとの実除去量の推算では、ベンゼン、1,2-ジクロロエチレン及びクロロエチレンにおいて推定除去量とかなりの乖離があった。その原因としては、ベンゼンでは大気中への揮散や微生物による分解による影響が考えられ、その他の有機塩素系化合物では、化学処理や掘削除去等の対策の推定においては、対策前に土壌に吸着していた除去算定を正確に行うことが難しいことが影響しているものと考えられる。

4. 区画ごとの最大濃度による評価

処分地全域での各区画について、その最大濃度の排水基準及び環境基準の超過した区画数の経時的な変化を表9並びに図4に示す。なお、D測線西側は、第14回地下水検討会(R2.10.25開催)において、地下水計測点を2地点選定しており、そのうちの高い濃度を採用して排水基準及び環境基準の超過状況を判断した。また、今回計測した13区画の結果も反映させている。

地下水浄化対策を行う前は70%の区画で排水基準を超過していたが、浄化対策の進展に合わせて着実に超過区画数は減少しており、直近ではすべての区画で排水基準を満足している。

一方、環境基準に対しては、浄化対策の実施前では91%の区画で環境基準を超過していたが、直近では環境基準の超過区画数は64%まで低下している。

さらに、積極的対策前と後の区画ごとの濃度分布を図5に示す。積極的対策前の濃度は、D測線西側では小区画のうちの最大濃度とし、その他の区画でも深度別の測定値の最大濃度を採用している。

図5の(b)積極的な浄化対策後の図より、トリクロロエチレン等の有機塩素化合物は、D測線西側付近以外に環境基準を超過した区画は確認できない。一方、ベンゼンでは北海岸付近に環境基準を超過した区画が存在し、豊島処分地の山側から海側に向かって着実に浄化が進んでいることが推測される。1,4-ジオキサンでは豊島処分地の中心付近に環境基準の超過が認められるものの、浄化対策を行っていない今回計測の13区画において、対策前より濃度が低下していることから、徐々にではあるが自然浄化による浄化が進んでいると推測される。

表9 処分地全域での排水基準及び環境基準を超過した区画数及びその割合

調査日	排水基準		環境基準	
	排水基準値を超過した区画数	割合(超過区画数/全体区画数44)(%)	環境基準値を超過した区画数 ^{※3}	割合(超過区画数/全体区画数44)(%)
H30.1 (汚染領域調査当時)	31	70	40	91
R1.5	21	48	40	91
R1.11	18	41	38	86
R2.1	15	34	39	89
R2.2	17	39	38	86
R2.3	14	32	38	86
R2.4	15	34	38	86
R2.5	16	36	38	86
R2.6	14	32	38	86
R2.7	13	30	35	80
R2.8	13	30	37	84
R2.9	12	27	39	89
R2.10	7	16	39	89
R2.11	5	11	37	84
R2.12	2	5	36	82
R3.1	2	5	36	82
R3.2	8	18	36	82
R3.3 前半 ^{※1}	2	5	36	82
R3.3 後半	2	5	38	86
R3.4 前半 ^{※1}	1	2	37	84
R3.4 後半	2	5	37	84
R3.5 前半 ^{※1}	1	2	37	84
R3.5 後半	0	0	36	82
R3.6 前半 ^{※1}	0	0	33	75
R3.6 後半	0	0	33	75
R3.7 前半 ^{※1}	0	0	32	73
R3.7 後半	0	0	29	66
R3.8・R4.5 ^{※2}	0	0	28	64

※1 一部の区画のみ調査を行っているため、調査を行っていない区画は、直近の調査結果を使用した。

※2 13区画については、今回再計算した結果ではR1.5～R3.7 後半はH30.1時点のデータと同値、R3.8・R4.5はR4.5時点のデータを基にした今回再計算の結果と同値と仮定した。

※3 第13回委員会評価では13区画のすべてが環境基準以下にあるとしていたが、これは誤りであり、今回訂正している。

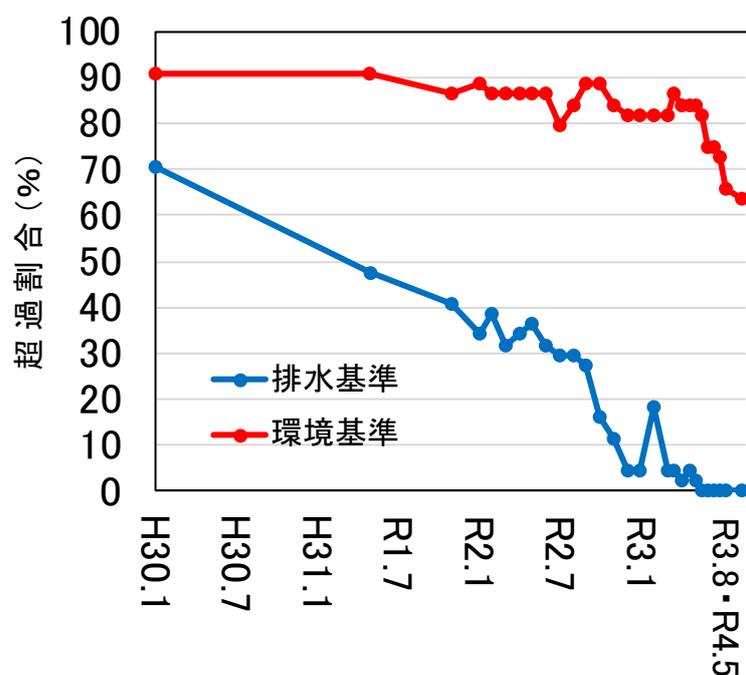


図4 排水基準及び環境基準を超過した区画の割合の経時変化

凡例

■: 排水基準値の10倍超過

■: 排水基準超過

■: 環境基準超過

(a) 積極的な浄化対策前

(b) 積極的な浄化対策後

【ベンゼン】

単位: mg/L 処分地全体

		36	31	26	21	16	11	6	1	
		0.23	0.67	0.29	1.4	1.6	0.12	0.86	0.001	
42	41	37	32	27	22	17	12	7	2	
0.91	0.094	0.12	0.32	0.52	1.8	1.6	0.34	0.014	0.21	
		38	33	28	23	18	13	8	3	
	D測線西側	0.39	0.37	0.36	1.1	0.18	1.2	0.010	0.013	
	10	39	34	29	24	19	14	9	4	
		0.072	0.069	0.046	0.13	0.061	0.004	31	0.009	
	43	40	35	30	25	20	15	10	5	
		0.020	0.054	0.002	0.046	0.052	0.012	0.004	0.026	水なし

単位: mg/L 処分地全体

		36	31	26	21	16	11	6	1	
		0.001	0.065	0.017	0.002	0.003	0.028	0.027	0.001	
42	41	37	32	27	22	17	12	7	2	
0.006	0.008	0.055	0.006	0.029	0.029	0.077	0.005	0.008	0.004	
		38	33	28	23	18	13	8	3	
	D測線西側	0.021	0.039	0.010	0.007	0.010	0.017	0.006	0.007	
	(0.006)	39	34	29	24	19	14	9	4	
		0.021	0.022	0.001	0.033	0.004	0.002	0.004	0.002	0.009
	43	40	35	30	25	20	15	10	5	
		0.025	0.001	0.001	<0.001	0.006	<0.001	<0.001	0.001	水なし

【1,4-ジオキサン】

単位: mg/L 処分地全体

		36	31	26	21	16	11	6	1	
		0.75	0.89	1.0	0.66	1.7	0.18	0.69	0.009	
42	41	37	32	27	22	17	12	7	2	
1.8	1.1	0.34	2.7	1.0	1.1	0.49	0.37	0.047	2.0	
		38	33	28	23	18	13	8	3	
	D測線西側	0.62	3.6	1.6	2.4	0.55	2.0	0.15	0.26	
	7.9	39	34	29	24	19	14	9	4	
		0.29	0.59	3.0	1.2	0.25	0.009	17	0.035	
	43	40	35	30	25	20	15	10	5	
		0.19	0.60	0.10	16	5.6	3.7	0.47	0.061	水なし

単位: mg/L 処分地全体

		36	31	26	21	16	11	6	1	
		0.041	0.24	0.21	<0.005	<0.005	0.032	0.025	0.009	
42	41	37	32	27	22	17	12	7	2	
0.049	0.15	0.24	0.28	0.37	0.28	0.23	0.29	0.041	0.036	
		38	33	28	23	18	13	8	3	
	D測線西側	0.20	0.27	0.42	0.37	0.16	0.096	0.13	0.21	
	(0.13)	39	34	29	24	19	14	9	4	
		0.25	0.046	0.23	0.36	0.18	0.009	0.017	0.035	
	43	40	35	30	25	20	15	10	5	
		0.17	0.036	0.089	0.11	0.050	0.006	0.34	0.044	水なし

【トリクロロエチレン】

単位: mg/L 処分地全体

		36	31	26	21	16	11	6	1
		<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.043	<0.002
42	41	37	32	27	22	17	12	7	2
<0.002	0.013	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.28
		38	33	28	23	18	13	8	3
	D測線西側	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
	9.1	39	34	29	24	19	14	9	4
		<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.033	<0.002
	43	40	35	30	25	20	15	10	5
		<0.002	<0.002	<0.002	0.002	0.002	0.002	<0.002	水なし

単位: mg/L 処分地全体

		36	31	26	21	16	11	6	1
		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.002
42	41	37	32	27	22	17	12	7	2
<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
		38	33	28	23	18	13	8	3
	D測線西側	0.010	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	(<0.001)	39	34	29	24	19	14	9	4
		0.018	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.002	<0.001	<0.002
	43	40	35	30	25	20	15	10	5
		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	<0.001	水なし

【1,2-ジクロロエチレン】

単位: mg/L 処分地全体

		36	31	26	21	16	11	6	1	
		<0.004	<0.004	<0.004	0.007	<0.004	<0.004	0.015	<0.004	
42	41	37	32	27	22	17	12	7	2	
<0.004	0.007	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.048	30	
		38	33	28	23	18	13	8	3	
	D測線西側	0.0004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.042	
	18	39	34	29	24	19	14	9	4	
		<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.15	<0.004	
	43	40	35	30	25	20	15	10	5	
		<0.004	<0.004	<0.004	0.005	0.017	<0.004	<0.004	0.061	水なし

単位: mg/L 処分地全体

		36	31	26	21	16	11	6	1
		<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
42	41	37	32	27	22	17	12	7	2
<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.008	<0.004
		38	33	28	23	18	13	8	3
	D測線西側	0.0090	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
	(<0.004)	39	34	29	24	19	14	9	4
		0.019	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
	43	40	35	30	25	20	15	10	5
		<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	水なし

【クロロエチレン】

単位: mg/L 処分地全体

		36	31	26	21	16	11	6	1
		<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.013	0.0070	<0.0002	0.020	<0.0002
42	41	37	32	27	22	17	12	7	2
<0.0002	0.0016	<0.0002	0.0019	0.0004	<0.0002	<0.0002	0.0005	0.0002	1.7
		38	33	28	23	18	13	8	3
	D測線西側	0.0004	0.0003	0.0035	0.0015	<0.0002	0.0029	<0.0002	0.011
	1.6	39	34	29	24	19	14	9	4
		0.0012	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.066	<0.0002
	43	40	35	30	25	20	15	10	5
		<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.033	<0.0002	0.0002	<0.0002	水なし

単位: mg/L 処分地全体

		36	31	26	21	16	11	6	1
		<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0003	0.0004	<0.0002
42	41	37	32	27	22	17	12	7	2
<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0010	0.0006	<0.0002	0.0016
		38	33	28	23	18	13	8	3
	D測線西側	0.0043	<0.0002	0.0004	<0.0002	0.0003	0.0006	<0.0002	<0.0002
	(0.0007)	39	34	29	24	19	14	9	4
		0.0006	<0.0002	0.0002	0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
	43	40	35	30	25	20	15	10	5
		<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0006	<0.0002	0.0002	<0.0002	水なし

※積極的な浄化対策前のD測線西側の濃度は、小区画のうちの最高濃度、その他の区画は深度別での最高濃度とした。

※積極的な浄化対策後のD測線西側の濃度は、地下水計測点を2地点選定しており、そのうちの高い方の濃度で評価し、低い濃度を括弧書きで表記した。

図5 積極的な地下水浄化対策前後の区画ごとの汚染物質濃度分布の変化

確認計測地点における水質測定結果

1. 概要

第 13 豊島廃棄物等処理事業フォローアップ委員会（R3.12.22Web 開催）（以下、「フォローアップ委員会」と言う。）において、「豊島処分地における地下水浄化の達成状況に関する評価」（資料 13・Ⅱ / 7）が審議・了承された。そのなかで積極的な地下水浄化対策前の状態で排水基準を下回っており、積極的な地下水浄化対策以降（R3.8）に地下水計測を行っていない 13 区画のうち、その代表地点で確認計測を行うよう、意見が付された。

なお、この計測は、『豊島住民会議からの地下水検討会への「環境基準達成の確認方法に関する意見書」に対する見解』（R3.12.22 永田フォローアップ委員会委員長発出）において、「豊島処分地全域での地下水の環境基準の達成の確認は、「処分地全域での地下水における環境基準の到達及び達成の確認マニュアル」（R3.8.19 フォローアップ委員会作成）で十分であると考えられるが、積極的な地下水浄化対策の実施以降に観測していない区画について、その代表区画を計測することで浄化の進展の確認を行いたいと考えている。」との見解が示されており、それへの対応にも資するものである。

今回、確認計測地点における水質の測定結果を報告する。

2. 確認計測地点における水質の測定結果

（1）確認計測地点

第 13 回フォローアップ委員会において、積極的な地下水浄化対策前の状態で排水基準を下回っており、積極的な地下水浄化対策後（R3.8）に地下水計測を行っていない 13 区画のうち、表 1 に示す代表 3 地点（区画③⑩⑳）が選定された。また、採水深度については、積極的な浄化対策前の最大濃度の深度とした。

表1 積極的対策後 (R3.8) に計測しておらず、同対策前に環境基準を超えている区画に対する確認計測地点の選定

R3.8に計測していない区画	汚染物質(環境基準を超過:○)					選定の考慮点
	ベンゼン	1,4-ジ オキサン	トリクロ エチレン	1,2-ジクロ エチレン	クロロエチレン	
①						
③	○	○		○	○	<ul style="list-style-type: none"> ・4物質で環境基準超過 ・⑦⑧と比べ概して汚染物質濃度が高い。 ・周辺では揚水、化学処理、掘削の対策を実施している。 ・近隣の⑦⑧を含めた代表として
④						
⑤						
⑦	○			○		・③で代表させる。
⑧		○				・③で代表させる。
⑩	○			○		<ul style="list-style-type: none"> ・2物質で環境基準超過 ・⑮⑲と比べ概して汚染物質濃度が高い。 ・周辺では化学処理、掘削の対策を実施している。 ・近隣の⑮⑲を含めた代表として
⑭						
⑮		○				・⑩で代表させる。
⑲	○	○				・⑩で代表させる。
⑳		○				・㉟で代表させる。
㉟	○	○				<ul style="list-style-type: none"> ・2物質で環境基準超過 ・㉟㉿と比べ汚染物質濃度が高い。 ・周辺で揚水、化学処理の対策を実施している。 ・近隣の㉟㉿の代表として
㉿	○	○				・㉟で代表させる。

注) 黄色：環境基準の超過区画

橙色：確認計測区画（環境基準の超過区画でもある）

緑色：環境基準以下

(2) 測定結果

確認計測地点の水質測定結果を表2に示す。区画㉟の採水深度 T.P. -5.2～-6.2mにおいて、ベンゼン及びクロロエチレン以外のすべてにおいて積極的な浄化対策前より濃度が低下している。全ての確認計測地点において排水基準を満足していた。

区画㉟において、積極的な浄化対策前後及び採水深度別の汚染物質の濃度を見ると、全体的には浄化傾向があるものの深度別の濃度は接近しており、この地点での地下水の上下混合が進んだことが上述した採水深度 T.P. -5.2～-6.2mでの濃度傾向の要因と考えられる。

表2 確認計測地点における水質の測定結果

30mメッシュの区画	単位	㉟		⑩	㉟		地下水 環境基準	排水基準	検出下限
		R4.5.10	R4.5.10	R4.5.12	R4.5.12				
採水深度(T.P.)	m	-2.0～ -3.0	-7.0～ -8.0	+2.4～ +1.4岩着	-5.2～ -6.2	-7.2～ -8.2			
ベンゼン	mg/L	0.007	0.005	0.001	0.022	0.019	0.01	0.1	0.001
1,4-ジオキサン	mg/L	0.21	0.18	0.044	0.25	0.23	0.05	0.5	0.005
トリクロロエチレン	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	0.1	0.002
1,2-ジクロロエチレン	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	0.04	0.4	0.004
クロロエチレン	mg/L	ND	ND	ND	0.0004	0.0006	0.002	(0.02)	0.0002

(注1)黄色は環境基準値超過である。

表3 確認計測地点における積極的な浄化対策前の状況(参考)

30mメッシュの区画	単位	㉟		⑩	㉟		地下水 環境基準	排水基準	検出下限
		H30.5.29	H30.5.29	H30.5.31	H30.1.16～H30.1.18				
採水深度(T.P.)	m	-2.0～ -3.0	-7.0～ -8.0	+2.4～ +1.4岩着	-5.2～ -6.2	-7.2～ -8.2			
ベンゼン	mg/L	0.008	0.013	0.026	0.005	0.072	0.01	0.1	0.001
1,4-ジオキサン	mg/L	0.26	0.19	0.061	0.29	0.25	0.05	0.5	0.005
トリクロロエチレン	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	0.1	0.002
1,2-ジクロロエチレン	mg/L	0.042	0.007	0.061	ND	ND	0.04	0.4	0.004
クロロエチレン	mg/L	0.011	0.0022	ND	0.0002	0.0012	0.002	(0.02)	0.0002

(注1)黄色は環境基準値超過である。

浄化状況と一致するものである。また代表地点⑳については、前述したように地下水の上下混合によると考えられる影響によって全体的な浄化の程度は高くない。

遮水機能の解除前後の地下水への影響調査及び 遮水機能解除後の処分地の流出水の濃度推定の結果

1. 概要

遮水機能の解除に伴う影響を把握するため、地下水の影響調査を行った結果について報告する。また、遮水機能解除後の処分地から海域に流出する地下水の濃度を推定するため、北海岸側に流出するまでの濃度変化を計算し、塩水進入や潮位変化による希釈効果を試算した結果について報告する。

2. 遮水機能の解除前後の地下水への影響調査の結果

第22回地下水検討会（R3.10.28 Web開催）において審議・了承された遮水機能の解除前後の地下水への影響調査の方法に基づき、令和3年11月から令和4年4月にかけて、地下水のモニタリングを実施し、結果を第24回地下水検討会において報告した（別紙1参照）。

当該影響調査では、潮汐変動による水質への影響及び遮水機能の解除による水質への影響について調査を実施した。潮汐変動の影響調査では満潮時から干潮時まで（又はその逆）の水質をモニタリングしたが、遮水機能の解除前後にかかわらず、潮汐変動による汚染物質濃度の大幅な変動は確認されなかった。遮水機能の解除による影響調査（毎月調査）では毎月1回干潮時の水質をモニタリングしたところ、塩化物イオン濃度の変動が大きくないことなどから遮水機能の解除による海水の流入はほぼないと考えられた一方で、ベンゼンに減少傾向が見られたことから、地下水の流向に変化が生じているものと推察された。

3. 遮水機能解除後の処分地の流出水の濃度推定の結果

第25回地下水検討会（R4.7.30 Web開催）において審議した、「遮水機能解除後の処分地の流出水の濃度推定」（別紙2）の試算結果では、海岸から50m陸側の汚染物質平均濃度を1.0とした場合、北海岸側への流出時における地下水中の汚染物質平均濃度は0.39～0.61となり、陸側と海域の境界付近では塩水進入や潮汐変化により海域への流出時点で濃度減少が見込めるものと推定された。

