

廃棄物埋設施設における
許可基準規則への適合性について

第十条 廃棄物埋設地のうち第四号

(廃止措置の開始後の評価)

地質環境に係る長期変動事象

2020年4月

日本原燃株式会社

目 次

1. はじめに.....	1
2. 地質環境に係る長期変動事象の考え方.....	2
3. 状態設定.....	3
(1) プレート運動に起因する事象.....	3
(2) 気候変動に起因する事象.....	13
(3) プレート運動と気候変動の両者に起因する事象.....	58
(4) その他の事象.....	71
4. まとめ.....	73

添付資料1 想定される自然現象の選定について

1. はじめに

本資料は、「第十条 廃棄物埋設地のうち第四号(廃止措置の開始後の評価)」のうち、地質環境に係る長期変動事象について補足説明するものである。

長期状態設定において考慮すべき自然現象を第1表に示す。

第1表 長期状態設定において考慮すべき自然現象^{*1}

起因事象	長期事象	項目
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（火砕物密度流、降下火砕物）
	地震・断層活動	②地震、③液状化(覆土)、 ④断層活動(地盤の変形)
	隆起・沈降運動	⑤隆起・沈降
気候変動に起因する事象		⑥海水準変動、⑦気温、⑧降水量、 ⑨蒸発散量、⑩かん養量、 ⑪地下水位(地下水流動)、⑫河川流量
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、⑮透水性の変化

*1：長期状態設定において考慮すべき自然現象の選定については、添付資料1に詳細を示す。

2. 地質環境に係る長期変動事象の考え方

埋設設備を設置する地下の環境は、自然現象等の影響を受け難いことから、地上に比べ比較的安定である。しかし、長期的な観点で見ると、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は有意に変化することが予測される。

この地質環境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」に区分する⁽¹⁾。区分した各事象については、プレート運動や気候変動が過去から現在までの変動傾向とその要因が今後も継続するとみなし、それらを外挿して状態設定を行う。状態設定は、確からしい設定及び厳しい設定を設定する。

- ・ 確からしい設定：将来起こり得るなかで最も可能性が高いと考えられる状態とする。
- ・ 厳しい設定：過去の変化傾向とその要因の不確かさを網羅的に考慮し、科学的に合理的と考えられる範囲で最も厳しい状態とする。

状態設定を行う期間は、主要な放射性物質の半減期、放射エネルギー及び放射能濃度を踏まえ、1,000年程度までの期間とする。

なお、確からしい設定において最も可能性が高いと考えられる状態の設定が困難である場合は、不確かさを考慮して保守側に設定し、確からしい設定と厳しい設定で同様の値を用いるものとする。また、事象同士が密接に関係しており、両者で不確かさを考慮するのが適切でないと考えられる場合は、評価において保守的となる事象で不確かさを考慮して設定する。

3. 状態設定

(1) プレート運動に起因する事象

日本周辺には、大陸プレートであるユーラシアプレート及び北米プレート並びに海洋プレートであるフィリピン海プレート及び太平洋プレートがあり、大陸プレートの下に海洋プレートが沈み込んでいる。敷地の位置する東北日本弧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。

将来の日本列島周辺のプレート運動についても、今後数 10 万年から数 100 万年程度継続すると考えられる⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾。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。

プレート運動に起因する事象には、「火山・火成活動」、「地震・断層活動」及び「隆起・沈降運動」があげられる。

(i) 火山・火成活動

火山・火成活動によって、直接的に設備が破壊されること、また、敷地周辺が高温になることによって地下水流動場が変化することが想定されることから、火山・火成活動による状態設定について検討する。長期変動事象としては、降下火砕物に加えて、廃棄物埋設地に与える影響を考慮し、火砕物密度流についても検討する。

a. 火砕物密度流

短期的(数百年～数千年スケール)には、敷地に到達する可能性は十分に小さいため⁽⁵⁾、評価期間においては、火砕物密度流の熱的影響及び化学的影響については、考慮しない。

b. 降下火砕物

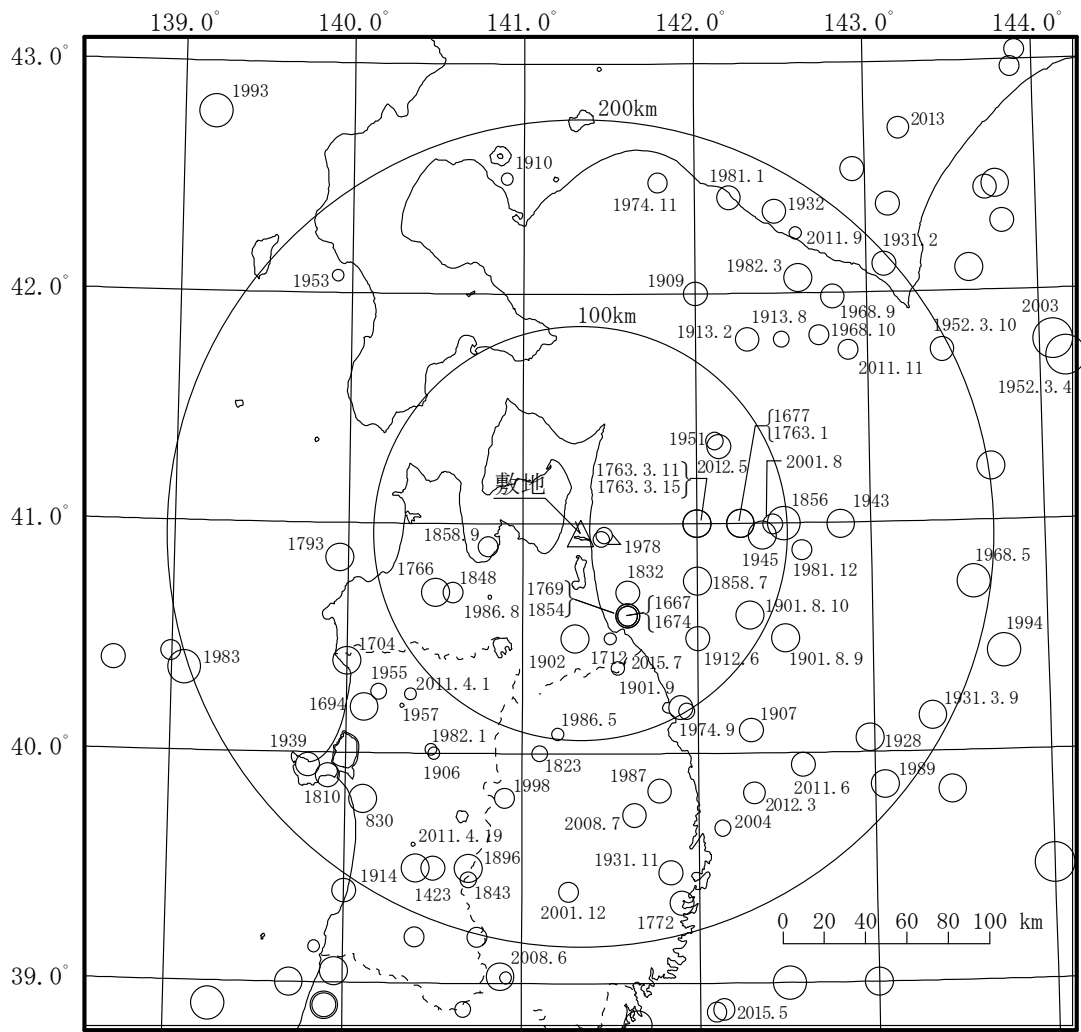
降下火砕物に含まれる成分によって地下水の水質変化(低 pH の水)が生じることが想定されるため、化学的影響について考慮する。

(ii) 地震・断層活動

地震・断層活動については、現在のプレート運動が継続することから、将来も同様の場所で繰返し発生すると想定し、状態設定を行う。

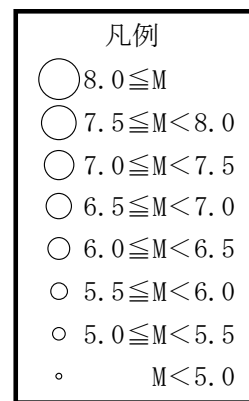
a. 地震

敷地周辺の被害地震の震央分布(敷地からの震央距離 200km 程度以内)を第 1 図に、敷地周辺の被害地震のマグニチュードと震央距離の関係を第 2 図に示す。敷地付近は、過去の被害地震から、M6 を超える地震の発生はなく、震度 5 強を超える地震の発生もない地域である。また、地震による力学的な変形は金属腐食に伴う埋設設備の変形量と比較して非常に小さいことから、地震による力学的影響を考慮しない。



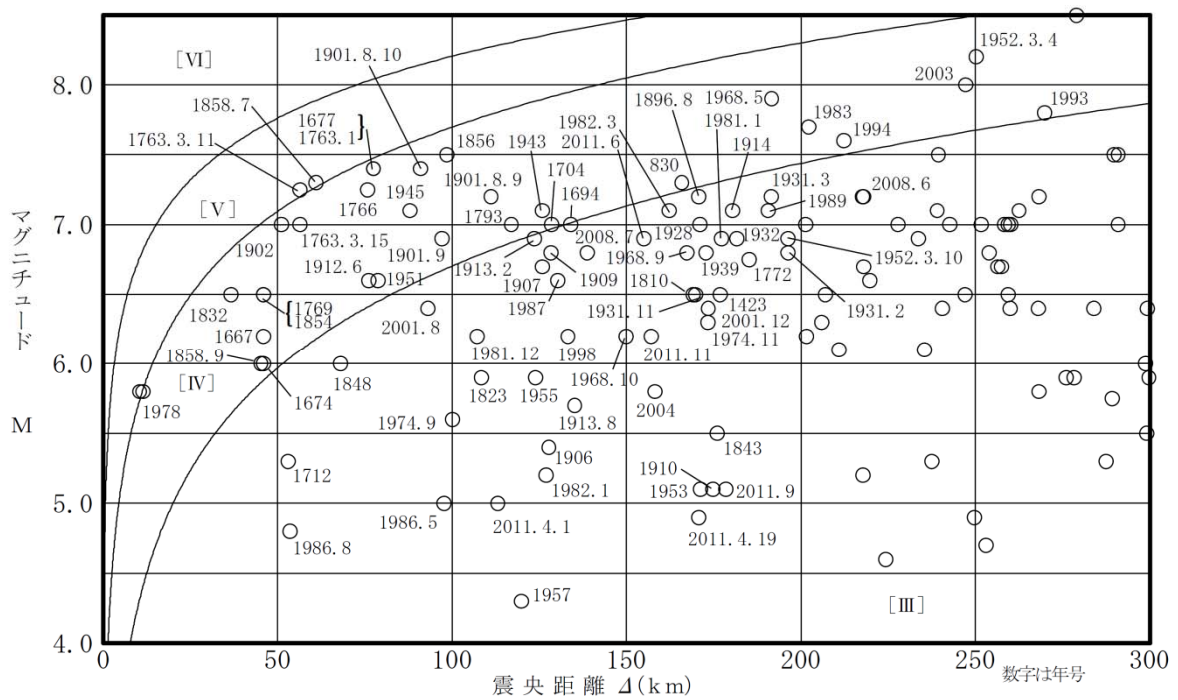
*1: 図中の数字は地震発生年(同年(同年月)の地震が複数存在する場合には年月(年月日))。

*2: 地震緒元は、1884年以前の地震については「日本被害地震総覧」⁽⁶⁾による値を、1885年以降1922年以前の地震については「宇津カタログ(1982)」⁽⁷⁾による値を、さらに1923年以降の地震については「気象庁地震カタログ」⁽⁸⁾による値をそれぞれ用いている。



第1図 敷地周辺の被害地震の震央分布^{*1*2}

(敷地からの震央距離 200km 程度以内)



第2図 敷地周辺の被害地震のマグニチュード-震央距離*1*2

*1：図中の数字は地震発生年(同年(同年月)の地震が複数存在する場合には年月(年月日))。

*2：[Ⅲ]～[Ⅵ]は気象庁震度階級で、村松(1969)⁽⁹⁾、勝又・徳永(1971)⁽¹⁰⁾による。

1997年以降の気象庁震度10階級においては、[Ⅲ]が3に、[Ⅳ]が4に、[Ⅴ]が5弱及び5強に、[Ⅵ]が6弱及び6強に対応する。

b. 液状化(覆土)

覆土(難透水性覆土、下部覆土)が液状化することによって、低透水性に影響が生じるおそれがあるため、廃棄物埋設地の状態設定において影響を評価する。

液状化(覆土)の詳細な評価については、「第十条 廃棄物埋設地のうち第四号(廃止措置の開始後の評価) 廃棄物埋設地の状態設定-影響事象分析-」に示す。

c. 断層活動(地盤の変形)

断層活動に伴う地盤の変位及び変形により廃棄物埋設地が直接破壊されることが想定される。

第3図に敷地周辺の空中写真判読結果を示す。空中写真判読結果及び地質調査から、活断層は廃棄物埋設地付近には分布しておらず、最も近い活断層は、敷地近傍の六ヶ所村出戸付近に分布する出戸西方断層である。出戸西方断層は、西傾斜の逆断層であり、その長さを約11kmと評価している。しかし、敷地には、出戸西方断層に起因する変動地形及びリニアメント並びに出戸西方断層に関連した地質構造は確認されていない。したがって、今後も地盤の変位及び変形により廃棄物埋設地が直接破壊されることは想定できない。

出戸西方断層以外の活断層については、廃棄物埋設地から更に離れており、断層活動があったとしても、廃棄物埋設地には力学的影響は及ばないと想定される。

以上より、今後も地盤の変位及び変形により廃棄物埋設地が直接破壊されることは想定できないため、断層活動による廃棄物埋設地への影響については、考慮しない。

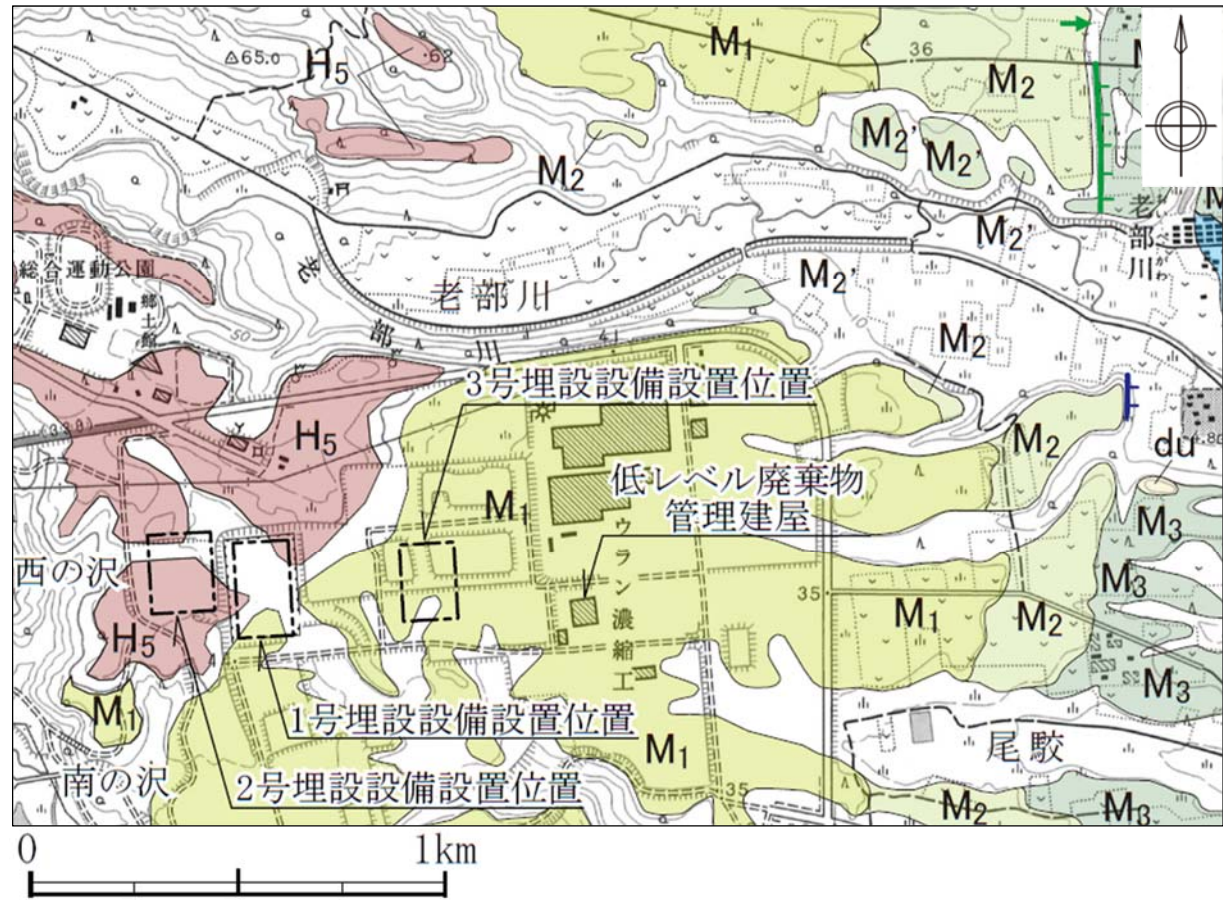
変動地形に基づいた
リニアメントの判読結果の凡例

L_A 変動地形である可能性が高い
L_B 変動地形である可能性がある
L_C 変動地形である可能性が低い
L_D 変動地形である可能性は非常に低い

○ 短線の方向は、低い地形の方向を示す。
○ 短線の無いリニアメントは、その両側で高度の不連続が認められないもの。
↓ ↓ 段丘面上の急傾斜部矢印の方向は傾斜方向を示す。

地形面区分凡例

du	砂丘	
L ₁	L ₁ 面	低位面
M _{3'}	M _{3'} 面	中位面
M ₃	M ₃ 面	
M _{2'}	M _{2'} 面	
M ₂	M ₂ 面	
M ₁	M ₁ 面	
H ₅	H ₅ 面	高位面



第3図 敷地周辺の空中写真判読結果

(iii) 隆起・沈降運動

a. 隆起・沈降

隆起・沈降運動は廃棄物埋設地を直接損傷させることはないが、地形勾配の変化や、侵食基準面から廃棄物埋設地までの比高の変化に伴う侵食・堆積環境の変化が想定される。侵食・堆積環境の変化により、地下水流動への影響や、埋設設備が地表に接近する可能性があることから、隆起・沈降運動を長期変動事象として考慮し、隆起・沈降運動の速度を設定する。

なお、敷地の位置する下北半島付近には、過去約 70 万年間に形成された海成段丘が分布することから、敷地及びその周辺は、少なくとも同期間において大局的には隆起域と考えられる。したがって、敷地周辺では将来も隆起運動が継続すると想定し、状態設定として隆起速度を設定する。

(a) 隆起速度の設定に関する考え方

小池・町田(2001)⁽¹¹⁾から、下北半島周辺(むつ-野辺地以東の尻屋崎～三沢間)の海成段丘面の形成年代と旧汀線標高等を考慮した隆起量について整理した結果を第 4 図に示す。

隆起速度は、廃棄物埋設施設付近に分布する海成段丘面の形成年代と旧汀線標高及び海水準変動等を考慮して、下記の式から算出する。

隆起速度 = (旧汀線標高 - 段丘面形成時の海水準 - 火山灰層層厚) / 段丘面形成年代

なお、下北半島周辺における海成段丘面の過去約 70 万年間の平均隆起速度は、2.0m/万年～4.5m/万年の範囲となる。

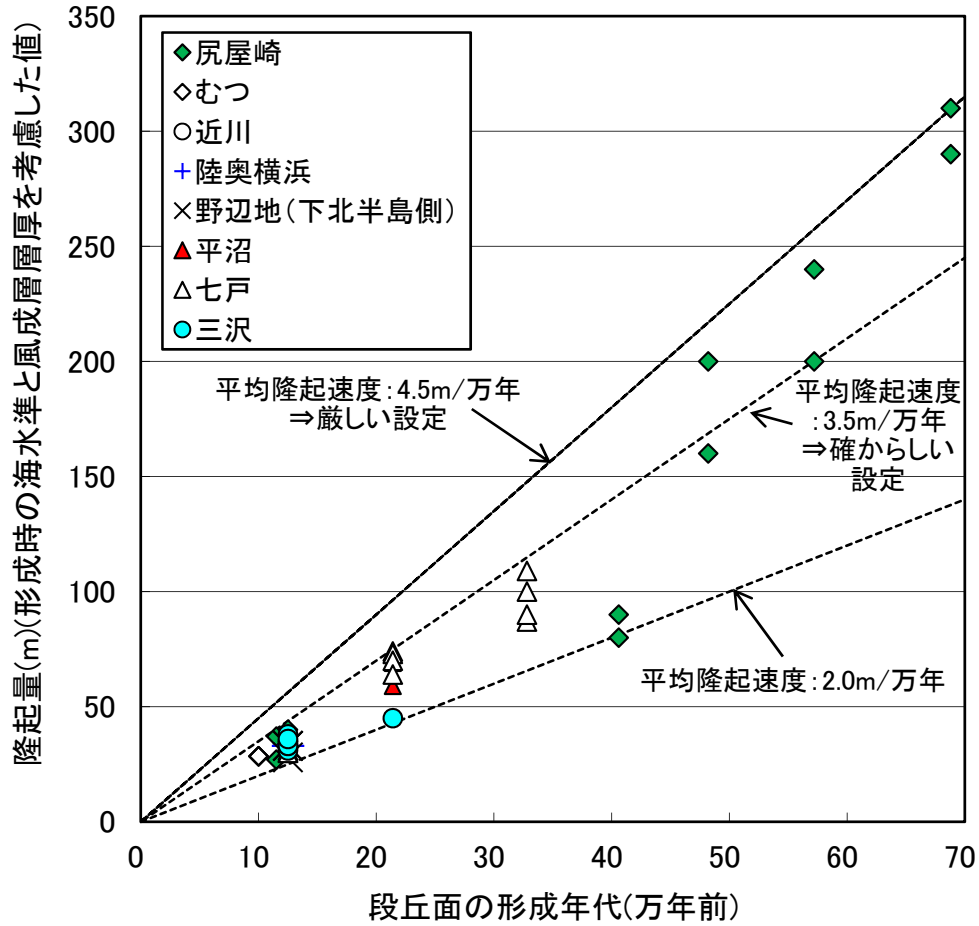
(一) 確からしい設定

敷地内の海成段丘面(M1 面、12.5 万年前)の旧汀線分布を第 5 図に、敷地における M1 面の状況を第 2 表に示す。確からしい設定における隆起速度は、廃棄物埋設施設付近に分布する M1 面の形成年代と旧汀線標高及び海水準変動等を考慮して算出する。

(二) 厳しい設定

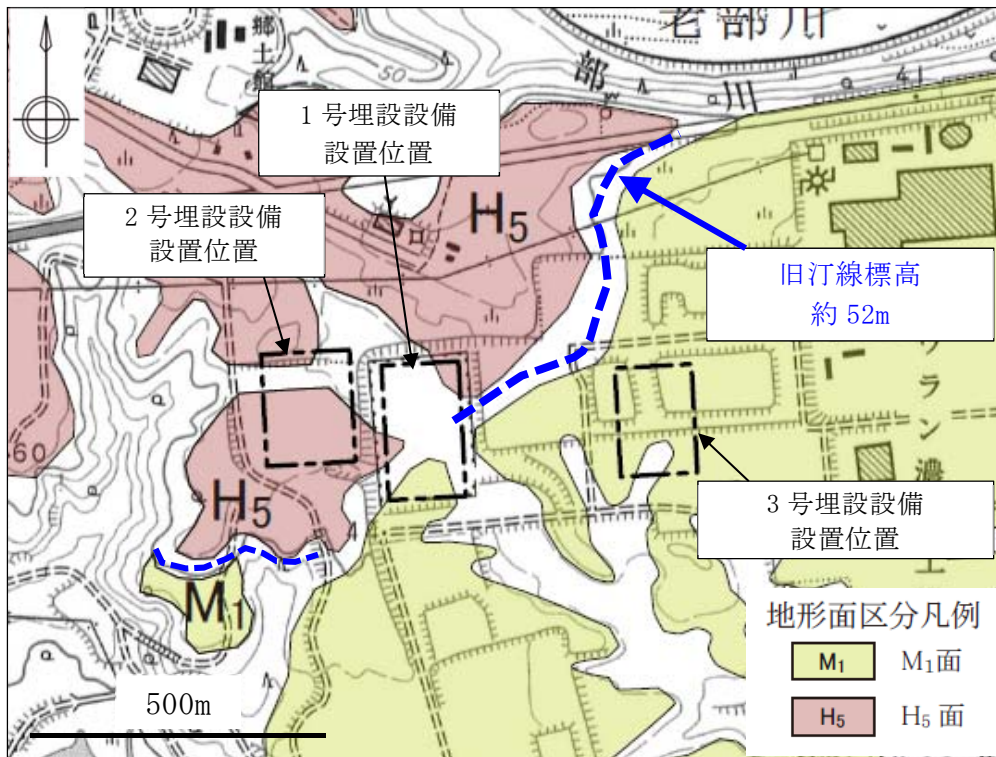
厳しい設定においては、隆起速度が速い方が相対的な海水準が低下し、河川の侵食が進むため、埋設設備の露呈時期が早くなることを考慮する。したがって、厳しい設定における隆起速度は、最も隆起速度が速い地点を包含す

