



## 일본 정부의 ALPS 처리수 관련 현안과 처분 전망

이 원

한국원자력산업협회 미래전략실 과장



〈그림 1〉 다핵종제거설비 (Advanced liquid processing system, ALPS)

(출처: 일본 경제산업성 자원에너지청 홈페이지)

**도**쿄전력 후쿠시마 제1원자력발전소(이하 후쿠시마 제1원전) 다핵종제거설비 처리수(이하 ALPS 처리수) 처분에 대한 시민 의견수렴 활동이 지난 7월 31일 종료되었다. 총 다섯 차례의 관계자 의견 공청회에서 지역사회 부흥을 위한 처리수 처분 방안 논의가 일어난 가운데, 아직도 일본 정부는 처리수를 재정화하여 바다로 흘려보내는 방안을 검토하고 있다.

동일본대지진 발생 후 2년이 지난 2013년까지는 기술적인 한계로 인하여 오염수로부터 세슘 등 방사성동위원소를 제거할 수 없었다. 따라서 당시 기술로 처리할 수 없었던 고농도 오염수를 탱크

에 저장하여 오염을 최소화하고자 하였다. 2013년 ALPS 가동 이후에는 삼중수소를 포함한 62종의 방사성동위원소가 남아있는 ALPS 처리수를 별도 탱크에서 관리할 수 있게 되었다.

2020년 3월까지 발생한 ALPS 처리수는 109만 8,700m<sup>3</sup>에 달한다. 도쿄전력이 발표한 내용에 따르면 연말까지 보관용 탱크를 증설한다고 하더라도 2022년 여름에는 모든 탱크가 가득찰 것으로 예상되어, 정부 차원의 처분방안 마련이 시급하다. 이에 따라 일본 정부는 ‘ALPS 취급에 대한 소위원회’(이하 소위원회)의 보고서와 국제원자력기구(IAEA)의 검토의견을 토대로 관계자 의견 공청



〈IAEA의 후쿠시마 처리수 관리에 대한 권고의견〉

- ① 처리수 내 삼중수소 및 다른 핵종의 재처리 안전성을 고려하여 모든 이해관계자의 의견을 수렴하여 빠르게 진행되어야 하며, 지속가능한 해체작업과 위험 저감 조치가 필수적이다.
- ② 도쿄전력은 처리수 배출에 의한 환경영향분석 등 구체적인 자료를 통해 일본원자력규제위원회의 가이드라인에 따라 일본 정부에서 제시한 처리수 방출 방안을 준비해야 하며, 이는 작업종사자 및 일반 국민의 방사선 안전 측면에서의 이해를 돕는 데에 활용되어야 한다.
- ③ IAEA 검토팀은 일본 정부가 선택한 배출방식의 적용을 적극적으로 지원할 것이다.
- ④ 국제연합과학위원회(UNSCEAR)의 계산모형을 활용하여 방출 허가 신청 전에 사전 선량평가를 추가적으로 시행해야 한다.

회를 통한 시민 의견수렴 활동을 실시하였다.

자원에너지청이 지역주민 및 이해관계자의 의견 청취를 순차적으로 시행하기 위하여 개최한 제1차 관계자 의견 공청회에서 노자키 아키라(野崎 哲) 후쿠시마현 어업협동조합연합회 회장은 “지역의 해양에서 자란 어패류를 어획하는 것을 생업으로 삼고 있는 사람으로서 해양 방출에 단호하게 반대하며, 탱크를 활용하여 엄중하게 육상보관 할 것”을 요구하였다.

이에 앞서 후쿠시마현 내 시정촌의 59개 의회 가운데 19개 의회가 해양 방출에 반대하거나 신중한 대응을 요구하는 의견서를 가결하였고, 3월 17일 나미에 정 의회에서는 해양 방출에 반대하는 결의안을 만장일치로 통과시켰다. 처리수 처분 방안에 대해 지방 의회에서 반대 결의가 채택된 것은 처음으로, 의회는 소위원회의 보고서가 어업재개 노력에 찬물을 끼얹는 판단이고 지역주민의 정서를 무시하고 피해자에게 추가적인 고통을 강요하는 것이라며 비판의 날을 세웠다. 아직도 행정구역의 80%가 귀환곤란구역으로 지정되어 있는

나미에 정 의회는 어업의 전면 재개를 앞둔 시기에 처리수 보관용량이 한계에 도달했다는 이유로 안일하게 해양 방출을 시행한다면, 더욱 더 큰 피해를 초래할 것이라며 처리수에서 삼중수소를 제거할 수 있는 기술 개발을 서두를 것을 호소하였다.