4. まとめ

上記の結果から、観測地点では遮水機能の解除の影響はほぼないと考えられるものの、海域への流出時においては濃度減少が見込めると推察された。そのため、北海岸側には、処分地内の地下水の観測結果より低い濃度の地下水が流出しているものと考えられる。

遮水機能の解除前後の地下水への影響調査の結果（その2）

1. 概要

第23回豊島処分地地下水・雨水等対策検討会（R4.2.18 Web開催）において、遮水機能の解除前の地下水の水質について報告したところである。今回、令和4年4月に実施した、遮水機能の解除後のモニタリング結果について、以下のとおり報告する。

2. モニタリング地点等

環境基準の到達及び達成の確認のための地下水計測点4地点（区画①、⑩、⑪、D測線西側）のうち、遮水機能の解除による影響を最も受けると想定される北海岸の2地点（区画①、⑩）をモニタリング地点とし、内陸部の影響を把握するため、区画⑩を参考地点とした。

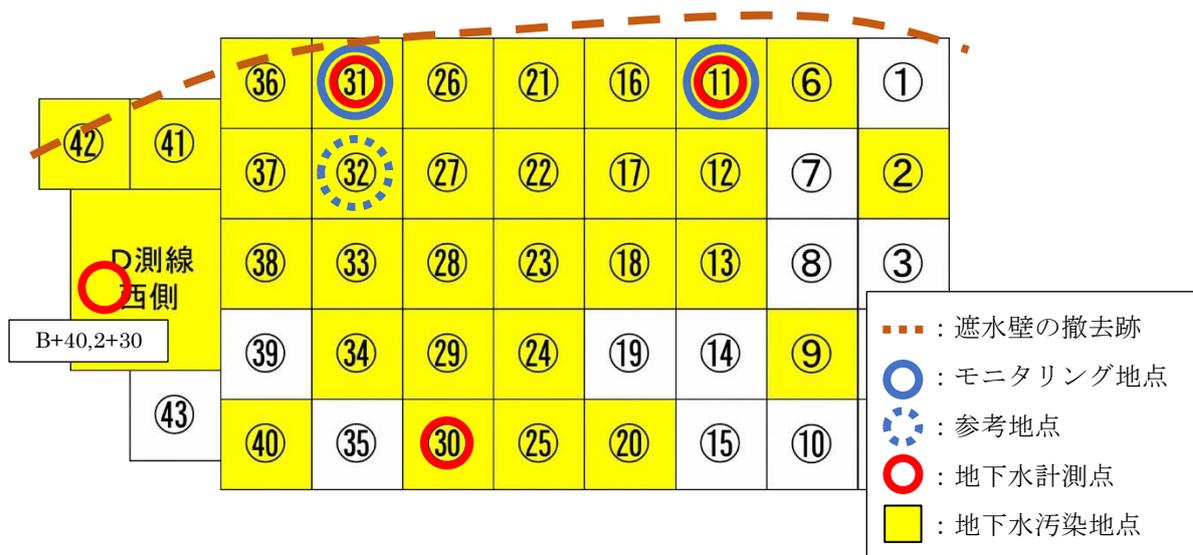


図1 モニタリング地点等の位置

3. 測定結果

(1) 潮汐変動の影響調査

海域の潮汐変動によって、モニタリング地点の水質等にどのような影響が生じているか確認するため、遮水機能解除後の令和4年4月12日に経時的に採水・測定した。

結果は表1及び図2に示すとおり、観測井水位については区画⑪で0.12m、区画⑩で0.22mの変動が見られた。水質に関しては、区画⑪では干潮に向かうにつれ、COD及び塩化物イオンにわずかに上昇傾向が見られたほか、ベンゼンにわずかに減少傾向が見られた。区画⑩ではCODに上昇傾向、塩化物イオン、ベンゼン及び1,4-ジオキサンに減少傾向が見られた。

観測井水位は遮水壁の有無にかかわらず潮汐の影響を受けているが、潮汐変動による汚染物質濃度の大幅な変動は確認されなかった。

表1 潮汐変動の影響調査結果 (R4.4.12)

地下水計測点	単位	⑪						地下水環境基準	排水基準
		R4.4.12					平均値		
		9:30	11:00	13:00	15:00	16:10			
検体採取日									
検体採取時刻									
宇野港の潮位(T.P.)	m	0.93	0.65	0.05	-0.32	-0.31	0.20	—	—
高松港の潮位(T.P.)	m	0.88	0.60	-0.02	-0.37	-0.35	0.15	—	—
観測井水位(T.P.)	m	1.46	1.45	1.42	1.38	1.34	1.41	—	—
電気伝導率	S/m	0.37	0.38	0.40	0.40	0.40	0.39	—	—
化学的酸素要求量(COD)	mg/L	37	39	39	40	43	40	—	—
塩化物イオン	mg/L	950	960	960	970	980	964	—	—
ベンゼン	mg/L	0.047	0.045	0.043	0.039	0.042	0.043	0.01	0.1
1,4-ジオキサン	mg/L	0.23	0.22	0.21	0.22	0.23	0.22	0.05	0.5
トリクロロエチレン	mg/L	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.01	0.1
1,2-ジクロロエチレン	mg/L	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.04	0.4
クロロエチレン	mg/L	<0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.002	(0.02)

地下水計測点	単位	⑩						地下水環境基準	排水基準
		R4.4.12					平均値		
		9:30	11:00	13:00	15:00	16:10			
検体採取日									
検体採取時刻									
宇野港の潮位(T.P.)	m	0.93	0.65	0.05	-0.32	-0.31	0.20	—	—
高松港の潮位(T.P.)	m	0.88	0.60	-0.02	-0.37	-0.35	0.15	—	—
観測井水位(T.P.)	m	0.84	0.83	0.74	0.67	0.62	0.74	—	—
電気伝導率	S/m	0.38	0.44	0.41	0.42	0.42	0.41	—	—
化学的酸素要求量(COD)	mg/L	40	46	50	53	58	49	—	—
塩化物イオン	mg/L	2000	1700	1200	1100	1000	1400	—	—
ベンゼン	mg/L	0.016	0.014	0.013	0.012	0.010	0.013	0.01	0.1
1,4-ジオキサン	mg/L	0.37	0.34	0.32	0.31	0.25	0.32	0.05	0.5
トリクロロエチレン	mg/L	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.01	0.1
1,2-ジクロロエチレン	mg/L	0.004	0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.004	0.04	0.4
クロロエチレン	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.002	(0.02)

(注1) 黄色は環境基準超過、橙色は排水基準超過である。

(注2) 観測井水位の変動との比較のため、気象庁のHPに発表されている潮汐観測資料のうち、北海岸(北緯34度28分 東経134度2分)に近い高松港及び宇野港の潮位を記載した。

(注3) クロロエチレンは排水基準が定められていないが、環境基準の10倍の値を排水基準として評価した。

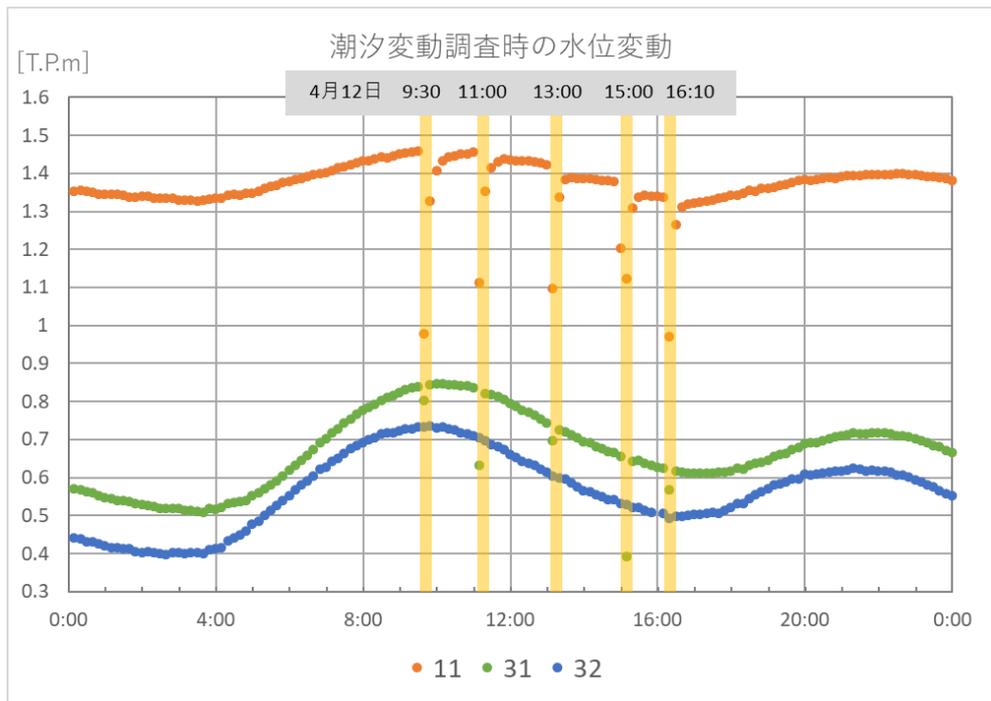


図2 潮汐変動の影響調査時の観測井水位 (R4. 4. 12)

表2 潮汐変動の影響調査結果 (R3. 11. 10) (参考)

地下水計測点 検体採取日	単位	⑪					R3.11.10 R3.11.10	R3.11.10 R3.11.10	地下水 環境基準	排水基準	
		R3.11.10									R3.11.10 R3.11.10
		9:30	11:05	13:05	15:00	16:35					
検体採取時刻		9:30	11:05	13:05	15:00	16:35	平均値				
宇野港の潮位(T.P.)	m	-0.63	-0.03	0.85	1.41	1.39	0.60	—	—		
高松港の潮位(T.P.)	m	-0.66	-0.05	0.82	1.36	1.34	0.56	—	—		
観測井水位(T.P.)	m	-0.56	-0.51	-0.42	-0.32	-0.30	-0.42	—	—		
電気伝導率	S/m	0.31	0.31	0.31	0.33	0.31	0.31	—	—		
化学的酸素要求量(COD)	mg/L	31	32	32	32	32	32	—	—		
塩化物イオン	mg/L	650	700	670	700	700	680	—	—		
ベンゼン	mg/L	0.085	0.065	0.082	0.082	0.094	0.082	0.01	0.1		
1,4-ジオキサン	mg/L	0.11	0.13	0.14	0.13	0.13	0.13	0.05	0.5		
トリクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.01	0.1		
1,2-ジクロロエチレン	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.04	0.4		
クロロエチレン	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.002	(0.02)		

地下水計測点 検体採取日	単位	⑫					R3.11.10 R3.11.10	R3.11.10 R3.11.10	地下水 環境基準	排水基準	
		R3.11.10									R3.11.10 R3.11.10
		9:30	11:00	13:00	15:00	16:30					
検体採取時刻		9:30	11:00	13:00	15:00	16:30	平均値				
宇野港の潮位(T.P.)	m	-0.63	-0.07	0.82	1.41	1.40	0.59	—	—		
高松港の潮位(T.P.)	m	-0.66	-0.09	0.79	1.36	1.35	0.55	—	—		
観測井水位(T.P.)	m	0.01	0.04	0.06	0.10	0.10	0.06	—	—		
電気伝導率	S/m	0.41	0.45	0.44	0.47	0.45	0.44	—	—		
化学的酸素要求量(COD)	mg/L	40	40	43	42	40	41	—	—		
塩化物イオン	mg/L	1200	1200	1200	1300	1300	1200	—	—		
ベンゼン	mg/L	0.018	0.019	0.023	0.023	0.023	0.021	0.01	0.1		
1,4-ジオキサン	mg/L	0.21	0.20	0.24	0.23	0.22	0.22	0.05	0.5		
トリクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.01	0.1		
1,2-ジクロロエチレン	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.04	0.4		
クロロエチレン	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.002	(0.02)		

(注) 表1の(注1)から(注3)に同じ。

(2) 毎月調査

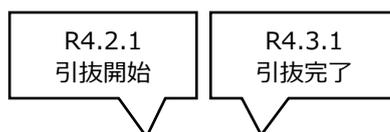
遮水機能の解除によって地下水の水質にどのような影響が生じているか確認するため、令和3年11月から令和4年4月まで毎月採水・測定を実施した（区画⑩⑪については5月以降も継続）。結果を表3に示す。

なお、鋼矢板の引抜作業を令和4年2月1日から同年3月1日まで実施したため、3月以降は遮水機能の解除後のデータである。

水質について、区画⑩では遮水機能の解除後にベンゼンに減少傾向、塩化物イオンに上昇傾向が見られた。区画⑪ではベンゼンに減少傾向が見られた。区画⑫では1月及び2月に塩化物イオンと1,4-ジオキサン濃度が上昇したが、その後低下しており、一時的な影響と考えられる。

今回の調査において、塩化物イオン濃度の変動が大きくなり、電気伝導率も海水と比較して低いこと等から、地下水計測点では遮水機能の解除による海水の流入はほぼないと考えられる。また、ベンゼンに減少傾向が見られることから、地下水の流向に変化が生じているものと推察される。

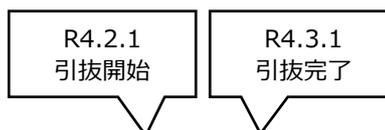
表3 毎月調査結果



地下水計測点	単位	⑩							地下水環境基準	排水基準
		R3.11.10	R3.12.17	R4.1.5	R4.2.7	R4.3.8	R4.4.12	R4.5.10		
検体採取日										
観測井水位 (T.P.)	m	-0.56	0.36	0.40	0.92	0.54	1.34	1.55	-	-
電気伝導率 (EC)	S/m	0.31	0.35	0.33	0.34	0.34	0.40	0.37	-	-
化学的酸素要求量 (COD)	mg/L	31	62	60	57	41	43	42	-	-
塩化物イオン	mg/L	650	720	740	1100	760	980	1000	-	-
ベンゼン	mg/L	0.085	0.075	0.083	0.068	0.066	0.042	0.025	0.01	0.1
1,4-ジオキサン	mg/L	0.11	0.14	0.16	0.24	0.21	0.23	0.17	0.05	0.5
トリクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	<0.001	0.01	0.1
1,2-ジクロロエチレン	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.004	<0.004	0.04	0.4
クロロエチレン	mg/L	<0.0002	<0.0002	0.0002	0.0003	0.0004	0.0002	<0.0002	0.002	(0.02)

地下水計測点	単位	⑪							地下水環境基準	排水基準
		R3.11.10	R3.12.9	R4.1.7	R4.2.7	R4.3.8	R4.4.12	R4.5.10		
検体採取日										
観測井水位 (T.P.)	m	0.01	-0.12	0.08	0.51	0.33	0.62	1.00	-	-
電気伝導率 (EC)	S/m	0.41	0.42	0.40	0.43	0.46	0.42	0.40	-	-
化学的酸素要求量 (COD)	mg/L	40	36	36	49	49	58	47	-	-
塩化物イオン	mg/L	1200	1000	1500	1100	1800	1000	1600	-	-
ベンゼン	mg/L	0.018	0.021	0.017	0.014	0.030	0.010	0.007	0.01	0.1
1,4-ジオキサン	mg/L	0.21	0.18	0.30	0.31	0.28	0.25	0.31	0.05	0.5
トリクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	<0.001	0.01	0.1
1,2-ジクロロエチレン	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.04	0.4
クロロエチレン	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.002	(0.02)

表3 毎月調査結果（続き）



地下水計測点 検体採取日	単位	⑳						地下水 環境基準	排水基準
		R3.11.10	R3.12.9	R4.1.12	R4.2.7	R4.3.8	R4.4.12		
観測井水位(T.P.)	m	-0.41	-0.60	0.10	0.46	-0.07	0.51	-	-
電気伝導率(EC)	S/m	0.51	0.48	1.0	1.2	0.46	0.59	-	-
化学的酸素要求量(COD)	mg/L	21	25	37	46	40	40	-	-
塩化物イオン	mg/L	2800	1900	12000	12000	1900	2100	-	-
ベンゼン	mg/L	0.005	0.006	0.007	<0.001	0.008	0.008	0.01	0.1
1,4-ジオキサン	mg/L	0.23	0.26	0.43	0.49	0.31	0.33	0.05	0.5
トリクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.01	0.1
1,2-ジクロロエチレン	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.04	0.4
クロロエチレン	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0002	<0.0002	0.002	(0.02)

(注1) 黄色は環境基準超過、橙色は排水基準超過である。

(注2) 観測井⑩⑪の R3. 11. 10 及び R4. 4. 12 の結果は、潮汐変動の影響調査結果のうち干潮時のデータを記載した。

(注3) クロロエチレンは排水基準が定められていないが、環境基準の10倍の値を排水基準として評価した。

(注4) 鋼矢板の引抜作業を R4. 2. 1~R4. 3. 1 に実施した。

4. 今後の予定

今回の調査の結果、遮水機能の解除による短期的な影響としてベンゼンの減少傾向が見られたが、1,4-ジオキサンやその他の項目については傾向が認められなかった。また、地下水計測点への海水の流入は確認されなかった。

今後は、長期的な影響について、地下水計測点⑩及び⑪での環境基準の到達のモニタリングにおいて定期的に確認していく。

遮水機能解除後の処分地の流出水の濃度推定

1. 目的

遮水機能解除後の北海岸周辺における地下水中の汚染物質濃度について、北海岸へ流出するまでの濃度変化を計算し、塩水侵入による希釈効果を試算する。

2. モデル条件

2.1 計算対象

本検討は、潮位変化とそれに伴う海岸部の地下水流況変化、および塩水侵入による希釈効果を対象とするため、処分地内中央部を想定する、海岸線に直交する断面における鉛直 2 次元濃度モデルを用いることとした。

モデルでは、汚染物質の濃度変化は移流のみを考慮し、また計算に掛かる時間の増大や安定性が懸念されるため、淡水と塩水の密度差そのものはモデル上では考慮しないこととした。塩水の陸側への侵入については、海側の境界条件として与える水頭を、海水の密度を考慮し深度に応じた水頭値を設定することで再現することとした。

2.2 地形・地質と空間分割

鉛直 2 次元濃度モデルの空間は遮水機能解除後の北海岸とし、範囲は、陸から海への流動方向に長さ約 50m(この範囲内には環境基準の到達・達成の確認のための地下水計測点⑩と⑪がある)、深度方向は処分地の平均的な地盤高 TP.+3m から遮水壁の設置深度 TP.-12m までの厚さ 15m とした。この範囲の地質は盛土層・埋立土層にあたり、砂質地盤となる。

