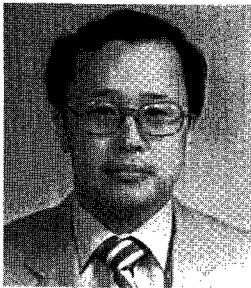


선진화된 원전 운영의 체험

이 주 상

한국전력공사 원자력안전실 방사물관리부 부장



있는 도쿄 그랜드 호텔.

3층 회의장은 약 150명이 참가할 수 있는 공간으로서, 일본원자력산업 회의(이하 일본원산)가 세미나 준비를 치밀하게 준비한 흔적이 군데군데 엿보였다.

사고가 전화 위복의 계기가 되기를 희망하였으며, 아시아의 원자력 산업을 이끌어가는 양국의 긴밀한 협력 관계를 지속·발전시키기를 희망하여 참석자들의 공감을 받았다.

첫번째 특별 강연을 위해 등단한 일본 통상산업성 자원에너지청의 다니구치 심의관은 일본 에너지 정책의 기초로서 경제 성장(economic growth), 환경 보전(environmental protection), 에너지 안보(energy security)라는 3E의 동시 추구라고 설명하였다.

기후 온난화 문제와 세계의 에너지 수요 전망 등에 근거하여 원자력의 필요성을 강조하고, 이에 대처하기 위하여 2030년대까지 일본은 원자력 발전소를 50개 이상 더 건설되어야 한다는 개략적인 전망을 내놓았다.

또한 일본에서 원자력 발전은 전발 전력량의 약 30%를 차지하고 있는데, 우리나라가 약 40% 수준을 계속 유

세미나 내용

이번 한국 대표단은 각 기관을 골고루 대표하여 약 30명으로 구성되었다. 논문은 11편을 발표하였으며, 일본측도 15편의 논문을 발표하였다.

첫날 개회 세션에서 일본원산을 대표하여 간사이전력의 원자력·화력본부 부분부장인 모리 씨는 환영사에서 영광 5·6호기 건축 허가 문제가 해결된 데 축하를 하였으며, 특히 한국 원전의 87%라는 경이로운 이용률 달성에 경의를 표하였다.

한국원산을 대표한 이교선 상근부회장은 답사에서 몬주 고속로 원전의

일

본 출장은 한국원자력산업 회의와 인연이 깊다. 첫번째는 지난 94년 히로시마에서 열렸던 일본원자력산업회의의 연차대회였고, 이번 제18회 한·일 원자력산업 세미나가 두번째이다.

히로시마 평화 공원에서 눈처럼 흩날리던 벚꽃잎 속에 우리 희생 동포들의 위령탑에 참배하며 감회에 젖던 일이 어제 같았음을 느끼며 나리타 공항에 내렸다.

세미나 장소는 지바 공원 인근에

지하고자 하는 강력한 의지에 부러움을 표시하였다.

두번째 특별 강연은 한국전력공사의 최장동 원자력사업단장이 하였는데, 우리의 원자력 발전 현황, 향후의 원자력 개발 계획, 방사성 폐기물의 안전 관리 문제를 상세히 설명하고, 북한 경수로 사업에 일본측의 지속적인 지원과 지지를 부탁하였다.

오후부터 열린 분야별 발표에서는 원전 설비의 유지·정비 경험, 차세대 원자로와 고속로의 개발 경과와 핵융합 연구 개발의 현황, 원전 연료 기술의 고도화, 그리고 사용후 연료의 안전 관리 및 원전의 해체 철거 기술 등에 대하여 우리측과 일본측이 주어진 제목에 대해서 논문을 발표하고 토론하는 방식으로 진행되었다.

원전 설비의 유지·정비 경험은 한국전력공사와 큐슈전력 등에서 발표하였는데, 서로가 실제로 부딪혔던 구체적인 문제를 적나라하게 드러내 놓고 해결을 위해 어떻게 고심하였는지를 허심 탄화하게 논의하여, 발표자와 참가자들에게 큰 도움이 되었다고 본다.

이 분야 발표자인 한국전력공사 고리원자력본부의 이수환 과장과 큐슈전력의 요코야마 씨는 저녁에 있었던 리셉션까지도 붙어 다녔다.

