

浅地中処分における評価期間について

令和 3 年 3 月 10 日
原子力規制庁

1. 現行基準における評価期間

現行の浅地中処分に係る許可基準規則では、「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」を求めており、その解釈において自然事象シナリオ及び人為事象シナリオに基づく公衆の受ける線量評価の結果がそれぞれの線量基準を満たすこととしている。

このうち自然事象シナリオは、自然現象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、河川等への移動、生活様式等（直上での居住は含むが、廃棄物埋設地の掘削を伴うものは除く。）を考慮したシナリオである。人為事象シナリオは、廃棄物埋設地の掘削を伴う土地利用を考慮したシナリオである。

線量評価を行う期間（以下「評価期間」という。）については、自然事象シナリオに関しては公衆が受ける線量の最大値が現れる時（以下「線量ピーク」という。）までとしている。一方、人為事象シナリオに関しては、その発生時期を予測することは不可能であること、減衰が期待される放射性廃棄物の埋設においては廃止措置の終了直後の時点での線量評価結果が最大となることから、廃止措置の終了直後（即ち規制期間終了直後）の時点の評価を行うこととしている。

2. 国際基準等における評価期間の取扱い

国際的には、我が国と同様に、放射性廃棄物の埋設について、閉鎖後^{※1}においてなお残る放射性物質によるリスクが低いことを確認するための線量評価を行うことが一般的である。

IAEA SSG-23「放射性廃棄物の処分のためのセーフティケースと安全評価」では、安全評価計算は、最大ないしピークの線量又はリスクを決定するのに十分な長さの期間を包含すべきであるとする一方、浅地中処分に長半減期核種を埋設する場合については、遠い将来の評価の不確実性が著しく大きくなることから、評価の時間軸を制限するかもしれない^{※2}としている。また、地上処分施設の場合、不確実性は数百年の期間で顕著になりつつあり、定量評価は 1000 年の期間を超えともはや無意味になるかもしれない^{※3}としている。

※1 国際的に用いられている閉鎖（closure）の概念は我が国でいう「廃止措置の終了」に近い。我が国の「閉鎖措置」はアクセス坑道の閉鎖を指す。

※2 （原文）6.44 （略） Safety assessment calculations should cover a time period that is long enough to determine the maximum, or peak, dose or risk. However, this may not always be possible. For example, in the case of disposal of long lived waste (e.g. from uranium mining) on or near the surface where there is uncertainty in the durability of engineered barriers (e.g. dams and covers), doses and risks may remain constant or may even increase long into the future, through time frames in which uncertainties in the assessment increase significantly and limit the meaningfulness of the assessment. This may limit the timescale for the assessment in general, or at least the timescale for quantitative assessments.

※3 （原文）6.45. （略） For above surface disposal facilities (e.g. for waste from mining), the uncertainties in modelling

3. 長半減期核種を有意に含む放射性廃棄物の浅地中処分における評価期間に係る課題

廃棄物埋設の安全規制は線量評価に負うところが大きく、規制を適切に行うためには、線量評価が十分な科学合理性を有した設定の下で行われる必要がある。

線量評価を行うためには、埋設した放射性廃棄物に含まれる放射性物質の量や濃度に加えて、人工バリアからの放射性物質の漏出、天然バリア中の放射性物質の移動及び生活環境での公衆の被ばくの計算が必要となる。

このうち生活環境での公衆の被ばくを計算するためには生活様式等を設定する必要があるが、これは将来の人間活動に依存し、予測することはできないため、現在の処分場周辺における生活様式等が将来も同じであると仮定することとしている。

したがって、線量評価において科学合理性が求められるのは、廃棄物埋設地に存在している放射性物質の量や濃度、並びに放射性物質の移動を抑制する人工バリアや天然バリアの性能を決めるこれらバリアの状態設定（バリア中における地下水を介した放射性物質の移行挙動を含む）であり、このうち人工バリアや天然バリアの状態設定の不確実性は、一般的に評価期間が長くなるほど大きくなる。

自然事象シナリオにおいては、主として短半減期核種を含む放射性廃棄物を浅地中処分する場合は、計算上の線量ピークは規制期間終了後の比較的短期に現れることが想定されるため、人工バリアや天然バリアの状態設定の科学合理性が求められる期間も比較的短期間となる。一方、ウランをはじめとする長半減期核種を有意に含む放射性廃棄物を浅地中処分する場合は、人工バリアや天然バリアの状態設定について信頼性を確保可能な期間を超える長期において計算上の線量ピークが現れることも想定されるが、このような場合の線量ピークの値の信頼性は低い。