計算格子(図 2-1)は位置により大きさを可変とし、格子の厚さ・長さ共に海岸近くで細かく分割した。

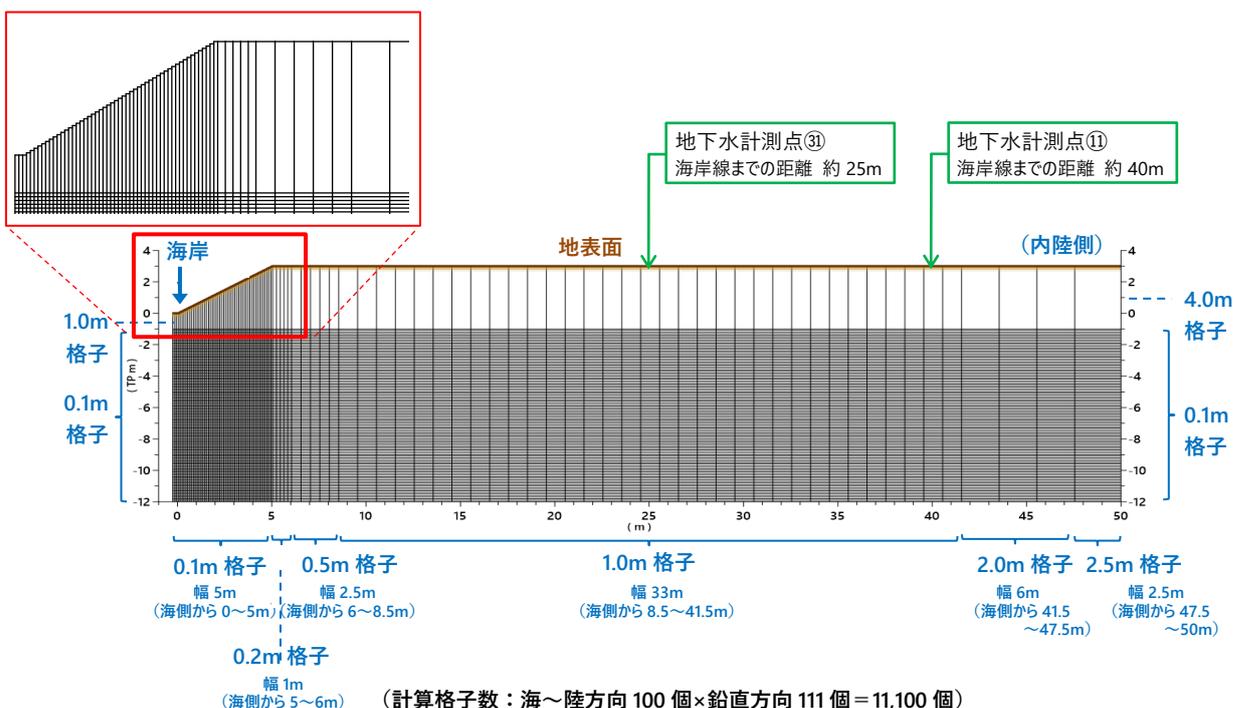


図 2-1 鉛直 2 次元濃度モデルの計算格子

表 2-1 モデルの概要

項目		内容
解析手法	解析手法	断面 2 次元地下水流動・物質輸送モデル
	時間の取り扱い	非定常計算
	解析対象	地下水濃度、汚染物質移動量
	解析コード	地下水流動: MODFLOW-2005(米地質調査所) 地下水物質輸送:MT3DMS 5.3 (米アラバマ大学)
解析条件	解析範囲	海岸から処分地内陸側へ長さ 50m 地表面(TP+3.0m)から遮水壁設置深度(TP-12.0m)までの 厚さ 15m
	計算格子	海岸部にて厚さ 0.1m×長さ 0.1m の正方形を基本とし、 最上層では厚さ 1~4m、内陸では長さ 0.2~2m の可変とし た。計算格子数は、陸から海方向へ 100 個×鉛直方向に 111 個(層)=11,100 個。
	時間刻み	10 分
	計算期間	720 日間(103,680 ステップ)
入力条件	地形	遮水機能解除後の地形を想定
	地質	盛土層・埋立土層として一様の地質を想定
	地下水流入	地下水検討会※にて構築された三次元地下水流動モデル (水収支モデル)の計算結果より、盛土層・埋立土層から北 海岸へ流出する地下水の量と同等量を、モデル上流端に地 下水流入量として与えた。断面 2 次元モデルでは、陸から海 への地下水流動のみに着目し、涵養については考慮しない
	塩水侵入	潮位と塩水濃度に基づき深度に応じた水頭値を境界条件に 設定することで塩水クサビを模擬する 密度流は考慮しない
	水理定数	地下水検討会※にて構築された三次元地下水流動モデル (水収支モデル)で得られた水理定数を用いた
	地下構造物	なし(遮水機能解除後の自然状態)

※ 第 12 回豊島処分地地下水・雨水等対策検討会「処分地の水収支モデルの構築の状況(その2)」(㊦第 12 回Ⅱ/5)

2.3 時間分割と計算期間

鉛直 2 次元濃度モデルでは潮位変化を扱うため非定常計算とし、時間方向について 10 分単位で計算するものとした。また計算期間は、計算開始後の濃度変化が十分に安定するまでの時間として、720 日間(103,680 ステップ)に設定した。

2.4 水理定数と地下水流入量

鉛直 2 次元濃度モデルに設定する水理定数や陸側からの地下水流入量は、平均的な気象条件として 2015 年の降水量及び気温より算出した蒸発散量を用いた、地下水検討会(㊤第 12 回Ⅱ/5)にて検討された水収支モデルによる計算値を用いた。ここで、陸側からの地下水流入量は、水収支モデルにおける処分地から北海岸への地下水流出量(表 2-3①)に等しいものとし、これを水収支モデルにおける処分地の幅(表 2-3②)で割った値(表 2-3③)を、断面 2 次元濃度モデルに与える単位幅あたりの地下水流入量とした。鉛直 2 次元濃度モデルの境界条件概略図を図 2-2 に示す。

表 2-2 鉛直 2 次元濃度モデルに入力した水理定数

地層	地質	水理定数	設定値
埋立土層	砂質土	透水係数	6.56×10^{-6} m/sec
		有効間隙率	0.25

表 2-3 水収支モデルにおける処分地から北海岸への地下水流出量(盛土・埋立土層)

気象	遮水機能	揚水等	処分地から北海岸へ盛土層・埋立土層からの地下水流出量①	水収支モデルにおける処分地の幅②	単位幅あたりの地下水流出量③(①÷②)
2015 年	全て解除	なし	38.1 m ³ /日 (19.0 m ³ /12h)	335 m	0.114 m ³ /日・m (0.057 m ³ /12h・m)

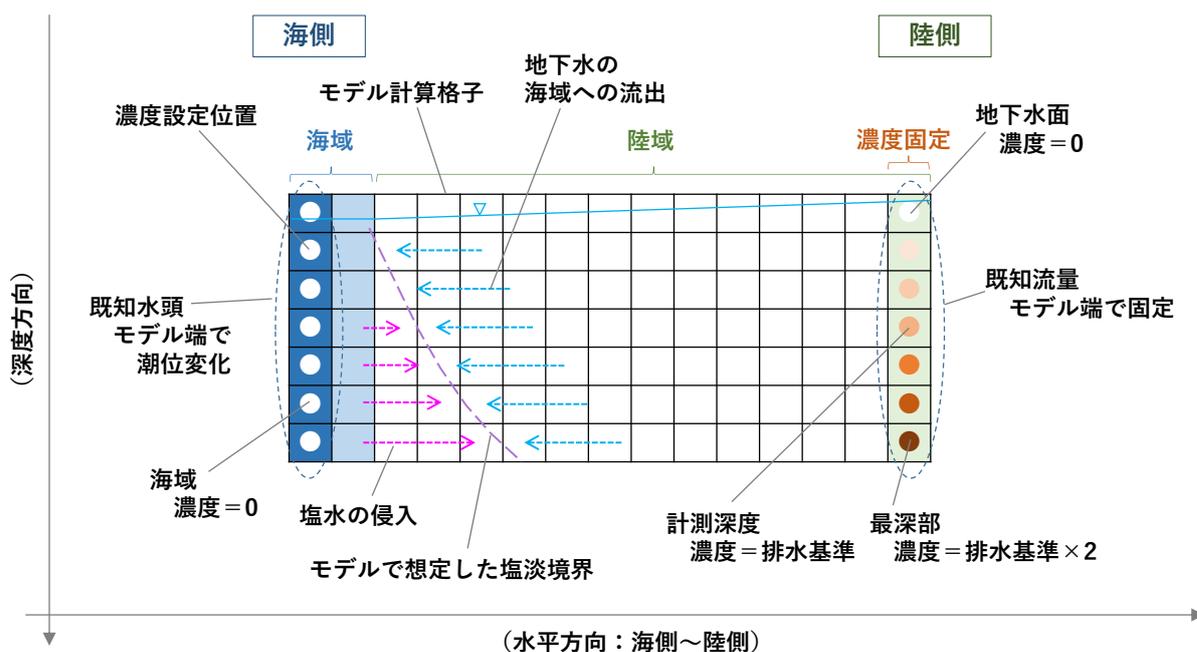


図 2-2 鉛直 2 次元濃度モデルの境界条件概略図

2.5 潮位条件

鉛直2次元濃度モデルに設定する潮位条件は、平均潮位の高低と、干満差の大小が、海域へ流出する地下水中の汚染物質濃度に影響を与えると想定し、それぞれ2通りを組み合わせた計4通りの潮位条件を設定した。具体的には、土庄東港における2009～2019年の月平均潮位より、平均潮位が最も低かった2011年1月と、最も高かった2011年9月を抽出し、さらにそれぞれの月における1日の干満差が最大・最小となる日を抽出した(図2-3、図2-4)。抽出結果から作成した潮位条件の4ケースを表2-4に示す。

なお、潮位には概ね1日2回の高潮・低潮があり、その高さは1日のうちでも同じではなく、また高潮と低潮の間の時間の長さにも差が認められる等、複雑な変化を示しているが、モデルにおいてはこれを単純化し、1日の最高潮位と最低潮位の間を12時間周期で1日2回の正弦曲線(サインカーブ)を描いて変化するものとした。

表 2-4 モデルに入力する潮位条件 (4 ケース)

ケース	月平均潮位		干満差						
	最も低い月 (2011/1)	8.8	最も大きい場合 (2011/1/5)	最高	116	差	212	中央	10
1	最も低い月 (2011/1)	8.8	最も大きい場合 (2011/1/5)	最低	-96					差	212	中央	10
2				最も小さい場合 (2011/1/14)	最高	52	最低	-72	
3	最も高い月 (2011/9)	63.0	最も大きい場合 (2011/9/30)	最高	159	差	184	中央	67
4				最も小さい場合 (2011/9/14)	最高					113	最低	-16

(単位: 標高cm)

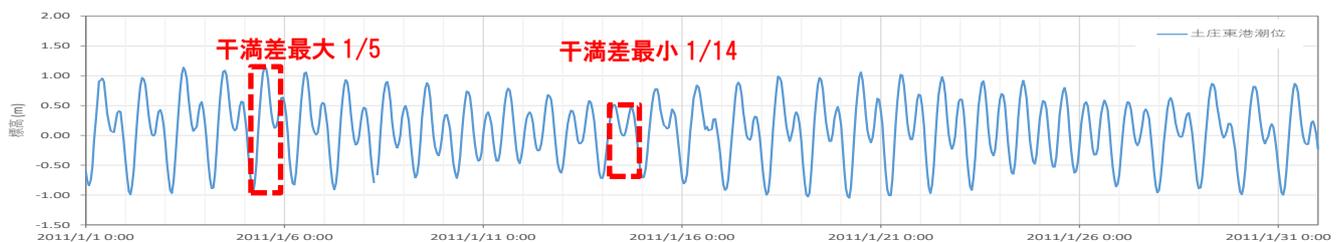


図 2-3 土庄東港(2009～2019年)において月平均潮位が最低であった2011年1月の潮位変化



図 2-4 土庄東港(2009～2019年)において月平均潮位が最高であった2011年9月の潮位変化

2.6 汚染物質条件

鉛直 2 次元濃度モデルでは、地下水中の汚染物質濃度の境界条件として、陸側と海側のモデル端にそれぞれ一定の値を既知濃度条件(境界条件)として与え、この間において地下水流動に応じた汚染物質輸送が行われるものとした。なおモデルでは、地下水中の汚染物質濃度が排水基準値に等しいときに、モデル上の濃度=1として扱うこととした。

境界条件に設定する濃度は、海側では深度によらず濃度 0 を与えた。

一方陸側では表層の濃度を 0、中層(環境基準の到達・達成マニュアルの計測深度に相当)で排水基準と等しい値(モデル上の濃度=1)、底層(モデル最深部)で排水基準の 2 倍(モデル上の濃度=2)となるように、深層ほど濃度が高くなる値を設定した。

表 2-5 モデルに入力する汚染物質条件

海側	陸側	
	海岸からの距離	汚染物質濃度
全層:0	10 m	深層ほど濃度が高くなるように設定 表層:0 中層:排水基準値 底層:排水基準値の 2 倍

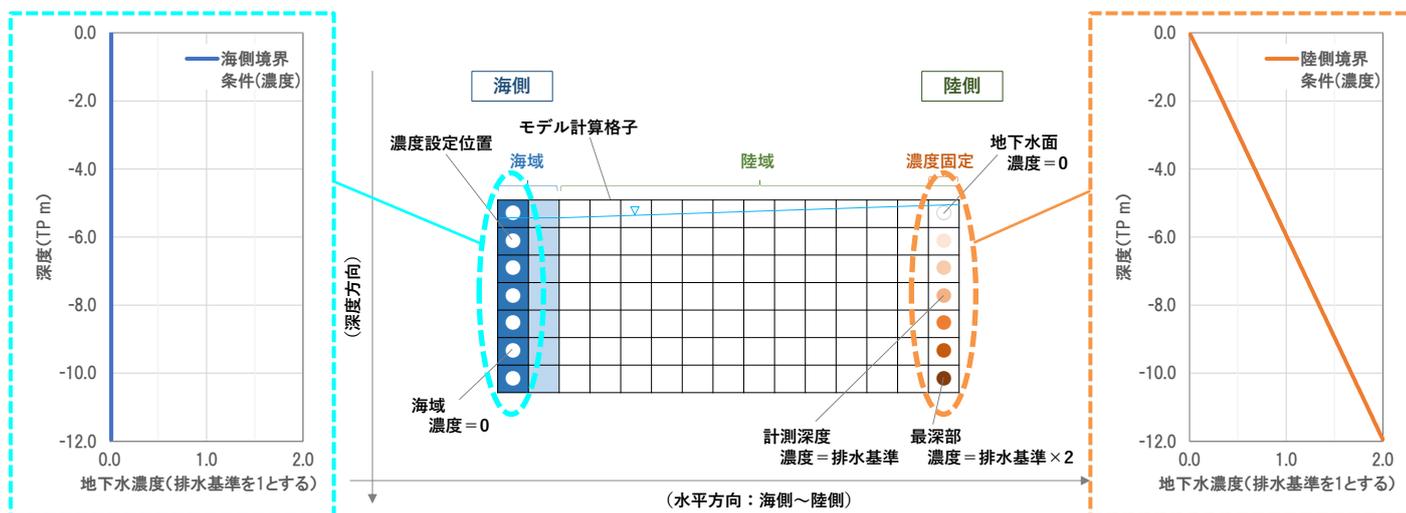


図 2-5 モデルにおける地下水中の汚染物質濃度の境界条件設定値と深度の関係

3. モデル試算結果

3.1 評価方法

鉛直 2 次元濃度モデルによる試算結果は、図 3-1 に示す「海岸」の位置において、これを跨いで移動する速度や物質量を用いて比較・評価した。例えば、この線を跨いで左に向かう地下水移動量が「海岸への地下水流出量」、逆に右に向かう量が「海岸からの地下水流入量」となる。

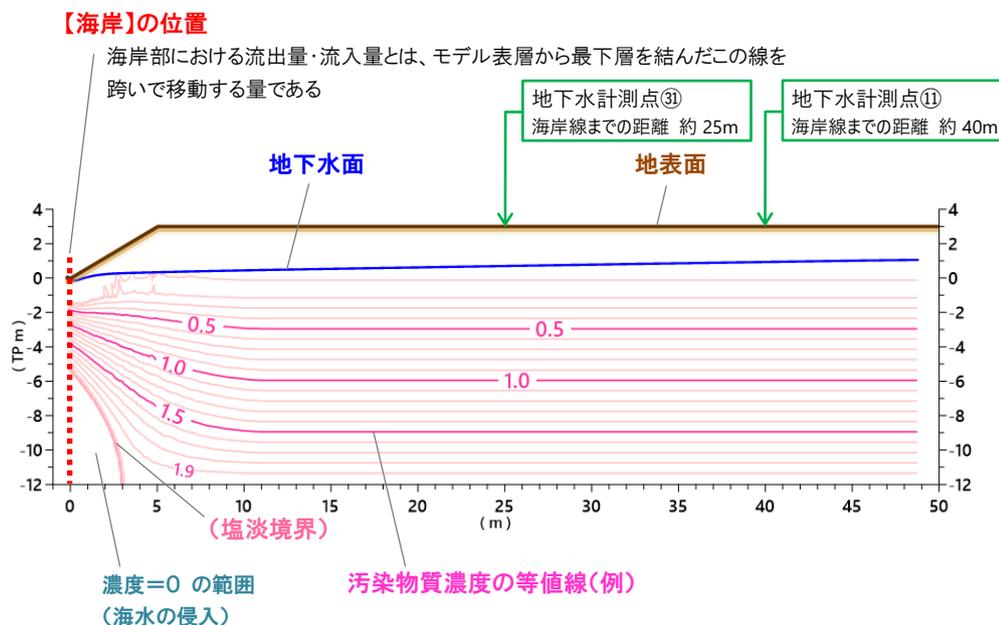


図 3-1 鉛直 2 次元モデルにおける海岸での評価方法

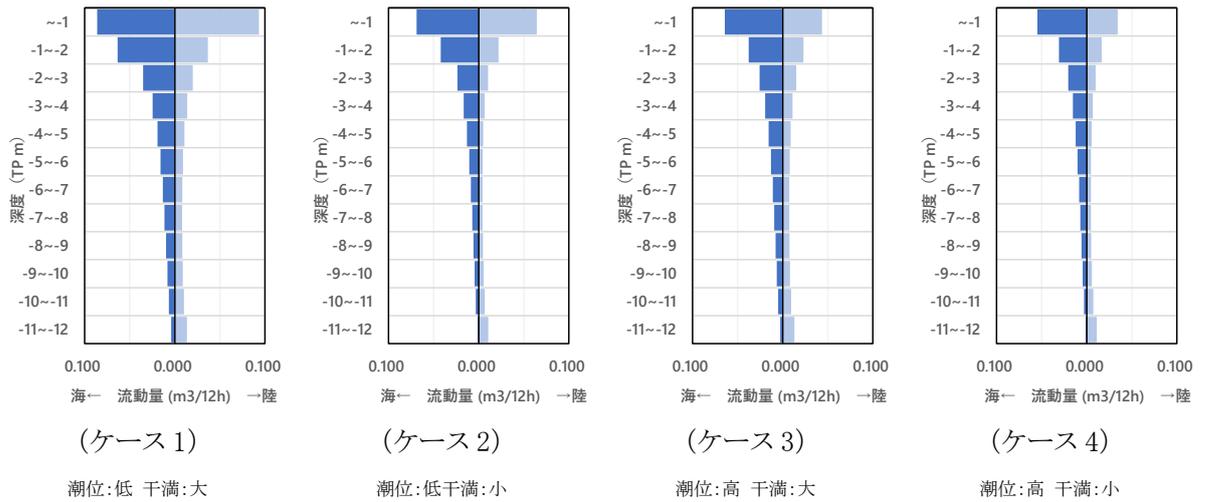
3.2 試算結果

(1) 地下水の移動量

各ケースの海岸における地下水移動量の深度分布を図 3-2 に示す。これは、潮位変化の 1 サイクル(満潮・干潮)の 12 時間における海岸位置での移動量を、地下水の流向(陸から海への流出、海から陸への流入)別に合計したものである。

地下水移動量の深度分布は、浅層ほど地下水移動量が多くなっている。地下水の流れは潮汐の影響を受けながらも基本的には陸から海へ向かうため、全体的に海側へ向かう量(グラフ横軸で左側)が多いが、最深部では塩水が陸側へ侵入しやすくなっているため、浅部にくらべて地下水移動量は陸向き(グラフ横軸で右側)が多くなる結果となっている。