이번 발표와 토의에서 우리측은 대체적으로 지난 경험과 앞으로의 계획을 포괄적으로 설명한 경우가 많았고, 일본측은 주어진 주제에 대해 현

재 진행중인 상황을 깊게 파고드는 경향이 있었다.

우리는 총론에 강하고 일본은 각론에 강하다는 어느 분의 말씀이 문득 떠올랐다.

필자는 국내 원전의 사용후 연료 저장 기술과 그 경험을 주제로 발표하였는데, 내용의 충실성에 관계없이 슬라이드를 영어가 아닌 한문과 일어로 작성하고 서론과 결론을 서투르지만 일어로 발표하였다.

일본 전력중앙연구소 사에구사 박사는 일본의 사용후 연료 건식 저장 기술 개발에 대해서 발표하였는데, 저장 기술 개념 자체는 외국에서 받아들였지만 이를 실용화하는 데 중점을 두고 있었다.

일본은 건식 저장 기술로서 금속제 용기(metal cask) 방식을 80년대 중반에 채택하였는데, 안전성은 보장되지만 경제성에서 뒤떨어지므로 만약 지금 시점에서라면 선택될 기술이 바뀔 수 있다고 솔직히 시인하여, 한국전력공사가 고리 원전에서 추진하고 있는 건식 저장 기술 선정에 신중을 기하여야 함을 일깨워 주었다.

세미나도 세미나지만 이번 방일중에 나는 오랜 친구를 만나는 좋은 기회를 가졌다.

도쿄전력 원자력기술부 부부장으로 있는 노다 히로시 씨는 십여년 전에 미국 MIT에서 본인과 동문 수학하던 절친한 친구다.

히로시 씨는 도쿄전력에서 촉망받

는 인재로서 일본의 신형 비등수형 원자로 개발을 총괄해 왔고, 현재는 중국 산둥성에 원전 기술을 수출하기 위해 부단히 애를 쓰고 있다.

그는 한국전력공사가 가장 두려운 상대라며 본인과는 중국 관계 업무로 인하여 경쟁 상대가 되어 만나지 않기를 바란다고 농반 진반으로 말하였다.

언젠가 히로시 씨 큰딸의 팔이 부러졌을 때 도와 준 일을 그는 두고두고 고마워하였다. 그 딸이 벌써 대학 졸업반이 되었다.

원전 방문

국내 원전의 고체 방사성 폐기물 관리는 세계적 수준이다.

지난 수년간 각고의 노력 끝에 고체 발생량은 일본보다도 적은 수준을 달성하여, 지난 11월 14일에 필자가 속해 있는 한국전력공사 원자력안전실 방사물관리부는 전력그룹협력회 기술 대상에서 영예의 대상을 수상하여 거액의 상금도 부상으로 받은 바 있다.

따라서 최근의 필자의 관심사는 액체 폐기물을 하나도 내보내지 않는 '제로 방출'이다.

몇년째 애를 써 왔고 드디어 일본을 따라 잡을 수 있는 직전까지 왔는데, 아무래도 해결이 쉽지 않은 분야가 있으니 바로 방사선 작업복을 세탁한 비눗물을 어떻게 처리하는가 하는 문제이다.

비누 거품 때문에 적절한 처리 공정도 마땅하지 않고 미미한 양이지만 방사능이 바다로 나가는 것이다.

그런데 일본은 이를 해결하고 제로 방출을 달성한 것이다.

일본 원전의 실상을 한번 보면 어떤 아이디어를 얻을 수 있을 것 같다.

그래서 한국원산에 부탁하여 우리 대표단이 일본 원전 방문시에 필자만을 위한 별도의 현장 견학 기회를 얻는 행운을 가졌다.

일본의 미하마현·후쿠이현이 있는 와카사만은 우스개 소리로 '원자력 발전소의 긴자' 라고 하여 좁은 지역에 무려 15기의 원전이 가동중인 곳이다.

우리 대표단은 그 중에서 고속로인 몬주 원전, 증기 발생기 전열관 파열 사고가 있었던 미하마 원전, 그리고 가압 경수로로서는 일본 최대의 시설 용량을 가진 오이 원전을 방문하였다.

