



「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び
設備の基準に関する規則第十三条
(ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地)
第1項第三号及び第四号への適合性について」

2022年 12月1日

日本原子力発電株式会社

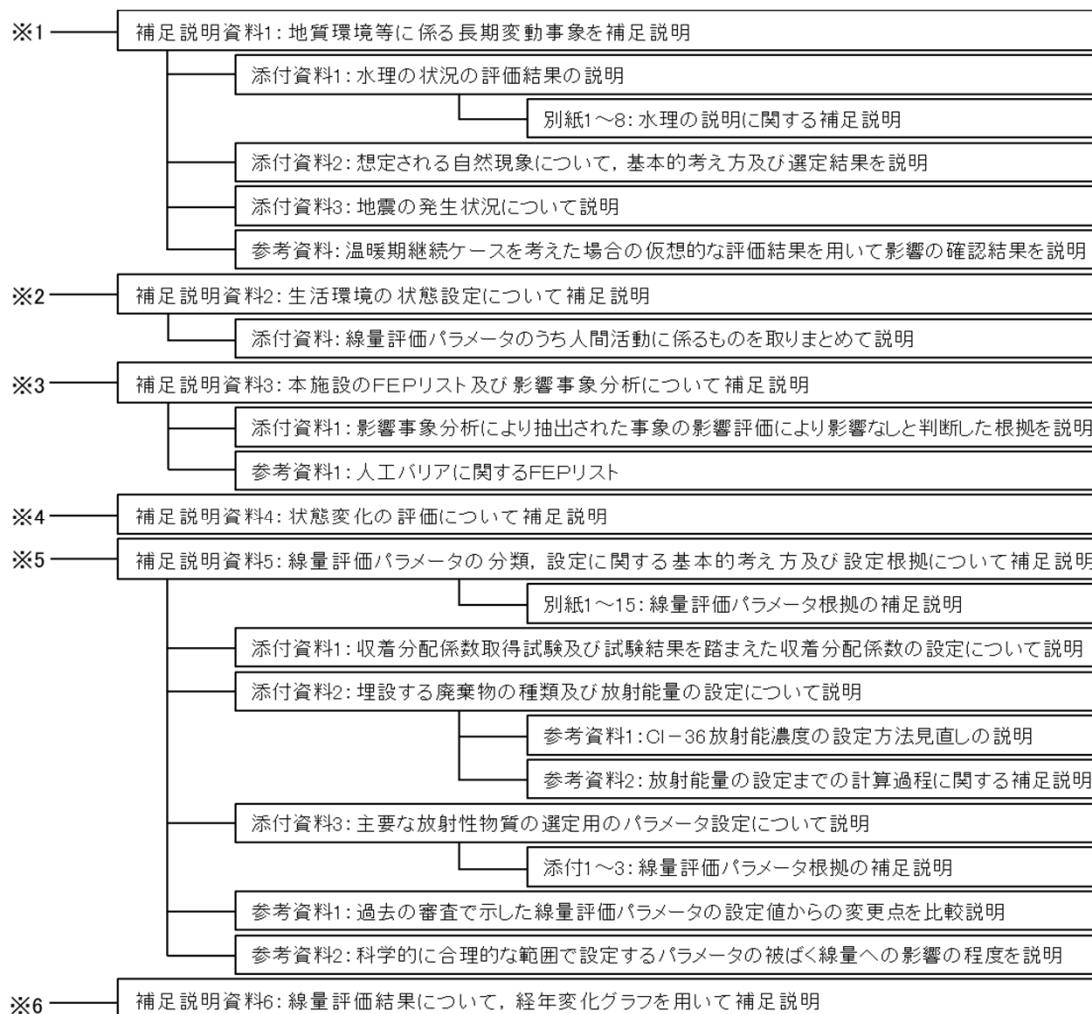


資料構成

「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則第十三条(ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地)第1項第三号及び第四号への適合性について」の資料構成を示す。

本文構成

- 1 はじめに
- 2 廃棄物埋設施設の安全機能について
- 3 第二種埋設許可基準規則への適合のための設計方針
- 4 第二種埋設施設許可基準規則への適合性説明
 - 4.1 評価方法
 - 4.2 廃止措置の開始後の評価
 - 4.2.1 自然事象シナリオ
 - (1)地質環境等の状態設定 ※1
 - (2)廃棄物埋設地の状態設定 ※3, 4
 - (3)生活環境の状態設定 ※2
 - (4)放射性物質の移動挙動及び被ばく経路 ※2
 - (5)線量評価モデル
 - (6)線量評価パラメータ ※5
 - (7)線量評価結果 ※6
 - 4.2.2 人為事象シナリオ
 - (1)地質環境等の状態設定 ※1
 - (2)廃棄物埋設地の状態設定 ※3, 4
 - (3)生活環境の状態設定 ※2
 - (4)放射性物質の移動挙動及び被ばく経路 ※2
 - (5)線量評価モデル
 - (6)線量評価パラメータ ※5
 - (7)線量評価結果 ※6





第二種埋設許可基準規則への適合性(1/3)

第二種埋設許可基準規則※

(ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地)
第十三条 ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地は、次の各号に掲げる要件を満たすものでなければならない。
三 埋設する放射性廃棄物に含まれる放射性物質(ウラン二三四、ウラン二三五及びウラン二三八に限る。)について、その総放射エネルギーをメガベクレル単位で表した数値を当該放射性廃棄物、人工バリア、土砂その他の廃棄物埋設地に埋設し、又は設置する物の重量をトン単位で表した数値で除して得た値が一を超えず、かつ、当該廃棄物埋設地内における当該放射性物質の分布がおおむね均一であること。

<第二種埋設許可基準解釈>

第13条(ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地)
7 第1項第3号の「廃棄物埋設地内における当該放射性物質の分布がおおむね均一」とは、廃棄物埋設地内を体積が同程度である複数の区域に区分した場合にそのいずれにおいても、ウラン(ウラン二三四、ウラン二三五及びウラン二三八に限る。)の放射能濃度が10メガベクレル毎トンを超えないことをいう。

第二種埋設許可基準規則※への適合性

埋設する放射性廃棄物に含まれるウラン二三四、ウラン二三五及びウラン二三八の総放射エネルギーは、金属類が 8.7×10^{-1} MBq、コンクリート類が 1.8×10^0 MBqであり、当該廃棄物の重量が金属類が6,100トン、コンクリート類が9,800トンである。人工バリア、土砂を含まない当該廃棄物の重量のみでそれぞれを除いた数値は、金属類が 1.5×10^{-4} 、コンクリート類が 1.8×10^{-4} となり、いずれも一を超えない。
廃棄物埋設地に埋設する廃棄物の放射能濃度の分布はおおむね均一(放射能濃度の最大は、平均から2桁以内)であるものを、金属類及びコンクリート類で埋設トレンチの区画を分けて埋設するため、区画ごとの放射能濃度もおおむね均一となる。
なお、ウラン二三四、ウラン二三五及びウラン二三八を含む全 α の最大放射能濃度は4 MBq/t (機器ごとの最大の放射能濃度を10倍にして設定しており、主要な放射性物質はAm-241など)であることから、埋設する放射性廃棄物に含まれるウラン二三四、ウラン二三五及びウラン二三八の放射能濃度は10 MBq/t を十分に下回るものである。

※ 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則



第二種埋設許可基準規則への適合性(2/3)

第二種埋設許可基準規則※

(ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地)

第十三条 ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地は、次の各号に掲げる要件を満たすものでなければならない。

四 前条第一項第五号及び第六号に定めるものであること。

<参考>

第十二条

五 埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、埋設した放射性廃棄物に含有される化学物質その他の化学物質により廃棄物埋設地の安全機能が損なわれないものであること。

第二種埋設許可基準規則※への適合性

埋設する放射性廃棄物及び覆土には可燃性の化学物質、可燃性ガスを発生する化学物質を含めない。

安全機能のうち遮蔽機能については、中間覆土が十分な厚さを有しており、化学物質との接触による中間覆土の厚さ減少及び密度低下は無視できると考えられる。

安全機能のうち漏出低減機能については、埋設が完了したトレンチへの雨水等の浸透に伴うコンクリートから溶出した成分が、埋設トレンチ内の充填砂及び中間覆土(最上段を除く)の収着性に影響を及ぼす可能性がある。このため、充填砂及び中間覆土(最上段を除く)に使用する材料については、化学物質による収着性及び低透水性への影響を考慮し、収着性及び低透水性への影響を確認した材料を使用する設計とする。また、充填砂及び中間覆土(最上段を除く)については化学的安定性の高い材料で構成する設計とする。

最終覆土、最上段の中間覆土及び表面遮水については、埋設した放射性廃棄物より上部に位置するためコンクリートから溶出した成分を含む浸透水の影響を受けない。側部低透水性覆土については、水理的には側部低透水性覆土からコンクリートへの流れとなり、また、年間の浸透水量は非常に小さく、コンクリート廃棄物からの溶出水量も小さいため、コンクリートから溶出したセメント成分による影響は小さい。

※ 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則



第二種埋設許可基準規則への適合性(3/3)

第二種埋設許可基準規則※

(ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地)

第十三条 ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地は、次の各号に掲げる要件を満たすものでなければならない。

四 前条第一項第五号及び第六号に定めるものであること。

<参考>

第十二条

六 廃止措置の開始までに廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがあるものであること。

第二種埋設許可基準規則※への適合性

廃止措置の開始までに廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがある設計とする。

廃棄物埋設地への雨水及び地下水の浸入を十分に抑制し、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始まで(埋設の終了後50年程度)の間において、廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出を低減する機能を有し、埋設した放射性廃棄物が廃止措置の開始後に公衆に及ぼす影響を評価した結果、それぞれの基準を満たす設計とする。

※ 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則



第二種廃棄物埋設許可基準規則への適合のための設計方針

廃止措置の開始後の評価においては、ICRP Publication 81に基づいて、自然過程を考慮する自然事象シナリオ及び人間侵入を考慮する人為事象シナリオについて、本施設に起因して発生すると想定される公衆の受ける線量を評価し、廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しのある設計とする。