한편 자원에너지청은 코로나19의 확산에 따른 비상사태 선언 이후 의견청취 과정을 줄속으로 추진한다는 비판을 받고 있다. 시민의 의견을 오직 서면으로 접수를 받고 있으며, 소위원회의 보고서에 따른 의사결정이라는 이유로 수증기 방출과 해양 방출의 양자택일을 강요하며 지상보관 또는 유리화를 통한 영구처분 등 다양한 대안의견을 거부하고 있다. 더욱이 해양 방출은 해양 오염의 방지를 목적으로 체결된 런던협약(London Dumping Convention)에 위배되는 결정으로, 처리수를 지상에서 보관할 수 있음에도 불구하고 해양에 방출하는 것은 국제 사회의 이해를 쉽게 얻을 수 없을 것이라는 내부 비판도 불거지고 있다.

한편, 미국 우즈 홀 해양연구소(Woods Hole

〈표 1〉 후쿠시마 제1원전 처리수 내 핵종 농도 (2020. 3. 31. 기준) (출처: 도쿄전력 후쿠시마 처리수 포털)

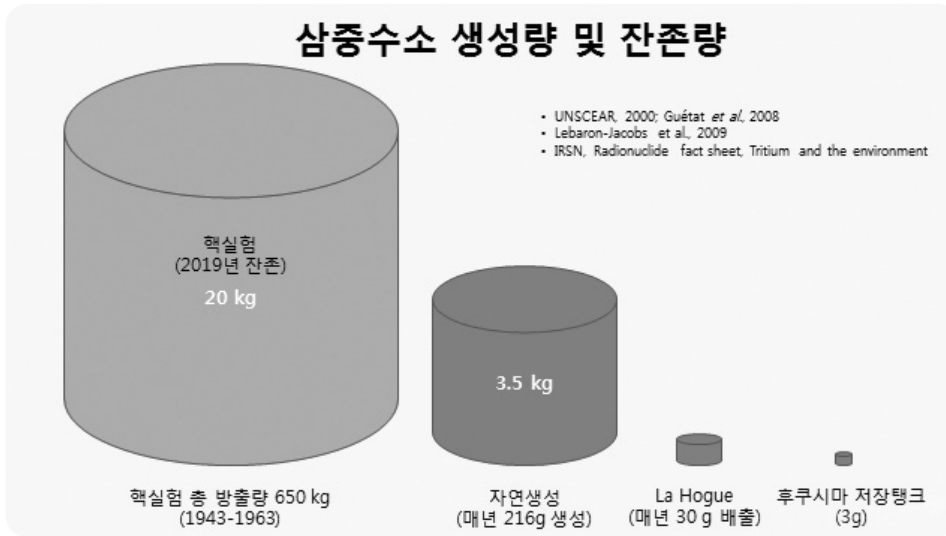
핵종	처리수 검출 농도 (단위 : Bq/L)	일본 방류 허용기준 (단위 : Bq/L)	국제 식품 허용기준 (단위 : Bq/kg)	반감기 (단위 : 년)
<sup>137</sup> Cs (세슘-137)	0.132	90	100	30.0
<sup>134</sup> Cs (세슘-134)	0.193	60	100	2.06
<sup>60</sup> Co (코발트-60)	0.661	200	1,000	5.27
<sup>125</sup> Sb (안티모니-125)	0.442	800	1,000	2.77
<sup>106</sup> Ru (루테튬-106)	1.200	100	100	1.01
<sup>90</sup> Sr (스트론튬-90)	0.09	30	100	29.1
<sup>129</sup> I (아이오딘-129)	0.181	9	100	16,000
<sup>3</sup> H (삼중수소)	703,000	60,000	10,000	12.35

Oceanographic Institution)의 켄 부셀러(Ken Buesseler) 박사는 ‘Science’에 기고한 ‘Opening the floodgates at Fukushima’에서 “삼중수소는 반감기가 비교적 짧은 데다 해양생물이나 해저 퇴적물에 의해 쉽게 흡수되지 않고, 베타 방사선을 방출하기 때문에 문제가 적은 편”이라 말하며 “처리수를 시간이 해결해줄 수 있을 것”이라는 의견을 제시하였다.

이어 부셀러 박사는 “삼중수소의 반감기가 12.35년이니, 60년 동안 보관한다면 전체 삼중수소 중 97%가 붕괴할 것”이라 주장하며 “향후 60년 동안 처리수 저장량이 현재의 4배 수준으로 증가하겠지만 처리수 보관 탱크를 후쿠시마 제1원전 외부 주변 지역까지 확장 설치하여 보관한다면 문제가 없을 것”이라며 탱크 확장 설치를 제안하였

다. 또한, 2018년에서야 도쿄전력이 발표한 자료에서 확인된 처리수 내 코발트-60, 스트론튬-90, 루테튬-106 등 다양한 핵종의 존재에 대해서도 언급하며, 이들이 삼중수소를 포함한 다른 핵종들에 비해 해저 퇴적물에 쉽게 흡수되고 생물농축지수가 높기 때문에 일본 정부와 도쿄전력의 투명한 재처리 계획과 2차 처리수에 대한 정보 공개가 필요하다고 강조하였다.