る速度を設定する。



第4図 尻屋崎～三沢の海成段丘面の形成年代と平均隆起量との関係^{*1}

*1: 段丘面の形成年代及び隆起量は、小池・町田(2001)⁽¹¹⁾に基づき作成。



第5図 敷地内のM1面の旧汀線分布と標高

第2表 敷地におけるM1面の状況

旧汀線標高(分布境界)	EL52m
火山灰層層厚(敷地平均値)	3m
段丘面形成年代	12.5万年前
段丘面形成時の海水準(現在比+)	+5m

(b) 隆起速度の状態設定

隆起速度の状態設定結果を第3表に示す。

(一) 確からしい設定

廃棄物埋設施設付近に分布する M1 面の形成年代等から、隆起速度は 3.5m/万年とする。

隆起速度 = (旧汀線標高 - 段丘面形成時の海水準 - 火山灰層層厚) / 段丘面形成年代

$$\text{隆起速度} = (52\text{m} - 5\text{m} - 3\text{m}) / 12.5 \text{ 万年} \approx 3.5\text{m/万年}$$

(二) 厳しい設定

下北半島周辺の平均隆起速度は、2.0m/万年～4.5m/万年の範囲となるため、最も隆起速度が速い地点を考慮し、4.5m/万年とする。

第3表 隆起速度の設定値

ケース	隆起速度 (m/万年)
確からしい設定	3.5
厳しい設定	4.5

(2) 気候変動に起因する事象

気候変動は、数 10 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⁽¹²⁾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。また、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⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾、将来は寒冷化すると予測される。

一方、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⁽¹⁴⁾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⁽¹⁵⁾。

以上のことから、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(以下「寒冷化ケース」という。)と、温暖期が数万年程度継続した後、寒冷化に向かう場合(以下「温暖期継続ケース」という。)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「海水準変動」、「気温」、「降水量」、「蒸発散量」、「かん養量」、「地下水位」及び「河川流量」を長期変動事象として考慮する。

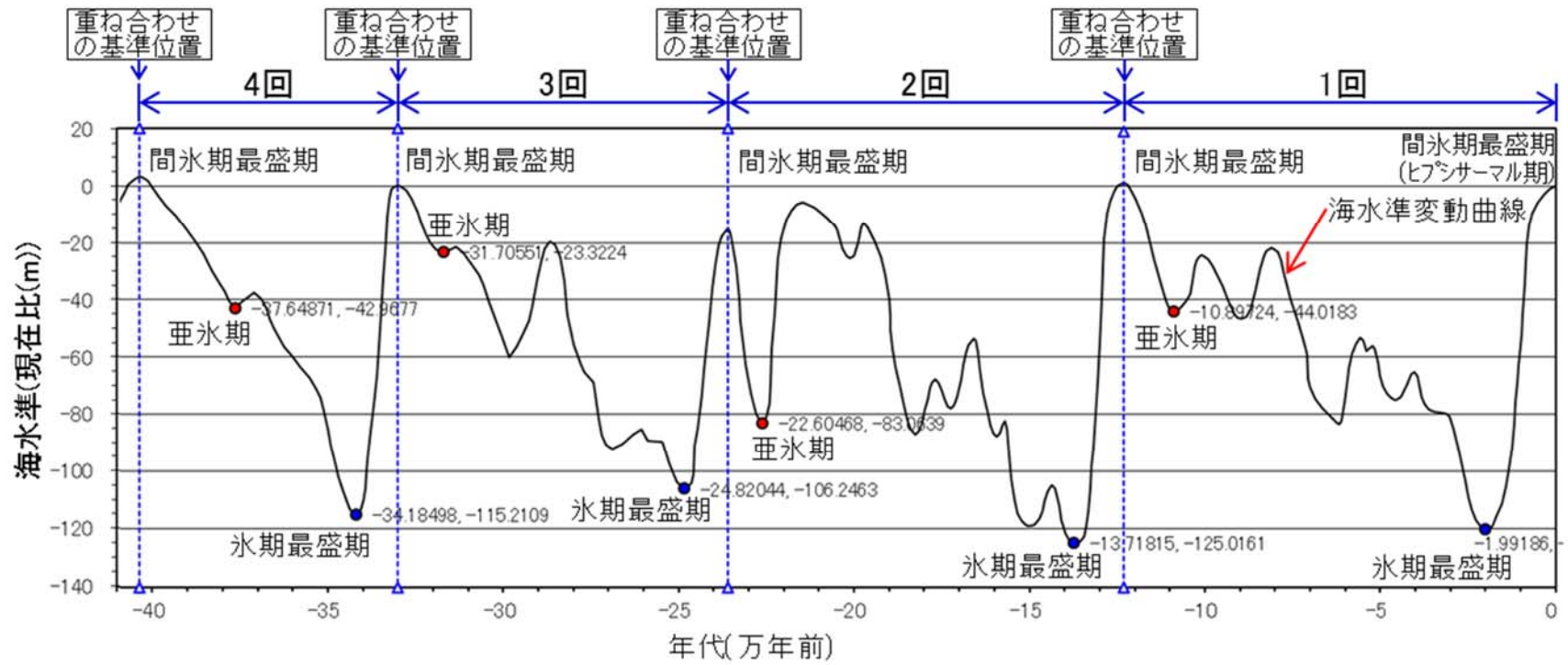
(i) 海水準変動

海水準変動は廃棄物埋設施設を直接損傷させることはないが、海水準変動が生じると、敷地及びその周辺における河川、湖沼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。また、海水準変動及びそれに伴う地形変化並びに地下水位及び地表水流動の変化が想定されるため、海水準変動を長期変動事象として考慮し、寒冷化ケース及び温暖期継続ケースにおける海水準の変動時期及び変動量を設定する。

a. 海水準変動の設定に関する考え方

過去 45 万年間の海水準変動曲線を第 6 図に示す。将来の海水準の設定に当たっては、過去 45 万年間の汎世界的な海水準変動を酸素同位体比から推定している Labeyrie et al. (2003)⁽¹⁶⁾を用いる。

なお、日本の海成段丘面等の形成年代と汎世界的な海水準変動は調和的⁽¹⁷⁾であることから、汎世界的な海水準変動は敷地においても同様とする。



第6図 過去の海水準変動曲線*1

*1: Labeyrie et al. (2003)⁽¹⁶⁾に一部加筆

(a) 確からしい設定

(一) 寒冷化ケース

過去の海水準変動曲線と将来の海水準変動曲線の設定について第 7 図に示す。Labeyrie et al. (2003)⁽¹⁶⁾を基に、過去 4 回の海水準変動曲線の間氷期最盛期のピークを基準として重ね合わせ、亜氷期までの時間及び海水準を設定する。設定した時間及び海水準を結んだ直線を将来の海水準とする。

将来の亜氷期までの時間については、過去 4 回の間氷期最盛期から亜氷期までの時間の平均値を用いる。

将来の亜氷期の海水準については、過去 4 回の亜氷期における海水準の平均値を用いる。

また、1,000 年後の海水準は、現在から亜氷期までの時間及び海水準の平均値を結んだ直線を用いて求める。

(二) 温暖期継続ケース

温暖期継続ケースにおける海水準変動については、過去の海水準変動の傾向から現在は間氷期最盛期になると考えられるため、将来の海水準変動の設定には不確かさが大きく状態設定が困難である。そのため、温暖期継続ケースの海水準は、IPCC(2013)⁽¹⁸⁾より、最終間氷期(約 129,000 年前～116,000 年前)の数千年は、海面水位が現在より 5m 高く、10m 以上は高くなかったとされていることを考慮して、過去の海水準の最大値を用いることとし、確からしい設定と厳しい設定は同様の値を用いるものとする。海水準が上昇する期間は、ANDRA(2005)⁽¹⁵⁾より、将来 5 万年程度は温暖期が継続するとされることから、評価期間中継続すると設定する。

(b) 厳しい設定

(一) 寒冷化ケース

過去の海水準変動曲線と将来の海水準変動曲線の設定について第 8 図に示す。確からしい設定と同様に、過去 4 回の海水準変動曲線の間氷期最盛期のピークを基準として重ね合わせ、亜氷期までの時間及び海水準から設定する。

海水準は低下量が大きく、低下時期が早いほど、埋設設備の露呈時期及び希積水量の観点から保守的な設定となるため、厳しい設定における将来の亜氷期までの時間については、過去 4 回の間氷期最盛期から亜氷期までの時間

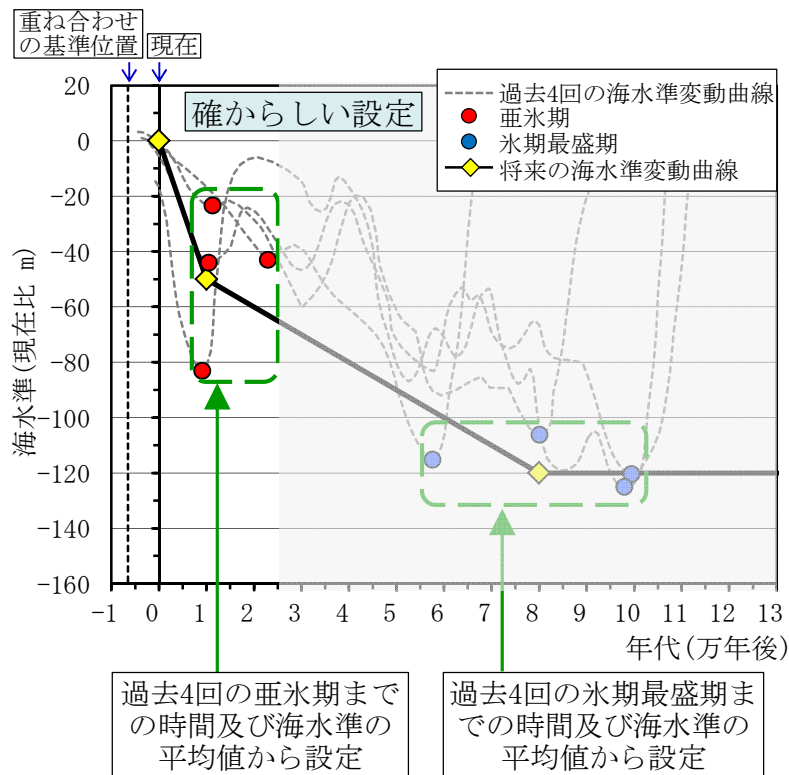
の最短値を用いる。

将来の亜氷期までの海水準については、亜氷期は海水準低下量の最大値から設定する。

また、1,000年後の海水準は、現在から亜氷期までの時間の最短値及び海水準低下量の最大値を結んだ直線を用いて求める。

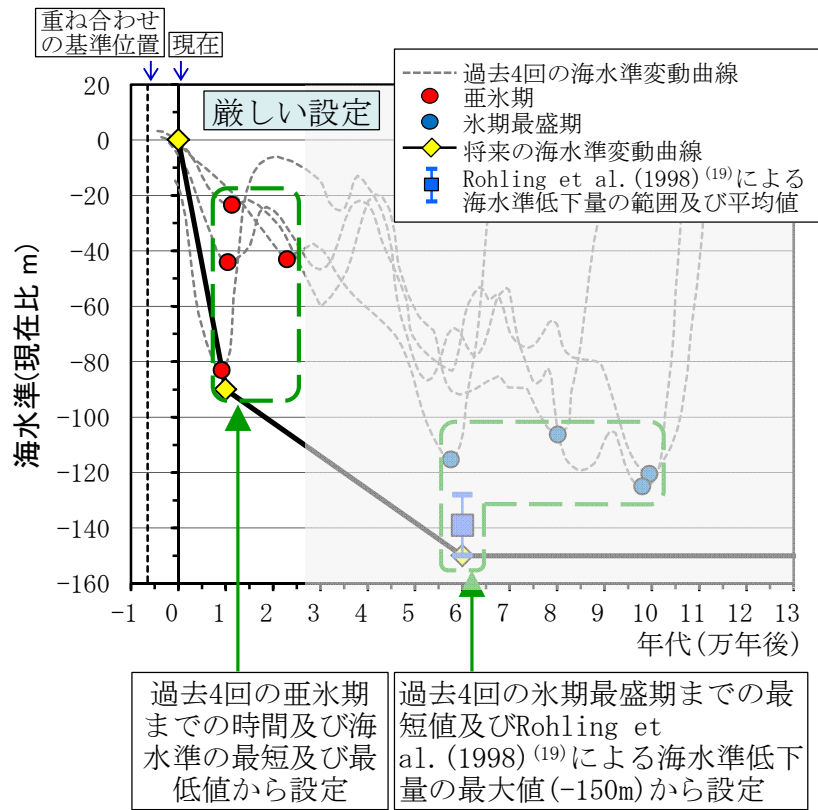
(二) 温暖期継続ケース

確からしい設定において不確かさを考慮していることから、厳しい設定も同様の値とする。



第7図 過去の海水準変動曲線と将来の海水準変動曲線の設定(確からしい設定)*1

*1: 海水準変動曲線は Labeyrie et al (2003)⁽¹⁶⁾ に示される酸素同位体比による海水準の知見から、過去4回の変動周期の間氷期最盛期を6,500年前として重ね合わせた。



第 8 図 過去の海水準変動曲線と将来の海水準変動曲線の設定(厳しい設定)*1

*1: 海水準変動曲線は Labeyrie et al(2003)⁽¹⁶⁾ に示される酸素同位体比による海水準の知見から、過去 4 回の変動周期の間氷期最盛期を 6,500 年前として重ね合わせた。

b. 海水準変動

(a) 確からしい設定

(一) 寒冷化ケース

過去 4 回の亜氷期までの時間及び海水準の平均値から、亜氷期の海水準は 10,000 年後に-50m とし、1,000 年後の海水準は、現在から亜氷期までの直線を将来の海水準とすることから、-5m とする。

(二) 温暖期継続ケース

最終間氷期の数千年は、海面水位が現在より 5m 高く、10m 以上は高くなかったとされていることから、不確かさを考慮して現在の海水準より 10m 上昇すると設定する。

(b) 厳しい設定

(一) 寒冷化ケース

過去 4 回の亜氷期までの時間及び海水準の最大値から、亜氷期の海水準は 10,000 年後に-90m とし、1,000 年後の海水準は、現在から亜氷期までの直線を将来の海水準とすることから、-9m とする。

(二) 温暖期継続ケース

温暖期継続ケースにおける海水準変動の設定値の推定には不確かさが大きく状態設定が困難であり、確からしい設定において不確かさを考慮していることから、厳しい設定は確からしい設定と同様に現在の海水準より 10m 上昇すると設定する。

c. 海水準変動の状態設定

海水準変動の状態設定結果を第 4 表に示す。海水準は後述する「3. (3) (i) c. 埋設設備の露呈時期」に影響する。埋設設備の露呈時期は、温暖期継続ケースの方が保守的となるため、温暖期継続ケースを状態設定の対象とする。

第4表 海水準変動の設定値

ケース		モデル化時期	海水準(現在比:m)
確からしい 設定	温暖期継続ケース	現在*1~1,000年後	10
厳しい設定	温暖期継続ケース	現在*1~1,000年後	10

*1: 覆土完了時期までを表す(以降、同様)

(ii) 気温

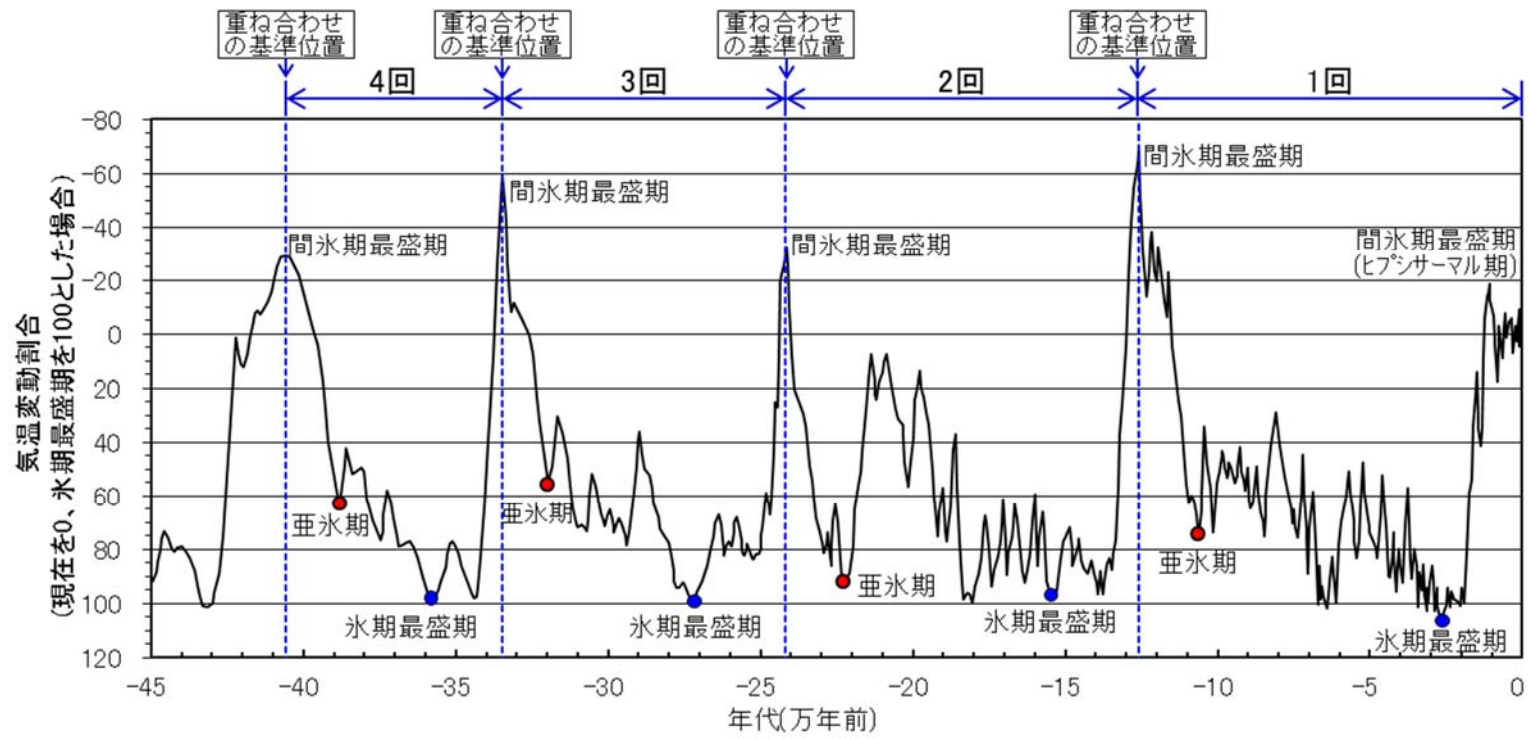
気温変化は、廃棄物埋設施設を直接損傷させることはないが、気温の変化により表層での水収支の変化に伴って、地下水流動及び表流水流動が変化することが想定されるため、気温変化を長期変動事象として考慮し、将来の気温を設定する。

a. 気温の設定に関する考え方

EPICA (2004)⁽¹²⁾に示される過去 45 万年間の氷床コアの同位体比に基づく気温変動曲線を第 9 図に示す。氷床コアの同位体比の変動を気温変動の指標とし、過去 4 回の気温変動(氷期及び間氷期の繰返し)の間氷期最盛期のピークを基準として重ね合わせ、亜氷期までの時間及び気温変動割合を設定する。気温変動割合は、第 9 図に示した変動曲線において、現在を 0 とし、氷期最盛期を 100 としたときの気温の変動割合を示す。

将来の気温は、気温変動割合及び氷期最盛期の気温から設定することとし、氷期最盛期の気温は、花粉化石を用いて推定された最終氷期最盛期の気温から設定する。

気温設定の前提として、気温は降水量と正の相関関係があり⁽²⁰⁾、降水量は希釈水量に関連する。降水量が低下するほど希釈水量が少なくなるため、気温が低いほど保守的な設定となる。



第9図 過去の気温変動曲線*1

*1：気温変動曲線はEPICA(2004)⁽¹²⁾に示される氷床コアの酸素・水素同位体比の知見から、過去4回の変動周期の間氷期最盛期を重ね合わせの基準位置とした。

(a) 確からしい設定

(一) 寒冷化ケース

過去の気温変動曲線と将来の気温の設定について第 10 図に示す。

将来の亜氷期までの時間は、過去 4 回の間氷期最盛期から亜氷期及び氷期最盛期までの時間の平均値から設定する。

現在の年平均気温は、六ヶ所地域気象観測所の観測値(1975 年～2015 年)の平均値とする。

将来の氷期最盛期の気温は、Yamanaka et al. (1990)⁽²¹⁾で取得されている下北半島北部の尻屋崎湿原における最終氷期最盛期頃の花粉化石群集データを用いて推定した気温の平均値から設定する。また、将来の亜氷期の気温は、過去 4 回の亜氷期における気温変動割合の平均値から設定する。

1,000 年後の気温は、現在から亜氷期までの時間及び気温変動割合の平均値を結んだ直線を用いて求める。

(二) 温暖期継続ケース

温暖期継続ケースの気温は、人間活動による影響を考慮した IPCC(2007)⁽¹⁴⁾による温暖化の知見及び過去 30 年間の敷地周辺の年平均気温を考慮し、その気温が現在から評価期間中継続すると想定して設定する。

(b) 厳しい設定

(一) 寒冷化ケース

過去の気温変動曲線と将来の気温の設定について第 11 図に示す。

気温は低下量が大きく、低下時期が早いほど保守的な設定となるため、厳しい設定における将来の亜氷期までの時間は、過去 4 回の間氷期最盛期から亜氷期までの時間の最短値から設定する。

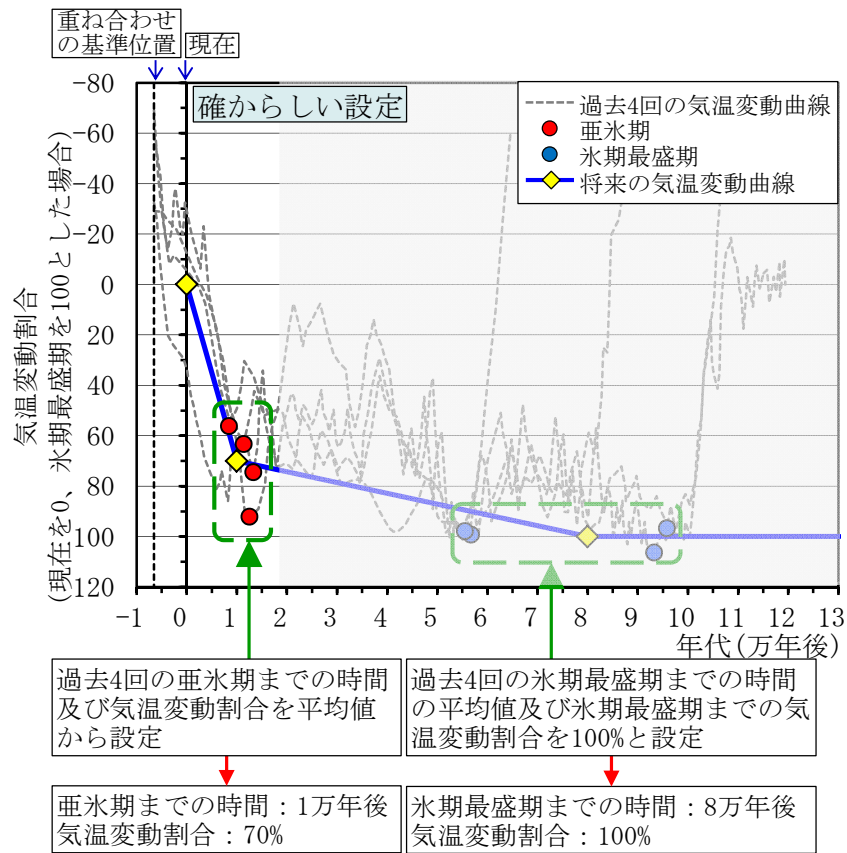
厳しい設定における現在の年平均気温及び将来の氷期最盛期の気温は、後述する降水量の不確かさを考慮した方が希釈水量は少なくなるため、厳しい設定には確からしい設定の気温を用いる。また、将来の亜氷期の気温は、気温の低下量が大きいほど保守的となるため、過去 4 回の亜氷期における気温変動割合の最大値から設定する。

1,000 年後の気温は、現在から亜氷期までの時間の最短値及び気温変動割合

の最大値を結んだ直線を用いて求める。

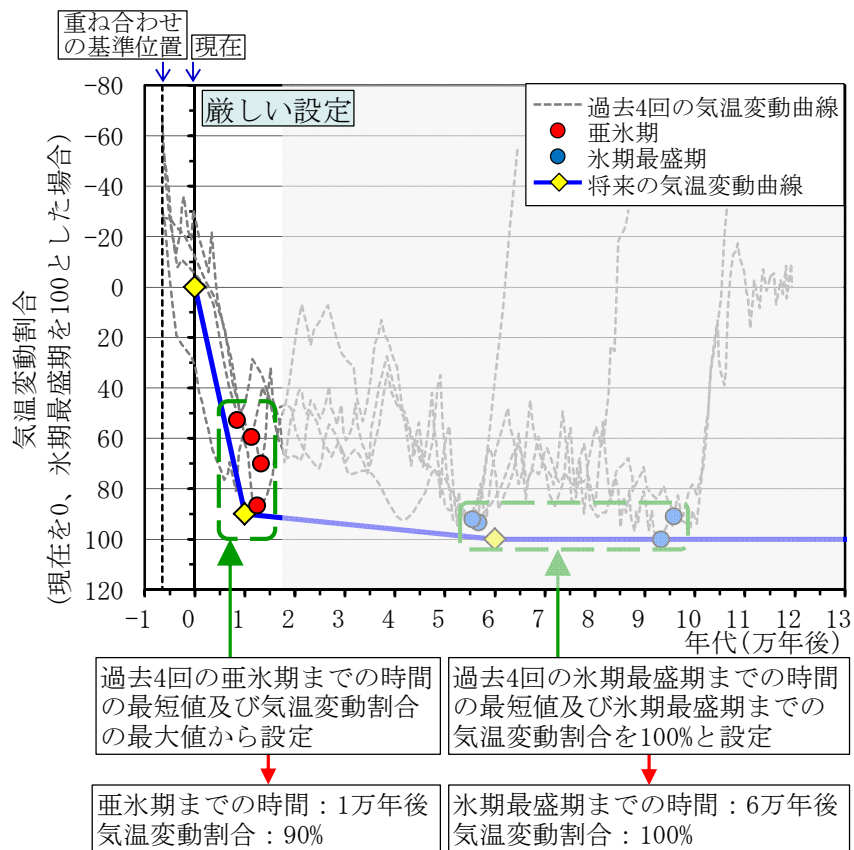
(二) 温暖期継続ケース

気温の不確かさを考慮した厳しい設定は、気温と降水量の関係から、希釈水量への影響を考慮して設定する。



第 10 図 過去の気温変動曲線と将来の気温の設定(確からしい設定)*1

*1：気温変動曲線は EPICA(2004)⁽¹²⁾ に示される氷床コアの酸素・水素同位体比の知見から、過去 4 回の変動周期の間氷期最盛期を 6,500 年前として重ね合わせた。



