

ALPS 처리수 방류: 안전성 확보 및 폐로를 향한 토대 마련

2023년 8월, 도쿄전력홀딩스의 후쿠시마 제1 원자력발전소에서 ‘다핵종제거설비(ALPS) 처리수’가 바다로 방류되었습니다. 도쿄전력홀딩스는 2011년 3월 11일 동일본 대지진으로 인해 발생한 사고 이후 폐로와 경영 재건 작업에 노력을 기울여 왔습니다. 프로세스는 철저한 안전 관리와 제3 기관과의 파트너십을 통해 안전을 최우선에 두고 진행되고 있습니다. 방류의 이유는 무엇이며, 그 이후에는 어떤 미래를 그려 볼 수 있을까요?

2011년 3월 11일 동일본 대지진 직후 발생한 도쿄전력 후쿠시마 제1 원자력발전소 사고 이후, 도쿄전력은 사전 해체 작업을 진행하여 지역민과 환경을 위협하는 방사성 물질의 위험을 경감시켜 왔습니

다. 이러한 노력은 이제 중요한 전환점을 맞고 있습니다. 주변 해역의 방사성 물질 농도가 상당히 감소했고, 부지 경계에서 측정된 공기중 방사선량 역시 마찬가지로 감소했습니다. 사고 당시에는 방호

복을 착용하지 않으면 현장 출입이 불가능했지만, 현재는 작업 시 일반 작업복을 착용할 수 있는 지역이 약 96%에 달합니다.

폐로 과정에 처음부터 참여해 온 도쿄대학 대학원 공학계연구과 원자력전공 오카모토 고지(岡本孝司) 교수는 “이제부터 가장 큰 과제는 원자로 내부에서 용융된 연료와 응고된 원자로 물질이 혼합된 ‘연료 데브리(잔해)’를 회수하는 것입니다.”라고 강조했습니다. 그 과정에서 연료 데브리 회수는 가장 어려운 과제에 속하지만, 오카모토 교수는 “해체 작업을 더 진행하려면 이 난관을 극복해야 합니다”라고 단언합니다.

작업은 이토록 어렵지만, ALPS 처리수를 바다로 방류하는 것은 필수적으로 거쳐야만 하는 작업이기에 2023년 8월에 방류가 시작되었습니다. ALPS 처리수는 후쿠시마 제1 원전 건물 내부에 존재하는 방사성 물질이 포함된 물이며, 삼중수소(트리튬)를 제외한 모든 방사성 물질을 안전기준을 만족할 때까지 다핵종제거설비로 정화

처리한 것입니다. 현장에서 ALPS 처리수를 저장하는 탱크는 규모가 크고 그 수는 이미 1,000 개를 넘어설 정도로 증가했습니다. 해체 작업을 안전하게 진행하려면 탱크가 차지하는 공간을 비워 새로운 시설을 건설할 공간을 확보해야 합니다. 이런 이유로 ALPS 처리수를 배출하여 탱크 수를 줄여가는 작업을 진행해야 했습니다.

ALPS 처리수는 안전 관리와 모니터링을 철저하게 거친 후 방류됩니다. 삼중수소를 제외하고는 방사성 물질을 모두 ALPS에서 정화하여 규제 기준을 충족하게 만듭니다. 그리고 삼중수소 함량 또한 안전기준을 충분히 만족시키기 위해 해수로 희석해 방류하는 방식으로 농도를 낮추고 있으며 삼중수소의 농도는 최종적으로 세계보건기구(WHO) 음용 기준의 약 7분의 1 수준인 1,500 Bq(베크렐)/L 이하가 됩니다.

방사성 물질이 환경과 사람에 미치는 영향을 연구하는 영국 포츠머스 대학교 환경과학과의 짐 스미스

(Jim Smith) 교수는 “일본은 사람과 환경에 대한 방사선량을 극도로 낮추기 위해 엄청난 노력을 기울여 왔습니다.”라고 설명합니다. “방류는 30년에 걸쳐 수행될 예정이며, 이는 안전기준을 엄격하게 준수하는 데 필요한 기간보다 훨씬 더 오랜 기간입니다. 연 단위로 인간과 환경에 피폭되는 방사선량이 거의 없다는 것을 의미합니다.”