評価シナリオ(線量基準)	評価内容
自然事象シナリオ 最も厳しい 自然事象シナリオ (300 μ Sv/y以下) 最も可能性の高い 自然事象シナリオ (10 μ Sv/y以下)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 廃棄物埋設地に埋設処分する放射性廃棄物に含まれる放射性物質は、廃棄物埋設地に浸透する雨水等が地下水を介して、人の活動する領域に到達する。 ■ 人の活動する領域での放射性物質を含んだ水及び土地を利用した人間活動^{※1}により、公衆が被ばくすることが想定される。 ■ このような<u>自然事象による廃棄物埋設地からの放射性物質の移動及び公衆の受ける線量を評価</u>する。 ■ 廃止措置の開始後の公衆の受ける線量の評価に当たっては、<u>①将来の地質環境等^{※2}、②将来の廃棄物埋設地の状態及び③将来の公衆の生活環境^{※3}を設定</u>する。 <ul style="list-style-type: none"> ■ <u>最大の被ばくを受けると想定される評価対象個人の線量であっても、著しい被ばくを受けないことを確認するため</u>、科学的に合理的と考えられる範囲の廃棄物埋設地の人工バリアや天然バリアの状態及び生活環境における被ばくに至る経路の組合せのうち、<u>最も厳しいパラメータを用いて評価</u>する。 ■ 本評価シナリオの評価に当たって、①及び②は線量が大きく厳しくなるようにデータの不確かさ(変動幅)を踏まえて、保守的な状態を設定する。③は現在の生活様式^{※4}を考慮して合理的に保守的でもっともらしい仮定に基づいて設定する。 <ul style="list-style-type: none"> ■ <u>平均的な被ばくを受けると想定される評価対象個人の線量が、低く抑えられていることを確認するため</u>、科学的に合理的と考えられる範囲の廃棄物埋設地の人工バリアや天然バリアの状態及び生活環境における被ばくに至る経路の組合せのうち、<u>最も可能性が高いと考えられるパラメータを用いて評価</u>する。 ■ 本評価シナリオの評価に当たって、①及び②は線量が現実的な値となるように、現実的(平均値等の代表性が高い値)に設定する。③は現在の生活様式を考慮して現実的でもっともらしい仮定に基づいて設定する。
人為事象シナリオ (300 μ Sv/y以下)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 廃棄物埋設地の掘削による放射性物質の廃棄物埋設地からの漏えい、天然バリア中の移動及び当該掘削後の土地利用を考慮して、<u>典型的なもっともらしい様式化された人間侵入を考慮し、侵入者の受ける線量及びその他の公衆の受ける線量を評価</u>する。 ■ 本シナリオでは、敷地及びその周辺の一般的な土地利用では生じるとは考えられない廃棄物埋設地のバリアの損傷をもたらす人間活動を対象とする。 ■ 本評価シナリオは発生の可能性が小さい仮想的なシナリオであることから、掘削により擾乱を受ける範囲以外の①～③は過度な保守性を避けるため、最も可能性が高い自然事象シナリオと同様とする。

※1 人間活動:放射性物質を含んだ水及び土地を利用した様々な生産活動、生産物の摂取等

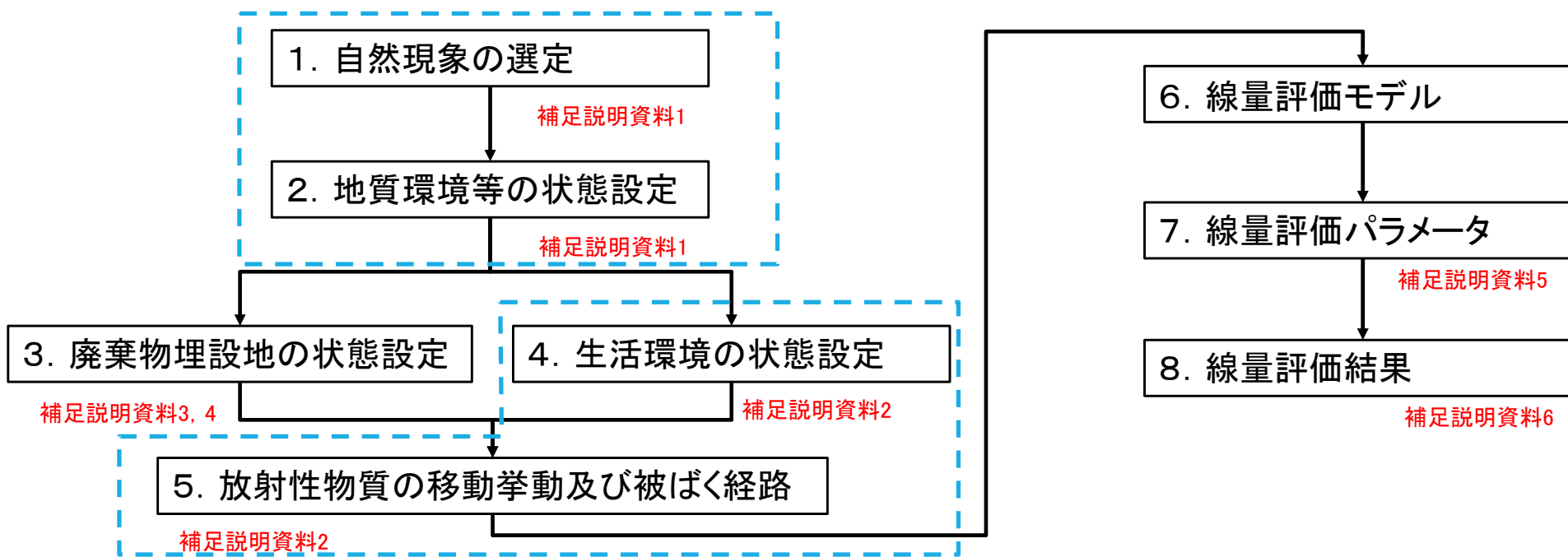
※2 地質環境等:地質環境、気象環境及び水理環境

※3 生活環境:人が活動する領域のうち、放射性物質が到達する領域で、一般的な水の利用と土地の利用が想定される範囲における人間活動の状況

※4 生活様式:評価対象個人の時間の過ごし方等の人間活動の程度

廃止措置の開始後の評価フロー

- ✓ 廃止措置の開始後において、埋設する廃棄物に起因して発生すると想定される公衆の受ける線量の評価は、第二種埋設許可基準規則及び第二種埋設許可基準解釈※に基づいて行う。
- ✓ 評価の検討フローを第1図に示す。



第1図 評価の検討フロー

: 本日も説明の範囲

※ 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈



補足説明資料1 地質環境等の状態設定

1. 自然事象の設定

- ✓ 廃止措置の開始後の期間に対して、安全機能を有する施設に大きな影響を及ぼすおそれがある自然現象を選定する。

自然災害，産業事故，原子力発電所の安全性に影響を与える可能性のある外部ハザード，放射性廃棄物処分施設の地質環境及び安全評価に係る情報が網羅的に示される国内外の基準及び文献(14文献)を参考に自然現象を抽出

抽出された現象をASME/ANS RA-Sa-2009での評価手法を参考とした除外基準に該当するものを除外し，自然現象を選定

第1表 地質環境等の状態設定において考慮すべき自然現象

起回事象		自然現象
プレート運動に起因する事象	火山・火成活動	①火山の影響(降下火砕物)
	地震・断層活動	②地震, ③地盤の変形, ④液状化, ⑤津波
	隆起・沈降運動	⑥隆起・沈降
気候変動に起因する事象		⑦気温, ⑧降水量, ⑨海水準変動, ⑩蒸発散量, ⑪かん養量, ⑫地下水位(地下水流動)
プレート運動と気候変動の両者に起因する事象		⑬侵食
その他の事象		⑭生物学的事象

2. 地質環境等の状態設定(1/13)

- ✓ プレート運動及び気候変動によって、廃棄物埋設地を取り巻く地質環境等は有意に変化することが予測される。
- ✓ 地質環境等の状態設定に係る長期変動事象について、「プレート運動に起因する事象」、「気候変動に起因する事象」及び「プレート運動と気候変動の両者に起因する事象」に区分し、最も可能性が高い設定及び最も厳しい設定を設定する。

(1) プレート運動に起因する事象

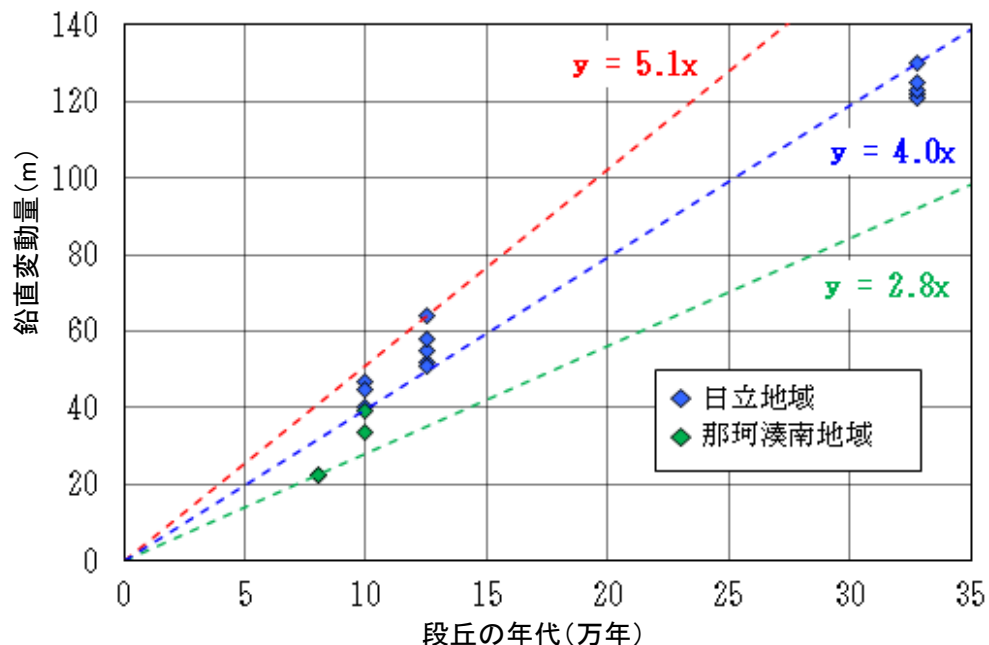
廃棄物埋設地は北米プレートに位置し、東側から太平洋プレートが沈み込むことで、おおむね東西方向の圧縮の力が生じている。文献によると将来の日本列島周辺のプレート運動については、今後数十万年から数百万年程度継続すると考えられる。したがって、状態設定においては、現在のプレート運動が継続するものとして設定する。