第 11 図 過去の気温変動曲線と将来の気温の設定(厳しい設定)*1

*1：気温変動曲線は EPICA (2004)⁽¹²⁾ に示される氷床コアの酸素・水素同位体比の知見から、過去 4 回の変動周期の間氷期最盛期を 6,500 年前として重ね合わせた。

b. 気温変化

(a) 確からしい設定

(一) 寒冷化ケース

確からしい設定における現在の年平均気温は、六ヶ所地域気象観測所の観測値(1975年～2015年)の平均値である9℃とする。

花粉化石群集データを用いて松末ほか(2000)⁽²²⁾の手法及び Nakagawa et al. (2002)⁽²³⁾の手法により敷地周辺の最終氷期最盛期の年平均気温を推定すると、それぞれ約-2.2℃と約3.7℃であった(第12図)。

このことから、将来の氷期最盛期の年平均気温は両手法の値から、平均的な値として0℃とする。

10,000年後の亜氷期の気温は、現在の気温(9℃)及び氷期最盛期(0℃)から気温変動割合(70%)を考慮し、3℃と設定する。

1,000年後の気温は、現在の気温(9℃)から10,000年後の亜氷期における気温(3℃)の変化率を考慮して、8.4℃となることから保守側に切り下げて、8℃と設定する。

(二) 温暖期継続ケース

人間活動による温室効果ガス濃度を考慮したシミュレーション結果から、2090年から2099年には世界平均で現在より0.3℃～6.4℃上昇する可能性が指摘されている⁽¹⁴⁾。過去30年間の敷地周辺の年平均気温である9℃よりシミュレーションの平均的な上昇値である3℃を加えた12℃を確からしい設定とする。

一方、尾駁沼の沖積層堆積物から過去約10,000年間の花粉化石群集データを取得し、そのデータを用いて松末ほか(2000)⁽²²⁾の手法及び Nakagawa et al. (2002)⁽²³⁾の手法により敷地周辺の間氷期最盛期の年平均気温を推定すると、それぞれ約12.2℃と約10.4℃であったと考えられる。この値は、花粉化石群集データより推定した12.2℃と整合している。

(b) 厳しい設定

(一) 寒冷化ケース

厳しい設定における現在の年平均気温は、六ヶ所地域気象観測所の観測値(1975年～2015年)における年平均気温の最低値である8℃となるが、降水量

の不確かさを考慮した方が希釈水量は少なくなるため、確からしい設定の9℃と設定する。

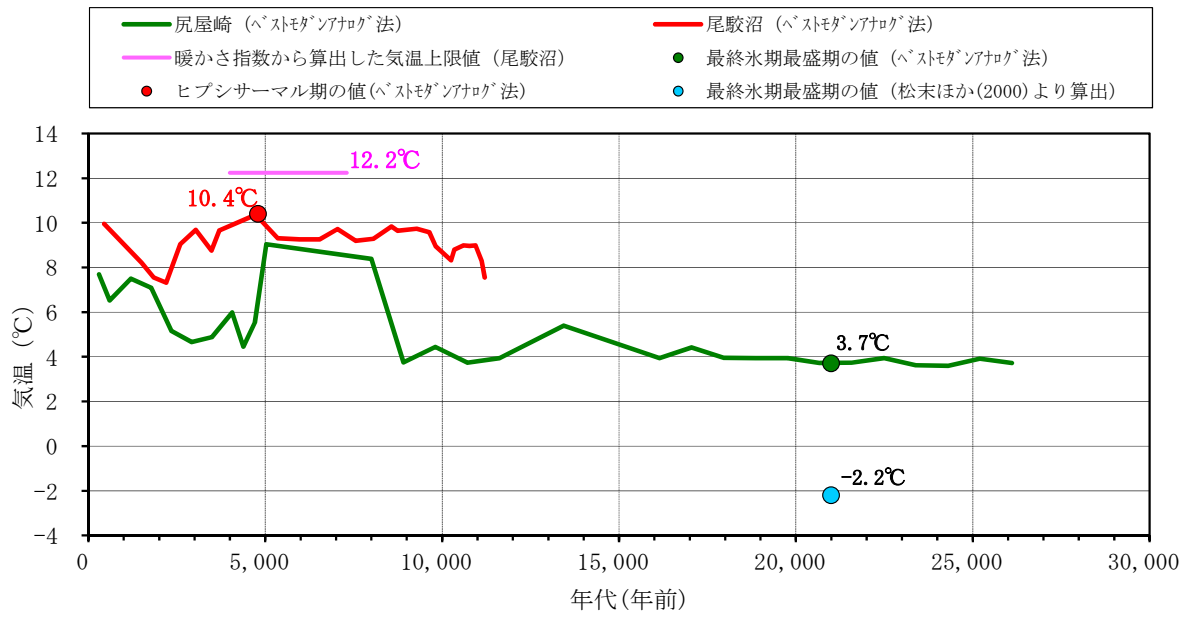
将来の氷期最盛期の年平均気温は、松末ほか(2000)⁽²²⁾における現在と最終氷期最盛期の気温差の最大値から-13℃を想定し、前述した年平均最低値である8℃から13℃を低下させた-5℃となるが、降水量の不確かさを考慮した方が希釈水量は少なくなるため、確からしい設定の気温である0℃と設定する。

10,000年後の亜氷期の気温は、現在の気温(9℃)及び氷期最盛期(0℃)からの気温変動割合(90%)を考慮し、0℃と設定する。

1,000年後の気温は、現在の気温(9℃)から10,000年後の亜氷期における気温(0℃)の変化率を考慮して、8.1℃となることから保守側に切り下げて、8℃と設定する。

(二) 温暖期継続ケース

温暖期継続ケースにおける気温は、過去約30年間(1975年～2015年)の敷地周辺の年平均気温である9℃よりシミュレーションのほぼ最大上昇値である約6℃を加えた15℃となるが、降水量の不確かさを考慮した方が希釈水量は少なくなるため、厳しい設定には確からしい設定の気温である12℃と設定する。



第 12 図 花粉分析による過去 26,000 年間の気温変動

c. 気温の状態設定

気温の状態設定結果を第 5 表に示す。気温と降水量は正の相関関係があり、降水量が低下するほど希釈水量が少なくなるため、気温が低いほど保守的な設定となる。したがって、寒冷化ケースを状態設定の対象とする。

第 5 表 気温の設定値

ケース		モデル化時期	気温(°C)
確からしい 設定	寒冷化ケース	現在	9
		1,000 年後	8
厳しい設定	寒冷化ケース	現在	9
		1,000 年後	8

(iii) 降水量

降水量変化は廃棄物埋設施設を直接損傷させることはないが、降水量の変化により表層での水収支の変化に伴って地下水流動及び表流水流動が変化することが想定される。これらのことから、降水量の変化を長期変動事象として考慮し、将来の降水量を設定する。

a. 降水量の設定に関する考え方

降水量変化については、現在の気温と降水量との関係に、大局的な正の相関がある⁽²⁰⁾ことから、現在の気温と降水量との関係を基に、「(ii)c. 気温の状態設定」で求めた現在、1,000年後の気温の状態設定値から、将来の降水量を設定する。

降水量を変動させる気温以外の主な要因には、地形や海流等の気候因子が考えられる。したがって、敷地周辺と地形や海流等が類似した地点のデータを用いることで、その影響を除けば、気温と降水量との相関関係が求められる。

以上のことから、降水量の長期変動状態の設定については、敷地周辺と気候因子が類似する地点の気温・降水量データより、将来の降水量を想定する。気候因子が類似する地点の判断に使用した項目は以下のとおりである。

- ① 北半球の太平洋側西部に位置すること。
- ② アリソフの気候区分が亜極帯～寒帯であること。
- ③ 沿岸海流が寒流であること。
- ④ 陸度(半径 50km 円内の陸域の占める割合)が 1/10～9/10 であること。
- ⑤ 開放度(半径 15km 円内で対象地点より標高が 200m 以上高い範囲を除く角度)が 240°～360° であること。

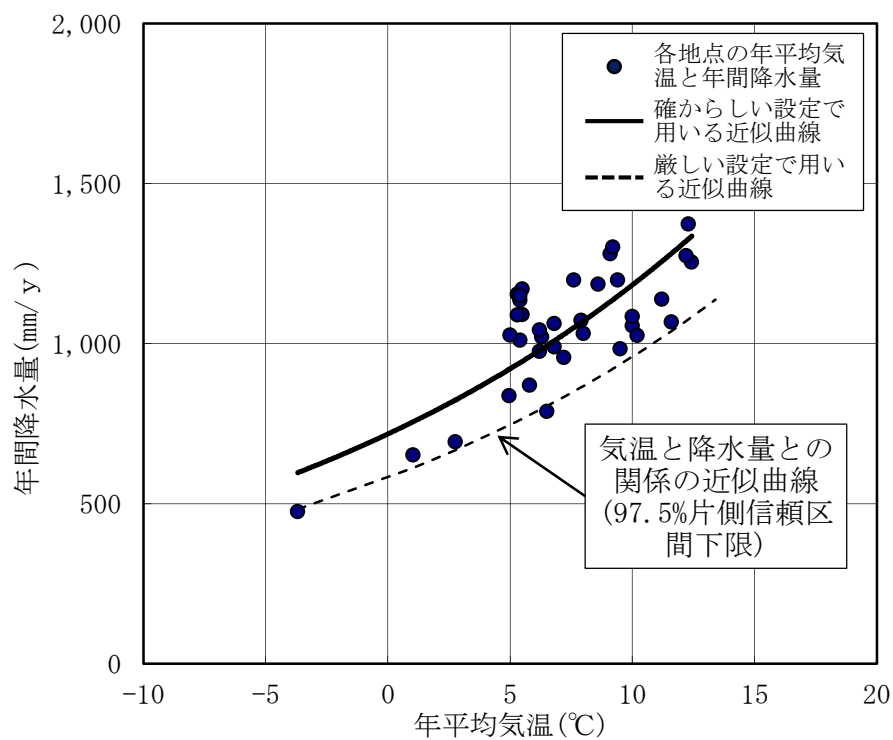
上記条件で抽出された地点のうち、過去 30 年以上の気象データの存在する 36 地点の年平均気温と年降水量との関係から、将来の気温変化に伴う降水量変化を予測する。気象データは、1981 年～2010 年の 30 年間の平年値データを使用する。平年値を用いた理由は、平年値がその時々々の気象や天候を評価する基準として利用され、その地点の気候を表す値として用いられること、局地的な短期変動が除去できるなど平均値としての安定性・均質性が考慮されているためである。36 地点の気温と降水量を第 6 表に、年平均気温と年降水量の関係を第 13 図に示す。

なお、将来の降水量は、年平均気温と年降水量との関係から求めるため、寒冷化ケース及び温暖期継続ケースは同様の関係式で設定する。

第6表 敷地周辺と類似する気候因子を持つ地点の気温と降水量*1

No.	地点名	国名	年平均気温 (°C)	年降水量 (mm/y)
1	OKHOTSK	RUSSIAN FED.	-3.7	475
2	VLADIVOSTOK	RUSSIAN FED.	5.0	837
3	ALEKSANDROVSK-SAKHALINSKII	RUSSIAN FED.	1.0	651
4	NIKOL'SKOJE (OSTROV BERINGA)	RUSSIAN FED.	2.8	693
5	稚内	JAPAN	6.8	1,063
6	網走	JAPAN	6.5	788
7	別海	JAPAN	5.4	1,135
8	根室	JAPAN	6.3	1,021
9	厚床	JAPAN	5.3	1,154
10	榺町	JAPAN	5.4	1,011
11	太田	JAPAN	5.5	1,170
12	白糠	JAPAN	5.5	1,090
13	釧路	JAPAN	6.2	1,043
14	池田	JAPAN	5.8	870
15	浦幌	JAPAN	6.2	976
16	糠内	JAPAN	5.0	1,026
17	大津	JAPAN	5.3	1,090
18	大樹	JAPAN	5.4	1,150
19	苫小牧	JAPAN	7.6	1,198
20	鷓川	JAPAN	6.8	989
21	室蘭	JAPAN	8.6	1,185
22	日高門別	JAPAN	7.2	956
23	静内	JAPAN	8.0	1,032
24	浦河	JAPAN	7.9	1,072
25	小田野沢	JAPAN	9.1	1,281
26	三沢	JAPAN	10.0	1,056
27	十和田	JAPAN	9.5	983
28	八戸	JAPAN	10.2	1,025
29	三戸	JAPAN	10.0	1,084
30	種市	JAPAN	9.4	1,198
31	鹿島台	JAPAN	11.2	1,138
32	石巻	JAPAN	11.6	1,067
33	仙台	JAPAN	12.4	1,254
34	亘理	JAPAN	12.2	1,274
35	相馬	JAPAN	12.3	1,373
36	六ヶ所	JAPAN	9.2	1,301

*1 : 36 地点の年平均気温及び年間降水量は、気象庁のデータ⁽²⁴⁾⁽²⁵⁾を使用した。



第13図 敷地周辺と類似した気候因子を持つ36地点の年平均気温と年降水量の関係*1

*1: 36地点の年降水量及び年平均気温は、気象庁のデータ⁽²⁴⁾⁽²⁵⁾を使用した。

(a) 確からしい設定

36 地点の気温と降水量の関係は指数回帰式(第 13 図の実線近似曲線)で表されることから、確からしい設定においてはこの指数回帰式を用いて設定する。

(b) 厳しい設定

気温と降水量の関係のばらつきを考慮し、線量評価上、希釈水量が少なくなるように、気温と降水量の下限値の関係式(第 13 図の破線近似曲線)を用いて設定する。

b. 降水量の変化

(a) 確からしい設定

(一) 寒冷化ケース

寒冷化ケースの将来の降水量は、第 13 図に示す指数回帰式(実線)及び確からしい設定における気温の状態設定値から、1,000 年後に 1,070mm/y と設定する。

(二) 温暖期継続ケース

温暖期継続ケースの将来の降水量は、第 13 図に示す指数回帰式(実線)及び確からしい設定における気温の状態設定値から、1,300mm/y と設定する。

(b) 厳しい設定

(一) 寒冷化ケース

寒冷化ケースの将来の降水量は、第 13 図に示す指数回帰式(破線)及び厳しい設定における気温の状態設定値から、1,000 年後に 860mm/y と設定する。

(二) 温暖期継続ケース

温暖期継続ケースの将来の降水量は、第 13 図に示す指数回帰式(破線)及び厳しい設定における気温の状態設定値から、1,050mm/y と設定する。

c. 降水量の状態設定

降水量の状態設定結果を第 7 表に示す。降水量が低下するほど希釈水量が少なくなるため、保守的な設定となる。したがって、寒冷化ケースを状態設定の対象とする。

第7表 降水量の設定値

ケース		モデル化時期	気温(°C)	降水量(mm/y)
確からしい 設定	寒冷化ケース	現在	9	1,120
		1,000年後	8	1,070
厳しい設定	寒冷化ケース	現在	9	910
		1,000年後	8	860

(iv) 蒸発散量

蒸発散量は、後述する河川流量の設定に必要となるため設定する。

a. 蒸発散量の設定に関する考え方

蒸発散量については、ソーンズウェイト法⁽²⁶⁾により、年平均気温を用いて可能蒸発散量として推定する手法がある。

一方、地下水は主に降水によってかん養され、第四紀層及び鷹架層表層部の風化部を流れ、中央沢を経て尾駁沼に流出していると考えられていることから、下記式で示すように敷地内の沢の流域面積に降った降水量から、その沢を流れる表流水流量を差し引いたものが、蒸発散量に相当すると考えられる。

$$\text{降水量} = \text{実蒸発散量} + \text{表流水流量} + \text{貯留変化量}$$

ここで、貯留変化量=0 と仮定する。

降水量と敷地内の表流水流量の観測結果(第 14 図) から求めた蒸発散量を、実蒸発散量とする。実蒸発散量の平均は可能蒸発散量の平均より少なく、その比率は 0.95 となった。

可能蒸発散量と実蒸発散量の関係を第 8 表に示す。

将来の蒸発散量は、「(iii) 降水量」に示す敷地周辺と気候因子が類似した 36 地点の年平均気温と蒸発散量の関係式と、「(ii)c. 気温の状態設定」で求めた現在、1,000 年後の気温の状態設定値から設定する。

ここで用いる 36 地点の年平均気温は、「(iii) 降水量」の状態設定と同様に、1981 年～2010 年の気象データの年平均気温である。

36 地点の年平均気温と蒸発散量の関係式は、ソーンズウェイト法を用いて可能蒸発散量を算出し、上記で求めた実蒸発散量と可能蒸発散量の比 0.95 を考慮した蒸発散量を用いて作成する (第 9 表及び第 15 図)。

なお、将来の蒸発散量は、蒸発散量と年平均気温との関係から求めるため、寒冷化ケース及び温暖期継続ケースは同様の関係式から設定する。

(a) 確からしい設定

敷地周辺と類似した気候因子を持つ 36 地点の蒸発散量と年平均気温の関係式から、確からしい設定における将来の気温の状態設定値を用いて設定する。

(b) 厳しい設定

敷地周辺と類似した気候因子を持つ 36 地点の蒸発散量と年平均気温の関係式

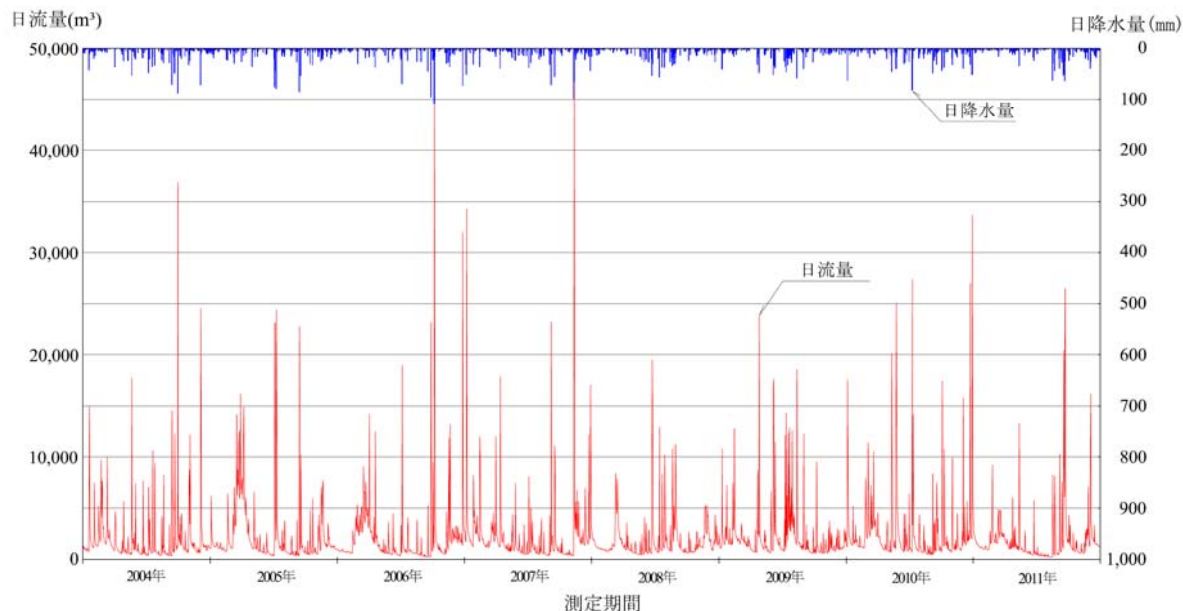
から、厳しい設定における将来の気温の状態設定値を用いて設定する。

第 8 表 可能蒸発散量、実蒸発散量及び補正係数

観測年	年平均気温 (°C)	年間降水量 (mm/y)	可能蒸発散量*1 (mm/y)	実蒸発散量*2 (mm/y)	蒸発散量 補正係数
2004 年	10.1	1,546	640	762	1.19
2005 年	8.7	1,468	601	538	0.89
2006 年	8.9	1,380	603	537	0.89
2007 年	9.8	1,565	624	681	1.09
2008 年	9.4	1,198	620	492	0.79
2009 年	9.4	1,507	614	638	1.04
2010 年	9.8	1,437	637	438	0.69
2011 年	9.4	1,366	624	642	1.03
平均	9.4	1,433	620	591	0.95

*1：可能蒸発散量はソーンスウェイト法により、年平均気温から算出した。

*2：降水量と敷地内の表流水流量の観測結果から求めた河川流出高を用いて求めた蒸発散量を、実蒸発散量とした。



第 14 図 敷地内の表流水流量の観測結果(2004 年～2011 年)

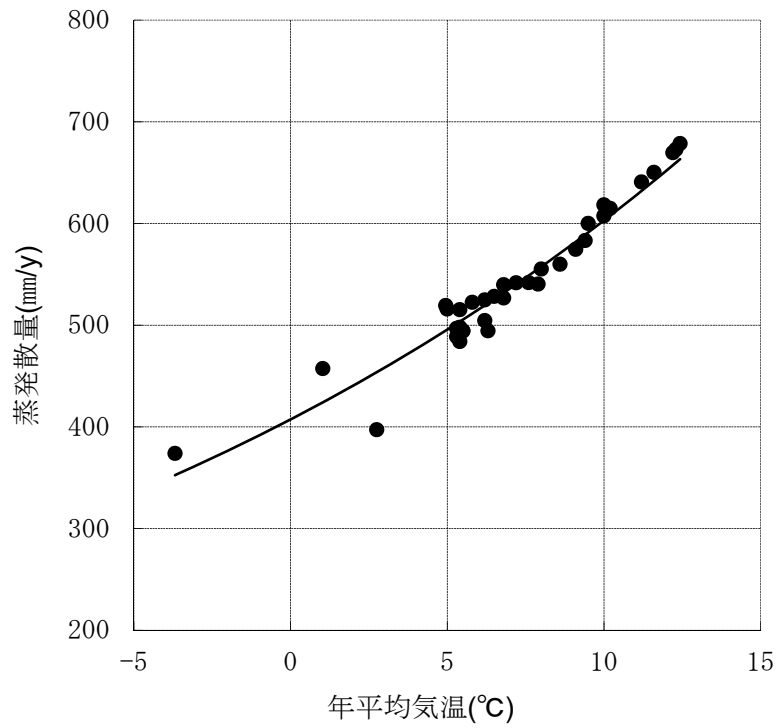
第9表 敷地周辺と類似した気候因子を持つ36地点の年平均気温と蒸発散量*1

No.	地点名	国／地域名	年平均気温 (°C)	可能 蒸発散量*2 (mm/y)	蒸発散量*3 (mm/y)
1	OKHOTSK	RUSSIAN FED.	-3.7	393	374
2	VLADIVOSTOK	RUSSIAN FED.	5.0	547	519
3	ALEKSANDROVSK-SAKHALINSKII	RUSSIAN FED.	1.0	481	457
4	NIKOL' SKOJE (OSTROV BERINGA)	RUSSIAN FED.	2.8	418	397
5	稚内	JAPAN	6.8	554	527
6	網走	JAPAN	6.5	556	528
7	別海	JAPAN	5.4	524	498
8	根室	JAPAN	6.3	520	494
9	厚床	JAPAN	5.3	514	489
10	榺町	JAPAN	5.4	509	484
11	太田	JAPAN	5.5	520	494
12	白糠	JAPAN	5.5	520	494
13	釧路	JAPAN	6.2	531	504
14	池田	JAPAN	5.8	550	522
15	浦幌	JAPAN	6.2	552	525
16	糠内	JAPAN	5.0	543	516
17	大津	JAPAN	5.3	523	497
18	大樹	JAPAN	5.4	542	515
19	苫小牧	JAPAN	7.6	570	542
20	鶴川	JAPAN	6.8	568	540
21	室蘭	JAPAN	8.6	589	560
22	日高門別	JAPAN	7.2	570	542
23	静内	JAPAN	8.0	584	555
24	浦河	JAPAN	7.9	569	540
25	小田野沢	JAPAN	9.1	605	575
26	三沢	JAPAN	10.0	639	607
27	十和田	JAPAN	9.5	632	600
28	八戸	JAPAN	10.2	647	615
29	三戸	JAPAN	10.0	651	618
30	種市	JAPAN	9.4	614	583
31	鹿島台	JAPAN	11.2	674	641
32	石巻	JAPAN	11.6	684	650
33	仙台	JAPAN	12.4	714	678
34	亘理	JAPAN	12.2	705	670
35	相馬	JAPAN	12.3	708	673
36	六ヶ所	JAPAN	9.2	614	583

