

2. 地層処分が選択された理由

高レベル放射性廃棄物等には寿命の長い放射性物質が含まれているので、長期にわたって人間とその生活環境に対して放射能の影響が及ばないようにする必要があります。その方法としては、次の3つが考えられます。

- 人間の生活環境へ影響が及ばないように長期にわたって人間が監視するなど管理を行う。
- そのものの危険性をなくしてしまう。
- 人間の生活環境から十分離れた場所に長期にわたって隔離する。

最初に挙げた、人間の管理による方法を貯蔵と言っています。貯蔵については、原子力発電所敷地内での使用済燃料の貯蔵をはじめ、青森県六ヶ所村での高レベル放射性廃棄物の貯蔵など多くの実績があります。しかし、貯蔵を将来にわたって続けていくことは、施設の修復や建て替えが必要となります。また、地震、津波などの自然現象やテロ、戦争といった人間の行為の影響を受けるリスクがあります。これらは、将来の世代に負担をかけることになり、現実的ではありません。

2番目の危険性をなくす方法は放射性核種の分離変換と呼ばれ、高レベル放射性廃棄物等の中に残る寿命の長い放射性物質を、半減期の短い、あるいは安定した物質に変換するための技術で、基礎的な研究が進められています。しかし、この技術はまだ研究開発の段階であって、実用規模で実現されるためには多くの時間が必要とされていますし、将来、この技術が実用化されても、すべての寿命の長い放射性物質がなくなるというわけではありません。

最後の人間の生活環境から離れた場所に隔離する方法としては、横方向へ遠ざけると別の人に近づくことになるので、上（宇宙）に隔離する方法と下（地下深く）に隔離する方法が考えられます。このうち、宇宙空間に放出する方法は、ロケットの打ち上げ失敗の例が示すように、技術的な問題、不測の事態における地球規模での影響の広がりや経済性などの問題があり、現在では検討されることもほとんどありません。地下深部に隔離（地層処分）するのは、地層に本来備わっている「物質を閉じ込める機能」を利用する方法です。

安定した地下に廃棄物を隔離する、これが地層処分です。日本では、1960年代から検討が開始され、1980年代に国の方針として地層処分が選択されました。また、地層処分は国際的にも認められた方法です。

地層処分で大切なことは、その安全性が大きく依存する地下の環境をよく知ることです。

地層処分する低レベル放射性廃棄物（地層処分相当低レベル放射性廃棄物）は、リサイクルの過程やその施設の解体などにより発生するもので、さまざまな種類があるため、その特徴にあわせて処分します。

2.1. 長期にわたり貯蔵を継続することは困難です

高レベル放射性廃棄物のガラス固化体は、フランスでは1970年代から専用の施設で貯蔵されています。また、日本でも、海外に委託した再処理によって発生したガラス固化体などが、日本原燃(株)高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター(青森県六ヶ所村)などで、安全に貯蔵されています。

地層処分相当低レベル放射性廃棄物は、日本原燃(株)や国立研究開発法人日本原子力研究開発機構(JAEA)の再処理工場やMOX燃料工場の操業や解体にともない発生します。操業中の廃棄物は工場内の施設に貯蔵されます。また、フランスから返還される廃棄体も一部含まれ、これらは日本原燃(株)の低レベル放射性廃棄物受け入れ・貯蔵施設(青森県六ヶ所村)に貯蔵される予定です。

この貯蔵は国内外で多くの実績がある方法ですが、人間の管理によって安全を確保する方法であるため、人間の関与を継続することが前提となります。

高レベル放射性廃棄物や地層処分相当低レベル放射性廃棄物には、ネプツニウム237(半減期約214万年)やジルコニウム93(半減期約153万年)などの非常に長い半減期をもつ放射性物質が含まれているため、放射能が人間の生活環境に影響を及ぼさなくなるまで、数万年以上といった長期間にわたり地上施設を維持・管理していく必要があります。しかし、これを保証することは大変難しいことです。また、将来の世代に管理の負担を負わせることにもなります。このため、恒久的な人間による管理を行わなくてもよいように、いずれは人間の生活環境から遠い場所に隔離することが必要となります。