일본은 방류에 앞서 ALPS 처리수가 방류 기준을 만족하는지 철저히 확인하는 한편, 방류 시작 전후에 주변 해수와 수산물의 삼중수소 및 기타 핵종 농도를 모니터링하여 그 결과를 인터넷에 공표하고 있습니다. * 국제원자력기구(IAEA)는 후쿠시마 제1 원자력발전소 부지 내에 사무실을 설치하고 현장 인력을 배치하는 것 외에도 지금껏 실시해 왔던 모니터링을 앞으로도 계속 진행할 예정이며 배출 안전성도 끊임없이 검토하여 투명성을 더 확실하게 보장하려고 합니다.

시스템은 이처럼 세세하고 명확하게 마련되어 있으며 첫 번째 방류량 약 7,800 m³을 시작으로 방류는 2023년 8월 24일부터 9월 11일까지 전면 시행되었습니다. 모니터링을 통해 확인된 삼중수소의 농도는 규제 기준보다 훨씬 낮았습니다. 오카모토 교수는 “배출이 안



위: ALPS 처리수가 담긴 저장 탱크가 후쿠시마 제1 원자력발전소 부지에 늘어서 있습니다. 처리수를 바다로 방류해 탱크 수를 줄이면 추가 폐로 작업에 필요한 시설을 구축하는 작업이 가능해집니다. * 아래: 오카모토 고지 교수는 2004년부터 도쿄 대학 대학원 공학계연구과 원자력전공에 재직하고 있습니다. 오카모토 교수는 해체에 관한 연구를 수행하며 정기적으로 후쿠시마 제1 원전을 방문하여 현장에서 직면한 문제에 대해 토론하고 조언합니다. 2018년부터 일본원자력연구개발기구·폐로환경국제공동연구센터 소장 겸직하고 있습니다.

전하게 수행되었다는 사실은 연료 데브리 회수의 토대를 마련한다는 측면에서 아주 큰 진전을 이뤄냈다는 점을 시사합니다.”라고 강조했습니다. 일본은 안전을 최우선에 두고 ALPS 처리수 배출 및 폐로 작업을 단계적으로 진행하여 사람과 환경을 보호하려고 합니다. ●



도쿄전력은 후쿠시마 제1 원자력발전소(중앙)에서 ALPS 처리수를 바다로 방류하기 시작했습니다. 폐로 작업은 안전을 최우선에 두고 신중하게 진행해 오고 있습니다. THE ASAHI SHIMBUN COMPANY/JIJI PRESS PHOTO



좌측: 2023년 8월 22일, 후쿠시마 제1 원자력발전소에서 첫 번째 방류에 앞서 ALPS로 처리하고 해수로 희석한 물의 샘플링을 바라보고 있는 IAEA 직원. 지난 7월, IAEA는 ALPS 처리수의 안전성 검토에 관한 종합 보고서를 발표하면서 일본의 해양 방류 접근 방식과 활동이 “관련 국제 안전 기준에 부합한다”는 결론과 함께 방류 자체로는 “사람과 환경의 방사능 피폭에 끼치는 영향이 미미하여 무시할 수 있는 수준”이라는 의견을 내놓았습니다. TEPCO/AFP/APLO 우측: 영국 포츠머스 대학교의 짐 스미스 교수는 체르노빌과 후쿠시마 원전 사고가 사람과 환경에 미치는 영향을 오랫동안 연구해 온 환경학자입니다. SAM SHAW

* ALPS 처리수 모니터링에 대한 자세한 내용은 다음 링크에서 확인해 주시기 바랍니다. 수산청 <https://www.jfa.maff.go.jp/e/inspection/index.html> 환경청 <https://shorisui-monitoring.env.go.jp/en/> 원자력규제위원회 <https://radioactivity.nra.go.jp/en/list/309/list-1.html> 경제산업성 https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/english/shirou_alps/monitoring/