*1：36地点年平均気温は、気象庁のデータ⁽²⁴⁾⁽²⁵⁾を使用した。

*2：可能蒸発散量はソーンスウェイト法により、年平均気温から算出した。

*3：蒸発散量は、可能蒸発散量に補正係数(0.95)を乗じて算出した。



第 15 図 敷地周辺と類似した気候因子を持つ 36 地点の年平均気温と蒸発散量の関係*1

*1 : 36 地点の年平均気温は、気象庁のデータ⁽²⁴⁾⁽²⁵⁾を使用した。

b. 蒸発散量の変化

(a) 確からしい設定

(一) 寒冷化ケース

寒冷化ケースの将来の蒸発散量は、第 15 図に示す関係式及び確からしい設定における寒冷化ケースの気温の状態設定値から、1,000 年後に 560mm/y と設定する。

(二) 温暖期継続ケース

温暖期継続ケースの将来の蒸発散量は、第 15 図に示す関係式及び確からしい設定における寒冷化ケースの気温の状態設定値から、660mm/y と設定する。

(b) 厳しい設定

(一) 寒冷化ケース

寒冷化ケースの将来の蒸発散量は、第 15 図に示す関係式及び厳しい設定における寒冷化ケースの気温の状態設定値から、1,000 年後に 560mm/y と設定する。

(二) 温暖期継続ケース

厳しい設定における温暖期継続ケースの気温は、降水量の不確かさを考慮した方が希積水量は少なくなるため、確からしい設定の気温を用いていることから、蒸発散量も確からしい設定と同様の値とする。

c. 蒸発散量の設定値

蒸発散量の状態設定結果を第 10 表に示す。蒸発散量は河川流量の設定に関連しており、河川流量は降水量の影響を考慮した方が保守的な設定となる。したがって、河川流量が保守的となる寒冷化ケースを状態設定の対象とする。

第 10 表 蒸発散量の状態設定値

ケース		モデル化時期	気温(°C)	蒸発散量 (mm/y)
確からしい 設定	寒冷化 ケース	現在	9	580
		1,000 年後	8	560
厳しい設定	寒冷化 ケース	現在	9	580
		1,000 年後	8	560

(v) かん養量

かん養量の変化は廃棄物埋設施設を直接損傷させることはないが、かん養量が増加すると廃棄物埋設施設周辺において表流水流量に係る地下水の流出量(基底流出量)及び地表面を流れる直接流出量に影響を及ぼすと考えられる。これらのことから、かん養量の変化を長期変動事象として考慮し、将来のかん養量を設定する。

a. かん養量の設定に関する考え方

基底流出量は、おおむねかん養量に相当する(山本、高橋(1987)⁽²⁷⁾)とされていることから、以下の3つの方法から、現在の降水量に対する基底流出量(=かん養量)の割合を設定し、この割合が将来も同様と考え、将来のかん養量を設定する。

山本、高橋(1987)⁽²⁷⁾によると、日本の平均的な降水量、蒸発散量、直接流出量及び基底流出量は以下のように記載される。

- ・年平均降水量・・・1,800mm/y
- ・蒸発散量・・・・・・・・650mm/y
- ・直接流出量・・・・・・・・750mm/y
- ・基底流出量・・・・・・・・400mm/y

$$\text{基底流出量/年平均降水量} = 400/1,800 = 0.22$$

上記より、基底流出量と年平均降水量との関係は、降水量の約22%となる。

敷地周辺の降水量及び敷地における表流水流量観測の結果(ハイドログラフ)から、基底流出量を求めることができる。表流水流量における基底流出量の概念図を第16図に示す。本手法は、表面流出水量観測堰の流量経時変化曲線の変動振幅の下端を結んだ曲線を引くことにより、分割される面積比率(直接流出量/基底流出量の割合)から求める方法である。

年間降水量 1,310mm/y に対して、流量観測堰の表面流出量から求めた基底流出流量は 138mm/y～289mm/y となる。したがって、基底流出量は降水量の 11%～22%となる。

敷地周辺の降水量及び敷地に適用したタンクモデル(菅原(1972)⁽²⁸⁾)から想定される表流水流量から求めた基底流出量は、年間降水量 1,310mm/y に対して、231mm/y～242mm/y となる。したがって、基底流出量は降水量の約18%となる。

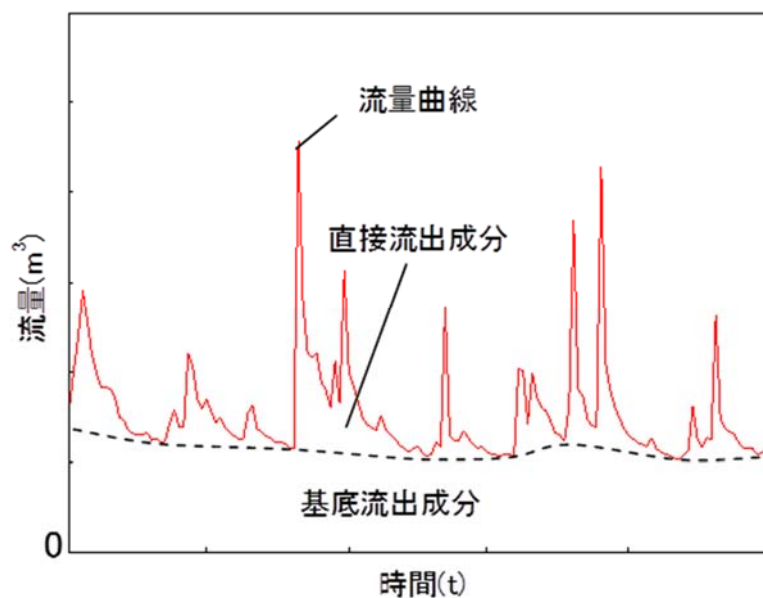
以上の3つの手法における基底流出量と降水量の関係から、かん養量は降水量の

20%と設定する。

したがって、将来のかん養量は、「(iii) c. 降水量の状態設定」で求めた現在、1,000年後の降水量の状態設定値の20%と設定する。

降水量は希釈水量に関連しており、降水量が少ない方が表流水流量も少なくなるため希釈水量は保守的となる。したがって、かん養量の設定値は、降水量が少なくなる値を用いて求める。

なお、「第十条 廃棄物埋設地のうち第四号（廃止措置の開始後の評価）線量評価パラメータ 埋設設備からの流出水量」で使用する降雨浸透量(かん養量)は、埋設設備からの流出水量と関連があり、埋設設備からの流出水量が多くなると、廃棄物埋設地からの放射性物質の漏出量が増加するため、降水量が多くなることを考慮した値を用いることとする。



第16図 表流水流量における基底流出量の概念図(ハイドログラフ)

b. かん養量の変化

(a) 確からしい設定

(一) 寒冷化ケース

寒冷化ケースにおける将来のかん養量は、確からしい設定における寒冷化ケースの降水量の状態設定値から、1,000年後に214mm/yと設定する。

(二) 温暖期継続ケース

温暖期継続ケースにおける将来のかん養量は、確からしい設定における温暖期継続ケースの降水量の状態設定値から、260mm/yと設定する。

(b) 厳しい設定

(一) 寒冷化ケース

寒冷化ケースにおける将来のかん養量は、厳しい設定における寒冷化ケースの降水量の状態設定値から、1,000年後に172mm/yと設定する。

(二) 温暖期継続ケース

温暖期継続ケースにおける将来のかん養量は、厳しい設定における温暖期継続ケースの降水量の状態設定値から、210mm/yと設定する。

c. かん養量の状態設定

かん養量の状態設定結果を第11表に示す。かん養量は、地表面を流れる直接流出量に影響を及ぼすと考えられるため、降水量と同様に寒冷化ケースを状態設定の対象とする。

また、「第十条 廃棄物埋設地のうち第四号（廃止措置の開始後の評価）線量評価パラメータ 埋設設備からの流出水量」において求める埋設設備からの流出水量は、降雨浸透量（かん養量）が増えると大きくなる傾向があることから、降雨浸透量を求めるための年平均降水量は、保守的に大きい値となるように設定する。年平均降水量は温暖期継続ケースの確からしい設定の値1,300mm/y及び厳しい設定の値1,050mm/y（ばらつきの小さい側）を用いて、年平均降水量のばらつきの大きい側の値 $1,550\text{mm/y} (=1,300 + (1,300 - 1,050))$ とする。したがって、流出水量の算出に用いる降雨浸透量は310mm/y（年平均降水量1,550mm/yの20%）と設定する。

第 11 表 かん養量の設定値

ケース		モデル化時期	気温 (°C)	降水量 (mm/y)	かん養量 (mm/y)	考え方
確からしい 設定	寒冷化ケース	現在	9	1,120	224	かん養量は降水量の 20%と設定 希釈水量の観点から、降水量が 少なくなる値を使用して設定
		1,000 年後	8	1,070	214	
厳しい設定	寒冷化ケース	現在	9	910	182	
		1,000 年後	8	860	172	
解析用パラメータ (温暖期継続ケース)		現在～1,000 年後	12	1,550*1	310	かん養量は降水量の 20%と設定 流出水量の観点から、降水量が 多くなる値を使用して設定

*1 : 年平均降水量が大きい温暖期継続ケースの確からしい設定の値 1,300 に厳しい設定の値 1,050 との差分を加算 (1,550mm/y=1,300 + (1,300-1,050))

(vi) 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、地形変化や海水準変動による地下水流動の変化が、地下水の流動方向、地下水の流出点、地下水流速及び埋設設備から上部覆土や鷹架層への流出水量に影響する。

a. 地下水の流動方向及び地下水の流出点

敷地は北西から南東に緩く傾斜する台地からなり、地下水は主に降水によってかん養されている。また、台地の地下水面は降雨時及び融雪時に変動が認められるものの、主に表層に分布している第四紀層内にある。これは、鷹架層の透水係数が廃棄物埋設地周辺の第四紀層より約 2 桁小さく、地表面から浸透した雨水が容易に鷹架層に浸透できないためと考えられる。埋設設備は鷹架層を掘り下げて設置し、難透水性覆土及び下部覆土は鷹架層の透水係数以下となるように設置する。また、上部覆土は廃棄物埋設地周辺の第四紀層の透水係数程度となるように設置し、原地形及び原水理地質構造に近くなることから、覆土後の地下水面は、原地形と同様に第四紀層内にあると考える。したがって、廃棄物埋設地付近を通過した地下水は、原地形の地下水面等高線図から読み取れる地下水の流動方向と同様に、主に南に向かって流れ中央沢を経て尾駮沼に流入すると考える。1,000 年後の将来の地形は現状と大局的には変わらないため、将来においても廃棄物埋設地を通過した地下水は南に向かって流れ、中央沢を経て尾駮沼に流入すると考える。

b. 地下水流速

廃棄物埋設地付近の鷹架層及び上部覆土中の地下水流速*1 は、その位置の動水勾配及び透水係数により設定する。

(a) 動水勾配

廃棄物埋設地付近の地下水流動は、「a. 地下水の流動方向及び流出点」に示すとおり、覆土後 1,000 年程度までの間は原地形の地下水流動と同様になると想定し、間隙水圧測定実施位置を通る鉛直断面内の全水頭等高線図から求めた埋設設備設置地盤付近の動水勾配に基づき設定する。

なお、覆土後 1,000 年程度までの間における地形の侵食を考慮した動水勾配を算出しても、それらの動水勾配は、現在の動水勾配と大きく変わらない

*1: ここで地下水流速は、みかけの流速(実流速×間隙率)を示す。

ことを確認した。将来の地形の侵食を考慮した動水勾配の算出位置及び算出例を第 17 図及び第 18 図に示す。

(一) 鉛直断面内の全水頭等高線に基づく動水勾配の設定に関する考え方

鉛直断面内の全水頭等高線に基づく動水勾配は、廃棄物埋設地付近で実施した間隙水圧測定値(標高換算全水頭)を基に作成した全水頭等高線図を用いて設定した。

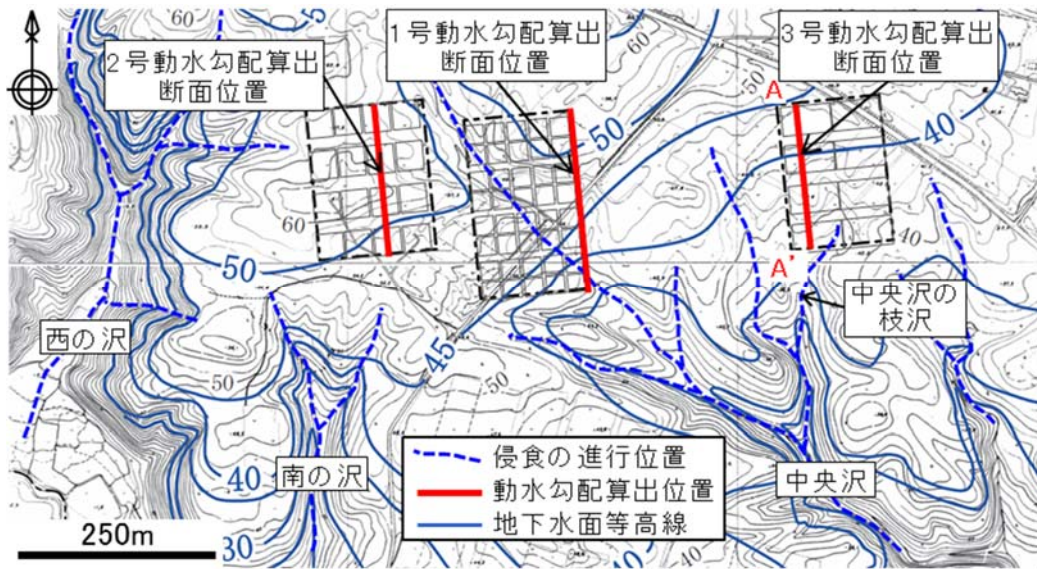
確からしい設定の動水勾配では実測に基づいて求めた動水勾配の平均を、厳しい設定の動水勾配では実測に基づいて求めた動水勾配の最大値を基に、それぞれ埋設設備からの流出水量が大きくなる側に 0.5%単位で丸めた値とした。

鉛直断面内の全水頭等高線に基づく動水勾配の設定方法の詳細については、「第十条 廃棄物埋設地のうち第四号 (廃止措置の開始後の評価) 線量評価パラメータ 埋設設備からの流出水量 2. (3)埋設設備設置地盤付近の地下水の流動状況」に示す。

(二) 鉛直断面内の全水頭等高線に基づく動水勾配の状態設定

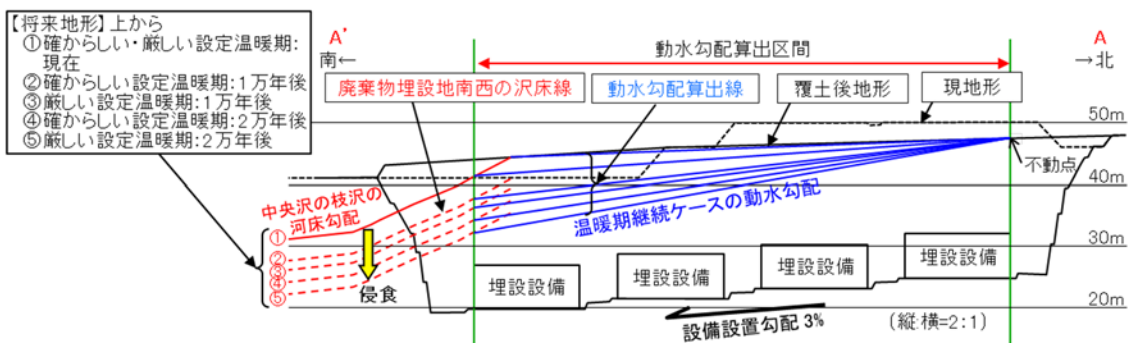
第 19 図に間隙水圧測定結果から作成した全水頭等高線を示す。

また、第 19 図から求めた埋設設備設置地盤付近の地下水の動水勾配及び現在から 1,000 年後までの動水勾配の状態設定値を第 12 表に示す。



第 17 図 動水勾配の算出位置*1

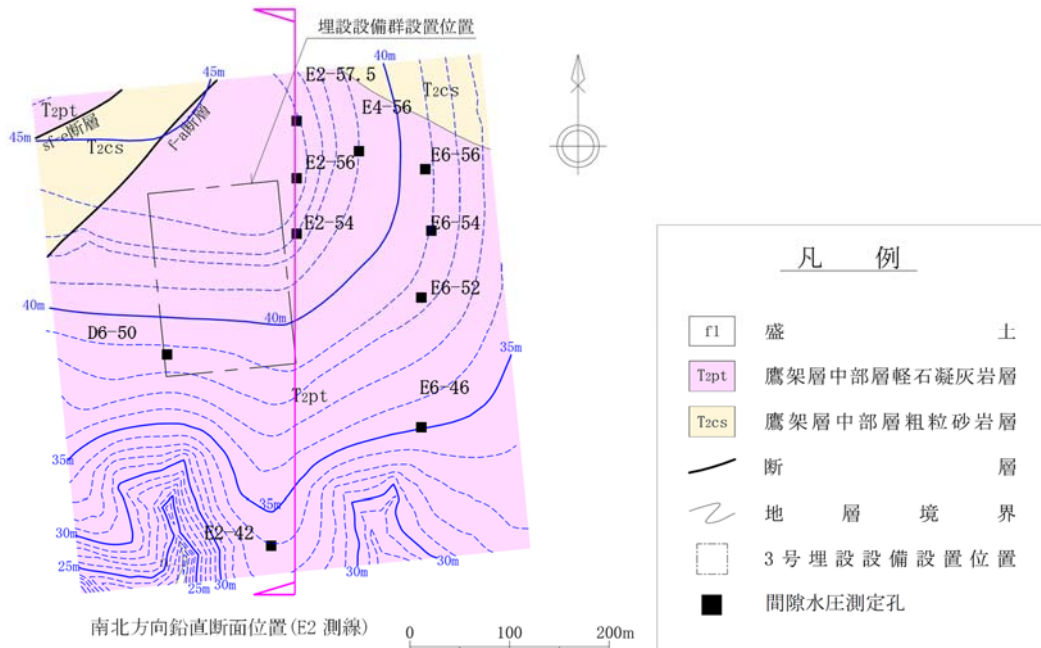
*1：将来の地形変化に基づく動水勾配の算出断面は、地下水面の勾配と地形勾配が調和的であることを考慮し、廃棄物埋設地における地下水面等高線の上流側から下流側にかけて地形勾配が最も急となる位置とした。



第 18 図 3号廃棄物埋設地南北断面における将来の地形変化と動水勾配の算出*1

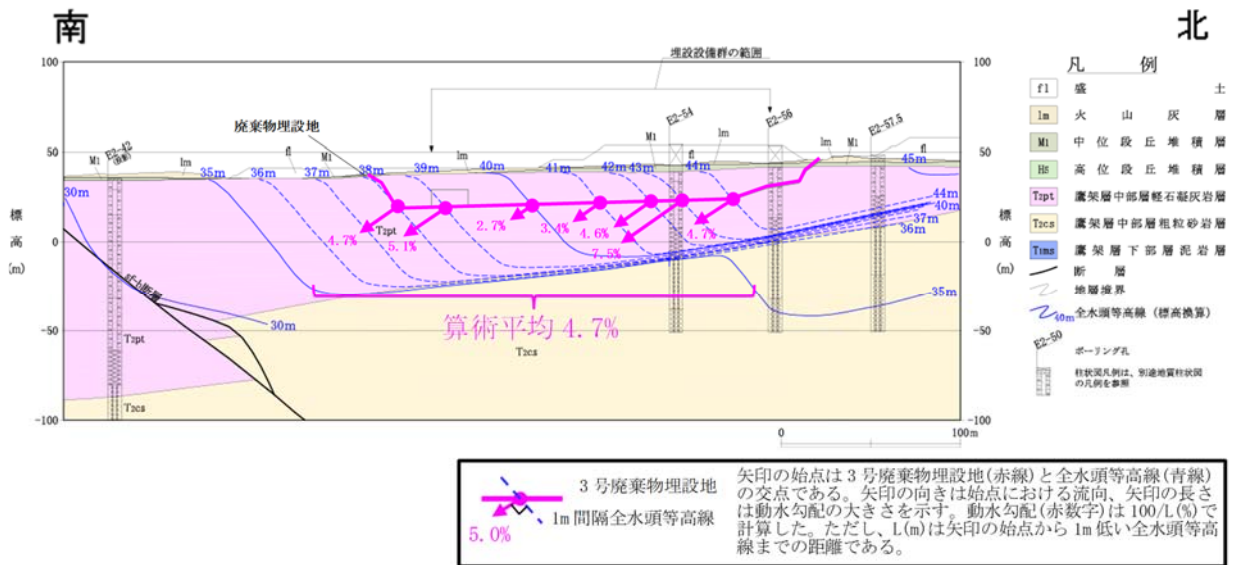
*1：将来の動水勾配は、埋設設備設置位置の範囲(緑縦線)において設定することとし、上流部(北側)の不動点と下流部(南側)の侵食を考慮した中央沢の枝沢等の交点から算出する。

(沢底の地下水位は地形と調和的であることから将来も同様とし、将来の動水勾配は沢地形から設定する。)



標高+22m 水平断面*1

*1：埋設設備群設置標高の水平断面における埋設設備群設置範囲では、地下水の流向はおおむね南北方向であり、動水勾配も同様の傾向となる。3号廃棄物埋設地付近ではE2側線が南北方向に間隙水圧測定孔を多く配置していることから、この測線を3号廃棄物埋設地付近の南北方向の代表鉛直断面作成位置とした。



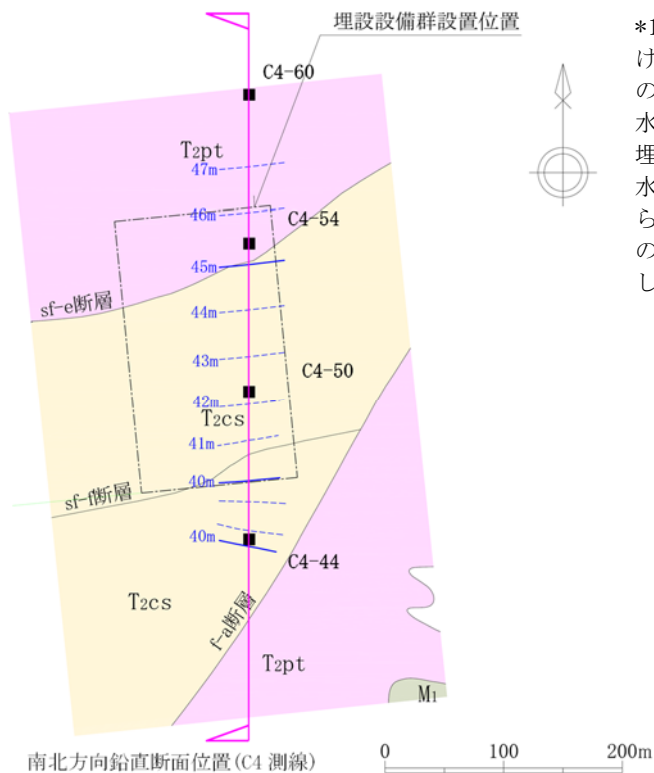
矢印の始点は3号廃棄物埋設地(赤線)と全水頭等高線(青線)の交点である。矢印の向きは始点における流向、矢印の長さは動水勾配の大きさを示す。動水勾配(赤数字)は100/L(%)で計算した。ただし、L(m)は矢印の始点から1m低い全水頭等高線までの距離である。

注1：矢印で示す動水勾配は、全水頭等高線から求めた局所的な値である。

南北方向 E2 測線鉛直断面

第 19 図 廃棄物埋設地付近の全水頭分布図(1/3)

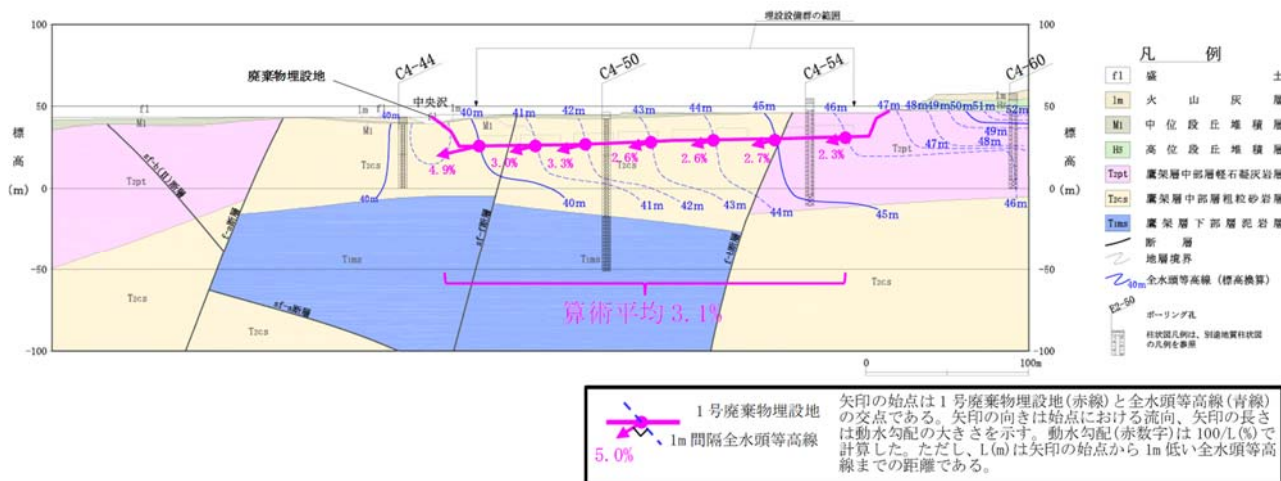
(3号廃棄物埋設地付近、2017年6月)



