

フィンランド及びスウェーデンにおける使用済核燃料処分

～海外調査報告～

経済産業委員会調査室 おおしま たけし
大嶋 健志

1. はじめに

原子力発電のために用いられた使用済燃料には、エネルギーを発生する過程で生じた放射能レベルの高い物質が含まれている。我が国では、この使用済燃料を再処理し、ウランやプルトニウムを取り出して利用することとしているが、この再処理によって再利用ができない高レベルの放射性物質は、液体の形で分離し、ガラス原料と高温で融かし合わせ、ステンレス製の容器の中でゆっくり固め、ガラス固化体とする。このガラス固化体を日本では高レベル放射性廃棄物と呼んでいる。一方、使用済燃料を再処理せずにそのまま処分する国では、使用済燃料そのものが高レベル放射性廃棄物として扱われる。

これらの高レベル放射性廃棄物については、最終的な処分にまで至った国は存在しないが、いずれの国も地下数百メートルに埋設処分することを目指していることは共通している。その中でも、フィンランド及びスウェーデン¹は、最終処分場の建設地を決定しているか、実質的な選定を終えており、世界で最も事業が進捗している国々である²。筆者は、2011年1月、フィンランドにおける最終処分場建設予定地であるオルキルオト及びスウェーデンの最終処分関連施設所在地であるオスカーシャムを訪問し、担当者から説明を受ける機会を得た。以下、その概要を紹介する。

2. フィンランドの使用済燃料処分

(1) フィンランドの実施体制

フィンランドにおいては、原子力発電によって発生する使用済燃料は、再処理せずに高レベル放射性廃棄物として、地下深くに直接埋設処分することとなっている。

フィンランド国内には、オルキルオトとロヴィーサの2か所に原子力発電所があり、それぞれ、テオリスーデン・ヴォイマ社 (TVO 社) とフォルツム・パワー・アンド・ヒート社 (FPH 社) の2社の原子力発電事業者が運営している。この TVO 社と FPH 社の2社の共同出資により、最終処分に関する研究開発、処分場の建設、操業を行う実施主体として、ポシヴァ社 (POSIVA 社) が設立されている。

フィンランドでは、使用済燃料は、外側が銅製、内側が鋳鉄製の二重構造のキャニスタ (貯蔵のための容器) に封入され、結晶質岩に地層処分されることとされている。最終処

¹ 両国とも原子力発電への依存度は高い。発電電力量に占める原子力発電の割合は、フィンランドが30%、スウェーデンが43% (国際エネルギー機関統計の2008年実績による) である。

² 米国は最終処分地を1992年にユッカマウンテンに決定したが、共和党から民主党への政権交代により計画は中止され、代替案を検討するための委員会が2009年に設置された。

分場は、オルキルオト原子力発電所があるユーラヨキ自治体のオルキルオトに決定しており、2012年に POSIVA 社が建設申請を行い、2020年には操業が開始される計画となっている。

なお、国内2か所の発電所で発生した使用済燃料は、最終処分場が建設されるまでの間、各原子力発電所サイトで中間貯蔵されている。

（2）フィンランドの最終処分場選定の経緯

フィンランドでは、1978年に原子力発電の1号機が運転を開始したが、当初は使用済燃料をロシアに返還していた。しかし、1994年の原子力法改正により、使用済燃料の輸出入が禁止され、1995年に、上記のとおり、POSIVA社が設立された。一方で、最終処分場の選定自体は、1983年に政府が処分目標時期についての決定を行ったことに始まる。この決定により、操業開始は2020年为目标とされた。場所の選定は段階的に進められた。最初は、地盤の適した場所として100か所程度を選定し、1985年には、5か所に絞っての詳細な調査が開始された。1993年以降は、4か所（ユーラヨキ、ロヴィーサ、アーネコスキ、クローモの各自治体）に絞っての調査が進められた。

詳細な調査を進めている段階では、POSIVA社は、自治体との協議を並行して行い、最終処分場建設が実現した場合の対応を検討したとのことであった。選定の過程においては、原子力発電所所在地であるユーラヨキ自治体（オルキルオト原子力発電所）とロヴィーサ自治体（ロヴィーサ原子力発電所）が特に誘致に積極的で、この2つの自治体に絞られ、2002年にユーラヨキ自治体に決定された。地盤等の条件に加え、オルキルオト原子力発電所の方がより規模が大きく、ロヴィーサに建設するよりも輸送コストが安く済むという利点もあるとのことであった。選定の過程では、経済的なメリットから積極的な誘致を行った自治体がある一方で、住民の原子力発電に対する恐怖感から強く反対する自治体もあったとのことである。立地自治体の経済的なメリットは、POSIVA社の説明によれば、発電会社が払う不動産税の税収の増加である。これは、建設施設の価値の2.5%が課される税で、原子力関連施設は、他の発電施設に比べて高い税率となっている。ユーラヨキ自治体に対しては、最終処分場が完成すると、年額300万ユーロ（2011年9月13日時点で約3.2億円）が支払われるとのことであった。なお、フィンランドには、日本の電源立地交付金のように国から直接資金を交付する制度は存在しない。