第2表 長期変動事象の状態設定結果(プレート運動に起因する事象)

起因事象	自然現象	最も可能性が高い設定	最も厳しい設定
火山・火成活動	火山の影響 (降下火砕物)	降下火砕物に含まれる成分によって <u>地下水の水質変化</u> が生じることが想定されるため、廃棄物埋設地の状態設定において <u>化学的影響を考慮</u> する。	
地震・断層活動	地震	廃棄物内に微小な空隙が残存する場合には、地震によって生じる応力及び振動により廃棄物層が沈下することで施設に <u>陥没が生じる可能性</u> があるため、廃棄物埋設地の状態設定において <u>力学的影響を考慮</u> する。	
	地盤の変形	活断層等の断層変位に伴う設置地盤の変形は廃棄物埋設地の安全性に問題となるものではなく、また、敷地には将来活動する可能性のある断層等の露頭は認められないことから、安全機能が損なわれるおそれはないため、長期変動事象として考慮しない。	
	液状化	液状化を踏まえた検討(揺すり込み沈下及び圧密沈下を含む)による沈下量は、西側トレンチで最大0.481 m、東側トレンチで最大0.368 mであり、平面的な沈下量の変化は緩やかであることから、安全機能が損なわれるおそれはないため、長期変動事象として考慮しない。	
	津波	海水が廃棄物埋設地周辺に流入することで、 <u>地下水の化学特性に一時的に影響する可能性</u> があるため、廃棄物埋設地の状態設定において <u>化学的影響を考慮</u> する。	
隆起・沈降運動	隆起・沈降	隆起速度:4.0(m/万年)	隆起速度:5.5(m/万年)

隆起・沈降運動による隆起速度の設定について

- 文献※から、敷地周辺(日立地域～那珂湊南地域)の段丘面旧汀線高度のデータに基づく過去約30万年間の敷地周辺の隆起量を第2図に示す。
- 隆起速度は、海成段丘面の旧汀線標高に基づき、過去の隆起速度を求め、その速度を将来に適用して算出する。
隆起速度 = (旧汀線標高 - 段丘面形成時の海水準 - 風成層層厚) / 段丘面形成年代
- 最も可能性が高い設定：段丘面の標高と年代から推定される隆起速度の平均値から計算した4.0 m/万年とする。
- 最も厳しい設定：隆起速度のばらつきを考慮し、隆起速度が最も大きい5.1 m/万年を用いて保守的に5.5 m/万年とする。



第2図 日本の海成段丘アトラスから算出した隆起速度

※: 小池一之, 町田洋編(2001): 日本の海成段丘アトラス, 東京大学出版会

(2) 気候変動に起因する事象

気候変動は、数十万年前から現在まで約8万年周期から約12万年周期で氷期と間氷期を繰り返していることから、大局的には将来もこの周期の気候変動を繰り返すと考えられる。過去の気候変動の傾向から、今後氷期へ向かうと考えられることから、将来は寒冷化すると予測される。一方で、人間活動に伴う温室効果ガス排出により、温暖化が進行する可能性があるとする報告や、現在の温室効果ガス濃度を基準として、炭素循環のメカニズムを仮定した気候シミュレーションにより、将来5万年程度は温暖期が継続する可能性があるとする報告もある。

以上より気候変動に起因する事象に係る長期変動事象の状態設定については、過去の気候変動と同様に現在から寒冷化に向かう場合と温暖期が数万年程度継続する場合の2ケースに大別し、これらの2ケースについて、それぞれ「気温」、「降水量」、「海水準変動」、「蒸発散量」、「かん養量」及び「地下水位(地下水流動)」を長期変動事象として考慮する。

(a) 「気温」及び「降水量」

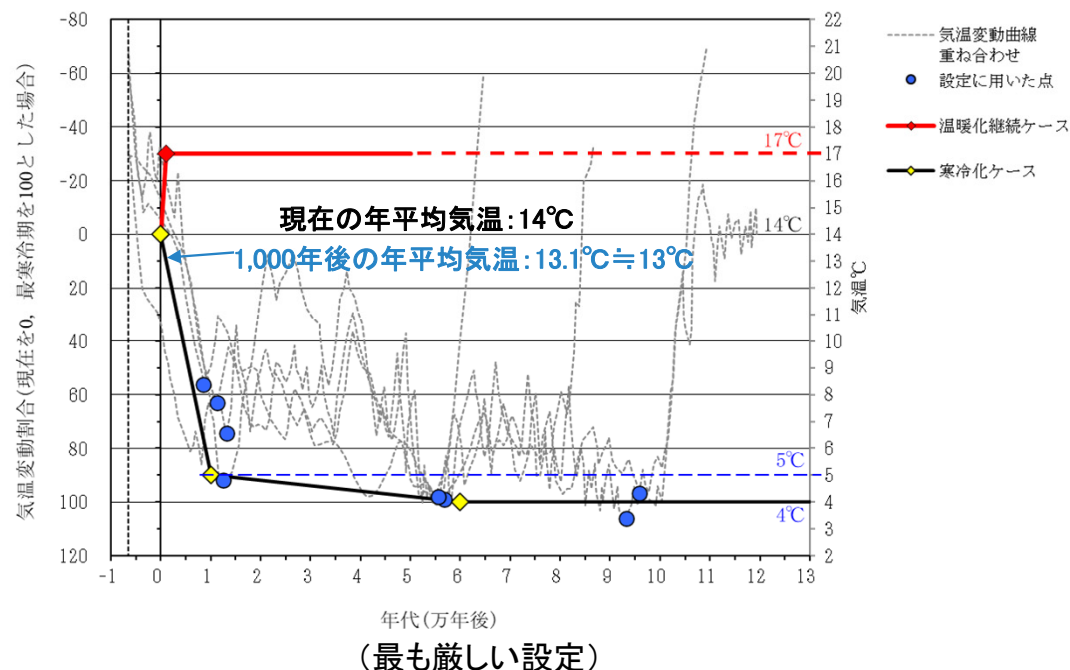
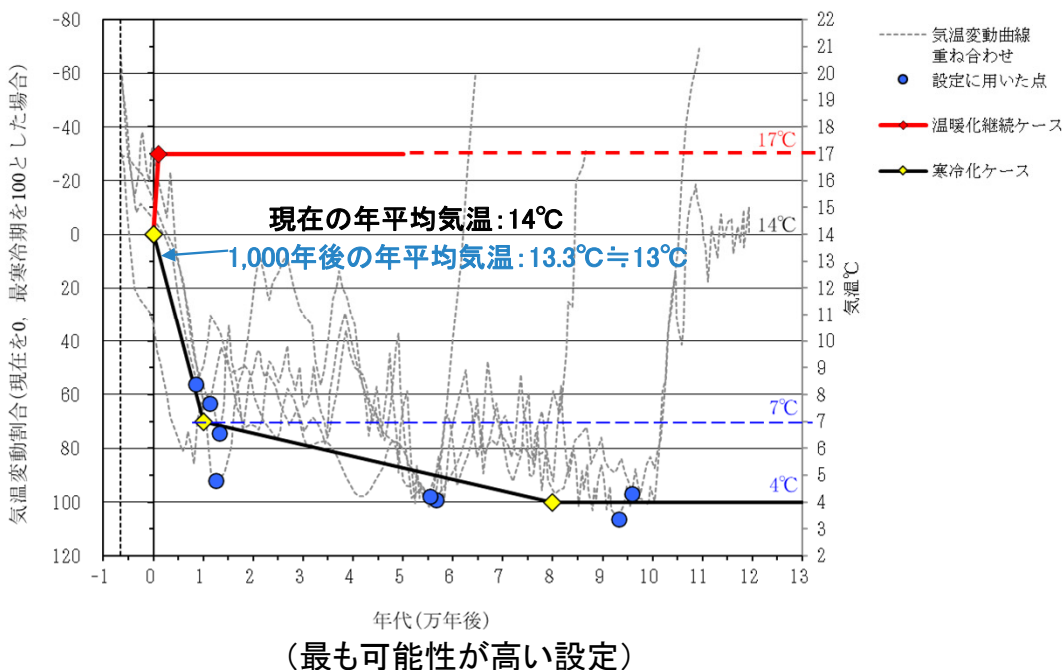
気温変化は廃棄物埋設地を直接損傷させることはないが、気温の変化に伴い降水量及び蒸発散量が変化し、かん養量及び地下水位(地下水流動)に影響することが想定される。また、降水量の変化は廃棄物埋設地を直接損傷させることはないが、降水量の変化により、かん養量及び地下水位(地下水流動)が変化することが想定される。よって、気温及び降水量の変化を長期変動事象として考慮し、将来の気温及び降水量を設定する。気温が低いほど、降水量が低下し、地下水での希釈水量が少なくなる。希釈水量が少なくなると地下水中の放射性物質の濃度が上がり、地下水中の放射性物質の濃度を用いて評価する被ばく経路の被ばく線量が大きくなる。地下水での希釈水量が少ないほど保守的な設定となることから、寒冷化ケースを状態設定の対象とする。

第3表 長期変動事象の状態設定結果(気象変動に起因する事象) 気温及び降水量

ケース		モデル化時期	気温(°C)	降水量(mm/y)
最も可能性が高い設定	寒冷化ケース	現在	14	1,450
		1,000年後	13	1,410
最も厳しい設定	寒冷化ケース	現在	14	1,150
		1,000年後	13	1,110

気温の設定について

- 最も可能性が高い設定 : 1,000年後の気温は、現在の気温(14°C)から10,000年後の亜氷期における気温(7°C)の変化率を考慮して、13.3°Cとなることから**13°C**と設定する。
- 最も厳しい設定 : 1,000年後の気温は、現在の気温(14°C)から10,000年後の亜氷期における気温(5°C)の変化率を考慮して、13.1°Cとなることから保守側に切り下げて、**13°C**と設定する。



