

原子力산업의 유지·발전을 위한 人材의 수요와 공급(中)

6. 資格人材의 수요 전망

資格人材가 2005년까지 어떤 추이를 나타낼 것인지를 벨기에 일본(2000년까지), 네덜란드, 스웨덴, 스위스, 영국(1995년까지), 미국에서 보고되어 있다. 일본에서는 금세기말 이후에 걸친 원자력발전계획의 확대에 따라, 資格이 있는人材의 수요가 급속히 증가할 것으로 보인다.

6.1 벨기에

2005년까지 확실한 증가를 나타낼 것으로 보인다. 앞으로의 수요는 거의 모든 분야에서 안정된 상태를 보이는 한편 백엔드 분야에서는 1990년의 약 90명이 2005년에는 140명으로 증가할 것으로 점쳐지고 있다.

백엔드 분야의人材수요는 방사성 폐기물의 관리에 어느 정도의 필요가 있을 것인가에 달려 있다. 벨기에에서는 현재 신규 원자력발전소는 계획되어 있지 않다. 후론트엔드 분야와 원

자력발전소의 원전부문에서, 資格이 있는人材의 앞으로의 수요가 안정되어있는 것도 그 때문이다. 이런 상황임에도 불구하고 방사성 폐기물의 관리에 관계된 일은 앞으로도 증가할 것으로 보인다.

6.2 캐나다

원자력 산업계의 동향을 예측하는 것은 이 업계가 정부의 정책결정에 의존하고 있는 것을 생각하면 매우 어렵다. 캐나다의 원자력 산업계는 온타리오 주정부의 정책에 의해서 움직여지고 있다고 할 수 있는데, 이 주정부는 새로운 원자력발전시설의 개발을 무기한 중지한다는 성명을 발표하고 있다.

이 성명은 1993년내에는 결론이 날 것으로 보이는 현행 수급에 관한 청문회가 끝날때까지는(경과여부 확인 못함) 유효할 것이다. 이 무기한 중지가 건설뿐 아니라, 신규 프로젝트의 연구나 입지계획의 입안에까지 확대되어 버렸기 때문에, 온타리오주의 신규 입지에서 건설이 시작되는 것은 아무리 빨라도 1998년경이 될것으로 보인다.

온타리오 주정부는 단기적 수요를 채우기 위한 수단으로 절약이나 병합 발전에 관심을 갖고 있으나, 대량의 전력을 미국이나 다른 주에서 수입하지 않으면 안될지도 모른다. 현재 진행중인 유일한 프로젝트인 「다링튼」 원자력발전소의 건설은 1993년에 완성 예정으로 되어있으나, 완성 시점에서 약 5천명이나 되는 건설팀의 일은 다른 부문에 옮겨지게 된다. 다른 주에서도 원자력발전소를 건설한다는 구체적인 계획은 없고, 가장 가능성이 있는 후보가 될것 같은 주에서도 전력 수요는 비교적 크지 않다.

캐나다형 중수로(CANDU) 판매로 지금까지 큰 성공을 거두어 온 캐나다는 수출시장에서 가능성을 가지고 있다. 캐나다제 발전소가 현재 한국에서 1기 건설되고 있는 외에, 캐나다 정부는 최근 루마니아가 몇년에 걸쳐 진행시키고 있는 프로젝트를 완성시키는데 충분한 자금을 동 정부에 대해 융자한다고 발표했다. 이와같은 프로젝트는 캐나다 국내의 원자력 기술자 수요창출에 공헌하는 측면이 있다.

최근 설계된 새로운 원자로 CAN-

요즈음 OECD/NEA를 중심으로 原子力산업체와 原子力관련기관, 그리고 大學의 原子力교육 등을 담당할 전문적 人材의 인원이 감소경향을 나타내고 있다는 우려의 목소리가 나오고 있다.

이러한 현상은 주로 OECD가 原子力산업에 관심을 덜 갖는데 원인이 있다고 지적되고 있는데 原子力종사자들은 老令化되고 있을 뿐 아니라 다음 세대에 대한 후계구도마저 허물어지는게 아닌가 하는 비관도 조심스럽게 일고 있다는 것이다.

심지어 이렇다기는 原子力산업이 발전은 커녕 지금 가지고 있는 「노우하우」의 유지마저도 난관을 맞을 것이 아니냐는 문제점도 제기되고 있다고 한다.

이러한 문제에 대해 OECD/NEA가 각국의 자료를 토대로 현황을 분석하고 장래의 대처방안과 제언 등을 내용은 보고서를 마련했는데 이 내용을 일본 原産의 「原子力 資料」(1993, 11/12)에서 발췌 번역하여 몇차례 나누어 게재하기로 하고 전월호에 이어 두번째로 이번호에 실었다.

DU-3은 초기의 CNADU기술과 근본적으로 다르지 않으나, 공장에서 제작되는 부분이 많고 현장공사를 적게 할수있는 등 보다 효율적으로 건설될 수 있도록 설계되어 있다.

그러나 이 새로운 원자료가 수출시장에서 어떠한 것인가에 대해서는, 우선 첫번째 새로운 원자료가 캐나다 국내에서 건설될때까지는 그 전망을 알 수 없다는 것이 국내 산업계의 일반적인 시각이다.

앞에서 적은 바와같이 국내에서는 곧 건설할 것이 없는 것으로 보고 있다.

건설의 하위부문에서 고용기대는 그다지 크지않으나, 현재 가동중인 원자로의 운전·보수 분야에서는 안정된 고용이 있다고 보여진다.

온타리오 하이드로사는 예상외의 가동을 저하에 직면해 있다. 또 노후화된 발전소 중에는 보수와 개장(改裝)이 예정되어 있는것도 있다.

이러한 상황이나 이 분야의 고용은 앞으로 수년에 걸쳐 유지되고, 따라서 건설의 하위부문을 떠나는 노동력을 어느정도 흡수할 수 있다고 보여진다.

