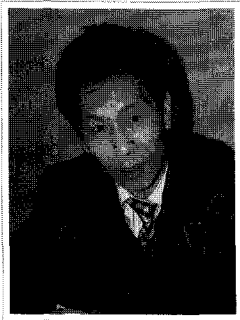


원전 연료 사이클 시설 日本原燃(주)

2010년 16~18기 원전에 재처리연료 MOX 공급

천근영

<에너지경제신문> 부국장 / 원자력 전력·전문기자



원전 가동 기수 55기, 발전 용량 4만9580MW, 점유율 약 29%. 미국 프랑스에 이어 세계 3위 원전 대국 일본의 원자력 발전 이력이다. 더 있다. 현재 3기 2565MW를 추가로 건설하고 있고, 계획 중에 있는 설비도 11기 1만495만MW이다.

부러운 것은 사용후연료 재처리 시설을 갖추고 있고, 재처리한 플루토늄을 재활용할 수 있는 설비와

기술을 보유하고 있다는 사실이다.

우리가 원전 소내 수조에 보관하고 있는 사용후연료 처리 처분에 대한 정책조차 세우지 못한 채 겨우 중저준위 방사성폐기물 관리 시설을 짓고 있는 것과 비교할 때 앞서도 한참 앞서 있다.

고준위 폐기물 처리 처분을 위한 공론화를 목전에 두고 있는 시점에서 전후행 연료 주기를 완결한 일본의 재처리 시설을 돌아본 것은 그 자체로도 의미가 있다. 왜, 우리가 가야 할 길이니까.

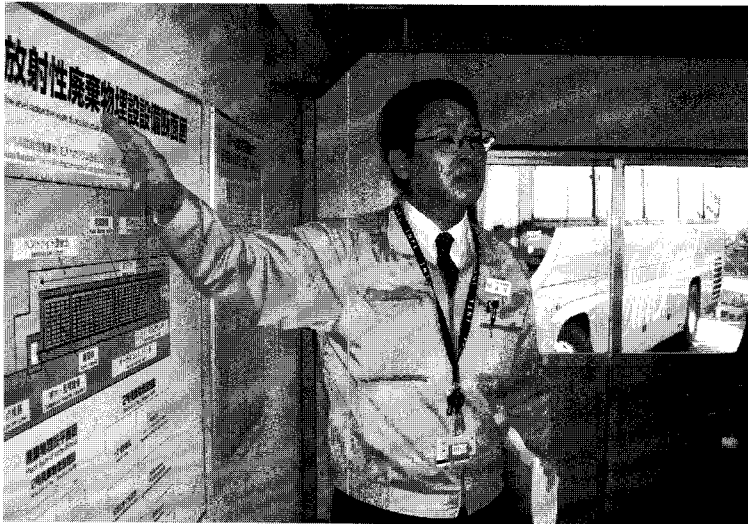
2008년 11월 19일, 기자가 에너지 전문지 기자단의 일원으로 일본 북단 아오모리현 로카쇼무라(여섯 개 마을이라는 뜻)에 있는 일본원연을 찾았을 때는 첫 눈이 내렸다. 전날부터 잔뜩 찌푸려 있던 하늘이

열려 길가에 줄지어 늘어선 삼나무 잎에 하얗게 내려앉았다.

몇 년 전 방사성폐기물 처분 시설 후보지 선정 문제로 전국이 어수선한 때 이곳을 찾았던 기자의 눈에 제일 먼저 들어온 것은 멀리 보이는 거대한 프로펠러 모양의 풍력 발전기였다. 그 때는 드문드문 몇 기만이 뿔뿔하게 꽃혀 있었는데, 이제는 제법 개수를 헤아릴 수 있을 정도로 늘어나 있었다.

시찰 기간 내내 기자단을 안내한 일본원연 홍보부 아카사카 다케시 부장은 “현재 78기로 풍력과 지열을 이용해 전력을 생산 중”이라고 말했다.