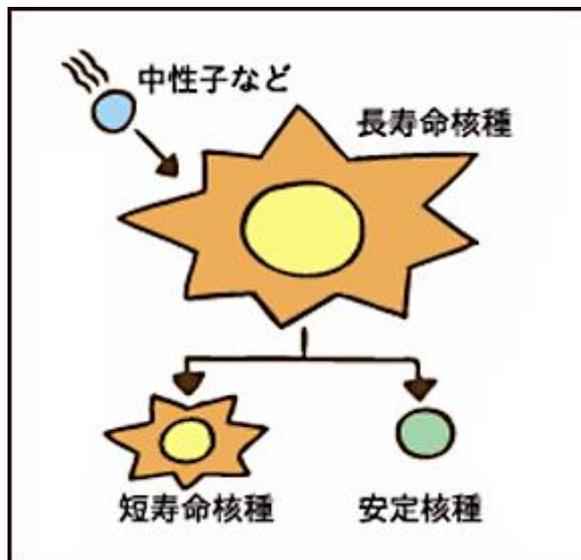
2.2. 放射性物質の寿命を短くする研究も行われています

高レベル放射性廃棄物等には半減期の長い放射性核種が含まれています。この半減期の長い放射性核種(長寿命核種)を、半減期が短い核種(短寿命核種)あるいは安定な核種に変えるための研究が行われています。

具体的には、長寿命核種を高速炉という原子炉の中や加速器で核反応をさせるというもので、その基礎的研究が、日本を含め、アメリカ、フランスなどいくつかの国で進められています。

この技術は、高レベル放射性廃棄物等に含まれる長寿命核種の量を少なくすることにより、廃棄物問題の解決に貢献できると考えられていますが、まだ研究開発の段階ですので、実用化にあたっては核反応の効率の向上や、長寿命核種を分離する技術の向上など、多くの課題を解決する必要があります。なお、この技術については国の報告書で、高レベル放射性廃棄物の処理および処分の負担を軽減する可能性を秘めたものとして研究開発を進めることとされています。ただし、高レベル放射性廃棄物等から半減期の長い放射性物質を100パーセント分離すること、あるいは分離したものを100パーセントの

効率で変換することは原理的・工学的に不可能なため、この技術が実用化されても地層処分の必要性がなくなるわけではないことに留意する必要があるとも述べられています。



長寿命核種を短寿命あるいは安定核種へ変換する方法の概念図

2.3. 深い地下には環境が安定した場所が存在します

地層処分の基本は、物質を閉じ込めるという地下の環境が本来持つ性質を利用し、地下深くの安定した場所に廃棄物を埋設することにより、数万年以上にわたり高レベル放射性廃棄物等を人間の生活環境から隔離することです。

その考え方は、高レベル放射性廃棄物等の隔離を、人間の管理から自然の手にゆだねるというものです。

地下深くには、長期にわたり環境が十分安定した場所があります。

地下深くの環境が安定していることを示す次のような例があります。カナダのシガーレイクのウラン鉱床では、放射性物質であるウランが10億年以上にわたって閉じ込められていたことがわかりました。また、日本の岐阜県東濃地域にあるウラン鉱床では、これまでに断層活動や地盤の隆起・侵食などの自然現象の影響を受けてきたにもかかわらず、地層中には1,000万年程度の長期にわたり、ウランが保持されていることがわかりました。

2.4. 国の方針として地層処分が選択され研究開発が行われてきました

高レベル放射性廃棄物を深い地中に隔離して処分する方法は、1950年代に海外のいくつかの論文で提唱されました。

日本では、1962年の原子力委員会で議論が開始され、1976年には地層処分に重点をおいた研究開発が開始されました。1980年には高レベル放射性廃棄物を安定な形態であるガラス固化体にし、冷却のため一定期間貯蔵した後、地層に処分すること（地層処分）を基本にするとの方針が決められました。

