

核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化： (1-3) Zr-93 および Pd-107 のクリアランスレベルの試算

Reduction and Resource Recycling of High-level Radioactive Wastes through Nuclear Transmutation

(1-3) Preliminary Estimation of Clearance Levels for Zr-93 and Pd-107

*高橋 千太郎¹、高橋 知之¹、福谷 哲¹、窪田 卓見¹ (1.京大複合原研)

核変換による高レベル放射性廃棄物（HLW）の大幅な低減・資源化を目指すプロジェクト研究の一部として ¹⁰⁷Pd や ⁹³Zr の環境中での動態とヒトへの被ばく線量を評価し、クリアランスレベルについて考察した。

キーワード：高レベル放射性廃棄物、分離・核変換、再利用、Pd-107、Zr-93、クリアランスレベル

1. 緒言

本研究の目的は、回収・再使用を想定しているパラジウム（Pd）やジルコニウム（Zr）に微量含まれてくる長半減期核種（¹⁰⁷Pd や ⁹³Zr）についてクリアランスレベルの設定を試み、どの程度の濃度レベルであれば一般環境で使用可能か具体的な数値を提示するとともに、HLW から回収した元素の再利用における放射線管理上の問題点や今後の課題を明らかにすることである。

2. 研究方法

はじめに、①対象とする Pd 及び Zr のライフサイクル（製造、利用、そして廃棄・再利用にいたる過程）を調査し、評価対象とすべき曝露経路（シナリオ）を決定した。次に、②その曝露経路における当該元素の環境動態を調査するとともに、不足あるいは重要なパラメータに関しては実験的に確認した。③各曝露経路で ¹⁰⁷Pd または ⁹³Zr が単位濃度（1Bq/g）で含まれていると仮定したときの放射線量を推定した。但し、両核種ともベータ線のエネルギーが小さいことから内部被ばく線量のみでの評価とした。最終的に、④原子力施設に起因する廃棄物のクリアランスレベル設定に適用されている基準値（10 μSv/年）を参考にクリアランスレベルを試算するとともに、使用したパラメータの妥当性、信頼性、変動幅などについて検証した。

3. 結果

3.1 Pd：わが国では年間約 64 トンの Pd が使用され、その 60%以上は自動車排ガス触媒であるが、大気中への飛散による人の摂取量は最大 0.9 ng/day と大きいものではなく、主たる経路は食品や歯科材料からの経口摂取であった。線量寄与が大きい経路は金属パラジウムの加工であり、1Bq/g の濃度で含まれ、作業環境中のエアロゾル濃度が作業環境基準の最高値（2 mg/m³）とすると、作業者は年間約 3×10⁻⁶mSv の被ばくを受けると推定された。したがって、年間 10 μSv を与える濃度は約 3×10³Bq/g であり、クリアランスレベルはこの程度と推察された。

3.2 Zr：国内年間使用量は約 14 万トンで耐熱製品への利用が多い。製造、利用、廃棄のプロセスにおける被ばく線量を推定したところ、Pd の場合と同様に職業的にジルコニウムを加工する作業で最も線量が高くなる可能性があり、被ばく線量は年間 1.1×10⁻⁴ mSv と計算された。したがって、年間 10 μSv を与える濃度は約 90Bq/g となりクリアランスレベルはこの程度と推察された。

4. 考察

試算されたクリアランスレベルは保守的な仮定に基づいたものであり、年間 10 μSv を基準線量とするこの是非も含めて、今後、さらに検討される必要がある。一例として Pd に関する各曝露経路で線量評価上重要または今後検討を要すると考えられるパラメータや変動要因を表 1 に記した。

表 1 Pd に関して検討した 4 経路それぞれで推定された最も高い線量と重要と考えられるパラメータ

曝露経路	推定最大線量 (mSv/y)	重要または今後検討を要するパラメータ・変動要因
自動車触媒	3.27E-12	エアロゾルの濃度と物理化学的性状
食品や飲料水	1.28E-10	濃度の地域差、年齢、消化管吸収率
歯科用資材	2.03E-10	溶解性、個人差、日本の特殊性
金属加工	3.17E-06	エアロゾル濃度、保護具の使用の有無

本研究は、総合科学技術・イノベーション会議が主導する 革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）の一環として実施したものです。

*Sentaro Takahashi, Tomoyuki Takahashi, Satoshi Fukutani, Takumi Kubota, Kyoto University.