*1：埋設設備設置標高の水平断面における埋設設備群設置範囲では、地下水の流向がおおむね南北方向であり、動水勾配も同様の傾向となる。1号廃棄物埋設地では、C4 側線が南北方向に間隙水圧測定孔を多く配置していることから、この測線を 1号廃棄物埋設地付近の南北方向の代表鉛直断面作成位置とした。



標高+30m 水平断面*1

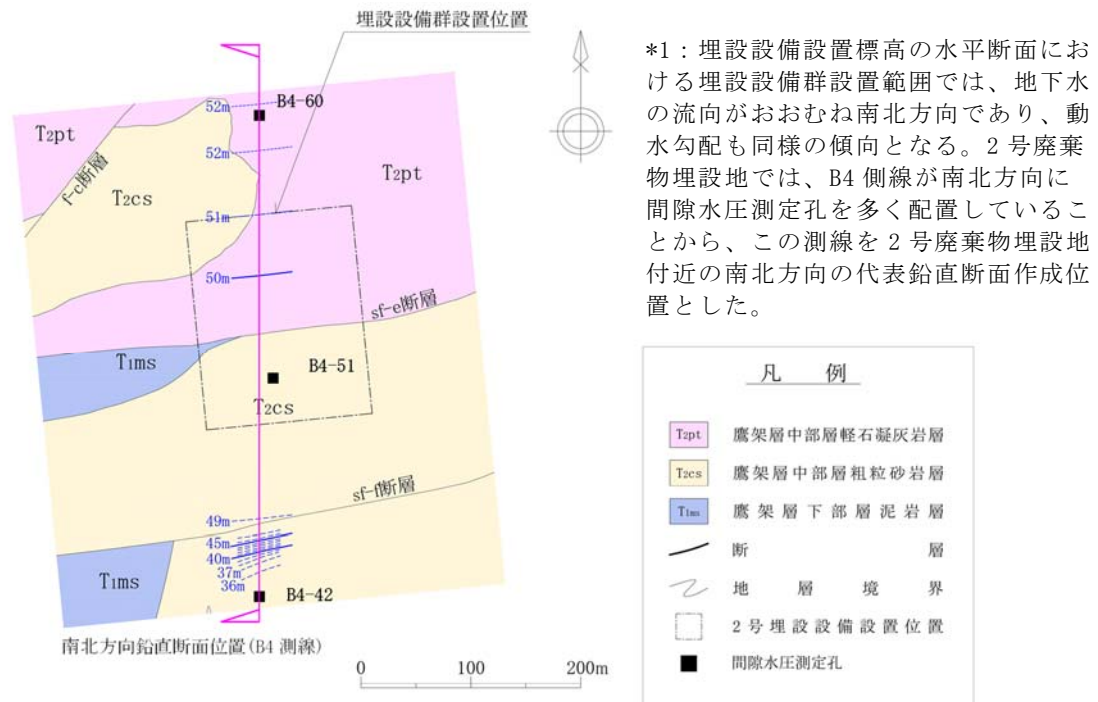


注 1：矢印で示す動水勾配は、全水頭等高線から求めた局所的な値である。

南北方向 C4 測線鉛直断面

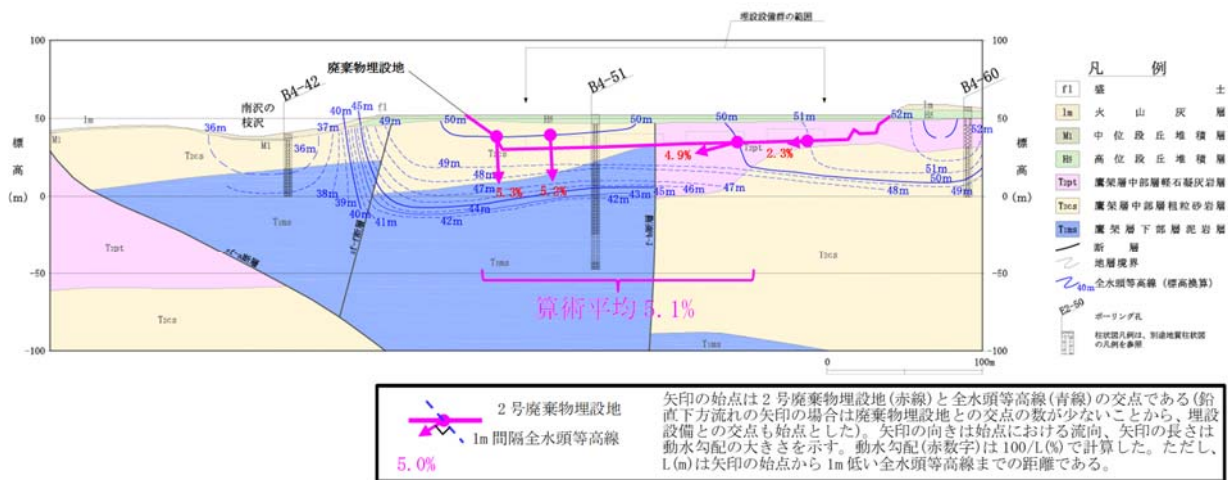
第 19 図 廃棄物埋設地付近の全水頭分布図 (2/3)

(1号廃棄物埋設地付近、1990年6月)



*1: 埋設設備設置標高の水平断面における埋設設備群設置範囲では、地下水の流向がおおむね南北方向であり、動水勾配も同様の傾向となる。2号廃棄物埋設地では、B4 側線が南北方向に間隙水圧測定孔を多く配置していることから、この測線を2号廃棄物埋設地付近の南北方向の代表鉛直断面作成位置とした。

標高+34m 水平断面*1



注1: 矢印で示す動水勾配は、全水頭等高線から求めた局所的な値である。

南北方向 B4 測線鉛直断面

第19図 廃棄物埋設地付近の全水頭分布図(3/3)

(2号廃棄物埋設地付近、1995年6月)

第 12 表 埋設設備設置地盤付近の地下水の動水勾配及び動水勾配の状態設定値

廃棄物埋設地	断面位置	埋設設備設置地盤付近の地下水の動水勾配(%) ^{*1}		動水勾配の状態設定値(%)	
		平均 ^{*2}	範囲	確からしい設定	厳しい設定
3号廃棄物埋設地	E2 測線	4.7	2.7～7.5	5.0	8.0
1号廃棄物埋設地	C4 測線	3.1	2.3～4.9	3.5	5.0
2号廃棄物埋設地	B4 測線	5.1	2.3～5.3	5.5	5.5

*1：間隙水圧測定結果の実測値から作成した全水頭等高線を基に求めた(第 19 図参照)。

*2：個々の値の算術平均とした。

(b) 透水係数の設定に関する考え方

地盤の透水係数は、廃棄物埋設施設を設置する地盤の N 値が 50 以上の岩盤であること、天然バリアを著しく損傷する事象は想定されないことから、将来においても大きく変化する要因がない。したがって、透水係数は確からしい設定と厳しい設定では同じ値とし、鷹架層中部層の平均的な透水係数とする。

c. 埋設設備から上部覆土や鷹架層への流出水量

埋設設備から上部覆土や鷹架層への流出流量は、地下水浸透流解析により算定する。浸透流解析には、覆土や地盤の透水係数及び境界条件として動水勾配を用いる。

動水勾配は、「(二) 鉛直断面内の全水頭等高線に基づく動水勾配の状態設定」に示す値とする。

(vii) 河川流量

河川流量の変化は廃棄物埋設施設を直接損傷させることはないが、廃棄物埋設施設を通過した地下水中の放射性物質の濃度は、その地下水が地表に流出した地点で、そこを流れる河川や湖沼などの表流水によって希釈される。これらのことから河川流量の変化を長期変動事象として考慮し、将来の河川流量を設定する。

a. 河川流量の設定に関する考え方

廃棄物埋設地は二又川の流域にあるため、希釈水量となる流量は二又川の河川流量に相当する。

河川流量は、下式で表される。

河川流量 = (降水量 - 蒸発散量)

= [河川流出高] × 流域面積 - 河川の水利用量(飲料水、農業用水、工業用水等)

・ 将来の降水量及び蒸発散量として、現在、1,000年後の「降水量」及び「蒸発散量」の設定値を用いて、河川流量を算出する。

・ 将来の水利用率は、現在と同じと設定する。

現在の二又川の水利用量は、青森県(2007)⁽²⁹⁾に示される工業用水(9,500m³/d)と農業用水(0.03m³/s)の合計である4.41×10⁶m³/yとする。

現在の表流水流量は、現在の二又川(尾駁沼への流入地点より上流域)の流域面積26.9km²、現在の年降水量1,310mm/y及び蒸発散量590mm/y(水収支から算出)から、1.94×10⁷m³/yとする。

河川の水利用が二又川(尾駁沼への流入地点より上流域)に限られることを考慮し、現在の二又川水利用率を、4.41×10⁶m³/y ÷ 1.94×10⁷m³/y = 0.227 ≒ 0.3とし、将来もこの利用率が変わらないと設定する。

したがって、将来の二又川の河川流量は、下式により算出する。

(将来の降水量 - 将来の蒸発散量) × 将来の二又川の流域面積 × (1 - 0.3)

二又川流域の設定図を第20図に示す。

(a) 確からしい設定

(一) 寒冷化ケース

確からしい設定における寒冷化ケースの将来の「(2)(iii) 降水量」及び

「(2)(iv) 蒸発散量」を用いる。流域面積は、相対海水準の低下により尾駁沼が河川化するため、二又川と中央沢の合流点より上流側の流域と設定する。

(二) 温暖期継続ケース

確からしい設定における温暖期継続ケースの将来の「(2)(iii) 降水量」及び「(2)(iv) 蒸発散量」を用いる。流域面積は、現在の尾駁沼の流域⁽²⁹⁾と設定する。

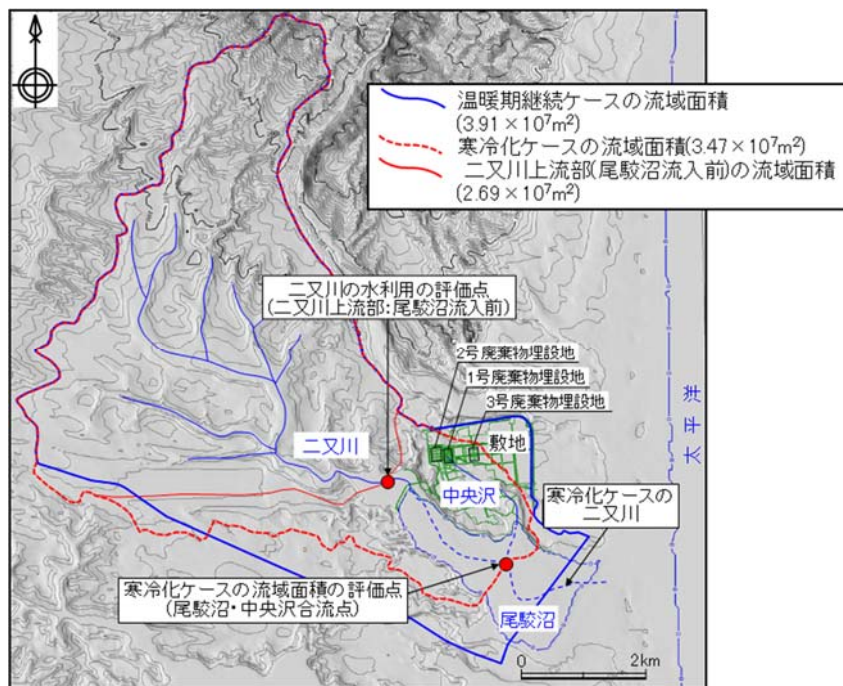
(b) 厳しい設定

(一) 寒冷化ケース

厳しい設定における寒冷化ケースの将来の「(2)(iii) 降水量」及び「(2)(iv) 蒸発散量」を用いる。流域面積は、確からしい設定と同様に、二又川と中央沢の合流点より上流側の流域と設定する。

(二) 温暖期継続ケース

厳しい設定における温暖期継続ケースの将来の「(2)(iii) 降水量」及び「(2)(iv) 蒸発散量」を用いる。流域面積は、確からしい設定と同様に、現在の尾駁沼の流域⁽²⁹⁾と設定する。



第 20 図 二又川流域の設定図

b. 河川流量の変化

(a) 確からしい設定

(一) 寒冷化ケース

寒冷化ケースにおける河川流量は、確からしい設定における寒冷化ケースの降水量、蒸発散量及び流域面積から、1,000年後に $1.2 \times 10^7 \text{m}^3/\text{y}$ とする。

(二) 温暖期継続ケース

温暖期継続ケースにおける河川流量は、確からしい設定における温暖期継続ケースの降水量、蒸発散量及び流域面積から、 $1.7 \times 10^7 \text{m}^3/\text{y}$ とする。

(b) 厳しい設定

(一) 寒冷化ケース

寒冷化ケースにおける河川流量は、厳しい設定における寒冷化ケースの降水量、蒸発散量及び流域面積から、1,000年後に $7.2 \times 10^6 \text{m}^3/\text{y}$ とする。

(二) 温暖期継続ケース

温暖期継続ケースにおける河川流量は、厳しい設定における温暖期継続ケースの降水量、蒸発散量及び流域面積から、 $1.0 \times 10^7 \text{m}^3/\text{y}$ とする。

c. 河川流量の状態設定

河川流量の設定値を第13表に示す。河川流量は少ないほど希釈水量が少なくなるため、保守的となる。したがって、寒冷化ケースを状態設定の対象とする。

第 13 表 河川流量の設定値

ケース		モデル化時期	気温 (°C)	降水量 (mm/y)	蒸発散量 (mm/y)	流域面積 (m ²)	河川流量 (m ³ /y)
確からしい 設定	寒冷化 ケース	現在	9	1,120	580	3.47 × 10 ⁷	1.3 × 10 ⁷
		1,000 年後	8	1,070	560		1.2 × 10 ⁷
厳しい設定	寒冷化 ケース	現在	9	910	580	3.47 × 10 ⁷	8.0 × 10 ⁶
		1,000 年後	8	860	560		7.2 × 10 ⁶

(3) プレート運動と気候変動の両者に起因する事象

(i) 侵食

侵食作用が継続することによって、埋設設備の地表近接及び露呈並びに廃棄物埋設地周辺の地形が変化することによる地下水位(地下水流動)の変化が想定される。これらのことから、侵食を長期変動事象として考慮し、将来の侵食速度を設定し、侵食速度を用いて埋設設備の位置及び沢の位置から露呈時期を設定する。また、隆起量を考慮した相対的な海水準を「相対海水準」とし、この相対海水準の低下によって生じる尾駁沼の河川化時期についても設定する。

敷地及び敷地近傍の沢部においては第四紀層及び基盤である鷹架層が削剥されており、河食が生じていると考えられる。廃棄物埋設地付近は二又川の流域であることから、二又川及び敷地から二又川に流れ込む沢による下刻を考慮する。

敷地及び敷地近傍における台地と河川及び沢との位置関係等の大局的な地形状況は、数万年程度の将来において大きく変化することはないと想定するため、流域ごとの沢の縦断勾配及び横断形状を保持して下刻が進むと想定するため、第四紀層及び鷹架層における侵食速度の差異は十分小さいと考えられる。

なお、台地上及び沢の上流部では沖積層は厚く堆積していないため、沖積層による侵食速度への影響は十分小さいと考えられる。

隆起域における河川侵食の概念図を第 21 図に示す。下刻は、相対海水準と降水量の影響を受けるため、寒冷化ケースと温暖期継続ケースでは、大局的には以下のような下刻過程となる(貝塚、1977⁽³⁰⁾)。

寒冷化ケースでは、降水量が減少し、河川流量が少なくなる。そのため、上流域では土砂が発生しない、若しくは凍結融解作用などにより土砂が発生してもほとんど下流域に運搬されず、現在の下流域に相当する地域では、海水準低下に伴い侵食基準面が低下し、下刻が進む。相対海水準の低下に伴い、最初に下流域に堆積している沖積層(間氷期堆積物)が侵食される。沖積層は比較的軟質なため、相対海水準に対して勾配を持たずに侵食される。沖積層削剥後、相対海水準の低下に伴い、氷期の平衡河床勾配を保持して下流域～上流域まで侵食が進む。

温暖期(温暖期継続ケース)では、降水量が増加し、河川流量が多くなるため、上流域では下刻が進み、下流域ではその土砂が堆積する。相対海水準の低下に伴い、間氷期の平衡河床勾配を保持したまま、相対海水準変化量(隆起量相当)の下刻が進む。

なお、以下の理由から河食以外の侵食は考慮しない。

海食：廃棄物埋設地は現在の汀線から内陸に約 3km 離れており、十分な離隔があることから、考慮しない。

溶食：石灰岩等の分布域でないことから、考慮しない。

風食：乾燥地帯ではなく、影響は河食に包含されることから、考慮しない。

なお、ガリー侵食は、河床より下刻することはないため河食に包含される。

a. 侵食速度

(a) 侵食速度の設定に関する考え方

寒冷化ケースと温暖期継続ケースの侵食量の関係を第 22 図に示す。寒冷化ケースの侵食では、沖積層の基底面の勾配を保ち、敷地の隆起を考慮した相対海水準の低下による下方への下刻が生じると設定する。したがって、寒冷化の当初は勾配の緩い下流部に堆積した沖積層の上限面から下刻することとなり、沖積層の下刻後は河床勾配と海退量との関係から下刻量が求められる。沖積層の下刻に数万年を要し、それまでの期間、鷹架層の下刻の影響は十分小さいと想定される。

温暖期継続ケースでは、現在の河床勾配を保ち、相対海水準低下に伴った下刻が生じると設定する。

廃棄物埋設地周辺には、中央沢、南の沢、西の沢及びそれらの枝沢が分布する。枝沢は本流の沢に流れ込むことから、本流の沢との合流点が侵食基準面となる。枝沢の侵食基準面は本流が侵食されることで低下するため、本流の侵食速度と同等の速度で枝沢も侵食されていくと考えられる。したがって、枝沢における侵食速度は、本流の沢の寒冷化ケース及び温暖期継続ケースの侵食速度と同じと設定する。

寒冷化ケース及び温暖期継続ケースにおける侵食量を比較すると、寒冷化ケースは下流域の沖積層の侵食等により上流部の侵食が進行しないと設定していることから、3.2 万年後までは、温暖期継続ケースの方が侵食が早く進行する。

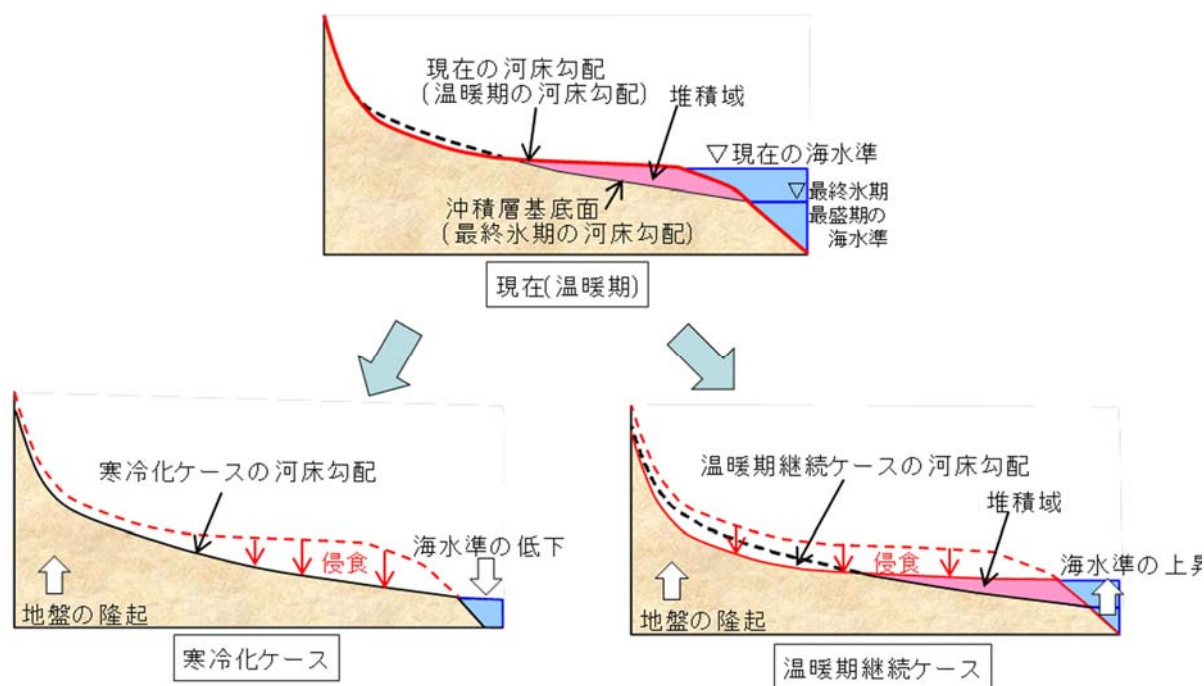
このことから、侵食速度の確からしい設定においては、温暖期継続ケースにおける相対海水準低下速度を侵食速度として設定する。温暖期継続ケースにおける相対海水準低下速度は、「(2)(i) 海水準変動」において海水準変動を現在から将来にわたり、現在の海水準より一律で 10m 上昇するとしたことから、「(1)(iii) 隆起・沈降運動」の隆起速度相当と設定できる。

(一) 確からしい設定

相対海水準の低下分が侵食されるため、侵食速度は確からしい設定における隆起速度と同等とする。

(二) 厳しい設定

相対海水準の低下分が侵食されるため、侵食速度は厳しい設定における隆起速度と同等とする。



【寒冷化ケース】

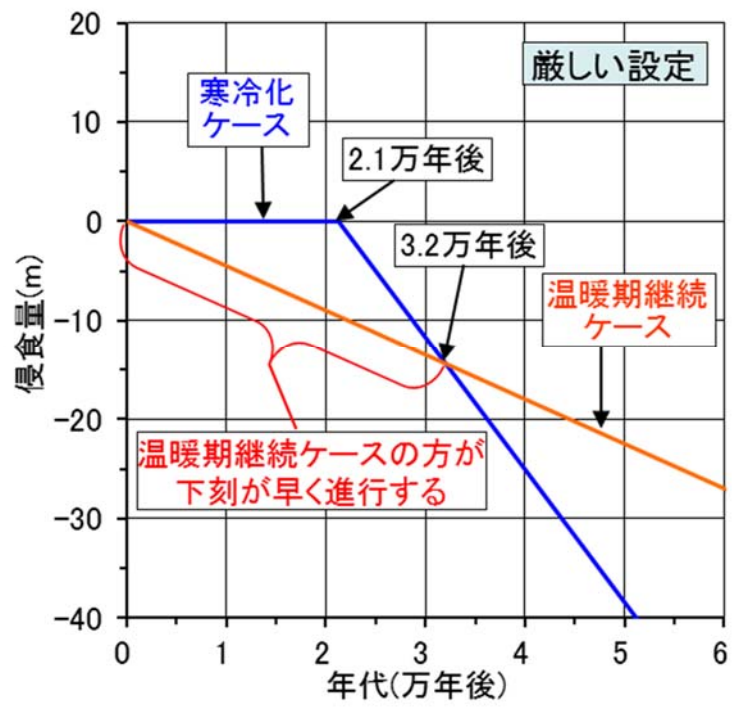
- ・降水量、河川流量の減少及び海水準が低下する。
- ・隆起するため、相対的な海水準は最終氷期最盛期よりも低下する。

⇒主に下流域で沖積層の侵食が始まり、平衡河床勾配に達した後上流側にも侵食が及ぶ。

【温暖期継続ケース】

- ・降水量、河川流量の増加及び海水準が上昇する。
- ・河床勾配は現在(温暖期)と変わらないが、隆起するため、全体に侵食が進む。

第 21 図 隆起域における河川侵食の概念図



第 22 図 侵食量の関係(厳しい設定の例)

b. 侵食速度の状態設定

侵食速度の状態設定値を第 14 表に示す。

(a) 確からしい設定

確からしい設定における隆起速度は 3.5m/万年であるため、侵食速度は 3.5m/万年とする。

(b) 厳しい設定

厳しい設定における隆起速度は 4.5m/万年であるため、侵食速度は 4.5m/万年とする。

第 14 表 侵食速度の状態設定値

ケース	期間	侵食速度 (m/万年)
確からしい設定	現在～1,000 年後	3.5
厳しい設定		4.5

c. 埋設設備の露呈時期

(a) 埋設設備の露呈時期の設定に関する考え方

埋設設備の露呈については、寒冷化ケースと温暖期継続ケースを比較すると、廃棄物埋設地付近は、温暖期継続ケースの方が早く侵食が生じるため、埋設設備には温暖期継続ケースの侵食の方が早く到達することとなる。したがって、侵食に係る長期変動事象の状態設定は、保守的に廃棄物埋設地付近の侵食が早く生じる温暖期継続ケースの値を採用することとする。