第3図 将来の気温の変動曲線

降水量の設定について

- **最も可能性が高い設定** : 指数回帰式(中央)及び最も可能性が高い設定における気温の状態設定値から, 1,000年後の降水量を **1,410 mm/y**と設定する。
- **最も厳しい設定** : **希釈水量が少なくなるように, 指数回帰式(下側)を用いて, 1,000年後の降水量を1,110 mm/yと設定**する。

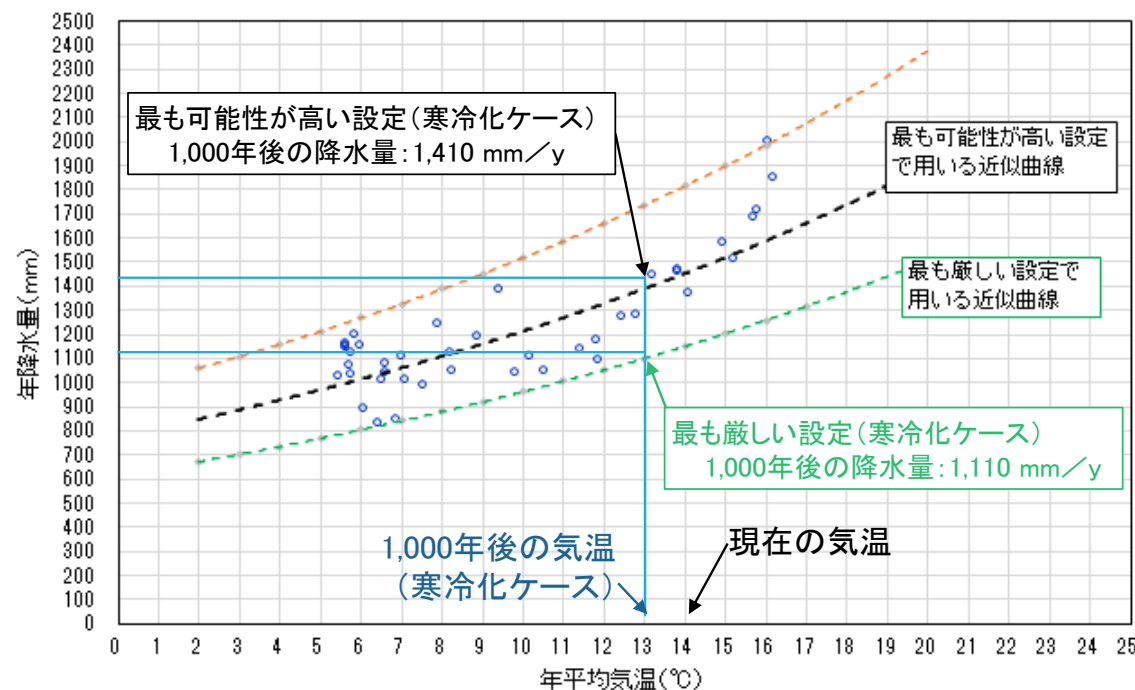
気温と降水量の関係の整理の流れ

①気候因子が類似する地点の選定

- ・東日本の太平洋側からオホーツク海側に位置すること。
- ・アリソフの気候区分が寒帯～温帯であること。
- ・陸度(半径50 km円内の陸域の占める割合)が1/10～9/10であること。
- ・開放度(半径15 km円内で対象地点より標高が200 m以上高い範囲を除く角度)が240°～360°であること。

②選定された41地点の平均気温と降水量の関係を指数回帰式で表す

③1,000年後の気温より降水量を設定



第4図 廃棄物埋設地周辺と類似する気候因子を持つ地点の気温と降水量の関係

(b)「海水準変動」

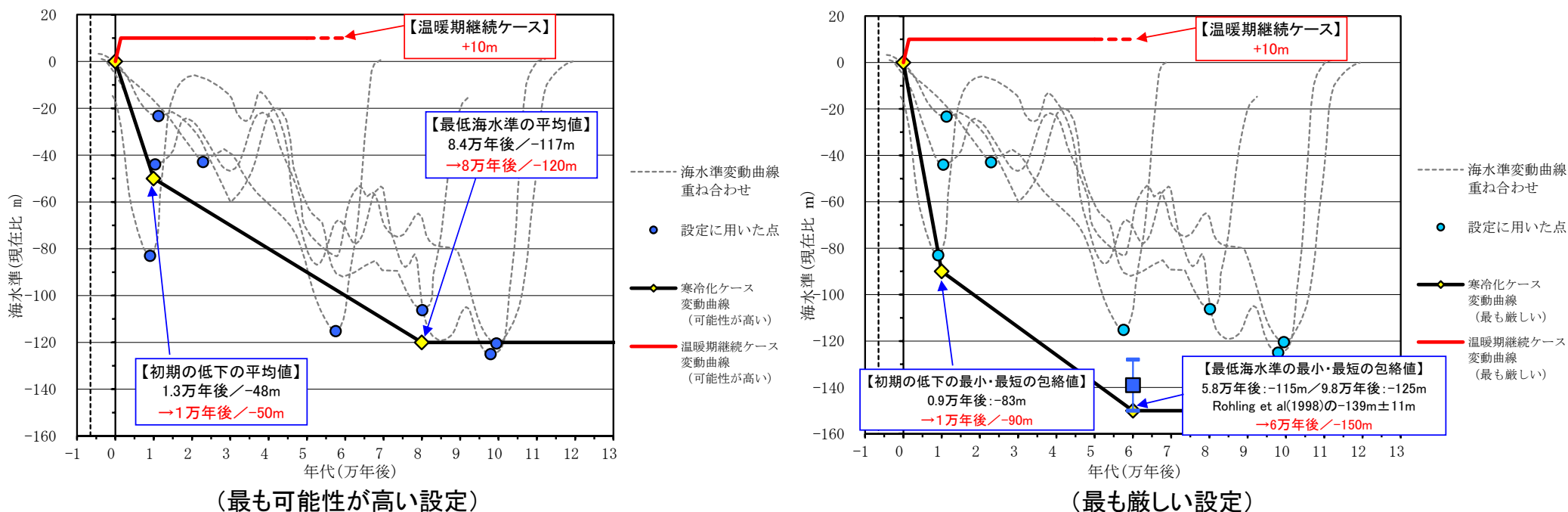
海水準変動は、廃棄物埋設地を直接損傷させることはないが、海水準変動が生じると、廃棄物埋設地及びその周辺における河川及び海の分布域が変化し、将来の人の生活環境及び生活様式に影響を及ぼすことが想定される。なお、海水準は低下量が大きく、低下時期が早いほど、廃棄物の地表接近及び希釈水量の観点から保守的な設定となるため、海水準が低下する寒冷化ケースを状態設定の対象とする。

第4表 長期変動事象の状態設定結果(気象変動に起因する事象) 海水準変動

ケース		モデル化時期	海水準(現在比:m)
最も可能性が高い設定	寒冷化ケース	1,000年後	-5.0
最も厳しい設定	寒冷化ケース	1,000年後	-9.0

海水準変動の設定について

- 最も可能性が高い設定：亜氷期の海水準は10,000年後に-50 mとし、1,000年後の海水準は-5.0 m(現在比)と設定する。
- 最も厳しい設定：亜氷期の海水準は10,000年後に-90 mとし、1,000年後の海水準は-9.0 m(現在比)と設定する。



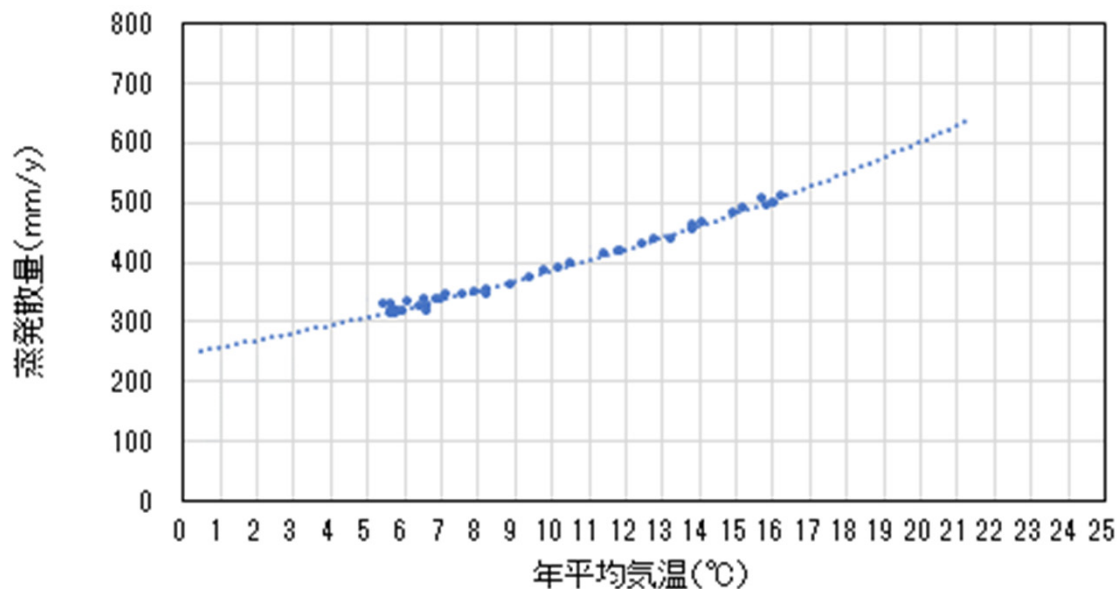
第5図 将来の海水準変動曲線

2. 地質環境等の状態設定(8/13)

(c) 「蒸発散量」

蒸発散量はかん養量の設定に必要となり、かん養量は希釈水量に関連している。地下水での希釈水量を少なく設定する方が保守的な設定となることから寒冷化ケースを状態設定の対象とする。

- 蒸発散量は、年平均気温を用いて可能蒸発散量として推定するソーンズウェイト法により求め、一般的な補正係数を用いて蒸発散量を設定する。
- 敷地周辺と気候因子が類似した41地点の平年気温から可能蒸発散量を計算し、41地点の平年気温と蒸発散量の関係式を作成する(第6図参照)。
- 最も可能性が高い設定：第6図の気温と蒸発散量の関係及び最も可能性が高い設定における気温の状態設定値から、1,000年後に450 mm/yと設定する。
- 最も厳しい設定：第6図の気温と蒸発散量の関係及び最も厳しい設定における気温の状態設定値から、1,000年後に440 mm/yと設定する。



