

원자력 기능인력 수요전망 및 교육인력 공급방안

목 차

제1장 서론	1
제1절 연구의 필요성 및 목적	1
제2절 연구성과 및 활용	2
제2장 원자력산업의 현황	5
제1절 원자력산업의 범위	5
제2절 원자력산업 현황	5
제3절 원자력 르네상스	17
제4절 원자력산업의 인력 현황	28
제3장 인력수급 전망방법	49
제1절 인력수급 전망의 양적 접근	49
제2절 인력수급 전망의 질적 접근	58
제4장 원자력산업 인력수급 전망	73
제1절 개요	73
제2절 원자력산업 인력수급 전망 결과	77
제5장 정책적 시사점	85
참고문헌	87

제1장 서 론

제1절 연구의 필요성 및 목적

원자력에너지는 화석에너지 자원의 사용을 최소화하기 위한 청정에너지원으로서 대체사용이 늘어나고 있다. 또한 원자력에너지는 기후변화 위협에 대응하여 환경훼손을 줄이면서 에너지 안보 차원과 지구환경 위기의 극복을 위해 그 역할이 다시 부각되고 있는 에너지이다. 왜냐하면 원자력은 석탄과 석유에 비해 CO2를 1/150-1/110 수준으로 축소할 수 있고, 원전 연료인 우라늄은 매장량이 최소 100년간 공급이 가능한 것으로 확인되고 있으며, 고속로 도입 시 공급수명이 6,000년 이상으로 확대될 수 있기 때문이다. 또한 OECD NEA(Nuclear Energy Agency)는 미래세대와 현 세대의 에너지 공급에 대한 원자력의 기여가 2008년 대비 2050년까지 원전설비용량이 최소 1.6배에서 최대 3.9배까지 증가할 것으로 예상하고 있다. 이렇게 되기 위해서는 원전 설비 면에서 보았을 때 폐로되는 원자로 대체를 포함하여 2030년까지 30기의 원자로 건설이 이루어져야 하며, 2050년까지 최대 54기까지의 원자로가 건설되어야 할 것으로 판단되고 있다.

2009년 우리나라는 중동 지역에서 최초로 추진된 UAE 원전사업의 최종사업자로 선정되었다. 이번 원전수주는 1,400MW급 한국형 원전(APR 1400) 4기를 UAE에 건설하는 초대형 원전플랜트 일괄수출 계약으로, 발전소의 설계·구매·시공, 시운전, 초기 연료공급 등 건설 부문의 계약금액만 약 200억 달러에 달한다. 원전 준공 후 60년의 원전 수명기간 중 원전운영, 기기교체 등 운영지원에 참여함으로써 약 200억 달러의 추가 수주도 예상된다. 이는 건국 이래 사상 최대의 플랜트 수출로 신규 고용창출 및 관련 산업 파급효과 등으로 경제위기 극복에도 크게 도움이 될 것이다. 이와 같이 세계 원자력 환경의 변화 속에서 에너지원으로서의 원자력의 중요성뿐만 아니라 수출산업으로서의 원자력산업의 비중이 높아져 가고 있어, 원자력산업 전반에 대한 현황 파악을 통한 전망이 이루어져야 할 것이다. 또한 21세기 에너지 기후 시대(Energy Climate Era)에 대응하기 위한 저탄소 녹색성장이 전제된 현재세대와 미래세대가 조화와 균형을 이루는 지속 가능한 경제성장을 하려면 기존의 에너지 소비 체계에서 기존의 탄소배출 에너지 소모를 최소화하여야 할 것이다. 친환경 대체에너지를 개발하기 위한 녹색성장 관련의 원천적인

기술은 고도의 기술을 의미하며, 이를 상용화하는 기술의 조기 확보가 필수이다. 이를 위해서는 엄청난 R&D 투자와 핵심기술 인력 확보가 뒷받침되어야 할 것이다.

원자력이 녹색성장의 원동력으로 부활하여 수출동력으로 자리매김하기 위해서 반드시 해결해야 할 가장 시급한 과제는 인력양성의 문제이다. 특히 기술력 및 인력 확보를 위해 과거 기술 주도(Technology Driven)의 방법에서 미래 예측을 바탕으로 시장수요를 파악한 후 요구 제품 및 기술을 개발하는 시장 주도(Market Driven) 방법으로의 전환이 필요하다. 이를 위해서는 단기적으로는 국내에 한정된 원자력분야 인적 자원의 효율적 배분을 통해 원자력 전문인력을 적재적소에 배치하고, 장기적으로는 원자력 유망기술 분야 전문인력을 적시에 확보하여야 한다. 이를 통해 국가 원전 확대 정책이 지속적으로 추진될 수 있도록 하고, 경쟁체제하에서 국내의 투자를 효과적으로 유인하며, 원전 수출에 따른 국외 원전 신규 건설 및 기술협력 요구에 부응하도록 국내외 원자력산업의 경쟁력을 강화시킬 수 있어야 한다.

본 연구에서는 UAE의 대규모 원전 건설사업 수주 등으로 인해 새로운 수출산업으로 부각되고 있으므로 원자력산업의 향후 전망을 원자력산업을 둘러싼 대내외 환경변화를 감안하여 인력수요 전망을 실시한 후, 전망결과를 토대로 정부의 원자력산업 관련 인력양성정책 수립에 시사하는 바를 도출하는 것을 목적으로 한다.

이 같은 목적에 따라 본 보고서는 다음과 같이 구성되어 있다. 제1장 2절 이하에서는 연구방법과 연구성과 및 활용에 대해 살펴보고, 제2장에서는 원자력산업의 현황을 살펴보았다. 제3장에서는 인력 수급전망 방법 및 2008년부터 2020년까지의 기간에 대한 원자력산업인력의 수요 전망치를 제시하고, 제4장에서는 원자력산업 인력의 효율적이고 유연한 양성 및 활용을 위한 정책방향을 제시하였다.

제2절 연구성과 및 활용

‘원자력 기능인력 수요전망 및 교육인력 공급방안’의 연구수행을 통해 다음과 같은 점에서 소기의 효과를 충분히 거둘 수 있을 것으로 예상된다.

첫째, 원자력산업 인력에 대한 수급전망은 원자력인력 수급체계 개선을 통한 효율적인 인력양성 정책 마련의 논리적 근거를 제공한다. 구체적으로는

신뢰성과 활용성이 높은 원자력산업 전망결과를 토대로 정책 당국으로 하여금 주요 분야별로 효율적인 인력양성 및 활용정책을 수립 또는 집행을 위한 기초자료로 제공할 것이다.

둘째, 원자력산업에 종사하는 인력의 노동시장 문제(수요) 분석 및 정책 대안을 도출한다. 원자력산업에서 요구하는 인력의 기술과 고용구조를 파악함으로써 지속적인 기술의 변화를 예측하고, 이를 위한 대비로 근로자의 교육 및 훈련 과정의 변화가 필요한 부분이 무엇인지 인지하여 교육과정의 변화와 인적자원의 형성과정과 개발에 대한 분석에 기여할 것이다.

셋째, 원자력산업 분야별 인력에 대한 전망은 실용적이고 정책적인 측면에서 정책 당국을 비롯한 원자력산업 관련 종사자들에게 인력수급과 관련한 의사결정을 내리는 데 도움이 되는 한편, 여타 응용연구에서 논의의 토대를 마련할 것이다.

넷째, 향후 국가경제 성장에 기여할 원자력산업 분야의 인력양성 시스템 마련 및 수급을 전망함으로써 효율적인 인력계획을 위한 정책의 시행착오를 줄이고, 향후 관련 분야의 일자리 창출정책에 활용될 것이다.

또한 세계원자력협회는 중국, 러시아, 인도, 미국 등에서 대규모로 신규건설 추진될 것으로 예상되며, 2030년까지 약 430기의 신규 원전건설을 전망하였다. 이는 약 1,200조 원으로 추산된다.

노후원전 정비 시장도 대규모로 형성될 것으로 전망되고 있다. 2009년도 통계에 따르면 세계 가동 원전 총 436기 중 54%인 234기가 20년 이상된 것이며, 이 가운데 경수로 72기, 중수로 16기에 대한 정비가 예상되고 있다. 이는 약 88조 원 규모의 정비시장을 형성하는 것으로 알려져 있다.

〈표 2-2〉 주요 국가별 신규 원전추진 규모

(2009년 2월 현재)

국가	계획 중(Planned)		추진 중(Proposed)	
	호기 수	용량(MWe)	호기 수	용량(MWe)
Argentina	1	740	1	740
Armenia	0	0	1	1,000
Bangladesh	0	0	2	2,000
Belarus	2	2,000	2	2,000
Belgium	0	0	0	0
Brazil	1	1,245	4	4,000
Bulgaria	2	1,900	0	0
Canada	3	3,300	6	6,600
China	26	27,560	72	58,400
Czech Republic	0	0	2	3,400
Egypt	1	1,000	1	1,000
Finland	0	0	1	1,000
France	0	0	1	1,600
Germany	0	0	0	0
Hungary	0	0	2	2,000
India	10	9,760	15	11,200
Indonesia	2	2,000	4	4,000
Iran	2	1,900	1	300
Israel	0	0	1	1,200
Japan	13	17,915	1	1,300
Kazakhstan	2	600	2	600
North Korea	1	950	0	0
South Korea	3	4,050	2	2,700
Lithuania	0	0	2	3,400
Mexico	0	0	2	2,000
Netherlands	0	0	0	0
Pakistan	2	600	2	2,000
Poland	0	0	5	10,000
Romania	2	1,310	1	655
Russia	11	12,870	25	22,280
Slovakia	0	0	1	1,200
Slovenia	0	0	1	1,000
South Africa	3	3,565	24	4,000
Spain	0	0	0	0

Sweden	0	0	0	0
Switzerland	0	0	3	4,000
Thailand	2	2,000	4	4,000
Turkey	2	2,400	1	1,200
UAE	3	4,500	11	15,500
Ukraine	2	1,900	20	27,000
United Kingdom	0	0	6	9,600
USA	12	15,000	20	26,000
Vietnam	2	2,000	8	8,000
합계	108	121,065	266	262,275

〈표 2-3〉 주요국 신규 원전건설 계획(2030년, 누계, WNA)

(단위: 기)

중 국	러시아	인 도	미 국
124 (확정 34, 계획 90)	44 (확정 7, 계획 37)	38 (확정 23, 계획 15)	30 (확정 11, 계획 19)

자료: WNA (2010), Sept.; 지경부(2010)에서 재인용.

대형 상업용 원자력발전소 이외에도 소규모 전력망 및 인구분산형 국가들을 중심으로 중소형 원전을 선호하는 틈새시장이 형성되면서 중소형 원자로와 연구로 이용도 크게 증가할 전망이다. 미국 에너지성(Department of Energy)은 2050년까지 세계 중소형로 약 500~1,000기의 수요(약 350조 원)가 발생할 것을 전망한 바 있으며, 전력과 함께 물 부족을 동시에 해결할 수 있는 원자로 수요의 증가가 기대된다. 또한 전 세계에서 운영 중인 240여 기의 연구로 중 80%는 노후화(20년 이상 경과)됨에 따라서 향후 15년 내에 신규 및 노후 연구로의 대체수요 발생이 전망된다.⁶⁾ 한국원자력연구원은 2025년까지 남아공, 아제르바이잔, 태국 등 40여 개국에 50여 기(약 10~20조 원 규모)의 수요가 발생할 것으로 전망하였다.

이 밖에도 수소경제시대가 본격적으로 도래함에 따라 2030년대부터는 청정 수소의 수요가 급격히 증가할 것으로 예상되고 있으며, 2030년대 세계시장규모는 약 2,350억 달러로 전망되고 있다. 석유가격이 \$40/배럴 이상에서 원자력 수소는 천연가스 증기개질법에 대해서 가격 경쟁력이 확보되어 원자력에 의한 수소생산이 약 5%를 점유할 것으로 예상되고 있으며, 방사선 과학기술이 21세기 첨단 융복합 산업을 주도하게 됨에 따라서 2010년에는 1조 1,100억 달러 정도의 시장을 형성할 것으로 예상되고 있다.⁷⁾

6) IAEA 연구로 통계, 2009년 7월 현재.

7) World Technology Outlook-2050(WETO-H2, 2006).

2) 우리나라 원자력발전산업

(가) 원자력발전소 건설의 역사

(1) 외국기술 의존기

1970년대 고리 1·2호기 건설은 국내 최초의 원전 건설로서 웨스팅하우스가 전반적인 건설책임 을 지고, 원자로계통설비와 핵연료를 공급을 담당하고 영국의 GEC사가 터빈·발전기 계통설비의 공급과 토건감독을 맡았다. 국내업체는 현대건설(주)가 원자로계통공사, 그리고 동아건설(주)가 터빈·발전기 계통 공사를 하도급형태로 맡았다.

월성 1호기도 비슷한 시기에 건설되었다. 캐나다원자력공사(AECL)가 발전소 기기의 설계, 구매, 현장설치, 시운전, 품질보증, 운전원 훈련 및 원전연료와 중수의 공급을 담당하고, 영국의 GEC사가 일부 설비의 공급 및 설치를 담당하였으며, 영국과 캐나다의 Parsons사가 터빈·발전기의 공급, 설치, 감독 분야를 맡았다.

(2) 기술 축적기

3개호기 건설 이후 고리 3·4호기, 영광 1·2호기, 울진 1·2호기는 일괄발주가 아니라 분할발주(Non-Turnkey) 방식으로 한전 주도하에 건설되었다. 이들은 모두 950MWe급 가압경수로형으로서 웨스팅하우스사와 1차 계통 공급계약을, 그리고 GEC사와 2차계통 공급계약을 맺고 한전이 건설하는 방식이었다.

(3) 기술 자립기

영광 3·4호기부터 우리 기술로 설계된 시설용량 1,000MWe급의 원자로를 건설하기 시작하였다. 이는 국내 주도형 사업으로서 한전이 전체사업을 총괄 관리하고 국내업체는 각 분야별로 사업을 주도하되 기술이 미진한 분야에 대해서만 외국업체로부터 지원을 받도록 하는 방식이었다.

월성 2·3·4호기의 경우에도 캐나다형 가압중수로였으나 한전의 종합관리하에 외국업체와 국내업체가 분야별로 주 계약자 및 하도급 계약자로 참여하는 방식의 계약체제를 도입하고 건설기술도 전수받았다.

울진 3·4호기 이후로는 한국표준형원전이 건설되면서 영광 5·6호기, 울진 5·6호기의 건설이 이루어진다.

(4) 기술 선진화기

현재 건설 중인 신고리 1·2호기, 신월성 1·2호기는 개선형 한국표준형원전(OPR1000)으로 한국표준형원전에 일체형 원자로 상부구조물, 복합건물 등 97개의 개선사항을 반영하여 건설이 진행 중에 있다.

(나) 원자력발전산업

우리나라는 1978년 4월 고리 1호기가 시설용량 587MW로 상업운전을 개시한 이후 지속적으로 원자력발전소 건설을 추진하여 2009년 말 현재 20기가 상업운전 중에 있으며, 총 시설용량은 17,716MW에 해당한다.⁸⁾ 이는 전체 발전설비 용량의 24.4%에 해당되나 원자력발전은 기저부하를 담당하기 때문에 발전량으로는 35.6%에 해당한다.

〈표 2-4〉 우리나라 원자력발전소 현황

호기	구분	설비용량(MW)	원자로형	위치	상업운전
고리 #1		587	가압경수로	부산광역시 기장군	1978. 4. 29
고리 #2	650	1983. 7. 5			
고리 #3	950	1985. 9. 30			
고리 #4	950	1986. 4. 29			
월성 #1		679	가압중수로	경북 경주시	1983. 4. 22
월성 #2	700	1997. 7. 1			
월성 #3	700	1998. 7. 1			
월성 #4	700	1999. 10. 1			
영광 #1		950	가압경수로	전남 영광군	1986. 8. 25
영광 #2	950	1987. 6. 10			
영광 #3	1,000	1995. 3. 31			
영광 #4	1,000	1996. 1. 1.			
영광 #5	1,000	2002. 5. 21			
영광 #6	1,000	2002. 12. 24			
울진 #1		950	가압경수로	경북 울진군	1988. 9. 10
울진 #2	950	1989. 9. 30			
울진 #3	1,000	1998. 8. 11			
울진 #4	1,000	1999. 12. 31			
울진 #5	1,000	2004. 8. 29			
울진 #6	1,000	2005. 4. 22			
계		17,716			

8) 2010 원자력발전백서(2010), 지식경제부·한국수력원자력(주).

원자력발전량 점유율은 1989년 50.1%로 전체 발전량의 절반이상을 차지한 이래 1990년대 초반부터 시작된 삼천포, 보령, 하동 등 대용량 화력발전소 건설로 인하여 계속 감소하여 2009년 34.1%까지 감소하였다. 1998년 이후 원자력발전량은 30~40%대의 점유율을 유지하고 있다.

2010년 말 현재 8기의 원전이 건설 중에 있고, 2기의 원전이 건설준비 중에 있으며, 2기의 원전이 계획 중이다. 건설 중 원전으로는 한국표준형원전(OPR1000)으로 건설되는 신고리 1·2호기 및 신월성 1·2호기를 비롯하여 기존 원전대비 안전성과 경제성이 향상된 대용량 신형원전으로 개발한 신형경수로1400(APR1400)으로 건설되는 신고리 3·4호기와 신울진 1·2호기가 있다. 또한 신고리 5·6호기가 건설준비 중이고 신울진 3·4호기가 계획 중이다. 이 밖에도 6기의 원전이 추가로 계획 중인 것으로 알려져 있다.

〈표 2-5〉 건설 중/건설준비 중 원전의 준공일정

구분	호기	위치	원자로형	준공일정
건설 중	신고리 #1	부산시 기장군 장안읍	OPR1000	2010. 12
	신고리 #2	부산시 기장군 장안읍		2011. 12
	신월성 #1	경주시 양북면 봉길리		2012. 3
	신월성 #2	경주시 양북면 봉길리		2013. 1
건설 중	신고리 #3	울산시 울주군 신암리	APR1400	2013. 9
	신고리 #4	울산시 울주군 신암리		2014. 9
	신울진 #1	경북 울진군 북면		2016. 6
	신울진 #2	경북 울진군 북면		2017. 6
건설준비 중	신고리 #5	울산시 울주군 서생면	APR1400	2018. 12
	신고리 #6	울산시 울주군 서생면		2019. 12

2. 최근 국내 원전산업 현황

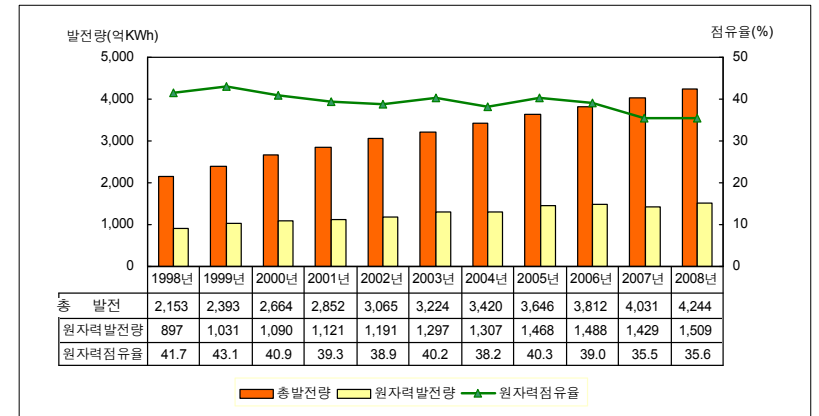
2008년 말 국내 원전 설비용량은 전년도와 같은 17,716MW로 전체 발전설비용량 72,491MW 대비 24.4%로 전년도 26.0%보다 다소 감소하였는데, 이는 2008년 영흥화력 3,4호기 등 타 발전설비용량이 증가한 반면, 원자력 발전설비는 신규로 준공되지 않았기 때문이다.

국내 최초 원전인 고리1호기가 상업운전을 개시한 이래 원전 설비용량이 30배 이상 증가하여 용량면에서 세계 6위의 원자력 발전 국가로 성장하였다.

한편 2008년도 원전 발전량은 전년 대비 약 80억kWh가 증가한 1,509억 kWh로 국내 전체 발전량의 35.6%를 차지하고 있다. 전년 대비 발전량이 증가한 것은 설비용량이 2007년도의 90.3%보다 3% 이상 증가한 93.4%를 달

성하였기 때문으로, 이는 세계 원전 평균이용률 79.4%를 14% 상회하는 수준으로 우리나라 원전 운영기술의 우수성을 보여주는 것이며, 2000년 이후 연속해서 90% 이상의 높은 기록을 달성하고 있다. 이처럼 국내 원전이 우수한 운영실적을 기록할 수 있었던 주요 요인은 그동안 축적된 운영 경험과 계획 예방정비 최적화, 정비체제의 선진화 등 운영기술 선진화 노력의 결과라고 할 수 있다.

〈그림 2-2〉 국내 총 발전량과 원전 발전량 및 점유율 추이 비교



자료: 2008년도 종합발전연보(한국수력원자력주).

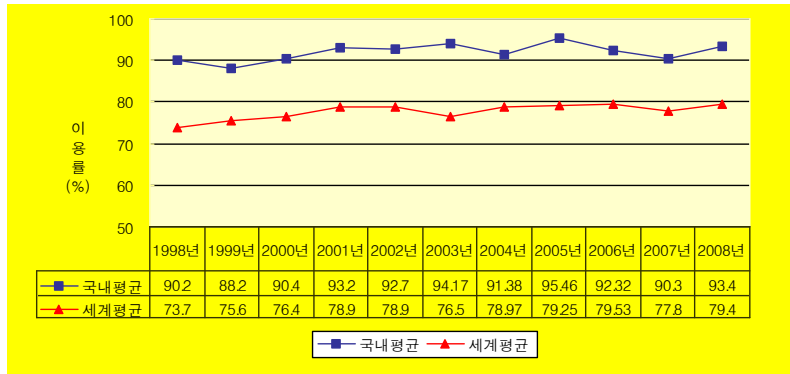
〈표 2-7〉 국내 및 세계 원전의 연도별 평균 이용률(1998~2008년)

(단위: %)

연도 구분	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
국내 평균	90.2	88.2	90.4	93.2	92.7	94.2	91.4	95.5	92.3	90.3	93.4
세계 평균	73.9	95.6	76.4	78.9	78.9	76.5	78.8	79.3	79.5	77.8	79.4

또한 2008년은 원자력 발전을 시작한지 30년 만에 원전에 의한 누적 발전량이 2조kWh를 돌파한 의미있는 한 해이기도 했다. 이 누적 발전량을 화석 연료로 환산할 시 석탄(유연탄) 7억 4,221만 톤, 가스(LNG) 2억 8,543만 톤의 대체 효과뿐 아니라 저렴한 판매원가에 기인해서 석탄 대비 8조 5,400억 원, 가스 대비 247조 200억 원의 원가절감 효과를 가져왔다.

[그림 2-3] 국내 및 세계 원전의 연도별 평균 이용률 추이(1998~2008년)



자료: 미국 Nuclenics Week(2009.3), 2008년도 종합발전연보(한국수력원자력㈜).

국내 원전건설 현황은 6기의 원전을 건설 중이며, 2기의 원전이 건설 준비 중이다. 기기 및 기술 수출은 2009년 6월까지 원자재 및 기술용역 등으로 약 18억 달러 정도를 수출하였다.

국내 원전의 연료는 각 제조과정(정광, 변환, 농축, 성형가공)별로 구분하여 원전연료를 확보하고 있으며, 발전소별 소요물량 및 시기를 고려하여 적절한 양의 정광을 소요시점에 구입하고, 이를 변환, 농축 및 성형가공 단계를 통해 원전연료로 제작하여 발전소에 공급하고 있다. 또한 안정적이고 경제적인 원전연료를 공급하기 위해 제조과정별 공급원의 다원화, 적정 비축량 및 원전연료 기술개발을 도모하고 있다.

우라늄 정광은 미국, 캐나다, 호주, 프랑스, 카자흐스탄 등으로부터 구매하고 있으며, 장기계약과 현물시장 조달 물량을 적정 배분하여 확보하고 있다. 변환역무는 중수로용은 캐나다에서 공급받고 있고, 경수로용은 캐나다, 미국, 영국, 프랑스, 러시아로 다원화하여 해외에서 구입하고 있으며, 농축역무도 5~10년 단위의 계약기간으로 국제 입찰을 통해 확보하고 있다.

<표 2-8> 연도별/에너지원별 전원구성 전망

연도	원자력	유연탄	무연탄	LNG	석유	양수	신재생	집단	계
2007	17,716	19,340	1,125	17,436	5,334	3,900	1,673	721	67,246
	26.3	28.8	1.7	25.9	7.9	5.8	2.5	1.1	100
2008	17,716	22,580	1,125	17,969	5,340	3,900	1,900	835	71,364
	24.8	31.6	1.6	25.2	7.5	5.5	2.7	1.2	100
2009	17,716	23,080	1,125	17,828	5,376	3,900	2,093	1,425	72,543
	24.4	31.8	1.6	24.6	7.4	5.4	2.9	2.0	100
2010	18,716	23,080	1,125	19,899	5,383	3,900	2,365	1,668	76,136
	24.6	30.3	1.5	26.1	7.1	5.1	3.1	2.2	100
2015	25,916	28,820	600	23,062	4,291	4,700	3,383	2,795	93,568
	27.7	30.8	0.6	24.6	4.6	5.0	3.6	3.0	100
2020	31,516	28,820	600	23,062	4,291	4,700	4,060	3,142	100,191
	31.5	28.8	0.6	23.0	4.3	4.7	4.1	3.1	100
2022	32,916	28,820	600	23,062	3,591	4,700	4,060	3,142	100,891
	32.6	28.6	0.6	22.9	3.6	4.7	4.0	3.1	100

주: 전원구성비는 연말 용량 기준임.

자료: 제4차 전력수급기본계획(2008, 지식경제부).

3. 원자력산업 매출액 현황

우리나라 원자력산업분야 매출액은 원자력발전사업체 매출액과 원자력공급사업체 매출액으로 구분된다.