여기에 더하여 필자는 일본원자력 발전(주)의 쓰루가 원전을 방문하여 액체 폐기물 처리 설비를 견학하였다.

1. 쓰루가 원전

쓰루가 원전은 우리 울진 원전과 기술 협력 협정을 맺고 있다.

국기 게양대에는 우리 태극기가 펄럭이고 있었고, 가와시마 부소장은 새벽같이 도쿄에서 돌아와 나를 따뜻



제18회 한·일 원자력산업 세미나 모습

이 맞아 주었다.

가와시마 부소장은 울진을 방문한 일도 있어 한국의 원자력 산업에 관심을 많이 갖고 있었다.

와치 과장, 무라카미 부장, 그리고 아라이 군이 현장을 꼼꼼히 안내하고 설명하였다.

쓰루가 1호기는 일본 최초의 BWR로서 27년째 운전중이다.

쓰루가 2호기는 PWR이기 때문에 정비 요원들이 BWR과 PWR 모두에 정통하다고 한다.

특히 일본원자력발전(주)는 신형 전환로인 후겐 원자로의 운영을 맡고 있고, 원형 고속로인 몬주의 시운전 과정에도 원자력 전기 회사들을 대표하여 참여하여 높은 기술력을 가진 것으로 미루어 짐작할 수 있다.

이 발전소의 관리 구역에는 산업

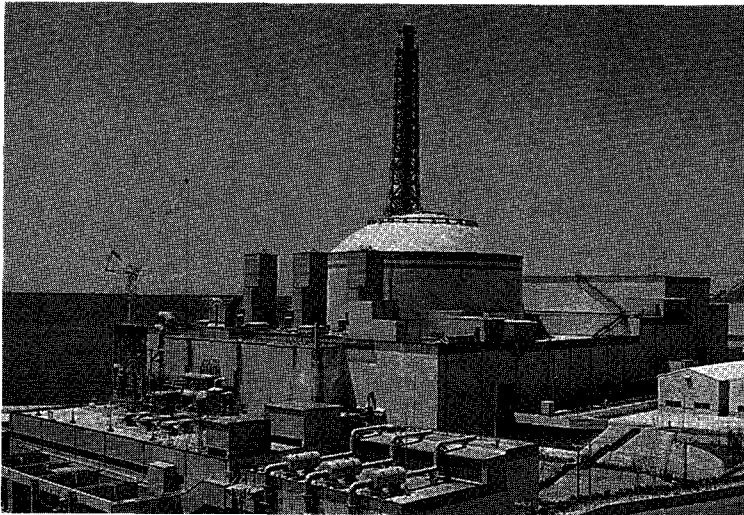
안전 및 방사능 오염 방지를 위한 안전화를 발걸어 230mm부터 300mm까지 5mm 간격으로 가지런히 정리해 놓아서 나에게도 맞는 신발을 찾아 신을 수 있었다.

원자로 건물과 방사성 폐기물 처리 구역을 돌아보면서 복도가 겨우 한사람이 왔다 갔다 할 수 있을 정도로 좁아서 이상하다는 생각이 들었는데, 잘 살펴보니 원래의 복도를 모두 설비 개선 공간으로 써 버린 것이다.

엄청난 규모의 설비 개선이었다.

필자가 본 모든 설비는 반짝반짝 빛이 날 정도로 잘 정비·유지되고 있어 도저히 27년 된 발전소라고 볼 수 없을 정도였다.

세탁 폐수에 포함된 비누 거품과 유기 물질을 불잡기 위해 활성탄을 투입하고 로타리 필터를 돌려 활성탄



「문주」의 모습

을 꺼내 드럼통에 넣는 처리 방식을 시운전하고 있었는데, 그 시험 운전 결과는 매우 좋아서 제로 방출은 보장될 것으로 보인다.

그렇지만 활성탄 투입 장치와 로타리 필터가 차지하는 공간이 아무리 작게 보아도 100평은 실히 될 것 같았다.

퇴근 시간이 지났는데도 무라카미 부장과 아라이 군은 필자의 질문에 성실히 답변해 주었고 하나라도 더 보여 주고 싶어하는 눈치였다.

