

技術検討小委員会（第3回）資料第6号 伴委員からのご質問に対する回答

1.1) 有機 C-14 と無機 C-14 の違い

【ご質問】

第2回小委員会資料第2号の中の予備的な核種移行評価の Case1-1 では、有機 C-14 の線量は無機 C-14 の 50 倍近い (P.44)。線量のピークである処分後約 5000 年 (溶解開始後 4000 年) 時点での溶解量は、有機 C-14 が無機 C-14 の約 10 倍となるので、線量ピークの違いは有機 C-14 と無機 C-14 の移行挙動の違いと考えればよいのでしょうか？

また、緩衝材中での分配係数は、有機 C-14 は α (遅延係数=1) ですが、無機 C-14 も 0.00006 (遅延係数=1.23) と非常に小さいので、有機 C-14 と無機 C-14 の移行挙動の違いは、主に天然の岩盤中での違いで決まっていると考えればよいのでしょうか？

< ご質問に関する図を図1に示します >

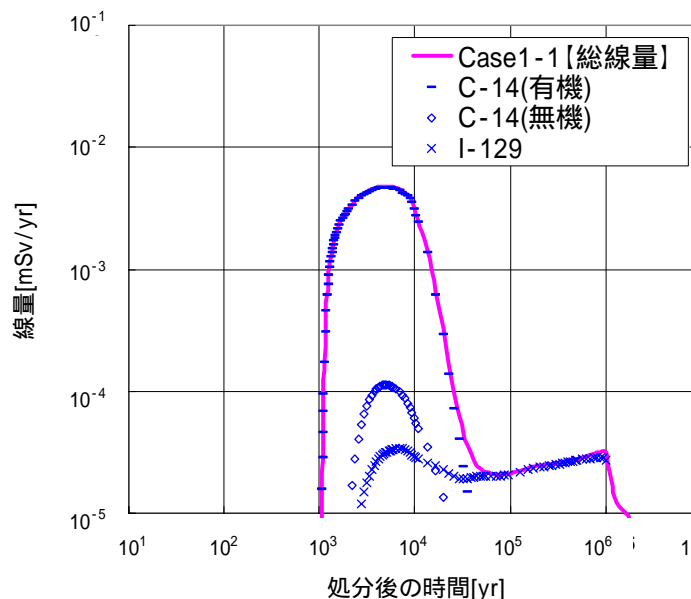


図1 使用済燃料の直接処分に関する予備的核種移行評価の結果
(Case1-1 (結晶質岩) の結果：第2回資料第2号 p.44)

【回答】

・前半のご質問に対する回答：

ご指摘のとおり、線量のピークの違いは有機 C-14 と無機 C-14 の移行挙動の違いです。

・後半のご質問に対する回答：

ご指摘のとおりです。岩盤は体積が大きいので分配係数が小さくとも C-14 (無機) に対して吸着による遅延が生じます。また、前半のご質問にあった溶解量の違いも寄与していると考えます。

1.2) 今回の評価結果と 2000 年 3 月の TRU 報告書の評価結果の比較について

【ご質問 1】

1.3) C-14 と I-129 の線量の大小関係：

今回の評価では有機 C-14 が支配核種とされており、I-129 の約 150 倍の線量を与えています(第 2 回資料第 2 号 p.44 Case1-1)。これに対して、TRU 報告書では支配核種は I-129 で、線量の最大値は C-14 の約 10 倍大きい。これは今回、構造材の C-14 を有機として扱ったことに起因すると考えられますが、今回の条件で仮に C-14 をすべて無機として扱った場合、C-14 の最大線量は I-129 の何倍程度になりますか？線量のピークが今回の評価は約 5000 年で、TRU 報告書は約 2 万年なので、半減期 5730 年の C-14 の線量は 6 倍程度の違いはありますが、差はそれ以上ようです。