2008년도 우리나라 원자력산업분야 매출액은 14조 5,936억 원으로, 2007년의 12조 8,143억 원 대비 13.9% 증가하였다. 이 중 원자력발전사업체의 매출액은 10조 8,293억 원으로 5.0%가 증가하였고, 원자력공급사업체의 매출액은 3조 7,643억 원으로 50.4%가 증가하였다.

원자력발전사업체 매출액 증가를 살펴보면 원자력발전이용률이 전년도 90.3%에서 93.4%로 증가하였는데, 이는 판매발전량 증가(2007년 1,366억kW → 2008년 1,443억kW)에 따른 것이다. 또한 원자력공급사업체 매출액의 증가는 기자재분야와 원전건설시공분야에서 크게 증가하였기 때문이다.

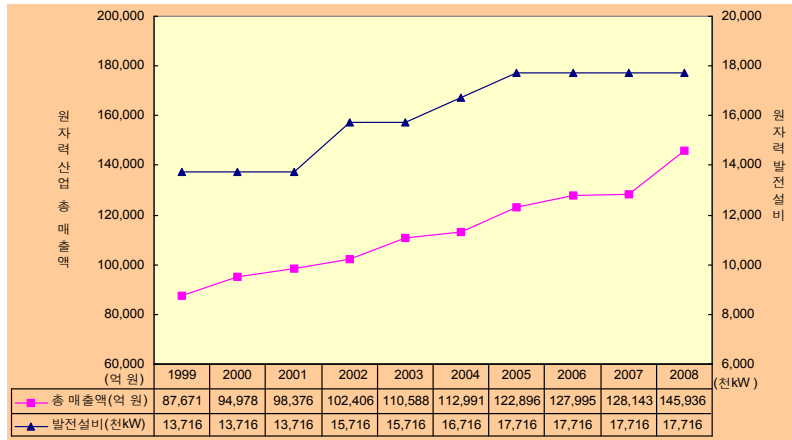
2008년도 원자력산업분야 매출액 14조 5,936억원은 2008년도 국내 GDP 1,023조 9,377억 원의 1.42%로 2007년도 1.60%보다 떨어지는 점유율이다.

지난 10년간의 원자력산업분야 매출액과 원자력발전설비 증감 추이를 살펴보면, 원자력산업분야 매출액은 연평균 6.4% 증가하였고, 발전설비는 연평균

2.9%가 증가하여 원자력발전설비 증가율보다 매출액의 증가율이 앞서고 있음을 알 수 있다.

원자력산업분야의 지난 10년간의 매출액 추이를 보면 원자력발전사업체는 6조 5,978억 원에서 10조 8,293억 원으로 연평균 6.4%의 성장을 하였으며, 원자력공급산업체는 2조 1,693억 원에서 3조 7,643억 원으로 연평균 7.2%의 꾸준한 성장률을 보이는 가운데 2008년도는 처음으로 원자력산업분야 매출액이 14조 원을 넘어섰다.

[그림 2-4] 원자력산업분야 매출액과 원자력발전설비 증감 추이



<표 2-9> 원자력산업분야 매출액 추이

(단위: 백 만원, %)

연도	분야	원자력발전사업체	원자력공급산업체	합계
1999		6,597,829	2,169,293	8,767,122
2000		7,578,430	1,919,394	9,497,824
2001		7,807,384	2,030,178	9,837,562
2002		8,146,121	2,094,493	10,240,614
2003		8,831,904	2,226,895	11,058,799
2004		9,008,613	2,290,521	11,299,134
2005		10,074,646	2,215,033	12,289,679
2006		10,494,462	2,305,070	12,799,532
2007	매출액	10,310,583	2,503,668	12,814,251

	구성비	80.5	19.5	100
2008	매출액	10,829,273	3,764,305	14,593,578
	구성비	74.2	25.8	100
증감률	06/07	1.8 ↓	8.6	0.1
	07/08	5.0	50.4	13.9

* R1 이용분야 제외.

2008년도(2007.4~2008.3) 일본의 원자력공급산업체의 매출액은 1조 6,482억 엔으로 전년도 1조 6,086억 엔에 비해 2.5%가 증가하였다. 매출액 구성내용을 살펴보면 연료 정광·정련·농축·재처리 등의 핵연료 사이클 관련 매출액이 4,651억 엔(28.2%)으로 가장 많이 차지하고 있으며, 다음으로 원전정비가 3,868억 엔(23.5%), 기자재가 3,815억 엔(23.1%), 토건시공·기설치는 2,073억 엔(12.6%), 설계·엔지니어링은 1,361억 엔(8.3%), NDT 및 기타는 711억 엔(4.3%)으로 나타났다.

일본과 우리나라의 매출액 구성비를 건설, 핵연료 및 유지보수로 나누어 생각해 볼 경우 먼저 건설 측면에서 보면 2008년 중에 우리나라는 6기의 원전을 건설 중에 있고, 일본은 3기의 원전을 건설 중에 있기 때문에 설계·엔지니어링, 토건시공·기기설치, 원자력 기자재 제작 등의 매출액 구성비가 일본보다 최소 6%, 최대 27% 높게 나타나고 있으나, 핵연료 부분은 일본이 우리보다 23.3% 높게 나타나고 있다. 이는 핵연료의 정광·정련·농축·재처리 등의 매출액 증가와 우리나라 농축과 핵연료 재처리분야, 즉 핵연료 사이클분야에 집중하는 일본의 국가적 정책에 기인한 것으로 보인다. 따라서 매출액 중 원자력 기자재(50.5%)가 가장 많은 부분을 차지하고 있는 우리나라와는 달리 일본은 핵연료(28.2%)가 가장 많은 부분을 차지하고 있다.

그리고 유지보수 측면에서는 운전 중인 원전 수가 우리보다 2.75배(한국: 20기, 일본: 55기)나 많고, [운전개시 후 평균 사용연수]도 우리나라의 약 1.5배(일본: 23.47년/기 한국: 15.75년/기)로 일본의 원전정비비가 총 매출액 중에 차지하는 비중이 한국 14.0%보다 훨씬 많은 23.5%로 조사되었다.

앞으로 우리 원전의 운전연수가 경과함에 따라 매출액도 계속 증가할 것이 예상되므로 우리 업체들도 자체 기술향상과 우수한 선진기법은 선별 도입하고 보수 및 정비 공기의 단축, 우수 정비인력 양성 등 지속적인 개선대책이 수반되어야 할 것으로 보인다. 참고로 한·일 원자력공급산업체의 총 매출액의 규모를 비교해 보면 한국은 일본의 19.9%에 해당하는 것으로 조사되었다.

〈표 2-10〉 한·일 원자력공급산업체의 분야별 매출액 비교

(단위: 백만 원, 백만 엔, %)

분 야	2007				2008			
	한국		일본 (2006.4~2007.3)		한국		일본 (2007.4~2008.3)	
	매출액	구성비	매출액	구성비	매출액	구성비	매출액	구성비
설계 및 엔지니어링	220,367	11.1	107,321	6.7	276,185	8.7	136,104	8.3
토건시공·기기설치	373,436	18.8	190,559	11.8	608,390	19.1	207,688	12.6
원자력 기자재	623,814	31.5	344,138	21.4	1,608,521	50.5	381,480	23.1
핵연료	138,283	7.0	504,895	31.4	151,561	4.8	465,117	28.2
원전정비	472,935	23.8	389,500	24.2	431,757	13.5	386,778	23.5
NDT 및 기타	154,998	7.8	72,226	4.5	111,237	3.5	71,054	4.3
합 계	1,983,833	100	1,608,639	100	3,187,651	100	1,648,221	100

주: 1) 한국에는 연구·공공기관의 매출액을 제외한 원자력산업체 매출액만 기재.

2) 기자재분야는 1,2차 계통 기자재, 냉각순환설비 송·변전계통, 계측·제어설비, 방사능측정기기, 기타 보조기 등을 포함.

3) 핵연료분야는 원전연료제작 및 관련 기기, 폐기물처리·정화설비기기, 감속재, 원자력재료, 폐기물 관리·처분 서비스.

4) 2008년 평균환율 803.56원/100엔, 외환.

제3절 원자력 르네상스

1. 원자력산업의 폭발적인 팽창

에너지 자원 가격의 급등락, 지구온난화 예방을 위한 이산화탄소(CO2) 감축 필요성 등에 따라 세계 각국은 원자력 이용 확대를 고려하고 있다. 이에 따라 2030년까지 전 세계적으로 300기 이상 규모의 신규 원전시장이 형성될 것으로 전망되고 있다.

최근 수년간 석탄, 석유, 천연가스 등 화석연료 가격이 상승하여 화력발전의 경제성이 크게 감소하였다. 또한 온실가스의 배출에 더욱 민감해져 가는 사회적 분위기로 인해서 그 대안으로 원자력 발전에 대한 관심이 급격히 증가하였다. 실제로 전 세계 발전량의 66%를 차지하는 화력발전의 주 연료인 석탄과 천연가스 가격은 2007년 기준으로 2002년 이후 각각 10%와 21%씩 급등하였다. 반면에 원자력발전은 단위전력당 연료비가 석탄의 25%, 천연가스의 7%에 불과하기 때문에 연료비 증가에 둔감한 구조이며, 연료비가 크게

오르지도 않았다.

2005년 국제원자력기구(International Atomic Energy Agency, IAEA)가 예측한 낙관적 시나리오 따르면, 현재 350GWe의 원자력발전용량이 2020년 500GWe 정도로 증가하고, 2030년경에는 원전 도입국가의 증가로 인해 640GWe까지 증가할 것으로 전망하고 있다.⁹⁾

2. 원자력산업의 환경변화

2002년 뉴스위크지에서 발표한 '에너지의 미래'에 의하면 앞으로 2015년까지는 석유·천연가스가 주 에너지원의 역할을 계속 담당할 것으로 보여 당분간 에너지절약에 관련된 기술개발이 주종을 이룰 것으로 예상하였다.¹⁰⁾ 그러나 앞으로 50년 후에는 화석연료의 시대가 끝나고 수소가 석유와 천연가스를 대체하며 분산전원의 시대가 도래하면서 태양광·풍력·수소발전 등이 주요 전기공급원이 될 것으로 전망하였다. 이에 따라 단순한 절약 차원의 기술이 아니라 대체성·보완성·청정성·안정성·편리성·안전성을 위주로 한 신에너지 기술 개발에 주력하게 될 것이라고 전망하였다.

한편 원자력발전은 1988년 토론토에서 열린 세계 기후변화회의에서 지구온난화 문제가 크게 부각되면서 다시 전 세계적으로 관심을 모으고 있으며, 수소에너지 등 대체에너지와의 협력도 기대되고 있다.

원자력발전산업에 영향을 미치는 요인은 단순히 연료가격과 이산화탄소 배출저감화만으로 설명할 수는 없다. 이미 구조 개편된 전력산업의 경쟁체제, 세계적 경쟁 심화, 기후변화협약 및 환경규제, 원전수명 종료 및 교체시기 도래 등의 외부환경 변화의 영향을 받을 수 있다. 예를 들어 발전사 간 경쟁이 심화되고 경영 리스크를 개별 발전회사 스스로가 관리해야 하는 상황에서 발전회사는 투자비용이 적고, 투자의 회수기간이 짧은 발전소를 선호하게 됨에 따라 원전건설을 기피할 수 있는 여건이 지금까지 민영화된 전력시장에서 발생했던 일들이다. 또한 기술개발을 통하여 모듈화하고 건설기간이 짧아지는 경우 그 반대의 현상도 예상할 수 있게 된다.

따라서 원전산업의 경쟁력은 한계운전비용뿐만 아니라 건설비를 포함한 모든 생산비용의 경제성을 지속적으로 유지할 수 있는지가 관건이 될 것이다.

9) Ki-Sig Kang, Claude Russell Clark, Akira Omoto(2005), INTEGRATED PLANT LIFE MANAGEMENT(PLIM), IAEA, p. 748.

10) 『Newsweek』, 2002.4.8.

<표 2-11> 에너지의 미래

	현재	15년 후	50년 후
전체조망	화석연료가 세계 에너지 구성비의 90% 차지	유가폭등으로 에너지 절약 강화. 대체에너지는 아직 보편화되지 않음.	화석연료의 시대가 끝나고 풍력/태양광/수소동력이 대부분을 차지
석유	자동차, 항공기, 기차의 연료로서 세계 에너지 구성비의 41%를 차지	많이 이용되나 가격이 저렴하지 않음.	지나간 시대의 유물로 남음.
석탄	발전의 동력원으로 많이 이용	중국과 같은 주요 사용국들도 사용을 줄이기 시작	완전히 사라짐.
원자력	고비용과 안전문제로 위축	더 안전한 원자로가 가동되나 전체적으로 쇠퇴	안전하고 새 발전소의 건설로 원자력발전이 살아남을지는 아무도 모름.
수력	물과 대지를 많이 필요하기 때문에 더 이상 건설될 가능성 없음	-	-
천연가스	가정용과 공업용 연료로 석유를 따라잡기 시작	가격상승 속도가 석유보다 느려서 천연가스 사용이 증가	가스를 펌프리고 수송하던 펌프와 파이프라인이 수소의 수송에 이용
수소	-	석유와 가스를 분해해서 얻어지는 수소가 일부 차량의 동력원으로 이용	물에서 분해된 수소가 대부분의 용도에서 석유를 완전히 대체
태양에너지	-	광전지가 화석연료와 견주어도 경쟁력이 있을 정도로 싸짐.	거대 발전소부터 자그마한 광전지판에 이르기까지 도시와 시골에서 널리 이용
풍력	-	풍력발전소가 세계의 주동력원으로 자리 잡아감.	주요 전기 공급원
가정	주로 석유와 천연가스 보일러 이용. 전기보일러는 아직 비용이 많이 듦.	초절연 창문이 보온을 해주기 때문에 석유보일러는 가장 추운 겨울에만 사용	수송관을 통해 가정으로 들어오는 수소연료는 석유와 가스를 완전히 대체
차량	선진국에서는 스포츠 다목적 차량(SUVs)을 선호해 연료 효율성 고려 않음.	휘발유 가격이 급등하면서 휘발유-전기 겸용차가 인기	수소연료전지로 움직이는 차가 대거 등장. 일부 비행기도 수소연료전지를 사용

3. 국제 원자력시장 변화동향

원전 개발의 역사를 살펴보면, 1951년 미국의 EBR-1 원자로에서 100kW의 전력을 세계 최초로 생산하고, 1954년 구소련의 Obninsk APS-1 원전 가동이며 1956년 영국의 Calder Hall, 1957년 미국의 Shippingport 원전 가동으로 원전의 상용발전이 시작되었다. 1960년대 원전도입이 급증하면서 세계 원전시장 규모가 급격하게 확대되었다. 하지만 1979년 TMI 원전 사고와 1986년 체르노빌 사고 이후 세계적으로 원전 안전에 대한 우려와 불신, 세계적인

경기침체에 따른 에너지수요의 정체 등으로 미국과 유럽에서 원전 발주가 감소되어 1990년까지 침체되어 있었다.

이에 미국과 유럽의 원전공급업체의 합병과 시장지배구조의 변화가 나타나기 시작하였다. 반면 아시아 지역 국가들은 세계적인 원전산업의 침체에도 불구하고 원전이용을 지속적으로 확대하여 세계 원전시장을 주도하였다. 원자로공급사의 최근 세계 원전시장 점유율을 살펴보면, 웨스팅하우스가 28%, 아레바가 24%, GE가 20%, MINATOM이 10%, AECL이 6%이다.

[그림 2-5] 세계 원전사업자별 원전공급 비중



자료: 「원자력발전산업의 해외수출전략 개발」(2007.7), 한전 전력연구원 전력경영연구소.

에너지 안보와 온실가스 감축문제가 세계적으로 에너지 수급에서의 화두가 되면서 원자력의 유용성이 새롭게 재평가되고 있다. IEA는 2006년 「세계에너지전망」 보고서에서 원자력의 경쟁력에 대한 분석 및 전망을 독립된 장으로 포함시켰으며, 최근에 공개된 IPCC 제4차 보고서에서도 이전 보고서와는 달리 원자력의 온실가스 감축효과가 명시적으로 기술되어 있다.

IEA 및 EIA 이외에 여러 국제기구에서 향후 원전 도입에 대해 [그림 2-6]과 같이 전망하였는데, 이를 종합하면 2030년이 원자력발전 규모는 최대한 현재보다 90%가 증가되고 최소한으로도 현재보다 7%가 증가될 것으로 보고 있다. 이 전망에서 2030년까지의 원전 규모 증가분보다 2030년까지의 신규 원전건설 규모는 훨씬 더 크다. 이 이유는 [그림 2-7]에 잘 나타나 있다. 신규 원전건설 수요는 2030년까지의 총 원전수요에 기존 원전들의 폐지 규모를 더하고, 여기에 수명연장과 출력증강을 통한 규모의 증가분을 뺀 것이다. 이러한 전망에 의거하여 국제원자력기구(IAEA)는 전 세계 전력생산에서 차지하는 원자력발전 비율이 현재의 16% 수준에서 2030년이 되면 27%가 될 것으로 보고 있다.

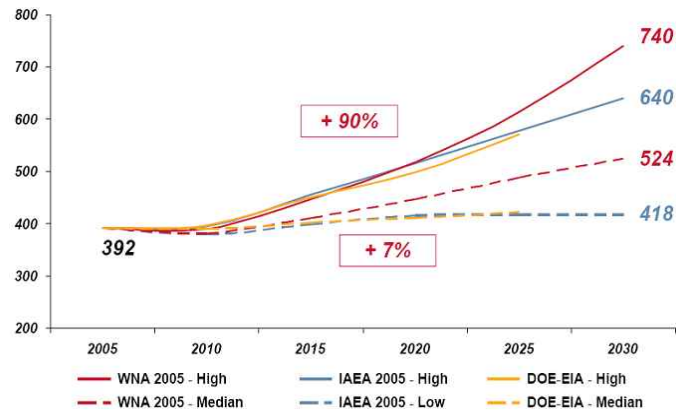
장기전망에 따른 신규 원전 노형들에 대해 세계원자력협회(World Nuclear Association)에서 조사한 바에 따르면, 2013년까지 신규로 운전해 들어 갈 예정인 48기 원전 중 대부분이 경수로형인 것으로 나타나고 있다. 총 48기 중 경수호가 39기(이 중 PWR 33기, BWR 1기, ABWR 3기)이고, 중수호가 9기, 그리고 나머지 2기는 고속로이다. 경수로는 중국, 인도, 이란, 러시아, 일본,

핀란드, 한국, 파키스탄 등 많은 나라에서 건설되고 있고, 중수로로는 인도, 루마니아, 캐나다, 아르헨티나에서, 고속로는 인도와 러시아에서 건설되고 있다. 그리고 2012년부터 2017년 사이에 운전에 들어갈 예정인 원전 12기는 모두 경수로형이다.

이러한 조사결과는 최소 2020년까지는 개량형 경수로가 주력 원전으로서 역할을 하고, 2030년까지도 경수로가 주력 원전으로서 역할을 지속할 것으로 보인다. 물론 경수로의 역할은 2030년 이후에도 지속될 것으로 전망되지만, 원전의 노형 구성 변화에 영향을 줄 것으로 예상되는 요인은 사용후핵연료 관리 정책이라고 사료된다.

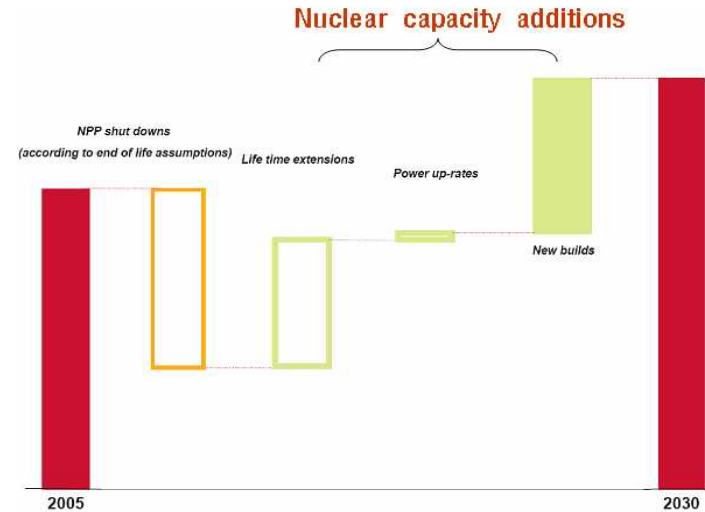
그리고 해수담수화와 전력생산을 동시에 하는 중소형 원자로의 수요도 상당할 것으로 전망되고 있다. 결국 2030년 이후의 원전 노형은 개량형 경수로, 고속로, 고온가스로, 중소형로가 주력 노형으로 구성될 가능성이 커 보인다. 이에 2030년 이후의 신규 원전건설 수요에는 제4세대 원자력시스템이 중요한 역할을 할 것으로 예측된다.

[그림 2-6] 장기 원전도입 전망



자료: The AREVA group presentation, WNU SI 2006.

[그림 2-7] 신규 원전의 도입 규모 추정



자료: The AREVA group presentation, WNU SI 2006.

4. 세계 원자력산업 재편

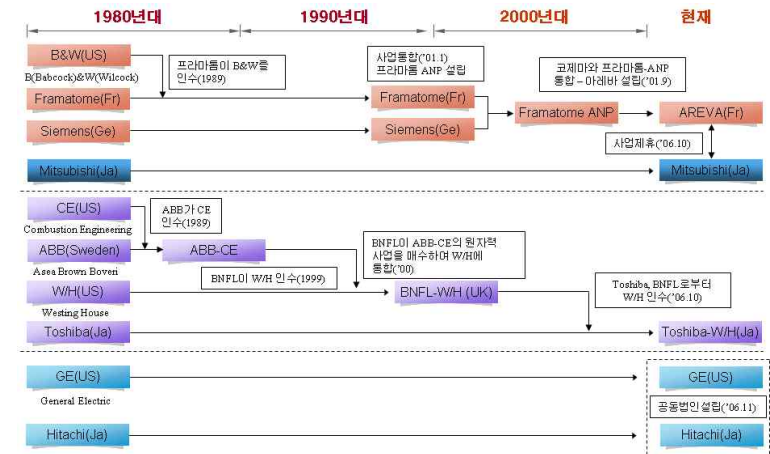
이와 같은 원자력시장 규모의 확대가 예상됨에 따라 미국과 유럽 원전공급업체는 인수 또는 합병 등을 통해 경쟁력을 강화하여 시장 지배구조의 변화를 도모하게 되었다. 최근 원전 공급업체 간 합병과 시장 지배구조의 변화 동향을 요약하면 다음과 같다. 2006년 일본 도시바는 영국 BNFL사의 미국 발전사업 부문인 웨스팅하우스에 대해 소유지분의 77%를 미화 54억 달러에 인수하였다. 도시바는 GE의 비등수형 원자로(BWR)에서 실적을 쌓아왔으며, 높은 제조능력을 보유하고 있다. 도시바의 웨스팅하우스 인수로 도시바는 발전설비 용량에서 세계 최대의 원자로 제작회사로 성장하게 되었고, 미국 및 중국 등에서 웨스팅하우스 설계의 가압경수로 및 도시바 설계의 비등수형 경수로에 대한 수주가 증가하여 향후 15~20년 사이에 투자금을 회수할 수 있을 것으로 전망하고 있다.

프랑스의 AREVA와 일본의 미츠비시중공업은 원자력사업 부문에서 제휴하기로 2006년 합의하고 2007년 합작회사를 설립하였다. 이들은 100만kW급 신형 원자로를 공동 개발하고, 자재의 조달, 유지보수 서비스 및 핵연료 주기

등의 분야에서 협력하기로 합의했다. 양사는 영업 면에서 각각 소유하고 있는 160만kW급 이상의 대형 원자로, 100만kW급 신형 원자로의 마케팅을 양 회사 공동으로 실시한다는 방침이다. AREVA와 미츠비시의 제휴 합의는 일본의 도시바가 웨스팅하우스를 인수하게 됨에 따라 미츠비시와 유럽의 거대 원자력 회사인 AREVA가 규모 경제에서 경쟁력을 확보하기 위해 취해진 것으로 해석된다. 도시바와 웨스팅하우스가 미국에서 100~120만kW 규모의 AP1000의 공급을 추진하는 것에 대응하기 위해 AREVA와 미츠비시는 1000MW급의 신형 원자로 개발에서 제휴하기로 한 것으로 분석된다.

미국의 GE사와 일본의 히타치제작소는 비등수형 원자로(BWR)에 총 20억 달러 규모의 양사 원자력사업 부문을 강화하기 위해 2006년 11월 전략적 제휴를 맺기로 합의하였다. 양사는 미국과 일본에 각각 원자력사업 회사를 설립해 원자력발전소 신규 건설시장에서 점유율 확대를 목표로 하고 있으며, 미·일 두 회사가 중심이 되어 차세대 노형인 ESBWR(혁신형 단순화 비등수형로)을 개발해 나간다는 계획이다. 미국, 일본에 각각 설립되는 회사 중 일본의 신규 회사에 히타치가 80%, GE가 20%를 출자하며, 미국 신규 회사의 경우 히타치가 40%, GE가 60%를 출자할 예정이다. 미국에서 신규 건설이 계획되고 있는 원전 노형에서는 PWR 노형이 많고 BWR은 상대적으로 적다. 그 때문에 도시바는 PWR에서 풍부한 실적을 가진 웨스팅하우스를 인수하면서 원자력사업의 축을 PWR로 옮겨가는 양상을 보이고 있는 반면, 히타치는 지금까지 일관되게 BWR 사업을 전개해 왔기 때문에 향후에도 BWR 노형으로만 개발을 전개해 나간다는 계획 아래 GE사와의 전략적 제휴를 결정한 것으로 해석된다. 최근의 국제 원자력산업계의 재편 추이를 [그림 2-8]에 요약하였다.