この方針に基づき、動力炉・核燃料開発事業団（現 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構）や電力会社および関連機関で研究開発が行われ、1999年には核燃料サイクル開発機構（現 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構）は、高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性を示す報告書を作成しました。一方、1995年には、原子力委員会に、高レベル放射性廃棄物処分懇談会（以下、処分懇）が設置され、制度的、社会的、倫理的側面からの検討が行われました。処分懇においては、幅広い領域の専門家、有識者による議論にあわせて、国民各層からの意見を聞くとともに、全国5カ所で意見交換会が行われました。これらを踏まえて1998年に公表された報告書では、社会的な理解を得るための検討、処分の制度の検討として実施主体のあり方、事業資金の確保のための制度などが、具体的な施策を含めて示されました。これらの報告書を受け、2000年には「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」（最終処分法）が制定され、高レベル放射性廃棄物は地下300メートルより深い安定した岩盤へ埋設＝地層処分すること、処分実施主体を設立すること、文献調査、概要調査、精密調査の3段階のプロセスによって処分地を選定すること、最終処分費用を拠出制度によって確保することとなりました。

そして、同年10月には実施主体として原子力発電環境整備機構（NUMO）が設立され、2002年12月には文献調査を行う調査区域の公募を開始しました。その後、2007年に最終処分法が改正され、NUMOが行う地層処分事業の対象に地層処分相当低レベル放射性廃棄物が加えられました。

2.5. 地層処分は国際的にも認められた方法です

1960年代から80年代にかけて、各国あるいは国際的に共同で行われた研究開発、および専門家間で議論された地層処分概念の妥当性に関する確認作業を経て、80年代後半以降には、処分事業の実現化に向けた動きがスウェーデン、アメリカ、フィンランドなどの国で見られるようになりました。

国際原子力機関（IAEA）は、地層処分の実現に向けて必要とされる安全規制の考え方や基準類の整備に着手し、処分場設計のための、国際的に合意された原則と基準を 1989 年に取りまとめました。

また、経済協力開発機構の原子力機関（OECD/NEA）は 1991 年に取りまとめた長期の安全評価に関する報告書で、注意深く設計された放射性廃棄物処分システムに関して、放射線が人間と環境に与える長期にわたる潜在的な影響を適切に評価する方法、すなわち安全性を事前に評価する方法が確立されたことを専門家の合意として表明しました。

さらに OECD/NEA は、国際的な環境問題への取り組みに対応し、環境保護と世代間と世代内の倫理の観点から地層処分の是非について検討しました。1995 年に「長寿命放射性廃棄物の地層処分の環境的および倫理的基礎」と題する報告書を公表し、環境保護の面からも倫理的な面からも、数百年以上にわたって生活圏（人間が活動する範囲）から隔離される長寿命放射性廃棄物の地層処分場の開発を継続することは正しいという結論を出しました。

2.6. 地層処分は、処分する場所の地下をよく知ることが大切です

地層処分の安全性は、物質を閉じ込める地下の環境に大きく依存することになるため、その場所特有の地質の特性や自然現象を考慮、検討することが必要になります。

特に日本は、火山が多い、地震がよく起きるなどの特徴を持っています。

このような国土の中で、地層処分を安全に実施できるような場所がはたしてあるのか、という疑問を多くの方がお持ちになると思います。

地下深くに処分した廃棄物が人間の生活環境に影響を及ぼす可能性としては、火山活動や断層活動などの自然現象により処分場が破壊されて廃棄物が地表に接近する場合や、地下資源の採掘などのため人間が廃棄物に接近する場合が考えられます。

このため地層処分においては、火山活動や断層活動などの影響を受けない安定な場所を選ぶとともに、人間が廃棄物に接近しないように経済的価値の高い鉱物資源が存在していない場所を選び、かつ人間の生活圏から離れた深いところに隔離することが重要となります。

そのような安定な場所であっても、地層中には地下水があります。この地下水によって廃棄物中の放射性物質が溶かし出され、さらに地表に運ばれ、人間に影響を及ぼす可能性を考えておかなければなりません。したがって、安全性を確保するためには、地下水の動きが大きい場所を避けて好ましい地下水条件を持つ場所を選ぶとともに、地下水に対する対策を考えることが重要になります。