6.3 독일

다른 나라와 마찬가지로 원자력산업계의 資格이 있는 人材의 장래 수요를 예측하는 것은 매우 어렵다. 국내 정치정세에서 준 지불유예 상태에 빠져 있기 때문이다. 현재, 장래의 에너지 시나리오 작성에 필요한 결정에 관여하고 있는 각당간에 합의가 이루어지지 않고 있다. 전력회사나 규제당국, 연구개발기관에 의해 수요가 어떻게 될 것인가의 전망이 불완전한 형태로 이루어지고 있다. 이와같은 전망은 원자력 설비가 2005년까지 그대로의 상태로 유지된다는 가정하에서 나온다. 이에 따르면 2005년까지 신규 필요인력은 전력회사 750명, 규제당국 500명, 연구개발기관 560명으로 되어있다.

6.4 일본

현재 이용할 수 있는 데이터 범위내이지만, 상당한 비율로 수요가 증가할 것으로 나타나있는 것은 일본뿐이다. 1990년의 총수는 약 1만명인데 이것

이 2000년에는 1만4천명에 달할 것으로 보고있다. 이것은 총수로 연간 약 2.7%씩 증가하는 것을 의미하고 있다.

수요는 전분야에서 증가할 것으로 보고있다. 특히 제조와 원자력발전소의 운전부문의 수요는 급속히 증가할 것으로 전망된다. 이것은 원자력발전 설비용량이 1990년의 2천910만kW에서 2000년에는 4천970만kW에 달할 것으로 보고있는 일본 원자력발전계 획과 잘 부합되고 있다. 원자력 발전 설비 용량의 확대는 금세기 이후도 계속될 것으로 보이며 이에 따라 資格이 있는 人材의 장래 수요도 증가할 것으로 예상된다.

6.5 네덜란드

資格人材의 수요는, 금세기까지 대략 안정될 것으로 보고있다.

자료에 의하면 1990년을 기준할 때 1995년 이후는 특히 原電의 운전부문에서 탄 부문보다 많은 人力의 수요가 예상되고 있다(이 項 도표에 의한 편집자의 해설).

6.6 스웨덴

일반적으로 장래수요는 매우 안정된 상태에서 유지될 것으로 보고있다. 가동중의 발전소 개량과 발전소의 수명연장 프로그램에 의해 금세기말에 걸쳐 약간의 수요가 증가할 것이라는 예측도 있다.

6.7 스위스

資格이 있는人材의 금세기말에 걸친 수요는 전체적으로 약간 감소할 것으로 예상된다.

부문별로는 백엔드부문에서 95년에 약간 증가하나 그 후에는 안정상태이고 특히 연구개발 및 교육담당 부문에서 이번세기 말쯤 감소세를 보임으로써 전체 감소세를 주도하는 양상을 띠 것으로 보인다(이 점 도표에 의한 편집자의 해설).

6.8 영국

정부에 의한 1994년의 원자력발전 정책 재검토 결과가 어떻게 될 것인가에 달려 있으므로, 資格이 있는人材의 1995년 이후 수요를 예측하기는 어렵다.

그러나 원자력 발전소의 운전부문人材의 수요는 안정될 것으로 예상된다.

다만 GCR의 단계적 폐쇄는 연구

개발인원의 수요감소에 이어질 것으로 보고 있다.

제조부문의 수요는 만일 정부가 1994년의 재검토 이후도 PWR의 건설을 속행한다고 할때 PWR가 새로히 발주될 것인가에 크게 달려있다.

6.9 미국

미국의 원자력산업 종사자로서 자격인재의 증가추이는 대체로 안정된 상태가 지속될 것으로 보인다.

그러나 전체적으로人材수요는 금세기 이후에도 증가할 것으로 예상되고 있다. 전체 자격인력은 1990년에 약 7만5천명이었으며 1995년에는 7만2천명으로 줄어들 것으로 보인다. 그러나 그이후는 증가세로 반전해서 2005년에는 약 7만9천명에 이를 것으로 전망된다.

이러한 증가추이는 백엔드 부문의 증가에 의한 것이다. 資格이 있는人材의 백엔드 부문의 수요, 주로 방사성 폐기물 관리부문의 수요는 1990년에서 2005년 사이에 약 150% 증가하게 되는데, 이 수요는 주로 에너지성(DOE)의 방사성 폐기물 관리 프로그램에 따른 것이다.

7. 資格이 있는人材의 공급현황과 전망

7.1 대학수준의 교육 시스템

OECD 가맹국의 대응은 크게 둘로 나눌수 있다.

하나는 전기, 기계, 화학 등 몇개의 고전적 분야의 하나를 졸업한 학생에 대해서 특별한 원자력 교육을 시행하는, 즉 이미 취득한 광범위한 공학지식에 더해 원자력에 관계된 전문 교육을 시행하는 것을 생각하고 있는 나라이다.

또 하나는 원자력공학을 이 분야의 학위 취득에 이어지는 자주적 교육과정으로 보고 있는 나라로, 이와같은 대응을 하고 있는 거의 모든 대학이 원자력공학의 석사나 박사의 취득에 이어지는 전문 프로그램을 실시하고 있다.

7.2 원자력 공학 교육의 현황

7.2.1 베루기

과거 5년간의 원자력공학과 학생수의 전반적 감소는 모든 대학 공학부에 공통된 현상이다. 이것은 다음과 같은 이유가 있다고 생각된다.

- 정치가가 부정적 자세를 보이고 있는 것과 연구 개발 자금이 부족한 결과로 원자력 분야에는 그다지 장래성이 없다고 생각되고 있다.
- 기술에 대한 일반 대중의 반발 경향.
- 원자력학과는 매우 요구가 엄할 뿐

아니라 고도로 전문화되어 있다고 생각되고 있기 때문에 학생은 이 분야에 나아가기 전에 주저한다.