逆に、TRU 報告書の条件で、C-14 の有機と無機を区別して扱うと、結果はどう変わるのでしょうか？

<ご質問に關係する図を図 2 に示します>

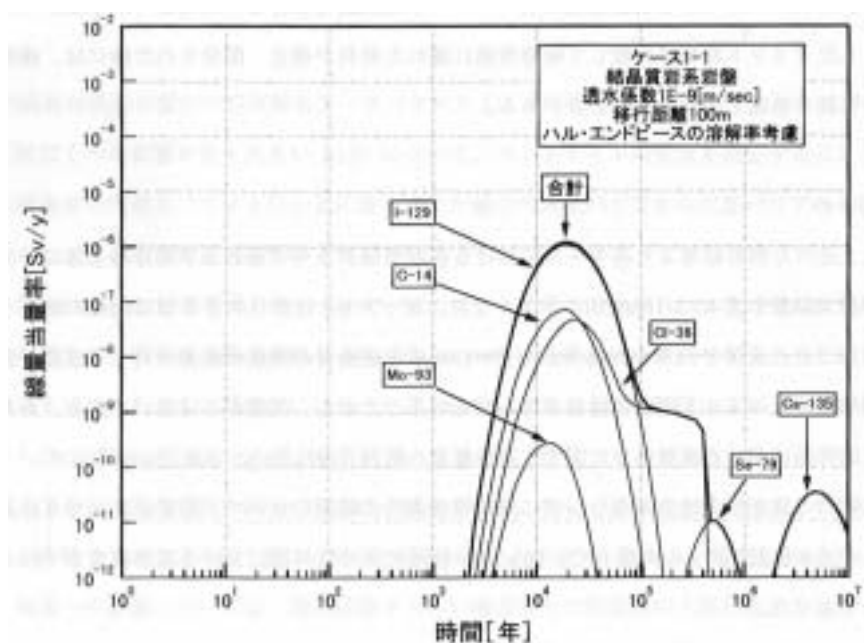


図 2 TRU 報告書の評価結果の例(結晶質岩)

(TRU 廃棄物処分概念検討書, JNC TY1400 2000-001: p.4-244 の図 4.5.6-1 を転記)

【回答 1】

・前半のご質問に対する回答：

C-14 をすべて無機として扱った解析は行っていません。なお、今回の評価と、TRU 報告書の評価を比べる際には、解析条件(例えば、岩盤中での地下水流れ)やモデル化(例えば、核種溶出、地下水の流れ)に違いがあることに注意が必要です。今回の評価と TRU 報告書の評価における C-14 と I-129 の最大線量等の違いには、C-14 の有機・無機の手扱いの違い、I-129 の瞬時溶出割合の違い、及び地下水の流れの違いなどが関係していると考えられます。

・後半のご質問に対する回答：

TRU 報告書の条件で、C-14 の有機と無機を区別して扱うと、有機 C-14 の移行挙動の違いにより C-14 の寄与が大きくなる可能性があります。

【ご質問 2】

1.4) TRU 廃棄物処分における C-14 と I-129 のインベントリ：

上記の質問と関連して、C-14 と I-129 のインベントリは、今回の報告(直接処分)と TRU 報告書(再処理後の廃棄物)とで、違いがありますか？違いがある場合には、その理由を(処分量の量的違いおよび環境放出量など)について教えてください。

【回答 2】

I-129 と構造材起源の C-14 のインベントリは今回の評価と TRU 報告書とは、それぞれが対象としている廃棄物量が異なるので(今回の評価：32000tU 相当，TRU 報告書：25000tU 相当) 違っています。また、燃料起源の C-14 については、今回の評価では廃棄物中に存在しているとしていますが，TRU 報告書では廃棄物の性質上、その中に C-14 は存在しないとしています。