海岸への地下水移動量(流出量)が最も大きくなったのは、月平均潮位が低く干満差の大きいケース 1 で、最も少なくなったのは、月平均潮位が高く干満差の小さいケース 4 であった。陸側と海側の水頭差が大きくなるケースで海岸への地下水移動量が多くなると考えられる。



(潮位変化の1サイクル(満潮・干潮)12時間における地下水流動量の合計値)

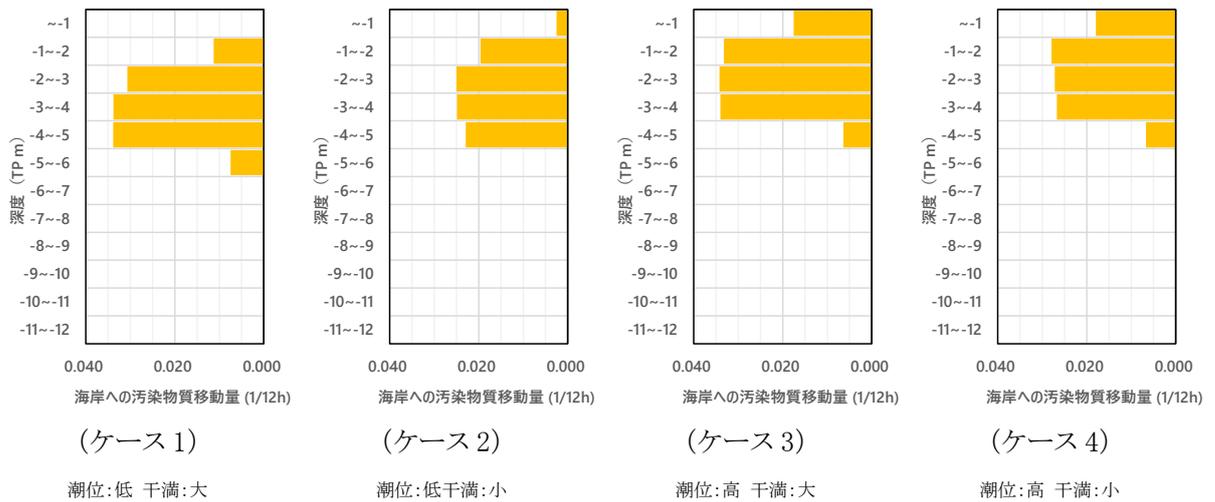
(軸左側:海岸への流出量,軸右側:陸側への流入量)

図 3-2 モデルによる海岸部の地下水流動量の深度分布 (計算値)

(2) 汚染物質の移動量

各ケースの海岸における汚染物質移動量の深度分布を図 3-3に示す。これは、潮位変化の1サイクル(満潮・干潮)の12時間に、地下水の流れとともに陸から海へ流出する汚染物質の移動量を、海岸位置にて合計したものである(図 3-2の地下水流動の向きにあわせて左向きの横棒グラフとしている)。

海岸への汚染物質の流出量が最も大きくなったのは月平均潮位が高く干満差の大きいケース3で、最も少なくなったのは月平均潮位が低く干満差の小さいケース2であった。



(潮位変化の1サイクル(満潮・干潮)12時間における地下水中の汚染物質移動量の合計値(海岸への流出量))

図 3-3 モデルによる海岸部の地下水中の汚染物質移動量の深度分布 (計算値)

(3) 汚染物質の平均濃度

各ケースの海岸における平均の汚染物質濃度を表 3-1に示す。これは、潮位変化の1サイクル(満潮・干潮)の12時間に、海岸位置において陸から海へ流出する汚染物質の移動量を、同じく海岸位置の陸から海へ流出する地下水流動量で除すことで、海岸への流出時の平均濃度を算出した。

表でみると、海岸への流出時における地下水中の汚染物質平均濃度は0.39~0.61(排水基準を1とする)にあり、モデル上流側に設定した濃度条件と比較すれば、海岸への流出時点でいくらかの濃度減少が見込めることとなる。なお、各ケースの中で最も濃度が小さくなったのは、月平均潮位が低く干満差の大きい潮位条件1のケースであった。

表 3-1 モデルによる海岸部の汚染物質の平均濃度 (計算値)

ケースNo	計算条件				計算結果			
	潮位条件		汚染物質条件		流入境界条件	海岸への流出		
	月平均潮位	干満差	海岸から測定点までの距離	陸側地下水濃度の深度分布	地下水流入量 (m ³ /12h)	① 地下水 (m ³ /12h)	② 汚染物質 (1/12h)	③ 平均濃度 (②÷①)
ケース1	最低	最大	10m	表層0.0 ~底層2.0	0.057	0.30	0.117	0.39
ケース2	最低	最小			0.057	0.20	0.095	0.46
ケース3	最高	最大			0.057	0.22	0.125	0.58
ケース4	最高	最小			0.057	0.17	0.106	0.61

(地下水濃度は排水基準を1とする)

※潮位変化の1サイクル(満潮・干潮)12時間にて、海岸への流出時について汚染物質移動量÷地下水流動量により算出

(4) 海水の陸域への侵入による汚染物質濃度への影響

最も海水侵入が大きくなる条件における地下水中の汚染物質濃度等値線図を図3-4に示す。海水の陸域への侵入はTP-12mで約3mと限られており、海水侵入や潮汐変化による汚染物質の濃度への影響も海岸線から約10mまでに限定されている。地下水計測点①から海岸線までの距離が約40m、同じく③から海岸線までは約25mであり、地下水計測点での海水の侵入による汚染物質濃度への影響ははないと判断される。

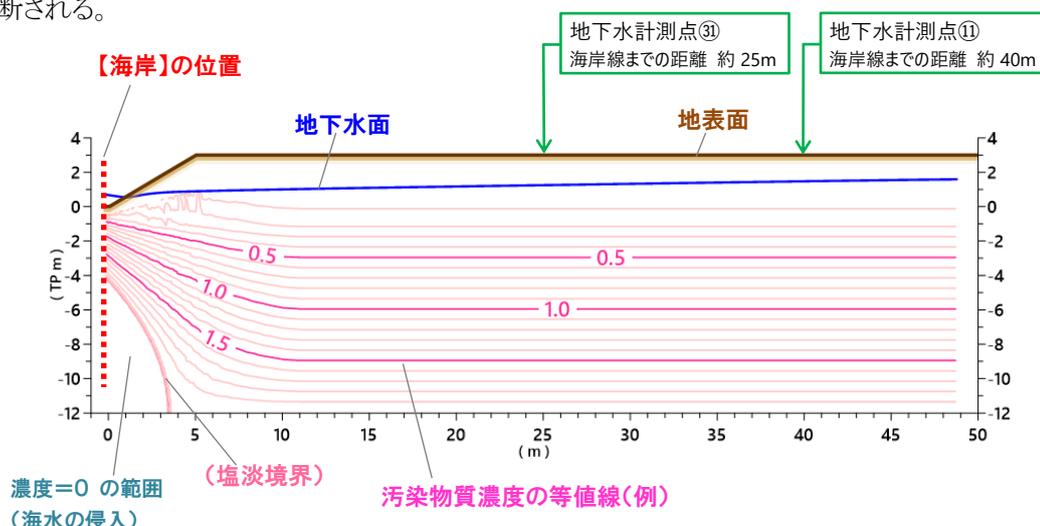


図 3-4 最も海水侵入が大きくなる条件における地下水中の汚染物質濃度等値線図 (ケース3 (月平均潮位: 最高、干満差: 最大))

3.3 試算結果の評価

図3-5には、海岸流出時の汚染物質の平均濃度(表 3-1)のケース比較を示す。なお、この図表中で初めて示している「潮汐なし」の場合の値は、これまで示してきた4ケースとの比較のために別途行った計算結果であり、潮位以外の条件は変えず、潮位を平均潮位のまま維持したときの計算結果である。

これまでみてきた「潮汐あり」の場合で、海岸での流出時における地下水中の汚染物質平均濃度は0.4~0.6(排水基準を1とする)付近にあり、いずれも1を下回っている。中でも平均潮位が低いケースで濃度は低くなる傾向にある。合わせて示した「潮汐なし」のケースにおいても、海岸流出時の汚染物質の平均濃度は0.7~0.8と下回っている。「潮汐あり」のケースとの比較では、平均濃度は概ね0.05~0.4程度高くなっていることから、この差が潮汐変化を考慮したことによる汚染物質濃度の低下とみなすことができるものとする。

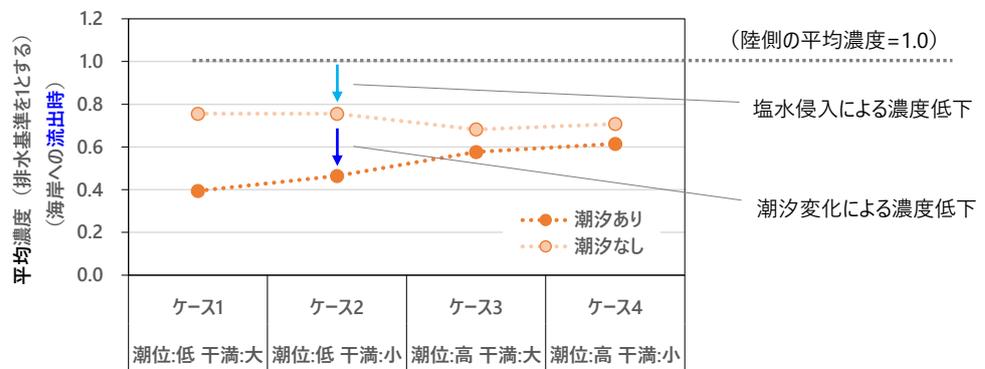


図 3-5 モデルによる海岸部の汚染物質の平均濃度 (計算値)

遮水機能の解除前における北海岸前の海域での 生態系（アマモ場及びガラモ場）の調査結果

豊島廃棄物等処理事業において、遮水機能の解除に伴う影響を把握するため、豊島における周辺環境モニタリングの生態系モニタリングとして、豊島処分地北海岸の藻場調査を実施した。今回は、遮水機能の解除前の調査であるが、豊島処分地北海岸の水質環境及び底質環境は平成28年度調査と比較して大きな変化は確認されず、豊島処分地北海岸のアマモ場及びガラモ場は健全な状態で安定した藻場を形成しているものと考えられる。

なお、今回の調査結果は、令和4年度に実施する遮水機能の解除後の生態系モニタリング結果を合わせて、遮水機能の解除に伴う生態系への影響を評価するために活用する。

1. アマモ場

アマモ場調査結果の概要は以下のとおりであり、アマモ場は健全な状態で安定した藻場を形成していることが確認された。詳細を別添1に示す。

(1) 調査日

令和3年6月28日～30日

(2) 調査地点

北海岸沖（DE測線、FG測線、I測線）、旧豊島中学校地先、神子ヶ浜地先の計5調査点

(3) 調査結果

ア) 水質環境調査

表層水温は 22.0～23.1℃、表層塩分は 30.91～31.22、透明度は、2.5～3.5mであった。なお、各調査点ともにアマモがかなり密生していたため、透明度板が海底まで届かず、透明度は、アマモ群落の上部までの値となった。栄養塩類は T-N : 0.12～0.15mg/L、T-P : 0.023～0.027mg/L、NH₄-N : 0.01mg/L、NO₂-N : <0.01mg/L、NO₃-N : <0.01～0.01mg/L、PO₄-P : 0.011～0.013mg/L で、すべての項目が環境基準値内であった。また、前回調査の平成28年度の栄養塩濃度との比較では、全調査点で T-N 及び NO₃-N が減少していた。

イ) 底質環境調査

底質中の T-N : 0.46～1.7mg/g・dry、T-P : 0.16～0.39mg/g・dry であった。一方、アマモ草体の T-N : 1.2～1.5%（乾物）、T-P : 0.20～0.28%（乾物）であった。間隙水中の栄養塩濃度は、T-N : 4.0～5.7mg/L、T-P : 0.37～0.51mg/L、NH₄-N : 0.46～1.2mg/L、NO₂-N : 0.01mg/L、NO₃-N : <0.01～0.04mg/L、PO₄-P : 0.076～0.16mg/L であった。平成28年度調査と比較して大きな変化は確認されなかった。

ウ) アマモ調査

アマモの平均生育密度は 72～203 株/m²、アマモの平均葉条長は 111～192cm であり、平成28年度調査と比較すると全調査点で葉条長が長く、高い生育密度が維持されていた。

葉上付着動物では出現総種類数が 51～62 種類、平均個体数では 0.25m²あたり 1,092～4,458 個体であった。北海岸前の3地点の優占種上位3種は、ゼウクソ属、ホトトギスイガ

イ、ツルヒゲゴカイであった。葉上付着珪藻では、平均出現総種類数：31～48種類、平均総細胞数：519,338～1,778,110細胞/g湿重量であった。北海岸前の3地点では、*Nitzschia frustulum*が優占していた。

エ) アマモ現存量

アマモ場面積は53,930 m²で沿岸部のコアマモの占有率が低い、過去調査の範囲(53,503～64,062 m²)で推移していた。

オ) 出現魚類調査

建網では、モンゴウイカ、オニオコゼ、マダイなど10種類、18個体の魚介類を漁獲した。カゴ網では、メバル稚魚など4種類、38個体の魚介類を漁獲した。

2. ガラモ場

ガラモ場調査結果の概要は以下のとおりであり、ガラモ場は健全な状態で安定した藻場を形成していることが確認された。詳細を別添2に示す。

(1) 調査日

令和4年1月26日

(2) 調査地点

北海岸(后飛崎)地先、神子ヶ浜地先、白崎地先の計3調査点

(3) 調査結果

ア) 水質環境調査

表層水温は8.1～8.6℃、表層塩分は31.50～31.70、透明度は4.0～6.0mであった。

イ) 大型褐藻類調査

令和3年度調査は平成28年度より調査実施時期を1か月早めたことから、単純な比較はできないが、クロメが消失し、タマハハキモクが出現するなどガラモの組成の変化がみられた。また、ガラモ生育密度は、神子ヶ浜及び白崎で減少していたが、北海岸(后飛崎)では増加しており、良好な藻場環境が維持されていると推測された。

葉上付着動物の出現総種類数は97～115種類、平均個体数は、0.25m²あたり1,127～5,634個体の範囲で、白崎では節足動物門が多く出現したことにより、他の地点と比較して平均個体数が顕著に多かった。北海岸(后飛崎)では葉上付着動物が97種類確認され、他の地点と同程度であった。今回の調査では平成28年度と比較すると、出現総種類数は北海岸(后飛崎)及び白崎で横ばい、神子ヶ浜で増加していた。一方、平均個体数では北海岸(后飛崎)及び神子ヶ浜で減少し、白崎で増加していた。

葉上付着珪藻の北海岸(后飛崎)の総種類数は、18～30種、神子ヶ浜では14～28種、白崎では13～29種であり、地点間の明確な差は認められなかった。今回の調査では平成28年度と比較すると、平均総種類数が全調査点で増加しているが、平均総細胞数は北海岸(后飛崎)で増加しているものの、神子ヶ浜及び白崎では減少していた。

3. まとめ

今回の調査では、豊島処分地北海岸の水質環境及び底質環境は平成 28 年度調査と比較して大きな変化は確認されず、北海岸におけるアマモ場は、133~203 株/m²と高い株密度を保持しており、葉条長も 146~192cm で対象区の旧豊島中学校地先や神子ヶ浜地先と同等以上の生育状況が保たれていた。また、平成 28 年度調査と比べると沿岸部のコアマモが減少していたが、アマモ場面積は 53,930 m²であり、過去調査の範囲で推移していた。

アマモ葉上付着動物では、幼稚魚等のエサとなるヨコエビ類やワレカラ類などの節足動物が確認され、アマモ葉上付着珪藻では、大增殖（ブルーム）を起こしやすいため年変動が大きいですが、種類数は 40 種以上確認されており、多様性が確保されたアマモ場の基礎生産力の礎となっているものと推測された。

出現魚類調査では、カゴ網ではメバル稚魚等の小型魚類が採捕でき、建網では小魚を捕食するスズキやマゴチ等の魚食性魚類を採捕したことから、付着珪藻→小型生物→小型魚類→大型魚類につながる食物連鎖の機能を発揮していることがうかがえた。

ガラモ場では平成 28 年度より調査実施時期が 1 か月早めたことから、単純な比較はできないが、クロメが消失し、タマハハキモクが出現するなど藻場の組成に変化が見られ、生育密度は平成 28 年度調査より増加し、対象区（白崎）と同レベルであった。ガラモ葉上付着動物では、カマキリヨコエビ属、ドロノミ属などの節足動物門が主体であり、出現総種類数は前回調査と同レベルであった。平均個体数は前回調査の半分程度に減少していたが、対象区（神子ヶ浜）と同レベルであり、メバル等の幼稚魚のエサ場としての機能を保持しているものと推測された。ガラモ葉上付着珪藻では、平均総種類数、平均総細胞数ともに前回調査より増加しており、ナビキュラ科の優占率が高かった。

これらのことから、豊島処分地北海岸のアマモ場及びガラモ場は健全な状態で安定した藻場を形成しているものと考えられる。今後、遮水機能の解除後の生態系モニタリングを実施し、解除前後の状況の比較等から遮水機能の解除に伴う生態系への影響を評価する予定である。

遮水機能の解除前における北海岸前の海域での生態系（アマモ場及びガラモ場） の調査結果（その 1 アマモ場）

遮水機能の解除に伴う生態系への影響を把握するため、遮水機能の解除の前後の生態系の状況を調査することとしている。具体的には、周辺環境モニタリングの生態系モニタリングとして、遮水機能の解除の前後のアマモ場及びガラモ場の現存量、繁茂状況等の調査を実施することとしている。

今回は、遮水機能の解除前の令和 3 年 6 月 28 日から 30 日に実施したアマモ場の調査の結果について、別紙のとおり報告する。

今後は、遮水機能の解除前のガラモ場の調査を令和 4 年 1 月（6 月 15 日の調査実施計画では 2 月となっていたが、若干早めて実施する。）に、遮水機能の解除後のアマモ場の調査を令和 4 年 6 月に、ガラモ場の調査を令和 5 年 1 月に実施する予定であり、これらの調査結果を比較し、遮水機能の解除による北海岸前の海域の生態系への影響を報告する。

令和3年12月22日

令和3年度豊島藻場（アマモ場）調査結果

豊島廃棄物等処理事業において、遮水機能の解除に伴う影響を把握するため、豊島における周辺環境モニタリングの生態系モニタリングとして、豊島処分地北側海岸のアマモ場の現存量及びアマモの繁茂状況等の調査を実施した。

今回の調査結果と平成28年度調査との比較では豊島処分地北側海岸の水質環境及び底質環境に大きな変化は確認されず、アマモの株密度及び葉条長は増大していた。アマモ場面積は前回調査時より減少していたが、概ね過去調査の範囲内で推移していた。アマモ葉上生物は、付着動物及び付着珪藻は総種類数及び個体数が増加していた。出現魚類調査では、メバル、モンゴウイカ、マダイなど多くの魚介類を採捕できた。これらのことから、豊島処分地北側海岸のアマモ場は、生物多様性が確保され、健全な状態のアマモ場を形成していることが分かった。

また、令和4年1月にガラモ場の調査を実施する予定となっている。

1 方法

(1) 調査日及び調査内容

令和3年6月28日： 水・底質環境調査、アマモ調査、葉上付着生物調査（旧豊島中学校及び神子ヶ浜）、出現魚類調査（カゴ網投入）

6月29日： 水・底質環境調査、アマモ調査、葉上付着生物調査（北海岸3測線）、出現魚類調査（建網投入）

6月30日： アマモ現存量調査、出現魚類調査（カゴ網・建網回収）

(2) 調査点

豊島処分地北海岸沖（DE測線、FG測線、I測線）、旧豊島中学校地先、神子ヶ浜地先の計5調査点に、「豊島における環境計測及び周辺環境モニタリング調査マニュアル」に基づき、陸側から沖側に向かって10mの調査ラインを設定し、この調査ライン上に5ヶ所の測点を設けた。