또한 그는 지상과 지하에서 후쿠시마 해안으로 오염물질들이 끊임없이 밀려들고 있지만, 2015년 중반 이후부터는 후쿠시마 근해에서 잡힌 어떠한 생선에서도 기준치 이상의 세슘이 측정되지 않고 있다는 점에 대해서는 합리적 의심을 하지 않을 수 없다는 점을 강조하면서, 반드시 지역 어민과 전문가가 참여하여 인근 해양에서 해수, 해양



〈그림 2〉 삼중수소 생성량 및 잔존량

〈표 2〉 국가별 식품 내 삼중수소 농도 제한치 (출처: 「トリチウムの環境動態及び測定技術」, 柿内秀樹 / 日本原子力学会誌 Vol.60 No.9 (2018))

구 분	유럽연합 (EU)	미국	캐나다	스위스	WHO	핀란드	일본 <sup>1)</sup>	호주
식품·식수 삼중수소 농도 제한 (Bq/L)	100	740	7,000	10,000	10,000	30,000	60,000	76,103

1) 일본은 식품·식수에 대한 삼중수소 규제기준은 없으나, 방류 허용기준을 마련하여 관리 중

생물, 해저 퇴적물 모니터링을 장기적인 관점에서 진행할 필요가 있다고 말했다.

한편 국내 전문가들은 해양방출에 대하여 ‘문제없다’고 입을 모았다. 일본이 해양에 방출하려는 삼중수소의 양을 계산한 정용훈 KAIST 교수는 “ALPS 처리수 100만 톤에 들어있는 삼중수소는 3g 정도”라며 “우주방사선 중 대기권을 뚫고 지구로 들어오면서 생성되는 자연계 삼중수소량이 매년 200g이 넘고, 매년 자연으로부터 생성된 삼중수소는 지구 바다에 3.5kg 정도 존재한다”면서 후쿠시마 제1원전에서 발생한 삼중수소의 양이 미미

한 수준이라고 설명하였다.

이어 정용훈 교수는 “1960년대 핵실험을 통해 대기권에 쏟아져 나온 삼중수소는 650kg 정도”라고 추정했으며 “80년이 지난 지금 절대적인 양은 많이 줄어들었지만, 여전히 20kg 정도가 바다와 대기권에 남아있기 때문에 문제가 있었다면 60년대에 태어난 사람들이 부작용을 경험했을 것”이라고 말했다.

현재 후쿠시마의 처리수 방류 기준에 따른 삼중수소 농도 제한은 60,000Bq/L이다. 〈표 2〉에서 확인되는 바와 같이 그 기준은 국가마다 다르지



〈그림 3〉 후쿠시마 제1원전 ALPS 처리수 탱크 배치도 (출처: 다핵종제거설비 등 처리수 취급에 관한 소위원회 제13회 회의 자료)

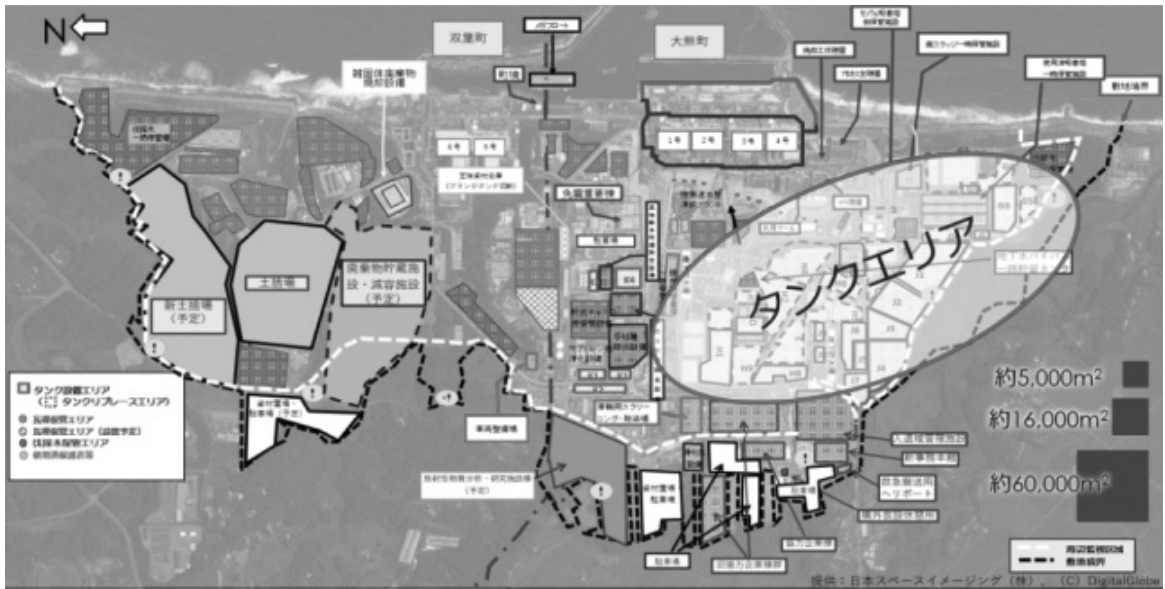
만, 호주에서는 식수에 리터 당 76,100Bq이 허용된다는 점을 고려한다면 삼중수소 농도를 제한농도 미만으로 유지할 수 있다는 가정 하에 일본 정부가 바다에 방류한 물을 매일 2L씩 1년 내내 마셨을 경우에도 연 피폭선량 1mSv를 초과하지 않는 0.8mSv 수준이 된다고 한다.