[그림 2-8] 원자력산업계의 재편 추이



5. 원자력 수출의 효과

원전 수출에 있어 캐나다의 사례를 보면, 우라늄, 전기, 연료·동위원소·중수 등의 수출로 인한 경제적 성과는 2001년 기준 약 12억 캐나다 달러에 달하는 것으로 조사되었다. 한편 720MW 원자로 2기를 수출할 경우, 경제적 효과는 7억 6,300만 달러이며, 이 중 'Architects, engineering and related services' 부문이 약 40%(3억 달러)를 차지하는 것으로 조사되었다.¹¹⁾

<표 2-12> CANDU 원자로 수출 시 경제적 효과

	Millions of \$ Cdn	Year
Uranium	467.4	2001
Electricity	195.2	2000
Reactor Fuel, Isotopes, Heavy Water	349.7	2002
AECL	257.0	2001*
Total	1,212.3	

주: Fiscal 2001~2002.

고용창출과 관련 산업 파급 관점에서 구체적인 기여도는 다음과 같다.¹²⁾

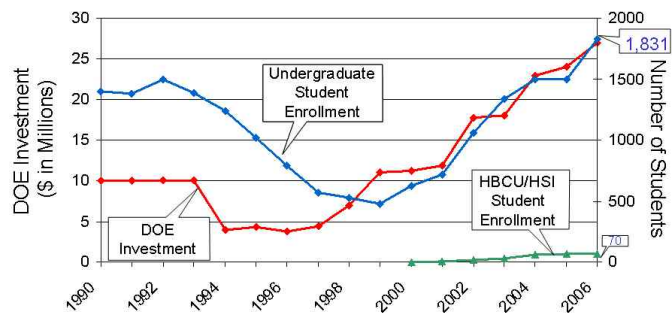
11) 『ECONOMIC IMPACT OF THE NUCLEAR INDUSTRY IN CANADA』, Canadian Energy Research Institute, 2003.6.

12) Canadian Nuclear Association, 2003.

- 관련 업계 종사자: 총 3만여 명
- 중수로 2기(720MWe급)의 캐나다 국내 건설 시
 - 국내 생산유발효과: C\$26억
 - 고용창출효과: 약 4만여 명
- 중수로 2기(720MWe급) 해외 수출 시
 - 고용창출효과: 9,700MY(중수로 건설에서 초기 운영기간까지)
 - 관련 산업 파급 효과: 1,500여 기업에게 해외 수출 기회 제공

미국에서는 중국의 원전시장에 진출하는 것과 관련하여 미국 경제에 대한 기여도를 평가하여 이를 미국 의회에 보고한 바 있다. 이 보고자료에 따르면 당시 중국 Ling Ao에 건설하는 프랑스형 원전 2기는 약 27억 달러 (Framatone), 중국 Qinshan에 건설하는 캐나다형 중수로 원전은 약 30억 달러에 달하고 있다. 동시에 미국에서 원전과 관련된 서비스를 수출할 경우 수천 개의 신규 일자리를 창출하고, 매출액은 수십억 달러에 달하는 것으로 평가되고 있는데, 미국형 1,000MWe 원전 1기를 중국에 수출할 경우 고도의 전문분야, 특수제조업 및 장비생산 분야 등에서 고용의 질이 좋은 15,000~30,000개의 일자리가 창출되는 것으로 예측하고 있다. 따라서 1997년부터 2010년까지 중국에 대한 원전 수출로 약 150억 달러의 매출 성과와 연간 225,000개의 일자리가 생길 것으로 예측한 바 있다.¹³⁾

[그림 2-9] Trends in nuclear engineering enrollment



자료: US DOE August 2006.

우리나라의 경우 원전 수출로 인해 직접적으로 벌어들이는 경제적 성과는

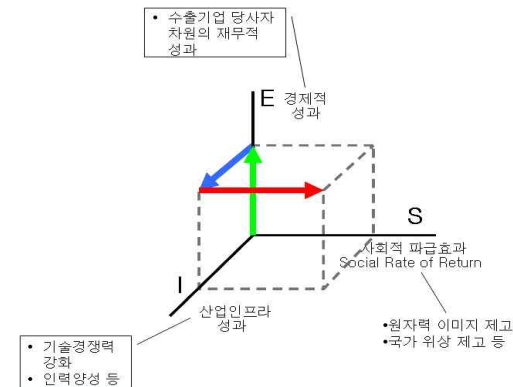
13) 「Statement for the Record」, Marvin S. Fertel, 1997.10.

원전 1기당 최소 약 1조 9,000억 원 이상으로 예상된다. 원전 1기당 순 건설비는 평균 15억 달러로 우리 돈으로 환산하면 약 1조 9,000억 원이다.¹⁴⁾ 또한 국내 기업이 주계약자로 선정 시 설계는 물론 주요 기자재·부품분야의 기술경쟁력 강화, 일자리 창출 등 국내 원자력산업의 인프라를 강화할 수 있다. 원전 기자재 제작업체, 엔지니어링 회사, 민간 건설업체의 해외 진출과 수출분야 유경험 인력양성이 촉진되는 등 원전 이외의 산업분야 경쟁력 강화에도 기여할 수 있다.

이와 관련하여 한전 전력연구원 분석 자료에 따르면 OPR1000 2기를 수출하는 경우를 가정할 때, 총 사업비 규모는 건설 중 이자를 제외하고 총 34.3억 달러이며, (계약조건에 따라 구체적인 수치는 달라지겠지만) 국내 원전건설 경험을 근거로 추정된 직접 수출효과는 약 26억 달러에 달하는 것으로 평가하고 있다. 또한 원자력 발전소 수출에 따른 국내 관련 산업 파급효과는 시나리오에 따라 최소 약 3조 4,000억 원에서 최대 약 4조 2,600억 원의 가치창출 효과가 있는 것으로 분석하고 있다.¹⁵⁾

이외에도 원전 수출로 인해 사회적 측면에서 국가 위상 및 국내에서의 원자력산업 이미지 제고에 기여할 수 있다. 또한 원자력의 국제 정치적·기술적 의미를 고려할 때 해당 국가와의 외교·안보적 성과, 기술교류 촉진은 물론 국내적으로 수출산업으로서의 원자력에 대한 긍정적 이미지를 형성할 수 있다.

[그림 2-10] 원전 수출의 기대효과



14) 환율 1,278.0원/\$ (2009.7.8) 기준.

15) 「원자력 발전 산업의 해외수출전략 개발」, 전력연구원 전력경영연구소, 2007.7.

한국전력공사의 자료에 따르면 OPR1000 2기의 해외 수출은 다음과 같은 효과가 있는 것으로 분석되고 있다.

- 소나타 2.4 모델 16만 대(2006년 수출량의 4.2배)
- 30만 톤급 초대형 유조선 20척
- 경제적 효과: 직접수출(5조 원), 생산유발(5.4조 원), 후속수출(2.2~4조 원), 고용창출 55,000 명/년
- 과학기술적 효과: 원전산업 지속발전 기반확보, 원전기술에 대한 투자확대
- 외교적 효과: 국가이미지 제고, 한국의 발언권 강화

6. 우리나라 원전산업 전망

2008년 8월, 국가에너지위원회는 우리나라 최초로 20년 단위 장기 에너지 전략으로서 제1차 국가에너지기본계획(2008~2030)을 심의·확정하였다. 이에 따르면 원전의 활용을 점진적으로 확대하여 2030년에는 전체 발전설비 중 원전의 비중을 41%까지 제고할 뿐만 아니라, 원자력을 차세대 수출산업으로 육성할 계획이다.

제4차 전력수급기본계획에 따르면, 우리나라는 2021년까지 12기의 신규원전이 건설되고, 원자력 비중은 33%가 유지될 전망이다. 제3차 전력수급기본계획에 반영되었던 신규원전 사업(괄호 안은 완공시기)으로는 신고리 1(2010.12), 신고리 2(2011.12), 신월성 1(2012.03), 신월성 2(2013.01), 신고리 3(2013.09) 신고리 4(2014.09), 신울진 1(2015.12) 신울진 2(2016.12)이고 4차 전력수급기본계획에 반영된 설비는 신고리 5(2018.12), 신고리 6(2019.12), 신울진 3(2020.06), 신울진 4(2021.06)이다.¹⁶⁾

현재 지식경제부는 제5차 전력수급기본계획(2010~2024)을 수립 중에 있다. 동 계획에서 새로이 다루고 있는 것은 온실가스 감축목표를 달성하려는 것과 국가 에너지 기본계획 등 여타 에너지 정책과의 정합성을 유지하는 것이다. 특히 국가 온실가스 감축목표 달성을 위해서는 원자력발전소를 최대한 건설하여야만 이를 충족할 수 있는 상황이기 때문에 국내 원자력 건설의 최대능력까지 원전건설이 추진될 가능성이 높다. 한편 신규 원전물량과 원전건설 공정17)을 감안하면 2015년 이후 국내 원자력산업의 핵심인력인 설계인력과 기반시설을 유지하는 것이 쉽지 않을 전망이다. 또한 아랍에미리트연합

(UAE)의 원전 수출 등과 맞물려 원전 건설인력뿐만 아니라 원자력산업 전반의 인력 부족이 예상된다.

제4절 원자력산업의 인력 현황

1. 원자력산업의 인력 현황

1) 분야별 분포 현황 및 추이

2008년도 우리나라 원자력산업분야 인력은 21,460명으로 전년 대비 3.1%가 증가하였으며, 10년 동안의 원자력산업분야 인력 중 가장 많은 인력이 종사하고 있다.

분야별 분포를 살펴보면 원전건설·운영분야에 12,862명으로 59.9%의 구성비를 보이고 있고 원자력지원·관리분야가 11.7%인 2,501명, NDT 및 기타 분야가 10.7%인 2,299명, 원자력안전분야가 10.7%인 2,294명, 원자력연구분야가 7.0%인 1,504명 순으로 종사하고 있는 것으로 나타났다.

원전건설·운영분야는 건설호기가 중첩됨에 따라 전년도 대비 14.3%가 증가하였고, 원자력연구분야는 연구·공공기관의 방사선기술개발의 확대에 의해 5.6%가 증가한 것으로 보인다.

원자력안전분야와 원자력지원·관리분야는 연구·공공기관의 매출액 감소와 원자력발전사업체의 국제협력 매출액이 감소됨에 따라 각각 25.6%, 10.9%씩 감소한 것으로 나타났다.

원자력산업분야의 분야별 인력분포 추이를 보면 지난 10년 동안 분야별로는 약간의 증감이 있으나 전체 종사인력은 21,000명 전후로 큰 변동은 보이지 않고 있다. 앞으로도 해외원전시장에 원전플랜트 수출이 될 경우를 제외하고는 국내에서는 원전건설 증가에 따른 인력 변동은 크지 않을 것으로 보인다.

2008년도 8개 분야별로 원자력 관련 인력의 비중을 보면, 원전정비분야가 22.3%로 가장 많은 인력을 점유하고 있으며, 다음으로 기자재 제조 및 연료(12.7%), 원전 건설·시공(12.6%)인력 순으로 나타났다.

16) 「제4차 전력수급기본계획(2008~2022년)」, 지식경제부 공고 제2008-377호, 지식경제부, 2008.12.29.

17) 건설공기가 약 5년임을 감안할 때, 원전 설계는 완공 5년 전에 대부분 마감됨.

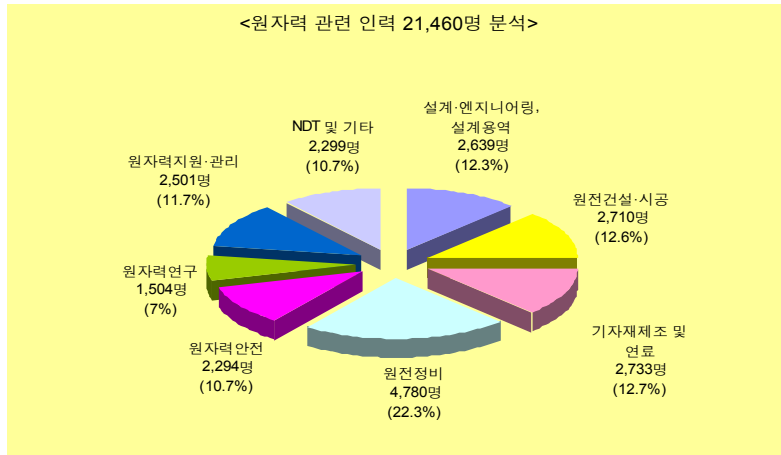
<표 2-13> 원자력산업분야의 분야별 인력분포 추이

(단위: 명, %)

연도	분야	원전 건설·운영	원자력안전	원자력연구	원자력 지원·관리	NDT 및 기타	합계
1999		12,863	1,964	862	2,292	2,717	20,698
2000		11,938	2,145	1,020	2,975	2,568	20,646
2001		11,948	2,945	903	3,310	1,692	20,798
2002		12,190	2,677	1,368	3,034	1,467	20,736
2003		12,308	2,906	1,438	2,822	1,477	20,951
2004		12,849	2,873	1,475	2,661	1,343	21,201
2005		11,862	2,970	1,515	2,609	2,164	21,120
2006		11,432	3,161	1,625	2,512	2,054	20,784
2007	인원	11,256	3,083	1,424	2,808	2,239	20,810
	구성비	54.1	14.8	6.8	13.5	10.8	100
2008	인원	12,862	2,294	1,504	2,501	2,299	21,460
	구성비	59.9	10.7	7.0	11.7	10.7	100
증감률	06/07	1.5 ↓	2.5 ↓	12.4 ↓	11.8	9.0	0.1
	07/08	14.3	25.6 ↓	5.6	10.9 ↓	2.7	3.1

- 주: 1) 원자력안전분야는 방사선안전관리, 폐기물관리·처분, 원자력품질보증분야임.
 2) 원자력연구분야는 원자력기본연구, 원자로개발, 원자력안전성개선 등 연구사업임.
 3) 원자력지원·관리분야는 원자력지원, 관리, 국제협력, 교육훈련, 홍보사업 등임.
 4) RI 등 이용분야는 RI협회에서 별도 조사됨에 따라 제외.

[그림 2-11] 원자력산업분야의 분야별 인력분포 현황



2) 직능별 분포 현황 및 추이

2008년의 원자력산업분야의 전체 인력은 21,460명으로 연구직, 기술직, 기능직, 사무직 등 4개의 직능별로 살펴보면, 기술직 13,148명(61.3%), 연구직 2,417명(11.3%), 사무직 2,370명(11.0%), 기능직 3,525명(16.4%)으로 분포되어 있으며, 전년 대비 3.1%가 증가하였다. 이 중 남성인력은 20,414명으로 전년 대비 2.8%가 증가하였고, 여성인력은 1,046명으로 전년 대비 9.4%가 증가하였다. 이처럼 전년 대비 여성인력이 증가한 이유는 원자력산업분야가 고도의 기술과 전문성을 요구함에 따라 여성인력 역시 전문성이 높아지고 원자력산업분야로 관심과 진출이 늘어나고 있음을 알 수 있다.

직능별 여성인력의 분포를 보면 총 1,046명으로 전년 대비 9.4%가 증가하였다. 세부적으로 살펴보면 사무직이 523명으로 50%, 기술직이 279명으로 26.7%, 연구직이 125명으로 12.0%, 기능직이 119명으로 11.4%를 차지하고 있다. 여성인력의 증감률을 분야별로 전년도와 비교해 보면 사무직은 29.8%(120명), 기능직은 10.2%(11명)씩 증가하였고, 기술직은 8.8%(27명), 연구직은 10.0%(14명)씩 감소하였다.

1999년부터 2008년까지 지난 10년 동안의 직능별, 연도별 인력분포 추이를 살펴보면, 연구직은 1999년 1,962명에서 2008년 2,417명으로 연평균 2.3%씩 증가하였으며 기술직은 12,710명에서 13,148명으로 연평균 0.3%씩 증가, 사무직은 2,328명에서 2,370명으로 연평균 0.2%씩 증가하고 있는 반면, 기능직은 3,698명에서 3,525명으로 연평균 0.5%씩 감소한 것으로 나타났다. 이처럼 전반적인 인력의 변화 추이는 연구직, 기술직, 사무직은 증가하고 있으나 기능직은 점점 감소하는 추세이다. 지난 10년간의 추이를 볼 때 기능직의 감소원인은 1차적으로는 원전건설 업무량의 증가가 없었음에 기인하며, 원자력발전사업체의 발전설비나 원자력공급산업체의 생산설비에 있어서 설비개선 및 설비운영체제의 기계화, 전산화 등으로 자동화, 전문화되면서 기능과 관련된 인력은 감축 또는 전문기술을 요하는 기술직으로 자격변화를 꾀하고 있기 때문으로 분석된다. 다만 2008년은 기능직 인력이 93.6% 증가하였는데, 이는 원전 6기가 동시에 건설됨에 따라 현장기능직 인력이 증가한 것에 기인한다.

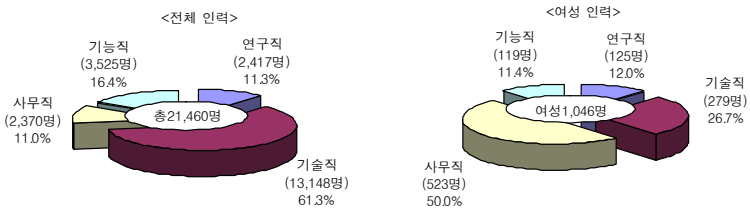
<표 2-14> 원자력산업분야의 직능별 인력분포 추이

(단위: 명, %)

연도	직능별	연구직	기술직	사무직	기능직	합계
1999		1,962(66)	12,710(126)	2,328(267)	3,698(166)	20,698(625)
2000		2,115(97)	13,094(101)	2,306(235)	3,131(145)	20,646(578)
2001		2,256(120)	12,965(96)	2,407(204)	3,170(147)	20,798(567)
2002		2,523(103)	12,852(114)	2,428(208)	2,933(146)	20,736(571)
2003		2,346(69)	13,045(125)	2,467(275)	3,093(118)	20,951(587)
2004		2,552(93)	13,549(162)	2,618(379)	2,482(112)	21,201(746)
2005		2,680(107)	13,791(213)	2,361(294)	2,288 (87)	21,120(701)
2006		2,611(123)	13,990(280)	2,376(354)	1,807(132)	20,784(889)
2007	인력(여성)	2,590(139)	14,017(306)	2,382(403)	1,821(108)	20,810(956)
	구성비	12.4(0.7)	67.4(1.5)	11.4(1.9)	8.8(0.5)	100(4.6)
2008	인력(여성)	2,417(125)	13,148(279)	2,370(523)	3,525(119)	21,460(1,046)
	구성비	11.3(0.6)	61.3(1.3)	11.0(2.4)	16.4(0.6)	100(4.9)
증감률	06/07	0.8 ↓ (13.0)	0.2 (9.3)	0.3 (13.8)	0.8 (18.2 ↓)	0.1 (7.5)
	07/08	6.7 ↓ (10.0 ↓)	6.2 ↓ (8.8 ↓)	0.5 ↓ (29.8)	93.6 (10.2)	3.1 (9.4)

주: ()안의 수치는 여성.

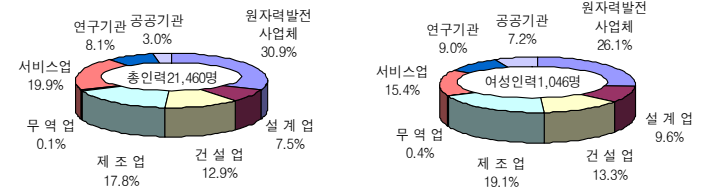
[그림 2-12] 원자력산업분야의 직능별 인력분포 현황



3) 업종별 분포 현황 및 추이

2008년도 우리나라 원자력산업분야의 업종별 인력분포 현황을 보면 원자력 산업체 전체인력(21,460명) 중 원자력발전사업체가 6,621명으로 30.9%를 차지하고 있으며, 서비스업이 4,265명으로 19.9%, 제조업이 3,812명으로 17.8%, 건설업이 2,768명으로 12.9%, 연구기관이 1,732명으로 8.1%, 설계업이 1,608명으로 7.5%, 공공기관이 639명으로 3.0%, 무역업이 15명(0.1%) 순으로 종사하는 것으로 나타났다.

[그림 2-13] 원자력산업분야의 업종별 인력분포 현황



원자력산업분야 인력에 대한 최근 10년 동안의 업종별 분포 추이를 살펴보면, 전체 인력은 발전소 건설 유무에 따라 연도별로 50~100명 수준의 증감을 보이나 전체적으로는 약 21,000여 명 수준으로 꾸준히 투입되고 있음을 볼 수 있다.

업종별 추이는 발전소 건설 및 운영과 관련되는 업종과 발전소 정비 등 서비스 관련업종, 발전소 개발운영과 관련되는 연구분야 등으로 추이가 구분되고 있음을 알 수 있다. 그리고 발전소 건설에 관련되는 업종인 설계업, 기타 서비스업 등이 건설시기별 증감을 보일 뿐 발전소 정비 및 운영분야와 제조, 교육 및 홍보 원자력지원·관리분야에서는 꾸준히 증가되고 있음을 알 수 있다.

2008년 이후는 발전소 건설업무가 본격적으로 확대될 것임을 감안한다면 대부분 업종의 인력이 일정부분 증가추세를 보일 것으로 전망된다.

<표 2-15> 원자력산업분야의 업종별 인력분포 추이

(단위: 명, %)

연도	업종	발전사업체	설계업	건설업	제조업	무역업	서비스업	연구기관	공공기관	합계
1999		5,040	1,932	2,813	4,026	115	5,119	1,324	329	20,698
2000		5,161	1,871	2,985	3,969	101	4,490	1,706	363	20,646
2001		5,295 (90)	1,789 (80)	3,057 (69)	3,963 (56)	91 (5)	4,417 (114)	1,780 (66)	406 (87)	20,798 (567)
2002		5,323 (111)	1,780 (80)	2,350 (39)	4,253 (79)	102 (5)	4,280 (109)	2,129 (58)	519 (90)	20,736 (571)
2003		5,853 (156)	2,516 (106)	2,137 (36)	4,187 (66)	89 (9)	3,710 (110)	1,909 (81)	550 (23)	20,951 (587)
2004		6,161 (202)	2,301 (85)	1,686 (32)	4,561 (79)	417 (29)	3,503 (134)	1,953 (114)	619 (71)	21,201 (746)

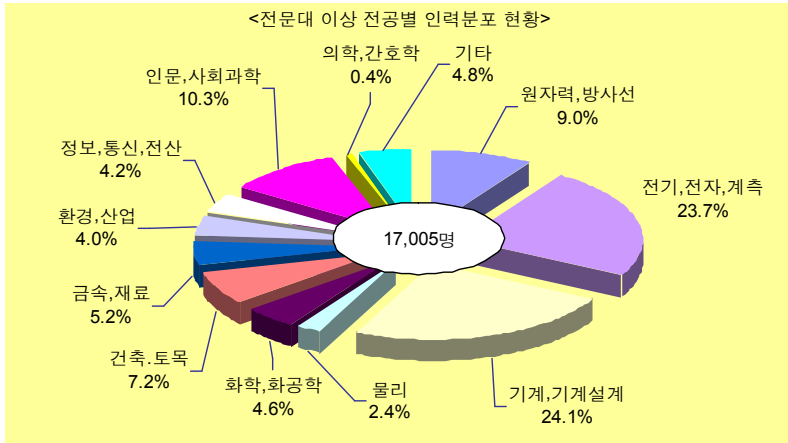
5) 전공별 분포 현황 및 추이

원자력산업분야 전체 인력 21,460명 중 전문대졸 이상의 학력을 가진 인력은 17,005명으로 79.2%를 차지하여 예년과 거의 비슷한 수준이다. 전문대졸 이상의 인력을 전공별로 보면 기계·기계설계 관련 전공자가 24.1%로 가장 많고, 전기·전자·계측 관련 전공자가 23.7%, 인문·사회과학 전공자가 10.3%, 원자력(핵)·방사선 전공자가 9.0%, 건축·토목 전공자가 7.2%로 매년 비슷한 분포를 보이고 있다.

원자력산업분야의 전공별 인력분포 추이를 살펴보면, 전문대 이상 인력은 17,005명으로 전년도 16,644명과 비교했을 때 360여 명이 증가하였다. 고졸 이하 인력이 280여 명 증가하였는데, 이는 건설현장의 기능직 인력과 제조업 현장의 생산인력의 확충으로 인한 증가이다.

배출인력이 가장 많은 전공분야는 전체 인력 21,460명 중 기계·설계 전공으로 19.1%를 차지하고 있으며, 전기·전자는 18.7%, 인문·사회과학은 8.2%, 원자력(핵)·방사선 관련 전공은 7.2% 순으로 매년 거의 변화가 없는 것으로 나타났다. 전년도 대비 건축·토목 전공이 18.6%가 증가하였는데, 이는 건설되는 원전 호기의 증가와 연관이 있다.

