

# 일본의 원자력발전 현황과 동아시아의 원자력협력

오야마 아키라

동경대학 명예교수



오

늘은 먼저 일본의 원자력발전 현황과 지난 1년 사이에 일어난 주요한 사항들을 열거하고, 끝으로 동아시아에 있어서서 앞으로의 원자력협력에 대해 얘기하고자 한다.

## 일본원전사업의 개관

한·일 두 나라는 에너지자원이 빈약한 나라지만 공업을 발전시켜 국민

생활의 향상을 도모해 왔다.

이러한 국가들에게 원자력발전은 매우 소중한 에너지자원이라고 생각한다.

일본 원전의 설비용량은 올해에 4천1백만kW를 돌파했으며 대부분이 경수로발전소이다.

최초의 경수로발전소의 운전개시는 70년으로 그후 오늘날까지 거의 직선적으로 설비용량이 확충되어 왔다.

26년 사이에 4천1백만kW로 늘어났으므로 연간 평균 약 1백60만kW씩 운전을 개시한 셈이다.

이처럼 일본의 원자력발전은 순조롭게 진전되어 왔으나 총발전량에 대한 원자력의 비율은 93년 실적으로 겨우 31%가 되었다.

같은 해의 다른 원자력 보유국의 실적을 보면, 프랑스 78%, 벨기에 59%, 한국 40%, 대만 38% 등으로 에너지多消費國인 일본으로서는 더욱 노력해야 한다고 생각한다.

현재 세계의 에너지공급측면에서는 에너지자원의 문제 뿐만 아니라, 지구환경문제가 중요한 과제로 되어 있다.

지구환경을 보전하기 위해서는 석연료의 사용을 가능한 한 억제하지 않으면 안된다.

작년 일본 통산성의 종합에너지조사회가 1차에너지 공급의 전망을 발표한 바 있다.

이에 따르면 석유의존도를 2000년에 53%, 2010년에는 48%로 감축하는 것을 목표로 하고 있다.

그 기간에 원자력발전은 2000년에 1차에너지 공급의 12%, 2010년에는 17%를 담당하는 것으로 되어 있다.

이 목표를 달성하기 위해서는 원자력발전의 규모를 2000년에 4천5백만 kW, 2010년에는 9천만kW로 늘이지 않으면 안된다.

앞에서 얘기한 바와 같이 과거 26

년간 연평균 약 1백60만kW씩을 운전개시한 실적으로 미루어 볼 때 이는 무리한 계획이 아니다.

일본에는 3개社의 경수로메이커가 있으며, 원자로플랜트의 제조능력은 충분히 있다.

문제는 새로운 발전소의 입지확보가 쉽지 않다는 데 있다.

오늘날까지 발전소 주변에 영향을 미치게 한 사고는 한번도 발생하지 않았으나 국민의 원자력안전에 대한 신뢰는 아직도 충분하지 않다.

앞으로도 양호한 운전상태를 유지함과 동시에, 고장이나 트러블이 발생했을 때에는 정확한 정보를 공표하는 것이 필요하다.

엄정한 안전규제와 그의 기초가 되는 안전연구도 중요하다.

그리고 원전이 입지하는 지역에 대한 지원과 일반 시민에 대한 방사선·방사능지식의 보급에도 노력하지 않으면 안된다.

일반 시민이 불안을 느끼는 또 하나의 문제는 방사성폐기물의 처분이다.

발전소에서 발생하는 저준위폐기물에 대해서는, 93년에 아오모리현 토카쇼무라 매설처분시설에서 조업을 개시했다.

앞으로 수십년간 이 시설에서 저준위 방사성폐기물을 처분할 수 있게 된 것은 다행한 일이 아닐 수 없다.

한국에서도 94년에 저준위 폐기물처분장과 사용후핵연료의 중간저장소 입지를 결정하였다고 하니 동경해 마

지 않는다.

고준위폐기물의 처분에 대해서는 안정된 유리고화체로 만들어 30년 내지 50년간 냉각을 위한 저장을 한다음에 지하 수백미터 이상의 심지층에 처분할 방침이다.

