



원자력 안전성 확보 방법론에 대한 성찰

- 후쿠시마 사고 3주기에 즈음하여

최광식

한국원자력안전기술원 책임연구원



서울대 전기공학과 졸업
KAIST 원자력공학과 석사, 박사

한국원자력안전기술원 정기검사PM
(고리, 월성, 울진, 영광 원전)

국제협력실장, 교육훈련실장

KINS 개혁위원회 위원

미 하버드대 존에프케네디스쿨 객원연구원

원자력안전위원회 정책제도분과 위원

KAIST 원자력 및 양자공학과 겸직교수 역임

한국원자력안전기술원 안전정책실
책임연구원

머리말 - 역사는 되풀이 되는가?

2011년 3월 후쿠시마 원전 사고가 발생한 이후 일본이 겪은 악몽 같은 일들을 우리가 전부 다 알 수는 없다. 사고 이후 쏟아지는 국내외의 비난에 그들이 가지고 있던 원전 선진국 일본, 안전 신화, 일류 기업 도쿄전력의 자부심 등이 여지없이 무너졌다. 그리고 외부 위원회의 반복되는 조사, 실패한 자국 원전의 처참한 속살을 외국 전문가들에게 드러내야 했던 그들의 굴욕을 우리는 이해할 수 있다. 우리나라도 만약 크게 잘못할 경우에 겪어야 할 일들이기 때문이다. 그리고 인력 감축과 감봉, 원자력산업의 위축, 개인들이 가지고 있던 열정, 헌신, 책임감 등에 대한 자부심이 무너지면서 겪었을 그들의 트라우마와 죄책감이 얼마나 컸을지도 상상이 간다.

일본 정부는 2년여의 준비 끝에 2013년 환경성 외국(外局)으로 원자력규제청(NRA)을 설립했고, 그리고 일본원자력안전기반기구(JNES)를 이에 흡수시켜 총 직원 수 1000여명의 거대하고 새로운 규제 체계를 구축했다. 아마구다리(낙하산 인사)와 아마아가리(상향 인사)의 원자력촌 문화에 깊이 젖어있던 일본의 관료들이 이러한 변화를 어쩔 수 없이 받아들일 수밖에 없었던 것은 2011년 발생한 상황이 워낙 엄중하였기 때문이다.

그런 와중에도 일본은 터키와 베트남에 원전을 수출하는 ‘놀라운 성과’를 보였고 「원자력규제위원회 설립법」을 만들면서 부칙으로 통과시키는 편법을 사용, 「원자력기본법」에 일본의 안전 보장을 위해 원자력을 이용할 수 있다는 근거 조항을 삽입하는 정치적 기민함을 보였다.¹⁾

후쿠시마 사고 이후 3년, 사고의 그 처참한 광경을 전 세계가 목격하였음에도 그리고 반핵 단체들이 탈핵을 외치면서 목소리를 높이는 데도 불구하고 국제적으로 원자력의 재등장이 다시 논의되고 있다.²⁾

일본 원자력규제청은 지난 3월 13일 가고시마현에 있는 규슈전력의 센다이 원전을 새로운 안전기준에 맞는지 검토할 우선 심사 대상으로 결정했는데, 이는 2011년 3월 발생한 동일본 대지진 이후 대폭 강화된 안전기준을 충족할 경우 재가동을 승인하겠다는 취지라고 관측되고 있다.³⁾ 또한 지난 2월 어니스트 모니즈 미국 에너지부 장관은 조지아주에서 진행 중인 Vogtle 원전 건설에 83억달러 규모의 정부 지급보증을 승인했다고 발표했다. 미국 정부가 민간 원전 건설 사업을 지원하는 것은 2010년 이후 4년 만이다. 한편 영국은 작년 10월 2기의 신규 원전 건설 계획을 발표했다.⁴⁾

국제원자력기구(IAEA)는 2013년 9월 발간한 보고서를 통해 세계적으로 원자력 발전량이 지속적으로 증가할 것이며 2030년 총 원자력 발전량은 최저 435GW에서 최대 722GW가 될 것으로 전망하였다.⁵⁾ 한편으로는 미국의 셰일가스가 경제성이 있는 저렴한 에너지원으로 등장하여 미국이 다시 경제대국으로 부동의 지위를 확보할 것이며 이러한 변화는 원전의 재부상에 부정적 요소로 작용할 것이라는 시각도 있다.

이러한 원전 재등장의 전망과 함께 안전성을 확보하는 방법론을 성찰해 보는 것은 매우 중요하다. 확률론적 사고를 적용하더라도 그렇고 세계적으로 운전·년(operating years)수가 늘어날수록 다시 어디에선가 큰 원전 사고는 일어날 것이기 때문이다.

본고에서는 후쿠시마 사고 이후 지난 3년간 일어난 일본과 우리나라 및 국제적인 변화와 조치 현황을 살

펴보고 이들을 안전성 확보 방법론의 변화라는 관점에서 분석해 본 후 향후 지구적인 그리고 국내의 과제를 살펴보고자 한다.

사고 후 3년 간의 회고와 분석 - 희미해지는 중대사고의 기억

1. 후쿠시마 사고 후폭풍 :

원자력을 사랑한 일본 정부, 원자력을 죽이다

일본 정부의 원자력 사랑, 특히 규제 기관을 함께 품고 있던 당시 통산산업성(METI)의 동경전력 사랑은 지극하였다. 2000년 동경전력의 검사 하청 회사에 근무했던 작업자가 METI에게 동경전력의 자율 검사 결과 기록이 조작되었다고 제보했는데, 이는 일본의 2000년 내부 고발자에 의한 문제 제기(allegation)제도 도입 후 첫 사례였다. METI는 2001년 이를 NISA(원자력 및 산업안전보안원)에게 이첩했으나 NISA는 제보자 신분을 동경전력에 공개함으로써 언론들의 비난을 받았다. 조사 결과 1980년대 후반부터 1990년대까지 슈라우드의 균열 등을 포함한 많은 자율 검사 결과가 조작되었음이 밝혀졌는데 이것이 ‘동경전력 검사 부정 사건’⁶⁾이다.

원자력을 지극 정성으로 보살피고 사랑했던 일본 정부와 그 의지를 받아서 역시 충실히 원자력을 사랑했던 규제 기관은 동경전력의 검사 부정 행위를 미리 적발해 내지 못했다. 겉으로는 안전 규제에 매우 엄격해 보이

1) 이는 작금 급변하는 미국, 중국의 역할과 동북아시아 정세와 일본 아베 정부의 우파 성향을 고려할 때 필요하면 바로 국가의 안전 보장을 위하여 원자력을 이용하여 핵무기를 개발할 수 있는 법적 장치를 마련한 것으로서 주목된다.

2) 이미 2011년 가을 한국을 방문한 필립 가르드에 프랑스원자력산업회의의 회장은 “후쿠시마 사고는 대중에게 원자력에 대한 의문점을 불러일으키며 세계 에너지 정책에 직접적인 영향을 끼쳤지만, 저탄소 정책과 경제성을 볼 때 장기적으로 원자력의 부활이 예상되며 후쿠시마 사고에도 불구하고 전 세계는 오는 2030년까지 350기의 원전을 신규로 건설할 것으로 본다”고 말한 것으로 보도되었다.

3) 다나카 순이치 일본 원자력규제위원회 위원장은 이날 기자회견에서 “센다이 원전이 처음이지만 다음 원전이 나올 가능성도 있다.”고 말했다.