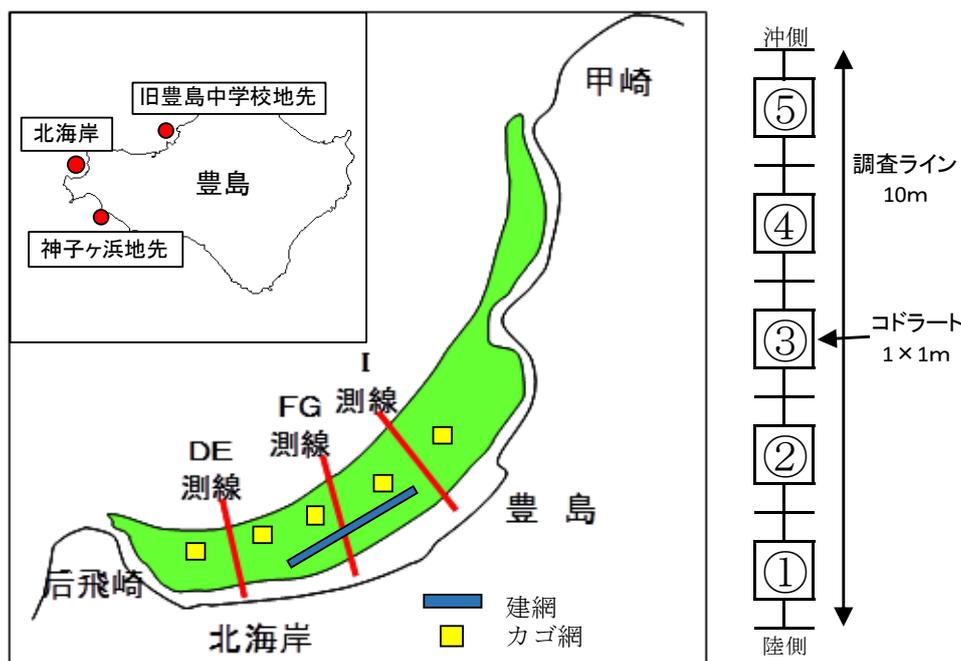


図1 調査点

(3) 調査方法

- ① 水質環境調査：水質は各測線の測点③付近において、表層水温、表層塩分、水深、透明度及び栄養塩類（T-N、T-P、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、PO₄-P）を測定した。
- ② 底質環境調査：底質は測点③において、スキューバ潜水により採泥し、間隙水中の栄養塩類（T-N、T-P、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、PO₄-P）及び底泥とアマモ藻体のT-N、T-Pを測定した。
- ③ アマモ調査：アマモの生育密度は各測点で1.0×1.0mのコドラート内の株数をスキューバ潜水により計数した。アマモ葉条長は、測点③で任意の30株について測定した。また、調査測線に沿って水中写真を撮影した。
- ④ 葉上付着生物：
 - a) 葉上付着動物：各測点で0.5m×0.5mのコドラート内のアマモを採取し、アマモ葉体に付着している動物の種類及び個体数を測定した。
 - b) 葉上付着珪藻類：各測点でアマモを2株ずつ採取し、アマモ葉体に付着している珪藻類の種類及び個体数を測定した。
- ⑤ アマモ現存量調査：豊島北海岸においてアマモ場の縁辺部を潜水士の指示に従い船舶で移動しながら、アマモの生育範囲を決めるのに必要な地点についてGPSで測定した。GPSの測定結果からアマモ場の現存量を算出し、北海岸の図面上にGPS測定地点及びアマモ場範囲を記載した。
- ⑥ 出現魚類調査：豊島北海岸のアマモ場における出現魚類を、建網（長さ60m、幅1.2m、網目6節（約3cm））1張、カゴ網（1辺0.5×0.5×1.0m、網目16節（約1.5cm））5個を用いて漁獲した。漁獲物は種類を同定し、個体数、全長及び重量を測定した。

2 調査結果

(1) 水質環境調査

水質環境調査結果を表1及び図2に示した。水温は22.0～23.1℃、塩分は30.91～31.22であった。透明度は、各調査点ともにアマモがかなり密生していたため、白色板が海底まで届かず、アマモ群落の上部までの値とした。栄養塩類はT-Nが0.12～0.15mg/L、T-Pが0.023～0.027mg/L、NH₄-Nが0.01mg/L、NO₂-Nが<0.01mg/L、NO₃-Nが<0.01～0.01mg/L、PO₄-Pが0.011～0.013mg/Lで、調査点間において大きな差はなかった。また、前回調査の平成28年度の栄養塩濃度を比較すると、全調査点でT-N及びNO₃-Nが減少していた。

表1 水質環境調査結果

項目	DE測線	FG測線	I 測線	旧豊島中学校	神子ヶ浜
調査日	6月29日	6月29日	6月29日	6月28日	6月28日
採水時刻	8:55	9:50	10:40	10:15	9:03
水温(℃)	22.3	22.6	23.1	22.5	22.0
塩分(PSU)	31.14	31.22	31.01	30.91	31.13
実測水深(m)	4.5	4.6	4.2	4.5	5.0
透明度(m)	3.0*	2.5*	2.5*	3.0*	3.5*
T-N(mg/L)	0.13	0.15	0.14	0.12	0.14
T-P(mg/L)	0.023	0.027	0.027	0.027	0.024
NH ₄ -N(mg/L)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
NO ₂ -N(mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
NO ₃ -N(mg/L)	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.01
PO ₄ -P(mg/L)	0.011	0.013	0.011	0.013	0.011

* : アマモにより測定不能のため、アマモ上端までの透明度

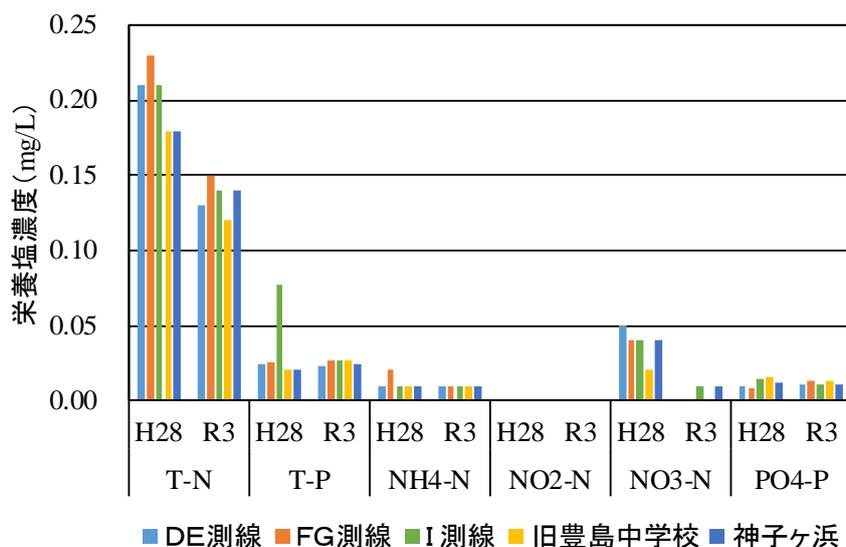


図2 表層水中の栄養塩類濃度の比較 (平成28年度及び令和3年度)

(2) 底質環境調査

間隙水中の栄養塩濃度調査結果を表2及び図3に示した。間隙水中の栄養塩濃度は、T-Nが4.0～5.7mg/L、T-Pが0.37～0.51mg/L、NH₄-Nが0.46～1.2mg/L、NO₂-Nが0.01mg/L、NO₃-Nが<0.01～0.04mg/L、PO₄-Pが0.076～0.16mg/Lであった。

表2 間隙水中の栄養塩濃度調査結果

(単位：mg/L)

項目	DE測線	FG測線	I 測線	旧豊島中学校	神子ヶ浜
T-N	4.9	4.3	4.0	5.5	5.7
T-P	0.46	0.37	0.48	0.51	0.48
NH ₄ -N	0.66	0.56	0.46	0.78	1.2
NO ₂ -N	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
NO ₃ -N	0.04	0.02	<0.01	0.03	0.02
PO ₄ -P	0.083	0.079	0.076	0.12	0.16

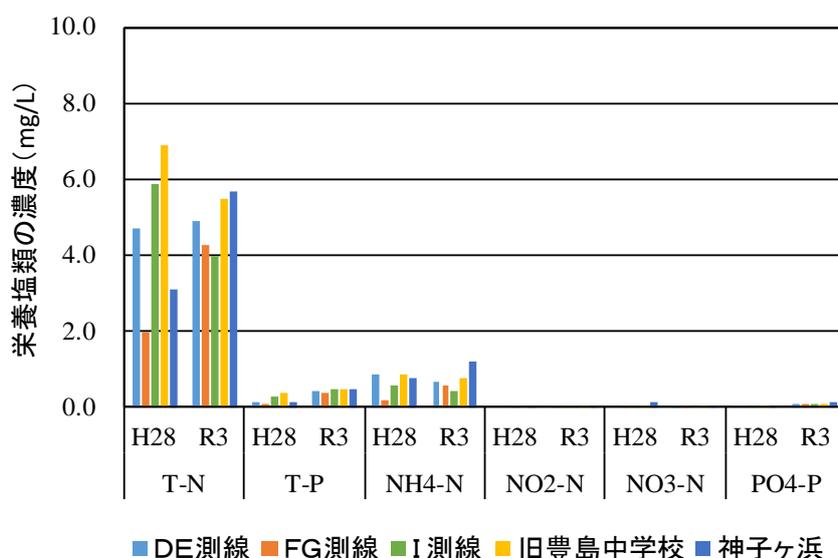


図3 間隙水中の栄養塩濃度の比較 (平成28年度及び令和3年度)

底泥中のT-N及びT-Pの調査結果を表3及び図4に示した。底泥中のT-Nは0.46～1.7mg/g・dry、T-Pは0.16～0.39mg/g・dryで、調査点によりバラつきが大きかった。

表3 底泥中のT-N及びT-P測定結果

(単位：mg/g・dry)

項目	DE測線	FG測線	I 測線	旧豊島中学校	神子ヶ浜
T-N	0.52	1.0	0.55	1.7	0.46
T-P	0.16	0.23	0.16	0.39	0.18

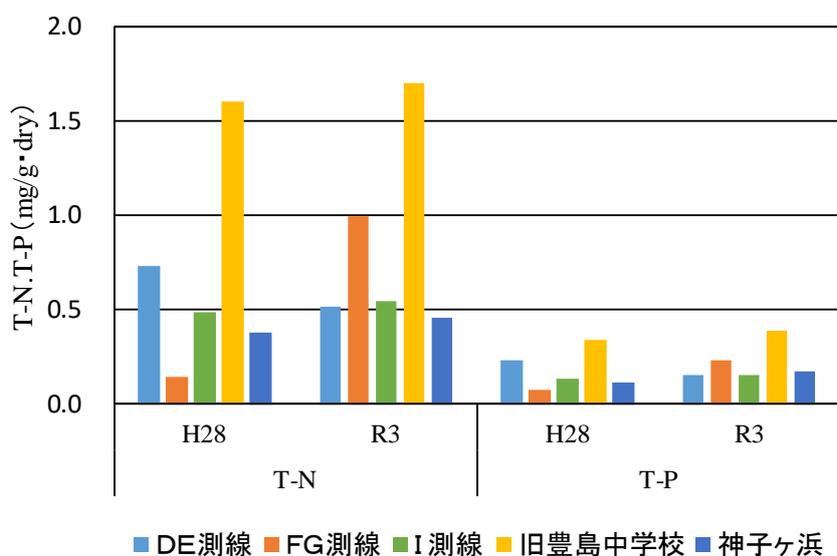


図4 底泥中のT-N及びT-Pの比較（平成28年度及び令和3年度）

アマモ葉体のT-N及びT-Pの調査結果を表4及び図5に示した。アマモ葉体のT-Nは1.2～1.5%（乾物）、T-Pが0.20～0.28%（乾物）で、調査点間において大きな差はなかった。

表4 アマモ葉体のT-N及びT-P測定結果

（単位：%（乾物））

項目	DE測線	FG測線	I 測線	旧豊島中学校	神子ヶ浜
T-N	1.5	1.5	1.2	1.5	1.5
T-P	0.21	0.24	0.20	0.28	0.25

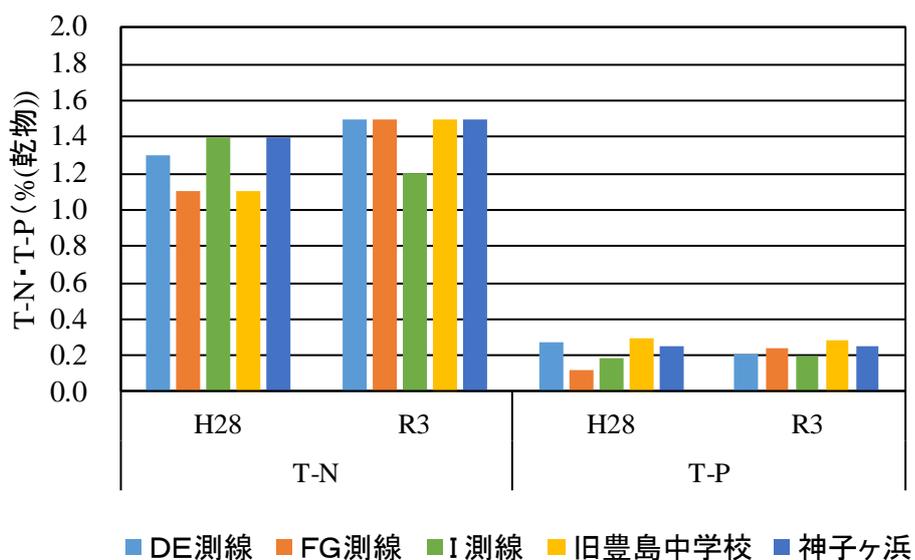


図5 アマモ葉体のT-N及びT-Pの比較（平成28年度及び令和3年度）

(3) アマモ繁茂状況調査

アマモ生息密度及び葉条長を表5、6及び図6に示した。アマモの平均生息密度は72～203株/m²で、FG測線が203株/m²（164～256株/m²）で最も多く、神子ヶ浜地先が72株/m²（44～148株/m²）で最も少なかった。前回調査の平成28年度と同様に北海岸の3測線は対照区の旧豊島中学校地先及び神子ヶ浜地先より生息密度が高かった。

アマモの平均葉条長は、111～192cmで、DE測線が192cm（130～270cm）で最も長く、対照区の神子ヶ浜地先が111cm（63～141cm）で最も短かった。前回調査の平成28年度と比較すると全調査点で葉条長が長くなっていた。

表5 アマモ生息密度（株/m²）

	DE測線	FG測線	I 測線	旧豊島中学校	神子ヶ浜
測点①	136	192	104	98	68
測点②	188	184	132	72	148
測点③	200	164	124	84	50
測点④	140	256	180	100	44
測点⑤	120	220	124	112	50
平均	157	203	133	93	72

表6 アマモ葉条長

	DE測線	FG測線	I 測線	旧豊島中学校	神子ヶ浜
最大 (cm)	270	230	175	225	141
最小 (cm)	130	85	100	85	63
平均 (cm)	192	172	146	172	111

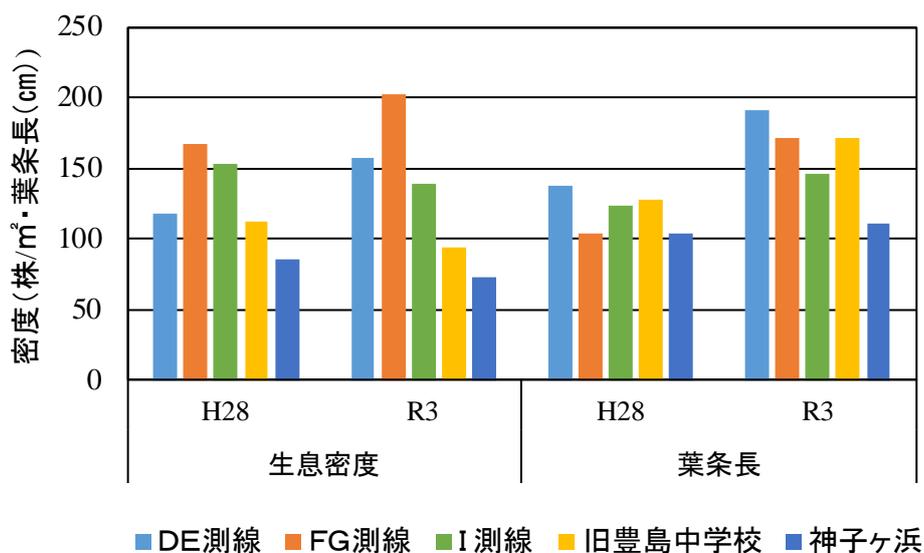


図6 アマモの生息密度及び葉条長の比較（平成28年度及び令和3年度）

アマモ場の調査状況及び現況状況を写真1から写真5に示した。



写真1 北海岸DE測線②



写真2 北海岸FG測線①



写真3 北海岸I測線⑤



写真4 旧豊島中学校地先⑤



写真5 神子ヶ浜地先⑤

(4) 葉上付着生物調査

a) 葉上付着動物

葉上付着動物の測定結果を表7、8、写真6、図7及び図8に示した。出現総種類数は、51～62種類で、DE測線及び神子ヶ浜が最も多かった。分類群別では、旧豊島中学校地先では他の地点と比較して軟体動物門や環形動物門の種類数が多い一方で、節足動物門の種類数が少ない傾向がみられた。これは、旧豊島中学校地先は家浦港内に位置しており、他の調査点より潮流や波浪が弱いためと考えられる。

平均個体数は、1,092～4,458個体/100g（アマモ質量）で、神子ヶ浜地先では節足動物門が多く出現したことにより、他の地点と比較して平均個体数が顕著に多かった。分類群別では、旧豊島中学校地先では軟体動物門、その他の調査地点では節足動物門の割合が大きかった。

平均湿重量は、2.38～7.69g/全量で、神子ヶ浜地先では節足動物門の出現により、他の地点と比較して湿重量が顕著に大きかった。分類群別では、神子ヶ浜地先では節足動物門の割合が大きかったが、その他の調査地点では表7において「その他」に該当する動物門の割合が大きかった。

優占種上位3種は、北海岸（DE、FG、I測線）ではゼウクソ属、ホトトギスガイ、ツルヒゲゴカイであり、旧豊島中学校地先ではホトトギスガイ、ゼウクソ属、ホソヨコエビ属、神子ヶ浜地先ではホソヨコエビ属、ワレカラ属、カマキリヨコエビ属であった。

表7 葉上付着動物分析結果

項 目	DE測線	FG測線	I測線	旧豊島中学校	神子ヶ浜	
種 類 数	環形動物門	14	14	13	18	13
	軟体動物門	15	10	12	19	16
	節足動物門	18	15	14	11	19
	そ の 他	15	12	13	13	14
	合 計	62	51	52	61	62
個 体 数 (個体/100g)	環形動物門	193 (12.1)	228 (14.3)	66 (6.0)	57 (4.2)	65 (1.5)
	軟体動物門	408 (25.6)	310 (19.5)	391 (35.8)	824 (61.0)	344 (7.7)
	節足動物門	840 (52.6)	978 (61.5)	585 (53.6)	464 (34.3)	4007 (89.9)
	そ の 他	155 (9.7)	72 (4.5)	51 (4.7)	6 (0.4)	42 (0.9)
	合 計	1596 (100.0)	1589 (100.0)	1092 (100.0)	1351 (100.0)	4458 (100.0)
湿 重 量 (g/全量)	環形動物門	0.44 (18.5)	0.26 (8.1)	0.13 (4.5)	0.11 (3.3)	0.31 (4.0)
	軟体動物門	0.28 (11.8)	0.19 (5.9)	0.20 (6.9)	0.59 (17.9)	0.46 (6.0)
	節足動物門	0.31 (13.0)	0.33 (10.3)	0.26 (8.9)	0.15 (4.6)	5.33 (69.3)
	そ の 他	1.35 (56.7)	2.43 (75.7)	2.32 (79.7)	2.44 (74.2)	1.59 (20.7)
	合 計	2.38 (100.0)	3.21 (100.0)	2.91 (100.0)	3.29 (100.0)	7.69 (100.0)