-현재 교수진의 경제활동으로 인하여 기술자가 전반적으로 부족하고, 산업계에는 저마다 강한 유치경쟁을 벌이고 있다. 이때문에 대학을 졸업한 기술자는 원자력 전문교육을 위해 또다시 수년간을 소비하려고 하지 않는 성향이 있다.

7.2.2 핀란드

헬싱키 공과대학에는 원자력공학 과정과 또하나의 원자력 관련 과정이 있다.

랴펜란타 공과대학에는 에너지 기술과 원자력공학을 합친 과정이 있다. 이들 전과정은 매년 약 12명이 이수하고 있다.

7.2.3 독일

독일에는 원자력공학과가 있는 대학이 11교, 고등기술학교가 11교 있다.

체르노빌 사고 이전에는 고등기술학교나 성년학급에서 원자력공학을 배우는 학생이 각각 한학교당 30~60명이나 있었는데 현재는 3~6명으로 감소해 버렸다. 이와같은 학생수의 감소에 따라 교사도 없어졌고, 거의 모든 원자력공학 과정이 시간과 내용에 제한을 받게 되었다.

원자력공학이 전공과정에서 선택과정으로 넘어간 예도 볼수 있다.

순수한 원자력학과는 해외에서 온

몇사람의 초대학생만에 의해서 그 존재를 인정받고 있다고 말할수 있는데, 원자로물리나 원자력안전, 방사화학, 방사선방호와 차폐기술 등 원자력공학 분야는 집적과목을 위한 자유 선택 분야로 선택되도록 되어 있다.

그러나 요즘은 2년간에 걸쳐서, 많은 강좌나 실습에 참가자수가 또다시 증가하고, 일부에서는 고등학교와 성년학급에서 각각 학생이 20~40명에 달하는 곳도 생겼다.

이와같은 상황에서 대학이나 고등기술학교에서는 “에너지 기술”이나 “환경 기술”과 같은 전문교육 과정을 마련하는 곳이 점차로 늘고 있고, 큰 인기를 얻고 있다. 이와같은 전문과정에서는 원자력공학의 필수내용을 최대한으로 하고있는 케이스가 있다.

원자력공학 분야의 학과는 능력에 관한한 현재 충분히 활용되고 있지 않다.

그러나 만일 능력의 감소가 앞으로 그대로 계속되고(몇사람의 교수는 가까운 장래에 퇴직할 것으로 보인다) 원자력공학에 대한 학생의 관심이 강화되어 간다면, 대학에서 질 높은 원자력공학 교육을 시행하는 것이 어려워질 날도 머지않다.

이 분야 기업의 활동이 일반적인 기술분야 엔지니어와 함께 상당한 범위에서 하급 스텝의 수요를 충족하고 있다.

또 기업은, 주로 대기업이나 원자력 발전소를 소유하고 있는 전력회사에

해당하는 것인데, 특별한 원자력공학 훈련을 독자적으로 실시하고 있다.

산업계에 의한 노력에 추가해서, 원자력공학이나 방사선 방호 분야에서 전문적인 고등훈련에 임하고 있는 연구소의 역할은 한층 중요해지고 있다.

현재 몇군데 연구소에 이와같은 고등과정이 있다. 이중 4개 연구소가 연방환경 자연보호 원자로 안전성(B-MU)의 기술훈련지침에 따라 원자력 발전소에서 책임지는 교대근무요원의 기초훈련과정을 제공하고 있다. 이들을 합한 년간 최대 훈련정원은 약 120명이다.

단기적으로는, 독일 재통일은 고도의 자격이 있는人材의 공급에 대해서 어느 일정한 완화상황을 만들어 냈다.

이것은 옛 동독의 옛 소련형 PWR(WWER)발전소의 폐쇄에 의해서 경험을 쌓은 사람들이 방출된 것과 1991년에서 1994년에 걸쳐 원자력공학 분야에서 약 300명의 졸업이 예측되기 때문이다.

7.2.4 일본

학부에 원자력공학과가 있는 대학은 10개교가 있고 정원은 약 470명이다.

석사과정이 있는 대학은 14개교로 정원은 210명, 박사과정이 있는 대학은 12개교로 정원은 약 90명이다.

정원수는 10년간 달라지지 않았으나 이들 모든 과정의 지원자가 최근 줄고 있어, 학생의 자질에 대해서 염려가 높아지고 있다.

보고된 정원수에는 유연한 부분이 있어, 사실 석사과정과 박사과정을 포함한 대학의 원자력공학과 졸업생 총수는 1984년에서 1989년에 걸쳐 약 25%(412명에서 510명으로) 증가했다.

그러나 이것은 대학에서 반드시 원자력 산업계에 공급이 증가한 것을 의미하고 있지 않다. 그것은 원자력 이외의 분야에 취직하는 학생의 비율이 늘고 있기 때문이다.

원자력공학과와 졸업생 총수에서 보면 은행이나 보험회사에 고용된 학생의 비율은, 1984년의 1.5%에서 1989년에는 6.5%에 달했다.

전력회사에 고용된 학생수에 변화는 없었으나, 원자력 산업계에 고용된 학생의 비율은 1984년의 13.1%가 1989년에는 5.5%로 줄었다.

전기 제조업은 원자력공학과 졸업생의 비율이 제일 크고 1984년에는 39.9%, 1989년에는 31.2%였다. 또 원자력공학과 졸업생의 약 3분의 1이 비원자력 분야의 컴퓨터 관련 기업에 의해 고용되고 있다.

일본의 이와같은 경향도 최근에는 주식의 급락에 의해서 변화하고 있다.