4) 영국이 원전을 새로 짓는 것은 1995년 이후 약 20년 만인데 영국은 2025년까지 원전 점유율을 현재의 20%에서 30%로 확대하고, 2050년까지는 전체 전력의 80% 이상까지 늘리겠다는 방침이다. 영국 일간지(가디언)은 “영국 정부가 최대 50개의 원자력발전소를 신규 건설하는 방안을 검토하고 있다.”고 보도했다.

5) 2013년 전망치는 2012년 대비 최고 및 최저 전망치에서 각각 20GW가 낮아진 수치이며, 이는 후쿠시마 제1원전 사고 및 다른 요인들을 반영한 결과라고 밝혔다. 전 세계 전력망에서 원자력 발전이 차지하는 총 비중은 2013년 11.3%에서 2030년에는 9.9%~13.5%선에서 유지될 것으로 전망하였다(원자력안전연감, 2014)

6) NISA는 2002년 동경전력의 전 원전에 대해 현장 검사를 했고 2년 후 그 결과를 발표했다. 이와 별도로 1991년과 1992년 동경전력 후쿠시마 제1발전소 1호기의 격납용기 누설 시험 결과 여러 건이 조작되었음이 드러났다. 범 위반에 대한 행정 조치로 1년간 원전 운전 중지 명령이 내려졌고, 전 원전의 격납용기 누설 시험을 위해 2003년 4월에는 17기의 원전이 운전 정지된 바 있다.

고 관료적이었던 일본 METI 산하의 규제 기관 NISA는 동북부 지방의 지진 규모 예상과 그로 인한 높은 쓰나미에 대한 비상 전력의 확보 설계 변경을 통한 안전성 향상에는 정작 규제력을 행사하지 못했다. 그 결과 3월 11일 규모 9의 지진으로 발생한 최대 높이 약 14m의 쓰나미가 닥쳤을 때 노심 용융을 막지 못한 것이다.

이는 원전의 단기적인 운영 성능을 우선하는 사업자의 태도를 묵인해 준 것이며, 이러한 ‘친사업자적’ 규제 관행의 결과 일본 정부는 지구적 재앙 상황이 된 후쿠시마 사고를 지켜봐야 했다. 그리고 현재 사고로 운전 중단을 선언한 6기 외에도 일본 내 48기의 전 원전이 정지되어있고 미증유의 위기를 맞은 원자력산업은 회생을 위해 처절한 노력을 기울이고 있다.

한편 정부는 동일본 대지진 이후 서서히 대폭 강화된 안전기준을 충족할 경우 재가동을 승인하겠다는 의사를 밝히면서 원전 재가동의 시동을 걸고 있다. 하지만 일본 정부가 여전히 마음속으로 원자력을 그릇된 방식으로 사랑하는 마음을 갖고 있는 한 그 정부의 명을 받는 규제 기관은 원자력을 봐줄 수밖에 없는 것이 일반적인 현실이다. 일본이 다시 실패를 되풀이하지 않으려면 당장은 산업체가 힘들어 하더라도 엄정한 잣대를 적용하는 것이 가장 중요할 것이다.

2. 후쿠시마 사고의 원인과 교훈 : 상상력의 실종과 유착 문화적 특성

그러면 후쿠시마 사고의 원인(root cause)은 충분히 분석되었으며 그 결과 충분하고 유의미한 교훈이 도출되어 타국들과 공유되고 있는 것인가? 여러 조사보고서가 나왔지만 사실 그러한 엄청난 사고의 원인을 우리가 정확하게 파악하는 것은 불가능하다. 우리가 일

본의 원전 시설에 접근할 수 없고 그들을 직접 충분히 인터뷰할 수 없기 때문이다. 그래서 국제 기구나 특히 일본이 스스로 수행한 조사 공식 보고서들을 접하고 인용하며 그 결과를 거의 그대로 사용할 수밖에 없다.⁷⁾ 한국원자력학회는 후쿠시마위원회를 구성하고 입수된 많은 국제 기구와 일본의 자료들을 근거로 하여 후쿠시마 원전사고분석 최종보고서를 2013년 3월 11일 발간하였는데 이 보고서가 적시한 사고 원인과 교훈 그리고 제안 사항은 다음과 같다.

사고의 근본 원인으로서는 일본 고유의 자연 재해 특성 고려 미흡, 최상의 지식에 기반을 두지 않은 의사 결정, 제도/조직 및 규제의 실패, 안전문화의 미흡 및 유착 문화를, 그리고 사고 발생 및 악화의 기술적 원인으로서는 초대형 지진해일에 대한 무방비, 중대 사고 대책의 미흡, 지진과 지진해일에 의해 악화된 작업 환경, 사고 진행 과정에서의 부적절한 대응, 원자로 내부 상태에 대한 정보 부족, 다수 호기에서의 동시 중대사고 전개 등을 들었으며 다섯 개 분야에서의 교훈을 도출⁸⁾ 하였다. 이상을 종합하여 한국원자력학회 후쿠시마위원회 보고서는 다음을 국내 원전 안전성 향상을 위해 제안하였는데 이들은 ■ 가동 원전의 안전성 향상 적극 추진 ■ 안전 규제의 독립성·전문성·효율성의 지속적 강화 ■ 국제 기준과 조화된, 독자적 안전 철학·목표·원칙·기준 개발 ■ 운영 기관이 원전 안전과 관련하여 더 주도적 역할 수행 ■ 안전성이 더욱 향상된 신형 원전 개발 ■ 안전 연구 강화 및 최상의 지식에 기반을 둔 의사 결정 ■ 모든 기관과 종사자들의 확고한 원자력 안전 문화 구축 ■ 원전 개발과 운영에 리스크 정보의 활용 확대 ■ 국제 협력 강화 및 실효성 제고 등이다.

이상 사고 원인과 교훈 외에 2011년 6월 8일 파리에서 개최된 OECD/NEA 포럼에서 일본 원자력산업회의 Takuya Hattori 의장은 그 사고의 교훈을 언급하면서

7) 복잡한 사고 전개 과정과 일반적인 조직의 은폐 성향, 과거 일본 동경전력 검사 부정 사건 및 이에 대한 정부 대응 양식 등을 보면 후쿠시마 사고의 원인 분석도 충분하지 않을 가능성이 크다고 필자는 본다. 그러면 당연히 도출된 교훈도 충분한 것이 아닐 수 있다. 필자는 일본이 그 후쿠시마의 진실을 충분히 제대로 파악하지 못하고 있으며, 일부 파악하고 있는 것도 솔직하게 외부에 공개할 유인이 없다고 생각한다.

8) 세부 교훈으로는 안전 철학 및 확보 체계 관점에서는 원전 안전을 위한 심층 방어 전략의 보완, 강화, 안전 목표에 인명 손실 및 사회적 위기 측면 동시 고려, 방사선 안전 기준, 비상 대피 기준 등의 정비와 국제적 조화, 규제 기관의 독립성과 전문성 중요성, 안전에 대한 운영자의 책임 강조 및 관련 인프라 강화를 들었으며 이외에도 중대사고 예방을 위한 설계 안전성 관점과 중대사고 대처 능력 관점 그리고 비상 대응(방재)체계 관점의 교훈을 들었다. 원자력 안전 기반 측면에서는 원자력 안전문화의 체질화 및 독립적 평가, 원자력 안전 연구의 강화 및 성과의 공유, 방사선에 대한 이해 증진 노력 강화를 제시하였는데, 보다 상세한 것은 이 보고서를 참조 바란다.