温暖期継続ケースにおける侵食の概念図を第 23 図に、温暖期継続ケースにおける侵食速度と埋設設備の露呈時期の例を第 24 図に示す。

温暖期継続ケースの侵食は、現河床勾配を保ったまま主要な河川及び沢からの侵食が進行する。埋設設備の露呈時期の算出に当たっては、廃棄物埋設地の周辺に埋土があるが、安全評価上の移行距離としても考慮していないことから、廃棄物埋設地の周辺における旧地形面より上位の埋土及び覆土は考慮せず、旧地形面から埋設設備上端までを仮想的土被りとする。仮想的土被りの層厚を隆起速度で除した値を露呈開始までの時間とする。

なお、廃棄物埋設地において上部覆土は、締固め度 90%以上に管理された状態で施工する。上部覆土については、周辺の土壌・岩盤と水理的に連続性を持たせる観点からおおむね廃棄物埋設施設周辺の第四紀層と同等の透水係数を目安に施工するため、覆土上部だけが大きく削られることは考え難く、廃棄物埋設地における侵食速度は周辺岩盤と同等程度と考えられる。

(一) 確からしい設定

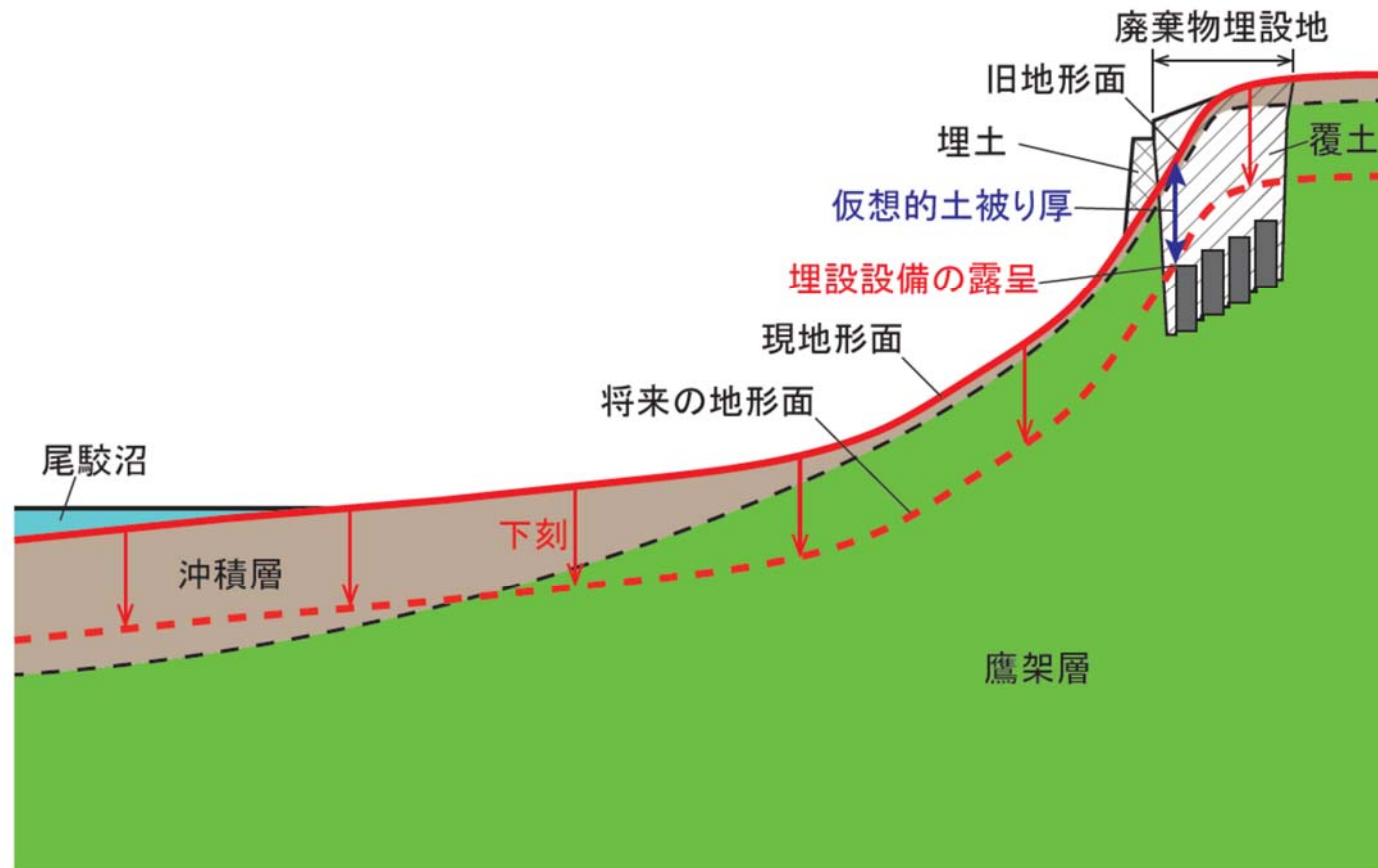
確からしい設定における隆起速度及び各廃棄物埋設地の仮想的土被り厚さから、埋設設備の露呈時期を求める。

(二) 厳しい設定

厳しい設定における隆起速度及び各廃棄物埋設地の仮想的土被り厚さから、埋設設備の露呈時期を求める。

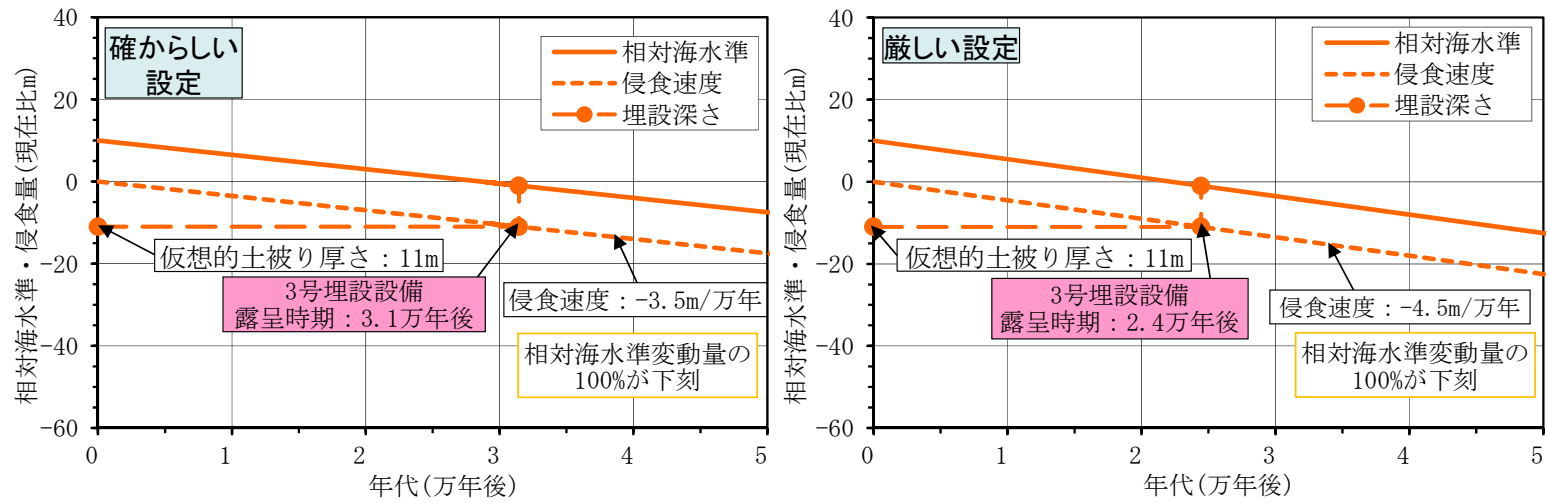
(b) 埋設設備の露呈時期の状態設定

埋設設備の露呈時期を第 15 表に示す。埋設設備の露呈時期は、最も早くても数万年後となるため、評価期間を踏まえると、埋設設備の露呈時期の状態設定については、考慮しないものとする。



第 23 図 侵食の概念図(温暖期継続ケースの場合*1)

*1：温暖期継続ケースの侵食は、主要な河川及び沢の現河床勾配(図中の赤実線：現地形面及び埋土覆土部分は旧地形面を示す)を保ったまま侵食が進行する。また、仮想的土被り厚は、旧地形面よりも上位にある埋土及び覆土を除いた厚さを考慮する。



第 24 図 温暖期継続ケースにおける侵食速度と埋設設備の露呈時期 (3号廃棄物埋設地の例)

第 15 表 埋設設備の露呈時期

項目	温暖期継続ケース					
	確からしい設定			厳しい設定		
	3号廃棄物 埋設地	1号廃棄物 埋設地	2号廃棄物 埋設地	3号廃棄物 埋設地	1号廃棄物 埋設地	2号廃棄物 埋設地
隆起速度(m/万年)	3.5			4.5		
海水準変動量(現在比:m)	10			10		
露呈開始位置の 仮想的土被り厚さ(m)	11	7	18	11	7	18
埋設設備 露呈開始時期(万年後)	3.1	2.0	5.1	2.4	1.6	4.0

d. 尾駁沼の河川化時期

(a) 尾駁沼の河川化時期の設定に関する考え方

将来の尾駁沼の河川化時期は、隆起量と海水準変動を組み合わせた相対海水準が尾駁沼の最深値(-4m)になる時期を河川化時期とする。

隆起量及び海水準変動は、前述の「(1)(iii) 隆起・沈降運動」及び「(2)(i) 海水準変動」の設定値を用いる。

(一) 確からしい設定

確からしい設定における隆起速度及び海水準変動から、尾駁沼の河川化時期を求める。

(二) 厳しい設定

厳しい設定における隆起速度及び海水準変動から、尾駁沼の河川化時期を求める。

(b) 尾駁沼の河川化時期の状態設定

相対海水準の低下による尾駁沼の河川化時期の関係を第 25 図に、尾駁沼の河川化時期の状態設定値を第 16 表に示す。

(一) 確からしい設定

(ア) 寒冷化ケース

寒冷化ケースにおける尾駁沼の河川化時期は、確からしい設定における寒冷化ケースの海水準(現在比 0m からの低下量)及び隆起速度 3.5m/万年から、約 700 年後とする。

(イ) 温暖期継続ケース

温暖期継続ケースにおける尾駁沼の河川化時期は、確からしい設定における温暖期継続ケースの海水準(現在比+10m)及び隆起速度 4.5m/万年から、約 4.0 万年後となるため、評価期間を踏まえ、考慮しないものとする。

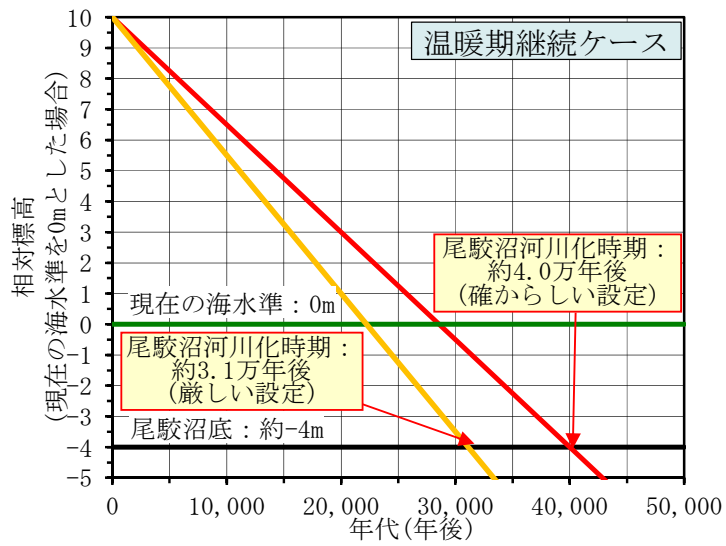
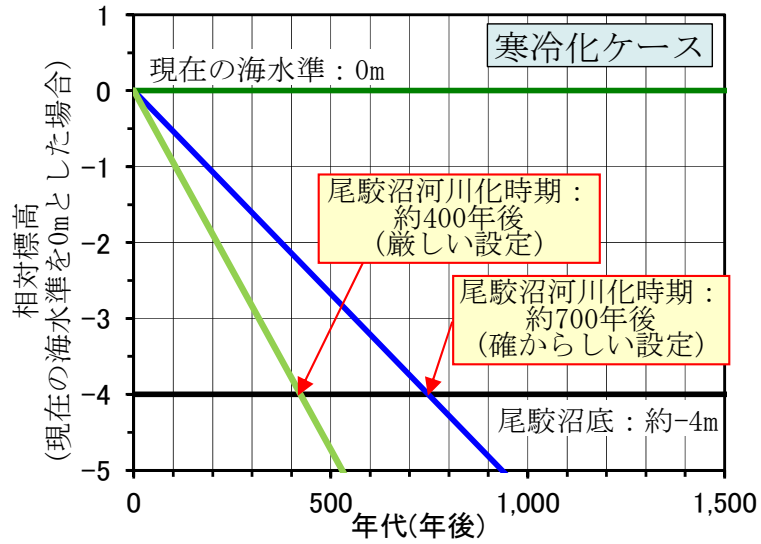
(二) 厳しい設定

(ア) 寒冷化ケース

寒冷化ケースにおける尾駁沼の河川化時期は、厳しい設定における寒冷化ケースの海水準(現在比 0m からの低下量)及び隆起速度 3.5m/万年から、約 400 年後とする。

(イ) 温暖期継続ケース

温暖期継続ケースにおける尾駁沼の河川化時期は、確からしい設定における温暖期継続ケースの海水準(現在比+10m)及び隆起速度 4.5m/万年から、約 3.1 万年後となるため、評価期間を踏まえ、考慮しないものとする。



第 25 図 相対海水準の低下による尾駈沼の河川化時期^{*1}

*1：尾駈沼底の標高は、国土地理院発行 2 万 5 千分の 1 地形図「戸鎖」を参照。

第 16 表 尾駁沼の河川化時期の設定値

ケース		尾駁沼の 河川化時期	考え方
寒冷化 ケース	確からしい 設定	約 700 年後	寒冷化ケースの現在の海水準から将来の海水準 と隆起量を考慮した相対海水準が尾駁沼の基底 (標高-4m)に達するまでの時間とする。
	厳しい設定	約 400 年後	

(4) その他の事象

(i) 生物学的事象

敷地内における樹木の根に関する調査結果から、樹木の根の深さは最大で 2.3m である。

モグラ類による覆土の擾乱が想定されるが、地表から 1m 未満である場合が多く⁽³¹⁾、樹木の根の影響範囲に包含される。

以上のことから、埋設設備は十分な覆土に覆われることから、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。

(ii) 透水性の変化

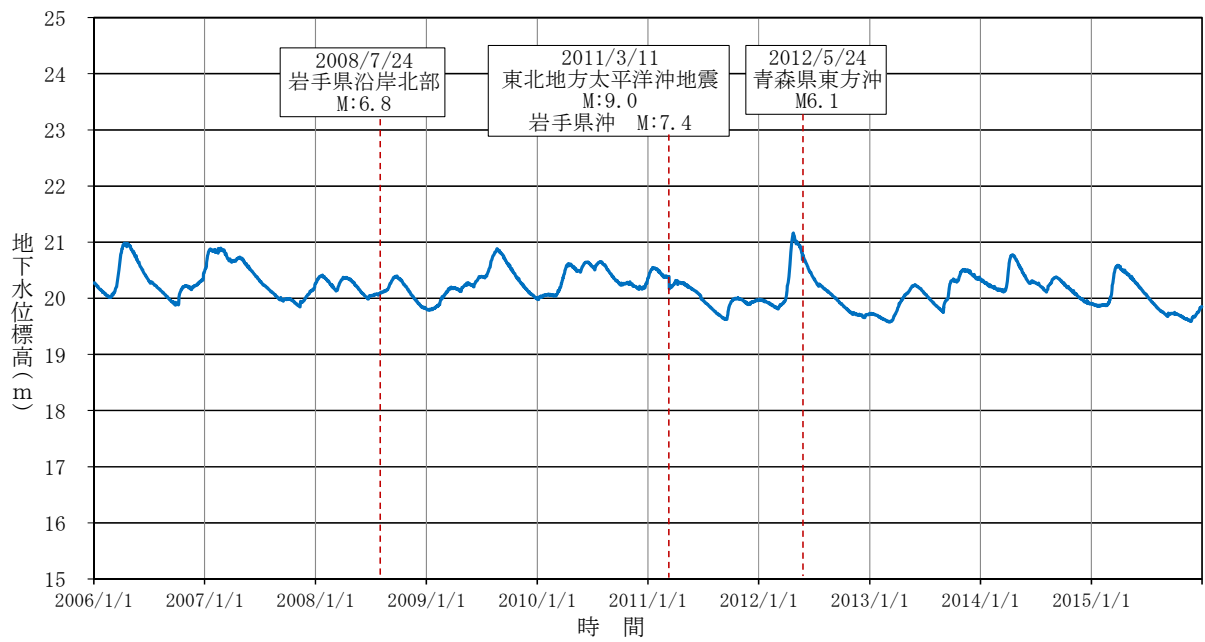
岩盤の透水性は、以下の点から大きく変化しないと判断し、長期変動事象として考慮しない。

a. 断層

敷地内に将来活動する断層が認められないことから、断層運動による岩盤への破碎は発生しない。

b. 地震

敷地内における地下水観測結果を第 26 図に示す。地下水位観測結果から、地震による地下水位の変動が認められるものの、その変動量は季節変動に内包され、一定期間後には元の地下水位に戻っている。このことから、地震による透水性の変化は考慮しない。



第 26 図 地下水位観測結果 (F0-20 孔)

4. まとめ

廃止措置の開始後の評価における線量評価シナリオの設定に当たって、人工バリア及び天然バリアの機能並びに被ばく経路等に影響を与える自然現象を考慮した地質環境に係る長期変動事象の状態設定結果を第 17 表に示す。

第 17 表 長期変動事象の状態設定結果 (1/2)

起因	長期事象	長期変動項目	確からしい設定	厳しい設定	根拠記載箇所
プレート運動	火山・火成活動	火砕物密度流	短期的(数百年～数千年スケール)には、敷地に到達する可能性は十分に小さいため、火砕物密度流の影響は考慮しない。		3. (1) (i) 火山・火成活動 a. 火砕物密度流
		降下火砕物	化学成分溶出による低 pH の水が発生すると想定する。		
	地震・断層活動	地震	金属腐食に伴う埋設設備の変形量と比較して非常に小さいことから、地震による力学的影響を考慮しない。		3. (1) (ii) 地震・断層活動 a. 地震
		液状化(覆土)	覆土は容易に液状化し難く、低透水性への影響は生じないと考えられるため、考慮しない。		3. (1) (ii) 地震・断層活動 b. 液状化(覆土)
		断層活動(地盤の変形)	敷地内に活断層が分布しないことから、断層活動による影響について考慮しない。		3. (1) (ii) 地震・断層活動 c. 断層活動(地盤の変形)
隆起・沈降	隆起・沈降	隆起速度：3.5m/万年	隆起速度：4.5m/万年	3. (1) (iii) 隆起・沈降運動	
気候変動	海水準変動	海水準(現在比 m)			3. (2) 気候変動に起因する事象 (i) 海水準変動
		温暖期継続ケース 現在～1,000年後：+10m	温暖期継続ケース 現在～1,000年後：+10m		
	気温	寒冷化ケース 現在：9℃、1,000年後：8℃	寒冷化ケース 現在：9℃、1,000年後：8℃	3. (2) 気候変動に起因する事象 (ii) 気温	
	降水量	寒冷化ケース 現在：1,120mm/y 1,000年後：1,070mm/y	寒冷化ケース 現在：910mm/y 1,000年後：860mm/y	3. (2) 気候変動に起因する事象 (iii) 降水量	
	蒸発散量	寒冷化ケース 現在：580mm/y 1,000年後：560mm/y	寒冷化ケース 現在：580mm/y 1,000年後：560mm/y	3. (2) 気候変動に起因する事象 (iv) 蒸発散量	
	かん養量	寒冷化ケース 現在：224mm/y 1,000年後：214mm/y	寒冷化ケース 現在：182mm/y 1,000年後：172mm/y	3. (2) 気候変動に起因する事象 (v) かん養量	
温暖期継続ケース 現在～1,000年後：310mm/y					

第 17 表 長期変動事象の状態設定結果 (2/2)

起 因	長期事象	長期変動項目	確からしい設定	厳しい設定	根拠記載箇所
気候変動	地下水	動水勾配			3. (2) 気候変動に起因する事象 (vi) 地下水位
		3号 現在～1,000年後：5% 1号 現在～1,000年後：3.5% 2号 現在～1,000年後：5.5%	3号 現在～1,000年後：8% 1号 現在～1,000年後：5.0% 2号 現在～1,000年後：5.5%		
	河川	河川流量	寒冷化ケース 現在： $1.3 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{y}$ 1,000年後： $1.2 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{y}$	寒冷化ケース 現在： $8.0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{y}$ 1,000年後： $7.2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{y}$	3. (2) 気候変動に起因する事象 (vii) 河川流量
プレート運動と気候変動	侵食	侵食速度(温暖期継続ケース)			3. (3) プレート運動と気候変動に起因する事象 (i) 侵食
		3.5m/万年		4.5m/万年	
		尾駁沼の河川化時期			
		寒冷化ケース：約 700 年後		寒冷化ケース：約 400 年後	
		埋設設備の露呈時期			
		埋設設備の露呈時期は、最も早くても数万年後となるため、評価期間を踏まえると、埋設設備の露呈時期の状態設定については、考慮しないものとする。			
その他	生物学的事象	埋設設備は十分な厚さの覆土に覆われることから、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。			3. (4) その他の事象 (i) 生物学的事象
	透水性の変化	岩盤の透水性は大きく変化しないと判断し、長期変動事象として考慮しない。			3. (4) その他の事象 (ii) 透水性の変化

参考文献：

- (1) 土木学会(2008)：余裕深度処分の安全評価における地下水シナリオに用いる核種移行評価パラメータ設定の考え方、社団法人土木学会 エネルギー委員会 低レベル放射性廃棄物の余裕深度処分に関する研究小委員会、2008.6、372p
- (2) 高橋雅紀(2004)：日本列島のE-W短縮テクトニクスの原因とその開始時期、日本地震学会 2004年秋季大会講演予稿集、B048
- (3) 吉田武義、中島淳一、長谷川昭、佐藤比呂志、長橋良隆、木村純一、田中明子、Prima, O.D.A.、大口健志(2005)：後期新生代、東北本州弧における火成活動史と地殻・マントル構造、第四紀研究、Vol.44、No.4、pp.195-216
- (4) 産業技術総合研究所(2012)：地質・気候関連事象の時間スケールに対する不確実性の検討、独立行政法人産業技術総合研究所 深部地質環境研究コア、116p
- (5) 工藤崇、小林淳、山元孝広、岡島靖司、水上啓治(2011)：十和田火山における噴火活動様式の時代変遷と長期予測、日本第四紀学会講演会要旨集、Vol.41、pp.82-83
- (6) 宇佐美龍夫、石井寿、今村隆正、武村雅之、松浦律子(2013)：日本被害地震総覧 [599-2012]、東京大学出版会
- (7) 宇津徳治(1982)：日本付近のM6.0以上の地震および被害地震の表：1885年～1980年、東京大学地震研究所彙報 Vol.57
- (8) 気象庁(1951～2011)：「地震年報」等・・・「気象庁地震カタログ」
<http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>
- (9) 村松郁栄(1969)：震度分布と地震のマグニチュードとの関係、岐阜大学教育学部研究報告、自然科学、第4号
- (10) 勝又護、徳永規一(1971)：震度IVの範囲と地震の規模および震度と加速度の対応、驗震時報、vol.36
- (11) 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、CD-ROM 日本 I [北海道・東北]
- (12) EPICA community members(2004)Eight glacial cycles from an Antarctic ice core, NATURE, Vol.429, pp.623-628
- (13) Ayako Abe-Ouchi, Fuyuki Saito, Kenji Kawamura, Maureen E. Raymo, Jun'ichi Okuno, Kunio Takahashi, Heinz Blatter(2016)：Isolation-driven 100,000-year

- glacial cycles and hysteresis of ice-sheet Volume, Nature, Vol.500, pp.190-194
- (14) IPCC(2007): Climate Change 2007: SYNTHESIS REPORT, A Report of the Intergovernmental Panel Climate Change
- (15) ANDRA(2005) Phenomenological evolution of a geological repository, 525p
- (16) L.Labeyrie, J.Cole, K.Alverson and T.Stocker(2003) : The History of Climate Dynamics in the Late Quaternary, Paleoclimate, Global Change and the Future, p. 33-71
- (17) 日本第四紀学会(1987) : 百年千年万年後の日本の自然と人類—第四紀研究にもとづく将来予測、pp. 38-59、231p
- (18) IPCC(2013) : Climate Change 2013:The Physical Science Basis, AR5, WG I, 第5次評価報告書第1作業部会報告書—技術要約—、気象庁翻訳(2013)
- (19) Rohling E. J., Fenton M., Jorissen F. J., Bertrand P., Ganssen G., Caulet J.P. (1998) : Magnitudes of sea-level lowstands of the past 500,000 years, Nature, Vol.394, No.6689, pp.162-165
- (20) 登坂博行(2006)地圏の水環境科学、東京大学出版会、pp.12-13、364p
- (21) Yamanaka, M., Ishikawa, S. and Sugawara, K. (1990): PALYNOLOGICAL STUDIES OF QUATERNARY SEDIMENTS, IN NORTHEAST JAPAN, VII. SHIRIYA-ZAKI MOOR IN SHIMOKITA PENINSULA, ECOLOGICAL REVIEW, 22, 1
- (22) 松末和之、藤原治・末吉哲雄(2000) : 日本列島における最終氷期最寒冷期の気候、サイクル機構技報、vol.6、 pp. 93-103
- (23) Nakagawa, T., Tarasova, P.E., Nishida, K., Gotanda, K. and Yasuda, Y. (2002):Quantitative pollen-based climate reconstruction in central Lapan: application to surface and Late Quaternary spectra
- (24) 気象庁(1981~2010) : 過去の気象データ検索、<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
- (25) 気象庁(1981~2010) : 世界の地点別年平均値、<http://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/monitor/climatview/frame.php>
- (26) C.W.Thornthwaite(1948):An Approach toward a Rational Classification of Climate , Geographical Review Vol. 38, No. 1 (Jan., 1948), pp. 55-94

