バックエンド部会、保健物理・環境科学部会 合同セッション

クリアランスの現状と課題(1) —わが国におけるクリアランスの現状と検討状況—

Current status and issues on the implementation of clearance (1)

Current status and study for clearance of contaminated materials in Japan

(1) クリアランスにおける線量規準の考え方

(1) A review of approaches to setting the dose criteria for clearance

荻野 晴之

電力中央研究所

1. はじめに

ある物質の放射能濃度が極めて低く、一般的な再利用・再使用による線量が自然界の放射線レベルと比較して十分小さい場合には、人の健康に対するリスクが無視できると判断できる。この判断により、当該物質を放射性物質として扱う必要がないとして、放射線防護に係る規制の枠組みから外すという考え方を「クリアランス」という。クリアランスに用いる線量については、自然界の放射線とリスクの関係から、国際的な議論を経て、「年に 10 μSv のオーダーあるいはそれ以下 (of the order of 10 μSv or less in a year)」という線量規準がもたらされている⁽¹⁾。

本発表では、クリアランスの概念が成立するための前提条件を整理した上で、国際放射線防護委員会 (ICRP) の刊行物を中心に、クリアランスにおける線量規準の考え方をレビューする。

2. クリアランスの概念が成立するための前提条件

放射線防護に関する規制の範囲を定めるための概念として、規制除外、規制免除、クリアランスという3つのアプローチがある。規制除外とは、制御できない被ばくなどをそもそも規制の範囲外とすること、規制免除とは、ある条件を満たす放射線源をあらかじめ規制の対象から除いておくこと、そして、クリアランスとは、ある条件が満たされれば、規制されていた物を規制の枠組みから外すことを指す。下記に具体的な例を挙げる。

1つ目の規制除外の代表例は、地上レベルでの宇宙線や体内に含まれる K-40 から放出される放射線による被ばくである。これらの被ばくは規制を通じた管理に本質的になじまないことから、規制範囲の対象外としている。これが規制除外の考え方である。

2つ目の規制免除の代表例は、グロースタター (蛍光灯を短時間に自動的に点灯するための小型の放電ランプに使用されている) に封入されている Pm-147 や Kr-85 といった少量の線源である。社会における利便性を考え、放射線安全上の極めて小さい線量を考えれば、これらを規制から離して社会の中で有効に利用していく方がメリットが大きい。さらに、これらを全て規制することは実質的に不可能であり、そこに莫大な社会資源や資金を投入するより利便性を求める方が社会の利益となる⁽²⁾。これが規制免除の考え方である。参考までに、文部科学省放射線安全規制検討会の資料⁽³⁾によれば、グロースタターの国内年間販売数量は2億個を超えており、国内で規制が免除されている密封線源の実に7割以上を占めている。

3つ目のクリアランスの代表例は、原子力施設の解体に伴って大量に発生する有価物 (コンクリートや金属など) の再利用である。当然ながら、高いレベルの放射性物質を含む場合には、放射性廃棄物としての適切な管理が施される必要がある。しかし、解体に伴って大量に発生する物のある割合は、放射能濃度が極めて低く、再利用・再使用による線量が自然界の放射線レベルと比較しても十分に小さいことから、人の健康に対するリスクが無視できる場合がある。これらの有価物までも放射性廃棄物として扱い、莫大な社会資源や資金を投入することは循環型社会形成促進の観点から適切でなく、防護が最適化されず、その行為は正当化されない⁽²⁾。これらを規制の枠組みから外すことがクリアランスの考え方である。参考までに、旧原子力安全委員会放射性廃棄物安全基準専門部会の資料⁽⁴⁾によれば、110万kW級の沸騰水型軽水炉

(BWR) や加圧水型軽水炉 (PWR) の廃止措置に伴って発生する 1 基あたりの廃棄物等の量は、低レベル放射性廃棄物に相当する物が約 1 万トン、放射性物質として扱う必要がない物が約 50 万トンと推定されている。

3. クリアランスにおける線量規準

クリアランスに用いる線量については、自然界の放射線とリスクの関係から、国際的な議論を経て、「年に 10 μSv のオーダーあるいはそれ以下」という判断規準がもたらされている。以下に、自然界の放射線との関係とリスクとの関係という 2 つのアプローチについて整理する。

3-1. 自然界の放射線との関係

放射線は自然界にも存在しており、世界平均では実効線量換算で約 2.4 mSv (国連科学委員会 2008 年報告⁽⁵⁾)、日本平均では約 2.1 mSv (原子力安全研究協会 2011 年報告⁽⁶⁾) の個人線量を与えていると評価されている。公衆の個々の構成員は、国内のある場所から別の場所に移動する場合、自然放射線による被ばく量の違いを一般には考慮しない。したがって、自然バックグラウンド放射線の変動と比べて小さい線量レベルは、“些細な線量”と見なすことができる。この考え方に基づいて、自然バックグラウンド放射線の 1～数%のオーダー、すなわち、年に 20～100 μSv が提唱されている (ICRP Publication 104⁽⁷⁾, 67 項)。