다음과 같이 말했다. 즉 “일본 원자력산업은 체르노빌 원전 사고 이후 오랜 기간 동안의 안전 운전 실적 때문에 정부의 엄격한 규제 요건을 따르는 것이 곧 높은 수준의 안전성을 지키는 것과 동의어라는 함정 (pit) 에 빠졌었고 그리고 원자력산업체는 원자력 안전과 관련하여 상상력을 발휘하는 것을 중시했다.” 고 밝힌 것이다. 그 큰 사고를 겪고 난 후에야 그런 사고가 일어날 수 있다는 것을 상상하지 못했다는 일본 원자력산업체 수장의 발언은 솔직해서 좋기는 하지만, 엄격한 규제 요건만 지키면 높은 안전성이 지켜질 줄 알았다는 표현은 여러 가지로 의미심장하다.

이는 프랑스 IRSN 기관장인 Repussard가 후쿠시마 사고 이후 주장하고 또한 <Nature>에서도 다룬 바 있는 그의 명제 ‘상상할 수 없는 것을 상상하라 (Imagine the unimaginable).’ 는 말과 연계하여, ‘큰 재앙을 막으려면 기존 사고(thinking)의 한계를 넘어서서, 생각할 수 없는 것을 생각하여야 한다.’ 는 것과 규제의 역할이 무엇이 되어야 하며 세계의 원전 안전성 확보 방법론이 어떻게 변화되어야 할 것인가 하는 큰 화두를 제기하였다.

3. 문화적 특성, 운전과 규제 집단의 집단 심리학적 요인

이외에도 필자가 생각하는 사고의 여러 원인으로는 권위어의 도전을 용인하지 못하는 일본의 문화적 특성⁹⁾, 운전과 규제 집단의 사회 및 집단 심리학적 요인을 들 수 있다. 은폐와 축소 및 조작의 문화가 조직 내에서 굳건히 자리 잡은 것, 엄격한 규제를 받고 있으니 안전할 것이라며 ‘어떤 사고가 일어날 수 있는가’ 에 대한 상상을 중단해 버린 것, 우리 원전이 세계 최고로 안전하다는 환상과 신화, 그리고 ‘중대사고는 결코 일어나지 않는다’ 는 기본 가정 (basic assumption) 이 의식 깊숙이 자리 잡은 것들이다.

이외에도 우리 원전은 안전하다는 생각을 강요하면



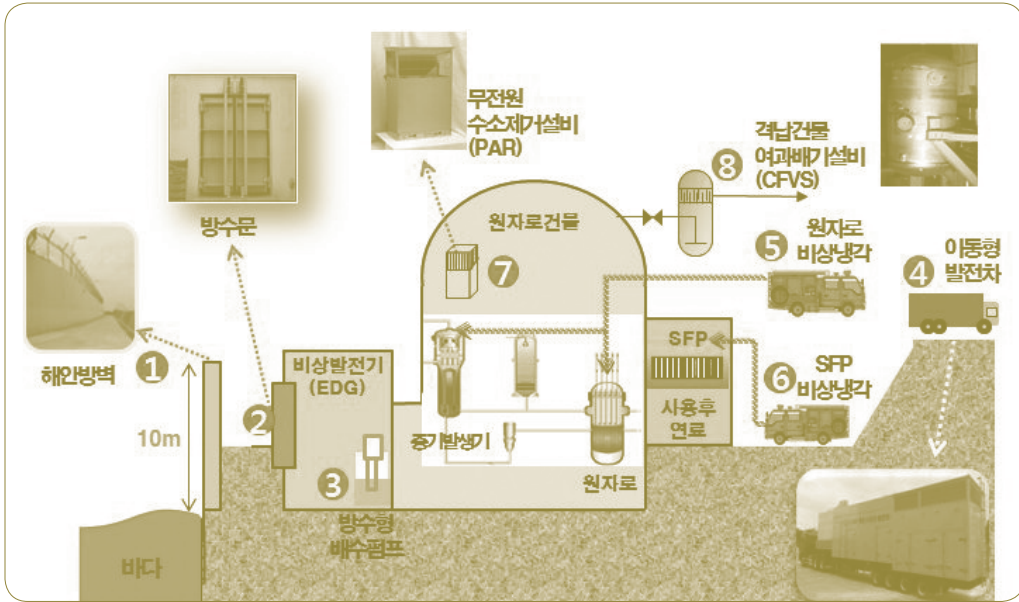
후쿠시마 제1원전 사이트

서 그에 대한 우려를 표명할 수 없게 만드는 집단 동조의 압력 (pressure of conformity), 안전과 관련하여 불길한 상황 전개를 의도적으로 못 본 체 하는 의도적으로 외면하기 (willful blindness), 원전에서의 안전 관련 전조 현상 (precursor) 이나 나타나는 일들이 원전이 안전하다는 자신의 기존 통념과 다를 때 그 불편한 심리를 합리화하여 인지 부조화 (cognitive dissonance) 현상을 해소하고자 하는 성향, 그리고 원전에서의 사고 발생 시 이를 외부 환경의 탓으로 돌리고 자신을 문책하지 않는 외부 귀인 (external attribution) 현상¹⁰⁾ 등도 있다. 이러한 요인들은 후쿠시마뿐만 아니라 2012년 우리나라에서 일어난 고리 1호기 소내 전원 상실 은폐 사건에서도 관찰되었다고 필자는 보고 있다.

국제적인 원전 안전 조치 현황

미국은 2011년 당시 31개 주에서 32개 전력회사가 104기 원전 (발전 비중 19%) 을 운영 중에 있었으나 최근 5기 원전 (Kewaunee, Crystal River, San Onofre 2, 3, Vermont Yankee) 이 천연가스 가격의 하락, 원전 안전

9) 이는 안전문화에서 중요한 요소로서 들고 있는 개인의 '의문을 제기하는 태도' 가 정착되지 못한다는 것을 의미하며 우리나라의 경우도 상당히 유사할 것으로 본다.
10) 계산에 넣지 않았던 대규모의 지진이라는 외적 환경 때문에 일어난 사고이므로 자신들은 불가항력적이었다고 생각하는 것이 이에 해당한다. 더 자세한 것에 대해서는 '후쿠시마 원전사고의 문화사회심리학적 고찰', 최광식, 2012.년 3, 4월호를 참조 바란다.



〈그림 1〉 후쿠시마 원전 사고 후속 대책 주요 성과

비용 상승으로 인한 경제성 저하를 원인으로 조기 폐쇄 절차에 착수하였다.

미국 원자력규제위원회(NRC)는 후쿠시마 단기 TF의 권고 사항과 위험도 관리 TF의 제안 내용을 반영하여 원전 설계기준 확장 요건의 설정, 심층 방어 정책 성명의 개발 등 규제 체계 개선 활동을 공개하고 지속 추진하고 있다. 미국 에너지부는 블루리본위원회의 권고에 따라 사용후핵연료를 임시 보관한 뒤 중간 저장 시설을 거쳐 궁극적으로 영구 처분하는 3단계 방식의 고준위 폐기물 관리·처분 전략 로드맵을 발표('13.1)하는 등 여러 조치를 취하였다.

일본은 후쿠시마 원전의 운영자인 동경전력(TEPCO)을 국영화하고 일본 규제 기관(NRA)은 후쿠시마 원전 사고의 교훈을 반영하여 중대사고 대책을 의무화하고 지진·해일에 대비하는 새로운 안전기준 골자(안)

을 발표('13.1)하였고, 이는 2013년 7월 발효되었다. 새로운 안전기준은 설계 기반 규제와 예상을 초과하는 자연 재해 및 테러 등에 대비한 중대사고 대책, 지진해일 대책으로 구성되며, 중대사고 시 외부 도움 없이 1주일간 견딜 수 있는 능력을 확보할 것을 요구한다. 원전 재가동을 위해서는 새 안전기준에 따른 안전성 심사를 거쳐야 하는데 일본 전력업계는 대규모 개보수에 필요한 투자액이 1조엔을 넘을 것으로 전망하였다. NRA는 원전 이외의 핵연료 시설 등에 대한 새로운 규제기준도 마련한 바 있다.