- (27) 山本莊毅、高橋裕(1987)：図説水文学(水文学講座)、共立出版、pp. 62、221p
- (28) 菅原正巳(1972)：流出解析法(水文学講座 7)、共立出版、257p
- (29) 青森県(2007)：新むつ小川原開発基本計画素案に係る環境影響評価書、516p
- (30) 貝塚爽平(1977)：日本の地形 ー特質と由来ー、岩波書店、234p
- (31) 亀井翼(2013)：モグラによる遺物の埋没と埋没後擾乱-茨城県稲敷郡美浦村陸平貝塚を対象として-、第四紀研究、Vol. 52、No. 1、pp. 1-12

想定される自然現象の選定について

目 次

1. 自然現象の選定の位置づけ.....	1
2. 選定の基本方針.....	1
3. 自然現象の抽出.....	1
(1) 自然現象の選定の考え方及びフロー	1
(2) 自然現象を抽出した国内外の文献	1
4. 自然現象の選定.....	3
5. 安全機能に影響を及ぼし得る自然現象.....	3

根拠資料 1 自然現象及び人為事象の選定

1. 自然現象の選定の位置づけ

本資料は、許可基準規則第十条第四号に関する適合性を示す上で考慮する自然現象について、その基本的考え方及び選定結果までを説明する。

2. 選定の基本方針

第十条第四号を考慮した自然現象の選定の基本方針としては、「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の安全機能に影響を及ぼし得る自然現象を選定する。

3. 自然現象の抽出

(1) 自然現象の選定の考え方及びフロー

自然現象の選定の考え方としては、自然現象等を国内外の基準及び文献から網羅的に抽出し、立地特性、地質調査結果、埋設設備の状態及び自然現象の特徴等を考慮して、安全機能を有する施設の安全機能に影響を及ぼさない事象は除外し、詳細評価をすべき事象を選定する。

自然現象等の選定の流れとしては、国内外の基準及び文献調査により自然現象を網羅的に抽出し、立地特性、地質調査結果、埋設設備の状態及び自然現象の特徴を考慮し、海外での評価手法を参考に、以下の基準のいずれかに該当するものを除外する。

なお、除外基準の詳細な考え方については根拠資料 1 に示す。

- ① 発生頻度が極低頻度と判断される事象
- ② 施設周辺では起こり得ない事象
- ③ 事象の進展が緩慢で対策を講じることができる事象
- ④ 施設に影響を及ぼさない事象
- ⑤ 他の事象に包含できる事象

除外基準に該当しない事象は、廃止措置の開始後の各期間において、安全機能を有する施設の安全機能に影響を及ぼし得る自然現象として選定する。

(2) 自然現象を抽出した国内外の文献

国内外の基準及び文献を参考にし、安全機能を有する施設の安全機能に影響を与えると考えられる自然現象等の抽出を行った。国内外の基準及び文献は自然災害、

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ているものを参考にした。自然現象等を抽出した国内外の文献の一覧を第1表に示す。

第1表 自然現象を抽出した国内外の文献一覧

No.	文献名
1	日本原子力学会(2014):外的ハザードに対するリスク評価方法の選定に関する実施基準:2014(AESJ-SC-RK008)
2	国会資料編纂会(1998):日本の自然災害
3	日外アソシエーツ(2010):日本の災害史事典 1868-2009
4	日外アソシエーツ(2010):産業災害全史<シリーズ災害・事故史4>
5	IAEA(2003):Site Evaluation for Nuclear Installations, Safety Requirements Series No.NS-R-3(Rev.1)
6	IAEA(2010):Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants, Specific Safety Guide No.SSG-3
7	NRC(1983):PRA PROCEDURES GUIDE (Vol.1,Vol.2), NUREG/CR-2300
8	NRC(1991):Procedural and Submittal Guidance for the Individual Plant Examination of External Events(IPEEE) for Severe Accident Vulnerabilities, NUREG-1407
9	NRC(1987):Evaluation of External Hazards to Nuclear Power Plants in the United States, NUREG/CR-5042
10	NEI(2012):DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES (FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE, NEI 12-06
11	IAEA(2015):Site Survey and Site Selection for Nuclear Installations, Specific Safety Guide No.SSG-35
12	OECD/NEA(2000):Features, Events and Processes (FEPs) for Geologic Disposal of Radioactive Waste
13	OECD/NEA(2014):Updating the NEA International FEP List, An IGSC Technical Note
14	総合資源エネルギー調査会原子力保安・安全部会(2003):廃棄物安全小委員会報告書 -高レベル放射性廃棄物処分の安全規制に係る基盤確保に向けて-
15	IAEA(2004):Safety Assessment Methodologies for Near Surface Disposal Facilities Vol.1
16	IAEA(2004):Safety Assessment Methodologies for Near Surface Disposal Facilities Vol.2
17	土木学会(2006):精密調査地区選定段階における地質環境調査と評価の基本的考え方
18	原子力安全基盤機構(2006):地層処分に係る調査に関する報告書
19	産業技術総合研究所(2007):概要調査の調査・評価項目に関する技術資料
20	原子力安全基盤機構(2008):地層処分の立地選定段階の調査に係わるガイドラインの検討
21	土木学会(2008):余裕深度処分の安全評価における地下水シナリオに用いる核種移行パラメータ設定の考え方
22	原子力安全委員会(2010):余裕深度処分の管理終了以後における安全評価に関する技術資料
23	IAEA(2011):Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste, Specific Safety Guide No. SSG-14
24	IAEA(2014):Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste, Specific Safety Guide No. SSG-29

No.1~11:自然災害及び産業事故に関する文献 No.12~24:放射性廃棄物処分施設の地質環境及び安全評価に係る文献

なお、上記論文に記載される内部事象については、第十条第四号の「影響事象分析」で説明する。

4. 自然現象の選定

自然現象の選定については、根拠資料 1 に示す。

なお、根拠資料 1 には、廃止措置の開始前の期間に対して選定した事象についても示す。

5. 安全機能に影響を及ぼし得る自然現象

第十条第四号を考慮した廃止措置の開始後の廃棄物埋設地の安全機能に影響を及ぼし得る自然現象として、①火山の影響、②地震、③断層活動（地盤の変形）、④液状化（覆土）、⑤隆起・沈降、⑥気温（高温、低温・凍結）、⑦降水量、⑧海水準変動、⑨蒸発散量、⑩かん養量、⑪河川流量、⑫侵食、⑬地下水位（地下水流動）、⑭透水性の変化、⑮生物学的事象の 15 事象を選定した。

自然現象及び人為事象の選定

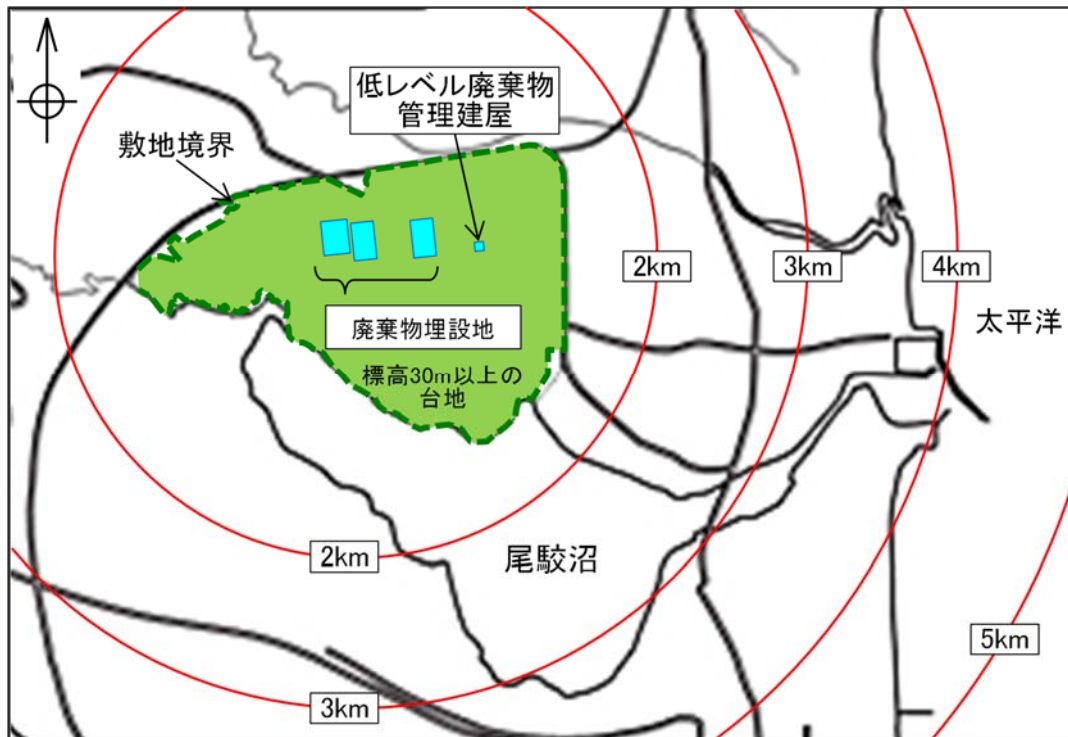
第1表 事象の除外基準及び考え方

自然現象等の除外基準	考え方	
	廃止措置の開始前*1	廃止措置の開始後*2
①発生頻度が極低頻度と判断される事象	隕石や人工衛星*3の落下のような、発生頻度が極低頻度と判断される事象は除外する。	隕石落下のような発生が極低頻度であり、事象の影響が放射性廃棄物による影響を上回るような事象は除外する。
②施設周辺では起こり得ない事象	安全機能を有する施設の立地条件、地質調査結果、埋設設備の状態及び選定された自然現象等の影響を考慮し、影響が及ばない事象は除外する。	安全機能を有する施設の立地条件、地質調査結果、埋設設備の状態及び選定された自然現象等の影響を考慮し、線量評価に影響が及ばない事象は除外する。
③事象の進展が緩慢で対策を講じることができる事象	事象の進展が緩慢で対策を講じることができるものについては除外する。	—
④施設に影響を及ぼさない事象	事象に顕著な変化がなく安全機能を有する施設の安全機能に与える影響が小さい事象については除外する。	事象に顕著な変化がなく安全機能を有する施設の安全機能に与える影響が小さく、線量評価に影響しない事象については除外する。
⑤他の事象に包含できる事象	安全機能を有する施設への影響が他の事象の影響評価で包含できる場合は除外する。	安全機能を有する施設への影響が他の事象の影響評価で包含できる場合は除外する。

*1：許可基準規則解釈第9条第2項より「「廃止措置の開始前まで」とは、ピット処分にあつては埋設の終了後300～400年以内」とあることから、廃止措置の開始前までの期間として覆土完了後300年間～400年間を対象とする。

*2：主要な放射性物質のうち半減期の長い放射性物質の放射エネルギー及び放射能濃度が十分に小さいことを考慮して1万年程度までを目安とする。

*3：NRC（1991）によると、隕石及び人工衛星の落下の確率は 10^{-9} オーダー（回/年）と記載されている。
NRC（1991）：Procedural and Submittal Guidance for the Individual Plant Examination of External Events (IPEEE) for Severe Accident Vulnerabilities, NUREG-1407



第1図 敷地の位置図

第2表 自然現象の選定 (1/8)

	国内外の文献から抽出した事象	除外の基準					評価		事象に対する考え方		
		基準①	基準②	基準③	基準④	基準⑤	廃止措置開始前	廃止措置開始後			
		発生頻度が極低頻度と判断される事象	施設周辺では起こり得ない事象	事象の進展が緩慢で対策を講じることができる事象	施設に影響を及ぼさない事象	他の事象に包含できる事象					
1	火山・火成活動	火山の影響	-	-	-	-	-	要	要	廃止措置の開始前は、安全機能に影響を及ぼし得る事象として考慮する。 廃止措置の開始後は、第十条第四号にて「火山の影響」として考慮する。	
2	プレート運動に起因する事象 地震・断層活動	地震	-	-	-	-	-	第四条	要	廃止措置の開始前は、第四条（地震による損傷の防止）にて別途説明する。 廃止措置の開始後は、第十条第四号にて「地震」として考慮する。	
3		断層活動（地盤の変形）	-	-	-	廃止措置開始前：○ 廃止措置開始後：-	-	不要	要	安全機能を有する施設はN値50以上の岩盤に設置していることから、地盤の変形は発生しない。第三条（安全機能を有する施設の地盤）にて別途詳細な説明をする。 廃止措置の開始後は、出戸西方断層の断層活動によって広域に地盤が傾斜する可能性があるため、第十条第四号にて「断層活動（地盤の変形）」として考慮する。	
4		地盤の変位	-	○	-	-	-	-	不要	不要	敷地内に将来活動する可能性のある断層がないことから、地盤の変位は発生しないため、考慮しない。第三条（安全機能を有する施設の地盤）にて別途詳細な説明をする。
5		液状化	-	-	-	-	-	-	要	要	安全機能を有する施設はN値50以上の岩盤に設置しているため、地盤の液状化は発生しない。地盤の液状化は、第三条（安全機能を有する施設の地盤）にて別途詳細な説明をする。 廃止措置の開始前及び廃止措置の開始後の覆土については、安全機能に影響を及ぼし得る事象として考慮する。
6		津波	-	-	-	-	廃止措置開始前：- 廃止措置開始後：○	-	第五条	不要	廃止措置の開始前は、第五条（津波による損傷の防止）にて別途説明する。 廃止措置の開始後は、安全機能を有する施設は海岸から約3km離れ、標高30m以上の台地に位置すること及び既往津波並びに公表された津波シミュレーション結果から、津波は到達しない。また、海洋及び河川から取水する設備もないため、影響はない。

事象は廃止措置の開始前及び廃止措置の開始後に区分し、評価した。

国内外の文献から抽出した事象をプレート運動、気候変動、プレート運動及び気候変動に起因する事象及びその他の事象に区分した。

第2表 自然現象の選定 (2/8)

国内外の文献から抽出した事象			除外の基準					評価		事象に対する考え方	
			基準①	基準②	基準③	基準④	基準⑤	廃止措置開始前	廃止措置開始後		
			発生頻度が極低頻度と判断される事象	施設周辺では起こり得ない事象	事象の進展が緩慢で対策を講じることができる事象	施設に影響を及ぼさない事象	他の事象に包含できる事象				
7	プレート運動	隆起・沈降運動	隆起・沈降	-	-	-	廃止措置開始前：○ 廃止措置開始後：-	-	不要	要	廃止措置の開始前は、事象の変化により直接施設に影響を及ぼすことはないため、考慮しない。 廃止措置の開始後は、第十条第四号にて「隆起・沈降」として考慮する。
8	その他	起因する事象	変成作用	-	○	-	-	-	不要	不要	変成作用を被るような地質構造場（地温・圧力）ではないため、考慮しない。
9			塑性変形作用	-	○	-	-	-	不要	不要	塑性変形を被るような地質構造場（褶曲構造）ではないため、考慮しない。
10			続成作用	-	○	-	-	-	不要	不要	続成作用を被るような地質構造場（沈降場）ではないため、考慮しない。
11	気象変動に起因する事象	起因する事象	静振	-	-	-	○	-	不要	不要	安全機能を有する施設は海岸から約3km離れ、標高30m以上の台地に位置することから、影響はないため、考慮しない。 また、海洋及び河川から取水する設備もないため、影響はない。
12			高潮	-	-	-	○	-	不要	不要	安全機能を有する施設は海岸から約3km離れ、標高30m以上の台地に位置することから、影響はないため、考慮しない。 また、海洋及び河川から取水する設備もないため、影響はない。
13			波浪・高波	-	-	-	○	-	不要	不要	安全機能を有する施設は海岸から約3km離れ、標高30m以上の台地に位置することから、影響はないため、考慮しない。 また、海洋及び河川から取水する設備もないため、影響はない。
14			高潮位	-	-	-	○	-	不要	不要	安全機能を有する施設は海岸から約3km離れ、標高30m以上の台地に位置することから、影響はないため、考慮しない。 また、海洋及び河川から取水する設備もないため、影響はない。

事象は廃止措置の開始前及び廃止措置の開始後に区分し、評価した。

国内外の文献から抽出した事象をプレート運動、気候変動、プレート運動及び気候変動に起因する事象及びその他の事象に区分した。

第2表 自然現象の選定 (3/8)

	国内外の文献等から抽出した事象	除外の基準					評価		事象に対する考え方
		基準①	基準②	基準③	基準④	基準⑤	廃止措置開始前	廃止措置開始後	
		発生頻度が極低頻度と判断される事象	施設周辺では起こり得ない事象	事象の進展が緩慢で対策を講じることができる事象	施設に影響を及ぼさない事象	他の事象に包含できる事象			
15	低潮位	-	-	-	○	-	不要	不要	安全機能を有する施設は海岸から約3km離れ、標高30m以上の台地に位置することから、影響はないため、考慮しない。 また、海洋及び河川から取水する設備もないため、影響はない。
16	海流異変	-	-	-	○	-	不要	不要	安全機能を有する施設は海岸から約3km離れ、標高30m以上の台地に位置することから、影響はないため、考慮しない。 また、海洋及び河川から取水する設備もないため、影響はない。
17	風(台風)	-	-	-	廃止措置開始前：- 廃止措置開始後：○	-	要	不要	廃止措置の開始前は、安全機能に影響を及ぼし得る事象として考慮する。 廃止措置の開始後は、埋設設備は地下にあることから、影響はないため、考慮しない。
18	竜巻	-	-	-	廃止措置開始前：- 廃止措置開始後：○	-	要	不要	廃止措置の開始前は、安全機能に影響を及ぼし得る事象として考慮する。 廃止措置の開始後は、埋設設備は地下にあることから、影響はないため、考慮しない。
19	砂嵐	-	○	-	-	-	不要	不要	敷地周辺に砂塵が舞い上がるような砂漠や大規模な砂丘は分布しないため、考慮しない。
20	極端な気圧	-	-	-	-	○	不要	不要	高気圧、低気圧による気圧の変化により、安全機能を有する施設の安全機能が損なわれるおそれはないため、考慮しない。なお、竜巻による急激な気圧変化が想定されるが、これは「竜巻」の影響評価に包含される。
21	降水(量)	-	-	-	-	-	要	要	廃止措置の開始前は、安全機能に影響を及ぼし得る事象として考慮する。 廃止措置の開始後は、地下水流動に影響するため第十条第四号にて「降水量」として考慮する。
22	洪水	-	○	-	-	-	不要	不要	周辺河川において洪水が発生したとしても、標高30m以上の台地に位置する安全機能を有する施設への影響はないため、考慮しない。(老部川は標高5m~20m、二又川は標高1m~5mを流れる。)

事象は廃止措置の開始前及び廃止措置の開始後に区分し、評価した。
国内外の文献等から抽出した事象をプレート運動、気候変動、プレート運動及び気候変動に起因する事象及びその他の事象に区分した。

第2表 自然現象の選定 (4/8)

	国内外の文献等から抽出した事象	除外の基準					評価		事象に対する考え方
		基準①	基準②	基準③	基準④	基準⑤	廃止措置開始前	廃止措置開始後	
		発生頻度が極低頻度と判断される事象	施設周辺では起こり得ない事象	事象の進展が緩慢で対策を講じることができる事象	施設に影響を及ぼさない事象	他の事象に包含できる事象			
23	降雹	-	-	-	-	○	不要	不要	「竜巻」の影響評価（飛来物）に包含される。
24	落雷（電流）	-	-	-	廃止措置開始前：- 廃止措置開始後：○	-	要	不要	廃止措置の開始前は、安全機能に影響を及ぼし得る事象として考慮する。 廃止措置の開始後は、埋設設備は地下に設置されていることから、影響はないため、考慮しない。
25	高温（気温）	-	-	-	廃止措置開始前：○ 廃止措置開始後：-	-	不要	要 ^{*1}	廃止措置の開始前は、高温による安全機能を有する施設への影響はないため、考慮しない。 廃止措置の開始後は、降水量及び蒸発散量に影響するため第十条第四号にて「気温」として考慮する。
26	低温・凍結（気温）	-	-	-	-	-	要	要 ^{*1}	廃止措置の開始前は、安全機能に影響を及ぼし得る事象として考慮する。 廃止措置の開始後は、降水量及び蒸発散量に影響するため第十条第四号にて「気温」として考慮する。
27	氷結	-	-	-	-	○	不要	不要	「低温・凍結」の影響評価に包含される。
28	氷晶	-	-	-	-	○	不要	不要	氷晶による荷重の影響については、「降下火砕物」、「積雪」の荷重の影響評価に包含される。
29	氷壁	-	○	-	-	-	不要	不要	敷地周辺には氷壁が形成されるような環境がなく、取水及び冷却を行う設備はないことから、影響はないため、考慮しない。
30	高水温	-	-	-	-	○	不要	不要	海洋及び河川から取水する設備はなく、影響はないため、考慮しない。
31	低水温	-	-	-	-	○	不要	不要	海洋及び河川から取水する設備はなく、影響はないため、考慮しない。
32	干ばつ	-	-	-	-	○	不要	不要	顕著な変化がなく、安全機能を有する施設に与える影響が小さいことから、考慮しない。
33	霜	-	-	-	-	○	不要	不要	霜による安全機能を有する施設への影響はないため、考慮しない。

*1：高温及び低温・凍結は廃止措置の開始後の状態設定では降水量及び蒸発散量に影響するため、まとめて「気温」として考慮する。
 事象は廃止措置の開始前及び廃止措置の開始後に区分し、評価した。
 国内外の文献から抽出した事象をプレート運動、気候変動、プレート運動及び気候変動に起因する事象及びその他の事象に区分した。

第2表 自然現象の選定 (5/8)

	国内外の文献等から抽出した事象	除外の基準					評価		事象に対する考え方
		基準①	基準②	基準③	基準④	基準⑤	廃止措置開始前	廃止措置開始後	
		発生頻度が極低頻度と判断される事象	施設周辺では起こり得ない事象	事象の進展が緩慢で対策を講じることができる事象	施設に影響を及ぼさない事象	他の事象に包含できる事象			
34	霧	-	-	-	○	-	不要	不要	霧による安全機能を有する施設への影響はないため、考慮しない。
35	積雪	-	-	-	廃止措置開始前：- 廃止措置開始後：○	-	要	不要	廃止措置の開始前は、安全機能に影響を及ぼし得る事象として考慮する。 廃止措置の開始後は、埋設設備は地下に設置されていることから、影響はないため、考慮しない。
36	雪崩	-	○	-	-	-	不要	不要	埋設設備周囲の斜面の形状を考慮すると、埋設設備を損傷させるような雪崩が発生しにくいと判断し、考慮しない。
37	土壌の収縮・膨張	-	-	-	○	-	不要	不要	安全機能を有する施設は岩盤に設置することから、影響はないため、考慮しない。
38	海水による川の閉塞	-	-	-	○	-	不要	不要	海洋及び河川から取水、冷却を行う設備はなく、安全機能を有する施設に影響はないため、考慮しない。
39	湖若しくは川の水位降下	-	-	-	廃止措置開始前：○ 廃止措置開始後：-	廃止措置開始前：- 廃止措置開始後：○	不要	不要	安全機能を有する施設は、取水、冷却を行う設備はないことから、影響はないため、考慮しない。 廃止措置の開始後は、沼・河川の変化は、「隆起・侵食」及び「海水準変動」において考慮する。
40	海水準変動	-	-	-	廃止措置開始前：○ 廃止措置開始後：-	-	不要	要	廃止措置の開始前は、事象の変化により直接施設に影響を及ぼすことはないため、考慮しない。 廃止措置の開始後は、地下水流動に影響するため、第十条第四号にて「海水準変動」として考慮する。
41	風化	-	-	-	○	-	不要	不要	事象の進展（岩盤の風化）が非常に緩慢なため、考慮しない。
42	蒸発散（量）	-	-	-	廃止措置開始前：○ 廃止措置開始後：-	-	不要	要	廃止措置の開始前は、事象の変化により直接施設に影響を及ぼすことはないため、考慮しない。 廃止措置の開始後は、地下水流動に影響するため第十条第四号にて「蒸発散量」考慮する。

事象は廃止措置の開始前及び廃止措置の開始後に区分し、評価した。

国内外の文献から抽出した事象をプレート運動、気候変動、プレート運動及び気候変動に起因する事象及びその他の事象に区分した。

第2表 自然現象の選定 (6/8)