생산 전력이야 별거 아니지만 친환경의 대표 주자격인 원자력과 풍력이 섞여있는 풍광은 하얀 눈꽃과 어우러져 눈요기 거리로는 충분했



일본원연 아카사카 다케시 홍보부장이 시설을 설명하고 있다.

다. 다들 그렇게 느꼈는지 여기저기서 차창 밖으로 카메라 파인더를 들이대고 연신 셔터를 눌러댔다.

풍력 발전기가 건물에 가려 시야에서 사라질 무렵 도착한 일본원연 본부.

시찰 전부터 원자력문화재단 관계자를 통해 '질의서를 보내 달라', '언제 기사가 나가느냐', '휴대하는 전자 제품이 무엇이나'며 까다롭기 그지없더니, 아니나 다를까 입구에서부터 가는 곳마다 철저하게 여권을 검사하는 것은 물론이고 사진을 찍어도 되는 장소와 위치까지도 일일이 체크하자 기자 몇 명이 불멘소리를 웅얼거렸다.

그러나 유관으로는 별거 없어 보이는 시설이라고 생각하고 있던 기자는 전시관 여직원의 설명과 전시

관에 꾸며진 각종 재처리 사이클 시설에 대한 설명과 동작을 듣고 보면서 고개를 끄덕이지 않을 수 없었다.

더구나 아카사카 부장의 '수십년 동안 준비하고 건설한 일본 원자력계의 자존심이 담긴 시설'이라는 설명을 듣고는 원전의 최대 피해국인 일본이 세계 세 손가락에 꼽히는 원전 대국이 된 배경은 물론이고, 패전국이면서도 원전연료 사이클 시설을 보유하고 되기까지의 노력과 집념을 조금이나마 이해할 수 있었다.

어디를 가더라도 깨끗하고 청결했고, 건설의 굉음 하나 들리지 않아 시설을 건설하고 있는지조차 알을 정도였다.

방문의 최대 목적인 사용후연료

재처리 시설. 천층에 땅을 파고 그대로 저장하고 있는 중저준위 방사성폐기물 처분장(일본에서는 '저준위방사성폐기물 매설센터'라고 칭하지만)과 달리 재처리시설은 자로 잰 듯, 정확하고 치밀하게 준비된 프로그램이 돌아가고 있음을 피부로 감지할 수 있을 정도였다.

전망대를 거쳐 유리 고화체가 저장된 고준위 방사성폐기물 저장센터, 그리고 직원들이 훤히 내려다보이는 중앙제어실까지 이어지는 동선에서 기자는 오랫동안 치밀하게 준비한 일본 정부와 원자력계의 저력을 확인할 수 있었다.

일본 원자력계의 자존심, 원전연료 사이클 시설

이 시설은 지난 1971년 일본 정부와 아오모리현이 대규모 석유 콤플라이언트를 유치하기 위해 약 170만평의 부지를 매입했으나 오일 쇼크로 계획이 축소되면서 석유 비축 시설만 지어졌다.

이후 1984년 원전연료 사이클 시설 안전성에 대한 보고서가 아오모리현 지사에게 제출됐고 아오모리현이 사업을 유치해 현재의 모습을 갖추게 됐다.

이 시설을 포함한 일본원연이 관리하는 이 지역의 총면적은 약 253㎡. 이 부지에는 PR 센터, 우라늄 농축 공장, 저준위 방사성폐기물 매설센터, 재처리공장 및 고준위 방사

성폐기물 저장관리센터 그리고 현재 짓고 있는 MOX 성형 가공 시설이 들어서 있다.