최근 일본은 원전 운전 기간을 원칙적으로 40년으로 제한하되 안전성 평가 후 20년까지 운전 기간을 연장하는 정책을 승인('13.4)하였다. NRA는 운전 기간 연장 여부 판단 시 최신의 연구 결과를 반영하여 특별 점검을 수행할 원칙을 제시하였다. 일본의 에너지기본

11) 정부로부터의 독립성을 확보하고 기관 운영의 자율권, 전문성을 보장하기 위해 특수법인화한 영국의 규제 조직 개편과 상이한 사례로 볼 수 있다.
12) 이에 대해서는 그나마 미래참조과학부 산하로 다시 돌아갈 뻔한 것을 시민사회와 언론 그리고 국회의원들이 나서서 선방하여 지금 수준으로 된 것이라는 시각도 있다.

계획 개정을 논의 중인 경제산업성은 40년 원전 수명을 유지할 경우 2028년이면 설비 용량이 50%로 감소하고 2049년이면 원전 제로가 될 것이지만 대체 전원 확보가 어려워 신규 원전 증설에 대해 '안전성을 전제로 한다'고 명기하는 등 필요성을 강조하고 있다.

한편 후쿠시마 원전 사고의 복구를 위해 해체와 오염수 처리 등 복구 작업이 지속되고 있다. 원자력규제위원회설치법('12.6)에 근거하여 독립행정법인 JNES가 실시하는 업무를 NRA로 이관시키기 위한 법률이 공포('13.11)되어 규제 전문성이 높은 JNES를 NRA에 일체화함으로써 규제 기관의 전문성과 조직 기능을 강화하는 목적이 달성되었다.¹¹⁾

국제원자력기구(IAEA)는 2011년 9월에 원전의 안전성 강화를 위한 실행 계획(Action Plan)을 마련했으며 유럽에서는 '국가보고서'의 공식적인 발행을 통해 스트레스 테스트 결과에 대한 국가 간 교차 평가(peer review)수행을 통해 원전의 안전성을 점검하였다. 또한 세계 각국은 2012년 8월 IAEA 주관으로 개최된 원자력안전협약 특별회의에 참석하여 원전의 안전성 강화를 위한 개선 대책 및 이행 실적이 포함된 국가보고서를 제출했다. 중국은 후쿠시마 원전 사고 이후 신규 원전 건설 승인 보류 정책을 결정했다가 2012년 10월에 원점으로 되돌려 놓았다.

우리나라의 대응과 최근 현황

우리나라는 2009년 12월 'UAE 원전 최초 수출 성공'이라는 낭보를 듣고 원자력 르네상스의 꿈에 부풀어 있었다. 한수원 본사나 원전 현장이나 '우리 원전 안전성이 세계 최고'라는 확신으로부터 더 나아가서 자만심(complacency)이 널리 퍼져 있었다. 원자력에 한껏

불된 훈풍과 부풀어 있던 원자력에 대한 자긍심을 강타한 미증유의 원전 중대사고가 안전 선진국인 이웃나라 일본에서 발생하자 그 사고로부터 우리 국민에 대한 방사선 위협과 피해는 없는지에 대한 우려를 잠재우기 위해 우리 정부는 백방으로 노력했다. 그리고 우리나라 원전의 안전에 대한 특별 점검을 하였으며 그 결과 약 1조원이 소요되는 50개 항목의 개선 사항을 도출하여 시행 중이다. 사고가 우리나라에서 발생한 것이 아니었고 편서풍 때문에 본질적으로 우리나라에 미치는 방사선 영향은 미미함에도 한국 내의 후쿠시마 후폭풍은 컸다.

그러나 이 사고로 인해 우리나라에서 종전에 여러 번의 노력에도 불구하고 큰 진척이 없던 규제 독립성 확보 문제가 대통령 직속 규제 기관이 설립됨으로써 해결되어 일본이 엄청난 비용을 치루고 얻은 교훈에 우리가 무임승차하게 되었다. 그러나 2013년 초 새 정부가 출범하면서 대통령 직속의 원자력안전위가 총리 산하로 되면서 장관급이던 위원장의 위상이 차관급으로 변화하였다.¹²⁾

후쿠시마 원전의 영향이 진정되는 듯한 시점에 우리나라에서 2012년 4월 고리 1호기 전원 상실(Station Blackout ; SBO)은폐 사건¹³⁾이 발생하였고 이어 2013년 역시 사회적으로 큰 물의를 일으킨 원전 부품 품질 문서 위조 사건¹⁴⁾이 발생하여 국내 원전 사업자들과 규제 기관을 곤혹스럽게 하였다. 국민은 거듭 제기되는 비리와 위조 소식에 원자력 안전에는 문제가 없는지 불안해하고 과연 재발 방지는 가능한지 우려하고 있고, 이 문제 해결을 위해 산업계와 규제 기관은 많은 노력을 기울이고 있다. 이 위·변조 사건의 여파로 '산업부 주도의 안전 통제 강화'라는 최고위층의 정책이 발표되었다.

13) 보수를 위한 원자로 정지 중 원전의 전체 전원이 상실되어 잔열 제거가 되지 않아 상당 시간 노심 온도가 상승하였고 해당 원전 소장이 상부(본부장, 본사)와 규제 기관에도 보고하지 않고 덮어버린 사건이다. 약 한 달 뒤 밝혀져 국내 원전 운영에 대한 불신을 초래하였으며 결과적으로 규제 기관도 사전에 이를 잡아내지 못한 매우 곤혹스러운 사건이었고 규제자와 사업자 간의 신뢰를 허문 사건이었다. 일어나서는 안 될 사건으로서 사업자의 안전문화의 결여와 발전소 경영층의 안전 리더십 부족이 원인이었다.

14) 조사 결과 국내에서 발행된 시험성적서의 약 1%와 기기검증서의 2.3%가 위조되었던 것으로 확인되었고, 관여된 60여개 업체가 고발 조치되었으며, 이로 인한 원전 가동 중단으로 9조 9천 5백여억원의 손실이 발생한 것으로 추정된다. 이 품질문서 위조 조사의 범위는 해외 구매 품목에까지 확장되고 있는데, 품질 검증을 위한 작은 노력을 소홀히 한 결과로 인한 사회적 손실은 엄청났다.



〈그림 2〉 새로운 원자력 안전 구성체의 개념

한편 입법 기관인 국회에서 여러 국회의원들이 원자력안전법 개정안과 새로운 법 제정안을 내놓고 있다. 이러한 규제 시스템에 대한 입법 관련 논의가 가열되면서 일부 의원들은 다시 이용 진흥과 규제의 분리, 규제 독립성의 필요성에 대한 근원적인 문제를 제기하고 있다. 이뿐 아니라 일자리 창출을 위한 규제 혁파 막장 토론이 개최되는 등 국가적인 규제 완화의 큰 틀에서 원자력 안전 규제가 어떻게 대응할 것인지도¹⁵⁾ 큰 과제 중의 하나이다.

원자력 안전성 확보 방법론의 문제

후쿠시마 사고 이후 각국이나 국제적으로 진행되고 있는 변화는 단순한 규제 체제에 대한 논란의 재연을 넘어서서 본질적으로는 ‘원자력 안전성 확보 방법론의 문제’라고 할 수 있다. 즉 수용 가능한 수준의 안전성

을 각국들이 그리고 지구적으로 어떻게 확보하여 중대 사고의 재발을 막을 것인가 하는 것이다. 이를 기술적인 관점, 조직 관리의 관점, 국제적인 안전 규범의 효과성 관점, 규제의 역할과 방법론의 관점 등으로 살펴보기로 한다.

