

II-412

廃棄物最終処分場に搬入される乾電池含有水銀のリスクアセスメントに関する研究

大阪大学大学院 学生会員[○]寺下 晃

大阪大学 正会員 東海明宏、盛岡 通

1. 背景

廃乾電池に含まれる水銀は廃棄物最終処分場において蓄積され、浸出水処理や遮水機能の低下に伴い、環境リスクが増大することが懸念される。一般廃棄物の処分プロセスには極低濃度に希釈され、あるいは遮断されて封じ込まれることを前提として多くの微量の有害物質が混入することは想定される。それに対しては、「有害物質」の定義や構造基準による対応だけではリスク管理は万全ではない。本研究では、有害物質として乾電池に含まれる水銀を対象として、最終的に集積する最終処分場（以下処分場）に着目し、搬入される水銀について、生産・流通・消費・廃棄という製品の一連の流れ（プロダクト・ライフ）からみたリスクアセスメントを行い、様々な段階でのリスク低減の代替案の評価を検討することを目的とした。

2. リスクアセスメントの基本的枠組み

本研究におけるリスクアセスメントは、特定の処分場についての詳細なもの（例えば環境影響事前評価用）ではなく、すべての処分場に汎用に使われる診断型のリスクアセスメントとした。診断型のリスクアセスメントでは、ある処分場のリスクが多くの処分場のなかで相対的にどのレベルにあるかを知り、対象とする物質を変えた場合のフレームの再構築の指針を得たり、リスク低減の代替案の効果をおおよそに見積ることを機能としてもつ。

廃乾電池に含まれる水銀のリスクとしては、埋め立てられた乾電池から漏出した水銀、あるいは焼却処理場で発生する排ガスの洗煙により汚泥に移行した、または、焼却灰に含まれる乾電池由来の水銀が、処分場から浸出後、水系を汚染し、飲料水として人に摂取される場合を想定した。

廃棄物やそれに含まれる有害物質の環境中での移動過程には、様々な不確実性が存在している。これらの不確実性を本研究ではシナリオを設定することにより対応した。シナリオとは、不確実な現実の世界からある一定のルールのもとに集約化されたパラメタで表現した1つの現象の記述であり、リスクアセスメントの中で設定される条件となる。シナリオを設定する際、不確実性が大きい事象に関しては、最悪のケースをも想定することとした。また、値の設定にあたっては、地域の特性によって決定されるパラメタ（ごみ量、処分場の大きさ等）は平均的な値を、地域の特性とは関係がないパラメタ（乾電池の平均寿命や水銀の流出率等）は最悪の値を重視した。

リスクアセスメントの枠組みを、リスクの伝搬過程に沿って組み立て、ごみ中の廃乾電池の個数を求める廃乾電池発生量の推定、環境中での水銀の挙動ならびに飲料水中の水銀濃度を推定する環境運命予測、飲料水経路による人の曝露量を推定する曝露解析から構成した。

廃乾電池発生量の推定については、流通・購買過程、消費過程、廃棄過程、処理・処分過程から構成した。ここで問題となる不確実性の原因は、乾電池の地域の流通量やごみ中に含まれる量などに関する情報が不足していることと廃棄特性が明確でないことが挙げられる。地域の流通量に対しては、人口比を重み係数として乗じることで、分別ごみに含まれる乾電池の個数については、自治体が調査したごみに含まれている乾電池の個数より、各分別ごみに存在する乾電池の割合を表す分別度を決定した。消費過程としては、使用期間を乾電池の寿命の指数分布で表現して廃棄までの期間を推定した。

環境運命予測については、浸出水中水銀濃度を推定する最終処分場内運命予測と、飲料水中水銀濃度を推定する外部環境への浸出水の影響予測から構成した。

これらの過程における主な不確実性として、水銀の環境中での挙動に関するものがある。具体的には、最

終処分場内運命予測での乾電池からの水銀の漏出では、水銀の漏出を速度論的に表現するために、乾電池に穴を開けて水道水に浸漬した実験値¹⁾を用いた。また流出過程では、平均的な都市ごみを用いて水銀の流出実験を行った結果²⁾に対して、測定値の最大値をとり流出率を求めた。そして、流出可能な水銀はすべて浸出水によって洗い流されるとした。