[그림 2-17] 원자력산업분야의 전공별 인력분포 현황(전문대졸 이상)



<표 2-16> 원자력산업분야의 전공별 인력분포 추이(1)

(단위: 명)

연도	분야	원자력(핵), 방사선	전기, 전자, 계측	기계, 기계설계	물리	화학, 화공학	건축, 토목	금속, 재료	환경, 산업, 자원
1999		1,418	3,013	3,638	340	662	1,298	746	423
2000		1,436	3,195	3,739	360	725	1,457	667	416
2001		1,486	3,127	3,581	379	723	1,461	674	457
2002		1,568	3,282	3,635	418	819	1,317	684	458
2003		1,494	3,344	3,351	401	735	1,335	827	539
2004		1,557	3,779	3,685	569	850	1,464	801	693
2005		1,537	3,764	3,866	497	855	1,356	892	707
2006		1,575	3,627	3,907	466	781	1,336	844	651
2007	인원	1,583	3,859	4,042	421	806	1,032	979	551
	구성비	7.6	18.5	19.4	2.0	3.9	5.0	4.7	2.7
2008	인원	1,538	4,023	4,101	406	780	1,224	885	685
	구성비	7.2	18.7	19.1	1.9	3.6	5.7	4.1	3.2
증감률	06/07	0.5	6.4	3.5	9.7↓	3.2	22.7↓	16.0	15.4↓
	07/08	2.8↓	4.2	1.5	3.6↓	3.2↓	18.6	9.6↓	24.3

<표 2-17> 원자력산업분야의 전공별 인력분포 추이(2)

(단위: 명)

연도	분야	정보, 통신, 전산	인문, 사회과학	의·간호학	기타	전문대졸 이상 소계	고졸 이하	합계
1999		413	1,278	-	967	14,196	6,502	20,698
2000		540	1,214	46	1,100	14,889	5,757	20,646
2001		477	1,154	50	1,444	15,013	5,785	20,798
2002		567	1,649	88	1,191	15,730	5,006	20,736
2003		543	1,394	96	1,449	15,508	5,443	20,951
2004		861	1,372	145	818	16,594	4,607	21,201
2005		807	1,450	120	750	16,591	4,529	21,120
2006		734	1,563	47	1,057	16,588	4,196	20,784
2007	인원	750	1,688	58	875	16,644	4,166	20,810
	구성비	3.6	8.1	0.3	4.2	80	20.0	100
2008	인원	719	1,751	71	822	17,005	4,455	21,460
	구성비	3.4	8.2	0.3	4.3	79.7	20.3	100
증감률	06/07	2.2	8.0	23.4	17.2↓	0.3	0.7↓	0.1
	07/08	4.1↓	3.7	22.4	6.1↓	2.2	6.9	3.1

6) 한·일 원자력 관련 인력의 직능별 분포 현황 및 추이 비교

일본의 원자력 관련 직능별 인력분포 추이를 살펴보면 일본의 2007년도 연구·기술직은 35,410명으로 전년 대비 2.8%가 증가하였고, 사무·기능직은 11,887명으로 전년 대비 4.0%가 증가하였다. 우리나라는 연구·기술직이 지난 3~4년 동안 약간씩 증가하였으나 2008년에는 감소하였으며, 일본은 점차적으로 감소 추세에 있었으나 2007년도에는 약간의 증가를 보였다.

사무·기능직의 10년간 추이를 보면 한·일 양국 모두가 감소하는 추세를 보이고 있다. 이처럼 우리나라도 일본의 추이와 유사한 흐름을 나타내고 있는데, 이는 점차 원자력 선진국과 같은 형태를 갖추어 가는 것이라 볼 수 있을 것이다.

<표 2-18> 일본의 원자력 관련 인력의 직능별 분포 추이

(단위: 명, %)

연 도	연구/기술직	사무직	기능직	합 계
1998	33,795 (60.1)	8,205(14.6)	14,228(25.3)	56,228
1999	36,371 (66.9)	18,030 (33.1)		54,401
2000	37,094 (70.5)	15,488 (29.5)		52,582
2001	35,817 (71.5)	14,253 (28.5)		50,070
2002	36,896 (72.0)	14,368 (28.0)		51,264
2003	35,733 (73.6)	12,801 (26.4)		48,534
2004	34,491 (75.3)	11,342 (24.7)		45,833
2005	33,914 (75.6)	10,959 (24.4)		44,873
2006	34,459 (75.1)	11,426 (24.9)		45,885
2007	35,410 (74.9)	11,887 (25.1)		47,297

자료: 일본원자력산업협회, 2007년도 원자력산업실태조사보고(2009. 3).

55기를 운영 중인 일본과 20기를 운영 중인 한국을 비교하면 원전은 일본이 한국의 약 2.75배, 원자력공급산업체 인력은 한국은 14,839명이고 일본은 36,117명으로 일본이 한국에 비해 약 2.4배(40.0%) 정도 많은 인력으로 운영되고 있으나, 설비용량을 감안했을 경우는 오히려 한국보다 일본이 적은 인력으로 운영 하고 있다고 할 수 있다. 기술직은 일본이 26,166명, 한국은 7,514명으로 일본이 한국에 비해 2.9배, 사무·기능직은 한국이 5,089명에 일본은 9,951명으로 일본이 한국의 2배 정도이다. 양국의 설비용량을 감안했을 경우 기술직은 비슷한 수준 이지만 사무·기능직은 일본이 한국보다 적은 인력으로 운영되고 있음을 알 수 있다.

2. 세계 원자력 인력 관련 현황

1) OECD/NEA¹⁸⁾

OECD/NEA는 2001년 위촉되고 있는 회원국의 원자력 교육·훈련과 관련한 우려들에 대해 분석하기 위하여 「원자력 교육과 훈련: 우리의 원인(Nuclear Education and Training: Cause for concern?)」이라는 제하의 보고서를 발간하였다.

동 연구는 16개 회원국 200여 개의 기관을 대상으로 하고 있으며, 16개 대상 국은 벨기에, 캐나다, 프랑스, 핀란드, 헝가리, 이탈리아, 일본, 한국, 멕시코, 네덜란드, 스페인, 스웨덴, 스위스, 터키, 영국, 미국이며, 대학, 연구기관, 발전 및 제조 관련 엔지니어링 관련 기관을 망라한다. 조사는 1998년에 수행되었으며, 원자력 프로그램을 제공하는 과정의 수, 교육기관 종사자의 연령, 학부, 석사 및 박사과정 등록생 및 졸업생의 수, 대학이 보유하고 있는 연구기자재 등을 조사 하였다.

동 연구는 자료수집의 시기, 수집결과에 대한 해석의 부족 등의 문제점도 거론되고 있으나 전반적으로 원자력 교육·훈련의 문제를 제기하기에는 충분한 통계자료를 제공하고 있으며, 회원국의 관심을 촉구하여 국가별도 인력수급 문제와 관련한 자체조사를 촉발하는 계기가 되었다.

동 보고서에서 통계분석을 통하여 공식적으로 제기된 사항은 다음과 같다.

- 원자력 프로그램 수의 감소와 타 분야 희석(Dilution)
- 원자력 과목을 수강하는 학생수의 감소
- 늙거나 퇴직하는 대학교원을 대체할 수 있는 젊은 대학교원 결핍
- 폐쇄되어도 대체되지 않는 노화된 연구시설들
- 원자력산업에 들어가지 않는 상당 비율의 전공자들
- 사내 연수의 상황

OECD/NEA는 이러한 교육기관 쇠퇴의 원인으로 다음을 제시하였다.

- 전략적 계획의 부재
- 학생들의 부정적 인식
- 등록자 수와 예산 삭감의 하향 악순환
- 원자력 교육 쇠퇴의 영향

젊은 세대를 장려하기 위한 노력으로 다음을 제시하였다.

18) Nuclear Education and Training: Cause for Concern?, OECD/NEA, 2001.

- 대학 교육과정의 변화, 혁신적인 마케팅과 외부접촉
- 홍보, 좋은 근무여건, 산업체에 의한 경력개발
- 대학, 산업체, 정부 간의 협력
- 의사소통과 조직의 결집
- 국제협력

OECD/NEA는 보다 근본적인 원인규명, 해결방안 제시를 위하여 원자력개발 위원회(NDC: Nuclear Development Committee) 산하에 우수 원자력 지원 달성을 위한 국제협력(International Collaboration to Achieve Nuclear Support Excellence)이라는 Expert Group을 두어서 선행연구인 'Nuclear Education and Training: Cause of Concern?'의 후속연구로서 연구개발 예산 및 시설의 현황을 조사 분석하고 원자력 교육과 연구개발 부문에 있어서 국제협력을 진흥시키기 위한 메커니즘과 정책을 규명하고 좋은 관행(Good practice)을 규명하는 Project를 수행하였으며, 동 보고서는 2004년 OECD/NEA 보고서로 발간되었다.¹⁹⁾

OECD/NEA는 2009년 원자력 교육훈련 및 지식관리 특별위원회(Ad hoc Expert Group Meeting on Education, Training and Nuclear Knowledge Management)라는 전문가 그룹을 구성하여 원자력 교육훈련과 지식관리의 문제에 대해 정책연구를 수행 중이며, 동 결과는 2011년 발간 예정이다.

2) IAEA 활동²⁰⁾

국제원자력기구(IAEA)는 제1세대 원자력 전문인력의 은퇴에 직면하여 그동안 축적한 원자력 관련 지식의 붕괴에 대비하기 위하여 '원자력 지식의 관리(Nuclear Knowledge Management)'라는 제하의 고위급 회의를 2002. 6. 17일부터 3일간 개최하였다. 동 회의에는 33개국 산학연 고위관계자 약 60여 명이 참석하였고, IAEA, OECD 등 국제기구의 인사들도 약 30여 명이 참석하였다.

동 국제회의의 목적은 원자력 지식의 전달 및 보존의 필요성, 원자력 전문인력의 정년퇴직에 따른 문제점, 젊은 세대의 원자력 전공 기피현상에 대하여 논의하는 것이었고, 이 같은 문제점들에 대해 원자력 지식 보존문제의 심각성에 대해 공통적으로 이해하였고, 장차 있을 원자력 부흥에 대비하여 지식의 보존 방안 및 국제협력을 통한 문제점 해결방안 등이 논의되었다.

본 회의를 통하여 제기된 권고사항과 후속조치 사항은 2002년도 국제원자력

기구 총회에 상정되어 원자력 전반에 걸친(Cross-cutting) 중요한 이슈로 인정되어 많은 예산을 확보하였고, 별도의 조직을 두어서 각종 프로그램을 지원하고 있다.

원자력지식관리(Nuclear Knowledge Management) 회의는 원자력과 관련하여 국제사회에 영향력이 큰 국제원자력기구(IAEA)가 발의했다는 점이 이 문제의 중요성과 심각성에 대해 회원국의 관심을 촉발했다는 데 큰 의미가 있다. 동 회의결과에 대하여 검토한 결과 원자력 전문인력 퇴직이라는 현실을 조직기억의 상실(Institutional Memory Loss) 측면에서 다루었다는 점에서 의미가 있으며, 국제 네트워크(International Network) 구축, 자원 공유 등 구체적인 협력활동을 제시하고 있고, 동 회의의 결의문을 2002년도 IAEA 총회에 상정하여 후속 조치 활동이 예정되어 있다는 측면에서 대단히 긍정적으로 검토된다.

한편 동 회의는 고위급 회의(Senior Meeting)였기 때문에 한계성도 가진다. 즉, 원자력 기술인력의 사용자들의 회의였기 때문에 곧 은퇴에 직면한 고급 원자력 전문인력들이 가지는 보존가치가 있는 지식이 단순히 대학의 커리큘럼의 수준이나 직원 교육·훈련의 것이 아니라 정책의 개발, 연구자금의 확보 등과 관련된 고도의 정치적이고 경험적인 지식들도 상당수 포함되어 있음에도 불구하고 이들 지식에 대한 언급이 없이 현장 근무인력에 필요한 교육·훈련, 네트워크, 학위과정 등에 대한 논의에 치우치고 있어서 원자력 지식(Nuclear Knowledge)에 대해 편협한 정의를 내리고 있다.

또한 후속조치활동과 관련하여서도 실질적으로 젊은이들에게 비전을 제시할 수 있는 활동들은 추가활동(Additional Activities)에 포함되고 있으며, 기존 인력의 활동을 증대하거나 정년을 연장할 수 있는 활동들을 우선순위활동(Top Priority Activities)에 포함시켜서 궁극적인 지식관리라는 의도에 부합한다기보다는 고위급의 직업생명(Job Life)를 연장하는 것으로 풀어 나갔다.

특히 퇴직자의 경험을 활용하기 위한 퇴직자 재고용 문제나 퇴직인력의 활용 부분은 결국 현재 문제가 되고 있는 고령화의 문제점을 더욱 심화시킨다는 측면과 젊은이들의 아이디어를 접목시키기 어려운 구조화되어 있는 원자력 사회의 문제점을 개선시키지 못한다는 측면에서 바람직하지 않은, 심지어는 위험스러운 결의를 한 것이 아닌가 하는 판단도 가능하다.

또한 각국이 처한 인력수급의 문제점이 국가 간 상호 영향을 줄 수 있는 문제라는 점을 적시하지 못했다. 즉, 예를 들어 미국의 인력부족으로 인하여 타국의 인력을 좋은 조건을 제시하여 사용하게 된다면, 미국의 인력부족 현상은 심지어 우리나라의 인력분포에도 영향을 줄 수 있게 된다. 사실상 국내 인력에 대한 조사과정에서 한국원전연료주식회사, 한전기공주식회사, 한전기술주식회사 등

19) Nuclear Competence Building. OECD/NEA, 2004.

20) Managing Nuclear Knowledge - Introductory Paper for Senior Level Meeting on Nuclear Knowledge Management, IAEA, 2002.

의 인력이 WestingHouse에 과건근무하고 있는 사례가 증가하고 있음이 드러났다. 즉, 선진국의 인력부족 현상은 후진국의 인력을 유출케 하는 동인이 되며, 이에 따라 후진국의 인력수급에 영향을 줄 수 있음을 동 회의에서 다루었어야 한다고 보고, 후속활동에서라도 이러한 인력수급 문제의 국가간 전파영향에 대해 연구가 필요하다.

3) 미국

미국은 원자력 인력수급의 어려움이 가장 심각하게 대두되고 있는 나라이다. 원자력의 역사에서 볼 때 영국과 함께 가장 먼저 원자력의 민간이용을 시작한 국가이며, 세계적으로도 가장 많은 발전용 원전을 보유하고 있다. 또한 안전규제의 강화, 핵확산 금지, 신규원전의 건설 중단, 신규인력의 채용 부족, 원자력 공학 전공의 쇠퇴 등 각종 현상을 '원자력 4계 모형'에서 볼 때 가장 주기가 빠른 나라이다. 특히 예산편성이 정부가 아니라 국회중심으로 이루어짐에 따라서 사회적으로 문제가 되는 부분에 대해서는 사회적인 목소리를 결집하여 이를 반영시키는 메커니즘이 가장 발달했다.

따라서 미국은 대학의 원자력 전공의 등록자 감소, 쇠퇴 현상에 직면하여 대학사회를 중심으로 인력공급의 부족이 장차 원자력 사회에 어떤 영향을 미칠 것인가 하는 조사를 비교적 이른 시기에 수행하였다. 조사의 주체가 대학사회이기 때문에 대학사회에 유리한 결론을 도출하고자 하는 여러 가지 징후들이 여전히 있으나 동 조사가 비교적 객관화된 통계숫자에 기반하고 있기 때문에 인력수급 문제에 관한 경향을 제시하기에는 충분하다고 사료된다. 또한 유사한 조사가 대학 내 다른 주체에 의하여 1990년과 2000년에 각각 수행되었기 때문에 통계숫자를 잡는 부분에서 상호 일치하지 않는 부분도 있으나 10년이라는 기간이 원자력 인력수급 문제에 어떤 영향을 주었는지 또한 분석할 수 있도록 하여 준다.

미국 National Academy는 미국 내 원자력공학과와 등록률 감소와 이에 따르는 프로그램 감소에 직면하여 3개의 패널을 구성하여 미국의 학부 석사과정의 원자력공학 교육(대학교원의 연력, 연구 관심사, 학생인구, 교과과정, 시설, 연구 지원의 경향), 교과과정 및 연구와 관련 다음 세대 원자력 엔지니어의 교육적 수요, 그리고 향후 5, 10, 15, 20년의 인력수급을 전망하였다. 동 연구를 통하여 동 위원회는 궁극적으로 다음 항에 대하여 검토하기 위하여 조사를 수행하였다.²¹⁾

21) U.S. Nuclear Engineering Education: Status and Prospects, National Academy Press, 1990.

동 연구를 통하여 발견된 사실은 다음과 같다.

- 학부생 등록생은 1978년 1,150명에서 1988년 650명으로 감소하였다. 석사 프로그램의 경우 1970년대 침투치를 이루어 1,050명의 학생이 등록하였고, 지속적으로 감소하여 1988년 650명으로 감소하였다. 그러나 박사과정에 등록된 학생수는 상대적으로 꾸준하며, 약 600명이 등록하고 있다.
- 이 가운데 여성은 5%에서 9%로 증가하였다. 또 미국인 비율은 감소하였고 박사과정 가운데 외국인이 45~50%를 차지하였다.
- 미국의 학부 원자력공학 프로그램은 1975년 80개에서 1989년 57개로 감소하였다.
- 20년 전 76개의 대학 연구로가 운영 중이었으나 1987년에는 단지 27기만 가동 중
- 전체 대학교원의 1/3 이상이 55세 이상이고 16%만이 40세 이하이며, 타 분야의 공대교수보다 평균연령이 10세 높다.
- 학부졸업생의 대부분과 석사졸업생의 상당수가 발전용원자로(Power reactor)분야에서 필요로 하는데, 현재 발전용원자로와 관련해서는 20개 미만의 연구비 지원이 이루어지고 있다.
- 연구재원이 발전용원자로를 더 이상 지원하지 않게 됨으로 인하여 대학 원과정의 원자력공학 교육은 더 이상 민간 원자력 이용에 주목하지 못하고, 약학, 핵융합, 재료와 우주응용 등에 원자력을 이용하는 것으로 확장되어 왔다.
- 원자력 엔지니어에 대한 수요와 공급은 현재 균형을 이루고 있다. 그러나 미래에 수요증가가 없다고 할지라도 공급은 현 상태의 원자력공학 교육이 지속된다면 수요를 충족시키지 못할 전망이다.
- 2000년 이후에 원자력 엔지니어에 대한 수요는 상업용 원자로의 활성화와 부활시점에 의존할 것이다. 이러한 성장은 원자력 엔지니어에 대한 연간 수요를 2배 또는 3배로 증가시킬 것이다. 이러한 수요는 현재 원자력공학과 프로그램을 최대한 확대한다고 하더라도 공급능력을 크게 상회할 것이다.

미국 원자력공학과학과장회의(NEDHO)에서는 1999년 에너지성의 자금 지원을 받아 미국 원자력 학회(ANS: American Nuclear Society)와 미국 공학교육학회(ASEE: American Society of Engineering Education) 공동으로 원자력산업인력 수급에 관한 조사를 수행하였다. 동 조사에서는 32개 대학 가운데 28개가 응답을 하였고, 145개 기관 가운데 76개 기관의 설문조사 응답을 토대로 인력수급

에 관한 조사를 수행하였다. 1999년 현재 29개 대학에서 학사 약 110명 및 석사 106명이 매년 배출되는 것으로 분석되었다.²²⁾

동 조사결과 1992년 이래 원자력공학과 등록자가 격감하고 있으며, 1992년 1,850명에 달하던 학부 재학생은 527명으로 감소하였으며, 석사는 800명에서 431명으로 현격히 감소하였음이 밝혀졌다. 또 1998년까지 어느 정도 졸업생과 일자리가 균형을 이루었는데 반하여 1998년 봄부터 원자력공학과 졸업생들에 대한 수요가 급격히 증가하였음이 나타났다.

3. 최근 국내 원자력 인력 현황

이상돈 외(2010)는 국내 원자력 관련 업체 조사를 통해 최근 국내 원자력 인력의 현황을 파악하였다.

조사에서는 조사대상 기관별 원자력 핵심인력에 대해서 정규직뿐만 아니라 비정규직을 포함하여 학력, 전공분야, 연령별 인원 현황을 조사하였다. 학력은 고졸, 전문대, 대학(학사), 대학(석사), 대학(박사)별로 조사하였고, 연령은 20~24세, 25~30세, 31~35세, 36~40세, 41~45세, 46~50세, 51~55세, 56~60세, 60세 이상으로 9개 구간으로 나누어 조사하였으며, 전공은 건설, 금속, 전기전자, 화학, 기계, 자연과학, 원자력, 기타 8개 분야로 나누어 조사하였다. 고졸의 경우에는 전공을 따로 구분하지 아니하고 연령별 인원 현황만을 조사하였다.

<표 2-19> 분야 및 해당 전공

분야	해당 전공
건설/토목	토목공학, 토목환경공학, 해양토목공학, 농업토목공학 및 관련학과, 건축공학, 건축학 및 관련학과
금속	금속, 신소재, 재료 공학 및 관련 학과
전기/전자	전기공학, 전자공학, 전기·전자제어 공학 및 관련학과
화학	화학, 화공 및 관련학과
기계	기계공학 및 관련학과
원자력	원자력공학, 원자핵공학, 물리학, 에너지 공학 및 관련학과
자연과학	기타 자연과학 관련학과
기타	이상에서 제시하지 않은 학과

22) Manpower Supply and Demand in the Nuclear Industry, NEDHO 2000.

대상기관별 원자력부문(비정규직 포함)의 학력별 인력 현황은 <표 2-20>과 같다.

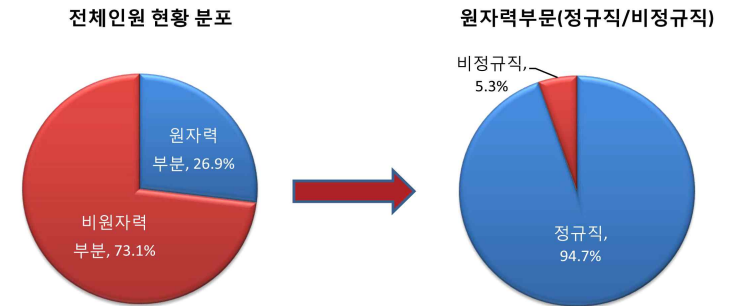
<표 2-20> 조사대상 기관 원자력부문 인력

	KINS	KAERI	KINAC	KHNP	KEPCO	KEPCO-ENC	KPS
고졸 이하	0	9	0	530	4	42	709
대졸 이상	328	1,104	42	3,487	156	1,102	1,085
전체	328	1,113	42	4,017	160	1,144	1,794

1) 전체 인원구성 현황

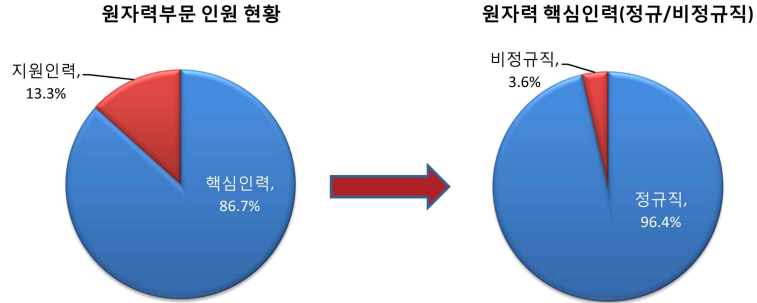
전체 기관별 인원구성은 원자력부문이 9,915명(26.9%), 비원자력부문이 26,949명(73.1%)로 나타났다. 이는 한국전력공사와 한전KPS의 비원자력부문 인력이 각각 20,225명, 3,001명으로 타 기관에 비해 상대적으로 높게 나타났기 때문이다. 원자력부문에서 정규직과 비정규직의 비율을 살펴보면 정규직이 94.7%로 비정규직 5.3%에 비해 높게 나타났다.

[그림 2-17] 원자력/비원자력부문 및 원자력부문(정규직/비정규직) 인원 현황



조사대상 기관의 원자력부문 인원 9,915명 중 핵심인력은 8,598명(86.7%), 지원인력은 1,317명(13.3%)으로 나타났다. 원자력 핵심인력 부문에서 정규직과 비정규직의 비율을 살펴보면 정규직이 96.4%로 비정규직 3.6%에 비해 높게 나타났다.

[그림 2-18] 원자력부문 인원 현황 및 핵심인력(정규직/비정규직) 인원 현황



2) 원자력 핵심인력 연령별 분포

[그림 2-19]는 원자력부문에서 지원인력을 제외한 핵심인력에 대한 연령분포를 나타내었다. 대상인력 8,598명 중 46.7%가 한국수력원자력에 소속되어 있기 때문에 전체 통계는 한국수력원자력의 통계와 유사한 분포를 보인다.

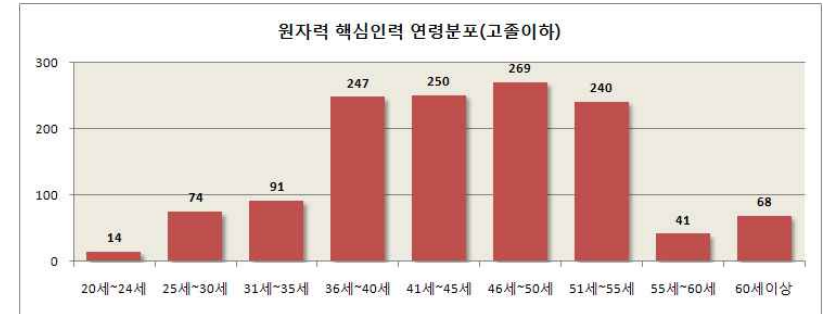
연령별 분포를 살펴보면, 30대 중후반까지는 증가하다가 점차 감소하는 추세를 나타내고 있다. 35~40세가 1,792명으로 제일 높게 조사되었고, 반면에 20~24세는 27명으로 가장 낮은 인원이 조사되었다.

[그림 2-19] 원자력 핵심인력 연령 분포



[그림 2-20]은 원자력부문에서 지원인력을 제외한 핵심인력에 대한 고졸 이하의 연령별 분포를 나타내었다. 30대 중후반부터 50대 중반까지 인원이 집중되어 있고, 35세 미만과 55세 이상은 상대적으로 인원이 적은 것으로 조사되었다.

[그림 2-20] 고졸 이하 원자력 핵심인력 연령별 분포



[그림 2-21]은 원자력부문에서 지원인력을 제외한 핵심인력에 대한 대졸 이상의 연령별 분포를 나타내었다. 연령대 별로 35~40세가 1,545명으로 제일 높게 조사되었고, 반면에 20~24세는 13명으로 가장 낮게 조사되었다.