1. 기술적, 조직 제도의 관점 : 그걸로 충분인가?

비교적 중립적인 미국기계학회의 Task Force 보고서¹⁶⁾는 이 사고의 주요 원인들로 쓰나미, 범람 및 사고관리에 대한 원전설계기준의 부적절성을 들면서 이 사고는 원자력기술의 치명적인 결함을 드러낸 것은 아니라고 보았다. 그리고 전(全)-위험 접근법(all-risk approach)을 기반으로 하는 새로운 원자력 안전 구성체(construct)를 제안하였는데, 이 새로운 구성체는 현재 및 미래에 사회적 수용성을 확보할 수 있는 안전 조

15) 규제 혁파 막장 토론 다음날 TV 심야 토론에서 현오석 부총리는 안전과 관련된 규제는 그 대상에서 제외된다는 취지의 발언을 하였다.

16) Forging a New Nuclear Safety Construct, ASME Presidential Task Force on Response to Japan Nuclear Power Plants Events, June 2012

치들의 총합을 명확히 제시하는 것을 목표로 한다는 것이다.

전-위험(all-risk)은 모든 가능한 위해(hazards)들을 지칭하지만 비현실적인 절대 안전(absolute safety)을 목표로 하는 것은 아니다. ‘대규모의 손상, 장기적 SBO, 복합 고장, 설계기준 초과 사건’과 같은 설계기준 측면, ‘희박하지만 가능한 사고에 대비(FLEX, Hard Core 등)’하는 사고 관리 측면, 인적 성능 및 조직 관리와 같은 설비 외적인 측면, 위기 커뮤니케이션과 같은 사회적 측면 등 기존 원자력 안전 구성체의 모든 부분에 대해 설계기준을 초과하는 사고 발생 가능성을 염두에 두고 비용-효과적으로 추가할 부분이 없는지 재검토할 것을 주장하였다. 이와 함께 벼랑끝 효과(cliff-edge effect), 공통 원인 고장, 불확실성과 안전 여유도, 사고 시 인적 성능의 효과성, 비상 대응 역량의 글로벌 표준, 저선량 영향 등에 대해서는 향후 과제로 남겨 국제적인 공동 노력을 제안하였다.

이 보고서가 후쿠시마 사고는 방사선학적 인체 영향은 거의 없지만 방사선 오염으로 대규모 사회-정치-경제적 파국이 발생한 사실에 주목하고 과거 및 후쿠시마의 경험에 근거할 때 원전 중대사고의 주요한 결과는 사회에 막대한 비용을 초래하는 사회정치적이며 경제적인 붕괴(disruption)라는 견해를 표명한 것은 주목할 만하다.

또한 카네기재단의 보고서 「Why Fukushima accident was preventable」(2012. 3)에서는 이 사고가 제도의 실패(institutional failure)라는 관점을 제시하였다. 그리고 NISA가 원전 진흥을 담당하는 정부 부처 및 산업계로부터 독립되어 있지 않았으며 관료 사회와 전문가 집단의 폐쇄성으로 인해 지진 안전에만 집중하고 다른 소수 의견들을 배척함으로써 여타의 위험성들을 간과했다는 점, 그리고 중대사고는 발생하지 않는다는 기본 가정(basic assumption)에 대한 맹신이 원인이었다고 지적하였다.

2. 국제적인 안전 레짐(safety regime) :

올바로 기능하고 있는가?

체르노빌 사고도 그러하였고 후쿠시마 사고에서 확

인하였듯이 한 지역에서의 대형 원전 사고는 지구적인 피해를 가져온다. 그래서 IAEA의 여러 기준 제정 활동과 원자력안전협약, OECD/NEA의 원자력 안전규제위원회(CNRA)나 국제원자력규제자협의회(INRA)등은 강제성은 없으나 안전 기준을 개발 제시하고 peer review 서비스 제공 등으로 신규 진입국이나 취약한 지역에서의 원전 안전성 향상을 선도하고 있다. 그러나 이들은 제재 조치가 없는, 즉 강제성이 없는(non-binding)장치이다. 지난 3월 24일부터 6차 안전협약검토회의가 비엔나에서 개최되었지만 후쿠시마 사고를 막지 못한 이 안전협약의 효과성과 존재 여부에 대한 의문 제기는 계속될 것으로 보인다.

여태까지의 중대사고를 보면 다량 원전 보유 운영국, 선진국 등에서 일어난 것을 볼 수 있는데 더구나 경제 및 군사대국을 지향하고 있는 중국에 향후 수십기의 원전이 들어설 것이 예상되며 이 경우 사고 리스크가 커지고 그 영향은 바로 우리가 받게 된다는 큰 문제를 안고 있어 이에 대한 인식과 국제적 대응이 필요하지만 마땅한 국제적인 장치가 없는 것이 문제이다.

후쿠시마 사고 이후 Amano IAEA 사무총장이 향후 십년 내에 전 세계 원전 10%를 peer review 아닌 국제 검사팀의 검사를 받자는 제안을 내놓았지만 채택되지 않았는데, 사실 국제 기구가 회원국들에게 압력을 가하여 안전성 향상을 강제하는 일은 각국의 경제 상황 등을 고려할 때 쉬운 문제가 아니다. 그래서 후발국이나 신규 도입국에는 국제 기구가 서비스를 제공하고 선진국들이나 공급국들이 양국 간 협력 차원에서 안전 및 규제 지원을 하여 조기에 규제 독립성 확보 및 규제 역량을 축적하도록 하고 있는데 UAE에 우리나라의 안전 및 규제 지원이 그 예이다. 그러나 한 나라의 규제 기관이 자국의 원자력 시설 안전을 감독해야할 우선적인 책임이 있으므로 타국의 안전성 확보 활동을 지원하는 것에는 근본적인 한계가 있다.

3. 규제가 안전성을 향상시키는가?

가. 달성하기 어려운 규제 독립성

한 나라가 원자력 프로그램을 시작할 때 안전성을

강조한다고는 하지만 이용 진흥 초기 단계에는 진흥과 안전 규제 기능을 함께 갖는 것이 보통이었다(근래 UAE는 예외적으로 강력한 규제 기관을 초기 단계에 설립하였다). 특히 원자력 프로그램 초기에 인력들이 부족할 경우 더욱 그러하였다. 그렇게 하여 한 부처가 내부적인 견제와 균형(check and balance)을 통하여 안전성을 스스로 통제하려고 한다.

독립성 수준은 그 부처 내에서 진흥과 안전 규제의 분리의 정도가 과 단위나 국 단위나 실 단위나에 따라 달라지지만, 그러나 독립성이 부족한 수준에서는 결국 정책 목표가 불명확해진다. 한 부서가 두 가지 기능을 할 경우 특히 일본과 우리나라의 경우 보직 순환 근무를 하므로 진흥 분야에 일하던 사람이 안전 쪽으로 이동하고 또 그 반대 현상이 일어나면서 사명감과 정체성의 혼란이 일어난다. 그 결과 안전 규제에 역점이 주어지지 않게 되며 이에 따라 외부의 신뢰를 잃게 된다. 점차 인력과 재원이 늘어감에 따라 그 독립성의 필요성과 의미에 대한 논의가 일어나는데 이는 주로 진흥과 규제 기능이 어느 수준에서 분리되는가에 대한 문제임을 이해할 필요가 있다.