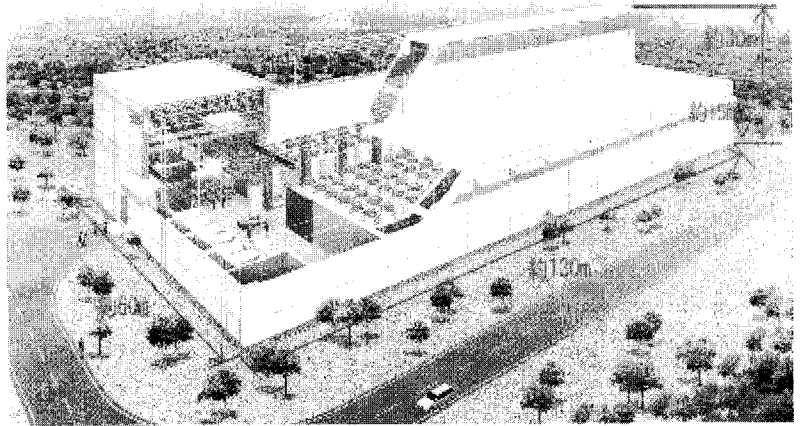
지난 1985년 설립, 1992년 현재의 명칭으로 정착된 일본원전은 일본 9개 전력 회사와 일본원자력발전(주)가 주요 주주로 자본금은 2000억 엔. 재처리시설에는 정 직원 약 1400명에다 국제원자력기구(IAEA)와 전력회사 등 파견인력 1000명을 포함 약 2400명이 근무하고 있다.

지난 1991년 개관한 PR 센터(지상 3층 지하 1층)는 연면적 3800㎡로 강당과 전망대, 전시 시설을 갖추고 있고, 저준위 방사성폐기물 매설센터 및 우라늄 농축 공장은 면적 약 360만㎡로 지난 1992년부터 운영 중이다.

특히 저준위 방사성폐기물 매설센터는 천층 처분 시설도 건설비가 약 1600억 엔 밖에 들지 않은 경제적인 시설이다. 재처리공장 및 고준위 방사성폐기물 저장관리센터는 약 380만㎡ 면적.

재처리공장은 지난 2006년 조업을 개시, 연간 800MtU 100만kW 급 원자로 30기에서 발생하는 사용후연료를 처리할 수 있다. 건설비는 약 2조1400억 엔.

또 고준위폐기물 저장관리센터는 지난 1995년 조업을 개시에 1440개의 캐니스터(유리 고화체를 저장하는 특수 용기)를 저장할 수 있고 향후 2880개 규모로 확장



리사이클연료비축센터 조감도(약 60m×약 130m(3,000톤 규모 기준))

할 계획이다. 건설비는 약 800억 엔.

MOX 연료 성형 가공 시설은 연간 최대 130MtU를 가공할 수 있고, 지하 3층 지하 1층 규모(80m×80m)로 약 300여명이 근무하게 된다. 건설비는 약 1200억 엔. 한마디로 이 시설은 일본 원자력의 자존심이 오롯이 담긴 곳이다.

지난 1977년 미국과의 원자력협력협정 체결 당시 사용후연료 재처리로 얻은 플루토늄은 우라늄과 혼합해 보관해야 한다면 어쩌면 굴욕적인 수 있는 조건까지 감수해야 하며 얻어낸 피와 눈물의 결과물이 아니던가.

결국 일본은 몇 년 후면 원자력을 전원으로 택한 모든 국가가 희망하는 원전연료 전 사이클 시설을 보유하게 되는 것이다. 여기에 자부심이 있고, 자긍심이 있는 것이다.

비록 원자력 관련 기술의 개발과 이전이 제한돼 있어 핵심 기술은 프랑스에서 이전받았지만, 재처리를 할 수 없어 그동안 수십억 엔을 들여 프랑스와 영국에 위탁 처리하면서 상한 세계 제2위 경제대국의 자존심을 이 시설을 통해 어느 정도는 회복하지 않았겠는가.

과장하지 않더라도 이 시설은 일본이, 일본 원자력계의 염원(?)이 일궈낸 결과물 가운데 가장 값진 것이라고 해도 과언은 아닌 듯싶다.