	国内外の文献から抽出した事象	除外の基準					評価		事象に対する考え方	
		基準①	基準②	基準③	基準④	基準⑤	廃止措置開始前	廃止措置開始後		
		発生頻度が極低頻度と判断される事象	施設周辺では起こり得ない事象	事象の進展が緩慢で対策を講じることができる事象	施設に影響を及ぼさない事象	他の事象に包含できる事象				
43	気象変動に起因する事象	かん養(量)	-	-	-	廃止措置開始前：○ 廃止措置開始後：-	-	不要	要	廃止措置の開始前は、事象の変化により直接施設に影響を及ぼすことはないため、考慮しない。 廃止措置の開始後は、地下水流動に影響するため第十条第四号にて「かん養量」として考慮する。
44		永久凍土	-	○	-	-	-	不要	不要	将来の気温低下を考慮しても、永久凍土が問題となるような状況になるとは考えにくいため考慮しない。
45		河川流量	-	-	-	廃止措置開始前：○ 廃止措置開始後：-	-	不要	要	廃止措置の開始前は、事象の変化により直接施設に影響を及ぼすことはないため、考慮しない。 廃止措置の開始後は、希釈水量に影響するため第十条第四号にて「河川流量」として考慮する。
46	プレート運動と気候変動の両者に起因する事象	地下水位(地下水流動)	-	-	-	廃止措置開始前：○ 廃止措置開始後：-	-	不要	要	廃止措置の開始前は、事象の変化により直接施設に影響を及ぼすことはないため、考慮しない。 廃止措置の開始後は、地下水流動に影響するため第十条第四号にて「地下水位(地下水流動)」として考慮する。
47		土石流	-	○	-	-	-	不要	不要	周辺河川において土石流が発生したとしても、標高30m以上の台地に位置する安全機能を有する施設への影響はないため、考慮しない。(老部川は標高5m~20m、二又川は標高1m~5mを流れる。)
48		陥没	-	○	-	-	-	不要	不要	陥没が発生するような地質ではないため、考慮しない。
49		地形及び陸水の変化	-	-	-	廃止措置開始前：○ 廃止措置開始後：-	廃止措置開始前：- 廃止措置開始後：○	不要	不要	廃止措置の開始前は、事象により直接施設に影響を及ぼすことはないため、考慮しない。 廃止措置の開始後は、「隆起・沈降」、「侵食」、「海水準変動」に包含される。
50		地盤(地表面)の侵食	-	-	-	廃止措置開始前：○ 廃止措置開始後：-	-	不要	要	廃止措置の開始前は、事象により直接施設に影響を及ぼすことはないため、考慮しない。 廃止措置の開始後は、第十条第四号にて「侵食」として考慮する。

事象は廃止措置の開始前及び廃止措置の開始後に区分し、評価した。

国内外の文献から抽出した事象をプレート運動、気候変動、プレート運動及び気候変動に起因する事象及びその他の事象に区分した。

第2表 自然現象の選定 (7/8)

	国内外の文献から抽出した事象	除外の基準					評価		事象に対する考え方	
		基準①	基準②	基準③	基準④	基準⑤	廃止措置開始前	廃止措置開始後		
		発生頻度が極低頻度と判断される事象	施設周辺では起こり得ない事象	事象の進展が緩慢で対策を講じることができる事象	施設に影響を及ぼさない事象	他の事象に包含できる事象				
51	プレート運動と気候変動の両者に起因する事象	海岸侵食	-	-	-	廃止措置開始前：○ 廃止措置開始後：-	廃止措置開始前：- 廃止措置開始後：○	不要	不要	廃止措置の開始前は、安全機能を有する施設が海岸から約3km離れていることから、考慮しない。 廃止措置の開始後は、「侵食」に包含される。
52		海面下の侵食	-	-	-	○	-	不要	不要	敷地は海岸から約3km離れていることから、考慮しない。 また、海洋及び河川から取水及び冷却を行う設備はないことから、影響はないため、考慮しない。
53		地下水による侵食	-	○	-	-	-	不要	不要	地下水による侵食を受けるような地質及び地下水質ではないため、考慮しない。
54		河川の流路変更	-	-	-	廃止措置開始前：○ 廃止措置開始後：-	廃止措置開始前：- 廃止措置開始後：○	不要	不要	安全機能を有する施設は、取水及び冷却を行う設備はなく、影響はないため、考慮しない。 廃止措置の開始後は、沼・河川の変化は、「隆起・侵食」及び「海水準変動」において考慮する。
55		変質	-	○	-	-	-	不要	不要	変質（風化除く）を被るような地質環境にないため、考慮しない。
56		流出点の状態（河川・沼）	-	-	-	廃止措置開始前：○ 廃止措置開始後：-	廃止措置開始前：- 廃止措置開始後：○	不要	不要	廃止措置の開始前は、事象の変化により直接施設に影響を及ぼすことはないため、考慮しない。 廃止措置の開始後は、侵食や海水準変動の評価に内包する。
57	その他	泥湧出（泥火山）	-	○	-	-	-	不要	不要	泥が湧出（泥火山が発生）する地質構造（泥岩破砕層、地中ガス貯存及び背斜構造）ではないため、考慮しない。
58		地すべり	-	○	-	-	-	不要	不要	埋設地及びその付近に地すべり地形はなく、すべり面となるような弱層も確認されていないため、考慮しない。 第三条（安全機能を有する施設の地盤）にて別途説明する。
59		透水性の変化	-	-	-	廃止措置開始前：○ 廃止措置開始後：-	-	不要	要	廃止措置の開始前は、事象により直接施設に影響を及ぼすことはないため、考慮しない。 廃止措置の開始後は、施設通過流量に影響するため第十条第四号にて「透水性の変化」として考慮する。
60		斜面の不安定	-	○	-	-	-	不要	不要	廃棄物埋設地及びその付近の自然斜面においては、崖崩れや山崩れが発生するような不安定な斜面は存在しないため、考慮しない。

事象は廃止措置の開始前及び廃止措置の開始後に区分し、評価した。

国内外の文献から抽出した事象をプレート運動、気候変動、プレート運動及び気候変動に起因する事象及びその他の事象に区分した。

第2表 自然現象の選定 (8/8)

	国内外の文献から抽出した事象	除外の基準					評価		事象に対する考え方
		基準①	基準②	基準③	基準④	基準⑤	廃止措置開始前	廃止措置開始後	
		発生頻度が極低頻度と判断される事象	施設周辺では起こり得ない事象	事象の進展が緩慢で対策を講じることができる事象	施設に影響を及ぼさない事象	他の事象に包含できる事象			
61	森林火災	-	-	-	廃止措置開始前：- 廃止措置開始後：○	-	要	不要	廃止措置の開始前は、第六条（外部からの衝撃による損傷の防止）にて「森林火災」として考慮する。 廃止措置の開始後は、埋設設備は地下に設置されていることから、影響はないため、考慮しない。
62	草原火災	-	-	-	廃止措置開始前：- 廃止措置開始後：○	○	不要	不要	廃止措置の開始前は、「森林火災」の影響評価に包含される。 廃止措置の開始後は、埋設設備は地下に設置されていることから、影響はないため、考慮しない。
63	生物学的事象	-	-	-	-	-	要	要	廃止措置の開始前は、安全機能に影響を及ぼし得る事象として考慮する。 廃止措置の開始後は、第十条第四号にて「生物学的事象」として考慮する。
64	塩害	-	-	-	廃止措置開始前：- 廃止措置開始後：○	-	要	不要	廃止措置の開始前は、安全機能に影響を及ぼし得る事象として考慮する。 廃止措置の開始後は、埋設設備は地下に設置されていることから、影響はないため、考慮しない。
65	隕石	○	-	-	-	-	不要	不要	隕石の衝突は発生の可能性が著しく低い。また、非常に大きな隕石については、衝突による影響が放射性廃棄物による影響を有意に上回るため、考慮しない。
66	カルスト	-	○	-	-	-	不要	不要	敷地周辺はカルスト地形ではない（石灰岩分布地域ではない）ため、考慮しない。
67	岩塩ダイアビル	-	○	-	-	-	不要	不要	岩塩ダイアビルを生じるような岩塩層は分布しないため、考慮しない。
68	深部流体	-	○	-	-	-	不要	不要	敷地は火山フロントの海溝側にあること、水みちとなるような大規模な構造線が分布しないことから、施設に影響を与える深部流体はないため、考慮しない。
69	天水の水質	-	○	-	-	-	不要	不要	現状の天水は、安全機能を有する施設に影響を及ぼす水質ではないため、考慮しない。 長期的にも、天水の水質が急激に変化することは想定しづらいので考慮しない。
70	表流水・地下水の水質	-	○	-	-	-	不要	不要	現状の地表水・地下水は安全機能を有する施設に影響を及ぼす水質ではないため、考慮しない。 長期的にも、水質が急激に変化することは想定しづらいので、考慮しない。

事象は廃止措置の開始前及び廃止措置の開始後に区分し、評価した。

国内外の文献から抽出した事象をプレート運動、気候変動、プレート運動及び気候変動に起因する事象及びその他の事象に区分した。

第3表 人為事象の選定 (1/2)

	国内外の文献から抽出した事象	除外の基準					評価 廃止措置開始前	事象に対する考え方
		基準①	基準②	基準③	基準④	基準⑤		
		発生頻度が極低頻度と判断される事象	施設周辺では起こり得ない事象	事象の進展が緩慢で対策を講じることができる事象	施設に影響を及ぼさない事象	他の事象に包含できる事象		
1	船舶事故による油流出	-	-	-	○	-	不要	安全機能を有する施設は海岸から約3km離れた標高30m以上の台地に位置するため、影響はない。また、海洋から取水する設備もないため、影響はない。
2	船舶事故（爆発、化学物質の放出）	-	-	-	○	-	不要	安全機能を有する施設は海岸から約3km離れた標高30m以上の台地に位置するため、影響はない。
3	船舶の衝突	-	-	-	○	-	不要	安全機能を有する施設は海岸から約3km離れた標高30m以上の台地に位置するため、船舶が衝突することはない。
4	飛来物（航空機落下等）	-	-	-	-	-	要	廃止措置の開始前は、安全機能に影響を及ぼし得る事象として考慮する。
5	鉄道事故（爆発、化学物質の放出）	-	○	-	-	-	不要	敷地周辺には鉄道路線がないため、発生しない。
6	鉄道の衝突	-	○	-	-	-	不要	敷地周辺には鉄道路線がないため、発生しない。
7	交通事故（爆発、化学物質の放出）	-	-	-	-	○	不要	「近隣工場の爆発」に包含される。化学物質の放出は、「有毒ガス」に包含される。
8	自動車の衝突	-	○	-	-	-	不要	周辺監視区域の境界にフェンスを設置し、入構する自動車を管理しており発生しない。
9	近隣工場の爆発	-	-	-	-	-	要	廃止措置の開始前は、安全機能に影響を及ぼし得る事象として考慮する。
10	工場事故（化学物質の放出）	-	-	-	-	○	不要	化学物質の放出は、「有毒ガス」に包含される。
11	鉱山事故（爆発、化学物質の放出）	-	○	-	-	-	不要	敷地周辺に鉱山はないため、発生しない。
12	土木・建築現場の事故（爆発、化学物質の放出）	-	○	-	-	-	不要	敷地内での工事は十分に管理されていることから、発生しない。
13	軍事基地の事故（爆発、化学物質の放出）	-	○	-	-	-	不要	三沢基地は敷地から約28km離れており、影響はない。
14	軍事基地からの飛来物	-	○	-	-	-	不要	故意によるもの以外は、三沢基地は敷地から約28km離れていることから、影響はない。
15	軍事行動による破壊・損傷						不要	テロ行為等の人為的な破壊行為は外部事象に含めない。
16	パイプライン事故（爆発、化学物質の放出）	-	○	-	-	-	不要	むつ小川原国家石油備蓄基地の陸上輸送配管は、約2km以上離れた場所の1.2m以上の地下に埋設されており、影響はない。

第3表 人為事象の選定 (2/2)

	国内外の文献から抽出した事象	除外の基準					評価	事象に対する考え方
		基準①	基準②	基準③	基準④	基準⑤	廃止措置開始前	
		発生頻度が極低頻度と判断される事象	施設周辺では起こり得ない事象	事象の進展が緩慢で対策を講じることができる事象	施設に影響を及ぼさない事象	他の事象に包含できる事象		
17	敷地内における化学物質の漏えい	—	○	—	—	—	不要	安全機能を有する施設付近における化学物質の貯蔵・運搬はないため、影響はない。
18	人工衛星の落下	○	—	—	—	—	不要	人工衛星の大部分が大気圏で燃え尽き、一部破片が落下する可能性があるが、その可能性は極めて低く、安全機能を有する施設に影響を及ぼすことはない。
19	ダムの崩壊	—	○	—	—	—	不要	安全機能を有する施設の周辺にダムはないため、ダムの崩壊は発生しない。
20	電磁的障害	—	—	—	—	—	要	廃止措置の開始前は、サージ・ノイズや電磁波の侵入の可能性があるため、安全機能に影響を及ぼし得る事象として考慮する。
21	掘削工事	—	○	—	—	—	不要	敷地内での工事は規制されることから、発生しない。
22	重量物の落下	—	○	—	—	—	不要	重量物の運搬は十分に管理されているため、発生しない。
23	タービンミサイル	—	○	—	—	—	不要	敷地周辺にタービンミサイルを発生させるような回転装置はない。
24	有毒ガス	—	—	—	—	—	要	安全機能を有する施設では、有毒ガスを発生させる設備は存在しないが、他事業所や敷地外の施設（船舶、交通、工場）からの有毒ガスの発生が想定されるため、廃止措置の開始前は安全機能に影響を及ぼし得る事象として考慮する。
25	近隣工場の火災	—	—	—	—	—	要	廃止措置の開始前は、安全機能に影響を及ぼし得る事象として考慮する。（航空機落下火災、近隣工場の火災等）。
26	火災	—	—	—	—	○	不要	「近隣工場の火災」に包含される。

第4表 文献調査の結果抽出された自然現象 (1/4)

全事象	許可基準規則 解釈*1、 火山影響評価 ガイド*2	既往の国内外文献による自然現象・人為事象の抽出 番号は国内外の文献一覧における文献No.を示す										既往の国内外文献による地質環境の長期変動項目の抽出 番号は国内外の文献一覧における文献No.を示す										埋設施設へ影響を与える可能性の ある事象の整理と抽出	
		1	2,3,4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15,16	17	18	19	20	21	22	23		24
1 地震	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 地震
2 地盤沈下	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2 地盤の変形
3 地盤隆起	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	3 地盤の変位
4 断層活動・地割れ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
5 地滑り		○																					
6 豪雨による地滑り		○			○																		
7 融雪による地滑り	○	○	○	○					○													○	4 地滑り
8 地下水による地滑り		○			○																		
9 液状化現象	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	5 液状化現象
10 泥湧出	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	6 泥湧出
11 斜面の不安定	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
12 斜面の不安定 崖崩れor陥没	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	7 斜面の不安定
13 地震による津波	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	8 津波
14 火山による津波	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
15 静振	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	9 静振
16 高潮	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10 高潮
17 波浪・高波	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	11 波浪・高波
18 高潮位	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	12 高潮位
19 異常潮位	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
20 高潮水位	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	- 高潮位を含む
21 高潮水位	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	- 洪水を含む
22 低潮位	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	13 低潮位
23 低水位	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	- 低潮位含む
24 海流異変	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	14 海流異変
25 風(台風)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
26 水嵐	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
27 雪嵐(吹雪)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	15 風(台風)
28 強い直線風	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
29 竜巻	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	16 竜巻
30 暴風による砂嵐	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	17 砂嵐
31 高圧	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
32 低圧	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	18 極端な気圧
33 急激な気圧変化	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
34 豪雨	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	19 降水
35 地震による洪水	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
36 豪雨による洪水	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
37 融雪による洪水	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
38 高水位による洪水	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
39 近隣河川、湖、貯水池 による洪水	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	20 洪水
40 地滑りによる洪水	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
41 豪雨による鉄砲水	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

*1：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(以下「許可基準規則解釈」という。)に例示されている事象を含む場合は○で示す。

*2：「火山影響評価ガイド」に記載される火山事象を含む場合は○で示す。

第4表 文献調査の結果抽出された自然現象 (2/4)

全事象	許可基準規則 解釈 ^{*1} 火山影響評価 ガイド ^{*2}	既往の国内外文献による自然現象・人為事象の抽出 番号は国内外の文献一覧における文献No.を示す										既往の国内外文献による地質環境の長期変動項目の抽出 番号は国内外の文献一覧における文献No.を示す										埋設施設へ影響を与える可能性のある事象の整理と抽出		
		1	2,3,4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15,16	17	18	19	20	21	22	23		24	
42	地震による土石流	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21	土石流
43	暴雨による土石流	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
44	降雹	—	○	○	○	—	○	○	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22	降雹
45	落雷(電流)	—	○	○	○	○	○	○	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23	落雷(電流)
46	森林火災	—	○	—	—	○	○	○	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24	森林火災
47	草原火災	—	○	○	—	—	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	草原火災
48	高温	—	○	—	—	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	高温
49	低温・凍結	—	○	○	—	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—	○	○	○	○	—	—	—	27	低温・凍結
50	氷結	—	○	—	—	○	○	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28	氷結
51	氷晶	—	○	○	—	○	—	—	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29	氷晶
52	氷壁	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	氷壁
53	高水温	—	○	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31	高水温
54	低水温	—	○	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32	低水温
55	干ばつ	—	○	○	○	○	○	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33	干ばつ
56	霜	—	○	○	—	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34	霜
57	霧	—	○	○	—	○	○	—	—	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35	霧
58	火山弾 (大きな噴石)	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	36	火山から発生する飛来物 (噴石)
59	火山礫 (小さな噴石)	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		火山性土石流、火山泥流及び 洪水
60	火砕流	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		降下火砕物 (24森林火災に含める)
61	溶岩流	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		火山ガス
62	火砕サージ	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		熱水系及び地下水の異常 岩層なだれ、地滑り及び斜面 崩壊
63	爆風	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		新しい火口の開口
64	洪水	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		津波及び静振
65	降灰	○	○	○	○	○	○	○	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		大気現象
66	火災(山林火災)	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		地殻変動
67	火山ガス滞留	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		火山性地震とこれに関連する 事象
68	熱湯	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		[火山:熱湯に含める]
69	山体崩壊	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—
70	新しい火口の開口	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—
71	津波及び静振	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—
72	大気現象	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
73	地殻変動	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
74	火山性地震とこれに関 連する事象	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
75	熱湯	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
76	積雪	—	○	○	○	○	○	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	37	積雪
77	豪雪による雪崩	—	○	○	○	○	—	—	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
78	融雪による雪崩	—	○	○	○	○	—	—	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38	雪崩

*1: 許可基準規則解釈に例示されている事象を含む場合は○で示す。

*2: 「火山影響評価ガイド」に記載される火山事象を含む場合は○で示す。

第4表 文献調査の結果抽出された自然現象 (4/4)

全事象	許可基準規則 解釈 ^{*1} 、 火山影響評価 ガイド ^{*2}	既往の国内外文献による自然現象・人為事象の抽出 番号は国内外の文献一覧における文献No.を示す										既往の国内外文献による地質環境の長期変動項目の抽出 番号は国内外の文献一覧における文献No.を示す										埋設施設へ影響を与える可能性 ある事象の整理と抽出	
		1	2,3,4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15,16	17	18	19	20	21	22	23		24
112 風化	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○	-	-	○	○	○	-	-	○	59 風化
113 変質	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	○	○	○	○	○	-	-	-	○	60 変質
114 力学・変形特性(掘削 影響範囲・力学的安定 性を含む)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	地盤の特性(外部影響事象として 抽出しない)
115 熱特性	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○	-	○	○	-	○	-	-	-	地盤の特性(外部影響事象として 抽出しない)
116 蒸発散量	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	○	○	-	-	○	○	-	-	○	61 蒸発散量
117 涵養量	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	-	-	62 涵養量
118 季節的な水の量	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	季節的な水の量
119 風速・風向	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	-	○	-	-	-	-	-	○	-	-	風速・風向
120 極端な気象パターン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	台風、異常低温、豪雪に包含
121 永久凍土	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	63 永久凍土
122 水収支	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○	○	-	○	○	○	○	○	○	涵養量、河川流量等で考慮
123 河川流量	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	-	○	○	-	○	○	○	○	○	-	64 河川流量
124 流出地点の状態(河 川・沼)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	-	○	○	-	○	○	○	○	-	○	65 流出地点の状態(河川・沼)
125 透水係数	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	66 透水係数
126 地下水位 (地下水流動)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	67 地下水位(地下水流動)
127 地下水の流動特性	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	地下水の流動特性
128 深部流体	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	○	○	○	-	-	-	-	68 深部流体
129 天水の水質、化学組成	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	69 天水の水質
130 表流水・地下水の水 質、化学組成	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	70 表流水・地下水の水質
131 岩盤の鉱物・化学組成	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○	-	○	○	-	-	-	○	○	地盤の特性(外部影響事象として 抽出しない)
132 地下水の水質、化学 組成	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	○	○	○	-	-	-	地盤の特性(外部影響事象として 抽出しない)
133 生物学・生化学的現 象・微生物	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○	○	○	○	○	-	-	○	-	80 生物学的現象に包含
134 コロイド	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	○	○	○	○	○	-	-	○	○	地盤の特性(外部影響事象として 抽出しない)
135 有機物	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	-	-	-	○	○	-	地盤の特性(外部影響事象として 抽出しない)

*1: 許可基準規則解釈に例示されている事象を含む場合は○で示す。

*2: 「火山影響評価ガイド」に記載される火山事象を含む場合は○で示す。

第5表 文献調査の結果抽出された人為事象

全事象	既往の国内外文献による外部事象 番号は国内外の文献一覧における文献No.を示す										地質環境の長期変動事象 (地表自然環境)	許可基準規則及び許可基準規則解釈*1、火山影響評価ガイド*2	埋設施設へ影響を与える可能性のある事象の抽出		
	1	2,3,4	5	6	7	8	9	10	11	外部事象					
1	船舶事故による油流出	○		○	○							○	—	1	船舶事故による油流出
2	船舶による化学物質放出	○		○	○							○	—	2	船舶事故(爆発、化学物質放出)
3	船舶の爆発	○	○	○	○							○	—	3	船舶の衝突
4	船舶の衝突	○		○	○							○	—	4	飛来物(航空機落下等)
5	航空機落下	○	○	○	○							○	—	5	鉄道事故(爆発、化学物質放出)
6	鉄道事故による爆発	○		○	○	○	○					○	—	6	鉄道の衝突
7	鉄道事故による化学物質放出	○	○	○	○							○	—	7	交通事故(爆発、化学物質放出)
8	鉄道の衝突	○		—	○							○	—	8	自動車の衝突
9	交通事故による爆発	○		○	○							○	—	9	近隣工場の爆発
10	交通事故による化学物質放出	○	○	○	○							○	—	10	工場事故(化学物質放出)
11	自動車の衝突	○		—	○							○	—	11	鉱山事故(爆発、化学物質放出)
12	爆発	—	—	○	○	—	—	—	—	○		○	—	12	土木・建築現場の事故(爆発、化学物質放出)
13	工場事故による爆発	○	○	—	○							○	—	13	軍事基地の事故(爆発、化学物質放出)
14	工場事故による化学物質放出	○	○	○	○	○	○	○	—	—		○	—	14	軍事基地からの飛来物
15	鉱山事故による爆発	○	○	—	○	—	—	—	—	—		○	—	15	軍事行動による破壊・損傷
16	鉱山事故による化学物質放出	○	○	—	○	—	—	—	—	—		○	—	16	パイプライン事故(爆発、化学物質の放出)
17	土木・建築現場の事故による爆発	○	○	—	○	—	—	—	—	—		○	—	17	敷地内における化学物質の漏えい
18	土木・建築現場の事故による化学物質放出	○	—	—	○	—	—	—	—	—		○	—	18	人工衛星の落下
19	軍事基地の事故による爆発	○	—	—	○	○	○	○	—	—		○	—	19	ダムの崩壊
20	軍事基地からの飛来物	—	—	—	○							○	—	20	— 洪水に含める
21	軍事行動による破壊・損傷	—	—	—	—	—	—	○	—	—		○	—	21	掘削工事
22	パイプライン事故・爆発	—	—	—	○	○	—	○	—	—		○	—	22	重量物の落下
23	パイプライン事故後の化学物質	—	—	—	○	○	—	○	—	—		○	—	23	タービンミサイル
24	サイト貯蔵庫からの化学物質放出	—	—	○	○	○	—	○	—	—		○	—	24	有毒ガス
25	人工衛星の落下	○	—	—	○	—	○	○	—	—		○	—	25	近隣工場の火災
26	ダムの崩壊	○	○	○	○	○	○	○	—	○		○	—	26	火災
27	防壁・堤防の崩壊	—	—	—	○	○	—	—	—	—		○	—	27	— 自然事象で考慮(27森林火災)
28	電磁的障害	○	○	○	○	—	—	—	—	—		○	—	28	— 近隣工場の火災に包含
29	掘削工事(敷地内外)	—	—	—	○	—	—	—	—	—		○	—	29	— 河川の流路変更 自然事象に含む
30	重量物落下、重量輸送物による衝撃	—	—	—	○	—	—	—	—	—		○	—	30	— 敷地内に当該資源がない
31	タービンミサイル	—	—	○	○	○	—	—	—	—		○	—		
32	有毒ガス	—	○	○	○	○	—	—	—	—		○	—		
33	近隣工場の火災	—	—	—	—	—	—	—	—	—		○	—		
34	森林火災	○	○	—	○	—	—	—	—	—		○	—		
35	市街地の火災	○	○	—	—	—	—	—	—	—		○	—		
36	火災	○	○	○	○	○	—	—	—	—		○	—		
37	河川の流路変更	○	—	○	—	—	—	○	—	—		○	—		
38	鉱坑、井戸、油井	○	—	—	—	—	—	—	—	—		○	—		

*1：許可基準規則及び許可基準規則解釈に例示されている事象を含む場合は○で示す。

*2：「火山影響評価ガイド」に記載される火山事象を含む場合は○で示す。