()内の数字は%表示で、個体数及び湿重量組成比率を示す。

組成比率は、四捨五入しているため合計が100.0%にならない場合がある。

表8 葉上付着動物の優占種 (組成率 (%))

門	綱	種名	DE 測線	FG 測線	I 測線	旧豊島中学校	神子ヶ浜
紐形動物門	-	紐形動物門	8.3	3.88	3.6	0.22	0.78
軟体動物門	二枚貝綱	ホトギスガイ	14.64	11.06	25.18	55.64	3.16
環形動物門	多毛綱	ツルヒゲゴカイ	13.24	12.48	4.24	0.24	0.14
節足動物門	(甲殻亜門)	ゼウクソ属	26.08	40.92	45.62	30.08	1.8
		ホソコエビ属	6.2	6.6	3.6	4.68	33.5
		カマキリコエビ属	6.16	3.62	1.14	0	14.4
		ワレカラ	0.16	0.14	0.04	0.08	10.1
		ワレカラ属	4.26	4.48	1.46	0.4	27.12

網掛けは優占上位3種。



ホトギスガイ



ツルヒゲゴカイ



ゼウクソ属



ホソコエビ属



カマキリコエビ属



ワレカラ属

写真6 葉上付着動物優占種

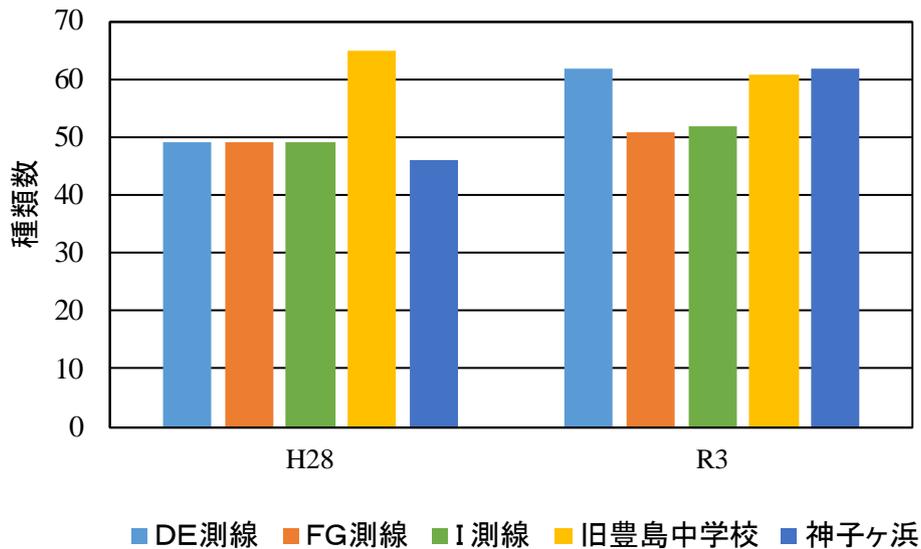


図7 葉上動物種類数の比較 (平成28年度及び令和3年度)

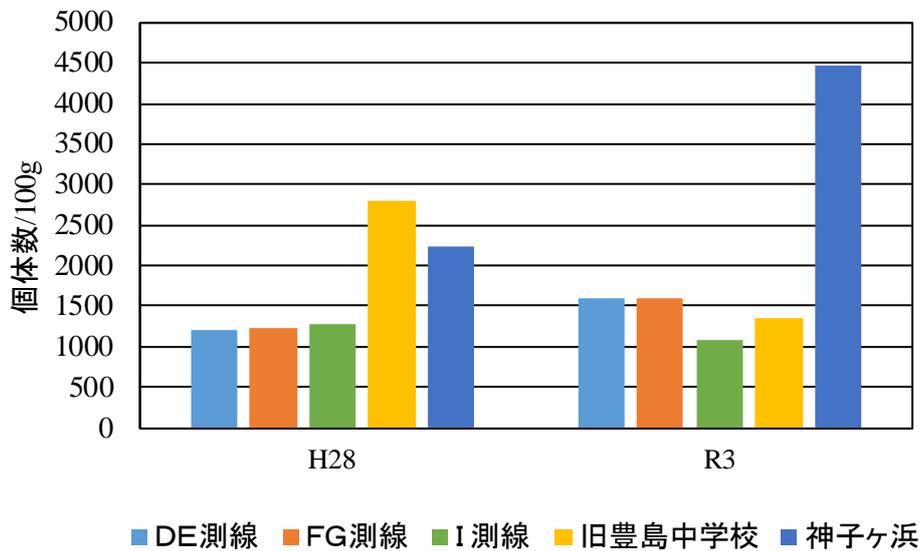


図8 葉上動物個体数の比較 (平成28年度及び令和3年度)

b) 葉上付着珪藻

葉上付着珪藻の測定結果を表9、図9に示した。総種類数は、69種であった。うち2種が円心目珪藻、67種が羽状目珪藻であり、中でもアクナンテス科の *Cocconeis* 属では10種類、ニッチア科の *Nitzschia* 属では11種が同定できた。平均出現種類数は、31~48種類でFG測線沖がやや多かったが、明瞭な差はなかった。出現種は、北海岸 (DE、FG、I測線沖) では共通して *Nitzschia frustulum* が最優占し、次いで *Cocconeis* spp. や *Amphora* spp. が優占する傾向がみられた。一方、旧豊島中学校地先では *Amphora* spp. が最優占し、次いで *Nitzschia dissipata* や *Navicula* spp. が優占しており、北海岸とは異なった傾向が認められた。さらに神子ヶ浜地先では、*Gomphonemopsis* sp. (cf. *exigua*)、*Naviculaceae* (gomphonemoid)、*Cocconeis scutellum* var. *parva* 等、他の測点では優占することのない種が台頭しており、優占種組成が大きく異なっていた。平均総細胞数は519,338~1,778,110細胞/g湿重量で、旧豊島中学校地先が最大であったが、付着珪藻を含む植物プランクトンは、大増殖 (ブルーム) を引き起こしやすいため、特異的に多くなったものと推測される。

総種類数及び総細胞数は、ともに全調査点で増加傾向にあり、総種類数は30種以上確認されており、多様性が確保されているものと思われる。

表9 葉上付珪藻物分析結果

(単位：細胞/g 湿重量)

No.	綱	目	科	種名	DE測線	FG測線	I測線	旧豊島中学校	神子ヶ浜
1	珪藻	円心	タラシオシラ	<i>Thalassiosira lacustris</i>	16,960	—	5,440	2,160	700
2			ヘミディスクス	<i>Actinocyclus</i> sp.	—	295	—	—	—
3		羽状	ディアトーム	<i>Ardissonia fulgens</i>	7,884	6,434	4,892	213	780
4				<i>Climacosphenia monilifera</i>	—	—	145	—	—
5				<i>Delphineis surirella</i>	—	—	3,230	—	—
6				<i>Fragilaria</i> spp.	7,120	7,410	—	—	2,300
7				<i>Grammatophora marina</i>	6,720	3,975	4,520	—	—
8				<i>Hyalosynedra laevigata</i>	—	1,860	—	—	—
9				<i>Licmophora abbreviata</i>	300	265	—	—	260
10				<i>Licmophora</i> spp.	—	300	360	383	2,610
11				<i>Neodelphineis pelagica</i>	8,930	3,700	3,230	8,753	1,520
12				<i>Rhabdonema arcuatum</i>	—	1,200	—	—	—
13				<i>Tabularia fasciculata</i>	12,290	3,045	5,490	11,800	6,814
14				<i>Tabularia investiens</i>	9,813	2,575	3,230	17,700	7,896
15				<i>Thalassionema nitzschioides</i>	8,575	8,460	4,520	6,630	—
16			アクナンテス	<i>Achnanthes pseudogroenlandica</i>	—	12,960	—	—	—
17				<i>Achnanthes</i> sp.	—	—	—	2,160	—
18				<i>Cocconeis convexa</i>	—	1,390	7,397	—	700
19				<i>Cocconeis disculoides</i>	7,120	—	—	—	—
20				<i>Cocconeis heteroidea</i>	1,712	1,622	2,088	928	—
21				<i>Cocconeis meisteri</i>	47,450	14,286	11,110	—	—
22				<i>Cocconeis notata</i>	—	—	11,530	—	—
23				<i>Cocconeis pseudomarginata</i>	4,960	4,230	—	8,487	—
24				<i>Cocconeis scutellum</i> var. <i>parva</i>	146,246	86,310	103,470	10,690	79,628
25				<i>Cocconeis scutellum</i> var. <i>schmidtii</i>	12,703	8,340	11,807	—	74,984
26				<i>Cocconeis scutellum</i> var. <i>scutellum</i>	101,944	24,802	7,312	14,864	5,682
27				<i>Cocconeis stauroneiformis</i>	8,670	—	6,895	—	—
28				<i>Cocconeis</i> spp.	161,746	115,094	105,998	94,700	4,902
29				<i>Planohidium</i> sp.	—	—	5,545	—	700
30		ナビキュラ		<i>Amphora angusta</i>	4,874	3,288	5,688	703	900
31				<i>Amphora bigibba</i>	—	—	4,520	6,610	—
32				<i>Amphora</i> spp.	191,944	112,212	168,592	502,840	36,626
33				<i>Berkeleya rutilans</i>	19,200	—	—	—	6,403
34				<i>Caloneis</i> sp.	—	—	—	320	140
35				<i>Campylopyxis garkeana</i>	—	2,575	14,250	98,594	2,480
36				<i>Catenula adhaerens</i>	—	—	—	2,160	—
37				<i>Diploneis weisflogii</i>	7,120	1,390	—	—	2,065
38				<i>Diploneis</i> sp.	—	—	—	5,495	2,300
39				<i>Gomphonemopsis</i> sp. (cf. <i>exigua</i>)	14,980	3,420	3,230	—	107,324
40				<i>Gomphonemopsis</i> sp.	—	1,860	4,625	—	—
41				<i>Gyrosigma</i> sp.	3,620	3,930	—	—	—
42				<i>Haslea</i> sp.	6,040	7,470	7,930	1,330	—
43				<i>Mastogloia mediterranean</i>	—	—	—	—	5,348
44				<i>Mastogloia pusilla</i> var. <i>subcapitata</i>	—	—	—	—	1,240
45				<i>Navicula directa</i>	—	737	1,164	—	—
46				<i>Navicula perminuta</i>	—	11,700	4,520	—	—
47				<i>Navicula platyventris</i>	—	—	—	2,160	—
48				<i>Navicula</i> spp.	96,084	104,238	97,846	389,166	31,272
49				<i>Pleurosigma</i> sp.	485	270	720	—	—
50				<i>Trachyneis</i> sp.	8,480	90	—	480	—
51				Naviculaceae (gomphonemoid)	5,370	8,965	4,625	9,293	90,150
52		エビテミア		<i>Rhopalodia musculus</i>	33,662	9,085	11,818	—	1,860
53				<i>Rhopalodia pacifica</i>	—	1,860	11,807	—	—
54		ニッチア		<i>Bacillaria paxillifer</i>	3,327	560	3,400	—	440
55				<i>Cylindrotheca closterium</i>	4,225	11,638	33,000	2,946	6,132
56				<i>Denticula subtilis</i>	—	6,940	—	—	—
57				<i>Nitzschia constricta</i>	8,670	12,960	3,875	4,395	2,573
58				<i>Nitzschia dissipata</i>	36,642	23,888	31,024	453,404	9,588
59				<i>Nitzschia distans</i>	—	—	6,360	—	—
60				<i>Nitzschia frustulum</i>	313,254	176,508	276,922	154,758	36,432
61				<i>Nitzschia longissima</i> var. <i>reversa</i>	250	—	—	—	140
62				<i>Nitzschia lorenziana</i>	7,120	—	—	—	—
63				<i>Nitzschia pellucida</i>	495	460	813	—	1,155
64				<i>Nitzschia perindistincta</i>	—	8,460	9,040	—	—
65				<i>Nitzschia rectilonga</i>	245	263	200	—	130
66				<i>Nitzschia sigma</i>	—	—	—	—	260
67				<i>Nitzschia subconstricta</i>	—	—	—	—	700
68				<i>Nitzschia</i> spp.	23,250	15,338	23,146	26,244	2,817
69			—	Pennales (未同定羽状目珪藻)	11,360	7,620	—	2,160	6,875
				平均総細胞数	1,235,198	748,422	930,752	1,778,110	519,338
				総種類数	41	48	44	31	39
				採集重量(湿重量)(g)	44.00	39.50	47.82	64.73	34.12
				採集重量(乾重量)(g)	4.06	3.38	4.60	5.50	3.46

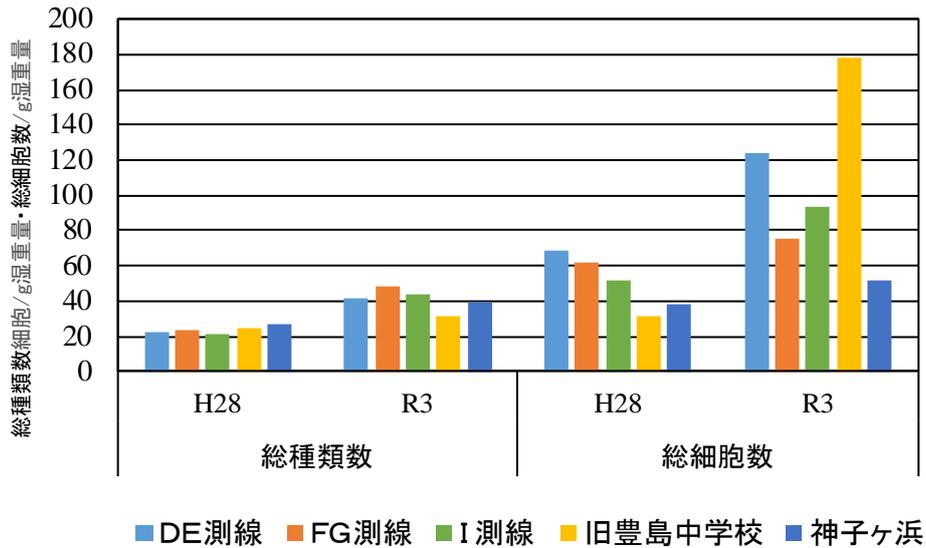


図9 葉上附着珪藻種類数の比較 (平成28年度及び令和3年度)

(5) アマモ現存量調査

アマモ生息範囲を図10に示した。令和3年度のアマモ場面積は53,930 m²で、前回調査の平成28年度のアマモ場面積(59,647 m²)と比較すると減少しているが、過去調査の53,503~64,062 m²の範囲で推移していた。沖合は水深が10m以上と深くなっており、アマモ生育の制限要因となっているため大きな変動はないが、沿岸部はコアマモの生息状況により大きく変動しており、今年度調査では、ダイバーの目視観察によるとコアマモの分布は少なかった。

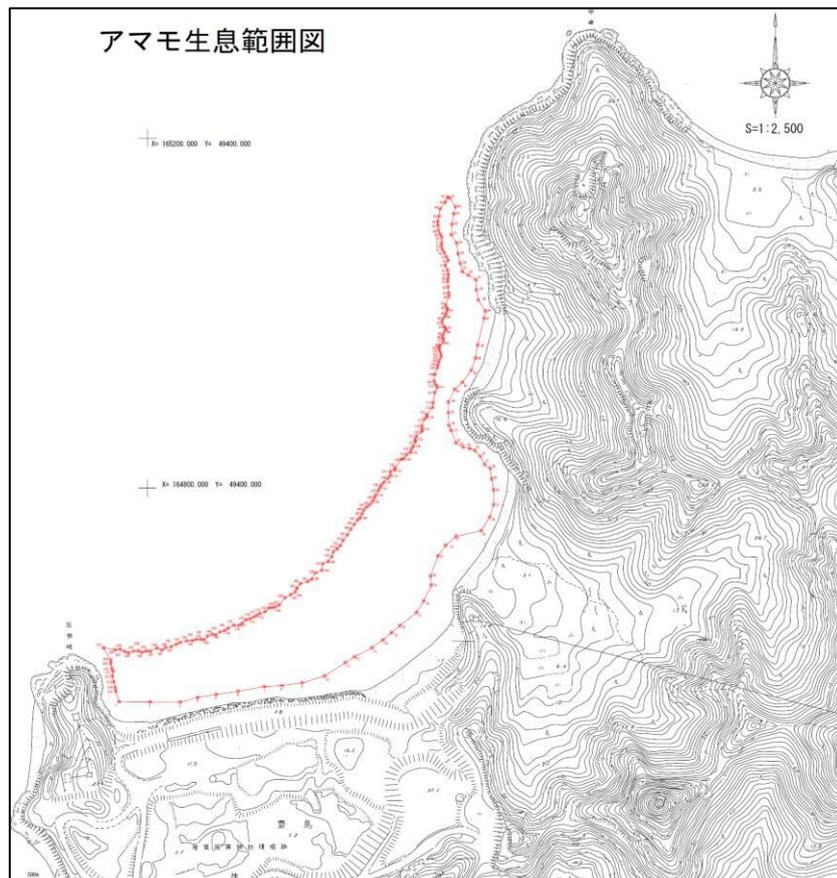


図10 アマモ現存量調査結果

(6) 出現魚類調査

建網による漁獲物を表 10 及び写真 7 に、カゴ網による漁獲物を表 10、11 及び写真 8 に示した。建網では、モンゴウイカ、オニオコゼ、マダイなど 10 種類、18 個体の魚介類を漁獲した。コブダイ、ボラ、マゴチ等の比較的大型魚やイカ類が多く漁獲された。カゴ網では、メバル稚魚など 4 種類、38 個体の魚介類を漁獲した。

今回の調査では、スズキやマゴチなど魚食性の魚種が漁獲されており、アマモ場に生息するメバル稚魚等の小魚を捕食するために回遊してきたものと推測される。

表 10 建網により採捕した魚介類

(令和 3 年 6 月 29 日 12:00 設置、6 月 30 日 9:00 回収)

魚種名	個体数	総重量	平均全長 (c m)		平均体重 (g)		
モンゴウイカ	4	3,186	21.2	(20.0 ~ 21.7)	615.9	(695.4 ~	845.0)
オニオコゼ	3	174	14.7	(13.2 ~ 15.5)	57.8	(34.6 ~	74.9)
マダイ	2	1,264	35.6	(28.9 ~ 42.3)	632.2	(364.8 ~	899.6)
マゴチ	2	792	40.1	(39.4 ~ 40.7)	395.8	(362.1 ~	429.4)
ハリイカ	2	603	15.1	(14.7 ~ 15.5)	301.7	(270.0 ~	333.3)
コブダイ	1	3,606	59.7	—	3,606.4	—	—
ボラ	1	2,180	60.4	—	2,179.7	—	—
スズキ	1	307	32.4	—	306.8	—	—
クジメ	1	339	27.2	—	338.5	—	—
アカエイ	1	158	44.5	—	344.6	—	—
計	18	12,609					