なお、ユーラヨキ自治体が施設の誘致を歓迎したのは、オルキルオト原子力発電所において、これまで大きな事故がなく稼働率が95%以上であることから大きな信頼を得ていること、また、多くの雇用を生み出してきたことが挙げられるとのことであった。

（3）処分費用に関する制度

最終処分に要する費用については、雇用経済省が所管する国家放射性廃棄物管理基金（VYR）に積み立てられている。積み立てを行うのは、原子力発電事業者である TVO 社、FPH 社等である。基金の積立対象となるのは、高レベル放射性廃棄物の処分費用だけでなく、輸送費用、中間貯蔵費用等も含まれている。雇用経済省は毎年、積立目標額の決定をする

が、事業者は、この額と債務評価額の差額を払い込まなければならない。その額は、電力生産投資コストの30%余りに相当するとのことである。

(4) 地下特性調査施設の概要

現在、最終処分場の建設予定地には、地下特性調査施設（ONKALO）が建設されており、将来は最終処分場の一部として利用される予定である。ONKALOは、最終処分地に決定したオルキオトの詳細なサイト特性調査を行うための施設であり、施設の本格稼働に向けて、研究開発や詳細なデータ収集が実施される。アクセス坑道の深さは、2011年6月時点で、434メートル、総距離は約4.5キロメートルである。

ONKALOをその一部として取り込む最終処分場の最大処分量は、9,000トン（ウラン換算）と見込まれている。なお、2か所の原子力発電所において、中間貯蔵されている使用済燃料は、既に1,800トン（ウラン換算）ほど存在している。今後、最終処分場は、2140年までの使用を予定しているが、それまでに現在想定している処分技術よりも適切な方法が開発される可能性もあるとのこと、その場合は、処分の方法が変わり最大処分量が増えることが想定されている。なお、処分する使用済燃料は、法令の規定により国内で発生したものに限定されている。



(写真) オルキオト原子力発電所3号機

最終処分場建設予定地に隣接するオルキオト原子力発電所では、現在3号機が建設中である。炉型は、欧州加圧水型炉（EPR）で、フランスのアレバ社が開発した次世代型の加圧水型炉（PWR）であり、完成すればこの炉型としては世界で初めてのものとなる。当初の計画では2009年の運転開始を予定していたが、訪問時点の見通しでは、2012年に原子炉に燃料を装荷し、2013年に運転を開始する見込みとのことであった。大幅に遅れている理由については、ヨーロッパで約20年ぶりの原子炉の新設であるため、関連作業の進行や部品の製造に際し、要求水準を満たすのに時間を要したためであるとしている。ただし、最近の進捗状況は順調とのことである。なお、現場労働力の質の低下や無理なスケジュールも原因との指摘もある。

3. スウェーデンの使用済燃料処分

(1) スウェーデンの実施体制

スウェーデンにおいても、フィンランドと同様に、原子力発電によって発生する使用済燃料は、再処理せずに高レベル放射性廃棄物として直接処分することとなっている。スウェーデンでは、1984年に制定された原子力活動法により、使用済燃料を安全な方法で処分する責任は、原子力発電事業者にあるとされており、必要となる研究開発、サイト選定などについて計画を策定し、実施することとされた。このため、それらの実施機関として、スウェーデン国内の原子力発電事業者4社は、共同出資により、スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社（SKB社）を設立している。使用済燃料は、フィンランドと同様に、外側が銅製、内側が鉄製の二重構造のキャニスタに封入され、結晶質岩に地層処分されること

とされている。

スウェーデン国内では、現在3か所（フォルスマルク、オスカーシャム、リングハルス）の原子力発電所が運転されている。それらから発生する使用済燃料は、現在、オスカーシャム自治体にある集中中間貯蔵施設（CLAB）に貯蔵されている。各地の原子力発電所からCLABまでは、運搬のための専用船「Sigyn」を利用して輸送されている³。

現在のところ、使用済燃料は、地下30メートルの深さのプールに30年程度貯蔵され、放射能を減衰させる方針が採られている。CLABは、既に許容量の半分程度が埋められており、現在、新たに3番目の貯蔵プールの建設が予定されているが、中間貯蔵のためのプールはこれが最後となる見込みである。