또 메이커에 고용되는 학생의 비율도 전반적으로 회복되고 있으나 그래도 원자력공학과는 학생에게 인기가 없다. 산업계, 특히 원자력 관련 업계는 학생의 관심을 끌기 위해 장학금을 제공하고 있다.

7.2.5 네덜란드

델후트 공과대학에는 원자로 물리 과정이 있다. 받아드리고 있는 학생은 연간 2명이다.

7.2.6 스웨덴

새로운 부문의 엔지니어를 교육하는 2년간의 대학과정이 개설되었다.

이 과정은 고등학교의 4년간의 공학 프로그램을 대신하는 것으로 1994~95년에는 건설, 전기, 기계, 화학, 정보과학 등 전학과에서 약 7,000명의 정원을 갖게된다.

이 프로그램은 3년간의 고등학교 기술과학과정을 기초로 하고 있고, 원자력 발전소의 운전이나 메인テナンス, 제조 등 부문의 많은 직무에 대한 교육상의 기본적 요구를 충분히 채워주므로, 원자력분야에 대한 기술자 공급에 중요한 역할을 다하게 된다.

이 새로운 과정에는 특별한 원자력 공학 과정은 없다. 응용면의 원자력 훈련은 여전히 산업계가 준비하지 않으면 안된다.

“학력 기술자”(스웨덴에서는 씨빌 엔지니어라 불린다)가 되기 위한 대학의 공학과정(4·5년)은 3년간의 고등학교 기술·과학과정을 기초로 한 것으로, 스웨덴에서는 7개소의 공과대학에 설치되어 있다.

정규 원자력공학 과정은 없으나 이 과정의 학생은 과정의 마지막에 원자로 기술이나 원자로 물리, 핵과학, 보

건물리 등을 전공할 수 있다.

1990년에 실시된 조사에 의하면, 연간 약 200명의 공학부 학생과 약 50명의 과학계 학생이 원자력에 관계된 어떤 과정을 이수하고 있는 것이 밝혀졌다.

약 25명의 공학부 학생이 원자력 과정을 이수하고 있고, 공학과정을 마치고 정규 원자력 자격을 취득하기 위한 시험이 시행된다. 이런 학생의 거의 모두가 원자력 산업계에 고용되고 있다.

이런 학생은 한 몫을 하는데 원자력계가 1990년에 필요로 한 약 100명의 신규 졸업자 가운데 약간 부분을 차지하는데 지나지 않는다. 이와같은 자격이 있는 인원의 수요는 90년대를 통해서 약간 증가한다고 보고 있다.

원자력 산업계의 최대 관심은 원자력 전문가의 공급이 앞으로 어느 정도 이루어질 것인가 하는 문제와 더불어 기계, 전기, 정보과학, 화학, 물리 분야의 학부 학생이 전체로 어느 정도 공급될 수 있을 것인가이다.

원자로 물리 등 몇몇 분야에서는 대학에서 훈련받은 원자력 전문가에 대한 수요가 꾸준하다. 또한 산업계에서는 원자력 이외의 학생에 대해서 일에 필요한 원자력 관련 이론적 훈련을 시키기 위해 대학과 협력하여 훈련하는 프로그램이 있다.

특히 장래에 원자력에 관계된 일에 대해서 학생에게 관심을 갖게하기 위하여 대학의 정규 원자력과정은 중요

하다고 산업계는 인식하고 있다.

원자력 산업계에 기술자를 공급하는 공과대학의 정원(년간 약 2,500명)은 현재 충분하다고 생각되나, 장래의 원자력 과정에 대해서는 다소 염려가 있다.

원자로 기술이나 원자로 물리, 핵화학의 각과 규모는 매우 적고, 각과당 2~3명의 교사에 의존하고 있는 경우 조차 있다. 사실 기반은 취약하고, 조금만 축소현상이 일어나도 위기적 상황을 맞게 될 것이다.

각 학과가 그대로 존속하기 위해서는 최저한 필요한 규모를 갖출 필요가 있으나 그 장래가 보장되어 있다고 말할 수는 없다. 이를 달성하기 위해서는 장기 대책이 필요하고 현재 이 점에 대해서 검토하고 있다.

원자력공학의 대학원생 총수는 약 50명으로, 박사학위를 취득하는 것은 매년 10명 이하이다. 이 가운데 원자력 분야에서 연구를 계속하는 것은 아주 적은 수에 불과하다.

원자력계는 1990년에 약 5명의 신규 공학박사를 고용할 필요가 있다고 말했다. 이 숫자에서도 알수 있듯이 원자력계, 대학 양쪽의 필요를 충족할 수 있는 여건이 마련돼있지 않은 상황이다.

7.2.7 스위스

원자력공학과는 두 대학에 있다. 정원은 10명 이상인데 이 과정을 이수하는 것은 약 4~6명이다.

정원은 1960년의 10명에서 1970년에는 30명까지 증가했지만, 그 후는 현재의 수준까지 감소했다. 학생수는 1970년이 가장 많아 20명이었는데 그 후 감소해서 현재에 이르고 있다.

PSI-REACTORSCHULE에는

스위스의 다른 전문학교 교육에 필적하는 원자력과정이 있다. 정원이나 실제로 받아 들인 학생수 등에 대한 지 금까지의 경향은 대학의 그것과 거의 같다.

7.2.8 영국

영국에서는 원자력산업계에 대한 신규 졸업자의 최대 공급선이 원자력공학을 그다지 중시하고 있지않는 대학이나 과학 기술 전문학교이었다.

그러나 숫적으로는 적지만 왕립대학이나 케임브릿지 대학 등에서는 최종학년에 원자력공학을 선택할 수 있다.

또 맨체스터 대학에는 4년제의 원자력공학과가 있다.

런던의 퀸메리 대학은 원자력공학과를 폐지했다.

대학원 수준으로는 버밍햄 대학과 서리 대학에 각각 원자로물리와 보건물리의 석사과정이 있다.