外部環境への浸出水の影響予測については、水銀が浸出水とともに処分場から流出する過程と、流出後の河川中の水銀濃度を推定する過程から構成した。

浸出水が処分場から流出する様子は、処分場の形式によって異なる。管理型の処分場の場合、浸出水は集水・処理後、河川に放流されるとし、安定型の処分場では、浸出水は集水されず、地盤に浸透し表流水となって河川に流入するというシナリオを設定した。その後は、河川水による希釈過程と浄水処理場における処理過程からなる。

曝露解析では、飲料水を体重60kgの大人が毎日2ℓ摂取する場合と体重10kgの子供が毎日1ℓ摂取する場合を想定した。WHO-FAOが勧告した水銀の摂取許容量のガイドライン値と”人の健康影響に関する飲料水経由の曝露は全経路からの曝露の1%にあたる”という考えから、飲料水経由の無機水銀の摂取許容量を0.0024 μg/kg・日とし、この値と摂取水銀量の比によってリスクを評価した。

3. 代替案の設計およびその評価

①製造段階での代替案の評価《乾電池の含有水銀量の削減》

乾電池工業会が行ったアルカリ電池の含有水銀量の削減を、アルカリ電池の流通量の増加と照らし合わせて評価した。アルカリ電池の流通量が年率19%の割合で増加しているため、アルカリ電池の含有水銀量を削減しても1993年には水銀量削減以前のリスクに達することが計算結果として得られた。

②廃棄段階での制御《工業会の逆流通による水銀電池の回収と自治体による有害ごみとしての分別収集》

2つの代替案のリスク低減の効果の評価結果を、図-2の等リスク曲線に示す。分別収集の費用は三多摩地域のデータ³⁾を、水銀電池の回収費用は、経済的効率のよい仮想的システムの計算例⁴⁾を用いた。逆流通による回収対象が水銀電池のみであるので、分別収集よりもかなり安い費用でリスクを低減できるという結果が出たが、実際には、水銀電池の回収率が15%、分別収集では30%程度までであり、費用の面だけでは単純に評価できない。つまり、回収率を上げるための努力量を考慮する必要がある。

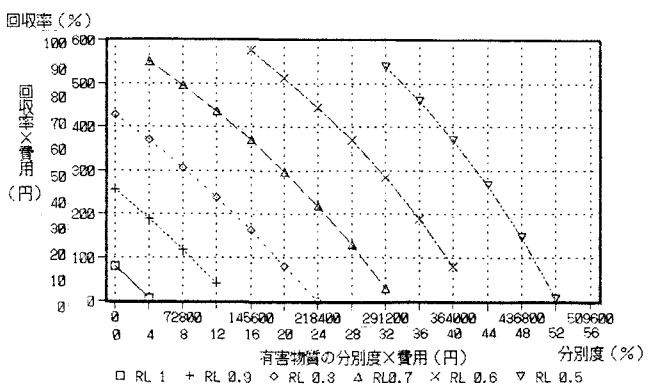


図-2 等リスク曲線-有害ごみの分別と水銀電池の回収
RL(i):基準のリスクの対する比がiであることを表す

回収率を変化させる要因として、両者に共通するものは市民の意識（リスクの認知、手間、ライフスタイル）や地域性等が挙げられ、逆流通については、市民のシステムの存在の認知、企業の宣伝活動、デポジットなどの誘導システムの有無、協力店舗の存在等が、分別収集については、行政の市民との接触（説明・要請・指導・調整）の仕方等が挙げられる。これらの要因と回収率との関係を明らかにし、努力量を表現することが、今後の課題である。

文献

- 1) 高月紘：乾電池問題のその後、ごみ問題市民会議セミナー資料，1989年
- 2) C.J. Jones他、池口孝訳：都市ごみの埋立環境下の乾電池の挙動，都市清掃，Vol.38，No.145，pp.193～201，1985年
- 3) 池田伸：廃棄物制御政策の経済的評価，公害研究，Vol.16，No.2，pp.57～63，1986年
- 4) 後藤典弘：使用済乾電池対策への一つの提言，やさしい乾電池問題，地域交流出版，pp.130～149，1985年