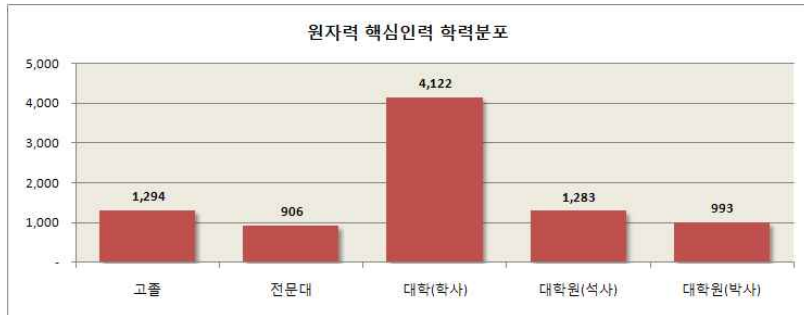
[그림 2-21] 대졸 이상 원자력 핵심인력 연령별 분포



3) 원자력 핵심인력 학력별 분포

[그림 2-22]는 원자력부문에서 지원인력을 제외한 핵심인력에 대한 학력별 분포를 보이고 있다. 대학(학사)의 경우가 가장 많은 비중을 차지하고 있었으며, 고졸, 대학원(석사), 대학원(박사), 전문대의 순으로 많은 분포를 보이고 있었다.

[그림 2-22] 원자력 핵심인력 학력별 분포

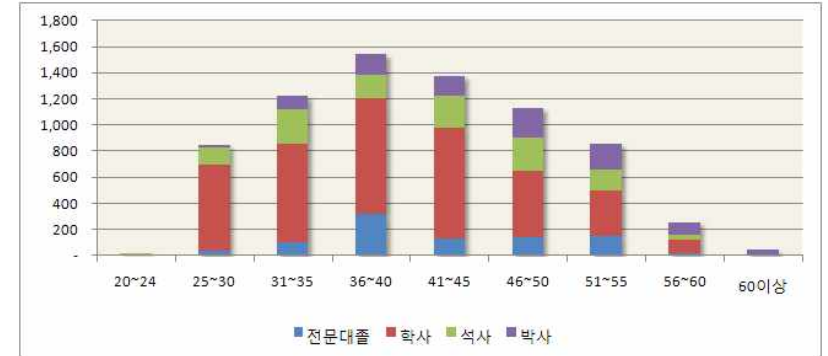


4) 대졸 이상 원자력 핵심인력 전공·학력별 분포

[그림 3-9]는 원자력부문에서 지원인력을 제외한 핵심인력에 대해 대졸 이상의 전공·학력별 분포를 나타내었다. 전공별로는 기계전공이 2,417명(33.1%)을 차지하고 있으며, 그 다음으로 전기전자전공 2,134명(29.2%), 원자력전공 1,091명(14.9%) 순으로 조사되었다. 대부분 학사 출신 전공자가 많은 반면에 자연과학전공은 박사 인원의 비중이 높게 나타났다. 화학전공과 원자력전공의 경우

석·박사층이 학사층보다 비중이 높게 조사되었다.

[그림 2-23] 원자력 핵심인력 전공·학력별 분포



제3장 인력수급 전망방법

제1절 인력수급 전망의 양적 접근

우리나라의 인력수급에 대한 연구는 다양하며, 일반적으로 거시적 측면에서 거시모형 기초한 일반균형분석 방법과 미시적 측면에서 인력의 수요와 공급을 동시에 고려하는 부분균형분석 방법이 널리 사용되고 있다. 이 중 미시적 측면에 입각한 부분균형분석 방법은 관심이 있는 해당 산업의 성장 추세와 그 산업 내에서의 인력구조의 변화, 그리고 그 산업이 여타 산업에 미치는 파급효과 등을 고려하여 해당 산업의 취업자가 얼마나 증감하느냐를 전망함으로써 새로이 발생하는 인력수급의 규모를 전망하는 방법이다. 반면에 거시적 측면에 입각한 일반균형분석 방법은 전체 산업의 구조 변화를 고려하는 관점에서 경제성장률과 산업간의 구조변화 추세, 노동시장에서의 변화, 즉 산업과 직업내의 취업자 구성 추이 등을 고려하여 필요한 인력수급의 전망치를 구하는 방법이다.

전술한 두 가지 방법은 그 나름대로의 장점과 단점을 모두 가지고 있다. 부분균형 분석의 경우에는 산업 내에서의 변화와 특수한 상황이 자세히 반영되는 장점이 있는 반면에, 경제 전체의 변화를 고려하는 것이 미흡한 단점을 가진다. 후자의 경우는 이와는 반대의 장점과 단점을 가지고 있다.

1. 국내 거시부문 모형

1990년대 이후 거시모형에 기초한 일반균형분석 방법을 이용한 인력수급예측에 대한 연구를 살펴보면 박명수(1991), 정인수 외(1996), 장창원 외(1998), 김승택 외(2000), 강순희 외(2000), 김휘석 외(2001), 안주엽(2002), 김형만 외(2002), 장창원 외(2004,2005), 안주엽(2005), 주무현 외(2007), 박천수 외(2007), 이상돈 외(2008), 한고원(2009) 등이 있다.

박명수(1991)는 제7차 5개년 계획상의 자료를 토대로 구조방정식을 설정해 1990~2000년 기간에 대해 노동시장의 장기 예측을 실시하였음. 구체적으로는 산업과 직업을 각각 9개 산업과 7개 직업으로 구분한 대분류 수준에서 인력수요 전망을 실시하였다.

정인수 외(1996)는 한국개발연구원의 다부문모형의 하위 모형으로 노동시

장 모형을 추가하여 산업별 취업자수를 산출하였고, 산업·직업별 취업 행렬을 구한 다음 산업별 취업자수를 대입하여 직업별 취업자를 추정하는 방법을 사용하고 있다.

장창원 외(1998)는 인력공급 측면에서 교육시장을 추가하여 학력별 인력공급을 제시하였으며, 직업별 예측에 있어서는 투자수익률 분석을 도입하여 향후 수요 증대가 예상되는 직업을 전망하였다.

김승택 외(2000)는 산업기술인력에 대한 정의를 토대로 각 산업별 필요인력 수급전망을 실시하여 인력수급상의 불일치를 추정하였다. 노동수요 측면에서는 산업별로 부족한 산업기술인력의 규모를 근거로 필요한 인력수요 규모와 전망을 제시하였고, 노동공급 측면에서는 각 교육기관별 정원 추이 분석을 통해 산업기술 인력의 공급을 전망한 다음 인력수급간의 비교 분석을 통해 인력수급상의 불일치를 산출하였다.

강순희 외(2000)는 미국 BLS의 인력수급예측 방법에 준거하여 전 산업을 지식기반 산업과 비지식기반 산업으로 분류하여 산업 중분류와 직업 세분류로 인력수요 전망을 실시하였다. 그리고 자료가 지니는 불완전성을 보완하기 위하여 2,500개 사업체를 대상으로 인력수급의 실태 및 수요전망 조사를 실시하고 이를 통해 인력수급의 실태, 과부족, 중기 예측을 직업 세분류별로 제시하고 있다.

김휘석 외(2001)는 전체 산업과 직업에 대한 인력수급예측을 실시하여 인력수급갭(gap)을 예측하였고, 이러한 종합적인 예측 결과를 토대로 지식기반 산업, 연구개발인력, 정보통신인력 등 주요 부문에 대한 인력수급예측을 실시하였다.

안주엽(2002)은 산업연구원의 산업별 예측치를 토대로 취업계수의 예측을 통해 산업별 취업자를 도출하였고, 산업*직업 취업행렬의 추정을 통해 직업별 취업자 수를 도출하였다. 또한 인력수급예측 과정에서 IMF 경제위기 기간에 발생한 노동시장의 불안정성을 보정하여 예측 결과를 도출하고 있다.

김형만 외(2002)는 기존 연구들이 인력수요 주체인 노동시장 중심의 인력수급예측을 실시해 공급주체인 교육시장을 소홀히 대한 것과는 달리 교육수준을 반영한 인력수급예측을 시도하였고 분석결과를 토대로 인적자원의 양성 및 활용을 원활히 하기 위해서는 교육시장과 노동시장의 연계성 강화가 중요함을 제시하였다.

장창원 외(2004)는 산업 및 직업별 구조변화에 따른 노동시장의 수요전망을 양적인 측면에서 2010년까지 전망하였다. 또한 양적 위주의 인력수요 전망이 지니는 한계점을 보완하여, 교육시장 및 노동시장의 정보를 반영한 질

적인 인력수요 전망을 실시하였다. 즉 현재의 노동시장 상태를 감안하여 교육수준을 반영하여 산업과 직업별 인력수요를 추정하였다.

안주엽(2005)은 경제활동인구조사의 가중치 변동에 따른 고용통계의 변화, 국민계정의 기준년도(1995→2000) 변동에 따른 산업별 부가가치 변동 및 장래 인구추계의 변동을 감안하여 2020년까지 산업 및 직업 중분류 수준의 중장기 인력수급 전망을 실시하였다.

장창원 외(2005)는 BLS모형에 근거한 인력수급 전망은 총노동공급과 총노동수요를 나타내는 총량수급전망에는 적절하지만, 정책목적에 사용되는 수급차 전망을 실시할 수 없다는 점을 한계로 파악하였다. 이에 따라 먼저 총노동수요와 총노동공급을 나타내는 총량부문의 수급전망에는 전통적인 미국 BLS의 저장접근법(stock approach)을 이용하였다. 이를 바탕으로 수급차 전망과 관련된 신규인력 부문의 수급전망에는 네델란드 ROA의 유량접근법(flow approach)을 활용하여, 2015년까지 수급차 전망을 실시하였다.

박천수 외(2007)는 한국고용정보원과 공동으로 산업 중분류 및 직업 소분류수준의 상세한 수요전망을 실시하였고, 신규인력에 대한 수직(학력별)/수평(학과/전공별)적 수급 전망을 실시하였다.

이상돈 외(2008)는 장창원 외(2005)의 모형이 지니고 있는 문제점을 보완하여 2008~2017년 기간에 대해 전망을 실시하였다.

한국고용정보원(2009)은 정부차원의 총량인력수급전망이 고용노동부(구 노동부)에서 총괄하는 것으로 조정된 이후, 2008~2018년 기간에 대해 전망을 수행하였고, 특히 직업별 전망의 경우는 소분류수준에 대해 전망을 실시하였다.

상기 제기한 연구들의 일반적인 특징을 살펴보면, 거시경제에 기초한 인력수급을 총량으로 예측하고, 필요한 경우 사업체 실태조사를 통하여 세부적인 직업별 인력수요를 따로 전망하는 형식을 취하고 있다. 그러나 전망의 기초자료들인 한국표준산업분류, 한국표준직업분류, 임금구조 기본통계조사보고서, 경제활동인구연보 등이 중분류 이하로 세분화되어 있지 않아서 우회적인 방법으로 소분류수준까지 전망을 실시한, 일부를 제외하고는 대부분의 전망결과가 중분류 수준(2-digit)의 전망결과를 제시하는데 머물고 있다.

정책당국의 정책수립이나 근로자들의 취업정보 및 학생들의 전공 선택 등에 대해 현실적인 도움을 주기 위해서는 세분류 수준(3-digit) 이하의 세분화된 전망결과가 요구된다. 그러므로 이와 같은 연구들은 현실적인 요구를 만족시킬 수 없는 한계가 있음을 의미한다.

뿐만 아니라 질적인 전망분석이 매우 낮은 수준을 보여주고 있다. 이를테

면 미약하지만 선진국에서 시도하고 있는 기술변화(skill development)나 기술전망(skill projection)에 따른 인력수요 추정 등이 거의 다루어지지 않고 있다. 또한 부정확한 양적 추계에 머물고 있기 때문에 노동시장 상태를 정확하게 반영하는 것에서나, 수급차 전망비교에 따른 노동시장 상태의 취업 전망 등에서도 미흡한 실정이다.

따라서 노동시장의 상황을 교육시장에 정확하게 전달해주는 수준 높은 정보생성이 우선되어야 할 과제임을 보여주고 있다. 여기에는 거시부문에서도 획일적인 모형이 아니라 부문별 산업(기술)발전 등이 감안된 모형개발이 필요함을 보여주고 있으며, 각 부문별 모형에 활용 가능한 DB확충 등 인력수급 전망을 위한 인프라가 구축되어야 함을 보여주고 있다.

2. 국내 미시부문 모형

미시적 차원에서 인력의 수요와 공급을 동시에 고려한 부분균형분석 방법을 이용한 인력수급예측 연구는 고상원·장진규(1995), 윤석천(1996), 고상원·김태기(1999), 고상원(2000), 권남훈 외(2001), 박재민 외(2002), 이상돈 외(2003, 2009), 장창원 외(2004, 2005, 2009) 등이 있다.

고상원·장진규(1995)는 과학기술인력에 대한 수급 전망을 2010년까지 실시하였음. 과학기술인력의 수요 전망은 각 산업별로 요구되는 전공 및 학위별로 구분하여 실시하였으며, 공급 전망은 각 고등교육기관별로 공급 능력을 전공 및 학위별로 구분하여 산출하였다.

윤석천(1996)은 산업 성장에 따른 필요 인력(성장수요)과 추가적인 보충인력(보충수요)을 이용하여 필요 공급량을 구하고, 신규 노동력 전망에서 도출된 가용 노동공급량을 차감하여 최종 노동력의 수급 전망치를 도출하였다.

고상원·김태기(1999)는 과학기술인력의 수급전망을 위해, 먼저 인력수요 측면에서는 기업, 대학, 연구기관 등 수요처별로 학위별·전공별 필요 인력을 도출하였음. 인력공급 측면에서는 국내 정규대학과 해외 대학에서 배출되는 과학기술 인력의 공급을 전망하여 과학기술 인력의 수급차를 추정하였다.

고상원(2000)은 이공계 석·박사급 연구개발인력에 대한 수급 예측을 위해 산업별 취업계수를 활용하여 산업별 수요를 예측한 다음 국내대학 및 대학원과 해외대학으로 구분하여 도출한 전공별·학력별 공급인력과 비교를 통해 분야별 수급불일치에 따른 정책 방향을 제시하고 있다.

권남훈 외(2001)는 정보통신 부문의 인력수급예측을 2011년까지 실시하였다. 한국개발연구원 다부문 모형의 산업 전망치와 한국노동연구원의 산업별

취업자 수 전망을 토대로 산업별, 직업별 인력수요를 예측하였고, 이를 바탕으로 정보통신산업의 필요 인력을 분야별·학력별로 전망하였다. 또한 교육기관별 정보통신분야의 공급 능력을 감안해 분야별·학력별 공급인력을 도출한 다음 수급간의 불일치를 정보통신분야별·학력별로 산출하였다.

박재민 외(2002)는 과학기술인력을 크게 4분야(이학, 공학, 의약학, 농림수산학)로 분류하여 학위수준별(전문대학, 학사, 석사, 박사)로 2010년까지 수급예측을 실시하였고 또한 IT분야에 대한 인력수급을 실시하여 분야별 수급예측 결과를 토대로 과학기술인력 수급정책의 문제점과 개선방안을 제시하고 있다.

이상돈 외(2003)에서는 종전의 제조업 중심의 인력수급 전망에서 벗어나 우리경제의 성장을 주도해 나갈 서비스 산업에 초점을 맞추어 2010년까지 인력수요 전망을 실시하였다. 특히 전통적 표준산업분류에 따라 분류시 발생하는 한계점을 개선하기 위해, 서비스 산업을 OECD에 의해 제시된 지식기반서비스 산업과 산업 성장성, 노동탄력성, 고용증가율에 의한 분류 등 3가지 분류기준을 이용하여 재구성한 후 수요전망을 실시하였다.

장창원 외(2004, 2005)에서는 네덜란드의 ROA 모형을 활용하여, IT인력 수요 실태조사와 IT 기업 및 비IT 기업에 공급된 신규인력 등 경제활동졸업생과 비경제활동졸업생 조사 등을 통한 공급현황을 분석하였다. 이를 토대로 IT 직업별, 기술별(산업별), 학력별로 2010년까지의 예측을 하였다. 특히 수요전망부문에서 대체수요와 성장수요를 구분하여 예측한 것은 매우 의미 있는 인력수요전망으로 평가할 수 있다. 하지만 현황 조사방법의 개선과 전망모형의 개발, 그고 모형에 적합한 DB자료의 한계를 개선시키기 위한 노력이 필요한 것으로 판단된다.

이상돈 외(2008)는 장창원 외(2005)에서 활용한 모형의 일부 문제점을 보완하여 IT분야에 대한 인력수급전망을 실시하였으나, 분석대상 기간이 세계적인 금융위기기간 인것에 영향을 받아 전망시점상의 자료들이 불안정한 모습을 보임에 따라 이전 전망결과와는 다소 차이가 나는 결과가 도출되었다.

상기 언급한 연구들은 특정 산업 분야 또는 영역에 따라 계량기법 및 인력수급을 예측하는 기법을 적절하게 활용하는 장점을 지니고 있다. 그러나 정형화된 인력수급 예측 모형을 설정하고 있지 못하고 있을 뿐만 아니라 통계적 한계를 극복하기 위하여 대리변수(proxy variable)를 활용함에 따라 예측 결과의 편차가 크게 존재하는 한계를 내포하고 있다.

3. 인력수급 전망방법론

최근에 이용되는 인력수급 전망의 방법은 상당히 정교한 계량경제학 모형을 사용하여 장래의 숙련 수요를 전망하는데 초점을 맞추고 있는 추세이다. 이를 통하여 정책당국자들에게 향후 직면하게 될 교육 및 노동시장의 환경에 대한 정보를 제공하는 것을 주된 목적으로 하고 있다.

인력수급 전망의 주된 방법은 계량경제학 모형을 이용하는 방법이지만, 실제로는 다양한 방법들이 이용되고 있는데, 기업체들을 대상으로 하는 설문조사 방법, 숙련에 대한 회계감사 방법, 전문가들을 대상으로 하는 델파이(delphi) 방법, 사례연구 방법, 특정 그룹에 초점을 맞추는 방법 등이 적지 않게 활용되고 있다(Tessaring, 1998; Wilson, 2001).

현재 인력수급 전망을 비교적 체계적으로 잘 실행하고 활용하는 국가들은 미국, 영국, 독일 그리고 네덜란드 등이 있다. 이러한 국가들은 거시계량경제모형을 이용하여 인력수급 전망을 하는 등 여러 가지 측면에서 유사하나, 세부적으로는 적지 않은 차이를 보이고 있다.

1) 주요국의 인력수급 모형

미국의 BLS(Bureau of Labor Statistics) 모형은 예측기간이 10년인 중기 전망모형으로서 2년마다 산업별 고용수준과 직업별 고용수준 등에 관한 전망치들을 갱신한다. 주요국의 인력수급 전망모형에 비하여 초창기 인력요건법에서 사용된 방법들이 많이 남아 있는 BLS 모형은 교육훈련형태별 고용수준에 관한 분석은 실시하지 않고 있다. BLS 모형의 전망과정은 모두 여섯 단계로 이루어지는데, 노동공급 측면이 크게 무시되고 노동수요 측면 위주로 전망이 이루어진다는 문제점을 가지고 있다.

영국의 IER(Institute for Employment Research) 모형 역시 미국의 BLS 모형과 마찬가지로 예측기간이 10년인 중기 전망 모형이다. IER 모형에서는 직업별 고용수준의 전망에 초점을 맞추고 있으며, BLS 모형과 마찬가지로 교육훈련형태별 고용수준에 관한 전망은 하지 않고 있으나, 예외적으로 고급수준의 교육훈련형태에 대해서는 별도로 전망을 실시한다. 영국은 1988년 이후로 국가적 차원보다는 지역 차원의 인력수급 전망에 더 큰 관심을 기울이고 있는데, 지역의 인력수급 전망 관련기관들은 기업체 설문조사와 같은 전망을 자체적으로 실시하는 곳이 많다. 1998년에 숙련 강화 위원회(Skill Task Force)라는 국가기관이 설치되어 숙련부족의 원인 등에 관한 연구와 함께 장래에 요구되는 숙련을 전망하고 있다.

독일의 IAB(Institut für Arbeit und Berufsforschung) 모형은 장기 전망모형이다. IAB 모형에서는 산업별 노동수요 전망치와 함께 직업별 노동수요

전망치라고 할 수 있는 활동분야(field of activity)별 노동수요 전망치와 교육
 훈련형태별 (자격별)노동수요 전망치가 산출된다.

<표 3-1> 주요 선진국의 인력수급 전망 비교분석

구 분	미국	영국	독일	네덜란드	일본
전망기간	2002-2012	2001-2006/2010	1999-2010	2001-2006	1998-2010
정보 갱신의 간격	2년	1년	5년	2년	5년
주요 자료	노동력 자료, 고용통계	고용별 성별 노동력 조사 자료	노동력조사, 국가 계정, 사회보험 기록	노동력 조사	고용구조에 대한 기본 조사 및 인구조사
예산부담	노동부	교육 및 고용부 산하의 연구기관	주연방 정부	노동 및 농업부	노동부고용정책 연구기관
전망 담당 기관	노동부의 연구소 (BLS)	IER	정부 산하 연구소 및 독립연구소	독립연구기관 (ROA)	고용정책 연구 기관
전망 결과의 이용	훈련, 교육 및 인민 정책의 정부대행기관, 개인, 기업, 직업상담자	정책결정자	정부	노동 및 농업부서	고용측정을 위한 주요자료
전망의 실행	인터넷에서 많은 전망결과 제공. 모든 주는 별로 고용전망 생산을 요구받음.	비코프라티즘적 접근	실행에 있어 지역간 차이 있음. 전국적 전망과 지역적 전망의 이용 간에는 밀접한 연관성 없음	일반적 직업별 고용전망 외, 학교 탈락자에 대한 전망 실시	정부가 전망 결과를 발표하고 공적 논쟁을 유도. 경제전망 논쟁의 일부임.
기타 특성	모든 주에서 고용별 직업 전망	기술 부족에 대한 특별 조사 실시	제한된 접근성과 투명성	일반적인 직업별 전망서	공공논쟁

자료: Michael Neugart & Klaus Schomann eds (2002a), pp.18-19 참조.

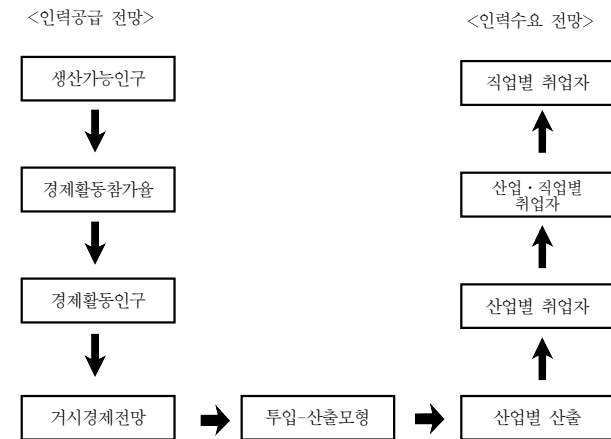
네덜란드의 ROA(Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt) 모형은 정책당국을 위한 정책기능보다는 개인들에 대한 정보기능이 중시되고 있는 모형이다. ROA 모형은 다른 모형들보다 짧은 5년을 전망기간으로 하고 있으며, 양적 전망보다는 질적 전망을 강조한다. 직업별 인력수요 전망과 교육훈련형태별 인력수요 전망을 병행하고 있으며, 생산요소들 사이의 대체성, 확장수요와 보충수요의 구분 등을 함으로써 방법론적으로 정교한 모형으로 평가되고 있다.

이와 같은 4개국을 포함하여 주요국들이 채택하고 있는 인력수급 전망을 간략히 표로서 정리하면 다음과 같다. <표 3-1>에서 보는 바와 같이 대부분의 국가들에서 이용되고 있는 인력수급 전망모형은 5년 내지 10년을 전망기간으로 하고 있다. 전망기간을 이 정도로 잡고 있는 이유 가운데 하나는 단기적인 경기변동에 기인하는 효과를 제외한 중기적인 구조변화를 살펴보기 위함이다. 또한 전망에 필요한 기초 자료들을 입수하는데 불가피하게 발생하는 시차문제(time-lag problem)를 어느 정도 해결하기 위하여, 매년 또는 격년별로 전망 결과를 새로이 업데이트하고 있다(Neugart and Schomann, 2002b).

2) 우리나라의 인력수급 전망방법

우리나라의 인력수급 전망은 다양한 연구기관과 연구자들에 의해서 이루어져 왔는데, 최근의 연구는 미국 노동통계국 (BLS)의 전망절차를 국내현실에 맞게 응용한 전망방법이 주로 사용되고 있다. BLS 모형을 근거로 인력수급 전망을 실시하는 국내 인력수급 전망기관들의 구체적인 전망절차를 살펴보면, [그림 3-1]에서 나타나듯이 인력공급 전망 모형의 3단계와 인력수요 전망 모형의 5단계 등 총 8단계를 통해서 구축된다.

[그림 3-1] 인력수요 전망 흐름도



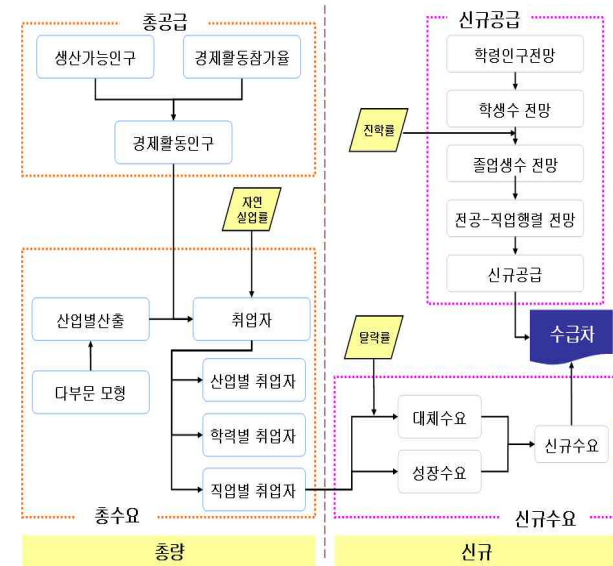
먼저 노동력의 공급을 결정하는 인력공급 전망은 다음의 절차로 진행된다.

1단계에는 각 계층별 인구구조의 변화를 전망하고, 2단계에는 각 계층별 경제활동 참가율의 변화를 전망하며, 3단계는 노동의 공급량을 나타내는 지표인 경제활동인구를 전망하는데 이는 1, 2단계를 통하여 자동적으로 도출된다.