간단한 선물을 하고 나오니 사무실 현관 앞에 택시가 대기하고 있었다.

쓰루가 원전 측의 깊은 배려에 감사를 드린다.

그렇지만 편도 11km 거리에 5,900엔(45,000원 상당)이라는 택시 요금에서 일본의 높은 물가를 다

시 한번 느꼈다.

2. 문주 원전

와카사만과 쓰루가반도는 옛날 한반도로부터 많은 사람들이 이민을 왔고 그 흔적이 아직도 남아 있다. 이곳 사람들도 한반도에서 온 사람들의 후손임을 밝히는 데 주저하지 않는다고 한다.

문주 발전소는 쓰루가반도의 끝에 있는 시라키라는 작은 포구 인근에 있었다.

시라키는 '신라(新羅)'의 일본식 발음이다.

문주로 가는 버스 속에서 일본 땅에 뿌리 내리던 우리 선조들을 잠시 그려보는데, 마침 창밖에는 감나무에 빨간 감이 주렁주렁 달려 있어 내고향 마을을 연상하게 하였다.

사진으로 보고 미리 공부도 나름대로 하였지만, 문주는 터널을 통해서만 접근이 가능할 만큼 삼면이 높은 산으로 둘러싸인 좁디좁은 공간을 최대한 활용하여 건설되었다.

공간 이용면에서 우리는 배울 것이 많다고 생각한다.

문주는 문주보살(文殊菩薩)에서 따온 이름으로 고속 증식로를 통하여 에너지 문제로부터 해탈하고자 하는 일본의 의지를 여실히 보여 준다.

우리를 맞아 준 분은 아오키 차장이었는데, 원자력 기술 전문 잡지에서 자주 뵈는 분이다.

아오키 차장의 완벽한 영어 발음은 일본인의 영어 발음에 대한 필자의 편견을 불식시켰다.

아오키 차장은 문주에만 23년을 매달린 일본 고속로의 산 증인으로서 작년 12월에 열수송 배관에서 나트륨이 누설된 사고를 담당히 설명하였다.

그리고 사고 현장을 직접 안내해 주었고, 가끔은 우둔한 우리의 질문에도 성심껏 답변하였다.

주제어실 근무자들은 매우 젊고 명석해 보였으나 사고 여파로 조금은 사기가 떨어진 듯한 인상을 받았다.

근무자들의 헬멧에는 각자의 혈액형이 표시되어 있었다.

작년 12월 누설 사고시 언론에 솔직하지 못하다는 느낌을 주어 지탄의 대상이 되고 국민적 신뢰를 저버렸다는 비난을 받게 되자, 문주를 건설

한 동력으로 핵연료개발사업단은 즉각 인터넷에 몬주 관련 조사 보고서를 게재하는 등 사실을 그대로 알리고자 노력하였다.

요즈음은 지역 주민과 유력 인사를 상대로 한 홍보와 이해 획득이 가장 중요한 일이라고 말하는 아오키 차장은 언제 시운전을 재개하느냐는 우리의 질문에는 말끝을 흐렸다.

일본의 사용후 연료의 재활용을 통한 에너지 안보 추구는, 몬주 원전의 사고와 로카쇼무라 재처리 시설의 건설 지연과 건설비 대폭 증가 전망, 그리고 플루토늄 화합물의 해상 수송에 대한 국제 반핵 단체들의 집요한 반대 등에 봉착하고 있는 것으로 보인다.

일본이 과연 이러한 난관을 어떻게 극복해 갈지 향후 귀추가 주목된다 하겠다.

몬주 분들은 우리 버스가 안 보일 때까지 현관에서 손을 흔들어 주었다.

3. 미하마 원전

미하마 원전에는 가압 경수로 3기가 가동중인데 지금 증기발생기 교체 공사가 한창이었다.

나카무라 소장이 우리를 맞아 주었고 증기발생기 교체 공사와 원자로 용기 뚜껑 교체 공사에 대해 자세히 설명해 주었다.

미하마 2호기는 일본이 자기 힘으로 지은 첫 경수로 발전소라는 점에서 긍지를 갖고 있었다.