연구분야에서는 원자력 기술에 직접 관계가 없는 곳에서 공학박사 학위를 취득한 상당수의 학생이 고용되어 있다.

학부와 대학원수준 양쪽에 원자력 산업계로부터 후원을 받고 있는 학생

도 몇명 있는데, 이것은 원자력산업계가 자격이 있는 신규 졸업자의 공급을 확보하는데 있어 유효한 수단이 된다고 생각할 수 있게 되었다.

7.2.9 미국

원자력공학과나 원자력공학 프로그램은 상업용 원자력 발전의 급속한 진전에 따라 1960년대와 1970년대초에 급속히 신장되었다. 1975년까지 63의 보건물리과정에 추가해서 80의 원자력공학과·과정이 설립되었다.

그러나 이제까지 20년간의 상황을 보면 미국은 원자력 이용에의 의존을 상당히 약화시켜, 원자력공학의 학위과정수는 1989년까지 39로, 원자력공학에 대한 신청은 18로 줄어 들었다.

원자력공학 과정 학부의 4년생 등록자수는 1978년의 1,250명이 1988년에는 약 650명으로 감소했다.

석사과정의 등록자수도 1970년대말의 약 1,050명을 피크로 계속 감소해서 1988년에는 약 650명이 되었다.

全美研究會議에 설립된 원자력공학 교육에 관한 위원회는, 원자력공학 프로그램에는 다음과 같은 염려스러운 경향이 있다고 지적했다.

a) 연구분야에 대한 자금공급이 발전로기술에 관계된 분야에서 다른 분야로 이전하게 되었다(발전로 관련 연구자금의 공급은 20% 이하).

b) 원자력 교육을 지탱하는 연구소나 機器를 유지하는 문제(적절한 자금 공급 부족).

c) 원자력공학 담당교수의 노령화(미국의 원자력공학과 교수의 평균 연령은 다른 학부의 교수보다 약 10세 높다)

d) 신규로 교사진에 참가하는 人數의 감소(5년 이하의 교사경험을 가진 사람은, 원자력공학을 가르칠 자격이 있는 교수의 18% 밖에 없다.)

7.3 산업계의 훈련 시스템

산업계 안에서의 훈련은 특히 轉職率이 낮은 나라에서 매우 중요하다.

일반적으로 원자력 발전소의 운전원을 위한 훈련 과정은 전력회사에 의해서 잘 정비·운영되고 있다.

7.3.1 벨기에

벨기툼사가 경수로 중심의 일반적인 원자력공학을 내용으로 한 훈련과정과, 외국 전력회사 직원의 교육을 목적으로 홀스코프 시뮬레이터에 의한 훈련을 실시하고 있다.

7.3.2 일본

전력회사는 원자력 발전소의 운전훈련을 위해서 두 개의 회사를 설립했다.

하나는 BWR 운전요원을 위한 것이고, 다른 하나는 PWR 운전요원을 위한 것이다.

원자력 산업계를 위한 가장 일반적인 과정은 일본원자력연구소(JAERI)와 방사선의학총합연구소에 의해서

설립된 것이다.

일본원자력연구소가 운영하고 있는 과정은 원자로 물리와 보건 물리, 방사성동위원소의 취급 등에 관계되고 있다.

방사선의학총합연구소는 방사선 방호와 방사선 모니터링, 원자로사고의 처리훈련 등을 주로 다루고 있다.

7.3.3 네덜란드

원자력 발전소 운전요원을 위한 훈련 과정을 전력회사가 준비하고 있고 매년 약 4명을 훈련하고 있다.

7.3.4 스웨덴

모든 원자력산업 부문에서 자격이 있는 직원의 거의 전부가 업무에 관계된 특별한 훈련을 필요로 하고 있다.

따라서 스웨덴 원자력계 안에서 훈련 활동은 넓은 범위에 걸쳐있다.

원자력발전검사국은 원자력 발전소의 운전요원 훈련과 재훈련, 원자력 발전소의 보수나 훈련을 규제하고 있다.

가장 광범위한 훈련이 요구되고 있는 것은 제어실의 운전 요원에 대한 것이다. 교대근무의 감독자가 되는 사람은 고등학교의 공학과정을 졸업하고, 우선 발전소 기술자(현장운전원)의 훈련생으로서 시작하고, 거기에 이르는 과정, 시뮬레이터과정, 실지 훈련 기간으로 구성된 전력회사에 의한 4년간의 훈련 프로그램을 수료하지 않으면 안된다.

다음 단계의 운전 훈련을 받는 후보자에 대해서는 이것보다 낮은 수준에서 운전 경험을 쌓은 사람 중에서 신중하게 선정된다.

발전소의 보수 훈련은, 발전소의 규정, 일과 절차에 대한 과정이나 발전소의 機器나 시스템, 보수 방법, 숙련자의 기능에 대한 특별한 과정 등으로 착실하게 명확화가 도모되고 있다.

보수 기술자에 대한 2년간의 훈련 프로그램이 한 발전소에서 진행되고 있다.

발전소에서의 규정된 각 직위에 대해서는 매년 라인 관리에 따른 적격 평가를 하는 시스템이 확립되어 있다.

전력회사 출자기업인 원자력훈련·안전센터(KSU)는 발전소 고유의 폴코시뮬레이터를 사용해서, 제어실의 운전요원에게 광범위한 훈련의 場을 제공하고 있고, 운전 관리자를 위한 과정이나 대학졸업 기술자와 교대근무 감독자를 위한 원자력 기술과정, 원자력 훈련자를 위한 인스트럭타 과정 등도 마련하고 있다.

또 각 발전소와 협력하면서 발전소의 시뮬레이터 과정과 이론 과정용으로 검정을 받은 훈련 자료를 작성하고 있다.