다음으로, 인력수요전망은 5단계를 거치면서 진행된다. 1단계에서는 거시계량모형을 이용하여 GDP 및 산업별 최종수요 등 거시경제전망을 실시하며, 이때 균형실업률을 도출하여 전단계에서 전망된 노동공급을 토대로 노동수요의 총량을 도출한다. 제2단계로는 산업별 최종수요를 투입산출표를 이용하여 산업별 생산수준으로 전환하는 과정이다. 제3단계는 산업별 산출전망에 기대되는 기술의 변화와 노동생산성에 대한 효과 등의 요소를 감안하고 필요 취업자수 및 연간 근로시간 등을 산정함으로써 산업별 취업자수를 전망한다. 제4단계는 먼저, 산업·직업 취업행렬구조의 변화를 예측한다. 즉 산업과 직업의 취업행렬구조에 대한 과거 추세를 구한 후, 행렬을 구성하고 있는 각 요소의 값들을 ARIMA모형을 이용하여 전망을 실시하여 도출한다. 마지막으로 제5단계에서는 이러한 결과들을 이용하여 직업별 취업자수를 추산한다.

그러나 BLS모형에 근거한 인력수급 전망은 총노동공급과 총노동수요를 나타내는 총량수급전망에는 적절하지만, 정책목적에 사용되는 수급차 전망을 실시할 수 없다는 한계점을 지니고 있다. 이에 따라 직능원(2006)은 직업별 수급차 전망을 위하여 먼저 미국 BLS의 저장접근법(stock approach)을 이용하여 총노동수요와 총노동공급을 나타내는 총량부문의 전망작업을 실시하였다. 이를 바탕으로 네델란드 ROA의 유량접근법(flow approach)을 활용하여 신규인력 부문을 중심으로 직업별 수급차 전망을 추진하였다. 구체적인 전망 절차는 아래 그림과 같다.

[그림 3-2] 직능원 인력수급 총량 및 신규인력 전망 모형



제2절 인력수급 전망의 질적 접근

1. 질적 접근의 필요성과 주요문제

전통적으로 인력수급 전망 연구는 국민경제 단위에서 인력수급의 불일치를 해결하기 위해 정부가 거시 정책을 기획할 때 참조하는 정책목적(정책기능)으로 수행돼 왔다. 그러므로 산업이나 직업 그리고 학력수준별로 이 불일치가 심하거나 인력수요가 증가할 분야를 찾아내고 전망한다. 이러한 전망은 정부의 정책방향뿐만 아니라 교육기관의 인력양성 방향과 개인의 전공 및 직업선택, 가계의 교육투자의 방향을 알려준다는 점에서 매우 유용한 나침반 기능을 한다.

최근 몇 년간 우리 노동시장에는 구직난 속의 구인난이 계속되고 있다. 이는 노동시장의 구조변화와 더불어 급격한 기술변화를 배경으로 한다는 점에서 양적인 측면보다는 질적인 측면이 강한 문제라고 할 수 있다. 단순히 임금이나 근로조건의 불일치와 일자리 정보의 부족 등에 기인한 측면 외에도

기업이 필요로 하는 자격, 경력, 숙련형태를 갖춘 노동자가 없거나 구하기 어렵다는 점이 문제의 배경인 것이다.

인력수급의 질적인 불일치 문제는 거시적인 경제정책이나 양적인 인력수급 정책 접근만으로는 해결될 수 없으며, 미시적 노동정책 수단과 교육 및 산학 협력, 진로지도프로그램 등과 같은 좀 더 종합적이며 정교한 접근이 요구된다. 예를 들면 시장에서 개별 경제주체들이 교육과 노동시장에서 합리적 의사결정과 선택을 할 수 있도록 인력수급 전망의 정보기능을 확대한다거나, 기업들로 하여금 필요한 인력의 형태에 대하여 좀 더 구체적인 정보를 시장에 제공할 수 있는 인프라가 있어야 한다. 임금이나 근로조건과 같은 정보뿐만 아니라 직무내용에 대한 구체적인 정보인 전공, 최소경력, 자격증, 관련기술 형태, 주요 업무내용 등을 채용정보에 포괄적으로 제시하는 통로가 필요한 것이다. 이러한 정보가 공개된다면 학생과 훈련생, 구직자, 일반근로자 등은 단순히 일자리를 구하는 것에서 나아가, 선호나 전공을 원하는 일자리의 직무요건에 맞춰보고 또 그에 맞추어 취업을 준비할 수 있을 것이다.

이하에서는 먼저, 인력수급전망에 대한 질적 접근의 필요성과 이 접근방법이 직면하고 있는 주요 문제들에 대해 간략히 정리한다. 인력 수요를 질적 측면에서 접근하여 전망하는 방법은 아직 이론적으로나 계량적으로 정형화되어 있지 않다. 이후, 주요 선진국에서 이뤄지고 있는 질적 전망 연구현황을 소개한다. 특히 2004년 이래 유럽직업훈련연구센터(Cedefop)에서 수행하고 있는 숙련수요의 조기인식(Early identification of skill needs) 연구에 나타난 연구방법을 중심으로 정리한다. 끝으로, 이러한 방법론들이 우리나라 인력수급 전망연구와 질적인 접근에 시사하는 바와 추후 연구과제에 대해 정리한다.

1) 질(정성)적 전망의 필요성

인력수급 전망에 있어 질적 혹은 정성적 접근이 필요한 이유는 다음 세 가지로 요약할 수 있다. 첫째는 기술변화에 따라 기업의 인력수요 구조가 빠르게 변화하고 있다는 사실이다. 둘째는 학교의 교육체제와 산업현장의 인력수요 간에 시차(time lag)가 불가피하다는 점이다. 셋째는 전망연구의 기능이 정책적 참고기능에서 다양한 경제주체에 대한 정보제공으로 그 활용이 확대되고 있는 경향이다.

첫째 요인인 기술변화에 따른 인력수요 구조의 변화는 기존의 표준직업분류나 표준산업분류를 넘어서는 새로운 직업이나 직무가 나타나는 것이 대표적인 예이다. 정보통신기술(information communication technology)의 발달

에 따라 시스템엔지니어, 컴퓨터 보안엔지니어와 같은 새로운 직업이 나타났다. 이렇게 새로운 직업이나 직무가 생기는 현상은 제조업뿐만 아니라 서비스업 전반에 걸쳐 영향을 미쳐서, 소위 1.5차 산업이라 불리는 사업서비스업과 같은 새로운 산업영역을 창출하기에 이르고 있다. 이렇게 광범위한 변화에 따라 기존의 산업 및 직업체제를 전제로 하는 인력요건법의 전망 방식은 많은 문제가 있는 것으로 지적되어 왔다.²³⁾ 그래서 최근에는 인력수급 불일치의 개념도 좀 더 세분화 하여 부족(shortage), 격차(gap), 불일치(mismatch)로 구분하고 있다. 『OECD IT개요』에 따르면 양적인 불일치인 부족은 노동시장에서 숙련노동자의 양적 모자람을, 격차는 기업에서 개인에게 요구되는 능력(competence level)과 현재 보유한 능력 간의 차이를 말하고, 불일치는 신규졸업자나 직업훈련생의 능력(competence)과 사용자가 기대하는 능력요건(competence needs)간의 차이이다.²⁴⁾ 그래서 인력수급 전망은 양적인 과부족에 대한 분석과 예측에서 나아가, 근로자 개인단위에서 능력의 수준과 능력의 요건을 분석하는 방향으로 발전해야 한다는 것이다.

두 번째 이유는 현장의 직무내용이 빠르게 변하는 상황에서는 기술 시차로 인해 인력의 수요량(quantities of manpower)뿐만 아니라, 기업이 필요로 하는 숙련요건(skill needs, skill requirements)도 달라진다는 점이다. 다시 말해 정규교육의 교과과정이나 훈련기관의 인력양성 체제가 상당히 고정적이어서, 산업현장의 기술과 직무변화를 따라잡지 못하거나 괴리되는 문제가 불가피하다는 것이다.²⁵⁾ Manfred Tessaring(2003, 2004)에 의하면 기술혁신에 따라 새로운 숙련요건이 나타나는 시점과 새로운 숙련 프로젝트를 지닌 전문 인력이 노동시장에 진입하는 시점 간에는 최소한 5년 길게는 10년까지의 상당한 시차가 있다고 한다. 특히 산업현장의 직무와 숙련의 내용이 빠르게 변화하는 상황에서, 단순하게 일자리 유무 정보나 그 규모 전망만으로는 이러한 질적인 불일치 문제를 해결할 수 없다는 것이다.

이 시차적응 과정에는 정규교육과정과 초기직업교육 커리큘럼의 재설계(design of skeleton curricula), 새로운 교육·훈련체제의 실행(준비), 청년층이 개편된 훈련프로그램 하에서 새로운 숙련프로파일을 익혀 노동시장에 진입하는 기간 등이 포함된다. 이러한 시차의 존재는 기술변화에 따른 숙련불일치가 피할 수 없는 것임을 의미한다. 그러나 기술변화에 따른 숙련요건의 변화를 전망하고 이에 대한 정보를 정기적으로 제공하여 교육기관과 학생 및 개별노동자가 대응할 수 있도록 한다면, 이런 시차에 따른 숙련불일치 문

23) 장창원 외(2006)

24) OECD(2004)

25) 장창원 외(2006)

제는 상당히 완화될 수도 있다.

세 번째 요인과 관련하여 최근 인력수급에 대한 연구에서 정보기능을 강화하기 위하여 질적 예측이 중요하다고 지적이 늘어나고 있다.²⁶⁾ 학생, 가계, 교육기관, 기업과 같은 다양한 경제주체로 인력수급 전망연구의 수요 대상층을 확대할 필요가 있다는 것이다. 위에서 지적한 교육과 산업현장의 인력수요 간 시차문제나 기술변화에 따른 숙련요건의 변화와 같은 문제는 정부가 거시경제적인 정책 수단들만으로 해결하는데 궁극적으로 한계가 있다. 거시적 총량 전망을 통한 인력정책의 기획뿐만 아니라 미시적으로 숙련요건 변화에 대한 전망과 예측 정보를 인력공급 주체들에게 제공함으로써, 각 주체가 시장에서 합리적 의사결정을 하도록 유도하는 것이 더 적절하다고 본다. 지난 몇 년간 우리나라에서도 인력수급에서 정보기능을 강화해야 한다거나, 직업연구를 통해 미래 직업세계 변화를 구체적으로 전망하고, 이를 학생들에게 제공하려는 노력의 필요성에 대한 인식이 증가하고 있다. 한편에서는 산업별 인적자원개발협의체를 통해 숙련불일치 문제를 인식하려는 시도들이 있다. 본 연구는 이러한 다양한 접근들과 상호연관관계 하에서 질적 접근의 이론과 방법론을 개발하는데 일조하고자 한다.

2) 질적 접근에 있어 주요 문제들

인력수급전망에 대한 질적 접근에 있어 첫 번째의 문제는 정성적 전망을 위한 정형화된 이론과 방법이 확정되어있지 않다는 점이다. 양적 수치전망의 경우에 거시경제 이론이나 가설들을 배경으로 하고 있으며, 노동시장의 거시적 변수들인 경제활동참가율, 실업률, 산업별 취업자 구성비, 취업자의 직업별 분포에 대한 시계열 분석으로 미래의 규모를 예측한다. 이에 비해 정성적 전망은 사회학, 교육학, 경제학, 경영학 등 학문적 배경이 상이하고, 직업연구, 산업연구, 미래학, 시나리오 접근법, 숙련분석과 작업장 연구 등으로 접근방법도 매우 다양하다. 또한 정성적 전망이 기반으로 하고 있는 수치 중심의 인력수급 전망이 나라별로 산업구조와 학교 및 직업교육 체제의 상이에 따라 다르다는 점도 질적 전망의 복잡성에 영향을 준다.

현재까지 알려진 인력수급 전망에 대한 두 접근방법의 특징과 장단점에 대하여 정리하면 <표 3-2>과 같다. 표에서 제시한 바와 같이 전망의 대상, 단위, 기간 뿐 아니라 특성에 있어서도 차이가 뚜렷하다.

우선 분석과 전망범위에서 수치전망은 국민경제 전체에 걸쳐 기술변화에

다른 산업간 연관관계 변화, 거시경제 전체의 운영체계 등을 모형 내에 포함하고 기술변화, 생산성, 고용의 관계를 포괄적으로 고려한다. 기간에 있어서도 10년 이상의 장기적인 전망이 중심이다. 전망 과정이 객관적 통계자료에 의거하고 비용 효과성이 있으며, 국민경제 전반에 걸친 정책방향설정에 적합하다는 장점이 있다. 대신에 거시 시계열 통계자료가 충분한 기간에 걸쳐 다양하게 갖추어져 있어야 하며, 사회경제구조가 안정적이어야 하고 상세분류 전망시 신뢰성 문제가 발생할 수 있는 단점이 있다. 대표적인 예가 미국의 노동통계국(BLS)에서 수행하는 직업전망으로 500여개의 직업별로 10년 후의 직업세계 변화에 대한 정보를 제공하여, 정책담당자 뿐 아니라 일반인이나 교육기관뿐만 아니라 기업에게도 의사결정을 하는데 중요한 나침반 기능을 하고 있다.

<표 3-2> 두 가지 전망의 분석내용 비교

구분	수치 전망 모형	정성적 접근의 분석항목들
단위	• 국민경제 단위 내 거시경제 변수	• 산업 특수적 숙련
범주	• 모든 직업, 학력수준	• 특정 직업에 대응하는 학력집단 • 기능인력: 실업교/직업학교/전문대 졸업 • 전문·기술인력: 대학 졸업 • 첨단기술/R&D인력: 석박사 이상
분석의 흐름	• 경제성장률 → 기술 및 산업구조변화 → 인력수요구조와 취업자 수 변화 전망	• 기술변화 → 인력수요구조변화 → 인력분류 및 숙련식별 → 직무분석 및 숙련요건변화 전망
분석 자료	• 거시 시계열 통계 • 세부 산업별 생산 시계열 통계 • 세부 산업별 시계열 통계 • 세부 직업별 종사자 시계열 통계	• 기술프로파일과 변화전망 • 직업 연구 • 작업장 조직 연구 • 전공-직업 연계성 분석
분석결과 활용	• 과부족에 대한 정책수립 • 노동시장에 신호제공 • 학제 개편	• 직업학교의 교과과정 개편 • 학생의 진로지도 및 직업세계변화 정보제공 • 근로자·구직자에게 직무수행에 필요한 숙련요건의 변화 추세 정보 제공

분야별 질적 전망은 그 범위가 산업, 지역, 또는 특정분야(IT분야)를 주로 하며, 분석 대상은 해당분야의 직업변화, 노동자에게 요구되는 숙련내용변화, 기술추이 등이다. 특히 기술변화에 따른 노동력 수요구조의 변화가 특정 산업과 그 산업노동자의 숙련수요변화나, 새롭게 필요하게 될 전문 인력의 유형 등과 같은 질적인 변화를 전망하는데 유용하다.

그러므로 정성적 전망은 수치 전망에 비해 다차원적인 접근이 필요하다. 이는 통계자료에 기초한 계량경제학적인 방법보다는 직무분석, 직업연구, 기

26) 고상원(2004)

술형태(technology profile)의 분석과 전망, 작업장 조직 분석, 노동자의 숙련 유형과 수준의 식별과 같은 것들에 대해 각기 다른 방법론으로 접근해야 한다(<표 III-1> 참조). 그래서 향후 질적 전망연구의 상당부분은 정형화된 이론을 개발하고 좀 더 체계적인 방법론을 정립하는데 집중해야 할 필요성이 있다.

숙련수요를 전망하는 질적 접근방법의 두번째의 문제는 수급 문제가 시장에서 해결되어야 할 것인지, 아니면 정부의 개입이 상당부분 필요한지에 따라 그 대상을 명확히 할 필요가 있다. 특정 산업에서 대부분의 중요 인력은 학력과 직업에 따라 다음 세 가지의 유형에 해당하는데, 석사 이상의 연구개발 인력과 대학 수준의 기술 인력, 그리고 전문대학과 직업학교 수준의 기능 인력으로 구성된다. 이들 각각에서 숙련불일치의 이유는 다르겠지만, 숙련요건 분석을 통해 숙련의 변화추세를 전망하고 그 결과를 교과과정에 반영할 수 있는 것은 전문대학 이하의 인력에 대해서 가장 적합하다. 대학 이상의 R&D나 기술 인력들은 이런 미시적인 분석보다는 기술전망이나 거시전망이 더 적절하다. 낸드 플래쉬 메모리 기술이 새로 개발됨에 따라 기존의 램 메모리 기술 개발이나 연구 인력의 중요성이 사라져 버리는 경우가 그 예이다. 대학 이상 고급인력의 수급불일치는 기술변화의 추세와 너무나 밀접히 관련되어 있으며, 기업의 연구개발투자에 따라 그 인력수요가 변동한다. 그러나 기능 인력의 경우 산업 현장에서 기술이 적용되고 공정이나 직무내용이 매뉴얼화된 단계에서 그 수요가 발생한다. 기능인력의 경우 기술변화에 대응하여 숙련요건 변화를 전망하여 전문대학이나 직업학교의 교과과정 개편에 반영하고, 숙련수준을 향상(update)시키는 것이 가능하다. 직업학교의 교과과정 개편을 위한 분석과 전망은 민간기업이나 학교보다는 정부나 공공연구소가 수행하는 것이 더 적절하므로 이런 부분에서 정부의 역할이 필요하다 제3절에서 소개할 독일의 숙련요건 분석과 전망사례는 직업학교의 교과과정을 산업현장의 기술변화에 맞추어 개편하기 위한 것이다.

질적인 전망연구가 직면한 세 번째 문제는 숙련수요 전망을 둘러싼 기술변화의 성격, 작업조직 변화, 숙련 수준 등의 다양한 개념들에 대하여 사회학, 경제학, 경영학 등에서 여전히 논쟁 중이라는 점이다. 현재로서는 숙련불일치 문제는 기술변화에 의한 것이기 때문에 산업특수적인 기술 프로파일(industry specific technology profile)과 산업특수적인 숙련요건(industry specific skill requirements)을 연계하여 분석하는 것이 타당한 접근일 것이다. 이에 대한 이론 및 학제적 연구가 요청된다고 하겠다.

2. 주요국의 질적 전망 연구 현황

OECD주요국에서 질적 접근의 인력수급 연구는 유럽직업훈련연구센터(Cedefop: European Centre for the Development of Vocational Training)²⁷⁾ 내 Skillsnet²⁸⁾이 대표적이다.²⁹⁾ Skillsnet은 2003년부터 유럽에서 숙련수요의 조기인식(Early recognition of skill requirements in Europe)을 위한 자체연구와 유럽 각국의 전망 기관들의 연구동향에 대한 연결망 역할을 하고 있다. 최근 Cedefop는 전체 유럽국가 차원에서 숙련수요의 변화를 전망하는 것에 대해 방법론적 가능성을 분석하고 있다. 우선 자격증의 국제기준을 마련하고 유럽 내에서 통용성을 높이려고 하고 있다.³⁰⁾ 이하에서는 Cedefop의 연구 연결망을 참조하여 전망 연구의 선진국이라 할 영국, 네덜란드, 독일의 최근 연구 상황을 정리하고, 질적 접근과 관련한 주요문제에 대한 시사점을 얻고자 한다.³¹⁾

1) 영국

영국은 1980년대 이후 오랫동안 숙련노동자의 부족에 시달려왔으며, 그 해결방안의 하나로 정부차원에서 숙련을 정책 의제(agenda)로 설정하고 있다. 영국은 이러한 숙련인력의 부족을 해결하기 위하여 기업주 주도로 산업별 인적자원개발을 추진하는 대표적인 나라이다.³²⁾ 1960년대부터 산업·지역차원의 인적자원개발을 시도해왔는데, 2002년에 산업별 숙련개발기구(SSDA: Sector Skills Development Agency)라는 기구를 설립하여 숙련수요 분석을 하고 있다. Vicki Belt(2004)에 따르면 숙련수요 분석은 SSA의 전략수립의 기초가 되는 작업으로서, 각 분야의 숙련수요에 대해 정확하고 신뢰성 있는 평가를 바탕으로 숙련수요의 유발요인, 현재 숙련수요의 수준, 미래 숙련수요의 방향, 숙련수요의 지역적 차이 등 4가지 핵심항목에 대해 분석하고 있다.

거시적(macro)인 인력수급에 대한 연구는 영국정부지원 하에 IER이 주축이 되어 오래전부터 실시되어 왔다.³³⁾ 최근 교육고용부(DfEE)의 지원을 받아 직

27) EU가 제정을 지원, 1975년 설립되었다.

28) 2002년부터 EU내 개도국이라 할 동구권의 인적자원개발을 위한 프로젝트(Leonardo Da Vinci Project)의 일부로 숙련인력 육성 연구 프로젝트이다.

29) skillsnet은 연구와 네트워킹을 병행하는 Cedefop내 연구프로젝트팀으로 2002년부터 유럽 내 선진국뿐 아니라 동구권국가를 포함하여 미래숙련수요에 대한 연구상황과 방법론 그리고 그 결과를 네트워킹하고 있다. (http://www.trainingvillage.gr/etv/Projects_Networks/skillsnet/ 참조)

30) 전유럽 수준의 자격체계 구축관련에 대하여는 Cedefop(2004)가 참고가능하다.

31) 영국과 독일의 연구동향은 김미란(2005)에 정리되어 있다.

32) 캐나다의 경우 영국과 대비되게 이해당사자의 합의를 바탕으로 산업별 기구를 구성하고 있다. (최형섭 외(2004) 참조)

33) 1970년대부터 워릭대학의 고용연구소(IER: Institute for Employment Research at the University of Warwick)에서 주기적인 고용구조와 인력수급 총량전망을 실시 발표해 왔다.

업과 자격에 대한 전망(Projections of Occupations and Qualifications)이 발간되었는데, 이는 국가숙련전문위원회(National Skills Tasks Force)의 연구 일환으로 수행된 것이다.³⁴⁾ 영국에서 숙련수요 전망연구는 2001년에 본격 출범한 산업별 인적자원개발협의체(SSC: Sector Skills Council)를 중심으로 이루어지고 있다. 현재 영국에는 4개의 SSC가 있는데, 이중 선도적 SSC 4곳에서 해당분야의 미래숙련수요 전망을 하고 있다.³⁵⁾

이 가운데 대표적인 건설업 SSC인 ConstructionSkills이 수행하고 있는 주요내용을 정리하면, 건설업의 구조변화와 추세, 건설업 내 직업변화의 분석, 고용전망과 같은 거시(macro)적 분석과 더불어, 건설업의 숙련공급과 숙련부족, 그리고 숙련패턴의 변화가 생산성에 미치는 영향과 같은 매우 미시적인(micro) 분석을 실시하였다. 이러한 접근방법은 산업연구 접근법(Sectoral studies/observatories)이라 부르는데 산업특성분석과 기술전망, 노동시장 구조분석, 작업장 조직과 숙련형성과정 분석으로 구성된다.

산업특성과 기술전망은 상품 및 생산물 시장의 구조, 기술의 특성과 기술 혁신 속도, 독점도, 수출비중, 대외경쟁력과 같은 요소들에 대한 분석을 통해 전문 인력의 수요량 변화를 전망하는 것이다. 노동시장 구조분석은 해당분야 인력의 분류와 구성, 고용상태, 근로조건, 공급실태와 인력 수급 구조 및 과부족 상황, 인력확보 및 관리의 애로요인 분석 등으로 이뤄진다. 이 두 가지는 주로 계량경제학적 모형을 사용하여 전망하고 국제 비교하는 방법도 사용한다.³⁶⁾ 작업장 조직과 숙련형성 과정 분석은 인적자원 관리체계, 노동과정 분석, 생산 공정 및 직무분석, 직무능력의 표준과 자격연구, 노동자의 직업 경력의 경로분석, 직업적 경쟁력과 숙련수준 분류, 기술 분야별 숙련인력 분류와 숙련내용 분석 등이다.³⁷⁾ 작업장 조직, 숙련형성과정, 노사관계분석은 주로 전문가·실무자에 대한 심층 설문 및 면접조사 등 전형적인 정성적 분석방법을 사용한다.

현재 영국의 숙련전망은 산업 내 기술 분야나 기술수준별로 전문 인력의 유형을 구분하고, 새로운 숙련인력 유형의 출현이나 새로운 숙련요건을 전망하는 단계까지는 이르지 못하고 있다. 전문가의 숙련유형별로 숙련요건의 변화를 전망하는 것보다는, 건설업 전체 수준에서 숙련인력의 수요규모를 추정하고 훈련공급 계획에 활용하는 정도이다. 그러나 영국의 건설업 숙련전망연

34) 모형과 방법에 대하여는 고상원 외(2004) 참조.

35) SEMTA(과학, 엔지니어링, 제조기술), Skillset(영상음향산업), e-skills UK(정보통신산업), ConstructionSkills(건설)는 Sector council의 운영발전을 위해 계획 연구와 사업을 벌이기로 '개척 협약(pathfinder agreements)'을 맺는다.

36) 정진화 외(2004)의 '산업별 인적자원개발 협의체 시범사업 연구', 독일 WZB(The Social Science Research Center Berlin)의 OECD 주요국의 숙련요건전망(forecasting skill requirements) 등이 이러한 방법에 해당한다.

37) 독일 isw의 관광분야 숙련변화의 초기인식: 변화하는 직업(Lothar Abicht, Henriette Freikamp, 2004), 서비스분야 표준화에서 복잡화로 변화: 호텔산업사례(Sibylle Hermann, 2004), 직업연구: 전자산업(한상근 외, 2005) 등이 이러한 접근 방법을 사용하고 있다.

구는 의미 있는 방향을 설정하여 제시하고 있다. 먼저 숙련수요의 전망을 단기적 관점이 아니라 장기적 관점으로 보아야 하며, 훈련생들은 순간적인 필요정보보다는 변화하는 미래에 적응능력을 갖추도록 폭넓게 기초지식을 다지는 방향으로 교육되어야 한다는 것이다. 또 하나는 전망과정에 노동조합과 교육기관 등도 포함하는 시나리오 접근법을 적용하는 등 총체적 접근을 시도하고 있다는 점인데, Skills and Productivity Observatory의 설치가 그 사례이다.