현재 「고준위방사성폐기물 사업추진준비회(Steering Committee on High Level Radioactive Waste Project)」가 설치되어 고준위폐기물의 처분사업을 맡을 조직의 검토, 그의 설치를 위한 준비, 소요자금을 준비하기 위한 제도의 검토 등을 하고 있다.

2000년 쯤에는 이 사업을 담당할 조직을 설립하여 늦어도 2040년 쯤에는 처분을 개시할 예정이다.

그 사이에는 처분의 안전성을 실증하기 위한 연구를 실시하여 그 성과의 보급에 주력하기로 되어 있다.

고준위폐기물 처분은 원자력발전소를 보유하고 있는 국가들의 공통과제이며 국제협력도 중요하다고 생각한다.

일본의 오래된 원자력발전소는 운전개시 이래 20년 이상이 경과하였으므로 經年劣化에 대처하지 않으면 안된다.

언젠가는 발전소의 폐쇄가 현실적인 과제가 되겠지만 최종적으로는 해체·철거할 방침이다.

63년에 운전개시한 가장 오래된 소형의 시험용 경수로(CDR)는 수년 전부터 해체가 시작되어 현재 그 작업이

최종단계에 있다.

그리고 이러한 경험과 그 밖의 연구개발 및 국제적인 기준에 입각하여 앞으로 발전소 폐쇄에 따른 준비를 추진할 예정이다.

일본의 경수로 기술은 미국에서 도입하였으나 오랜 기간 동안 개량이 이루어졌다.

최근에는 일본의 원자로메이커와 미국의 메이커가 기술제휴하여 공동개발한 개량형 비등수형 경수로(ABWR) 2기가 현재 東京電力의 가시와자키 가리와 발전소에 건설되고 있다.

앞으로도 안전성·신뢰성·경제성이 높고, 운전·보수가 용이하며, 환경에 대한 영향이 적은 경수로를 목표로 연구개발을 계속할 계획이다.

현재 원자력발전의 연료는 천연우라늄이지만 다행히도 아직까지는 수급에는 문제가 없고, 그 가격도 낮은 수준을 유지하고 있다.

그러나 폭발적인 세계의 인구증가는 21세기에도 지속될 전망이며, 개발도상국의 빈곤을 퇴치하는 일은 세계의 평화와 안전을 위해서 꼭 필요한 과제이다.

따라서 21세기의 세계 에너지소비는 현재보다 대폭 증가할 것으로 생각하지 않으면 안된다.

중국·인도와 같은 거대한 인구를 보유한 국가가 최근에 급속한 경제성장을 개시하여 생활수준이 향상되고 있다.

그 자체는 크게 환영해야 할 일이지만 에너지소비의 증대는 피할 수가 없다.

대폭적으로 증가하는 에너지소비의 전부를 화석연료에 의존하는 것은 자원측면에서나 지구환경을 보전하기 위해서도 곤란한 일이기 때문에 결국은 원자력발전의 추진이 도모될 것으로 예상된다.

세계의 원자력발전은 앞으로도 장기간에 걸쳐 경수로를 이용해 나갈 것이다.

그러나 21세기 중반까지를 전망할 때 유한한 자원인 우라늄의 수급도 달릴 가능성이 높다.

경수로에서는 천연우라늄이 지난 에너지자원으로서의 잠재력의 1% 이하 밖에 이용할 수 없다.

장기간에 걸친 다량의 에너지공급 원으로 원자력발전을 한다면 결국에는 핵연료의 리사이클이 필요하게 된다.

리사이클은 우라늄자원의 유효한 이용 뿐만 아니라, 폐기물로서 처분되는 물질에서 장수명의 핵분열성 물질을 제거할 수 있는 점도 중요하다.

70년대 무렵, 유럽·미국·옛소련 등 원자력선진국은 고속로의 개발을 적극적으로 추진하여 장래의 핵연료 리사이클을 지향하고 있었다.

일본은 도카이무라의 소규모 재처리공장에서 20년 가까운 경험을 축적하고 현재는 상업용 재처리공장의 건설이 진행되고 있다.