（2）スウェーデンの最終処分場選定の経緯

最終処分地の決定は、3段階で進められた。第1段階として、地質的に問題のない地点の所在する自治体に対して、施設の受入れが可能かどうかについて打診が行われた。その時点で可能とした8つの自治体（最終候補となったオスカーシャムとエストハンマルを含む）について、1993年から2000年までフィージビリティ調査が行われた。この過程では、住民投票により2つの自治体が受入れを拒否するということがあった。SKB社は、この原因について、住民に施設についての十分な知識がなかったため、住民は感情的にこのような施設に拒否反応を示したと分析している。その後、同社は住民への情報伝達に努力し、最終的にオスカーシャム、エストハンマル及びティーエルプの3つの自治体が詳細調査を受け入れる方向となったが、ティーエルプは直前になって拒否した。

第2段階として、2002年から2007年まで、オスカーシャムとエストハンマルについて、詳細調査が行われ、最終的に、2009年にエストハンマルが最適であるとの結論が出された。キャニスタ研究所、エスポ岩盤研究所等の最終処分関連施設があるオスカーシャムではなく、エストハンマルに決定したことについて、意外感を持って受け止められたようであるが、SKB社では、地下岩盤など技術的な理由から決定したことを説明している。

SKB社は、選定の最終段階として、2011年3月に政府に対し、最終処分場の建設許可を申請した。今後、監督官庁による検査、環境裁判所の判断を待って政府が2014年頃に最終決定を行う見込みとなっており、その時点でSKB社は、エストハンマル自治体に対し、最終判断を求めることになる。この時点までは受入れを拒否することも可能な仕組みとなっている。施設の建設は、2015年から建設を開始し、2025年から実験的な最終処分の開始を目指しているとのことであった。

（3）訪問施設の概要

ア キャニスタ研究所

今回は、最終処分場予定地であるエストハンマルではなく、最終処分関連の研究所が所在するオスカーシャムを訪問した。その中で、キャニスタ研究所は、使用済燃料をキ

³ 新しい船の建設が決定しており、2023年から運航開始する予定とのことであった。

キャニスタに封入する技術について、開発を行う施設であり、1998年に研究が開始された。使用済燃料は、鋳鉄製内筒を銅製のキャニスタに封入して、更に粘土で覆って、岩盤に処分することになる。キャニスタの強度は、最低500年間持つように設計されているとのことであった。また、地震はマグニチュード7.5まで安全であり、仮に、カプセルにひびが入っても粘土及び岩盤が放射能漏れを防ぐ設計となっているとのことであった。現在のところ使用を想定しているキャニスタの高さは4,835センチメートル、直径は1,050センチメートル、重さは使用済燃料の封入後で25トンとなっている。なお、キャニスタ関連の部品調達の際には、可能な限り地元の企業を優遇しているとのことである。

地球温暖化が処分地の岩盤等に悪影響を及ぼすのではないかと指摘に対しては、そのような影響は少なく、むしろ、将来的な氷河期の到来による氷河の重さの方がより懸念されるとのことであった。施設の危険性としては、隕石の衝突も検討すべきとする意見もあるが、仮にそのようなことがあれば、衝突自体の損害の方が大きいので、発生し得る災害として想定する意味はないとの説明があった。

イ エスポ岩盤研究所

エスポ岩盤研究所は、使用済燃料の地層処分に関する研究を行うため、1995年より研究を開始している。当地は、事前の地質調査で岩盤の状況が良かったこと、元タストリーパ鉱山があったことから選定された。また、CLABが近いので警備が厳しいとの安全管理上の好条件もあった。最終処分場はエストハンマルに決まったが、地質調査のリハーサルのための施設



(写真) エスポ岩盤研究所 キャニスタと埋設場所の模擬展示

として大きな意義があり、言わば最終処分施設のモデルであるとのことであった。研究所での成果は、エストハンマルでの施設を建設する際に活用されるとのことである。

4. 終わりに

今回訪問したフィンランド及びスウェーデンは、最終処分場建設に向けて順調に進んでいる。一方、我が国は、2001年に制定された特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律に基づき、処分実施主体として、原子力発電環境整備機構（NUMO）が設立され、NUMOは、地層処分施設建設地の選定に向けて、その設置可能性を調査する区域を全国の市町村から公募している。しかし、実績は応募後に取り下げた高知県東洋町の例のみである。

我が国では、2011年3月11日に発生した福島第一原子力発電所事故を受けて、原子力政策について、大きく見直そうとされており、原子力発電への依存を長期的に低減させていく方向で議論が進められている。また、我が国がこれまで採用してきた再処理についても、その再検討が行われようとしている。

しかし、仮に原子力発電による新規の発電を中止し、再処理政策を取りやめたとしても、我が国は長期間にわたって原子力発電を行ってきたため、高レベル放射性廃棄物は既に発生している。今後の原子力政策をどう見直すにしても、最終処分場の建設は避けて通れない課題であることを改めて認識したい。

【参考文献】

公益財団法人原子力環境整備促進・資金管理センター『諸外国における放射性廃棄物関連の施設・サイトについて』（2011年3月）

公益財団法人原子力環境整備促進・資金管理センター『諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について』（2011年2月）