우리나라 원자력계는 물론 언론계에도 유명 인사(?)가 돼 있는 아카사카 부장은 “원자력 연료 재활용이 최대 목적으로, 2010년부터 약 18기 원전에 재처리를 통해 생산한 원자력 연료 전량을 공급할 계획”이라고 말했다.

그는 또 “일본 원전에서 연간 발생하는 약 1000MtU 가운데



르카쇼 원전연료리사이클시설 인근에 세워진 78기의 풍력발전기는 보는 이들의 마음을 푸르게 해준다.

800MtU을 이 시설에서 재처리할 수 있다”며 “이 시설은 지난 1993년 착공해 15년만인 현재 시운전 중”이라고 덧붙였다.

궁금한 것은 모든 시설을 주민의 동의를 얻어 건설한 일본에서 재처리 시설을 무려 15년에 걸쳐 건설한 이유였다. 이에 대한 아카사카 부장의 대답은 명쾌했다. 안전 때문이라는 것이다.

재처리 시설이 국제원자력기구 등 국제 사회의 관심의 대상이기도 하거니와 안전을 최우선 가치로 짓는 것이 원전 시설이라 만전에 만전을 기하고 있다. 또 일본이 지진 다발 지역이라는 것도 일본이 신중을 기하는 요인의 하나로 작용했다.

아카사카 부장은 실제로 시설의 모든 벽은 두께 2미터의 콘크리트로 돼 있어 비행기와 정면 충돌 시

험에서도 파괴되지 않은 시설의 사진과 동영상 자료를 보여주었고, 기자들의 눈은 휘둥그레졌다.

그러나 사실 지상에 보이는 시설들은 빙산의 일각이다. 핵심 시설은 모두 지하 20미터 이하에 숨겨져 있다. 폭탄이 투하되어도, 진도 7의 지진에도 견뎌낼 수 있을 만큼 튼튼하고 견고한 시설이라고 아카사카 부장은 강조했다.

관심의 대상인 MOX 연료 성형 가공 시설

2010년 완공돼 본격적인 재활용 연료를 생산 예정이라 현재는 터만 남아놓은 상태다. 이 시설이 완공되면 먼저 프랑스와 영국에서 재처리한 7000MtU 사용후연료부터 가공하고, 그 이후에 자국에서 발생한

것을 처리하게 된다고 한다.

이 시설에서 생산되는 연료는 과연 얼마나 될까를 궁금해 하는 사이 아카사카 부장이 바로 궁금증을 풀어 주었다. 800MtU의 사용후연료를 가공할 경우 약 8MtU의 플루토늄이 생산되고, 여기에 산화우라늄을 혼합해 16MtU의 연료를 생산할 수 있는데 이 가운데 60% 정도가 원전 연료로 사용할 수 있다고 했다.

쉽게 풀어 말하면 1MtU의 MOX 연료는 100만kW 원전이 1년 동안 사용할 수 있는 양이 생산돼 결과적으로 800MtU의 사용후연료에서는 9.6MtU의 원전 연료를 생산할 수 있다는 것이다. 물론 MOX 연료를 사용한 이후에도 고준위 폐기물은 발생하는데 이 양은 재처리 이전과 비교 약 1/4 수준으로 감소한다는 설명도 곁들였다.

사용후연료 전담 기관 RFS

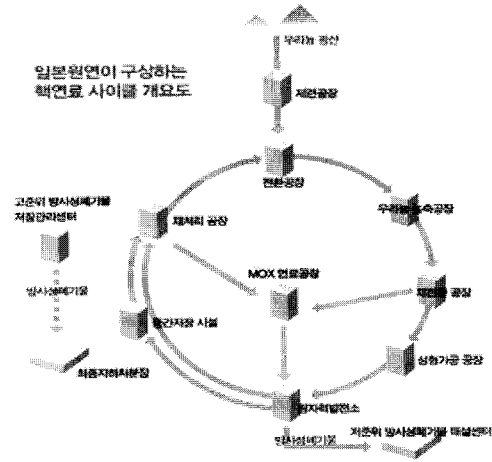
일본 역시 다른 원전국들과 마찬가지로 고준위 폐기물 처분장은 없다. 다만 준비는 착실히 하고 있다.