人為事象シナリオについては、ビルドアップしない長半減期核種を有意に含む放射性廃棄物の場合は、短期的に減衰が期待される放射性廃棄物と同様に、廃止措置の終了直後の時点での線量評価結果が最大となることから、廃止措置の終了直後（即ち規制期間終了直後）の時点の評価を行うことで信頼性が確保される。一方、ウラン廃棄物を対象とする場合、ビルドアップの影響から、埋設から時間が経過するほど評価結果が厳しくなる可能性がある。ただし、ビルドアップの影響が顕著となるのは、人工バリアや天然バリアの状態設定について信頼性を確保可能な期間を超える数万年後であることから、このような時点における線量の計算値の信頼性は低い。

4. 評価の信頼性を確保可能と考えられる評価期間の設定の考え方

規制として評価の信頼性を確保可能と考えられる期間は、評価の長期化に伴う評価結果の確実性の低下がどの程度許容されるかの観点から、人工バリアや天然バリアの状態設定の不確実性に影響を及ぼす廃棄物埋設地及び周辺環境の安定性に着目して設定することが考えられる。

その際、評価の信頼性を確保可能と考えられる期間を超える長期において計算上の線量

results will already be substantial when considering periods of several hundred years, and quantitative estimates may become meaningless already beyond a period of a thousand years.

ピークが現れることが想定される場合は、長期における不確実性への考慮が必要と考える。

(1) 浅地中処分における信頼できる評価期間について

上述のとおり、浅地中処分に係る現行の基準では、自然事象シナリオについて線量ピークまで評価することとしており、具体的な評価期間を定めていない。これは、放射性物質が概ね減衰するまでの期間が、トレンチ処分の場合は数10年以内、ピット処分の場合は300～400年程度以内であること、また計算上の線量ピークまでの期間が規制期間に照らし大きな乖離がなく、この程度の期間であれば人工バリアや天然バリアについてある程度の信頼性がある状態設定が可能と考えられ、評価シナリオの科学合理性が大きく低下することがないことを前提としている。即ち、浅地中処分においては、これまで埋設された又は計画された廃棄物の特徴により、具体的な評価期間を定める必要性が小さかったものと考えられる。

他方、浅地中処分の廃棄物埋設地が設置される地表近くの環境は、降雨や風による侵食等の自然現象により常に変化しており、規制期間終了後は事業者による廃棄物埋設地の保全措置が講じられることはなく、また人為的な要因で容易に変化する可能性もある。規制期間終了後は、このような状況の下で数10年又は数100年が経過することを考えれば、人工バリアや天然バリアが大きく擾乱を受けることにより、線量評価におけるバリアの状態設定の科学合理性が低下し不確実性が高まっていくと考えられる。

このため、評価の信頼性を確保可能と考えられる期間の観点で浅地中処分の自然事象シナリオにおいて信頼できる評価期間を設定するとすれば、数100年を超える期間として、規制期間終了後1000年程度が目安になると考えられる。

この点については、IAEA SSG-23においても同様の記述が見られ、1000年を超える線量評価は意味を持たないかも知れないとしている。

(2) 長期における評価の不確実性への対応

浅地中処分においては、(1)のとおり信頼できる評価期間として1000年程度が目安と考えられることから、次のような場合には、これを超えた期間の評価を行うとともに、長期の評価に伴う不確実性の高まりに対する考慮が必要になると考えられる。

- ① 長半減期核種が有意に含まれる場合の自然事象シナリオの評価において、信頼できる評価期間を超えたところに計算上の線量ピークが現れる場合(②を除く)

【対応】自然事象シナリオにおいて信頼できる評価期間を超える期間については、明らかに保守的と考えられる設定の下で線量ピークまで計算し、その結果が自然事象シナリオの線量基準^{※4}を著しく超えないことを確認する。

- ② ビルドアップ(ラドンを含む)するという特徴を有するウラン廃棄物の埋設に係る直上居住シナリオ又は人為事象シナリオ

【対応】廃棄物埋設地からの放射性物質の漏出を考慮しない等の明らかに保守的と考えられる設定で評価しても、ビルドアップやラドンの影響が顕著となる数万年以降の線量が著しく高くなることがないよう、埋設当初からウラン濃度を十分に低い放射能濃度に抑える。

※4 最も厳しいシナリオについては0.3 mSv/y。最も可能性が高いシナリオについては0.01 mSv/y。