

# Risk From Spent Nuclear Reactor Fuel Is Greater in U.S. Than in Japan, Study Says

사용 후 핵연료로 인한 피해 규모, 사고 발생시 일본보다 미국이 더욱 막대할 것으로 예상

The threat of a catastrophic release of radioactive materials from a spent fuel pool at Japan's Fukushima Daiichi plant is dwarfed by the risk posed by such pools in the United States, which are typically filled with far more radioactive material, according to a study released on Tuesday by a nonprofit institute.

The report, from the Institute for Policy Studies, recommends that the United States transfer most of the nation's spent nuclear fuel from pools filled with cooling water to dry sealed steel casks to limit the risk of an accident resulting from an earthquake, terrorism or other event.

"The largest concentrations of radioactivity on the planet will remain in storage at U.S. reactor sites for the indefinite future," the report's author, Robert Alvarez, a senior scholar at the institute, wrote. "In protecting America from nuclear

일본 후쿠시마 다이이치 원전의 사용 후 핵연료 연료 저장조에서 누출된 방사성 물질의 규모는, 이에 비해서 훨씬 더 오염도가 높은 물질들로 가득차 있는 미국의 연료 저장조(spent fuel pool)의 규모에 비해서는 아무것도 아니라는 연구결과가 한 비영리 연구소에 의해서 발표되었다.

미 국립정책연구대학원(Institute for Policy Studies)의 리포트에 따르면, 미국의 경우 사용후핵연료의 대부분을 냉각수로 채워진 연료저장조에서 물을 사용하지 않는 밀폐 철제 통으로 옮겨서 지진, 테러 등과 같은 위협으로부터 보호하려 하고 있다고 한다.

"지구상에서 가장 응축된 방사성 물질이 미국의 원자로 현장에 아무런 기약 없이 잠들고 있는 셈이다. 미국을 원자력 참사로부터 보호하고 높은 수치의 방사성을 제거하여 사용후핵연료를 안전하게 보관하기 위해서는 만원상태인 연료저장조는 공공의 안전을 위해서는 최우선적

catastrophe, safely securing the spent fuel by eliminating highly radioactive, crowded pools should be a public safety priority of the highest degree.”

At one plant that is a near twin of the Fukushima units, Vermont Yankee on the border of Massachusetts and Vermont, the spent fuel in a pool at the solitary reactor exceeds the inventory in all four of the damaged Fukushima reactors combined, the report notes.

After a March 11 earthquake and tsunami hit the Japanese plant, United States officials urged Americans to stay at least 50 miles away, citing the possibility of a major release of radioactive materials from the pool at Unit 4. The warning has reinvigorated debate about the safety of the far more crowded fuel pools at American nuclear plants.

Adding to concern, President Obama canceled a plan for a repository at Yucca Mountain in the Nevada desert last year, making it likely that the spent fuel will accumulate at the nation’s reactors for years to come.

The Nuclear Regulatory Commission maintains that both pool and cask storage are safe, although it

으로 고려되어야 할 현안이라고 할 수 있다.”라고 리포트의 작성자인 Robert Alvarez 상임 교수는 말한다.

후쿠시마 원전의 쌍둥이라고 할 수 있는 매사추세츠 주와 버몬트 주의 경계선에 위치하고 있는 Vermont Yankee 원자력 발전소의 경우, 단일 원자로의 연료저장조에 저장된 사용 후 핵연료의 저장량이 손상된 4대의 후쿠시마 원전의 저장량을 넘어선다고 리포트는 지적했다.

3월 11일에 발생한 지진과 지진해일이 후쿠시마 원전을 강타한 후, 미 정부 관계자들은 원전 4호기의 연료저장소에서 막대한 양의 방사성 물질이 누출되었을 가능성을 언급하면서, 현지에 거주하고 있는 자국민들에게 피해 지역으로부터 최소한 50마일 이상은 떨어지도록 지시했다. 이러한 상황들은 일본의 그것에 비해서 훨씬 더 밀집 상태에 있는 미국의 연료저장조는 과연 안전한가에 대한 논란을 다시금 부추겼다.

여기에 더해서, 오바마 미 대통령이 네바다 주의 사막 지대에 위치한 Yucca Mountain에 들어서기로 예정되어 있던 핵 폐기물 저장소 계획을 철회함으로써 인해서 미국의 사용후핵연료는 향후 수년간은 연료저장조에 축적되어 질 수 밖에 없을 것으로 보인다.

미국 원자력 규제 위원회는 연료저장조와 밀폐 철제 통들 다 안전에 문제가 없다는 입장을 고수하면서도 후쿠

plans to re-examine the pool issue in light of events at Fukushima.

Nearly all American reactors, especially the older ones, have far more spent fuel on hand than was anticipated when they were designed, Mr. Alvarez, a former senior adviser at the Department of Energy, wrote.

In general, the plants with the largest inventories are the older ones with multiple reactors. By Mr. Alvarez's calculation, the largest amount of spent fuel is at the Millstone Point plant in Waterford, Conn., where two reactors are still operating and one is retired. The second-biggest is at the Palo Verde complex in Wintersburg, Ariz., the largest nuclear power plant in the United States, with three reactors.

Companies that run reactors are generally reluctant to say how much spent fuel they have on hand, citing security concerns. But Mr. Alvarez, drawing from the environmental impact statement for the proposed repository at Yucca Mountain, estimated the amount of radioactive material at all of the nation's reactors.

In the 1960s, when most of the 104 reactors operating today were conceived, reactor

시마 원전 사태를 계기로 연료저장조의 안전에 대한 논란을 재검토하기로 계획하고 있다.