사용후연료의 저장과 관리를 전담할 전담 기관을 설립, 4년째 운영하고 있다. 리사이클연료저장(주)가 바로 그것이다. 이른바 RFS.

지난 2005년 동경전력이 80%, 일본원자력발전이 20%를 출자해 자본금 30억 엔으로 출발한 이 회사가 동경전력과 일본원자력발전



일본원연 중앙제어실에는 국제원자력기구 파견 인력 등 약 2400여명이 24시간 근무를 하고 있다.



일본이 구상하는 핵연료 사이클 개념도

이 소유한 원전에서 발생하는 사용 후연료의 저장과 관리 등 모든 사업을 전담하게 되는데 사업개시 시점은 2010년이다.

이 기관 설립 역시 쉽지 않았다. 일본 정부와 지자체는 총 153회에 걸쳐 5650여명을 대상으로 설명회를 가졌고, 1700세대에는 19회 개별 방문을 통해 이해를 구했다. 또 43회에 걸쳐 730여명에 대한 견학회를 가졌고, 연극 등산 체육행사와 각종 이벤트를 지원하며 유대를 쌓았다.

RFS의 시설 규모는 최종 저장량으로 5000tU이다. 최종 저장량은 5000tU으로 정한 이유는 동경전력에서 4000tU 일본원자력연료 1000tU이기 때문.

따라서 먼저 3000tU 규모의 저장 시설 1동을 건설하고, 추가로 2동을 더 건설할 예정이다. 저장 건물 1동당 건설 공사 기간은 약 3년 정도고 건설비는 약 1000억 엔으로 추산하고 있다. 건설비의 70~80%는 금속 캐니스터 비용이라는 것.

일본이 재처리연료 비축센터를 건설하는 이유는 현재 가동하고 있는 원전 5기에서 연간 발생하는 사용후연료가 약 900~1000tU인데다 로카쇼무라에 건설 중인 재처리 공장의 처리 능력이 800tU에 불과하고 매년 100~200tU 규모의 잉여분이 발생하고 있기 때문이다.

결국 현재 발전소 내 저장하는 것 이외에 전국에 복수의 중간 처

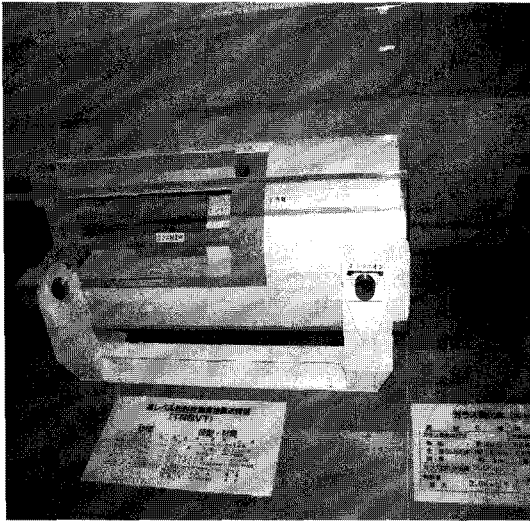
장 시설이 절대적으로 필요할 수밖에 없는 것이다.

RFS에는 리사이클연료 반입, 저장, 반출 설비가 갖춰진다. 금속 캐니스터와 저장 건물 취급 설비, 그리고 방사선 감시 설비 등 부대 시설이 들어선다.