스웨덴 원자로 메이커인 ABB아툼社도 원자로 홀의 실물크기 모형을 중심으로 만들어진 보수직원용 훈련 센터(LWR 서비스 센터)를 운영하고 있다.

이 센터에서는 전력회사와 그 하청

기업을 위한 광범위하고 특별한 과정을 마련하고 있다.

1990년에 실시된 조사에 의하면 스웨덴 국내에서는 원자력산업계의 훈련분야에서 상근으로 고용되고 있는 사람은 약 160명이었던 것으로 밝혀졌다. 보조요원은 비 상근으로 종사하고 있다.

7.3.5 영국

전력회사는 올드베리 훈련센터를 근거지로 해서, 원자력 발전소의 운전 요원을 위해 광범위한 훈련과정을 제공하고 있다.

이것은 원자력산업계에 들어오는 공학부 졸업생을 위한 훈련 프로그램의 일환이다.

특히기술자 자격과 같은 정규 인가로 이어지는 경력개발이 장려되고 있다.

7.3.6 미국

미국에서는 원자력 관련기업에 의한 광범위한 훈련 프로그램이 활용되고 있다.

미국의 원자력 발전회사는 1980년대 중반, 1社당 평균 51명의 훈련 인스트럭터와 43명의 훈련 지원요원(합계 94명)을 갖고 있었다. 훈련 요원은 원자력 발전회사 고용 전체의 약 5%이었다(사무직과 보안직 제외).

1985년에는 대학졸업 자격이 필요한 입장에 있는 직원의 약 15%가 훈련 프로그램에 참가했는데, 이것은 원

자력 발전회사 전직원의 약 25%가 훈련계획에 참가한 것을 의미한다. 마찬가지로 대학 졸업자격이 필요한 입장에 있는 직원은 1984년과 1985년에 훈련을 마친 직원의 대략 25%를 점했다.

운전 요원이나 기술자, 숙련자를 위한 훈련기간이 평균 40주를 초과한 것에 대해 대학에서 교육을 받은 직원의 훈련 프로그램 기간은 평균 약 15주였다.

대학 졸업 직원에 대한 훈련은 평균 75%가 교실에서 예정을 짰 공부, 15%가 시뮬레이터, 나머지 10%가 정식 실지훈련이었다.

원자력발전협회는 훈련기준을 정해 원자력발전회사의 훈련 프로그램을 검토·인정하는 “훈련 아카데미”를 설립했다.

전력회사 이외에 원자력 관련 기업이 어떠한 훈련 프로그램을 제공하고 있는가에 대한 통계 데이터는 없으나, 원자로 메이커나 건설 설계회사, 원자력 서비스사에 의해서 광범위한 훈련이 종업원에게 제공되고 있다.

8. 需給 均衡

공급능력을 예측하는 경우, 이것을 人數로 표시하는 것이 어렵기 때문에 장래의 수급 균형을 정량적으로 평가할 수는 없다.

資格이 있는 人材의 수요가 직중마다 예측된다고 해도, 모든 직종의 공급에 대해서 조사할 수는 없다. 따라서 資格이 있는 人材의 수급균형은 정성적으로 평가할 수밖에 없다.

다음은 각국에 의한 장래 예측이다. 일반적으로 공급이 부족하기 때문에 안정적 수요가 기대되는 나라조차도 수요와 공급사이에 불균형이 생기는 일도 생각할 수 있다.

8.1 베루기

모든 부문에서는 아니지만, 資格이 있는 人材의 공급은 현재 대부분의 부문에서 거의 수요와 일치하고 있다. 그러나 수요가 증가하는 경우에는 이에 공급이 따르지 못하고, 또는 공급이 뒤따른다 해도 상당한 시간차가 있을 것으로 보고 있다.

지금까지 원자력 분야가 독자적으로 내부적 대응기식에 의해 수요를 충족해 왔다.

현재 필요시되고 있는 부문, 또는 전문가는 다음과 같다.

- 전력회사를 제외한 거의 모든 부문에서 원자력 기술자와 원자로 물리학자
- 몇몇 부문에서 보던 물리학자
- 폐기물 처리와 품질관리 전문가
- 몇몇 제조업에서 퇴직자의 보충요원
- 교육 : 현재의 노동력은 전략상 최저한 필요치에 접근하고 있기 때문

에 위기의 시작으로 보여지고 있다.

8.2 캐나다

캐나다 원자력산업계의 장래는 온타리오주에서 정책결정이 이루어질 때까지 앞으로 수년간에 걸쳐 견딜 수 있을 것인가하는 산업계 자체의 능력에 달려 있다.

바로 원자력 발전소의 발주가 없으면, 장차 캐나다 국내의 원자력 발전소 요구를 충족하는데 필요한 인프라 스트럭처가 손상되는 것이 아닌가 하는 염려가 있다.

노동 시장의 전망에서 보면 수요측에 너무 많은 불확실성이 있는 한 상당수 원자력 전문가가 새로히 공급될 것으로는 생각되지 않는다.

이러한 점에서, 만일 캐나다가 원자력 발전소의 확대를 결정한다고 하면人材 부족이 생길 수도 있다.

8.3 독일

원자력의 장래 이용과 개발에 대해서 각 정당간에 합의가 없고, 또 국민들로부터도 폭넓은 지지를 얻지 못하고 있는 현상을 생각하면, 원자력 분야에서 장차 資格이 있는人材가 얼마나 필요할 것인가를 예측하기는 어렵다.

기존 원자력시설에 대해서는 앞으로 수십년간에 걸쳐 높은 자격이 있는 상당수의 사람에게 의해서 책임있는 직

무 수행이 필요하다는 사실이 엄존하고 있으나, 전력회사와 메이커는 원자력 발전소의 신규 발주가 없는 한 정확하고 완벽한 인사 계획 목표를 밝히기를 주저하고 있다.