3-2. リスクとの関係

放射線防護に限らず、一般に、 10^{-5} の年死亡リスク (1 年間あたり 10 万人に 1 人が死亡するリスク) の軽減に自らの資財を投入しようとする人はほとんどおらず、さらに一桁低くなって、 10^{-6} の年死亡リスク (1 年間あたり 100 万人に 1 人が死亡するリスク) のレベルともなれば、対策を講じようとする人はさらに少なくなる (ICRP Publication 104⁽⁷⁾, 67 項)。このような年死亡リスク (y^{-1}) から年線量 ($\text{Sv } y^{-1}$) に換算するためには、疫学研究から求められるリスク係数 (Sv^{-1}) を用いる必要がある。

ICRP では、Publication 46⁽⁸⁾ (1985 年) において、当時のリスク係数であった 10^{-2} Sv^{-1} (厳密には致死性のがんについて、 $1.25 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$) を用いて換算し、 10^{-6} のオーダーの年死亡リスクに相当する線量が年に 0.1 mSv (100 μSv) のオーダーとしている。そして、ある個人が複数 (最大でも 10) の線源から重畳して被ばくを受ける可能性を考慮し、単一の線源に対して、年に 10 μSv のオーダーという一桁切り下げた線量規準を示している。

リスク係数は疫学研究の進展によって変化するものである。事実、1985 年当時のリスク係数もその後変更されている。例えば、全集団に対する名目リスク係数で見れば、1990 年勧告⁽⁹⁾では $6.0 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ となり、2007 年勧告⁽¹⁰⁾では $5.5 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ となった。リスク係数の変更が“些細な線量”の判断に与える影響について、米国放射線防護審議会 (NCRP) レポート 116⁽¹¹⁾ (1993 年) で議論されており、変更は不要との結論が出されている。根拠は、変更されたリスク係数を用いてあるリスクレベルに対応する年線量を計算すれば、以前よりも約 1/5 から 1/4 の値になるが、“些細な線量”はリスク係数による計算だけに基づいたものではなく、線量としての大きさや、線量や健康影響の検出の困難さなども考慮して定めたため、とされている。

4. まとめ

本稿では、クリアランスに用いる線量である「年に 10 μSv のオーダーあるいはそれ以下」という判断規準が、自然界の放射線との関係とリスクとの関係という 2 つのアプローチに基づいて定められていることを、ICRP 勧告を中心に紹介した。クリアランスや規制免除を巡る議論では、規制を要しない線量という側面だけに関心が集中してしまいがちであるが、どのような背景からそのような概念が発展したのか、成立条件と併せて正しく理解しておく必要がある。また、クリアランスレベルの導出にあたっては、「年に 10 μSv 」という単一の値が使われていることから、「年に 10 μSv のオーダーあるいはそれ以下」にある“オーダー”の意味合いが薄れてしまい、あたかも厳密に遵守することが必要な数値規準として受け止められていることも多いように見受けられる。クリアランスレベルの遵守は放射線測定や放射化計算等によって確

認し、複数核種の寄与割合やクリアランス対象物の放射能濃度分布の均一性を考慮して判断することになるが、線量規準が元来有する“オーダー”の意味合いに立ち返り、適切な保守性の範囲内で柔軟に運用していくことが重要となる。

参考資料

- (1) International Atomic Energy Agency, Radiation protection and safety of radiation sources: International Basic Safety Standards. General Safety Requirements Part 3. No. GSR Part 3, IAEA, Vienna (2014).
- (2) 小佐古敏荘, クリアランスレベルの法令取り入れについて (免除・除外・クリアランスとの関連において), 保物セミナー2004 要旨集 (2004).
- (3) 文部科学省原子力安全規制等懇談会, 密封線源に係る免除レベルの法令への取入れについて (案), 第3回放射線安全規制検討会, 平成20年12月11日, 資料3-2 (2008).
- (4) 原子力安全委員会放射性廃棄物安全基準専門部会, 主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて, 平成11年3月17日 (1999).
- (5) United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly, with scientific annexes (2010).
- (6) 原子力安全研究協会, 新版生活環境放射線 (国民線量の算定), 平成23年12月 (2011).
- (7) International Commission on Radiological Protection, Scope of radiological protection control measure, ICRP Publication 104, Ann. ICRP 37(5) (2007).
- (8) International Commission on Radiological Protection, Radiation protection principles for the disposal of solid radioactive waste, ICRP Publication 46, Ann. ICRP 15(4) (1985).
- (9) International Commission on Radiological Protection, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 60, Ann. ICRP 21(1-3) (1991).
- (10) International Commission on Radiological Protection, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 103, Ann. ICRP 37(2-4) (2007).
- (11) National Council on Radiation Protection and Measurements, Limitation of exposure to ionizing radiation, NCRP Report No. 116, Bethesda, USA (1993).

Haruyuki Ogino

Central Research Institute of Electric Power Industry