第6図 廃棄物埋設地周辺と類似する気候因子を持つ地点の気温と蒸発散量の関係

(d) 「かん養量」

かん養量の変化は廃棄物埋設地を直接損傷させることはないが、廃棄物埋設地への浸透水量に影響を及ぼし、また、地下水流動が変化し希釈水量に影響すると考えられることから、将来のかん養量を設定する。かん養量は希釈水量に関連しており、地下水での希釈水量を少なく設定する方が保守的な設定となることから寒冷化ケースを状態設定の対象とする。

- かん養量は、降水量、蒸発散量、表面流出量が把握できれば、一般的な水収支より、以下の式にて設定する。
かん養量(mm) = 降水量(mm) - 蒸発散量(mm) - 表面流出量(mm)
- 最も可能性が高い設定：最も可能性が高い設定における降水量及び蒸発散量の状態設定値並びに表面流出量(降水量の0.5)から、1,000年後に 260 mm/yと設定する。
- 最も厳しい設定：最も厳しい設定における降水量及び蒸発散量の状態設定値並びに表面流出量(降水量の0.5)から、1,000年後に 120 mm/yと設定する。
- 線量評価パラメータで設定する年間浸透水量は、かん養量が多くなると廃棄物埋設地からの放射性物質の漏出量が増加し、保守的となるため、かん養量が多くなるように降水量が多くなることを考慮した値を用いる。

第5表 長期変動事象の状態設定結果(気象変動に起因する事象) 気温, 降水量, 蒸発散量, かん養量

ケース		モデル化時期	気温(°C)	降水量(mm/y)	蒸発散量(mm/y)	かん養量(mm/y)
最も可能性が高い設定	寒冷化ケース	現在	14	1,450	460	270
		1,000年後	13	1,410	450	260
最も厳しい設定	寒冷化ケース	現在	14	1,150	460	120
		1,000年後	13	1,110	440	120

2. 地質環境等の状態設定(10/13)

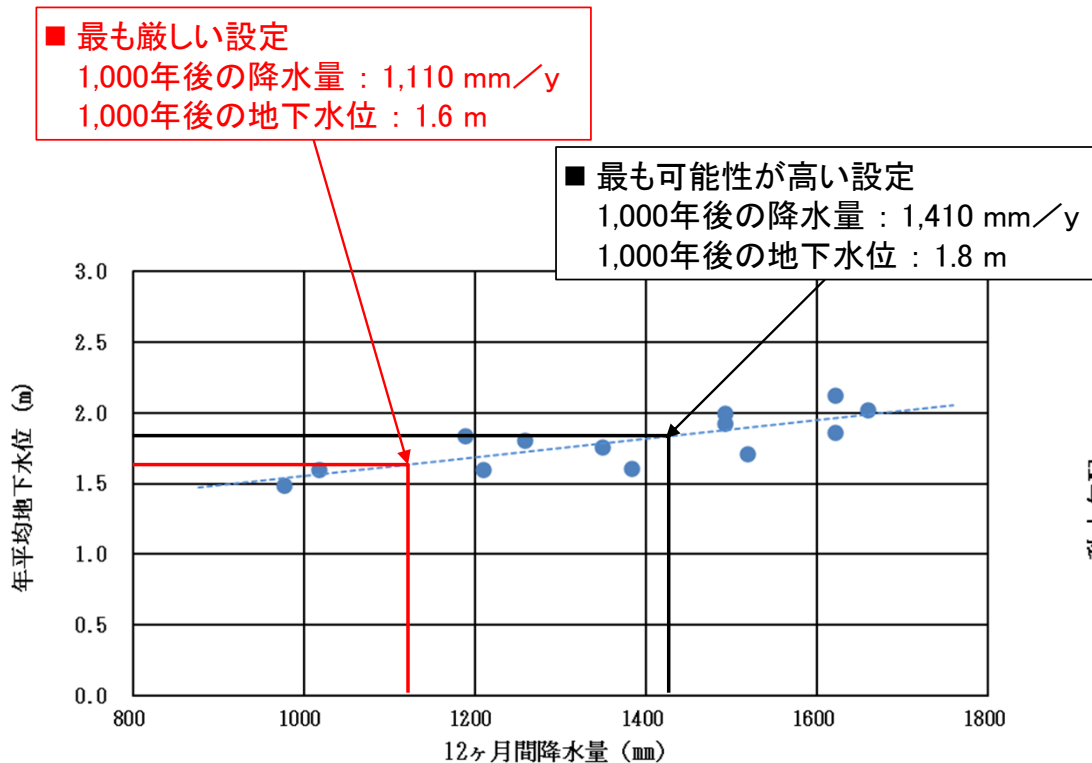
(e) 「地下水位(地下水流動)」

地下水位(地下水流動)は単独事象としては廃棄物埋設地を直接損傷させることはないが、地下水位(地下水流動)の変化が、希釈水量に影響するため、地下水位(地下水流動)を長期変動事象として考慮し、将来の地下水位、動水勾配及び地下水流速を設定する。地下水位、動水勾配及び地下水流速は希釈水量に関連しており、希釈水量を少なく設定する方が保守的な設定となることから寒冷化ケースを状態設定の対象とする。

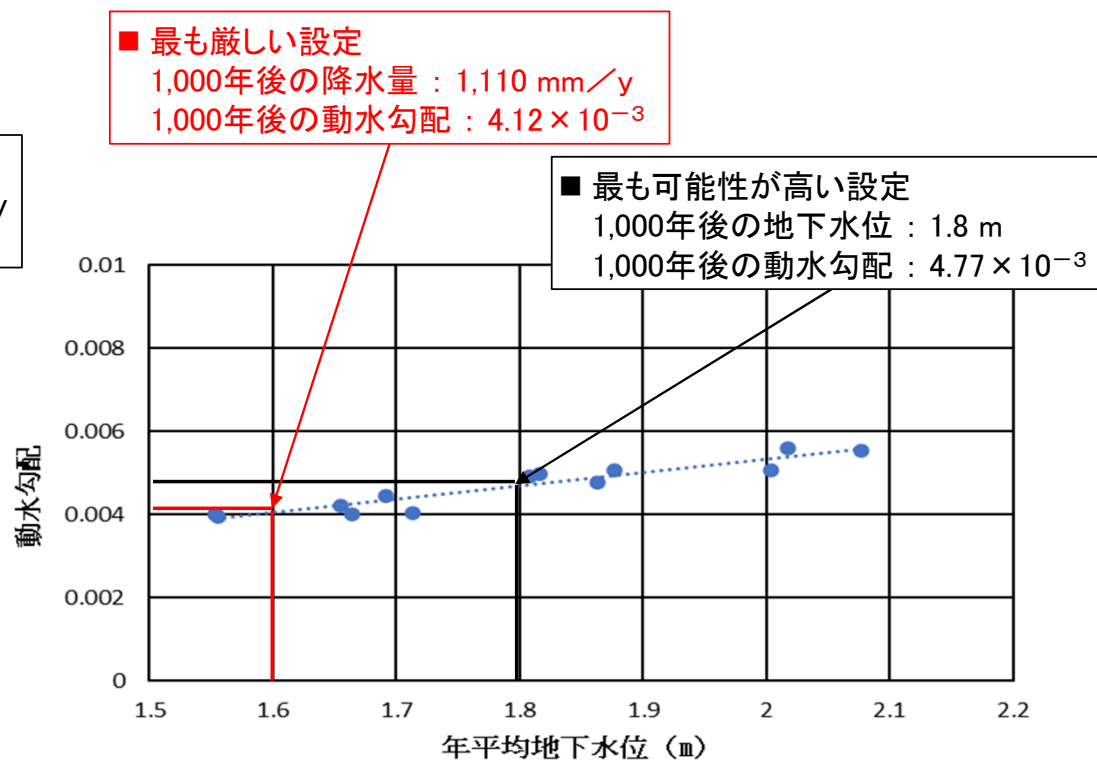
- 過去の記録に基づき12ヶ月間の降水量と廃棄物埋設地直下の平均地下水位の相関式を設定(第7図参照)
- 廃棄物埋設地直下の平均地下水位と、廃棄物埋設地の上流と下流の地下水位から算出した年平均動水勾配の相関式を設定(第8図参照)
- 将来の降水量の設定に基づき、第7図及び第8図で設定した相関式を用いて、地下水位、動水勾配及び地下水流速を設定
- 地下水流速は第8図で算出した動水勾配に、廃棄物埋設地近傍で行った揚水試験で得られた透水係数(3.23×10^{-2} cm/s)を用いて、ダルシー流速を算出することで設定
- 1,000年後の各設定値は第6表のとおり

第6表 長期変動事象の状態設定結果(気象変動に起因する事象) 地下水位, 動水勾配, 地下水流速

ケース		気温 (°C)	降水量 (mm)	地下水位 (T.P. m)	動水勾配 (-)	地下水流速 (m/y)
最も可能性が高い設定	寒冷化ケース	13	1,410	+1.8	4.77×10^{-3}	49
最も厳しい設定	寒冷化ケース	13	1,110	+1.6	4.12×10^{-3}	42



第7図 12ヶ月間降水量と平均地下水位との関係



第8図 年平均地下水位と年間の動水勾配の関係

(3) プレート運動と気候変動の両者に起因する事象

第7表 長期変動事象の状態設定結果(プレート運動と気候変動の両者に起因する事象)

起回事象	自然現象	最も可能性が高い設定	最も厳しい設定
プレート運動と気候変動の両者に起因する事象	侵食	敷地周辺の面的侵食による侵食速度は0.1 mm/年以下であり、また、廃棄物埋設地では保護土層の上部にじゃかご等の保護工を設置するため、侵食は考えられない。廃棄物埋設地までは河食は到達しないと想定される。廃棄物埋設地東方の海岸線は海食の影響がなく、将来の海食も想定されない。以上より、長期変動事象として考慮しない。	

(4) その他の事象

第8表 長期変動事象の状態設定結果(その他の事象)

起回事象	自然現象	最も可能性が高い設定	最も厳しい設定
その他の事象	生物学的事象	廃棄物埋設地は保護工により覆われているため、生物学的事象による影響はなく、長期変動事象として考慮しない。	