단기적으로 보면 독일의 재통일은 노동시장의 공급측에 어떤 종류의 완화상황을 가져왔다.

노하우의 유지와 직원의 훈련에 관해서 말하면, 국가 및 국제 수준에서, 장차 일을 확보하기 위한 가능성을 유지하는 수단이 될 것으로 보고 있는데 이것은 기존 서비스 업무와 장래의 PWR와 BWR의 개념에 대한 연구방향에 달려있다.

8.4 일본

일본은 장래의 명확한 원자력 비전을 갖고 매우 광범위한 원자력 분야에서 계획을 확장하고 있는 몇 안되는 나라중의 하나이다.

여기에는 원자력 발전소의 증설 뿐만 아니라 상업용 농축공장이나 재처리시설과 같은 연료 사이클 시설 건설도 포함된다. 더욱이 일본은 FBR 등의 연구 개발 분야에서도 매우 의욕적인 계획을 갖고 있다.

그러나 공학이나 과학을 전공한 학생의 고용을 충분하게 할수 없다는 염려가 원자력 산업계에 높아지고 있다.

원자력 기술자의 경우도 매우 큰 문제가 되고 있다. 이것은 원자력 공학을 졸업한 학생이 원자력 이외의 산업

계에 고용되는 경향이 있기 때문이다.

그러나 일반적으로 기술자가 부족하다는데 주목할 필요가 있다. 대학에서도 원자력공학과와 인기는 급속히 저하되고 있고, 나아가 원자력공학과에 들어가려는 학생은 적다.

원자력공학과에 진학하는 것은 성적이 나빠 다른 학과에 가지 못하는 경우가 많다. 일본에서는 각 학과의 정원을 간단히 변경할 수없으므로, 원자력공학과와 정원은 그대로 있고, 원자력공학과는 최근 들어가기 쉬운 학과중의 하나가 되고 있다.

이와같은 배경으로 원자력 관련기업은 충분한 자격이 있는 졸업생을 고용하는 일의 어려움에 직면해 있다.

그러나 전력회사나 주요 제조기업의 몇개社의 상황은 양호하다. 그것은 이런 회사는 원자력 이외의 관련 부문에서도 일하고 있고 학생들에게 매력 있는 취직처로 비추어지기 때문이다. 하지만 이런 대기업조차도 원자력부문 지원자가 줄고 있다.

어쨌서 이러한 상황이 돼버렸는가 하는 이유에 대해 다음과 같은 것이 생각되고 있다.

-원자력산업은 이미 "하이테크 산업"이 아니라고 보고 있다. 이것은 매우 성적이 좋은 학생에게 원자력 공학은 이미 매력적이지 않음을 의미하고 있다.

-원자력에 대한 국민의 합의를 아직 얻지 못하고 있다. 그 결과 대학에 들어갈때, 그리고 졸업후 일을 선택

할때 학생의 태도에 영향을 준다.
-전반적으로 기술자가 부족하다. 다른 업계가 보다 좋은 조건으로 학생을 끌고 있다.

8.5 영국

현재는 수요와 공급 사이에 심각한 불균형은 없다.

원자력 산업계는 資格이 있는人材에 대해서 장래에도 어느 일정한 최저수준이 유지될 수 있도록 과학·공학계 졸업생 모집을 적절한 수준에서 계속하고 있다. 1960년대에 원자력산업이 비약적으로 확대됨으로써 산업계 내부에 연령 분포상 왜곡 현상이 생겼으나, 이것도 1990년 말까지는 실질적으로 해소될 것으로 보고 있다.

1994년의(원자력정책의) 재검토 결과 여하에 달렸지만, PWR을 더 건설하기 위한 인원의 확보는 폐쇄되는 마그녹스 발전소로부터의 인원을 재배치함으로써 달성될 것으로 생각된다.

그러나 이것은 발전소의 수명연장 프로그램에 의해서 메꾸어질 가능성도 있다. 대학이나 과학기술 전문학교 학생의 정원수를 늘린다고 하는 정부의 최근 정책은 앞으로 10년에서 15년에 걸쳐 올바른 교육적 소양과 학식을 구비한 충분한 졸업생을 원자력 산업계가 획득함에 있어 기여할 것으로 생각된다.

8.6 미국

미국에서는 현재 원자력 산업계의 업무에 관해서, 資格이 있는 人員의 공급이 적절하게 이루어지지 못하는 것이 아닌가 하는 염려가 있다. 또 앞으로 15년간에 걸쳐 보건물리, 원자력공학, 방사과학 분야에서 공급부족이 이어질 것으로 예측되고 있다.

더욱이 폐기물관리나 환경회복작업 분야의 과학·공학적 업무중, 원자력이나 방사선에 관계된 분야에서도 資格이 있는人材의 공급에 대해서 염려가 있다. 이에 관해 아래에 구체적으로 기술한다.

8.6.1 보건물리, 원자력공학, 방사화학

① 개관 : 최근의 조사에 의하면 미국에서는 보건물리 분야에서 전문직이 부족한 것이 확인되었다.

또 원자력 기술자와 방사화학자의 공급은 특히 어려운 상황에 놓여있다(양쪽 모두 미국내 고용면의 수요를 채움에 있어 미국 대학을 졸업한 외국 학생에 크게 의존하고 있다. 특히 박사수준에서는 이것이 현저하다).

현재의 수급상황을 생각하면 앞으로 15년에 걸쳐 이 세가지 업무 모두人材가 부족할 것으로 보인다.

② 수요 : 이 세가지 업무에 대해서, 각각의 수요를 총당함에 있어 몇 가지 공통된 염려사항이 공급측에 내

재해 있다.

발전, 의학, 연구, 군사(특히 폐기물관리), 그리고 규제를 포함한 모든 원자력 관련 활동에 있어서 세가지 업무를 합한 전체 고용은 그다지 급속하지는 않으나 계속 증가하고 있고, 그 경향은 앞으로 15년에 걸쳐 변화하지 않을 것으로 예측되고 있다.