2) 네덜란드

네덜란드의 ROA(Research Centre for Education and the Labour Market)는 거시적 인력수급전망에 대한 계량적 모형연구의 대표적 기관이다. 미국 BLS모형의 저량접근법과 대비되게 유량접근법을 사용한다. ROA 모형의 특징에 대하여는 고상원·이경남(2004)과 장창원 외(2005) 등의 기존연구를 참고하기 바란다.

ROA모형은 인력수급전망의 정보기능을 중시하는 대표적 모형으로 미래 노동시장지표와 노동시장 이동지표를 사용하여 기존의 양적 전망이 갖는 문제점을 보완하고 있다.³⁸⁾ 아래에서 설명하는 두 가지 지표는 그 목적이 직업군별 또는 교육훈련 형태별로 향후 노동시장의 전망에 관한 다양한 정보들을 생성하여 이용자들(특히 학생)에게 제공하는 것이다. 그러나 기본적으로는 직무내용이나 숙련요건의 변화에 대한 전망이 아니며 양적 전망결과에 질적 분석의 전망지표들을 추가하여 보완하는 것이다.³⁹⁾

우리나라에서는 이 두 지표가 소개만 되었을 뿐 거시나 분야별 전망에서 아직 추정되지 않고 있다.

(가) 미래 노동시장지표(IFLM: Indicator of the Future Labour Market)

이 지표는 교육훈련을 마치고 노동시장에 새로이 진입할 예비노동자들을 위한 노동시장전망에 관한 지표로 산출 공식은 아래와 같다.

$$IFLM = \frac{E + INS + U}{E + \max(0, ED) + RD}$$

여기서, E: 현재의 취업자

38) 두 가지 지표에 대하여는 장창원 외(2005)의 27-29쪽을 재정리하였다.

39) Frank Cörvers(2005) 참조.

INS: 예측기간 중 노동시장에 진입하는 졸업자의 수

(신규노동력 공급)

U: 현재 1년 미만의 단기실업자

ED: 확장수요(경제성장 등에 의한 새로운 인력수요)

RD: 대체수요(전직, 퇴직 등으로 생긴 인력수요)

위 공식에서 분모는 노동수요의 크기를 나타내는데, 예측시점의 기존 근로자수에다가 확장수요와 보충수요를 합한 인원수를 가리킨다. 노동공급의 크기를 나타내는 분자는 예측시점의 기존 근로자수에 예측기간 중에 신규로 노동시장에 진입할 예비노동자들의 수, 그리고 실업기간이 1년 이하인 단기 실업자수를 합한 값을 가리킨다. 이때 단기실업자는 신규로 유입될 예비근로자들의 교육훈련 형태와 동일한 교육훈련 형태를 갖고 있는 자이다.

이 지표는 미래 노동시장의 상태를 5단계로 구분하여 전망하는데, IFLM이 0.85보다 작을 때는 노동시장에서 공급에 비해 인력수요가 매우 많은 상태로 인력의 공급부족(very good)을 나타낸다. 0.85~1일 경우에는 노동시장에서 공급에 비해 약간 인력수요가 많은 상태(good)이며, 1~1.05사이일 경우는 보통 정도(resonable)이다. 1.05~1.15일 때는 인력수요가 공급보다 더 많은 상태로 인력수요 부족(moderate)을 말하며, 1.15이상일 때는 매우 심한 과잉공급(bad)으로 표시하고 있다.

(나) 노동시장 이동지표

IFLM의 수치가 낙관적으로 나타나도 교육훈련기관으로부터 노동시장에 진입하는 인력들이 IFLM의 예측만큼 취업이 잘 된다고는 보장할 수 없다. 반대로 IFLM의 수치가 비관적이라고 해서 교육훈련기관으로부터 노동시장에 진입하는 인력의 대다수가 실업상태에 놓인다고 단정할 수는 없다. 왜냐하면 노동시장의 수급상태에 따라 신규 진입자들이 처음 취업하기를 원했던 특정 부문에서 다른 부문으로 옮겨갈 수 있기 때문이다. 따라서 일정한 교육훈련을 받고 다른 직업 혹은 다른 부문으로 옮겨갈 수 있는 가능성에 관한 정보는 매우 중요하다. 뿐만 아니라 경기변동에 따라 부문별 고용수준의 변화정도가 달리 나타나기 때문에, 특정 교육을 받고 특정 직업에 종사하고 있는 사람들의 취업위험도가 다르게 나타난다.

ROA는 타직업 혹은 타부분으로의 전환 가능성을 수평적 이동성(lateral mobility) 혹은 부문간 이동성(inter-sectoral mobility)지표에 의해 측정하고

있다. 특정 교육훈련을 이수하고 노동시장에 진입하는 신규 근로자들이 얼마나 다양한 직업에 취업될 수 있는가를 나타내는 수평적 이동성은 지니-허쉬만(Gini-Hirschman)계수를 이용한 다음 식으로 산출된다.

$$GH_e = (1 - \sum_{o=1}^O \beta_{eo}^2) \frac{O}{O-1}$$

여기서, GH_e : 교육훈련형태 e의 수평적 이동지수

β_{eo} : 교육훈련형태 e에서 직업 o가 차지하는 비율

o : 직업수

GH_e 는 0과 1사이의 값을 가진다. 만약 교육훈련형태 e를 이수한 모든 신규 근로자들이 단 하나의 직업에만 취업된다면 GH_e 는 0이 되고, 반면 모든 직업에 균등하게 취업할 수 있다면 그 값이 1이 된다.

경기 감응도는 각 부문별 변동지수를 먼저 구한 후 이를 직업의 경기감응도로 확장시켜 측정된 것으로 이를 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$FI_o = \sum_{s=1}^S \alpha_{os} \frac{100}{H} \sum_{t=1}^H \frac{|F_{st}|}{T_s}$$

여기서, FI_o : 직업 o의 경기감응도 지수

α_{os} : 부문 s에서 직업 o의 비중

s: 부문 수

T_s : 부문 s의 고용 추세치

F_{st} : t기에 부문 s의 고용 추세치와 고용 실제치 사이의 차이

H: 관찰 년도 수

경기 감응도와 수평적 이동성은 고용의 안정성과 관련이 깊은 지표로서, 경기 감응도가 낮을수록 불황기에도 고용이 줄지 않으며, 수평적 이동성이 높을수록 불황기에 다양한 부문으로 이동할 가능성이 높다.

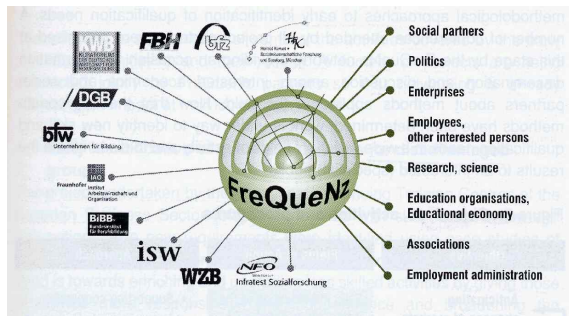
ROA는 수평적 이동성이나 경기 감응도와 같은 다양한 정보지표들을 공표함으로써 인력수급예측이 가지는 문제점을 보완하고, 모형의 이용자들이 양적인 지표뿐만 아니라 질적인 지표를 통해 적절한 판단을 할 수 있도록 한다.

3) 독일의 숙련수요 전망연구⁴⁰⁾

독일의 숙련수요 전망연구는 크게 네트워크를 통한 연방차원의 연구와 개별기관 또는 산업(직업)차원의 연구로 나뉘볼 수 있다. FreQueNz는 독일연방교육부가 지원하는 연방 차원의 연구네트워크로서 개별 연구기관 또는 개인별 연구 활동을 조정(coordinate)하고, 그 결과를 연결함으로써 독일의 숙련수요와 그 변화를 조기 인식하고자 하는 것이다.⁴¹⁾ 이 네트워크는 1999년 독일정부와 일자리, 경쟁력 그리고 훈련을 위한 연대(Bündnis für Arbeit) 내 사회적 파트너가 자격수요와 숙련의 조기 식별을 위해 적극적으로 노력한다(Qualifizierungsoffensive)는 데 동의함으로써 출범하게 되었다.

이 네트워크의 구성은 [그림 3-3]과 같이 11개의 기관이 파트너로 참여하고 있고, 각 파트너(Project partners)의 프로젝트 결과는 8개 분야(Users)에서 활용하고 있다.⁴²⁾

[그림 3-3] FreQueNz 연구 네트워크: 프로젝트 파트너와 사용자



자료: Susanne L. S. and Gudrun Steeger(2004)

40) Susanne Liane Schmidt(2003), Susanne L. S. and Gudrun Steeger(2004)를 주로 참조한다.
 41) www.frequenz.net
 42) 먼저, 프로젝트 파트너(Project-partner)는 WZB, NFO, isw, BiBB, FhIAO, bfw, DGB, KWB, FBH, bzf, HK-Forschung 등인데, 구체적인 설명은 다음과 같다.
 WZB: the Social Science Research Center Berlin.
 NFO: Infratest Social Research.
 isw: the Institute of Structural Policies and Economic Development Halle-Leipzig.
 BiBB: the German Federal Institute for Vocational Training.
 FhIAO: the Fraunhofer Institute for Industrial Engineering.
 bfw: the German Trade Union Confederation's Further Vocational Training Centre in Hamburg.
 DGB: the German Trade Union Confederation's Federal committee for vocational training.
 KWB: the German Employers' Organisation for Vocational Training.
 FBH: the Research Institute for Vocational Education and Training in the Crafts Sector(FBH) at the Univ. of Cologne.
 bzf: the Bavarian Employers' Assoc., bfw(Unternehmen für Bildung).
 HK-Forschung: Helmut Kurwan, Social Research and Consultancy, Munich.
 주요 사용자(users)는 고용부, 각종 협회, 교육부와 교육기관, 연구소 및 개발기관, 노동자와 여타 이해관계자, 기업, 정치와 정책담당자, 사회적 파트너(노사정) 등이다.

FreQueNz의 주요 업무는 미래지향적인 숙련 프로파일을 식별하는 것(Identifying future-oriented skill profile)과 새로운 직업 범주(occupational categories)를 설정하는 수단과 방법을 고안하여, 기존의 분류를 갱신하는 것이다. 이 네트워크의 목적과 활동분야, 그리고 접근방법 등에 대하여는 [그림 3-4]에서와 같다. 시장변화에 대한 전망과 대응방안 개발, 그리고 혁신적인 교육 방법들을 설계하는 것이 주목적인 것이다. 이를 통해 독일연방교육부(BMBF)는 독일의 직업훈련체제를 현대화하고, 지식기반사회로의 변화에 따른 여러 가지 도전에 대응할 장기 계획을 설계하고자 한다.

[그림 3-4] FreQueNz의 목표, 활동분야, 절차

목표	활동분야	접근
시장변화 예측	중간 숙련 수준에서 조기 식별	•협력지원
변화에 신속히 대응	현재프로젝트의 네트워크	•현재 연구 활동에 대한 투명성
대처방안의 개발	민간에 대한 홍보(public relations)	•직업의 실제 세계, 연구, 정치 간의 상호 교류
혁신적 교육적 연구의 설계	교육 분야 내 정치적 대표들과 협력	•결과의 편집과 출판

자료: Susanne L. S. and Gudrun Steeger(2004)

실제로 많은 분야에 대해 새로운 숙련수요를 식별하는 연구가 진행되어 왔다. 전통적 업종(건축과 설계, 자동차, 전자, 금속관련 분야)과 새로운 업종(금융서비스, 보건복지, 정보통신기술, 무역과 관광, 전자상거래, 유통, 컴퓨터 등 설비관리 운영 위탁업(facility management)) 그리고 취약계층과 저숙련노동자, 콜센터 등 특수 분야에 이르기까지 숙련수요에 대한 연구의 범위는 넓다. 또한 전국단위에서 우수사례, 직업훈련 체제와 연계, 숙련구조관련 연구, 그리고 계속훈련 체계 등과 연계하는 작업들이 진행되어 왔다.

산업(직업)차원의 숙련요건 연구란 FreQueNz에 참여하는 각 기관이 주체가 되어 산업 또는 직업단위로 숙련요건을 식별하고 전망하는 것이다. [그림 III-1]의 파트너 중에서 대표적인 세 가지 연구결과를 중심으로 살펴보자.

먼저 독일 사회과학연구센터(WZB)는 OECD국의 자격 및 숙련수요를 비교 분석함으로써 주변국의 경험과 시행착오에서 배우려 하고 있다. 독일과 덴마크와 스웨덴을 비교하여 연구한 결과를 보면, 숙련수요 분석과 계속훈련

(continuing training)을 독일 기업보다 덴마크 기업이 더 많이 실시하고 있었다. 특히 계속훈련에서 작업조직의 변화를 의사소통 방법이나 동기 부여 등과 연계하는 것과 같은 일반적인 측면을 더 강조하고 있었다. 스웨덴에 대한 비교 연구결과에서는 엔지니어 졸업생에 대한 수요, 보육 및 의료분야, 개인서비스와 교사에 대한 수요에 있어 향후 변화가 있을 것으로 전망하고 있다.

두 번째로 독일직업 훈련연구소(BiBB)는 새로운 직업을 식별하고 새로운 일자리의 출현을 분석하기 위하여, 기업이 구인광고에서 제시하는 직업자격 요건을 분석(job vacancy analysis)하였다.⁴³⁾ 그러나 이 분석에서는 기업이 제시한 숙련요구 자체가 사업주의 가상적인 것(업주의 희망사항)이라는 것이다. 이런 숙련요건이 채용결정에 실제로 작용했는지에 대한 확인이 곤란하다는 점에서 이 접근방법은 불완전한 측면이 있다. 그래서 BiBB는 작업장의 조직 혁신이나 작업과정과 생산물 변화 등에 따라 발생하는 숙련수요에서의 변화를 식별하기 위하여 기업(enterprises)에게 숙련의 변화에 대해 직접 질문했다. BiBB 회원기업 제도(RBS)를 통해 기업의 경영·관리자 수준의 전문가, 연구개발 및 인사 담당자, 노동자 위원회(workers councils)와 그 간부, 그리고 외부 상담가들을 대상으로 설문조사 및 면담을 실시하였다.⁴⁴⁾

셋째로 프라운호퍼 산업공학연구소(FhIAO & NFO)에서는 작업장 숙련추이 모니터링 프로젝트(ADeBar project)를 수행하고 있다. 이 프로젝트는 기업내 새로운 숙련요구(skill needs)와 직무(tasks)에 대한 정보의 근원이 작업장의 작업관행(working practices)이라고 보고, 이에 대한 모니터링에 초점을 두고 있다. 분석 방법은 양적인 조사와 질적인 분석을 병행 조합하고 있다.

3. 숙련요건 접근법

숙련요건 접근법(skill requirements approach)은 기업이 요구하는 신규인력의 양보다는 요구하는 숙련내용을 파악하는데 중점을 둔다는 점에서 정성적 접근의 성격을 지닌다. 숙련요건 접근법은 특정 분야 또는 산업단위에서 직무분석에 기초하여 전문 인력을 분류하고, 이 전문 인력에게 요구되는 숙련요건의 변화추이를 전망하는 것이다. 이 접근 방법은 작업장 내 실제 업무관

43) 전 산업의 모든 직업을 대상으로 하여 양적인 분석과 함께 그 직업의 자격요건, 업무 활동과 상세한 업무내용에 대해 질적 분석도 하였다. 대표적 연구 결과로 IT분야의 경우를 보면, 1995년에는 전체 IT/multimedia분야 기업체의 41%에서 IT신기술이 새로운 직무활동 분야를 생성하였다. 2000년에는 전체기업의 56%에서 이런 신규 직무분야가 생성되었으며, 이 분야 기업의 80%가 향후에도 이 추세가 계속될 것으로 전망하고 있다.

44) 조사내용은 다음과 같이 요약할 수 있다. a) KURS 데이터베이스(database)에서 분야별 구조분석과 패널분석을 통해 계속훈련의 추세와 변화에 대한 정보 제공 b) 계속훈련 기관에 대한 정기적 설문조사(wbmonitor)로 훈련수요 추세변화를 반영한 훈련과정 및 과정변화에 대한 정보 제공 c) 혁신적 계속훈련에 대한 보상: 훈련설계의 새로운 추세, 우수한 계속훈련 사례에 관한 정보제공

행(working practice)의 파악에 초점을 둬으로써, 작업과정 수준에서 파악할 수 있는 미래 숙련요건(future skill requirements)을 가능한 한 구체적으로 제시하는 데 목표를 두고 있다. 그 결과를 직업학교의 교과과정 개편에 반영하고 훈련체제도 갱신하는 데 주요 목적이 있다.

앞에서 살펴본 독일의 연방 또는 개별 연구소 차원의 전망연구는 첨단고급 인력 뿐 아니라, 이원적 교육훈련체계(dual system)하의 직업학교 졸업생(기능 인력)도 대상으로 하고 있다. 독일의 작업장은 체계적이고 상세한 작업매뉴얼을 통해 훈련과 노동이 진행되는 것으로 유명하며, 산업현장의 기술변화를 조기에 인식하여 이를 직업학교의 교과과정과 훈련시스템에 반영하려고 한다. 이하에서는 프라운호퍼 산업공학연구소의 작업장 숙련추이 모니터링 프로젝트(ADeBar project)가 수행한 숙련요건분석의 사례를 살펴본다.⁴⁵⁾

이 프로젝트는 1999년 이래 소매업, 정보통신분야(ICT), 컴퓨터 등 설비관리운영 위탁업, 전자상거래, 유통업에 대해 숙련추세를 고찰해왔으며, 2006년 현재는 재생가능에너지원과 원격통신서비스업에 대해 연구 중이다. 이하에서는 숙련요건 접근법의 대표적 사례로 유통업의 새로운 숙련요건 분석을 중심으로 요약 정리한다.⁴⁶⁾

유통업의 숙련수요를 분석·전망하는 절차를 살펴보면, 먼저 산업특성 및 구조분석 등의 기초분석, 사례연구, 그리고 인력(직업)을 재분류하여 숙련유형을 도출하는 과정(제 1단계)을 거친다. 이어서 분류된 각 숙련유형별로 숙련요건을 정의하고, 그 변화를 전망하는 과정(제 2단계)으로 이루어진다. 이때 해당산업의 기술변화와 전망은 기초분석에서 이루어지지만, 기술변화가 실제 작업현장에서 전문 인력의 노동과정이나 숙련에 미치는 영향 등에 대하여는 질적 사례분석과 직무분석, 숙련요건 분석을 통해 이루어진다. 기초분석 이후 질적 사례연구는 세 가지 단계로 이루어지지만, 실제 진행은 전 단계로 되돌아가거나 연계하여 진행된다. 이러한 단계를 거쳐서 숙련유형별로 숙련요건을 식별하고 이의 변화를 전망(제 3단계)하는 것이다.

숙련유형 분류는 직무분석 결과에 따라 수정되기도 하며, 숙련유형별 숙련요건의 정의와 전망은 직무분석결과에 따라 도출되지만 전망 시나리오에 따라 달라질 수도 있다.

45) 정확히는 기업별 작업장수준의 변화에 대한 조기 식별을 위한 자격수요 현장연구(Permanent close-to-the-job observation of qualification needs aiming at an early identification of changes at the workplace and within enterprises)이며, 독일어로 약칭 ADeBar로 불린다.

46) Kathrin Schnalzer et. al. (2003) 참조

제4장 원자력산업 인력수급 전망

제1절 개요

1. 원자력 산업 인력수요 전망 절차

일반적으로 인력수요전망은 인력수요함수식의 추정을 통한 전망방법과 취업계수를 이용한 전망방법으로 크게 양분된다. 이중 인력수요 함수식을 이용한 전망방법을 활용하기 위해서는 최소한의 시계열 자료가 확보되어야 한다.

따라서, 이러한 자료상의 한계를 극복하기 위한 방안으로 본 연구에서는 기존의 통계자료 및 연구결과를 최대한 활용하여 산업별 취업계수를 전망하고 이를 기초로 인력수요를 전망하였다.

수요전망 절차를 간단히 살펴보면, 원자력산업과 기존 산업분류간의 연계를 통하여 취업계수를 전망하였다. 2단계로 원자력산업 생산액을 시나리오별로 전망하였다. 이때 2008년도 생산액은 원자력산업실태조사상의 자료를 이용하였고, 2020년까지의 시나리오별 생산액은 해외원전 수주 등을 고려하여 생산액을 전망하였다. 3단계로 취업계수 전망치와 생산액 전망치를 이용하여 직능별 원자력산업 인력수요를 전망하였다.

본 연구에서는 원자력산업실태조사상 원자력산업의 범위를 이용하였다. 원자력산업은 크게 원자력발전사업체와 원자력공급산업체로 나누어진다. 원자력발전사업체는 한전의 원자력사업을 포함한 한국수력원자력(주)을 지칭한다. 원자력공급산업체는 원자력산업에 직·간접으로 관련을 갖는 사업체·연구기관·공공기관 및 단체로서 원전건설·운영분야, 연구·안전분야, 지원·관리분야, NDT 및 기타 분야로 분류된다. 원자력시설(발전소, 연구로, 핵주기 시설, 폐기물 시설 등)에 대하여 기기공급 및 역무를 제공하는 원전건설·운영분야, 원자로 개발, 기반 연구 및 폐기물 관리, 방사선 안전, 품질보증관리를 담당하는 기관이나 단체로 구성된 연구·안전분야, 원자력관련 교육 및 훈련, 지원사업을 통하여 매출을 실현하는 기관이나 단체는 지원·관리분야, NDT 관련 업체 및 기타업체는 NDT 및 기타 분야로 분류된다.

직능별로는 연구직, 기술직, 사무직, 기능직으로 분류할 수 있다. 연구직은 원자력 발전 및 장치 등과 관련된 연구 및 기술개발, 장치 제작 및 운영 업

무에 직접 종사하는 전문인력이 이에 포함된다. 기술직은 원자력 발전 및 장치 등의 제작, 운영, 보수, 건설 등 연관된 기술업무에 종사하는 인력을 말한다. 기능직은 연구개발 및 기술업무에서 요구되는 기능적 업무에 종사하는 인력으로 본 연구에서는 전문대졸 이하의 기술수준을 가진 기능인력으로 한정하였다. 이하에서 직능별 인력수요 전망을 실시하고 특히, 기능직에 대해 신규수요와 신규공급을 전망하여 수급차 분석을 실시하였다..

○ 1단계 : 원자력산업 및 기존 산업분류간의 연계를 통한 취업계수 전망

- 직능원의 2008년 연구결과를 이용한 취업계수 도출(한국은행 국민계정 77부분 분류) 및 전망

○ 2단계 : 원자력산업 생산액 시나리오별로 전망

- 2008년 생산액은 원자력산업실태조사 자료를 이용

- 2020년까지의 생산액은 해외원전 수주 등을 고려한 생산액 전망

▪ 시나리오 1: 국내생산액 전망 + UAE 원전 4기 수주(200억불)

▪ 시나리오 2: 시나리오 1 + 매년 세계 원전 1기 추가 수주

▪ 시나리오 3: 시나리오 1 + 매년 세계 원전 2기 추가 수주

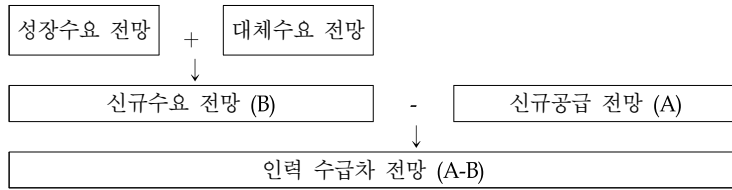
○ 3단계 : (취업계수 전망치 × 생산액 전망치)를 이용한 원자력산업 인력수요 전망

○ 4단계 : 시계열 전망을 통하여 직능별 비중 전망을 통하여 원자력산업별 인력수요 전망

2. 신규인력수급 전망 모형

신규인력 수급전망은 궁극적으로 인력수급차를 도출하기 위한 과정으로 신규인력부문의 인력수급전망 모형은 [그림 4-1]에서 나타나듯이 유량(flow) 개념의 신규수요와 신규공급을 도출하여 양자간의 차를 통해 인력수급차를 도출하는 과정으로 구성된다.

[그림 4-1] 인력 수급차 전망 도출 방법



1) 신규인력 수요전망

수요전망은 일반적으로 주어진 시점에서 필요한 전체 근로자의 수로 표현되는 저량(stock) 개념의 총수요가 제시되고 있는 바, 수급차 전망을 위해서는 일정기간동안 추가로 요구되는 근로자의 수로 표현되는 유량(flow) 개념의 신규수요가 필요하다. 노동의 신규수요는 성장수요(growth demand)와 대체수요(replacement demand)로 양분되며(즉, 신규수요 전망 = 성장수요 전망 + 대체수요 전망), 이 중 성장수요는 해당 산업 또는 직업의 발전에 따른 수요증대에 기인하며, 단순히 기존 총인력수요 전망결과를 이용하여 금년도 취업자수에서 전년도 취업자수를 차감하는 방식으로 전망치를 도출한다.

$$\cdot \text{성장수요전망}_t = \text{총인력수요전망}_t - \text{총인력수요전망}_{t-1}$$

반면, 대체수요는 타 직업으로의 이직 및 정년퇴직에 따른 감소분과 결혼, 입학, 입대 및 이민 등의 이유로 인해 노동시장을 떠나는(구체적으로는 경제활동인구에서 벗어나는) 감소분을 대체하는 수요로 원자력 산업의 대체수요 비율은 원자력산업실태조사상의 연령별 인력구조와 신규채용 인원⁴⁷⁾ 등과 전문가의 의견을 참고하여 평균 8.5%로 추정하였다.

$$\cdot \text{대체수요전망}_t = \text{총인력수요전망}_t \times \text{대체수요비율}_t$$

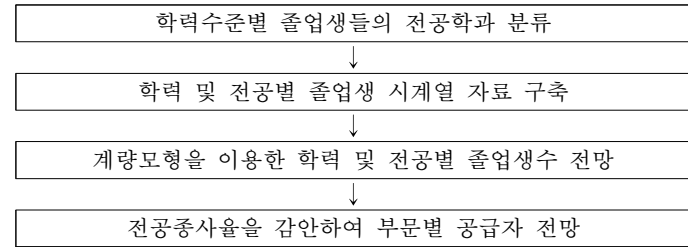
2) 신규인력 공급전망

노동시장에 처음으로 진입하는 신규인력의 공급은 주로 정규교육기관을 통해 배출되므로⁴⁸⁾, [그림 4-2]과 같은 4단계를 거쳐 전망치가 도출된다.