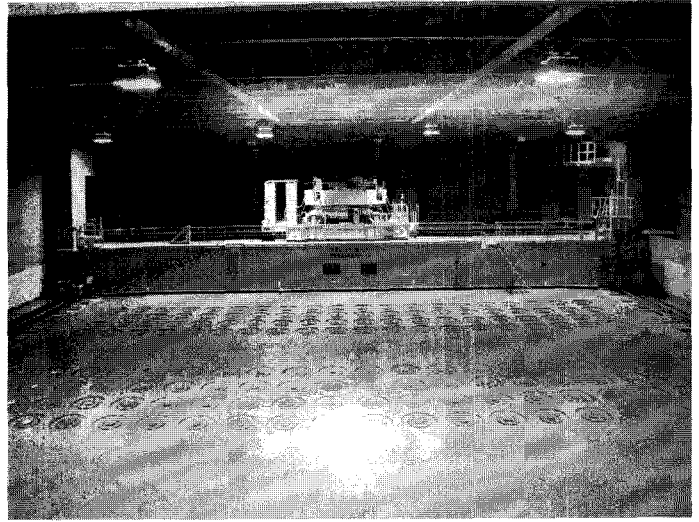
이 시설의 사용 기간은 약 50년. 저장 용기인 캐니스터 역시 최장 50년 동안 저장할 수 있다.

따라서 조업을 개시한 후 40년까지 저장한 리사이클연료의 반출은 협의가 필요한데, 리사이클연료의 반입, 저장, 반출은 연간 약 200~300톤을 4회 정도로 나누고, 저장 후에는 재처리공장으로 반출할 계획이다.

아카사카 부장은 "일본 역시 전



유리 고화체를 담은 특수 용기 캐니스터



특수 제작한 저장 용기인 캐니스터에 담긴 사용후연료가 임시 저장 시설에 저장돼 있다.

세계 원전 국가들처럼 고준위 폐기물 영구처분장은 없고, 고준위 폐기물 영구 처분장 관리를 위해 NUMO (Nuclear Waste Management Organization of Japan)라는 별도의 기구를 지난 2000년 10월 구성해 운영중"이라고 말했다. 현재는 원전 내에 보관하고 있고, 2030년 영구 처분장 확보 이전까지는 2012년 준공 예정인 무쓰시 재처리 시설에 중간 저장토록 한다는 게 일본 정부의 방침이라는 얘기다.

사용후연료 중간 저장 시설이나 재처리 시설 등 일본의 뒤를 따라가는 형국인 한국의 상황을 너무도 잘 알고 있는 아카사카 부장은 기자들의 대부분의 질문에 막힘이 없

었다. 그러나 '일본이 재처리 시설을 갖추기 위해 어떤 대가를 치렀느냐'는 따위의 곤란한 질문에는 아는 바 없다고 단호하게 자르기도 했다.

재처리 공장을 들르고, 노천에 방치되어 있는 중저준위 방사성폐기물 처분장을 다시 눈으로 확인한 후 기자의 가슴 속에선 뭔가 울컥 치밀고 올라오는 게 있었지만, 처음 이곳을 찾은 몇몇 기자들은 안면도와 부안 사태가 떠올랐는지 "겨우 이거 만들자는데 그렇게 반대를 했느냐"는 등 어이가 없다는 표정과 탄식의 소리가 터져 나오자 입을 다물 수밖에 없었다.

내년, 우리나라도 사용후연료 문

제를 본격적으로 다루게 된다. 이른바 공론화의 시작이다. 발상을 전환해 민간 주도로 패러다임을 바꾼다는 게 정부의 계획으로 알려져 있다.

패러다임을 바꾼 만큼, 발상을 전환한 만큼, 이번만큼은 유행어처럼 '잘 되어야 할 텐데'라는 생각을 하며 일행에 등을 떠밀려 다음 일정을 위해 버스에 올랐다.

시나브로, 쉬지 않고 내린 눈은 삼나무를 하얗게 덮은 것도 모자라 세상을 온통 눈밭으로 바꿔놓으려 듯 입자를 키우고 있었다. ☸