人為事象シナリオ

- 敷地及びその周辺の一般的な土地利用では生じるとは考えられない廃棄物埋設地のバリアの損傷をもたらす人間活動を対象とし、**廃棄物埋設地の大規模な掘削を行う建設業従事者及び掘削後の土地利用を行う居住者が受ける線量を評価**する。
- 居住者の受ける線量の評価に当たっては、廃棄物埋設地のうち掘削による擾乱を受ける範囲の状態設定は、バリア機能の喪失を考慮する。
- それ以外の状態設定は、人為事象シナリオが発生の可能性の小さい仮想的なシナリオであることから、過度な保守性を避けるため、最も可能性が高い自然事象シナリオと同様とする。

第9表 人為事象シナリオの地質環境等の状態設定

評価対象個人	地質環境等の状態設定
建設業従事者	地質環境等の状態は影響しない。
居住者	過度な保守性を避けるため、地質環境等の状態は最も可能性が高い自然事象シナリオと同様とする。

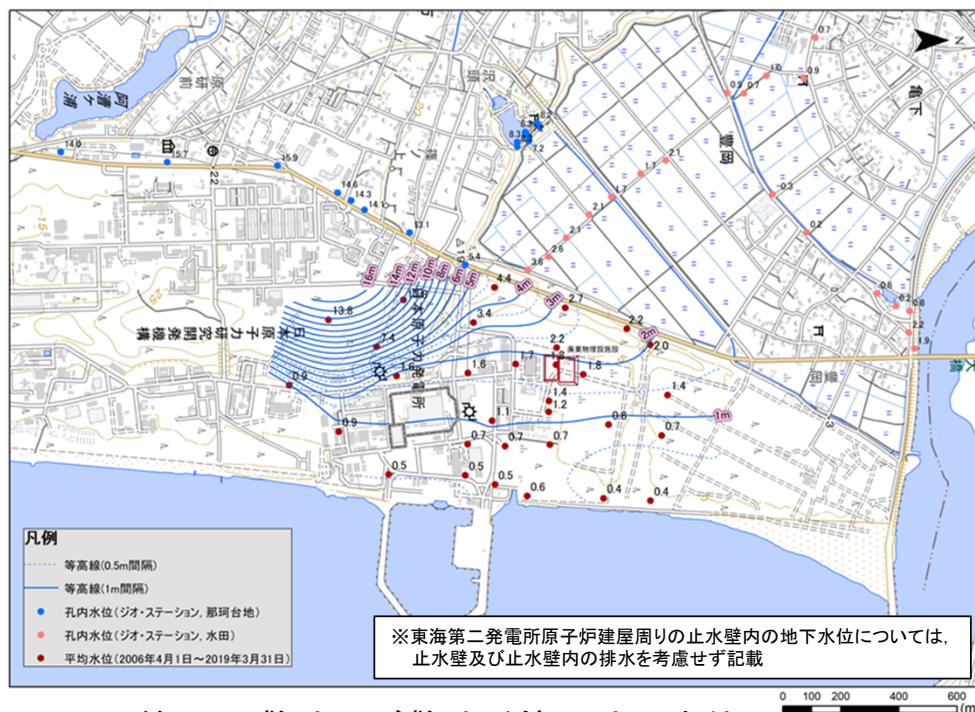


水理状況 防潮堤等の設置による地下水流動への影響(1/2)

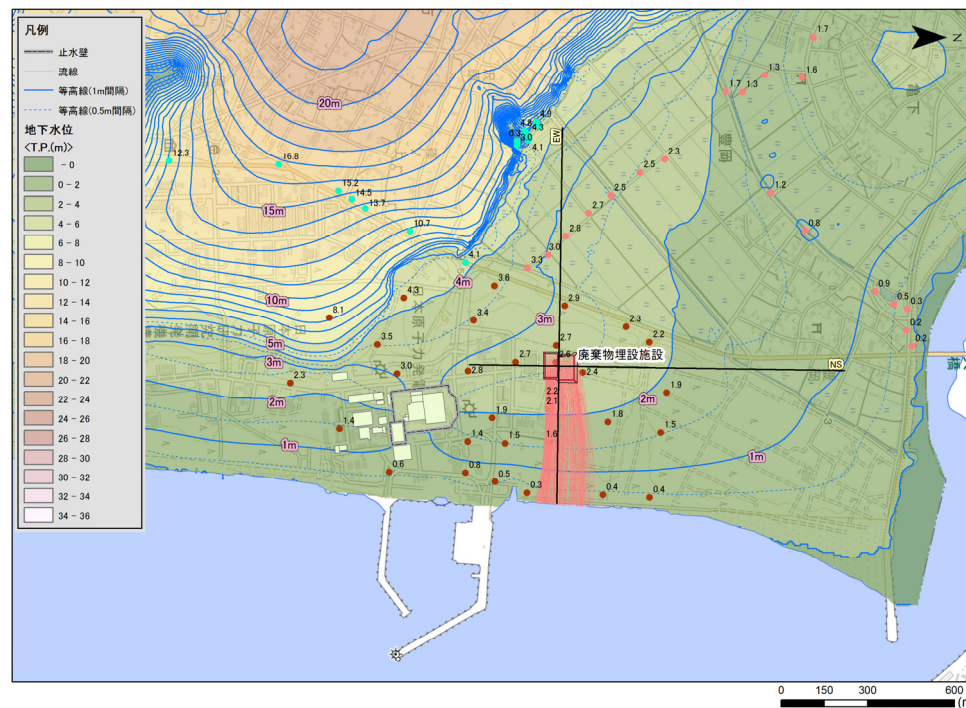
✓ 防潮堤等の設置が廃棄物埋施設位置の地下水流動に与える影響を把握するため、三次元地下水流動解析を実施した。

■ 現況再現解析

✓ 現況再現解析の結果、廃棄物埋施設位置付近では西から東へ向かう流れが再現されており、廃棄物埋施設底面に配置した粒子発生点からの流線は海へ向かう結果となった。



第9図 敷地及び敷地近傍の地下水水位 (背景:地理院タイル)

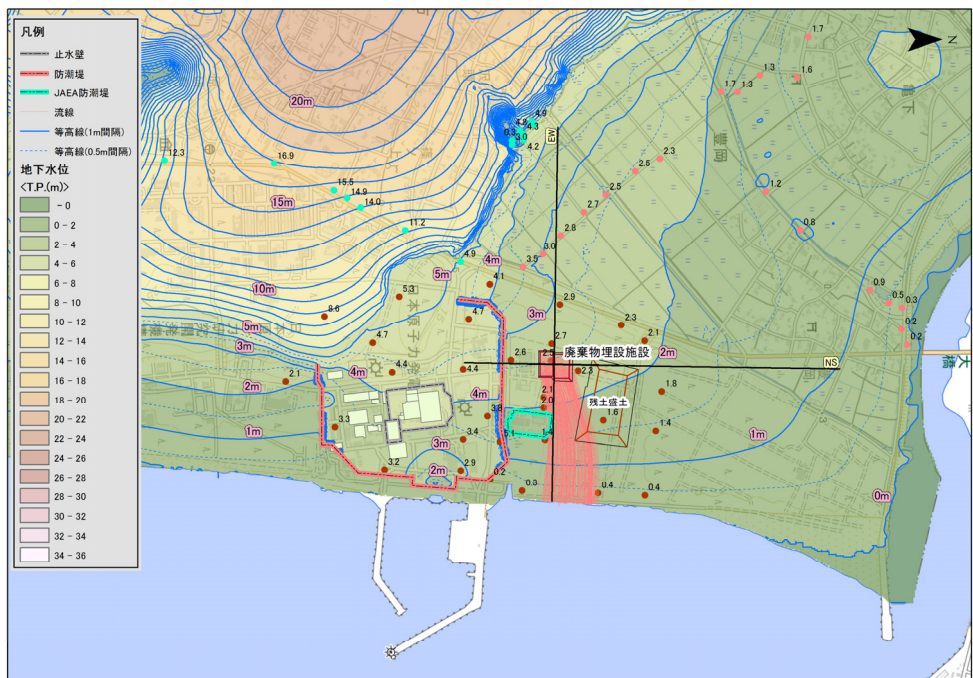


第10図 地下水水位等高線及び流線図(現況再現時) (背景:地理院タイル)

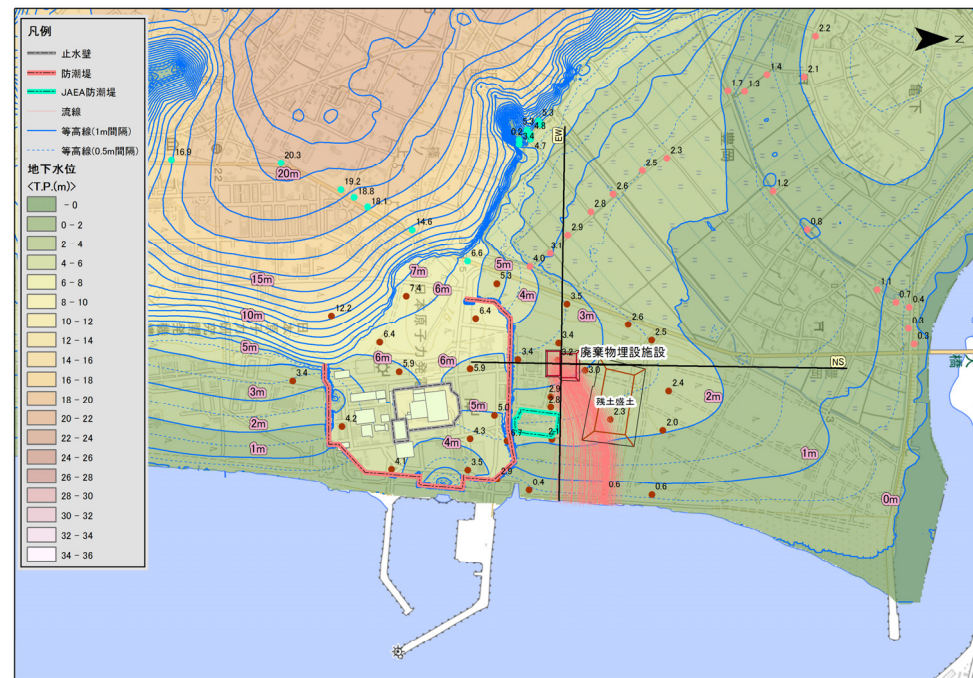
水理状況 防潮堤等の設置による地下水流動への影響(2/2)