고속로의 연구개발은 실험로 「조요」가 20년 가까이 순조롭게 운전되고 있으며, 원형로 「몬주」가 작년에 최초로 임계에 도달했다.

세계 공업선진국의 고속로 개발이 현재는 정체되고 있는 것을 부인할 수 없다.

그 이유는 우라늄자원의 수급상황이 안정되어 있고, 경제적으로 경쟁력이 있는 고속로가 아직 실현되지 못하고 있으며, 재정사정 때문에 장기적인 과제에 대한 연구개발투자가 충분하지 못한 것 등이라고 생각한다.

확실히 현재의 정세하에서는 고속로에 의한 본격적인 핵연료리사이클의 실현을 서두를 필요는 없다.

그러나 경제성이 있는 고속로나 재처리의 실현을 위해서는 연구개발의 과제가 많고, 또 이러한 연구는 오랜 기간이 소요되기 때문에 일본으로서는 한 걸음씩 차실히 추진해 나갈 계획이다.

그런데 최근 세계적으로 핵무기의 확산이 우려되고 있으며, 한편으로 21세기의 지구촌을 위해서는 에너지 공급과 지구환경은 주요한 과제가 되어 있다.

따라서 원자력의 평화적인 이용과 핵무기를 양립시키기 위해서 각국은 협력하여 노력하지 않으면 안된다.

NPT체제의 유지·강화와 함께 핵무기 보유국은 핵군축을 성실히 추진하고, NPT 미가입국의 가입을 촉진하여 이 조약의 보편성을 제고하는 일

들이 중요하다고 생각한다.

일본은 오랜 기간에 걸쳐 IAEA의 안전보장조치를 충실히 이행해 왔다.

앞으로 핵연료리사이클 개발을 추진함에 있어서는 투명성을 가능한 한 제고할 생각이며, 플루토늄 이용의 투명성을 높이기 위한 기본틀에 관한 국제적인 논의에도 적극적으로 참가하고 있다.

94년에 공표한 원자력백서에 일본이 보유하고 있는 플루토늄의 관리상황을 여러 국가 중에서 가장 상세히 나타낸 것은 이러한 투명성을 높이기 위한 노력의 일환이며, 앞으로도 이러한 공표를 계속할 계획이다.

### 지난 1년간의 주요사항

여기에서 작년 이 세미나 이후 1년간에 있었던 일본 원자력발전에 관한 중요한 일들을 소개하겠다.

□ 금년 1월 阪神의 대지진으로 큰 피해가 있었다. 關西지구의 원자력발전소는 고베에서 거리가 멀리 떨어져 있어 전혀 피해 없이 운전이 계속되었다.

그러나 당연한 일이지만 원전의 내진성에 대한 국민의 관심이 높아져 각 발전소에서는 지역주민에 대한 내진성의 설명에 노력하였다.

그리고 원자력안전위원회는 지금까지 엄격한 원자력발전소 내진설계지침에 의거하여 안전규제를 실시해 왔으나, 阪神지진의 경험에 따라서 내진

설계지침을 개정할 필요가 있는지의 여부를 검토하는 전문가그룹의 회의를 열고, 6개월여의 검토를 거친 다음 최근에 “개정의 필요가 없다”는 결론을 내린 바 있다.

□ 프랑스에서 처음으로 고준위방사성폐기물의 유리고화체가 무사히 일본으로 반환되었다.

지금까지 일본의 전기사업자는 프랑스 및 영국에 사용후핵연료의 재처리를 위탁하고 있다.

이에 따라서 발생한 유리고화체를 계약에 의해 반환수송한 것이다.

2년 전에 있었던 풀루토늄 수송 때의 경험을 살려서, 일본정부는 가능한 한 정보를 공개한다는 방침하에 프랑스·영국과 사업자 사이, 그리고 정부 간 사이의 조정을 각각 실시했다.

그 결과 수송시간, 유리고화체의 사양과 안전성 평가, 수송선박의 이름, 프랑스 셀브루港의 출항일 등을 공표하여 어느 정도 평기를 받았다.