거의 모든 미국의 원자로가 설계 당시 예상한 사용 후 핵연료 저장량을 훨씬 웃도는 양을 저장하고 있고, 이는 구형 모델의 경우 특히 더욱 그러하다고 미 에너지부의 전 상임 상담역인 Alvarez씨는 말한다.

일반적으로 가장 큰 저장량을 보이고 있는 원전은 복합 원자로로 설계된 구형 모델들이다. Alvarez씨의 조사에 의하면 총 3기의 원자로 중 2기가 가동중인 코네티컷 주의 Waterford에 위치한 Millstone Point 발전소에 가장 많은 양의 사용후핵연료가 저장되어있다고 한다. 두 번째로 많은 양은 총 3기의 원자로로 구성된, 미국 최대 규모의 원전인 아리조나 주 Wintersburg에 위치한 Palo Verde 단지에 저장되어 있다고 한다.

원전을 운영하고 있는 기업들은 보안을 이유로 자사의 원전이 저장하고 있는 사용 후 핵연료의 양을 공개하기를 꺼려하고 있다. 그러나 Alvarez씨는 Yucca Mountain 핵 폐기물 저장소 계획 진행시에 발표된 환경 영향 평가서를 토대로 전국의 원전에 저장되어있는 방사성 물질 총량의 추정치를 산출하였다.

미국에 현존하는 104기의 원자로의 대부분이 첫 가동을 시작한 1960년대 당시에 원자로 제조 회사들은 핵연료가

manufacturers assumed that the fuel would be trucked away to factories for reprocessing to recover uranium. But reprocessing proved a commercial flop and was banned in the United States in the 1970s out of concerns that the plutonium could find its way into weapons worldwide.

Today roughly 75 percent of the nation's spent nuclear fuel is stored in pools, the report said, citing data from the Nuclear Energy Institute. About 25 percent is stored in dry casks, or sealed steel containers within a concrete enclosure. The fuel is cooled by the natural flow of air around the steel container.

But spent fuel is transferred to dry casks only when reactor pools are nearly completely full. The report recommends instead that all spent nuclear fuel older than five years be stored in the casks. It estimated that the effort would take 10 years and cost \$3.5 billion to \$7 billion.

“With a price tag of as much as \$7 billion, the cost of fixing America's nuclear vulnerabilities may sound high, specially given the heated budget debate occurring in Washington,” Mr. Alvarez wrote. “But the price of doing too little is incalculable.”

사용 후 다시 공장으로 옮겨져서 우라늄으로 재처리될 것으로 판단하였다. 그러나 이러한 재처리는 상업적으로 실패하였고, 미국에서는 1970년대에 플루토늄이 무기화 될 우려가 있다고 판단되어서 금지되었다.

원자력 에너지 연구소의 자료 리포트에 따르면 현재 대략 75%의 사용 후 핵연료가 연료저장조에 저장되어 있으며, 나머지 25%는 건조 저장통이나 밀폐 철제 컨테이너에 담겨진 상태로 다시금 콘크리트에 밀봉된 상태로 보관되어 있다고 한다. 연료는 철제 컨테이너 주변의 자연풍으로 냉각된다.

하지만 사용 후 핵연료가 건조 저장통으로 옮겨지는 것은 연료저장조가 거의 만원상태가 되었을 때 뿐이다.

리포트는 5년 이상 저장된 사용후 핵 연료들은 모두 건조 저장통에 저장되는 것을 권장하고 있으며, 이를 위해서는 약 10년의 기간과 35~70억 원의 비용이 필요할 것으로 추산했다.

“워싱턴에서 벌어지고 있는 예산 관련 논쟁으로 미루어 보았을 때, 미국 원전 사업의 체질개선을 위해서 70억 원이 소요된다는 사실은 지나치게 비싼 것처럼 보일 수도 있다. 그러나 이를 소홀히 했을 경우 벌어질 수 있는 참사를 생각한다면 이는 전혀 비싼 것이 아니다.”라고 Alvarez 씨는 말한다.

The casks are not viewed as a replacement for a permanent disposal site, but as an interim solution that would last for decades.

The security of spent fuel pools also drew new attention after the attacks of Sept. 11, 2001, partly because one of the planes hijacked by terrorists flew down the Hudson River, over the Indian Point nuclear complex in Westchester County, before crashing into the World Trade Center in Manhattan.

Indian Point has pressurized water reactors with containment domes, but its spent fuel pools are outside the domes. The pools themselves are designed to withstand earthquakes and other challenges, but the surrounding buildings are not nearly as strong as those that house the reactors.

In a 2005 study ordered by Congress, the National Academy of Sciences also concluded that the pools were a credible target for terrorist attack and that consideration should be given to moving some fuel to dry casks.

저장통은 핵폐기장의 대안이 될 수는 없지만, 향후 수십년 간은 유효한 대안이 될 수는 있다고 평가받고 있다.

연료저장조의 보안 문제도 2001년 9월 11일의 테러 이후로 큰 관심을 모으고 있다. 실제로 여객기 중 한 대는 맨해튼 시의 세계무역센터에 충돌하기에 앞서서 Hudson 강가에 위치한 Westchester County의 Indian Point 원자력 단지 위를 비행한 것으로 알려져 있다.

Indian Point에는 가압중수형 원자로가 있으며 이는 차단 돔으로 둘러싸여 있기는 하지만, 연료저장조는 돔 외부에 위치하고 있다. 연료저장조는 지진과 같은 자연 재해에는 견딜 수 있도록 설계되었지만, 원자로만큼은 견고하게 만들어지지 않았다.

2005년 미 국회의 의뢰로 진행된 National Academy of Sciences의 한 연구결과에 따르면 연료저장조는 매우 높은 테러위협에 노출되어 있으며, 이를 예방하기 위해서는 일부 사용 후 핵연료를 건조통으로 옮기는 것이 재고되어야 한다고 한다. KEA