세가지 업무에 관한 노동력의 상당히 높은 비율이 앞으로 15년에 정년에 도달하기 때문에 교체 요원으로 資格이 있는 작업자의 수요가 증가하게 된다.

환경이나 보건, 안전활동의 증가에 따라 원자력 발전을 위시한 원자력 관련 작업중에서 이 세가지 업무에 관한 고용 필요성이 발생하고 있다.

또 가장 고용이 신장될 것으로 예측되고 있는 것은 민생용 원자력 발전분야 이외에 특히 기술개발을 포함한 군사관련 폐기물 관리와 환경회복 작업이다.

그리고 그다지 큰 비율은 아니지만 규제기관이나 의학, 보건과학 등에서도 수요가 늘 것으로 예측되고 있다.

이러한 원자력 관련 활동이 새로운 고용을 창출하므로, 필요한人材의 확보에서 서로 경합하게 되고, 민생용 원자력 발전기업이 資格이 있는人材를 확보하는데 영향을 주게 된다.

더욱이 세가지 분야를 담당하고 있는 대학교수는 다른 학과의 교수보다 비교적 연령이 높고 앞으로 15년에 걸쳐 높은 비율로 보충이 필요하게 될

것으로 보이며, 박사수준의 교육을 받은 인材가 필요하게 된다.

③ **공급** : 노동시장의 신규 졸업자 교육과 공급에 대해서는 이 세가지 분야 모두에 공통적인 것이 몇가지 있다.

우선 첫째는 세가지 분야 모두 과거 10년간에 걸쳐 일이 증가하고 있는데 학생의 등록수와 학위 취득건수가 감소하고 있는 것이다.

그 결과 규모 축소라는 이유뿐 아니라 규모가 커지고 있거나 신장이 현저한 대학 과정에 지망을 옮기려는 성향이 나타나 몇개의 대학과정이 이미 중지되고 있다.

더욱이 앞에서 적은바와 같이 보건물리나 원자력공학, 방사화학 담당 교수는 평균해서 다른 과학·공학분야 교수보다 연령이 많다.

또 학생의 등록수가 줄고 있기 때문에, 교수가 퇴직하거나 다른 과정으로 옮겨도, 교수진의 보충이 이루어 지지 않는 경우를 볼수 있으며, 현재 얼마 안되는 교수진 밖에 남아있지 않은 과정이 많아지고 있다.

이와같은 교수진의 감소가 과정의 약체화에 박차를 가해, 남아있는 교수진이 퇴직하거나 다른 과정으로 옮기면 또 과정의 중지로 이어질 것으로 보고 있다.

이 세가지 분야 모두 보다 많은 자금이 제공되면 활기를 되찾을 것으로 내다보인다.

원자력공학과 보건물리에 관해서 보면 가장 필요한 것은 연구 자금임이

명백하고, 이것은 교수진뿐 아니라 대학원생을 지원하여 인재배출로 이어질 것이므로, 결국 원자력 발전소 운전의 문제에 파급하여 상황이 밝아진다는 것이다.

방사화학에 관해서 말하면, 다른 두가지 분야도 아마 조금은 그럴지도 모르지만, 대학과정을 계속하는 기회와 필요성을 대학의 의사 결정자가 마음에 품고 있도록, 젊은 교수진에 대한 어려움에 걸친 자금의 제공이 필요하다.

미국에서는 현재 원자력에 관련된 이 세가지 분야 모두, 학생의 등록수와 학위 취득의 확대가 곤란에 직면하고 있는데, 이것은 과학·공학 분야 교육에 공통된 문제이다.

우선 첫째 18세에서 22세의 연령층 대학생이 감소하고 있다.

다음 수학이나 컴퓨터과학, 자연과학, 공학에 대한 관심이 대학 입학생 사이에서 감소하고 있다.

세번째는 재원인데, 정부 수입이 감소하거나 혹은 필요만큼 급속히 증가하지 않음에 따라, 특히 국가가 지원하는 대학이 감소하고 있다.

원자력 분야의 고용기회 감소와 원자력 분야에 대한 일의 매력상실이라는 인식이 있는 가운데, 원자력 관련 분야가 한층 고난에 직면하고 있다.

8.6.2 폐기물관리와 환경회복 전문지식

미국에서 요즘 몇년간에 폐기물관리

와 환경회복 분야에서 일의 양이 증가함에 따라, 전문화된 세가지 업무와 함께 고용기회가 증가했다.

또 원자력이나 방사선의 유해한 폐기물질에 관련된 전문지식을 갖는 다른 많은 업무에 종사하는 직원에 대해서도 資格이 있는 인원의 분야의 화학자, 방사선에 관계되는 水利學이나 지질학 경험이 있는 지구과학자, 방사선이나 혼합폐기물에 경험이 있는 환경·생태과학자, 방사선이나 유해한 폐기물에 경험이 있는 산업위생 전문가 등의 업무가 포함된다.

경험이 풍부한 과학자나 기술자의 감소와, 핵폐기물 관리 및 환경회복에 초점을 맞춘 대학의 교육·연구 프로그램의 감소에다가 급격한 작업량의 증가가 이들 모든 분야에 영향을 미치고 있다.

정부기관에서도 모든 분야에 영향을 미치고 있다.

정부기관에서는 현재 이들 분야에 서 프로그램의 계획 입안이나 감시·규제를 시행하는 경험이 있는 요원의 수가 부족하다.

자격을 구비하고 경험이 풍부한 인材의 육성을 복잡하게 하고 있는 것은, 이 분야의 기술이 아직 조사단계에 있고, 새로운 방법이 아직 계속 검토·도입되고 있다는 현실때문이다.