이곳에서 증기발생기 전열관이 깨지는 사고가 일어났음에 대해 상당히 부끄러워하면서 다시는 이런 일이 없도록 교훈으로 삼으라는 간사이전력 회장의 말씀이 있었다 한다.

사고가 난 증기발생기를 보관한 건물에는 이러한 회장의 말이 현관에 새겨져 있어 미하마 원전 사람들의 각오를 새롭게 하고 있었다.

미하마 3호기에서는 증기발생기 교체 공사가 진행중에 있어 미쓰비시 중공업이 고베에서 제작하여 운반한 새 증기발생기를 원자로 건물 앞에서 볼 수 있었다.

무게 350톤에 이르는 증기 발생기와 이를 들어 올리기 위한 450톤급의 크레인인 장관이었다.

주제어실의 운전 광경은 유리창 밖에서 볼 수 있도록 소위 시투루(sea-through) 방식으로 설계되어 있었다.

그런데 주제어실에 들어가는 사람들의 출입 과정을 유심히 살펴보니 자기 지문을 일종의 출입증으로 사용하고 있었다. 즉 지문이 등록되지 않은 사람은 주제어실에 들어 갈 수 없는 것이다.

미하마 원전은 舟生灣을 끼고 있는 협소한 부지에 자리잡은 관계로 바다 위를 가로지르는 다리가 유일한 접근로가 되고 있어, 몬주 발전소와 마찬가지로 일종의 요새처럼 생각되었고 이러한 생각은 오이 원전에 갔을 때 더욱 확실해졌다.

4. 오이 원전

금요일 오전에 쓰루가시를 출발하여 오이 원전에 도착하였다.

전기 홍보관 앞 방사선 감시기에는 방사선이 36 μ R/h로서 자연 수준임을 보여 주고 있었고, 긴 터널을 통과하여 계곡에 숨겨진 듯 좁은 공간에 둥근 원자로 건물 4기가 촘촘히 들어서 있었다. 방사성 폐기물 저장고는 또 다른 터널을 통과하여 찾아갈 수 있었다.

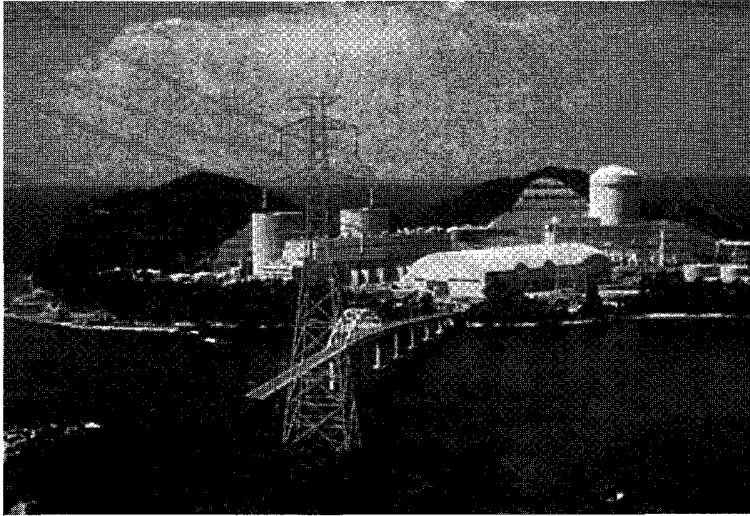
우리를 맞아 준 원자력 안전 담당 차장은 필자에게 특별히 이토 제2방사선과장과 야마다 군을 배정해 주었다.

필자가 방사성 폐기물 처리 설비를 구경할 수 있도록 해 달라는 부탁을 한국원자력산업회의를 경유하여 하였을 때, 영어를 할 수 있는 사람이 없어서 오이 원전 측은 상당히 망설였다고 한다.

그러나 손짓 발짓으로 하여도 기술 자끼리는 통한다는 필자의 주장에 흔쾌히 특별 견학을 허락해 주었다.

그래도 걱정이 되었던지 영어를 조금은 할 수 있다는 신입 사원 야마다 군을 추가로 배정한 것이다.