■ 防潮堤等設置後の予測解析

- ✓ 防潮堤等をモデル化し、当該設備が地下水流動へ与える影響を確認するための予測解析を行った。
- ✓ 年平均雨量を入力とした解析の結果、防潮堤外の地下水位に大きな変化は認められない。
- ✓ 豪雨時の解析の結果、廃棄物埋施設設置位置も含めて地下水位が上昇する傾向が認められるが、その上昇量は廃棄物埋施設設置位置及び近傍において1m未満であり、**廃棄物埋施設設置底面レベルを上回ることはない。**
- ✓ いずれの解析においても**廃棄物埋施設設置に配置した粒子発生点からの流線は海へ流出する。**

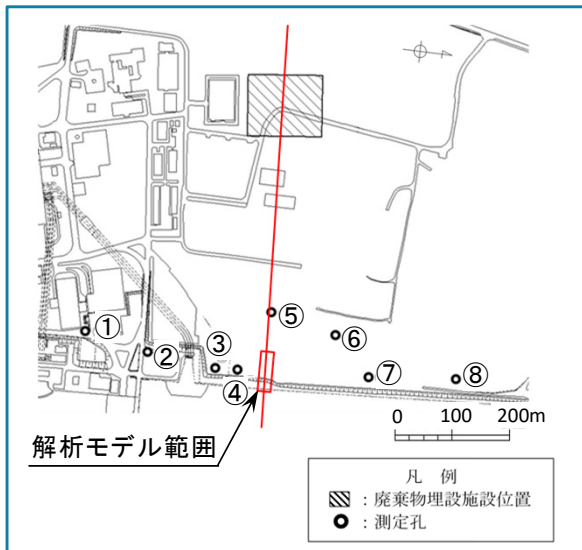


第11図 地下水位等高線及び流線図
(防潮堤等設置後、年平均雨量) (背景:地理院タイル)



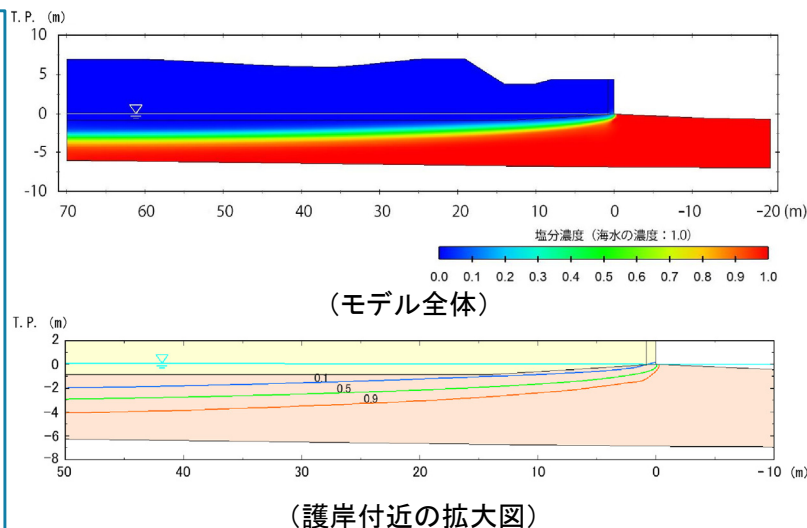
第12図 地下水位等高線及び流線図
(防潮堤等設置後、豪雨時) (背景:地理院タイル)

■鉛直二次元FEM移流分散密度流解析

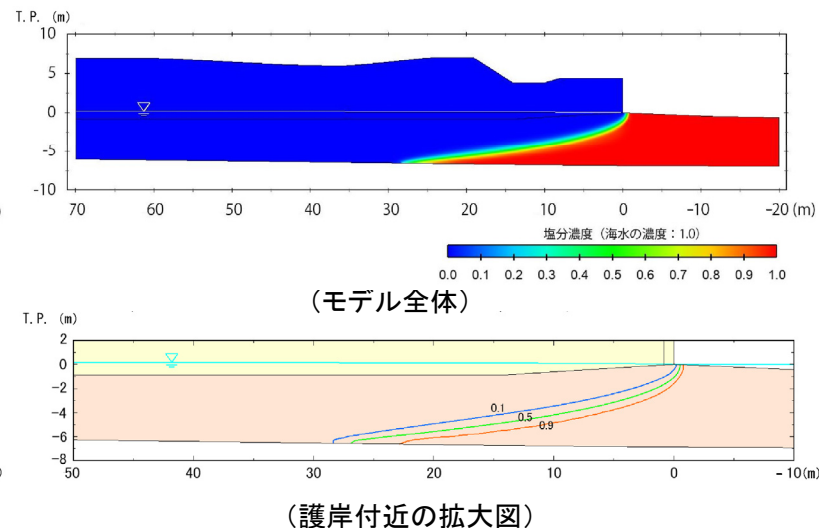


第13図 解析モデル範囲(平面図)

- ✓ 廃棄物埋設施設位置の地下水流動下流側の海岸付近は、道路や発電所施設はなく、また、放水口建設時の止水壁の影響もないことから、塩水は汀線付近(沖合側)の海底面から淡水の下部に潜り込んだくさび状を示し、Ac層上面における海水の侵入は陸側に50m程度(測定孔⑦)及び測定孔⑧の測定下限近傍)と考えられる。



第14図 Case1(降水の地盤浸透率20%)の解析結果及び塩淡境界(海水塩分濃度0.9)と測定孔の塩淡境界



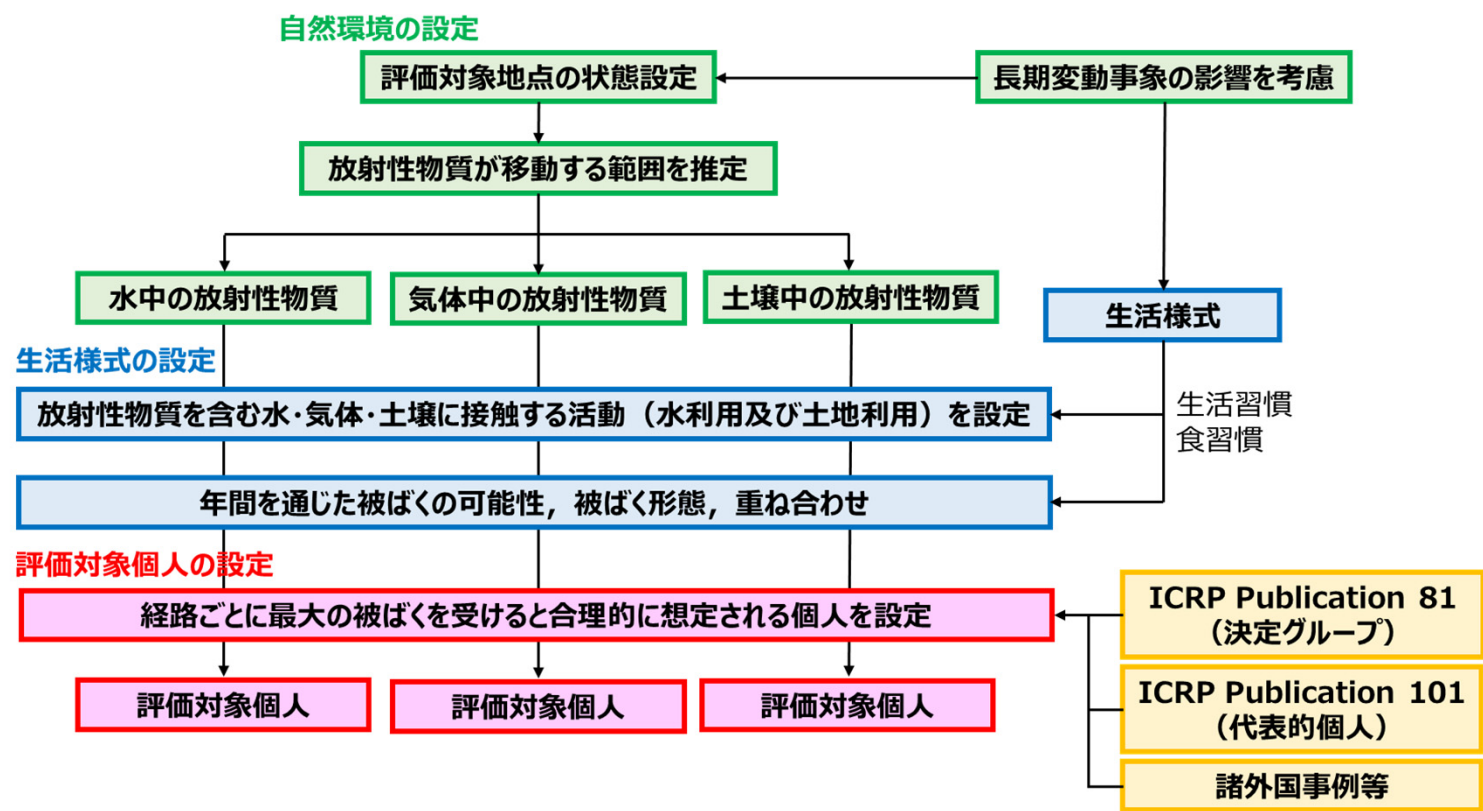
第15図 Case2(降水の地盤浸透率100%)の解析結果及び塩淡境界(海水塩分濃度0.9及び0.5)と測定孔の塩淡境界



補足説明資料2 生活環境の状態設定

4. 生活環境の状態設定(1/5)

様々な人間活動によって生じる被ばく経路(被ばくをもたらす人間活動)を設定するに当たって、廃止措置の開始後の将来の敷地及びその周辺の地質環境等の状態並びに現在の敷地及びその周辺の社会環境から被ばくが生じると考えられる人間活動(水利用及び土地利用)を設定する。さらに、東海村の就労形態を考慮して評価対象個人を設定する。