그러나 수송ル트에 대해서는 안전한 수송을 최우선으로 해야 한다는 판단으로 최종적으로는 비공개하기로 결정했다. 이 때문에 국내외로부터 정보공개가 불충분하다는 불만이 표명되기도 했다.

이러한 반환수송은 앞으로도 여러 차례에 걸쳐 실시될 예정이다.

유리고화체의 안전성에 대해서는 세계 전문가의 의견이 일치하고 있으며, 수송은 IAEA의 「방사성물질 안전 수송규칙」에 의거해서 실시하였다.

이러한 방사성물질의 수송에 대해서 국제적인 신뢰를 얻는다는 것은 세계 원자력산업의 진전을 위해서 중요한 일이므로 앞으로도 더욱 노력해야 할 것이다.

□ 금년에는 東北電力의 오나가와 원전 2호기(80만kW)가 운전을 개시함으로써, 현재 일본의 운전중인 발전용 원자로는 50기로 설비용량이 총 4천1백만kW를 돌파했다.

내년에는 가시와자키 가리와 6호기(ABWR, 130만kW)와 고속증식로 원형로 몬주(28만kW)의 운전개시가 예정되어 있으며, 97년에는 가시와자키 가리와 7호기(ABWR, 130만kW)와 九州電力 젠카이 원전 4호기(PWR, 110만kW)가 운전개시할 예정이다.

97년의 원전 설비용량은 4천5백만 kW를 초과하지만 그 이후 금세기 중에는 운전개시의 계획은 없다.

현재 전국 몇개 지점에 원전을 신설할 계획이 있으며, 현지주민의 양해를 얻기 위한 노력을 기울이고 있다.

지난 7월에 전기사업연합회로부터 원자력위원회와 관계기관에 대해 신형 전환로(ATR) 실증로계획의 재검토에 대한 요청이 있었다.

그 내용은, 전원개발(주)가 아오모리현 오오마에 계획하고 있는 ATR 실증로의 건설을 경제성의 이유로 중지하고, 같은 지점에 ABWR을 건설, 전 노심을 MOX연료에 의해 운전하도록 하자는 것이다.

원자력위원회는 이 요청에 대해 전기사업연합회, 전원개발(주), 동력로·핵연료개발사업단, 일본전기공업회 등 관계기관의 의견을 들으면서 경제성, 핵연료리사이클계획과의 관계, 연구개발 등에 대해 검토를 한 다음 지난 8월 25일에 「신형 전환로 실증로 건설계획의 재검토에 대해」라는 결정을 발표했다.

이 결정에 의하면 현재의 실증로 건설비의 견적은 당초의 견적보다 많이 상승하여 경수로의 약 3배에 이르고 있다.

이것을 개선하자면 근원적인 설계의 합리화가 필요하며 많은 시간이 필요하다.

그리고 경수로에 의한 MOX연료의 사용계획이 추진되고 있는 것 등으로 아오모리현 오오마지점에서의 실증로 계획의 중지는 타당하다고 인정했다.

또 전 노심 MOX연료 이용의 ABWR 건설은 기술적으로 가능하며, 경제성도 있기 때문에 적정한 선택이라고 결론짓고 있다.

미국·유럽의 선진국에서는 그 나라 독자적인 설계로 완성한 원자로가 경제성이나 그 밖의 이유로 중지된 사례가 많이 있으나 일본에서는 ATR 실증로에서 처음으로 얻은 경험이었다.

그러나 일본의 독자적인 차상으로 설계되어 일본의 메이커에 의해 건설된 ATR 원형로 「후겐」은 경수로에 뛰어지지 않는 가동률로 운전되어 왔다.

원형로의 개발경험으로 일본 원자력산업의 기초가 다져지고, 단일 원자로로서는 세계 최대의 MOX연료 장전실적(약 600체)을 올려 핵연료리사이클의 사이클을 완결하는 경험을 얻은 것은 중요한 공헌이었다고 생각한다.