시간이 지나면서 여러 사건 사고를 겪으며 규제 기능은 진흥 기능으로부터 분리되는 과정을 겪게 되는데, 미국과 일본, 그리고 우리나라의 경우 규제 기관이 독립성을 얻어가는 과정은 쉬운 것이 아니었다. 우리나라의 경우도 2011년 10월 대통령 직속의 규제 기관이 출범했다가 총리 직속으로 조정된 것이 그 예이다. 이렇듯 규제 독립성이 강조되는 것은 일단 강력하고 독립적인 규제 기관의 활동이 사업자의 안전 활동을 감독하여 안전성을 향상시킨다고 보기 때문이다.

나. 원자력 안전성을 위한 규제 강화와 규제 방법론의 재검토

미국, 일본 등에서 민간 회사가 원전을 건설 운영할

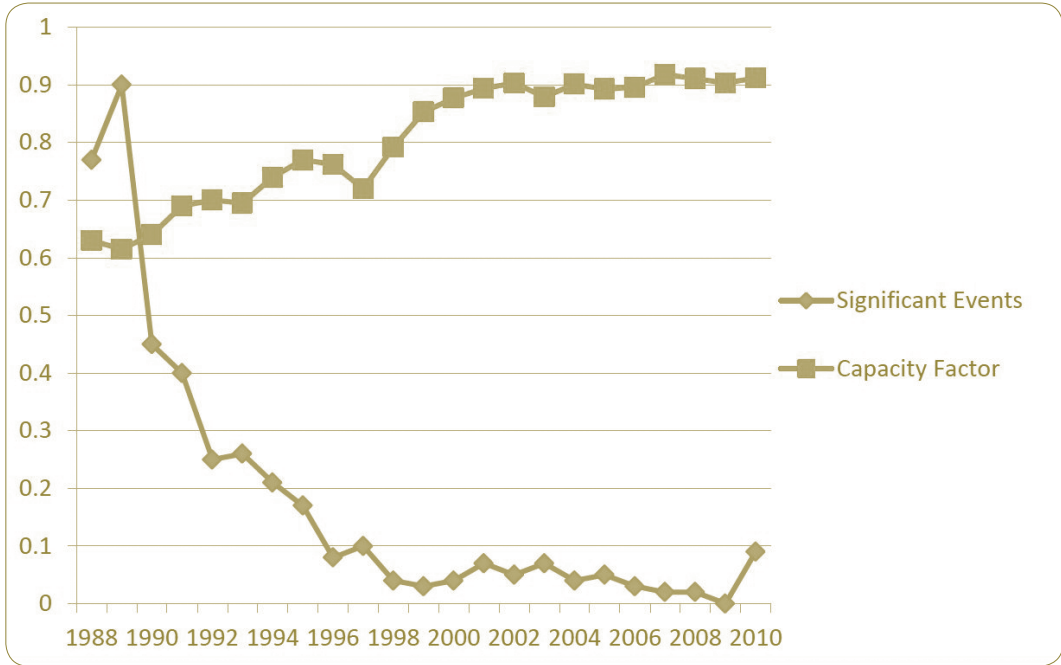
경우 그 행위는 정부 규제의 대상이 된다. 국가의 입장에서는 전력 회사가 기업 행위로서 원전을 건설 운영 하는 것에 대해 안전 기준을 만족하면 허가하고 그리고 운전 중에 여러 기준을 적용하여 수용 가능한 수준의 안전성 수준을 지속적으로 감시 승인하면서 규제를 하는 방식을 택한다. 상세한 규제 방식은 나라마다 다르나 우리나라의 경우 건설 허가 단계, 운영 허가 단계, 상업 운전 단계로 나누어 발전 사업자와 원자력안전위원회, 한국원자력안전기술원이 신청하고 허가를 발급하며 검사를 수행하고 운영 허가를 발급하고 그리고 정기 검사를 하는 체계를 거친다. 물론 원전 안전의 일차적 책임(prime responsibility)¹⁷⁾ 이 운영자에게 있으므로 정부 입장에서는 사업자의 활동에 대한 규제 개입을 통하여 그 규제 강도를 조절함으로써 그 사회가 수용 가능한 수준의 안전성을 제공하는 것으로 볼 수 있다.

선진화된 나라일수록 안전에 대한 관심과 요구 수준이 높고 이해 관계자나 국민들의 관심과 참여가 크므로 엄격하고 보수적인 요건이 적용되게 된다. 사회의 문화나 분위기에 따라서 어떤 나라는 운영자의 자율적인 안전성 확인 활동에 보다 많이 의존하는 경우도 있다.¹⁸⁾

우리나라, 프랑스 등 이용 진흥 기관이 역시 정부 기관인 경우는 좀 더 복잡하다. 일견 원전 운영자가 이윤 창출을 과다하게 추구하지 않으므로 높은 안전 수준이 확보된다는 측면이 있으나, 한편 같은 정부 기관이므로 상위 통치자의 정책 목표가 원자력의 진흥을 적극 표방할 경우에는 규제와 진흥 부처의 분리가 외형적으로 높은 수준이더라도, 즉 부처 단위로 분리되어 있거나 대통령 직속으로 있더라도 규제 기관의 정책 목표는 최고위 결정자의 의중이나 신호를 캐치하여 내용적으로는 국민을 위한 독립적인 규제가 이루어지기 어렵게 된다.

17) 이를 보통 일차적 책임이라고 번역 사용하나 사전적으로는 '가장 중요한'이란 뜻이다. 과거에는 궁극적(ultimate) 책임이란 용어가 사용되기도 했고 primary responsibility라는 말이 사용되기도 하였다.

18) 일본의 경우 시행해 온 자주점검이 그것이다. 규제이론에서도 자율규제라는 용어가 사용되기도 한다. 이는 정부가 규제를 하면서 회사들 혹은 회원사들로 구성된 협회에게 자율적으로 규제권을 맡기는 형태로 이루어진다. 그러나 완전히 방지하는 것은 아니지만 규제의 활동이 미치기 어려워 일본의 동경전력 검사부정사건 같은 부정, 위변조, 은폐같은 일들이 발생하기 쉽다.



〈그림 3〉 미국 원전의 이용률과 심각한 사건들의 추이(2012 ASME 후쿠시마 사고 Task보고서)

우리나라의 경우 근래 2~3년간 규제 기관 체제의 변화가 심하게 일어나면서, 즉 원자력안전위원회의 규모가 커지고 은폐 사건 이후 현장 검사가 강화되면서 종래의 안전성 확인을 위한 규제 활동 강화¹⁹⁾, 원전 현장 주재 검사와 KINS의 종래 정기 검사 활동에 대한 재검토가 이루어지고 있는데, 국내에서 큰 사건 사고를 막고 국민의 신뢰를 얻기 위한 근본적인 규제의 기능과 역할과 방법론에 대한 진지한 고민이 필요하다.

그 외에 원전 사고와 관련한 국제 공조도 강화되고 있는데, 원안위는 작년 11월 말 한·중·일 최고규제 자회의에서 사건 정보 교환 체계 구축, 합동 방사능 방재 훈련 개최 등 3국간 실질적인 원자력 안전 협력

의 실제적 이행을 위한 계획에 합의하였다. 또한 규제의 질을 높이기 위한 전문성 강화 방안을 마련하고 있는데 현재 사업자 부담금과 과징금·과태료 등을 통해 규제 비용으로 사용하는 데 대해 사업자 돈을 받아서 야합하는 것 아니냐는 지적이 있어 재원의 투명성과 독립성을 위해 안전기금을 만드는 방안이 협의되고 있다.