필자와 이토 그리고 야마다는 손짓, 발짓, 우리말, 영어, 일어를 섞어가면서 물어 볼 것은 다 물어 보았고 답변할 수 있는 것은 모두 답변하였다(실제로 필자 기준으로 볼 때 이토 과장은 영어를 할 줄 알았다). 오이 원전 측에 참으로 감사드린다.



미하마 원전 전경

방사선 안전 관리는 확실하였다.
방사성 폐기물 처리도 완벽하였다.
우리 발전소도 깨끗하고 정리 정돈
이 잘 되어 있지만, 여기서 다시 배워
야 할 점이 있다고 생각한다.

방사성 폐액을 증발 처리하는 설비
중 방사능이 제일 높은 재순환 펌프
지역의 방사선량률이 시간당 수mR
에 불과하다는 사실은 필자를 놀라게
하였는데, 이는 오이 3·4호기 원전
의 연료 손상이 전혀 없고, 또한 각종
기기들과 파이프·밸브의 누설이 없
다는 뜻이다.

놀라는 필자를 이토 과장은 이해하
지 못하는 표정이었다.

방사성 폐액은 증발 농축후 건조
처리하고 조개탄으로 만들어 다시 시
멘트로 굳히고 있었다.

그리고 소각 설비는 종이로 된 방

사선 작업복, 활성탄, 폐유, 폐수지
등 태울 수 있는 것은 모두 태우고 있
었다.

관심을 갖고 있었던 세탁 폐수 처
리 설비는 유감스럽게도 없었다.

이 발전소는 비누를 쓰지 않고 뜨
거운 물로 세탁을 하고 그 물을 증발
기로 보낸다는 것이었다.

일전에 우리가 올진 원전에서 실험
하였던 온수 세탁 방법이 실제 사용
되는 현장을 목격한 것이다.

이 방법을 쓰면서도 오이 원전은
제로 방출을 몇년 전에 달성한 바 있
었다.

후 기

몬주와 오이에서 우리에게 제공해
준 점심 도시락에는 정성이 들어 있

어 식욕을 돋구었다.

우리도 무조건 양을 많이 하기보다
는 좀 더 정성을 들여 보기 좋고 먹음
직스럽게 도시락을 만들면 어떨까 하
는 생각도 들었다.

도시락 속에 들어 있었던 생새우와
참가재미 부침은 그야말로 일미였는
데 모두 원전 앞 바다에서 잡은 것이
라 하였다.

일주일을 일본에 머물면서 다시금
느낀 것 중의 하나는 일본 직장인들의
의 옷차림이나 매무새가 거의 획일화
되어 있어 아직도 단체 또는 전체주
의적 색깔이 남아 있다는 것이다.

검은색 혹은 짙은 청색이 대부분이
고 연세가 드신 분들 중에서 회색 양
복을 가끔 볼 수 있었다.

대부분 가방을 옆에 차고 다니는데
아마도 도시락과 작은 읽을거리가 들
어 있을 거라고 생각된다.

이 글에서 새삼스럽게 일본의 풍물
을 이야기할 것은 없겠으나 일본에는
작은 차가 많다는 어느 텔레비전의
보도는 사실과 다른 것 같았고, 쓰레
기가 없이 깨끗하다는 것은 대체로
그렇다는 뜻인 것 같았다.

교통 규칙을 확실히 지킨다는 말도
반드시 그렇지 않아서 도쿄전력 본사
근처에는 신호를 무시하고 사거리를
대각선으로 횡단하는 사람이 있었고
빨간 신호에도 교차로를 통과하는 택
시를 탔다는 동료도 있었다.

서점에는 만화책이 넘쳐흘러 모든
것을 인스턴트식으로 해결할 수 있기

때문에 고뇌와 사색을 방해하지는 않을까 하는 쓸데없는 걱정도 있었다.

그렇지만 이런 지적은 우리가 일부러 흠을 찾아내려고 애를 쓴 결과라고 보는 것이 마땅할 것이다.

謝世輝 씨가 그의 책 「일본이 미국을 추월하고 한국에 지게 되는」에서 이렇게 말한 것으로 기억한다.