앞으로 고속증식로의 필요성에 대해서는 정부와 전기사업자의 의견이 일치하고 있으므로, 고속로의 실증로에 대해서는 안전성·신뢰성과 함께 경제성이 있는 원자로를 목표로 개념설계와 연구개발에 전기사업자·메이커·연구개발기관 등이 협력하여 노력하지 않으면 안 될 것이다.

8월 29일에는 고속원형로 「문주」가 처음으로 시험발전을 해서 전력계통에 송전했다.

원형로이므로 지금부터 세밀하게 각종 시험이 실시되고 아마 내년 중에는 전출력의 운전개시가 될 것이다.

현재 일본과 고속로 연구의 협력을 하고 있는 프랑스·영국·독일 등의 고속로기술자가 10명 가까이 「문주」의 시험에 참가하고 있다.

이러한 사실은 앞으로 기술을 국제적으로 공유하는 일과 또 일본의 고속로개발의 투명성을 높인다는 점에서 좋은 일이라고 생각한다.

### 동아시아의 원자력협력

지금까지 동아시아지역의 원자력협력은 방사선 이용, 연구로 이용 등으

로 매우 활발하게 이루어져 왔다.

앞으로 동아시아는 급속한 경제성장에 따라서 에너지의 수요도 증대해, 일본·한국·대만의 기존 원자력발전지역 외에 중국을 비롯해 다른 국가에서도 원자력발전을 시작하려고 한다.

따라서 원자력발전에 관한 협력은 중요해질 것이다.

안전확보와 핵비확산의 두 기둥을 기본으로 하여 동아시아의 원자력발전은 순조롭게 진행되어 나가야 할 것이다.

안전의 확보에 대해서는 각국이 힘을 합해야 한다.

세계원자력발전사업자협회(WANO)는 중요한 조직이며, WANO 東京센터의 활동으로 아시아 여러 국가의 운전경험, 트러블경험 등을 교환해 당사자끼리 솔직한 의견교환을 하는 것은 매우 효과적인 일일 것이다.

또 안전규제를 하고 있는 기관끼리의 협력도 중요하다.

한·일 양국정부의 원자력규제협력이 실시되고 있는 것은 그 좋은 예라고 할 수 있으며 일본·중국간에도 같은 협력이 시작되었다.

안전확보의 기본의 한 가지는 인재양성이다.

일본도 세미나와 연수를 통하여 동아시아 각국의 젊은 기술자 양성에 도움을 주고 있다. 이러한 일은 원자력발전 선두국가의 의무라고 생각하고 있다.

또 원자력발전을 하는 국가에게는 원자력안전조약의 체결국가가 되도록 촉구하는 것이 필요하다.

일본 국내에서는 유럽의 Euratom과 같은 조직을 아시아·태평양지역에 만들어야 한다는 논의가 있다.

Euratom의 활동에는 핵비확산과 공동연구개발의 두 가지가 있는데, 전자에서는 지역내 원자력시설의 사찰을 하여 지역내 핵비확산의 신뢰성을 높이고 있으며, 후자에서는 자금과 인재를 모아서 공동의 프로젝트와 기초연구를 하고 있다.

Euratom의 공동프로젝트는 초기에는 활발하였으나 최근에는 다소 정체되어 있는 것 같은데 핵비확산의 활동은 계속 실행되고 있다.

아시아·태평양지역의 경우에는 이 지역 핵비확산의 신뢰성을 높이는 데 공헌할 수 있다면 매우 홀륭한 일이다.

또 공동프로젝트와 공동연구의 가능성이 있을 것으로 생각된다.

이러한 일은 당장 실현되기는 어려울 것이나 장래의 구상으로서 논의할 가치가 있다.

한국이 원자력발전의 추진에 노력하여 홀륭한 실적을 쌓아 온 것에 깊은 경의를 표한다.

동아시아에서 가장 원자력발전이 앞서고 있는 한·일 양국의 협력이 이 세미나를 통하여 발전하는 것은, 앞으로 동아시아 전체의 원자력발전 협력의 기초가 될 것으로 생각한다. ☽