写真 7 建網による漁獲物

表11 カゴ網により採捕した魚介類（令和3年6月28日10:00設置、6月30日9:00回収）

魚種名	個体数	総重量 (g)	平均全長 (cm)	平均体重 (g)
メバル	32	538.3	8.4 (6.1 ~ 15.9)	12.9 (3.0 ~ 64.8)
タケノコメバル	3	326.7	15.9 (7.2 ~ 25.7)	108.9 (5.5 ~ 270.4)
アナゴ	2	126.3	35.0 (32.4 ~ 37.5)	63.2 (43.1 ~ 83.2)
クジメ	1	37.9	13.9	37.9
計	38	1,029		

表12 カゴ網別の採捕状況

	魚種名	全長 (cm)	体重 (g)	種類数	個体数	総重量 (g)
カゴ網①	メバル	13.4	33.8	2	5	85.6
	メバル	7.2	4.7			
	メバル	7.5	4.9			
	メバル	7.1	4.3			
	クジメ	13.9	37.9			
カゴ網②	メバル	7.2	4.7	2	11	44.7
	メバル	7.0	4.7			
	メバル	7.2	4.8			
	メバル	6.6	3.9			
	メバル	6.5	3.7			
	メバル	6.3	3.5			
	メバル	6.4	3.6			
	メバル	6.4	3.6			
	メバル	6.3	3.6			
	メバル	6.1	3.1			
タケノコメバル	7.2	5.5				
カゴ網③	メバル	14.1	40.3	1	8	68.4
	メバル	7.1	4.4			
	メバル	7.2	5.4			
	メバル	7.1	4.7			
	メバル	6.6	3.7			
	メバル	6.2	3.5			
	メバル	6.1	3.4			
	メバル	6.2	3			
カゴ網④	タケノコメバル	25.7	270.4	2	11	615.7
	タケノコメバル	14.7	50.8			
	メバル	15.9	64.8			
	メバル	13.0	31.6			
	メバル	11.8	24.2			
	メバル	6.9	4.9			
	メバル	6.3	3.6			
	メバル	6.3	3.7			
	メバル	14.1	35.4			
	アナゴ	37.5	83.2			
アナゴ	32.4	43.1				
カゴ網⑤	メバル	13.9	41.0	1	3	88.5
	メバル	13.3	42.6			
	メバル	6.8	4.9			



写真8 カゴ網による漁獲物

3 まとめ

今回の調査では、豊島処分地北海岸の水質環境及び底質環境は平成 28 年度調査と比較して大きな変化は確認されず、北海岸におけるアマモ場は、株密度は 133~203 株/㎡と高い密度を保っており、葉条長も 146~192cm で対照区の旧豊島中学校地先や神子ヶ浜地先と同等以上の生育状況が保たれていた。また、平成 28 年度調査と比べると沿岸部のコアマモが減少していたが、アマモ場面積は 53,930 ㎡であり、過去調査の範囲で推移していた。

アマモ葉上動物は、幼稚魚等のエサとなるヨコエビ類やワレカラ類などの節足動物が確認され、アマモ葉上付着珪藻は、大増殖（ブルーム）を起こしやすいため年変動が大きいですが、種類数は 40 種以上確認されており、多様性が確保されたアマモ場の基礎生産力の礎となっているものと推測された。

出現魚類調査では、カゴ網ではメバル稚魚等の小型魚類が採捕でき、建網では小魚を捕食するスズキやマゴチ等の魚食性魚類を採捕したことから、付着珪藻→小型生物→小型魚類→大型魚類につながる食物連鎖の機能を発揮していることがうかがえた。

これらのことから、豊島処分地北海岸のアマモ場は健全な状態で安定したアマモ場を形成しているものと思われる。

令和3年度 豊島藻場（ガラモ場）調査結果

豊島廃棄物等処理事業において、遮水機能の解除に伴う影響を把握するため、豊島における周辺環境モニタリングの調査のうち、生態系モニタリングの一環として、豊島処分地北海岸（后飛崎）等におけるガラモ等の繁茂状況等の調査を実施した。

令和3年度調査は平成28年度より調査実施時期が1か月前倒しとなったことから、単純な比較はできないが、クロモが消失し、タマハハキモクが出現するなどガラモの組成の変化が見られた。また、ガラモ密度は、神子ヶ浜及び白崎では減少していたが北海岸（后飛崎）では増加しており、良好な藻場環境は維持されていると推測された。

1 方法

(1) 調査日及び調査内容

令和4年1月26日：水質環境調査、大型褐藻類調査（生育密度、葉条長）、葉上付着生物調査

(2) 調査点

豊島処分地北海岸（后飛崎）、神子ヶ浜地先及び白崎地先の計3調査点において、「豊島における環境計測及び周辺環境モニタリング調査マニュアル」に基づき、陸側から沖側に向かって10mの調査ラインを設定し、この調査ライン上に図1中①～⑤のとおり5ヶ所の測点を設けた。

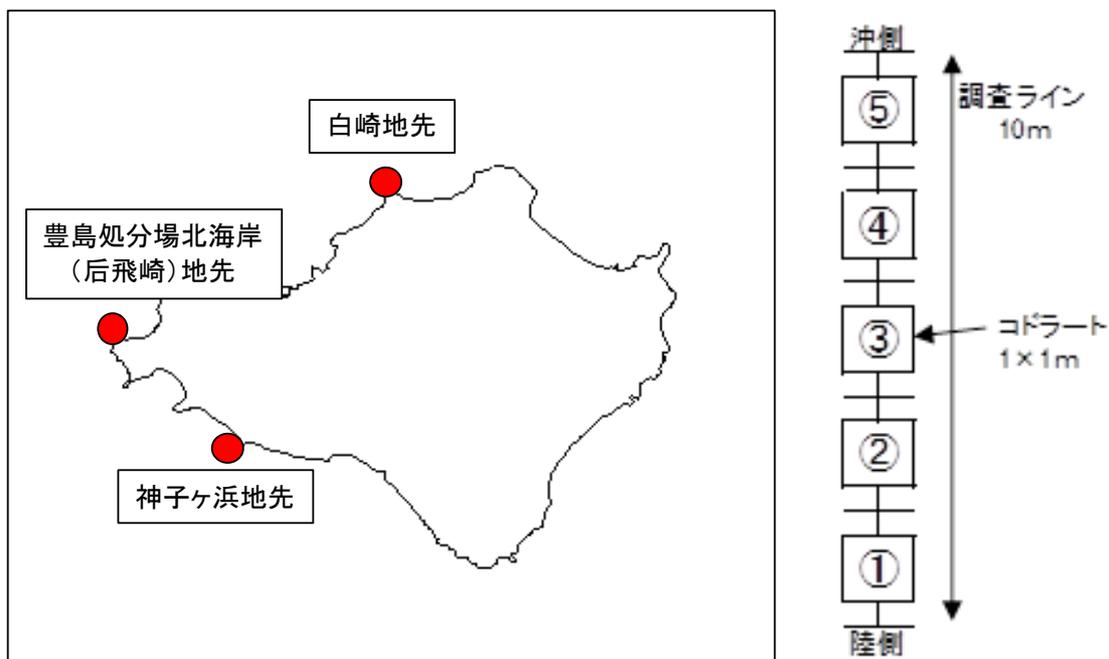


図1 調査点

(3) 調査方法

- a) 水質環境調査：水質は各測線の測点③付近において、表層水温、表層塩分、水深、透明度を測定した。
- b) 大型褐藻類調査：大型褐藻類の生育密度は各測点で1.0×1.0mのコドラート内の株数をスキューバ潜水により計数した。ガラモの葉条長は、付着動物測定用として採取した大型褐藻類のうち最大の個体についてのみ測定した。また、調査測線に沿って水中写真を撮影した。
- c) 葉上付着生物：付着動物は、各測点で0.5m×0.5mのコドラート内の大型海藻類を採取し、葉体に付着している動物の種類及び個体数を測定した。付着珪藻類は、各側点で大型海藻類を1株ずつ採取し、ガラモ葉体に付着している珪藻類の種類及び個体数を測定した。なお、葉体の大きい個体は上部と下部に分けて測定した。

2 調査結果

(1) 水質環境調査

水質環境調査結果を表1に示した。水温は8.1～8.6℃、塩分は31.50～31.70、透明度は4.0～6.0mであった。調査点間に大きな変動はなかった。

表1 水質環境調査結果

調査点	表層水温 (°C)	表層塩分 (PSU)	実測水深 (m)	透明度 (m)	採水時刻
北海岸(后飛崎)	8.6	31.67	6.0	5.5	9:50
神子ヶ浜	8.6	31.50	4.0	4.0<	8:50
白崎	8.1	31.70	7.0	6.0	10:45

(2) 大型褐藻類調査

a) 生育密度

大型褐藻類の生育密度を表2、図2及び図3に、生育状況を写真1に示した。なお、アカモクには、シダモクを含み、ホンダワラ属は、アカモク、タマハハキモク以外のものである。

表2 ガラモの生育密度

測点 種名	北海岸(后飛崎)						神子ヶ浜					白崎						
	①	②	③	④	⑤	平均	①	②	③	④	⑤	平均	①	②	③	④	⑤	平均
アカモク*	16	4	4	4	0	5.6	8	4	0	0	0	2.4	0	0	4	20	4	5.6
タマハハキモク	0	12	12	0	0	4.8	0	0	0	0	0	0.0	0	8	0	0	0	1.6
ホンダワラ属*	0	12	0	0	0	2.4	8	0	0	0	0	1.6	8	0	0	0	0	1.6
ジョロモク	0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0.0	12	20	0	0	0	6.4
クロメ	0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0.0
ワカメ	32	4	4	16	4	12.0	4	16	4	0	0	4.8	12	16	4	4	4	8.0
合計	48	32	20	20	4	24.8	20	20	4	0	0	8.8	32	44	8	24	8	23.2

アカモク*：シダモク含む

ホンダワラ属*：アカモク、タマハハキモク以外

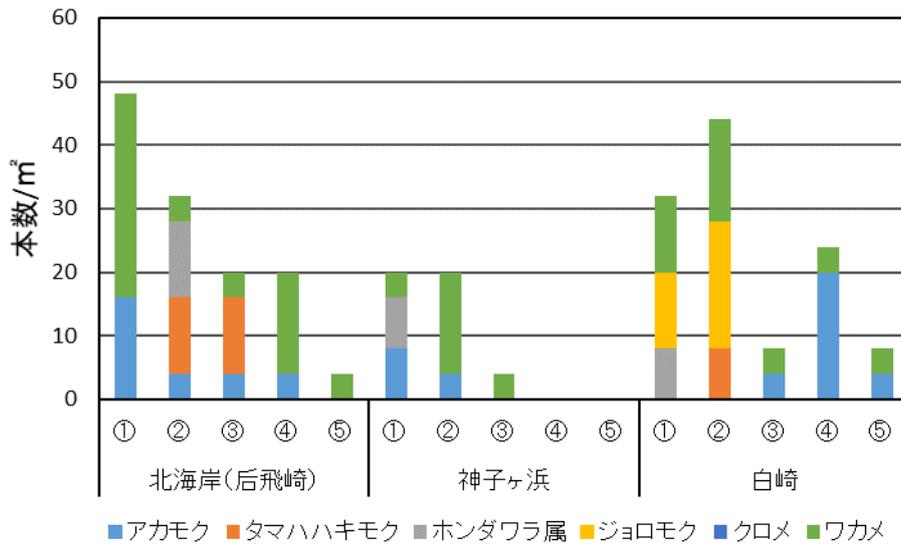


図2 測点ごとのガラモ生育密度（令和3年度）

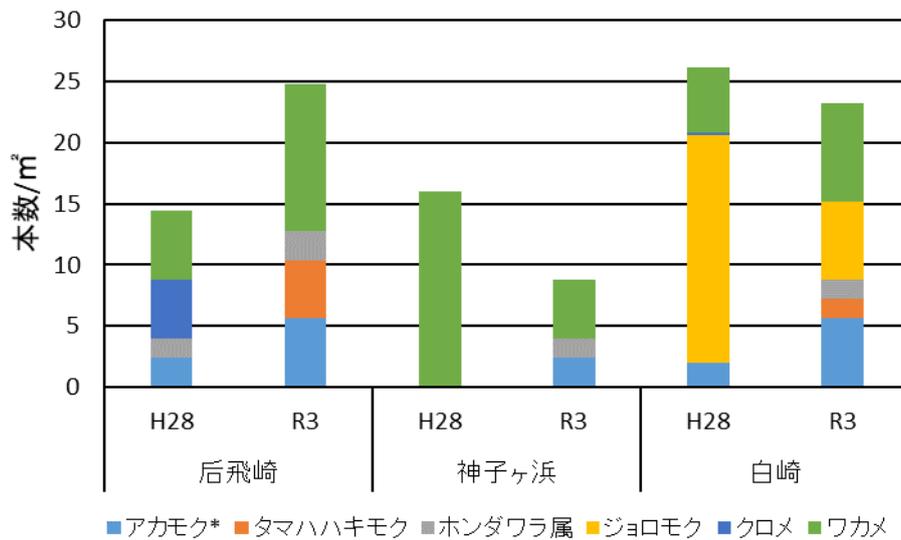


図3 ガラモの生育密度の比較（平成28年度及び令和3年度）

ア) 北海岸（后飛崎）

4種類の大型褐藻類（アカモク、タマハハキモク、ホンダワラ属及びワカメ）が確認された。生育密度は4～48本/m²で沖側の測点ほど少ない傾向が見られた。H28年度調査で見られたクロメは確認できなかった。

イ) 神子ヶ浜

3種類の大型褐藻類（アカモク、ホンダワラ属及びワカメ）が確認された。生育密度は0～20本/m²で、沖側の測点④及び⑤では大型褐藻類の繁茂は確認できなかった。H28年度調査では、ワカメのみであったが、今回は陸側の測点①及び②でアカモクが確認された。

ウ) 白崎

5種類の大型褐藻類（アカモク、タマハハキモク、ジョロモク、ホンダワラ属及びワカメ）が確認された。生育密度は8~44本/m²であった。北海岸及び神子ヶ浜で確認されていないジョロモクが陸側の測点①及び②で確認されたが、H28年度調査で見られたクロメは確認できなかった。

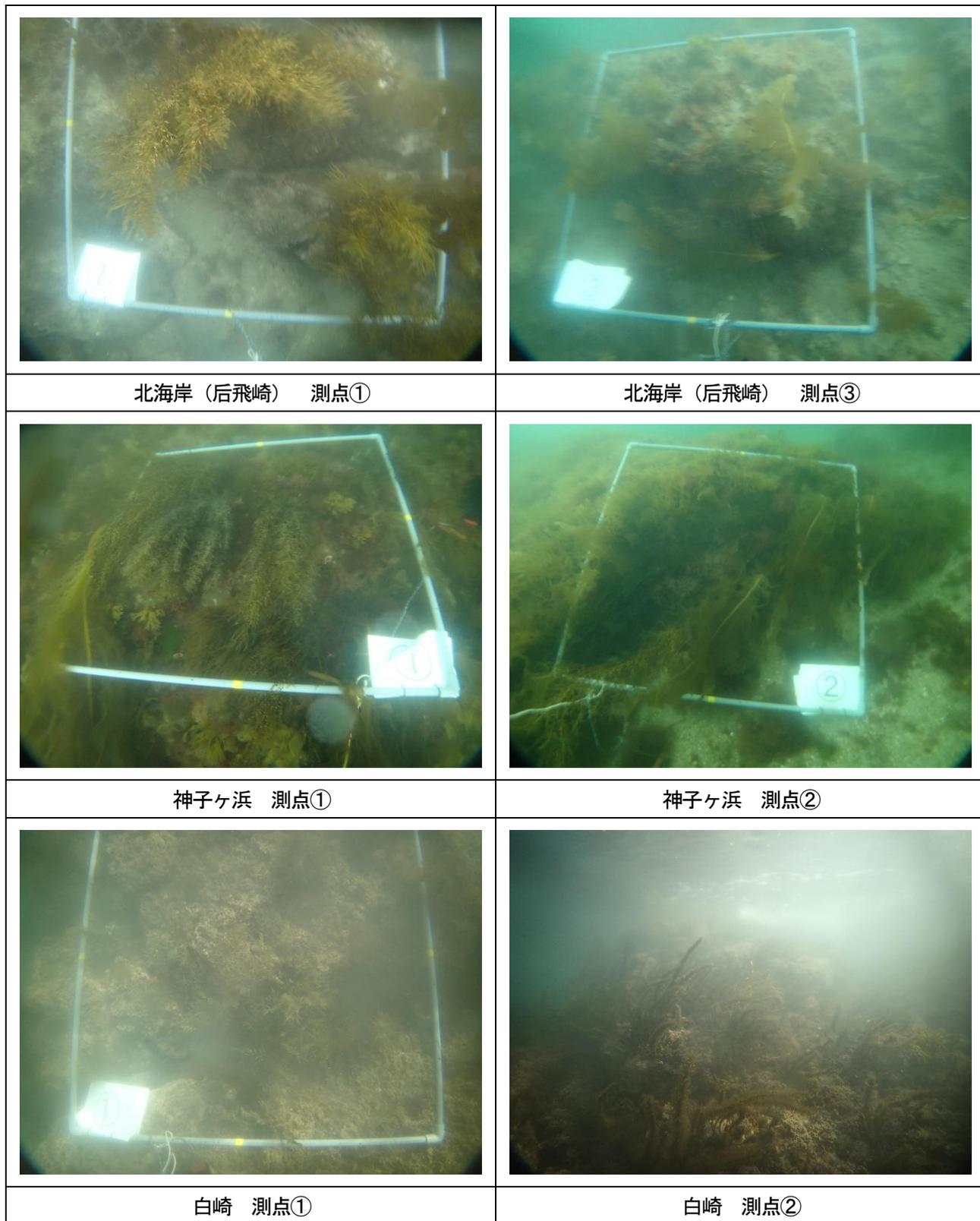


写真1 大型褐藻類繁茂状況

b) 大型褐藻類の葉条長

表3に大型褐藻類の最大葉長を示した。

H28年度調査より、調査時期が約1か月前倒しとなったため、全体的に葉条長は短かった。

調査点別では、神子ヶ浜は比較的葉長の長い個体が多く、白崎は葉長の短い個体が多い傾向があった。

測点別では、陸よりの測点①及び②に葉条長の長い個体が多い傾向が見られた。

表3 大型褐藻類の最大葉長

単位：cm

測点 種名	北海岸（后飛崎）					神子ヶ浜					白崎				
	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤
アカモク	74	93	26	9	-	90	72	-	-	-	-	-	22	18	9
タマハハキモク	-	40	28	-	-	-	-	-	-	-	-	21	-	-	-
ホンダワラ属	-	18	-	-	-	62	-	-	-	-	19	-	-	-	-
ジョロモク	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	28	-	-	-
クロメ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ワカメ	46	27	63	65	11	125	118	54	-	-	22	17	23	11	18

(4) 葉上付着生物調査

a) 葉上付着動物

葉上付着動物の測定結果を表4、5、写真2、図4及び図5に示した。

各地点における出現総種類数は、97～115種類であった。北海岸（后飛崎）では、葉上付着動物が97種類確認され、他の地点と同程度であった。分類群別では、いずれの地点も節足動物門の種類数が最も多く、次いで軟体動物門の順であった。

平均個体数は、0.25 m²あたり1,127～5,634個体の範囲で、白崎では節足動物門が多く出現したことに伴い、他の地点と比較して平均個体数が顕著に多かった。分類群別では、すべての調査地点で節足動物門の割合が大きかった。

平均湿重量は、0.25 m²あたり5.98～93.92gの範囲で、表4において「その他」に該当する外肛動物門（コケムシ類）の割合が大きかった。

いずれかの試料において個体数の組成率が10%以上であった種を優占種とし、表5に優占上位の種を示した。優占種上位3種は、北海岸（后飛崎）ではカマキリヨコエビ属、ドロノミ属、ワレカラ属であり、神子ヶ浜ではカマキリヨコエビ属、ドロノミ属、ワレカラ属、白崎ではドロノミ属、カマテワレカラ、ワレカラ属であり、全調査点でドロノミ属、ワレカラ属の優占率が高かった。