47) 2008년 원자력산업의 50대 이상의 비중은 18% 수준이고, 최근 5년간 취업자 대비 신규채용인원의 비율이 21% 수준이다.

48) 비정규교육기관을 통해 배출되는 신규인력은 전체에서 차지하는 비중이 작아 전체공급수준에 영향을 미치지

[그림 4-2] 신규인력 공급전망 절차



구체적으로는 먼저 1단계에서는 학력수준별로 졸업생들의 전공학과를 분류하고, 2단계에서는 학력 및 전공별 졸업생 시계열 자료를 구축한다. 3단계에서는 도출된 자료를 활용하여 이중지수평활모형(Double Exponential Smoothing Model)을 이용하여 공급전망을 실시한다. 공급전망에 사용할 수 있는 계량모형으로는 시계열 회귀분석모형 (Time Series Regression Model), ARIMA모형 (Autoregressive Integrated Moving Average Model), 지수평활모형 등 다양한 모형이 존재한다.

이 중 시계열 회귀분석에 의한 예측의 경우 최적의 모형이 수립될 때 최소의 오차를 갖는 우수한 예측치를 산출할 수 있으나 종속시계열에 대하여 높은 설명력을 갖는 독립시계열을 발굴하고 종속시계열에 대한 독립시계열의 함수형태를 찾아내는 데 많은 시간과 노력이 소요된다. 또한, ARIMA 모형에 의한 예측의 경우 모형의 설정을 위하여 최소한 35개 정도의 시계열이 요구되는데 가용한 시계열의 기간이 작을 경우 적용에 어려움이 따른다.

반면, 지수평활모형의 경우 비록 이론전개에 있어 통계적으로나 수학적인 논리구조가 빈약한 면도 있으나 모형의 적용이 매우 간편할 뿐만 아니라 계산의 간단함에 비해 대단히 정확한 예측값을 구할 수 있고 현재 사용되고 있는 여러 예측기법들 중에서 가장 경험적인 예측기법이라는 점에서 분석자들이 자주 사용하고 있다. 4단계에서는 경활참가율과 전공종사율을 감안하여 분야별 신규인력 공급전망치를 도출한다⁴⁹⁾.

다. 신규인력 수급차 모형

못할 것이라는 가정하에 논의에서 제외함
49) 원자력 학과의 경우에는 졸업생을 공급규모로 추정함

결론적으로 수급차 전망은 신규수요 전망치를 도출한 후 신규공급전망치와의 차를 통해 산술적으로 도출한다. 이때, '수급차=신규인력공급 (A)-신규인력수요 (B)'에서, 만일 수급차 전망결과가 (-)이면 초과수요상태를, (+)이면 초과공급상태를 의미한다.

제2절 원자력산업 인력수급 전망 결과

1. 시나리오별 인력수요 전망

먼저 원자력산업의 인력수요 전망치를 구하기 위해 원자력산업의 생산액을 전망하였다. 원자력산업실태조사상의 1999-2008년까지 생산액을 기준으로하여 2020년까지의 원자력산업의 국내생산액을 전망하였다. 이와 더불어 시나리오별로 해외원전 수주 등을 고려하여 2020년까지의 원자력산업 생산액을 전망하였다. 앞서 살펴본 바와 같이 시나리오 1은 국내생산액 전망과 현재 확정된 UAE 원전 4기 수주액을 감안하여 원자력산업의 생산액을 전망하였다. 시나리오 2는 시나리오 1과 매년 세계 원전 1기를 추가 수주할 경우이며, 시나리오 3은 시나리오 1과 매년 세계 원전 2기를 추가 수주할 경우의 생산액을 전망하였다. 단, 해외 원전 수주액은 국산화율 등을 고려하여 수주액의 80%만 생산액으로 고려하였다.

시나리오별로 생산액 전망을 살펴보면, 시나리오 1의 경우 2008년 14조 6천억에서 연평균 6.9%씩 증가하여 2020년에는 32조 4천억에 이를 것으로 전망된다. 시나리오 2는 연평균 8.2%씩 증가하여 2020년에는 37조 8천억으로 증가할 것이며, 시나리오 3는 연평균 9.3%씩 증가하여 2020년에는 42조 3천억에 이를 것으로 전망된다.

<표 4-1> 시나리오별 원자력 산업 생산액 전망

(단위: 백만원, %)

	2008	2015	2020	연평균 증가율(08-20)
시나리오1	14,593,578	25,661,117	32,388,271	6.9
시나리오2	14,593,578	29,948,562	37,760,606	8.2
시나리오3	14,593,578	33,548,562	42,320,606	9.3

시나리오별 인력수요 전망치를 살펴보면 다음과 같다. 시나리오 1의 경우에는 원자력산업의 인력수요는 2008년 21,460명에서 2020년 31,910명으로 연평균 3.4%씩 증가할 것으로 전망된다. 기술직은 2008년 13,148명에서 2020년 19,779명으로 증가하여 가장 많은 취업자 증가를 보일 것으로 전망된다. 기능직은 2008년 3,525명에서 연평균 5.9%씩 증가하여 2020년 7,016명으로 가장 높은 연평균 증가율을 보일 것으로 전망된다. 사무직과 연구직은 다소 낮은 각각 연평균 0.7%, 0.4%의 증가율을 보일 것으로 전망된다.

<표 4-2> 직능별 원자력 산업 인력수요 전망-시나리오 1

(단위: 명, %)

직능별	취업자수			취업자 증감			연평균 증감률		
	2008	2015	2020	'08~'15	'15~'20	'08~'20	'08~'15	'15~'20	'08~'20
연구직	2,417	2,535	2,528	118	-6	111	0.7	-0.1	0.4
기술직	13,148	17,401	19,779	4,253	2,377	6,631	4.1	2.6	3.5
사무직	2,370	2,567	2,587	197	20	217	1.1	0.2	0.7
기능직	3,525	5,444	7,016	1,919	1,572	3,491	6.4	5.2	5.9
합 계	21,460	27,947	31,910	6,487	3,963	10,450	3.8	2.7	3.4

시나리오 2의 경우에는 원자력산업의 인력수요는 2008년 21,460명에서 2020년 36,834명으로 연평균 4.6%씩 증가할 것으로 전망된다. 기술직은 2008년 13,148명에서 2020년 22,554명으로 증가하여 가장 많은 취업자 증가를 보일 것으로 전망된다. 기능직은 2008년 3,525명에서 연평균 7.7%씩 증가하여 2020년 8,589명으로 가장 높은 연평균 증가율을 보일 것으로 전망된다. 사무직과 연구직은 다소 낮은 각각 연평균 1.6%, 1.3%의 증가율을 보일 것으로 전망된다.

<표 4-3> 직능별 원자력 산업 인력수요 전망-시나리오 2

(단위: 명, %)

직능별	취업자수			취업자 증감			연평균 증감률		
	2008	2015	2020	'08~'15	'15~'20	'08~'20	'08~'15	'15~'20	'08~'20
연구직	2,417	2,767	2,811	350	43	394	2.0	0.3	1.3
기술직	13,148	19,242	22,554	6,094	3,312	9,406	5.6	3.2	4.6
사무직	2,370	2,806	2,881	436	75	511	2.4	0.5	1.6
기능직	3,525	6,272	8,589	2,747	2,317	5,064	8.6	6.5	7.7
합 계	21,460	31,086	36,834	9,626	5,748	15,374	5.4	3.5	4.6

시나리오 3의 경우에는 원자력산업의 인력수요는 2008년 21,460명에서 2020년 39,824명으로 연평균 5.3%씩 증가할 것으로 전망된다. 기술직은 2008년 13,148명에서 2020년 24,310명으로 증가하여 가장 많은 취업자 증가를 보일 것으로 전망된다. 기능직은 2008년 3,525명에서 연평균 8.7%씩 증가하여 2020년 9,616명으로 가장 높은 연평균 증가율을 보일 것으로 전망된다. 사무직과 연구직은 다소 낮은 각각 연평균 1.7%, 1.8%의 증가율을 보일 것으로 전망된다.

<표 4-4> 직능별 원자력 산업 인력수요 전망-시나리오 3

(단위: 명, %)

직능별	취업자수			취업자 증감			연평균 증감률		
	2008	2015	2020	'08~'15	'15~'20	'08~'20	'08~'15	'15~'20	'08~'20
연구직	2,417	2,891	3,002	474	112	585	2.6	0.8	1.8
기술직	13,148	20,185	24,310	7,037	4,126	11,162	6.3	3.8	5.3
사무직	2,370	2,854	2,895	484	40	525	2.7	0.3	1.7
기능직	3,525	6,718	9,616	3,193	2,898	6,091	9.7	7.4	8.7
합 계	21,460	32,648	39,824	11,188	7,176	18,364	6.2	4.1	5.3

2. 원자력산업 기능인력 수급차 전망

앞에 살펴본 원자력산업 기능직의 인력수요 전망치를 토대로 기능인력의 수급차 전망을 살펴보면 다음과 같다.

먼저 신규수요는 수요증가에 따른 성장수요와 타 직업으로의 이직 및 정년 퇴직에 따른 감소분과 결혼, 입학, 입대 및 이민 등의 이유로 인해 노동시장을 떠나는(구체적으로는 경제활동인구에서 벗어나는) 감소분을 대체하는 대체수요를 합한 값이다. 성장수요는 단순히 기존 총인력수요 전망결과를 이용하여 금년도 취업자수에서 전년도 취업자수를 차감하는 방식으로 전망치를 도출한다. 원자력 산업의 대체수요비율은 원자력산업실태조사상의 연령별 인력구조와 신규채용 인원⁵⁰⁾ 등과 전문가의 의견을 참고하여 평균 8.5%로 추정하였다.

전술한 원자력산업 기능인력 수요 전망결과를 토대로 시나리오별로 성장수요와 대체수요를 추정하면 다음과 같다. 시나리오 1에서는 2011~2020년 기간 중 기능인력의 성장수요는 총 3,031명, 대체수요는 총 4,752명으로 이를 합한 총 7,783명의 신규수요가 필요할 것으로 전망된다. 시나리오 2에서는 2011~2020년 기간 중 기능인력의 성장수요는 총 4,437명, 대체수요는 총 5,506명으로 이를 합한 총 9,943명의 신규수요가 필요할 것으로 전망된다. 시나리오 3에서는 2011~2020년 기간 중 기능인력의 성장수요는 총 5,441명, 대체수요는 총 5,853명으로 이를 합한 총 11,294명의 신규수요가 필요할 것으로 전망된다.

신규공급은 본 연구에서 기능인력을 고졸과 전문대졸로 한정하여 분석하고 있어 마이스터고, 폴리텍대학 및 전문대학에서 배출되는 원자력 관련 졸업생을 추정하여 신규공급을 전망하였다. 마이스터고 및 폴리텍대학은 정부의 인력양성계획을 참고하였고, 전문대학의 경우에는 전기·전자·계측, 기계·기계설계, 화학, 건축·토목, 금속·재료, 환경·산업 등 관련학과를 중심으로 신규공급을 전망하였다.

50) 2008년 원자력산업의 50대 이상의 비중은 18% 수준이고, 최근 5년간 취업자 대비 신규채용인원의 비율이 21% 수준이다.

<표 4-5> 원자력산업 기능인력 신규공급 전망(누계기준)

(단위: 명)

	2011~2015	2015~2020	2011~2020	연평균신규공급 (11~20)
마이스터고	300	500	800	80
폴리텍대학	360	600	960	96
전문대학	2,465	2,211	4,676	468
전체	3,125	3,311	6,436	644

원자력산업 기능인력은 연평균 644명씩 총 6,436명이 신규로 공급될 것으로 전망되며, 마이스터고에서 연평균 80명씩 총 800명이 신규로 공급될 것으로 전망된다. 폴리텍대학에서는 연평균 96명씩 총 960명이 신규로 공급될 것으로 전망된다. 마지막으로 전문대학에서는 연평균 468명씩 총 4,676명이 신규로 공급될 것으로 전망된다.

앞서 도출한 원자력산업 기능인력의 신규수요전망과 신규공급전망 결과를 토대로 원자력산업 기능인력의 수급차 전망을 시나리오별로 실시한 결과는 다음과 같다. 시나리오 1에서 원자력산업 기능인력의 신규수요는 누계기준으로 총 7,783명이 필요한 반면에 원자력산업 기능인력의 공급은 총 6,436명이 공급되어 동 기간 중 단순히 총 공급인원에서 총 신규수요인원을 차감해서 도출되는 수급차(공급-신규수요) 인원은 연평균 135명씩 총 1,347명이 초과수요될 것으로 전망된다.

시나리오 2에서 원자력산업 기능인력의 신규수요는 누계기준으로 총 9,943명이 필요한 반면에 원자력산업 기능인력의 공급은 총 6,436명이 공급되어 동 기간 중 단순히 총 공급인원에서 총 신규수요인원을 차감해서 도출되는 수급차(공급-신규수요) 인원은 연평균 351명씩 총 3,507명이 초과수요될 것으로 전망된다.

시나리오 3에서 원자력산업 기능인력의 신규수요는 누계기준으로 총 11,294명이 필요한 반면에 원자력산업 기능인력의 공급은 총 6,436명이 공급되어 동 기간 중 단순히 총 공급인원에서 총 신규수요인원을 차감해서 도출되는 수급차(공급-신규수요) 인원은 연평균 486명씩 총 4,858명이 초과수요될 것으로 전망된다.

<표 4-6> 원자력산업 기능인력 수급차 전망

(단위: 명, %)

구분	기능인력 기간별 수급차(누계)			
	2011~2015	2015~2020	2011~2020	
시나리오 1	신규공급	3,125	3,311	6,436
	신규수요	3,508	4,274	7,783
	성장수요	1,459	1,572	3,031
	대체수요	2,049	2,703	4,752
	수급차	-383	-964	-1,347
	연평균 수급차	-77	-193	-135
시나리오 2	신규공급	3,125	3,311	6,436
	신규수요	4,394	5,549	9,943
	성장수요	2,119	2,317	4,437
	대체수요	2,275	3,231	5,506
	수급차	-1,269	-2,238	-3,507
	연평균 수급차	-254	-448	-351
시나리오 3	신규공급	3,125	3,311	6,436
	신규수요	4,879	6,415	11,294
	성장수요	2,543	2,898	5,441
	대체수요	2,335	3,517	5,853
	수급차	-1,753	-3,105	-4,858
	연평균 수급차	-351	-621	-486

3. 외국 원자력 인력 수요 전망

해외 원자력 분야의 기초 자료 부족으로 인해 해외 원자력 기능인력 수요 전망에는 많은 한계를 가지고 있다. 이에 현실적으로 주요 원전 선진국 중 전망에 필요한 관련 자료를 얻을 수 있는 것은 일본 자료에 불가하므로, 일본과 국내 원자력 산업의 인력 현황 및 기능인력 비중 등을 이용하여 우회적으로 해외 원자력 기능인력의 수요전망을 실시하였다.

2008년 현재의 각국의 발전량을 기준으로 인력수요를 전망하였다. 전 세계적으로 2008년 기준 미국 104기, 프랑스 59기, 일본 53기 등 총 436기 원전이 가동 중, 52기 건설 중에 있다. 미국, 프랑스, 일본, 러시아, 독일, 한국,

우크라이나, 캐나다, 영국, 스웨덴, 중국 등 원자력 발전 상위 11개국이 전 세계 원자력 발전의 80~90%를 차지하고 있어 이들 11개국에 한정하여 기능 인력수요를 추정하였다.

<표 4-7> 세계 각국 원전설비 현황

국 가	운 영 중				건 설 중			이용률 (%)
	설비용량 (만kWh, Gross 전기출력)	기 수	발전량 (GWh, Net)	점유율 (%)	설비용량 (만kWh, Gross 전기출력)	기 수		
1 미국	10,629.0	104	808,972	19.66	121.8	1	89.91	
2 프랑스	6,602.0	59	418,300	76.18	165.0	1	76.09	
3 일본	4,793.5	53	240,519	24.93	223.9	2	59.16	
4 러시아	2,324.2	31	152,058	16.86	738.0	9	73.09	
5 독일	2,149.7	17	140,886	28.29	-	-	76.69	
6 한국	1,771.6	20	144,255	35.62	680.0	6	93.40	
7 우크라이나	1,383.5	15	84,300	47.40	200.0	2	73.25	
8 캐나다	1,342.5	18	88,613	14.80	-	-	66.73	
9 영국	1,190.2	19	52,486	13.45	-	-	48.71	
10 스웨덴	938.3	10	61,336	42.04	-	-	78.17	
11 중국	895.8	11	65,325	2.15	1,651.7	16	89.84	

㉠ 1. 운영/건설 중 설비용량, 기수 : '08.12.31 기준
 2. 점유율, 발전량, 이용률 : 2008년 기준
 3. 건설 착수 시점: 최초 콘크리트 타설 기준 (IAEA 통계기준 반영)
 출처: Power Reactor Information System (IAEA '09.07.31), 이용률은 Nucleonics Week (Platts, '09.03.05).
 한국은 한국수력원자력(주) '08년도 발전연보 인용

세계원자력협회(WNA, '09.10)는 2030년까지 약 430기의 원전이 신규 건설 되어 약 1,200조원의 거대 시장이 형성될 것으로 전망하고 있다. 비록 2011년 일본 원전사고 이후 독일을 비롯한 일부 국가에서 신규 원전 건설 계획을 축소하거나 취소를 발표했지만, 신규 원전 건설의 대부분을 차지하는 중국 등의 국가에서는 여전히 원전 건설을 추진하고 있어 세계 신규 건설 원전 추이는 큰 변화가 없을 것으로 판단된다. 이에 전 세계적으로 2020년까지 매년 약 20기씩 신규 건설될 것으로 가정하여 해외 기능인력 수요전망을 실시하였다.

해외 원자력 기능인력 수요는 2008년 3만 8천명에서 연평균 9.2%씩 증가하여 2020년에는 11만명에 이를 것으로 전망된다. 이는 2008년 대비 72천명이 증가한 수치이며, 우리나라 기능인력의 증가율보다 높은 증가율을 보일 것으로 전망된다.

<표 4-8> 해외 원자력산업 기능인력 수요전망

(단위: 천명)

기능 인력	취업자수			취업자 증감			연평균 증감률		
	2008	2015	2020	'08~'15	'15~'20	'08~'20	'08~'15	'15~'20	'08~'20
기능 인력	38.2	80.3	110.4	42.1	30.1	72.2	11.2	6.6	9.2

제5장 정책적 시사점

이상에서 살펴본 바와 같이 원자력인력의 수급에 있어서 불균형의 문제를 보이고 있다. 이러한 불균형의 원인은 바라보는 시각에 있어 다양하게 찾을 수 있을 것이며 이는 다음과 같은 시사점을 주고 있다.

첫째, 원자력 전공자에 대한 수급 불균형의 문제는 정량화되고 사회적 이슈로 부각되어야 한다. 원자력 분야에 대한 이미지를 제고할 필요성이 있으며 산업계, 학계, 정부 간의 협력활동과 의사전달이 현재보다 개선되어야 한다. 또한 인력수급의 불균형 문제점에 대해 산업계와 정부부문에서 인식을 같이 하여야 하며 학교에서는 원자력 공학의 교과과정이 다양화 되어야 하고, 원자력의 필요성, 도전적 직업기회 등에 대한 소개가 적절히 이루어져야 한다.

둘째, 대학, 산업계, 정부는 원자력공동체의 주요 현안에 대해 전략적 동반자 관계를 가져야 할 것이다. 특히 우리나라의 경우 녹색성장을 이끌고 있으며 원자력 수출에 있어서도 국가의 중대한 문제로 부각되고 있어 원자력 전문인력의 양성과 활용에 있어 많은 관심을 기울여야 할 때이다. 이를 위해서는 우선 이과계, 특히 공학계에 진학할 인원을 확충하기 위한 초등·중등 교육의 대처 강화할 필요성이 있다. 특히 오픈 캠퍼스 등을 통해 중·고교생에게 원자력의 매력을 전달하고, 공학계, 특히 원자력공학계에 대한 관심을 높일 필요성이 있다. 또한, 이공계 기피현상과 맞물려 있을 수 있는 원자력 전문인력의 부족에 대비하여 원자력의 기술, 연구, 산업 등의 매력과 장래성을 젊은 세대에게 전달하고 향후 원자력이 세계적으로 크게 확대됨에 따라 사회전반, 아동, 학생들에게 보급시키는 활동을 전개할 필요성이 있다. 필요에 따라서는 학생들을 대상으로 하여 산업설명회 및 인턴십 등을 통한 정보제공이 적극적인 방법으로 제공될 수 있을 것이다.

셋째, 원자력 전문교육의 체계를 재정비하며 내용의 내실화를 강화해야 한다. 이를 위해서는 기초/기반 분야의 교수인재 확보 및 육성과 산업계와의 공동연구, 강사파견, 시설견학개최 등의 교육지원 강화 및 내실화가 필요하다. 또한 강의 및 교수인재의 네트워크화와 교육/연구용 원자력 시설의 공동이용에 따른 실험, 체험기회 및 내용의 내실화와 네트워크 등이 중요하다 할 수 있겠다. 한걸음 더 나아가 교과서, 교수인재, 교육연구용 시설 등의 교육자원의 국제적 연계가 필요하다고 할 수 있다.

넷째, 국제적 인재 양성 시스템의 구축이 중요하다. 원자력에 대한 문제가 국제적으로 중요한 이슈를 다루고 있으므로 국제기관에서 근무하거나 국제

회의에의 적극적 참여할 수 있도록 정부의 정책이 지원되어야 할 것이다. 이를 위해서는 국제 경력 소유자의 귀국후 처우의 가시화, 국제적 교육활동 참가지원, 영어로 이루어진 수업 등의 환경정비, 전문기술분야에 국제적 감각을 갖춘, 원자력 고유의 국제적 공통과제에 지식적 견해를 보유할 인재 양성 등의 정책적 뒷받침이 필요하겠다.

다섯째, 앞서 말한 국제적 인재 양성과 더불어 원자력 도입국을 대상으로 이에 대응할 인재육성체계를 정비하여야 한다. 원자력 수출국으로서의 위상에 걸맞도록 원자력 도입국에 인재육성방책을 제안하기 위한 국내인재육성체계의 정비가 필요하다. 이를 위해 원자력 도입국의 기술자 육성을 위한 지원자선출 및 교수인재파견 체제의 정비가 선행 되어야 할 것이다.

여섯째, 이와 더불어 인재육성활동 기능에 따른 네트워크화와 그 중심이 될 코디네이터, 제어 가능한 허브의 설립도 추진하여야 할 것이다. 인재육성 활동을 교육단계, 전문영역, 시설, 인적자원, 지역 등의 관점에서 네트워크를 추진하는 것도 필요하다.

이상의 내용을 요약하면 원자력 인재 육성에 대한 관심을 바탕으로 국내 원자력 인재육성 체계화와 가시화를 위해 육성단계별 활동을 연결할 수 있는 네트워크를 구축하고 이에 따른 원자력 인재육성 체계화, 원자력 인재의 품질보증, 원자력 인재육성의 종합적 연계화의 성과를 외부에서도 알 수 있도록 가시화할 수 있는 정책이 제공되어야 하며 원자력 인재육성을 전략적으로 추진하기 위한 중심적 기관으로 원자력 인재육성 전체 허브의 설립을 추진해 국내외 인력양성을 주도해야 할 것이다.

참고문헌

- 교육과학기술부(2008). 『2008년도 원자력백서』 .
- _____ (2010). 『2008년도 제 14회 원자력산업실태조사』 .
- _____ (2010). 『원자력 인력 수급 및 양성 대책』 .
- 이상돈 외(2002). 『산업구조 변화추이와 직업훈련수요 전망』 , 한국직업능력개발원.
- _____ (2002). 『지식기반제조업분야의 인력수요전망 및 양성방안』 , 한국직업능력개발원.
- _____ (2003). 『국가인력수급 전망연구(III)-서비스 산업중심』 , 한국직업능력개발원.
- _____ (2008). 『중장기 인력수급전망 모형 개발 및 인프라 확충』 , 한국직업능력개발원.
- 장창원 외(1998). 『산업인력수급의 전망과 과제』 , 한국직업능력개발원.
- _____ (2004). 『IT전문인력 공급실태조사』 , 한국직업능력개발원.
- _____ (2004a). 『인력수요 현황과 전망』 , 한국직업능력개발원.
- _____ (2004b). 『IT 전문인력 수급차 분석 및 전망 연구』 , 한국직업능력개발원.
- _____ (2005a). 『2005 IT 전문인력 공급실태조사』 , 한국직업능력개발원.
- _____ (2005b). 『중장기 인력수급 전망 및 인적자원정책 개선 지원』 , 한국직업능력개발원.
- _____ (2006). 『인력수급 전망(2006-2015)와 국가인적자원정책』 , 한국직업능력개발원.
- _____ (2009). 『국가 중장기 인력수급 전망-과학기술인력 중장기 수급전망』 , 한국직업능력개발원.
- _____ (2010). 『2010년도 국가 중장기 인력수급 전망: 원자력분야 인력수급 전망 및 인프라 개선』 , 한국직업능력개발원.
- 한국개발연구원(2010). 나라경제 2010년 2월호, pp.70-83.
- 한국원자력산업회의(2009). 『2009 원자력연감』 .