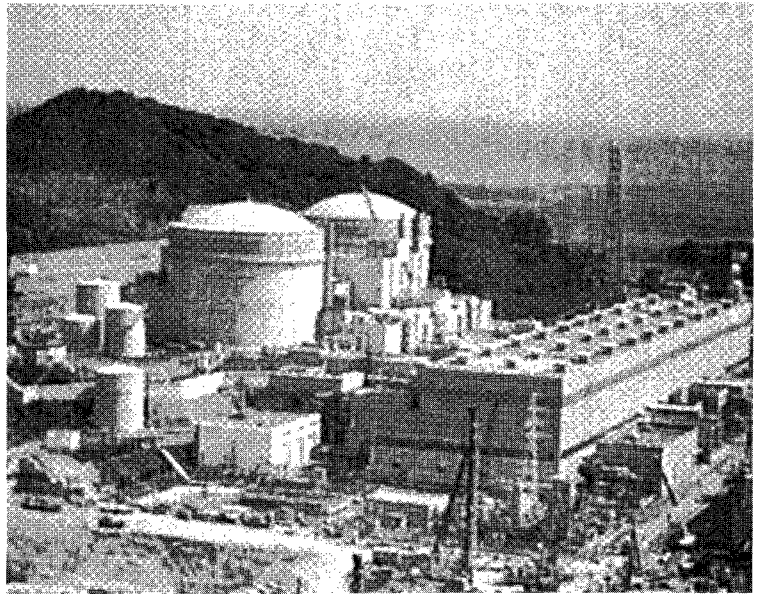
“일본 사람은 영어를 읽을 수 있어서 미국 내의 여러 정보를 곧 파악할 수 있었던 것에 반해, 미국 사람은 일본 말을 이해할 수 없어 일본을 알 수 없었다. 같은 일이 한일간에 존재하고 있다. 즉 많은 한국 사람이 일본말을 이해하고 일본에 관한 정보가 거의 모두 한국 사람에게 알려져 있는데, 일본은 거의 한글을 모르므로 한국을 알지 못한다. 또한 이러한 일은 한미간에도 존재하고 있다. 그래서 궁극적으로 한국이 미국과 일본을 이기게 된다”

그렇지만 유감스럽게도 이번 방문에서 우리 한국 대표단의 일어 실력은 몇분을 제외하고는 아쉽게도 의사소통이 제대로 될 수 있는 수준은 아니었지 않았나 한다.

물론 더듬거리는 영어로 기본적인 의사소통은 되지만 그렇다고 깊은 내용을 나누고 그들을 이해할 수 있을 경지는 역시 아닌 것 같았다.

우리가 좀 더 나은 점이 있어야만 언젠가 일본과 같은 수준에 도달할 수 있을 것이다.

그러려면 지금보다는 더욱 분발해



오이 원전 전경

야 한다고 생각한다.

이번 출장의 개인적 성과를 굳이 정리해 본다면 첫째, 사용후 연료 건식 저장 방식 선정에 있어 유의하여야 할 사항들을 알 수 있었다는 것 둘째, 방사성 액체 폐기물의 제로 방출을 달성할 수 있는 반짝이는 아이디어를 얻었다는 것, 셋째, 아직은 우리가 우직스럽도록 열심히 일해야 할 때이라는 것이다.

우리의 원자력 발전도 잘하고 있지만 좀 더 세련되고 정교하게 해야 할 여지가 많이 있다는 점을 새삼스럽게 발견하였다.

이번 일본 방문에서 아쉬운 점이 있었다면 전체 일정이 빡빡하여 도쿄에서 미술관과 박물관 등의 일본 문

화 산책을 할 수 없었다는 것이다.

오로지 번쩍이는 불빛과 밀려오고 밀려가는 인파만이 기억될 뿐이다.

우리 모두가 버스를 탈 때까지 문 앞에서 두손 모으고 기다리던 아주머니 안내양.

아주머니의 구수한 이야기(일본어를 몰라도 구수함을 느낄 수 있었다)와 “하나 더하기 하나는?”, “니” 할 때 누르던 사진기 셔터 소리를 떠올리면서 꿈길 같이 지낸 일주일을 되 돌아보다 활주로에 바퀴 닿는 소리에 선잠을 깨었다.

이번 세미나를 성공적으로 준비해 준 한·일 원자력산업회의의 관계자들에게 감사드린다. ☺