令和3年度は、平成28年度と比較すると、出現総種類数は、北海岸（后飛崎）及び白崎で横ばい、神子ヶ浜で増加していた。一方、平均個体数では、北海岸（后飛崎）及び神子ヶ浜で減少し、白崎では増加していた。

表4 葉上付着動物分析結果

項 目	北海岸 (后飛崎)	神子ヶ浜	白崎	
出現総種類数	環形動物門	20	20	20
	軟体動物門	23	27	33
	節足動物門	45	49	46
	その他	9	9	16
	合計	97	105	115
平均 個 体 数 (個体/全量)	環形動物門	66 (5.6)	60 (5.3)	140 (2.5)
	軟体動物門	56 (4.8)	77 (6.8)	186 (3.3)
	節足動物門	1,035 (88.1)	983 (87.2)	5,295 (94.0)
	その他	19 (1.6)	7 (0.6)	13 (0.2)
	合計	1,175 (100.0)	1,127 (100.0)	5,634 (100.0)
平 均 湿 重 量 (g/全量)	環形動物門	0.40 (2.9)	0.58 (9.7)	1.38 (1.5)
	軟体動物門	1.45 (10.6)	0.56 (9.4)	2.00 (2.1)
	節足動物門	2.19 (16.0)	2.09 (34.9)	7.73 (8.2)
	その他	9.61 (70.4)	2.74 (45.8)	82.81 (88.2)
	合計	13.65 (100.0)	5.98 (100.0)	93.92 (100.0)

(注1) ()内の数字は%表示で、個体数及び湿重量組成比率を示す。

(注2) 組成比率は、四捨五入しているため合計が100.0%にならない場合がある。

表5 葉上付着動物の優占種 (組成率 (%))

門	綱	種 名	北海岸 (后飛崎)	神子ヶ浜	白崎
節足動物門	(甲殻亜門)	クダオコエビ属	5.9	2.8	6.4
		ホココエビ属	2.0	4.7	6.5
		カマサコエビ属	23.2	19.1	7.9
		ドロミ属	19.0	15.5	14.5
		トゲホココエビ属	1.8	5.8	1.8
		カマテリカガ	1.6	2.6	9.8
		マルエテリカガ	6.8	0.1	2.3
		リカガ属	14.0	19.9	16.0

網掛けは優占上位3種。



カマキリヨコエビ属



ドロノミ属



トゲホヨコエビ属



カマテワレカラ



マルエラワレカラ

写真2 葉上付着動物優占種

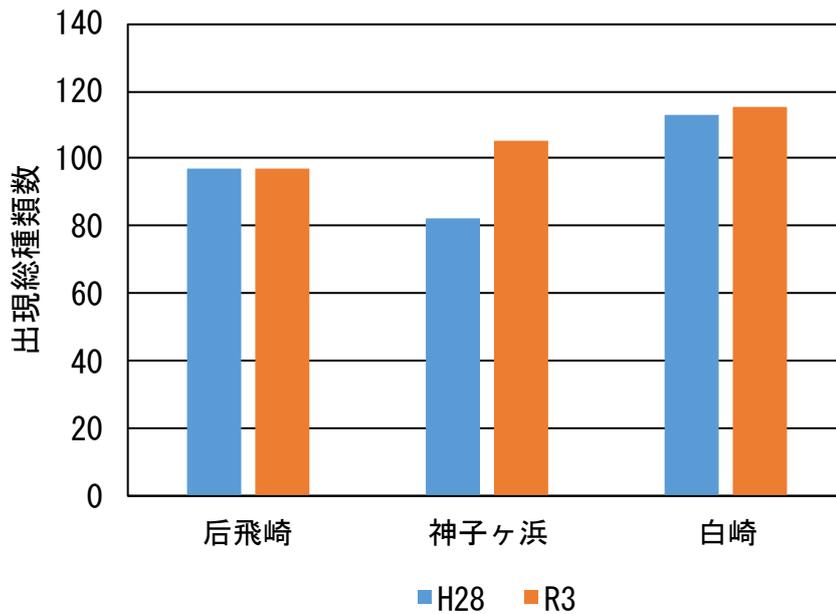


図4 葉上動物種類数の比較（平成28年度及び令和3年度）

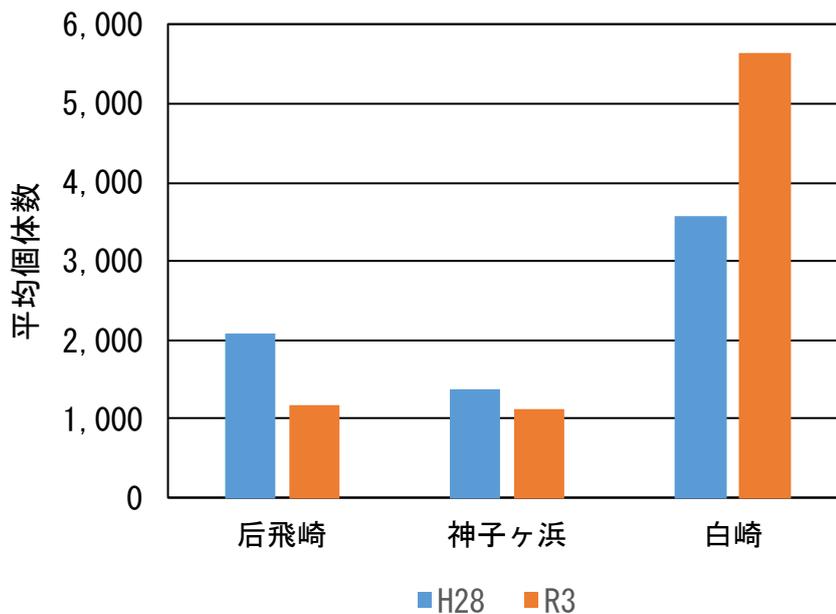


図5 葉上動物個体数の比較（平成28年度及び令和3年度）

b) 葉上付着珪藻

葉上付着珪藻の測定結果を表6及び表7、図6及び図7に示した。

葉上付着珪藻類の北海岸（后飛崎）の総種類数は、18～30種、神子ヶ浜では14～28種、白崎では13～29種であり、地点間の明確な差は認められなかった。また、北海岸（后飛崎）の総細胞数は1,970～1,031,150細胞/g湿重量、神子ヶ浜では6,020～280,400細胞/g湿重量、白崎では20,160～2,568,340細胞/g湿重量であり、白崎で多く、神子ヶ浜で少ない傾向を示した。

いずれかの試料において細胞数組成率が10%以上であった種を優占種とし、表6に優占上位の種を示した。北海岸（后飛崎）におけるホンダワラ属の第一優占種は *Gomphonemopsis pseudexigua* や *Cocconeis*

spp.などであったが、測点②のホンダワラ属下部では、*Amphora* spp. や *Navicula* spp. の優占率が高いなど、同じ北海岸（后飛崎）における他のホンダワラ属とは優占種や分類群構成が異なる傾向がみられた。これは、測点②のホンダワラ下部における藻体表面がコブコケムシ科（外肛動物門）によって覆われていたためと考えられる。また、同地点のワカメの第一優占種は *Navicula* spp. や *Gomphonemopsis exigua*、*Cocconeis* spp. などであった。

神子ヶ浜におけるホンダワラ属の第一優占種は、*Gomphonemopsis exigua* や *Navicula* spp.、ワカメでは *Licmophora communis*、コモングサでは *Licmophora communis* や *Navicula* spp. であった。

白崎におけるジョロモクの第一優占種は *Gomphonemopsis exigua* や *Navicula* spp. などであった。また、同地点におけるホンダワラ属の第一優占種は、測点③では *Licmophora communis* であったが、測点④⑤ではこの種の組成率は低く、*Navicula* spp. や *Amphora* spp. などが優占した。

表7、図6及び7に示すとおり、令和3年度は、平成28年度と比較すると、平均総種類数は、全調査点で増加しているが、平均総細胞数は、北海岸（后飛崎）で増加しているが、神子ヶ浜及び白崎では減少していた。

表6 葉上付着珪藻の優占種（組成率（%））

目	科	種名	北海道（後鳥崎）									
			①		②		③		④		⑤	
			ホンダワラ属		ホンダワラ属		ワカメ		ワカメ		ワカメ	
上部	下部	上部	下部	上部	下部	上部	下部	上部	下部			
羽状	ディアトーム	<i>Grammatophora marina</i>	0.0	0.0	1.5	0.0	7.9	7.5	6.1	7.4	5.4	10.5
		<i>Licmophora communis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		<i>Tabularia parva</i>	2.0	1.7	1.0	8.2	4.3	2.7	3.0	1.5	7.5	8.0
	アクナンテス	<i>Cocconeis</i> spp.	15.8	11.9	33.2	12.6	12.9	6.8	9.1	10.3	0.0	21.7
	ナビキュラ	<i>Amphora</i> spp.	0.5	1.3	0.5	18.6	5.7	2.7	4.6	12.5	7.5	4.8
		<i>Berkeleya rutilans</i>	0.3	1.7	2.9	0.0	2.9	4.8	4.6	9.6	4.3	12.9
		<i>Gomphonemopsis exigua</i>	4.1	6.8	13.2	0.0	0.0	20.5	15.2	0.0	0.0	1.6
		<i>Gomphonemopsis pseudexigua</i>	65.6	61.9	25.4	1.6	0.0	5.5	1.5	0.0	1.1	0.8
		<i>Navicula perminuta</i>	0.5	1.7	1.5	2.7	0.0	2.7	0.0	4.4	3.2	0.0
		<i>Navicula</i> spp.	4.1	3.2	4.9	16.6	27.2	15.8	16.8	17.4	24.8	14.5
総種類数		18	21	18	30	18	26	23	29	26	21	
総細胞数		560,030	1,031,15	295,320	669,840	16,080	10,220	1,970	21,730	43,640	23,620	

目	科	種名	種子ヶ浜									
			①		②		③		④		⑤	
			ホンダワラ属		ホンダワラ属		ワカメ		コモングサ		コモングサ	
上部	下部	上部	下部	上部	下部	上部	下部	上部	下部			
羽状	ディアトーム	<i>Grammatophora marina</i>	0.7	0.0	0.0	2.3	0.0	1.3	3.5	0.0	4.2	6.3
		<i>Licmophora communis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	28.6	27.6	50.1	25.3	8.4	6.3
		<i>Tabularia parva</i>	2.7	2.9	7.4	4.6	4.8	2.6	8.6	6.3	2.1	3.2
	アクナンテス	<i>Cocconeis</i> spp.	10.0	12.4	2.1	3.4	3.6	5.3	1.7	1.3	0.0	0.0
	ナビキュラ	<i>Amphora</i> spp.	1.3	0.0	3.2	1.1	3.6	11.8	1.7	1.3	4.9	12.6
		<i>Berkeleya rutilans</i>	1.3	0.0	7.4	5.7	8.3	1.3	0.4	1.3	0.0	0.0
		<i>Gomphonemopsis exigua</i>	32.6	28.5	9.6	1.1	0.0	1.3	0.0	1.3	4.2	0.0
		<i>Gomphonemopsis pseudexigua</i>	4.0	6.6	5.3	0.0	0.0	0.0	0.4	1.3	0.0	0.0
		<i>Navicula perminuta</i>	4.0	5.8	11.7	5.7	2.4	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0
		<i>Navicula</i> spp.	24.8	30.5	33.0	55.8	14.3	19.1	14.5	27.9	52.0	42.2
総種類数		25	17	19	16	23	20	17	28	17	14	
総細胞数		6,020	65,780	38,540	36,880	66,320	33,480	237,950	280,400	48,100	9,170	

目	科	種名	白崎									
			①		②		③		④		⑤	
			ジョロモク		ジョロモク		ホンダワラ属		ホンダワラ属		ホンダワラ属	
上部	下部	上部	下部	上部	下部	上部	下部	上部	下部			
羽状	ディアトーム	<i>Grammatophora marina</i>	0.5	0.0	4.8	0.8	1.4	0.0	7.1	7.3	2.2	1.6
		<i>Licmophora communis</i>	3.1	1.1	6.7	1.6	31.1	21.4	1.8	0.0	0.7	0.0
		<i>Tabularia parva</i>	4.1	9.9	4.8	10.4	2.7	9.7	7.1	7.3	16.4	6.3
	アクナンテス	<i>Cocconeis</i> spp.	0.0	1.1	4.8	4.0	4.1	3.9	7.1	1.2	3.0	1.6
	ナビキュラ	<i>Amphora</i> spp.	0.0	1.1	2.9	0.0	1.4	1.9	12.5	15.7	8.2	2.4
		<i>Berkeleya rutilans</i>	2.6	7.7	16.3	5.6	2.7	2.9	12.5	2.4	9.7	18.9
		<i>Gomphonemopsis exigua</i>	62.7	28.5	29.7	16.7	0.0	6.8	1.8	0.0	1.5	17.3
		<i>Gomphonemopsis pseudexigua</i>	11.4	2.2	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		<i>Navicula perminuta</i>	1.0	2.2	0.0	2.4	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6
		<i>Navicula</i> spp.	6.7	31.8	13.4	27.9	14.9	19.5	14.3	12.1	21.6	29.1
総種類数		13	20	18	29	25	23	19	26	24	27	
総細胞数		600,230	348,110	133,530	144,180	24,420	28,760	20,160	672,220	1,307,480	256,8340	

(注1) 総細胞数の単位：細胞/g 湿重量

(注2) いずれかの試料において、細胞数組成率で10%以上出現した種を優占種とし、網掛けは第一優占種。

表7 葉上附着珪藻の平均総種類数及び平均総細胞数（平成28年度及び令和3年度）

調査点	后飛崎		神子ヶ浜		白崎	
	H28	R3	H28	R3	H28	R3
平均総種類数	11.7	22.0	10.0	18.1	12.7	20.2
平均総細胞数	16,054	265,220	743,412	80,017	670,242	570,040

(注1) 総細胞数の単位：細胞/g 湿重量

(注2) 表7は羽状目珪藻のみを対象として算出した。

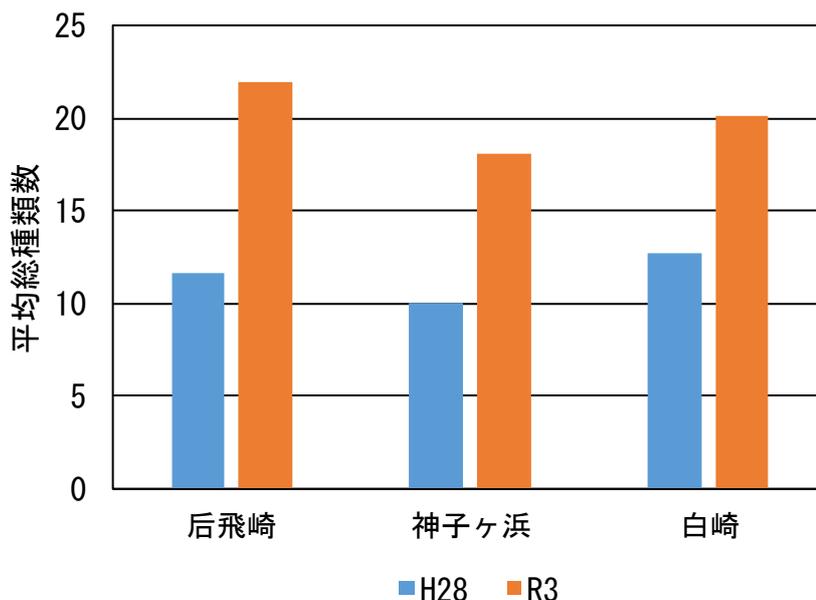


図6 葉上附着珪藻種類数の比較（平成28年度及び令和3年度）

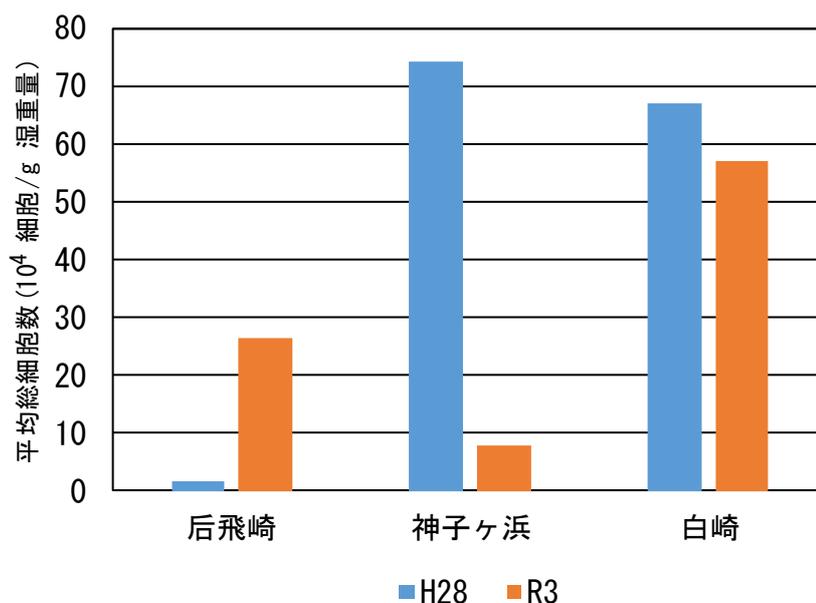


図7 葉上附着珪藻細胞数の比較（平成28年度及び令和3年度）

3 まとめ

今回の調査では、豊島処分地北海岸（后飛崎）のガラモ場は、平成 28 年度より調査実施時期が 1 か月前倒しとなったことから、単純な比較はできないが、クロメが消失し、タマハハキモクが出現するなど藻場の組成の変化が見られたが、生育密度は、前回調査より増加し、対象区（白崎）と同レベルであった。

葉上付着動物は、カマキリヨコエビ属、ドロノミ属などの節足動物門が主体であり、出現総種類数は、前回調査と同レベルであった。平均個体数は、前回調査の半分程度に減少していたが、対象区（神子ヶ浜）と同レベルであり、メバル等の幼稚魚のエサ場としての機能を保持しているものと推測された。

葉上付着珪藻は、平均総種類数、平均総細胞数ともに前回調査より増加しており、ナビキュラ科の優占率が高かった。

以上のことから、豊島処分地北海岸（后飛崎）のガラモ場は健全な状態で安定した藻場を形成しているものと思われる。

豊島廃棄物等処理事業における報告書の素案の作成（その 1）

1. 概要

標記については、第 14 回豊島廃棄物等処理事業フォローアップ委員会（R4.4.15 開催）において、「豊島廃棄物等処理事業に関する報告書の目次案の改訂と進捗報告」（資料 1 4 ・ II / 7 - 6）により、目次案の改訂が審議・了承されている。

これに従い、事務局において作成可能な個所について素案の作成を行ったので、フォローアップ委員会の審議を受けるものである。

2. 今後のスケジュール

(1) フォローアップ委員会委員・関係者からの意見・コメント等の提出

各委員・関係者は素案の内容を確認し、今回の委員会の 1 か月後の 12 月 13 日（火）までに、素案に対する意見・コメント等を事務局に提出願う。

(2) 委員長並びに事務局による素案の修正

これらの意見・コメント等を受け、事務局は委員長と相談のうえ、素案の修正等を実施する。

(3) 関係者への執筆依頼

事務局は、令和 5 年 1 月に挨拶文等の執筆者に対して 2 月末を提出期限とする原稿の執筆依頼を行う。

(4) 報告書案の作成

事務局は、令和 4 年度末までに報告書案を作成し、フォローアップ委員会に諮る。

(5) 報告書の完成

フォローアップ委員会の承認を受け、令和 5 年度に報告書を印刷製本する。