【ご質問 3】

1.5) I-129 による線量評価：

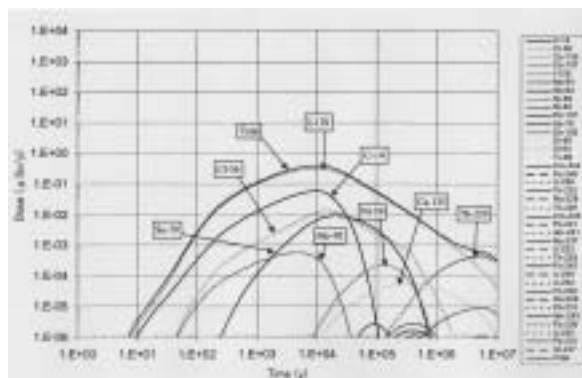
今回の評価では、I-129 の線量が約 $3\text{E-}5\text{mSv/yr}$ であるのに対して、TRU 報告書では条件にもよりますが、 $1\text{E-}3\text{mSv/yr}$ 程度と数十倍高くなっています。TRU 報告書では全量が瞬時溶解するとしており、瞬時溶解量は今回より 25 倍大きいので傾向としては合っているようですが、TRU 報告書の線量のピークは 2 万年後になっており、約 5000 年でピークになる今回の評価より岩盤の条件はむしろ良いようにもとれます。今回の評価と TRU 報告書を比較するとき、瞬時溶解割合や岩盤中の移行挙動の関係はどう考えればよいのでしょうか？

【回答 3】

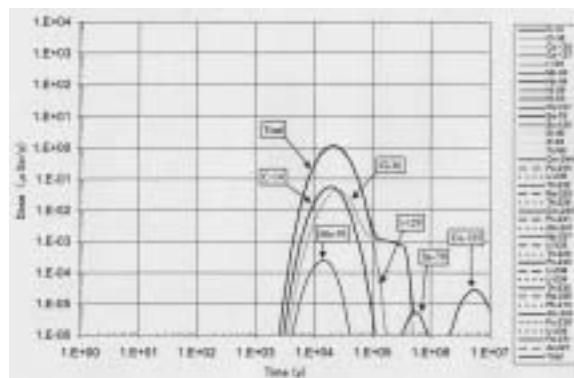
今回の評価と TRU 報告書での評価は、例えば、以下のように解析条件やモデル化に違いがあることからピークの出現時刻に違いが生じていると考えます。

- ・ I-129 の瞬時溶出は、今回の評価では 4%，TRU 報告書では 100%としています。また、溶出後は、今回の評価では緩衝材への即時移行、TRU 報告書では廃棄体周りのセメント充填材中への溶出と分配平衡(分配係数 0.001)を考慮しています。この後者の取扱いの違いが、今回の評価に比べて TRU 報告書でピークの出現が遅くなっている理由のひとつであると考えています。
- ・ 岩盤中での移行解析では、今回の評価では第 2 次取りまとめと同様に地下水流れの不均質性(地下水流速の分布)を考慮していますが、TRU 報告書ではこの不均質性を考慮せずに代表的な地下水流速を用いています。一般に地下水流速の分布を考えた評価では、分布の端の速い流速の影響が現れ、ピーク時間が早くなる傾向があります。TRU 報告

書にも、地層処分研究開発第2次取りまとめと同様な地下水流れの不均質性（地下水流速の分布）を考慮した場合の検討結果が例示されていますが、そこでもピーク時刻が早くなる傾向が現れています（図3参照）。この取扱いの違いも、今回の評価に比べてTRU報告書でピークの出現が遅くなっている理由のひとつであると考えています。



(a)重ね合わせモデルによる解析結果*



(b)一次元平行平板モデルによる解析結果**

図3 TRU報告書での地下水流れの不均質性を考慮した場合の検討結果
(TRU廃棄物処分概念検討書, JNC TY1400 2000-001: p.4-272の図4.5.8-6~7を転記)

*: 地層処分研究開発第2次取りまとめで採用された透水量係数分布を考慮

**: 図2「TRU報告書の評価結果の例（結晶質岩）」と同じ条件