第16図 生活環境の状態設定の検討フロー

放射性物質の移動挙動及び被ばく経路

- 廃棄物埋設地の底面は、地下水に接することがない高さとすることから、埋設した放射性廃棄物は地下水と常時接することはない。そのため、埋設した放射性廃棄物に含まれる放射性物質は、地表から浸透した降雨等の浸透水を介して地下水に移動する。
- 廃棄物埋設地内の土砂の間隙中に漏出した放射性物質は、廃棄物埋設地内の土砂の収着性に応じて間隙水中に溶出するものとする。
- 廃棄物埋設地内の間隙水に溶出した放射性物質は、地下水に漏出し、地下水と接した土砂の間隙水中を移動し、海に流入する。
- 地下水の流入した海域で得られる海産物及び地下水を利用して生産された農産物には、それぞれ海産物への濃縮係数及び農産物への移行係数に応じて放射性物質が移動する。よって、それらの海産物及び農産物の摂取を含む水の利用によって公衆の被ばくが生じるものとする。
- 廃棄物埋設地に埋設した放射性廃棄物から漏出する放射性物質の移動は、基本的に地下水を介して生じる。漏出した放射性物質は地下水中の土壌の間隙水中を移動するため、放射性物質が収着し、土壌中に放射性物質が残存するものとして、廃棄物埋設地から移動した先の土地の利用によって公衆の被ばくが生じるものとする。

生活様式を踏まえた人間活動の設定

(1) 水利用

- 本施設周辺には河川等の地表水はなく、雨水等は土壌に浸透し地下水となる。地下水は、本施設西側から海に向かって一様に流れることから、本施設東側以外に流れる可能性は極めて小さい。また、地下水が流出するのは海であり、海水を生活用水等に利用することは考えられない。
- 東海村には漁業経営体及び漁業従事者はほぼ存在しないが、沿岸海域では漁業が行われ、漁獲された海産物は、東海村周辺の漁港に水揚げされていることから、漁業活動に伴う被ばく及び放射性物質が移行した海産物の摂取による被ばくが想定される。
- 「令和2年度茨城県の水道」によると、東海村の水道普及率はほぼ100%(99.8%)であり、専らこれを生活用水に利用している。水道以外を生活用水に利用している世帯もあるが、その割合は0.2%となっている。また、廃棄物埋設地は海岸からの飛砂を防ぐために設けられた保安林よりも海側に設置を予定しており、将来においてその土地に井戸を設置して利用する可能性は極めて低く、生活用水は、水道水を利用することが現実的かつ合理的な仮定である。ただし、水道以外を生活用水に利用する世帯が現在も一定数認められることから、将来も井戸を設置して飲用水として利用することを想定する*。
- 事業所境界よりさらに西側では、地表水を用いた灌漑用水が整備されており、新たに地下水を灌漑用水として利用する可能性が極めて小さい。また、地下水の流れは海に向かって一様に流れることから、整備された灌漑用水を用いて灌漑農業が行われることが現実的かつ合理的な仮定である。ただし、事業所境界より西側に地下水が流れ、その地下水を灌漑用水に利用する人間活動を最も厳しい人間活動として想定する。

(2) 土地利用

- 地下の掘削を伴う土地利用の一つに構造物の建設がある。現状の東海村では、地下数階を有するような大規模な構造物はほとんど見られず、3 m以深の掘削を行う頻度は1%未満である。そのため、一般的な住宅の建設及びそれに伴って発生する掘削土壌上での居住を想定する。
- また、居住に伴い家庭菜園が行われることも考えられることから、掘削土壌上で家庭菜園で生産される農産物を摂取することを想定する。
- なお、地下の掘削を伴わない土地利用として、農産物の生産が考えられるが、廃棄物埋設地は保安林より海側の砂丘砂層に設置することになるため、農業利用の可能性が極めて小さいことから人間活動として考慮しない。

※ 2022年10月4日開催の第458回核燃料施設等の新規規制基準適合性に係る審査会合での指摘を踏まえ、井戸を設置して飲用水として利用される想定に変更

4. 生活環境の状態設定(3/5)

評価対象個人の設定

- 評価対象個人は、生活様式の特徴を表した個人で、年間を通して被ばくする可能性がある個人を代表として設定する。
- 敷地及びその周辺又は我が国で現在認められる一般的な生活様式を持つ個人とし、比較的高い被ばくを受ける集団を代表する成人とする。
- 生活様式は、現在認められる就労形態ごとに異なると考えられる。評価の観点からは放射性物質が移動する水又は土壌に接触する生産活動に従事する就労者を対象とすることが合理的である。また、放射性物質は、その移動特性や放射線影響が種類ごとに異なることから、評価対象個人を複数の集団から設定する。
- 被ばくの可能性がある就労形態は、第一次産業としては、漁業及び農業が代表的であり、第二次産業では、建設業が代表的である。第三次産業及びその他の業種については、労働作業に伴う被ばくの可能性が低く、居住する人を想定することで代表できる。
- 東海村の産業別就業者数に基づくと、約7割を第三次産業が占めており、第三次産業については居住する人を想定することで代表できる。このことから、**最も可能性が高い自然事象シナリオにおいては、評価対象個人を居住者とする。**
- **最も厳しい自然事象シナリオにおいては、東海村の代表的な就労形態を考慮して、漁業従事者、農業従事者、建設業従事者及び居住者とする。**
- なお、東海村においては、畜産業に従事する者として、肉用牛の飼育家が1戸まで減少しており、かつ、酪農、養豚、養鶏(採卵含む。)は行われていないことから、評価対象個人として畜産業従事者は考慮しない。
- それぞれの生活様式は、現在の市場の流通状況を考慮して設定する。

第10表 評価対象個人の生活様式の設定

シナリオ	評価対象個人	生活様式
最も可能性が高い自然事象シナリオ	居住者	掘削土壌上に居住する人を対象として、家庭菜園により生産される農産物及び一般的な市場に流通した食品を摂取すると想定する。
最も厳しい自然事象シナリオ	漁業従事者	東海村において、漁港及び漁業経営体がないため、漁業従事者は東海村周辺地域に居住し、東海村沿岸で漁業に従事する人を対象として、放射性物質を含む海産物を自家消費することを想定する。その他は、一般的な市場に流通した食品を摂取すると想定する。
	農業従事者	掘削土壌上に居住する人を対象として、放射性物質を含む農産物については自家消費すると想定し、その他は一般的な市場に流通した食品を摂取すると想定する。 なお、放射性物質を含む地下水を灌漑に利用する灌漑作業を想定する。 また、井戸を設置し、放射性物質を含む地下水を飲用水として利用することを想定する。
	建設業従事者	掘削土壌上に居住する人を対象として、一般的な市場に流通した食品を摂取すると想定する。 また、放射性物質が地下水で移動した先での一般的な住宅の建設作業を行うことを想定する。 加えて、井戸を設置し、放射性物質を含む地下水を飲用水として利用することを想定する。
	居住者	掘削土壌上に居住する人を対象として、家庭菜園により生産される農産物及び一般的な市場に流通した食品を摂取すると想定する。 また、井戸を設置し、放射性物質を含む地下水を飲用水として利用することを想定する。

評価対象個人ごとの対象とする被ばく経路

- 最も可能性が高い自然事象シナリオの評価対象個人の対象とする被ばく経路を第11表に、最も厳しい自然事象シナリオの評価対象個人ごとの対象とする被ばく経路を第12表に示す通り設定する。

第11表 最も可能性が高い自然事象シナリオにおける被ばく経路

被ばく経路		居住者
水利用	海産物の摂取に伴う内部被ばく	○
	漁業に伴う海面活動による外部被ばく	—
	漁業に伴う漁網整備による外部被ばく	—
土地利用	住宅の建設作業に伴う外部被ばく及び内部被ばく	—
	掘削土壌上での居住に伴う外部被ばく及び内部被ばく	○
	居住者の家庭菜園により生産する農産物の摂取に伴う内部被ばく	○

第12表 最も厳しい自然事象シナリオにおける被ばく経路

被ばく経路		漁業従事者	農業従事者	建設業従事者	居住者
水利用	海産物の摂取に伴う内部被ばく	○	○	○	○
	漁業に伴う海面活動による外部被ばく	○	—	—	—
	漁業に伴う漁網整備による外部被ばく	○	—	—	—
	地下水を利用して生産される灌漑農産物の摂取に伴う内部被ばく	—	○	○	○
	地下水を利用した灌漑農作業に伴う外部被ばく及び内部被ばく	—	○	—	—
	井戸水の飲用に伴う内部被ばく	—	○	○	○
土地利用	住宅の建設作業に伴う外部被ばく及び内部被ばく	—	—	○	—
	掘削土壌上での居住に伴う外部被ばく及び内部被ばく	—	○	○	○
	居住者の家庭菜園により生産する農産物の摂取に伴う内部被ばく	—	○	○	○

第13表 人為事象シナリオの生活環境の状態設定

評価対象個人	生活環境の状態設定
建設業従事者	自然事象シナリオと同様に、放射性物質を含む土壌に近接する掘削作業を想定する。 ただし、自然事象シナリオで考慮するその他の人間活動による被ばくは考慮しない。 そのため、廃棄物埋設地の掘削土壌以外に居住する人を対象として、廃棄物埋設地に起因する放射性物質を含まない食品を摂取すると想定する。
居住者	掘削に伴うバリア機能喪失後の廃棄物埋設地からの地下水による放射性物質の移動によって生じる被ばくに関する人間活動(最も可能性が高い自然事象シナリオの水利用と同様)を考慮する。 そのため、大規模な掘削後の廃棄物埋設地に居住する人を対象として、家庭菜園により生産される農産物及び一般的な市場に流通した食品を摂取すると想定する。

第14表 人為事象シナリオの線量の評価対象とする被ばく経路

被ばく経路		建設業従事者	居住者
水利用	廃棄物埋設地底面までの掘削作業による覆土の浸透水低減対策喪失後の廃棄物埋設地から漏出する放射性物質が移動する海での海産物の摂取に伴う内部被ばく	—	○
土地利用	廃棄物埋設地底面までを掘削する建設作業に伴う外部被ばく及び内部被ばく	○	—
	廃棄物埋設地底面までを掘削した混合土壌の上での居住に伴う外部被ばく	—	○
	廃棄物埋設地底面までを掘削した混合土壌の上での家庭菜園により生産される農産物の摂取に伴う内部被ばく	—	○