현재 후쿠시마 처리수 탱크에 저장되어 있는 삼중수소의 총량은 약 860조Bq 수준으로 예상되며, 도쿄전력은 재처리 이후 향후 30~40년 간 이를 희석하여 배출할 계획을 가지고 있다. 도쿄전력의 계획대로 해양방출을 추진하는 경우, 매년 방출하는 삼중수소는 27조~106조Bq로, 일본 원자력안전위원회가 정한 지침에 따른 '해양 방출 관리 목

표치'인 연간 22조Bq은 초과할 것으로 보인다.

2013년 3월부터 부지 남쪽 숲을 정비하여 처리수 저장 탱크를 계속 증설하고 있다. 그러나 부지 북측 지역에 폐기물 저장시설과 오염된 토사를 관리하는 시설을 건설할 계획으로 인해 후쿠시마 제1원전 내부에 처리수 저장 탱크를 건설할 수 있는 용지는 한계에 다다르고 있는 실정이다.

향후 처리수 보관 탱크를 증설할 여지가 없는 것은 아니지만, 후쿠시마 제1원전의 해체작업이 추진됨에 따라 사용후핵연료 건식 캐스크 보관시설과 연료잔여물 보관시설이 약 81,000㎡의 부지가 필요하고 추가적으로 그 수요가 계속해서 발생할 것으로 예측되어 처리수 보관 탱크 증설은 어려움



〈그림 4〉 후쿠시마 제1원전 부지 배치도 (출처: 다핵종제거설비 등 처리수 취급에 관한 소위원회 설명·공청회자료)

이 예상된다.

따라서 후쿠시마 제1원전 부지 외부로 ALPS 처리수를 운송하여 보관하는 방안도 고려되고 있으나, 운송방법 및 경로 확정을 위한 규제기준 검토 등 현안이 쌓여있고, ALPS 처리수의 수용으로

인한 인근 지역자치단체와의 사회, 정치적 분쟁이 발생할 가능성이 높다는 점이 큰 문제가 되고 있다. 앞으로 포스트 아베 총리 시대에 들어선 일본이 어떠한 결정을 내릴지 그 귀추가 주목된다.

**KIIF**

[참고자료]

- 안전·안심을第一に取り組む,福島の“汚染水”対策②「トリチウム」とはいったい何? (자원에너지청, 2018. 11. 22)
- 안전·안심을第一に取り組む,福島の“汚染水”対策④ 放射性物質の規制基準はどうなっているの? (자원에너지청, 2019. 1. 18.)
- 안전·안심을第一に取り組む,福島の“汚染水”対策⑤ ALPS処理水の貯蔵の今とこれから (자원에너지청, 2019. 10. 4)
- 福島第一原発の汚染処理水の海洋放出の知られざるリスク「サンデーモーニング」が指摘した“不都合な真実” (야후일본뉴스, 2020. 3. 9.)
- 汚染水問題の行方は? 事故10年目の福島第一原発 (도쿄신문, 2020. 3. 18.)
- 福島第一原発の処理水, 海洋放出時の拡散予測 (아사히신문, 2020. 3. 25.)
- なぜ福島市の市町村議会は原発処理水海洋放出に反対しているのか (마이니치신문, 2020. 7. 5.)
- 후쿠시마 오염수 바다 방류...아무 일 안 일어난다? (헬로디디, 2020. 7. 24.)