이러한 규제 강화 및 개선 활동은 전반적으로 안전성을 향상하고 신뢰를 높인다고 볼 수 있지만, 피규제자의 제한된 자원, 즉 인력을 생각한다면 규제의 강화가 반드시 안전성을 향상시킨다고는 볼 수 없다, 즉 규제를 강화하면 안전성 향상이라는 피드백 루프와 함께

19) 원전 현장 규제, 안전 검사, 방사선 감시 등 안전 규제 기반을 보완하기 위한 대책으로 품질보증 검사 주기는 현행 2년에서 1년으로 줄이고 주재관의 협장 임피움은 49.7%에서 55.4%로 높이며 검사 항목은 60개에서 100개로, 검사 기간도 평균 69.7일에서 136.6일로 늘린다. 원안위의 품질비리 감시 범위도 확대된다. 지금까지는 원전 사업자인 한국수력원자력만 규제 대상이었지만 앞으로는 원전 설계자와 부품 제작·공급·성능 검증 업체까지 관리 대상으로 포함시키고 비리 제보 활성화를 위해 제보 포상금은 최대 10억원까지 지급하며 위법 행위 시 과징금은 최대 50억원까지 물려 법적 책임을 강화한다. 원전 비상 계획 구역은 기존 반경 8~10km에서 30km까지 확대하는 방안을 추진하고 있으며 손해 배상액도 500억원에서 5000억원으로 상향 조정한다.



후쿠시마 제1원전 H4구역

예상치 않은 요인에 의한 안전성의 저하라는 negative feedback loop도 있다는 점도 고려하여야 한다. 이러한 시스템 역학적인 사고나 방법론에 대한 관심이 필요하다.

4. 원자력 안전성의 본질과 측정 : 이용률과 불시 정지율의 함정

사실 사업자나 규제 기관이나 안전성을 논의하면서 정작 그 안전성 수준을 측정할 수 있는 수단이 마땅하게 없는 게 문제인데, 원전의 performance²⁰⁾를 나타내는 몇 종류의 지표들이 사용되고 있다. IAEA는 운전 안전성을 직접 측정할 수 없다는 것을 전제로 여러 카테고리 나눈어 70개가 넘는 세부적인 운전안전성 지표(Operational Safety Performance Indicator)를 제안하였고, 우리나라는 미국 NRC가 사용하는 성능지표를 참고하여 11개의 운전안전성지표를 개발, 분기별로 평가하고 색깔 표시로 KINS 홈페이지에 올리고

있으나 이것이 안전 성능 전체를 대표하지는 못한다고 보아야 한다.

WANO(세계원전운전자협회)는 11개의 성능지표를 제안하고 있는데 이는 성능지표(performance indicator)로서 안전성지표가 아니라 점에 주목하여야 한다. 이들 WANO의 성능지표 중에 이용률, 고장정지율 등 성능지표의 몇 개는 운전안전성지표에도 포함되지만, 이들 안전성지표 몇 개를 가지고 우리의 안전 성능이 우수하다는 주장을 하는 것은 매우 위험하다. 주로 원전 운영자를 포함한 여러 원자력 분야 관계자 및 전문가들이 이런 주장을 하는데, 한수원은 그동안 국내 원전의 운영 실적을 주로 평균 이용률과 고장정지율(불시정지율)로 판단하고 그것이 우수하면 원전의 안전성과 신뢰성이 높다는 주장을 해 왔다.²¹⁾

이용률(capacity factor)과 안전성 혹은 심각한 사고(significant events)의 관계에 대해서는 2012년 미국기계학회(ASME) 후쿠시마 관련 보고서²²⁾에서는 <그림 3>을 제시하면서 미국 104개 원전의 경우 지난 10년간 평균 90%의 이용률을 달성하였으며 이는 그전 30년간의 평균 60~70%보다 현저히 개선된 것이라고 하였다.

<그림 3>에서 운전 성능 향상의 기간 중에 원자력산업의 심각한 사건도 현저히 줄었음을 볼 수 있다. 이 보고서는 그러나 이들 이용률의 향상과 심각한 사건들의 현저한 감소는 세부 사항(detail)에의 주의 집중, 규제 개선, 원자력산업이 교훈과 우수 사례들을 공유한 결과로 나타난 것이라고 지적하였다. 즉 이들 노력들이 두 개의 결과를 가져온 것이지 높은 이용률이나 낮은 불시정지율이 그 자체로서 원전이 매우 안전하다는 지표가 될 수는 없다는 점에 주의할 필요가 있다.

이에 대한 이해는 우리나라의 경우 SBO은폐 사건이

20) 보통 성능으로 번역하나 성과라는 표현이나, perform이 주어진 업무를 수행한다는 의미이므로 '수행도'라고 번역하는 것이 맞을 듯하다.

21) <원자력산업> 2011년 1, 2호에 게재된 '고리 원자력1호기 국내 최초 5주기 연속 무고장안전운전(OCTF)달성 최장기간 연속 운전 기록 수립(필자: 한수원 고리 제1발전소장 문병위)'이라는 기고 page 20에서는 '2010년도에도 국내 원전은 총 1,475억KW의 전력을 생산하여..(중략) 평균이용률 94.3%, 고장정지는 2건이 발생하여 호기당 0.1건이라는 역대 최고의 운영 실적을 달성하여 국내 원전의 안전성과 신뢰성을 유감없이 대내외에 과시하였다'고 기술되어 있다.

22) Forging a New Nuclear Safety Construct, ASME Presidential Task Force on Response to Japan Nuclear Power Plants Events, June 2012

드러나고 한 주기 무고장 운전(OCTF)의 강조도 사라지면서, 그리고 또 부품 위·변조 사건으로 확인 전수 조사를 거치면서 3개 원전이 오랜 기간 동안 운전 정지되어 9조원이 넘는 손실을 입은 것을 계기로 변화한 것 같이 보인다. 즉 높은 이용률은 원래 ‘원전의 중대 사고 확률이 낮다’는 것을 이용한 무리한 운전의 결과일 수 있고, 낮은 불시정지율은 의도적으로 불시정지를 막아 기록을 달성하고자 하는 좋지 않은 관행의 결과일 수도 있다.

원전은 사소한 트러블이라도 일어날 경우 안전한 쪽으로 정지되게 되어 있으므로 불시정지가 안전하지 않은 징표라고만 볼 수 없는데, 그 동안 낮은 불시정지율을 가지고 안전성을 과시하다 보니 국민들은 불시정지가 안 일어나는 것에 익숙해져서 이제 불시정지만 일어나면 언론의 과잉 보도와 결합하여 안전에 대해 우려하고 불안해하게 되었다. 이는 사업자 측이 과거 불시정지 건수가 낮은 것이 안전한 것이라는 인식을 갖고 이를 사회에 대한 홍보 수단으로 사용해온 결과 형성된 사업자득적인 측면이 있다. 즉 이제 ‘불시정지는 원전이 안전한 방향으로 간 것’이라고 설명해도 국민들은 잘 믿지 않게 되어버린 것이다. 그래서 원자력 안전에 대한 인식과 신중한 홍보가 중요한 것이다.

5. 안전문화, 어떻게 할 것인가?

앞에서 논한 안전성 확보 방법론은 일부 안전문화에 대한 접근 방법을 포함하고 있다. 인적 요인에 대한 고려, 그리고 그것에 대한 검사를 벗어나 더욱 더 나아가서 사회적 현시성이 큰 원전 사고 사건이 일어남으로 해서 사업자의 안전문화에 어떤 형태로든 개입하는 방향으로, 즉 규제 기관이 감독하는 방향으로 나아가고 있다. 기술적인 접근으로는 사고를 막을 수 없다는 인식과 후쿠시마 사고 및 고리 1호기 SBO은폐, 부품 위·변조 등을 볼 때 우리 원전 사업자에 대한 규제 기관의 안전문화 감독은 이제 돌이킬 수 없는 일이었다.

우리나라는 고리 SBO은폐 사건 후속 대책으로 정기 검사에 안전문화를 포함시켰으며, '13년 한빛 2발(11월) 및 3발(12월)에 시범 적용하였다. 그리고 원전에

대한 시범 검사를 2015년까지 지속 추진하며 년 1회 본사 및 가동중 발전소에 대한 점검을 계획하고 있다. 본사 및 고리·한울·월성 부지의 발전소 단위에 대해 선별적 점검을 하는데 가동중 상태에서의 점검을 실시하여 O/H상태와 비교하기 위하여 운전중 원전과 정지중 원전을 안배하여 시범 검사를 실시하고 이를 통해 조직의 분위기, 업무의 내용과 양, 실수 유발 요인 등의 차이를 비교할 예정이다.

국제적으로는 2011년 2월에 개최된 IAEA 기술회의에서 안전문화 규제 감독에 대한 실용적인 지침으로 IAEA-TECDOC-1707 「원자력 안전문화의 규제 감독」 문서를 발간하였다. 2006년 IAEA 안전기준으로 만들어진 「Management system for nuclear facilities」 GSR-3는 향후 내년까지는 일반안전요건(GSR) Part-2의 「리더십과 안전관리」라는 문서로 개정될 예정인데, 요건 12에서는 안전문화의 지속적 개선, 그리고 요건 13에서는 안전을 위한 안전문화와 리더십을 정기적으로 독립적으로 평가하는 조항을 넣을 것으로 계획되어 있다.

이렇듯 안전문화와 안전을 위한 리더십은 앞으로 안전성 향상을 위하여 지속적으로 강조될 것으로 예상되며 그 외에도 중요한 것으로는 규제 기관 자체의 안전문화를 어떻게 평가하고 향상시킬 것인가 하는 것들이 남아 있다.

향후 과제

후쿠시마 사고의 원인 조사는 대략 공식적으로는 끝난 것 같이 보이나 앞으로도 다양한 시각의 평가를 통해 예방 치유적 가치를 갖는 교훈을 얻는 것이 필요하다. 그 원인에 대해서도 충분한 조사와 장기적인 예방 노력이 경주되어야 하며, 지금까지 제공된 일본 정부, IAEA 및 카네기보고서 등의 보고서와 일본의 민간 단체와 그린피스, 일부 비판적 시각의 전문가들의 보고서는 후쿠시마 사고에 대한 다양하고 서로 상이한 시각을 보여주고 있다. 따라서 다양한 관점의 폭넓은 조사와 학제적 연구를 통해 원자력 안전성 확보 방법론의 대한 다방면의 연구와 안전 규제 방향이 재정립되어야 원자력의 전망과 실천 가능한 경로의 모색이 가

능한데, 이를 위해 향후 장기적으로 추진해야 할 정책 과제는 다음과 같다.

후쿠시마 사고와 관련한 조직, 문화, 사회 제도에 대한 폭넓은 원인 탐색과 연구가 필요하며 향후 변화될 국제 환경에서 모범 사례와 국제 기준의 역할을 재정립하는 것, 그리고 과거 원자력 사고들에 대해 제도적 관점에서 재검토하고 대책을 마련하는 것, 원자력 안전에 관한 규제 및 사회 제도의 실패를 방지할 수 있는 제도의 가능성에 대한 모색이 필요하다.

또한 조직, 문화, 제도의 결함을 방지하기 위한 국제 관련 기관들 간 정책 네트워크의 구축과 활성화가 필요하다.

안전성의 정의와 안전 수준 측정 방법론에 대해 논의가 필요하며, 원전운영성능지표와 운전안전성능지표 간의 관계, 규제의 강화가 과연 반드시 안전성의 향상을 초래할 것인가 하는 문제, 현 정부가 지향하는 규제 완화의 방향성 속에서 원자력안전 규제가 어떤 정책을 갖고 나아갈 것인가 하는 문제, 그리고 안전문화를 규제 기관이 감독하고 관여하는 문제에 대해 현재 진행되는 시범 검사와 병행하여 연구에 착수하여야 한다.

그리고 안전문화 평가와 교육 등을 떠나서 안전문화 모델에 근거하여 기본 가정(basic assumption)을 변화 시킴으로써 바로 안전문화를 향상시키는 방법론(예를 들면 심리극 활용)도 연구할 필요가 있다.

맺는말 : 변화는 점진적으로 이루어진다

이상에서 후쿠시마 사고 3년간 국제·국내적으로 진행된 사항을 기술하고 분석한 후 지구적인 원자력 안전성 확보를 위한 방법론 관점에서 살펴보고 향후 과제들을 기술해 보았다.

안전성 확보를 위한 여러 방법론들은 어느 하나 쉽게 접근할 수 있는 것이 없다. 그래서 어떤 안전성 향상을 위한 기술의 진보 및 국제적인 장치나 규제 방법론이나 제도의 변화는 점진적으로 이루어질 수밖에 없다.

그러다가 다시 후쿠시마 같은 중대사고가 발생하면 그때 상당한 진전이 이루어지는 것이다.

가장 위험한 것은 규제 기관이나 사업자가 우리는 이미 후쿠시마나 최근의 오펜 및 위조 및 변조 사건의 교훈을 충분히 얻었으며 열심히 최선을 다해 잘하고 있다는 자기 합리화나 자만이다. 몇 년 전인 2010년 경 우리가 그런 자만을 가질 단계가 아니었다는 점에 대해서는 이제 공통적인 이해가 있다고 필자는 믿는다. 그러나 사업자와 규제 기관이 더 열정적으로 더 잘하기 위해 제도를 개선하고 규제 품질을 향상²³⁾ 하려는 노력은 지속되어야 할 것이다. 🌱

〈참고 자료〉

1. 후쿠시마 이후 글로벌 안전정책과제, 최광식, 〈원자력산업〉 2011 9, 10월호
2. 후쿠시마 원전 대재앙의 진상, 후나바시 요이치, 도서출판 기파랑(2014)
3. IAEA 각료회의의 제출 일본 국가 보고서, 2011, 9
4. Lessons from Fukushima, Greenpeace, 2012, 2
5. 후쿠시마 조사검증위원회 최종보고, 2012, 7, 23
6. 후쿠시마 사고에 대한 조사보고서, 한국원자력학회 후쿠시마위원회, 2012.3.11
7. 벨트다운-도쿄전력과 일본정부는 어떻게 일본을 침몰시켰는가, 오시카 야스아키 저, 한승동 역, 도서출판 양철북
8. 후쿠시마 원전사고에 대한 고찰, 최광식, 〈원자력산업〉 2011년 3, 4월호
9. 후쿠시마 원전사고에 대한 문화 및 사회심리학적 고찰, 〈원자력산업〉 2012년 3, 4월호
10. 원자력안전의 개념과 측정, 최광식, 〈원자력산업〉 2002년 5월호
11. 후쿠시마 사고는 예방할 수 있었는가 -카네기 보고서(2012.3) 내용을 중심으로-, KINS CEO 리포트, 2012년 5월 18일, 한국원자력안전기술원 안전정책실



23) 대통령과 전 부처 장관들의 규제 효과를 주제로 한 끝장 토론 다음날 TV심야 토론에서 현오석 부총리 겸 기획재정부 장관은 이제는 규제 품질 향상을 위하여 노력할 때라고 말했다.